



고압 육상전원 공급설비(AMP) 기술 동향

2020. 09.



해양수산과학기술진흥원
Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion

이슈리포트

고압 육상전원공급설비 (AMP) 기술 동향

2020.09.

(주)엘스콤 강 인 철 대표이사

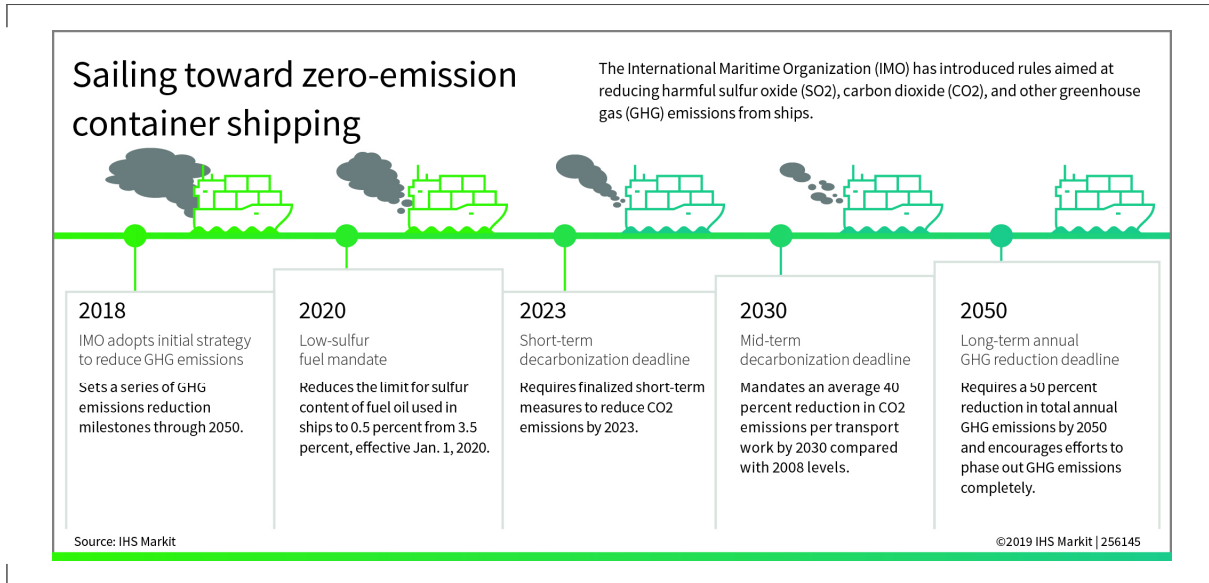
1 | 지구 온난화와 항만 대기 오염

- ▶ 산업혁명 이후 인구 증가와 산업화에 따라 화석연료의 사용이 늘어나 온실가스 배출량이 급격히 증가하고, 무분별한 삼림 벌채로 대기 중의 온실가스 농도가 높아지면서 지구의 평균 기온이 상승하는 지구 온난화 현상이 심각하게 대두되어 왔음.
- ▶ 지구 온난화로 인하여 점점 더 심각해지는 피해를 근본적인 해결하기 위한 최선의 방법은 온실가스의 배출량을 줄이는 것이고, 온실가스의 배출량을 줄이기 위한 방법으로는 에너지 절약·폐기물 재활용·환경 친화적 상품 사용·신재생 에너지 개발 등을 생각해 볼 수 있으며, 국제 사회는 지구 온난화에 따른 기후변화에 대응하기 위해 1992년 6월 유엔환경개발회의(UNCED¹⁾)에서 기후변화협약(UNFCCC²⁾)을 채택하였고, 1997년 12월 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택하여 2005년 2월에 발효시켰으며, 2020년 완료되는 교토의정서를 대체하기 위하여 2015년 12월 파리기후변화협약(Paris Climate Change Accord)을 채택하는 등 온실 가스 배출량을 줄이고 기후변화에 대처하기 위한 노력을 전 지구적으로 경주해 왔음.
- ▶ 한편 IMO³⁾에서도 운항 선박의 온실가스 배출량 저감을 위한 규제를 <표 1> 및 <그림 1>과 같이 시행하고 있음.

<표 1> IMO 2020과 2050 환경규제의 주요 내용

IMO 2020	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 1월부터 선박 연료유의 황(Sulfur) 함유량을 3.5%에서 0.5% 이하로 강화 • 저유황유·SCRUBBER·LNG 연료의 사용
IMO 2050	<ul style="list-style-type: none"> • 2050년까지 온실가스(Greenhouse Gas, GHG) 배출량을 2008년 대비 50% 감축 • 온실가스 배출 'Zero(0)' 목표

1) United Nations Conference on Environment and Development(유엔연합환경개발회의)
 2) United Nations Framework Convention on Climate Change(기후변화에 관한 국제연합 기본협약)
 3) International Maritime Organization(국제해사기구)



〈그림 1〉 IMO Rules Schedule⁴⁾

- ▶ 이 같은 상황에서 항만도 환경오염의 발원지라는 인식이 확대되고 있어, 항만을 중심으로 한 환경오염에 대한 각종 규제가 점차 확대·강화되고 있으며, 항만 분야에서도 녹색성장을 지향하는 그린포트(Green Port) 개발 전략이 도입되고, Los Angeles & Long Beach 항을 필두로 항만 내의 환경개선 개발전략은 글로벌화 추세가 급속하게 진행되고 있음.
- ▶ 또한, IMO의 기준을 통하여 선박의 통항량이 많은 발트해, 북해, 북미 연안, 카리브해 등은 선박의 오염물질 배출규제해역(Emission Control Area, ECA)으로 지정하여 선박의 대기오염물질(Sox, Nox, PM, O₃, VOCs 등) 배출량을 규제하고 있으며, 동북아시아 지역에서도 ECA 지정을 위한 노력이 진행되고 있음.
- ▶ 특히 각국의 주요 항만들은 선박 대기오염물질을 저감 시키기 위하여 선박의 접안(接岸, Berthing) 시에 육상에서 전력을 공급하는 육상전원공급설비(Alternative Maritime Power Supply System, AMP)의 구축을 가속화 하고 있음.

4) <https://www.joc.com/maritime-news>, 2020년 9월 12일 접속

2 | AMP 개요

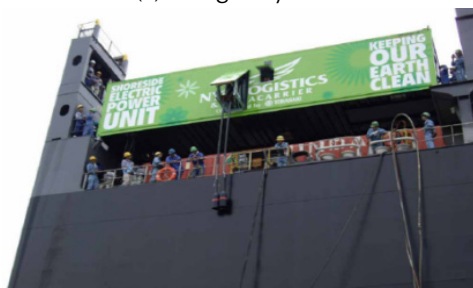
- ▶ AMP란 선박이 부두에 접안한 다음, 디젤발전기의 운전으로 발생하는 대기오염물질 발생을 억제하기 위하여 육상의 전원을 선내로 전달하기 위한 시설 또는 설비를 말하며, 과거에 AMP는 Cold ironing⁵⁾이라는 명칭으로 사용되었으나, 2001년 Los Angeles Port에 육상전원을 선박 내부로 공급하기 위한 조사를 위해 구성된 TFT(Task Force Team)에 의해 AMP라는 명칭으로 새롭게 정의되었음.
- ▶ 항만의 대기 오염 저감을 위해 미국, 유럽, 중국 등의 지역을 중심으로 AMP 설치 의무화를 추진하고 있으며, 국내에도 관련 규정의 마련과 함께 주요 항만에 AMP 설치가 진행되고 있음.
- ▶ 대표적인 AMP 시스템은 <그림 2>와 같이 Barge System, Fully Ship Integrated System, Semi Fixed Container, Shore Based System 등으로 구분할 수 있음.



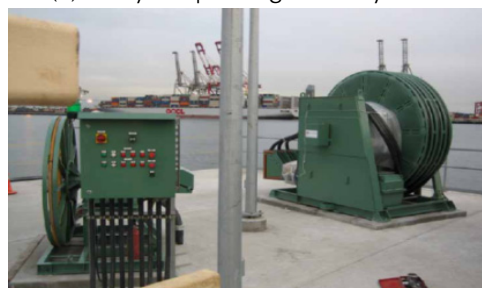
(a) Barge System



(b) Fully Ship Integrated System



(c) Semi Fixed Container



(d) Shore Based System

<그림 2> 대표적인 AMP

5) Capt. Pawanexh Kohli, Cold-Iron the Ships, 2009

- ▶ 해외 항만은 주로 고압(7.2kV) AMP를 설치한 것에 비하여 국내에 설치된 AMP는 소용량, 저압 방식이기 때문에 해양수산부는 2030년까지 전국 13개 항만 248개 선석에 고압 AMP 설치를 계획하고 있음⁶⁾
- ▶ AMP에 적용되는 선종별 정격전압과 정격전류는<표 2>와 같음

〈표 2〉 선종별 AMP용 HVSC⁷⁾

Item	Type 'A'	Type 'B'	Type 'C'
Applicable Ship	Cruise Ship	Container Ship LNGC, COT & FSU	Ro-Ro Cargo & Passenger Ship
Rated Voltage	12kVac	7.2kVac	12kVac
Rated Current	500A	350A	350A
Quantity of Plug & Socket	4~5	2~3	1~2
Max Power	16/20MVA	7.5~10MVA	6.5MVA Case by case

※ HVSC: High Voltage Shore Connection System

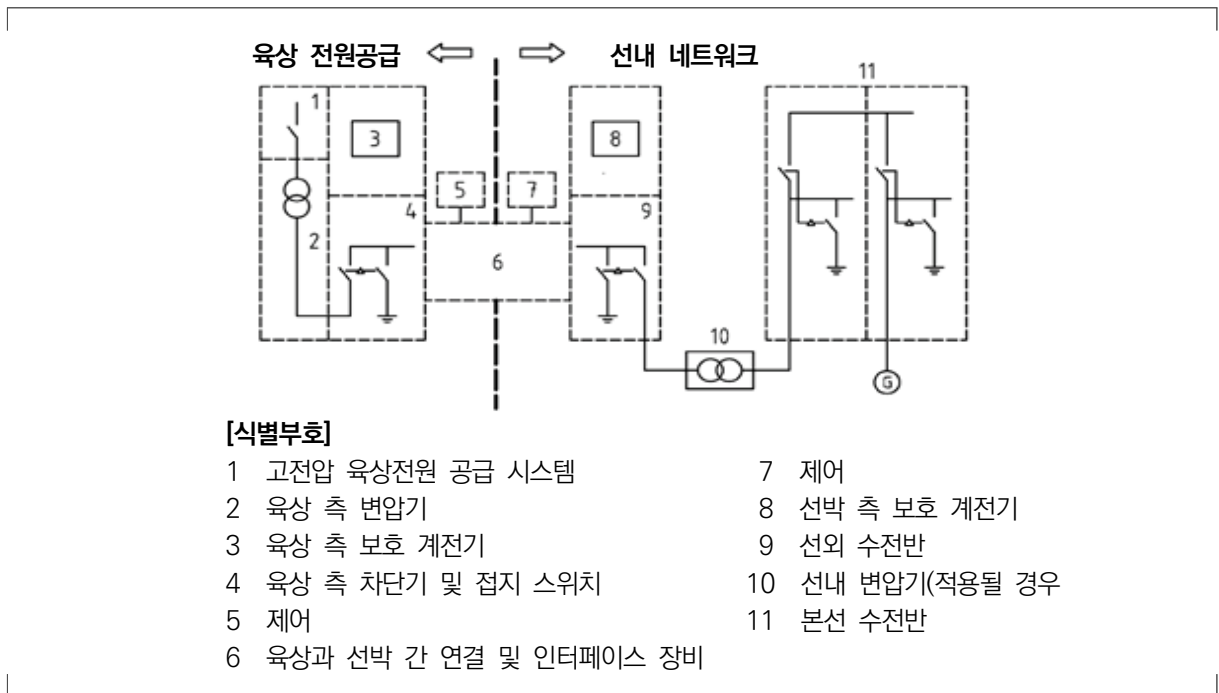
※ Rated Current는 Plug & Socket 하나의 정격전류이므로 컨테이너선의 경우, 2set를 사용하면 정격전류는 700A임. 따라서 선종별 발전기 용량을 기준으로 변압기 및 Plug & Socket의 수량이 결정됨.

6) 해양수산부, 'AMP 기술의 현재와 미래' 심포지엄 자료, 2019. 10. 16.

7) IEC 62613-1 & 62613-2의 내용과 조선소의 선종별 발전기 설계 용량을 기준으로 정리한 것임.

3 | 고압 AMP의 구성

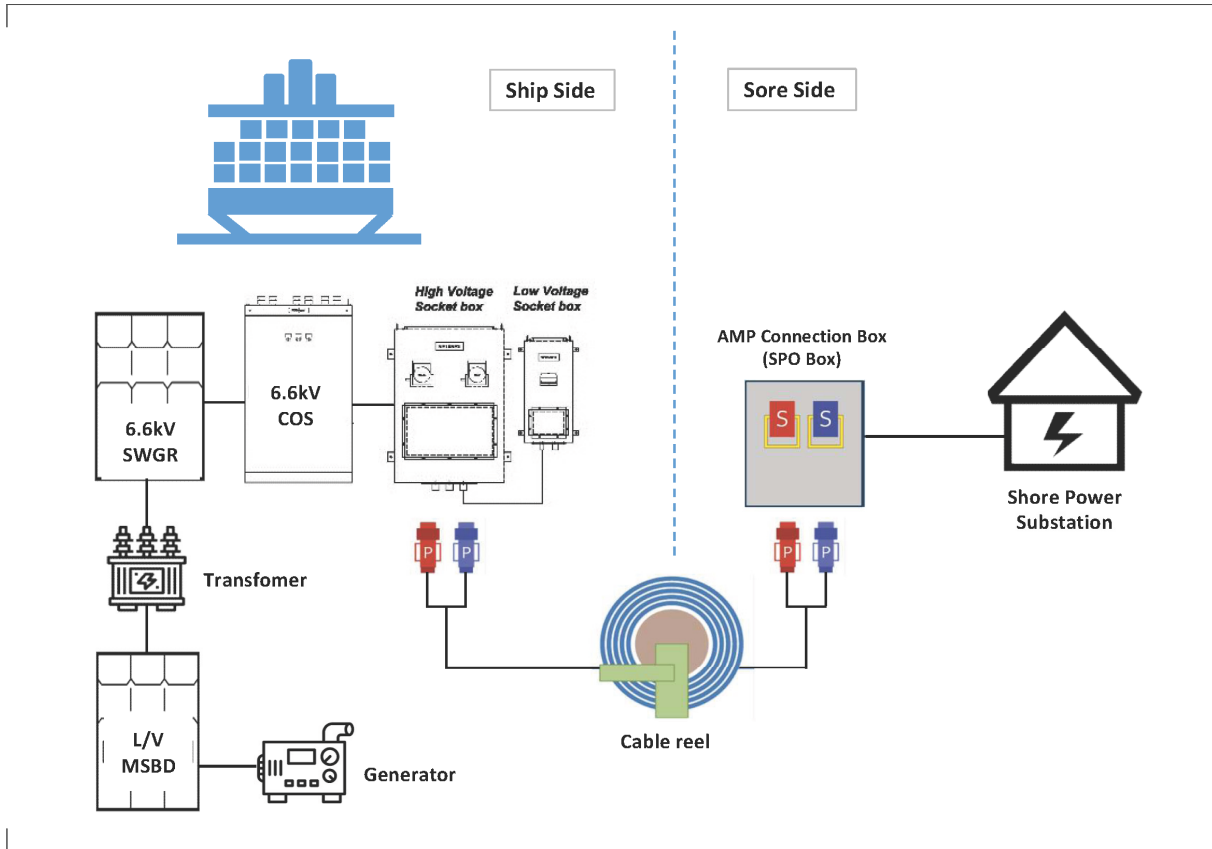
▶ <그림 3>은 고전압 선외 수전설비의 계통도로서 육상 전원공급 시설과 선내 전원 네트워크 사이에 육상과 선박 간 연결 및 인터페이스 장비와 제어장치로 구성됨.



<그림 3> 고전압 수전설비 계통도⁸⁾

▶ 고압 AMP 시스템의 주요 구성은 <그림 4>와 같이, 6600V Shore Power Substation, AMP Connection Box(SPO-Shore Power Outlet Box), Cable Reel & Plug, High Voltage Socket Box, AMP Control Panel(Change Over Switching Panel), 6600V Switch Gear, Transformer 등으로 구성되며, Control Line은 저압 Pilot Contact Line과 Fiber Optic Line이 있지만, 현실적으로 관리와 Noise 문제 등으로 인하여 Fiber Optic Line은 거의 활용되지 않고 있음.

8) 국가기술표준원, KS V IEC/ISO 8005-1: 2004, 정박 중 설비연결-제1부: 고전압 선외 수전설비-일반요건, P4



〈그림 4〉 고압 AMP 구성도

4 | 고압 AMP 기술 동향

▶ 고압 AMP와 관련된 국내외 규격은 아래와 같음.

- **IEC 62613-1: 2019**

Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) – Part 1: General requirements

- **IEC 62613-2: 2016**

Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-systems) – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories to be used by various types of ships

- **IEC/ISO/IEEE 80005-1: 2019**

Utility connections in port – Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems – General requirements

- **IEC/ISO/IEEE 80005-2: 2016**

Utility connections in port – Part 2: High and low voltage shore connection systems – Data communication for monitoring and control

- **KS V IEC/ISO/IEEE 80005-1: 2014**

정박중 설비연결 제1부: 고전압 선외 수전설비 – 일반요건

- **IEC 62271-200: 2011**

High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal – enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

▶ 특히 IEC 62613-1과 62613-2에서는 Plug와 Socket의 제조자에 무관하게 호환성(Compatibility & Interchangeability)을 담보하기 위하여 전기적 특성, 구조 및 치수 등을 명시하고 있음.

▶ IEC/IEEE 8005-1과 8005-2에서는 육상에서 선박으로 고압(6,600V) 전원을 공급하는 선박과 선외(船外) 수전설비의 설계, 설치와 시험 및 선육(船陸)간 데이터 인터페이스 등에 관하여 규정하고 있음.

- ▶ 선박 내부에 설치되는 고압배전반은 IEC 62271-200에 따르는 형식 승인을 받아야 하는데, 특히 사고 발생 시 배전반 내부 아크 폭발에 대한 검증 시험인 Internal ARC 시험(6.106 Internal arcing tests)이 반드시 수행되어야 함.
- ▶ 고압 AMP 시스템은 독점적 지위를 누리고 있는 CAVOTEC을 필두로 SIEMENS, ABB, SAM Electronics, TERASAKI 그리고 PATTON & COOKE 등이 있음.
- ▶ 국내의 조선소에서 건조되는 신조선에 탑재되는 고압 AMP 시스템은 기존의 선박 전장업체인 H사, S사, K사 등에서 공급하고 있으며, 항만에 설치되는 AMP 시스템은 몇몇 전기공사 업체들이 담당하고 있음.
- ▶ <그림 4>의 '고압 AMP 구성도'에서 7.2kV 350A Plug & Socket은 최초 개발업체인 CAVOTEC 이후, IEC 62613 규격의 제정에 따라 FUJUKURA(일), PROCONNECT(프), ELSCOM(한) 등에서 개발을 완료하였거나 개발 마무리 단계인 것으로 알려지고 있음.
- ▶ AMP용 Cable은 국내 LS전선에서 개발을 완료하고 선급인증까지 획득한 상태이며, Cable Reel의 경우 그동안 다수의 기업이 국산화를 시도하였으나, 만족한 상태에 이르지 못하고 있으며, 특히 시장 상황의 변화와 관련 기술의 진보에 따라 선내에 설치하는 55m Cable Reel은 CAVOTEC에서만 공급이 가능한 상황임.

5 | 고압 AMP 이슈

- ▶ 국내의 경우, 대기 오염 저감을 위해 2017년 7월에 발표된 정부의 “국정운영 5개년 계획”을 통하여 100대 국정과제 중의 하나로 “미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기 환경 조성”을 발표하였으나, 미세먼지를 많이 배출하는 대형선의 정박 시 육상전원을 공급할 수 있는 고압 AMP 시스템이 절대적으로 부족하고, 정책 및 예산 문제로 인해 기존 항만의 AMP 설치 및 개조사업에 어려움이 있었음.
- ▶ 해양수산부의 신항만건설 기본계획⁹⁾에 따르면, 기존 10개소¹⁰⁾와 신규 2개소¹¹⁾에 대하여 항만별로 정책 방향과 목표를 설정하고 이에 따른 세부적인 추진전략을 수립하고, 부두 156선석을 확충하며 항만의 대기질 개선을 위한 AMP 설치계획을 마련한 바 있음.
- ▶ CAVOTEC은 2000년 초부터 독점적 위치에서 AMP 시스템을 개발 및 공급해 왔으며, Barge System, Fully Ship Integrated System, Semi Fixed Container System, Shore Based System 등 다양한 형태의 고압 AMP 시스템을 보유하고 있으며, Plug & Socket, Cable Reel은 물론 SPO Box 등 주변 설비 들을 일괄 공급하고 있음.
- ▶ 따라서 그동안 국내에 설치된 AMP의 고압 Plug & Socket은 100% 외국산에 의존해 왔으며, 가격 및 납기 문제로 지속적인 국산화 요구가 있었음.
- ▶ Cable Reel의 경우 다수의 기업들이 국산화를 시도하였으나 사업화는 미진한 상태이며, 특히 최근들어 선박에 설치되는 Cable Reel은 55m Cable Reel 하나로 Port Side와 Starboard Side 양쪽 모두 사용할 수 있도록 설치되고 있기 때문에 기존의 25m용 Cable Reel은 그 사용이 제한적이거나 무용지물이 될 가능성을 배제할 수 없음.
- ▶ 2017년 기준 고압 AMP 설치비용은 선석당 약 20억원, 선박 척당 개조 및 설치비용으로 각각 약 7억에서 12억 원 정도 예상¹²⁾되지만, 2020년의 시점에서 보면 기자재 비용은 경쟁과 국산화 등으로 인하여 현저히 낮아지는 추세를 보이고 있음.
- ▶ 따라서 10여 년 전부터 신조 컨테이너 선박은 모두 고압 AMP가 설치되고 있지만, 국내 항만에 설치되는 AMP 시스템은 미국이나 유럽의 항만들과는 달리 절대적으로 부족한 상황이기 때문에 육상 전력을 공급하기 위한 AMP 시스템의 선제적인 기술개발 및 사업화를 통한 실적 확보가 선행되어야 할 것임.

9) 해양수산부, 제2차 신항만건설 기본계획(2019~2040), 2019. 08. 02.

10) 부산항 신항, 광양항, 평택·당진항, 목포신항, 포항 영일만항, 보령 신항, 울산신항, 인천 북항, 인천 신항, 새만금 신항

11) 제주 신항, 동해 신항

12) 이연경 외, AMP 설치 수요조사 및 추진과제연구, KMI, 2017, P73

6 | 고압 AMP 기자재 개발과 확산에 대한 시사점

- ▶ 고압 AMP 국산화 개발의 핵심은 Cable Reel과 Plug & Socket이고, 국제규격으로 규정하고 있는 제품은 Plug & Socket이며, 이들은 IEC 62613-1과 IEC 62613-2의 규정에 따라 제작되어야 함.
- ▶ (주)엘스콤은 컨테이너 선박 AMP용 7.2kV 350A Plug & Socket의 국산화를 지난 2017년부터 시작하였으며, IEC 62613-1에서 규정하는 형식 시험을 위하여 관계 기관들과 협의를 통하여 ITP(Inspection & Test Procedure)를 확정하는데 18개월 이상이 소요되었으며, 3개의 KOLAS 인증기관을 통하여 IEC 62613-1에서 규정하는 항목별 시험을 최근에 완료하였음.



- IEC 62613-1/2를 모두 만족하는 제품임.

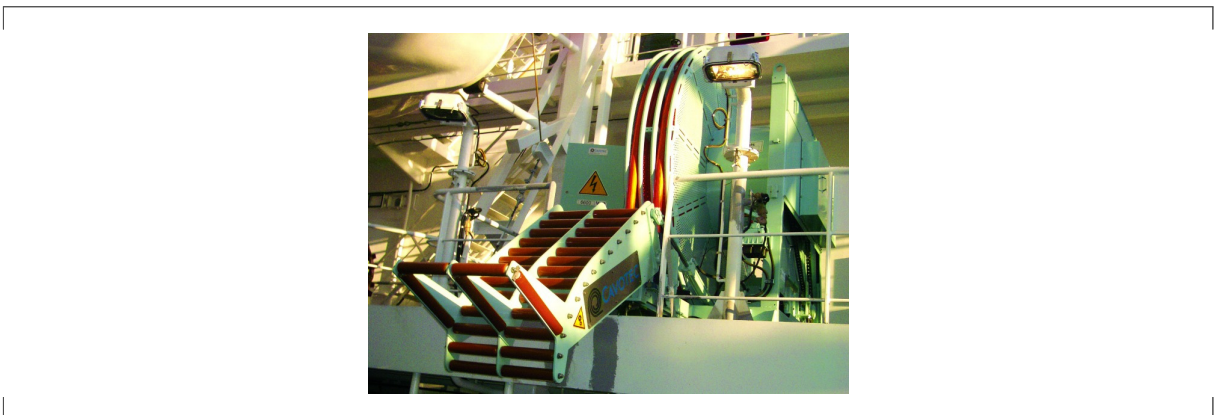
〈그림 5〉 7.2kVac 350A Plug & Socket(엘스콤 제품)

- ▶ 또한, IEC 62613-2에서 규정하는 호환성을 위하여 타사 제품과의 체결 용이성과 온도상승시험 등을 통한 성능을 비교·확인하였으며, 이 과정에서 외국산 제품에 비하여 어떠한 열위 항목도 발견되지 않았는바, 양산준비를 통하여 조만간 사업화가 가능할 것임.



〈그림 6〉 7.2kVac 700A SPO & Socket Box(엘스콤 제품 이미지)

- ▶ IEC 62613-2에서 규정하는 Plug & Socket은 7.2kV 250A single-pole, 7.2kV three-phase & 12kV three-phase 3종이며, IEC 62613-1에서 규정하는 정격전류별 Conductor size는 7.2kV 250A 2종, 7.2kV 350A 2종, 12kV 350A 2종, 12kV 500A 2종으로 나누어지는데 이들은 각각의 공통항목 또는 개별 항목별로 형식시험을 통하여 신뢰성을 확보해야 할 것임.
- ▶ 7.2kV 350A Plug & Socket은 전체 고압 AMP 소요의 약 80%에 적용이 가능하지만 및 대형 Cruise Ship 등에 적용할 수 있는 12kV급 Plug & Socket은 물론 LNG 선박과 LNG Terminal 등과 같이 폭발성 가스 등이 존재하는 장소에도 사용할 수 있는 방폭형 고압 AMP용 Plug Socket 등에 대한 개발도 관련 기관들과의 협의를 통하여 추가로 진행되어야 할 것임.
- ▶ Cable Reel의 설치환경 변화에 따라 기존 25m 기준의 Cable Reel에서 55m용 Cable Reel로 재개발하는 것은 선형기술과 특허권에 대한 충분한 사전 검토 후에 국산화가 진행되어야 할 것이며, 장기 신뢰성을 담보할 수 있는 노력이 있어야 할 것임.



〈그림 7〉 55m Cable Reel(CAVOTEC 제품)¹³⁾

- ▶ AMP 관련 예산의 부족과 관계 법령의 정비가 미흡한 상태에서 AMP 설치를 가속화 하기에는 어려움이 있지만 제한된 합리성을 바탕으로 항만과 신조선보다는 수출입 운항 선에 대한 AMP 설치 지원사업 예산을 먼저 확보해야 할 것임.
- ▶ 2000년 초반부터 대형 신조 컨테이너 선박에 고압 AMP가 설치되기 시작하면서 최근 10여 년 동안 고압 AMP는 컨테이너 선박의 표준으로 정착되고 있지만, 국내 항만에 설치되는 AMP 시스템은 미국이나 유럽의 항만들과는 달리 절대적으로 부족한 상황이기 때문에 육상 전력을 공급하기 위한 AMP 시스템의 선제적인 기술개발 및 사업화를 통한 실적 확보가 선행되어야 할 것임.

13) <https://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/shore-power/>, 2020. 9. 18. 접속

참고문헌

- [1] <https://www.joc.com/maritime-news>, 2020. 09. 12. 접속
- [2] Capt. Pawanexh Kohli, Cold-Iron the Ships, 2009
- [3] 해양수산부, 'AMP 기술의 현재와 미래' 심포지엄 자료, 2019. 10. 16.
- [4] 국가기술표준원, KS V IEC/ISO 8005-1: 2004, 정박 중 설비연결-제1부: 고전압 선외 수전설비-일반요건,
- [5] IEC 62613-1: 2019, Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) – Part 1: General requirements
- [6] IEC 62613-2: 2016, Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-systems) – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories to be used by various types of ships
- [7] IEC/ISO/IEEE 80005-1: 2019, Utility connections in port – Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems – General requirements
- [8] IEC/ISO/IEEE 80005-2: 2016, Utility connections in port – Part 2: High and low voltage shore connection systems – Data communication for monitoring and control
- [9] KS V IEC/ISO/IEEE 80005-1: 2014, 정박중 설비연결 제1부: 고전압 선외 수전설비 – 일반요건
- [10] IEC 62271-200: 2011, High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal – enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- [11] 해양수산부, 제2차 신항만건설 기본계획(2019~2040), 2019. 08. 02.
- [12] 이연경 외, AMP 설치 수요조사 및 추진과제연구, KMI, 2017, P73
- [13] <https://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/shore-power/shore-power-systems-for-ships>, 2020. 09. 18. 접속

본 이슈리포트는 해양수산 관련 이슈의 기술 동향에 대하여 전문가가 작성한 보고서이며,
해양수산과학기술진흥원의 공식견해가 아님을 알려드립니다.

고압 육상전원공급설비(AMP) 기술 동향

발 간 일 2020년 9월 30일

발 간 처 해양수산과학기술진흥원

주 소 (06775) 서울특별시 서초구 마방로 60 8, 9, 10층(양재동, 동원에프앤비빌딩)

전 화 02-3460-4000

홈페이지 www.kimst.re.kr



고압 육상전원공급설비 (AMP) 기술 동향



해양수산과학기술진흥원
Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion