

전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구

A Study on the Improvement of the National Trade Port Terminal
Classification System

이수영 · 이나영 · 신정훈 · 김영훈



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	이수영, 이나영, 신정훈, 김영훈			
내부연구진	연구책임자	한국해양수산개발원	항만연구본부	이수영 전문연구원
	공동연구원	한국해양수산개발원	항만연구본부	이나영 연구원
	공동연구원	한국해양수산개발원	항만연구본부	신정훈 연구원
	공동연구원	한국해양수산개발원	항만연구본부	김영훈 연구원

연구기간	2021. 1. 1. ~ 2021. 10. 31.
-------------	-----------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	이수영 연구총괄, 제1장, 제2장, 제4장, 제5장 제2절, 제6장
내부연구진	이나영 제3장 제1절, 제2절, 제5장 제1절
	신정훈 제3장 제1절, 제2절
	김영훈 제3장 제1절, 제2절

발간사

우리나라는 GDP 대비 수출입의 비중이 60%대에 달하는 무역의존도가 매우 높은 국가이다. 그간 수출 주도형 정책을 추진해온 결과로 가까운 일본(약 30%)에 비해서도 2배 이상 높고 주요 20개국(G20) 중 독일(69%)에 이어 두 번째로 높은 수치다. 이처럼 대외의존도가 높은 개방적인 무역구조이기 때문에 글로벌 물류 경쟁력이 국가 경제와 경쟁력에 미치는 영향은 매우 크다. 우리나라에서 국외로 수출입되는 화물의 97%는 전국 30개 무역항을 통해 처리되는데 2020년 기준 항만물동량 실적은 코로나19 여파에도 불구하고 약 15억 톤에 육박하였다. 이 중 수출입 항만물동량은 약 85%로 우리나라 수출입물류에 항만이 중추적인 역할을 하고 있다고 볼 수 있다.

이처럼 국외로 수출되는 화물을 중심 처리하는 무역항은 전국에 30개가 분포되어 있다. 각 항만은 컨테이너부두와 석탄, 유류 등 다양한 비컨테이너 부두들로 구성되어 있는데 우리나라 무역항의 부두는 총 14개로 분류된다. 우리나라의 항만과 전용부두는 정부 정책추진 기조에 따라 건설되어 왔기 때문에 경제개발 5개년 계획별로 중점을 두는 산업을 지원하는 항만과 부두가 우선 건설됐다. 경공업에서 중화학공업으로 국가 중점사업이 변화하면서 울산항, 포항신항 등이 개발되었으며 부산항과 광양항에 컨테이너 전용부두 및 양곡, 시멘트, 석탄, 유류 등의 비컨테이너 전용부두의 개발이 시작되었다.

우리나라 항만은 원활한 수출입 화물 수송과 국가 중점산업의 효율적 지원을 위해 중앙집권적으로 개발되어 왔기 때문에 각 항만들의 배후지에서 수요 되는 품목별 특징과 물류구조, 품목별 하역 특징 등이 충분히 반영하지 못한 부두분류체계를 가지고 있다. 컨테이너를 제외한 13개 비컨테이너부두의 전용률은 약 65%대로 지정된 품목 외 혼재처리율이 높는데 이는 실제 항만운영현황을 정확히 개발수요산정에 반영하지 못해 항만수급분석의 왜곡을 가져오고 있다. 또한 현행 부두분류체계하에서는 변화된 국내외 항만물류 여건에 맞춰 유연하게 부두 기능을 변경하는 데도 제약이 많아 민원 사항이 자주 발생하고 있다. 이처럼 무역항의 현재 부두분류체계는 효율적인 항만개발과 운영 양측에 저해요인으로 작용하고 있지만 법률적, 정량적 근거는 매우 미흡한 상황이다.

이에 본 연구는 전국 무역항의 부두분류체계를 진단하기 위해 전국 비컨테이너부두의 품목별 실적을 면밀히 분석하고 13개 종류의 비컨테이너부두의 효율성을 평가하였다. 또한 13개로 분화된 비컨테이너 부두들을 항만배후 수요와 품목별 특징을 반영하여 재그룹화 하기 위해 정량적 데이터를 기반으로 군집분석과 같은 통계기법을 수행하였다. 이 밖에도 일본, 중국, 유럽 등 국외 주요항만의 부두분류체계를 고찰하여 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출에 활용하였다. TOC, 선사, 화주 등 다양한 이해관계자들이 이용하는 항만의 부두는 복잡한 계약관계를 통해 운영되고 있기 때문에 부두분류체계 개편시 초래될 수 있는 영향을 법률 전문가 자문을 통해 검토하였으며 신규 부두분류체계개선(안)의 효율적인 적용과 운영을 위한 정책제언을 제시하였다. 항만배후의 수요와 품목별 특징을 고려하여 도출된 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)이 우리나라 글로벌 물류의 지대한 비중을 차지하는 항만의 경쟁력 제고에 긍정적 영향을 줄 것이라 기대해본다.

끝으로 본 연구의 책임을 맡은 항만연구본부의 이수영 전문연구원과 연구진인 이나영 연구원, 신정훈 연구원, 김영훈 연구원의 노고에 깊은 감사를 표한다. 아울러 이 연구에 자문과 조언을 아끼지 않은 김형태 명예연구위원과 김형근 명예연구위원께도 깊은 감사를 드린다. 본 연구의 감리를 맡아 보고서의 완성도 제고에 힘써주신 우리원의 최상희 본부장, 김근섭 실장과 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분께 이 자리를 빌려 감사드린다.

2021년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 중 덕

목차

정책제안 _i

요약 _iii

Executive Summary _ix

01

서론 _1

제1절 연구의 배경	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 선행연구 분석	6
3. 본 연구의 차별성	9
제2절 연구의 목적 및 주요내용	14
제3절 연구범위 및 방법	15
1. 연구범위	15
2. 연구의 방법론	15

02

국내외 향만 부두분류체계 현황 및 특징 분석 _19

제1절 우리나라 향만 부두분류체계 현황 및 특징	19
1. 우리나라 향만 및 부두 개발 동향 변화	19
2. 전국무역항 부두분류체계 변화	21
3. 전국무역항 전용부두별 하역프로세스 특징	24
제2절 국외 주요 국가별 향만부두 분류체계	32
1. 일본 향만부두 분류체계	32
2. 중국 향만부두 분류체계	34
3. 로테르담항(네덜란드) 부두 분류체계	37
제3절 국외 주요 국가별 향만 운영 및 부두 개발	38

1. 일본의 항만 운영 및 부두 개발	38
2. 중국의 항만 운영 및 부두 개발	41
3. 로테르담항(네덜란드) 운영 및 부두 개발	43
제4절 우리나라 무역항 부두분류체계 문제점 분석	45
1. 항만 및 부두 신규 건설에 미치는 영향 및 문제점	45
2. 항만 및 부두 운영에 미치는 영향 및 문제점	47

03 전국 항만별·부두별 전용률 분석_51

제1절 주요 항만의 부두별 전용률 분석	51
1. 부산항	51
2. 광양항	54
3. 울산항	57
4. 인천항	60
5. 평택·당진항	63
6. 대산항	67
7. 포항항	69
8. 마산항	71
9. 동해·묵호항	74
10. 목포항	76
11. 군산항	79
제2절 품목별 전용률 현황 분석	82
1. 양곡부두	83
2. 시멘트부두	85
3. 모래부두	88
4. 석탄부두	90
5. 철광석부두	93
6. 기타광석부두	95
7. 목재부두	98

8. 고철부두	100
9. 철재부두	103
10. 자동차부두	105
11. 잡화부두	107
12. 유류부두	109
13. 화학공업생산물부두	112

04 전국 무역항 벌크부두 효율성 평가 및 클러스터링 _115

제1절 전국 무역항 전용 부두 효율성 평가	115
1. 효율성 평가 방법 및 선행연구	116
2. 변수 선정 및 모형 설계	121
3. 전국 무역항 전용 부두 효율성 평가 결과	125
제2절 군집분석에 의한 우리나라 전용부두 재그룹화	127
1. 군집분석방법 및 선행연구	127
2. 변수 선정 및 모형 설계	131
3. 전국 무역항 전용 부두 군집분석 결과	135

05 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출 _137

제1절 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출 프로세스	137
1. 하역프로세스별 전용부두 분류	137
2. 국외 주요항만의 부두분류체계와 국내 무역항 부두분류체계 비교 분석	139
3. 전국 항만별·부두별 전용률 추이 및 상위 처리 품목 분석	141
4. 전국 무역항 13개 비컨테이너 부두의 효율성 측정	143
5. 군집분석을 통한 무역항 비컨테이너부두 재그룹화	144
제2절 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 제시	146

06

정책제언 _149

제1절 정책 제언	149
1. 법률적·제도적 지원방안 검토	149
2. 항만관리자 및 이용자들의 요구사항 대응 방안 검토	150
3. 향후 연구방향	152

참고문헌 _155

표 목차

〈표 1-1〉 전국 무역항 부두분류체계	2
〈표 1-2〉 도로법상 도로 분류 및 건설·관리 주체	2
〈표 1-3〉 전국 무역항 부두별 전용률 추이	3
〈표 1-4〉 선행연구 검토 및 차별성	10
〈표 1-5〉 전국 항만 분류 현황 및 연구범위	15
〈표 2-1〉 우리나라 항만 및 부두 개발 정책 방향	20
〈표 2-2〉 전국 항만기본계획의 부두분류체계 및 취급품목 비교	22
〈표 2-3〉 비컨테이너 부두별 취급품목 및 항만통계코드	23
〈표 2-4〉 하역프로세스별 전용부두 구분	32
〈표 2-5〉 일본의 화물부두분류 체계 및 취급품목	34
〈표 2-6〉 중국의 화물부두분류 체계 및 취급품목	36
〈표 2-7〉 로테르담항의 화물부두분류 체계 및 취급품목	38
〈표 2-8〉 일본의 항만 부두 건설	39
〈표 2-9〉 일본의 항만 운영 및 부두 개발계획	40
〈표 3-1〉 부산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	52
〈표 3-2〉 부산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	53
〈표 3-3〉 광양항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	54
〈표 3-4〉 광양항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	56
〈표 3-5〉 울산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	58
〈표 3-6〉 울산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	59
〈표 3-7〉 인천항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	61
〈표 3-8〉 인천항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	62
〈표 3-9〉 평택·당진항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	64
〈표 3-10〉 평택·당진항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	65
〈표 3-11〉 대산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	67
〈표 3-12〉 대산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	68
〈표 3-13〉 포항항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	70
〈표 3-14〉 포항항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	70
〈표 3-15〉 마산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	72
〈표 3-16〉 마산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	73

〈표 3-17〉 동해·목포항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	74
〈표 3-18〉 동해·목포항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	75
〈표 3-19〉 목포항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	77
〈표 3-20〉 목포항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	78
〈표 3-21〉 군산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)	80
〈표 3-22〉 군산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)	81
〈표 4-1〉 DEA 선행연구별 투입요소 및 산출요소 비교	119
〈표 4-2〉 전국 무역항 전용부두 현황	122
〈표 4-3〉 투입 및 산출변수 기술통계량	123
〈표 4-4〉 투입 및 산출변수 상관관계	123
〈표 4-5〉 전용부두 효율성 분석 결과	126
〈표 4-6〉 군집분석의 종류	129
〈표 4-7〉 군집분석 선행연구	130
〈표 4-8〉 군집분석에 사용된 표준화 변수(1)	133
〈표 4-9〉 군집분석에 사용된 표준화 변수(2)	134
〈표 4-10〉 변수의 기술통계량	134
〈표 4-11〉 군집화 일정표	135
〈표 5-1〉 국가별 항만 부두분류체계 비교	140
〈표 5-2〉 주요 전용부두의 연도별 상위 3개 품목 처리비중	141
〈표 5-3〉 전국 전용부두의 품목별 전용률 추이	142
〈표 5-4〉 전용부두 효율성 분석 결과	144
〈표 5-5〉 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)	146

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구 흐름도	17
〈그림 2-1〉 양곡전용부두 하역프로세스	25
〈그림 2-2〉 철재전용부두 하역프로세스	26
〈그림 2-3〉 목재전용부두 하역프로세스	27
〈그림 2-4〉 화학공업생산물·유류부두 하역프로세스	28
〈그림 2-5〉 자동차전용부두 하역프로세스	29
〈그림 2-6〉 석탄전용부두 하역프로세스	30
〈그림 2-7〉 모래전용부두 하역프로세스	31
〈그림 2-8〉 중국 항만운영 및 부두개발 주체 변화(2004년 이전)	41
〈그림 2-9〉 중국 항만운영 및 부두개발 주체 변화(2004년 이후)	42
〈그림 2-10〉 로테르담 항만운영 및 부두개발 주체 변화	44
〈그림 2-11〉 전용부두 실제 운영현황과 선석소요 산정 간 차이	46
〈그림 2-12〉 무역항 부두분류체계 개선에 대한 항만운영 전문가 의견	48
〈그림 3-1〉 양곡 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	83
〈그림 3-2〉 양곡 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	84
〈그림 3-3〉 시멘트 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	86
〈그림 3-4〉 시멘트 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	87
〈그림 3-5〉 모래 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	88
〈그림 3-6〉 모래 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	89
〈그림 3-7〉 석탄 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	91
〈그림 3-8〉 석탄 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	92
〈그림 3-9〉 철광석 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	93
〈그림 3-10〉 철광석 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	94
〈그림 3-11〉 기타광석 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	96
〈그림 3-12〉 기타광석 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	97
〈그림 3-13〉 목재 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	98
〈그림 3-14〉 목재 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	99
〈그림 3-15〉 고철 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	101
〈그림 3-16〉 고철 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	102
〈그림 3-17〉 철재 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	103

〈그림 3-18〉 철재 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	104
〈그림 3-19〉 자동차 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	105
〈그림 3-20〉 자동차 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	106
〈그림 3-21〉 잡화 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	107
〈그림 3-22〉 잡화 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	108
〈그림 3-23〉 유류 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	110
〈그림 3-24〉 유류 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	111
〈그림 3-25〉 화학공업생산물 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중	112
〈그림 3-26〉 화학공업생산물 전용부두 물동량 처리실적 및 비중	113
〈그림 4-1〉 계층적 군집 분석의 단계	132
〈그림 4-2〉 전국 비컨데이터 부두 군집 분석 결과	136
〈그림 5-1〉 하역프로세스기준 전용부두 분류(안)	138
〈그림 5-2〉 하역프로세스기준 전용부두 분류(안)	145

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 분석내용

- 전국 비컨테이너 부두별·품목별 실적 현황 분석 및 전용률 추이 분석
- 13개 비컨테이너 부두의 효율성 평가 및 재그룹화
- 국외 주요항만의 부두분류체계 고찰 및 비교 분석

2. 연구방법

- DEA(자료포락분석)를 통해 부두의 효율성 평가 및 상대적 순위 측정
- 군집분석과 같은 통계기법 수행을 통해 비컨테이너 부두의 재그룹화
- 관련 보고서 및 학술연구 자료에 대한 문헌 연구 및 전문가 자문 실시

■ 정책제안

1. 14개로 분화된 현행 부두분류체계의 개편(안)을 소분류(7개)와 대분류(4개) 두 가지로 구분하여 제시

기존 부두분류체계 (14개)	⇒	부두분류체계 개선(안)		
		소 분 류(7개)	대 분 류(4개)	구 분(2개)
컨테이너		컨테이너 부두 (Container)	컨테이너 (Container)	컨테이너
석 탄		원료부두	건 화 물 (Dry Bulk)	비컨테이너
철 광 석				
기타광석				
시 멘 트				
양 곡		양곡부두		
모 래		모래부두		
철 재		일반부두	일반화물 (Break Bulk)	
고 철				
목 재				
잡 화				
자 동 차		자동차부두		
화학공업생산물		액체부두	액체화물 (Liquid Bulk)	
유 류				

요약

1. 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 신규 전국 무역항 부두분류체계(안)을 도출하는 것임
- 이를 위해 우리나라뿐 아니라 국외 주요 항만들의 부두분류체계 현황을 고찰함
- 전국 항만의 부두별·품목별 실적 현황을 분석하여 부두별 전용률을 파악함
- 또한 국내 비컨테이너(벌크)부두들의 효율성을 평가하고 기존 부두분류체계를 재그룹화하여 신규 부두분류체계(안)을 제시함
- 부두분류체계 개선(안)의 효과적인 적용을 위해 법률적 검토를 실시하고 정책 제언을 제시

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

- 본 연구에서는 문헌조사와 전문가 자문을 통해 국내뿐 아니라 국외 주요항만들의 부두분류체계를 비교분석함

- 현행 부두분류체계에서 구분된 14개 부두 중 컨테이너부두를 제외한 13개 비컨테이너부두별·품목별 처리실적을 다각적으로 분석함
- 13개 비컨테이너부두의 효율성을 자료포락분석(DEA) 기법을 활용하여 평가함
- 군집분석을 통해 기존 부두분류체계를 재그룹화하여 부두분류체계개선(안) 도출에 활용함

구분	연구내용	연구방법
국내외 주요항만 부두분류체계 고찰	• 현행 부두분류체계가 야기하는 문제점을 개발과 운영으로 구분하여 분석 • 중국, 일본, 네덜란드 항만의 부두분류 및 운영체계 조사	• 문헌조사 • 전문가 자문
전국 비컨테이너부두별·품목별 실적현황 분석	• 현행 부두분류체계하에서 지정된 품목과 실제 부두에서 처리되는 품목현황 간 괴리 파악 • 주요 11개 항만의 부두별 전용률 추이 분석	• 통계분석
전국 비컨테이너 부두 효율성 평가	• 국내 비컨테이너부두(13개)의 효율성 평가 및 상대적 순위 측정	• DEA (Data Envelopment Analysis)
기존부두분류체계 재그룹화	• 품목별 처리실적 현황의 유사성에 따라 기존 부두분류체계 재그룹화	• 군집분석 (Cluster analysis)

2) 연구의 특징

- 우리나라 항만의 부두분류체계는 HS-Code 분류상 편의에 따라 기계적으로 분류되었으며 분류 기준 및 근거자료가 항만법 등에 명확히 게재되어 있지 않아 법률적·정량적 근거가 미흡함
- 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 부두에서 처리되는 전용품목들의

고유특성과 물류구조 등 항만 실제 운영현황이 반영된 신규 부두분류 체계 개편(안)을 제시함

- 우리나라 항만에서 단일기능이 지정된 292개 비컨테이너 부두들의 품목별·처리실적을 전수조사
- 기존 선행연구들은 특정 비컨테이너 부두(벌크부두)에 국한하여 부두의 효율성을 평가한 반면 본 연구에서는 국내 모든 종류(13개)의 전용부두 효율성을 평가하여 우리나라의 부두분류체계를 진단함
- 현행 부두분류체계의 한계를 보완하기 위해 본 연구에서는 정량적 데이터와 학술적 방법론을 통해 기존 13개 종류의 비컨테이너(벌크) 부두들을 재분류함
- 국내에서 처음으로 우리나라 무역항의 신규 부두분류체계(안)을 두 가지로 구분하여 제시함

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 일부 부두에서는 지정된 전용품목외 타 품목이 장기간 혼재 처리되고 있는 현상이 고착화 되어 있는 것으로 파악됨
- '16년부터 '20년까지 전용부두별·품목별 처리 비중을 분석한 결과 화학공업생산물 부두에서는 유류품목이 지속적으로 일정 비중 혼재 처리되고 있었음
- 석탄부두에서도 석탄과 기타광석화물이 지속적으로 그룹화 되어 처리되고 있었는데 이는 항만배후 산업체들의 품목 수요가 반영된 결과로 판단됨
- 13개 비컨테이너부두들의 효율성과 상대적 순위를 측정한 결과 지정

된 전용품목의 타품목 혼재처리율이 높았던 양곡부두(10위), 잡화부두(11위), 고철부두(12위), 목재부두(13위)의 효율성이 낮은 것으로 나타남

- 오랜 기간 지정 품목외 타 품목의 혼재처리율이 높은 기존 전용 부두들의 통합과 이를 통한 부두분류체계 개편의 필요성 확보
- 군집분석을 활용하여 무역항의 13개 전용부두들을 재그룹화한 결과 8개의 군집으로 나타남
- 고철부두와 철재 부두가 군집 1로 그룹화 되었으며 석탄과 철광석부두가 그룹화 됨
- 이 밖에 화학공업생산품부두와 유류부두가 그룹화 되었으며 목재부두와 잡화부두도 그룹화 됨
- 반면 양곡과 모래 자동차부두는 타 부두와 군집화 되지 않는 것으로 분석됨

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- 국외 주요항만의 부두분류체계 고찰, 부두별·품목별 실적 현황분석, 비컨테이너부두 효율성 평가, 군집분석을 활용한 기존 전용부두 재분류 등 다양한 연구 결과를 종합하여 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)을 다음과 같이 도출함

기존 부두분류체계 (14개)	⇒	부두분류체계 개선(안)		
		소 분 류(7개)	대 분 류(4개)	구 분(2개)
컨테이너		컨테이너 부두 (Container)	컨테이너 (Container)	컨테이너
석 탄		원료부두	건 화 물 (Dry Bulk)	비컨테이너
철 광 석				
기타광석				
시 멘 트				
양 곡		양곡부두		
모 래		모래부두		
철 재		일반부두	일반화물 (Break Bulk)	
고 철				
목 재				
잡 화				
자 동 차		자동차부두		
화학공업생산물		액체부두	액체화물 (Liquid Bulk)	
유 류				

- 실제 항만운영현황이 반영된 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출을 위해 항만관리자와 이용자를 대상으로 2차에 걸쳐 서면 자문을 실시하고 정책협의회를 1회 실시하였음
- 전국 무역항의 부두를 운영·관리하는 항만관리자(해양수산부, 항만공사, 지방청)와 부두시설을 이용하는(TOC, 선사 등) 수요자들을 대상으로 현

재 부두분류체계하에서 발생하고 있는 애로사항과 개선(안)에 대한 의견을 수렴함

- 이 밖에 다양한 이해관계자들이 이용하는 항만의 부두분류체계 개편 시 발생할 수 있는 법률적 분쟁을 미연에 방지하고자 법률 전문가를 통한 자문을 실시함

3) 정책적 기여 등 기대효과

- 부두분류체계 개선은 항만의 실제 운영현황을 개발수요에 정확하게 반영하기 때문에 현장에서 필요한 부두시설의 적기 공급을 가능케 하고 아울러 예산낭비를 미연에 방지할 수 있음
- 우리나라 항만과 부두의 장래개발은 물동량 연동 항만개발제도(트리거룰)에 의해 추진되고 있음
- 트리거룰을 통해 신규부두 개발선석소요를 산정할 경우 반영되는 물동량은 해당 전용부두에서 처리되도록 지정된 품목의 장래물동량임
- 타 품목의 혼재처리율이 높아 전용률이 낮은 부두들의 경우 신규부두 소요 산정 시 실제 항만과 부두의 운영현황이 왜곡되어 반영될 수 있음
- 항만 배후산업단지에 입주한 기업들과 같은 항만수요자들의 요구와 항만물류 여건 변화에 능동적으로 대처할 수 있음
- 현행 무역항 부두분류체계는 건설과 제조업 중심의 산업이 부흥했던 시기에 수요가 많았던 부두(품목)들이 중심인 체계임
- 변화된 항만수요에 따라 이미 항만 현장에서는 그룹화 처리되고 있는 품목들을 분석하여 부두분류체계를 개선할 경우 능동적이고 유연한 항만운영이 가능하고 더 나아가 항만경쟁력 제고에도 긍정적 영향을 미칠 수 있음

EXECUTIVE SUMMARY

1. Purpose

- The purpose of this study is to draw improvement plans (draft) for the terminal classification system currently applied to trade ports in Korea.
- To achieve this purpose, this study delved into the present status of terminal classification systems not only in Korea but also in foreign countries.
- Based on the analysis of national ports' throughputs by terminal and item, the ratio of exclusive use was identified.
- After assessing the effectiveness of non-container port terminals (bulk) within Korea, this study regrouped the existing terminal classification system and then proposed improvement plans.
- This study proposed a legal review as well as policy suggestions for the effective allocation of improvement plans (draft) for the existing terminal classification system.

2. Methodology and Features

1) Methodology

- Having conducted a literature review and consultation with experts, this study carried out a comparative analysis on terminal classification systems of both domestic and foreign major ports.
- From the 14 terminals classified by the current system, the throughputs of 13 non-container terminals were analyzed from a multi-faceted viewpoint excluding a container terminal.
- The effectiveness of the 13 non-container terminals was evaluated utilizing Data Envelopment Analysis (DEA).
- This study utilized clustering analysis to regroup the existing terminal classification system, ultimately drawing improvement plans (draft) for the terminal classification system.

Category	Research content	Method
In-depth study on terminal classification systems of domestic and foreign major ports	- Analyzing problems arising from the current terminal classification system by dividing the system into development and operation - Investigating terminal classification systems and operational systems in ports of China, Japan and the Netherlands	- Literature review - Consultation with experts
Analysis of current throughputs of national port non-container terminals per terminal and per item	- Identifying the gap between designated items under the current terminal classification system and items actually handled at ports - Analyzing changes in the ratio of exclusive use per terminal in major 11 ports	Statistics analysis
Evaluation of the effectiveness on national non-container terminals	Evaluating the effectiveness of domestic non-container terminals (13) and measuring relative ranking	DEA (Data Envelopment Analysis)
Regroup of existing terminal classification systems	Regrouping the existing terminal classification system according to the similarity of throughput status per item	Cluster analysis

2) Features

- The terminal classification system in Korean ports is automatically classified in accordance with HS Code out of convenience. Since classification standards and grounds are not clearly stipulated in the Harbor Act, legal and quantitative grounds have been insufficient.
- To complement these shortcomings, this study proposed new improvement plans (draft) for the existing terminal

classification system which reflects the unique characteristics and logistical structures of exclusive items handled in port terminals.

- Complete enumeration was conducted to investigate throughput per item in 292 non-container terminals of Korean ports where a single function is designated.
- Preceding studies evaluated the effectiveness of port terminals by being limited to specific non-container terminals (bulk terminals). This study, however, was conducted to evaluate the effectiveness of exclusive use terminals of all sorts (13), to diagnose the terminal classification system.
- Quantitative data and academic methodologies were utilized to overcome limitations of the current terminal classification system, and were able to regroup the existing 14 kinds of non-container (bulk) terminals.
- For the first time in Korea, this study presented 2 proposals for new terminal classification system (draft) of Korean trade ports.

3. Results

1) Summary

- It was found that the items mixed for handling other than exclusive items have been fixed for extended periods of time in the 13 exclusive port terminals (non-container terminals).
- The analysis of item throughput ratio per exclusive terminal

from 2016 to 2020 found that chemical product terminals have continued handling a certain proportion of petroleum products.

- In coal terminals, coal and other ores have continuously been grouped and handled, which is the result of reflecting the demand from businesses at port hinterlands.
- As this study estimated the effectiveness and relative rank of 13 non-container terminals, it found that the effectiveness of terminals that handle mixed items other than designated exclusive items was low including grain terminal (10th), general cargo terminal (11th), iron ore terminal (12th) and timber terminal (13th in ranking).
- The results infer the necessity to integrate existing exclusive terminals with a high ratio of mixed throughput items other than designated items as well as indicating the need to reorganize the two classification systems.
- The result of regrouping exclusive terminals of trade ports based on clustering analysis showed that scrap iron terminals and steel terminals are grouped as Cluster 1.
- Besides, chemical product terminals were grouped with petroleum terminals, while timber terminals were grouped with general cargo terminals.

2) Policy suggestions and policy-making activities

- This study presented improvement plans (draft) for the terminal classification system in national trade ports. To

achieve this goal, the study summarized a variety of research results which include the following; in-depth study of terminal classification systems of domestic and foreign major ports, the present status of throughputs per terminal and item, evaluation of the effectiveness of non-container terminals, and reclassification of existing exclusive terminals based on clustering analysis

- In order to develop improvement plans (draft) for national port terminal classification system that reflects the actual conditions of terminal operation, this study carried out 2 rounds of consultations in writing and one policy consultation meeting targeting port managers and users.
- Targeting port managers (the Ministry of Oceans and Fisheries, port authorities and regional offices of oceans and fisheries) responsible for operating and managing trade ports nationwide, as well as users (TOC, shipping companies, etc.) of terminal facilities, opinions were collected surrounding challenges and difficulties arising under the current terminal classification system.
- In addition, legal consultation was conducted to preemptively prevent legal conflicts potentially arising in case of restructuring terminal classification system of ports in which a variety of stakeholders use

3) Expected benefits including policy contribution

- Improvements of the terminal classification system

accurately can reflect the actual status of port operation to development demand. Therefore, it allows timely supply of terminal facilities needed in actual fields, while preventing waste of budget in advance.

- The future development of Korean ports and terminals are pushed ahead with port triggering rules, a traffic-linked port development system.
- When estimating the requirements of berth development for new terminals through trigger rules, reflecting traffic is the future traffic volume designated to be handled in an exclusive terminal
- As for the berths with high throughput of mixed items and, hence, possessing low exclusive use rate, the present status of actual terminal operation can be distorted in estimating the requirements of new berths for development.
- A new classification system is capable of actively responding to the demand of port users including businesses that moved into port hinterlands as well as to changing conditions of ports and logistics.
- The current terminal classification system of trade ports was constructed when the construction and manufacturing industry were thriving, reflecting high demand.
- When analyzing the items grouped and handled at ports and improving the classification system in accordance with changing demand of ports, it will contribute to more proactive and flexible port operation, further boosting the competitiveness of ports.

01

서론

제1절 연구의 배경

1. 연구의 배경 및 필요성

우리나라 항만물동량¹⁾은 14억 9,925만 톤('20년 기준)으로 이 중 컨테이너 물동량은 4억 9,977만 톤(33.3%)에 이른다. 컨테이너 물동량의 대부분은 컨테이너 전용부두에서 처리되고 있는 반면 국내 항만물동량의 67%에 해당되는 비컨테이너 물동량은 양곡, 철재, 유류 등 13개의 전용부두에서 처리되고 있다. 현재 전국 무역항의 부두는 컨테이너 부두와 13개의 비컨테이너 부두를 포함하여 총 14개로 구분되어 있다.

제2차 전국항만 기본계획('01년)과 수정 기본계획('06년) 수립 시에는 기타광석과 화학공업생산품 부두가 잡화부두에서 분화되지 않아 12개의 전용부두 체계였다. 이후 '11년에 고시된 제3차 전국항만 기본계획에 현행 14개 부두분류체계<표 1-1>가 적용되었다. 하지만 10년마다 고시되는 전국항만 기본계획에 부두분류체계의 적용기준, 변동 연혁 및 사유 등 정확

1) '코로나 19 발생 직전년도인 '19년도는 16억 4,397만 톤 기록, 해운항만물류정보시스템(Port-MIS),

한 관련 내용은 기재되어 있지 않다. 또한 항만법은 물론 시행령, 시행규칙 또는 운영지침 등에도 무역항의 부부분류체계 기준과 운영방안이 명시되어 있지 않아 부부분류체계의 법률적 근거는 매우 미흡한 실정이다.

〈표 1-1〉 전국 무역항 부부분류체계

구분	1	2	3	4	5	6	7
부두명	양곡	시멘트	모래	석탄	철광석	기타 광석	목재
구분	8	9	10	11	12	13	14
부두명	고철	철재	자동차	잡화	유류	화학공업 생산물	컨테이너

자료: 저자 작성

이와 달리 도로법(10조~18조)에는 도로의 종류(7개)와 각 도로의 구간 범위, 구조시설 기준 등이 정의되어 있다.²⁾ 또한 도로법상 분류된 도로의 종류에 따라 계획수립 주체, 건설 및 관리 주체 등도 명확하게 구분되어 있다.

〈표 1-2〉 도로법상 도로 분류 및 건설·관리 주체

도로종류		계획주체	건설(관리)주체	재원
고속도로		국토교통부 장관	국토교통부 장관 (도공 대행)	공사비: 국고/도공 용지비: 국고
일반 국도	시외	국토교통부 장관	국토교통부 장관	국고
	시내	시장	건설: 국토교통부 장관 관리: 시장	지방비
특별광역시도		특별광역시장	특별광역시장	지방비
지방도		도지사 (시구역: 시장)	도지사 (시구역: 시장)	지방비
시군구도		지자체장	지자체장	지방비

2) 법제처(<https://www.law.go.kr>)

도로종류	계획주체	건설(관리)주체	재원
국도대체우회도로	국토교통부장관	국토교통부장관	공사비:국고 용지비:지방비
국가지원지방도	국토교통부장관	도지사 (시구역:시장)	공사비:국고 용지비:지방비

자료: 자율주행시대에 대응한 도로관리체계 연구(2019), 국토연구원

우리나라 항만의 부두분류체계는 타 SOC 대비 미흡한 법률적 근거에 의해 운영되고 있다는 한계점 외에도 충분한 분석과 고찰 과정 없이 항만통계코드에 의해 편의상 분류되어 있어 부두 배후에 입지한 산업체들의 수요에 따라 실제로 그룹화 되어 처리되고 있는 품목들의 물류구조를 반영하지 못하고 있다. 이에 따라 14개의 전용부두가 지정되어 있음에도 불구하고 컨테이너부두(전용률: 98.3%)를 제외한 우리나라 비컨테이너(벌크)부두의 전용률³⁾은 평균 65.7%(‘20년)에 그친다. 특히 잡화, 목재 부두의 전용률은 20~30%대에 머물고 있으며 화학공업생산물 부두의 전용률도 50% 미만으로 나타났다. 우리나라 비컨테이너 부두들은 컨부두와 달리 지정된 전용 품목 외 타 품목의 혼재 처리비중이 상대적으로 높은 것을 알 수 있다(표 1-3).

〈표 1-3〉 전국 무역항 부두별 전용률 추이

구분	부두명	'16	'17	'18	'19	'20
1	자동차	86.9	91.7	94.4	95.1	99.1
2	유류	97.0	96.9	96.4	96.2	94.3
3	석탄	88.5	89.5	90.5	91.4	91.6
4	철재	86.1	89.3	91.1	89.9	87.4
5	시멘트	81.0	81.5	78.3	80.3	77.4
6	모래	90.5	92.1	92.6	86.6	71.8
7	철광석	54.7	70.9	74.8	74.7	74.6

3) 전용률: (전용품목 물동량/부두 총 물동량) × 100

구분	부두명	'16	'17	'18	'19	'20
8	기타광석	69.0	64.8	64.8	66.4	64.6
9	양곡	51.6	58.9	64.2	70.1	72.5
10	화학공업생산물	40.0	38.6	40.1	45.0	46.2
11	고철	76.6	45.6	24.4	39.0	31.5
12	잡화	29.4	27.5	26.4	23.4	26.2
13	목재	30.2	30.5	24.0	24.6	17.6
평균		67.8	67.5	66.3	67.9	65.7

자료: 해운항만물류정보시스템(Port-MIS), 저자 작성

부두의 낮은 전용률은 항만의 개발과 운영 두 가지 측면에서 문제점을 야기할 수 있다. 첫째로 현재 우리나라 항만의 개발은 물동량 연동 항만개발제도(트리거룰)에 의해 추진되고 있는데, 이 때 기준이 되는 물동량은 부두내 전용품목의 물동량이다. 즉 A품목 부두가 A품목 외 타품목의 혼재처리로 부두에서 처리되는 총물동량이 해당부두의 하역능력을 초과하더라도 A품목 신규부두의 개발수요는 A품목 물동량과 하역능력만을 기준으로 산정한다. 다시 말하면 현재 무역항의 부두분류체계는 부두(선석)소요 산정 및 항만시설 수급진단의 왜곡을 야기해 항만건설 예산의 적기 투입을 지연시키거나 반대로 예산의 낭비를 초래할 수 있다. 두 번째로 실제 항만운영 현황을 충분히 반영하고 있지 못한 현 부두분류체계는 탄력적인 항만운영과 부두효율성 제고의 저해요인으로 작용할 수 있다. 신규부두 건설 대신 항만내 유휴부두의 기능변경을 통해서도 부족한 항만시설을 확보할 수 있는데 이 부두기능 변경이 승인되는 기준도 부두내 전용품목의 물동량과 하역능력이다. 이 때문에 항만내 부두기능 변경이 가능한 유휴부두를 보유하고 있어도 그동안 부두기능 변경을 통한 시설확보가 원활하지 못해 유연한 부두운영이 용이하지 않았다.

우리나라의 항만과 부두들은 정부 주도의 정책추진에 따라 건설되고 운영되어 항만과 품목들만의 고유 특징을 부두분류체계에 반영하는데 태생적

인 한계가 있었다. 반면 민간 항만운영·건설이 주를 이루고 있는 국외 선진 항만들은 우리나라보다 적은 부두종류 개수(5개~7개)를 가지고 있지만 항만 배후의 품목별 수요 및 물류구조, 하역특징 등을 기반으로 분류되어 있다. 또한 LNG 등 현재 각광받는 친환경 연료수요에 대응할 수 있는 부두시설들도 별도의 부두 종류로 분화되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이에 따라 우리나라의 현행 부두분류체계의 개선을 위해서는 다양한 국외 선진항만들의 부두분류체계에 대한 면밀한 비교분석이 필요하다.

친환경 항만, 스마트 항만 등 새롭게 변화될 장래 우리나라 항만의 전용 부두는 지금 편의상 사용하고 있는 항만통계 분류(HS Code 기반)가 아니라 항만 배후의 품목별 수요와 물류구조가 면밀하게 반영되어 분류되어야 한다. 또한 부두분류체계는 단순히 항만의 시설을 구분하는데 기준에 그치지 않고 신규 부두소요 산정, 부두기능 변경 등 항만인프라 시설 확보의 근간이 되고 있는 만큼 보다 학술적이고 정량적인 데이터들을 기준으로 재분류되어야 한다. 이를 위해 전국 30개 무역항의 13개 종류의 비컨테이너 전용부두별·품목별 처리실적을 다양하고 직관적인 방법으로 분석하여 부두분류체계를 개편할 수 있는 통계적, 이론적 근거를 마련해야한다. 또한 현재 전용부두들의 효율성을 측정하여 기존 부두 분류체계의 문제점을 진단하고 개편의 당위성을 확보할 필요가 있다. 아울러 부두분류체계 개선(안)의 원활한 적용을 위해서 법률적·제도적 방안도 함께 모색하는 것이 필요하다.

2. 선행연구 분석

우리나라의 항만과 부두는 정부가 추진하는 정책 방향에 따라 정부주도로 개발되어 왔기 때문에 전국 무역항의 부두분류체계 전반을 검토하고 평가한 후 개선(안)까지 도출한 선행연구는 극히 제한적이다. 이에 따라 14개의 부두체제로 분화하게 된 법률적·정량적 근거가 미흡한 현행 무역항 부두분류체계를 이해하기 위해 우리나라 항만의 개발정책에 따른 전용부두 개발의 동향을 조사하였다(국토연구원, 2012). 또한 우리나라 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출에 활용하고자 중국 항만의 전용 부두분류체계 중 특히 원유 전용부두 개발과 관련된 현황(진쟁휘, 2013)을 분석하였다. 현행 부두분류체계는 10년 전인 제3차 전국항만 기본계획(11년)부터 적용되기 시작한 체계로 4차 산업혁명 도래에 따른 항만물류분야의 신규 부두수요에 효율적으로 대응하는데 한계가 있다. 이와 같은 한계점을 정확히 진단하고 극복하기 위한 신규 부두분류체계 도출을 위해 항만과 같은 국가의 중요 사회간접자본인 도로의 분류 및 관리체계에 대해 분석하였다. 윤서연 외(2019)는 4차 산업혁명의 대표적인 기술인 자율주행의 단계적 발전전망을 고려하여 도로를 체계적으로 분류하였으며 이를 위해서는 현재 도로의 물리적 인프라 수준을 정확히 평가하고 데이터화해야 한다는 점을 강조하였다.

한편 부두분류체계 개선(안) 도출에 앞서 선행되어야 할 현재 우리나라 무역항 전용부두에 대한 진단과 평가와 관련된 선행연구를 중점 검토하였다. 항만의 전용부두분류체계 자체에 대한 연구는 아니지만 전찬영 외(2008)는 전용부두 운영의 부가가치를 실증적으로 분석하였다. 또한 그간 항만투자 또는 항만산업에 국한되었던 경제적 효과 분석이 전찬영 외(2008)에 의해 처음으로 전용부두까지 대상이 확대되어 수행되었다. 하지만 분석대상인 전용부두가 컨테이너부두와 양곡 전용부두 두 개로 제한되었고 지역도 부산북항에 국한된 한계가 있다.

본 연구에서는 비컨테이너 부두들의 효율성 측정을 통해 현행 부두분류 체계를 진단하였는데 이를 위해 DEA(Data Envelopment Analysis, 자료 포락분석)를 활용하였다. 우선 전용부두를 DEA를 통해 평가한 대표적인 국내 문헌을 살펴보면 서정호 외(2017)에서는 전용성이 높은 자동차 부두의 효율성을 DEA를 통해 평가하였는데 '13년부터 '16년까지 4년간 8개의 자동차 전용 부두의 효율성을 분석하였다. 자동차 외 여타 품목을 거의 취급하지 않아 전용성은 높지만 선적과 하역작업을 근로자에 의존하는 자동차 부두의 특성을 반영하고자 입력수를 DEA 모형의 투입변수로 선정한 것이 특징적이다.

DEA를 활용하여 비컨테이너(벌크)부두의 효율성을 측정한 국외 선행연구 또한 중점 검토하였다. Khairul et al.(2019)은 말레이시아 벌크부두들의 효율성을 DEA를 통해 측정하였다. 이를 위해 다양한 연구들의 투입변수와 산출변수, DEA 모형에 대한 고찰을 선행하고 장비, 부두인프라, 노동력 데이터를 투입변수로 선정하였으며 산출변수로는 일반적인 연간 실적을 선정하였다. 분석대상이 특정지역에 국한되었던 Khairul et al.(2019)의 연구와 달리 Gabriel et al.(2011)은 15개(철광석), 17개 국가(석탄)에 입지한 122개의 철광석과 석탄전용부두의 효율성을 DEA를 활용하여 평가하였다. 투입변수는 부두길이, 저장능력, loading rate를 선정하였으며 연간 실적을 산출변수 선정하여 분석을 실시하였다. 대표적 벌크부두인 철광석과 석탄 전용부두의 효율성을 항만별·국가별로 구분하여 평가하였는데 수출중심 항만/국가, 수입중심 항만/국가로 더 세분화하여 효율성을 평가한 것이 특징이다. Merk, O., Dang et al.(2012)은 항만부분에서 가장 일반적으로 효율성을 평가하는 컨테이너부두와 네 가지 벌크 부두(유류, 석탄, 철광석, 곡물)의 효율성을 DEA를 활용하여 측정하였다. 처리품목이 상이하더라도 동일한 투입변수로 각기 다른 벌크부두들의 효율성을 측정하였던 여타 연구들과 달리 Merk, O., Dang et al.(2012)은 네 개의 벌크부두별

로 다른 투입변수를 선정하여 효율성을 측정하였다. 네 개의 벌크부두 효율성 측정에 공통적으로 선정된 투입변수는 부두길이이며 건벌크화물(dry bulk) 처리부두(석탄, 철광석, 곡물)의 투입변수는 저장시설능력과 loading rate가 부두길 이외에 공통적으로 선정되었다. 액체화물인(liquid bulk) 유류 전용부두의 효율성 평가는 건벌크 부두들과 달리 선박접안능력과 수심도 투입변수로 선정하여 수행하였다. 전 세계 항만과 부두들로 연구범위가 광범위한 장점이 있지만 부두별 연구대상이(컨테이너:63개 항만, 유류:71개 항만, 철광석:15개 항만, 석탄:34개 항만, 곡물:41개 항만)이 제각기 다르다는 한계도 있다. T.A van Viane et al.(2011)은 건벌크화물(dry bulk) 부두들의 특징을 인프라시설, 하역능력, 저장시설능력 등으로 구분하여 분석하였는데 연구대상 부두는 전 세계 49개 터미널로 수출중심부두(26개)와 수입중심부두(23개)로 구분하였다. T.A van Viane et al. (2011)의 연구결과 수출입 부두별로 상이한 특징을 가지고 있는데 부두에서 처리되는 화물의 유형(수출입) 또는 물류구조에 대한 분석 없이 편의상 항만통계 분류인 13개 종류로 나누어진 우리나라 부두분류체계에 많은 시사점을 주고 있다. 한편 Joyce, Fong. et al.(2018)은 “Ports and Terminals in China”에서 중국의 부두형태를 9개로 분류하고 신규부두개발 및 운영에 대한 권한범위를 중앙정부와 지방정부로 구분하여 분석하였다. 우리나라보다 좀 더 중앙집권적인 항만·부두개발을 추진하고 있는 중국항만의 부두분류체계와 운영현황을 명확히 파악하고 우리나라 항만의 부두분류체계 개선(안) 도출에 유용하게 활용할 수 있다.

현재 전국 무역항에 적용되고 있는 부두분류체계는 학술적, 법률적 근거가 매우 미흡하다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서 군집분석을 활용하여 기존 13개의 비컨테이너 전용부두들을 재분류하였다. 그간 항만 및 해운물류분야에서 항만 또는 터미널과 해운회사 등을 클러스터링 하는데 군집분석 기법이 널리 사용되어 왔는데 문성혁 외(1999)는 세계 22개 항만을 대

상으로 지역항만, 지역중심항만, 지역 거대 항만 등으로 군집을 산출하였다. 한편 박소영(2019)의 연구에서는 국내 해운사들을 군집화 하여 해운사 간 경쟁관계 분석하였으며 Lu C.S. and Marlow. P(1999)는 대만 해운기업들의 서비스 전략 차이를 분석하기 위해 72개의 해운회사들을 4개의 군집으로 분류하였다. 또한 박노경(2021)은 아세안 지역의 38개 항만을 대상으로 계층적·비계층적 군집분석을 수행하여 효율성이 높은 분석모형을 선별하였다. 이 외에도 Rios, C.A.M and Sousa, R.F(2014)는 브라질의 컨테이너 터미널을 3가지로 분류하는데 군집분석을 사용하였다.

3. 본 연구의 차별성

한 국가의 대표적인 사회간접자본(SOC)인 항만은 국가마다 개발하고 운영하는 주체가 다양하다. 이 중 우리나라는 정부주도로 항만시설(부두)을 개발하고 운영하고 있기 때문에 무역항 부두의 분류체계에 대한 고찰과 연구는 매우 제한적으로 수행되어 왔다. 이에 따라 본 연구의 목적인 전국 무역항 부두분류체계 개선방안 도출과 직접적으로 관련 있거나 유사한 국내외 선행연구는 극히 드문 실정이다. 다만 개선방안 도출에 앞서 본 연구에서 수행한 부두의 효율성 평가와 항만(부두) 클러스터링과 관련된 선행연구들은 다수 이루어져 왔다. 이에 본 연구는 다음 네 가지 측면에서 과거 선행연구들과 차별성을 가진다. 첫째, 우리나라 항만에서 단일기능이 지정된 292개 비컨테이너 부두들의 품목별·처리실적을 전수조사 하였다. 이를 통해 현재 부두분류체계와 실제 부두에서 처리되는 품목별 현황간 괴리를 파악할 수 있으며 부두분류체계 개선(안) 도출의 기초자료로 활용할 수 있다. 다음으로 기존 선행연구들은 특정 비컨테이너 부두(벌크부두)에 국한하여 부두의 효율성을 평가하였지만 본 연구에서는 모든 종류(13개)의 전용 부두 효율성을 평가하여 우리나라의 부두분류체계를 진단하였다. 셋째, 우

리나라 무역항의 부두분류체계가 1개의 컨테이너와 13개 벌크 부두로 분화된 과정과 기준은 항만법, 전국항만 기본계획, 선행연구 어디에도 명확하게 제시되어 있지 않다. 이와 같은 현행 부두분류체계의 한계를 보완하기 위해 본 연구에서는 정량적 데이터와 학술적 방법론을 통해 기존 13개 종류의 비컨테이너(벌크) 부두들을 재분류하였다. 마지막으로 부두별·품목별 처리실적 분석결과, 국내외 부두분류체계 고찰, 전용부두 효율성 평가, 군집분석을 통한 전용부두 재분류화 작업 등을 통해 국내에서 처음으로 우리나라 항만의 신규 부두분류체계(안)을 두 가지로 제시하였다.

〈표 1-4〉 선행연구 검토 및 차별성

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
국내 연구			
1	- 연구명:전용부두 부가가치 창출효과 - 연구자(연도):전찬영 외(2008) - 목적: 전용부두 운영의 부가가치를 실증분석, 향후 항만개발 및 운영정책 수립에 지표로 활용	- 문헌조사 - 전문가 의견조사 - 설문조사 - 사례 분석	- 전용부두 부가가치 산정방법 검토 - 전용부두에서 발생하는 기업활동을 산업분야별·관련법 분류별로 검토 - 부가가치 산정방법 설계 - 전용부두 부가가치 추정
2	- 연구명 국내 자동차부두 효율성 분석에 관한 연구 - 연구자(연도): 서정호 외(2017) - 목적: 국내 자동차 부두 8개 터미널의 효율성과 생산성을 분석	- 문헌조사 - 자료포락분석(DEA) - Malmquist 분석	- 자동차 수출 항만 선택요인에 관한 기존 연구 고찰 - 항만 효율성 분석을 적용한 기존 연구 검토 - 평택·당진항, 울산항 등 5개 항만의 자동차 전용부두 효율성 평가
3	- 연구명: 한국의 항만 개발 정책 - 연구자(연도): 조진철 외(2012) - 목적: 우리나라 항만개발과정 및 정부지원제도 변천 분석	- 문헌조사 - 전문가 의견조사	- 우리나라 항만의 입지 및 개발 방향 - 우리나라 항만의 역사적 개발 과정 - 우리나라 항만개발을 위한 정부 지원 제도
4	연구명: 중국 항만 원유부두 개	문헌조사	중국 석유수입 현황

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	- 발의 현황 및 문제점에 관한 연구 - 연구자(연도): 진쟁희(2013) - 목적: 중국 항만의 전용부두 분류체계 및 원유부두 개발 현황 분석	해외사례분석	- 중국 부두부류 체계 및 원유부두 개발 현황 및 문제점 - 중국 항만 원유부두 개발의 효율성 제고 방안
5	- 연구명: 자율주행시대에 대응한 도로관리체계연구 - 연구자(연도): 윤서연 외(2019) - 목적: 자율주행 기술의 발전 단계에 따른 도로 체계재분류 및 효율적 환경마련 방법 제안	- 문헌조사 - 포커스그룹 인터뷰	- 자율주행을 위한 도로관리체계 및 도로 분류 현황 진단 - 자율주행 단계별 도로활용의 변화 전망 - 자율주행 발전에 따른 도로관리 업무 변화요구 - 자율주행시대 도로관리 체계 마련을 위한 제안
6	- 연구명: 주성분분석 및 군집분석을 이용한 컨테이너항만의 분류 - 연구자(연도): 문성혁 외(2019) - 목적: 주성분분석법과 분집분석을 활용하여 항만을 분류하고 비교 가능한 동종항만 제시	- 문헌조사 - 주성분분석 - 계층적군집분석	주성분분석법과 군집분석을 활용하여 부산항을 포함한 세계 주요 컨테이너 항만을 초거대중심항만, 거대중심항만, 지역거점항, 지역중심항, 지역항만 등 다섯 가지 유형으로 구분
7	- 연구명: 군집 분석을 통한 한국 인트라 아시아 선사들의 경쟁과 협력 특성에 관한 연구 - 연구자(연도): 박소영 외(2019) - 목적: 군집분석을 통해 아시아 역내 정기선 시장 내 한국 근해 선사들의 경쟁과 협력관계 분석	- 문헌조사 - 계층적군집분석	- 한국 근해 선사들의 항로별/컨테이너 처리 물량 기준 군집분석 '13~'15년까지의 군집 형성과 '16년 이후의 군집 형성 변화 분석 - 군집 간 협력과 군집 내 협력을 비교 분석
8	- 연구명: 계층적 군집분석(최단, 최장, 평균, 중앙연결)방법에 의한 아시아 컨테이너 항만의 클러스터링 측정 및 실루엣 방법과 2단계 교차효율성 매트릭스 군집모형을 이용한 실증적 검증에 관한 연구 - 연구자(연도): 박노경(2021) - 목적: 계층적 군집분석모형들	- 문헌조사 - 계층적군집분석 - 자료포락분석(DEA)	- 계층적 군집모형, 교차효율성 매트릭스 군집모형, 실루엣 모형의 특성을 이론적으로 분석 - 아시아 38개 컨테이너항만들의 효율성 측정 - 각 모형들의 클러스터링을 측정하고 군집 전과 후의 효율성 변화를 검증

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	을 이용하여 10년간의 항만효율성 비교		
국외 연구			
9	- 연구명: Measuring technical efficiency of dry bulk terminal performance using the frontier application of data envelopment analysis - 연구자(연도): Khairul et al.(2019) - 목적: 말레이시아 벌크부두의 기술적 효율성 평가	- 문헌조사 - 자료포락분석(DEA)	- 건벌크(Dry bulk)부두 특징 분석 - DEA 분석방법론 관련 선행연구 - DEA 측정모형 설계 - 말레이시아 벌크부두별 기술적 효율성 평가
10	- 연구명: A DEA study of the efficiency of 122 iron ore and coal ports and of 15/17 countries in 2005 - 연구자(연도): Gabriel et al. (2011) - 목적: 전 세계 122개의 철광석과 석탄 전용부두의 효율성 평가	- 문헌조사 - 자료포락분석(DEA)	- DEA 분석방법론 관련 선행연구 - 항만별(철재·석탄부두) 효율성 측정 - 국가별 (철재·석탄부두) 효율성 측정
11	- 연구명: Efficiency of world ports in container and bulk cargo (oil, coal, ores and grain) - 연구자(연도): Merk, O., Dang et al.(2012) - 목적: 전세계 주요 컨테이너 부두와 벌크부두의 효율성 평가	- 문헌조사 - 자료포락분석(DEA)	- DEA 분석방법론 고찰 - 산출변수 및 투입변수 선정 - 컨테이너 터미널(63개항만)의 효율성 평가 - 전 세계 주요 벌크부두(양곡, 유류, 철광석, 석탄)별 효율성 평가
12	- 연구명: Dry Bulk Terminal Characteristics - 연구자(연도): T.A van Viane et al.(2011) - 목적: 전 세계 주요 수출입 건벌크부두들의 특징을 보유 인프라 시설, 저장능력, 하역능력에 따라 구분함	- 문헌조사 - 해외사례분석	- 건벌크(Dry bulk)부두 특징 분석 - 분류기준 정의 - 전 세계 주요 수입(23개), 수출(26개)항만 벌크부두의 특징 분석

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
13	- 연구명: Ports and Terminals in China - 연구자(연도): Joyce, Fong, et al.(2018) - 목적: 중국의 부두분류체계 및 부처별 항만 운영권한 분석	- 문헌조사 - 전문가 의견 조사	- 중국 내 5개 주요 항만 지역분류 - 중국의 9개 전용부두 분류체계 고찰 - 중국 항만의 개발 및 선석소요 산정 관련 부처별 권한 조사
14	- 연구명: Strategic groups in Taiwanese liner shipping - 연구자(연도): Lu C.S and Marlow (1999) - 목적: 대만 해운회사 클러스터링을 통해 해운기업들의 서비스 전략 비교	- 문헌조사 - 계층적 군집 분석	- 정기선을 운영하는 대만의 72개 해운회사들을 계층적 군집분석 모형을 활용하여 4개의 군집으로 분류함 - 그룹별 대만 해운회사들의 서비스 전략의 차이를 비교 분석함
15	- 연구명: Cluster analysis of the competitiveness of container ports - 연구자(연도): Rios and Sousa (2014) - 목적: 브라질의 17개 컨테이너 항만 클러스터링을 통한 경쟁력 비교	- 문헌조사 - 계층적 군집 분석 - 비계층적 군집분석(K-Means)	17개의 브라질 컨테이너 항만을 세 가지 그룹으로 분류하고 그룹별 특징을 분석 - 항만의 경쟁력 제고 및 생산성 향상요인 제시
본 연구	- 과제명: 전국무역항 부두분류체계 개선 - 연구자(연도):이수영 외(2021) - 목적: 전국 무역항의 신규 부두 분류체계(안) 도출	- 문헌조사 - 자료포락분석(DEA) - 계층적 군집 분석 - 전문가 자문	- 전국 무역항 부두분류체계 현황 분석 및 문제점 진단 - 전국 항만별·부두별 전용률 분석 - 전국 비컨테이너 부두(13개)의 효율성 평가 - 국외 주요항만의 부두분류체계 조사 - 전국무역항 부두분류체계 개선(안) 도출

자료: 저자 작성

제2절 연구의 목적 및 주요내용

본 연구는 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출을 목적으로 한다. 현행 부두분류체계 진단을 위해 전국 292개 부두별·품목별 실적 현황을 분석하고 전용부두별 효율성을 평가하였다. 특히 13개로 분류된 비컨테이너(벌크) 부두들을 재그룹화 하기 위해 정량적 데이터를 기반으로 군집분석과 같은 통계기법을 수행하였다. 아울러 일본, 중국, 유럽(로테르담항)의 부두분류체계를 고찰하여 신규 부두분류체계 개선(안) 도출에 활용하였다.

본 연구는 전체 6장으로 구성되어 있다. 1장은 본 연구의 배경과 연구목적, 선행연구 분석, 연구수행 방법론 등이 기술되어 있다. 2장에서는 우리나라뿐 아니라 국외 주요 항만들의 부두분류체계 현황을 고찰하고, 현재 우리나라의 부두분류체계가 야기하는 문제점을 개발과 운영 부문으로 나누어 살펴보았다. 3장에서는 현재 부두분류체계와 실제 항만 부두에서 처리되는 품목 현황 간 괴리를 파악하기 위해 13개 전용부두별·품목별 처리실적을 다각적으로 분석하였다. 13개 비컨테이너(벌크)부두들의 최근 5년간 전용률 추이를 분석하였으며, 부산항, 인천항, 광양항 등 전국 주요 11개 항만들의 대표적인 전용부두별 상위 처리품목을 비교분석하였다. 한편 4장에서는 전국 13개 종류의 비컨테이너(벌크)부두들의 효율성을 DEA를 활용하여 측정하였으며, 군집분석을 활용하여 기존 부두분류체계를 재분류화하였다. 상기 수행한 연구 결과들을 바탕으로 5장에서는 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)을 도출하였으며 마지막으로 6장에서는 신규 부두분류체계 개선(안)의 효율적 적용을 위한 법률적·제도적 방안과 향후 연구방향을 제시하였다.

제3절 연구범위 및 방법

1. 연구범위

본 연구의 공간적 범위는 전국 60개 항만 중 30개의 무역항으로, 총 31개인 무역항에서 서울항은 연구대상에서 제외하였다. 무역항은 14개의 부두분류체계를 갖추고 있는데 이 중 13개 종류의 벌크부두, 292개의 부두가 중점 연구대상이다. 시간적 범위는 제3차 전국항만 기본계획 수정기본계획(16) 이후부터 '20년까지 5년이다.

〈표 1-5〉 전국 항만 분류 현황 및 연구범위

구분	관리주체	항만명
전국 항만 (60개)	무역항 (31개)	국가관리항 (14개)
		경인항, 인천항, 대산항, 평택·당진항, 장항항, 군산항, 목포항, 광양항, 여수항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항
		지방관리항 (17개)
		서울항, 태안항, 보령항, 완도항, 제주항, 서귀포항, 하동항, 통영항, 삼천포항, 고현항, 옥포항, 장승포항, 진해항, 호산항, 삼척항, 옥계항, 속초항
	연안항 (29개)	국가관리항 (11개)
		용기포항, 연평도항, 상왕등도항, 흑산도항, 가거항리항, 추자항, 화순항, 거문도항, 국도항, 후포항, 울릉항
		지방관리항 (18개)
		대천항, 비인항, 송공항, 홍도항, 진도항, 땅끝항, 화흥포항, 신마항, 녹동신항, 나로도항, 애월항, 한림항, 성산포항, 중화항, 부산남항, 구룡포항, 강구항, 주문진항

자료: 제4차 전국항만기본계획 고시문(p.3)을 바탕으로 저자 재작성

2. 연구의 방법론

2장에서는 국내외 문헌조사와 전문가 자문 방법을 이용하여 우리나라와 국외 주요 항만들의 부두분류체계 현황을 파악하고 현재 국내 부두분류체계가 야기하는 문제점을 분석하였다. 특히 4대 항만공사, 지방해양수산청

(7개), 항만운영사(7개), 엔지니어링 업체(6개) 등 총 24개 항만 관리 및 운영 기관의 전문가들을 대상으로 항만 현장에서 실제로 느끼는 현재 부두분류체계의 경직성에 대한 의견을 수렴하였다.

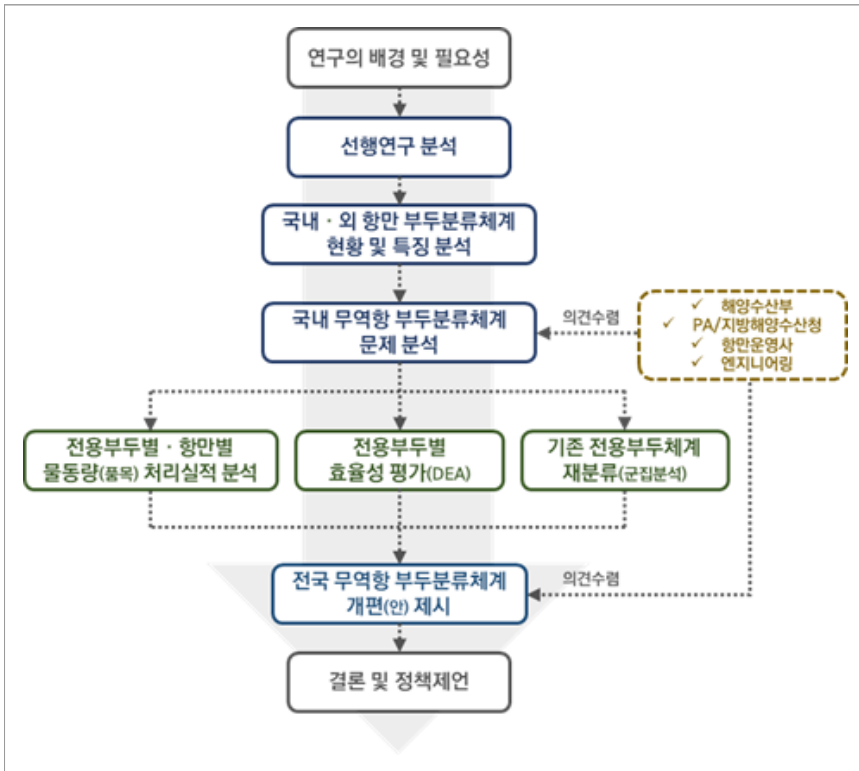
3장에서는 전국 30개 무역항의 292개 비컨테이너(벌크) 부두들의 품목별 처리실적 데이터를 분석하여 품목별 분포를 다양한 각도와 기준에서 관찰하는 과정을 통해 다양한 패턴을 발견할 수 있었다. 탐색적 자료 분석(EDA: Exploratory Data Analysis)을 활용하여 전국 항만별·부두별 전용률을 분석하였다. EDA 기법은 원 데이터(Raw data)를 유연하게 탐색하고 데이터의 특징과 구조로부터 얻은 정보를 바탕으로 패턴을 도출하는 분석방법이다(Behrens et al., 2012).

우리나라 비컨테이너(벌크) 부두들의 효율성을 평가하기 위해 4장에서는 자료포락분석(DEA: Data Envelopment Analysis)을 활용하였다. DEA는 항만의 효율성을 평가하는 대표적인 기법으로 다수의 선행연구가 진행되었다. 일반적으로 컨테이너부두의 효율성 측정 연구에 DEA가 많이 활용되어 왔는데 Khairul et al.(2019), Gabriel et al.(2011), OECD(2012)의 연구들에서는 다양한 벌크부두들의 효율성을 DEA를 활용하여 평가하였다. 이 밖에도 비슷한 특성을 가진 그룹을 묶는 통계적 기법인 군집분석을 활용하여 현재 13개 종류로 분화되어 있는 비컨테이너 부두들을 재분류 하였다. 이를 위해 군집분석에 대표적인 기법인 계층적 군집분석을 활용하였다.

5장에서는 신규 부두분류체계 개선(안) 도출을 위해 수행한 연구 과정들을 총괄 검토하고 이를 바탕으로 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)을 대분류와 소분류 두 가지로 제시하였다. 제시된 두 가지 부두분류체계 개선(안)에 대한 항만관리자(해양수산부, 항만공사 및 지방해양수산청)와 항만운영자(물류협회 및 운영사), 엔지니어링 업체 등의 의견을 정책협의회 및 전문가 자문 등을 통해 수렴하였으며, 이를 활용하여 신규 부두분류체계 개선

(안)을 보완하였다. 마지막으로 6장에서는 본 연구에서 제시된 무역항 부두 분류체계 개선(안)이 실제 항만운영에 효율적으로 반영될 수 있도록 법률적·제도적 지원 방안을 모색하였는데, 이를 위해 관련 전문가를 대상으로 자문을 수행하였다.

〈그림 1-1〉 연구 흐름도



자료: 저자 작성

02

국내외 항만 부두분류체계 현황 및 특징 분석

제1절 우리나라 항만 부두분류체계 현황 및 특징

1. 우리나라 항만 및 부두 개발 동향 변화

우리나라의 항만과 전용부두는 정부의 정책추진에 따라 건설되어 왔기 때문에 항만 물동량의 품목별 고유 특성과 물류 구조를 부두분류체계에 반영하기에는 태생적 한계가 있었다. 정부 주도로 추진되기 때문에 항만 개발은 국가 기본계획과 연동되어 추진되었던 경제개발 5개년 계획별로 중점을 두는 산업들을 지원하는 항만들이 우선적으로 건설되었고 이후 컨테이너, 양곡, 석탄 등의 전용부두가 분화되어 개발되었다. 1945년 해방 이후 우리나라 항만개발의 최대목표는 수출입 화물의 원활한 수송이었지만 이후 1,2차 경제개발 5개년계획의 성공으로 경공업에서 중화학공업으로 중점사업이 변화되면서 포항종합제철지원을 위한 포항신항, 석유화학 개발을 위한 울산항, 동해안 시멘트 확보를 위한 묵호항 등의 개발을 적극 추진하였다.⁴⁾ 1980년대 이후 항만발전 성숙기에는 부산항과 광양항에 컨테이너 전

4) 국토연구원, 한국의 항만 개발 정책(2012)

용부두가 건설되었고 양곡, 비료, 시멘트, 석탄, 유류 등의 비컨테이너(벌크) 화물의 전용부두 개발도 시작되었다.

〈표 2-1〉 우리나라 항만 및 부두 개발 정책 방향

구분	항만개발 정책방향	경제개발 5개년 계획
기반조성기 (1961~1970)	• 항만법 제정 (1967) • <u>수출입 화물부두</u> 위주 개발	[제1차 계획('62~'66)] • 기간산업의 건설과 에너지 공급원 확보 • 농수산 분야의 생산증대를 위한 수입원료 하역을 위한 대형 부두건설 [제2차 계획('67~'71)] • 노동 집약적 경공업중심, 대외 지향적 • 공업화 전략에 따른 지원항 필요 • 따라서 임해 공업항 건설 및 시설확장에 중점
성장지원기 (1971~1980)	• <u>중화학 공업기</u>지 지원을 위한 상업항만 본격 개발 • 울산·포항 등 주요항만에 집중적인 투자	[제3차 계획('72~'76)] • 항만시설 국제규모로 확충 • 하역장비 현대화 추진 [제4차 계획('77~'81)] • 수입화물 증대 : 시설 확충 • 지역 균형발전 : 연안 부두시설
발전성숙기 (1981~1990)	• 수송 패턴변화에 대비한 대규모 중심항만 개발 추진 • <u>양곡, 석탄부두 등 화물별 전용 부두</u> 개발 • <u>부산항·광양항 컨테이너 전용 부두</u> 개발	[제5차 계획('82~'86)] • 신항만 개발 • 국가 에너지 수급계획에 따른 대형 석탄 부두 건설에 역점 [제6차 계획('87~'91)] • 주요 항만의 확장 • 국토의 균형발전 정책에 의한 연안 수송 능력 강화 차원의 연안 화물부두 확장에 중점

자료: 국토연구원, 한국의 항만 개발 정책(2012), 저자 재작성

2. 전국 무역항 부두분류체계 변화

우리나라 항만의 부두분류체계 기준 및 근거자료가 항만법, 기본계획 등에 명확히 기재되어 있지 않아 국내 무역항의 부두분류체계 변화과정을 정확히 파악할 수는 없다. 하지만 대부분의 항만시설이 정부주도로 개발되거나 확장되기 때문에 1992년부터 10년 단위로 수립·시행되는 전국 항만기본계획들(1~4차)을 바탕으로 국내 항만의 부두분류체계 변화를 고찰해보고자 한다.

제1차 전국 항만기본계획('92년)에 항만별·품목별 전망은 컨테이너 포함 총 12개의 전용부두별로 통합되어 예측되었다.⁵⁾ 이를 바탕으로 제1차 전국 항만기본계획 추진시기('92~'01년)에 국내 비컨테이너(벌크)부두는 11개로 분류되어 있었음을 추정할 수 있다. 제2차 전국 항만기본계획('01년) 수립시 국내 항만의 전용부두 종류는 13개로(컨테이너 1개, 비컨테이너 12개) 기타광석 부두가 전용부두에 추가되었다. 한편 제3차 전국 항만기본계획('11년)에서 화학공업생산물 부두가 전용부두로 추가되어 전국의 전용부두는 총 14개로(컨테이너 1개, 비컨테이너 13개)로 분화되었다. 이후 제4차 전국항만기본계획('21년)까지 전국 무역항 부두분류체계는 14개로 유지되고 있다. 현재 우리나라 항만의 13개 비컨테이너 전용부두에서 취급되는 상세품목은 양곡, 시멘트, 비료, 음료 및 주류, 화학공업생산물 등 총 32개이다(〈표 2-2〉 참조).

5) 항만기본계획 재정비(1999), 해양수산부

〈표 2-2〉 전국 항만기본계획의 부부분류체계 및 취급품목 비교

구분	제 1차 전국 항만기본계획	제 2차 전국 항만기본계획	제 3차~4차 전국 항만기본계획
1	컨테이너 부두 (컨테이너 화물)	컨테이너 부두 (컨테이너 화물)	컨테이너 부두 (컨테이너 화물)
2	양곡부두 (양곡)	양곡부두 (양곡)	양곡부두 (양곡)
3	시멘트부두 (시멘트)	시멘트부두 (시멘트)	시멘트부두 (시멘트)
4	석탄부두 (무연탄, 유연탄)	석탄부두 (무연탄, 유연탄)	석탄부두 (무연탄, 유연탄)
5	목재부두 (원목, 목재)	목재부두 (원목, 목재)	목재부두 (원목, 목재)
6	모래부두 (모래)	모래부두 (모래)	모래부두 (모래)
7	철광석 부두 (철광석)	철광석 부두 (철광석)	철광석 부두 (철광석)
8	자동차 부두 (차량)	자동차 부두 (차량)	자동차 부두 (차량)
9	고철부두 (고철)	고철부두 (고철)	고철부두 (고철)
10	철재부두 (철강제품)	철재부두 (철강제품)	철재부두 (철강제품)
11	일반잡화부두 (유지류, 비료, 기타광석, 음료 및 주류, 화학공업생산물 등 18개)	일반잡화부두 (유지류, 비료, 음료 및 주류, 화학공업생산물 등 17개)	일반잡화부두 (유지류, 비료, 음료 및 주류 등 16개)
12	유류부두 (원유 및 석유, 석유정제품, 석유가스류)	유류부두 (원유 및 석유, 석유정제품, 석유가스류)	유류부두 (원유 및 석유, 석유정제품, 석유가스류)
13	-	기타광석부두 (기타광석)	기타광석부두 (기타광석)
14	-	-	화학공업생산물 부두 (화학공업생산물)

주: ()는 전용부두 취급품목

자료: 항만기본계획 재정비(1999), 제2차 전국항만기본계획(2001), 제 3차 전국항만기본계획(2011)을 바탕으로 저자 작성

우리나라 무역항의 비컨테이너(벌크) 전용부두 분류체계와 취급품목을 자세히 분석해 보면 HS Code를 기준으로 분류된 항만통계 분류와 기계적으로 매칭 되어 있는 것을 파악할 수 있다(〈표 2-3〉 참조). 현재 국내 무역항의 전용부두는 무역 거래 상품을 총괄적으로 분류한 품목 분류 코드(HS Code)의 특징에 의해 구분되는 항만 통계에 따라 분화되어 있다. 이에 따라 각 항만들의 배후지에서 수요 되는 품목별 특징과 물류구조, 하역 특징 등이 충분히 반영되지 못한 하향식 분류체계라고 진단할 수 있다.

〈표 2-3〉 비컨테이너 부두별 취급품목 및 항만통계코드

구분		전용부두명과 특징	항만통계코드	HS-CODE
컨테이너 부두	1	선박운송용 컨테이너를 하역하는 부두로 규격화된 크레인을 통해 양·적하함	-	-
	2	양곡	03	10
비컨테이너 부두	3	시멘트	9	2523
	4	모래	10	2505
	5	석탄	11,12	270111, 270112
	6	기타광석	14	25, 26, 27 (2505, 2523, 2601, 2705 제외)
	7	철재	26	72, 73 (7204 제외)
	8	철광석	13	2601
	9	고철	25	7204, 8908
	10	자동차	30	86, 87
	11	목재	22,23	4403, 44, 45, 46 ,47
	12	잡화	01,02,04,05, 06,07 08,18,20,21, 24,27 28,29,31,32	02,03,11,01,04,05, 06,07,08,09,12, 13,14,15,1,7,16,18, 19,20,21,22, 23, 24,31,39,40,41,42등

구분	전용부두명과 특징	항만통계코드	HS-CODE
13	화학공업생산물	19	28,29,30,32,33,34, 35,36,37,38
14	유류	15,16,17	2709,2710,2712, 2713,2705,2711

자료: 해양수산부, 항만운영정보시스템[Port-MIS] 이용코드집(2019), 바탕으로 저자 재작성

3. 전국무역항 전용부두별 하역 프로세스 특징⁶⁾

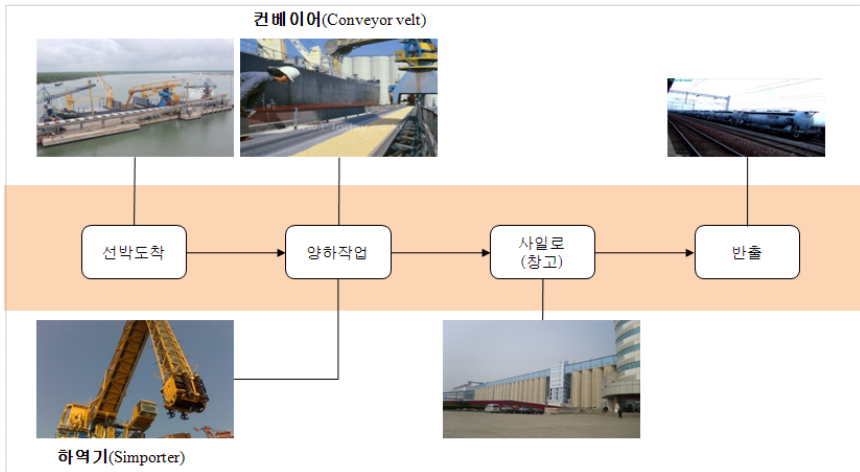
현행부두 분류체계의 문제점을 진단하고 신규 부두분류체계(안)의 도출을 위해서는 전용부두에서 처리되는 품목별 처리실적의 특징을 고찰(3장 1절, 2절)하고 전용부두체계를 재분류하는 과정도 선행되어야 하지만 부두별 하역방식의 특징을 기준으로도 전용부두를 그룹화 할 필요성이 있다. 부두에 설치된 하역시설들은 단기간 내에 이동 설치가 불가능한 경우가 많아 취급 가능한 지정 품목이 아니더라도 부두를 운영하는 운영사들은 동일 하역시설로 하역 가능한 품목을 추가로 처리하고 있다. 또한 철재와 잡화 화물의 경우 이미 같은 선박에 선적되어 수입되는 경우가 있어 부두에 지정된 품목이 아니더라도 동시 하역을 할 수 밖에 없는 불가피한 상황이 항만운영현장에서 발생하고 있다. 이에 13개 비컨테이너(벌크)전용부두들의 하역과정 및 특징을 모두 검토하고 이중 다음 8가지 양곡부두, 목재부두, 철재부두, 화학공업생산물부두(유류부두), 자동차부두, 석탄부두, 모래부두의 하역과정 및 특징에 대해 검토한 내용을 기술하였다.

우선 국내 양곡 전용부두의 하역방식은 컨베이어 벨트, 사일로를 활용한 연속식 하역방식, 그라브, 호퍼 등을 활용한 일반하역 방식 두 가지로 분류할 수 있다. 연속식 하역방식으로 양곡화물을 하역하는 전용부두들은 배후

6) 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)을 바탕으로 본 연구의 조사·분석내용을 추가하여 연구진 재작성

에 사일로 시설들이 입지해있으며 우리나라에서는 인천항, 평택·당진항, 군산항, 울산항, 부산항이 해당된다.

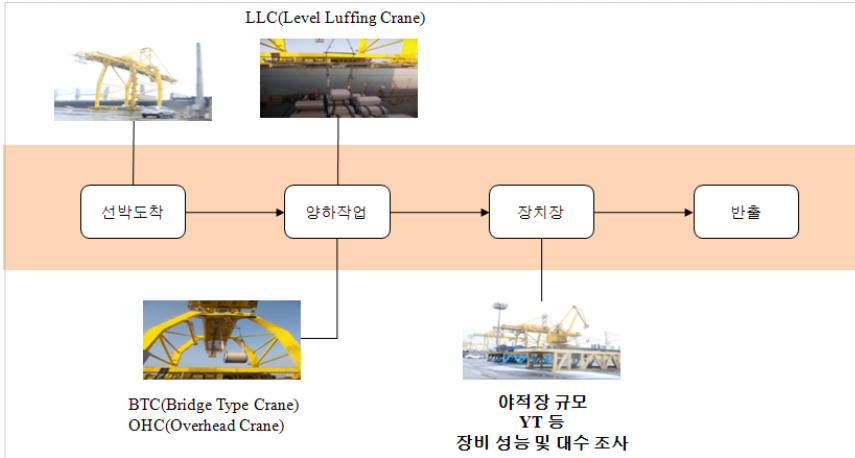
〈그림 2-1〉 양곡전용부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

철재 전용부두에서는 분류 체계 상 HS code 72, 73(7204제외)에 해당되는 품목이 처리되도록 지정되어 있다. 국내 철재 전용부두는 인천항, 포항항, 평택·당진항, 광양항 등에 중점 입지해 있으며 부두 배후지역에 위치한 제철산업체의 제품 수출 및 연근해 이송을 지원하고 있다. 철재부두내 하역작업은 대부분 육상하역장비(BTC, LLC, OHC 및 모바일장비)와 선상크레인을 이용하여 선측-선내 하역작업이 이루어진다. 철판의 경우 주로 전자석을 장착하여 특수 제작된 대형 마그네틱트를 이용하여 코일 등은 갈고리 모양의 후크 또는 특수 제작된 보조 장치를 이용하여 하역작업을 수행한다. 또한 철재 전용부두의 상옥시설중 철재 제품의 분류 및 재배치는 OHC(Overhead Crane) 라는 장비를 통해 이루어지는데 주로 포항항 및 광양항 제철소 전용부두에 있다.

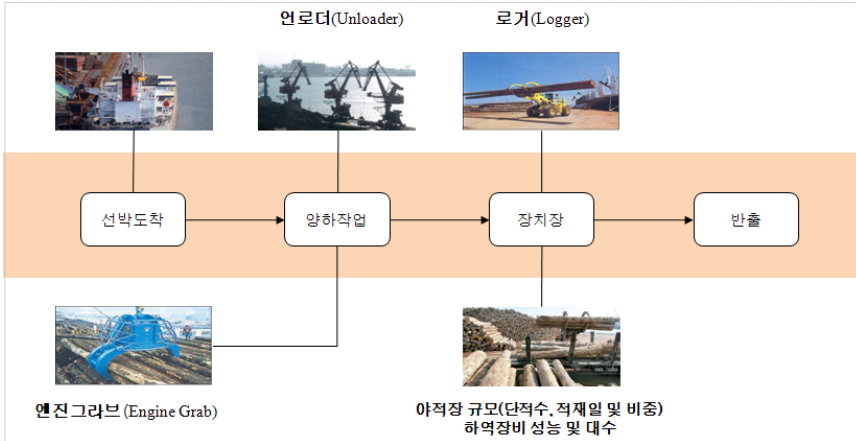
〈그림 2-2〉 철재전용부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

국내 목재 전용부두의 경우 32개 품목분류체계상으로는 원목과 목재·목탄·코르크 두 가지 품목이 처리되도록 지정되어 있다. 최근 정부의 에너지 정책의 전환으로 목재·목탄·코르크에 해당하는 우드펠릿이 발전소 연료로 많이 사용되면서 관련 물동량이 증가하고 있는 추세다. 목재 전용부두는 인천항 및 울산항에 위치하여 있으며 목재·목탄·코르크 하역은 선상크레인을 이용하여 이루어지며, 야드에서는 로거(Logger)등을 이용하여 운반된 후, 선측 장치장에 보관 처리되고 있다. 한편 원목의 하역작업은 장척화물로서 취급 시 안전사고의 위험이 있어 작업반을 주간에만 투입하여 하역하는 것이 원칙이다. 최근 수입이 급증하고 있는 우드펠릿 등은 장척화물인 원목과는 품목 특성이 상이하여 톤백 혹은 컨테이너에 주로 실려서 처리되고 있다. 즉 지정된 기준 상 목재 전용부두에서 처리되어야 하나 포장 및 운송 특성이 여타 품목과 상이하여 목재 전용부두가 아닌 잡화부두 혹은 컨테이너부두 등에서 처리되는 경우가 많다.

〈그림 2-3〉 목재전용부두 하역프로세스

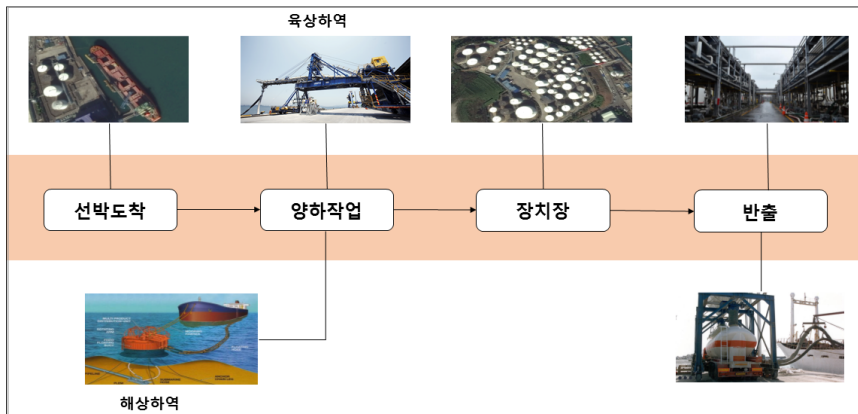


자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

화학공업생산물 전용부두에서는 한 가지 화학공업생산물 항만물동량만 처리되도록 지정되어있다. 화학공업생산물은 석유화학제품과 비료, 질소화합물, 살충제 및 화학섬유 등 넓은 범위의 제품을 포함하고 있으나 이 중 석유화학제품이 가장 큰 항만물동량 비중을 차지하고 있다. 한편 유류부두 전용부두에서 처리 가능한 지정품목은 32개 품목분류체계상 원유, 석유정제품, 석유가스 세 가지이다. 별개의 HS-Code를 부여받았기 때문에 화학공업생산물과 유류화물은 액체벌크화물(liquid bulk)로서 동일한 하역방식으로 처리됨에도 현행 부두분류체계에서는 두 가지 전용부두로 구분되어 있다. 화학공업생산물과 유류화물 특성, 보관방법, 상·하역 방식이 유사한 형태를 보이고 있으며 두 품목 모두 위험물로 분류되기 때문에 위험물 부두 안전기준에 따라 처리되고 있다. 위험물을 실은 선박이 부두에 입항하는 경우 하역 전 안전점검표에 의거하여 안전점검을 실시하고 선박 및 부두 담당자가 서명한 후 하역작업을 시행해야 된다. 화학공업생산물과 유류화물은 해당 전용부두에서 선박 및 에이프런의 하역시설 또는 부이시설을 통한 파이프라인으로 하역된다. 이와 같이 하역된 물동량은 파이프라인을

통해 보관탱크로 이동하여 저장된다. 이후 저장된 제품들은 배후의 정유사, 화학공장으로 파이프라인을 통해 직접 운송되고, 그 외의 지역으로는 탱크 출하장을 통해 육상으로 반출되는 특징을 가지고 있다.

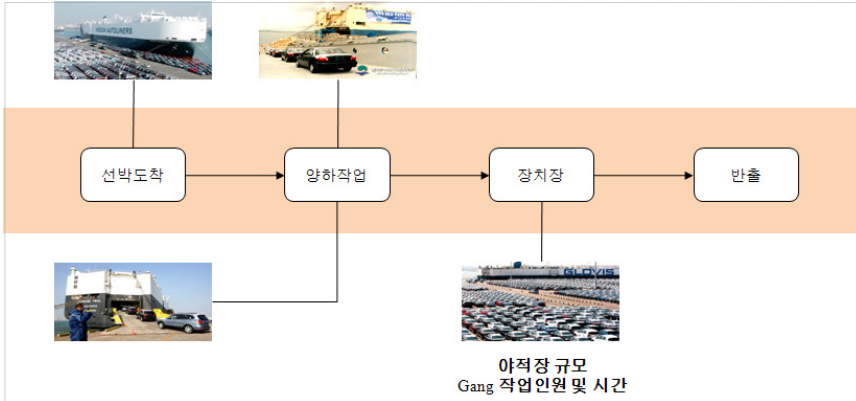
〈그림 2-4〉 화학공업생산물·유류부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

자동차 전용부두의 취급품목은 HS code 86, 87에 해당되는 품목으로 국내항만 중 평택·당진항, 울산항, 광양항, 인천항, 목포항, 군산항 등에 자동차 전용부두가 입지해 있다. 자동차는 품목 특성상 별도의 하역장비를 필요로 하진 않지만 취급 화물 특성상 중첩보관이 불가하여 넓은 배후부지가 필요한 것이 특징이다. 자동차 하역 작업은 운전원이 선박과 연결하는 Lamp를 따라 직접 운전하여 선적하며, 선측 내 작업인원이 고정(Lashing)하는 방식으로 이루어지고 있다. 개별 차량을 일일이 선적해야하기 때문에 자동차 하역시 많은 인력이 필요로 한다.

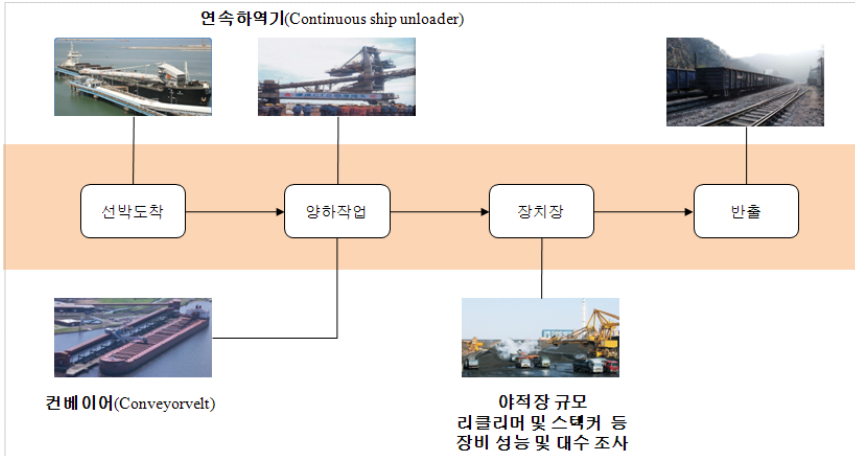
〈그림 2-5〉 자동차전용부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

국내 무역항 전용부두 분류체계상 석탄부두의 취급 품목은 무연탄과 유연탄 2가지 품목이다. 무연탄과 유연탄 간의 하역프로세스 상 차이점은 없어 두 품목의 하역절차는 동일하다. 단, 저장시설의 경우 두 세부 품목을 구분하여 저장하고 있다. 국내 석탄부두의 대부분은 연속식하역기(CSU: Continuous Ship Unloader)를 통해 하역되는데 이때 하역된 석탄은 컨베이어 벨트를 통해 야적장 또는 사일로로 운송된다. 저장되었던 석탄의 반출은 철도, 트럭을 통해 이루어지며, 일부 배후에 석탄 수요처가 위치한 경우 컨베이어를 통해 직접 반출되기도 한다.

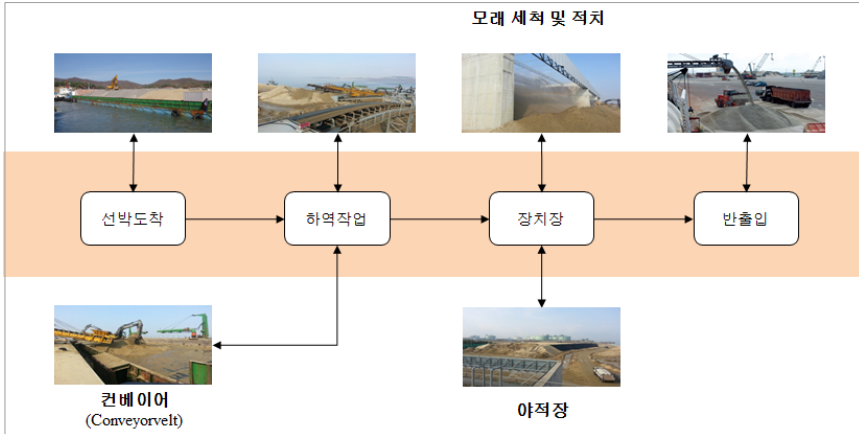
〈그림 2-6〉 석탄전용부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

모래전용부두의 취급품목은 모래화물 한 가지로 국내 항만에서 하역되는 모래는 주로 건설용 골재로 활용되고 있다. 모래 물동량의 대부분 남·서해 EEZ 및 연근해 지정 골재채취구역에서 연안 운송되는 바닷모래인데 수요처는 항만 인근(약 50km 이내) 레미콘 업체와 공사 현장이다. 모래의 하역작업은 양하(Unloading) 작업은 선박에서 부두로 국한되며 적하는 골재채취원 인근에서만 수행되는 것이 특징이다. 선형에 따른 부두접안 제약 발생시 ‘박지’ 인근에서 ‘부선하역(모래운반선→소형선)’을 통해 모래를 운반하기도 한다. 따라서 모래하역 프로세스는 접안한 모래운반선 내에 탑재된 크레인(기중기)으로 버켓(bucket)을 조종하여 단순 양하하는 것이 대부분이다. 한편 근래에는 선내에 설치된 컨베이어(conveyor)를 이송하여 언로더(unloader) 시스템으로 자동 하역하는 시설을 갖춘 선박도 있다.

〈그림 2-7〉 모래전용부두 하역프로세스



자료: 해양수산부, 품목별 전용부두 적정하역능력 산정(2013)

13개 벌크부두의 하역프로세스 검토하여 유사한 하역 방식을 보이는 부두별로 재그룹화 하였다. 벌크부두들의 하역프로세스는 대체적으로 선박의 접안 → 양·적하 → 보관·적제(장치장 등) → 반출의 순서로 이루어지는데 양·적하 방식의 유사성을 고려하여 전용부두별 재그룹화를 시도한 결과, 크게 전용하역(연속식 하역) 및 일반하역, 기타 세 가지로 구분할 수 있다 <표 2-4 참고>. 전용하역(연속식)은 특정 품목을 대상으로 해당 품목만을 하역하기 위한 시설이 설치된 경우로 석탄, 철광석, 시멘트, 화공품, 유류 부두 등이 해당 된다. 연속식 하역의 경우 대체로 특정 품목 위주로 하역되며, 타 품목을 처리할 경우 하역기기를 세척해야하는 등 제약사항이 있기에 전용성이 높다고 볼 수 있다. 반면 일반하역방식은 특정 품목에 국한되지 않고 다양한 화물을 하역할 수 있는 경우로 주로 언로더, 그라브(Grab) 또는 선박에 설치된 하역기를 이용하는데 목재, 철재, 고철, 잡화부두 등이 이에 포함된다. 다만, 기타광석, 모래와 같은 부두들에서는 연속식하역과 일반하역 방식이 혼용되어 화물이 하역되고 있었다. 또한 자동차의 경우 화물이 직접 이동하여 하역되기 때문에 연속식 하역 또는 일반하역 두 가지 방

식에 포함되는 것은 부적절한 것으로 판단되어 기타부두로 구분하였다.

13개 비컨테이너(벌크)부두별 하역프로세스 특징을 바탕으로 현재 부두 분류체계를 재분류한 결과는 다음 <표 2-4>와 같다. 우리나라 항만의 신규 전용부두분류체계(안) 도출의 직접적인 기준자료로 활용하기에는 한계가 있지만 도출된 전용부두분류체계 개선(안)의 적정성을 검토하는 단계에서는 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 2-4> 하역프로세스별 전용부두 구분

구분	전용식 하역 부두 (연속식 하역)	일반하역부두	기타부두
부두명	시멘트	목재	컨테이너
	석탄	철재	모래
	철광석	고철	양곡
	유류	잡화	기타광석
	화공품		자동차

자료: 저자 작성

제2절 국외 주요 국가별 항만부두 분류체계

1. 일본 항만부두 분류체계

일본도 우리나라와 유사하게 항만부두의 종류와 취급품목 요건이 엄밀하게 정의된 국가 차원의 규정은 없다. 일본 전역에 약 3,000개 정도의 부두가 운영되고 있는데 민간부두에서 취급하는 품목으로 부두 명칭을 사용하거나 부두를 개발·운영하는 기업명을 부두 이름으로 사용하고 있는 점도 우리나라와 유사하다.

화물을 취급하는 일본의 부두 종류는 총 14개로 우리나라와 동일하지만 우리나라의 경우 잡화부두에서 취급할 수 있는 품목인 농산품과 수산물이 별도의 부두로 분화되어 있다는 차이점이 있다. 일본의 농산품 부두와 수산물 부두들은 외관상 잡화부두와 유사하지만 부두 배후에 대규모 냉장·냉동 창고를 구비하고 있는 것이 특징이다. 또한 우리나라는 유류부두(원유, 석유정제품, 가스 취급)와 화학공업생산물 부두로 구분되어 있지만 일본은 유류부두와 가스부두로 분화되어 있는 것을 알 수 있다.

이 밖에도 일본의 항만은 자동차 및 승객이 선박에 오르고 내릴 수 있는 승강용 설비와 휴게시설(대합실, 음식점, 주차장 등)이 구비되어 있는 페리 부두와 대규모 지진 발생시 경제사회활동의 피해를 최소화하기 위한 내진 강화 부두를 보유하고 있다. 내진 강화부두는 지진 발생시에도 해상물류기능을 확보하고 동시에 주민의 피난 및 물자의 긴급 수송들이 가능하도록 내진 강화된 안벽을 갖추고 있다.

일본의 석탄·철광석 부두는 산업용 원료를 취급하는 부두로 석탄 부두 또는 철광석 부두로 명명되어 있다. 원료 화물들을 이동시키기 위한 컨베이어 벨트가 설치되어 있으며 타 부두 대비 기계화 정도가 매우 높은 것이 특징이다. 우리나라의 잡화부두는 16개의 세부 품목(기계류, 육류, 어패류, 방직용 섬유 등) 외에도 다양한 화물(철재, 유류, 모래 등)들을 혼재 처리하고 있는데 이는 일본의 잡화 부두 운영 현황과 매우 유사하다. 일본 항만들의 목재부두는 해수에 목재화물을 저장하는 수면저목장을 갖추고 있지만 우리나라 목재부두에서 처리되는 원목의 비중(13.0%, '20년 기준)은 목재·목탄·코르크(87.0%)보다 매우 낮아 국내항만에는 수면저목장 시설을 갖추고 있지 않다.

〈표 2-5〉 일본의 화물부두분류 체계 및 취급품목

구분	부두명	취급품목 및 특징
컨테이너	1 컨테이너	대형 고정 갠트리크레인, 안벽과 야드간의 이송장비인 야드트랙터, 스트래들캐리어등을 갖추고 있음
비컨테이너	2 석탄·철광석	석탄, 철광석 취급
	3 철강(철재)	철재류(코일, 철판 등) 취급
	4 고철	철강제품의 원료가 되는 고철의 수입과 잉여 고철의 수출 용도로 활용됨
	5 자동차	하역특성상 대규모 야적장을 갖추고 있음
	6 모래·골재	건설공사에 사용되는 모래 및 골재 취급
	7 시멘트	대규모 사일로와 컨베이어 벨트, 저장창고가 대부분 설치되어 있음
	8 곡물(양곡)	곡물(콩, 밀, 옥수수 등) 취급 부두
	9 농산품	농산물의 산화방지를 위해 대부분 정온 창고를 갖추고 있음
	10 수산물	부두 내 냉동·냉장 창고를 보유하고 있음
	11 잡화	철재, 기계, 모래, 액체화물, 잡화 등 다양한 품목의 취급이 가능한 부두
	12 목재	육상 저장시설외 목재를 바다에 띄운 상태로 저장하는 수면저목장 시설을 갖추고 있는 것이 특징
	13 유류	원유, 석유정제품 취급
	14 가스	LNG, LPG 등 액화가스 취급 부두

자료: 일본 국토교통성 항만국 「항만관리 편람」, 전문가 자문자료를 바탕으로 저자 작성

2. 중국 항만부두 분류체계

중국의 화물부두는 컨테이너 포함 총 8개로 구분되며 화물부두 외에 카페리 부두와 여객부두도 중국항만에 건설되어 운영되고 있다. 7개의 비컨테이너 부두 중 액체화물 부두는 원유와 액화가스 부두 두 종류이고 드라이벌크 부두는 5개이다. 유류(원유, 석유정제품, 석유가스취급)부두와 화학공업생산품 부두로 분류된 우리나라 액체화물 취급 부두 분류체계와 달리 중국에는 LNG 부두가 별도로 분류되어 있다.⁷⁾

세계 최대 철강 생산국이자 철광석 수입 국가인 중국에서 지속적으로 철강 공급 능력 과잉문제가 발생하자 중국 정부는 중국내 철강 과잉 공급을 완화시킬 수 있는 다양한 정책들을 추진하고 있다. 하지만 철강 감산 정책에 불구하고 최근 중국 교통부(MOT)와 중국 국가발전개혁위원회(NDRC)는 4개의 신규 철광석 터미널의 운영과 40만 톤 규모의 철광석 운반선인 초대형 광석 운반선인 VLOC의 취항도 승인하였다. 이로써 기존 7개의 철광석터미널에 4개의 신규 철광석 터미널이 추가되어 중국에는 VLOC 선박이 입항 가능한 총 11개의 철광석 터미널이 운영될 예정이다. 중국 정부의 철광석 감산 정책에도 불구하고 항만에 철광석 전용부두를 확대하는 이유는 철강 감산과는 별개로 호주산 철광석 수입 의존도를 낮추기 위한 정책의 일환으로 보인다. 최근에 추가된 4개 VLOC 터미널은 중국 산둥성 지역의 란산(Lanshan)항, 옌타이(Yantai)항, 썬두아오(sanduaao)항, 르자오(Rizhao)항이다. 이 중 썬두아오항은 현재 철광석 전용 터미널이 건설 중으로 2년 후 전용부두에 VLOC 취항이 가능할 것으로 예상된다. 반면 란산항은 현재 시설능력으로도 충분히 VLOC 취항이 가능한 것으로 파악된다. 위와 같은 추세를 고려해 볼 때 철강 감산 정책과는 별도로 향후 철광석 전용부두는 추가적으로 확대될 가능성이 높은 것으로 전망된다.⁸⁾

세계 최대의 석탄소비국이자 생산국인 중국은 수십 년 동안 연료 공급원으로 석탄에 크게 의존해 왔다. 하지만 석탄은 중국의 심각한 대기오염의 직접적인 원인으로 오랫동안 지목되고 있었다. 이에 '14년 3월 중국 전국 인민대표대회에서 리커창 총리가 공해와의 전쟁을 선포하게 되는데 이후 중국 정부는 청정연료인 천연가스(LNG 포함)의 소비 및 수입을 강력히 추진해 오고 있다. 실제로 '16년 국가발전개혁위원회(NDRC)와 국가에너지청(NEA)은 「제13차 에너지개발 5개년 계획(能源发展“十三五”规划)」을 발

7) Joyce, Fong. et al.(2018)를 바탕으로 저자작성

8) <https://www.mysteel.net/article/5017284/FEATURE---China-adds-four-VLOC-terminals---more-to-come.html>를 바탕으로 저자 재작성

표하며 「천연가스개발 13차 5개년 계획(天然气发展“十三五”规划)」을 수립하게 된다. 이처럼 강력한 정부주도의 에너지 전환 정책으로 중국 항만에 LNG 터미널이 활발하게 건설되었다. 현재 중국 전역에 21개의 LNG 터미널이 운영되고 있는데('19년 4월 기준) 연간 총 처리능력은 8천만 톤을 상회하고 있다. 중국이 세계 최대 세일 천연가스 매장량을 보유하고 있지만, 비용과 인프라, 기술적인 문제와 같은 많은 제약으로 인해 생산량이 국내 수요를 충족하지 못하고 있다. 이에 천연가스 수입량이 큰 폭으로 증가하였는데 2018년에는 한국을 제치고 일본에 이어 세계에서 두 번째로 많은 천연가스 수입국이 되었으며 이 중 LNG의 수입 물량이 전체 가스 수입량의 60%를 차지하고 있다. 이에 따라 향후에도 중국항만에 LNG 터미널 건설은 확대될 것으로 예상된다. 현재는 대부분의 중국내 LNG 터미널이 CNOOC(중국해양석유총공사)⁹⁾에 의해 소유·운영되고 있으나 비국영 석유회사 또는 민간기업에게 LNG 터미널 건설 및 운영의 권한을 이임하여 급격히 증가하는 소비를 충족할 수 있도록 조속한 LNG 터미널 건설 또한 추진되고 있다.¹⁰⁾

〈표 2-6〉 중국의 화물부두분류 체계 및 취급품목

구분		부두명	취급품목 및 특징
컨테이너	1	컨테이너	컨테이너
비컨테이너	2	석탄	석탄 및 석탄 가공제품
	3	철광석	금속 광석 관련 화물
	4	곡물부두	양곡 화물
	5	자동차	자동차
	6	원유	원유
	7	LNG	LNG 등

9) 중국 제 2의 국영 석유·천연가스 기업

10) https://www.kwm.com/en/knowledge/insights/lng-terminals-in-china-project-development-third-party-access-and-foreign-investment-issues-20200218#_ftn2를 바탕으로 저장 재작성

구분		부두명	취급품목 및 특징
	8	기타부두	시멘트, 목재, 비금속 광석, 화학 비료 및 농약, 소금, 기계설비, 비철금속, 경공업, 농업 임업 목축업, 기타, 화학공업원료 및 가공품

자료: Joyce, Fong, et al.(2018), 저자 재작성

3. 로테르담항(네덜란드) 부두 분류체계

로테르담항(5개)의 부두 분류는 화물들의 특징에 따라 클러스터화 되어 있어 한국(14개), 일본(14개), 중국(8개)과 비교할 경우 부두분류 종류가 상대적으로 적다. 전용부두별로 특정품목의 취급이 지정된 것이 아니라 취급화물의 특징에 따라 터미널이 분류되어 있어 좀 더 유연한 항만 운영 및 개발이 가능하다. 또한 우리나라 전용부두들의 취급품목과 달리 로테르담 항은 미래항만환경변화에 대응력을 높이고자 바이오매스, 바이오 연료 등을 취급가능화물로 지정하였으며 LNG 터미널이 일본, 중국과 유사하게 액체별크터미널에서 분화되어 개별 터미널로 분류되어 있다.

태양 에너지를 받아 유기물을 합성하는 식물체와 이들을 식량으로 하는 동물·미생물 등의 생물유기체를 총칭하는 바이오매스(Biomass)로부터 생산되는 바이오연료(Biofuel)는 화석연료와 다른 재생 가능한 에너지로 평가받고 있다. 즉 바이오 연료는 유기물과 연소시 배출되는 이산화탄소가 다시 광합성을 통해 흡수되어 이산화탄소가 균형을 이루기 때문에 탄소 중립연료로 평가받고 있다. 이와 같은 바이오 연료는 연소시 황산화물(SO_x)을 거의 배출하지 않기 때문에 IMO의 황산화물 배출규제 강화 시행이후 선박 연료로 폭넓게 활용될 것으로 예상되고 있다. 로테르담항은 바이오매스 에너지 뿐 아니라 풍력·태양에너지 등 지속가능한 대체연료의 사용비율을 높이고 있다. 이와 같이 변화하는 해운물류항만 환경에 적극 대응하기

위해 로테르담항은 이미 항만의 터미널(부두)분류체계와 운영에도 이를 반영시키고 있다.

〈표 2-7〉 로테르담항의 화물부두분류 체계 및 취급품목

구분	터미널명	취급품목 및 특징
컨테이너	1 컨테이너	컨테이너
비컨테이너	2 LNG	LNG
	3 드라이벌크	석탄, 철광석, 농산물, 바이오매스, 광물, 고철
	4 액체 벌크	원유, 화공품, 식용유지, 바이오연료, 석유정제품
	5 브레이크 벌크	산림물, 철재, 자동차, 비철금속

자료: www.portofrotterdam.com/en/, 저자 작성

제3절 국외 주요 국가별 항만 운영 및 부두 개발

1. 일본의 항만 운영 및 부두 개발

일본의 항만부두 건설은 공공개발과 민간개발로 구분되고 있다. 국가 및 지자체가 개발주체인 공공개발 부두들은 컨테이너부두, 잡화부두, 페리부두, 카페리 부두 등으로 민간이 건설하여 독자적으로 운영하는데 많은 제약이 따르는 부두들이다. 상기 부두들은 불특정 다수의 이용을 허용해야만 부두운영의 경제성을 확보할 수 있어 국가 및 지자체가 주로 건설하고 있다. 우리나라의 항만부두 건설 현황과 상이한 부분은 일본에서는 공공부두들을 민간자본을 유치하여 건설한 사례가 거의 없다는 점이다. 공공성이 뚜렷한 부두들만 건설하는 공공개발 부두들은 일본 전역의 항만에서 건설되고 있으나 이중 컨테이너부두는 주로 일본의 5대항인 도쿄항, 요코하마항, 나고야항, 오사카항, 고베항에 집중건설되고 있다. 컨테이너부두들이 5

대항에 집중 건설되는 것은 5대항만의 배후지역이 소비재 또는 일반화물의 수출과 수입 요충지역이며 글로벌 컨테이너 주요 항만들과 경쟁관계인 5대 항만에 투자를 집중하고자 함이다.

석탄·철광석부두, 철재부두, 자동차부두, 가스부두, 유류부두, 식품원료 관련 부두(농산물, 수산물)등 산업시설 관련 대부분의 부두들은 민간 기업에 의해 개발되고 있다. 민간이 건설한 민간부두는 대부분 특정 품목 취급 전용부두로서 해당 민간기업의 공장시설의 일부로서 건설하는 경우가 대부분이다. 물론 일본에서 민간 기업이 불특정 다수를 대상으로 운영하기 위한 부두를 건설하는 것이 전무한 것은 아니지만 이런 용도로 개발되는 민간부두는 매우 적다. 일본의 14개 화물부두 종류에서 컨테이너와 잡화를 제외한 12개의 화물부두는 거의 대부분 기업의 전용부두로 이용되고 있으며 이에 민간에서 주로 개발되고 있다.

〈표 2-8〉 일본의 항만 부두 건설

구분	개발주체	개발부두 종류	특징
공공개발	국가 및 지자체	• 컨테이너부두 • 잡화부두 • 페리부두	불특정 다수의 이용 허용 부두
민간개발	민간기업	• 석탄·철광석 부두 • 철재부두 • 자동차 부두 • 유류부두 • 가스부두 등	민간기업의 공장시설 일부로서 운영되는 부두

자료: 전문가 자문자료를 바탕으로 저자 재작성

일본의 항만부두가 정부(지자체 포함)와 민간으로 양분되어 건설되고 있어서 부두의 운영 및 개발계획도 정부와 민간이 각각 나누어 수립하고 있다. 즉 공공부두 개발계획과 민간부두개발 계획을 합해 특정 항만의 항만 운영 및 건설계획으로 수립되고 있는데 이중 공공부두(컨테이너, 잡화부두,

페리부두, 카페리부두)들의 운영 및 건설과 관련된 계획은 일본의 항만관리 주체(대부분 지자체)가 독자적으로 수립하고 있다. 지자체가 해당 지역의 공공부두 운영 및 건설 계획을 독자적으로 수립할 순 있지만 일본 중앙정부의 항만계획과 방향이 맞지 않으면 승인받을 가능성이 매우 낮다. 이에 각 지방의 항만관리 주체들은 관할 항만의 운영 및 건설계획 수립에 앞서 국토교통성의 항만국과 긴밀한 협의 활동을 수행하고 있다.

반면 민간 기업들이 수립한 민간부두의 운영 및 건설 계획은 대부분 수용되고 있다. 민간부두들은 민간기업의 필요에 따라 독자적인 예산을 투입하여 건설되고 있어서 장래 항만물동량, 부두 규모, 하역능력 등의 산정에도 항만관리 주체는 일절 관여하지 않고 있다. 다만 민간부두 건설이 환경에 미치는 영향과 수심, 항로가 민간부두 운영에 적절한지를 검토한다. 이에 반해 공공자금이 투입되는 공공부두의 운영 및 개발계획은 매우 엄격한 절차를 거쳐 수립·이행되고 있다.

일본의 항만 운영 및 부두 개발은 국가 및 지자체가 컨테이너부두, 잡화부두, 카페리 부두 등의 건설과 운영에 주력하고 품목별 전용부두는 민간이 주로 건설하고 운영하는 형식으로 기능 분담이 정착됐고 제도화되어 있다.

〈표 2-9〉 일본의 항만 운영 및 부두 개발계획

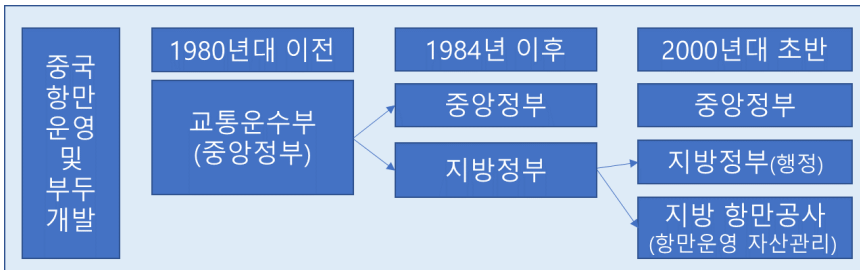
구분		운영 및 개발계획 수립 방식 및 특징
항만 운영 및 건설계획	공공부두 개발계획	• 각 항만 관할 지자체가 수립하여 국토 교통성 항만국에 승인 • 공공자금이 투입되기 때문에 일본 중앙정부의 항만 운영 및 개발계획 방향과 일치해야 함
	민간부두 개발계획	• 민간기업이 부두 개발계획 수립, 대부분 승인됨

자료: 전문가 자문자료를 바탕으로 저자 재작성

2. 중국의 항만 운영 및 부두 개발

1980년대 이전에 중국의 항만과 부두는 베이징 교통운수부가 소유하고 개발 및 관리해왔으나 1984년 이후 모든 지역의 주요 항만들은 이중관리 체제로 전환되었다. 이 당시 중국의 항만 이중관리 체계는 공공과 민간으로 이원화되어 항만을 개발하고 운영하던 일본과 달리 중앙정부와 지방자치단체가 공동으로 항만을 관리하고 운영하는 체계였다. 교통운수부가 국가 차원의 항만법률, 규정, 정책 및 개발계획을 수립하는 거시적 통제 권한을 보유하고 지방정부는 각 지방자치단체 관할 항만들의 항만 규정과 정책·건설 계획을 세우고 운영하는 권한을 일임받았다. 이후 2000년대 초반에 지방의 항만 관리 기능이 지방자치단체(행정기능)와 지방 항만 공사(항만운영 및 자산 관리)로 다시 분화되었다.

〈그림 2-8〉 중국 항만운영 및 부두개발 주체 변화(2004년 이전)



자료: Joyce, Fong, et al.(2018)을 바탕으로 저자 작성

다시 '04년 1월에 중국 항만건설 및 운영에 민간 부문을 참여시킬 수 있는 법률이 발표되면서 중국항만의 건설 방식 및 개발주체에 큰 변화가 발생한다. 지방 국영 항만 공사가 민간 투자자(현지 중국 또는 외국계 회사)와 합작 투자를 통해 항만과 부두들을 건설할 수 있는 PPP(Public-Private Partnership) 방식을 도입하였는데 일정 기간 민간 부문에 항만의 개발 또는 운영 권한을 판매할 수 있게 되었다. 이와 같은 외국 자본을 활용한 항만 PPP 계약은

국가발전개혁위원회(NRDC), 상무부, 국유 자산 감독 관리위원회(SASAC), 국가외환관리국 등의 승인이 필요하다.

민간자본의 항만건설 참여에 매우 제한적이었던 중국에서 부분 BOT (Build-Operate-Transfer)방식으로 항만의 민영화를 추진하고 있다. 지방항만의 부두, 안벽, 야드 등 인프라 시설 건설은 통상 지방항만 당국의 권한이었지만 합작 투자 기간동안 민간기업에 그 권한을 일임하거나 부여 하는 것이 가능해졌다.

(그림 2-9) 중국 항만운영 및 부두개발 주체 변화(2004년 이후)



자료: Joyce, Fong, et al.(2018)을 바탕으로 저자 작성

항만건설처럼 중국항만의 부두 운영 권한도 중앙정부(교통운수부)와 지방정부로 이원화되어 있다. 베이징 교통운수부의 항만 운영 권한은 관련 법률을 제정하고 안전과 보안등의 업무를 수행하는 것이지만 지방 항만관리국은 정책 및 지침과 법률 등을 현장에 적용하고 해수면과 수역관리 등 실제 항만의 운영업무를 수행한다. 특히 지방항만관리국은 항만운영자들을 관리하는 감독업무도 수행하는데 항만운영자들이 관련 규정 또는 허가조건을 어기면 항만 운영의 허가를 정지 또는 취소할 수 있는 권한도 있다.

중국의 항만기본계획은 교통운수부가 국가 차원의 전반적인 항만운영 방

항을 담당 수립하는데 가장 최근의 중국항만개발 종합계획은 중국의 '06년 8월에 교통운수부가 발표한 국가 연안항만 배치계획이다. 이 밖에도 교통운수부는 5년마다 교통산업 발전계획(5개년계획)을 발표하고 있는데 해당 계획에는 항만과 연계될 수 있는 교통 인프라의 서비스, 인프라시설의 건설 및 유지관리, 정보 및 데이터 연계 방안 등이 담겨 있다.

3. 로테르담항(네덜란드) 운영 및 부두 개발¹¹⁾

네덜란드 로테르담 항만의 운영 및 부두개발의 권한은 로테르담 항만청(RMPM: Rotterdam Municipal Port Management)에서 로테르담 항만공사(Port of Rotterdam)로 '04년 이전되었다. 권한이 이전되기 전까지 로테르담 항만청(RMPM)은 항만의 소유권이 있는 로테르담시 당국으로부터 항만 운영에 관한 제반 사항을 위임받은 실질적인 항만 운영 주체였다.

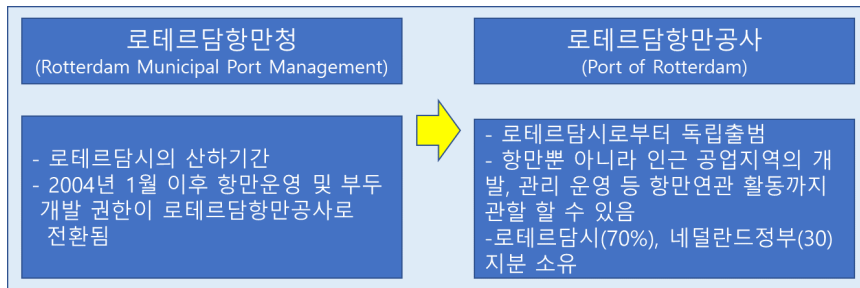
하지만 '04년 1월 1일부터 로테르담시의 산하기관이었던 로테르담 항만청(RMPM)으로부터 로테르담항만공사(Port of Rotterdam)가 독립하여 출범함에 따라 로테르담항의 운영과 부두 개발주체의 변화가 일어났다. 자본금 3조 유로의 공공유한회사(Public Limited Coporation)형태로 출범한 로테르담 항만공사는 비상장회사로서 로테르담항만 뿐 아니라 인근 공업지역(Rotterdam port and industrial zone)의 개발, 관리, 운영 등 연관 경제 활동까지 모두 관장할 수 있는 권한을 보유하고 있다. 이에 로테르담항만공사의 목표는 로테르담항만을 세계 최고의 물류 허브항으로 도약시키는 것과 함께 배후에 세계적 수준의 산업단지를 함께 조성하여 항만경쟁력을 제고시키는 것이다.¹²⁾

11) 중앙과 지방간 항만관리 역할 분담연구(2016), 해양수산부를 바탕으로 저자 재작성

12) www.portofrotterdam.com/en/을 바탕으로 저자 작성

항만운영 및 부두개발의 정책결정권이 로테르담시로부터 로테르담 항만공사로 전환됨에 따라 보다 신속한 의사결정이 가능해졌으며 정치적 영향력은 배제되고 상업성은 강화되었다는 평가다. 로테르담항만공사의 지분은 로테르담 시정부와 네덜란드 정부가 각각 70대 30으로 소유하고 있다. 이에 따라 시의회의 통제를 받지만, 독립채산제 형식으로 독자적인 회계를 운영하고 있다. 로테르담 항만의 부두시설 운영방식은 Land-lord(임대-관리)형태를 취하고 있으며 항만시설은 임대계약에 의해 민간기업이 독자적으로 운영하고 있다. 여전히 로테르담 시정부가 항만부지 소유권을 보유하고 있지만, 민간사업자가 항만 부지를 임대하여 항만시설투자 및 운영이 가능하다.

〈그림 2-10〉 로테르담 항만운영 및 부두개발 주체 변화



자료: 중앙과 지방간 항만관리 역할 분담연구(2016)을 바탕으로 저자 작성

제4절 우리나라 무역항 부두분류체계 문제점 분석

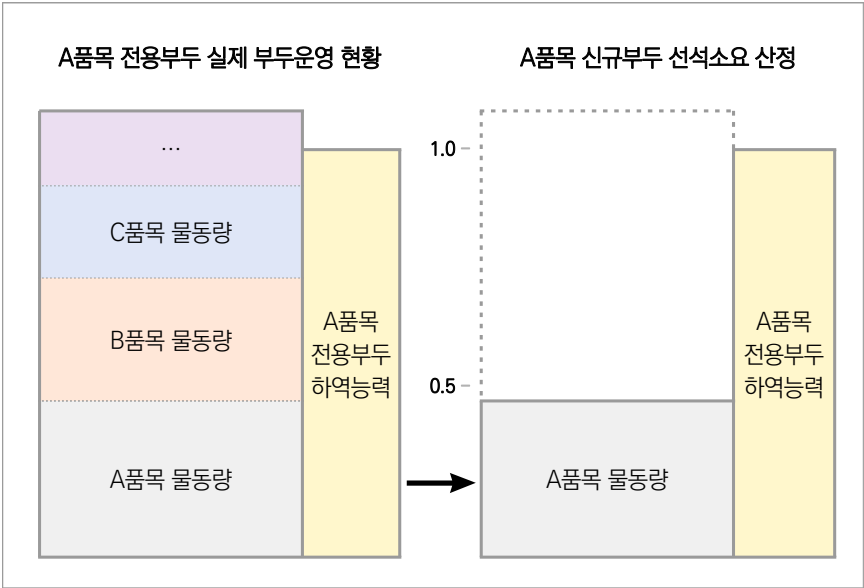
1. 항만 및 부두 신규 건설에 미치는 영향 및 문제점

우리나라 항만과 부두의 개발은 물동량과 연계된 항만개발제도(트리거룰, '08년 도입)에 의해 추진되고 있다. 제한된 재정여건 하에서 효율적인 항만시설 공급을 위해 도입된 트리거룰(Trigger Rule, TR)은 10년마다 수립되는 전국항만 기본계획을 지속적으로 추진하면서 개별사업의 세부 일정과 규모를 조율하는 데 활용되고 있다. 트리거룰은 기존 항만기본계획에서 전망한 목표연도의 항만물동량 예측치가 항만물류여건의 변화에 따라 증가하거나 감소하면 부두의 착수 시기 및 투입 예산 규모를 조정하는 역할을 하고 있다. 즉 트리거룰이 우리나라 항만시설 확보율의 적정선을 유지시켜 주고 있다고 할 수 있다.

이러한 트리거룰을 통해 신규부두 개발선석소요를 산정할 때 반영되는 항만물동량은 해당 전용부두에서 처리되도록 지정된 품목의 장래물동량이다. 이와 같은 신규 부두(선석)소요산정 기준 하에서 현재 무역항 부두분류체계는 항만의 실제운영현황을 개발수요에 정확하게 반영하는 것을 저해하는 요인으로 작용할 수 있다. 위와 같이 판단한 근거는 실제 항만의 많은 부두들에서는 그림 <2-10>과 같이 지정된 품목 외에도 다양한 품목들이 혼재 처리되고 있기 때문이다. 부두의 혼재처리가 다수 발생하는 이유는 우리나라 무역항이 각 항만이 위치한 지역의 제조업 등 유관 산업을 지원하기 위해 건설되었고 항만 배후의 국가산업단지 입주기업들의 수요에 맞게 화물들이 수출입 되고 있기 때문이다. 이로 인해 항만에서 실제로 부두의 하역능력을 상회하는 물동량이 처리되어 매우 혼잡하고 체선이 발생하는 등 부두의 효율성이 떨어져 신규부두 건설의 필요성이 발생하더라도 신규부두 개발소요

산정시에는 당초 지정된 품목 외 처리되고 있는 물동량은 반영될 수 없다 (〈그림 2-10〉참조). 정확한 항만시설 공급 규모를 산정하기 위해서는 비록 지정된 품목은 아니지만 부두에서 지속적으로 그룹화 되어 처리되고 있는 품목들의 현황을 부두분류체계에 반영하여 실질화 시킬 필요가 있다. 트리거룰에 따르면 항만물동량이 부두 하역능력의 50%를 초과하면(트리거 포인트, TP=0.5) 신규부두가 1선석 산정되는데 현행 무역항의 부두분류체계 하에서는 〈그림 2-11〉과 같이 개발선석소요 결과가 항만의 실제상황을 왜곡시킬 수 있다.

〈그림 2-11〉 전용부두 실제 운영현황과 선석소요 산정 간 차이

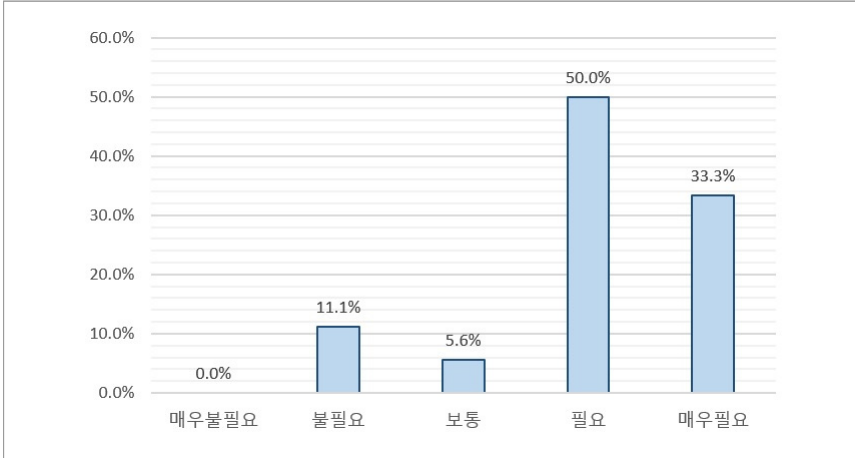


자료: 저자 작성

2. 항만 및 부두 운영에 미치는 영향 및 문제점

현재 무역항의 부두분류체계는 신규부두 개발뿐 아니라 항만 내 유휴부두시설의 기능을 변경하여 항만시설을 확보하고자 할 때도 동일하게 저해 요인으로 작용되고 있다. 신규부두의 경우 착수 후 완공 까지 최소한 3년이 소요되지만 부두기능 변경은 추가재원 투입과 시간 소요 없이 수요가 있는 항만시설을 단기간 내 확보할 수 있는 효율적인 방법이다. 하지만 부두기능 변경 승인과정에도 해당 전용부두의 물동량만 반영되기 때문에 다수의 항만에서 신속한 부두기능변경이 원활치 않아 탄력적인 항만운영에 제약이 발생하고 있다. 현행 부두분류체계로 인해 실제로 항만에서 발생하는 다양한 문제점과 항만이용자들이 느끼는 애로사항을 면밀하게 분석하기 위해 항만관리자(항만공사, 지방해양수산청)와 항만이용자(물류협회, 운영사)를 대상으로 전문가자문을 실시한 결과는 다음 <그림 2-11>과 같다. 우선 18개 기관의 전문가들 중 83.3%는 현재 무역항 부두분류체계의 개선이 필요하다는 의견을 피력하였다. 항만운영의 전문가들 중 부두분류체계 개편이 불필요하다고 생각한 전문가(11.1%)들도 부두분류체계 개편을 반대하는 것이 아니라 이미 상당수의 부두에서 지정된 품목 외에 다양한 품목들이 혼재 처리되고 있기 때문에 부두분류체계의 개편의 효용성이 크지 않을 것이라고 예상하였다.

〈그림 2-12〉 무역항 부두분류체계 개선에 대한 항만운영 전문가 의견



자료: 저자 작성

항만운영 관련 전문가를 대상으로 실시한 자문을 통해 지적된 항만운영상의 애로사항 중 공통점은 현행 부두분류체계는 항만 배후 산업단지에 입주한 기업들 즉 항만수요자들의 요구와 항만물류여건 변화에 능동적으로 대처할 수 없다는 점이었다. 대외여건 변화로 부두에서 처리되는 물동량의 종류와 양은 변화되었는데 부두분류체계는 변화하지 않고 있다는 지적이다. 예를 들어 마산항에서는 그간 배후 국가산단의 입주기업들이 생산하는 기계류, 플랜트와 같은 철재·기계 물동량을 주로 처리해왔으나 마산지역 대형 플랜트 생산 기업은 인건비 등 경비절감을 위해 베트남으로 이전하게 되었다. 이에 따라 부두에서 취급가능 품목으로 지정받은 철재물동량이 감소하였지만 여전히 타 품목 취급에 제한을 받고 있다. 현재 무역항의 부두분류체계는 건설위주의 산업이 부흥했던 시기에 수요가 많은 부두(시멘트, 모래, 철재, 고철, 목재 등)들이 중심인 체계라는 지적 또한 있었다. 실제로 항만에서는 원목의 수입은 급감하고 석탄부두는 폐쇄예정이거나 계획된 부두의 개발이 지연되고 있는데도 현행 부두분류체계를 통해서는 선제적이고 적극적인 대응이 쉽지 않다.

또한 다수의 향만운영 전문가들은 부두분류체계 관련 용어와 적용기준의 모호함으로 인해 다수의 민원과 불필요한 향만내 경쟁이 야기되고 있다고 지적하였다. 향만기본계획에도 부두분류 및 취급품목에 대한 명확한 기준이 없어 실제로 향만현장에서 많은 민원이 발생하고 있다. 좀 더 구체적으로 설명하면 잡화 품목은 16개의 세부 품목으로 구성되어 있기 때문에 잡화부두 취급품목에 대해서 다양한 문의와 민원이 발생하는데 이를 향만관리자들이 검토하고 판단해줄 기준이 부재하여 많은 어려움을 겪고 있다. 또한 기존 무역항 부두분류체계에는 없지만 실제 향만현장에는 존재하는 ‘다목적부두’ ‘일반부두’ 등의 취급품목에 대한 문의 및 민원이 발생할 경우에도 용어를 명확히 하고 취급품목의 적정성을 판단할 기준이 없다. 향만기본계획에도 부두분류의 명확한 기준이 없어 부두간 분쟁이 야기되는 경우에도 신속한 중재 및 해결이 용이하지 않다.

이처럼 현재 무역항에 적용되고 있는 부두분류체계는 부두기능을 지정하고 지정된 품목만 처리하도록 유도하여 품목별 향만육성을 도모하였지만 동시에 다양한 문제점들도 야기하고 있다. 이에 HS-Code 분류상 편의에 따라 기계적으로 분류된 현행 전국 무역항 부두분류체계를 전용 품목들간 고유 특성과 물류구조에 따라 그룹화 되어 처리되고 있는 향만실제 운영현황을 고려하여 개선할 필요성이 대두되고 있다.

03

전국 항만별·부두별 전용률 분석

제1절 주요 항만의 부두별 전용률 분석

1. 부산항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

부산항에서 처리된 벌크 화물의 종류는 13개 품목 중(항만 부두 품목분류 기준), 석탄을 제외한 12개이다. 반면, 전용부두를 갖춘 품목은 7개이며 그 중 복수의 전용화물을 취급하는 부두를 제외하면 4개 품목에 대한 전용부두가 운영 중에 있다. 전용부두가 없는 철광석, 기타광석, 목재 등 6개 품목의 물동량은 전체 부산항 벌크 물동량의 4.5%를 차지하는 등 그 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

부산항은 부두의 위치에 따라 크게 북항, 감천항, 신항으로 구분되며 북항의 재래식 부두는 북항 재개발이 진행되면서 친수공간으로 개발되고 있어 대부분 부두 기능을 상실했다. 현재 벌크화물은 주로 북항의 여객부두 및 5~8부두, 감천항에서 주로 처리된다.

감천항 배후에는 다수의 냉동창고가 위치하고 있어 부산지역 원양어선의

유통기지로 활용되고 있다. 원양어선은 조업을 마치고 냉동운반선과 함께 감천항을 통해 수산물을 수송하고 있어 어패류·갑각류 등의 잡화 화물 비중이 크다. 또한 인근에 철강업체가 위치하고 있어 철재부두 전용률이 높은 편이다.

〈표 3-1〉 부산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두	전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
			1위	2위	3위
1	양곡	98.4	1,298	양곡	유류
				1,277(98.4)	15(1.2)
2	철재	88.7	2,829	잡화	목재
				2,508(88.7)	32(1.1)
3	잡화	43.0	3,444	철재	유류
				1,479(43)	512(14.9)
4	모래	10.8	2,025	유류	화학공업생산물
				1,783(88.1)	242(11.9)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

부산항에서 처리되는 화물 중, 양곡물동량은 북항 5부두에서 전용하역기를 이용하여 하역되고 있으며 배후에 사일로가 위치하여 평균 약 96%대 높은 전용률을 나타내고 있다. 철재의 경우, 감천항의 중앙부두, 2부두, 북항 연합부두의 전용률이 평균 81.8% 수준으로 높게 나타났다. 다만 잡화부두의 경우에는 부두별로 전용률의 차이가 크게 나타났다. 감천항 1부두와 5부두는 각각 91.6%, 94.1%로 높은 수준의 전용률을 보였으나, 감천항 6부두와 7부두는 20.3%와 20.0%를 기록하는 등 20% 수준을 보였다. 북항 8부두의 경우, 2017년 이후 전용률이 2~3% 대에 머무르고 있으며 철재

등 타 화물의 비중이 절대적으로 높은 것으로 분석되었다. 부산항의 모래 부두는 북항에 위치한 동명부두 1개가 운영 중에 있으며 유류 물동량을 88.1%를 처리하는 등 모래 부두로서의 역할을 제대로 수행하지 못하는 것으로 나타났다.

〈표 3-2〉 부산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	양곡	93.2	98.1	96.8	96.6	98.4
2	철재	80.6	82.7	76.1	81.0	88.7
3	잡화	44.1	41.8	42.5	45.3	43.0
4	모래	27.1	12.2	8.7	0.0	10.8

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

부산항은 물동량 실적 기준으로 국내 1위 항만이며, 세계 7위의 컨테이너 처리 항만이다. 하지만 권역 내에 지역 산업에 특화된 울산항 및 마산항을 비롯한 다수의 무역항이 위치하고 있어 벌크 물동량은 총 물동량 대비 많지 않은 편이다. 또한 지역 산업 및 수요를 지원하는 철재, 시멘트, 양곡, 모래, 자동차 등 대부분의 품목은 전용부두를 갖추고 있다. 다만, 감천항은 하역인력이 직접 투입되어 수산물을 하역하는 등 노동집약적인 하역 특성을 보이고 있으며, 항만의 보안 문제로 철재를 주로 하역하는 부두와의 유연한 부두 운영을 하는 것은 현실적인 제약이 존재한다.

2. 광양항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 광양항에서 처리된 벌크 화물의 종류는 13개 품목 중, 양곡을 제외한 12개이다. 이중 10개 품목은 전용부두에서 처리되고 있지만 목재와 화학공업생산품은 전용부두의 부재로 잡화부두, 유류부두 등에서 혼재 처리되고 있다. 부산과 유사하게 전용부두가 없는 3개 품목의 물동량은 전체 광양항 벌크 물동량의 3.6%로 낮은 비중인 것으로 분석되었다.

광양항은 부두의 위치에 따라 크게 광양지구와 여천지구로 구분된다. 또한 광양제철소 전용부두, 다수의 석유화학업체 등 장치산업 중심의 기업자가 부두 및 돌핀이 많이 운영되고 있다.

광양제철소 전용부두는 부두상황 및 하역기 활용 여부에 따라 기업이 자체적으로 유연하게 사용하고 있다. 유류부두는 전용 하역기인 로딩암 등이 설치되어 있으며 화물 종류에 따라 복수의 파이프라인을 설치하여 각종 화학제품(화학공업생산품으로 분류), 바이오 오일류(잡화로 분류) 등을 함께 처리하고 있다.

〈표 3-3〉 광양항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	시멘트부두	55.3	3,439	시멘트	잡화	기타광석
				1,903(55.3)	855(24.9)	660(19.2)
2	모래부두	12.4	223	기타광석	모래	유류
				195(87.3)	28(12.4)	1(0.3)
3	석탄부두	34.7	2,874	기타광석	석탄	목재
				1,774(61.7)	996(34.7)	57(2.0)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
4	기타광석 부두	82.3	3,119	기타광석	화학공업생산물	유류
				2,568(82.3)	548(17.6)	3(0.1)
5	고철부두	30.6	1,397	철재	고철	기타광석
				898(64.3)	427(30.6)	65(4.7)
6	철재부두	96.6	14,499	철재	유류	기타광석
				14,005(96.6)	430(3.0)	28(0.2)
7	자동차부두	99.4	6,931	자동차	유류	컨테이너
				6,890(99.4)	40(0.6)	(0.0)
8	잡화부두	5.7	3,804	기타광석	철재	잡화
				2,337(61.4)	1,042(27.4)	219(5.7)
9	유류부두	99.5	107,001	유류	화학공업생산물	석탄
				106,442(99.5)	316(0.3)	148(0.1)
10	화학공업 생산물부두	73.8	5,564	화학공업생산물	유류	기타광석
				4,107(73.8)	1,393(25.0)	27(0.5)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

광양항의 철재와 자동차, 유류 전용부두는 타 전용부두 대비 전용률이 높은 편이다. 유류부두는 최근 5개년 평균 전용률이 99.4% 수준이며, 철재 부두도 97.4%의 전용률을 기록하였다. 자동차부두의 경우도 2017년 80.3%를 기록한 이후 2020년 99.4%로 100% 전용률에 근접한 수준을 보이고 있다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 광양항은 광양제철소 전용부두, 석유화학업체 등 장치산업 중심의 민간 소유 부두가 다수 운영되고 있다. LNG 부두는 포스코에너지(주), GS칼텍스 제품부두 및 원유부두는 GS칼텍스(주)에서 운영 중인 민간부두로서, 전용 하역장비 등을 이용하는 특성에 기인해 100%의 전용률을 보이는 것으로 분석된다.

〈표 3-4〉 광양항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	시멘트	80.6	76.3	62.9	60.3	55.3
2	모래	99.5	47.8	88.6	58.0	12.4
3	석탄	0.0	0.6	22.1	45.3	34.7
4	기타광석	82.1	77.1	79.1	91.9	82.3
5	고철	24.4	39.0	31.5	34.5	30.6
6	철재	97.8	97.2	97.9	97.7	96.6
7	자동차	84.8	80.3	98.4	99.5	99.4
8	잡화	3.8	1.7	1.3	4.0	5.7
9	유류	99.3	99.2	99.6	99.6	99.5
10	화학공업생산물	47.8	73.8	73.6	72.7	73.8

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

광양항은 권역내 제철산업 및 석유화학산업을 지원하는 국내 최대의 벌크항만이다. 광양항의 컨테이너 물동량은 큰 폭의 증가세를 보이지 않지만, 국가 기간산업을 지원하는 항만의 역할을 수행하고 있다. 항내에는 포스코가 운영하는 제철소 전용부두와 다수의 석유화학 기업들이 전용으로 사용하는 액체화물 전용 하역시설이 설치되어 있다.. 포스코 광양제철소는 국내 최대 규모의 제철소로서 전용부두에서 원료 및 연료로 사용되는 철광석, 기타광석, 고철, 석탄 등이 처리하고 있다. 여천지역 석유화학 단지에서는 유류(가스 포함) 및 화학공업생산품이 원료로 사용되고 제품화되어 출하된다. 따라서, 광양항은 대기업들이 사유하거나 전용으로 사용하는 부두들이 다수인 점을 부두분류체계 개편시 고려해야 한다.

제철소 내 부두의 경우, 관계사 외의 화주가 이용하기엔 제약사항이 많으며, 부두를 운영하는 기업이 기업의 운영 여건에 맞춰 부두를 운영하고 있다. 유류 하역시설(돌핀)의 경우에도, 대기업이 전용시설을 통해 대량으로 수입하여 탱크로 운송하여 저장하는 것이 일반적이기 때문에 타 품목 혹은 타 화주의 화물 혼재가 사실상 불가능하다는 특성을 부두 분류체계 개편 시 고려해야 한다.

3. 울산항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 울산항에서 처리된 벌크 화물의 종류는 13개 품목 중, 철광석을 제외한 12개이며, 철광석과 고철을 제외한 11개 품목은 전용부두항내 입지해 있다. 전용부두가 없는 2개 품목의 물동량은 전체 울산항 벌크 물동량의 0.1%로 그 비중이 매우 미미한 것으로 분석되었다.

울산항은 울산본항, 미포항, 온산항, 울산신항 네 가지 권역으로 구분된다. 울산항에는 현대자동차 수출부두와 현대미포조선 전용부두, 다수의 액체화학(화학공업생산물)부두가 있다.

시멘트, 석탄, 기타광석, 철재, 자동차 부두들의 전용률은 높은 반면 잡화와 목재부두와 화학공업생산물 부두는 각각 6.1%, 43.7%로 낮은 전용률을 보이고 있다. 광양항과 마찬가지로, 유류부두의 경우 전용 하역기인 로딩암 등이 설치되어 있으며 화물 종류에 따라 복수의 파이프라인을 설치하여 각종 화학제품(화학공업생산물로 분류) 등을 함께 처리하고 있다.

〈표 3-5〉 울산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	양곡부두	31.2	1,874	잡화 974(52.0)	양곡 584(31.2)	화학공업생산물 292(15.6)
2	시멘트부두	99.8	954	시멘트 952(99.8)	유류 1(0.1)	석탄 (0.0)
3	모래부두	100.0	229	모래 229(100.0)	- -(-)	- -(-)
4	석탄부두	88.2	1,634	석탄 1,441(88.2)	기타광석 131(8.0)	유류 42(2.6)
5	기타광석 부두	71.3	5,134	기타광석 3,663(71.3)	화학공업생산물 702(13.7)	유류 589(11.5)
6	목재부두	6.1	502	잡화 273(54.5)	철재 76(15.2)	유류 73(14.6)
7	철재부두	81.4	446	철재 363(81.4)	잡화 81(18.1)	유류 2(0.4)
8	자동차부두	99.5	9,130	자동차 9,080(99.5)	유류 47(0.5)	잡화 3(0.0)
9	잡화부두	26.7	4,336	잡화 1,157(26.7)	목재 982(22.6)	유류 612(14.1)
10	유류부두	94.5	116,480	유류 110,050(94.5)	화학공업생산물 5,819(5.0)	기타광석 602(0.5)
11	화학공업 생산물부두	43.8	22,816	유류 12,209(53.5)	화학공업생산물 9,998(43.8)	잡화 472(2.1)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

울산항에서 시멘트, 자동차, 유류부두의 전용률이 매우 높은 수준을 보이고 있다. 자동차부두는 현대자동차 울산공장 전면에 위치하여 전용으로 사용되고 있어 최근 5개년 평균 전용률이 99.3%에 이르고 있다. 또한, 유류부두의 동기간 전용률도 92.2% 수준이며, 특히 시멘트의 경우 99.9%로 전용률이 매우 높게 나타나고 있다.

반면, 목재화물의 경우 수요처인 펄프, 제지기업 인근 잡화부두에서 처리되는 등 혼재처리되는 경우가 많으며, 주요 목재 물동량은 목재칩류이다. 이 화물은 전용처리가 요구되는 원목류가 아니어서 울산항의 목재부두 전용률이 특이 낮게 나타나는 것으로 분석된다.

〈표 3-6〉 울산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	양곡	42.4	51.0	47.9	44.5	31.2
2	시멘트	100.0	100.0	99.9	99.6	99.8
3	모래	0.0	0.0	99.9	100.0	100.0
4	석탄	79.3	80.3	87.4	80.3	88.2
5	기타광석	67.6	66.0	67.2	66.7	71.3
6	목재	-	0.0	1.7	15.4	6.1
7	철재	81.3	59.4	83.5	82.1	81.4
8	자동차	99.2	99.8	99.0	99.1	99.5
9	잡화	25.7	28.8	26.4	28.8	26.7
10	유류	93.3	92.5	87.2	93.7	94.5
11	화학공업생산물부두	47.8	50.5	51.6	55.8	43.8

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

울산항은 국내 두 번째 규모의 벌크 항만이다. 울산항 본항에는 조선소가 위치해 있으며, 수출자동차 전용부두와 각종 액체화학 및 잡화부두 등이 위치해 있다. 미포항은 조선소부지 내에 위치하여 조선소 전용부두로 사용되고 있으며 온산항은 국가산업단지 인근에 위치하여 각종 산업을 지원하는 역할을 하고 있다. 현재 온산항에 연속하여 신항이 조성 중이며 액체화학 및 오일허브 등 액체화물 중심의 부두가 건설될 예정이다. 액체벌크 전용부두의 경우, 광양항과 마찬가지로 특정기업이 대량의 원료를 수입하고 정제된 제품을 수출하는데 사용하고 있다. 액체벌크 화물의 경우, 배후에 저장용 탱크를 갖추고 부두와 파이프라인을 연결하는 등 제반시설을 갖춘 기업들에 의해 발생하기 때문에 전용성이 매우 강하다는 특징을 지니고 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 유류와 화학공업생산품은 화물의 특성과 하역방식이 매우 유사한 한데 현행 부두분류체계는 두 품목의 전용부두를 각각 분화하였다. 실제 울산항 화학공업생산품 전용부두에서는 유류화물이 가장 많이 처리되고 있다. 이와 같은 화물처리 특성 및 물류구조를 부두분류체계 개편 시에 활용해야 한다.

4. 인천항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 인천항에서는 벌크 화물 13개 품목이 모두 처리되었다. 하지만 9개 품목만 전용부두를 갖추고 있어 철광석, 기타광석, 고철, 화학공업생산품 등 전용부두가 없는 화물들은 잡화부두 등에서 혼재 처리되었다. 전용부두에서 처리되지 못하는 품목의 물동량(4개)은 전체 인천항 벌크 물동량의 6.8%로 부산(4.5%), 광양(3.6%) 대비 그 비중이 높은 것으로 분석되었다.

인천항은 부두의 위치에 따라 내항, 북항, 남항, 신항 등으로 구분된다. 인천항에는 다수의 TOC부두와 공용부두가 운영되고 있으며, 내항 및 북항을 중심으로 혼재율이 높은 전용 부두들이 많다. 다양한 화주를 위한 공용부두로 개발, TOC로 운영되는 부두가 많아 잡화부두의 혼재처리율이 높으며 소형선 위주의 복잡한 내항의 재개발이 추진 중에 있다. 일반적으로 수출 자동차의 경우, 전용부두에서 혼재없이 처리되나 인천항 내항 3부두, 4부두 등에서 다양한 화물들이 중고차와 함께 처리되는 것이 특징이다.

〈표 3-7〉 인천항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두	전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
			1위	2위	3위
1 양곡부두	65.9	2,716	양곡	잡화	유류
			1,791(65.9)	915(33.7)	9(0.3)
2 시멘트부두	88.9	5,080	시멘트	기타광석	유류
			4,518(88.9)	561(11.1)	(0.0)
3 모래부두	94.5	7,110	모래	자동차	기타광석
			6,717(94.5)	197(2.8)	120(1.7)
4 석탄부두	96.3	13,913	석탄	기타광석	유류
			13,395(96.3)	444(3.2)	74(0.5)
5 목재부두	25.8	725	목재	철광석	철재
			187(25.8)	182(25.1)	144(19.9)
6 철재부두	5.0	1,599	고철	철재	기타광석
			1,504(94.1)	79(5.0)	7(0.5)
7 잡화부두	10.0	4,614	철재	목재	기타광석
			2,406(52.1)	910(19.7)	553(12.0)
8 유류부두	96.5	50,162	유류	화학공업생산물	기타광석
			48,401(96.5)	1,702(3.4)	49(0.1)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

인천항의 전용부두 중 석탄, 모래, 유류 부두의 전용률이 높은 수준을 보이고 있다. 석탄부두는 최근 5개년 평균 전용률이 95.6% 수준이며, 모래도 93.9%의 전용률을 기록하였다. 특히 유류부두의 경우는 5개년 평균 전용률이 97.5%에 육박하였다. 인천항의 전용부두들은 전반적으로 전용률이 70% 이상을 기록하는 등 높은 전용률 수준을 보이고 있다. 다만 양곡, 철재 및 잡화 부두의 경우 전용률이 점차 낮아지고 있는 것으로 분석된다.

〈표 3-8〉 인천항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	양곡	74.8	73.3	75.4	68.1	65.9
2	시멘트	87.2	87.5	85.6	87.0	88.9
3	모래	97.6	97.0	91.8	88.7	94.5
4	석탄	94.1	95.8	96.2	95.5	96.3
5	목재	24.0	27.2	25.5	17.6	25.8
6	철재	30.6	20.7	18.8	7.9	5.0
7	잡화	10.4	7.8	8.6	8.9	10.0
8	유류	99.4	99.1	96.6	96.1	96.5

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

인천항은 부산항에 이어 두 번째로 많은 컨테이너를 처리하고 있는 수도권 최대 항만이다. 인천항은 내항, 남항, 북항, 신항을 비롯하여 항계 밖에 위치한 영흥화력발전소 하역시설 등으로 구분된다. 신항에는 컨테이너부두 외에도 가스공사가 운영하는 LNG인수기지 등이 위치하고 있으며, 남항에는 시멘

트, 모래, 석탄, 컨테이너 등 주로 기업들이 자체적으로 운영하는 부두, 북한에는 액체화물과 잡화 등을 처리하는 부두가 있다. 갑문 내측에 위치한 내항에는 비교적 작은 규모의 부두가 다수 위치하고 있으며 10개 내외의 운영사가 TOC부두를 운영하고 있었으나, '18년 내항 10개 TOC를 통합한 인천내항부두운영(주)이 출범하였다. 내항의 경우 소형부두가 밀집해 있으며 다양한 화물이 혼재 처리되고 있는 이 같은 복잡한 특유의 항만 여건이 부두분류체계 개편시 고려될 필요가 있다.

5. 평택·당진항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 평택·당진항에서는 벌크 화물 13개 품목이 모두 처리되었다. 반면, 이 중 10개 품목의 전용부두를 보유하고 있으며 그 외 3개 품목의 화물들은 잡화부두 등에서 혼재 처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 평택·당진항 벌크 물동량의 2.1%로 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

평택·당진항은 부두의 위치와 행정구역에 따라 크게 평택지구, 당진지구로 구분되며, 동부두, 서부두, 송악부두, 고대부두 등 부두에 따른 화물 특성이 분명하다. 또한, 대부분의 부두 혹은 선석은 자사 사업, 혹은 계열사 사업 지원을 위한 자가부두로 이용되고 있는 것이 특징이다.

양곡부두는 HS코드상 잡화로 분류되는 사료·부원료의 물동량 때문에 전용률이 다소 낮게 보이는 측면이 있으며, 항내이동을 통해 현대제철소의 슬래그를 공급받는 시멘트 업체들의 물동량은 미신고 되어 시멘트 부두의 전용률은 낮게 나타나고 있다. 평택·당진항은 도와 도 경계에 위치하고 바

다를 사이에 두고 있기 때문에 같은 항만 구역 내에서도 부두별 접근 여건이 매우 상이하다. 게다가 대기업이 운영하는 자가부두가 많기 때문에 당진지역 중소기업체들이 이용 가능한 부두는 고대부두 7, 8번 선석으로 제한되기 때문에 해당 잡화부두는 혼재율이 높게 나타난다.

〈표 3-9〉 평택·당진항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	양곡부두	66.3	3,280	양곡	잡화	철재
				2,173(66.3)	1,030(31.4)	63(1.9)
2	시멘트부두	33.8	2,132	기타광석	시멘트	유류
				836(39.2)	721(33.8)	205(9.6)
3	모래부두	100.0	736	모래	-	-
				736(100.0)	-(-)	-(-)
4	석탄부두	54.3	5,234	석탄	기타광석	고철
				2,841(54.3)	1,378(26.3)	710(13.6)
5	철광석부두	72.1	51,297	철광석	석탄	기타광석
				36,986(72.1)	13,818(26.9)	352(0.7)
6	기타광석부두	40.9	5,209	철재	기타광석	유류
				2,849(54.7)	2,129(40.9)	201(3.9)
7	철재부두	96.5	6,613	철재	화학공업생산물	기타광석
				6,383(96.5)	78(1.2)	76(1.2)
8	자동차부두	99.3	14,007	자동차	잡화	유류
				13,906(99.3)	51(0.4)	50(0.4)
9	잡화부두	40.2	7,156	잡화	철재	기타광석
				2,878(40.2)	1,616(22.6)	822(11.5)
10	유류부두	99.0	24,019	유류	화학공업생산물	잡화
				23,771(99.0)	172(0.7)	76(0.3)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

평택·당진항의 모래, 철재, 자동차, 유류 부두의 전용률이 95%를 상회하는 등 높은 수준을 보이고 있다. 특히 모래부두는 최근 5개년 기간동안 '18년을 제외하고는 모두 100%의 전용률을 보였다. 이는 모래부두가 위치한 곳의 수심이 매우 낮아 조수 때를 이용해 바지선만 통항 가능하는 등의 운영 여건과 분진성 화물인 모래품목의 특성이 많이 반영되었기 때문이다. 그 외에 철재와 자동차, 유류 부두도 2020년 기준 각각 96.5%, 99.3%, 99.0%의 전용률을 기록하였다.

한편 시멘트, 기타광석, 잡화 부두들은 50% 미만의 전용률을 보였으며, 특히 시멘트 부두의 전용률은 33.8%로 평택·당진항 내 전용부두 중 가장 낮은 전용률을 보였다.

〈표 3-10〉 평택·당진항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	양곡	62.8	72.8	80.0	71.0	66.3
2	시멘트	21.7	28.9	27.0	35.1	33.8
3	모래	100.0	100.0	97.7	100.0	100.0
4	석탄	52.9	45.8	42.4	54.1	54.3
5	철광석	74.8	74.7	74.6	75.7	72.1
6	기타광석	35.5	41.6	26.8	43.3	40.9
7	철재	98.4	96.9	93.6	94.1	96.5
8	자동차	98.7	99.5	99.5	99.0	99.3
9	잡화	33.0	30.7	37.9	38.9	40.2
10	유류	99.3	99.2	99.3	99.0	99.0

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

평택·당진항은 국내 5대 항만 중 가장 최근에 건설된 항만으로서 동부두, 서부두, 송악부두, 고대부두 등으로 구분된다. 국내 최대 규모의 자동차 전용부두를 갖추고 있으며, 인근에 제철소, 가스공사 LNG인수기지 등 기업 전용시설이 상당히 많이 위치하고 있다. 특히 당진지역은 현대제철이 전용운영하는 송악부두, 동부제철과 동국제강이 사용하는 고대부두가 있어 일반 화주들이 이용할 수 있는 부두는 고대부두 잡화 2개 선석에 불과하다. 평택의 경우에도 철재부두는 포스코가 운영하는 부두이므로 중소기업 철재 물동량은 동부두 TOC 잡화부두에서 처리할 수 밖에 없는 상황이다. 서부두 잡화부두는 분진화물이 중점 처리되고, 주로 인접한 양곡과 비슷한 종류인 사료 및 부원료 등을 처리하고 있다. 이에 잡화부두의 낮은 전용률을 상세 분석할 경우 이 같은 특징을 고려할 필요가 있다.

평택·당진항에 위치한 시멘트부두는 시멘트의 지역 유통을 위한 시설로서 동해안권 시멘트가 반입되어 육상운송된다. 반입되는 포틀랜드 시멘트와 제철소 등에서 나온 슬래그를 혼합하여 슬래그시멘트를 만들게 되는데 시멘트부두에서 슬래그(기타광석)가 반입되면서 시멘트 물동량보다 기타광석 물동량이 더 많아지는 특징을 보이게 되었다.

송악부두의 경우, 현대제철이 다수의 선석으로 구성된 부두 전체를 전용으로 사용하고 있으며 화물과 부두운영 여건에 맞추어 유연하게 사용하고 있어 사실상 품목별 전용률 산정의 의미는 떨어진다고 볼 수 있다.

6. 대산항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 대산항에서 처리된 벌크 화물의 종류는 13개 품목 중 양곡, 시멘트, 모래, 철광석, 자동차 등 5개 품목을 제외한 9개 품목이 처리되었다. 하지만 이 중 4개 품목만 전용부두를 갖추고 있어 철재, 기타광석 등 전용부두가 없는 화물들은 타 품목 부두에서 혼재 처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 대산항 벌크 물동량의 0.8%로 낮은 비중인 것으로 분석되었다.

전용부두별 혼재율을 살펴보면, 잡화부두의 혼재처리율이 타 품목 대비 상대적으로 높으며, 석탄, 유류부두는 전용성이 강한 품목의 특징을 보이고 있다.

〈표 3-11〉 대산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두	전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
			1위	2위	3위
1 석탄부두	99.6	11,472	석탄	유류	-
			11,425(99.6)	47(0.4)	-(-)
2 잡화부두	4.3	1,530	컨테이너	기타광석	유류
			867(56.7)	402(26.3)	97(6.3)
3 유류부두	94.9	58,646	유류	화학공업생산물	기타광석
			55,626(94.9)	2,950(-)	64(-)
4 화학공업 생산품부두	28.0	11,848	유류	화학공업생산물	기타광석
			8,472(71.5)	3,319(28.0)	56(0.5)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

대산항의 전용부두 중 석탄, 유류 부두의 전용률이 높은 수준을 보이고 있다. 석탄부두는 최근 5개년 평균 전용률이 99.5% 수준으로 거의 100% 수준을 보이고 있으며, 유류도 94.2%의 전용률을 기록하였다. 다만, 잡화 부두의 경우 전용률이 10% 미만으로 낮은 전용률을 보이고 있는 것으로 분석된다. 잡화부두에서는 컨테이너를 비롯하여 기타광석, 유류 등 다양한 화물이 혼재처리되는 것으로 분석되며, 전용부두로서의 기능을 수행하지 못하는 것으로 판단된다.

〈표 3-12〉 대산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	석탄	99.5	99.2	99.6	99.5	99.6
2	잡화	1.3	5.6	8.2	15.8	4.3
3	유류	93.4	94.1	94.1	94.4	94.9
4	화학공업생산물	28.6	27.6	29.2	34.6	28.0

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

대산항은 현대오일뱅크(주), (주)씨텍, 한화토탈(주) 등 유화사의 항만시설을 중심으로 운영되고 있으며, 울산항, 광양항에 이어 액체화물 처리 물동량 3위의 항만이다. 최근 5년간의 대산항의 벌크 물동량은 약 9천만 톤을 상회하는 수준을 보이고 있으며 국가 기간산업을 지원하는 항만의 역할을 수행하고 있다.

대산항의 배후에는 대규모 석유화학단지가 위치해 있으며, 항계 밖 항만

시설로 당진화력발전소의 자가부두 3개 선석이 돌핀형태로 운영되고 있다. 유류 하역시설의 경우 대량으로 수입하여 탱크로 운송 및 저장하는 것이 일반적으로, 타 품목과의 혼재처리가 불가능하다는 특성이 있으며 신규 부두분류체계 개편시 이러한 특성의 고려가 필요할 것으로 판단된다.

7. 포항항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 포항항에서 처리된 벌크 화물의 종류는 13개 품목 중 양곡을 제외한 12개 품목이 처리되었다. 그러나 처리품목의 갯수에 비해 전용부두를 갖춘 품목은 철재, 잡화, 유류 등 3개 품목에 불과하다. 전용부두를 갖추지 못한 기타광석, 목재, 석탄 등의 화물은 잡화부두, 철재부두 등에서 혼재 처리되었으며, 특히 유류부두에서는 전량 자동차가 처리되어 전용부두로서의 기능을 전혀 수행하지 못하고 있다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 포항항 벌크 물동량의 80.2%로 다소 높은 비중을 차지하였다.

포항항은 구항과 신항, 영일만항으로 구분되어 있으며, 영일만항에는 기타광석, 시멘트, 모래 등 전용부두 건설 계획이 수립되어 있다. 또한 환동해 물류 거점 항만으로 육성하기 위한 비전을 가지고 있으며, 배후 제철산업 등 국가 기간산업을 지원하고 있다.

전용부두별 처리품목 및 비중을 살펴보면, 철재부두는 98.4%의 전용률을 기록하였으나, 일부 기타광석, 유류 등의 품목을 처리하였다. 잡화부두의 경우는 철재, 목재, 석탄 등 다양한 품목을 혼재처리하여 8.9% 수준의 낮은 전용률을 기록하였다.

〈표 3-13〉 포항항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	철재부두	98.4	6,224	철재	기타광석	유류
				6,122(98.4)	46(0.7)	34(0.5)
2	잡화부두	8.9	302	철재	목재	석탄
				117(38.6)	84(27.8)	47(15.4)
3	유류부두	0.0	61	자동차	-	-
				61(100.0)	-(-)	-(-)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

포항항의 철재부두는 최근 5년간 평균 97.8% 수준을 유지하는 등 혼재 비중이 낮은 수치를 나타내고 있다. 잡화부두의 경우는 2016년 기준 전용률이 10.7%를 기록한 이후 2017년 0.8%까지 급감했다가 2019년부터 다시 회복세를 보이고 있다. 그러나 2020년 기준 전용률이 8.9% 수준으로 혼재처리 비중이 높다고 할 수 있다. 유류부두의 경우는 전용률이 거의 전무한 수준으로 전용부두로서의 기능을 전혀 수행하지 못하고 있는 것으로 분석된다.

〈표 3-14〉 포항항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	철재	97.4	97.3	98.2	98.0	98.4
2	잡화	10.7	0.8	0.2	2.6	8.9
3	유류	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

포항항은 대구, 경북 일원의 관문항 역할을 담당하고 있으며, 포스코 등 배후 제철공단을 지원하고 있다. 포항항은 구항과 신항, 영일만항으로 구분되며, 구항은 모래, 유류 등을 취급하는 송도부두, 여객부두, 화물부두 및 동빈부두 등이 위치해 있다. 현재 구항 내 송도부두에서 처리하고 있는 시멘트, 모래 등은 항만재개발사업 추진시 영일만항으로 이전하려는 계획을 가지고 있다.

포항항의 전용부두 중 철재부두의 경우 포스코 등 철강회사들의 수출입 운송을 담당하고 있기 때문에 높은 전용률을 보이고 있는 반면, 잡화부두, 유류부두에서는 자동차, 컨테이너, 철재, 목재, 석탄 등 다양한 품목을 처리하고 있으며, 혼재율 또한 높은 수준을 보이고 있다. 이와 같은 화물처리 특성을 신규 부두분류체계 개편시에 고려해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

8. 마산항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 마산항에서는 석탄과 철광석을 제외한 벌크 화물 12개 품목이 처리되었다. 항만 전체를 통틀어 벌크부두 6종과 컨테이너 전용부두를 갖추고 있으며 가포부두가 복수의 전용화물을 처리하는 선석으로 구성되어 있다. 전용부두가 없는 7종의 화물 중 2종은 2020년 실적이 없었으며, 5개 품목의 물동량은 타 부두에서 혼재 처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 마산항 벌크 물동량의 1.7%로 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

마산항은 마창대교 내측에 마산만을 기준으로 동·서로 나뉘어 있으며, 서측에 2015년 개장한 가포부두가 위치해 있다. 그 외 불개항장으로 운영되던 LNG 인수기지(안정항)이 2019년 마산항의 항계밖 항만시설로 지정되었다. 마산항은 인근에 위치한 창원국가산업단지의 산업 특성으로 중장비와 기계류(잡화), 철재, 자동차 화물 등이 주로 처리되고 있으며 가스공사가 운영하는 LNG 인수기지의 물동량이 큰 비중을 차지하고 있다. 주력 화물인 철재, 잡화, 유류를 비롯하여 전용성이 강한 시멘트, 모래 등의 전용부두가 운영되고 있다.

〈표 3-15〉 마산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두	전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
			1위	2위	3위
1 시멘트부두	99.5	1,525	시멘트	모래	유류
			1,517(99.5)	5(0.3)	2(0.2)
2 모래부두	99.9	136	모래	유류	-
			136(99.9)	(0.1)	-(-)
3 철재부두	81.4	443	철재	잡화	유류
			360(81.4)	75(17.0)	5(1.1)
4 잡화부두	45.0	4,037	잡화	철재	자동차
			1,818(45.0)	980(24.3)	734(18.2)
5 유류부두	100.0	15,369	유류	철재	-
			15,369(100.0)	(0.0)	-(-)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

마산항의 유류부두, 모래부두, 시멘트부두는 최근 5년간 99% 이상의 전용률을 유지하는 등 혼재 비중이 매우 낮게 나타나고 있다. 철재부두의 경

우 2018년 69.3%로 감소하였다가 2020년 81.4%로 하는 등 3년간 증가하는 모습을 보였다. 반면 잡화부두의 경우 등락을 반복하는 등 추세를 보이지 않았으며, 2020년 45.0%를 기록하였다. 잡화부두에서 혼재 처리되는 품목으로는 철재와 자동차가 있다. 이는 잡화의 세부품목에 비철금속과 기계류가 포함되어 있으며 중장비 및 수출용 열차 등이 잡화부두에서 처리되었기 때문이다.

〈표 3-16〉 마산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	시멘트	99.9	99.5	99.9	99.6	99.5
2	모래	100.0	99.9	99.7	99.9	99.9
3	철재	76.2	66.7	69.3	78.4	81.4
4	잡화	37.8	47.8	47.3	41.1	45.0
5	유류	100.0	99.8	100.0	100.0	100.0

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

마산항은 경남권의 산업을 지원하는 항만으로 철재, 중장비, 기계류 등의 중량화물과 자동차 등이 주력화물이다. 최근 가스공사의 LNG 인수기지가 항만구역에 포함되면서 유류(가스 포함)가 주요 화물이 되었다. 마산항은 도심과 인접한 서항지구가 재개발되고 주거시설이 추가로 조성되면서 분진화물의 처리가 어려워지는 등 주변 환경이 변화하고 있다.

마산항에서 주로 처리되는 품목의 특성을 살펴보면, 철재와 잡화의 경우 ‘비철금속 및 그 제품’이 잡화로 분류되기 때문에 상당부분 혼재될 수 밖에 없다. 또한, 마산항의 경우 중장비와 운송장비 등을 생산·수출하고 있어 잡

화부두에서 자동차로 분류된 화물을 하역하게 되는데, 이 같은 여건도 고려되어야 한다. 서측에 위치한 가포부두의 경우, 컨테이너 물동량 유치에 어려움을 겪으면서 주로 자동차 물동량이 처리되고 있다.

9. 동해·묵호항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 동해·묵호항에서는 고철과 자동차를 제외한 벌크화물 11개 품목이 처리되었다. 동해·묵호항에는 시멘트, 석탄, 기타광석, 유류 등 4개 품목과 컨테이너 전용부두를 갖추고 있다. 전용부두가 없는 모래, 양곡, 철광석, 목재 등은 물동량이 많지 않아 타 부두에서 혼재처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 동해·묵호항 벌크 물동량의 3.6% 수준으로 분석되었다.

〈표 3-17〉 동해·묵호항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	시멘트부두	98.7	256	시멘트	기타광석	유류
				253(98.7)	3(1.2)	(0.0)
2	석탄부두	79.6	6,984	석탄	기타광석	유류
				5,556(79.6)	779(11.2)	239(3.4)
3	기타광석부두	84.2	3,342	기타광석	석탄	모래
				2,813(84.2)	323(9.7)	75(2.2)
4	유류부두	100.0	561	유류	-	-
				561(100.0)	-(-)	-(-)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외(최근 5년간 실적이 없는 잡화부두 제외)

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

동해·묵호항의 시멘트부두, 유류부두는 최근 5년간 95% 이상의 전용률을 유지하는 등 혼재 비중이 매우 낮게 나타나고 있다. 특히 유류부두의 경우는 100%의 전용률을 보이고 있다. 한편 석탄부두는 70% 초반 수준의 전용률을 보였으며, 기타광석부두는 80% 초반 수준의 전용률을 기록하였다. 석탄부두와 기타광석부두는 서로의 품목을 혼재 처리하기도 하며, 기타 광석부두에서 모래가 같이 처리되기도 하였다.

〈표 3-18〉 동해·묵호항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	시멘트	94.1	85.5	95.1	98.9	98.7
2	석탄	69.1	70.3	76.1	76.0	79.6
3	기타광석	86.9	86.3	87.6	79.1	84.2
4	유류	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외(최근 5년간 실적이 없는 잡화부두 제외)

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

동해·묵호항은 우리나라 시멘트, 유연탄과 석회석의 국내외 운송을 지원하는 항만으로, 북방교역 및 동북아 물류 거점항으로서의 역할을 담당하고 있다. 동해묵호항에서 주로 처리되는 품목의 특성을 살펴보면, 시멘트, 유연탄 등 분진화물이기 때문에 인근 주민들과의 갈등사례가 많다.

동해묵호항은 크게 동해지구와 묵호지구로 구분되며, 동해지구는 구항, 신항으로 구분된다. 항만기본계획에 따르면, 동해지구는 신항 개발을 통해 산업원자재 등 화물처리 중심의 기능을 수행하며, 묵호지구는 항만재개발

사업 등 도시와 공존하는 여객 및 관광 중심의 기능을 담당할 계획이다. 현재 구항의 기타광석부두에서는 피더선을 통한 컨테이너 하역의 일부가 진행되고 있으며, 신항 내 계획된 잡화부두에서도 컨테이너 취급이 일부 이루어질 가능성이 있다. 따라서 동해·목호항의 경우 잡화부두에서 컨테이너를 비롯한 다수의 화물이 혼재처리될 수 있다는 점을 부두분류체계 개편 시 고려해야 할 것으로 판단된다.

10. 목포항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 목포항에서는 석탄과 철광석을 제외한 벌크 화물 11개 품목이 처리되었다. 반면, 대부분의 부두가 복수의 전용화물을 처리하는 선석으로 구성되어 있으며 항만 전체를 통틀어 벌크부두 7종과 컨테이너 전용부두를 갖추고 있다. 전용부두가 없는 6종의 화물 중 2종은 2020년 실적이 없었으며, 4개 품목은 타 부두에서 혼재 처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 목포항 벌크 물동량의 2.9%로 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

목포항은 구항에 속하는 용당부두, 대불부두 등과 함께 재개발이 진행되는 삼학부두가 있으며, 외측 고하도에 조성된 신항이 있다. 목포항은 부두에 따른 화물 특성이 분명하다. 대불부두는 인근에 위치한 대불국가산업단지 및 인근 현대삼호중공업의 영향으로 조선블록, 기계류 등이 수송되며, 용당부두에는 제주를 오가는 연안화물선으로 수송되는 소형컨테이너와 잡화류, 모래가 처리된다. 삼학부두는 재개발을 위해 석탄부두가 철수했으며, 현재는 용당부두와 함께 증가하는 연안화물 처리에 사용되고 있다. 외항화

물 처리를 위해 건설한 신항은 주로 자동차 수출 및 환적을 위해 사용되고 있으며, 신항 시멘트부두는 지역 수요를 위한 유통기지로 활용되고 있다.

〈표 3-19〉 목포항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	시멘트부두	69.8	949	시멘트	기타광석	모래
				662(69.8)	221(23.3)	30(3.2)
2	잡화부두	2.4	1,107	자동차	컨테이너	잡화
				998(90.2)	74(6.7)	26(2.4)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

목포항의 잡화부두는 자동차 화물이 90.2%로 가장 높게 나타나고 있으며, 이는 화물선의 종류와 수송 형태로 인해 나타나는 현상이다. 목포항 삼학부두 잡화선석에는 제주를 오가는 Ro-Ro화물선이 기항하고 있으며, 대부분의 화물이 화물차에 실려 선박을 통해 수송된다. 따라서 화물차에 실리는 화물의 종류에 관계 없이 다수의 화물이 자동차로 신고되고 있다. 컨테이너의 경우도 연안수송에 주로 사용되는 소형컨테이너가 집계되고 있다. 소형컨테이너는 ISO규격의 수출입 컨테이너와는 달리 컨테이너 크레인을 사용하지 못하며 제주 감귤 및 농산물의 연안운송에 많이 사용된다. 이 같은 수송의 특징을 고려하지 못할 때, 목포항의 잡화부두 전용률은 4% 미만으로 낮게 나오게 된다.

시멘트부두의 전용률은 약 70~80%정도를 유지하고 있으며 부두별로 볼 때, 신항시멘트부두의 전용률은 100%에 달한다. 다만, 시멘트업계의 특성

상 유관 품목의 수송이 빈번하여 혼재가 발생하게 된다. 일부 시멘트업체는 제철소 등으로부터 슬래그를 공급받아 슬래그시멘트를 생산·유통하고 있으며 유관업체인 레미콘업체, 골재업체 등과 연계되어 골재 등을 공급하고 있어 기타광석 및 모래와의 혼재가 발생하게 된다. 목포항의 경우에도 시멘트부두에서 주로 처리되는 비전용 품목으로 기타광석과 모래가 있다.

〈표 3-20〉 목포항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	시멘트	77.3	82.8	83.8	73.6	69.8
2	잡화	3.9	2.3	3.2	2.3	2.4

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

목포항은 서남권의 지역 산업 지원 향만의 역할을 하고 있으며, 구항과 신항으로 구분할 수 있다. 구항에 속하는 삼학부두는 도심과 밀접하여 해당부두 일원이 재개발을 통해 친수공간으로 전환될 예정이나 연안화물을 취급할 선석의 부족으로 아직까지 연안화물 일부를 처리하고 있다. 반면 외항화물 취급을 위해 건설된 신항은 수출입 물동량 부족으로 자동차를 제외한 화물의 취급이 미미한 상황이며, 재정부두의 기능이 수차례 변경된바 있다. 연안 및 수출입 화물과 부두의 불균형이 발생하고 있으며, 일부 부두를 제외하면 대부분의 부두가 공용 혹은 TOC부두로 운영되고 있다. 특히 산업단지를 배후에 둔 대불부두 5개 선석은 모두 TOC로 운영되고 있어 다양한 화주의 화물을 처리하고 있다. 다양한 품목을 처리하는 다수의 선석으로 구성된 부두가 많아 해당 부두들의 전용률을 상세하게 분석하는 것은 제한적이다.

시멘트의 경우, 유관산업(레미콘 및 골재 산업) 및 업계의 사업 범위를 고려할 때, 기타광석 및 모래와의 혼재는 필연적이다. 또한, 잡화의 경우에도 연안 Ro-Ro화물선이 기항하는 항만은 그 특징을 고려할 필요가 있다. Ro-Ro화물선에 실리는 자동화물(트럭에 적재한 채로 하역 및 수송 되는 화물)의 신고가 자동차로 된다는 점이 고려되어야 하며, 수출입 컨테이너와의 성격이 다른 소형컨테이너의 사용이 반영되어야 할 것이다. 이 같은 화물 및 수송의 특징을 고려하지 않는 전용률 혹은 혼재율이 정책결정에 반영된다면 결과를 왜곡할 것이다.

11. 군산항

1) 전용부두 보유 현황 및 물동량 추이

2020년 군산항에서는 벌크 화물 13개 품목 중 철광석을 제외하고 모두 처리되었다. 반면, 이 중 6개 품목의 전용부두를 보유하고 있으며 그 외 품목의 화물들은 잡화부두 등에서 혼재 처리되었다. 전용부두가 없어 타 부두에서 혼재 처리되는 물동량은 전체 군산항 벌크 물동량의 2.1%로 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

군산항은 전북지역의 물류거점항만으로서의 역할을 담당하고 있으며 다양한 벌크 화물을 처리하고 있으나 처리품목 대비 전용부두의 개수는 적은 편이다. 1·2·3부두는 디근자형으로 연결된 굴입식 부두로 주로 기타광석, 고철, 잡화, 등이 혼재 처리되고 있으며 4부두는 자동차 전용부두로 평균 92만 톤의 처리하고 있으며 국내 자동차 수출 전진기지로 운영되고 있다. 6부두에는 양곡 물동량 처리를 위한 전용 싸이로 4기가 위치하고 있어 전국 5대 주요 양곡 처리 항만이다.

〈표 3-21〉 군산항 전용부두별 처리품목 및 비중(2020)

단위: 천 톤, %

전용부두		전용률	물동량 계	물동량 및 처리비중		
				1위	2위	3위
1	양곡부두	0.0	343	목재	잡화	철재
				185(54.0)	150(43.9)	7(2.1)
2	모래부두	100.0	18	모래	-	-
				18(100.0)	-(-)	-(-)
3	석탄부두	100.0	2,590	석탄	유류	-
				2,589(100.0)	1(0.0)	-(-)
4	자동차부두	99.8	935	자동차	유류	잡화
				933(99.8)	1(0.1)	(0.1)
5	잡화부두	36.7	3,309	잡화	기타광석	목재
				1,215(36.7)	772(23.3)	496(15.0)
6	유류부두	99.2	1,115	유류	기타광석	-
				1,106(99.2)	9(0.8)	-(-)

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

2) 전용부두별 품목 전용률 추이

군산항의 모래, 석탄, 자동차 부두의 전용률은 99%를 상회하는 등 높은 수준을 보이고 있다. 특히 모래부두는 최근 5개년 기간동안 '19년을 제외하고는 모두 100%의 전용률을 보였다. 그 외에 석탄부두 역시 운영을 시작한 '17년 이후 100%에 가까운 전용률을 나타내고 있다. 군산항 석탄부두는 7부두 유연탄부두(대한통운), 군장에너지돌핀(군장에너지) 2개의 부두가 운영 중에 있으며 7부두의 경우 전북지역 발전소 물동량을 대부분 처리하고 있으며 군장에너지돌핀은 광양항에서 수입된 석탄물동량을 연안운송을 통해 처리하고 있다. 한편 양곡과 잡화부두는 40% 미만의 전용률을 나타냈다.

〈표 3-22〉 군산항 부두별 전용률 추이(2016~2020)

단위: %

전용부두		전용률				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	양곡	0.0	12.3	11.4	10.8	0.0
2	모래	100.0	100.0	100.0	-	100.0
3	석탄	-	100.0	99.9	99.9	100.0
4	자동차	99.9	99.9	99.9	100.0	99.8
5	잡화	43.5	30.3	32.1	30.9	36.7
6	유류	90.9	91.0	98.9	100.0	99.2

주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS) 내부자료, 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

군산항은 철광석을 제외하고 모든 벌크화물을 처리하고 있는 등 복합물류항만이다. 그러나 앞서 살펴본 것과 같이 처리 품목 대비 전용부두는 6개로 낮은 편이며 7부두 잡화부두 및 일부 돌핀부두 등을 제외하고는 TOC부두로 운영되고 있다. 전용부두가 없는 철재, 기타광석, 목재 등은 대부분 잡화부두에서 혼재처리하고 있고 있는 것으로 나타났다. 그러나 이는 군산항의 특징이기보다는 잡화부두 특징에 따라 전용률이 낮게 나타나고 있는 것으로 판단된다.

그 외 전용부두인 양곡부두의 전용률이 낮게 나타난 이유는 현재 군산항의 양곡 처리부두는 2개인데 전용부두는 1개로 제외된 6부두의 경우 컨테이너 터미널 운영사와 양곡 터미널 운영사가 복수 운영하면서 해당 전용부두별 전용률 추이 분석에서 제외되었다. 주요 군산항 양곡 처리부두인 6부두가 제외되면서 7부두 3번 선석이 양곡 전용부두로 산정되었다. 그러나 7부두 3번 선석의 경우 부두기능이 양곡으로 지정되어 있지만 양곡 처리물동량은 사실상 전무한 상태로 양곡 전용부두로서의 기능은 이미 오래전

에 상실한 것으로 보여 부두 기능의 변경이 필요한 부두이다. 양곡을 제외하면 석탄, 자동차, 유류 전용부두에서의 전용률이 99% 이상으로 높게 나타나고 있어 항만의 전용부두 전용률이 높은 편에 속한다고 볼 수 있다.

제2절 품목별 전용률 현황 분석

품목별 혼재에는 다양한 이유가 존재하기 때문에, 품목분류 및 전용부두 실효성 확인을 위해서는 항만 물동량이 품목별로 어떤 품목 전용부두에서 처리되고 있는지, 각 품목별 전용부두에서는 어떤 품목의 물동량이 처리되고 있는지 확인해 볼 필요가 있다.

부두의 품목 혼재 처리에는 다양한 이유가 있다. 일반화물선 한 항차에 복수 품목이 실려 오면서 같이 하역하는 경우, 사용 가능한 부두가 잡화부두 등의 한 종류로 구성될 경우, 부두운영사(TOC)가 복수 품목의 물동량을 수송하는 화주를 유치할 경우, 유사 혹은 동질의 품목이나 HS코드의 차이로 다른 품목으로 인식되는 경우 등이다.

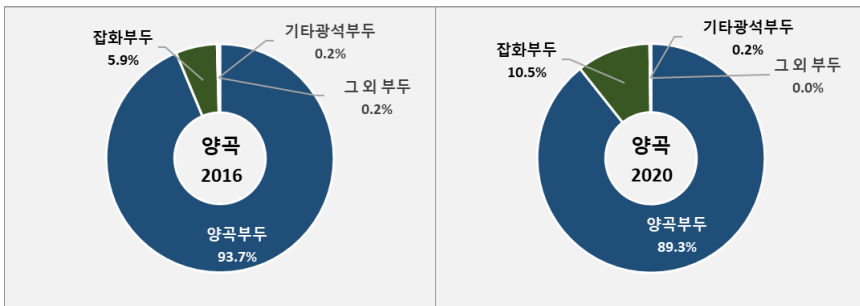
특정 품목을 주로 취급하는 자가부두, 전용 창고 및 보관시설을 갖춘 부두, 전용하역기(로딩암, CSU 등) 설치 부두(품목, 화주, 항만 특성에 따라 상이)의 경우, 일반적으로 전용률이 상승한다. 반면 일부 품목에 대한 전용 부두가 없는 항만, 소규모 화주가 이용 가능한 터미널이 적은 경우, 화물차 Ro-Ro 수송 등의 비중이 높은 항만의 경우, 전용률이 낮게 산정되는데 이 같은 경우 부두의 전용률은 현실과 상당한 괴리를 보인다.

1. 양곡부두

1) 전용부두별 양곡 물동량 처리실적 현황 분석

하역방식에 따라 차이가 있으나 대량의 양곡 하역을 하는 부두에는 별도의 전용하역기와 컨베이어를 갖춘 경우가 많이 있으며, 품목 특성상 보관을 위한 창고 혹은 사일로(silo)가 필요하다. 이 같은 특성으로 인해 양곡은 주로 양곡부두에서 처리되고 있으며 주로 양곡 전용 하역업체가 운영하고 있다. 그 외 산물선에 혼재되어 수송되는 소량의 양곡은 하역을 위한 특수한 하역장비가 필요하지 않아 주요 같이 혼재되어 선적된 수송품 하역시 일반 크레인 혹은 지게차 등으로 하역되고 있다.

〈그림 3-1〉 양곡 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

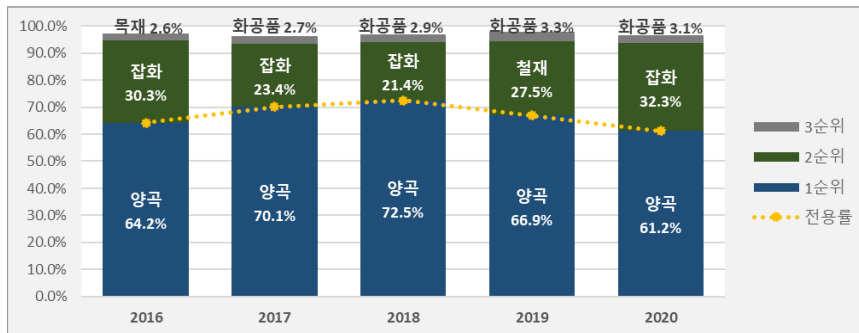
2) 양곡 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 항만부두 중 양곡 전용부두는 인천항 내항 7부두, 평택·당진항 서부두(8번, 9번 선석), 군산항 7부두, 부산항 북항 5부두, 울산항 본항 양곡부두 등 총 5개 항만에 입지해 있다. 2019년 기준, 양곡 전용부두의 처리

품목 및 비중을 살펴보면, 부산항이 98.4%로 가장 높은 전용률을 보였으며, 인천항과 평택·당진항과 울산항은 각각 65.9%와 66.3%로 약 65% 수준의 전용률을 보였다. 군산항의 경우 양곡 전용부두임에도 불구하고 목재와 잡화 화물이 다수 처리되고, 실제 양곡은 처리가 되고 있지 않아 전용부두로서의 기능을 수행하지 못하는 것으로 파악된다.

최근 5개년의 국내 양곡 전용부두의 전용률 추이는 부산항이 평균 96.6% 수준으로 가장 높은 전용률을 보이고 있다. 또한 인천항과 평택·당진항도 평균 70% 이상의 전용률을 보이고 있으나, 2018년 이후 다소 감소 추세를 보이고 있다. 한편, 울산항은 2017년 51.0%를 기록한 이후 전용률이 점차 감소하여 2020년 기준 31.2%까지 하락한 것으로 분석된다.

〈그림 3-2〉 양곡 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

양곡은 양곡부두에서 같이 처리되는 화물이라도 식용과 사료·부원료 간 HS코드 차이로 양곡과 잡화로 분리되어 집계되는 경우가 발생한다. 따라서 양곡부두에서 처리되는 잡화의 경우, 양곡과 비슷한 성격을 지닌 품목

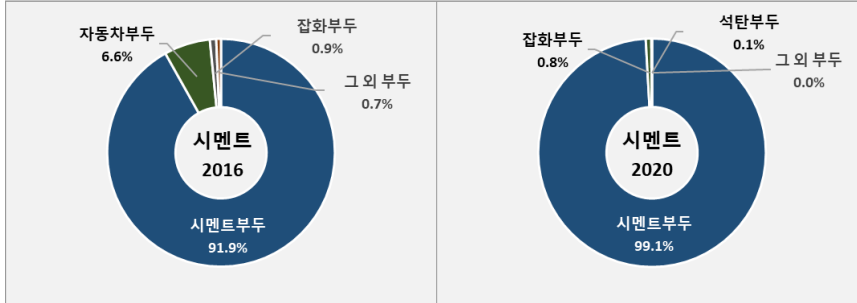
으로 간주하는 것이 적절하다. 실제로 대량의 양곡을 처리하는 부두에는 하역기와 사일로 등 전용시설이 설치되어 있으며 기업이 전용으로 운영하고 있다. 양곡부두에서 처리되는 물동량 파악을 위해서는 해당 사항을 고려해야 하는데, 이 같은 수정작업에는 한계가 존재하며 기존 HS코드를 기반으로 한 현행 전용부두 분류체계 개선시 화물의 처리 특성 및 유통구조를 현실적으로 반영하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

2. 시멘트부두

1) 전용부두별 시멘트 물동량 처리실적 현황 분석

시멘트는 토목·건설용 재료로 사용되고 있으며 국내 주요 시멘트 생산 회사는 강원지역에 집중 위치하고 있다. 이에 따라 강원지역의 항만인 동해·묵호항, 삼척항, 옥계항에서 시멘트 물동량이 많이 처리되고 있으며 대부분 시멘트 회사의 자가부두로 운영되고 있다. 시멘트 생산 공장에서 생산된 시멘트는 사일로에 보관 후 컨베이어벨트나 시멘트 트레일러(BCT)를 이용하여 인근 항만으로 이송된 후 각 지역 항만으로 연안 운송되고 있다. 각 지역항만으로 운송된 시멘트는 대량인 경우 돌핀을 통해 전용 보관시설인 사일로로 이동되며 일부 항만의 경우 실외 야적장에 보관 후 트럭 등을 통해 최종 수요처로 내륙운송 된다. 시멘트는 분진성 화물로 비산먼지 발생 억제를 위해 방진덮개 및 방진벽, 세류시설이 필요한 화물이다. 이러한 분진성 화물 특성 및 자가부두 운영 등으로 2020년 기준 시멘트 물동량의 99.1%가 시멘트 전용부두에서 처리되고 있다.

〈그림 3-3〉 시멘트 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중

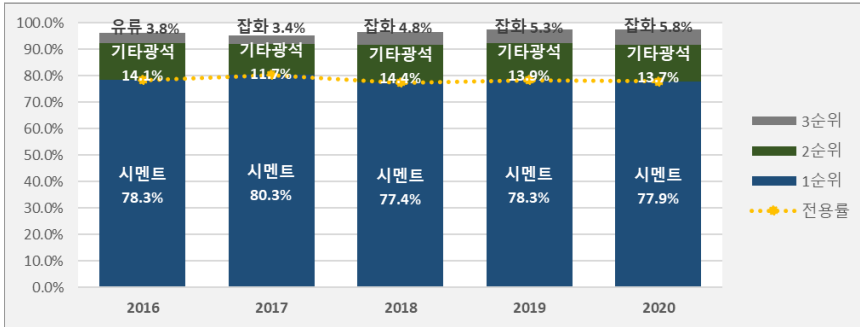


주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 시멘트 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 시멘트부두는 총 18개가 운영 중에 있으며 대표적으로 동해·묵호 항 3·4부두, 삼척항 3부두, 인천항 삼표시멘트 부두 등 총 9개 항만에 입지해 있다. 지난 5년간 시멘트 전용부두의 평균 전용률은 78.5%이며 매년 큰 변동 없이 70% 후반대를 유지하고 있는 것으로 나타났다. 시멘트 전용부두에서는 시멘트 외 기타광석 물동량이 평균 13.5% 처리되는 것으로 나타났다는데 이는 기타광석으로 분류되는 석회석 혹은 슬래그 등을 시멘트 클링커를 혼합하여 특수시멘트를 제조하기 때문에 해당 특수시멘트를 생산하는 회사가 위치한 부두에서 혼재 처리되고 있는 것으로 보인다.

〈그림 3-4〉 시멘트 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

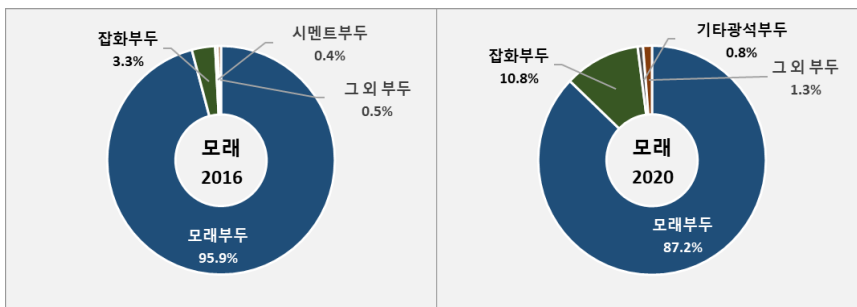
시멘트 전용부두는 시멘트를 직접 생산 및 유통하는 시멘트 회사가 자가로 운영하는 경우가 많으며 이러한 자가부두의 경우 대부분 돌핀부두 형태로 운영되고 있다. 또한 대량의 시멘트를 처리하는 항만의 경우에는 전용 저장 시설인 사일로가 입지해있으며 일부 항만의 경우 실외 야적을 하고 있는 것이 특징이다. 실외 야적을 하는 경우 비산먼지 발생 억제를 위해 다양한 방진시설 등을 필요로 한다. 이러한 화물 특징으로 인해 시멘트 부두의 전용률은 평균 70% 후반을 유지하고 있으며 시멘트 생산 특성으로 인해 석회석 및 슬래그 등이 혼재 처리되는 경우가 발생하고 있다. 이렇듯 대부분 돌핀부두 형태로 운영되는 점과 분진성 화물 특징을 고려하여 부두 개편 필요성을 분석할 필요가 있다.

3. 모래부두

1) 전용부두별 모래 물동량 처리실적 현황 분석

모래는 건설용 콘크리트 생산에 필수적인 재료로 대부분 사용되고 있으며 대부분 국내 항만에서 발생되는 모래 물동량은 서·남해 EEZ 혹은 항만 인근 해역에서 채취한 바닷모래가 대부분이다. 이렇게 채취한 바닷모래를 인근 항만으로 운송하여 선내에 탑재된 크레인으로 버킷을 조정하여 하역하는 방식이 대부분이나 최근에는 선내에 설치된 컨베이어벨트 등을 통한 하역 방식도 존재하고 있다. 하역된 모래는 세척기 등을 통해 모래, 자갈 등을 선별하고 로더 및 굴삭기 등으로 야적장으로 반출되어진다. 모래의 경우 대부분 실외 야적장에 보관되고 있으며 비산먼지 발생 억제를 위해 방진벽, 세륜시설 등을 설치하여 운영하고 있다. 이러한 분진성 화물 특성으로 인해 모래 물동량의 대부분은 모래 전용부두(87.2%)에서 처리되고 있는 것으로 나타났다. 그 외 모래 전용부두가 존재하지 않는 일부 항만의 잡화부두 등에서 혼재처리하고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 3-5〉 모래 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중

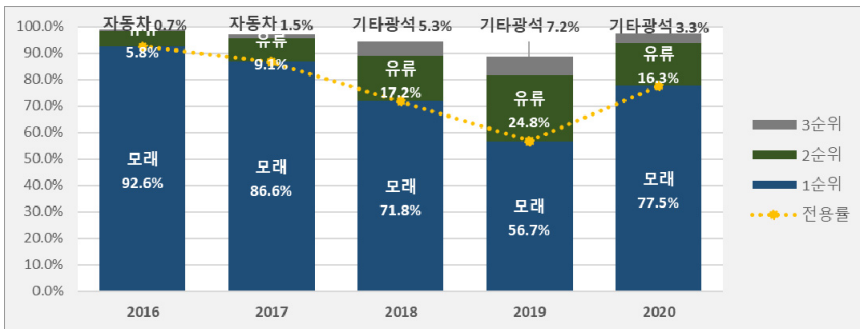


주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 모래 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 모래 전용부두는 총 25개가 운영 중에 있으며 대표적으로 인천남항 모래부두, 마산항 모래부두, 진해항 모래부두 등 총 10개 항만에 입지해있다. 모래 전용부두의 지난 5년간 평균 전용률은 77.0%를 나타냈으며 '18년 이전까지만 하더라도 평균 약 90%의 높은 전용률을 나타냈으나 이후 큰 하락세를 기록하다가 '20년 회복세를 나타내고 있다. 이러한 현상이 나타난 배경으로는 '18년 정부의 서·남해 EEZ 및 웅진군 골재채취 중단 조치가 시행되면서 전국적으로 모래 수급이 어렵게 되면서 물동량이 크게 감소했다. 모래 물동량 부족으로 일부 모래 전용부두에서 유류 및 기타광석 처리 비중이 높아지면서 전용률이 크게 하락했다. 이후 정부는 '19년 중반 서해 연안모래 및 남해EEZ 골재채취를 재개를 허가하면서 모래 물동량 증가와 함께 전용률 역시 상승하여 '20년 기준 77.5%를 기록했다.

〈그림 3-6〉 모래 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

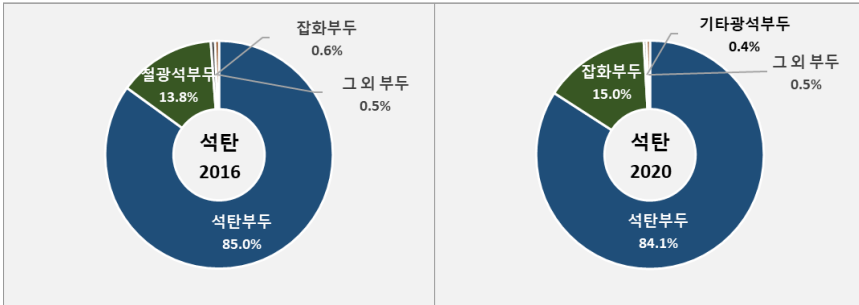
모래 전용부두의 경우 권역별 모래 수급 편이성을 위해 전국에 걸쳐 모래 전용부두가 운영 중에 있다. 크게 수도권 및 경기권(인천항, 평택·당진항 등), 호남권(군산항, 광양항, 목포항), 영남권(부산항, 마산항, 고현항, 진해항 등), 제주권(서귀포항) 등으로 구분되어 운영 중이다. 서해권역은 충남 태안반도, 인천 옹진국 및 선감도 인근, 서해EEZ에서 모래를 수급하고 있으며 영호남권역의 경우 대부분 남해EEZ에서 수급되어진다. 이렇듯 모래의 경우 권역별 모래 수급처가 다르고 정부의 골재채취정책 등에 따라 항만별 수급 변동이 높게 나타나며 이에 따라 전용률 역시 변동이 크게 나타나는 특징이 있다. 또한 모래의 경우 분진성 화물이기 때문에 비산먼지를 억제하기 위한 설비 설치와 필요한 점들을 고려하여 부두 개편을 검토할 필요성이 있다.

4. 석탄부두

1) 전용부두별 석탄 물동량 처리실적 현황 분석

석탄은 크게 발전용, 제철용, 시멘트 생산용으로 구분되어 사용되는데 발전용과 제철용 비중이 높은 편이다. 그래서 석탄 화력발전소가 위치한 항만인 보령항, 태안항, 인천항 및 제철소 입지 항만인 광양항, 포항항 등에서 석탄 물동량이 많이 처리되고 있으며 대부분 자가부두 운영을 통해 처리하고 있다. 이러한 특징으로 인해 2020년 기준, 석탄 물동량의 84.1%는 석탄부두에서 처리되고 있으며 그 외 석탄 전용부두가 존재하지 않는 일부 항만의 잡화부두 등에서 소량 혼재처리하고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 3-7〉 석탄 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



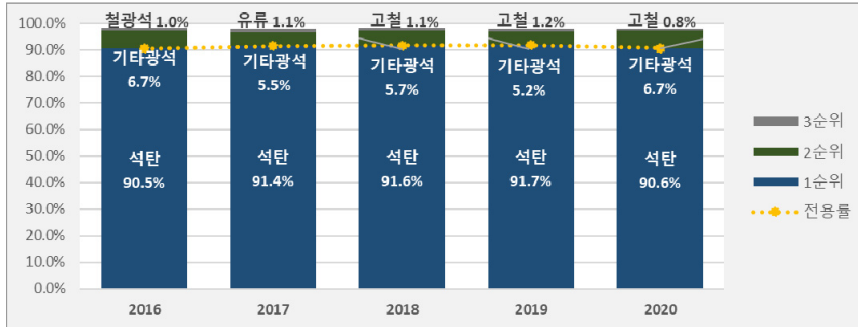
주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 석탄 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 석탄부두는 총 27개가 운영 중에 있으며 대표적으로 대산항 당진화력돌핀, 광양항 석탄부두, 동해·묵호항 석탄부두, 삼천포항 삼천포화력발전부두 등 총 12개 항만에 입지해 있다. 이중 대부분은 석탄 화력발전소 전용 부두 및 제철소 전용 부두로 운영되고 있으며 이러한 특징으로 인해 석탄 전용부두의 지난 5년간 평균 전용률은 91.1%로 매년 90% 이상 전용률을 나타내고 있다. 그 외 석탄화력발전소에서 사용되는 탈황용 석회석 등이 일부 처리되면서 기타광석 물동량이 평균 5.9% 처리되고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 3-8〉 석탄 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

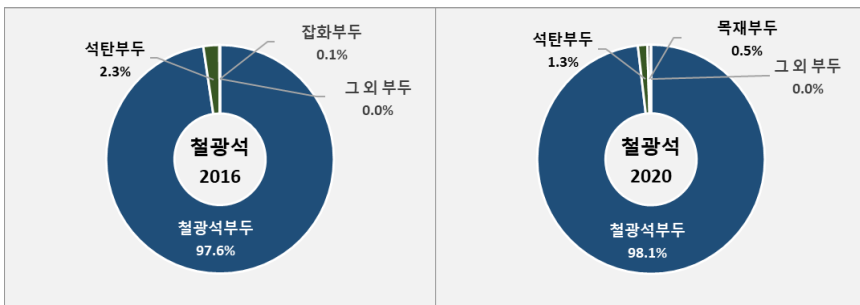
석탄의 경우 석탄 화력발전소가 배후에 위치한 항만에서 전용부두로 운영되거나 제철소가 위치한 항만에서 제철소 자가부두로 운영되기 때문에 높은 전용률을 나타낸다. 일반적으로 석탄 전용부두에서의 하역 프로세스를 살펴보면 대부분 선내에 포크레인, 패이로더 등의 장비를 투입하여 하역한 석탄을 컨테이너 벨트를 통해 야적장으로 이동하거나 최근에는 환경 이슈 등으로 인해 하역·이송·저장·운송 등 모든 과정을 밀폐식 하역 시스템을 이용하여 처리하는 경우도 많아 졌다. 이렇듯 같은 석탄부두라도 석탄의 사용 목적 및 항만에 따라 하역 시설의 차이를 나타내고 있기 때문에 해당 사항을 고려하여 전용률 분석을 진행할 필요가 있다.

5. 철광석부두

1) 전용부두별 철광석 물동량 처리실적 현황 분석

철광석은 대부분 철을 생산하는 원료로 사용되고 있으며 국내 항만에서는 일괄제철소가 위치한 광양항, 포항항, 평택·당진항에서 처리되고 있다. 평택·당진항의 현대제철의 경우 철광석의 분진 비산 및 오탁수 발생을 최소화하기 위해 밀폐형으로 건설한 친환경 원료저장 시설을 운영하고 있으며 철광석 역시 밀폐된 컨베이어벨트를 통해 해당 저장시설로 이동한다. 반면 포스코 제철소가 위치한 광양항과 포항항에서는 대부분 실외 야적장을 이용하고 있으며 방진망 및 덮개 설치 등을 통해 비산먼지 억제조치를 하고 있다. 이러한 철광석의 뚜렷한 수요처 및 분진성 화물 특징에 따라 2020년 기준 철광석 물동량의 98.1%가 철광석부두에서 처리되고 있으며 그 외 석탄 부두 및 목재 부두 등에서 소량 처리되고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 3-9〉 철광석 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



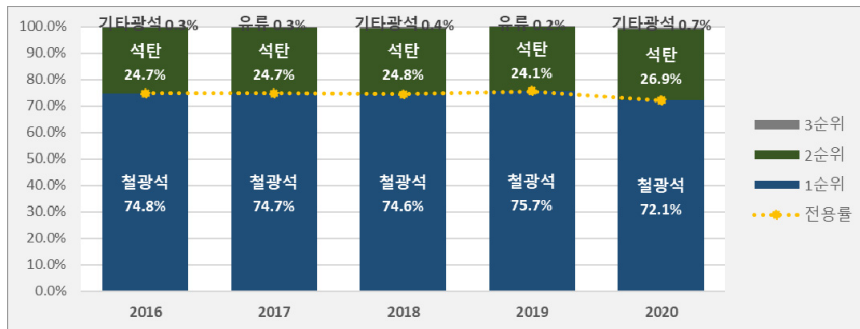
주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 철광석 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

복수의 전용화물이 취급되는 철광석 부두를 제외하면 국내 철광석부두는 총 6개가 운영 중에 있으며 모두 평택·당진항에 입지해 있다. 평택·당진항 철광석부두는 현대제철 고로에 활용되는 원료를 수입하기 위해 현대제철 전용으로 운영되고 있다. 철광석 전용부두의 지난 5년간 전용률 추이를 살펴보면 평균 74.4%로 높은 비중을 나타내고 있다. 철광석 전용부두에서는 철광석 외 제철소 부원료로 들어가는 석탄, 기타광석 등이 일부 처리되고 있는 것으로 나타났으며 그 중 석탄이 평균 25.1%를 차지하고 있다. 석탄 전용부두에서는 철광석 처리 실적이 거의 없는 반면 철광석 전용부두에서는 석탄이 두 번째로 많이 처리되고 있음을 알 수 있다. 이는 현재 철광석 전용부두가 제철소 전용부두로 활용되면서 제철용 석탄(원료탄)이 함께 수입되는 것에 기인한다.

〈그림 3-10〉 철광석 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

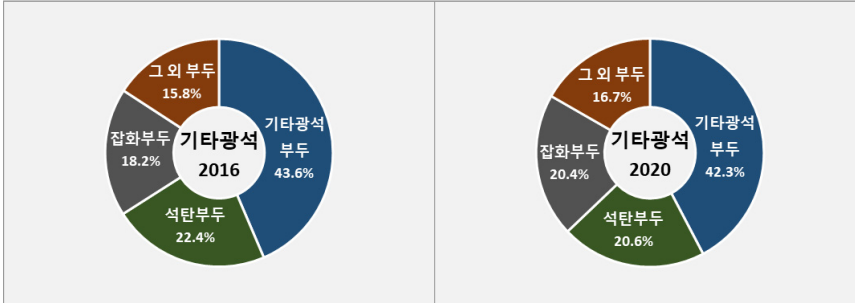
철광석은 주요 수요처인 제철소가 입지한 항만에서 대부분 처리되고 있으며 이러한 특성으로 인해 제철소 업체들의 자가부두에서 자체 처리되는 경우가 많다. 평택·당진항 철광석 전용부두와 마찬가지로 광양항 포스코의 경우 원료부두 운영을 통해 제철소에 필요한 철광석, 석탄, 기타광석을 자체적으로 처리하고 있으며 포항항 포스코 역시 신항 1부두를 운영하면서 철재, 철광석 등을 처리하고 있다. 이러한 특성으로 인해 철광석 전용부두 전용률이 평균 74.4%로 석탄 전용률인 91% 대비 낮은 것으로 나타나 이는 제철소용으로 운영되고 있는 철광석 부두의 특성상 주원료인 철광석과 부원료인 석탄, 기타광석 등이 혼재 처리될 수 밖에 없는 구조로 파악된다. 따라서 철광석 부두의 전용률을 분석하는 경우 자가부두 비중이 높은 화물인 점과 제철소 원료들의 혼재가 발생할 수 밖에 없는 구조 등을 고려할 필요가 있다.

6. 기타광석부두

1) 전용부두별 기타광석 물동량 처리실적 현황 분석

기타광석은 제철용, 시멘트용, 비철금속인 아연 및 합금철 등 생산용 등 다양한 부문에서 사용되고 있다. 다양한 수요처가 존재하는 만큼 기타광석 물동량은 전용부두 외에도 석탄 및 잡화부두 등에서 혼재 처리되는 경우가 많이 발생하고 있다. 2020년 기준, 기타광석 물동량의 42.3%는 전용부두인 기타광석부두에서 처리되었으며 20.6%는 석탄부두, 20.4%는 잡화부두에서 처리하고 있다.

〈그림 3-11〉 기타광석 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중

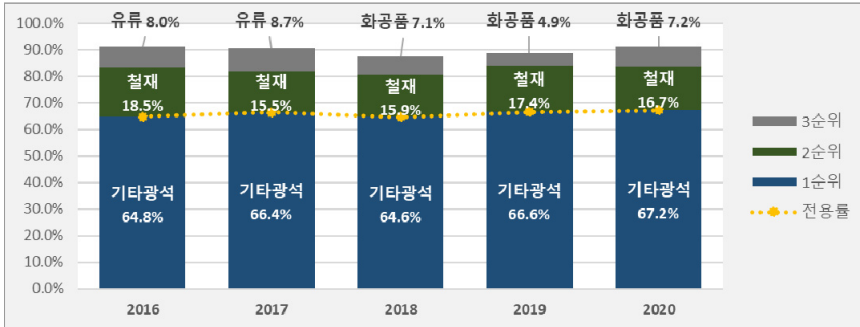


주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 기타광석 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 기타광석 전용부두는 총 14개이며 대표적인 부두로는 광양항 사포 2부두, 평택당진항 송악부두(1·2·8·10·11 선석), 울산 엘에스니꼬 신항부두 등 총 7개 항만에 입지해 있다. 지난 5년간 기타광석 전용부두의 전용률은 65.9%로 다른 광석화물인 석탄, 철광석 등에 비해 다소 낮은 전용률을 보이고 있다. 기타광석 전용부두에서는 기타광석 외에 철재 물동량이 지난 5년 평균 16.8%로 가장 많이 처리되고 있는 것으로 나타났으며 그 외 품목 비중은 미미한 수준을 나타내고 있다. 철재 물동량 처리비중이 높게 나타난 이유는 현대제철이 운영 중인 평택·당진항 송악부두 기타광석 전용부두에서 당사의 철재 물동량을 많이 처리하면서 비중이 높아진 것으로 보인다. 즉, 이는 전국의 기타광석 전용부두에서 철재 물동량이 많이 혼재 처리되고 있는 것이 아니라 평택·당진항 자가부두 운영에 따른 결과로 분석된다.

〈그림 3-12〉 기타광석 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

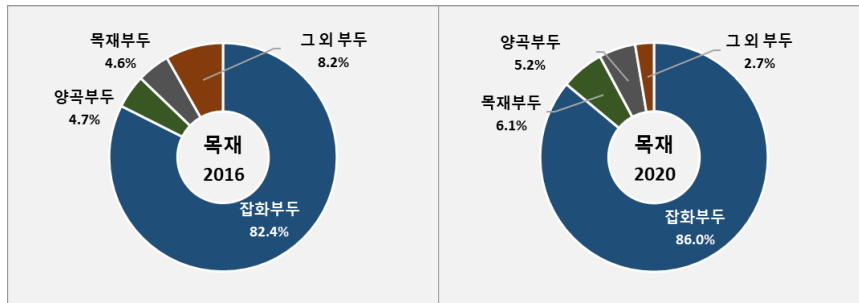
기타광석 물동량은 다양한 수요처에서 사용되는 만큼 물동량 기준으로는 전용부두 외 석탄 및 잡화부두에서도 많이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 석탄부두에서 많이 발생하는 이유는 석탄 화력발전소의 주원료인 석탄과 함께 석회석이 투입되거나 제철소 원료로 석탄 및 코코스 등이 사용되면서 비중이 높게 나타난 것으로 보인다. 반면, 기타광석 전용부두 기준에서 살펴본 전용률은 기타 광석류인 석탄과 철광석 대비 낮은 60%대 중반을 나타내고 있다. 그러나 이는 평택·당진항의 현대제철 자가부두인 송악부두에서 당사 화물인 철재 등과 혼재처리하면서 전국 기준 기타광석 부두의 전용률이 높아진 것으로 분석된다. 평택·당진항을 제외하면 2020년 기준 78.5%로 높아지게 된다. 이러한 기타광석 수요처에 따른 혼재 처리 실적 및 항만별 기타광석 전용부두 운영 상황 등을 고려한 부두개편이 검토가 필요할 것으로 보인다.

7. 목재부두

1) 전용부두별 목재 물동량 처리실적 현황 분석

주요 원목 수출국의 원목생산 금지 조치와 가공 목재 수출 장려로 목재 전용부두의 운영 필요성은 높지 않은 상황이다. 기존 원목 하역의 경우, 길고 무거운 장척화물의 특징 때문에 별도의 하역설비가 사용되기도 했으며, 타 잡화 품목 대비 보관 및 취급에 주의를 기울일 필요가 있었다. 다만 지속적으로 원목의 수입이 감소하고 있으며, 목재의 품목 특성상 목재를 대량으로 수입하는 업체가 없기 때문에 전용부두의 운영 필요성이 크지 않은 것이 현실이다. 실제로도 목재는 다양한 벌크화물이 취급되는 잡화부두 등에서 주로 처리되고 있으며, 2020년에도 목재 물동량의 88.7%가 잡화 전용부두에서 처리되었다.

〈그림 3-13〉 목재 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



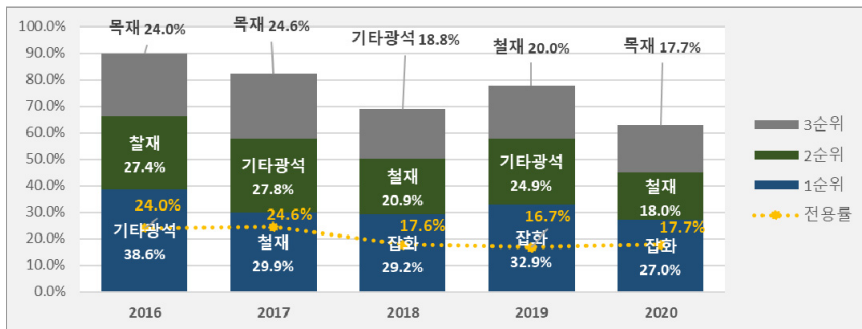
주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 목재 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

목재 전용부두는 인천항과 울산항에 위치해 있다. 목재는 품목 특성상 수입물동량이 지속적으로 감소하고 있으며, 수입되더라도 대량으로 취급되는 경우가 거의 없어 전용부두의 필요성이 낮은 것으로 분석되었다. 따라서 목재를 처리하는 전용부두도 적지만 해당 전용부두들의 목재 화물 처리비중이 17.7%에 불과하여 전용부두의 기능을 수행하지 못하는 것으로 판단된다.

상기의 내용에서 언급한 바와 같이 목재 품목은 전용성이 낮아 단독으로 처리되는 경우가 드물고 주로 잡화 품목과 혼재처리가 되는 실정이다. 최근 5개년의 전국 목재부두의 전용률 추이를 살펴보면, 평균 20.1%의 전용률을 보이고 있으며, 2016년 이후 지속적인 감소 추세를 보이고 있다. 특히 울산항의 경우 2020년 기준 6.1%의 전용률을 보여, 실제 잡화, 철재 등의 타 화물들이 대부분 처리되는 것으로 파악된다.

〈그림 3-14〉 목재 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 저작권

3) 특징 및 시사점

일부 원목 수입을 제외하고 목재는 대부분 가공되어 수입되고 있다. 원목을 가공할 경우, 원목이 지닌 품목과 하역 특성이 사라지게 되므로 사실상 전용부두의 의미는 크게 줄어든다. 다양한 종류의 가공 목재들이 컨테이너화되어 수입되고 있으며, 최근 5년간 급격하게 증가한 목재펠릿의 경우에도 벌크 비중이 감소하고 있다. 목재펠릿의 경우, 벌크로 수입할 경우 분진 발생으로 지역민원이 발생하기 때문에, 국내 반입 후 발전소에 운송 시 컨테이너에 적재하게 되므로 수입단계에서부터 컨테이너 통해 수입된다. 게다가 대부분 수입규모가 영세하고 수입업자들이 수입항만을 자주 변경하고 있어 신규 목재 부두 건설시 목재 화물 수입의 장기유치를 장담하기 어려운 상황이다. 이 같은 목재 산업 및 물류 동향과 추세를 고려할 경우, 목재 전용부두의 필요성은 점차 감소하고 있으며 잡화부두 등 일반부두에서 많이 처리되고 있는 현실을 반영할 필요가 있다.

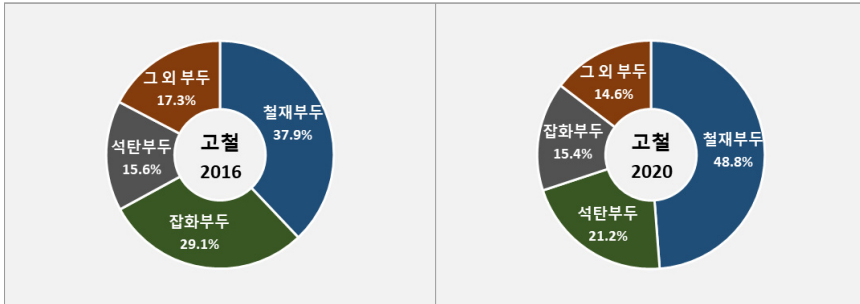
8. 고철부두

1) 전용부두별 고철 물동량 처리실적 현황 분석

고철은 주로 건설강재인 철재를 생산하는 전기로의 주요 원료로 사용된다. 국내 고철은 국내 자급률이 80% 내외를 기록하고 있으며 20%는 수입을 통해 조달하고 있다. 수입 물동량의 경우 전기로를 운영하는 현대제철, 동국제강, 세아베스틸 등이 위치한 인천항, 평택·당진항 포항항에서 대부분 발생하고 있으며 자가 발생량은 대부분 육상 운송을 통해 이동된다. 최근 국내 고철 자급률이 높아지고 있는 추세임에 따라 고철은 전용부두의 필요성이 높은 품목은 아니다. 2020년 기준 전국 고철 물동량의 48.8%는 철재부두에서 처리되고 있으며 그 외 석탄부두 21.2%, 잡화부두 15.4% 비

중으로 처리되고 있으며 고철 전용부두에서 처리되는 비중은 12.7%로 낮게 나타난다.

〈그림 3-15〉 고철 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중

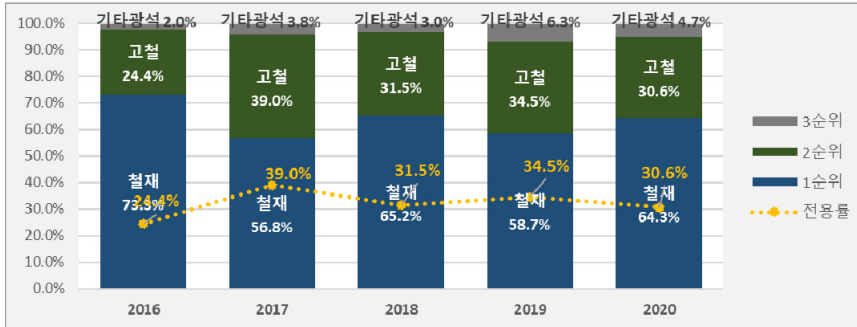


주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 고철 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 고철부두는 광양항 고철부두 1개가 운영 중에 있으며 포항항의 경우 포스코 신항8부두에서 고철과 철재를 복수 전용화물로 취급하고 있는 것으로 나타났다. 지난 5년간 고철 전용부두의 전용률은 평균 32.0%이며 대부분 철재가 평균 63.6% 처리되고 있는 것으로 나타났다. 철재 비중이 높은 이유는 광양항 고철부두의 주요 화주가 포스코로 당사의 화물을 혼재 처리한 것이 원인으로 분석된다.

〈그림 3-16〉 고철 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

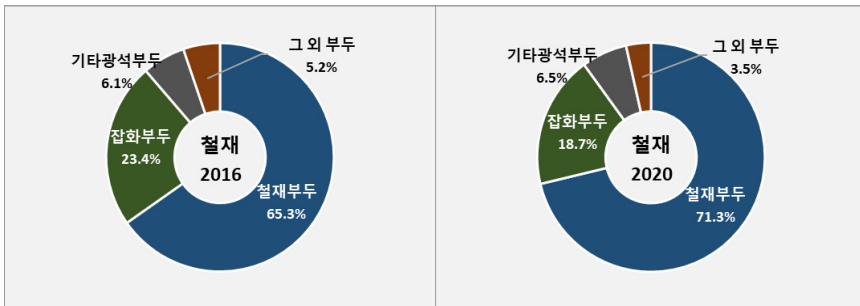
고철을 철을 생산하는 원료로 대부분 사용되고 있으며 국내의 경우 고철 자급률이 높아 전국 고철 전용부두는 1개만이 운영 중에 있다. 그리고 대부분 제철소에서 고철을 사용하기 때문에 제철소 자가부두에서 철재, 철광석, 석탄 등의 대규모 원료를 처리할 때 혼재 처리되는 경우가 많다. 앞서 언급한 것처럼 고철의 경우 발생 물동량이 미미하고 제철소 원료로 대부분 사용되고 있어 전용부두의 필요성이 낮은 편이다. 제철용 원료와 혼재처리되고 있는 실정 등을 반영한 부두개편이 필요한 것으로 판단된다.

9. 철재부두

1) 전용부두별 철재 물동량 처리실적 현황 분석

철재부두는 품목 특성상 고중량 화물이 다수인 관계로 전용부두 건설시 상재하중이 일반 화물부두보다 높게 설계되어 있다. 이러한 이유로 철재의 경우 타 화물에 비해 전용부두에서 처리되는 비중이 약 70% 수준으로 높은 편이며, 전용 부두외에 잡화부두에서도 혼재처리가 다수 이루어지고 있는 것으로 파악된다.

〈그림 3-17〉 철재 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

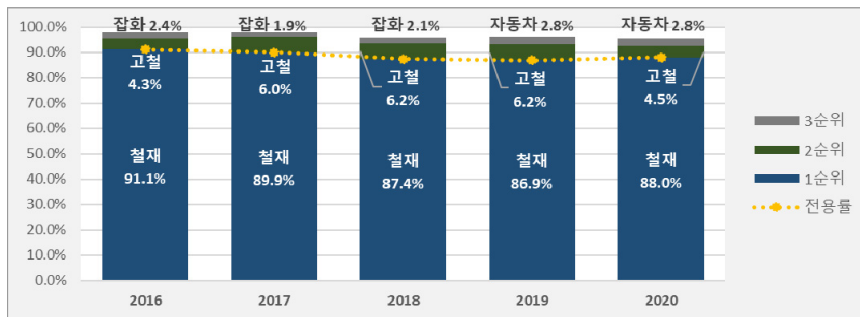
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 철재 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 항만부두 중 철재 전용부두는 인천, 평택·당진, 광양, 제주항 등에 위치해 있다. '20년 기준 철재 부두의 전용률을 비교해보면, 평택·당진항과 광양항, 옥포항, 포항항 등이 약 95%를 상회하였다. 반면, 인천항과 고현항, 제주항 등은 동일 전용부두임에도 불구하고 철재 처리비중이 5.0% 미만이거나 전무한 경우도 있고, 대부분 자동차 및 잡화가 처리되고 있는 실정이다.

철재 전용부두의 전용률 추이는 90%를 상회하는 등 전반적으로 높은 편이다. 다만, 인천항은 '16년 이후 전용률이 지속적으로 감소하고 추세를 보이고 있다. 고현항 철재부두도 약 70% 수준의 전용률을 보이던 '18년 이후 철재품목의 처리비중이 전무한 것으로 파악된다. 또한 제주항과 진해항과 같이 철재 전용부두로 지정이 되어 있지만, 실제 전용부두의 기능을 수행하지 못하는 부두들도 다수 존재하는 것으로 파악된다.

〈그림 3-18〉 철재 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

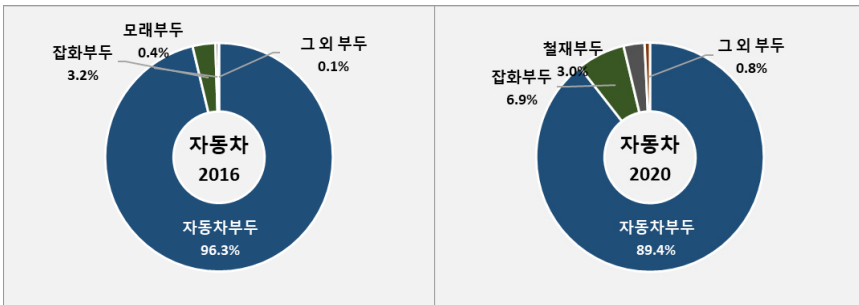
철재부두는 제철소 등 기업이 전용으로 운영하는 경우가 많으며, 품목 특성상 고철, 잡화, 기타광석 등의 품목과의 혼재가 발생하기 쉽다. 전기로의 원료인 고철, 잡화로 분류되는 비철금속류도 철재부두에서 같이 처리되는 경우가 많기 때문이다. 그 외에도 제철소 공정에 투입되는 석회석과 비철금속 가공에 사용되는 각종 광석원료는 기타광석으로 분류되고 있어 일부 혼재처리로 기록되는 대부분의 물동량은 철재와 관련한 품목 물동량이라고 볼 수 있다. 특히 철재부두를 운영하는 제철소는 대부분 자사 부두를 이용하여 필요한 화물들을 반입하기 때문에 다수의 혼재처리 발생은 불가피한 실정이다.

10. 자동차부두

1) 전용부두별 자동차 물동량 처리실적 현황 분석

자동차부두는 품목 특성상 상단으로 적재가 불가능하여 넓은 야적장이 필요하며, Ro-Ro 방식의 자동차운반선(PCTC)를 통해 수송되므로 전용률이 89.4%로 높다. 자동차는 고가의 소비재 품목인 반면, 선적시 특별한 하역기기를 필요로 하지 않아 다수의 항만이 유헤부두 및 야적공간을 활용하여 수출 자동차의 환적 물동량 유치에 힘쓰고 있다. 다만, 오랜 기간 잡화부두에서 자동차를 수출한 목포항의 경우, 잡화부두 인근에 자동차 야적을 위한 공간이 마련되어 있어 자동차부두가 운영되고 있어도 잡화부두를 통해 자동차가 수출되고 있다. 그 외 목포항, 제주항 등은 잡화부두와 철재부두에 Ro-Ro 화물선이 기항하고 있다. Ro-Ro 화물선에는 화물을 실은 트럭이 선적되어 화물을 수송하는 자동화물 물동량이 많으며, 자동차 물동량으로 집계되고 있다.

〈그림 3-19〉 자동차 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중

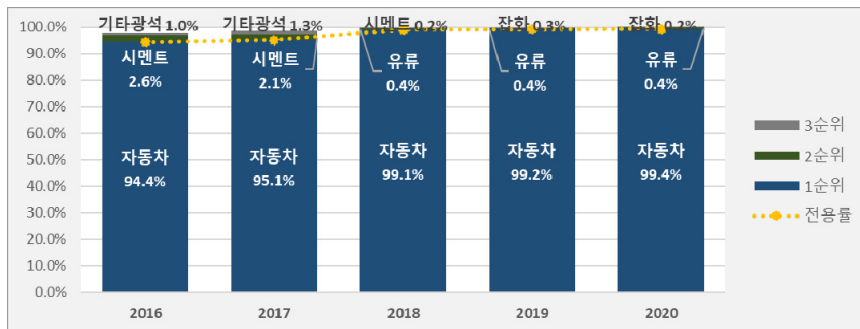


주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 자동차 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

자동차 전용부두를 갖춘 국내 항만으로는 인천항, 평택·당진항, 군산항, 목포항, 광양항, 마산항, 부산항, 울산항 등이 있다. 2020년 기준 자동차 부두의 전용률을 비교해보면, 평택·당진항, 군산항, 광양항, 울산항 등이 약 98%를 상회하는 등 매우 높게 나타났다. 평택·당진항의 자동차부두는 5개 선석으로 구분되어 수출, 수입, 환적 자동차를 모두 처리하고 있으며, 군산항을 수출 및 환적 자동차, 광양항은 주로 환적 자동차, 울산항은 수출 자동차를 처리하고 있다. 일반적으로 자동차 물동량은 혼재처리가 어렵기 때문에 전용률이 높게 나타나고 있다.

〈그림 3-20〉 자동차 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

자동차부두는 품목이 자동차로 한정되어 있으며, 개발시 수혜를 보는 이용자가 정해져 있어 자동차 수출과 관련된 자동차 회사, 물류회사 혹은 선사가 주도적으로 개발하는 것이 적절하다. 또한 자동차는 상단 적재가 불가능하여 일반적으로 부두 내에 위치한 야적공간은 부족하며, 부두 인근의

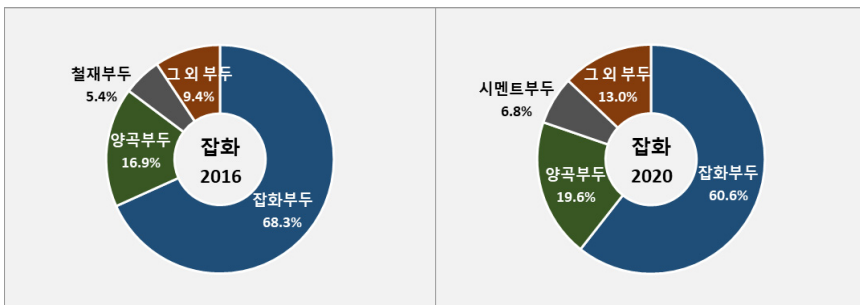
야적공간 및 수출 도선 등도 확보해야 한다. 이처럼 자동차는 운영 측면이나, 품목의 수송 및 선적 특성 모두 전용성이 매우 강하기 때문에 자동차 전용부두는 그 필요성이 인정된다. 다만, Ro-Ro 화물선을 통해 수송되는 자동차화물이 처리되는 부두의 경우, 일반적인 외항 자동차 화물과는 그 특징이 상이하므로 자동차부두로 보는 것은 적절하지 않다. 반면, 일반적으로 Lo-Lo 하역기를 사용하는 타 전용부두의 기능을 부여하거나 하역능력을 일방적으로 반영하는 것도 적절하지 않으므로 Ro-Ro 방식의 자동차화물을 고려한 별도의 부두기능 부여 혹은 하역능력 산정이 필요할 것으로 보인다.

11. 잡화부두

1) 전용부두별 잡화 물동량 처리실적 현황 분석

2020년 기준 국내 총 잡화 물동량은 1,456만 1천 톤을 기록하였는데 이 중 56.9%에 해당하는 829만 2천 톤만(56.9%)이 잡화 전용부두에서 처리되었으며, 나머지 약 43%의 잡화 물동량은 양곡부두, 시멘트부두, 철재부두 등에서 혼재되어 처리되고 있는 것으로 분석된다.

〈그림 3-21〉 잡화 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



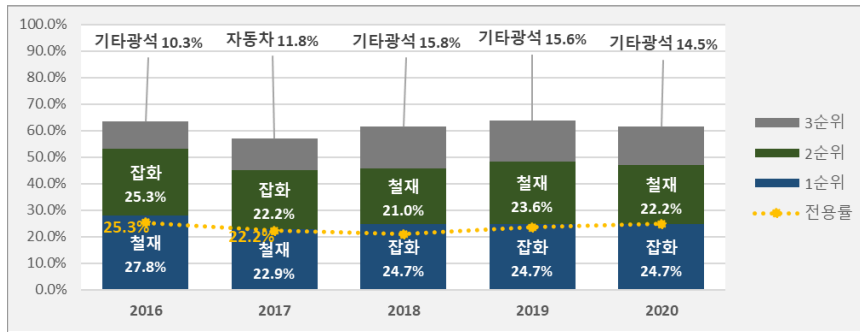
주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 잡화 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

잡화부두는 타 전용부두 대비 전용률이 낮은 편이다. 특히 목재, 철재 화물들이 잡화부두에서 높은 많이 혼재처리 되고 있다. 운영사들의 영업품목 범위 확대에 기인하는 현상으로 볼 수도 있으나, 대부분 깨끗(Clean)하고 선적시 특별한 조치가 불필요한 화물들이 집적되어 처리되는 현상으로 판단된다.

잡화부두는 최근 5개년 평균 20% 내외로 전용률이 높지 않은 편이다. 항만별로 살펴보면 통영항이 78.7%로 가장 높은 전용률을 보였으며, 부산항 46.8%, 평택·당진항 36.1% 순이다. 잡화화물의 경우 타 화물과의 혼재 처리 비중이 높아 전반적으로 잡화 전용부두의 전용률은 높지 않은 것으로 분석되며, 특히 일정한 추세를 보이지 않는 제주, 서귀포항, 진해항 등은 잡화부두가 다목적 부두 형태로 활용되는 것으로 판단된다.

〈그림 3-22〉 잡화 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외

자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

잡화부두는 잡화로 규정된 품목(16개)이 처리되도록 지정되었지만 실제로 항만현장에서는 모든 화물이 일반적으로 처리 가능한 부두로 여지고 있다. 실제로도 국유 공영부두와 특정 기업을 대상으로 하지 않는 TOC부두가 주로 잡화부두로 지정되어 운영되고 있다. 이와 같은 운영 여건을 고려할 때, 현실적으로 불특정 다수의 화물을 처리하는 TOC부두는 반드시 필요하며 특수 하역기가 필요하지 않을 경우 공용으로 사용하도록 지정하는 것이 적절한 것으로 보인다. 다만 ‘공용부두’나 ‘TOC부두’는 ‘운영주체’를 기준으로 하여 부두를 분류한 것이며, 부두를 ‘전용품목’에 따라 ‘잡화부두’ 지정하는 것과는 별개의 문제이다.

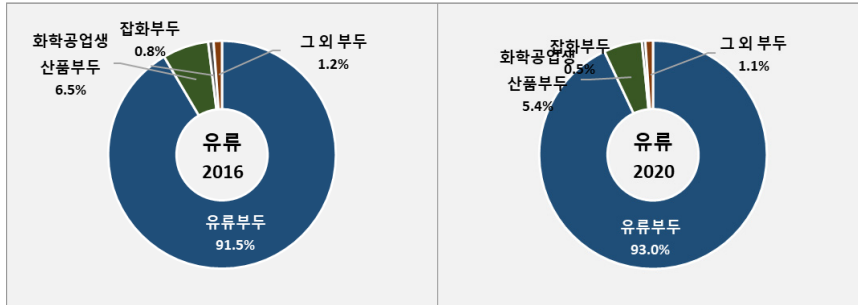
즉, 부두는 이용하는 화주를 고려하되, 품목의 특성도 같이 고려할 필요가 있다. 일반적으로 인식하고 있는 ‘공용(혹은 TOC)부두=잡화부두’라는 접근은 부두를 분류하는 기준에 대한 잘못된 접근에서 비롯되었다고 볼 수 있다. 현행 전용부두의 체계를 개편하기 위해서는 이 같은 점이 고려되어야 할 것으로 보인다.

12. 유류부두

1) 전용부두별 유류 물동량 처리실적 현황 분석

유류부두는 전용 하역기인 로딩암 등이 설치되어 있으며 화물 종류에 따라 복수의 파이프라인을 설치하여 각종 화학제품(화학공업생산물품으로 분류), 바이오 오일류(잡화로 분류) 등을 함께 처리하고 있다.

〈그림 3-23〉 유류 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



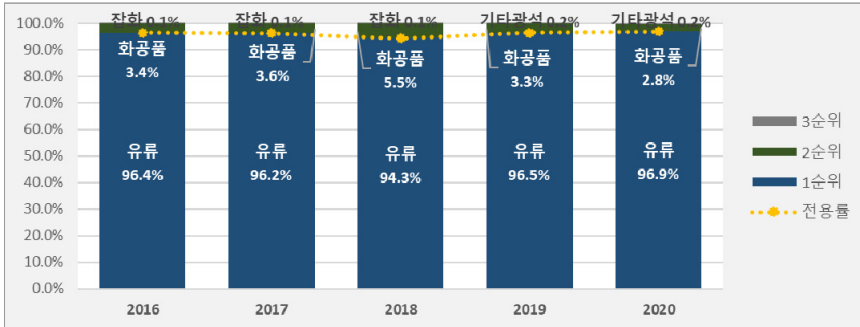
주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

2) 유류 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

유류 전용부두는 인천, 평택·당진, 광양항 등 12개 항만에 위치해 있다. 유류는 품목 특성상 파이프라인, 로딩암 등 전용 하역장비가 필요하며, 전용부두에는 이러한 장비들이 갖춰져 있어 타 화물 대비 전용률이 높은 편이다. 2020년 기준 전국 유류부두의 전용률은 95.6%를 보이고 있으며, 항만별로 살펴보더라도, 포항항을 제외한 모든 항만들은 대부분 100%에 근접한 전용률을 보이고 있다.

유류부두의 전용률은 타 전용부두 대비 높은 편이다. 최근 5개년의 전국 유류부두의 전용률 추이는 95%를 상회하는 수준을 유지하고 있다. 특히 화력발전소가 위치해 있는 보령항과 동해·묵호항 등은 100%의 전용률을 보이고 있다.

〈그림 3-24〉 유류 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

유류부두에서 주로 처리되는 품목은 유류와 화학공업생산물이다. 대량의 액체화물은 주로 로딩암을 통해 하역하는데, 로딩암에는 다수의 파이프를 연결할 수 있으며 서로 다른 탱크에 저장할 수 있다. 즉, 유류부두에 LNG 운반선이 접안하여 하역할 경우, 유류, 에틸렌을 하역할 경우, 화학공업생산물, 바이오 오일류를 하역할 경우 잡화 등으로 기록된다. 유류의 경우, 전용률이 매우 높은 것으로 나오기 때문에 특이점을 발견하기 어려우나, 화학공업생산물의 경우, 전용률이 낮게 나온다.

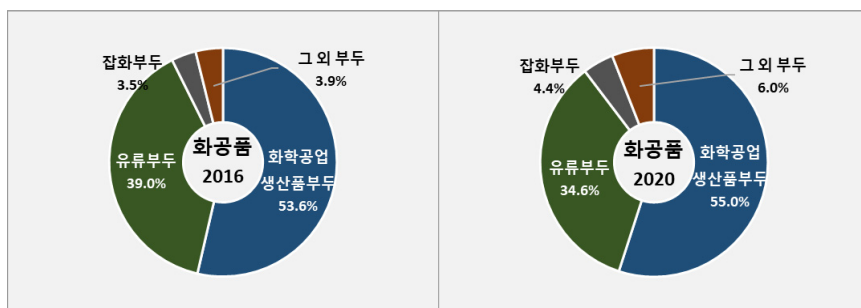
유류와 화학공업생산물은 동일한 액체벌크 물동량으로 간주하고, 품목 분류 및 전용부두 기능을 고려할 필요가 있다. 게다가 유류의 경우, 급유 등의 이유로 모든 전용부두에서 일정량을 처리한 것으로 기록되는데, 이 같은 품목 특성도 전용부두체계개편시 고려될 필요가 있다.

13. 화학공업생산물부두

1) 전용부두별 화학공업생산물 물동량 처리실적 현황 분석

화학공업생산물은 화물 특성상 대부분 유류와 혼재처리가 되고 있다. 최근 5개년 기간동안 화학공업생산물은 해당 전용부두에서 45% 내외로 처리되었으며, 유류부두에서도 화학공업생산물 화물이 유사한 수준으로 처리되고 있는 것으로 분석된다. 이는 하역을 위한 송유관 등 전용 하역시설이 필요한 화물이기 때문에 이러한 시설이 갖춰진 유류부두와 화학공업생산물 전용부두에서 처리할 수 밖에 없는 여건상의 이유로 판단된다.

〈그림 3-25〉 화학공업생산물 물동량 전용부두별 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

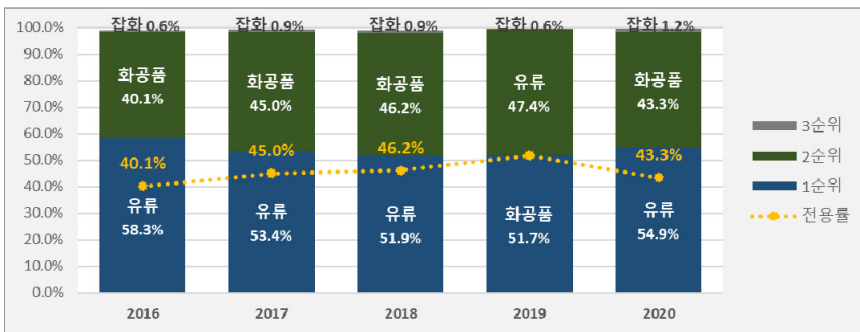
2) 화학공업생산물 전용부두 처리품목 및 전용률 추이

국내 항만 중 화학공업생산물 전용부두가 있는 항만은 대산항과 울산항이 있다. 대산항은 현대오일뱅크를 비롯하여 씨텍, 한화토탈 등 국내 주요 유화사들이 입지해 있으며, 울산항도 동북아 오일허브 항만으로서, 다수의 액체 화물 저장 터미널이 위치해 있다. 앞서 언급한 바와 같이 화학공업생산물은

유류화물과 혼재처리되는 경우가 대부분으로 대유류와 화공품 이외에 여타 화물이 처리되는 비중은 극히 낮다.

최근 5개년의 화학공업생산물부두의 평균 전용률은 42.0% 수준이다. 전용률이 다소 낮은 이유는 화학공업생산품의 화물 특성상 유류부두에서 혼재처리되는 경우가 많은데에서 기인한 것으로 판단된다. 다만, 인천항의 경우 29.6% 수준으로 전국 평균보다도 낮은 수준을 보이고 있다.

〈그림 3-26〉 화학공업생산물 전용부두 물동량 처리실적 및 비중



주: 복수의 전용화물이 취급되는 부두 제외
 자료: 해운항만물류정보시스템(PORT-MIS), 저자 재작성

3) 특징 및 시사점

화학공업생산물부두에서 주로 처리되는 품목은 유류와 화학공업생산물이다. 화학공업생산품의 경우에도 대부분 유류와 혼재 처리되고 있는데, 이 같은 혼재는 전용부두의 취지를 해치거나 하역능력을 저해시키는 행위로 볼 수 없다. 전용률의 차이는 화학공업생산품과 유류 분류에 따른 비중의 차이로 발생하는 것으로 전용률의 수치만으로는 사실을 곡해할 수 있다. 따라서 이 같은 오해를 해소하고 합리적이고 현실적인 신규 전용부두체계의 도입이 필요할 것으로 보인다.

04

전국 무역항 벌크부두 효율성 평가 및 클러스터링

제1절 전국 무역항 전용 부두 효율성 평가

전국 무역항 부두분류체계 개편(안) 도출에 앞서 현행 부두분류체계하의 전용부두별·품목별 처리현황과 부두 전용률을 3장의 1절과 2절에서 분석하였다. 전국 13개 종류의 비컨테이너 부두(288개)의 품목별 실적과 전용률을 다각적으로 분석한 결과 특정 화물들이 기존 부두분류체계와는 무관하게 그룹화되어 처리되고 있으며 이에 전용부두 지정이 무색할 만큼 낮은 전용률을 보이는 전용 부두들을 파악할 수 있었다. 한편 국외항만들의 부두분류체계를 조사한 4장에서는 우리나라 부두 분류보다 적은 개수의 부두(터미널)종류로 항만을 운영하고 있음을 알 수 있다. 개별 품목별로 부두 기능을 각각 지정하는 것보다 그룹화 되어 처리되는 화물의 특징을 반영한 부두분류체계가 좀 더 효율적이고 탄력적인 항만운영이 가능할 것으로 추정된다. 이에 5장의 1절에서는 현재 우리나라 13개 비컨테이너부두들의 효율성을 DEA를 통해 평가하여 전용 부두별 효율성을 비교하고 부두분류체계 개편의 당위성을 검증하고자 한다.

1. 효율성 평가 방법 및 선행연구

1) 효율성 평가 방법

효율성(efficiency)이란 제한된 자원 안에서 최대의 산출물을 얻는 것을 목적으로 투입량에 대한 산출량의 비율로 정의되는데 Farrell(1957)은 생산조직의 효율성을 그 생산조직이 효율성 집합에서 떨어져있는 거리로 측정이 가능하다는 거리개념을 기초로 하는 효율성 측정 방법을 제시했다(주희선, 2010). 이러한 Farrell이 제시한 효율성 개념을 구체적으로 측정하기 위해 도입된 효율성 측정방법이 Charne, Copper and Rhodes(1978)에 의해 개발된 자료포락분석(DEA, Data Envelopment Analysis)이다. DEA는 선형계획 모형에 기초한 측정방법으로 의사결정단위(DMU)의 투입요소와 산출요소 간의 실제 자료를 적용하여 DMU들의 선형결합으로 구성된 생산 프론티어(Production Frontier, 생산가능집합의 가장 바깥쪽 경계)를 도출한 다음 평가대상 DMU들이 생산 프론티어와 얼마나 떨어져 있는지의 여부로 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법이다(이정동 외, 2012). DEA에서 가장 많이 사용되는 모형은 크게 사용 목적에 따라 CCR과 BCC 모형으로 구분되어 진다. CCR 모형은 투입과 산출이 규모에 상관없이 일정한 비율로 동일한 규모에 대한 보수불변(CRS: Constant Return to Scale) 상태일 경우 사용되는 모형이며 BCC 모형은 투입과 산출에이 규모에 따라 변하는 규모에 대한 수익가변(VRS: Variable Return to Scale) 상태일 경우 사용된다. 여기서 CCR 모형은 투입지향(Input-oriented) CCR과 산출지향(Output-oriented) CCR로 구분되어지는데 투입지향 CCR 모형은 산출을 고정시킨 채 투입을 최대한 줄일 수 있는 비율을 도출하는 것이 목적이며 반대로 산출지향 CCR 모형은 투입을 고정한 상태에서 산출을 최대화하여 효율을 개선하는 것을 목적으로 한다. M종류의 투입변수와 N종류

의 산출변수, J개의 관측치가 있다고 할 때 산출기준 CCR 모형의 수식은 다음과 같이 표현 가능하다.

$$\begin{aligned}
 &Max \theta^k \\
 &s.t. \ x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \ (m = 1, 2, \dots, M) \\
 &\quad \theta^k y_n^k \leq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \ (n = 1, 2, \dots, N) \\
 &\quad \lambda^j \geq 0 \ (j = 1, 2, \dots, J)
 \end{aligned}$$

BCC 모형에서도 투입지향 BCC 함수와 산출지향 BCC 함수로 구분되어지며 M종류의 투입변수와 N종류의 산출변수, J개의 관측치가 있다고 산출기준의 BCC 모형 수식은 다음과 같이 표현 가능하다.

$$\begin{aligned}
 &Max \theta^k \\
 &s.t. \ x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \ (m = 1, 2, \dots, M) \\
 &\quad \theta^k y_n^k \leq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \ (n = 1, 2, \dots, N) \\
 &\quad \sum_{j=1}^J \lambda^j = 1 \\
 &\quad \lambda^j \geq 0 \ (j = 1, 2, \dots, J)
 \end{aligned}$$

전통적인 DEA 분석 모형인 CCR과 BCC 모형 외에도 다수의 DMU들의 효율성 점수가 1로 나타날 경우 효율성 차이를 판별하기 위해 Anderson과 Peterson(1993)에 의해 개발된 모형이 초효율성 모형이다. 앞서 설명한 CCR과 BCC 모형은 방사적(Radial) 모형으로 효율성을 추정하는데 그 과정에서 잔여를 고려하지 않기 때문에 효율성 점수가 동일하게 계산되는

문제점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 비방사형 모형인 잔여기준모형(Slack Based Measure: 이하 SBM)을 이용할 수 있다. 이러한 여분기반의 초효율성 모형을 Super-SBM모형이라 하며 해당 모형을 통해 효율성 상한선이 '1'이 여러개 나오는 경우 DMU들 간의 순위화를 할 수 있다. M 종류의 투입변수와 N 종류의 산출변수, J개의 관측치가 있다고 Super-SBM 모형의 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \delta^k &= \min \left(\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{\bar{x}_m}{x_m^k} \right) \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{\bar{y}_n}{y_n^k} \right)^{-1} \\ s.t. \quad \bar{x}_m &\geq \sum_{j=1, j \neq k}^J x_m^j \lambda^j \quad (m = 1, 2, \dots, M) \\ \bar{y}_n &\leq \sum_{j=1, j \neq k}^J y_n^j \lambda^j \quad (n = 1, 2, \dots, N) \\ \bar{x}_m &\geq x_m^k \text{ and } \bar{y}_n \leq y_n^k \\ \sum_{j=1, j \neq k}^J \lambda^j &= 1 \\ \lambda^j &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J, j \neq k) \end{aligned}$$

2) 선행연구 및 연구 차별성

앞서 살펴본 효율성 평가 방법인 DEA는 항만의 효율성을 측정하기 위해 많이 사용되고 있다. Roll and Hayuth(1993)이 처음으로 이스라엘 20개 항만의 효율성을 DEA기법을 이용하여 분석했다. 투입변수는 노동력, 자본력, 화물특성 등을 고려하였으며 산출변수로는 물동량, 서비스 수준, 사용자 만족도, 선박도착시간을 고려하여 상대적인 효율성을 검토하였다. Tongzon

(2001)은 전 세계 16개 컨테이너 항만을 대상으로 투입변수로는 선석 수, 크레인수, 예인선수, CY면적, 대시기간, 종사자 수를 고려하였으며 산출변수로는 컨테이너 처리량, 선박작업률을 고려하여 효율성을 측정하였다. 방희석(2011)은 컨테이너를 처리하는 전 세계 76개 항만을 대상으로 투입변수는 선석길이, 평균수심, 트레인 수, 터미널 면적으로 하였으며 산출변수는 컨테이너 처리량으로 하여 CCR모형과 BCC모형을 활용하여 실증분석을 진행했다. 최형립 외 (2006)은 부산항의 컨테이너 터미널을 대상으로 하여 투입변수로 선석 수, 안벽길이, 야드 면적, 근로자 수, 장비 대수를 산출변수로는 시설물 생산성, 종업원 생산성, 선박작업 생산성을 고려했다. 김선구 외(2012)는 국내 12개 컨테이너 터미널을 대상으로 투입변수는 장비 대수(C/C, T/C, Y/T, R/S)를 투입변수로는 컨테이너 물동량을 고려하여 효율성을 측정했다.

컨테이너 터미널 외 전국 항만 및 전용부두를 대상으로 하여 효율성을 분석한 선행연구도 존재했다. 박노경(2010)은 국내 26개 무역항을 대상으로 투입변수는 접안능력, 화물처리능력을 고려하였으며 산출변수로는 화물 처리량과 선박 입출항 척수를 이용하여 효율성을 평가했다. 서종호 외 (2017)은 국내 자동차부두를 대상으로 하여 투입변수로 노동자수, 부두면적을 산출변수로는 자동차 처리량을 고려하여 효율성을 측정했다.

〈표 4-1〉 DEA 선행연구별 투입요소 및 산출요소 비교

연구자	분석대상(DMU)	투입요소	산출요소
Roll and Hayuth (1993)	이스라엘 20개 항만	노동력 자본, 화물	물동량, 서비스 수준 사용자 만족도, 선박도착 시간
Tongzon(2001)	전 세계 16개 컨테이너 항만	선석 수, 크레인수, 예인선 수, CY면적, 대시기간, 종 사자 수	컨테이너 처리량, 선박작업률
Culiance et all.(2004)	전 세계 25개 컨테이너 항만	터미널 면적, 안벽길이, 하 역장비수, 노동자 수	컨테이너 처리량

연구자	분석대상(DMU)	투입요소	산출요소
Rios and Macada(2006)	북아메리카 25개 컨테이너 터미널	안벽수, 크레인수, 노동자 수, 야드장비, 터미널 면적	컨테이너 처리량, 시간당 처리량
최형림 외 (2006)	부산항 9개 컨테이너 터미널	선석 수, 안벽 길이, 야드 면적, 근로자 수, 장비 대수 (C/C, Y/T, T/C)	시설물 생산성 종업원 생산성 선박작업 생산성
방희석 외 (2011)	전 세계 76개 항만	선석길이, 평균수심, 크레인 수, 터미널 면적	컨테이너 처리량
박홍균 (2010)	부산항 7개 터미널, 광양항 4개 터미널	야드면적, 겐트리크레인 (C/C) 대수, 트랜스퍼크레인(T/C) 대수, 야드트랙터 (Y/T) 대수	총 환적 컨테이너 처리량
박노경 (2010)	국내 26개 무역항	접안능력, 화물처리능력	화물처리량 선박 입출항 척수
김선구 외 (2012)	국내 12개 컨테이너 터미널	C/C, T/C, Y/T, R/S 보유대수	총 화물처리량
서종호 외 (2017)	국내 자동차 부두	노동자수, 부두면적	자동차 처리량

자료: 저자 작성

지금까지 항만 분야에 DEA를 활용한 많은 선행연구를 살펴보면 대부분 컨테이너 터미널의 효율성을 평가하였다. 비컨테이너 부두를 대상으로 하는 효율성 평가 연구는 <표 4-1>의 서종호 외(2017)처럼 1개의 부두를 대상으로 실시됐다. 컨테이너 터미널 대비 투입요소/산출요소 관련 데이터의 수집과 처리에 어려움이 많아 그동안 비컨테이너부두들의 효율성 측정평가 연구는 제한적이었던 것으로 판단된다. 이에 반해 본연구에서는 현행 부두 분류체계하에서의 전용 부두별 효율성 실태를 분석하고자 처음으로 국내 13개 모든 비컨테이너 부두의 효율성을 일괄적으로 측정하였다.

2. 변수 선정 및 모형 설계

본 연구에서는 전국 무역항의 비컨테이너 전용부두 13개를 DMU로 설정하였으며 단일기능을 가지고 있는 부두들만 분석대상에 포함시켰다. 즉 하나의 부두에 여러 가지 부두기능이 부여된 경우에는 분석 대상에서 제외했다. 투입변수와 산출변수를 선정이 효율성 측정결과에 큰 영향을 미치기 때문에 적절한 투입 및 산출 변수 선정이 매우 중요하다. 다수의 선행연구 분석 결과 각 연구들의 투입 및 산출 변수는 연구별로 상이하며 각 연구자의 판단에 따라 다르게 선정되고 있는 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 선행연구와 DMU 특징을 고려하여 투입변수와 산출변수를 선정하였다. 투입변수는 비컨테이너 전용부두의 하역능력, 부두길이, 평균 접안능력, 평균 수심으로 설정하였으며 '20년 처리물동량을 산출변수로 선정했다. 여기서 산출변수로 고려한 처리물동량은 해당 부두에서 처리된 총 물동량이 아닌 부두에 지정된 전용품목 처리 물동량을 고려했다. 이는 해당 효율성 평가 목적이 13개 품목으로 지정된 전용부두들이 해당 부두 기능에 따라 얼마나 효율적으로 운영되는지를 살펴보고자 하기 때문이다.

전국 무역항의 양곡 전용부두는 6개가 있으며 시멘트 전용부두는 18개, 모래 전용부두는 25개, 석탄 전용부두 27개, 철광석 전용부두 3개, 기타광석 전용부두 14개, 목재 전용부두 2개, 고철 전용부두 1개, 철재 전용부두 32개, 자동차 전용부두 8개, 잡화 전용부두 79개, 유류 전용부두 50개, 화학공업생산물 전용부두 27개로 국내 전국 무역항에는 총 292개의 전용부두가 운영 중이다. 부두의 수가 가장 많은 전용부두는 잡화부두로 나타나며 가장 적은 부두는 고철부두로 나타난다. 전국 전용부두의 총 부두길이는 94,470m로 부두 개수와 밀접한 관련이 있는 부두 길이 역시 잡화부두가 가장 높게 나타나고 고철이 가장 낮게 나타나고 있다. 288개 전용부두의 총 하역능력은 10억 8,143만 8천 톤, 평균 수심은 11.9m, 평균 접안능

력은 60,155DWT를 나타내고 있다. 전용품목 처리 물동량은 '20년 기준 6억 301만 7천 톤으로 공급능력 대비 전용 품목을 약 55.8% 처리하고 있는 것으로 나타내고 있다. 특히 하역능력 대비 전용품목 처리 물동량이 낮은 품목으로는 목재(11.3%), 잡화(13.7%), 고철(24.4%)가 있다. 반면 하역능력 대비 전용품목 처리 물동량이 높은 품목으로는 철광석(118.9%), 자동차(68.6%), 유류(61.0%), 철재(60.6%) 등이 있다.

〈표 4-2〉 전국 무역항 전용부두 현황

전용부두 (DMU)	부두 개수	하역능력 (천 톤)	부두 연장(m)	평균 수심(m)	평균 접안능력 (DWT)	'20년 물동량 (천톤)
양곡	6	13,940	2,572	12.8	86,000	5,825
시멘트	18	33,160	4,302	9.4	20,533	14,229
모래	25	29,169	4,316	5.7	10,179	8,504
석탄	27	141,906	9,309	15.6	136,741	77,310
철광석	3	15,550	840	16.3	101,667	18,493
기타광석	14	20,605	3,019	11.3	26,846	11,635
목재	2	1,930	900	12.0	45,000	218
고철	1	1,750	270	14.0	50,000	427
철재	32	53,040	10,795	10.4	44,860	31,837
자동차	8	44,940	4,155	12.8	70,000	30,809
잡화	79	69,238	27,094	10.1	33,045	9,518
유류	50	617,650	18,330	12.9	111,318	376,788
화공품	23	38,560	8,568	11.4	45,826	17,424
합계	288	1,081,438	94,470	11.9	60,155	603,017

자료: 제4차 전국 무역항 기본계획, Port-Mis, 저자 작성

주: 수심과 평균접안능력 합계는 평균값

투입변수와 산출변수의 기술통계량을 살펴보면 〈표 4-3〉과 같다. 투입 변수인 무역항 전용부두들의 평균 하역능력은 83,188천 톤, 평균 부두길이는 7,267m, 평균 접안능력은 60,155DWT, 평균 수심은 11.9m로 나타

났다. 산출변수인 전용품목 처리량의 평균은 46,386천 톤으로 나타났다. 투입변수와 산출변수 간의 상관관계분석 결과는 <표 4-4>와 같다. DEA분석에 있어 투입 및 산출변수의 상관관계는 투입이 증가하면 산출도 증가하는 양의 상관관계를 가져야한다(Mostafa, 2009). 본 연구의 투입 및 산출변수의 상관관계를 살펴보면 투입변수와 산출변수 모두 양의 상관관계를 나타나고 있다. 그러나 하역능력(0.99), 평균수심(0.52), 부두길이(0.45) 대비 평균 접안능력(0.18)과의 상관관계는 낮게 나타나고 있어 해당 투입변수는 최종 분석에서 제외하기로 한다.

<표 4-3> 투입 및 산출변수 기술통계량

변수		평균	표준편차	최소값	최대값
투입변수	하역능력(천 톤)	83,188	158,259	1,750	617,650
	부두길이(m)	7,267	7,503	270	27,094
	평균 접안능력(DWT)	60,155	36,852	10,179	136,741
	평균수심(m)	11.9	2.6	5.7	16.3
산출변수	물동량(천 톤)	46,386	97,317	218	376,788

자료: 저자 작성

<표 4-4> 투입 및 산출변수 상관관계

변수		하역능력 (천 톤)	부두길이 (m)	평균 접안능력 (DWT)	평균 수심 (m)	물동량 (천 톤)
투입변수	하역능력(천 톤)	1.00				
	부두길이(m)	0.527	1.00			
	평균 접안능력(DWT)	0.142	-0.174	1.00		
	평균수심(m)	0.490	0.074	0.814	1.00	
산출변수	물동량(천 톤)	0.995	0.452	0.182	0.516	1.00

자료: 저자 작성

통상 DEA분석에서 투입 및 산출 변수가 DMU의 수 대비 너무 많으면 효율적으로 평가되는 DMU의 수가 많아지면서 비효율적인 단위들의 판별을 어렵게 한다는 단점이 있다(박석호, 2010). 적절한 DMU와 투입 및 산출변수의 수에 대해서는 일치된 견해가 없으며 다양한 논의가 진행되어 왔다. Banker et al.(1984)는 DMU의 수가 투입 및 산출변수 합에 3배 이상은 되어야 한다고 주장하며 모수원(2008)은 DMU의 수가 투입 및 산출변수 합에 2배 이상은 되어야 한다고 주장한다. 또 다른 연구인 Bussofinae et al.(1991)에서는 최소한 DMU의 수가 투입 및 산출변수의 곱보다 커야 한다고 주장했다. 이렇듯 연구자간 의견이 다양하나 해당 연구에서의 DMU, 투입 및 산출변수 수는 앞서 언급한 세 연구의 기준을 충족하기 때문에 적절한 수의 DMU와 투입 및 산출변수를 선정했다고 할 수 있다.

최종적으로 선정된 변수들을 토대로 투입 및 산출기준 규모에 대한 보수 불변(CRS)모형과 규모에 대한 수익가변(VRS)모형의 효율성을 측정할 것이다. 이때 DMU들 간 효율성이 1로 동일하게 나타는 경우에는 순위를 가름하기 위해 초효율성 모형(Super-SBM)을 추가적으로 분석하여 13개 DMU들의 효율성 순위를 살펴보고자 한다. 본 연구는 낮은 전용률이 항만 운영 효율성에 미치는 영향을 분석하고 현행 전용부두분류체계 개편의 당위성을 확보하고자 13개 비컨테이너 부두에 대한 순위를 알아보는 것이 목적으로 분석결과를 바탕으로 참조집단 및 DMU 효율화 방안 등에 대한 결과 설명은 생략한다.

3. 전국 무역항 전용 부두 효율성 평가 결과

분석 결과 투입지향과 산출지향모형에 따른 효율성 결과는 큰 차이를 나타내지 않는다. 투입지향 DEA 모형에서는 효율적인 DMU는 효율성 값이 1을 가지고 비효율적인 DMU의 효율성 값은 1보다 작은 값을 나타낸다. 예를 들어 투입지향 DEA 모형의 DMU의 효율성 값이 0.93이라면 이는 현재 대비 투입을 7% 향상시켜야 효율적인 DMU가 된다는 것을 의미한다. 반면 산출지향 DEA 모형의 결과 값은 효율적인 DMU의 효율성 값이 1을 가지며 비효율적인 DMU의 효율성 값은 1보다 큰 값을 나타내게 된다. 하지만 분석 결과를 정리한 <표 4-5>에는 두 모형 간 비교와 모형별 해석의 편의를 위해 산출지향모형의 결과 값을 역수로 변환하여 표기하였다. 이에 따라 산출지향 모형의 효율성값에 대한 해석을 투입지향 모형과 동일한 방식으로 할 수 있게 되었다. 두 경우 모두 CCR모형에서 효율적인 부두는 양곡과 철광석부두 2개로 나타났으며 BCC모형에서는 양곡, 철광석부두를 포함하여 고철, 기타광석, 모래, 목재부두가 추가적으로 효율적인 부두로 나타났다. 본 연구에서는 13개 부두의 상대 순위를 살펴보는 것이 목적이기 때문에 Super-SBM의 효율성 값과 순위를 토대로 앞선 2절에서 살펴본 전용부두 전용률 결과와 비교하여 살펴보도록 하겠다. 전국 무역항 13개 전용부두의 효율성 평가 결과 철광석이 가장 효율성이 높게 나타났으며 목재가 효율성이 가장 낮게 나타났다. 상위권에 위치한 전용부두의 경우를 살펴보면 전용성이 강한 품목이 대부분이며 하위권에 위치한 부두는 전용성이 낮은 품목이 대부분이었다. 효율성 순위가 상위 5위권에 위치한 전용부두는 철광석, 유류, 자동차, 석탄, 철재부두로 이는 2절에서 살펴본 전용부두 전용률 자료에서 볼 수 있듯이 2020년 기준 전용률이 가장 높은 자동차(99.4%), 유류(96.9%), 석탄(90.6%), 철재(88.0%), 시멘트(77.9%)부두 중 시멘트부두를 제외하고 모두 포함된 것을 확인할 수 있다. 반면, 하위 5위권에 위치한 전용부두는 모래, 양곡, 잡화, 고철, 목재로 2020년 기준

전용률이 가장 낮은 목재(17.7%), 잡화(26.2%), 고철(30.6%), 화학공업생
산품(43.3%), 양곡(61.2%)과도 유사하게 순위가 나온 것을 확인할 수 있다.

DEA를 활용한 13개 별크 부두들의 효율성 평가결과, 앞서 제시된 별크
부두/품목별 처리실적 연구 결과에서 타 전용부두 대비 낮은 전용률을 기
록한 부두들의 효율성이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 16개의 상세품
목이 처리되도록 지정되었으나 그 외에 여타 품목의 높은 혼재처리로 지정
된 품목의 전용률은 낮았던 잡화부두는 11위를 기록하였으며 품목특성과
하역방식이 유사함에도 유류부두와 분화되었던 화학공업생산물 부두의 효
율성 순위도 8위로 중위권에 머물렀다. 또한 양곡부두는 통계신고로 혼선
으로 인한 전용품목의 처리실적 집계 오류가 다수 발생하고 있어 낮은 전
용률을 보였는데 효율성 평가 결과 10위를 기록하였다

〈표 4-5〉 전용부두 효율성 분석 결과

전용부두 (DMU)	투입지향 모형		산출지향 모형		Super-SBM 모형	순위
	CCR	BCC	CCR	BCC		
철광석	1.00	1.00	1.00	1.00	1.34	1
유류	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2
자동차	0.93	0.97	0.93	0.97	0.67	3
석탄	0.80	0.81	0.80	0.83	0.49	4
철재	0.89	0.96	0.89	0.96	0.45	5
기타광석	0.79	1.00	0.79	1.00	0.41	6
시멘트	0.66	0.95	0.66	0.92	0.36	7
화공품	0.64	0.75	0.65	0.70	0.32	8
모래	0.47	1.00	0.47	1.00	0.27	9
양곡	0.36	0.59	0.36	0.39	0.27	10
잡화	0.22	0.41	0.22	0.23	0.11	11
고철	0.21	1.00	0.21	1.00	0.11	12
목재	0.09	1.00	0.09	1.00	0.04	13

자료: 제4차 전국 무역항 기본계획, Port-Mis, 저자 작성

제2절 군집분석에 의한 우리나라 전용부두 재그룹화 —

4장의 1절에서는 13개 전용부두들의 효율성을 분석하여 부두별 전용률과 효율성과의 관계를 살펴보았다. 그 결과 3장의 연구결과에서 낮은 전용률을 보였던 부두들의 효율성 순위 또한 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있었다. 4장의 2절에서는 비슷한 특성을 가진 그룹으로 묶는 통계적 기법인 군집분석을 활용하여 전국 13개 비컨부두들을 재그룹화(grouping)하고자 한다. 군집분석을 활용한 전용 부두 재그룹화 결과를 바탕으로 전국 무역항의 부두 분류체계를 도출하고자 한다.

1. 군집분석방법 및 선행연구

1) 군집분석 방법¹³⁾

군집분석은 연구대상이 가지고 있는 다양한 특성을 고려하여 비슷한 특성을 가진 그룹으로 묶는 통계적 방법을 의미한다. 관측값의 특성을 파악하여 비슷한 속성을 가진 관측값들을 그룹핑(grouping) 하는 기법이다. 군집분석의 과정을 간단하게 표현하면, 동일한 군집에 속해 있는 두 연구대상의 거리(distance)는 서로 짧아야 하고 다른 군집에 속해 있는 두 연구대상의 거리는 서로 멀어야 한다는 기본 원칙 아래서 연구대상을 분류하는 과정이다. 여기서 거리(distance)는 두 연구대상의 비유사성을 나타내는 의미로 유클리디안 거리(euclidian distance), 절대차이(absolute distance), 마할라노비스 거리(Mahalanobis distance) 등이 있다. 유클리디안 거리는 많이 사용되는 일반적인 거리로 n 개의 변수로 구성된 두 점

13) 이군휘 (2004)를 바탕으로 저자 재작성

$p = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)$ 와 $q = (q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)$ 이 있을 경우 다음과 같이 정의된다.

$$\|p - q\| = \sqrt{(p - q) \times (p - q)} = \sqrt{\|p\|^2 + \|q\|^2 - 2pq}$$

군집간의 거리를 계산하는 방법으로는 중심연결법(centroid method), 단일연결법(single-linkage method) 또는 평균 연결법(average-linkage method), 왈드방법(ward's methods) 등이 있다. 군집간 거리 계산 방법을 선정하는데 특별히 가이드라인이 존재하는 것은 아니며 연구목적에 가장 잘 맞는 거리 계산법을 선택하는 것이 바람직하다. 만일 특별히 선호되는 군집간 거리 계산 방식이 없을 경우에는 중심연결법이나 평균연결법, 왈드방법을 선택하는 것이 일반적이다.

군집분석은 크게 계층적 군집화(Hierarchical Clustering)와 비계층적 군집화(Non-hierarchical Clustering)로 나누어진다. 군집대상의 수가 적으면 계층적 군집화를 이용하면 쉽게 군집의 특성을 파악할 수 있지만, 자료의 수가 많은 경우에는 결과 해석에 어려움이 발생한다. 반면에 비계층적 군집화는 초기값에 영향을 받아 불안정한 군집을 제공될 수 있지만 방대한 자료 분석에 유용하다는 특징이 있다. 계층적 군집화는 가장 가까운 거리에 있는 대상들을 하나씩 그룹화한 후 순차적으로 다른 군집을 포함하는 큰 군집을 형성한다. 즉 처음에는 개별 대상이 각각 독립된 군집으로 시작하여 거리가 가장 근접한 개별적인 2개의 대상들이 그룹화를 이루기 시작한 후 단계적으로 가까운 클러스터링 된 대상 군들끼리 계속적으로 클러스터링 화가 이루어진다. 14) 이에 따라 계층적 군집화를 적용하게 되면, 연구대상이나 군집들이 최종적으로는 한 개의 군집만이 남게 된다. 비계층적 군집화는 초기에 임의로 결정한 군집으로 시작하여 일정한 규칙에 따라 군집을 변화시켜 최적의 군집을 찾는 방법이다. 대표적인 비계층적 군집화

14) 박노경(2018)

방법으로 K평균 군집화(k-means clustering)가 있다.

〈표 4-6〉 군집분석의 종류

구분	대상의 중복성	자료의 크기	특징
계층적 군집분석	없음	작음	대상 간 거리에 의해 군집을 형성
비계층적 군집분석		제한 없음	군집의 수를 정하고 군집의 중심으로부터 가까운 객체를 포함하여 군집 형성
중복군집분석	있음		대상간 상이한 군집규칙을 적용하여 하나의 대상이 여러군집에 포함

자료: 노경섭(2019), 저자 재작성

2) 선행연구 및 연구 차별성

항만과 해운물류분야에서 군집분석을 활용한 연구는 오랫동안 다양한 분야에 걸쳐 지속되어 왔다. 문성혁 외(1999)는 군집분석과 주성분 분석을 활용하여 홍콩항, 싱가포르항, 부산항 등 세계 22개의 표본항만자료를 분류하였다. 이후 기존의 항만분류법에 의해 나뉜 항만 분류결과와 비교분석을 실시하여 지역항만, 지역중심항만, 지역거대항만, 거대중심항만 등으로 항만별 군집을 산출하였다. 박소영 외(2019)는 국내 해운사들의 연도별·항로별 처리 물량을 입력변수로 활용하여 군집분석을 실시하고 형성된 군집 간 컨테이너 처리 물량 구조의 특성을 정의한 후 해운사간 경쟁관계를 분석하였다. 한편 박노경(2018)은 클러스터링과 관련된 가장 기본적인 모형인 계층적 군집분석의 다양한 모형들(최단, 최장, 평균연결법, 중심연결법)을 이용하여 항만을 분류하는데 그치지 않고 항만의 효율성 변화를 분석하고 검증하였다. 또한 아세안 38개항만을 대상으로 계층적 군집분석, K-means 군집분석 등을 적용 하여 가장 효율성 증가폭이 크고 높은 모형을 선별한 연구도 실시되었다 (박노경, 2021). 이밖에도 72개의 대만 해운 기업을 계층적 군집분석의 한방법인 ward법을 이용하여 72개 회사를 4개

의 클러스터로 분류하고 기업들의 서비스 전략적 차이를 분석하였다(Lu C.S. and Marlow. P, 1999). 브라질 컨테이너 터미널의 연간 처리 물동량에 따라 3개의 군집으로 분류한 Rios, C.A.M and Sousa, R.F(2014)의 연구에서는 처리 물동량외에 입력변수로 선석 길이, 선석의 개수, 터미널 효율, 대기시간 등을 활용하였다.

〈표 4-7〉 군집분석 선행연구

연구자	연구목적	입력변수	클러스터링 알고리즘
문성혁 외 (1999)	군집분석과 기존 비교 방법을 통한 세계 주요 컨테이너 항만 분류 결과 비교	크레인수, 연간컨테이너 처리물동량, 선박척수, 선석수, 적당 처리화물 등	계층적 군집분석
박노경 (2018)	컨테이너항만 클러스터링 및 클러스터링 전 후 항만의 효율성 변화 여부 측정	선석길이, 수심, 총면적, 크레인수, 총처리량	계층적 군집분석. 비계층적 군집분석 (K-Means)
박소영 외 (2019)	컨테이너 처리물량 유사성을 바탕으로 해운사간 경쟁구도 및 협력관계 분석	국내 해운사의 연도별·항로별 처리물량	계층적 군집분석
박노경 (2021)	아세안 38개 항만의 분류 및 군집 전과 군집 후의 항만효율성 비교 분석	항만의 효율성	계층적 군집분석
Lu C.S. and Marlow. P(1999)	해운시장내 기업들의 서비스 전략 비교를 위해 72개 대만 해운회사 클러스터링	해운 관련 기업의 서비스 결정 요인 (8가지)	계층적 군집분석
Rios, C.A.M and Sousa, R.F(2014)	17개 브라질 컨테이너항만 클러스터링을 통한 경쟁력 비교	처리물동량, 선석길이, 선석의 개수, 터미널 효율, 대기시간	계층적 군집분석. 비계층적 군집분석 (K-Means)

자료: 저자작성

지금까지 항만 해운물류분야에 군집분석 기법을 활용한 선행연구들을 살펴보면 연구대상이 대부분 컨테이너항만에 국한되어 있음을 알 수 있다. 이에 반해 본 연구에서는 항만을 구성하는 하위단위인 부두를 대상으로 품목들의 처리실적을 입력변수로 활용하여 군집 분석을 수행하였다. 그 결과 13개로 분류된 비컨테이너 부두들간의 유사성을 측정하여 새로운 부두분류 군집을 도출할 수 있었다.

2. 변수 선정 및 모형 설계

군집분석은 유사도에 근거하여 알려지지 않은 개체간 군집을 형성하고 형성된 군집의 특성을 분석함으로써 군집들 간의 관계를 분석할 수 있다. 군집분석을 수행하기 위해서는 각 개체의 유사성을 측정하는 기준척도가 필요한데 대부분 거리(distance)의 개념으로 이를 대체하고 있다.¹⁵⁾ 앞서 기술한 다양한 거리 산출 방식 중 본 연구에서는 거리측도를 유클리드(euclidian distance)거리를 사용하여 전국 13개 비컨 부두들의 유사도(similarity)를 측정하였다.

다음으로 군집(Clustering)알고리즘 선정이 필요한데 본 연구에서는 군집분석의 기법 중 가장 보편적이고 많이 사용되는 계층적(hierarchical) 군집분석을 활용하였으며 다양한 계산방법 중 가장 일반적인 평균연결법(average-linkage method)을 사용하였다.

군집분석의 실용적 측면에서 군집의 개수를 정하는 것은 매우 중요한 단계이다. 그러나 적절한 군집의 개수를 정하는 것은 명확한 기준이 없어 연구자의 해석에 따라 달라진다. 또한 계층적 군집분석의 궁극적 목적은 군집의 개수를 정확히 결정하는 것이 아니라 데이터의 군집형성이 어떻게

15) 송민경 외(2010)

이루어지는지 확인하는 목적이 더 강한다. 이에 연구자의 판단과 경험, 기존연구등에 비추어 적절한 수준의 군집의 개수를 예측하는 것이 일반적이다. 실제로 계층적 군집분석은 모든 관찰값들이 어떤 형태로 군집을 이루고 있는지 확인하는데 많이 사용되는 기법이다. 특히 계층적 군집분석은 군집의 수를 사전에 명시하지 않아도 덴드로 그래프(dendrogram, 수상도)를 통해 군집화 결과를 표현하여 설명하고 해석할 수 있다는 장점이 있다(박노경, 2018). 따라서 본 연구에서는 덴드로그램을 사용하여 무역항의 13개 비컨 부두들의 군집 형성과정을 파악하고 전용부두별·품목별 처리실적 현황과, 화물의 특징, 물류구조 및 하역프로세스를 고려하여 군집의 개수를 결정하고자 한다.

〈그림 4-1〉 계층적 군집 분석의 단계



자료: 저자 작성

전국 무역항의 비컨 전용부두에서 지정 품목외에 혼재 처리되고 있는 품목들의 처리실적 현황은 화물과 화물 수요자(산업체, 화주 등)의 특징과 해당 화물들의 물류 프로세스 및 하역방식 등 다양한 요소들이 상호관련성을 가지고 적절히 조합된 결과라 할 수 있다. 예를 들어 우리나라에서는 현재 유류부두와 화학공업생산물 부두가 분화된 체계를 가지고 있지만 실제로 화학공업생산물 부두에서 지난 5년간 가장 많이 처리된 품목은 유류 화물(54.9%, '20년 기준)로 나타났다. 유류 뒤를 이어 취급되는 품목이 지

정된 전용 품목인 화학공업생산물(43.3%, '20년)화물로 당초 두 품목은 액체 상태로 선박의 탱크에 싣는 화물들이며 유사한 하역방식을 갖추고 있기 때문에 혼재 처리되고 있다. 또한 두 품목(유류, 화공품)의 주요 화주는 항만 배후지에 입지한 대단위 석유화학산업단지로서 이와 같은 혼재처리는 매우 고착화 되어 있는 것이 특징이다. 이에 본 연구에서는 전국 무역항의 비컨 전용부두들이 유사도에 근거하여 재군집화를 형성하는 군집분석을 실시하기 위해 컨테이너 포함 14개 품목들이 전국 비컨 전용부두에서 처리되는 실적을 변수로 선정하였다. 분석에 사용되는 변수들의 범위 차이가 있는 경우 가장 큰 범위를 갖는 변수가 결과에 가장 큰 영향을 미치게 되기 때문에 이를 방지하기 위하여 데이터를 표준화를 실시하였다. <표 4-8>과 <표 4-9>는 본 연구에서 사용된 표준화된 변수를 나타내고 있다.

〈표 4-8〉 군집분석에 사용된 표준화 변수(1)

구분	양곡 부두	시멘트 부두	모래 부두	석탄 부두	철광석 부두	기타광석 부두
Z고철	-0.35	-0.34	-0.35	-0.26	-0.35	-0.33
Z기타광석	-0.52	0.23	-0.34	-0.16	-0.49	3.17
Z모래	-0.29	-0.28	3.33	-0.29	-0.29	-0.27
Z목재	-0.19	-0.41	-0.41	-0.40	-0.41	-0.41
Z석탄	-0.36	-0.36	-0.36	3.19	0.69	-0.28
Z시멘트	-0.28	3.33	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28
Z양곡	3.33	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.28
Z유류	-0.49	-0.47	0.06	-0.48	-0.50	-0.35
Z자동차	-0.32	-0.31	-0.25	-0.32	-0.32	-0.32
Z잡화	1.67	0.06	-0.53	-0.61	-0.61	-0.46
Z철광석	-0.34	-0.34	-0.34	-0.31	3.26	-0.33
Z철재	-0.57	-0.58	-0.58	-0.57	-0.58	0.01
Z화공품	-0.28	-0.36	-0.42	-0.44	-0.44	0.18
Z컨테이너	-0.28	-0.28	-0.27	-0.28	-0.28	-0.27

자료: 저자 작성

〈표 4-9〉 군집분석에 사용된 표준화 변수(2)

구분	목재 부두	고철 부두	철재 부두	자동차 부두	잡화 부두	유류 부두	화공품 부두
Z고철	-0.26	3.29	0.19	-0.35	-0.17	-0.35	-0.35
Z기타광석	-0.02	-0.27	-0.49	-0.52	0.42	-0.51	-0.49
Z모래	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.14	-0.29	-0.29
Z목재	2.91	-0.41	-0.39	-0.41	1.35	-0.41	-0.41
Z석탄	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.35	-0.36	-0.36
Z시멘트	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.26	-0.28	-0.28
Z양곡	-0.28	-0.29	-0.29	-0.29	-0.19	-0.29	-0.29
Z유류	-0.29	-0.49	-0.46	-0.49	-0.29	2.85	1.40
Z자동차	-0.32	-0.32	-0.21	3.32	-0.01	-0.32	-0.32
Z잡화	2.47	-0.61	-0.40	-0.59	0.67	-0.60	-0.47
Z철광석	0.40	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34
Z철재	0.05	1.69	2.52	-0.58	0.34	-0.58	-0.58
Z화공품	0.08	-0.44	-0.42	-0.44	-0.08	-0.20	3.25
Z컨테이너	-0.28	-0.28	-0.23	-0.28	3.33	-0.28	-0.28

자료: 저자 작성

변수의 기술통계량을 살펴보면 다음 〈표 4-10〉과 같다.

〈표 4-10〉 변수의 기술통계량

	N	최소값	최대값	평균	표준편차
고철	13	0.000	0.306	0.02975	0.083913
기타광석	13	0.000	0.672	0.09541	0.181931
모래	13	0.000	0.775	0.06282	0.214285
목재	13	0.000	0.177	0.02193	0.053338
석탄	13	0.000	0.906	0.09251	0.255461
시멘트	13	0.000	0.779	0.06021	0.215961
양곡	13	0.000	0.761	0.06020	0.210518
유류	13	0.003	0.969	0.14620	0.288418
자동차	13	0.000	0.994	0.08642	0.273624
잡화	13	0.000	0.270	0.05326	0.087755

	N	최소값	최대값	평균	표준편차
철광석	13	0.000	0.721	0.06737	0.200596
철재	13	0.000	0.880	0.16477	0.283453
화공품	13	0.000	0.433	0.05152	0.117313
컨테이너	13	0.000	0.097	0.00763	0.026848

자료: 저자 작성

3. 전국 무역항 전용 부두 군집분석 결과

〈표 4-11〉은 군집화 일정표로서 각 전용부두들이 군집화 되어 가는 과정을 나타내는 거리값을 보이고 있다. 계수 값이 급격히 증가하는 점이 발견되는데 이지점이 군집이 분화되는 부분으로서 군집의 개수를 판단할 수 있다. 하지만 앞서 기술한 것처럼 적절한 군집의 개수를 확정하는 것은 연구자의 경험과 이론, 선행연구들의 결과를 반영하고 해석하는 것에 달라진다.

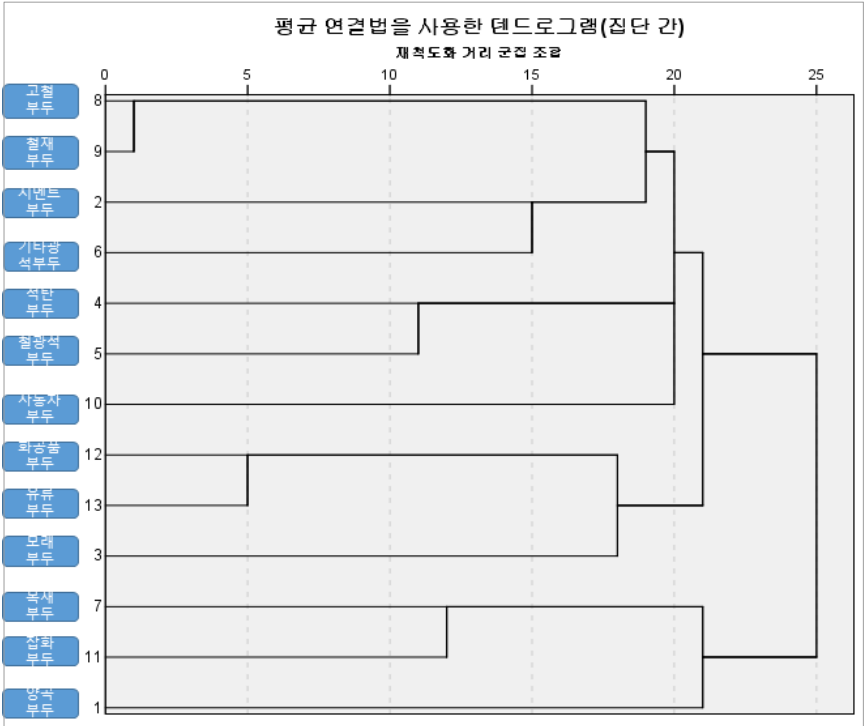
〈표 4-11〉 군집화 일정표

단계	결합 군집		계수	처음 나타나는 군집의 단계		다음 단계
	군집 1	군집 2		군집 1	군집 2	
1	8	9	10.446	0	0	7
2	12	13	14.054	0	0	6
3	4	5	19.041	0	0	8
4	7	11	19.719	0	0	11
5	2	6	22.571	0	0	7
6	3	12	24.702	0	2	10
7	2	8	26.054	5	1	9
8	4	10	26.572	3	0	9
9	2	4	27.009	7	8	10
10	2	3	27.243	9	6	12
11	1	7	27.666	0	4	12
12	1	2	31.328	11	10	0

자료: 저자 작성

덴드로그램은 계층적 분석의 최종 결과를 시각화 하는 방법으로 군집 1에서는 고철부두와 철재부두가 유사도가 높은 것으로 나타났다. 또한 시멘트와 기타광석부두가 군집 2를 이루는 것도 확인할 수 있다. 자동차 부두와 양곡부두의 경우 다른 비컨 부두들 대비 유사도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났으며 13개 비컨부두 중 전용률이 가장 낮은 잡화부두와 목재부두가 부두의 품목별 처리설적 현황이 유사한 것으로 분석되었다. 한편 부두 취급화물의 특징이 매우 유사한 유류부두와 화학공업생산물 부두도 부두간 거리(distance) 서로 짧아 군집화 되는 것을 알 수 있다.

〈그림 4-2〉 전국 비컨데이터 부두 군집 분석 결과



자료: 저자 작성

05

전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출

제1절 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 도출 프로세스

1. 하역프로세스별 전용부두 분류

본 연구에서는 총 다섯가지 과정을 통해 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)을 도출하였다. 우선 무역항 13개 비컨테이너(벌크)부두의 하역프로세스 현황을 조사하고 유사한 하역프로세스를 가진 부두별로 그룹화하였다. 비컨테이너(벌크) 부두들의 일반적인 하역은 선박 접안→양·적하→보관·적재(장치장 등)→반출의 과정을 거치는데, 이때 양·적하 방식의 유사성을 기준으로 13개 비컨테이너 부두들이 세 가지 그룹으로 구분됨을 알 수 있었다. <그림 5-1>은 하역프로세스별 전용부두 구분 결과를 나타내고 있는데, 특정 품목을대상으로 해당 품목만 전용으로 하역하는 시설이 설치된 전용하역 부두는 시멘트부두, 석탄부두, 철광석부두, 유류부두, 화공품 부두이다. 전용 하역시설은 타 품목을 처리하기 위해서는 하역기기를 세척해야하는 등 제약사항이 많은 것이 특징이다. 반면 일반하역방식은 특정 품목에 국한되지 않고 다양한 화물을 하역할 수 있는 방식으로 주로 언로더 그라브(Grab)를 사용하여 화물을 처리한다. 전국 비컨테이너 부두 중 이에

해당하는 부두는 다음 네 가지 목재부두, 철재부두, 고철부두, 잡화부두이다. 이 밖에 연속식 하역과 일반하역 방식이 혼용되어 처리되고 있는 화물들은 컨테이너, 모래, 양곡, 기타광석, 자동차로, 본 연구에서는 상기 전용부두들이 기타하역방식 부두로 분류되었다. 하역프로세스별 전용부두 분류(안)을 신규 무역항 부두분류체계 개편(안)에 직접적으로 반영하는 것에는 한계가 있었지만 최종 제시되는 무역항 부두분류체계 개편(안)의 적정성과 파급효과 검토 시에는 참고자료로 활용되었다.

〈그림 5-1〉 하역프로세스기준 전용부두 분류(안)

구분	전용식 하역부두	일반 하역 부두	기타부두
부두명	시멘트	목재	컨테이너
	석탄	철재	모래
	철광석	고철	양곡
	유류	잡화	기타광석
	화공품		자동차

자료: 저자작성

전용하역식 부두로 분류된 시멘트, 석탄, 철광석, 유류, 화학공업생산물 부두는 화물과 화물 수요자들의 특징에 의해 다시 두세 가지로 재분류될 수 있다. 우선 다섯 가지 품목 중 액체화물인 유류와 화공품은 화물의 특징과 하역방식이 유사하여 두 품목이 별도로 그룹화될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 시멘트, 석탄, 철광석 부두는 Dry 벌크화물이라는 공통점과 주로 발전소나 제철소의 원료로 사용된다는 점이 유사하다. 기타부두로 분류된 다섯 가지 부두들 모두 전용성이 높은 부두들이지만 각각의 화물들은 전용 하역과 일반하역 방식이 혼용되어 화물처리가 가능하다. 하지만 기타광석 부두를 제외한 모래, 양곡, 컨테이너, 자동차 부두들은 실제로 항만 현장에서 타 부두와 독립적으로 운영되고 있다. 하역프로세스 특징상(연속

식 하역/일반하역 혼용 가능) 기타부두 방식으로 다섯 가지 부두가 그룹화되었지만 각 부두간 부두 운영 방식이 확연히 달라 부두분류체계 개편(안)에서는 각기 분화되어야 할 것으로 판단된다.

2. 국외 주요항만의 부두분류체계와 국내 무역항 부두분류체계 비교 분석

우리나라 항만의 부두분류체계를 일본, 중국, 유럽(로테르담항) 항만의 부두분류체계와 비교 고찰하여 시사점을 도출하고, 이를 무역항 신규 부두분류체계 개선(안)에 반영하였다. 일본의 부두 종류는 우리나라와 동일하게 14개이지만 공공성이 뚜렷한 컨테이너, 잡화 부두만 국가에서 개발 및 운영하고 그 외에 석탄·철광석 부두, 철재부두, 등은 민간 기업이 계획을 수립과 개발을 맡아 운영하고 있다. 일본 외에 로테르담항만과 중국의 항만의 부두들은 5~8개 종류로 분화되어 있는데 두 국가 모두 장래 친환경 에너지 수요 증가를 예상하여 LNG 부두를 별도로 분류하여 운영하고 있다. 우리나라에서는 가스가 유류부두의 취급품목중 하나로 로테르담항처럼 가스부두가 별도로 운영되고 있진 않다. 일본에서도 LNG 화물을 별도의 부두에서 취급하고 있는 것을 <표 5-1>을 통해 확인할 수 있다.

우리나라와 일본이 동일하게 전용부두 종류가 14개로 가장 많지만 일본은 대규모의 자가 물동량만 취급·처리하는 화주 전용부두 성격이 강한 석탄, 철광석, 철재 부두 등은 민간에서 개발과 운영을 맡고 있다. 즉 컨테이너와 잡화부두를 제외한 12개 화물부두는 거의 대부분 기업의 전용부두로 이용되고 있다. 이에 우리나라의 부두분류체계 대비 유연한 항만 운영이 가능할 것으로 판단된다. 우리나라와 일본은 대표적인 분진성화물인 모래를 별도의 부두로 지정하여 처리하고 있는 반면 중국과 로테르담항의 경우

에는 취급품목으로 지정되어 있진 않지만 각각 기타부두와 드라이벌크 터미널에서 처리가능 할 것으로 추정된다. 로테르담항의 부두분류체계는 4개국 중 화물특성에 따라 가장 포괄적으로 분류된 체계이며 처리품목이 1개로 고정되어 있지 않아 유연한 항만운영 및 개발이 가능할 것으로 판단된다. 한편 중국은 주요 수출입 화물(석탄, 철광석, 원유 등)위주로 부두가 분류되고 중점 운영되고 있는 것이 특징이다. 우리나라는 개발계획과 운영계획 모두 중앙부처에서 수립하는 반면 우리나라와 동일한 14개 부두분류체계를 보유한 일본은 민간이 개발하는 부두의 계획은 민간에서 수립하여 운영하고 있다. 국외 주요항만의 부두분류체계와 운영·개발 부문을 검토해 본 결과 우리나라 부두운영의 경직성이 가장 높을 것으로 판단된다.

〈표 5-1〉 국가별 항만 부두분류체계 비교

구분	한국	일본	중국	유럽(로테르담)
1	컨테이너	컨테이너	컨테이너	컨테이너
2	양곡	곡물	곡물	드라이벌크
3	자동차	자동차	자동차	브레이크벌크
4	유류	유류	원유	액체벌크
5	화학공업생산물	가스	LNG	LNG
6	석탄	석탄·철광석	석탄	
7	철광석	농산물	철광석	
8	시멘트	시멘트	기타부두	
9	잡화	잡화		
10	목재	목재		
11	철재	철재		
12	고철	고철		
13	모래	모래		
14	기타광석	수산물		
합계	14개	14개	8개	5개

자료: 저자작성

3. 전국 항만별·부두별 전용률 추이 및 상위 처리 품목 분석

전국 무역항의 비컨테이너(벌크)부두 분류체계 개선(안)을 도출하기 위해서는 각각의 부두별·품목별 처리실적현황 분석을 통해 실제 부두에서 그룹화 되어 처리되는 품목들을 파악해야 한다. 이를 위해 전국 무역항의 292개의 비컨테이너 부두들의 품목별(14개) 처리실적과 비중, 전용률 추이를 분석하였다. 13개 비컨테이너 부두들의 전용률 추이를 분석한 결과 각 전용 부두에서 처리되는 품목별 비중은 상당히 고착화되어있는 것을 파악할 수 있었다. <표 5-2>에 상위 3개 품목 처리비중 추이를 살펴보면 화학공업생산물 부두의 경우 지정된 품목인 화학공업생산물과 유류품목이 오랜 기간 동안 일정 비중을 유지하며 처리되고 있는 것을 파악할 수 있다. 또한 석탄부두에서도 연도별 비중이 조금씩 다르지만 지정품목인 석탄물동량과 기타광석 화물이 지속적으로 그룹화 되어 처리되고 있는 것을 확인할 수 있다. 잡화부두에서 주로 혼재되는 화물은 철재와 잡화로 그 외에 기타광석, 자동차 등이 함께 처리되는 것으로 나타났다.

〈표 5-2〉 주요 전용부두의 연도별 상위 3개 품목 처리비중

구분	'16	'17	'18	'19	'20
석탄 부두	석탄(90.5%)	석탄(91.4%)	석탄(91.6%)	석탄(91.7%)	석탄(90.6%)
	기타광석 (6.7%)	기타광석 (5.5%)	기타광석 (5.7%)	기타광석 (5.2%)	기타광석 (6.7%)
	철광석 (1.0%)	유류 (1.1%)	고철 (1.1%)	고철 (1.2%)	고철 (0.8%)
철광석 부두	철광석 (74.8%)	철광석 (74.7%)	철광석 (74.6%)	철광석 (75.7%)	철광석 (72.1%)
	석탄 (24.7%)	석탄 (24.7%)	석탄 (24.8%)	석탄 (24.1%)	석탄 (26.9%)
	기타광석 (0.3%)	유류 (0.3%)	기타광석 (0.4%)	유류 (0.2%)	기타광석 (0.7%)

구분	'16	'17	'18	'19	'20
잡화 부두	철재(27.8%)	철재(22.9%)	잡화 (24.7%)	잡화 (24.7%)	잡화 (24.7%)
	잡화 (25.3%)	잡화 (22.2%)	철재 (21.0%)	철재 (23.6%)	철재 (22.2%)
	기타광석 (10.3%)	자동차 (11.8%)	기타광석 (15.8%)	기타광석 (15.6%)	기타광석 (14.5%)
화학공 업생산물 부두	유류 (58.3%)	유류 (53.4%)	유류 (51.9%)	화학공업 생산물 (51.7%)	유류 (54.9%)
	화학공업 생산물 (40.1%)	화학공업 생산물 (45.0%)	화학공업 생산물 (46.2%)	유류 (47.4%)	화학공업 생산물 (43.3%)
	잡화 (0.6%)	잡화 (0.9%)	잡화 (0.9%)	잡화 (0.6%)	잡화 (1.2%)

자료: 저자 작성

국내 전체 전용부두의 전용률은 60% 대에서 큰 변화 없이 유지 되고 있는 것을 다음 <표 5-2>을 통해 알 수 있다. 품목별로 자동차, 유류, 석탄, 철재, 시멘트 등이 높은 전용률을 보이며 화공품, 고철, 잡화, 목재 등은 낮은 전용률을 나타내고 있다. 이는 부두수요가 상대적으로 낮은 부두(목재 등)와 범용성이 있는 부두(잡화, 화공품, 철광석)에서는 상대적으로 타 품목이 혼재 처리 비중이 높아 낮은 전용률을 기록하고 있다.

<표 5-3> 전국 전용부두의 품목별 전용률 추이

부두	전 용 률						
	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
자동차	86.9	91.7	94.4	95.1	99.1	99.2	99.4
유류	97.0	96.9	96.4	96.2	94.3	96.5	96.9
석탄	88.5	89.5	90.5	91.4	91.6	91.7	90.6
철재	86.1	89.3	91.1	89.9	87.4	86.9	88.0

부두	전 용 른						
	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
시멘트	81.0	81.5	78.3	80.3	77.4	78.3	77.9
모래	90.5	92.1	92.6	86.6	71.8	56.7	77.5
철광석	54.7	70.9	74.8	74.7	74.6	75.7	72.1
기타광석	69.0	64.8	64.8	66.4	64.6	66.6	67.2
양곡	51.6	58.9	64.2	70.1	72.5	66.9	61.2
화공품	40.0	38.6	40.1	45.0	46.2	51.7	43.3
고철	76.6	45.6	24.4	39.0	31.5	34.5	30.6
잡화	29.4	27.5	26.4	23.4	26.2	26.3	26.2
목재	30.2	30.5	24.0	24.6	17.6	16.7	17.7
평균	67.8	67.5	66.3	67.9	65.7	65.2	65.3

자료: 해운항만물류정보시스템(Port-MIS), 저자 작성

4. 전국 무역항 13개 비컨테이너 부두의 효율성 측정

앞서 부두별·품목별 처리현황과 전용률을 다각적으로 분석한 결과 특정 화물들이 기존 부두 분류체계와는 무관하게 그룹화되어 혼재 처리되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한 우리나라 부두 종류보다 적은 개수의 부두(터미널)로 항만을 운영하는 국외 항만 부두 분류체계 조사를 통해 포괄적인 부두 분류체계가 좀 더 효율적이고 유연한 항만운영을 가능케 하는 것으로 추정하였다. 다음으로 총 13개의 비컨테이너부두들의 효율성을 DEA를 통해 측정하고 상대적 순위를 평가하였다. 그 결과 혼재율이 높아 전용률이 낮았던 목재, 잡화 부두들의 효율성 순위가 하위권을 기록하고 있는 것을 알 수 있었다. 다시 말하면 지정된 품목의 처리량이 많아 전용률이 높은 부두들의 효율성이 상위권을 기록하고 있다. 항만 운영 관련 전문가들의 의견 중에 일부는 항만 부두에서 이미 많은 품목이 혼재 처리되고 있어서 부두 분류체계를 개선하는 것이 큰 효율성을 주지 못할 것이라는 의

전도 있었다. 하지만 <표 5-4>에서 보듯이 낮은 전용률을 기록한 부두들의 효율성 순위가 비컨테이너부두에서 하위권을 형성하고 있다. 부두 분류체계를 항만 실제 운영현황에 맞게 개선하는 것은 항만의 효율성 제고에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단된다.

〈표 5-4〉 전용부두 효율성 분석 결과 및 하위권 순위

전용부두 (DMU)	투입기준		산출기준		Super-SBM 모형	순위
	CCR	BCC	CCR	BCC		
철광석	1.00	1.00	1.00	1.00	1.34	1
유류	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2
자동차	0.93	0.97	0.93	0.97	0.67	3
석탄	0.80	0.81	0.80	0.83	0.49	4
철재	0.89	0.96	0.89	0.96	0.45	5
기타광석	0.79	1.00	0.79	1.00	0.41	6
시멘트	0.66	0.95	0.66	0.92	0.36	7
화공품	0.64	0.75	0.65	0.70	0.32	8
모래	0.47	1.00	0.47	1.00	0.27	9
양곡	0.36	0.59	0.36	0.39	0.27	10
잡화	0.22	0.41	0.22	0.23	0.11	11
고철	0.21	1.00	0.21	1.00	0.11	12
목재	0.09	1.00	0.09	1.00	0.04	13

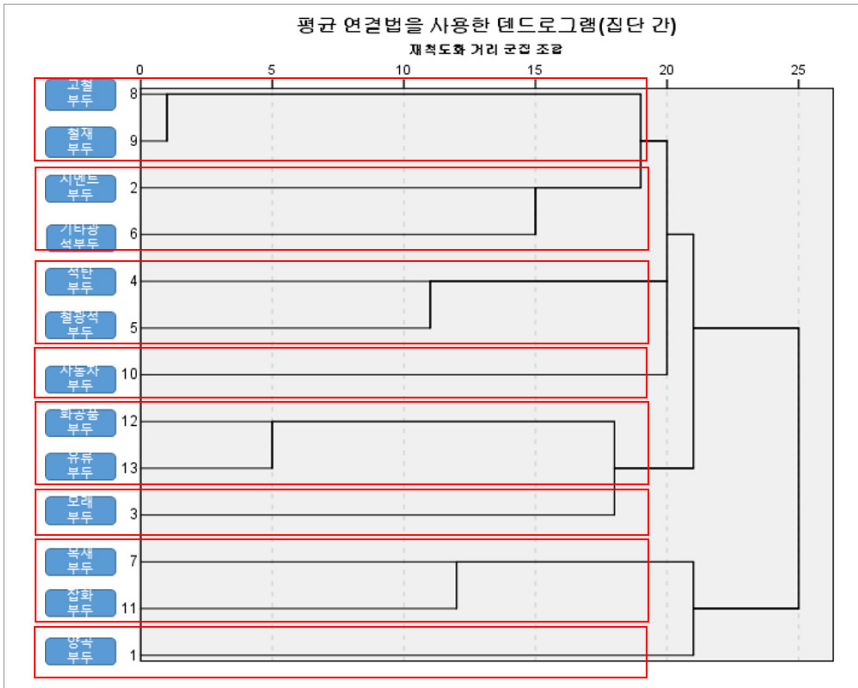
자료: 저자 작성

5. 군집분석을 통한 무역항 비컨테이너부두 재그룹화

본 연구에서는 비슷한 특성이 있는 연구 대상을 그룹으로 묶는 통계적 방법인 군집분석을 활용하여 무역항의 전용부두들을 재그룹화하였다. 비컨테이너 전용부두에서 처리되는 품목(컨테이너 포함 14개)들의 실적을 변수로 군집분석을 실시한 결과 기존 13개의 비컨테이너 부두 분류가 8개로 군

집화된 것을 <그림 5-2>를 통해 확인할 수 있다. 고철과 철재부두가 군집1로 그룹화 되었는데, 각각 부두의 품목별 처리실적이 유사도가 높은 것으로 나타났다.

<그림 5-2> 군집분석 결과를 통한 분류(안)



자료: 저자 작성

화물의 특성(액체화물)과 하역방식이 유사하고 화학공업생산물 부두에서 지속적으로 약 50% 정도 처리되었던 유류 부두가 화학공업생산물 부두와 그룹핑(grouping) 되었다. 자동차부두와, 모래부두, 양곡부두는 다른 비컨 테이너와 품목별 처리실적의 유사도가 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다.

제2절 전국 무역항 부두분류체계 개선(안) 제시

하역프로세스기준 전용부두 분류(안)과 국외 주요항만의 분류체계를 참고하고 부두별·품목별 실적 현황분석, 비컨테이너 효율성 평가, 군집분석을 활용한 전용부두 분류(안)을 종합적으로 검토한 결과 전국 무역항 부두 분류체계 개선(안)이 아래 <표 5-5>와 같이 도출되었다.

<표 5-5> 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)

부두·터미널(14개)	⇒	부두·터미널		
		소 분 류(7개)	대 분 류(4개)	구 분(2개)
컨테이너		컨테이너 부두 (Container)	컨테이너 (Container)	컨테이너
석 탄		원료부두	건 화 물 (Dry Bulk)	비컨테이너
철 광 석				
기타광석				
시 멘 트				
양 곡		양곡부두		
모 래		모래부두		
철 재		일반부두	일반화물 (Break Bulk)	
고 철				
목 재				
잡 화				
자 동 차		자동차부두		
화학공업생산물		액체부두	액체화물 (Liquid Bulk)	
유 류				

자료: 한국해양수산개발원, 「항만과 산업」, 2018, 2호, 저자 재작성

부두분류체계 소분류(안)에서는 군집분석을 통해 도출된 8개의 벌크 군집유형 중 1군집(고철부두/철재부두)과 7군집(목재부두/잡화부두)을 통합하여 ‘일반부두’로 분류하였다. 또한 2군집(시멘트부두/기타광석 부두)과 3

군집(석탄부두/철광석부두)을 통합시켜 ‘원료부두’로 분류하였다. 이는 하역방식 기준으로 분류한 부두분류체계와 동일한 것으로 군집분석 결과외에 각 화물의 하역 특징, 실제 부두에서 처리되는 현황등을 고려한 결과이다.

부두분류체계 대분류(안)은 좀 더 포괄적인 화물 고유의 특징을 기준으로 부두를 그룹화 하였는데 로테르담의 부두 분류체계를 참고하고 우리나라 항만 부두의 실제 취급품목 현황을 반영하여 도출하였다. 우선 건화물(Dry Bulk)은 곡물, 석탄, 광석 등과 같이 입자나 분말상태 그대로 선적하는 용적 단위의 산적화물로 정의되고 있는데 양곡, 모래부두는 물론이고 석탄, 철광석이 취급되는 원료부두도 건화물 부두에 해당된다고 판단하였다. 또한 일반화물(Break Bulk) 치수나 무게가 지나치게 커서 컨테이너에 수납할 수 없거나 포장에 불가능한 화물을 선내에 직접 적재하는 화물로 정의할 수 있는데 철재, 고철, 목재, 잡화, 자동차 화물이 이에 해당된다. 소분류안(7개)에서는 일반부두가 전용률이 높았던 자동차 부두와 구분되어졌지만 대분류(안)에서는 일반화물 부두로 통합되어 있다. 특히 항만운영 현장에서 잡화부두에서 취급할 수 있는 품목에 대한 혼동이 잦았는데 본 연구에서 기존 ‘잡화부두’ 명칭이 직관적으로 이해하기 어려운 점을 감안하여 일반화물(General Cargo)개념을 도입하고 일반화물 부두로 분류하였다.

도출된 무역항 부두분류체계 개선(안)에 대한 항만관리자, 항만이용자, 항만건설 엔지니어링 전문가들의 의견을 정책협의회와 자문을 통해 수렴한 결과 응답자중 72.7%가 소분류(안)을 선택하였다. 소분류(안)을 선택한 사유는 전문가별로 다양하였지만 우선 부두분류체계는 부두에서 취급할 수 있는 화태를 제한하는 요소로 작용하고 있기 때문에 신중하고 점진적으로 개편하는 것이 바람직하다는 의견이 있었다. 혼재처리의 주원인으로 부두 운영사의 운영여건을 꼽은 전문가들은 단일품목 처리를 통한 이윤확보가 어려운 상황에서 잡화, 목재 등 일반화물을 처리하는 부두들의 단일화가

필요하다고 강조하였다. 다만 자동차 품목의 경우 전용 하역시설이 필요 없는 물동량이지만 화물의 특성(클린 화물)과 다른 일반화물 대비 하역프로세스의 차이(선적전 검수작업)로 인해 분진성 화물인 철재, 고철, 목재, 잡화부두들과 자동차 부두가 구분되는 소분류(안)이 더 적절하다는 평가도 있었다. 또한 양곡부두, 모래부두, 자동차 부두의 경우 전용부두로 운영되고 있는 사례가 많기 때문에 별도의 구분이 되어 있는 소분류(안)을 선택한 전문가들도 있었다. 이와 함께 석탄, 철광석, 기타광석, 시멘트는 모든 화주가 직접 공급받는 품종이기 때문에 소분류(안)의 ‘원료부두’라는 표현이 적절하고 유류와 화학공업생산물 모두 액체성질의 화물이기 때문에 액체부두라고 명명한 것이 바람직하다는 평가가 있었다.

반면 대분류(안)이 불필요한 행정 비용 등을 줄이고 상대적으로 좀 더 유연한 항만개발이 가능할 것이라고 판단한 전문가들은 응답자 중 27.3%였다. 분진성 화물로 전국항만에서 민원이 다수 발생하고 있는 모래부두가 별도로 분화되어 있지 않은 대분류(안)이 분진성 화물의 원활한 취급에 긍정적인 영향을 줄 것이라는 전망도 있었다.

06

정책제언

제1절 정책 제언

1. 법률적·제도적 지원 방안 검토¹⁶⁾

'16년부터 현재까지 해양수산부에서는 품목분류표(HS code, 국제표준)를 토대로 통계분류 코드를 운용하고 있다. 항만기본계획에서 이처럼 32개로 분류된 화물 품목을 다시 14개 품목으로 보다 넓게 분류하고, 항만별 계획 평면도에 특정 항만에 속하는 개개의 부두별 취급 화물을 기재하고 있어 이처럼 분류된 14개 품목이 편의상 항만부두(품목) 분류 체계로 이해되고 있다. 하지만 항만부두 분류체계를 정하는 기준 및 그 근거 등이 항만기본계획에 별도로 기재되어 있지 않고 항만관련 기본법인 항만법에도 규정되어 있지 않은 실정이다. 즉 부두를 14개로 분류하여야 한다거나 해당부두에서 취급하는 화물은 항만기본계획 평면도상 기재된 품목에 한한다는 취지의 특별한 근거 규정이 현재로서는 부재하다. 다시 말하면 현재 항만부두(품목) 분류체계를 항만법상 법적 구속력을 가지는 분류체계라기보다는 부두의 운영현황을 반영한 기능적 분류체계인 것으로 이해하는 것이 타당하다.

16) 법무법인 해원의 자문의견을 바탕으로 저자 정리

항만기본계획상의 내용 변경을 위한 별도의 법적 근거가 필요하지 않기 때문에 신규 전국 무역항 부두분류체계 개선(안)을 항만 현장에 도입하여 운영하더라도 법적 분쟁 가능성은 높지 않을 것으로 판단된다. 다만 향후에 다시 항만의 운영 상황이 변경되어 부두운영사가 개편된 항만부두분류체계에서 지정된 취급 품목외에 다른 품목을 취급하고자 할때 화물의 취급이 제한될 경우 불복의 형태로 분쟁이 발생할 수 있다.

따라서 항만기본계획 일부를 이루는 항만부두분류체계 자체의 구속력을 인정받고 무역항 부두분류체계 개편(안)의 실효성을 확보하기 위해서는 항만기본계획의 수립 및 변경 등에 관한 근거 법률인 항만법에서 기본계획상 부두 분류 체계에 대한 준수 의무를 부과하고, 위반에 대한 제재사항을 명확하게 규율하여야 한다. 한편 본 연구에서 제안한 부두분류체계 개선은 비컨테이너부두를 대상으로 하는데, 해당 부두의 사용은 국유재산법, 항만법 또는 항만공사법에 근거하여 항만시설 운영자 또는 항만시설관리권자와 TOC, 항만시설사용자간의 임대차 등 사용에 관한 계약을 통해 권리와 의무가 규율되어 있다. 이에 항만법 개정은 시일이 소요되기 때문에 현재로서는 화물취급 위반 시 제재에 관한 사항을 임대차 계약 등에 반영하여 부두분류체계 개편(안)의 구속력과 실효성을 확보할 필요가 있다.

2. 항만관리자 및 이용자들의 요구사항 대응 방안 검토

전국무역항 부두분류체계 개선(안) 도출을 위해 항만관리자(해양수산부, 항만공사, 지방청)와 이용자(부두운영사, 협회)를 대상을 2차에 걸쳐 서면자문(2021년 8월)과 정책협의회(21년 9월)를 실시하였다. 현행 부두분류체계하에서 발생하고 있는 애로사항과 개편된 부두분류체계(안)에 대한 의견 및 수정 요청사항 등을 청취하고 수렴하였는데, 항만관리자 및 이용자들의 요구사항은 크게 두 가지로 요약할 수 있다.

우선 항만관리자 및 이용자들은 현행 부두분류체계의 개편이 항만운영의 효율성을 제고시킬 수 있는 방향으로 추진되어야 한다는 의견을 피력하였다. 다음으로 항만운영 현장에서 빈번하게 발생하는 민원 해결에 용이한 부두 분류 체계가 필요하다는 의견이 많았다. 대표적인 기피시설인 석탄과 모래부두 관련 민원 대응은 현행 부두분류체계와 같이 개별 부두로 지정되어 있는 것보다 통합된 부두의 취급품목으로 포함되어 있는 편이 훨씬 용이할 것 같다는 의견을 다수의 항만관리자들이 개진하였다. 이에 많은 항만관리자와 이용자들은 7개로 분류되는 소분류(안)보다 4개의 부두 종류로 분화된 대분류(안)을 더 선호하였다. 법률적 지원방안에서 언급되었던 것처럼 신규부두분류체계 개선(안)이 항만에 적용된 이후에 부두 이용자(운행사)가 다시 한번 부두의 취급품목 변경을 원할 경우와 관련 민원에 대분류(안)이 좀 더 유연하게 대응할 수 있는 체계로 기대하고 있다. 하지만 신규 무역항 부두분류체계 개편(안)으로 7개의 부두 종류가 있는 소분류(안)이 장기적으로는 더 적절한 개편안이란 의견도 있었다. 실제 처리될 품목은 주거지 인근에서는 기피도가 높은 모래와 석탄 같은 분진성 화물임에도 신규 항만시설 입지 예고 시 건화물(dry bulk)터미널로 알려진다면 단기적으로는 지역주민의 민원은 피할 수 있겠지만 후일에 실제 해당 품목이 취급되면 분진성 화물 취급부두에만 높았던 혐오 및 기피감이 항만시설 전체에 대한 기피로 확대될 수 있다는 우려도 있었다. 또한 모래부두의 경우 대부분 바지선으로 운송되기 때문에 타 부두에 비해 수심이 낮다. 만약 모래부두가 양곡부두, 원료부두와 건벌크 터미널로 통합된다면 기존 모래부두 운영사들이 대형선의 입항이 가능한 양곡 부두와 원료부두의 수심만큼 증설할 것을 요구할 수도 있다는 의견도 있었다. 또한 대분류(안)을 선호했던 항만관리자 간에도 해당 항만의 운영 여건에 따라 통합 터미널에서 취급지정을 원하는 품목이 상이하였다. 따라서 향후에는 개별 항만의 수요와 운영 여건 등을 좀 더 상세하게 파악하여 더 다양한 개편(안)을 제시하고, 여러 조건들을 변경하여 개편(안)별 효과 분석을 실시할 필요가 있다.

3. 향후 연구방향

전국 무역항 부두분류체계 개편(안)을 도출하기 위해 DEA를 활용하여 국내 처음으로 13개 비컨부두의 효율성을 평가하였다. 하역능력, 부두길이 수심 등 다양한 투입변수와 산출변수(물동량)를 활용하여 효율성을 평가하였는데 향후에는 항만시설재원과 관련된 일반적인 데이터 외에 항만의 서비스와 관련된 데이터를 투입변수로 선정하여 국내 비컨테이너 부두의 효율성을 평가하고자 한다. 한편 본 연구에서 유사도에 따라 대상을 그룹화하는 군집분석을 통해 13개 비컨부두들을 재그룹화하였는데 이때 변수로 부두의 품목별 처리실적을 선정하였다. 향후에는 변수를 확장하여 좀 더 면밀한 군집분석 결과를 도출하고자 한다.

본 연구에서 전국 292개의 비컨테이너 부두를 연구대상으로 선정하여 광범위하게 분석하였지만 향후에는 연구대상에서 제외된 다기능 지정부두들도 다양한 분석 기법을 통해 연구대상에 포함할 예정이다.

또한 본연구의 최종목적이 부두분류체계 개편(안)을 제시하는 것이어서 실제로 항만에 부두분류체계 개편(안)이 적용되었을 경우 초래되는 파급효과와 이에 따른 대응 방안 모색에는 한계가 있었다. 향후 후속과제에서는 해양수산부, 항만공사, 지방청, 부두운영사의 의견을 좀 더 면밀히 수렴하고 좀 더 다양한 부두분류체계 개편(안)을 마련하여 이에 따른 효과를 다각적으로 검토하려 한다.

실제로 항만의 많은 부두들이 부두운영사(TOC)에 의해 운영되고 있다. 본연구에서 제안한 부두분류체계 개편(안)이 향후에 효율적으로 현장에 적용되기 위해서는 부두의 기존 취급품목 변경시 부두운영 계약 당사자인 TOC와 법률적 충돌이 발생할 수 있는지를 사전에 검토하고 대응방안을 마련하는 것이 필요하다. 본연구에서도 이와 관련된 법률적 자문을 실시하

였으나 향후에는 비귀속부두에 대한 부두체계개선(안) 적용 가능성 등 반드시 사전에 법률적 검토가 필요한 사항들을 나열하여 좀 더 전문적으로 자문을 실시하고자 한다.

참고문헌

국내 문헌

- 국토연구원, 「한국의 항만 개발 정책」, 2012.
- 김선구·최용석, 「컨테이너터미널 효율성 평가를 위한 AHP/DEA 통합모형」, 『한국항만경제학회지』, 제28권, 제2호, 179-194, 2012.
- 김윤희·하헌구, 「DEA-Malmquist Productivity Index를 이용한 국내공항의 생산성 변화 분석」, 『한국항공경영학회지』, 제8권, 제1호, 2010.
- 모수원, 「국내항만의 효율성 결정요소-패널분석과 이분산 토빗모형을 이용하여-」, 『한국항만경제학회지』, 제24권, 제4호, 2008.
- 박노경, 「퍼지DEA에 의한 항만의 효율성 및 순위 측정방법: 평균지수변환 모형 접근」, 『한국항만경제학회지』, 제 26권, 제2호, 82-98. 2010.
- 박석호, 「국내 대형조선업계의 효율성 및 생산성 분석」, 『한국항만경제학회지』, 제 26권, 제4호, 188-206. 2010.
- 박호·김동진, 「국내 주요 4대 컨테이너항만의 효율성 및 결정요인 분석」, 『한국항만경제학회지』, 제28권, 제3호, 73-89, 2012.
- 방희석·강동준·박재현, 「주요 컨테이너 항만의 효율성 분석에 관한 연구」, 『무역학회지』, 제36권 제2호, 1-23, 2011.
- 박홍균, 「환적화물의 컨테이너 터미널 효율성 분석」, 『한국항만경제학회지』, 제26권, 제1호, 1-19, 2010.

-
- 윤서연·김종기·이재현·김상록, 『자율주행시대에 대응한 도로관리체계 연구』, 국토연구원, 2019.
- 이군휘, 사회과학연구방법론, 광암문화사, 2004.
- 이정동·오동현, 『효율성분석이론-DEA 자료포락분석법』, (주)지필미디어, 2012.
- 서정호·공정민·남태현·여기태, 「국내 자동차부두 효율성 분석에 관한 연구」, 『한국항해항만학회지』, 제41권 제3호, 127-136, 2017.
- 송민경, 장훈, 「군집분석을 이용한 수도권 도시의 유형화에 관한 연구」, 『대한공간정보학회 학술대회』, 45-52, 2010.
- 전찬휘·이종필, 『전용부두 부가가치 창출효과 비교』, 한국해양수산개발원, 2008.
- 조친철·김종원·임영태·장철순·권대환·이의진·정의홍, 『한국의 항만 개발 정책』, 국토연구원, 2012.
- 주희선·이경민·정창무, 「DEA를 활용한 도시공공서비스 효율성 분석」, 『서울도시연구』, 제415권 제2호, 131-149, 2014.
- 진쟁휘, 「중국 항만 원유부두 개발의 현황 및 문제점에 관한 연구」, 『해양비즈니스』, 제25호, 133-164, 2013.
- 최형림·박남규·유동호·이선용·권해경·임성택·정봉진, 「DEA 기법을 활용한 컨테이너터미널 생산성 측정에 관한 연구」, 『한국산업정보학외논문지』, 제11권, 제1호, 49-57, 2006.
- 해양수산부, 「제2차 전국항만기본계획」, 2001.
- 해양수산부, 「제3차 전국항만기본계획」, 2011.
- 해양수산부, 「제4차 전국항만기본계획 고시문」, 2020.
- 해양수산부, 「중앙과 지방간 항만관리 역할 분담연구」, 2016.
- 해양수산부, 「품목별 전용부두 적정하역능력 산정」, 2013.

국외 문헌

- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W.W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management*

- Science*, Vol.30, 1078-1092, 1984.
- Boussofiane, A., R.C. Dyson, & E. Thanassoulis, "Applied Data Envelopment Analysis," *European Journal of Operational Research*, Vol.32, 1-15, 1991.
- Cullinane, K. P. B., Song, D. W., Ji, P., and Wang, T., "An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency," *Review of Network Economics*, Vol. 3, No. 2, 186-208, 2004.
- Gabriel Figueiredo de Oliveira and Pierre Cariou, "A DEA study of the efficiency of 122 iron ore and coal ports and of 15/17 countries in 2005," *Maritime Policy and Management*, Vol. 38, No. 7, 727-743, 2011.
- John, T. Behrens., Kristen, E. Dicerbo., Nedim Yel, Roy Levy., "Exploratory Data Analysis," *John Wiley & Sons*, Vol. 2, 34-70, 2012.
- Joyce, Fong., Connie, Chen., "Ports and Terminals in China," *Lexology*, 2018.
- Khairul, Rizuan. Suliman., Suzari, Abdul. Rahim., T, Ramayah., and D, Karunanithy. Degeras., "Measuring technical efficiency of dry bulk terminal performance using the frontier application of data envelopment analysis: A proposed framework," *Journal of Physics: Conference Series*, No, 1366, 1-9, 2019.
- Mostafa, M., "Benchmarking the US specialty retailers and food consumer stores using data envelopment analysis," *International Journal of Retail and Distribution Management*, Vol.37, No.8, 661-679, 2009.
- Merk, O., Dang, T., "Efficiency of world ports in container and bulk cargo (oil, coal, ores and grain)," *OECD Regional Development Working Papers*, 1-45, 2012.
- Roll, Y. and Hayuth, Y., "Port performance comparison applying data envelopment analysis(DEA)," *Maritime Policy & Management*, 20(2), 153-161. 1993.
- Rios, L. R. and Maçada, A. C. C., "Analyzing the Relative Efficiency of Container Terminals of Mercosur Using DEA," *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 8, No, 4, 331-346, 2006.
- T.A. van Vianen, J.A. Ottjes and G. Lodewijks, "Dry Bulk Terminal Characteristics," *Bulk Solids India*, 2011.
- Tone, K, "A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509, 2001.

인터넷 자료

법제처, <https://www.law.go.kr>, (검색일: 2021. 6. 6.)

해양수산부, 통합 PORT-MIS, 「화물처리실적_품목별」, <https://new.portmis.go.kr/portmis/websquare/websquare.jsp?w2xPath=/portmis/w2/main/index.xml&page=/portmis/w2/cm/sys/UI-PM-MT-001-021.xml&menuId=0045&menuCd=M4735&menuNm=%BB%E7%C0%CC%C6%AE%B8%CA>(검색일: 2021. 4. 30.)

STATISTA, <https://www.statista.com/statistics/1039032/china-ten-thousand-ton-class-or-above-berth-number-usage-by-purpose/#statisticContainer> (검색일: 2021. 4. 28.)

Mysteel, <https://www.mysteel.net/article/5017284/FEATURE--China-adds-four-VLOC-terminals--more-to-come.html>(검색일: 2021. 8. 27.)

King and Wood mallesons, https://www.kwm.com/en/knowledge/insights/lng-terminals-in-china-project-development-third-party-access-and-foreign-investment-issues-20200218#_ftn2(검색일: 2021. 2. 18.)

로테르담 항만공사, www.portofrotterdam.com/en/(검색일: 2021. 6. 16.)

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	시민참여형 해안돌봄 정책 도입방안 연구	정지호
02	해양 플라스틱 쓰레기가 선박 운항에 미치는 영향분석 연구	김보람
03	여성어업인 노동정책 방향 연구	홍혜수
04	순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구	고동훈
05	1conomy 시대, HMR 시장 확대에 따른 수산부문 대응전략 수립 연구	마창모
06	AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구	황선일
07	항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구 - 부산항 신항 전기에너지 소비를 중심으로 -	김근섭
08	해양분야 리빙랩 활성화 방안 연구	좌미라
09	빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구	안용성
10	해양공간계획 집행체계 고도화 방안 연구	최희정
11	수산식품산업 푸드테크 환경분석 및 적용전략 연구	이상건
12	AIS데이터기반 해상물동량 추정 연구	황수진
13	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구	이기열
14	항만 컨테이너 물류 프로세스 디지털화 모형 연구	서정용
15	해양수산 분야 국제산업연관표 구축기반 연구	정수빈
16	해양수산 과학기술 정책평가모형 연구 - 해양수산 R&D를 중심으로 -	전형모
17	글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구	박성화
18	항만산업 경기진단체계 구축 연구 - 경기동행지수 개발을 중심으로 -	김성아
19	전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구	이수영
20	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의 육성 및 지원을 위한 법제화 연구(5차년도) -	박한선
21	수소에너지 거점 구축을 위한 항만의 대응방안 연구	신수용

2020년

01	해양수산업의 지역 간 연관구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 재원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산식품 품질·안전관리 제도 개선방안 연구	이헌동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해수산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해수산업의경제적파급효과분석연구(4차년도) -	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양환경산업 육성 방안 연구	한기원
02	선원의 인권 및 근로여건 향상을 위한 선원근로감독관 제도 개선 방안 연구	허성례
03	포스트 코로나 시대를 대비하는 지역 해양축제 활성화 연구	최일선
04	회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구	김성기
05	중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구	최상균
06	크루즈산업 COVID-19 방역체계 구축방안 연구	황진희
07	한국형 선주사의 최적 운영방안 연구	고병욱
08	어촌형 생활서비스 전달체계 개선 연구	이호림
09	원양산업의 ESG 도입 기초 연구	윤미경
10	수상레저활동 관리체계 개선방안 연구	홍장원
11	연안지역 자연성 회복을 위한 정책 방향_간척지·담수호 중심으로	정지호
12	스마트항만 구축에 따른 탄소저감 효과 연구 - 동력전환을 중심으로 -	김가현

Ⅰ 2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양수산 정책영향평가를 위한 기초 연구	김주현
02	해양교육의 사회·경제적 가치 평가 연구	이슬기
03	해양수산업 경기진단체계 기초연구 - 해운업을 중심으로	권장한
04	선박 기술진보를 고려한 탄소 배출량 추정 연구	최건우
05	서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구	김병주
06	크루즈 여객 수요 전망 모형 구축 연구	안승현
07	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅲ)	서정용
08	수출용 전복의 유통경로 분석 연구	이정필
09	인공지능기반 해상운임 예측 연구(3차년도)	황수진
10	인공신경망모형을 이용한 양식수산물 단수 전망에 관한 연구 - 김 양식을 중심으로 -	천성훈
11	해양수산분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구	박광서

Ⅰ 2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진
04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅱ) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주산업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

기본연구 2021-19

전국 무역항 부두 분류 체계 개선 방안 연구

인쇄 2021년 12월 29일

발행 2021년 12월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 크리커뮤니케이션 (02-2273-1775)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원