

# AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구

---

A study on Demand Estimation and  
Implementation for AMP(Alternative Maritime  
Power) Installation

---

2017. 06.

이언경·최상희·강무홍·정동훈·이상혁·이찬빈



한국해양수산개발원  
KOREA MARITIME INSTITUTE

## 보고서 집필 내역

### <연구책임자>

이 언 경 : 연구총괄, 제1장, 제2장, 제3장 2절, 3절,  
제4장 2절, 제5장, 제6장, 제7장

### <연구진>

최 상 희 : 제6장 1절 일부, 제7장 2절 일부

강 무 흥 : 제3장 2절 일부

정 동 훈 : 제4장 1절, 3절

이 상 역 : 제2장 1절 일부, 제3장 1절

이 찬 빈 : 제5장 1절 일부, 3절 일부



## 요 약 · i

## 제1장

### 서 론 · 1

제1절 연구의 배경 및 목적 .....	1
1. 연구 배경 및 필요성 .....	1
2. 선행연구 분석 .....	3
3. 연구목적 .....	6
제2절 연구의 범위 및 추진 방법 .....	7
1. 연구범위 및 연구내용 .....	7
2. 연구 추진 방법 .....	7

## 제2장

### 국내외 선박 배출가스 규제 동향 · 9

제1절 선박 배출가스의 인체 유해성 논란 .....	9
1. 해외 선박 배출가스 위해성에 대한 연구 .....	9
2. 국내 선박 배출가스 위해성에 대한 논란 .....	13
제2절 국제기구 및 주요국의 선박 배출가스 규제 동향 .....	19

## 제3장

### 해외 AMP 설치·운영 현황 · 23

제1절 해외 항만 AMP 설치 및 운영 동향 .....	23
1. 북미지역 항만 AMP 도입 사례 .....	25
2. 유럽지역 항만 AMP 도입 사례 .....	27
3. 아시아지역 항만의 AMP 도입 사례 .....	30
제2절 LA/LB항의 AMP 추진 정책 및 대기오염물질 감축 효과 .....	33
제3절 중국의 AMP 설치 계획 .....	36
1. AMP 설치 대상 선석 및 선박 수 .....	36
2. AMP 설치 애로사항 .....	37
3. AMP 관련 국가 표준안 및 구축 계획 마련 .....	37
4. AMP 구축 목표 .....	40
5. AMP 추진 과제 .....	43

## 제4장

### 국내 주요 항만의 AMP 설치 제반 여건 조사 · 45

제1절 국내 AMP 설치 및 운영 동향 .....	45
1. 국내 AMP 설치계획 대비 실적 .....	45
2. 국내 저압 AMP 구성도 및 현황 .....	46
3. 국내 고압 AMP 구성도 및 현황 .....	48
제2절 국내 기존 항만의 AMP 설치 가능성 분석 .....	50
제3절 기존 터미널 AMP 설치 문제점 .....	51

## 제5장

### 국내 향만 AMP 설치 로드맵 수립 · 54

제1절 AMP 설치 대상 향만 선정 .....	54
1. AMP 설치 수요 조사 .....	54
2. 고압 AMP 대상 선박 용량 산정 .....	59
3. 고압 AMP 대상 선석 .....	60
4. 저압 AMP 대상 선석 .....	62
제2절 AMP 설치 비용 .....	63
제3절 AMP 설치 로드맵 .....	67
1. 고압 AMP 대상향의 설치 로드맵 및 예상 구축비용 .....	67
2. 저압 AMP 대상향의 설치 로드맵 및 예상 구축비용 .....	69
3. 소결 .....	73

## 제6장

### AMP 추진 과제 · 74

제1절 AMP 관련 관계기관 협력 모델 .....	74
1. 관계기관 협력 모델 개발 .....	74
2. 국내 향만 AMP 설치·운영을 위한 추진위원회 구성안 마련 .....	75
제2절 AMP 설치 선사와 향만 간 협력 모델 .....	78
제3절 고압 및 저압 AMP 시범사업 추진 .....	80
제4절 투자자금 확보 방안 .....	82

## 제7장

### 결론 및 정책제언 · 84

제1절 결론 .....	84
제2절 정책제언 .....	85
1. 선박 배출가스 인체영향 및 AMP 설치 효과 모니터링 체계 마련 .....	85
2. 선박유 황함유량 및 선박 배출 미세먼지 관리를 위한 관련법 개정 추진 ....	86
3. AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래 추진 ...	88
4. AMP 전기료 개편 방안 .....	90
5. AMP 관련 R&D 추진방안 .....	92



### 참고문헌 · 98



### 부 록 · 103

1. 1,000 GT당 AMP 소요전력 계산식 .....	103
2. 고압 AMP와 저압 AMP 분류 기준 .....	104
3. LA항 입항 선박별 AMP 사용 비중 .....	106
4. 유럽 및 미국 AMP 설비 구축 시 보조금 지원 .....	107

〈표 1-1〉 선행연구 종합.....	4
〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성.....	6
〈표 1-3〉 연구방법론.....	8
〈표 2-1〉 2016년 한국의 환경성과지수(EPI) 결과.....	15
〈표 2-2〉 선박에서 배출된 대기오염물질 비중.....	17
〈표 2-3〉 선박에서 배출된 대기오염물질 비중.....	17
〈표 2-4〉 ECA 설정 지역 및 적용일.....	19
〈표 2-5〉 황산화물(SOx) 규제 내용.....	20
〈표 3-1〉 선박 AMP 설치 현황.....	23
〈표 3-2〉 국외 AMP 설치 주요 항만.....	24
〈표 3-3〉 캘리포니아 지역 AMP 사용 및 온실가스 감축 목표.....	33
〈표 3-4〉 LA항 대기오염물질 감축 효과(2005~2015년).....	34
〈표 3-5〉 LB항 대기오염물질 감축 효과(2005~2015년).....	35
〈표 3-6〉 중국 AMP 설치 대상 선석 수.....	36
〈표 3-7〉 기술규범 내 AMP 전기 공급 및 주파수 규정.....	39
〈표 3-8〉 3가지 AMP 전원공급 방식.....	39
〈표 3-9〉 2018년 중국 AMP 구축 계획.....	40
〈표 3-10〉 2020년 중국 AMP 구축 계획.....	42
〈표 3-11〉 중국의 AMP 추진 과제.....	44
〈표 4-1〉 인천항 AMP 설치 현황 및 사용선박 척수.....	46
〈표 4-2〉 항만별 AMP 추정 용량 및 필요 관로수.....	50
〈표 4-3〉 유류비와 전기료 비교.....	53
〈표 5-1〉 AMP 설치 대상 및 공사비 투입 시점.....	55
〈표 5-2〉 정박 시 선종별 연료소비율 및 선종별 소요전력(kW).....	59
〈표 5-3〉 고압 AMP 대상 선석.....	61
〈표 5-4〉 저압 AMP 대상 선석.....	62
〈표 5-5〉 선종별 AMP 규격.....	64
〈표 5-6〉 컨테이너부두 구축비용(7.5MVA).....	65
〈표 5-7〉 컨테이너부두 구축비용(4MVA).....	66

〈표 5-8〉 고압 AMP 설치 선석별 로드맵 및 예산	67
〈표 5-9〉 저압 AMP 설치 선석별 로드맵 및 예산	70
〈표 5-10〉 우리나라 AMP 설치 선석 및 투입 예산(안)	73
〈표 6-1〉 AMP 설치 운영 추진위원회 역할과 기능	77
〈표 7-1〉 대기 환경 보전법 개정안	87
〈표 7-2〉 해양 환경 관리법 개정안	87
〈표 7-3〉 선사의 선박연료유 가격 대비 AMP 도입 효과	88
〈표 7-4〉 캘리포니아주의 톤당 환경편익	89
〈표 7-5〉 국가차원의 환경편익을 고려한 경제성 평가 결과	89
〈표 7-6〉 선박 연료유 사용비용과 전기료 비교	91
〈표 7-7〉 기존 AMP 구성(육측/선박측)	92
〈표 7-8〉 AMP 기술 운영 현황	93
〈표 7-9〉 AMP 기술별 선도기업	94
〈표 7-10〉 기존 AMP의 국산화 기술개발 요구사항	95
〈표 7-11〉 차세대 AMP 기술개발 요구사항	96
〈표 7-12〉 차세대 AMP R&D 추진 과제	97
〈표 부록 2-1〉 국내 케이블 제조사의 케이블 허용전류	104
〈표 부록 3-1〉 LA항 입항 선박별 AMP 사용 비중(2017년 1월~3월 실적)	106
〈표 부록 4-1〉 7개 항만에 대한 AMP 인프라 투자비	107
〈표 부록 4-2〉 미국 대기관리국 편당 AMP 보조금 지원액	108



〈그림 2-1〉 선박의 미세먼지(PM2.5)배출로 인한 심폐질환 사망률 예측.....	10
〈그림 2-2〉 컨테이너선박 1척과 디젤 차량의 대기오염물질 배출량 비교.....	12
〈그림 2-3〉 동아시아 선박 배출가스로 인한 연간 조기 사망자.....	12
〈그림 2-4〉 세계 10대 초미세먼지(PM2.5) 배출 항만.....	13
〈그림 2-5〉 GDP와 환경성과지수(EPI) 관계.....	14
〈그림 2-6〉 매년 인구 100만 명당 대기오염에 의한 사망자 수.....	16
〈그림 2-7〉 세계 선박 배출가스 배출규제지역(ECA) 예정지역.....	20
〈그림 2-8〉 세계 ECA 지역과 AMP 설치 현황.....	22
〈그림 3-1〉 LA항의 AMP 운영 현황.....	25
〈그림 3-2〉 New York항의 AMP 운영 현황.....	26
〈그림 3-3〉 Metro Vancouver 크루즈항 AMP 설치 현황.....	26
〈그림 3-4〉 Gothenburg항 AMP 설치.....	27
〈그림 3-5〉 스웨덴 AMP 설치 주요항.....	27
〈그림 3-6〉 Luebeck항 AMP 설치 현황.....	28
〈그림 3-7〉 Hamburg항 크루즈용 AMP.....	28
〈그림 3-8〉 Antwerp항 컨테이너 선박 AMP 설치 현황.....	29
〈그림 3-9〉 Rotterdam항 AMP 설치 현황.....	30
〈그림 3-10〉 중국 컨테이너 항만 AMP 설치 현황.....	31
〈그림 3-11〉 중국 벌크항만 AMP 설치 현황(ShenHua그룹).....	31
〈그림 3-12〉 인도 Chidambaranar항 AMP 설치 현황.....	32
〈그림 3-13〉 LBCT의 AMP 설치 장소.....	35
〈그림 3-14〉 2018년 기준 AMP 설치 위치.....	41
〈그림 3-15〉 2020년 기준 AMP 설치 위치.....	43
〈그림 4-1〉 국내 AMP 계획 대비 설치 실적.....	45
〈그림 4-2〉 국내 저압 AMP 구성도.....	47
〈그림 4-3〉 AMP 저압 시설.....	47
〈그림 4-4〉 국내 최초 고압 AMP 시범사업(영흥화력).....	48
〈그림 4-5〉 국내 고압 AMP 구성도.....	49
〈그림 4-6〉 LA항 매입형 SPO 설치 예.....	51
〈그림 4-7〉 관로공사 및 부변전실 크기.....	52

---

〈그림 5-1〉 AMP 설치 대상 수요조사 과정.....	55
〈그림 6-1〉 AMP 관련기관 협력 모델.....	75
〈그림 6-2〉 AMP 추진위원회 조직도.....	76
〈그림 6-3〉 향만과 선사의 협력 모델.....	79
〈그림 6-4〉 고압 및 저압 AMP 시범 사업 추진 단계.....	81
〈그림 6-5〉 그린본드 발행 주체 구성 및 규모 추이.....	83
〈그림 6-6〉 그린본드 발행 및 투자 성공사례(iberdrola사).....	83
〈그림 7-1〉 AMP 사용에 따른 전기 기본요금 조정 방향.....	92

## AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구

2016년 환경성가지수(EPI)에서 우리나라 대기질 수준은 180개국 중 173위로 최하위를 기록했다. 또한 OECD 보고서(2016)는 2060년 우리나라의 대기 오염 사망자 수가 OECD 국가 중 제일 많을 것으로 예측하는 등 우리나라는 대외적으로 대기 청정국가가 아닌 오염국가라는 오명을 안고 있다. 해외 연구에 따르면 항만도시의 조기 사망자수가 내륙지역보다 수천 배가 많다고 보고되고 있고, 우리나라의 최대 항만도시인 부산도 전체 황산화물, 초미세먼지 배출량 중 선박배출 비중이 각각 73.2%, 51.4%로 다른 도시 수준을 훨씬 상회하고 있다. 이에 항만도시의 대기질 개선을 위한 방안 및 정책 수립이 시급한 실정이다.

항만도시의 미세먼지 피해 심각성을 인식한 국제사회는 선박 정박 시 배출되는 대기오염물질을 제로화시키기 위해 육상에서 전력을 공급하는 AMP(육상전원공급장치, Alternative Maritime Power) 설치를 서두르고 있다. 국제해사기구(IMO)는 항만에 AMP 사용 의무화 추진을 검토했으나, 당시 기반설비 부족으로 회원국에게 비강제적 설치만을 권고했다. 그러나 유럽, 미국, 중국 등 많은 국가에서 항만을 중심으로 AMP 설치가 활발하게 이뤄지고 있다.

현재 미국 LA항은 30개 선석에 AMP를 설치 운영하고 있으며, 2017년 LA/LB항에 입항하는 선박의 70%에 AMP 사용을 의무화했고, 2020년까지는 80%로 확대할 계획으로 있다. 중국은 “대기오염방지법(大气污染防治法)”에서 신규부두계획, 설계 및 건설 시 AMP 시스템을 갖추어야 하고, 이미 개발된 부두는 점차적으로 AMP 시스템으로 개조를 진행해야 하며, 입항한 선박은 우선적으로 AMP를 사용하도록 규정했다. 또한 중국은 2018년 총 926개 선석(전체 약 30%), 2020년 1,543개 선석(50% 수준)에 AMP를 설치할 계획이다. 유럽도 2014년 4월 AMP 설치 의무화 규정인 EU Directive 2014/94/EU를 제정했

고, 2025년까지 AMP 설치를 의무화하였고 TEN-T Core Network의 항만부터 우선 추진할 예정이다.

이에 반해 우리나라 항만 선석에는 미세먼지를 많이 배출하는 대형선박용 고압 AMP는 한 곳도 설치된 곳이 없다. 최근 기존 컨테이너터미널의 AMP 개조 사업을 추진하려고 하고 있으나 이는 중국보다도 AMP에 대한 준비가 늦은 편이다. 우리나라 항만도시의 심각한 미세먼지 수준을 생각할 때 AMP 설치 사업 추진이 시급한 실정이다.

연구결과 2030년까지 항만기본계획상의 신규부두에 AMP를 설치할 경우 120개 선석에 총 2,392억 원의 자금이 소요될 것으로 추정된다. 또한 이미 운영 중인 터미널 중 AMP 장착 선박이 많이 입출항하는 항만에 대해서도 단계적인 개조작업이 필요할 것으로 판단된다. 선사의 경우에도 선박에 AMP를 설치하는데 적당 약 12억 원의 시설투자가 필요하고 AMP 사용에 따른 전기료 부담도 늘어날 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 AMP 사업을 본격적으로 추진하기 위해 다음과 같은 정책을 제안하였다. 첫째, 해양수산부, 환경부, 산업통상자원부(전기료 결정 등), 지자체 등 AMP 관계기관간의 협력체계를 구축해야 한다. 둘째, AMP를 설치하고 운영하는 직접 이해당사자인 선사와 항만 간 협력방안을 마련해야 한다. 셋째, 고압/저압 AMP 시범사업을 조속히 추진하면서 국가 표준안을 마련해야 한다. 넷째, 인센티브 자금을 포함한 AMP 프로젝트 수행을 위한 초기 투자자금을 확보해야 한다.

또한 AMP 추진을 통한 미세먼지 저감 등의 실효적 효과를 얻기 위해서는 법·제도적 개선방안을 마련해야 한다. 첫째, 선박 배출가스의 인체영향 및 설치효과에 대한 지속적인 모니터링 체계를 마련해야 한다. 둘째, 국내법 상의 선박유황함유량 규제 수준을 IMO 기준에 맞게 수정하고, 선박에서 발생하는 미세먼지를 관리할 수 있도록 관련법을 개정해야 한다. 셋째, AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래를 추진한다. 넷째, 선사가 AMP를 이용하는 것이 황함유량 0.5% 선박유를 이용하는 것보다 유리하도록 전기료 개편 방안도 마련한다. 다섯째, AMP 관련 기술 R&D를 추진하는 것이 필요하므로 이에 대한 정책적 뒷받침이 필요하다.

---

## 우리나라 항만도시의 미세먼지 수준 심각

### ■ 한국 세계 최악의 대기오염 국가로 등극

- 2016년 환경성과지수(Environmental Performance Index, EPI)에서 한국의 대기질(Air Quality) 수준은 조사 대상국 180개국 중 173위로 최하 위권을 차지함<sup>1)</sup>
- OECD의 대기오염으로 인한 경제적 영향 보고서(2016)에 따르면, 2060년 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)와 오존농도 등 대기오염물질에 의한 한국의 조기사망자 수가 OECD 국가 중에서 가장 많을 것으로 예측됨<sup>2)</sup>

〈표 1〉 2016년 한국의 환경성과지수(EPI) 결과

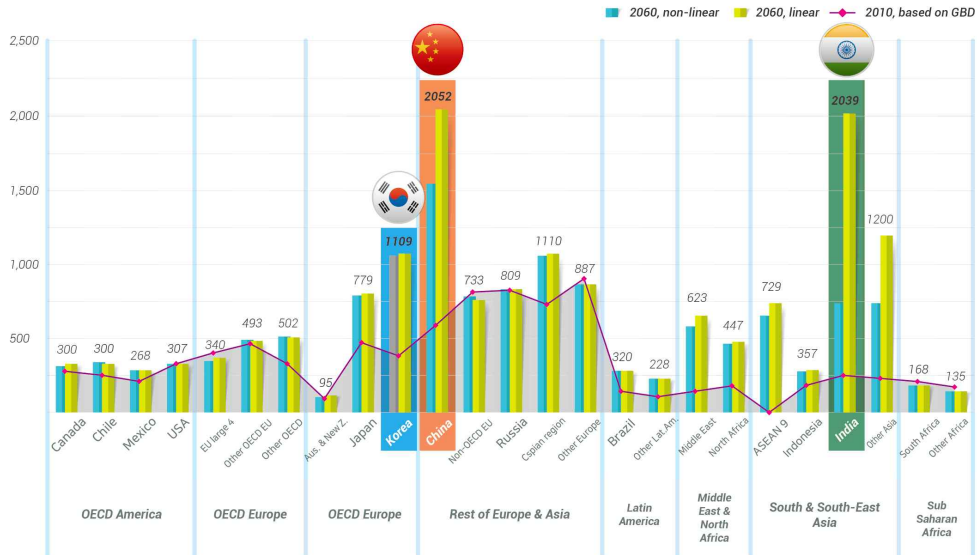
지표	점수(점)	순위(등)	동일GDP 대비 한국 수준(%)	동일지역 대비 한국 수준(%)
보건영향(Health Impacts)	65.93	103	-21.89	-6.17
대기질(Air Quality)	45.51	173	-44.26	-39.38
식수 및 위생 (Water and Sanitation)	95.11	35	0.41	21.09
수자원(Water Resources)	93.15	19	15.34	99.10
농업(Agriculture)	57.80	133	-18.85	-14.45
임업(Forests)	74.42	32	60.25	48.01
수산업(Fisheries)	58.47	33	25.12	25.33
생물다양성과 서식지 (Biodiversity and Habitat)	69.34	126	-18.61	-9.58
기후 및 에너지 (Climate and Energy)	62.39	83	-17.18	-7.26
한국 종합점수	70.61	80	-	-

자료 : <http://epi.yale.edu/country/south-korea>, 2017. 6. 19. 검색

<sup>1)</sup> <http://epi.yale.edu/country/south-korea>; YCELP(Yale Center for Environmental Law & Policy) and CIESIN(Center for International Earth Science Information Network), Global Metrics For the Environment: The Environmental Performance Index ranks countries' performance on high-priority environmental issues, 2016 Report.; 환경성과지수(EPI)는 보건영향, 대기질, 식수 및 위생, 수자원, 농업, 임업, 어업, 서식지, 기후 및 에너지 9개 분야에 대해 100점 만점으로 평가하여 점수를 집계함

<sup>2)</sup> OECD, "The economic consequences of outdoor air pollution: Policy Highlights", 2016. 6.

〈그림 1〉 매년 인구 100만 명당 대기오염에 의한 사망자 수



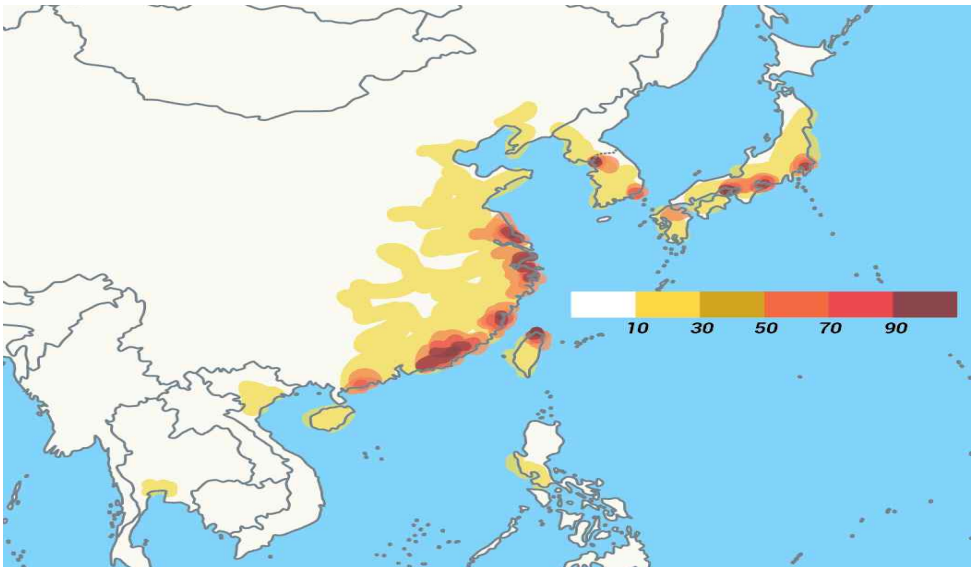
자료 : <http://www.oecd.org/env/air-pollution-to-cause-6-9-million-premature-deaths-and-cost-1-gdp-by-2060.htm> 기반 재수정, 2017. 6. 19. 검색

## ■ 항만도시의 미세먼지 수준이 내륙지역보다 심각

- 미세먼지 등으로 인한 심폐질환 사망자 수는 내륙지역보다 해안지역이 수천 배가 높으며, 10대 항만이 많은 동아시아 지역의 사망자수 증가 추세임<sup>3)</sup>

3) 네이처지(2016)에서는 동아시아지역의 선박에서 배출되는 대기오염물질이 2002~2005년에는 전 세계의 선박 배출 대기오염물질의 4~7% 수준이었으나, 2013년에는 16%로 높아졌다고 분석함(Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", Nature Climate Change, 2016. 07. 18.); 부산항을 포함한 아시아지역 10대 컨테이너항만이 동아시아에 집중되어 있어 이들 지역에서 배출되는 황산화물, 질소산화물 배출량이 전 세계 항만 배출량의 20%를 차지한다고 조사됨(Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, "Pollution: Three steps to a green shipping industry", Nature News & Comment, 2016. 2. 17.)

〈그림 2〉 동아시아 선박배출가스로 인한 연간 조기사망예상 수



자료 : James J.C., etc, "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", Environmental Science & Technology, Vol. 41, No. 24., pp. 8512-8518, 2007; Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", Nature Climate Change, 2016. 7. 18.

- 국내 항만도시의 황산화물, 질소산화물, 미세먼지 배출량 중 선박이 차지하는 비중이 전국 평균을 상회함

〈표 2〉 선박에서 배출된 대기오염물질 비중

(단위: 톤/년)

구분		NOx	SOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
선박 배출 비중	부산광역시	39.1%	73.2%	47.2%	51.4%
	인천광역시	8.4%	12.8%	13.0%	14.1%
	울산광역시	16.3%	7.4%	13.7%	18.7%
	경기도	3.2%	15.4%	4.8%	5.8%
	전라남도	14.8%	10.2%	3.8%	5.9%
	전국	12.7%	11.4%	7.1%	10.1%

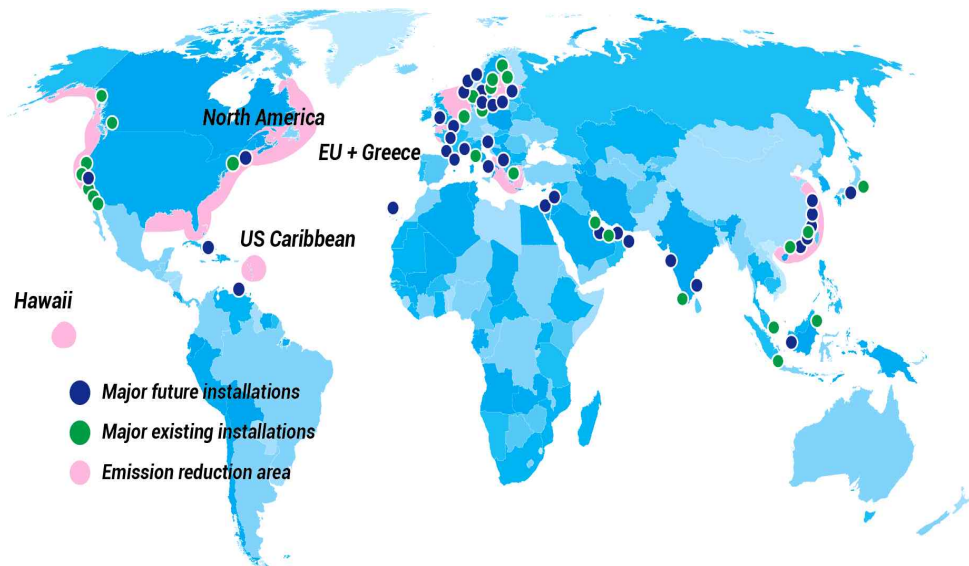
자료 : 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스(2014년 기준) 기반 재작성, 2017. 6. 22. 검색

## 미국, 중국, 유럽 항만도시 미세먼지 저감 위해 AMP 설치 강제화

### ■ 배출규제지역(ECA) 설정국 및 예정국 선박 유해가스 차단 및 소음 저감 위해 AMP 설치를 주도적으로 추진 중

- 2012년 11월 MEPC 64차 회의에서 회원국 대상 AMP 설치 의무화 추진 되었으나, 미국, 유럽 등 약 20개 항만에만 AMP가 설치되어 있는 등 기반 설비 부족으로 강제화가 아닌 국제 표준안 마련 및 비강제적 설치만을 권고함
- 전 세계 ECA 설정지역에 위치한 대부분의 국가들은 선박이 항만에 정박 시 배출하는 대기오염물질인 황산화물, 질소산화물 등을 저감시키기 위해 AMP를 설치했거나 고려중임

〈그림 3〉 세계 ECA 지역과 AMP 설치 현황



자료 : Christian B. Petersen, ABB , Clean air in ports and port cities Danish Parliament, 2014. 4. 6.



### ■ 올해 미국 LA/LB항에 입항한 선박 70%의 AMP 설비 사용을 의무화

- LA/LB항은 2014년부터 입항선박의 50%, 2017년부터 70%, 2020년 80% 이상의 선박이 AMP를 사용해야 한다고 강제 규정화하고, 접안한 선박의 보조엔진 사용 시간을 3시간 이하로 규정함

〈표 3〉 캘리포니아지역 AMP 사용 및 온실가스 감축 목표

기한	입항선박 AMP 사용 규제	온실가스 배출량 감축 목표
2010년부터	입항선박 AMP 설치선석에서 사용	10% 감축
2012년부터	입항선박 AMP 설치선석에서 사용	25% 감축
2014년부터	입항 선박의 50% 사용	50% 감축
2017년부터	입항 선박의 70% 사용	70% 감축
2020년부터	입항 선박의 80% 사용	80% 감축

자료 : [http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/onshore-power-supply/library/1266571852\\_shorepowerfactsheet.pdf](http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/onshore-power-supply/library/1266571852_shorepowerfactsheet.pdf). 2017. 6. 19. 검색

### ■ EU는 2025년까지 AMP 설치를 의무화했고 TEN-T Core Network 항만부터 우선 설치할 예정

- EU Directive 2014/94/EU(2014.4) 규정에 따르면 EU 국가들은 2025년까지 AMP 설치를 해야 하며, 올해 11월 EU 각 국가별 AMP 설치 의무화 규정을 발표할 예정임
- 독일, 스웨덴은 AMP 장착 선박에 대한 전기세 감면을 하고 있고, 벨기에는 AMP 활성화, 네덜란드는 AMP 설치를 위한 금융지원을 시행 중에 있음

### ■ 중국은 AMP 시범사업 결과를 기반으로 2020년까지 ECA와 장강 간선항로 항만에 50% 이상 AMP를 설치한다는 목표로 사업 진행 중<sup>4)</sup>

- 중국은 “대기오염방지법(大气污染防治法)”에서 신규부두계획, 설계 및 건설 시 AMP 시스템을 갖추어야 하고, 이미 개발된 부두는 점차적으로 AMP

4) 교통운수부, 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017. 2

시스템으로 개조를 진행해야 하며, 입항한 선박은 우선적으로 AMP를 사용하도록 명확히 규정함

- 중국은 2018년까지 총 926개 선석(연안항만 선석 311개, 내륙하천 선석 615개)을 대상으로 하고 2020년에는 1,543개 선석(연안항만 선석 519개, 내륙하천 선석이 1,024개)에 AMP를 구축할 예정임

〈표 4〉 중국 AMP 구축계획(2018년/2020년)

구분(2018년)		연안항만 선석			내륙하천항만 선석		
		AMP	전체	비율	AMP	전체	비율
ECA 내	컨테이너선석	93	275	34%	46	119	39%
	로로선석	33	91	36%	8	24	33%
	크루즈선석	4	12	33%	-	-	-
	벌크선석	153	457	36%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	21	23	91%
ECA외 주요항만	컨테이너선석	15	83	18%	8	60	13%
	로로선석	3	28	11%	-	-	-
	크루즈선석	-	-	-	-	-	-
	벌크선석	4	64	6%	38	346	11%
	다목적선석	-	-	-	232	818	28%
기타 일정 규모 이상 항만 (상위 99개)	컨테이너선석	1	10	10%	1	6	17%
	로로선석	1	14	6%	1	1	100%
	크루즈선석	1	8	13%	-	-	-
	벌크선석	3	42	6%	6	105	6%

구분(2020년)		연안항만 선석			내륙하천항만 선석		
		AMP	전체	비율	AMP	전체	비율
ECA 내	컨테이너선석	151	275	55%	71	119	60%
	로로선석	56	91	62%	-	-	-
	크루즈선석	6	12	50%	248	607	41%
	벌크선석	253	457	55%	402	607	66%
	다목적선석	-	-	-	21	23	91%
ECA외 주요항만	컨테이너선석	29	83	35%	19	60	32%
	로로선석	4	28	14%	12	24	50%
	크루즈선석	-	-	-	-	-	-
	벌크선석	5	64	13%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	400	818	49%
기타 일정 규모 이상 항만 (상위 99개)	컨테이너선석	4	10	40%	1	6	17%
	로로선석	2	14	14%	1	1	100%
	크루즈선석	1	8	13%	-	-	-
	벌크선석	5	42	12%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	11	105	10%

자료 : 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성

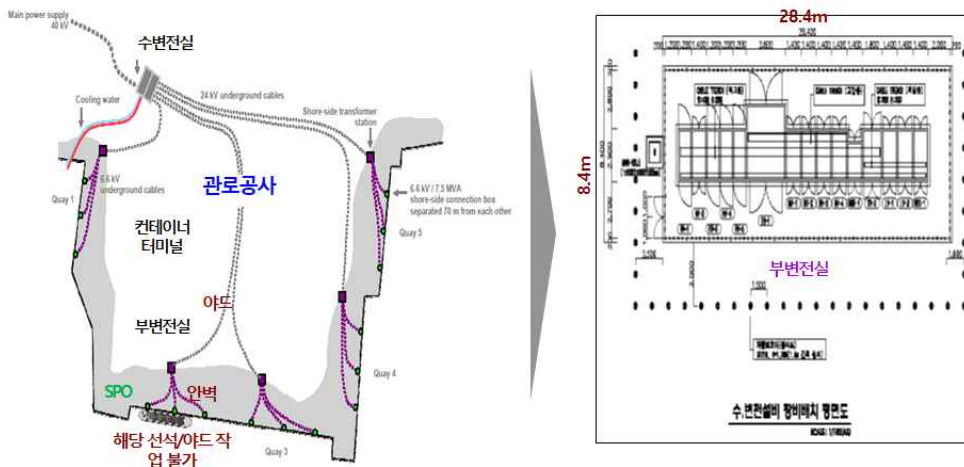
## 우리나라 컨테이너항만의 AMP 설치 실적 전무, 기존부두 개조사업난향 예상되나, 미세먼지 저감 위해 AMP 설치 필요

- 우리나라 미세먼지를 많이 배출하는 대형선 정박 시 육상전원 공급할 수 있는 AMP 전무하고, 기존항만의 AMP 개조사업 어려움 존재

- 관공선부두 등 부산항(76개소), 인천항(66개소)에 설치된 저압 AMP는 LA 항 3선석에서 운영되고 있고 중국에서 설치하고 있는 저압 AMP와 상이하

- 고, 국제규격에 부합하지 않는 형태임
- 현재 기존 부두 중 AMP 설비를 설치할 수 있는 공관로 등 기반시설이 준비된 항만도 매우 적어 지하관로 공사를 위해서는 공사 기간 중 운영사 영업손실 발생 가능성 있고<sup>5)</sup>, 부변전실은 AMP 설비에 근접해서 설치해야 하는데 규모(28.4m×8.4m)가 커서 기존터미널에 설치가 어려움
  - 그러나 향후 AMP가 장착된 선박의 국내 항만 입출항이 증가하면 기존 항만도 개조 우선순위를 선정하여 AMP를 설치하는 것이 바람직함<sup>6)</sup>
  - 또한 빠른 시일 내에 AMP 구축 시범사업 통한 노하우 확보, 문제점 파악하여 단계적 추진계획을 마련하는 것이 필요함

〈그림 4〉 기존터미널 AMP 설치 문제점



자료 : 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

- 5) 컨테이너의 경우 고압 AMP를 설치하기 위해서는 관로수가 부산항은 8개, 인천항은 5개가 필요한데 부산항은 공관로가 3개, 인천항은 4개의 여유만 있음
- 6) 기존 항만에 AMP를 설치하는데는 1) 공관로가 부족할 경우 바닥부 관로 공사를 위해 현재 운영 중인 터미널 선석의 일부를 영업 중단해야 하고, 2) 안벽부의 작업에 영향을 주지 않기 위해서는 육상전원공급상재(SPO, Shore Power Outlet)를 바닥에 매입해야 하는데, 케이스구조의 안벽은 수정하기가 어렵고, 3) 부변전소 크기가 28.4m × 8.4m로 매우 크기 때문에 기존 터미널에 설치가 어려운 점 등이 있음

- 우리나라 AMP 구축 대상 선석은 컨테이너 14개, 로로 4개, 벌크 82개, 크루즈 및 여객부두 20개 등 총 120개로, AMP 구축비용으로 총 2,392억 원이 소요될 것으로 예상<sup>7)</sup>
- AMP를 항만에 설치하기 위해서는 충분한 공판로가 확보되어야 하므로 우선 「제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)」을 검토하여 기존 항만이 아닌 신규 개발계획이 있는 18개 항만을 후보지로 선정했음<sup>8)</sup>
- 신규개발계획이 있는 18개 항만 중 선박크기, 선박종류에 따른 AMP 용량에 따라 고압 AMP와 저압 AMP로 분류한 후, 항만개발계획에 따른 로드맵과 AMP 구축비용을 명시함<sup>9)</sup>
- 고압 AMP 대상 선석은 총 57개로 1,132억 원이 소요되며, 저압 AMP 대상 선석은 총 63개로 1,260억 원이 소요될 것으로 예상됨

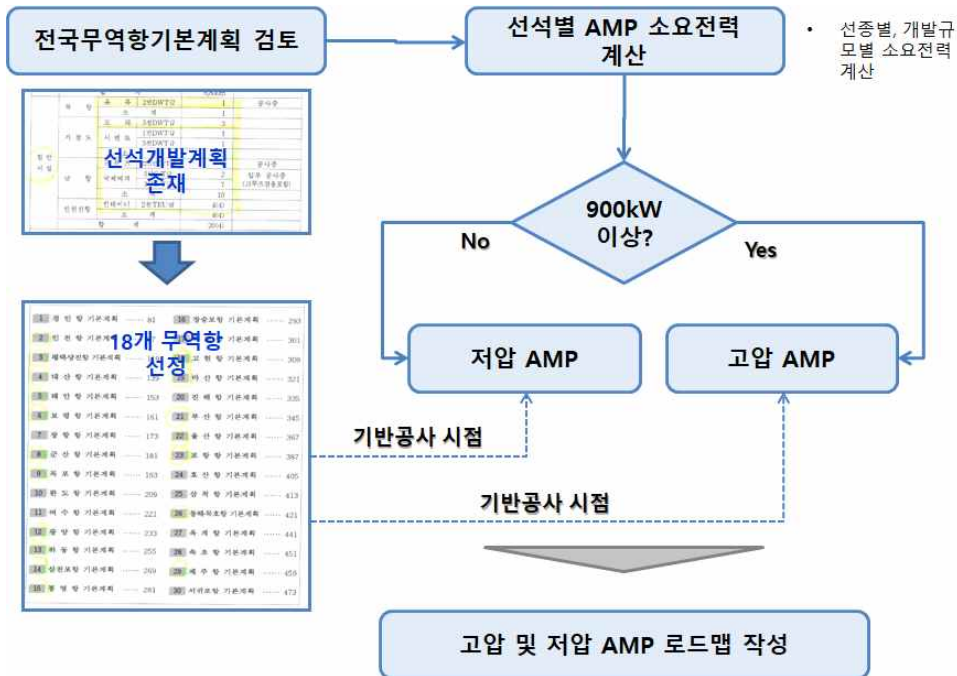
---

7) “한국해양수산개발원, 「AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구」, 현안연구, 2017.7.” 발간예정 보고서의 연구 결과물

8) 이용량이 거의 없는 서울항을 제외한 30개 무역항 중 항만개발계획이 있는 인천항, 평택·당진항, 대산항, 태안항, 보령항, 군산항, 목포항, 광양항, 하동항, 삼천포항, 통영항, 고현항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항, 제주항 등 18개를 검토

9) 일반적으로 AMP 공급용량이 1,000kW 이상인 경우 고압 AMP를 설치함; 항만개발계획 시작 시점을 AMP 구축 시점으로 정의함; 고압 AMP 중 7.5MVA는 선석당 약 20억 원, 4MVA는 약 18억 원의 구축 비용이 소요되고, 크루즈선은 선석당 약 60억 원, 저압 AMP는 선석당 약 20억 원이 소요된다고 가정함(출처: 인천크루즈부두 AMP 실시 설계 값, 이연경외, 「선박의 육상전원공급설비 구축계획 수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구」, 2016. 연구 내용을 기반으로 재 계산)

### 〈그림 5〉 AMP 설치 대상 수요조사 과정



자료 : 저자 작성

〈표 5〉 우리나라 AMP 설치 선석 및 투입 예산(안)

(단위: 백만 원)

구분		2017~2018	2019	2020	중기(21~25)	장기(26~30)	총계
고압 AMP	선석수	17	2	30	6	2	57
	비용	32,000	7,800	58,200	11,600	3,600	113,200
저압 AMP	선석수	27	5	10	17	4	63
	비용	54,000	10,000	20,000	34,000	8,000	126,000
AMP 전체	선석수	44	7	40	23	6	120
	비용	86,000	17,800	78,200	45,600	11,600	239,200

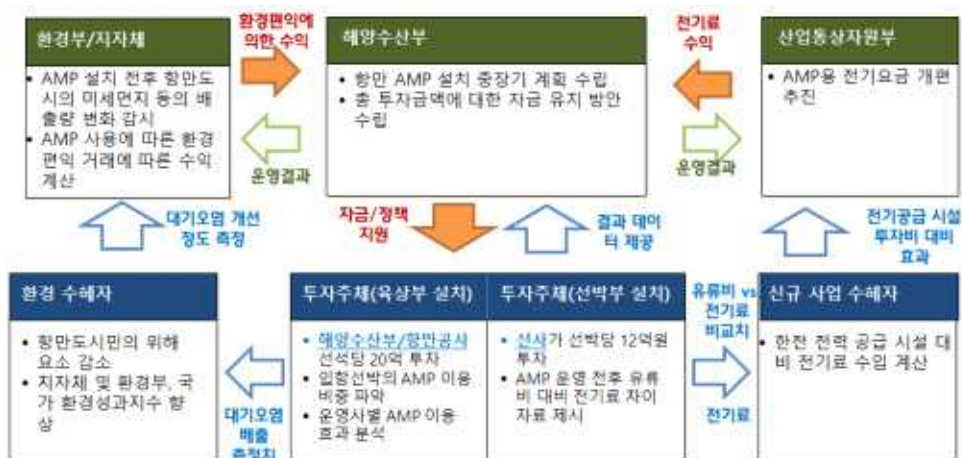
자료 : 저자 작성

## 관계기관 협력 모델 개발 등 AMP 추진과제 필요

### ■ AMP 관계기관 협력 모델 개발

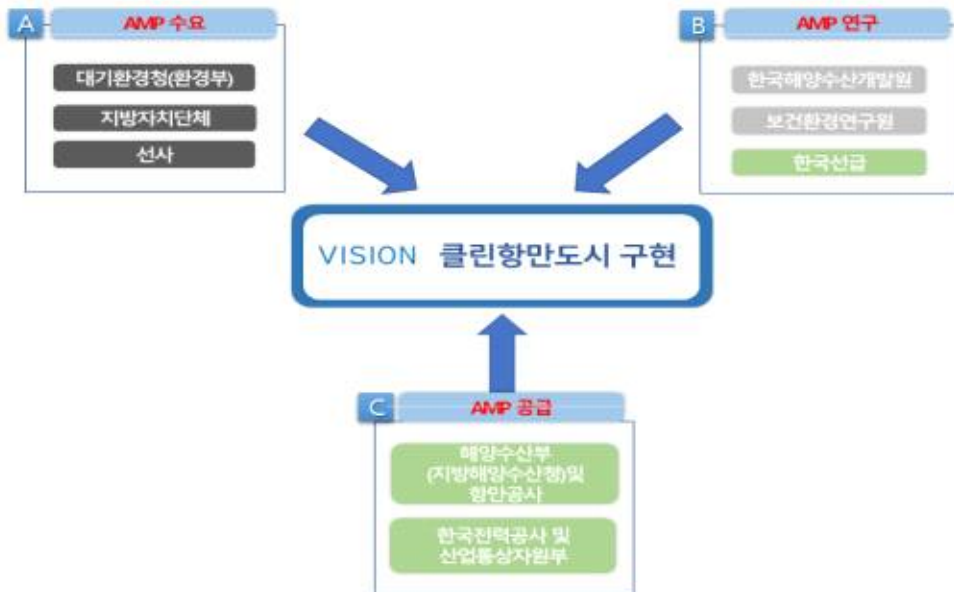
- 투자비 부담 주체와 수익 부담 주체가 다르므로 유관부서가 합동 협의체를 구성하여 적정 전기료 설정, 인센티브 정책 마련 등 서로 이득이 발생할 수 있는 협력 모델을 개발하는 것이 필요하고, 국내 항만 AMP 설치·운영을 위한 추진위원회 구성안을 마련해야 함

〈그림 6〉 AMP 관련기관 협력 모델



자료 : 저자 작성

〈그림 7〉 AMP 추진위원회 조직도

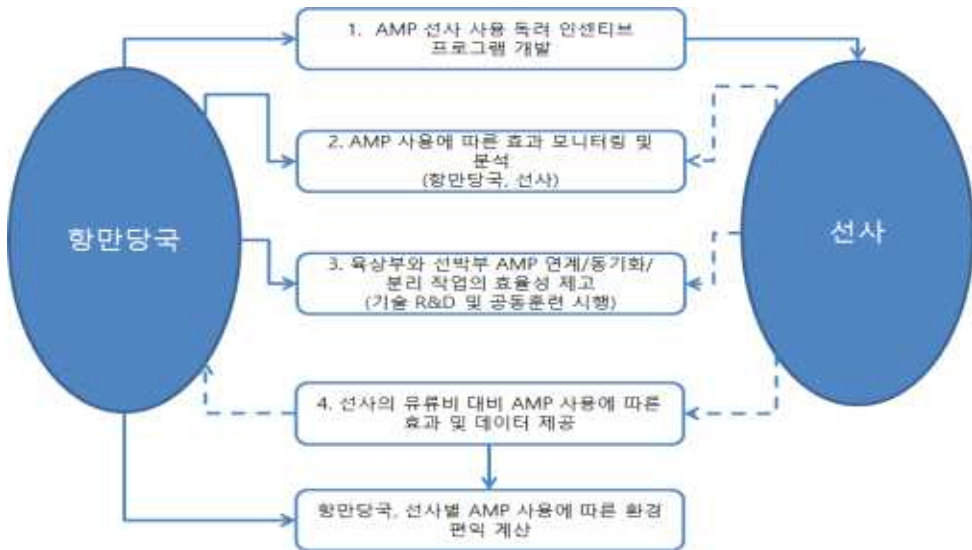


자료 : 저자 작성

#### ■ AMP 설치 선사와 항만 간 협력 모델 개발

- 항만은 선박이 AMP를 사용함으로써 저감되는 선박 유해 배기가스 양을 측정하고, 선사는 AMP를 사용함으로써 발생하는 손익을 지속적으로 모니터링하여, 항만과 선사 모두 이익이 발생할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 또한 항만과 선사가 AMP 사용을 통해 발생하는 환경편익을 거래하여 AMP 설치, 운영으로 부담해야 하는 전기료 등의 추가 비용을 상호 상쇄시키도록 하는 협력 모델을 개발해야 함

〈그림 8〉 항만과 선사의 협력 모델



자료 : 저자 작성

### ■ 고압 및 저압 AMP의 시범사업 추진

- 국내에는 국제규격에 맞는 고압 및 저압 AMP를 설치하고 운영한 경험이 없어 안전사고가 발생할 수 있으므로 시범사업을 통한 문제점 해결, 운영 노하우 확보 등을 통하여 선박과 항만 연계 매뉴얼을 작성해야함
- 항만의 모양, 입항 선종 및 선박 크기·횡수, 체류시간 등을 고려하여 AMP 설계 표준안을 마련하고 설치 로드맵도 작성하는 것이 필요함

### ■ AMP 투자자금 확보 및 회수 방안 마련

- AMP를 설치하고 운영하려면 항만은 선석 당 약 20억 원, 선박은 척당 12억 원 정도의 비용이 필요하므로 이를 위한 투자재원을 확보할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 이를 위해서는 중앙정부, 지방정부, 환경부, 해양수산부, 산업통상자원부 등 관련 기관이 AMP 설치 프로젝트를 지원하기 위한 자금 마련 및 투자비 회수 방안을 수립해야 함



- 또한 국가차원의 친환경 금융 상품을 만들어 AMP 사용에 따른 온실가스 저감, 인체 유해가스 저감량을 거래하여 발생하는 수익을 투자자에게 지원하는 방안을 마련하는 것도 필요함

## AMP 활성화를 위한 법·제도 개선·마련 필요

### ■ 선박 배출가스의 인체영향 및 설치효과에 대한 지속적인 모니터링 체계 마련

- 항만구역의 선박 배기가스 모니터링 및 인벤토리 DB 구축 필요함
  - 전국 무역항에 AMP 설치 항만을 대상으로 상시 대기오염 측정기를 장착하여 선박 입항부터 출항까지 발생하는 초미세먼지, 황산화물량을 측정하고, AMP 사용 선박과 사용하지 않는 선박의 배출량을 비교하여 설치 효과를 계산하는 것이 필요함
- 자발적 ECA 설정 후 IMO의 ECA 설정 추진함
  - 한중일 연구진이 협력하여 선박에서 배출하는 배기가스가 인체에 영향을 미치는 정도를 정확히 측정하여 그 심각성이 보고된 자료와 동일할 경우에는 중국, 일본 등과 공조하고 해수부와 환경부가 협력하여 우리나라 주요 항만에 배출규제지역인 ECA를 설정함
  - 우리나라는 중국과 달리 수출입항만이 아닌 환적항만임을 감안하여 ECA 등의 강제 규정 전에 물동량에 미치는 영향 등을 면밀히 분석할 필요가 있음

### ■ 선박유 황함유량 수정 및 선박에서 발생하는 미세먼지를 관리할 수 있도록 관련 법 개정 추진

- IMO가 2020년부터 선박유의 황함유량을 0.5% 이하로 규제하는 것에 맞추어 「해양환경관리법 시행령」의 제42조 연료유의 황함유량 기준을 경유는 0.1%, 중유는 0.5% 이하로 조정해야 함

- 현재 「대기환경보전법」 제76조 선박의 배출허용 기준에서는 질소산화물만 관리하고 있으므로, 미세먼지도 관리할 수 있도록 법 개정 필요함

■ 선사가 AMP를 이용하는 것이 황함유량 0.5%의 선박유를 이용하는 것보다 유리하도록 전기요금 개편 필요

- 정부는 전기차 보급을 늘리기 위해 “전기차 특례요금제”를 도입하여 2017년 1월부터 3년간 기본요금은 전부 면제되고 전력량 요금도 50% 할인함
- 이에 AMP 활성화 차원에서 전기차 요금제와 같은 혜택을 주는 방안도 고려해볼 필요가 있음
- 우리나라 전기요금은 “기본료 + 사용료” 구조로 되어 있어 황함유량 0.5%의 선박유를 사용할지라도 기본료 때문에 전기요금보다 유류 사용이 더 저렴한 구조이므로 이에 대한 조정 및 협의가 필요함
  - 황함유량 ULSHFO 0.5%인 연료유, MDO(2.0%)를 사용시 전기사용단가가 선박발전단가 보다 약간 저렴할지라도 기본료가 있기 때문에 현 구조상에서는 유류보다 AMP 전기료가 비쌈

■ AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래 추진

- 캘리포니아에서는 선박에서 배출되는 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 등에 대한 톤당 거래 가격(환경 편익)을 설정하고 있어, AMP 사용에 따른 전기사용료가 유류비보다 비쌀지라도 상쇄가 가능함
- 그러므로 우리나라도 AMP 사용으로 인한 선박 배출 대기오염물질 저감량을 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」의 외부사업 승인대상에 포함시켜 환경편익을 거래할 수 있도록 하는 방안을 마련하는 것도 필요할 것으로 판단됨

■ AMP 관련 R&D 추진

- 단기적으로는 기존 해외 AMP 기술을 국산화하기 위한 R&D를 수행하고, 장기적으로는 자동으로 전원이 공급되는 AMP 개발을 위한 R&D를 추진하는 것이 필요함

〈표 6〉 차세대 AMP R&D 추진 과제

구분		추진 과제
AMP 자동전원공급 시스템 구축기술	육상	· 커넥트 자동 인식 및 체결 기술
		· 육상 측 무선전력 공급기술
	선박	· 선박 측 무선(자동)접속 수구 장치
	육상 및 선박	· 전원공급모니터링시스템

자료 : 저자 작성



## 제1장

## 서론 ≪

### 제1절 연구의 배경 및 목적

#### 1. 연구 배경 및 필요성

IMO(국제해사기구) 등 국제기구뿐만 아니라 중국 등 각국에서는 선박배출 환경오염물질에 대한 심각성을 인식하고 환경규제를 강화하고 있다. 당초 저유황유 사용 시기는 2018년으로 예상되었지만 2년 앞당겨진 작년 10월부터 세계 모든 항로에서 선박배출가스의 황산화물(SO<sub>x</sub>) 함유기준을 2020년부터 0.5%로 강화하기로 결정했다.<sup>10)</sup>

EU, 미주뿐만 아니라 중국도 배출규제해역(ECA, Emission Control Area)을 설정했다. ECA 해역인 EU(발트해, 북해), 미주(북미, 카리브해)는 IMO 규제보다 강화된 황산화물 기준(0.1%)을 2015년부터 이미 적용 중이다. 중국도 자체 ECA(주강삼각주, 장강삼각주, 보하이만)를 설정하여 2019년까지 황산화물 규제(0.1%)를 강화할 예정이다.

우리나라 주요 무역국인 미국, EU, 중국 등도 선박 배출가스(SO<sub>x</sub> 등)로부터 자국민의 건강과 환경보호를 위해 항만에서의 육상전원공급장치(AMP, Alternative Maritime Power) 설치·사용을 권장하고 있다. 미국 LA항, LB항 등 캘리포니아 지역은 입항 선박의 AMP 사용 비중을 증가시키고 있는데, AMP 사용 규제를 입항 선박의 70%(‘17년~)에서 80%(‘20년~)까지 점진적으로 강화될 예정이다. EU는 2025년까지 AMP 설치를 의무화하였고 TEN-T Core Network 항만을 우선 추진하며 2017년 11월까지 EU 각 국별로 AMP 설치 의무화를 포함한 규정을 발효할 예정이다.

<sup>10)</sup> IMO에서 당초에는 2020년부터 전 해역 황함유량 0.5% 강제 적용시기를 2018년에 결정하기로 했고, 검토 결과 실행 불가능하다고 판단할 경우 강제 적용시기를 2025년으로 연기할 예정이었다.

중국은 항만의 대기오염을 통제하는 효과적인 기술로서 AMP를 명시하고, “교통운수업 에너지절약 및 친환경 ‘13차5개년’ 발전계획(交通运输节能环保十三五发展规划)”에서 “항만 AMP 구축방안(港口岸电布局建设方案)”을 수립하였다. 또한 2020년까지 전국 항만의 50%의 컨테이너, 로로선, 크루즈 전용 선석에 AMP를 구축해야 한다고 규정하고 있다. 중국의 ECA 지정 주요 항만과 장강 간선항로에서는 2018년까지 AMP를 구축하고 입항 선박이 AMP를 사용하도록 권장하고 있다.

한편 우리나라는 미국, 중국과 달리 지방자치단체, 환경단체가 선박으로부터 발생하는 환경오염이 인체에 미치는 영향에 대해 심각하게 이의를 제기하지 않았다. 이로 인하여 선박 배출가스를 직접 측정하거나, 인체 유해성 등에 대한 연구가 활발히 진행되지 못했고, 민원 등이 접수되지 않았기 때문에 AMP 항만 설치에 대한 강한 동기가 부족한 상황이었다. 또한 중국, 미국 항만은 선박의 진입 시 AMP 설치를 강제화할 경우, 자국 화물이 많은 수출입 항만이므로 선사의 이탈이 발생하지 않을 수 있지만, 우리나라 항만은 환적항만으로서 AMP 강제화 시 선사 이탈 가능성이 높게 존재한다. 현 전기요금 체제(기본료+사용료)하에서는 유류비 대비 전기료가 비싸고, 재항시간 증가(약 2시간)에 대한 손실비용도 발생하여 선사가 AMP 사용을 꺼려하고 있다.

그러나 미국, EU, 중국 등의 AMP 설치·사용 강제화로 AMP 설치 선박이 우리나라 항만에 입항할 가능성이 높아졌고, 황함유량 규제(0.5%) 강화로 기존(3% 내외)보다 30~50% 고가의 선박유를 사용해야 하는 선사입장에서는 AMP 사용 가능성이 커졌다. 또한 우리나라 주요 교역국인 미국, EU, 중국 교역량이 전 세계의 53.4%(11))를 차지하고 있어 국내 입항 선박 중 AMP 장착 선박이 증가할 것으로 예상된다.

우리나라는 선박 정박 시 배출되는 대기오염물질을 감소시키기 위한 AMP 설치 필요성은 지속적으로 제기되어 왔으나, 설치 및 운영상의 애로점을 해결하기 위한 종합적이고 범부처적인 관점의 조사분석, 협의가 미흡하여 설치가 지연되고 있는 실정이었다. 우리나라 주요 교역국인 미국, EU, 중국 및 국제기구도 친

11) 2015년 기준 KITA 무역통계 수출입액, [http://stat.kita.net/\(2017.06.22\)](http://stat.kita.net/(2017.06.22))

환경 항만 정책에 동조하여 미세먼지 저감을 위한 노력을 국내 항만과 도시가 함께 해야한다는 공감대가 형성되고 있기 때문에 우리나라도 선박에서 배출되는 황산화물, 질소산화물, 미세먼지 저감에 필요한 AMP 설치 및 운영을 위한 로드맵과 추진 과제 도출 연구가 필요한 시점이라 판단된다.

## 2. 선행연구 분석

김홍인 외(2009)의 연구는 부산항, 인천항, 광양항의 컨테이너부두와 카페리 부두를 대상으로 여건 분석을 통해 AMP 설치 계획을 수립하였다. 실제 전기부하 분석과 현 전기요금체계 반영이 미흡하였고, 환경에 대한 성숙한 시장이 형성되지 않아 AMP 설치 계획이 현실화되지 못했다. 박희교 외(2014)의 연구는 인천항 국제여객부두에 AMP 설치에 대한 설계를 실시했는데, 입항 선박의 AMP 설치율이 저조하고 경제성이 나오지 않아 실제 설치까지는 이어지지 않았다. 이연경 외(2016)의 연구는 부산항, 인천항, 광양항, 평택·당진항, 울산항의 컨테이너부두를 대상으로 AMP 설치 가능성에 대한 조사를 실시했다. 그 결과 기존 컨테이너 터미널에는 고압 AMP를 공급할 수 있는 공관로가 부족하여 사업 시행이 어렵다는 것을 파악했다. 이에 중국, 미국 등 국가의 AMP 강제화 설치 추세에 맞춰 국내에서 고압 AMP에 대한 시범사업을 실시하고 설치 및 운영에 대한 노하우를 확보하여, 신규 부두 건설 시 AMP 설치를 고려하여 공관로 설치 및 전기료 개편의 필요성을 제안했다.

AAPA(2007)의 연구에서는 후스톤항, 롱비치항, 샌프란시스코 크루즈터미널, 로테르담항, 상하이항의 AMP 사례분석을 통한 경제적 타당성 분석, 설치 시 고려사항 등을 제시했다. Rob Winkel 외(2012) 연구에서는 유럽항만의 AMP 수요, 환경 및 경제적 잠재성을 분석하고 확산 방안을 제시했다. Haifeng Wang(2015) 연구에서는 선전항에서 배출되는 황산화물, 질소산화물, 초미세먼지 수준을 홍콩항과 비교하고, AMP 설치 경제성을 분석했다. Patrik Ericsson(2008)의 연구에서는 AMP 설치 및 설치 예정 항만, 기술개발업체 동향, AMP 설치의 경제적 타당성, 기술적 설계 방향 등을 상세하게 제시했다.

〈표 1-1〉 선행연구 종합

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 대형선박 육상전원공급 시설 타당성조사 및 기본계획</li> <li>- 연구자(년도): 김홍인 외(2009)</li> <li>- 연구목적: 육상전원공급설비 도입의 경제적, 기술적, 환경적 측면을 종합적으로 고려한 기본 계획안 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초자료조사, 설문조사</li> <li>- 현장방문조사</li> <li>- 타당성 및 경제성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 항만 관련 사전조사 및 입지여건, 시설현황, 해외사례 등 분석</li> <li>- 선박운항, 전력설비 등의 현장 조사 분석</li> <li>- 기술적/경제적/환경적/정책적 타당성 조사 분석</li> <li>- 경제성 분석</li> <li>- 정책제언 및 투자우선순위 결정</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 인천항 국제여객부두 크루즈 및 카페리선박 육상전원공급설비(AMP) 실시설계 용역</li> <li>- 연구자(년도): 박희교 외 (2014)</li> <li>- 연구목적: 인천항 국제 크루즈선박 및 카페리 항만 서비스 개선과 선박 대기오염물질 저감 위한 실시설계 시행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초자료 조사</li> <li>- 실시설계 자료조사</li> <li>- 해외 AMP 설비 벤치마킹</li> <li>- 실시설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접안선박의 종류, 크기, 접안시간 등 현황자료 조사 등</li> <li>- 국내외 항만의 AMP 설비 설치 및 운영사례 조사 등</li> <li>- AMP 설비 설치 현황 조사</li> <li>- 크루즈/카페리 선박용 AMP 설비</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: 선박의 육상전원공급설비 구축 계획 수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구</li> <li>- 연구자(년도): 이언경 외 (2016)</li> <li>- 연구목적: 국내 컨테이너 항만의 AMP 구축 필요성 분석 및 로드맵 제시, 국내 컨테이너항만의 AMP 설치/운영 위한 정책적 개선방안 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초자료 심층 분석</li> <li>- 현장 및 면담조사</li> <li>- 전문가 자문</li> <li>- 설문조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 컨테이너 항만의 AMP 도입 필요성</li> <li>- 주요 컨테이너 항만의 AMP 현황 조사 및 분석</li> <li>- 주요 선진항만의 AMP 사례 조사</li> <li>- 컨테이너 항만의 AMP 구축 방안</li> <li>- 컨테이너 항만의 AMP 구축 타당성 및 효과 분석</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: Use of shore-side power for ocean-going vessels</li> <li>- 연구자(년도): AAPA (American Association of Port Authorities) (2007)</li> <li>- 연구목적: AMP의 물리적 요구사항과 사례연구, 규정요구사항, 비용/이점, 문제점 등에 대해 분석 후 실제 설치 시 고려사항 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사례분석</li> <li>- 타당성 분석 (기존연구 분석)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 요구사항 분석</li> <li>- 사례분석</li> <li>- 기존 타당성 분석 요약 제시 (미국, 유럽 및 중국의 주요 항만)</li> <li>- 법률, 투자 및 운영비 등의 문제점 분석</li> <li>- 육상전원공급설비 국제표준화 및 캘리포니아 규제 프로그램 논의</li> <li>- 육상전원공급설비 설치 시 고려사항 제시</li> </ul>



구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: Potential for shore side electricity in Europe</li> <li>- 연구자(년도): Rob Winkel 외 (2012)</li> <li>- 연구목적: 유럽항만에서 AMP의 환경·경제적 잠재성을 분석하고 확산시키기 위한 방안을 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 문헌/통계 조사 및 분석</li> <li>- 경제적 타당성 분석</li> <li>- 유럽 AMP 관련 법제도 분석</li> <li>- 전문가 인터뷰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AMP 수요 잠재성 분석</li> <li>- 항만의 AMP 장애요인 분석</li> <li>- 유럽/미국 AMP 관련 정책 분석</li> <li>- 유럽의 AMP 확산 방안 제시</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: Costs and benefits of shore power at the port of Shenzhen</li> <li>- 연구자(년도): Haifeng Wang (2015)</li> <li>- 연구목적: Shenzhen항의 AMP 설치의 경제적 타당성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 문헌조사</li> <li>- 통계자료 수집 및 분석</li> <li>- 경제성 분석</li> <li>- Activity-based 방법론</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AMP 기술 및 편익 소개</li> <li>- Shenzhen항의 AMP 현황</li> <li>- 온실가스 배출량 산정</li> <li>- AMP 경제성 분석</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: A feasibility study and a technical solution for an on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port</li> <li>- 연구자(년도): Patrik Ericsson (2008)</li> <li>- 연구목적: 항만에 AMP 설치에 대한 예비타당성 분석과 기술적 솔루션을 제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 문헌조사</li> <li>- 전문가 설문조사/ 인터뷰</li> <li>- 선박별 AMP 기술사양 분석</li> <li>- 시뮬레이션 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AMP 시장 동향 조사</li> <li>- AMP 설치/설치예정항만</li> <li>- AMP 개발업체</li> <li>- AMP 기술 요구사항 분석</li> <li>- AMP 기술적 솔루션 제시</li> <li>- AMP 솔루션 성능평가</li> </ul>

## 2) 기존 연구와 본 연구의 차별성

본 연구와 기존 선행연구와의 차별성을 살펴보면 첫째, 선박 배출가스 위해성 측면과 주요 무역국의 환경규제 강화 추세 대비 우리나라의 AMP 설치 필요성을 조사한 것이다. 둘째, 연구 대상이 우리나라 무역항 전체, 컨테이너선뿐만 아니라 모든 선종을 대상으로 AMP 설치 계획을 수립한 것이다. 셋째, 관련기관 담당자의 의견을 취합하고 자문을 통해 AMP 시행을 위해 필요한 정책, 해결방안 등을 모색했다는 것이다.

〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과제명: AMP 설치 기본 수요조사 연구</li> <li>- 연구자(년도): 이연경외(2017)</li> <li>- 연구목적: 항만의 주요 환경오염 원인 정박 선박으로부터 배출되는 인체 유해 배기가스를 감소시키고, 미국·EU·중국 항만의 AMP 설치 강제화 추세를 감안하여 AMP 기초 수요 조사 및 정책적 추진 방안 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 문헌조사</li> <li>- 현장 방문 조사</li> <li>- 관련기관 면담조사</li> <li>- 전문가 자문</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 항만의 선박배출가스 규제 및 인체영향 조사</li> <li>- 국내외 AMP 설치 및 운영 동향</li> <li>- 국내 항만의 제반여건 조사 및 선정 (항만개발계획 기반 조사)</li> <li>- 국내 항만입항 선종의 제반여건 조사 및 선정</li> <li>- 국내 AMP 설치 로드맵 수립</li> <li>- 국내 AMP 설치운영을 위한 정책방안 제시</li> </ul>

### 3. 연구목적

항만의 주요 환경오염 원인으로 꼽히는 선박의 정박 시 배출되는 배기가스를 감소시키기 위한 AMP 설치 필요성은 지속적으로 제기되어 왔으나, 종합적이고 범부처적인 관점의 조사분석 및 협의가 미흡하여 설치가 지연되고 있는 실정이었다.

또한 항만과 도시의 조화로운 발전 관점에서 항만 환경오염 원인인 선박 배기가스의 인체 유해성 정도를 검토하고, 선사·항만 입장에서의 AMP 애로사항 등을 분석하여 우리나라 현실에 맞는 AMP 설치안 마련에 대한 검토도 미흡했다. 이에 본 연구 목표는 선박으로부터 배출되는 인체 유해 배기가스의 위해성을 문헌으로 분석하고, 미국·EU·중국 항만의 AMP 설치 강제화 추세를 감안하여, 추진 주체의 애로사항과 요구사항 파악 결과를 기반으로 AMP 추진계획 및 정책적 추진 방안을 마련하는데 있다.

## 제2절 연구의 범위 및 추진 방법

### 1. 연구범위 및 연구내용

본 연구는 우리나라 항만의 AMP 기본 수요 조사를 목적으로 하고 있기 때문에 공간적 범위는 30개 무역항<sup>12)</sup>으로 하였다. 시간적 범위는 제3차 전국 항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)에 명시 연도인 2016년부터 2020년 까지를 대상으로 했다. 제2장에서는 국내외 선박 배출가스의 인체 유해성 및 규제 동향에 따른 국내 항만 AMP 설치 필요성을 언급하고자 한다. 제3장에서는 문헌자료 기반으로 미국, 중국 항만 등의 AMP 설치 이유 및 동향 등을 파악하였다. 제4장에서는 국내 항만의 AMP 설치 제반여건을 조사하여 설치·운영·확산의 애로사항을 파악하며 제5장에서는 항만개발계획을 검토하고 대상 항만을 선정하여 로드맵을 수립한다. 제6장에서는 AMP 추진과제를 제시하고, 마지막 장에서는 연구결과를 요약하고 국내 항만에 AMP 설치가 원활하게 되기 위해 필요한 법·제도적 지원방안, 전기료 개편방안 등의 정책을 제시한다.

### 2. 연구 추진 방법

해외 환경논문, 국립환경과학원의 대기오염물질 배출량 통계자료 등 문헌조사를 기반으로 선박에서 배출되는 황산화물, 질소산화물, 초미세먼지 등의 배출량과 인체 유해성을 분석한다. 중국 정부에서 2017년 발표한 ‘AMP 분포 및 구축방안(港口岸电布局建设方案)’을 기반으로 추진현황을 조사하고, LA항은 문헌조사와 해외출장 결과를 기반으로 내용을 작성했다. AMP 추진 대상 항만 선정 및 로드맵 수립을 위해서는 제3차 전국 항만기본계획 수정계획을 참조하여 분석했다. 추진 과제 도출을 위해서 시정부, 해수부, PA, 한전, 선급 등과 전문가 면담 및 자문을 실시하였다.

12) 31개 무역항 중, 서울항은 이용률이 매우 낮은 이유로 대상에서 제외했다.

〈표 1-3〉 연구방법론

구분	연구방법
항만도시의 선박 배출가스 심각성 및 인체 유해성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 국내외 문헌조사</li> <li>◦ 환경부 배출량 통계 분석</li> </ul>
중국의 AMP 상세 추진 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전문가 자문 및 번역</li> </ul>
AMP 추진에 있어 주체별 요구사항 및 추진 과제 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 한국전력, 지방정부, 한국선급, PA, 선사, AMP 기술 등의 전문가 자문</li> <li>◦ 중앙정부와 면담조사</li> </ul>
AMP 로드맵 수립 및 투자비 추출	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 제3차 항만 기본계획 수정계획 등 문헌조사</li> <li>◦ 기술자문 및 면담조사를 기반으로 로드맵 및 투자비 도출</li> </ul>

## 제2장

## 국내외 선박 배출가스 규제 동향 《

## 제1절 선박 배출가스의 인체 유해성 논란

화석연료를 사용하는 내연기관(대부분의 항만 및 선박엔진은 디젤엔진을 사용)들에서 배출되는 배기가스는 질소산화물( $\text{NO}_x$ ), 황산화물( $\text{SO}_x$ ), 입자상물질인 미세먼지( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ) 등이 주된 오염물질이며 인체에는 각 오염물질에 의한 개별적인 영향보다 복합적인 형태로 영향을 미친다.

한편 대기오염물질인 미세먼지의 주요 성분을 살펴보면 황산염과 질산염이 전체의 58%를 차지한다.  $\text{NO}_x$ 와  $\text{SO}_x$ 는 가스로써 눈, 코 등의 점막에서 만성 기관지염, 폐렴, 폐출혈, 폐수종을 발병할 시킬 수 있고, 고체상인  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ 는 천식 등 호흡기계 질병을 악화시켜 폐 기능 저하를 초래한다고 보고되고 있다. 특히 초미세먼지( $\text{PM}_{2.5}$ )는 폐나 기관지 등에 흡착되어 세포막까지 침투해 암을 유발한다. 질병관리본부에 따르면, 미세먼지( $\text{PM}_{10}$ ) 농도가  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  씩 증가할 때마다 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)으로 인한 입원율은 2.7%, 사망률은 1.1%씩 각각 증가된다고 보고되었다.<sup>13)</sup> 또한 초미세먼지( $\text{PM}_{2.5}$ ) 농도가  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  증가할 때마다 폐암 발생률은 9% 증가하고 장기간 노출 시 심근경색 등 허혈성 심질환의 사망률은 30~80% 증가하는 것으로 나타났다.<sup>14)</sup>

## 1. 해외 선박 배출가스 위해성에 대한 연구

Barbara Finamore(2014) 연구에 따르면 중국은 전 세계 10대 항만 중 7개 항만을 보유하고 있는데, 하루 1척의 컨테이너선박이 배출하는 초미세먼지

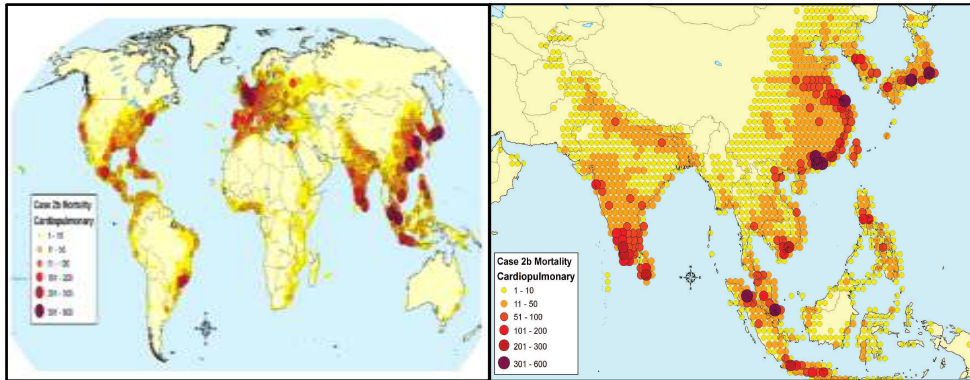
<sup>13)</sup> COPD(Chronic Obstructive Pulmonary Disease), 만성폐쇄성 폐질환; 자료 출처(환경부, “바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까”, 2016.4)

<sup>14)</sup> 입자크기가 매우 작은 미세먼지(PM, Particulate Matter),  $\text{PM}_{10}$ =지름이  $10 \mu\text{m}$ 보다 작은 크기,  $\text{PM}_{2.5}$ =지름이  $2.5 \mu\text{m}$ 보다 작은 크기의 미세먼지; 자료 출처(환경부, “바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까”, 2016.4)

(PM<sub>2.5</sub>) 배출량은 유로4<sup>15)</sup>를 만족하는 트럭 50만 대 배출량과 유사하여, 이로 인한 조기 사망자 수가 매년 120만 명에 이른다고 보고되었다.<sup>16)</sup>

James(2007)의 연구에 따르면 국제 항해 선박에서 배출되는 오염물질(특히 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>))로 인한 심폐 질환 및 폐암으로 매년 약 6만 명의 조기 사망자가 발생하는 것으로 나타났으며, 주요 항만이 많은 아시아 지역에 집중되어 있었다. 이 연구에서는 한·중·일을 포함한 동아시아 지역에서 미세먼지(PM)로 인한 심폐질환 사망자 수는 1만 3,800명, 폐암으로 인한 사망자 수는 1,480명으로 추정하고 있다.<sup>17)</sup> 다음 그림은 미세먼지로 인한 연간 심폐질환 사망자가 내륙지역보다 해안지역이 수천 배가 많다는 것을 보여주고 있다. 이는 해안가 선박에서 배출되는 미세먼지의 영향으로 분석되어진다.

〈그림 2-1〉 선박의 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)배출로 인한 심폐질환 사망률 예측



자료: James J.C., etc, "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No. 24, 2007, pp. 8512-8518.

미국 EPA는 자국 연안에 ECA 계획을 수립하지 않았을 때와 비교 시, 2030년까지 국제 항해 선박에 의한 조기 사망자 수를 매년 약 3만 1,000명 정도 줄일 수 있을 것으로 예측하였다.<sup>18)</sup> Brandt(2013)는 2000년 대비 2007년과

<sup>15)</sup> 유럽의 디젤 자동차 배출가스 규제

<sup>16)</sup> 전계서, Barbara Finamore(2014)

<sup>17)</sup> James J.C., etc, "Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment", *Environmental Science & Technology*, Vol. 41, No. 24, 2007, pp. 8512-8518.

2011년에 조기 사망자 수가 약 11%, 12% 씩 각각 감소했는데, 이는 황산화물 배출규제지역(SO<sub>x</sub> ECA) 지정에 따른 것으로 분석했다.<sup>19)</sup>

미국 천연자원보호협의회(Natural Resources Defense Council, NRDC)의 연구(2004)에서는 대기오염이 심한 항만주변에서 오래 시간 근무하거나 거주하는 사람들은 폐암에 걸릴 확률이 50% 내지 300% 가량 높아진다고 발표했다.<sup>20)</sup>

한편 황합유량 3%의 연료유를 사용하는 대형 컨테이너선박 1척은 디젤승용 차량의 5,000만 대에 해당하는 황산화물(SO<sub>x</sub>)을 배출한다고 보고되었다.<sup>21)</sup> 황합유량 3.5%의 연료유를 가지고 최대 70% 출력으로 운영하는 중대형 컨테이너 선박 1척이 하루 동안 배출하는 미세먼지양은 유로4를 만족하는 신형 트럭<sup>22)</sup> 50만 대 배출량과 동일하다고 밝혔다.

Hak-kan Lai(2013) 연구에서는 2008년에 주강 삼각주 지역(Pearl River Delta)을 운항하는 국제 항해 선박 및 내륙 수로 선박에서 배출되는 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> 및 PM<sub>10</sub>에 의해 홍콩에서만 약 1,200명의 조기 사망자가 발생한 것으로 조사했다. 특히 홍콩과 마카오를 포함한 주강 삼각주 지역에서는 심혈관 및 호흡기 질환으로 병원을 찾는 환자가 약 8,262건이며 약 1,600명이 넘는 조기 사망자가 발생한 것으로 보고했다.<sup>23)</sup>

Liu 등(2016)의 연구에 의하면, 동아시아지역의 선박에서 배출되는 대기오염 물질이 2002~2005년에는 전 세계의 선박 배출 대기오염물질의 4~7% 수준이었으나, 2013년에는 16%로 높아졌다고 분석했다.<sup>24)</sup> 이로 인하여, 연간 1만

<sup>18)</sup> US EPA, "Regulatory Impact Analysis: Control of Emissions of Air Pollution from Category 3 Marine Diesel Engines", June 2009.

<sup>19)</sup> J. Brandt et. al., "Assessment of Past, Present and Future Health-cost Externalities of Air Pollution in Europe and the Contribution from International Ship Traffic Using the EVA Model System," Atmospheric Chemistry Physics 13, 2013, pp 7747-7764.

<sup>20)</sup> NRDC, "Harboring Pollution: Strategies to Clean Up U.S. Ports", August 2004.

<sup>21)</sup> International Gas Union(IGU), "Enabling Clean Marine Transport", March 2017.

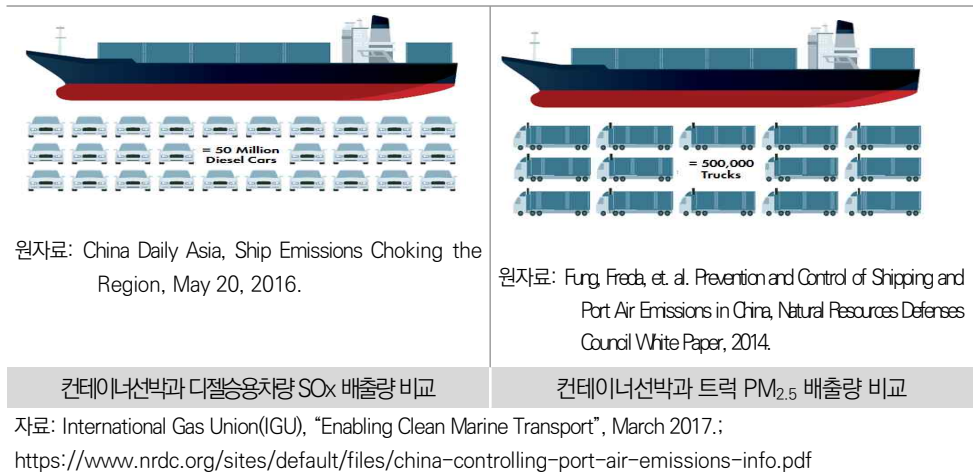
<sup>22)</sup> 유로기준은 EU가 1991년 도입한 경유(디젤)차 배기가스 규제 단계이며, 유로4는 일산화탄소(CO) 1.5g/kWh, 탄화수소(HC) 0.46g/kWh, 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 3.5g/kWh, 미세먼지(PM) 0.02g/kWh 배출기준 만족(자료: <http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno=2732>)

<sup>23)</sup> Hak-kan Lai et. al., "Health Impact Assessment of Marine Emissions in Pearl River Delta Region," Marine Pollution Bulletin 66. No.1-2, January 2013.

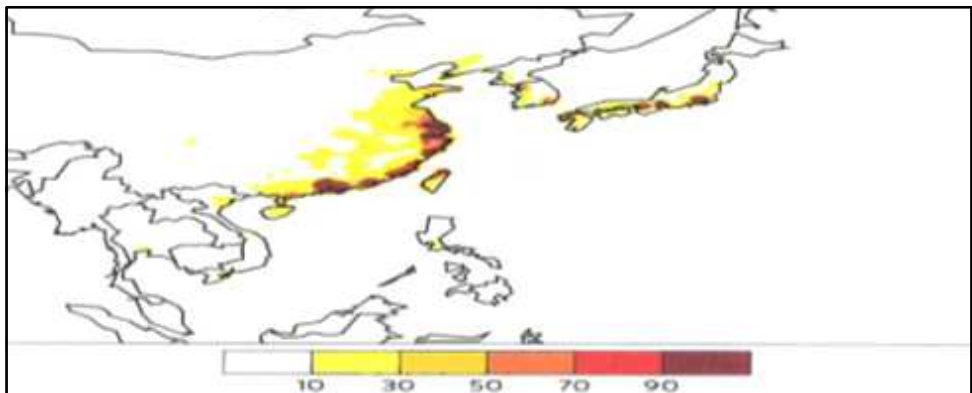
<sup>24)</sup> Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", Nature Climate

4,500~3만 7,500명 정도가 조기 사망한 것으로 조사하였다.

〈그림 2-2〉 컨테이너선박 1척과 디젤 차량의 대기오염물질 배출량 비교



〈그림 2-3〉 동아시아 선박 배출가스로 인한 연간 조기 사망자

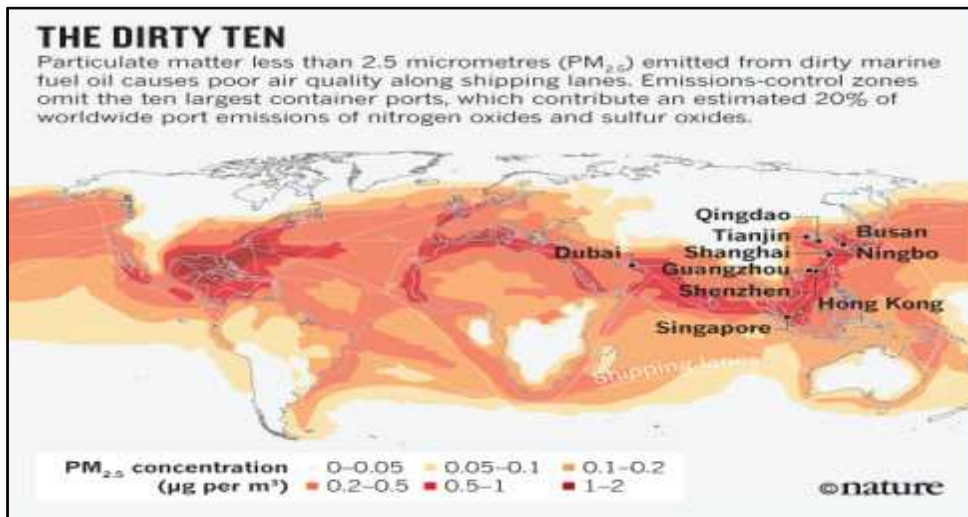


자료: Huan Liu, etc, "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", Nature Climate Change, 2016. 07. 18.



Zheng Wan(2016) 논문은 상하이항, 선전항, 홍콩항, 부산항 등 세계 10대 컨테이너항만이 위치한 아시아지역의 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 배출량이 전 세계 항만 배출량의 20%를 차지한다고 밝혔다.

〈그림 2-4〉 세계 10대 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 배출 항만



자료: Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, "Pollution: Three steps to a green shipping industry", Nature News & Comment, 17 February 2016.

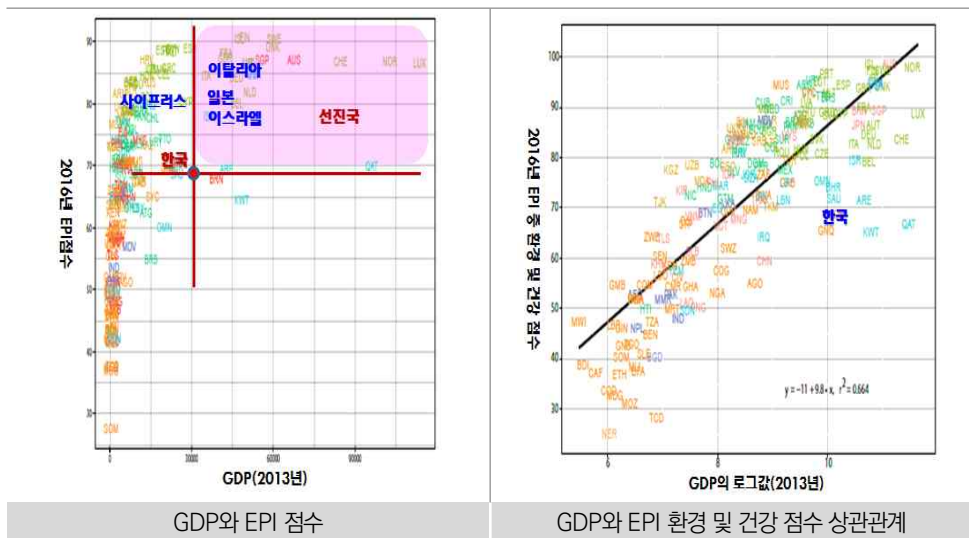
## 2. 국내 선박 배출가스 위해성에 대한 논란

2016년 환경성과지수(Environmental Performance Index, EPI)에서 한국의 대기질(Air Quality) 수준은 조사 대상국 180개국 중 173위로 최하위권을 차지했다.<sup>25)</sup> EPI 지수는 미국 예일대와 컬럼비아대가 공동으로 2년마다 세계경제포럼(World Economic Forum)을 통해 세계 각국의 생태계 지속가능성과

<sup>25)</sup> <http://epi.yale.edu/country/south-korea>; YCELP(Yale Center for Environmental Law & Policy) and CIESIN(Center for International Earth Science Information Network), Global Metrics For the Environment: The Environmental Performance Index ranks countries' performance on high-priority environmental issues, 2016 Report.; 환경성과지수(EPI)는 보건영향, 대기질, 식수 및 위생, 수자원, 농업, 임업, 어업, 서식지, 기후 및 에너지 9개 분야에 대해 100점 만점으로 평가하여 점수를 집계함

환경보건 관리 능력을 평가한 점수이다. 한국은 2014년 43위(63.79점)로 중상 위권이였으나, 2016년에는 37단계 하락하여 180개국 중 80위(70.61점)로 남 미와 아프리카국가와 비슷한 수준이다. GDP와 환경성과지수(EPI) 특히 환경 및 건강 관련 지표는 강한 양의 상관관계를 가지는데, 한국은 GDP가 높은편임에도 불구하고 낮은 EPI를 기록하고 있으므로 개선이 필요하다. 특히 한국이 GDP대비 낮은 EPI를 받는데 가장 큰 영향을 미친 항목은 초미세먼지 노출 정도 등 대기질로 2016년에는 173위(45.51점)로 최하위권을 차지했다.<sup>26)</sup>

〈그림 2-5〉 GDP와 환경성과지수(EPI) 관계



자료: YCELP and CIESIN, Global Metrics For the Environment: The Environmental Performance Index ranks countries' performance on high-priority environmental issues, 2016 Report 기반 재작성

26) 미얀마(174위), 파키스탄(175위), 라오스(176위), 네팔(177위), 인도(178위), 중국(179위), 방글라데시(180위)

〈표 2-1〉 2016년 한국의 환경성과지수(EPI) 결과

지표	점수(점)	순위(등)	동일 GDP 대비 한국 수준(%)	동일 지역 대비 한국 수준(%)
보건영향(Health Impacts)	65.93	103	-21.89	-6.17
대기질(Air Quality)	45.51	173	-44.26	-39.38
식수 및 위생(Water and Sanitation)	95.11	35	0.41	21.09
수자원(Water Resources)	93.15	19	15.34	99.10
농업(Agriculture)	57.80	133	-18.85	-14.45
임업(Forests)	74.42	32	60.25	48.01
수산업(Fisheries)	58.47	33	25.12	25.33
생물다양성과 서식지(Biodiversity and Habitat)	69.34	126	-18.61	-9.58
기후 및 에너지(Climate and Energy)	62.39	83	-17.18	-7.26
한국 종합점수	70.61	80	-	-

자료: <http://epi.yale.edu/country/south-korea>(2017.6.19.검색)

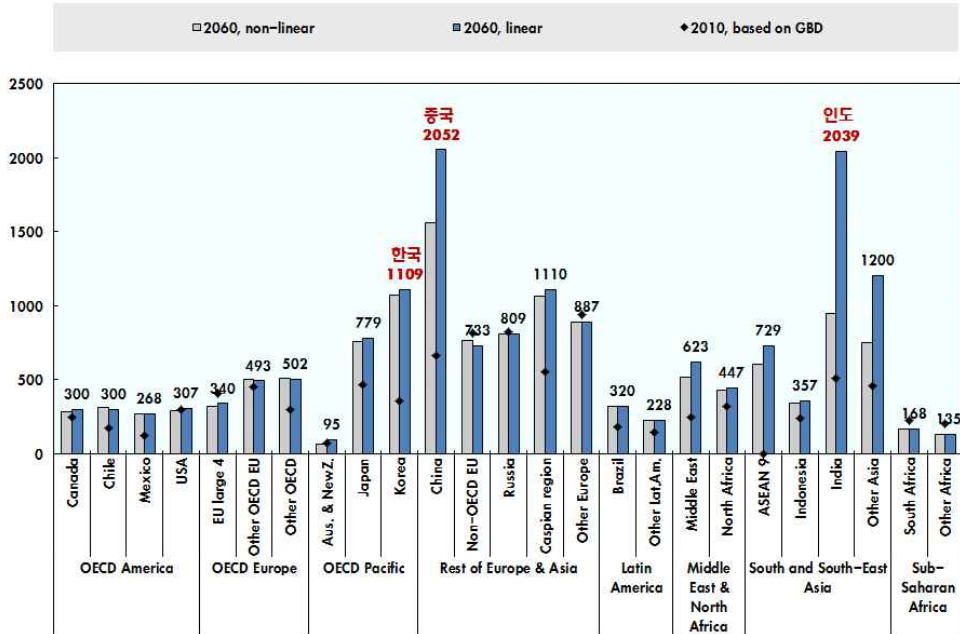
파이낸셜타임스 보도, 경제협력개발기구(OECD) 보고서에 따르면 한국이 중국, 인도와 함께 대기오염이 심각한 국가로 분류되었다. 올해 영국의 파이낸셜타임스(FT) 보도에 따르면 한국의 서울이 중국 베이징, 인도 뉴델리와 함께 대기오염 심각한 지역으로 선정되었다.<sup>27)</sup> 이 FT 보도에서는 한국이 이러한 환경오염의 원인이 중국 등 외부 요인이 80%라고 주장하고 있지만, 환경단체인 그린피스에 외부영향은 30%에 불과하고 나머지는 한국 자체에서 발생한 것이라고 언급했다.

또한 OECD의 대기오염으로 인한 경제적 영향 보고서(2016)에 따르면, 2060년 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)와 오존농도 등 대기오염물질에 의한 한국의 조기 사망자 수가 중국, 인도에 이어 많아 OECD 국가 중 가장 많은 사망자 수를 보유했다.<sup>28)</sup>

<sup>27)</sup> <https://www.ft.com/content/b49a9878-141b-11e7-80f4-13e067d5072c?mhq5j=e3>

<sup>28)</sup> OECD, "The economic consequences of outdoor air pollution: Policy Highlights", June 2016.

〈그림 2-6〉 매년 인구 100만 명당 대기오염에 의한 사망자 수



자료: <http://www.oecd.org/env/air-pollution-to-cause-6-9-million-premature-deaths-and-cost-1-gdp-by-2060.htm>(2017.6.19 검색) 기반 재수정

국내 연구에서는 선박에서 배출되는 대기오염물질이 인체에 미치는 영향을 연구한 사례가 없다. 최근 선박뿐만 아니라 대기오염물질이 인체에 미치는 영향에 대한 연구를 연세대 세브란스병원 팀과 단국대학교 팀이 수행 중에 있으나 아직 공식적인 발표는 되지 않았다.<sup>29)</sup> 한편 Huan Liu(2016)의 연구에서 선박 배출 배기가스에 의한 우리나라 조기 사망자 수는 약 500~1,100명으로 추정했다.<sup>30)</sup>

국립환경과학원의 국가 대기오염물질 배출량 서비스 통계 자료(2014년)에 따르면, 전국의 대기오염물질 중 선박에서 배출된 양은 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 12.7%, 황산화물(SO<sub>x</sub>) 11.4%, 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 10.1%, 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 7.1%를 차지하고 있다.

<sup>29)</sup> 연구 제목은 “환경유해인자에 의한 뇌졸중, 치매, 파킨슨병 위험성 평가 모델 개발”이다.

<sup>30)</sup> 중국본토는 18,000±8,600명, 일본은 3,600±1,200명, 대만/홍콩/마카오는 1,100±400명, 한국은 800±300명, 베트남 600±200명으로 추정(Huan Liu, etc., “Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia”, *Nature Climate Change*, 6, 2016(published online 18 July 2016), pp.1037-1041)

〈표 2-2〉 선박에서 배출된 대기오염물질 비중

(단위: kg/년)

전국 대기오염물질 배출량	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
전체 배출량	1,135,742,718	343,160,640	97,917,906	63,285,569
선박 배출량	144,029,835	39,074,338	6,982,815	6,422,859
비중	12.7%	11.4%	7.1%	10.1%

자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스(2014년 기준)

[http://airemiss.nier.go.kr/module/statistics/statisticsForm.do?siteId=airemiss&id=airemiss\\_0301000000](http://airemiss.nier.go.kr/module/statistics/statisticsForm.do?siteId=airemiss&id=airemiss_0301000000)  
 00 (2017.05.22. 검색)

그러나 주요 항만인 부산항, 인천항, 울산항, 평택·당진항, 광양항이 위치한 시도에서 선박의 대기오염물질 배출 비중을 살펴보면, NO<sub>x</sub>는 경기도, 인천광역시, 울산광역시를 제외하고 전국 평균을 상회하고 있고, 그중 부산은 39.1%로 높은 수준이다. SO<sub>x</sub>의 경우에는 울산을 제외한 부산, 인천, 경기도, 전라남도의 배출 비중이 전국 평균인 11.4%를 상회하고 있으며, 특히 부산은 전체 배출량의 73.2%로 매우 심각한 상황이다. PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub>는 주요 항만이 위치한 5개의 시도 중 경기도와 전라남도를 제외하고는 전국 평균치보다 많이 선박에서 배출되고, 특히 부산은 각각 47.2%, 51.4%로 선박에서 절반 넘게 배출되고 있다.

〈표 2-3〉 선박에서 배출된 대기오염물질 비중

(단위: kg/년)

구분		NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
대기오염물질 전체 배출량	부산광역시	44,795,612	10,535,654	2,222,972	1,848,762
	인천광역시	43,853,036	12,420,757	1,727,295	1,439,796
	울산광역시	50,813,011	50,522,185	3,668,532	2,429,804
	경기도	163,061,081	15,511,068	6,762,940	5,135,469
	전라남도	101,453,328	62,920,642	23,844,273	13,833,152
선박배출량	부산광역시	17,513,268	7,716,937	1,048,593	950,824
	인천광역시	3,671,096	1,591,242	223,814	203,588
	울산광역시	8,275,697	3,729,274	501,129	454,102
	경기도	5,279,942	2,383,542	327,465	297,422
	전라남도	14,983,028	6,444,924	897,865	815,786

구분		NOx	SOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
선박배출비중	부산광역시	39.1%	73.2%	47.2%	51.4%
	인천광역시	8.4%	12.8%	13.0%	14.1%
	울산광역시	16.3%	7.4%	13.7%	18.7%
	경기도	3.2%	15.4%	4.8%	5.8%
	전라남도	14.8%	10.2%	3.8%	5.9%

자료: 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스(2014년 기준)

[http://airemiss.nier.go.kr/module/statistics/statisticsForm.do?siteId=airemiss&id=airemiss\\_0301000000](http://airemiss.nier.go.kr/module/statistics/statisticsForm.do?siteId=airemiss&id=airemiss_0301000000)  
00 (2017.05.22. 검색)

선박에서 항만도시에 배출되는 대기오염량이 많음에도 불구하고 정부의 미세먼지 관리 대책은 선박이 아닌 육상에 집중되어 있다. 그러나 정부가 미세먼지 대책을 국가적 현안으로 대두시킴으로써 최근 해양수산부도 선박 배출 미세먼지 저감 대책을 마련 중에 있다.

해양수산부는 항만, 선박 등 해양수산분야 미세먼지 집중 배출원에 대한 근본적인 저감대책 및 관리방안 마련을 위해 항만부분 미세먼지 실태조사 등을 시행할 예정이고, 항만 터미널 운영사의 야드트랙터 연료를 LNG로 전환하는 등의 항만장비의 친환경 연료 사용 확대를 추진하고 있다.

또한 선박의 항만 정박 시 전기 사용을 통한 미세먼지 저감을 위해 항만 육상 전원공급장치(AMP, Alternative Maritime Power)<sup>31)</sup> 운영 활성화 방안 마련 및 시범사업 추진 계획 중이다.

선박 부분의 미세먼지 관리를 위해 선박 대기오염물질 통합관리 시스템을 개발 및 운영하고, 친환경 선박 개발 및 보급 촉진을 위하여 LNG 관공선 우선 도입 후 민간부문 LNG 추진 선박 도입지원 시범사업을 추진할 예정이다.

31) AMP는 OPS(Onshore Power Supply), Cold Ironing, Shore Side Electricity, Shore Power 등 다양한 이름으로 명명되는데, 선박이 항만에 접안하면 선박연료유로 가동되던 엔진은 끄고, 육상에서 선박으로 공급되는 전원에 의해 보조엔진을 가동시키는 시스템임(부록 AMP개념도 참조)

## 제2절 국제기구 및 주요국의 선박 배출가스 규제 동향

선박에서 배출되는 배기가스 내 오염물질은 국제해사기구(IMO)의 국제협약을 통해 규제하는 부분과 국가가 자국 해역에 대해 관련법을 제정하고 규제하는 것으로 나누어져 있다. IMO는 선박으로부터 발생하는 해양 대기오염을 방지하기 위하여 MARPOL 73/78 협약 내 부속서(Annex) 6장에서 총 400톤 이상의 모든 선박에 대해 질소산화물, 황산화물, 입자상물질, 휘발성 유기 화합물 등과 같은 대기오염물질의 규제 절차와 방법 등을 담고 있다. 또한 MARPOL 부속서 VI에서 규정하는 배출규제해역(ECA, Emission Control Area)은 선박에서 발생하는 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>) 그리고 입자상물질(PM)의 배출을 방지, 감소 및 통제하기 위하여 당사국 요청에 따라 IMO에 의해 지정된 지역을 의미한다. 현재까지(2017년 3월 기준) IMO에 통보된 ECA는 북해(North Sea), 발틱해(Baltic Sea), 북아메리카 해역(North American, 미국과 캐나다의 대서양 및 태평양 연안) 및 미국령의 캐리비안 해역(US Caribbean including the region of Puerto Rico and US Virgin Islands)이다. 특히 MEPC 70차 회의(2017.10)에서 연료의 황 함유량에 대한 규제만 있었던 발틱해 및 북해지역을 ECA로 지정하고 2021년 1월 1일부터 발효 예정이다.

〈표 2-4〉 ECA 설정 지역 및 적용일

ECA			채택일	발효일	적용일
SECA	발틱해역(SO <sub>x</sub> )		1997. 9. 26	2005. 5. 19	2006. 5. 19(SECA)
					2021.1.1.(ECA)
	북해해역(SO <sub>x</sub> )		2005. 7. 22	2006. 11. 22	2007. 11. 22(SECA)
					2021.1.1.(ECA)
ECA	북미(미국/캐나다)해역	SO <sub>x</sub> /PM	2010. 3. 26	2011. 8. 1.	2012. 8. 1.
		NO <sub>x</sub>	2010. 3. 26	2011. 8. 1.	2016. 1. 1. 이후 건조선박 Tier III 적용
	미국 캐리비안해	SO <sub>x</sub> /PM	2011. 7. 26	2013. 1. 1.	2014. 1. 1.
		NO <sub>x</sub>	2011. 7. 26	2013. 1. 1.	2016. 1. 1. 이후 건조선박 Tier III 적용

자료: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx>  
(검색일: 2017.05.22.)

향후 추가적으로 ECA 지정이 고려되고 있는 지역들은 노르웨이, 일본, 홍콩, 지중해, 호주, 한국, 중국 등의 연안이 논의 중이나 본 협약은 해양 규제임으로 유럽, 러시아 등의 내륙수로에서 운항되는 선박에는 적용받지 않는다.

〈그림 2-7〉 세계 선박 배출가스 배출규제지역(ECA) 예정지역



자료: Implementation of the LNG-Hybrid Barge in Hamburg 발표자료, 7<sup>th</sup> AVL Large Engines TechDays (2016.4.19.)

IMO는 ECA의 내부뿐만 아니라 외부지역에도 황산화물(SO<sub>x</sub>)과 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출 수준을 단계적으로 강화하고 있으며 황산화물(SO<sub>x</sub>) 규제는 2016년 기준 ECA 내 0.1%<sup>32)</sup>를 초과할 수 없었다.

〈표 2-5〉 황산화물(SO<sub>x</sub>) 규제 내용

ECA 외 지역	ECA 내 지역
2012년 1월 1일 이전 4.50% <sup>32)</sup>	2010년 7월 1일 이전 1.50% <sup>32)</sup>
2012년 1월 1일 이후 3.50% <sup>32)</sup>	2010년 7월 1일 이후 1.00% <sup>32)</sup>
2020년 1월 1일 이후 0.50% <sup>32)</sup>	2015년 1월 1일 이후 0.10% <sup>32)</sup>

주: 2018년까지 결과물 검토 결과 실행 불가 시 적용일을 2025년 1월 1일로 연기 가능

자료: [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)-%E2%80%93Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)-%E2%80%93Regulation-14.aspx)(검색일: 2017.05.22.)

32) 이안경 외, “선박의 육상전원공급설비 구축 계획수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04



국제해사기구(IMO)의 2020년 전 해역 내 황함유량 기준 0.5% 이하의 연료유 사용 의무화에 따라 선사들은 다양한 대책을 강구 중에 있다. 선사들이 강화된 규제 요건을 만족하기 위해서는 저유황유(0.5% 이하) 사용, 황산화물 저감장치(Scrubber)를 추가로 설치, LNG추진선 등 친환경 선박으로 교체해야 한다.<sup>33)</sup> 또한 선사가 황함유량 기준 0.5%를 만족하는 저유황유인 MGO(Marine Gas Oil) 혹은 초저유황중질유(ULSHFO, Ultra Low Sulphur Heavy Fuel Oil)를 사용하려면 기존 고유황유(HFO)에 비해 가격이 40~80% 정도 비싸게 돈을 지불해야 한다.<sup>34)</sup> 그리고 기존 고유황유를 사용하면서 황산화물 저감장치를 탑재하기 위해서는 엔진 출력에 따라 척당 100~1,000만 달러(약 12억~120억 원)의 설비 투자비용과 50~700kW의 추가전력이 요구되는데<sup>35)</sup>, 스크러버 운영 시 발생하는 배출수와 슬러지의 배출을 제한하는 항만에서는 사용이 불가능하다. 한편 LNG 병커링 선박을 도입하려면 기존 선가의 20~30%의 추가 설비 투자, LNG 저장탱크만큼 화물 저장 공간이 줄어들고, LNG 추진을 위한 추가전력이 요구되는 단점이 있지만, 가장 큰 문제는 현재 병커링 설비가 유럽에만 집중되어 있다는 것이다.<sup>36)</sup>

중국은 선박 배출가스를 규제하기 위하여 주요 항만에 ECA를 설정하고 ECA 내 운항, 접안 및 작업하는 선박에서 사용되는 연료의 황 함유량 규제를 2015년에 발표하였다. 2017년부터 중국 ECA 지역 내 주요 항만에 접안하는 모든 선박의 경우에는 0.5% $\text{m/m}$ 의 황 함유량을 가진 연료를 사용해야 하며, 매년 단계적으로 적용 범위를 확대할 계획이다. 특히 2019년에는 선박유의 황 함유량에 따른 해양 대기질 개선 효과를 검토하여 0.1% $\text{m/m}$  황 함유량 연료 사용 시기를 시행할 예정이다. 중국 ECA 주요 해역은 주장 삼각주(Pearl River Delta), 장강 삼각주(Yangtze River Delta), 보하이만(Bohai Bay Rim) 등 3개 지역이다.

33) 한국선급, “강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서”, 2017.1.6.

34) HFO(3.5% S) = 280달러/톤, ULSHFO(0.5% S) = 400달러/톤, ULSHFO(0.1% S) = 430달러/톤, MGO(0.1% S) = 460달러/톤(출처: 한국선급, “강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서”, 2017.1.6.)

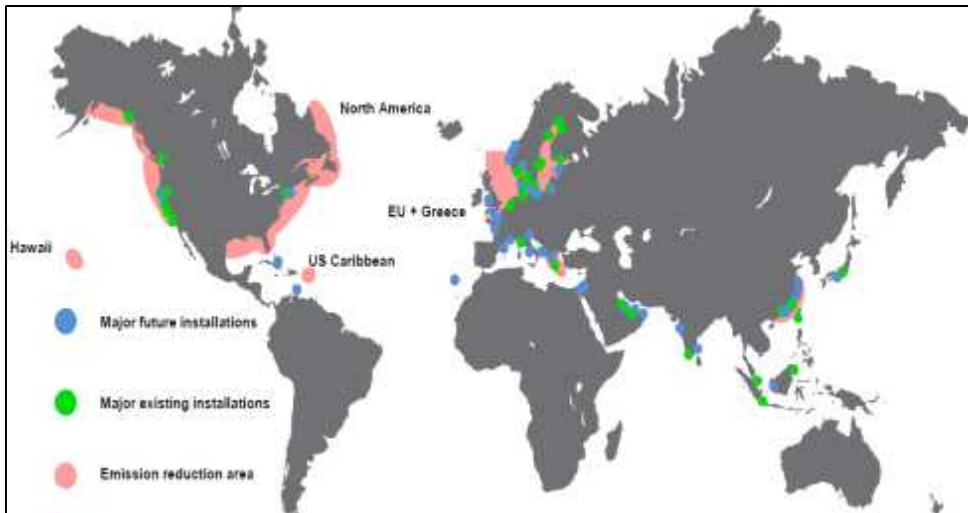
35) 한국선급, “강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서”, 2017.1.6.

36) 한국선급, “강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서”, 2017.1.6.

ECA 설정 국가들은 항만에 선박 정박 시 배출하는 유해가스를 차단하고 소음을 저감시키기 위해 항만에 AMP 설치를 주도적으로 추진 중이다. IMO는 지난 10년 동안 AMP가 선박에서 기인한 배기가스를 감축시키는 데 효과적이라는 것에 동의하고 MEPC 64차 회의에서 회원국의 항만에 AMP를 의무적으로 설치하도록 하는 규정 초안을 검토했으나 기반 설비 부족으로 회원국에 국제표준안 마련 및 비강제적 설치를 권고했다.<sup>37)</sup>

자발적인 AMP 설치를 권고했지만 전 세계 ECA 설정 지역과 AMP 설치 및 설치 예정 지역을 비교한 결과, ECA 설정 지역 대부분에 AMP가 장착되어 있는 것으로 나타났다. 이는 선박에서 배출되는 황산화물 등 대기오염물질을 감축시키는 효과적인 방법으로 AMP가 사용되거나 고려되고 있음을 반증하는 것이다.

〈그림 2-8〉 세계 ECA 지역과 AMP 설치 현황



자료: Christian B. Petersen, ABB, Clean air in ports and port cities Danish Parliament, 2014.4.6.

<sup>37)</sup> Trafi(Finnish Transport Safety Agency), "What does mandatory shore power in EU mean?", 13 November 2015.; Lloyd's Register Group Limited 2012, "IMO MEPC 64: Report-External Client Version" Executive Summary.; MEPC(Marine Environment Protection Committee)

## 제3장

## 해외 AMP 설치·운영 현황 ≪

제1절 해외 항만 AMP 설치 및 운영 동향<sup>38)</sup>

선진 항만들은 온실가스 저감에 선제적으로 대응하기 위하여 AMP 설치를 위한 제도와 지원정책을 수립하여 설치·운영이 이미 이루어지고 있는 상황이다. 해외 항만에서 주로 설치되고 있는 AMP 선종은 페리선 혹은 크루즈 선박이고, 컨테이너용 AMP는 대부분 아시아-미주 간 항로상의 항만에 설치되고 있다.

세계 선박 배출가스 규제 강화에 따라 글로벌 선사들도 자사의 선박에 AMP 설비를 장착하고 있다. 세계 선복량 1위 선사인 APM-Maersk Line도 2014년에 16척의 선박에 AMP 설비를 장착하였으며, 최근 건조 중인 대형 컨테이너선의 대부분은 AMP 설비를 설치하고 있는 것으로 조사되었다.

〈표 3-1〉 선박 AMP 설치 현황

Container		Ferry/RoRo	Bulk/Tanker	Cruise
APM-Maersk	NYK Line	Color line	COSCO	Disney Cruise
MSC	Hyundai M.M.	Stena line	Pohang Iron & Steel	Holland America
CMA CGM	K Line	Stora Enso	BP	Norwegian
COSCO	China Shipping	Cobelfret		Celebrity
EverGreen	Hansa Shipping	Viking Line		Princess Cruise
Hapag Lloyd	Messina Shipping	Wagenborg Shipping		Royal Caribbean
Hamburg Süd	Peter Doehle	Scandlines		Cunard
OOCL	Matson	Allendia Rederi		Costa Cruise
Yang Ming	Lloyd Triestino			MSC Cruise
UASC	NSB-Conti			Amet Cruises
MOL	PIL			P&O

자료: LEARDI, A., "Drivers and market practices to implement shore connection system", 2015.09.17., KMI 수정  
이언경 외, "선박의 육상전원공급설비 구축 계획 수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구", 해양수산부, 2016.4.

<sup>38)</sup> 이언경 외, "선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구", 해양수산부, 2016.04  
기반으로 내용을 재구성 및 추가

〈표 3-2〉 국외 AMP 설치 주요 항만

구분	도입 시기	항만 명	국가	Capacity (MW)	Frequency (Hz)	Voltage (kV)	대상 선종
1	2000-2010	Gothenburg	스웨덴	1.25-2.5	50 & 60	6.6 & 11	RoRo/RoPax
2	2000	Zeebrugge	벨기에	1.25	50	6.6	RoRo
3	2001	Juneau	미국	7-9	60	6.6 & 11	Cruise
4	2004	Los Angeles	미국	7.5-60	60	6.6	Container/Cruise
5	2004	Piteå	스웨덴	1.0	50	6	RoRo
6	2005-2006	Seattle	미국	12.8	60	6.6 & 11	Cruise
7	2006	Kemi/Kotka/Oulu	핀란드	-	50	6.6	RoPax
8	2008	Antwerp	벨기에	0.8	50 & 60	6.6	Container
9	2008	Lübeck	독일	2.2	50	6	RoPax
10	2009	Vancouver	캐나다	16	60	6.6 & 11	Cruise
11	2010	San Diego/ San Francisco	미국	16	60	6.6 & 11	Cruise
12	2010	Karlskrona	스웨덴	2.5	50	11	RoPax
13	2009	Osaka	일본	-	-	-	Ferry
14	2010	Shanghai	중국	-	60	6.6	Container
15	2011	Long Beach	미국	16	60	6.6 & 11	Container
16	2011	Oslo	노르웨이	4.5	50	11	Cruise
17	2011	Prince Rupert	캐나다	7.5	60	6.6	Container
18	2012	Rotterdam	네덜란드	2.8	60	11	RoPax
19	2012	Ystad	스웨덴	6.25	50 & 60	11	RoPax
20	2012	Oakland	미국	7.5	60	6.6	Container
21	2013	Trelleborg	스웨덴	3.5-4.6	50	11	RoPax
22	2013	Barcelona	스페인	-	-	-	Cruise
23	2014	Halifax	캐나다	6-14	-	-	Cruise
24	2014	San Diego	미국	-	-	-	Container/Ferry
25	2014	Kaohsiung	대만	-	-	-	Container
26	2015	Hamburg	독일	12	50&60	6.6&11	Cruise
27	2015	Shanghai	중국	-	-	-	Container/Cruise
28	2015	Shenzhen	중국	-	-	0.4&6.6	Container
29	2016	Qingdao	중국	-	-	-	Container
30	2017	Vancouver	캐나다	7.5	60	6.6	Container
31	2017	Chidambaram	인도	-	-	-	-

자료: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/ports-using-ops>, [www.portmetrovanvancouver.com](http://www.portmetrovanvancouver.com), KMI 수정 이연경 외, “선박의 육상전원공급설비 구축 계획수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.4. 기반 재수정

## 1. 북미지역 항만 AMP 도입 사례

### 1) 미국

미국환경청(EPA)의 캘리포니아 대기국(CARB)은 온실가스 배출량 감소를 요구하는 “At-Berth Regulation” 발효하여 LA/LB항을 중심으로 적극적으로 AMP를 설치하고 있으며 선박의 항만 정박 시 운영되어지고 있다.

2004년 LA항은 세계 최초 컨테이너 선박용 AMP를 설치하였고 선박 위에 최초로 AMP가 설치된 NYK 선박이 접안하여 운영되었다. 초창기에는 터미널 운영사의 비협조로 사업을 시작하지 못하자 터미널 재계약조건에 AMP 설치를 의무조항으로 넣고, 재정적 인센티브를 선사에 제공하였다. 당시 LA항만은 선박장착용 AMP 장비를 설치하는 선사에 80만 달러를 지원하였다. 2011년에는 크루즈용 AMP를 설치하였고 2013년 11개 선석, 2014년도에 26개까지 AMP 설치 및 확장하여 운영하고 있다.<sup>39)</sup>

캘리포니아 주 Pittsburgh항, San Diego항, Oakland항, 알래스카 주 Juneau항, 워싱턴 주 Seattle항, Tacoma항 등에서도 범국가적 온실가스 저감 정책에 대응하고자 AMP 설치 및 운영을 하고 있다.

〈그림 3-1〉 LA항의 AMP 운영 현황



자료: Cavotec MSL, Lugano, “Making cold ironing make sound business sense”, Port Technology International

<sup>39)</sup> <http://www.ship-technology.com/features/feature-shore-power-green-answer-costly-berthing-emissions/>

미국 동안 지역은 크루즈 터미널을 중심으로 AMP 설치·운영을 적극적으로 시행 및 계획하고 있다. 2015년 New York항 Brooklyn 크루즈터미널에 AMP가 설치되어 Princess Cruise선사와 Cunard Line선사에 서비스하며 운영되고 있다. 뉴욕과 뉴저지 항만공사가 설치하였으며 총 2,100만 달러가 소요되었다.

〈그림 3-2〉 New York항의 AMP 운영 현황



자료: <http://corpinfo.panynj.gov/documents/brooklyn-pa-marine-terminal-shore-power-installati/>(검색일 2017.05.22)

## 2) 캐나다

2010년 Metro Vancouver항에 캐나다 최초로 크루즈용 AMP를 설치<sup>40)</sup>하였으며, 사례연구 결과, 약 260시간 동안 476톤의 연료와 1,521톤의 CO<sub>2</sub> 배출량이 감소하는 효과가 발생하였다. 2011년 캐나다 최초로 Fairview 컨테이너 터미널에 컨테이너 선박용 AMP를 설치<sup>41)</sup>하였고 2017년 밴쿠버(Vancouver)항에 설치<sup>42)</sup>할 예정이다. Halifax항에도 크루즈용 AMP가 설치·운영되고 있다.

〈그림 3-3〉 Metro Vancouver 크루즈항 AMP 설치 현황



자료: 캐나다 교통국(Transport Canada, [www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca))

<sup>40)</sup> <https://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-sptp-case-study-2690.htm>(검색일 2017.05.22.)

<sup>41)</sup> <http://legacy.rupertport.com/stewardship/shorepower/>(검색일 2017.05.22.)

<sup>42)</sup> <https://www.portvancouver.com/cargo-terminals/container/>(검색일 2017.05.22.)

## 2. 유럽지역 항만 AMP 도입 사례

### 1) 스웨덴

스웨덴 의회는 세금 지원 혜택을 통한 AMP 설치에 적극적으로 대응하고 있다. Gothenburg항에서 1989년 처음으로 Stena Lines의 Passenger/RoRo Ferry 용 저전압 AMP가 설치되었고 2000년 컨테이너 선박용 AMP가 설치되었다. 현재, 풍력발전을 통해 전기를 공급함으로써 진정한 친환경 항만으로 거듭나고 있다.

〈그림 3-4〉 Gothenburg항 AMP 설치



자료: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/>

Bernacchi, R., AAB Group, "Shore-to-ship power & Smart port solutions", 2015.05.28.

또한 2004년 Pite항, 2010년 Karlskrona항, 2012년 Ystad항, 2013년 Trelleborg항에 Ro/Ro, RoPax 선박용 AMP를 설치하여 운영하고 있다. 특히 Stena선사 등은 Ro/Ro 선박을 중심으로 서비스를 확대해 나가고 있는 중이다.

〈그림 3-5〉 스웨덴 AMP 설치 주요항



Pite항

Karlskrona항

Ystad항

자료: <http://www.piteahamn.se/en/infrastructure/berths-jettys-and-quays/>

<http://www.mynewsdesk.com/cavotec/images/cavotec-shore-power-unit-at-karlskrona-baltic-port-71656>

<http://articles.maritimepropulsion.com/article/Cavotec-demonstrates-benefits-of-shore-power-at-Swedish-port-of-Ystad15179.aspx>(검색일: 2017.05.22.)



## 2) 독일

2008년 Luebeck항에서 독일 최초로 Ro/Ro 선박용 AMP가 설치·운용되었다. 기존에 스웨덴 Goethborg항과 핀란드 Kemi항의 AMP를 이용하던 스웨덴-핀란드 제지업체인 Stora Enso사의 제지운송 페리들이 처음으로 서비스 되었다.<sup>43)</sup>

〈그림 3-6〉 Luebeck항 AMP 설치 현황



자료: <http://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/2-OPS-LNG-.pdf?dbc3d9>(검색일 2017.05.22)

Hamburg항은 2016년 크루즈용 AMP를 설치 및 운용하고 있다. 총 1천만 유로(2/3는 EU, 1/3은 독일연방정부)의 비용이 소요되었으며, Aida Sol 선사에 공식적으로 처음으로 육상전공을 공급하였다.

〈그림 3-7〉 Hamburg항 크루즈용 AMP



자료: [https://www.youtube.com/watch?v=OjV\\_Pgb8lj8](https://www.youtube.com/watch?v=OjV_Pgb8lj8) (검색일 2017.05.22)

43) [http://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2008/power\\_distribution/EPD200808057.htm](http://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2008/power_distribution/EPD200808057.htm)  
(검색일 2017.05.22.)



### 3) 벨기에

2008년 Antwerp항에 컨테이너선박용 AMP를 설치·운영하고 있다. Antwerp 항만공사, Flemish 정부 지원 하에 설치되었으며, 총투자비의 45%인 1백 유로를 지원하였다. 2014년에 Antwerp 항만공사는 75번 선석에 7개 바지용 AMP를 설치하였고, 2016년에는 River 크루즈 선박용 AMP를 운용하여 육상전원공급 서비스를 실시하였다.<sup>44)</sup>

〈그림 3-8〉 Antwerp항 컨테이너 선박 AMP 설치 현황



자료: <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/> (검색일: 2017.05.22.)

### 4) 네덜란드

Rotterdam항은 2012년 Stena Line 터미널 2선석에 Ferry용 AMP를 설치하였다. Stena Line선사, Rotterdam항만공사, 네덜란드 정부가 공동 개발하였으며, Rotterdam항만공사와 정부에서 270만 유로를 투자하였고 Stena Line 선사는 같은 금액을 선박장착용 AMP 장비 설치에 투자하였다.<sup>45)</sup> 2015년 현재 371개의 바지용 AMP와 2개의 River크루즈 선박용 AMP를 설치·운용 중이며 APMT Maasvlakte II 컨테이너터미널에 AMP가 설치·운용을 준비하고 있다.<sup>46)</sup>

<sup>44)</sup> <http://www.binnenvaartservices.be/walstroom/nieuws.php?lang=en> (검색일: 2017.05.22.)

<sup>45)</sup> <https://pieceboutique.wordpress.com/2013/09/10/sailing-towards-shore-side-power/> (2017.5.19.)

<sup>46)</sup> Peter Mollema, “LNG and Shore Power”, Port of Rotterdam, 2015.09. (2016.3.30.)

〈그림 3-9〉 Rotterdam항 AMP 설치 현황



자료: <http://www.maritimejournal.com/news101/pollution-control/onshore-power-supply-for-clean-air-rotterdam>, Peter Mollerna, "LNG and Shore Power", Port of Rotterdam, 2015.09.(2016.3.30.)

### 3. 아시아지역 항만의 AMP 도입 사례

#### 1) 중국

중국 교통부를 중심으로 2020년까지 주요 항만에서 입항 선박의 90%까지 AMP 운영을 목표로 하고 있다. Shenzhen항은 2015년 Shekou 컨테이너터미널 3선석에 AMP를 설치 완료하고 저전압(440V)과 고전압(6.6kV) 옵션을 가져 다양한 선박을 서비스할 수 있다<sup>47)</sup>. 현재 전력망 구축 등의 많은 비용지출로 인한 경쟁력 약화를 방지하기 위해 더 많은 터미널에 AMP설치를 유도하고 있으며 미국 캘리포니아 항만들과의 협력을 추진하고 있다. Shanghai항은 2010년 Waigaoqiao 컨테이너 터미널에 AMP 설치하였고 Qingdao항은 2016년 일본 APL Japan 선사의 합작벤처 컨테이너터미널인 Qingdao Qianwan터미널에 AMP 설치 및 운영을 하고 있다.

<sup>47)</sup> Wang, H., Mao, X., Rutherford, D., "Costs and Benefits of Shore Power at the Port of Shenzhen", 2015.12.

〈그림 3-10〉 중국 컨테이너 항만 AMP 설치 현황



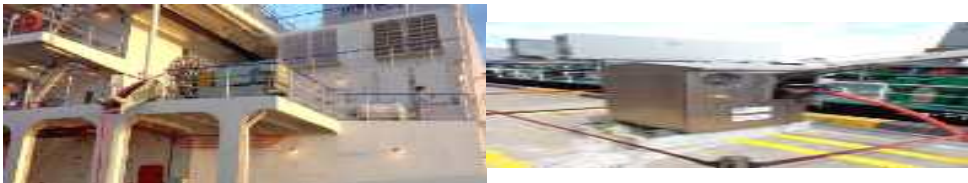
자료: Qifan BAO, "Development and Technological Innovation of Chinese Container Logistics", 2013.05.

Wang, H., etc, "Costs and Benefits of Shore Power at the Port of Shenzhen", 2015.12.

<http://www.greenport.com/news101/asia/cold-ironing-in-china>

벌크터미널용 AMP의 경우, ShenHua 그룹은 약 30척의 벌크선과 8개의 벌크터미널에 AMP를 장착<sup>48)</sup>하여 육상전원공급을 활용하고 있다. 고전압(6.6kV)으로 최대 2.5MVA 육상전원을 공급할 수 있는 장비가 설치되어 있다.

〈그림 3-11〉 중국 벌크항만 AMP 설치 현황(ShenHua그룹)



자료: Erik Chilò, Cavotec, "Onshore Power Supply - Challenges and Opportunities", 2015.04.15.

## 2) 홍콩

홍콩은 Kai Tak항에 크루즈 선박용 AMP를 설치·운영하였으나 경제적 타당성이 부족하여 현재 잠정적 중단된 상태이다.<sup>49)</sup> 이는 2013년 전 세계 35대의 크루즈 선박(16%)만 AMP가 설치되어 있었으며, "Electrical and Mechanical Services

<sup>48)</sup> Ramasamy, C., Cavotec Pte Ltd, "Shore Connection -an environmentally sustainable solution for ships in port", 2016.04.21.

<sup>49)</sup> <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/1810888/hong-kong-pulls-plug-shore-power-supply-cruise>

Department”의 AMP 타당성 조사결과, 경제성이 부족한 것으로 판단하였다. 설치기간 60개월, 설치비용 HK\$ 3억 1,500만, 연간운영비용 HK\$ 1,400만이었다. 2015년에 홍콩정부는 Kai Tak 크루즈 터미널에 AMP 설치를 잠정 중단하고, 대신 Kwai Chung 컨테이너 터미널에 AMP 설치에 대한 타당성을 조사하고 있다.<sup>50)</sup>

### 3) 대만

대만은 대만국제항만협회<sup>51)</sup>를 중심으로 2013년 “Taiwan Greening the Ports Action Plan”을 추진하면서 항만 주변의 공기 질 향상을 위하여 AMP 설치를 권장하고 있으며 2014년 Kaohsiung 컨테이너 터미널(T4-Yang Ming/T6-Evergreen) AMP를 설치 및 운영하고 있다. 또한, Taipei항, Taichung항, Hualien항, Keelung항 등에도 AMP가 설치되고 있다.<sup>52)</sup>

### 4) 인도

인도 남부지방 Tuticorin에 위치한 V.O. Chidambaranar항은 2017년 1월 12일 인도 최초로 육상전원공급 서비스를 개시하였다. 인도 항만 역시 환경적 책임감을 인식하고 있으며 경제성장으로 인한 온실가스 배출량 증가에 미리 대응하고 있다. 항만당국은 AMP 설치로 항만 이산화탄소 배출량의 5%인 연간 1,500톤을 절감할 수 있을 것으로 예상했다.

〈그림 3-12〉 인도 Chidambaranar항 AMP 설치 현황



자료: <http://www.maritime-executive.com/editorials/first-for-shore-power-in-india>

<sup>50)</sup> <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/1810888/hong-kong-pulls-plug-shore-power-supply-cruise>(검색일: 2017.05.22.)

<sup>51)</sup> Taiwan International Port Corporation (TIPC)(검색일: 2017.05.22.)

<sup>52)</sup> <http://www.greenport.com/news101/asia/greening-ports-in-taiwan>(검색일: 2017.05.22.)

## 제2절 LA/LB항의 AMP 추진 정책 및 대기오염물질 감축 효과

미국환경보호국(EPA)의 캘리포니아 대기자원위원회(CARB)를 중심으로 강력한 온실가스 감축정책을 펼쳐나가고 있으며, 2007년 말 ARB는 선박 항만 정박 시 온실가스(NO<sub>x</sub>, PM) 배출량 감소를 요구하는 “At-Berth Regulation<sup>53)</sup>”을 승인하였다.<sup>54)</sup> 미국 롱비치항, LA항은 2005년 그린포트정책(Green Port Policy)을 수립한 후 다양한 정책을 시행한 결과, 지난 10년 동안 물동량이 증가했음에도 불구하고 항만에서 배출되는 대기오염물질은 감축되었다.<sup>55)</sup>

LA항은 30개 선석에 AMP를 설치했다. 그중 24개는 고압 AMP이고, 3개는 저압 AMP이며, 3개는 모바일로 이동 가능한 AMP이다.<sup>56)</sup> LA/LB항은 선박에 AMP를 설치하여 정박 시 엔진을 정지시켜 육상으로부터 전원을 공급받는 방법으로 2014년부터 입항 선박의 50%, 2017년부터 70%, 2020년 80% 이상의 선박이 AMP 서비스를 받아야 한다.<sup>57)</sup>

〈표 3-3〉 캘리포니아 지역 AMP 사용 및 온실가스 감축 목표

기한	입항 선박 AMP 사용 규제	온실가스 배출량 감축 목표
2010년부터	입항 선박 AMP 설치선석에서 사용	10% 감축
2012년부터	입항 선박 AMP 설치선석에서 사용	25% 감축
2014년부터	입항 선박의 50% 사용	50% 감축
2017년부터	입항 선박의 70% 사용 <sup>58)</sup>	70% 감축
2020년부터	입항 선박의 80% 사용	80% 감축

자료: [http://wpi.iaphworldports.org/data/docs/cnshore-power-supply/library/1266571862\\_shorepowerfactsheet.pdf](http://wpi.iaphworldports.org/data/docs/cnshore-power-supply/library/1266571862_shorepowerfactsheet.pdf)(검색일 2017.05.22)

LA/LB항은 항만대기 개선 정책 등을 통해서 2005년 대비 2020년에 발암 위험도를 85% 개선시키는 것이 목표였는데, 단 9년 만인 2014년에 목표치에 도달했다.

53) 약자 “Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port” Regulation

54) <http://www.safety4sea.com/california-regulatory-advisory-for-at-berth-regulation/>(검색일 2017.05.22)

55) 전계서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

56) The Port LA's Facts & Figures

57) 전계서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

58) 〈부록 3〉 참조 LA항에 입항하는 선사들의 AMP 사용 비중 현황

LA항은 2005년부터 입항하는 선박의 전기사용, 선박운항속도 감축, 항만 내 철도기관차 엔진에 공회전 제한장치를 장착하는 등의 친환경 기술 도입, ‘그린 옴니터미널프로젝트(green omni terminal project)’ 실시 등 2050년까지 대기오염물질 배출 제로를 실현하기 위해 노력 중이다.<sup>59)</sup> LA항의 10년간(‘05~‘15년)의 대기오염물질 감축 성과를 살펴보면, SO<sub>x</sub>는 97%, NO<sub>x</sub>는 51%, PM<sub>10</sub>은 84%, PM<sub>2.5</sub>는 83%나 감축시켰다.

〈표 3-4〉 LA항 대기오염물질 감축 효과(2005~2015년)

대기오염물질	감축비율(%)	감축량(톤)
디젤미세먼지(DPM)	85	743
PM <sub>2.5</sub>	83	683
PM <sub>10</sub>	84	801
NO <sub>x</sub>	51	8,324
SO <sub>x</sub>	97	4,824

자료: <https://www.portoflosangeles.org/environment/progress/initiatives/reporting-our-progress/>(검색일: 2017.05.22)

롱비치항이 시행하고 있는 친환경 정책은 클린트럭프로그램(Clean Truck Program), 그린임대계약(green lease), 그린 플래그(Green Flag), 녹색선박 프로그램(Green Ship Programme), 육상전원공급설비(AMP) 설치 등이 있다.<sup>60)</sup> LB항의 10년간(‘05~‘15년)의 대기오염물질 감축 성과를 살펴보면, SO<sub>x</sub>는 97%, NO<sub>x</sub>는 48%, PM<sub>10</sub>은 84%, PM<sub>2.5</sub>는 82%나 감축시켰다. 한편 롱비치항은 육상전원공급설비를 사용함으로써 롱비치항의 선박에 의한 대기오염량—1일 컨테이너선 1척의 배출량이 비포장도로(off the road)에서 차량 42,000대

<sup>59)</sup> [http://www.ksg.co.kr/news/news\\_print.jsp?bbsID=news&bbsCategory=KSG&pNum=109217](http://www.ksg.co.kr/news/news_print.jsp?bbsID=news&bbsCategory=KSG&pNum=109217);  
<http://www.presselegram.com/article/LB/20160526/NEWS/160529672>(검색일: 2017.05.22.); 그린 옴니터미널프로젝트는 태양열로 가동되는 마이크로그리드(microgrid) 구축을 시작으로 2018년에는 신재생에너지를 100% 사용하는 항만이 될 예정임

<sup>60)</sup> MaryKate MaHardy, “Environmental innovation at the Port of Long Beach”, Port Technology Edition 64, November 2014.; 클린트럭프로그램은 노후트럭 교체 및 화석연료 대체를 추진, 그린임대계약은 항만 내 신축건축물은 미국 친환경 건축물 인증인 LEED 획득하도록 유도, 그린플래그는 선박속도 저감 프로그램으로 롱비치항의 20~40 마일 해역에서는 선박 운항속도를 12 노트로 감속 운항하도록 하는 제도임

의 배출량과 동일—95% 이상 절감되었다.<sup>61)</sup>

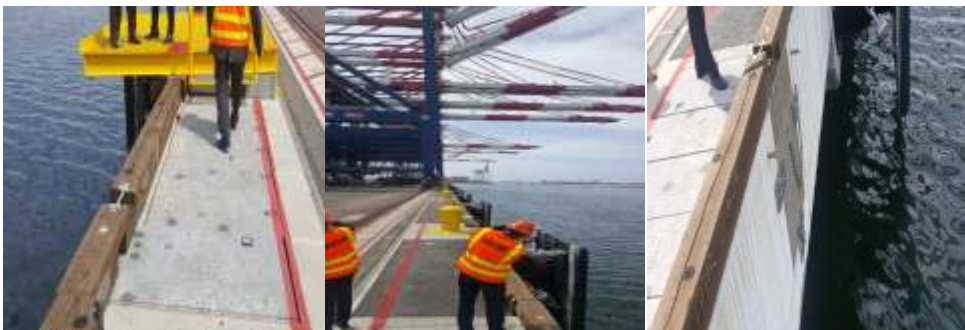
〈표 3-5〉 LB항 대기오염물질 감축 효과(2005~2015년)

대기오염물질	감축비율(%)	감축량(톤)
디젤미세먼지(DPM)	84	797
PM <sub>2.5</sub>	82	737
PM <sub>10</sub>	84	887
NOx	48	7,455
SOx	97	6,749

자료: Port of Long Beach, Air Emissions Inventory 2015, July 2016. 7반 KMI 작성

LBCT(Long Beach Container Terminal)는 친환경에 대한 중요성을 미리 인식하여 미국 내 AMP 도입 법제화 이전부터 AMP를 사용해오고 있었다. 특히 롱비치항만은 항만의 친환경 정책을 중요시하여 모든 장비의 전기화를 고민하여 완전 자동화 컨테이너터미널을 2016년 4월 개장하게 되었다. 롱비치항만의 AMP 시설인 SPO(Shore Power Outlet) 장치는 바닥부에 설치되어 있고, 선박이 접안하면 철판 덮개를 열어 선박에 전원을 공급한다.

〈그림 3-13〉 LBCT의 AMP 설치 장소



자료: 미국 LBCT 출장자료(2017.4)

<sup>61)</sup> 전게서, MaryKate MaHardy(2014)

### 제3절 중국의 AMP 설치 계획

#### 1. AMP 설치 대상 선석 및 선박 수

AMP는 대기오염을 통제하는 효과적인 기술로서 13차 5개년 계획기간 동안 중국에서 집중적으로 추진하는 항만 및 선박의 오염통제 조치에 속한다. “교통운수업 에너지절약 및 친환경 13차 5개년 발전계획(交通运输节能环保十三五发展规划)”에서 “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”을 수립했다.

시범사업을 통해 AMP 설치 가능 최저 용량을 “부두선박육상전원공급시설건설기술규범(码头船舶岸电设施建设技术规范)”에서 200kVA 이상으로 규정했다. 이에 2016년 7월 기준 중국 내 AMP 설치가 가능한 200kVA 이상의 선석은 총 292개인데, 그중 국제항해를 담당하는 연안 선석은 133개, 내륙하천선석은 159개이다. 고압 AMP를 설치해야 하는 선석은 29개이고 저압 AMP를 설치해야 하는 선석은 263개이다. 선종별로 분류하면 컨테이너전용 선석이 31개, 로로선 선석이 20개, 크루즈 선석이 1개, 벌크 전용 선석이 89개, 다목적선 선석이 151개로 총 투자금액은 3.77억 위안(약 616억 원)으로 선석당 21억 원 정도가 투자될 예정이다.

〈표 3-6〉 중국 AMP 설치 대상 선석 수

선종	AMP 대상 선석 수	연안/하천별 선석 수
컨테이너선	31	- 연안 선석: 133개 - 내륙하천 선석: 159개
로로선	20	
크루즈선	1	
벌크선	89	
다목적선	151	

자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2

2016년 7월 기준 총 627척의 선박을 AMP 공급이 가능하도록 개조 완료했다. 그중 3,000톤급 이상이 317척인데, 선종별로는 컨테이너선 82척, 벌크선



163척, 로로선 7척, 다목적선 65척을 개조 완료했고 총 투자금액은 1.47억 위안(약 240억 원)으로 1척당 약 7,600만 원의 개조비용이 들어갔다.

## 2. AMP 설치 애로사항

중국은 AMP 설치 및 운영을 추진하는데 있어 크게 4가지 문제가 존재했다.

첫째, 합리적인 AMP 상부 구조 설계 표준 및 국가적인 구축 계획 수립이 되어 있지 않았다. 즉 항만의 자발적인 구축에만 의존하다 보니 주요 운송항로 및 ECA 지역 항만에도 AMP 설치가 지연되고 있었다.

둘째, 건설원가는 높은 반면 투자 회수가 어려운 구조를 가지고 있다. 예를 들면 국제 유가 저조 현상으로 전기료가 더 비싸 선사들이 선박에 AMP 시설 개조에 소극적이었다.

셋째, AMP 운영에 대한 명확한 규정이 부족했다. 예를 들면 항만에 AMP를 설치하기 위해서는 전력 용량 증가를 신청해야 하는데 변경 신청이 어렵고 국가에서 사용료에 대한 표준안도 마련되어 있지 않아 조작을 담당할 안전 책임자에 대한 명확한 규정 또한 없었다.

넷째, 선박과 항만의 AMP 연결 및 전환 기술이 부족했다. 이러한 기술 부족으로 인하여 선박의 전력 시스템 및 정밀기기에 손상 위험이 존재했다.

이러한 AMP 설치 및 운영의 4가지 문제를 해결하기 위해 AMP 추진계획을 국가차원에서 수립하였다.

## 3. AMP 관련 국가 표준안 및 구축 계획 마련

“중공중앙국무원의 생태문명선설 추진에 관한 의견서(中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见)”에서 2020년까지 자원절약형 및 친환경사회 구축 목표 하에 입항 선박에 대해 육상전원을 공급하는 등 대기환경 개선 노력을 수행한다.

“대기오염방지법(大气污染防治法)”은 신규부두계획, 설계 및 건설 시 AMP 시스템을 갖추어야 하고, 이미 개발된 부두는 점차적으로 AMP 시스템으로 개조를

진행해야 하며, 입항한 선박은 우선적으로 AMP를 사용하도록 명확히 규정했다.

국무원의 “13차 5개년 에너지 절약 및 배출 감축 종합 진행방안(“十三五”节能减排综合工作方案)”과 부서에서 출범한 “선박 및 항만 오염방지 전문 진행방안(2015-2020)(船舶与港口污染防治专项行动实施方案)”에서는 2020년까지 전국 항만의 50%에 해당하는 컨테이너, 로로선, 크루즈 전용선석에 AMP를 설치한다고 규정했다.

ECA 설정 지역인 “주강삼각주, 장강삼각주, 환발해(북경, 톈진, 허베이성) 수역의 선박배출통제 실시방안(珠三角、长三角、环渤海(京津冀)水域船舶排污控制区实施方案)”에서는 선박이 해당 지역 항만에 입항한 뒤 AMP시설을 사용하도록 권장하고 있다.

국가에너지국(国家能源局)에서 발표한 “전력망건설개조계획(2015-2020)(配电网建设改造行动计划(2015-2020年))”에서는 전기에너지로 기타 에너지를 대체하여 2020년까지 50%이상의 항만에서 AMP를 구축하도록 권장했다.

또한 “터미널육상전원공급시설건설기술규범(码头船舶岸电设施建设技术规范)”인 JTS 155-2012에서는 신규 컨테이너, 벌크, 크루즈, 로로 부두의 시공계획, 설계와 건설과정에서 표준안을 마련하여 육상 AMP를 설치하도록 했다. 이 기술규범은 렌윈강항(连云港), 상하이항(上海港), 서커우항(蛇口, 深圳)과 황화항(黄骅港)등 항만의 AMP 시범공정에서 얻은 경험을 토대로, 국외 관련 기술과 표준을 참고하고 여러 전문가와 관련기관의 의견을 수렴하여 작성되었다. 기술규범의 내용은 AMP 시스템의 전기사용부하, 설비배포, 계량(计量), 계전보호(继电保护, relaying protection), 컴퓨터운영 및 모니터링시스템, 피뢰접지(防雷接地)와 안전보호, 전기설비(电气设备)등 내용을 포함한다.

중국의 AMP 전기 공급 방식은 고압과 저압이 있고, 주파수는 50 Hz와 60 Hz가 해당이 된다.

〈표 3-7〉 기술규범 내 AMP 전기 공급 및 주파수 규정

전기 공급 방식	입력부분		출력부분	
	전압(V)	주파수(Hz)	전압(V)	주파수(Hz)
고압	6,000/10,000	50	6,600	60
			6,000	50
저압	400/6,000/10,000	50	450	60
			400	50

자료: 교통운수부, “터미널육상전원공급시설 건설기술규범(码头船舶岸电设施建设技术规范, Technical Code of Shore-to ship Power Supply System), 2012.8.1.

중국의 선박과 항만의 AMP 전기 공급 방식을 비교하면 다음 표와 같다.

〈표 3-8〉 3가지 AMP 전원공급 방식

공급 방식		선박 전압 (V)	터미널 전압 (V)	AMP 파워 (MVA)	항만 전력망 주파수 (Hz)	선박 전력망 주파수 (Hz)	항만AMP 접속방식	조작 난이도
선박	육상							
저압	저압	440	440	2.5	60	60	육상에서 케이블 공급	여러 개의 케이블이 필요, 연결 어려움
저압	고압	440	10,000	2.5	50	50	선상에서 케이블 공급	선상에 변압기 장착, 케이블 1개만 필요, 조작 용이
고압	고압	6,600/11,000	6,600/11,000	7.5	60	60	선상에서 케이블 공급	케이블 1개 필요, 조작 용이

자료: Zhao Chunyu(赵春雨), Wang Lu(王璐), “항만육상전원공급시스템 논의(浅谈港口岸电系统), 工业经济管理, 2015.3.

## 4. AMP 구축 목표

2018년까지 전국 연안 및 내륙하천 주요항만, ECA 내 항만의 30% 이상, 기타 규모이상 항만의 6% 이상 컨테이너, Ro-Ro, 크루즈 및 벌크 전용선석, 장강 간선항로의 30% 이상의 다목적 벌크선석에 AMP를 설치한다.

2020년까지 전국 연안 및 내륙하천 주요항만, ECA 내 항만의 50% 이상, 기타 규모 이상 항만의 10% 이상 컨테이너, Ro-Ro, 크루즈 및 벌크전용선석, 장강 간선항로의 50% 이상의 다목적 벌크선석에 AMP를 설치하도록 한다.

### 1) 2018년 AMP 구축 목표

중국은 2018년까지 전국 총 926개 선석(연안선석 311개, 내륙하천 615개)에 AMP를 구축할 예정이다.

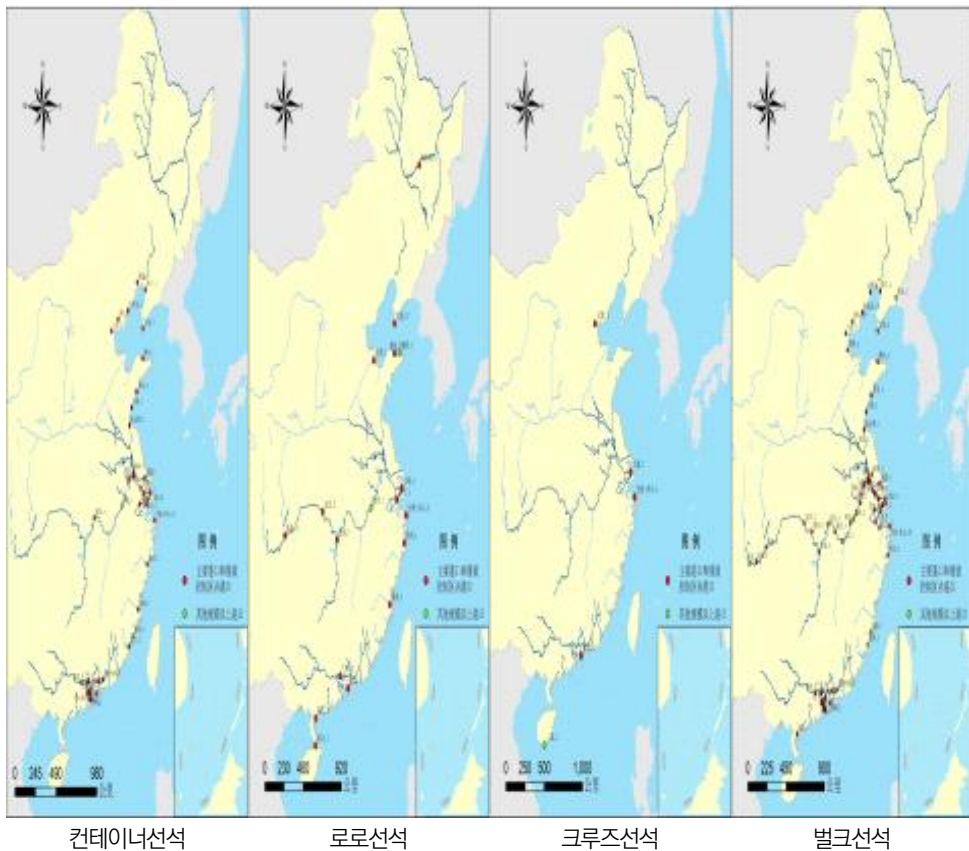
〈표 3-9〉 2018년 중국 AMP 구축 계획

구분		연안항만 선석			내륙하천항만 선석		
		AMP	전체	비율	AMP	전체	비율
ECA 내	컨테이너선석	93	275	34%	46	119	39%
	로로선석	33	91	36%	8	24	33%
	크루즈선석	4	12	33%	-	-	-
	벌크선석	153	457	36%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	21	23	91%
ECA외 주요항만	컨테이너선석	15	83	18%	8	60	13%
	로로선석	3	28	11%	-	-	-
	크루즈선석	-	-	-	-	-	-
	벌크선석	4	64	6%	38	346	11%
	다목적선석	-	-	-	232	818	28%
기타 일정 규모 이상 항만 (상위 99개)	컨테이너선석	1	10	10%	1	6	17%
	로로선석	1	14	6%	1	1	100%
	크루즈선석	1	8	13%	-	-	-
	벌크선석	3	42	6%	6	105	6%

자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성

〈그림 3-14〉가 2018년 기준 중국의 컨테이너, 로로, 크루즈, 벌크선석 중 AMP 설치 위치를 나타내고 있다. 빨간색 표시가 ECA내 항만 및 ECA외 주요 항만을 나타내고, 연두색이 기타 일정 규모 이상의 항만을 표시하고 있다.

〈그림 3-14〉 2018년 기준 AMP 설치 위치



자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성

## 2) 2020년 AMP 구축 목표

2020년까지 1,543개 선석에 AMP를 구축할 예정인데, 그중 연안항만 선석이 519개, 내륙하천 선석 1,024개이다.

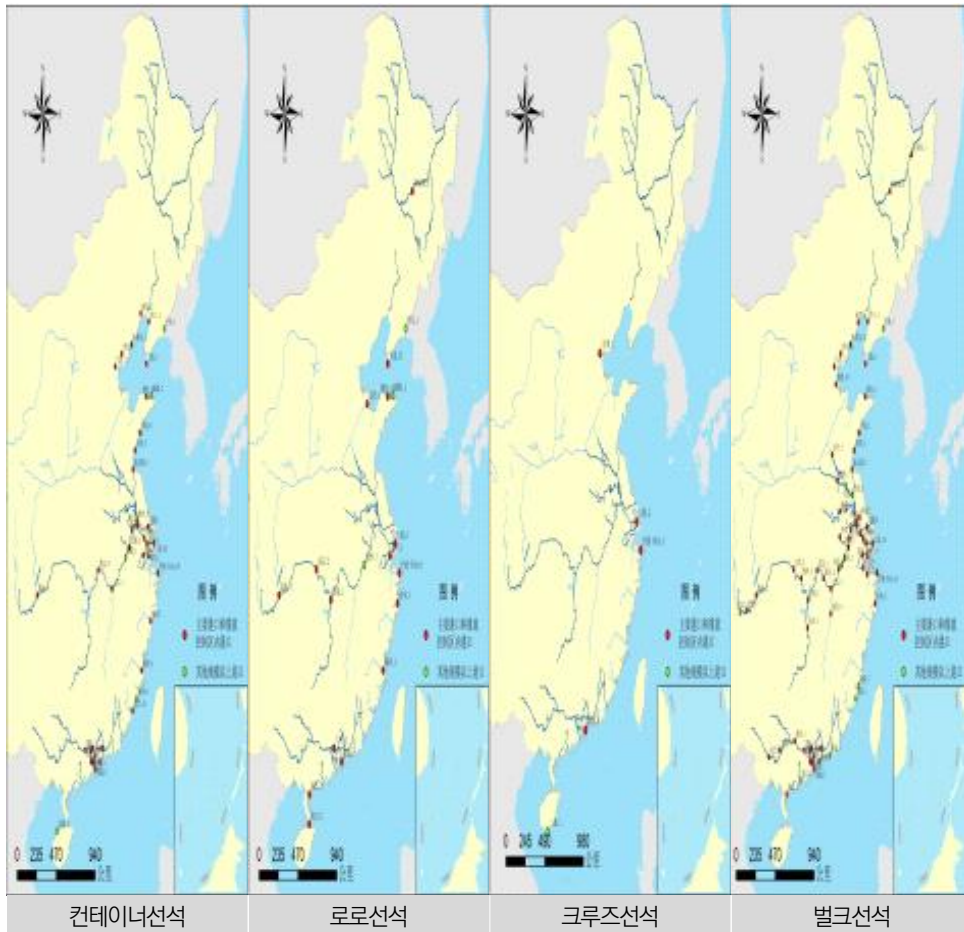
〈표 3-10〉 2020년 중국 AMP 구축 계획

구분		연안항만 선석			내륙하천항만 선석		
		AMP	전체	비율	AMP	전체	비율
ECA 내	컨테이너선석	151	275	55%	71	119	60%
	로로선석	56	91	62%	-	-	-
	크루즈선석	6	12	50%	248	607	41%
	벌크선석	253	457	55%	402	607	66%
	다목적선석	-	-	-	21	23	91%
ECA외 주요항만	컨테이너선석	29	83	35%	19	60	32%
	로로선석	4	28	14%	12	24	50%
	크루즈선석	-	-	-	-	-	-
	벌크선석	5	64	13%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	400	818	49%
기타 일정 규모 이상 항만 (상위 99개)	컨테이너선석	4	10	40%	1	6	17%
	로로선석	2	14	14%	1	1	100%
	크루즈선석	1	8	13%	-	-	-
	벌크선석	5	42	12%	248	607	41%
	다목적선석	-	-	-	11	105	10%

자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성

〈그림 3-15〉는 2020년 기준 중국의 컨테이너, 로로, 크루즈, 벌크선석 중 AMP 설치 위치를 나타내고 있다. 빨간색 표시가 ECA내 항만 및 ECA외 주요 항만을 나타내고, 연두색이 기타 일정 규모 이상의 항만을 표시하고 있다.

〈그림 3-15〉 2020년 기준 AMP 설치 위치



자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성

## 5. AMP 추진 과제

중국의 AMP 구축 계획을 원활하게 추진하기 위한 과제는 6가지이다. 선사와 항만의 공동 노력, 유관부서 협력체계 마련, 관련 기술 규범 마련, 시범사업 추진, 투자자금 확보, 과학적·조직적 추진체계를 마련하는 것이다.

〈표 3-11〉 중국의 AMP 추진 과제

구분	세부 추진 과제
선사와 항만의 공동 노력	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박의 AMP 시설 설치 독려</li> <li>- 입항 선박이 AMP 사용 시 인센티브 지원</li> <li>- 선사와 항만이 공동으로 AMP 기술 보급</li> </ul>
유관부서 협력체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유관부서 합동 협의체 구성 및 협상 체계 마련</li> <li>- 육상 전기 공급 및 판매 체계 마련</li> <li>- 전기용량 증설, 전기가격 설정 등의 표준안 마련</li> <li>- 인센티브 정책 마련 및 보급 촉진</li> </ul>
관련 기술 규범 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가 AMP 관련 기술 표준 편찬</li> <li>- AMP 부두 설계규범 마련</li> <li>- 항만과 선박 연계 안전 확보안 마련</li> </ul>
시범사업 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시범사업 추진으로 기술 및 운영 노하우 확보</li> <li>- 시범사업의 문제점 도출 및 해결</li> <li>- 답습 및 보급 용이한 AMP 모델 수립</li> </ul>
투자 자금 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2016~2018년 중앙재정은 인센티브 자금 마련 및 AMP 프로젝트 재정지원</li> <li>- 장기적 지방재정 확보 및 자금지원 매커니즘 마련</li> </ul>
과학적·조직적 추진체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통운수 주관부서는 과학적 추진 방안 마련</li> <li>- 구축 주체 확정 및 프로젝트 진행</li> <li>- 심사 및 감독 메커니즘 구축(구축 계획에 맞게 실현되도록 추진)</li> </ul>

자료: 교통운수부, “항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案)”, 2017.2 기반 KMI 작성



## 제4장 국내 주요 항만의 AMP 설치 제반 여건 조사

### 제1절 국내 AMP 설치 및 운영 동향

#### 1. 국내 AMP 설치계획 대비 실적

2009년 국토해양부에서 수행한 대형선박 육상전원공급시설 타당성 조사 및 기본계획에서 국내 항만에 AMP 설치 로드맵을 마련했으나 설치가 미흡했다.

기본계획 상에서는 부산 신선대에 2016년까지 1개소, 부산신항에 2015년까지 5개소(2011년 2개소, 2012년 2개소, 2015년 1개소), 광양항에 2016년까지 6개 개소(2012년 2개소, 2014년 2개소, 2016년 2개소), 인천항 ICT 2016년까지 1개소 등의 설치계획을 발표하였지만, 실제 구축된 실적은 없다.<sup>62)</sup>

〈그림 4-1〉 국내 AMP 계획 대비 설치 실적



자료: 이언경 외, 선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조영기준 개선 연구, 해양수산부, 2016.04

62) 전계서, 이언경 외(2016.4) 기반으로 요약 작성

해외 항만이 주로 고압을 설치한 것에 비해 국내에 설치된 AMP는 소용량, 저압 방식이다. 국내 항만에는 인천항, 제주연안여객, 목포항, 묵호항 해경부두, 부산항 관공선(1,500kVA), 감만시민부두(1,400kVA), 용호만(900kVA) 등 저압 AMP만 설치되어 있다. 현재 국내에서 AMP를 주로 이용하는 선박은 정박시간이 길거나 비싼 디젤연료를 사용하는 관공선, 소형선박들이다. 한편 제주연안여객 터미널은 카페리 선박용 AMP가 구축되어 있지만 이용실적은 전무하다.

국내에는 고압 AMP 설치 실적은 전무하며, 저압 AMP도 국제규격에 부합하지 않는 형태로 설치되어 있는 실정이다.

## 2. 국내 저압 AMP 구성도 및 현황

작년 7월에는 한국전력 인천지역본부 주도로 백령도를 정기 운항하는 여객선인 ‘(주)제이에이치 페리 하모니 플라워호’를 대상으로 저압 AMP 공급에 대한 시범사업 준공식을 가졌다. 해당 사업주체는 연간 유류비가 4,000만 원 정도 사용되는데, 저압 AMP를 설치함으로써 연간 2,000만 원이 절감되고, 미세먼지는 98.7%, NOx도 99.1% 감소할 것으로 기대하고 있다. 인천항의 경우에는 연안여객선, 관공선, 예인선 등 전력용량 20~600kW, 전압 220~440V의 소용량, 저압의 AMP가 66개 설치되어 있으며, 대부분 10년 이상 사용된 노후 시설로 개선이 필요한 실정이다.

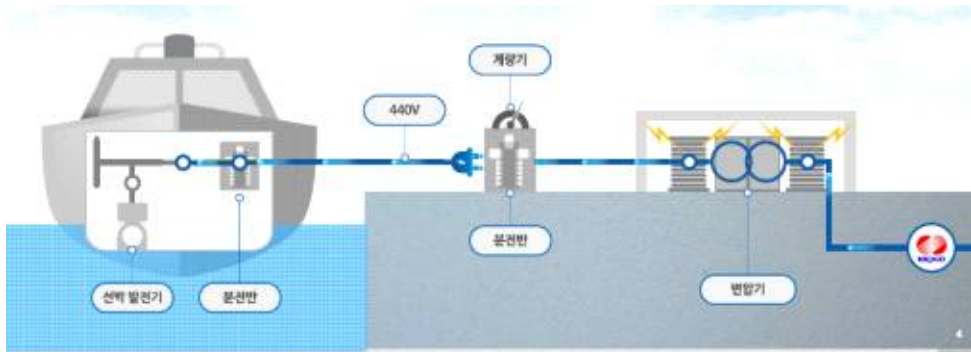
〈표 4-1〉 인천항 AMP 설치 현황 및 사용선박 척수

설치 위치	분전반수	사용선박 척수	설비용량(kVA)
내항	6	12	1,080
역무선부두	28	53	750
북항	4	4	30
신항관리부두	18	13	500
연안항	10	10	400
합계	66	92	2,760

자료: IPA 내부자료

한편 부산항은 소형선박을 대상으로 한 저압용 AMP 시설은 관공선부두, 감만시민부두, 용호만부두 등 76개를 구축하여 운영 중에 있다.

〈그림 4-2〉 국내 저압 AMP 구성도



자료: 한전 내부자료

〈그림 4-3〉 AMP 저압 시설



변압기

분전반

자료: 한국전력, “AMP 사업 추진사례 및 활성화 방안”, 2016

### 3. 국내 고압 AMP 구성도 및 현황

인천항은 AMP 활성화를 위해 인천항만공사, 인천광역시, 한국전력공사, 한국남동발전이 협력하여 저압뿐만 아니라 고압 AMP 설치 시범사업을 추진하고 있다. 올해 2월에 고압 AMP 시범설치 협약안을 작성하고, 인천시 한국남동발전 영흥발전본부 석탄하역부두 내 3번 선석, 18만 톤급 석탄운반선에 고압 AMP 설비를 2017년 12월까지 설치하기로 했다. 육상설비(배전선로, 변압기, 케이블릴 등)에 12억 원, 선박 1척 AMP시설로 개조하는데 7억 원이 소요될 것으로 추정되어 총 사업비는 19억 원을 예상하고 있다.

〈그림 4-4〉 국내 최초 고압 AMP 시범사업(영흥화력)



구분	부두길이(m)	선박규모(DWT)		주요 취급화물	비고
		선박규모(DWT)	척수		
#1 돌핀	225	150,000	1	유연탄	국가 비귀속 시설
#2 돌핀	410	200,000	1	유연탄	
#3 돌핀	380	180,000	1	유연탄	

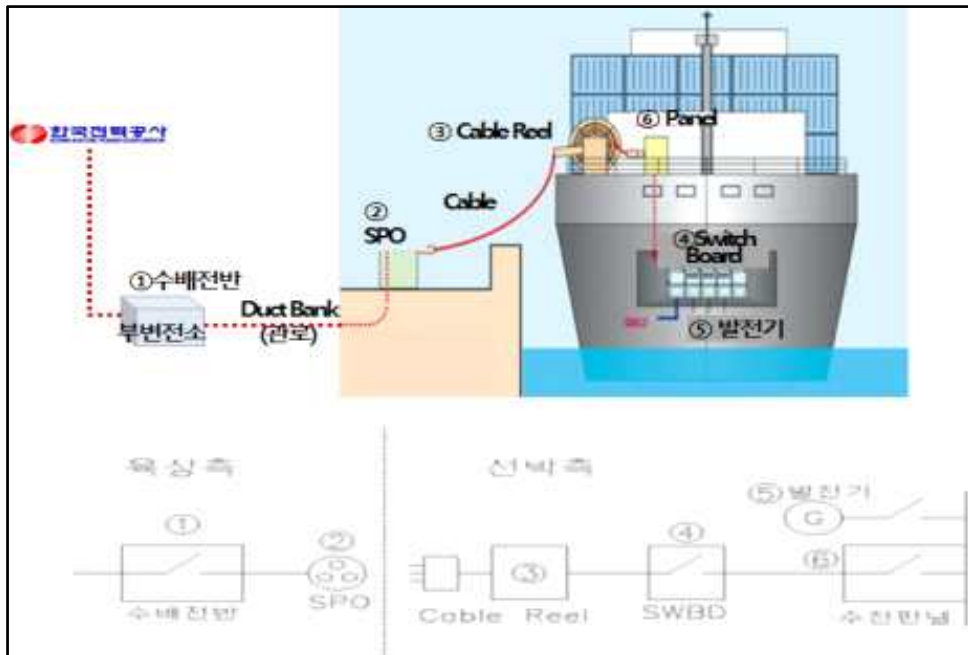
자료: IPA 내부자료

현재 석탄운반선 선사는 국내 최초로 고압 AMP 설치에 대한 인센티브를 원하고 있으나 선박 공사비 지원, 전기료 기본요금 감면 등의 제도 시행은 현재 불투명한 상태다. 또한 육상에 전기를 공급하기 위해서는 공사비 절감이 가능한 수전 방식을 선택하여 한전과 협의를 해야 한다.

그리고 최근 미세먼지 감축 대책 등에 의해 부산항도 남컨 2-4단계, 서컨 2-5단계 등 신규부두 건설 시 AMP 공급관로 의무설치를 추진 중에 있다. 또한 기존 컨테이너부두에 대한 시범사업 추진을 위해 정부와 수전용량, 기술검토, 사업비 등을 협의하고 있다.

고압 AMP를 사용하기 위해서는 선박 입항 후 AMP 투입 시 주파수, 전압, 위상 등을 일치시키는 동기화 작업에 2인 1조가 필요하고 최소 30분에서 1시간 정도의 시간이 소요된다. 선박 입항 후 AMP 투입 순서는 <그림 4-5>와 같이 선박측 케이블을 ② SPO에 접속하고, 선박측 ④ 스위치보더에 투입하여, 육상측 ① 수배전반에 투입해, 선박측 ⑥ 수전판넬 동기화 후 ⑤ 발전기를 정지한다. 선박 출항 시에는 반대 순서로 진행한다.<sup>63)</sup>

〈그림 4-5〉 국내 고압 AMP 구성도



자료: 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

63) 전계서, 이언경 외(2016.4) 기반으로 요약 작성

## 제2절 국내 기존 항만의 AMP 설치 가능성 분석

국내 부산항, 광양항, 인천항, 울산항, 평택·당진항 등 5대 컨테이너 항만에 전기를 공급하는 지하 관로 공사 없이 AMP 설치가 가능한지 용량을 분석해 보았다. 국제규격(IEC/ISO/IEEE 80005-1)에 따른 AMP 용량은 6.6kV, 7.5MVA이고, 케이블 1회로의 전기 공급 용량은 4MVA이다. GT당 소요전력은 0.023041kW다. 컨테이너선박 내 소켓위치가 선두, 선미, 중앙 3군데 중 하나를 지정할 수 없기 때문에 선석당 SPO(Shore Power Outlet)를 3개 준비해야 한다. 이에 ‘필요 관로수= (4MVA 케이블회로 수 × SPO 수) + 통신 케이블수 + 저압 케이블 수’로 계산된다.<sup>64)</sup>

〈표 4-2〉 항만별 AMP 추정 용량 및 필요 관로수

항만	최대입항 선박 크기		AMP 요구 전력 (kW)	AMP 추정 용량 (MVA)	필요 관로공수(100φ 기준)					현재 관로 수
	GT	TEU			케이블 회로수 (4MVA)	SPO (개/선석)	통신	저압	관로 수	
부산항	194,849	18,042	4,490	4.5	2	3	1	1	8	3
광양항	194,849	18,042	4,490	4.5	2	3	1	1	8	0
인천항	74,651	6,912	1,720	1.7	1	3	1	1	5	4
울산항	62,775	5,813	1,446	1.4	1	3	1	1	5	0
평택·당진항	75,251	6,968	1,734	1.7	1	3	1	1	5	0

자료: 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

분석 결과, 기존 항만에는 AMP 설치를 위한 공관로가 확보된 항만이 없는 것으로 판단된다. 부산항, 광양항, 인천항, 울산항, 평택·당진항에 AMP 설치를 위한 관로 수 대비 현재 확보된 관로 수가 적어 설치를 위해서는 지하 관로 공사부터 실시해야 한다. 관로공사를 시행하는 선석 구간은 공사기간 동안 영업을 할 수 없는 문제점이 존재한다.

64) 전게서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

### 제3절 기존 터미널 AMP 설치 문제점

AMP 설치 운영을 하기 위해 앞서 언급된 문제점 이외에도 기존 터미널에 설치할 경우 다음과 같은 문제점이 있다.

우선 첫 번째로 기존 터미널에 AMP 설치 시, 기존 공관로 사용 및 공관로 시공의 문제가 발생한다. AMP 설치 시 AMP 전용 관로는 7.5MVA의 경우 최소 100 ϕ 8개가 필요하다. 현재 AMP 전용 공관로가 설치되어 있는 터미널은 부산신항 2-2 HPNT로 100 ϕ 3개의 공관로가 설치되어 있으며, 나머지 항은 AMP 전용관로는 시설되어 있지 않다. 게다가 안벽부분의 육상전원공급상자(Shore Power Outlet, SPO) 설치 공사의 어려움이 존재한다.<sup>65)</sup> SPO는 컨테이너 레일 안벽에 설치해야 하는데, 기존 안벽 부분을 개조하여 설치해야 하기 때문에 현실적으로 운영 중인 터미널에는 공사가 어렵다.<sup>66)</sup>

〈그림 4-6〉 LA항 매입형 SPO 설치 예



자료: 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

<sup>65)</sup> 전게서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

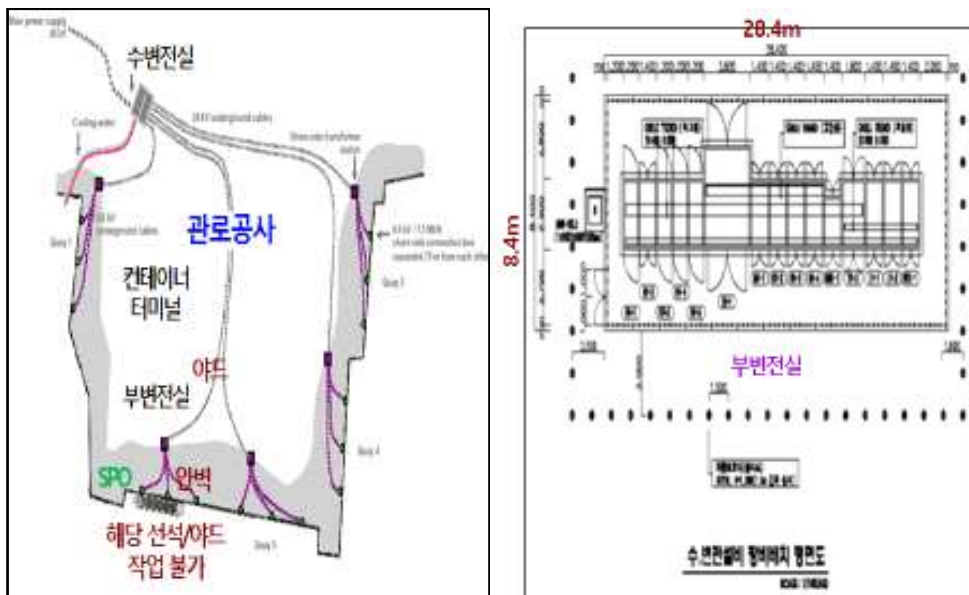
<sup>66)</sup> 전게서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성



기존 터미널에 AMP 전용 공관로 설치 시 안벽 및 야드의 운영을 중지해야 된다는 문제점이 발생한다. 기존 터미널에 8개의 관로를 지하에 매립하는 공사를 시행할 때 공사가 진행되는 동안 터미널 운영이 불가하여 운영사의 막대한 영업 손실이 발생한다.<sup>67)</sup>

기존터미널에는 부 변전실 설치 장소가 부족하다. 부 변전실은 AMP 설비(선석부분)에 근접해서 설치해야 하는데 규모가 28.4m × 8.4m로 많은 부지가 소요되므로 기존 터미널에 설치가 힘들다.<sup>68)</sup>

〈그림 4-7〉 관로공사 및 부변전실 크기



자료: 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

67) 전게서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

68) 전게서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성



AMP를 운영 시 운영사가 고용한 AMP 안전요원의 인건비는 선사가 부담해야 하고 AMP 시설에 대한 유지보수비가 추가적으로 발생한다. 또한 선박 입항 시 AMP를 연결 및 해제 등 동기화하는데 걸리는 시간이 최소 1~2시간 정도 소요되기 때문에 선사의 재항시간이 증가하는 문제가 발생하며 국내 전기료는 기본료 체제이기 때문에 선사가 유류비 보다 비싼 전기요금을 지불해야 하는 문제점이 발생한다.<sup>69)</sup>

〈표 4-3〉 유류비와 전기료 비교

유류가격 (‘16.3.15)	달러/톤	원/톤	발전량 (kWh/톤)	선박발전단가 (원/kWh)	전기료	
					전기사용단가 (원/kWh)	기본료 (원/kW)
IFO 180	210	252,000	4,608	54.7	99.2	7,220
MGO	345	414,000	4,608	89.8	99.2	7,220

자료: 이언경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

69) 전계서, 해양수산부(2016.4) 기반으로 요약 작성

## 제5장

## 국내 항만 AMP 설치 로드맵 수립 《

## 제1절 AMP 설치 대상 항만 선정

## 1. AMP 설치 수요 조사

AMP를 항만에 설치하기 위해서는 충분한 관로가 요구되기 때문에 기존항만이 아닌 신규항만에 우선적 배치가 필요할 것으로 판단된다. AMP 사용이 보편화 되는 시장의 성숙단계가 이뤄진 후, 기존항만 중에서도 AMP가 장착된 선박의 입출항이 많은 터미널과 선석의 통계를 기반으로 AMP 활용이 가능한 항만으로의 개조가 나타나야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 AMP 설치 대상 항만을 선정하기 위해 “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”을 기반으로 서울항을 제외한 30개 무역항 중 항만 개발계획이 있는 항만인 18개<sup>70)</sup>에 대하여 계획을 검토했다.<sup>71)</sup>

선종별, 개발규모를 고려하여 선석별 AMP 소요 전력을 계산하여, 900kW 이상이면 고압 AMP로 분류하고, 미만이면 저압 AMP로 분류했다. 그다음 전국 무역항 기본계획 상의 설계비, 공사비 투입 시점 등을 고려하여 AMP 개발 시점을 지정했다. AMP 시설 설치 시점은 부두 기반공사를 하는 시점으로 설정했다. 18개 무역항에 대한 개발계획 중에서 1차 수요 대상지를 추출하기 위해서 현재 기반공사가 완료되어 재공사가 힘들거나, 명확한 개발규모가 없는 항만은 제외하고 대상 선석을 선정했다. 그 결과 총 120개의 선석이 선정되었다.

70) 인천항, 평택·당진항, 대산항, 태안항, 보령항, 군산항, 목포항, 광양항, 하동항, 삼천포항, 통영항, 고현항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항, 제주항 등 18개를 검토했다.

71) <표 5-1>의 공사비 투입시점은 “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”이 일부 수정되거나, 사업 진행 시 신규 부두 공사 지연 등이 발생하여 계획 및 사업 시행 시점 조정 시 변경 가능함



항만	구분		선석수	'17	'18	'19	'20	중기	장기
								'21-'25	'26-'30
대산항	컨테이너부두	2천 TEU급	1	.	.	.	.	.	✓
		3만 DWT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
	액체화물부두	1만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	✓	.
		10만 DWT급	1	.	✓	✓	✓	✓	.
	유류부두	5천 DWT급	4	.	.	.	✓	✓	.
		1.3만 DWT급	2	✓	✓	✓	✓	✓	.
		4만 DWT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
		6만 DWT급	2	.	.	.	.	✓	.
		12만 DWT급	1	.	.	.	.	✓	.
		SPM	1	.	.	.	✓	✓	.
태안항	기타광석부두	3천 DWT급	1	✓	.	.	.	.	.
보령항	석탄부두	20만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	✓	.
		2만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	✓	.
군산항	석탄부두	3만 DWT급	1	✓	.	.	.	.	.
		1.5만 DWT급	1	✓	✓	.	.	.	.
	잡화부두	2만 DWT급	2	✓	✓	.	.	.	.
목포항	외항	크루즈(위그선겸용) 3만 G/T급	1	.	.	.	.	✓	.
	대불	철재부두 2만 DWT급	1	✓	✓	✓	.	.	.
	목포신항	자동차부두 3만 DWT급	1	.	.	.	.	✓	.

항만	구분			선석수	'17	'18	'19	'20	중기 '21-'25	장기 '26-'30
광양항	광양	자동차 부두 (3-2단계)	2만 DWT급	1	✓	✓	.	.	.	.
			5만 DWT급	1	✓	✓	.	.	.	.
		LPG부두		1	.	.	.	✓	✓	.
		여객부두 (위그선겸용)		1	.	✓	✓	✓	✓	.
	울촌	철재부두	3만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	✓	.
	여천	석유 부두	1만 DWT급	2	.	.	✓	✓	✓	.
		유류 부두	8만 DWT급	1	.	.	.	.	✓	✓
		석유 화학 부두	1만 DWT급	2	✓	✓	✓	✓	.	.
		석탄 부두	4만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	.	.
하동항		잡화 부두	2만 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	.	✓
삼천 포항	고성 하이 화력 발전소	석탄 부두	10만 DWT급	2	.	✓	✓	✓	.	.
		잡화 부두	2천 DWT급	1	✓	✓	✓	✓	.	.
마산항		모래 부두	5천 DWT급	1	✓	✓	✓	.	.	.
부산항	북항	크루즈 부두	22만 G/T급	1	.	.	✓	✓	✓	.
	감천항	잡화 부두	2만 DWT급	1	.	.	✓	✓	.	.
	신항	양곡 부두	5만 DWT급	1	.	.	.	✓	✓	.
		피더 부두	2천 TEU급	1	.	.	.	✓	✓	✓
			1천 TEU급	2	.	.	✓	✓	✓	✓
		컨테이 너부두	4천 TEU급	13	.	.	.	✓	.	.

항만	구분			선석수	'17	'18	'19	'20	중기 '21~'25	장기 '26~'30
울산항	울산 신항	시멘트 부두	2만 DWT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
		액체화 석부두	5만 DWT급	2	.	✓	✓	✓	✓	.
		목재 부두	5만 DWT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
		철재 부두	3만 DWT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
		기타광 석부두	3만 DWT급	2	.	.	✓	✓	✓	.
		석탄 부두	4만 DWT급	1	.	.	.	✓	✓	.
		유류 부두	1만 DWT급	1	✓	✓	.	.	.	.
			3만 DWT급	1	.	✓	.	.	.	.
			6만 DWT급	3	.	✓	.	.	.	.
			12만 DWT급	1	.	✓	.	.	.	.
			20만 DWT급	3	.	✓	✓	✓	✓	✓
포항항	영일 만항	국제여 객부두	5만 GT급	1	✓	✓	✓	✓	.	.
		연안여 객부두	5천 GT급	1	.	.	✓	✓	✓	.
		시멘트 부두	1만 DWT급	1	.	.	.	✓	✓	.
		모래 부두	3천 DWT급	1	.	.	.	✓	✓	.
		유류 부두	1천 DWT급	1	.	.	.	✓	✓	.
동해목호 항	동해 지구	기타광 석부두	7만 DWT급	1	.	.	.	.	.	✓
			5만 DWT급	3	.	.	.	.	.	✓
제주항	탐동	크루즈 부두	15만 GT급	1	.	.	.	.	✓	.
		여객 부두	1만 GT급	4	.	.	.	.	✓	.

## 2. 고압 AMP 대상 선박 용량 산정

신규 개발계획이 있는 18개 항만 중 선박크기, 선박종류에 따른 AMP 용량을 가지고 고압 AMP(3,300V 또는 6,600V)와 저압 AMP(380V or 440V 미만)로 분류하는데, 일반적으로 AMP 공급용량이 900kW 이상일 경우 고압으로 사용하는 것이 유지관리, 경제성, 취급용이성 측면에서 유리하다.<sup>72)</sup>

선종별 고압 AMP의 차이점은 첫째, 컨테이너선박을 제외한 나머지 선종은 육상측에 케이블릴(Cable Reel)을 구비하고 있어야 한다. 두 번째는 컨테이너 선박의 경우 크레인의 간섭을 피하기 위해서는 설치가 반드시 안벽에 이뤄져야 한다는 것이다. 일반적으로 고압 AMP 권고 선종은 정박시간이 최소 12시간 이상이며, 연간 이용시간이 높은 컨테이너선, 로로선 등이다.

선종별 AMP의 GT당 소요전력은 정박중 시간당 연료소비량(ton/h)를 연료소비율(g/kWh)로 나누어 소요전력(kW)를 추정한다. 연료소비율( $\alpha$ )과 DWT로의 변환 계수( $\beta$ )를 통해 나타내면 다음과 같다. 한편 정박 시 사용되는 보조엔진의 연료는 선박용 증류유의 연료소비율은 0.217을 적용하였다<sup>73)</sup>.

〈표 5-2〉 정박 시 선종별 연료소비율 및 선종별 소요전력(kW)

선종	연료소비율(kg/1,000 GT·h)	선박크기별 소요전력(kW)	
		만 GT	만 DWT
유조선	18.4	8.48	4.85
벌크선	2.4	1.11	0.65
컨테이너선	5.0	2.3	2.3
일반화물선	5.4	2.49	1.73
여객선	6.9	3.18	3.53
크루즈선	23.0	10.6	-

주: 1 GT=유조선(1.75 DWT), 벌크선(1.7 DWT), 컨테이너선(1 DWT), 일반화물선(1.44 DWT), 로로선/페리/크루즈선(0.9 DWT); 1 TEU=11 GT<sup>74)</sup>; 〈부록 1〉 GT당 소요전력 계산식 참조

자료: Monitoring & simulation of pollutant generation and spread(CNSS, 2012)

<sup>72)</sup> 〈부록 2〉 참조

<sup>73)</sup> CARB, Emissions Estimation Methodology for Ocean-Going Vessels, 2011의 연료소비율 자료의 선박용 증류유(Marine Distillate)의 연료소비율 사용

$$kW = GT(\text{or } \frac{DWT}{\beta}) \times \frac{\alpha [\frac{kg}{1000 GT \cdot h}]}{0.217 [\frac{g}{kW \cdot h}]}$$

따라서, <표 5-2> 정박 시 선종별 연료소비율 및 AMP의 선종별 소요전력(kW)를 기준으로 <표 5-3> 고압 AMP 대상 선박의 전력소비량을 계산할 수 있다. 예를 들면, 인천항의 22.5만 GT급 크루즈 선박에 대한 AMP의 필요전력량을 계산해 보면 해당 선박의 연료 소비율( $\alpha$ )은 23 (단위)이므로 1,000 GT당 전력 소비량은 106kW가 된다(<부록 1> 참조). 따라서, 22.5만 GT급 크루즈 선박에 대한 AMP의 필요 전력량은 23,850kW(=225×106)로 계산되어진다.<sup>75)</sup>

### 3. 고압 AMP 대상 선박

현재 항만의 공사 여부를 고려하지 않고 900kW 이상의 기준을 만족하는 고압 AMP 대상항은 총 12개 항만, 57개 선박이 해당이 된다.<sup>76)</sup>

<sup>74)</sup> 선박의 톤수는 선박의 크기 또는 유용 능력을 나타내기 위하여 사용하는 지표인데 선박에 사용되는 톤수는 중량을 기준으로 한 것과 용적을 기준으로 한 것으로 대별된다. 중량을 기준으로 한 톤수는 ① 만재배수량 또는 만재배수 톤수(Full Load Displacement), ② 경하배수량 또는 경하배수 톤수(Lightship Displacement), ③ 재화중량(Deadweight, DWT), ④ 기준배수 톤수(standard Displacement)가 이에 해당된다. 용적을 기준으로 한 톤수는 ① 총 톤수(Gross Tonnage, GT), ② 순톤수(Net Tonnage, NT), ③ 표준화물선환산톤수(compensated Gross Tonnage, CGT)가 이에 해당되며, 수에즈운하의 경우 용적을 기준으로 한 총톤수, 순톤수가 있으며, 파나마운하의 경우는 순톤수만을 사용한다. GT와 DWT의 관계의 정립은 불가하며 유조선, 컨테이너운반선, 가스 운반선 등 선종에 따라 차이를 보인다.

<sup>75)</sup> 단, DWT급 선박에 대해서는 변환 계수( $\beta$ )를 적용해야 함에 유의해야 한다.

<sup>76)</sup> “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”의 부두특성이 변경되거나, 실제 AMP 공사 진행 시 자본상태, 전력 공급 상태 등에 따라 일부 변경 가능함



〈표 5-3〉 고압 AMP 대상 선석

항만명	구분			선석	AMP [kW/선석]	비고
인천항	남항	크루즈	22.5만 GT급	1	23,850	크루즈선
		국제여객	5만 GT급	2	1,590	여객선
			3만 GT급	7	954	여객선
평택 당진항	고대·송악 지구	철광석부두	25만 DWT급	1	1,625	벌크선
	포송지구	국제여객부두	3만 GT급	4	954	여객선
대산항	액체화물부두		10만 DWT급	1	4,850	유조선
	유류부두		2만 DWT급	1	970	유조선
			4만 DWT급	1	1,940	유조선
			6만 DWT급	2	2,910	유조선
			12만 DWT급	1	5,820	유조선
보령항	석탄부두		20만 DWT급	1	3,460	일반화물선
	석탄부두		17만 DWT급	1	2,941	일반화물선
	LNG부두		10만 DWT급	2	4,850	유조선
목포항	외항	크루즈	3만 GT급	1	3,180	크루즈선
광양항	여천	유류부두	8만 DWT급	1	3,880	유조선
삼천포항	고성하이 화력발전소	석탄	10만 DWT급	2	1,730	일반화물선
부산항	북항	크루즈	22만 GT급	1	23,320	크루즈선
	신항	컨테이너	4천 TEU	13	1,012	컨테이너선
울산항	신항	액체화학	5만 DWT급	2	2,425	유조선
		유류	3만 DWT급	1	1,455	유조선
			6만 DWT급	3	2,910	유조선
			12만 DWT급	1	5,820	유조선
			20만 DWT급	3	9,700	유조선
동해 묵호항	동해지구	석탄	10만 DWT급	1	1,730	일반화물선
		기타광석	7만 DWT급	1	1,211	일반화물선
포항항	영일항만	국제여객부두	5만 GT	1	1,590	여객선
제주항	탐동	크루즈	15만 GT급	1	15,900	크루즈선
합계				57	132,577	

#### 4. 저압 AMP 대상 선석

현재 항만의 공사 여부를 고려하지 않고 900kW 미만의 기준을 만족하는 저압 AMP 대상 항은 총 15개 항만, 63개 선석이 해당이 된다.<sup>77)</sup>

〈표 5-4〉 저압 AMP 대상 선석

항만명	구분			선석	AMP [kW/선석]	비고
평택당진항	포송지구	잡화부두	3만 DWT급	4	519	일반화물선
	고대송약지구	잡화부두	3만 DWT급	1	519	일반화물선
	고대송약지구	잡화부두	5만 DWT급	1	865	일반화물선
군산항	석탄부두		3만 DWT급	1	519	일반화물선
			1.5만 DWT급	1	259.5	일반화물선
	잡화부두		2만 DWT급	2	346	일반화물선
목포항	대불	철재부두	2만 DWT급	1	346	일반화물선
	목포신항	자동차부두	3만 DWT급	1	519	일반화물선
광양항	광양	자동차부두 (3~2단계)	2만 DWT급	1	346	일반화물선
			5만 DWT급	1	865	일반화물선
		LPG부두		1	-	
		여객부두(위그선겸용)		1	-	
	울촌	철재부두	3만 DWT급	1	519	일반화물선
	여천	석유부두	1만 DWT급	2	485	유조선
		석유화학부두	1만 DWT급	2	485	유조선
		석탄부두	4만 DWT급	1	692	일반화물선
삼천포항	고성하이화력 발전소	잡화부두	2천 DWT급	1	34.6	일반화물선
마산항		모래부두	5천 DWT급	1	86.5	일반화물선
대산항		컨테이너부두	2천 TEU급	1	506	컨테이너선
		자동차부두	3만 DWT급	1	519	일반화물선
		액체화물부두	1만 DWT급	1	485	유조선
		유류부두	5천 DWT급	4	242.5	유조선
			1.3만 DWT급	2	630.5	유조선
			SPM	1	-	

77) “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”의 부두특성이 변경되거나, 실제 AMP 공사 진행 시 지반상태, 전력 공급 상태 등에 따라 일부 변경 가능함

항만명	구분		선석	AMP [kW/선석]	비고	
하동항	잡화부두		2만 DWT급	1	346	일반화물선
태안항	기타광석부두		3천 DWT급	1	51.9	일반화물선
보령항	석탄부두		2만 DWT급	1	346	일반화물선
인천항	거점도	모래부두	5천 DWT급	3	86.5	일반화물선
		시멘트부두	1만 DWT급	1	173	일반화물선
부산항	감천항	잡화부두	2만 DWT급	1	346	일반화물선
	신항	양곡부두	5만 DWT급	1	865	일반화물선
	신항	피더부두	2천 TEU급	1	506	컨테이너선
			1천 TEU급	2	253	컨테이너선
울산항	울산신항	시멘트부두	2만 DWT급	1	346	일반화물선
		목재부두	5만 DWT급	1	865	일반화물선
		철재부두	3만 DWT급	1	519	일반화물선
		기타광석부두	3만 DWT급	2	519	일반화물선
		석탄부두	4만 DWT급	1	692	일반화물선
		유류부두	1만 DWT급	1	485	유조선
포항항	영일만항	연안여객부두	5천 GT	1	159	크루즈선
		기타광석부두	3만 DWT급	3	519	일반화물선
		시멘트부두	1만 DWT급	1	173	일반화물선
		모래부두	3천 DWT급	1	51.9	일반화물선
		유류부두	1천 DWT급	1	48.5	유조선
동해목호항	동해지구	기타광석부두	5만 DWT급	3	865	일반화물선
합계			63			

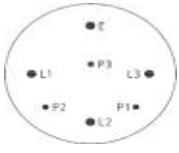

## 제2절 AMP 설치 비용

선박이 항만에 정박 시, 대기오염 배출을 감소하기 위하여 육상 전력을 선박에 공급하는 선박 육상전력공급설비(AMP: Alternative Maritime Power supply)는 EC/ISO/IEEE 80005-1 국제 표준규격을 사용하고 있다. 본 국제표준에서는 선박 육상 전력(고압/저압)공급설비에 대한 용어 정의, 적용 범위, 일반 요구사항, 항만에서의 전압 공급 시스템 요구사항, 설치 요건, 항만과 선박

연결 및 인터페이스 장비 요건, 선내 설비 요건, 시스템 제어 및 모니터링, 검사 및 시험 등에 대해 규정하고 있다. 국내에서는 KS V IEC/ISO 80005(정박 중 설비 연결)에서 관련 표준정보를 제공하고 있다.

국제 표준규격인 IEC/ISO/IEEE 80005-1의 선박 타입별 AMP의 전압, 설계 전력, 케이블 및 접속플러그 형태는 선박에 따라 차이가 있다.

〈표 5-5〉 선종별 AMP 규격

선종	전압 (Voltage)	설계전력 (Design Power)	케이블 (Cables)	플러그 디자인 (Plug Design)
로로 (RoRo)	11kV (6.6kV for regional waterborne transportation services (i.e., ferry))	6.5MVA	1	
크루즈 (Cruise)	11kV or 6.6kV	16MVA, 20MVA is recommended where practical.	As needed (4 typical)	
컨테이너 (Container)	6.6kV	7.5MVA	2	Same as RoRo
LNG Carrier	6.6kV	10.7MVA	"Generally 3"	Same as RoRo
Tanker	6.6kV	3.6MVA per cable	2 cable minimum, 3 may be required	Same as RoRo

자료: Vessel Cold-Ironing Using a Barge Mounted PEM Fuel Cell-Project Scoping and Feasibility(2013)

컨테이너부두에 고압 AMP(6.6kV/7.5 [MVA])를 설치하는 경우 설치 비용은 선석당 약 20억 원 정도이고, 케이블릴(Cable Reel)은 선박 측에서 구비하여야 한다. 크루즈 이외의 선종의 경우에는 4MVA는 선석 당 18억 원 정도 소요되고, 7.5MVA는 선석 당 20억 원이 소요된다.

〈표 5-6〉 컨테이너부두 구축비용(7.5MVA)

No	내용	단위	수량	단가 (천 원)	계 (천 원)	비고
1	옥외변전실					
	1) 수배전반	식	1	832,000	832,000	외함:STS
	2) 변전건실 공사	식	1	123,000	123,000	접지피뢰 포함
2	전력간선					
	전력케이블	m	170	119	20,230	XLPE 240mm
	PIT System	식	3	89,000	267,000	
	Junction Box	식	3	74,000	222,000	
	기타	식	1	344	344	
3	지중관로(8공)	m	100	268	26,800	변전소 맨홀에서 SPO 맨홀
	지중관로(4공)	m	140	200	28,000	SPO 맨홀에서 SPO J/B
	전력맨홀	개소	2	15,071	30,142	
	관로포설	m	100	268	26,800	Duct Bank
	맨홀 접속부보강	개소	2	424	848	
	SPO박스 기초	개소	3	11,411	34,233	
소계					1,611,397	
경비					153,083	9.5%
감리비					192,032	15.4월 (272일), 특급상주
설계비					51,887	3.33%
합계					2,008,399	

주) 1) 한전불입금, 사용전검사비, 부가세 제외

2) 케이블릴 및 디스펜서는 제외

〈표 5-7〉 컨테이너부두 구축비용(4MVA)

No	내용	단위	수량	단가 (천 원)	계 (천 원)	비고
1	옥외변전실					
	1) 수배전반	식	1	832,000	832,000	외함·STS
	2) 변전건실 공사	식	1	123,000	123,000	접지피뢰 포함
2	전력간선					
	전력케이블	m	170	119	20,230	XLPE 240mm
	PIT System	식	2	89,000	178,000	
	Junction Box	식	2	74,000	148,000	
	기타	식	1	344	344	
3	지중관로(8공)	m	100	268	26,800	변전소 맨홀에서 SPO 맨홀
	지중관로(4공)	m	70	200	14,000	SPO 맨홀에서 SPO J/B
	전력맨홀	개소	2	15,071	30,142	
	관로포설	m	100	268	26,800	Duct Bank
	맨홀 접속부보강	개소	2	424	848	
	SPO박스 기초	개소	2	11,411	22,822	
소계					1,422,986	
경비					135,184	9.5%
감리비					192,032	15.4월 (272일), 특급상주
설계비					45,820	3.33%
합계					1,796,022	

주) 1) 한전불입금, 사용 전 검사비, 부가세 제외

2) 케이블릴 및 디스펜서는 제외

크루즈선의 경우 6.6kV 또는 11kV 2가지를 모두 취급해야 하므로 선석 당 60억 원 정도가 소요된다.<sup>78)</sup> 저압 AMP는 선석 당 약 20억 원 정도 소요된다고 가정했다.<sup>79)</sup>

78) 인천크루즈부두 AMP 실시설계 값을 반영했다.

79) 중국의 선석 당 평균 AMP 투자비용과 전문가 의견을 기반으로 설정했다.

## 제3절 AMP 설치 로드맵

### 1. 고압 AMP 대상항의 설치 로드맵 및 예상 구축비용

900kW 이상의 기준을 만족하고, 현재 공사가 진행 중이지 않은 선석인 고압 AMP 대상항은 보령항, 포항항, 삼천포항, 부산항, 인천항, 평택·당진항, 울산항, 대산항, 목포항, 광양항, 제주항, 동해·묵호항 등 12개 항만이고 총 57개 선석이 대상이 된다.<sup>80)</sup>

AMP를 구축하는데 2017~2018년에는 320억 원, 2019년에는 78억 원, 2020년에는 582억 원, 중기(2020~2025년) 116억 원, 장기(2026~2030년) 36억 원의 예산이 들어갈 전망이다. 고압 AMP 설치에는 총 57개 선석에 약 1,132억 원이 소요될 것으로 예상된다. 선석 당 평균 19.8억 원이 투입될 전망이다.<sup>81)</sup>

〈표 5-8〉 고압 AMP 설치 선석별 로드맵 및 예산

(단위: 백만 원)

항만명	구분		선석	AMP [kW/ 선석]	년도				
					'17~ '18	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)
보령항	석탄부두	20만 DWT급	1	3,460	1,800				
		17만 DWT급	1	2,941	1,800				
	LNG부두	10만 DWT급	2	4,850	4,000				
포항항	영일항만	국제여객부두	5만 GT급	1	1,590	1,800			

<sup>80)</sup> 선석당 kW 용량에는 해당하나, 현재 공사가 진행되고 있어 AMP 설치가 불가능한 터미널은 인천항 남항 국제여객터미널 9개 선석, 보령항 석탄부두 및 LNG부두 3개 선석, 동해묵호항 1개 선석 등 총 13개 선석이 제외됨

<sup>81)</sup> “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”의 부두특성이 변경되거나, 실제 AMP 공사 진행 시 지반상태, 전력 공급 상태 등에 따라 일부 시점 및 공사비 변경 가능성 존재함

항만명	구분			선석	AMP [kW/ 선석]	년도				
						'17~ '18	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)
삼천포항	고성 하이화력 발전소	석탄	10만 DWT급	2	1,730	3,600				
부산항	북항	크루즈	22만 GT급	1	23,320		6,000			
	신항	컨테이너	4천 TEU	13	1,012			23,400		
인천항	남항	크루즈	22.5만 GT급	1	23,936			6,000		
		국제여 객부두	5만 GT급	2	1,590			3,600		
			3만 GT급	7	954			12,600		
평택 당진항	고대·송악 지구	철광석 부두	25만 DWT급	1	1,625			1,800		
	포승지구	국제여 객부두	3만 GT급	4	954			7,200		
울산항	신항	액체 화학	5만 DWT급	2	2,425			3,600		
		유류	3만 DWT급	1	1,455	1,800				
			6만 DWT급	3	2,910	5,400				
			12만 DWT급	1	5,820	2,000				
			20만 DWT급	3	9,700	6,000				



항만명	구분			선석	AMP	년도				
					[kW/ 선석]	'17~ '18	2019	2020	중기	장기
									(21~25)	(26~30)
대산항	액체화물부두		10만 DWT급	1	4,850	2,000				
	유류부두		2만 DWT급	1	970	1,800				
			4만 DWT급	1	1,940		1,800			
			6만 DWT급	2	2,910				4,000	
			12만 DWT급	1	5,820				2,000	
목포항	외항	크루즈	3만 GT급	1	3,180				1,800	
광양항	여천	유류 부두	8만 DWT급	1	3,880				1,800	
제주항	탐동	크루즈	15만 GT급	1	15,900				2,000	
동해 묵호항	동해지구	기타 광석	7만 DWT급	1	1,211					1,800
		석탄	10 DWT급	1	1,730					1,800
합 계				57	32,663	32,000	7,800	58,200	11,600	3600

## 2. 저압 AMP 대상항의 설치 로드맵 및 예상 구축비용

900kW 미만 기준을 만족하고 현재 공사가 진행 중이지 않은 선석인 저압 AMP 대상항은 하동항, 태안항, 보령항, 평택·당진항, 군산항, 목포항, 광양항, 삼천포항, 마산항, 대산항, 인천항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항 15개 항, 총 64개 선석이 해당 된다.

저압 AMP를 구축하는데 2017~2018년에는 540억 원, 2019년에는 100억 원, 2020년에는 200억 원, 중기(2021~2025년)에는 340억 원, 장기(2026~2030년)에는 80억 원 예산이 투입될 전망이다. 전체 투입예산은 1,260억 원이 소요될 예정이며, 선석 당 평균 약 20억 원이 투입될 전망이다.<sup>82)</sup>

〈표 5-9〉 저압 AMP 설치 선석별 로드맵 및 예산

(단위: 백만 원)

항만	구분			선석	AMP [kW/선석]	년도				
						'17~ '18	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)
하동항	잡화부두		2만 DWT급	1	346	2,000				
태안항	기타광석부두		3천 DWT급	1	51.9	2,000				
보령항	석탄부두		2만 DWT급	1	346	2,000				
평택 당진항	포송지 구	(서부두) 잡화부두	3만 DWT급	4	519	8,000				
	고대송 약지구	잡화부두	3만 DWT급	1	519	2,000				
			5만 DWT급	1	865	2,000				
군산항	석탄부두		3만 DWT급	1	519	2,000				
			1.5만 DWT급	1	259.5	2,000				
	잡화부두		2만 DWT급	2	346	2,000				
									2,000	
목포항	대불	철재부두	2만 DWT급	1	346	2,000			-	
	목포신 항	자동차 부두	3만 DWT급	1	519				2,000	

82) “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”의 부두특성이 변경되거나, 실제 AMP 공사 진행 시 지반상태, 전력 공급 상태 등에 따라 일부 시점 및 공사비 변경 가능성 존재함

항만	구분			선석	AMP [kW/선 석]	년도				
						'17~ '18	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)
광양항	광양	자동차 부두 (3~2단계)	2만 DWT급	1	346	2,000			-	
			5만 DWT급	1	865	2,000			-	
		LPG 부두		1	-				2,000	
		여객부두 (위그선겸용)		1	-		2,000		-	
	울촌	철재부두	3만 DWT급	1	519	2,000				
	여천	석유부두	1만 DWT급	2	485	-		4,000		
		석유화학 부두	1만 DWT급	2	485	4,000				
		석탄부두	4만 DWT급	1	692	2,000				
삼천 포항	고성하 이화력 발전소	잡화부두	2천 DWT급	1	34.6	2,000				
마산항		모래부두	5천 DWT급	1	86.5	2,000				
대산항		컨테이너 부두	2천 TEU급	1	506					2,000
		자동차 부두	3만 DWT급	1	519			2,000		
		액체화물 부두	1만 DWT급	1	485	2,000				
		유류부두	5천 DWT급	4	242.5				8,000	
			1.3만 DWT급	2	630.6	4,000				
			SPM	1	-				2,000	
인천항	거침도	모래부두	5천 DWT급	3	86.5		6,000			
		시멘트 부두	1만 DWT급	1	173				2,000	

항만	구분			선석	AMP [kW/선 석]	년도				
						'17~ '18	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)
부산항	감천항	잡화부두	2만 DWT급	1	346		2,000			
	신항	양곡부두	5만 DWT급	1	865				2,000	
	신항	피더부두	2천 TEU급	1	506			2,000		
			1천 TEU급	2	253	4,000				
울산항	울산신 항	시멘트 부두	2만 DWT급	1	346			2,000		
		목재부두	5만 DWT급	1	865			2,000		
		철재부두	3만 DWT급	1	519			2,000		
		기타광석 부두	3만 DWT급	2	519			4,000		
		석탄부두	4만 DWT급	1	692				2,000	
		유류부두	1만 DWT급	1	485	2,000				
포항항	영일만 항	연안여객 부두	5천 GT급	1	176.5			2,000		
		기타광석 부두	3만 DWT급	3	519				6,000	
		시멘트 부두	1만 DWT급	1	173				2,000	
		모래부두	3천 DWT급	1	51.9				2,000	
		유류부두	1천 DWT급	1	48.5				2,000	
동해 목호항	동해지 구	기타광석 부두	5만 DWT급	3	865					6,000
합 계				63	18,022	54,000	10,000	20,000	34,000	8,000

### 3. 소결

본 장에서는 AMP 설치 대상 항만을 선정하기 위해 “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”에서 항만개발계획이 있는 18개 항만에 대하여 계획을 검토했다. 신규 부두이고, 부두 개발계획에 따라 고압 AMP 및 저압 AMP를 분류하고, 설치 로드맵 및 예상 비용을 제시했다.

2030년까지 약 120개 선석에 고압 AMP용 1,132억 원, 저압 AMP용 1,260억 원이 소요되고, 총 예산은 2,392억 원이 필요하다. 개략적으로 선석 당 약 20억 원이 투자될 예정이고, 선박 AMP 개조 및 설치 비용으로는 7억에서 12억 원 정도의 투자비가 예상된다.<sup>83)</sup>

본 장에서는 신규 개발계획을 중심으로 AMP 설치 수요를 추출했다. 올해 시범사업 등을 통해 기존 터미널의 개조 방향이 설정되면 기존 터미널 운영 손실을 최소화하는 방향에서 선박 입출항수가 많고, 미국, 유럽, 중국 등에서 오는 선박이 많은 터미널을 중심으로 우선 AMP 시설 설치 등의 개조 작업 진행계획을 수립하는 것이 필요하다. 기존 터미널 수의 AMP 설치 건수가 들어가면 120개를 훨씬 상회하는 숫자의 AMP 설치 건수가 나올 것으로 예상된다.

〈표 5-10〉 우리나라 AMP 설치 선석 및 투입 예산(안)

(단위: 백만 원)

구분		2017~2018	2019	2020	중기 (21~25)	장기 (26~30)	총계
고압 AMP	선석수	17	2	30	6	2	57
	비용	32,000	7,800	58,200	11,600	3,600	113,200
저압 AMP	선석수	27	5	10	17	4	63
	비용	54,000	10,000	20,000	34,000	8,000	126,000
AMP 전체	선석수	44	7	40	23	6	120
	비용	86,000	17,800	78,200	45,600	11,600	239,200

83) “제3차 전국항만 기본계획 수정계획(2016~2020년)”의 부두특성이 변경되거나, 실제 AMP 공사 진행 시 지반상태, 전력 공급 상태 등에 따라 일부 시점 및 공사비 변경 가능성 존재함

## 제6장

## AMP 추진 과제 <<

### 제1절 AMP 관련 관계기관 협력 모델

#### 1. 관계기관 협력 모델 개발

육상에서 전원을 공급하기 위해서는 육상부와 선박부 모두 AMP 설비를 설치해야 한다. 항만당국과 선사가 AMP에 대한 투자 주체가 된다. AMP 설치와 운영을 위해서는 해양수산부와 항만공사가 선석당 약 20억 원을 투자해야 하고, 선사는 선박에 AMP를 설치하는데 약 12억 원의 투자비가 발생할 뿐만 아니라 AMP 사용에 대한 전기료를 부담해야 한다.

한국전력은 AMP라는 신규 사업 테마를 발굴하여 수혜자가 되지만, 고용량 전기 공급을 위한 전기용량 증설 작업으로 인한 초기 투자비가 많이 들어간다.

단, 항만도시민은 AMP 사용에 의한 미세먼지 등의 대기오염량 감소와 같은 친환경적인 혜택이 돌아간다.

한국전력은 고용량 전기 공급 시설 설치 투자비 회수를 위해 기본요금 전기료를 높게 설정할 수 밖에 없는 상황이지만, 선사의 AMP 사용을 독려하기 위해서는 저렴한 전기요금제가 필요하다. 이에 전기 공급 시설에 대한 투자 대비 회수와 선사 이용 측면 모두를 고려한 AMP용 전기요금제 개편안을 마련해야 한다. 이러한 AMP 전기요금제 마련을 위해서는 해양수산부가 항만과 선박에서 수집한 AMP 운영 데이터를 제공해야 한다.

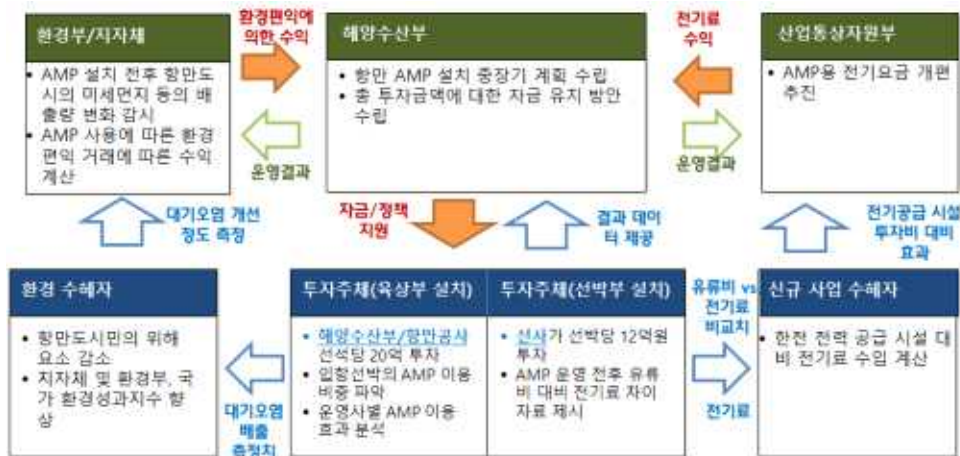
한편 AMP 투자비용은 발생하지만 선박 정박 시 발생하는 인체에 유해한 초미세먼지, 황산화물, 질소산화물 등이 절감되어 도시의 환경을 담당하는 시정부, 대기환경청 등은 환경편익을 거래함으로써 이득 발생이 가능하다.

이에 해양수산부는 항만과 선박에 AMP 설치에 들어가는 초기 자금을 확보하기 위하여 환경부와 지자체로부터 환경편익에 대한 수익분을 투자비로 일부 받

고, 산업통상자원부의 AMP 가동에 의한 전기료 수익도 일부 투자하는 것이 필요하다. 해양수산부는 이러한 투자금을 바탕으로 AMP 설치 중장기계획을 수립하고, 상세한 자금 유치 및 제공방안을 제시해야 한다.

AMP는 투자비 부담 주체와 수익 부담 주체가 다르므로 유관부서가 합동 협의체를 구성하고 서로 이득이 발생할 수 있는 협력 모델을 개발하는 것이 필요하다. 또한 해양수산부, 산업통상자원부, 환경부/지자체는 환경편익 등 거래를 통하여 발생한 수익과 전기료 수입 등을 AMP 신규 시설 설치에 활용하는 방안을 마련해야 한다.

〈그림 6-1〉 AMP 관련기관 협력 모델



## 2. 국내 항만 AMP 설치·운영을 위한 추진위원회 구성안 마련

현재 국내의 컨테이너항만은 AMP 설치와 운영 실적이 없는 상황이다. 곧 중국, 미국을 비롯한 글로벌 항만에서 입항을 위한 AMP 설치 선박의 기항요구가 시행될 날이 머지 않았다. 또한 현 추세라면 국내 항만들도 다양한 AMP 설치 선박에 대해 서비스를 곧 수행해야 할 것으로 보인다.

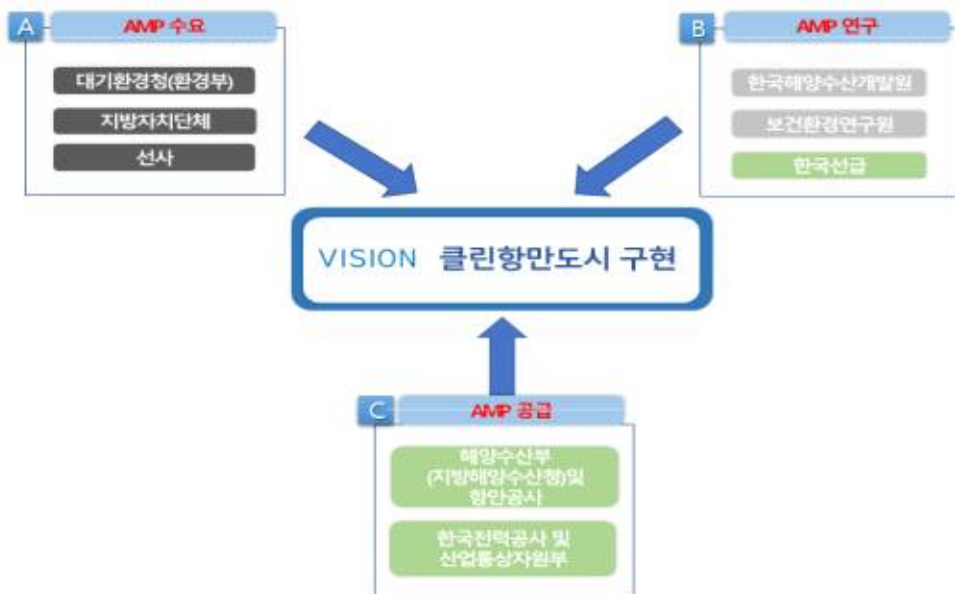
그러나 국내 항만은 AMP 설치와 운영 실적이 없기 때문에 각 이해관계자들

의 협력 없이 AMP 정책을 시행할 경우 비용, 구축기간, 효과 등의 비효율적 추진 가능성이 매우 높다.

또한 우선적인 시범사업을 통한 AMP 표준안 마련도 시급하다. 다양한 선박의 AMP 서비스에 대응하기 위한 AMP(육상) 설비의 초기 투자비가 매우 크기 때문에 시범사업을 통해 역할 및 예산 분담과 확보 방안, 설치 및 운영비용 감축방안 등의 실질적 실행경험을 얻는 것이 매우 시급하다.

이외에도 해외 AMP의 설치와 운영 상황을 수시로 파악하고 추진위원회의 논의를 통해 국내 AMP 추진 및 도입 정책(시기, 수준 등)에 활용해야 할 것으로 판단된다. AMP 구축 및 운영을 위한 관련 주체는 i) 대기환경청 및 지방자치단체, 선사 등 AMP의 수요주체 ii) 한국해양수산개발원, 보건환경연구원 및 한국선급 등과 같은 AMP 관련 연구주체 iii) 해양수산부(지방해양수산청), 항만공사, 한국전력공사 및 산업통상자원부 등 AMP 기술/제품 공급 및 운영주체 등으로 구성된다. 이를 기반으로 AMP 수요주체-연구주체-공급주체 등 각 주체 간의 정기적 위원회 운영이 이루어져야 한다.

〈그림 6-2〉 AMP 추진위원회 조직도





AMP 추진위원회의 각 기관별 역할을 정의해 보면 다음 <표 6-1>과 같이 정리해 볼 수 있다.

수요주체인 대기환경청은 예산 등 AMP 설치사업의 지원, 오염물질 배출허용 기준 개정, 배출권 거래제 관련 인증 추진 등을 수행하며 지방자치단체는 AMP 구축성과 및 홍보, 제도 개선 건의 등을 수행하며, 선사들은 AMP 선박 설치 및 운영에 대한 문제점 및 의견을 제시한다.

AMP의 개발 및 공급주체인 한국전력공사 및 산업통상자원부는 AMP 신규 설치사업 발굴, 전기요금 지원 및 개선, 기술적인 Know-How 전파, 전력 사용량, 대기오염물질 배출량 등 조사분석 등의 역할을 수행해야 한다. 또한 AMP 운영 및 관리주체인 해양수산부 및 지방해양수산청, 항만공사는 항만 AMP 시행 확대 계획 및 방안 수립, AMP 운영 활성화, 설비 설치/운영에 대한 기술행정적 지원, 환경선박지수(ESI) 도입 및 시행 등을 고려해야 한다.

AMP 연구주체들은 각종 대기오염 국내외 동향 분석 및 제공, AMP 구축 중기계획 수립, 지역 오염도 분석, 오염물질 감축 효과 분석, 대기오염물질의 측정과 정보제공, 운영 및 기술적 분석 등 수요자와 공급자를 연계하고 지원하는 역할을 수행하도록 해야 한다.

<표 6-1> AMP 설치 운영 추진위원회 역할과 기능

주진주체		역할
수요자	대기환경청 (환경부)	· 선박 AMP 설치사업 지원 검토(예산 등) · 대기 환경 보전법(제76조) 선박 배출허용기준 개정 검토 및 건의 · AMP 설치에 따른 대기오염물질 감축 거래에 대한 방안 모색
	지방자치단체	· 항만지역 AMP 설비 설치 발굴사업 협의 · 선박 AMP설치에 따른 대기오염물질 감축성과 평가 홍보 · 관계법령 개정 및 제도개선 건의 등 행정지원
	선사	· 선박 내 AMP 설치 및 운영 시 문제점에 대한 의견 제시 · 항만 정박 시 연료사용량 및 AMP 사용 시 전력 사용량 등에 대한 기초 운영 데이터 제공
연구자	한국해양수산 개발원	· 대기오염물질 배출규제 국제·국내동향 분석 검토 · 기관별 역할 등에 대한 방향 제시 · 정책 및 제도개선 추진전략 연구 · 지자체별 항만 AMP 공급 설비 설치 중기계획 수립

주진추체		역할
연구자	보건환경연구원	· 선박 배출 대기오염물질로 인한 지역별 오염도 연관관계 분석 및 지원 · 선박 AMP 설비 설치 시 오염물질 감축 성과 분석 등 지원
	한국선급	· 선박에서 배출되는 대기오염물질 측정 및 분석 · 선박 지역별 규모별 현황 및 기술적인 제반사항 등 자료 및 의견 제시 · 선박 AMP 설치 제도 시행 시 선사(선주)의 의견 수렴 및 대책 검토
개발 및 공급자	해양수산부 (지방해양수산청)	· 선박 AMP 설치사업 지원 검토 - 예산확보 및 지원 · 관계법령 개정 · 항만 AMP 시범사업, 확대시행 계획 및 방안 수립 · AMP 활성화 방안 수립 · 항만도시의 미세먼지 저감 대책과 연계 운영
	항만공사	· 기 설치 저압AMP 설비 운영 활성화 및 신규 설치사업 발굴 추진 · 고압AMP 설비 설치/운영에 대한 기술·행정적 지원 · 항만지역 선박 및 장비 등 오염물질 저감 방안 추진 · 환경선박지수(ESI) 도입 검토(입·출항료 감면제도 등)
	한국전력공사 및 산업통상자원부	· AMP 신규 설치사업 발굴 · AMP 설치운영 시 전기요금 개편 및 지원제도 - 기본요금 감면 및 면제 등 검토 및 추진 · AMP 설치 사업의 온실가스 상쇄배출권 인증 추진 · AMP 설치 선박의 선사 협의 방안 제시 · AMP 설치 부두 및 선박의 전원 공급 방안 사례 등 기술적인 Know-How 전파 · AMP 설치 선박의 연료·전력사용량 등 조사분석 · 항만별 AMP 사용용량에 따른 전기용량 증설 공사 방향 설정

## 제2절 AMP 설치 선사와 항만 간 협력 모델

항만 육상부의 AMP와 선박의 AMP가 동기화를 통한 연계가 되지 않을 경우 선박의 전장품이 손상될 수 있다. 또한 항만부와 선박부의 AMP 연계 작업이 원활하지 않아 시간 지연이 발생할 경우 선박 재항시간 증가로 선사의 수익이 감소하고, 항만은 선석의 혼잡도가 높아질 수 있다. 그러므로 선박의 항만 접안 후 AMP 사용을 위해 케이블 릴을 연결하고 동기화하기 위해서는 선박과 항만

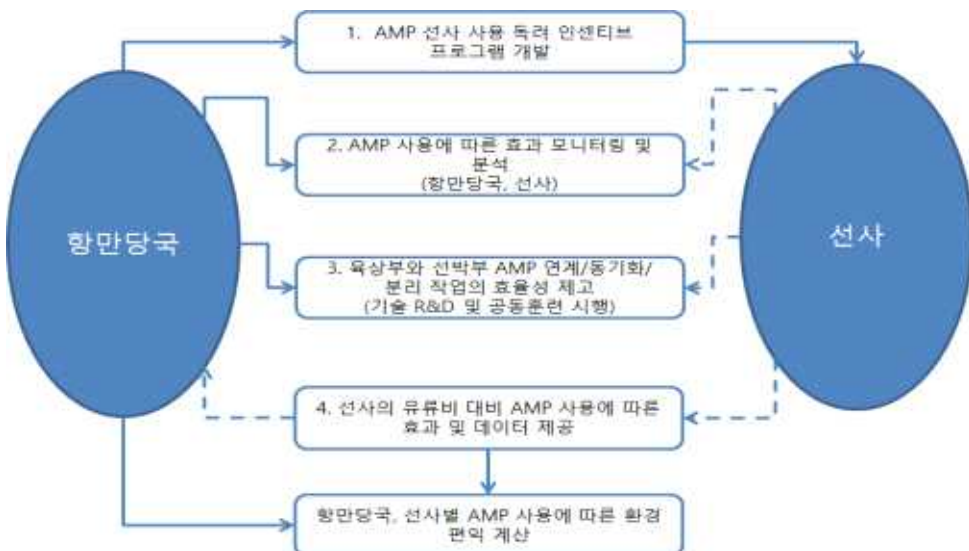
의 전기 전문가의 원활한 연계 신호 교환 및 협력이 이뤄져야 한다. 이를 위해서는 사업 초기 선종별로 항만과 선사의 공동 모의 훈련 프로그램을 만들어 효율성을 높일 수 있는 방안도 마련해야 한다. 그리고 사람의 인위적 실수에 의한 단락 사고가 발생하지 않도록 기술적으로 연계 작업을 돕는 R&D 등을 시행하는 것도 필요하다.

항만당국은 입항 선사의 적극적인 AMP 사용을 유도하기 위해 AMP 사용 시 항비 감면 등의 인센티브를 제공하는 프로그램을 개발하는 것이 필요하다.

항만은 선박이 AMP를 사용함으로써 저감되는 선박 유해 배기가스량을 측정하고, 선사는 AMP를 사용함으로써 발생하는 손익을 지속적으로 모니터링하여, 항만과 선사 모두 이익이 발생할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

항만과 선사 모두 AMP 사용을 통하여 발생한 직접적인 이득뿐만 아니라 간접적인 환경편익도 계산해야 한다. 그 다음 항만과 선사가 AMP 사용을 통해 발생한 환경편익을 거래하여 이득분으로 선사가 추가로 부담해야 하는 전기료와 상쇄시킬 수 있는 협력 모델 등을 개발하는 것이 필요하다.

〈그림 6-3〉 항만과 선사의 협력 모델



### 제3절 고압 및 저압 AMP 시범사업 추진

중국은 자국 주요 항만에 ECA 설정뿐만 아니라 AMP 시범사업 결과를 기반으로 292개의 선석에 대하여 저압 및 고압 AMP 설치·확산을 서두르고 있다. 중국은 국가차원에서 선석 당 약 21억 원의 투자, 선박당 약 7,600만 원의 개조비용을 투자하여 AMP 설치 및 운영을 독려하여 선박에서 배출되는 대기오염량을 감축시키기 위해 노력하고 있다.

중국은 AMP 설치에 대한 표준이 없고, 전기료 개편 등의 규정이 없으며, 건설원가가 높아 투자비 회수가 어렵고, 선박과 항만의 AMP를 연결하는 기술력이 부족하다는 것을 인식하여 중국 국무원 주도로 AMP 표준안 및 구축 계획을 마련했다. 중국은 2020년까지 1,543개 선석에 AMP를 구축할 계획을 수립하고, 이를 위한 6가지 추진 과제를 도출하여 사업이 성공적으로 이뤄질 수 있도록 드라이버를 걸고 있다. 또한, 선사와 항만이 공동으로 노력하도록 인센티브 제도 등을 마련하고 있다. 유관부서와 협력체계를 구축함으로써 전기용량 증설 및 전기료 등을 개편하고 있고, 관련 설계 및 운영 기술 규범, 표준안을 마련하여, 시범사업을 통해 문제점을 해결하고 있다. 또한 국가 및 지방재정에서 투자자금을 확보하고, 교통운수 주관부서 주도로 과학적이고 조직적으로 AMP 설치 계획을 시행하고 있다.

우리나라 주요 무역국인 중국 선박의 AMP 장착률이 높아지고 있고, IMO의 선박연료유의 황산화물 함유기준을 강화하여 AMP 사용이 유리해지는 등 2018년경부터는 국내 항만에 입항하여 AMP 사용을 요청할 가능성이 농후해졌다. 이에 우리나라도 고압뿐만 아니라 저압 AMP에 대한 표준안을 마련하고, 다양한 선종에 대한 시범사업을 실시하여 노하우를 확보할 필요가 있다.

우리나라는 현재 고압 AMP 설치 사례는 전무하고, 관공선 등을 중심으로 저압 AMP의 설치사례는 존재하나 국제 규격에는 부합하지 않는다.

국내 항만에서는 국제규격에 맞는 고압 AMP와 저압 AMP의 설치뿐만 아니라 운영한 경험이 없어 AMP 설비가 갖추어져 있을지라도 운영 시 단락사고에 의한 선박의 전장품 훼손 등의 문제를 일으킬 소지가 있다. 그러므로 빠른 시일

내에 시범사업을 통한 운영노하우 확보 후 매뉴얼 작성이 필요하다.

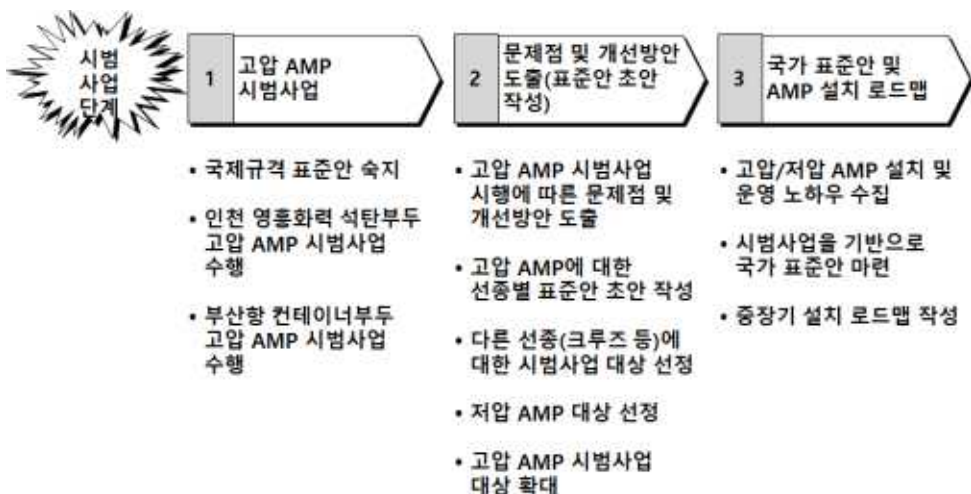
항만의 모양, 입항 선종 및 선박 크기·횡수, 체류시간 등을 고려하여 AMP 설계 표준안을 마련해야 하는데 이에 대한 데이터 확보가 되어 있지 않아 시범사업을 통해 기준을 마련해야 하는 실정이다.

또한 AMP 설치비용, AMP 이용에 따라 발생하는 편익에 대한 정의, 조사가 되어 있지 않아 초기사업 협상 시 어려움이 존재하므로 시범사업을 통해 정확한 실태 파악이 우선되어야 한다.

이에 빠른 시일 내에 다양한 선종별/선급별로 시범적으로 국제규격에 맞는 고압 및 저압 AMP를 설치·운영한 후 국가 표준안을 마련하고, 항만위치, 선박 입출항 현황, 선종, 전기 가용 용량 등을 고려하여 단계적인 중장기 로드맵을 수립하는 것이 필요하다.

특히 국내에는 고압 AMP를 설치, 운영해 본 노하우가 없기 때문에 인천 영흥화력 석탄부두를 시작으로 다른 항만에서의 시범사업도 빠르게 추진해야 할 것으로 보인다. 우선적으로는 항만 운영에 장애가 되지 않도록 신규항만을 중심으로 사업을 추진하고, 시장이 성숙된 후에는 기존항만에 AMP를 단계적으로 추진하는 방안도 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 6-4〉 고압 및 저압 AMP 시범 사업 추진 단계



## 제4절 투자자금 확보 방안

AMP를 설치하고 운영하려면 항만은 선석 당 약 20억 원, 선박은 척당 12억 원 정도의 비용이 필요하므로 이를 위한 투자재원을 확보할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 그리고 AMP 활성화를 위해 이용 선사에게 지불해야 하는 인센티브 자금 등도 확보하는 것이 필요하다.

이를 위해서는 중앙정부, 지방정부, 환경부, 해양수산부, 산업통상자원부 등 관련 기관이 AMP 설치 프로젝트를 지원하기 위한 자금 마련 및 투자비 회수 방안을 수립해야 한다. 또한 AMP 사용에 따른 온실가스 저감, 인체 유해가스 저감으로 인해 발생하는 수익을 투자자에게 지원하는 방안을 마련하는 것도 필요하다. 국가차원에서 단계적인 고압 AMP와 저압 AMP를 항만과 선박에 설치하고 운영하기 위해서는 거대한 자금이 필요하다. 이에 친환경 관련 금융상품을 활용하여 초기 투자자금을 확보하는 방안을 모색해야 할 것이라 판단된다.

예를 들면 친환경 목적의 장기 저금리 자금 조달 수단인 ‘그린본드(Green Bond)’를 활용하는 것이다. 그린본드는 투자자가 제공한 자금을 저탄소, 친환경 프로젝트에만 사용하기로 약정하고 발행한 특수목적 채권으로 독립적인 기관의 녹색인증(Green Certificate)이 필요하다.<sup>84)</sup> 과거에는 발행기관이 국제기구였는데, 최근 정부, 기업, 금융기관 등으로 발행기관이 다양해지고 있다.<sup>85)</sup>

그린본드 발행 금액은 2011년 이후 연평균 89% 성장률을 보이고 2016년에는 677억 달러 규모로 발행되었다. 이 상품은 회사채보다 약 2~3% 정도 낮은 금리로 대부분 8년 이상 장기채권으로 발행되어 효율적인 재원조달 수단으로 이용될 수 있다. 또한 발행자와 투자자 모두가 기후변화 리스크에 대비한 노력을 홍보할 수 있어 회사의 평판도 좋아질 수 있다.<sup>86)</sup>

예를 들면 스페인 전력회사인 Iberdrola사가 2014년 자국과 해외 풍력 및 스마트미터 보급 사업에 활용할 계획으로 그린본드 7.5억€를 발행했다. 이 회

84) 한전경제경영연구원, “KEMRI전력경제 REVIEW”, 2016년 제18호, 2016.7.11.

85) 이대원, “세계 그린본드 시장 동향과 시사점”, Weekly KDB Report, 2017.5.15.

86) 한전경제경영연구원, “KEMRI전력경제 REVIEW”, 2016년 제18호, 2016.7.11.

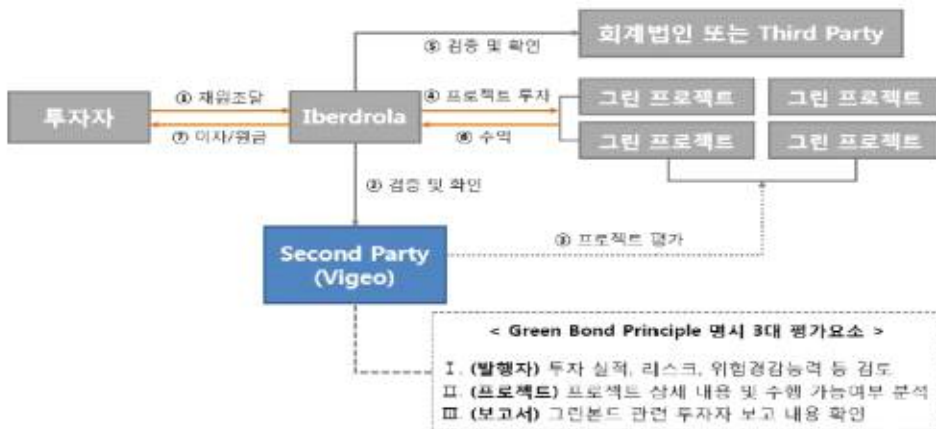
사는 그린본드로 조달한 자금을 활용하여 2015년에 총 24개의 풍력발전 프로젝트에 투자하여 실적을 올렸다.<sup>87)</sup> 이에 AMP 설치 및 운영에 필요한 자금을 지원받는데 그린본드 상품을 이용하는 방법도 검토할 필요가 있다고 판단된다.

〈그림 6-5〉 그린본드 발행 주체 구성 및 규모 추이



주: 정부는 Government Agencies, Government Development Banks, Government Local/Regional로 구성  
 자료: Bloomberg(원소스), 이대원, “세계 그린본드 시장 동향과 시사점”, Weekly KDB Report, 2017.5.15.

〈그림 6-6〉 그린본드 발행 및 투자 성공사례(Iberdrola사)



자료: 한전경제경영연구원, “KEMRI전력경제 REVIEW”, 2016년 제18호, 2016.7.11.

87) 한전경제경영연구원, “KEMRI전력경제 REVIEW”, 2016년 제18호, 2016.7.11.

## 제7장

## 결론 및 정책제언 <<

### 제1절 결론

IMO가 전 해역에 대한 선박 배출가스 규제를 강화하고 있고, EU, 미주뿐만 아니라 중국도 ECA를 설정하는 등 항만의 대기오염물질이 인체에 미치는 영향에 대해 전 세계적으로 공감하고 있다. 또한 우리나라보다 환경 측면에서는 후발국이라고 판단했던 중국도, 항만에서 대기오염량을 획기적으로 줄이는 방법의 하나로 AMP를 대안으로 결정하여 대대적인 AMP 구축 계획 수립 및 추진을 준비하고 있다. 2018년까지 중국은 전체 항만 중 약 30% 정도, 2020년에는 50% 정도의 컨테이너, 로로, 벌크선석 등에 AMP를 설치할 예정이다.

또한 예전과 달리 Nature지 등 환경 관련 논문 및 잡지에서는 선박 대기오염물질 배출량의 인체 유해성을 매년 리포팅하고 있고, 세계 물동량이 집중되고 있는 동아시아 지역의 환경오염의 심각성을 경고하고 있다.

이러한 움직임을 살펴 볼 때 AMP 설치로 인하여 우리나라 환적 물동량이 줄지 않을까 하는 우려와 선박 연료유의 황산화물 함유기준이 0.5%가 되는 2020년까지 기다리는 것은 세계의 친환경 정책 흐름에 뒤쳐지는 행동으로 판단된다.

우리나라도 청정한 항만공간을 국민에게 되돌려주기 위해 하루 빨리 AMP 설치를 서두르는 것이 필요하다. 항만의 AMP 설치는 많은 비용(국내 111개 선석, 구축비용 2,316억 원)이 소요되는 바 단계적인 추진이 필요하다. AMP를 설치 후 운영 효과를 거두기 위해서는 신규항만뿐만 아니라 기존항만의 AMP 개조가 필요할 것으로 판단된다. 하지만 현재는 시범사업을 통한 검증도 되어 있지 않은 상황이므로, 일차적으로는 신규 항만을 중심으로 AMP를 설치하고 운영하는 것을 목표로 한다. 그 다음에 기존에 운영 중인 터미널 중에서 운영 피해를 최소화할 수 있고, AMP 설치 시 이용 선박이 많은 항만을 우선적으로 AMP를 설치·운영할 수 있도록 유도하는 것이 필요할 것으로 판단된다.



또한 사업의 효율성을 극대화하기 위해 첫째, AMP 관계기관 협력체계 구축, 둘째, 직접 이해당사자인 선사와 항만 간 협력방안 마련, 셋째, 고압 및 저압 AMP 시범사업 추진, 넷째, AMP 투자자금 확보 방안 마련 등의 실행방안이 요구된다.

또한 AMP 추진을 통한 미세먼지 저감 등의 실효적 효과를 얻기 위해서는 관련 법·제도 개선 등의 정책적 뒷받침도 필요하여 정책제언 4가지를 제시했다. 첫째, 선박 배출가스 인체영향 및 AMP 설치효과 모니터링 체계 마련, 둘째, 선박유 황 함유량 및 선박 배출 미세먼지 관리를 위한 관련법 개정 추진, 셋째, AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래 추진, 넷째, 선사가 AMP를 이용하는 것이 황함유량 0.5%의 선박유를 이용하는 것보다 유리하도록 AMP 전기로 개편 방안을 제시했다. 마지막으로 AMP 관련 R&D 추진방안을 제시했다.

결론적으로 우리나라가 대기질 오염국이라는 오명을 벗어내기 위해서는 석탄 화력발전 중단, 친환경차 보급과 함께 항만의 미세먼지를 저감할 수 있도록 AMP를 단계적으로 설치하고 운영하기 위한 방안의 마련이 시급하다고 판단된다.

## 제2절 정책제언

### 1. 선박 배출가스 인체영향 및 AMP 설치 효과 모니터링 체계 마련

#### 1) 항만구역의 선박 배기가스 모니터링 및 인벤토리 DB 구축

주요 항만이 위치한 부산, 인천 등에서는 선박에서 배출한 대기오염량이 타도시에 비해 매우 높은 편이다. 그러므로 전국 주요 무역항을 대상으로 해서 대기오염 관측 설비를 설치하여 지점별, 시설별로 지속적인 대기오염 배출량을 측정하는 것이 필요하다. 대기오염 배출량의 배출원이 선박인지, 야드트럭 등인지도 면밀히 분석하고 DB에 저장하여 시계열적으로 관리할 필요가 있다.

또한 LA항과 LB항과 같이 AMP 설치, 선박 감속운항 등 친환경 프로그램 시행 전후를 비교할 수 있도록 우리나라도 DPM, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>의 매

년 감축량을 측정하고 기준년도 대비 감축비율을 지속적으로 관리하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

## 2) 자발적 ECA 설정 후 IMO의 ECA 설정 추진

국외 연구자료에 따르면 한·중·일은 전 세계 10대 항만이 모여 있어, 선박에서 배출되는 대기오염물질인 SOx, NOx, PM 등에 의해 조기 사망자가 많이 발생하는 것으로 보고되고 있다. 이에 한중일 연구진이 협력하여 선박에서 배출하는 배기가스가 인체에 영향을 미치는 정도를 정확히 측정하여 그 심각성이 보고된 자료와 동일할 경우에는 중국, 일본 등과 공조하고 해수부와 환경부가 협력하여 우리나라 주요 항만에 배출규제해역인 ECA를 설정하는 것에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

한편 우리나라는 중국과 달리 수출입항만이 아닌 환적항만을을 감안하여 ECA 등의 강제 규정 전에 물동량에 미치는 영향 등을 면밀히 분석할 필요가 있다.

## 2. 선박유 황함유량 및 선박 배출 미세먼지 관리를 위한 관련법 개정 추진

국내의 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx), 미세먼지(PM) 등의 대기오염물질의 관리는 환경부가 관할하고 있다. 그런데 선박에서 발생하는 대기오염물질 관리 주체 및 업무범위는 해양수산부와 환경부 모두에게 명확하게 규정되어 있지 않다. 이 경우에는 관련법과 업무 범위가 해양수산부와 명확히 구분되어 있지 않아 환경부에서는 해양 대기오염과 관련한 부분에 대한 직접적인 관리는 수행하고 있지 않다. 그러므로 법적인 개선뿐만 아니라 환경부와 해수부가 협의하여 업무 영역을 명확하게 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 1) 대기 환경 보전법

「대기 환경 보전법」 제76조(선박의 배출허용기준 등), 대기 환경 보전법 시행규칙 별표 35에서는 선박에서 배출되는 대기오염물질 중 질소산화물(NOx)만 관리하고 있다. 이에 선박에서 배출되는 미세먼지(PM) 등에 대한 기준을 설정하여 배출허용기준을 추가하는 것이 필요하다.

〈표 7-1〉 대기 환경 보전법 개정안

기존	변경안
〈대기 환경 보전법 시행령〉 제60조(선박 대기오염물질의 종류) 법 제76조제1항에 서 "대통령령으로 정하는 대기오염물질"이란 <u>질소산화</u> 물을 말한다.	〈대기 환경 보전법 시행령〉 제60조(선박 대기오염물질의 종류) 법 제76조제1항에 서 "대통령령으로 정하는 대기오염물질"이란 <u>질소산화</u> 물, 미세먼지를 말한다.

## 2) 해양 환경 관리법

해양 환경 관리법 제44조(연료유의 황함유량 기준 등)에 따른 해양환경관련법 시행령 제42조(연료유의 황함유량 기준)을 「대기환경법 제41조 및 같은법 시행령 제40조」 규정과 국제해사기구의 2020년부터 선박유의 황함유량 0.5% 이하로 규제하는 것에 맞추어 경유의 황함유량은 1.0%에서 0.1% 이하로 변경하고, 중유의 황함유량은 2.0~3.5%인 것을 0.5% 이하로 변경하는 것을 추진한다.

〈표 7-2〉 해양 환경 관리법 개정안

기존	변경안
〈해양 환경 관리법 시행령〉 제42조(연료유의 황함유량 기준) ① 법 제44조제 1항에서 "대통령령이 정하는 황함유량 기준"이란 다음 각 호와 같다. 1. <u>경유의 황함유량은 1.0퍼센트(무게 퍼센트)</u> 이 하여야 한다. 다만, 법 제3조제1항제1호 및 제 2호에 따른 영해 및 배타적경제수역 안에서만 항해하는 선박의 경우에는 0.05퍼센트(무게 퍼 센트) 이하하여야 한다. 2. <u>중유의 황함유량은 벙커 에이유(A중유)는 2.0</u> <u>퍼센트(무게 퍼센트) 이하, 벙커 비유(B중유)는</u> <u>3.0퍼센트(무게 퍼센트) 이하, 벙커 시유(C중</u> <u>유)는 3.5퍼센트(무게 퍼센트) 이하</u> 하여야 한다.	〈해양 환경 관리법 시행령〉 제42조(연료유의 황함유량 기준) ① 법 제44조제1항에 서 "대통령령이 정하는 황함유량 기준"이란 다음 각 호와 같다. 1. <u>경유의 황함유량은 0.1 퍼센트</u> 이하하여야 한다. 다만, 법 제3조제1항제1호 및 제2호에 따른 영해 및 배타 적경제수역 안에서만 항해하는 선박의 경우에는 0.05 퍼센트(무게 퍼센트) 이하하여야 한다. 2. <u>중유의 황함유량은 0.5 퍼센트</u> 이하이어야 한다.

### 3. AMP 사용에 따른 대기오염물질 저감분에 대한 환경편익 계산 및 거래 추진

#### 1) 환경편익 산출 방안 마련

LA/LB항은 ECA로 설정되어 있기 때문에 입항하는 선박의 연료는 MGO인데 반해 우리나라는 IFO 180 등 병커씨유를 사용하고 있고 접안시에는 MDO 등을 사용하고 있다. 그러므로 현재 전기요금(기본료+사용료) 체제하에서 AMP를 이용하는 선사들의 편익이 선박유 사용때보다 높게 나오기가 매우 어렵다. 현재 체제하에서는 선박연료유(병커씨유) 가격(IFO 180 = 210달러<sup>88)</sup>)이 현 대비 4.3배 상승해야만 AMP 도입 효과가 있는 것으로 나타난다. 한편 선사가 AMP를 설치하고 이용할 경우 항비 감면 인센티브를 부여하면 현 대비 선박 연료유 가격이 3.5배 정도 상승해야만 이득이 발생한다.<sup>89)</sup>

〈표 7-3〉 선사의 선박연료유 가격 대비 AMP 도입 효과

선박연료유 (IFO 180)가격(\$)	현 대비 배수	시나리오 1 (전기료=기본료+사용료)	시나리오 2 (시나리오 1 + 항비감면)
210	1	-0.74	-0.30
300	1.4	-0.51	-0.08
345(=MGO)	1.6	-0.40	0.04
620	3.0	-0.29	0.72
740	3.5	-0.59	1.02
800	3.8	-0.73	1.17
910	4.3	1.01	1.44

자료: 이연경 외, “선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구”, 해양수산부, 2016.04

캘리포니아주는 우리나라와 달리 선박에서 배출되는 대기오염물질 감축을 거래한 편익을 계산하고 있다. 캘리포니아에서는 선박에서 배출되는 질소산화물

88) 2016년 3월 기준

89) 2016년 연구시점보다 톤당 100달러 정도 유가가 상승했어도 경제성이 있는 톤 당 910달러에는 훨씬 못미치는 수준임

(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>), 미세먼지(PM<sub>10</sub>) 등에 대한 톤당 거래 가격(환경 편익)을 설정하고 있어, AMP 사용에 따른 전기사용료가 유류비보다 비쌀지라도 상쇄가 가능하다.

그런데 우리나라는 선박에서 배출되는 대기오염량을 정확하게 측정하고 있지 않으며 그에 따른 편익 계산 산정식도 부재하다.

〈표 7-4〉 캘리포니아주의 톤당 환경편익

구분	NO <sub>x</sub>	HC	PM <sub>10</sub>	CO	SO <sub>x</sub>
평균	\$ 47,143	\$ 43,435	\$ 40,025	\$ 6,198	\$ 65,921
중위값	\$ 47,500	\$ 34,000	\$ 51,879	\$ 5,593	\$ 36,500
고위값	\$ 216,216	\$ 344,828	\$ 77,000	\$ 12,500	\$ 421,918
하위값	\$ 5,593	\$ 2,500	\$ 400	\$ 500	\$ 3,000

자료: California Environmental Protection Agency, "Emission Reduction Offset Transaction Costs Summary Report for 2008 " May 2011.

AMP 설치의 국가적 편익 계산 시 국내는 선박 배출가스에 대한 톤당 환경저감 비용 산정식이 부재하여 캘리포니아에서 적용하고 있는 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 배출량 저감에 따른 환경편익을 가지고 경제성분석을 실시했다. 그 결과 중국 기항 선박만 AMP를 장착하고 사용할지라도 경제성이 있는 것으로 판명되었다.

〈표 7-5〉 국가차원의 환경편익을 고려한 경제성 평가 결과

구분	국가차원의 경제성분석(B/C) 결과	
	7.5MVA 장착	4MVA 장착
AMP 대상 선박 전체 장착 (캘리포니아 배출가스 저감비율 하위값 적용)	4.33	4.85
중국 기항 선박만 AMP 장착 (캘리포니아 배출가스 저감비율 하위값, 중국기항 비율 29.7% 적용)	1.29	1.44

주: 국내는 화석연료를 사용하여 전기동력을 생산하기 때문에 환경편익값 중 하위값을 적용함

자료: 이연경 외, "선박의 육상전원공급장치 구축 계획 수립 및 자동화 부두 조명기준 개선 연구", 해양수산부, 2016.04

## 2) 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률

우리나라도 AMP 사용으로 인한 선박 배출 대기오염물질 저감량을 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」의 외부사업 승인대상에 포함시켜 환경편익을 거래할 수 있도록 하는 방안을 마련하는 것도 필요할 것으로 판단된다.

우선 선박 및 항만의 AMP 설치, 사용을 독려하기 위해서는 선박에서 배출되는 대기오염량을 정확하게 측정하고, 감축량에 대한 환경적 편익 등에 대한 산정근거를 마련해야 한다. 그다음 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 등에 근거하여 시행한 사업자가 이득을 볼 수 있는 체계를 마련하는 것이 필요하다.

AMP 설치 선박 및 항만이 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제29조(상쇄)제1항에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 외부사업에서 발생한 온실가스 감축량을 보유하거나 취득한 경우에 그 전부 또는 일부를 배출권으로 전환하여 줄 것을 주무관청에 신청할 수 있다」에 해당하도록 승인대상 외부사업 분류에 포함할 수 있도록 환경부 고시 제2017-64호 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」을 개정하는 것이 필요하다. 제8조(승인대상)에서 AMP 설치 선박 및 항만 부분을 온실가스 배출원을 근본적으로 제거 또는 개선하는 활동을 포함하고 있는 사업으로 포함시키는 것을 추진할 필요가 있다.

## 4. AMP 전기료 개편 방안

### 1) AMP 사용과 0.5% 유류 사용 시 비교

정부는 전기차 보급을 늘리기 위해 “전기차 특례요금제”를 도입하여 2017년 1월부터 3년간 기본요금은 전부 면제되고 전력량 요금도 50% 할인한다. 이에 AMP 활성화 차원에서 전기차 요금제와 같은 혜택을 주는 방안도 고려해볼 필요가 있다.

우리나라 전기요금은 “기본료 + 사용료” 구조로 되어 있어 현재보다 비싼 황함유량 0.5%의 선박유를 사용할지라도 기본료 때문에 전기요금보다 유류 사용

이 더 저렴한 구조이므로 이에 대한 조정 및 협의가 필요하다. 즉, 황합유량 ULSHFO 0.5%인 연료유, MDO(2.0%)를 사용 시 전기사용단가가 선박발전단가 보다 약간 저렴(A-B)할지라도 기본료가 있기 때문에 현 구조상에서는 유류 보다 AMP 전기료가 비싸다.

〈표 7-6〉 선박 연료유 사용비용과 전기료 비교

구분	톤당 가격	발전량 (kWh/톤)	선박연료유 가격	전기 사용 가격		차이 (A-B)
			선박발전단가(A) (원/kWh)	전기사용단가 (B) (원/kWh)	기본료 (원/kW)	
ULSHFO (0.5% S)	400달러 (464,000원)	4,608	100.7	99.2	7,220	1.49
MDO (2.0% S)	450달러 (522,000원)		113.3			14.08
IFO 180 (3.5% S)	334달러 (387,440원)		84.1			-15.12

주: 달러당 1,160원, ULSHFO 가격은 KR자료('17.1.6), MDO와 IFO180 자료는 [www.bunkerindex.com](http://www.bunkerindex.com)의 부산항 가격('17.6.16)

## 2) 전기사업법 개정

한전 기본요금 평균 비율을 분석한 결과, 기본요금이 전체 요금의 21%를 차지하는 반면에 항만에서의 기본요금 비율은 50% 수준을 차지하는 등 상대적으로 불리한 조건을 가지고 있다. 최소한 AMP 사용 등 항만에서 전기 사용 시 기본요금이 평균 요금 수준이 될 수 있도록 조정하는 작업이 필요하다. 또한 해외 항만들은 AMP 사용에 따라 LA항은 타 용도 사용 전력 대비 기본요금을 인하했고, EU와 중국은 전기요금에 대한 보조금 지원을 검토하고 있으며, 캐나다 밴쿠버항은 입항료 등을 할인해주고 있다. 그러므로 우리나라도 AMP 사용에 따른 기본요금 등 전기료 개편 방안을 마련할 필요가 있다.

〈그림 7-1〉 AMP 사용에 따른 전기 기본요금 조정 방향

구분	전기요금(원/kWh)				전기요금(원/kWh)		
	기본요금	사용요금	합 계		기본요금	사용요금	합 계
신항	105.1 (51.3%)	99.7 (48.7%)	204.8	➡			
연운항 배리	76 (41.8%)	96 (58.2%)	182		20 ~ 30	99 (일반용평균)	120 ~ 130

현재 선박에 사용하는 유가가 전기요금보다 싸기 때문에 선사에게 AMP 사용을 독려하기 어렵기 때문에 AMP 설치 선박의 전기요금에서 기본요금을 조정하는 방법을 모색하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 한국전력과 산업통상자원부와 협력하여 AMP 설치 선박의 전기요금에서 기본요금을 감면하거나 면제하기 위해 「전기사업법 제16조(전기의 공급약관) 및 시행령 제7조(기본공급약관에 대한 인가기준)」을 개정할 수 있도록 추진하는 것이 필요하다.



## 5. AMP 관련 R&D 추진방안

### 1) 기존 AMP 기술 국산화 R&D (단기)

#### (1) 기존 AMP 기술 구성

AMP는 육상 구간과 선박 내 전원공급장치 및 시스템으로 구성된다.

〈표 7-7〉 기존 AMP 구성(육측/선박측)

구분		AMP 구성요소	
선박	Cable (Shore-to-Ship)		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 케이블 릴(전선보관)</li> <li>· Container Box</li> </ul>
	Connection Box		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 접속 수구(pannel)</li> <li>· 보호장치(Relay, 차단기)</li> <li>· 동기장치 (무정전전원공급)</li> <li>· 선박용 발전기</li> </ul>



구분		AMP 구성요소	
육상	육외 수배전반		· 수전설비 · 배전설비
	SPO		· 보호장치(Relay, 차단기) · 전선관로: M/H → Duct Bank → 공동구 · SPO(Shore Power Outlet)

기존 AMP의 필수적인 구성요소를 살펴보면 선박 측은 케이블릴, 패널, 접속 수구, 발전기가 필요하다. 또한 육상측은 수배전 설비, 육상전원공급박스(Shore Power Outlet, SPO 박스) 등이 구성되며 인프라 시설로 전력관로가 필수적이다.

동 AMP는 선박이 모든 항만을 기항하기 때문에 동일한 수준의 전원공급서비스를 받거나 서비스를 제공할 수 있는 시스템이 필요하다.

〈표 7-8〉 AMP 기술 운영 현황

구분	선박 측	육상 측
Seattle항 크루즈선박		
Antwerp항 컨테이너선		
Waigaoqiao 터미널		
Luebeck항 Ro/Ro선		

- 자료: 1. <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/>(검색일 2017.05.22.)  
 2. <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/>(검색일 2017.05.22.)  
 3. Qifan BAO, "Development and Technological Innovation of Chinese Container Logistics", 2013.05.  
 4. <http://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/2-OPS-LNG-.pdf?dbc3d9>(검색일 2017.05.22.)

APM의 육상 측과 선박 측의 수배전 설비 등은 각 회사별 제품형태는 다르나 연결플러그 및 소켓, 접속수구 등은 항만과 선박의 호환성 유지를 위해 글로벌 표준을 가져야 한다.

아래 <표 7-9>에 나타난 바와 같이 선박 측의 배전반, 케이블릴 등은 스웨덴의 ABB, 육상 측 연결플러그 및 소켓 등은 스웨덴의 카보텍(CAVOTEC)사가 세계 표준을 선도하고 있다. 이외 육상전원 AMP 기술은 고정설치 및 이동방식 둘 다 사용되며 독일의 시멘스(SIEMENS)가 앞서 나가고 있다.

<표 7-9> AMP 기술별 선도기업

구분		국산화 기술	세계선도업체
선박	선박배전반	· 고전압 배전반	(스) ABB (독) SAM Electronics
	AMP	· 케이블릴 또는 컨테이너형 타입 · 고정형 또는 이동형 방식	(스) CAVOTEC (일) Terasaki
육상	AMP	· 육상측 연결플러그 및 소켓 · 고정형 또는 이동형 방식	(스) CAVOTEC (독) SIEMENS
육상/선박	모니터링	· 전원관리시스템	자동제어업체

## (2) AMP 국산화 기술개발 요구사항

AMP 제품구성과 관련동향, 업계의 인터뷰를 기반으로 분석해 본 결과 첫째, AMP 설비의 글로벌 호환성과 표준화가 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다. 둘째, 글로벌 표준을 선도하는 업체를 중심으로 시장이 형성되어 있어 경쟁업체가 적어 가격이 매우 비싸다. AMP는 기본적으로 육상구간 AMP와 선박 내 AMP를 모두 설치해야 한다. 육상측 AMP의 경우 4~7MVA기준 1선석 당 약 23~26억 원 내외의 비용이 소요된다. 이 가운데 가장 높은 가격비중을 차지하는 것은 i) 수배전반 설비(36% 내외)와 ii) SPO 및 PIT시스템(12% 내외)이다. 선박측은 케이블릴, 스위치보드, 접속수구, 발전기 등으로 세계 선도업체들이 글로벌 항만 및 선박에 대해 시장을 선점해 나가고 있는 형국이다.

셋째, 자동화 및 자동제어 업체를 중심으로 AMP 시장이 형성되어가고 있다.

AMP의 국산화를 추진하기 위해서는 자동화 및 자동제어 분야에 기본 인프라를 가진 기업이 적극 참여할 수 있도록 기반을 만들어줘야 한다.

앞에서 전망해 보았듯이 장래 기후변화 대응 및 선박배출가스 억제정책이 급격히 전 세계적으로 퍼져 나갈 가능성은 매우 높다. 따라서 AMP 설비시장은 표준화를 기반으로 차별화된 국산화 기술을 개발하는 것이 시급하다.

향후 이와 관련된 국산화 기술을 개발할 경우 다음사항에 중점을 둔 개발전략이 필요하다.

그 전략으로 첫째, 선사 및 항만의 경우 AMP의 설치 및 공사비가 매우 비싸 낮은 투자비용으로 AMP 설치를 지속 희망하고 있다. 또한 이와 더불어 유지보수비 또한 적은 시스템이 구축되어야 한다.

〈표 7-10〉 기존 AMP의 국산화 기술개발 요구사항

이해관계자		요구사항
수요자	선사	· 선박측 설비(스위치패널, 케이블릴, 발전기 등) 가격 저렴 · 유지보수비가 적어야 한다
	항만	· AMP 연결작업이 용이 · 다양한 선박서비스(저전압, 고전압) 구현 · 무소음 작동 · 육상측 설비(수배전반, 관로, 전원공급상자)가격 저렴 · 낮은 유지보수비
개발자	전기/제어 자동화업체	· 선박-육상AMP 연결 시 선박 측 무정전 상태유지 · 선박 및 부두측 설비, 전압 등 표준화

둘째, 기존 AMP 육상-선박 연결작업의 경우 약 3명 이상의 인력이 소요되며 연결 작업 시간 또한 2시간 이상이 소모된다. 이러한 부분은 선박의 재항시간을 증가시키며 항만의 생산성 또한 떨어뜨리게 되는 요인이다. 따라서 보다 연결시간이 단축되고 작업이 손쉬운 기술개발이 요구된다. 셋째, 아무리 높은 기술력을 가진 제품이라 하더라도 글로벌 표준화가 되어 있지 않을 경우 시장참여의 한계가 발생한다. 따라서 가격 경쟁력을 가지기 위해서 R&D 수행 시 접속구간의 글로벌 표준을 기반으로 AMP의 단체 및 국가표준에 대한 기술개발이 필수적이다.

## 2) 차세대 AMP 기술 R&D 추진 (중장기)

### (1) 기술개발 요구사항

AMP R&D에서는 단기적으로는 기술 국산화가 목표이지만 중장기적으로는 차별화된 기술력을 가지고 새로운 시장을 형성, 선점해 나가야 한다. 현재 AMP 기술과 제품들은 세계 선도업체들이 시장을 선점해 나가고 있기 때문에 우리는 1단계로 국산화를 통한 세계적 기술력 확보에 중점을 두어야 한다.

이후 2단계로 차세대 AMP의 기술개발을 통해 글로벌 표준과 기술시장 선점을 가질 수 있는 전략을 모색해 보아야 한다. 차세대 AMP 개발을 위해 수요자 및 개발자 측면에서 기술개발 요구사항을 분석해 보았다.

우선 수요자 측면에서 선사는 가장 최우선적으로 저렴한 설비비용과 유지보수비, 최소화된 AMP 연결작업 인력과 AMP 연결작업 시간을 요구하고 있다. 항만에서는 AMP 연결작업의 시간, 인력, 작업의 최소화와 용이함, 다양한 선박 서비스 구현, 무소음, 낮은 설비비 및 유지보수비 등을 요구하고 있었다.

개발자 측면에서는 무선전력을 통한 AMP 전력공급, 육상-선박 자동전력공급 연결시스템, 제품, 설비 및 전압 등의 표준화를 꼽았다.

〈표 7-11〉 차세대 AMP 기술개발 요구사항

이해관계자		요구사항
수요자	선사	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 선박측 설비(스위치패널, 케이블릴, 발전기 등) 가격 저렴</li> <li>· 낮은 유지보수비</li> <li>· AMP 연결작업 인력 불필요</li> <li>· 신속한 AMP 연결</li> </ul>
	항만	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AMP 연결작업 시간 최소화</li> <li>· AMP 연결작업 인력소요 최소화</li> <li>· AMP 연결작업 용이(자동연결 등)</li> <li>· 다양한 선박서비스(저전압, 고전압) 구현</li> <li>· 무소음 가동</li> <li>· 육상측 설비(수배전반, 관로, 전원공급상자)가격 저렴</li> <li>· 낮은 유지보수비</li> </ul>
개발자	전기/제어 자동화업체	<ul style="list-style-type: none"> <li>· (무선)무선전력 공급 구현</li> <li>· (유선)육상-선박 자동전력공급연결시스템</li> <li>· 선박-육상AMP 연결시 선박 측 무정전 상태유지</li> <li>· 선박 및 부두측 설비, 전압 등 표준화</li> </ul>

## (2) 차세대 AMP R&amp;D 추진 과제

이와 같은 요구사항을 기반으로 차세대 AMP 기술개발 추진 과제를 정리해 보면, i) 선박 측 커넥트 자동인식 및 체결 육상시스템 기술, ii) 육상 측 유도 급전을 이용한 무선전력 공급 기술, iii) 선박 측 무선접속 수구장치 기술, iv) 실시간 전원공급모니터링시스템 기술 등 4가지 기술로 구성될 수 있다.

〈표 7-12〉 차세대 AMP R&amp;D 추진 과제

구분		추진 과제	비고
AMP 자동전원공급 시스템 구축기술	육상	· 커넥트 자동 인식 및 체결 기술	
		· 육상 측 무선전력 공급기술	
	선박	· 선박 측 무선접속 수구 장치	
	육상 및 선박	· 전원공급모니터링시스템	

## 참고문헌 《

### 〈국내 문헌〉

- 김홍인 외, 『대형선박 육상전원공급시설 타당성조사 및 기본계획』, 2009
- 박희교 외, 『인천항 국제여객부두 크루즈 및 카페리선박 육상전원공급설비(AMP) 실시설계 용역』, 2014
- 이대원, “세계 그린본드 시장 동향과 시사점”, Weekly KDB Report, 2017.5.15
- 이언경 외, 『선박의 육상전원공급설비 구축 계획 수립 및 자동화부두 조명기준 개선 연구』, 해양수산부, 2016
- 인천항만공사, 『친환경 항만 입지제고를 위한 인천항 육상전원공급시설 활성화 사업』, 2017
- 한국선급, “강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주 지침서”, 2017.1.6
- 한국전력, AMP 사업 추진사례 및 활성화 방안, 2016
- 한전경제경영연구원, “KEMRI 전력경제 REVIEW”, 2016년 제18호, 2016.7.11
- 환경부, “바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까”, 2016.4

### 〈해외 문헌〉

- China Daily Asia, Ship Emissions Choking the Region, May 20, 2016
- Christian B. Petersen, Clean air in ports and port cities Danish Parliament, 2014.4.6.
- Ecofys, “Potential for Shore Side Electricity in Europe”, p64, 2015
- Fung, Freda, et. al. Prevention and Control of Shipping and Port Air Emissions in China, Natural Resources Defenses Council White

- Paper, 2014
- International Gas Union(IGU), “Enabling Clean Marine Transport”, March 2017
- LEARDI, A., “Drivers and market practices to implement shore connection system, 2015.09.17
- Ramasamy, C., Cavotec Pte Ltd, “Shore Connection –an environmentally sustainable solution for ships in port”, 2016.04.21. Port of Long Beach, Air Emissions Inventory 2015, July 2016. 기반 KMI 작성
- AAPA(American Association of Port Authorities), Use of shore-side power for ocean-going vessels, 2007
- Bernacchi, R., © AAB Group, “Shore-to-ship power & Smart port solutions“, 2015.05.28.
- Cavotec MSL, Lugano, “Making cold ironing make sound business sense”, Port Technology International
- Erik Chilò, Cavotec, “Onshore Power Supply – Challengers and Opportunities”, 2015.04.15
- Haifeng Wang, Costs and benefits of shore power at the port of Shenzhen, 2015
- Hak-kan Lai et. al., “Health Impact Assessment of Marine Emissions in Pearl River Delta Region,” Marine Pollution Bulletin 66. no. 1-2, 2013
- Implementation of the LNG-Hybrid Barge in Hamburg 발표자료, 7th AVL Large Engines TechDays(2016.4.19.)
- J. Brandt et. al., “Assessment of Past, Present and Future Health-cost Externalities of Air Pollution in Europe and the Contribution from International Ship Traffic Using the EVA Model System,” Atmospheric Chemistry Physics 13, 2013
- James J.C., etc, “Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment”, Environmental Science & Technology, Vol. 41, No. 24., pp. 8512-

8518, 2007

Monitoring & simulation of pollutant generation and spread(CNSS, 2012)

NRDC, “Harboring Pollution: Strategies to Clean Up U.S. Ports”, August 2004.

Patrik Ericsson, A feasibility study and a technical solution for an on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port, 2008

Peter Mollema, “LNG and Shore Power”, Port of Rotterdam, 2015.09

Port of Long Beach, Air Emissions Inventory 2015, July 2016

Port of Long Beach, Air Emissions Inventory 2015, July 2016

Qifan BAO, “Development and Technological Innovation of Chinese Container Logistics”, 2013.05

Rob Winkel, Potential for shore side electricity in Europe, 2012

US EPA, “Regulatory Impact Analysis: Control of Emissions of Air Pollution from Category 3 Marine Diesel Engines”, 2009

Wang, H., etc, “Costs and Benefits of Shore Power at the Port of Shenzhen”, 2015.12

<http://www.greenport.com/news101/asia/cold-ironing-in-china>

Zheng Wan, Mo Zhu, Shun Chen & Daniel Sperling, “Pollution: Three steps to a green shipping industry”, Nature News & Comment, 17 February 2016

Zhao Chunyu(赵春雨), Wang Lu(王璐), “항만육상전원공급시스템 논의(浅谈港口岸电系统),工业经济管理, 2015.3.

교통운수부(交通运输部), 항만AMP구축방안(港口岸电布局建设方案), 2017.2

교통운수부(交通运输部), “터미널육상전원공급시설 건설기술규범(码头船舶岸电设施建设技术规范, Technical Code of Shore-to ship Power Supply System), 2012.8.1.



## 〈인터넷 자료〉

- [www.bunkerindex.com/](http://www.bunkerindex.com/)(17.6.16)
- [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)-%E2%80%93-Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)-%E2%80%93-Regulation-14.aspx)(17.5.22)
- [http://www.ksg.co.kr/news/news\\_print.jsp?bbsID=news&bbsCategory=KSG&pNum=109217](http://www.ksg.co.kr/news/news_print.jsp?bbsID=news&bbsCategory=KSG&pNum=109217)(17.5.22)
- <http://www.maritime-executive.com/editorials/first-for-shore-power-in-india>(17.5.22)
- <http://www.ship-technology.com/features/feature-shore-power-green-answer-costly-bertthing-emissions/>(17.5.22)
- <https://www.portvancouver.com/cargo-terminals/container/>(17.5.22)
- <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/>(17.5.28)
- <http://www.piteahamn.se/en/infrastructure/berths-jettys-and-quays/>(17.5.22)
- [https://www.youtube.com/watch?v=OjV\\_Pgb8lj8](https://www.youtube.com/watch?v=OjV_Pgb8lj8)(17.5.22)
- <http://articles.maritimepropulsion.com/article/Cavotec-demonstrates-benefits-of-shore-power-at-Swedish-port-of-Ystad15179.aspx>(17.5.22)
- <http://corpinfo.panynj.gov/documents/brooklyn-pa-marine-terminal-shore-power-installati/>(17.5.22)
- <http://legacy.rupertport.com/stewardship/shorepower/>(17.5.22)
- [http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/onshore-power-supply/library/1266571852\\_shorepowerfactsheet.pdf](http://wpci.iaphworldports.org/data/docs/onshore-power-supply/library/1266571852_shorepowerfactsheet.pdf)(17.5.22)
- <http://www.greenport.com/news101/asia/greening-ports-in-taiwan/>(17.5.22)
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx>(17.5.22)
- <http://www.maritimejournal.com/news101/pollution-control/onshore-power-supply-for-clean-air-rotterdam/>(17.5.22)
- <http://www.mynewsdesk.com/cavotec/images/cavotec-shore-power-unit-at-karlskrona-baltic-port-71656>(17.5.22)
- <https://www.nrdc.org/sites/default/files/china-controlling-port-air-emissions-info.pdf>(17.5.22)

17.5.22)

<http://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/2-OPS-LNG-.pdf?dbc3d9>

<http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/>(17.5.22)

<https://pieceboutique.wordpress.com/2013/09/10/sailing-towards-shore-side-power/>(

17.5.19.)

<http://www.pressetelegram.com/article/LB/20160526/NEWS/160529672>(17.5.22)

[http://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2008/power\\_distribution/EPD200808057.htm](http://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2008/power_distribution/EPD200808057.htm)(17.5.22)

<https://www.portoflosangeles.org/environment/progress/initiatives/reporting-our-progress/>(17.5.22)

<https://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-sptp-case-study-2690.htm>(17.5.22)

<http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/ports-using-ops>,

[www.portmetrovanancouver.com](http://www.portmetrovanancouver.com),(17.5.22)

<http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/1810888/hong-kong-pulls-plug-shore-power-supply-cruise>(17.5.22)

<http://memafleet.org/wp-content/uploads/2016/03/Jan-2014-SCAQMD-Incentives-MSG140116-006.pdf>(17.5.22)

[www.portoflosangeles.org/compliance/2017 AMP Counts POLA.pdf](http://www.portoflosangeles.org/compliance/2017 AMP Counts POLA.pdf)(17.5.22)

국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스

(<http://airemiss.nier.go.kr/mbshome/mbs/airemiss/index.do>)(17.5.22)

## 부 록 &lt;&lt;

## 1. 1,000 GT당 AMP 소요전력 계산식

$$\text{Tanker: } kW = GT \left( \text{or } \frac{DWT}{1.75} \right) \times \frac{18.4 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 84.8 (\text{or } 48.5)$$

$$\text{Bulkers: } kW = GT \left( \text{or } \frac{DWT}{1.7} \right) \times \frac{2.4 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 11.1 (\text{or } 6.5)$$

$$\text{General Cargo: } kW = GT \left( \text{or } \frac{DWT}{1.44} \right) \times \frac{5.4 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 24.9 (\text{or } 17.3)$$

$$\text{Container: } kW = GT \left( \text{or } \frac{DWT}{1} \right) \times \frac{5 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 23 (\text{or } 23)$$

$$\text{Passenger: } kW = GT \left( \text{or } \frac{DWT}{0.9} \right) \times \frac{6.9 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 31.8 (\text{or } 35.3)$$

$$\text{Passenger: Cruise: } kW = GT \times \frac{23 \left[ \frac{kg}{1000 GT \cdot h} \right]}{0.217 \left[ \frac{g}{kW \cdot h} \right]} = 106$$

## 2. 고압 AMP와 저압 AMP 분류 기준

### 1) AMP 900[kW] 경우 , 저압(440V) 및 고압(3300V, 6600V)의 부하전류[A]

#### (1) 저압 440V의 경우 부하전류

$$\text{전류}[A] = \frac{900 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440} = 1,180[A]$$

#### (2) 고압 3,300V의 경우 부하전류

$$\text{전류}[A] = \frac{900 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 3,300} = 157[A]$$

#### (3) 고압 6,600V의 경우 부하전류

$$\text{전류}[A] = \frac{900 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6,600} = 79[A]$$

### 2) AMP 900[kW] 경우 , 저압(440V) 및 고압(3300V, 6,600V)의 케이블 크기[mm<sup>2</sup>]

〈표 부록 2-1〉 국내 케이블 제조사의 케이블 허용전류

공칭 단면적 (mm <sup>2</sup> )	가중 압거 포설		직접 매설 포설	
	단심	3심	단심	3심
	3가닥 S=d	1가닥	3가닥	1가닥
16	128	109	113	101
25	167	142	144	129
35	203	170	172	153
50	243	204	203	181
70	303	253	246	221
95	369	304	293	262
120	426	351	332	298
150	481	398	366	334
185	550	455	410	377
240	647	531	470	434
300	739	606	524	489
400	837	696	572	553
500	1045	-	710	-
630	1220	-	807	-

① 매설 깊이는 0.8m, 케이블 외경만큼 이격하는 기준임 ② 토양의 열저항율 : 1.5 K.m/W

(1) 저압 440V의 경우 케이블 크기[mm<sup>2</sup>] 및 개산중량[kg/km]

630[mm<sup>2</sup>]×2, 6,240[kg/km]×2, 저압의 경우 1m당 6kg정도 무게인데, 보통 케이블 길이가 20~30m 정도이고 6 가닥이 한 세트이기 때문에 120kg~180kg 정도 된다. 그러므로 900kW보다 용량이 큰 것을 저압으로 취급하려면 200kg 무게를 감당해야하기 때문에 인력을 많이 투입하거나 아니면 고압을 가는 것이 타당하다.

0.6/1kV F-CV 단심

도 체			절 연 두 께	시스 두 께	완성품 외경 (mm)	도체 저항 (20℃)	시험 전압	개산 중량
공칭 단면적	구 성 (소선/소선지름)	외 경						
mm <sup>2</sup>	mm 또는 mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kV	kg/km
1.5	7 / 0.53	1.59	0.7	1.4	6.3	12.1	3.5	50
2.5	7 / 0.67	2.01			6.7	7.41		70
4	7 / 0.85	2.55			7.2	4.61		90
6	7 / 1.04	3.12			7.8	3.08		110
10	7 / 1.35	4.05			9.4	1.83		170
16	원형압축연선	4.7	0.9	1.5	10.0	1.15		210
25		5.9			12.0	0.727		310
35		6.9			13.0	0.524		400
50		8.1	1.0	14.5	0.387	520		
70		9.8	1.1	16.0	0.268	720		
95		11.4		18.5	0.193	970		
120		12.9	1.2	1.5	20	0.153		1210
150		14.4	1.4	22	0.124	1490		
185		15.9	1.6	1.6	24	0.0991		1840
240		18.3	1.7	1.7	27	0.0754	2400	
300		20.5	1.8	1.8	30	0.0601	2990	
400		23.2	2.0	1.9	34	0.0470	3800	
500		26.4	2.2	2.0	37	0.0366	4850	
630		30.2	2.4	2.2	42	0.0283	6240	

(2) 고압 3,300V의 경우 케이블 크기[mm<sup>2</sup>] 및 개산중량[kg/km]

35[mm<sup>2</sup>], 700 [kg/km]

6/10kV F-CV 단심

공칭 단면적 mm <sup>2</sup>	도 체		절연 두께 mm	시스 두께 mm	완성품 외경 (mm)	도체 저항 (20℃) Ω/km	시험 전압 kV	개산 중량 kg/km
	구 성 모 양	외 경 (mm)						
16	원형압축연선	4.7	3.4	1.5	20	1.15	21	460
25		5.9		1.6	21	0.727		570
35		6.9		1.7	22	0.524		700
50		8.1		1.8	23	0.387		840
70		9.8		2.0	25	0.268		1100
95		11.4		2.2	27	0.193		1380
120		12.9		2.4	28	0.153		1660
150		14.4		2.6	30	0.124		1950
185		15.9		2.8	32	0.0991		2360
240		18.3		3.0	35	0.0754		3010
300		20.5		3.2	37	0.0601		3650
400		23.2		3.4	40	0.0470		4520
500		26.4		3.6	43	0.0366		5650
630		30.2		3.8	48	0.0283		7230

(3) 고압 6,600V의 경우 케이블 크기[mm<sup>2</sup>] 및 개산중량[kg/km]

16[mm<sup>2</sup>], 460[kg/km]

### 3. LA항 입항 선박별 AMP 사용 비중

2017년 입항하는 선박의 70%가 AMP를 사용해야 한다는 강제규정이 발효된 후의 LA항에 입항하는 선사들의 AMP 사용 비중을 살펴보면 전체 평균은 70% 수준을 만족하고 있다. 현대상선은 입항선박의 36.4% 수준만 AMP를 사용했다.

〈표 부록 3-1〉 LA항 입항 선박별 AMP 사용 비중(2017년 1월~3월 실적)

선사	AMP사용 기항회수	총 기항회수	AMP 사용비중
China Shipping	3	3	100.0%
COSCON	4	4	100.0%
Kawasaki Kisen Kaisha Ltd	2	2	100.0%
MSC Mediterranean Shipping Co	1	1	100.0%
PIL USA	2	2	100.0%
United Arab Shipping Company	4	4	100.0%
Mitsui OSK Lines Ltd	24	26	92.3%
Yang Ming Marine Transport	16	18	88.9%
CMA CGM (America) LLC	11	13	84.6%
Hapag-Lloyd AG	26	33	78.8%
APL Ltd	26	34	76.5%
Evergreen Marine Corp	29	38	76.3%
NYK Line	10	16	62.5%
Nippon Yusen Kaisha	21	41	51.2%
Maersk Line	12	28	42.9%
Hamburg Sud	2	5	40.0%
Hyundai Merchant Marine Co Ltd	4	11	36.4%
Orient Overseas Container Line	1	4	25.0%
전체	198	283	70.0%

자료: [www.portoflosangeles.org/compliance/2017\\_AMP\\_Counts\\_POLA.pdf](http://www.portoflosangeles.org/compliance/2017_AMP_Counts_POLA.pdf) 기반 KMI 재작성

## 4. 유럽 및 미국 AMP 설비 구축 시 보조금 지원

### 1) 유럽

유럽위원회(European Commission)는 TEN-T 프로그램을 통하여 독일과 벨기에가 AMP관련 프로젝트 수행했다.<sup>90)</sup> TEN-T 프로그램은 유럽의 교통·물류시스템 향상을 위한 프로젝트로 2007년부터 2013년까지 총 80억 유로 규모의 예산이 투입되었고, 그중 일부를 AMP 인프라 투자에 활용하고 있다. TEN-T 프로그램 총 투자비 80억 유로 중 AMP 인프라에 약 1억 4천만 유로(1.7%)가 투자되었지만, 개별 사업별 투자에 대해서는 총투자비의 50%를 지원했다(벨기에, 독일).

〈표 부록 4-1〉 7개 항만에 대한 AMP 인프라 투자비

단위: 유로

구분	용량	선석당 투자비	총투자비
Liquid bulk port(Marseille)	7MVA	1,725,000	13,800,000 (8개선석)
Container Port(Barcelona)	7MVA	1,725,000	13,800,000 (8개선석)
Bulk Port(Hamburg)	2MVA	425,000	84,575,000 (199개선석)
Ferries&RoRo Port(Gothenburg)	2MVA	425,000	3,825,000 (9개선석)
Cruise Port(Venice)	12MVA	3,725,000	22,350,000 (6개선석)
Inland Container Port	50kW	10,000	20,000 (2개선석)
Inland Bulk Port	250kW	10,000	100,000 (10개선석)
7개 항만종류에 대한 총투자비			138,470,000

자료: Ecofys, "Potential for Shore Side Electricity in Europe", 2015

<sup>90)</sup> Ecofys, "Potential for Shore Side Electricity in Europe", 2015

벨기에는 Air Quality Plan의 일환으로 “Shore Power in Flanders” 프로젝트를(약 2,244,000유로) 수행하여 내륙수로 선박의 AMP 서비스향상과 Pilot 구축을 목표로 했으며, AMP 총 투자비(약 2백만 유로)에서 TEN-T 프로그램 예산의 50%가 투입되었다.<sup>91)</sup>

독일정부도 2011년 AMP 장려를 위한 세금 지원책인 “Energy and Electricity Tax Act”를 시행 등 다양한 정책 수립 및 프로그램을 수행했다. 2013년 함부르크 항만공사는 AMP 실행가능성, 온실가스감축, 가이드라인에 관한 프로젝트를 시작하였으며 약 7백만 유로가 투자되었으며 그중 50%는 TEN-T 프로그램에서 지원했다.<sup>92)</sup>

## 2) 미국

미국 대기관리국(AQMD, Air Quality Management District)에서 AMP 설치 보조금을 지원하는 금액은 총 투자액의 평균 43.7% 수준이다. LB항은 총투자비 중 39.8%, LA항은 48.6%, Hueneme항은 50%를 AQMD에서 지원했다.

〈표 부록 4-2〉 미국 대기관리국 펀딩 AMP 보조금 지원액

구분	LB 항	LA 항	Hueneme항
선석당 프로젝트 비용	\$6,278,333	\$4,887,500	\$3,003,806
선석당 대기관리국 펀드 (AQMD Grant Award)	\$2,500,000	\$2,373,000	\$1,501,903
총선석수	12	10	3
총 프로젝트 비용	\$75,339,996	\$48,875,000	\$9,011,418
대기관리국 펀드 지원액	\$30,000,000	\$23,730,000	\$4,505,709
펀드지원비율	39.8%	48.6%	50.0%

자료: <http://memafleet.org/wp-content/uploads/2016/03/Jan-2014-SCAQMD-Incentives-MS-G140116-006.pdf>  
(검색일 '17.5.22)

<sup>91)</sup> Ecofys, “Potential for Shore Side Electricity in Europe”, p64, 2015

<sup>92)</sup> Ecofys, “Potential for Shore Side Electricity in Europe”, p64, 2015





## AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구

• 인 쇄	2017년 6월 28일 인쇄
• 발 행	2017년 6월 30일 발행
• 발 행 인	양 창 호
• 발 행 처	한국해양수산개발원 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
• 연 락 처	051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
• 등 록	1984년 8월 6일 제313-1984-1호
• 조판·인쇄	(주)비전테크시스템즈 02-3432-7132

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337

정가 6,000원