기본연구 2005-07

컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구

2005. 12

최용석 · 김우선 · 하태영

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

□ 보고서 집필 내역

◈ 연구책임자

- 최 용 석 : 제1장, 제2장, 제5장, 제7장, 제8장

◈ 연구진

- 김 우 선 : 제3장, 제5장, 제8장, 부록
- 하 태 영 : 제4장, 제5장, 제6장

□ 외부 집필진

◈ 송 만 순(전 한국컨테이너부두공단 건설본부장) : 제2장
◈ 정 진 영(부산항만공사 팀장) : 제4장

□ 산 · 학 · 연 · 정 연구자문위원

◈ 박 기 순(토탈소프트뱅크 소장)
◈ 박 영 만(한국컨테이너부두공단 차장)
◈ 배 종 욱(여수대학교 교수)

머 리 말

부산항은 동북아지역의 중심항만으로서의 역할을 한층 강화하고 있으나 동북아 항만들간의 경쟁은 날로 심화되고 있다. 이는 항만의 주요 고객인 선사가 요구하는 서비스 수준의 달성뿐만 아니라 신규 고객확보를 위해 여러 항만들간의 경쟁이 대규모 시설확장으로 이어지고 있어 기존 항만입장에서 경쟁력 확보에 많은 어려움이 예상되고 있다.

더구나 최근에는 입항하는 컨테이너 선박의 대형화에 따라 선박의 재항시간을 단축시켜야 하는 상황에 처해 있다. 이를 위해 하역시스템의 자동화, 운영시스템의 고도화, 터미널 시설물의 재배치, 운영인력의 재교육 등을 통해 컨테이너터미널 전체의 생산성을 높이려고 노력하고 있다. 이러한 노력들은 기존 컨테이너터미널에 대한 리모델링 노력으로 경제적으로 달성할 수 있다.

기존에 운영중인 컨테이너터미널의 생산성을 향상시키고자 하는 노력이 체계적으로 이루어지기 위해서는 컨테이너터미널의 어느 부분을 우선 보완하거나, 개선시켜야 생산성 향상에 크게 기여할 것인가를 파악하는 것이 리모델링의 시발점이 된다. 그리고 다양한 분석절차와 함께 목표 설정이 중요한 역할을 한다. 특히 목표 설정은 현재의 컨테이너터미널 자원을 최대한 활용하면서 최소투자로 최대효과를 달성하도록 하는 것이 필요하며, 이를 위한 효과적인 리모델링 대안의 선정 및 리모델링 절차를 활용하는 것에 대한 정책적인 지원도 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 항만시스템을 안벽, 야드, 게이트, IT 등의 서브시스템을 중심으로 생산성 향상에 직접적인 기여가 가능한 대안을 도출하고 적용방안을 제시하였다. 최종적으로는 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 추진방안을 제시하여 중장기적으로 컨테이너터미널의 생산성을 향상시킬 수 있도록 함을 목적으로 하였다.

본 연구에서 제시한 리모델링 방안을 부산항 컨테이너터미널에 효과적으로 적용하여 부산신항만 개장에 맞추어 생산성을 향상시키고 중국의 대형항만에 대응한 경쟁력 확보가 중장기적으로 달성될 경우 현재의 부산항 컨테이너터미널의 물동량 유지 및 중심항만으로서의 위상을 확고히 할 수 있을 것이다.

따라서, 부산항 컨테이너터미널의 체계적인 리모델링 실행을 위한 리모델링 절차를 바탕으로 중장기적인 추진방안과 정책건의를 제시하였다. 향후 항만경쟁력 확보를 위해 컨테이너터미널의 리모델링시, 신규 항만의 개발 계획 수립시, 그리고 부두 통합화방안 수립시 효과적인 추진방안으로 활용되기를 바란다.

본 연구보고서는 본원의 최용석 책임연구원이 연구책임을 맡고, 김우선 책임연구원, 하태영 연구원이 공동으로 집필하였다. 협동연구를 통해 도움을 주신 송만순 전 한국컨테이너부두공단 건설본부장과 정진영 부산항만공사 팀장에게 감사드린다. 좋은 지적과 조언을 주신 여수대학교의 배종욱 교수, 토탈소프트뱅크의 박기순 소장, 그리고 본원의 김형태 연구위원에게 심심한 감사를 드린다. 이밖에 연구수행에 도움을 준 차태영씨, 서재화씨에게도 감사드린다.

2005년 12월

韓國海洋水産開發院

院 長 李 正 煥

목 차

ABSTRACT ——— i

요 약 ——— vii

제1장 서 론 ——— 1

1. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
2. 주요 연구내용 및 연구방법 ····· 2

제2장 컨테이너터미널 리모델링 개념 및 사례 ——— 4

1. 컨테이너터미널에 대한 리모델링 개념 수립 ····· 4
   1) 리모델링 개념과 유형 / 4
   2) 컨테이너터미널의 리모델링 목표 / 6
2. 항만 리모델링의 기존 연구 조사 ····· 8
3. 해외 컨테이너터미널의 리모델링 사례 분석 ····· 10
   1) 아르헨티나 항만 / 11
   2) 홍콩 HIT / 12
   3) 멜버른 컨테이너터미널 / 16
   4) 독일 CTB / 18
4. 리모델링 대상 및 적용범위 ····· 20
   1) 리모델링 대상의 개념적 분류 / 20
   2) 리모델링 적용 범위 / 21

제3장 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성 ——— 23

1. 개 요 ····· 23
2. 부산항 컨테이너터미널의 경쟁력 분석 ····· 23
   1) 시설현황 분석 / 23
   2) 운영현황 분석 / 25
   3) 운영 및 시설현황 비교분석 / 26
   4) 부산항 컨테이너터미널 평면배치 정방형률 비교 / 33
3. 컨테이너터미널 영역별 현황 분석 ····· 39
   1) 게이트 / 39
   2) 안벽 / 47
   3) 야드 / 53
   4) IT시스템 / 55
4. 부산항 컨테이너터미널의 리모델링 필요성 ····· 63
   1) 부산항 컨테이너터미널의 문제점 / 63
   2) 부산항 컨테이너터미널의 리모델링 필요성 / 65

제4장 컨테이너터미널 리모델링 대안의 기술검토 ——— 67

1. 대안의 선정 ····· 67
   1) 게이트시스템 / 68
   2) 안벽시스템 / 69
   3) 야드시스템 / 71
   4) IT시스템 / 71
2. 영역별 대안의 기술검토 ····· 72
   1) 게이트시스템 대안의 기술검토 / 72
   2) 안벽시스템 대안의 기술검토 / 85
   3) 야드시스템 대안의 기술검토 / 112

4) IT시스템 대안의 기술검토 / 125

제5장 컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석 ——— 134

1. 리모델링 기술적용 분석방안 ····· 134
2. 설문조사에 의한 우선순위 분석 ····· 134
   1) 설문방법 / 134
   2) 설문목표 및 항목 선정 / 135
   3) 설문분석방법 / 138
   4) 설문분석결과 / 139
   5) 설문분석결과 요약 / 158
3. 기술적용 타당성 평가 ····· 162
   1) 평가 기준 / 162
   2) 타당성 평가 / 163
   3) 분석결과 요약 / 174

제6장 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례 분석 ——— 176

1. 대안의 선정 ····· 176
2. 리모델링 기술적용을 위한 시뮬레이션 방법론 ····· 177
   1) 대상시스템 정의 / 177
   2) 시뮬레이션 모형 / 178
   3) 입출력 자료 구성 / 187
3. 기술적용 사례 ····· 189
   1) 분리게이트 / 189
   2) 신개념 C/C / 197
   3) 2단 적재차량(Double Stack Vehicle) / 201
   4) 셔틀캐리어(Shuttle Carrier) / 205

제7장 컨테이너터미널 리모델링 추진방안 ——— 210

1. 리모델링 적용방향 ····· 210
1) 적용 우선순위 선정 / 210
2) 기술적용 기간 결정 / 211
3) 리모델링 기술 적용 방향 / 213
2. 리모델링 적용 절차 ····· 214
1) 일반적 절차 / 214
2) 시스템별 리모델링 적용 절차 / 215
3. 리모델링 방안 구상 ····· 219
1) 방안 1(중소형 컨테이너터미널) / 219
2) 방안 2(고효율 대형 컨테이너터미널) / 220
4. 리모델링 추진 전략 ····· 222
1) 정책적 추진전략 / 222
2) 리모델링 기술 확보전략 / 224
3) 자체 기술개발 전략 / 225
4) 리모델링 기술개발 및 사업 추진체계 / 226

제8장 결론 및 정책건의 ——— 228

1. 결 론 ····· 228
1) 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성 / 229
2) 컨테이너터미널 리모델링 기술대안 검토 / 229
3) 컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석 / 230
4) 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례분석 / 230
5) 컨테이너터미널 리모델링 추진방안 / 231
2. 정책건의 ····· 231
1) 정부의 역할 / 232

2) 항만공사의 역할 / 233
3) 운영사의 역할 / 235
3. 개별 대안별 수행주체 및 관련 법규 ····· 236
1) 개별 대안의 그룹화 / 236
2) 대안별 시행주체 및 관련법규 검토 / 237

참고문헌 ——— 239
용 어 표 ——— 243
약 어 표 ——— 247
부록 A 컨테이너터미널 리모델링 방안 수립을 위한 설문조사표 — 249
부록 B 해외 경쟁항만, 부산신항, 부산항 시설 및 운영현황 ——— 263

표목차

<표 2-1> 우리나라 항만 리모델링 유형구분 ····· 6
<표 2-2> 컨테이너부두별 생산성 향상을 위한 개선과제 ····· 9
<표 2-3> 컨테이너부두 생산성 향상을 위한 단계별 정책도입과제 ····· 10
<표 2-4> 아르헨티나 항만의 리모델링 전후의 운영 현황 ····· 11
<표 2-5> HIT의 생산성 향상 기술 및 효과 ····· 16
<표 2-6> 기존 시스템과 개선 시스템의 차이 ····· 17
<표 2-7> SC 방식과 RMG+SC 방식의 차이 ····· 19
<표 2-8> 리모델링 대상의 개념적 구분 ····· 20
<표 3-1> 부산항 컨테이너터미널 시설현황 ····· 24
<표 3-2> 부산항 컨테이너터미널 운영현황 ····· 26
<표 3-3> 해외 경쟁항만과 부산항의 운영시설 비교 ····· 27
<표 3-4> 해외 경쟁항만과 부산항의 운영현황 비교 ····· 28
<표 3-5> 부산항과 부산신항 북측부두 시설비교표 ····· 29
<표 3-6> 부산항과 부산신항 북측부두 비교분석 ····· 30
<표 3-7> 부산항 터미널의 시설 및 장비, 운영현황 비교 ····· 31
<표 3-8> 부산항 터미널간 시설 및 장비, 운영능력 비교 ····· 32
<표 3-9> 부산항 터미널의 전체면적대비 장치장비율 ····· 34
<표 3-10> 각 터미널들의 정방형률 ····· 38
<표 3-11> 국내 주요 터미널 게이트 운영시설 규모 ····· 44
<표 3-12> 게이트 데이터 수집기술 방식별 비교표 ····· 46
<표 3-13> 부산항 선석현황 ····· 48
<표 3-14> 부산항 컨테이너크레인 작업현황 ····· 49
<표 3-15> 세계 주요 컨테이너터미널의 C/C 생산성 ····· 51

<표 3-16> YT의 기본개념 및 특징 ····· 52
<표 3-17> 부산항 컨테이너터미널의 YT 보유대수 현황 ····· 52
<표 3-18> 부산항의 야드현황 ····· 53
<표 3-19> 배치별 확보가능 TGS 분석 ····· 54
<표 3-20> 항만의 NOx 및 PM 배출 순위 비교 ····· 55
<표 3-21> 컨테이너터미널 운영시스템 ····· 56
<표 3-22> 국내 컨테이너터미널의 기술수준 현황 ····· 57
<표 3-23> 자성대 컨테이너터미널 현황 및 문제점 ····· 59
<표 3-24> 신선대 컨테이너터미널 현황 및 문제점 ····· 60
<표 3-25> 감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널 현황 및 문제점 ····· 61
<표 3-26> 우암・감천 컨테이너터미널 현황 및 문제점 ····· 62
<표 3-27> 동부(부산, 광양) 컨테이너터미널 현황 및 문제점 ····· 63
<표 3-28> 해외경쟁항만과 부산항의 운영시설 비교 ····· 64
<표 3-29> 부산항과 부산신항 북측부두 시설비교 비율 ····· 64
<표 3-30> 야드면적당 처리물량 vs 정방형률 비교 ····· 65
<표 3-31> 부산항 운영 및 시설현황 문제점 ····· 66
<표 4-1> 터미널 하역시스템 작업영역별 목표 및 리모델링 효과 ····· 68
<표 4-2> 게이트시스템 리모델링 대안 ····· 69
<표 4-3> 안벽시스템 리모델링 대안 ····· 70
<표 4-4> 야드시스템 리모델링 대안 ····· 71
<표 4-5> IT시스템 리모델링 대안 ····· 72
<표 4-6> 게이트 운영방안 ····· 73
<표 4-7> 게이트 시간대별 외부트럭 도착 패턴 ····· 74
<표 4-8> 게이트 유휴시간대 도착비율 ····· 75
<표 4-9> 게이트 유휴시간대 미서비스 차량 대수(2004년도) ····· 75
<표 4-10> 국내 주요 터미널 게이트 운영시설 규모 ····· 77
<표 4-11> 수출입 물동량 1일 최대 반출입 트럭 수 계산 ····· 78

<표 4-12> Gate-In 대기 큐 시뮬레이션 분석예 ····· 78
<표 4-13> Gate-Out 대기 큐 시뮬레이션 분석 결과예 ····· 79
<표 4-14> 야드내 체류시간 분석 결과예 ····· 79
<표 4-15> 국내 터미널의 게이트 문제발생 트럭과의 의사소통 방식 ···· 80
<표 4-16> 국내 터미널의 문제 발생 트럭 처리 방법 ····· 80
<표 4-17> 무정차시스템의 적용기술 특징 ····· 82
<표 4-18> 분리게이트 시스템 ····· 85
<표 4-19> 국내 터미널의 C/C당 안벽담당길이(2004년) ····· 86
<표 4-20> 국내 터미널의 C/C당 처리실적(2004년) ····· 86
<표 4-21> 국내 터미널의 C/C 요구대수 재산정 ····· 87
<표 4-22> 국내 터미널 C/C 과부족 대수 ····· 88
<표 4-23> 국내 터미널의 C/C 하역생산성(2004년) ····· 88
<표 4-24> 컨테이너 크레인의 기계적 성능 향상 ····· 90
<표 4-25> 대형선에 대비한 컨테이너 크레인 성능 ····· 90
<표 4-26> 컨테이너 크레인 발주현황 ····· 91
<표 4-27> Single-Lift 스프레더 제원(Bromma사) ····· 93
<표 4-28> Twin-Lift 스프레더 제원(Bromma사) ····· 94
<표 4-29> 장비사양 및 작업선박 규모 (아웃리치 22열) ····· 98
<표 4-30> 컨테이너 크레인 유형별 기계적 생산성 산출값 ····· 98
<표 4-31> 2단 적재차량의 기본개념 및 특징 ····· 100
<표 4-32> YT/AGV의 기본적인 특징 ····· 101
<표 4-33> 셔틀캐리어/ALV의 기본적인 특징 ····· 103
<표 4-34> 조별운영방식에서의 이송장비 운행경로 ····· 104
<표 4-35> Pooling Operation방식에서의 이송장비 운행경로 ····· 105
<표 4-36> YT 조별운영과 Pooling 운영방식의 비교 ····· 106
<표 4-37> 이송장비의 단일 싸이클 운영과 듀얼 싸이클 운영 비교 ···· 108
<표 4-38> 국내 터미널의 YT 보유대수 현황 ····· 109

<표 4-39> 국내 주요 터미널의 평균장치율(2004년) ····· 112
<표 4-40> 베이수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 감만) ····· 114
<표 4-41> 단적수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 일반) ····· 115
<표 4-42> 열수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 일반) ····· 116
<표 4-43> 국내 터미널의 TC 보유대수 현황 ····· 117
<표 4-44> 감만터미널 운영사별 작업환경 현황에 따른 장비도입 검토안 ·· 118
<표 4-45> 기존 터미널 TC의 기계적 성능 ····· 119
<표 4-46> TC의 개선된 기계적 성능 ····· 120
<표 4-47> 시설배치 재정립의 효과 ····· 122
<표 4-48> 기존시스템과 고단적재시스템의 차별성 ····· 123
<표 4-49> 게이트자동화 기술도입 목표 ····· 125
<표 4-50> 통합게이트자동화시스템 ····· 126
<표 4-51> 안벽자동화 기술 ····· 128
<표 4-52> 야드작업통제를 위한 야드자동화의 효과 ····· 129
<표 4-53> 야드자동화 기술 대안 ····· 129
<표 4-54> 터미널 운영상 문제 및 해결방식의 예 ····· 131
<표 4-55> 터미널 모니터링 적용 기술의 예 ····· 132
<표 5-1> 설문항목 분석방법 ····· 138
<표 5-2> 영역별 리모델링 기술대안 도입시기 ····· 161
<표 5-3> 영역별 리모델링 목표에 따른 기대효과 ····· 162
<표 5-4> 게이트시스템 리모델링 대안별 기대효과 ····· 164
<표 5-5> 게이트시스템 리모델링 대안별 경제성 ····· 164
<표 5-6> 게이트시스템 리모델링 대안별 적용성 ····· 164
<표 5-7> 게이트시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토 ····· 165
<표 5-8> 안벽리모델링 대안별 기대효과 ····· 165
<표 5-9> 안벽리모델링 대안별 도입타당성 ····· 166
<표 5-10> 안벽리모델링 대안별 적용성 ····· 167

<표 5-11> 안벽리모델링 대안별 적용성 ····· 168
<표 5-12> 야드시스템 리모델링 대안별 기대효과 ····· 170
<표 5-13> 야드시스템 리모델링 대안별 도입타당성 ····· 170
<표 5-14> 야드시스템 리모델링 대안별 적용성 ····· 171
<표 5-15> 야드시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토 ····· 172
<표 5-16> IT시스템 리모델링 대안별 기대효과 ····· 172
<표 5-17> IT시스템 리모델링 대안별 도입타당성 ····· 173
<표 5-18> IT시스템 리모델링 대안별 적용성 ····· 173
<표 5-19> IT시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토 ····· 174
<표 5-20> 각 시스템별 리모델링 대안의 우선순위 종합검토 ····· 175
<표 6-1> 기술적용 사례분석 대상(시뮬레이션) ····· 176
<표 6-2> 대상시스템의 분석목적 및 구성요소 ····· 177
<표 6-3> 시뮬레이션 모형수립시 연동관계 ····· 178
<표 6-4> 싱글형 C/C 트롤리 작업상태 정의 ····· 181
<표 6-5> 듀얼형 C/C 트롤리 작업상태 정의 ····· 182
<표 6-6> 더블형 C/C 트롤리 작업상태 정의 ····· 182
<표 6-7> 슈퍼테이너형 C/C 트롤리 작업상태 정의 ····· 183
<표 6-8> 2단 적재차량 작업상태 정의 ····· 184
<표 6-9> C/C 및 TC 작업상태 정의 ····· 185
<표 6-10> 셔틀캐리어 이송작업상태 정의 ····· 187
<표 6-11> 셔틀캐리어의 C/C 및 TC 작업상태 정의 ····· 187
<표 6-12> 시뮬레이션 주요 입출력 자료 ····· 188
<표 6-13> 세방 감만터미널의 물동량 현황 ····· 191
<표 6-14> 방법 2에 의한 게이트 레인 계산 ····· 192
<표 6-15> 방법 3에 의한 게이트 레인 계산 ····· 192
<표 6-16> 한진 감만터미널 물동량 현황 ····· 193
<표 6-17> 방법 2에 의한 게이트 레인 계산 ····· 193

<표 6-18> 방법 3에 의한 게이트 레인 계산 ····· 194
<표 6-19> 통합 선석에서 물동량 현황 ····· 194
<표 6-20> 방법 2에 의한 게이트 레인 계산 ····· 195
<표 6-21> 방법 3에 의한 게이트 레인 계산 ····· 195
<표 6-22> 분석방법별 게이트 레인 규모 ····· 195
<표 6-23> 피크시간대 통행량 비교 ····· 196
<표 6-24> 신개념 C/C 시뮬레이션 분석 입력자료 ····· 197
<표 6-25> 이송장비 지원에 따른 신개념 C/C 도입전략 ····· 199
<표 6-26> 신개념 C/C 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과 ····· 200
<표 6-27> DSV 시뮬레이션 분석 입력자료 ····· 202
<표 6-28> DSV 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과 ····· 203
<표 6-29> DSV 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과 ····· 204
<표 6-30> 셔틀캐리어 시뮬레이션 분석 입력자료 ····· 206
<표 6-31> SHC 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과 ····· 207
<표 6-32> SHC 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과 ····· 208
<표 7-1> 리모델링 우선순위 ····· 210
<표 7-2> 리모델링 기술별 적용시기 ····· 212
<표 7-3> 리모델링 대안의 적용 방향 ····· 213
<표 7-4> 일반적 리모델링 절차 ····· 215
<표 7-5> 게이트시스템 리모델링 절차 ····· 216
<표 7-6> 안벽시스템 리모델링 절차 ····· 217
<표 7-7> 야드시스템 리모델링 절차 ····· 218
<표 7-8> IT시스템 리모델링 절차 ····· 219
<표 7-9> 중소형 컨테이너터미널의 리모델링 방안 ····· 220
<표 7-10> 고효율 대형 컨테이너터미널의 리모델링 방안 ····· 221
<표 8-1> 리모델링 대안별 시행주체 및 관련 법규 ····· 238

그림목차

<그림 1-1> 연구 흐름도 ····· 3
<그림 2-1> 컨테이너터미널의 리모델링 목표 ····· 7
<그림 2-2> 기존 시스템과 개선 시스템의 배치 ····· 17
<그림 2-3> 컨테이너터미널 리모델링 적용 범위 ····· 22
<그림 3-1> 선석길이당, C/C당, 야드면적당, 선석당 C/C대수 비교 ···· 28
<그림 3-2> 부산항 터미널의 시설 및 장비, 운영현황 비교 ····· 33
<그림 3-3> 자성대 정방형 비교 ····· 35
<그림 3-4> 신선대 정방형 비교 ····· 36
<그림 3-5> 우암부두 정방형 비교 ····· 37
<그림 3-6> 감만부두 정방형 비교 ····· 38
<그림 3-7> 1-step 게이트 업무처리 흐름도 ····· 39
<그림 3-8> 2-step 게이트 업무처리 흐름도 ····· 40
<그림 3-9> 3-step 게이트 업무처리 흐름도 ····· 40
<그림 3-10> 영상문자 인식시스템 H/W 및 S/W 구성도 ····· 45
<그림 3-11> 안벽단면도 ····· 47
<그림 3-12> 생산성 증가 추세 ····· 50
<그림 3-13> YT(Yard Tractor Trailer System) ····· 52
<그림 4-1> 게이트 도착분포 그래프 ····· 74
<그림 4-2> 게이트 시나리오 구성 및 흐름 ····· 78
<그림 4-3> DSRC를 이용한 게이트 통제 ····· 81
<그림 4-4> 단일게이트시스템 ····· 83
<그림 4-5> 분리게이트시스템 구성 개념도 ····· 84
<그림 4-6> Twin-Lift와 Tandem Forties 스프레더 현장작업 ····· 95

<그림 4-7> 피기백(Piggyback) 스프레더 ····· 95
<그림 4-8> 싱글트롤리형 컨테이너 크레인 동작원리 및 특징 ····· 96
<그림 4-9> 신개념 컨테이너 크레인의 동작원리 및 특징 ····· 97
<그림 4-10> 크레인 유형별 기계적 생산성 그래프 ····· 98
<그림 4-11> 2단 적재차량(Double Stack Vehicle) ····· 100
<그림 4-12> YT 및 AGV 이송장비 ····· 102
<그림 4-13> YT 및 AGV 이송시스템 구성도 ····· 102
<그림 4-14> 셔틀캐리어와 ALV ····· 103
<그림 4-15> 이송장비 조별운영방식 개념도 ····· 104
<그림 4-16> 이송장비 Pooling Operation 개념도 ····· 105
<그림 4-17> 이송장비 단일 싸이클 운영 개념도(기존 시스템) ····· 107
<그림 4-18> 이송장비 Dual Cycle 운영 개념도(리모델링 시스템) ····· 108
<그림 4-19> YT 대수 증가에 따른 C/C 생산성 그래프(RTGC 15대) 111
<그림 4-20> 베이수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도 ····· 114
<그림 4-21> 단적수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도 ····· 115
<그림 4-22> 열수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도 ····· 116
<그림 4-23> 장치장 하역시스템(RTGC) 구조 ····· 118
<그림 4-24> 자성대, 신선대, 우암, 감만터미널의 평면배치 레이아웃 · 121
<그림 4-25> 고단적재시스템 설계 개념도(구성모듈) ····· 123
<그림 4-26> 고단적재시스템 적용 개념도 ····· 124
<그림 4-27> Nascent Software사의 SYNAPSE+ AGS ····· 127
<그림 4-28> Camco Technologies사의 SuperGate System ····· 127
<그림 4-29> TC의 블록작업시 구성(Hoist 및 Trolley 구동형태) ····· 130
<그림 4-30> RTGC와 RMGC 야드장비의 블록작업형태 비교 ····· 130
<그림 4-31> Mobile Inventory Vehicle 적용 예 ····· 133
<그림 4-32> Nascent Software의 RemoteView ····· 133
<그림 4-33> 자동위치검출시스템(Transponder 설치 예) ····· 133

<그림 5-1> 국내 컨테이너터미널의 전반적인 수준 ····· 139
<그림 5-2> 국내 컨테이너터미널의 기반시설 경쟁력 ····· 140
<그림 5-3> 국내 컨테이너터미널의 운영기술 경쟁력 ····· 141
<그림 5-4> 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역의 우선순위 ····· 141
<그림 5-5> 영역별 기술의 경쟁항만에 대한 기술 수준 ····· 142
<그림 5-6> 게이트 영역의 기술대안 우선순위 ····· 143
<그림 5-7> 게이트 영역의 기술대안 생산성 효과 ····· 143
<그림 5-8> 게이트 기술대안중 생산성 효과측면에서의 도입순서 ····· 144
<그림 5-9> 안벽 생산성 향상방안 ····· 145
<그림 5-10> 안벽 기술대안의 생산성 효과 ····· 145
<그림 5-11> 안벽 영역 기술대안의 생산성 효과측면의 도입순서 ····· 146
<그림 5-12> 안벽 영역에서 컨테이너 2단 적재차량의 도입효과 ····· 147
<그림 5-13> 안벽 영역에서 셔틀캐리어나 ALV의 도입효과 ····· 147
<그림 5-14> 안벽 이송장비 기술대안의 생산성 효과 ····· 148
<그림 5-15> 이송장비 운영방식 대안 ····· 148
<그림 5-16> 야드 영역에서 야드 생산성을 높일 수 있는 대안 ····· 149
<그림 5-17> 야드 영역 기술대안의 생산성 효과 ····· 150
<그림 5-18> 야드 영역에서 초고층 적재시스템의 도입효과 ····· 150
<그림 5-19> 야드 영역에서 전기식 TC장비 교체 방안 ····· 151
<그림 5-20> 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안 ·· 152
<그림 5-21> 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 생산성 효과 ····· 152
<그림 5-22> IT기술 영역에서 기술대안 도입순서 ····· 153
<그림 5-23> 영역별 자동화에 의한 생산성 효과 ····· 154
<그림 5-24> 영역별 자동화 도입순서 ····· 154
<그림 5-25> 리모델링을 위한 터미널 신기술 도입시 기대효과 ····· 155
<그림 5-26> 게이트 리모델링 대안별 도입시기 ····· 156
<그림 5-27> 안벽 리모델링 대안별 도입시기 ····· 157

<그림 5-28> 야드 리모델링 대안별 도입시기 ····· 157
<그림 5-29> IT기술 리모델링 대안별 도입시기 ····· 158
<그림 6-1> 분리게이트 시뮬레이션 모형 ····· 179
<그림 6-2> 신개념 C/C 시뮬레이션 모형(전체구성도) ····· 180
<그림 6-3> 신개념 C/C 시뮬레이션 모형(트롤리) ····· 181
<그림 6-4> YT와 2단 적재차량 하역작업형태 ····· 183
<그림 6-5> 2단 적재차량 시뮬레이션 모형 ····· 184
<그림 6-6> YT와 셔틀캐리어 하역작업형태 ····· 185
<그림 6-7> 셔틀캐리어 시뮬레이션 모형 ····· 186
<그림 6-8> C/C 유형별 순작업생산성 시뮬레이션 결과 ····· 198
<그림 6-9> 신개념 C/C 도입시 대상 터미널별 C/C 생산성효과 그래프 ·· 201
<그림 6-10> DSV 시뮬레이션 결과 ····· 202
<그림 6-11> DSV 도입시 기대효과 그래프 ····· 204
<그림 6-12> DSV 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과 그래프 ·· 205
<그림 6-13> 셔틀캐리어 시뮬레이션 결과 ····· 206
<그림 6-14> SHC 도입시 기대효과 그래프 ····· 208
<그림 6-15> SHC 도입시 터미널별 이송장비대수 절감효과 그래프 ··· 209
<그림 7-1> 리모델링 추진 우선순위 ····· 211
<그림 7-2> 리모델링 단계별 절차 ····· 214
<그림 7-3> 게이트시스템 리모델링 절차 ····· 215
<그림 7-4> 안벽시스템 리모델링 절차 ····· 216
<그림 7-5> 야드시스템 리모델링 절차 ····· 217
<그림 7-6> IT시스템 리모델링 절차 ····· 218
<그림 7-7> 중소형 컨테이너터미널 리모델링 개념도 ····· 220
<그림 7-8> 고효율 대형 컨테이너터미널 리모델링 개념도 ····· 222
<그림 7-9> 기관별 사업추진체계 구상도 ····· 227

ABSTRACT

A Study on the Remodeling Plan of Container Terminal

With increased competition to attract cargoes, container terminals are exerting efforts to enhance their level of services. In other words, enhancement of service level has become an important factor in determining profitability of a container terminal. Therefore, due consideration should be taken to implement efficient investment policies on enhancing port services. Furthermore, as investment is a venture looking toward the future, it should result in expected outcomes and satisfy economic feasibility.

Various countries in Europe possessing many advanced ports as well as countries in Northeast Asia having the fastest growing container traffic are pursuing various policies to develop their port as the center of logistics. CTA in Germany and ECT in the Netherlands are leading the container terminal automation initiative in a move to establish themselves as the logistics port of Europe. Shenzen Port, Shanghai Port and Yangshan Port in China are being developed and operated as large-scale ports handling the ever-increasing cargo to and from China. Korea is also pursing policies aimed at developing Busan and Gwangyang ports as hub of logistics for Northeast Asian region.

Currently, Busan Port is the center of logistics in Korea. However, many

changes lie ahead for Korea both domestically and internationally including opening of Busan New Port, more active Gwangyang Port as well as rapid growth of Shanghai Port and enhanced services and productivity at Shenzen Port. Compared to newer ports, Busan Port possesses old equipment and facilities. Therefore, in order for Busan Port to maintain its service level and remain competitive and productive, it needs to undergo remodelling to enhance productivity. Such remodelling activities should be implemented on a continual basis by developing and applying new technologies such as those for gate system, quay system, yard system and IT system.

The study was conducted based on the above background and objective, and the results of the study are as follows:

1) Status of Container Terminal at Busan Port and the Need for Remodelling

To analyze competitiveness of the container terminal at Busan Port, facilities and operations of Busan Port was compared with competing foreign ports and North Pier of Busan New Port. Each area of Busan Port's container terminal including gate, quay, yard and IT system and their status was analyzed.

Comparison of status of operations and facilities between Busan Port and competing ports indicate the following results: First, as of 2004, capacity of facilities at Busan Port stands at mere 65% of that at competing ports. Second, Busan Port's yard capacity is lower than the yard capacity at Busan New Port's Northern Pier. Third, where container terminals at competing ports have rectangular layout, those at Busan Port do not have such a layout as they were expanded on a needs-basis. This has resulted in low productivity at the terminal.

2) Review of Technological Alternatives for Container Terminal Remodelling

Area in the container terminal to undergo remodelling has been divided into gate system, quay system, yard system and IT system. Objectives were set for each system and remodelling outcomes were categorized, and technology alternatives of remodelling which would result in increased productivity were selected for the analysis.

For the technology alternative used to remodel the gate system, the current system and the improved system were compared in terms of round-the-clock operation, appropriate size of facility, non-stop system and segregate gate system.

For the quay system, the current system and the improved system were analyzed in terms the following: Number of C/Cs, improved function of C/C, spreader substitution (multi-load spread) and development of new C/C concept for C/C were considered for the C/C side; double stack vehicle, shuttle carrier/ALV and number of YTs were reviewed for the transport equipment side; and pooling operation and dual cycle operation were reviewed on the operations side.

For the yard system, the current system and the improved system were analyzed in terms of increase in yard space, increase in the number of equipment, improvement in equipment's function, rearrangement of facilities, high stack system and electronic TC.

For the IT system, technological analysis was conducted in terms of gate automation, quay automation, yard automation and real-time monitoring.

3) Priority in Container Terminal Remodelling and Feasibility Analysis

In the feasibility analysis on applying the technology alternative for remodelling, priority for technology alternative was analyzed from various

angles based on survey. In the feasibility analysis on technology application, qualitative analysis was conducted in terms of expected outcomes in applying the technology alternative, feasibility of application, and applicability.

Survey result showed that respondents preferred remodelling that does not require changes in the current facility and that does not call for large investments. In the feasibility analysis, focus was on expected outcomes and applicability rather than feasibility of introduction. Therefore, the alternative which has high initial investment cost was not ranked high in the priority list.

4) Case Analysis on Technology Application via Simulation

It was difficult to quantatively analyze the expected outcome of technology alternatives such as segregate gate, new C/C concept, and double stack vehicle and shuttle carrier when they are applied to the terminal. Therefore, outcome of application was analyzed by using simulation results. Such simulation was conducted prior to applying the technology on site so that the simulation results may be used to analyze whether it satisfies expected outcomes and applicability.

5) Direction for Container Terminal Remodelling

Measures on setting the direction for container terminal remodelling include priority in remodelling, period of technology application and direction for application. Priority was set according to the survey results, in the order of yard system, quay system, IT system and gate system. Period of technology application was determined to be five years, to be applied in stages according to applicability. As for the IT system, the period was set

at within three years in light of the fact that technology advancement in this area is fast-paced and that application of technology can be done relatively faster than development of equipment. As new C/C concept and high stacking system are new technologies which require development and validation, their application period is set at more than five years.

Objective and characteristics of each system was reflected in establishing the procedure for remodelling. Based upon the procedure, mid-to-long term remodelling method was established for small and medium sized container terminal and highly-efficient large container terminal, suggesting selective application of technologies. Then, strategies for acquiring and developing technologies for remodelling were established.

요 약

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

○ 국내 컨테이너터미널의 생산성이 경쟁항만에 비해 낮음
- 부산항이 평균 22.5개로 아시아 경쟁항만보다 낮음
- 2006년 개장될 부산신항보다 낮을 전망

○ 컨테이너터미널의 리모델링에 의한 생산성 향상이 필요
- 시설물 : 게이트, 안벽, 야드
- 장비 : 안벽크레인, 이송차량, 야드크레인
- 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분을 최신 기술로 교체

○ 신규 항만의 개발과 함께 기존 컨테이너터미널의 리모델링도 필요

○ 본 연구는 국내 컨테이너터미널에 적합한 리모델링 방안을 제시하고 리모델링 기술적용에 대한 타당성 검토와 중장기적인 리모델링 도입방안을 연구하여 국내 컨테이너터미널의 생산성 향상을 촉진하는 것이 연구목적임

2. 주요 연구내용 및 연구방법

○ 제2장 “컨테이너터미널 리모델링 개념 및 사례”
- 컨테이너터미널에 대한 리모델링 개념
- 항만 리모델링의 기존 연구 조사
- 해외 컨테이너터미널의 리모델링 사례 분석
- 리모델링 대상 및 적용범위

○ 제3장 “부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성”
- 부산항 컨테이너터미널의 시설현황, 운영현황에 대한 경쟁력 분석
- 컨테이너터미널의 게이트, 안벽, 야드, IT시스템의 영역별 현황분석
- 현황 분석을 통한 문제점 및 요구사항 분석

○ 제4장 “컨테이너터미널 리모델링 대안의 기술검토”
- 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템에 대한 목표와 리모델링 효과에 의한 리모델링 기술대안 선정
- 영역별 리모델링 기술대안에 대한 현재와 개선 시스템에 대한 분석

○ 제5장 “컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석”
- 기술대안 설문조사, 기술적용 타당성 평가 등의 두 가지 분석을 수행함
- 기술대안 설문조사는 선정된 리모델링 대안들에 대해 실무 전문가를 대상으로 설문조사 및 분석
- 기술적용 타당성 평가는 기대효과, 경제성, 적용성의 기준에 대해서 정성적으로 평가함

○ 제6장 “시뮬레이션에 의한 기술적용 사례 분석”
- 리모델링 기술적용에 대한 효과의 정량화가 가능한 대안에 대해서 시뮬레이션 분석을 수행함

○ 제7장 “컨테이너터미널 리모델링 추진방안”
- 영역별 적용 우선순위, 대안별 기술적용 기간, 리모델링 적용 방향을 선정
- 리모델링 적용절차, 리모델링 구상 및 추진전략

○ 제8장에서는 본 연구의 결론과 정책기여도를 기술

○ 연구방법은 리모델링 기술대안 선정 및 분석을 위해 현지 출장조사, 관련 논문 및 기존 연구보고서 등 이론적 연구뿐만 아니라 터미널 운영실무자·전문가와의 면담, 장비제작 전문가와의 면담, 관련 전문가들에 대한 설문조사를 통한 자료 수집 및 분석업무를 수행하였음

○ 리모델링 기술적용 타당성 분석을 위해서 설문조사, 타당성 평가, 시뮬레이션 분석 등을 수행함

제2장 컨테이너터미널 리모델링

1. 컨테이너터미널에 대한 리모델링 개념 수립

○ 포괄적인 항만 리모델링 개념에서 컨테이너터미널의 하역시스템 성격에 맞게 현대화된 장비를 설치함으로써 화물 처리능력을 향상시키거나 운영시스템 및 하역시스템 체계를 변화시키는 등의 하드웨어적인 것과 소프트웨어적인 것의 개조에 범위를 둔다면 컨테이너터미널의 리모델링 개념으로 사용할 수 있을 것임

○ 컨테이너터미널의 리모델링 목표
- 주고객인 선사에서 요구하는 서비스 수준을 만족시키기 위한 생산성 수준을 확보하는 것이 리모델링을 위한 시발점이 됨
- 리모델링에 대한 요구는 컨테이너터미널에서 사용 중인 장비 및 시설물의 사용년한이 채워지지 않더라도 시설물 변경 및 새로운 시설물 도입이 빈번하게 일어남을 의미함
- 리모델링의 1차 목표는 자원활용 및 생산성 극대화이며, 2차목표는 장비 사이클타임 최소화와 공간활용 최대화임

2. 항만 리모델링의 기존 연구 조사

○ 해양수산부의 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」에서 조사된 항만 리모델링 분야의 외국 사례조사에서는 대규모 워터프론트 재개발, 항만기능 재배치 및 항만개조, 항만유지보수, 미국 주요항만의 항만 리모델링 사례를 다루고 있음

○ 송만순의 「전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진」과 「리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구」에 의하면, 재래 항만에 대한 리모델링 사업은 크게 항만의 기능 유지 및 생산성 극대화와 친수성 항만공간의 창조 두가지 방향으로 추진되고 있음

○ 한국컨테이너부두공단의 「우리나라 컨테이너부두의 생산성 향상방안 연구」에서는 부산항과 광양항의 각 컨테이너터미널별로 하드웨어부문, 소프트웨어부문, 인력부문, 기타 제도부문에 대해서 생산성 향상을 위한 개선과제를 제시하였음
- 부산항과 광양항 등 우리나라의 컨테이너부두 모두에 적용 가능한 일반화된 방안을 제시하였으며, 지속적인 생산성 향상방안으로 적용 가능할 것으로 판단하였음
- 타부두에 비해 생산성이 낮은 부분을 조사, 분석하여 개선하는 역할을 개별 컨테이너부두 운영사가 담당하도록 주문하였음

3. 해외 컨테이너터미널의 리모델링 사례 분석

○ 아르헨티나 항만
- 구체적인 추진방안은 공개되지 않았으나 리모델링 이후 선석의 처리실적 변화로 개선된 운영현황을 파악할 수 있음

○ 홍콩 HIT
- 홍콩의 카와이청 컨테이너부두에서 총 처리량의 60%를 처리하고 있는 HIT는 1994년에 3P(Productivity Plus Programme)에 약 1500억원을 투자하여 30% 정도의 생산성 향상을 달성하였음

○ 멜버른 컨테이너터미널
- 안벽으로 철송레일을 확장하여 개선할 경우 기존 시스템에 대한 개선 시스템의 리모델링 적용 효과를 제시하였음

○ 독일 CTB
- 스트래들캐리어 시스템을 RMG로 개선하면서 향후 AGV 적용도 고려

한 시스템으로 개선

4. 리모델링 대상 및 적용범위

○ 리모델링 대상의 개념적 분류
- 리모델링 대상은 H/W와 S/W로 크게 분류하며, H/W는 장비와 시설로 구성되고 S/W는 전반적인 운영을 포함함
- 리모델링 주대상은 장비에는 하역장비, 시설에는 게이트, 야드, 안벽 등이 포함되며, 운영에는 운영시스템, 계획시스템, IT시스템 등이 포함됨

○ 리모델링 적용 범위
- 상부시설물을 구성하는 안벽, 야드, 게이트 등과 하역시스템을 구성하는 안벽장비, 야드장비, 이송장비, 그리고 IT시스템을 적용 범위로 함

제3장 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성

1. 개 요

○ 부산항과 해외 경쟁항만간의 시설 및 운영현황과 부산항과 부산신항간의 시설현황을 비교 분석하고, 부산항 컨테이너터미널의 시설 및 장비, 운영 능력과 각 영역별로 게이트, 안벽, 야드, IT시스템을 분석하여 리모델링 대상 및 기술개안 선정에 활용

2. 부산항 컨테이너터미널의 경쟁력 분석

○ 부산항의 컨테이너터미널을 해외 경쟁항만 및 부산신항 북측 터미널과 시설 및 운영현황 측면에서 종합, 정리하여 문제점 및 요구사항을 도출

○ 해외 경쟁항만과의 운영현황을 비교

- 선석수 75%, 선석길이 74%, 면적 77%, C/C 대수 73% 수준
- 처리물량은 2004년 기준으로 65% 수준

○ 부산항과 부산신항 북측부두의 시설을 비교
- 부산항이 안벽길이 160%, 선석수 200%, 터미널면적, 135%, 장치장 면적 151%, C/C 180%, TC 138%, YT 155% 수준이며, 안벽과 관련된 안벽길이, 선석수, C/C 대수 등은 160~200% 수준으로 상대적으로 높은 수치를 갖고 있음
- 그러나, 터미널면적, 장치장 면적, TC가 130~138% 수준으로 상대적으로 장치장이 취약한 부분임을 알 수 있음

○ 부산항의 개별터미널을 비교
- 야드면적당 처리물량(TEU)은 자성대 4.13, 신선대 3.07, 우암 3.64, 감만 8.35로 감만을 100라고 하면, 자성대 49.5, 신선대 36.8, 우암 43.6 수준으로 전체적으로 50%를 넘지 못함
- 여기에 정방형과 함께 비교해보면, 자성대 85%, 신선대 78%, 우암 60%, 감만 99% 수준임
- 높은 야드당 처리물량으로 야드의 처리능력과 정방형률이 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있으며, 기존 터미널의 정방형률만 개선하여도 야드능력을 향상시킬 수 있음

3. 컨테이너터미널 영역별 현황 분석

○ 게이트시스템
- 부산항 컨테이너터미널의 반입 및 반출게이트의 경우 총 반입레인 28개, 반출레인 13개중 반입레인 11개, 반출레인 2개를 사용하지 않고 있어, 미사용률이 반입레인 39%, 반출레인 15%에 이름

○ 안벽시스템
- 세계 주요 컨테이너터미널의 C/C 생산성을 살펴보면, 총생산성(TEU/hr)의 평균이 45.3, 순생산성(TEU/hr)의 평균이 50.7로 나타났으며,

부산항은 총생산성 41.9, 순생산성 50.1로 차이를 비교해 보면 총생산성과 순생산성이 각각 3.4, 0.6 낮게 나타나는데 이는 부산항의 높은 작업중단율에 기인하고 있음

○ 야드시스템

- 부산항의 TGS/TC대수를 계산하면 신선대의 경우 평균 519TGS로 상대적으로 적은 TC를 투입하고 있으며, 우암의 경우 202TGS로 상대적으로 많은 TC를 투입하고 있는 것임
- 신선대 터미널은 TC의 투입대수를 늘릴 필요가 있으며, 우암의 경우는 많은 TC로 인한 경제적인 손실을 고려할 필요가 있음
- 많은 TGS를 확보하려고 하는 경우 기존에 부산항에서 사용하고 있는 RTGC 형태의 TC보다 RMGC나 OHBC 형태의 TC를 사용하는 것이 효율적임
- 2005년 2월 교토의정서가 발효됨에 따라 지구 온난화 가스의 배출이 규제된 데 이어 지난 5월 19일 국제해사기구가 제정한 이른바 “선박의 대기오염 물질 배출 규제협약”이 국제적으로 전면 시행될 계획이며, 미국 항만에서 대기오염물질을 가장 많이 배출하는 운송수단은 트럭과 선박, 하역장비 등인 것으로 나타났음

○ IT시스템

- 국내 컨테이너터미널의 자동화시스템의 기술수준 현황
  - 안벽자동화중 선석계획, 양적하계획 : 중수준
  - 야드자동화중 수출장치장계획 : 중수준, 수입장치장계획 : 하수준
  - 모니터링시스템 : 중수준
  - 게이트시스템중 반출입처리 : 상수준, 작업지시 : 중수준
- 국내 컨테이너터미널의 애로점
  - 장치장 공간부족
  - 비효율적인 장치장운영
  - 반입물량의 사전정보에 따른 장치계획 수립 어려움
  - 고단적에 따른 리핸들링 과다

제4장 컨테이너터미널 리모델링 대안의 기술검토

1. 대안의 선정

○ 리모델링 대안은 터미널 하역작업의 특성을 고려하여 게이트/안벽/야드/IT시스템의 4가지 영역으로 구분하였음

○ 영역별로 제시된 리모델링 대안은 기존의 터미널 업무를 개선하여 비용절감 및 생산성을 향상시키는 기술로서 H/W 및 S/W 기술을 포함함

〈요약 표-1〉 터미널 하역시스템 작업영역별 리모델링 효과

영 역	목 표(Effect)	분류코드	리모델링 효과(Goal)
게이트 시스템	– 반출입 차량서비스 향상(G_{g2}, G_{g4}) – 게이트 효율적 운영(G_{g1}, G_{a3})	G_{g1}	• 컨테이너 정보 효율적 처리
		G_{g2}	• 차량 대기시간 단축
		G_{g3}	• 인력활용성 향상
		G_{g4}	• 차량 체류시간 단축
안벽 시스템	– 선박 서비스 향상(G_{a1}, G_{a2}) – 안벽 효율적 운영(G_{a2}, G_{a3})	G_{a1}	• 선박재항시간 단축
		G_{a2}	• 안벽 하역장비 생산성 향상
		G_{a3}	• 안벽 계획/운영 최적화
야드 시스템	– 컨테이너 취급시간 감소(G_{y2}, G_{y3}) – 야드 효율적 운영(G_{y1}, G_{y4})	G_{y1}	• 장치공간 활용도 향상
		G_{y2}	• 이적 작업 감소
		G_{y3}	• 재조작 작업 감소
		G_{y4}	• 야드 계획/운영 최적화
IT 시스템	– 터미널 자원의 효율적 통제(G_{i2}, G_{i3}) – 터미널 정보의 효율적 처리(G_{i1}, G_{i3})	G_{i1}	• Closing Time 단축
		G_{i2}	• 하역장비 실시간 통제
		G_{i3}	• 터미널 운영 최적화

2. 게이트시스템 리모델링 대안

○ 반출 · 입 컨테이너와 차량의 정보를 신속 · 정확하게 처리하고 외부차량의 서비스시간, 대기시간, 터미널내 체류시간을 최소화하는 것으로 4가지 대안을 선정하였음

○ 24시간 운영

– 게이트 유휴시간대에(4시간) 도착하는 외부차량은 유휴시간 직후에 일시에 집중되고 있어 운영시간을 연장하여 터미널 내 · 외부 체류차량을 감소시키고 주변 교통혼잡을 해소해야 함

○ 적정시설규모

– 현재 터미널별 실적규모에 부합하는 게이트 시설의 적정규모와 서비스 규모(대기, 주차공간 등)를 재산정할 필요가 있으며, 재산정 방법에 시뮬레이션 분석이 매우 유용하게 적용될 수 있음

○ 무정차시스템

– RFID 기술을 접목한 원거리 위치 · 제어 기술로 외부트럭 정보를 터미널 도착 이전에 처리할 수 있는 자동화 시스템임

○ 분리게이트

– 입 · 출구서비스 위치를 완전 분리하는 전용게이트시스템과 입 · 출구서비스를 겸용하는 게이트를 복수개로 운영하는 복수게이트시스템이 차량의 교차 · 병목현상을 줄일 수 있을 것으로 판단됨

3. 안벽시스템 리모델링 대안

○ 선박 재항시간 및 하역시간을 단축시키고 하역장비인 C/C와 YT의 작업능률을 높이는 것으로 9개의 대안을 선정하였음

○ C/C 작업대수 증대

– 기존 터미널의 처리실적과 안벽규모 측면에서 C/C 작업대수 재산정이 필요하며, 터미널별로 1.03대의 C/C가 추가로 필요함

○ C/C 성능 제고

– 기존 터미널의 C/C 생산성을 초대형선에 대응할 수 있도록 호이스트(Hoist)와 트롤리(Trolley)속도를 보강할 필요가 있음

○ Multi-load Spreader
- 컨테이너 20피트 2개 또는 40피트 2개를 동시에 하역할 수 있는 스프레더를 기존 C/C에 설치 · 운영하여 하역생산성을 높일 수 있는 기술임

○ 신개념 C/C 개발
- 듀얼트롤리(60개/시간), 더블트롤리(90개/시간), 슈퍼테이너(90개/시간) 등과 같은 새로운 하역방식의 장비를 도입해야 함

○ 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)
- 2단 적재가능한 차량을 도입함으로써 터미널 이송능력을 높일 수 있고 운행대수, 유지비용, 인건비 등을 절감할 수 있음

○ 셔틀캐리어/ALV
- 자가하역기능을 갖춘 차량을 도입함으로써 운행대수를 절감하고 안벽생산성을 높일 수 있음

○ Pooling Operation
- YT의 운영방식을 기존의 조별작업에서 동적차량배차방식으로 전환하여 장비의 활용성을 높일 수 있는 방안임

○ Dual Cycle Operation
- 양하 및 적하 운반작업을 동시에 수행하는 이송장비 운영방식임

○ YT 운행대수 증대
- 본선하역작업시 운행대수를 기존의 3~4대에서 4~5대로 높여야 함

4. 야드시스템 리모델링 대안

○ 야드시스템의 리모델링 기술대안은 터미널내 장치장의 활용성을 제고시켜 야드하역장비 및 시설의 효율을 높이고, 안벽 및 게이트시스템의 원활한 연계작업을 수행하는 것으로 6개의 기술대안을 선정하였음

○ 장치공간 증대

- 블록의 베이수, 열수, 단적수를 일부 확장함으로써 장치공간을 추가로 확보할 수 있는 방안임

○ 장비대수 증대
- 안벽 및 야드의 생산성을 제고하기 위해 하역장비의 작업특성, 터미널 평면배치, 처리물량 등이 고려된 최적대수를 산출하는 방안임

○ 장비성능 제고
- RTGC의 기계적 성능을 보강함으로써 야드하역생산성을 높일 수 있는 방안임

○ 시설배치 재정립
- 시설물간 작업연관성, 공간활용성 등을 고려한 최적설계형태의 배치구조로 재정립함으로써 장치공간, 하역생산성, 장비운영효율성을 높일 수 있는 방안임

○ 고단적재시스템
- 협소한 장치면적에 최대의 장치공간을 확보하는 것으로 20단 이상의 컨테이너 적재가 가능한 구조물을 제작하는 방안임

○ 전기식 TC
- 야드장비인 TC의 유류구동 방식을 전기구동으로 전환하는 대안으로 환경적인 측면을 고려한 방안임

5. IT시스템 리모델링 대안

○ IT시스템의 리모델링 기술대안은 게이트/안벽/야드시스템의 원활한 연계작업을 위한 보조수단으로 관련업무의 최적화 · 지능화 · 자동화 등을 달성할 수 있는 요소기술로 4가지 대안을 선정하였음

○ 게이트자동화
- 게이트 운영의 인력의존도를 낮추고 정보의 신속 · 정확성을 높일 수

있는 통합게이트 운영을 위한 방안임

○ 안벽자동화
- 안벽장비의 부분적인 자동화(안티스큐, 원터치 Key, 고장진단, 샤시위치검출시스템 등)로 하역생산성 및 작업효율성을 제고시킬 수 있는 방안임

○ 야드자동화
- 야드장비인 TC의 부분적인 기계장치를 자동화(원격제어 및 통제)하는 기술로 하역생산성 향상 및 작업안전에 있어 도움이 됨

○ 실시간 터미널 모니터링
- 터미널 작업상황과 작업통제 등을 전면적 · 상시적으로 가능하게 하는 기술 대안임(MIV, Remote View, RCMS, DGPS, 무선LAN 등)

제5장 컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석

1. 리모델링 기술적용 분석방안

○ 앞서 제시된 기술대안에 대한 설문조사와 기술적용 타당성 평가를 수행하였으며, 그 결과로 기술대안의 우선순위를 분석하였음

2. 설문조사에 의한 우선순위 분석

○ 설문 방법
- 설문조사는 부산항의 재래식 컨테이너터미널의 운영현황을 파악하고 있는 항만분야의 실무 및 관련전문가를 각 기관별로 선정하였음
- 설문조사는 1차로 2005년 7월 6일 발송하여 2005년 7월 19일까지 14일 동안 도착한 설문응답에 대해서 분석하였음
- 설문조사와 병행해서 2005년 7월 7일부터 2005년 7월 8일까지 2일

간 컨테이너터미널의 운영 전문가를 대상으로 설문대상과 동일한 내용을 가지고 면담조사를 실시하였음

- 설문응답자는 부산항 컨테이너터미널인 우암터미날, 허치슨부산터미널, 동부터미널, 감만터미널, 한진터미널, 신선대터미널 등의 운영실무자를 포함하여 총 20명임

○ 설문 목표 및 항목 선정

- 설문목표 1은 부산항 컨테이너터미널의 일반사항을 파악
- 설문목표 2, 3, 4, 5는 터미널 영역별 대안들을 구분하여 기술대안의 의견을 조사
- 설문목표 6은 리모델링 도입전략 조사

○ 설문분석 결과 요약

- 일반 사항
  - 국내 컨테이너터미널의 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역은 야드, 안벽, IT시스템, 게이트 순으로 우선순위가 파악되었음
  - 4개 영역별 기술에 대한 국내항만 대비 경쟁항만에 대한 기술 수준은 게이트 작업과 IT기술에서는 국내 항만의 우수하고 안벽작업과 야드작업은 경쟁항만이 우수한 것으로 파악됨
- 게이트 영역
  - 기대효과 : 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 시설증대 순으로 파악됨
  - 생산성 효과 : 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 시설증대 순으로 파악됨
  - 도입순서 : 24시간 운영, 무정차시스템, 시설증대, 분리게이트 순으로 파악되어 실제 도입시에는 시설물의 큰 변화 없이 변경하는 것을 선호하는 것으로 파악됨
- 안벽 영역
  - 생산성 효과 : C/C대수 증가, 신개념 C/C, 스프레더 변경, C/C 성능향상 순으로 파악됨

• 도입순서 : C/C대수 증가, 스프레더 변경, C/C 성능향상, 신개념 C/C로 나타났으며, 기술도입은 생산성 향상이 검증된 기술 순으로 도입해야 하는 것으로 나타남
• 이송차량 : 셔틀캐리어나 ALV의 도입효과는 YT보다 높다는 의견이 89%로 나타남
• 이송장비 운영방식 중 효과적인 방안은 Pooling 방식인 것으로 나타남

– 야드 영역
• 생산성 효과 : 장비대수 증가, 장치공간 확대, 장비성능 향상 등의 순으로 나타남
• 초고층 적재시스템의 도입효과 : 양하, 공컨, 적하 장치공간 확보 순으로 나타남
• 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안으로는 블록 단적수 증가가 좋은 방안인 것으로 파악됨

– IT 기술 영역
• 도입순서 : 야드 자동화, 안벽 자동화, 실시간 모니터링, 게이트 자동화 순으로 나타남
• 생산성 효과 : 안벽 자동화와 야드 자동화가 높게 나타남

– 리모델링 도입전략
• 리모델링 기대효과 : 생산성 향상(36%), 고객 서비스 향상(24%), 업무효율성 제고(18)의 순으로 나타남
• 1년 기간 대안 : 게이트 대안(24시간 운영), 안벽대안(스프레더 변경, YT Pooling 운영방식, Dual Cycle 운영방식), IT기술(실시간 모니터링)은 직접적인 H/W의 투자를 많이 필요로 하지 않는 대안들로서 빠른 기간내에 효과를 볼 수 있는 것으로 판단하고 있음
• 2~3년 기간 대안 : 장비대수 증가(C/C, TC)와 자동화시스템으로 현재 고려중이거나 기술이 검증된 것들임
• 3~5년 기간 대안 : 하역장비 및 시스템의 교체에 대한 의사를 반영
• 5년 이후 대안 : 운영사례가 없거나 기술검증이 완료되지 않은 대안

3. 기술적용 타당성 평가

○ 평가기준
- 각 시스템 기술대안별로 기대효과, 경제성, 적용성의 세 가지 평가기준을 설정하였음

○ 타당성 평가
- 각 시스템별 대안들은 평가기준 항목에 따라 유무, 상중하 등의 서로 다른 기준에 의해서 평가되었으며, 이를 계량화하여 순위를 설정하였으므로 상대적 비교의미를 가짐
- 타당성 평가결과 게이트에서는 24시간 운영, 안벽에서는 Pooling Operation, 야드에서는 시설배치 재정립, IT에서는 야드자동화가 가장 높은 순위로 평가되었음

제6장 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례 분석

○ 시뮬레이션 모형
- 리모델링 사례분석을 위한 시뮬레이션 방법론을 정의하고 선정된 각 대안의 분석모형을 수립하였음

○ 분리게이트
- 시뮬레이션 모형을 포함한 총 3가지 방법에 의해 기존 터미널의 게이트 레인규모를 산정해 보았음

○ 신개념 C/C
- 4가지 유형의 C/C에 대해 시뮬레이션 분석을 통하여 순작업생산성을 산출하고 이를 국내 터미널에 적용해 보았음

○ 2단 적재차량(Double Stacking Vehicle)
- 기존 YT와 DSV를 대상으로 이송능력분석을 수행하였으며, 이를 국

내 터미널에 적용해 보았음

○ 셔틀캐리어(Shuttle Carrier)
- 기존 YT와 SHC를 대상으로 이송능력분석을 수행하였으며, 이를 국내 터미널에 적용해 보았음

○ 리모델링 기술개발 및 사업 추진체계
- 컨테이너터미널 리모델링을 위한 적용기술 분야가 매우 넓고 광범위하여 정부로부터 관련단체에 이르기까지 각계의 전문적 기관들이 유기적인 조직으로 구성되어 기술개발 및 사업을 추진하여야 함

제7장 컨테이너터미널 리모델링 추진방안

1. 리모델링 적용방향

○ 적용 우선선위 선정
- 리모델링 시스템별 우선순위를 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템으로 선정함

○ 기술적용 기간 결정
- 안벽시스템의 신개념 C/C와 야드시스템의 초고층 적재시스템은 5년 이후에 현장에 적용가능하며, 그 이외 시스템은 5년 이내에 완료가 가능한 것으로 파악되었으나 IT시스템은 기술발전 속도가 빠르고 적용기간이 짧으므로 3년 이내 적용이 필요함

○ 리모델링 기술 적용 방향
- 외부 서비스와 내부 생산성 향상이 상호 유기적으로 연동되도록 해야하며, 정보와 자원공유를 통합화하여 장비의 사이클타임을 최소화하여야 하며, 시설공간을 최대로 활용하여야 함

2. 리모델링 적용 절차

○ 컨테이너터미널을 대상으로 한 일반적 리모델링 절차는 현황분석, 시스템 목표 설정, 리모델링 대안 분석, 개선효과 분석, 리모델링 적용방안 수립의 5단계로 이루어짐

○ 시스템별 리모델링 적용 절차는 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템의 시스템 목표와 운영 근거자료에 따라 5단계의 절차를 수립

3. 리모델링 방안 구상

○ 방안 1(중소형 컨테이너터미널)은 시설물과 장비투자를 최소화하는 소규모 투자로 생산성을 향상시키는 방안으로 3년의 계획기간
- 24시간 운영, YT Pooling Operation, 실시간 모니터링은 1년 이내에 적용
- C/C 스프레더 변경이후 C/C 성능향상, 장치공간 확대 및 TC 성능 향상은 3년 이내 적용

○ 방안 2(고효율 대형 컨테이너터미널)는 고생산성을 위한 대용량의 대형 컨테이너터미널로 리모델링하기 위한 방안으로 5년 이상의 계획기간을 설정
- 장비 추가 및 성능제고, 신규 시스템도입

4. 리모델링 추진전략

○ 정책적 추진전략
- 동북아의 물류중심기지로 발전하기 위해서 중장기적 투자, 기술인력 확보 및 연구개발의 활성화, 개발기술의 국제화 및 선도화 등 다양한 방면으로 정책적인 추진전략을 수립하여야 함

○ 리모델링 기술 확보전략
- 산 · 학 · 연 공동연구체제 구축에 의한 자체 기술개발 방안 수립 및

컨테이너터미널 관련 기관의 협조를 통한 기술개발 협조체제 구축

○ 자체 기술개발 전략
- 항만 리모델링 기술적용의 효율성을 높이기 위해서는 정부, 산업계, 학계, 연구소 등 각 분야별로 기술개발 전략이 필요함

○ 리모델링 기술개발 및 사업 추진체계
- 컨테이너터미널 리모델링을 위한 적용기술 분야가 매우 넓고 광범위하여 정부로부터 관련단체에 이르기까지 각계의 전문적 기관들이 유기적인 조직으로 구성되어 기술개발 및 사업을 추진하는 하여야 함

제8장 결론 및 정책건의

1. 결론

○ 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위해 현황 및 필요성 분석, 기술대안 검토, 기술적용 사례분석, 리모델링 기술 적용 추진 방안을 제시
- 부산항의 운영 및 시설현황을 이용하여 부산항 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 현황 및 필요성 분석
- 컨테이너터미널의 리모델링 대상을 영역별로 구분하여, 컨테이너터미널의 리모델링 기술대안 검토
- 각 시스템별 리모델링 대안의 적용 시 우선순위 조사 및 타당성 분석
- 리모델링 대안 적용시의 기대효과를 정량적으로 나타내기 위한 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례분석
- 리모델링의 적용 우선순위, 기술적용기간, 적용방향 등을 고려한 컨테이너터미널 리모델링 추진방안 제시

2. 정책건의

○ 체계적이고 효과적인 리모델링의 추진을 위해서 다음과 같은 정책적 지

원 및 각 기관별 역할이 필요

○ 정부의 역할
- 생산성 향상을 위한 효과적인 리모델링 추진을 위해 기존 항만계획에 반영 필요
- 항만의 지속적인 부가가치 창출을 위해 항만재개발촉진법에 컨테이너터미널의 리모델링 반영 필요
- 항만 리모델링 기반구축 연구에 컨테이너터미널의 포함 필요
- 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 효과적인 추진체계 및 추진방안 필요

○ 항만공사의 역할
- 컨테이너터미널의 효율적인 운영과 관리를 위해 운영사의 애로사항이나 문제점을 파악하는 중재자의 역할 수행
- 운영사의 불만을 감소시키고, 터미널간 생산성 제고를 위한 동기 유발을 위해 전대차 계약 시 생산성 향상 반영
- 컨테이너터미널의 운영상의 문제점 및 애로점, 생산성 저해요인 등을 분석하고 의견을 수렴하여 정부 정책건의에 활용

○ 운영사의 역할
- 터미널을 합리적으로 운영하여 생산성 향상에 도움을 줄 수 있도록 개별 운영사 조직의 혁신의지 강화
- 정부가 현실 인식위에서 항만정책을 수립할 수 있도록 정부의 항만정책 수립에 기여

○ 개별 대안별 수행주체 및 관련 법규
- 개별 대안들을 운영방법개선, 장비추가 및 업그레이드, 시설물 변경, 신규시스템 도입의 네가지로 구분
- 네가지 그룹별로 운영사의 의지에 의해서 즉시 시행가능한 대안과 항만공사, 정부의 협조가 있어야 가능한 대안으로 구분되며, 항만법 및 동 법의 시행령에 따름

제1장

서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

국내 컨테이너터미널은 안벽크레인의 시간당 생산성이 평균 24.7개(부산항 평균 22.5개, 광양항 평균 31.4개)로 아시아 경쟁항만인 홍콩(40.0개)과 싱가포르(39.4개)에 비해서 낮으며, 2006년부터 개장될 부산신항보다 생산성 수준이 낮을 전망이다. 이는 부산신항이 신규 항만으로서의 하역시스템이 가지는 상대적으로 높은 생산성으로 인해 부산항을 위주로 한 컨테이너터미널들의 경쟁력 확보가 필요하며, 이를 위한 리모델링 방안 수립이 필요하다.

부산·광양항 경쟁력강화위원회의 계획에 따르면 부산항 일반부두의 재개발과 관련해 공용부두로 운영 중인 1·2부두는 2008년 초, 중앙부두는 2010년 초에 재개발에 들어가고 3·4부두는 부산신항 건설이 완료되는 2011년 이후에 친수공간으로 개발하는 방안을 검토하고 있다.

또한, 부산지역에 산재한 26개 ODCY(Off-Dock Container Yard)는 2006년 12월말에 사용 허가기간인 보세설영특허가 만료된다. 부산항의 환적화물과 수출입화물의 일시 장치장 기능을 담당하던 ODCY의 폐쇄는 장치공간 측면에서 많은 부담을 주게 될 것이며, 이에 대한 해결방안에 대한 수립이 요구된다.

이러한 국내 항만여건의 변화로 인해 부산항의 컨테이너터미널들은 새로운 항만시스템으로의 리모델링 방안을 모색해야 할 시점에 이르렀다.

컨테이너터미널의 게이트, 안벽, 야드 등의 시설물과 안벽크레인, 이송차량,

야드크레인 등의 장비와 함께 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소에서 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분을 검증된 최신 기술로 교체하여야 하며, 물류체계를 변경할 경우 생산성 향상 효과를 분석하여 리모델링을 추진하기 위한 중장기 계획의 수립도 필요하다.

그러므로, 신규 항만의 지속적인 투자 및 개발과 함께 기존 컨테이너터미널의 경쟁력 확보를 위해 첨단터미널로 전환할 수 있도록 리모델링 기술을 개발, 적용하여 국내 관련 산업의 기술향상과 파급효과 등을 유도하려면 첨단터미널 리모델링 및 적용기술 개발이 필수적이다.

따라서, 컨테이너물동량의 지속적인 증가와 컨테이너선의 초대형화, 해상 및 육상운송의 복합화 추세에 따라 기존 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위한 리모델링 방안을 수립하고자 한다.

이를 위해서 현재 운영중인 컨테이너터미널에 적용가능한 리모델링 기술에 대한 적용 타당성을 검토하고 사전에 리모델링에 의한 생산성 향상 효과를 분석하면서 시행착오를 최소화할 수 있는 체계화된 리모델링 방안을 수립하고자 한다.

2. 주요 연구내용 및 연구방법

본 연구에서는 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 개념 수립, 리모델링을 위한 부산항의 현황 및 리모델링 필요성, 컨테이너 터미널 리모델링 대안의 기술검토 우선순위 분석, 타당성 분석, 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례 분석 등을 통하여 부산항의 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위한 리모델링 방안을 도출하는 데 초점을 둔다.

제1장 서론에 이어 제2장 ‘컨테이너터미널 리모델링 개념 및 사례’에서는 항만의 리모델링과 구분되는 컨테이너터미널 리모델링에 대한 개념 수립, 항만 리모델링의 기존 연구 조사 및 사례분석을 통하여 리모델링 대상 및 적용 범위를 결정한다.

제3장 ‘부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성’에서는 부산항 컨테이너터미널별 시설 및 장비의 기술수준 및 이력에 대한 조사와 부산항 컨테이너터미널별 운영 현황 조사를 통하여 리모델링에 대한 필요성을 조사한다.

제4장 ‘컨테이너터미널 리모델링 대안의 기술검토’에서는 컨테이너터미널의 리모델링 방안들을 게이트, 안벽, 장치장, IT시스템 등의 영역별로 대안을 선정하고 기존 시스템과 리모델링 시스템에 대한 기술적 검토를 한다.

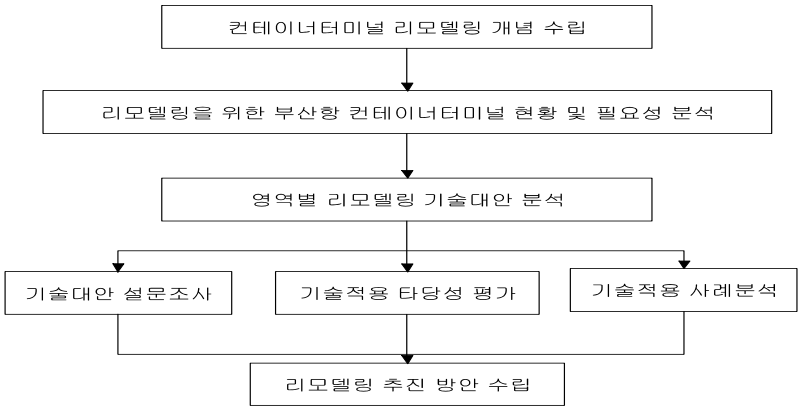
제5장 ‘컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석’에서는 제4장에서 분석된 기술대안에 대해서 터미널 운영실무자를 대상으로 한 설문조사를 하여 우선순위를 도출하고 기대효과, 경제성, 적용성을 고려한 우선순위 및 타당성을 평가한다.

제6장 ‘시뮬레이션에 의한 기술적용 사례분석’에서는 시뮬레이션을 적용하여 리모델링 효과를 평가한다.

제7장 ‘컨테이너터미널 리모델링 추진방안’에서는 적용 우선순위 및 기술적용 기간을 결정하여 리모델링 적용 방향을 설정하고 리모델링 대안들을 컨테이너터미널에 도입하기 위한 영역별 리모델링 적용절차를 수립한다. 또한, 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 방안 구상 및 추진전략을 수립한다.

그리고, 제8장에서는 본 연구의 결론과 정책건의를 기술한다.

〈그림 1-1〉 연구 흐름도



제2장

컨테이너터미널 리모델링 개념 및 사례

컨테이너터미널의 리모델링은 대상 시스템이 복잡하고, 기술의 발전속도가 빠르기 때문에 기존의 국내외 연구에서 제시되는 항만 리모델링과는 문제의 성격이 다르다. 따라서, 컨테이너터미널의 성격을 반영한 리모델링을 위해서는 개념 수립과 함께 컨테이너터미널에 적합한 리모델링 대상 및 적용 범위의 결정이 선행되어야 하므로 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 개념, 대상 및 적용 범위를 먼저 살펴본다.

1. 컨테이너터미널에 대한 리모델링 개념 수립

1) 리모델링 개념과 유형

우리나라에서 리모델링의 용어는 일반 건축물을 대상으로 많이 사용되고 있으며, 도시계획 및 건축분야에서 리모델링(Remodeling), 리노베이션(Renovation), 리폼(Reform), 리바이탈리제이션(Revitalization) 등의 다양한 용어들이 혼재되어 사용되고 있다.[1)]

리모델링 사업이 빈번한 미국에서는 다음의 5가지 개념을 정의하고 있다.

① 회복(Restoration) : 최초 시공 당시의 상태와 근접하도록 개보수를 실시

1) 이성우, 일본의 항만 리모델링 발전과정 연구,「해양수산」, 2004. 7.

하는 회복

② 역사적 보전(Historic Preservation) : 역사적 가치가 높은 건물에 대해 부가적 보전 및 역사성에 초점을 맞추는 역사적 보전

③ 복원(Rehabilitation) : 건물의 일부기능이 저하되어 부분 수선을 하는 복원

④ 리모델링(Remodeling) : 최소한의 구조적 변형으로 공간을 변화시키는 리모델링

⑤ 변형(Transformation) : 구조만 남겨놓고 새롭게 사용하기 위한 변형

미국에서 적용된 리모델링 개념을 항만시설에 적용한다면 일반적으로 노후 항만시설의 원형을 보존하기 위한 보수 및 복원과 노후시설의 구조를 바탕으로 새롭게 사용하기 위한 변형 및 개조 등으로 정의될 수 있으므로 항만공간 측면에서는 기능재배치, 재개발 등의 의미를 포함하고 있다. 따라서, 기존에 사용된 용어 개념을 구분하면, 협의의 의미에서는 보수, 복원, 변형, 개조 등을 포함하고 광의의 의미에서는 기능재배치, 재개발을 포함한다.

이러한 개념을 통칭하는 용어로서는 현재 보편적으로 많이 쓰이고 있는 리모델링으로 정의하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

우리나라에서 적용되는 항만 리모델링의 유형구분은 다음 <표 2-1>과 같이 기존 시설에 물양장, 안벽 등을 첨삭하거나 장비를 보완하여 화물 처리능력을 향상시키거나 환경친화적인 친수공간을 마련하는 등 항만 주변환경을 향상시키는 것까지 포함하고 있다.

이러한 포괄적인 항만 리모델링 개념에서 컨테이너터미널의 하역시스템 성격에 맞게 현대화된 장비를 설치함으로써 화물 처리능력을 향상시키거나 운영시스템 및 하역시스템 체계를 변화시키는 등의 하드웨어적인 것과 소프트웨어적인 것의 개조에 범위를 둔다면 컨테이너터미널의 리모델링 개념으로 사용할 수 있을 것이다.

〈표 2-1〉 우리나라 항만 리모델링 유형구분

유형구분	내 용
노후항만시설의 보수 및 개조	• 보수 및 복원 • 변형 및 개조
항만기능상의 효율성 제고	• 설계상 수심유지를 위한 준설/물양장에서 안벽으로 개축 • 접안능력 향상/보관능력 향상/관리부두에서 여객부두로 전환
유휴부지 활용	• 준설토 투기장, 배후부지, 불법점유시설 방치 • 미활용시설의 방치/기존 항만시설의 폐쇄
도시기능과의 상충 해소	• 소음, 분진발생 등 민원제기/교통문제 등 주변지역 불편 초래 • 시설미관상 문제/주민의 항만이용 및 교통유발에 대한 민원제기 • 배후 무허가 건물의 난립/항만기능 쇠퇴로 인한 도시기능 요구
친수성 기능의 강화	• 방파제의 편의시설 미비/항만기능의 쇠퇴 및 유휴화 • 기존 호안 및 호안주변 부지의 유휴화
제반 항만기능 혼재 해소를 위한 정비	• 역무선 등의 선박계류지 혼잡 • 항만기능상 혼재/조선소 난립에 따른 항만 및 도시발전 저해
기타 항만시설의 안전성/편의성 확보	• 불필요한 시설의 방치/부두 연결호안의 노후에 따른 붕괴 • 방파제 난간, 계단 등 안전시설의 미비/침수지역의 정비/기타

자료 : 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.

2) 컨테이너터미널의 리모델링 목표

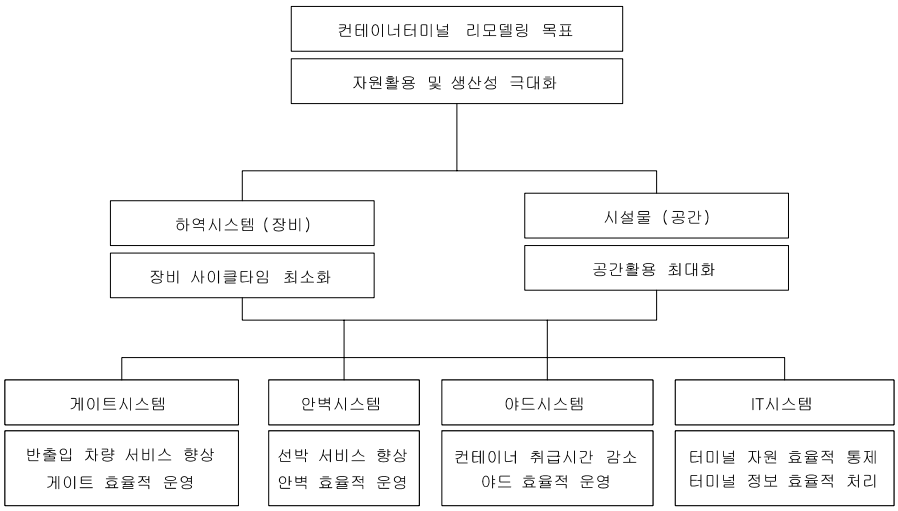
컨테이너터미널은 일반 항만과 달리 주고객인 선사의 서비스 요구에 부응해야 하므로 선사에서 요구하는 서비스 수준을 만족시키기 위한 생산성 수준을 확보하는 것이 리모델링을 위한 시발점이 될 수 있다. 이런 리모델링에 대한 요구는 컨테이너터미널에서 사용 중인 장비 및 시설물의 사용연한이 채워지지 않더라도 시설물 변경 및 새로운 시설물 도입이 빈번하게 일어남을 의미한다.

따라서, 컨테이너터미널의 리모델링은 현재 운영중인 컨테이너터미널의 기존 시설물, 장비, 장치, 레이아웃 등의 하드웨어적인 요소와 운영방식, 운영기법 등 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소로 구성되며, 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분을 검증된 최신 기술과 새로운 물류체계로 교체 또는 변경하여 고생산성의 첨단터미널로 변화시키는 기술이다. 이를 위해서는 컨테이너터미

널의 장비 및 시설물들이 개별적인 물류체계로 정의되고, 정의된 물류체계들 간의 연계성을 최적화하는 것이며, 물류체계간의 연계성을 최적화하기 위해서는 장비의 사이클 타임 최소화와 시설물의 공간 활용을 최대화하도록 자원 활용 및 생산성 극대화를 1차 목표로 설정하여야 한다.

또한, 사이클 타임 최소화와 공간 활용 최대화를 달성하기 위해서 장비 및 시설물을 포함하는 게이트 운영, 야드 운영, 안벽 운영, IT 기술 등의 하드웨어적인 요소의 리모델링 기술과 컨테이너 작업정보 흐름처리에 대한 소프트웨어적인 요소의 리모델링 기술이 핵심기술로 개발되어야 하며, 이들 핵심기술들은 검증된 최신의 기술이어야 한다.

〈그림 2-1〉 컨테이너터미널의 리모델링 목표



그리고 개발된 리모델링기술을 컨테이너터미널에 적용하여 생산성 향상이 필요한 애로공정을 파악하여 개선할 수 있어야 한다. 이를 위해서 사전에 리모델링의 효과를 분석하기 위한 시뮬레이션 모델의 적용이 필요하며, 시뮬레이션 분석 방법을 이용한 성능평가기술이 사용되어야 리모델링 기술대안을 컨테이너터미널에 적용 시에 발생할 수 있는 시행착오로 인한 손실비용을 최소화할 수 있다.

2. 항만 리모델링의 기존 연구 조사

해양수산부의 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」[2]에서 조사된 항만 리모델링 분야의 외국 사례조사에서는 대규모 워터프론트 재개발, 항만기능 재배치 및 항만개조, 항만유지보수, 미국 주요항만의 항만 리모델링 사례등을 다루고 있다.

먼저 대규모 워터프론트 재개발은 외국사례 중에서 가장 많이 사례가 보고되고 있으며, 항만구역의 개발주체가 일원화되어 있는 외국에서는 이러한 대규모 개발이 비교적 용이할 수 있으며, 항만개발 측면보다는 쇠퇴하는 도심을 회복하고 수익성이 높은 용도로 전환하여 경제 파급효과를 도모하는 것이다. 따라서, 우리나라의 항만개발과는 다소 차이가 있다.

다음으로 항만기능 재배치 및 항만개조는 프랑스 마르세이유와 로마 씨비타베치아(Civitavecchia)의 사례와 같이 항만지역 전체를 대상으로 하는 대규모 사업이다.

항만유지보수는 항만시설 자체의 기능정비 및 유지보수로 전세계 모든 항만에서 소규모로 꾸준히 일어나고 있으며, 항만의 고유 기능을 유지하기 위한 지속적인 관리사업이다.

반면, 미국 주요 항만의 항만 리모델링은 여러 형태의 리모델링들이 일어나고 있으며, 대규모 재개발(Redevelopment), 항만 리모델링 및 기능재배치(Rearrangement), 항만보수(Repair) 등의 리모델링 유형들에 대해서 미국 6개 항만에서 적용한 사례가 있으며, 항만 리모델링을 위한 벤치마킹으로 많이 활용되고 있다.

“전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진”[3]과 “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”[4]에 의하면, 재래 항만에 대한 리모델링 사업은 두 방향으로 추진되는 것으로 밝히고 있다. 하나는 항만의 기능 유지 및 생산성 극

2) 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.
3) 송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 해양한국, 2001. 5.
4) 송만순, “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”, 건국대학교 박사학위논문, 2004. 5.

대화로 기존 노후 재래시설에 대한 개보수 및 현대화, 시설 기능별 특성화를 통한 종합물류체계 개선이며, 다른 하나는 친수성 항만공간의 창조로서 폐쇄적이고 권위적인 시설물을 개방적이고 도시미관과 조화를 이루는 형태로 교체 혹은 개조하고 유휴화된 항만부지를 도시기능과의 완충지로 개발하거나 지역별 항만 특성에 맞는 다양한 시민 친수공간을 조성하는 것이라고 구분하고 있다.

전자의 리모델링 방안은 현재 항만시설의 25% 이상을 차지하고 있는 60, 70년대에 개발된 항만을 대상으로 하는 친수공간 확보방안을 대부분 포함하고 있으며, 2001년 상반기부터 사업을 진행하고 있다. 후자의 리모델링 방안은 컨테이너터미널과 같이 시설 기능별 특성화가 필요한 물류체계를 포함하고 있다.

한국컨테이너부두공단의「우리나라 컨테이너부두의 생산성 향상방안 연구」에서는 부산항과 광양항의 각 컨테이너터미널별로 하드웨어부문, 소프트웨어부문, 인력부문, 기타 제도부문에 대해서 생산성 향상을 위한 개선과제를 다음과 같이 제시하였다.

〈표 2-2〉 컨테이너부두별 생산성 향상을 위한 개선과제

구 분	부산항							광양항			
	한진	현대	세방	대통	우암	신선대	자성대	현대	한진	세방	대통
터미널안벽구조의 정비					○	○	○				
충분한 하역장비 확보					○	○		○	○	○	○
선석 및 C/C 공동운영	○	○	○	○				○	○	○	○
배후연계수송망의 정비	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
야드장치장 정비					○	○					
항로 및 전면수심 준설	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
하역장비 유지보수시스템의 개선	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
터미널 운영시스템 개선	○		○	○	○	○	○		○	○	○
야드장치장의 효율적 활용	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
하역노무공급체계의 개선	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

주 : 음영으로 표시된 부분이 중점 개선과제임
자료 : 한국컨테이너부두공단,「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.

또한, 컨테이너부두 생산성 향상을 위한 단계별 정책도입과제를 다음과 같이 요약하였다.

〈표 2-3〉 컨테이너부두 생산성 향상을 위한 단계별 정책도입과제

구 분	제도 도입 방안	비 고
하드웨어부문	장비도입 지원정책 : 투자비보전	2~3년 내
	선석 공동운영제 도입 - 관련시설 공동이용제도 포함	3~5년 내
	하역장비 공동운영제 도입 - 연계 부두별 C/C(Container Crane) 공동 운영	3~5년 내
소프트웨어부문	유지보수전문회사 도입 하역장비 사전진단 시스템 도입	3~5년 내
	통관·선박입출항·항만운영의 정보화	5~10년 내
	무역망, 통관망, 물류망 및 기타 정부망 연계 강화	5~10년 내
인력부문	항만하역 부대업무의 단일화	2~3년 내
	장비기사 인력 Pool제 도입	3~5년 내
	항만노무공급체계 개선	5~10년 내
	항만교육제도 개선	2~3년 내
기타 제도부문	유치물동량 신고제 도입	2~3년 내
	경영합리화 권고제 실시	2~3년 내

자료 : 전게서

위 보고서에서는 부산항과 광양항 등 우리나라의 컨테이너부두 모두에 적용 가능한 일반화된 방안을 제시하였으며, 지속적인 생산성 향상방안으로 적용 가능할 것으로 판단하였다. 또한, 타부두에 비해 생산성이 낮은 부분을 조사, 분석하여 개선하는 역할을 개별 컨테이너부두 운영사가 담당하도록 주문하였다.

3. 해외 컨테이너터미널의 리모델링 사례 분석

본 절에서는 컨테이너터미널을 리모델링하여 성공적 성과를 거두었거나 리

모델링을 진행 중인 해외의 사례를 분석하고자 한다. 항만의 리모델링은 컨테이너터미널에 국한된 것이 아니라 항만 전체를 대상으로 할 경우가 있으므로 본 절에서는 컨테이너터미널을 포함하는 항만의 사례를 다루고자 한다. 그리고 시설물에 국한하지 않고 운영시스템 및 운영기법에 대한 리모델링 사례로 홍콩의 HIT(Hongkong International Terminal)의 사례도 소개하고자 한다.

1) 아르헨티나 항만

아르헨티나 항만의 사례는 구체적인 추진방안은 공개되지 않았으나 선석에서의 처리실적으로 결과를 평가할 수 있으며, 아래의 예와 같이 리모델링 기간을 4년으로 설정할 경우 그 기간 전후로 개선된 운영 현황을 볼 수 있다.

〈표 2-4〉 아르헨티나 항만의 리모델링 전후의 운영 현황

항 목	1993년 이전	1996년
화물(천톤)	4,000	6,000
컨테이너(천TEU)	300	540
자본(연간 천개 컨테이너)	400	1,000
운영영역(헥타르)	65	95
생산성(연간 작업자당 톤수)	800	3,000
적컨의 평균 체류시간(일)	2.5	1.5
수입 컨테이너 비용(톤당 달러)	450	120
수출을 위한 항만 요율(톤당 달러)	6.7	3.0
수입을 위한 항만 요율(톤당 달러)	2.1	1.5

자료 : Puertos, Colombia General Port Superintendent, 1997.

아르헨티나 항만의 사례는 전체 화물처리능력이 개선되어 운영수입에도 많은 향상이 이루어진 것을 볼 수 있다.

2) 홍콩 HIT

홍콩의 카와이청 컨테이너부두에서 총 처리량의 60%를 처리하고 있는 HIT는 1994년에 3P(Productivity Plus Programme)에 약 1,500억원을 투자하여 30% 정도의 생산성 향상을 달성하여, 처리능력을 획기적으로 증가시키는 데 기여하였다. 여기서는 3P의 동기와 생산성 향상에 기여한 개별 기술들을 시스템 측면의 분류기준에 따라 살펴본다.

(1) 자동화 RMGC 적용

① HIT의 자동화 개념

HIT에서 자동화 RMGC(Rail Mounted Gantry Crane)를 도입할 때 고려한 기술들은 ECT(Europe Combined Terminal), PSA(Port of Singapore Authority), CTA(Container Terminal Altenwerder) 등이 시도한 개발초기부터의 터미널 전체 자동화 개념과는 달리 적재용량 향상을 위한 장비자동화였다. 따라서, 유인 운전 후에 단계별로 자동화를 구현하는 개념과는 상이하며, 제한된 부지 내에서 가용할 수 있는 장비자동화를 주요 개념으로 하였다.

1990년 이후부터 연간 50만 TEU(Twenty Foot Equivalent Unit) 이상씩 급격한 물동량 증가로 인하여 추가 부지확보 없이 물동량을 처리하여야 하며, 적재 용량 증가로 인하여 발생하는 병목현상을 해결하고, 기본 터미널 운영에 영향을 최소화하면서 생산성을 향상시켜야 한다는 목표를 설정하였다.

이에 대한 구체적인 실행방안으로 3P-Project를 시작하였으며, 터미널 내부 구성원들은 “Can-Do” 정신으로 무장하여 동일한 자원(인력, 면적, 선석)조건에서 더 높은 터미널 생산성 향상을 위해 노력하도록 독려하였다.

HIT에서 RMGC 자동화를 주된 방법으로 선택하게 된 이유는 생산성 향상 및 자동화(위치제어)가 용이하며, 좁은 공간 내에서 적재용량 증가가 가능하였기 때문이다.

② 자동화 RMGC 적용

HIT에서 자동화 RMGC를 적용하면서 기존 4단6열 RTGC(Rubber Tyred Gantry Crane)를 5단적 RTGC로 변경, 양적인 증가를 시도하고 6단12열의 RMGC 24대를 적용하여 적재용량을 대폭 증가시켰다. 또한, 처리능력면에서 RTGC의 시간당 11～14개 처리능력이 RMGC에서는 시간당 18～24개까지 증가하였다. 또한, 적재용량의 증가를 반영하여 레이아웃(Layout)을 변경하고 3대의 C/C를 추가 도입하여 확대된 처리능력에 맞추도록 하역시스템을 재구성하였다.

(2) 선석 운영시스템

① Internal Tractor Deployment System(ITDS)

본선작업 중 양·적하를 동시에 수행하는 Dual Cycle System(양적하 동시배차시스템)인 ITDS를 사용하여 본선 생산성이 25% 향상되었으며, 양·적하 동시배차 및 자동 배차 알고리즘을 지속적으로 개발 중이다.

② Intelligent Berthing Plan System(IBPS)

터미널 운영규칙 및 환경을 고려한 자동 선석배정 기능의 IBPS를 사용하고 있으며, C/C의 자동 배정, 야드의 효율적인 관리 및 체계적인 반출·입 관리 기능으로 선사 및 운송사에 대한 신뢰성 향상, 선석 이용률 20% 향상, C/C 이용률 25% 향상 등의 효과를 거두었다.

③ Vessel Planning

Integrated Yard & Vessel Planning Strategy를 뒷받침해 줄 수 있는 Vessel Planning Module을 보유한 Vessel Explorer System을 사용하여 야드 및 C/C의 생산성이 30% 향상되었다.

(3) 장치장 운영시스템

① YT Pooling System

C/C에 배정되는 YT(Yard Tractor)를 풀(pool)로 운영하는 Pooling System 개념을 도입하여 지리적으로 협소한 장소에서도 최대의 야드 장치율이 가능하도록 신기술의 알고리즘을 적용해 시스템을 운영하고 있으며, 항만생산성이 약 25~30% 향상되었다.

② DGPS(Differential Global Positioning System)를 이용한 APIS (Automatic Position Inspection System)

정밀위성위치확인(DGPS)을 이용하여 야드 장비 및 컨테이너의 위치를 실시간으로 자동 추적하는 APIS(오차범위 15mm)를 사용하고 있다.[5] 야드 장비의 효율적인 관리와 터미널 내 반출입 시간 최소화, 운송사의 물류비 절감 효과, 터미널 서비스 향상 등의 효과를 거두었다.

③ Yard Allocation Planning(장치장 할당 계획)

Automatic Grounding Strategy로 지식기반 개념의 알고리즘을 도입한 Rule-based Yard Auto Planning System인 장치장 할당 계획시스템을 사용하고 있으며, 공간활용도 30% 향상, 작업생산성 40% 향상을 달성하였다.

④ Tractor Appointment System(반출예약시스템)

Voice, PDA(Personal Digital Assistants) 및 EDI를 활용한 반출예약시스템을 사용하고 있으며, 야드의 효율적 관리, 트럭 체재시간(Turn-around Time) 감소 등의 효과를 거두었다.

---

5) 자료 : 한국허치슨터미널(Hutchison Korea Terminals) 내부자료

⑷ 운영통제시스템

① Operation Monitoring System(운영모니터링시스템)

실시간 터미널 작업상황 감시 및 통제시스템(Integrated Real-Time Monitoring & Control System)으로 게이트, 야드 및 선박의 통합 모니터링시스템을 사용하여 작업생산성 향상 및 최적화된 터미널 운영업무를 수행하고 있다.

② Inventory Management System(재고관리시스템)

Ship-Side, Repair Shop, ESA 등에서 PDA를 활용한 실시간 재고서비스(Real-Time Inventory Service)인 재고관리시스템을 사용하며, 우선적인 고객관리 서비스에 도움을 준다.

③ Image Recognition System(형상인식시스템)

CCD(Charge Coupled Device) 영상인식 기술을 활용한 게이트 반·출입 작업 및 본선 양·적하작업의 무인자동감시시스템인 형상인식시스템을 사용하고 있으며, 자동 컨테이너 손상 관리 기능, 터미널 신뢰성 향상 및 타 물류시스템 자동화 등에 파급 효과를 주었다.

④ Middleware

1998년 4월부터 메인프레임방식의 운영 통제시스템을 BEA Systems사가 제작한 “BEA TUXEDO”라는 3Tier 방식의 Middleware로 개선하여 사용하고 있으며, 선박의 선적 및 하역 속도를 높이고 트럭 순환 시간을 개선하며 선박의 선적 및 하역 생산성 25% 개선, 피크시 크레인 작업효율 30% 향상, 트럭 순환 시간 20% 감소 등의 효과를 거두었다.

선석운영시스템, 장치장 운영시스템, 운영통제시스템 측면에서 개선된 운영시스템 기술들과 도입효과는 다음 <표 2-5>와 같이 요약될 수 있다. 현재는 이들 기술들 중 일부는 국내 항만에서도 시도되었거나 적용되고 있다.

〈표 2-5〉 HIT의 생산성 향상 기술 및 효과

기술항목	효과분석
Internal Tractor Deployment	안벽생산성 25%↑
Intelligent Berthing Plan System	선석이용률: 20%↑, C/C이용률: 25%↑
Vessel Planning	C/C 생산성: 30%↑
YT Pooling System	항만생산성: 25%~30%↑
Differential Global Positioning System	물류비절감, 서비스향상, 정밀위치제어
Yard Allocation Planning	공간활용도: 30%↑, 작업생산성: 40%↑
Tractor Appointment System	외부트럭 Turn-around time 단축
Operation Monitoring System	통합모니터링, 터미널 운영의 최적화(감시/통제)
Inventory Management System	재고관리/고객관리 제고
Image Recognition System	자동손상관리, 터미널 신뢰성 확보 시스템 자동화
Middleware	하역생산성: 25%↑, C/C 작업효율: 30%↑ 트럭체류시간개선: 20%↑

3) 멜버른 컨테이너터미널[6)]

(1) 기존 시스템

항만으로부터 항만 인근 레일 터미널까지 적은 비율의 컨테이너 운송에 철송을 적용하고 있다. 컨테이너는 양하작업 후 3~6일간 터미널에 머무른다. 많은 비율의 컨테이너(85%)는 이 기간 후에 항만 인근의 내륙기지(Inland Depot) 또는 목적지로 트럭에 의해서 운송된다.

(2) 개선 시스템

<그림 2-2>와 같이 시스템을 개선하면, 수입 컨테이너의 많은 비율은 ship-to-rail(선박에서 기차)로 직접 양하하여 철송에 의해 제조업체와 농산지가

6) Kia, M. et. al., “Investigation of Port Capacity under a New Approach by Computer Simulation”, Computers & Industrial Engineering, Vol.42, 2002.

집중되어 있는 내륙물류센터로 운송된 후 트럭에 의해 목적지로 운송된다. 기차는 물류센터로부터 항만까지 수출용 컨테이너를 운송하며 수입된 컨테이너를 항만에서 물류센터로 운송한다.

(3) 새로운 시스템 적용 효과

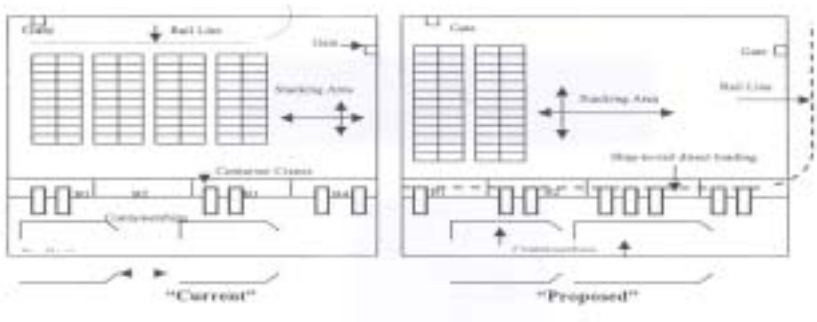
안벽까지 철송레일을 확장하여 개선할 경우 기존 시스템에 대한 개선 시스템의 적용 효과는 다음 <표 2-6>과 같다

〈표 2-6〉 기존 시스템과 개선 시스템의 차이

비교 항목	기존 시스템	개선 시스템
선박재항시간(시간)	20,330	18,765
장치장 점유율 평균(%)	43.9625	25.1275
장치장 점유율 표준편차	2.6748	2.1864
선석 점유율 평균(%)	46.6666	35.7000
선석 점유율 표준편차	2.9949	2.06705

개선 시스템은 기존 시스템에 비해서 선박재항시간, 장치장 점유율, 선석 점유율에서 감소세를 보였다. 장치장 점유율과 선석 점유율을 많이 낮추어 시설물의 가용도를 높임으로써 시설물 처리능력을 많이 증가시켰다.

〈그림 2-2〉 기존 시스템과 개선 시스템의 배치



따라서, 다음과 같은 경제적 이익이 발생한다.

- 선석에서의 선박재항 시간이 8% 감소하여 연간 2.7백만 달러가 절감된다.
- 컨테이너터미널의 확장은 현재 인프라의 적절한 활용으로 서로 상쇄되며, 현재 배후지를 포함한 한 선석의 건설비는 5천만 달러이다. 현재의 점유율은 받아들일 수 있는 수준이다(70% 점유율이 한계수준임). 그러나 물동량이 연간 8% 성장하여 2010년에 한계치에 도달할 것이다. 확장이 10년간 적용될 경우 환경적 또는 사회적 영향이 없다면 향후 10년간의 자본투자비가 5천만 달러 절감될 것으로 전망하였다.
- 총 운송비용에서 주요한 요인 중의 하나는 재고 비용이다. 현재, 호주 항만에서 처리되는 모든 컨테이너는 화물에 대해서 재고비용을 터미널에 지불해야 터미널에 머무를 수 있다(3.6백만TEU에 대해서 395백만 달러). 새로운 시스템은 조사 결과 연간 2천만 달러가 절감되어 재고비용이 46% 감소한다.
- 개선 시스템은 트럭보다 기차를 사용하여 에너지 사용에서 절감된다(기차에 사용되는 64,000리터에 비해 트럭에서 사용되는 연간 연료는 530,000리터이다). 기차의 운송능력이 250개까지 가능하므로 250대의 트럭을 대체할 수 있는 능력을 가진다.

4) 독일 CTB

(1) 기존 시스템

독일의 CTB (Container Terminal Burchardkai)는 시설능력이 약 270만TEU이며, 1 over 3 SC(스트래들캐리어) 시스템으로 운영되고 있다. 그러나 연간증가율을 감안할 때 최소한 400만TEU의 처리능력을 가지도록 확장해야 할 필요성에 직면하고 있다.

(2) 개선 시스템

한 블록에 3대의 RMG를 사용하는 블록으로 구성하였으며, 향후 AGV로 대체하여 안벽과 야드간의 이송을 자동화할 경우를 대비할 수 있는 시스템이다. 이 경우 RMG 적용 영역은 안벽과의 연계작업이 원활한 Burchardkai의 남쪽 구간이며, 북쪽구간은 스트래들캐리어를 계속 적용하도록 하였다. 적용 기술은 새로운 게이트 개념 도입 및 철송, 공컨테이너 야드, 수리시설의 재배치를 계획하였다.

(3) 새로운 시스템 적용 효과

새로운 시스템으로의 개선시에 기존의 스트래들캐리어 시스템으로 운영될 경우와 비용구조를 비교하면 다음과 같다. 그러나 처리용량 면에서는 400만 TEU와 비교해서 520만TEU가 처리 가능할 것으로 분석하였다.

그러나 <표 2-7>에서와 같이 동일한 비용구조에서 RMG+SC(Straddle Carrier)를 사용하더라도 SC에 대한 투자비를 포함해야 하며, 처리능력의 증가에 따른 추가적인 투자가 111%로 올라가는 것으로 분석되었다.

〈표 2-7〉 SC 방식과 RMG+SC 방식의 차이

비교 항목	SC	RMG+SC
업그레이드 포함 장비비용	71 %	70 %
도로포장 및 레일	12 %	15 %
빌딩	6 %	5 %
전기공급	2 %	3 %
IT	9 %	7 %
합계	100 %	100 %
최대 처리능력	400만 TEU	520만 TEU

4. 리모델링 대상 및 적용범위

1) 리모델링 대상의 개념적 분류

컨테이너터미널의 리모델링 대상은 다양한 방법으로 분류가 가능하겠으나, 개념적으로는 H/W와 S/W로 크게 분류하며, H/W는 장비와 시설로 구성되고 S/W는 전반적인 운영을 포함한다.

리모델링 주대상은 장비에는 하역장비, 시설에는 게이트, 야드, 안벽 등이 포함되며, 운영에는 운영시스템, 계획시스템, IT시스템 등이 포함된다.

리모델링 주대상을 정량적 기준과 정성적 기준으로 분류하여 세부 대상을 분류하게 된다.

첫 번째 주대상인 하역장비의 정량적 기준은 신개념 장비 도입과 장비대수 증가 측면에서 리모델링 기술대안을 구상하며, 정성적 기준은 장비의 성능 개선과 구조개선 측면에서 리모델링 기술대안을 구상한다.

두 번째 주대상인 시설의 정량적 기준은 소요규모와 시설물확장 측면에서 리모델링 기술대안을 구상하며, 정성적 기준은 자동/반자동과 시설 재배치 측면에서 리모델링 기술대안을 구상한다.

〈표 2-8〉 리모델링 대상의 개념적 구분

개념적 구분		주대상	분류	
			정량적 기준	정성적 기준
H/W	장 비	하역장비	신개념 장비 도입 장비대수 증가	성능 개선 구조개선
	시 설	게이트/야드/안벽	소요규모 시설물확장	자동/반자동 시설 재배치
S/W	운 영	운영/계획/IT시스템	운영시간 처리속도	실시간처리 정보가공 운영방식

세 번째 주대상인 운영의 정량적 기준은 운영시간과 처리속도 측면에서 리모델링 기술대안을 구상하며, 정성적 기준은 실시간처리, 정보가공, 운영방식 측면에서 리모델링 기술대안을 구상한다.

위에서 구분한 개념적 분류를 실제 컨테이너터미널의 작업유형과 하역시스템을 반영하여 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템 등의 영역별로 구분하여 기술대안을 분석하는 것으로 한다.

2) 리모델링 적용 범위

기존의 항만 리모델링시에 고려되는 대상선박과 안벽수심에 대한 고려는 다음과 같이 적용범위에 포함하지 않는다.

(1) 대상선박

대상선박을 컨테이너터미널 설계시 가장 먼저 고려하는 것은 항만 물동량과 관련이 되며, 입항하는 컨테이너선의 선형에 따라 안벽, 장치장 등의 설계가 영향을 받기 때문이다. 특히 대상선박에 따라 본선작업물량이 차이가 나므로 하역장비 및 시스템 선정 등에 영향을 미친다. 따라서, 컨테이너터미널의 리모델링 시에도 고려가 되어야 한다. 그러나 본 연구에서는 선박입항 패턴을 가지고 운영이 되는 것으로 간주하여 대상선박은 연구범위로 고려하지 않는다.

(2) 안벽수심

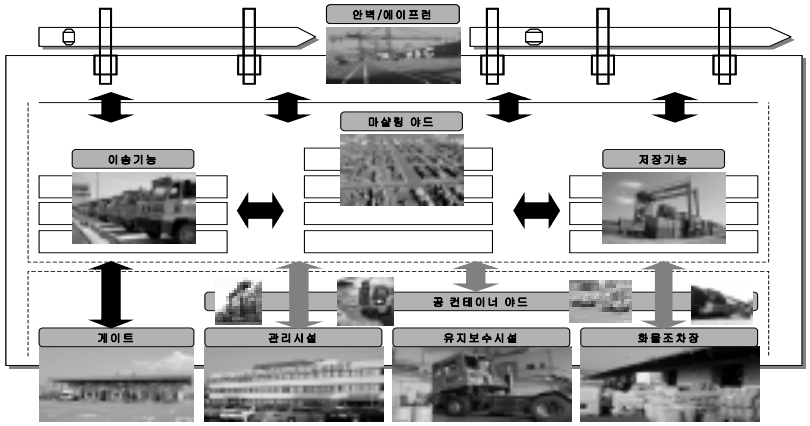
국내외적으로 컨테이너터미널의 리모델링시 가장 우선적으로 고려되는 것이 선박의 대형화에 대비한 안벽수심의 증가이다. 그러나 안벽 전면을 증심[7]하거나 항로증심을 위한 준설 또는 안벽길이의 확대는 컨테이너터미널 운영보다는 항만의 인프라 구축에 해당하므로 본 연구의 범위로 고려하지 않는다.

---

7) 부산항 자성대부두에서는 컨테이너선의 대형화 추세에 적극 대처하고자 경쟁항만과 동등한 수준으로 안벽전면에 대한 증심 준설공사를 하여 13.5m에서 15.0m로 증심 준설을 시행하였음

따라서, 본 연구에서의 리모델링의 적용 범위는 컨테이너터미널의 상부시설물을 구성하는 안벽, 야드, 게이트 등과 하역시스템을 구성하는 안벽장비, 야드장비, 이송장비, 그리고 IT시스템이며, 다음 <그림 2-3>과 같다.

〈그림 2-3〉 컨테이너터미널 리모델링 적용 범위



제3장

부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성

1. 개 요

제3장에서는 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성 조사단계로 부산항 및 경쟁항만 컨테이너터미널의 시설 및 운영현황을 분석한다. 부록 B에서 정리된 해외 경쟁항만 컨테이너터미널의 시설 및 운영현황, 부산항의 운영현황 및 C/C 작업현황, 부산신항의 시설현황, 부산항의 컨테이너터미널 시설현황을 이용해서 부산항과 해외 경쟁항만간의 시설 및 운영현황과 부산항과 부산신항간의 시설현황을 비교 분석한다. 그리고 부산항 컨테이너터미널의 시설 및 장비, 운영 능력비교를 통해서 리모델링의 필요성을 도출하고, 리모델링의 적용을 위한 대상 및 기술대안 선정에 활용한다.

2. 부산항 컨테이너터미널의 경쟁력 분석

1) 시설현황 분석

부산항 터미널 중 자성대, 신선대, 우암, 감만터미널의 시설현황을 안벽길이, 총면적, 실장치장면적, CFS(Container Freight Station)면적, TGS(Twenty foot equivalent unit Ground Slot)수에 대해서 종합하면 다음과 같다.

자성대의 경우 안벽길이 1,447m, 총면적 647,426㎡, 실장치장(CY) 394,312㎡, CFS 19,629㎡이며, 20피트 컨테이너를 1단적 장치할 수 있는 공간인 TGS수가 10,484개이다. 하역장비는 C/C 14대, TC(Transfer Crane) 33대, YT 76대를 보유하고 있다.

신선대의 경우 안벽길이 1,200m, 총면적 1,038,803㎡, 실장치장(CY) 641,547㎡, CFS 229,200㎡이며, 20피트 컨테이너를 1단적 장치할 수 있는 공간인 TGS수가 18,368개이다. 하역장비는 C/C 13대, TC 32대, YT 79대를 보유하고 있다.

우암의 경우 안벽길이 500m, 총면적 183,956㎡, 실장치장(CY) 155,440㎡, 20피트 컨테이너를 1단적 장치할 수 있는 공간인 TGS수가 2,627개이다. 하역장비는 C/C 5대, TC 13대, YT 24대를 보유하고 있다. 감만의 경우 안벽길이 1,400m, 총면적 602,408㎡, 실장치장(CY) 409,472㎡, CFS 6,896㎡이며, 20피트 컨테이너를 1단적 장치할 수 있는 공간인 TGS수가 12,262개이다. 하역장비는 C/C 15대, TC 41대, YT 90대를 보유하고 있다.

〈표 3-1〉 부산항 컨테이너터미널 시설현황

구 분		자성대	신선대	우암	감만
안벽길이(m)		1,447	1,200	500	1,400
면적(㎡)	총면적	647,426	1,038,803	183,956	602,408
	실장치장	394,312	671,547	155,440	409,472
	CFS	25,119	229,200	-	6,896
TGS		10,484	18,368	2,627	12,234
장비 대수	C/C	14	13	5	15
	TC	33	32	13	41
	YT	76	79	24	90
하역장비 구성비	C/C:TC:YT	1:2.36:5.43	1:2.46:6.08	1:2.60:4.80	1:2.50:6.00(대한통운) 1:2.50:5.75(허치슨) 1:2.75:5.25(한진) 1:3.30:5.00(세방)

자료 : 운영사 내부자료(2005. 9.)

부산항 각 컨테이너터미널의 하역시스템 구성비를 살펴보면 C/C대 TC의 비율이 가장 낮은 터미널은 자성대터미널로 C/C 1대당 2.21대의 비율을 보이며, C/C대 TC의 비율이 가장 높은 터미널은 감만(세방)터미널로 C/C 1대당 3.30대의 비율을 보인다.

그리고 C/C대 YT의 비율이 가장 낮은 터미널은 우암부두로 C/C 1대당 4.80대의 비율을 보이며, C/C대 YT의 비율이 가장 높은 터미널은 신선대터미널로 C/C 1대당 6.08대의 비율을 보인다.

부산항의 하역시스템 구성비의 평균은 C/C : TC : YT = 1 : 2.49 : 5.45이다.

2) 운영현황 분석

부산항은 세계 5대항만으로 높은 위상을 가지고 있으며, 전세계적으로 1천만TEU 이상을 처리하는 항만으로 천혜의 양항이다.

이러한 부산항의 컨테이너터미널만을 대상으로 운영현황을 정리하면 2004년도 기준 총처리물량은 8,588만TEU, 총접안선박은 6,575척, 총접안시간은 104,742시간, 선석점유율은 60.8%, 척당평균접안시간은 15.9시간, 척당평균하역량은 1,306TEU를 기록했다.

C/C 운영현황은 총작업기준으로 2000년 34.5TEU, 2001년 37.4TEU, 2002년 36.9TEU, 2003년 33.9TEU를 기록하였으나, 2004년 37.1TEU로 상승하였다.

<표 3-2>의 2000년부터 2004년까지 5년간의 운영현황을 살펴보면, 총처리물량, 총접안선박, 총접안시간이 증가하였으며, 이에 따라 선석점유율도 증가하였다. 척당평균하역량은 증가하고 있으나 척당평균접안시간은 감소하고 있어 C/C의 처리능력이 높아지고 있음을 알 수 있다. 그러나 C/C 의 총작업생산성이 증가추세를 보이지는 않아 안벽의 운영현황을 반영하지는 않는다.

〈표 3-2〉 부산항 컨테이너터미널 운영현황

구 분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
총처리물량 (천TEU)	5,073	5,395	6,813	7,707	8,588
총접안선박(척)	4,368	4,809	5,448	6,155	6,575
총접안시간	74,934	70,002	93,718	102,931	104,742
선석점유율(%)	52.0	49.6	54.0	60.7	60.8
척당평균접안시간	17.2	14.6	17.2	16.7	15.9
척당평균하역량 (TEU)	1,161	1,122	1,251	1,252	1,306
C/C 시간당처리량 (총작업생산성)	34.5 (22.6)	37.4 (24.5)	36.9 (23.8)	33.9 (21.9)	37.1 (23.6)

자료 : 부산항만공사, "2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계", 2005. 9.

3) 운영 및 시설현황 비교분석

(1) 해외 경쟁항만과 부산항 운영현황 비교

전세계 10대 주요 항만들 중 부산항의 경쟁항만 또는 비교대상이 되는 홍콩항, 싱가포르항, 상하이항, 선전항, 가오슝항 등의 동남아 항만을 대상으로 한다. 기준물량은 2004년 물동량으로 하고 컨테이너터미널간의 정확한 비교를 위해서 일반부두 및 신규 조성되어 운영이 정상궤도에 오르지 않은 터미널을 제외하고, 자성대, 신선대, 감만, 우암, 감천한진의 운영현황과 비교한다.

먼저, 선석수에 있어서 경쟁항만의 평균은 24개이고, 부산항은 18개이며, 경쟁항만의 선석길이는 평균은 7,301m이고, 평균선석길이는 304m이다. 부산항은 선석길이가 5,137m이고, 평균선석길이는 289m이다.

경쟁항만의 전체면적은 평균 3,004㎡이고, 부산항은 2,747㎡로 평균 257㎡ 작은 것으로 나타났다.

하역장비인 C/C 대수는 경쟁항만이 평균 64대이며, 부산항은 47대이다.

2004년 처리물량은 경쟁항만의 평균이 12,255,333TEU인 반면 부산항은 7,922,000TEU로 선석수 및 C/C 대수면에서 상대적으로 낮다.

〈표 3-3〉 해외 경쟁항만과 부산항의 운영시설 비교

구분 / 항만	선석수	선석길이 (m)	면적 (천㎡)	C/C 대수	2004년 처리물량(TEU)
홍콩항	23	7,259	2,485	89	21,932,000
싱가포르	42	10,921	3,389	133	21,329,000
상하이	23	7,071	3,256	46	14,567,000
선전	15	4,270	1,823	31	13,625,000
카오슝	19	5,122	1,907	49	9,714,000
평균	24	6,929	3,572	64	12,255,333
부산항	18	5,137	2,747	47	7,922,000

주 : 부산항은 일반부두를 제외한 수치임.
자료 : 한국컨테이너부두공단, 「세계 주요항만 2004년도 물동량, 시설, 개발계획 현황 및 분석」, 2005. 3.

해외 경쟁항만과 부산항의 처리실적을 선석길이당 처리물량, C/C당 처리물량, 야드면적당 처리물량에 대해서 비교해보면 선석길이당 처리물량의 경우 선전이 3,191TEU로 가장 높았으며, 평균이 2,424TEU인 반면 부산항의 경우 1,542TEU로 선전항의 50%수준에 불과하다.

C/C당 처리물량의 경우 선전항이 439,516TEU로 가장 높았으며, 평균이 272,246TEU인 반면, 부산항의 경우 165,042TEU로 선전항의 약 1/3수준으로 나타났다.

야드면적당 처리물량의 경우는 홍콩항이 가장 많은 천㎡당 8,826TEU를 처리하였으며, 평균이 6,432TEU이며, 부산항은 2,884TEU로 홍콩항의 1/3수준으로 나타났다.

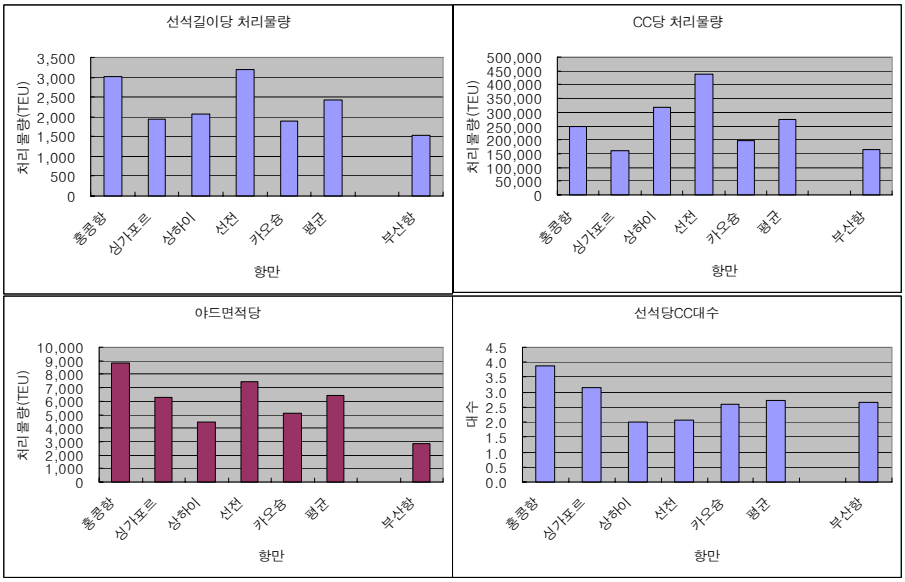
그리고, 처리능력에 직접적인 영향을 미치는 안벽의 선석당 C/C 대수는 홍콩항이 가장 많은 3.9대이며, 평균이 2.7대, 부산항도 2.6대로 최근에 지속적인 C/C의 추가로 해외 경쟁항만과 비교해서 떨어지지 않는 유일한 항목이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 부산항은 전체적으로 경쟁항만에 비해서 C/C대수를 제외하고는 낮은 시설능력을 가지고 있음을 알 수 있다.

〈표 3-4〉 해외 경쟁항만과 부산항의 운영현황 비교

구 분 / 항 만	선석길이(m)당 처리물량(TEU)	C/C당 처리물량(TEU)	야드면적당 처리물량(TEU)	선석당 CC 대수
홍콩항	3,021	246,427	8,826	3.9
싱가포르	1,953	160,368	6,294	3.2
상하이	2,060	316,674	4,474	2.0
선전	3,191	439,516	7,474	2.1
카오슝	1,897	198,245	5,094	2.6
평균	2,424	272,246	6,432	2.7
부산항	1,542	168,553	2,884	2.6

〈그림 3-1〉 선석길이당, C/C당, 야드면적당, 선석당 C/C대수 비교



(2) 부산항과 부산신항의 시설현황 비교 분석

부산항과 부산신항 북측부두의 시설을 비교해보면 안벽길이가 부산항의 경우 5,137m, 부산신항 북측부두의 경우 3,200m이다. 선석수는 부산항이 18선석, 부산신항 북측부두가 9선석, 터미널면적은 부산항이 274.7만㎡이며, 부산신항 북측부두가 125만㎡이다. 장치장면적의 경우 부산항이 163만㎡이며, 부

산신항이 125만㎡이다. 장치면적을 바탕으로 하는 TGS수는 부산항이 43,741TGS이며, 부산신항 북측부두가 28,918TGS이다. C/C대수는 부산항이 47대, 부산신항 북측부두가 26대이며, TC대수는 부산항이 117대, 부산신항 북측이 81대이며, YT대수는 부산항이 256대, 부산신항 북측이 165대 이다.

따라서, 하역시스템 구성비를 살펴보면 부산항이 1:2.49:5.45인 반면 부산신항이 1:3.27:6.35로 TC와 YT의 보유대수가 높다.

〈표 3-5〉 부산항과 부산신항 북측부두 시설비교표

항 만 / 구 분	부산항	부산신항 북측[8]
안벽길이(m)	5,137	3,200
선석수	18	9
터미널면적(㎡)	274.7만㎡	204만㎡
장치장면적(㎡)	163만㎡	125만㎡
TGS	43,741	28,918
C/C	47(1)	26(1)
TC	117(2.49)	85(3.27)
YT	256(5.45)	165(6.35)

( ) : 구성비.

부산항과 부산신항 북측부두의 시설현황을 이용해서 상대적비교를 해보면 평균선석길이는 부산항이 285m, 부산신항 북측부두가 356m로 약 71m의 차이를 보이며, 평균 깊이(depth)의 경우도 부산항이 535m, 부산신항 북측부두가 636m로 부산신항 북측이 100m 남짓 더 깊은 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 장치장과 관련된 인자들에 영향을 미쳐서, C/C당 TC대수에서 부산항은 2.49대, 부산신항 북측부두는 3.27대로 넓은 장치장에 대응하기 위해서 상대적으로 많은 TC대수를 투입하는 것으로 나타났다.

C/C당 안벽길이는 부산항이 107m, 부산신항이 125m로 안벽길이에 비해서

8) www.pncport.com/work/facilities.php

부산항이 많은 C/C를 투입하고 있음을 알 수 있다. C/C당 야드면적에서는 부산신항 북측부두가 깊이가 긴 만큼 부산항의 90,556㎡보다 넓은 138,889㎡를 담당하게 된다. 선석당 TGS수에서도 부산항이 2,430TGS, 부산신항 북측부두가 3,213TGS이다.

전체면적대비 장치장 비율은 부산항이 59.3%이며, 부산신항 북측부두가 61.3%로 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 장치장면적대비 TGS 수를 보면 부산항이 268TGS이고, 부산신항 북측부두가 231TGS로 부산신항에서 사용할 양측켄틸레버형의 RMGC가 양쪽으로 4m폭의 주행레인을 2개씩 총 4개를 필요로 하므로 많은 주행공간이 필요하여 전체적인 장치효율이 떨어지는 것을 알 수 있다. 그러나 TC당 TGS 수가 374TGS와 340TGS로 거의 같아서 상대적으로 많은 TC로 넓은 공간을 담당한다. 또한 RTG를 사용하는 부산항과 양측 켄틸레버형의 RMGC를 사용하는 야드의 배치공간의 이용이 적재공간측면에서는 4단 6열 RTGC의 적은 주행공간과 RMGC의 9열 5단의 블록형태가 차지하는 많은 주행공간으로 인해 서로 상쇄됨을 알 수 있다.

〈표 3-6〉 부산항과 부산신항 북측부두 비교분석

항 만 / 구 분	부산항	부산신항 북측
평균선석길이(m)	285	356
평균 깊이(depth)(m)	535	636
CC당 TC수	2.49	3.27
CC당 안벽길이(m)	107	125
CC당 야드면적(㎡)	90,556	138,889
선석당 TGS 수	2,430	3,213
전체면적대비 장치장 비율	59.3	61.3
장치장면적대비 TGS 수	268	231.3
TC당 TGS 수	374	340

(3) 부산항 개별터미널의 시설현황 비교 분석

부산항의 컨테이너터미널 즉, 신선대, 감만, 자성대, 우암 컨테이너터미널의 시설 및 장비, 운영현황을 비교 정리해보면 시설 및 장비측면에서는 자성대가 안벽길이 1,474m로 가장 길며, 장치장면적에서는 신선대가 67.2만㎡로 가장 크며, C/C대수는 감만이 15대로 가장 많다. 야드하역장비인 TC대수는 감만이 39대로 가장 많으며, TGS수는 신선대가 18,368TGS로 가장 많다. 터미널의 직사각형율을 나타내는 정방형률은 감만이 99%로 가장 높다.

운영측면에서는 평균하역량과 C/C 생산성을 기준으로 보면, 평균하역량은 감만이 1,644TEU로 가장 높으며, C/C 생산성 또한 시간당 25.5개로 가장 높게 나타났다.

〈표 3-7〉 부산항 터미널의 시설 및 장비, 운영현황 비교

구분 \ 터미널		신선대	감만	자성대	우암
시설 및 장비	안벽길이(m)	1,447	1,200	500	1,400
	장치장면적(㎡)	396,312	671,547	155,440	409,472
	C/C대수	14	13	5	14
	TC대수	1,247	1,473	845	1,644
	TGS 수	31	31	13	39
	정방형률(%)	10,790	18,368	2,627	12,234
운영	평균하역량(TEU)	21.90	23.60	19.80	25.50
	C/C 생산성(Van)	0.85	0.78	0.60	0.99
처리물량(TEU)		1,909,000	2,065,000	568,000	2,806,000

주 : 처리물량은 2004년 기준.

이러한 시설 및 장비, 운영의 수치를 바탕으로 부산항 컨테이너터미널 중에서 가장 많은 물량을 처리하고 있는 감만을 기준 1로 하여, 신선대, 자성대, 우암터미널의 시설 및 장비, 운영능력을 비교하면 다음과 같은 현상을 알 수 있다.

먼저, 신선대의 경우 장치장면적이 감만의 2배이며, TGS수는 1.35배로 감만

에 비해서 상당히 높은 수치를 기록하는 것을 알 수 있다. 그러나, 2004년 처리물량을 기준으로 비교해보면 감만의 74%수준을 처리하였다. 이는 다른 요소 즉, 안벽길이, C/C대수, TC대수, 정방형률, 평균하역량, C/C 생산성이 감만보다 낮은 수치를 나타내고 있기 때문이다.

처리물량 비율을 보면 신선대 0.74, 자성대 0.68, 우암 0.20으로 개별 터미널의 시설 및 장비, 운영능력에서 상대적으로 가장 낮은 수치를 기록하고 있는 항목 즉, 신선대의 경우 정방형률 0.78, 자성대의 경우 평균하역량 0.76, 우암의 경우 TGS 수 0.21보다 낮은 수치를 기록하는 것을 알 수 있다.

이는 시스템적 분석방법 즉, "컨테이너터미널의 처리과정에서 화물처리능력이 큰 구성부분들이 있더라도 취약한 부분의 능력을 증대시키지 않고는 전체 능력을 증대 시킬 수 없다.[9]"에서 알 수 있는 것과 같이 전체적으로 고른 처리능력을 가지고 있어야 효율적인 생산성을 도출할 수 있으며, 컨테이너터미널의 최종생산성은 가장 취약한 부분에 영향을 받는다는 사실을 알 수 있다.

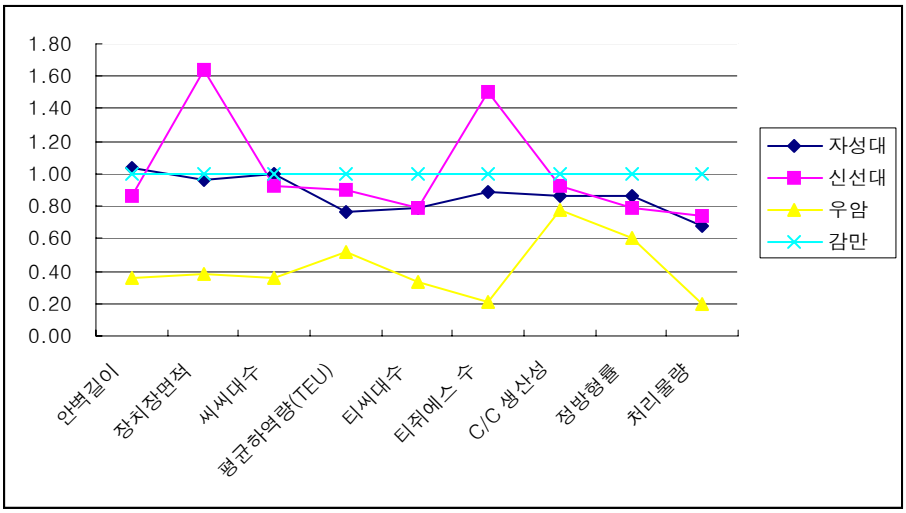
〈표 3-8〉 부산항 터미널간 시설 및 장비, 운영능력 비교

구분 \ 터미널		자성대	신선대	우암	감만
시설 및 장비	안벽길이	1.03	0.86	0.36	1.00
	장치장면적	0.96	1.64	0.38	1.00
	C/C 대수	1.00	0.93	0.36	1.00
	TC 대수	0.79	0.79	0.33	1.00
	TGS 수	0.88	1.50	0.21	1.00
	정방형률	0.86	0.79	0.61	1.00
운영	평균하역량	0.76	0.90	0.51	1.00
	C/C 생산성	0.86	0.93	0.61	1.00
처리물량		0.68	0.74	0.20	1.00

9) (주)한진, 감천 터미널 운영 실무

이러한 비교표를 이용하여 추후 부산항의 리모델링 대상을 선정하면 신선대의 경우 정방형률을 향상시키거나, 가장 간단한 방법으로 TC대수를 증가시킴으로써 생산성을 높일 수 있다. 또한, 자성대의 경우는 마케팅측면에서 입항선박의 평균하역량을 증가시키거나, 장비측면에서 TC대수를 증가시킴으로써 생산성을 높일 수 있으며, 우암의 경우에는 실장치공간인 TGS수를 높임으로써 전체적인 생산성을 손쉽게 향상시킬 수 있다.

〈그림 3-2〉 부산항 터미널의 시설 및 장비, 운영현황 비교



4) 부산항 컨테이너터미널 평면배치 정방형률 비교

감만부두를 제외하고 대부분의 부산항은 주어진 여건에 맞추어 복잡한 다각형의 형태로 조성되었다. 컨테이너터미널은 작업 및 공간의 효율적 사용, 생산성 향상 등을 위해서 직사각형 형태의 컨테이너터미널로 조성된다. 국내의 광양항, 부산신항 등 최근에 개발되었거나 개발예정인 터미널들이 모두 직사각형의 형태로 구성된 것을 알 수 있으며, 직사각형 형태인 감만부두가 다른 부산

항의 터미널들에 비해서 얼마나 높은 생산성 및 처리량을 보이는가 하는 것이 단적으로 증명된다. 야드면적으로 보면 감만부두가 신선대의 2/3수준이고, 전체면적대비 장치장비율이 다른 터미널의 평균 70%보다 적은 68%이지만, 야드면적당 처리물량을 환산하면 다른 터미널의 2~3배를 처리하는 것을 알 수 있다. 이는 다른 물류, 운영적요인들에 의해서도 영향을 받겠지만 가장 큰 영향은 정방형률이라는 것을 단적으로 보여준다.

〈표 3-9〉 부산항 터미널의 전체면적대비 장치장비율

항 만 / 구 분	자성대	신선대	우암	감만
야드면적(㎡)	394,312	671,547	155,440	409,472
전체면적대비 장치장비율	60.9%	64.6%	84.5%	68.0%
2004물량	1,909,369	2,064,776	568,092	2,804,714
야드면적당 처리물량(TEU)	4.13	3.07	3.64	8.35
	49.5%	36.8%	43.6	100

컨테이너터미널의 정방형률은 다각형형태의 컨테이너터미널의 면적을 직사각형태로 환산하여 그린 후 터미널의 가장 넓은 부분과 겹쳐서 일치하지 않는 부분을 환산하여 산정된다.

(1) 자성대

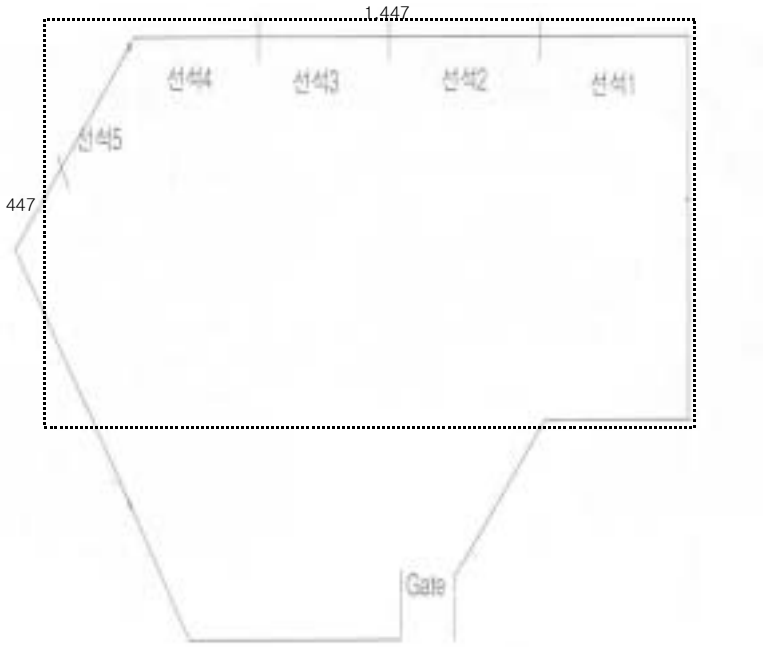
자성대 컨테이너터미널은 1번 선석부터 5번 선석까지 다섯 개의 선석으로 구성되며, 1~4번 선석까지는 직선으로 연결되어 있으나, 5번 선석은 소형선의 접안을 위한 선석으로 사선으로 연결되어 있다.

평면배치 형태를 보면 복잡한 다각형의 형태로 터미널면적 647,000㎡의 넓이를 가지며, 이를 직사각형 형태로 변환하여 정방형률을 비교하면 다음과 같이 안벽길이를 기준으로 1,447m×447m의 직사각형으로 환산가능하다.

이를 자성대터미널의 평면배치와 겹쳐서 계산하면, 자성대의 정방형률은

85%로 나타난다.

〈그림 3-3〉 자성대 정방형 비교



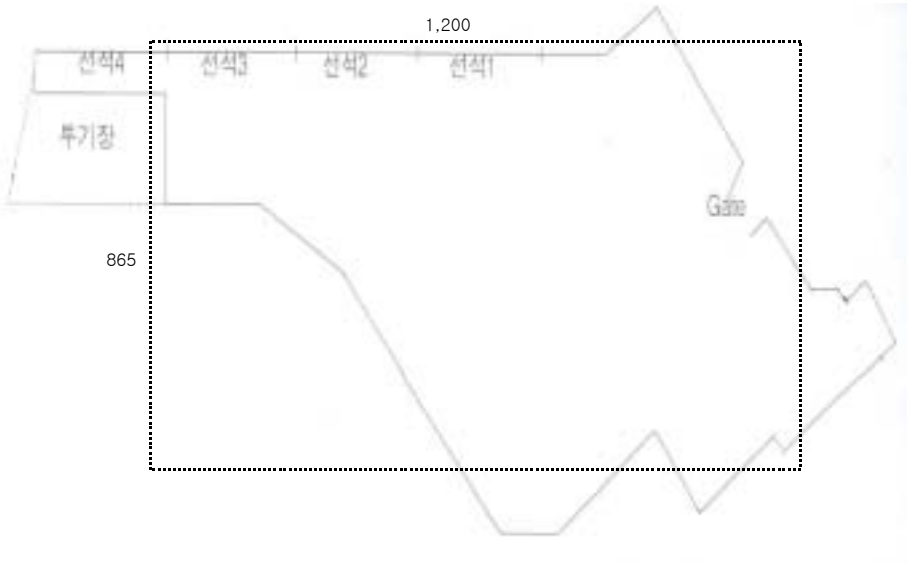
(2) 신선대

신선대 컨테이너터미널은 1번 선석부터 4번 선석까지 네개의 선석으로 구성되며, 1~4번 선석까지는 직선으로 연결되어 있으나, 4번 선석 배후면은 준설토 투기장으로 사용되고 있다.

평면배치 형태를 보면 복잡한 다각형의 형태로 터미널면적 1,039,000㎡의 넓이를 가지며, 이를 직사각형 형태로 변환하여 정방형률을 비교하면 다음과 같이 안벽길이를 기준으로 1,200m×865m의 직사각형으로 환산가능하다.

이를 신선대 컨테이너터미널의 평면배치와 겹쳐서 계산하면, 신선대 컨테이너터미널의 정방형률은 78%로 나타난다.

〈그림 3-4〉 신선대 정방형 비교



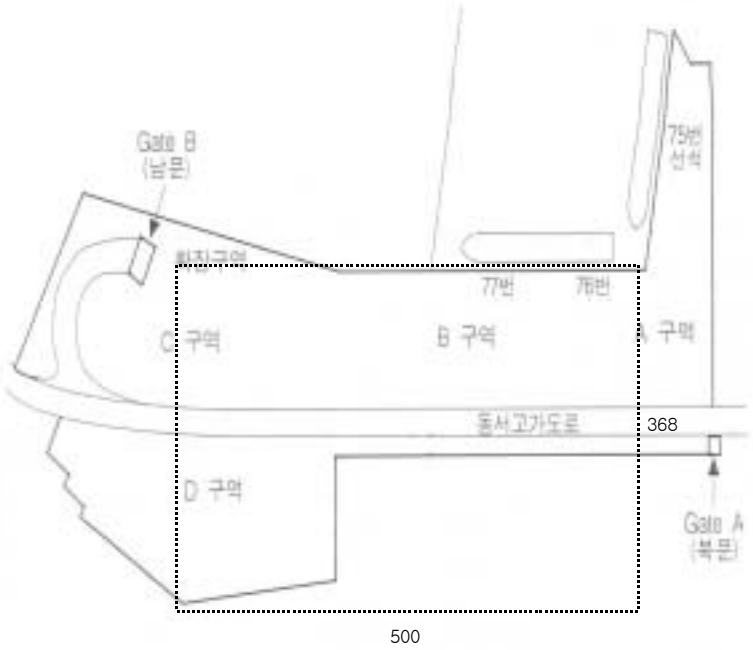
(3) 우암부두

우암부두는 75번 선석부터 77번 선석까지 세개의 선석으로 구성되나 76번과 77번은 인접하여 300m를 사용한다. 75번 선석과 배후 울타리까지의 폭은 최소 77m에서 최대 97m에 불과하며, 76번과 77번 선석과 동서고가도로 하단간의 폭은 115～125m에 불과하다. 따라서 에이프런 폭 30～38m를 제외하면 다른 중소형 터미널에 비해서 안벽 및 마샬링기능이 크게 낮다.

평면배치 형태를 보면 뒤집힌 "ㄴ"자 형태로 터미널면적 184,000㎡의 넓이를 가지며, 이를 직사각형 형태로 변환하여 정방형률을 비교하면 다음과 같이 안벽길이를 기준으로 500m×368m의 직사각형으로 환산가능하다.

이를 우암부두의 평면배치와 겹쳐서 계산하면, 자성대의 정방형률은 60%로 나타난다.

〈그림 3-5〉 우암부두 정방형 비교



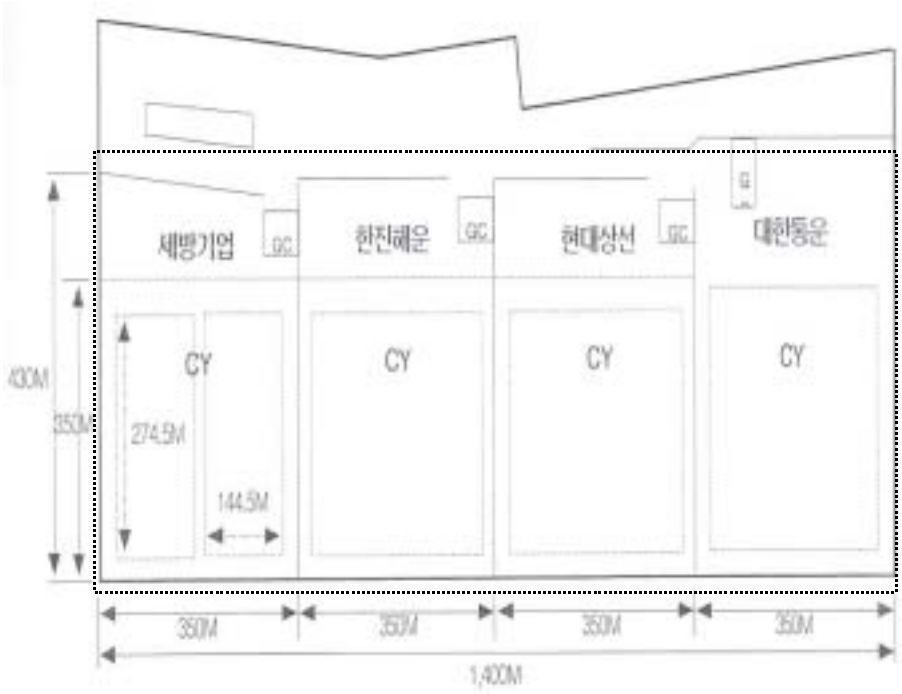
(4) 감만부두

감만부두 컨테이너터미널은 계획부두로 개발되어 1번 선석부터 4번 선석까지 네개의 선석으로 구성되며, 1~4번 선석들은 세방, 한진, 허치슨, 대한통운이 하나의 선석씩 운영하고 있다.

평면배치 형태를 보면 계획터미널답게 직사각형 형태로 터미널면적 731,000㎡의 넓이를 가지며, 이를 직사각형 형태로 변환하여 정방형률을 비교하면 다음과 같이 안벽길이를 기준으로 1,400m×430m의 직사각형으로 환산가능하다.

이를 감만부두의 평면배치와 겹쳐서 계산하면, 감만부두의 정방형률은 99%로 나타난다.

〈그림 3-6〉 감만부두 정방형 비교



(5) 분석결과 요약

부산항의 각 컨테이너터미널의 정방형을 산정하면, 자성대 85%, 신선대 78%, 우암 60%, 감만 99%이다.

이러한 정방형의 비교에서 보는 바와 같이 정방형률이 높은 터미널은 전체적으로 높은 생산성을 보이는 것으로 알 수 있다. 따라서, 컨테이너터미널이 효율적으로 운영되기 위해서는 기본적으로 정방형률이 높을수록 유리하며, 이를 위해서 기존 터미널들은 정방형률을 높이는 방향으로 리모델링을 해야 한다.

〈표 3-10〉 각 터미널들의 정방형률

구 분	자성대	신선대	우암	감만
정방형률(%)	85	78	60	99

3. 컨테이너터미널 영역별 현황 분석

1) 게이트

(1) 개요

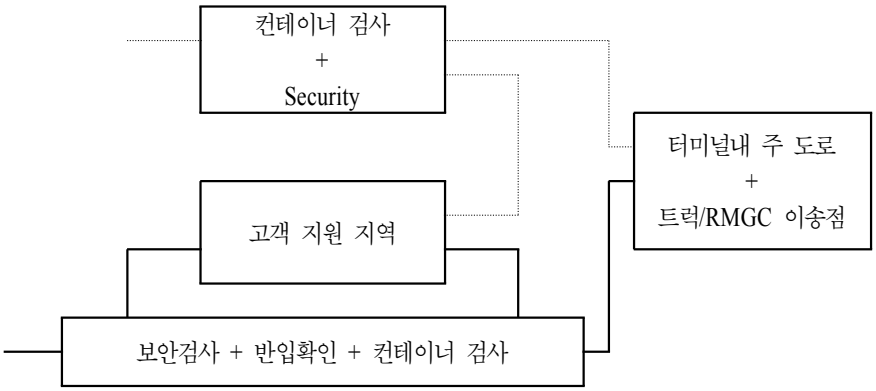
게이트는 컨테이너터미널을 출입하는 컨테이너화물의 이동 및 관련 정보의 발생지이자 종착지이며, 실질적으로 보안구역이 시작되는 장소이다.

게이트에서는 컨테이너 차량의 (반입)보안검사 확인 → 반입확인 → (문제발생 지역) → 컨테이너 검사 → (반출)컨테이너 검사 → 컨테이너 차량의 (반출) 보안검사 확인 등 일련의 과정이 수행되는 공간이다.

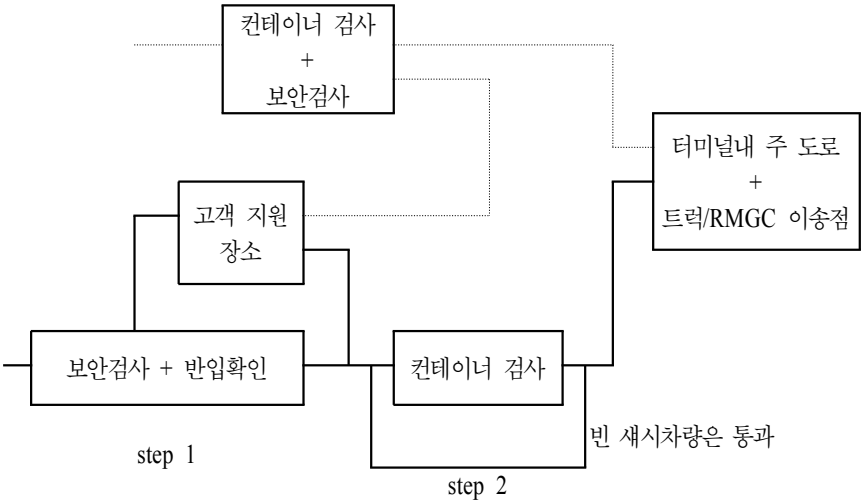
(2) 운영방식

게이트의 운영방식에는 반입확인과 컨테이너 검사처리를 한 곳에서 처리하는 1-step 게이트 운영방식, 반입확인과 컨테이너 검사처리를 두개의 영역으로 분리하여 처리하는 2-step 게이트 운영방식, 보안검사, 반입확인, 컨테이너 검사처리를 각각 분리하여 처리하는 3-step 게이트 운영방식으로 구분된다.

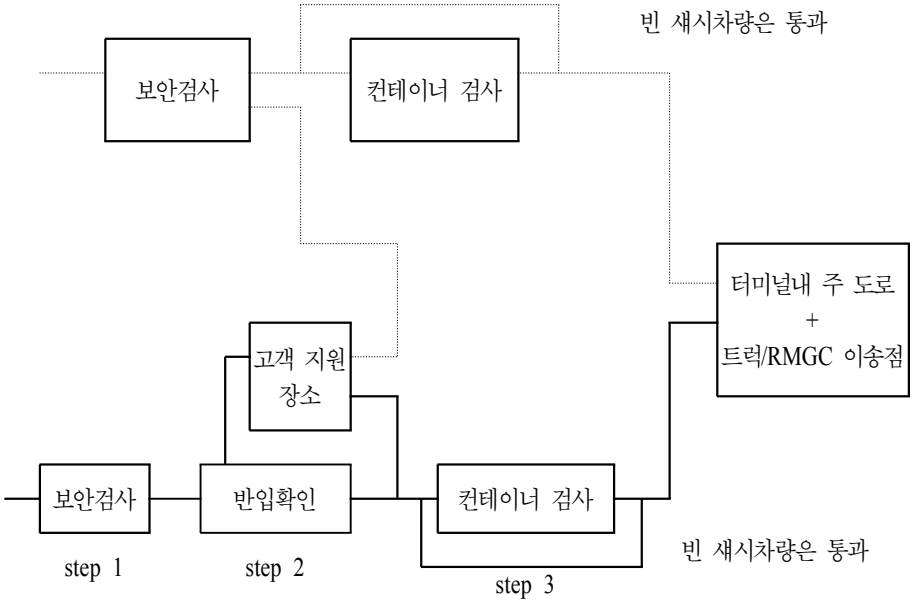
〈그림 3-7〉 1-step 게이트 업무처리 흐름도



〈그림 3-8〉 2-step 게이트 업무처리 흐름도



〈그림 3-9〉 3-step 게이트 업무처리 흐름도



(3) 게이트 영역별 기능

게이트단지의 영역별 기능을 보면 컨테이너 운송트럭기사 확인을 위한 보안검사 영역, 반출입 컨테이너화물의 컨테이너터미널 내 반출입 확인을 위한 반출입 확인영역, 컨테이너 손상 기록과 봉인 검사작업의 컨테이너 검사영역으로 구분된다.

① 반입게이트 보안검사 영역

컨테이너터미널 내로 진입하려고 하는 모든 컨테이너 운송트럭이나 기타 차량 및 직원이나 고객(선사, 화주) 등이 보안검사대상이 되고, 반입게이트 또는 인근에 검사시설을 갖춘 반입게이트 보안검색대가 마련되어야 한다. 또한, 반입게이트 검사영역에서는 컨테이너 운송트럭 운전자 신분 증명 확인작업이 정확하고 신속하게 이루어져야 한다. 보안검사 영역 통로 폭은 3.3m의 임계규모를 확보하여야 한다.

반입게이트단지의 사전 점검지역에 차량번호판 및 컨테이너 손상 유・무 확인용 CCTV 카메라장치가 마련되어야 한다. 게이트 전방 30m 지점에 컨테이너 트럭 진입확인 루프센서를 매설하거나 2쌍의 적외선 빔 송・수신기에 의하여 컨테이너 운송트럭의 진입을 탐지하고, 게이트 전방 30m 지점에 3~4개의 CCTV 카메라장치에 의한 영상문자인식시스템을 채용하여 탐지된 컨테이너 운송트럭의 차량번호 확인, 컨테이너 번호 확인 및 컨테이너 손상 여부를 검사하고 기록한다. 또한, CCTV 카메라장치에 의한 차량번호 확인지점인 게이트 전방 30m 지점부터는 컨테이너 운송트럭이 레인을 변경할 수 없도록 경계벽이 설치되어야 하고, 레인 폭은 3.5m를 확보하여야 한다.

② 반입게이트 확인영역

게이트 요원이 내부 통신장치를 이용하여 컨테이너 운송트럭 운전자와 교신하며, 운영건물의 게이트업무 관련 정보시스템과 컨테이너 번호 등 관련자료를 송・수신하여 컨테이너 교환기록에 대한 확인작업을 수행하고, 기기인수도증

(EIR : Equipment Interchange Receipt)을 발급하며, 컨테이너 트럭운송기사에게 컨테이너터미널 내 이송지역을 안내한다. 또한, 반입게이트 확인지역에 컨테이너 운송트럭 계근시설이 구비되어야 하고, 특수컨테이너 및 비규격컨테이너를 처리하기 위한 레인을 1레인 할당하여야 한다.

③ 반입게이트 문제발생 트럭 주차영역

선사에서 EDI로 전송된 사전정보와 일치하지 않거나 IMO 라벨에 문제가 발생한 컨테이너 운송트럭의 경우, 문제점을 해결하기 위하여 컨테이너 운송트럭을 문제발생 트럭 주차 영역에 주차시킨 후, 선사 사무실을 방문하여 문제점을 해결한다. 선사 사무실은 문제발생 트럭 주차영역과 인접한 곳에 설치되어야 하며, 반입게이트 문제발생 트럭 주차영역과 게이트 건물 사이에는 안전한 보행 접근통로가 마련되어야 한다.

반입게이트에서 발생될 수 있는 문제발생 유형들을 살펴보면 EDI를 통한 사전정보 미등록, 미등록 반입 컨테이너, EDI를 통한 사전정보 입력 Error, EDI를 통한 사전정보 전송 Error, 손상 컨테이너 운송트럭, 컨테이너터미널 운영정보시스템 가동중지, 선반출 및 반입시간 경과 컨테이너 운송차량, 미통관 컨테이너의 운송차량 및 미등록 컨테이너 운송차량 등이 있다. 이러한 문제가 발생한 컨테이너 운송차량들과 세관(Customs), 검역소(Quarantine Station) 및 선사와의 업무가 필요한 트럭 운전기사의 트럭 주차를 위한 주차영역은 게이트시설 인근에 최소 10대분의 문제발생 트럭 주차영역과 터미널내부에 10대분의 주차영역이 확보되어야 한다. 또한, 장거리 운전으로 피로한 컨테이너 운송트럭 운전자들의 휴식공간을 컨테이너터미널 주재 선사/대리점 사무실과 인접한 장소에 안전한 보행 접근통로를 확보하여 설치하는 것을 권장한다.

④ 반입게이트 컨테이너 검사영역

공컨테이너의 경우 운송된 컨테이너의 형태, 크기, 내・외부 손상 유무를 검사하고 기록을 보존하며, 필요에 따라 컨테이너 운송트럭 운전자에게 검사 보

고서를 건네주고, 손상된 컨테이너에 대한 트럭 운전자의 확인을 받는다.

적컨테이너의 경우 컨테이너의 형태, 크기 라벨 검사, 봉인 훼손 유무, 내·외부 손상 유무를 검사하고 기록을 보존하며, 필요에 따라 컨테이너 운송트럭 운전자에게 검사 보고서를 건네주고, 손상된 컨테이너에 대한 트럭 운전자의 확인을 받는다. 또한, 적컨테이너의 경우, 세관 공무원의 요청에 의해서 별도의 세관검사가 필요한 컨테이너에 한하여 컨테이너터미널 내의 컨테이너 검사시설로 이동한다.

⑤ 세관 및 검역소 업무영역

세관사무실 및 검역사무실은 반입게이트 및 반출게이트와 인접한 장소에 위치하여야 하며, 컨테이너 검사시설은 반입게이트 문제발생 트럭 주차영역 또는 인근에 컨테이너터미널의 운영에 지장을 받지 않는 곳에 설치·운영하여야 한다. 게이트를 진입한 후 별도의 검사가 필요한 컨테이너에 한하여 검사업무가 수행되며, 세관공무원이 요청하는 경우, 컨테이너터미널 내의 컨테이너 검사시설에서 컨테이너 내용물을 검색하게 된다. 반입되는 적컨테이너는 모든 통관수속이 적컨테이너가 컨테이너터미널에 도착하기 전에 미리 EDI를 통해서 처리되기 때문에 세관에 제출할 문서가 없으며, 반출되는 적컨테이너는 모든 통관수속이 적컨테이너가 컨테이너터미널에 장치될 때, 물리적인 세관검사가 이루어진다.

⑥ 국내 컨테이너터미널의 게이트 운영시설 규모 및 적용기술

국내 컨테이너터미널의 게이트 운영시설 규모 및 적용기술을 살펴본다.

가. 국내 주요 컨테이너터미널 게이트 운영시설 규모

국내의 신선대, 자성대(허치슨부산), 한진감만, 허치슨감만, 동부신감만, 한진감천터미널의 서비스 레인 규모 및 운영현황을 살펴보면 신선대의 경우 입구레인 9개, 출구레인 3개를 운영하고 있으며, 현재 입구레인 4개와 출구레인 1개는 운영을 하지 않고 있다.

각 터미널별 게이트 운영현황은 <표 3-11>과 같다.

〈표 3-11〉 국내 주요 터미널 게이트 운영시설 규모

	서비스 레인 규모		운영현황
	입구	출구	
신선대	9개	3개	입구레인: 4개 운영안함
허치슨부산	4개	2개	입구레인: 1개 운영안함
한진감만	4개	2개	입구레인: 2개 운영안함
허치슨감만	3개	1개	입구레인: 1개 운영안함
동부신감만	5개	3개	입구레인: 2개 운영안함 출구레인: 1개 운영안함
한진감천	3개	3개	입구레인: 1개 운영안함 출구레인: 1개 운영안함

주 : 각 터미널마다 입구레인 중 1개를 특수화물용 및 회차로로 사용중임

나. 터미널별 게이트 데이터 수집 적용기술

터미널에서 사용하는 데이터 수집 기술(ADC:Automatic Data Capture)을 살펴보면, 태그를 이용한 무선 주파수 장비번호인식(RFID:Radio Frequency Equipment Identification)시스템, 바코드(Bar-Code)시스템, 영상문자 인식시스템(OCR: Optical/Computer Character Recognition), 단거리전용통신(DSRC: Dedicated Short Range Communication)시스템이 있다.

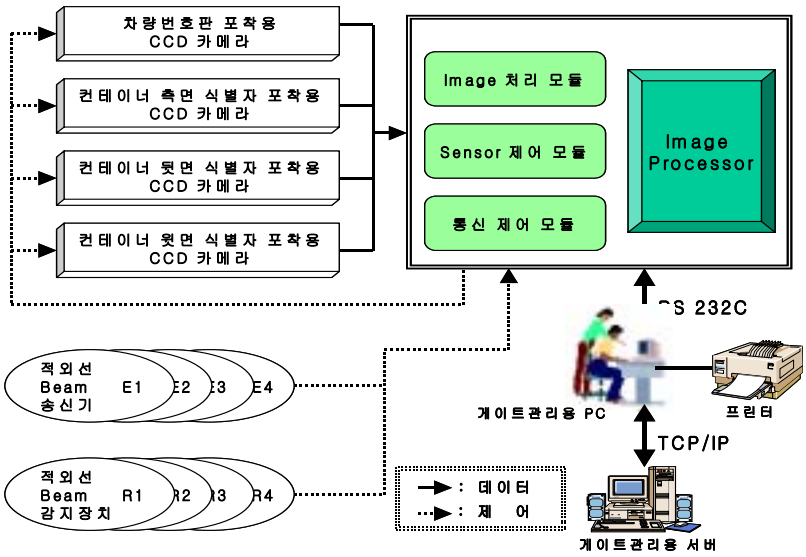
RFID시스템은 비활성 혹은 활성 태그와 판독기, 수신기/송신기로 구성되고, 무선 트랜서폰더들(태그)에 신호를 보내는 운송장비의 무선안테나나 판독기를 통하여 장비 인식 숫자 및 특징을 포착하는 방식이다.

바코드시스템은 운전자 신분 증명 확인 및 트럭 운전자를 확인하는 데 사용되며, 마그네틱 선을 이용한 바코드시스템과 스마트 카드시스템 두 종류가 있으며, 마그네틱 선을 이용한 바코드시스템이 컨테이너터미널에서 널리 사용되고 있다. 바코드 데이터 수집기술에 신개념이 도입된 시스템이 신용카드 만한 크기인 스마트카드이다. 이 스마트카드의 마이크로 칩에 필요한 정보가 기록되는 것이다. 스마트카드가 가지는 장점들은, 보다 많은 양의 데이터를 저장할

수 있으며, 정밀한 프로세서의 장착이 가능하고, 데이터의 추가, 삭제, 변경이 가능하며, 데이터에 대한 처리 및 제어 접근이 가능하다는 점이다. 바코드 시스템의 장점은 사용이 간편하며, 인식율이 매우 높은 편이나, 단점으로 바코드의 미부착(미소지) 또는 외부가 훼손되기 쉬운 컨테이너의 특성으로 인해 바코드 정보확인에 시스템에 의한 자동처리가 불가능하며, 신규차량 및 컨테이너 증가시 지속적으로 바코드를 발행하거나 컨테이너의 도난 등 보안사항에도 관심을 가져야 한다.

영상문자인식시스템은 영상처리(image processing) 기술을 이용하여 게이트를 통과하는 컨테이너 트럭 번호판 및 컨테이너 번호를 자동 인식하고, 인식된 데이터를 데이터베이스화하여 각종 물류처리 과정에 적용함으로써 항만물류 처리과정을 자동화하는 시스템이다. 영상문자인식시스템은 트레일러 번호판 포착용 CCD Camera, 컨테이너 측면 식별자 포착용 CCD Camera, 컨테이너 윗면 식별자 포착 CCD Camera 및 컨테이너 뒷면 식별자 포착용 CCD Camera 등과 같은 영상 포착용 CCD Camera와 영상 포착 순간을 판단하기 위

〈그림 3-10〉 영상문자 인식시스템 H/W 및 S/W 구성도



한 빔 송신 및 수신 센서로 구성된다. 아울러 영상 처리용 영상 처리기는 영상 처리모듈, 센서 제어 모듈 및 통신 제어 모듈 등으로 구성되는데, 영상 처리 모듈은 CCD 카메라로부터 포착되어 전송된 각종 영상 데이터를 전처리, 문자 인식 등을 거쳐 생성된 데이터를 서버에 전송한다.

기존의 게이트에서의 데이터 수집기술은 바코드 혹은 영상문자 인식시스템으로 읽어들인 차량정보로부터 화물차량의 야드 내 정차위치정보를 담고 있는 EIR을 컨테이너 운송차량에 발급하는 형태로 진행된다.

단거리 전용통신시스템은 컨테이너 운송정보의 입력과 야드 내 정차위치의 안내를 게이트에서 컨테이너 운송차량이 정차하지 않은 채로 수행할 수 있도록 DSRC 시스템을 이용한 게이트에서의 데이터 수집기술로 국내 기술진에 의해 세계최초로 개발되고 있다.

〈표 3-12〉 게이트 데이터 수집기술 방식별 비교표

구 분	RF-ID Card	바-코드	영상 문자인식	DSRC
인식 대상	차량 번호	차량 번호	차량번호, 컨테이너 번호	차량번호, 컨테이너 번호
편의성	항상 차량에 부착	항상 바-코드 소지	차량번호 자동 인식	항상 차량에 부착 차량번호 자동 인식
보안성	분실시 재발급, 위조 가능, 컨테이너 도난 가능	분실시 재발급, 위조 가능, 컨테이너 도난 가능	양 호	양 호
신뢰율 (인식률)	100%	100%	약 90%~95%	100%
대체성	차량번호 변경시 카드 재입력	바-코드 체계 변경 또는 차량번호 교체시 바-코드 신규 발행	일부 S/W의 추가작업	일부 S/W의 추가작업
확장성	신규 차량 증가시 지속적인 발행 지급	신규 차량 증가시 지속적인 발행 지급	별도 변경사항 없음	신규 차량 증가시 지속적인 발행 지급
투자 비용	초기 모든 차량에 부착시 투자비용 과다 발생	투자비용 저렴	초기 투자비용 과다 발생	초기 모든 차량에 부착시 투자비용 과다 발생
적용 사례	NY/NJ, Dubai, Kelang, Vanterm(캐나다)	HBCT, PECT, 감만(한진), 감만(대한통운), 감만(세방기업)	감천(한진), 감만(허치슨), 광양(허치슨), PECT(신선대) HBCT(허치슨), 홍콩, 싱가포르, 호주, 미국	-

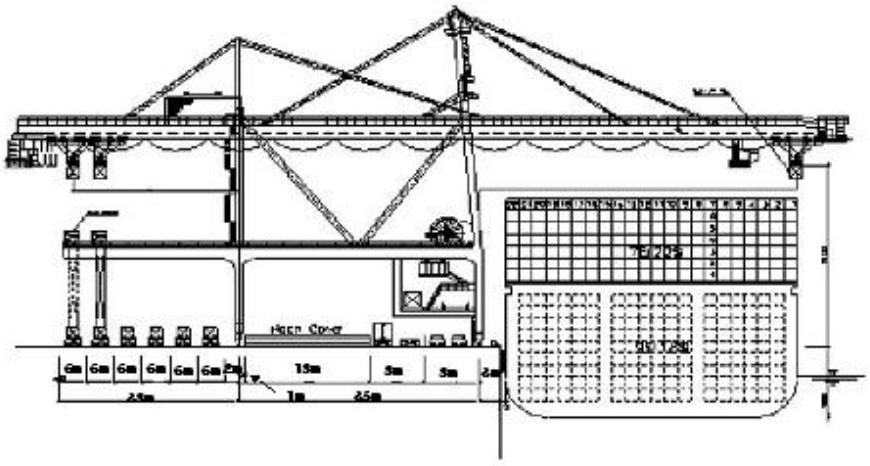
국내의 자성대, 신선대, 한진감만, 대한통운감만, 세방감만은 바코드시스템을 사용하고 있으며, 한진감천, 허치슨감만, 허치슨광양 등은 영상문자인식시스템을 주로 사용하고 있다.

2) 안벽

(1) 개요

안벽은 선박이 접안하여 하역작업이 이루어지는 C/C와 C/C의 설치공간과 YT와 같은 이송장비와의 접점이기도 한다. 일반적으로 안벽은 C/C의 설치공간으로서의 안벽과 차량의 회전 및 임시장치공간으로서의 에이프런으로 구성되며, 이 곳에서 이루어지는 모든 작업을 포함하며, 운영측면의 C/C 생산성 등의 하역능력도 대상이 된다.

〈그림 3-11〉 안벽단면도



(2) 부산항의 선석현황

부산항의 선석현황을 보면 신선대와 감만터미널만이 전면수심이 14m 이상이어서 대형 컨테이너선의 접안이 가능한 형태이다.

〈표 3-13〉 부산항 선석현황

구 분		내 용					
	구 분	선석명	안벽길이(m)	전면수심(m)	C/C수	연간 하역능력 (천TEU)	3년 평균실적 (천TEU)
자성대	선석 1	자성대 1	319	12.5	3	1,000	1,676
	선석 2	자성대 2	320	12.5	3		
	선석 3	자성대 3	300	12.5	3		
	선석 4	자성대 4	278	12.5	3		
	선석 5	자성대 5	185	10.0	1		
신선대	선석 1	91	300	14	3	1,280	1,793
	선석 2	92	300	14	3		
	선석 3	93	300	14	3		
	선석 4	94	300	15	4		
우암	선석 1	75	200	11	2	305	534
	선석 2	76,77	300	11	3		
감만	선석 1	대한통운	350	15	4	1,200	2,538
	선석 2	현대상선	350	15	4		
	선석 3	한진해운	350	15	4		
	선석 4	세방기업	350	15	3		

자료 : 운영사 내부자료(2005. 9.)

(3) 부산항 컨테이너크레인 작업현황

2001년부터 2004년까지의 부산항 컨테이너크레인의 작업현황은 다음 표와 같이 2001년 시간당 총작업 24.5Van이었던 시간당 처리갯수가 2002년 23.8Van, 2003년 21.9Van으로 점점 낮아지다가 2004년 23.6Van으로 상승하였다. 이는 장비의 추가투입으로 인한 전체적인 생산성 향상과 화물연대파업, 태풍 매미 등과 같은 작업방해 외부인자들이 발생하지 않았기 때문으로 풀이된다. 또한, 내부인자로는 순작업과 총작업의 차이 즉, 작업중단으로 인한 작업

손실로써 2001년부터 2003년까지의 작업중단시간(순작업-총작업)은 4.8시간이나 2004년의 작업중단시간은 4.1시간으로 0.7시간 즉, 약 42분의 작업중단시간 감소로 인한 생산성 증가로 볼 수 있다.

〈표 3-14〉 부산항 컨테이너크레인 작업현황

구 분		작 업 시 간		시간당 처리개수			
		순작업	총작업	순 작 업		총 작 업	
				TEU	VAN	TEU	VAN
’01	평 균	25,915	30,992	44.8	29.3	37.4	24.5
	자성대	34,254	39,693	38.3	26.3	33.0	22.7
	신선대	32,686	39,629	41.6	27.0	34.3	22.3
	우암	11,408	14,891	39.7	27.5	30.4	21.1
	감만	41,552	48,640	48.7	30.9	41.5	26.4
	감천한진	9,677	12,108	48.4	30.1	38.7	24.3
’02	평 균	28,990	36,494	43.6	28.6	36.9	23.8
	자성대	44,845	55,075	34.8	24.0	28.4	19.6
	신선대	31,430	49,408	38.5	25.2	32.3	21.1
	우암	13,664	18,428	37.6	26.0	27.9	19.3
	감만	43,050	45,041	61.9	40.2	58.4	35.9
	감천한진	11,959	14,519	45.3	27.8	37.3	22.9
’03	평 균	26,236	30,856	41.3	26.7	33.9	21.9
	자성대	42,721	52,345	37.9	25.9	30.9	21.1
	신선대	43,413	52,744	42.7	27.3	35.2	22.5
	우암	14,880	19,625	37.1	25.6	28.2	19.4
	감만	14,711	16,821	45.3	28.2	39.4	24.6
	감천한진	15,455	12,745	43.3	26.6	35.7	21.9
’04	평 균	26,819	32,642	43.7	27.7	37.1	23.6
	자성대	45,809	57,192	42.0	27.3	33.7	21.9
	신선대	46,813	55,716	44.0	28.0	37.1	23.6
	우암	15,370	19,844	37.1	25.6	28.7	19.8
	감만	15,859	17,416	46.0	28.9	40.4	25.5
	감천한진	13,552	15,998	42.3	25.8	35.9	21.9

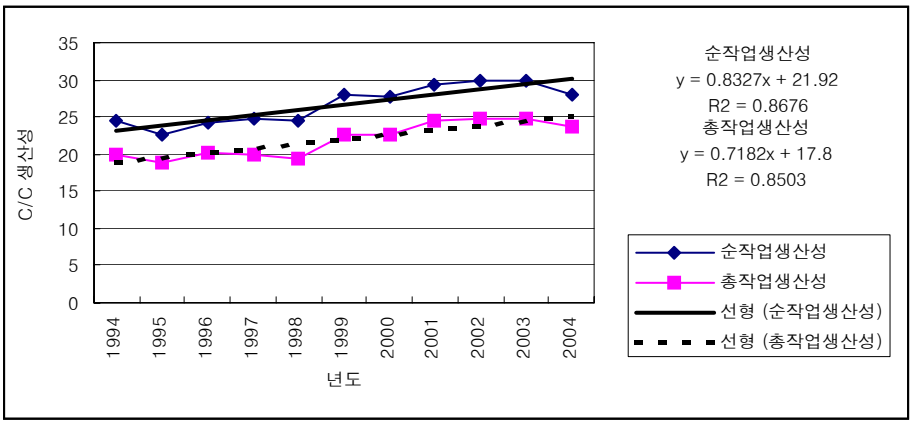
자료 : 부산항만공사, 「2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송통계」, 2004.

(4) 부산항 컨테이너크레인 생산성 증가 추이

1994년부터 2004년까지 과거의 C/C 생산성 실적치를 살펴보면 순작업 생산성은 1994년 23.8lifts/h에서 2004년 30.07lifts/h로 약 7.0lifts 상승하였다.

이는 지속적인 장비의 발달과 추가투입, 운영기술의 발달에 기인한다고 할 수 있다.

〈그림 3-12〉 생산성 증가 추세



자료 : 최용석 외 1인, "지식기반 시뮬레이션에 의한 컨테이너터미널 설계 방안", 「해양정책연구」, 제 20권 1호, 2005.

(5) 세계 주요 컨테이너터미널의 C/C 생산성

세계 주요 컨테이너터미널의 C/C 생산성을 크레인이 작업에 투입된 전체시간에서 하역작업을 수행한 컨테이너의 개수를 나눈 수치인 총생산성과 대기시간, 작업중단시간 등을 제외하고 순수 작업시간에서 하역작업을 수행한 컨테이너의 개수를 나눈 수치인 순생산성으로 나누어 분석하였다. 분석결과 C/C 생산성이 가장 높은 컨테이너터미널은 홍콩으로 총생산성 68.4TEU/hr를 처리하였으며, 순생산성 77.7TEU/hr를 처리하였다. 반면, 생산성이 가장 낮은 컨테이너터미널은 상해항으로 24.1TEU/hr이며, 순생산성 25.7TEU/hr를 처리하였다.

부산항의 경우는 총생산성 41.9TEU/hr를 기록하여 평균 45.3TEU/hr보다

3.6TEU/hr가 낮았으며, 순생산성은 50.1TEU/hr를 기록하여 평균 50.7TEU/hr 보다 0.6TEU/hr 낮았다. 이는 하역장비의 성능은 평균적으로 다른 항만들과 큰 차이가 없으나, 운영상에 비효율적 요인으로 인하여 생산성이 낮음을 알 수 있다.

〈표 3-15〉 세계 주요 컨테이너터미널의 C/C 생산성

구 분	총생산성 (TEU/hr)	총생산성 (개수)	순생산성 (TEU/hr)	순생산성 (개수)
롱비치	50.9	29.4	53.6	31.0
함부르크	24.3	16.2	31.4	20.9
로테르담	33.5	22.1	36.2	23.9
부산	41.9	25.1	50.1	30.1
싱가포르	59.1	39.4	61.8	41.2
홍콩	68.4	40.0	77.7	43.2
가오슝	54.4	32.6	59.8	35.8
동경	50.8	30.4	60.3	36.1
상해	24.1	14.5	25.7	15.5
평균	45.3	27.7	50.7	30.9

자료 : 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상 방안」, 2002. 4.

(6) 이송장비

① 개요

대표적인 이송장비로 트레일러에 컨테이너를 싣고 안벽과 스태킹 야드 간에 컨테이너를 이동한다. 각 트레일러는 20피트, 40피트 컨테이너의 수송에 적합하도록 설계되어 있으며 연결장치(twist-lock fitting)를 장착하고 있다.

유인으로 작동되며, 높은 작업유연성과 빠른 이송속도로 목적블록의 베이까지 이동한다. 이 야드 트랙터로 장치장과 안벽간 운송을 위해서는 일반적으로 컨테이너 크레인당 5~6대가 필요한 것으로 알려져 있다.

〈그림 3-13〉 YT(Yard Tractor Trailer System)

〈표 3-16〉 YT의 기본개념 및 특징

구 분	기본개념	특징
YT	• 가장 전통적인 형태로 한대의 트렉터에 20, 40, 45피트 컨테이너를 적재할 수 있는 한 개의 섀시를 견인하여 이송하는 형태	• 유인으로 운전되며, 빠른 속도로 목적 베이까지 이동이 가능 • 인력이 많이 소요되나, 작업유연성과 생산성이 높음

② 부산항의 이송장비 현황

기존 부산항의 YT대수 평균은 33대로 나타났다. 신선대 73대, 자성대 63대, 세방감만 15대, 한진감만 21대, 허치슨감만 23대, 대한통운감만 21대, 동부신감만 36대, 한지감천 21대, 우암 24대를 보유하고 있다.

〈표 3-17〉 부산항 컨테이너터미널의 YT 보유대수 현황

터미널	YT 대수	터미널	YT 대수
신선대	73대	대한통운감만	21대
자성대	63대	동부신감만	36대
세방감만	15대	한진감천	21대
한진감만	21대	우암	24대
허치슨감만	23대	평균	33대

YT는 일반적으로 컨테이너터미널의 내부에서 안벽과 야드사이를 왕복하므로, C/C대수 및 생산성에 영향을 받는다.

3) 야드

(1) 부산항의 야드현황

부산항의 자성대, 신선대, 우암, 감만터미널의 총면적, 실장치장, CFS, TGS, TC대수를 이용하여 TC당 담당 TGS수, TC당 실장치장 면적, 총면적대비 실장치장 비율을 계산하면 다음과 같다.

TGS/TC수를 계산하면 자성대 348TGS, 신선대 519TGS, 우암 202TGS, 감만 299TGS로 나타났다. 신선대의 경우 평균 519TGS로 상대적으로 적은 TC를 투입하고 있으며, 우암의 경우 202TGS로 상대적으로 많은 TC를 투입하고 있는 것으로 나타났다. 부산신항 북측의 경우 TC당 340TGS를 담당하도록 계획되어 있다.

따라서, 기존의 신선대 터미널은 TC의 투입대수를 늘릴 필요가 있으며, 우암의 경우는 많은 TC로 인한 경제적인 손실을 고려할 필요가 있다.

〈표 3-18〉 부산항의 야드현황

	자성대	신선대	우암	감만
총면적(㎡)	647,426	1,038,803	183,956	602,408
실장치장(㎡)	394,312	671,547	155,440	409,472
CFS(㎡)	25,119	229,200	-	6,896
TGS	10,790	16,597	2,627	12,262
TC대수	31	32	13	41
TGS/TC	348	519	202	299
실장치장(㎡)/TC	12,920	20,986	11,957	9,987
총면적(㎡)/실장치장	60.9%	64.6%	84.5%	68.0%

(2) TC별 확보가능 TGS 분석

부산신항 서측 컨테이너터미널 안벽길이 1,750m, 터미널 폭 780m에 대해서 각 하역장비의 열수와 주행레인에 따른 확보가능 TGS수를 산정하면 다음과 같다.

수평배치에서 6열 2레인의 경우 확보가능 TGS가 24,840TGS, 9열 4레인의 경우 24,840TGS, 10열 2레인의 경우 32,200TGS, 12열 2레인(중앙도로 있음)의 경우 33,120TGS, 12열 2레인(중앙도로 없음)의 경우 35,880TGS이다.

수직배치에서 9열의 경우 45,540TGS, 10열의 경우 46,200TGS, 12열의 경우 48,840TGS로 나타났다. 이러한 내용을 분석해보면 평면배치의 형태상 내부의 도로를 차지하지 않는 수직배치형태가 더 많은 TGS의 확보가 가능함을 알 수 있다.

따라서, 많은 TGS를 확보하려고 하는 경우 기존에 부산항에서 사용하고 있는 RTGC 형태의 TC보다 RMGC나 OHBC(Over Head Bridge Crane) 형태의 TC를 사용하는 것이 효율적이다.

〈표 3-19〉 배치별 확보가능 TGS 분석

구 분	적재열, 주행 레인수	확보 블록수	블록당 Bay 수	확보가능 TGS
수평배치시	6열 2레인	90	46	24,840
	9열 4레인	60	46	24,840
	10열 2레인	70	46	32,200
	12열 2레인(중앙도로 있음)	60	46	33,120
	12열 2레인(중앙도로 없음)	65	46	35,880
수직배치시	9열	92	55	45,540
	10열	84	55	46,200
	12열	74	55	48,840

주 : 6열(RTG), 9열(RMG), 10열, 12열(OHBC)

자료 : 박정재 외 4명, “장비제원에 따른 컨테이너 터미널 장치장 점유율 변화에 관한 연구”, 한국항해항만학회 제28권 제2호 추계학술대회논문집 2004. 11 내용 일부 참고.

(3) 항만대기오염

2005년 2월 교토의정서가 발효됨에 따라 트럭 등 운송수단에서 발생하는 이산화탄소 등 지구 온난화 가스의 배출이 규제된 데 이어 지난 5월 19일 국제해사기구가 제정한 이른바 “선박의 대기오염 물질 배출 규제협약”이 국제적으로 전면 시행에 들어갔다. 따라서, 일본이나 미국, 유럽연합 등 환경 선진국들도 국제기준보다 높은 배출기준을 설정하는 등 적극적인 규제조치에 착수했다.

미국의 서부항만 등에서는 항만장비나 트럭 등에 대해서도 대기오염물질의 배출을 규제한다는 입장을 굳히고 있다.

미국 항만에서 대기오염물질을 가장 많이 배출하는 운송수단은 트럭과 선박, 하역장비 등인 것으로 나타났다. 질소산화물(Nox)의 경우 컨테이너 트럭이 전체의 40%를 배출하고 있으며, 그 다음이 선박(32%)과 하역장비(23%)순이다.

또한, 디젤분진(PM)은 선박이 전체 배출량의 43%를 차지하여 가장 높았고, 컨테이너 트럭(31%)과 하역장비(24%)가 그 뒤를 이었다.

국내에서 사용되고 있는 TC는 RTGC로 전기를 이용하는 RMGC 타입과 달리 유류를 이용한다. 따라서 추후 대기오염방지를 위해서 리모델링이 필요하다.

〈표 3-20〉 항만의 NOx 및 PM 배출 순위 비교

구 분	자동차	철 도	하역장비	컨테이너트럭	선 박
NOx	1%	4%	23%	40%	32%
PM	<1%	2%	24%	31%	43%

자료 : 한국해양수산개발원, “항만의 대기오염규제와 정책시사점”, 2005.

4) IT시스템

(1) 컨테이너터미널의 운영시스템

컨테이너터미널에서 이루어지는 업무의 흐름은 터미널의 운영시스템에 의해서 처리가 된다. 작업영역별로 볼 때 게이트, 장치장, 안벽 및 이를 전반적으로

지원하는 통제영역으로 구분하여 보면 작업영역별로 구분된 개별 운영시스템의 유형은 다음과 같다.

먼저, 게이트 운영시스템은 반출입 차량 통제, 반출입 차량에 대한 각종 정보수집, 반출입 컨테이너 검수・검량 등으로 이루어진다. 장치장 운영시스템은 수출입 장치장 계획 수립 및 통제, 본선작업시 YT작업처리, 리마샬링, 구내이적 등으로 이루어진다. 안벽 운영시스템은 선석계획 수립, 본선양적하 계획 수립, C/C 배정 계획 및 작업스케쥴, 자동 배차 운영기술(Pooling), 선석운영규칙, 자동 양적하계획 수립 알고리즘 등으로 이루어진다. 통제 기술은 안벽, 장치장, 게이트 작업영역 실시간 모니터링, 터미널내 하역작업 데이터수집 및 가공처리, 자원배정 및 자원계획, 터미널 통합관제 등으로 이루어진다.

〈표 3-21〉 컨테이너터미널 운영시스템

	운영시스템	내용
터미널 운영시스템	게이트 운영시스템	- 반출입 차량 통제 - 반출입 차량에 대한 각종 정보 수집 - 반출입 컨테이너 검수・검량 등
	장치장 운영시스템	- 수출・입 장치장 계획 수립 및 통제 - 본선작업시 YT 작업처리 - 반출입 차량에 대한 작업처리 - Remarshalling, 구내이적 등
	안벽 운영시스템	- 선석계획 수립, 본선양적하 계획 수립 - C/C 배정 계획 및 작업스케쥴 - 자동 배차 운영기술(pooling기술) - 선석운영규칙, 자동 양적하계획 수립 알고리즘 등
	통제 기술	- 안벽, 장치장, 게이트 작업영역 실시간 모니터링 - 터미널내 하역작업 Data수집 및 가공처리 - 자원배정 및 자원계획 - 터미널 통합관제 등

자료 : 양창호 외, “차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구”, 한국해양수산개발원, 2003 참조.

(2) 국내 운영시스템 기술수준

국내 컨테이너터미널의 운영시스템은 이전의 수작업에 의한 계획 및 통제방식에서 관련요소기술의 발전에 힘입어 부분적으로 운영 작업을 전산화 및 자동화하는 방향으로 전개되어 왔다. 기존에 단순한 수작업으로 진행되어오던 것이 컴퓨터 기술을 도입하여 터미널의 각종 계획들을 컴퓨터 시스템으로 처리함으로써 작업편의성을 도모하였다. 또한 이러한 기술의 도움으로 인력과 작업시간을 절감함으로써 터미널의 효율성이 제고되었다. 서류에 의한 작업처리도 EDI 전자문서에 의해 신속한 처리가 가능하도록 되었다.

이러한 운영기술들은 터미널의 운영전반에 걸쳐 상호유기적인 연동관계를 가지며 터미널의 생산성 향상에 영향을 미치고 있다. 현재 국내 컨테이너터미널 운영시스템에 적용된 기술의 수준을 영역별로 살펴보면 다음과 같다.[10]

〈표 3-22〉 국내 컨테이너터미널의 기술수준 현황

구 분		국내현황	기술평가
안벽 자동화	선석계획	터미널에 입항하는 선박의 선석배정계획으로 차기 월간 접안 예정선박에 대해 수작업에 의한 단순전산화 수준	△
	양적하 계획	본선 작업에 대해 양적하계획을 모두 수작업에서 전산화하였으며, 자동계획기능을 지원하는 시스템이 구축되어 있으나, 현실성이 떨어져 사용은 되고 있지 않음	△
야드 자동화	수출장치장 계획	본선 적하계획에 따라 반입컨테이너의 장치계획을 수립하는 시스템이 구축되어 있으며, Planner의 직관에 의존하는 계획 수립이 되고 있음	△
	수입장치장 계획	국내 터미널의 경우 수입장치장 계획은 별도의 사전계획을 수립하지 않고 있음	×
모니터링	터미널 모니터링	실시간 모니터링 시스템의 구축은 미약하며, 단순 모니터링 기술수준임	△
게이트 자동화	반출입 처리	반출입 트럭에 대한 자동 작업지시 시스템이 도입되어 있으나, 사전정보 입수 미흡시 대처가 부족함	○
	작업지시	장치장 작업시 단말기를 통한 자동작업지시가 도입되어 있으며, PDA를 통해 YT기사의 실시간 작업지시도 병행되고 있음	△

10) 김갑환, 김홍배, 윤원영, 김종훈, 권봉재, 조지운, "컨테이너터미널의 효율적 운영을 위한 의사결정 지원시스템", 산업공학, 제11권 제1호, 1998 참조.

먼저, 안벽자동화측면에서는 선석계획, 양적화계획이 있으며, 야드자동화 측면에서는 수출장치장계획, 수입장치장계획이 있다. 모니터링 측면에서는 터미널 모니터링이 있으며, 게이트자동화측면에서는 반출입처리, 작업지시가 있다.

(3) 터미널별 운영시스템 개선 실적

자성대 터미널의 경우 계획시스템 부분에서는 1999년 이전에 BCTOC (Busan Container Terminal Operation Co.)가 사용하던 양적하계획 시스템인 CATOS(Computer Automated Terminal Operation System, 토탈소프트뱅크) 시스템을 현재까지 계속 사용하고 있으며, 운영관리 부분에 대한 전반적인 시스템을 자체개발하여 사용 중에 있다. 게이트 운영시스템은 현대상선, 허치슨으로 인수되면서 바코드에서 영상인식시스템으로 전환되었으며, BCTOC 시절에 사용되던 SC 하역시스템을 모두 TC 시스템으로 전환한 바 있다.

신선대에서 사용되고 있는 터미널 운영시스템은 PECTOS(Port of East Container Terminal Operation System)로써 2002년에 계획시스템 부분을 한국물류정보통신(KL-Net)에서 개발한 ATOMS (Advance Terminal Operation Management System)로 교체하여 현재 운영하고 있으며, 현재 터미널내의 각 운영시스템을 하나로 통합하는 통합물류정보시스템 구축 계획을 갖고 있다. 또한, 토탈 서비스 제공을 위해 내륙운송사업 진출을 검토 중에 있으며, 자사의 Mlogis 시스템을 통해 통합관리를 가능하게 하여 화물 처리 및 운송에 대한 연계성을 확보하고 있다. 게이트운영은 일괄 바코드체제에서 바코드(일반)와 영상인식(On-Dock)을 병행하는 체제로 변경되었다.

한진이 운영하는 감만과 감천터미널의 경우는 개장 초기에 선석, 장치장, 양적하계획용으로 TRAK(호주)이라는 터미널 운영시스템을 사용하였으나 최근에 들어 HANTOS(HANjin Terminal Operation System, 2002, 토탈소프트뱅크) 시스템으로 교체하여 현재 시험 운영되고 있는 실정이다. 게이트운영시스템은 개장 초기부터 사용하던 시스템(감만: 바코드, 감천: 영상인식)을 현재까지 계속 유지하고 있다.

우암터미널의 경우에도 개장 초기에 사용하던 운영시스템인 CATOS (1996, 토탈소프트뱅크) 시스템을 현재까지 계속 사용하고 있으며, 동부부산 컨테이너 터미널은 2002년에 개장하면서 운영관리부분에서는 KL-Net에서 개발한 ATOMS시스템을, 계획시스템 부분에 있어서는 CATOS(2002, 토탈소프트뱅크) 시스템을 사용하고 있으며, 자체 개발한 시스템도 상당부분 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

(4) 터미널별 운영시스템 개선 요구분석

① 자성대 컨테이너터미널

자성대 컨테이너터미널은 안벽길이 1,440m에 30,000TEU의 장치적재능력을 가지고 있는 대형 터미널로서 운영과 관련한 많은 경험이 축적된 터미널이라 할 수 있다. <표 3-23>은 자성대 터미널의 운영시스템에 대해 현재 가장 개선이 시급한 운영시스템 영역을 조사하여 그 현황과 문제점을 정리한 것이다.

〈표 3-23〉 자성대 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
자성대	장치장	- C/C, TC, YT 하역장비가 처리물량에 비해 부족함 - 장치장 공간이 부족함 - 자동계획 시스템의 지원이 되지 않아 비효율적인 장치장 운영(장치능력저하) - 장치장 협소로 빈번한 구내이적이 발생함 - 반입물량에 대한 사전정보를 토대로 한 장치계획 수립이 요구됨

<표 3-23>에서 자성대 컨테이너터미널에서 가장 개선이 시급한 운영시스템 작업영역은 장치장으로 조사되었다. 그 내용을 보면 장치장 적재 공간이 부족한 것과 비효율적 장치장 계획으로 인한 장치단적수 저하 및 재조작이 빈번하게 발생하고 있다는 것이다. 반입물량에 대해서도 사전정보의 미흡으로 효율적

인 장치계획 수립이 이루어지지 않고 있는 실정이며 또한, 실시간으로 자료입수가 가능한 자동 장치계획의 수립에 대한 개선이 시급하다고 판단된다.

② 신선대 컨테이너터미널

신선대 컨테이너터미널은 안벽길이 1,200m에 52,000TEU의 장치적재능력으로 장치면적에 있어 가장 규모가 크며, 국내에서는 자성대 다음으로 운영과 관련한 많은 경험이 축적된 터미널이라 할 수 있다. <표 3-24>는 신선대 터미널의 운영시스템에 대해 현재 가장 개선이 시급한 운영시스템 영역을 조사하여 그 현황과 문제점을 정리한 것이다.

〈표 3-24〉 신선대 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
신선대	장치장 안벽	- 장치장 상황을 고려하지 못한 양적하계획 수립으로 과도한 장치장 재조작 작업이 발생됨 - CCT가 현재 거의 무시되는 추세에서 재계획을 수립하기 어려움 - 신속한 재계획을 위해서는 자동계획 수립 기능을 탑재한 시스템이 요구됨 - 장치장 면적이 부족함 - 장치장 부족으로 장치계획과 상이한 적재현상이 빈번히 일어남 - 장치계획 수립시 현재 장치장 상황을 고려하지 못함

신선대 컨테이너터미널에서 가장 개선이 시급한 운영시스템 작업영역은 장치장과 안벽으로 조사되었다. 내용의 주안점을 보면 장치장 상황을 고려하지 못한 양적하계획 수립으로 현장감이 떨어진다는 것이다. 이것은 실시간으로 장치장 현황을 파악할 수 있는 모니터링 기술이 요구된다고 볼 수 있으며, 계획수립의 신속성 측면에서 자동계획 시스템의 요구가 많이 거론되고 있다고 판단된다. 한편, 장치장 면적이 자성대에 비해 큼에도 불구하고 장치장 면적의 협소함이 큰 문제점으로 지적되고 있어 장치계획의 효율성이 자성대에 비해 떨어진다고 판단된다.

③ 감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널

감만(허치슨) 컨테이너터미널의 경우 운영경험이 자성대나 신선대에 비해 떨어지나 자성대와 동일한 운영사이므로 운영시스템 측면에서는 효율적이라 할 수 있다. 감만(허치슨) 터미널의 경우도 장치장의 운영시스템이 가장 시급한 개선사항이라고 응답하였으며, 장치면적 부족현상을 효율적인 장치계획의 수립을 통해 해결하려는 방법을 취하고 있는 것으로 보인다.

감만(한진) 컨테이너터미널의 경우 감만(허치슨)에 인접한 선석을 운영하고 있다. 감만(한진)의 경우 장치장 부족보다는 장치장 운영상의 문제점을 지적하였으며, 효율적인 장치장 운영을 위한 모니터링, 관련자료 제공 등의 IT기술의 개선에 많은 관심을 보이는 것으로 조사되었다.

〈표 3-25〉 감만(허치슨, 한진) 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
감만 (허치슨)	장치장	- 물량증가에 대비하여 장치능력을 높일 수 있도록 해야 함 - 장치능력을 높이기 위해서는 자동 장치장 계획이 가장 시급함
감만 (한진)	장치장 안벽 IT 기술	- 장치장 운영시 모니터링이 되지 않아 현 작업상황을 판단하기 어려움 - 장치장 계획시 관련 자료가 부족함(실시간 정보제공이 되지 않음) - 선석배정계획의 유연성이 떨어짐

④ 우암, 감천 컨테이너터미널

우암과 감천의 경우 규모 측면에서 자성대와 신선대에 비해 차이가 난다. 자성대, 신선대의 경우 4개 선석을 운영하는 데 비하여 우암과 감천은 동일하게 2개 선석으로 운영되는 터미널이다.

우암터미널의 경우 안벽길이 500m에 장치규모 8,000TEU 급의 소규모 터미널로써, 비교적 다수의 작업영역에 대한 운영시스템 개선사항을 지적하였다. 특히, 2개 선석을 운영하고 있으므로 안벽 작업영역에 대한 선석계획의 문제점과 같은 측면은 없었으며, <표 3-26>과 같이 장치장 작업영역에 대한 개선사

항들은 타 터미널과 동일하게 많이 지적되었다. 또한, 웹을 통한 선사 및 화주와 같은 관련업체에 대한 자료교환에도 많은 관심을 보인 점이 주목할 만한 내용이다.

〈표 3-26〉 우암 · 감천 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
우암	게이트 장치장 IT 기술	- 처리물량에 비해 터미널내 장치장 공간이 부족함 - 장치장 부족으로 고단적재가 불가피 - 고단적에 따른 작업량 증가(Rehandling 과다) - 반출입 차량 예약제도 미비 - 환적화물 증대로 야드 혼잡도 증가 - 웹 기반을 통한 실시간 자료 및 모니터링 제공이 미흡함 - 관련업체 및 선사와의 자료 전송 및 호환성이 떨어짐 - 장치장 면적의 협소로 인해 원활한 반출입 작업이 수행되지 못하고 있으며 본선 양적하 작업 또한 상당한 지장을 받고 있음
감천	장치장 IT 기술	- 장치장 계획 및 야드 장비계획이 미흡 - 운영 Know-how의 미정립 만연 - 기술축적이 되지 않아 인력에 의한 판단에 의존 - 운영 Rule이 부족한 단순전산화 수준에 머물고 있음 - 단순 모니터링 외에 자동 작업지시등과 관련한 진보된 시스템이 요구됨

감천터미널도 우암터미널과 마찬가지로 안벽길이 600m에 2개 선석을 운영하고 있으며, 장치장 운영에 있어 계획수립과 관련된 운영 Know-how를 재사용할 수 있는 계획시스템의 지원이 필요한 사항이라고 언급하였다. 이것은 숙련자의 경험에 의한 계획 수립과 운영기술이 아직 시스템에 적용되지 못하고 있는 것이라 판단된다. 두 터미널의 게이트 운영에 있어서는 우암이 바코드, 감천이 영상인식기술을 사용하고 있다.

⑤ 동부(신감만, 광양) 컨테이너터미널

타 터미널에 비해 운영기간이 짧은 동부(신감만, 광양) 터미널의 경우에도

기존 터미널과 유사한 개선사항을 지적하였다. 장치장의 문제점을 두 터미널이 동시에 지적하였는데, 동부의 경우 장치장 부족의 측면도 있겠으나 운영경험의 부족과 계획시스템의 제공기능 미비에 따른 비효율적 계획으로 판단된다. 동부 터미널의 경우에도 비교적 장치장 운영시스템에 대한 기능부족의 문제점을 많이 지적하는 편이었다.

〈표 3-27〉 동부(부산, 광양) 컨테이너터미널 현황 및 문제점

	작업영역	현황 및 문제점
동부 부산	장치장 IT 기술	- 장치장 면적이 부족함 - 현 시스템에서 제공하는 기능으로 효율성을 기대하기 어려움 - 현 시스템의 개선을 위한 투자지원이 되고 있지 않음
동부 광양	장치장 안벽	- 운송사와의 자료 교환이 원활하지 않음 - 자료교환 양식이 표준화되지 않음 - 야드 장비계획이 인력에 의존함 - 실제 장비의 투입운영에 있어 계획과 차이가 남 - 인력에 의한 선석계획 및 양적하 계획으로 숙달이 어려움

4. 부산항 컨테이너터미널의 리모델링 필요성

지금까지 살펴본 부산항과 해외경쟁항만, 부산항과 부산신항 북측, 부산항 개별터미널의 시설 및 운영현황의 분석을 통하여 도출된 문제점을 정리하고, 부산항의 리모델링 필요성을 도출한다.

1) 부산항 컨테이너터미널의 문제점

부산항의 컨테이너터미널을 해외경쟁항만, 부산신항 북측, 부산항 개별터미널 간의 시설 및 운영현황의 분석과 각 영역별로 게이트, 안벽, 야드, IT시스템으로

나누어서 살펴본 결과를 종합하여 정리하여 문제점 및 요구사항을 살펴본다.

먼저, 해외경쟁항만과의 운영현황을 비교한 결과를 보면 선석수의 경우 75%, 선석길이 74%, 면적 77%, C/C 대수 73% 수준이다. 그러나, 가장 중요한 처리물량을 보면 2004년 기준으로 65%수준으로 나타난다.

〈표 3-28〉 해외경쟁항만과 부산항의 운영시설 비교

	선석수	선석길이	면적(천㎡)	C/C 대수	2004년 물량(TEU)
경쟁항만 평균	24	6,929	3,572	64	12,255,333
부산항	18 (75%)	5,137 (74%)	2,747 (77%)	47 (73%)	7,922,000 (65%)

주 : ( )는 상대비율

부산항과 부산신항 북측부두의 시설을 비교해보면 안벽길이 160%, 선석수 200%, 터미널면적, 135%, 장치장면적 151%, C/C 180%, TC 138%, YT 155% 수준으로 전체적으로 안벽길이, 선석수, C/C 대수 등은 160～200%수준으로 상대적으로 높은 수치를 갖는다. 그러나, 터미널면적, 장치장 면적, TC가 130～138% 수준으로 상대적으로 장치장이 취약한 부분임을 알 수 있다.

〈표 3-29〉 부산항과 부산신항 북측부두 시설비교 비율

항 만 / 구 분	부산항	비율(%)
안벽길이(m)	5,137	160
선석수	18	200
터미널면적(㎡)	274.7만	135
장치장면적(㎡)	163만	130
TGS	43,741	151
C/C	47(1)	180
TC	117(2.49)	138
YT	256(5.45)	155

( ) : 구성비

야드면적당 처리물량의 경우 자성대 4.13, 신선대 3.07, 우암 3.64, 감만 8.35로 감만을 100이라고 하면, 자성대 49.5, 신선대 36.8, 우암 43.6 수준으로 전체적으로 50%를 넘지 못한다.

여기에 정방형률과 함께 비교해보면, 자성대 85%, 신선대 78%, 우암 60%, 감만 99%로 감만의 정방형률과 다른 터미널들을 비교해 보면, 높은 야드당 처리물량으로 야드의 처리능력과 정방형률이 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있다.

따라서, 기존 터미널의 정방형률만 개선하여도 야드능력을 향상시킬 수 있다.

〈표 3-30〉 야드면적당 처리물량 vs 정방형률 비교

구 분	자성대	신선대	우암	감만
야드면적당 처리물량	4.13 (49.5)	3.07 (36.8)	3.64 (43.6)	8.35 (100)
정방형률(%)	85	78	60	99

주 : ( )는 100을 기준으로 한 상대비율

2) 부산항 컨테이너터미널의 리모델링 필요성

부산항의 운영 및 시설현황의 문제점을 세 가지로 정리하면, 해외경쟁항만과의 비교에서는 시설수준에 비해서 낮은 처리물량, 부산신항 북측에 비해서 낮은 야드능력, 개별터미널간의 비교에서는 낮은 정방형률로 인한 생산성 저하의 문제점이 있다.

이러한 문제점을 거꾸로 되집어 올라가면, 개별터미널의 형태가 복잡한 다각형의 형태로 구성되어 낮은 정방형률을 가지므로 이에 따라 효율적인 배치가 어렵고, 동선이 복잡해져서 상대적으로 낮은 야드능력을 갖게 된다. 이러한 이유로 해외 경쟁항만과의 비교에서 시설수준에 비해서 낮은 처리물량을 보이고 있다. 세부적으로 파악을 하면 더 많은 요인들이 존재하나 기본적으로 부산

항의 컨테이너터미널이 갖는 야드의 문제가 가장 크다 할 수 있다.

그러므로, 기존 부산항의 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위한 요구사항은 가장 먼저 정방형률을 향상시키는 것이 필요하다.

추후에 상대적으로 낮은 안벽생산성을 보이는 안벽의 생산성을 향상시키고, 터미널의 물류효율을 향상시키며, 생산성을 향상시킬 수 있는 다양한 리모델링 대안을 적용해야 할 필요성이 있다.

〈표 3-31〉 부산항 운영 및 시설현황 문제점

구분 / 비교	문제점
해외 경쟁항만	시설수준에 비해서 낮은 처리물량
부산신항 북측	낮은 야드능력
개별터미널	낮은 정방형률

제4장

컨테이너터미널 리모델링 대안의 기술검토

본 장에서는 제3장에서 분석된 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성 조사·분석 결과를 토대로 터미널의 생산성을 향상시킬 수 있는 리모델링 대안을 제시하고 각 대안에 대한 기술검토를 하였다.

1. 대안의 선정

본 연구의 리모델링 대안은 컨테이너터미널 생산성 향상을 위한 것으로 터미널의 하역시스템 특성을 고려하여 크게 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템의 4가지 작업영역으로 구분하였다. 이 4가지 작업영역은 각각 서로 상이한 하역단계로 구성되어 있는 터미널의 하위시스템이다.

작업영역별로 제시된 리모델링 대안은 기존의 터미널 업무를 효과적으로 개선하여 비용절감 및 터미널 생산성을 향상시킬 뿐만 아니라, 하드웨어 기반기술과 소프트웨어 기반 기술을 모두 포함하는 기술에 해당한다.

먼저, 작업영역별로 제시된 리모델링 대안의 목표와 터미널 적용시의 효과를 정리하면 다음과 같다.

〈표 4-1〉 터미널 하역시스템 작업영역별 목표 및 리모델링 효과

영 역	목 표(Effect)	분류 코드	리모델링 효과(Goal)
게이트 시스템	- 반출입 차량서비스 향상(G_{g2}, G_{g4}) - 게이트 효율적 운영(G_{g1}, G_{g3})	G_{g1}	• 컨테이너 정보 효율적 처리
		G_{g2}	• 차량 대기시간 단축
		G_{g3}	• 인력활용성 향상
		G_{g4}	• 차량 체류시간 단축
안벽 시스템	- 선박 서비스 향상(G_{a1}, G_{a2}) - 안벽 효율적 운영(G_{a2}, G_{a3})	G_{a1}	• 선박재항시간 단축
		G_{a2}	• 안벽 하역장비 생산성 향상
		G_{a3}	• 안벽 계획/운영 최적화
야드 시스템	- 컨테이너 취급시간 감소(G_{y2}, G_{y3}) - 야드 효율적 운영(G_{y1}, G_{y4})	G_{y1}	• 장치공간 활용도 향상
		G_{y2}	• 이적 작업 감소
		G_{y3}	• 재조작 작업 감소
		G_{y4}	• 야드 계획/운영 최적화
IT 시스템	- 터미널 자원의 효율적 통제(G_{i2}, G_{i3}) - 터미널 정보의 효율적 처리(G_{i1}, G_{i3})	G_{i1}	• Closing Time 단축
		G_{i2}	• 하역장비 실시간 통제
		G_{i3}	• 터미널 운영 최적화

1) 게이트시스템

게이트시스템 영역에 관한 리모델링 기술대안의 주된 목적은 터미널 외부와 연결되는 게이트의 외부트럭 반출입서비스 수준을 향상시키면서 효율적으로 운영되도록 개선하는 것을 의미한다.

게이트에서 외부트럭의 반출입 업무는 터미널 하역작업의 시작(반입) 및 종료(반출)가 이루어지는 작업으로 반입작업시 컨테이너 하역작업 처리에 필요한 관련 자료와 정보가 입수되고, 반출작업시 컨테이너의 각종 하역작업의 정보가 완료되는 중요한 작업영역에 해당한다.

따라서, 게이트시스템의 리모델링시에는 해당 컨테이너의 관련 정보를 비롯하여 외부차량에 대한 작업서비스를 효율적으로 처리할 수 있어야 한다. 이것은 외부차량의 게이트 반출입대기시간, 서비스시간 및 터미널 내 체류시간을

최소화할 수 있도록 시스템을 개선하는 것을 의미한다.

게이트시스템의 리모델링 대안을 다음과 같이 설정하였다.

〈표 4-2〉 게이트시스템 리모델링 대안

대안	내용	리모델링 효과
① 24시간 운영	• 게이트의 반출입 업무시간을 24시간으로 확대 • 외부차량의 방문시간대를 분산시켜 작업 혼잡완화 • 터미널 내부 야드작업 서비스도 동시에 병행함으로써 실질적인 효과를 거둘 수 있음	G_{g1} G_{g2}
② 적정시설규모	• 반입 및 반출용 적정 레인수 설계 • 외부차량의 대기 및 주차공간의 확대 • 효율적인 운영을 통한 서비스 향상	G_{g2} G_{g3}
③ 무정차시스템	• 반출입 작업소요시간을 단축시킴 • 관련 정보의 신속 정확한 입수가 가능 • 차량의 정차 및 대기가 최소화됨 • 서비스 대기공간의 축소효과가 있음	G_{g1} G_{g2} G_{g3}
④ 분리게이트	• 외부차량의 터미널내 동선을 단축시킬 수 있음 • 외부차량의 동선 및 체류시간이 단축됨 • 원활한 차량 통행으로 야드의 반출입 작업 외에 본선하역작업에도 효과적임	G_{g3} G_{g4}

2) 안벽시스템

안벽시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 터미널의 고객인 선박의 서비스 향상과 안벽의 효율적 운영이며, 터미널의 대표적인 생산성 지표인 안벽의 하역생산성을 제고시키는 것을 말한다.

안벽의 하역생산성 제고는 대외적으로 선박의 재항시간 및 하역시간을 단축시키고 고객서비스 수준을 향상시켜, 대내적으로는 하역장비의 작업능률을 높여 비용 및 인력절감 효과를 거둘 수 있다.

안벽시스템의 리모델링 대안을 다음과 같이 설정하였다.

〈표 4-3〉 안벽시스템 리모델링 대안

대 안	내 용	리모델링 효과
① C/C 작업 대수 증대	• 본선하역작업에 투입되는 작업크레인수 보강 • 선박작업시간 증대(교대시간, 식사시간 단축 등) • 선석의 시간당 하역량 증가로 선박재항시간 단축 • 초대형 컨테이너선(10,000TEU이상) 대응	G_{a1}
② C/C 성능 제고	• 선박대형화에 따른 아웃리치 증대 • C/C의 기계적 성능(Hoist 및 Trolley 속도) 증강	G_{a1}
③ Multi-load Spreader	• 다량의 컨테이너 동시하역 • Twin-lift에 의한 20ft 컨테이너 2개 동시하역 • Tandem-Forties에 의한 40ft 컨테이너 2개 동시하역	G_{a1} G_{a2}
④ 신개념 C/C 개발	• 싱글형 C/C의 선형작업방식 탈피 • 듀얼트롤리, 더블트롤리, 슈퍼테이너 등 신개념 C/C 기술 개발	G_{a1} G_{a2}
⑤ Double Stack Vehicle	• 다량의 컨테이너 동시 이송차량 개발 • 20ft 4개/40ft 2개 동시적재로 이송생산성 제고 • 작업차량의 소요대수 절감	G_{a2}
⑥ Shuttle Carrier /Automated Lifting Vehicle	• 자가하역기능을 보유한 고성능 이송차량 도입 • C/C의 안벽대기율 감소로 안벽생산성 제고 • 작업차량의 소요대수 절감	G_{a2}
⑦ Pooling Operation	• 이송차량 실시간 동시배차 운영기법 • 안벽작업의 불균형 해소 및 차량의 효율적 운영	G_{a3}
⑧ Dual Cycle Operation	• 이송차량의 공차운행 감소 및 운행거리 단축효과 • 운행횟수 감소로 터미널 차량통행 혼잡 완화	G_{a3}
⑨ YT 운행 대수 증대	• 이송차량 소요대수의 보강 • C/C의 안벽대기율 감소	G_{a3}

3) 야드시스템

야드시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 컨테이너를 일시 보관하는 장치장의 활용성을 제고시키는 것이 주목적이며, 이를 위해 컨테이너 취급시간을 감소시켜 터미널의 내부작업을 원활히 수행하고 야드하역장비 및 시설을 효율적으로 이용하는 것이다. 특히, 야드시스템은 안벽 및 게이트시스템의 중계역할을 수행하는 터미널 작업이므로 재래식 컨테이너터미널 리모델링의 핵심과제라 할 수 있다.

야드시스템의 리모델링 대안을 다음과 같이 설정하였다.

〈표 4-4〉 야드시스템 리모델링 대안

대안	내용	리모델링 효과
① 장치공간 증대	• 터미널내 컨테이너 장치공간 증설 • 블록의 베이수/열수/단적수 구조변경	G_{y1} G_{y2}
② 장비대수 증대	• 부족한 야드하역장비의 보강 • 야드하역장비의 동선단축 및 생산성 제고	G_{y1}
③ 장비성능 제고	• 야드하역장비의 기계적 성능 보강	G_{y3}
④ 시설배치 재정립	• 터미널 레이아웃(블록 및 통행경로) 변경	G_{y1} G_{y4}
⑤ 고단적재시스템	• 10단적 이상의 적 컨테이너 장치시스템 • 재조작을 최소화하는 선반창고형 설계구조 • 터미널 소요부지면적을 획기적으로 축소	G_{y1} G_{y3}
⑥ 전기식 TC	• 야드하역장비의 운영비용 절감 • 환경친화적(무공해) 터미널 장치장 운영	G_{y4}

4) IT시스템

IT시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 앞서 언급한 3가지 작업영역

인 게이트, 안벽, 야드시스템의 원활한 연계작업을 위한 보조수단으로 리모델링 대상이 된다. 이에는, 터미널 하역작업에 관련된 터미널 자원과 정보의 효율적 통제관리로 최적화・지능화・자동화 등을 달성할 수 있는 요소기술을 의미한다.

IT시스템의 리모델링 대안을 다음과 같이 설정하였다.

〈표 4-5〉 IT시스템 리모델링 대안

대안	내용	리모델링 효과
① 게이트자동화	• 게이트의 무인화 및 자동화 기술 적용	G_{i3}
② 안벽자동화	• 본선하역작업의 무인화 및 자동화 기술 적용	G_{i2}
③ 야드자동화	• 구내이적/Remarshaling 무인화 및 자동화 기술 적용	G_{i1} G_{i2}
④ 실시간터미널 모니터링	• 게이트/안벽/야드의 현 작업상황에 대한 실시간 터미널 모니터링 기술 적용	G_{i1} G_{i2}

2. 영역별 대안의 기술검토

1) 게이트시스템 대안의 기술검토

(1) 24시간 운영

① 기존 시스템

국내 터미널의 게이트는 일일 총 24시간 운영에 4시간(아침, 점심, 저녁, 야간)의 유휴시간을 가진다. 따라서, 4시간의 유휴시간을 제외한 20시간 가량이 실제 반출입서비스를 하는 시간이 된다. 일부 터미널에서는 유휴시간 없이 게이트를 개방하고 있으나, 야드하역서비스를 제공하지 않아 외부트럭에 대한 실

질적인 24시간 서비스는 제공되지 않는 경우가 많다.

따라서, 게이트 유휴시간에 도착하는 외부차량은 터미널 내・외부에서 체류하게 되고 터미널 내・외부에 교통혼잡을 야기하는 원인으로 작용하고 있다.

② 리모델링 시스템

반출입 차량의 서비스를 제고시키기 위한 방안으로 기존의 게이트 운영업무를 20시간에서 24시간 작업서비스로 연장할 경우 게이트 도착 차량의 시간대 비율을 분산시키는 효과가 있을 것이다. 게이트 24시간 운영의 기준은 실제 게이트 개방시간과 야드하역서비스를 모두 포함한 24시간 운영을 의미한다.

〈표 4-6〉 게이트 운영방안

구 분	기존 운영	리모델링 운영
게이트개방시간	20시간	24시간
야드서비스시간	20시간	24시간
유휴시간	식사 및 야간 휴식시간	없음
인력운영	유휴시간을 활용한 작업교대 (3개조 2교대)	유휴시간 없는 정시 교대 (3개조 2교대)
기대효과	서비스 중단시간대에 도착한 차량의 적체 현상이 심화	서비스 시간확장으로 차량 적체 현상 상당부분 해소

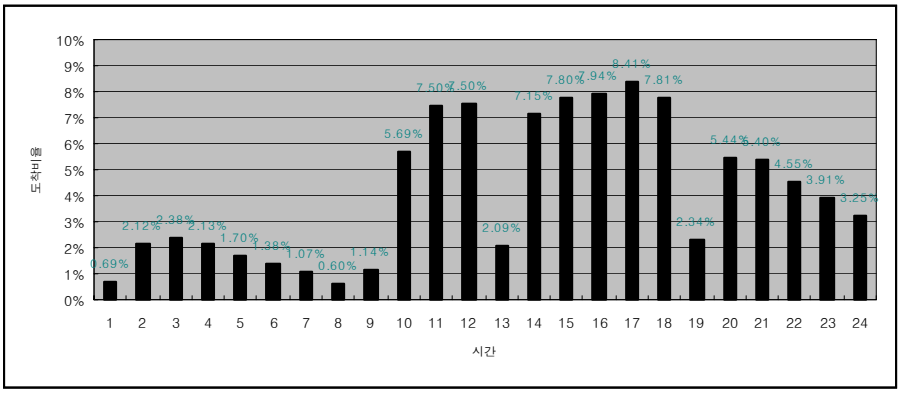
또한, 기존의 유휴시간대에 도착한 차량에 대한 서비스가 제공되지 않아 발생되는 게이트 업무혼잡, 교통혼잡, 터미널 내부 차량 적체로 인한 야드 혼잡 등을 상당히 제거할 수 있다. 이것은 실제 국내 터미널의 현황에서 유휴시간대에 도착하는 외부차량의 비율이 상당히 높다는 것에서 그 이유를 찾을 수 있는데, 다음은 국내 주요터미널에서 외부차량의 게이트 도착비율을 시간대별로 나타낸 것이다.

〈표 4-7〉 게이트 시간대별 외부트럭 도착 패턴

시 간	도착비율(%)	시 간	도착비율(%)
~ 01:00	0.69	~ 13:00	2.09
~ 02:00	2.12	~ 14:00	7.15
~ 03:00	2.38	~ 15:00	7.80
~ 04:00	2.13	~ 16:00	7.94
~ 05:00	1.70	~ 17:00	8.41
~ 06:00	1.38	~ 18:00	7.81
~ 07:00	1.07	~ 19:00	2.34
~ 08:00	0.60	~ 20:00	5.44
~ 09:00	1.14	~ 21:00	5.40
~ 10:00	5.69	~ 22:00	4.55
~ 11:00	7.50	~ 23:00	3.91
~ 12:00	7.50	~ 24:00	3.25

자료 : 허치슨 부산 컨테이너터미널 2004년 통계치(http://www.hktl.com)

〈그림 4-1〉 게이트 도착분포 그래프



게이트 시간대별 외부트럭 도착비율에서 유휴시간대(식사시간 등)의 게이트 도착 차량비율은 그리 높지 않으나 유휴시간의 1시간 전후로 도착하는 게이트 차량비율이 일시에 집중되는 현상을 보이고 있다. 게이트 유휴시간대 도착비율에서 보면 터미널의 유휴시간인 아침, 점심, 저녁에 도착하는 외부차량의 점유비는 각각 전체의 1.14%, 2.09%, 2.34%이며 이들 차량은 터미널 도착후 서비스

개시 전까지 터미널 내부나 외부에서 체류하게 된다. 이러한 이유로 유휴시간 이전 또는 이후에 3배 이상의 차량이 일시에 집중되는 현상이 발생하고 있다.

이것은 유휴시간대에 터미널의 내・외부에서 체류하는 차량의 수가 상당한 양임을 나타내는 것으로 기존의 반출입 서비스를 유휴시간대까지 확대할 경우 일시에 집중되는 차량의 혼잡을 상당부분 분산시키는 효과를 볼 수 있다.

〈표 4-8〉 게이트 유휴시간대 도착비율

	유휴시간	유휴시간내 도착률(%)	유휴시간 직전 도착률(%)	유휴시간 직후 도착률(%)
아침	08:00-09:00	1.14	0.60	5.69
점심	12:00-13:00	2.09	7.50	7.15
저녁	18:00-19:00	2.34	7.81	5.44
합계	-	5.57	15.91	18.28

자료 : 허치슨 부산 컨테이너터미널 2004년 통계치(http://www.hktl.com)

터미널 일일도착 트럭대수를 기준으로, 서비스를 받기 위해 터미널 내・외부에서 체류하는 트럭의 수를 산정해 보면 다음과 같다.

〈표 4-9〉 게이트 유휴시간대 미서비스 차량 대수(2004년도)

	연간처리실적 (TEU)	일일차량수	터미널 도착차량(오후)		
			1시간 전	유휴시간	1시간 후
신선대	2,064천	3,792대	284대	79대	271대
허치슨부산	1,909천	3,507대	263대	73대	251대
세방감만	568천	1,044대	78대	22대	75대
한진감만	639천	1,174대	88대	25대	84대
허치슨감만	721천	1,325대	99대	28대	95대
대한통운	874천	1,606대	120대	34대	115대
동부신감만	1,023천	1,880대	141대	39대	134대
한진감천	575천	1,056대	79대	22대	76대
우암	568천	1,044대	78대	22대	75대

주 : 년간처리실적은 2004년도 터미널 내부 자료임
일일차량대수는 연간 150만TEU 처리실적 기준 2,756대를 기준으로 산출된 것임

상위 표는 터미널의 연간 처리물량에 따른 일일도착 차량대수로 기존의 터미널 설계기준에서 산출된 것이며 유휴시간 1시간 전후를 기준으로 터미널에 도착하는 차량대수를 산정하면 터미널 내・외부에 체류하는 양이 상당하다. 특히, 감만부두의 경우(세방, 한진, 허치슨, 대한통운) 유휴시간 1시간전에 총 385대의 차량이 일시에 집중되는 것을 알 수 있다.

따라서, 기존의 게이트 유휴시간을 서비스 가능시간으로 확대함으로써 반출입 서비스 수준을 높이고, 주변의 교통혼잡을 해소할 수 있는 방안이라고 여겨진다.

(2) 적정시설규모

① 기존 시스템

터미널의 게이트 서비스 시설은 크게 입출구 레인으로 구분할 수 있다. 이중 입구레인서비스는 차량의 정보, 컨테이너정보, 관련업무확인 절차 등의 여러 단계의 확인이 이루어지므로 컨테이너 일반정보만을 최종 확인하는 출구레인 서비스보다 소요시간이 많이 걸리며, 레인수도 터미널별로 처리능력에 부합하도록 적정규모로 건설될 필요가 있다.

특히, 입구레인의 경우 관련정보의 부재, 미확인, 오류 등으로 외부차량의 혼잡 및 적체가 심한 편이며 또한, 차량의 대기공간, 회차공간, 주차공간 등이 많이 요구되어, 외부차량 서비스 제고를 위해서도 이러한 가용공간을 충분히 제공할 필요가 있다.

다음은 국내 터미널의 게이트 운영시설 규모를 터미널별로 정리한 것으로 터미널마다 실제 사용하고 있는 레인수는 입구레인의 일부를 차량수가 적은 특수화물이나 회차로로 사용하거나 운영을 하지 않는 경우가 많아 불필요한 레인수를 축소하거나 조정하여 반출입서비스의 효율성을 제고할 필요가 있다.

〈표 4-10〉 국내 주요 터미널 게이트 운영시설 규모

	레인수	레인운영	비고
신선대	12레인	입구: 4개 운영안함	On-dock은 부분적으로 24시간운영
허치슨부산	6레인	입구: 1개 운영안함	4조 3교대, 2005년 초반 시행
허치슨감만	4레인	입구: 1개 운영안함	유휴시간에 게이트 전면폐쇄
동부신감만	8레인	입구: 2개 운영안함 출구: 1개 운영안함	3조 2교대
한진감만	6레인	입구: 2개 운영안함	3조 2교대, 야간시간중 본선작업이 있을 경우 야드서비스 병행
한진감천	6레인	입구: 1개 운영안함 출구: 1개 운영안함	

주 : 각 터미널마다 반입레인 중 1개를 특수화물용 및 회차로로 사용중임

② 리모델링 시스템

게이트 시설의 적정규모는 터미널의 연간 처리물량과 관련하여 분석될 필요가 있다. 신규 터미널 건설시 게이트 규모 설계에 있어서 입・출구 소요레인수는 터미널의 수출입 물동량의 1일 피크시 최대 반출입 트럭수와 게이트 통과시간, 차량의 대기길이(Queue Length)의 자료를 기초로 산정하고 있다.

따라서, 기존의 국내 각 터미널에서도 개장당시의 처리능력에 기준하여 게이트 시설규모를 설계하였으나, 현재의 터미널 처리실적치는 이전의 처리능력치와 상당한 차이가 있으므로, 새롭게 규모를 재산정할 필요가 있다.

현재, 신규항만에 대한 터미널 게이트 규모 산출을 위한 개략적인 설계과정은 터미널의 수출입 물동량을 산정한 후 이를 기초로 하고 입・출구레인 시나리오를 구성한 후 시뮬레이션 분석을 통하여 차량대기길이의 변화, 대기시간, 서비스시간, 터미널내 체류시간 등을 고려하여 적정수의 소요레인수를 결정하고 있다. 따라서, 기존의 운영터미널에 대해서도 터미널 환경변화에 따라 게이트 입・출구 레인규모의 증설・축소 방안이 검토되어야 할 것으로 본다.

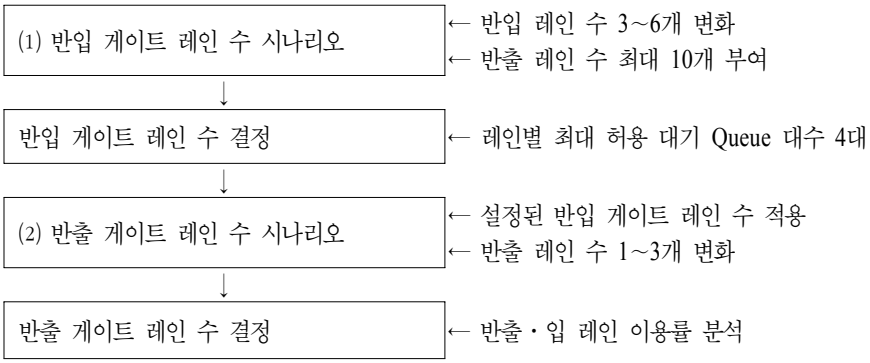
또한, 입출구 레인규모에서 결정된 내용에 기초하여 터미널의 도착트럭수를 고려하여 대기공간 규모, 주차규모, 회차로 등의 용량 등을 재산정하여야 게이트 운영업무의 효율을 높일 수 있을 것이다.

다음은 시뮬레이션 분석을 통하여 터미널의 처리물량과 일일도착차량에 따른 게이트적정규모를 산출하는 방법을 보여주고 있다.

〈표 4-11〉 수출입 물동량 1일 최대 반출입 트럭 수 계산

구 분	설계기준
연간 처리 물동량	연간 처리 물동량(TEU) ÷ Box/TEU 비율
연간 처리 물동량 (환적 자부두, 연안 물동량 제외)	연간 처리 물동량(lifts/년) × 적용비율 %
연간 처리 물동량 피크값 (환적 자부두, 연안 물동량 제외)	연간 처리 물동량(lifts/년) × 계절 피크계수
주간 처리 물동량	연간 처리 물동량(lifts/년) ÷ 52주
일일 처리 물동량	주간 처리 물동량(lifts/주) ÷ 7일
일일 처리 물동량 피크값	일간 처리 물동량(lifts/일) × 일일 피크계수

〈그림 4-2〉 게이트 시나리오 구성 및 흐름



〈표 4-12〉 Gate-In 대기 큐 시뮬레이션 분석예

	최대대기트럭수		평균대기 트럭수	최대 대기시간		평균대기 시간(초)	평균통과 시간(초)
	99%	95%		99%	95%		
3 레인	29.70	21.96	9.97	2,114	1,821	731	724
4 레인	10.00	5.80	2.23	757	611	159	232
5 레인	3.52	2.61	0.51	186	105	29	102
6 레인	1.50	1.00	0.36	106	92	20	92

자료 : 부산신항 남컨테이너부두 2-3단계 설계용역보고서

〈표 4-13〉 Gate-Out 대기 큐 시뮬레이션 분석 결과예

	최대 대기트럭수		평균대기트럭수	최대 대기시간(초)		평균대기시간 (초)
	99%	95%		99%	95%	
1 레인	8.4	3.0	0.95	84	49	13.2
2 레인	1.6	1.0	0.23	18	14	2.0
3 레인	1.1	1.0	0.17	17	11	1.5

자료 : 부산신항 남컨테이너부두 2-3단계 설계용역보고서

〈표 4-14〉 야드내 체류시간 분석 결과예

단위 : 분

야드내 체류시간		
(평균)	(최대: 99% percentile)	(최대: 95% percentile)
17.6	26.0	24.4

자료 : 부산신항 남컨테이너부두 2-3단계 설계용역보고서

시뮬레이션 분석은 게이트에 도착하는 차량의 수와 대기공간 등을 고려하여 최적의 서비스 수준에서 적정수의 입출구 레인수를 결정하는 것으로 이렇게 함으로써 효율적인 게이트 규모를 설계하여 기존 터미널의 입출구 레인시설의 과부족 또는 불균형 현상을 해소할 수 있을 것으로 본다.

(3) 무정차시스템

① 기존 시스템

터미널의 게이트 업무는 현재까지 인력에 의한 의존도가 높은 영역에 속한다. 특히, 국내의 경우 게이트에서의 차량혼잡, 정보의 누락 등으로 발생하는 각종 문제들은 차량기사나 운영인력이 통제실과의 의사소통을 하는 수작업 형태로 처리되는 경우가 많다. 국내 주요 터미널의 게이트 문제발생 트럭에 대한 통제수단과 이를 위한 업무 내용은 다음과 같다.

〈표 4-15〉 국내 터미널의 게이트 문제발생 트럭과의 의사소통 방식

구 분	통제수단	업무내용
A사	- 스피커를 사용한 일방 소통 - 운전자가 직접 게이트 통제실을 방문하여 의사를 교환함	- 사전정보 도착 여부에 대한 확인 - 반출입시 발생하는 각종 에러 코드에 대한 문의
B사	- 게이트 통제실에서 처리상태에 대한 안내 방송, 인터폰으로 의사소통 - 처리상태 확인 가능한 자료를 화면상에 Display함	- 반입 불가시 반입 불가 내역에 대한 안내 방송 - 차량 카드 발급 안내
C사	- 인터폰/스피커를 이용한 양방향 소통 - CCTV로 모니터링하여 게이트 통제실에서 직접 처리 - 원격 통제가 불가능할 시에는 운전자가 통제실을 방문하여 문제해결	- 문자 인식에 오류가 발생한 경우 의사소통이 필요 - 사전정보 미도착 또는 사전정보와 일치하지 않을 경우에 사전정보와 관련한 질의 등
D사	- 인터폰 및 스피커를 이용한 양방향 소통 가능	- 사전정보, 모선정보, 컨테이너정보 등에서 오류가 발생했을때 그 정보들에 대한 질의 및 응답

국내 터미널의 게이트에서 문제발생시 원인과 처리방법은 다음과 같다.

〈표 4-16〉 국내 터미널의 문제 발생 트럭 처리 방법

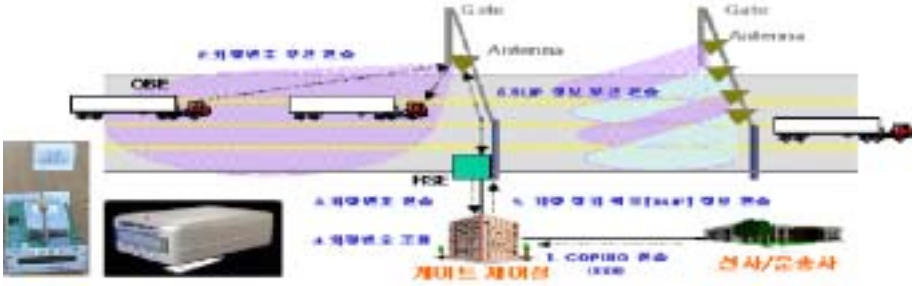
문제발생 원인	처리방법
사전 정보가 없을 경우	운송사에 재전송 의뢰하여 관련 자료 수신후 처리
현금 수납 관련 문제일 경우	비용 정산 후 처리
세관의 반출 미승인 컨테이너인 경우	업체에 세관 승인 여부 확인 의뢰 후 처리
D/O Booking 문제 발생	D/O 미도착시 발생하는 문제이므로 확인 후 반출
반입자료 미전송 시	운송사에 자료 전송 요청 후 처리
도주차량으로 등록된 차량	담당자 확인 후 도주 차량 등록 해체
반출시 운송사 관련 선사 미등록	선사에서 반출허가 문서접수 및 등록후 반출
위험물 미확인	위험물 담당자가 확인하고 정보 입력 후 반입
모선, 양하항, ISO번호 오류 등 사전 정보와 일치하지 않을 경우	오류자료 수정, 재전송 자료 수신 후 반입
사고, 착오 등으로 지연 도착	Planner실에서 정보 확인 후 조치
Yard Plan 이전에 도착	Yard Plan 실시 후 처리
세관의 반출 미승인	세관의 통관 허가 후 반출
Yard 보관 일수 초과	경과보관료 처리 후 반출
Yard내 컨테이너 미 존재	Yard에 컨테이너가 없으면 자료 확인 후 반출

이러한 게이트에서 발생하는 문제트럭의 원활한 해소를 위해서는 게이트에서 발생하는 문제의 유형을 사전에 정의하고, 이에 적절한 처리 프로세스를 운영시스템이 갖추도록 해야 한다. 이를 위해서는 게이트에 도착하는 트럭에 대한 정확한 정보 검색을 위한 영상인식기술과 트럭의 게이트 도착 이전에 반출입과 관련한 정보를 신속하게 입수하여 문제발생이 예상 될 경우 사전에 이를 처리하는 시스템 구축이 필요하다.

② 리모델링 시스템

게이트에서 문제발생 트럭을 사전에 처리하기 위한 기술로 게이트 도착이전에 차량의 정보를 신속히 입수할 있는 기술이 현재 개발되고 있다. 그 대표적인 것이 컨테이너를 실은 차량의 위치를 원격지에서 사전에 인식할 수 있는 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 시스템이다. 이 시스템은 외부트럭이 게이트의 인접 지역에 도착하면 무선으로 자료를 송수신하여 반출입 통과에 필요한 작업을 확인하고 관련조치를 할 수 있기 때문에 게이트의 정체현상을 상당부분 해결할 수 있는 기술로 부각되고 있다. 또한, 이 기술을 사용하면, 터미널 내에서 외부트럭의 추적이 가능할 뿐만 아니라 차량의 경로유도 등에도 활용할 수 있기 때문에 터미널 업무의 효율성을 높일 수 있는 이점을 가지고 있다. DSRC 시스템의 게이트 적용 개념도를 나타내면 다음과 같다.

〈그림 4-3〉 DSRC를 이용한 게이트 통제



자료 : 정봉식, 송정근, 권영수, “단거리전용통신(DSRC)망을 이용한 자동게이트통과시스템”, 특허출원번호 2000-15248, Korea, Mar., 2000.

DSRC 무선 통신방식은 지능형교통시스템(ITS: Intelligent Transport Systems)에서 고속도로를 주행하는 차량에 대해 자동요금징수서비스(ETCS: Electronic Toll Collection Service)를 위해 개발된 것으로 유료고속도로의 톨게이트에서 많이 활용되고 있다. 국내의 경우에도 1997년부터 한국도로공사에서 이 기술을 시험한 결과 기존의 차량 통과시간을 상당부분 단축하는 효과가 있었으며,[11] 현재 국내터미널에서는 이 기술을 이용한 게이트 시스템을 개발하고 있다.

무정차게이트 시스템의 운영을 위해서는 RFID(Radio Frequency Identification) 태그, 전자봉인, 광학문자인식(OCR: Optical Character Recognition), 모바일 기술 등을 적용할 수 있으며, 기술의 특징은 다음과 같다.

〈표 4-17〉 무정차시스템의 적용기술 특징

적용기술	기술내용
RFID	• 마이크로 칩을 이용한 비접촉식 인식 가능 • 대용량의 메모리 내장 및 이동 중 인식 가능 • 원거리 인식 및 신뢰성 높은 데이터 입수(보안성이 우수함)
OCR	• 영상을 이용한 비접촉식 인식 가능 • 차량 및 컨테이너 이동중 인식 가능
DSRC	• 단거리 무선 데이터 전송 • 무선랜을 이용한 비접촉식 인식 방식 • 차량 이동 중 인식 가능(기지국↔단말기)
ACDI	• 기존 개발된 시스템은 고해상도로 획득한 2D영상을 저장 후 저장된 영상을 이용하여 컨테이너 손상을 확인하는 과정으로 처리하였음 • 머시비전 기술 적용으로 2D영상으로 확인이 불가능한 컨테이너 손상 검사 기술 개발 필요 (예: Dent, Hole같은 깊이 정보를 획득해야 하는 손상 정보)
Mobile	• 이동 중 대용량 데이터의 빠른 전송 가능 • 공간적 제약이 없음 • 데이터 전송에 대한 신뢰도 및 보안 기능이 높음 • 휴대 단말기 이용으로 경제적 이점이 있음

11) 1997년부터 ETSC에 대한 시험성능 결과 기존 8초의 통과시간에서 2.6초로 줄어들어 차량소통이 3배 이상 증가할 것으로 예측됨

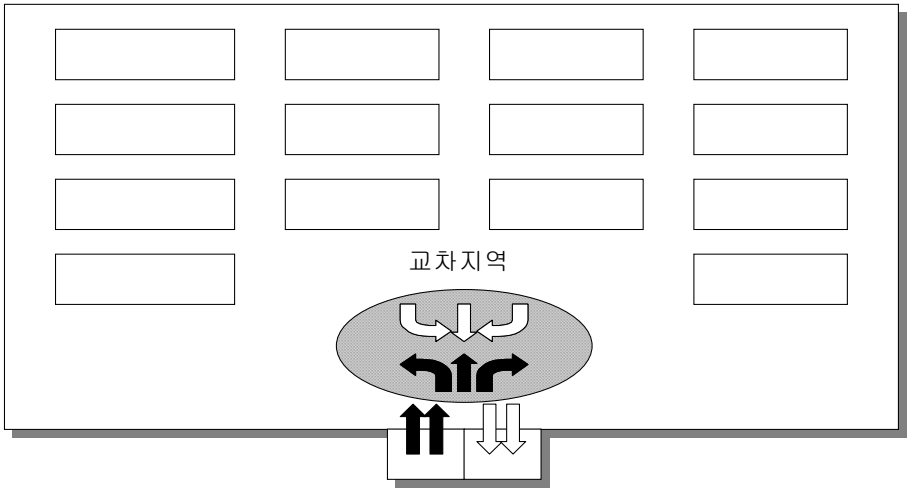
(4) 분리게이트

① 기존 시스템

국외 터미널을 비롯하여 국내 터미널의 대부분이 1개의 게이트 운영건물에서 반입·반출서비스를 동시에 처리하고 있다. 이러한 단일게이트(Single Gate) 운영은 비용절감 측면이나 통한관리 측면에서 유리한 점은 있으나 터미널에 도착하는 외부트럭의 차량흐름을 효율적으로 제어하는데 다소 취약점이 있다.

일반적으로 단일게이트의 위치를 터미널의 평면배치상에서 중앙부분에 위치할 경우 가장자리에 배치한 경우보다 외부차량의 터미널내 이동거리를 단축시키는 효과가 있지만 2가지 경우 모두 운영시에는 근본적으로 게이트 입출구 지점에서의 차량간의 교차현상이 빈번하게 일어난다.

〈그림 4-4〉 단일게이트시스템

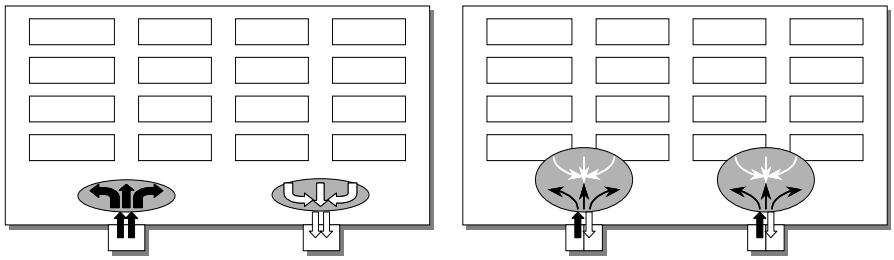


이러한 단일게이트시스템의 단점을 보완하기 위한 방안으로 분리게이트시스템을 고려해 볼 필요가 있다.

② 리모델링 시스템

분리게이트는 다음과 같이 크게 2가지로 운영방안을 생각해 볼 수 있다.

〈그림 4-5〉 분리게이트시스템 구성 개념도



-전용게이트시스템-　　-복수게이트시스템-

첫째는, 입구기능의 게이트와 출구기능의 게이트를 완전히 분리・운영하는 전용게이트 방식으로 터미널내의 외부차량 동선을 완전한 일방통행체제로 개편할 수 있어 차량의 흐름을 매우 원활하게 유도할 수 있다. 외부차량의 동선거리는 기존의 단일게이트시스템과 거의 유사할 것으로 보이나, 차량간 동선거리 편차는 상당히 줄어들 것으로 판단되며 특히, 1개 선석으로 운영되는 터미널에 적용할 경우 효과가 클 것으로 본다.[12)]

둘째는, 기존의 단일게이트규모를 일정비율로 축소하고, 여러 개의 게이트를 운영하는 복수게이트 방식이다. 이 방식은 터미널의 규모가 매우 큰 경우 외부차량의 터미널내 접근을 용이하게 하고자 할 때 적합한 운영방안으로 게이트 진입부에서의 차량 혼잡을 줄일 수 있고, 외부차량의 터미널내 작업블록의 위치에 따라, 차량기사로 하여금 융통성 있게 진입게이트를 선택할 수 있도록 유도할 수 있다. 이렇게 함으로써 터미널 차량의 흐름을 분산시키는 효과를 기대할 수 있다.[13)]

12) 국내의 경우 광양 3-2단계 자동화터미널 개발계획에 적용된 게이트운영시스템과 유사함
13) 국내 우암부두에서 현재 복수게이트(남문, 북문)방식의 운영을 하고 있음

〈표 4-18〉 분리게이트 시스템

유형	운영특징
전용게이트 시스템	• 입구・출구처리를 완전히 분리 운영하여 효율성을 높일 수 있음 • 게이트 진입부의 차량교차가 거의 발생하지 않음 • 문제발생트럭에 대한 회차공간을 별도로 둘 필요가 없음 • 터미널 규모(선석)에 따라 게이트의 최적위치를 결정할 필요가 있음
복수게이트 시스템	• 소규모의 입구・출구서비스 게이트를 여러 개 운영 • 각 게이트 진입부의 차량교차발생이 상당히 해소됨 • 작업블록의 위치에 따라 진입게이트를 선택할 수 있음 • 외부차량의 터미널내 체류시간, 이동거리가 단축됨

분리게이트시스템은 터미널의 외부 접근 도로망과 무관하지 않다. 그러므로, 터미널 외부 접근 도로망 여건에 따라 전용게이트와 복수게이트의 장단점을 충분히 고려한 후 선별적으로 적용해야 한다. 그리고, 터미널 내부의 동선체계에 큰 지장을 주지 않는 범위 내에서 충분한 고려를 통해 운영방안을 모색해야 할 것이다.[14)]

2) 안벽시스템 대안의 기술검토

(1) C/C 작업대수 증대

① 기존 시스템

국내 터미널의 운영시설에서 안벽의 C/C 보유대수를 분석해 보면 해당 터미널의 안벽길이에 대한 투입 C/C당 담당길이는 감만부두의 3개 운영사(세방, 허치슨, 대한통운)가 가장 우수하고, 한진감천터미널이 C/C당 안벽담당길이가 가장 긴 것으로 나타났다.

14) 감만부두의 경우 현재 4개 운영사가 각각 1개 선석을 운영하고 있으나, 향후 부두 통합이 이루어지면 4개의 단일게이트를 분리게이트로 전환할 필요가 있고, 이 경우, 외부도로망을 고려할 때 복수게이트시스템이 적합할 것으로 판단됨

〈표 4-19〉 국내 터미널의 C/C당 안벽담당길이(2004년)

	C/C 보유대수	안벽길이	C/C당 담당길이	순위
신선대	13기	1,200m	92.3m	4위
허치슨부산	14기	1,447m	103.4m	6위
세방감만	4기	350m	87.5m	1위
한진감만	3기	350m	116.7m	7위
허치슨감만	4기	350m	87.5m	1위
대한통운감만	4기	350m	87.5m	1위
동부신감만	7기	826m	118.0m	8위
한진감천	5기	600m	120.0m	9위
우암	5기	500m	100.0m	5위
평균	6.6기	663.7m	101.4m	-

이것은 터미널의 안벽길이에 따라 C/C의 보유대수가 터미널마다 과부족 현상이 있을 수 있으며, 따라서 안벽담당길이에 따른 터미널별 적정보유대수에 관한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

또 한 가지 측면으로, 터미널의 연간처리실적에서 C/C당 평균처리물량에 따른 터미널간의 처리실적 순위를 판별해 볼 수 있다.

〈표 4-20〉 국내 터미널의 C/C당 처리실적(2004년)

	C/C 보유대수	터미널실적	C/C당 처리량	순위
신선대	13기	1,909천 TEU	158.8천 TEU	4위
허치슨부산	14기	2,064천 TEU	136.4천 TEU	7위
세방감만	4기	568천 TEU	142.0천 TEU	6위
한진감만	3기	639천 TEU	213.0천 TEU	2위
허치슨감만	4기	721천 TEU	180.3천 TEU	3위
대한통운감만	4기	874천 TEU	218.8천 TEU	1위
동부신감만	7개	1,023천 TEU	146.1천 TEU	5위
한진감천	5기	575천 TEU	115.0천 TEU	8위
우암	5기	564천 TEU	113.6천 TEU	9위
평균	6.6기	993.6천 TEU	158.2천 TEU	-

C/C당 연간처리실적에서 대한통운감만의 경우 2004년도에 C/C 1기당 218.8천TEU를 처리하여 국내 터미널 중 가장 높은 C/C당 처리실적을 보였으

나, 우암터미널의 경우 113.6천 TEU를 보여 터미널마다 큰 차이를 보이고 있다. 이것은 단순히 시설 규모(안벽길이)보다는 터미널 환경에 따라 C/C의 보유대수를 달리할 필요가 있다는 것을 말해주고 있다. 다시 말해서 C/C의 적정보유대수를 터미널의 환경에 따라 달리 산출해야 하며, 실제 처리가능한 C/C의 실적치를 기준으로 C/C의 보유대수를 적절하게 산출할 필요가 있음을 의미한다.

② 리모델링 시스템

터미널별 C/C 보유대수의 적정수를 판단하기 위한 2가지 기준인 C/C당 안벽담당길이와 처리실적에서 보면, C/C당 안벽담당길이는 터미널의 하드웨어적인 측면으로 C/C당 처리실적 기준보다 객관성이 크다고 할 수 있는 반면에 C/C당 처리실적은 터미널별로 작업환경이 서로 상이한 점에서 객관적인 기준으로 삼기 어려운 측면이 다소 있다.[15)]

다음 내용은 상위의 2가지 기준에 대하여 각각 상위 1위에 대한 상대적인 비율값을 적용하여 C/C 요구대수를 재산정한 것이다.

〈표 4-21〉 국내 터미널의 C/C 요구대수 재산정

	터미널별 C/C 보유대수	안벽기준 C/C 요구대수	실적기준 C/C 요구대수
신선대	13기	13.7기	9.4기
허치슨부산	14기	16.5기	8.7기
세방감만	4기	4.0기	2.6기
한진감만	3기	4.0기	2.9기
허치슨감만	4기	4.0기	3.3기
대한통운감만	4기	4.0기*	4.0기*
동부신감만	7기	9.4기	4.7기
한진감천	5기	6.9기	2.6기
우암	5기	5.7기	2.6기

* : 안벽 및 실적에서 1순위

15) 터미널마다 선박입항패턴, 선형, 선박내 하역작업위치, 터미널 화물구성(수출, 수입, 환적), 장치기간, 양적하 작업비율 등이 다르므로, 적용기준에 무리가 있음

〈표 4-22〉 국내 터미널 C/C 과부족 대수

	안벽기준 평균 C/C요구대수	실적기준 평균 C/C 요구대수
평균 C/C 요구대수	7.6기	4.5기
평균 C/C 과부족수	+1.03기	-2.01기

터미널별 C/C 요구대수 재산정 결과에서 C/C당 안벽담당길이 기준에서는 터미널별로 평균 1.03대의 C/C가 추가로 필요한 것으로 나타났으나, C/C당 처리실적기준에서는 터미널별로 평균 2.01대의 C/C가 과다한 것으로 나타났다. 그러나, 처리실적기준의 결과는 앞서 설명한 바와 같이 터미널 작업환경의 차이 때문에 객관적인 적용기준으로 보기 어려운 점이 있다. 이러한 환경차이는 C/C의 작업생산성에서 확인할 수 있는데, 국내 터미널의 2004년도 C/C의 순작업생산성에 대한 총작업생산성 달성도에서 터미널별로 그 값이 서로 상이한 점을 보면 알 수 있다.

〈표 4-23〉 국내 터미널의 C/C 하역생산성(2004년)

	총작업생산성(G)	순작업생산성(N)	생산성달성도(G/N)	순작업순위
신선대	23.6	28.0	84.3%	5위
허치슨부산	21.9	27.3	80.2%	6위
세방감만	23.4	26.5	88.3%	7위
한진감만	24.4	29.5	82.7%	2위
허치슨감만	26.1	30.6	85.3%	1위
대한통운감만	28.0	29.0	96.6%	4위
동부신감만	23.1	29.1	79.4%	3위
한진감천	21.9	25.8	84.9%	8위
우암	19.8	25.6	77.3%	9위

주 : 국내 터미널 내부자료(우암부두 제공)

상위 표에서 실제 C/C당 안벽담당길이가 가장 작은 3개 터미널(세방, 허치슨, 대한통운)의 2004년도 평균 C/C의 순작업생산성과 총작업생산성을 보면,

그 외 터미널보다 상대적으로 높은 수치를 보이고 있고, 특히 허치슨 감만부두의 경우 가장 높은 순작업생산성을 달성한 것으로 잠정 집계되고 있다.[16] 이렇듯 터미널마다 환경차이에 따라 처리능력치가 상이하기 때문에 실적기준에서의 C/C 적정보유대수를 산출하기는 무리가 있음을 알 수 있다.

결국, 국내터미널의 경우 C/C의 적정보유대수는 C/C당 안벽담당길이 기준에서 판단될 필요가 있고 이 기준에서 보면, 터미널마다 현재의 C/C 보유대수에 추가로 1.03대의 C/C가 설치·운영되어야 하며, 이렇게 함으로써 C/C의 작업생산성 향상과 터미널의 안벽능력을 제고시킬 수 있을 것이다.[17]

(2) C/C 성능 제고

① 기존 시스템

현재 국내외 터미널에서 보편적으로 사용되고 있는 안벽장비는 싱글트롤리형[18]으로 기계적 성능이 시간당 약 50개로 현재 제5세대 수준이며,[19] 앞으로도 성능향상이 계속 진행될 것으로 보인다.

이와 관련하여, 현재 파나막스급 선박제원에 대한 안벽크레인의 실제 순작업생산성은 최대 시간당 42.6개로 추정되며, 이 경우에 향후 선박의 대형화(1만 TEU급이상)에 대한 서비스와 제5세대 C/C의 성능을 고려해도 시간당 39.8개의 낮은 생산성을 보일 것으로 예상된다.[20] 이것은 선박대형화로 작업거리

---

16) 총작업생산성의 경우 터미널마다 작업자교대시간, 교대조편성방식 등의 환경차이가 발생하므로 객관성이 부족함

17) 선박의 재항시간을 고려할 때 대형선박인 6천TEU급의 경우 4대 정도의 크레인이 투입되고, 8천TEU급 이상의 경우에는 5~6대의 크레인이 투입되어야 할 것이다. 따라서 향후 초대형선박에 대한 하역시간 단축을 위해서는 크레인의 작업대수를 증가시키는 방안이 활발하게 논의되어야 할 것으로 봄

18) 지금의 싱글트롤리형 안벽크레인은 1958년 미국 Maston에서 최초로 설치되었으며, Paceco사에서 개발하였음. 당시 크레인의 하역능력은 24피트 컨테이너를 시간당 12~15개 정도 처리할 수 있는 기계적 성능이었음

19) 국내 장비전문제작업체에서 개발한 최근의 장비설계사양에 있어서도 최대 52개의 기계적 생산성이 가능한 안벽크레인을 개발하였음

20) C. DavisRudolft III, “Container-crane Productivity: Can it Keep up with Container Ship Size Increase?”, Port Technology International, 14th Edition, 2001

가 증가하기 때문이며 따라서, 현재 C/C 자체의 기계적 성능 개선이 없으면 향후 대형선박의 취항시 안벽의 생산성이 저하되는 현상은 커질 것으로 보인다.

〈표 4-24〉 컨테이너 크레인의 기계적 성능 향상

구 분	호이스트 속도(ft/min)	호이스트 동력(마력)	트롤리 속도 (ft/min)	트롤리 동력 (마력)	시간당 처리개수
제1세대	100	250	400	40	12-15
제2세대	130	400	500	100	15-20
제3세대	150	500	550	175	39.3
제4세대	175	650	600	200	35-40
제5세대	245	1,000	800	250	40-45

자료 : C. Davis Rudolft Ⅲ, Container-crane Productivity: Can it Keep up with Container Ship Size Increase?, Port Technology International 14th Edition, 2001.

그러므로, 선박대형화 추세에 맞게 현재의 생산성을 최소한 유지하기 위해서도 기존의 C/C에 대한 기계적 성능을 향상시킬 필요가 있을 것이다.

② 리모델링 시스템

선박 대형화 추세를 고려하여 적어도 안벽 하역생산성을 현재의 수준으로 유지하기 위해서 요구되는 C/C의 기계적 성능은 기존 연구 분석에서 다음과 같은 성능향상이 필요한 것으로 조사되었다.

〈표 4-25〉 대형선에 대비한 컨테이너 크레인 성능

구 분	제5세대	향상속도
호이스트 가속력(ft/sec2)	2.20	2.64(+20%)
호이스트 속도(ft/min)	245	294(+20%)
트롤리 가속력(ft/min)	3.0	3.0
트롤리 속도(ft/min)	800	900(+12.5%)
호이스트 동력(HP)	1000	1200(+20%)
트롤리 동력(HP)	250	325(+30%)
11,000TEU급 생산성(개/시간)	39.8	42.6

자료 : 상게서

분석된 자료에 의하면 제5세대 C/C의 성능으로 1만1천TEU급 선박에 대한 순작업생산성은 39.8개이며 현재의 파나막스급 선박의 42.6개보다 약 7%의 생산성 저하현상이 발생되는 것으로 나타난다. 이러한 생산성 저하를 방지하기 위해서는 C/C에 부착된 호이스트 및 트롤리의 성능을 현재보다 20% 향상시켜야 하는 것으로 분석되었다. 이렇게 함으로써 1만TEU급 이상의 초대형선에 대해서도 현재의 안벽생산성을 유지할 수 있다.

다음 표는 대형선박의 취항이 본격화됨에 따라 국내외 각 터미널로부터 신규 발주된 C/C의 제원이다.

〈표 4-26〉 컨테이너 크레인 발주현황

제조사	발주 수량	20열이상 발주율	해측최대 도달거리(m)	권상속도 (m/min)	횡행속도 (m/min)
Doosan Heavy Industry	7(3)	43%	61.0	75/150	210
Hyundai	17(8)	47%	63.0	70/150	240
Fantuzzi Reggiane	25(-)	-	-	-	-
IMPSA Port Systems	8(-)	-	51.0	70/160	210
Kalmar BV	5(2)	40%	53.5	120	210
Konecranes	9(-)	-	51.0	75/150	210
Liebherr	11(2)	18%	55.0	60/150	210/240
Mitsui Eng.&Shipb'ldg	22(6)	27%	59.1	72/150	210
Noell Crane System	19(9)	47%	62.5	90/180	240
Paceco Espana	5(2)	40%	58.5	90/180	215
SPMP	22(13)	59%	70.0	60/151	240
ZPMC	69(53)	77%	65	90/180	220-240
Total	219(98)	44.7%	-	-	-

자료 : Informa Maritime & Transport, Cargo Systems, March 2003.
주 : ( )는 20열 작업가능한 크레인 수량

국내외 장비업체에의 C/C 발주현황에서 보듯이 각국의 터미널마다 대형선박 서비스를 위한 아웃리치 20열 이상의 발주비율이 매우 높으며, 기계적 성능 또한 요구수준에 근접한 설계치를 주문하고 있다.

(3) Multi-load Spreader

① 기존 시스템

일반적으로 국내외 터미널의 C/C에 부착된 스프레더(Spreader)는 한번 작업시에 1개의 컨테이너(20피트 또는 40피트)만을 집도록 설계되어 있다. 따라서, C/C의 작업싸이클 타임에 준하는 생산성 달성만 가능하다는 한계점을 지니고 있다.

② 리모델링 시스템

최근에 와서는 다기능 스프레더(Multi-load Spreader)가 도입되는 추세로, 이 스프레더의 유형에는 20피트 컨테이너 2개 또는 40피트 1개를 동시에 처리하는 Twin-Lift 스프레더와 20피트 컨테이너 4개 또는 40피트 컨테이너 2개를 동시에 처리할 수 있는 Tandem Forties 스프레더가 있다.

기존의 안벽크레인에 비교적 손쉽게 장착되어 작업생산성을 높이는 수단으로 Twin-Lift 스프레더는 국외 터미널의 경우 활성화되어 있으며, 국내에서도 일부 사용되고 있다. Tandem Forties 스프레더는 현재에는 활성화되지는 않았으나 머지않아 터미널에 보편적으로 적용될 것으로 예상되며 안벽생산성을 효과적으로 향상시킬 것으로 보인다.

〈표 4-27〉 Single-Lift 스프레더 제원(Bromma사)

TECHNICAL SPECIFICATIONS SSX40	
LIFTING CAPACITY	twistlocks 41 tons ±10% eccentric loading twistlocks 41 tons evenly loaded twistlocks 4 × 10 tons(2×20' ISO)
WEIGHT	8.7 tons
TELESCOPIC MOTION	from 20' to 40' in 28 seconds
GUIDE ARM SPEED	180° in 3-5 seconds
TWISTLOCK ROTATION	90° approximately in 1.0 seconds
HYDRAULICS	system pressure 100 bar
POWER SUPPLY AND CONSUMPTION	400/230 V AC 50 Hz or otherwise as agreed 7.5 KW
SURFACE CONDITIONING	sand-blasted SA 21/2; two coats of zinc-rich epoxy primer and two coats of acrylic top coat
MANUALS	full service and repair manual supplied
WARRANTY	one year
외형도	

〈표 4-28〉 Twin-Lift 스프레더 제원(Bromma사)

TECHNICAL SPECIFICATIONS STR40/STR45 Twin-Lift Spreader	
LIFTING CAPACITY	twistlocks 51 tons ±10% eccentric loading twistlocks 51 tons evenly loaded twistlocks 2 × 32.5 tons(2×20' ISO) lifting lugs 4 × 10 tons in end beam
WEIGHT	STR40 : 9.9 TONS STR45 : 11.0 tons
TELESCOPIC MOTION	STR40 : from 20' to 40' in 28 seconds STR45 : from 20' to 45' in 30 seconds
GUIDE ARM SPEED	180° in 3-5 seconds
TWISTLOCK ROTATION	90° approximately in 1.0 seconds
HYDRAULICS	system pressure 100 bar
POWER SUPPLY AND CONSUMPTION	400/230 V AC 50 Hz or otherwise as agreed 7.5 KW
SURFACE CONDITIONING	sand-blasted SA 21/2; two coats of zinc-rich epoxy primer and two coats of acrylic top coat
MANUALS	full service and repair manual supplied
WARRANTY	one year
외형도	

〈그림 4-6〉 Twin-Lift와 Tandem Forties 스프레더 현장작업

이외에도, 일반 컨테이너가 아닌 비규격 컨테이너를 쉽게 하역할 수 있는 피기백(Piggyback) 스프레더도 개발되어 있어 안벽크레인의 작업 융통성을 더욱 높일 수 있는 대안으로 평가된다.

〈그림 4-7〉 피기백(Piggyback) 스프레더

(4) 신개념 C/C 개발

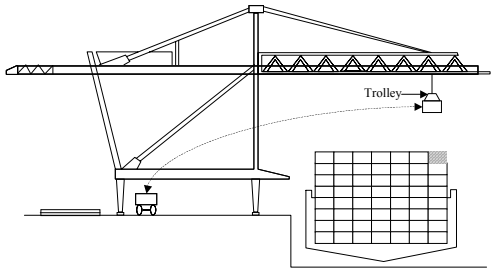
① 기존 시스템

현재 국내의 컨테이너터미널에 설치·운영되고 있는 안벽장비는 모두 싱글 트롤리(Single Hoist Single Trolley, SHST)형 크레인으로, 크레인에 부착된 1개의 트롤리에 의해 선박의 컨테이너를 양적하하고 있다. 이러한 크레인은 1개의 트롤리에 의한 단독선회작업방식으로 기계적인 성능이 시간당 50개 정도이

며, 현장 작업에서 순작업생산성과 총작업생산성이 국내 터미널의 경우 2004년도에 각각 27.9개/시간, 23.6개/시간으로 집계되고 있다.[21)]

다음 그림은 현재 국내에 설치된 싱글트롤리의 안벽장비의 작업방식을 개략적으로 나타낸 것으로, 선박과 안벽에 위치한 야드 트랙터간의 먼 작업거리를 1개의 트롤리가 선회하는 작업을 반복적으로 수행하기 때문에 선박이 대형화 될수록 작업거리가 멀어져 동일한 기계적 성능(트롤리/호이스트 속도)에서는 생산성 저하현상이 커질 것으로 전망된다.

〈그림 4-8〉 싱글트롤리형 컨테이너 크레인 동작원리 및 특징



- 장비제작업체 다수
- 현재 성능상 최대 50개 처리 가능함
- 대다수 터미널에서 사용중이며, 국내의 경우 최대급은 광양 2단계 2차(한진중공업)에 설치된 크레인임

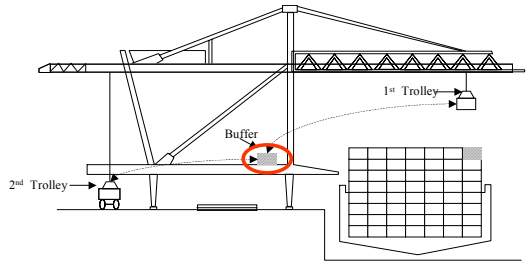
② 리모델링 시스템

최근에는 이러한 싱글트롤리 유형의 크레인의 취약점을 보완한 신개념의 안벽장비개발이 가속화 되고 있다. 그 대표적인 것으로 듀얼트롤리(Dual Trolley)형, 더블트롤리(Double Trolley)형, 슈퍼테이너(Supertainer) 등이며 이들 유형에 대한 주요 특징을 각각 살펴보면 다음과 같다.

듀얼트롤리형 크레인은 중앙부분에 임시 컨테이너 버퍼공간(Buffer)을 두고 2개의 트롤리가 전체 작업거리를 분담하는 형식이다. 따라서 버퍼하역작업이 추가로 발생하며, 버퍼공간의 크기에 따라 트롤리간의 작업간섭이 발생될 수 있다. 현재 독일의 CTA(2002년) 터미널에 도입되어 운영중에 있다.

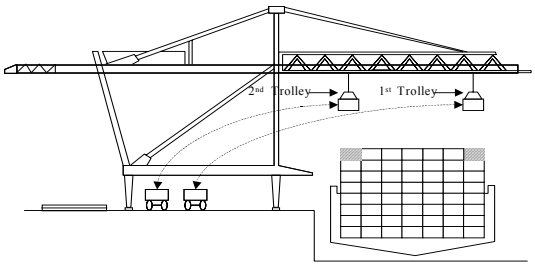
21) 2004년 터미널별 내부자료 기준 평균값

〈그림 4-9〉 신개념 컨테이너 크레인의 동작원리 및 특징



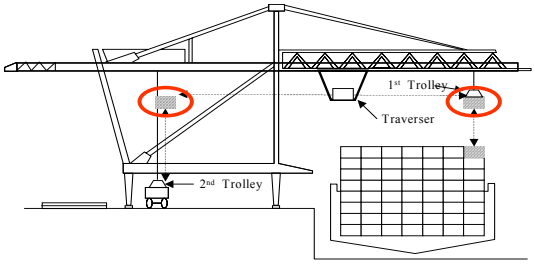
- 듀얼트롤리형 -

■ 독일 Noell, 중국 ZPMC 등에서 개발 및 운영
■ 이론적으로 시간당 60개의 컨테이너 양적하 가능
■ 싱글에 비해 20% 정도의 성능 향상이 기대됨
■ 최근 독일 CTA 터미널에서 현재 운영중에 있음



- 더블트롤리형 -

■ 국내외 소수 업체에서 개념 수립중
■ 이론적으로 시간당 90개의 컨테이너 양적하 가능
■ 싱글에 비해 2배 이상의 생산성이 기대됨
■ 운영항만이 현재 없어 검증이 미흡한 상황임



- 슈퍼테이너형 -

■ 미국 Paceco 사에서 현재 개발이 진행중에 있음
■ 이론적으로 시간당 90개 이상 컨테이너 양적하 가능
■ 운영항만이 현재 없으며 검증이 미흡한 상태임

더블트롤리형 크레인은 2개의 트롤리가 독립적으로 하역하는 작업방식을 취하고 있다. 이 크레인은 붐 섹션(Boom section)을 2층 구조로 설계하여 트롤리의 선회시 순환(Rotate)이 가능하도록 되어 있어 이론상 시간당 90개의 컨테이너를 양적하 할 수 있다. 그러나 현재 운영항만이 없고 기술개발의 어려움이 있어 터미널의 도입효과에 대해서는 검증이 필요한 장비라 할 수 있겠다.

슈퍼테이너형 크레인은 2개의 트롤리와 1개의 트래버서(Traverser)가 장착되

어 있으며, 2개 트롤리는 해측과 육측에서 수직동작만으로 컨테이너를 선박 또는 차량에만 양적하한다. 반면에 수평이동작업은 트래버서가 전담하여 작업한다. 결국, 전체 이동거리를 2개 트롤리와 1개 트래버서가 분담하기 때문에 작업생산성이 기존 장비에 비해 높다. 이론적으로 시간당 90개의 컨테이너 처리가 가능하여 2배 이상의 생산성 효과를 기대할 수 있는 장비유형이다.

이상에서 상위 각 크레인의 유형별로 22열의 아웃리치(out-reach)에 대한 기계적 생산성을 산출하여 비교해 보았다.

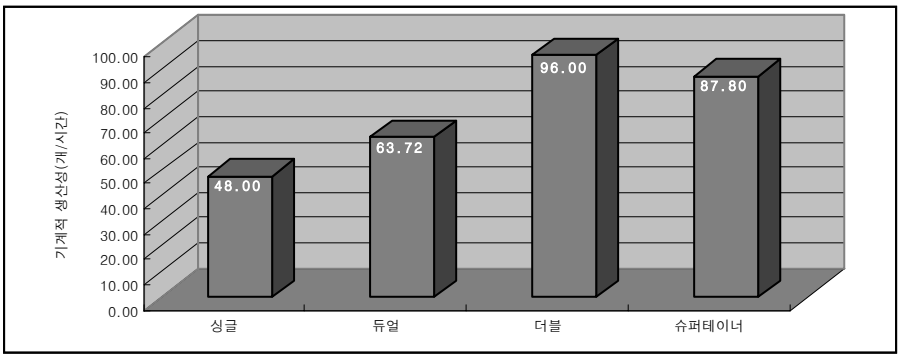
〈표 4-29〉 장비사양 및 작업선박 규모 (아웃리치 22열)

구 분	부하시	무부하시
호이스트속도	240m/sec	240m/sec
트롤리속도	90m/min	180m/min
안착/탈착시간	2sec	2sec
육측 수직거리	듀얼 1st: 14m, 그 외: 18m	
아웃리치 거리	듀얼 1st: 43m, 그 외: 74m	
해측 수직거리	17m	

〈표 4-30〉 컨테이너 크레인 유형별 기계적 생산성 산출값

구 분	싸이클타임	기계적생산성	상대비교
싱글	75.00sec	48.00lifts/h	-
듀얼	56.50sec	63.72lifts/h	1.33배
더블	75.00sec	96.00lifts/h	2.00배
수직순환	41.00sec	87.80lifts/h	1.85배

〈그림 4-10〉 크레인 유형별 기계적 생산성 그래프



각 유형별로 산출된 기계적 생산성은 더블트롤리형이 주어진 조건에서 시간당 96.00개를 처리할 수 있어 가장 생산성이 높으며, 그 다음으로 슈퍼테이너, 듀얼트롤리형 순으로 나타나 기존의 싱글트롤리형에 비해 1.33~2.00배의 생산성 향상 효과가 있을 것으로 보인다.

(5) 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)

① 기존 시스템

기존의 컨테이너터미널에서는 안벽과 장치장간의 컨테이너 운반에는 야드 트랙터를 주로 사용하고 있다. 이 야드 트랙터는 20피트 컨테이너 2개 또는 40피트 컨테이너 1개를 적재할 수 있어 주어진 작업시간에 비해 운반량의 효율이 그다지 크지 않다. 또한, 안벽 및 장치장 하역장비 작업을 원활히 지원하기 위해서 일정수 이상의 차량대수를 요구하기 때문에 보유대수가 많아질수록 각종 비용(인건비, 운영비, 구입비 등)의 부담이 크다고 할 수 있다.

② 리모델링 시스템

이에 비해 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)은 컨테이너를 2단으로 적재할 수 있도록 제작된 차량으로 기존 터미널의 이송장비인 야드 트랙터와 거의 유사하며 주행레인 또한 큰 변경없이 적용할 수 있어 작업시간대비 운반량을 효과적으로 높이고, 운행대수를 절감시킬 수 있는 방안이라 할 수 있다.

현재, 2단 적재차량은 일부 선진터미널에서 부분적으로 적용하고 있는 시스템으로 이송장비 구입 및 유지비용, 인건비 등을 절감하는데 효과적일 것으로 보인다.[22]

22) 대표적인 예로, 싱가포르의 PSA 터미널에서 사용중에 있으며, 본선작업보다 장치장내 이적작업용으로 주로 활용하고 있음

〈그림 4-11〉 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)

2단 적재차량은 효율적인 항만운영과 노동력 절감을 위하여 일반 야드 트랙터보다 2배의 능력을 갖도록 설계되었으며 싱가포르의 PSA에 의해 최초로 개발되어 현재 사용중이며 본 차량의 사용권한을 PSA에서 소유하고 있다.

특히, 생산성 향상 및 노동력 절감에 매우 유용하며 기존 수평배치형 레이아웃에서 재래식 터미널의 차량 동선체계에 손쉽게 적용할 수 있다는 점에서 기존 이송장비의 대체수단으로 고려해 볼 수 있다.

〈표 4-31〉 2단 적재차량의 기본개념 및 특징

구 분	주요 내용
기본개념	■ 항만운영과 노동력 절감을 위하여 개발 ■ PSA의 엔지니어에 의해 세계최초로 개발 ■ 야드 트랙터의 2배의 능력을 갖도록 설계 ■ 2개의 40/45ft 컨테이너 또는 4개의 20ft 컨테이너를 적재할 수 있는 세미트레일러로 구성
활용성	■ PSA에 의해 개발되어 현재 사용중 ■ 2단적 트레일러를 2개 연결하여 사용하는 MULTI DOUBLE TRAILER도 사용 ■ 생산성 향상 및 노동력 절감에는 매우 유용하나 자동화 터미널에서는 사용되기 어려움 ■ 야드 트랙터의 대체용으로 유용함

(6) 셔틀캐리어/자가하역차량

① 기존 시스템

대표적인 컨테이너터미널 내부의 이송장비인 야드 트랙터는 국내외 컨테이너터미널에서 보편적으로 사용되고 있는 이송장비이며, 부분적으로 무인이송장비인 AGV(Automated Guided Vehicle)가 일부 선진터미널에서 사용되고 있다.[23] 안벽장비와 야드장비에 의해 컨테이너를 양적하 받아 터미널 내부로 컨테이너를 운반한다. 현재, 모든 국내 터미널의 경우는 이송장비로 수평장치장 레이아웃에서 야드 트랙터를 사용하고 있다.

이송장비인 YT와 AGV의 기본적인 특징은 다음과 같다.

〈표 4-32〉 YT/AGV의 기본적인 특징

구 분	특징
YT	• 가장 전통적인 형태로 한대의 트랙터에 20, 40, 45피트 컨테이너를 적재할 수 있는 한 개의 섀시를 견인하여 이송하는 형태 • 유인으로 운전되며, 빠른 속도로 목적 베이까지 이동이 가능 • 인력이 많이 소요되나, 작업유연성과 생산성이 높음
AGV	• 무인자동 이송장비로 트랜스폰더 또는 GPS에 의해서 위치통제를 받음 • 무인으로 운전되며, 빠른 속도로 목적 블록까지 이동이 가능하며, 수직배치터미널에서 사용 • 양방향으로 주행 가능하여 키오스크에 진출입 용이 • 자동화된 통제방식으로 잘 계획된 트래픽 및 경로제어 로직이 필수

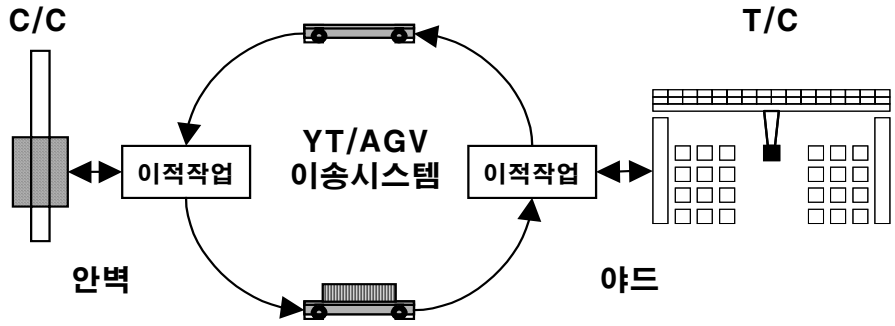
YT는 자체하역기능이 없는 단순 운반장비로 안벽과 야드간의 원활한 작업을 위해서 일정 대수 이상이 요구되고, 안벽장비와 야드장비와의 이적작업방식이어서 각 장비간의 작업싸이클의 편차에 따라 장비 서로간에 대기현상이 빈번하게 발생하는 단점을 가지고 있다.

23) 현재 무인인송장인 AGV(Automated Guided Vehicle)는 네덜란드 ECT(1991)와 독일 CTA(2002) 두 터미널에 운영되고 있음

〈그림 4-12〉 YT 및 AGV 이송장비

기존 터미널의 YT 및 AGV 이송시스템 구성도는 다음과 같다.

〈그림 4-13〉 YT 및 AGV 이송시스템 구성도



② 리모델링 시스템

셔틀캐리어나 ALV(Automated Lifting Vehicle) 이송장비는 YT와 AGV의 자체하역기능의 취약점을 보완한 것으로 장비자체에 하역기능이 구비된 것이 주요 특징이다. 자체하역기능이 구비됨으로써 안벽과 야드에서의 장비간 직접 이적작업을 버퍼작업으로 전환할 수 있어 장비간 작업싸이클 불균형을 해소하여 대기현상을 상당부분 줄이는 효과가 있다.

이러한 자체하역기능을 갖춘 셔틀캐리어와 ALV의 기본적인 특징은 다음과 같다.

〈표 4-33〉 셔틀캐리어/ALV의 기본적인 특징

구 분	특 징
셔틀 캐리어	• 스스로 컨테이너를 loading/unloading 할 수 있는 시스템으로서 컨테이너를 적재한 상태로 주행가능 • C/C가 컨테이너를 내려놓으면 셔틀캐리어가 이동하여 컨테이너를 적재하여 야드로 이동 • 야드에서 컨테이너를 내려놓으면 야드크레인이 컨테이너를 loading하여 야드에 적재 • 자동화측면에서 DGPS를 사용하여 자동화가 가능 • 수직배치 및 수평배치 모두에서 사용가능
ALV	• 셔틀캐리어의 컨테이너 처리기능 모두 구비 및 추가 기능 탑재 • C/C가 컨테이너를 ALV에 직접 내려놓을 수 있는 기능 추가 • 컨테이너가 loaded 된 상태에서 놓기 기능 추가

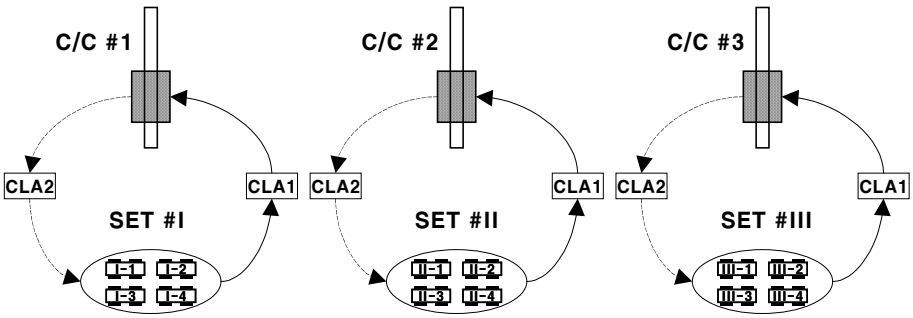
〈그림 4-14〉 셔틀캐리어와 ALV

(7) Pooling Operation

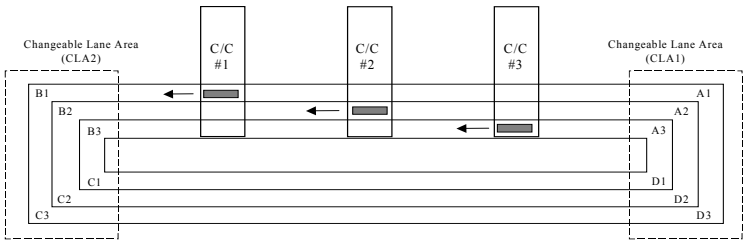
① 기존 시스템

기존의 국내 컨테이너터미널의 하역시스템에서 이송작업은 다수의 차량이 1개조로 구성되어 하나의 C/C에 대해 양하 및 적하작업 지원을 하는 조별방식으로 운영되고 있다. 이러한, 이송장비의 조별방식은 본선하역시에 작업 혼선이 적고 일괄적 운행경로를 가지므로 지금까지 매우 유용하게 적용되어 왔는데, 기존 터미널의 조별운행방식의 개념도는 다음과 같다.

〈그림 4-15〉 이송장비 조별운영방식 개념도



〈표 4-34〉 조별운영방식에서의 이송장비 운행경로

	이송장비의 운행경로
	
Case 1	A1→C/C #1→B1→CLA2→C3→BK→D3→CLA1→A1
Case 2	A2→C/C #2→B2→CLA2→C2→BK→D2→CLA1→A2
Case 3	A3→C/C #3→B3→CLA2→C1→BK→D1→CLA1→A3
Number of Case: No. of C/C	

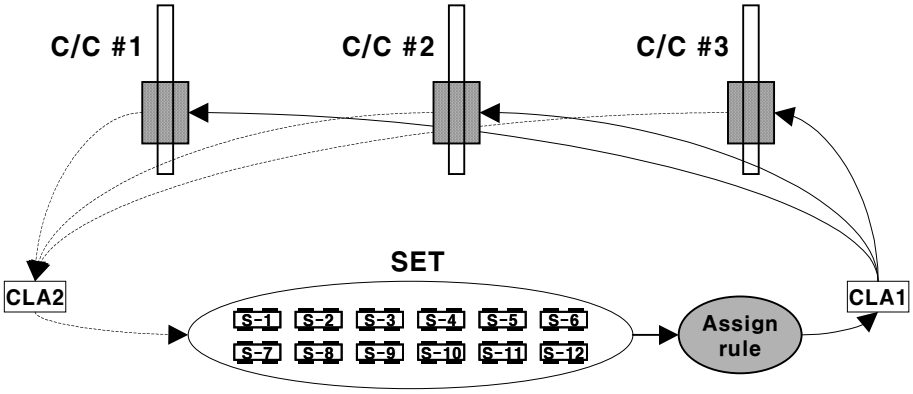
그러나, 이 방식은 각기 다른 조에 편성된 차량간에는 상호지원을 하지 않기 때문에 C/C 작업대수 만큼의 이송 작업조를 편성해야 하므로, 작업융통성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다.

② 리모델링 시스템

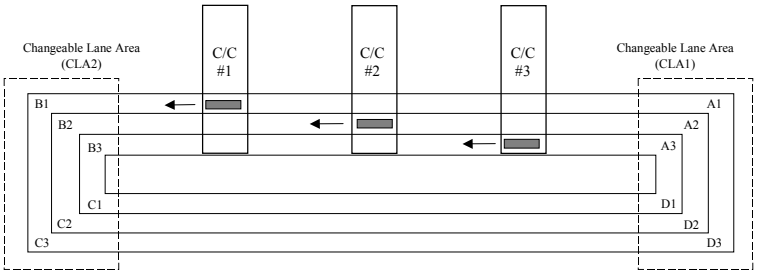
조별운영방식에 비해 Pooling Operation은 이송장비의 작업조를 편성하기 않고 본선작업에 투입된 이송장비 각각이 자유롭게 여러 대의 C/C 작업을 지원할 수 있는 방식이다. 특히, 선박의 양하 및 적하작업상황에 따라 이송장비

를 최적으로 배정할 수 있어 안벽작업에 요구되는 이송장비의 불균형에 효과적으로 대응할 수 있는 장점을 가진다. 이송장비 Pooling Operation 방식의 개념도는 다음과 같다.

〈그림 4-16〉 이송장비 Pooling Operation 개념도



〈표 4-35〉 Pooling Operation방식에서의 이송장비 운행경로

	이송장비의 이동경로
	
Case 1	A1→C/C #1→B1→CLA2→C1→BK→D1→CLA1→A2
Case 2	A1→C/C #1→B1→CLA2→C1→BK→D1→CLA1→A3
Case 3	A2→C/C #2→B2→CLA2→C2→BK→D2→CLA1→A1
Case 4	A2→C/C #2→B2→CLA2→C2→BK→D2→CLA1→A3
Case 5	A3→C/C #3→B3→CLA2→C3→BK→D3→CLA1→A1
Case 6	A3→C/C #3→B3→CLA2→C3→BK→D3→CLA1→A2
Number of case: nC2 × 2, (n: No. of C/C)	

③ 적용성

이송장비의 Pooling Operation 방식은 1개 선석에 우선적으로 쉽게 적용할 수 있으며, 2개 이상의 선석을 대상으로 적용하기 위해서는 선석접안계획 및 본선양적하계획을 동시에 고려해야 하므로 다소 어려움이 있으나, 기대효과는 클 것으로 예상된다.

한편, 이러한 이송장비의 Pooling Operation 방식을 효과적으로 적용하기 위해서는 통신단말기와 같은 실시간 배차가 가능한 보조 수단이 갖추어져야 하며, 현 작업상황을 모니터링할 수 있어야 하고 차량배차와 관련한 최적배차계획 수립이 요구되기 때문에 신속한 작업전달을 위한 무선LAN시스템 구축도 고려해야 한다.

〈표 4-36〉 YT 조별운영과 Pooling 운영방식의 비교

구 분	YT 조별운영	YT Pooling 운영
운영방식	C/C별로 고정된 YT대수 투입	C/C별로 유동적인 YT 투입
대기시간	조별운영으로 YT의 C/C 대기시간이 많이 발생함	유동적 운영으로 YT의 C/C 대기시간을 상당부분 줄일 수 있음
작업생산성	YT가 특정 C/C에 종속되어 작업의 가용률이 낮음	YT가 여러 C/C에 자유롭게 작업이 투입되므로 장비의 가용률이 높음

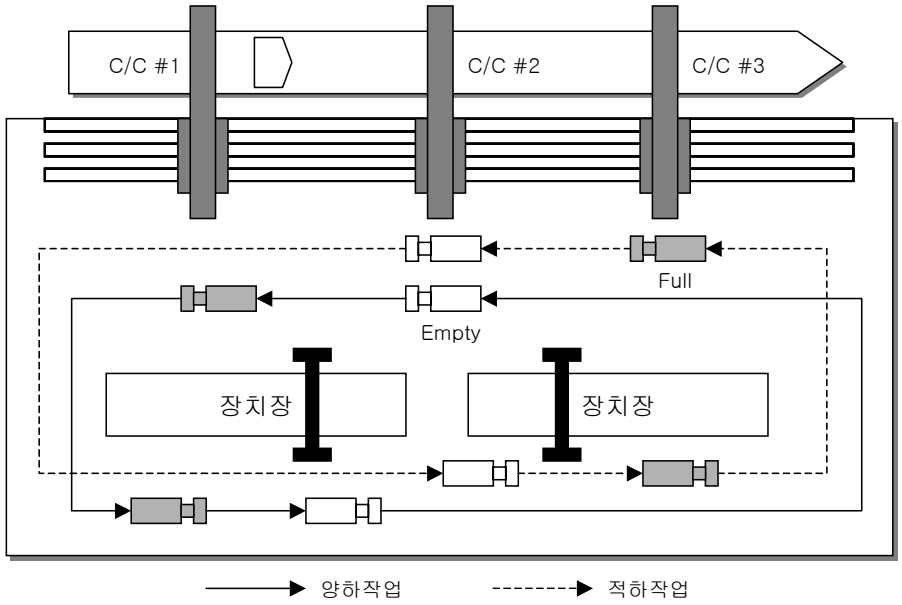
(8) Dual Cycle Operation

① 기존 시스템

기존의 이송장비는 선석의 C/C와 야드 블록간에 1회 운행시 1개의 컨테이너만을 운반하는 단일 싸이클(Single Cycle) 운영 방식이 주로 이용되고 있다. 따라서 이송장비의 양하 및 적하 작업시 전체 운행거리의 약 50%를 컨테이너가 적재되지 않은 공차로 운행되므로 이송장비의 작업효율성이 떨어지는 단점

을 가지고 있다. 기존 시스템에서 이송장비의 선석과 야드간의 운영 개념도는 다음과 같다.

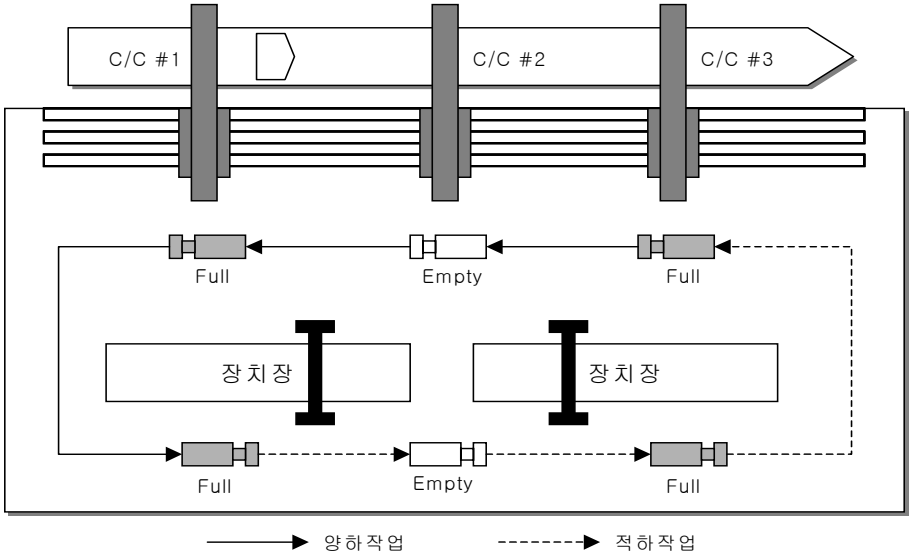
〈그림 4-17〉 이송장비 단일 싸이클 운영 개념도(기존 시스템)



② 리모델링 시스템

기존의 단일 싸이클에 비해 이송장비의 듀얼 싸이클(Dual Cycle) 운영방식은 1회 운행시 양하 및 적하작업을 동시에 수행하는 개념으로 이송장비의 공차운행을 최소화하도록 하는 운행 전략이다. 이 방식은 컨테이너를 장치장까지 운반한 후 다시 적하작업을 위한 컨테이너를 적재하여 안벽으로 운행하는 방식이다. 따라서, 이 방식으로 하역작업을 수행할 경우에 기존의 공차운행의 상당부분을 절감할 수 있고, 일부 선진 터미널에서는 이전부터 본 개념을 도입하여 부분적으로 적용하고 있다. 이송장비의 Dual Cycle 운영방식의 개념도를 살펴보면 다음과 같다.

〈그림 4-18〉 이송장비 Dual Cycle 운영 개념도(리모델링 시스템)



③ 적용성

이 방식을 실제 터미널에 적용하기 위해서는 이송장비의 듀얼 싸이클 운영과 부합되도록 선박의 양적하 작업을 직접 수행하는 C/C의 Dual Operation이 가능해야 한다. 일반적으로 1개 선석으로 운영될 경우에는 적용효과가 낮을 것으로 예상되나, 2개 선석 이상으로 운영될 경우 양하작업을 하는 선석과 적하작업을 하는 선석간에는 이 방식을 적용하면 매우 효율적인 운영이 가능할 것으로 보인다.

〈표 4-37〉 이송장비의 단일 싸이클 운영과 듀얼 싸이클 운영 비교

구 분	단일 싸이클 운영	듀얼 싸이클 운영
운영방식	양하작업후에 적하작업을 수행	양적하 작업을 동시에 수행
차량운행	양하시 장치장→안벽간 공차운행 적하시 안벽→장치장간 공차운행	장치장→장치장⇔안벽→안벽
공차율	50% 가량의 공차운행	30% 이하의 공차운행 기대

현재, 이러한 운영방식은 HIT에서 선구적으로 개발하여 터미널에 적용한 사례가 있으며 이를 통해 장비 및 안벽의 생산성을 높이고 있다. 국내에서는 허치슨 부산터미널에서 HIT의 ITDS(Internal Tractor Deployment System)를 국내 실정에 맞게 도입할 계획으로 있다. 다만, 본 기술은 이송장비의 운영방식 뿐만 아니라 양적하 계획 및 수출입장치계획 등의 계획시스템의 뒷받침이 해결되어야 효과적으로 적용할 수 있기 때문에 적용에 다소 어려움이 있는 것으로 예상되며 부산신항 북측터미널의 3개 선석에서도 본 기술의 적용을 고려중인 것으로 알려져 있다.

⑼ YT 운행대수 증대

① 기존 시스템

국내 터미널의 경우에 이송장비의 평균 보유대수는 33.0대로 C/C당 5.03대의 야드 트랙터를 보유하고 있다. 그러나 이중 실제 본선하역작업시에는 전체 보유대수의 80%인 C/C당 3대~4대의 YT를 배정하고 있어, C/C의 이송장비 대기현상이 상당부분 발생하고 있다. 이것은 곧 안벽생산성 저하의 원인이 되기도 한다. 실제 보유대수에 비해 운행대수 비율이 낮은 것에도 문제가 있으나, 인력절감, 유지보수 및 수리, 고장 등의 이유로 인해 충분한 가동률을 보이지 못하고 있다. 따라서, 기존의 보유대수와 인력보충을 근본적으로 높여 작업에 투입할 수 있도록 할 필요가 있다.

다음은 국내 컨테이너터미널의 이송장비 보유대수를 정리한 것이다.

〈표 4-38〉 국내 터미널의 YT 보유대수 현황

	C/C 보유대수	YT 보유대수	C/C당 YT대수	순위
신선대	13기	73대	5.62대	3위
허치슨부산	14기	63대	4.50대	7위
세방감만	4기	15대	3.75대	9위
한진감만	3기	21대	7.00대	1위

〈표 4-38〉 계속

	C/C 보유대수	YT 보유대수	C/C당 YT대수	순위
허치슨감만	4기	23대	5.75대	2위
대한통운감만	4기	21대	5.25대	4위
동부신감만	7기	36대	5.14대	5위
한진감천	5기	21대	4.20대	8위
우암	5기	24대	4.80대	6위
평균	6.6기	33.0대	5.03대	-

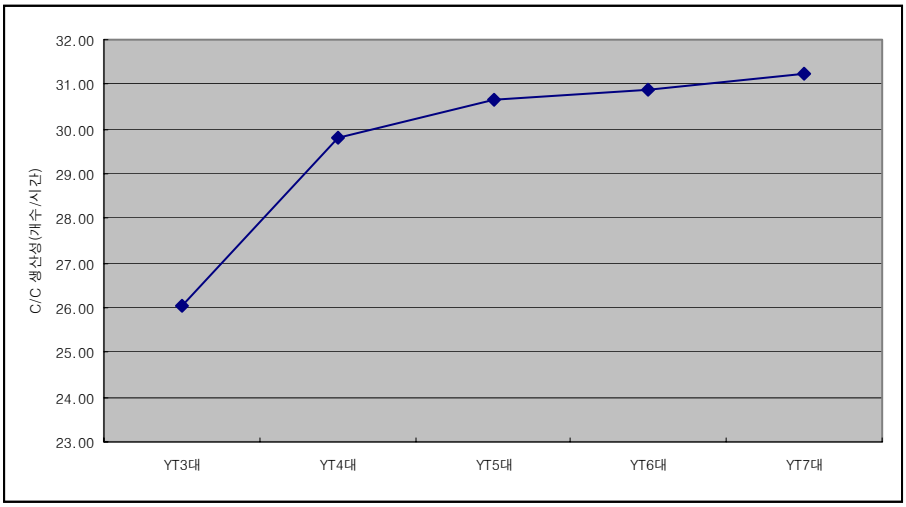
② 리모델링 시스템

이송장비의 보유대수를 높임과 동시에 적정운행대수가 고려되어야 할 필요가 있다. C/C당 적정운행대수에 대해서는 기존 연구에서 다소 지적된 바 있으며, 이송장비의 운행거리와 운행속도에 따라서도 적정운행대수도 달라지는 특징을 가지기도 한다. 그러나, 국내 대부분의 터미널에서 양적하 작업시 거의 일정한 운행거리를 가지는데 이것은 터미널의 블록 레이아웃의 구조가 서로 유사하기 때문이다. 또한 운행속도에 있어서도 터미널 내부의 안전 운행속도인 20km/hr가 규정되어 있기 때문에 동등한 조건이라고 볼 수 있어 터미널 마다 YT 적정운행대수는 거의 동일하다고 할 수 있겠다. 이러한 상황에서 C/C당 적정한 YT 보유대수를 산정함으로써 효율적인 하역작업이 가능할 것으로 보인다.

한편, C/C당 YT 적정운행대수는 기존의 실적 경험에 의해 손쉽게 산출할 수도 있으나, 이에는 시뮬레이션 분석기법을 활용할 수 있다. 시뮬레이션 기법을 사용하면, 보유대수와 터미널 장치장 배치형태에 따른 민감도 분석이 가능하기 때문에 나름대로 융통성이 있다.

다음은 C/C당 YT 적정운행대수 산출을 위한 시뮬레이션 분석의 한 예시를 보여주고 있다.

〈그림 4-19〉 YT 대수 증가에 따른 C/C 생산성 그래프(RTGC 15대)



제시된 예제는 YT 운행대수와 C/C 생산성간의 민감도 분석을 나타낸 것으로 C/C당 4대까지 YT를 배정할 경우에는 안벽의 C/C 생산성이 효과적으로 증가하는 결과가 나타나나, 5대 이상부터는 체감현상이 발생하는 것을 보여주고 있다. 이는 C/C당 YT 4대 정도를 배정하는 것이 투입대비 효과면에서 가장 적합하다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

한편, 국내 터미널의 이송장비 보유현황에서도 실제 YT의 보유대수는 C/C당 평균 5.03대로 적정대수인 4~5대 수준이라 할 수 있다. 그러나, 실제 현장에서 작업시 투입되는 운행대수는 운영여유율을 감안하여 보유대수의 70~80%[24] 수준인 C/C당 3~4대 정도가 배정되고 있는 상황이다.[25]

따라서, 앞서 시뮬레이션 분석과 같이 C/C당 적정운행대수 4~5대를 유지하고 운영여유율을 고려하면 현재의 터미널의 이송장비인 YT의 보유대수와 인력투입을 높여야 할 것으로 보이며, 이렇게 함으로써 안벽의 하역생산성을 제고할 수 있을 것이다.

24) 터미널 설계기준에서 이송장비의 유지보수로 운행대수의 20%를 여유분을 산정함
25) 이것은 차량의 유지보수, 수리, 고장, 인건비 등의 이유에서 발생함

3) 야드시스템 대안의 기술검토

(1) 장치공간 증대

① 기존 시스템

터미널의 야드생산성을 향상시키는 방안중의 하나로 기존의 부족한 장치공간을 증가시키는 것을 들 수 있다. 이와 같은 장치공간의 부족은 야드의 하역생산성을 저하시키는 원인으로 작용하는데 기존의 자성대는 개장 당시 야드하역시스템으로 스트래들 캐리어와 TC시스템을 겸용으로 운영하다 장치공간의 부족과 생산성 향상측면에서 전면 TC시스템으로 교체한 바 있다.[26)]

현재, 국내 터미널의 경우 대부분이 컨테이너 블록의 구조를 6열 4단으로 운영하고 있으며, 블록의 크기도 다소 소규모인 20베이 수준에 머물고 있어 공간활용도가 낮은 상태이다. 이러한 여건에서 국내(부산항) 터미널의 대부분은 장치장 공간의 부족현상을 보이고 있으나, 부지확장에 취약점이 많아 대체수단을 강구해야 하는 해결과제를 안고 있다.

다음 내용은 국내 주요터미널의 평균장치율로 선석당 2004년 처리실적치이다.

〈표 4-39〉 국내 주요 터미널의 평균장치율(2004년)

	허치슨부산	허치슨감만	대한통운감만
평균장치율	57.3%	50.0%	71.0%

상위 표에서 최고치를 기록한 대한통운 감만의 경우 적정 장치율이 70%을 상회하는 수치를 보이고 있어 장치공간의 절대부족현상을 단적으로 보여주고

26) S/C시스템은 블록의 열마다 주행레인 공간을 가지기 때문에 단위면적당 TGS가 매우 낮은 편임. 이에 비해 TC시스템은 현재 6열마다 주행레인 공간을 가져 상대적으로 S/C시스템에 비해 많은 장치공간을 확보할 수 있음

있는데, 일반적으로 장치율이 높아지면 야드의 재조작 작업이 증가하여 생산성이 저하된다. 따라서, 기존 터미널의 TC 하역시스템 구조에서는 야드장치율을 60%선에서 적정치로 보고 있다.[27] 따라서, 적정 장치율을 초과할 경우에 평균장치단적수에 비해 컨테이너 재조작작업이 급격히 많아지는 결과를 초래한다.

② 리모델링 시스템

장치공간의 부족을 해결하기 위해서는 근본적으로 장치면적을 확장해야 하나 이 방법 외에도 기존의 블록구조를 개선하여 장치공간을 증대시킬 수 있다. 그 대표적인 것으로 블록의 ① 베이(bay)수 확장, ② 단적(tier)수 확장, ③ 열(row)수 확장을 들 수 있다.

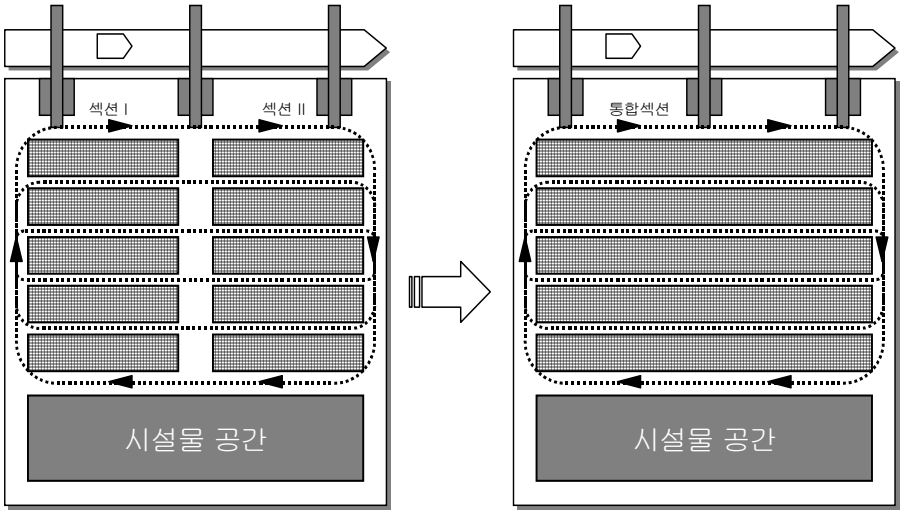
첫째로, 블록의 베이수를 확장하는 것은 터미널의 블록길이를 선석길이 만큼 확장하는 것으로, 예를 들어 감만부두의 경우 블록 1개의 베이수가 22개로 런당 2개의 섹션으로 구성되어 있으나 이를 1개의 블록으로 통합하는 것으로 현재 블록간격 13m～15m를 활용하면 약 2베이의 장치공간을 추가로 확보할 수 있게 된다.[28] 실제 터미널 내부운영에서 블록간격의 빈 공간은 차량의 주행레인으로 거의 사용하지 않고 TC의 블록간 수직 이동시 주행구간으로 활용하고 있어 적용에 큰 무리가 없으나 다만, TC의 수직이동을 줄일 수 있는 장치계획의 보완작업이 필요할 것으로 보인다. 베이확장 방식을 적용할 경우 감만터미널의 장치공간은 기존 대비 약 5%의 바닥면적 확장이 가능할 것으로 보이며 이를 TEU로 환산하면 420TEU 정도의 장치공간을 확보할 수 있다.

---

27) 국내 신규터미널 개발시 컨테이너 유형별 적정 장치율은 적컨테이너 57%, 공컨테이너 75%, 냉동컨테이너 75%로 간주하여 장치공간 계획을 수립하고 있음

28) 터미널의 블록설계는 이송장비의 동선체계와 연관되어 블록의 길이를 선석단위로 설계하는 것이 일반화 되어 있으며, 국내터미널도 허치슨, 신감만, 감천 등이 선석단위의 블록길이를 가지고 있음. 특히, 감천의 경우 JWD사에서 설계한 것으로 블록의 베이수가 40개이며, 부산신항의 경우도 선석길이 단위로 블록구조로 설계되어 있음

〈그림 4-20〉 베이수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도



〈표 4-40〉 베이수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 감만)

	기존 시스템	리모델링 시스템
런수	10개	10개
섹션수	2개	1개
블록수	20개	10개
블록별 베이수	22베이	46베이
블록 열수	6열	6열
블록 단적수(유효단적)	3.5단	3.5단
총 계획 TGS	2,640TGS	2,760TGS
총 장치능력(TEU)	9,240TEU	9,660TEU
상대비율	100%	105%

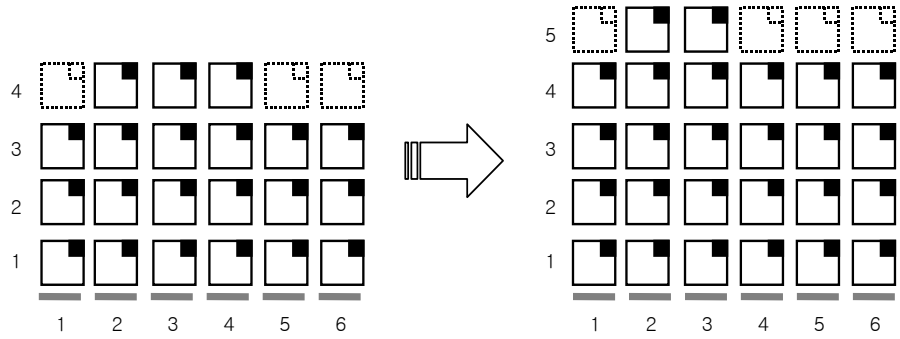
둘째로, 블록의 단적 수를 확장하는 것으로 터미널의 바닥면적에 여유가 없을 경우 장치공간의 증대 방안이다. 그러나, 이 방법은 평균단적수가 기존의

3.5단에서 4.3단으로 증가함에 따른 컨테이너 재조작비율을 감안해야 한다.[29] 또한, 야드장비인 TC의 가능 작업단적수도 동시에 증가시키는 방안을 검토할 필요가 있다.[30] 하지만, 기존의 평면배치에 거의 변경을 가하지 않고 장치공간을 증대시킬 수 있다는 측면에서 효과적인 대안으로 볼 수 있다.

〈표 4-41〉 단적수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 일반)

	기존 시스템	리모델링 시스템
설계열수	6열	6열
설계단적	4단.	5단
유효단적	3.5단	4.3단
장치공간(1베이)	21TEU	26TEU
상대비율	100%	124%

〈그림 4-21〉 단적수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도



셋째로, 블록의 열수를 확장하는 것으로 터미널의 블록레이아웃뿐만 아니라 차량 동선체계, TC 장비보수 등의 추가 보완작업을 상당히 요하는 방법이다.

29) 현재 국내의 경우 허치슨부산터미널에서 일부 블록의 단적수를 1단 증가시킨 사례가 있음. 이 경우 TC의 작업가능단적(1 over 4)을 1단적 증가(1 over 5)시키기 위해 수리한 것으로 조사되었음

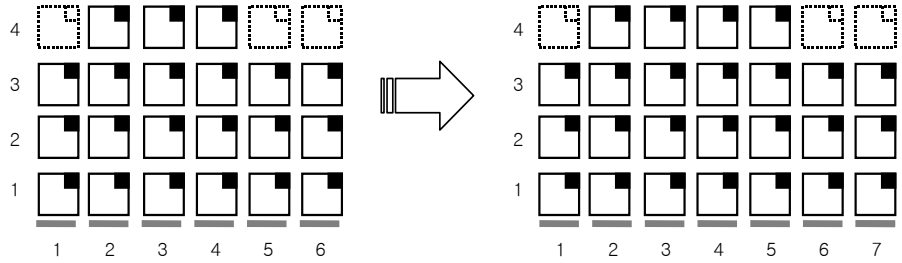
30) 국내 일부터미널에 도입된 TC 중에는 실제 작업가능 단적수가 1 over 4 이상의 제원을 가진 곳이 일부 있음

그러나, 베이수 확장이 곤란하고, 단적수 확장시와 같은 재조작 비율 증가문제에 따른 야드생산성의 저하[31]가 우려될 경우에 한번쯤 고려해 볼 만하다.

〈표 4-42〉 열수 확장에 따른 장치공간 확보율(적용예: 일반)

	기존 시스템	리모델링 시스템
설계열수	6열	7열
설계단적	4단	4단
유효단적	3.50단	3.57단
장치공간(1베이)	21TEU	25TEU
상대비율	100%	119%

〈그림 4-22〉 열수 확장에 따른 장치공간 확충 개념도



(2) 장비대수 증대

① 기존 시스템

국내 터미널 하역시설에서 야드하역장비인 TC의 보유대수를 ① C/C대수에 대한 TC 보유비율측면과 ② 야드면적에 대한 TC 보유대수측면의 2가지 기준에서 분석하면 다음과 같다.

31) 이것은 블록의 단적수가 증가하면 컨테이너 재조작이 많아지므로 TC의 하역작업에 소요되는 시간이 증가하기 때문임

〈표 4-43〉 국내 터미널의 TC 보유대수 현황

	C/C대수 (C)	TC대수 (T)	야드면적 (Y)	보유율-I (T÷C)	보유율-II (Y÷T)
신선대	13기	32	711,747㎡	2.46	22,242㎡
허치슨부산	14기	32	394,000㎡	2.29	12,313㎡
세방감만	4기	10	84,000㎡	2.50	8,400㎡
한진감만	3기	11	84,000㎡	3.67	7,636㎡
허치슨감만	4기	10	84,000㎡	2.50	8,400㎡
대한통운감만	4기	10	84,000㎡	2.50	8,400㎡
동부신감만	7기	17	153,490㎡	2.43	9,029㎡
한진감천	5기	12	85,561㎡	2.40	7,130㎡
우암	5기	13	156,000㎡	2.60	12,000㎡
평균	6.6기	16.3	-	2.49	-

분석 내용에서 ① C/C대수에 대한 TC 보유율-I은 한진감만(3.67대)이 가장 높고 허치슨부산터미널(2.29대)이 가장 낮은 것으로 분석되며, ② 야드면적에 대한 TC 보유율-II 또한 한진감만이 TC 1대당 담당하는 야드면적의 크기가 작은 것으로 나타났다.

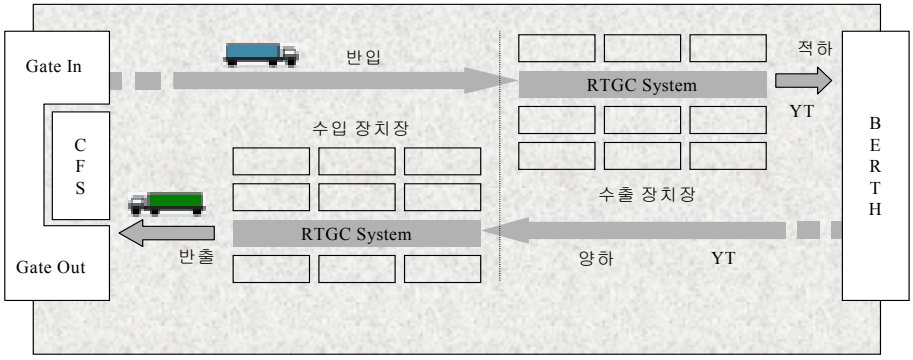
일반적으로, TC 보유율이 높을수록 본선작업과 반출입 서비스를 원활하게 수행할 수 있다. 이러한 측면에서 상대적으로 TC 보유율이 낮은 기타 터미널의 경우 C/C대수와 야드면적에 대한 TC 보유율을 높일 필요가 있다.

② 리모델링 시스템

터미널의 장치장 하역시스템은 아래 그림과 같이 하역장비인 TC가 본선작업 외에 반출입서비스를 동시에 수행하는 작업상황으로 구성되어 있다. 따라서, TC는 이 2가지 작업상황을 동시에 고려하여 적정비율을 가져갈 필요가 있다.[32)]

32) 국내외 주요 항만의 하역생산성에 대해 홍콩항을 100으로 간주했을 경우 싱가포르 96, 카오슝 93, 부산항 77로 국내 항만의 생산성이 상대적으로 낮은 것으로 조사되고 있음. 이러한 하역생산성 저하의 대표적인 원인으로 야드장비 부족을 들 수 있는데 특히, 안벽장비대수에 비해 야드장비의 보유수량이 국내의 경우 평균 2.49대에 불과하나, 홍콩은 3.84대, 싱가포르는 3.25대 수준으로 매우 높은 보유율을 가지고 있음. 따라서 안벽생산성 제고를 위해 TC의 보유율을 높일 필요가 있음

〈그림 4-23〉 장치장 하역시스템(RTGC) 구조



이것은 터미널의 연간처리능력, C/C 투입대수 및 야드 레이아웃배치, 외부트럭 도착분포 및 도착대수 등의 각종자료를 토대로 TC의 적정보유대수를 분석해야 함을 의미하며 이러한 분석기법 중에는 시뮬레이션이 유용하게 적용될 수 있다.

한 예로, 국내 감만터미널의 4개 선석은 운영사별로 1개 선석씩 배타적으로 운영되고 있는데, 터미널 시설에서는 거의 동일한 구조를 가지고 있으나, 연간처리물량이 상이하고 보유 C/C대수가 다르게 때문에 TC 적정보유대수도 달라지게 되며, 또한, 연간처리물량에 따라 반출입 작업물량도 달라지는 점을 충분히 고려하여 TC의 적정보유대수를 결정해야 한다.

〈표 4-44〉 감만터미널 운영사별 작업환경 현황에 따른 장비도입 검토안

	처리물량 (2004년)	일일반출입 차량도착수	C/C대수 (C)	TC대수(T)		TC장비대수 추가도입여부
				기존	보유율(T÷C)	
세방감만	568천 TEU	1,044대	4기	10	2.50	○
한진감만	639천 TEU	1,174대	3기	11	3.67	△
허치슨감만	721천 TEU	1,325대	4기	10	2.50	○
대한통운감만	874천 TEU	1,606대	4기	10	2.50	◎

주 : ◎(매우필요), ○(필요), △(불필요)

따라서, 단순히 C/C와 TC의 상대적 비율만 적용하여 TC의 적정보유대수를 결정하기보다는 대상 터미널의 종합적인 작업환경을 고려하여 산출되어야 하며, 터미널 기본 및 상세 설계에서도 장비의 보유수준을 경험적 자료에 기초하기 보다는 좀더 수리적인 분석을 통하여 효율적으로 결정하도록 해야 할 것이다.

(3) 장비성능 제고

① 기존 시스템

국내 터미널의 야드 주력 하역장비는 TC로, 6열 4단 블록구조에 적합하도록 설계되고 있다. 현재 이 장비의 기계적 성능은 안벽장비인 C/C보다 짧은 작업선회거리를 가지지만 호이스트와 트롤리의 성능이 떨어져 기계적 생산성이 상당히 낮은 편으로 약 시간당 25개만을 처리하는 수준이다.

〈표 4-45〉 기존 터미널 TC의 기계적 성능

구 분		기계적 성능
호이스트 속도	부하시	17 (m/min)
	무부하시	34 (m/min)
트롤리 속도		70 (m/min)
갠트리 속도	부하시	60 (m/min)
	무부하시	90 (m/min)
기계적 생산성		- 6열 4단 블록작업시를 고려 - 약 25(lift/h)

이러한 TC의 단위생산성인 기계적 생산성이 작업형태에 비해 매우 낮기 때문에 터미널마다 TC 장비대수가 많이 필요하게 되며, 반대로 장비대수의 과다투입은 야드하역작업이 장비간 간섭이 증가하여 작업의 지장을 초래한다. 또한, 장비운영인력이나, 유지보수비용 등의 부담도 가중되는 문제점을 야기하는

점에서 장비투입대수의 제약도 따르게 된다.

따라서, TC의 단위성능을 제고시켜 야드작업 생산성을 향상시키는 방법을 강구할 필요가 있다.

② 리모델링 시스템

TC 장비의 낮은 사양은 터미널 개장당시 장비제작기술, 구입비용 등의 이유로 낮게 설정된 것으로 볼 수 있다. 그러나, 현재에는 장비제작기술과 성능수준이 매우 높아졌으며, 비용적인 측면에서도 많은 개선이 이루어졌음을 감안할 때 신규장비 구입보다는 성능개선을 통한 야드하역 생산성을 높이는 방안이 유리할 수 있다.

현재, 국내 신규 항만건설시 도입되는 야드장비 TC의 기계적 성능은 호이스트, 트롤리, 갠트리 속도에 있어서 상당부분 향상되어 단위작업생산성인 기계적 생산성이 기존의 시간당 25개에서 34개 수준으로 기계적 성능이 약 38% 개선되었으며, 야드의 블록 주행속도에서도 평균 49%의 향상이 이루어져 하역작업시 블록 이동이 빈번한 TC의 작업에 상당히 유리하다고 할 수 있겠다.

〈표 4-46〉 TC의 개선된 기계적 성능

구 분		기계적 성능	향상치
호이스트 속도	부하시	25 (m/min)	47% ↑
	무부하시	50 (m/min)	47% ↑
트롤리 속도		70 (m/min)	-
갠트리 속도	부하시	90 (m/min)	50% ↑
	무부하시	134 (m/min)	48% ↑
기계적 생산성		• 6열 4단 블록작업시를 고려 • 약 34.55 (lift/hr)	38% ↑

(4) 시설배치 재정립

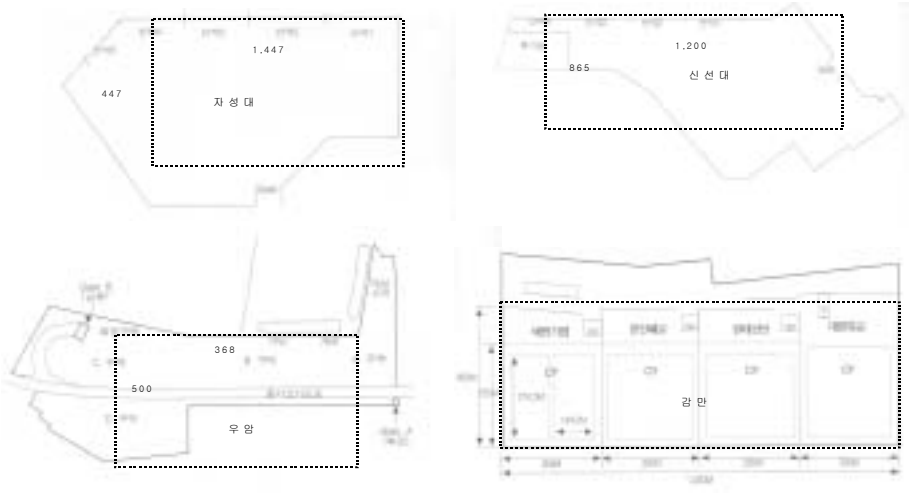
① 대안 개요

부산신항만과 광양항과 같이 최근에 건설되는 컨테이너터미널은 대부분 350m×600m의 직사각형 형태를 갖는다.

직사각형 형태는 가장 효율적으로 공간 이용이 가능한 형태이며, 차량의 이동, 블록의 배치, 베이 수, 공간의 활동 등의 물류, 운영적 측면에서 뛰어난 형태이다. 따라서, 최근에 개발되는 대부분의 터미널에서 사용되고 있다. 그러나, 현재 감만터미널을 제외한 부산항의 대부분의 터미널들은 좁은 공간에 기형적인 다각형의 형태로 평면배치가 이루어져 있어서 장치장의 활용도가 낮거나, 차량의 동선이 길어지는 등의 문제가 있다. 또한, 내부시설물의 배치도 상황에 따라 추가, 증설이 이루어져서 효율적인 항만운영지원 또는 생산성 향상에 어려움이 있다.

이에 따라, 컨테이너터미널의 시설배치를 재정립하여 효율적이고 생산성 높은 항만운영을 이루어야 한다.

〈그림 4-24〉 자성대, 신선대, 우암, 감만터미널의 평면배치 레이아웃



② 효과 분석

시설물 재정립은 운영측면에서는 장치공간을 효율적으로 사용하여 TGS수를 증가시킬 수 있으며, 블록을 길게 배치할 수 있어서 투입장비의 작업효율성을 높일 수 있다.

시설측면에서는 시설물배치의 효율화로 원활한 항만운영의 지원이 가능해진다. 또한, 간단한 배치형태로 터미널 내부 동선이 간결해진다. 장비측면에서는 이동시간이 단축되어 YT의 생산성을 높일 수 있으므로, 투입대수를 감소시킬 수 있다.

〈표 4-47〉 시설배치 재정립의 효과

구 분	시설배치 재정립 효과
운영	• 장치공간 효율적 사용, TGS수 증가 • 블록길이 증대로 장비 효율적 사용
시설	• 항만운영지원 원활/동선간결
장비	• 생산성 향상 • 투입대수 감소

(5) 고단적재시스템

① 기존 시스템

현재 국내 터미널의 장치장 하역시스템은 자성대 터미널(현재, 허치슨 부산터미널)의 경우 개장 당시 일시적으로 스트래들 캐리어를 이용하였으나, 토지이용률을 높이기 위해서 TC시스템으로 교체하여 현재까지 사용하고 있으며, 운영중인 국내 터미널에서 이 시스템을 장치장 하역시스템으로 적용하고 있다.

그러나, 최근에 와서 부산항의 터미널 야드장치공간의 부족현상이 점차 심화되어 야드의 하역생산성 저하요인으로 작용하고 있으나, 협소한 부지면적의 확장에 어려움이 있어 근본적인 대책이 필요한 실정이다.

이에, 동일한 부지면적에 장치공간을 획기적으로 증가시킬 수 있는 기술개발대안으로 고단적재시스템의 개념이 터미널에 도입되고 있는 추세이다.

② 리모델링 시스템

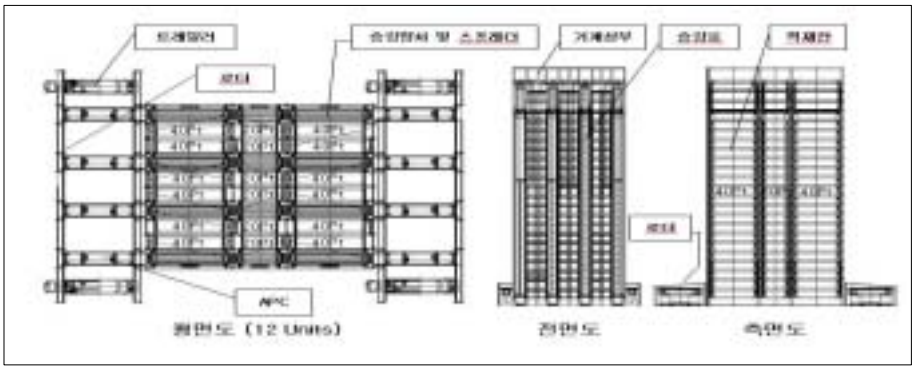
고단적재시스템(HSS: High-stack Storage System)은 기존의 국내 터미널 TC 하역시스템의 장치면적에 최대 4~5배로 장치공간을 늘릴 수 있는 방안으로 창고형시스템을 도입하는 방안이다. 이 시스템은 20~30단 이상의 컨테이너 고단적재가 가능한 구조물을 이용하는 것으로, 야드 생산성도 기존의 TC시스템에 비해 우수한 성능으로 설계된 시스템이다.

고단적재시스템과 기존 장치시스템의 차별성을 요약하면 다음과 같다.

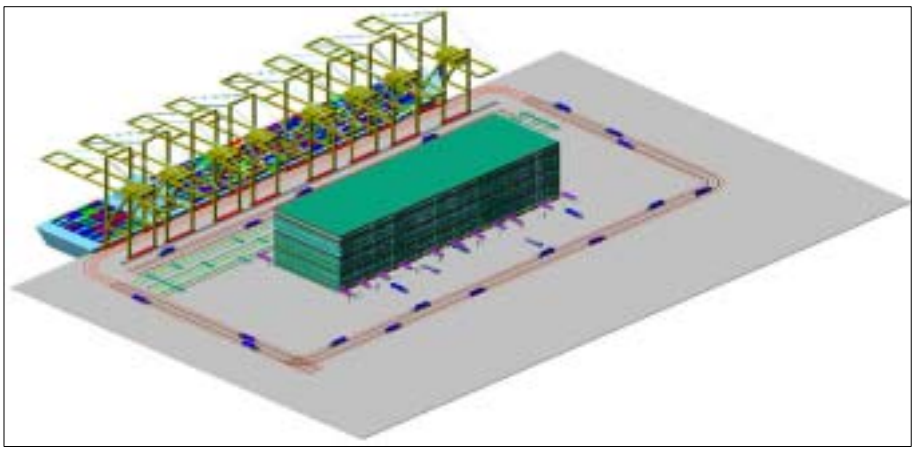
〈표 4-48〉 기존시스템과 고단적재시스템의 차별성

구 분	기존 적재시스템	고단적적재시스템
공간점유	장치공간부족 문제	장치공간에 거의 제약 없음
장치용량	RTGC를 이용한 4단적으로 제한	고단(30단까지)적재로 대용량
작업관리	빈번한 재작업 발생	재작업 발생 적음
핵심기술	수작업 위주의 장치장계획	인공지능을 통한 무인화 제어기술
비용	장치장에서 평균 2.5회 취급비용	1회 취급으로 취급비용 절감
서비스	무료장치기간 제약	무료장치기간 연장 가능

〈그림 4-25〉 고단적재시스템 설계 개념도(구성모듈)



〈그림 4-26〉 고단적재시스템 적용 개념도



(6) 전기식 TC

① 기존 시스템

현재, 재래식 컨테이너터미널에서 사용되는 TC는 유류를 사용하는 디젤엔진으로 구동되는 방식이다. 이러한 구동 동력을 유류가 아닌 전기로 대체할 경우에 연료비를 기존보다 상당히 절감할 수 있는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 큰 기술적 어려움 없이 현재 기술수준으로도 TC의 동력을 디젤엔진에서 전기로 리모델링 할 수 있다.

② 리모델링 시스템

전기의 입력전압은 3,300V~6,600V이며, 어스전압은 440~460KV가 될 것으로 예상된다. 그리고 전기공급은 공중에서 인입선을 통해서 공급받으며, 그 물형 구조의 전기 공급선을 공중에 구성하여 블록간 횡 이동시에도 전력이 공급되도록 하여야 한다.

현재 TC 운영상 1주일에 TC 1대가 1천~1천4백 리터의 유류를 소모하므로 연간 약 5천만원의 연료비를 소모하고 있다. 이러한 유류를 사용하는 기존 TC

의 전기구동방식으로의 교체비용은 대당 3천만원이 소요될 것으로 예상되며, 유지보수비가 획기적으로 감소될 것이다. 전기식 TC로 교체할 경우 1년의 운영기간을 가지더라도 교체비용을 제하고도 많은 비용절감이 예상된다.

특히, 디젤엔진을 계속 사용할 경우 유가 상승으로 인한 연료비 부담이 증가하고 환경오염에 대한 규제에 대응해야 하는 문제점을 가지고 있다.

4) IT시스템 대안의 기술검토

(1) 게이트자동화

① 기술 개요

게이트처리업무와 관련해서 국내 터미널에 적용된 운영기술은 크게 바코드(Bar-code)기술과 영상인식(Image Recognition System)기술 2가지이며, 게이트 운영의 효율측면에서 영상인식기술도입이 추진되고 있으나 아직까지는 바코드방식을 더 선호하고 있는 상황이다.

영상인식기술은 대표적인 자동화 기술로 국내에서는 허치슨부산, 한진감천터미널이 영상인식기술의 운영경험이 있다. 그러나, 컨테이너 손상여부(Damage Check)의 정확성에 취약점이 있어 아직까지 인력에 많이 의존하고 있다.

게이트 업무와 관련한 자동화 기술도입 주된 목표는 다음과 같다.

〈표 4-49〉 게이트자동화 기술도입 목표

구 분	내 용
목 표	• 게이트의 인력의존도를 낮춤 • 관련 정보의 정확하고 신속한 처리 • 완전 무인화 또는 부분적 무인화 달성
주안점	• 자동처리를 위한 업무의 표준화 작업 필요 • 작업의 성격에 따라 최소한의 게이트 업무만을 재정의 • 업무분쟁을 해소하기 위한 명확한 증빙서류 체계 구축

상위 내용에서 게이트자동화 기술도입의 가장 큰 이유는 관련정보의 정확하고 신속한 입수 및 처리이다. 이것은 컨테이너 반입·반출에 의해서 터미널에서의 모든 하역작업이 시작되고 종료되기 때문이다. 따라서, 게이트 업무에 있어 자동화 기술 도입은 정보의 정확성이 가장 우선시되며, 이를 신속하게 터미널 관련업무와 연계시킬 수 있어야 한다.

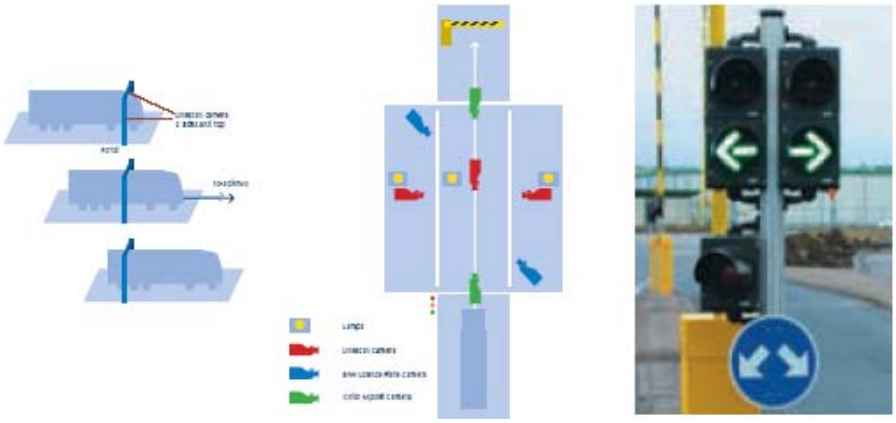
이러한 연동체계성의 이유로 게이트자동화 기술은 통합운영시스템으로 구축되는 추세이며, SeeGate System, SuperGate System, SYNAPSE+ AGS 등과 같은 통합시스템의 패키지로 전문업체에서 제공되고 있다.

〈표 4-50〉 통합게이트자동화시스템

구 분	시스템 기능
SeeGate System	• Hi-Tech 사에서 개발(이스라엘)된 문자인식 자동화 시스템 • H/W와 S/W를 통합하여 제공/신속성 제고(반출입소요시간 10초) • 입출구 레인별로 설치 가능하며 차량기사, 차량번호, 화물 손상유무 파악이 가능하며 보완성을 높인 게이트 시스템 • 기상여건에 영향이 적으며 시속 30km의 차량주행에도 인식이 가능함 • 시스템 설치시 가격대를 맞춘 시스템(25만 달러 정도)134 • 라인스캔과 배열 스캔 카메라를 동시에 사용하여 정보인식의 에러율을 2% 이내로 줄임 • LA항(12개 레인설치), 롱비치항(68기 발주), San Pedro 터미널(56레인 발주)에 적용됨
SuperGate System	• Camco Technologies 사에서 개발(벨기에)한 네트웍 연동의 시스템 • 별도의 PC-hardware 설치가 필요 없고 설치시 공간 사용을 최소화함 • 컨테이너 ID코드, 트럭 라이센스 플랫번호, 샤시 번호 자동 인식 • 레인별로 설치가 가능하여 선별설치가 좋음(7개의 CCD Camera 설치) • 10초 이내에 업무처리가 가능하며 H/W, S/W의 통합 설치 • 연속적인 노출방식을 사용하여 저에너지 소비 • 높은 정비수준 및 저비용의 시스템 구축가능 • 한 대의 PC에서 여러개의 레인을 통합 관리함
SYNAPSE+ AGS	• Nascent Software 사에서 개발(미국) • OCR/CCR 기술을 접목하여 차량인식 및 화물손상 파악 • 컨테이너 및 샤시에 대한 95%의 인식율 보장 • H/W, S/W, Cable 설치 모두 제공/일기변화에 상관없이 운영이 가능 • PC 기반의 간단한 조작으로 운영이 가능 • TOS/Hoist System과 손쉬운 연결이 가능(인터넷 포함) • 자동처리 뿐만 아니라 인력에 의한 Remote 운영이 가능 • 하드웨어 설치에 고비용이 소요됨 • North American, Caribbean, Sealand, CSX 에 적용됨

〈그림 4-27〉 Nascent Software사의 SYNAPSE+ AGS

〈그림 4-28〉 Camco Technologies사의 SuperGate System



(2) 안벽자동화

안벽자동화 기술은 크게 계획자동화와 통제자동화 기술로 구분할 수 있다. 계획자동화는 입항선박에 대한 선석배정계획, 컨테이너 양적하를 위한 본선하역계획이 주된 업무로 이와 관련한 자동화 계획시스템이 전문업체에서 개발·제공되고 있다. 통제자동화는 주로 안벽하역생산성을 높이기 위한 기술로써, C/C의 작업통제, 가동률제고, 안전성 등을 제어하는 것으로 GPS(Global Positioning System)기술, 영상인식기술, 고장진단기술(CMS, Crane Management System)을 제공하는 시스템이 개발되어 있다.

안벽장비 및 안벽하역시스템에 적용할 수 있는 몇 가지 자동화 기술을 요약

하면 다음과 같다.

〈표 4-51〉 안벽자동화 기술

기술항목	기술내용
안티스큐	• 안벽장비에 부착된 스프레더의 비틀림 방지 기술 • 센서 및 제어장치를 장비에 부착하여 컨테이너 콘 착지가 용이함 • 선박 양적하 작업싸이클을 단축시킬 수 있음
원터치 Key	• 트롤리의 육측이동시 작업레인으로 이동시키는 원터치 Key 시스템 • 현재 오퍼레이터에 의한 유인작업으로 정확한 포지셔닝에 시간이 다소 걸리나 본 기술 적용시 시간단축효과 및 작업이 용이해짐
컨테이너 번호 인식	• 안벽장비에 문자인식 카메라를 부착하여 선박에 위치한 컨테이너 번호를 하역과 동시에 인식
고장 진단시스템	• 안벽장비의 주요 Parameter(속도, 위치, Bypass)를 원격 조정 • 자가진단이 가능(고장검출, 분석, 수리방안 제공) • 고장당시 상황을 정확히 해석할 수 있는 정보 제공
섀시위치 검출시스템	• 안벽주행레인에 위치한 야드샤시의 정확한 위치를 감시하는 기술 • 주행레인의 스캐닝을 통한 정확한 위치 정보를 추출 • 안벽장비의 육측작업을 완전자동화하여 작업생산성을 높일 수 있음

현재 이들 안벽자동화 기술은 국내에 적용된 바는 없으나, 일부 선진 터미널에서 검토되고 있거나 개발 중이며, 국내의 경우에도 부산신항만에 안벽장비에 대한 섀시위치검출시스템 구축, GPS 기술을 적용한 장비위치제어, 최단거리 운전, 원격장비 상시감시시스템 구축을 계획 중이다.

(3) 야드자동화

야드자동화 기술은 야드의 작업상황 파악 및 인력절감 등의 효과를 거둘 수 있는 야드통제기술로써 터미널내의 장치장 상황, 반출입 차량의 작업상황 및 하역장비의 작업위치정보를 중앙관제실에서 원활히 통제할 수 있도록 야드장비를 원격제어하는 기술에 초점을 두고 있다.

〈표 4-52〉 야드작업통제를 위한 야드자동화의 효과

구 분	내 용
신속·정확한 작업처리	• 작업처리와 동시에 연계된 표준 운영시스템, 게이트 자동화 시스템으로 연동처리가 가능함
업무능률의 향상	• 직접적인 연계시스템으로 각종 통계자료와 현황자료를 실시간으로 제공할 수 있음 • 현장에서 직접 각종 통계와 현황 자료를 조회하여 업무를 능동적으로 처리할 수 있음
타 시스템과의 원활한 연계	• 게이트 자동화 시스템, 표준운영시스템과 실시간 연동함으로써 정보의 실시간 처리가 가능 • 타기관과의 연계가 필요한 시스템으로 정보의 실시간 전송이 가능함

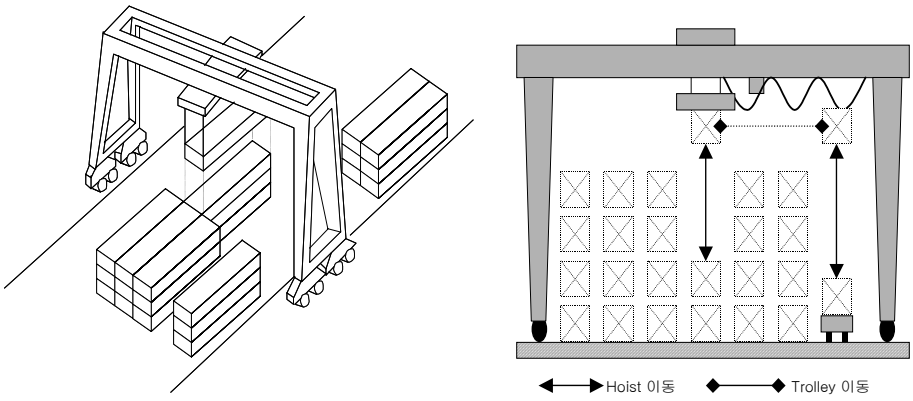
야드 장비의 효율적인 제어를 위해 HKT에서는 현 위치정보를 추적하기 위한 자동 검출장치(Automatic Position Identification System, APIS)를 도입하고 있으며, 이 시스템은 실질적인 자동화 운영이 가능한 것으로 평가되고 있다. 야드자동화를 위한 야드장비 및 야드하역시스템에 적용할 수 있는 몇 가지 자동화 기술을 요약하면 다음과 같다.

〈표 4-53〉 야드자동화 기술 대안

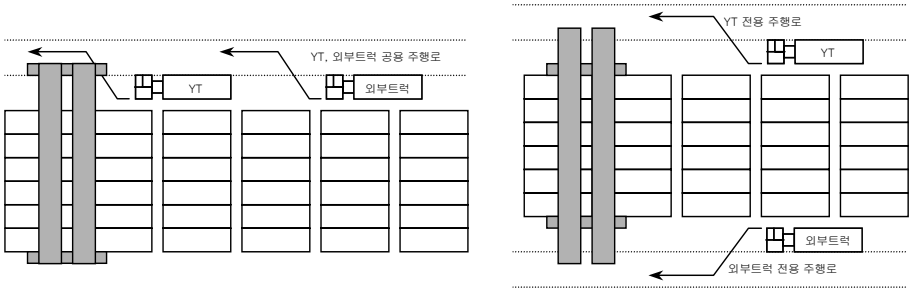
기술항목	기술내용
Hoist 자동화	• TC의 호이스트가 상승 또는 하강 운전시 자동위치를 감지하는 장치를 도입하여 작업속도를 높일 수 있음 • 야드하역작업의 안전성을 높일 수 있음[33]
Trolley 자동화	• YT의 섀시 및 작업컨테이너의 위치를 검출하여 자동 주행 및 정지가 가능한 기술
RMGC에 의한 원격제어	• 기존의 RTGC(Rubber Tired Gantry Crane) 방식의 야드장비는 블록이동 주행을 원격제어하기 어려움 • 블록의 레인을 통해 주행가능한 RMGC(Rail Mounted Gantry Crane)를 도입함으로써 원격제어가 가능함 • 1명의 작업자가 원격제어실에서 3~4대를 운영할 수 있어 인력절감이 기대됨 • YT와 외부트럭의 동선을 분리하여 통행흐름을 원활히 할 수 있음

33) 터미널의 블록은 열(row)과 단적(tier) 의 바닥장치(Ground Slot)로 구성되어 있어 다단적으로 장치된 컨테이너를 적입·적출할때 인접 열의 컨테이너와 충돌이 발생할 수 있어 안전에 위험성이 노출되어 있음

〈그림 4-29〉 TC의 블록작업시 구성(Hoist 및 Trolley 구동형태)



〈그림 4-30〉 RTGC와 RMGC 야드장비의 블록작업형태 비교



(4) 실시간 터미널 모니터링

① 기존 시스템

현재 국내 터미널의 종합관제시스템은 과거에 비해 계속적으로 개선이 이루어지고 있다. 그러나, 아직까지 계획에 의한 현장 작업완료 후 통보식의 형식에 크게 의존하고 있어 현장 작업시 각종 문제발생 등에 대처하는 수준은 낮은 편이라 할 수 있다.

이러한 것들은 터미널의 중앙관제실의 작업모니터링 기술이 아직까지 인력에 의한 의존도가 높고, CCD 카메라에 의한 부분적·일시적인 모니터링 단계

에 있기 때문에 향후에는 종합관제가 터미널의 전면적・실시간 모니터링 수준으로 보완되어야 한다. 또한, 모니터링에서 얻어진 각종 정보를 토대로 작업의 실시간 통제 및 해결도 처리가능 하도록 하여야 할 것이다.

현재, 국내 터미널의 종합관제시스템에서 다루어지는 운영상에 발생하는 몇 가지 문제들에 대한 해결방식을 정리한 것이다.

〈표 4-54〉 터미널 운영상 문제 및 해결방식의 예

운영 문제	현 수준
• C/C간 작업 Hatch의 시간대 중복현상 • C/C 장비간의 간섭문제	• 신호수 및 C/C 장비기사에 의한 문제해결 후 관제실에 통보
• 미반입 컨테이너 발생 • TC 장비간의 충돌 및 간섭문제 • 컨테이너의 작업 순서 변경	• TC 장비기사에 의해 문제해결 후 관제실 통보
• 차량의 운행 중 블록내 혼잡문제 • 반출입 컨테이너의 부재	• 차량기사 및 관제실에 의한 문제해결

② 리모델링 시스템

컨테이너터미널의 종합관제시스템의 근간이 되는 기술이 실시간 모니터링 시스템이라 할 수 있다. 실시간 모니터링은 터미널의 작업상황을 인력이나 특정시점에 한정되어 관리하지 않고 자동적으로 현장상황을 감지・통제하는 것으로 하역장비, 작업자, 현장작업 진행상황이 주요대상이 된다.

실시간 모니터링을 구축함으로써 장비별, 작업자별 진행상황을 파악하여 터미널의 각종 실시간 업무실적 통계를 작성할 수 있으며 각종 예상문제 등에 효율적으로 대처할 수 있다. 터미널에서의 모니터링 적용기술의 몇 가지 예를 살펴보면 다음과 같다.

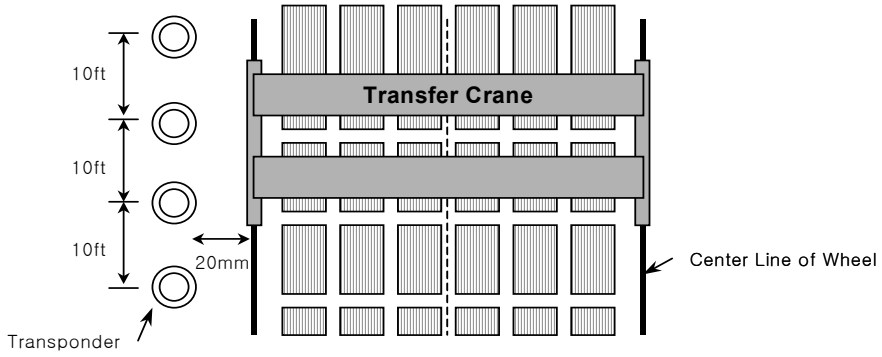
〈표 4-55〉 터미널 모니터링 적용 기술의 예

적용기술	기술내용
MIV	• Nascent Software사에서 개발한 Mobile Inventory Vehicle을 이용하여 실시간 터미널 내부 컨테이너 재고량 파악 • 고성능 카메라와 OCR 기술을 접목한 차량 • 현재 ISO 표준규격의 컨테이너 재고량 검출(90%정확도)
Remote View	• Nascent Software사에서 개발한 윈도우 환경의 터미널 자동 영상 전송 시스템 • 설정된 시간간격으로 작업상황을 전송하며, 비용이 저렴함 • 실시간 감시가 가능하고, 무선작업관리, 보안, 장비통제 기능을 추가로 제공
RCMS	• 터미널의 냉동컨테이너의 효율적 관리를 위한 모니터링 시스템(Reefer Container Monitoring System) • 기존 인력관리방식에서 탈피하여 자동온도검사, 플러그 검사 등을 원격제어 할 수 있음 • 소수의 인력으로 전체 냉동컨테이너 관리가 가능함
무선단말기	• 개인별로 단말기를 지급하여 작업 통제가 가능함 • 휴대가 용이하고, 설치비용 부담이 적어 효율적임 • 기동성이 뛰어나며, 타 시스템과의 연계를 고려하이 않고 쉽게 적용이 가능함
무선LAN	• 안정적이고 신속한 정보교환이 가능함 • 시스템 구축을 위해 표준 Interface 구축이 필요함 • 향후 자동시스템으로 전환시 필수적용 기술임
Transponder	• TC의 위치추적 기술로 장비뿐 아니라 컨테이너의 위치를 실시간으로 파악 가능함 • 기존 장치장 레이아웃에서 쉽게 적용 가능한 기술임
DGPS	• 하역장비와 이송차량의 실시간 위치확인으로 실시간 작업위치 파악 및 작업지시가 가능 • 가상위성을 이용한 DGPS 기술로 정확도를 높이는 기술도 개발된 상태임
기타	• 적재윤곽시스템, 위치전송시스템, 섀시위치검출시스템, 고장진단시스템 등이 있음

〈그림 4-31〉 Mobile Inventory Vehicle 적용 예

〈그림 4-32〉 Nascent Software의 RemoteView

〈그림 4-33〉 자동위치검출시스템(Transponder 설치 예)



제5장

컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석

1. 리모델링 기술적용 분석방안

제5장에서 제시되는 컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석은 기술대안 설문조사를 이용한 우선순위 분석과 기술적용 타당성 분석으로 구성된다. 기술대안 설문조사에서는 부산항 터미널의 항만분야 실무 및 관련전문가를 각 기관별로 선정하여 설문을 실행한다. 설문조사에 의해서 수집된 자료는 각 항목들의 정량화 가능 여부와 빈도수, 우선순위에 따라서 분석한다.

타당성 분석에서는 평가단계에서 컨테이너터미널에 적용가능한 평가기준을 제시하고 평가기준에 따라 시스템별로 기대효과, 도입타당성, 적용성을 평가한다. 따라서 제 5장에서 제시되는 방법론은 리모델링 절차수립을 위한 방법론이라 할 수 있다.

2. 설문조사에 의한 우선순위 분석

1) 설문방법

설문조사는 부산항의 컨테이너터미널의 운영현황을 파악하고 있는 항만분야의 실무 및 관련전문가를 각 기관별로 선정하였다. 설문조사는 1차로 2005년

7월 6일 발송하여 2005년 7월 19일까지 14일 동안 도착한 설문응답에 대해서 분석하였다. 설문조사와 병행해서 2005년 7월 7일부터 2005년 7월 8일까지 2일간 컨테이너터미널의 운영 전문가를 대상으로 설문대상과 동일한 내용을 가지고 면담조사를 실시하였다.

설문응답자는 부산항 컨테이너터미널인 우암터미날, 허치슨부산터미널, 동부터미널, 감만터미널, 한진터미널, 신선대터미널 등의 운영실무자를 포함하여 총 20명으로 구성되어 있다.

리모델링 기술대안은 2절에서 분석한 리모델링 기술대안들로 선정하였으며, 선정된 기술대안들은 부산항 컨테이너터미널에 적용 가능한 기술과 함께 향후에 적용 가능한 신기술을 포함하고 있다.

2) 설문목표 및 항목 선정

리모델링을 위한 기술대안에 대한 평가를 위한 설문목표는 다음의 6가지로 설정하였으며, 설문목표 1은 부산항 컨테이너터미널의 일반사항을 파악하기 위한 것이며, 설문목표 6은 리모델링 도입전략을 위한 것이다. 그리고 설문목표 2, 3, 4, 5는 컨테이너터미널 영역별 대안들을 구분하여 기술대안의 의견을 조사하기 위한 구분이다.

설문목표 1: 현재 컨테이너터미널의 일반사항에 대한 의견 조사
설문목표 2: 게이트 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사
설문목표 3: 안벽 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사
설문목표 4: 야드 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사
설문목표 5: IT기술 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사
설문목표 6: 리모델링 도입전략에 대한 의견 조사

(1) 현재 컨테이너터미널의 일반사항에 대한 의견 조사

현재 부산항의 컨테이너터미널에서 사용 중인 기반시설 및 운영기술 등에 대한 의견조사를 다음의 항목에 대해서 수행하였다.

설문1-1) 국내 컨테이너터미널의 경쟁항만에 대한 전반적인 경쟁력

설문1-2) 국내 컨테이너터미널의 기반시설(선석, 장비, 부지면적, 배치 등)의 경쟁력

설문1-3) 국내 컨테이너터미널의 운영기술(계획수립, 전산시스템, 작업통제 등)의 경쟁력

설문1-4) 국내 컨테이너터미널의 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역의 우선순위

설문1-5) 4개 영역별 기술의 경쟁항만에 대한 기술 수준

(2) 게이트 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 게이트 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 우선순위, 생산성 효과, 도입순서 등에 대한 조사 항목을 선정하였다.

설문2-1) 게이트 영역의 기술대안 우선순위

설문2-2) 게이트 영역의 기술대안 생산성 효과

설문2-3) 게이트 영역 기술대안의 생산성 효과측면에서의 도입순서

(3) 안벽 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 안벽 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 생산성 효과, 도입순서, 신규 이송장비 등에 대한 조사항목을 선정하였다.

설문3-1) 안벽 생산성을 향상시키기 위한 효과적 방안

설문3-2) 안벽장비 기술대안의 생산성 효과

설문3-3) 안벽 영역 기술대안의 생산성 효과측면의 도입순서

설문3-4) 안벽 영역에서 컨테이너 2단 적재차량의 도입효과

설문3-5) 안벽 영역에서 셔틀캐리어나 ALV의 도입효과

설문3-6) 안벽 이송장비 기술대안의 생산성 효과

설문3-7) 이송장비 운영방식 대안

(4) 야드 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 야드 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 우선순위, 생산성 효과, 도입순서 등에 대한 조사항목을 선정하였다.

설문4-1) 야드 영역에서 야드 생산성을 높일 수 있는 대안

설문4-2) 야드 영역 기술대안의 생산성 효과

설문4-3) 야드 영역에서 초고층 적재시스템의 도입효과

설문4-4) 야드 영역에서 전기식 TC장비 교체 방안

설문4-5) 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안

설문4-6) 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 생산성 효과

(5) IT기술 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 IT기술 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 도입순서, 생산성 효과, 자동화 도입순서 등에 대한 조사항목을 선정하였다.

설문5-1) IT기술 영역에서 기술대안 도입순서

설문5-2) 영역별 자동화에 의한 생산성 효과

설문5-3) 영역별 자동화 도입순서

(6) 리모델링 도입전략에 대한 의견 조사

컨테이너터미널의 리모델링을 통해 기대되는 효과와 영역별 기술대안에 대한 도입시기에 대한 조사항목을 선정하였다.

설문6-1) 리모델링 기술대안 도입 기대효과

설문6-2) 기술대안 도입시기

3) 설문분석방법

설문 응답에 대한 분석은 먼저 항목들의 정량화 가능 여부에 따라 빈도수와 우선순위 방식으로 응답을 받도록 하였으며, 빈도수 응답은 빈도에 대한 가중치 분석을 하고 우선순위 응답에 대해서는 우선순위 빈도수를 분석하였다.

〈표 5-1〉 설문항목 분석방법

설문유형	설문번호	설문항목	응답방식	분석방법
일반사항	1-1	국내 터미널의 전반적 경쟁력	빈도수	빈도 가중치 분석
	1-2	국내 터미널의 기반시설 경쟁력	빈도수	빈도 가중치 분석
	1-3	국내 터미널의 운영기술 경쟁력	빈도수	빈도 가중치 분석
	1-4	시설 및 운영개선 영역 우선순위	우선순위	우선순위 빈도수
	1-5	영역별 기술수준	5점 스케일	평균값 분석
게이트 영역	2-1	기술대안 기대효과	우선순위	우선순위 빈도수
	2-2	기술대안 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	2-3	기술대안 도입순서	우선순위	우선순위 빈도수
안벽 영역	3-1	안벽생산성 향상 방안	빈도수	빈도 가중치 분석
	3-2	안벽장비 기술대안 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	3-3	기술대안 도입순서	우선순위	우선순위 빈도수
	3-4	2단 적재차량 생산성 효과	빈도수	빈도 가중치 분석
	3-5	자가하역차량 생산성 효과	빈도수	빈도 가중치 분석
	3-6	이송차비 기술대안 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	3-7	이송장비 운영방식 효과	빈도수	빈도 가중치 분석
야드 영역	4-1	야드 생산성 향상 방안	빈도수	빈도 가중치 분석
	4-2	기술대안 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	4-3	초고층 적재시스템 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	4-4	전기식 TC 도입의향	빈도수	빈도 가중치 분석
	4-5	블록형태에 의한 장치공간 확보 방안	빈도수	빈도 가중치 분석
	4-6	장치공간 확보의 야드 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
IT기술 영역	5-1	기술대안 도입 우선순위	우선순위	우선순위 빈도수
	5-2	영역별 자동화의 생산성 효과	5점 스케일	평균값 분석
	5-3	영역별 자동화의 도입순서	우선순위	우선순위 빈도수
도입 전략	6-1	리모델링 기술대안 도입 기대효과	빈도수	빈도 가중치 분석
	6-2	기술대안 도입시기	빈도수	빈도 가중치 분석

4) 설문분석결과

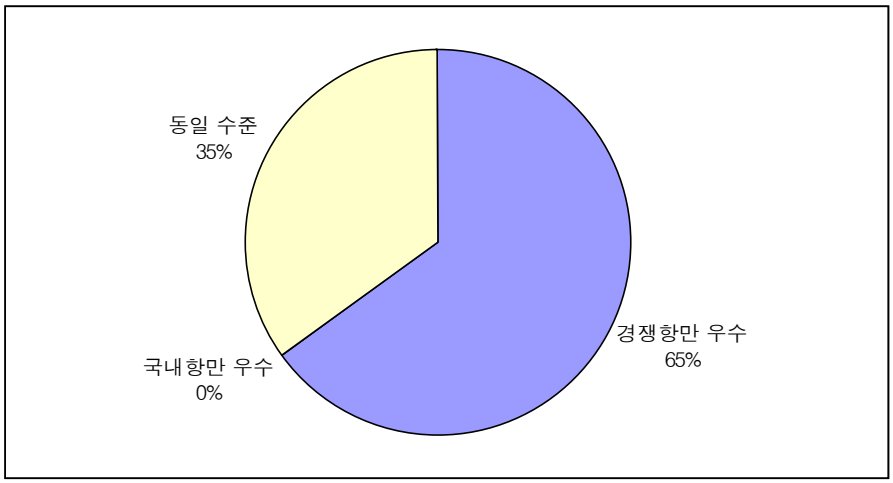
(1) 현재 컨테이너터미널의 일반사항에 대한 의견 조사

현재 부산항의 컨테이너터미널에서 사용 중인 기반시설 및 운영기술 등에 대한 의견조사에 대한 항목별 분석결과는 다음과 같다.

① 국내 컨테이너터미널의 경쟁항만에 대한 전반적인 경쟁력

현재 운영중인 부산항의 컨테이너터미널의 전반적인 경쟁력 수준이 경쟁항만인 싱가포르, 홍콩, 중국 등과 비교할 때 경쟁항만이 우수하다는 의견이 65%로 나타났다. 동일 수준이라는 인식이 35%, 국내 항만이 우수하다는 의견은 없어 국내 컨테이너터미널이 경쟁항만보다 경쟁력이 떨어지는 것으로 인식하고 있다.

〈그림 5-1〉 국내 컨테이너터미널의 전반적인 수준

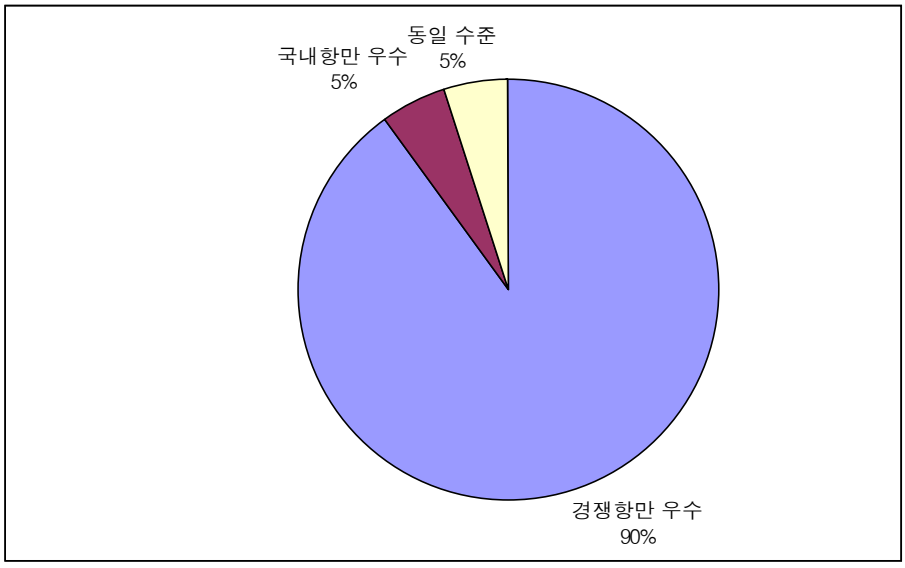


② 국내 컨테이너터미널의 기반시설(선석, 장비, 부지면적, 배치 등)의 경쟁력

국내 컨테이너터미널은 선석, 장비, 부지면적, 배치 등의 기반시설면에서 경

쟁항만(싱가포르, 홍콩, 중국 등)과 비교할 때 경쟁항만이 우수하다는 의견이 90%이며, 국내 항만이 우수하거나 동일한 수준이라는 의견은 각각 5%로 경쟁항만이 기반시설면에서 우수하다는 의견이 지배적이었다.

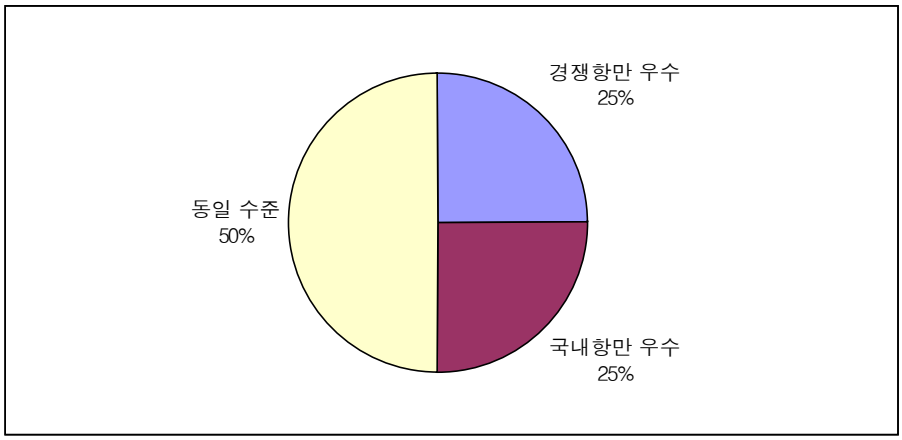
〈그림 5-2〉 국내 컨테이너터미널의 기반시설 경쟁력



③ 국내 컨테이너터미널의 운영기술(계획수립, 전산시스템, 작업통제 등)의 경쟁력

국내 컨테이너터미널은 터미널 운영에 소요되는 운영기술인 계획수립, 전산시스템, 작업통제 등에서 경쟁항만(싱가포르, 홍콩, 중국 등)과 비교할 때 경쟁항만이 우수하다는 의견과 국내 항만이 우수하다는 의견이 각각 25%이며, 동일한 수준이라는 의견이 50%로 터미널 운영기술면에서는 대등한 경쟁력을 가지고 있다고 인식하고 있었다.

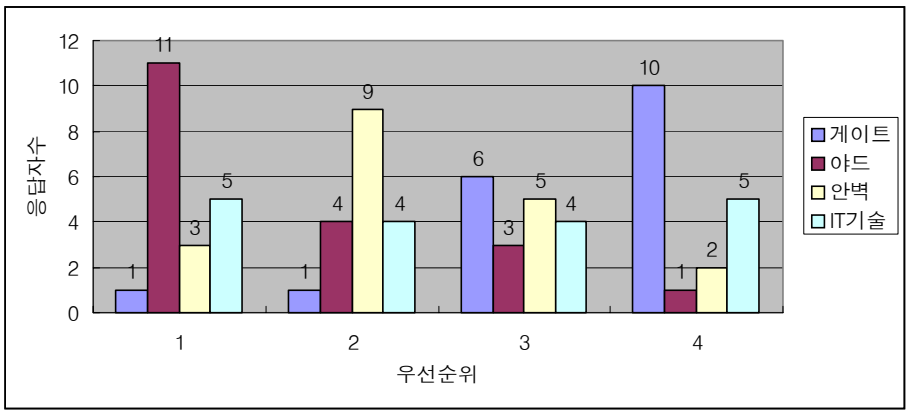
〈그림 5-3〉 국내 컨테이너터미널의 운영기술 경쟁력



④ 국내 컨테이너터미널의 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역의 우선순위

컨테이너터미널의 기반시설 및 운영기술에서 개선이 필요한 영역에 대해서 게이트 작업, 야드 작업, 안벽 작업, IT기술 등에 대해서 우선순위를 파악한 결과 야드 작업, 안벽 작업, IT기술, 게이트 작업 순으로 나타났다. IT기술에 대한 우선순위는 순위를 판단하기 어려우나 게이트가 4순위를 가지는 것으로 나타났다.

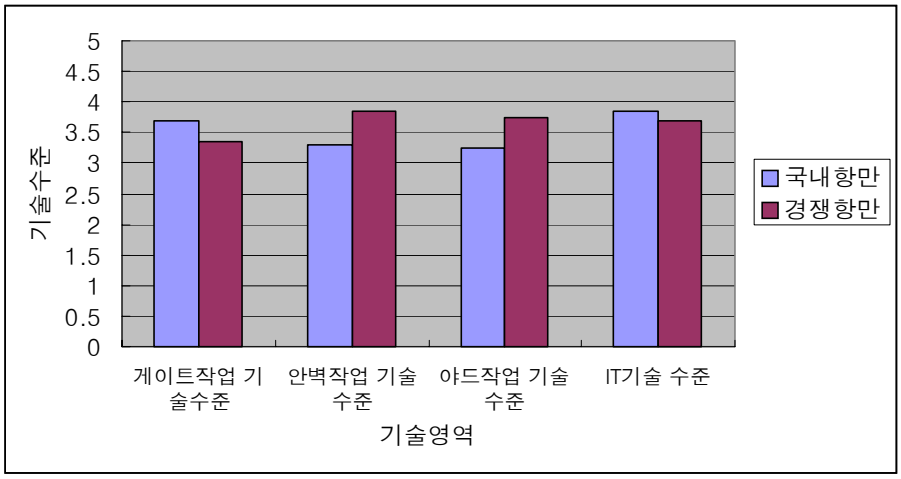
〈그림 5-4〉 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역의 우선순위



⑤ 4개 영역별 기술의 경쟁항만에 대한 기술 수준

컨테이너터미널의 각 영역별로 국내와 경쟁항만간의 기술 수준을 비교한 결과 게이트작업 기술수준, 안벽작업 기술수준, 야드작업 기술수준, IT기술 수준 등 4가지 항목에 대해 모두 보통보다 높은 것으로 평가되었다. 각 항목별로 살펴보면, 게이트작업 기술수준과 IT기술 수준은 국내 항만이 기술 우위에 있다는 응답을 하였으나 안벽작업 기술 수준과 야드 작업 기술수준은 경쟁항만이 우수한 것으로 나타났다. 이는 앞의 컨테이너터미널의 기반시설 및 운영기술에서 개선이 필요한 영역(④)으로 높은 우선순위를 보인 야드 작업과 안벽작업이 경쟁항만에 비해 기술수준이 낮다고 생각하는 것과 일치하는 결과로 야드와 안벽작업의 기술적 개선이 필요하다는 의미이다.

〈그림 5-5〉 영역별 기술의 경쟁항만에 대한 기술 수준



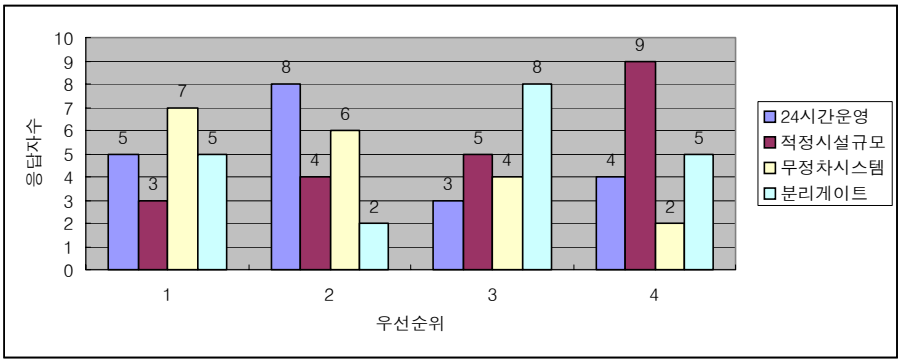
(2) 게이트 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 게이트 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 우선순위, 생산성 효과, 도입순서 등에 대한 항목별 분석결과는 다음과 같다.

① 게이트 영역의 기술대안 우선순위

게이트 영역의 기술대안 중 적용시 기대효과가 큰 대안별 우선순위는 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 적정시설규모 순으로 나타났다.

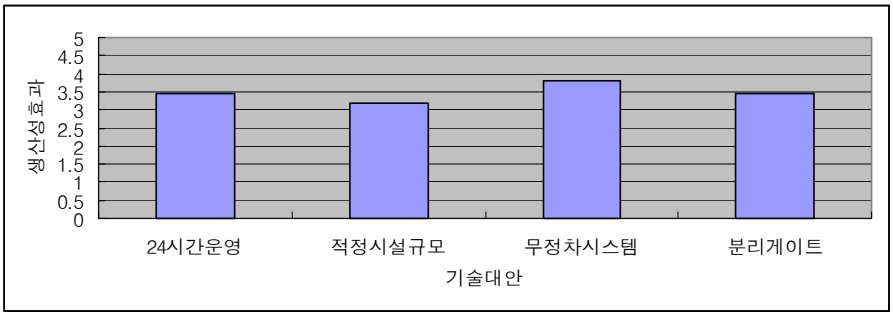
〈그림 5-6〉 게이트 영역의 기술대안 우선순위



② 게이트 영역의 기술대안 생산성 효과

게이트 영역의 기술대안에 대한 생산성 효과를 파악한 결과 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 적정시설규모 순으로 나타났다. RFID 등의 신기술을 적용한 무정차시스템이 게이트에서의 정체를 줄이고 무인화를 달성할 수 있기 때문에 생산성 향상에 기여한다고 판단할 수 있다.

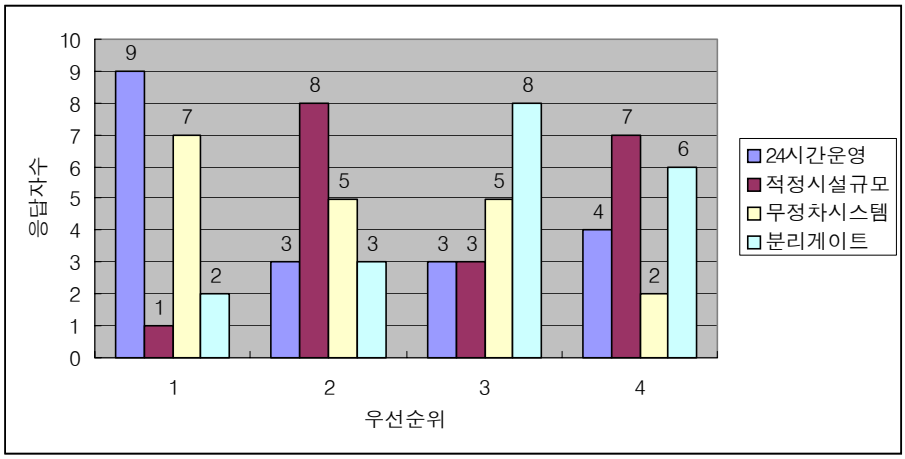
〈그림 5-7〉 게이트 영역의 기술대안 생산성 효과



③ 게이트영역 기술대안의 생산성 효과측면에서의 도입순서

게이트 기술을 순차적으로 도입할 경우 생산성 효과측면에서 기술대안의 도입순서는 24시간 운영, 무정차시스템, 적정시설규모, 분리게이트 순으로 나타났다. 이 도입순서는 터미널에서 도입을 하려는 기술들의 순위를 의미한다.

〈그림 5-8〉 게이트 기술대안중 생산성 효과측면에서의 도입순서



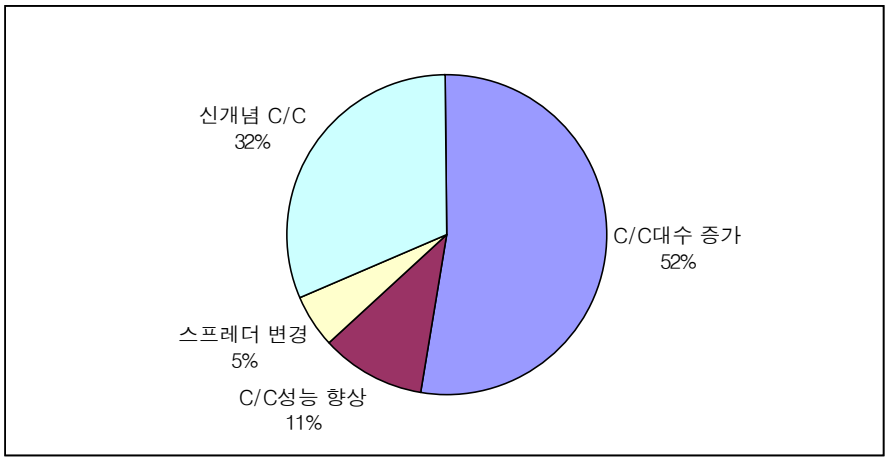
(3) 안벽 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 안벽 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 생산성 효과, 도입순서, 신규 이송장비 등에 대한 항목별 분석결과는 다음과 같다.

① 안벽 생산성을 향상시키기 위한 효과적 방안

시간당 컨테이너 선박 하역량으로 표현되는 안벽생산성을 높이기 위해 가장 효과적인 방안으로는 C/C 대수 증가가 가장 필요하며, 다음이 신개념 C/C로 나타났다. 선박당 작업생산성을 높이기 위해서는 C/C 대수 증가와 기계적 생산성이 높은 신개념 C/C를 도입해야 함을 의미한다.

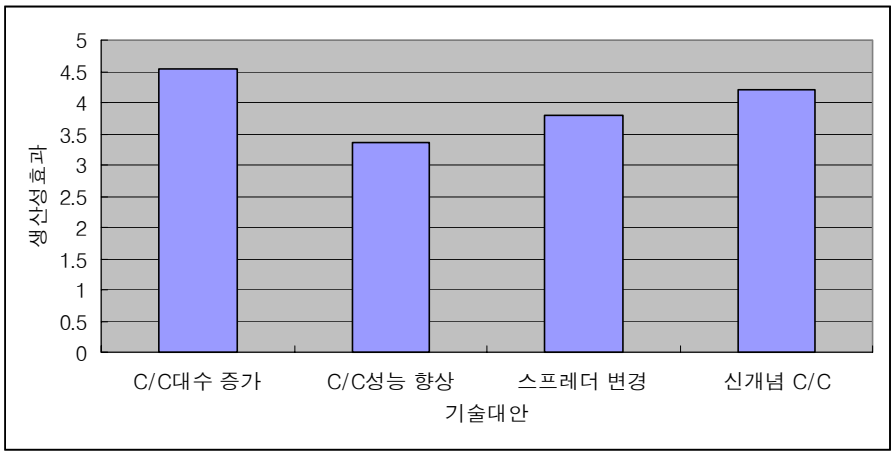
〈그림 5-9〉 안벽 생산성 향상방안



② 안벽 기술대안의 생산성 효과

안벽기술을 도입할 경우 생산성 효과는 C/C 대수 증가, 신개념 C/C, 스프레더 변경, C/C 성능향상 순으로 나타났다.

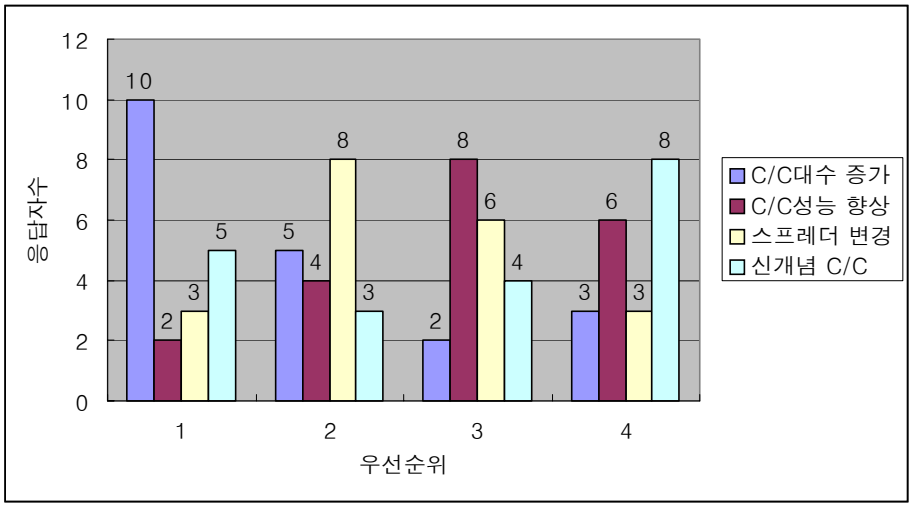
〈그림 5-10〉 안벽 기술대안의 생산성 효과



③ 안벽 영역 기술대안의 생산성 효과측면의 도입순서

안벽 영역 기술대안의 생산성 효과측면에서의 도입 우선순위는 C/C 대수증가, 스프레더 변경, 신개념 C/C, C/C 성능 향상 순으로 나타났다.

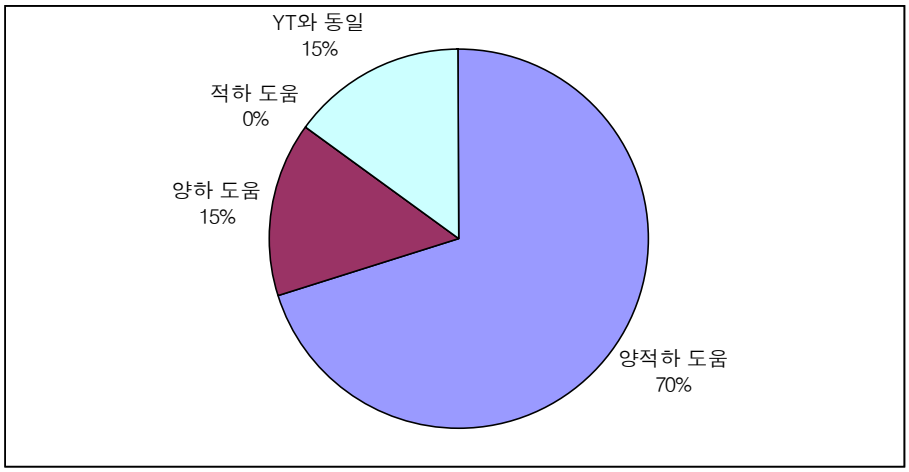
〈그림 5-11〉 안벽 영역 기술대안의 생산성 효과측면의 도입순서



④ 안벽 영역에서 컨테이너 2단 적재차량의 도입효과

안벽 영역에서 YT 대신 2단 적재 차량을 도입할 경우 안벽생산성에 미치는 효과는 양적하작업 모두에 도움을 줄 거라는 의견이 70%를 차지하였다. 양하작업에 도움을 준다는 것과 YT와 동일하다는 의견도 15%씩 나왔다. 그러나 적하작업에만 도움이 된다는 의견은 없었다. 따라서, 적하작업의 경우는 작업특성상 작업순서로 인해 컨테이너를 동시에 복수 개를 운송하는 것은 어렵다고 판단하는 것을 알 수 있다.

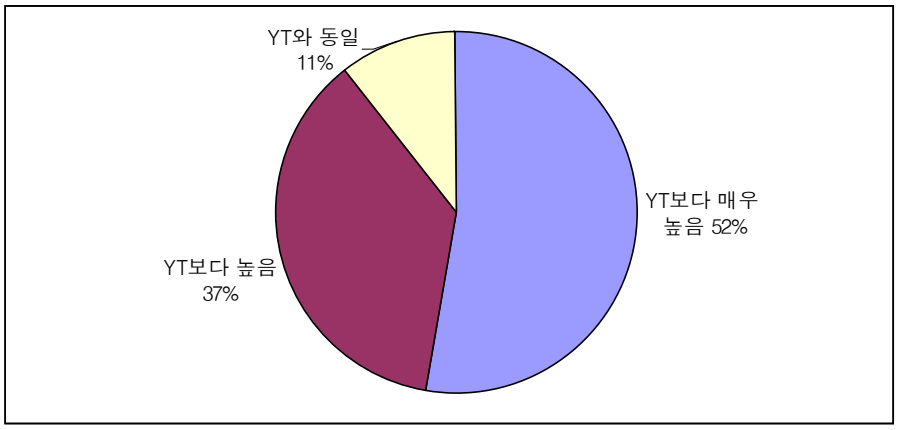
〈그림 5-12〉 안벽 영역에서 컨테이너 2단 적재차량의 도입효과



⑤ 안벽영역에서 셔틀캐리어/ALV의 도입효과

안벽영역에서 셔틀캐리어나 ALV와 같이 자가하역 기능을 가진 차량이 도입될 경우 터미널 생산성에 향상효과가 있는지에 대한 설문에서는 YT보다 높다는 의견이 89%를 차지하였으며, YT와 동일하다는 견해는 11%이었다.

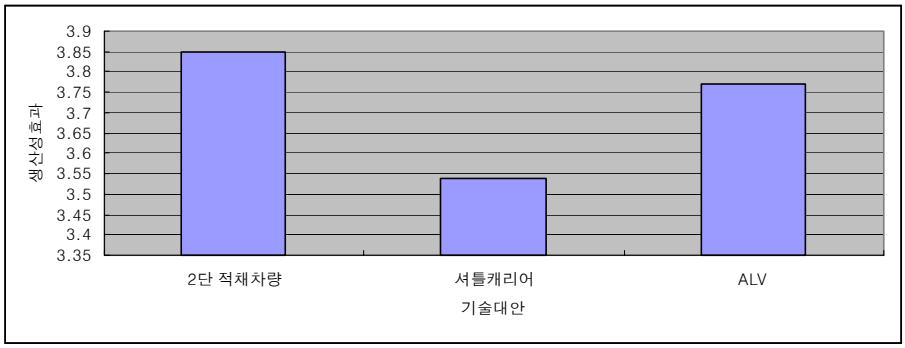
〈그림 5-13〉 안벽 영역에서 셔틀캐리어나 ALV의 도입효과



⑥ 안벽 이송장비 기술대안의 생산성 효과

2단 적재차량, 셔틀캐리어, ALV 등의 이송장비 기술대안에 대한 생산성 효과는 2단 적재차량의 도입에 가장 많은 응답을 하였다.

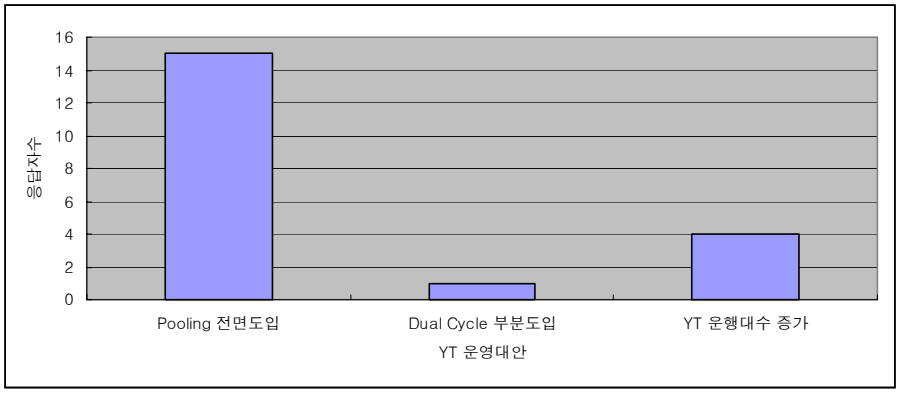
〈그림 5-14〉 안벽 이송장비 기술대안의 생산성 효과



⑦ 이송장비 운영방식 대안

YT의 운영방식 중 현재 터미널 상황에서 가장 효과적인 대안은 Pooling 운영방식인 것으로 나타났다.

〈그림 5-15〉 이송장비 운영방식 대안



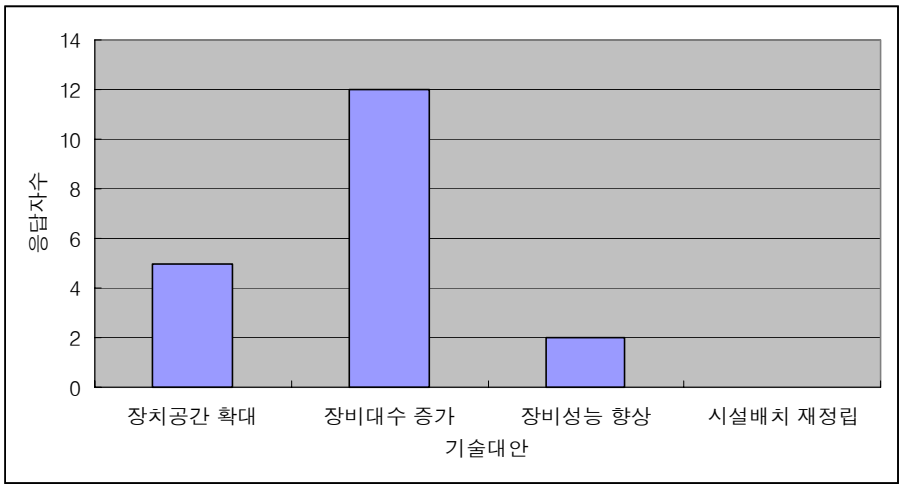
⑷ 야드 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 야드 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 우선순위, 생산성 효과, 도입순서 등에 대한 항목별 분석결과는 다음과 같다.

① 야드 영역에서 야드 생산성을 높일 수 있는 대안

부산항 컨테이너터미널의 야드 생산성을 높일 수 있는 가장 효과적인 대안은 TC장비대수의 증가로 나타났다. 그리고 장비성능 향상과 시설배치 재정립은 야드 생산성 향상에 기여하는 정도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

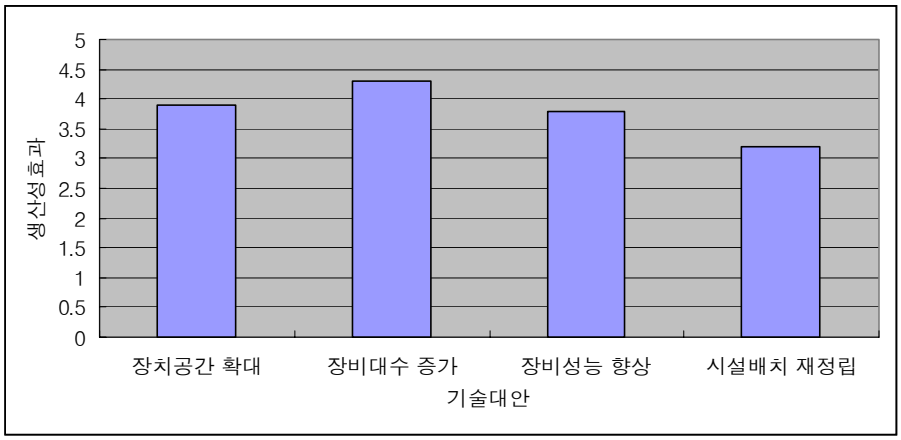
〈그림 5-16〉 야드 영역에서 야드 생산성을 높일 수 있는 대안



② 야드 영역 기술대안의 생산성 효과

야드 영역에서 기술대안별 생산성 효과를 파악한 결과 장비대수 증가, 장치공간 확대, 장비성능 향상 등은 생산성 효과가 높다고 응답하였고 시설배치 재정립은 보통인 것으로 나타났다.

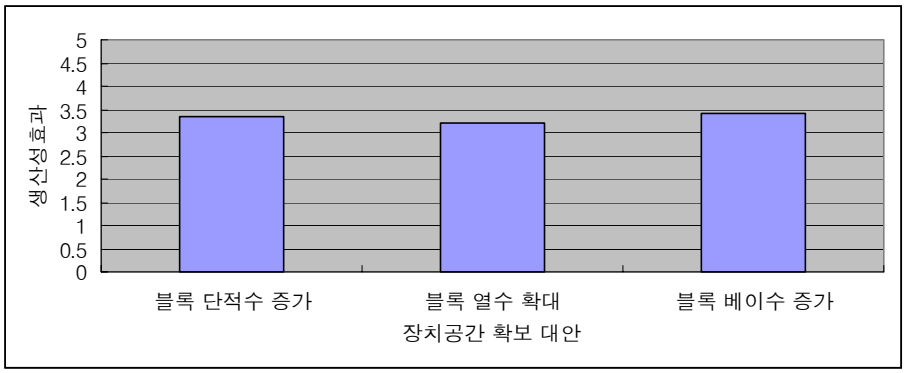
〈그림 5-17〉 야드 영역 기술대안의 생산성 효과



③ 야드 영역에서 초고층 적재시스템의 도입효과

야드 영역에서 야드 생산성을 높이기 위해 초고층 적재시스템을 도입할 경우 생산성 효과를 파악한 결과 양하 컨테이너용 장치공간 확보, 적하 컨테이너용 장치공간 확보, 공컨 장치공간 확보 등의 측면에서 생산성 향상 효과가 높다고 응답하였고 비규격 컨테이너용 장치공간 확보 측면에서는 생산성 향상 효과가 낮은 것으로 나타났다.

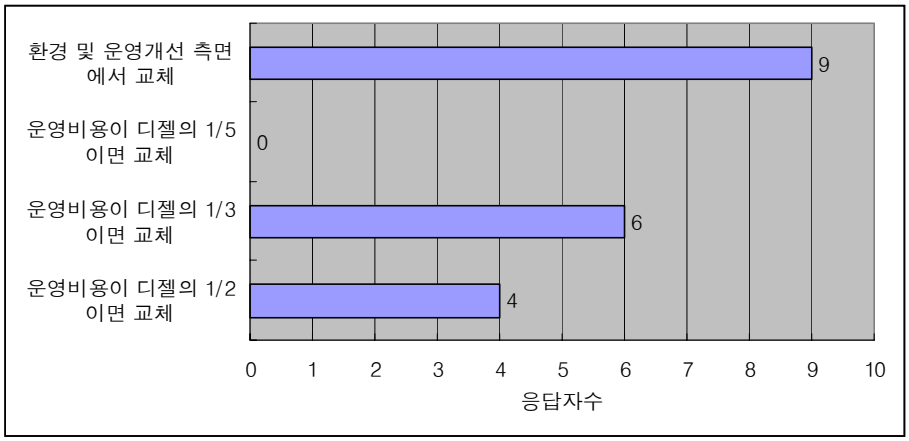
〈그림 5-18〉 야드 영역에서 초고층 적재시스템의 도입효과



④ 야드 영역에서 전기식 TC장비 교체 방안

기존의 디젤엔진을 사용하는 TC를 전기식으로 교체할 경우 환경 및 운영개선 측면에서 교체하는 것이 좋다는 응답이 거의 절반 수준이었으며, 교체시 운영비용이 디젤엔진의 1/3 이상이면 교체하는 것이 좋다는 의견이 많았다.

〈그림 5-19〉 야드 영역에서 전기식 TC장비 교체 방안

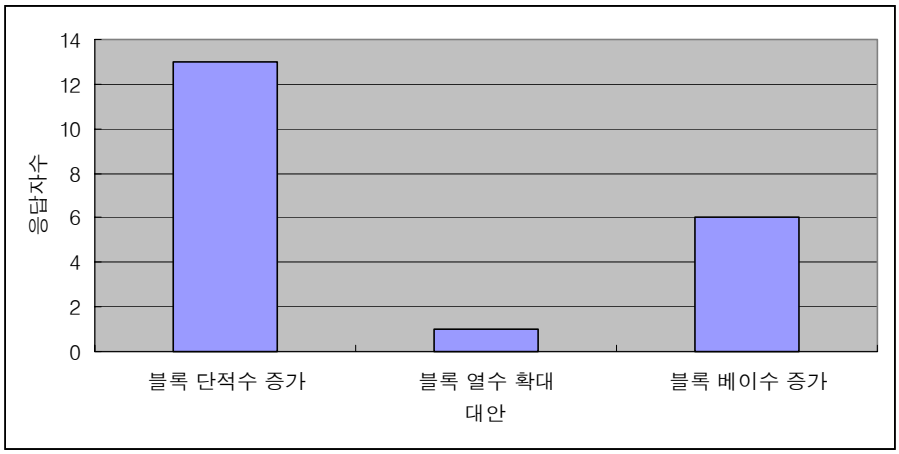


⑤ 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안

기존 컨테이너터미널의 야드 블록형태를 새롭게 변경하여 장치공간을 확보할 경우 효과적인 방안으로는 블록 단적수 증가가 좋은 방안인 것으로 응답하였고 블록 열수 확대는 낮은 반응을 보였다. 블록 단적수 증가는 이미 적용한 사례[34]가 있으므로 이에 대한 호응이 좋다는 것을 의미하기도 한다. 반면에 블록 열수의 확대는 현재 사용 중인 TC의 작업가능 열수의 제약으로 인해 장비의 변경이 없이는 불가능하다는 인식을 가지고 있는 것으로 판단된다.

34) 허치슨부산터미널에서 2005년에 시행하고 있음

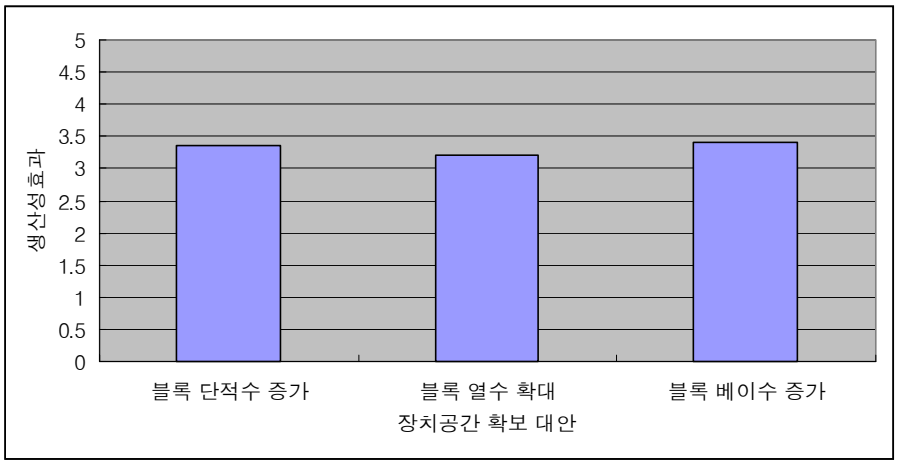
〈그림 5-20〉 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안



⑥ 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 생산성 효과

야드 영역에서 장치장 공간 확대를 위한 블록형태 변경 방안에 대한 생산성 효과는 블록 단적수 증가, 블록 열수 확대, 블록 베이수 증가 모두 보통으로 나타났으며 블록 열수 확대는 상대적으로 낮은 값을 보였다.

〈그림 5-21〉 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 생산성 효과



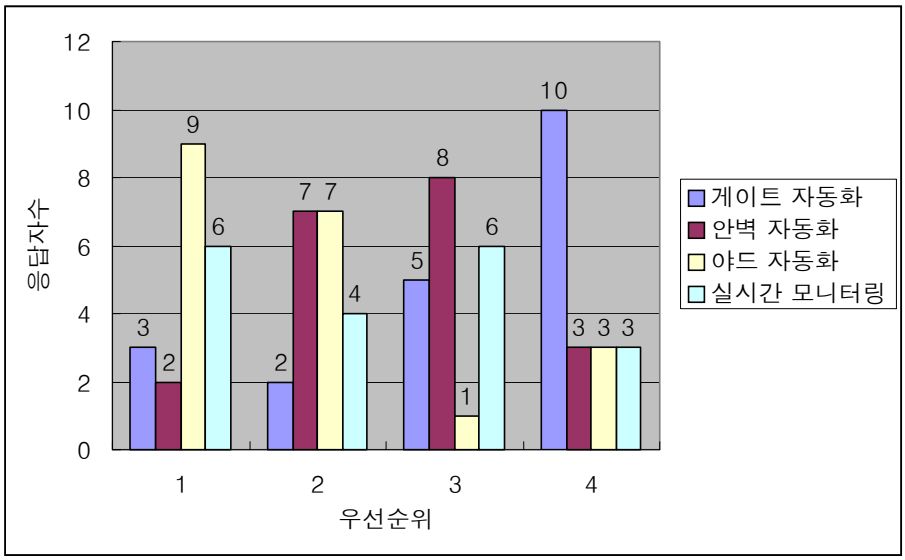
(5) IT기술 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사

컨테이너터미널의 IT기술 영역에 대한 기술대안의 적용을 위한 도입순서, 생산성 효과, 자동화 도입순서 등에 대한 항목별 분석결과는 다음과 같다.

① IT기술 영역에서 기술대안 도입순서

IT기술 영역에서 기술대안 도입순서에 대한 우선순위는 야드장비 자동화, 안벽장비 자동화, 실시간 모니터링, 게이트장비 자동화 순으로 나타나 야드장비 자동화가 먼저 이루어져야 하는 것으로 나타났다.

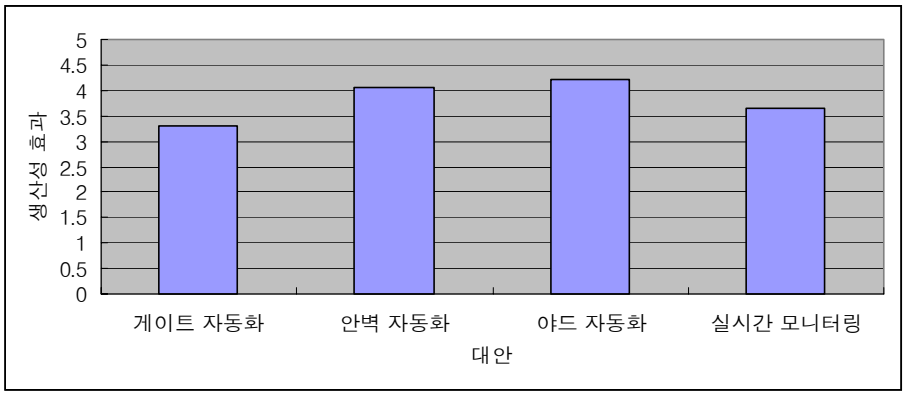
〈그림 5-22〉 IT기술 영역에서 기술대안 도입순서



② 영역별 자동화에 의한 생산성 효과

IT기술에서 영역별 자동화에 대한 생산성 효과는 안벽 자동화와 야드 자동화가 높다고 응답하였고 게이트 자동화는 보통인 것으로 응답하였다.

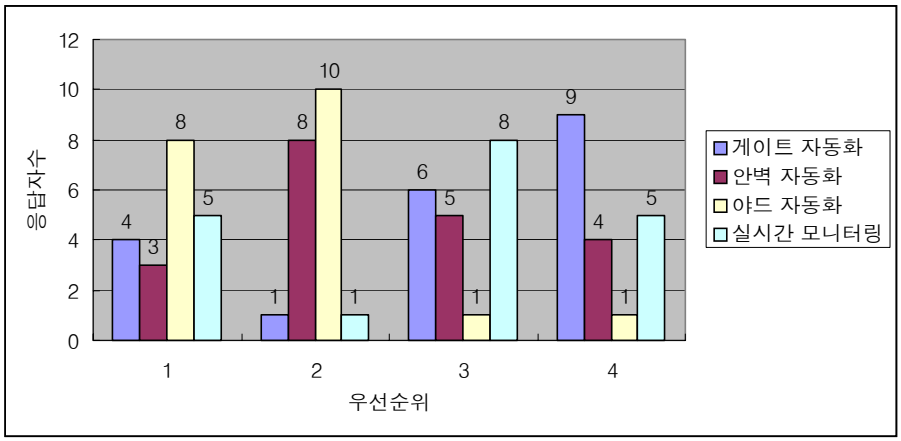
〈그림 5-23〉 영역별 자동화에 의한 생산성 효과



③ 영역별 자동화 도입순서

영역별 자동화 도입순서에 대한 우선순위는 야드 자동화, 안벽 자동화, 실시간 모니터링, 게이트 자동화 순으로 나타났다.

〈그림 5-24〉 영역별 자동화 도입순서



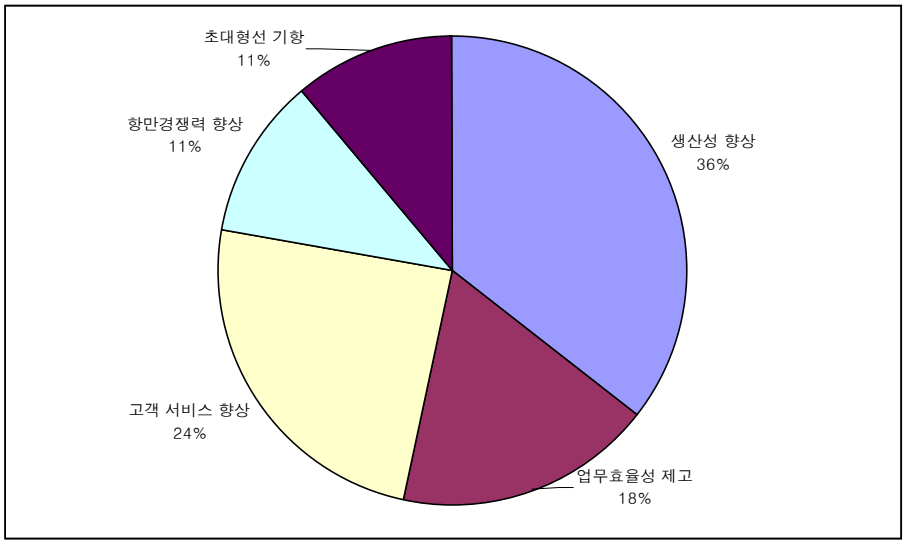
(6) 리모델링 도입전략에 대한 의견 조사

컨테이너터미널의 리모델링을 통해 기대되는 효과와 영역별 기술대안에 대한 도입시기에 대한 분석결과는 다음과 같다.

① 리모델링을 위한 터미널 신기술 도입시 기대효과

하역시스템 및 운영시스템의 신기술 도입으로 컨테이너터미널을 리모델링할 경우 기대되는 효과로는 컨테이너 처리능력의 제고로 하역생산성 향상에 기여할 것이라는 응답이 36%로 가장 높았고, 고객 서비스 향상과 업무효율성 제고가 각각 24%, 18%였으며, 항만경쟁력 향상과 초대형선 기항에 대비한다는 측면은 각각 11%로 상대적으로 낮게 나타났다.

〈그림 5-25〉 리모델링을 위한 터미널 신기술 도입시 기대효과

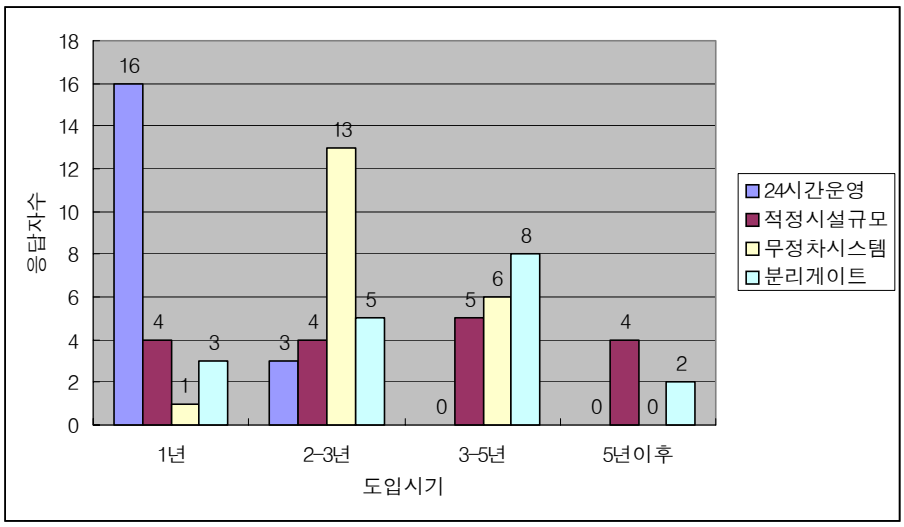


② 영역별 리모델링 기술대안 도입시기

가. 게이트 리모델링 대안별 도입시기

게이트에 대한 리모델링시 대안별로 도입시기는 24시간 운영이 1년, 무정차 시스템은 2-3년 내, 분리게이트는 3-5년 내에 도입되어야 할 것으로 나타났으며, 적정시설규모는 뚜렷한 시기를 나타내지 못하여 해마다 지속적으로 진행되어야 하는 것을 의미한다.

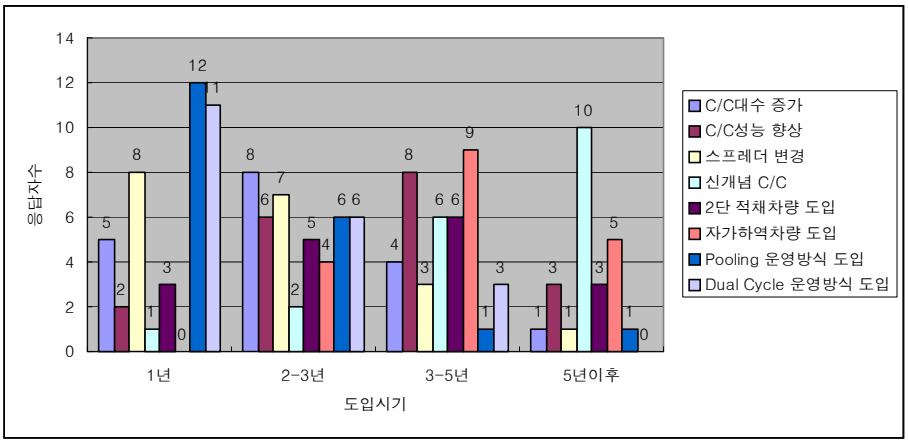
〈그림 5-26〉 게이트 리모델링 대안별 도입시기



나. 안벽 리모델링 대안별 도입시기

안벽에 대한 리모델링시 대안별로 도입시기는 스프레더 변경, YT의 Pooling 운영방식 및 Dual Cycle 운영방식 등이 1년, C/C 대수의 증가는 2-3년 내, C/C 성능향상, 2단 적재차량, 자가하역차량 등은 3-5년 내, 신개념 C/C는 5년 이후에 도입되어야 할 것으로 나타났다.

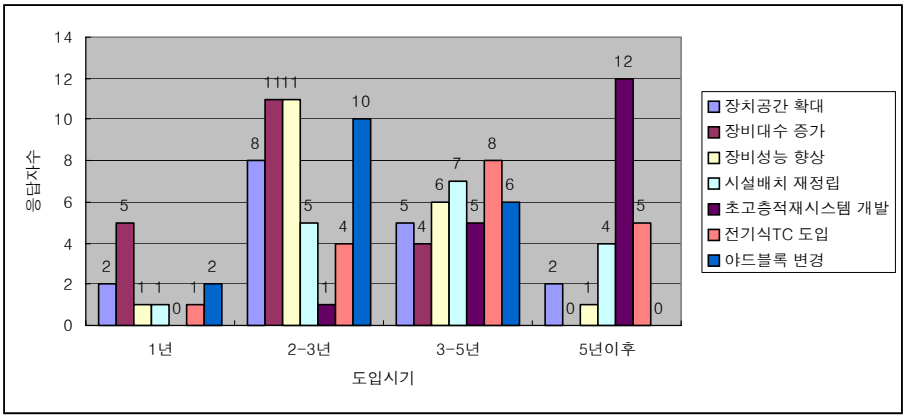
〈그림 5-27〉 안벽 리모델링 대안별 도입시기



다. 야드 리모델링 대안별 도입시기

야드에 대한 리모델링시 대안별로 도입시기는 장치공간 확대, TC 장비대수 증가, TC 장비성능 향상, 야드블록의 변경 등은 2-3년 내, 시설배치 재정립, 전기식 TC 도입 등은 3-5년 내, 초고층 적재시스템은 5년 이후에 도입되어야 할 것으로 나타났다.

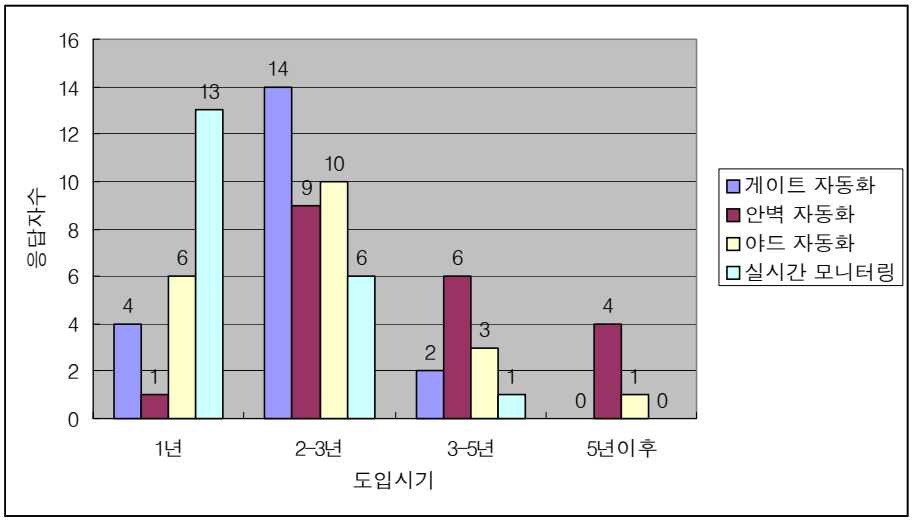
〈그림 5-28〉 야드 리모델링 대안별 도입시기



라. IT기술 리모델링 대안별 도입시기

IT기술에 대한 리모델링시 대안별로 도입시기는 실시간 모니터링은 1년, 게이트 자동화, 야드 자동화 등이 2-3년 내, 안벽자동화는 2-3년 이후부터 다년간에 걸쳐서 도입되어야 할 것으로 나타났다.

〈그림 5-29〉 IT기술 리모델링 대안별 도입시기



5) 설문분석결과 요약

(1) 일반 사항

설문분석에서 현재 컨테이너터미널의 일반사항은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 국내 컨테이너터미널의 경쟁항만에 대한 전반적인 경쟁력은 경쟁항만이 동일하거나(35%)우수하다(65%)고 응답함
- 국내 컨테이너터미널의 기반시설 경쟁력은 경쟁항만이 우수하다(90%)는 의견이 지배적임

- 국내 컨테이너터미널의 운영기술 경쟁력은 동일수준이거나(50%) 국내항만이 우수하다(25%)는 의견이 높아 운영기술 측면에서는 경쟁력을 가지고 있는 것으로 판단됨
- 국내 컨테이너터미널의 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역은 야드, 안벽, IT기술, 게이트 순으로 우선순위가 파악되었음
- 4개 영역별 기술에 대한 국내항만 대비 경쟁항만에 대한 기술 수준은 게이트 작업과 IT기술에서는 우수하고 안벽작업과 야드작업에서는 경쟁항만이 우수한 것으로 파악됨

(2) 게이트 영역

게이트 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사결과는 다음과 같이 요약된다.

- 게이트 영역의 기술대안 중 기대효과가 큰 대안은 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 적정시설규모 순으로 파악됨
- 게이트 영역의 기술대안 생산성 효과는 무정차시스템, 24시간 운영, 분리게이트, 적정시설규모 순으로 파악됨
- 게이트 영역의 기술대안의 생산성 효과 측면에서의 도입순서는 24시간 운영, 무정차시스템, 적정시설규모, 분리게이트 순으로 파악되어 실제 도입시에는 시설물의 큰 변화 없이 변경하는 것을 선호하는 것으로 파악됨

(3) 안벽 영역

안벽 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사결과는 다음과 같이 요약된다.

- 신개념 C/C, C/C 성능향상, 스프레더 변경의 순으로 파악되어 C/C 장비의 도입이 필요한 것으로 나타남
- 안벽 기술대안의 생산성 효과는 C/C대수 증가, 신개념 C/C, 스프레더 변경, C/C 성능향상 순으로 파악되어 C/C대수 증가가 안벽생산성에 절대적인 역할을 하는 것으로 나타남
- 안벽 기술대안의 생산성 효과 측면에서 도입순서는 C/C대수 증가, 스프

레더 변경, C/C 성능향상, 신개념 C/C로 나타나 기술도입은 생산성 향상이 검증된 기술 순으로 도입해야 하는 것으로 나타남

- 안벽 영역에서 컨테이너 2단 적재차량의 도입효과는 양적하작업 모두에 도움을 준다는 의견이 70%로 높았음
- 안벽 영역에서 셔틀캐리어나 ALV의 도입효과는 YT보다 높다는 의견이 89%로 나타나 이송차량의 변경시에 선택대안이 될 수 있음을 의미함
- 안벽 이송장비 기술대안의 생산성 효과는 2단 적재차량이 높은 것으로 파악됨
- 안벽 이송장비 운영방식 중 효과적인 방안은 Pooling 방식인 것으로 나타남

(4) 야드 영역

야드 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사결과는 다음과 같이 요약된다.

- 야드 영역에서 야드 생산성을 높일 수 있는 대안은 TC 장비대수의 증가가 상대적으로 높게 나타남
- 야드 영역 기술대안 중 생산성 효과는 장비대수 증가, 장치공간 확대, 장비성능 향상 등의 순으로 나타남
- 야드 영역에서 초고층 적재시스템의 도입효과는 양하, 공컨, 적하 장치공간 확보 순으로 나타남
- 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 장치공간 확보 방안으로는 블록 단적수 증가가 좋은 방안인 것으로 파악됨
- 야드 영역에서 블록형태 변경에 의한 생산성 효과는 보통인 것으로 나타남

(5) IT 기술 영역

IT기술 영역에 대한 리모델링 기술 의견 조사결과는 다음과 같이 요약된다.

- IT기술 영역에서 기술대안 도입순서는 야드장비 자동화, 안벽장비 자동화, 실시간 모니터링, 게이트장비 자동화 순으로 나타남

• 영역별 자동화에 의한 생산성 효과는 안벽 자동화와 야드 자동화가 높게 나타남

(6) 리모델링 도입전략

리모델링 도입전략에 대한 의견 조사결과는 다음과 같이 요약된다.

• 리모델링을 위한 터미널의 신기술 도입시 기대효과는 생산성 향상(36%), 고객 서비스 향상(24%), 업무효율성 제고(18%) 등이 비교적 높게 나타남

• 영역별 리모델링 기술대안의 도입시기를 정리하면 다음 <표 5-2>와 같이 요약됨

〈표 5-2〉 영역별 리모델링 기술대안 도입시기

영역 구분	도입시기			
	1년	2-3년	3-5년	5년이후
게이트	24시간 운영	무정차시스템	분리게이트	-
안벽	스프레더 변경 YT Pooling 운영방식 Dual Cycle 운영방식	C/C 대수 증가	C/C 성능향상 2단 적재차량 자가하역차량	신개념 C/C
야드		장치공간 확대 TC 대수 증가 TC 성능 향상	시설배치 재정립 전기식 TC 도입	초고층 적재시스템
IT기술	실시간 모니터링	게이트/야드 자동화	안벽 자동화	-

- 1년 기간을 가지는 대안들인 게이트 대안(24시간 운영), 안벽대안(스프레더 변경, YT Pooling 운영방식, Dual Cycle 운영방식), IT기술(실시간 모니터링)은 직접적인 H/W의 투자를 많이 필요로 하지 않는 대안들로서 빠른 기간내에 효과를 볼 수 있는 것으로 판단된다.
- 2～3년 기간을 가지는 대안들은 장비대수 증가(C/C, TC)와 자동화시스템으로 현재 고려중이거나 기술이 검증된 것들이다.
- 3～5년 기간을 가지는 대안들은 하역장비 및 시스템의 교체에 대한 의사를 반영하고 있다.

- 5년 이후는 운영사례가 없거나 기술검증이 완료되지 않은 대안들이라고 판단하고 있는 것으로 나타났다.

3. 기술적용 타당성 평가

1) 평가 기준

컨테이너터미널의 리모델링을 위한 기준은 2장에서 설정한 각 영역별 목표를 만족시키기 위한 세부 기준으로 다음의 세가지로 설정한다.

(1) 기대효과

각 대안이 영역별로 리모델링 대안으로 도입시에 각 영역별로 설정한 목표치를 달성하는지 여부를 판단하는 근거이며, 컨테이너터미널의 서비스수준 및 생산성 향상에 직접적으로 기여하는 항목으로 설정하였다.

〈표 5-3〉 영역별 리모델링 목표에 따른 기대효과

영역	리모델링 목표	기대효과
게이트 시스템	반출입 차량 서비스 향상 게이트 효율적 운영	컨테이너 정보 효율적 처리 차량 대기시간 단축 인력활용성 향상 차량 체류시간 단축
안벽 시스템	선박 서비스 향상 안벽 효율적 운영	선박 재항시간 단축 안벽 하역장비 생산성 향상 안벽 계획/운영 최적화
야드 시스템	컨테이너 취급시간 감소 야드 효율적 운영	장치공간 활용도 향상 이적작업 감소 재조작작업 감소 야드 계획/운영 최적화
IT시스템	터미널 자원의 효율적 통제 터미널 정보의 효율적 처리	Closing Time 단축 하역장비 실시간 통제 터미널 운영 최적화

(2) 도입타당성

도입타당성 검토는 새로운 대안의 적용시 투입비 대비 효과로 측정하며, 투입비는 리모델링 대안 적용시의 초기투자비, 추가 운영비, 추가 인력비, 추가 유지보수비 등을 반영한다.

- 초기투자비 : 장비구입비, 시설확장비, S/W 구입비
- 추가 운영비 : H/W와 S/W 신규 도입에 따른 운영비용
- 추가 인력비 : 신규장비 투입시 장비 운전기사 및 운영인력 비용
- 추가 유지보수비 : 새로운 H/W와 S/W 적용에 따른 시설유지보수비용

(3) 적용성

리모델링 대안을 적용할 경우의 대안이 가지는 기술 검증, 물류개선, 적용난이도 등을 분석한다.

- 기술 검증 : 신기술이 상용화 되었거나 터미널에 실제 적용된 경우 검증된 기술의 정도
- 물류개선 : 컨테이너 처리를 신속히 하거나 이를 위한 정보의 효과적인 처리로 터미널 내부의 작업흐름이 개선되는 정도
- 적용 난이도 : 대안이 단독으로 적용되기 어렵거나 다른 제반 시스템의 환경이 조성되어야 하는 정도

2) 타당성 평가

(1) 게이트시스템

① 기대효과

컨테이너 정보의 효율적 처리는 무정차시스템이 유리하며, 차량 대기시간 단축은 무정차시스템과 분리게이트가 효과적이다. 인력활용성 향상은 무정차시스템이 가장 좋으며, 차량 체류시간 단축은 분리게이트가 가장 좋은 대안이다.

〈표 5-4〉 게이트시스템 리모델링 대안별 기대효과

항목 / 대안	컨테이너 정보 효율적 처리	차량 대기시간 단축	인력활용성 향상	차량 체류시간 단축
① 24시간 운영	×	△	×	△
② 적정시설규모	×	△	×	×
③ 무정차시스템	○	○	○	×
④ 분리게이트	×	○	×	○

② 도입타당성

초기투자비는 무정차시스템이 새로운 장비 및 운영시스템의 도입·설치비는 가장 높으나 운영비는 절감된다. 인력비는 적정시설규모 재산정으로 레인규모를 축소할 경우 감소하며, 유지보수비는 무정차시스템이 신기술 장비이므로 가장 높다.

〈표 5-5〉 게이트시스템 리모델링 대안별 경제성

항목 / 대안	초기투자비	운영비	인력비	유지보수비
① 24시간 운영	-	↑	↑	-
② 적정시설규모	↑*	↑*	↑*	↑*
③ 무정차시스템	↑↑	↓	-	↑↑
④ 분리게이트	↑	↑	↑	↑

* : 게이트레인규모를 재산정 한 후 레인을 증설할 경우

③ 적용성

대안 중에서 무정차시스템을 제외한 대안들은 기술검증이 된 상태이며, 물류개선은 분리게이트가 가장 좋으며, 적용 난이도는 무정차시스템이 가장 높다.

〈표 5-6〉 게이트시스템 리모델링 대안별 적용성

항목 / 대안	기술 검증	물류개선	적용 난이도
① 24시간 운영	○	△	하
② 적정시설규모	○	×	하
③ 무정차시스템	×	△	상
④ 분리게이트	○	○	중

④ 종합 검토

게이트 리모델링 대안으로 선정한 네가지 대안에 대해서 기대효과, 도입타당성, 적용성을 종합 검토한 우선순위는 24시간 운영, 분리게이트, 무정차시스템, 적정시설규모 순으로 나타났다.

〈표 5-7〉 게이트시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토

항목 / 대안	기대효과	도입타당성	적용성	우선순위 (종합)
① 24시간 운영	3	1	2	1(6)
② 적정시설규모	4	2	3	4(9)
③ 무정차시스템	1	3	4	3(8)
④ 분리게이트	2	4	1	2(7)

(2) 안벽시스템

① 기대효과

안벽시스템의 리모델링은 터미널의 안벽하역생산성을 높이는 것이 주된 목표로 기대효과를 크게 1) 선박 재항시간 단축/본선하역생산성 2) 선석이용률 및 C/C작업능률 향상 3) 선박 양적하 계획/운영 최적화로 구분하여 분석하였으며 그 내용은 다음과 같다.

〈표 5-8〉 안벽리모델링 대안별 기대효과

항목 / 대안	재항시간/ 하역생산성	선석이용률/ C/C작업능률	양적하 계획/운영
① C/C 작업대수 증대	○	△	-
② C/C 성능 제고	○	△	-
③ Multi-load Spreader	○	△	-
④ 신개념 C/C 개발	○	△	-
⑤ DSV	△	△	△
⑥ SHC/ALV	△	△	△
⑦ Pooling Operation	△	○	○
⑧ Dual Cycle Operation	△	○	○
⑨ YT 운행대수 증대	△	○	-

기대효과 분석에서 1) 선박재항시간/본선하역생산성 향상 측면에서는 안벽장비와 직접적으로 연관된 대안(①/②/③/④)들이 우수할 것으로 예상되며, 2) 선석이용률과 C/C작업능률 측면에서는 이송장비와 운영에 관련된 대안(⑦/⑧/⑨)들이 효과적인 것으로 판단되었다. 특히, 이송장비 운영에 관련된 대안(⑦/⑧)은 3) 선박 양적하 계획/운영 최적화 측면에서도 적용효과가 높은 리모델링 대안으로 평가된다.

② 도입타당성

안벽시스템 리모델링의 각 대안에 대한 도입타당성 평가는 1) 초기투자비 2) 운영비 3) 인력비 4) 유지보수비의 4가지 측면에서 고려하였다. 각 대안에 대한 분석내용은 다음과 같다.

〈표 5-9〉 안벽리모델링 대안별 도입타당성

항목 / 대안	초기투자비	운영비	인력비	유지보수비
① C/C 작업대수 증대	↑	↑	↑	↑
② C/C 성능 제고	↑	-	-	-
③ Multi-load Spreader	↑	-	-	↑
④ 신개념 C/C 개발	↑	-	-	-
⑤ DSV	↑	↓	↓	↓
⑥ SHC/ALV	↑	↓	↓	↓
⑦ Pooling Operation	-	↑	↓	↓
⑧ Dual Cycle Operation	-	↑	↓	↓
⑨ YT 운행대수 증대	↑	↑	↑	↑

안벽 리모델링 대안의 도입타당성 측면에서 안벽장비의 자체 성능을 높이는 대안(②/④)이 단일항목인 초기투자비에 대해서만 비용이 소요되어 다소 유리한 점은 있으나 일시에 막대한 투자재원이 소요된다는 단점이 있는 것으로 나타났다.

새로운 이송장비를 개발하는 대안(⑤/⑥)은 운영비, 인력비, 유지보수비가 기존보다 절감되는 효과는 있으나, 초기 개발에 투자되는 비용이 다소 높을 것으로 보여 운영방식 개선대안보다는 도입타당성이 낮은 것으로 판단된다. 이와는 반대로 안벽장비를 지원하는 이송장비의 운영방식 개선대안(⑦/⑧)은 초기투자비가 들지 않으며, 인력과 유지보수비에서도 절감효과가 있는 것으로 파악되어 효율성이 높을 것으로 예상된다.

그 외, 안벽 리모델링 대안(①/③/⑨)들은 전체 비용항목에서 기존보다 높아질 것으로 파악된다.

③ 적용성

안벽시스템 리모델링의 각 대안에 대한 적용성 평가는 1) 기술검증 2) 물류개선 3) 적용난이도의 3가지 측면에서 고려하였다. 각 대안에 대한 분석내용은 다음과 같다.

〈표 5-10〉 안벽리모델링 대안별 적용성

항목 / 대안	기술검증	물류개선	적용난이도
① C/C 작업대수 증대	○	-	하
② C/C 성능 제고	○	-	하
③ Multi-load Spreader	○	△	중
④ 신개념 C/C 개발	-	△	상
⑤ DSV	○	△	하
⑥ SHC/ALV	-	○	상
⑦ Pooling Operation	○	○	중
⑧ Dual Cycle Operation	○	○	상
⑨ YT 운행대수 증대	○	-	하

안벽 리모델링의 각 대안은 일부를 제외하고는 대부분 기술검증이 이루어진 상태로 현장에 적용하기에 크게 무리가 없으며, 물류개선 측면에서는 장비측면보다는 운영측면에서 효과가 있는 대안(⑥/⑦/⑧)들이 대체로 우수한 것으로

판단된다.

한편, 기술검증이 되지 않은 대안(④/⑥)은 새로운 개념의 장비로 적용효과는 매우 높으나, 기간과 비용 측면에서 기술개발에 많은 어려움이 있을 것으로 예상된다. 그 외 대안들은 적용상의 어려움은 크게 없어 터미널 환경에 무난한 게 적용이 가능할 것으로 판단된다.

④ 종합검토

안벽시스템 리모델링의 주목적은 안벽의 하역생산성을 향상시키는 것에 있다. 따라서, 각 대안별 기대효과, 도입타당성, 적용성의 장단점을 종합적으로 비교하여 안벽장비의 하역작업에 직・간접적으로 효과가 높은 순으로 다음과 같이 우선순위를 결정하였다.

〈표 5-11〉 안벽리모델링 대안별 적용성

기준항목 / 대안	기대효과	도입타당성	적용성	우선순위 (종합)
① C/C 작업대수 증대	4	9	7	7(20)
② C/C 성능 제고	6	5	5	5(16)
③ Multi-load Spreader	3	6	4	4(13)
④ 신개념 C/C 개발	5	7	9	9(21)
⑤ DSV	8	1	3	3(12)
⑥ SHC/ALV	9	2	8	6(19)
⑦ Pooling Operation	1	3	1	1(5)
⑧ Dual Cycle Operation	2	4	2	2(8)
⑨ YT 운행대수 증대	7	8	6	8(21)

안벽시스템 리모델링 종합분석은 각 기준항목(기대효과/도입타당성/적용성)의 세부항목을 취합한 순위를 합산하여 최종 우선순위를 부여하였다.

기준항목별로 순위를 살펴보면, 기대효과 측면에서는 선박재항시간/선석이

용률/양적하 계획・운영에 있어 고른 효과가 있는 대안 ⑦(Pooling Operation)이, 도입타당성 측면에서는 초기투자비, 운영비, 인력비, 유지보수비를 모두 고려할 때 대안 ⑤(DSV)가 가장 우수한 것으로 판단되었다. 대안의 적용성 측면에서는 기존의 하역시스템을 최대한 유지하면서 효율적 운영방식을 적용하는 대안 ⑦이 안벽시스템 리모델링 대안으로 효과가 높을 것으로 분석되었다.

이상의 내용에서 종합순위 배정 결과는 이송장비의 운영방식을 개선한 대안 ⑦과 ⑧이 각각 1, 2위로 나타났으며, 2단적 적재차량인 대안 ⑤가 3위로 결정되었다. 그러나, 대안 ⑧의 경우 선박에 적재된 컨테이너의 저장위치에 매우 의존적인 관계로 터미널 운영에 쉽게 적용하기엔 많은 어려움이 예상된다.

그 외 안벽장비의 기능을 개선한 대안 ③(Multi-load Spreader)이 우선순위 4위로 안벽시스템 리모델링시에 효과가 높을 것으로 분석되었다.

(3) 야드시스템

① 기대효과

야드시스템에 리모델링 대안을 도입시 얻을 수 있는 기대효과는 장치공간의 활용도를 향상시킬 수 있으며, 이적 작업을 감소시키고, 재조작 작업 감소, 야드 계획/운영을 최적화할 수 있다.

장치공간 증대 대안의 경우 장치공간 활용도를 향상시킬 수 있으며, 야드 계획/운영 최적화를 일정부분 달성할 수 있다. 장비대수 증가 대안의 경우 이적작업 및 재조작작업을 감소시킬 수 있다. 장비성능 제고 대안의 경우 재조작작업을 감소시킬 수 있다. 시설배치 재정립 대안의 경우 장치공간 활용도를 향상시킬 수 있으며, 재조작 작업을 감소시킬 수 있다. 고단적재시스템 대안의 경우 장치공간 활용도를 향상시킬 수 있으며, 이적작업 감소, 야드 계획/운영 최적화를 이룰 수 있다.

〈표 5-12〉 야드시스템 리모델링 대안별 기대효과

기대효과 / 대안	장치공간 활용도 향상	이적 작업 감소	재조작 작업 감소	야드 계획/운영 최적화
① 장치공간 증대	○	×	×	△
② 장비대수 증가	×	○	○	×
③ 장비성능 제고	×	×	○	×
④ 시설배치 재정립	○	×	○	△
⑤ 고단적재시스템	○	○	×	○
⑥ 전기식 TC	×	×	×	×

② 도입타당성

야드시스템에 리모델링 대안을 도입시 얻을 수 있는 도입타당성 분석항목은 초기투자비, 운영비, 인력비, 유지보수비 항목을 분석할 수 있다.

장치공간 증대 대안의 경우 초기투자비가 투입되며, 장비대수 증가 대안의 경우 초기투자비, 운영비, 인력비, 유지보수비가 투입 또는 증가된다. 장비성능 제고 대안의 경우 초기투자비가 투입되지만, 운영비, 인력비가 감소하며, 시설배치 재정립 대안의 경우 초기투자비가 투입되지만 운영비를 절감할 수 있는 대안이다.

고단적재시스템 대안의 경우 상당히 많은 초기투자비가 투입이 되며, 운영비 및 유지보수비가 증가하나, 자동화로 인하여 인력비가 절감된다. 전기식 TC의 경우 초기투자비가 투입되나, 운영비 및 유지보수비가 감소한다.

〈표 5-13〉 야드시스템 리모델링 대안별 도입타당성

경제성 항목 / 대안	초기투자비	운영비	인력비	유지보수비
① 장치공간 증대	↑	-	-	-
② 장비대수 증가	↑	↑	↑	↑
③ 장비성능 제고	↑	↓	↓	-
④ 시설배치 재정립	↑	↓	-	-
⑤ 고단적재시스템	↑	↑	↓	↑
⑥ 전기식 TC	↑	↓	-	↓

③ 적용성

야드시스템에 리모델링 대안을 도입 시 얻을 수 있는 적용성 분석항목은 기술검증, 물류개선, 적용난이도 항목으로 분석할 수 있다.

장치공간 증대 대안의 경우 기술검증이 이루어졌으며, 장비대수 증대 대안의 경우도 기술검증이 이루어져, 약간의 물류개선 효과가 있는 것으로 분석되었다. 장비성능제고 대안의 경우 기술검증이 이루어졌으며, 약간의 물류개선 효과도 기대할 수 있다. 시설배치 재정립 대안의 경우 기술검증이 이루어졌으며, 물류개선 효과가 크나, 적용난이도는 약간 있는 것으로 분석되었다.

고단적재시스템 대안의 경우 물류개선효과가 뛰어나나 적용난이도가 아주 높게 분석되었으며, 전기식 TC의 경우 기술검증이 이루어졌으나, 약간의 적용난이도는 있는 것으로 분석되었다.

〈표 5-14〉 야드시스템 리모델링 대안별 적용성

적용성 / 대안	기술검증	물류개선	적용난이도
① 장치공간 증대	○	×	하
② 장비대수 증가	○	△	하
③ 장비성능 제고	○	△	하
④ 시설배치 재정립	○	○	중
⑤ 고단적재시스템	×	○	상
⑥ 전기식 TC	○	×	중

④ 종합 검토

야드시스템 리모델링 대안으로 선정한 여섯 가지 대안에 대해서 기대효과, 도입타당성, 적용성을 종합 검토한 우선순위는 시설배치 재정립, 장비성능 제고, 장치공간 증대, 장비대수 증가, 고단적재시스템, 전기식 TC 순으로 나타났다.

〈표 5-15〉 야드시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토

항목 / 대안	기대효과	도입타당성	적용성	우선순위 (종합)
① 장치공간 증대	4	4	4	3(12)
② 장비대수 증가	3	6	3	3(12)
③ 장비성능 제고	5	1	2	2(8)
④ 시설배치 재정립	2	3	1	1(6)
⑤ 고단적재시스템	1	5	6	3(12)
⑥ 전기식 TC	6	2	5	4(13)

(4) IT시스템

① 기대효과

Clsoing Time 단축은 안벽 자동화를 제외한 대안에서 효과적이며, 하역장비 실시간 통제는 게이트 자동화를 제외한 대안에서 효과적이다. 터미널 운영 최적화는 안벽 자동화와 실시간 모니터링에서 효과적인 대안으로 실시간 모니터링이 기대효과는 가장 클 것으로 판단된다.

〈표 5-16〉 IT시스템 리모델링 대안별 기대효과

항목 / 대안	Closing Time 단축	하역장비 실시간 통제	터미널 운영 최적화
① 게이트 자동화	○	×	×
② 안벽 자동화	×	△	○
③ 야드 자동화	△	○	△
④ 실시간 모니터링	○	○	○

② 도입타당성

초기투자비는 대안들 모두가 필요하며, 운영비는 실시간 모니터링에서 발생한다. 인력비는 야드 자동화에서는 감소하나, 실시간 모니터링에서 증가한다. 유지보수비는 안벽 자동화에서는 감소하지만 다른 대안에서는 모두 증가하게

된다. 따라서 실시간 모니터링을 제외한 대안들에서 도입타당성은 유사하게 발생할 것으로 예상된다.

〈표 5-17〉 IT시스템 리모델링 대안별 도입타당성

항목 / 대안	초기투자비	운영비	인력비	유지보수비
① 게이트 자동화	↑	-	-	↑
② 안벽 자동화	↑	-	-	↓
③ 야드 자동화	↑	-	↓	↑
④ 실시간 모니터링	↑	↑	↑	↑

③ 적용성

대안 중에서 기술 검증과 물류개선 측면에서 야드 자동화가 가장 적용성이 뛰어나며, 적용 난이도는 중간 정도이다. 안벽 자동화는 기술 검증, 물류개선 측면에서 상대적으로 낮으면서 적용 난이도는 가장 높다.

〈표 5-18〉 IT시스템 리모델링 대안별 적용성

항목 / 대안	기술 검증	물류개선	적용 난이도
① 게이트 자동화	○	△	중
② 안벽 자동화	△	△	상
③ 야드 자동화	○	○	중
④ 실시간 모니터링	△	○	하

④ 종합 검토

IT시스템 리모델링 대안으로 선정한 네가지 대안에 대해서 기대효과, 도입타당성, 적용성을 종합 검토한 우선순위는 야드 자동화, 실시간 모니터링, 안벽 자동화, 게이트 자동화 순으로 나타났다.

〈표 5-19〉 IT시스템 리모델링 대안의 우선순위 종합검토

항목 / 대안	기대효과	도입타당성	적용성	우선순위 (종합)
① 게이트 자동화	4	3	3	4(10)
② 안벽 자동화	3	1	4	3(8)
③ 야드 자동화	2	2	1	1(5)
④ 실시간 모니터링	1	4	2	2(7)

3) 분석결과 요약

기술적용 타당성 평가는 각 시스템별로 기대효과, 도입타당성, 적용성의 세 가지 항목으로 나누어서 평가하고 종합결과를 검토하였다.

각 항목들은 유무, 상중하 등의 서로 다른 기준에 의해서 평가되었으며, 이를 계량화하여 순위를 설정하였으므로 상대적 비교 의미를 가진다.

먼저, 게이트시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 무정차시스템이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 24시간 운영대안이, 적용성에서는 분리게이트가 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 24시간 운영이 종합점수 6점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 분리게이트, 무정차시스템, 적정시설규모 순으로 산정되었다.

안벽시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 DSV대안이, 적용성에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, Pooling Operation이 종합점수 5점으로 가장 높은 우선순위를 보이며, Dual Cycle Operation, DSV, Multi Load Spreader, C/C 성능제고, SHC/ALV, C/C 작업대수 증대, YT 운행대수 증대, 신개념 C/C 개발 순으로 산정되었다.

야드시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 고단적재시스템이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 장비성능제고 대안이, 적용성에서는 시설배치 재정립이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 시설배치 재정립이

종합점수 6점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 장비성능 제고, 장비대수 증가, 장치공간 증대, 고단적재시스템, 전기식 TC 순으로 산정되었다.

IT시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 실시간 모니터링이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 안벽자동화 대안이, 적용성에서는 야드자동화 대안이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 야드자동화 대안이 종합점수 5점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 실시간 모니터링, 안벽자동화, 게이트 자동화 순으로 산정되었다.

〈표 5-20〉 각 시스템별 리모델링 대안의 우선순위 종합검토

항목 / 시스템별 대안		기대효과	도입타당성	적용성	우선순위 (종합)
게이트	24시간 운영	3	1	2	1(6)
	적정시설규모	4	2	3	4(9)
	무정차시스템	1	3	4	3(8)
	분리게이트	2	4	1	2(7)
안벽	C/C 작업대수 증대	4	9	7	7(20)
	C/C 성능 제고	6	5	5	5(16)
	Multi-load Spreader	3	6	4	4(13)
	신개념 C/C 개발	5	7	9	9(21)
	DSV	8	1	3	3(12)
	SHC/ALV	9	2	8	6(19)
	Pooling Operation	1	3	1	1(5)
	Dual Cycle Operation	2	4	2	2(8)
	YT 운행대수 증대	7	8	6	8(21)
야드	장치공간 증대	4	4	4	3(12)
	장비대수 증가	3	6	3	3(12)
	장비성능 제고	5	1	2	2(8)
	시설배치 재정립	2	3	1	1(6)
	고단적재시스템	1	5	6	3(12)
	전기식 TC	6	2	5	4(13)
IT	게이트 자동화	4	3	3	4(10)
	안벽 자동화	3	1	4	3(8)
	야드 자동화	2	2	1	1(5)
	실시간 모니터링	1	4	2	2(7)

제6장

시뮬레이션에 의한 기술적용 사례 분석

1. 대안의 선정

제6장에서는 본 연구에서 제시된 컨테이너터미널 리모델링 대안중 기술적용시에 정량적인 분석이 가급적 용이한 몇 가지 대안에 대해 시뮬레이션 적용사례를 다루었다.

제4장에서 제시된 리모델링 대안 19개 가운데 기대효과를 정량적으로 다루기가 어려운 정성적 성향이 강한 대안과 터미널의 기반여건을 재정비하는 대안은 복합적인 요소를 동시에 고려해야 하기 때문에 시뮬레이션 분석대상에서 제외하였다. 마찬가지로 IT시스템도 정량적인 분석방법이 적합하지 않으므로 다루지 않는다.

따라서, 사례분석에서 다루는 대상은 기술적용시 정량적인 분석이 가능한 대안중 기존 시스템에 적용된 사례가 없고 시뮬레이션 분석 적용이 용이한 대안들로 한정하였다. 각 대안에 대한 적절한 분석방법과 사례분석대상으로 다루는 리모델링 대안은 다음과 같다.

〈표 6-1〉 기술적용 사례분석 대상(시뮬레이션)

리모델링 대안	분석내용	터미널 영역
① 분리게이트	감만 선석통합(세방, 한진감만)에 따른 분리 게이트적용시 효과 분석	게이트
② 신개념 C/C 개발	신개념 C/C 도입시 국내터미널 안벽하역생산성 향상 효과 분석	안벽
③ 2단 적재차량	기존 YT를 대체한 DSV 도입시 C/C 생산성 및 이송장비 대수 절감효과 분석	안벽
④ 셔틀캐리어	기존 YT를 대체한 SHC 도입시 C/C 생산성 및 이송장비 대수 절감효과 분석	안벽

2. 리모델링 기술적용을 위한 시뮬레이션 방법론

1) 대상시스템 정의

선정된 4가지 리모델링 대안의 시뮬레이션 분석을 수행하기 위해서는 우선 각 대안의 대상시스템을 정의할 필요가 있다. 4가지 대안은 모두 컨테이너터미널을 대상으로 하고 있다는 점에서 동일하다.

그러나, 대상시스템의 구성요소와 분석목적에서 조금씩 차이가 있는데, 분리게이트의 경우 게이트의 적정규모 산출이 목적이며 터미널의 반출입레인수와 게이트 외부트럭이 구성요소에 해당한다. 마찬가지로 신개념 C/C 대안은 안벽생산성과 선박, C/C, YT가 각각 분석목적과 구성요소가 된다.[35]

그러므로, 각 리모델링 대안의 분석목적과 대상시스템의 구성요소에 적합한 시뮬레이션 분석을 수행할 필요가 있다. 본 장에서는 각 리모델링 대안의 분석목적과 구성요소를 다음과 같이 정의하였다.

〈표 6-2〉 대상시스템의 분석목적 및 구성요소

리모델링 대안	분석목적	구성요소
① 분리게이트	게이트 적정규모 및 차량혼잡도	반출입 레인수, 외부트럭
② 신개념 C/C 개발	안벽생산성 향상 효과	선박, C/C, YT
③ 2단 적재차량	안벽생산성/이송장비대수절감 효과	C/C, DSV
④ 셔틀캐리어	안벽생산성/이송장비대수절감 효과	C/C, SHC

35) 2단적재차량의 경우 분석목적은 이송장비 대수절감 및 안벽생산성 향상효과이며, C/C, DSV가 구성요소에 해당한다. 마찬가지로 셔틀캐리어도 DSV 대신 SHC를 대상으로 하고 있다는 점 외에는 2단적재차량과 분석목적과 구성요소에서 동일함

2) 시뮬레이션 모형

대상시스템이 정의된 이후에 시뮬레이션을 수행하기 위한 모형을 수립해야 한다. 시뮬레이션 모형은 분석목적에 부합하도록 최대한 대상시스템을 상세히 묘사한 것을 말한다. 그러나, 모형에 포함시키기 어렵거나 분석목적에 큰 영향을 주지 않는 사항들을 모두 반영시켜 모형을 수립할 필요는 없다. 따라서, 시뮬레이션 결과에 큰 영향을 끼치는 부분을 중심으로 묘사하도록 하여야 한다.

분리게이트의 경우 외부트럭의 반출입레인 서비스시간과 터미널 체류시간을 분석하여 게이트의 적정규모를 산출하는 것이므로 외부트럭과 반출입레인간의 상호연동관계에 주안점을 두고 모형이 수립될 필요가 있다. 외부트럭과 장치장의 TC와의 연동관계는 적으므로 최소한의 관계만 묘사하면 된다. 마찬가지로 신개념 C/C의 경우 C/C와 YT간의 연동관계를 중심으로 모형화를 하도록 해야 한다.[36]

각 리모델링 대안별로 시뮬레이션 모형수립시 주안점을 두고 객체묘사해야 하는 연동관계를 정리하면 다음과 같다.

〈표 6-3〉 시뮬레이션 모형수립시 연동관계

리모델링 대안	연동관계	주안점
① 분리게이트	입출구 레인⇔외부트럭⇔TC 작업관계	서비스 시간, 대기열
② 신개념 C/C	C/C⇔YT 양적하 작업관계	C/C 동작원리, 장비대기율
③ 2단 적재차량	C/C⇔YT⇔TC 양적하/야드 작업관계	적재용량, 장비대기율
④ 셔틀캐리어	C/C⇔YT⇔TC 양적하/야드 작업관계	자가하역기능, 장비대기율

분리게이트 대안에서는 시뮬레이션 모형수립시 게이트의 입출구 레인과 외부트럭간의 연동관계를 잘 묘사할 수 있어야 하며, 게이트 서비스시간과 차량의 대기열 정보를 추출할 수 있도록 모형을 수립해야 한다. 그 외 게이트의 위

36) 2단적재차량과 셔틀캐리어는 C/C와 이송장비간의 연동관계를 중심으로 모형을 수립해야 하는데 특히, 차량의 특징(2단적, 자가하역기능)을 구체적으로 묘사하여야 두 장비간의 차이점이 시뮬레이션 결과에서 나타나게 됨

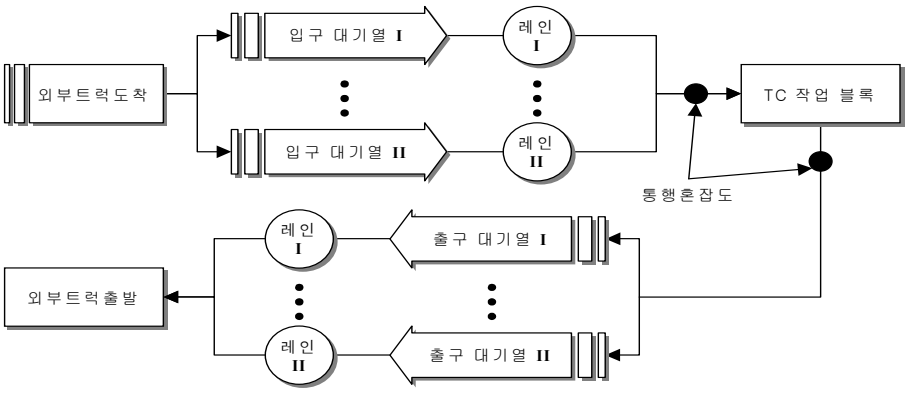
치와 야드작업지점도 추가로 고려하여 차량의 동선체계를 모형에 반영할 필요가 있다. 신개념 C/C 대안에 대해서는 각 장비의 동작원리가 주안점이 되므로 이를 반영한 시뮬레이션 모형이 수립되어야 이들 장비들 간의 특성이 반영된 결과를 얻을 수 있다. 따라서, 각 장비의 기계적생산성에 동작원리를 반영할 수 있도록 1회 작업을 여러 단계로 세분화 시키는 방법을 모형 수립시 모색할 필요가 있다. 마찬가지로 2단 적재차량과 셔틀캐리어 대안에 있어서도 이송장비의 평균싸이클 타임만 고려된 모형은 기존 YT와의 차이점을 분석하는데 한계가 있으므로 차량의 적재용량과 자가하역기능을 반영할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것이다.

(1) 분리게이트 모형

분리게이트 모형의 주요 분석 대상은 게이트에서의 대기트럭의 수와 서비스시간 및 체류시간으로 게이트의 입출구 활용도를 산출하여 적정한 레이수를 결정하는 것이다. 따라서, 이를 묘사할 수 있도록 외부트럭과 입출구 레인, TC를 구성요소로 하고 이들간의 연동관계가 반영된 모형으로 수립해야 한다.

이러한 게이트 작업을 묘사하기 위한 분리게이트 모형을 구성하면 다음과 같이 된다.

〈그림 6-1〉 분리게이트 시뮬레이션 모형



<그림 6-1>의 분리게이트 시뮬레이션 모형에서 외부트럭과 레인간의 연동관계를 표현하기 위해 입출구 레인별 대기열을 구성하였다. 또한, 서비스 레인을 통과한 외부트럭이 터미널의 TC작업을 받기 위한 관계도 묘사되어 있다.

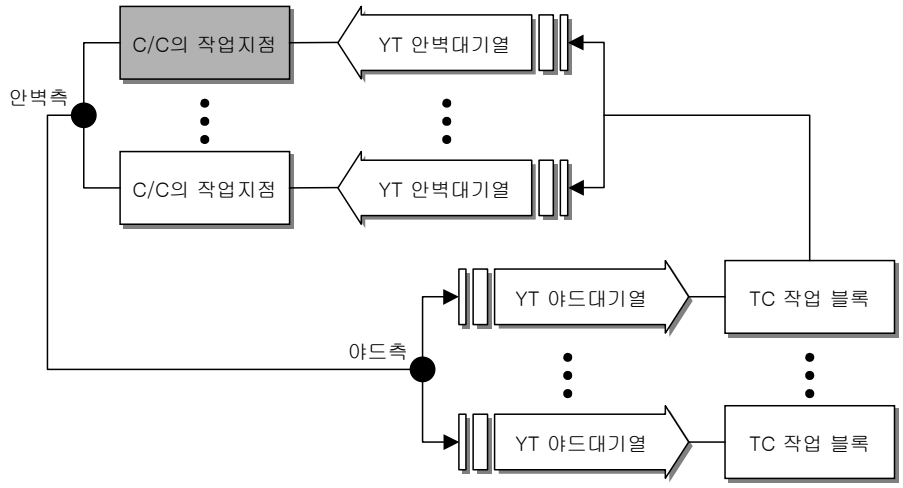
이러한 모형을 수립함으로써 외부트럭의 도착에서부터 출발까지의 각종 통계량을 얻을 수 있으며, 실험결과를 토대로 게이트의 서비스 수준에 따라 손쉽게 적정레인수를 결정할 수 있을 것이다.

(2) 신개념 C/C 모형

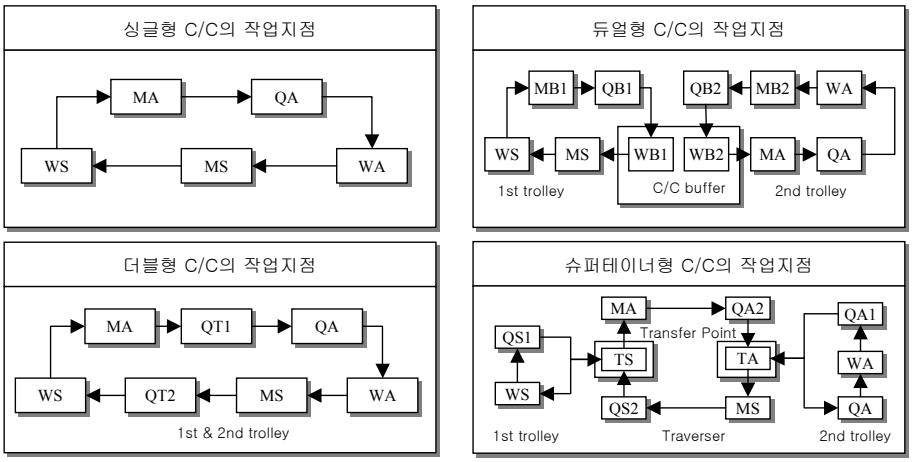
신개념 C/C 모형의 주요 분석 대상은 C/C의 안벽생산성으로 선박작업시에 실제 달성될 수 있는 순작업생산성을 산출하는 것이다. 따라서, 모형에는 C/C와 연동작업을 수행하는 이송장비인 YT와 TC작업을 포함시켜야 하며, 이들간의 장비간 대기현상도 나타낼 수 있어야 실제와 근접한 통계량을 산출할 수 있다.

신개념 C/C 작업을 묘사하기 위한 시뮬레이션 모형을 구성하면 다음과 같이 된다.

〈그림 6-2〉 신개념 C/C 시뮬레이션 모형(전체구성도)



〈그림 6-3〉 신개념 C/C 시뮬레이션 모형(트롤리)



신개념 C/C는 총 3가지 유형으로 기존 C/C와 차별을 두기 위해 트롤리의 동작원리를 주안점으로 모형을 수립하였다. 모형은 기본적으로 싱글형 C/C의 하역작업흐름에 각 유형에 따라 트롤리의 세부작업과정을 추가하여 수립되어 있다. 따라서, 트롤리 동작구조에 따라 작업대기열을 반영할 수 있으며, YT와 연동관계를 표현할 수 있게 된다. 또한, YT는 야드에서 TC와의 연동관계도 가지도록 구성되어 있어 트롤리 동작구조⇔YT⇔TC간의 작업형태를 모두 고려할 수 있게 된다.

각 C/C 유형별 트롤리 동작은 작업상태가 전이되는 구조로 세부모형이 수립되어 있는데 그 내용은 다음과 같다.

〈표 6-4〉 싱글형 C/C 트롤리 작업상태 정의

상태	작업내용
WS	선박작업지점에서 양・적하
MA	선박작업지점에서 안벽작업지점으로 이동
QA	안벽작업지점에서 이송장비를 대기
WA	안벽작업지점에서 양・적하
MS	안벽작업지점에서 선박작업지점으로 이동

C/C는 안벽작업지점과 선박작업지점간에 연속적인 컨테이너 하역 작업을 반복하게 된다. 따라서, 이 작업과정을 각 C/C 유형의 트롤리 동작구조에 따라 싱글형 5개, 듀얼형 11개, 더블형 7개, 슈퍼테이너형 11개의 작업상태로 묘사하였다.

〈표 6-5〉 듀얼형 C/C 트롤리 작업상태 정의

상태	작업내용
WS	선박작업지점에서 1st가 양・적하
MB1	선박작업지점에서 1st가 버퍼지점으로 이동
QB1	버퍼지점에서 1st가 대기
WB1	버퍼지점에서 1st가 양・적하
MS	버퍼지점에서 1st가 선박작업지점으로 이동
WA	안벽작업지점에서 2nd가 양・적하
MB2	안벽작업지점에서 2nd가 선박작업지점으로 이동
QB2	버퍼지점에서 2nd가 대기
WB2	버퍼지점에서 2nd가 양・적하
MA	버퍼지점에서 2nd가 안벽작업지점으로 이동
QA	안벽작업지점에서 2nd가 이송장비를 대기

〈표 6-6〉 더블형 C/C 트롤리 작업상태 정의

상태	작업내용
WS	선박작업지점에서 양・적하
MA	선박작업지점에서 안벽작업지점으로 이동
QT1	안벽작업지점에서 트롤리간 작업간섭으로 대기
QA	안벽작업지점에서 이송장비를 대기
WA	안벽작업지점에서 양・적하
MS	안벽작업지점에서 선박작업지점으로 이동
QT2	선박작업지점에서 트롤리간 작업간섭으로 대기

〈표 6-7〉 슈퍼테이너형 C/C 트롤리 작업상태 정의

상태	작업내용
WS	선측에서 양・적하
QS1	해측에서 해측트롤리가 중앙트래버서를 대기
QS2	해측에서 중앙트래버서가 해측트롤리를 대기
TS	해측에서 컨테이너 이적작업
MA	중앙트래버서가 해측에서 육측으로 이동
QA1	육측에서 육측트롤리가 중앙트래버서를 대기
QA2	육측에서 중앙트래버서가 육측트롤리를 대기
TA	육측에서 컨테이너 이적작업
MS	중앙트래버서가 육측에서 해측으로 이동
QA	육측트롤리가 이송장비를 대기
WA	안벽에서 양・적하

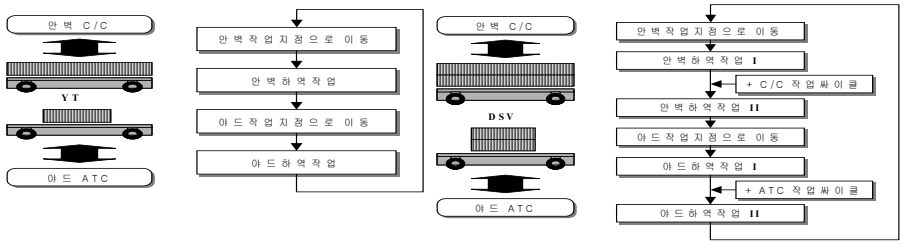
이상의 각 C/C 유형별 작업상태정의에는 트롤리의 대기시간상태가 정의되어 있어 시뮬레이션 분석에서 해당값들을 산출할 수 있으므로 장비간 작업대기현상을 반영한 순작업생산성을 가늠해 볼 수 있다.

(3) 2단 적재차량 모형

2단 적재차량은 일반 YT의 하역작업형태와 거의 동일한 방식을 가지지만 적재용량이 2배인 관계로 하역작업형태가 다소 다르게 진행되며 여기에 주안점을 두고 모형을 수립할 필요가 있다.

기존 YT의 작업방식과 2단 적재차량의 작업방식을 도식화하면 다음과 같다.

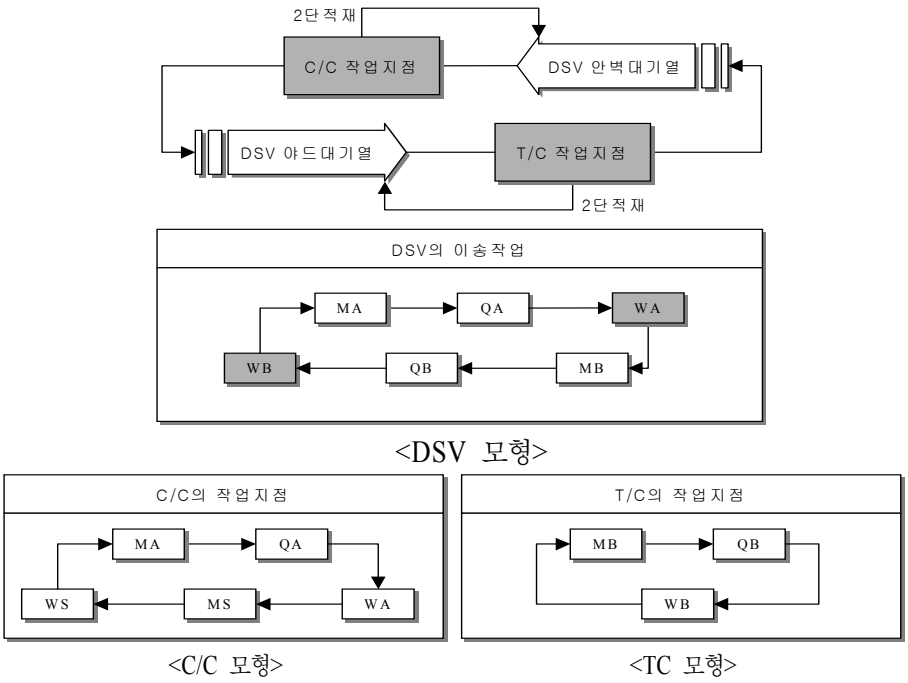
〈그림 6-4〉 YT와 2단 적재차량 하역작업형태



<YT> <2단 적재차량>

적재용량의 차이로 두 장비는 안벽과 야드지점에서 작업과정에 차이가 발생하며 이는 전체적인 두 장비간 이송능력의 차이로 나타날 수 있다. 따라서, 시뮬레이션 모형에서 이를 반영하여야 하며, 본 모형에서는 이러한 작업과정을 묘사할 수 있는 DSV 시뮬레이션을 수립하였으며, 모형에서 사용된 각 장비별 작업상태정의는 다음과 같다.

〈그림 6-5〉 2단 적재차량 시뮬레이션 모형



<DSV 모형>

<C/C 모형>

<TC 모형>

〈표 6-8〉 2단 적재차량 작업상태 정의

상태	작업내용
MA	안벽으로 이동
QA	안벽작업지점에서 C/C 대기
WA	안벽작업지점에서 C/C 양적하 작업
MB	블록으로 이동
QB	블록작업지점에서 TC대기
WB	블록작업지점에서 TC 이적작업

〈표 6-9〉 C/C 및 TC 작업상태 정의

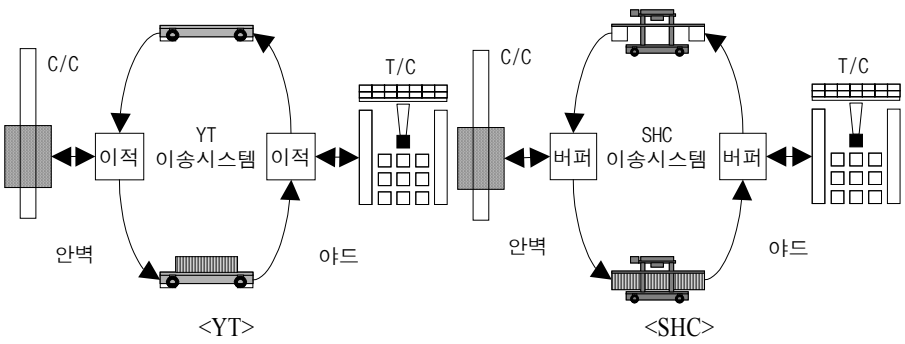
C/C 모형		TC 모형	
상태	작업내용	상태	작업내용
WS	선박작업지점에서 양・적하	MB	블록작업지점으로 이동
MA	선박측에서 안벽측으로 이동	QB	블록작업지점에서 대기
QA	안벽지점에서 이송장비 대기	WB	블록작업지점에서 이적작업
WA	안벽지점에서 양・적하	-	-
MS	안벽측에서 선박측으로 이동	-	-

2단 적재차량의 작업상태는 안벽과 야드작업지점간 총 6개로 정의하였으며, 이송장비와 연동작업을 하는 C/C와 TC에 대해서도 각각 상태를 정의하였다. 이렇게 함으로써 장비간 작업대기현상을 반영할 수 있어 보다 실질적인 이송장비의 능력을 산정해 볼 수 있다.

(4) 셔틀캐리어 모형

셔틀캐리어 시뮬레이션 모형은 앞서 수립한 2단 적재차량과 거의 유사하다. 다만, 자가하역기능을 가지고 있으므로 이에 대한 반영을 모형에 삽입하여 수립하면 된다. 다음은 셔틀캐리어의 작업과정을 도식화한 것이다.

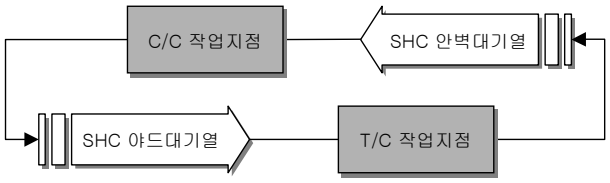
〈그림 6-6〉 YT와 셔틀캐리어 하역작업형태

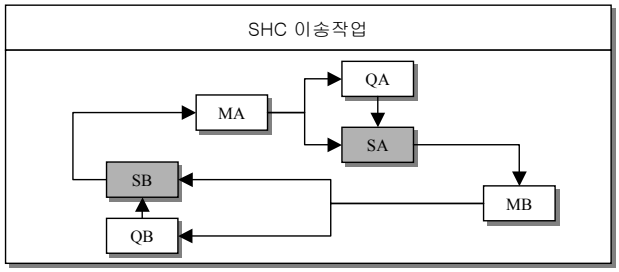


상위의 각 장비별 작업흐름을 보면 자가하역기능이 없는 기존의 YT가 C/C와 TC장비 상호간에 컨테이너 이적작업을 하는 반면, 셔틀캐리어는 안벽과 야드작업지점에서 상황에 따라 C/C와 TC에 의존하지 않는 버퍼작업형태를 가지고 있다. 따라서, 장비 상호간에 작업대기현상이 상당히 줄어드는 이점이 발생한다.

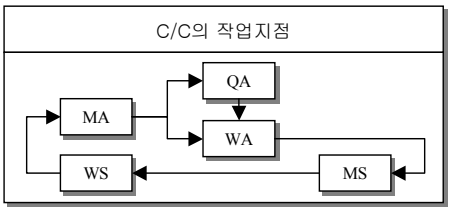
이상의 내용에서 셔틀캐리어의 이송능력을 분석하기 위해서는 버퍼작업을 반영할 수 있는 시뮬레이션 모형이 요구되며, 본 연구에서 수립한 모형은 다음과 같다.

〈그림 6-7〉 셔틀캐리어 시뮬레이션 모형

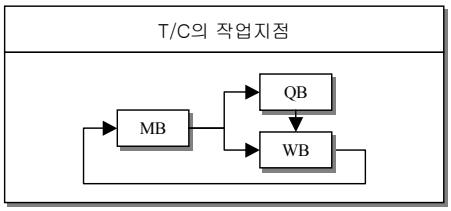




<SHC 모형>



<C/C 모형>



<TC 모형>

〈표 6-10〉 셔틀캐리어 이송작업상태 정의

상태	작업내용
MA	안벽작업지점으로 이동
QA	안벽작업지점에서 C/C 대기
SA	안벽작업지점에서 버퍼작업
MB	블록작업지점으로 이동
QB	블록작업지점에서 TC대기
SB	블록작업지점에서 버퍼작업

〈표 6-11〉 셔틀캐리어의 C/C 및 TC 작업상태 정의

C/C 모형		TC 모형	
상태	작업내용	상태	작업내용
WS	선박작업지점에서 양・적하	MB	블록작업지점으로 이동
MA	선박측에서 안벽측으로 이동	QB	블록작업지점에서 대기
QA	안벽지점에서 이송장비 대기	WB	블록작업지점에서 버퍼작업
WA	안벽지점에서 버퍼 작업	-	-
MS	안벽측에서 선박측으로 이동	-	-

모형에서 셔틀캐리어의 작업상태를 총 6개로 정의하였으며, 이송장비와 연동작업을 하는 C/C와 TC에 대해서도 각각 상태를 정의하였다. 앞서 2단 적재 차량과 구별되는 것은 안벽과 야드작업지점에서 이적작업이 아닌 버퍼작업을 한다는 점이며, 이송장비 뿐만 아니라 C/C 및 TC도 버퍼작업이 가능한 구조로 되어 있다.

이상의 시뮬레이션 모형을 통하여 각 리모델링 대안의 기대효과를 정량적으로 분석할 수 있다.

3) 입출력 자료 구성

시뮬레이션 분석을 수행하기 위해서는 기초 자료로 대상시스템의 환경에 맞

는 입력자료를 요구한다. 이러한 입력자료는 분석목적에 따른 최소한의 데이터가 요구되며, 대상시스템의 시뮬레이션 모형에 따라서도 다른 양식으로 전환될 필요가 있다.

분리게이트의 경우 분석목적이 게이트의 적정규모 산출이므로 선박이나 C/C와 관련된 데이터는 직접적으로 필요하지 않고 게이트 운영업무와 직접적인 관계를 가지는 데이터만 요구된다. 반대로, 신개념 C/C의 경우 게이트 운영업무와 관련된 데이터는 요구되지 않는다.[37]

따라서, 각 리모델링 대안별로 시뮬레이션 모형에 필요한 입출력자료를 분석목적에 맞게 선별하였으며, 그 주요항목을 정리하면 다음과 같다.

〈표 6-12〉 시뮬레이션 주요 입출력 자료

리모델링 대안	입력자료	출력자료
① 분리게이트	연간처리물동량, 피크계수, 화물구성비, 서비스시간	대기시간, 대기길이, 체류시간
② 신개념 C/C	C/C 장비제원/대수, 운영방식	C/C생산성, 대기시간비율
③ 2단 적재차량	DSV 장비제원/대수, 운행방식	DSV 운행대수별 C/C생산성
④ Shuttle Carrier	SHC 장비제원/대수, 운행방식	SHC 운행대수별 C/C생산성

이외에도 각 대안의 분석에 필요한 장비의 제원 및 터미널 운영환경 등의 각종 기초정보가 시뮬레이션을 위한 설정자료로 사용된다.[38]

37) 시뮬레이션 모형이 컨테이너터미널에 대한 통합모형일 경우에는 터미널과 관련된 대부분의 데이터가 입력자료로 요구되나 본 연구에서는 각 리모델링 대안별로 단위 시뮬레이션 모형에 해당하므로 데이터를 선별적으로 적용하였음

38) 터미널 운영환경에 관한 기초정보는 터미널 블록배치형태, 차량 동선체계, 작업처리순서 등의 운영규칙 등을 말함

3. 기술적용 사례

이상의 리모델링 대안에 대해 앞서 기술한 시뮬레이션 방법론에 의거하여 정량적 분석이 가능한 4가지 리모델링 대안에 대해 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 시뮬레이션 모형은 각 대안의 성격에 맞도록 커스터마이징(Customizing)하였으며 입출력자료는 기존 터미널의 실적자료를 사용하였고, 분석결과를 기존 터미널과 비교해 보았다.

각 리모델링 대안의 시뮬레이션 분석내용은 다음과 같다.

1) 분리게이트

현재 운영중인 부산항 컨테이너터미널의 게이트 운영시설 중에서 큰 변화가 예상되고 있다. 감만부두의 경우 4선석을 각기 다른 운영사가 운영하고 있는데 게이트 또한 각각 운영하고 있다. 현재, 세방기업과 한진해운은 선석을 통합 운영중에 있고, 허치슨과 대한통운도 선석 통합을 추진하고 있다.

2개 운영사가 선석을 통합할 경우 2개 선석을 통합 운영함에 따라 현재 C/C가 선석당 3.5대(세방 3대, 한진 4대)를 4대로 증가시킬 경우 하역시간이 단축되어 8,000TEU급 컨테이너선의 처리에도 효과적인 것으로 예상하고 있다.

감만부두 한진해운 터미널은 게이트가 입구 4레인, 출구 2레인을 가지고 있으나 현재 입구 2레인을 사용하지 않고 있다. 이는 2004년의 연간 물동량인 639,677TEU의 처리에 입출구 레인 각각 2개씩이 적합하다는 의미이기도 하다. 감만부두 세방기업 터미널의 경우도 2004년 연간 물동량이 568,707TEU이므로 게이트 입구 4레인, 출구 2레인을 가지고 있으나 입구 레인을 2개만 사용하여도 가능하다.

따라서, 감만부두와 같이 선석 통합시에 개별적으로 운영되던 게이트를 통합해서 운영할 경우와 분리 게이트로 운영할 경우에 대한 분석이 필요하다.

(1) 게이트 레인규모 산정방법

감만부두의 세방기업과 한진해운이 선석을 통합하여 운영할 경우 게이트 레인 규모가 어떻게 될 것인지를 산정하기 위하여 시뮬레이션 방법, 게이트 처리시간 이용방법, 처리능력 경험치 이용방법 등의 세가지 방법을 이용하여 분석하였다.

[방법 1] 시뮬레이션 방법

게이트에 대한 시뮬레이션 분석으로 레인규모별 대기길이를 기준으로 적정한 레인 규모를 산출하는 방법을 사용한다.

단계 1) 연간처리물동량에 계절 피크계수, 일일 피크계수를 적용하여 일일 처리물량을 산출한다.

단계 2) 일일 처리물량을 기준으로 반입 적, 공 컨테이너, 반출 적, 공 컨테이너, 재유통 공 컨테이너, 더블 사이클(double cycle)용 컨테이너, 베어 섀시(basr chassis) 등의 화물유형별 차량수량을 산출한다.

단계 3) 차량의 시간대별 도착패턴을 산출한다.

단계 4) 게이트 입출구 레인의 소요시간(서비스시간)을 산출한다.

단계 5) 레인별 차량의 허용 대기길이를 결정한다(대기길이 4대를 기준으로 함).

단계 6) 시뮬레이션 실험을 통해 레인별 최대 대기트럭수(99percentile)를 산출한다.

[방법 2] 게이트 처리시간 이용방법

게이트의 반입차량 처리시간, 반출차량별 처리시간, 차량간 시간 등의 평균적 시간을 이용하여 산출하는 방법을 사용한다.

단계 1) 연간물동량을 기준으로 게이트 이용차량수를 산출한다.

단계 2) 계절 피크계수, 일일 피크계수를 적용하여 일일 처리물량을 산출한다.

단계 3) 수출, 수입, 환적 차량수를 산출한다.

단계 4) 차량 처리시간과 차량간 처리시간을 산정한다.

단계 5) 총처리시간을 산출하여 게이트 레인을 산출한다.

[방법 3] 연간 레인별 처리능력 경험치 이용방법

게이트 반입레인과 반출레인의 연간 처리차량대수에 대한 경험치를 이용하여 산출하는 방법을 사용한다.

단계 1) 연간물동량을 기준으로 반입 및 반출의 연간 차량대수를 산출한다.

단계 2) 반입 및 반출의 레인별 연간처리능력의 경험치를 적용한다.

단계 3) 연간 차량대수에 경험치를 적용하여 게이트 레인을 산출한다.

세가지 방법들간의 가장 큰 차이점은 [방법 1]과 [방법 2]는 피크를 고려하여 산출하는 방법이고, [방법 3]은 경험적 수치를 적용하여 산출하는 방법이다.

(2) 방법별 게이트 레인규모 산정

① 세방감만 레인규모 산정

세방감만의 2004년 연간물동량 568,707TEU와 TEU/Box 비율 1.52를 적용하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다.

〈표 6-13〉 세방 감만터미널의 물동량 현황

유형	안벽물량(TEU)	야드물량(TEU)	게이트물량(TEU)	차량대수
수입	165,100	568,707	165,100	108,618
수출	189,769		189,769	124,848
양하환적	17,585		-	-
타부두환적	44,765		44,765	29,451
적하환적	17,585		-	-
자부두환적	119,752		119,752	78,784
연안	14,152		-	-
합계	568,707	568,707	519,386	341,701

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 산출된 게이트 레인 규모는 입구 4개, 출구 2개가 산출되었다.

차량의 처리시간을 20초로 가정한 후 공차량 처리시간 20초, 적차량 처리시간 110초, 차량간 시간을 10초로 설정하여 [방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같다.

〈표 6-14〉 방법 2에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
시간당 적재 차량수	32	39	71
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	3,815	1,1587	4,973
레인수	1.3	1	2.3
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	2.3	2	4.3

게이트 입구의 차량 연간처리능력의 경험치 55,000대와 출구의 차량 연간처리능력의 경험치 220,000대를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같다.

〈표 6-15〉 방법 3에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	124,848	108,618	233,466
레인당 연간차량수	55,000	220,000	-
레인수	2.3	1	3.3
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	3.3	2	5.3

② 한진감만 레인규모 산정

세방감만의 2004년 연간물동량 639,677TEU와 TEU/Box 비율 1.64를 적용

하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다.

〈표 6-16〉 한진 감만터미널 물동량 현황

유형	안벽물량(TEU)	야드물량(TEU)	게이트물량(TEU)	차량대수
수입	177,940	639,677	177,940	108,500
수출	215,712		215,712	131,532
양하환적	33,059		-	-
타부두환적	83,220		83,220	50,744
적하환적	33,059		-	-
자부두환적	78,722		78,722	48,001
연안	17,965		-	-
합계	639,677	639,677	555,594	338,777

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 산출된 게이트 레인 규모는 입구 4개, 출구 2개가 산출되었다.

[방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 2.3개, 출구 2개가 산출되었다.

〈표 6-17〉 방법 2에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
시간당 적재 차량수	38	32	70
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	4,507	967	5,474
레인수	1.3	1	2.3
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	2.3	2	4.3

차량 연간처리능력의 경험치를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 3.4개, 출구 2개가 산출되었다.

〈표 6-18〉 방법 3에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	131,532	108,500	240,032
레인당 연간차량수	55,000	220,000	-
레인수	2.4	1	3.4
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	3.4	2	5.4

③ 2선석 통합 운영시 레인규모 산정

세방감만과 한진감만의 통합 운영시 2004년 연간물동량 1,208,384TEU와 TEU/Box 비율 1.58를 적용하여 연간 차량대수를 산출하면 다음과 같다.

〈표 6-19〉 통합 선석에서 물동량 현황

유형	안벽물량(TEU)	야드물량(TEU)	게이트물량(TEU)	차량대수
수입	343,040		343,040	217,114
수출	405,481		405,481	256,634
양하환적	50,644		-	-
타부두환적	127,985	1,208,384	127,985	81,003
적하환적	50,644		-	-
자부두환적	198,474		198,474	125,616
연안	32,117		-	-
합계	1,208,384	1,208,384	1,074,980	680,367

[방법 1]의 시뮬레이션 분석을 통해서 산출된 게이트 레인 규모는 입구 5개, 출구 2개가 산출되었다.

[방법 2]를 적용하여 피크시의 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 3.3개, 출구 2개가 산출되었다.

〈표 6-20〉 방법 2에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
시간당 적재 차량수	70	71	141
차량당 처리시간(초)	120	30	-
총처리시간(초)	8,348	2,119	10,467
레인수	2.3	1	3.3
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	3.3	2	5.3

차량 연간처리능력의 경험치를 가정하여 [방법 3]으로 게이트 레인 규모를 산출하면 다음과 같이 입구 5.7개, 출구 2개가 산출되었다.

〈표 6-21〉 방법 3에 의한 게이트 레인 계산

구 분	입구	출구	합계
연간적재 차량수	256,634	217,114	473,747
레인당 연간차량수	55,000	220,000	-
레인수	4.7	1	5.7
신속처리레인수	1	1	2
총 레인수	5.7	2	7.7

④ 산출결과 비교

3가지 방법을 이용하여 세방감만, 한진감만, 2선석 통합운영의 3가지 경우에 대하여 게이트 레인규모를 산출한 결과는 다음과 같다.

〈표 6-22〉 분석방법별 게이트 레인 규모

구 분 / 방 법	세방감만		한진감만		2선석통합	
	입구	출구	입구	출구	입구	출구
1	4	2	4	2	5	2
2	2.3	2	2.3	2	3.3	2
3	3.3	2	3.4	2	5.7	2
현재	4	2	4	2	8	4

[방법 1]의 시뮬레이션 방법을 이용한 게이트 레인규모 산정결과는 현재 게이트 레인 규모와 동일한 결과를 가져왔으나 2선석 통합시에는 입구 레인 3개와 출구 레인 2개가 여유 레인임을 알 수 있다.

[방법 2]의 피크시를 고려한 산출방법에서는 현재 보유수준보다 절반 정도로 운영이 가능하다는 결과가 산출되었다.

[방법 3]의 경험치에 의한 산출결과는 레인수를 정수화할 경우 [방법 1]보다 입구수가 1개 늘어난다.

결국 3가지 방법 모두 입출구 각각 2개 정도의 여유가 발생함을 알 수 있다.

(3) 피크시 게이트 혼잡도

게이트 통행량의 혼잡도를 추정하기 위해서 1시간 동안의 피크시간에 차량대수를 추정한 결과는 다음과 같다.

먼저 [방법 1]의 시뮬레이션 결과에서는 반입시와 반출시 피크시간대에 204.5대가 산출되었으며, [방법 2]와 [방법 3]은 각각 다음과 같이 141대가 산출되었다.

〈표 6-23〉 피크시간대 통행량 비교

구 분	반입차량	반출차량	합계
세방감만	32	39	71
한진감만	38	32	70
선석통합시	70	71	141

[방법 1]의 시뮬레이션 결과에 의하면, 선석 통합전의 세방감만과 한진감만의 피크시간대의 차량대수는 입구레인 4개, 출구레인 2개로 혼잡도가 높은 것은 아니지만 선석통합시에는 입구레인 5개, 출구레인 2개로는 혼잡도가 높아짐을 알 수 있다. 따라서, 피크시의 통행량 혼잡도를 감안한다면 입구레인과 출구레인의 수를 늘려야 하거나 현재의 게이트를 분리 게이트로 활용하는 방

안이 효과적이며, 현재의 시설물을 이용하여 전용 분리게이트시스템을 적용하는 것이 바람직할 것이다.

또한, 유사한 상황이 예상되는 허치슨과 대한통운의 선석 통합시에는 각 터미널의 게이트 위치를 고려할 때, 현재의 게이트 2개를 같이 운영하는 복수 분리게이트시스템의 적용이 효과적일 것이다.

2) 신개념 C/C

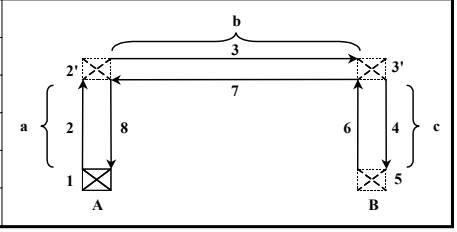
시뮬레이션 분석 대상은 기존의 싱글형과 듀얼트롤리, 더블트롤리, 슈퍼테이너형으로 하며, 가상환경하에서 성능분석을 수행한 후 이를 기초로 대상 터미널에 적용하여 기대효과를 분석하였다.

(1) 대안의 성능분석

4가지 유형의 C/C 장비에 대한 기계적 성능을 그대로 터미널에서의 순작업생산성으로 간주할 수는 없다. 이는 안벽하역작업이 C/C의 단독작업이 아니라 이송장비와의 연동작업이기 때문이다. 따라서, 이러한 터미널의 하역작업 환경을 고려하여 C/C의 순작업생산성을 산출하고, 이를 터미널에 적용하여 대안의 효과를 가늠해 볼 수 있다.

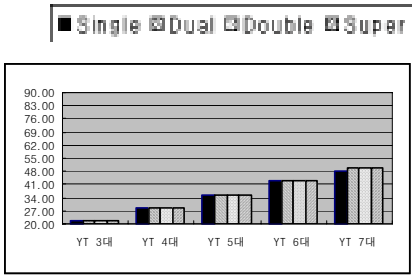
4가지 유형의 C/C 장비에 적용될 기초자료는 다음과 같다.

〈표 6-24〉 신개념 C/C 시뮬레이션 분석 입력자료

구 분	부하시	무부하시	트롤리 이동거리
호이스트속도	240m/sec	240m/sec	
트롤리속도	90m/min	180m/min	
안착/탈착시간	2sec	2sec	
Distance a	듀얼 1st: 14m, 그 외: 18m		
Distance b	듀얼 1st: 43m, 그 외: 74m		
Distance c	17m		

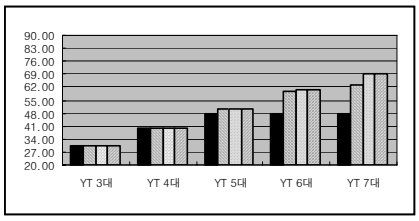
C/C에 부착된 트롤리는 유형별로 다소 차이는 있으나, 기본적으로 수직 및 수평이동의 반복적인 작업을 수행한다. 각 유형에 대해 작업상태와 상태전이도로 구성된 시뮬레이션 모델에 적용하여 순작업생산성을 산출한 결과는 다음과 같다.

〈그림 6-8〉 C/C 유형별 순작업생산성 시뮬레이션 결과



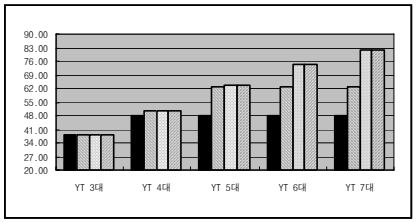
(주행속도: 2.0m/s)

	YT3대	YT4대	YT5대	YT6대	YT7대
싱글	21.41	28.54	35.68	42.81	48.00
듀얼	21.41	28.54	35.68	42.81	49.48
더블	21.41	28.55	35.68	42.81	49.52*
슈퍼	21.41	28.55	38.68	42.81	49.52*



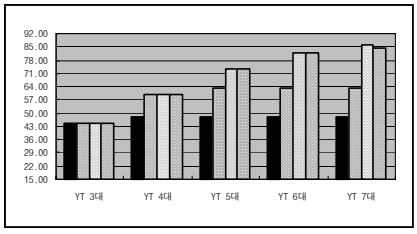
(주행속도: 3.0m/s)

	YT3대	YT4대	YT5대	YT6대	YT7대
싱글	30.13	40.16	48.00	48.00	48.00
듀얼	30.13	40.16	50.19	60.16	63.14
더블	30.13	4017	50.20	60.19	69.33*
슈퍼	30.13	40.17	50.20	60.19	69.25



(주행속도: 4.0m/s)

	YT3대	YT4대	YT5대	YT6대	YT7대
싱글	38.03	48.00	48.00	48.00	48.00
듀얼	38.03	63.14	63.14	63.14	63.14
더블	38.03	63.29	74.30	74.30	81.94*
슈퍼	38.03	63.29	74.30	74.30	81.90



(주행속도: 5.0m/s)

	YT3대	YT4대	YT5대	YT6대	YT7대
싱글	44.74	48.00	48.00	48.00	48.00
듀얼	44.74	59.60	63.14	63.14	63.14
더블	44.75	59.62	73.31	82.21	85.65*
슈퍼	44.75	59.62	73.27	81.77	84.45

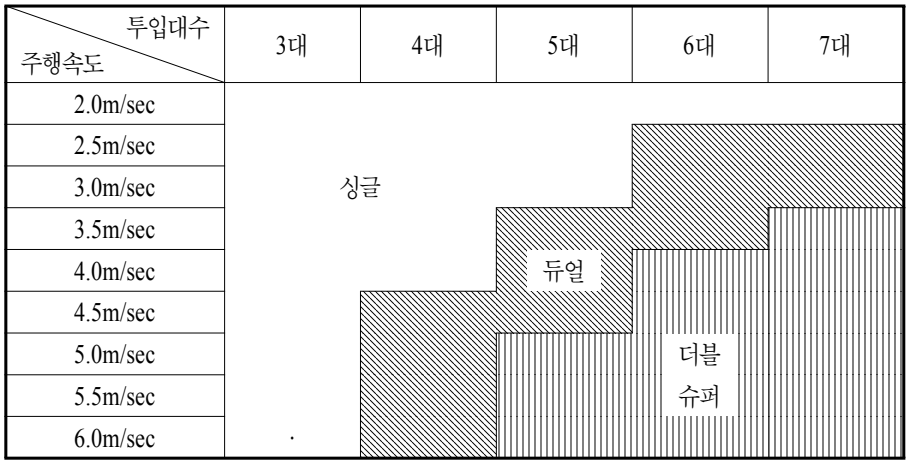
* C/C 순작업생산성 최대값

상위의 시뮬레이션 결과는 가상의 환경에서 4가지 유형에 대하여 선박하역 작업 상황을 고려하여 산출한 C/C의 순작업생산성이다. 이송장비는 C/C별로 YT가 조별로 투입되는 방식(3～7대)을 취했으며, 이송장비의 투입대수와 주행속도에 따라 각 유형별 C/C의 순작업생산성이 달라지는 현상을 보였다.

따라서, 실제 대상 터미널에 신개념 C/C를 도입할 경우에 해당 터미널의 C/C별 이송장비의 투입대수와 속도에 따라 선별적으로 적용하여 그 효과를 가늠해 볼 수 있다.

다음 <표 6-25>는 이송장비의 투입대수와 속도에 따른 C/C의 유형별 도입전략을 도식화한 것이다.

〈표 6-25〉 이송장비 지원에 따른 신개념 C/C 도입전략



상위 도입전략은 이송장비의 처리능력(운행속도, 운행대수)에 따라 적합한 C/C의 유형이 달라짐을 의미한다. 즉, 이송장비의 운행속도가 느리거나 운행대수가 적을 경우에는 기존의 싱글형 C/C가 성능대비 효과가 좋으며, 반대로 운행속도가 빠르고 운행대수가 많을 경우에는 고성능의 더블형, 슈퍼테이너형 C/C가 터미널에 유용하다. 따라서, 해당 터미널의 운영여건을 반영한 C/C 도

입이 필요하다.

상위의 표를 토대로 실제 운영 터미널에 대한 신개념 C/C 도입시 기대효과를 가늠해 보면 다음과 같다.

(2) 터미널 적용분석

시뮬레이션 분석에서 보았듯이 신개념 C/C는 터미널 환경(이송장비의 투입대수와 주행속도)에 따라 기대효과가 달라지기 때문에, 분석결과를 대상 터미널에 적용하기 위해서는 이송장비의 투입대수와 주행속도를 우선 결정해야 한다. 이송장비의 C/C당 투입대수는 총 보유대수의 80% 정도가 작업에 투입되는 터미널 여건을 감안해야 하며, 운행속도는 터미널내에서 차량 운행시 제한속도(20km/hr, 5.5m/sec)를 적용할 필요가 있다.

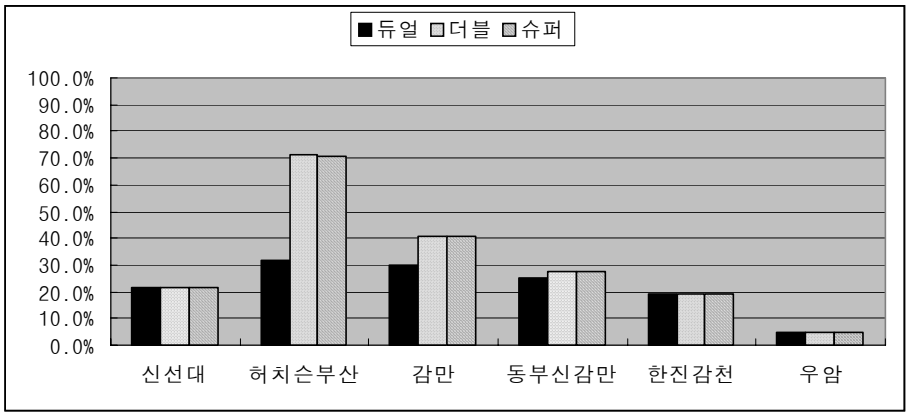
이상의 고려사항과 시뮬레이션 분석결과를 토대로 부산항의 각 운영 터미널별로 신개념 C/C 도입시 순작업생산성 향상효과를 산출해보았다.

〈표 6-26〉 신개념 C/C 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과

	C/C 대수	YT대수		C/C 순작업생산성(개/시간)			
				현재	리모델링 적용		
		총보유	C/C당	싱글	듀얼	더블	슈퍼
신선대	13	63	3.88	28.0	33.95	33.97	33.97
허치슨부산	12	91	6.01	27.3	35.91	46.77	46.52
감만	14	80	4.57	28.9	37.61	40.59	40.58
동부신감만	7	36	4.11	29.3	36.62	37.31	37.31
한진감천	4	19	3.80	25.8	30.79	30.80	30.80
우암	5	20	3.20	25.6	26.84	26.84	26.84
평균	9.17	51.50	4.26	27.5	33.62	36.05	36.00
기대효과	-	-	-	-	↑22%	↑31%	↑31%

주 : YT보유대수의 80%를 C/C 지원 작업에 투입하는 것으로 간주함

〈그림 6-9〉 신개념 C/C 도입시 대상 터미널별 C/C 생산성효과 그래프



신개념 C/C 도입시 C/C 순작업생산성은 기존의 싱글형 C/C에 비해 듀얼(↑22%), 더블(↑31%), 슈퍼(↑31%)의 향상효과를 거둘수 있는 것으로 산정되었다. 또한, 이것은 현재의 싱글형 C/C의 생산성을 유지하면서 C/C의 보유대수를 동일하게 절감할 수 있는 측면이 있으며, C/C의 보유대수 절감으로 인력비용과 YT보유대수를 절감하는 추가효과를 거둘 수 있다.

각 터미널별로 보면 YT보유대수가 가장 낮은 우암의 경우 신개념 C/C의 도입효과가 가장 낮고, 반대로 YT보유대수가 가장 높은 허치슨부산이 가장 도입효과가 높은 것으로 나타났다. 이것은 신개념 C/C를 도입할 경우 우선 YT의 보유대수를 일정수준 이상(최소 4대) 높여야 기대효과가 크다는 시뮬레이션 분석내용과 일치한다.

3) 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)

시뮬레이션 분석에서는 기존의 YT와 20피트 및 40피트 컨테이너를 2단적할 수 있는 DSV를 대상으로 하고 있다.

(1) 대안의 성능분석

DSV는 기존의 YT와 적재용량에서 2배 차이가 나며, 기타 터미널에서의 하역작업방식에는 큰 차이가 없다. 따라서, 동일한 하역방식을 적용하여 안벽하역장비인 C/C의 지원력으로 성능분석을 수행한다.

DSV 성능분석에 사용될 각 장비의 특징과 설정내용은 다음과 같다.

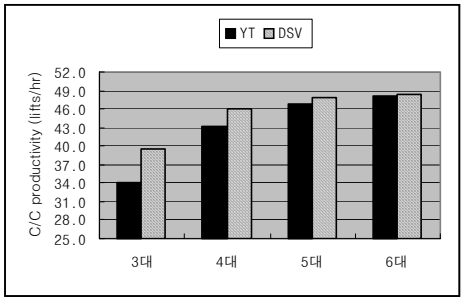
〈표 6-27〉 DSV 시뮬레이션 분석 입력자료

	YT	DSV
적재량	20피트 2개 or 40피트 1개	20피트 4개 or 40피트 2개
주행속도	터미널 규정속도 or 제한 속도(20km/hr)	
하역기능	C/C 및 TC에 의한 이적작업	
운행방식	선석 단위의 타원주행(Closed loop)	
운행대수	C/C당 3~6대	
C/C 성능	기계적 생산성: 50(개/시간)	
TC 성능	기계적 생산성: 40(개/시간)	

입력자료에서 C/C와 TC의 기계적 성능은 각각 시간당 50개, 40개를 처리하도록 설정하였으며, 이는 현재 터미널에서 운영되고 있는 장비의 사양과 거의 동일한 사항이다. YT의 운행방식에서는 선석단위의 주행방식인 Closed loop 방식을 사용하고, 주행속도는 터미널 규정속도 20km/hr를 적용하였다.

이상의 입력자료를 토대로 한 DSV 시뮬레이션 분석결과는 다음과 같다.

〈그림 6-10〉 DSV 시뮬레이션 결과



항목 / 대수	C/C 생산성(개/시간) YT	C/C 생산성(개/시간) DSV	효과(%)
3대	33.97	39.47	↑16.20
4대	43.05	46.03	↑6.93
5대	46.74	47.75	↑2.16
6대	48.15	48.39	↑0.51

주 : 대수는 C/C당 투입대수를 의미함

YT와 DSV 시뮬레이션 분석결과에서 두 장비의 C/C 순작업생산성 측면에서는 투입대수별로 3대(16.20%), 4대(6.93%), 5대(2.16%), 6대(0.51%)의 향상효과가 있는 것으로 나타났으며, 또한, 최적 투입대수측면에서 YT 5대와 DSV 4대의 C/C 순작업생산성이 거의 동일하여 DSV를 적용할 경우 C/C당 1대씩의 절감효과가 있는 것으로 분석된다.

상위의 결과내용을 토대로 실제 운영 터미널에 대한 DSV 도입시 기대효과를 가늠해 보면 다음과 같다.

(2) 터미널 적용분석

YT와 DSV 시뮬레이션 분석결과를 대상 터미널에 적용할 경우 2가지 측면에서 효과를 분석해 볼 수 있다. 하나는 현재의 이송장비대수하에서 C/C의 순작업생산성 향상효과이며, 다른 하나는 이송장비 보유대수 절감효과이다.

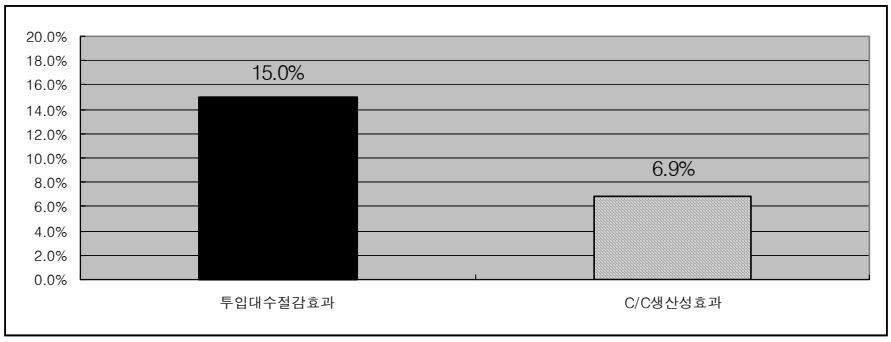
각 대상 터미널에 DSV를 적용한 기대효과 분석결과는 다음과 같다.

〈표 6-28〉 DSV 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과

	현재		리모델링 적용	
	YT대수	C/C생산성	DSV대수	C/C생산성
신선대	3.88	28.0	3.19(↓0.69)	30.3
허치슨부산	6.01	27.3	5.04(↓0.97)	27.4
감만	4.57	28.9	3.92(↓0.65)	29.7
동부신감만	4.11	29.3	3.78(↓0.33)	29.5
한진감천	3.80	25.8	3.13(↓0.67)	27.7
우암	3.20	25.6	2.72(↓0.48)	26.1
평균	4.26	27.5	3.63	28.4
기대효과	-	-	↓14.8%	↑6.9%

주 : YT 및 DSV대수는 총 보유대수의 80%에 C/C당 평균투입대수를 의미함
C/C 생산성은 순작업생산성을 의미함
( ) 값은 C/C당 YT 절감대수임

〈그림 6-11〉 DSV 도입시 기대효과 그래프



기대효과 분석결과표의 DSV대수와 C/C 생산성은 각각 현재의 C/C 순작업 생산성을 유지하는데 요구되는 DSV대수와 YT를 DSV로 교체할 경우의 C/C 생산성을 의미한다.

DSV를 대상 터미널에 도입할 경우 C/C 순작업생산성 측면에서는 6.9%의 향상효과를 보였으나, 투입대수 측면에서는 기존의 YT보다 14.8%의 절감효과가 있는 것으로 나타났다. 이것은 DSV가 터미널의 하역생산성 향상효과보다는 비용의 절감[39]에 더 기여하는 장점을 가지는 대안임을 의미한다.

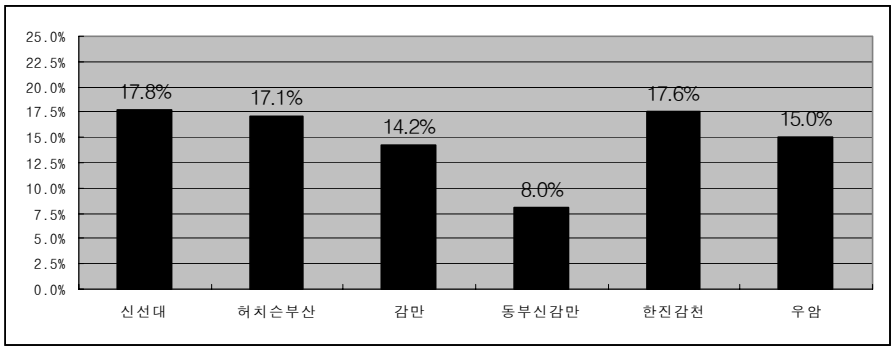
각 대상 터미널별로 이송장비절감 효과를 정리하면 다음과 같다.

〈표 6-29〉 DSV 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과

	이송장비대수			대수 절감효과
	현재	리모델링	절감대수	
신선대	63	52	11	17.8%
허치슨부산	91	76	15	17.1%
감만	80	69	11	14.2%
동부신감만	36	33	3	8.0%
한진감천	19	16	3	17.6%
우암	20	17	3	15.0%
평균	-	-	-	14.8%

39) 기존의 YT 대신 DSV를 사용함으로써 장비대수를 절감할 수 있으므로 이로 인한 차량구입비, 인건비, 운영비, 유지보수비 등의 각종 비용절감효과가 있음

〈그림 6-12〉 DSV 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과 그래프



터미널별로 YT를 DSV로 교체할 경우에 보유대수 절감효과는 신선대(17.8%)가 가장 높으며, 절감대수는 허치슨부산(15대)이 가장 많은 것으로 나타났다. 반면, 동부신감만(8.0%)의 경우는 DSV를 적용할 경우에 대수절감 효과가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

대체로 처리규모가 큰 터미널이 이송장비대수 절감대수가 많은 것은 상대적으로 C/C의 보유대수가 많기 때문이다.

4) 셔틀캐리어(Shuttle Carrier)

셔틀캐리어에 대한 시뮬레이션 분석은 YT와 동일한 기계적 제원에 자가하역기능을 추가로 고려하여 기대효과를 분석하였다.

(1) 대안의 성능분석

SHC는 작업방식에서 YT나 DSV와 달리 자가하역기능을 수행할 수 있다는 점에서 차이가 나며, 적재용량에서는 YT와 차이가 없다.

SHC 성능분석에 사용될 장비의 특징과 시뮬레이션 설정내용을 YT와 비교하면 다음과 같다.

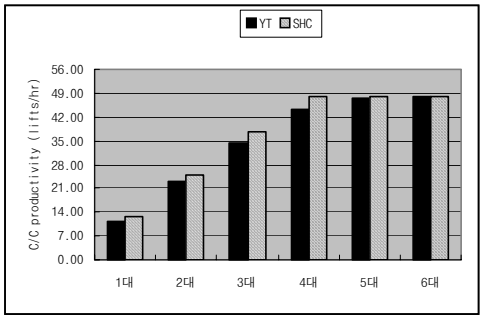
〈표 6-30〉 셔틀캐리어 시뮬레이션 분석 입력자료

	YT	SHC
하역기능	없음	17초/개
적재량	20피트 2개 or 40피트 1개	
주행속도	터미널 규정속도 or 제한 속도(20km/hr)	
하역기능	C/C 및 TC에 의한 이적작업	
운행방식	선석 단위의 타원주행(Closed loop)	
운행대수	C/C당 1~6대	
C/C 성능	기계적 생산성: 50(개/시간)	
TC 성능	기계적 생산성: 40(개/시간)	

SHC 시뮬레이션 분석 입력자료에서는 DSV와 동일하게 C/C와 TC의 기계적 성능은 각각 시간당 50개, 40개를 처리하도록 설정하였으며, 운영방식은 Closed loop, 주행속도는 터미널 규정속도 20km/hr을 적용하였다. 그러나, C/C당 운행대수의 경우는 두 가지 장비가 기능상에서 차이가 발생하기 때문에 이로 인한 차별효과를 감안하여 C/C당 1~6대를 배정하는 시나리오를 구성하였다.

이상의 입력자료를 이용한 SHC 시뮬레이션 분석결과는 다음과 같다.

〈그림 6-13〉 셔틀캐리어 시뮬레이션 결과



항목 / 대수	C/C 생산성(개/시간)		
	YT	SHC	향상치(%)
1대	11.47	12.53	↑9.26
2대	22.94	25.05	↑9.20
3대	34.41	37.59	↑9.25
4대	44.12	48.00	↑8.80
5대	47.41	48.00	↑1.24
6대	47.96	48.00	↑0.09

주 : 대수는 C/C당 투입대수를 의미함

SHC 성능분석 시뮬레이션 결과 C/C당 1~6대의 조별 작업으로 하역작업을 할 경우에 C/C의 순작업생산성은 각각 1대(9.26%), 2대(9.20%), 3대(9.25%), 4대(8.80%), 5대(1.24%), 6대(0.09%)로 투입대수가 증가할수록 생산성 향상치는 둔감하는 현상을 보였다. YT의 경우 C/C당 5대 이상부터 C/C의 순작업생산성이 최대지점에 이르렀으나, SHC는 4대 이상부터 최대치에 도달하는 것으로 나타났다. 따라서, SHC가 YT보다 C/C 순작업생산성과 투입대수에서 효과가 있다고 할 수 있다.

상위의 시뮬레이션 결과내용을 토대로 운영 터미널에 대한 SHC 적용성을 분석해 보았다.

(2) 터미널 적용분석

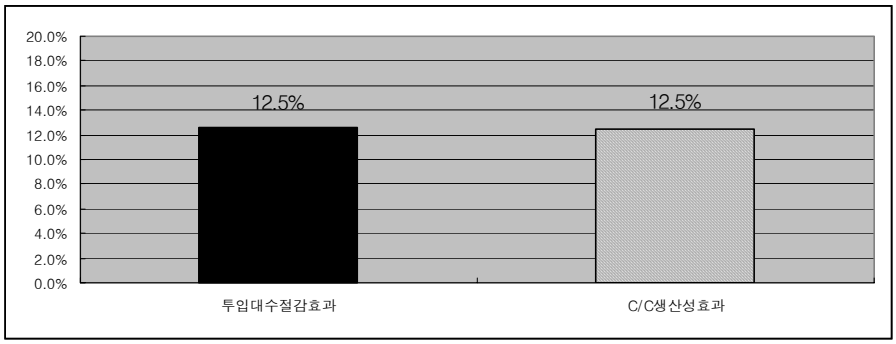
SHC 적용성 분석에서도 DSV와 마찬가지로 운행대수에 따른 C/C 순작업생산성 향상정도와 대수절감효과 측면에서 YT와 비교해 보았다. 각 대상 터미널에 SHC를 적용할 경우 기대효과를 정리하면 다음과 같다.

〈표 6-31〉 SHC 도입시 대상 터미널별 기대효과 분석결과

	현재		리모델링 적용	
	YT대수	C/C생산성	SHC대수	C/C생산성
신선대	3.88	28.0	3.43(↓0.45)	30.5
허치슨부산	6.01	27.3	5.00(↓1.01)	27.3
감만	4.57	28.9	3.83(↓0.74)	30.2
동부신감만	4.11	29.3	3.71(↓0.40)	31.6
한진감천	3.80	25.8	3.37(↓0.43)	28.1
우암	3.20	25.6	2.90(↓0.30)	27.9
평균	4.26	27.5	3.71	29.3
기대효과	-	-	↓12.7%	↓12.5%

주 : YT 및 SHC대수는 총 보유대수의 80%에 C/C당 평균투입대수를 의미함
C/C 생산성은 순작업생산성을 의미함
( ) 값은 C/C당 YT 절감대수임

〈그림 6-14〉 SHC 도입시 기대효과 그래프



SHC 기대효과 분석결과표에서도 DSV와 마찬가지로 리모델링시에 운행대수는 12.5%를 절감할 수 있고, C/C 생산성에서는 현재의 운행대수로 12.5%의 향상효과를 가지는 것으로 나타났다. 따라서, 운행대수와 C/C 생산성 향상의 2가지 측면에서 모두 높은 효과가 있는 것으로 분석되었다.

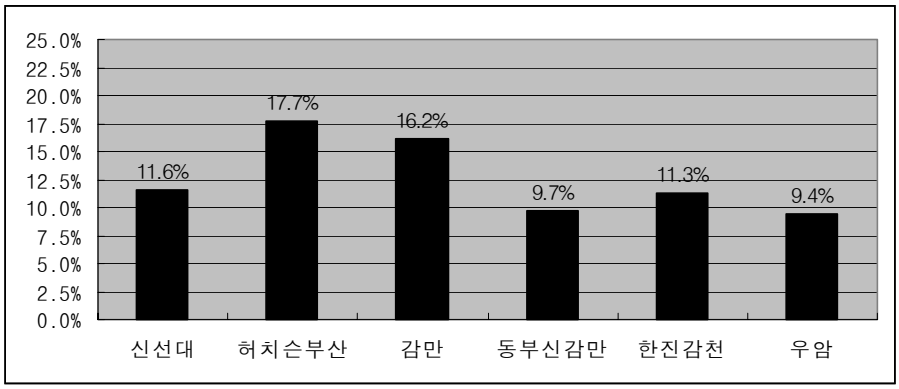
이러한 결과치는 앞서 분석한 DSV보다 SHC가 기대효과가 높다고 볼 수 있다. 그러나, 각 대상 터미널마다 투입대수와 C/C 생산성에서 다소 엇갈린 차이가 발생하여 두 가지 장비의 우열을 가늠하기 어려운 점도 없지 않다.

각 대상 터미널별로 SHC 도입시 이송장비절감 효과를 정리한 결과는 다음과 같다.

〈표 6-32〉 SHC 도입시 대상 터미널별 이송장비대수 절감효과

	이송장비대수			절감효과
	현재	리모델링	절감대수	
신선대	63	56	7	↓11.6%
허치슨부산	91	75	16	↓17.7%
감만	80	67	13	↓16.2%
동부신감만	36	32	4	↓9.7%
한진감천	19	17	2	↓11.3%
우암	20	18	2	↓9.4%
평균	-	-	-	↓12.7%

〈그림 6-15〉 SHC 도입시 터미널별 이송장비대수 절감효과 그래프



이송장비대수 절감효과에서 허치슨부산의 경우가 16대(17.7%)로 가장 절감효과가 크며 이는 앞서 분석한 DSV 도입시보다 SHC를 도입하는 것이 기대효과면에서 유리한 것을 의미한다. 반면, 신선대, 한진감천, 우암 등은 DSV가 더 유리한 결과를 보였다. 이러한 현상은 현재의 각 터미널마다 장비보유 수준과 하역작업여건이 다르다는 점에서 차이가 난다고 볼 수 있다.

제7장

컨테이너터미널 리모델링 추진방안

1. 리모델링 적용방향

컨테이너터미널의 리모델링 적용방향은 적용 우선순위의 선정, 기술적용 기간 결정, 리모델링 기술 적용 방향 등의 단계를 통해서 수립한다. 그리고 상세내용은 제5장의 설문조사 분석결과와 기술적용 타당성 평가의 결과를 바탕으로 한다.

1) 적용 우선순위 선정

리모델링 기술대안의 우선순위 선정은 제5장의 설문조사에서 설정한 설문목표 1에서 경쟁항만에 대한 기술수준, 국내 컨테이너터미널의 기반시설 경쟁력, 개선이 필요한 영역 우선순위의 결과를 바탕으로 리모델링 영역별 우선순위를 파악하였다.

〈표 7-1〉 리모델링 우선순위

설문항목	분석 결과
경쟁항만에 대한 기술수준	기술우위 시스템 : 게이트시스템, IT시스템 기술열위 시스템 : 안벽시스템, 야드시스템
기반시설 경쟁력	경쟁항만 우수 > 국내항만 우수
개선이 필요한 영역 우선순위	야드작업 > 안벽작업 > IT기술 > 게이트작업

〈그림 7-1〉 리모델링 추진 우선순위

적용 우선순위 선정을 위해 분석된 설문항목의 결과를 살펴보면, 경쟁항만에 대해서 기술수준이 우위를 가지는 시스템은 게이트시스템, IT시스템이며, 기술우위를 가지지 못하는 시스템은 안벽시스템, 야드시스템으로 나타났다. 그리고 개선이 필요한 영역 우선순위는 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템 순으로 파악되어 본 연구에서는 리모델링 시스템별 우선순위를 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템 순으로 선정하였다.

2) 기술적용 기간 결정

리모델링 기술의 적용 시기는 제5장의 설문조사에서 설정한 설문목표 6의 영역별 리모델링 기술대안의 도입시기에서 분석된 결과를 바탕으로 적용시기와 완료기간을 결정하였다.

각 리모델링 영역별로 적용 시기를 분석한 결과 게이트시스템과 IT시스템은 5년 이내에 완료가 가능한 것으로 파악되었다. 안벽시스템과 야드시스템은 신개념 C/C와 초고층 적재시스템이 기술검증 기간을 고려하여 5년 이후에 현장에 적용가능하다고 판단되었으며, 나머지 기술대안은 5년 이내에 완료가 가능한 것으로 파악되었다. 리모델링 기술 적용이 가장 필요한 야드시스템은 1년 이내에 적용하기 어려우며, 중장기적인 계획하에 적용되어야 할 것으로 파악되었다.

컨테이너터미널의 생산성 향상의 주된 목표가 되는 8,000TEU~10,000TEU급 컨테이너선의 주력선형화는 향후 5년 이후, 12,000TEU급 초대형선의 주력선형화는 향후 7년 이후에 일어날 것이라고 추정할 경우 다음과 같이 판단할

수 있다. 기존의 컨테이너터미널이 12,000TEU급의 초대형 컨테이너선 미만의 컨테이너선을 서비스할 경우 리모델링 기술적용 기간을 5년으로 설정하여 단계별 개발전략을 수립하여 자체기술 확보전략과 병행하는 것이 바람직하다. 또한, 5년 이내에 리모델링 기술대안들을 도입하여야 하며, 그 기간에 맞는 구체적인 우선순위 및 적용 계획을 수립하여야 한다.

그러나, 상대적으로 경쟁항만에 비해 경쟁력을 가지는 IT시스템은 기술발전 속도가 빠르고 적용기간이 새로운 장비 개발보다 상대적으로 짧으므로 안벽 자동화를 일부 도입하더라도 3년 이내에 적용하는 것이 필요하며, 기술적용 기간에 대한 신속한 대응이 필요하다.

〈표 7-2〉 리모델링 기술별 적용시기

년도 / 리모델링 영역	적용시기						완료 기간
	1년	2년	3년	4년	5년	5년이후	
게이트시스템	24시간운영	무정차시스템					5년 이내
			분리게이트				
안벽시스템	스프레더변경	C/C 대수 증가					5년 이후
	YT Pooling		C/C 성능 향상				
	Dual Cycle		2단 적재차량				
			셔틀캐리어 및 자가하역차량				
						신개념 C/C	
야드시스템		장치공간 확대					5년 이후
		TC 대수 증가					
		TC 성능 향상					
			시설배치 재정립				
			전기식 TC 도입				
						초고층 적재시스템	
IT 시스템	실시간 모니터링						5년 이내
		게이트 자동화					
		야드 자동화					
		안벽 자동화					

<표 7-2>의 리모델링 기술별 적용시기는 적용시기를 설정한 기간 내에 현장에 기술을 적용하여 안정화시켜야 할 기간을 의미하므로 적용시기가 완료되는 시점에는 기술이 검증되고 현장에서 운영에 사용되어 생산성 향상을 달성할 수 있도록 하여야 한다.

3) 리모델링 기술 적용 방향

리모델링 기술의 적용은 1) 대상 영역에 대한 리모델링 목표 설정 2) 목표 달성을 위한 기술대안 선정 3) 리모델링 효과의 달성 등이 조화를 이루어야 한다.

먼저 각 리모델링 영역별 목표에 따른 리모델링 적용방향은 다음과 같이 정보서비스, 화주서비스, 선사서비스 등의 외부 커뮤니티(Community)에 대한 서비스 향상을 위한 것과 하역시스템, 처리서비스, 안벽서비스, 게이트서비스, 자원관리, 모니터링, 실시간처리 등의 터미널 운영측면의 향상을 위한 것으로 진행되어야 한다.

〈표 7-3〉 리모델링 대안의 적용 방향

리모델링 영역	목표	적용방향
게이트 시스템	반출입 차량 서비스 향상	- 사전 확정적 차량 정보를 상호유기적인 정보로 전환 - 기능별 서비스에서 통합서비스로 전환
	게이트 효율적 운영	- 대기시간 감소와 신속한 서비스 제공 - 차량대기 감소와 신속한 통제
안벽 시스템	선박 서비스 향상	- 선사의 재항시간 단축요구를 수용하는 수준의 생산성 확보
	안벽 효율적 운영	- 최적의 장비구성 달성 - 중장기 시설계획 수립
야드 시스템	컨테이너 취급시간 감소	- 본선작업과 반출입작업의 신속성 확보
	야드 효율적 운영	- 본선 양적하 계획시간 준수 - 차량체류시간 단축 - 장비의 효과적인 투입
IT시스템	터미널 자원의 효율적 통제	- 기능별 통제를 통합 통제로 전환 - 부분적&일시적에서 전면적&상시적으로 전환
	터미널 정보의 효율적 처리	- 직관적&경험적에서 최적화&지능화로 전환

이러한 리모델링 적용방향은 외부 서비스와 내부 생산성 향상이 상호 유기적으로 연동되도록 해야 하며, 정보와 자원공유를 통합화하여 장비의 사이클타임을 최소화하여야 한다. 또한, 시설공간을 최대로 활용할 때 개별 터미널의 경쟁력 확보시기가 단축될 것이다.

2. 리모델링 적용 절차

1) 일반적 절차

컨테이너터미널의 리모델링 절차는 컨테이너터미널 전체를 대상으로 할 경우와 컨테이너터미널의 특정 영역을 대상으로 할 경우 다르게 절차를 진행하여야 한다. 전체를 대상으로 할 경우는 리모델링 적용방향 선정에서 결정된 적용 우선순위, 기술적용 기간, 기술적용 방향 등을 고려하여 일반화된 절차를 따라야 하며, 특정 영역을 대상으로 할 경우는 각 영역별 시스템의 절차에 따라 우선순위를 선정하여 진행하는 것이 타당하다. <그림 7-2>와 같이 일반화된 리모델링 단계별 절차에서는 현황분석단계에서 먼저 운영 및 현황분석, 생산성 수준분석에 의해 사전분석이 이루어진 후 목표설정, 대안분석, 효과분석, 적용방안 수립 등의 단계를 거쳐야 한다.

따라서, <표 7-4>와 같이 5단계의 리모델링 도입을 위한 절차를 영역별로 분석하여 효과적인 대안을 선정하고 적용방안을 수립해야 한다.

〈그림 7-2〉 리모델링 단계별 절차

〈표 7-4〉 일반적 리모델링 절차

단 계	항 목	내 용
1단계	현황 분석	현재 운영현황 및 시설현황을 분석하고 생산성 측면에서의 적정성을 파악
2단계	시스템 목표 설정	문제영역에 대한 애로공정 및 타 영역으로의 영향인자 파악
3단계	리모델링 대안 분석	애로공정을 해결하면서 새로운 애로공정 발생이 되지 않는 대안, 하역시스템 전체의 생산성 향상이 가능한 대안
4단계	개선효과 분석	시뮬레이션 방법 적용, 단위 생산성 향상 및 결합생산성 향상 측면의 분석
5단계	리모델링 적용방안 수립	리모델링에 따른 도입 전제 조건 확인, 중장기 계획 수립, 기술적 타당성 및 경제성 검토

2) 시스템별 리모델링 적용 절차

시스템별 리모델링 절차는 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템별로 시스템 목표와 운영 근거자료에서 차이가 있으므로 달리 절차를 수립하여야 한다.

(1) 게이트시스템

일반화된 리모델링 절차에서 게이트시스템의 특성을 반영하여 리모델링 적용 절차를 <그림 7-3>과 같이 5단계로 수립하였으며, 단계별 수행내용은 <표 7-5>와 같다.

〈그림 7-3〉 게이트시스템 리모델링 절차

〈표 7-5〉 게이트시스템 리모델링 절차

단 계	항 목	내 용
1단계	현황 분석	- 일일도착차량대수, 피크시간대 차량대수 - 반출입레인수, 대기길이 공간, 게이트 개방시간, 서비스 시간 - 차량대기시간, 터미널 체류시간
2단계	시스템 목표 설정	- 게이트에서의 반출입레인수와 대기길이 공간의 제약조건에서 차량대기시간 및 터미널 체류시간의 적정성을 만족시켜 화주에 대한 서비스를 만족시키는 것
3단계	리모델링 대안 분석	- 대안별로 리모델링시의 기대효과, 경제성, 적용성을 분석
4단계	개선효과 분석	- 대안 적용시의 개선효과는 정량적 분석 및 시뮬레이션 분석을 적용
5단계	리모델링 적용방안 수립	- 리모델링에 따른 도입 전제 조건 확인 - 도입을 위한 중장기 계획 수립

(2) 안벽시스템

안벽시스템은 선사에 대한 서비스수준을 결정짓는 생산성과 직접적으로 관련되어 있으므로 하역시스템 전반에 대한 현황 및 대안 분석이 리모델링 적용 절차에 포함되어야 하며, <그림 7-4>의 5단계로 수립하였으며, 단계별 수행내용은 <표 7-6>과 같다.

〈그림 7-4〉 안벽시스템 리모델링 절차

〈표 7-6〉 안벽시스템 리모델링 절차

단 계	항 목	내 용
1단계	현황 분석	- 연간물동량, 선석당 처리물량, C/C당 처리물량 - 선석수, 선석길이, C/C 장비대수, YT 장비대수 - 선석점유율, C/C 생산성, 선박대기시간비율
2단계	시스템 목표 설정	- 현재의 C/C 생산성에서 향상된 생산성을 목표 생산성으로 설정하며, C/C 생산성에 의해 선박의 서비스수준 목표 설정
3단계	리모델링 대안 분석	- 대안별로 기대효과, 경제성, 적용성을 분석하며 C/C 생산성과 YT의 상호관계를 고려한 하역시스템 영향도 분석
4단계	개선효과 분석	- 대안 적용시의 효과는 C/C 생산성 및 장비소요대수를 정량적으로 분석하기 위해 시뮬레이션 방법 등을 적용하여 분석
5단계	리모델링 적용방안 수립	- 리모델링에 따른 도입 전제 조건 확인 - 하역시스템 중장기 계획 수립 - 하역장비의 기술적 타당성 및 경제성 검토

(3) 야드시스템

야드시스템은 제한된 공간에서 공간활용도를 최대화하면서 본선작업을 지원하도록 해야 하므로 <그림 7-5>의 5단계로 수립하였으며, 단계별 수행내용은 <표 7-7>과 같다.

〈그림 7-5〉 야드시스템 리모델링 절차

〈표 7-7〉 야드시스템 리모델링 절차

단 계	항 목	내 용
1단계	현황 분석	- 장치면적, TC 대수, TGS, 시설배치 - 야드장치량, 컨테이너 장치기간 - 시설물 배치형태, TGS, TC 장비대수 - 평균장치단적수, TC 생산성, 이적작업비율
2단계	시스템 목표 설정	- 반출입, 양적하 작업이 원활하게 되도록 적정수준의 장치공간 확보의 적정성을 설정하고 적정수준의 TC작업시간을 유지하도록 설정
3단계	리모델링 대안 분석	- 장치공간 증대, 장비대수 증대, 장비성능 제고, 시설배치 제정립, 고단적재시스템, 전기식 TC 등의 대안에 대해서 기대효과, 경제성, 적용성을 분석
4단계	개선효과 분석	- 대안 적용시의 효과를 시뮬레이션 방법 적용하여 분석
5단계	리모델링 적용방안 수립	- 리모델링에 따른 도입 전제 조건 확인 - 중장기 계획 수립 - 기술적 타당성 및 경제성 검토

(4) IT시스템

IT시스템은 장비통제와 정보처리에 대한 효율성을 측정할 수 있도록 <그림 7-6>의 5단계로 수립하였으며, 단계별 수행내용은 <표 7-8>과 같다.

〈그림 7-6〉 IT시스템 리모델링 절차

〈표 7-8〉 IT시스템 리모델링 절차

단 계	항 목	내 용
1단계	현황 분석	- 게이트, 안벽, 야드, 모니터링 시스템의 자동화 수준 - 장비의 기계적 생산성 - 운영시스템 수준 및 계획의 재계획 달성시간 - 장비 생산성, 장비 가동률
2단계	시스템 목표 설정	- 자동화 관련 장치 및 S/W를 도입하여 본선 및 장치장의 실시간 계획을 달성하고 장비의 실시간 통제로 생산성 극대화를 달성하는 정도
3단계	리모델링 대안 분석	- 대안별로 리모델링시의 기대효과, 경제성, 적용성을 분석
4단계	개선효과 분석	- 대안 적용시의 개선효과는 기존의 자동화기술 적용사례를 바탕으로 추정하여 효과를 분석
5단계	리모델링 적용방안 수립	- 리모델링에 따른 도입 전제 조건 확인 - 도입을 위한 중장기 계획 수립 - 정보시스템의 발전추세를 반영한 기술 도입

3. 리모델링 방안 구상

본 연구에서는 컨테이너터미널의 리모델링 방안을 크게 2가지 방향에서 구상하였다.

1) 방안 1(중소형 컨테이너터미널)

방안 1은 중소형 컨테이너터미널에서 시설물과 장비투자를 최소화하는 소규모 투자로 생산성을 향상시키는 방안으로 3년의 계획기간을 가진다.

각 시스템별로 선정한 리모델링 기술대안은 <표 7-9>와 같다. 게이트시스템은 24시간 운영을 도입하며, 안벽시스템에서는 C/C에 대해서 단기적으로는 스프레더를 변경하고 중기적으로는 C/C 성능 향상에 투자한다. 이송차량은 YT에 대한 Pooling Operation을 도입한다. 야드시스템은 장치공간 확대와 TC 성능 향상으로 TC의 추가 도입없이 리모델링을 추진한다. IT시스템에서는 실시

간 모니터링을 도입하는 최소의 투자를 고려한다.

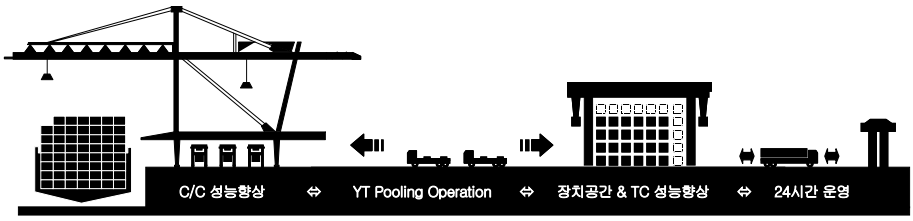
따라서, 3년 기간에 대해서 소규모 투자로 리모델링하여 생산성 향상을 달성하는 방안이라 할 수 있다.

〈표 7-9〉 중소형 컨테이너터미널의 리모델링 방안

년도 / 리모델링 영역	적용시기 1년	2년	3년	4년	5년	5년이후	완료 기간
게이트시스템	24시간운영						1년
안벽시스템	스프레더변경	C/C 성능 향상					3년
	YT Pooling						
야드시스템		장치공간 확대					3년
		TC 성능 향상					
IT 시스템	실시간 모니터링						1년

중소형 컨테이너터미널을 위한 리모델링을 개념화한 것이 <그림 7-7>이다.

〈그림 7-7〉 중소형 컨테이너터미널 리모델링 개념도



2) 방안 2(고효율 대형 컨테이너터미널)

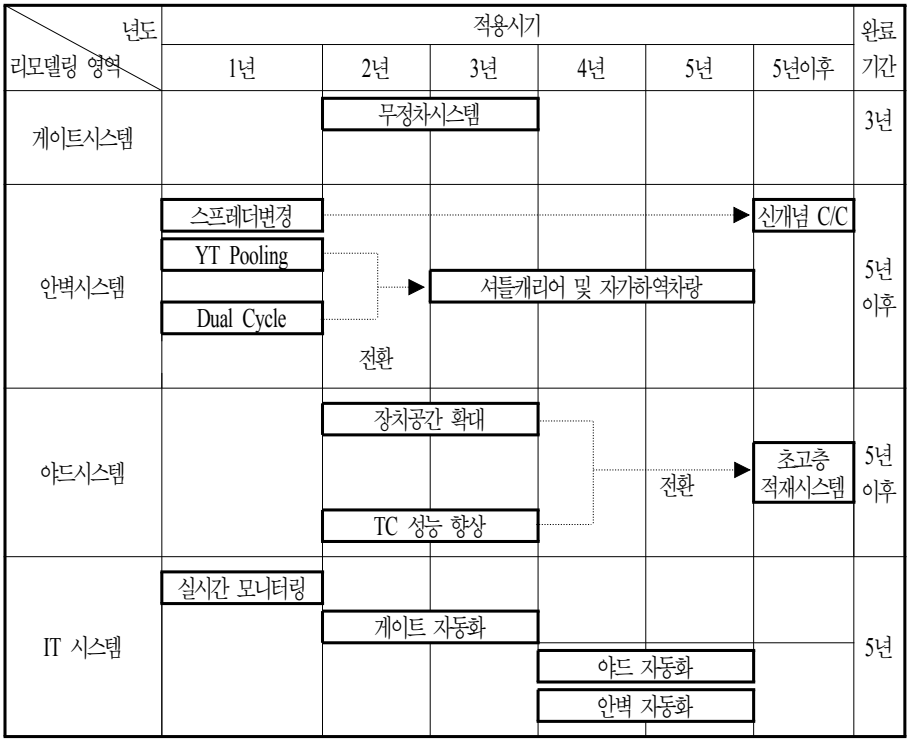
방안 2는 고생산성을 위한 대형 컨테이너터미널로 리모델링하기 위한 방안이다. 각 시스템별로 선정한 리모델링 기술대안은 <표 7-10>과 같다. 게이트시

스템은 3년 이내에 무정차시스템을 도입하며, 안벽의 대용량 처리를 위해서 신개념 C/C를 도입한다. 신개념 C/C 도입을 위해서 C/C의 투자는 스프레더 변경만을 하며 C/C 대수 증가 및 성능 향상에는 투자를 하지 않는다.

이송차량은 YT의 Pooling Operation을 도입후 Dual Cycle Operation으로 전환하며, 장기적으로는 셔틀캐리어 및 자가하역차량을 도입한다.

야드에서는 대용량 컨테이너 적재 및 처리를 위해 장기적으로 초고층 적재시스템을 도입하며, 상충되는 TC 대수 증가, 전기식 TC 도입에는 투자를 하지 않는다. 단기적으로 장치공간 확대와 TC 성능 향상을 하여, 5년 이후에 초고층 적재시스템으로 야드시스템을 전환한다.

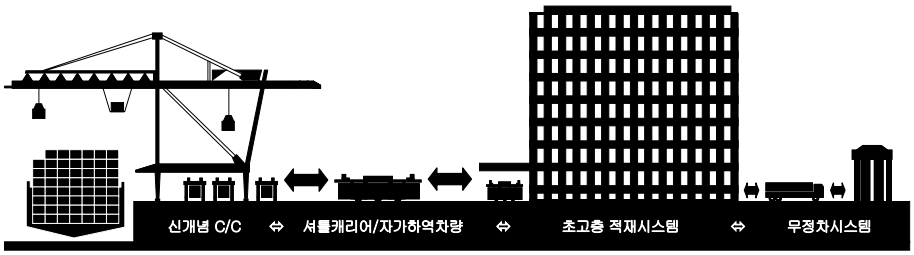
〈표 7-10〉 고효율 대형 컨테이너터미널의 리모델링 방안



IT시스템은 실시간 모니터링을 도입하고, 게이트의 무정차 시스템과 함께 3년이내에 게이트 자동화를 도입한다. 안벽에서 신개념 C/C 도입 이전인 5년 이내에 안벽 자동화를 도입하고, 야드에서 초고층 시스템 도입전인 5년 안에 야드자동화를 도입한다.

방안 2의 리모델링을 개념화한 것이 <그림 7-8>이다.

〈그림 7-8〉 고효율 대형 컨테이너터미널 리모델링 개념도



4. 리모델링 추진 전략

컨테이너터미널의 리모델링 추진 전략으로 크게 정책적 추진전략, 기술 확보전략, 자체 개발전략의 3가지로 구분하였다. 각각의 전략에 대하여 세부방안, 기술개발 추진체계, 기술개발 실천 방안을 수립하고 개발 기술의 활용방안을 제시한다.

1) 정책적 추진전략

정책적 추진전략은 리모델링 기술개발 및 적용을 통한 컨테이너터미널 생산성 향상으로 경쟁력을 확보하여 동북아의 물류중심기지로 발전하기 위해서 중장기적 투자, 기술인력 확보 및 연구개발의 활성화, 개발기술의 국제화 및 선

도화 등 다양한 방면으로 정책적인 추진전략을 세워 리모델링 기술개발 및 적용의 당위성을 나타내고자 한다.

컨테이너터미널의 리모델링 기술 적용을 위한 정책적 추진 전략은 다음과 같다.

(1) 리모델링 기술적용을 위한 전략적인 목표설정과 효율적인 투자를 위한 기술개발 추진

- 컨테이너터미널 생산성 향상을 위한 리모델링에 대한 전략적인 목표를 제시하고, 경쟁항만의 개장, 투자확대 등 급변하는 국제물류의 흐름을 선도해 나갈 수 있도록 전략적인 목표를 설정하고, 효율적으로 추진할 수 있는 투자가 이루어지는 중점적 리모델링 기술개발 사업 추진
- 현실적인 문제에 가장 합리적이면서 타당한 대안을 도출하기 위하여 한정된 자원과 경쟁항만과의 기술 수준 격차 등을 고려하여 서비스 및 생산성측면에서 경쟁우위를 확보할 수 있는 현실적인 투자대안 선택

(2) 첨단 리모델링 기술의 연구개발을 위한 국내 전문기술개발인력의 확보 및 지속적인 연구개발의 활성화

- 국내 컨테이너터미널의 생산성 향상 및 경쟁력 확보를 위해서 기존 컨테이너터미널이나 신규 컨테이너터미널에 대하여 장래의 상황을 고려하여 효율적인 리모델링 기술 개발 및 연계 계획 수립
- 물류체계 개선효과 및 경제적 투자효과의 극대화를 유발하는 리모델링 기술개발 사업 선정

(3) 동북아 물류중심기지로의 발전을 위한 국가적 위상제고를 위한 첨단 리모델링 기술확보

- 국내 컨테이너터미널 환경에 적합한 리모델링 기술적용을 통한 한국형 리모델링 프로그램 보유

- 컨테이너터미널의 개별적 리모델링 기술 정보공유 및 전문인력・기반공유를 통한 리모델링 효율성 증대와 더불어 항만 리모델링 기술의 정보화 추진
- 기 개발된 타 산업분야의 첨단기술을 응용하여 항만 리모델링 기술 적용 가능 방안 수립

2) 리모델링 기술 확보전략

컨테이너터미널에 리모델링 적용시 각 컨테이너터미널별 여건이 다르고 리모델링 추진시 대상 범위와 절차에 차이가 있으므로 다음의 선행분석을 통해서 방법론을 수립한 후 기술 확보전략을 수립하여야 한다.

- 컨테이너터미널의 경쟁력 분석
- 컨테이너 물류의 애로공정 분석
- 애로공정 리모델링 기술대안 선정
- 리모델링 기술대안 적용효과 분석
- 리모델링 기술의 적용 계획

이상과 같은 선행분석이 이루어지면 리모델링을 위한 구체적 실행단계에서는 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 기초기술 확보 전략을 수립한다. 기술확보전략은 기존 국내의 관련기술을 수집하여 개선하는 방안과 새로운 기술을 개발하는 방안, 외국 선진기술을 수입하여 개선하는 방안, 장비제작업체에서 자체개발하는 방안, 여러 관련 기관의 공동개발 방안 등 여러 가지가 고려된다.

컨테이너터미널 리모델링 기술 확보전략에 대한 방안을 검토해 보면 다음과 같다.

(1) 산 · 학 · 연 공동연구체제 구축에 의한 자체 기술개발 방안

- 컨테이너터미널 리모델링 기술 개발을 위한 정 · 산 · 학 · 연 공동 연구 컨소시엄 구성
- 컨테이너터미널 리모델링 기술의 모듈별, 특성별 연구체제 활성화 기반 체제 구축

(2) 컨테이너터미널 관련 기관의 협조를 통한 기술개발 방안

- 컨테이너터미널 리모델링 선진국의 개발 기술 정보 습득
- 컨테이너터미널 리모델링 선진국과의 국제 공동 연구 협력체계 구축
- 컨테이너터미널 운영주체에 의한 리모델링 기술의 현장 적용, 항만공사 주도의 리모델링 사업추진, 정부 주도의 중장기계획 관련 기관의 유기적 협조

3) 자체 기술개발 전략

기술 확보전략 중 국내 실정에 가장 적절한 방안은 자체적 기술개발 전략이지만, 외국의 최신 기술개발 Know-How 습득이나 공동연구전략 또한 효과적인 방법이 될 것이다. 그러나 장래를 위한 기술개발 전략은 외국의 기술 등에 종속되지 않는 한국 실정에 적합한 자체적인 기술개발이다. 따라서 정부, 산업계, 학계, 연구소 등 각 분야별로 역할분담과 유기적인 공조 등으로 항만 리모델링 기술적용의 효율성을 높이기 위해서 다음과 같은 분야로 나누어서 기술개발 전략을 추진하여야 할 것이다.

- 정부 : 컨테이너터미널 리모델링 기술개발 및 적용을 위한 정책수립, 컨테이너터미널 리모델링 기술개발을 위한 컨소시엄 구성, 개발기술의 기존 컨테이너터미널 적용 및 신규 컨테이너터미널 계획시 반영을 위한 지원
- 산업계 : 컨테이너터미널 리모델링 관련 개발기술 확보, 업체간 기술공유

를 통한 기술의 통합 개발

- 연구소 : 컨테이너터미널 리모델링의 개념 및 적용기술 개발, 연구방향의 설정 및 조정
- 학계 : 기초과학 및 핵심요소기술의 확보, 기술/연구인력의 양성

4) 리모델링 기술개발 및 사업 추진체계

컨테이너터미널 리모델링을 위한 추진체계는 항만에 적용되는 특성을 고려하여 해양수산부를 주관부처로 한다. 이에 따라 컨테이너터미널 리모델링 추진계획을 수립하고 기술정책을 시행하며 적용기술 개발의 투자재원을 확보한다. 그리고 컨테이너터미널을 대상으로 리모델링 사업을 추진하고 관리, 감독하는 역할을 담당하는 항만공사가 사업주관을 한다.

주관기관은 한국해양수산개발원이 역할을 맡아서 리모델링 기반여건, 리모델링 추진정책 및 핵심기술의 개념연구와 더불어 개발 기술의 관리, 타당성 분석, 경제성 분석을 위한 적용기법 연구 및 연구성과 보급, 산학연 공동 개발기술의 조율 등을 담당한다. 이 과정에서 리모델링 적용기술의 컨테이너터미널 현장 적용성을 높이기 위한 방안을 제시하는 역할을 가진다.

이러한 주관부처의 정책과 주관기관의 업무성격에 따라 대학 및 부설연구기관은 기초 및 응용기술의 연구, 현장적용의 자문과 기타 다른 산업체, 연구기관과의 공동연구를 수행토록 한다.

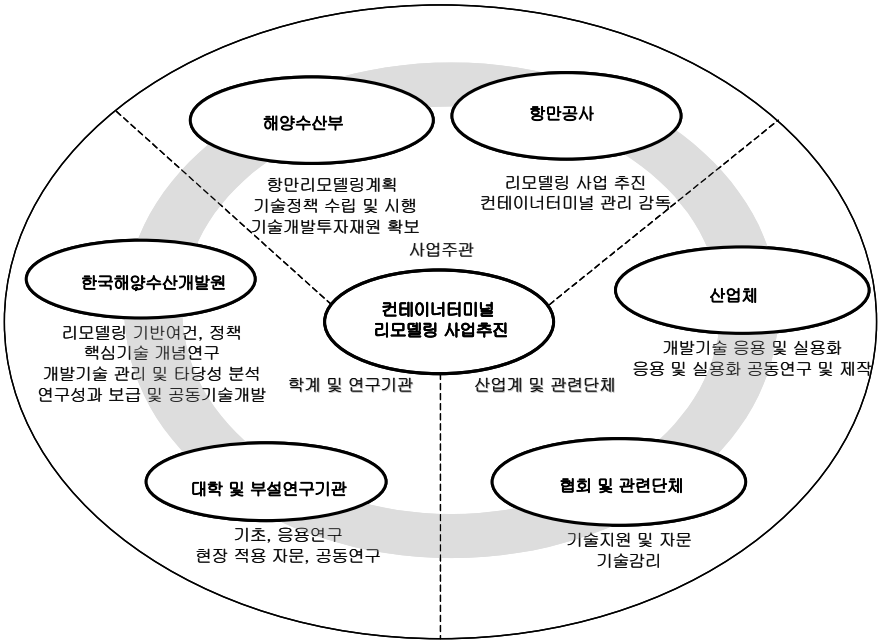
리모델링 기술 적용을 위한 가장 상용화된 개발을 담당하는 산업체는 컨테이너터미널을 대상으로 하는 개발기술의 응용 및 실용화, 응용화 및 실용화된 기술의 공동연구 및 제품제작 등의 업무를 수행하게 된다.

협회 및 관련단체는 기술지원 및 자문, 기술감리를 수행하게 된다.

컨테이너터미널 리모델링을 위한 적용기술 분야가 매우 넓고 광범위하여 정부로부터 관련단체에 이르기까지 각계의 전문적 기관들이 유기적인 조직으로 구성되어 기술개발 및 적용을 수행하여야 하며 국내 항만의 장기적인 비전을

가지고 빠른 시일 내에 과제의 선정이나 연구, 정부의 정책결정, 지원 등이 이루어져야 할 것이다.

〈그림 7-9〉 기관별 사업추진체계 구상도



제8장

결론 및 정책건의

1. 결 론

컨테이너터미널간의 물동량 확보를 위한 서비스수준 경쟁이 날로 치열해지고 있다. 즉, 서비스수준의 향상이 컨테이너터미널의 수익증대에 중요한 목표가 되고 있으며, 서비스수준 향상을 위한 효율적인 투자정책은 지속적으로 관심을 가져야 하며, 투자는 미래를 대비하는 측면에서 기대효과와 경제성 모두를 만족시켜야 한다.

컨테이너 물동량 증가율이 가장 높은 동북아를 포함하여 유럽의 선진항만들에서도 항만을 물류중심지로 개발하는 정책을 다각도로 추진하고 있다. 독일 CTA와 네덜란드 ECT는 유럽의 물류중심항만으로 자리잡기 위해 컨테이너터미널의 자동화 기술을 선도해 나가고 있으며, 중국의 선전항, 상하이항, 양산항 등은 경제성장에 따른 수출입물동량 증대에 기반하여 대규모 항만을 개발, 운영하고 있다. 우리나라도 동북아지역의 물류중심항만으로 부산신항과 광양항을 개발하는 정책을 추진하고 있다.

그러나, 현재 국내의 물류중심항은 부산항 컨테이너터미널이며, 향후 국내적으로 부산신항만 개장과 광양항 활성화, 국외로는 급속한 성장을 거듭하는 중국의 상해항 및 선전항과의 서비스수준 및 생산성 경쟁이 예고되고 있다. 부산항이 새로 개장되는 신규항만에 비해 상대적으로 낙후된 시설과 장비를 보유하고 있어 경쟁항만과 서비스수준 및 생산성 경쟁을 해나가기 위해서는 현재

보다 고생산성을 달성할 수 있도록 리모델링 기술개발 및 리모델링 사업을 추진해야 한다. 이러한 생산성 향상을 달성하기 위해 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템 등에 대한 신기술의 개발과 적용을 통해 지속적으로 리모델링을 해나가야 한다.

이와 같은 연구배경과 목적에 따라 수행한 주요 연구결과는 다음과 같다.

1) 부산항 컨테이너터미널의 현황 및 리모델링 필요성

부산항 컨테이너터미널의 경쟁력 분석을 위하여 부산항의 시설 및 운영현황을 해외 경쟁항만 및 부산신항 북측과 비교 분석하였으며, 부산항 컨테이너터미널의 각 영역별로 게이트, 안벽, 야드, IT시스템으로 나누어 현황을 분석하였다.

부산항의 운영 및 시설현황을 경쟁항만과 비교해서 문제점을 정리하면, 첫째, 해외 경쟁항만과 비교해서 시설수준 대비 처리물량이 2004년 기준으로 65% 수준으로 낮고, 둘째, 부산신항 북측부두에 비해서 상대적으로 장치장이 취약한 부분으로 낮은 야드능력을 가지며, 셋째, 경쟁항만이 평면배치상 정방형을 따르고 있는 반면, 부산항 컨테이너터미널은 낮은 정방형률로 인해 생산성이 저하되는 문제점을 가지고 있었다.

2) 컨테이너터미널 리모델링 기술대안 검토

컨테이너터미널의 리모델링 대상을 영역별로 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템으로 구분하였으며, 각 영역별로 목표를 설정하고 리모델링 효과를 분류하였으며, 리모델링 효과에 의해 현재보다 생산성 향상이 기대되는 기술대안을 리모델링 기술대안으로 선정하여 분석하였다.

게이트시스템에서 리모델링 기술대안은 24시간 운영, 적정시설규모, 무정차 시스템, 분리게이트 등에 대하여 현재 시스템과 개선 시스템에 대하여 검토하

였다.

안벽시스템에서는 C/C와 관련된 C/C 작업대수 증대, C/C 성능 제고, 스프레더 변경, 신개념 C/C 개발 등의 대안과 이송장비와 관련된 2단적재 차량, 셔틀캐리어/ALV, YT 운행대수 증대 등의 대안, 그리고 운영측면에서 Pooling Operation과 Dual Cycle Operation 대안에 대해서 현재 시스템과 개선 시스템에 대하여 분석하였다.

야드시스템에서는 장치공간 증대, 장비대수 증가, 장비성능 제고, 시설배치 재정립, 고단적재시스템, 전기식 TC 등에 대하여 현재 시스템과 개선 시스템에 대하여 분석하였다.

IT시스템에서는 게이트 자동화, 안벽 자동화, 야드 자동화, 실시간 모니터링에 대하여 기술 분석을 하였다.

3) 컨테이너터미널 리모델링 우선순위 및 타당성 분석

리모델링 기술대안을 도입 및 현장 적용하기 위한 타당성 분석은 먼저 설문조사에 의해서 다각도로 기술대안의 우선순위를 분석하였으며, 기술적용 타당성 평가에서는 기술대안의 리모델링 적용시 기대효과, 도입타당성, 적용성 등에 대하여 정성적으로 평가하였다.

각 시스템별 리모델링 대안의 적용시 우선순위는 설문조사의 경우 시설물의 변화와 큰 투자없이 리모델링을 추진하는 것을 선호하는 것으로 나타났으나 타당성 평가에서는 도입타당성 측면보다는 기대효과와 적용성이 반영되어 초기투자비가 높은 대안이 우선순위가 높게 나타나지는 않았다.

4) 시뮬레이션에 의한 기술적용 사례분석

리모델링 대안을 컨테이너터미널에 적용시 기대효과를 정량적으로 분석가능한 몇가지 기술대안인 분리게이트, 신개념 C/C, 2단 적재차량, 셔틀캐리어에

대한 시뮬레이션 분석결과를 제시하였다. 이러한 시뮬레이션 방법은 현장 적용 전에 시뮬레이션 적용을 통해서 리모델링 대안의 도입이 기대효과, 적용성 등을 만족하는지를 분석하는 데 활용될 수 있다.

5) 컨테이너터미널 리모델링 추진방안

컨테이너터미널 리모델링 추진방안은 먼저 리모델링 적용 우선순위, 기술적용 기간, 적용방향 등을 선정하였으며, 적용 우선순위는 설문조사에서 파악된 개선이 필요한 영역 우선순위인 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템 순으로 설정하였다. 기술적용 기간은 5년 이내에 기술의 적용성에 따라 단계적으로 적용하는 것으로 하고 IT시스템의 경우 기술발전 속도가 빠르고 적용기간이 장비개발보다 상대적으로 짧아 3년 이내로 하고 신개념 C/C와 초고층 적재시스템과 같이 신기술의 개발과 검증이 필요하므로 5년 이후로 설정하였다.

실제 리모델링 적용을 위한 각 시스템 영역별로 시스템 목표와 특성을 반영하여 리모델링 절차를 수립하였다. 이를 바탕으로 중소형 컨테이너터미널과 고효율 대형 컨테이너터미널에 대한 중장기 리모델링 방안을 수립하여 선택적 기술적용 방안을 제시하였으며, 리모델링 적용을 위한 기술 확보전략과 자체 기술개발 전략을 수립하였다.

2. 정책건의

현재 부산항을 중심으로 국내 컨테이너터미널은 해외 경쟁항만과의 물동량 확보 및 서비스수준 향상에 대한 경쟁이 심화되고 있으며, 개장 예정인 국내 신규항만인 부산신항만과의 생산성 향상에 대한 경쟁 또한 가속화될 전망이다.

본 연구는 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위한 리모델링 기술대안을 제시하고 추진방안을 제시하였다. 향후 체계적이고 효과적인 리모델링을 추진하기 위하여 다음과 같은 정책적 지원이 필요할 것으로 판단된다.

1) 정부의 역할

(1) 기존 항만에 대한 리모델링의 항만개발계획 반영 필요

국내의 경우 기존의 컨테이너터미널에 대한 정부정책은 증가되는 물동량을 시설의 확충으로 해결하기 위한 방안과 건설을 수행하였으나 이는 결국 컨테이너터미널이 가지는 국내외적인 서비스 경쟁의 심화를 반영하지 않아 지속적인 관리에 차질을 빚고 있다. 부산항 컨테이너터미널은 신규로 건설되는 중국의 대규모 양산항과 최신 설비의 부산신항만과의 서비스 경쟁에서 고객인 선사의 요구를 만족시킬 수 있는 생산성 수준을 확보하는 것이 시급한 정책적 과제이다. 이를 위한 해결방안으로 효과적인 리모델링 추진을 위한 정책적 지원이 항만개발계획에 반영되어야 한다.

(2) 항만재개발촉진법에 컨테이너터미널의 리모델링 반영 필요

물류환경 급변에 대처하기 위해 노후항만이나 준설토 투기장 등으로 조성된 유휴 항만부지를 거주, 업무, 상업, 관광, 문화 등 도시기능을 겸비한 복합항만으로 탈바꿈하는 항만 워터프런트(waterfront) 개발사업을 추진하기 위해 해양수산부는 가칭 ‘항만재개발촉진법’ 제정안을 마련해 관계부처 협의 등을 거쳐 본격 추진하려고 하고 있다. 항만 워터프런트 개발사업은 새로운 건설수요로 고용 창출, 투자 증진, 항만 워터프론트 지역의 관광자원화 등에 따른 지역경제의 활성화와 개발수익을 통한 항만 건설 등의 재정자립도가 제고될 것이라고 예상하고 있다.

따라서, 이를 위해 기존 시설물 및 장비에 대한 리모델링에 대한 사업추진을 위한 재개발촉진법이 필요하다.

(3) 항만 리모델링 기반구축 연구에 컨테이너터미널의 포함 필요

해양수산부에서 신규사업으로 추진중인 항만 리모델링 기반구축 연구는 국내 항만에 대한 리모델링을 원활히 추진하기 위한 제반 인문 사회적 및 공학적 기반연구를 수행하는 것으로 저비용으로 항만 생산성을 향상시켜 항만운영 효율성을 제고하고 외형 정비에 따른 항만도시 및 쾌적성 제고의 효과를 기대하고 있다. 이러한 기반구축 연구에 저비용으로 컨테이너터미널의 생산성을 향상시켜 운영 효율성을 달성하도록 컨테이너터미널을 대상으로 한 리모델링 기술검토와 리모델링 효과를 분석하기 위한 성능평가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

(4) 컨테이너터미널 리모델링을 위한 효과적인 추진체계 및 추진방안 필요

컨테이너터미널 리모델링을 추진하기 위한 리모델링 개념을 수립하고 컨테이너터미널의 각 영역별 리모델링 목표를 설정하고 국내 컨테이너터미널의 현황자료 조사 및 분석 등을 추진하여 리모델링 기술대안의 기술적 검토 및 도입타당성 분석을 위한 추진체계와 추진방안이 수립되어야 한다.

따라서, 추진방안을 위하여 리모델링 기술대안별 적용 우선순위, 적용기간, 기술적용 방향, 실제 적용을 위한 시스템별 리모델링 절차 등이 필요하며, 중소형 컨테이너터미널과 대형 컨테이너터미널을 위한 중점적인 추진방안이 마련되어야 한다. 또한, 이러한 추진방안의 수립은 부산신항만의 남측 컨테이너 부두가 개장되는 시점인 2011년을 기준으로 지금부터 구체적인 추진방안을 수립해 나가야 할 것이다.

2) 항만공사의 역할

(1) 운영사의 애로사항이나 문제점을 파악하는 중재자의 역할 수행

항만공사는 정산법에 의해서 설립된 단체로 부산항만의 개발, 운영, 관리 및 항만하역사업, 예선업과 그 부대사업의 시행, 컨테이너터미널의 전대권, 기타

컨테이너부두 개발을 위한 채권의 발행 등에 대한 권한을 보유하고 있다. 그러나, 컨테이너터미널의 운영은 임대계약을 통해서 운영사가 자율적으로 운영하고, 임대료를 받아 이를 다시 컨테이너부두 개발에 투입할 수 있도록 하고 있다. 따라서, 항만공사는 기존에 정부가 컨테이너부두공단이나, 정부가 담당하던 업무를 맡아 정부의 역할을 대행하면서, 한편으로는 컨테이너터미널의 운영 및 부대사업의 주체로서 민간의 역할도 수행하는 일종의 제3섹터 또는 제4섹터의 역할을 수행한다. 이러한 항만공사의 역할에 따라 컨테이너터미널의 운영 및 관리 개발에 관하여 정부와 민간의 논리를 이해하고 조정할 수 있는 역할을 수행하여야 한다.

정부가 컨테이너터미널의 운영상황에 대해서 터미널 운영사의 애로사항이나 문제점 등을 파악할 수 있는 주체는 항만공사이다. 그러므로, 생산성 향상 리모델링 대안의 실행을 위한 정부측의 정책 및 예산지원 등을 쌍방향적으로 의사소통할 수 있는 기구로서 중계자의 역할을 수행해야 한다.

(2) 전대차 계약시 생산성 향상 반영

항만공사는 리모델링을 통해서 생산성을 향상시키고자 하는 컨테이너터미널을 적극 지원해야 한다. 항만공사는 운영사의 공평한 대우의 명목상, 일률적으로 동일한 조건하에서 전대계약을 체결하는 경향이 있다. 그러나, 구체적으로 터미널별로 객관적 조건을 반영하지 못하여 불만의 대상이 되고 있다. 따라서, 이러한 불만을 해결하기 위해서 계약 후 터미널 운영기간 중에 어려움이 있는 터미널에 대해서 계약의 부담을 경감시킬 수 있도록 운영시설 및 장비를 제공하여 공평한 계약이 이루어지도록 해야 한다. 추후, 평가를 통해서 터미널의 장단점, 운영상 불합리한 점 등을 고려하여 전대차 계약에 적용하고 타 터미널보다 열위에 있는 운영사에 대해서 지원을 한다면 운영사의 불만을 감소시키고, 터미널간 생산성 제고를 위한 동기를 유발할 수 있을 것이다.

(3) 정부 정책건의에 활용

컨테이너터미널의 운영상의 문제점 및 애로점, 생산성 저하요인 등을 분석하고, 의견을 수렴하여 정부에 정책건의를 위한 기초자료로 활용할 수 있다.

지속적으로 운영상황을 파악하여 터미널의 운영개선을 위해서 정부정책의 문제점이나, 각종 규제, 혜택 등의 건의를 한다면 운영사 등 항만관련자들이 합리적인 요구를 하게 될 것이며, 이에 따라, 정부에 대한 정책 건의자료로서 실효성이 있을 것이다.

3) 운영사의 역할

(1) 개별 운영사 조직의 혁신의지 강화

개별터미널의 리모델링을 위한 객관적인 평가를 통해서 개별 운영사들의 문제점을 객관적으로 인식하고, 불공평한 점을 정확히 파악할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 그동안 운영사들은 항만운영에 따른 문제점을 감각적으로 인식하고 있었을 뿐, 정확한 자료에 기초하여 인식하지 못하고 있었다. 따라서, 조직운영에 혼선을 빚고, 문제점에 대한 객관적 자료를 확보할 수 없어 운영상 어려움이 있었으며, 터미널의 장점을 상대방에게 적절히 설명하기 어려웠고, 각자의 문제점을 자신의 시각에서 일방적으로 설파하는 수준에 머물고 있다. 그러나, 운영상의 문제, 생산성저하요인 등을 파악함으로써 이러한 문제점을 어느 정도 해결해 줄 것으로 판단된다. 운영사는 분석결과에 따라 기존 운영상황을 재점검하고 생산성 향상에 도움이 될 수 있도록 조직을 재설계하고, 터미널을 재구조화해야 한다.

이를 통해서, 컨테이너터미널을 합리적으로 운영함으로써 생산성 향상에 노력하여야 한다. 또한, 분석결과는 그 자체로서 관련자간 합의를 거친 지표에 의하여 분석된 것이므로 객관적 자료로서 인정을 받을 수 있으며, 조직내 관련자들을 설득하는 데 유용한 자료가 될 수 있을 것이다.

이러한 운영사의 노력은 터미널 운영에 도움을 주면서 동시에 자사의 혁신

의지 강화를 통한 지속적인 이익증대에 기여할 것이다.

(2) 정부의 항만정책 수립에 기여

개별터미널 운영사는 분석결과가 생각과 다르게 나올 경우 분석지표의 객관성 및 공정성, 지표적용상 문제점 등에 대하여 자세히 검토하게 될 것이다.

모든 분석지표가 모든 분석대상에 균등하게 적용될 수는 없다. 따라서, 평가를 통하여 운영사는 기존 지표를 재검토하고 지표의 반영과 지표간 조정 등 발생할 수 있는 문제점을 보다 정확하게 파악할 수 있다.

이러한 과정을 통하여 운영사는 분석지표의 문제점을 적시하고 새로운 지표의 개발 및 수정, 보완을 적극적으로 요구함으로써 다음 평가에 있어 자체 공정성을 확보하여야 할 것이다.

개별 운영사의 이러한 노력의 결과는 정부가 정확한 현실 인식하에 항만정책을 수립하고 집행할 수 있도록 하며, 평가지표의 개선, 공정성, 객관성 확보에 기여할 수 있도록 한다.

3. 개별 대안별 수행주체 및 관련 법규

1) 개별 대안의 그룹화

지금까지는 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 정부, 항만공사, 개별운영사의 역할에 대해서 알아보았다. 3절에서는 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 각 대안별 수행주체 및 관련법규에 대해서 기술한다.

먼저, 각 대안의 성격에 따라 그룹화하면 4가지로 나눌 수 있다. 첫 번째, 컨테이너터미널의 기본적인 운영방침을 변경해서 적용가능한 대안으로 추가적인 장비의 도입이나 개선없이 적용가능한 대안의 그룹으로 24시간운영, Pooling

Operation, Dual Cycle Operation 등이 이 그룹에 해당한다.

두 번째, 새로운 안벽 및 야드 장비추가 및 업그레이드로 장비대수 증대, 성능제고 등의 대안이 여기에 속한다.

세 번째, 터미널의 효율성 향상을 위한 시설물 변경으로 컨테이너터미널의 동선체계개선, 장치면적확대, 공간활용도 제고 등을 포함하는 시설규모 재산정, 분리게이트, 장치공간증대, 시설배치 재정립 등의 대안이다.

네 번째, 새로운 시스템을 갖춘 터미널로의 변신을 위한 신규시스템 도입으로 기존에 사용하던 하역장비, 운영시스템, 관리시스템 등을 전면 교체 또는 일부 도입하여 생산성 향상을 꾀하는 무정차게이트시스템, 신개념 C/C 개발, DSV, SHC/ALV, 고단적재시스템, 전기식 TC, 신규 IT시스템 도입 등의 대안이다.

2) 대안별 시행주체 및 관련법규 검토

위에서 분류된 네가지 대안그룹별로 시행주체 및 관련법규를 살펴보면, 운영방법 개선과 장비추가 및 업그레이드의 경우 의사결정 및 시행주체가 운영사이며, 컨테이너터미널에 장비의 추가 및 업그레이드를 위해서는 항만법 및 항만법시행령에 따라야 한다. 또한, 항만시설장비관리규칙, 항만시설장비검사기준에 따라 운영해야 한다.

시설물 변경, 신규시스템 도입의 경우 의사결정 및 시행주체가 정부 또는 항만공사가 되며, 일부 시스템의 경우 운영사가 되기도 한다. 이의 시행을 위해서는 항만법 및 항만법시행령, 항만시설장비관리규칙, 항만시설장비검사기준에 따라 운영해야 한다.

〈표 8-1〉 리모델링 대안별 시행주체 및 관련 법규

구 성	내 용
1. 운영방법개선(24시간운영, Pooling Operation, Dual Cycle Operation)	
- 의사결정체계	운영사
- 주체	운영사
- 법령	없음
- 규정	없음
2. 장비추가 및 업그레이드(장비대수 증대, 성능제고)	
- 의사결정체계	운영사
- 주체	운영사
- 법령	항만법, 항만법시행령
- 규정	항만시설장비관리규칙, 항만시설장비검사기준
3. 시설물변경(시설규모 재산정, 분리게이트, 장치공간증대, 시설배치 재정립)	
- 의사결정체계	정부(또는 항만공사)
- 주체	정부(또는 항만공사), 운영사
- 법령	항만법, 항만법시행령
- 규정	항만시설장비관리규칙, 항만시설장비검사기준
4. 신규시스템 도입(무정차시스템, 신개념 C/C개발, DSV, SHC/ALV, 고단적재시스템, 전기식 TC, 신규 IT시스템 도입)	
- 의사결정체계	정부(또는 항만공사), 운영사
- 주체	정부(또는 항만공사), 운영사
- 법령	항만법, 항만법시행령
- 규정	항만시설장비관리규칙, 항만시설장비검사기준

참고문헌

〈국내문헌〉

김우선, “체계적배치계획을 이용한 컨테이너터미널 시설물배치 연구”, 「해양정책연구」, 제20권 제1호, 2005.

김우선・최용석・하태영, “부산북항의 운영 및 시설능력 비교분석”, 한국항해항만학회 2005 추계학술대회 논문집, 제29권 제2호, 2005.

부산항만공사, “2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계”, 2005. 9

송만순, “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”, 건국대학교 박사학위논문, 2004. 5.

송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 「해양한국」, 2001. 5.

양창호・최용석・하태영, “컨테이너터미널의 운영정보 시스템 신기술 개발방향”, 로지스틱스연구, 제11권 제2호, 2003.

양창호・최용석・최상희・최종희, 「결합생산성 분석방법을 통한 항만시스템 취급능력 향상방안」, 한국해양수산개발원, 2004. 12.

양창호・최종희・최용석・하태영, 「차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2003. 12.

유영달・강대성, “게이트 자동화를 위한 컨테이너 식별자 인식시스템”, 한국항만학회지, 제12권 제2호, 1998.

윤원영・최용석・송진영・양창호, “컨테이너터미널에서 컨테이너 크레인의 하역능력 추정에 관한 시뮬레이션 연구”, IE Interface, 14(1), 2001.

이성우, “일본의 항만 리모델링 발전과정 연구”, 「해양수산」, 2004. 7.

정봉식・송정근・권영수, “단거리전용통신(DSRC)망을 이용한 자동게이트통과시스템”, 특허출원번호 2000-15248, Korea, Mar., 2000.

최용석・하태영, “지식기반 시뮬레이션에 의한 컨테이너터미널 설계 방안”, 「해양정책연구」, 제20권 제1호, 2005.
최용석・하태영, “운영시스템의 도입에 따른 컨테이너터미널의 생산성 향상 평가”, 「한국항해항만학회지」, 제29권 제1호, 2005.
최용석・김우선・하태영, “컨테이너터미널의 야드 트랙터 소요대수 추정”, 한국항해항만학회지 제28권 제6호, pp. 549-555, 2004.
최용석・하태영・김우선, “컨테이너터미널의 분리게이트 설계적용 분석”, 한국항해항만학회 2005 추계학술대회 논문집, 제29권 제2호, 2005.
하태영・신재영・최용석, “이송장비의 Pooling 운행방식에 따른 터미널 하역 생산성 효과”, 한국항해항만학회지, 제29권 제1호 춘계학술대회논문집, 2005.
하태영・최용석・김우선, “시뮬레이션을 이용한 자동화 컨테이너 터미널의 AGV 운영평가”, 「한국항해항만학회지」, 제28권 제10호, 2004.
하태영・최용석, “2단 적재 차량의 컨테이너 이송능력 분석”, 한국항해항만학회 2005 추계학술대회 논문집, 제29권 제2호, 2005.
하태영・최용석, “고성능 안벽크레인의 터미널 하역 생산성 비교분석”, 「한국항해항만학회지」, 제29권 제6호, 2005.
하태영・최용석, “자동화 컨테이너 터미널의 셔틀 캐리어 이송능력 분석”, 「한국시뮬레이션학회지」, 제14권 제3호, 2005.
한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.
한국컨테이너부두공단, 「세계 주요항만 2004년도 물동량, 시설, 개발계획 현황 및 분석」, 2005. 3
해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.5.

〈홈페이지〉

http://www.pncport.com/work/facilities.php
http://www.hktl.com/
http://www.bromma.com/

http://www.kalmarind.com/
http://www.jwdgroup.com/
http://www.exindus.com/
http://www.liftech.net/
http://www.zpmc.com/
http://www.hph.com.hk/
http://www.singaporepsa.com/
http://www.camco.be/
http://www.nascentsoftware.com/

〈외국문헌〉

C. Davis Rudolft Ⅲ, “Container-crane Productivity : Can it Keep up with Container Ship Size Increase?”, Port Technology International 14th Edition, 2001.

Etsuko Nishimura, Akio Imai, Stratos Papadimitriou, “Yard trailer routing at a maritime container terminal”, Transportation Research Part E 41, 53-76, 2005.

Informa Maritime & Transport, Cargo Systems, March 2003.

Michael A. Jordan, S.E., “Quay Crane Productivity”, presented at TOC Americas, Miami, November, 2002

Michael A. Jordan, SE., “Super Productive Cranes”, presented at TOC Europe, Marcelona, June 3-5, 1997

Puertos, *Colombia General Port Superintendent*, 1997.

Razman Mat Tahar & Khalid Hussain, “Simulation and Analysis for the Kelang Container Terminal Operations”, Logistics Information Management, Vol.3, No.1, 2000.

Kia, M. et. al., “Investigation of Port Capacity under a New Approach by Computer Simulation”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.42,

2002.

Watanabe Itsuro, “コンテナタ-ミナルの 特性 能率分析の 手法”, Container Age, 1987.

Yun, W.Y. and Choi, Y.S., “Simulation Model for Container-Terminal Operation Analysis Using Object-Oriented Approach”, International Journal of Production Economics, Vol.59, 1999.

용 어 표

Internal Tractor Deployment System(ITDS)

본선작업 중 양・적하를 동시에 수행하는 Dual Cycle System(양적하 동시 배차시스템)이며, ITDS를 사용하면 본선 생산성이 25% 향상되며, 국내외에서 양・적하 동시배차 및 자동 배차 알고리즘을 지속적으로 개발 중이다.

Intelligent Berthing Plan System(IBPS)

터미널 운영규칙 및 환경을 고려한 자동 선석배정 기능의 시스템이며, C/C의 자동 배정, 야드의 효율적인 관리 및 체계적인 반출・입 관리 기능으로 선사 및 운송사에 대한 신뢰성 향상, 선석 이용률 20% 향상, C/C 이용률 25% 향상 등의 효과가 있다.

Vessel Planning

Integrated Yard & Vessel Planning Strategy를 뒷받침해 줄 수 있는 Vessel Planning Module을 보유한 Vessel Explorer System을 의미하며 야드 및 C/C의 생산성이 30% 향상된다.

YT Pooling System

C/C에 배정되는 YT를 풀(pool)로 운영하는 Pooling System개념이며 지리적으로 협소한 장소에서도 최대의 야드 장치율이 가능하도록 신기술의 알고리즘을 적용하여 시스템을 운영하여야 하며, 항만생산성이 약 25~30% 향상된다.

Tractor Appointment System(반출예약시스템)

Voice, PDA 및 EDI를 활용한 반출예약시스템이며, 야드의 효율적 관리, 트럭 체재시간(Turn-around Time) 감소 등의 효과가 있다.

Operation Monitoring System(운영모니터링시스템)

실시간 터미널 작업상황 감시 및 통제시스템(Integrated Real-Time Monitoring & Control System)으로 게이트, 야드 및 선박의 통합 모니터링시스템을 사용하여 작업생산성 향상 및 최적화된 터미널 운영업무를 수행할 수 있다.

Inventory Management System(재고관리시스템)

Ship-Side, Repair Shop, ESA 등에서 PDA를 활용한 실시간 재고서비스(Real-Time Inventory Service)인 재고관리시스템을 사용하며, 우선적인 고객관리 서비스에 도움을 준다.

Image Recognition System(형상인식시스템)

CCD 영상인식 기술을 활용한 게이트 반・출입 작업 및 본선 양・적하작업의 무인자동감시시스템에 사용하고 있으며, 자동 컨테이너 손상 관리 기능, 터미널 신뢰성 향상 및 타 물류시스템 자동화 등에 파급 효과를 주었다.

Middleware

1998년 4월부터 메인프레임방식의 운영 통제시스템을 BEA Systems사가 제작한 “BEA TUXEDO”라는 3Tier 방식의 Middleware로 개선하여 사용하고 있으며, 선박의 선적 및 하역 속도를 높이고 트럭 순환 시간을 개선하며 선박의 선적 및 하역 생산성 25% 개선, 피크시 크레인 작업효율 30% 향상, 트럭 순환 시간 20% 감소 등의 효과가 있다.

Mobile

이동 중 대용량 데이터의 빠른 전송이 가능하며, 공간적 제약이 없어서 이동이 용이하다. 또한, 데이터 전송에 대한 신뢰도 및 보안 기능이 높으며, 휴대 단말기 이용으로 경제적 이점이 있다.

총작업생산성

컨테이너터미널에서 하역작업이 시작된 후 끝날 때까지 소요된 시간으로 하역작업이 이루어진 컨테이너 개수를 나눈 값으로 식사시간, 교대시간 등의 작업중단시간을 모두 포함한다.

순작업생산성

컨테이너터미널에서 하역작업이 시작된 후 끝날 때까지 소요된 시간에서 하역작업이 이루어지는 동안에 발생한 식사시간, 교대시간 등의 작업중단시간을 모두 제외하고 하역작업이 이루어진 컨테이너 개수를 나눈 값으로 순수 하역생산성을 나타낸다.

Multi-load Spreader

20피트 컨테이너 2개 또는 40피트 1개를 동시에 처리하는 Twin-Lift 스프레더와 20피트 컨테이너 4개 또는 40피트 컨테이너 2개를 동시에 처리할 수 있는 Tandem Forties 스프레더가 있다.

피기백(Piggyback) 스프레더

일반 컨테이너가 아닌 비규격 컨테이너를 쉽게 하여 안벽크레인의 작업확장성을 높일 수 있는 대안

듀얼트롤리

크레인의 중앙부분에 임시 컨테이너 버퍼공간(Buffer)을 두고 2개의 트롤리

가 전체 작업거리를 분담하는 형식이다. 따라서 버퍼하역작업이 추가로 발생하며, 버퍼공간의 크기에 따라 트롤리간의 작업간섭이 발생될 수 있는 구조이다. 현재 이 크레인은 독일의 CTA 터미널에서 사용하고 있다.

더블트롤리형 크레인

2개의 트롤리가 독립적으로 하역하는 작업방식을 취하고 있다. 이 크레인은 Boom section을 2층 구조로 설계하여 트롤리의 선회시 순환(Rotate)이 가능하도록 구성되어 있으며 이론상 시간당 90개의 컨테이너를 양적하할 수 있다.

슈퍼테이너

2개의 트롤리와 1개의 트래버서(Traverser)가 장착되어 있으며, 2개 트롤리는 해측과 육측에서 수직동작만으로 컨테이너를 양적하하며, 수평이동작업은 트래버서가 담당하는 형식으로, 전체 이동거리를 2개 트롤리와 1개 트래버서가 분담하기 때문에 작업생산성이 높다는 장점을 가지고 있다. 이론적으로 시간당 90개의 컨테이너 처리가 가능한 장비이다.

2단 적재차량(Double Stack Vehicle)

기존의 터미널 이송장비인 야드 트랙터와 동일한 주행레인에 적용하여 작업시간대비 운반량을 효과적으로 높일 수 있고 또한, 운행대수를 절감시킬 수 있는 방안

Dual Cycle Operation

기존의 이송장비는 선석의 C/C와 야드간의 1회 운행시 1개의 컨테이너만을 운반하는 단일 싸이클(Single Cycle) 운영 방식을 채택하고 있다. 그러나 듀얼 싸이클 운영은 1회 운행시 2개의 컨테이너의 처리가 가능하다.

약 어 표

AGV(Automated Guided Vehicle) : 자동 컨테이너 이송차량

APIS(Automatic Position Inspection System) : 자동 위치 검사 시스템

ADC(Automatic Data Capture) : 자동 데이터 수집 기술

ATOMS(Advance Terminal Operation Management System) : KL-Net 터미널운영시스템

ALV(Automated Lifting Vehicle) : 자가하역차량

BCTOC(Busan Container Terminal Operation Coperation) : 부산자성대부두운영사

C/C(Container Crane) : 본선 하역장비

CTA(Container Terminal Altenwerder) : 독일 자동화 컨테이너터미널

CTB(Container Terminal Burchardkai) : 독일의 부차드카이 자동화터미널

CY(Containet Yard) : 컨테이너 야드

CATOS(Compuet Automated Terminal Operation System) : 토탈소프트뱅크 터미널운영시스템

CMS(Crane Management System) : 고장진단기술

DHST(Dual Hoist Second Trolley) : 2개의 호이스트와 2개의 트롤리를 가진 C/C 타입

DGPS(Differential Global Positioning System) : 자동 위치파악 시스템

DSRC(Dedicated Short Range Communication) : 단거리전용통신시스템

ECT(Europe Combined Terminal) : 네덜란드 자동화 컨테이너터미널

EIR(Equipment Interchange Receipt) : 기기인수도증

ETCS(Electronic Toll Collection Service) : 자동요금징수시스템

EDI(Electronic Data Interchange System) : 전자서류전송시스템

HSS(High-stack Storage System) : 고단적재시스템

HANTOS(Hanjin Terminal Operation System) : 한진해운 터미널운영시스템

IBPS(Intelligent Berthing Plan System) : 지능형 선석계획시스템

ITDS(Internal Tractor Deployment System) : 내부 이송차량 전담 체계

ITS(Intelligent Transport Systems) : 지능형 교통시스템

ODCY(Off-Dock Container Yard) : 컨테이너터미널 밖의 임시 야적장

OCR(Optical/Computer Character Recognition) : 영상문자 인식시스템

RMGC(Rail Mounted Gantry Crane) : 레일식 야드 하역장비

RTGC(Rubber Tired Gantry Crane) : 타이어식 야드 하역장비

RTGC(Rubber Tyred Gantry Crane) : 고무바퀴를 가진 야드 하역장비

RFID(Radio Frequency Equipment Identification) : 태그를 이용한 무선 주파수 장비번호인식시스템

RCMS(Reefer Container Monitoring System) : 냉동컨테이너 모니터링 시스템

SHC(Shuttle Carrier) : 셔틀캐리어

SHST(Single Hoist Single Trolley) : 싱글호이스트, 싱글트롤리 시스템

TEU(Twenty footer Equivalent Unit) : 20피트 컨테이너 표준단위

TGS(Twenty footer equivalent unit Grounded Slot) : 20피트 컨테이너의 야드바닥 점유단위

TC(Transfer Crane) : 야드하역장비 트랜스퍼 크레인

PECTOS(Pusan East Terminal Operation System) : 동부산 컨테이너터미널 운영시스템

YT(Yard Tractor) : 이송장비, 야드트랙터

3P(Productivity Plus Programme) : HIT터미널의 생산성 향상 프로그램

부록 A

컨테이너터미널 리모델링 방안 수립을 위한 설문조사표

컨테이너터미널 리모델링 방안 수립을 위한 설문조사표

2005. 7

본 조사표에 기재된 내용은 통계목적 이외에는
사용되지 않으며 대외비로 취급됩니다.

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

안녕하십니까?

귀하와 귀사의 무궁한 발전과 건승을 기원합니다.

본 연구는 국내 컨테이너터미널의 리모델링을 위한 방향과 전략을 수립하기 위하여 기존의 컨테이너터미널에 요구되는 각종 리모델링 기술을 발굴하여 정책대안을 제시함으로써 항만 생산성의 향상을 실현하여 궁극적으로는 국내 컨테이너터미널의 경쟁력의 향상에 그 목적이 있습니다.

이에 따라 본 연구원에서는 귀사의 컨테이너터미널 이용시 다년간 현업에서 많은 실무경험을 쌓으신 귀하의 의견을 조사하기 위하여 다음과 같이 조사서를 준비하였습니다. 아무쪼록 바쁘시더라도 귀사(귀관)의 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 컨테이너터미널 리모델링을 위한 방향과 전략수립의 목적으로만 사용할 것을 말씀드리며 통계처리 직후 폐기될 것입니다.

2005. 7

조사기관 : 한국해양수산개발원(KMI) 항만시스템팀
담 당 자 : 최 용 석, 김 우 선, 하 태 영
TEL : 02-2105-2886, 2889, 2887
FAX : 02-2105-2899
E-mail: haty@kmi.re.kr
주소 : 서울시 서초구 방배동 1027-4 수암빌딩 8F
한국해양수산개발원 항만시스템팀

- 설 문 지 -

1. 본 조사는 기존 컨테이너터미널의 하역능력을 제고시키기 위한 각종 현안문제를 파악하고 조속히 개선에 나서기 위해 실시하는 만큼 소기의 목적을 달성할 수 있도록 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

2. 질문의 요지에 가장 근접하다고 생각되는 답을 기입하여 주시기 바랍니다.

회 사 명				
주 소				
작 성 자	부 서		직 위	
	성 명		전화/ 팩스	(☏) (팩)

※ 다음의 사항을 양지하시고 설문에 응해 주십시오.

컨테이너터미널의 리모델링은 기존의 터미널을 효과적으로 개선하여 비용절감과 생산성을 향상시키는 기술을 의미하며, 크게 하드웨어 기반 기술과 소프트웨어 기반 기술을 모도 포함합니다.

리모델링 대상은 게이트, 안벽, 야드 등의 시설물과 C/C, TC, YT 등의 하역장비, 그리고 운영소프트웨어 전반의 IT기술 등을 포함하고 있습니다.

각 시설물 영역별로 리모델링으로 인한 개선 효과는 다음과 같습니다.

구분영역	개선 효과
게이트	□ 차량 게이트 대기시간 단축 □ 서비스 및 인력 활용 제고 □ 반출입 트럭 체류시간 단축 등
안벽	□ 선박 재항시간 단축, 본선 생산성(선석 이용률, C/C 이용률) 향상 □ 양적하 계획 최적화 등
야드	□ 장치공간 활용 및 확장, TC동선 최소화, 이적작업 감소 □ 재조작 작업 감소, 수출입장치 계획 최적화 등
IT 기술	□ Closing time의 단축, 작업생산성 향상 □ 터미널 운영의 최적화, 운송사 물류비 절감 □ 인력감소로 인한 운영비용 절감 등

Ⅰ. 터미널 일반사항

Ⅰ-1) 현재 국내 터미널의 전반적인 수준이 경쟁항만(싱가폴, 홍콩, 중국 등)에 비해 어느 정도라고 생각하십니까?

① 경쟁항만이 우수하다. ( )
② 국내항만이 우수하다. ( )
③ 동일한 수준이다. ( )

Ⅰ-2) 현재 국내 터미널의 기반시설(선석, 장비, 부지면적, 배치 등)이 경쟁항만에 비하여 어느 정도라고 생각하십니까?

① 경쟁항만이 우수하다. ( )
② 국내항만이 우수하다. ( )
③ 동일한 수준이다. ( )

Ⅰ-3) 현재 국내 터미널의 운영기술(계획수립, 전산시스템, 작업통제 등)이 경쟁항만에 비하여 어느 정도라고 생각하십니까?

① 경쟁항만이 우수하다. ( )
② 국내항만이 우수하다. ( )
③ 동일한 수준이다. ( )

Ⅰ-4) 국내 터미널 시설 및 운영에서 개선이 필요한 영역에 우선순위를 부여해 주십시오. (순위부여)

○ 게이트 작업 ( )
○ 야드 작업 ( )
○ 안벽 작업 ( )
○ IT기술(e-Business 포함) ( )

Ⅰ-5) 다음 각 영역별로 국내와 경쟁항만간의 기술 수준을 비교해 주십시오.

· 게이트 작업 기술 수준

구분	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
국내 항만	□	□	□	□	□
경쟁 항만	□	□	□	□	□

· 안벽 작업 기술 수준

구분	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
국내 항만	□	□	□	□	□
경쟁 항만	□	□	□	□	□

· 야드 작업 기술 수준

구분	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
국내 항만	□	□	□	□	□
경쟁 항만	□	□	□	□	□

· IT 기술 수준

구분	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
국내 항만	□	□	□	□	□
경쟁 항만	□	□	□	□	□

Ⅱ. 게이트 영역

Ⅱ-1) 다음 중 기대 효과가 큰 것부터 우선순위를 부여해 주십시오. (순위부여)

○ 운영시간 연장(24시간 개방 및 작업서비스) ( )

○ 시설 증대(반출입 레인수 확대 및 인력 보충) ( )

○ 무정차 시스템(RFID) 구축 ( )

○ 반출입 게이트 분리 운영(분리게이트) ( )

※ 무정차 시스템: 전파를 사용하여 차량의 정보를 실시간으로 전송하여 게이트 통과시 정차없이 터미널 내부로 진입이 가능한 서비스

※ 분리게이트: 반출과 반입 게이트를 상반된 지역으로 분리운영하여 외부트럭의 동선을 단축시킬 수 있음

Ⅱ-2) 다음 각 항목에 대해 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 운영시간 연장(24시간 개방 및 작업서비스)	□	□	□	□	□
② 시설 증대(레인수확대, 인력보충)	□	□	□	□	□
③ 무정차 시스템 구축(RFID)	□	□	□	□	□
④ 반출입 게이트 분리 운영(분리게이트)	□	□	□	□	□

Ⅱ-3) 다음의 각 게이트 기술을 순차적으로 도입할 경우 생산성 효과측면에서 도입순서를 지정해 주십시오.

구분	도입순서
○ 운영시간 연장(24시간 개방)	( )
○ 시설 증대(레인수확대, 인력보충)	( )
○ 무정차 시스템 구축(RFID)	( )
○ 반출입 게이트 분리 운영(분리운영)	( )

Ⅱ-4) 기타 게이트 생산성을 높일 수 있는 방안이 있으시면 기술해 주십시오.

( )

Ⅲ. 안벽 영역

Ⅲ-1) 시간당 컨테이너 선박 하역량(box/hour)을 높이기 위해 가장 효과적인 방안은 무엇이라 생각하십니까?

① C/C의 작업대수를 늘린다. ( )

② C/C의 기계적 성능을 증가시킨다. ( )

③ Twin-lift나 Tandem Forties 스프레더를 사용한다. ( )

④ 고성능의 신개념 C/C를 개발한다.(예: 듀얼 트롤리) ( )

※ Twin-lift: 20피트 2개 또는 40피트 1개를 동시에 양적하 할 수 있는 스프레더

※ Tandem Forties: 20피트 4개 or 40피트 2개를 동시에 양적하 할 수 있는 스프레더

Ⅲ-2) 다음 안벽 기술을 도입할 경우 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① C/C 작업대수 증가	□	□	□	□	□
② C/C 기계적 성능 증가	□	□	□	□	□
③ Twin-lift & Tandem Forties 스프레더	□	□	□	□	□
④ 신개념 C/C 개발	□	□	□	□	□

Ⅲ-3) 다음의 각 안벽 작업 항목을 순차적으로 도입할 경우 생산성 효과측면에서 도입순서를 지정해주십시오.

구분	도입순서
○ C/C 작업대수 증가	( )
○ C/C 기계적 성능 증가	( )
○ 트윈리프트 & Tandem Forties	( )
○ 신개념 C/C 개발	( )

Ⅲ-4) 현재 국내 터미널에서 사용하고 있는 야드 트랙터(YT) 대신 PSA 터미널과 같이 2단 적재차량(Double Stack Vehicle)를 도입한다면 안벽생산성에 어떤 효과가 있다고 생각하십니까?

① 양하 및 적하작업에 모두 도움이 될 것이다. ( )

② 양하 작업에만 도움이 될 것이다. ( )

③ 적하 작업에만 도움이 될 것이다. ( )

④ 기존의 YT와 거의 동일할 것이다. ( )

※ 2단 적재 차량: 20피트 4개 또는 40피트 2개를 동시에 적재할 수 있는 차량으로 PSA에서 사용하고 있음

Ⅲ-5) 셔틀캐리어나 ALV(Automated Lifting Vehicle)와 같이 자체하역기능을 갖춘 차량이 도입된다면 터미널 생산성 향상효과에 대해 어떻게 생각하십니까?

① YT에 비해 생산성 향상효과가 상당히 높을 것이다. ( )

② 미미하지만 YT보다는 높을 것이다. ( )

③ YT와 거의 동일할 것이다. ( )

※ 셔틀캐리어: 바닥의 컨테이너를 집거나 내려놓을 수 있고 Straddle carrier보다 기동성이 뛰어남. 단, 적재는 2단까지 가능함

※ ALV: 바닥의 컨테이너를 집거나 내려놓을 수 있고 또한, 타 장비로부터 컨테이너를 직접 받아 바닥에 내려놓을 수 있는 다기능 차량

Ⅲ-6) 다음 각 항목에 대해 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 2단 적재 차량 도입	□	□	□	□	□
② 셔틀캐리어 차량 도입	□	□	□	□	□
③ ALV 차량 도입	□	□	□	□	□

Ⅲ-7) 다음의 이송장비(Yard Truck)의 운영방식 중 현 상황에서 가장 효과적인 대안은 무엇이라 생각하십니까?

① Pooling 방식의 전면도입 ( )

② Dual Cycle의 부분도입(공차운행 감소) ( )

③ YT의 운행대수를 늘린다. ( )

Ⅲ-8) 기타 안벽 생산성을 높일 수 있는 방안에 대해 기술해 주십시오.

( )

Ⅳ. 야드 영역

Ⅳ-1) 다음 항목중 현재 국내 터미널(부산항)의 야드생산성을 높일 수 있는 가장 효과적인 대안은 무엇이라고 생각하십니까?

① 야드 장치공간을 늘린다. ( )

② 야드 장비대수(TC)를 늘린다. ( )

③ 야드 장비성능을 높인다. ( )

④ 야드 시설배치(layout)를 새롭게 정립한다. ( )

Ⅳ-2) 다음 각 항목에 대해 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 야드 장치공간을 늘림	□	□	□	□	□
② 야드 장비대수를 늘림	□	□	□	□	□
③ 야드 장비성능을 높임	□	□	□	□	□
④ 야드 시설배치를 정립	□	□	□	□	□

Ⅳ-3) 현재 국내 터미널의 야드생산성을 높이기 위해 초고층 적재시스템(10~20단 이상의 선반 창고)을 개발할 경우 다음 각 항목에 대해 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 양하 컨테이너용 장치공간의 확보 측면	□	□	□	□	□
② 적하 컨테이너용 장치공간 확보 측면	□	□	□	□	□
③ 공 컨테이너용 장치공간 확보 측면	□	□	□	□	□
④ 비규격 컨테이너용 장치공간 확보 측면	□	□	□	□	□

Ⅳ-4) 기존의 디젤식 TC 장비를 전기식 TC장비로 교체할 경우(운영비용이 절감)에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 운영비용이 디젤의 1/2 수준이면 교체하는 것이 좋다. ( )

② 운영비용이 디젤의 1/3 수준이면 교체하는 것이 좋다. ( )

③ 운영비용이 디젤의 1/5 수준이면 교체하는 것이 좋다. ( )

④ 터미널 환경 및 운영개선 측면에서 교체하는 것이 좋다. ( )

Ⅳ-5) 기존의 터미널 야드 블록형태를 새롭게 변경하여 장치공간을 확보할 경우 다음의 항목중 가장 효과적인 방안은 무엇이라 생각하십니까?

① 블록의 단적수를 높이는 방안이 유효하다. ( )

② 블록의 열수를 늘이는 방안이 유효하다. ( )

③ 블록의 베이수를 증가시키는 방안이 유효하다. ( )

Ⅳ-6) 다음 각 항목에 대해 야드 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 블록의 단적수를 높인다.	□	□	□	□	□
② 블록의 열수를 늘인다.	□	□	□	□	□
③ 블록의 베이수를 증가시킨다.	□	□	□	□	□

Ⅳ-7) 기타 야드 생산성을 높일 수 있는 항목을 기술해 주십시오.

( )

Ⅴ. IT 기술영역

Ⅴ-1) 터미널 생산성 제고를 위해 IT 기술의 도입 우선순위를 부여해 주십시오.

- ○ 게이트 장비의 자동화를 위한 IT 기술도입 ( )
- ○ 안벽 장비의 자동화를 위한 IT 기술도입 ( )
- ○ 야드 장비의 자동화를 위한 IT 기술도입 ( )
- ○ 터미널 실시간 모니터링을 위한 IT 기술도입 ( )

Ⅴ-2) 다음 각 항목에 대해 터미널 생산성 효과를 부여해 주십시오.

생산성 효과 / 항목	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음
① 게이트의 자동화	□	□	□	□	□
② 안벽의 자동화	□	□	□	□	□
③ 야드의 자동화	□	□	□	□	□
④ 실시간 모니터링	□	□	□	□	□

Ⅴ-3) 다음의 각 항목을 순차적으로 도입할 경우 생산성 효과측면에서 도입순서를 지정해주십시오.

구분	도입순서
○ 게이트의 자동화	( )
○ 안벽의 자동화	( )
○ 야드의 자동화	( )
○ 실시간 모니터링	( )

V-4) 기타 터미널 생산성을 높일 수 있는 IT 항목을 기술해 주십시오.

( )

VI. 터미널 종합

※ 이상의 내용과 같이 하역시스템 및 운영시스템 기술을 통한 터미널의 리모델링의 효과에 대해 답해주시기 바랍니다.

VI-1) 터미널 신기술의 도입시 가장 기대되는 효과는 무엇이라 생각하십니까? (복수 선택 가능)

① 처리능력의 제고로 터미널 하역생산성 향상에 기여할 것으로 본다. ( )

② 각종 터미널의 운영비용이 절감되고 업무효율성이 제고되리라 생각한다. ( )

③ 고객의 서비스를 향상시켜 터미널 이용활성화에 기여할 것으로 생각한다. ( )

④ 터미널 관련 기술의 선점으로 항만경쟁력이 향상될 것으로 생각한다. ( )

⑤ 초대형 컨테이너선 기항으로 동북아 허브항만으로 부상할 수 있다. ( )

VI-2) 현재의 터미널 환경을 전반적으로 고려할 경우 현실적으로 적용가능하고, 생산성 향상에 기여하는 측면에서 적절한 도입시기를 각각 선택해 주십시오.

기술항목 \ 도입시기		1년이내	2-3년	3-5년	5년이후
게이트	① 운영시간 연장(24시간 처리)	□	□	□	□
	② 적정시설규모(레인수 확대, 인력보충)	□	□	□	□
	③ 무정차 시스템 구축(RFID)	□	□	□	□
	④ 반출입 분리 운영(분리게이트)	□	□	□	□
안벽	① C/C 본선작업대수 증대	□	□	□	□
	② 고성능 C/C로 교체	□	□	□	□
	③ Twin-lift, Tandem Forties 스프레더 사용	□	□	□	□
	④ 신개념 C/C 개발	□	□	□	□
	⑤ 2단 적재차량 도입	□	□	□	□
	⑥ 셔틀캐리어, 자가하역차량(ALV) 도입	□	□	□	□
	⑦ YT의 Pooling 운영방식 도입	□	□	□	□
	⑧ YT의 Dual Cycle 운영방식 도입	□	□	□	□
야드	① 야드 장치공간의 확충	□	□	□	□
	② 야드 장비대수 증가	□	□	□	□
	③ 야드 장비 성능 제고	□	□	□	□
	④ 야드 시설 재배치	□	□	□	□
	⑤ 초고층 적재시스템(10~20단) 개발	□	□	□	□
	⑥ 전기식 TC의 도입	□	□	□	□
	⑦ 야드 블록의 변경(단적, 열수, 베이수)	□	□	□	□
IT 기술	① 게이트 자동화	□	□	□	□
	② 안벽의 자동화	□	□	□	□
	③ 야드의 자동화	□	□	□	□
	④ 실시간 모니터링	□	□	□	□

※ 설문에 응해 주셔서 대단히 감사합니다.

부록 B

해외 경쟁항만, 부산신항, 부산항 시설 및 운영현황

1. 해외 경쟁항만 컨테이너터미널의 시설 및 운영현황

〈표 B-1〉 홍콩항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C(대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
터미널1/2/5	8	2,322	14-15.5	918	27	3.4	86.0
터미널 3	1	305	14	167	4	4.0	76.3
터미널 8	2	640	14.5	300	10	5.0	64.0
터미널4/6/7/9	13	3,992	12-15.5	1,110	48	3.7	83.2
계/평균	23	7,259	12-15.5	2,485	89	3.9	81.6

〈표 B-2〉 홍콩항의 개발계획

구 분	총면적 (천㎡)	선석수	부두길이 (m)	처리능력 (천TEU)	사업기간	선석당 안벽길이 (m)	선석당 처리능력 (천TEU)
CT9	680	6	1,900	2,600	'98~'04	316.7	433.3
CT10	-	4	1,280	1,600	~'11	320	400
CT11,12	800	8	2,560	3,200	~'11	320	400
계/평균	1,480	18	5,740	7,400	-	318.9	411.1

〈표 B-3〉 싱가포르항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심(m)	면적 (천㎡)	C/C(대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이(m)
주 롱	5	1,300	11-16	-	15	3.0	86.7
탄종파가	8	2,142	11-14.8	800	29	3.6	73.9
케 펠	14	2,785	9.6-14.6	959	36	2.6	77.4
브 라 니	9	2,375	12-15	790	29	3.2	81.9
파시르판장	6	2,319	15	840	24	4.0	96.6
계/.평균	42	10,921	9.6-16	3,389	133	3.2	82.1

〈표 B-4〉 싱가포르항의 개발계획

구 분	총면적 (천㎡)	선석수	처리능력 (천TEU)	사업 기간	선석당 처리능력(천TEU)
파시르판장 I	1,270	8	2,400	'93~'07	300.0
파시르판장II	2,260	18	12,900	'96~'09	716.7
파시르판장III	미정	23	1,600	~'27	-
계/평균	-	49	16,900	-	508.4

〈표 B-5〉 상하이항의 시설현황

구 분	선석수	선석길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이(m)
보 산	3	640	9.4	218	5	1.7	128.0
준 공 루	4	857	10.5	304	7	1.8	122.4
장 화 방	3	784	12.4	303	8	2.7	98.0
외고교 I	3	900	12	498	7	2.3	128.6
외고교II	3	1,490	13.2	633	6	2.0	248.3
외고교III	3	900	12	500	10	3.3	90.0
외고교IV	4	1,250	14.2	1,630	12	3.0	104.2
계/평균	23	7,071	9.4-13.2	3,256	46	2.0	153.7

〈표 B-6〉 상하이항의 개발계획

구 분	선석수	안벽길이 (m)	처리능력 (천TEU)	사업기간	선석당 안벽길이(m)	선석당 처리능력(천TEU)
외고교V	13	-	-	'01~'11	-	-
대소양산	52	21,200	15,000	'01~'20	407.7	288.5

〈표 B-7〉 선전항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
치 완	4	1,270	12.5-14.5	400	9	2.3	141.1
세 코 우	2	650	14	243	4	2.0	162.5
얀 티 안	9	2,350	15	1,180	18	2.0	130.6
계/평균	15	4,270	12.5-15	1,823	31	2.1	137.7

〈표 B-8〉 선전항의 개발계획

구 분	총면적 (천㎡)	선석수	안벽길이 (m)	사업기간	선석당 안벽길이(m)
치완3단계	-	4	-	-	-
세코우3단계	830	5	1,750	~'08	350.0
얀티안4단계	1,020	6	1,828	-	304.7
계/평균	1,850	15	3,578	-	327.4

〈표 B-9〉 가오슝항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	선석당 안벽길이 (m)
터미널 1	4	848	10.5	105	5	1.3	169.6
터미널 2	4	1,134	12	450	13	3.3	87.2
터미널 3	3	960	14	486	12	4.0	80.0
터미널 4	2	640	14	233	5	2.5	128.0
터미널 5	2 3	675 815	13.5-14.5 15	233 400	6 8	2.8	106.4
계/평균	19	5,122	10.5-15	1,907	49	2.6	104.5

〈표 B-10〉 카오슝항의 개발계획

구 분	선석수	처리능력 (천TEU)	사업기간	선석당 처리능력 (천TEU)
1단계	5	2,500	'02~'08	500
2단계	4	2,000	'04~'11	500
3단계	14	-	~'20	-
계/평균	23	4,500	-	500

〈표 B-11〉 로테르담항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
APM	1	1,250	16	700	17	17.0	73.5
Barge	1	450		67		-	-
브리타니	5	1,240	12.6	272	6	1.2	206.7
ECT 델타	1	3,400	13-16.6	2,360	22	22.0	154.5
ECT 홈	1	1,480	12.6-14	680	10	10.0	148.0
Handico	1	100	6	43	1	1.0	100.0
Hanno	1	1,500	13.5	330	7	7.0	214.3
HT 홀랜드	1	300	6.5	102	2	2.0	150.0
P&O NSF	2	1,000	7	181	-	-	-
스테나라인	3	270	9	15	-	-	-
WP7	1	800	13	200	5	5.0	160.0
계/평균	18	11,790	6-16.6	4,950	70	3.9	168.4

〈표 B-12〉 로테르담항의 개발계획

구 분	선석수	처리능력 (천TEU)	사업기간	선석당 처리능력 (천TEU)
Maasvlakte II	3	860	'10~'12	286.7

〈표 B-13〉 L.A.항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
APL P300	4	1,219	14	106	12	3.0	101.6
APM P400	7	2,191	14.3	530	10	1.4	219.1
에버그린 T	3	975	13.7	660	8	2.7	121.9
TraPac	2	625	13.7	688	11	5.5	56.8
YangMing L	4	610	13.7	530	13	3.3	46.9
Yusen	12	1,768	12	750	10	0.8	176.8
계/평균	32	8,116	12-14.3	3,264	64	2.0	126.8

〈표 B-14〉 함부르크항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
Burchardkai	10	2,850	9.4-16.5	1,600	18	1.8	158.3
BussHansa	3	850	12	200	11	3.7	77.3
Alternwerder	2	810	16.7	552	9	4.5	90.0
Eurogate	8	2,180	15.5	1,230	11	1.4	198.2
TCT	4	920	13.5	320	8	2.0	115.0
UCT	3	613	13.5	165	7	2.3	87.6
계/평균	30	8,223	9.4-16.7	4,067	64	2.1	128.5

〈표 B-15〉 두바이항의 시설현황

구 분	선석수	안벽길이 (m)	수심 (m)	면적 (천㎡)	C/C (대)	선석당 C/C대수	C/C당 안벽길이 (m)
Jebel Ali	5	1,536	14	967	19	3.8	80.8
PRT	5	1,402	11.5-12.8	932	11	2.2	127.5
계/평균	10	2,938	11.5-14	1,899	30	3.0	97.9

〈표 B-16〉 세계 10대 컨테이너터미널의 물동량 추이

순위	항만	1999	2000	2001	2002	2003	2004	연평균 증가율
1	홍 콩	16,211	18,098	17,826	19,144	20,449	21,932	4.8
2	싱가포르	15,945	17,087	15,571	16,941	18,411	21,329	2.9
3	상하이	4,216	5,613	6,334	8,620	11,280	14,567	21.8
4	선 전	2,986	3,993	5,076	7,614	10,650	13,625	29.0
5	부 산	6,440	7,540	8,073	9,453	10,408	11,442	10.1
6	가오슝	6,985	7,426	7,541	8,493	8,840	9,714	4.8
7	로테르담	6,342	6,275	6,096	6,506	7,144	8,281	2.4
8	L · A	3,829	4,879	5,184	6,106	7,179	7,321	17.3
9	함부르크	3,738	4,248	4,689	5,374	6,138	7,100	10.4
10	두바이	2,845	3,058	3,502	4,194	5,152	6,429	12.6

2. 부산신항 시설현황

〈표 B-17〉 부산신항의 사업계획

구 분			전 체 (1995~2011)	제1단계 (1995~2008)	제2단계 (2009~2011)
계	사업비(억원)		91,542	55,519	36,023
	사업량(선석)		30	18	12
	효과(만TEU)		804	443	361
	사업비(억원)		41,739	28,012	13,727
정부	사업량 (선석)	방파제	1.49km	1.49km	-
		투기장호안	20.8km	20.8km	-
		준설	72백만㎥	54백만㎥	18백만㎥
		안벽	3.9km(12선석)	1.45km(5선석)	2.45km(7선석)
		어업보상	1식	1식	1식
민자	사업비(억원)		49,803	27,507	22,296
	사업량(선석)		6.05km(18)	4.3km(13)	1.75km(5)

자료 : (주)부산신항만

〈표 B-18〉 부산신항 북컨테이너부두 시설개요

구 분		전 체
안벽길이		3200×600m
선 석 수		9선석
안벽전면수심		-16m
처리물동량		540만TEU
터미널면적		204만㎡(62만평)
장치장	면적	125만㎡(38만평)
	Ground Slot	28,918TGS
	최대장치능력	130,557TEU
게이트	개소	2개소(동, 서)
	차선수	20차선
철송장	개소	2개소
	Track 수	10
하역장비 (구성비)	C/C	26대(1)
	TC	85대(3.27)
	YT	165대(6.35)

자료 : (주)부산신항만

3. 부산항 컨테이너터미널 시설현황

〈표 B-19〉 자성대부두 시설현황

<table>
<tr><td colspan="3">구 분</td><td colspan="5">내 용</td></tr>
<tr><td colspan="3">입출항 수로길이(m)</td><td colspan="5">2,414</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로수심(m)</td><td colspan="5">12.5-15.0</td></tr>
<tr><td rowspan="10">부두
현황</td><td colspan="2">안벽길이(m)</td><td colspan="5">1,447</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론 폭(m)</td><td colspan="5">33.1/51.1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">전면수심(m)</td><td colspan="3">전면수심 : 조수간만차(m)</td><td rowspan="2">sea leve(MLLW)
~부두(m)
(안벽높이)</td><td rowspan="2">수심 + sea leve
~부두(m)
(총 안벽높이)</td></tr>
<tr><td>low</td><td>high</td><td>차이</td></tr>
<tr><td>12.0</td><td>13.0</td><td>1.0</td><td>2.8</td><td>15.3</td></tr>
<tr><td rowspan="6">면적
(㎡)</td><td colspan="2">총면적</td><td colspan="5">647,426</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론</td><td colspan="5">48,185</td></tr>
<tr><td colspan="2">운영건물
(연면적)</td><td colspan="5">3,798</td></tr>
<tr><td colspan="2">실장치장</td><td colspan="5">394,312</td></tr>
<tr><td colspan="2">CFS</td><td colspan="5">25,119</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Reefer plugs 수</td><td colspan="5">1,806TEU</td></tr>
<tr><td colspan="3">TGS</td><td colspan="5">10,790</td></tr>
<tr><td colspan="3">연간처리능력(TEU)</td><td colspan="5">1,000,000</td></tr>
</table>

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-20〉 자성대부두 선석현황

구분	선석명	안벽길이(m)	전면수심(m)	C/C수	연간 하역능력 (천TEU)	3년 평균실적 (천TEU)
선석 1	자성대 1	319	12.5	3	1,200	1,676
선석 2	자성대 2	320	12.5	3		
선석 3	자성대 3	300	12.5	3		
선석 4	자성대 4	278	12.5	3		
선석 5	자성대 5	185	10.0	1		

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-21〉 자성대부두 하역장비 현황

구 분		내 역	
컨테이너 크레인(C/C)	보유대수(대)	4	9
	정격하중(톤)	30.5	40.6/50
	Rail Span(m)	16	16/30.5
	Outreach(m)	36.2	37/45
	Backreach(m)	15	15
	양정(Lift above rail)(m)	28	32
	양정(Lift below rail)(m)	13	13
트랜스퍼 크레인(TC)	보유대수(대)	8(철송장1)	23
	정격하중(톤)	30.5	40.6
	단적수(단/열)	4단 6열	
스트래들 캐리어(SHC)	보유대수(대)	14	
	정격하중(톤)	30.5	
	단적수(단)	2	
리치 스태커(RS)	보유대수(대)	2	2
	정격하중(톤)	45	55
	단적수(단)	5	
포크 리프트(FL)	보유대수(대)	16	
	정격하중(톤)	1.5/2.5/3.5/5.3/7/7.5	
야드 포크리프트(YF)	보유대수(대)	8	
	정격하중(톤)	5.2/5.3/9/10	
야드 트랙터(YT)	보유대수(대)	56	
	인양능력(톤)	168/170/175/177	
야드 섀시(YC)	보유대수(대)	252	
	규격	20’/40’/45’	

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-22〉 자성대부두 연도별 장비도입 현황

장비 / 연도	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1978	2	1		2	1	
1979						
1980						
1981		9		2	10	
1982	4			6	10	
1983						
1984						
1985						
1986			3	6	10	3
1987			6	6	10	9
1988			3	6	10	12
1989	1	2		7	12	12
1990		2	7	7	14	19
1991			9	7	14	28
1992						
1993			9	7	14	37
1994			9	7	14	46
1995		5		7	19	46
1996	2	6	10	9	25	56
1997	3	6		12	31	56
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004			7	12	31	63
2005	1			13	31	63
계	13	31	63	1	2.38	4.85

주 : 음영부분은 내용년수 초과장비

〈표 B-23〉 신선대부두 시설현황

<table>
<tr><td colspan="3">구 분</td><td colspan="6">내 용</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로폭(m)</td><td colspan="6">350</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로수심(최저~최대, m)</td><td colspan="6">최대 15.0</td></tr>
<tr><td rowspan="11">부두
현황</td><td colspan="2">안벽길이(m)</td><td colspan="6">1,200</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론 폭(m)</td><td colspan="6">33.5</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">전면수심(m)</td><td colspan="3">전면수심 : 조수간만차(m)</td><td rowspan="2">sea leve(MLLW) ~부두(m) (안벽높이)</td><td rowspan="2">수심 + sea leve~부두(m) (총 안벽높이)</td></tr>
<tr><td>low</td><td>high</td><td>차이</td></tr>
<tr><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>4.0</td><td>18.5~19.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">면적(㎡)</td><td>총면적</td><td colspan="5">1,038,803</td></tr>
<tr><td>에이프론</td><td colspan="5">40,200</td></tr>
<tr><td>운영건물
(연면적)</td><td colspan="5">7,984</td></tr>
<tr><td>실장치장</td><td colspan="5">671,547</td></tr>
<tr><td>CFS</td><td colspan="5">229,200(CFS 9,880, CY 219,320)</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="5">89,872</td></tr>
<tr><td colspan="3">Reefer plugs 수</td><td colspan="6">1,140개</td></tr>
<tr><td colspan="3">TGS</td><td colspan="6">16,597</td></tr>
<tr><td colspan="3">연간처리능력(TEU)</td><td colspan="6">1,280,000</td></tr>
</table>

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-24〉 신선대부두 선석현황

구 분	선석명	안벽길이 (m)	전면수심 (m)	C/C수	연간 하역능력 (천TEU)	3년 평균실적 (천TEU)
선석 1	91	300	14	3	1,280	1,793
선석 2	92	300	14	3		
선석 3	93	300	14	3		
선석 4	94	300	15	4		

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-25〉 신선대부두 하역장비 현황

구 분		내 역		
컨테이너 크레인(C/C)	보유대수(대)	4	3	6
	정격하중(톤)	40.6	40.6	40.6
	Rail Span(m)	30.5	30.5	30.5
	Outreach(m)	45	48.5	54.5
	Backreach(m)	15	15	15
	양정(Lift above rail)(m)	32	34	34
	양정(Lift below rail)(m)	14	14.5	14.5
	권상(Hoist)/ 횡행(Trolley) 속도(m/min)	120/180	130/180	130/180
트랜스퍼 크레인(TC)	보유대수(대)	32		
	정격하중(톤)	40.6		
	단적수(단/열)	4/6		
리치 스태커(R/S)	보유대수(대)	2	7	
	정격하중(톤)	40	45	
	단적수(단)	5		
포크 리프트(F/L)	보유대수(대)	5	4	1
	정격하중(톤)	2	3.5	5
탑 핸들러(T/H)	보유대수(대)	12		
	정격하중(톤)	7	7.5	
	단적수(단)			
야드 트랙터(YT)	보유대수(대)	79		
	길이×폭×높이(m)	4.71×2.44×2.85		
	속력(km/h)	45		
야드 섀시(Y/C)	보유대수(대)	230		
	규격	20', 40', 45'		

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-26〉 신선대부두 연도별 장비도입 현황

장비 / 연도	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1991	6	24	41	6	24	41
1992						
1993						
1994						
1995						
1996	2	4		8	28	41
1997	3	3		11	31	41
1998		1	10	11	32	51
1999						
2000						
2001						
2002			-24, +12			
2003			12	11	32	57
2004	-4, +6		18			
2005						
계	13	32	79	1	2.82	7.18

주 : 음영부분은 내용년수 초과장비
자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-27〉 우암부두 시설현황

<table>
<tr><td colspan="3">구 분</td><td colspan="6">내 용</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로폭(m)</td><td colspan="6">350</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로수심(최저~최대, m)</td><td colspan="6">최대 15.0</td></tr>
<tr><td rowspan="11">부두
현황</td><td colspan="2">안벽길이(m)</td><td colspan="6">500</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론 폭(m)</td><td colspan="6">30~38</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">전면수심(m)</td><td colspan="3">전면수심 : 조수간만차(m)</td><td rowspan="2">sea level
(MLLW)
~부두(m)
(안벽높이)</td><td rowspan="2">수심 + sea
leve~부두(m)
(총 안벽높이)</td></tr>
<tr><td>low</td><td>high</td><td>차이</td></tr>
<tr><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>2.5</td><td>13.5</td></tr>
<tr><td rowspan="5">면적(㎡)</td><td colspan="2">총면적</td><td colspan="4">183,956</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론</td><td colspan="4">17,000</td></tr>
<tr><td colspan="2">운영건물
(연면적)</td><td colspan="4">3,354</td></tr>
<tr><td colspan="2">실장치장</td><td colspan="4">155,440</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타</td><td colspan="4">8,162(변전실 390, 게이트 275×2, 검사대 135 등)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Reefer plugs 수</td><td colspan="6">360</td></tr>
<tr><td colspan="3">TGS</td><td colspan="6">2,627</td></tr>
<tr><td colspan="3">연간처리능력(TEU)</td><td colspan="6">305,000</td></tr>
</table>

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-28〉 우암부두 선석현황

구 분	선석명	안벽길이 (m)	전면수심 (m)	C/C수	연간 하역능력 (천TEU)	3년 평균실적 (천TEU)
선석 1	75	200	11	2	305	534
선석 2	76,77	300	11	3		

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-29〉 우암부두 하역장비 현황

구 분		내 역
컨테이너 크레인(C/C)	보유대수(대)	5
	정격하중(톤)	40.6
	Rail Span(m)	16.0
	Outreach(m)	37.0
	Backreach(m)	14.0
	양정(Lift above rail)(m)	28.0
	양정(Lift below rail)(m)	12.0
	권상(Hoist)/횡행(Trolley) 속도(m/min)	120/180
트랜스퍼 크레인(TC)	보유대수(대)	13
	정격하중(톤)	40.6
	단적수(단/열)	5/6
리치 스태커(R/S)	보유대수(대)	2
	정격하중(톤)	41/10
	단적수(단)	5
야드 트랙터(YT)	보유대수(대)	24
	길이×폭×높이(m)	5.00×2.50×2.80
	인양능력(hp)	177
	속력(km/h)	30
야드 섀시(Y/C)	보유대수(대)	50
	규격	20'/40'

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-30〉 우암부두 연도별 장비도입 현황

장비 / 연도	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1996	4	10	17	4	10	17
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003			7	4	10	24
2004		3		4	13	24
2005	1			5	13	24
계/평균	5	13	24	1	2.6	4.8

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-31〉 감만부두 시설현황

<table>
<tr><td colspan="3">구 분</td><td colspan="6">내 용</td></tr>
<tr><td colspan="3">항로수심(최저~최대, m)</td><td colspan="6">최대 15.0</td></tr>
<tr><td rowspan="11">부두 현황</td><td colspan="2">안벽길이(m)</td><td colspan="6">1,400(선석당 350)</td></tr>
<tr><td colspan="2">에이프론 폭(m)</td><td colspan="6">50</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">전면수심(m)</td><td colspan="3">전면수심 : 조수간만차(m)</td><td rowspan="2">sea leve(MLLW) ~부두(m) (안벽높이)</td><td rowspan="2">수심 + sea level~부두(m) (총 안벽높이)</td></tr>
<tr><td>low</td><td>high</td><td>차이</td></tr>
<tr><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>4.0</td><td>18.5~19.5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">면적 (㎡)</td><td>구분</td><td>합계</td><td>대한통운</td><td>현대상선</td><td>한진해운</td><td>세방기업</td></tr>
<tr><td>부두 총면적</td><td>602,408</td><td>156,803</td><td>148,750</td><td>148,750</td><td>148,105</td></tr>
<tr><td>에이프론</td><td>70,000</td><td>17,500</td><td>17,500</td><td>17,500</td><td>17,500</td></tr>
<tr><td>운영건물</td><td>16,000</td><td>4,000</td><td>4,000</td><td>4,000</td><td>4,000</td></tr>
<tr><td>C/Y 장치장</td><td>409,472</td><td>138,106</td><td>94,775</td><td>94,869</td><td>81,722</td></tr>
<tr><td>CFS</td><td>6,896</td><td>1,535</td><td>1,705</td><td>2,160</td><td>1,496</td></tr>
<tr><td colspan="3">Reefer plugs 수</td><td>1,210</td><td>352</td><td>216</td><td>342</td><td>300</td></tr>
<tr><td colspan="3">TGS</td><td>-</td><td>3,688</td><td>2,840</td><td>2,867</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">연간처리능력(TEU)</td><td>1,200,000</td><td>300,000</td><td>300,000</td><td>300,000</td><td>300.000</td></tr>
</table>

주 : 1) 운영 4사의 부두면적 및 게이트 밖의 통로, 철송장 등을 포함한 감만부두 총면적은 73만 1천㎡임
2) 한국컨테이너부두공단의 자료에 의하면 운영 4사의 CY 총면적은 336,000㎡이나, 운영사가 제기한 자료를 토대로 작성
3) 한국컨테이너부두공단의 자료에 의하면 운영 CFS 총면적은 8,400㎡이나, 운영사가 제기한 자료를 토대로 작성

자료 : 운영사 내부자료

〈표 B-32〉 감만부두 선석현황

구 분	선석명	안벽길이 (m)	전면수심 (m)	C/C수	연간 하역능력 (천TEU)	3년 평균실적 (천TEU)
선석 1	대한통운	350	15	4	300	2,538
선석 2	허치슨	350	15	4	300	
선석 3	한진해운	350	15	4	300	
선석 4	세방기업	350	15	3	300	
계	-	1,400	15	15	1,200	

〈표 B-33〉 감만부두 하역장비 현황

구 분		내 역			
		대한통운	허치슨	한진해운	세방기업
컨테이너 크레인(C/C)	보유대수(대)	4	4	4	3
	정격하중(톤)	40.6/54	40.6/50.8	40.6/50	40.6
	Rail Span(m)	30.5	30.5	30.5	30.5
	Outreach(m)	45/48.5	48.5	48.5	48.5
	Backreach(m)	15	15	15	15
	양정(Lift above rail)(m)	34	35	34	34
	양정(Lift below rail)(m)	14.5	14.5	14.5	14.5
	권상(Hoist)/횡행(Trolley) 속도(m/min)	130/180	130/200	130/180	130/180
트랜스퍼 크레인(TC)	보유대수(대)	10	10	11	10
	정격하중(톤)	40.6	40.6	40.6	40.6
	단적수(단/열)	6/4	6.5	6/5	6/5
리치 스태커(R/S)	보유대수(대)	3	3	2	4
	정격하중(톤)	8/40/45	42	42	41/45
	단적수(단)	5	5	5	5
포크 리프트(F/L)	보유대수(대)	2	3	-	6
	정격하중(톤)	2/10	2.5/3.5	-	2~28
야드 트랙터(YT)	보유대수(대)	21	23	21	15
	길이×폭×높이(m)	4.8×2.5×2.8	4.8×2.5×2.8	4.8×2.5×2.8	4.8×2.5×2.8
	인양능력(톤)	210		177	175
	속력(km/h)		40	40	40
야드 섀시(Y/C)	보유대수(대)	51	50	60	60
	규격	20’(4), 40’(41), 45’(6)	40’(33), 45’(15)	20’, 40’, 45’	20’, 40’, 45’

〈표 B-34〉 감만(대한통운)부두 연도별 장비도입 현황

연 도	대한통운					
	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1996						
1997	2			2		
1998	1	8	17	3	8	17
1999						
2000						
2001						
2002			7	3	8	24
2003	1	2		4	10	24
2004						
2005						
계/평균	4	10	24	1	2.5	6

〈표 B-35〉 감만(허치슨)부두 연도별 장비도입 현황

연 도	허치슨					
	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1996						
1997	3	9	23	3	9	23
1998						
1999						
2000						
2001						
2002	1	1		4	10	23
2003						
2004						
2005						
계/평균	4	10	23	1	2.5	5.75

〈표 B-36〉 감만(한진)부두 연도별 장비도입 현황

연 도	대한통운					
	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1996						
1997	3	8		3	8	
1998			15	3	8	15
1999						
2000						
2001						
2002		2	6	3	10	21
2003						
2004	-1, +2	1		4	11	21
2005						
계/평균	4	11	21	1	2.75	5.25

〈표 B-37〉 감만(세방)부두 연도별 장비도입 현황

연 도	대한통운					
	C/C	TC	YT	하역시스템 구성비		
				C/C	TC	YT
1996						
1997	3	8		3	8	
1998			15	3	8	15
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005		2		3	10	15
계/평균	3	10	15	1	3.3	5

컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구

2005年 12月 28日 印刷
2005年 12月 30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 수암빌딩
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, 734-6818