기본연구 2007-14

국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립 연구

- 항만물류 및 장비기술을 중심으로 -

2007. 12

최상희 · 심기섭 · 김우선 · 하태영

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

□ 보고서 집필 내역

◈ 연구책임자
- 최 상 희 : 제1장, 제2장, 제5장, 제6장, 제7장, 총 괄

◈ 연구진
- 심 기 섭 : 제3장, 제4장, 별책
- 김 우 선 : 제3장, 제4장, 별책
- 하 태 영 : 제3장, 제4장, 별책

◈ 외부 집필진
- 정 한 욱 (하나티앤이(주) 사장)
- 안 익 장 (혜인이엔씨(주) 이사)
- 홍 동 희 (동원대학교 부교수)

□ 산·학·연·정 연구자문위원

◈ 정 민 영 (유신엔지니어링 전무)
◈ 배 종 욱 (전남대학교 교수)
◈ 김 종 래 (해양수산부 사무관)

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

머 리 말

1970년대부터 우리나라의 경제성장과 더불어 급속하게 증가되는 항만물동량에 비해 항만의 시설부족으로 인하여 체선·체화현상이 발생하였으며, 이를 탈피하기 위해 항만건설에 박차를 가하였고 이는 국가 경제성장의 원동력으로 작용하여 왔다. 그러나 현재 항만을 통해 처리되는 물동량과 항만시설간의 균형을 이루는 시점에서 항만개발과 더불어 항만의 효율화와 관련 산업의 활성화를 통해 제2의 도약을 이루어야 할 때이다.

세계적으로 교역물동량의 급증에 따라 선사, 화주 등 고객유치를 위한 무한 경쟁체제에 진입하였으며, 이에 따라 항만의 대형화, 대고객 서비스 증가를 위한 항만시설의 첨단화 및 효율화, 항만운영비용 절감과 미래를 위한 경제적·친환경적 항만건설이 실현되기 시작하고 있다. 이러한 항만의 대형화, 첨단화, 효율화, 경제화, 친환경화는 자국 항만산업의 발전과 더불어 세계 항만기술 관련산업의 선점과 수출의 극대화를 위한 지속적인 기술개발에 바탕을 두고 있다.

항만관련 산업시장은 이제 아시아, 유럽, 미주 등 각 대륙별 경제체제에서 벗어나 글로벌화, 통합화되어 항만산업의 근간이 되는 기술개발 없이는 세계시장뿐만 아니라 지역별 경쟁에서도 도태될 수밖에 없는 상황에 이르렀다.

향후 연간 20조원의 항만산업시장이 형성될 것으로 예측되는 현 상황에서, 세계 항만선진국인 네덜란드, 독일, 미국, 일본, 중국 등이 항만개발 및 설계, 항만운영 시스템 개발 및 설치, 항만하역장비의 제작 등 세계 항만산업시장의 70% 이상을 점유하고 있다. 특히 후발주자로서 중국 항만하역장비 제조업체인 ZPMC의 경우 2006년 세계 항만하역장비 시장의 65%를 차지하고 있으며 기술개발 인력만도 2천여명에 이를 정도로 관련기술개발에 전력을 쏟고 있다. 이에 비해 국내 항만기술개발은 전문기관이 거의 없을 뿐더러 관련기업 또한 기술개발 부문을 축소하고 있는 실정에 있다. 그 결과 항만산업의 시장지배력이 약화되고 관련부문의 전문인력 또한 줄어들고 있으며 이는 다시 항만기술개발의 저하로 이어지는 악순환이 예상된다.

이와 같은 시점에서 항만기술에 대하여 거시적, 미시적인 개발 로드맵의 수립과 전면적 체계확립이 시급하다.

이 보고서는 급변하는 항만산업시장, 항만기술의 발전에 대응하기 위하여 국가기술개발 로드맵 수립 차원에서 세계 항만기술 개발현황을 집대성하고, 기술별 특성, 효과 및 미래 개발방향을 예측하였으며 향후 항만기술 개발 우선순위를 분석하였다.

동 분석결과를 통해 항만기술분야에 대해서는 국내에서 처음으로 거시적, 미시적인 항만기술개발 중장기 로드맵을 도출하여 실질적으로 정부, 연구소, 대학, 민간기관, 운영사 등 국내 항만관련 기관들의 향후 항만기술정책 개발, 연구 개발, 항만운영, 항만설계, 항만건설, 항만장비와 부품의 개발 등 관련 정책수립과 산업분야의 중장기 계획 및 개발방향을 수립하는데 기여할 수 있도록 연구하였다.

특히 해양분야에서 국가적으로 추진중인 '해양과학기술(MT : Marine Technology) 중장기 및 개발계획 수립'에 반영하고자 하는 것은 매우 합리적이고 적절한 시도로 판단된다.

본 보고서는 한국해양수산개발원 항만연구본부의 최상희 부연구위원을 연구책임자로 하여 심기섭 부연구위원, 김우선 책임연구원 그리고 하태영 책임연구원이 집필하였다. 그리고 연구수행 과정에 자문을 해주신 동명정보대학교 홍동희 부교수님, 혜인이엔씨 안익장 이사님, 하나티앤이의 정한욱 사장님께 깊은 사의를 표하며, 설문조사 분석방법 수립에 도움을 준 원승환 연구원, 자료정리 및 보고서 편집에 힘써준 서진원 행정원에게도 감사를 드린다. 아울러 본 연구를 위해 설문에 참여를 해주신 각 항만분야별 전문가 205분께도 심심한 감사의 말씀을 드리는 바이다.

2007년 12월

한국해양수산개발원
원 장 이 정 환

목 차

ABSTRACT ——— i

요 약 ——— iv

제1장 서 론 ——— 1

1. 연구의 필요성과 목적 ····· 1
2. 연구의 범위 ····· 3
3. 선행연구 검토 ····· 5
4. 연구의 방법 및 주요 연구내용 ····· 6
   1) 기술개발 로드맵(TRM : Technology Road Map)의 정의 / 6
   2) 기술개발 로드맵(TRM : Technology Road Map)의 수립 방법론 / 7
   3) 본 연구의 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵(PTRM : Port Technology Road Map) 수립 방법론 / 10

제2장 컨테이너 항만의 환경변화와 항만기술 구성요소 ——— 13

1. 컨테이너 항만의 환경변화 ····· 13
   1) 컨테이너 물동량의 변화 / 13
   2) 선사의 변화 / 15
   3) 터미널 운영사의 변화 / 17
   4) 항만 인프라스트럭쳐(Infrastructure)의 변화 / 18
   5) 항만 슈퍼스트럭쳐(Superstructure)의 변화 / 22
   6) IT(Information Technology)의 변화 / 25
2. 항만기술 구성요소 분석 ····· 28
   1) 컨테이너 항만의 유형 / 28
   2) 컨테이너 항만시설의 구성요소 / 30

3. 항만기술 분야별 분류 및 체계 ····· 31
1) 항만기술의 정의 / 31
2) 항만기술의 분류 및 체계 / 31

제3장 항만기술 분야 및 분류별 변화추세 ——— 34

1. 개요 ····· 34
2. 항만물류분야 ····· 34
1) 항만하역시스템 / 34
2) 항만운영시스템 / 39
3) 항만물류운송시스템 / 45
3. 항만 및 해양장비 분야 ····· 52
1) 항만하역장비 / 52
2) 항만건설장비 / 66
3) 항만보조시설 / 73

제4장 미래 항만기술 개발방향과 항만기술트리(Port Technology Tree) —— 76

1. 개요 ····· 76
2. 항만물류분야 ····· 77
1) 항만하역시스템분야 / 77
2) 항만운영시스템 / 95
3) 항만물류운송시스템 / 129
3. 항만 및 해양장비 분야 ····· 147
1) 항만하역장비 / 147
2) 항만건설장비 / 168
3) 항만보조시설 / 188
4. 산업자원부,「위성통신망 원격제어기술 개발」, 2005 ····· 191

제5장 컨테이너 항만기술 분야/분류별 국내 개발기술 선정 ——— 195

1. 개요 ····· 195
2. 개발기술 선정 절차 ····· 195
   1) 개발기술 선정을 위한 평가요소 / 196
   2) 평가요소의 가중치 결정 / 198
   3) 분야/분류별 하위기술의 개발 우선순위 평가 / 201
3. 개발기술 선정 및 분석 ····· 203
   1) 설문방법 / 203
   2) 개발기술 선정 결과 및 분석 / 207

제6장 컨테이너 항만기술개발 로드맵(Technology Road Map) 수립 및 추진전략 ——— 225

1. 개요 ····· 225
2. 기술 로드맵의 형태와 작성방법론 ····· 225
   1) 개발목적에 따른 기술개발 로드맵 / 226
   2) 형태에 따른 기술개발 로드맵 / 228
   3) 본 연구의 기술개발 로드맵 / 230
3. 항만기술개발 로드맵(PTRM : Port Technology Road Map) ····· 231
   1) 분야별/분류별 국내 우선순위 개발기술트리 / 231
   2) 분야별 개발시점에 따른 컨테이너 항만기술 로드맵 / 234
   3) 분야별 핵심개발기술과 개발제품의 연관 로드맵 / 236
4. 항만기술개발 로드맵 추진전략 ····· 253
   1) 기술개발 확보전략 / 253
   2) 기술개발의 효율성을 높이기 위한 단계별 개발전략 / 254
   3) 항만기술개발 연구의 활성화 전략 / 255

제7장 결론 및 정책기여 ——— 258

1. 결론 ····· 258

2. 정책기여 ····· 260
1) 해양과학기술(MT : Marine Technology) 중장기 및 개발계획 수립에 반영 / 260
2) 정부 정책수립에 반영 / 264
3) 항만기술 로드맵 활용/확산을 위한 전문협의체 및 전문연구기관 구성 / 264

참 고 문 헌 ——— 268

부록 1 : 평가요소별 중요도 설문 양식 ——— 272

부록 2 : 개발기술 우선순위 평가 설문 양식
(항만물류분야중 항만하역시스템) ——— 274

부록 3 : 개발기술 우선순위 평가 설문 전문가의 소속기관 ——— 284

표 목 차

<표 1-1> 항만기술의 분류 ····· 4
<표 1-2> 해양과학기술의 분류 ····· 6
<표 1-3> 기술개발 로드맵 수립목적과 범위에 의한 유형 ····· 7
<표 1-4> 삼성종합기술원의 기술 로드맵 수립 ····· 8
<표 1-5> 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립 ····· 9
<표 1-6> 산업자원부의 부품·소재 기술 로드맵 수립 ····· 9
<표 1-7> 국내 컨테이너 항만기술의 로드맵 수립방법 ····· 11
<표 2-1> 세계 컨테이너물동량의 증가율 ····· 13
<표 2-2> 세계 지역별 컨테이너 처리물동량 실적 ····· 14
<표 2-3> 세계 지역별 컨테이너 처리물동량 예측 ····· 14
<표 2-4> 세계 컨테이너선대의 선복량 변화 ····· 15
<표 2-5> 최대 컨테이너선형의 변화 ····· 16
<표 2-6> 세계 컨테이너크레인의 아웃리치별 분포 ····· 18
<표 2-7> 안벽형태별 구분 ····· 19
<표 2-8> 안벽수심의 변화 ····· 20
<표 2-9> 야드장치장의 변화 ····· 22
<표 2-10> 컨테이너 항만의 유형 ····· 29
<표 2-11> 컨테이너 항만 관련시설 ····· 30
<표 2-12> 항만기술의 분류(변경) ····· 32
<표 3-1> 항만하역시스템 구성요소 ····· 35
<표 3-2> 하역시스템 변화요인 ····· 36
<표 3-3> 항만하역시스템 개발을 위한 기술요소 ····· 38
<표 3-4> 항만운영시스템 구성요소 ····· 40
<표 3-5> 항만운영시스템의 변화요인 ····· 45
<표 3-6> 항만물류운송의 구성 ····· 46
<표 3-7> 항만물류운송의 변화요인 ····· 52

<표 3-8> 항만하역장비의 구성 ····· 53
<표 3-9> 컨테이너크레인 아웃리치의 변화 ····· 55
<표 3-10> 안벽장비 사양의 세대별 변화 ····· 56
<표 3-11> 컨테이너크레인 기계적 성능의 변화 ····· 57
<표 3-12> 야드장비의 변화 ····· 58
<표 3-13> 야드장비 종류별 규모의 변화 ····· 59
<표 3-14> RTGC의 작업속도 비교 ····· 60
<표 3-15> 이송장비의 변화 ····· 63
<표 3-16> 항만하역장비의 변화요인 ····· 66
<표 3-17> 항만건설장비의 구성 ····· 67
<표 3-18> 케이슨 거푸집 변화 ····· 68
<표 3-19> 케이슨 운송 및 진수 장비변화 ····· 69
<표 3-20> 표층 처리공법 변화 추이 ····· 71
<표 3-21> 안벽케이슨 규모의 변화 ····· 71
<표 3-22> 항만건설장비의 변화요인 ····· 72
<표 3-23> 항만보조시설의 구성 ····· 73
<표 3-24> 항로보조시설 계획 기법 변화 추이 ····· 74
<표 3-25> 항만보조기술의 변화요인 ····· 75
<표 4-1> 항만하역시스템 기술 ····· 78
<표 4-2> 하역시스템 설계조건 분석 대상 예 ····· 79
<표 4-3> 설계조건 분석 방법론 ····· 80
<표 4-4> 설계조건분석기술 개발 아이템 ····· 80
<표 4-5> 설계조건분석기술 기대효과 ····· 81
<표 4-6> 설계조건분석기술 기술수준 비교 ····· 82
<표 4-7> 하역시스템 대안별 특성 비교 예 ····· 83
<표 4-8> 대안선정기술 개발아이템 ····· 84
<표 4-9> 대안선정기술 개발효과 ····· 85
<표 4-10> 대안선정기술 기술수준 비교 ····· 85
<표 4-11> 개발규모산정기술 개발아이템 ····· 86
<표 4-12> 개발규모산정기술 개발효과 ····· 87

<표 4-13> 개발규모산정기술 기술수준 비교 ····· 88
<표 4-14> 단위하역성능분석기술 개발아이템 ····· 89
<표 4-15> 단위하역성능분석기술 개발효과 ····· 89
<표 4-16> 단위하역성능분석기술 기술수준 비교 ····· 90
<표 4-17> 통합하역성능분석기술 개발아이템 ····· 91
<표 4-18> 통합하역성능분석기술 개발효과 ····· 91
<표 4-19> 통합하역성능평가기술 기술수준 비교 ····· 92
<표 4-20> 지능형 자원배정기술의 효과 ····· 98
<표 4-21> 주요 개발사 기술 비교 ····· 99
<표 4-22> 지능형자원배정기술 기술수준 비교 ····· 99
<표 4-23> 다중분산계획기술 기술수준 비교 ····· 101
<표 4-24> 안벽크레인 자동일정계획수립기술 기술수준 비교 ····· 102
<표 4-25> 지능형 통합모니터링기술 기술수준 비교 ····· 104
<표 4-26> 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술의 주요 기능 ····· 105
<표 4-27> 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술도입 효과 ····· 106
<표 4-28> 실시간 이동장비작업배정최적화기술 기술수준 비교 ····· 106
<표 4-29> 이동장비 위치정보시스템기술 기술수준 비교 ····· 108
<표 4-30> 컨테이너 외부손상 자동검사 기술 도입 효과 ····· 109
<표 4-31> 컨테이너 외부손상자동검사기술 기술수준 비교 ····· 110
<표 4-32> 항만출입 보안시스템의 기능 ····· 111
<표 4-33> 항만출입 보안시스템 이용 현황 ····· 112
<표 4-34> 항만출입 보안시스템 구축기술 기술수준 비교 ····· 113
<표 4-35> 전자봉인 자동인식확인기술 기술수준 비교 ····· 114
<표 4-36> 부산항 컨테이너부두 계근 시설 현황 ····· 115
<표 4-37> 트럭 스케일 방식 비교 ····· 116
<표 4-38> 트럭컴바인 컨테이너 개별무게측정기술 기술수준 비교 ····· 116
<표 4-39> 무인주유시스템 적용 내용 ····· 117
<표 4-40> 무인 주유시스템 구축기술 기술수준 비교 ····· 117
<표 4-41> 컨테이너 정보통합관리기술 기술수준 비교 ····· 119
<표 4-42> 신개념 위치추적 기술 사용항만의 시스템 현황 ····· 120

<표 4-43> 이송장비 신개념위치추적기술 기술수준 비교 ····· 121
<표 4-44> 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술 기술수준 비교 ····· 122
<표 4-45> 경영분석/관리시스템 구축기술 기술수준 비교 ····· 123
<표 4-46> 도로운송장비기술의 개발아이템 ····· 132
<표 4-47> 도로운송장비기술 기술수준 비교 ····· 133
<표 4-48> 도로운송설비기술의 개발아이템 ····· 134
<표 4-49> 도로운송설비기술 기술수준 비교 ····· 134
<표 4-50> 신개념육상운송기술의 개발아이템 ····· 135
<표 4-51> 신개념 육상운송기술 기술수준 비교 ····· 136
<표 4-52> 철도운송연계장비기술의 개발아이템 ····· 137
<표 4-53> 철도운송연계장비기술 기술수준 비교도 ····· 137
<표 4-54> 철도초고속환적하역장비기술의 개발아이템 ····· 138
<표 4-55> 철도초고속환적하역장비기술의 기술수준 비교 ····· 138
<표 4-56> 철도운송시스템기술의 개발아이템 ····· 140
<표 4-57> 철도운송시스템기술의 기술수준 비교 ····· 140
<표 4-58> 해상운송신개념선박기술의 개발아이템 ····· 142
<표 4-59> 해상운송 신개념선박기술의 기술수준 비교 ····· 142
<표 4-60> 연안운송초고속하역시스템기술의 개발아이템 ····· 143
<표 4-61> 연안운송초고속하역시스템기술 기술수준 비교 ····· 144
<표 4-62> 항만하역장비 개발기술 ····· 149
<표 4-63> 장치성능개선기술 개발아이템 및 내용 ····· 149
<표 4-64> 장치 성능개선/개발기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 150
<표 4-65> 장치 성능개선/개발기술 기술수준 비교 ····· 151
<표 4-66> 장비구조물 개선/개발기술 개발아이템 및 내용 ····· 153
<표 4-67> 장비구조물 개선/개발기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 153
<표 4-68> 장비구조물 개선/개발기술 기술수준 비교 ····· 155
<표 4-69> 자동위치제어기술 ····· 157
<표 4-70> 자동위치제어기술 기술수준 비교 ····· 158
<표 4-71> 자동장치제어기술 ····· 159
<표 4-72> 자동장치제어기술 기술수준 비교 ····· 160

<표 4-73> 에너지비용절감기술 ····· 161
<표 4-74> 에너지비용절감기술 기술수준 비교 ····· 162
<표 4-75> 경제성확보기술 ····· 163
<표 4-76> 경제성확보기술 기술수준 비교 ····· 164
<표 4-77> 항만건설장비 개발기술 ····· 170
<표 4-78> 초대형 구조물 축조기술 개발아이템 및 내용 ····· 170
<표 4-79> 초대형 구조물 축조기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 171
<표 4-80> 초대형 구조물 축조기술 기술수준 비교 ····· 171
<표 4-81> 초대형 구조물 운송기술 개발아이템 및 내용 ····· 172
<표 4-82> 초대형 구조물 운송기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 173
<표 4-83> 초대형 구조물 운송기술 기술수준 비교 ····· 173
<표 4-84> 전천후 해상구조물 진수기술 개발아이템 및 내용 ····· 174
<표 4-85> 전천후 해상구조물 진수기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 174
<표 4-86> 전천후 해상구조물 진수기술 기술수준 비교 ····· 175
<표 4-87> 수역시설의 효율적인 수심확보기술 개발아이템 및 내용 ····· 176
<표 4-88> 수역시설의 효율적인 수심확보기술 개발아이템에 따른 효과 ·· 176
<표 4-89> 수역시설의 효율적인 수심확보기술 기술수준 비교 ····· 177
<표 4-90> 한국형 이동식 준설장비 개발기술 개발아이템 및 내용 ····· 179
<표 4-91> 한국형 이동식 준설장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과 ··· 179
<표 4-92> 한국형 이동식 준설장비 개발기술 기술수준 비교 ····· 179
<표 4-93> 환경친화적 준설장비 개발기술 개발아이템 및 내용 ····· 180
<표 4-94> 환경친화적 준설장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 181
<표 4-95> 환경친화적 준설장비 개발기술 기술수준 비교 ····· 181
<표 4-96> 고효율 연약지반시공장비 개발기술 개발아이템 및 내용 ····· 182
<표 4-97> 고효율 연약지반시공장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과 ···· 182
<표 4-98> 고효율 연약지반시공장비 개발기술 기술수준 비교 ····· 183
<표 4-99> 표층처리 및 복토공법기술 개발아이템 및 내용 ····· 184
<표 4-100> 표층처리 및 복토공법기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 184
<표 4-101> 표층처리 및 복토공법기술 기술수준 비교 ····· 185
<표 4-102> 항만보조시설 개발기술 ····· 189

<표 4-103> 항로개발 및 계획기술 개발아이템 및 내용 ····· 190
<표 4-104> 항만보조시설 계획기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 190
<표 4-105> 항로개발 및 계획기술 기술수준 비교 ····· 190
<표 4-106> 종합관제기술 개발아이템 및 내용 ····· 191
<표 4-107> 종합관제기술 개발아이템에 따른 효과 ····· 191
<표 4-108> 종합관제기술 기술수준 비교 ····· 192
<표 5-1> 개발기술 선정을 위한 평가요소 ····· 197
<표 5-2> 평가요소에 대한 설문 양식 ····· 198
<표 5-3> 평가요소에 대한 설문 결과 ····· 199
<표 5-4> 평가요소별 점수 계산 ····· 200
<표 5-5> 평가요소별 가중치 ····· 200
<표 5-6> 선형 할당법의 예에 사용된 요소별 대안의 선호 순위 ····· 201
<표 5-7> 기술 분류별 평가대상 하위기술(항만물류 분야) ····· 204
<표 5-8> 기술 분류별 평가대상 하위기술(항만 및 해양장비 분야) ····· 205
<표 5-9> 개발기술의 평가 설문 방식 ····· 206
<표 5-10> 개발기술의 평가 설문 문항 ····· 206
<표 5-11> 개발기술의 개발시점 설문 문항 ····· 207
<표 5-12> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만하역시스템) ····· 208
<표 5-13> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만하역시스템) ····· 208
<표 5-14> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만하역시스템) ····· 209
<표 5-15> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만운영시스템) ····· 210
<표 5-16> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만운영시스템) ···· 211
<표 5-17> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만운영시스템) ····· 212
<표 5-18> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만물류운송시스템) ···· 214
<표 5-19> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만물류운송시스템) ··· 215
<표 5-20> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만물류운송시스템) ··· 215
<표 5-21> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비) ··· 217
<표 5-22> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비) ···· 217
<표 5-23> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비) ····· 218
<표 5-24> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비) ···· 219

<표 5-25> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비) ·· 220
<표 5-26> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비) ····· 221
<표 5-27> 대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설) ····· 222
<표 5-28> 대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설) ····· 223
<표 5-29> 기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설) ····· 223
<표 6-1> 본 연구의 로드맵 작성형태 및 구조 ····· 230
<표 6-2> 분야별/기술별 기술개발시점 ····· 234
<표 6-3> 세부기술 개발시점에 따른 로드맵 ····· 235
<표 6-4> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 236
<표 6-5> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 241
<표 6-6> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 244
<표 6-7> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 247
<표 6-8> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 249
<표 6-9> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 250
<표 6-10> 핵심기술에 따른 개발제품 ····· 252
<표 6-11> 필요기술 확보방안에 따른 전략 ····· 254
<표 6-12> 기술개발주체에 따른 전략 ····· 254
<표 6-13> 항만기술개발의 활성화 전략 ····· 256
<표 7-1> MT 중장기계획, 개발계획, 로드맵 ····· 261
<표 7-2> 항만기술 정책반영을 위한 로드맵 ····· 263

그 림 목 차

<그림 1-1> 항만기술 연구 개발의 필요성 ····· 2
<그림 1-2> 연구의 방법 ····· 11
<그림 2-1> 컨테이너터미널 안벽형태의 변화 ····· 19
<그림 2-2> 야드장치장의 발전단계 ····· 21
<그림 2-3> 컨테이너 선박의 대형화 ····· 23
<그림 2-4> 자동화 항만의 비전 ····· 27
<그림 2-5> 10대 차세대 성장동력산업과 u-IT839전략 및 u-port와의 관계 ···· 28
<그림 2-6> 항만기술의 분류(변경) ····· 32
<그림 3-1> 항만하역시스템 기능적 구성 ····· 35
<그림 3-2> 하역시스템 변화추세 ····· 37
<그림 3-3> 항만하역시스템 설계 ····· 38
<그림 3-4> 항만운영시스템 변화 배경 ····· 41
<그림 3-5> 항만운영시스템의 정보처리 형태의 변화 ····· 44
<그림 3-6> 도로운송의 핵심 변화추세 ····· 47
<그림 3-7> 도로운송의 변화요인 ····· 48
<그림 3-8> 철도운송의 핵심 변화추세 ····· 49
<그림 3-9> 철도운송의 변화요인 ····· 50
<그림 3-10> 연안운송의 핵심 변화추세 ····· 51
<그림 3-11> 연안운송의 변화요인 ····· 51
<그림 3-12> 컨테이너터미널 하역단계별 장비구성 예 ····· 53
<그림 3-13> 항만하역장비의 변화 배경 ····· 54
<그림 3-14> 스프레더 기능성 변화추세 ····· 57
<그림 3-15> 180컨테이너크레인 성능&구조 변화추세 ····· 58
<그림 3-16> 5단 6열 트랜스퍼 크레인 Layout ····· 60
<그림 3-17> 16 Wheel RTGC(싱가포르 PSA) ····· 61
<그림 3-18> 야드장비 변화 추세 ····· 62

<그림 3-19> 이송장비 변화 추세 ····· 63
<그림 3-20> 선박의 단계별 대형화 추세 ····· 64
<그림 3-21> 케이슨 거푸집 변화 추이 ····· 68
<그림 3-22> DCL선을 이용한 운송 및 진수 ····· 69
<그림 3-23> 준설선 변화 추이 ····· 70
<그림 4-1> DAS 수요조사 방법론 적용과정 ····· 76
<그림 4-2> 항만하역시스템 미래개발 방향 ····· 77
<그림 4-3> 항만하역시스템 기술 ····· 78
<그림 4-4> 스프레드 시트 모형예 ····· 81
<그림 4-5> 설계조건분석기술 기술격차 비교도 ····· 82
<그림 4-6> 하역시스템 대안선정절차 ····· 83
<그림 4-7> 하역시스템 대안구성 예 ····· 84
<그림 4-8> 대안선정기술 기술격차 비교도 ····· 86
<그림 4-9> 개발규모산정기술 기술격차 비교도 ····· 88
<그림 4-10> 단위하역성능평가기술 기술격차 비교도 ····· 90
<그림 4-11> 통합하역성능평가기술 기술격차 비교도 ····· 92
<그림 4-12> 항만운영시스템 S/W 운영 측면에서의 발전 방향 ····· 96
<그림 4-13> 항만운영시스템 H/W 구축 측면에서의 발전 방향 ····· 96
<그림 4-14> 지능형자원배정기술 기술격차 비교도 ····· 100
<그림 4-15> 다중분산계획기술 기술격차 비교도 ····· 101
<그림 4-16> 안벽크레인 자동일정계획수립기술 기술격차 비교도 ····· 102
<그림 4-17> 지능형 통합모니터링기술 기술격차 비교도 ····· 104
<그림 4-18> 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술 구성도 ····· 105
<그림 4-19> 실시간 이동장비작업배정최적화기술 기술격차도 ····· 107
<그림 4-20> 이동장비 위치정보시스템기술 기술격차도 ····· 108
<그림 4-21> 컨테이너 외부손상자동검사기술 기술격차도 ····· 110
<그림 4-22> 항만출입 보안시스템 구축기술 기술격차도 ····· 113
<그림 4-23> 전자봉인 자동인식확인기술 기술격차도 ····· 114
<그림 4-24> 트럭컴바인 컨테이너 개별무게측정기술 기술격차도 ····· 116
<그림 4-25> 무인 주유시스템 구축기술 기술격차도 ····· 118

<그림 4-26> 컨테이너 정보 통합관리 서비스 기술 구성도 ····· 118
<그림 4-27> 컨테이너 정보통합관리기술 기술격차도 ····· 119
<그림 4-28> 이송장비 신개념위치추적기술 기술격차도 ····· 121
<그림 4-29> 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술 기술격차도 ····· 122
<그림 4-30> 경영분석/관리시스템 구축기술 기술격차도 ····· 124
<그림 4-31> 도로운송의 미래개발 방향 ····· 130
<그림 4-32> 철도운송의 미래개발 방향 ····· 131
<그림 4-33> 해상운송의 미래개발 방향 ····· 131
<그림 4-34> 도로운송장비기술 기술격차 비교도 ····· 133
<그림 4-35> 도로운송설비기술 기술격차 비교도 ····· 134
<그림 4-36> 신개념육상운송기술 기술격차 비교도 ····· 136
<그림 4-37> 철도운송연계장비기술의 국내외 기술격차 비교 ····· 137
<그림 4-38> 철도초고속환적하역장비기술 기술격차 비교도 ····· 139
<그림 4-39> 철도운송시스템기술 기술격차 비교도 ····· 141
<그림 4-40> 해상운송신개념선박기술 기술격차 비교도 ····· 143
<그림 4-41> 연안운송초고속하역시스템기술 기술격차 비교도 ····· 144
<그림 4-42> 항만하역장비의 미래 개발방향 ····· 148
<그림 4-43> 장치성능개선/개발기술 기술격차 비교도 ····· 152
<그림 4-44> 안벽장비 아웃리치 확대(리모델링) 기술 ····· 154
<그림 4-45> 장비구조물 개선/개발기술 기술격차 비교도 ····· 155
<그림 4-46> 자동제어기술 기술격차 비교도 ····· 158
<그림 4-47> 자동장치제어기술 기술격차 비교도 ····· 160
<그림 4-48> 에너지비용절감기술 기술격차 비교도 ····· 162
<그림 4-49> 경제성확보기술 기술격차 비교도 ····· 164
<그림 4-50> 항만하역장비의 미래개발방향 ····· 169
<그림 4-51> 초대형 구조물 축조기술 기술격차 비교도 ····· 171
<그림 4-52> 초대형 구조물 운송기술 기술격차 비교 ····· 173
<그림 4-53> 전천후 해상구조물 진수기술 기술격차 비교도 ····· 175
<그림 4-54> 진공압밀공법을 이용한 압밀촉진(광양항) ····· 176
<그림 4-55> 수역시설의 효율적인 수심확보기술 기술격차 비교도 ····· 177

<그림 4-56> 수륙양용 준설(Amphibious Dredge) 개념도 ····· 178
<그림 4-57> Hydro Super Ejector 공법 ····· 178
<그림 4-58> 한국형 이동식 준설장비 개발기술 기술격차 비교도 ····· 180
<그림 4-59> 환경친화적 준설장비 개발기술 기술격차 비교도 ····· 181
<그림 4-60> 고효율 연약지반시공장비 개발기술 기술격차도 ····· 183
<그림 4-61> 고압건식모래포설공법 ····· 184
<그림 4-62> 표층처리 및 복토공법기술 기술격차 비교도 ····· 185
<그림 4-63> 항만보조시설 개발의 미래개발방향 ····· 189
<그림 4-64> 항로개발 및 계획기술 기술격차 비교도 ····· 190
<그림 4-65> 종합관제기술 기술격차 비교도 ····· 192
<그림 5-1> 개발기술 선정 절차 ····· 196
<그림 5-2> 기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만하역시스템) ····· 209
<그림 5-3> 우선순위와 개발시기의 관계 ····· 210
<그림 5-4> 기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만운영시스템) ····· 213
<그림 5-5> 우선순위와 개발시기의 관계 ····· 214
<그림 5-6> 기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만물류운송시스템) ····· 216
<그림 5-7> 우선순위와 개발시기의 관계 ····· 216
<그림 5-8> 기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비) ··· 218
<그림 5-9> 우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비) ··· 219
<그림 5-10> 기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비) ····· 221
<그림 5-11> 우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비) ····· 222
<그림 5-12> 기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설) ····· 223
<그림 5-13> 우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설) ····· 224
<그림 6-1> 로드맵의 특성 ····· 226
<그림 6-2> 개발목적에 따른 로드맵 종류 ····· 227
<그림 6-3> 작성구조에 따른 로드맵 종류 ····· 229
<그림 6-4> 항만물류분야 기술트리 ····· 231
<그림 6-5> 항만/해양장비분야 기술트리 ····· 232
<그림 6-6> 항만기술 분야별 기술개발트리(개발 우선순위별) ····· 233
<그림 6-7> 항만하역시스템 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 237

<그림 6-8> 항만운영시스템 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 242
<그림 6-9> 항만물류운송시스템 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 245
<그림 6-10> 항만하역장비 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 248
<그림 6-11> 항만건설장비 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 251
<그림 6-12> 항만보조시설 핵심기술-제품연관 로드맵 ····· 253
<그림 6-13> 경쟁력 확보를 위한 항만기술 R&D 단계별 추진전략 ····· 255
<그림 7-1> 본 연구결과의 해양과학기술개발 관련계획 반영 ····· 262
<그림 7-2> 항만기술 협의체 구성과 역할 ····· 265
<그림 7-3> 항만기술센터의 역할 ····· 266

ABSTRACT

A Study on the Establishment of Container Port Technology Roadmap in Korea

- Focus on Port Logistics and Port Handling System -

Emma Maersk, which is a container vessel capable of handling a freight capacity of 11,600 TEU, was launched early last year, and as of 2007 there were up to 114 container vessels in operation with a capacity of over 10,000 TEU. Recently, Samsung Heavy Industries Co., Ltd. developed technology for building container vessels which hold 16,000 TEU. Therefore, ultra-large container vessels, with a capacity of over 15,000 TEU, are expected to appear within five years. Building these ultra-large scale vessels requires high productivity, high technology, automation, and high efficiency in port operation. Global terminal operators and large terminal operating companies are striving for vast investments in port facilities to cope with the changes in global port environments.

The domestic R&D for port technology involves marine science and technology and comprised about 6% of the year 2006 R&D budget of the Ministry of Maritime Affairs & Fisheries. Domestic port technology does not yet possess a systematic, analytic, and detailed technology road map and has not investigated and analyzed broadly the trends and applications of global port technology. This study attempts to provide a technology road map for the development of container port technology in Korea.

Firstly, we recognized the importance of future port technology by analyzing the environmental changes in world trade flows, shipping lines, terminal operators, infrastructures, superstructures, and information technology in container ports. We also defined the range of port technology and divided the area of port technology into four categories port logistics port and marine equipment port planning and design and port and marine structure and 12 sub-categories. We focused this research on two categories

port logistics and port and marine equipment and six sub-categories.

Secondly, we observed the environmental factors and the trends for each category of port technology, based on a trend analysis of port technology. The results showed that environmental factors are the increase of flows, bigger vessel-size, improvement of customer service, improvement of operational efficiency, reduction of logistics costs, and reduction of labor costs while the trends are toward bigger equipment, more automation, the high productivity, the high efficiency, the economical feasibility, and an environmentally friendly system.

Thirdly, we forecasted the development direction in future technology based on environmental factors and trends. Then, we identified 46 technologies which will have to be developed, analyzed their characteristics and effects, and suggested application areas and their development items. The survey, in which about 200 experts participated, indicated that the level of Korea's domestic technology is up to 50～70% compared with the technological level of advanced countries.

Fourthly, we deduced the priorities for the development of these46 technologies through the survey in which about 200 experts participated. We set the evaluation system before the deduction. The system consists of nine attributes, which consider the performance side, the technological side, the economic side, and the strategic side, and the weight of each attribute. After the evaluation of all technologies, the results are entered into parameters of the mathematical model and the mathematical model concludes the priorities of each technology. The decision-making problem in this research corresponds to Multi-Attribute Decision-Making (MADM) because it decides the rank of the finite alternatives considering various attributes simultaneously. We applied the linear assignment method using the rank of alternatives for attributes and the weight of attributes. Moreover, the urgency of each technology is proposed.

Fifthly, we applied the Technology Road Map (TRM) model suggested by Phaal, et al. (2004) based on the priority and the urgency of each technology. We proposed a macro roadmap for the development time of each technology in each category and a micro roadmap related to the development items of each technology in each category. We also suggested driving strategies to increase the effectiveness of technologies proposed in the road map.

Finally, we suggested this study's contribution to governmental strategy-planning.

Through this study, we expect that the domestic port technology will take prompt action to prepare for the environmental changes of the future. Furthermore, we hope it will make a contribution to the policy making and mid-term or long-term planning of related organizations.

This study is the first stage of the whole study that we have intended to plan. We handled only two categories and six sub-categories of four categories and 12 sub-categories. We intend that the comprehensive roadmap of the port technology area will be completed by dealing with the remaining parts in the next stage.

요 약

제1장 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

○ 세계적으로 중심항만의 선점을 위한 항만의 대형화, 첨단화, 효율화와 경제적, 친환경적 항만건설 등 항만환경의 변화가 급격하게 이루어지고 있음

○ 현재 국내의 경우 지속적으로 연구 개발하는 항만기술 전문기관이 전무하며 방대한 세계 항만기술에 대한 통합적인 자료 및 분석이 없었음
- 항만기술에 대한 정책적인 중·장기 개발계획의 어려움
- 정부의 기술개발 정책수립, 연구기관 및 대학의 기초기반연구, 민간 관련 기업의 기술개발 의지 및 실용화연구, 항만운영사 및 공공기관의 적용계획 등 관련분야의 실용적이고 사업화적인 중장기 계획과 기술개발방향을 수립하지 못하였음

○ 중장기적으로 동북아 및 세계 중심항만입지 구축, 항만관련 산업의 활성화를 위한 기반을 갖추기 위해서는 급변하는 세계 항만기술의 신속한 대응과 국내 항만관련기술의 개발 로드맵 수립이 시급한 실정에 있음

2. 연구의 범위

○ 연구의 범위는 해양수산부의 「21세기를 대비한 중장기 항만기술 발전 기본계획(변경), 2001. 11」 보고서에 나타난 항만기술 중 컨테이너 항만 물류분야와 항만/해양장비 분야에 대한 연구를 진행

3. 선행연구 검토

○ 국내 항만기술 관련 선행연구는 「항만기술 장기발전계획, 1999. 3, 해양수산부」과 「해양과학기술(Marine Technology, MT) 개발계획, 2004. 7,

해양수산부」를 검토했으며 주로 사례조사와 과제도출에 초점이 맞추어져 있음

○ 해외 항만기술은 일본 국토교통성 항만국(2001)에서 발간한 보고서를 검토하였으며 향후 21세기 일본의 기술개발과제와 항목을 제시

○ 본 연구에서는 선행연구와는 달리 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립을 위한 방법을 수정·보완하여 국내외 자료통합과 세밀한 분석, 분류체계 확립, 기술개발 우선순위 선정 및 다양한 중장기 로드맵을 수립함

4. 연구의 방법 및 주요 연구내용

○ 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립을 위한 방법론으로는 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립을 위한 방법을 변형하여 본 컨테이너 항만기술 개발 로드맵 수립에 적합한 방법론을 도출

○ 항만기술 관련기관과의 제휴관계를 활용한 전문 기술정보와 외부 관련기술 전문가의 자문을 통해 전문적 분야의 정보를 수집

국내 컨테이너 항만기술의 로드맵 수립방법

단계	세부절차	내용
1단계	항만환경변화 분석	• 총 6개 분야의 항만환경 변화 검토/분석
2단계	항만기술의 분류	• 항만기술에 대한 분야별 중분류와 소분류
3단계	분야별 추세변화와 미래방향 예측	• 분야별 기술동향과 자료조사
		• 분야별 항만기술에 대한 추세변화와 미래개발방향 예측
4단계	분야별 핵심기술 도출	• 미래 개발방향에 따른 핵심개발기술 도출
		• 종합검토/설문/의견수렴
		• 개발기술 우선순위 도출
5단계	로드맵 작성	• 개발기간별/개발시기별에 따른 Macro 기술 로드맵 작성 • 개발기술에 따른 실용화제품의 상관관계 분석 로드맵
6단계	추진전략/정책	• 컨테이너 항만기술 추진전략 및 정책

○ 항만기술 분야별 국내외 실태분석을 위해 국내외 출장을 통한 현장정보 수집과 항만기술별 특성에 따라 항만슈퍼스트럭쳐의 일부 분야는 항만전문 엔지니어링 업체, 정부출연연구기관, 장비관련기업, 항만운영시스템 분야는 대학 등 전문기관의 공동연구를 수행

○ 각 항만기술 분야 및 분류별로 기술조사를 수행한 후 각 특성 및 효과를 분석하고 그에 따른 기술분야 및 분류별 향후 발전추세를 예측

○ 조사·분석된 기술별로 기술트리(Technology Tree)를 작성

○ 각 기술별 국내의 개발기술 우선순위 선정을 위해 전문가 설문조사(205건)를 수행하고 분석
- 선정과정에서 선정기준을 수립
- 자체적 선정기준에 따른 1차 필터링을 통해 개발기술을 1차적인 개발기술을 압축·선정
- 전문가 설문을 활용하여 각 평가요소에 대한 대안의 우선순위와 평가요소의 가중치를 이용하는 선형 할당법(linear assignment method)을 적용

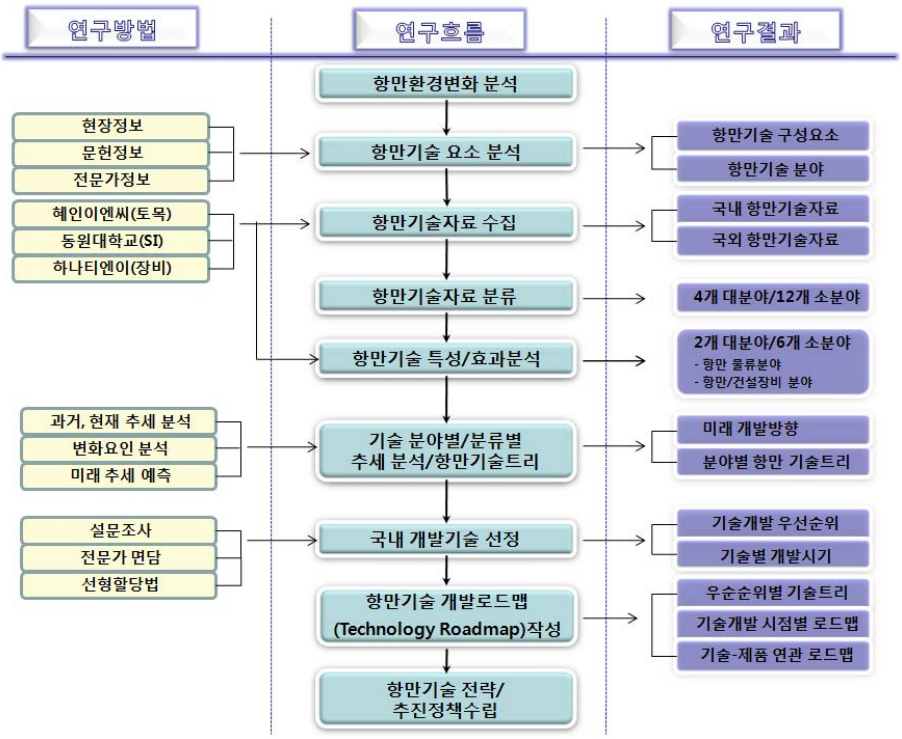
○ 우선순위화된 기술을 바탕으로 수립되는 로드맵은 국가적 정책수준의 광범위하고 장기적인 계획 수립단계로서 Phaal et al.(2004)에 의해 분류되었던 장기계획 로드맵 형태와 일부 핵심기술과 제품개발까지 연계하는 제품계획 로드맵 등 2가지로 작성하고 작성구조는 단층 및 다층구조로 작성

○ 최종적으로 국내 대응 항만기술 로드맵을 실행하기 위한 정책적 전략 및 정책적 추진방향을 제시

본 연구의 로드맵 작성형태 및 구조

구분	내용	종류 및 구조
목적에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	제품계획 로드맵
구조에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	다층구조

국내 항만기술 로드맵 수립을 위한 연구흐름



제 2 장 컨테이너 항만의 환경변화와 항만기술 구성요소

1. 컨테이너 항만의 환경변화

1) 컨테이너 물동량의 변화

○ 세계 컨테이너 물동량은 연간 10%이상의 증가세를 보이고 있으며 향후에도 연평균 9~10%대의 고성장을 달성할 것으로 예측되고 있음

○ 따라서 세계 컨테이너물동량의 변화를 고려하여 보았을 때 물동량의 변화에 따라 이를 둘러싼 선사와 항만운영사의 운영전략, 항만시설 및 항만기술의 개발방향에도 상당한 영향을 미치게 될 것으로 판단

2) 선사의 변화

○ 선사들의 총 선복량은 매년 9~10% 이상의 성장. 2005년, 2006년에는 13.3%, 15.5%로서 성장세는 더욱 가속화될 것으로 예측됨

○ 선박의 주력선종도 현재의 5,000TEU에서 8,000~1만TEU급 선박으로 확대되고 향후 몇 년 이내에 1만5천TEU급 선박의 등장도 앞당겨질 것으로 예측

○ 이러한 변화추세에 적절하게 터미널 운영사의 전략, 항만시설 및 항만기술 개발 방향도 이루어져야 할 것임

3) 터미널 운영사의 변화

○ 컨테이너터미널 운영사는 고객인 선사에 대한 높은 수준의 하역서비스의 제공경쟁에 직면. 세계 중심항만의 경쟁에서 우위를 점하기 위해 항만시설에 대한 기술개발과 투자를 지속하고 있음(22열 이상의 컨테이너크레인에 집중 투자)

4) 항만 인프라스트럭쳐(Infrastructure)의 변화

○ 안벽형태의 변화 : 다양한 형태의 안벽등장

○ 안벽수심의 변화 : 약 10% 내외의 안벽수심 증가

○ 야드장치장의 변화 : 다양한 배치형태, 고단적화, 자동화

5) 항만 슈퍼스트럭쳐(Superstructure)의 변화

○ 안벽장비는 선박의 크기변화에 따라 아웃리치/레일스팬의 장대화, 장치의 고성능화, 자동화 쪽으로 변화

○ 이송장비의 경우 자동화, 기능의 다양화 등 컨테이너 연계작업시 대기시간을 감소시키는 방향으로 변화

○ 야드장비의 경우 고단적 가능, 부지효율성을 증가, 운영비를 절감시킬 수 있는 장비의 고단적화, 광폭화, 자동화 방향으로 변화

○ 게이트의 경우 게이트 통과시간 감소, 운영비 절감을 위한 방향으로 변화

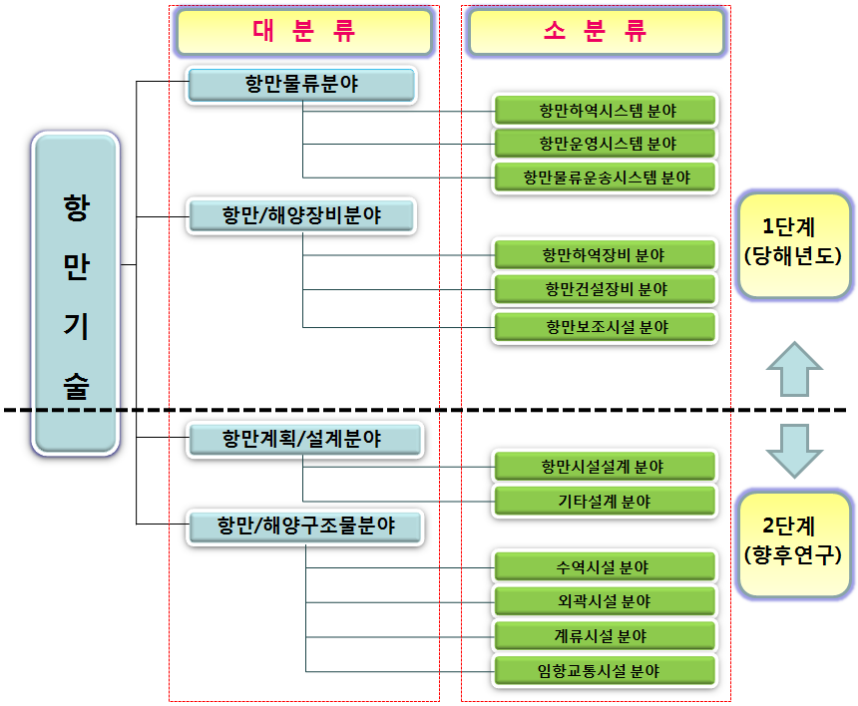
6) IT(Information Technology)의 변화

○ 세계 각국은 물류IT분야에서 효율적이고 유연한 화물수송체계를 확립함으로써 국경과 항만에서의 화물이동성 향상을 위한 방향으로 전환

3. 항만기술 분야별 분류 및 체계

○ 항만기술의 분류는 항만법에서 규정하고 있는 하드웨어적인 컨테이너 항만시설과 소프트웨어적인 항만관련 산업 중

항만기술의 분류



- 항만의 효율성 및 경제성 향상, 항만물류비 절감, 국가 항만경쟁력 확보, 산업화 가능성 등 항만기술의 정의에 따라 기술개발 가능한 항만기술을 분야를 재설정하고 크게 4가지 분야로 대분류하였으며 각 대분류별 세부항목으로 12개의 소분야를 설정

x

○ 본 연구에서는 항만기술의 4개 항만기술분야를 총 2단계로 나누어 연구를 진행

- 이는 항만기술의 관련 범위가 상당히 방대하고 미래 항만기술의 설정 및 예측에 신중을 기하기 위해 보다 심도 있고 신뢰성 있는 연구를 진행하기 위한 것임
- 먼저 1단계로 항만관련 산업의 활성화 용이, 항만산업의 기반기술이 되는 항만물류분야, 항만/해양장비분야의 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송, 항만하역장비, 항만건설장비, 선박, 항만보조시설 등 총 7개 소분야에 대한 연구를 우선적으로 수행하고 인프라스트럭쳐에 관련된 항만계획 및 설계분야, 항만 및 해양구조물분야는 향후 연구로 진행하도록 함

제 3 장 항만기술 분야 및 분류별 변화추세

○ 항만하역시스템 분야, 항만운영시스템 분야, 항만물류운송시스템 분야, 항만하역장비 분야, 항만건설장비 분야, 항만보조시설 분야 등 총 6개 분야의 국내외 관련 기술자료를 분야별로 통합·분석(부록1 참조)

○ 각 분야별 통합자료를 분석하여 과거부터 현재까지의 변화요인을 도출하고 이를 통해 미래의 변화추세를 예측

1. 항만하역시스템분야

1) 구성요소

○ 항만하역시스템 분야는 컨테이너터미널에서 이루어지는 하역작업을 처리하기 위한 물류시스템임

○ 항만하역시스템 분야의 구성은 안벽, 이송, 야드, 게이트의 4가지 하위시스템으로 구성

항만하역시스템 구성요소

구성요소	내용
안벽시스템	• 선박의 접안 및 양적하 작업을 담당 • 선박용 하역크레인이 사용됨
이송시스템	• 안벽과 야드간의 컨테이너 운반을 담당 • 컨테이너 운반전용 차량이 사용됨
야드시스템	• 컨테이너의 일시 보관기능을 담당 • 야드전용 하역크레인이 사용됨
게이트시스템	• 터미널 내의 컨테이너의 반입 및 반출시설 • 전용 출입구시설로 운영됨

2) 변화요인 및 변화추세 분석

○ 항만하역시스템 분야의 변화요인은 선박대형화, 하역량 증가, 재항시간 단축, 작업효율성 증대 요구 등으로 분석

○ 변화요인에 따른 항만하역시스템의 향후 변화추세는 자동화, 대형화, 고속화를 위한 하역시스템으로 변화에 따른 신개념의 하역시스템 개발과 항만의 개발이 가속화

하역시스템 변화요인

변화요인	하역시스템에 미치는 영향	하역시스템 변화
선박 대형화	• 선폭길이, 선창높이가 대형화에 따라 크레인 대형화	대형화
하역량 증가	• 선박접안시간이 증가하여 선석부족현상이 초래되므로 더 많은 선석이 요구됨 • 많은 컨테이너를 보관해야 하므로 장치장의 공간을 더욱 증가시킬 필요성이 발생함	대형화 & 고속화
재항시간 단축요구	• 높은 하역생산성 요구로 하역장비의 성능향상 • 24시간 장비가동의 필요성 제기	고속화 & 자동화
작업효율성 제고필요	• 터미널 운영측면에서 장비의 활용성 증가	자동화

2. 항만운영시스템분야

○ 항만운영시스템분야는 컨테이너터미널에서 효율적인 화물처리를 위한 터미널 운영과 시설운영, 정비, 회계, 인사 등의 지원시스템임

○ 항만운영시스템분야의 구성은 터미널 계획, 운영, 관리, 통신시스템 등 4가지 시스템으로 구성

항만운영시스템 구성요소

1차 구성	2차 구성
계획시스템	선석계획, 장치계획, 양적하계획, 장비배차시스템
운영시스템	게이트운영, 야드운영, 본선운영, 작업관제, CFS운영시스템
관리시스템	작업지원, 정산, 정보서비스
통신시스템	유무선 데이터통신, EDI시스템

○ 항만운영시스템의 변화요인은 의사결정의 정확성, 정보처리의 첨단성, 운영의 효율성, 정보량의 급증요구 등으로 분석

항만운영시스템의 변화요인

1차 시스템	변화요인	운영시스템의 변화	
		과거	현재
계획시스템	의사결정	사람의 경험	사람의 경험 및 정보시스템
운영시스템	정보처리 매체	Paper 수기처리	컴퓨터 입력처리
	정보획득 방법	문서/FAX/전화	EDI/FAX/E-Mail
	대상정보 식별	육안	매체(바코드, 영상)
관리시스템	운영 형태	중앙 집중처리	부분 분산처리
	대고객서비스	운영자 측면의 정보 제공	이용자측면의 정보 제공
통신시스템	방식/데이터량	음성통신	음성/데이터통신

○ 변화요인에 따른 항만운영시스템의 향후 변화추세는 자동화/첨단화, 서비스강화, 실시간 처리화를 위한 운영시스템으로 변화

3. 항만물류운송분야

○ 항만물류운송분야는 항만내, 또는 항만-항만, 항만-내륙간의 물류운송을 담당하기 위한 장비/시스템을 말함

○ 항만운영시스템분야의 구성은 도로운송, 철도운송, 해상운송 등 3가지 시스템으로 구성

항만물류운송의 구성

1차구성	2차구성	비고
도로운송	도로운송장비	항만내 운송장비
	도로운송설비	항만도시 도로운송 설비
	도로운송시스템	항만-내륙간 운송시스템
철도운송	철도운송장비	운송수단간 연계장비(도로차량-철도화차) 철송복합터미널 환적장비
	철도운송설비	항만내/항만도시 철송개선설비
	철도운송시스템	항만내 철송보관/하역/환적시스템 항만-내륙간 철송운송시스템
해상운송	해상운송장비	항만간 해상운송장비
	해상하역시스템	특화된 선박하역시스템

항만물류운송의 변화요인

구분	변화요인
도로운송	인력절감, 생산성향상, 교통체증완화, 교통흐름효율성향상, 물류비 절감
철도운송	연계효율성향상, 환적생산성향상, 초고속연계성강화, 대량운송, 신속한 이송, 네트워킹향상, 철도운송을 통한 물류비절감
해상운송	규모의 경제화, 연계효율향상, 해상운송의 고속화, 하역시스템의 전문화, 해상운송을 통한 물류비절감

○ 항만물류운송분야의 변화요인은

- 도로운송의 경우 인력절감, 교통체증완화, 교통흐름효율성 향상을 통한 물류비 절감

- 철도운송의 경우 연계효율성 향상, 환적생산성 향상, 대량운송, 고속이송, 네트워킹 향상 등을 통한 물류비 절감
- 해상운송의 경우 규모의 경제화, 해상운송의 고속화, 시스템의 전문화 등을 통한 물류비 절감

○ 변화요인에 따른 항만물류운송분야의 향후 변화추세는 장비 및 시스템의 자동화/첨단화, 운송복합화/대량화, 환적/연계시스템의 고속화를 위한 방향으로 변화

항만물류운송의 변화추세



4. 항만하역장비분야

○ 항만하역장비분야는 컨테이너터미널에서 이루어지는 컨테이너 하역/이송/보관작업을 수행하기 위한 컨테이너 물류작업을 담당하는 장비를 총칭

○ 항만하역장비분야의 구성은 안벽장비, 이송장비, 야드장비 등 3가지 장비로 구성

항만하역장비의 구성

1차구성	2차구성	비고
안벽장비	SHST C/C, DHST C/C	선박 및 이송장비와의 하역작업 수행
이송장비	YT, SC, SHC, AGV	안벽 및 야드장비간의 이송작업 수행
야드장비	RTGC, RMGC, ASC, OHBC, SC	이송 및 외부트럭장비와의 하역작업 수행

주 : SHST(Single Hoist Single Trolley), DHST(Dual Hoist Second Trolley), SC(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), AGV(Automated Guided Vehicle), ASC(Automated Stacking Crane), OHBC(Over Head Bridge Crane).

○ 항만하역장비분야의 변화요인은

- 안벽장비의 경우 선박의 대형화, 인건비 절감화, 기술의 첨단화 요구
- 이송장비의 경우 안벽장비의 고성능화, 인건비 절감화, 기술의 첨단화 요구
- 야드장비의 경우 선박의 대형화, 항만부지이용의 고효율화, 기술의 첨단화, 장비운영비용 절감화 요구

항만하역장비의 변화요인

1차구성	변화요인	과거	현재
안벽장비	선박의 대형화	소규모 장비(16열 이하) 저생산성(30개/hr 이하)	대규모장비(18열 이상) 고생산성(50개/hr)
	인건비 절감화	C/C 1대당 5명 소요	C/C 1대당 3명 내외
	기술의 첨단화	전작업 유인화	대선박작업 유인화
이송장비	안벽장비의 고성능화	수동적 작업 (대기시간 발생)	능동적 작업 (대기시간 최소화)
	인건비 절감화	1대당 1명	없음
	기술의 첨단화	유인운영	무인운영
야드장비	선박의 대형화	소규모장비(4단6열)	대규모장비(5단10열)
	항만부지이용의 고효화	4단적 이하	8단적 이상
	인건비 절감화	1대당 1명	4대당 1명
	기술의 첨단화	유인운영	원격조정
	장비운영 저비용화	디젤연료	전기

주 : 표의 “현재”는 자동화로 운영되고 있는 대형터미널을 기준.

○ 변화요인에 따른 항만하역장비분야의 향후 변화추세는
- 안벽장비의 경우 구조물의 초대형화, 자동화, 고속화, 신개념 장비/장치의 개발
- 이송장비의 경우 무인화, 기능의 다양화, 신개념 장비/장치의 개발
- 야드장비의 경우 무인화, 고단적화, 고속화, 광폭화, 신개념 장비/장치의 개발

5. 항만건설장비분야

○ 항만건설장비분야는 컨테이너터미널의 안벽시설, 외과시설인 방파제 및 호안, 항로준설 및 야드 조성시 연약지반처리 등 기반시설을 포함한 컨테이너부두 건설시 사용되는 장비들을 말함

○ 항만건설장비분야의 구성은 안벽축조장비, 준설장비, 야드조성장비 등 3가지 장비로 구성

항만건설장비의 구성

1차구성	2차구성	비고
안벽축조장비	• 기중기 • Aero-Go system & DCL선	• 케이슨 제작(Slip Form, Soffit Form), • 케이슨 이동 및 진수
준설장비	• Grab 방식 • Bucket 방식 • Suction 방식 • hopper 방식	• 수심확보 • 수륙양육바이패싱, HSE, auger dredger, disk bottom cutterhead dredger
야드조성장비	• 육상연약지반처리장비 - PBD, PSD, SD, PTM, 진공펌프 • 해상연약지반처리장비 - PBD, DCM	• 연약지반시공 • 표층처리 및 복토공법

주 : DCL(Draft Controlled Launcher), HSE(Hydro Super Ejector), PBD(Plastic Board Drain), PTM (Progressive Trenching Method).

○ 항만건설장비분야의 변화요인은
- 안벽장비의 경우 선박의 대형화, 구조물의 대형화, 공사비 절감화
- 준설장비의 경우 유지관리비 절감, 친환경적 항만시설 운영 요구

- 야드조성장비의 경우 공사재료원의 고갈, 환경친화적 항만 건설, 공사비 절감 요구

항만건설장비의 변화요인

1차구성	변화요인	과거	현재
안벽축조장비	선박의 대형화	구조물의 대형화 한계 (3,000톤급)	초대형 구조물 축조 (7,000톤급)
	구조물의 대형화	해상기중기의 양중 용량제한	초대형 구조물 운송 및 진수 가능
	공사비 절감	대규모 항만공사비 케이슨거치비 증가 (해상기중기 이용료 포함)	초대형 구조물 축조로 케이슨 운송 및 진수 공사비 절감
준설장비	유지관리비 절감	없음	진공압밀공법 적용으로 소요수심 확보
	장비의 친환경적 운영	오탁방지막 설치	부유사발생량 최소화 장비도입
야드조성장비	공사재료원 고갈화	공사재료원 모래, 쇄석 이용	공사재료원을 특수 가공한 플라스틱 재료등 대체재료 활용
	환경친화적 건설	공사재료원 채취에 의한 자연훼손	진공압밀공법 적용등 자연골재 사용 최소화
	공사비 절감	해상 PBD 1축 전용선	해상 PBD 3축 전용선

○ 변화요인에 따른 항만하역장비분야의 향후 변화추세는
- 안벽축조장비의 경우 장비의 초대형화, 신개념 장비/장치의 개발
- 준설장비의 경우 장비의 연속/대용량 처리, 환경친화적 준설장비 개발
- 야드조성장비의 경우 경제적 육상연약지반처리 장비, 고효율성 해상연약지반처리장비 개발

6. 항만보조시설분야

○ 항만보조시설분야는 항만법 제2조 6호에 의해 항만관련시설의 기능시설 중 항로표지, 신호, 조명, 항무통신시설 등의 항행보조시설과 항만관제·홍보 등의 보안시설을 의미

○ 항만보조시설분야의 구성은 항로개발, 종합관제 등 2가지 요소로 구성

항만보조시설의 구성

1차구성	2차구성	비고
항로개발	• 선박조종시뮬레이터	• 항만건설 및 계획시 항로타당성 여부 • 선박조정 훈련
종합관제	• AIS, VTS, PTMS	• 선박의 안전한 입출항 유도/통제/모니터링

○ 항만보조시설분야의 변화요인은

- 항로개발 및 계획에 있어 적정항로 확보 및 항만계획의 타당성에 대한 정확성 및 적정성 여부
- 종합관제분야는 전산 및 통신장비의 첨단화로 과학적인 안전운항 필요성 제기

항만보조기술의 변화요인

1차구성	변화요인	과거	현재
항만보조시설기술	선박의 안전사고 위험성	설계기준에 의한 항만보조시설 계획	선박조종시뮬레이터을 이용한 계획
	전산 및 통신장비 첨단화	Radar, 해도, 경험에 의한 선박 운항	AIS, PTMS, VTS 등을 통한 선박의 안전운항 유도

○ 변화요인에 따른 항만하역장비분야의 향후 변화추세는

- 다양한 변수들을 반영하는 보다 더 효율적인 선박조종 시뮬레이터의 개발
- 종합관제시스템은 현 시스템의 정확성, 효율화, 통합화, 자동화 방향으로 개발

제 4 장 미래항만기술 개발방향과 항만기술트리(Port Technology Tree)

○ 본 장은 3장에서 분석된 각 분야별 변화요인과 변화추세를 바탕으로 소분야별 미래 개발방향과 그에 따른 미래에 개발하여야 할 항만기술종류를 선정

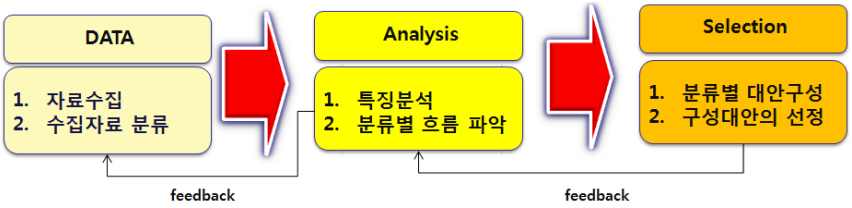
○ 선정된 항만기술의 특성, 기술개발 아이템, 개발효과, 적용현황, 국내외 기술격차 등을 분석

○ 국내외 기술격차 비교분석의 경우 대부분의 항목에서 개발/특허격차, 설계/제작격차 등 2가지를 기준으로 분야별 전문가 205명의 설문 및 면담을 통해 조사하여 결과를 명기

- 각 기준간의 가중치는 전문가 면담시 100을 기준으로 각 항목별로 50:50으로 분배하여 평가하고 해외 대상기업은 해당분야의 시장점유율이 가장 높고 기술발전이 가장 높은 기업을 대상

○ 본 연구에서는 각 분야의 미래방향을 도출하기 위해서 새로운 방법론을 적용하고자 함. 각 분야별 항만기술의 미래방향을 설정하기 위하여 DAS(Data, Analysis, Selection) 방법론을 적용

DAS 수요조사 방법론 적용과정



1. 항만하역시스템분야

○ 설계형태, 하역성능, 경제성 측면을 종합적으로 고려하여 대상항만의 기능에 특화된 현시스템의 개선과 효율적인 신개념시스템을 개발하는 방향으로 전개

○ 하역시스템 개발방법으로는 과거의 직관적, 정성적, 경험적 방법에서 현실적용성이 보다 높은 분석적, 정량적, 실험적 방법으로 개발

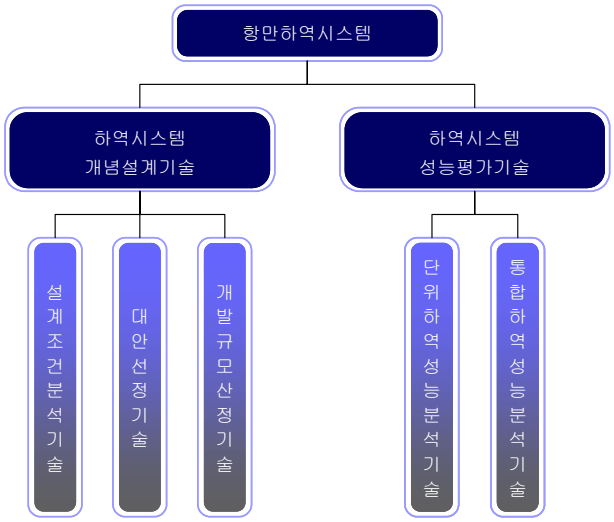
○ 이에 따라 항만하역시스템분야에서는 미래 개발기술로서 신개념의 항만하역시스템 개념개발과 성능을 평가할 수 있는 총 5가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

○ 국내외 기술격차는 각 기술별로 해외의 약 73~77% 수준에 이르고 있는 것으로 조사됨

국내외 항만하역시스템 기술 격차

기술부문	관련세부기술	기술격차
개념설계기술	설계조건분석기술	• 해외의 75% 수준
	대안선정기술	• 해외의 75% 수준
	개발규모산정기술	• 해외의 77% 수준
성능평가기술	단위하역성능분석기술	• 해외의 77% 수준
	통합하역성능분석기술	• 해외의 73% 수준

기술개발트리(항만하역시스템)



2. 항만운영시스템분야

○ 항만운영시스템분야의 미래 개발방향은

- S/W 측면으로는 경험적/Computer Added운영에서 Computer automated 및 지능형 운영방식으로 개발
- H/W 측면으로는 중앙집중식에서 분산처리/유비쿼터스/무인자동화방식으로 개발

○ 이에 따라 항만운영시스템분야에서는 미래 개발기술로서 지능형, 고도화, 자동화 개발을 위한 총 15가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

○ 국내외 기술격차는 각 기술별로 해외의 약 59~76% 수준에 이르고 있는 것으로 조사됨

국내외 항만운영시스템 기술격차

기술부문	관련세부기술	기술격차
항만계획	지능형 자원배정기술	• 해외의 73% 수준
	다중분산 계획기술	• 해외의 65% 수준
	안벽장비 자동일정계획수립기술	• 해외의 71% 수준
	지능형 통합모니터링기술	• 해외의 74% 수준
	실시간 이동장비작업배정최적화기술	• 해외의 74% 수준
	이동장비 위치정보시스템기술	• 해외의 73% 수준
	컨테이너외부손장 자동검사기술	• 해외의 71% 수준
	항만출입 보안시스템 구축기술	• 해외의 71% 수준
항만운영	전자봉인 자동인식확인기술	• 해외의 64% 수준
	트럭컴바인 컨테이너개별무게측정기술	• 해외의 59% 수준
	무인주유시스템 구축기술	• 해외의 70% 수준
항만관리 및 통신	컨테이너정보 통합관리서비스기술	• 해외의 76% 수준
	이송장비 신개념위치추적기술	• 해외의 64% 수준
	웹서비스 및 그룹웨어구축기술	• 해외의 86% 수준
	경영분석/관리시스템 구축기술	• 해외의 70% 수준

기술개발트리(항만운영시스템)



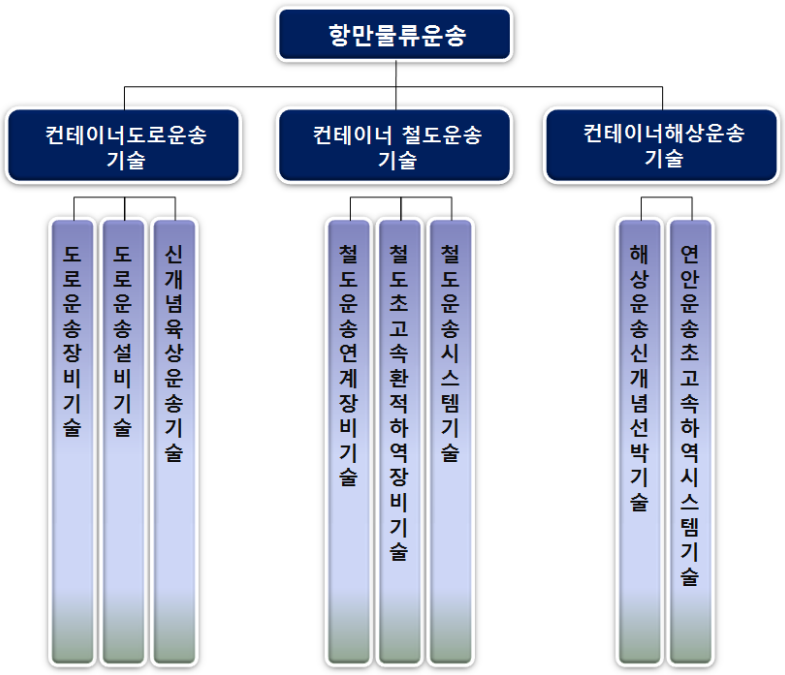
3. 항만물류운송분야

○ 항만물류운송분야의 미래 개발방향은 도로운송 장비/시스템의 자동화, 첨단화, 도로 및 철도운송시설의 개선화, 보관/운송/연계 등 철도운송의 복합화/대량화, 선박/하역시스템의 대형화 및 전문화로 진행

국내외 항만물류운송 기술격차

기술부문	관련세부기술	기술격차
도로운송	도로운송장비기술	• 해외의 71% 수준
	도로운송설비기술	• 해외의 71% 수준
	신개념육상운송시스템기술	• 해외의 64% 수준
철도운송	철도운송연계장비기술	• 해외의 62% 수준
	철도초고속환적하역장비기술	• 해외의 61% 수준
	철도운송시스템기술	• 해외의 63% 수준
해상운송	해상운송신개념선박기술	• 해외의 77% 수준
	연안초고속하역시스템기술	• 해외의 77% 수준

기술개발트리(항만물류운송)



○ 이에 따라 항만물류운송분야에서는 미래 개발기술로서 총 8가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

○ 국내외 기술격차는 각 기술별로 해외의 약 61~77% 수준에 이르고 있으나 국내의 항만-내륙간 운송시스템은 외국에 비해 많이 뒤처진 분야로서 평균 약 60% 내외의 수준을 보이고 있어 본 분야의 기술개발이 시급함

4. 항만하역장비분야

○ 항만하역장비분야의 미래 개발방향은 항만하역장비의 대형화, 하역장비의 자동화, 부지이용률 향상을 위한 고단적 장비 개발, 초대형선 대응 및 항만서비스 수준 향상을 위한 하역장비의 고생산성화, 운영비용 절감을 위한 친환경/저운영비용화으로 진행될 것임

○ 이에 따라 항만하역장비분야에서는 미래 개발기술로서 총 6가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

○ 국내외 기술격차는 각 기술별로 해외의 약 65~74% 수준에 이르고 있으며 국내의 항만하역장비분야는 설계 및 제작부문에서는 외국과 동등한 수준을 유지하나 시장점유율에서 외국의 약 1/10 수준에 머물러 있어 초기 신개념장비의 연구 개발과 시장점유율의 확대를 위한 노력이 필요

국내외 항만하역장비 기술격차

기술부문	관련세부기술	기술격차
하역장비 생산성	장치성능개선기술	• 해외의 74% 수준
	장치구조물개선기술	• 해외의 74% 수준
하역장비 자동화	자동위치제어기술	• 해외의 70% 수준
	자동장치제어기술	• 해외의 68% 수준
하역장비 비용절감	에너지비용절감기술	• 해외의 65% 수준
	경제성확보기술	• 해외의 68% 수준

기술개발트리(항만하역장비)



5. 항만건설장비분야

○ 항만하역장비분야의 미래 개발방향은 선박의 대형화, 공사재료원 부족, 환경에 대한 관심도 증가 등에 따라 초대형 구조물의 축조를 위한 신개념 안벽축조장비 개발, 건설공사비 및 유지관리비의 최소화를 위한 야드조성장비의 개발, 환경친화적 건설을 위한 준설장비 개발, 항만건설 수준 향상을 위한 항만건설 장비의 고효율화 등이 반영

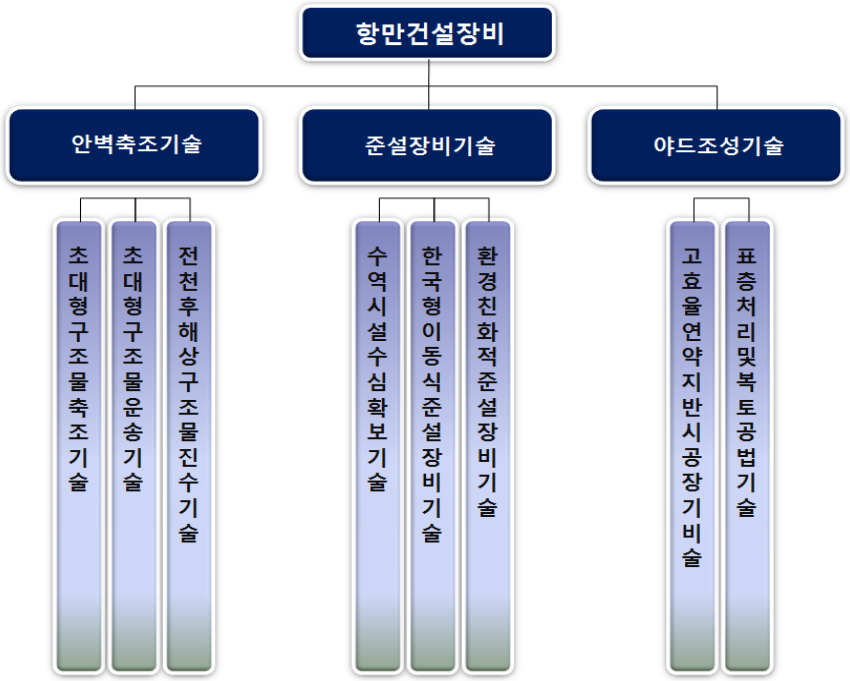
○ 이에 따라 항만하역장비분야에서는 미래 개발기술로서 총 8가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

○ 국내외 기술격차는 각 기술별로
- 안벽축조장비의 경우 일부 분야의 기술개발은 이미 해외보다 앞선 부분도 있으나 전반적으로 80% 내외를 보임
- 준설장비의 경우 65~73%, 야드조성장비의 경우 71~79% 수준을 보이고 있음

국내외 항만건설장비 기술격차

기술부문	세부기술	기술격차
안벽축조장비 기술	초대형 구조물 축조기술	• 해외의 80% 수준
	초대형 구조물 운송기술	• 해외의 74% 수준
	전천후 해상구조물 진수기술	• 해외의 72% 수준
준설장비기술	수역시설의 효율적인 수심확보기술	• 해외의 73% 수준
	한국형 이동식 준설장비 개발 기술	• 해외의 69% 수준
	환경친화적 준설장비 개발 기술	• 해외의 65% 수준
야드조성장비 기술	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술	• 해외의 71% 수준
	표층처리 및 복토공법기술	• 해외의 79% 수준

기술개발트리(항만건설장비)



6. 항만보조시설분야

○ 항만보조시설분야의 미래 개발방향은 선박의 대형화 및 고속화에 따른 선박의 안전사고 위험성 증가, 전산 및 통신 장비의 첨단화에 따라 선박의 안전한 입출항 유도, 선박의 유비쿼터스적 안전관리체계 구축을 고려한 미래지향적 항만보조시설 개발 등이 반영되어야 함

○ 이에 따라 항만보조시설분야에서는 미래 개발기술로서 총 2가지 기술을 선정(종합요약표 참조)

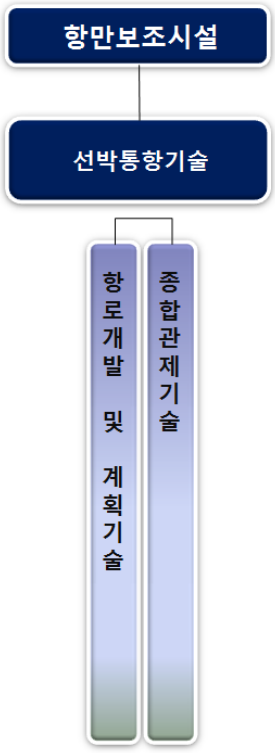
○ 국내외 기술격차는 각 기술별로

- 항로개발 및 계획기술은 이미 국내의 제작/설계부분에서는 해외제품과 동등한 기술력을 가지고 있으나 초기 개념개발/특허, 그리고 시장점유율에서 신뢰성의 문제로 인한 판매가 불가능한 상황으로서 조속한 개발을 통한 테스트베드 및 항만시험적용을 통해 시장점유율을 확대할 필요가 있음

국내외 항만보조시설 기술격차

기술부문	세부기술	기술격차
항만보조시설	항로개발 및 계획기술	• 해외의 73% 수준
	종합관제기술	• 해외의 74% 수준

기술개발트리(항만보조시설)



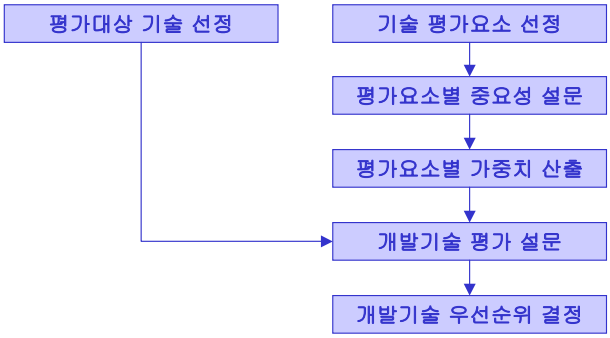
- 종합관제기술은 과거에 비해 국내의 대기업에 의해 많은 부분이 국산화 되고 있어 해외의 74% 수준에 다다르고 있는 것으로 조사되었음

제 5 장 컨테이너 항만기술 분야/분류별 국내 개발기술 선정

○ 컨테이너 항만기술 분야/분류별 국내 개발기술 선정을 위하여 평가요소를 선정하고 각 평가요소의 가중치를 산출한 후, 대상 기술들을 요소별로 평가하여 우선순위를 선정

○ 개발기술 선정을 위하여 다음의 절차가 사용됨

개발기술 선정 절차



1. 개발기술 선정을 위한 평가요소 및 가중치 선정평가

○ 평가요소는 성능적 관점, 기술적 관점, 경제적 관점, 전략적 관점 등 4가지 범주로 구분되고 총 9개의 항목으로 구성

○ 항만기술 분야 전문 종사자를 대상으로 요소별 중요성에 대한 설문 실시 (학계, 연구계, 산업계 등을 망라하여 총 205명이 참여)

○ 가중치 산출 결과 생산성, 기술의 필요성, 경제적 효용성 등이 상대적으로 중요성이 높은 요소로 평가되었음

개발기술 선정을 위한 평가요소

범주	요소	설명
성능적 관점	1. 항만 환경변화 대응성	해당기술이 항만의 환경변화에 얼마나 잘 대응할 수 있도록 해 주는지를 평가
	2. 생산성(작업 효율성)	해당기술을 적용했을 때 해당분야의 생산성과 작업 효율성 향상에 얼마나 기여하는지를 평가
기술적 관점	3. 기술개발가능성	해당기술의 실현가능성을 평가
	4. 기술의 필요성	해당기술의 필요성 및 당위성을 평가
	5. 기술의 첨단성	해당기술이 첨단기술을 얼마나 활용하는지를 평가
경제적 관점	6. 기술개발 비용	해당기술을 개발할 때 소요되는 비용을 평가
	7. 경제적 효용성	해당기술을 개발했을 때 해당분야에 기여하는 경제적 효용을 평가
전략적 관점	8. 실용화/산업화 가능성	해당기술이 개발되어 실용화되고 산업화될 수 있는지를 평가
	9. 시장 확장 가능성	해당기술이 포함된 분야의 시장이 향후 얼마나 확장될 수 있는지를 평가

2. 분야/분류별 하위기술의 개발 우선순위 평가

○ 기술의 우선순위 평가는 다요소 의사결정(Multi-Attribute Decision Making : MADM) 문제에 해당됨

○ 각 요소에 대한 대안의 우선순위와 요소의 가중치를 이용하는 선형 할당법(linear assignment method)을 적용함

3. 개발기술 우선순위 선정

○ 개발기술 선정절차를 적용하여 대상 기술을 평가하고 분야/분류별 기술 우선순위를 결정함

○ 대상 기술은 항만물류 분야, 항만 및 해양장비 분야로 나누어짐

○ 항만물류 분야는 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송시스템의 3가지로 분류됨

○ 항만 및 해양장비 분야는 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설의 3가지로 분류하였고 총 6가지 기술 분류별로 해당 분야 전문가 30명 내외를 선정하여 설문 실시

○ 각 기술 분류에 속한 하위 기술들의 개발 순위와 기술개발 시점이 평가됨

○ 각 기술 분류별로 높은 우선순위를 가지는 기술(기술군에서 우선순위 30% 범위내의 기술)과 높은 시급성을 가지는 기술을 요약하면 다음과 같음

항만물류 분야/항만하역시스템

순위	우선순위	시급성
1	통합하역성능분석기술	설계조건분석기술
2	개발규모산정기술	대안선정기술
3	대안선정기술	개발규모산정기술

항만물류 분야/항만운영시스템

순위	우선순위	시급성
1	지능형 자원배정 기술	이동장비 위치정보시스템 기술
2	컨테이너 외부손상 자동검사 기술	지능형 자원배정 기술
3	지능형 통합 모니터링 기술	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술
4	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술	안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술
5	이동장비 위치정보시스템 기술	지능형 통합 모니터링 기술

xxx

항만물류 분야/항만물류운송시스템

순위	우선순위	시급성
1	도로운송 장비기술	도로운송 장비기술
2	해상운송 신개념선박기술	철도운송 연계장비기술

항만 및 해양장비 분야/항만하역장비

순위	우선순위	시급성
1	장치성능 개선기술	자동 위치제어기술
2	자동 장치제어기술	자동 장치제어기술
3	경제성 확보기술	장치성능 개선기술

항만 및 해양장비 분야/항만건설장비

순위	우선순위	시급성
1	초대형 구조물 축조기술	표층처리 및 복토공법기술
2	환경친화적 준설장비 개발 기술	초대형 구조물 축조기술
3	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술
4	한국형 이동식 준설장비 개발 기술	초대형 구조물 운송기술
5	수역시설 효율적인 수심확보기술	전천후 해상구조물 진수기술

항만 및 해양장비 분야/항만보조시설

순위	우선순위	시급성
1	종합관제기술	종합관제기술 항로개발 및 계획기술
2	항로개발 및 계획기술	-

항만기술 분야별 기술개발트리(개발 우선순위별)



제 6 장 컨테이너 항만기술개발 로드맵(Technology Road Map) 수립 및 추진전략

○ 본 장에서는 로드맵의 목적에 따른 형태, 작성방법을 정의하고 이를 바탕으로 ① 분야별/기술별 개발시점에 따른 Macro 로드맵, ② 분야별 개발기술에 대한 제품개발과의 연관 Micro 로드맵을 수립, ③ 제시된 기술의 효과적 개발을 위한 추진전략을 제시

1. 기술 로드맵의 형태와 작성방법론

○ 본 연구의 경우 기술개발 목적은 컨테이너 항만기술에 대한 국가적 예측 수준의 계획을 수립하여 잠재적 기술개발 방향예측과 미래 항만관련 산업의 활성화 및 대처방안 수립을 목적으로 함

○ 따라서, 국가적 정책수준의 광범위하고 장기적인 계획 수립단계로서 Phaal et al.(2004)에 의해 분류되었던 장기계획 로드맵형태와 개발 핵심기술과 제품개발까지 연계하는 제품계획 로드맵 등 2가지 종류로 나타나게 되며 표현구조는 다층구조와 단층구조를 가지도록 계획함(본문 p. 228, 230 참조)

본 연구의 로드맵 작성형태 및 구조

구분	내용	종류 및 구조
목적에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	제품계획 로드맵
구조에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	다층구조

2. 항만기술개발 로드맵(PTRM : Port Technology Road Map)

○ 5장에서 우선순위화된 기술과 기술별 개발시점을 바탕으로 ① 분야별/기술별 개발시점에 따른 Macro 로드맵, ② 분야별 개발 기술에 대한 제품개발과의 연관 Micro 로드맵 ③ 개발기술에 대한 제품개발을 포함한 개발시기별 로드맵을 수립

1) 분야별 개발시점에 따른 컨테이너 항만기술 로드맵

○ 국가적으로 수행하고 있는 중장기 해양과학기술 계획이나 중장기 항만기술 발전 기본계획 등은 5년마다 1번씩 이루어지고 있으나 항만관련 기술은 전 세계적으로 매우 급변하고 있어 국가정책적인 측면의 5년에 1회 수행되는 기술개발 계획은 이에 신속히 대응하지 못하는 측면이 있음

○ 따라서, 5년을 전체적인 계획수립 기간으로 하되 단기적으로는 2~3년에 1번씩 기술개발 계획의 재검토 및 수정보완이 필요

○ 본 연구에서는 항만기술 관련 개발시점 설문에서 3년 이내 개발기술, 3~6년 이내 개발기술, 6년 이후 개발기술 등으로 구분

○ 그 결과 3년 이내에 수행되어야 할 기술이 총 31건으로 66%, 3~6년 이내 수행되어야 할 기술로서 16건인 34%로 나타났음

○ 이중 항만하역 및 운영시스템, 항만하역장비의 경우 80% 이상의 기술이 3년 이내 개발 필요한 것으로 나타났으며 항만물류운송시스템의 경우 일정기간을 두고 항만물류운송의 인프라가 완성된 후 3~6년 이내 개발을 시작해야 하는 것으로 조사되어 분야별로 개발 시급성에 대한 차이가 발생하는 것으로 나타나고 있음

세부기술 개발시점에 따른 로드맵

기술명	기술개발목표	세부기술	2009~2011	2012~2014	2015~2017
항만 하역 시스템	신개념 항만설계 기술개발	설계조건분석기술	○		
		대안선정기술	○		
		개발규모산정기술	○		
	지능화된 시뮬레이터 기술개발	단위하역성능분석기술	○		
		통합하역성능분석기술		○	
항만 운영 시스템	지능화된 항만 운영계획기술 개발	지능형 자원배정 기술	○		
		다중분산 계획 기술	○		
		안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술	○		
		지능형 통합 모니터링 기술	○		
	자동화된 항만운영기술개발	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술	○		
		이동장비 위치정보시스템 기술	○		
		컨테이너 외부손상 자동검사 기술	○		
		항만출입 보안시스템 구축기술	○		
		전자봉인 자동인식 확인 기술	○		
		트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술		○	
		무인주유시스템 구축기술		○	
	효율적 항만관리 기술개발	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술	○		
		이송장비 신개념 위치추적 기술	○		
		웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	○		
		경영분석/관리시스템 구축기술	○		
항만 물류운송 시스템	도로운송 물류비 절감 기술개발	도로운송 장비기술	○		
		도로운송 설비기술		○	
		신개념 육상운송기술		○	
	철도운송 첨단복합화 기술개발	철도운송 연계장비기술		○	
		철도 초고속환적 하역장비기술		○	
		철도 운송시스템기술		○	
	해상운송 전문화 기술개발	해상운송 신개념선박기술		○	
		연안운송 초고속하역시스템기술		○	
항만 하역장비	생산성향상 기술개발	장치성능 개선기술	○		
		장치구조물 개선기술	○		
	자동화 기술개발	자동 위치제어기술	○		
		자동 장치제어기술	○		
	비용절감 기술개발	에너지비용 절감기술	○		
		경제성 확보기술	○		
항만 건설장비	안벽축조 초대형화 기술개발	초대형 구조물 축조기술	○		
		초대형 구조물 운송기술	○		
		전천후 해상구조물 진수기술	○		
	준설장비 효율화/친환경화 기술개발	수역시설 효율적인 수심확보기술		○	
		한국형 이동식 준설장비 개발 기술		○	
		환경친화적 준설장비 개발 기술		○	
	야드조성장비 고효율화 기술개발	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술	○		
		표층처리 및 복토공법기술	○		
항만 보조시설	선박통항시설 국산화기술	항로개발 및 계획기술	○		
		종합관제기술	○		

2) 분야별 핵심개발기술과 개발제품의 연관로드맵

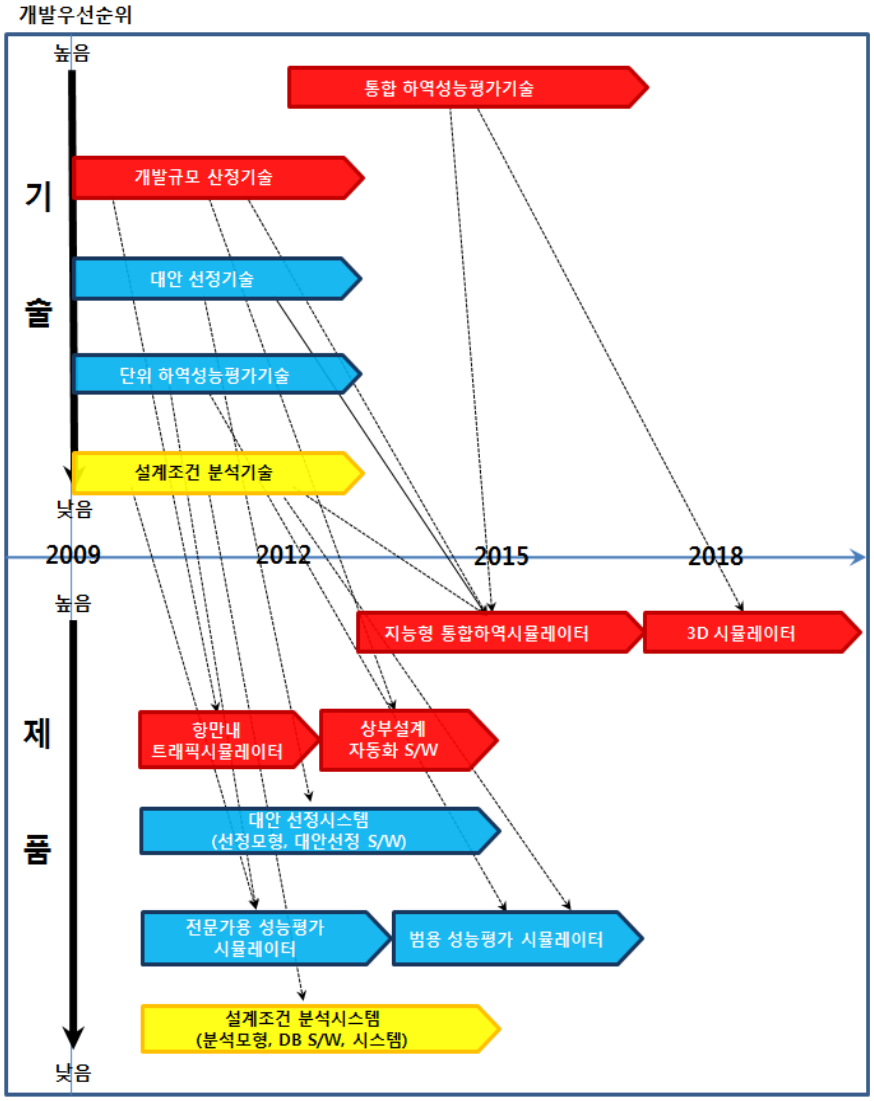
○ 우선순위별 항만기술트리와 개발시점에 따른 로드맵을 근간으로 기술개발의 장기계획을 목적으로 하는 로드맵과 제품계획까지 연계하는 로드맵 형태를 통합하여 핵심개발기술과 미래 개발하여야 할 제품의 연관 로드맵을 분야별로 수립

○ 기술별 개발제품과 세부제품에 따른 특성 및 효과는 본문에 명시

항만하역시스템 분야

기술	개발제품	세부제품
통합하역성능 분석기술	통합 성능평가시뮬레이터	지능형통합하역시뮬레이터 3D 시뮬레이터
개발규모산정기술	시뮬레이터/설계소프트웨어	항만 트래픽 시뮬레이터 상부설계 자동화 소프트웨어
대안선정기술	대안선정시스템	선정모형, 대안선정 S/W
단위하역 성능분석기술	단위 성능평가시뮬레이터	전문가용/범용 시뮬레이터
설계조건분석기술	설계조건분석시스템	DB S/W, 분석모형, 분석시스템

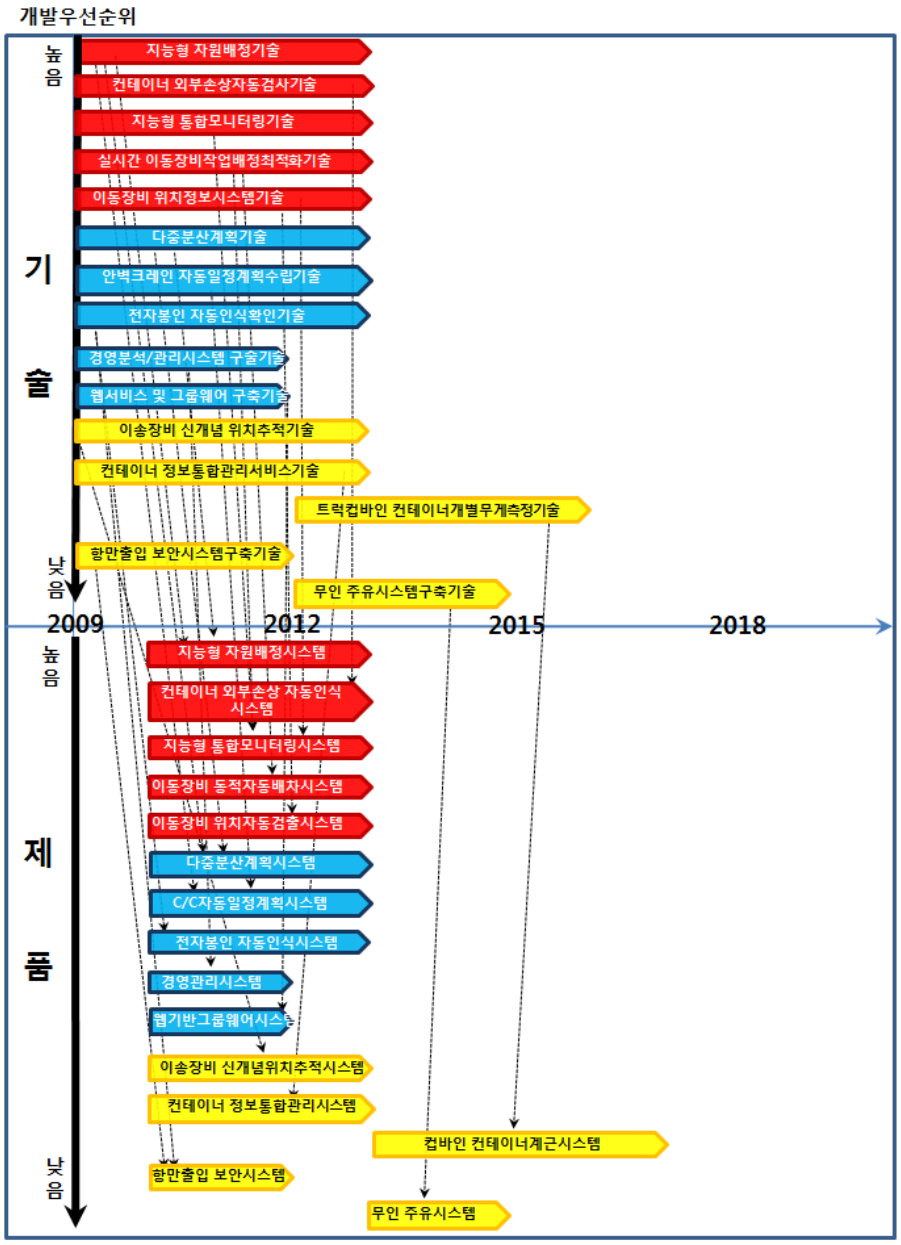
항만하역시스템 핵심기술-제품연관 로드맵



항만운영시스템 분야

기 술	제 품	세부제품
지능형 자원배정 기술	지능형자원배정시스템	TOS용 자원배정 S/W
컨테이너외부손상자동검사 기술	컨테이너외부손상 자동인식시스템	H/W : 게이트구조물(카메라, 조명, 센서 등) S/W : 2D, 3D 이미지인식 S/W
지능형통합모니터링 기술	지능형통합모니터링 시스템	TOS용 모니터링 S/W
실시간이동장비 작업배정최적화 기술	이동장비 동적자동 배차시스템	H/W: 이동장비 위치추적 통신시스템장비 S/W: 최적의 작업할당 알고리즘
이동장비 위치정보시스템 기술	이동장비위치 자동검출시스템	H/W : DGPS 등 통신시스템장비 S/W : 인터페이스 및 위치검출S/W
다중분산계획 기술	다중분산계획시스템	TOS용 모선계획S/W
C/C 자동일정계획수립 기술	C/C작업일정계획시스템	TOS용 C/C일정계획 S/W
전자봉인자동인식확인 기술	전자봉인자동인식시스템	H/W : RFID관련 통신시스템장비 S/W : 개폐자동인식 및 이력관리S/W
경영분석 및 관리시스템 구축기술	경영관리시스템	H/W : TOS용 서버시스템 S/W : 경영관리시스템
웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	웹기반 그룹웨어시스템	H/W : TOS용 서버시스템 S/W : 그룹웨어시스템
이송장비신개념위치추적 기술	이송장비 신개념 위치추적시스템	H/W : Mesh Network 통신시스템
컨테이너정보통합관리서비스기술	컨테이너정보통합관리시스템	H/W : 무정차자동화게이트 관련장비 및 휴대용 통신장비 S/W : 무정차자동화게이트 관련S/W 및 검수관련 운영S/W 기타 : 관련법제도정비
트럭컴바인 컨테이너개별무게측정 기술	컴바인컨테이너 계근시스템	H/W : 계근구조물 S/W : 컴바인컨테이너 개별무게측정S/W
항만출입보안시스템 구축기술	항만출입 보안시스템	H/W : RFID관련장비, 통신시스템, 게이트차단시설물 S/W : 신청/심의/조회/확인/관리 S/W
무인주유시스템 구축 기술	무인주유시스템	H/W : 주유체크를 위한 유무선통신시스템장비 S/W : 주유관리S/W

항만운영시스템 핵심기술-제품연관 로드맵

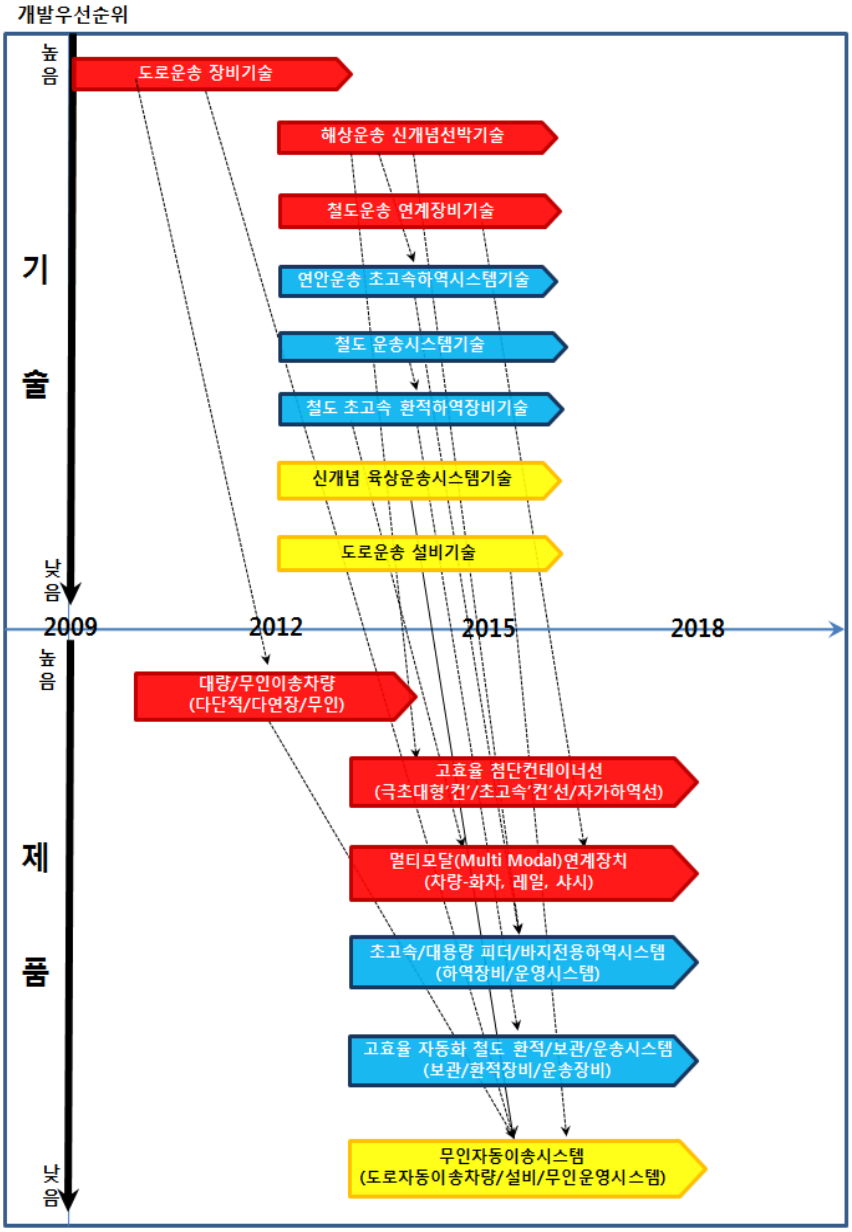


항만물류운송시스템 분야

기 술	제 품	세부제품
도로운송 장비기술	대량/무인이송차량	다단적/다연장/무인이송차량
해상운송 신개념 선박기술	고효율 첨단 컨테이너선	극초대형 컨테이너선 초고속 컨테이너선 자가하역선
철도운송 연계장비기술	멀티모달(Multi Modal)연계장치	신개념 차량새시/화차/레일시설
연안운송 초고속 하역시스템기술	고속대용량 피더/바지전용하역시스템	고성능/대용량 전용하역시스템 전용안벽장비/이송장비/야드장비 전용 운영시스템
철도운송시스템 기술	고효율 자동화 환적/보관/운송시스템	환적터미널 하역시스템 전용 환적장비 전용 운송장비 전용 보관장비
철도 초고속 환적하역장비기술		
신개념 육상 운송시스템기술	무인자동이송시스템	무인자동화이송차량 무인 이송도로/제반설비 관리/운영시스템 도로시설 개선
도로운송 설비기술		

xl

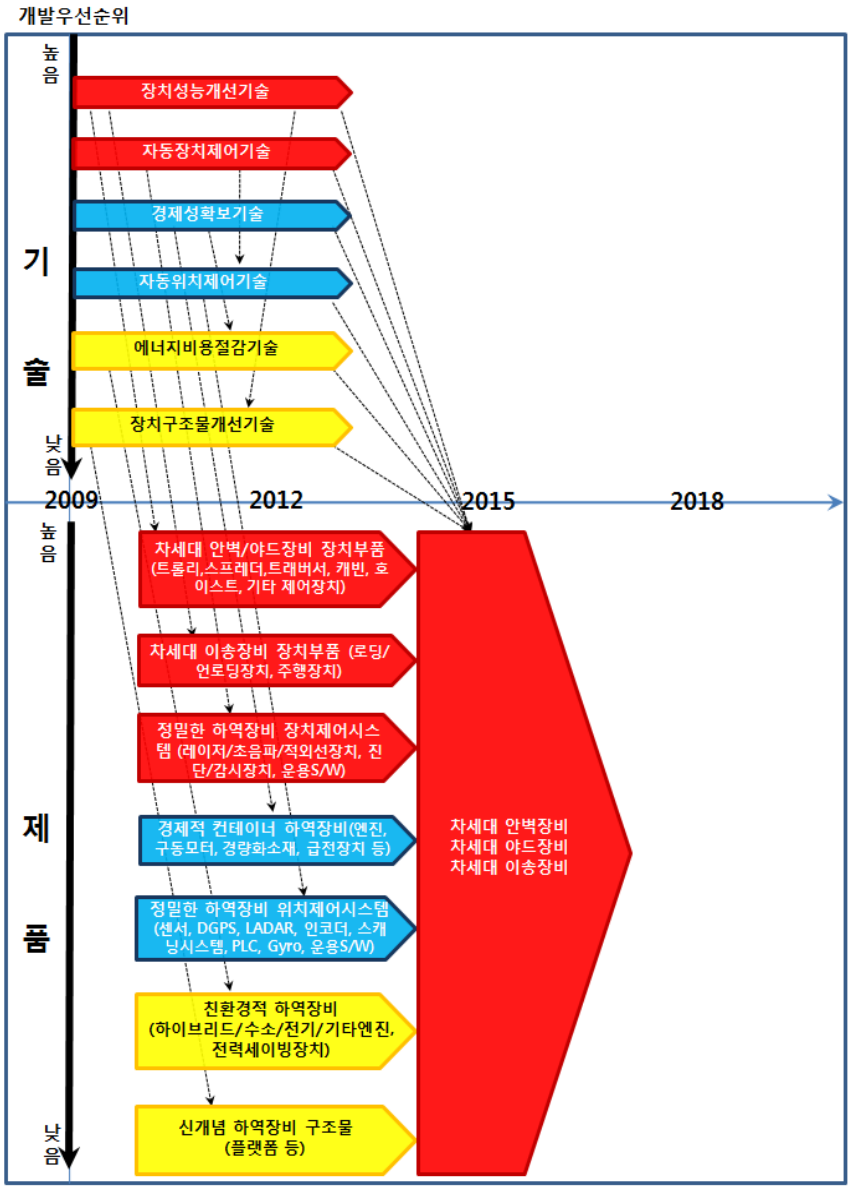
항만물류운송시스템 핵심기술-제품연관 로드맵



항만하역장비분야

기 술	제 품	세부제품
장치성능 개선기술	차세대 안벽/야드장비 장치부품	트롤리/스프레더/트래버서/캐빈/호이스트/기타 기계장치
	차세대 이송장비 장치부품	로딩/언로딩장치, 주행장치
자동장치 제어기술	하역장비 정밀 장치제어시스템	레이저/초음파/적외선 장치 진단/감시장치 운용 S/W
경제성 확보기술	경제적 컨테이너 하역장비/장치	엔진/구동모터/경량화소재/급전장치
자동위치 제어기술	하역장비 정밀 위치제어시스템	센서/스캐닝장치 DGPS/LADAR/Gyro 운용S/W
에너지비용 절감기술	친환경적 하역장비	하이브리드/수소/전기엔진 전력세이빙장치
장치구조물 개선기술	신개념 하역장비 구조물	버퍼 크레인 버퍼 플랫폼 피딩시스템 컨베이어시스템

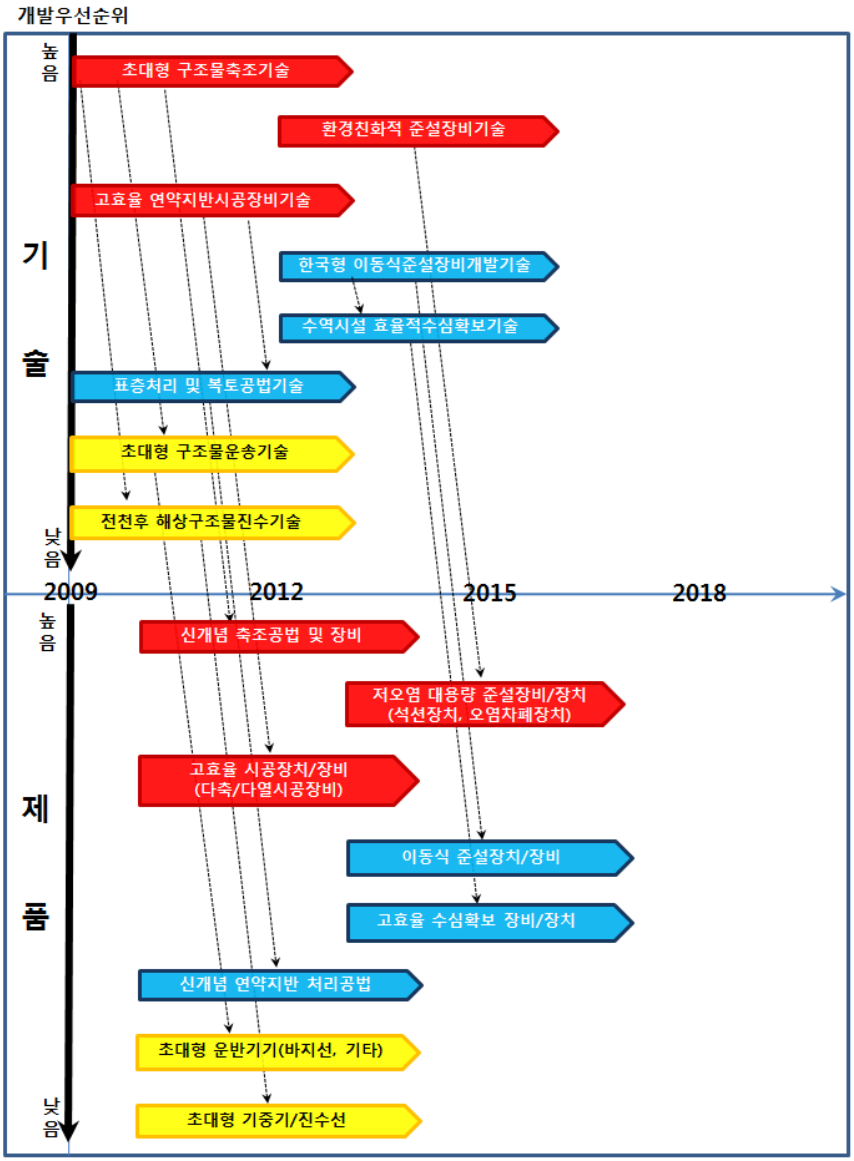
항만하역장비 핵심기술-제품연관 로드맵



항만건설장비분야

기 술	제 품	세부제품
초대형 구조물 축조기술	신개념 축조장비/장치	신개념 축조공법 신개념 초대형 안벽 축조장비 관련장치 및 부품
환경친화적 준설장비 개발 기술	저오염 대용량 준설장비/장치	석션장치 오염차폐장치
고효율 연약지반시공 장비개발기술	고효율 시공장비/장치	다축 시공장비 다열 시공장비 관련 부품
한국형 이동식 준설장비 개발 기술	이동식 준설장비/장치	이동식 준설장비 저오염 준설장비 관련장치 및 부품
수역시설 효율적인 수심확보기술	고효율 수심 확보장비/장치	수중 진공막 고효율 수중펌프
표층처리 및 복토공법기술	신개념 연약지반 처리공법	사전 표층처리 공법 경제적 연약지반 처리공법
초대형 구조물 운송기술	초대형 운반기기	바지선, 기타 선박
전천후 해상구조물 진수기술	초대형 기중기 및 진수 공법	초대형 기중기 진수선

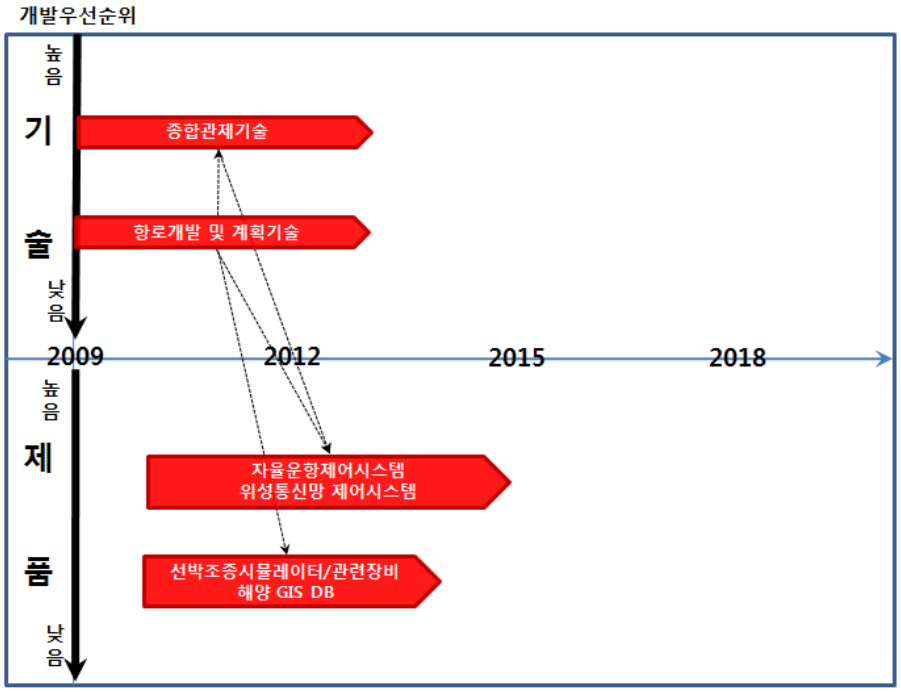
항만건설장비 핵심기술-제품연관 로드맵



항만보조시설 분야

기 술	제 품	세부제품
종합관제기술	종합관제시스템	자율운항제어 시스템 위성통신망 원격제어시스템 관련장비 및 장치
항로개발 및 계획 기술	항로개발/계획시스템	선박조종시뮬레이터 3D 시뮬레이터 관련 장비 및 장치

항만보조시설 핵심기술-제품연관 로드맵



3. 항만기술 로드맵 추진전략

1) 기술개발 확보전략

○ 항만기술개발을 위한 기술확보 전략이 매우 중요하며 본 연구에서 제시한 항만기술별 사전기획 연구시 기술확보에 대한 전략적 추진방안을 각 기술별로 기술도입을 해야 할 것인지, 자체개발로서 추진할 것인지, 국제공동연구를 통해 개발할 것인지에 대한 전략수립이 필요함

○ 기술의 성격별로 기술개발 주체에 따라서, 구분하는 전략이 필요

필요기술 확보방안에 따른 전략

기 술	확보방안
A기술	기술도입+자체개발
B기술	자체개발
C기술	국제공동연구

기술개발주체에 따른 전략

기 술	확보방안
A기술	기업주도의 산・학・연의 공동개발
B기술	연구소주도의 산・학・연의 공동개발
C기술	대학주도의 산・학・연의 공동개발

2) 연구 개발의 효율성을 높이기 위한 단계별 개발전략

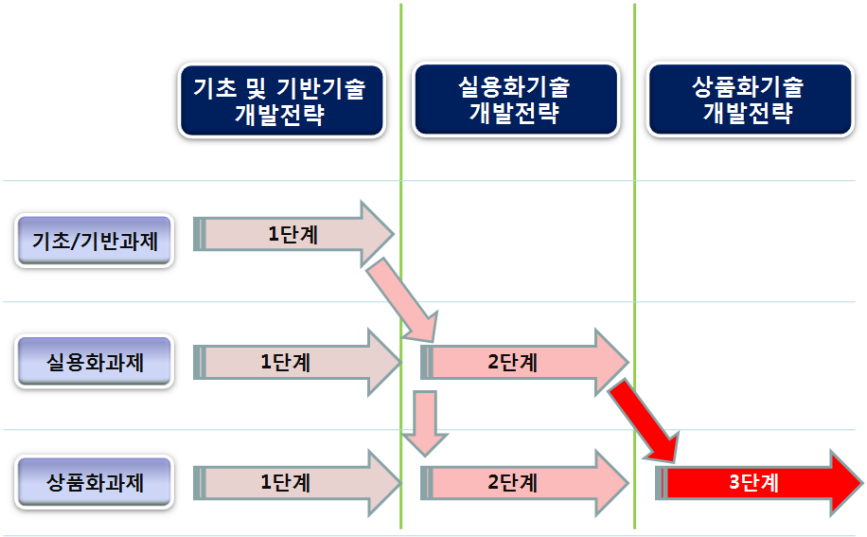
○ 효과적인 항만기술 R&D 결과활용 및 확산을 위해서는 연구 개발을 위한 과제발굴 및 계획시 과제의 성격이 기초/기반기술, 실용화 기술, 사업화 기술 전략 등 체계적이고 실질적인 목표를 가진 전략수립이 필요

- 기술별 기초 및 기반기술의 경우 가능한 실용화/상품화가 가능한 용용기술 개발에 이용될 수 있도록 연구 개발 결과의 기술이전을 목표로 개발. 연구 개발계획수립단계에서 순수 기초 및 기반기술 과제와 향후 응용 가

능한 기초 및 기반기술과제로 구분하여 추진

- 실용화 기술의 경우 사업화 및 상품화의 전 단계로서 시장 판매가능성이 있는 기술과 없는 기술을 구분하여 개발전략을 추진(선택과 집중)
- 상품화 기술의 경우 국내외 판매를 위한 전략으로 실제 적용환경과 동일한 테스트베드 구축 및 운영을 통해 개발제품의 신뢰성을 반드시 확보

항만기술 R&D 단계별 추진전략



3) 항만기술개발 연구활성화 전략

○ 체계적이고 실용적인 항만기술개발을 위해 크게 3가지의 기술개발 활성화 전략을 제시

- 첫째, 항만기술의 중장기 계획과 기술개발 가이드라인 제시, 급변하는 항만산업 및 기술의 동향파악을 위해 매년 개선된 항만기술에 대한 정책연구를 지속적으로 수행하여야 하여 수행대상은 항만관련 정부연구기관과 해양수산부가 협조하여 정책과제로서 진행
- 둘째, 항만환경의 급변에 따른 시장환경의 수요에 따라 즉시성, 적시성을 감안하고 상위개발계획인 해양과학기술(MT) 개발계획과 연계하여 '항만기술 발전기본계획'을 현 5년마다 수행하는 것을 2~3년마다 수정·보완

- 셋째, 해양과학기술(MT) 중장기계획, 해양과학기술(MT) 개발계획, 중장기 항만기술 발전 기본계획 등에서 중점추진과제로 선정되거나 신규 R&D과제로 편입된 과제는 과제시작 6~12개월 이전에 기술별 시장, 기술개발의 성능목표, 세부기술개발 로드맵 등 기술개발의 타당성이 포함된 사전 기획연구를 반드시 수행하여 기술개발의 신뢰성을 확보

항만기술 R&D의 활성화전략

개발계획	내용	세부내용	수행주기
항만기술 정책연구	• 기술분야별, 분류별 수행	중장기계획 기술가이드라인제시	매년
항만기술발전 기본계획	• 항만기술에 대한 전반적인 기본계획수립	장기계획/과제도출	2~3년
사전 기획연구	• 항만기술발전 기본계획 수립에 따라 과제의 도출을 위한 분야별 대분류, 소분류별로 사전 기획연구수행	기술별 시장상황 기술성능목표 개발 타당성	수시 또는 매년

4) 항만기술협의체 및 전문연구기관의 구성

○ 급변하는 항만기술 및 환경변화에 신속한 대응을 위해서는 전문가들로 구성된 유기적 조직체가 필요

○ 이는 정부/공공기관, 연구기관, 학계, 민간업체 등 항만기술과 관련된 다양한 전문분야가 결합이 되어야 하며 항만기술관련 각 기관별 역할과 업무를 정의하고 신속하고 유연한 협의체 활동을 수행

○ 향후 세계적 항만기술강국을 위한 항만 정책개발, 연구 개발, 항만운영, 항만설계 및 건설, 장비와 부품의 개발 등 관련분야에서 세계적으로 선도적 입지를 구축할 수 있는 항만기술 전문연구기관의 설립이 시급

- 항만기술정책 방향을 제시하고 국가적 항만 핵심기술 연구 개발을 수행하며, 민간업체와 공동기술개발 및 관련 정보제공, 전문인력의 육성 등을 담당할 수 있는 종합적 항만기술센터(Port Technology Center)의 설립을 추진

제7장 결론 및 정책기여

○ 본 연구에서는 미래 항만환경의 급격한 변화에 대응하고 국내 항만관련산업의 활성화를 꾀하며, 체계적이고 국가적인 항만기술개발 정책의 효율적 추진을 위해 향후 추진해야 할 컨테이너항만기술에 대한 개발 로드맵을 수립・제시하였음

- 국내외 항만기술 관련 현황을 총망라하여 조사・분석하였으며 이를 바탕으로 항만기술 분야별 과거 및 현재의 변화추이와 미래 기술개발방향을 예측 제시
- 항만기술 분야별 개발기술을 도출하고 205건의 분야별 전문가 설문 및 면담 실시, 설문결과를 선형할당법 분석을 통해 기술개발 우선순위 도출
- 도출된 개발우선순위에 따라 TRM(Technology Road Map) 작성모형을 응용하며 ① 분야별/기술별 개발시점에 따른 Macro 로드맵, ② 분야별 개발 기술에 대한 제품개발과의 Micro 연관 로드맵을 수립 제시

○ 본 연구에서 도출된 항만기술 로드맵 정책적 활용을 위한 기여는 다음과 같음

- 현재 항만기술개발을 포함한 해양과학기술분야 국가연구 개발사업의 근간이 되는 해양과학기술 중장기 및 개발계획 수립에 반영(본문 <그림 7-1>, <그림 7-2> 참조)
- 해양수산백서, 해양수산발전기본계획, 미래해양국가전략연구 등 정부의 다양한 정책보고서 연구 및 계획수립에 반영
- 항만기술개발 활용/확산을 위한 항만기술 협의체와 전문연구센터 설립시 관련자료로 활용

/

[부록] 항만기술 요약표

1. 항만하역시스템 분야

대분야	소분야	기술명	세부기술	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 하역 시스템 분야	개념설계 기술	설계조건 분석기술	1. 세부기술 특성 : 시스템 설계에 필요한 자료 분석 기술 2. 효과 : 시스템의 설계범위 및 개략적 처리능력을 추정할 수 있음 3. 적용 : 기존 항만 또는 신규개발항만의 하역시스템 설계시 활용 4. 개발아이템 : 스프레드 시트 모형, 수리적 모형 개발
			대안선정기술	1. 세부기술 특성 : 하역시스템의 최적 대안을 선정하는 기술 2. 효과 : 시스템의 안정성, 효율성, 투자대비 효용성을 판단할 수 있음 3. 적용 : 기존 항만 또는 신규개발항만의 하역시스템 설계시 활용 4. 개발아이템 : 물류특성, 기술특성, 생산성, 경제성에 대한 선정방법 수립
			개발규모 산정기술	1. 세부기술 특성 : 시스템에 요구되는 장비 및 시설소요규모를 산정하는 기술 2. 효과 : 목표치에 부합하는 하역시스템 소요규모를 산정할 수 있음 3. 적용 : 기존시스템 개선 또는 신규터미널 하역시스템 개발시 활용 4. 개발아이템 : 안벽/이송/장치/게이트시설능력 산정기술 개발
		성능평가 기술	단위하역 성능평가기술	1. 세부기술 특성 : 하역장비의 개별적인 성능을 측정하는 기술 2. 효과 : 장비의 취약점을 보강하여 하역시스템의 성능을 개선할 수 있음 3. 적용 : 신규장비개발 또는 기존장비를 부분적으로 개선할 경우에 활용가능 4. 개발아이템 : 안벽장비/이송장비/야드장비 전용분석도구 개발
			통합하역 성능평가기술	1. 세부기술 특성 : 하역시스템의 총괄적인 통합성능을 분석하는 기술 2. 효과 : 최적조합을 도출하여 자원을 효율적으로 투입할 수 있음 3. 적용 : 신규터미널 개발 또는 기존 터미널 리모델링시 활용가능 4. 개발아이템 : 시뮬레이션 모델, 전용시뮬레이터, 전문개발자, 운영알고리즘 개발

2. 항만운영시스템 분야

대분류	소분류	기술명	세부기술명	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류 분야	항만운영 시스템분야	항만 계획시스템 개발 기술	지능형 자원배정 기술	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 지능형 자원배정, 실시간 작업 모니터링, 야드작업상황 분석 등의 Rule 기반 자동계획 수립 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널 생산성 향상 및 물류비 절감 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 인공지능 기반 자동자원배정 알고리즘
			다중분산 계획 기술	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 다중모선에 대한 최적화 계획 및 C/C 생산성 향상을 위한 Twin lift 계획 기능 수립 기술 2. 효과 : 본선계획 시간 단축 및 시스템 서비스 품질 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 운영서버 4. 개발아이템 : Multi-User에 의한 다중 모선 계획 가능 알고리즘
			안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 장치장 현황정보를 고려, 인공지능기법을 적용, 최적의 C/C 작업 일정계획 수립 기술 2. 효과 : 초대형선박의 재항시간 단축 및 효율적인 양적하작업 수행으로 물류비용 감소와 터미널 경쟁력 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 운영서버 4. 개발아이템 : 인공지능기법을 이용한 최적의 작업일정계획 수립 알고리즘
			지능형 통합 모니터링 기술	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : Interactive한 정보 공유가 가능한 유기적인 시스템 통합 기술 2. 효과 : 터미널의 계획 및 운영업무 환경 개선과 정보 공유의 실시간 활용에 따른 시스템 신뢰성 및 작업생산성 향상 3. 장비/장치 : Client-Server 장비 4. 개발아이템 : 계획, 운영, 관리시스템 간의 interface를 통한 작업상황 자동 모니터링

대분류	소분류	기술명	세부기술명	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류 분야	항만운영 시스템분야	항만계획 시스템 개발 기술	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : Y/T 위치를 실시간으로 파악, Y/T 및 하역크레인 작업효율을 최대화시키는 기술 2. 효과 : Pooling기술의 국산화 추진 및 On-Dock 작업 생산성 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 야드 이동장비, 위치인식장치, 운영서버 4. 개발아이템 : 이동장비 pooling 알고리즘 및 시스템 구축
			이동장비 위치정보시스템 기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 이동장비의 위치를 실시간으로 파악하는 기술 2. 효과 : 이동장비의 효율적인 운영 및 하역비용(연료 등) 절감 3. 장비/장치 : Y/T, AGV 등 이동장비 4. 개발아이템 : 이동장비 위치 자동 검출 알고리즘
			컨테이너 외부손상 자동검사 기술 (본선/게이트)	장치제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 본선 양하 및 게이트 반입 시 컨테이너 표면에 대한 손상정보 인식 기술 2. 효과 : 항만에서의 Gate 인력절감 및 업무관리 향상과 컨테이너 Damage Claim에 대한 책임한계 명확 3. 장비/장치 : C/C, Gate Complex, 2D/3D 영상처리시스템, 카메라 및 촬영장비 4. 개발아이템 : 컨테이너 외부 손상 자동검사 인식 시스템
			항만출입 보안시스템 구축기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 보안상황에 따른 실시간 출입 통제 2. 효과 : RFID 기술 및 자동화를 통한 출입보안 업무 효율화 항만시설 출입인원 및 차량의 실시간 모니터링 국가적차원의 항만출입보안 체계 확립 국가 비상사태 및 테러에 대한 즉각적인 대응 3. 장비/장치 : RFID Tag 및 Reader기, 서버 및 네트워크장비 4. 개발아이템 : 보안장치 및 출입보안 C/S시스템 구축

대분류	소분류	기술명	세부기술명	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류 분야	항만운영 시스템분야	항만운영 시스템 개발 기술	전자봉인 자동인식 확인 기술	부품제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 전자 봉인 번호(e-seal)를 자동으로 인식하여 확인하는 기술 2. 효과 : 봉인이 손상 또는 해제되었을 때 경보 기능 3. 장비/장치 : RFID Tag 및 인식기 4. 개발아이템 : RFID 기술을 응용, 봉인의 손상, 해제여부 자동인식 기술
			트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술	장치제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 게이트 무정차통과트럭의 컴바인 컨테이너 개별무게측정 기술 2. 효과 : 항만의 적재 및 선사의 선적 효율성 향상 3. 장비/장치 : 계근대 4. 개발아이템 : 무정차게이트 통과차량의 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술
			무인주유시스템 구축기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 무인 주유 및 관련 통계정보 제공 프로그램 2. 효과 : 효율적이고 체계적인 주유관리를 통한 터미널 주유시설 운영비 절감 및 생산성 향상 3. 장비/장치 : Client-Server 4. 개발아이템 : 이용자 인식 및 사용내역관리를 위한 무인주유관리 기술

대분류	소분류	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류 분야	항만운영 시스템분야	항만 관리 및 통신시스템 개발 기술	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술	시스템 설계	1. 세부기술특성 : 통합(자동화게이트운영+검수/정비+출입보안) 운영 기술 2. 효과 : 객관적이고 과학적인 실시간 검수 정보 제공 및 통합운영에 따른 항만운영비용 절감 3. 장비/장치 : 게이트운영자동화장비, 출입보안장비 4. 개발아이템 : 게이트자동화에 따른 반출입, 검수, 보안 통합운영 기술
			이송장비 신개념 위치추적 기술	네트워크 구축	1. 세부기술특성 : 차세대 무선통신기술로 끊김 없는 무선 접속 기술 2. 효과 : 거리, 장애물, 기지국 등의 제약이 없이 항만 내 컨테이너 및 이동장비 위치 추적의 자유로움으로 인한 비용절감 및 유비쿼터스 환경 구축 3. 장비/장치 : 야드 이동장비, 위치인식장치 4. 개발아이템 : Mesh기반 끊김 없는 이동성 제공 무선네트워크 기술
			웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 대고객 정보 접근성이 강화된 고객대응 채널로서의 웹서비스 체제 구축기술 2. 효과 : 신속한 대고객 정보 서비스 및 생산성 향상을 위한 업무처리 표준화 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 운영시스템 제공정보와 연동된 그룹웨어 및 웹서비스 구축기술
			경영분석/관리시스템 구축기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 운영시스템의 생성자료를 통한 의사결정정보 생성 기술 2. 효과 : 사업계획 수립, 예산편성, 시뮬레이션 등 업무효율화 달성 및 의사결정 정보 제공 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 운영시스템 연동 의사결정지원시스템 구축기술

3. 항만물류운송 분야

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 물류 운송 분야	컨테이너 도로운송기술	도로운송 장비기술	장비/시설	1. 세부기술특성 : 컨테이너의 다단적 및 다량이송기술 2. 효과 : 기존방식의 2배에서 5배의 이송효과 3. 적용 : 이송장비, 연계운송장비 4. 개발아이템 : MTS, DST(Double Stack Trailer)
			도로운송 설비기술	시설/ 시스템	1. 세부기술특성 : 도심 및 연계단계에서 교통정체 완화 2. 효과 : 적용전보다 30% 이상의 흐름개선효과 3. 적용 : 컨테이너운송트럭, 화물트럭 등 4. 개발아이템 : 고가도록, 순환도로
			신개념육상 운송시스템 기술	장비/시설/ 시스템	1. 세부기술특성 : 항만-내륙간 효율적 운송을 위한 개념개발 기술 2. 효과 : 도로정체로 인한 물류비 절감 3. 적용장비 : 항만-내륙, 항만-항만간 컨테이너 이송장비 4. 개발아이템 : 개념개발, 설계 및 성능평가, 장비제작
			철도운송연계 장비기술	장비	1. 세부기술특성 : 이종장비간의 효율적인 연계수송을 위한 장비 2. 효과 : 시간당 6대의 트레일러가 결합가능 3. 적용장비 : 컨테이너 이송장비와 철송연계 4. 개발아이템 : RoadRailer, Swapbody

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 물류 운송 분야	컨테이너 철도운송기술	철도초고속 환적 하역장비기술	장비/시설 시스템	1. 세부기술특성 : 초고속 철도환적을 위한 하역장비 2. 효과 : 일일 최대 1천개의 적하단위에서 시간당 15개 이상 처리가능한 장비 3. 적용 : 철송복합터미널 하역장비 및 시설 4. 개발아이템 : 신개념 자동화환적크레인, 신개념 화차, 신개념 철도레일
			철도운송 시스템기술	시설/ 시스템	1. 세부기술특성 : 철송관련 수송, 적재, 하역, 보관, 분배모듈의 결합을 통한 생산성 향상과 철도시설개선을 위한 개념개발 기술 2. 효과 : 철송관련 산업의 기반역할, 신산업 창출 및 파급효과 3. 적용 : 고생산성의 철송복합환적터미널 및 철송방안 개발 4. 개발아이템 : 철도시설 개선, 철도수송/적재모듈개발, 하역보관모듈개발, 수송분배모듈개발
		컨테이너 해상운송기술	해상운송신개념선박기술	선박	1. 세부기술특성 : 초대형선, 고속연안 컨테이너선 및 자가하역선 개발 2. 효과 : 1만 5천TEU급 이상 초대형선, 55마일 11시간에 운행가능한 초고속선, 대서양항로 3~4일 소요, 유연성 있는 하역작업 3. 적용 : 컨테이너선 4. 개발아이템 : 신개념 선박개발/설계, 초대형선, 고속선(선체경량화, 선체강화, 고속엔진), 자가하역선(자가하역장치)
			연안운송초고속하역시스템 기술	장비/ 시스템	1. 세부기술특성 : 연안선박의 신속하고 유연한 하역작업을 위한 신개념 하역시스템 개발 2. 효과 : 연안선에 적합한 하역장비 개발유도 및 다량의 컨테이너하역시스템 개발 3. 적용 : 모바일크레인, 연안전용하역시스템(Bundle시스템, Pallet시스템) 4. 개발아이템 : 연안전용초고속 하력장비, 연안전용고생산성 하역시스템

4. 항만하역장비 분야

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양장비분야	항만하역장비분야	하역장비생산성향상기술	장치성능개선기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 생산성 향상을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치의 기능을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 세컨트롤리, 더블트롤리, 버퍼플랫폼, 트래버서, Tandem(Twin, Tripple) 스프레더, anti-sway, anti-skew, 분리캐빈, 트롤리/호이스트 장치 속도개선
				이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량 생산성 향상(작업싸이클타임 향상)을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치개선/추가, 이송장비의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : SHC, AGV(AGV, C-AGV, L-AGV, ALV, CR(Container Runner) 4. 개발아이템 : 자가하역장치
				야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인 생산성 향상(작업싸이클타임 향상)을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치의 기능을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RTGC, RMGC, OHBC, ATC, ASC, SC 4. 개발아이템 : Tandem(Twin) 스프레더, 메카닉트롤리/호이스팅(anti-sway, anti-skew), 트롤리/호이스트/갠트리 장치 속도개선
			장치구조물개선기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 초대형선 대응, 생산성 향상(선박/이송장비 연계작업 강화)을 위해 장비의 전체 구조물을 개발/개선하는 기술 2. 효과 : 장비의 구조물을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 아웃리치 확대, 거더높이 조절, 포탈빔 확대, 버퍼스테이션 설치
				이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량의 이송속도/연계작업 강화를 위해 이송장비의 구조물을 개선하는 기술 2. 효과 : 구조물 개선/추가, 이송장비의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : SHC, AGV, ALV, CR(Container Runner), LMS(Linear Motor System) 4. 개발아이템 : 이송차량 플랫폼 구조(크레인구조, 섀시구조 등)
				야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인의 이송장비 연계작업 강화를 위해 전체 구조물을 개발/개선하는 기술 2. 효과 : 장비의 구조물을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RTGC, RMGC, OHBC, ATC, ASC, SC, Warehouse 4. 개발아이템 : 구조물 대형화(레일스팬, 높이), 주행장치(레일식) 개발

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양장비분야	항만하역장비분야	하역장비자동화기술	자동위치제어기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 크레인의 작업위치를 자동적으로 제어하는 기술 2. 효과 : 크레인의 자동작업위치제어를 통해 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : AFAS, APIS, Transponder, Rotary incoder, DGPS, LADAR
				이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량의 이동/작업위치를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 이송장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, ALV 4. 개발아이템 : VDS, Transponder,
				야드장비	1. 세부기술특성 : 야드장비의 작업위치를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 야드장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : Rotary incoder, APIS
			자동장치제어기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 크레인 장치를 자동적으로 제어하는 기술 2. 효과 : 크레인의 자동작업위치제어를 통해 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : APSS, ALS, LDS, AGSS
				이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량을 하드웨어를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 이송장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, ALV 4. 개발아이템 : ASS
				야드장비	1. 세부기술특성 : 야드장비의 하드웨어를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 야드장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : AGSS

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양 장비 분야	항만 하역 장비 분야	하역장비 비용 절감기술	에너지비용 절감기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 회생전력 이용장치
				이송장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 이송장비의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC 4. 개발아이템 : 하이브리드 엔진, 수소엔진, 전기엔진, 플라이휠방식엔진, Variable Speed 방식엔진
				야드장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 야드장비의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : Supercapaciter, E-RTGC
			경제성 확보기술	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 컨테이너크레인 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : AC모터, Machinery on Trolley
				이송장비	1. 세부기술특성 : 이송장비의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 이송장비 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, DST. MTS 4. 개발아이템 : 다단적셀가이드, 다량 이송기술
				야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 야드크레인 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : AC모터, Machinery on Trolley

5. 항만건설장비 분야

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양장비분야	항만건설장비분야	안벽축조기술	초대형 구조물 축조기술	운영 시스템 개발	1. 세부기술특성 : 기존의 해상기중기 능력(2,000～3,000톤급)에 의한 케이슨 대형화 한계에 대한 초대형 구조물 축조기술 2. 효과 : 초대형 구조물 축조에 따른 대규모 공사시 경제적이고 안전한 구조물 축조 3. 장비/장치 : 케이슨 일괄 제작 및 운반시스템 구축(Slip Form, Soffit Form) 4. 개발아이템 : 초대형 구조물 축조 및 운영 시스템 개발 기술
			초대형 구조물 운송기술	장비제작 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 기존의 대형 기중기를 이용한 육상 운반에서 신속하고 안전한 운반체체 구축 2. 효과 : 초대형 구조물 운송시스템 개발로 관련 산업 기반조성 3. 장비/장치 : Aeoro-Go system, 연직재킹시스템 개발 4. 개발아이템 : 초대형 구조물 운송시스템 설계 기술
			전천후 해상구조물 진수기술	장비제작 및 시스템 개발	1. 세부기술특성 : 해상기중기를 이용한 운반으로 기상 및 해상조건에 따라 작업효율 저화로 기상조건에 영향을 최소화하는 대형 구조물 진수방법 기술 2. 효과 : 초대형 구조물의 안전하고 신속한 진수방법 개발 3. 장비/장치 : DCL(Draft Controlled Launcher) 개발 4. 개발아이템 : DCL선을 이용한 대형 구조물 진수기술

대분야	소분야	기술명	세부기술	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양 장비 분야	항만 건설장비 분야	효율적 준설 장비 개발 기술	수역시설 효율적인 수심확보기술	응용 S/W 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 해저질 표층이 니토 또는 실트와 같은 활성화층을 진공압밀공법을 이용한 비활성층으로 변환하는 기술 2. 효과 : 비활성으로 변화시켜 준설 없이 소요 수심확보 및 유지준설 기간의 확장 3. 장비/장치 : 진공막, 진공펌프 4. 개발아이템 : 진공압밀공법을 이용한 수심확보기술
			한국형 이동식 준설장비 개발 기술	장비제작 및 운영시스템 구축	1. 세부기술특성 : 동해안인 경우 연안구조물 축조에 따른 해안선이 급변하고 있어 저감방안으로 최근 환경적으로 안전한 양빈공법을 적용하는 추세에 발맞춰 한국형 이동식 준설 장비 개발 기술 2. 효과 : 안정석이고 경제적인 양빈 장비 개발 3. 장비/장치 : 수륙양육바이패싱장치, HSE(Hydro Super Ejector) 적용성 개발 4. 개발아이템 : 한국형 이동식 수륙양육 바이패싱 장비 개발 기술
			환경친화적 준설장비 개발 기술	장비제작 및 운영시스템 구축	1. 세부기술특성 : 준설시 발생되는 부유사 발생에 따른 수질 오염을 미연에 방지할 수 있는 환경친화적 준설선 개발 기술 2. 효과 : 준설시 부유사의 수중유출을 최대한 억제하는 준설장비 개발 3. 장비/장치 : uger dredger, disk bottom cutterhead dredger 개발 4. 개발아이템 : 환경친화적 준설 장비 개발 기반 구축기술
	항만 건설장비 분야	야드 조성 기술	고효율 연약지반시공 장비개발 기술	장비제작 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 연약지반 처리 장비중 3축 또는 4축을 동시에 시공할 수 있는 전용선 개발 기술 2. 효과 : 대수심 지역의 연약지반 처리시 공사기간 및 시공품질 향상 3. 장비/장치 : 해상PBD 전용선(3축), 해상 DCM 전용선(4축 3열) 4. 개발아이템 : 고효율 연약지반처리 전용선 개발 기술
			표층처리 및 복토공법기술	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 대규모 준설토 매립지 효율적인 연약지반처리공법 적용을 위한 사전 표층처리 및 복토공법기술 개발 2. 효과 : 장비 주행 및 안정성 확보로 인한 연약지반 공기의 단축 3. 장비/장치 : PTM, 고압건식모래포설공법, 진공압밀공법 4. 개발아이템 : 지역적 특성을 고려한 표층처리 및 복토 기술

6. 항만보조시설 분야

대분야	소분야	기술명	세부기술	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만/해양장비분야	항만보조시설개발기술	선박통항기술	항로개발 및 계획기술	1. 세부기술특성 : 선박의 안전한 입출항을 유도하기 위해 선박조종 시뮬레이션 등 모의실험을 통한 항로 및 등부표 등의 항만보조시설 계획 기술 2. 효과 : 항만이용자를 고려한 합리적인 항만보조시설 계획 수립 3. 장비/장치 : 선박조종시뮬레이션 4. 개발아이템 : 개념개발/설계, 성능분석 시뮬레이터
			종합관제기술	1. 세부기술특성 : 입출항 선박의 모니터링을 통한 안전운항을 유도하는 체계 구축기술 2. 효과 : 실시간 운항 상황 정보제공에 따른 안전사고 방지 3. 장비/장치 : 선박자동식별시스템(AIS), 해상교통관제시스템(VTS) 등 4. 개발아이템 : 개념개발/설계, 성능분석 시뮬레이터

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

과거 급속하게 증가되는 물동량에 비해 항만의 시설부족으로 인하여 체선·체화현상이 발생하였으며, 이를 탈피하기 위해 항만건설에 박차를 가하였고 이는 국가 경제성장의 원동력으로 작용하여 왔다.

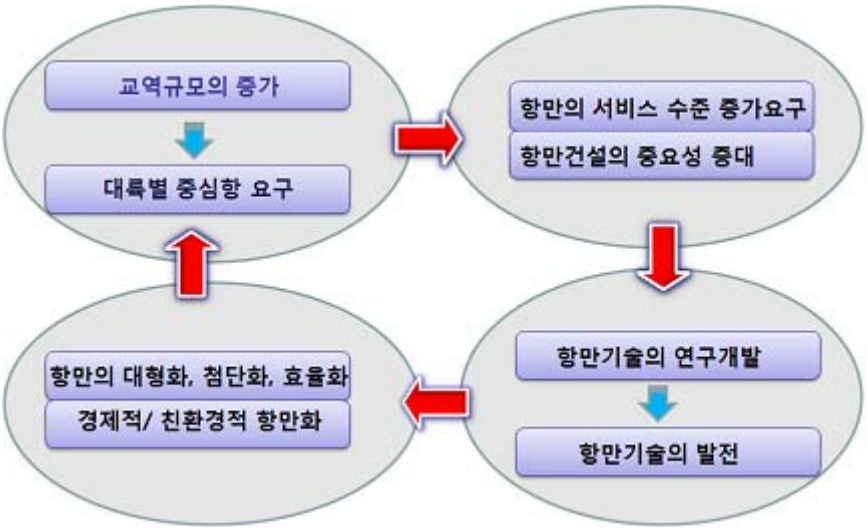
그러나, 현재 항만을 통해 처리되는 물동량과 항만시설간의 균형을 이루는 시점에서 항만개발과 더불어 항만관련 산업의 활성화를 통해 제2의 도약을 이루어야 할 때이다.

세계적으로 항만의 대형화, 첨단화, 효율화와 경제적, 친환경적 항만건설 등 항만환경의 변화가 급격하게 이루어지고 있으며 선진항만들은 대륙별로 중심항만의 입지를 구축하기 위해 항만기술의 연구 개발과 투자를 지속하고 있다.

이와 더불어 각 대륙별로 물동량 증가 및 고객유치를 위한 항만의 대형화, 대고객 서비스 증가를 위한 항만시설의 첨단화 및 효율화, 항만운영비용 절감과 이미지 개선을 위한 경제적·친환경적 항만건설이 실현되기 시작하고 있다. 항만의 대형화, 첨단화, 효율화, 경제화, 친환경화는 자국 항만산업의 발전과 더불어 세계 항만기술 관련산업의 선점과 수출의 극대화를 위한 지속적인 기술개발에 바탕을 두고 있다.

현재 세계 각국간의 교역규모 증가는 항만의 대형화, 효율화, 첨단화를 통한 항만의 서비스 수준 증가를 유도하고, 항만의 건설적 측면에서는 경제적 항만, 친환경적 항만이 요구되는바, 이에 따른 항만환경의 변화에 신속하게 대응하기 위해서는 이를 뒷받침하는 항만기술의 연구 개발이 신속하게 이루어져야 한다.

<그림 1-1> **항만기술 연구 개발의 필요성**



항만관련 기술은 대부분의 분야에서 이미 5~6세대로 진입하고 있으며 자동화 컨테이너터미널, 첨단 내륙터미널, 전용부두의 고속하역시스템, 친환경을 위한 항만건설 등 개념개발과 적용은 선진항만에서 이미 10여년전부터 선도적 입지를 구축해 오고 있다.

이러한 항만의 변화결과는 세계적인 해외선진항만의 정부, 공공기관, 항만운영사, 연구소, 대학, 민간업체 등이 유기적인 조직체를 구성하고 체계적인 기술개발 로드맵에 의해 연구 개발한 결과이다. 예를 들어 첨단 항만개발 및 항만장비제작 부문에서는 네덜란드, 독일, 핀란드, 중국, 일본 등이 선점하고 있으며 첨단항만의 개념 및 설계기술은 미국, 영국, 네덜란드, 독일, 일본을 중심으로 이루어지고 있다. 특히 항만건설기술분야에 있어서 경제적, 친환경적, 고안정성인 항만건설 기술은 일본의 항만기술연구소와 항만건설국, 미국의 육군공병단, 네덜란드 델프트 공대 등을 중심으로 지속적 기술개발이 이루어지고 있으며 정부에서도 기술의 실용화를 위해 적극적으로 지원하고 있다.

이를 바탕으로 항만선진국의 민간업체들이 기술개발 및 이전을 통해 산업화를 시행하고 있다. 그 결과 항만기술 선진국가들이 세계적인 항만관련 산업의 판매그룹을 형성하고 있고 기술수출 시장의 위치를 선점하고 있는 실정에 있다.

현재 국내의 경우 지속적으로 연구 개발하는 항만기술 전문기관이 전무하며

방대한 세계 항만기술에 대한 통합적인 자료 및 분석이 없어 향후 항만기술의 발전전망과 항만기술에 대한 중·장기적 플랜개발에 어려움이 있다. 따라서, 정부의 기술개발 정책수립, 연구기관 및 대학의 기초기반연구, 민간 관련기업의 기술개발 의지 및 실용화연구, 항만운영사 및 공공기관의 적용계획 등 관련분야의 실용적이고 사업화적인 중장기 계획과 기술개발방향을 수립하고 있지 못하여 국내의 항만관련 산업의 활성화, 세계화는 요원한 실정에 있다.

국가적 측면에서 중장기적으로 동북아 및 세계 중심항만입지 구축, 항만관련 산업의 활성화를 위한 기반을 갖추기 위해서는 근간이 되는 기초적인 항만기술관련 데이터베이스가 체계적으로 정리되고 그에 따른 분석이 이루어져야 한다. 또한, 급변하는 항만기술의 대응을 위해 주기적으로 해외 항만관련 기술의 상시 감시 및 분석을 통해 신속한 국내 항만관련기술의 대응방향과 발전방향의 수립이 시급한 실정에 있다.

본 연구에서는 항만기술에 대한 정의 확립과 항만기술의 분야별 체계적 세분화를 통해 컨테이너항만에 대한 세계의 항만기술 개발 현황 데이터베이스를 집대성하고, 기술별 특성 및 효과, 미래 추세분석을 연구함으로써 국내 항만기술의 단기, 중기, 장기적 대응기술과 개발 로드맵 작성, 향후 항만기술개발 추진정책수립을 목적으로 한다.

2. 연구의 범위

해양수산부의 「21세기를 대비한 중장기 항만기술 발전 기본계획(변경), 2001. 11」 보고서에 따르면 컨테이너 항만기술의 범위는 매우 다양하고 넓은 범위를 가지고 있다. 항만기술의 대분류로서 항만물류분야는 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송, 항만물류성능평가 4개 분야, 항만 및 해양장비분야는 항만하역장비, 항만건설장비, 선박, 항만보조시설 4개 분야, 항만계획 및 설계분야는 항만시설설계, 기타설계 2개 분야, 항만 및 해양구조물분야는 수역시설, 외곽시설, 계류시설, 임항교통시설 4개 분야 등 총 14개의 소분야로 분류하였다.

<표 1-1> **항만기술의 분류**

기술 대분류	기술 소분류	내용
항만물류 분야	• 항만하역시스템 분야 • 항만운영시스템 분야 • 항만물류운송 분야 • 항만물류 성능평가 분야	• 신개념의 항만 및 시설개발에 관한 기술 • 항만운영을 위한 기술 • 항만-항만, 항만-내륙간 물류운송에 관한 기술 • 항만물류의 성능평가에 관한 기술
항만 및 해양장비 분야	• 항만하역장비 분야 • 항만건설장비 분야 • 선박 분야 • 항만보조시설 분야	• 컨테이너항만 및 일반항만의 하역, 보관 및 취급에 사용되는 하역시설을 위한 기술 • 항만건설시 사용되는 항만장비 등에 관한 기술 • 선박, 선박보급시설, 항만역무용선박, 항행보조시설에 관한 기술
항만계획 및 설계분야	• 항만시설설계 분야 • 기타설계 분야	• 항만개발·건설시 계획 및 설계를 위한 기술
항만 및 해양구조물 분야	• 수역시설 분야 • 외곽시설 분야 • 계류시설 분야 • 임항교통시설 분야	• 항만건설을 위한 수역시설, 외곽시설, 임항교통시설, 계류시설, 화물보관시설 등 인프라스트럭처(Infrastructure)에 관한 기술

자료 : 해양수산부, 「21세기를 대비한 중장기 항만기술 발전 기본계획(변경)」, 2001. 11.

본 연구에서는 항만기술의 4개 항만기술분야를 총 2단계로 나누어 연구를 진행한다. 이는 항만기술의 관련 범위가 상당히 방대하고 미래 항만기술의 설정 및 예측에 신중을 기하기 위해 보다 심도 있고 신뢰성 있는 연구를 진행하기 위한 것이다.

따라서, 먼저 1단계로 항만관련 산업의 활성화/상품화가 용이하고 항만산업의 기반기술이 되는 항만물류분야, 항만/해양장비분야의 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송, 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설 등 총 6개 소분야에 대한 연구를 우선적으로 수행한다. 항만관련 산업의 활성화/제품화보다는 항만건설비용의 절감을 위한 기술, 즉 인프라스트럭쳐에 관련된 항만계획 및 설계분야, 항만 및 해양구조물분야는 향후 연구로 진행하도록 한다.

또한, 항만의 경우 컨테이너 전용항만과 벌크 등을 위한 일반화물 전용항만으로 나누어진다. 따라서, 항만의 특성상 컨테이너와 일반화물별로 사용하는 하역장비, 시스템, 운송, 구조물 등이 모두 상이하며 그 범위 또한, 매우 방대하다. 본 연구에서는 공간적 범위로서 컨테이너 전용부두로 연구를 제한하며 일반화물을 위한 전용부두 또한, 추후 연구과제로 추진할 계획에 있다.

3. 선행연구 검토

항만기술과 관련한 선행연구는 크게 「항만기술 장기발전계획, 1999. 3, 해양수산부」와 「해양과학기술(Marine Technology, MT) 개발계획, 2004. 7, 해양수산부」로 나누어 볼 수 있다.

항만기술 장기발전계획은 항만기술분야에 대한 체계적인 분류, 개발 로드맵, 기술분석 및 수요조사가 없는 상태에서 일본의 항만기술에 대한 조사와 향후 개발과제를 나열한 형태로 되어 있다. 이는 향후 개발되어야 할 기술에 대하여 국내외적 항만환경변화를 변화를 분석하고 변화에 따른 미래 항만기술 개발방향 예측에 따라 개발과제 도출이 이루어져야 함에도 불구하고 과제도출에 대한 타당성이 크게 부족한 것으로 나타났다. 또한, 항만기술 분야에 대한 체계적 분류체계를 가지지 못하였기 때문에 항만기술중 건설분야에 대한 과제도출에 치우쳐 있는 것으로 나타났다.

「해양과학기술(Marine Technology, MT) 개발계획, 2004. 7, 해양수산부」에 따르면 해양과 관련된 기술은 첨단해양산업 육성기술, 해양자원 개발 및 이용기술, 해양자원 관리 및 보전기술 등 3가지의 대분류로 나누고 있다. 이 중 항만기술은 해양과학기술의 일부로서 <표 2-12>에 기술된 첨단해양산업 육성기술에 포함되어 있다. 그러나, 해양과학기술 개발계획은 전반적인 해양부분을 총 망라하고 있기 때문에 세부기술분야중 첨단물류・항만기술분야에 대한 분류, 핵심기술, 개발전략, 중장기적 개발 로드맵 등에 대하여 다루고 있지 못하였다.

일본의 국토교통성 항만국(国土交通省 港灣局, 2001)은 항만기술 분야 개발과제의 로드맵을 제정하였다. 로드맵에서는 기술개발의 목표를 5가지 범주[1]로 나누고 각 범주별로 기술개발 과제와 기술개발 항목을 설정하였다. 특히, 항만관계자의 인터뷰와 전문가로 구성된 '항만기술 간담회'의 의견을 수렴하여 중점적으로 추진하여야 할 과제를 선별하였고, 기술개발의 시점을 5년, 5～10년, 10년 이후로 구분하여 과제의 긴급성을 분류하였다. 본 로드맵은 5년 이후에 재검토되어야 한다고 밝히고 있으나 현재까지 새롭게 발표되지는 않았다.

---

1) ① 해상수송기능의 비약적 발전, ② 해안영역의 지속가능한 발전, ③ 안전과 편안함을 제공하는 항만, ④ 항만의 효율적인 정비, ⑤ 국제적인 공헌.

<표 1-2> **해양과학기술의 분류**

구분	세부 기술 분야
첨단해양산업 육성기술	• 첨단물류·항만기술 • 첨단선박기술 • 해양구조물 기술 • 해양장비기술 • 친환경 수산어업기술
해양자원 개발 및 이용기술	• 어업자원 복원 및 첨단양식 기술 • 해양생물·유전자 자원개발 및 이용기술 • 해양에너지 자원 • 해양광물 자원 • 해양 수자원
해양환경 관리 및 보전기술	• 해양환경 탐사 기술 • 해양 생태계 관리 보전기술 • 해양오염 대응 기술 • 해양안전기술

자료 : 해양수산부, 「해양과학기술(Marine Technology, MT) 개발계획」, 2004. 7.

본 연구에서는 국내의 기존 상위계획인 해양과학기술 개발계획중 첨단물류·항만기술 분야에 대한 하위개념으로서 세부적인 국내외 자료통합과 세밀한 분석, 항만기술의 분류체계 확립, 기술개발 우선순위 선정, 개발전략 및 중장기 로드맵 수립을 수행하고자 한다.

4. 연구의 방법 및 주요 연구내용

1) 기술개발 로드맵(TRM : Technology Road Map)의 정의

윤문섭 외(2004)에 따르면 Kostaff & Shaller(2001)는 TRM(Technology Road Map)에 관련된 다양한 자료조사를 통해 각 자료간의 공통점을 이끌어 내었고 이에 따라 TRM을 다음과 같이 정의하였다고 하였다. “TRM이란 과학기술 요소들 간의 시간적 또는 구조적 관계를 시각적으로 표현한 것이다. 일반적인 도로지도와 비교할 때 도로의 방향, 길이, 폭 등은 시간적 요소와 비유되며 도로 주변의 정보는 구조적 요소에 비유된다”고 하였다. 이는 과학-기술-시장 사이의 상호작용을 통해

특정기술이 진화해가는 양상을 시간적 요소와 공간적 요소로 결합하여 시각적으로 나타낸 것을 의미한다고 하였다.

즉, TRM은 기술을 어떠한 방향으로, 어느 정도의 시간을 가지고, 어떤 기술을 개발해야 할지를 나타내 주는 전략도구라 할 수 있을 것이다.

또한, 윤문섭 외(2004)는 TRM의 주요 내용으로서 개발목표 제품군의 도출, 시장욕구 충족을 위한 핵심 기능분석, 목표달성에 필요한 핵심기술과 기술발전정도의 예측, 보유기술 및 핵심역량 평가 등이며 필요시 대략적인 비용을 포함한 개발전략과 일정을 규정하고 불확실성과 리스크 분석을 포함시키기도 한다고 하였다.

2) 기술개발 로드맵(TRM : Technology Road Map)의 수립 방법론

TRM의 작성은 그 작성주체에 따라서, 작성내용과 고려해야 할 요소에서 차이가 나타난다. 즉 윤문섭 외(2004)에 따르면 TRM의 작성주체가 기업, 산업, 국가인지, 대상내용이 제품, 기술, 기술전반인지에 따라 다양한 형태로 나누어진다고 하였다.

Kappel(2001)은 작성주체와 분석대상의 두 가지 기준으로 TRM을 네 가지로 유형화하였다. 즉 작성주체의 측면은 국가나 산업차원에 있어 미래에 대한 기술방향을 얻기 위한 것인지 기업차원에서 향후 전략과 제품개발을 위한 것인지를 구분하였다. 또한, 분석대상 및 범위측면에서는 과학기술분야 전반에 걸친 동향분석을 통한 기회 탐색인지, 특정제품 개발을 위한 구체적 목표와 추진전략을 설정하기 위함인지를 구분하고 있다.

<표 1-3> **기술개발 로드맵 수립목적과 범위에 의한 유형**

기준		작성범위	
		과학기술 전반 및 산업	기업
작성 목적	메가트렌드 분석	과학기술 로드맵 (S&T Roadmaps)	제품-기술 로드맵 (Industry-Technology Roadmaps)
	경쟁위치	산업로드맵 (Industry Roadmaps)	제품로드맵 (Product Roadmaps)

국내에서는 TRM 작성을 삼성종합기술원이 1999년부터 반도체, 디스플레이

(Display), 광통신 등의 기술기획에 활용하면서 소개되기 시작하였다.

현재까지 대표적으로 나타난 로드맵 작성은 삼성종합기술원의 기술 로드맵, 국가과학기술위원회의 기술 로드맵, 산업자원부의 부품소재기술 로드맵 등 3가지로 나누어볼 수 있으며 각각의 로드맵 수립절차는 다음과 같다.

삼성종합기술원의 기술 로드맵은 시나리오 작성-핵심기술군 규명-로드맵 전개-후보기술 명시-세부기술별 로드맵 작성-실행계획 작성 등 총 6가지 단계를 거쳐 기술 로드맵을 개발하고 있다.

<표 1-4> **삼성종합기술원의 기술 로드맵 수립**

단계	세부절차	내용
1단계	시나리오 작성	• 변화를 초래할 수 있는 환경인자 감안한 3~4개 시나리오 작성
2단계	핵심기술군 규명	• 각 시나리오별 미래 사업성공에 최우선되어야 할 성능을 선정 • 이에 따른 개별 핵심기술과 그룹화한 핵심기술군을 규명
3단계	로드맵 전개	• 기술군으로 얻어진 구요 기술동향이나 결과를 시간축에 따라 명시 - 특히 주요기술 및 제품, 그리고 시장에 대한 기술의 흐름이 나타나도록 로드맵을 전개
4단계	후보기술 명시	• 기술발전 추이를 주시하면서 신규 또는 돌발적 출현가능한 주요 후보기술들을 명시
5단계	세부기술별 로드맵 작성	• Technology Program 단위의 세부기술별 로드맵을 작성
6단계	실행계획 작성	• 다양한 Technology Program 의 자원과 시간적 문제점 등을 조정하는 실행계획 작성

자료 : 길영준, 「전략통합형 R&D를 위한 과학적 연구방법론에 관한 연구」, 과학기술정책연구원, 2002.

이에 비해 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립은 장기기획의 성격으로서 기획의 범위가 넓고 중장기적 기획을 지원하는데 적합한 방법이다. 따라서, 이를 통해 정부차원의 연구 개발 기획, 민간기업에 대한 향후 기술개발 자료로 제공하며 이를 통한 정부의 기술개발 기본계획에 적극 반영함으로써 선택과 집중에 의한 국가 차원의 미래 연구 개발에 중점을 두고 있다.

국가과학기술위원회의 로드맵 수립단계는 크게 2가지 단계로 나누어지며 각 단계별로 세부단계로 나누어진다. 즉 1단계의 경우 대상제품/시장의 니드를 도출하며 세부단계로서 국내외 기술전망, 환경변화 및 니드분석, 분야별 핵심제품/니드도출, 종합검토 및 의견수렴 절차를 거치게 된다. 2단계는 로드맵 작성 단계로서 핵심제품 및 니드별 핵심기술 도출, 기술지도 작성, 종합검토 및 수정보완 단계로 수행된다.

<표 1-5> **국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립**

단계	세부절차	내용
1단계	대상제품/ 니드(Need) 도출	• 국내외 산업 및 기술발전 전망 • 환경 및 니드분석 • 분야별 핵심제품/니드 도출 • 종합검토 및 의견수렴
2단계	로드맵 작성	• 핵심제품/니드별 핵심기술 도출 • 기술 로드맵 작성 • 종합검토 및 수정보완

자료 : 윤문섭외, 「국가연개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발」, 과학기술정책연구원, 2004.

산업자원부의 부품・소재 기술 로드맵 수립은 국가과학기술위원회의 로드맵과는 달리 성능목표, 주요기술분야 확정을 포함하는 목표설정 단계가 추가되고 기술대안 및 실현시점 전망과 기술 포트폴리오를 수립하는 세부단계가 추가된다.

<표 1-6> **산업자원부의 부품・소재 기술 로드맵 수립**

단계	세부절차	내용
1단계	대상부품/ 소재도출	• 대상분야 도출 • 미래시장 수요예측 • 동향 및 자료조사 • 세세부품/소재도출 및 우선순위 설정
2단계	목표설정	• 성능목표 설정 • 주요 기술분야 확정 • 핵심기술 driver 파악
3단계	기술 로드맵 작성	• 기술대안 및 실현시점 전망 • 기술 로드맵 작성 • 기술 포트폴리오 • 최종검토 및 의견수렴

자료 : 윤문섭외, 「국가연개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발」, 과학기술정책연구원, 2004.

따라서, 산업자원부의 부품・소재 기술 로드맵 수립단계는 크게 3가지 단계로 나누어지며 각 단계별로 세부단계로 나누어진다. 즉 1단계의 경우 대상부품/소재 도출 단계로서 미래시장 예측과 동향파악을 통한 개발을 위한 부품/소재도출과 각 개발품에 대한 우선순위를 설정하고 각 우선순위별 성능목표와 주요 기술분야, 핵심기술을 파악한다. 마지막 단계로 기술대안 및 실현시점에 따른 로드맵 작성과 포트폴리오를 작성하는 순으로 진행된다.

3) 본 연구의 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵(PTRM : Port Technology Road Map) 수립 방법론

본 연구에서 수행하고자 하는 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립의 목적은 정부의 향후 기술개발 방향 설정, 정책수립, 민간기업의 제품로드맵 수립을 위한 가이드 제시이다.

따라서, <표 1-3>의 기술개발 로드맵 수립목적과 범위에 의한 유형중 기술 로드맵 수립범위는 기술전반 및 산업범위이고 수립목적은 메가트렌드 분석이 목적으로서 과학기술 로드맵 수립으로 적용될 수 있다.

따라서, 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립을 위한 세부적 방법으로는 <표 1-5>의 국가과학기술위원회의 기술 로드맵 수립을 위한 방법을 변형하여 본 컨테이너 항만기술 개발 로드맵 수립에 적합한 방법론을 도출하였다.

본 연구의 국내 컨테이너 항만기술의 로드맵 수립방법은 항만환경변화 분석, 항만기술의 분류, 분야별 추세변화와 미래방향 예측, 분야별 핵심기술 도출, 로드맵 작성, 추진전략 및 정책수립 등 총 6단계로 구성되어 진행된다.

세부적으로는 항만기술정보 실태조사를 위해 공개정보로서 관련문헌 및 인터넷 정보를 이용하였으며 항만기술 관련기관과의 제휴관계를 활용한 전문 기술정보와 외부 관련기술 전문가의 자문을 통해 전문적 분야의 정보를 수집한다.

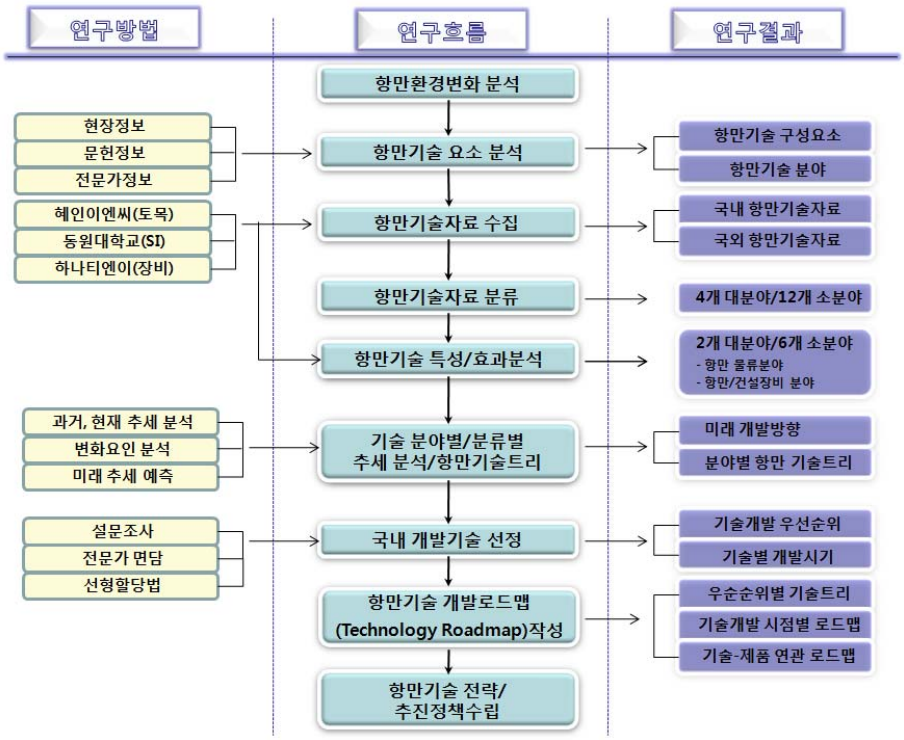
또한, 항만기술 분야별 국내외 실태분석을 위해 국내외 출장을 통한 현장정보 수집과 항만기술별 특성에 따라 항만인프라스트럭쳐 분야는 항만전문 엔지니어링 업체, 정부출연연구기관과 항만슈퍼스트럭쳐의 일부분야를 장비관련기업, 항만운영시스템분야는 대학 등 전문기관과의 공동연구를 수행한다.

각 항만기술 분야 및 분류별로 기술조사를 수행한 후 각 특성 및 효과를 분석하고 그에 따른 기술분야 및 분류별 향후 발전추세를 예측한다.

<표 1-7> **국내 컨테이너 항만기술의 로드맵 수립방법**

단계	세부절차	내용
1단계	항만환경변화 분석	• 총 6개 분야의 항만환경 변화 검토/분석
2단계	항만기술의 분류	• 항만기술에 대한 분야별 중분류와 소분류
3단계	분야별 추세변화와 미래방향 예측	• 분야별 기술동향과 자료조사
		• 분야별 항만기술에 대한 추세변화와 미래개발방향 예측
4단계	분야별 핵심기술 도출	• 미래 개발방향에 따른 핵심개발기술 도출
		• 종합검토/설문/의견수렴
		• 개발기술 우선순위 도출
5단계	로드맵 작성	• 개발기간별/개발시기별에 따른 Macro 기술 로드맵 작성 • 개발기술에 따른 실용화제품의 상관관계 분석 로드맵
6단계	추진전략/정책	• 컨테이너 항만기술 추진전략 및 정책

<그림 1-2> **연구의 방법**



조사・분석된 기술별로 기술트리(Technology Tree)를 작성하며 각 기술별 국내의 대응 개발기술 선정을 위해 설문조사를 통해 국내 개발 대응기술을 선정하였다. 선정과정에서 선정기준을 수립하고 자체적 선정기준에 따른 1차 필터링을 통해 1차적인 개발기술을 압축・선정하였으며 전문가 설문을 활용하여 WFC(Weight Factor Comparison) 및 다요소 의사 결정(Multi-Attribute Decision Making : MADM) 중 선형할당 분석방법을 통해 최종 대응기술을 선정한다.

각 선정된 기술을 바탕으로 국내 대응 개발기술에 대한 기술트리(Technology Tree)를 작성하고 각 분야별/기술별로 개발시기, 개발기간, 기술-제품간 항만기술 로드맵을 작성한다.

최종적으로 국내 대응 항만기술 로드맵을 실행하기 위한 정책적 전략 및 정책적 추진방향을 제시한다.

제 2 장 컨테이너 항만의 환경변화와 항만기술 구성요소

1. 컨테이너 항만의 환경변화

1) 컨테이너 물동량의 변화

최근 세계적인 교역규모의 증가와 아시아의 경제성장 급증으로 인한 세계 컨테이너 물동량은 2002년부터 2006년까지 지속적으로 연간 10% 이상의 컨테이너물동량 증가를 가져왔다.

특히 2003년, 2004년에는 극동아시아, 중동과 동유럽의 급격한 성장세에 힘입어 연간 14% 이상의 가파른 성장세를 나타내었다.

<표 2-1> **세계 컨테이너물동량의 증가율**

(단위:%)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006
극동아시아	5.7	16.6	20.3	18.3	12.4	13.0
중동	11.1	10.8	17.4	23.6	14.1	10.9
동유럽	34.9	25.0	26.0	31.0	36.0	18.9
세계	5.0	11.7	14.3	14.8	10.1	10.3

자료 : Drewry, Container Market Reveiw and Forecast 2006/07, 2007.

지역별로 컨테이너 물동량 처리량은 한국, 중국, 일본을 포함하는 극동아시아가 1980년 760만TEU, 1990년 2천 3백만TEU에서 2006년 1억 5천 8백만TEU로 각각 20배, 7배 이상, 그 처리규모도 타 지역에 비해 가장 높은 것으로 나타나고 있다. 2005, 2006년도 극동아시아의 처리물동량이 세계의 물동량 중 35% 이상을 차지하고 있으며 이는 2000년 이후 중국의 고속성장을 비롯하여 극동아시아의 급속한 교역규모 증대에서 그 원인을 찾아볼 수 있다.

세계적으로도 현재 2006년의 컨테이너 처리물동량은 4억 4천 1백만TEU로 1980년에 비해 11배, 1990년에 비해 5배 이상의 증가세를 나타내고 있다.

<표 2-2> **세계 지역별 컨테이너 처리물동량 실적**

(단위:천TEU)

구분	1980	1990	2001	2006
북아메리카	9,513	16,659	31,212	48,005
서유럽	11,753	22,552	52,907	82,540
극동아시아	**7,662**	**23,001**	**75,163**	**158,372**
동남아시아	1,872	9,729	37,126	58,469
중동	1,943	3,583	12,328	25,073
중남미	2,358	5,078	18,880	30,085
오세아니아	1,611	2,334	5,319	7,886
남아시아	249	1,780	5,873	10,697
아프리카	1,469	2,707	7,756	15,490
동유럽	373	627	1,580	15,490
세계	**38,821**	**88,049**	**248,143**	**441,889**

자료 : Drewry, Container Market Review and Forecast 2006/07, 2007.

<표 2-3> **세계 지역별 컨테이너 처리물동량 예측**

(단위:%, 천TEU)

구분	2006	2011	증가율
북아메리카	48,005	66,750	39
서유럽	82,540	117,244	42
극동아시아	**158,372**	**259,331**	**64**
동남아시아	58,469	86,410	48
중동	25,073	39,710	58
중남미	30,085	43,750	45
오세아니아	7,886	11,433	45
남아시아	10,697	18,009	68
아프리카	15,490	25,250	63
동유럽	15,490	13,076	-16
세계	**441,889**	**680,962**	**54**

자료 : Drewry, Container Market Review and Forecast 2006/07, 2007.

향후 세계의 컨테이너 처리물동량 예측을 살펴보면 2011년 총 6억 8천만TEU로서 2006년에 비해 약 54% 증가될 것으로 예측되며 연평균 9~10%대의 고성장을 달성할 것으로 예측되고 있다.

절대적인 처리량에서는 극동아시아가 2억 5천 9백만TEU로 가장 높으며 증가율 64%를 비롯하여 중동, 남아시아, 아프리카 등이 고성장세를 유지할 것으로 나타나고 있다.

따라서, 세계 컨테이너물동량의 변화를 고려하여 보았을 때 물동량의 변화에 따라 이를 둘러싼 선사와 항만운영사의 운영전략, 항만시설 및 항만기술의 개발방향에도 상당한 영향을 미치게 될 것으로 판단된다.

2) 선사의 변화

2006년 중반 운항되고 있는 총 선박수는 3,784대로서 총 871만TEU의 규모이며 10년전 350만TEU에 비해 2.5배 성장을 하고 있다. 특히 2006년 말까지 예측치이긴 하나 선박의 총 선복량은 9,376TEU로서 1992년 이래 매년 9~10% 이상의 성장을 거듭하고 있으며 2005년, 2006년에는 13.3%, 15.5%로서 성장세가 더욱 가속화되고 있다.

<표 2-4> **세계 컨테이너선대의 선복량 변화**

(단위:%, 천TEU)

구분	선복량	증가율
1992	1,916	9.1
1993	2,101	9.7
1994	**2,371**	**12.9**
1995	2,684	13.2
1996	3,048	13.6
1997	3,553	16.6
1998	4,032	13.5
1999	4,335	7.5
2000	4,799	10.7
2001	5,311	10.7
2002	5,968	12.4
2003	6,529	9.4
2004	7,162	9.7
2005	8,117	13.3
2006	9,376	15.5

자료 : Drewry, Container Market Review and Forecast 2006/07, 2007.

이와 더불어 선박의 크기도 점차적으로 대형화되고 있다. 1990년 인도된 최대 컨테이너선의 크기는 4,409TEU이며 2005년 9,200TEU, 2006년 머스크라인(세계 1위)의 1만 1천TEU급 초대형선이 운항되기 시작하였다. 동 선박은 극동아시아-유럽간의 정기항로에 투입되어 운항되고 있다. 최근 들어 글로벌 선사들의 선박 대형화 경쟁이 가속화되고 있는데 스위스선사 MSC(세계 2위)와 프랑스선사 CMA CGM(세계 3위)는 국내 조선에 발주한 선박의 설계변경을 통해 1만 1,300TEU급 규모의 선박을 대량 발주하였으며, 삼성중공업은 2007년 5월 세계 최대크기의 1만 2,600TEU급 초대형 컨테이너선 8척을 수주하였다.

<표 2-5> **최대 컨테이너선형의 변화**

(단위 : TEU)

구분	최대선형
1992	4,469
1993	4,469
1994	4,743
1995	4,960
1996	6,418
1997	7,060
1998	7,060
1999	7,060
2000	7,060
2001	7,500
2002	7,500
2003	8,063
2004	8,468
2005	9,200
2006	11,000

자료 : Drewry, Container Market Review and Forecast 2006/07, 2007.

이와 같이 세계적 주요 선사들이 선박의 규모를 확대하고 있는 상황에서 해운 전문가들은 주력선종이 현재의 5,000TEU에서 8,000～1만TEU급 선박으로 확대될

것으로 예측하고 있다. 또한, 향후 몇 년 이내에 1만 5천TEU급 선박의 등장도 앞당겨질 것으로 예측되고 있다.

이는 규모의 경제에 따른 선사들의 운항원가 절감으로 타 선사에 대해 경쟁력 우위를 확보하고자 하는 의도로서 이러한 변화추세에 적절하게 터미널 운영사의 전략, 항만시설 및 항만기술 개발 방향도 이루어져야 할 것이다.

3) 터미널 운영사의 변화

컨테이너터미널의 운영사는 크게 항만의 기반시설 및 상부시설의 투자, 운영방식에 따라, 공공운영, 민간운영, 공공+민간운영으로 나누어진다. 이 가운데 HPH (Hutchison Port Holdings), APM터미널, PSA, Cosco, P&O, DPW(Dubai Port World) 등은 글로벌터미널운영사(GTO:Global Terminal Operators)로서 항만의 환경변화에 따라 지속적으로 세계 여러 국가에 컨테이너터미널 운영과 투자를 확대해 나가고 있으며 그 영향력 또한, 강화해 나가고 있는 추세에 있다.

2004～2006년 Drewry Shipping Consultant 자료에 의하면 세계 항만시설의 개발은 2003년 4억 1천 8백만TEU, 2004년 4억 5천 5백만TEU, 2005년 5억 7백만TEU로 연간 10% 내외의 성장을 하고 있으며 향후 성장세는 좀 줄어드나 2010년까지 연평균 5.1%의 성장세를 유지할 것으로 예측하고 있다. 이 중 GTO가 확보하고 있는 항만시설능력은 2003년 54.9%, 2004년 56.8%, 2005년 58.4%로 매년 증가하고 있는 추세에 있으며 2010년까지 연평균 증가율은 5.7%로 예측되고 있다.[2)]

컨테이너터미널 운영사의 경우 항만환경 변화에 가장 민감하고 빠르게 대응하는 부분은 하역시설 중 컨테이너크레인이다. 예를 들어 물동량의 증가가 컨테이너선형의 대형화를 유도하고 초대형 컨테이너선에 대한 서비스를 위해서는 선박작업과 가장 밀접한 부분인 안벽장비의 대형화가 필요하다. 즉 컨테이너터미널 운영사는 고객인 선사 보유선박에 대한 높은 수준의 하역서비스를 제공하여야 세계중심항만의 경쟁에서 우위를 점할 수 있다.

이러한 의미에서 2.2절에서 언급한 바와 같이 현재의 선박 추세를 살펴보면 선사들이 보유하고 있는 선박의 크기는 점점 더 대형화되고 있기 때문에 과거 세계적으로 6～7곳의 기항항만을 4～5개 항만으로 축소하고 있는 추세로 가고 있다. 따라서, 고객에 대해 서비스 수준이 떨어지는 항만은 중심항의 경쟁에서 뒤처지게

2) Drewry, Global Container Terminal Operators 2003～2006, 2003～2006.

되고 피더항으로서의 기능을 가질 수밖에 없는 상황에 이를 수도 있다.

따라서, 항만운영사들은 선사의 대고객 서비스의 효과가 가장 높은 컨테이너크레인에 투자를 지속하고 있으며 과거 16열 이하의 컨테이너크레인이 주력장비였다면 4~5년이 지난 2005년에는 1만TEU급 이상의 선박에 대한 서비스가 가능한 22열의 컨테이너크레인 설치가 급속히 진행되고 있는 상황이다.

<표 2-6>을 살펴보면 20열 이하의 컨테이너크레인 수는 3개년 동안 별 변동이 없었으나 20열 이상의 컨테이너크레인 설치는 급속히 증가하고 있다. 특히 22열 이상의 컨테이너크레인은 2005년 291대로 2004년 180대에 비해 60% 이상의 증가율을 보이고 있다. 또한, 초대형 컨테이너크레인으로 갈수록 세계 터미널 운영사 크레인 보유비율 중 GTO 소유의 크레인 비율이 급격히 높아지고 있는 것도 향후 중심항만 경쟁에서 GTO 소유의 항만이 우위에 설 가능성이 높아지고 있는 것을 의미한다.

<표 2-6> **세계 컨테이너크레인의 아웃리치별 분포**

(단위 : 대)

구분	16열 이하	16~18열	18~20열	20~22열	22열 이상	계
2003	1,723 (686, 39.8%)	746 (495, 66.4%)	412 (320, 77.7%)	254 (198, 78.0%)	-	3,127 (1,691, 54.1%)
2004	1,733 (692, 39.9%)	792 (522, 65.9%)	455 (361, 79.3%)	200 (153, 76.5%)	180 (149, 82.8%)	3,360 (1,877, 55.9%)
2005	1,792 (722, 40.3%)	835 (554, 66.3%)	498 (394, 79.1%)	267 (210, 78.7%)	291 (235, 80.8%)	3,683 (2,115, 57.4%)

주 : 1. 16열 이하는 해측레일부터 아웃리치 44m 이하.
16~18열은 해측레일부터 아웃리치 44~50m.
18~20열은 해측레일부터 아웃리치 50~56m.
20~22열은 해측레일부터 아웃리치 56~62m.
22열 이상은 해측레일부터 아웃리치 62m 이상.
2. ( )는 GTO(Global Terminal Operator)의 보유대수와 점유비율.

자료 : Drewry, Global Container Terminal Operators 2003~2006, 2003~2006.

4) 항만 인프라스트럭쳐(Infrastructure)의 변화

항만 인프라스트럭쳐는 안벽, 야드 등 항만의 토목적 기반시설물을 의미한다. 안벽시설물은 컨테이너선이 접안하여 하역을 수행하고 컨테이너크레인이 장착되

어 놓이는 공간으로서 선박의 규모에 따라 안벽의 형태, 안벽의 수심, 안벽을 건설하기 위한 기반시설인 케이슨의 규모 등이 결정된다. 항만의 야드는 주로 매립에 의해 부지조성이 이루어지며 야드 기반시설을 조성하기 위해 연약지반 처리를 통한 부지 침하를 최소화함으로서 안정적인 항만인프라를 구축하게 된다.

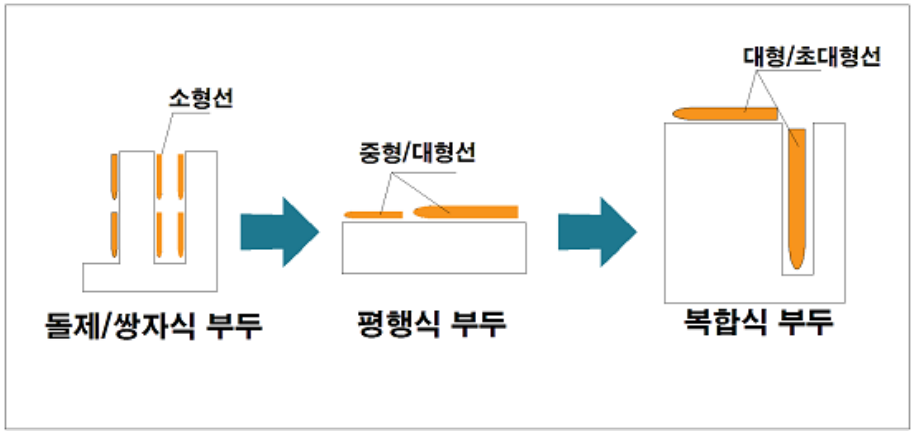
(1) 안벽형태의 변화

일반적인 부두의 안벽형태는 평행식부두(Marginal Wharf), 돌제식부두(Jetty Type Wharf), 쌍자식부두(Double Jetty Type Wharf), 섬식부두(Detached Wharf), 복합식부두(Compound Wharf), 굴입식부두(Indented Wharf) 등으로 나뉘어지며 컨테이너터미널의 경우 배후부지를 많이 활용할 수 있는 평행식부두의 형태가 대부분이다.[3)]

<표 2-7> **안벽형태별 구분**

구분	국내 적용시기	대상선박	국내외 적용항만
돌제/쌍자식부두	1970년대 이전	2천TEU급 이하	인천항
평행(일자)식부두	1970년대 이후	2천~1만2천TEU급	국내 주요컨테이너항만
복합식부두 (평행식+굴입식안벽)	없음	1만5천TEU급 이상	Ceres Paragon 터미널(네덜란드)
섬식(잔교식)부두	없음	5천~8천TEU급	Thamesport(영국)

<그림 2-1> **컨테이너터미널 안벽형태의 변화**



3) 이철영, 「항만물류시스템」, 1998.

과거 돌제식부두, 쌍자식부두, 굴입식부두의 경우 선박이 소형선이거나 환적을 주로 취급하는 항만에 많이 건설되었으며 섬식의 경우 곡물, 석탄 등 일반화물을 취급하는 소형선 부두에 많이 적용되고 있다.

그러나, 컨테이너선의 대형화에 따라 컨테이너부두의 경우에도 평행식부두로만 건설되지 않고 다양한 안벽형태로 개발되고 있다.

과거 돌제식, 쌍자식, 섬식, 굴입식의 경우 안벽 전면에 2천TEU급 이하의 소형선박이 여러대 접안하는 작업형태를 가졌다. 그러나, 선박이 초대형화됨에 따라 선박의 선장, 선폭 등이 증대되어 굴입식, 섬식(잔교식)의 부두형태가 과거 다수의 소형선박을 위해 건설되던 형태에 비해 8천~1만 5천TEU급의 단일선박 접안에 이용될 수 있도록 안벽의 형태와 용도가 변화하고 있다.

현재 네덜란드 Ceres Paragon 컨테이너터미널의 경우 초대형선의 입항과 안벽생산성 향상을 위해 평행식안벽과 굴입식안벽을 혼합한 복합식 부두가 운영되고 있다.

(2) 안벽수심의 변화

컨테이너 선박이 대형화됨에 따라 접안을 위한 안벽수심의 변화도 필수적이다. 일반적으로 안벽수심은 컨테이너선의 최대흘수에 여유깊이 10% 내외를 감안한 깊이를 안벽의 수심으로 설정한다.

<표 2-8>을 살펴보면 안벽의 수심은 2천 5백~5천TEU급 선박의 경우 약 15.0m 내외이며 7천~1만 3천TEU급 선박의 경우 16.0~17.0m 내외에 이를 것으로 나타났다. 선박 규모의 증가에 비해 안벽수심이 급격하게 증가하지 않는 것은 선박이 대형화될수록 깊이보다는 선박의 폭방향과 길이방향으로 규모를 증가시키기 때문에 다른 구성요소의 변화에 비해 수심의 변화는 미미한 것이다.

<표 2-8> **안벽수심의 변화**

구분	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대	6세대	7세대	8세대
선형 (TEU)	700~1,500	1,800~2,300	2000~2,500	2,500~4,400	4,300~5,400	6,000~6,670	7,000~8,700	9,000~(13,000)
최대흘수 (m)	10.5	11.5	13.2	13.5	13.5	14.0	14.5	(15.0)
안벽수심 (m)	11.6	12.7	14.5	14.9	14.9	15.4	16.0	16.5

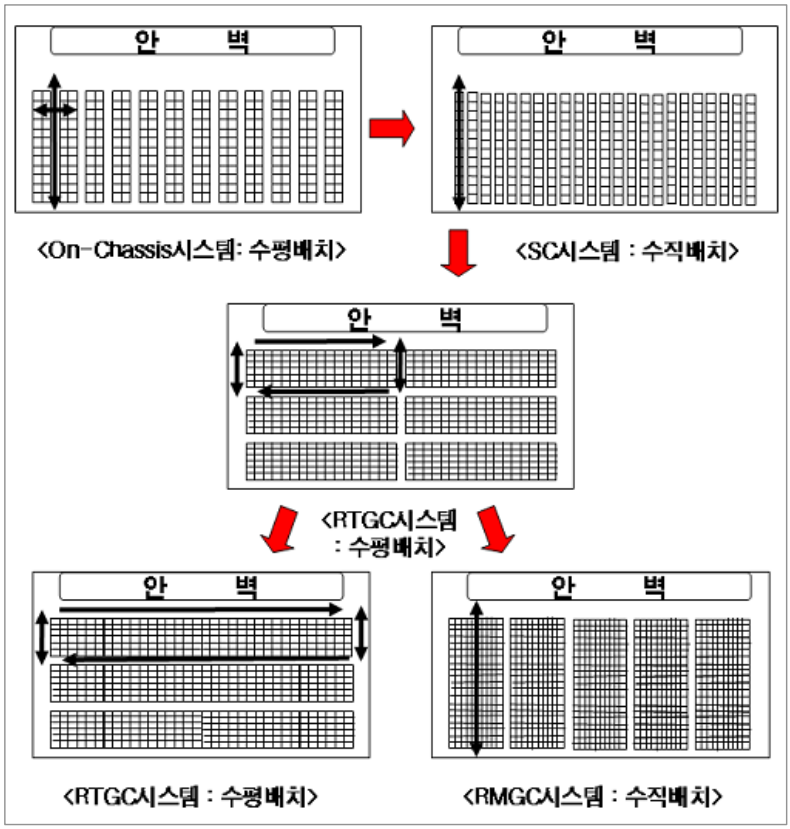
그러나, 안벽수심은 항만을 건설하기 위한 기초적인 인프라시설이므로 향후 입항선박의 변화에 따라 이를 보완하거나 안벽수심을 증심하기가 매우 어려워 건설계획단계에서 대상선박에 대한 정확하고 적절한 예측을 필요로 한다.

(3) 야드장치장의 변화

안벽장비의 변화, 야드장비의 변화, 이송장비의 변화에 따라 전반적인 항만 하역시스템의 변화가 일어나고 각 항만의 특성에 따라 야드장치장의 변화도 일어나고 있다.

특히 야드장치장의 부지효율성 증대를 위해 고단적, 광폭화된 야드장비를 사용하게 되고 야드장비의 생산성이 저하되지 않는 범위내에서 야드의 면적당 적재량을 증가시키는 방향으로 변화하고 있다.

<그림 2-2> **야드장치장의 발전단계**



따라서, 야드장치장은 기존의 세분화된 블록별 수평배치형태를 벗어나 통합화된 수평배치, 수직배치, 수평과 수직배치의 혼합형태 등 다양한 배치형태로 나누어지고 있으며 블록당 단적수 또한, 1단에서부터 8단적까지 적재된다.

야드장치장의 변화는 야드시스템의 요구생산성 증가, 야드장비의 기술발전, 부지효율성 증대 등의 요인으로 과거 저단적의 On-Chassis 시스템에서 최대 3~7단적, 6~9열까지 항만생산성을 증가시키는 고단적, 광폭화시스템으로 변화하고 있다.

<표 2-9> **야드장치장의 변화**

구분	1970~1980년대	1990년대	2000년대
단적/열수	1단 1열	3~4단 5~6열	3~6단 6~7열(RTGC) 5~7단 6~9열(RMGC)
적용장비	On-Chassis	SC	RTGC, RMGC
배치형태	수평배치	수평배치	수평배치(RTGC) 수평/수직배치(RMGC)

5) 항만 슈퍼스트럭쳐(Superstructure)의 변화

컨테이너 항만에서의 슈퍼스트럭쳐는 토목적인 인프라스트럭쳐를 제외한 하역장비를 의미한다. 즉 컨테이너터미널에서 서비스를 받거나 서비스를 수행하는 시설 또는 상부시설 구조물로서 선박, 안벽장비, 이송장비, 야드장비, 게이트 등이 이에 해당된다.

컨테이너터미널에서 취급되는 선박은 컨테이너 전용선으로서 교역규모의 증대에 따라 등장하는 컨테이너 최대선형의 크기도 급증하는 추세에 있다.

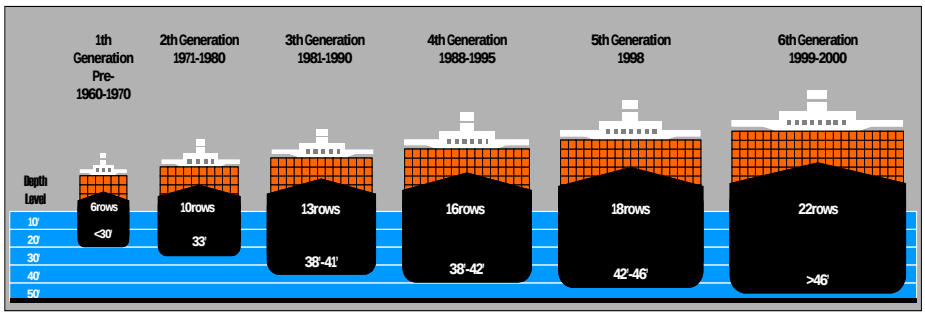
1957년 미국의 시랜드사가 미국내 연안수송에 소형 탱크선을 개조한 최초의 컨테이너선인 게이트웨이씨티(Gateway City)호를 운항한 이래 10년뒤인 1968년에 1세대 700TEU급인 전용 컨테이너선이 등장하였으며 여러 단계의 컨테이너선 대형화를 거쳐 40여년이 지난 2007년에 초대형선 11,500TEU급인 엠마머스크(Emma Maersk)호가 등장하게 되었다. 또한, 2007년 중반 독일의 피터돌레사가 삼성중공업에 12,600TEU급 선박 8척을 발주함으로써 바야흐로 초대형 컨테이너선의 시대

가 급속히 진행되고 있다.

컨테이너선의 초대형화는 세계적으로 컨테이너 물동량의 증가, 대형선사의 통합화・거대화, 운항연료비 증가, 운임의 하락화 등에 따라 규모의 경제를 추구하려는 선사 전략의 일환으로 나타나고 있다.

이러한 추세로 보았을 때 향후 5년 이내 1만 5천TEU급 선박의 등장이 예견될 수 있으며 선박의 초대형화 경쟁은 가속도를 더할 것으로 판단된다.

<그림 2-3> **컨테이너 선박의 대형화**



자료 : Elliott, J., “Handling System Design and Performence”, TOC EUROPE, 2005.

컨테이너터미널에서 터미널의 생산성을 결정짓는 가장 중요한 하역시설인 컨테이너크레인(C/C : Container Crane)은 기항하는 선박의 크기변화에 따라 변화되어 왔다.

이는 다양한 선박이 기항하는 항만의 첫 서비스 창구인 컨테이너크레인은 선박의 크기에 상관없이 원활한 서비스가 가능해야 하며 또한, 신속한 서비스를 제공할 수 있어야 하기 때문이다. 따라서, 선박의 대형화에 따라 선폭이 증가되어 왔고, 증가된 선폭에 대응하기 위해서는 컨테이너크레인의 아웃리치가 이에 대응하여야 하며 아웃리치가 장대화됨에 따라 구조 및 안정성적 측면에서 전반적인 크레인의 제작규모도 비례적으로 증가되어야 한다. 또한, 선박의 초대형화에 따른 취급물량의 증가로 컨테이너크레인 성능 또한 증가되어야만 선박에 대한 원활한 서비스가 가능하다.

그러므로 컨테이너크레인의 변화는 컨테이너크레인의 제작 및 운영측면에서는 아웃리치/레일스팬의 장대화, 장치의 고성능화 및 자동화 쪽으로 변화하고 있다.

이송장비의 경우 장비크기의 변화보다는 기능적 변화를 많이 가져오게 되었다. 과거의 이송장비는 이송장비와 연계되는 안벽장비, 야드장비와의 작업에서 YT

(Yard Tractor) 및 AGV(Automated Guided Vehicle)가 도착하여야만 컨테이너 작업이 이루어지는 수동적 기능을 가진 장비가 사용되었다. 따라서, 타 장비와의 연계작업시 이송장비가 도착하여야만 이송장비의 이송작업이 수행되기 때문에 타장비의 작업완료까지 대기시간이 발생할 수밖에 없어 이러한 이송장비의 수동적 기능이 터미널의 전반적 생산성을 저해시키는 주요원인으로 작용할 수밖에 없었다. 그러므로 이러한 단점을 보완하기 위해 SC(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier)와 같이 자가하역기능을 추가함으로써 이송장비의 도착여부에 상관없이 지속적으로 작업이 가능한 추세로 변화하는 기능적 변화가 진행되고 있다. 또한, 자동화터미널이 늘어남에 따라 사람이 개입하지 않는 무인이송차량을 개발·투입함으로서 인력절감을 위한 방향으로 변화하고 있다.

현재 컨테이너터미널의 야드장비는 섀시(Chassis), SC, RTGC(Rubber Tired Gantry Crane), RMGC(Rail Mounted Gantry Crane), OHBC(Over Head Bridge Crane) 등이 사용되고 있다.

컨테이너 항만의 초기에는 넓은 부지면적과 적은 물동량을 가진 항만의 특성상 1단적의 섀시시스템을 사용하였으나 항만의 건설비용 증가, 부지활용성의 증가요구, 고생산성 항만의 필요성에 의해 고단적이 가능하고 부지효율성을 증가시킬 수 있는 RTGC, RMGC, OHBC 등 다양한 야드하역장비가 등장하여 운영되고 있다. 더불어 고단적 적재창고시스템, 웨어하우스시스템 등 부지효율성을 극대화하면서 고효율의 야드운영이 가능한 연구 개발도 활발히 이루어지고 있는 상황이다.

따라서, 야드장비는 과거 장비의 저단적화에서 고단적화, 광폭화, 자동화로 도입하는 추세에 있으며 첨단 장비의 적용비율도 높아지고 있는 추세에 있다.

향후 발전될 4세대의 야드장비는 항만의 성격에 따라 달라질 것으로 판단되나 중소형 항만은 RTGC시스템, 대형항만은 보다 광폭화된 RMGC시스템을 채용할 것으로 예견되며 현재의 시스템보다는 부지효율성이 높고, 고생산성이며 경제적으로 우수한 야드장비가 개발될 것으로 판단된다.

게이트의 경우 외부트럭의 반출입 정보수집과 전송을 위해 다양한 방식의 데이터 수집기술을 사용하고 있다.

과거의 게이트 정보수집을 위해 도큐먼트 전달 방식에서 Bar-code방식, 그리고 현재에는 한 단계 발전된 광학문자인식방식(OCR : Optical Character Recognition System)이 활성화되어 있으며 향후 5년 이내에 첨단의 RFID(Radio Frequency IDentification) 방식을 채용함으로써 게이트에서의 진출입 대기시간을 최소화시켜

터미널의 생산성을 향상시키는 방향으로 변화하고 있다.

6) IT(Information Technology)의 변화

항만간의 경쟁이 심화되고 대형 컨테이너 선사들도 동맹이나 상호 합병을 통해 그룹화되면서 컨테이너 선사간의 경쟁도 치열해지고 있으며, 대형선박의 출현 예고 및 해상운송 원가 절감을 위한 미래의 자구책으로 초대형 컨테이너선을 겨냥한 항만개발이 추진되고 있는 상황이다. 또한, 인터넷 사용의 확산과 자동화기술 및 무선통신의 급속한 발전의 변화 속에서 세계 각국은 물류IT 분야에서도 이러한 환경에 적절히 대응하기 위한 다양한 사업을 추진하고 있다.

미국은 민간 기업을 중심으로 전국적인 물류 네트워크를 구축하고 지능형교통시스템(ITS) 중 첨단화물운송체계(CVO)를 핵심 분야로 추진하고 있다. 미국 국가과학기술위원회(NSTC)는 교통혁신기술 개발 및 도입의 가속화를 목표로 육상・해상・항공 교통수단의 개발을 위한 연구를 통해 구체화하고 있으며 향상된 화물수송체계에서는 효율적이고 유연한 화물수송체계를 확립함으로써 국경과 항만에서의 화물이동성 향상 및 기존의 화물수송정보기술과 네트워크 확산에 노력하고 있다.

일본은 최신 IT 기술을 활용한 유통・물류효율화, 환경부담 저감형 물류효율화, 아시아를 하나로 연결하는 '아시아 와이드 심리스 물류권(Asia wide seamless logistics)'의 실현을 목표로 하고 있는데, 그 중 21세기를 앞서가기 위한 첨단물류기술에 역점을 두고 추진하는 유통・물류효율화를 위한 시책에 있어서는 전자태그의 국제표준 확립 및 실증실험 실시와 유통・물류시스템의 정보화와 표준화(인터넷 EDI의 표준화, 상품정보 공유화 시스템 구축) 사업에 역점을 두고 있다.

대만은 디지털 경제 시대에 공급사슬의 성공적 통합을 결정짓는 관건은 e-business라고 보고 1999년부터 e-enabling 프로젝트를 추진하고 있으며, LSP(Logistics Service Provider)간 전자상거래의 통합 및 표준화를 증진시키고, LSP의 인터넷 능력을 강화하기 위해 '2008년 국가발전계획'의 차원에서 이를 강력하게 추진하고 있다.

싱가포르는 무역과 관련된 정보의 흐름을 다루는 IT 기반 시스템의 경쟁력이 물류강국을 결정짓는 관건이라는 인식하에 IT 기반의 통합물류체계를 구축하는 InfoPort 5개년 계획을 추진하고 있다.

EU는 2000년 3월 리스본 정상회담에서 2010년까지 미국을 추월해 EU를 세계에서 가장 역동적이고 경쟁력 있는 지식기반 경제권(the most competitive and dynamic knowledge-based economy)으로 만들어 나가겠다는 이른바 리스본전략(Lisbon Strategy, 혹은 Lisbon Agenda)을 채택했다. 그러나, 구조적으로 인적자원에 대한 투자 부족, 저생산성 일자리 증가, 낮은 IT 산업 비중과 활용 미흡 등으로 인한 저성장과 생산성 하락으로 미국과의 격차를 좁히지 못한 것으로 드러났다. 이에 따라 2005년 경제개혁, 고용증대 및 사회통합을 위해 2010년에 역내 경제성장률을 3% 선으로 끌어올리고, 600만 명 이상의 고용을 창출하는 목표를 설정했다. i2010전략은 이와 같은 新리스본의제(the Renewed Lisbon Agenda)의 틀 속에서 최초로 시행되는 실질적인 추진전략으로 ICT[4]의 광범위한 사용을 통해 경제 전반의 효율성을 제고시키는 것을 목표로 한다. EU는 주요 국가들 간에 존재하는 경제성과의 차이는 주로 ICT 투자, 연구 및 활용 수준과 함께 정보사회 및 시청각미디어 서비스산업의 경쟁력에 기인하는 것으로 평가하고, ICT 서비스, 숙련, 미디어 및 콘텐츠를 경제와 사회의 핵심 성장분야로 발전시켜야 한다고 제안하고 있다.

우리나라는 <그림 2-4>에 나타낸 바와 같이 21세기 동북아 물류허브로서 발전해 나아가기 위해 항만물류분야의 경쟁력 제고에 걸림돌이 되는 인력위주의 하역작업을 탈피, 우리 실정에 맞는 저비용・고효율의 경쟁력 있는 첨단 기능을 보유한 자동화 컨테이너터미널 개발을 추진하고 있다. 특히 항만의 이러한 변화는 국제 경쟁력 강화, 대고객 서비스 증진, 운영환경 개선, 정보 활용가치 향상을 목표로 하는데, 이를 위해 다양한 기초 기술들 간의 연계 및 응용 통합이 이루어지고 있다.

자동화를 위한 항만 IT 기술은 정보이용기술과 자동제어기술 등을 기반으로 재생산되는 다양한 응용기술들을 활용하고 있다. 이러한 기술은 정보이용기술을 응용한 화물추적, 재고관리, XML/EDI 및 창고관리 등이 있으며, 자동제어기술을 응용한 항만자동화기술로서 시설 및 장비운영자동화, 무인반출입시스템, 자동인식기술 등이 있다.

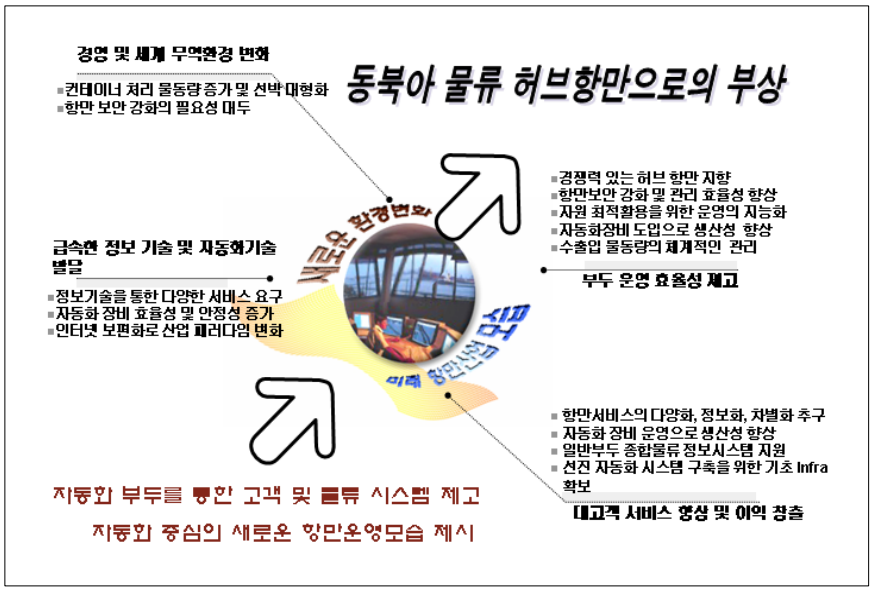
또한, 그동안 정보화와 개인화로 요약되는 현대사회에서 '보안'이라는 개념은 안전을 유지한다는 사전적 의미에서 확대되어 이제는 사회 전반적인 분야에서 가장 중요한 개념으로 부각되고 있다. 게다가 전 세계적인 개방과 공유를 가능하게 하는 인터넷의 출현과 9.11 테러 이후 보안 기술이 항만 IT 기술의 중요한 관심사

4) ICT : 정보기술(Information Technology)과 통신기술(Communication Technology)을 합한 말.

로 대두되고 있다.

그리고 항만이용자나 운영자 측면에서 정보 활용도구로 가장 보편화되어 있는 이동통신과 인터넷 환경도 그동안 폭발적인 성장을 이루어 왔으나 최근 공급 초과 상태에 이르러 성장세가 급격히 둔화되고 있다. 이러한 한계점을 돌파하고자 세계 각국은 이동통신 시장이 음성 위주에서 데이터 통신 및 이동방송 위주로 전환되는 가운데 인텔 등 다국적 통신기업 주도로 개발한 와이맥스(WiMAX)와 삼성전자, 한국전자통신연구원, KT, SKT가 정부의 전폭적인 지원 하에 개발, 상용화에 성공한 와이브로(WiBro) 등과 같은 무선인터넷 기술이 시장 선점을 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 한국전자통신연구원에 따르면 국내 와이브로 가입자 수는 2011년 최대 929만 명에 이를 것으로 예상하고 있어 이에 따라 정부도 새로운 시장창출을 통한 통신시장의 차세대 성장 동력 발굴의 필요성을 느끼고 와이브로 서비스를 u-IT839[5] 에 포함시켜 2006년을 시작으로 2010년까지 가입자 800만 명, 3조원의 와이브로 시장 창출 및 4만 명의 와이브로 관련 고용창출을 목표로 추진 중이다.

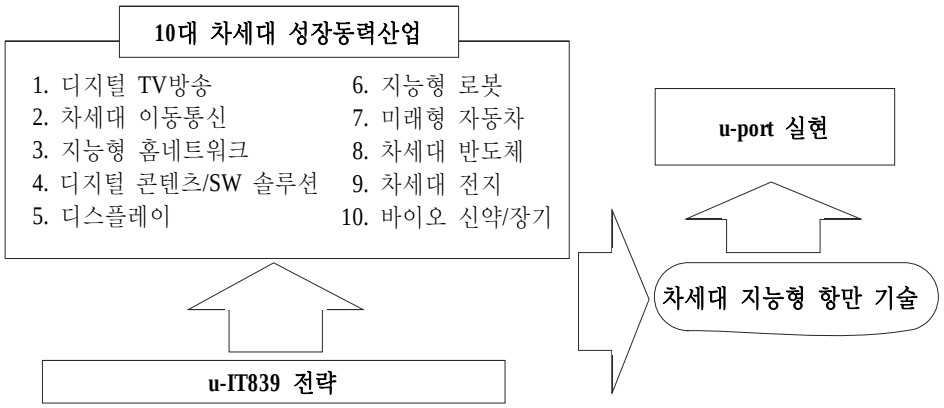
<그림 2-4> **자동화 항만의 비전**



5) IT산업의 가치사슬에 기반을 둔 8대 신규서비스를 도입함으로써 3대 인프라에 대한 투자를 유발시키고 그 인프라 위에 9대 기기산업의 발전을 통해 다시한번 IT강국의 영광을 재현해 보고자 하는 정보통신부의 야심찬 계획.

앞으로 이러한 정보이용기술과 자동제어기술에 보안기술과 와이브로와 같은 무선인터넷 환경이 접목되면 항만은 물론 세계 어느 곳에서든지 언제, 어디서나, 누구와도 네트워크로 연결, 원하는 정보와 자료를 이용해 모든 일을 할 수 있는 유비쿼터스의 시대로 진입할 것이다. 따라서, 항만 IT 기술에 있어서도 10대 차세대 성장동력산업과 u-IT839 전략과 연계, 사용가능한 서비스기술들을 접목하여 차세대 지능형 항만기술이 u-port를 실현하는 선도 기술로 나아가야 한다.

<그림 2-5> **10대 차세대 성장동력산업과 u-IT839전략 및 u-port와의 관계**



2. 항만기술 구성요소 분석

1) 컨테이너 항만의 유형

컨테이너를 취급하는 컨테이너 항만은 국내외적으로 초대형항만, 대형항만, 피더전용항만, 바지전용항만 등 4가지 형태로 나누어 볼 수 있다. 이는 기항하는 컨테이너선의 크기와 종류에 따라 구분될 수 있으며 해외 선진항만인 네덜란드에서는 4가지 유형을 통합하여 운영하는 차세대 통합항만을 계획하고 있다.

아래 <표 2-10>은 컨테이너 항만을 기항하는 선박의 종류와 크기에 따라 컨테이너터미널 유형을 구분한 것이다. 물론 현재 운영되고 있는 대형항만에 초대형선이 기항하여 서비스 받을 수 있으며 피더선도 현재 서비스되고 있으나 이는 선사와 같은 고객에 대하여 효율적 서비스를 제공하기가 어려울 것이다.

예를 들어 현재 기항하고 있는 1만 1천TEU급 엠마머스크호나 2～3년내 기항할 1만 2천TEU급 선박 등이 대형항에 기항하려 한다면 이에 대하여 원활한 서비스를 제공할 하역시스템 및 하역시설을 갖추어야 한다. 또한, 국가간, 국내의 지방간 운송을 담당하는 피더선의 경우 선박의 규모가 작아 대형선에 서비스를 제공하고 있는 대형 컨테이너크레인을 적용하기에는 작업사이클적 측면에서 매우 비효율적이다. 이와 같이 현재 대형항만의 하역장비들은 2,000～8,000TEU급 선박에 적합하도록 항만구조물 및 하역시설이 설치되어 있어 컨테이너 항만별 유형에 적합한 항만시설의 설치나 기술개발이 필요하다.

현재 전 세계적으로 운영되고 있는 국가별 대표 항만들은 대부분 대형항만에 속하고 있으며 기항하고 있는 대표선형의 크기도 5,000TEU 내외이다. 그러나, 주요 선사들이 선박의 규모를 확대하고 있는 추세에 있어 해운전문가들은 향후 10년 이내에 8,000～1만TEU급 선박이 주력선형으로 등장할 것으로 예측하고 있다.

유럽 선진국가의 경우 항만-내륙간 도로운송의 적체현상 및 물류비 증가를 피하고자 운하를 통한 바지운송을 활성화하고 있으며 과거 시간이 많이 소요되는 바지하역 및 운송체계를 개선하고자 다양한 연구 개발을 통해 바지전용터미널, 고속바지하역시스템 등을 건설·운영하고 있다.

<표 2-10> **컨테이너 항만의 유형**

구분	초대형항	대형항	피더항	바지전용항
기항선박 (TEU)	초대형선 8,000～13,000	대형선 2,000～8,000	피더선 500～2,000	바지선 500 이하
항만의 기능	대륙～대륙 연계	대륙～대륙 연계 국가～국가 연계	국가～국가 연계 국내～국내 연계	국내～국내 연계
선박당 서비스 시간	24시간 이내	36시간 이내	12시간 이내	6시간 이내
적용	향후	운영중	운영중	운영중

이와 같이 선박의 대형화, 항만의 전용화가 급속히 진행되고 있는 것으로 보아 본 연구에서는 컨테이너 항만의 유형을 초대형항, 대형항, 피더항, 바지전용항 등으로 나누어 구분하였다. 따라서, 향후 컨테이너터미널과 관련된 기술개발 등도 항만의 유형에 따라 항만환경의 변화에 신속하게 대응할 수 있는 방향으로 이루어져야 한다.

2) 컨테이너 항만시설의 구성요소

항만법 제2조 6호에 따르면 항만시설의 구성은 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설 등 크게 4가지 시설로 구성된다.

항만시설은 대부분이 하드웨어적 시설이며 항만관련산업의 대부분을 차지하고 있다. 기본시설에는 수역시설, 외곽시설, 임항교통시설, 계류시설 4가지, 기능시설은 항행보조시설, 하역시설, 여객이용시설, 화물유통・판매시설, 선박보급시설, 보안시설, 항만시설용 부지, 공해방지시설 등으로 구성되어 있다.

<표 2-11> **컨테이너 항만 관련시설**

대분류	소분류	내용
기본시설	• 수역시설	• 항로, 박지, 선류장, 선회장
	• 외곽시설	• 방파제, 방사제, 파제제, 방조제, 도류제, 갑문, 호안
	• 임항교통시설	• 도로, 교량, 철도, 궤도, 운하
	• 계류시설	• 안벽, 물양장, 잔교, 돌핀, 선착장, 램프
기능시설	• 항행보조시설	• 항로표지, 신호, 조명, 항무통신시설
	• 하역시설	• 고정식/이동식하역장비, 화물이송시설, 배관시설
	• 여객이용시설	• 대합실, 여객승강용시설, 소화물취급소
	• 화물유통・판매시설	• 창고, 헛간, 야적장, 컨테이너하치장/컨테이너조작장, 사이로, 저유시설, 화물터미널
	• 선박보급시설	• 급유, 급수시설, 얼음의 생산공급시설
	• 보안시설	• 항만관제・홍보
	• 항만시설용 부지	-
	• 공해방지시설	• 방음벽, 방망, 수림대
지원시설	• 배후유통시설	• 보관창고, 집배송장, 복합화물터미널, 정비고
	• 선박기자재/선용품 등의 보관・판매・전시시설	-
	• 화물조립・가공・포장시설	-
	• 항만관련 업무용시설, 후생복지 및 편의시설	• 항만이용 및 종사자 휴게소, 숙박소, 진료소, 위락시설, 연수장, 주차장, 차량통관장
	• 연구시설	-
	• 항만기능지원시설	-

지원시설에는 배후유통시설, 선박기자재/선용품 등의 보관・판매・전시시설, 화물조립・가공・포장시설, 항만관련 업무용시설, 후생복지 및 편의시설, 연구시설, 항만기능지원시설 등이 이에 포함된다. 항만친수시설로는 해양레저 기반시설, 해양문화・교육시설, 해양공원시설, 인공해변・인공습지시설 등이 있다.

이 중 컨테이너터미널과 관련된 시설은 항만친수시설을 제외한 기본시설, 기능시설, 지원시설이 해당되며 이와 관련된 시설을 컨테이너터미널을 구성하고 있는 구성요소이다.

3. 항만기술 분야별 분류 및 체계

1) 항만기술의 정의

항만은 육상교통과 해상교통의 접속지로서 국가간, 도시간의 모든 교역활동이 수행되는 1차적 관문이다. 따라서, 항만은 해륙(海陸) 양면으로 입지조건이 좋고 필요한 시설을 갖추어야 한다. 선박이 안전하게 정박하여 여객과 화물을 내리고 실을 수 있게 하기 위해서는 항만에 기본시설, 기능시설, 지원시설 등이 필요하다.

2002년 「항만산업의 경제적 파급효과, 해양수산부」에서는 2000년 기준 항만관련산업의 부가가치가 전체 GDP에서 차지하는 비중이 5.4%에 이를 정도로 많은 비중을 차지하고 있다. 세계적으로 국가 경제활동의 기종착점인 항만이 세계의 중심항만이 되기 위해 항만환경 변화에 신속하게 대응하도록 지속적인 투자와 연구개발을 진행하고 있다.

항만은 국가간의 교역활동, 즉 산업・물류활동에 기반을 두고 있기 때문에 본 연구에서는 산업・물류활동에서 우위를 점할 수 있는 분야, 항만법에서 언급된 기본시설, 기능시설, 지원시설 등 하드웨어적인 시설과 항만의 건설, 개발, 운영을 위한 소프트웨어적 시설로서 항만의 효율성/경제성 향상, 항만물류비 절감, 국가적 항만경쟁력 확보, 산업화가 가능한 분야의 기술을 항만기술로 정의한다.

2) 항만기술의 분류 및 체계

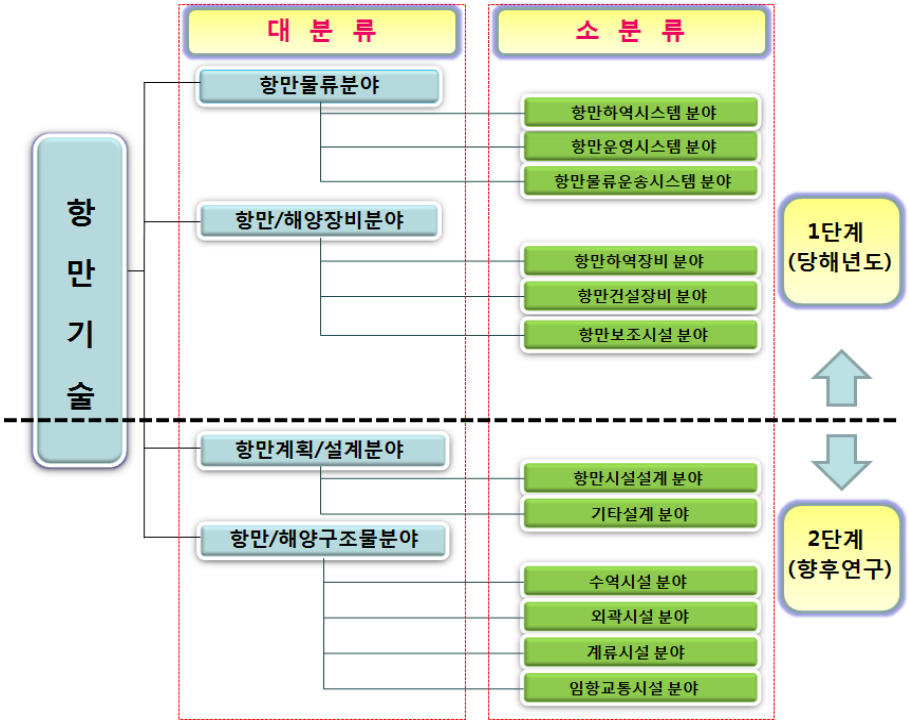
본 절에서는 항만법에서 규정하고 있는 하드웨어적인 컨테이너 항만시설과 소프트웨어적인 항만관련 산업 중 항만의 효율성 및 경제성 향상, 항만물류비 절감,

국가 항만경쟁력 확보, 산업화 가능성 등 항만기술의 정의에 따라 기술개발이 가능한 항만기술 분야를 재설정하였다.

<표 2-12> **항만기술의 분류(변경)**

기술 중분류	기술 소분류	
	기존보고서	본보고서
항만물류 분야	• 항만하역시스템 분야 • 항만운영시스템 분야 • 항만물류운송 분야 • 항만물류성능평가분야	• 항만하역시스템 분야 • 항만운영시스템 분야 • 항만물류운송 분야
항만/해양장비 분야	• 항만하역장비 분야 • 항만건설장비 분야 • 선박분야 • 항만보조시설 분야	• 항만하역장비 분야 • 항만건설장비 분야 • 항만보조시설 분야

<그림 2-6> **항만기술의 분류(변경)**



본 보고서에서는 기존 해양수산부의 「21세기를 대비한 중장기 항만기술 발전 기본계획(변경), 2001. 11」 보고서에서 제시한 항만물류분야와 항만/해양장비분야에서 언급된 기술 소분류 중 항만물류 성능평가분야를 항만하역시스템 분야로 통합하였다. 항만하역시스템의 개념개발은 항만물류성능평가 기술을 통해서 그 타당성을 입증 받는 분야이기 때문에 두 분야에서의 기술은 동일 분야에 속한다고 판단하였다. 또한, 항만/해양장비에서의 선박분야는 조선기술의 개발보다는 컨테이너 항만의 종류에 따른 초대형선, 초고속선, 자가하역선, 바지전용선 등에 대한 새로운 개념개발기술에 해당되는 요소로서 항만물류운송분야에 편입시키는 것이 바람직하여 기존의 2개 대분야 중 8개의 소분야에서 6개의 소분야로 항만기술의 분류를 재편하고자 한다.

따라서, 본 보고서에서는 항만기술의 중분류로서 항만물류분야는 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송 등 3개 분야, 항만 및 해양장비분야는 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설 등 3개 분야로 구분하고 연구를 진행한다.

제 3 장 항만기술 분야 및 분류별 변화추세

1. 개요

항만기술은 각 분야별로 항만환경의 변화에 따라 과거부터 현재까지 다양한 변화요인을 가지고 개선되었거나 새로운 기술들이 개발되어 왔다.

이는 오늘날 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송분야의 고효율화, 첨단화, 복합화와 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설 분야의 자동화, 대형화, 비용절감화, 고속화 등 각 분야에서 다양한 변화결과를 가져오고 있으며 향후에도 이러한 추세는 지속될 것으로 판단된다.

따라서, 본 장에서는 국내외 항만기술의 현황조사 및 분석을 바탕으로 각 항만기술 분야별/분류별 과거부터 현재까지의 변화요인과 그 추세를 살펴보고자 한다.

2. 항만물류분야

1) 항만하역시스템

(1) 항만하역시스템의 개요 및 구성

① 개요

항만하역시스템은 컨테이너터미널에서 이루어지는 일련의 하역작업을 처리하기 위한 물류시스템을 말하며, 하역작업이 원활히 이루어지도록 물류시스템을 효율적으로 설계하는 것이 항만하역시스템 기술 분야에 해당한다고 할 수 있다.

현재, 국내외 컨테이너터미널에 적용되어 있는 하역시스템은 터미널의 각기 다른 환경여건에 맞추어 다양한 설계형태가 도입되어 있다. 또한, 하역시스템의 효율성을 높이기 위해 기존의 시설 및 장비, 운영방식 등을 개선하거나 신규 항만건설에 새로운 하역시스템을 도입하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있다.

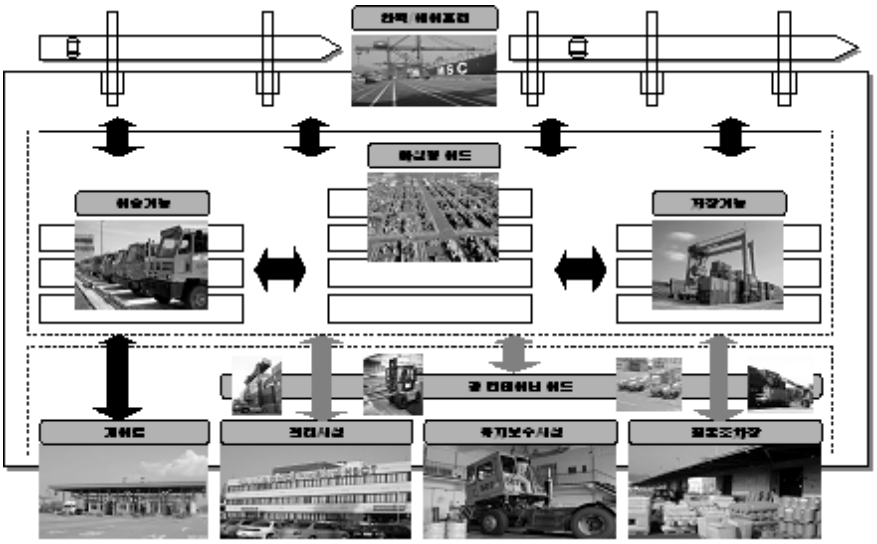
② 항만하역시스템의 구성

항만하역시스템 기술 분야는 크게 하역작업이 발생하는 터미널 내의 작업영역에 따라 안벽, 이송, 야드, 게이트의 4가지 하위시스템으로 구분할 수 있다.

<표 3-1> **항만하역시스템 구성요소**

구성요소	내용
안벽시스템	• 선박의 접안 및 양적하 작업을 담당 • 선박용 하역크레인이 사용됨
이송시스템	• 안벽과 야드간의 컨테이너 운반을 담당 • 컨테이너 운반전용 차량이 사용됨
야드시스템	• 컨테이너의 일시 보관기능을 담당 • 야드전용 하역크레인이 사용됨
게이트시스템	• 터미널 내의 컨테이너의 반입 및 반출시설 • 전용 출입구시설로 운영됨

<그림 3-1> **항만하역시스템 기능적 구성**



(2) 변화추세 및 변화요인 분석

터미널 하역시스템의 설계형태는 국내뿐 아니라 해외터미널도 마찬가지로 각기 터미널의 환경에 따라 다양한 형태가 적용되어 운영되고 있다. 이들 모두는 근본적으로 기존 하역시스템의 효율성을 좀 더 개선해 보고자 하는 데 그 목적을 두고 있으며, 그 핵심적인 목적은 하역시스템의 생산성 향상이라 할 수 있겠다.

이렇게 터미널들이 하역시스템의 효율성을 향상시키려고 하는 근본적인 이유는 컨테이너 취급물량의 증가와 선박이 대형화된 것에서 그 이유를 찾을 수 있다. 컨테이너 물량이 증가하면서 동시에 선박이 대형화되기 시작하였고, 이러한 여건에서 기존 터미널에서는 현 서비스 수준을 유지하기 위해서도 하역생산성을 향상시킬 수밖에 없었기 때문이다.

<표 3-2> **하역시스템 변화요인**

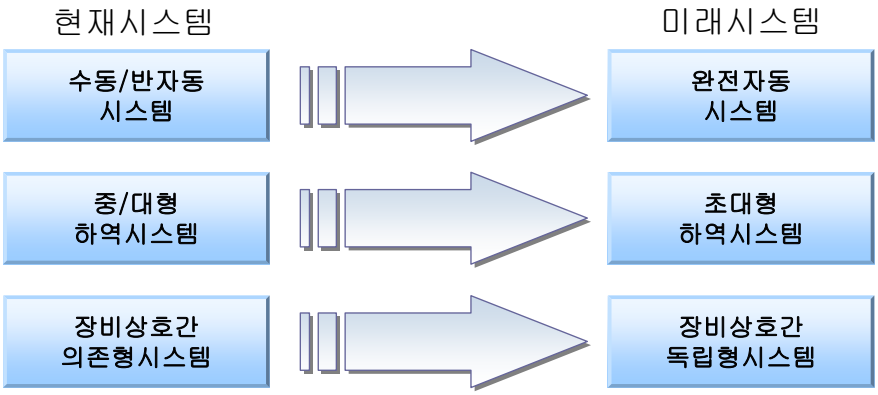
변화요인	하역시스템에 미치는 영향	하역시스템 변화
선박 대형화	• 선폭길이, 선창높이가 대형화됨에 따라 물리적으로 대형 크레인 제작이 불가피함	대형화
하역량 증가	• 선박접안시간이 증가하여 선석부족현상이 초래되므로 더 많은 선석이 요구됨 • 많은 컨테이너를 보관해야 하므로 장치장의 공간을 더욱 증가시킬 필요성이 발생함	대형화 & 고속화
재항시간 단축요구	• 높은 하역생산성 요구로 하역장비의 성능향상 필요성 제기 • 24시간 장비가동의 필요성 제기	고속화 & 자동화
작업효율성 제고필요	• 터미널 운영측면에서 장비의 활용성을 높일 필요성이 대두됨	자동화

이러한 이유로 터미널의 하역시스템은 결국, 컨테이너 물량증가와 선박대형화라는 환경변화에 맞추어 자동화, 대형화, 고속화의 형태로 그 변화가 진행되어가고 있다고 할 수 있다.

각 항목별로 살펴보면 자동화 추세의 경우 기존 항만에서의 하역작업은 인력에 의해 이루어지는 경향이 많아 24시간 연속작업을 하기에는 부적합한 점이 많으며, 지속적인 생산성을 달성하기 위해서도 안정적으로 하역작업이 수행될 수 있는 자동화시스템으로의 전환은 불가피한 상황이라고 볼 수 있다.

대형화 추세의 경우 앞서 언급한 바와 같이 선박의 대형화에 의해 안벽크레인의 대형화가 불가피해졌으며 또한, 증가하는 하역물량을 감당할 수 있는 컨테이너의 장치공간이 필수적으로 요구된다. 선박의 대기율을 감소시키기 위해서도 더 많은 선석수를 확보해야 한다는 측면에서 하역시스템의 대형화 추세는 지속적으로 진행될 것으로 전망된다.

<그림 3-2> **하역시스템 변화추세**

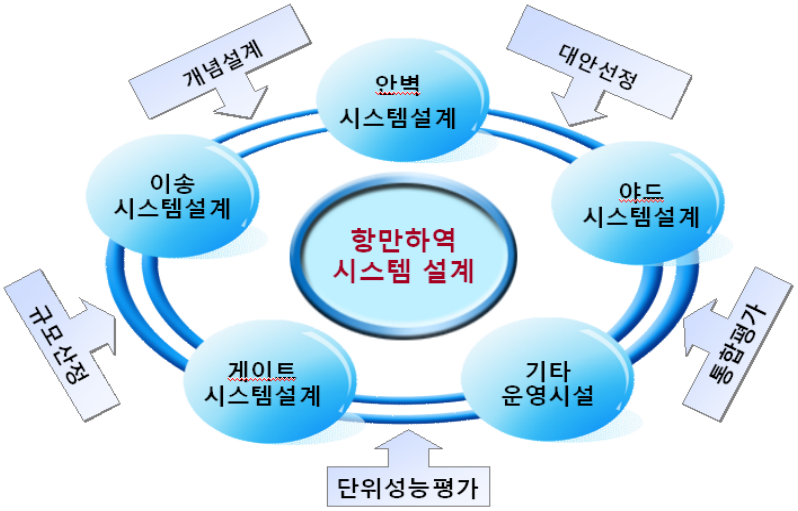


마지막으로, 고속화 추세의 경우 터미널간의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서 하역시스템의 고속화는 필수적인 요소라 할 수 있다. 이를 위해서는 하역시스템을 구성하는 각 하위시스템인 안벽, 이송, 야드시스템의 고속화가 또한, 반드시 이루어질 필요가 있다. 하역시스템을 고속화하기 위해서는 인력에 의한 작업보다는 자동화된 시스템을 구축하는 방법도 있을 수 있으며, 또한 이보다는 하위시스템간의 연계성을 좀더 원활하게 하여 시스템간의 병목현상을 제거함으로써 하역시스템의 성능을 제고시킬 수 있다. 이는 기존의 하역시스템이 장비상호간에 이적작업 형태로 연계되어 있어 장비간 대기현상이 빈번하게 발생되는 취약점을 가지고 있기 때문에 상대적으로 생산성 향상에 다소 어려움이 많았다. 그러나, 향후 개발될 하역시스템은 이러한 장비간 대기현상을 해소하는 방향(버퍼작업)으로 설계형태가 변화될 것으로 전망된다.

한편, 하역시스템을 설계하는 데 있어 각 하위시스템이 상호 연동성을 가져야 하기 때문에 별개의 시스템으로 다루기보다는 하나의 통합된 관점에서 기술이 다루어져야 할 필요가 있다. 따라서, 각 하위시스템의 개별적인 체계 구성과 더불어

상호간의 연계성도 동시에 고려하여 하역시스템을 설계해야 한다. 이러한 하역시스템의 설계에는 하역작업을 효율적으로 처리하기 위한 시설의 배치계획, 장비의 유형선정, 보유규모산정, 운영대안 수립 등이 포함되며 하역시스템의 생산성 및 경제적 효과 분석을 통해 최적의 대안을 도출할 수 있게 된다.

<그림 3-3> **항만하역시스템 설계**



따라서, 항만의 하역시스템을 개발하기 위해서는 최적 대안 수립을 위한 여러 가지 기술이 필요하다고 하겠다.

<표 3-3> **항만하역시스템 개발을 위한 기술요소**

구분	내용
개념설계기술	• 하역시스템 대안 구성 • 각 작업영역별 하역장비의 대안 구성 • 각 작업영역별 운영대안 수립 • 하역시스템 개발 규모 산정 등
성능평가기술	• 하역장비별 작업생산성 분석 • 각 단위작업/통합작업 생산성 분석 • 하역시스템 시나리오별 민감도 분석 등

2) 항만운영시스템

(1) 항만운영시스템의 개요 및 구성

① 항만운영시스템 개요

항만운영시스템은 컨테이너터미널을 최상의 상태에서 운영하기 위한 필수 조건이다. 1970년 초기의 항만 운영은 컨테이너화물과 관련된 정보처리를 수작업으로 하였으나, 현재는 항만 설계 단계부터 운영시스템 구축을 전제로 하고 있다.

과거의 정보처리는 수작업으로 작성된 서류를 입력매체를 통해 처리해왔으나, 기록의 유효성 및 증가해가는 방대한 자료량을 일일이 수작업으로 처리하기에는 정확성과 신속성을 보장할 수가 없었다. 따라서, 대량 화물을 취급하는 컨테이너 항만에서는 인력과 경험에 의존한 많은 작업을 점차 정보화하여, 작업처리 시간 단축, 작업량의 재분배, 그리고 처리 데이터의 통신량 절감 등을 통하여, 업무처리의 효율성과 정확성을 증대시키고 있다.

따라서, 물류의 중계지인 컨테이너항만의 역할을 고려해 볼 때 운영시스템이 반드시 필요한데 컨테이너 항만에서의 운영시스템은 컨테이너화물 처리를 위한 터미널 운영(Terminal Operation) 외에도 CFS 운영, 하역장비 정비, 회계, 인사, 통계 등의 모든 분야를 포함한다.

전체 정보화 범위에서 가장 핵심인 컨테이너화물 처리를 위한 운영 분야의 정보처리체계 구축은 DB/DC[6]의 유기적인 결합으로 이루어진다. 이 정보처리체계는 작업현장의 단순한 운영정보로부터 출발하여, 실제 작업을 위한 사전 계획을 수립하고 처리하는 전술정보처리 및 중·장기 예측 및 계획을 위한 전략정보처리에 이르는 체계로 구성된다.

이러한 체계의 시초는 IBM사가 1970년대에 영국 Liverpool의 Mersey Docks and Habour Co.와 공동 개발한 On-line 개념을 도입한 CONICS(Container Information Control System)이다. 그리고 하역장비의 작업지시를 무선방식으로 본격적으로 응용한 것은 일본 Mitsui조선이며, 선박의 양적하 시스템에서 Graphic 화면에 Pointing device를 적용한 것은 네덜란드의 I3P사가 개발하여 로테르담의 ECT와 홍콩의 HIT에서 사용한 것이 최초이다.

---

6) Data Base & Data Communication.

② 항만운영시스템의 구성

항만운영시스템의 구성은 계획시스템, 운영시스템, 관리시스템, 통신시스템 등 크게 4가지로 구성된다. 이 중 계획시스템은 선석의 배정, 장치장의 컨테이너 장치 계획, 선박의 양적하 계획, 장비의 할당 및 운용계획 등을 수행하는 시스템이다.

<표 3-4> **항만운영시스템 구성요소**

1차 구성	2차 구성
계획시스템	선석계획시스템
	장치계획시스템
	양적하계획시스템
	장비배차시스템
운영시스템	게이트운영시스템
	야드운영시스템
	본선운영시스템
	작업관제시스템
	CFS운영시스템
관리시스템	작업지원시스템
	정산시스템
	정보서비스시스템
통신시스템	유무선 데이터통신시스템
	EDI시스템

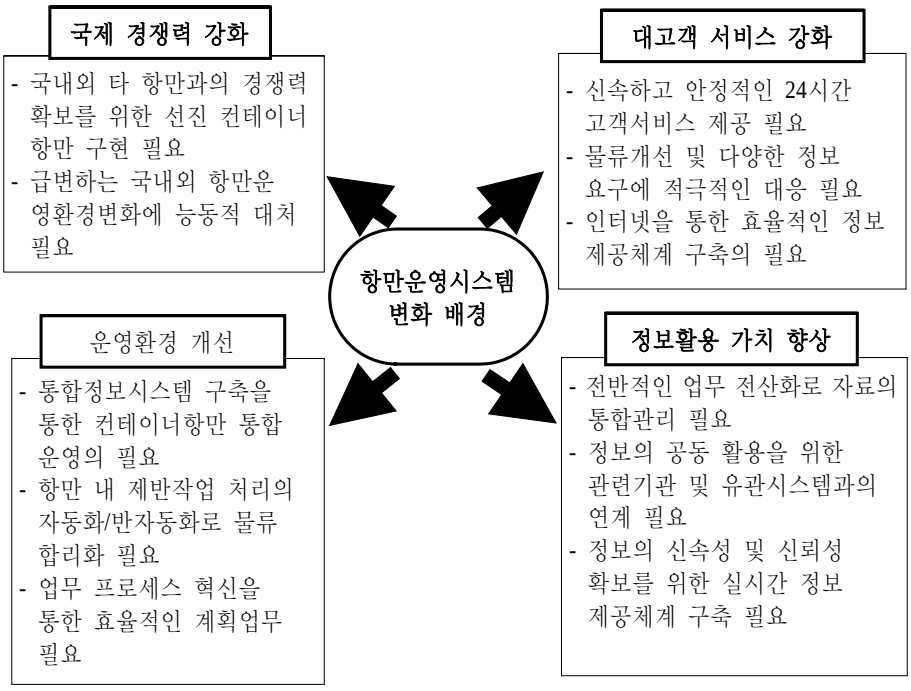
주 : 통신시스템은 항만운영시스템의 직접적인 구성요소는 아니지만 1차시스템 내 혹은 1차시스템 간의 연결고리 역할로서 항만운영시스템의 운영형태를 좌우할 만큼 밀접한 영향이 있어 1차시스템 분류에 포함시킴.

(2) 항만운영시스템의 변화추세 및 요인

① 항만운영시스템의 변화추세

21세기 고부가가치 동북아 물류허브 항만으로서의 항만운영시스템은 생산력 극대화, 효율적 자원 활용, 고객지향 고품질서비스, 유연성 및 확장성, 고부가가치 서비스를 제공할 수 있어야 하고, 이를 위해 꾸준히 발전, 변모해 오고 있다. 다음의 <그림 3-4>는 항만운영시스템이 변화, 발전해 나아가는 배경을 나타낸 것이다.

<그림 3-4> **항만운영시스템 변화 배경**



국내 컨테이너터미널의 항만운영시스템은 이전의 수작업에 의한 계획 및 통제 방식에서 관련요소기술의 발전에 힘입어 부분적으로 운영 작업을 전산화 및 자동화하는 방향으로 전개되어 왔다. 기존에 단순한 수작업으로 진행되어 오던 것이 컴퓨터기술을 도입하여 터미널의 각종 계획들을 컴퓨터시스템으로 처리함으로써 작업편의성을 도모해 오고 있다.

가. 계획시스템

자성대부두는 1999년 이전에 BCTOC가 사용하던 양적하 계획시스템인 CATOS (토탈소프트뱅크)를 현재까지 계속 사용하고 있다.

신선대부두는 항만운영시스템인 PECTOS를 사용해 오다가 2002년에 계획시스템 부분을 한국물류정보통신(KL-Net)에서 개발한 ATOMS(Advance Terminal Operation Management System)로 교체하여 현재까지 운영하고 있다.

감만과 감천부두는 개장 초기에 선석, 장치장, 양적하 계획용으로 TRAK(호주)라는 시스템을 사용하였으나 현재는 HANATOS(토탈소프트뱅크) 시스템으로 교체하여 운영하고 있다.

우암터미널은 개장초기부터 사용했던 CATOS(토탈소프트뱅크) 시스템을 현재까지 사용해 오고 있다.

동부부산 컨테이너터미널은 2002년에 개장하면서 계획시스템부문에 CATOS를 사용해 오고 있다.

국외 컨테이너터미널의 계획시스템은 싱가포르의 PSA나 홍콩의 HIT는 이미 지능형 계획시스템으로 변모를 꾀하고 있으며, 장치계획시스템은 상당한 수준에 올라 있다.

나. 운영시스템

자성대부두는 운영시스템에 대해 전반적으로 시스템을 자체개발하여 사용하고 있다. 게이트 운영시스템은 현대상선, 허치슨으로 인수되면서 바코드에서 영상인식시스템으로 전환되었으며, BCTOC시절에 사용하던 S/C 하역시스템을 모두 T/C 시스템으로 전환한 바 있다.

신선대부두는 항만운영시스템인 PECTOS를 사용해 오고 있으며, 항만 내의 각 운영시스템을 하나로 통합하는 통합물류정보시스템 구축 계획을 가지고 있다. 게이트운영시스템은 일괄 바코드체제에서 바코드(일반)와 영상인식(On-Dock)을 병행하는 체제로 변경되었다.

감만과 감천부두는 게이트운영시스템을 개장 초기부터 사용하던 바코드(감만부두)와 영상인식(감천부두) 시스템을 지금까지 사용해 오고 있다. 그리고 동부부산 컨테이너터미널은 운영시스템으로 ATOMS를 사용해 오고 있다.

국외 컨테이너터미널의 운영시스템은 HIT의 경우 1996년부터 선박의 선적 및 하역 속도를 높이고 트럭 순환 시간을 개선하며 시스템의 신뢰도를 제고하기 위하여 새로운 운영시스템 개선 계획 수립에 많은 시간을 투자하였다.

네덜란드의 ECT 경우는 이미 자동화 컨테이너부두를 운영하고 있으며, 완전 자동화 컨테이너터미널 운영시스템을 구축하기 위하여 통합운영시스템 개발을 진행하고 있다.

영국의 Thamesport의 경우는 유럽의 다른 선진 터미널보다 자동화 기술 수준이 낮음에도 불구하고 고객에 대한 서비스 질 향상에 초점을 두고 차세대 운영시스템 기술을 개발, 운영하고 있으며, 이를 최대한 이용하여 새로운 마케팅 전략을 수립, 21세기를 선도하는 터미널임을 고객에게 적극적으로 홍보하고 있다.

다. 관리 및 통신시스템

자성대부두는 하역장비의 데이터통신을 인근 신선대부두의 IR방식의 운영에 대응하여 1993년에 RF방식을 도입하여 C/C, T/C, S/C에 운영하였으나, 1998년에 새로운 기기로 대체하였다.

신선대부두는 장치장내 Transfer Crane의 주행로에 데이터통신용 IR케이블과 자동주행용 IR케이블이 설치되었으며, T/C의 절대위치감지용 금속반사판이 매설되었고, C/C 주행로에도 데이터 통신용 IR케이블이 설치되었다. 1991년 개장 후 IR방식에 의한 하역장비의 데이터통신을 사용하였으나, 유지보수비용의 증가로 1995년부터 RF방식으로 시스템을 전환하였다. 현재는 종합 서비스 제공을 위해 내륙운송사업 진출을 검토 중에 있으며, 자사의 Mlogis 시스템을 통해 통합관리를 가능하게 하여 화물 처리 및 운송에 대한 연계성을 확보하고 있다.

국외 컨테이너터미널로서 싱가포르의 Pasir Panjang 터미널(PPT)은 1980년 1월부터 사용한 PORTNET을 통해 항만이용자가 24시간 On-Line으로 물류정보를 직접 처리할 수 있는 형태로 출발하여, 현재는 Intranet 형태로 운영되고 있다. 이 시스템의 중요 서비스로는 Database service, Shipping information, Electronic documentation, 무역정보망인 TradeNet connection, 특정이용자를 위한 Customized service 등이 있다. 그리고 고객을 위한 맞춤형 Billing과 정산자료의 EDI도 시행하고 있고, 특히 선사를 위한 작업결과, 통계, 비용 등을 제공하고 있다. 또한, 폐쇄 공간에서의 항만 관제실을 원격 감시하는 체제로서 TRS방식에 의한 하역장비의 RF 데이터통신과 CCTV로 구성되어 있으며, CCTV화상을 컴퓨터화면에 접합시킨 기술도 이용하고 있다. 그리고 C/C의 운전 상태와 냉동컨테이너 장치장의 온도 상태를 원격 감시하는 체계도 갖추고 있다. 장치장내의 T/C에는 위치감지방식인 APIS (Automatic Position Indication System)가 설치되어 있으며, RF에 의한 CCTV와의 데이터통신인 원격 조종방식도 운용하고 있다.

HIT의 경우 항만관리시스템은 BEA Systems사가 제작에 들어가 1998년 4월에 개발 완료하면서 종전의 메인프레임과 단말기체제를 대체하였다.

네덜란드의 ECT 경우는 위치인식시스템으로 트랜스폰더 및 Infrared를 이용한 센서를 사용, AGV가 C/C와 작업시 정확한 지점(±0㎜)에 접근하기 위한 목적으로 AGV Docking System을 사용하고 있다.

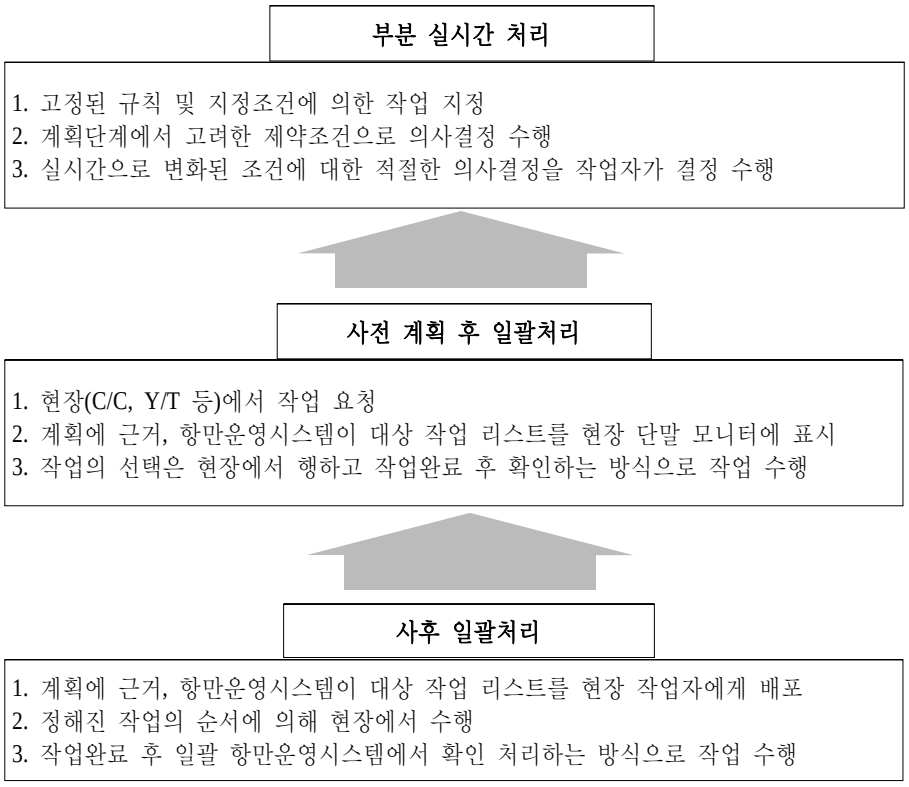
독일 HHLA는 DGPS(Differential Global Positioning System)와 LADAR 시스템을

결합시켜 수작업처리 없이 터미널내의 모든 컨테이너의 위치와 이동 상황을 실시간으로 모니터링하고 있다.

미국의 선사인 Maston사의 Oakland 터미널에서는 RF-Tag에 의한 방식으로 컨테이너에 컨테이너번호, 소유자, 규격 및 치수 등의 정보가 수록된 Tag 장치를 부착해 30cm～15m 간격에서 이동하는 컨테이너를 고정 설치된 안테나로 판독하고 있다. 이 방식은 컨테이너 적재용 섀시의 이동을 감지하기 위하여 최초로 실용화하였으며, 점차 컨테이너 인식 정보용으로 용도를 확산시켰다.

이상과 같이 국내외 각 항만에서는 항만운영시스템 부문별로 수작업에서 점차 자동화작업으로 전환해 가고 있지만 아직도 부분적으로는 경험적인 측면에 바탕을 두고 수작업으로 이루어지던 계획시스템과 운영시스템 등에서 컴퓨터를 활용한 데이터처리 작업으로 전환하여 사용하고 있는 수준이다. 항만운영시스템의 정보처리 형태의 변화를 살펴보면 다음의 <그림 3-5>에 나타낸 바와 같다.

<그림 3-5> **항만운영시스템의 정보처리 형태의 변화**



② 항만운영시스템의 변화요인

현재까지 항만운영시스템이 발전해 오면서 변화를 주도해 온 핵심적인 요인들을 살펴보면 다음의 <표 3-5>에 나타낸 바와 같다.

<표 3-5> **항만운영시스템의 변화요인**

1차 시스템	변화요인	과거	현재
계획시스템	의사결정	사람의 경험	사람의 경험 및 정보시스템
운영시스템	정보처리 매체	Paper 수기처리	컴퓨터 입력처리
	정보획득 방법	문서/FAX/전화	EDI/FAX/E-Mail
	대상정보 식별	육안	매체(바코드, 영상)
관리시스템	운영 형태	중앙 집중처리	부분 분산처리
	대고객서비스	운영자 측면의 정보 제공	이용자측면의 정보 제공
통신시스템	방식	음성통신	음성/데이터통신

항만운영시스템의 물리적 형태는 HOST-단말시스템에서 Client-Server 형태로 변모하면서 데이터의 일괄 집중처리가 분산처리로 바뀌어가고 실시간 정보처리 및 제공이 가능해 이용자측면의 대고객서비스가 강화되고 있다.

정보의 입력매체도 컴퓨터 입력 장치인 키보드에서 마우스, 터치스크린 등 다양한 입력 장치로 바뀌어가고 있으며 음성 및 유선통신 매체 이용에서 점차 무선매체를 이용한 입력방식으로 전환되고 있다.

따라서, 유선 환경에서 무선 환경으로 바뀌어가면서 사람의 수작업처리 요소가 점차 줄어들고 원격지에서의 처리가 가능하도록 자동화요소가 확산되어 가고 있다.

3) 항만물류운송시스템

(1) 항만물류운송 개요 및 구성

① 항만물류운송 개요

세계적으로 글로벌 터미널 선사들의 영향력이 커지고 있으며 이는 항만의 경쟁력에 결정적 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다. 항만의 주요고객인 선사들은

항만의 서비스, 즉 항만의 주요시설인 선석, 장비, 항만관련 비용 등에 의해 항만내의 재항시간을 줄일 수 있는 항만에 기항여부를 선택하게 된다. 선사와 더불어 또 하나의 주요고객인 화주들은 항만을 선택하기 위해 항만 인근의 화물보관, 환적, 항만과 화물집결지간의 내륙운송에 대한 서비스가 원활한지 검토하게 된다. 따라서, 중심항만의 입지를 차지하기 위해서는 선사와 화주 모두에게 만족하는 서비스를 제공하는 것이 필수적이다.

독일의 ISL(Institute of Shipping Economics and Logistics)의 보고서[7]에 의하면 향후 터미널의 경쟁력은 항만과 연결되는 도로, 철도, 연안과의 항만연계운송 비용에 의해 결정될 것이라고 언급하고 있다.

따라서, 본 절에서 언급하고 있는 항만물류운송분야는 향후 발전가능성이 매우 높고 그 기술범위 또한, 매우 광범위한 분야로서 장래 항만기술개발과 관련하여 항만관련산업의 파급효과는 매우 클 것으로 판단된다.

② 항만물류운송의 구성

항만물류운송기술은 도로운송, 철도운송, 해상운송 등 크게 3가지로 구성되며 각 운송수단별로 운송장비와 운송시스템으로 구분된다.

<표 3-6> **항만물류운송의 구성**

1차구성	2차구성	비고
도로운송	도로운송장비	항만내 운송장비
	도로운송설비	항만도시 도로운송 설비
	도로운송시스템	항만-내륙간 운송시스템
철도운송	철도운송장비	운송수단간 연계장비(도로차량-철도화차) 철송복합터미널 환적장비
	철도운송설비	항만내/항만도시 철송개선설비
	철도운송시스템	항만내 철송보관/하역/환적시스템 항만-내륙간 철송운송시스템
해상운송	해상운송장비	항만간 해상운송장비
	해상하역시스템	특화된 선박하역시스템

7) ISL, Development Tendencies of German North Sea Ports until 2015, Bremen, 2001.

도로운송은 항만내의 효율적 컨테이너 운송을 위한 항만내 이송장비, 항만구역 및 항만도시의 신속한 운송을 위한 도로운송설비, 항만-내륙간 효과적 운송을 위한 도로운송시스템으로 구성된다.

철도운송은 항만관련구역내 도로-철도간 신속한 연계작업, 철송복합터미널 내 신속한 환적을 위한 철도 운송장비, 항만내외 신속한 화물운송을 위한 철도개선설비, 항만내/외 철송시설, 항만내 철송보관/하역/환적, 항만-내륙간 철송운송을 위한 철도운송시스템으로 구성된다. 또한, 해상운송은 초대형선, 연안전용선, 바지선 등 항만-항만간을 연계하는 선박, 항만내 연안선/바지선 전용 하역을 위한 하역시스템 등으로 구성된다.

(2) 변화추세 및 변화요인 분석

본 연구에서는 항만물류운송기술의 변화추세 및 변화요인 분석을 위해서 도로운송, 철도운송, 연안운송으로 구분하여 기술한다.

① 도로운송

가. 도로운송의 변화추세

MTS와 DST와 같이 일시에 대용량을 이송하는 도로운송장비의 경우나 고가도로, 순환도로처럼 주로 교통체증을 완화하고 원활한 수송을 위한 도로운송설비나 미래의 대안으로 검토되고 있는 신개념육상운송시스템인 콤비로드들은 모두 궁극적으로 물류비를 절감하기 위한 방법들이다. 과거에는 물류비가 단순히 A 지점에서 B 지점으로 재화를 운송하는데 소요되는 비용이었지만, 물류의 중요성이 증가하면서 수송비, 보관비, 하역비, 재고비 등으로 다양해졌으며, 현대에 와서는 기회비용측면과 환경비용측면까지 고려해서 생각을 한다. 따라서, 우리나라의 경우와 같이 전체 화물수송분담률의 80% 이상을 차지하는 도로운송의 대안을 수립할 때 환경비용, 기회비용 및 회수물류비용까지 고려한 전체적인 관점에서 미래시스템을 개발 또는 선정하는 것이 중요하다.

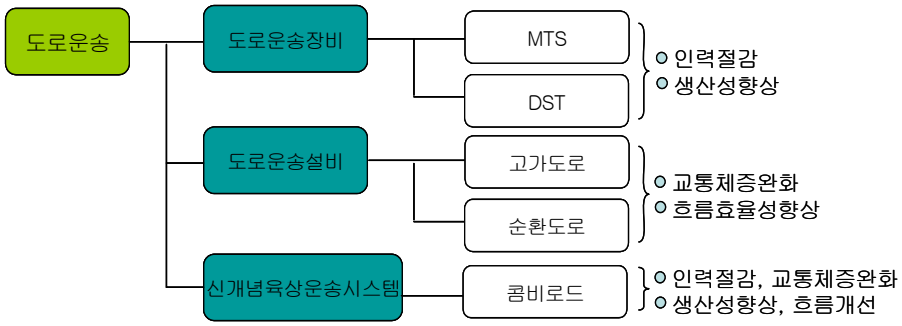
<그림 3-6> **도로운송의 핵심 변화추세**



나. 도로운송의 변화요인

도로운송에서는 항만에서 인근 항만간 또는 항만에서 내륙연계를 위한 시설 및 직접운송을 위한 다양한 장비 및 설비들이 존재한다. 이렇게 다양한 장비, 설비들은 모두 효율적인 운송과 비용절감, 생산성 향상을 위해서 오래전부터 사용되어 왔다. 이들 하나하나를 분석해보면 MTS, DST와 같이 다량의 컨테이너를 일시에 운송하기 위한 기술들은 인건비 절감 및 이송생산성 향상을 위해서 개발되어 사용되고 있으며, 고가도로와 순환도로의 경우 컨테이너터미널과 내륙의 연계를 고려하거나, 컨테이너터미널간 컨테이너터미널 인접 복합물류단지와의 연계를 위해서 개발되었다. 이러한 설비의 공통점은 내륙운송로인 도로의 차량흐름에 영향을 최소화하기 위해서 서로 다른 레벨로 회피하거나, 접점이 발생하지 않게 해서 교통체증을 완화시키거나, 컨테이너 운송 흐름의 효율성을 향상시킨다. 신개념 육상운송시스템의 경우는 전용도로 및 차량을 개발하여 환경친화적이며, 비용효율적이고, 고생산성을 갖는 도로운송시스템을 개발하는 것이다.

<그림 3-7> **도로운송의 변화요인**



② 철도운송

가. 철도운송의 변화추세

철도운송에서 이종시스템간의 연계장비, 초고속환적하역장비, 철도흐름개선설비, 수송적재모듈결합시스템, 하역보관모듈결합시스템, 수송분배모듈결합시스템들은 연계효율성, 물류비절감, 생산성향상, 대량운송, 교통체증감소 등의 필요와 변화요구에 의해서 개발되었다.

<그림 3-8> **철도운송의 핵심 변화추세**



이러한 변화요구는 앞으로도 지속될 것이며 보다 새로운 철도운송에서의 관련 장비, 설비, 시스템 등에 대한 연구 개발을 가속화하는데 중요한 요인으로 작용할 것이다.

나. 철도운송의 변화요인

철도운송에서는 항만에서 하역되거나 항만에서 선적될 컨테이너를 위한 중계지 역할을 수행하거나, 내륙간 환적을 위한 터미널로 사용된다. 따라서, 항만에 직접 연결될 경우는 항만에서 철송장으로 또는 철송장에서 항만으로 운송수단에 의해서 이송돼온 컨테이너를 일시 장치하거나 직상하차를 하여야 한다. 이런 경우 하역장비의 생산성이 중요한 문제가 된다. 그러나, 내륙간 환적을 위한 터미널 역할을 수행할 경우 많은 지역에서 집결된 컨테이너와 열차차량들에 개별 컨테이너를 분배하거나 하역 또는 열차간 환적작업을 수행해야 하므로 무엇보다도 하역시스템의 성능이 중요하다. 이러한 하역시스템의 성능과 분배기능 또는 서로 다른 장비의 레벨에 따라 발생하는 문제들을 해결하기 위해서 많은 장비들이 개발되었으며, 또한, 운영되고 있다.

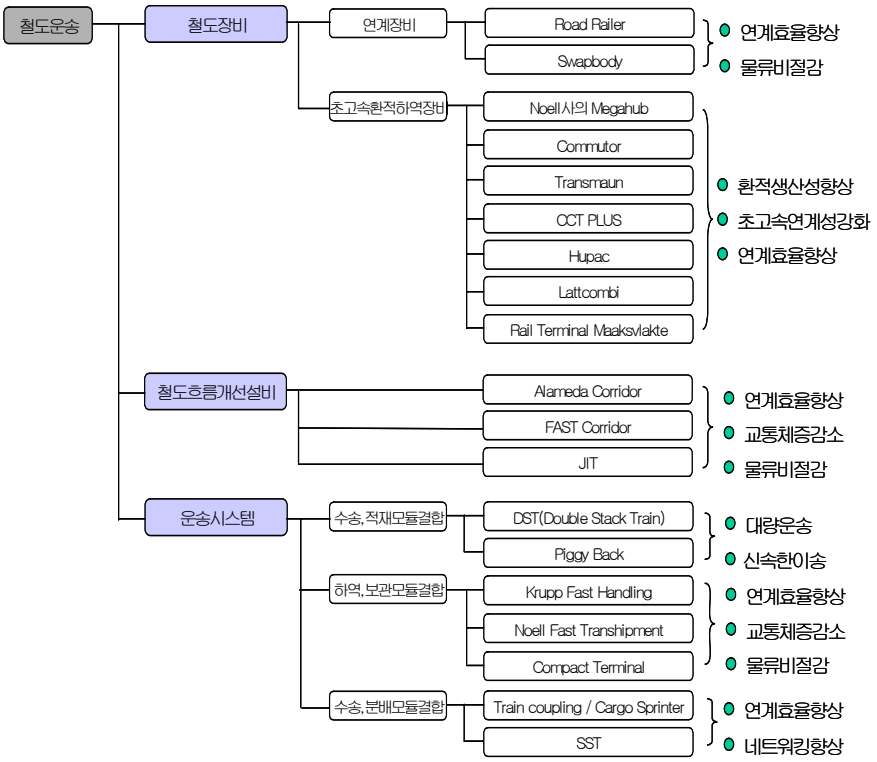
철도운송은 크게 철도장비, 철도흐름개선설비, 운송시스템으로 구분할 수 있으며, 철도장비는 연계장비와 초고속환적하역장비로 구분된다. 연계장비로는 연계효율성향상과 물류비절감을 위한 로드레일러, 스왑바디가 있으며, 환적생산성향상, 초고속연계성강화와 연계효율성향상을 위한 노엘사의 메가허브, 커뮤터, 트랜스만, CCT PLUS, 휴팍, 랫컴비, 레일터미널 마스블락테가 있다.

철도흐름개선설비로는 알라메다 코리도, 패스트코리도와 JIT 등이 있으며 이러한 설비들은 연계효율성향상, 교통체증감소 및 물류비절감을 위한 대규모 흐름개선설비들이다.

운송시스템으로는 두 가지 기능들이 결합된 형태로 수송·적재모듈이 결합된 대량운송 및 신속한 이송을 위한 DST와 피기백이 있으며, 하역·보관모듈이 결합된 연계효율향상, 교통체증감소 및 물류비절감을 위한 Krupp Fast Handling, Noell Fast Handling, Compact Terminal 등이 있고, 수송·분배모듈이 결합된 연계효율향상 및 네트워킹 향상을 위한 Train Coupling/Cargo Sprinter, SST 등이 있다.

철도운송은 대량의 화물을 효율적으로 분배하거나 운송하기 위해서 다양한 분야로 기술이 개발되었으며, 개별적인 요구에 맞춰서 운영되고 있다.

<그림 3-9> **철도운송의 변화요인**



③ 해상운송

가. 연안운송의 변화추세

연안운송에서 연계효율성, 물류비절감, 교통체증감소 등을 위해 개발되거나 사용되고 있는 초고속선, 자가하역기능을 갖는 새로운 형태의 연안선 개발 및 모빌크레인, 번들처리방식, 팔레트 트랜스퍼 시스템 등의 초고속 하역시스템 개발이 이루어지고 있다. 이러한 연안운송의 변화추세는 일반적인 형태는 아니며, 특정지역에 특수한 목적을 가지고 이루어지고 있다.

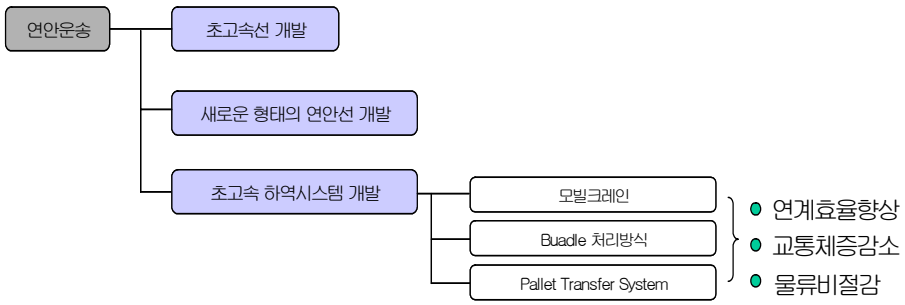
<그림 3-10> **연안운송의 핵심 변화추세**



나. 연안운송의 변화요인

오랫동안 연안운송은 선박을 이용해서 많은 화물을 운송해왔다. 그러나, 초기의 운영방식인 1,000~3,000톤급 선박을 이용해서 화물을 운송하던 것과 비교해서 현재 별로 달라진 것이 없다. 그러나, 몇몇 국가에서 자국의 상황을 고려해서 빠른 화물운송을 위한 초고속선을 개발하였으며, 하역설비가 미비하거나 빠른 하역이 필요한 지역을 고려해서 자가하역시설을 갖춘 선박을 개발하였으며, 하역생산성 및 유연성 향상을 위해서 모빌크레인, 번들처리방식, 팔레트 트랜스퍼 시스템이 사용되거나 개념이 개발되었다.

<그림 3-11> **연안운송의 변화요인**



④ 항만물류운송의 변화요인

항만물류운송의 변화요인을 살펴보면 도로운송측면에서 인력절감, 생산성향상, 교통체증완화 및 흐름효율성향상을 위한 요구들이 많아지면서 조건을 충족시키는 방향으로 변하였다. 철도운송측면에서는 다양한 요구조건에 맞춰서 환적기능을 강화하기 위한 연계효율성향상, 물류비절감, 환적생산성향상, 초고속연계성강화, 대량운송, 신속한 이송 및 네트워킹을 향상시키는 방향으로 발전하였다. 연안운송측면에서는 독자적인 수송 및 하역기능의 수행을 위한 방향으로 발전하여 연계효율향상, 교통체증감소 및 물류비절감을 위한 다양한 대안들이 나타났다.

<표 3-7> **항만물류운송의 변화요인**

구분	변화요인
도로운송	- 인력절감 - 생산성향상 - 교통체증완화 - 교통흐름효율성향상
철도운송	- 연계효율성향상 - 환적생산성향상 - 초고속연계성강화 - 대량운송 - 신속한 이송 - 네트워킹향상 - 철도운송을 통한 물류비절감
해상운송	- 규모의 경제화 - 연계효율향상 - 해상운송의 고속화 - 하역시스템의 전문화 - 해상운송을 통한 물류비절감

3. 항만 및 해양장비 분야

1) 항만하역장비

① 항만하역장비 개요

항만하역장비는 컨테이너터미널에서 이루어지는 컨테이너 하역/이송/보관작업을 수행하기 위한 컨테이너 물류작업을 담당하는 장비를 총칭한다. 또한, 컨테이너터미널에 있어서 하역장비는 컨테이너터미널의 생산성을 결정짓는 가장 중요한 요소이다. 이는 세계적으로 컨테이너터미널의 경쟁력을 확보하기 위해 가장 많은 투자와 연구 개발이 진행되고 있는 부분이고 항만관련 산업에서 가장 경쟁이 치열한 부분이기도 하다.

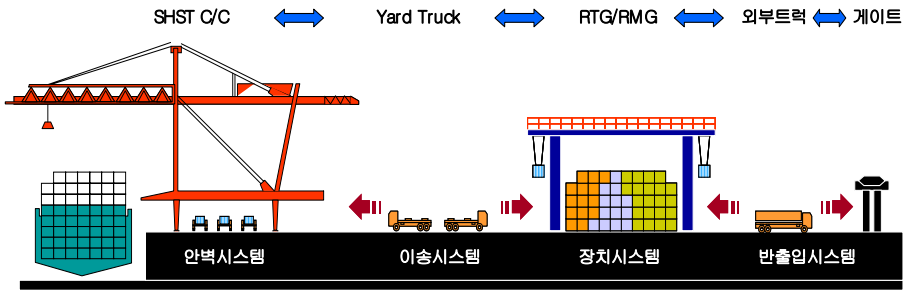
② 항만하역장비의 구성

항만의 하역단계는 안벽하역, 이송, 야드하역으로 구분되며 외부와의 컨테이너 반출입을 담당하는 게이트는 제외한다. 안벽하역단계에서는 주로 컨테이너크레인

(C/C:Container Crane)이라 불리는 안벽장비에 의해서 선박과 이송장비에 대한 작업이 이루어지며, 이송단계에서는 안벽에서 야드까지 컨테이너를 이송시키는 야드트럭(YT:Yard Tractor) 등의 이송장비가 사용된다.

야드하역단계에서는 일반적으로 이송장비 및 외부트럭(RT:Road Trailor)에 대한 컨테이너 작업을 수행하는 RTGC(Rubber Tyred Gantry Crane) 또는 RMGC(Rail Mounted Gantry Crane)의 야드장비가 사용된다.

<그림 3-12> **컨테이너터미널 하역단계별 장비구성 예**



컨테이너터미널에서 하역장비를 구성하는 요소는 안벽장비, 이송장비, 야드장비 등 크게 3가지로 나누어지며, 각 장비의 구조, 기능, 형태에 따라 세부장비로 나누어져 운영되고 있다.

<표 3-8> **항만하역장비의 구성**

1차구성	2차구성	비고
안벽장비	SHST C/C, DHST C/C	선박 및 이송장비와의 하역작업 수행
이송장비	YT, SC, SHC, AGV	안벽 및 야드장비간의 이송작업 수행
야드장비	RTGC, RMGC, ASC, OHBC, SC	이송 및 외부트럭장비와의 하역작업 수행

주 : SHST(Single Hoist Single Trolley), DHST(Dual Hoist Second Trolley), SC(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), AGV(Automated Guided Vehicle), ASC(Automated Stacking Crane), OHBC(Over Head Bridge Crane).

국내 터미널의 경우 최초 개장(1970년대) 당시 설계된 하역장비 구성은 현재에 이르기까지 그 형태가 큰 변화없이 진행되어 왔고, 각 터미널마다 거의 동일한 하

역장비가 사용되고 있다. 국내 컨테이너 전용 터미널의 안벽시설은 모두 일자형 구조로 설계되어 있으며, 하역장비들은 대부분이 SHST C/C⇔YT⇔RTGC[8] 체제의 구성을 가지고 있으며, 현재 부산신항에서 야드크레인으로 RMGC를 사용하고 있다.

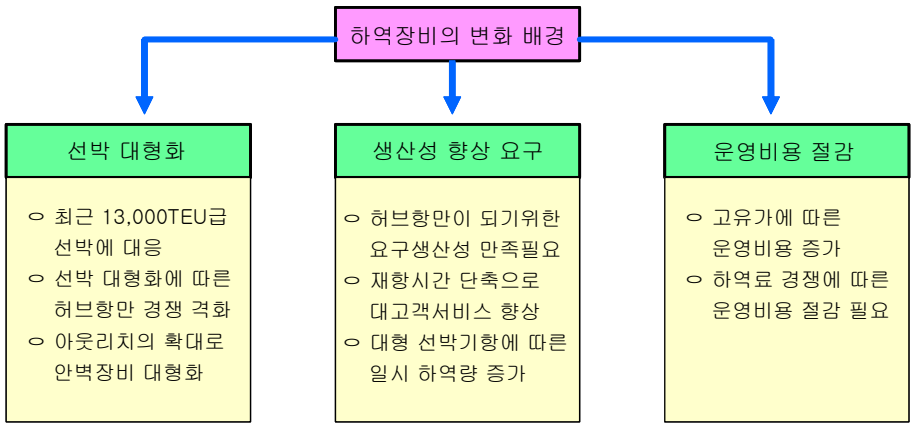
(1) 변화추세 및 변화요인 분석

항만하역장비의 변화에 대한 근본적인 요인으로 작용한 것은 컨테이너 물동량 증가에 따른 선박의 대형화라 할 수 있겠다. 선박이 대형화되면서 대형선박의 하역작업이 가능한 대형 크레인의 개발이 불가피했다.

또한, 선박당 하역물량의 증가로 인해 야기되는 하역작업시간의 증가를 해소할 수 있어야 했기 때문에 안벽장비와 연계되는 이송장비, 야드장비 등 고성능의 장비개발에 가장 큰 영향을 주었다고 할 수 있다.

따라서, 터미널간의 경쟁력 강화의 일환으로 선박재항시간 단축을 위한 생산성 향상 요구 및 장비의 작업효율성 제고를 통한 운영비용 절감 등이 변화배경으로 작용했다고 볼 수 있다.

<그림 3-13> **항만하역장비의 변화 배경**



① 항만하역장비의 변화추세

가. 안벽장비의 변화추세

항만하역장비의 경우에 가장 두드러진 변화는 선박하역작업을 하는 컨테이너

8) SHST(Single Hoist Single Trolley), C/C(Container Crane), YT(Yard Truck), RTGC(Rubber Tyred Gangry Crane).

크레인의 자체성능개선이라 할 수 있다. 최초 크레인이 개발된 후 현재까지 그 구조와 기능면에서 가장 많은 변화가 있었던 영역이며 터미널 하역시스템의 생산성에 영향을 미치는 핵심요소이기도 하다.[9)]

안벽장비의 변화는 세부적으로 컨테이너크레인 아웃리치 길이 및 레일스팬 폭과 같은 구조적 변화, 그리고 컨테이너크레인 기능의 변화로 나누어 볼 수 있다.

컨테이너크레인 아웃리치의 경우 선박의 대형화에 따라 선박의 폭이 넓어지고 이를 원활하게 처리하기 위해서는 컨테이너크레인의 아웃리치 길이가 선박의 폭보다 길어야만 처리가 가능하다. 따라서, 컨테이너크레인의 아웃리치도 길어져야 하기 때문에 선박규모의 변화에 따라 컨테이너크레인의 아웃리치도 변화되어 왔다.

<표 3-9>의 아웃리치 길이의 변화는 단순히 선박의 폭에 대한 아웃리치의 길이 변화를 나타낸 것이며 컨테이너크레인이 안벽에 장착되었을 경우 해측레일부터 아웃리치를 계산한다면 실질적 아웃리치의 길이는 <표 3-35>에 나타난 아웃리치의 길이보다 약 4.5m(셋백+팬더폭)[10)] 더 길어져야 한다.

따라서, 1세대의 컨테이너크레인에 비해 5세대 컨테이너크레인의 아웃리치는 약 66% 증가된 53m로 나타났으며 실질적으로 항만에 적용되었을 경우 셋백과 팬더폭을 감안할 경우 향후 등장할 1만 2천TEU급(21열 이상) 선박에 대응하는 컨테이너크레인의 아웃리치는 57.5m 이상이 되어야 한다.

<표 3-9> **컨테이너크레인 아웃리치의 변화**

구분	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대
출현시기	1960년대	1970년대	1980년대 중반	1990년대 중반	2000년대
아웃리치(m)	21～35	32～39	44～47	48～52	53이상
선창열수(열)	9～14	12～15	17～18	18～20	21열 이상

자료 : 1. Elliott, J., “Handling System Design and Performence”, TOC EUROPE, 2005.
2. Cargo Systems, 2003, 각호.

9) 최초의 컨테이너크레인은 1958년 Maston에 설치된 것으로 Paceco사에서 개발하였는데, 당시 크레인의 작업성능은 24피트 컨테이너를 시간당 12～15개 처리할 수 있는 능력에 불과한 수준이었으나, 현재에는 45～50개로 성능면에서 약 3배 이상의 성장을 하였음.

10) 셋백은 안벽법선에서 컨테이너크레인 해측레일 사이까지의 거리이며 통상적으로 3～6.5m의 범위내에서 항만의 특성에 따라 달라짐.

컨테이너크레인의 레일스팬의 변화도 아웃리치의 증대, 대형선의 등장으로 인한 레일스팬 내부 작업레인수의 확보 등으로 폭의 변화를 가져왔다.

과거 2천TEU급 선박이 대표 선형인 항만의 경우 컨테이너크레인의 레일스팬은 16m였으며 레일스팬 내부의 이송장비 작업레인수는 3~4레인을 필요로 하였다. 그러나, 선박의 규모 증가에 따라 5천TEU급 선박이 대표선형으로 등장하면서 안벽에서 처리해야 할 물동량이 증가하고 안벽장비의 소요수량이 증가하게 되었다. 안벽장비의 소요수량 증가에 따라 이송장비 작업로가 6레인 이상이 필요하게 되어 과거 16m였던 레일스팬 폭은 30.5m로 증가하게 되었으며 오늘날 대부분의 컨테이너항만은 30.5m의 레일스팬 폭을 적용하고 있다.

최근 들어 안벽생산성의 증가, 항만의 자동화 등으로 인해 터미널의 생산성이 증가하게 되어 안벽에서 야드까지 보다 증가된 이송장비의 생산성을 요구하게 되었다. 따라서, 고효율, 고생산성을 추구하는 대규모 항만의 경우 35.0m의 레일스팬을 채용하고 있는 추세에 있다. 예외적으로 특정한 목적을 위해 레일스팬을 확장하는 경우가 있는데 부산신항만의 경우 안벽에서의 듀얼싸이클을 운영하기 위해 레일스팬을 42.67m로 건설하여 작업레인을 9레인까지 확보하였다.

<표 3-10> **안벽장비 사양의 세대별 변화**

구 분	1 세대	2 세대	3 세대	4 세대	5 세대
출현 시기	1966~1970년	1971~1984년	1984~1994년	1994~1999년	1999년 이후
인양용량 (Rated Load)	30.5ton	35ton	40.6ton	40.6~50.8ton	50.8~66ton
레일게이지 (Rail guage)	16m	16~30m	30m	30m	30~35 m
인양높이 (Lift height)	21m	32m	32m	34~36m	36~42m
Hoist 속도	36m/min	55m/min	55m/min	60~75m	70~140m/min
Trolley 속도	120m/min	180~210m/min	180~210m/min	180~210m/min	210~240m/min
크레인 자중	450~600ton	650~850ton	900~1,000ton	950~1,250ton	1,250~1,450ton

컨테이너크레인의 기능적 측면에서는, 과거 해측 선박의 컨테이너와 육측 이송장비의 컨테이너를 모두 담당하는 SHST(Single Hoist Single Trolley) 방식이 많이 사용되었으나 안벽에서의 처리능력 요구증가와 항만 자동화의 발달로 인해 해측 선박작업과 육측 이송장비의 작업싸이클을 분리하여 생산성을 높이는 DHST(Dual

Hoist Second Trolley)방식의 사용이 증가하고 있다. 또한, 선박측 수직이송작업 트래버스 수평이송-이송장비측 수직이송작업 등 3단계의 작업싸이클 분리로 컨테이너크레인의 생산성을 보다 증가시킬 수 있는 신개념의 크레인도 등장할 예정이다.

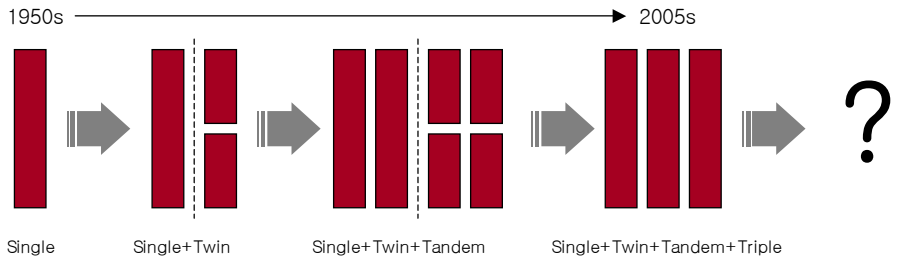
또한, 크레인의 장치개발을 통해 터미널에서의 작업효율을 높이기 위해 동일한 작업회수에 그 효율성을 높이기 위해 다량의 컨테이너를 동시에 취급할 수 있는 스프레더의 기능을 강화(속도 개선, Multi-Load)하는 방향으로 기능이 개선되었다. 기존의 20피트 1개나 40피트 1개만이 취급 가능했던 스프레더시스템을 20피트 컨테이너 2개의 동시작업이 가능한 트윈리프트(Twin Lift) 시스템, 40피트 2개 또는 20피트 4개의 동시취급이 가능한 텐덤리프트(Tandem Lift) 시스템으로 개선시켜 운영하고 있다.

<표 3-11> **컨테이너크레인 기계적 성능의 변화**

구분	SHST C/C	DHST C/C	Twin C/C	Tandem C/C
기계적 성능(개/hr)	50	60	63	125

주 : 1) 표의 기계적 성능은 이론적 사이클을 고려한 생산성을 나타낸 것임.
2) Twin C/C와 Tandem C/C의 경우, 컨테이너의 구성 비율이 20피트 40%, 40피트 60%로 가정했을 때 모든 작업을 트윈 및 탠덤으로 처리했을 때 얻을 수 있는 성능임.

<그림 3-14> **스프레더 기능성 변화추세**



결론적으로 과거 1세대부터 현재 5세대까지의 안벽장비의 변화를 간단하게 요약하면 아웃리치, 레일게이지 등의 대형화와 트롤리, 호이스트 등 장치의 고속화로 나타낼 수 있다.

<그림 3-15> **180컨테이너크레인 성능&구조 변화추세**



나. 야드장비의 변화추세

컨테이너 항만의 초기에는 넓은 부지면적과 적은 물동량을 가진 항만의 특성상 1단적의 섀시시스템을 사용하였으나 항만의 건설비용 증가, 부지활용성의 증가요구, 고생산성 항만의 필요성에 의해 고단적이 가능하고 부지효율성을 증가시킬 수 있는 RTGC, RMGC, OHBC 등 다양한 야드하역장비가 등장하여 운영되고 있다. 더불어 고단적 적재창고시스템, 웨어하우스시스템 등 부지효율성을 극대화하면서 고효율의 야드운영이 가능한 연구 개발도 활발히 이루어지고 있는 상황이다.

따라서, 야드장비는 과거 장비의 저단적화에서 고단적화, 광폭화, 자동화로 도입하는 추세에 있으며 첨단 장비의 적용비율도 높아지고 있는 추세에 있다.

<표 3-12> **야드장비의 변화**

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
주요장비	섀시, SC	RTGC	RTGC, RMGC, OHBC	RMGC, OHBC, HSS, WS
특성	저단적	고단적화	고단적화, 광폭화, 자동화	초광폭화, 초고단적화, 부지효율화, 자동화

주 : 1. HSS : High Stack System, WS : Warehouse System.
2. 4세대중 HSS, WS는 현재 연구 개발중인 개념임.

향후 발전될 4세대의 야드장비는 항만의 성격에 따라 달라질 것으로 판단되나 중소형 항만은 RTGC 시스템, 대형항만은 보다 광폭화된 RMGC 시스템을 채용할 것으로 예견되며 현재의 시스템보다는 부지효율성이 높고, 고생산성이며 경제적으로 우수한 야드장비가 개발될 것으로 판단된다.

Cargo Systems의 발주현황을 살펴보면 과거 3~4단 6열 규모의 장비사양이 5~7단, 6~9열까지로 발주되는 야드장비의 사양이 고단적, 광폭화되고 있으며, 장비의 기능적 측면에서도 RTGC의 경우 유인제어 방식에서 GPS와 조합된 위치제어 시스템을 적용하고 있다. 과거 철송시설에서 주로 사용되었던 RMGC의 경우 무인자동화 및 원격제어가 용이하여 이를 야드장비로 응용하여 사용하고 있으며 현재 반자동화나 자동화터미널의 대표적인 야드장비로 이용되고 있다.

<표 3-13> **야드장비 종류별 규모의 변화**

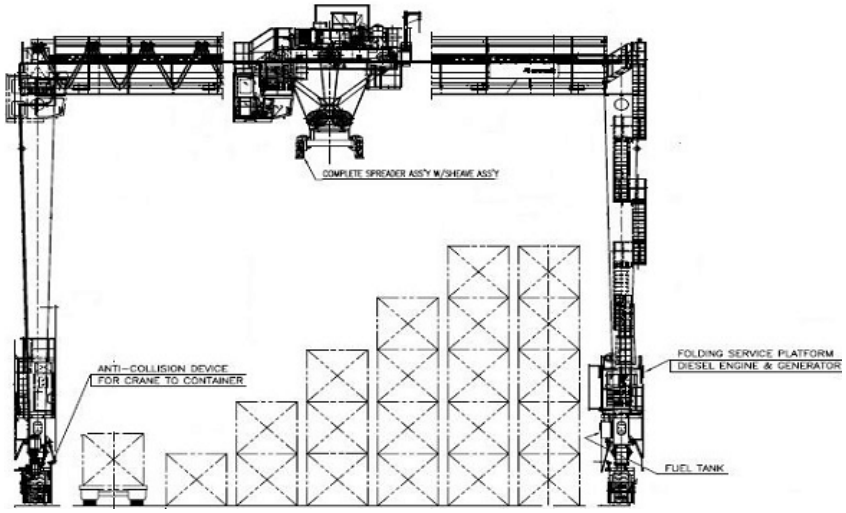
구분	1970~1980년대	1990년대	2000년대
섀시	1단 1열	1단 1열	1단 1열
SC	2단적 1열	3단 1열	4단 1열
RTGC	3~4단 5~6열	3~6단 6~7열	5~7단 6~9열
RMGC(ASC)	-	3~5단 6~9열	4~5단 9~10열

주 : Cargo Systems, 1999~2005 각호.

대표적 야드장비인 RTGC의 구조적 변화를 살펴보면 1960년대 처음 도입되었을 당시 바퀴(Tyre) 4개에 3단 3열, 또는 4단 4열 적재가 가능한 구조였다. 이후 바퀴 8개(각 코너당 2개)에 4단 6열을 적재할 수 있는 구조로 정착되어 현재까지 많은 컨테이너 야드에서 사용되고 있다. 최근에는 5단 6열 크레인도 많이 사용되고 있고 또한, 싱가포르항의 경우 6단 6열 그리고 7단 8열 트랜스퍼까지 운용되고 있다.

그러나, 이렇게 고단적 및 다열 적재를 하기 위해서는 보다 효율적인 운영시스템이 필요하고, 많은 재작업에 대한 우려뿐만 아니라 트랜스퍼 구조상 크레인의 높이가 높을수록 장비 자체의 특성상(타이어 바퀴) 흔들림이 많아져 작업성이 떨어지기 때문에 현재 대부분의 터미널에서는 5단 6열을 사용하고 있다. 이에 대한 예로 1990년대 싱가포르항의 경우 6단 6열 또는 7단 8열 크레인을 발주하였으나 2006년에 두산중공업이 싱가포르항에 납품한 120대의 RTGC 모두 5단 6열이었다.

<그림 3-16> **5단 6열 트랜스퍼 크레인 Layout**



RTGC의 장치 및 기능상 변화추세를 살펴보면 우선 작업 속도 향상을 위해 호이스트, 트롤리 속도 및 크레인 주행 속도가 많이 증가되고 있는 추세에 있다.

예를 들어 1980년대초 국내에 설치된 크레인과 최근 크레인의 운전 속도를 비교하면 생산성과 관련된 장치별 속도는 과거 20여년 전에 비해 0.5～2배가량 속도 증가가 이루어지는 것을 알 수 있다.

<표 3-14> **RTGC의 작업속도 비교**

설치 장소	부산 자성대	싱가포르 항	비 고
설치년도	1982년	2006년	
Hoist Speed	9/18 m/min.	25/40 m/min.	부하시/무부하시
Trolley Speed	50 m/min.	70 m/min.	
Gantry Speed	134 m/min.	134 m/min.	

크레인의 자동화 및 운전 편의성 향상을 위해 AGSS(Automatic Gantry Steering System) 및 APIS(Automatic Postion Indication System) 등이 사용되고 있다. AGSS는 RTGC가 야드에서 정해진 주행로를 벗어날 시 대형사고로 이어질 가능성이 있

기 때문에 자동으로 정해진 주행로만 운행하도록 하는 시스템이다. AGSS는 주로 다음 2가지 방식이 사용되고 있다. 먼저 주행로에 특수 페인트를 하고 이를 크레인에 설치된 CCTV로 인지, 해석하여 정해진 오차를 벗어나면 자동으로 수정 Steering하는 방식이며, 다른 방식은 일정 전자파에 반응하는 Transponder를 주행로에 일정 간격으로 박아 이를 크레인에 설치된 센서가 감지하는 방식이 있다. APIS는 운전 자동화를 위한 장치로서 크레인 자체 및 트롤리, 스프레터의 위치를 파악하기 위한 장치이다.

일반적인 RTGC는 대부분 레그(Leg) 각 코너당 바퀴 2개씩 해서 4코너 총 바퀴 8개로 구성되어 있다. 그러나, 연약지반의 야드나 신규로 조성되는 터미널에서 야드 토목 비용을 줄이기 위해서 레그 각 코너당 바퀴를 4개씩 총 16개 바퀴를 장착한 크레인을 사용하고 있다.

<그림 3-17> 16 Wheel RTGC(싱가포르 PSA)



초기에 컨테이너터미널에 사용된 저단적의 스트레들 캐리어에서 점차로 장치공간의 효율을 향상시키기 위한 4단적 RTGC가 개발되었으며, 지속적인 항만의 물량증가 및 그에 따른 장치공간부족, 인건비 증가 등에 대응하기 위한 ATC, OHBC, RMGC 등이 개발되어 사용되고 있으며, 이러한 장비들의 특징을 결합한 HSS가 현재 국내 연구진에 의해서 개발되고 있다.

<그림 3-18> **야드장비 변화 추세**



다. 이송장비 변화추세

이송장비의 경우 장비크기의 변화보다는 기능적 변화를 많이 가져오게 되었다. 항만에서 본선작업이나 야드작업시 이송장비가 안벽장비, 야드장비의 작업상황에 영향을 받게 된다. 터미널의 물류흐름은 안벽장비↔이송장비↔야드장비로 컨테이너 연계작업이 순환하게 되어 있어 특정장비의 능력이 저하되면 다른 장비에 영향을 미치게 된다.

따라서, 기존의 야드트럭은 안벽 및 야드장비의 다른 작업이 종료되면 서비스를 받게 된다. 그러나, 안벽과 야드장비의 서비스가 끝나지 않을 경우 이송장비가 대기를 하게 되며 결국 이송장비와 안벽 및 야드장비를 연계하는 이송능력이 저하되므로 터미널의 전반적인 생산성이 감소하게 된다.

이송장비의 변화는 이러한 생산성을 저하시키는 요소를 제거하기 위한 발전이 이루어졌고 과거의 야드트럭이 컨테이너를 인도받아 운반하는 수동적인 작업형태를 가지고 있었다면 이를 보완한 SHC(Shuttle Carrier), SC(Straddle Carrier)는 컨테이너를 스스로 자가하역 할 수 있는 능동적인 작업형태를 가지고 있다. 또한, 자동화 컨테이너터미널의 경우 기존에 많은 인력이 소요되는 야드트럭을 개선하고자 무인으로 운영되는 AGV(Automated Guided Vehicle), ASHC(Automated SHuttle Carrier)가 이용되고 있다.

<표 3-15> **이송장비의 변화**

구분	1세대	2세대	3세대
년도	1950~1980년대	1990년대	2000년대
주요장비	SC, YT	SC, YT, (AGV)	YT, AGV, (SHC)
특성	유인, 수동적작업	유인, 무인, 수동적 작업	유인, 무인, 수동적작업, 능동적 작업

주 : ( )는 각 세대별로 기술발전과 신개념 터미널 등장에 따른 새로이 개발된 이송장비를 나타냄.

초기의 컨테이너터미널에서 사용하였고 지금도 가장 많이 사용되고 있는 야드 트럭에서 이송과 장치기능이 결합된 스트레들 캐리어가 병렬로 사용되고 있으며, 인건비 증가에 따른 운영비용절감을 위한 AGV와 자동화 SHC가 현재 운영되거나 개발되어 사용될 예정에 있다. 현재, 국내 연구진에 의해서 AGV와 SHC의 장점이 결합된 자가하역차량(ALV : Automated Lifting Vehicle)이 개발되고 있다.

② 항만하역장비의 변화요인

<그림 3-19> **이송장비 변화 추세**

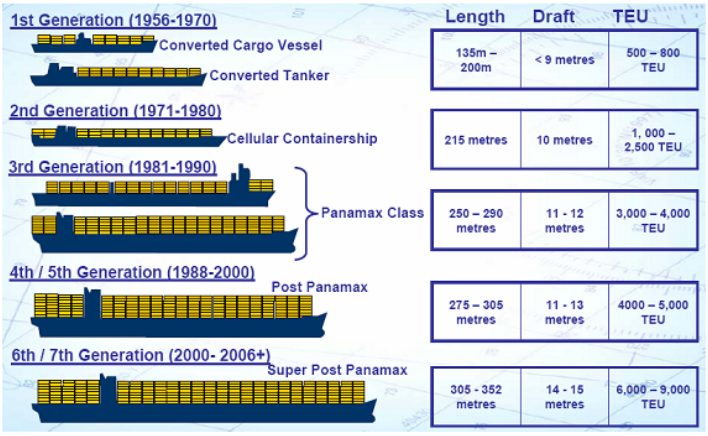


가. 선박의 대형화

현재까지, 항만하역장비가 발전해 오면서 변화를 주도해온 핵심적인 요인들을 살펴보면 가장 중요한 요인이 선박의 대형화이다. 항만하역장비들은 선박의 크기, 하역시의 적양하량 및 컨테이너의 사이즈가 생산성의 중요한 지표이며, 이와 관련하여 선박의 대형화가 가장 핵심적인 요인이다. 초기의 길이 200m 내외의 선박에

서 최근의 360m급의 초대형 선박까지 지속적으로 선박이 대형화되어 안벽장비의 경우 아웃리치가 길어짐에 따라 생산성을 유지하기 위해 트롤리 및 호이스트의 속도가 상승하였으며, 선박의 높이가 높아짐에 따라 크레인의 높이도 높아져 호이스트 케이블의 스웨이가 심해지고 이의 해결을 위한 안티 스웨이 기술이 적용되었다.

<그림 3-20> **선박의 단계별 대형화 추세**



자료 : Elliott, J., “Equipment Issues: Handling System Design and Performance”, TOC Europe. 2006.

나. 항만 서비스 수준의 증가

세계적으로 컨테이너 물동량이 급증하고 선사들의 합종연횡이 가속화되면서 글로벌 선사들의 영향력이 점차적으로 증대되고 있다. 이는 글로벌 선사들의 기항여부에 따라서, 해당국가 항만의 입지가 결정될 수 있다는 뜻이기도 하다.

과거 선박의 규모가 소규모일 때는 대륙별로 다수의 항만에 기항을 할 수 있었으나 선박이 대형화 될수록 기항항만의 수는 점점 줄어들어 각 대륙별로 1~2개, 선사별로는 3~4개의 항만에 기항하게 되며 이 외의 항만은 중심항만 경쟁에서 탈락되어 지역항으로의 전락을 가져올 수밖에 없는 상황에 이르게 되었다.

이러한 변화는 고객인 선사의 요구를 어느 정도 충족시키느냐에 따른 것이며 이에 따라 항만운영사들은 자국 항만서비스 수준의 증가를 위해 경쟁적으로 항만시설에 투자를 하고 있다. 초대형 선박기항을 유치하기 위해 대규모 안벽장비 도입, 야드장비 및 항만시설의 개선, 신개념 컨테이너터미널 개발 등 항만서비스의 증가를 통한 항만경쟁력 확보에 매진하고 있는 실정이다.

이는 결국 항만하역장비의 효율화, 자동화, 대형화에 이르게 되는 주요 원인으로 작용하고 있는 상황에 있다.

다. 인건비 상승

컨테이너터미널 종사자의 인건비는 타 직종에 비해 매우 높은 편에 속한다. 2004년 9월 발표된 「광양항 1단계 및 부산항 감만부두의 선석통합 운영방안 연구, 해양수산부」에 따르면 당시 대한통운, 허치슨, 세방, 한진해운 4사의 항만종사자 평균임금은 약 4천 5백만원으로서 당시 직장인 평균연봉 3천만원에 비해 높은 편에 속하고 있다.

이러한 추세로 보았을 때 장래의 컨테이너터미널 종사자의 인건비는 점점 더 상승하고 있는 추세에 있다.

유럽 선진항만의 경우 10여년전부터 자동화터미널을 계획하여 개발한 주요원인중의 하나는 항만인력의 인건비 절감이었다. 자동화터미널의 경우 기존 터미널에 비해 장비 운전인력이 1/3로 감소되어 연간 운영비에서 상당부분 절감을 가져오고 있다.

따라서, 향후 인건비의 상승이 자동화터미널의 건설로 이어질 가능성이 높기 때문에 자동화터미널을 위한 자동화된 첨단 항만하역장비의 개발가능성은 매우 크다고 할 수 있다.

라. 장비기술의 첨단화

타 산업과 마찬가지로 항만하역장비 관련 산업도 기계적 생산성 및 운영적 측면에서 고생산성, 자동화 방향으로 보다 첨단화되고 있는 추세에 있다. 이는 항만장비 관련기업들이 항만운영사들이 요구하는 항만서비스 수준 증가 및 터미널 생산성 증가에 대응하여야만 항만장비관련 산업에서 생존할 수 있기 때문이다. 따라서, 안벽장비의 대형화 및 고생산성화, 이송장비 및 야드장비의 무인화 등 항만장비 관련기술의 첨단화에 연구 개발과 투자를 지속하고 있다.

마. 항만부지이용의 고효율화

그동안 세계적으로 급격한 물동량 증가에 따라 항만개발과 건설에 막대한 투자를 지속해 오고 있다. 그 결과 항만을 건설할 수 있는 천해역은 점점 더 줄어들고 항만매립을 위한 매립재 또한, 감소하고 있는 실정에 있다. 또한, 과거에 비해 증가되는 항만건설비용과 항만의 생산성 증가요구는 항만부지이용의 고효율화를 유도하고 있다.

따라서, 항만부지이용의 고효율화 요구는 동일한 부지에 보다 더 높은 장치능력 및 고생산성을 가진 하역장비들의 개발에 대한 주요 원인으로 작용하고 있다.

향후 항만부지 이용의 고효율화 요구는 점점 더 거세질 것으로 예측되며 항만부지비용을 절감시킬 수 있는 새로운 하역시스템 및 하역장비의 개발도 예상할 수 있다.

<표 3-16> **항만하역장비의 변화요인**

1차구성	변화요인	과거	현재
안벽장비	선박의 대형화	소규모장비(16열 이하) 저생산성(30개/hr 이하)	대규모장비(18열 이상) 고생산성(50개/hr)
	인건비 절감화	C/C 1대당 5명 소요	C/C 1대당 3명 내외
	기술의 첨단화	전작업 유인화	대선박작업 유인화
이송장비	안벽장비의 고성능화	수동적 작업 (대기시간 발생)	능동적 작업 (대기시간 최소화)
	인건비 절감화	1대당 1명	없음
	기술의 첨단화	유인운영	무인운영
야드장비	선박의 대형화	소규모장비(4단 6열)	대규모장비(5단 10열)
	항만부지이용의 고효화	4단적 이하	8단적 이상
	인건비 절감화	1대당 1명	4대당 1명
	기술의 첨단화	유인운영	원격조정
	장비운영 저비용화	디젤연료	전기

주 : 표의 “현재”는 자동화로 운영되고 있는 대형터미널을 기준.

2) 항만건설장비

(1) 현황 및 특성

① 항만건설장비 개요

항만건설장비라 함은 안벽시설, 외곽시설인 방파제 및 호안, 항로준설 및 야드조성시 연약지반처리 등 기반시설을 포함한 컨테이너부두 건설시 사용되는 장비들을 말한다.

선박의 대형화 추세에 따라 컨테이너부두 구조형식은 물론 초대형 구조물의 도입이 증가되고 있어 항만건설장비의 변화 또는 개발이 추진되고 있다. 항만건설장비의 발전은 경제적인 항만건설뿐만 아니라 최근 환경적인 측면도 고려한 장비가 개발되고 있는 실정이다.

② 항만건설장비의 구성

컨테이너부두 건설시 장비는 크게 안벽축조장비, 준설장비, 야드 조성장비 등의 항만건설장비로 구분되며 외곽시설인 방파제 및 호안공사시에 사용되는 일반 건설장비는 제외하였다.

안벽축조장비로는 콘크리트 블록이나 콘크리트 케이슨을 제작하여 운송 및 진수를 하는데 이용되는 해상기중기가 있으며, 해상기중기의 양중 용량에 따라 구조물의 중량도 제한을 받는다.

준설장비로는 준설면적이 적은 소규모 준설인 안벽시설 전면 박지준설시 사용되는 그라브(Grab) 준설선, 비교적 넓고 준설규모가 큰 경우 사용하는 버키트(Bucket) 준설선, 준설구역이 흐트러져 있을 때나 항로 준설시 주로 사용되는 펌프(Cutter Suction Pump) 준설선 및 호퍼(Trailing suction hopper) 준설선이 이에 속한다.

컨테이너부두 축조시 배후매립토로는 주로 준설토를 이용하고 대부분이 연약지반처리를 필요로 하는 경우가 많으므로 연약지반 시공 장비가 야드 조성장비의 대부분을 차지하고 있다.

<표 3-17> **항만건설장비의 구성**

1차구성	2차구성	비고
안벽축조장비	• 기중기 • Aero-Go system & DCL선	• 케이슨 제작(Slip Form, Soffit Form) • 케이슨 이동 및 진수
준설장비	• Grab 방식 • Bucket 방식 • Suction 방식 • Hopper 방식	• 수심확보 • 수륙양육바이패싱, HSE, auger dredger, disk bottom cutterhead dredger
야드조성장비	• 육상연약지반처리장비 - PBD, PSD, SD, PTM, 진공펌프 • 해상연약지반처리장비 - PBD, DCM	• 연약지반시공 • 표층처리 및 복토공법

주 : DCL(Draft Controlled Launcher), HSE(Hydro Super Ejector), PBD(Plastic Board Drain), PTM(Progressive Trenching Method).

자료 : 정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

(2) 변화추세 및 변화요인 분석

항만건설장비의 변화는 선사들의 글로벌화 및 컨테이너 물동량 증가에 따른 선

박의 대형화를 첫 번째 요인이라 할 수 있다. 선박이 대형화되면서 대형선박이 접안할 수 있는 안벽 시설이나 수역시설 확보에 따라 경제적인 항만건설을 위해서 구조물의 대형화가 이루어졌다.

또한, 공사용 골재원의 부족과 환경에 대한 인식이 높아짐에 따라 환경친화적 공법을 도입하는 추세이다.

① 항만건설장비의 변화추세

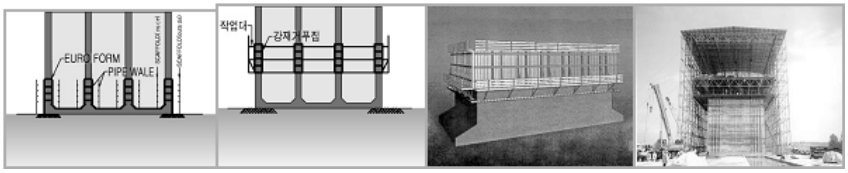
가. 안벽축조 장비의 변화추세

안벽축조 장비의 변화는 세부적으로 케이슨 제작 거푸집, 운송 및 진수로 구분할 수 있다. 안벽케이슨의 운송 및 진수장비로는 해상기중기가 대표적인데 해상기중기의 능력에 따라 구조물의 초대형화에 한계가 있었다. 케이슨 제작 거푸집의 형태는 유로폼, 강재거푸집, 시스템폼이 있으나, 최근 시공이음이 없어 수밀성 및 차폐성이 높고 24시간 연속작업으로 시공 속도가 빠른 슬립폼을 적용하는 추세이다.

<표 3-18> **케이슨 거푸집 변화**

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
거푸집 형태	유로폼	강재거푸집	시스템폼	공장형 슬림폼
특 징	• 구조물의 형상이 규격화되어 표준타입의 거푸집을 변형시키지 않고 조립하는 공법	• 거푸집과 벽체 마감공사를 위한 비계틀을 일체로 조립하여 크레인으로 설치하는 공법	• 외부거푸집과 내부 거푸집을 조립한 대형 거푸집을 크레인선 LOT별로 설치하는 공법	• 구조물의 형상이 규격화되어 표준타입의 거푸집을 변형시키지 않고 조립하는 공법
적용사례	군·장 남측안벽 (1공구)	군·장 남측안벽 (1공구)	서해대교 PIER등 다수	싱가포르, 인도네시아 등 외국 시공

<그림 3-21> **케이슨 거푸집 변화 추이**



[유로폼] [강재거푸집] [시스템 폼] [공장형 슬림폼]

자료 : 1. 정지만 외 2인, 「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.
2. 현대건설, 「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

이러한 케이슨 거푸집의 변화에 따라 케이슨의 제작규모를 소형에서 중형, 대형으로 제작할 수 있었으며 그에 따라 안벽축조장비의 형태도 기존 해상기중기 형태에서 새로운 건설장비 형태로 변화하고 있다.

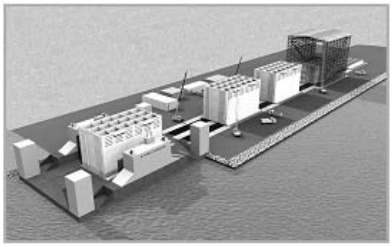
현재 해상기중기인 경우 종래의 최대운반 및 진수 가능한 중량이 2,000~3,000톤급이었으나 공기부양이송장치(Aero-Go system) 및 7,000톤급 반잠수함인 DCL선을 이용한 초대형 구조물의 운반, 진수가 가능하게 되었다.

<표 3-19> **케이슨 운송 및 진수 장비변화**

구 분	1 세대	2 세대	3 세대
운송공법	해상기중기	해상기중기	Aero-Go system, 연결 재킹 시스템
진수공법	해상기중기	해상기중기	DCL(Draft Controlled Launcher)
운송 및 진수 최대중량	2,000톤 (설악호)	3,000톤 (삼성호, 한진1호)	7,000톤

자료 : 정지만 외 2인, 「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

<그림 3-22> **DCL선을 이용한 운송 및 진수**



[선적 및 운반]



[진수]

자료 : 정지만 외 2인, 「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

나. 준설장비의 변화추세

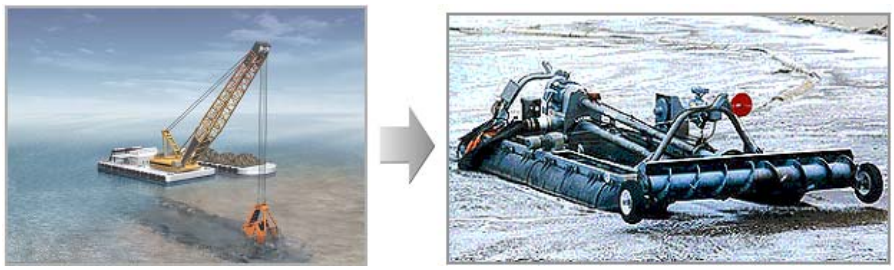
컨테이너부두 공사시 안벽 전면 준설장비로는 주로 그라브(Grab) 준설선, 버키트(Bucket) 준설선, 주로 항로준설에 사용되는 펌프(Suction Pump) 준설선 및 백호우 준설선이 있다.

최근 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 준설시 발생되는 부유사 발생에 따른 수질 오염을 미연에 방지할 수 있는 환경친화적 준설선 개발 및 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

흡입형의 대표적 환경 준설선은 분쇄기가 나사형인 auger dredger로서 오염된 해

저면 준설 등 준설토의 수중 유출을 최대한 억제해야 할 경우에 사용한다. 나사형 분쇄기의 길이는 2～14m 정도이며, 분쇄된 퇴적물은 분쇄기 중앙부로 모여 선상으로 흡입된다.

<그림 3-23> **준설선 변화 추이**



[그라브 준설선] [auger dredger]

자료 : 1. 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.
2. www.hamdredging.com.

종래의 유지준설인 경우도 그라브 준설선이나 펌프 준설선으로 시행되고 있다. 하구항인 군장항인 경우 최근 10년간(1994～2004) 6,775,356m³의 유지준설을 시행해 왔고 장래에도 계속적으로 연간 60억원의 유지준설비가 소요되는 지역이다. 군장항 해저질 표층이 니토 또는 실트와 같은 활성화층의 특징을 고려하여 진공압밀공법을 이용한 비활성층으로 변환하는 기술을 개발할 경우 준설 없이 일정 소요수심 확보 및 유지준설기간의 확장을 도모하여 효율적인 수심확보를 할 수 있다.

결론적으로 준설장비의 경우 용도에 따라서 다르나 과거의 버켓식, 그라브식 등 소용량의 준설장비에서 연속적이고 대용량의 석션식 준설장비 등으로 변화하는 추세에 있다.

다. 야드 조성장비 변화추세

야드 조성기술 중 연약지반처리공법은 초기 강제치환 공법이나 쇄석이나 모래를 이용한 다짐말뚝 공법을 이용하였으나 모래 등의 공사용 재료원 부족 및 환경에 대한 관심이 집중되면서 자연골재의 대체 재료를 사용하고 있는 추세이다.

최근 해상 PBD공법(Plastic Board Drain), 고압분사식 혼합공법 중의 하나로 물과 공기를 고압(400 kg/cm^2)으로 1차 분사시켜 원지반을 분쇄시키면서 시멘트 페이스트와 공기를 고압으로 2차 분사시켜 대구경 원주형 고결체를 형성하는 RJP(Rodin

Jet Pile) 공법과 DCM 공법 등이 연약지반처리공법으로 적용되고 있다.

표층 처리공법으로는 1세대라 할 수 있는 Mat 포설후 복토하는 공법을 주로 사용하였으나 연직 배수시간이 많이 소요되고 다량의 산토가 사용된다.

2세대에는 토목섬유를 이용한 다양한 표층처리공법이나 대나무네트 공법을 도입하여 최소한의 산토를 이용하고 연직배수시간을 배가하였으며, 3세대인 강우 초습지용 트렌치를 이용한 PTM 공법을 적용하여 연약지반처리시 시공성을 향상시켰으며, 진공압밀공법의 도입으로 복토시 산토량을 최소화하여 환경영향을 최소화하였다.

<표 3-20> **표층 처리공법 변화 추이**

구분	1세대	2세대	3세대
주요장비	Mat + 복토	죽매트 + 복토	PTM + mat + 복토
특성	공종단순, 시공성 양호, 공사재료 과다	죽네트의 균등침하유도, 시공성 불량	표면수가 있는 초연약지반 유리, 시공성 우수

야드조성장비의 경우 육상연약지반처리장비는 연약지반 처리를 위한 사용재료에 따라 장비의 천공장치도 변화되었으며 과거의 단순천공장치에서 플라스틱 및 혼합재료를 천공과 동시에 주입할 수 있는 장치의 개발쪽으로 변화하고 있다. 해상연약지반처리장비는 과거의 1축천공장비에서 3축 또는 4축 3열 등 다축다열 장비의 개발이 이루어지고 있어 연약지반처리의 효율성을 증가시키는 방향으로 변화하고 있다.

② 항만건설장비의 변화요인

가. 선박의 대형화

현재까지, 항만건설장비의 변화요인 중 먼저 선박의 대형화를 들 수 있다. 초기의 길이 200m 내외의 선박에서 최근의 360m급의 초대형 선박까지 지속적으로 선박이 대형화되어 안벽의 규모가 커지게 되는데 안벽 전면 수심등 기타 부대시설이 상향됨에 따라 구조물의 대형화를 동반하게 되었다.

<표 3-21> **안벽케이슨 규모의 변화**

시기 / 항목	'90년대 초	'90년대 말	2000년대 초	2005년 이후
케이슨 중량(t)	2,000	2,000~3,000	5000	5000이상

나. 공사재료원의 부족

부산신항 및 광양항, 송도신도시 등 국내에 대형공사 및 개발이 이루어지면서 모래 등의 공사재료의 수급이 어려워지고 있어 공사비의 상승효과를 동반하고 있다. 해외에서도 이와 마찬가지로 항만개발을 가속화할수록 향후 공사재료원의 부족을 야기할 것으로 예측된다.

과거 항만구조물 공사시 사석경사제나 연약지반처리시 모래말뚝공법 또는 쇄석말뚝공법에서 공사 재료원을 최소화하거나 대체 재료원을 활용하는 공법이 개발되고 있다.

다. 환경에 대한 관심도 증가

기존의 항만건설은 개발위주로 항만건설장비도 작업능력 및 시공성이 우수한 측면에 중점을 두고 있었다. 그러나, 최근 NGO 등의 환경단체의 적극적인 활동과 국민의 생활수준향상 및 지구온난화 등 기상이변현상이 빈번해짐에 따라 자연환경에 대한 중요성이 인식되고 있다.

<표 3-22> **항만건설장비의 변화요인**

1차구성	변화요인	과거	현재
안벽축조장비	선박의 대형화	구조물의 대형화 한계 (3,000톤급)	초대형 구조물 축조 (7,0000톤급)
	구조물의 대형화	해상기중기의 양중 용량제한	초대형구조물 운송 및 진수 가능
	공사비 절감	대규모 항만공사비 케이슨거치비 증가 (해상기중기 이용료 포함)	초대형 구조물 축조로 케이슨 운송 및 진수 공사비 절감
준설장비	유지관리비 절감	없음	진공압밀공법 적용으로 소요수심 확보
	장비의 친환경적 운영	오탁방지막 설치	부유사발생량 최소화 장비도입
야드조성장비	공사재료원 고갈화	공사재료원 모래, 쇄석 이용	공사재료원을 특수 가공한 플라스틱 재료등 대체재료 활용
	환경친화적 건설	공사재료원 채취에 의한 자연훼손	진공압밀공법 적용등 자연골재 사용 최소화
	공사비 절감	해상 PBD 1축 전용선	해상 PBD 3축 전용선

한편 개발 당사자들도 개발위주의 항만건설에서 탈피, 친환경적 항만건설의 필요성을 느끼고 있어 환경친화적 항만건설에 대한 노력 및 연구가 진행되고 있다. 이에 발맞춰 항만건설장비도 또한, 친환경적 건설장비의 필요성이 대두된다.

3) 항만보조시설

(1) 현황 및 특성

① 항만보조시설 기술 개요

항만보조시설이라 함은 항만법 제2조 6호에 의해 항만관련시설의 기능시설 중 항로표지, 신호, 조명, 항무통신시설 등의 항행보조시설과 항만관제·홍보 등의 보안시설을 의미하나, 본 연구에서는 선박의 안전한 입출항 유도기술에 관련된 장치 또는 기술로 한정하였으며, 이는 컨테이너부두 계획 및 운영시 중요한 요소이다.

② 항만보조시설의 구성

항만보조시설은 항만개발시 적용하고 있는 선박조종시뮬레이션을 통한 항로선형 계획, 등대 및 등부표 등 항로표지시설계획을 포함한 항로개발계획 부분과 입출항 선박의 모니터링을 통한 안전운항을 유도하는 체계를 구축하기 위해 선박자동식별시스템(AIS), 항만교통정보시스템(PTMS)을 도입 운영하여 선박의 안전사고를 미연에 방지할 수 있는 선박의 안전관리계획시스템으로 구성되고 있으며, 최근 인터넷, 인공위성통신 등의 인트라넷 기술을 적용하여 센서데이터를 통합관리하고, 디지털 GIS 정보처리 시스템을 기반으로 충돌 및 좌초를 예방하고 항해시 기상악화에 따른 선박의 안전성을 종합적인 안전항해 지원을 가능하게 하는 지능형 운항제어시스템(INS, Intelligent Navigation System)과 디지털 선박을 위한 원격 실시간 해양환경정보 실시간 제공 기술 등이 있다.

<표 3-23> **항만보조시설의 구성**

1차구성	2차구성	비고
항로개발	• 선박조종시뮬레이터	• 항만건설 및 계획시 항로타당성 여부 • 선박조정 훈련
종합관제	• AIS, VTS, PTMS	• 선박의 안전한 입출항 유도/통제/모니터링

자료 : 1. 산업자원부, 「선박의 지능형 자율운항 제어 시스템 개발」, 2004.
2. 산업자원부, 「위성통신망 원격제어기술 개발」, 2005.
3. 해상교통관제센터 홈페이지.

(2) 변화추세 및 변화요인 분석

항만보조시설의 변화는 선박의 대형화, 전산 및 통신장비의 첨단화가 주요한 요인이며, 선박의 대형화에 따른 기존항만시설의 이용시 항로 혼잡으로 선박 안전사고 우려가 있으므로, 선박은 물론 항만시설의 보호를 위해 무엇보다도 선박의 안전운항에 대한 유도가 필요하다.

① 항만보조시설기술의 변화추세

항만보조시설 계획 기술 중 가장 주요한 사항으로는 항입구 폭, 항로의 적정성 및 합리적인 항로표지시설 계획이 선박의 안전을 위한 최우선과제이다. 종래에는 항로의 적정성 검토는 국내·외 설계기준(항만 및 어항설계기준(2005), CEM (Coastal Engineering Manual, 2005))에 의해 최대선박을 대상선박으로 산정방법을 이용하였다.

최근 대형항만공사나 영종 제2연육교 공사 계획시 선박조종시뮬레이션을 도입하여 적정 항로폭 및 항로법선 등을 검토하였으며, 항로표지시설의 배치계획을 수립하였다.

<표 3-24> **항로보조시설 계획 기법 변화 추이**

시기 / 항목	1980년대	1990년대	2000년이후
사용장비	설계기준	컴퓨터	선박조종시뮬레이터
항로계획	경험식	2차원 수치모형	실시간 3차원 시뮬레이션
접·이안 및 항로혼잡도 검토	통계분석	2차원 수치모형	실시간 3차원 시뮬레이션
수행자	설계자	설계자	설계자+도선사

전산 및 통신장비의 첨단화로 과거 Radar, 해도, 선장의 경험 및 도선사에 의존하여 선박의 운항 및 입출항을 하였으나, 최근 선박자동식별시스템(AIS), 해상교통관제시스템(VTS) 및 항만교통정보시스템의 도입으로 실시간 운항 상황을 제공하여 안전사고를 방지하고 있다.

이 외에 선박 위치추적시스템(VMS) 및 선박보안감시시스템(SSAS)을 도입하여 선박에 대한 정보를 육상에서 모니터링하여, 실시간 관제 서비스는 물론 위성을 통한 안정적인 서비스와 철저한 보안을 보장할 수 있다.

② 항만보조시설 기술의 변화요인

가. 선박의 안전사고 위험성

선박의 대형화 및 고속화에 따른 안전사고 발생 위험성이 높아지고 있어 항로, 항로표지시설 등의 항만보조시설 계획단계부터 과학적이고 현실적인 검토 및 검증이 필요하다.

나. 전산 및 통신장비의 첨단화

전산장비 능력의 배가와 통신장비의 첨단화에 따른 선박 안전운항 관제 및 실시간 운항 정보 제공으로 안전사고 방지시스템을 구축할 수 있다.

<표 3-25> **항만보조기술의 변화요인**

1차구성	변화요인	과거	현재
항만보조시설 기술	선박의 안전사고 위험성	설계기준에 의한 항만보조시설 계획	선박조종시뮬레이터를 이용한 계획
	전산 및 통신장비 첨단화	Radar, 해도, 경험에 의한 선박 운항	AIS, PTMS, VTS 등을 통한 선박의 안전운항 유도

제 4 장 미래 항만기술 개발방향과 항만기술트리 (Port Technology Tree)

1. 개요

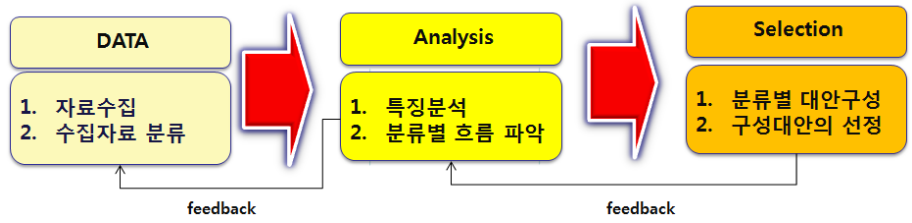
본 장은 항만기술에 대한 국내외 첨단 기술동향과 각 기술에 따른 변화요인, 변화추세 분석을 통해 항만기술의 분야별로 미래개발 방향 및 세부기술별 발전방향을 도출한다. 또한, 미래 기술개발 및 발전방향에 따라 향후 개발될 분야별 기술개발트리(Tree)를 작성한다.

본 기술개발트리는 각 분야별 전문가들의 면담을 통해 도출한다. 또한, 분야별 전문가들에 대한 설문 및 면담조사(총 200여건)를 통해 각 분야의 세부기술별 국내의 기술수준과 세계의 항만관련 산업에 선도적 입지를 구축하고 있는 항만운영사, 중공업업체, 컨설팅기업, IT기업, 장치 및 부품기업 등과의 기술격차를 도출한다.

국내외 기술격차를 조사함에 있어 항만산업의 세계 최고업체를 100점으로 설정하며 조사기준은 개발/특허수준, 설계/제작수준을 기준으로 하고 두 가지 기준에 대해 동일비율의 가중치를 부가한다.

또한, 본 연구에서는 각 분야의 미래방향을 도출하기 위해서 새로운 방법론을 적용하고자 한다. 항만물류운송분야의 미래방향을 설정하기 위한 방법론으로 DAS(Data, Analysis, Selection)를 적용한다.

<그림 4-1> DAS 수요조사 방법론 적용과정



본 연구에서 제안하는 DAS 방법론은 자료, 분석, 선정의 3단계로 구성되며, 이들 단계를 유기적으로 결합시켜 각 단계별로 효과적인 결과를 도출하여 연계성을 높이며, 합리적인 대안을 선정하고자 한다.

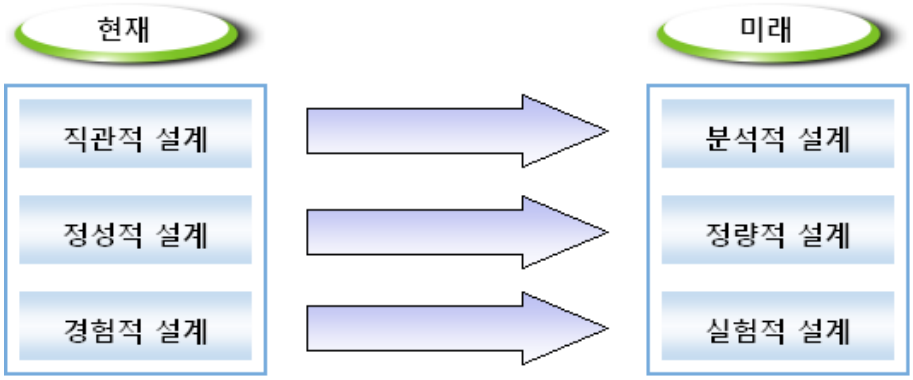
2. 항만물류분야

1) 항만하역시스템분야

(1) 미래개발 방향

항만하역시스템분야에 있어서 관련기술의 미래개발 방향은 하역시스템의 설계형태, 하역성능, 경제성 측면을 종합적으로 고려하여 대상항만의 기능에 부합하는 효율적인 시스템을 개발하는 방향으로 전개될 것으로 판단된다. 또한, 기존의 직관적, 정성적, 경험적인 자료에 기초한 설계형태보다는 좀더 분석적, 정략적, 실험적인 자료에 기초하여 하역시스템의 개발이 진행될 것으로 전망된다. 이는 결국, 인력에 의한 판단보다는 과학적인 분석방법을 활용하여 효율적인 하역시스템의 설계안을 도출하는 것이라 할 수 있겠다.

<그림 4-2> **항만하역시스템 미래개발 방향**

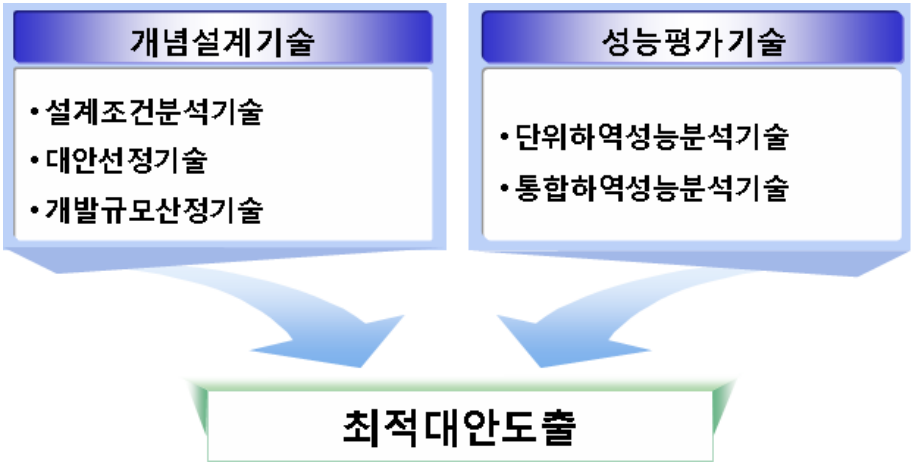


이러한 하역시스템 분야의 기술전망을 토대로 향후 항만하역시스템 분야에서는 다음과 같은 2가지 기술부문에 있어 관련기술의 확보 및 향상이 요구되며 그 내용은 다음과 같다.

<표 4-1> **항만하역시스템 기술**

기술부문	관련세부기술	핵심내용
개념설계기술	설계조건분석기술	• 터미널 기능 및 환경변수 정의 (소형/중형/대형, 허브/피더, 대상선형, 화물구성비 등)
	대안선정기술	• 장비유형 및 운영방식 수립
	개발규모산정기술	• 장비 및 시설의 소요규모 결정
성능평가기술	단위하역성능분석기술	• 장비별 하역능력 산출
	통합하역성능분석기술	• 터미널 하역능력 산출

<그림 4-3> **항만하역시스템 기술**



첫 번째, 하역시스템 개념설계기술부문에서는 하역시스템을 설계하는데 있어 대상 터미널의 기능에 부합하도록 하역시스템을 설계하는데 필요한 하역장비의 유형, 관련시설의 배치 및 소요규모(수량, 소요면적) 등을 고려하여 효율적인 하역시스템을 설계하는 기술이 요구된다. 또한, 인력에 의해 운영되던 하역작업이 자동화된 작업으로 처리될 수 있게 관련운영기술의 적용성(계획, 관리, 통제시스템)도 충분히 고려하여 최적의 설계대안을 작성해야 하며 이것이 개념설계기술부문의 핵심이라 할 수 있다.

두 번째, 하역시스템 성능평가기술부문은 앞서 설계된 하역시스템을 대상으로 그 효율성(장비 및 시설의 생산성)을 분석하는 기술이다. 설계된 하역시스템의 평가요소는 다양한 것이 있을 수 있으나, 핵심적인 평가대상이 되는 것은 하역시스

템의 생산성으로, 이에는 안벽작업의 생산성뿐만 아니라 이송 및 야드의 생산성 및 게이트 등의 서비스 수준까지도 평가대상이 될 수 있다. 이러한 하역시스템의 성능평가 결과를 토대로 설계된 하역시스템의 우수성을 상호 비교하여 최종적으로 최적의 하역시스템 설계안을 도출할 수 있다. 이러한 측면에서 성능평가기술과 하역시스템 개념설계기술은 상호 보완적인 관계에 있는 기술이라 할 수 있다.

이상의 2가지 하역시스템 기술부문들은 독립적인 관계가 아닌 상호 보완적인 관계에 있으며, 2가지 기술을 종합적으로 적용하여 최적의 하역시스템 대안을 도출할 수 있게 된다.

항만하역시스템의 2가지 기술부문에 대해 그 내용을 언급하면 다음과 같다.

(2) 세부기술별 발전방향

① 설계조건분석기술

설계조건 분석기술은 대상 항만의 하역시스템을 설계하기 위해 필요한 각종 관련 자료를 조사 분석하는 기술로 하역시스템을 설계하기 위해서는 다양한 터미널 환경변수를 충분히 고려하여야만 최적의 설계대안을 도출할 수 있게 된다. 또한, 이러한 정보들은 조사 분석 후에도 체계적으로 관리하여 재사용률을 높일 필요가 있다.

<표 4-2> **하역시스템 설계조건 분석 대상 예**

설계조건	조사항목	자료수집
화물정보	수출/수입/환적비율	경험치 or 분석치
	TEU/Box 비율	경험치 or 분석치
	수출/수입/환적무료장치기간	목표치
	화물종류별 구성비	경험치 or 분석치
	반출입트럭도착분포	경험치
선박정보	선박발생척수	경험치 or 분석치
	선박도착분포	경험치 or 분석치
	선형규모	경험치 or 분석치
	선박작업물량비	경험치 or 분석치
터미널정보	연간목표물량	목표치 or 최대치
	안벽 및 야드길이	설계치
	운영선석개수	설계치
	선박접이안소요시간	경험치

이러한 터미널 환경변수들은 국가별로 다를 뿐 아니라 터미널별로도 다른 값을 가질 수 있기 때문에 개발 대상이 되는 항만의 특성을 충분히 고려한 분석이 이루어진 후에 하역시스템의 설계가 이루어져야 한다.

또한, 설계조건 분석에서는 조사된 자료를 그대로 하역시스템 설계시에 사용할 수도 있으나 대부분 조사된 내용을 기초로 추가적인 분석을 통하여 가장 유효하게 적용될 수 있는 결과값을 산출하여 사용할 수도 있다. 이때, 여러 가지 분석방법이 적용될 수 있다.

<표 4-3> **설계조건 분석 방법론**

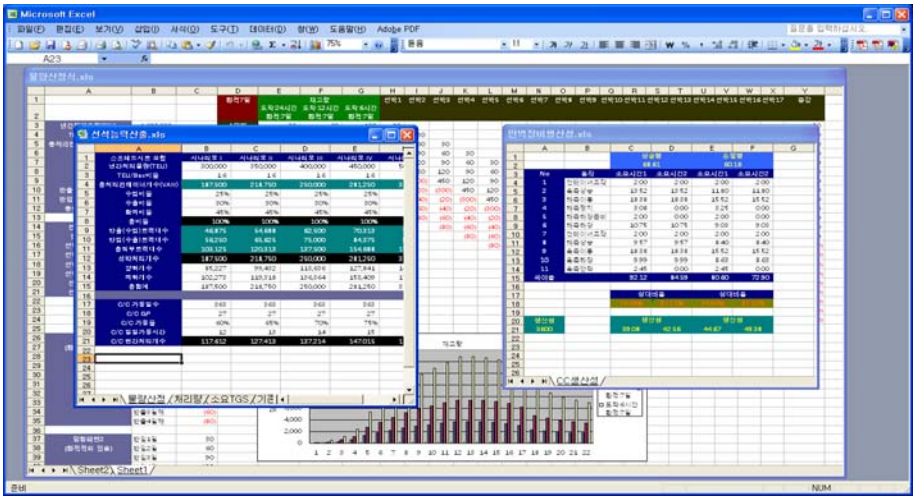
구분	방법론
경험적 방법	• 기존 시스템 사용을 통해 얻어지는 각종 실제데이터를 수집하여 하역시스템 설계시 적용하는 방법
분석적 방법	• 경험치로 구할 수 없거나 그 정보가 부족한 경우 하역시스템의 목표 연도에 부합하도록 가공하는 방법

설계조건 분석에 관련한 개발아이템은 자료의 수집 및 가공을 위한 시간과 노력을 단축시키는 효과가 있다는 측면에서 다양한 분석도구를 개발할 필요가 있다. 설계조건 분석시 조사된 각종 자료에 대해 신뢰성을 높이기 위한 가공방법으로는 항목별 관계연산이 가능한 스프레드 시트 모형(Spread sheet model)이나 수집된 자료를 제약조건으로 추가적으로 결과물을 산출해내는 수리적 모형(Mathematical model) 등을 들 수 있다. 이러한 정량적 모형들을 활용하여 설계조건에 대해 좀더 신속하고 유효한 범위내의 값을 얻음으로써 최적의 하역시스템을 설계할 수 있는 기초자료를 얻을 수 있게 된다.

<표 4-4> **설계조건분석기술 개발 아이템**

구분	개발 내용
스프레드 시트 모형	• 1차 수집 자료를 기초로 상호 연산을 통하여 2차 결과물을 추정 또는 도출하는 모형
수리적 모형	• 여러가지 경험치의 제약조건 자료를 토대로 최적의 목표치를 추정 또는 도출하는 모형

<그림 4-4> **스프레드 시트 모형예**



이러한 환경변수에 대한 조사자료를 토대로 스프레드 시트 모형이나 수리적 모형을 기초로 한 분석을 통해 하역시스템의 설계시 대상항만에 대해 효율적인 하역시스템 설계 대안을 제시할 수 있게 되며 그 내용은 다음과 같다.

<표 4-5> **설계조건분석기술 기대효과**

구분	효과내용
항만설계측면	• 하역시스템의 설계범위를 유효한 범위내로 추정할 수 있어 설계시 시간과 노력을 단축할 수 있음
항만개발측면	• 하역시스템의 처리능력을 유효한 범위내로 추정할 수 있어 향후 물동량 증감에 따른 항만개발계획 수립시 활용성이 높음

국내의 경우 기존에 하역시스템 설계시에는 대부분 이전의 시스템을 답습하는 형태로 하역시스템이 설계되어온 것이 일반적이며 또한, 경험치에 의존하여 하역시스템 설계시 활용한 경우가 대부분이다. 이에 대상 항만의 하역시스템 설계시 상위의 설계조건들에 대해 각 항목별로 경험치와 더불어 분석적 방법을 사용하여 설계조건자료의 신뢰성을 높일 필요가 있다.

설계조건 분석기술에 있어 국내외 기술격차 수준의 비교는 실제 보유하고 있는 솔루션(Solution) 비교를 통해서 얻을 수 있으나, 앞서 언급한 스프레드 시트 모형

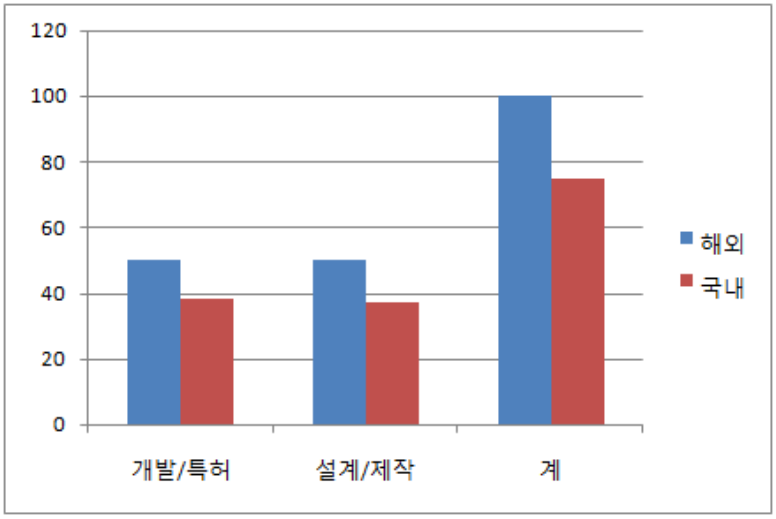
이나 수리적인 모형과 같은 분석도구는 보통 관련업체의 내부에서 활용된다는 측면이 강하다. 따라서, 이 분야의 기술수준 격차는 실제 하역시스템을 개발하거나 설계한 경험도 측면에서 판단해 보았다.

국내의 경우 이러한 설계조건분석기술을 통하여 실제 항만을 설계한 경우가 있으나 대부분 국내터미널로 제한된 실정이다. 그러나, 해외의 경우 전세계 대형터미널 개발에서 이 기술이 적용된 사례가 많은 편이다. 이러한 측면에서 전문가 설문결과 국내의 기술수준은 개발/특허, 설계/제작 측면에서 75 정도의 수준으로 나타났다.

<표 4-6> **설계조건분석기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	38	37	75

<그림 4-5> **설계조건분석기술 기술격차 비교도**

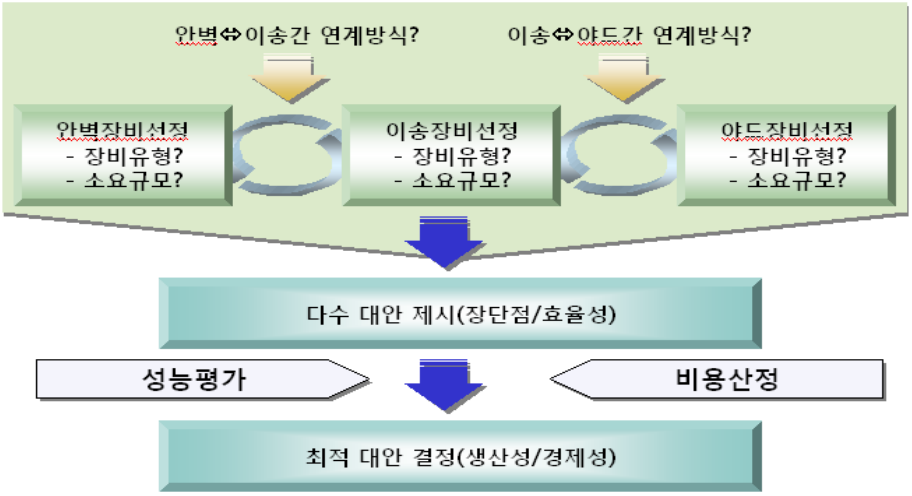


② 대안선정기술

하역장비 선정기술은 개발 대상항만의 하역시스템에 적용될 각 작업영역별 장비유형과 체계를 결정하는 기술이다. 이에는 하역작업 특성을 반영하여 다양한 형

태의 장비구성안을 수립하는 기술로 하역장비 선정에는 이미 개발되어 있거나 개발이 가능한 장비유형이 그 대상이 될 수 있다. 장비구성은 안벽, 이송, 야드 및 게이트 영역에 대해 작업영역별로 적용할 장비의 유형뿐만 아니라 이들 장비간의 연계성을 고려한 구성안을 결정하는 것이다.

<그림 4-6> **하역시스템 대안선정절차**

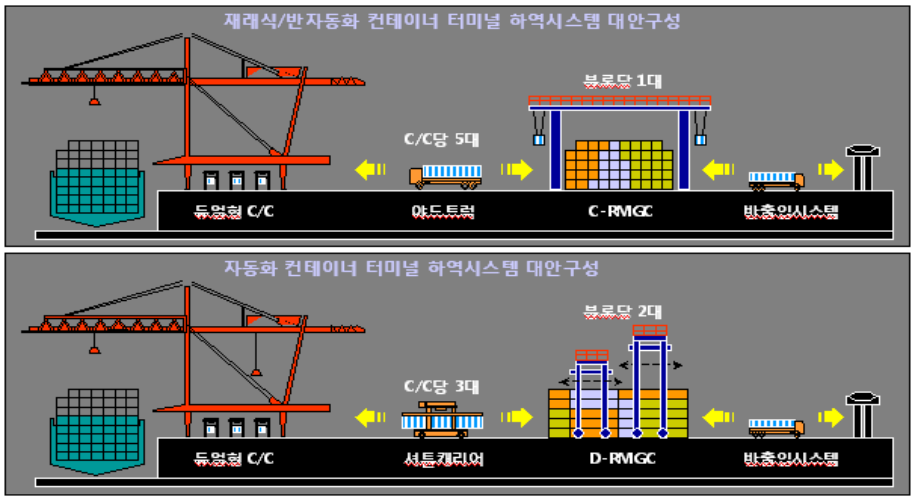


<표 4-7> **하역시스템 대안별 특성 비교 예**

구분		특 징
자동화	장점	• 효율적인 운영계획을 신속하게 터미널 전체에 반영할 수 있음 • 복잡하고 위험한 작업이라도 기계적으로 손쉽게 처리할 수 있음 • 작업의 고속화가 가능하며, 인력의 의존도가 매우 적어 생산성의 정확한 측정이 가능하며, 항만의 가격 경쟁력 확보 용이
	단점	• 건설비용이 높으며, 유지보수비용의 산정이 어려움 • 운영상의 문제시 부분적인 장비교체가 힘들며, 추가비용이 높음 • 운영 사례가 거의 없어 신뢰성 확보가 현재로선 미흡함
재래식	장점	• 검증된 설계로 위험부담이 거의 없고 안정성이 매우 높음 • 숙련된 인력 확보가 가능하며 운영노하우가 많이 공개되어 있음 • 작업물량의 변화에 따라 장비의 탄력적 운영이 가능함 • 초기투자비가 저렴하며, 고장시 신속히 복구할 수 있음
	단점	• 인력에 의존하는 경향이 많아 노동쟁의시 대처방안이 곤란함 • 관행적 성향이 많아 효율적 운영방안을 반영하는데 어려움이 따름 • 작업환경변화에 따른 지속적인 교육이 요구됨 • 획기적인 작업생산성 향상을 기대하기 어려움

하역장비 선정에는 다양한 형태의 하역시스템 구성안에 대해 장단점, 작업효율성, 생산성 등의 평가를 수행하여 그 결과를 토대로 최종 대안을 선정하게 된다.

<그림 4-7> **하역시스템 대안구성 예**



이때, 각 구성안에 대해 여러 가지 대안 평가가 수행될 수 있는데, 그 대표적인 것이 하역생산성 산출을 위한 하역성능평가와 투자비, 운영비 등의 비용산정이라 할 수 있다.

<표 4-8> **대안선정기술 개발아이템**

개발 아이템	개발 내용
물류적 특성분석	• 장비구성의 유연성 • 시설배치의 장단점 • 운영방안의 적절성 • 시스템의 신뢰성
기술적 특성분석	• 하역장비의 제원 및 기계적 특성 • 반자동/자동화 운영가능성 • 토목/시공의 기술적 특성
생산성 분석	• 선석/장치장/이송/게이트 생산성 분석 • 선박/외부트럭의 대기시간/서비스 시간 분석
경제성 분석	• 시스템 구축비용, 운영비용, 수익성 분석

대안선정기술의 개발아이템으로는 하역시스템을 선정하기 위한 평가항목을 결정하는 것이라 할 수 있다. 평가항목으로는 터미널의 물류적 특성, 기술적 특성, 생산성, 경제성 등이 대표적인 항목이며 각 항목에 대한 장단점 분석과 정량적 혹은 정략적 분석을 통해 대안의 우선순위를 결정할 수 있게 된다. 대안선정기술의 각 항목별 개발 아이템을 확보함으로써 하역시스템 선정에 있어 다양한 측면을 고려한 효과적인 하역시스템을 선정할 수 있다.

<표 4-9> **대안선정기술 개발효과**

개발 아이템	개발 효과
물류적 특성분석기술	• 터미널내의 하역작업흐름이 원활하게 이루어지는지를 판단할 수 있음
기술적 특성분석기술	• 하역장비특성, 장비구성특성, 토목특성을 분석함으로써 하역체계 구성의 안정성을 확보할 수 있음
생산성 분석기술	• 하역시스템의 작업능력을 측정함으로써 그 효율성을 판단해 볼 수 있음
경제성 분석기술	• 시스템 구축비용을 산출함으로써 투자대비 효용가치를 가늠해 볼 수 있음

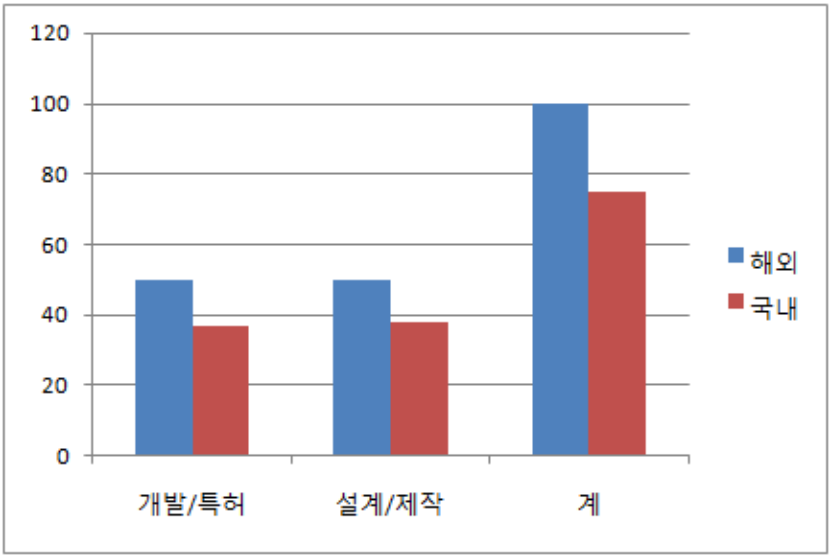
대안선정기술의 적용은 항만개발계획 수립시나 항만하역시스템에 관련된 신규기술 개발시에 대부분 적용할 수 있다.

<표 4-10> **대안선정기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	38	75

대안선정기술의 국내외 기술수준 격차는 앞서 살펴본 설계조건 분석에서와 동일한 기준으로 볼 때 기존 하역시스템을 탈피한 새로운 개념의 하역시스템을 개발한 사례가 국내에서는 전무하다. 다만 자동화 터미널 개발의 일환으로 무인이송장비(Automated Guided Vehicle, AGV), 무인야드장비(Automated Transfer Crane, ATC)를 개발한 사례가 있다. 그러나, 전반적으로 국내의 기술수준은 해외에 비해 낮은 수준이라 할 수 있다.

<그림 4-8> 대안선정기술 기술격차 비교도



③ 개발규모산정기술

터미널의 하역시스템을 설계하는 데 있어 하역장비의 소요대수와 각종 시설물의 규모 및 배치형태를 결정해야 되는 의사결정사항이 있게 된다.

<표 4-11> 개발규모산정기술 개발아이템

개발 아이템	개발 내용
안벽능력 산정기술	• 운영선석수 및 선박서비스 수준(대기율, 대기시간 등)을 고려한 적정대수의 안벽장비 수량을 산출하는 기술 개발
이송능력 산정기술	• 안벽과 야드간의 연계성을 고려하여 이송장비의 적정대수를 산출하는 기술 개발
장치능력 산정기술	• 일정기간의 처리목표량에 부합하는 장치용량규모 및 하역장비 소요대수를 산출하는 기술 개발 • 이송장비 및 외부트럭의 통행흐름을 원활하게 소통시킬 수 있는 평면배치형태를 결정할 수 있는 기술 개발
게이트능력 산정기술	• 도착패턴 및 서비스시간, 체류시간을 고려하여 입출구 레인수와 위치를 결정할 수 있는 기술 개발
기타	• 특수화물/CFS/운영건물의 규모 및 위치를 결정 • 기타 하역장비 및 운영인력 등의 소요량을 산출하는 기술 개발

하역장비의 소요대수는 목표로 하는 터미널 서비스 수준에 부합하는 최소한의 장비보유규모로 정량적인 분석에 의해 그 결과를 도출해야 한다. 또한, 터미널 내부의 시설 배치에는 하역작업의 성격별로 상호 인접도와 장비활용성을 동시에 고려해야 하며, 터미널 내부에서 원활한 차량흐름과 최대한의 장치공간을 확보할 수 있도록 그 규모와 위치가 결정될 필요가 있다. 특히, 장치공간의 경우 설계조건분석의 결과에 기초하여 화물유형별로 최소한의 공간을 확보해야 한다는 제약조건을 고려하여 설계해야 하므로 개발규모산정기술은 정량적 분석기술에 해당한다.

개발규모산정기술에 관련한 개발아이템은 하역시스템을 구성하는데 필요한 하역장비대수, 장치용량/배치방향/위치, 동선체계, 게이트시설규모 등을 산출해 낼 수 있는 정량적 분석기술들이다.

개발규모산정기술을 통하여 주어진 목표치에 부합하는 하역시스템을 구성하는데 필요한 각종 장비 및 시설들의 최적 조합을 산출할 수 있다. 따라서, 하역시스템 구성상에 불필요한 재원 투입을 배제할 수 있으며, 시설의 부족현상 등을 사전에 발견·해결할 수 있는 기대효과가 있다고 할 수 있다. 또한, 주어진 목표치의 수정·변경시에도 신속히 최적조합을 도출할 수 있다는 점에서 기술 개발 효과가 크다고 하겠다.

<표 4-12> **개발규모산정기술 개발효과**

구분	개발 효과
자원 활용성	• 최적조합 구성으로 자원(선석, 장치공간, 게이트시설 등)의 활용성이 높아짐
운영의 효율성	• 다양한 운영방식을 접목하여 결과를 산출해 봄으로서 장비 및 시설의 효율적인 운영대안을 도출할 수 있음
비용 절감성	• 목표 수준에 부합하는 최소한의 재원으로 하역시스템을 구성할 수 있어 설계비용을 절감할 수 있음

본 개발규모산정기술은 신규항만개발시나 기존항만을 대상으로 하역시스템의 문제점을 진단하고 시스템의 개선방안(최적조합, 최적운영방안 등)을 수립하는데 적용할 수 있다.

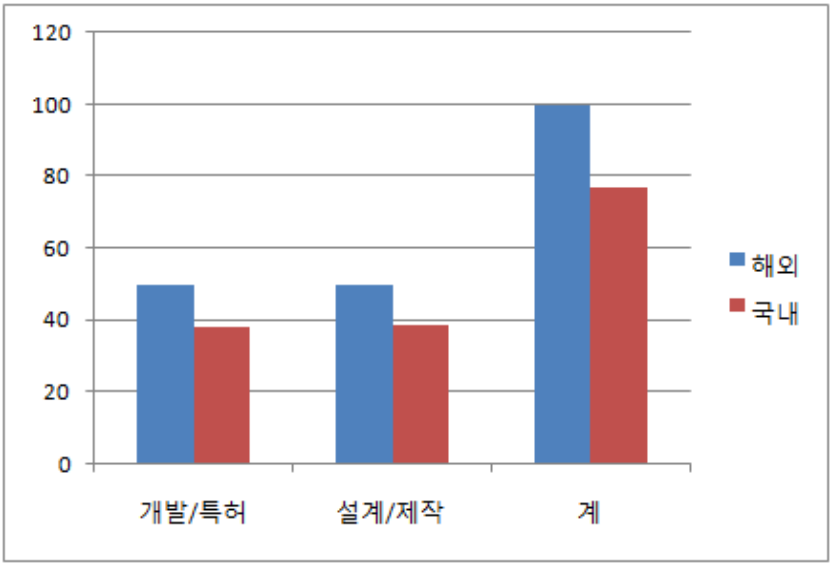
하역시스템의 개발규모산정기술부문에서 국내외 기술격차의 수준비교는 본 관련기술을 적용하여 실제 터미널을 설계한 사례를 기준으로 하였다. 국외의 경우는

대표적인 전문기관에서 자체보유기술을 활용하여 전세계의 유수터미널을 설계한 사례를 찾아볼 수 있는데,[11] 이러한 측면에서 국내의 경우는 하역시스템을 설계하는 데 있어 일부 터미널의 설계시에 부분적으로 기술이 활용되고 있는 수준에 불과하나 국외에서는 전문기관에서 다양한 분석이 수행되고 있어 국내 기술수준이 낮다고 할 수 있다.

<표 4-13> **개발규모산정기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	38	39	77

<그림 4-9> **개발규모산정기술 기술격차 비교도**



④ 단위하역성능분석기술

단위하역성능분석기술은 하역시스템에 적용될 각종 하역장비의 자체성능을 측정하는 기술로 이에는 장비제작사에서 제공되는 성능 외에 터미널의 하역시스템

11) 대표적인 기관으로 JWD(미국), Delft(네덜란드), Kalmar(핀란드)사를 들 수 있음. 이들 업체는 자체보유한 분석모델을 토대로 다양한 하역시스템 설계대안과 그 효율성을 제시하고 있음.

환경상에서의 유효생산성을 분석할 수 있는 기능까지 포함하는 기술을 말한다. 이러한 단위하역성능분석기술은 유효생산성을 높일 수 있는 장비개념을 개발하는데 그 활용성이 높다고 할 수 있으며, 단위하역성능분석 대상이 되는 개발아이템으로는 안벽장비, 이송장비, 야드장비를 들 수 있다.

<표 4-14> **단위하역성능분석기술 개발아이템**

개발 아이템	개발 내용
안벽장비 성능분석기술	• 트롤리 개수/속도, 호이스트 개수/속도, 컨테이너 집기/놓기/운반 방식, 장비동체 구조 등의 설계변경에 따라 장비생산성을 산출
이송장비 성능분석기술	• 주행속도, 적재용량, 적재방식, 하역기능여부, 하역방식, 주행방식 등에 따른 장비생산성 산출
야드장비 성능분석기술	• 적재가능 열수/단적수, 적재방식, 블록구조형태, 작업주행방식, 이송장비와의 연계방식 등에 따라 장비생산성을 산출

<표 4-15> **단위하역성능분석기술 개발효과**

개발 아이템	개발 효과
안벽장비 성능분석기술	• 기존 장비를 대상으로 할 경우 유효성 높은 성능개선 부분을 도출해 낼 수 있음 • 신규장비 제작시 다양한 장비구조타입에 대한 기대 생산성 값을 도출해 낼 수 있음
이송장비 성능분석기술	• 이송장비의 대수를 절감할 수 있는 기능성 장비대안을 도출하는 데 활용될 수 있음 • 주행능력, 주행방식을 개선하여 이송능력을 높일 수 있는 대안을 도출하는 데 활용될 수 있음
야드장비 성능분석기술	• 기존 장치장 레이아웃 변경에 따른 야드생산성 효과를 분석해 볼 수 있음 • 야드생산성을 향상시킬 수 있는 장비구조, 성능개선요소를 도출하는 데 활용될 수 있음

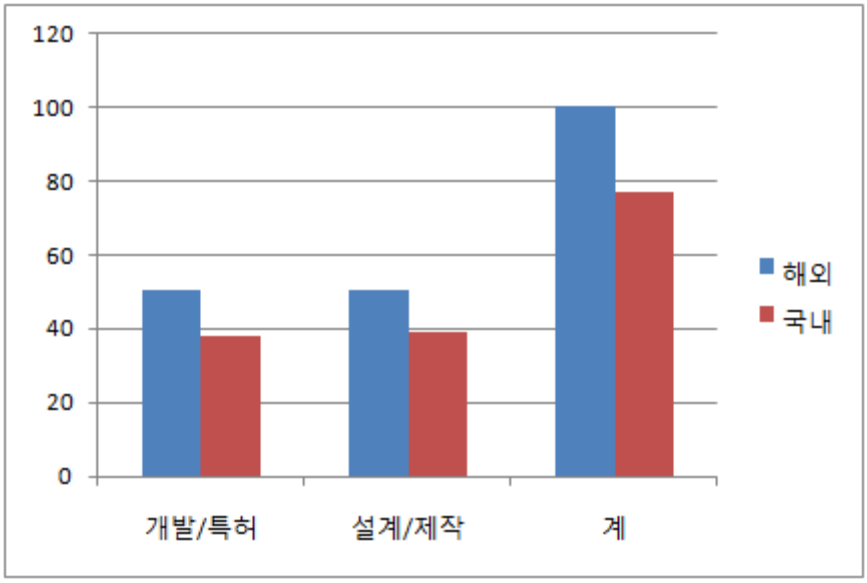
이 중 가장 대표적인 것은 안벽장비라 할 수 있는데, 이들 하역장비에 대해 유효생산성을 높일 수 있는 효율적인 설계 대안을 도출하기 위한 기술들이 개발될 필요가 있다. 하역장비에 대한 개별적인 장비생산성을 독립적으로 산출할 수 있는 기술을 활용하면 기존의 하역장비를 부분적으로 개선하여 하역시스템 전체의 생산성을 향상시킬 수 있는 대안을 도출할 수 있다. 예를 들어, 트롤리나 호이스트의

속도 개선이 안벽장비의 생산성 향상에 어느 정도 영향을 줄 수 있는가를 사전에 검토해 볼 수 있으며 또한, 기존의 싱글형 장비에 트윈리프트(Twin-lift) 스프레더를 부착할 경우 기대되는 생산성 향상수치나 탠덤포티즈(Tandem-forties)와 트리플리프트(Triple-lifts)와 같은 멀티리프트 스프레더의 효과를 사전에 분석해 볼 수 있어 장비의 성능제고시에 그 활용성이 높다고 할 수 있다.

<표 4-16> **단위하역성능분석기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	38	39	77

<그림 4-10> **단위하역성능평가기술 기술격차 비교도**



이러한 단일하역성능분석기술은 앞서 개발 효과에서 언급한 바와 같이, 기존의 하역장비를 일부 개선하여 하역생산성을 향상시키거나 신규 장비를 제작하기 위한 효율적인 설계구조대안을 도출하는 데 활용될 수 있으며, 국내외 기술 격차에서는 개발/특허, 설계/제작 측면에 대한 전문가 설문결과에서 20~30%의 격차로 국외 기술이 상당부분 앞서 있는 것으로 평가된다.

⑤ 통합하역성능분석기술

단위하역성능평가기술이 하역장비의 개별적인 성능을 측정하는데 국한된 것에 비해 통합하역성능분석기술은 하역시스템의 전반적인 생산성을 분석하는 기술이다. 이는 장비간의 연동성과 하역장비, 운영방식 및 각종 시설규모 등을 고려한 총제적인 성능분석이라 할 수 있다. 실제 터미널 개발시 하역시스템의 설계대안을 선정하는데 있어 주요 의사결정요소에 대한 상세한 정보를 제공해 줄 수 있는 기술이라 할 수 있다. 하역시스템 설계이전 단계에 다양한 하역장비, 운영방식을 적용하여 그 성능을 평가하기 위한 도구로 사용되며 대부분 시뮬레이션 모델을 기본적으로 탑재하고 있는 것이 일반적이다.

<표 4-17> **통합하역성능분석기술 개발아이템**

개발 아이템	개발 내용
시뮬레이션 모델 개발	• 안벽, 이송, 야드 및 각종 시설물에 대해 상호 연동성이 가능한 시뮬레이션 모델을 수립하는 것임 • 장비유형별 특징을 반영할 수 있어야 하며, 신규 장비유형에 대해서도 확장성을 고려해야 함
시뮬레이터 개발	• 시뮬레이션 모델을 기반으로 범용적으로 적용할 수 있는 사용자 정의용 프로그램을 개발하는 것임 • 프로그램 제작/분석을 위한 전문인력을 확보해야 함
운영대안 개발	• 시뮬레이션 결과의 신뢰성을 높이기 위해 실제 현장업무에 적용가능한 운영대안을 개발하는 것임 • 선석배정, C/C 할당, 차량배차, 장치공간할당 등에 있어 효율적인 알고리즘을 개발하는 것임

하역시스템의 통합하역성능분석기술을 확보하기 위해서는 무엇보다도 성능분석을 위한 시뮬레이션 모델이 필요하며, 이를 기반으로 한 전용 시뮬레이터를 개발하는 것이 주요 쟁점이라 할 수 있다. 또한, 시뮬레이터 내부에 현장 업무에 적용할 수 있는 실현가능한 운영대안을 탑재하여 결과물의 신뢰성을 높이도록 해야 한다.

<표 4-18> **통합하역성능분석기술 개발효과**

적용구분	개발 효과
기존 터미널 적용시	• 일부 설계 변경 또는 추가장비 투입이 필요한 경우 이에 따른 하역생산성 향상효과를 사전에 확인해 볼 수 있음
신규 터미널 적용시	• 터미널의 개발시 최적의 대안을 선정하기 위해 다양한 설계형태에 대해 하역생산성 분석을 용이하게 해볼 수 있음

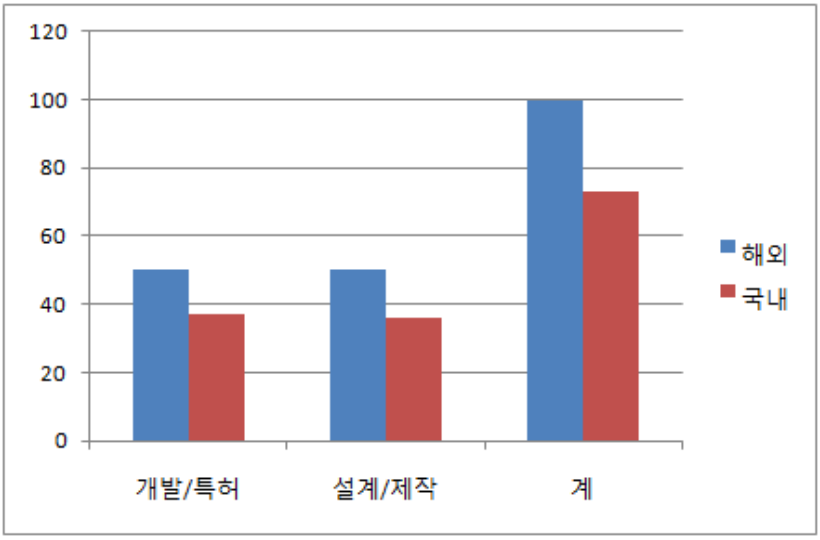
통합하역성능분석기술을 활용함으로써 하역시스템 설계시 다양한 실험적 결과를 토대로 최적의 대안을 용이하게 산출해 낼 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 하역시스템에 대해서도 설계 변경이 필요하거나, 운영방식에 변경이 필요할 때 이에 따른 하역시스템 성능변화를 사전에 가늠해 볼 수 있는 효과가 있다.

통합하역성능평가기술 부문에서 그 수준격차는 이러한 분석기술을 구비하고 있거나 수행이 가능한 전문기관, 민간업체, 대학/연구소의 유무로 볼 때 국내의 경우 대학/연구소로 한정되며, 이들 기관에서 수행한 연구실적에서도 국내의 경우 자동화 터미널에 대한 통합성능을 분석한 사례와 선석당 적정처리 능력에 관한 몇몇 연구가 수행되었을 뿐이다. 그러나, 이들 역시 기존 하역시스템에 기반한 연구수준이며, 해외 진출사례는 전무한 실정이다.

<표 4-19> **통합하역성능평가기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	36	73

<그림 4-11> **통합하역성능평가기술 기술격차 비교도**



이와 관련, 해외의 경우 다양한 개념안을 가진 하역시스템에 대한 통합성능을 분석결과가 매년 발표되고 있으며, 이러한 결과를 토대로 항만이 개발된 사례를 많이 찾아볼 수 있어,[12] 국내에 비해 상당부분 높은 수준에 있다고 하겠다. 설문분석결과 선도기업의 73% 수준에 머무르는 것으로 나타났다.

이들 시뮬레이터들을 개발하기 위해서는 기본적으로 통합시뮬레이션 모델을 수립해야 하는데, 이런 측면에서 국내에서도 다양한 하역시스템에 대한 시뮬레이션 모델이 연구되어 있으나, 범용적으로 적용할 정도의 수준으로는 다소 부족한 점이 있다.

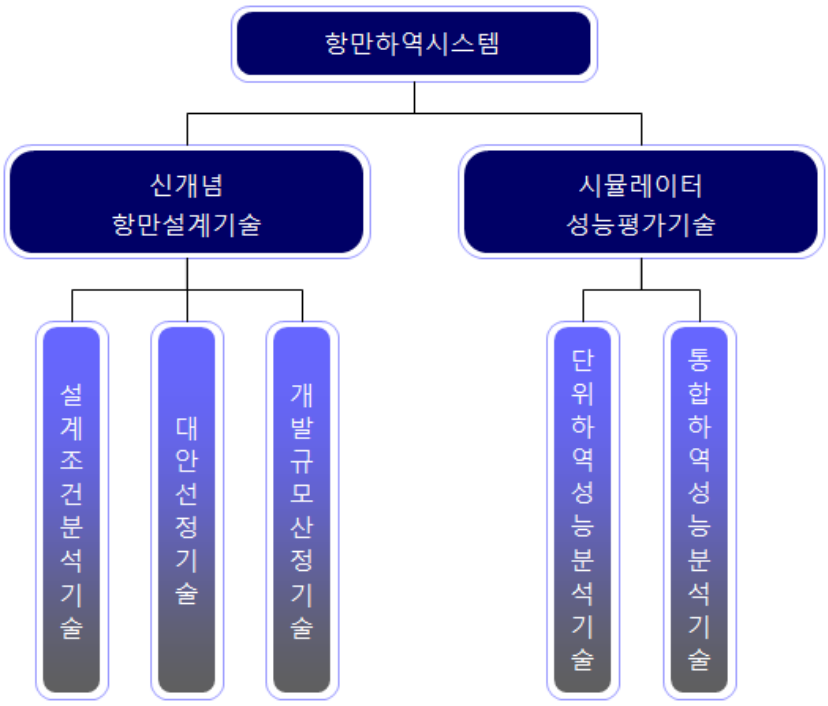
12) ECT(네덜란드, Deft Uni.), Ceres Paragon(네덜란드, JWD), CTA&CTB(독일, HHLA) 등 다수 터미널이 여러 형태의 하역시스템 구상안에 대해 통합시뮬레이션 분석결과를 토대로 개발되었음. 국내 역시 부산신항&감천(JWD) 터미널이 이러한 통합분석 결과를 토대로 설계된 형태임.

(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분야	소분야	기술명	세부기술	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 하역 시스템 분야	신개념 항만설계기술	설계조건 분석기술	1. 세부기술 특성 : 시스템 설계에 필요한 자료 분석 기술 2. 효과 : 시스템의 설계범위 및 개략적 처리능력을 추정할 수 있음 3. 적용 : 기존 항만 또는 신규개발항만의 하역시스템 설계시 활용 4. 개발아이템 : 스프레드 시트 모형, 수리적 모형 개발
			대안선정기술	1. 세부기술 특성 : 하역시스템의 최적 대안을 선정하는 기술 2. 효과 : 시스템의 안정성, 효율성, 투자대비 효용성을 판단할 수 있음 3. 적용 : 기존 항만 또는 신규개발항만의 하역시스템 설계시 활용 4. 개발아이템 : 물류특성, 기술특성, 생산성, 경제성에 대한 선정방법 수립
			개발규모 산정기술	1. 세부기술 특성 : 시스템에 요구되는 장비 및 시설소요규모를 산정하는 기술 2. 효과 : 목표치에 부합하는 하역시스템 소요규모를 산정할 수 있음 3. 적용 : 기존시스템 개선 또는 신규터미널 하역시스템 개발시 활용 4. 개발아이템 : 안벽/이송/장치/게이트시설능력 산정기술 개발
		시뮬레이터 성능평가 기술	단위하역 성능분석기술	1. 세부기술 특성 : 하역장비의 개별적인 성능을 측정하는 기술 2. 효과 : 장비의 취약점을 보강하여 하역시스템의 성능을 개선할 수 있음 3. 적용 : 신규장비개발 또는 기존장비를 부분적으로 개선할 경우에 활용가능 4. 개발아이템 : 안벽장비/이송장비/야드장비 전용분석도구 개발
			통합하역 성능분석기술	1. 세부기술 특성 : 하역시스템의 총괄적인 통합성능을 분석하는 기술 2. 효과 : 최적조합을 도출하여 자원을 효율적으로 투입할 수 있음 3. 적용 : 신규터미널 개발 또는 기존 터미널 리모델링시 활용가능 4. 개발아이템 : 시뮬레이션 모델, 전용시뮬레이터, 전문개발자, 운영알고리즘 개발

② 기술개발트리

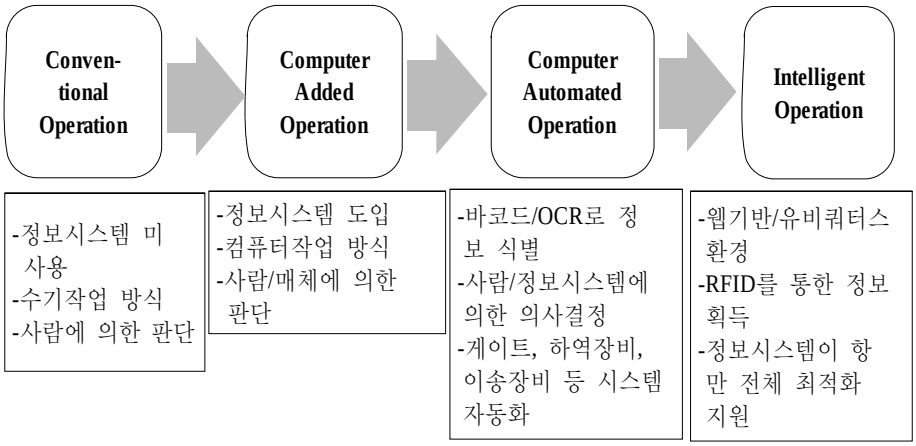


2) 항만운영시스템

(1) 미래개발 방향

앞 절에서 분석된 항만운영시스템의 변화요인을 토대로 미래의 기술수준에 맞는 적용 가능한 기술들을 도출하여 미래 항만운영시스템의 발전 방향을 제시하고자 한다. 다음 <그림 4-12>는 시스템 운영측면의 발전방향이며, <그림 4-13>은 시스템 구축측면의 발전방향을 나타낸 것이다.

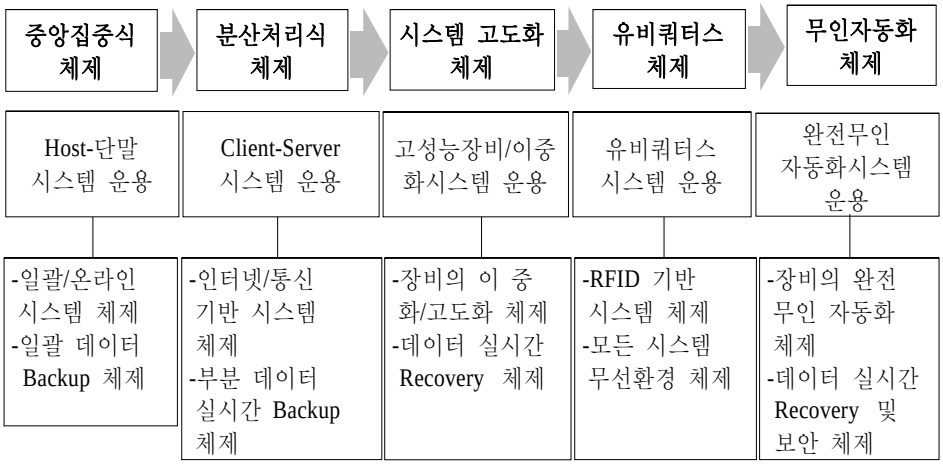
<그림 4-12> **항만운영시스템 S/W 운영 측면에서의 발전 방향**



자료 : 해양수산부, 「지능형 항만물류시스템 기술개발」, 2006.

<그림 4-12>에서 현재의 항만운영시스템 S/W 운영단계는 상당부분 2단계인 Computer Added Operation을 기반으로 한 체제에서 부분적으로 3단계인 Computer Automated Operation으로 변화해 가고 있다고 볼 수 있다. 향후 발전 방향은 운영시스템을 지능화한 4단계인 Intelligent Operation 단계라 할 수 있다.

<그림 4-13> **항만운영시스템 H/W 구축 측면에서의 발전 방향**



<그림 4-13>에서 현재의 항만운영시스템 H/W 구축단계는 상당부분 2단계인 분산처리식 체제라고 할 수 있다. 항만의 운영 환경상 24시간 365일 시스템 가동체

제이기 때문에 중요 서버에 있어서는 이중화와 Recovery 체제를 갖추고 있어 3단계인 시스템고도화 체제로 부분적으로 변화해 가고 있다고 볼 수 있다. 향후 발전방향은 4, 5단계인 유비쿼터스 체제와 무인자동화 체제로 발전해 나아갈 것이다.

항만운영시스템 구성요소의 1차 시스템별로 구체적인 미래개발방향을 살펴보면 다음과 같다.

계획시스템은 지능형 자원배정 기술, 다중분산계획 기술, 안벽크레인 일정계획 수립 기술, 지능형 통합모니터링 기술이며, 운영시스템은 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술, 이동장비 위치정보시스템 기술, 컨테이너 외부손상 자동검사 기술, 항만출입보안시스템 기술, 전자봉인 자동인식 확인 기술, 컨테이너 문 개폐 자동인식 기술, 트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술, 무인주유시스템 구축기술이다.

그리고 관리시스템 및 통신시스템은 컨테이너정보 통합관리 서비스 기술, 이송장비 신개념 위치추적 기술, 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술, 경영분석/관리시스템 구축기술 등이다.

(2) 세부기술별 발전방향

① 지능형 자원배정 기술

항만에서의 자원배정은 선석배정, 본선계획 및 야드 계획에 투입될 장비와 작업자를 배정하는 것으로 장비와 작업자의 능력과 작업 상황을 고려하여 항만의 작업배정계획을 수립하는 것이다.

이러한 작업배정계획은 작업자 및 장비 간의 작업량을 평준화시키는 게 주목적으로 장기적인 계획뿐만 아니라 운영에서 발생하는 작업불균형을 최대한 해결하기 위하여 실시간으로 재편성 계획을 수립할 필요가 있기 때문에 인공지능기법(Rule-Base, 전문가시스템 및 휴리스틱 기법)을 이용하여 목적에 따라 선별적으로 적용될 수 있도록 하는 기술이다.

본 기술의 효과로는 공간의 활용성, 서비스 경쟁력, 업무의 생산성 측면에서 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

<표 4-20> **지능형 자원배정기술의 효과**

공간의 활용성	서비스 경쟁력	업무의 생산성	부가서비스
- 계획정보의 철저한 관리를 통한 효율적 배정 계획 - 제한된 작업자 및 가용 장비를 고려한 효율적인 계획 - 분석 및 Rule 중심의 효율적인 장치계획 - 실시간 배정계획 수립	- 정보의 정확한 관리를 통한 효율적인 입출항 계획 - 작업의 상황을 고려한 작업 재 할당 - 시간단위의 입출항 일정 최적화 - 장치장 Quality 중심의 계획 작업 - 예측가능한 장치장의 다양한 정보 제공	- 그래픽 위주의 사용자 인터페이스 제공으로 직관적 가독성 향상과 편리한 계획 가능 - QC 할당, 입출항 일정, 선석배정계획, 장치장 계획 등과 연계된 3차원 모니터링 - 시뮬레이션을 통한 신속한 상황 대처	- 고객 작업의 편의성 증진을 위한 고객 우선적 배정 계획 - 정확한 정보관리로 작업 안정성 및 생산성 동시 만족 - 예측가능한 배정 작업의 다양한 정보 제공

일반적으로 항만의 자원배정기술은 전략적인 계획수립의 형태를 띠고 있기 때문에 항만별로 작업환경의 특수성을 감안한 자원배정이 이루어지고 있다. 국내의 경우도 Planner의 경험에 상당부분 의존하고 있는 실정이다. 따라서, 선박의 초대형화와 그에 따른 항만하역작업의 복잡성으로 인하여 더욱더 실시간으로 이루어질 수 있는 지능형 자원배정 기술이 필요하다.

본 기술의 개발아이템으로는 인공지능 기반 자동자원배정 알고리즘이 이에 해당된다.

자원배정 기술은 수작업에서 단순전산화를 거쳐 자동계획 수립으로 기술이 진보되어 왔다. 그 결과로 현재 전문 솔루션 업체에서는 최적화 기술들이 다수 개발되어 있으며, 시스템을 계속 업그레이드하고 있다. 대표적인 시스템으로 Navis사의 SPARCS, COSMOS사의 SHIPS, TSB의 CATOS 등이 있으며 이들 솔루션은 자원배정뿐만 아니라 계획시스템 전반에 대해 통합적인 솔루션을 제공하는 시스템으로서 모두 단순전산화 수준을 넘어 최적화 자동화 수준의 기능들을 제공한다.

Navis사에서 개발한 SPARCS(Synchronous Planning and Real Time Control System)는 대표적인 항만계획시스템으로서 사용자의 편의성을 높인 시스템으로 평가되고 있다. 본 시스템은 최적화된 자원배정수립 기능을 제공하며, 각 기능은 모듈단위로 구성되어 있기 때문에 필요시 선택적으로 기능의 확장이 가능하다는 것이 특징이다.

SPARCS는 본선, 야드의 배정계획뿐만 아니라 장치장 계획, 철송 계획, 장비할당전략 등의 기능 확장도 가능하며, 각 기능은 자동계획을 지원하도록 설계되어 있다. 또한, PowerStow시스템은 선사에서 사용하는 선박의 Stowage Plan(선적계획)

용 솔루션으로 대부분의 선사에서 널리 사용되고 있다.

COSMOS사에서 개발한 계획시스템으로는 SHIPS가 있다. 이 시스템은 선석배정 및 선박의 작업계획을 수동/자동으로 수립할 수 있으며, 생성된 결과를 EDI로 변환하여 선사에 쉽게 전송할 수 있도록 설계되었고, 또한, 컨테이너선뿐만 아니라 연안선, 바지선 등의 작업배정계획을 최적화하는 알고리즘도 추가 제공 가능하며, Windows2000 기반에서 설치 운영되는 시스템이다.

국내에서도 전문개발업체인 (주)토탈소프트뱅크에서도 자원배정업무를 최적화하는 CATOS(Computer Aided Terminal Operation System)를 오래 전부터 국내외 터미널에 제공하고 있으며, 시스템의 개선을 해 왔다. 이 시스템은 자원배정뿐만 아니라 본선 및 장치장 계획, 작업통제 및 관리기능도 지원하고 있는 통합계획시스템이라 할 수 있다. 시장점유율 측면에서는 세계 최고의 시장점유율을 가진 NAVIS가 많이 앞서 있다.

그러나, 전문가들의 설문조사 결과를 살펴보았을 때 세계 선도기업 대비 개발/특허, 설계/제작 부분에서 약 70% 수준에 머무르는 것으로 나타났다.

<표 4-21> **주요 개발사 기술 비교**

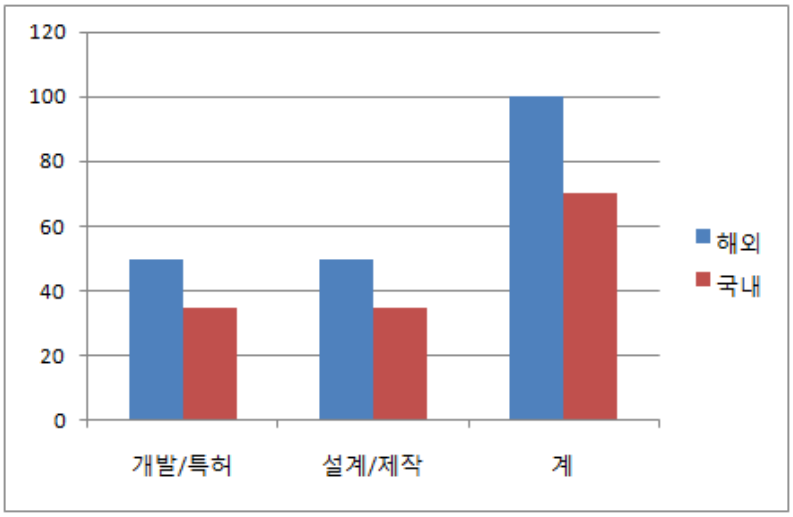
구분	국외		국내
	NAVIS	COSMOS	TSB
설립년도	1988년	1992년	1988년
주요제품	SPARCS	CTCS, SHIPS	CATOS
서버환경	MAC OS	AS/400	UNIX, Windows2000(NT)
자동화수준	Expert Level	Basic Level	Expert Level
시장점유율	22.0%	6.6%	6.3%
비교우위	- M/S 1위 기업 - 북미지역 강세 - 시스템의 폐쇄성	- 유럽지역 강세 - 확장성 부족	- 전 제품의 수직계열화 - 아시아지역 강세 - 자동화, 최적화

자료 : 양창호 외, 「차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2003.

<표 4-22> **지능형자원배정기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	35	73

<그림 4-14> 지능형자원배정기술 기술격차 비교도



② 다중분산 계획 기술

초대형 컨테이너선의 등장으로 계획시간이 현재의 5시간 내외에서 2배 이상 증가할 것으로 예상되므로 다수의 Planner가 다중모선에 대하여 동시에 계획을 함으로써 계획시간의 단축과 계획집중도를 높이는 기술로서 Planner와 선박간의 N:M 계획 지원, 초대형 컨테이너선박에 대한 Multi-User 분산계획 지원, Multi-Vessel에 대한 계획수립 지원으로 선박 간 동시 T/S 계획 수립 지원, 하역장비 간 간섭 및 장치장 복잡도 시뮬레이션을 지원한다.

본 기술의 효과를 살펴보면 Multi-User, Multi-Vessel Planning 구현으로 계획시간 단축 및 계획 집중도 향상을 기대할 수 있으며 시스템 서비스 품질 향상이 기대된다.

본 기술은 수작업 및 일부 자동화 기능을 사용하는 계획 수립으로 인하여 Planner의 능력에 따라 계획 품질의 편차가 크고, 실제 작업과 부합되지 않는 계획 수립이 이루어짐에 따라 안벽작업의 혼잡도가 증가하고 장비 및 안벽 생산성이 떨어지게 되므로 초대형 컨테이너선박 등장에 대한 고품질의 계획 수립이 가능한 다중분산 계획 시스템을 준비할 필요가 있다.

본 기술개발로 인한 개발아이템은 Multi-User에 의한 다중 모선 계획 가능 알고리즘을 들 수 있다.

Navis사의 SPARCS, COSMOS사의 SHIPS, TSB의 CATOS 등은 계획시스템 전반에 대한 통합 솔루션을 제공하는 시스템으로서 모두 모선 계획 알고리즘을 운용하

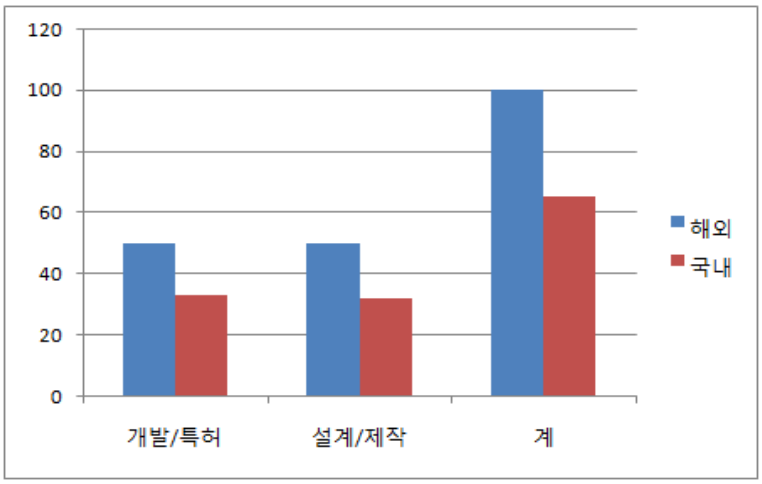
고 있다. 다만 다중 모선에 대해서는 현재 마련되어 있지 않고 국내외 모두 연구개발 중에 있는 상황이다.

기술격차 설문결과 개발/특허, 설계/제작부문을 종합한 결과 해외 선진기업의 약 65% 수준에 이르는 것으로 나타났다.

<표 4-23> **다중분산계획기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	33	32	65

<그림 4-15> **다중분산계획기술 기술격차 비교도**



③ 안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술

이 기술은 항만에 접안하는 선박마다 안정성에 대한 고려정도 및 설비의 차이, 안벽 크레인 간의 간섭발생, 장치장의 현황 등 다양한 고려사항을 반영하여 자동으로 효율적인 일정계획을 수립하는 알고리즘 개발 기술이다.

본 기술의 개발 효과로는 항만 내에서 선박의 정박시간을 줄임으로써 물류비용의 감소 및 항만의 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 또한, 선박의 양적하 작업을 효율적으로 수행함으로써 항만의 생산성을 높이는 데 결정적 기술로 작용된다.

동 기술의 적용은 안벽 크레인 작업일정계획을 결정할 때 장치장의 현황정보를

고려하여 인공지능기법 중 최적해를 찾는 탐색기법을 적용하여 실제 현장에서 적용이 가능한 기술이다.

동 기술을 통한 개발 아이템으로는 인공지능기법을 이용한 최적의 작업일정계획 수립 알고리즘을 들 수 있다.

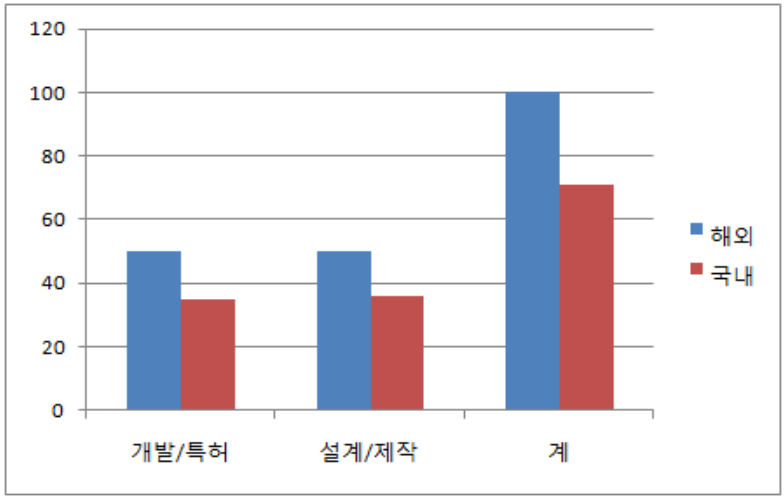
국내외 모두 Close의 계획시스템에는 안벽크레인 일정계획 수립 모듈이 포함되어 있다. 대부분 계획의 순차적 발생에 대한 일정계획 수립 위주이기 때문에 동시에 진행되는 작업에 대한 작업일정계획 수립 알고리즘이 필요하다.

안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술은 현재 일부 선진터미널에서 자동 일정계획 수립이 이루어지고 있고, 국내에서도 GRASP(Greedy Randomized Adaptive Search Procedure)를 통한 최적해 탐색기법을 이용하여 알고리즘 개발에 박차를 가하고 있는 상황이다. 설문결과 국내의 기술도 선진터미널의 71% 수준에는 도달하는 것으로 나타났다.

<표 4-24> **안벽크레인 자동일정계획수립기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	33	36	71

<그림 4-16> **안벽크레인 자동일정계획수립기술 기술격차 비교도**



④ 지능형 통합 모니터링 기술

항만에서 실시간으로 일어나는 모든 작업 상황을 종합적으로 모니터링 하는 시스템 구축기술이다. 모니터링의 대상은 하역장비, 작업자, 작업 상황 등이며 이들에 대해 장비별 작업내용, 작업자별 작업내용을 실시간으로 파악하여 항만의 각종 작업결과를 산출하는데 사용된다. 또한, 항만의 실시간 모니터링에서 얻어진 각종 정보를 실시간으로 제공하며, 이를 관리자가 쉽게 인지할 수 있도록 통계 처리하는 기능도 포함한다. 실시간 가공 처리된 정보는 타 운영시스템의 기초 자료로 활용되어 현 항만의 상황에 맞는 작업의 재분배로 이어지게 된다.

본 기술은 지능형 통합 모니터링을 기반으로 Planning, Operation, Monitoring을 통합하여 실시간 작업상황 확인을 통한 현실성 있는 계획수립 및 예외 상황에 대한 즉각적인 대처가 가능하다. 따라서, 항만운영 계획 및 운영업무 환경 개선과 정보 공유의 실시간 활용에 따른 시스템 신뢰성 및 작업 생산성을 높일 수 있다.

현재 컨테이너항만의 모니터링은 항만 내의 장비와 컨테이너의 감시 및 제어 수준에서 안벽하역 작업에서 취급되는 컨테이너의 인식에까지 범위가 넓혀지고 있다. 부산신항 남컨테이너부두의 경우 냉동컨테이너의 관리를 위해 RCMS 도입을 계획하고 있다.

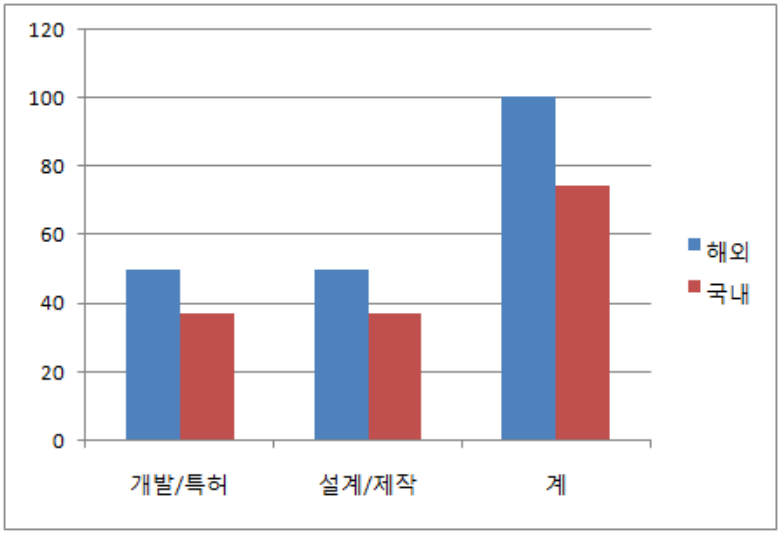
동 기술개발로 인한 개발 아이템을 살펴보면 계획, 운영, 관리시스템 간의 interface를 통한 작업 상황 자동 모니터링이 이에 해당된다.

항만의 모니터링 기술로서 Nascent Software사의 MIV(Mobile Inventory Vehicle)는 작업자의 최소한의 간섭으로 야드 내 컨테이너 재고를 실시간으로 관리하는 차량을 이용한 시스템이다. 고성능 카메라와 OCR 기술을 접목한 차량으로 장치장 재고를 실시간으로 파악하며, 변화된 재고수준을 자동으로 갱신 처리할 수 있다. 정해진 야드의 열을 따라 차량이 주행하면서 전체 터미널의 섀시 점유를 파악한다. 컨테이너가 ISO 규격을 준수한 것이어야 하며, 이를 준수할 경우 규격화된 정보를 처리하게 된다. 현재 보증된 재고 정확도는 90% 정도로, 주간과 야간작업에 대해서도 시스템의 성능은 검증되었으며, ISO 규격의 설비를 사용할 경우 RF(Radio Frequency)를 통한 무선관리의 기능을 제공하고 있다. 휠 컨테이너 야드에 대해서는 검증된 기술이나, 고단적의 야드에 대해서는 아직 적용되지 못하고 있다. 이 시스템을 이용하여 롱비치항의 머스크시랜드/APM 터미널에서 휠 컨테이너 재고관리를 자동화하기 시작하였다.

<표 4-25> **지능형 통합모니터링기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	37	74

<그림 4-17> **지능형 통합모니터링기술 기술격차 비교도**



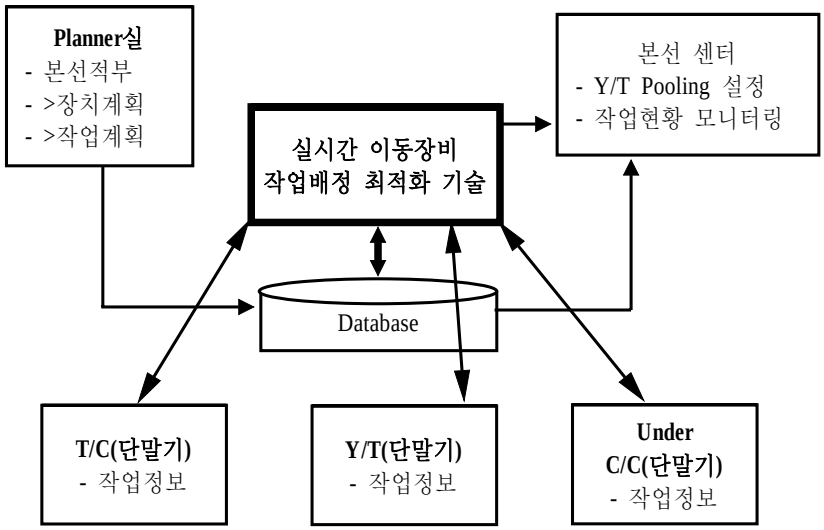
미국의 Nascent Software사의 RemoteView 시스템은 윈도우 환경에서 Web-Cam 장비 및 비디오 서버를 사용하여 자동으로 설정된 시간간격으로 터미널 상황을 영상 캡처하여 전송하는 저비용, 고효율의 감시시스템이다. 터미널의 전체 상황을 비디오 영상으로 기록하는 것을 자동으로 할 수 있어 컨테이너항만의 전반적인 작업을 실시간 감시하고 모니터링 할 수 있으며, 무선 작업관리, 보안, 장비통제 기능을 제공한다. 또한, 터미널 냉동컨테이너를 관리할 수 있는 모니터링 시스템으로 RCMS(Reefer Container Monitoring System)가 도입되고 있는데, 기존에는 인력에 의해 주기적인 온도검사, 플러그 검사를 하였으나, 본 기술은 냉동컨테이너를 자동으로 모니터링 하여 인력절감 및 클레임(Claim)에 대한 대비를 할 수 있다. 현재 원격지인 관제실에서 모니터링이 가능한 기술수준이며, 원격제어까지 가능한 시스템 개발이 이루어지고 있다.

지능형 통합 모니터링 기술은 HIT, PSA, ECT, 함부르크 모두 자동화를 실현, 실

시간 통제가 가능하지만 국내 대부분의 항만에서는 아직도 실시간 적용 부분에 음성통신을 병행하고 있어 선진 기술 수준의 74% 정도에 머무르는 수준의 격차를 보이고 있다.

⑤ 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술

<그림 4-18> **실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술 구성도**



<표 4-26> **실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술의 주요 기능**

구 분		기 능
Y/T Pooling Engine	실시간 Y/T 배정 알고리즘	- 최적화된 Y/T 배정을 수행하기 위한 다양한 Rules을 알고리즘화(시스템 처리 능력 향상)
	통신 제어	- 엔진과 이동장비 간 작업지시 - Data 송수신을 제어
관리 통제시스템	속성 설정	- 현장 예외 사항 발생 시 본선 센터에서 초기 설정된 값에 대해 수정, 통제할 수 있는 기능
	실시간 모니터링	- 현장 예외사항 발생 등 대비, 실시간으로 관련작업 상황을 모니터링
이동장비 단말 S/W		- 이동장비 단말기(S/W) 또는 Y/T Pooling 엔진과 이동 장비 간 원활한 Interface 처리

자료 : http://www.klnet.co.kr

동 기술은 기존의 항만에서 본선작업 시 C/C와 Y/T 조별 편성작업을 하는 형태의 틀에서 벗어나 다수의 C/C에 대해 다수의 Y/T를 동적으로 최적 배차하여 장비의 효율성을 높이는 기술이다. 즉 차량의 작업 현황을 실시간으로 자동 검색하여 최적의 배차를 지시하는 시스템을 말하며, 시스템 구성요소로는 Y/T Pooling Engine, T/T Pooling 관리통제시스템, 이동장비 단말 S/W 등이 있다. 다음은 시스템 구성도 및 주요기능을 나타낸 것이다.

실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술 도입 기대효과는 다음과 같다.

<표 4-27> **실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술도입 효과**

생산성 개선	비용 절감
- C/C 작업의 불연속성 개선 - 본선작업의 자동적인 Y/T 배차 - Y/T작업의 생산성 향상(공차 감소)	- Y/T 과다 투입 감소 - 유류비 절감

동 기술은 HIT, CSX World Terminal 등 선진 터미널에서는 이미 도입되어 운영중에 있으며, 국내에서도 신선대부두에서 pooling을 적용할 계획으로 있으며 향후 국내에서 개발시 개발 아이템으로는 이동장비 Pooling 알고리즘 및 시스템 구축을 들 수 있다.

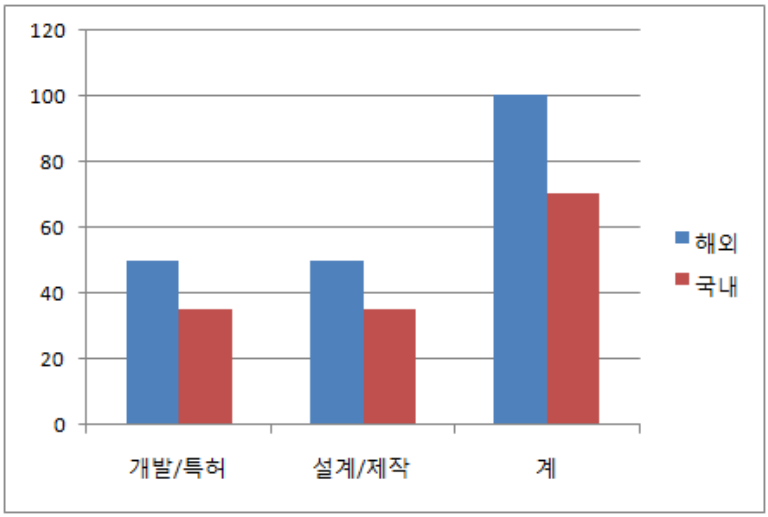
동 기술은 HIT, CSX World Terminal 등 선진 터미널에서는 이미 운영 중에 있으며, 국내 항만관련 IT업계에서도 C/C의 양적하 Twin Lift 계획과 Y/T의 Dual Cycle에 연계 적용할 수 있는 기술을 보유하고 있다. 특히 이 기술은 Y/T 배정 알고리즘이 핵심이며 Close와 위치추적시스템과의 인터페이스가 중요하다고 할 수 있다.

그러나, 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술 수준은 국내에서도 보유하고 있어 국내외 비슷한 수준이지만 PSA 등 선진항만에서는 이미 이 기술을 Expert System화 하여 사용하고 있어, 기술의 적용을 위한 상품화 측면에서는 선진 항만보다 떨어지는 74% 수준으로 나타났다.

<표 4-28> **실시간 이동장비작업배정최적화기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	37	74

<그림 4-19> **실시간 이동장비작업배정최적화기술 기술격차도**



⑥ 이동장비 위치정보시스템 기술

이동장비 위치정보시스템 기술은 주로 DGPS[13]를 이용하여 야드 장비의 효율적인 관리를 위해 야드 장비의 위치를 실시간으로 추적하는 모니터기능과 통제기능의 기술이다.

하역장비의 추적 기술에는 DGPS/Radar, RFID 등을 이용하는 방식이 주로 사용되고 있다. RFID Tag를 이용하여 컨테이너의 위치를 실시간으로 모니터링하기 위한 하역장비의 추적을 목적으로 일부 터미널에서 적용되고 있다.

동 기술을 이용하여 발생할 수 있는 효과는 이동장비의 효율적인 운영 및 하역비용(연료 등) 절감 등이며 DGPS를 이용하는 장비추적 기술의 적용은 Rohde사와 HHLA가 협력하여 개발한 Schwarz의 COLOS(Container Location System)과 두바이의 라시드 항에서 사용되는 STN Atlas Elektromix의 CONLOC(Container Location System)이 있다.

두바이의 라시드항은 터미널 근처에 높은 빌딩이 없고, Straddle Carrier를 선박에 직접 사용하지 않고 있다. 함부르크의 HHLA는 Straddle Carrier를 사용하여 선적작업을 한다. HHLA의 장비추적 기술은 DGPS와 RADAR 시스템을 병행하여 사

13) DGPS는 Differential GPS로서 육상의 고정국으로부터 오차수정용 신호를 수신, 일반 GPS의 오차 한계를 8m 이내로 수정한다.

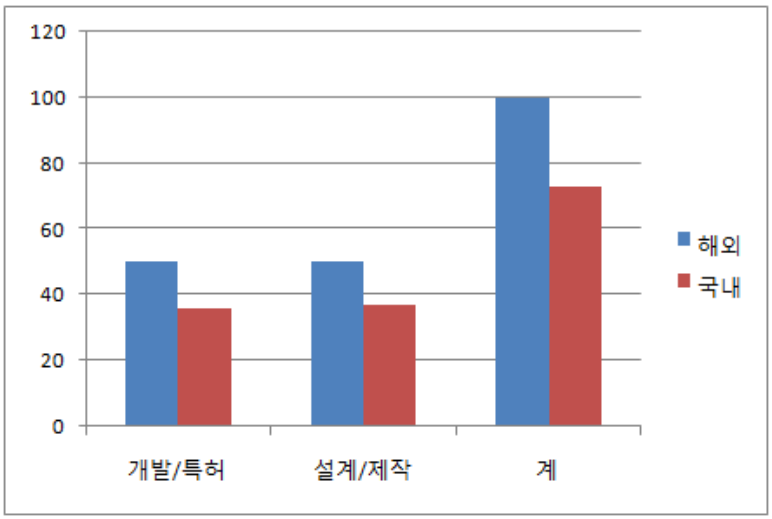
용하고 있다. RFID Tag를 이용하여 하역장비의 추적에 사용하고 있는 터미널은 캐나다 벤쿠버의 Vanterm과 Deltaport 터미널에서 'Smart Yard' 시스템을 사용하고 있다.

동 기술의 개발 아이템으로 이동장비 위치 자동 검출 알고리즘을 들 수 있다.

<표 4-29> **이동장비 위치정보시스템기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	36	37	73

<그림 4-20> **이동장비 위치정보시스템기술 기술격차도**



항만 운영에 있어서 C/C 및 컨테이너 하역장비 등의 효과적인 통제체제를 구축하고 하역/이송장비의 위치를 효과적으로 모니터링하기 위한 통신방법으로 실시간 연속적인 통신연결 방식을 활용하고 있으며, 미국의 LXE사와 Teklogix사가 선도적으로 기술을 개발하고 있다. 컨테이너 항만에서 사용되는 통신방식은 이전에는 음성과 데이터 전송을 위하여 대부분의 무선 채널에 주파수 협대역 모바일 어플리케이션을 사용하였으나, 정보 전송량의 제한과 고정 유선시스템보다 패킷 전송비용이 비싼 이유로 지금은 Spread Spectrum 방식을 사용하고 있는 추세이다. 스

웨덴의 에릭슨, 미국의 모토로라, Lucent Technologies, 다국적 통신장비업체인 CISCO, 쥬니퍼 그룹 및 독일의 Siemens사가 무선통신 기술개발을 주도해 가고 있는 실정이다.

따라서, 이동장비 위치정보시스템 기술에 있어서 무선통신의 원천 기술은 현재 외국에 의존할 수밖에 없으나, 응용기술은 국내에서도 활발히 연구, 적용하고 있는 상황이다.

이동장비 위치정보시스템 기술은 설문결과 아직도 선진국 수준의 73% 수준에 머무르는 것으로 나타나고 있다. 그러나, 향후 무선통신의 원천 기술도 와이브로의 상용화에 의해 무선통신시장의 점유율도 국내 기술이 상당부분 차지할 가능성도 높다고 할 수 있다.

⑦ 컨테이너 외부손상 자동검사 기술

동 기술은 컨테이너 표면에 대한 영상 정보 및 3차원적인 입체 정보를 획득하여 외부 손상에 대해서 자동으로 인식하는 기술이다. 육안으로 발견하기 힘든 손상정보를 자동으로 인식할 뿐 아니라, 육안 검사에 따른 주관적인 손상 정보의 객관성을 높일 수 있으며, 3차원적인 입체 영상정보를 획득함에 따라 부가적으로 컨테이너의 크기 및 높이에 대한 자동 인식도 가능한 기술이다.

운영자인 항만과 이용자인 선사 측면에서의 효과를 살펴보면 다음과 같다.

<표 4-30> **컨테이너 외부손상 자동검사 기술 도입 효과**

항만	선사
- Gate 인력 및 업무관리 향상 - 항만 처리 물동량 증가 시 Gate 증설 효과 - 운영요원 절감 - 컨테이너 Damage 책임 한계 명확 구분 - Gate 자동화 기반 조성으로 항만 차별화 기능	- 컨테이너 Damage Claim에 대한 책임 한계 명확 - 컨테이너 Repair에 대한 명확한 Invoice Service 가능 - Damage EIR 전자 문서화로 업무 간소화 및 화주 서비스 강화 - 최첨단 반출입 영상정보 제공에 의한 정보처리 효율화

영상인식 기술을 이용한 게이트 자동화 기술도 국내 터미널에 일부 적용되고 있는데, 현재까지는 영상인식의 인식률 오차가 있어 100% 신뢰성을 가지고 있지는 않지만 기술의 진보로 볼 때 차세대 게이트 운영시스템의 주류가 될 것으로 보인다. 대표적인 터미널은 허치슨 부산, 한진(감천), 신선대 등이며 이들 터미널

에서는 컨테이너와 차량의 번호인식에만 본 기술을 접목하여 사용하고 있으나, 컨테이너의 Damage 관리는 인력에 의존하고 있다. 부산신항 남컨테이너터미널의 경우는 개장 시점을 고려하여 영상인식에 대한 기술적 신뢰성이 많이 개선될 것으로 예상하여 터미널의 자동화 추세를 고려하고 있다.

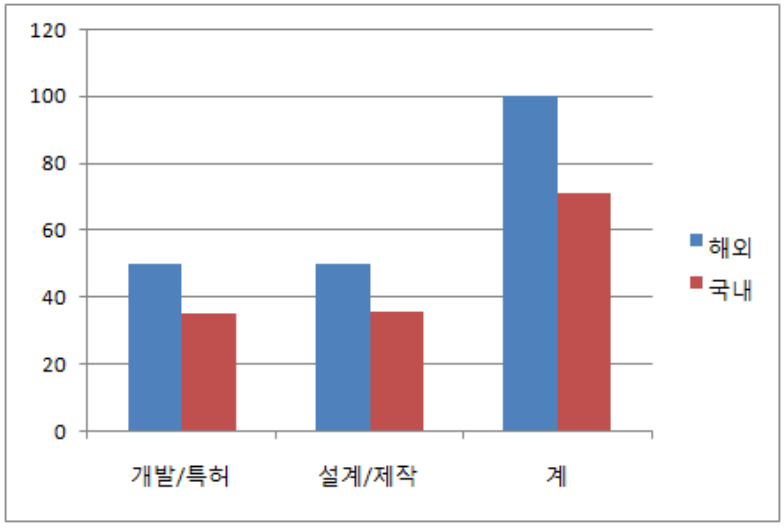
동 기술의 개발 아이템으로는 컨테이너 Damage를 2D/3D 영상 자동인식 기술을 제시할 수 있다.

현재 유럽의 Camco와 Visy, 중국의 Asia Vision 등이 컨테이너의 외부 손상 검사의 효율화를 위하여 컨테이너 표면 영상정보를 획득하여 사용자에게 제공하는 기술을 가지고 있으나, 3차원적인 표면 정보를 인식하여 손상정보를 자동으로 인식하는 기술은 가지고 있지 않으며, 획득된 표면정보를 사람의 육안으로 확인하는 서비스만을 제공하고 있다.

<표 4-31> **컨테이너 외부손상자동검사기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	36	71

<그림 4-21> **컨테이너 외부손상자동검사기술 기술격차도**



국내에서는 항만 게이트에 완벽하게 적용하는 데에는 여러 가지 제약요소(차량 속도, 게이트 구조물 형태, 컨테이너 외부손상 정도 등)에 의해 현재는 다소 문제가 있지만 자체 기술로 완성도를 높이는데 주력하고 있다.

설문조사 결과 컨테이너 외부손상 자동검사 기술은 세계수준과 비교하여 약 71% 수준에 도달하는 것으로 나타났다.

⑧ 항만출입 보안시스템 구축기술

동 기술은 항만보안을 위한 출입보안시스템으로서 출입상황을 실시간으로 확인 및 통제하며, 정부 보안위원회의 보안등급을 적용할 수 있는 시스템 구축기술이다. 항만보안 출입시스템은 각 지방 항만공사 및 각 지방해양수산청에서 관할 항만에 대한 출입 보안체계를 확립하며, 해양수산부 산하 항만 보안 담당기관에서는 각 지방항만에 대한 출입보안 현황에 대한 종합적인 정보를 관리 및 통제한다. 그리고 해양수산부와 국가정보원의 항만출입 보안현황에 대한 연계체제를 확립하여 국가비상사태 시 항만출입통제 및 ISPS Code를 실시간으로 적용한다. 이 구축기술은 차량출입관리와 인원출입관리로 구분되며 각기 기능은 다음과 같다.

동 기술의 효과로는 항만시설의 네트워크 연결을 통한 보안상황에 따른 실시간 출입 확인 및 통제가 가능하며, RFID 기술을 이용한 출입정보 자동인식 및 경보장치와 차량차단기를 통한 효율적인 출입 통제가 가능하다. 또한, 항만시설 출입 인원 및 차량에 대한 실시간 모니터링이 가능하다.

<표 4-32> **항만출입 보안시스템의 기능**

차량출입관리 시스템	인원출입관리 시스템
- 항만시설에 출입하는 모든 차량의 출입내역 작성 기능 - 인가되지 않은 차량 진입 시 경비초소 내 스피커 경보음 발생 기능 - 예약차량에 대한 사전정보 예약 기능 - 임시 출입차량에 대한 출입증 발급 및 경비초소 즉각 대응 기능 - 원거리인식 방식으로 차량의 정보확인 시간 절감 기능	- 중앙통제가 가능한 DB Server와 Data 연동 기능 - 비인가 출입자 접근 시 경고음 발생 기능(분실카드 사용 시 포함) - 경비초소에 설치된 단말기를 통해 출입자 신원 조회 기능 - 방문 예약 인원의 사전정보 입력 기능(웹 또는 인트라넷 사용) - 임시출입자 이용 기능

각국의 항만에서는 오래전부터 보안업무를 수행하고 있으나 대부분 경비근무자의 신분증 확인절차에 의해 이루어지고 있다. 최근 일부 항만에서는 출입증을

바코드나 RFID Tag를 이용하여 발행, 출입통제에 자동화기술을 적용하고 있지만 항만전체 보안에 대해서는 여전히 미흡한 실정이다. 다음은 일부 항만에서 적용하고 있는 출입보안시스템 현황이다.

<표 4-33> **항만출입 보안시스템 이용 현황**

구분		코배항	히비키항	평택항
차량	운전자별 등록 현황	운송회사에서만 등록	키타큐슈 항만국에 운전자/트럭 등록	지방청 서버에 운전자/트럭 등록
	운전자 카드소지 여부	휴대폰의 바코드 이용 항만 출입(개인신분 증명 서류 없음)	운전자 등록카드 발급(사진부착)/차량등록증 발급(차량등록증은 운행차량에 부착)	운전자에게 RFID Tag 부착 카드 발급
	인상착의 확인 여부	게이트 운영자의 숙지에 의한 확인	차량번호판과 등록번호 불일치 시 운전자 ID카드 확인	게이트의 RFID Reader기에 의해 운전자/차량 판독
사람	사전 등록 여부	등록절차 없음	사전 항만국에 신고, 사진확인이 가능한 ID카드 발급	사전 지방청에 신고, 사진 확인이 가능한 ID카드 발급
	그 외 출입 절차	경비실에서 이름/전화번호 기재	경비실에서 이름/ 전화번호 기재	각 항만에서 임시출입증(ID카드) 발급
장비	카메라 이용	6대 감시카메라 설치	6대 감시카메라 및 펜스에 센서 설치, 외부인 펜스 접촉 시 카메라 자동추적 회전방식 카메라임	RFID 장비 및 차량통행 차단기

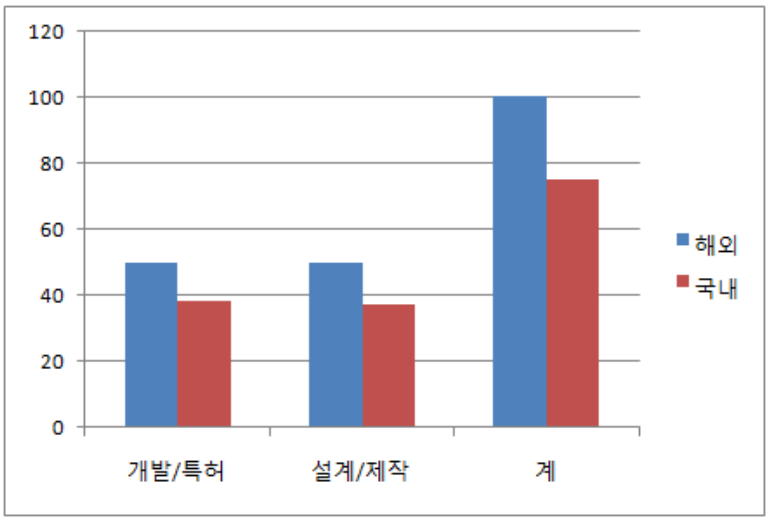
동 기술의 개발아이템으로는 보안장치 및 출입보안 Client/Server 시스템 구축을 들 수 있다.

미국, 유럽, 일본 등 세계 각국은 항만시설에 보안시스템을 설치·운영하고 있으나, 대부분 기존에 사용하던 게이트 출입 시 기재 및 확인 절차과정의 형태를 띠고 있다. 그러나, 보안기술은 각 산업분야에 적용되고 있기 때문에 국내외를 막론하고 상당한 수준에 있다고 할 수 있다. 다만 국내 항만에서는 보안시스템 적용에 대한 명확한 표준이 없어 이에 대한 대책이 필요하다. 특히 각 항만별로 제각각 보안출입시스템을 설치할 경우, 향후 국내 전체 항만의 보안상황을 일괄 통제하기 위한 복잡한 상황이 발생할 우려가 있어 더욱 더 표준안이 필요한 실정이다.

<표 4-34> **항만출입 보안시스템 구축기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	36	71

<그림 4-22> **항만출입 보안시스템 구축기술 기술격차도**



⑨ 전자봉인 자동인식 확인 기술

능동형 전자식별 RFID 장치로서 컨테이너가 비정상적인 형태로 개폐됨을 감지하거나 비정상적인 개폐의 시도를 감지하여 주변의 리더에게 알리고 그 이력을 유지하는 기술이다.

그 효과로는 전자봉인 자동인식을 이용, 조기 경보를 통한 분실 및 도난 방지와 화물보안기능 강화로 통관의 효율성을 증대시킬 수 있다.

이에 대한 적용은 미국에서 SST(Smart and Secure Tradelanes) 프로젝트에 의해 2002년 7월부터 2003년 6월까지 외국(홍콩, 로테르담, 싱가포르)에서 미국 항만(시애틀-타코마)으로 들어오는 818개의 컨테이너에 대해 시범 적용한 바 있다.

동 기술의 개발아이템으로는 RFID 기술을 응용, 봉인의 손상, 해제 여부 자동인식 기술을 들 수 있다.

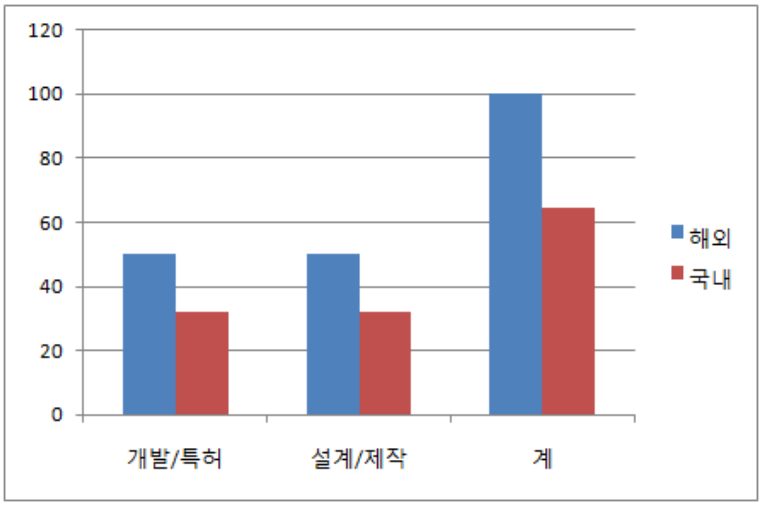
국제표준화기구(ISO)는 지난 5월 10일 부산에서 기술위원회(TC 104) 회의를 개최하고 컨테이너 전자봉인장치(e-Seal)에 대한 국제표준으로 RFID의 주파수를 433Mhz와 2.45Ghz를 모두 지원하는 듀얼밴드로 채택했다.

현재 듀얼밴드와 관련된 전자봉인장치는 사비네트워크사와 GE사가 양분하고 있어 향후 전자봉인 자동인식 확인 기술 개발에도 이 두 회사에 로열티를 내야 하는 부담이 발생하게 되었다. 또한, 듀얼밴드가 표준이 됨에 따라 미국의 항만보안법에 규정되어 있는 컨테이너보안장치(CSD)[14]와 크게 달라 향후 사용에 따른 혼란이 일어날 가능성도 있다.

<표 4-35> **전자봉인 자동인식확인기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	32	32	64

<그림 4-23> **전자봉인 자동인식확인기술 기술격차도**



14) 기본적으로 ISO의 컨테이너 전자봉인장치는 컨테이너 뒤쪽 외부에 부착하고 있는데, 미국의 CSD는 컨테이너 내부에 붙이는 것으로 되어 있다.

⑩ 트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술

주행 중인 트럭의 컨테이너 무게를 측정하여 측정된 무게 정보를 항만, 선사에 제공하는 시스템 구축기술로서 컴바인된 컨테이너 각각의 무게를 측정, 선사의 선적 효율성을 높일 수 있다. 컨테이너 무게 측정 방식에는 트럭 스케일(Static Scale) 방식과 축중기(Axle Weight) 방식이 있으며, 트럭 스케일 방식에는 지중식과 지상식, 그리고 축중기 방식에는 이동식과 고정식이 있다.

동 기술의 효과로는 주행 중인 차량의 무게 측정이 어떠한 주행 조건에서도 오차범위 5% 이내로 가능하며, 트랙터, 섀시 정보와 연계로 컨테이너만의 무게 산정이 가능하여 차량, 도로 및 장치장 기반시설의 안정성 및 유지보수 비용의 절감, 그리고 선적의 효율성을 높일 수 있다.

동 기술의 적용은 부산항 일부 항만에서는 수동식 계근 시설이 있으나 현재 사용하지 않고 있으며, 허치슨 감만 터미널만이 수출 컨테이너 무게를 계근하여 선사에 제공하고 있다. 다음은 터미널별 계근 시설 현황이다.

<표 4-36> **부산항 컨테이너부두 계근 시설 현황**

구분	PECT	자성대 허치슨	감만 터미널			신감만	우암	감천
			국제 인터네셔널	대한 통운	허치슨			
수량	2	2	1	1	3	-	1	1
타입	지상식	지상식	지중식	지중식	지상식2 지중식1	-	지상식	지상식
주체	해양 수산부				지상식:자체 지중식:컨테이너 부두공단			

일본 요코하마 APM Maersk Terminals에서는 설치단계부터 주로 지중식 계근대 설치를 고려하였으며, 무게 측정을 요청한 선사의 컨테이너만 측정하고 있다. 컨테이너 무게 측정 순서는 Full 컨테이너 무게 측정(섀시, 차량 무게 포함)→장치장의 컨테이너 하역→컨테이너 차량 반출과 동시에 무게 측정(섀시, 차량 무게)→무게 측정으로 얻어진 수치를 통하여 컨테이너 무게 계산(오차 : ±3톤)이다.

동 기술의 개발아이템으로는 무정차게이트 통과차량의 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술을 들 수 있다.

트럭 스케일(Static Scale) 방식의 지중식과 지상식을 비교하면 다음과 같다.

<표 4-37> **트럭 스케일 방식 비교**

구분	지중식	지상식
이용편의성	편리	다소 불편
유지보수	편리	불편
가격	다소 비쌈	다소 저렴

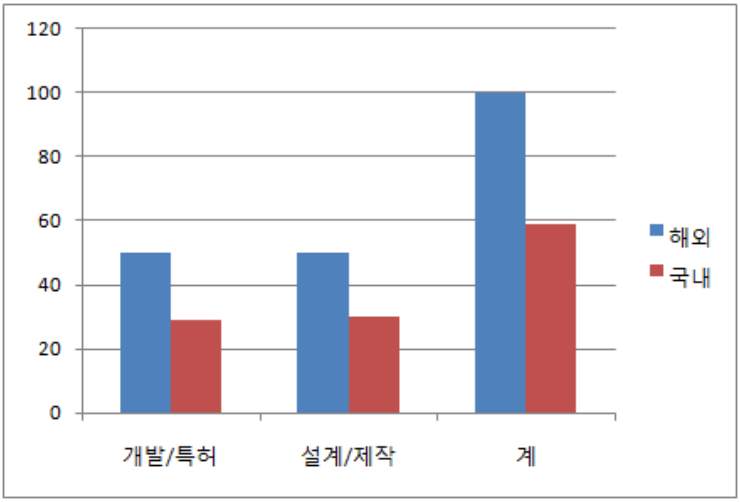
축중기(Axle Weight) 방식은 차량운행 상태에서 하중을 측정하는 방식으로 진입 속도, 기어 변속, 브레이크 조작 등 운전 조건, 적재물의 움직임 등에 따라 지면에 전달되는 하중 분포가 달라진다. 이 때문에 진입 속도를 시속 10㎞ 이하로 하여야 하며 이 제한 속도를 위반할 경우 벨이 울리게 되어 있다.

트럭컴바인 컨테이너 개별 무게 측정기술을 해외 선진기업과 비교해 보았을 때 59% 수준에 머무르고 있는 것으로 나타났다.

<표 4-38> **트럭컴바인 컨테이너 개별무게측정기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	29	30	59

<그림 4-24> **트럭컴바인 컨테이너 개별무게측정기술 기술격차도**



⑪ 무인주유시스템 구축기술

무인 주유시스템 구축기술은 기존의 주유방식을 무인자동화 하고 이 장치를 중심으로 통합적으로 운영하여 일련의 주유과정을 자동으로 실현하고 관리하는 시스템 구축기술이다.

동 기술의 효과는 주유시설 운영비용의 절감, 미 승인자 사용 통제로 인한 연료 낭비 방지, 여러 항목별 통계 제공에 따른 체계적인 주유 관리, 항만장비 연료 경비 절감 및 생산성 향상 등을 꾀할 수 있다.

본 기술은 항만 내 트럭 및 이동장비에 대해 다음과 같은 종합적 관리에 적용될 수 있다.

<표 4-39> **무인주유시스템 적용 내용**

관리	적용 내용
종합관리	부서정보관리, 차량정보관리, 사용자지문관리, 재고관리
주유관리	주유고 모니터링, 조건/메타 검색, 입고 처리(조회/수정/삭제), 직/간접 주유 처리, 주유상황 조회
현황관리	주유 일지, 월 기종별 소모량 및 세부현황, TEU당 소모량

본 기술의 개발아이템으로 이용자 인식 및 사용내역관리를 위한 무인주유관리 기술을 제시할 수 있다.

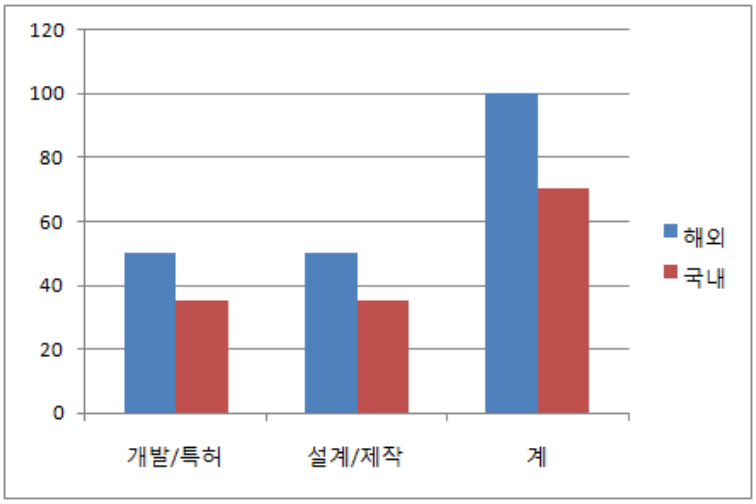
국내외 모두 자동화된 주유기 시스템에 대한 개발 제품은 많으나 실제 사용되고 있는 곳은 많지 않다. 특히 유류 소비량이 많은 항만 내에서는 주유사용에 대한 체계적인 관리가 더욱 필요하다. 이러한 무인주유시스템 구축기술은 상용화된 기기제품을 설치하여 운영할 수도 있고, 특별한 어려움 없이 국내외 SI 개발업체에서도 쉽게 구축할 수 있는 기술이나 아직 국내에서 기술 개발되어 운영되고 있는 곳은 없는 실정이다. 이에 비해 해외 자동화터미널의 경우 무인주유시스템을 개발하여 운영하고 있는 실정이다.

<표 4-40> **무인 주유시스템 구축기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	35	70

따라서, 국내외 기술수준 격차에 대한 설문조사 결과 국내의 수준은 해외 선진 항만의 70% 수준에 다다르는 것으로 조사되었다.

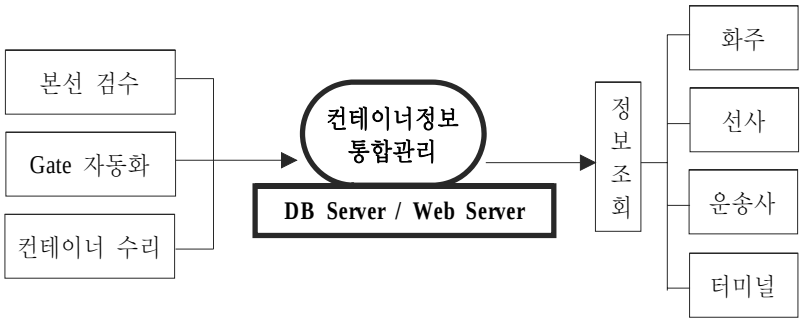
<그림 4-25> **무인 주유시스템 구축기술 기술격차도**



⑫ 컨테이너정보 통합관리 서비스 기술

항만에서의 검수작업을 자동화시스템을 활용, 기존의 육안 검사로 인해 비표준화, 서비스 낙후, Gate 검수 적법 논란, 비효율적 운영, 본선검수와의 2원화 등에 따른 문제발생 시 책임 전가, 운영비 증가, 검수정보 획득의 불편 등을 개선할 수 있는 서비스로서 컨테이너의 문자 및 손상 정보를 정확하게 획득, 기록함과 동시에 관련 업체에 실시간 컨테이너 관련 정보를 제공하는 서비스 기술이다. 다음은 컨테이너정보 통합관리 서비스 기술의 구성도이다.

<그림 4-26> **컨테이너 정보 통합관리 서비스 기술 구성도**



본 기술은 실시간 검수 정보 제공, 객관적이며 과학적 검수 근거 마련, 컨테이너 Damage 발생에 대한 논란 요인 제거, 자동화 검수 장비 운영에 따른 항만의 경쟁력 확보 등의 효과가 있다.

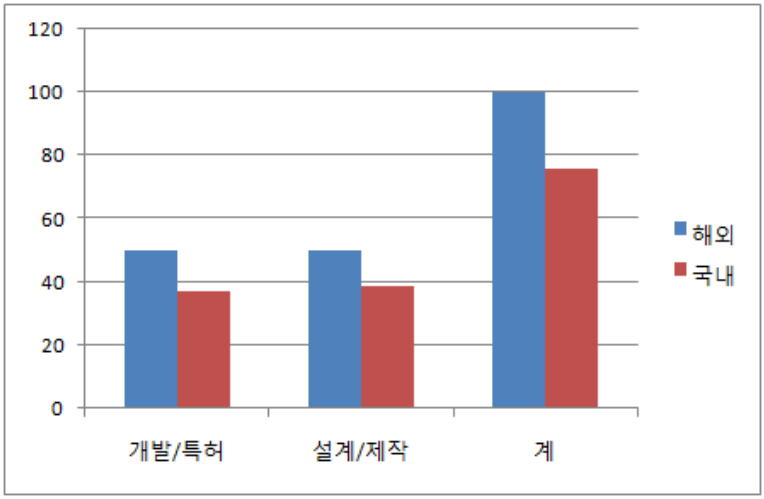
검수업무는 항만운송 사업법의 규정에 의한 화물을 양하 또는 적하하는 경우에 화물의 개수의 계산 또는 수도의 증명을 행하는 행위를 말한다. 즉 수출입되는 모든 컨테이너 화물을 선사나 화주의 사실 확인 업무를 대행하여 화물의 과부족, 오적, 망실, 감소, 파손 등의 사고와 컨테이너번호, 봉인번호의 이상 유무 발견, 세관에 보고된 적하목록과의 상이점 발견 등으로 수도 사실을 증명하는 행위이다.

그러나, 항만에서는 점차 업무가 자동화되어 가고 있음에도 여전히 이 검수업무를 사람의 육안에 의존하고 있어 검수 인력의 비용요인 및 정보의 정확성, 실시간 제공성 등이 취약해 자동화항만 운영의 개선책으로 다룰 필요가 있다.

<표 4-41> **컨테이너 정보통합관리기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	39	76

<그림 4-27> **컨테이너 정보통합관리기술 기술격차도**



본 기술의 개발아이템으로는 게이트 자동화에 따른 반출입, 검수, 보안 통합운영 기술을 제시한다.

이 기술의 핵심은 항만에서 게이트 운영과 검수 및 수리 등 관련 업무를 통합적으로 운영할 수 있는 체제 마련이 우선적이며, 그에 따라 자동화시스템을 구현할 수 있는 기술이 있어야 한다. 따라서, 국내외 자동화시스템 구축기술 상황은 앞서 '컨테이너 외부손상 자동검사 기술'에서 언급한 바와 같다.

⑬ 이송장비 신개념 위치추적 기술

본 기술은 신개념 위치추적 기술인 Mesh Network 구축기술은 무선네트워크 통신 기능과 위치정보 추적 기능을 함께 보유하고 있다.

이 기술은 운영실과 C/C, T/C, Y/T, PDA 간의 Mesh Network 무선데이터 통신망을 구축, 컨테이너 자동배치 및 관리시스템을 통해 각 작업자에게 실시간 작업지시가 이루어지고 간섭 회피를 위해 능동적으로 새로운 채널을 선택하고 이동함으로써 끊김 없는 통신으로 컨테이너 위치 추적이 가능한 기술이다.

본 기술의 효과는 멀티 호핑에 의한 전파 생존성 및 서비스 안정성 증대, 휴대폰 방식의 소프트핸드오프에 의한 끊김 없는 고속 이동성 보장, 멀티 호핑과 무선중계기에 의한 커버리지 확장, 타 시스템 및 동일 시스템으로부터의 강력한 인접/동일 채널 간섭 회피, 완벽한 보안 대책, 자체 내장된 GPS가 필요 없는 위치정보 가능, 주파수 계획이 필요 없어 구축이 간편한 특징으로 컨테이너 장치장과 수많은 이동장비들 간의 자유로운 정보전달과 위치 추적이 가능, 신개념 위치추적 기술로 항만운영 효율에 상당한 효과가 기대되는 기술이다.

<표 4-42> **신개념 위치추적 기술 사용항만의 시스템 현황**

로테르담 하노터미널	중국 남경터미널
- 기존 무선랜 시스템 교체 - C/C, Y/T, 하역차량 간의 무선 광대역통신망 구축을 통하여 원격작업지시 및 관리 - C/C, Y/T, 하역차량의 이동성 보장 - 컨테이너항만 내 간섭 해소 - 음성 및 영상통신에 대한 확장성	- 컴퓨터기반 자동 컨테이너 배치 및 관리시스템을 위한 기반 무선 통신망 - 컨테이너 트럭이 항만에 접근 시 관리시스템으로 자동 컨테이너 정보 제공 및 작업지시 수령 - C/C, Y/T, 하역차량 등에 자동 작업 지시 - 지상작업요원을 위한 PDA 무선 통신망 - 컨테이너 트럭 위치 추적

대부분 컨테이너 항만에서는 무선 랜 시스템을 사용하고 있으나 중국(남경 컨테이너터미널)이나 유럽(네덜란드 로테르담 하노터미널) 등 일부 항만에서 무선

랜을 Mesh Network로 교체하여 사용하고 있다.

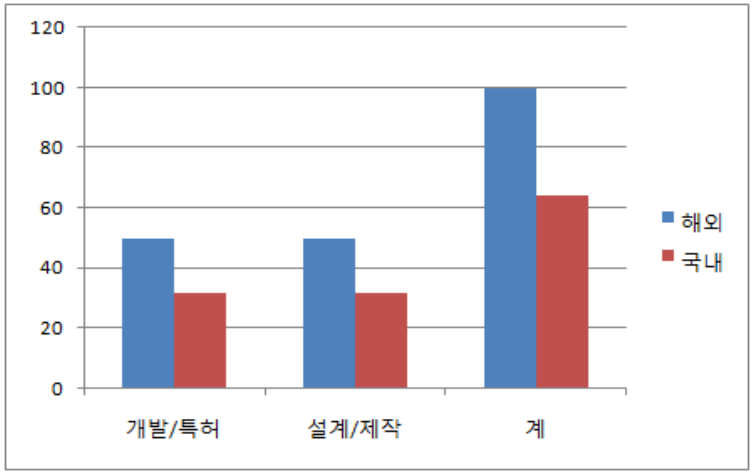
본 기술을 위한 개발 아이템으로는 Mesh 기반 끊김 없는 이동성 제공 무선네트워크 기술을 제시한다.

현재 신개념 위치추적 기술인 Mesh Network에 대한 국내 보유 기술은 없으나, 충분한 응용기술은 보유하고 있다. 따라서, 국내 기술 수준은 국외의 64% 수준으로 조사되었다. 현재 네덜란드(로테르담 하노터미널)와 중국(남경터미널)의 일부 항만에서 적용, 사용하고 있으며, 기타 산업분야에서도 활발히 이용되고 있다.

<표 4-43> **이송장비 신개념위치추적기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	32	32	64

<그림 4-28> **이송장비 신개념위치추적기술 기술격차도**



⑭ 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술

물류 시장에서 처리하는 물동량과 그에 따른 신속하고 정확한 정보 서비스에 대한 고객 요구 증대로 Close 시스템에 있어서 고객만족 달성을 위해서는 대고객 정보 접근성이 강화된 고객대응 채널로서의 웹서비스 구축과 전자우편을 통한 글로벌 커뮤니케이션 채널 확보, 결재처리의 활성화를 통한 종이문서의 감축, 실시

간 웹 기반의 정보공유시스템 구축 및 업무 생산성 향상을 위한 그룹웨어 구축은 인터넷이 활성화된 오늘날의 대내외적 의사소통 채널로서의 항만운영시스템의 필수 요소 기술이다.

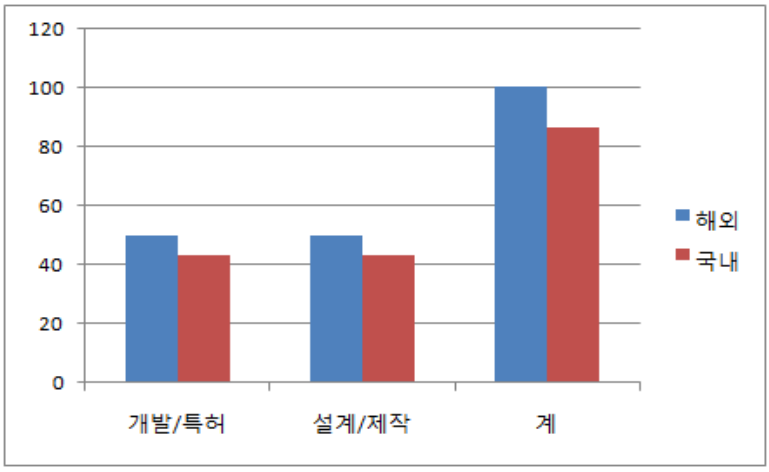
그 효과로는 고객지향적인 웹서비스 구축으로 내·외부 이용자의 정보 접근성 및 만족도 향상과 업무신뢰도 및 항만의 인지도를 향상시킬 수 있으며, 체계적인 컨텐츠 관리를 통해 검색의 편의성 및 사용자의 정보 욕구를 해소시킬 수 있다.

본 기술의 적용은 대부분의 항만운영시스템에 있어서 대고객 정보서비스는 웹 기반으로 운영되고 있으며, 사내 업무처리 시스템을 운영하고 있다. 그러나, 보다 실시간 웹 기반 및 내·외 통합 정보를 서비스 할 수 있는 포털 프레임워크 상의 효율적인 시스템 구축기술이 필요하다.

<표 4-44> **웹서비스 및 그룹웨어 구축기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	43	43	86

<그림 4-29> **웹서비스 및 그룹웨어 구축기술 기술격차도**

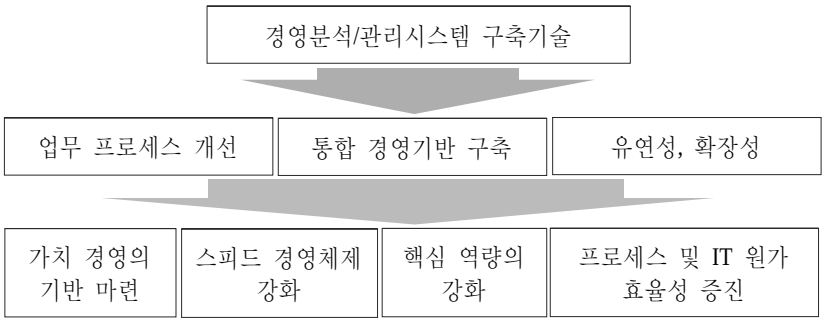


본 기술의 개발 아이템으로는 운영시스템 정보제공과 연동된 그룹웨어 및 웹서비스 구축기술을 제시한다.

국내외 기술격차를 살펴보면 국내외 모두 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술은 많은 차이가 발생하지 않는 것으로 설문 조사되었다. 다만 시스템 구축 대상 항만의 수준(H/W, S/W, 운영수준)에 적합한 시스템을 구축하는 것이 중요하다.

⑮ 경영분석/관리시스템 구축기술

본 기술은 항만운영시스템에 의해 생성된 Batch 또는 실시간 자료를 통하여 사업계획 수립, 예산편성, 시뮬레이션 등 운영의 효율화를 극대화하며, 정보 공유를 통한 업무의 효율화 달성과 경영층에게 회사 경영방침의 수립을 위한 의사결정 정보를 제공하는 시스템 구축기술이다.



현재 대부분의 항만에서는 항만운영시스템을 통한 의사결정 정보를 통계 위주로 산출하고 있어 과거 실적 통계의 분석과 자원의 통합 분석을 통한 효율적인 실시간 의사결정 정보의 제공 기술이 필요하다.

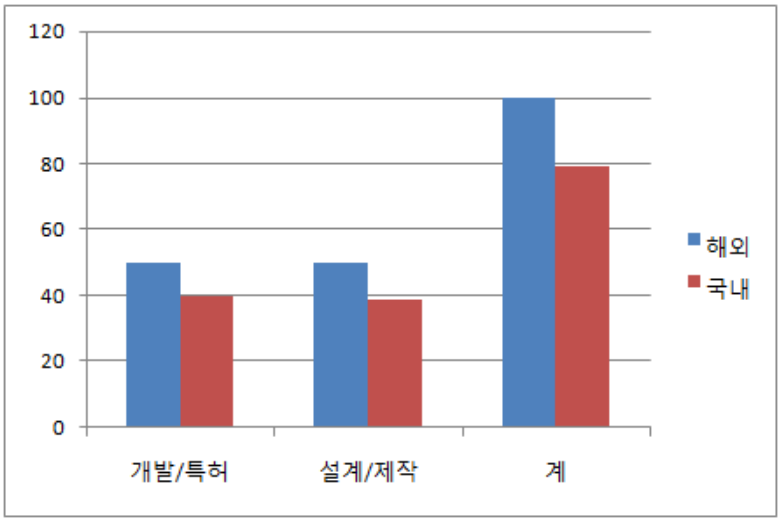
본 기술에 대한 개발 아이템으로는 운영시스템 연동 의사결정지원시스템 구축기술을 들수 있다.

경영분석/관리시스템 중 의사결정지원시스템에 관한 패키지들은 국내외를 불문하고 검증된 제품이 많이 있으며, 항만운영시스템과 연동하여 효율적인 시스템 운영이 될 수 있도록 하는 것이 중요하다.

<표 4-45> **경영분석/관리시스템 구축기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	35	70

<그림 4-30> 경영분석/관리시스템 구축기술 기술격차도



(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분류	소분류	기술명	세부기술명	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 운영 시스템 분야	항만 계획 지능화 기술	지능형 자원배정 기술	미국	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 지능형 자원배정, 실시간 작업 모니터링, 야드작업상황 분석 등의 Rule 기반 자동계획 수립 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널 생산성 향상 및 물류비 절감 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 인공지능 기반 자동자원배정 알고리즘
			다중분산 계획 기술	미국	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 다중모선에 대한 최적화 계획 및 C/C 생산성 향상을 위한 Twin lift 계획 기능 수립 기술 2. 효과 : 본선계획 시간 단축 및 시스템 서비스 품질 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 운영서버 4. 개발아이템 : Multi-User에 의한 다중 모선 계획 가능 알고리즘
			안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술	미국	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 장치장 현황정보를 고려, 인공지능기법을 적용, 최적의 C/C 작업일정계획 수립 기술 2. 효과 : 초대형선박의 재항시간 단축 및 효율적인 양적하작업 수행으로 물류비용 감소와 터미널 경쟁력 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 운영서버 4. 개발아이템 : 인공지능기법을 이용한 최적의 작업일정계획 수립 알고리즘
			지능형 통합 모니터링 기술	미국	알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : Interactive한 정보 공유가 가능한 유기적인 시스템 통합 기술 2. 효과 : 터미널의 계획 및 운영업무 환경 개선과 정보 공유의 실시간 활용에 따른 시스템 신뢰성 및 작업생산성 향상 3. 장비/장치 : Client-Server 장비 4. 개발아이템 : 계획, 운영, 관리시스템 간의 interface를 통한 작업상황 자동 모니터링

대분류	소분류	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만운영 시스템분야	항만운영 자동화 기술	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술	미국	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : Y/T 위치를 실시간으로 파악, Y/T 및 하역크레인 작업효율을 최대화시키는 기술 2. 효과 : Pooling기술의 국산화 추진 및 On-Dock 작업 생산성 향상 3. 장비/장치 : C/C 및 야드 이동장비, 위치인식장치, 운영서버 4. 개발아이템 : 이동장비 pooling 알고리즘 및 시스템 구축
			이동장비 위치정보시스템 기술	독일	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 이동장비의 위치를 실시간으로 파악하는 기술 2. 효과 : 이동장비의 효율적인 운영 및 하역비용(연료 등) 절감 3. 장비/장치 : Y/T, AGV 등 이동장비 4. 개발아이템 : 이동장비 위치 자동 검출 알고리즘
			컨테이너 외부손상 자동검사 기술 (본선/게이트)	-	장치제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 본선 양하 및 게이트 반입 시 컨테이너 표면에 대한 손상 정보 인식 기술 2. 효과 : 항만에서의 Gate 인력절감 및 업무관리 향상과 컨테이너 Damage Claim에 대한 책임한계 명확 3. 장비/장치 : C/C, Gate Complex, 2D/3D 영상처리시스템, 카메라 및 촬영장비 4. 개발아이템 : 컨테이너 외부 손상 자동검사 인식 시스템
			항만출입 보안시스템 구축기술	일본 미국	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 보안상황에 따른 실시간 출입 통제 2. 효과 : RFID 기술 및 자동화를 통한 출입보안 업무 효율화, 항만시설 출입인원 및 차량의 실시간 모니터링, 국가적 차원의 항만출입보안 체계 확립, 국가 비상사태 및 테러에 대한 즉각적인 대응 3. 장비/장치 : RFID Tag 및 Reader기, 서버 및 네트워크장비 4. 개발아이템 : 보안장치 및 출입보안 C/S시스템 구축

대분류	소분류	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류 분야	항만운영 시스템분야	항만운영 자동화 기술	전자봉인 자동인식 확인 기술	미국	부품제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 전자 봉인 번호(e-seal)를 자동으로 인식하여 확인하는 기술 2. 효과 : 봉인이 손상 또는 해제되었을 때 경보 기능 3. 장비/장치 : RFID Tag 및 인식기 4. 개발아이템 : RFID 기술을 응용, 봉인의 손상, 해제여부 자동 인식 기술
			트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술	미국 일본 네덜란드	장치제작 및 알고리즘 개발	1. 세부기술특성 : 게이트 무정차통과트럭의 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술 2. 효과 : 항만의 적재 및 선사의 선적 효율성 향상 3. 장비/장치 : 계근대 4. 개발아이템 : 무정차게이트 통과차량의 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술
			무인주유시스템 구축기술	미국 일본	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 무인 주유 및 관련 통계정보 제공 프로그램 2. 효과 : 효율적이고 체계적인 주유관리를 통한 터미널 주유시설 운영비 절감 및 생산성 향상 3. 장비/장치 : Client-Server 4. 개발아이템 : 이용자 인식 및 사용내역관리를 위한 무인주유 관리 기술

대분류	소분류	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만운영 시스템분야	항만 운영관리 효율화 기술	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술	-	시스템 설계	1. 세부기술특성 : 통합(자동화게이트운영+검수/정비+출입보안) 운영 기술 2. 효과 : 객관적이고 과학적인 실시간 검수 정보 제공 및 통합운영에 따른 항만운영비용 절감 3. 장비/장치 : 게이트운영자동화장비, 출입보안장비 4. 개발아이템 : 게이트자동화에 따른 반출입, 검수, 보안 통합운영 기술
			이송장비 신개념 위치추적 기술	미국 싱가포르	네트워크 구축	1. 세부기술특성 : 차세대 무선통신기술로 끊김 없는 무선 접속 기술 2. 효과 : 거리, 장애물, 기지국 등의 제약이 없이 항만 내 컨테이너 및 이동장비 위치 추적의 자유로움으로 인한 비용 절감 및 유비쿼터스 환경 구축 3. 장비/장치 : 야드 이동장비, 위치인식장치 4. 개발아이템 : Mesh기반 끊김 없는 이동성 제공 무선네트워크 기술
			웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	미국 일본 유럽	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 대고객 정보 접근성이 강화된 고객대응 채널로서의 웹서비스 체제 구축기술 2. 효과 : 신속한 대고객 정보 서비스 및 생산성 향상을 위한 업무처리 표준화 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 운영시스템 제공정보와 연동된 그룹웨어 및 웹서비스 구축기술
			경영분석/관리시스템 구축기술	미국 일본 유럽	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 운영시스템의 생성자료를 통한 의사결정 정보 생성 기술 2. 효과 : 사업계획 수립, 예산편성, 시뮬레이션 등 업무효율화 달성 및 의사결정 정보 제공 3. 장비/장치 : 운영서버 4. 개발아이템 : 운영시스템 연동 의사결정지원시스템 구축기술

② 기술개발트리



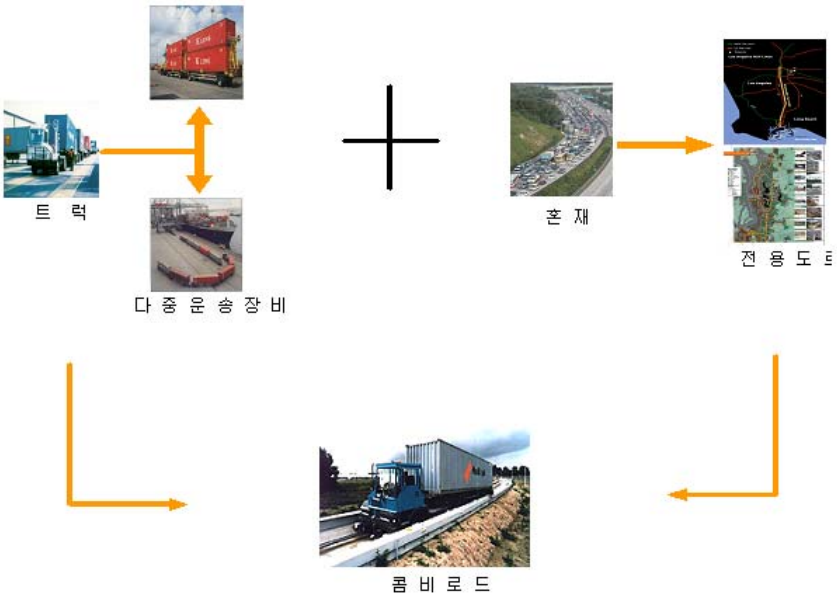
3) 항만물류운송시스템

(1) 미래개발 방향

① 도로운송

도로운송에서 사용되는 운송장비, 운송설비, 신개념육상운송시스템을 살펴보았다. 운송장비는 앞에서 살펴보았듯이 많은 컨테이너를 일시에 운송하기 위해서 다단적, 다량의 컨테이너를 운송하고 있으며, 운송설비에서는 다른 교통수단과의 교차를 최소화하여 교통체증을 줄이고 신속하게 내륙으로 연계하기 위한 순화도로, 고가도로 등의 전용도로의 형태로 운영되고 있다. 이러한 특징들은 다단적, 다량과 전용도로의 개념을 결합하면, 신개념육상운송시스템에서 제시하고 있는 콤비로드를 개량하여 기존 개념개발 방식에 더 강한 엔진을 장착한 견인차를 사용하여 다량의 컨테이너를 이송하거나, 다단적재하여 운영하는 방식으로 미래의 도로운송이 시스템화될 것으로 예상된다.

<그림 4-31> **도로운송의 미래개발 방향**



② 철도운송

철도운송에서 사용되는 운송장비, 철도흐름개선설비, 운송시스템을 살펴보았다. 운송장비는 앞에서 살펴보았듯이 열차와 열차간, 트럭과 열차간의 연결을 효율적으로 수행하기 위한 장비들이거나 또는 환적생산성향상, 초고속연계성강화, 연계효율향상을 위한 하역장비들로 구성된다. 이러한 장비들은 초기에는 단순한 형태로 개발되었다가 빠른 작업을 위해 개량되었으며, 지금에 와서는 넓은 레일스팬을 갖는 하역장비 또는 쉬운 전달을 위한 단순한 장비로 개발되어 사용되고 있다.

철도흐름개선설비는 장거리 이송의 연계효율성향상, 교통체증감소 및 물류비절감을 위해서 대규모 자본을 투자하여 운영되고 있으며, 가장 중요한 내륙으로의 신속한 수송 및 항만 및 터미널간의 효율적인 수송을 위한 형태로 전용도로의 개념을 추구하고 있다.

운송시스템은 대량운송과 신속한 이송을 위한 수송·적재모듈결합시스템이 있으며, 연계효율향상, 교통체증감소 및 물류비절감을 위한 하역·보관모듈결합시스템이 있고, 연계효율성향상과 네트워킹향상을 위한 수송·분배모듈결합시스템이 있다. 이러한 개별기능들의 결합은 다양하고 많은 작업을 수행할 수 있도록 해주며, 개별기능간의 결합으로 물류비절감 및 더 높은 생산성을 추구하고 있다.

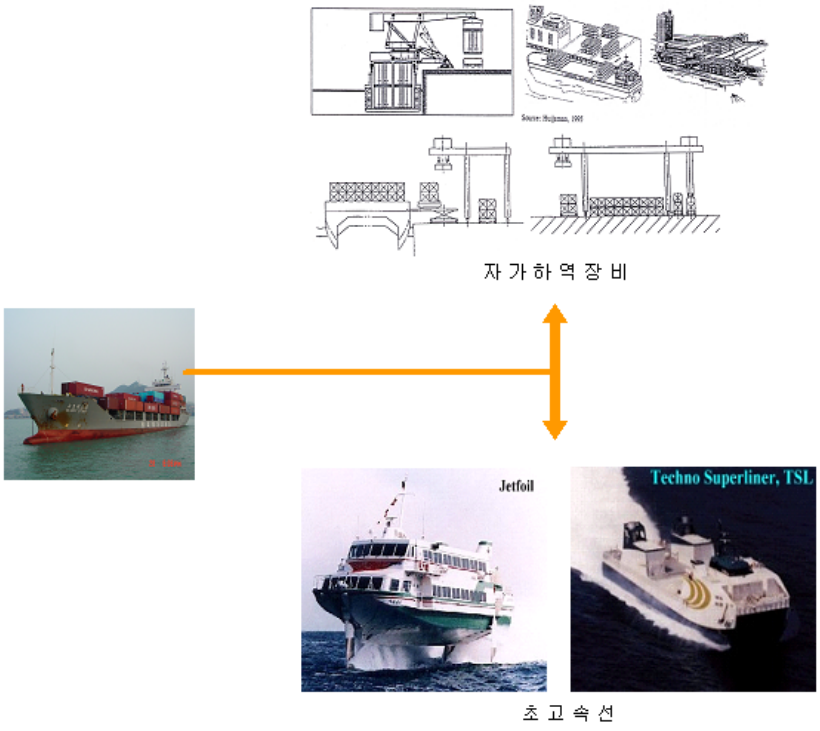
앞에서 검토한 사항들을 종합하면 빠르고 효율적이며 물류비용절감을 위한 방안으로 단순하역형태에서 환적하역작업형태로 궁극적으로는 멀티환적하역형태로 미래개발 방향이 변하고 있다.

<그림 4-32> **철도운송의 미래개발 방향**



③ 해상운송

<그림 4-33> **해상운송의 미래개발 방향**



해상운송에서 사용되는 초고속선, 새로운 형태의 연안선 및 초고속 하역시스템의 경우 일반적인 형태는 아니다. 그러나, 필요에 의해서 개발 또는 연구되었으며, 현재 일부 운영되기도 한다. 이러한 연안운송의 대안들은 하역유연성 및 생산성 향상을 위해서 개발되었다. 앞에서 검토한 바와 같이 빠른 운송시간이 장기인 초고속선과 자가하역기능에 대용량 처리기능까지 결합된 형태가 미래의 연안운송 개발방향이 될 것으로 판단된다.

(2) 세부기술별 발전방향

항만물류운송분야에서는 도로운송생산성향상기술의 세부기술로 도로운송장비기술, 도로운송설비기술, 신개념육상운송기술이 있으며, 철도운송생산성향상기술의 세부기술로는 철도운송연계장비기술, 초고속환적하역장비기술, 철도운송시스템기술로 나누어지고, 해상운송생산성향상기술의 세부기술로는 해상운송초고속선기술, 해상운송신개념선박개발기술, 초고속하역시스템기술로 나누어서 분석한다.

① 도로운송장비기술

도로운송장비기술은 다단적 및 다중이송기술로서 항만에서 내륙터미널 및 철송장등에 컨테이너를 이송하거나 그 반대방향으로 이송할 때 한번에 여러 개의 컨테이너를 이송함으로써 운영비용을 절감하고 생산성을 향상시키기 위한 방법으로 인건비 비중이 높은 항만에서 사용되고 있다.

도로운송장비기술은 네덜란드의 ECT터미널에서 MTS(Multi Trailer System)으로 오래전부터 사용하고 있으며, 싱가포르 터미널에서는 내부직원의 아이디어로 DST(Double Stack Truck)를 제작하여 사용하고 있다.

도로운송장비기술의 도로운송부분의 개발아이템은 다량 이송차량 개발개념의 MTS, 다송단적이송차량개발 개념의 DST의 아이템들이 있다.

<표 4-46> **도로운송장비기술의 개발아이템**

기술	아이템		개발내용
도로 운송장비 기술	• 대량 이송차량	- 조향기술 - 위치제어기술 - 성능분석기술	• 다량의 컨테이너 이송차량 개발
	• 다단 적재차량	- 하중제어기술 - 성능분석기술 - 주행안정화기술	• 다단적 가능한 컨테이너 이송차량 개발

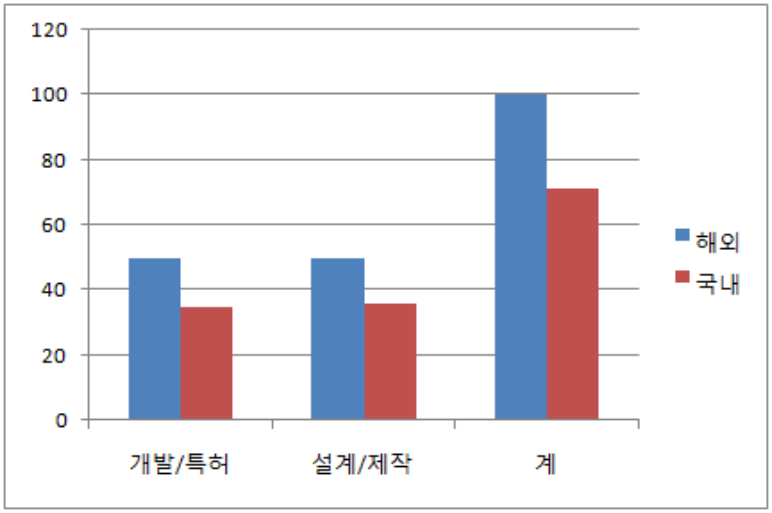
이는 일시에 다량의 컨테이너를 이송함으로써 운영비용절감 및 생산성 향상이 가능하며, 기존방식의 2~5배까지 이송이 가능하다.

도로운송장비기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 35수준, 설계/제작 36 수준으로 전체 도로운송장비 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 71 수준으로 설문조사 되었다.

<표 4-47> **도로운송장비기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	36	71

<그림 4-34> **도로운송장비기술 기술격차 비교도**



② 도로운송설비기술

도로운송설비기술은 도심 및 연계단계에서 교통체증을 완화하거나 제거하기 위한 기술로 고가도로, 순환도로, 반지하식통과도로 등을 이용하여 화물운송을 위한 흐름과 일반교통흐름을 분리하여 적용한다. 이를 위해서 막대한 비용을 투입하여 교량 및 기반시설을 건설하여 운영중이며, 국가물류의 중요한 대동맥 역할을 수행하게 된다.

<표 4-48> **도로운송설비기술의 개발아이템**

기술	아이템	개발내용
도로 운송설비 기술	• 고가도로	• 철도와 화물차량 및 일반차량의 동선분리 가능한 도로시설
	• 순환도로	• 항과항, 항과 데포를 연결할 수 있는 도로시설

본 설비기술은 미국 캘리포니아지역에서 Alameda Corridor를 적용하고 있으며, 타코마 항만지역에는 Fast Corridor가 있으며, 오클랜드(Oakland)에는 순환도로가 있다.

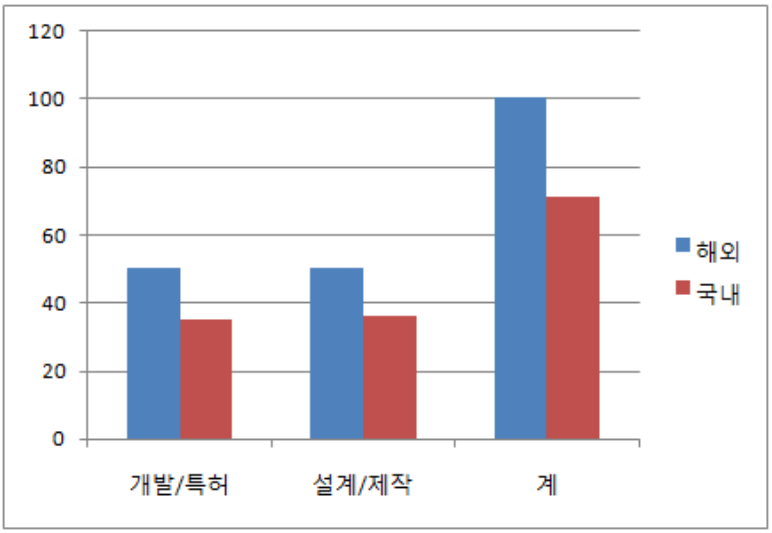
도로운송설비기술의 도로운송부분의 개발아이템은 철도와 화물차량 및 일반차량의 동선을 분리하는 고가도로와 항과항 항과 데포를 연결하는 순환도로이다.

본 기술개발을 통한 효과는 교통체증을 없애거나 완화하여 물류생산성을 높이므로 적용 전보다 30% 이상의 흐름개선효과가 있다.

<표 4-49> **도로운송설비기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	36	71

<그림 4-35> **도로운송설비기술 기술격차 비교도**



운송설비기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 35, 설계/제작 36 등 전체 도로운송설비 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 71 수준으로 설문되었다.

③ 신개념육상운송기술

신개념육상운송기술은 화물의 효율적이고 생산적인 내륙연계를 위해서 기존방식을 응용하거나, 개선 또는 새로운 개념의 육상운송시스템을 개발하는 것으로 운영효율성 향상을 위한 기능과 생산성 향상을 위한 기능, 비용절감을 위한 기능 등 다양한 요구조건에 맞추어서 육상운송시스템을 개발하는 기술이다.

신개념육상운송기술은 세계에서 최초로 현재 네덜란드의 Trail 연구소에서 내륙전용차량과 전용도로를 갖는 친환경 운송시스템(Combi-Road)을 개발하였으며 현재 시범테스트를 완료하였다.

신개념육상운송기술의 도로운송부분의 개발아이템은 기반시설인 도로/지하도/지상교량/레일 등과 자동화 무인이송장비, 전력공급시설, 콤비로드 운영시스템 등이 있다.

국내외적으로 80% 이상의 운송점유율을 보이고 있는 도로운송 적체를 해결할 수 있는 획기적인 항만-내륙간 운송시스템을 개발하는 것으로서 항만-항만간, 항만-내륙간의 전용운송로를 개발하여 도로정체로 인한 국가적 물류비용을 크게 절감할 수 있다.

<표 4-50> **신개념육상운송기술의 개발아이템**

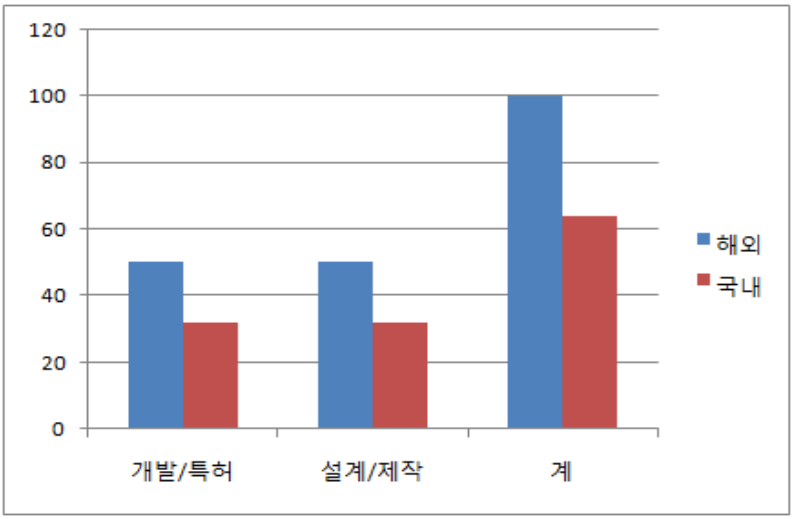
기술	아이템	개발내용
신개념 운송시스템 기술	• 개념개발기술	• 항만-내륙간 신개념 운송시스템 개념을 개발
	• 설계 및 성능평가기술 - 기반시설 - 자동무인이송차량 - 전력공급시설 - 운영시스템	• 개발개념에 대한 설계능력 보유 • 개발개념에 대한 성능평가 기술 보유 • 무인도로운송차량 및 설비기술 • 무인운송 운영시스템 기술

신개념육상운송기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 32, 설계/제작 32로 전체 컨테이너 신개념육상운송기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 64 수준이다.

<표 4-51> **신개념 육상운송기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	32	32	64

<그림 4-36> **신개념육상운송기술 기술격차 비교도**



④ 철도운송연계장비기술

철도운송연계장비기술은 철도운송에서 이종(異種) 장비간의 효율적인 연계수송을 위한 장비로 서로 높낮이가 다르거나, 주행레일이 다른 경우 이를 조정해주는 역할을 수행한다. 따라서, 국가간에 다양한 철도시스템을 갖는 경우 이러한 장비들을 이용해서 처리가 가능하다.

본 기술은 철도운송의 비중이 높은 유럽의 환적철송시설에서 사용하고 있으며, 철도운송연계장비기술의 철도운송부분의 개발아이템 연계장비로는 Road Railer, Swapbody 등이 있으며 부기제작 기술, 고속리프팅 장치기술, 이종장치간 새시 제작기술, 연계장치기술 등이 있다.

본 기술의 효과는 서로 다른 레벨의 컨테이너를 동일 레벨로 맞춰주므로 연계효율성이 향상되며 별도의 환적시스템이나 설비를 건설하지 않고도 신속한 환적운송이 가능하다. 향후 국내에서 TKR(Trans Korea Railway)이 개통된다면 이의 효율성은 더욱 높아질 것이며 기술개발도 가속화될 것이다.

<표 4-52> **철도운송연계장비기술의 개발아이템**

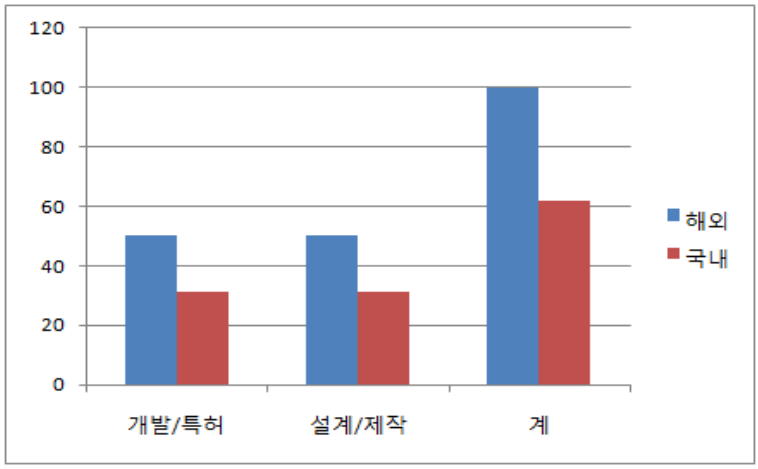
기술	아이템		개발내용
철도운송 연계장비 기술	• Road Railer	- 부기제작 기술 - 연계장치기술	• 도로장비-철도장비간의 신속한 연계가 가능한 장비 개발
	• Swapbody	- 고속리프팅 장치기술 - 이종간 새시 공유기술 - 연계장치기술	• 도로운송과 철도운송시 새시구조의 규격화를 통해 이종간의 새시 공유

철도운송연계장비기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 31, 설계/제작 31로 전체 컨테이너 철도운송연계장비 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 62 수준으로 설문되었다.

<표 4-53> **철도운송연계장비기술 기술수준 비교도**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	31	31	62

<그림 4-37> **철도운송연계장비기술의 국내외 기술격차 비교**



⑤ 철도초고속환적하역장비기술

철도초고속환적하역장비기술은 철도운송에서 화물의 초고속환적을 위한 기술로 트럭과 화차간, 화차와 화차간, 장치장에서 화차간, 화차에서 장치장간 등 다양한 연계상황에 신속하고 효율적으로 대응하기 위한 기술이다.

현재 네덜란드의 Maasvlakte 철송터미널 및 독일의 함부르크 철송터미널 등에서 사용되며, 이러한 장비가 설치된 터미널은 핵심 물류허브 역할을 수행한다.

철도초고속환적하역장비기술의 개발아이템은 자동화, 대량하역, 고속하역이 가능한 철송복합터미널 전용의 신개념 자동화 환적크레인, 자동화/고속운영이 가능한 전용셔틀, 유연성과 확장성이 용이한 철도레일 등이 있다. 이러한 개발아이템은 3장에서 조사된 Noell사의 Megahub, Commutor, Transmann, CCT Plus, Hupac, Lattcombi, Rail Terminal Maasvlakte 등에 적용되어 사용되고 있다.

<표 4-54> **철도초고속환적하역장비기술의 개발아이템**

기술	아이템	개발내용
철도초고속환적하역장비기술	• 신개념 자동화 환적크레인 • 신개념 화차 • 신개념 철도레일	• 정위치, 자동화, 대량하역, 고속하역이 가능한 철송복합터미널 전용크레인 개발 • 자동화 운영이 가능하고 신속한 이송작업이 가능한 전용셔틀 개발 • 철송터미널의 유연성이 높고 연결만으로 용량증설이 가능한 철도레일 개발

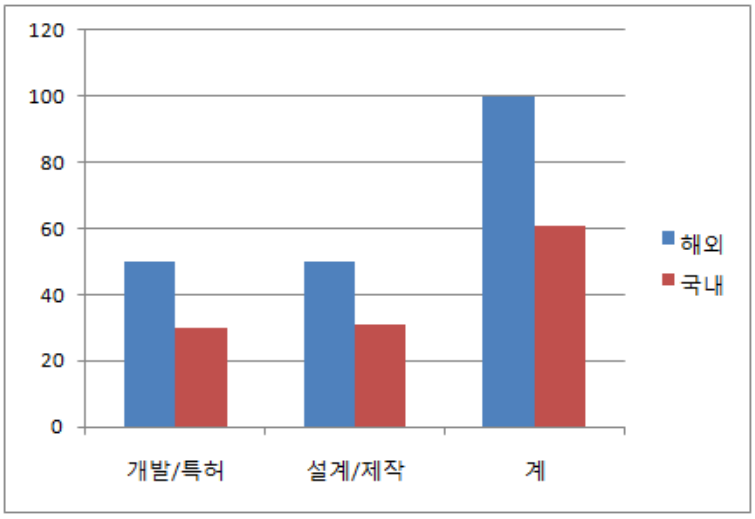
그 효과로서는 대형 철송터미널에서 각지에서 운송되거나 반입되어 분산되는 컨테이너를 처리할 수 있으므로 매우 효율적이며, 신속한 작업이 가능하다.

철도초고속환적하역장비기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 30, 설계/제작 31로 전체 철도초고속환적하역장비 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 61 수준으로 조사되었다.

<표 4-55> **철도초고속환적하역장비기술의 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	30	31	61

<그림 4-38> **철도초고속환적하역장비기술 기술격차 비교도**



⑥ 철도운송시스템기술

철도운송시스템기술은 다양한 요구조건을 만족시키기 위해서 멀티기능을 갖는 운송시스템을 개발하여 운영하는 것을 말한다. 이를 위해서 철도운송시스템의 기능을 수송, 적재, 하역, 보관, 분배 모듈로 분류하고 이들 모듈들을 결합하여 하나의 운송시스템을 개발하여 항만배후지 및 인근에 적용하는 것이다. 예를 들면, 수송적재모듈결합, 하역보관모듈결합, 수송분배모듈결합의 방식으로 결합되어 운영된다.

또한, 항만 내외부적으로 컨테이너철도흐름을 개선하기 위해 철도운송에서 교차되는 내륙도로교통시스템과의 간섭을 최소화하여 교통체증을 완화하기 위한 개념개발이 이에 해당된다. 이를 위해서 고가도로, 순환도로, 반지하식 통과도로 등의 방법을 동원하여 도심과 항만내 또는 항만내륙간의 철도생산성을 향상시킬 수 있는 운송시스템을 개발하는 것이 필요하다.

일부 대량운송을 위한 기능의 결합은 주로 미국에서 사용하고 있으며, 많은 나라와 연결된 유럽지역에서는 수송분배 및 하역보관 모듈의 결합방식이 주로 사용된다. 미국에서 광활한 내륙으로의 효율적인 철도운송을 위해 철도시설의 개선을 위한 개념개발을 통해 현실화되어 운영되고 있다.

철도운송시스템기술의 개발은 기본적으로 효율적 철도 운송/보관/하역을 위해 신개념의 철도운송시스템 개념을 개발하는 것이다. 따라서, 철도운송시스템기술

의 개발아이템으로는 철도시설 개선부문, 철도수송/적재부문, 하역보관부문, 수송분배부문 등으로 나누어 볼 수 있다. 이러한 개발아이템을 바탕으로 해외에서는 철도와 일반 차량의 동선분리를 위한 Alameda Corridor, 빠르게 화물운송이 가능한 FAST Corridor, 항과 항, 항과 데포를 연결하는 순환도로인 JIT 등을 개발하여 적용하고 있다. 또한, 철도수송적재모듈이 결합된 DST, Piggy Back, 하역보관모듈이 결합된 Krupp Fast Handling, Noell Fast Transhipment, Compact Terminal 등이 있고, 수송분배모듈이 결합된 것으로는 Train Coupling/Cargo Sprinter, SST 등을 개발하였다.

철도운송시스템기술은 기본적으로 새로운 철도운송관련산업을 창출하기 위한 기초·기반적인 개념개발 기술이다. 본 기술개발을 통해 항만 및 항만배후지의 철송복합환적터미널의 관련장비, 운영시스템, 개발레이아웃 및 신개념 철도시스템 등 철도산업분야의 파급효과를 유발할 수 있다.

철도운송시스템기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 31, 설계/제작 32로 전체 철도운송시스템 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 63 수준이다.

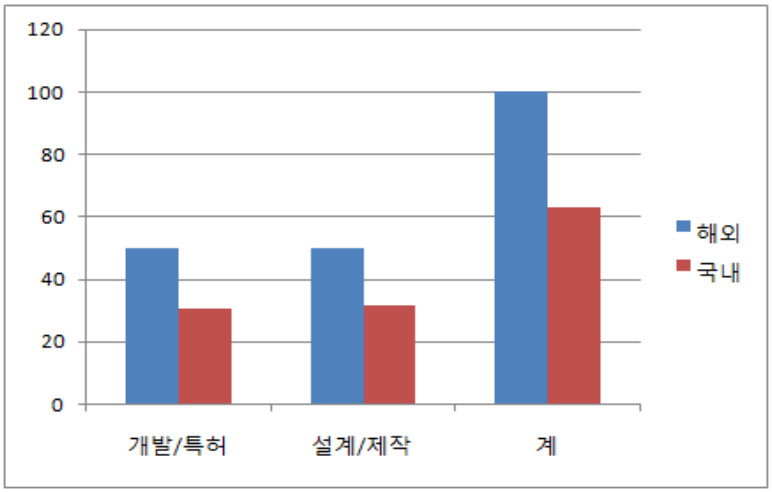
<표 4-56> **철도운송시스템기술의 개발아이템**

기술	아이템	개발내용
철도운송시스템기술	• 철도시설 개선	• 항만 및 항만도시지역의 철도와 일반차량의 동선분리, 전용도로 개발, 항만간 순환도로 개발 등
	• 철도수송/적재모듈 개발	• 철도운송시 다단적 운송 및 환적작업 없는 효율적 수송방법 개발
	• 하역보관모듈 개발	• 항만 및 관련배후지의 철송영역에 철송환적 및 장치를 위한 별도의 구조물과 시스템을 개발
	• 수송분배모듈 개발	• 항만 및 ICD에서 별도의 환적장비 이용없이 열차스스로 화물의 수집과 분산이 가능하고 특정구간을 자동으로 이송하는 수송시스템 개발

<표 4-57> **철도운송시스템기술의 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	31	32	63

<그림 4-39> **철도운송시스템기술 기술격차 비교도**



⑦ 해상운송신개념선박기술

해상운송신개념선박개발기술은 크게 항만의 특성에 따라 가장 효율적인 운송이 가능한 신개념의 선박을 개발하고 설계할 수 있는 소프트웨어적인 선박개념개발기술과 초대형선, 초고속선, 자가하역선 등 신개념의 선박 등장에 따른 선체, 엔진, 장비 등 제작기술을 개발하는 2가지 형태의 기술로 나눌 수 있다.

특히 연안운송의 취약점인 하역장비가 갖추어진 항만이 부족하다는 단점을 극복하고 고생산성을 내기 위한 선박의 개발기술과 연안운송의 약점인 이송시간이 많이 걸리는 문제를 해결하기 위해서 다양한 방식으로 선박을 고속으로 운항가능하도록 제작하는 기술이다. 특히 선박에 자가하역기능을 장착하여 하역작업을 수행하거나, 환적하역의 경우 롤러(Roller)를 이용해서 환적작업을 수행하는 방식이 개발 운영되고 있다.

초고속선은 미국의 FastShip, 일본의 TSL 등이 있으며, 국내의 경우 위그선 제작계획중이며 자가하역선박의 경우 현재 유럽쪽에서 적용되어 운항되고 있으며 이에 대한 연구 개발도 활발히 진행되고 있다.

해상운송신개념선박기술의 개발아이템은 초고속선을 개발하기 위해 선체의 경량화와 강성확보, 초고속운항을 위한 고속엔진의 개발이 필요하며 자가하역선박의 경우 선박 본체에 자가하역장비를 개발할 수 있는 기술이 필요하다.

<표 4-58> **해상운송신개념선박기술의 개발아이템**

장비	아이템	개발내용
해상운송신개념선박기술	• 선박 개념개발 - 개념설계 - 선체설계 - 엔진설계	• 초대형선, 피더선, 연안선 등 항만의 특성에 가장 효율적인 선박의 개념개발과 설계기술이 필요
	• 초대형선 - 선체경량화 - 선체강화 - 대용량 추진엔진	• 1만 5천TEU급 이상의 초대형 컨테이너선을 제작하기 위한 선체의 경량화, 대용량 추진엔진을 제작하는 기술이 필수적임
	• 초고속선 - 선체경량화 - 선체강화 - 고속엔진	• 초고속 피더선 및 컨테이너 연안선의 개발을 위해 선체의 경량화 및 강화, 고속운항을 위한 엔진 개발이 필수적
	• 자가하역선 - 자가하역장비	• 선박의 본체에 자가하역장비를 장착하여 하역장비가 없는 항만이나 해상에서 환적이 가능하도록 함

초고속선의 경우 국내의 부산-광양-인천간, 대중국간의 연안운송시 빠른 컨테이너운송으로 운항시간을 1/2(운항속도 50knot)로 절감시킬 수 있어 컨테이너 운송의 상당한 경쟁력을 가지고 있다. 자가하역 선박의 경우 자가하역기능을 이용하므로 접안이 가능한 모든 항만에 입항이 가능하여 유연성이 뛰어나 항만하역비용을 절감할 수 있는 효과를 가지고 있다.

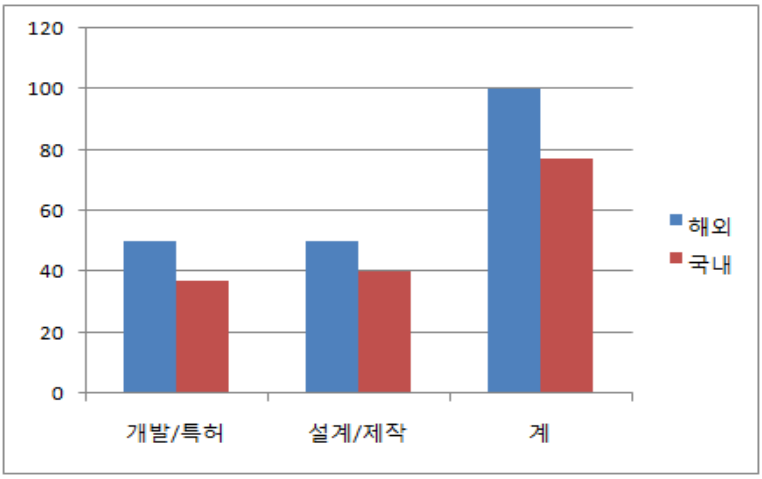
해상운송신개념선박기술의 국내외 기술격차를 살펴보면 일부 초대형 컨테이너선부분에서는 세계적 기술수준을 보유하고 있다. 그러나, 이 외에 특화되고 전문화된 선박, 신개념의 선박 등에 대한 개발이나 설계는 선진국의 기술수준에 미치지 못하고 있는 실정이다.

이에 따라 초대형선을 제외한 국내외 해상운송신개념선박기술의 개발/특허부문 37, 설계/제작부문 40으로 전체 해상운송신개념선박 기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 77 수준인 것으로 설문되었다.

<표 4-59> **해상운송 신개념선박기술의 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	40	77

<그림 4-40> **해상운송신개념선박기술 기술격차 비교도**



⑧ 연안운송초고속하역시스템기술

연안운송초고속하역시스템기술은 연안선박의 신속하고 유연한 하역작업을 위한 하역속도 향상기술이다. 연안하역작업의 특성상 전용 컨테이너크레인이 고정적으로 작업하기 어렵거나, 일시에 대량의 컨테이너를 하역할 수 있다. 이는 개념개발의 기술로서 연안선, 즉 피더선이나 바지선 등에 대해 신속하게 하역작업 및 환적작업이 가능하도록 하는 시스템을 개발하는 것이다.

신개념의 바지전용터미널이나 연안전용터미널, 모바일크레인의 경우 중소형 항만과 내륙운송터미널을 보유한 유럽의 터미널에서 사용중에 있다.

연안운송초고속하역시스템기술의 연안운송부분의 개발아이템은 모바일크레인, Bundle 처리방식의 하역시스템, Pallet Transfer System 등이 있다.

연안운송초고속하역시스템 기술개발로서 이와 관련된 항만시설장비의 개발을 유도할 수 있으며 이를 통해 일시에 다량의 컨테이너를 이송함으로써 운영비용절감 및 생산성향상이 가능하다.

<표 4-60> **연안운송초고속하역시스템기술의 개발아이템**

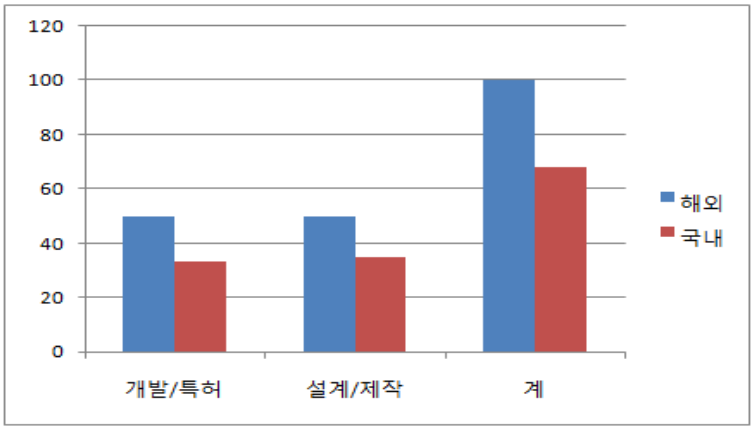
장비	아이템	개발내용
연안운송초고속 하역시스템 개발기술	• 연안전용 초고속하역장비	• 고생산성의 연안전용 하역장비
	• 연안전용 고생산성 하역시스템	• 높은 생산성을 갖는 하역시스템

컨테이너 연안운송초고속하역시스템기술의 국내외 기술격차를 비교하면, 개발/특허 37, 설계/제작 40으로 전체 연안운송초고속하역시스템기술격차는 국외 100을 기준으로 국내기술은 77 수준으로 나타났다.

<표 4-61> **연안운송초고속하역시스템기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	40	77

<그림 4-41> **연안운송초고속하역시스템기술 기술격차 비교도**



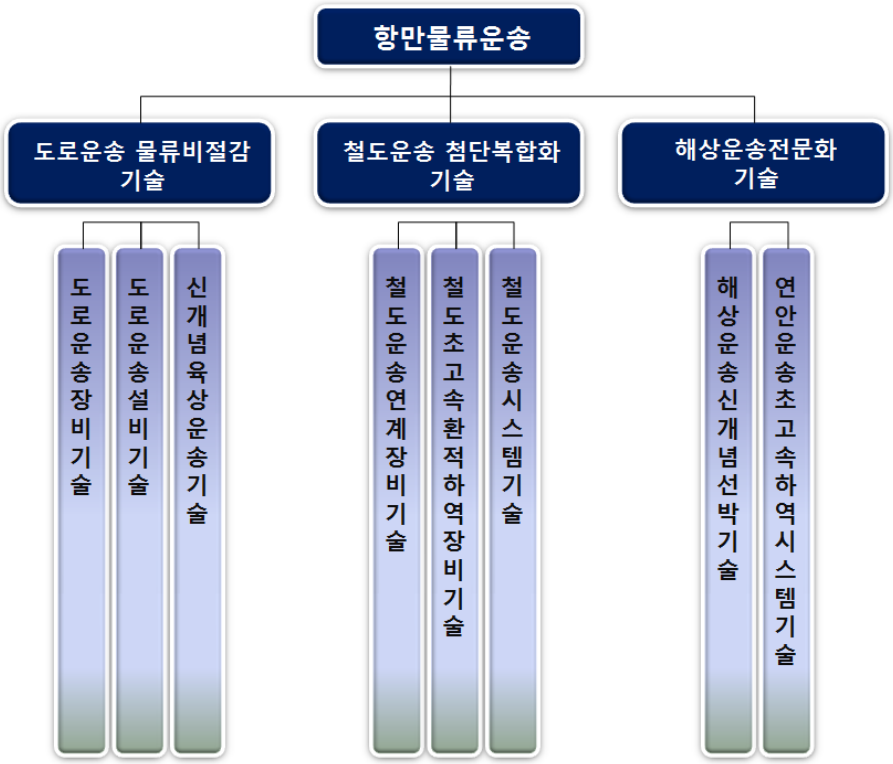
(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분
항만 물류 분야	항만 물류 운송 분야	도로운송 물류비절감기술	도로운송 장비기술	네덜란드, 싱가포르	1. 세부기술특성 : 컨테이너의 다단적 및 다량이송기술 2. 효과 : 기존방식의 2배에서 5배의 이송효과 3. 적용 : 이송장비, 연계운송장비 4. 개발아이템 : 대량이송차량(MTS), 다단적이송차량(DST)
			도로운송 설비기술	미국	1. 세부기술특성 : 도심 및 연계단계에서 교통정체 완화 2. 효과 : 적용전보다 30% 이상의 흐름개선효과 3. 적용 : 컨테이너운송트럭, 화물트럭 등 4. 개발아이템 : 고가도로, 순환도로
			신개념육상 운송시스템 기술	네덜란드	1. 세부기술특성 : 항만-내륙간 효율적 운송을 위한 개념개발 기술 2. 효과 : 도로정체로 인한 물류비 절감 3. 적용장비 : 항만-내륙, 항만-항만간 컨테이너 이송장비 4. 개발아이템 : 개념개발, 설계 및 성능평가, 장비제작

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분
항만 물류 운송 분야	항만 물류 운송 분야	철도운송 첨단복합화기술	철도운송연계 장비기술	유럽	1. 세부기술특성 : 이종장비간의 효율적인 연계수송을 위한 장비 2. 효과 : 시간당 6대의 트레일러가 결합가능 3. 적용장비 : 컨테이너 이송장비와 철송연계 4. 개발아이템 : RoadRailer, Swapbody
			철도초고속 환적 하역장비기술	유럽	1. 세부기술특성 : 초고속 철도환적을 위한 하역장비 2. 효과 : 일일 최대 1천개의 적하단위에서 시간당 15개이상 처리가능한 장비 3. 적용 : 철송복합터미널 하역장비 및 시설 4. 개발아이템 : 신개념 자동화환적크레인, 신개념 화차, 신개념 철도레일
			철도운송 시스템기술	미국, 유럽	1. 세부기술특성 : 철송관련 수송, 적재, 하역, 보관, 분배모듈의 결합을 통한 생산성 향상과 철도시설개선을 위한 개념개발 기술 2. 효과 : 철송관련 산업의 기반역할, 신산업 창출 및 파급효과 3. 적용 : 고생산성의 철송복합환적터미널 및 철송방안 개발 4. 개발아이템 : 철도시설 개선, 철도수송/적재모듈개발, 하역보관모듈개발, 수송분배모듈개발
		해상운송 전문화기술	해상운송 신개념 선박기술	미국, 일본, 유럽	1. 세부기술특성 : 초대형선, 고속연안 컨테이너선 및 자가하역선 개발 2. 효과 : 1만 5천TEU급 이상 초대형선, 55마일을 11시간에 운행가능한 초고속선, 대서양항로 3~4일 소요, 유연성 있는 하역작업 3. 적용 : 컨테이너선 4. 개발아이템 : 신개념 선박개발/설계, 초대형선, 고속선(선체경량화,선체강화, 고속엔진), 자가하역선(자가하역장치)
			연안운송초고속하역시스템 기술	미국	1. 세부기술특성 : 연안선박의 신속하고 유연한 하역작업을 위한 신개념 하역시스템 개발 2. 효과 : 연안선에 적합한 하역장비 개발유도 및 다량의 컨테이너하역시스템 개발 3. 적용 : 모바일크레인, 연안전용하역시스템(Bundle시스템, Pallet시스템) 4. 개발아이템 : 연안전용초고속 하역장비, 연안전용고생산성 하역시스템

② 기술개발트리



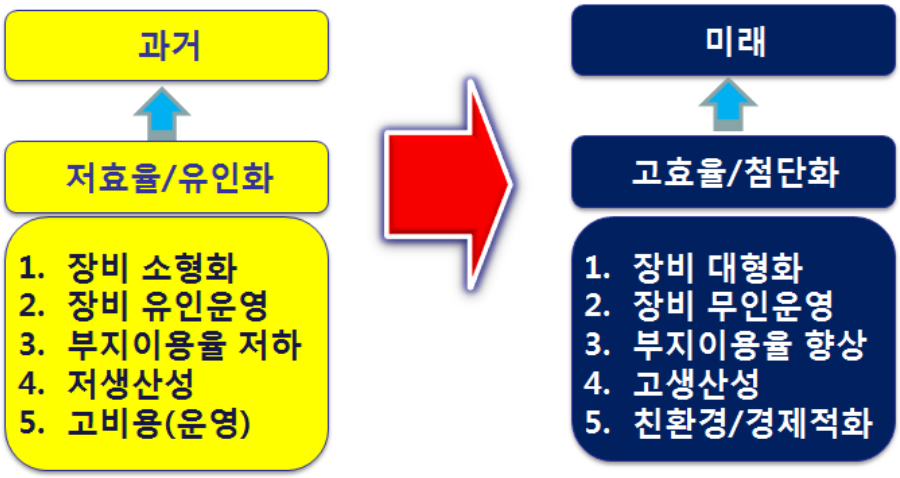
3. 항만 및 해양장비 분야

1) 항만하역장비

(1) 미래개발 방향

3장에서 살펴본 바와 같이 선박의 대형화, 인건비 절감화, 기술의 첨단화, 부지이용의 고효율화 등에 따라 미래의 기술개발방향은 항만하역장비의 대형화, 하역장비의 자동화, 부지이용률 향상을 위한 고단적 장비 개발, 초대형선 대응 및 항만서비스 수준 향상을 위한 하역장비의 고생산성화, 운영비용 절감을 위한 친환경/저운영비용화 등이 반영될 것으로 판단된다.

<그림 4-42> 항만하역장비의 미래 개발방향



특히 컨테이너 선박이 대형화함에 따라 이에 부응하기 위하여 안벽장비가 더욱 대형화하는 방향으로 나아갈 것이다. 이런 상황에서 안벽장비 자체가 갖고 있는 구조적인 문제뿐만 아니라 기능상에도 많은 성능 개선 및 추가 안전장치가 개발될 것으로 예상된다. 즉, 크레인이 대형화함으로써 더욱 심해질 크레인 운전 중의 흔들림, 태풍이나 지진에 대한 취약성 심화 등을 방지하기 위해 크레인 구조는 더욱 튼튼해질 것이며, 또한, 생산성을 극대화하기 위한 자동화 및 운전자의 편의 및 안전을 높이기 위한 노력이 계속될 것으로 전망된다.

이송장비의 경우 기존의 수동적인 작업방식에 따라 각 연계작업 지점별 대기시간을 최소화하여 하역생산성을 증가시키는 방향으로 나아갈 것이며 자동화터미널의 개발증가로 무인운영을 위한 이송장비 개발이 가속화될 것이다.

야드장비의 경우 매립지와 매립재의 감소로 인해 항만건설부지 비용이 증가함에 따라 부지의 효율성을 증가시키는 방향으로 야드장비 개발이 이루어질 것이다.

(2) 세부기술별 발전방향

따라서, 본 하역장비 분야에서는 위와 같은 미래의 기술개발 방향에 따라 다음과 같은 기술개발을 선정한다.

항만하역장비 기술을 미래 기술개발방향에 따라 하역장비 생산성 향상기술, 하역장비 자동화기술, 하역장비 경제성 강화기술 등 크게 3가지로 구분하였다.

<표 4-62> **항만하역장비 개발기술**

기술대분류	세부기술
하역장비 생산성 향상기술	장치성능 개선/개발기술
	장비구조물 개선/개발기술
하역장비 자동화기술	자동위치제어기술
	자동장치제어기술
하역장비 비용절감기술	에너지비용 절감기술
	경제성 확보기술

하역장비 생산성 향상기술은 장비의 장치 성능개선/개발기술과 장비 구조물 개선/개발기술, 하역장비 자동화 기술은 자동위치제어기술, 자동장치제어기술, 하역장비 비용절감기술은 에너지비용 절감기술, 경제성 확보기술 등 각 세부기술로 설정하였다.

① 장치성능개선/개발기술

<표 4-63> **장치성능개선기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
안벽장비	트롤리 및 호이스트	하중에 대한 구조개선 성능향상 위한 속도개선 보조(세컨, 더블) 트롤리 개발
	스프레더	Twin-Lift, Tandem-Lift, Tripple Lift 스프레더 개발
	캐빈	독립 캐빈 개발
	Anti-skew, Anti-sway	흔들림 및 비틀림 제어장치 개발
이송장비	자가하역장치	셀프로딩 및 언로딩 장치 개발
	주행제어장치	회전반경 감소장치 개발
야드장비	트롤리 및 호이스트	하중에 대한 구조개선 성능향상 위한 속도개선 보조(세컨, 더블) 트롤리 개발
	스프레더	Twin-Lift, Tandem-Lift, Tripple Lift 스프레더 개발
	캐빈	캐빈 제거
	Anti-skew, Anti-sway	흔들림 및 비틀림 제어장치 개발

장치성능개선/개발기술은 전반적으로 안벽. 이송, 야드장비의 세부적 장치부품을 개선하거나 신개념의 장치를 개발함으로써 항만환경의 변화에 신속하게 대응하고 컨테이너 작업시 생산성 저하요소를 제거하거나 작업싸이클을 단축시킴으로

써 컨테이너터미널 생산성에 직접 영향을 미치는 요소를 개선시키는 것을 주목적으로 하는 기술이다.

안벽장비의 경우 컨테이너 이송에 직접적 영향을 미치는 스프레더, 트롤리, 트래버서, 로프, 캐빈 등이 이에 해당되며 이송장비의 경우 컨테이너 픽업/릴리즈 장치, 주행제어장치 등이 해당된다. 야드장비의 경우 컨테이너크레인과 유사한 스프레더, 트롤리, 로프, 캐빈 등이 주요 개발 장치에 속한다.

본 기술의 개발아이템을 장비별로 살펴보면 안벽장비의 경우 메인거더에 장착되어 있는 트롤리의 구조 및 속도개선, 호이스팅 장치와 스프레더 장치의 구조 및 속도개선, 별도의 세컨트롤리와 더블트롤리 개발, Anti-skew 및 Anti-sway, 캐빈의 개선 등이 이에 해당된다.

이송장비의 경우 스티어링 휠, 자가하역장치 등이 이에 해당되며 야드장비의 경우 안벽장비와 동일한 트롤리의 구조 및 속도개선, 호이스팅 장치와 스프레더 장치의 구조 및 속도개선, Anti-skew 및 Anti-sway, 캐빈의 개선 등을 개발아이템으로 설정할 수 있다.

<표 4-64> **장치 성능개선/개발기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
안벽장비	트롤리 및 호이스트	작업싸이클 향상
	스프레더	작업싸이클당 처리개수 증가
	캐빈	편의성/작업성능 개선
	Anti-skew, Anti-sway	작업성능 향상
이송장비	자가하역장치	대기시간 감소
	주행제어장치	회전반경 감소
야드장비	트롤리 및 호이스트	작업싸이클 향상
	스프레더	작업싸이클당 처리개수 증가
	캐빈	구조물 경량화
	Anti-skew, Anti-sway	작업성능 향상

본 장치성능의 개선을 통해 안벽장비의 경우 작업생산성 향상과 작업편의성 증대를 꾀할 수 있으며 이송장비의 경우 작업대기시간 감소, 타 장비와의 연계성 증대, 야드장비의 경우 안벽장비와 동일한 작업생산성 향상과 작업의 편의성 증대를

달성할 수 있는 효과를 가지고 있다.

본 기술은 안벽장비의 경우 대부분의 컨테이너크레인에 적용가능하나 각 크레인의 특성에 따라 개발 아이템 및 구조는 다르게 적용된다.

즉, 세컨트롤리나 버퍼플랫폼의 경우 현재 독일 CTA나 중국 QQCT서 적용되고 있는 DHST C/C 타입에 적용가능한 기술이고 트래버서나 더블트롤리의 경우 신개념 컨테이너크레인에서 제안된 기술이나 타 크레인에 응용 가능한 기술이다.

이송장비의 경우 자가하역장치와 주행제어장치가 적용되는데 자가하역장치의 경우 컨테이너크레인과의 작업시, 야드장비와의 작업시 대기시간을 최소화하기 위해 self pick-up/release 장치를 이송장비에 설치하여 스스로 작업이 가능토록 하며 현재 SC, SHC에 적용되고 있으며 향후 개선된 ALV, L-AGV(Lifting AGV)가 등장함으로써 장래 효율적인 이송장비의 개발방향을 제시하고 있다.

야드장비의 경우 트롤리나 호이스트, 스프레더 장치, anti-skew, anti-sway 등은 안벽장비와 거의 유사한 형태로 발전하고 있으며 RTGC, RMGC, ATC, OHBC 등에 적용되고 있다. 특히 흔들림이나 비틀림 방지를 위해 로프식이 아닌 기계식 트롤리와 호이스트 암(Arm)이 네덜란드 및 벨기에 항만의 ASC 야드장비에 적용되고 있다. 향후에도 야드장비는 각 장치들의 속도개선, 작업싸이클 감소 및 작업안정성 향상을 위한 방향으로 장치개발이 이루어질 것이다.

안벽장비, 이송장비, 야드장비 등의 세부 장치기술들은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다.

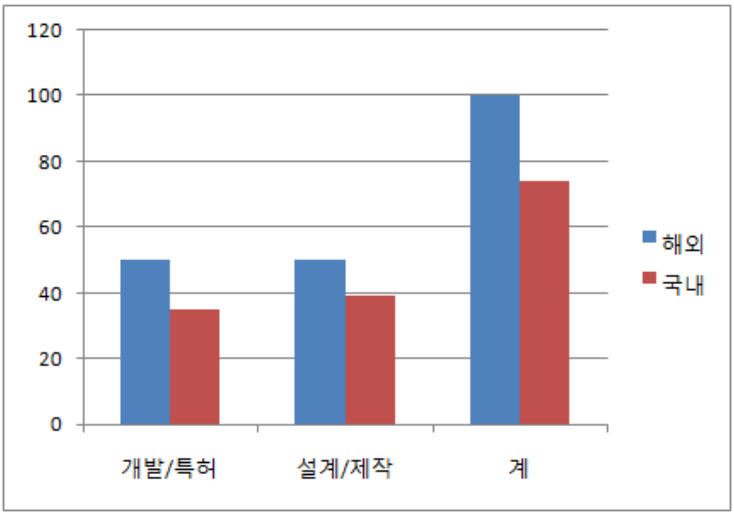
특히 신개념의 장치는 해외에서 많은 특허를 보유하고 있어 이에 대한 국내 제작시 기술특허를 지불하여 제작하고 있으며 향후 국내 항만장비 장치산업의 발전을 위해 새로운 장치개념개발 및 관련기술 개발이 필수적이다.

향후 안벽장비 및 이송장비에서 가장 많이 적용될 스프레더(트윈, 탠덤, 트리플) 기술은 BROMA, RAM 및 ZPMC사 등에서 많은 특허를 보유하고 있어 모든 컨테이너크레인에 3개사의 장치가 전 세계 C/C 대부분에 장착되어 사용되고 있다. 이외에도 대부분의 장치 등을 해외에서 수입하며 국내는 조립수준에 머무르고 있어 이에 대한 기술격차는 개발 및 특허 측면에서 많은 격차를 보이고 있다.

<표 4-65> **장치 성능개선/개발기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	39	74

<그림 4-43> **장치성능개선/개발기술 기술격차 비교도**



항만장비 장치의 경우 현대삼호중공업, 한진중공업, 두산중공업 등 국내 3사의 경우 대부분 외국 제품을 수입하여 조립하고 있는 상황에 있다.

② 장비구조물 개선/개발기술

장비구조물개선/개발기술은 전반적으로 안벽. 이송, 야드장비의 구조물, 즉 플랫폼을 개선하거나 개발함으로서 초대형선 대응 및 장비작업 생산성 향상을 통해 컨테이너터미널 생산성에 직접 영향을 미치는 요소를 개선시키는 것을 주목적으로 하는 기술이다.

안벽장비의 경우 선박 및 이송장비 연계작업에 영향을 미치는 거더, 포탈빔 등 메인 구조물과 버퍼스테이션과 같은 보조구조물 등이 이에 해당되며 이송장비의 경우 컨테이너 취급기능에 따라 섀시구조, 크레인구조, 크레인+섀시 구조 등으로 나누어진다. 야드장비의 경우 주행장치, 빔(Beam) 등이 주요 개발 구조물에 속한다.

본 기술의 개발아이템을 장비별로 살펴보면 안벽장비의 경우 메인거더의 아웃리치 길이, 거더의 높이조절을 위한 육측 및 해측 레그 개선, 포탈빔의 확대 및 개선, 버퍼플랫폼의 개발 등이 이에 해당된다.

이송장비의 경우 섀시방식의 플랫폼, 크레인 방식의 플랫폼, 섀시와 플랫폼의 혼합방식 구조 등의 개발방식 등이 이에 속한다.

야드장비의 경우 크레인 레그 및 빔의 넓이 및 높이 개선, 주행장치의 개선/개발 등이 해당된다.

<표 4-66> **장비구조물 개선/개발기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
안벽장비	거더	아웃리치 확대
	레그	레그 구조 및 높이조절
	포탈빔	포탈빔 확장 버퍼플랫폼 설치/개발
이송장비	플랫폼 개선	섀시구조 크레인구조 섀시+크레인구조
야드장비	레그	레그 높이개선
	빔	빔 확장
	주행장치	타이어식 레일식

본 장비 구조물의 개선을 통해 안벽장비의 경우 기존장비 및 신규장비의 초대형선 작업가능, 작업생산성 증가, 자동화터미널 적용 가능 등의 효과를 기대할 수 있으며 이송장비의 경우 작업대기시간 감소, 타 장비와의 연계성 증대, 야드장비의 경우 작업생산성 향상과 휠로드 분산, 자동화 용이성, 부지이용률 증가 등을 달성할 수 있는 효과를 가지고 있다.

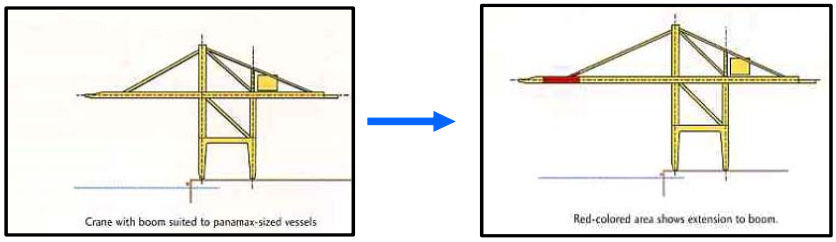
<표 4-67> **장비구조물 개선/개발기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	개발내용
안벽장비	거더	대형선 및 초대형선 대응가능
	레그	크레인 작업싸이클타임 감소
	포탈빔	크레인 작업싸이클타임 감소 자동화 용이 버퍼공간 확보
이송장비	플랫폼 개선	작업대기시간 감소
야드장비	레그	부지이용률 개선
	빔	부지이용률 개선
	주행장치	휠로드 분산 자동화 용이

일반적으로 컨테이너터미널에 설치되는 안벽장비는 설치 당시에 최대선형에 작업이 가능하도록 설계된다. 그러나, 시간이 흐름에 따라 선박의 선형은 증대되고 이에 따라 안벽장비의 아웃리치의 확대 필요성이 높아짐에 따라 일부 터미널에서는 비싼 신규 크레인의 도입보다 상대적으로 저렴한 기존 크레인의 리모델링에 관심을 가지고 있다.

이에 따라 싱가포르에 본사를 두고 있는 PORTEK사에서는 FEM(Finite Element analysis Methodology) 방식을 사용하여 확장가능한 길이를 도출하여, 최적의 수정 가능한 디자인을 구성하여 최종 청사진을 제시하는 방식을 사용하고 있다. 이러한 방식은 최소의 비용으로 초대형선에 대응할 수 있는 방법으로 많이 사용될 수 있을 것이다.

<그림 4-44> **안벽장비 아웃리치 확대(리모델링) 기술**



자료 : PORTEK Brochure.

또한, 신규 컨테이너크레인의 경우 선박의 초대형화에 따라 선폭이 증가하면서 아웃리치 또한, 이에 적합하도록 설계가 이루어져야 한다. 아웃리치가 증가되면 크레인의 전체적 강성이 증가되고 크레인 제작비용도 높아지게 된다. 따라서, 향후 전체적인 크레인의 작업안정성과 경제적인 가격을 확보하면서 아웃리치의 길이를 증가시킬 수 있는 크레인이 개발될 가능성이 높다. 현재 대부분의 세계적인 선진터미널은 18열 이상의 아웃리치를 가진 C/C를 운영하고 있으며 신규로 발주되고 있는 크레인의 대부분이 22열 이상의 아웃리치를 가지고 있다.

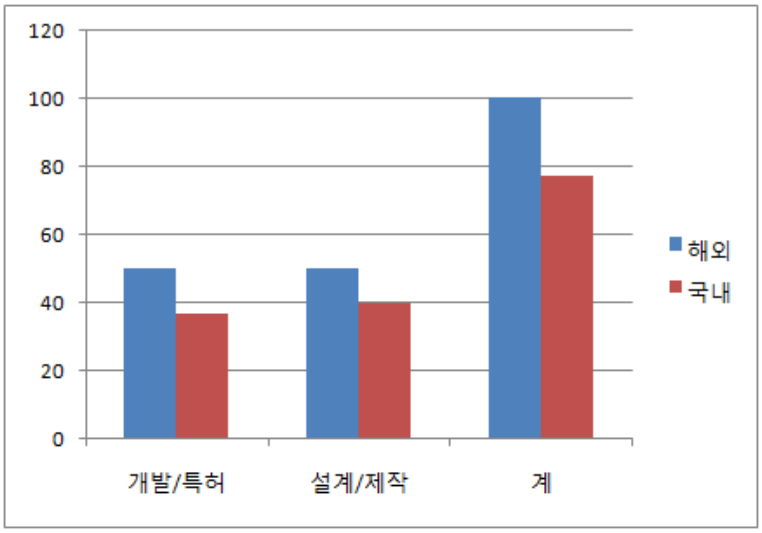
컨테이너크레인의 작업싸이클 분리, 버퍼공간 확보, 자동화 용이 등을 위해 세계에서 최초로 독일의 CTA에서 포탈빔 확장 및 버퍼플랫폼을 장착하는 C/C를 설치·운영하고 있으며 이는 자동화터미널 운영에 가장 용이한 형태이다. 중국의 유인터미널에서도 안벽생산성 증가를 위해 이를 설치하여 운영하고 있어 향후 생산성 증가를 위해 크레인의 효율적인 구조변경은 필수적일 것으로 판단된다.

이송장비의 경우 YT나 AGV와 같이 컨테이너 작업이 가능해질 때까지 대기해야 하는 수동적인 플랫폼 구조에서 벗어나 스스로 집기 및 싣기 기능이 가능한 소형 크레인 구조형태가 대중화될 가능성이 있다. 현재에는 SC, SHC와 같은 이송장비가 동 기능을 가지고 있으나 향후 이러한 자가하역기능을 가진 단순화된 구조의 이송장비가 등장할 가능성이 매우 높다.

<표 4-68> **장비구조물 개선/개발기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	37	40	74

<그림 4-45> **장비구조물 개선/개발기술 기술격차 비교도**



야드장비의 경우 효율적인 부지이용률 확대를 위해 과거의 저단적 적재방식을 벗어나 광폭, 고단적화하는 방향으로 야드장비의 빔과 레그를 대형화하고 있다. 따라서, 과거의 4단 6열 RTGC 방식에서 벗어나 5단 10열 이상의 RTGC나 RMGC를 개발・설치하고 있는 항만이 증가되고 있다. 또한, 휠로드 분산효과, 자동화의 용이성, 경제적 운영비용 등을 위해 타이어식 주행방식에서 레일식 주행방식으로 주행구조를 변경하고 있는 추세에 있어 향후의 야드장비 구조는 레일방식이 대부

분을 차지할 것으로 예측된다. 국내 항만의 경우에도 최근 건설되거나 계획되는 신규대형항만의 경우 대부분 레일식 야드장비가 설치운영되거나 계획되고 있는 추세에 있다.

안벽장비, 이송장비, 야드장비 등의 구조물 개선 및 개발기술들 또한, 현재까지 국내에서 보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다.

이는 국내의 신개념 하역시스템 및 하역장비 산업의 기반이 될 수 있는 개념개발 및 기술실용화 연구가 현재까지 전무하였기 때문에 해외 선진항만의 하역장비 구조물 개념과 설계를 도입하여 적용할 수밖에 없었다.

향후 항만의 개발방향은 시간이 다소 걸릴 것으로 예측되나 결국에는 대형화, 자동화, 부지이용효율화의 방향으로 나아갈 것이며 장비의 구조물 또한, 이에 대응하는 방향으로 개선・개발될 것이다. 따라서, 이에 대한 국내 항만장비의 신속한 대응이 요구된다.

국내 항만 하역장비 장비구조물 개선/개발기술 측면에서는 개발과 특허적 측면에서는 해외와 비교하여 많은 차이가 발생하며 설계 및 제작기술은 해외수준과 유사한 것으로 조사되었다. 그러나, 각 장비별 시장점유율은 중국의 ZPMC, 독일의 Kalmar, gottwald 등이 대부분 차지하고 있는 상황이다.

③ 자동위치제어기술

컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 위치를 자동적으로 제어하는 기술로 컨테이너크레인이 작업을 수행할 때 장비간의 연계성을 강화시키기 위한 다양한 방식이 사용된다. 이러한 기술들은 안벽장비 및 야드장비가 고속화, 대형화됨에 따라 정확한 위치에 정렬이 돼야 작업이 가능해지며 이러한 정확한 위치를 도출하기 위해서 첨단의 많은 기술이 적용된다.

자동위치제어를 위한 기술들은 점점 정밀성과 신속성을 요구하고 있다. 기존에 사용되던 기술에 새로운 보정기술들을 추가해서 사용하거나, 두 가지 또는 세 가지의 기술들을 결합시켜서 하이브리드형태로 사용할 수 있으며, 향후 기술의 진보를 고려하면 미세한 수준까지 정밀위치제어가 가능한 기술들이 개발될 것이다.

안벽장비의 개발아이템인 AFAS(Automatic Fine Alignment System)는 세밀한 정렬을 필요로 하는 경우 사용되며, APIS(Automatic Position Indication System)는 자동화된 위치 지시시스템으로 크레인 운전자에게 작업중인 선박내의 열과 장치위치, 단적 등의 위치 결정을 자동적으로 수행한다. 트랜스폰더는 도로에 일정 깊이

의 구멍을 뚫어서 설치하여 위치를 파악하는 장치로 장비들의 겐트리이동 및 이송장비의 위치를 추적하는데 사용된다. 로터리 인코더는 안벽장비 및 야드장비의 바퀴에 장착되어 회전방향 및 회전수에 따라 이송된 거리를 환산하는 방식이다. 이러한 로터리 인코더는 안벽크레인 또는 야드크레인의 위치를 파악하기 위해서 독립적으로 사용되거나 DGPS(Differential Global Positioning System)와 함께 사용된다. DGPS 즉, 위성항법시스템은 GPS가 가지고 있는 본질적인 오차를 보정하는 방식으로 사용된다. 레이다시스템은 회전하는 전송/수신기들이 크레인에 장착되어 사용되며 정밀도는 높으나, 비용이 많이 든다.

<표 4-69> **자동위치제어기술**

장비	개발아이템	개발내용
안벽장비	AFAS	정밀한 위치제어로 정확성 향상
	APIS	포지션 지시시스템
	Transponder	위치 알림 장치
	Rotary incoder	정밀한 이동거리 파악장치
	DGPS	인공위성을 이용한 위치파악
	RADAR	레이다 장치를 이용한 위치파악
이송장비	VDS	이송차량 연결 시스템
	Transponder	위치 알림 장치
야드장비	Rotary incoder	정밀한 이동거리 파악장치
	APIS	포지션 지시시스템

이송장비의 개발아이템인 VDS(Vehicle Docking System)는 기존의 수동 혹은 멀티 트레일러가 빠르고 정확하게 위치를 잡도록 해줄 수 있는 시스템으로 각 트레일러가 C/C 스프레더와 일치할 수 있도록 정지시킴으로써 한번에 정확하게 적재할 수 있도록 하는 것이다.

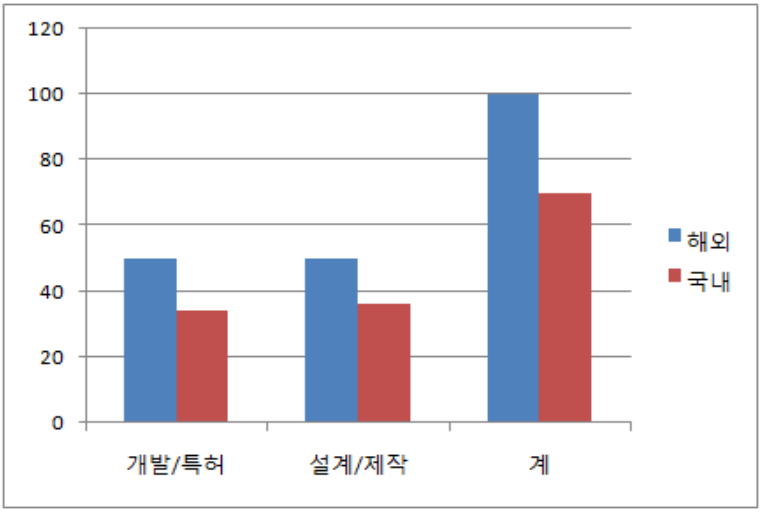
컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 자동작업위치제어를 통해 컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 작업생산성이 향상되며, 또한, 장비의 작업효율성이 높아져서 선박의 재항시간을 단축하여 대고객서비스 수준을 향상시킬 수 있다.

적용장비로는 안벽장비(SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C), 이송장비(YT, AGV, SHC, SC, ALV), 야드장비(RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC)가 있다.

<표 4-70> 자동위치제어기술 기술수준 비교

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	34	36	70

<그림 4-46> 자동제어기술 기술격차 비교도



④ 자동장치제어기술

컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비를 자동적으로 제어하는 기술로 자동화터미널에서 인력작업을 최소화하고 생산성을 향상시키기 위해서 사용되는 기술이다. 이러한 기술들의 특징은 장치들을 직접 제어해야 하므로 신속하고 빠른 의사결정을 통해서 명령을 하달하며, 하역장비들의 위치 및 상태 등에 대한 정보를 가지고 정확한 제어를 수행한다.

자동장치제어를 위한 기술들은 점점 자동화의 진전과 이에 따른 기술의 발달로 지속적으로 항만장비에 대한 정확한 통제기술과 신속한 반응을 요구하고 있다. 기존에 사용되던 기술을 더욱더 향상시키거나 인력에 의해서 수행되던 기능들을 자동화하면서 항만장비의 자동제어기술은 진보하고 있다.

안벽장비의 개발아이템인 APSS(Automatic Profile Scanning System)는 컨테이너

적재윤곽스캐닝시스템으로 선박에 컨테이너를 적재하거나 들어올릴 때 호이스트와 트롤리의 안전한 이동을 위하여 스택 위 필요한 여유공간의 높이를 결정해야 한다. 이를 위해서 지속적으로 점검을 해야 작업을 원활히 수행할 수 있다. ALS (Automatic Landing System)는 자동랜딩시스템으로 작업시 섀시 혹은 컨테이너를 향하는 스프레더의 가장자리를 실시간으로 검출하는 시스템으로 트롤리의 위치와 스프레더의 흔들림 운동에 관한 위치오차를 반영한다. AGSS(Automated Gantry Steering System)는 자동화된 갠트리 조종시스템으로 크레인의 이동로를 따 간섭없는 야드장비의 이동이 가능한 장비이다. 이 기술은 작업자들에게 더욱 정확한 조종이 가능하도록 해주며, 궁극적으로 속도가 빨라지기 때문에 생산성을 높일 수 있다. LDS(Load Control System)는 하중제어시스템으로 안벽크레인이 대형화되면서 스프레더와 호이스트 장치가 양적하작업시에 더 큰 흔들림을 발생시킨다. 이러한 흔들림을 제어하기 위해서 흔들림방지기술이 적용되며, 이러한 차원에서 하중을 제어한다.

이송장비 개발아이템인 ASS(Automatic Stacking System)는 자동적재시스템으로 자동으로 컨테이너를 장치하고 내릴 수 있는 야드적재시스템이다. 자동화된 장치크레인이 사전에 파악된 위치에 장치된 컨테이너를 자동으로 꺼낼 수 있다면 완전자동화야드에서 사용될 수 있다.

<표 4-71> **자동장치제어기술**

장비	개발아이템	개발내용
안벽장비	APSS	정확한 장치제어를 위한 스캐닝시스템
	ALS	정밀한 스캐닝으로 장비제어시스템
	LDS	하중관리로 흔들림 최소화시스템
	AGSS	자동 주행시스템
이송장비	ASS	자동적재시스템 생산성 향상시스템
야드장비	AGSS	자동 주행시스템

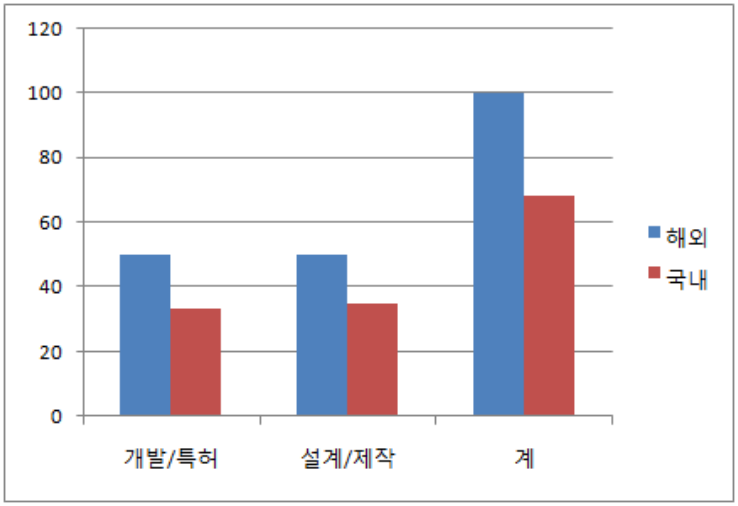
컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 자동장치제어를 통해 컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 작업생산성이 향상되며, 또한, 장비의 작업효율성이 높아져서 선박의 재항시간을 단축하여 대고객서비스 수준을 향상시킬 수 있다. 또한, 자동화기술의 발달로 인력을 절감할 수 있어 컨테이너터미널의 운영비용을 절감할 수 있어서 인건비 비중이 높은 국가에서 선호되는 기술이다.

적용장비로는 안벽장비(SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C), 이송장비(YT, AGV, SHC, SC, ALV), 야드장비(RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC)가 있다.

<표 4-72> **자동장치제어기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	33	35	68

<그림 4-47> **자동장치제어기술 기술격차 비교도**



⑤ 에너지비용절감기술

컨테이너크레인의 작업시 소요되는 에너지비용을 최소화하기 위한 기술로 급등하는 유가속에서 국내외의 컨테이너터미널에서는 에너지사용 및 비용절감을 위해서 많은 노력을 기울이고 있다. 이를 위한 한 방편으로 디젤엔진을 사용하는 야드크레인을 전기식으로 개조하여 운영비용을 절감하는 방안을 시행중이며, 터미널운영사에서는 하역장비의 공회전을 줄이거나, 몇몇 장비의 전기식으로의 대체를 추진하고 있다. 또한, 최근에 부각되는 개념으로 외국의 경우에는 에너지의 사용을 최소화하기 위해서 슈퍼 카파시터(Super-Capacitor)[15]를 이용한 에너지 세이

빙 기술에 초점을 맞추고 있으며, 이 외에도 엔진의 회전체에 질량이 높은 물체를 달아서 폭발에너지를 관성에너지로 변환하여 사용하는 플라이 휠(Fly wheel) 방식이나, 엔진 RPM을 변환하여 에너지사용을 최소화하는 Variable Speed 방식에 대해서 연구하고 있다.

<표 4-73> **에너지비용절감기술**

장비	아이템	개발내용
안벽장비	회생전력 이용장치	낭비전력 재사용장치
이송장비	하이브리드엔진	고효율 연료절감 장치
	수소엔진	고효율 연료절감 장치
	전기엔진	고효율 연료절감 장치
	슈퍼카파시터	에너지 저장장치
	플라이휠방식엔진	신개념 엔진방식
	Variable Speed방식엔진	신개념 엔진방식
야드장비	슈퍼카파시터	에너지 저장장치
	플라이휠방식엔진	신개념 엔진방식
	Variable Speed방식엔진	신개념 엔진방식
	E-RTGC	전기식 야드크레인

에너지비용절감기술의 안벽장비에서의 개발아이템은 회생전력 이용장치로 안벽크레인이 적양하작업을 수행할 때 발생하는 회생전력을 다시 사용하여 전기비용을 절감하는 기술이다. 이송장비에서의 개발아이템인 하이브리드 엔진은 기존 엔진방식과 축전기방식 또는 전기방식을 혼용해서 사용하는 방식으로 유류비용을 절감한다. 수소엔진은 차량에 고압력수소탱크를 설치하여 전기를 발생시켜서 엔진을 구동하는 방식이며, 전기엔진은 차량에 대용량의 전기 배터리를 설치하여 차량을 운행하는 방식이다. 슈퍼카파시터는 대용량 배터리를 장치하여 하역장비에서 많은 에너지가 필요할 때 뽑아 쓰고, 일반적인 상황일 때 다시 저장해서 쓰는 방식으로 엔진 용량을 줄일 수 있어서 여러 가지로 에너지비용을 절감할 수 있는 방법이다. 플라이휠 방식 엔진은 엔진 내부에서 폭발이 발생하면 폭발의 힘을 관성의 법칙을 이용하여 재사용하는 방식이며, Variable Speed 방식 엔진은 운영상황에 따라 엔진의 RPM을 다르게 적용하여 손실되는 에너지를 최소화하는 방식이다.

15) 일종의 충전식 배터리로 필요전력을 저장했다가 사용 후 회생전력을 이용해서 재충전하는 장치.

야드장비의 개발아이템 E-RTGC는 기존 유류를 사용하는 엔진을 전기식으로 교체하는 방식으로 기존 RTGC를 RMGC 방식으로 사용하게 된다.

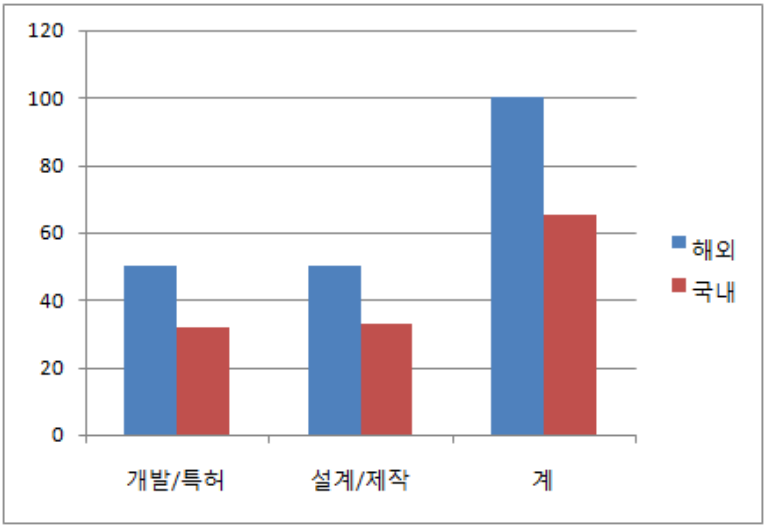
컨테이너터미널의 유류사용량의 20~40%까지 절감할 수 있어서 운영비용이 절감된다.

적용장비로는 안벽장비(SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C), 이송장비(YT, AGV, SHC, SC, ALV), 야드장비(RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC)가 있으며, 주로 유류를 사용하는 장비에 사용하는 경우 효과가 높다.

<표 4-74> **에너지비용절감기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	32	33	65

<그림 4-48> **에너지비용절감기술 기술격차 비교도**



⑥ 경제성확보기술

컨테이너크레인의 구조물, 장치, 부품의 성능개선을 통해 내구성 및 경제성을 강화하고자 하는 기술로 기존에 사용하는 방식에서 내구성향상, 경제성향상을 위한 기술들이다. 이러한 기술들은 구조물 자체의 내구성 및 경제성향상도 있고, 운

영방식의 변화를 통한 방법, 새로운 아이디어를 도입하여 개량하는 방법등이 있다. 22열 이상의 아웃리치를 갖는 대형 크레인들이 지속적으로 등장하면서 자체중량이 1,200톤을 초과하는 크레인들이 제작되고 있으며, 이러한 대형의 장비들은 토목적인 측면에서도 하부공을 더욱 단단하게 하거나, 상부설계시 더 높은 강도를 갖도록 제작되어야 한다. 따라서, 컨테이너터미널 건설시 더 많은 비용이 투입되며, 장비운영에서도 이동거리가 길어지고 생산성이 떨어지는 일이 발생하기 때문에 경제성 확보는 중요한 기술이다.

경제성확보기술의 안벽장비에서의 개발아이템인 AC모터는 기존의 방식인 DC모터 방식의 경우 불규칙적인 전기를 사용하여 고장이 잦고 유지보수비용이 많이 드는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해서 AC전기를 사용하는 모터를 개발하여 사용하고 있으며, 앞으로도 지속적으로 기술 개발하여 더더욱 안정된 AC모터기술을 개발해야 한다. Machinery on Trolley 방식은 자체 구동장치와 호이스트 장치를 갖고 모노박스(Mono Box) 구조의 붐(Boom) 아래 매달려 있는 방식이다. 이에 따라 트롤리 와이어 로프가 필요없게 된다.

이송장비에서의 개발아이템인 다단적 셀가이드는 기존의 YT와는 달리 한번에 많은 컨테이너를 이송하기 위해서 2단적으로 적재하여 이송하는 방식으로 한번에 2배의 생산성을 낼 수 있다. 다량이송기술은 한번에 5대의 섀시를 동시에 견인하여 이송하는 방식으로 최대 5배까지 기존 YT보다 생산성을 낼 수 있다.

<표 4-75> **경제성확보기술**

장비	아이템	개발내용
안벽장비	AC 모터	병렬형 어뎁터 장치
	Machinery on Trolley	트롤리 장치
이송장비	다단적 셀가이드	구조 안정적 가이드
	다량 이송기술	고효율동력 및 견인장치
야드장비	AC 모터	병렬형 어뎁터 장치
	Machinery on Trolley	트롤리 장치

항만장비 제작비용을 절감하거나, 운영비용을 절감하여 직접적인 비용절감 효과가 뛰어나며, 컨테이너크레인, 이송장비, 야드장비의 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성을 확보할 수 있다.

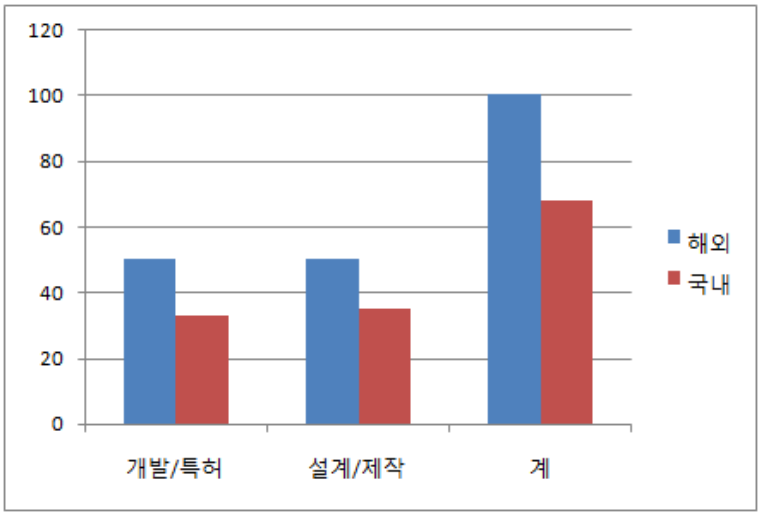
적용장비로는 안벽장비(SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C,

Tandem C/C), 이송장비(YT, AGV, SHC, SC, ALV), 야드장비(RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC)가 있으며 지속적인 개량이 이루어져야 한다.

<표 4-76> **경제성확보기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	33	35	68

<그림 4-49> **경제성확보기술 기술격차 비교도**



(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류분야	항만하역장비분야	하역장비 생산성 향상 기술	장치성능 개선기술	네덜란드, 독일, 중국, 벨기에, 싱가포르, 두바이	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 생산성 향상(작업싸이클타임 향상)을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치의 기능을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 세컨트롤리, 더블트롤리, 버퍼플랫폼, 트래버서, Tandem(Twin, Tripple) 스프레더, anti-sway, anti-skew, 분리캐빈, 트롤리/호이스트 장치 속도개선
					이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량 생산성 향상(작업싸이클타임 향상)을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치개선/추가, 이송장비의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : SHC, AGV(AGV, C-AGV, L-AGV, ALV, CR(Container Runner) 4. 개발아이템 : 자가하역장치
					야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인 생산성 향상(작업싸이클타임 향상)을 위해 구성장치를 개선하는 기술 2. 효과 : 장치의 기능을 개선/개발함으로서 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RTGC, RMGC, OHBC, ATC, ASC, SC 4. 개발아이템 : Tandem(Twin) 스프레더, 메카닉트롤리/호이스팅(anti-sway, anti- skew), 트롤리/호이스트/갠트리 장치 속도개선
			장치구조물 개선기술	네덜란드, 독일, 중국, 벨기에, 싱가포르, 두바이, 미국	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 초대형선 대응, 생산성 향상(선박/이송장비 연계작업 강화)을 위해 장비의 전체 구조물을 개발/개선하는 기술 2. 효과 : 장비의 구조물을 개선/개발함으로써 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 아웃리치 확대, 거더높이 조절, 포탈빔 확대, 버퍼스테이션 설치
					이송장비	1. 세부기술특성 : 이송차량 생산성 향상(이송속도 증가/연계작업 강화)을 위해 이송장비의 구조물을 개선하는 기술 2. 효과 : 구조물 개선/추가, 이송장비의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : SHC, AGV(AGV, C-AGV, L-AGV, ALV, CR(Container Runner), LMS (Linear Motor System) 4. 개발아이템 : 이송차량 플랫폼 구조(크레인구조, 섀시구조 등)
					야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인 생산성 향상(외부트럭/이송장비 연계작업 강화)을 위해 장비의 전체 구조물을 개발/개선하는 기술 2. 효과 : 장비의 구조물을 개선/개발함으로써 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RTGC, RMGC, OHBC, ATC, ASC, SC, Warehouse 4. 개발아이템 : 구조물 대형화(레일스팬, 높이), 주행장치(레일식) 개발

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 물류 분야	항만 하역 장비 분야	하역장비 자동화 기술	자동위치 제어기술	유럽, 아시아	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 크레인의 위치를 자동적으로 제어하는 기술 2. 효과 : 크레인의 자동작업위치제어를 통해 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : AFAS, APIS, Transponder, Rotary incoder, DGPS, LADAR
					이송장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 이송장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 이송차량의 위치를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 이송장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, ALV 4. 개발아이템 : VDS, Transponder,
					야드장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 야드장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 야드장비의 위치를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 야드장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : Rotary incoder, APIS
			자동장치 제어기술	유럽, 아시아	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 크레인 장치를 자동적으로 제어하는 기술 2. 효과 : 크레인의 자동작업위치제어를 통해 크레인의 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : APSS, ALS, LDS, AGSS
					이송장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 이송장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 이송차량을 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 이송장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, ALV 4. 개발아이템 : ASS
					야드장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 야드장비의 운전인력 절감, 계획적 작업의 효율성 증가, 생산성 향상을 위해 야드장비를 자동 제어하는 기술 2. 효과 : 야드장비의 자동작업위치제어를 통해 작업 생산성 향상 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : AGSS

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만물류분야	항만하역장비분야	하역장비 비용 절감기술	에너지비용 절감기술	유럽, 아시아	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : SHST C/C, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : 회생전력 이용장치
					이송장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 이송장비의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC 4. 개발아이템 : 하이브리드 엔진, 수소엔진, 전기엔진, 플라이휠방식엔진, Variable Speed 방식엔진
					야드장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너 야드장비의 작업시 소요되는 에너지 비용을 최소화하기 위한 기술 2. 효과 : 컨테이너터미널의 운영비용 절감으로 경쟁력 강화 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : Supercapaciter, E-RTGC
			경제성 확보기술	유럽, 아시아	안벽장비	1. 세부기술특성 : 컨테이너크레인의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 컨테이너크레인 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : SHST C/C,, DHST C/C, 슈퍼테이너, 더블트롤리 C/C, Tandem C/C 4. 개발아이템 : AC모터, Machinery on Trolley
					이송장비	1. 세부기술특성 : 이송장비의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 이송장비 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : YT, AGV, SHC, SC, DST, MTS 4. 개발아이템 : 다단적셀가이드, 다량 이송기술
					야드장비	1. 세부기술특성 : 야드크레인의 구조물/장치/부품 성능개선을 통해 내구성 및 경제성 강화 2. 효과 : 야드크레인 관련 구조물, 모듈화 장치 및 부품에 대한 내구성, 경량화 등으로 경제성 확보 3. 적용장비 : RMGC, RTGC, OHBC, ATC, ASC 4. 개발아이템 : AC모터, Machinery on Trolley

② 기술개발트리



2) 항만건설장비

(1) 미래개발방향

3장에서 살펴본바와 같이 선박의 대형화, 공사재료원 부족, 환경에 대한 관심도 증가 등에 따라 미래의 기술개발방향은 초대형 구조물의 축조를 위한 신개념 안벽 축조장비 개발, 건설공사비 및 유지관리비의 최소화를 위한 야드조성장비의 개발, 환경친화적 건설을 위한 준설장비 개발, 항만건설 수준 향상을 위한 항만건설 장비의 고효율화 등이 반영될 것으로 판단된다.

안벽축조기술의 경우 선박의 대형화에 따라 초대형 구조물의 축조가 증가하게 되어 안벽 축조장비도 장비성능 증가 또는 대형화하는 방향으로 갈 것이다. 이에 초대형 구조물의 축조는 물론 운송 및 진수 거치하는 장비 및 공법의 개발도 지속적으로 될 것이며, 시공성의 향상 및 경제적인 항만건설을 위해 항만건설장비의 자동화도 이루어질 것이다.

<그림 4-50> 항만하역장비의 미래개발방향



준설장비의 경우 기존의 준설장비는 준설공사시 부유물 발생량이 많았으므로 준설시 부유사의 수중유출을 최대한 억제하는 준설장비가 개발될 것이다. 또한, 군장항과 같이 유지준설이 지속적으로 필요한 지역에 소요수심을 효율적으로 확보할 수 있는 공법이 개발될 것이며, 동해안처럼 모래의 퇴적, 침식이 되는 지역에 적용 가능한 바이패싱공법 및 장비가 개발될 전망이다.

야드조성 장비의 고효율 연약지반처리 장비가 지속적으로 개발될 것이며, 모래 등의 공사재료원의 고갈로 공사 재료원을 최소화하는 공법이나 대체 재료원의 개발이 이루어질 것이다.

(2) 세부기술별 발전방향

항만건설장비 분야에서는 위와 같은 미래의 기술개발 방향에 따라 다음과 같은 기술개발을 선정한다.

항만건설장비 기술을 미래 기술개발방향에 따라 안벽축조기술, 효율적인 준설장비 개발기술, 야드조성기술 등 크게 3가지로 구분하였다.

안벽축조기술은 초대형 구조물 축조기술, 초대형 구조물 운송기술, 전천후 해상 구조물 진수기술, 효율적인 준설장비 기술에는 수역시설의 효율적인 수심확보기술, 한국형이동식 준설장비 개발기술, 환경친화적인 준설장비 개발기술과 야드조성기술로는 고효율 연약지반시공 장비개발 기술, 표층처리 및 복토공법기술 등을 세부기술로 설정하였다.

<표 4-77> **항만건설장비 개발기술**

기술대분류	세부기술
안벽축조장비기술	초대형 구조물 축조기술
	초대형 구조물 운송기술
	전천후 해상구조물 진수기술
준설장비기술	수역시설의 효율적인 수심확보기술
	한국형 이동식 준설장비 개발 기술
	환경친화적 준설장비 개발 기술
야드조성장비기술	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술
	표층처리 및 복토공법기술

① 초대형 구조물 축조기술

초대형 구조물 축조기술은 기존의 해상기중기 양중용량(삼성호, 한진1호 3,000톤급)에 케이슨 대형화 한계를 극복하기 위해 케이슨 일괄 제작시스템을 구축하고 거푸집 형태도 공장형 슬림폼(Slip Form)과 하부는 이동이 가능하게 한 소핏폼(Soffit Form)의 개발 및 개선이 주요 개발장치이다.

본 기술의 개발아이템을 장비별로 살펴보면 안벽축조 장비의 경우 케이슨 제작시 거푸집을 공장형 슬림폼(Slip Form)을 적용, 다단계 일괄제작할 수 있어 시공속도 및 품질 개선, 이동식 하부 거푸집 Soffit Form을 설치 제작 후 운송이 가능하도록 개선, 유압식 잭으로 하부거푸집 이동시 상하방향으로 높이조절 등이 이에 해당된다.

<표 4-78> **초대형 구조물 축조기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
안벽축조장비	공장형 Slip Form	벽체제작 슬림포 시스템 도입 상부에 지붕 설치
	Soffit Form	이동식 상하 거푸집 개발
	유압식 잭	Soffit Form 상하방향 높이조절

자료 : 정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

본 장치성능의 개선을 통해 안벽축조장비의 경우 시공 품질 향상과 시공속도 개선에 의한 경제적 효과와 초대형 구조물 축조시 안전성 확보 효과를 가지고 있다.

<표 4-79> **초대형 구조물 축조기술 개발아이템에 따른 효과**

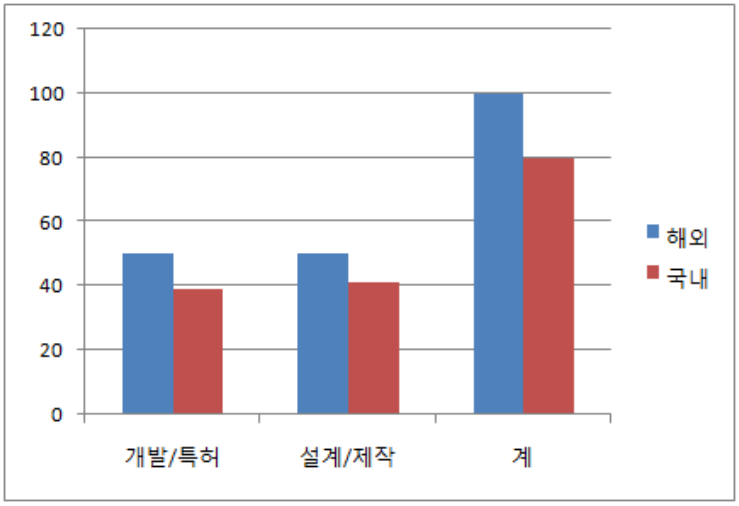
장비	아이템	효과
안벽축조장비	공장형 Slip Form	시공이음이 없어 수밀성 개선 공장형으로 차폐성 우수 24시간 연속작업 시공속도 개선
	Soffit Form	이동가능한 거푸집으로 개선
	유압식 잭	작업성능개선

본 기술은 안벽축조장비의 경우 대부분의 케이슨 제작단계에 적용이 가능하다.

<표 4-80> **초대형 구조물 축조기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	39	41	80

<그림 4-51> **초대형 구조물 축조기술 기술격차 비교도**



즉, 초대형 구조물 제작시 공장형 Slip Form 및 Soffit Form을 적용하여 케이슨 일괄제작 및 운반시스템의 기반을 구축한 것으로 광양항 3단계 1, 2차와 울산신항 남방파제에서도 적용된 바 있다. 안벽축조장비의 세부기술 도입은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다.

특히 초대형 구조물 축조와 관련된 신개념의 장치에 있어 공장형 슬립폼은 국내에서 최초로 제작하여 기술특허를 보유하였고 대만, 싱가포르, 중국에서 기술특허를 득한 것으로 관련기술 개발이 앞서 있어 국내기술이 해외보다 우위 있는 기술도 보유하고 있다.

그러나, 전반적인 부분에서 항만선진국에 비해 개발/특허에서 39, 설계/제작에서 41 수준에 이르는 것으로 설문되었다.

② 초대형 구조물 운송기술

초대형 구조물 운송기술은 기존의 해상기중기 양중용량(삼성호, 한진1호 3,000톤급)에 케이슨 대형화의 한계에 따라 초대형 구조물의 운송체계를 구축하고자 공기부양으로 이송하는 Aero-Go system과 마찰계수가 작은 PTFE(Poly Tetra Fluoro Ethylene), 연직재킹시스템의 주요 개발 항목이다.

본 기술의 개발아이템으로는 Aero-Go system으로 대형 구조물도 쉽게 이동이 가능하게 시공성을 개선, PTFF(Poly Tetra Fluoro Ethylene)의 개발로 케이슨을 진수선까지 이동시 발생되는 상하 단차 보완, 공중부양 이송을 위해 연직재킹시스템 등이 이에 해당된다.

<표 4-81> **초대형 구조물 운송기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
초대형 구조물 운송장비	Aero-Go system	공중부양에 의한 구조물 이송 장치 개발
	PTFE(Poly Tetra Fluoro Ethylene)	이동식 상하 단차극복을 위해 개발
	연직재킹 시스템	제작부터 진수선까지 일괄제작 시스템 개발

자료 : 정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

초대형 구조물 운송장비의 개선으로 시공 품질 개선, 해상기중기를 사용하지 않으므로 공사비 절감 효과는 물론 기상조건의 영향을 해상기중기보다 적게 받아 공기 단축 효과를 가지고 있다.

<표 4-82> **초대형 구조물 운송기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
초대형 구조물 운송장비	Aero-Go system	해상기중기 양중 용량에 제한받지 않는 초대형 구조물 운송
	PTFE(Poly Tetra Fluoro Ethylene)	이동중 상하 단차발생시 문제점 해결
	연직재킹 시스템	제작부터 진수선까지 안전하게 운송

자료 : 정지만 외 2인, 「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

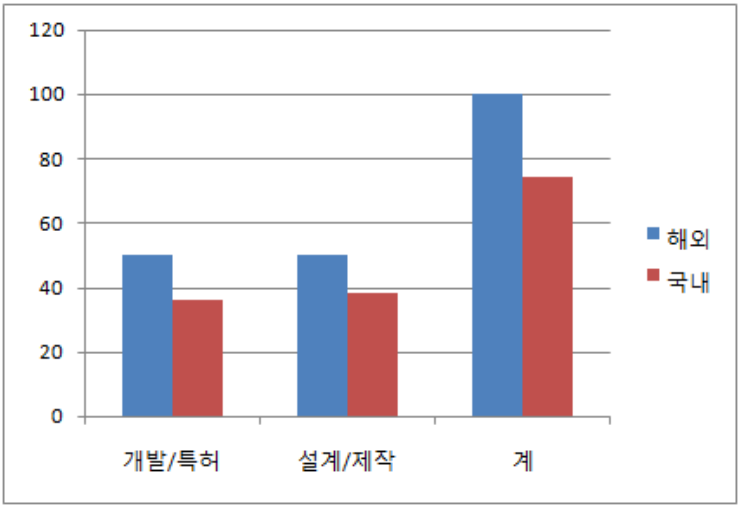
본 기술은 초대형 구조물 운송기술인 경우 대부분의 초대형 케이슨 운반단계에 적용이 가능하다.

즉, 초대형 구조물 운송시 Aero-Go system 및 PTFE가 부착된 연직재킹시스템을 적용하여 초대형 케이슨 운반시스템의 구축에 적용하였다.

<표 4-83> **초대형 구조물 운송기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	36	38	74

<그림 4-52> **초대형 구조물 운송기술 기술격차 비교**



초대형 구조물 운송장비의 세부기술 도입은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔는데 최근 대형공사시 적용된 사례가 증가하고 있다.

초대형 구조물 운송기술에서 국내외 기술격차는 25% 내외로 뒤처지는 것으로 설문되었다.

③ 전천후 해상구조물 진수기술

초대형 구조물 운송가술은 기존의 해상기중기 양중용량(삼성호, 한진1호 3,000톤급)에 케이슨 대형화 한계뿐만 아니라 기상 및 해상조건에 따라 작업효율 저하로 기상조건을 최소화하는 초대형 구조물의 진수기술을 구축하고자 한다.

본 기술의 개발아이템으로는 반잠수함 형태의 7,000톤급 DCL(Draft Controlled Launcher) 개발이 해당된다.

<표 4-84> **전천후 해상구조물 진수기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
전천후 해상구조물 진수기술	DCL(Draft Controlled Launcher)	7,000톤급 초대형 구조물 진수선 개발

자료 : 정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

전천후 해상구조물 진수기술 장비의 개선으로 기상조건에 대한 영향을 적게 받는 진수선(DCL) 개발로 7,000톤급 초대형 구조물 축조가 가능하여 시공능력 향상 및 공기 단축효과가 있다.

<표 4-85> **전천후 해상구조물 진수기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
전천후 해상구조물 진수기술	DCL선(Draft Controlled Launcher)	7,000톤급 초대형 구조물 진수선 개발

자료 : 정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반공법 개발(II)」, 2004.

본 기술은 전천후 해상구조물 진수기술인 경우 대부분의 초대형 케이슨 진수단계에 적용이 가능하다.

전천후 해상구조물 진수기술은 초대형 구조물 진수시 DCL선(Draft Controlled

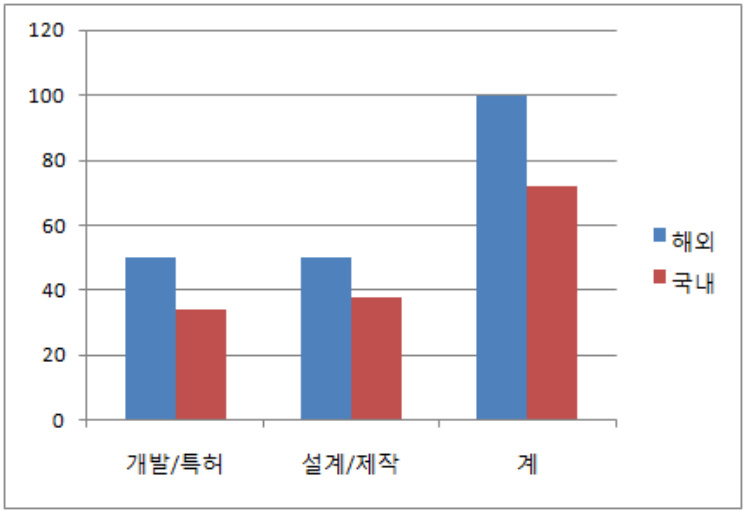
Launcher)을 적용한다.

전천후 해상구조물 진수장비의 세부기술 도입 또한, 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔는데 최근 대형공사 시 적용된 사례가 증가하고 있으며 세계 기술수준과 비교하여 약 72 수준에 이르는 것으로 설문되었다.

<표 4-86> **전천후 해상구조물 진수기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	34	38	72

<그림 4-53> **전천후 해상구조물 진수기술 기술격차 비교도**

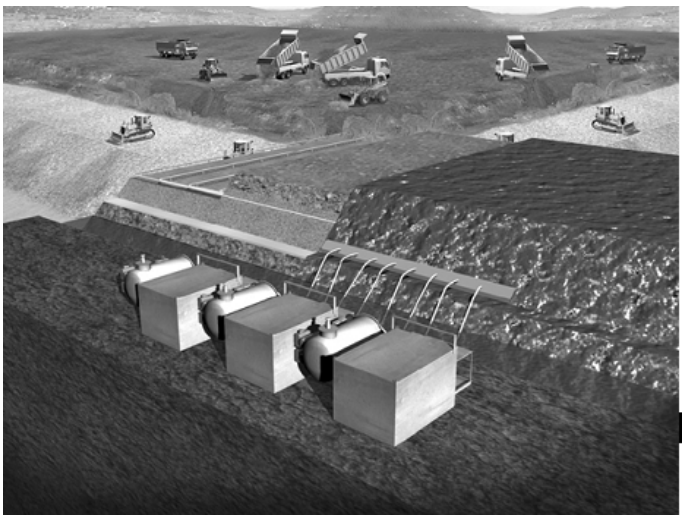


④ 수역시설의 효율적인 수심확보기술

수역시설의 효율적인 수심확보기술은 군장항과 같이 해저질 표층이 니토 또는 실트와 같은 활성화층을 진공압밀공법을 이용한 비활성층으로 변환하는 기술로 준설없이 소요 수심확보 및 유지준설 기간을 확장할 수 있는 기술이다.

본 기술의 개발아이템으로는 수중 진공판, 진공펌프 개발이 해당된다.

<그림 4-54> **진공압밀공법을 이용한 압밀촉진(광양항)**



자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

<표 4-87> **수역시설의 효율적인 수심확보기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
수역시설 효율적인 수심확보기술	진공막	산토 복토 대체 진공압밀 벽체 개발
	진공펌프	진공압을 주입하는 펌트 개발 (1대/5,000m²)

자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

수역시설의 효율적인 수심확보기술 장비의 개선으로 우리나라 군산항의 경우 연간 60억~100억원의 유지준설비용은 물론 준설토 처리를 위해 별도의 투기장 조성이나 외해 투기를 위한 추가 비용이 소요되므로 진공압밀공법을 활용하여 수심을 확보시 유지준설 기간의 확장 등 그 경제적 효과가 있을 것으로 판단된다.

<표 4-88> **수역시설의 효율적인 수심확보기술 개발아이템에 따른 효과**

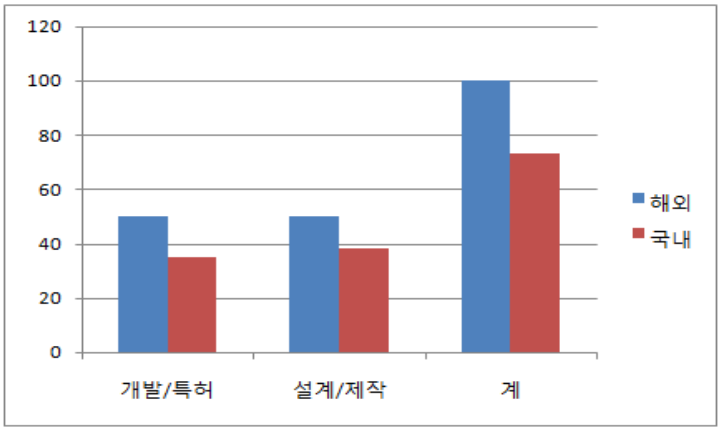
장비	아이템	효과
수역시설의 효율적인 수심확보기술	진공막	복토재를 진공압밀로 대체
	진공펌프	공사재료원 확보

수역시설의 효율적인 수심확보기술의 경우 해저지반 표층이 니토 또는 실트질의 활성층이 있는 경우 적용이 가능하다. 진공압밀공법 적용시 진공막 및 진공펌프를 이용한다. 수역시설의 효율적인 수심확보기술의 세부기술 도입은 현재까지 국내에서나 해외에서도 적용된 사례가 없다. 진공압밀공법은 육상부의 표층처리공법 중 하나이나 수중진공압밀시스템의 신개념 장치를 앞으로 개발할 필요가 있다. 진공압밀공법인 경우 육상부의 현대건설에 의해서 개발되어 광양 3단계 컨테이너부두 조성시 표층처리공법으로 적용되었다.

<표 4-89> **수역시설의 효율적인 수심확보기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	35	38	73

<그림 4-55> **수역시설의 효율적인 수심확보기술 기술격차 비교도**



⑤ 한국형 이동식 준설장비 개발 기술

동해안의 경우와 같이 연안구조물 축조에 따른 해안선이 급변하고 있어 저감방안으로 최근 환경적으로 안전한 양빈공법을 적용하는 추세이나 해안 침식 및 퇴적 등의 모니터링 축적자료가 부족하여 선진국처럼 고정식 바이패싱 방법의 도입보다는 한국형 이동식 준설 장비 개발기술이 바람직하다.

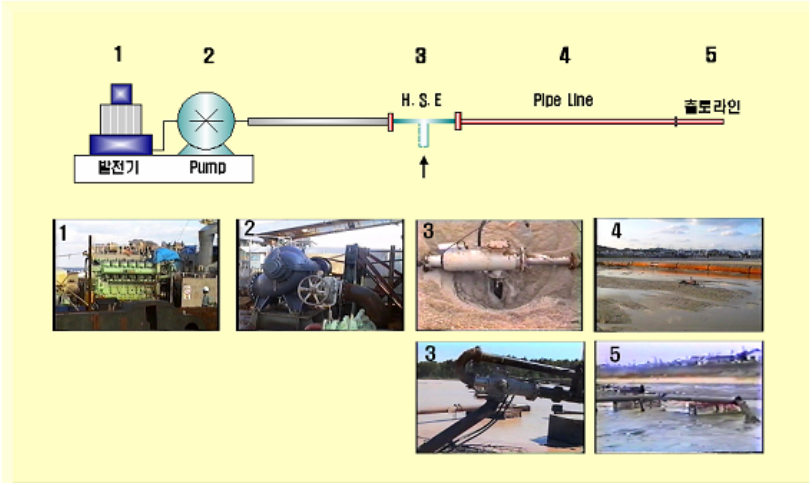
본 기술의 개발아이템으로는 수륙양육바이패싱장치 개발과 수중고압수투입으로 준설하는 HSE(Hydro Super Ejector) 공법의 적용이 해당된다.

<그림 4-56> 수륙양용 준설(Amphibious Dredge) 개념도



자료 : 한진중공업, 「차세대 해안공간 확보기술 Workshop 자료집」, 2007.

<그림 4-57> Hydro Super Ejector 공법



<표 4-90> **한국형 이동식 준설장비 개발기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
한국형 이동식 준설장비 개발 기술	수륙양육바이패싱장치	이동식 바이패싱 해상장비 개발
	HSE(Hydro Super Ejector)	HSE 공법 샌드바이패싱 적용성 개발

자료 : 한진중공업,「차세대 해안공간 확보기술 Workshop 자료집」, 2007.

해안선이 단조로운 동해안인 경우 구조물 축조에 따른 연안 침식·퇴적현상이 빈번한 지역으로 최근 침식 방호시설로 1개소당 최소 100억원의 침식저감시설이 필요하나 이동이 가능한 바이패싱 장치 개발로 인해 경제적인 침식 저감 대책으로 판단된다.

<표 4-91> **한국형 이동식 준설장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
한국형 이동식 준설장비 개발 기술	수륙양육바이패싱장치	안전적이고 경제적인 양빈장비 개발
	HSE(Hydro Super Ejector)	효율적인 양빈장비 개선

한국형 이동식 준설장비 개발기술은 동해안처럼 해안선이 단조롭고 모래의 침식, 퇴적이 반복적으로 발생되는 곳에 수류양육 바이패싱 장치나 HSE 공법을 적용할 수 있다.

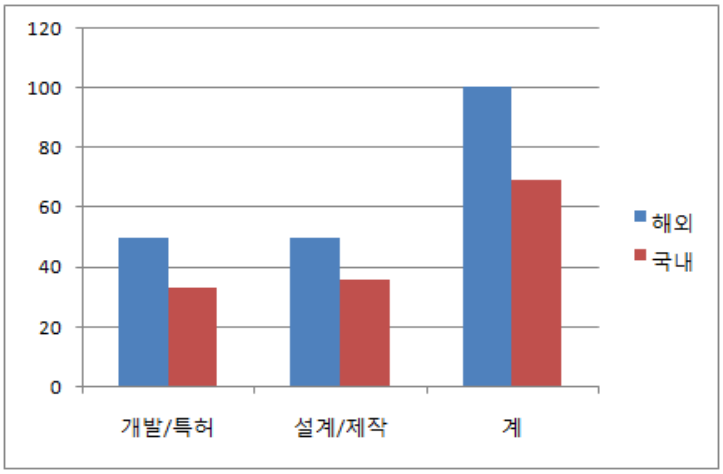
이동식 준설장비 개발기술 도입은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다.

특히 신개념의 장치는 해외에서 많은 특허를 보유하고 있어 향후 국내 항만장비 장치 산업의 발전을 위해 새로운 장비개념 설계 및 관련 기술개발이 필수적이다.

<표 4-92> **한국형 이동식 준설장비 개발기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	33	36	69

<그림 4-58> **한국형 이동식 준설장비 개발기술 기술격차 비교도**



⑥ 환경친화적 준설장비 개발기술

최근 환경에 대한 관심이 높아지면서 준설시 발생되는 부유사 발생에 따른 수질 오염을 미연에 방지할 수 있는 환경친화적 준설선 개발 기술이 필요하다.

본 기술의 개발아이템으로는 선진국에서 적극적으로 개발하고 있는 환경준설선인 auger dredger, disk bottom cutterhead dredger 및 scoop/sweep dredger와 그라브 준설시 프레임형 오탁방지막을 개발아이템으로 한다.

<표 4-93> **환경친화적 준설장비 개발기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
환경친화적 준설장비 개발 기술	auger dredger	준설토 흡입부 나사형 분쇄기
	disk bottom cutterhead dredger	준설토 흡입부 바닥 원형 분쇄기
	그라브준설 (프레임형 오탁방지막 결합)	프레임형 오탁방지막

자료 : 송원오, “연안개발공사로 인한 부유토사의 환경 악영향 저감방안 고찰”, 2003.

준설시 부유사의 수중 유출을 사전에 방지하는 환경친화적 준설장비개발로 환경저해 요소를 저감하고 오탁방지막 설치를 최소화하여 작업 또는 통행 선박에 지장을 주지 않아 주민 민원을 최소화할 수 있다.

<표 4-94> **환경친화적 준설장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
환경친화적 준설장비 개발 기술	auger dredger	퇴적물 분쇄 동시 흡입하여 부유사발생 최소
	disk bottom cutterhead dredger	퇴적물 분쇄 동시 흡입하여 부유사발생 최소
	그라브준설 (프레임형 오탁방지막 결합)	부유사 유출을 사전 방지

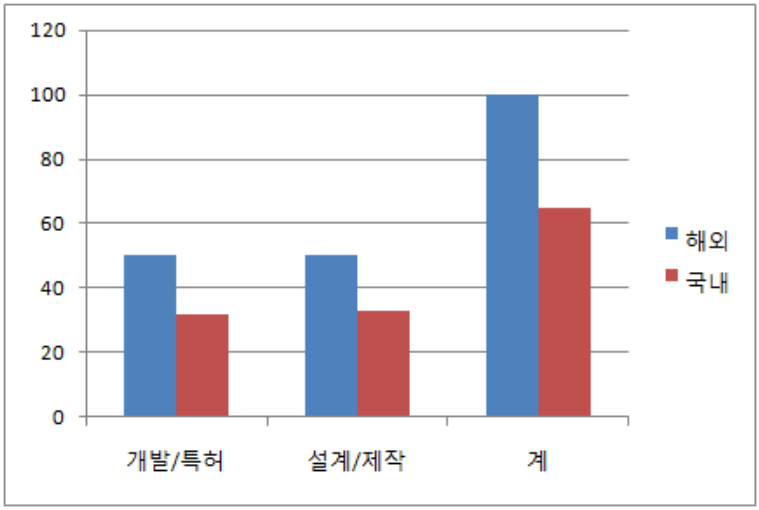
자료 : 송원오, "연안개발공사로 인한 부유토사의 환경 악영향 저감방안 고찰", 2003.

환경친화적 준설장비 개발기술은 연약지반이나 모래지반 어디에나 적용가능하며 auger dredger, disk bottom cutterhead dredger 및 scoop/sweep dredger와 그라브 준설시 프레임형 오탁방지막을 적용할 수 있다.

<표 4-95> **환경친화적 준설장비 개발기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	32	33	65

<그림 4-59> **환경친화적 준설장비 개발기술 기술격차 비교도**



환경친화적 준설장비 개발기술 도입은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다.

특히 신개념의 장치는 해외에서 많은 특허를 보유하고 있어 향후 국내 항만장비 장치 산업의 발전을 위해 새로운 장비개념 설계 및 관련 기술개발이 필수적이다.

⑦ 고효율 연약지반시공장비 개발기술

연약지반처리공법은 초기 강제치환 공법이나 쇄석이나 모래를 이용한 다짐말뚝 공법을 이용하였으나 모래 등의 공사용 재료원 부족 및 환경에 대한 관심이 집중되면서 자연골재의 대체 재료를 사용하고 있는 추세이다.

최근 해상 PBD 공법(Plastic Board Drain)과 DCM 공법 적용이 많아졌는데 이들 장비 중 3축 및 4축을 동시에 시공할 수 있는 전용선을 이용하여 공사기간 단축 및 공사비 절감을 도모하고 있으나 우리나라에서는 해상 PBD(3축) 전용선이 없는 실정이어서 고효율 연약지반시공장비 개발기술이 필요하다.

본 기술의 개발아이템으로는 해상 PBD 전용선(3축), 해상 DCM 전용선(4축 3열)을 개발아이템으로 하였다.

<표 4-96> **고효율 연약지반시공장비 개발기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
고효율 연약지반시공장비 기술	해상 PBD 전용선(3축)	3축 - 4축 해상 PBD 전용선 개발
	해상 DCM 전용선(4축3열)	기존 해상 DCM 전용선 개선

자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

크고 작은 대형공사에 따른 공사재료원의 부족에 따른 대체 재료원에 의한 고효율 연약지반시공장비 적용시 공사비 절감, 공사기간 단축 및 공사재료의 최적사용에 따른 자연환경 훼손을 최소화하는 효과가 있다.

<표 4-97> **고효율 연약지반시공장비 개발기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
고효율 연약지반시공장비 기술	해상 PBD 전용선(3축)	공사기간 단축, 공사비 절감
	해상 DCM 전용선(4축 3열)	공사비 절감

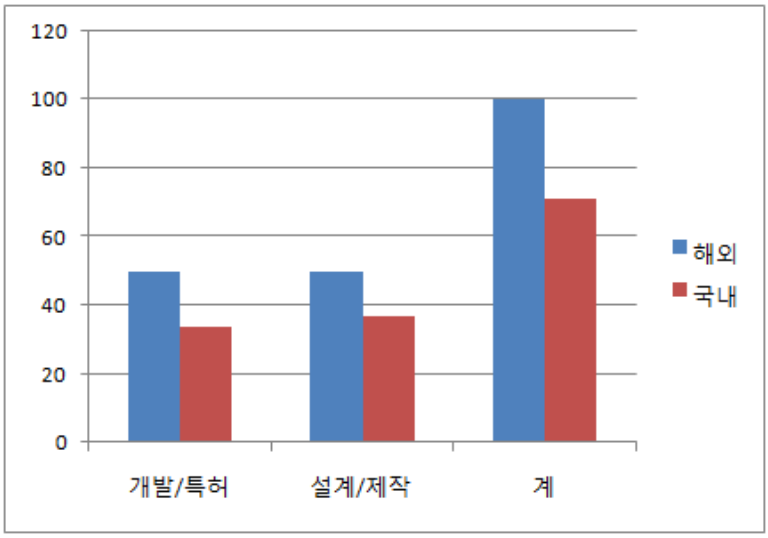
고효율 연약지반시공장비 개발기술은 해상 PBD 장비인 경우는 표층에 일부 모래층이 있는 연약지반에 적용가능하며, 해상 DCM 장비는 모든 연약지반에 적용이 가능하다.

고효율 연약지반 시공장비 중 해상 PBD 전용선(3축)인 경우 국내에는 없어 필요시 일본에서 도입하므로 국내기술 축척이 필요하다.

<표 4-98> **고효율 연약지반시공장비 개발기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	34	37	71

<그림 4-60> **고효율 연약지반시공장비 개발기술 기술격차도**



⑧ 표층처리 및 복토공법기술

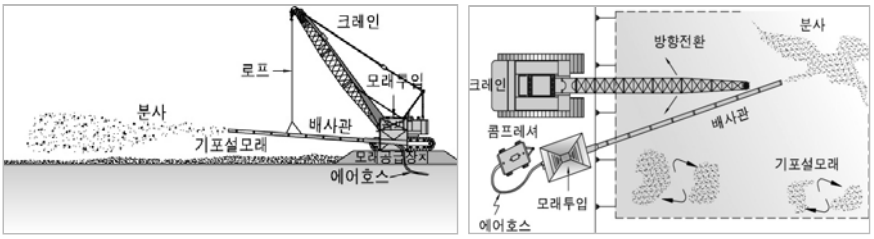
표층처리공법으로는 최근에는 공사재료원의 부족으로 토목섬유를 이용한 표층처리공법, 벨트컨베이어를 이용한 모래 살포방법(FBC 공법), 초습지용 트렌치를 이용한 PTM 공법, 대나무네트 공법 및 진공압밀공법 등의 다양한 공법을 적용하여 공기단축 및 공사비 절감효과는 물론 환경오염 요소를 최소화하는 기술이다.

본 기술의 개발아이템으로는 초습지용 트랜치를 이용한 PTM 공법, 모래이송장

치를 이용한 고압건식모래포설공법, 진공압밀공법을 개발아이템으로 하였다.

고압건식모래포설공법인 경우 호퍼를 통해 공급된 건조 모래를 고압의 공기에 의해 배출시켜 균등한 두께로 모래 포설하는 방법으로 모래 이송장치를 거치할 수 있는 장비 능력에 따라 장거리 포설도(최대 150m) 가능하다.

<그림 4-61> **고압건식모래포설공법**



자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

<표 4-99> **표층처리 및 복토공법기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
표층처리 및 복토공법기술 개발	PTM	초습지용 트렌치
	고압건식모래포설공법	모래이송장치
	진공압밀공법	진공막, 진공펌프

자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

대규모 준설토 매립지에 연약지반 시공장비의 적정시기 투입전 표층처리 및 복토공법 적용에 따라 장비주행 및 안정성 확보로 연약지반 공기 단축 효과가 있다.

<표 4-100> **표층처리 및 복토공법기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
표층처리 및 복토공법기술 개발	PTM	배수 및 증발산 촉진 표층 강도 발현
	고압건식모래포설공법	준설 매립토에 장비 진입 없이도 시공이 가능
	진공압밀공법	대기압만으로 성토 4.0m에 해당하는 재하 가능

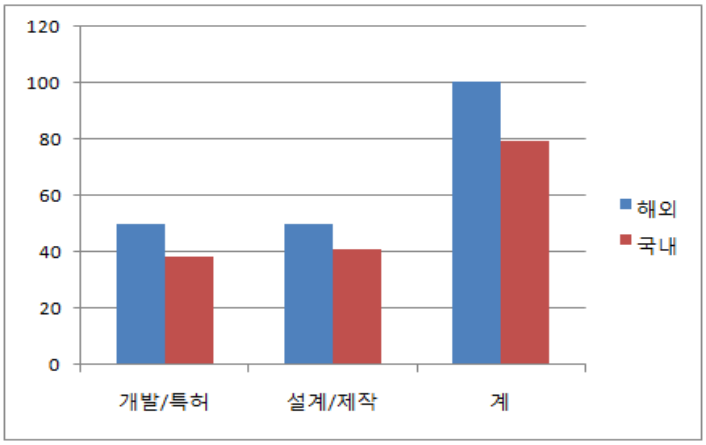
자료 : 현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.

표층처리 및 복토 공법기술중 PTM 공법은 초연약 준설토 지반에 적합한 표층처리공법이며, 고압건식모래포설공법 및 진공압밀공법 연약지반에 모두 적용가능하다. 표층처리 및 복토공법 기술 도입은 현재까지 국내에서보다는 해외 선진항만 및 해외 선진기업에서 우선적으로 이루어져 왔다. 특히 신공법은 향후 국내 항만건설장비 산업의 발전을 위해 새로운 장비개념 설계 및 관련 기술개발이 필수적이다.

<표 4-101> **표층처리 및 복토공법기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	38	41	79

<그림 4-62> **표층처리 및 복토공법기술 기술격차 비교도**



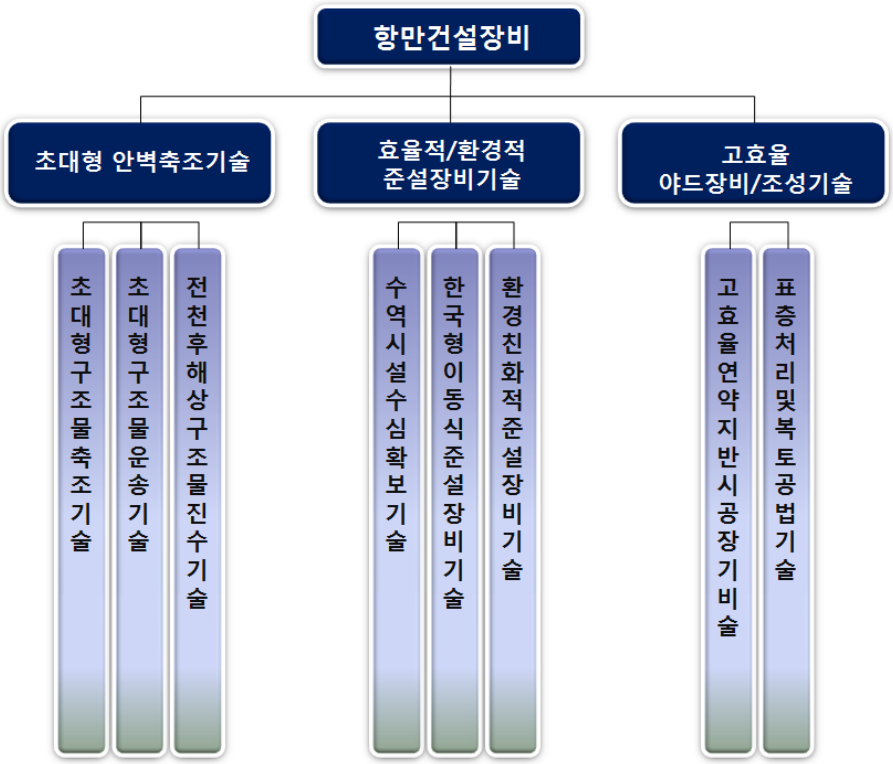
(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 및 건설 장비 분야	항만 건설장 비분야	초대형 안벽 축조 기술	초대형 구조물 축조기술	미국, 유럽, 아시아	운영시스템 개발	1. 세부기술특성 : 기존의 해상기중기 능력(2,000-3,000톤급)에 의한 케이슨 대형화 한계에 대한 초대형 구조물 축조기술 2. 효과 : 초대형 구조물 축조에 따른 대규모 공사시 경제적이고 안전한 구조물 축조 3. 장비/장치 : 케이슨 일괄 제작 및 운반시스템 구축(Slip Form, Soffit Form) 4. 개발아이템 : 초대형 구조물 축조 및 운영 시스템 개발 기술
			초대형 구조물 운송기술	미국, 유럽, 아시아	장치제작 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 기존의 대형 기중기를 이용한 육상 운반에서 신속하고 안전한 운반체체 구축 2. 효과 : 초대형 구조물 운송시스템 개발로 관련 산업 기반조성 3. 장비/장치 : Aeoro-Go system, 연직재킹시스템 개발 4. 개발아이템 : 초대형 구조물 운송시스탬 설계 기술
			전천후 해상구조물 진수기술	미국, 유럽, 아시아	장비제작 및 시스템 개발	1. 세부기술특성 : 해상기중기를 이용한 운반으로 기상 및 해상조건에 따른 작업효율 저화로 기상조건에 영향을 최소화하는 대형 구조물 진수방법 기술 2. 효과 : 초대형 구조물의 안전하고 신속한 진수방법 개발 3. 장비/장치 : DCL(Draft Controlled Launcher) 개발 4. 개발아이템 : DCL선을 이용한 대형 구조물 진수기술
		효율적 / 환경적 준설 장비 기술	수역시설 효율적인 수심확보기술	미국, 유럽	응용 S/W 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 해저질 표층이 니토 또는 실트와 같은 활성화층을 진공압밀공법을 이용한 비활성층으로 변환하는 기술 2. 효과 : 비활성으로 변화시켜 준설 없이 소요 수심확보 및 유지준설 기간의 확장 3. 장비/장치 : 진공막, 진공펌프 4. 개발아이템 : 진공압밀공법을 이용한 수심확보기술
			한국형 이동식 준설장비 개발 기술	미국, 유럽, 일본	장비제작 및 운영시스템 구축	1. 세부기술특성 : 동해안인 경우 연안구조물 축조에 따른 해안선이 급변하고 있어 저감방안으로 최근 환경적으로 안전한 양빈공법을 적용하는 추세에 발맞춰 한국형 이동식 준설 장비 개발 기술 2. 효과 : 안정석이고 경제적인 양빈 장비 개발 3. 장비/장치 : 수륙양육바이패싱장치, HSE(Hydro Super Ejector) 적용성 개발 4. 개발아이템 : 한국형 이동식 수륙양육 바이패싱 장비 개발 기술
			환경친화적 준설장비 개발 기술	미국, 일본	장비제작 및 운영시스템 구축	1. 세부기술특성 : 준설시 발생되는 부유사 발생에 따른 수질 오염을 미연에 방지할 수 있는 환경친화적 준설선 개발 기술 2. 효과 : 준설시 부유사의 수중유출을 최대한 억제하는 준설장비 개발 3. 장비/장치 : auger dredger, disk bottom cutterhead dredger 개발 4. 개발아이템 : 환경친화적 준설 장비 개발 기반 구축기술

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	적용구분	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 및 건설 장비 분야	항만 건설장 비분야	고효율 야드장비 / 조성기술	고효율 연약지반시공 장비개발 기술	일본	장비제작 및 시스템 설계	1. 세부기술특성 : 연약지반 처리 장비중 3축 또는 4축을 동시에 시공할 수 있는 전용선 개발 기술 2. 효과 : 대수심 지역의 연약지반 처리시 공사기간 및 시공품질 향상 3. 장비/장치 : 해상 PBD 전용선(3축), 해상 DCM 전용선(4축3열) 4. 개발아이템 : 고효율 연약지반처리 전용선 개발 기술
			표층처리 및 복토공법기술	일본, 유럽	응용S/W 개발	1. 세부기술특성 : 대규모 준설토 매립지 효율적인 연약지반처리공법 적용을 위한 사전 표층처리 및 복토공법기술 개발 2. 효과 : 장비 주행 및 안정성 확보로 인한 연약지반 공기의 단축 3. 장비/장치 : PTM, 고압건식모래포설공법, 진공압밀공법 4. 개발아이템 : 지역적 특성을 고려한 표층처리 및 복토 기술

② 기술개발트리



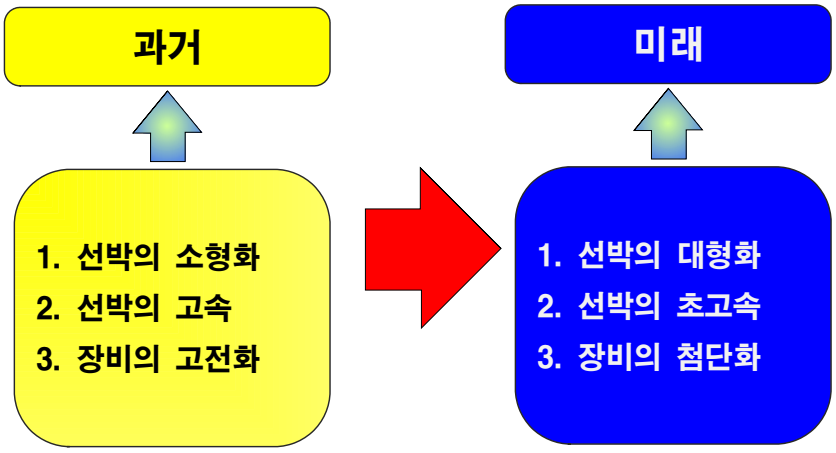
3) 항만보조시설

(1) 미래개발방향

3장에서 살펴본 바와 같이 선박의 대형화 및 고속화에 따른 선박의 안전사고 위험성 증가, 전산 및 통신 장비의 첨단화에 따라 미래의 기술개발방향은 선박의 안전한 입출항 유도, 선박의 유비쿼터스적 안전관리체계 구축을 고려한 미래지향적 항만보조시설 개발이 요구되고 있다.

항만보조시설 개발 기술인 경우 선박의 대형화 및 고속화에 따른 안전사고 발생에 따른 위험성이 높아지고 있어 항로, 항로표지시설 등의 항만보조시설 계획단계부터 과학적이고 현실적인 검토 및 검증이 필요하다. 또한, 전산장비 및 통신장비의 첨단화에 따른 선박 안전운항 관제 및 실시간 운항 정보 제공으로 안전사고 방지 시스템을 구축 중에 있다.

<그림 4-63> **항만보조시설 개발의 미래개발방향**



(2) 세부기술별 발전방향

항만보조시설 개발기술 분야에서는 위와 같은 미래의 기술개발 방향에 따라 다음과 같은 기술개발을 선정한다.

항만보조시설 개발기술을 미래 기술개발방향에 따라 선박의 안전한 입출항 유도기술을 목표로 항만보조시설 계획기술, 초대형선박의 안전관리계획 기술을 세부기술로 설정하였다.

<표 4-102> **항만보조시설 개발기술**

기술대분류	세부기술
선박통항기술	항로개발 및 계획기술
	종합관제기술

① 항로개발 및 계획기술

항로개발 및 계획기술은 항만개발과 계획시 적용되는 기술로서 선박의 안전한 입출항 여부 검토 등에 대해 선박조종 시뮬레이션 등 모의실험을 통한 항로 및 등부표 등의 항만보조시설 계획 기술을 말한다.

본 기술의 개발아이템으로는 선박조종시뮬레이터 및 관련 하드웨어장비 등이 이에 해당된다.

<표 4-103> **항로개발 및 계획기술 개발아이템 및 내용**

구분	아이템	개발내용
항로개발 및 계획기술	선박조종시뮬레이션	항로 혼잡도, 접·이안 검토
	항만보조시설 계획	항로표지 시설 계획

과학적이고 합리적인 실험 및 검토를 통해 항만이용자를 고려한 합리적인 항만보조시설 계획 수립에 기초자료를 제공한다.

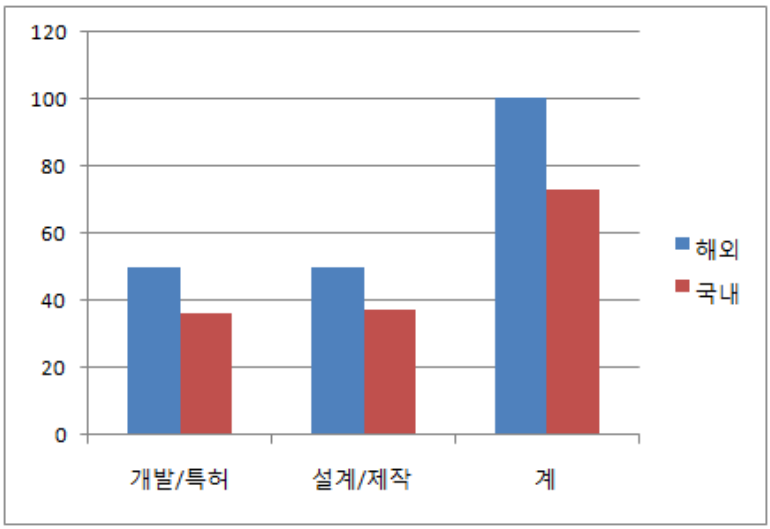
<표 4-104> **항만보조시설 계획기술 개발아이템에 따른 효과**

장비	아이템	효과
항로개발 및 계획기술	선박조종시뮬레이션	항로 및 항로표지시설 적정성 검토
	항만보조시설 계획	이용자 입장에서의 계획 수립

<표 4-105> **항로개발 및 계획기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	36	37	73

<그림 4-64> **항로개발 및 계획기술 기술격차 비교도**



② 종합관제기술

종합관제기술은 출항 선박의 모니터링을 통한 안전운항을 유도하는 체계 구축 기술을 말한다.

본 기술의 개발아이템으로는 선박자동식별시스템(AIS), 항만교통정보시스템(PTMS) 등이 해당된다.

<표 4-106> **종합관제기술 개발아이템 및 내용**

장비	아이템	개발내용
종합관제기술	선박자동식별시스템(AIS)	선박에 통항안전 정보
	항만교통정보시스템(PTMS) 해상교통관제시스템(VTS) 자율운항제어시스템(INS) 위성통신망 원격제어기술	입출항 선박의 항행 모니터링

자료 : 1. 산업자원부, 「선박의 지능형 자율운항 제어 시스템 개발」, 2004.

4. 산업자원부, 「위성통신망 원격제어기술 개발」, 2005

첨단화된 관제 시스템 구축으로 실시간 운항 상황 정보제공에 따른 안전사고 방지의 효과가 있다.

<표 4-107> **종합관제기술 개발아이템에 따른 효과**

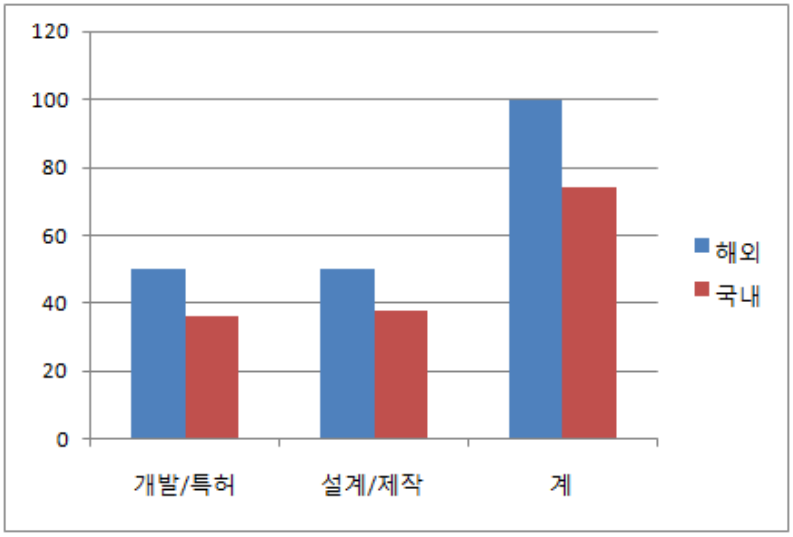
장비	아이템	효과
종합관제기술	선박자동식별시스템(AIS)	비상시 해난수색 및 구조활동
	항만교통정보시스템(PTMS) 해상교통관제시스템(VTS) 자율운항제어시스템(INS) 위성통신망 원격제어기술	운항 정보제공으로 안전사고 방지

본 기술은 선박의 안전한 입출항을 위해 선박의 안전한 입출항 유도 시스템을 구축한다.

<표 4-108> **종합관제기술 기술수준 비교**

구분	개발/특허	설계/제작	계
해외	50	50	100
국내	36	38	74

<그림 4-65> **종합관제기술 기술격차 비교도**

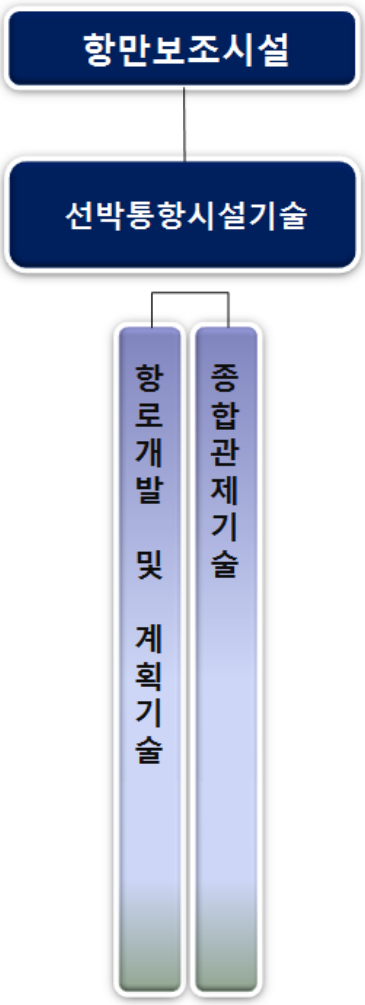


(3) 기술요약 및 기술개발트리

① 기술요약

대분야	소분야	기술명	세부기술	사용지역	기술 요약(기술특성, 효과, 적용현황 등)
항만 및 해양 장비 개발 분야	항만보조시설 개발기술	선박 통항시설 기술	항로개발 및 계획기술	유럽, 일본	1. 세부기술특성 : 선박의 안전한 입출항을 유도하기 위해 선박조종 시뮬레이션 등 모의실험을 통한 항로 및 등부표 등의 항만보조시설 계획 기술 2. 효과 : 항만이용자를 고려한 합리적인 항만보조시설 계획 수립 3. 장비/장치 : 선박조종시뮬레이션 4. 개발아이템 : 개념개발/설계, 성능분석 시뮬레이터
			종합관제 기술	미국, 러시아, 일본, 중국	1. 세부기술특성 : 입출항 선박의 모니터링을 통한 안전운항을 유도하는 체계 구축기술 2. 효과 : 실시간 운항 상황 정보제공에 따른 안전사고 방지 3. 장비/장치 : 선박자동식별시스템(AIS), 해상교통관제 시스템(VTS) 등 4. 개발아이템 : 개념개발/설계, 성능분석 시뮬레이터

② 기술개발트리



제 5 장 컨테이너 항만기술 분야/분류별 국내 개발기술 선정

1. 개요

본 장에서는 4장에서 작성된 항만기술트리를 기초로, 컨테이너 항만기술 분야의 국내 개발기술 우선순위를 제시하고자 한다. 개발기술의 우선순위를 선정하기 위해서는 각 분야/분류별 하위기술들에 대한 체계적인 평가가 이루어져야 한다. 이를 위하여 개발기술 선정을 위한 절차를 개발하였다. 절차에는 전문가들의 설문과 이에 대한 분석이 포함된다.

선정 절차에서는 개발기술 선정에 사용되는 평가요소가 먼저 정의되어야 한다. 개발기술의 성능적 관점, 기술적 관점, 경제적 관점, 전략적 관점에 따라서, 평가항목을 정의하고 전문가 설문을 통하여 각 항목의 상대적 중요성을 설정한다.

각 분야/분류별 하위기술들은 정해진 평가요소와 가중치에 따라서, 해당분야의 전문가들에 의하여 평가된다. 전문가들에 의한 평가 결과를 기초로 작성된 수리모형을 통하여 각 분야/분류별로 기술개발의 우선순위가 산출된다. 또한, 각 기술의 개발 시점에 대한 전문가들의 의견도 함께 제시된다.

2. 개발기술 선정 절차

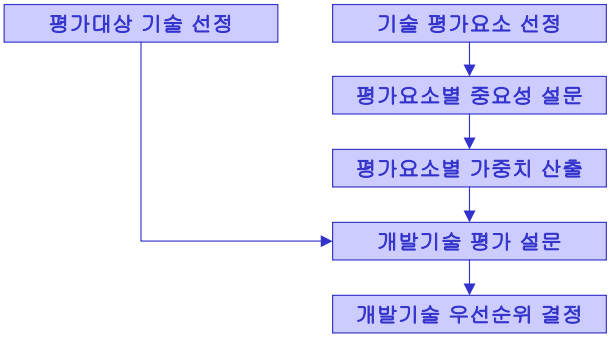
개발기술을 선정하기 위해서는 개발기술들의 분류가 필요하고, 분류된 그룹에 따라서, 후보 기술들을 선별해야 한다. 본 연구에서는 4장에서 기술된 항만기술트리를 평가 대상 기술로 한정한다.

개발기술의 후보가 정해진 후에는 개발기술들에 대해 평가할 항목들을 정의한다. 본 연구에서는 이를 평가요소라고 지칭하며, 기술들을 평가할 때는 여러 평가요소를 동시에 고려한다. 중요성이 다른 여러 요소들을 동시에 합리적으로 고려하기 위하여 각 요소의 상대적 중요성을 가중치로 평가한다.

이 단계까지의 준비가 완료되면 평가를 위한 설문을 실시하고, 설문이 완료되면 설문 결과를 분석하여 개발기술들의 우선순위를 결정하게 된다.

개발기술 선정 절차를 요약하면 <그림 5-1>과 같다.

<그림 5-1> 개발기술 선정 절차



1) 개발기술 선정을 위한 평가요소

평가에 사용되는 요소(attribute)는 대안을 특징짓게 하는 속성으로서 목적의 달성 수준을 평가하는 수단이다. 예를 들어 자동차 구입 문제의 경우에 연비, 구입가격, 엔진 출력 등이 요소가 될 수 있다. 개발기술 선정을 위해서는 여러 관점의 다양한 요소가 존재하므로, 본 연구에서는 평가요소를 4가지 범주로 나눈 후 각 범주별로 항목을 도출하여, 총 9개의 항목을 구성하였다.

첫 번째 범주는 성능적 관점이다. 성능적 관점에서는 해당 기술이 얼마나 환경변화에 대응하고 생산성에 기여하는지를 고려한다. 성능적 관점에서 두 가지 평가요소를 도출하였는데, 항만 환경변화 대응성과 생산성이 그것이다. 항만 환경변화 대응성은 최근 급속하게 변화하고 있는 항만의 환경을 고려했을 때 반드시 평가되어야 한다. 환경변화 때문에 기존의 기술이 사장되거나 제한적으로밖에 사용될 수 없는 상황이 미래에는 보다 빈번히 발생할 것이다. 생산성 혹은 작업 효율성은 기술의 1차적인 평가요인이다. 즉, 해당기술을 적용했을 때 사용자 측면에서 어느 정도의 도움을 주는지가 평가된다.

두 번째 범주는 기술적 관점이다. 기술적 관점에서는 기술의 필요성과 기술 자체의 특징 등을 고려한다. 기술적 관점에서 도출된 평가요소는 기술개발가능성, 기술의 필요성, 기술의 첨단성이다. 기술개발가능성은 해당기술이 얼마나 현실적인 대안인지를 평가한다. 기술의 필요성은 기술의 1차적 평가요인으로서 기술개발에 대한 요구나 당위성에 대하여 평가된다. 기술의 첨단성은 해당기술을 통해 개발되거나 해당기술에 적용되는 기술의 수준을 평가한다. 첨단기술은 관련분야의 기술을 선도하고 파급하는 효과가 있으므로 동일한 조건이라면 첨단기술들을

활용하여 개발할 필요가 있다.

세 번째 범주는 경제적 관점이다. 경제적 관점에서는 기술개발에 투입되는 비용과 기술개발로부터 얻어지는 효용을 고려한다. 도출된 평가요소는 기술개발 비용과 경제적 효용성이다. 기술개발 비용과 경제적 효용은 정량적으로 평가되는 것이 바람직하지만, 정량적인 분석은 본 연구의 범위를 벗어나므로 이 요소는 기술 간의 우열을 비교하기 위한 항목으로만 정량적으로 활용한다.

마지막으로, 네 번째 범주는 전략적 관점이다. 지금까지 살펴본 관점들이 현실적으로 가장 우선적으로 개발해야 할 기술을 선별하기에 적합한 기준이었다면, 전략적 관점에서는 중장기적으로 해당기술을 개발했을 때의 산업화 가능성과 해당 분야의 향후 시장에 대해서 고려한다. 도출된 평가요소는 실용화/산업화 가능성, 시장 확장 가능성이다. 중장기적인 투자를 통해 해당기술이 실용화되고 산업화된다면 해당기술의 효용은 단기적 관점에서보다 훨씬 높이 평가될 수 있을 것이다. 또한, 산업화된 기술의 경우 적절한 수요가 발생되어야 하므로 향후의 시장상황도 고려되어야 한다.

개발기술 선정을 위한 평가요소들을 정리하면 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> **개발기술 선정을 위한 평가요소**

범주	요소	설명
성능적 관점	1. 항만 환경변화 대응성	해당기술이 항만의 환경변화에 얼마나 잘 대응할 수 있도록 해주는지를 평가
	2. 생산성(작업 효율성)	해당기술을 적용했을 때 해당분야의 생산성과 작업 효율성 향상에 얼마나 기여하는지를 평가
기술적 관점	3. 기술개발가능성	해당기술의 실현가능성을 평가
	4. 기술의 필요성	해당기술의 필요성 및 당위성을 평가
	5. 기술의 첨단성	해당기술이 첨단기술을 얼마나 활용하는지를 평가
경제적 관점	6. 기술개발 비용	해당기술을 개발할 때 소요되는 비용을 평가
	7. 경제적 효용성	해당기술을 개발했을 때 해당분야에 기여하는 경제적 효용을 평가
전략적 관점	8. 실용화/산업화 가능성	해당기술이 개발되어 실용화되고 산업화될 수 있는지를 평가
	9. 시장 확장 가능성	해당기술이 포함된 분야의 시장이 향후 얼마나 확장될 수 있는지를 평가

2) 평가요소의 가중치 결정

항만기술 분야 전문 종사자를 대상으로 요소별 중요성에 대한 설문을 실시하여 각 요소에 대한 상대적 중요성을 결정한다.

(1) 설문 방법

설문에는 항만기술에 관련된 학계, 연구계, 산업계 등을 망라하여 총 205명이 참여했다[16].

설문자들은 각 평가항목에 대한 내용을 파악한 후, 개발기술 선정에 각 항목이 얼마나 영향을 미치는지를 판단한다. 중요성은 <표 5-2>와 같이 매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음의 5단계로 평가된다.[17]

<표 5-2> **평가요소에 대한 설문 양식**

범주	요소	중요성				
		매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
성능적 관점	1. 항만 환경변화 대응성					
	2. 생산성(작업 효율성)					
기술적 관점	3. 기술개발가능성					
	4. 기술의 필요성					
	5. 기술의 첨단성					
경제적 관점	6. 기술개발 비용					
	7. 경제적 효용성					
전략적 관점	8. 실용화/산업화 가능성					
	9. 시장 확장 가능성					

(2) 평가요소 가중치 산출 결과 및 분석

항만기술 분야 전문 종사자들에 의해 수행된, 평가요소에 대한 설문 결과는 <표 5-3>과 같다. 개인별로 작성된 평가항목별 중요성 정도를 집계하여 도수와 비율로 나타내었다.

---

16) 설문 참여자의 소속 기관을 부록 4에 제시하였음.
17) 설문 양식을 부록 2에 제시하였음.

<표 5-3> **평가요소에 대한 설문 결과**

요소	중요성					합계
	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음	
1. 항만 환경변화 대응성	- (-)	13 (6%)	45 (22%)	123 (60%)	24 (12%)	205
2. 생산성(작업 효율성)	- (-)	3 (1%)	31 (15%)	121 (59%)	50 (24%)	205
3. 기술개발가능성	- (-)	7 (3%)	52 (25%)	108 (53%)	39 (19%)	205
4. 기술의 필요성	- (-)	8 (4%)	30 (15%)	107 (52%)	60 (29%)	205
5. 기술의 첨단성	1 (0%)	18 (9%)	67 (33%)	94 (46%)	25 (12%)	205
6. 기술개발 비용	2 (1%)	15 (7%)	89 (43%)	81 (40%)	18 (9%)	205
7. 경제적 효용성	- (-)	6 (3%)	36 (18%)	123 (60%)	40 (20%)	205
8. 실용화/산업화 가능성	- (-)	10 (5%)	46 (22%)	114 (56%)	35 (17%)	205
9. 시장 확장 가능성	1 (0%)	8 (4%)	75 (37%)	98 (48%)	23 (11%)	205

각 평가요소에 대한 가중치를 결정하기 위하여 각 중요성 수준에 -2(매우 낮음), -1(낮음), 0(보통), +1(높음), +2(매우 높음)의 가중점수를 부여하였다. 즉 양의 값은 보통보다 중요성이 높은 정도를, 음의 값은 보통보다 중요성이 낮은 정도를 나타낸다. <표 5-4>는 설문 결과로부터 집계된 도수와 가중점수를 곱한 후 합산하여 각 항목별 점수를 계산한 결과이다.

각 항목의 점수를 모두 더하여 총점을 구한 후, 총점 대비 각 항목의 점수를 각 항목의 가중치로 산출하였다. 가중치 산출 결과는 <표 5-5>와 같다.

가중치 산출 결과 생산성, 기술의 필요성, 경제적 효용성 등이 상대적으로 중요성이 높은 요소로 평가되었고 기술의 첨단성, 기술개발 비용, 시장 확장 가능성 등이 상대적으로 중요성이 낮은 요소로 평가되었다. 즉, 해당기술의 필요성이 높고 생산성과 경제적인 면에 기여하는 정도가 크다면 기술의 첨단성, 비용, 향후

확장성이 다소 떨어지더라도 개발기술로 선정할 수 있다는 의견을 간접적으로 파악할 수 있다.

<표 5-4> **평가요소별 점수 계산**

요소	중요성					점수
	매우 낮음 (-2)	낮음 (-1)	보통 (0)	높음 (+1)	매우 높음 (+2)	
1. 항만 환경변화 대응성	0	-13	0	123	48	158
2. 생산성(작업 효율성)	0	-3	0	121	100	218
3. 기술개발가능성	0	-7	0	108	78	179
4. 기술의 필요성	0	-8	0	107	120	219
5. 기술의 첨단성	-2	-18	0	94	50	124
6. 기술개발 비용	-4	-15	0	81	36	98
7. 경제적 효용성	0	-6	0	123	80	197
8. 실용화/산업화 가능성	0	-10	0	114	70	174
9. 시장 확장 가능성	-2	-8	0	98	46	134
합계						1,501

<표 5-5> **평가요소별 가중치**

범주	요소	가중치	소계
성능적 관점	1. 항만 환경변화 대응성	0.105	0.250
	2. 생산성(작업 효율성)	0.145	
기술적 관점	3. 기술개발 가능성	0.119	0.348
	4. 기술의 필요성	0.146	
	5. 기술의 첨단성	0.083	
경제적 관점	6. 기술개발 비용	0.066	0.197
	7. 경제적 효용성	0.131	
전략적 관점	8. 실용화/산업화 가능성	0.116	0.205
	9. 시장 확장 가능성	0.089	
합계		1	

3) 분야/분류별 하위기술의 개발 우선순위 평가

기술의 우선순위 평가는 다기준 의사 결정(Multi-Criteria Decision Making : MCDM)에 해당된다. 즉, 상충되는 복수의 기준이 존재하는 상황에서의 의사결정이다. MCDM에서는 상충하는 기준들을 어떻게 절충(trade-off)하느냐가 관건이 된다.

MCDM은 문제의 특징에 따라서, 다목적 의사 결정(Multi-Objective Decision Making : MODM)과 다요소 의사 결정(Multi-Attribute Decision Making : MADM)으로 분류된다. MODM은 주어진 제약들을 만족하는 무한개의 대안들 중에서 고려중인 목적을 가장 만족하는 대안을 찾는 것으로 최적대안을 설계하는 접근 방법이고, MADM은 유한개의 대안들 중에서 복수의 요소들을 복합적으로 고려하여 하나의 대안이나 몇 개의 대안을 선택하는 접근 방법이다. 본 연구에서는 기술 분류별로 유한개의 기술 대안들 중에서 9개의 평가요소들을 복합적으로 고려하여 대안의 우선순위를 결정하므로 MADM 문제에 해당된다.

MADM 문제에 대한 해법은 여러 가지가 개발되어 있다. 본 연구에서는 각 평가요소에 대한 대안의 우선순위와 평가요소의 가중치를 이용하는 선형 할당법(linear assignment method)을 적용한다. 이 방법은 각 평가요소별로 기술 대안들의 선호순위만 필요하므로, 기술 대안에 대한 정성적 요소를 정량적으로 평가할 필요가 없다는 장점이 있다.

선형 할당법의 적용절차를 설명하기 위해 간단한 예를 들겠다. 대안 A_1, A_2, A_3과 요소 X_1, X_2, X_3을 갖는 문제에서 각 요소에 대한 대안들의 선호 순위가 <표 5-6>과 같다고 하자.

<표 5-6> **선형 할당법의 예에 사용된 요소별 대안의 선호 순위**

요소 / 순위	X_1	X_2	X_3
1위	A_1, A_2	A_1	A_2
2위		A_3	A_1
3위	A_3	A_2	A_3

대안들의 순위 정보를 요약하기 위하여 3×3 행렬 Π를 정의한다. 행렬 Π의 i행 k열 원소 π ik는 대안 Ai가 k번째 순위를 갖는 횟수를 나타낸다. 단, X_1처럼 둘 이상의

대안이 동일한 순위로 평가되는 경우, 해당 순위와 동률로 인해 비게 되는 순위들에 대해서는 횟수를 균등하게 분배한다. 즉, X_1에 대해서 A_1과 A_2가 1번째 순위로 평가된 횟수는 1이 아니라 각각 0.5가 되고, 동률로 인해 비게 되는 2번째 순위로 평가된 횟수도 마찬가지로 각각 0.5가 된다. 각 요소에 대한 중요성이 동일하다면 행렬 Π는 다음과 같이 만들어진다. 예를 들어 π 11은 A_1이 1번째 순위를 갖는 횟수를 나타내며 X_1에 대한 0.5회, X_2에 대한 1회, X_3에 대한 0회를 합쳐 1.5회가 된다.

$$\Pi=\begin{bmatrix}0.5+1+0 & 0.5+0+1 & 0+0+0\\ 0.5+0+1 & 0.5+0+0 & 0+1+0\\ 0+0+0 & 0+1+0 & 1+0+1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1.5 & 1.5 & 0\\ 1.5 & 0.5 & 1\\ 0 & 1 & 2\end{bmatrix}$$

만약, 각 요소에 대한 중요성이 동일하지 않다면 각 요소에 대한 가중치를 사용하여 중요성을 반영한 횟수로 나타내면 된다. 각 요소의 가중치를 나타내는 벡터를 W로 정의하고, WT=(w_1, w_2, w_3)=(0.2, 0.3, 0.5)라고 가정하면 Π는 다음과 같이 변경된다. 즉, 각 대안이 해당 순위로 평가된 횟수를 바로 더하는 것이 아니라, 각 대안이 요소별로 평가된 횟수에 요소별 가중치를 곱하여 더하면 된다.

$$\Pi=\begin{bmatrix}0.2\times0.5+0.3\times1 & 0.2\times0.5+0.5\times1 & 0\\ 0.2\times0.5+0.5\times1 & 0.2\times0.5 & 0.3\times1\\ 0 & 0.3\times1 & 0.2\times1+0.5\times1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0.4 & 0.6 & 0\\ 0.6 & 0.1 & 0.3\\ 0 & 0.3 & 0.7\end{bmatrix}$$

여기서 π ik는 대안 Ai의 최종적인 선호 순위가 k번째가 되도록 기여하는 정도라고 생각할 수 있다. 즉, π ik가 클수록 Ai의 최종적인 선호 순위가 k번째가 될 가능성이 커지게 된다. 비교되는 대안이 m개라고 하면, 대안들의 최종적인 순위를 구하는 문제는 $\sum_{k=1}^{m}\pi_{ik}$를 최대화하도록 각 k에 해당되는 대안 Ai를 찾는 문제가 된다. pik를 Ai가 k번째 순위에 할당되면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는 변수로 정의하면 대안들의 우선순위 결정 문제는 다음과 같은 선형 계획법 모형이 된다.

$$\max \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\pi_{ik}p_{ik} \quad (5 \cdot 1)$$

$$s.t. \sum_{k=1}^{m}p_{ik}=1, \ i=1,2,\ldots,m \quad (5 \cdot 2)$$

$$\sum_{i=1}^{m}p_{ik}=1, \ k=1,2,\ldots,m \quad (5 \cdot 3)$$

목적함수인 식 (5・1)은 각 순위에 대해 기여되는 정도의 합이 가장 크게 되도록 순위가 결정됨을 나타낸다. 제약은 일반적인 할당문제에 대한 것으로 식 (5・2)는 하나의 대안이 하나의 순위에만 할당될 수 있다는 것을 나타내고, 식 (5・3)은 하나의 순위에는 하나의 대안만 할당될 수 있다는 것을 나타낸다. 대안들의 순위는 위의 모형으로부터 결정되는 최적의 pik를 통해 구해진다. pik로 구성된 행렬 P*, 대안들의 벡터 A=(A_1, A_2, ..., Am)를 정의하면 대안들의 순위를 나타내는 벡터 A*는 다음과 같이 구해진다.

$$A^*=A \cdot P^* \quad (5 \cdot 4)$$

3. 개발기술 선정 및 분석

개발기술 선정절차를 적용하여 대상 기술을 평가하고 분야/분류별 기술 우선순위를 결정한다.

1) 설문방법

평가 대상 기술은 항만물류 분야, 항만 및 해양장비 분야로 나누어진다. 항만물류 분야는 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송시스템의 3가지로 분류되고, 항만 및 해양장비 분야는 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설의 3가지로 분류된다. 총 6가지 기술 분류별로 해당 분야 전문가 30명 내외를 선정하여 설문을 실시하였다[18]. 설문 결과는 각 기술 분류에 속한 하위 기술들의 개발 우선

18) 기술 분류별 설문 참여자의 소속 기관을 부록 4에 제시하였음.

순위와 기술개발 시점을 결정하는데 사용된다.

설문은 6가지의 기술 분류별로 이루어지며 평가의 대상이 되는 기술 분류별 하위기술은 <표 5-7>, <표 5-8>과 같다.

<표 5-7> **기술 분류별 평가대상 하위기술(항만물류 분야)**

분류	평가대상 하위기술
항만 하역시스템	① 설계조건분석기술 ② 대안선정기술 ③ 개발규모산정기술 ④ 단위하역성능분석기술 ⑤ 통합하역성능분석기술
항만 운영시스템	① 지능형 자원배정 기술 ② 다중분산 계획 기술 ③ 안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술 ④ 지능형 통합 모니터링 기술 ⑤ 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술 ⑥ 이동장비 위치정보시스템 기술 ⑦ 컨테이너 외부손상 자동검사 기술 ⑧ 항만출입 보안시스템 구축기술 ⑨ 전자봉인 자동인식 확인 기술 ⑩ 트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술 ⑪ 무인주유시스템 구축기술 ⑫ 컨테이너정보 통합관리 서비스 기술 ⑬ 이송장비 신개념 위치추적 기술 ⑭ 웹서비스 및 그룹웨어 구축기술 ⑮ 경영분석/관리시스템 구축기술
항만 물류운송시스템	① 도로운송 장비기술 ② 도로운송 설비기술 ③ 신개념 육상운송기술 ④ 철도운송 연계장비기술 ⑤ 철도 초고속환적 하역장비기술 ⑥ 철도 운송시스템기술 ⑦ 해상운송 신개념선박기술 ⑧ 연안운송 초고속하역시스템기술

<표 5-8> **기술 분류별 평가대상 하위기술(항만 및 해양장비 분야)**

분류	평가대상 하위기술
항만 하역장비	① 장치성능 개선기술 ② 장치구조물 개선기술 ③ 자동 위치제어기술 ④ 자동 장치제어기술 ⑤ 에너지비용 절감기술 ⑥ 경제성 확보기술
항만 건설장비	① 초대형 구조물 축조기술 ② 초대형 구조물 운송기술 ③ 전천후 해상구조물 진수기술 ④ 수역시설 효율적인 수심확보기술 ⑤ 한국형 이동식 준설장비 개발 기술 ⑥ 환경친화적 준설장비 개발 기술 ⑦ 고효율 연약지반시공 장비 개발 기술 ⑧ 표층처리 및 복토공법기술
항만 보조시설	① 항로개발 및 계획기술 ② 종합관제기술

설문의 문항은 요소별 기술의 평가와 기술개발 시점의 평가로 구성된다[19].

첫 번째, 요소별 기술의 평가는 2절에서 설명된 평가요소에 대한 하위기술의 평가로 이루어진다. 각 분류별로 9개의 동일한 평가요소를 적용한다. 설문을 수행하는 자는 평가요소별로 평가대상이 되는 하위기술의 순위를 매기는 방식으로 평가를 하게 된다. 하위기술 전체에 순위를 매기는 경우, 순위 평가에 어려움이 있을 것으로 판단되어 각 분류별 상위 30% 내외로 순위선정 기술의 개수를 설정하였다. 즉 항만하역시스템의 경우, 평가대상이 되는 하위기술은 5개이고 평가항목별로 5개의 기술 중 상위 2개의 기술을 선택하여 순위를 정하게 된다. 단 항만보조시설의 경우, 평가대상이 되는 하위기술이 2개이므로 모든 기술에 대해 순위를 매기도록 하였다. 각 기술 분류별 평가대상이 되는 하위기술의 개수와 순위선정 기술의 개수는 <표 5-9>와 같다.

19) 항만물류 분야 하역시스템의 설문 양식을 부록 3에 제시하였음.

<표 5-9> **개발기술의 평가 설문 방식**

분야	분류	평가요소 개수	평가대상 하위기술 개수	순위선정 기술 개수
항만물류	항만하역시스템	9	5	2
	항만운영시스템		15	5
	항만물류운송시스템		8	2
항만 및 해양장비	항만하역장비		6	2
	항만건설장비		8	3
	항만보조시설		2	2

설문에 사용된 문항은 <표 5-10>과 같다. 각 문항별로 가장 적합한 기술들을 우선순위가 높은 순서대로 선택하게 된다. 평가대상이 되는 하위기술들이 선택에 대한 후보가 되며, 선택되는 기술의 개수는 각 분류별 순위선정 기술 개수를 따른다. 예를 들어 항만하역시스템의 경우, 평가대상 하위기술은 ① 설계조건분석기술, ② 대안선정기술, ③ 개발규모산정기술, ④ 단위하역성능분석기술, ⑤ 통합하역성능분석기술이 되며 각 문항에 대하여 상위 2개를 뽑아서 순위를 결정하게 된다.

<표 5-10> **개발기술의 평가 설문 문항**

1. 다음 기술 가운데 항만의 환경변화에 대한 대응력을 가장 향상시키는 기술은?
2. 다음 기술 가운데 해당기술을 적용했을 때 해당분야의 생산성과 작업 효율성을 가장 향상시킬 수 있는 기술은?
3. 다음 기술 가운데 기술개발의 실현성이 가장 높은 기술은?
4. 다음 기술 가운데 기술개발의 필요성과 당위성이 가장 높은 기술은?
5. 다음 기술 가운데 첨단기술을 가장 많이 활용하고 있는 기술은?
6. 다음 기술 가운데 기술개발에 소요되는 비용이 가장 낮은 기술은?
7. 다음 기술 가운데 해당기술이 개발되었을 때 얻을 수 있는 경제적 효용이 가장 높은 기술은?
8. 다음 기술 가운데 실용화 및 산업화가 가장 용이한 기술은?
9. 다음 기술 가운데 해당기술이 속한 분야의 향후 시장이 가장 확대될 것으로 기대되는 기술은?

두 번째, 기술개발 시점의 평가는 하위기술별 기술개발의 착수시기를 기준으로 이루어진다. 기술개발 시점을 ① 3년 이내, ② 3~6년, ③ 6년 이후의 3가지 범주로 나누어서 평가한다. <표 5-11>은 개발기술의 개발시점 설문 문항을 나타낸다.

<표 5-11> **개발기술의 개발시점 설문 문항**

○○기술의 개발 착수시기로 가장 바람직한 시점은? ① 3년 이내 ② 3~6년 ③ 6년 이후

2) 개발기술 선정 결과 및 분석

설문 결과를 바탕으로 각 기술 분류별 개발기술의 우선순위와 기술개발 시기를 제시한다.

개발기술 선정은 각 기술 분류별로 이루어진다. 2절에서 설명된 선형 할당법을 기술 분류별로 적용하여 우선순위를 평가하게 된다. 선형 할당법에 사용될 평가요소의 가중치는 <표 5-5>를 사용하여 정해지며, 모든 기술 분류에 공통적으로 적용된다. 가중치 벡터 W는 다음과 같이 구성된다.

$$W^T = (w_1,\ w_2,\ w_3,\ w_4,\ w_5,\ w_6,\ w_7,\ w_8,\ w_9)$$
$$= (0.105,\ 0.145,\ 0.119,\ 0.146,\ 0.083,\ 0.066,\ 0.131,\ 0.116,\ 0.089)$$

각 기술 분야/분류별로 개발기술 선정 결과와 분석 내용을 제시한다.

(1) 항만물류 분야

① 항만하역시스템

항만하역시스템 분류 아래에는 총 5개의 하위기술이 존재한다. 5개의 하위기술 중 상위 2개 기술에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-12>와 같다.

<표 5-12> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만하역시스템)**

$$m=5$$

$$\Pi=\begin{bmatrix} 3.548 & 2.640 & 5.271 & 5.271 & 5.271 \\ 1.937 & 4.097 & 5.322 & 5.322 & 5.322 \\ 3.919 & 5.432 & 4.217 & 4.217 & 4.217 \\ 4.468 & 4.799 & 4.244 & 4.244 & 4.244 \\ 8.128 & 5.033 & 2.946 & 2.946 & 2.946 \end{bmatrix}$$

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-13>은 대안 우선순위 결정문제의 풀이결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-13> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만하역시스템)**

$$P^*=\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

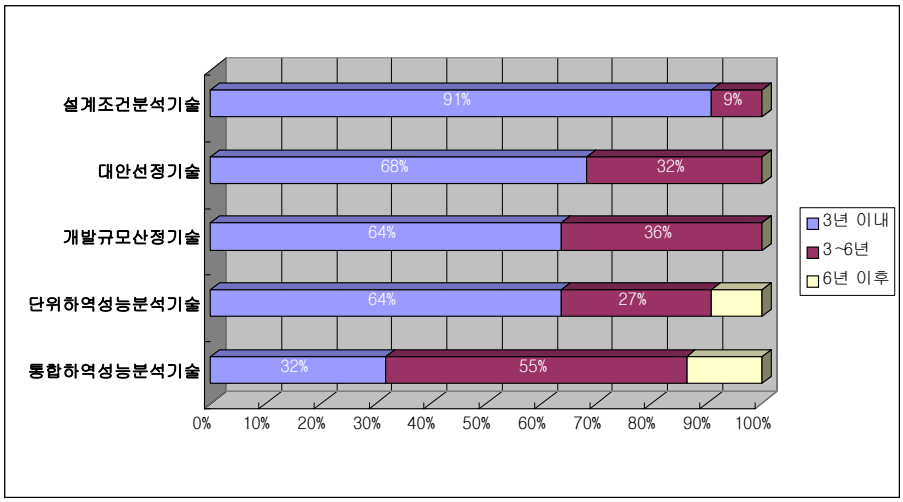
$$A^*=\begin{bmatrix} A_5 & A_3 & A_2 & A_4 & A_1 \end{bmatrix}$$

항만물류 분야 항만하역시스템 분류의 개발기술로는 통합하역성능분석기술, 개발규모산정기술, 대안선정기술 등이 높은 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서는 설계조건분석기술, 대안선정기술, 개발규모선정기술 등이 시급성이 높은 기술로 평가되었다. 개발규모산정기술과 대안산정기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 높게 평가되었다. 하지만 우선순위가 가장 높은 통합하역성능분석기술의 개발 시급성은 가장 낮게 평가되었고, 우선순위 면에서 가장 낮게 평가된 설계조건분석기술의 시급성이 가장 높게 평가되었다. 항만물류 분야 항만하역시스템 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-14>, <그림 5-2>, <그림 5-3>에 각각 나타내었다.

<표 5-14> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만하역시스템)**

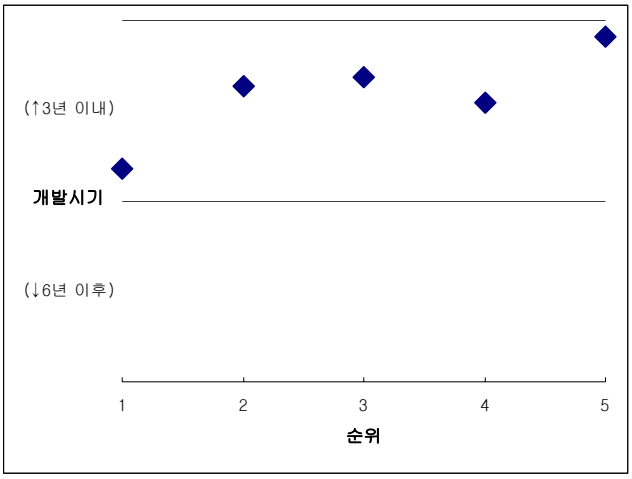
순위	기술명
1	통합하역성능분석기술
2	개발규모산정기술
3	대안선정기술
4	단위하역성능분석기술
5	설계조건분석기술

<그림 5-2> **기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만하역시스템)**



<그림 5-3> **우선순위와 개발시기의 관계**

(항만물류 분야/항만하역시스템)



② 항만운영시스템

항만운영시스템 분류 아래에는 총 15개의 하위기술이 존재한다. 15개의 하위기술 중 상위 5개 기술에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하

<표 5-15> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만운영시스템)**

$m = 15$

$$\Pi = \begin{bmatrix}
7.201 & 4.638 & 4.353 & 1.851 & 2.452 & 1.322 & 1.369 & 1.369 & 1.110 & 1.110 & 1.045 & 1.045 & 1.045 & 1.045 & 1.045 \\
2.372 & 3.564 & 3.100 & 2.697 & 4.150 & 2.170 & 1.686 & 1.686 & 1.586 & 1.586 & 1.481 & 1.481 & 1.481 & 1.481 & 1.481 \\
3.292 & 3.548 & 2.571 & 2.427 & 3.595 & 1.560 & 1.850 & 1.850 & 1.832 & 1.832 & 1.529 & 1.529 & 1.529 & 1.529 & 1.529 \\
2.716 & 1.314 & 4.518 & 4.861 & 2.842 & 1.467 & 1.920 & 1.920 & 1.685 & 1.685 & 1.415 & 1.415 & 1.415 & 1.415 & 1.415 \\
3.381 & 4.310 & 4.313 & 5.865 & 4.329 & 1.259 & 1.000 & 1.000 & 0.935 & 0.935 & 0.935 & 0.935 & 0.935 & 0.935 & 0.935 \\
2.511 & 1.749 & 2.896 & 3.427 & 4.184 & 2.161 & 1.663 & 1.663 & 1.663 & 1.663 & 1.684 & 1.684 & 1.684 & 1.684 & 1.684 \\
2.979 & 3.882 & 2.452 & 2.022 & 1.925 & 1.874 & 1.874 & 1.874 & 1.821 & 1.821 & 1.895 & 1.895 & 1.895 & 1.895 & 1.895 \\
2.496 & 2.608 & 1.897 & 1.333 & 1.056 & 2.222 & 2.222 & 2.222 & 2.371 & 2.371 & 2.240 & 2.240 & 2.240 & 2.240 & 2.240 \\
0.989 & 2.151 & 2.122 & 3.219 & 3.222 & 1.843 & 2.097 & 2.097 & 1.988 & 1.988 & 2.057 & 2.057 & 2.057 & 2.057 & 2.057 \\
0.306 & 0.231 & 0.399 & 0.237 & 0.528 & 2.836 & 2.982 & 2.982 & 2.836 & 2.836 & 3.165 & 3.165 & 3.165 & 3.165 & 3.165 \\
0.000 & 0.196 & 0.440 & 0.834 & 0.049 & 2.848 & 2.848 & 2.848 & 2.848 & 2.848 & 3.248 & 3.248 & 3.248 & 3.248 & 3.248 \\
0.956 & 1.045 & 1.224 & 1.533 & 0.647 & 2.459 & 2.512 & 2.512 & 2.459 & 2.459 & 2.838 & 2.838 & 2.838 & 2.838 & 2.838 \\
0.089 & 0.912 & 0.877 & 0.673 & 1.198 & 2.625 & 2.625 & 2.625 & 2.625 & 2.625 & 3.025 & 3.025 & 3.025 & 3.025 & 3.025 \\
1.487 & 0.713 & 0.493 & 0.464 & 0.811 & 2.681 & 2.681 & 2.681 & 3.209 & 3.209 & 2.714 & 2.714 & 2.714 & 2.714 & 2.714 \\
1.224 & 1.141 & 0.345 & 0.557 & 1.011 & 2.671 & 2.671 & 2.671 & 3.031 & 3.031 & 2.729 & 2.729 & 2.729 & 2.729 & 2.729
\end{bmatrix}$$

는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-15>와 같다.

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-16>은 대안 우선순위 결정문제의 풀이결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-16> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만운영시스템)**

$$P^{*}=\begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}$$

$$A^{*}=\begin{bmatrix} A_1 & A_7 & A_4 & A_5 & A_6 & A_2 & A_3 & A_9 & A_{15} & A_{14} & A_{13} & A_{12} & A_{10} & A_8 & A_{11} \end{bmatrix}$$

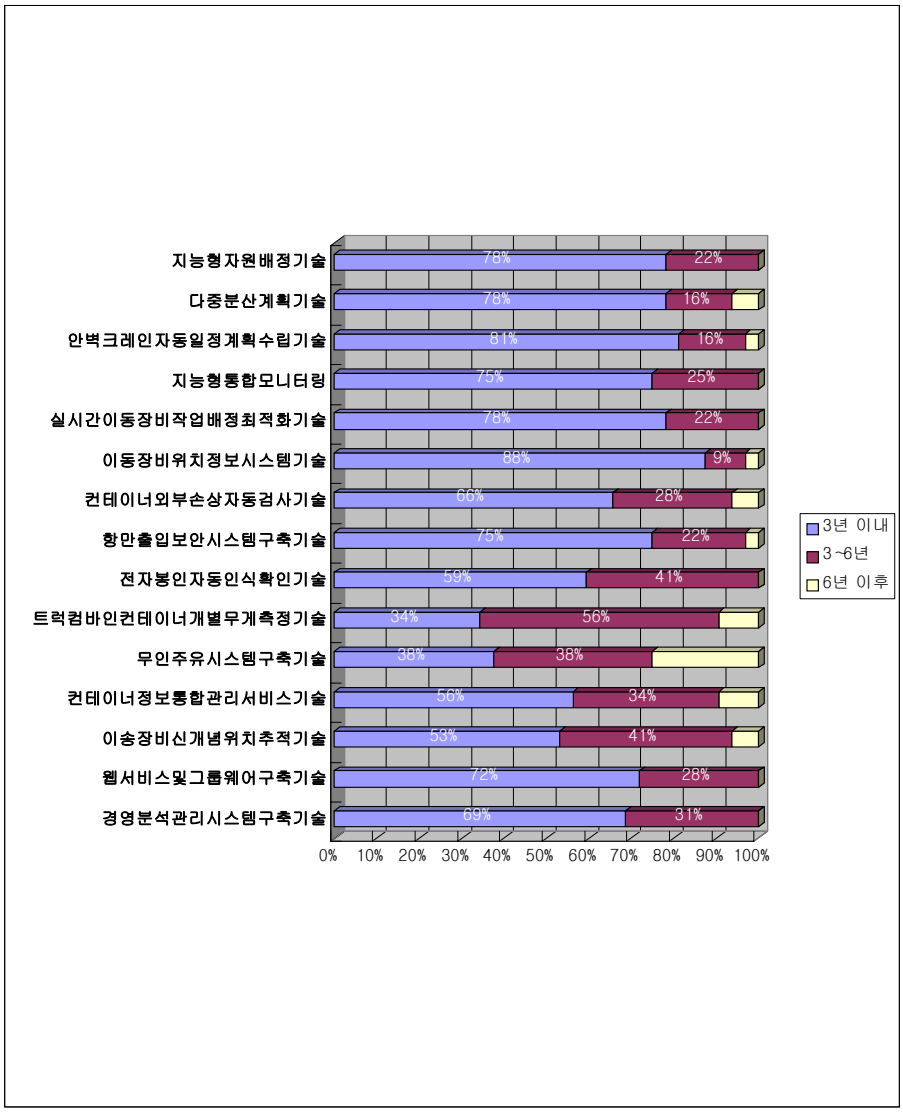
항만물류 분야 항만운영시스템 분류의 개발기술로는 지능형 자원배정 기술, 컨테이너 외부손상 자동검사 기술, 지능형 통합 모니터링 기술, 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술, 이동장비 위치정보시스템 기술 등이 높은 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서는 이동장비 위치정보시스템 기술, 지능형 자원배정 기술, 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술, 안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술, 지능형 통합 모니터링 기술 등이 시급성이 높은 기술로 평가되었다. 지능형 자원배정 기술, 지능형 통합 모니터링 기술, 실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술, 이동장비 위치정보시스템 기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 높게

평가되었다. 컨테이너 외부손상 자동검사 기술은 우선순위에 비해 시급성은 낮게 나타났으며, 안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술은 우선순위에 비해 시급성은 높게 나타났다. 무인주유시스템 구축기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 가장 낮게 평가되었다. 항만물류 분야 항만운영시스템 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-17>, <그림 5-4>, <그림 5-5>에 각각 나타내었다.

<표 5-17> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만운영시스템)**

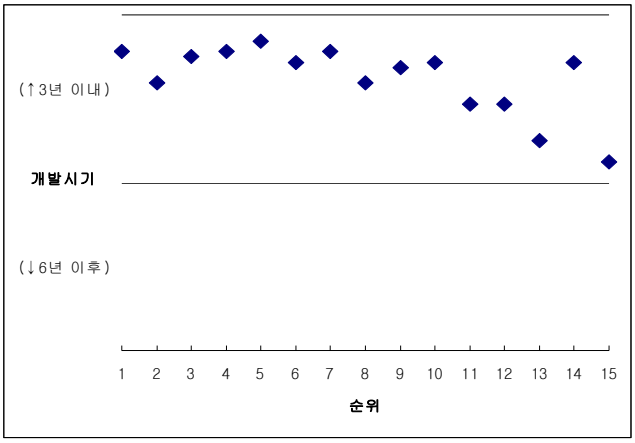
순위	기술명
1	지능형 자원배정 기술
2	컨테이너 외부손상 자동검사 기술
3	지능형 통합 모니터링 기술
4	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술
5	이동장비 위치정보시스템 기술
6	다중분산 계획 기술
7	안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술
8	전자봉인 자동인식 확인 기술
9	경영분석/관리시스템 구축기술
10	웹서비스 및 그룹웨어 구축기술
11	이송장비 신개념 위치추적 기술
12	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술
13	트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술
14	항만출입 보안시스템 구축기술
15	무인주유시스템 구축기술

<그림 5-4> **기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만운영시스템)**



<그림 5-5> **우선순위와 개발시기의 관계**

(항만물류 분야/항만운영시스템)



③ 항만물류운송시스템

항만물류운송시스템 분류 아래에는 총 8개의 하위기술이 존재한다. 8개의 하위기술 중 상위 2개 기술에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-18>과 같다.

<표 5-18> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만물류 분야/항만물류운송시스템)**

$m=8$

$$\Pi = \begin{bmatrix} 7.133 & 0.580 & 3.881 & 3.881 & 3.881 & 3.881 & 3.881 & 3.881 \\ 4.039 & 4.988 & 3.662 & 3.662 & 3.662 & 3.662 & 3.662 & 3.662 \\ 3.340 & 2.947 & 4.119 & 4.119 & 4.119 & 4.119 & 4.119 & 4.119 \\ 3.824 & 4.001 & 3.863 & 3.863 & 3.863 & 3.863 & 3.863 & 3.863 \\ 2.897 & 3.738 & 4.061 & 4.061 & 4.061 & 4.061 & 4.061 & 4.061 \\ 3.282 & 4.266 & 3.909 & 3.909 & 3.909 & 3.909 & 3.909 & 3.909 \\ 5.025 & 5.214 & 3.460 & 3.460 & 3.460 & 3.460 & 3.460 & 3.460 \\ 1.461 & 5.266 & 4.045 & 4.045 & 4.045 & 4.045 & 4.045 & 4.045 \end{bmatrix}$$

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-19>는 대안 우선순위 결정문제의 풀이 결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-19> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만물류 분야/항만물류운송시스템)**

$$P^{*}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

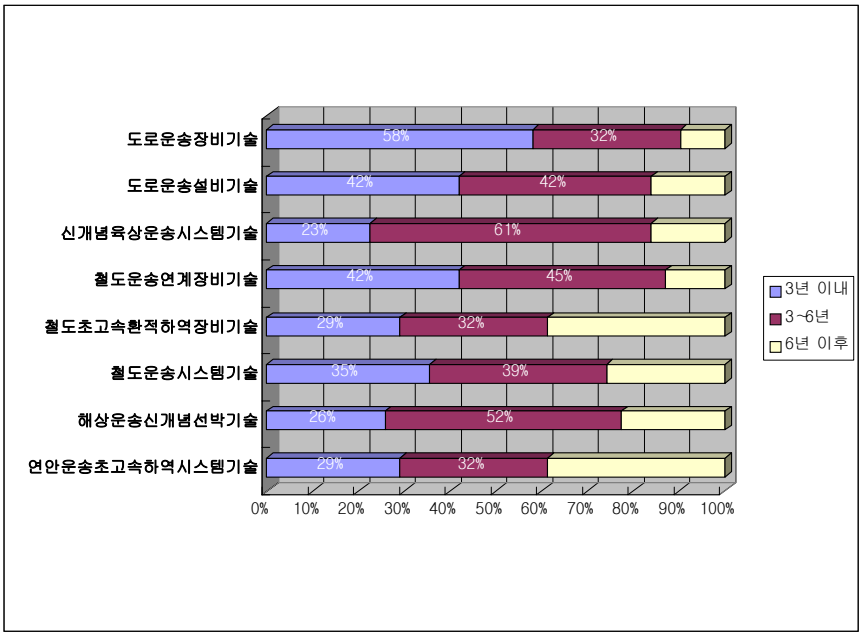
$$A^{*}=\begin{bmatrix} A_1 & A_7 & A_4 & A_8 & A_6 & A_5 & A_3 & A_2 \end{bmatrix}$$

항만물류 분야 항만물류운송시스템 분류의 개발기술로는 도로운송 장비기술, 해상운송 신개념선박기술 등이 높은 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서는 도로운송 장비기술, 철도운송 연계장비기술 등이 시급성이 높은 기술로 평가되었다. 도로운송 장비기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 가장 높게 평가되었다. 해상운송 신개념선박기술은 우선순위에 비해 시급성은 낮게 나타났으며, 도로운송 설비기술은 우선순위에 비해 시급성은 높게 나타났다. 연안운송 초고속하역시스템기술과 철도 초고속환적 하역장비기술은 시급성이 낮은 것으로 나타나 중장기적인 계획이 필요한 기술로 판단된다. 항만물류 분야 항만물류운송시스템 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-20>, <그림 5-6>, <그림 5-7>에 각각 나타내었다.

<표 5-20> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만물류 분야/항만물류운송시스템)**

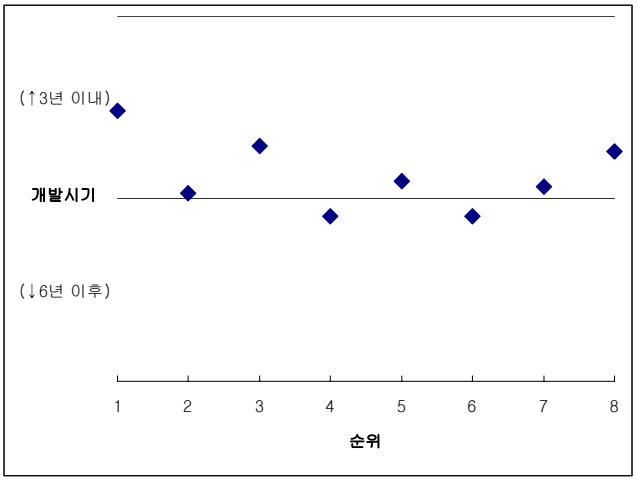
순위	기술명
1	도로운송 장비기술
2	해상운송 신개념선박기술
3	철도운송 연계장비기술
4	연안운송 초고속하역시스템기술
5	철도 운송시스템기술
6	철도 초고속환적 하역장비기술
7	신개념 육상운송기술
8	도로운송 설비기술

<그림 5-6> 기술 분류별 기술개발 시기(항만물류 분야/항만물류운송시스템)



<그림 5-7> 우선순위와 개발시기의 관계

(항만물류 분야/항만물류운송시스템)



(2) 항만 및 해양장비 분야

① 항만하역장비

항만하역장비 분류 아래에는 총 6개의 하위기술이 존재한다. 6개의 하위기술 중 상위 2개 기술에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-21>과 같다.

<표 5-21> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비)**

$$m=6$$

$$\Pi=\begin{bmatrix} 13.435 & 5.706 & 5.215 & 5.215 & 5.215 & 5.215 \\ 5.165 & 5.332 & 7.376 & 7.376 & 7.376 & 7.376 \\ 6.955 & 5.973 & 6.768 & 6.768 & 6.768 & 6.768 \\ 6.593 & 11.348 & 5.515 & 5.515 & 5.515 & 5.515 \\ 5.959 & 5.849 & 7.048 & 7.048 & 7.048 & 7.048 \\ 1.893 & 4.394 & 8.428 & 8.428 & 8.428 & 8.428 \end{bmatrix}$$

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-22>는 대안 우선순위 결정문제의 풀이결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-22> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비)**

$$P^*=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

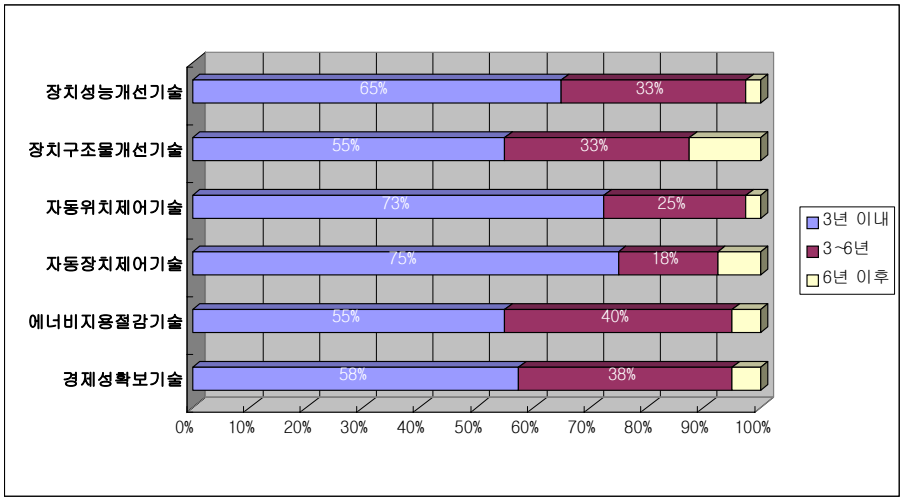
$$A^*=\begin{bmatrix} A_1 & A_4 & A_6 & A_3 & A_5 & A_2 \end{bmatrix}$$

항만 및 해양장비 분야 항만하역장비 분류의 개발기술로는 장치성능 개선기술, 자동 장치제어기술, 경제성 확보기술 등이 높은 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서는 자동 위치제어기술, 자동 장치제어기술, 장치성능 개선기술 등이 시급성이 높은 기술로 평가되었다. 장치성능 개선기술과 자동 장치제어기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 높게 평가되었다. 개발 시급성은 전 기술에서 고르게 나타났다. 항만 및 해양장비 분야 항만하역장비 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-23>, <그림 5-8>, <그림 5-9>에 각각 나타내었다.

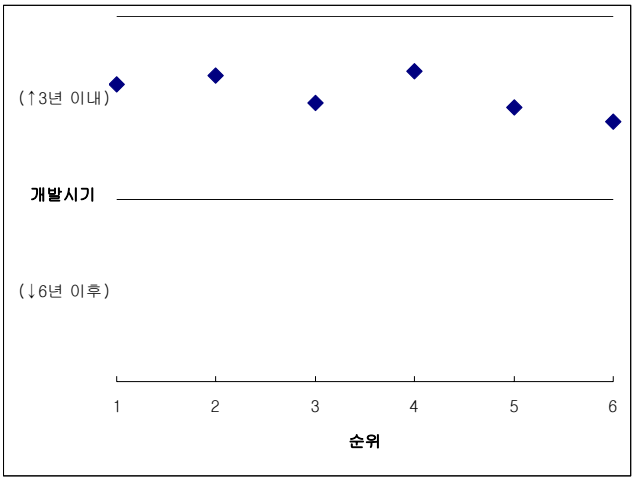
<표 5-23> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비)**

순위	기술명
1	장치성능 개선기술
2	자동 장치제어기술
3	경제성 확보기술
4	자동 위치제어기술
5	에너지비용 절감기술
6	장치구조물 개선기술

<그림 5-8> **기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비)**



<그림 5-9> **우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만하역장비)**



② 항만건설장비

항만건설장비 분류 아래에는 총 8개의 하위기술이 존재한다. 8개의 하위기술 중 상위 3개 기술에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-24>와 같다.

<표 5-24> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비)**

$m=8$

$$\Pi=\begin{bmatrix} 11.785 & 5.063 & 4.005 & 3.829 & 3.829 & 3.829 & 3.829 & 3.829 \\ 3.632 & 4.599 & 2.308 & 5.892 & 5.892 & 5.892 & 5.892 & 5.892 \\ 2.964 & 3.434 & 2.694 & 6.182 & 6.182 & 6.182 & 6.182 & 6.182 \\ 3.336 & 2.741 & 4.039 & 5.977 & 5.977 & 5.977 & 5.977 & 5.977 \\ 5.068 & 4.647 & 3.651 & 5.327 & 5.327 & 5.327 & 5.327 & 5.327 \\ 4.386 & 8.753 & 4.085 & 4.555 & 4.555 & 4.555 & 4.555 & 4.555 \\ 6.574 & 6.951 & 11.610 & 2.973 & 2.973 & 2.973 & 2.973 & 2.973 \\ 2.254 & 3.812 & 7.608 & 5.265 & 5.265 & 5.265 & 5.265 & 5.265 \end{bmatrix}$$

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-25>는 대안 우선순위 결정문제의 풀이결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-25> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비)**

$$P^{*}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

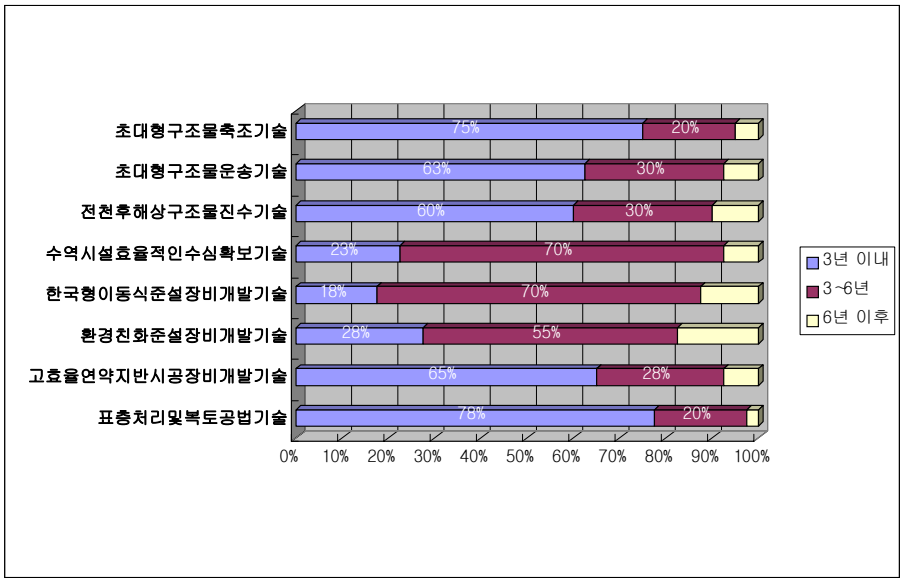
$$A^{*}=\begin{bmatrix} A_1 & A_6 & A_7 & A_5 & A_4 & A_8 & A_2 & A_3 \end{bmatrix}$$

항만 및 해양장비 분야 항만건설장비 분류의 개발기술로는 초대형 구조물 축조기술, 환경친화적 준설장비 개발 기술, 고효율 연약지반시공 장비 개발 기술, 한국형 이동식 준설장비 개발 기술, 수역시설 효율적인 수심확보기술 등이 높은 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서는 표층처리 및 복토공법기술, 초대형 구조물 축조기술, 고효율 연약지반시공 장비 개발 기술, 초대형 구조물 운송기술, 전천후 해상구조물 진수기술 등이 시급성이 높은 기술로 평가되었다. 초대형 구조물 축조기술과 고효율 연약지반시공 장비 개발 기술은 우선순위와 시급성 양 측면에서 모두 높게 평가되었다. 환경친화적 준설장비 개발 기술, 한국형 이동식 준설장비 개발 기술, 수역시설 효율적인 수심확보기술은 우선순위에 비해 시급성은 낮게 나타났으며, 표층처리 및 복토공법기술, 초대형 구조물 운송기술, 전천후 해상구조물 진수기술은 우선순위에 비해 시급성은 높게 나타났다. 항만 및 해양장비 분야 항만건설장비 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-26>, <그림 5-10>, <그림 5-11>에 각각 나타내었다.

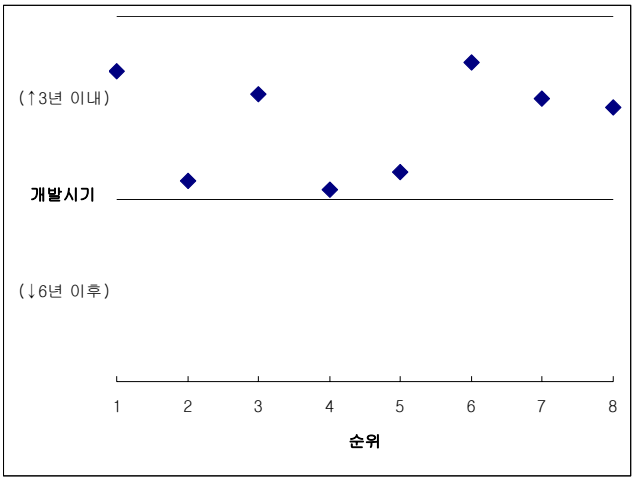
<표 5-26> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비)**

순위	기술명
1	초대형 구조물 축조기술
2	환경친화적 준설장비 개발 기술
3	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술
4	한국형 이동식 준설장비 개발 기술
5	수역시설 효율적인 수심확보기술
6	표층처리 및 복토공법기술
7	초대형 구조물 운송기술
8	전천후 해상구조물 진수기술

<그림 5-10> **기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비)**



<그림 5-11> **우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만건설장비)**



③ 항만보조시설

항만보조시설 분류 아래에는 총 2개의 하위기술이 존재한다. 2개의 하위기술 모두에 대한 우선순위 설문을 통하여 대안들의 순위정보를 요약하는 행렬 Π를 구성할 수 있다. 선형 계획법 모형에 적용되는 입력 자료는 <표 5-27>과 같다.

<표 5-27> **대안 우선순위 결정문제 입력자료(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설)**

$$m=2$$

$$\Pi=\begin{bmatrix} 19.230 & 20.770 \\ 20.770 & 19.230 \end{bmatrix}$$

위의 입력자료를 기초로 선형 계획법 모형의 최적해를 구할 수 있으며, 이를 통해 개발기술의 우선순위가 결정된다. <표 5-28>은 대안 우선순위 결정문제의 풀이 결과와 우선순위 벡터를 나타낸다.

<표 5-28> **대안 우선순위 결정문제 풀이결과(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설)**

$$P^* = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

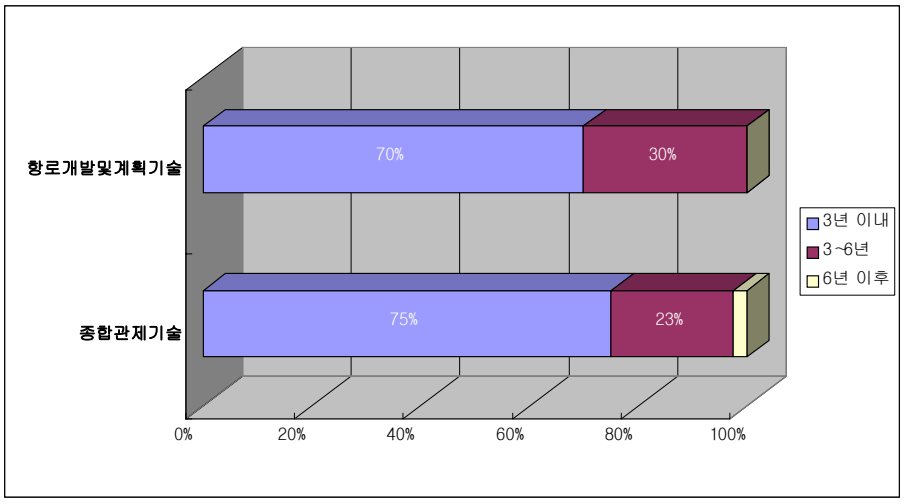
$$A^* = \begin{bmatrix} A_2 & A_1 \end{bmatrix}$$

항만 및 해양장비 분야 항만보조시설 분류의 개발기술로는 종합관제기술과 항로개발 및 계획기술이 유사한 우선순위로 평가되었다. 기술개발 시기 면에서도 유사한 시급성을 나타내었다. 항만 및 해양장비 분야 항만보조시설 분류의 모든 하위기술에 대한 우선순위, 기술개발 시기, 우선순위와 개발시기의 관계를 <표 5-29>, <그림 5-12>, <그림 5-13>에 각각 나타내었다.

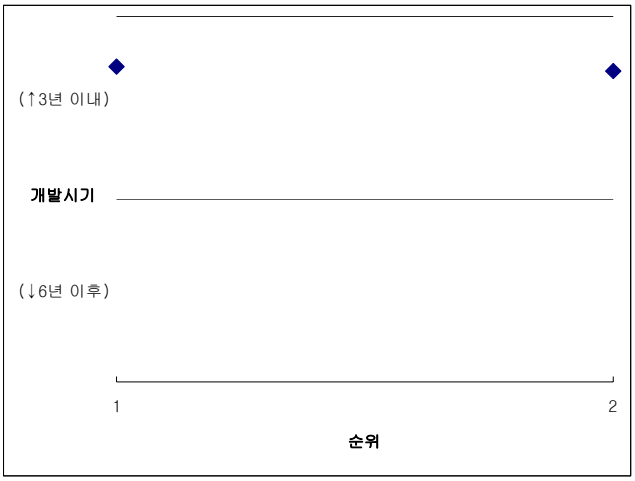
<표 5-29> **기술 분류별 개발기술 우선순위(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설)**

순위	기술명
1	종합관제기술
2	항로개발 및 계획기술

<그림 5-12> **기술 분류별 기술개발 시기(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설)**



<그림 5-13> **우선순위와 개발시기의 관계(항만 및 해양장비 분야/항만보조시설)**



제 6 장 컨테이너 항만기술개발 로드맵(Technology Road Map) 수립 및 추진전략

1. 개요

본 장에서는 우선적으로 로드맵의 목적에 따른 형태, 작성방법을 살펴본다.

이를 바탕으로 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립을 위해 분야별/기술별로 우선순위에 따른 국내 기술개발트리를 작성하고 ① 분야별/기술별 개발시점에 따른 Macro 로드맵, ② 분야별 개발 기술에 대한 제품개발과의 연관 Micro 로드맵을 수립한다.

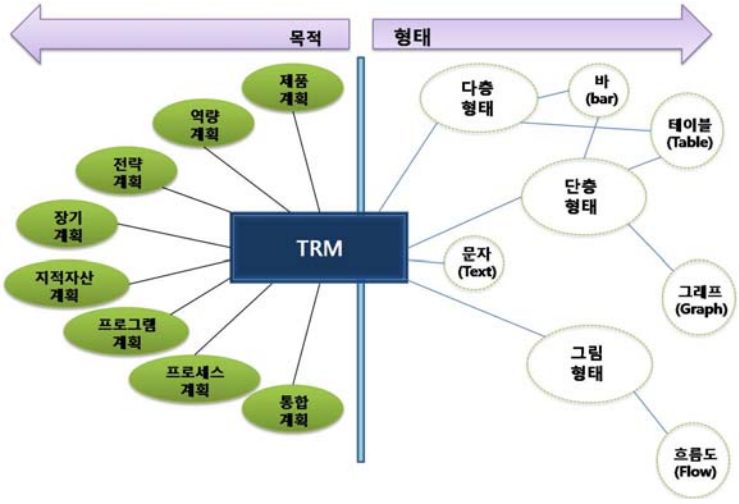
또한, 항만기술 로드맵에서 제시된 기술들을 효과적으로 추진하기 위한 전략을 제시한다.

2. 기술 로드맵의 형태와 작성방법론

기술 로드맵은 수립목적에 따라 매우 다양한 형태로 나타난다. Phaal et al. (2004)에 의하면 약 40개의 로드맵을 조사한 결과 약 16개의 개략적 영역으로 구분하였다.

로드맵의 수립목적에 따라 제품계획, 역량계획, 전략계획, 장기계획, 지적자산계획, 프로그램계획, 프로세스계획, 통합계획 등 8가지 계획으로 구분하였고 이러한 목적에 따라 로드맵을 수립할 때 다층도, 단층도태, 그림, 문자 등 크게 4가지로 표현하며 각각에 대해 바(bar), 도표(Table), 그래프(graph), 흐름도(Flow) 등의 형태로 표기한다(<그림 6-1> 참조).

<그림 6-1> **로드맵의 특성**



자료 : Phaal, R., Farrukh, C. J. P., and Probert, D. R., “Technology Roadmapping - A Planning Framework for Evolution and Revolution”, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 71, 2004.

1) 개발목적에 따른 기술개발 로드맵

각각의 목적에 따른 로드맵 작성도는 제품계획, 서비스 역량계획, 전략계획, 장기적 계획, 지적자산계획, 프로그램 계획, 프로세스 계획, 통합계획 로드맵 등 크게 8가지 로드맵으로 구성된다.

제품계획 로드맵은 기술개발 로드맵을 작성하는데 가장 일반적인 형태로서 개발기술에 따른 제품과의 연관관계를 잘 나타낸 것이다. 이 로드맵은 일반적으로 제품의 여러 세대를 잘 표현해 주는 형태이다.

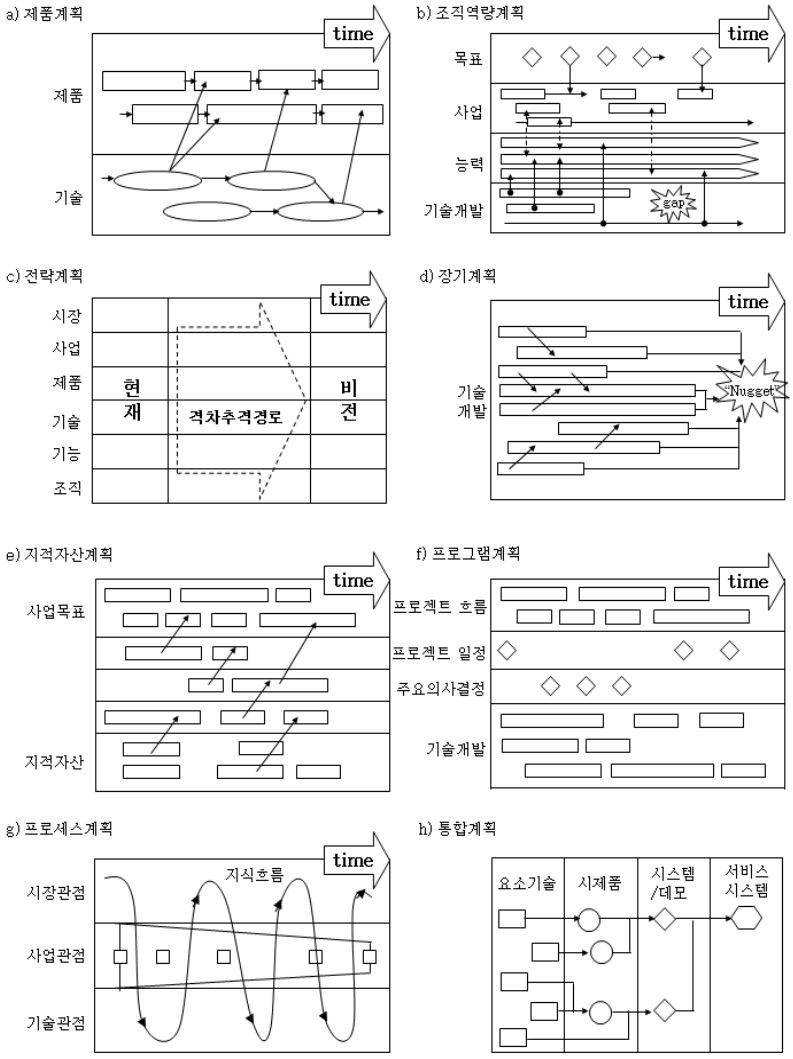
서비스역량계획 로드맵의 형태는 서비스 기반의 기업에 가장 적합하며 기술이 조직역량을 강화시키는 방법에 초점을 두고 있다. 이는 기술개발을 통해 역량을 강화하고 이를 사업에 반영시켜 목표를 달성하게 하는 구조를 가지고 있다.

전략계획 로드맵의 형태는 일반적으로 사업에 있어 다양한 기회와 위협의 평가를 지원하는 측면에서 전략적 인식을 하는데 적합하다. <그림 6-2(c)>는 전략사업계획을 지원하는데 T-Plan을 사용함으로써 개발된 로드맵이며 현재의 시장, 사업, 제품, 기술, 기능, 문화 등을 바탕으로 미래의 전망을 이끌어내는데 초점을 두고 있다.

장기적 계획 로드맵의 형태는 장기간의 계획을 지원하는데 사용되며 수평적으

로 펼쳐지는 형태이다. 이 형태의 로드맵은 영역이나 국가적 예측 수준의 계획을 수립하는데 사용되며 잠재적이고 획기적인 기술과 시장을 확인하기 위한 레이더로 사용된다. <그림 6-2(d)>는 미국의 IMTRI(Integrated Manufaturing Technology Roadmapping Initiative)에서 개발된 로드맵 중의 하나를 나타낸 것이다.

<그림 6-2> **개발목적에 따른 로드맵 종류**



자료 : Phaal, R., Farrukh, C. J. P., and Probert, D. R., “Technology Roadmapping - A Planning Framework for Evolution and Revolution”, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 71, 2004.

지적자산 계획 로드맵의 형태는 지적자산과 지식관리의 사업목적을 가지는데 맞추어진 형태로서 <그림 6-2(e)>는 에든버러 대학에서 AIAU(Artificial Intelligence Application Unit)에 의해 개발된 것이다. 이는 미래 시장수요에 요구되는 민감한 지적자산과 기능, 기술, 경쟁 등을 가시화시키기 위해 개발된 것이다.

프로그램 계획 로드맵의 형태는 전략과 프로젝트계획(예를 들어 R&D 프로젝트)와의 직접적인 연관성을 통합하는데 초점을 맞추고 있으며 <그림 6-2(f)>는 나사에서 우주와 생명을 조사하는데 개발된 로드맵이다. 이 로드맵은 NGST(Next Generation Space Telescope)를 위해 개발된 프로그램을 운영하는데 목적이 있으며 기술개발, 프로그램 단계와 시점간의 상관관계를 나타낸 것이다.

프로세스 계획 로드맵의 형태는 특정한 과정(예를 들어 새로운 제품개발)에 초점을 두는데 있어 지식의 관리를 지원하는 형태이다. <그림 6-2(g)>는 기술과 상업적 전망을 조화롭게 하고 효과적인 신규제품 개발과 도입을 촉진하는데 필요한 지식의 흐름에 초점을 둠으로서 제품계획을 지원하기 위해 T-Plan을 사용하여 개발된 로드맵의 형태이다.

통합 계획 로드맵의 형태는 다양한 기술들이 제품과 시스템 내에 결합되거나 새로운 기술을 형성하기 위한 방법으로 기술의 평가와 통합에 초점을 맞추고 있다. <그림 6-2(f)>는 NASA 로드맵으로서 NGST를 위한 개발 프로그램의 관리와 관련되며 과학적 임무를 지원함으로써 테스트, 데모시스템에 적용되는 방법을 보여준다.

2) 형태에 따른 기술개발 로드맵

형태에 따른 로드맵 종류는 다층(Multiple Layer) 구조, 바(Bar) 구조, 표(Table) 구조, 그래프(Graph) 구조, 그림(Pictorial) 구조, 흐름도(Flow Chart) 구조, 단층(Single Layer) 구조, 문자(Text) 구조 등 크게 8가지 형태로 나누어진다.

다층(Multiple Layer) 구조의 형태는 기술, 제품, 시장을 나타낼 수 있도록 여러개의 층을 형성하는 기술 로드맵 구조이다. 이 로드맵은 제품, 서비스, 그리고 사업시스템으로 기술통합을 용이하게 하고, 내부 종속요소 모두를 각각의 층으로 전개할 수 있도록 한다. <그림 6-3(a)>는 미래제품의 제품통합을 지원하고 기술을 기능개발까지 진행하는데 사용하는 필립스 로드맵을 나타낸 것이다.

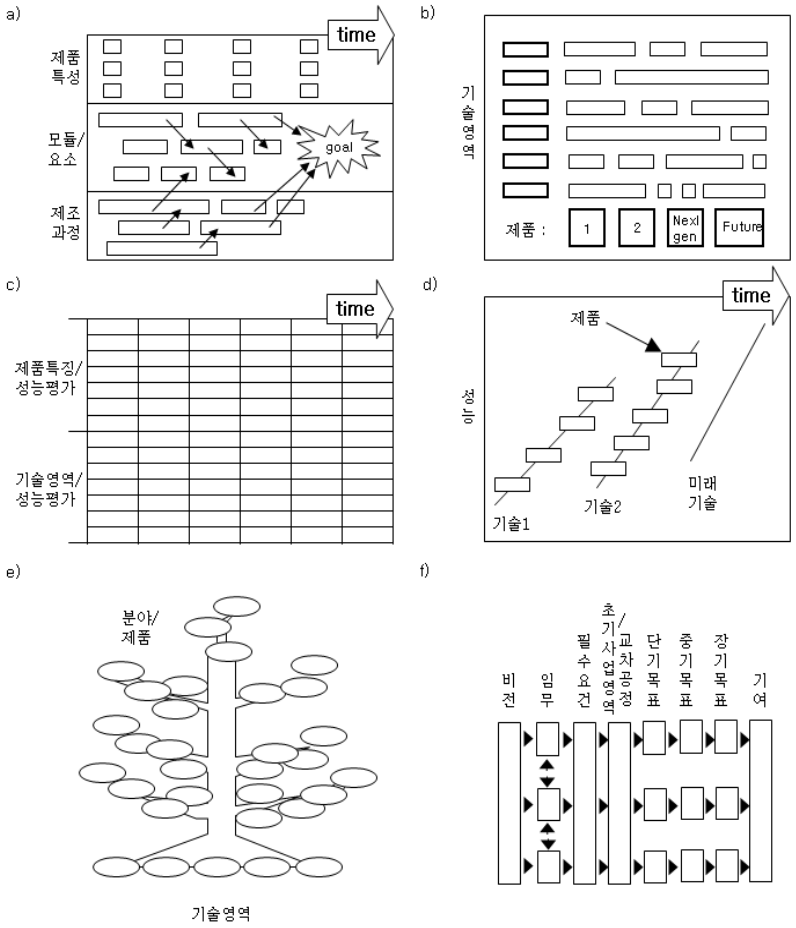
대다수의 로드맵들은 개별적 층구조나 종속적 층구조의 바 형태로 표현되는데 바(bar) 구조는 요구되는 결과물을 단순화하거나 통합하는데 유리하고 로드맵을

지원하기 위한 소프트웨어의 개발, 로드맵간의 연계나 통합을 용이하게 한다.

표(Table) 구조 형태는 일부의 경우 완성된 로드맵이나 로드맵 내의 층들은 표로서 표현(시간 : 성능 또는 요구사항)되는데 접근형식은 성능을 정량적으로 표현하는 상황에 적합하다.

그래프(Graph) 구조는 제품이나 기술성능이 정량화되는 곳에 단순한 그래프나 플롯(plot)으로 표현되는 로드맵으로서 그래프의 형태는 경험적 곡선으로 불려지며 거의 기술 S커브와 관련이 있다.

<그림 6-3> **작성구조에 따른 로드맵 종류**



자료 : Phaal, R., Farrukh, C. J. P., and Probert, D. R., “Technology Roadmapping - A Planning Framework for Evolution and Revolution”, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 71, 2004.

그림(Pictorial) 구조의 로드맵은 기술의 통합과 계획을 연계하기 위해 보다 독창적인 그림으로 표현된다.

흐름도(Flow Chart) 구조는 그림형태로 표현되는 것 중 일부로서 그 형태는 목표, 활동, 성과와 관련하여 플로우챠트 구조로서 표현된다.

단층(Single Layer) 구조는 다층구조의 일부분이며 덜 복잡한 반면 일반적으로 나타나지 않는 층들간의 연계구조를 나타내는 데에는 매우 유리하다.

문자(Text) 구조는 대부분 문자기반으로 작성되며 동일한 결과를 묘사하는데 있어 문자기반의 보고서가 전통적인 그래프 로드맵에 포함되는 형태를 가진다.

3) 본 연구의 기술개발 로드맵

본 연구의 경우 기술개발 목적은 컨테이너 항만기술에 대한 국가적 예측 수준의 계획을 수립하여 잠재적 기술개발 방향예측과 미래 항만관련 산업의 활성화 및 대처방안을 수립하는 것이다.

따라서, 국가적 정책수준의 광범위하고 장기적인 계획 수립단계로서 Phaal et al.(2004)에 의해 분류되었던 장기계획 로드맵인 <그림 6-2(a)>의 형태와 일부 핵심기술과 제품개발까지 연계하는 <그림 6-2(b)>의 제품계획 로드맵 등 2가지 종류로 나타나게 되며 표현구조는 다층구조와 단층구조를 가지도록 계획한다.

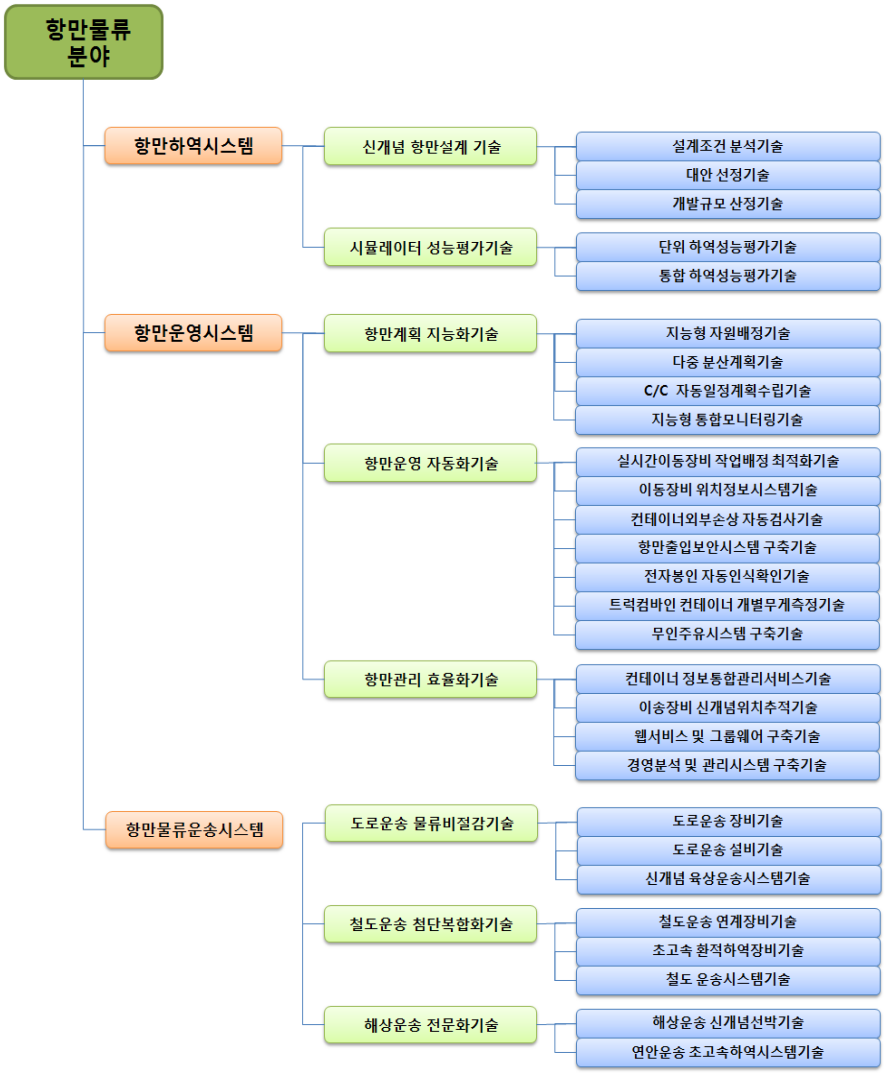
<표 6-1> **본 연구의 로드맵 작성형태 및 구조**

구분	내용	종류 및 구조
목적에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	장기계획 로드맵
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	제품계획 로드맵
구조에 따른 로드맵 종류	개발기간별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	개발시점별 컨테이너 항만기술 로드맵	단층구조
	핵심기술과 개발제품의 연관 로드맵	다층구조

3. 항만기술개발 로드맵(PTRM : Port Technology Road Map)

1) 분야별/분류별 국내 우선순위 개발기술트리

<그림 6-4> **항만물류분야 기술트리**



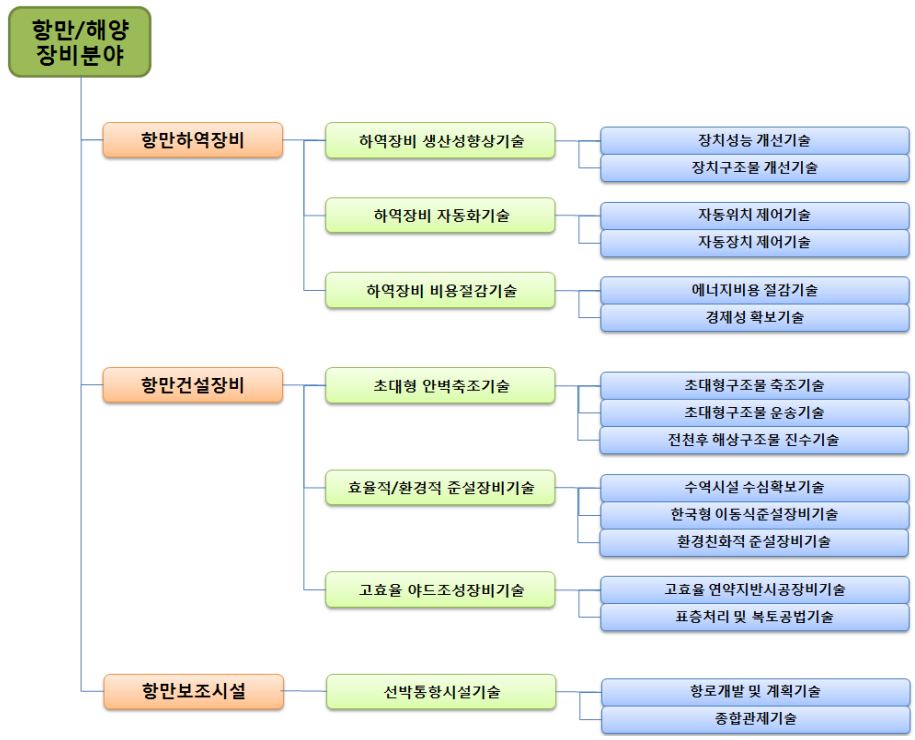
각 분야별 항만기술트리를 종합하면 항만물류분야는 항만하역시스템, 항만운영시스템, 항만물류운송시스템 등 총 3개 소분야로 나누어지며 항만하역시스템은

신개념 항만설계기술에 3개 기술, 시뮬레이터 성능평가기술에 2개 기술로 구성된다. 항만운영시스템은 항만계획 지능화기술에 4개 기술, 항만운영 자동화기술에 7개 기술, 항만관리 효율화기술에 4개 기술 등 총 15개 기술로 구성된다. 항만물류운송시스템은 도로운송 물류비절감기술에 3개 기술, 철도운송 첨단복합화기술에 3개 기술, 해상운송 전문화기술에 2개 기술 등 총 8개 기술로 구성된다.

항만 및 해양장비분야는 항만하역장비, 항만건설장비, 항만보조시설 등 총 3개 소분야로 나누어지며 항만하역장비는 하역장비 생산성향상기술에 2개 기술, 하역장비 자동화기술에 2개 기술, 하역장비 비용절감기술에 2개 기술 등 총 6개 기술로 구성된다. 항만건설장비에는 초대형 안벽축조기술에 3개 기술, 효율적/환경적 준설장비기술에 3개 기술, 고효율 야드조성장비기술에 2개 기술 등 총 8개 기술로 구성되고 항만보조시설에는 선박통항시설기술로서 2개 기술로 구성된다.

5장에서 항만기술을 설문조사하고 선정기준 및 선정방법에 따라 분야별로 개발우선순위가 결정되었다.

<그림 6-5> **항만/해양장비분야 기술트리**



따라서, 본 절에서는 분야별, 개발우선순위별로 개발기술을 종합하여 도식화하였다.

<그림 6-6> **항만기술 분야별 기술개발트리(개발 우선순위별)**



2) 분야별 개발시점에 따른 컨테이너 항만기술 로드맵

5장에서 기술별 개발시점에 대한 설문조사를 수행하였다. 국가적으로 수행하고 있는 중장기 해양과학기술 계획이나 중장기 항만기술 발전 기본계획 등은 5년마다 1번씩 이루어지고 있다. 그러나, 항만관련 기술은 전 세계적으로 매우 급변하고 있으며 국가정책적인 측면의 5년에 1회 수행되는 기술개발 계획은 이에 신속히 대응하지 못하는 측면이 있다. 따라서, 5년을 전체적인 계획수립 기간으로 하되 단기적으로는 2~3년에 1번씩 기술개발 계획의 재검토 및 수정보완을 수행하여야 할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 항만기술 관련 개발시점 설문에서 3년 이내 개발기술, 3~6년 이내 개발기술, 6년 이후 개발기술 등 3가지의 개발시점을 나누어 설문조사를 수행하였다.

그 결과 3년 이내에 수행되어야 할 기술이 총 31건으로 66%를 차지했으며 3~6년 이내 수행되어야 할 기술로서 16건인 34%로 나타났다.

<표 6-2> **분야별/기술별 기술개발시점**

분야	3년 이내	3~6연 이내	6년이후
항만하역시스템	4	1	-
항만운영시스템	13	2	-
항만물류운송시스템	1	7	-
항만하역장비	6	-	-
항만건설장비	5	3	-
항만보조시설	2	-	-
계	31	16	-

<표 6-3> **세부기술 개발시점에 따른 로드맵**

기술명	기술개발목표	세부기술	2009~2011	2012~2014	2015~2017
항만 하역 시스템	신개념 항만설계 기술개발	설계조건분석기술	○		
		대안선정기술	○		
		개발규모산정기술	○		
	지능화된 시뮬레이터 기술개발	단위하역성능분석기술	○		
		통합하역성능분석기술		○	
항만 운영 시스템	지능화된 항만 운영계획기술개발	지능형 자원배정 기술	○		
		다중분산 계획 기술	○		
		안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술	○		
		지능형 통합 모니터링 기술	○		
	자동화된 항만운영기술개발	실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술	○		
		이동장비 위치정보시스템 기술	○		
		컨테이너 외부손상 자동검사 기술	○		
		항만출입 보안시스템 구축기술	○		
		전자봉인 자동인식 확인 기술	○		
		트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술		○	
		무인주유시스템 구축기술		○	
	효율적 항만관리 기술개발	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술	○		
		이송장비 신개념 위치추적 기술	○		
		웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	○		
		경영분석/관리시스템 구축기술	○		
항만 물류 운송 시스템	도로운송 물류비 절감 기술개발	도로운송 장비기술	○		
		도로운송 설비기술		○	
		신개념 육상운송기술		○	
	철도운송 첨단복합화 기술개발	철도운송 연계장비기술		○	
		철도 초고속환적 하역장비기술		○	
		철도 운송시스템기술		○	
	해상운송 전문화 기술개발	해상운송 신개념선박기술		○	
		연안운송 초고속하역시스템기술		○	
항만 하역 장비	생산성향상 기술개발	장치성능 개선기술	○		
		장치구조물 개선기술	○		
	자동화 기술개발	자동 위치제어기술	○		
		자동 장치제어기술	○		
	비용절감 기술개발	에너지비용 절감기술	○		
		경제성 확보기술	○		
항만 건설 장비	안벽축조 초대형화 기술개발	초대형 구조물 축조기술	○		
		초대형 구조물 운송기술	○		
		전천후 해상구조물 진수기술	○		
	준설장비 효율화/친환경화 기술개발	수역시설 효율적인 수심확보기술		○	
		한국형 이동식 준설장비 개발 기술		○	
		환경친화적 준설장비 개발 기술		○	
	야드조성장비 고효율화 기술개발	고효율 연약지반시공 장비 개발 기술	○		
		표층처리 및 복토공법기술	○		
항만 보조시설	선박통항시설 국산화기술	항로개발 및 계획기술	○		
		종합관제기술	○		

이 중 항만하역 및 운영시스템, 항만하역장비의 경우 80% 이상의 기술이 3년 이내 개발이 필요한 것으로 나타났으며 항만물류운송시스템의 경우 일정기간을 두고 항만물류운송의 인프라가 완성된 후 3~6년 이내 개발을 시작해야 하는 것으로 조사되어 분야별로 개발 시급성에 대한 차이가 발생하는 것으로 나타나고 있다.

3) 분야별 핵심개발기술과 개발제품의 연관 로드맵

우선순위별 항만기술트리와 개발시점에 따른 로드맵을 근간으로 기술개발의 장기계획을 목적으로 하는 로드맵과 제품계획까지 연계하는 로드맵 형태를 통합하여 핵심개발기술과 미래 개발하여야 할 제품의 연관 로드맵을 분야별로 수립하였다.

(1) 항만하역시스템분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만하역시스템 분야의 핵심기술에 따른 개발제품은 다음과 같다.

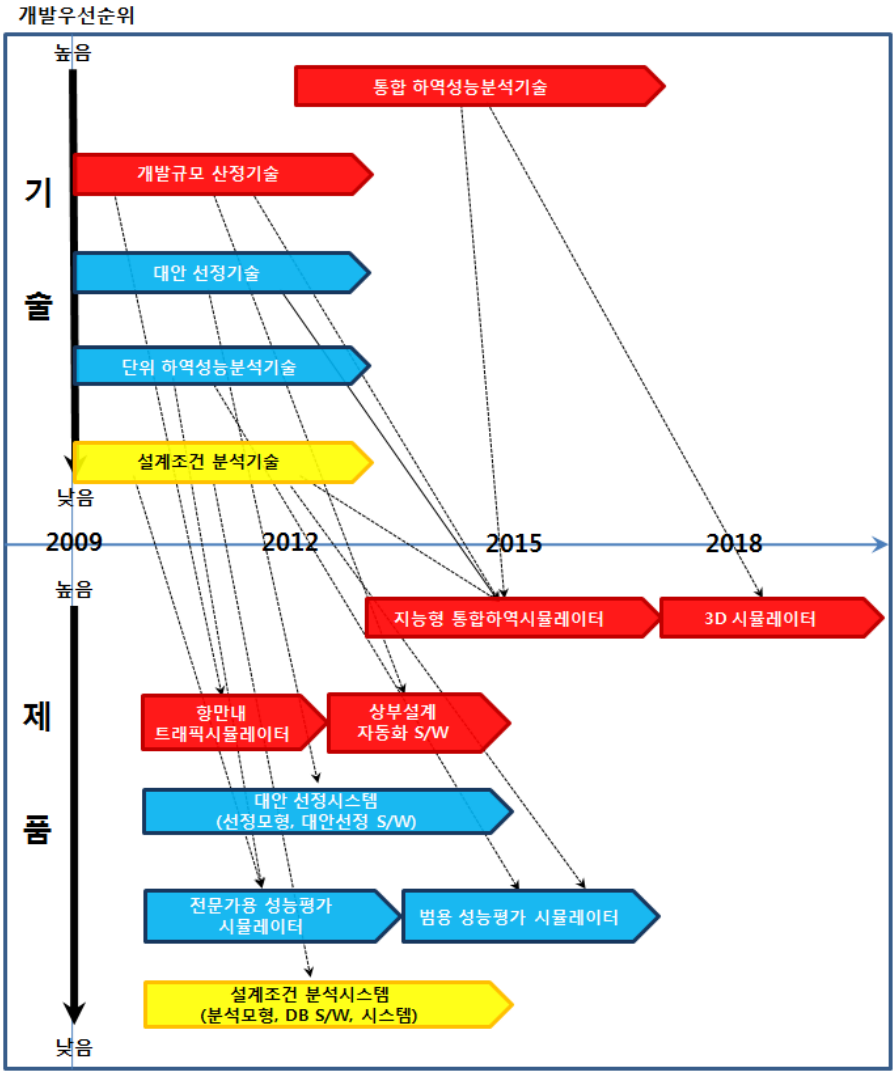
통합하역성능분석기술로는 지능형 통합하역시뮬레이터와 3D 시뮬레이터에 대한 제품개발을 수행하며 항만의 형태, 성격이 변화해도 부분적 커스터마이징으로도 개발이 가능한 지능적인 시뮬레이터를 개발함으로써 개발기간을 단축할 수 있도록 하며 이후 정보를 보유하고 있는 3D 가상시뮬레이터 개발을 추진토록 한다.

개발규모 산정기술의 경우 항만내 트래픽 시뮬레이터와 상부설계 자동화 소프트웨어 제품을 대상으로 하며, 이는 기존에 항만개발에 있어 경험적 방법 및 전문가 지식에 의존하였던 항만트래픽 시뮬레이터 및 시설규모의 추정을 통한 상부설계 부분을 자동화 소프트웨어를 통해 설계 가능토록 프로그램을 개발하는 것이다.

<표 6-4> **핵심기술에 따른 개발제품**

기술	개발제품	세부제품
통합하역성능 분석기술	통합 성능평가시뮬레이터	지능형통합하역시뮬레이터 3D 시뮬레이터
개발규모 산정기술	시뮬레이터/설계소프트웨어	항만 트래픽 시뮬레이터 상부설계 자동화 소프트웨어
대안선정 기술	대안선정시스템	선정모형, 대안선정 S/W
단위하역 성능분석기술	단위 성능평가시뮬레이터	전문가용/범용 시뮬레이터
설계조건분석기술	설계조건분석시스템	DB S/W, 분석모형, 분석시스템

<그림 6-7> **항만하역시스템 핵심기술-제품연관 로드맵**



대안선정기술의 경우 대안선정모형 및 선정을 위한 소프트웨어 개발을 대상으로 하며, 이는 일반적으로 항만개발 및 기타 기술개발에 대한 사전 타당성 분석시 대안을 검토하여 타당성을 평가하는 소프트웨어적 제품으로서 생산성, 운영성, 경제성, 기타 등을 보다 정밀하게 수행 가능하다.

단위하역성능분석기술을 통해 전문가용 및 범용 성능평가 시뮬레이터 제품 개발이 가능하며, 이는 안벽, 이송, 야드, 게이트 등 각 영역별 성능평가를 위해 개발

되는 시뮬레이터로서 단계별 전문가적 지식을 바탕으로 하는 정밀한 전문가 시뮬레이터 개발과 비전문가의 이용이 가능한 범용시뮬레이터 개발로 나누어지며 범용시뮬레이터의 경우 국내외 판매가 가능하다.

설계조건분석기술의 경우 항만의 운영현황, 경험적 데이터 등 기존에 수작업에 의존함으로써 많은 시간소요와 인력낭비, 비효율적 비용증가 등이 소요되었던 부분으로서 이를 통합적으로 관리, 운영가능한 DB 시스템을 구축하고 이에 따른 수요자 중심의 요구분석 모형과 분석시스템을 개발함으로써 국내 항만관련 종사자들의 정책수립, 기술개발, 제품개발 등에 적용가능한 제품이다.

(2) 항만운영시스템분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만운영시스템분야의 개발제품은 지능형 자원배정시스템을 비롯하여 총 14가지의 제품개발로 구성되어 있다.

지능형 자원배정시스템은 현재보다 더 진화된 알고리즘(인공지능)을 적용한 TOS용 자원배정 S/W를 개발하는 것으로서 선석배정, 본선계획 및 야드 계획에 투입될 장비와 작업자의 능력 및 작업 상황을 고려, 항만의 작업배정계획을 수립, 단위시간당 처리량을 향상시킬 수 있도록 하는 S/W개발시스템이다.

컨테이너 외부손상자동인식시스템은 테이너 표면에 대해 짧은 시간에 육안으로 일일이 발견하기 힘든 손상정보를 영상 정보 및 3차원 입체 정보로 획득하여 외부 손상에 대해서 자동으로 인식하는 S/W개발시스템으로서 육안 검사에 따른 주관적인 손상 정보에 대한 객관성을 높일 수 있으며, 3차원적인 입체 영상정보를 획득함에 따라 부가적으로 컨테이너의 크기 및 높이에 대한 자동 인식도 가능한 시스템이다. 개발제품의 구성요소로는 게이트구조물(카메라, 조명, 센서 등)과 2D, 3D 이미지인식 S/W로 구성된다.

지능형 통합모니터링시스템은 항만의 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 TOS용 S/W를 개발하는 것으로서 하역장비, 작업자, 작업 상황 등에 대해 장비별 작업내용, 작업자별 작업내용 등을 실시간으로 파악하여 얻어진 각종 정보를 실시간으로 제공한다. 또한, 이는 관리자가 쉽게 인지할 수 있도록 통계 처리하는 S/W 개발시스템으로 실시간 가공 처리된 정보는 타 운영시스템의 기초 자료로 활용되어 현 항만의 상황에 맞는 작업의 재분배로 연계되어진다. 따라서, TOS의 DB 정보와 연계가 필요하다.

이동장비 동적자동배차시스템은 C/C의 작업상황에 따른 최적의 이동장비 배차

를 실현할 수 있는 TOS용 S/W와 H/W로 구성되며 다수의 C/C에 대해 다수의 이동장비를 동적으로 최적 배차하여 장비의 효율성을 높이는 기술로서 이동장비의 작업 현황을 실시간으로 자동 검색하여 최적의 배차를 지시하는 S/W개발시스템이다. 시스템 구성요소로는 이동장비 Pooling Engine, 이동장비 Pooling 관리통제시스템, 이동장비 단말 S/W 등이 있다.

이동장비 위치정보자동검출시스템은 오차한계를 최소화시킨 위치추적가능 통신시스템 구축하는 제품개발로서 야드장비의 효율적인 관리를 위해 DGPS와 응용기술을 이용, 음영지역에서도 오차한계를 최소화하여 위치추적이 지속적으로 이루어지도록 야드장비의 위치를 실시간으로 추적하는 모니터기능과 통제기능을 제공하는 S/W 및 H/W 개발시스템이다. 개발제품의 구성요소로는 DGPS 등 통신시스템장비과 인터페이스 및 위치검출 S/W이다.

다중분산계획시스템은 현재의 모선별로 각각 계획, 수립하는 방식에서 더 진화된 다중모선 계획수립이 가능한 알고리즘을 개발, 운영 가능한 TOS용 모선계획 S/W를 개발하는 것이다. 이는 다수의 Planner가 다중모선에 대해 동시 계획 수립함으로써 계획시간 단축과 계획집중도를 높이는 기술로서 Multi-User, Multi-Vessel Planning을 구현하는 S/W 개발시스템이다.

C/C 작업일정계획시스템은 선박과 장치장 현황을 고려하여 자동으로 C/C 작업계획을 수립하는 인공지능알고리즘을 적용한 TOS용 C/C 일정계획 S/W를 개발하는 것으로서 장치장 현황정보를 고려, 인공지능 기법 중 최적해를 찾는 탐색기법을 적용하여 항만에 접안하는 선박마다 안정성에 대한 고려정도 및 설비의 차이, 안벽 크레인 간의 간섭발생 등 다양한 고려사항을 반영하여 자동으로 효율적인 일정계획을 수립하는 S/W 개발시스템이다.

전자봉인자동인식시스템은 능동형 전자식별 RFID 장치로서 전자봉인 자동인식을 이용, 컨테이너가 비정상적인 형태로 개폐됨을 감지하거나 비정상적인 개폐의 시도를 감지하여 조기 경보를 통한 분실 및 도난 방지와 화물보안기능 강화로 통관의 효율성을 증대시킬 수 있는 시스템이다. 개발제품 구성요소로는 RFID 관련 통신시스템장비와 개폐자동인식 및 이력관리 S/W가 해당된다.

경영관리시스템은 효율적으로 의사결정정보를 지원할 수 있는 TOS용 경영관리용 S/W로서 Batch 또는 실시간 자료를 통하여 사업계획 수립, 예산편성, 시뮬레이션 등 운영의 효율화를 극대화하며, 정보의 공유를 통한 업무의 효율화 달성과 경영층에게 회사 경영방침의 수립을 위한 의사결정 정보를 제공하는 S/W 개발시스

템이다. 개발제품 구성요소로는 TOS용 서버시스템과 경영관리 S/W가 이에 해당된다.

웹기반 그룹웨어시스템은 보다 신뢰성이 높고 생산성향상을 꾀할 수 있는 TOS용 그룹웨어용 S/W로서 웹 서비스 구축과 전자우편을 통한 글로벌 커뮤니케이션 채널 확보, 결재처리의 활성화를 통한 종이문서의 감축, 실시간 웹기반의 정보공유시스템 구축 및 업무 생산성 향상을 위한 그룹웨어 S/W 개발시스템이다. 개발제품 구성요소로는 TOS용 서버시스템과 그룹웨어용 S/W가 이에 해당된다.

이송장비 신개념위치추적시스템은 무선네트워크 통신 기능과 위치정보 추적 기능을 함께 보유한 Mesh Network 구축기술로서 운영실과 C/C, T/C, Y/T, PDA 간의 Mesh Network 무선데이터 통신망을 구축, 컨테이너 자동배치 및 관리시스템을 통해 각 작업자에게 실시간 작업지시가 이루어지고 간섭 회피를 위해 능동적으로 새로운 채널을 선택하고 이동함으로써 끊김이 없는 통신으로 컨테이너 위치 추적이 가능한 네트워크 구축기술이다. 이의 구성요소로서는 Mesh Network 통신시스템과 관련 S/W가 이에 해당된다.

컨테이너정보통합관리시스템은 항만에서의 검수작업을 자동화시스템을 활용, 기존의 육안 검사로 인해 비표준화, 서비스 낙후, Gate 검수 적법 논란, 비효율적 운영, 본선검수와의 2원화 등에 따른 문제발생 시 책임 전가, 운영비 증가, 검수정보 획득의 불편 등을 개선할 수 있는 시스템으로서 컨테이너의 문자 및 손상 정보를 정확하게 획득, 기록함과 동시에 관련 업체에 실시간 컨테이너 관련 정보를 제공해 줄 수 있는 S/W 개발시스템이다. 개발제품 구성요소로는 무정차자동화게이트 관련장비 및 휴대용통신장비와 무정차자동화게이트 관련 S/W 및 검수관련 운영 S/W이다.

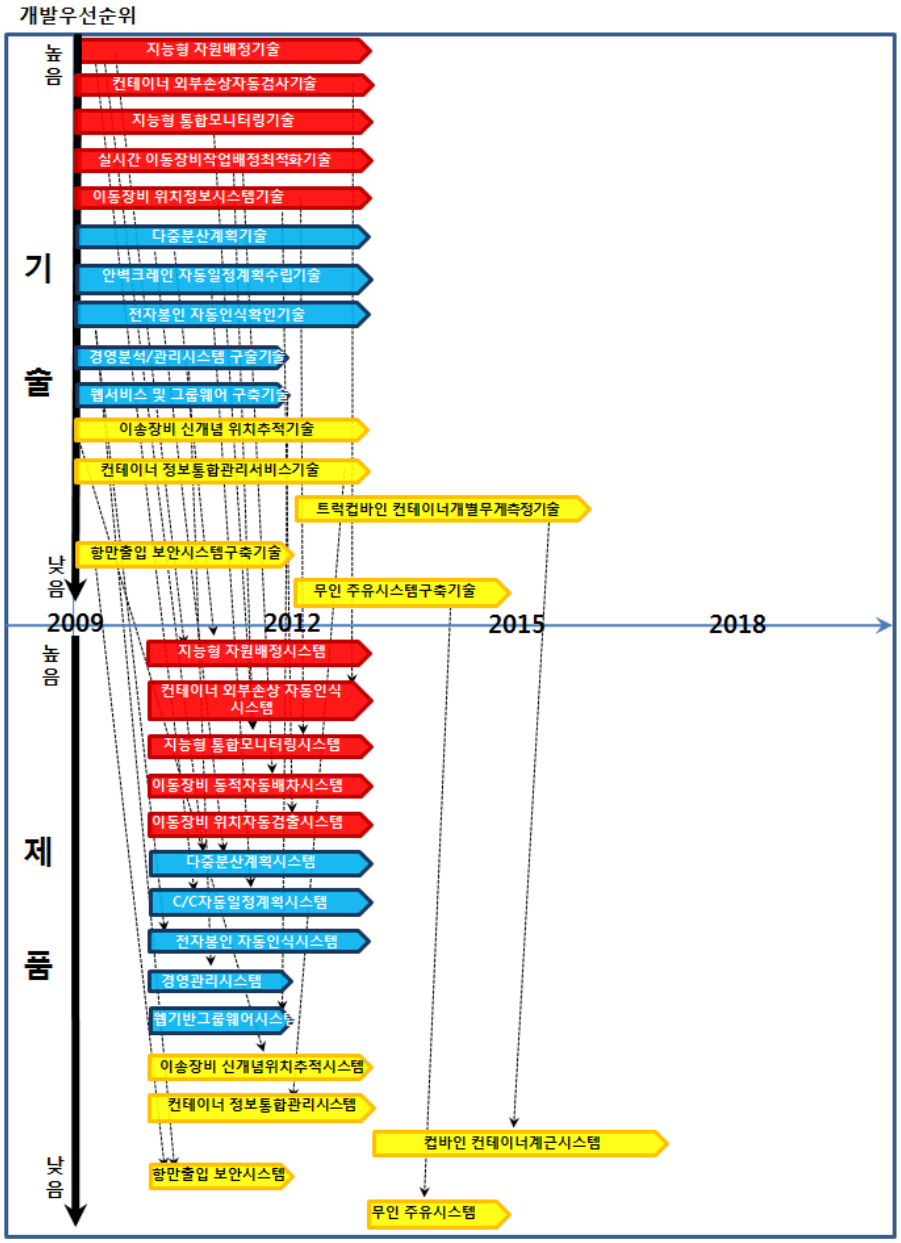
컴바인 컨테이너계근시스템은 주행 중인 트럭의 컴바인된 컨테이너 각각의 무게를 측정하여 측정된 무게 정보를 항만, 선사에 제공하는 무정차 계근시스템으로서 개별 컨테이너의 무게 산정이 가능하여 차량, 도로 및 장치장 기반시설의 안정성 및 유지보수 비용의 절감, 그리고 선적의 효율성을 높일 수 있다. 개발제품 구성요소로는 계근구조물과 컴바인컨테이너 개별무게측정 S/W가 해당된다.

항만출입보안시스템은 항만시설의 네트워크를 통한 보안상황에 따른 실시간 출입 확인 및 통제와 RFID 기술을 이용한 출입정보 자동인식 및 경보장치와 차량차단기를 통한 효율적인 출입 통제가 가능한 시스템으로서, 정부 보안위원회의 보안등급을 적용할 수 있는 S/W 개발시스템이다. 개발제품의 구성요소로는 RFID 관련장비, 통신시스템, 게이트차단시설물과 신청/심의/조회/확인/관리 S/W가 이에 해당된다.

<표 6-5> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
지능형 자원배정 기술	지능형자원배정 시스템	TOS용 자원배정 S/W
컨테이너외부손상자동 검사 기술	컨테이너외부손상 자동인식시스템	H/W : 게이트구조물(카메라, 조명, 센서 등) S/W : 2D, 3D 이미지인식 S/W
지능형통합모니터링 기술	지능형통합 모니터링시스템	TOS용 모니터링 S/W
실시간이동장비 작업배정최적화 기술	이동장비 동적자동 배차시스템	H/W: 이동장비 위치추적 통신시스템장비 S/W: 최적의 작업할당 알고리즘
이동장비 위치정보시스템 기술	이동장비위치 자동검출시스템	H/W : DGPS 등 통신시스템장비 S/W : 인터페이스 및 위치검출 S/W
다중분산계획 기술	다중분산계획 시스템	TOS용 모선계획 S/W
C/C 자동일정계획 수립 기술	C/C작업일정계획 시스템	TOS용 C/C일정계획 S/W
전자봉인자동인식 확인 기술	전자봉인자동인식 시스템	H/W : RFID관련 통신시스템장비 S/W : 개폐자동인식 및 이력관리 S/W
경영분석 및 관리 시스템 구축기술	경영관리시스템	H/W : TOS용 서버시스템 S/W : 경영관리시스템
웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	웹기반 그룹웨어시스템	H/W : TOS용 서버시스템 S/W : 그룹웨어시스템
이송장비신개념 위치추적 기술	이송장비 신개념 위치추적시스템	H/W : Mesh Network 통신시스템
컨테이너정보통합 관리서비스기술	컨테이너정보통합 관리시스템	H/W : 무정차자동화게이트 관련장비 및 휴대용 통신장비 S/W : 무정차자동화게이트 관련 S/W 및 검수관련 운영 S/W 기타 : 관련법제도정비
트럭컴바인 컨테이너개별무게 측정기술	컴바인컨테이너 계근시스템	H/W : 계근구조물 S/W : 컴바인컨테이너 개별무게측정 S/W
항만출입보안시스템 구축기술	항만출입 보안시스템	H/W : RFID 관련장비, 통신시스템, 게이트차단 시설물 S/W : 신청/심의/조회/확인/관리 S/W
무인주유시스템 구축기술	무인주유시스템	H/W : 주유체크를 위한 유무선통신시스템장비 S/W : 주유관리 S/W

<그림 6-8> 항만운영시스템 핵심기술-제품연관 로드맵



무인주유시스템 구축기술은 항만 내의 운영장비 주유방식을 무인자동화하고 이 장치를 중심으로 통합적으로 운영하여 일련의 주유과정을 자동으로 실현하고 관리하는 S/W 개발시스템으로서 주유시설 운영비용의 절감, 미 승인자 사용 통제로 인한 연료 낭비 방지, 여러 항목별 통계 제공에 따른 체계적인 주유 관리, 항만장비 연료 경비 절감 및 생산성 향상 등을 꾀할 수 있다. 개발제품 구성요소로는 주유체크를 위한 유무선통신시스템장비와 주유관리 S/W강 이에 해당된다.

(3) 항만물류운송시스템분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만물류운송시스템 분야의 핵심기술을 통해 총 6가지 분야에서 제품개발이 이루어질 수 있다.

도로운송장비기술을 통해 항만내, 또는 항만외부이송차량의 고효율화, 자동화를 실현토록 하는 것을 목적으로 두고 있으며 기존의 1대의 트럭이 1개의 컨테이너를 이송하는 데 반해 1대의 트럭으로 2~5개 내외의 컨테이너 이송이 가능한 신개념 운송장비 제품을 개발하는 것이다.

해상운송 신개념 선박기술의 경우 극초대형 컨테이너선, 초고속 컨테이너선, 자가하역선 등 항만의 성격에 적합한 전문화된 선박을 개발하는 것으로서 설계기술 확보뿐만 아니라 제품제작을 통한 국내외 대량 판매가 가능한 제품들이다. 특히 초대형 컨테이너선의 경우 국내 조선업체가 세계적 기술을 확보하고 있으나 기타 초고속선, 자가하역선 등 부가가치가 높은 제품을 개발함으로써 중심항만의 역할 증대와 더불어 조선산업의 발전도 지속적으로 이루어야 할 것이다.

철도운송연계장비기술에 관련된 제품은 다양한 이종장비, 즉 화차-화차, 화차-트럭 등의 이종장비의 연결, 서로 다른 규격을 가진 레일 등에 대한 호환성 확보, 대량운송을 위한 장치 등을 개발하는 것으로서 기존 국내에서 활성화되지 못하였던 철송 및 배후터미널의 환적체계를 효율화시키는 제품개발이다.

연안운송 초고속하역시스템 기술을 통한 개발제품은 초고속, 대용량 피더운송선 및 전용선에 대해 고효율, 고생산성, 대량하역을 위한 시스템 및 장비를 개발하는 것으로서 신개념 하역시스템, 전용안벽장비, 이송장비 및 야드장비, 운영시스템 등을 개발하기 위한 것이다.

철도운송시스템기술과 철도 초고속 환적하역장비기술은 미래의 TKR, TSR, TCR과의 연계활성화에 대비하여 항만 배후단지 및 터미널의 철송시스템에서 원활한 운송을 위해 첨단 철도시스템 및 복합환적터미널을 갖추는 것이다. 특히 철

도 초고속 환적하역장비기술을 통해 개발되는 고효율 자동화 철도/환적/보관/운송 시스템은 기존의 비효율적이고 열악한 배후 철도시스템을 획기적으로 개선시킬 것이며 구성제품으로는 보관시설, 환적장비, 운송장비, 자동제어 운영시스템 등이 이에 해당된다.

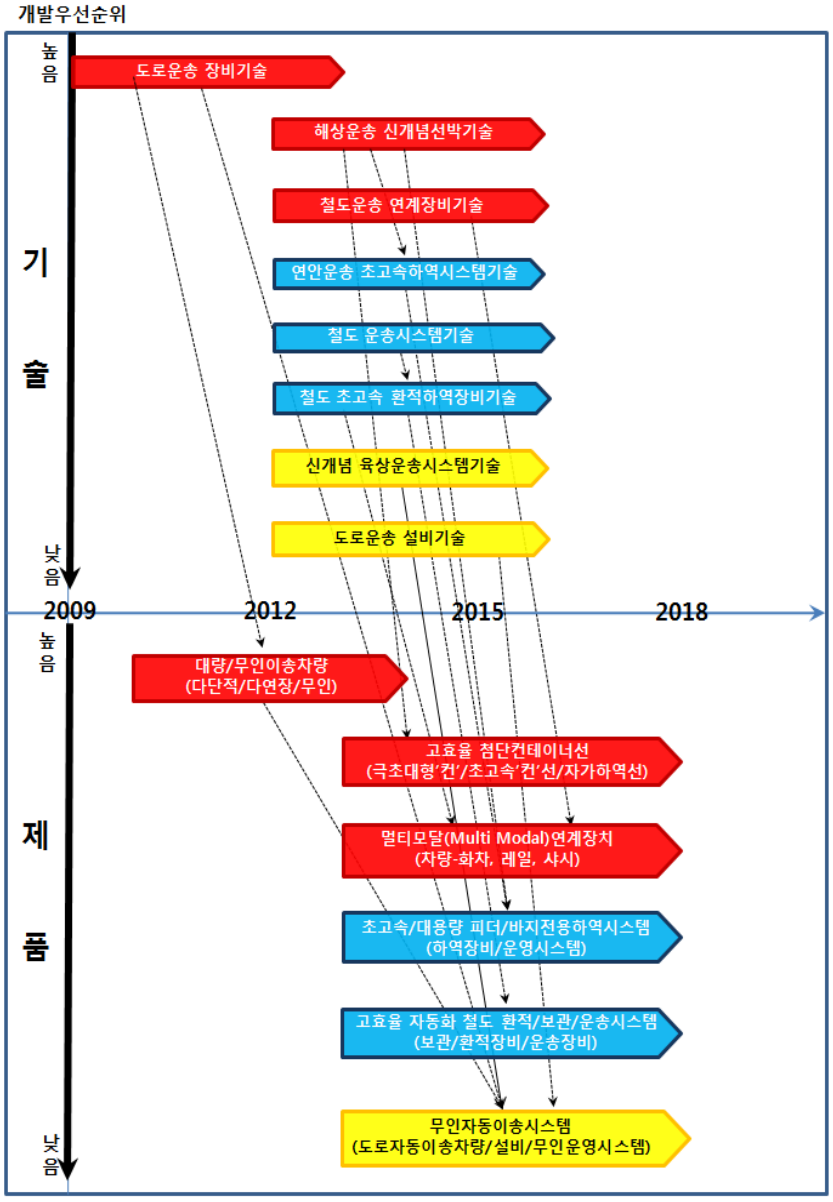
<표 6-6> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
도로운송 장비기술	대량/무인이송차량	다단적/다연장/무인이송차량
해상운송 신개념 선박기술	고효율 첨단 컨테이너선	극초대형 컨테이너선 초고속 컨테이너선 자가하역선
철도운송 연계장비기술	멀티모달(Multi Modal) 연계장치	신개념 차량섀시/화차/레일시설
연안운송 초고속 하역시스템기술	고속대용량 피더/바지 전용 하역시스템	고성능/대용량 전용하역시스템 전용안벽장비/이송장비/야드장비 전용 운영시스템
철도운송시스템 기술	고효율 자동화 환적/보관/운송시스템	환적터미널 하역시스템 전용 환적장비 전용 운송장비 전용 보관장비
철도 초고속 환적하역장비기술		
신개념 육상 운송시스템기술	무인자동이송시스템	무인자동화이송차량 무인 이송도로/제반설비 관리/운영시스템 도로시설 개선
도로운송 설비기술		

현재 항만배후부지↔물류집결지는 항만-항만, 항만-배후터미널, 배후터미널-배후터미널, 항만-ICD 등 다양한 물류이송체계가 발생하고 있으며 이로 인한 주변 항만도시의 심각한 교통체증 및 물류비 증가를 유발시키고 있다. 이에 따라 신개념 육상운송기술과 도로운송 설비기술은 이러한 물류연계체계에 있어 항만배후부지↔물류집결지(항만, 배후터미널, ICD 등) 간 무인연계운송시스템 제품을 개발하는 것으로 세부 구성제품은 각 연계지점간의 컨테이너 운송을 무인자동으로 운송하는 차량개발, 무인자동이송차량이 주행하는 운행도로(황복 2차선)로서 지상화, 지하화, 교량화가 가능한 도로시설, 무인이송차량과 무인이송도로를 운영할 수 있는 무인전기설비와 관련장치 기술 등 크게 3가지로 구성된다. 이 외에도 항만배후

도로시설 및 교량시설 등 신속한 운송을 위한 도로시설 개선 등이 있다.

<그림 6-9> **항만물류운송시스템 핵심기술-제품연관 로드맵**



(4) 항만하역장비분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만하역장비분야의 경우 개발제품은 총 8가지로 구성된다.

일반적으로 고생산성, 경제성 있는 첨단 하역장비를 개발하고 세계 시장의 판매 주도권을 취하는 것이 최종적 목표이긴 하나 이는 하역장비를 구성하고 있는 세부 부품의 첨단 기술수준에 달려 있다. 예를 들어 2006년도 컨테이너크레인의 세계 판매비율 중 중국의 ZPMC가 65% 이상을 점유하고 있으나 이는 조립하여 판매하는 수준에 불과하며 실질적 부가가치가 높은 부분은 부품 및 장치, 자동제어를 제작하는 세계적 기업들에 있다. 따라서, 미래의 개발제품은 장치, 자동제어, 부품 등 하역장비를 구성하고 있는 핵심제품에 초점을 맞추어야 한다.

장치성능개선기술을 통한 차세대 안벽장비, 야드장비, 이송장비와 장치부품은 항만에서의 장비의 트롤리, 스프레더, 호이스트, 기타 제어장치 등이 있으며 이를 통해 하역장비의 성능향상과 첨단화를 이룰 수 있도록 제품방향을 설정해야 한다. 이송장비의 경우 향후 컨테이너 하역작업과 이송작업에 비효율적 시간을 감소시키는 방향으로 개발되어야 하며 세부제품으로는 로딩장치, 언로딩장치, 주행장치 등 고생산성을 달성하기 위한 방향으로 세부제품을 설정하였다.

향후의 항만은 대부분의 하역장비들이 자동화될 것은 자명하다. 따라서, 자동화 기술이 매우 중요해지고 있으며 현재에도 항만과 관련된 장비의 경우 자동화 기술이 적용되지 않는 곳이 없을 정도로 그 시장규모는 매우 막대하다. 자동장치제어 기술을 통한 제품은 기존의 오차 및 느린 반응성을 발전시키고 새로운 관련부품들을 개발하는 것에 초점을 맞추어야 한다. 이와 관련된 세부제품으로는 장치제어를 위한 운용소프트웨어, 감지시스템, 감시장치 등이 해당된다.

경제성 확보기술은 매우 중요한 부분 중 하나이다. 선박이 대형화될수록, 항만하역장비의 그 규모는 매우 커지게 되고 토목적 인프라 시설에 미치는 영향도 매우 증대될 것이다. 이에 따라 전체적인 항만건설비용이 증가되는 결과를 가져오게 된다. 따라서, 항만하역장비에서의 세계 시장을 선도하기 위해서는 고성능이면서 보다 경제적이고 안정성 있는 장비를 개발하는 것이 관건이다. 따라서, 대규모화된 하역장비의 구조물을 보다 경량화시킬 수 있는 소재개발, 고효율의 급전 및 전기장치, 모터 개발 등을 개발제품으로 선정한다.

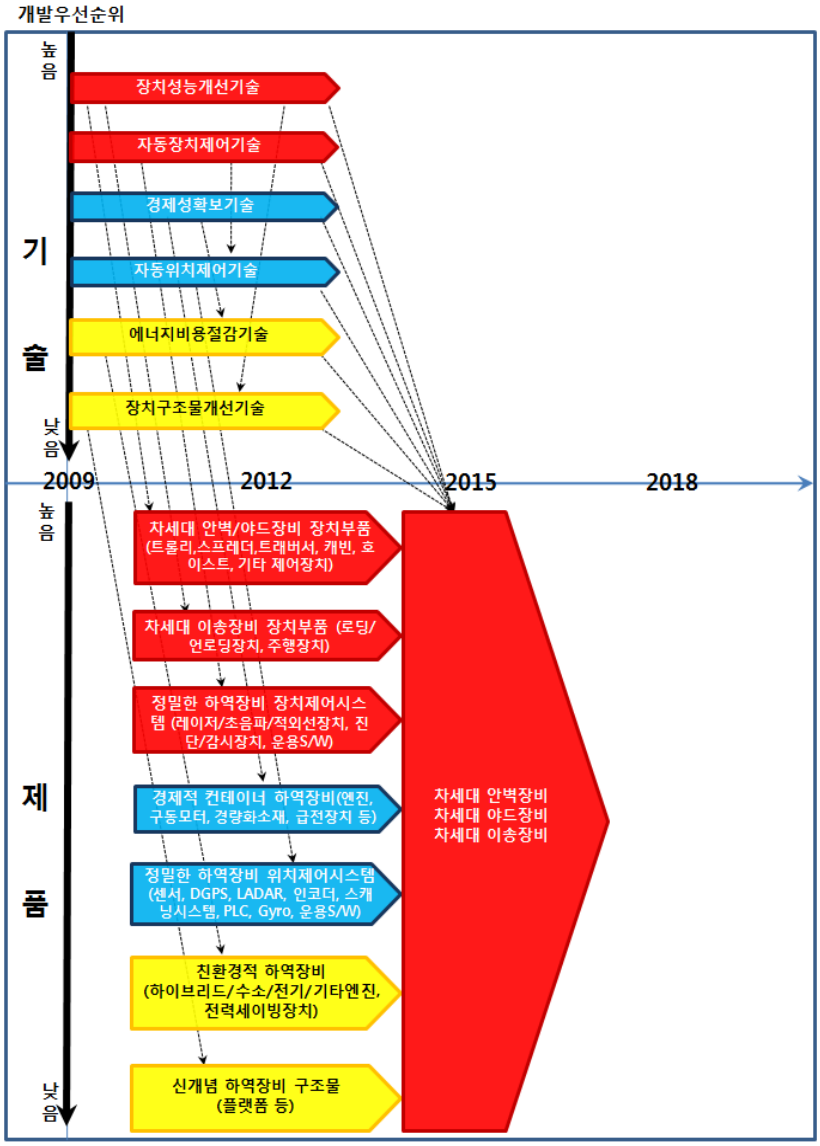
<표 6-7> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
장치성능 개선기술	차세대 안벽/야드장비 장치부품	트롤리/스프레더/트래버서/캐빈/호이스트/기타 기계장치
	차세대 이송장비 장치부품	로딩/언로딩장치, 주행장치
자동장치 제어기술	하역장비 정밀 장치제어시스템	레이저/초음파/적외선 장치 진단/감시장치 운용 S/W
경제성 확보기술	경제적 컨테이너 하역장비/장치	엔진/구동모터/경량화소재/급전장치
자동위치 제어기술	하역장비 정밀 위치제어시스템	센서/스캐닝장치 DGPS/LADAR/Gyro 운용S/W
에너지비용 절감기술	친환경적 하역장비	하이브리드/수소/전기엔진 전력세이빙장치
장치구조물 개선기술	신개념 하역장비 구조물	버퍼 크레인 버퍼 플랫폼 피딩시스템 컨베이어시스템

자동위치제어기술은 자동장치제어기술과 동일하게 항만의 무인자동화가 급진전됨에 따라 무인 하역작업을 위한 장비장치들의 위치감지와 제어가 필수적이다. 따라서, 이에 대한 관련제품으로 기존에 개발된 제품보다 정밀하고 성능이 우수하며 항만하역장비에 적합화된 센서, 통신, 스캐닝, GPS, 운용S/W 등을 개발제품으로 선정한다.

미래의 항만은 공해와 오염에서 벗어난 친환경적 항만이 되어야 하며 운용되는 하역장비 또한, 저공해를 위한 장비들이 개발되어야 한다. 이에 관련된 핵심장치들로 하이브리드/수소/전기 엔진 등이 개발되어야 하며 기존의 장비에도 적용가능한 에너지세이빙 장치제품이 필수적이다.

<그림 6-10> 항만하역장비 핵심기술-제품연관 로드맵



(5) 항만건설장비분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만건설장비분야의 경우 개발제품은 총 8가지로 구성된다.

미래의 항만건설은 선박의 초대형화에 따라 안벽구조물의 제작규모도 증대되

어 기존의 케이슨 축조장비나 진수 및 이동장비에 있어 새로운 공법이나 신개념 장비가 요구된다. 또한, 향후의 항만건설은 친환경적, 경제적 항만건설이 필수적일 것으로 예상되어 이에 대응하는 기술개발 및 제품개발이 시급한 실정이다.

이에 따라 초대형 구조물 축조기술을 통해 기존보다 더 진화된 대형 케이슨 축조공법과 그에 따른 신개념 축조장비가 개발제품으로 해당된다. 이는 기존의 해상기중기 능력(2,000～3,000톤급)의 제한 케이슨 대형화 한계에 대응하는 초대형 구조물 축조기술 공법 및 제품이다.

환경친화적 준설장비 개발기술을 통한 개발제품은 현재의 펌프준설 및 그라브 준설에 의한 부유토 등 해상오염발생을 저감하기 위한 오염차폐장치와 대용량을 처리하는 석션방식이면서 해상오염을 극감시킬 수 있는 장치개발이 이에 해당된다.

고효율 연약지반 시공장비기술개발은 현재보다 시공성 및 공사기간을 단축할 수 있는 다열 다축 연약지반 시공장비 및 장치 등이 해당 개발제품이며 이는 해상 S.C.P나 해상 D.C.M 등의 연약지반 처리 장비 중 3축 또는 4축을 동시에 시공할 수 있는 전용선 개발로서 대수심 지역의 연약지반 처리시 공사기간 및 시공품질을 향상시킬 수 있다.

<표 6-8> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
초대형 구조물 축조기술	신개념 축조장비/장치	신개념 축조공법 신개념 초대형 안벽 축조장비 관련장치 및 부품
환경친화적 준설장비 개발 기술	저오염 대용량 준설장비/장치	석션장치 오염차폐장치
고효율 연약지반시공 장비개발 기술	고효율 시공장비/장치	다축 시공장비 다열 시공장비 관련 부품
한국형 이동식 준설장비 개발 기술	이동식 준설장비/장치	이동식 준설장비 저오염 준설장비 관련장치 및 부품
수역시설 효율적인 수심확보기술	고효율 수심 확보장비/장치	수중 진공막 고효율 수중펌프
표층처리 및 복토공법기술	신개념 연약지반 처리 공법	사전 표층처리 공법 경제적 연약지반 처리공법
초대형 구조물 운송기술	초대형 운반기기	바지선, 기타 선박
전천후 해상구조물 진수기술	초대형 기중기 및 진수 공법	초대형 기중기 진수선

한국형 이동식 준설장비 개발 기술을 통해 개발될 수 있는 제품은 한국적 지형을 고려한 수륙양육 이동식 준설장치 및 장비로서 동해안인 경우 연안구조물 축조에 따른 해안선이 급변하고 있어 이에 대한 환경저감방안으로 안정적이고 경제적인 한국형 이동식 준설 장비 개발이 필요하다.

수역시설의 효율적 수심확보기술을 통한 개발제품은 활성 점토층이 발달한 서해안지역 항내 유지준설시 수심확보 장치 및 장비 등이 해당되며 이는 해저질 표층이 니토 또는 실트와 같은 활성화층을 진공압밀공법을 이용한 비활성 층으로 변환하는 기술개발로 준설 없이 소요 수심확보 및 유지준설 기간의 확장 효과를 누릴 수 있다.

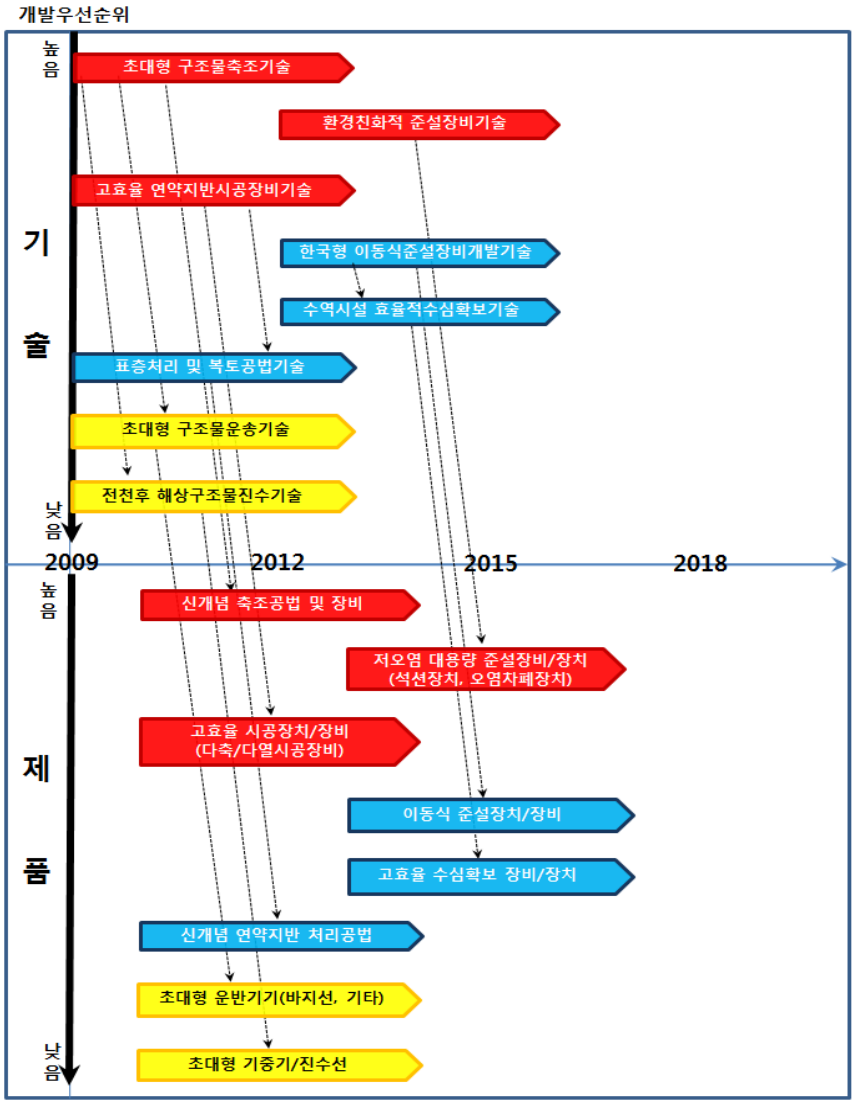
<표 6-9> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
초대형 구조물 축조기술	신개념 축조장비/장치	신개념 축조공법 신개념 초대형 안벽 축조장비 관련장치 및 부품
환경친화적 준설장비 개발 기술	저오염 대용량 준설장비/장치	석션장치 오염차폐장치
고효율 연약지반시공 장비개발기술	고효율 시공장비/장치	다축 시공장비 다열 시공장비 관련 부품
한국형 이동식 준설장비 개발 기술	이동식 준설장비/장치	이동식 준설장비 저오염 준설장비 관련장치 및 부품
수역시설 효율적인 수심확보기술	고효율 수심 확보장비/장치	수중 진공막 고효율 수중펌프
표층처리 및 복토공법기술	신개념 연약지반 처리공법	사전 표층처리 공법 경제적 연약지반 처리공법
초대형 구조물 운송기술	초대형 운반기기	바지선, 기타 선박
전천후 해상구조물 진수기술	초대형 기중기 및 진수 공법	초대형 기중기 진수선

표층처리 및 복토공법 기술은 현재의 성토 재하 공법 등 일정 공사기간 및 공사

재료가 다량 소요되는 표층처리방법에서 신속하고 경제적인 신개념 표층처리공법을 개발하는 것으로서(예 : 대규모 준설토 매립지에 PTM, 고압건식모래포설공법, 진공압밀공법 및 경량혼합토 등을 이용) 효율적인 연약지반처리공법 적용을 위한 사전 표층처리 및 복토공법기술 개발로 장비 주행 및 안정성 확보로 인한 연약지반 공기를 단축할 수 있다.

<그림 6-11> **항만건설장비 핵심기술-제품연관 로드맵**



초대형 구조물 운송 및 전천후 해상구조물 진수기술은 제작된 초대형 항만안벽 및 기타 구조물을 보다 효과적으로 운송하고 진수가능한 장비와 장치를 개발하는 것으로서 초대형 운반기기, 기중기, 관련 진수공법 등이 개발제품에 해당된다.

(6) 항만보조시설분야의 핵심기술-제품 연관 로드맵

항만보조시설분야의 개발제품은 2가지로 구성된다. 항만보조시설과 관련된 개발제품의 경우 현재까지 국내에서 제조 및 개발기술은 보유하고 있으나 국제적인 신뢰성과 시장성의 문제로 대부분의 제품이 수입되어 적용되고 있다.

따라서, 본 분야와 관련된 기술개발은 해외제품에 비해 우수한 성능과 신뢰성을 확보하는 방향으로 진행되어야 한다.

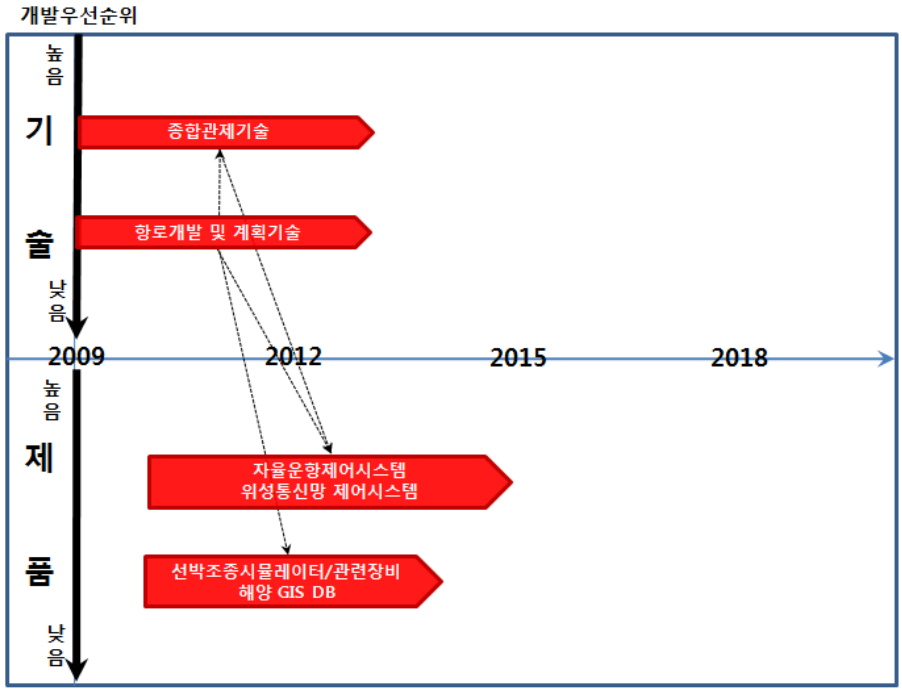
종합관제기술을 통해 자율운항제어 시스템 및 위성통신망 원격제어시스템 개발을 통해 현재보다 더 진화된 위성통신망 및 IT기술을 이용한 항해 지원 실시간 정보 시스템을 개발하는 것을 목표로 하였다. 이는 인터넷, 인공위성통신 등의 인트라넷 기술을 적용하여 센서데이터를 통합관리하고, 디지털 GIS 정보처리 시스템을 기반으로 충돌 및 좌초를 예방하고 항해시 기상악화에 따른 선박의 안전성을 종합적인 안전항해 지원을 가능하게 하는 지능형 운항 제어 시스템(INS, Intelligent Navigation System)과 선박을 위한 원격 실시간 해양환경정보를 실시간 제공하는 기술이다.

항로개발 및 계획기술을 통해 개발되는 선박조종시뮬레이터 및 3D 시뮬레이터 제품은 가상의 지형정보체계를 구축하는 것으로 3D 시뮬레이션 방식에서 인공위성을 이용한 통계적 해양환경정보 및 지형정보의 데이터 베이스 구축 및 분석이 포함된다.

<표 6-10> **핵심기술에 따른 개발제품**

기 술	제 품	세부제품
종합관제기술	종합관제시스템	자율운항제어 시스템 위성통신망 원격제어시스템 관련장비 및 장치
항로개발 및 계획 기술	항로개발/계획시스템	선박조종시뮬레이터 3D 시뮬레이터 관련 장비 및 장치

<그림 6-12> **항만보조시설 핵심기술-제품연관 로드맵**



4. 항만기술개발 로드맵 추진전략

1) 기술개발 확보전략

본 연구의 결과인 항만기술 로드맵에서 제시된 각 세부기술들은 향후 해양과학기술 개발계획, 항만기술 기본계획 등 다양한 정부정책에 이용 가능하게 될 것이다. 또한 항만관련 기술개발에 참여하고자 하는 산·학·연에 개발해야 할 기술을 제시하고 우선 개발되어야 할 기술을 제시함으로써 항만관련 기술개발의 활성화를 꾀하게 될 것이다.

그러나, 보다 경제적, 효율적인 연구와 실용성이 높은 기술을 개발하기 위해서는 기술개발을 위한 기술확보 전략이 매우 중요하다.

본 연구에서 제시한 항만기술에 대한 R&D 추진시 기술확보에 대한 전략적 추진방안을 각 기술별로 기술도입을 해야 할 것인지, 자체개발로서 추진할 것인지,

국제공동연구를 통해 개발할 것인지에 대한 전략수립이 필요하다.

<표 6-11> **필요기술 확보방안에 따른 전략**

기 술	확보방안
A기술	기술도입+자체개발
B기술	자체개발
C기술	국제공동연구

또한, 기술의 성격별로 기술개발 주체에 따라서, 구분하는 전략이 필요하다. 기본적인 기술개발은 산・학・연의 공동개발이지만 기술별 성격에 따라 연구소의 주도, 산업계의 주도, 학계의 주도인지를 설정하고 추진하는 것이 바람직하다.

<표 6-12> **기술개발주체에 따른 전략**

기 술	확보방안
A기술	기업주도의 산・학・연의 공동개발
B기술	연구소주도의 산・학・연의 공동개발
C기술	대학주도의 산・학・연의 공동개발

2) 기술개발의 효율성을 높이기 위한 단계별 개발전략

국내 항만기술 R&D 개발 및 결과활용의 효율성을 높이기 위해서는 초기 연구계획단계에서의 전략 수립이 체계화되어야 한다.

즉, 효과적인 항만기술 R&D 결과활용 및 확산을 위해서는 연구 개발을 위한 과제발굴 및 계획시 과제의 성격이 기초/기반기술, 실용화 기술, 사업화 기술 전략 등 체계적이고 실질적인 목표를 가진 전략수립이 필요하다.

따라서, 본 연구에서 제시된 항만기술을 기반으로 과제를 도출하고 계획을 수립할 경우 크게 3가지로 구분되어 추진전략을 가져가야 한다.

첫째, 기술별 기초 및 기반기술의 경우 실용화/상품화가 가능한 용용기술 개발에 이용될 수 있도록 연구 개발 결과의 기술이전을 목표로 개발되어야 하는 전략이 필요하며, 연구 개발계획수립단계에서 순수 기초 및 기반기술 과제와 향후 응

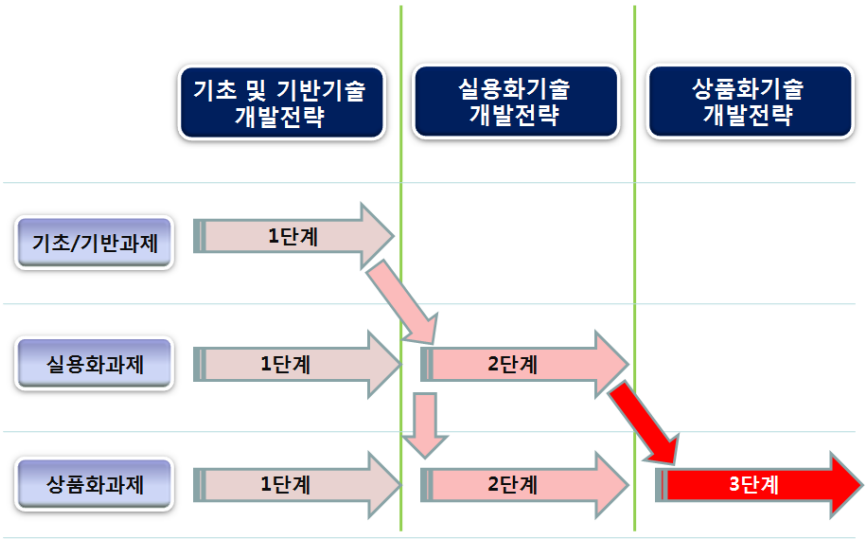
용 가능한 기초 및 기반기술과제로 구분하여 추진함이 바람직하다.

둘째, 실용화 기술의 경우 사업화 및 상품화의 전 단계로서 시장 판매가능성이 있는 기술과 없는 기술을 구분하여 개발전략을 추진하여야 한다. 즉, 항만관련산업에 있어 항만의 건설비용 절감기술인지, 국내외 상품화를 위한 판매기술인지를 구분하여 기술개발 목표를 설정해야 한다. 이를 통해 상품화를 위한 가능성이 있는 기술은 지속적 예산지원을 통해 상품화 연구를 수행할 수 있는 전략으로 나아가야 한다.

셋째, 상품화 기술의 경우 국내외 판매를 위한 전략으로 실제 적용환경과 동일한 테스트베드 구축 및 운영을 통해 개발제품의 신뢰성을 반드시 확보해야 한다.

이러한 전략을 통해 기술개발이 이루어져야만 기술개발에 대한 효용성과 신뢰성, 그리고 국제적인 경쟁력을 확보하게 될 것이다.

<그림 6-13> **경쟁력 확보를 위한 항만기술 R&D 단계별 추진전략**



3) 항만기술개발 연구의 활성화 전략

세계적으로 항만관련 산업과 기술은 하루가 다르게 급속히 변화하고 있으나 기술의 종류에 따라 그 실용성과 적용성은 많은 차이를 보이고 있다. 즉, 20여년전의 기술이 현재까지도 활성화되어 적용되고 있는 기술, 2~3년전의 활성화된 기술이

현재에는 사장되거나 쇠퇴기에 있는 기술 등 다양한 기술과 항만산업관련 제품들이 존재한다. 기존의 항만관련 기술개발 연구들에서 설정된 개발단계 및 관련기술들은 단계적 사전연구 및 개발 타당성에 대한 연구가 거의 없어 항만기술 환경 및 여건의 변화에 유연하게 대처하지 못하는 결과를 가져올 수도 있었다.

따라서, 국내 항만기술 개발이 세계적으로 급변하는 항만기술 발전에 대처하고 세계의 항만관련 산업을 선도하기 위해서는 국내외적으로 개발되고 있는 기술, 산업현장에 적용되고 있는 기술, 해외 항만의 적용기술 등 다양한 기술동향에 대하여 상시 모니터링하고 동향파악을 할 수 있는 단계적인 사전연구체계가 갖추어져야 한다.

또한, 시급하게 연구되거나 개발되어야 할 기술에 대해서는 분야별로 별도의 기획연구를 수시로 수행하도록 하여야 하며 항만기술발전 기본계획 수립의 시기조정에 반영하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 체계적이고 실용적인 항만기술개발의 활성화를 위해 크게 3가지의 단계적 기술개발 활성화 전략을 제시한다.

첫째, 항만기술의 중장기 계획과 기술개발 가이드라인 제시, 급변하는 항만산업 및 기술의 동향파악을 위해 매년 개선된 항만기술에 대한 정책연구를 지속적으로 수행하여야 하여 수행대상은 항만관련 정부연구기관과 해양수산부가 협조하여 정책과제로서 진행토록 한다.

둘째, 항만환경의 급변에 따른 시장환경의 수요에 따라 즉시성, 적시성을 감안하고 상위개발계획인 해양과학기술(MT) 개발계획과 연계하여 '항만기술 발전기본계획'을 현 5년마다 수행하는 것을 2~3년마다 수정·보완토록 한다.

<표 6-13> **항만기술개발의 활성화 전략**

개발계획	내용	세부내용	수행주기
항만기술 정책연구	• 기술분야별, 분류별 수행	중장기계획 기술가이드라인제시	매년
항만기술발전 기본계획	• 항만기술에 대한 전반적인 기본계획 수립	장기계획/과제도출	2~3년
사전 기획연구	• 항만기술발전 기본계획 수립에 따라 과제의 도출을 위한 분야별 대분류, 소분류별로 사전 기획연구수행	기술별 시장상황 기술성능목표 개발 타당성	수시 또는 매년

셋째, 해양과학기술(MT) 중장기계획, 해양과학기술(MT) 개발계획, 중장기 항만기술 발전 기본계획 등에서 중점추진과제로 선정되거나 신규 R&D과제로 편입된 과제는 과제시작 6~12개월 이전에 기술별 시장, 기술개발의 성능목표, 세부기술개발 로드맵 등 기술개발의 타당성이 포함된 사전 기획연구를 반드시 수행하여 기술개발의 신뢰성을 확보하도록 한다. 본 연구의 주관은 해양수산부 또는 전문관리기관이 주관토록 하고 항만관련 정부연구기관 또는 과제 해당 연구기관이 수행하도록 한다.

제 7 장 결론 및 정책기여

1. 결론

2007년 초 등장한 11,600TEU 엠마머스크 초대형선을 넘어 2007년 말 1만TEU급 이상의 컨테이너선이 114척에 이르고 있으며, 국내 삼성중공업에서는 1만 6천TEU급 극초대형선의 기술개발 완료에 따라 향후 5년 이내 1만 5천TEU급 이상의 극초대형선의 등장도 눈앞에 다가오고 있다. 선박의 초대형화에 따라 항만과 관련된 요소들의 고생산성화, 첨단화, 자동화, 효율화는 필수적으로 동반되는 미래의 요구사항으로 대두되고 있으며 이러한 요구사항을 충족시키기 위해서는 관련기술 개발과 시장선점이 필수적이다.

본 연구에서는 이러한 항만환경변화에 대응하기 위해 전 세계의 GTO 및 대형 항만운영사들이 대형선사 유치 및 초대형선 기항을 위해 항만시설에 막대한 투자를 지속하고 있으며, 이에 따라 항만을 둘러싼 세계 각국간의 항만산업시장 선점과 기술개발 경쟁을 치열하게 벌이고 있음을 알 수 있었다.

기존의 국내 항만기술 R&D는 해양과학기술의 일부로 포함되어 해양수산부 전체 R&D의 6%(2006년 예산기준)만을 차지하고 있었으며 보다 체계적, 분석적이고 세분화된 항만기술개발 로드맵을 갖고 있지 못하였을 뿐만 아니라 세계 항만기술의 동향과 적용현황을 광범위하게 조사하거나 분석한 부분도 없었다.

본 연구에서는 미래 항만환경의 급격한 변화에 대응하고 국내 항만관련산업의 활성화를 꾀하며, 체계적이고 국가적인 항만기술개발 정책의 효율적 추진을 위해 향후 추진해야 할 컨테이너항만기술에 대한 개발 로드맵을 수립・제시하였다.

제2장에서는 컨테이너 항만을 둘러싼 세계 교역물동량, 선사, 터미널 운영사, 항만 인프라스트럭처, 슈퍼스트럭처, IT 등 다양한 측면에서 환경변화 분석을 통해 미래 항만기술개발의 필요성을 인식하였다. 또한, 기존에 정의되지 못하였던 항만기술의 범위를 정의하고 항만기술의 분야를 항만물류, 항만/해양장비, 항만계획/설계, 항만/해양구조물 등 4개 대분야와 12개의 중분야로 분류하였으며 본 연구에서는 항만물류 및 항만/해양장비 2개 대분야와 그에 따른 6개의 소분야에 대한 연구의 범위를 설정하였다.

제3장에서는 국내외 항만기술의 현황조사 및 분석을 바탕으로 각 항만기술 분야별로 과거부터 현재까지의 변화요인과 그 추세를 살펴보았다. 그 결과 전체적인 항만기술의 변화요인은 물동량증가, 선박대형화, 고객서비스 증가, 작업효율성 증가, 물류비 절감, 인건비 절감 등으로 나타났으며 이에 따른 변화추세는 시설의 대형화, 자동화, 고생산성 및 고효율화, 고속화, 경제적 및 친환경화 등으로 나타났다.

제4장에서는 이러한 변화요인과 변화추세를 바탕으로 각 소분야별로 미래 개발방향을 예측하였으며 그 결과 각 분야별 미래에 개발하여야 할 총 46개 기술을 도출하였다. 도출된 기술을 바탕으로 각 기술별 특성, 효과, 적용대상, 개발아이템 등을 제시하였으며 약 205건의 분야별 전문가 설문을 통해 각 기술별 국내외 기술격차를 조사·분석한 결과 기술별로 국내기술이 해외수준에 비해 50～70% 수준을 보이고 있는 것으로 나타났다.

제5장에서는 46개의 제시된 기술들에 대하여 각 분야별로 관련실무전문가를 대상으로 설문조사(6개 분야 총 205건)를 통해 기술개발의 우선순위를 조사하였다. 우선순위 조사와 분석을 위해 개발기술의 성능적 관점, 기술적 관점, 경제적 관점, 전략적 관점에 따라서, 평가항목(총 9가지 평가항목)을 정의하고 전문가 설문을 통하여 각 항목의 상대적 중요성을 설정하였다.

각 분야/분류별 하위기술들은 정해진 평가요소와 가중치에 따라서, 해당분야의 전문가들에 의하여 평가되었으며 전문가들에 의한 평가 결과를 기초로 작성된 수리모형을 통하여 각 분야/분류별로 기술개발의 우선순위가 도출되었다.

본 연구에서는 기술별 우선순위 분석을 위해 기술 분류별로 유한개의 기술 대안들 중에서 9개의 평가요소들을 복합적으로 고려하여 대안의 우선순위를 결정하는 다요소 의사 결정(Multi-Attribute Decision Making : MADM) 문제에 해당되어 각 평가요소에 대한 대안의 우선순위와 평가요소의 가중치를 이용하는 선형 할당법(linear assignment method)을 적용하여 분석하였다.

분석결과 각 기술별로 개발우선순위가 결정되었으며 기술별 개발시기 또한, 설문결과로 도출되었다.

제6장에서는 기술별 개발시기와 도출된 개발우선순위에 따라 Phaal et al.(2004)에 의해 정의된 TRM(Technology Road Map) 작성모형을 응용하며 ① 분야별/기술별 개발시점에 따른 Macro 로드맵, ② 분야별 개발 기술에 대한 제품개발과의 Micro 연관로드맵을 수립하였으며 로드맵에 의해 제시된 기술들의 R&D에 대한 실효성을 높이기 위한 효과적 추진전략을 제시하였다.

제7장에서는 본 연구결과를 통해 정부정책적 측면에서 추진하여야 할 향후 정책기여부분을 제시하였다.

본 연구를 통해 미래 세계 항만환경의 변화에 신속하게 대응할 수 있고 국내 항만기술 발전과 관련분야의 파급효과를 기대할 수 있는 기술개발을 추진함으로써 정부, 연구소, 대학, 민간기관, 운영사 등 국내 항만관련 기관들의 향후 항만기술정책 개발, 연구 개발, 항만운영, 항만설계, 항만건설, 항만장비와 부품의 개발 등 관련 정책수립과 산업분야의 중장기 계획 및 개발방향을 수립하는데 기여하기를 희망한다.

본 연구는 1단계로서 항만기술의 총 4개 대분야, 12개의 소분야 중 항만관련 산업의 상품화 및 사업화가 절대적으로 필요한 항만물류, 항만/해양장비 등 2개 대분야, 세부 6개의 소분야에 대한 기술개발 로드맵을 우선적으로 수립한바, 향후 항만건설의 절감효과를 유발하는 항만계획/설계, 항만/해양구조물 분야 등 인프라 분야에 대해서도 연구를 추진함으로써 항만기술에 대한 총체적인 로드맵 수립을 이룰 수 있도록 하고자 한다.

2. 정책기여

1) 해양과학기술(MT : Marine Technology) 중장기 및 개발계획 수립에 반영

2007년 12월 해양수산부에서는 해양수산발전기본법에 근거하여 '해양과학기술 중장기 계획수립'을 수립중에 있다. 이는 <표 7-1>에서 나타나듯이 MT 개발계획이나 MT 로드맵 등 기존의 모든 계획을 종합·반영한 최상위의 중장기 계획으로서 해양과학기술분야 국가연구 개발사업의 근거가 되는 기본계획이다.

'해양과학기술 중장기 계획'은 MT 개발계획 및 MT 로드맵보다 우선되는 최상위 계획으로서 현재 해양과학기초기반분야, 해양자원분야, 수산분야, 항만·물류분야, 해양안전분야, 해양환경분야 등 총 6개분야로 나누어져 분야별 중점추진전략에 따른 중점추진과제를 선정하게 되며 중점추진과제 선정을 위해 각 분과별로 기술수요조사를 실시하게 된다.

<표 7-1> **MT 중장기계획, 개발계획, 로드맵**

구분	MT 중장기계획 (2007)	MT 개발계획 (2004)	MT 로드맵 (2005)
기간	2009~2013 (향후 5년에 중점추진)	2004~2013 (10년간 2단계 추진)	2006~2015 (10년간 2단계 추진)
성격	• 해양 R&D의 중장기 목표 설정 및 과학기술 기본계획과 정책연계성을 고려한 R&D 사업투자 전략 제시	• 해양수산발전기본법의 취지에 따라 해양과학기술의 향상을 위한 실용계획	• MT 개발계획의 효율적 추진을 위한 전략적 로드맵 작성
주요 내용	• 해양 R&D 예산 투자 방향 설정(우선중점추진과제 도출 및 연차별투자계획수립) • R&D 혁신체제 제시	• 3대 기술축을 중심으로 71개 중점추진과제 선정 • 10년간 3조 1천억원 소요예산 산정	• MT 개발 계획 중점 추진과제를 재그룹핑하여 제시된 47개 과제의 로드맵 작성
특징	• 국가과학기술기본계획 및 토탈 로드맵과 그 방향을 같이하여 해양 R&D예산확보의 당위성 확보	• 국가과학기술위원회에서 심의된 국가계획으로서 MT의 인식제고에 기여	• MT에서 총망라된 기술을 통합 조정하여 전략기술을 도출
활용	• '09년도부터 증기재정 계획 및 R&D 예산 요구서작성시 활용 • 신규사업 반영의 기준제시	• MT라는 용어로서 해양과학기술의 개념정립 및 적극적 홍보를 통한 해양 R&D 활성화 유도	• 국가대형화사업으로 추진하기위하여 국과위사전타당성분석 대상과제 제안

자료 : 해양수산부, 「해양과학기술 중장기 발전전략 세미나」, 2007. 12.

1단계로 미래해양과학을 전망, 2단계로 기술수요조사후, 3단계로 분과별 중점추진과제의 수립/도출, 4단계 전문가 의견수렴 및 실무위원회 검토, 5단계 총괄위원회 심의를 거쳐 최종 우수중점추진과제를 도출하고 이에 따라 각 분과별 중장기 발전기본계획을 수립하여 추진한다.

본 연구과제에서 도출된 '항만기술 미래개발 방향'은 해양과학기술 중장기 계획에서 1단계의 미래 해양과학 전망에 반영가능하며, 최종 도출된 '항만기술개발 로드맵'은 2, 3단계인 기술수요조사와 분과별 중점추진과제 수립 단계에 반영될 수 있다.

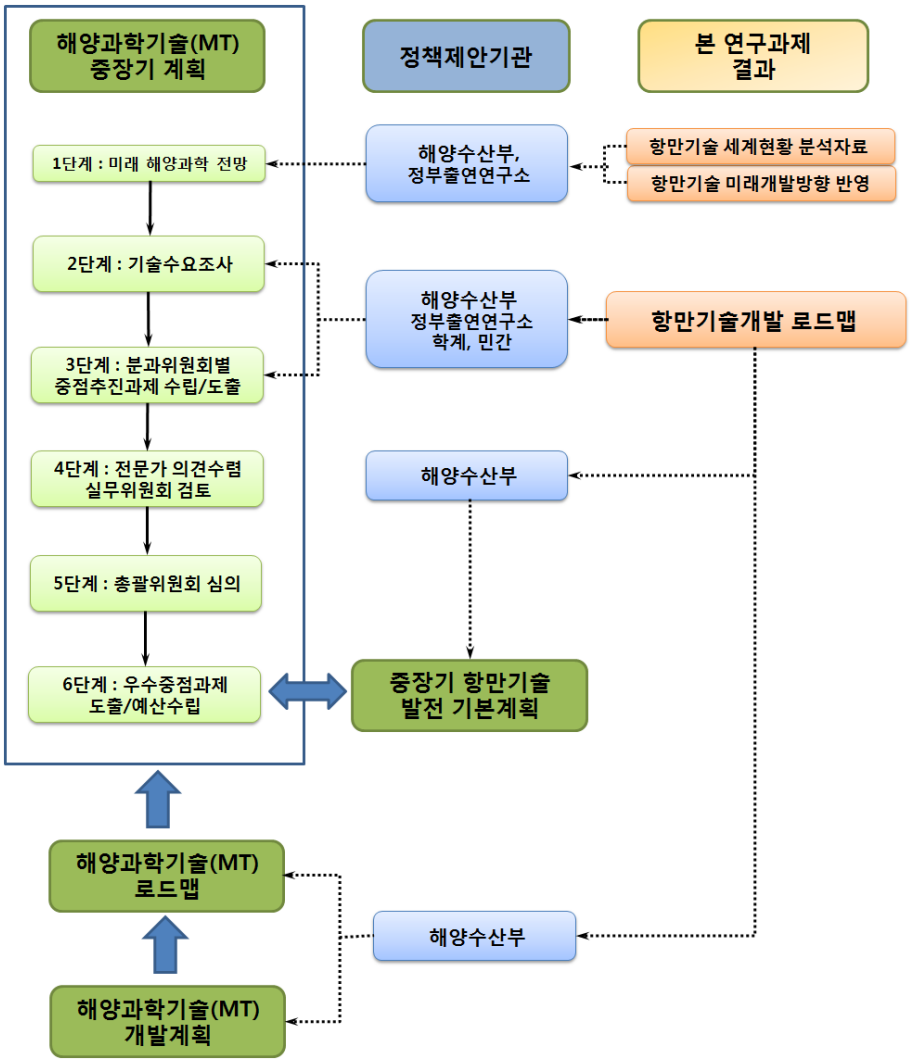
또한 하위계획인 해양과학기술 로드맵계획과 해양과학기술 개발계획에 반영될 수 있다.

해양과학기술 중장기 계획을 통해 우수중점과제가 도출되면 그에 따라 항만물류분과와 밀접한 관련이 있는 '중장기 항만기술 발전 기본계획'이 수정·보완될 것

이며 이에 따라 본 항만기술개발 로드맵의 반영이 가능하다.

이와 같이 해양과학기술개발 관련계획에 반영될 수 있는 본 과제의 항만기술 로드맵은 <표 7-2>에서 기술개발 목표에 따른 중점추진기술과 세부기술이 제시되었으며 기술개발 우선순위와 세부기술별 개발기간을 제시하였다.

<그림 7-1> **본 연구결과의 해양과학기술개발 관련계획 반영**



<표 7-2> **항만기술 정책반영을 위한 로드맵**

기술명	기술개발목표	세부기술	기술개발 우선순위	2009~2011	2012~2014	2015~2017	2018~
항만 하역 시스템	신개념 항만설계 기술개발	설계조건분석기술	5				
		대안선정기술	3				
		개발규모산정기술	2				
	지능화된 시뮬레이터 기술개발	단위하역성능분석기술	4				
		통합하역성능분석기술	1				
항만 운영 시스템	지능화된 항만 운영계획기술 개발	지능형 자원배정 기술	1				
		다중분산 계획 기술	6				
		안벽크레인 자동 일정계획 수립 기술	7				
		지능형 통합 모니터링 기술	3				
	자동화된 항만운영기술개발	**실시간 이동장비 작업배정 최적화 기술**	4				
		이동장비 위치정보시스템 기술	5				
		컨테이너 외부손상 자동검사 기술	2				
		항만출입 보안시스템 구축기술	14				
		전자봉인 자동인식 확인 기술	8				
		트럭 컴바인 컨테이너 개별 무게 측정 기술	13				
		무인주유시스템 구축기술	15				
	효율적 항만관리 기술개발	컨테이너정보 통합관리 서비스 기술	12				
		이송장비 신개념 위치추적 기술	11				
		웹서비스 및 그룹웨어 구축기술	10				
		경영분석/관리시스템 구축기술	9				
항만 물류운송 시스템	도로운송 물류비 절감 기술개발	**도로운송 장비기술**	1				
		도로운송 설비기술	8				
		신개념 육상운송기술	7				
	철도운송 첨단복합화 기술개발	**철도운송 연계장비기술**	3				
		철도 초고속환적 하역장비기술	6				
		철도 운송시스템기술	5				
	해상운송 전문화 기술개발	**해상운송 신개념선박기술**	2				
		연안운송 초고속하역시스템기술	4				
항만 하역장비	생산성향상 기술개발	**장치성능 개선기술**	1				
		장치구조물 개선기술	6				
	자동화 기술개발	**자동 위치제어기술**	4				
		자동 장치제어기술	2				
	비용절감 기술개발	에너지비용 절감기술	5				
		경제성 확보기술	3				
항만 건설장비	안벽축조 초대형화 기술개발	**초대형 구조물 축조기술**	1				
		초대형 구조물 운송기술	7				
		전천후 해상구조물 진수기술	8				
	준설장비 효율화/친환경화 기술개발	수역시설 효율적인 수심확보기술	5				
		한국형 이동식 준설장비 개발 기술	4				
		환경친화적 준설장비 개발 기술	2				
	야드조성장비 고효율화 기술개발	**고효율 연약지반시공 장비 개발 기술**	3				
		표층처리 및 복토공법기술	6				
항만 보조시설	선박통항시설 국산화기술	**항로개발 및 계획기술**	2				
		종합관제기술	1				

결과적으로 본 연구결과인 항만기술 로드맵은 정부기관(해양수산부), 정부출연연구소, 학계, 민간연구소 등이 MT 중장기 계획, MT 개발계획, MT 로드맵, 분과별 중장기 발전기본계획 수립시 기술수요조사 및 분과별 중점추진과제 도출단계에서 반영할 수 있다.

2) 정부 정책수립에 반영

해양수산부에서는 해양수산백서,[20] 해양수산발전기본계획,[21] 미래국가해양전략연구[22] 등 미래를 대비하여 다양한 정책보고서를 연구, 발간하고 있다. 이는 해양, 항만, 수산, 환경, 안전 등 각 분야별 현 실적, 미래 발전전략과 정책방향을 제시하고 있다.

2006년 발간된 해양수산백서에서는 해양과학기술 사업에 대한 향후 전망 및 정책과제를 제시하였으며 2004년 5월 수립된 '해양수산발전기본계획' 관련 연동계획에는 첨단해양과학기술 육성 및 산업화에 대한 추진전략을 바탕으로 관련 기술개발과제를 선정, 추진하고 있다.

이와 관련된 정부 정책보고서는 해양수산부, 정부연구기관, 관련업계 및 학계 등 다양한 의견을 수렴하여 미래 발전전략을 수립하는 과정을 거치게 되며 그 중 해양과학기술, 항만분야의 발전전략은 매우 중요한 부분을 차지하고 있으나 현재까지 미래 항만기술에 대한 종합적 분석보고서나 제시된 자료가 없어 전략수립이 매우 단편적이고 일시적일 수밖에 없었다.

따라서, 본 보고서에 제시되는 항만기술 관련 분야의 미래기술, 기술개발 로드맵 등은 향후 해양수산부 및 관련기관의 정책수립 및 미래 발전전략을 수립하기 위한 정책반영 자료로서 활용된다.

3) 항만기술 로드맵 활용/확산을 위한 전문협의체 및 전문연구기관 구성

본 연구보고서에서 제시된 항만기술 로드맵은 1단계로 컨테이너터미널, 항만물류 및 장비분야에 국한되었으나 향후 벌크 전용터미널, 항만인프라분야 등 모든 항만산업에 대한 기술 로드맵이 총괄적으로 수립될 필요성이 있다.

---

20) 해양수산부, 「해양수산백서」, 2006. 12.
21) 해양수산부, 「해양수산발전기본계획(변경)」, 2004. 5.
22) 해양수산부, 「미래국가해양전략연구」, 2006. 8.

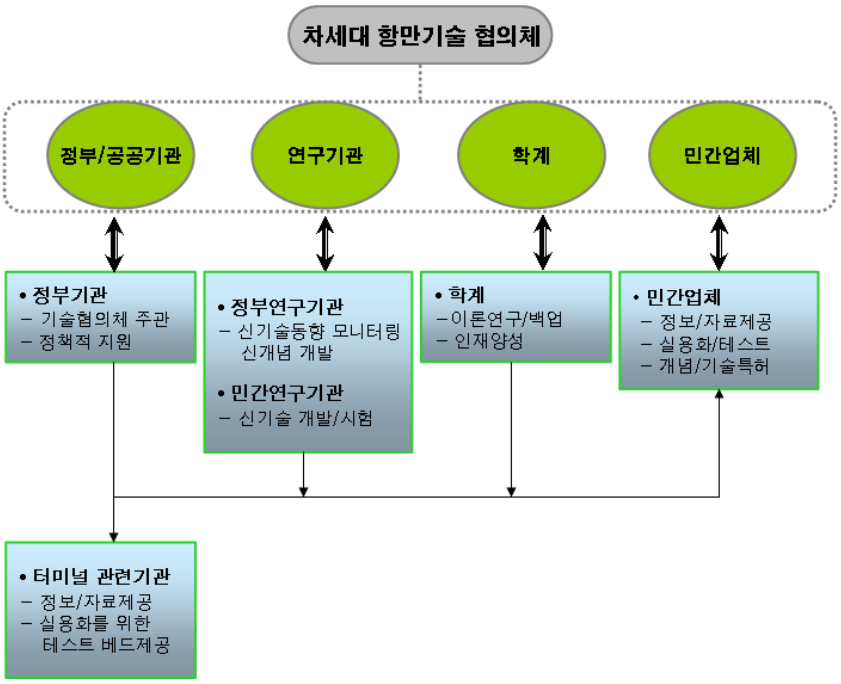
따라서 모든 분야에서 유기적, 지속적, 즉시적 연구가 필요하며 이를 위해서는 항만산업 분야를 총망라할 수 있는 전문가들의 협의체와 전문연구기관이 필수적이다.

현재 항만기술분야에 있어 기술발전은 하루가 다르게 급속히 변화하고 있다. 따라서, 다양한 항만분야의 기술발전에 신속하게 대응하기 위해서는 각 분야의 전문가들로 구성된 유기적인 조직체가 구성되어야 하며 신속한 대응체제를 갖추어야 한다.

향후 국내 항만기술협의체는 연간 정기적으로 운영되어야 하며 정부/공공기관, 연구기관, 학계, 민간업체 등 항만기술과 관련된 다양한 전문분야가 결합이 되어 항만기술관련 각 기관별 역할과 업무를 정의하고 신속하고 유연한 협의체 활동을 수행하도록 하여야 한다.

이를 통해 항만관련 변화를 제시, 수집하며 기술발전을 위한 개발단계에서는 정부, 연구기관, 학계의 역할이 중요하기 때문에 국내 항만기술관련 기관들의 기술력 결집과 협력체제 없이는 세계적 항만기술 선도국가의 위치를 점하기란 매우 어렵다.

<그림 7-2> **항만기술 협의체 구성과 역할**



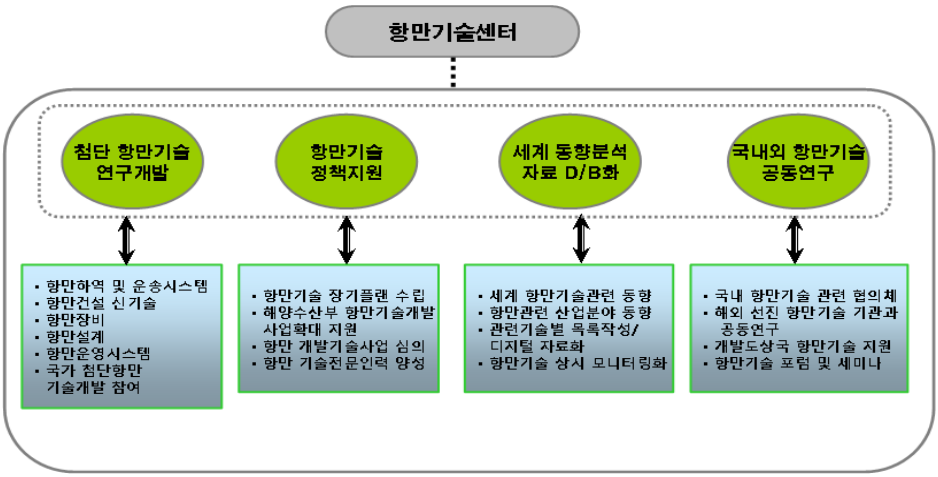
실용화단계에서는 고객인 선사, 운영사, 각 기업들의 의견과 개발된 기술을 바탕으로 보완발전을 통해 실질적인 동향파악과 기술발전을 수행할 수 있도록 조직을 구성해야 한다.

또한, 개발된 기술의 효용성을 높이기 위해서는 실용화 및 사업화 가능성이 있는 기술개발 제품에 대하여 정부의 지원, 민간기업의 펀드구성 등 실질적 테스트베드 구축을 통해 상품화로 연결이 될 수 있는 지원체제를 갖추어야 한다.

현재 국내의 경우 국내 항만관련 산업의 첨단화, 활성화, 세계화를 위해 이를 지속적으로 연구 개발하는 항만기술연구 전문기관이 전무하다. 방대한 세계항만의 첨단 및 관련기술에 대한 통합적인 자료수집 및 분석, 세계시장을 주도할 수 있는 첨단 항만기술 개발, 관련분야의 전문인력 양성기관이 없어 향후 국내 항만산업분야의 발전과 항만기술 분야에서 타 선진국에 의존할 수밖에 없는 상황이다. 한국해양연구원에서는 해양/항만에 대한 구조물연구를 수행하고 있으나 해양관련 산업에 치우쳐 있으며 실질적인 항만산업의 세계화, 활성화 및 항만개발기술의 상품화보다는 국내 항만건설산업의 절감을 위한 기술쪽에 근접하고 있는 상황이다.

정부, 연구소, 대학, 민간기관, 운영사 등 국내 항만관련 기관들에 대하여 향후 항만 정책개발, 연구 개발, 항만운영, 항만설계 및 건설, 장비와 부품의 개발 등 관련분야에서 세계적으로 선도적 입지를 구축할 수 있는 항만기술 전문연구기관의 설립이 시급하다.

<그림 7-3> **항만기술센터의 역할**



따라서, 국내 항만관련 산업의 세계적 입지 구축을 위해 항만기술정책 방향을

제시하고 국가적 항만 핵심기술 연구 개발을 수행하며, 민간업체와 공동기술개발 및 관련 정보제공, 전문인력의 육성 등을 담당할 수 있는 종합적 항만기술센터(Port Technology Center)의 설립을 추진함이 바람직하다.

국내 항만기술의 발전은 근본적으로 항만산업 관련부문의 인재양성에 있으며 이를 위해 연구소 및 관련 학계에서 인재양성을 위한 별도의 산・학・연・관간의 방안을 마련하도록 하여야 한다.

참 고 문 헌

<국내문헌>

길영준,「전략통합형 R&D를 위한 과학적 연구방법론에 관한 연구」, 과학기술정책연구원, 2002.

김성희・정병호・김재경,「의사결정분석 및 응용」, 영지문화사, 2006.

김우선, "유인 이송장비 이동거리에 따른 특성 비교 분석",「월간 해양수산」, 258호, 2006.

_____, "컨테이너 하역장비의 에너지 세이빙 기술 적용효과 분석",「월간 해양수산」, 262호, 2006.

백인태,「컨테이너터미널의 물류시스템」, 물류정보화포럼, 2002.

부산신항만, http://www.pncport.com.

산업자원부,「선박의 지능형 자율운항 제어 시스템 개발」, 2004.

_____,「위성통신망 원격제어기술 개발」, 2005.

송원오・진재율・채장원・안희도・맹준호・오재경, "연안개발공사로 인한 부유토사의 환경 악영향 저감방안 고찰", Ocean and Polar Research, Vol. 25, 2003.

양창호・윤동한・최종희・최상희・김우선・하태영,「항만-내륙간 첨단 연계운송 시스템 개발방안 연구」, 한국해양수산개발원, 2002.

양창호・최종희・최용석・하태영,「차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2003.

원승환・최상희, "컨테이너크레인의 개발 대안 선정을 위한 체계적인 절차",「한국항해항만학회 추계학술대회 논문집」, 1권, 2006.

윤문섭 외,「국가구연개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발」, 과학기술정책연구원, 2004.

정지만 외 2인,「초대형 콘크리트 케이슨 다단계 일괄 제작 및 운반 공법 개발(Ⅱ)」, 2004.

주재욱・강석형,「실무자를 위한 항만 및 어항공학」, 한림원, 2006.

한국해양수산개발원, http://www.kmi.re.kr.

한진중공업,「차세대 해안공간 확보기술 Workshop 자료집」, 2007.
해상교통관제센타, http://www.vtskorea.info.
해양수산부,「첨단항만핵심기술개발」, 1998～2002.
_____,「21세기를 대비한 중장기 항만기술 발전 기본계획(변경)」, 2001.
_____,「항만산업의 경제적 파급효과」, 2002.
_____,「해양과학기술(Marine Technology, MT) 개발계획」, 2004.
_____,「해양수산발전기본계획(변경)」, 2004.
_____,「해양수산백서」, 2006.
_____,「미래국가해양전략연구」, 2006.
_____,「해양과학기술 중장기 발전전략 세미나」, 2007.
현대건설,「광양항 3단계 1차 컨테이너터미널 축조공사대안설계 보고서」, 2003.
현대산업개발,「부산신항 남컨테이너부두 배후지 준설토 투기장 가호안(1공구) 축조공사 대안설계보고서」, 2005.

<외국문헌>
Alameda Corridor, Brochure.
CTT,「Combi-Road Final Report」, 1996.
Drewry, Container Market Review and Forecast 2006/07, 2006.
_____, Global Container Terminal Operators 2003, 2003.
_____, Global Container Terminal Operators 2004, 2004.
_____, Global Container Terminal Operators 2005, 2005.
_____, Global Container Terminal Operators 2006, 2006.
Elliott, J., “Handling System Design and Performance”, TOC EUROPE, 2005.
_____, “Equipment Issues: Handling System Design and Performance”, TOC Europe. 2006.
FAST Corridor, Brochure.
Gottwald Port Technology, http://www.gottwald.com.
Hamdredging.com, http://www.hamdredging.com.
HHLA, http://www.hhla.de.
ISL, SCUSY, http://www.scusy.isl.org.
JWD Group, http://www.jwdgroup.com.

Kalmar Industries, http://www.kalmarind.com.

Kappel, T. A., “Perspectives on Roadmaps：How Organizations Talk about the Future”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 18, 2001.

Liftech Consultants, http://jwdliftech.com.

Phaal, R., Farrukh, C. J. P., and Probert, D. R., “Technology Roadmapping - A Planning Framework for Evolution and Revolution”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 71, 2004.

PORTEK, Brochure.

_____, http://www.portek.com..

Port of Oakland ‘Vision 2000’, Brochure.

Status, P., New-Generation Terminal and Terminal-Node Concepts in Europe, 1997.

TBA, http://www.tba.nl.

TOC Europe, 2006.

国土交通省 港灣局,「新世紀を拓く港灣の技術ビヅョソ」, 2001.

부록 1,2
국내 항만기술개발 로드맵 수립을 위한 설문

안녕하십니까?

귀하와 귀기관의 무궁한 발전과 건승을 기원합니다.

본 연구는 국내 컨테이너터미널 관련 항만기술 개발을 위한 방향과 전략을 수립하기 위하여 요구되는 컨테이너 항만기술을 발굴하여 차세대 기술개발 로드맵을 제시함으로써 국내 항만관련 산업을 활성화시키고 궁극적으로는 국가경쟁력의 향상에 그 목적이 있습니다.

이에 따라 본 연구원에서는 귀기관의 컨테이너터미널 운영/개발/건설 등과 관련하여 다년간 현업에서 많은 실무경험을 쌓으신 귀하의 의견을 조사하기 위하여 다음과 같이 설문을 준비하였습니다. 아무쪼록 바쁘시더라도 귀기관의 적극적인 의견 개진이 해운·항만분야의 정책수립에 크게 기여한다는 점을 인지하시고 성실히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

설문의 작성으로 인하여 귀하에게 어떠한 책임도 없음을 말씀드리며, 아울러 본 조사결과는 차세대 항만기술개발을 위한 방향과 전략수립의 목적으로만 사용할 것을 말씀드리며 분석 직후 폐기될 것입니다.

※ 본 설문서를 2007년 8월 25일까지 반송해 주시면 고맙겠습니다.

2007. 8

부록 1 : 평가요소별 중요도 설문 양식

- 설 문 지 -

1. 본 조사는 차세대 컨테이너터미널 기술개발에 관련하여 기술개발에 대한 각종 현안문제를 파악, 차세대 항만기술개발의 방향 수립을 위해 실시하는 만큼 소기의 목적을 달성할 수 있도록 적극 협조하여 주시기 바랍니다.
2. 질문의 요지에 가장 근접하다고 생각되는 답을 기입하여 주시기 바랍니다.

기 관 명				
주 소				
작 성 자	부 서		직 위	
	성 명		전화/ 팩스	(☏) (FAX)
	E-Mail			

Ⅰ. 평가항목

기술의 평가에 사용될 항목들에 관하여 중요도를 평가해보고자 합니다. 각 항목의 설명을 잘 읽으시고 중요도를 평가해주시기 바랍니다.

분류	항목	설명	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
성능적 관점	1. 항만 환경변화 대응성	해당기술이 항만의 환경변화(예 : 초대형선의 출현 등)에 얼마나 잘 대응할 수 있도록 해 주는지를 평가					
	2. 생산성(작업 효율성)	해당기술을 적용했을 때 해당분야의 생산성과 작업 효율성 향상에 얼마나 기여하는지를 평가					
기술적 관점	3. 기술개발가능성	해당기술의 실현가능성을 평가					
	4. 기술의 필요성	해당기술의 필요성 및 당위성을 평가					
	5. 기술의 첨단성	해당기술이 첨단기술을 얼마나 활용하는지를 평가					
경제적 관점	6. 기술개발 비용	해당기술을 개발할 때 소요되는 비용을 평가					
	7. 경제적 효용성	해당기술을 개발했을 때 해당분야에 기여하는 경제적 효용을 평가					
전략적 관점	8. 실용화/산업화 가능성	해당기술이 개발되어 실용화되고 산업화 될 수 있는지를 평가					
	9. 시장 확장 가능성	해당기술이 포함된 분야의 시장이 향후 얼마나 확장될 수 있는지를 평가					

- 설문에 감사드립니다 -

부록 2 : 개발기술 우선순위 평가 설문 양식(항만물류분야중 항만하역시스템)

- 설 문 지 -

1. 본 조사는 차세대 컨테이너터미널 기술개발에 관련하여 기술개발에 대한 각종 현안문제를 파악, 차세대 항만기술개발의 방향 수립을 위해 실시하는 만큼 소기의 목적을 달성할 수 있도록 적극 협조하여 주시기 바랍니다.
2. 질문의 요지에 가장 근접하다고 생각되는 답을 기입하여 주시기 바랍니다.

기 관 명				
주 소				
작 성 자	부 서		직 위	
	성 명		전화/ 팩스	(☏) (FAX)
	E-Mail			

※ 다음의 사항을 양지하시고 설문에 응해 주십시오.

1. 항만하역시스템 기술 개요

□ 항만하역시스템은 컨테이너터미널에서 이루어지는 일련의 하역작업을 처리하기 위한 물류시스템을 말하며 하역작업이 원활히 이루어지도록 물류시스템을 효율적으로 설계하는 것이 항만하역시스템 기술 분야에 해당한다고 할 수 있습니다.

□ 항만하역시스템 기술 분야는 크게 하역작업이 발생하는 터미널내의 작업영역에 따라 안벽, 이송, 야드, 게이트의 4가지 하위시스템으로 구분할 수 있습니다.

<표> **항만하역시스템 구성요소**

구성요소	하역작업 내용
안벽시스템	• 선박의 접안 및 양적하 작업 • 선박용 하역크레인이 사용됨
이송시스템	• 터미널내의 컨테이너 운반 작업 • 컨테이너 운반전용 차량이 사용됨
야드시스템	• 컨테이너의 일시 보관 작업 • 야드전용 하역크레인이 사용됨
게이트시스템	• 터미널의 컨테이너의 반입 및 반출 운영 및 시설 • 전용 입출구 통과서비스 및 자료입수 작업

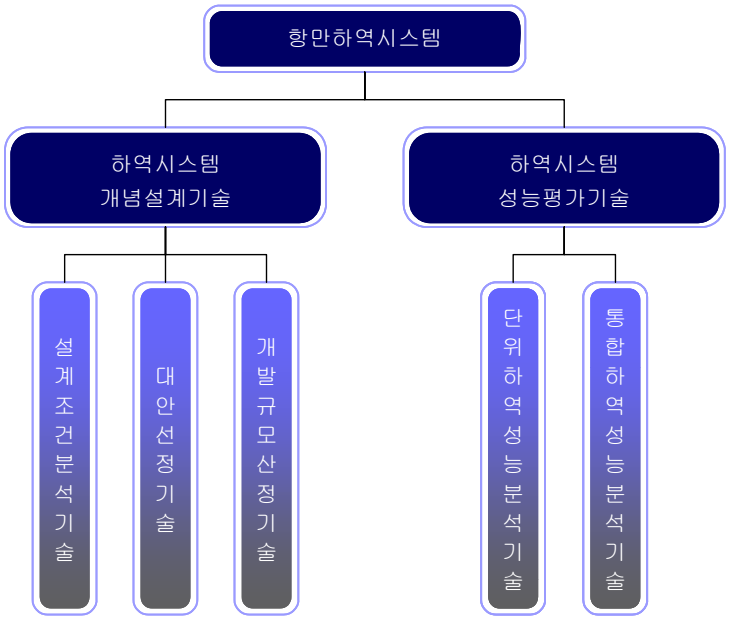
□ 항만하역시스템은 국내외적으로 터미널의 각기 다른 환경여건에 맞추어 다양한 설계형태가 도입되어 있고, 하역시스템의 효율성을 높이기 위해 기존의 시설 및 장비, 운영방식 등을 개선하거나 신규항만건설에 새로운 하역시스템을 도입하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있습니다.

□ 이러한 여건에서 본 연구에서는 항만하역시스템의 효율적인 설계 및 운영을 위한 기반기술로 총 5개 기술을 정의하였으며, 그 내용은 다음과 같습니다.

2. 기술분류표

세부기술		기술 요약
①	설계조건 분석기술	• 시스템 설계에 필요한 자료 분석 기술임 • 시스템의 설계범위 및 개략적 처리능력을 추정할 수 있음 • 스프레드 시트 모형, 수리적 모형 개발
②	대안선정 기술	• 하역시스템의 최적 대안을 선정하는 기술임 • 시스템의 안정성, 효율성, 투자대비 효용성을 판단할 수 있음 • 물류특성, 기술특성, 생산성, 경제성에 대한 선정방법 수립
③	개발규모 산정기술	• 시스템에 요구되는 장비 및 시설소요규모를 산정하는 기술임 • 목표치에 부합하는 하역시스템 소요규모를 산정할 수 있음 • 안벽/이송/장치/게이트시설능력을 산출
④	단위하역 성능평가 기술	• 하역장비의 개별적인 성능을 측정하는 기술임 • 장비의 취약점을 보강하여 하역시스템의 성능을 개선할 수 있음 • 신규장비 또는 기존장비를 부분적으로 개선할 경우에 활용가능
⑤	통합하역 성능평가 기술	• 하역시스템의 총괄적인 통합성능을 분석하는 기술임 • 장비 및 시설의 최적조합을 산출할 수 있음 • 신규터미널 개발 또는 기존 터미널 리모델링시 적극 활용가능함 • 전용시뮬레이터/전문개발자 양성/최적알고리즘 개발 등

〈항만하역시스템 기술트리〉



3. 세부기술 예

① 설계조건 분석기술

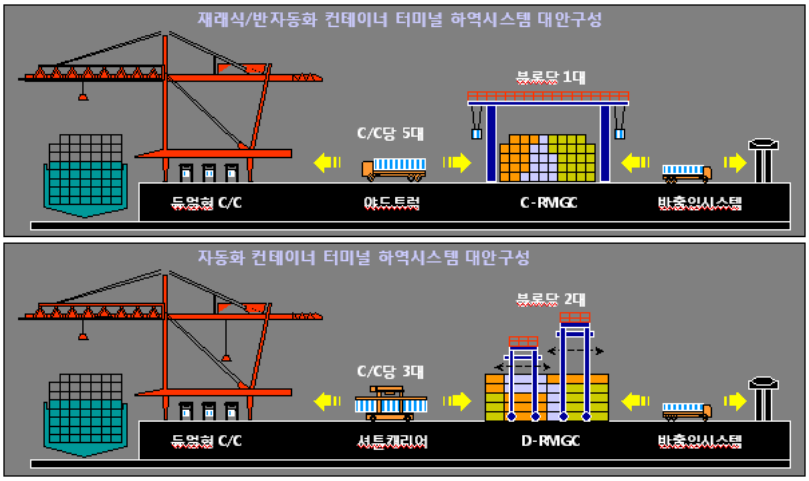
예비 분석 모델-PRECAP(JWD: Jordan Woodman Dobson)

PRECAP Model

Property Statistics	***Existing+Low***	
Berth length	feet	21,099
Gross terminal area, including wharf	acres	752.1
Net CY area, excluding apron, buildings, gate	acres	554.9
Net/gross ratio	%	74%
Berth Capacity		
Berth Capacity	vsl TEU / year	4,076,000
CY Demand at Berth Capacity		799ac,21%3
Wheeled	net CY acres including shape factors	985.8
Grounded	net CY acres	251.4
Total	net CY acres	1,216.4
Net effective CY area available	net CY acres	554.9
Available / required	%, including shape factors	46%
Container Yard Capacity		
CY Throughput Capacity	vsl TEU per year	2,163,000
Limiting capacity		0%B,100%Y
Throughput capacity	vsl TEU per year	**2,163,000**
Throughput density	vsl TEU / gr. acre / year	2,900
IPI + CIRIS traffic	vsl TEU per year	195,000
IPI + CIRIS traffic	rail lifts per year at 1.80 TEU/rail lift	108,000
Gate Traffic		
Truck entries per peak hour	truck arrivals / peak hour	947
Fraction of containers via trucks	%	91%
Fraction of containers via CIRIS + IPI	%	9%

② 대안선정기술

하역시스템 대안구성 및 선정



③ 개발규모 산정기술

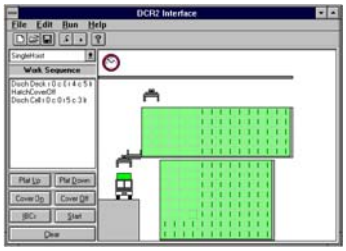
개발규모 산정기술 개발아이템

개발 아이템	개발 내용
안벽능력 산정기술	• 운영선석수 및 선박서비스 수준(대기율, 대기시간 등)을 고려한 적정대수의 안벽장비 수량을 산출하는 기술 개발
이송능력 산정기술	• 안벽과 야드간의 연계성을 고려하여 이송장비의 적정대수를 산출하는 기술 개발
장치능력 산정기술	• 일정기간의 처리목표량에 부합하는 장치용량규모 및 하역장비 소요대수를 산출하는 기술 개발 • 이송장비 및 외부트럭의 통행흐름을 원활하게 소통시킬 수 있는 평면배치형태를 결정할 수 있는 기술 개발
게이트능력 산정기술	• 도착패턴 및 서비스시간, 체류시간을 고려하여 입출구 레인수와 위치를 결정할 수 있는 기술 개발
기타	• 특수화물/CFS/운영건물의 규모 및 위치를 결정 • 기타 하역장비 및 운영인력 등의 소요량을 산출하는 기술 개발

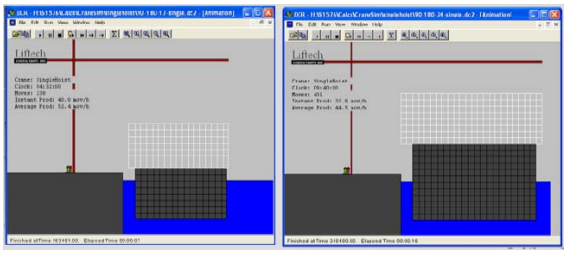
④ 단위하역성능평가기술

Cranesim(Liftech)

General Type



Tandem Type

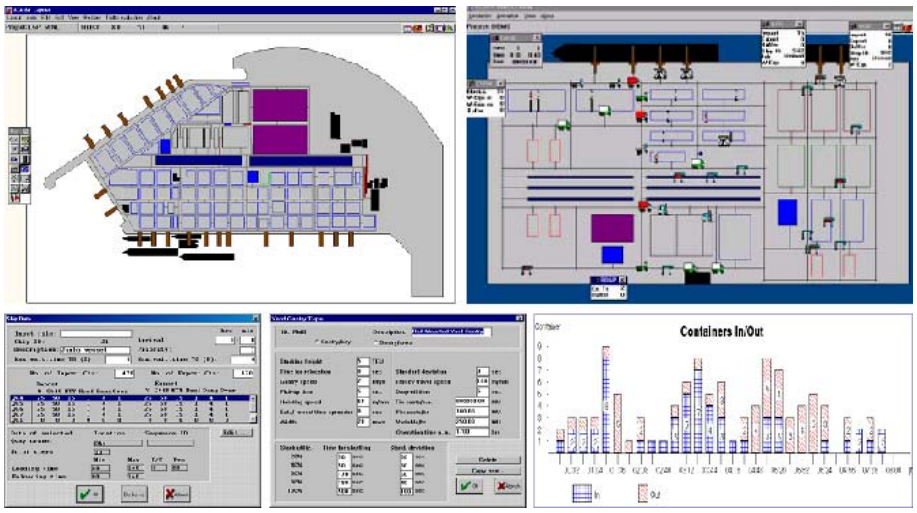


CRASY(ISL)

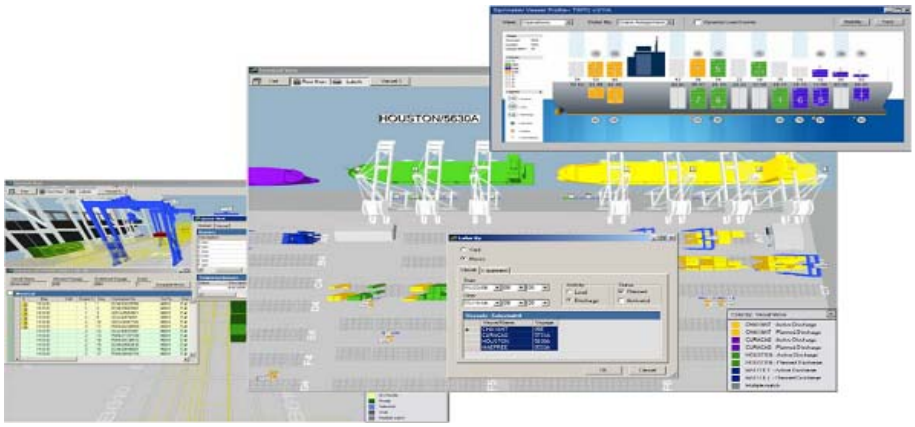


⑤ 통합하역성능평가기술

SCUSY(ISL)



〈Terminal Monitoring & Simulation (TideWorks)〉



Ⅰ. 기술의 평가

각 기술에 대해 앞서 설문한 항목별로 평가를 수행하고자 합니다. 각 항목에 가장 적합한 기술들을 2개 선택해주시면 됩니다. 단, 우선순위가 높은 기술부터 기입하셔야 합니다.

1. 다음 기술 가운데 항만의 환경변화에 대한 대응력을 가장 향상시키는 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

2. 다음 기술 가운데 해당기술을 적용했을 때 해당분야의 생산성과 작업 효율성을 가장 향상시킬 수 있는 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

3. 다음 기술 가운데 기술개발의 실현성이 가장 높은 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

4. 다음 기술 가운데 기술개발의 필요성과 당위성이 가장 높은 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

5. 다음 기술 가운데 첨단기술을 가장 많이 활용하고 있는 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

6. 다음 기술 가운데 기술개발에 소요되는 비용이 가장 낮은 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

7. 다음 기술 가운데 해당기술이 개발되었을 때 얻을 수 있는 경제적 효용이 가장 높은 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

8. 다음 기술 가운데 실용화 및 산업화가 가장 용이한 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

9. 다음 기술 가운데 해당기술이 속한 분야의 향후 시장이 가장 확대될 것으로 기대되는 기술 2가지를 선택해 주십시오.

① 설계조건 분석기술
② 대안선정기술
③ 개발규모 산정기술
④ 단위하역성능 분석기술
⑤ 통합하역성능 분석기술

제1순위	제2순위

Ⅱ. 기술개발 시점

각 기술에 대해 요구되는 기술개발 시점을 평가해보고자 합니다. 기술개발의 착수시기를 기준으로 작성하시면 됩니다.

1. □□설계조건분석기술□□에 대한 기술개발 시점을 평가해 주십시오.

3년 이내	3~6년	6년 이후
□	□	□

2. □□대안선정기술□□에 대한 기술개발 시점을 평가해 주십시오.

3년 이내	3~6년	6년 이후
□	□	□

3. □□개발규모산정기술□□에 대한 기술개발 시점을 평가해 주십시오.

3년 이내	3~6년	6년 이후
□	□	□

4. □□단위하역성능분석기술□□에 대한 기술개발 시점을 평가해 주십시오.

3년 이내	3~6년	6년 이후
□	□	□

5. □□통합하역성능분석기술□□에 대한 기술개발 시점을 평가해 주십시오.

3년 이내	3~6년	6년 이후
□	□	□

- 설문에 감사드립니다 -

부록 3 : 개발기술 우선순위 평가 설문 전문가의 소속기관

① 항만하역시스템

- 부산대학교
- 부산신항만
- 순천대학교
- 싸이버로지텍
- 우암터미날
- 유신코퍼레이션
- 전남대학교
- 토탈소프트뱅크
- 한국항만기술단
- 한국허치슨터미널
- 한아엔지니어링
- 해군사관학교

② 항만운영시스템

- 삼성SDS
- 신선대컨테이너터미날
- 싸이버로지텍
- 씨엠테크
- 우암터미날
- 인천항만공사
- 지팬스
- 토탈소프트뱅크
- 한국허치슨터미널
- 현대상선

③ 항만물류운송시스템

- 대한통운
- 동남아해운
- 동방
- 동부익스프레스
- 동신상선
- 동신선박
- 동아대학교
- 디티씨
- 여진해운
- 장금상선
- 태양해운
- 태영상선
- 평택컨테이너터미널
- 한국교통연구원
- 한국머스크
- 한솔CSN
- 현대택배
- APL

④ 항만하역장비

- 부산신항만
- 부산인터내셔널컨테이너터미널
- 신선대컨테이너터미날
- 포항영일신항만
- 한국국제터미널
- 한국허치슨터미널
- 한진

⑤ 항만건설장비

- 건화
- 삼안
- 세광종합기술단
- 유신코퍼레이션
- 한국항만기술단
- 한맥기술
- 한진중공업
- 항도엔지니어링
- 혜인이엔씨

⑥ 항만보조시설

- 건화
- 삼안
- 세광종합기술단
- 유신코퍼레이션
- 한국항만기술단
- 한맥기술
- 한진중공업
- 항도엔지니어링
- 혜인이엔씨

국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립 연구

2007年 12月 27日 印刷
2007年 12月 31日 發行

編輯兼
發行人 李 正 煥

發行處 韓 國 海 洋 水 産 開 發 院
서울특별시 서초구 방배3동 1027-4
전 화 2105-2700 FAX : 2105-2800
등 록 1984년 8월 6일 제16-80호

組版・印刷/서울기획문화사 2272-1533 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337