



선박 전자기관사를 위한 교육모델 개발

류기탁 · 이윤형†
(한국해양수산연수원)

Development of a Training Model for Electro-Technical Officers on Ships

Ki-Tak RYU · Yun-Hyung LEE†
(Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology)

Abstract

The purpose of this paper is to develop a training model and to make a syllabus for electro-technical officers(ETOs) on ship. In order to complete the purpose, firstly we study on qualification for electro-technical officers and also examine the foreign, domestic cases. Secondly, through the STCW convention and the IMO Model Course 7.08, we have compared the standards of competence for officers in charge of an engineering watch and ETO, and analyze the additional standards of competence to acquire the ETO's licenses. Finally, based on the results of this, we will suggest the development of a training model that officers in charge of an engineering watch must complete in order to obtain an ETO's license. This paper is expected to be useful in the educational institution preparing for training course.

Key words : Officer in charge of an engineering watch, Electro-technical officer, Training model, IMO model course

I. 서론

최근 선박은 전기·전자 분야에서의 지속적인 발전과 신기술이 도입됨에 따라 이를 전담할 인력이 필요하게 되었다. 여객선, 탱커, 컨테이너선 등에서는 전자제어로 연료를 분사하는 전자식 엔진이 탑재되고, 대형 해양플랜트 구조물과 같은 선박에서는 DP 시스템이 장착되었다. 또한 전기추진 선박은 주추진기로 주파수 변환기를 적용한 전동기와 드라이버를 사용한다. 기술적 측면에서 중요한 요소는 일반적으로 기관실, 선교, 화물의 적·양하 시스템에서 컴퓨터 제어를 적용하고 감시한다는 것이다(J. Mindykowski, 2014).

이와 같은 선박은 전기·전자 및 제어 공학 분야의 기술과 자격에 의해 안전운전이 크게 좌우된다.

전기추진 선박, 전자제어 기관 선박, 복잡한 컴퓨터 제어 감시 시스템은 능력 있고, 잘 준비된 기관사에 의해 관리되어야 한다. 이를 다루는 기관사는 관련된 지식을 가지고 있어야 하지만 오랫동안 선박 기관실에만 근무한 기관사는 관련 지식을 얻기 어려워 깊은 이론적 배경과 적절한 훈련이 요구된다(Marine engineers review, 2006). 이러한 여러 요구를 수용하여 전자기관사에 대한 면허를 STCW 협약(2010년 마닐라 개정)에서 신설하였다(STCW part A/Table A-III/6, 2010).

국제협약이 채택되면 당사국은 각국의 법체제와 문화에 따라 자국의 국내법으로 어떻게 수용할지 여부를 판단하게 된다. 이에 따라 대한민국, 뉴질랜드, 영국, 미국 등의 나라는 전자기관사 제도를 마련하여 반영하였다.

† Corresponding author : 051-620-5823, domse54@seaman.or.kr

STCW 협약에 따르면 750kW 이상의 주추진 기관이 장착된 선박에서 전자기관사로 승선하고자 할 경우에는 전자기관사로서 자격증명을 갖출 것을 명시하고 있다. 이는 강제규정이 아닌 임의규정으로서 전자기관사 승무에 대해서는 각 국가에서 정하는 규정에 따르게 된다(Lee, 2014).

우리나라의 선박직원법에서는 전자기관사 승무를 강제화하지 않고, 선박소유자의 재량에 맡기도록 하고 있다. 따라서 선박소유자는 필요에 따라 독립된 전자기관사를 추가로 승선시키거나 기존 기관사에게 검직을 수행하도록 할 수 있다.

또한, 동법에서 전자기관사 면허로 선박에서 최초로 관련 직무를 수행하고자 하는 경우에는 승인된 전자기관사 교육과정을 이수하도록 규정하고 있으며 이는 2019년도부터 시행될 예정이다(선박직원법 시행령 22조, www.law.go.kr).

선박 건조 및 운용 환경의 변화에 따라 전자기관사의 승무 필요성과 역할은 점차 강화될 것이므로 전자기관사에 대한 특화된 교육이 필요하다. 우리나라에서 전자기관사 면허를 취득하기 위해서는 지정교육기관의 정규과정을 거치거나 승무경력을 충족하고, 전자기관사 관련 승인된 교육을 수료하여야 한다. 전자의 경우 교육내용을 개편하여 시행하고 있으나 후자의 경우는 아직 마련되어 있지 않다.

따라서 본 논문에서는 전자기관사 면허를 취득하는 위의 경로 중 승무경력이 충족된 사람 또는 기존 당직기관사 면허를 소지한 기관사가 전자기관사 면허 취득을 위한 교육 모델 개발에 대해 살펴보려고 한다.

이 교육과정 개발을 위해 본 논문에서는 우선 STCW 협약에서 요구하는 전자기관사의 요건과 이를 수용한 외국 사례와 국내법을 살펴본다. 다음으로 STCW 협약과 IMO 모델코스를 바탕으로 당직기관사의 해기능력 기준과 전자기관사의 해기능력 기준을 서로 비교분석함으로써 기존의 당직기관사가 전자기관사의 면허를 취득하기 위해 추가적으로 필요한 해기능력 기준을 식별한

다. 이를 통해 전자기관사에게 필요한 교육내용을 검토한다. 최종적으로 이 분석결과를 기반으로 당직기관사가 전자기관사 면허취득을 위해 이수해야 할 신규 면허취득 교육과정의 교육 모델 개발에 대해 제안하고자 한다.

II. 전자기관사 관련 규정

본 장에서는 STCW 협약에서 요구하는 전자기관사의 면허요건과 이를 수용한 외국과 우리나라의 현황에 대해 살펴본다.

1. STCW 협약 상 전자기관사 요건

2010년 개정된 STCW협약(마닐라 개정)에서는 기관사의 면허취득자격 요건과 교육 훈련요건이 강화되었을 뿐 아니라, 전자기관사의 면허제도도 새로이 신설되었다. 전자기관사 승무는 기국 또는 선박소유자의 판단에 따르도록 규정하고 있지만, 외국의 경우 전자기관사를 점차 승무시키는 추세이다. 일부 국가에서는 해양플랜트의 전기담당 엔지니어로 근무하는 사람에게 전자기관사 면허 소지를 의무화하고 있다.

STCW 협약에서는 추진동력 750kW 이상의 주추진기관에 의하여 추진되는 항해선에 승무하는 전자기관사는 18세 이상이어야 하고, 해당 면허를 소지하도록 STCW III/6에 명시하고 있다. 면허 취득을 위한 승무경력은 다음 두 가지 경우 중 하나를 충족해야 한다. 첫 번째는 12개월 이상의 결합된 공장 기술 훈련(workshop skills training)과 승인된 승무경력(sea service)을 갖추어야 하며 이 경력 중 최소 6개월 이상은 승무경력이어야 하고, STCW A-III/6에 적합한 훈련기록부도 작성하여야 한다. 두 번째는 30개월 이상의 승무경력을 포함하여 36개월 이상의 결합된 공장 기술 훈련과 승인된 승무경력을 갖추는 경우이다.

이 두 가지 경우 모두 STCW A-III/6에 충족하

선박 전자기관사를 위한 교육모델 개발

는 승인된 교육과 훈련을 이수하여야 하며, STCW A-VI/1의 기초안전교육, A-VI/2의 생존정과 구조정교육, A-VI/3의 상급소화교육, A-VI/4의 응급처치 교육을 이수하도록 규정하고 있다.

한편, 전자기관사의 해기능력 기준은 당직 기관사의 운항급(operational level)에 해당하는 내용으로 되어 있다. 또한, STCW 개정 협약이 발효되기 전 최근 60개월 이내에 선원의 관련 직무 수행 기간이 12개월 이상이면 STCW A-III/6의 해기능력 기준을 충족할 경우 STCW III/6의 규정요건을 충족한 것으로 보고 있다.

위의 규정 사항들에 불구하고, 당사국이 적절하게 자격을 갖춘 사람을 STCW A-III/6의 특정 기능을 수행할 수 있도록 협약에서 규정하고 있다.

2. 국·내외 전자기관사 면허 규정

가. 뉴질랜드

뉴질랜드는 STCW III/6에 근거하여 전자기관사 면허를 발급하고 있으며, 면허 소지자는 전기, 전자 및 제어 관련 기능과 직무를 수행할 수 있도록 규정하고 있다(ETO, 2016).

면허 취득을 위해서는 시력을 포함한 건강상 문제가 없어야 하고, 성격에 이상이 없는 적합한 사람이어야 한다. 이를 증명하기 위한 별도의 양식이 있으며 면허 신청 3개월 내 작성되어야 하고 경찰신원조회서(police clearance report)를 제출해야 한다.

면허에 필요한 승무경력에 앞서 설명한 STCW 협약의 두 가지 경우와 동일하나 공장기술훈련에 있어 두 가지 경우 모두, 최소 6주의 훈련기간을 규정하고 있다. 이때 승무 경력은 면허 신청 직전 10년 내의 경력이어야 한다. 여기서 공장기술 훈련은 승인된 기관으로부터 육상에서 수행되며, 승무경력에서 요구되는 훈련기록부는 자격 있는 평가자에 의해 문서화되어야 한다.

교육·훈련부문에 있어 12개월 승무경력의 경우

교육·훈련 사항을 개발 중에 있고, 36개월 승무경력의 경우 공장기술훈련이 포함된 전자기관사 교육과정(ETO training course)을 통과해야 한다.

STCW 협약에서 요구하는 승무 경력은 선박의 선장이나 회사로부터 증명되고, 문서화된 것이어야 하며 승무 경력 증명서에는 <Table 1>의 내용이 포함되어 있어야 한다.

<Table 1> Details that should be contained in the document

	The contents of document
Details	<ul style="list-style-type: none"> - your employer's name and contact details - the name, tonnage and type of vessel(for example, cargo vessel, tanker, bulk carrier) - the type of cargo carried and area of operation - the engine type, make, model and output power - the dates you were employed and the sea time completed between those dates - your duties, including the actual time you spent on engine room watchkeeping

Source: ETO-Guidance for CoC, MNZ

추가적인 교육훈련 사항으로 STCW A-VI/1의 기초안전교육, A-VI/2의 생존정과 구조정교육, A-VI/3의 상급소화교육, A-VI/4의 응급처치 교육 등 기관부 선박직원으로서 받아야 하는 기본적인 교육훈련을 수료해야 한다.

면허 취득을 위해 STCW A-III/6의 해기능력 기준 여부에 대한 시험을 통과해야 하며 최종 시험은 구두시험으로 승인된 기관에서 시행되고, 그 결과는 정부로 보고된다.

나. 영국

영국은 STCW 협약에 따라 선주와 당사국이 업무에 적절하다고 판단하는 경우 전자기관사 관련 업무를 해당 면허를 소지하지 않고도 업무를 할 수 있게 하고 있다. 그러나 전자기관사 자격

으로 승무한다면 해당 면허를 소지하도록 규정하고 있다(MSN 1860, 2015). 또한, STCW 협약과 별도로 상급전자기관사(SETO)에 대한 면허 제도를 가지고 있다.

전자기관사의 승무는 선주와 기국이 서로 동의하지 않는다면 강제사항이 아니므로 선박의 승무 정원증서(Safe Manning Document)에 이에 대한 사항을 명기하고 있다(MSN 1860, 2015).

전자기관사 면허를 발급하기 위해서는 다음의 3가지 경우로 구분하고 있다.

우선 정부에서 승인한 실습생 과정(cadet course)을 이수한 경우로 최소 12개월의 통합된 승선경력과 공장기술 훈련을 완료해야 한다. 여기에는 주추진기관 750kW 이상의 상선에서 STCW A-III/6의 요구사항을 충족하는 선내훈련(onboard training)이 결합되고 승인된 훈련기록부로 문서화된 최소 6개월의 승선경력과 최소 3개월의 승인된 공장기술 훈련을 포함해야 한다. 또한, STCW A-III/6의 해기능력 기준을 충족하는 승인된 교육훈련 과정을 마쳐야 한다.

다음으로 위의 실습생 과정을 거치지 않는다면 요구되는 승선경력은 사례별로 6개월 이상 33개월 이하이며 공장기술 훈련기간이 포함된다. 또한, 전자기관사 해기능력 기준을 충족하기 위해 승인된 전기·전자 관련 모듈을 수행해야 한다.

다만, 전기 또는 전자공학 관련 학위를 소지하거나 유럽국가에서 전기·전자관련 직업 교육 증명이나 일정수준의 수습 기간을 가진 경우 또는 STCW 협약에 따르는 기관사 면허나 해군에서 전기전자 업무 경력이 있으면 전자기관사 필요경력과 교육의 예외를 인정하고 있다. 사례별로 필요한 승선경력과 예외사항 등은 IAMI(International Association of Maritime Institution)에서 제출된 자료를 바탕으로 판단하여 전자기관사 면허 취득을 위한 경로와 필요한 승선경력 및 공장기술 훈련 기간 그리고 수행할 모듈을 제공한다.

마지막으로 기존의 전자기관사 또는 유사직무

로 12개월 승선 경력이 있는 경우이다. 승인된 기관으로부터 전기·전자관련 필기시험을 통과하고, 승인된 전자기관사 관련 해기능력 기록부(Competency Record Book)를 작성해야 한다. 과거 직무 경험이 있는 사항에 대해서는 경험을 토대로 기록부를 작성하며 직무 관련 서명은 영국 면허를 가진 기관장이 해야 한다. 12개월 이상 승무경력을 가진 기존의 전자기관사는 공장기술 훈련이 면제된다.

위 3가지 경우 모두 STCW A-VI/1의 기초안전교육, A-VI/2의 생존정과 구조정교육, A-VI/3의 상급소화교육, A-VI/4의 응급처치 교육 등 기본적인 안전교육훈련과 고전압 교육, 리더십 및 팀워크 교육, 전자식 항해장비 정비교육과 GMDSS Radio 정비교육을 수료해야 한다. 그리고 전자기관사에 대한 MCA(Maritime and Coastguard Agency) 구두시험을 통과해야 한다.

다. 미국

전자기관사 제도 신설에 따라 미국은 본 면허를 취득하기 위한 지침을 제공하고 있으며 협약에서 요구하는 기본적인 승선경력을 충족하고, 별도의 교육과 시험을 거쳐 면허를 발급한다.

36개월 이상의 통합된 공장기술 훈련과 기관실 승선경력을 요구하며 이 중에서 30개월 이상은 전자기관사 관련 기관실 근무경력이어야 한다. 여기서 갑판부에서의 경력도 3개월까지 인정한다. 공장기술 훈련은 180일 초과해서는 안 되며 육상 실습, 항내 당직 또는 정비, 기관실 시뮬레이터, 전기 시스템이 운용 및 유지보수 되는 시설 등에서의 훈련이 가능하다. 또는, STCW A-III/6을 충족하는 12개월 이상의 공장기술 훈련과 승선경력이 통합된 승인된 훈련 프로그램을 거쳐야 한다. 이후 STCW A-III/6의 해기능력 기준을 충족하는 별도의 평가를 통과해야 하고, <Table 2>의 훈련을 수료해야 한다. 기존의 전자기관사는 60개월 이내 12개월 이상의 승선경력이 요구되며 승선 경력은 <Table 2>의 4)에서 9)까지의

경험을 포함해야 한다. 그리고 선박직원으로서의 안전교육과 별도의 승인된 평가를 거치면 면허 취득 요건을 갖추게 된다.

<Table 2> The required training of Electro-Technical Officer

The training list	
Items	1) medical first aid provider
	2) basic and advanced fire fighting
	3) proficiency in survival craft and rescue boats other than fast rescue boats
	4) onboard computer networking and security
	5) radio electronics
	6) integrated navigation equipment
	7) ship propulsion and auxiliary machinery
	8) instrumentation and control systems
	9) high voltage power systems

Source: NVIC 23-14, USCG

라. 국내법

우리나라는 선박직원법 제2조 제3호에 전자기관사 명칭, 동법 제4조 제2항 제2의2호에 전자기관사 등급, 동법 제11조 제2항 제4의2호에 전자기관사 직무에 관해 규정하고 있다.

선박직원법 시행령 제16조 제3항에서는 전자기관사를 3급·4급 항해사 및 기관사와 동등한 수준으로 설정하고 있으나 동법 시행령 제22조 최저승무기준에는 전자기관사를 포함하지 않고 임의로 규정화하여 선박소유자에게 재량권을 부여하고 있다.

요구되는 승선경력은 4급 기관사 면허 이상을 소지하고, 주기관 추진력 750kW 이상의 선박에서 선박직원으로서 1년 이상 근무하는 것이며 그 밖의 5급 기관사 이하의 면허는 선박, 직무 그리고 승무기간에 따라 요구되는 경력이 다르다. 만약, 기관사 면허가 없는 경우는 5년의 승선경력을 요구하고 있다. 이러한 승선경력에 대해 지정 교육기관의 승인된 교육과정을 거치면 요구되는 승선경력을 해결할 수 있다. 전자기관사 면허 취득을 위한 평가는 선박직원법 시행령 제12조에

따라 필기시험으로 시행한다.

선박직원법 시행령 제22조 제8항에서는 기관사가 전자기관사 면허를 받고 최초로 해당 직무를 수행할 때는 면허취득 교육을 받도록 하고 있다. 그러나 동법 시행규칙 부칙 제190호에서 관련 면허취득교육은 2019년 1월 1일부터 시행하도록 규정하고 있다.

Ⅲ. 전자기관사 교육 내용

본 장에서는 당직기관사와 전자기관사에 대해 STCW 협약에 나타난 해기능력 기준, 그리고 IMO 모델코스의 해기능력과 시간을 서로 비교한다. 이를 통해 기존의 당직기관사가 전자기관사 면허를 취득하기 위한 추가적인 해기능력을 분석하고, 전자기관사에게 필요한 교육내용에 대해 살펴본다.

1. 교육 내용 개요

STCW A-Ⅲ은 강제사항으로 선박 기관부에 근무하는 사람에 대한 자격 요건들을 명시하고 있다. 관리급, 운항급, 보조급으로 구분하여 훈련사항, 해기능력 기준 등을 제시하고 있다. 선박의 기관장, 1기사가 관리급에 속하고, 당직기관사와 전자기관사가 운항급으로 분류된다. 당직부원, 유능부원, 전자기관부원은 보조급에 해당한다.

당직기관사와 전자기관사는 모두 운항급이기 때문에 요구되는 해기능력 능력 기준을 살펴보면 서로 유사한 내용이 많다. 그러나 기존 당직기관사가 전자기관사의 면허취득을 위해 필요한 교육은 전자기관사에 특화되고, 전문화되어야 한다. 따라서 중복되는 부분들을 제외하고, 전자기관사에서만 요구되는 해기능력을 파악하면 이를 전자기관사에게 필요한 교육내용으로 생각해 볼 수 있다.

2. 당직기관사와 전자기관사 해기능력 기준

가. STCW 협약

STCW A-III/1의 당직기관사에 대한 해기능력 최저기준은 운항급으로 4가지 기능으로 분류된다. 선박기관공학, 전기·전자 및 제어공학, 보수관리와 수리 그리고 선박운항의 통제와 선상의 인명관리이다. 기능별로 해기능력, 지식·이해 및 기술, 해기능력 입증 방법, 해기능력 평가 방법을 명시하고 있다. 반면, STCW A-III/6의 전자기관사에 대한 해기능력 최저기준은 3가지 기능으로 분류된다. 전기·전자 및 제어공학, 보수관리와 수리 그리고 선박운항의 통제와 선상의 인명관리이다.

당직기관사와 전자기관사 해기능력 기준을 비교·분석하여 전자기관사에만 해당하는 해기능력 기준을 정리해보면 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Standard of competence for ETO compare to officer in charge of an engineering watch

Function	Competence
Electrical, electronic and control engineering at the operational level	<ul style="list-style-type: none"> - monitor the operation of electrical, electronic and control systems - monitor the operation of automatic control systems of propulsion and auxiliary machinery - operate generators and distribution systems - operate and maintain power systems in excess of 1,000 volts - operate computers and computer networks on ships
Maintenance and repair at the operational level	<ul style="list-style-type: none"> - maintenance and repair of automation and control systems of main propulsion and auxiliary machinery - maintenance and repair of bridge navigation equipment and ship communication systems - maintenance and repair of electrical, electronic and control systems of deck machinery and cargo-handling equipment - maintenance and repair of control and safety systems of hotel equipment

Source: STCW code part A-III/6

전자기관사에게만 특화된 해기능력 기준은 <Table 3>에서 확인할 수 있듯이 주로 전기, 전자, 제어 시스템에 관련된 항목이며, 1kV 초과 고전압의 유지보수와 컴퓨터 네트워크 시스템이 포함된다. 또한 선박 추진장치의 제어시스템 뿐만 아니라 항해·통신 장비, 갑판기와 하역 장비의 유지보수에 대한 해기능력을 요구하고 있다. 이는 당직기관사에게는 요구되지 않는 추가적인 것으로 전자기관사는 이에 대한 해기능력을 갖추어야 한다.

전자기관사 해기능력 기준 중 선박운항의 통제와 선상의 인명관리 기능은 동일한 당직기관사 해기능력 기준 항목 범주 내에 있는 것으로 분석되었다.

나. IMO 모델코스

전자기관사의 IMO 모델코스 7.08(IMO model course 7.08, 2014)은 2014년도 완성되었다. 당직기관사의 모델코스 7.04(IMO model course 7.04, 2014)와 비교했을 때 모델코스 7.08에서 요구하는 총 교육시간은 992시간(기능 1: 686시간, 기능 2: 279시간, 기능 3: 27시간)으로 당직기관사의 모델코스 교육시간 1569시간(기능 1: 606시간, 기능 2: 400시간, 기능 3: 402시간, 기능 4: 161시간)의 63.2%에 해당한다. 두 모델코스에서 중복되는 부분들을 제외하고 전자기관사에게만 요구되는 해기능력별 교육시간을 분석하면 <Table 4>와 같다.

<Table 4>에서 위에서부터 차례대로 5개의 해기능력과 나머지 4개의 해기능력은 각각 <Table 3>의 전기·전자 및 제어공학 기능과 보수 관리와 수리 기능에 해당하는 것이다.

전기·전자 및 제어공학 기능 중 전기, 전자 및 제어 시스템의 운전 감시에 대한 해기능력이 447시간으로 가장 많다. 내용을 분석해 보면 크게 기계공학 부분, 전기 이론 및 장치 부분, 제어 기술과 장치부분으로 구분되어 있고, 전반적인 내용에서 당직기관사 모델코스와 중복되거나 운항급 기관사가 선박에서 경험하고 수행하는 직무가

선박 전자기관사를 위한 교육모델 개발

많다. 또한, 특수선에 대한 화물 취급 시스템은 특수선 승선 시 필요한 필수 직무 교육과정에 포함되는 내용이다.

<Table 4> Total hours for each competence

Competence	Total hour
monitor the operation of electrical, electronic and control systems	447
monitor the operation of automatic control systems of propulsion and auxiliary machinery	15
operate generators and distribution systems	12
operate and maintain power systems in excess of 1,000 volts	47
operate computers and computer networks on ships	120
maintenance and repair of automation and control systems of main propulsion and auxiliary machinery	30
maintenance and repair of bridge navigation equipment and ship communication systems	54
maintenance and repair of electrical, electronic and control systems of deck machinery and cargo-handling equipment	55
maintenance and repair of control and safety systems of hotel equipment	30

Source: IMO model course 7.08

주추진 및 보기의 자동제어 시스템에 대한 운전 감시 해기능력은 보조기계를 주로 다루는 운항급 당직기관사의 주요 업무에 해당한다. 그리고 발전 및 배전시스템 운용과 1kV 이상 고전압 전력 시스템의 운용 관리에 대한 해기능력은 별도의 법정교육인 고전압 운용교육, 고전압 직무교육 내용과 유사하다(Lee, 2016). 그러나 고전압 관련 법정교육은 고전압 전기 안전이 중점인 교육이므로 전기추진 선박과 관련된 내용은 포함되지 않아 이에 대한 내용은 중점적으로 다룰 필요가 있다.

선박의 컴퓨터와 네트워크 운용에 대한 해기능력은 새로운 사항으로 데이터 프로세싱, 네트워크의 구조와 운용, 선교와 기관실의 특수 목적용

컴퓨터 사용 등으로 구성되어 있다.

이와 같은 분석을 바탕으로 전기·전자 및 제어공학 기능에서 기존의 운항급 기관사가 학습해야 할 사항을 <Table 5>에 정리하여 나타내었다.

<Table 5> Total hours for required performance of electrical, electronic and control engineering at the operational level

Required performance	Total hour
prime movers, including main propulsion plant	20
electronics and power electronics	45
propulsion control systems	9
electrical propulsion of the ships, electrical motors and control systems	15
main features of data processing	45
construction and use of computer networks on ships	30
bridge based, engine room based and commercial computer use	45

Source: IMO model course 7.08

보수 관리와 수리 기능에 있어 주추진 및 보조 기계의 자동화와 제어시스템의 보수 관리에 대한 해기능력에는 주추진 장치의 제어시스템, PID 제어기와 기타 부수장치 제어시스템에 대한 유지보수 절차를 요구한다. 위의 주추진 장치의 제어시스템에 대한 유지보수 사항을 제외한 나머지 사항은 운항급 당직기관사가 주로 다루는 내용이다.

항해장비와 선박통신 시스템의 보수 및 관리에 대한 해기능력 기준은 기존의 기관사가 보통 다루지 않는 항목이기 때문에 세심한 교육이 필요하다.

갑판기기와 화물 취급 장비의 전기, 전자 및 제어시스템의 보수 관리 해기능력은 갑판기기의 동작원리와 유지보수 사항과 하역장비인 크레인, 냉동컨테이너, 액화물 시스템에 대한 원리와 유지보수 및 위험구역 전기작업 안전 사항을 요구한다. 갑판기기는 당직기관사 해기능력 기준에서

요구하는 사항이며, 액화물 시스템 관련 선박에 승무하는 기관사는 별도의 기초교육과 직무교육에서 관련 내용을 학습하므로 교육에 이를 고려할 필요가 없을 것으로 판단된다.

거주구역 장비의 제어와 안전 시스템의 보수·관리의 해기능력에서 요구되는 교육내용은 기존 기관사들의 업무 범주에 포함된다.

이를 바탕으로 보수 관리와 수리 기능에서 기존의 운항급 당직기관사 면허 소지자가 학습해야 할 사항을 분석하고 정리하여 <Table 6>에 나타내었다.

<Table 6> Total hours for required performance of maintenance and repair at the operational level

Required performance	Total hour
maintenance and repair of automation and control systems of main propulsion and auxiliary machinery	30
radars, global navigation satellite systems, inertial navigation system, ship compass equipment, speed logs, echosounder systems, marine autopilots, voyage data recorders, navigation lights, search lights, ship horns and sound signal systems, wind trackers	39
ship communication systems	15
deck cranes	5
reefer containers	6
electrical and electronic systems operating in flammable areas	15

Source: IMO model course 7.08

IV. 전자기관사의 교육모델 개발

1. 교육모델 개발의 필요성

STCW 협약의 기관부 자격증명에서 전자기관사 면허 취득을 위해 승인된 교육을 수료하도록 규정하고 있기 때문에 협약의 요구에 맞는 교육 개발이 필요하다.

우리나라의 기관사 면허는 1급에서 6급으로 분

류되어 급수별로 기관출력에 따라 승무 기준이 구분되어 있지만 전자기관사는 별도의 면허급수와 승무기준이 없다. 따라서 전자기관사의 승무여부는 선박소유자가 승무에 대한 필요성을 판단하여 결정한다. 전자기관사 승무시 기존 기관사의 겸직형태 또는 추가적으로 승무시키는 방법을 고려할 수 있으나 현재 국내에서는 선박소유자의 재량으로 전자기관사가 승무한 사례는 없다.

그러나 선박이 점차 고도화, 자동화되는 추세이고 전기추진 선박, 선박의 전자제어 기관 탑재 등으로 인해 전자기관사의 수요가 점차적으로 증가될 것으로 예상된다. 또한, 일부 외국에서는 전자기관사 승무를 시행하고 있어 운항급인 전자기관사에 대한 교육준비가 요구된다.

한편, 국내 해기사의 해외 진출이나 해양플랜트 분야의 진출 측면에서 외국적선과 함께 해외 해양플랜트에서 전자기관사 승무를 강제화하는 경우도 있으므로 전자기관사 면허제도에 따른 교육준비가 필요하다.

2. 전자기관사 교육 모델 개발

3장에서 분석한 STCW 협약과 국제적인 교육기준이 되는 IMO 모델코스를 기반으로 우리나라 직무특성을 고려한 효과적인 교육모델을 개발해야 한다. 이때 모델 코스는 권고사항이므로 교육항목별 시간을 모두 충족할 필요는 없으나 해당 교과목에 대한 사항은 고려해야 한다.

3장의 교육내용 분석을 기반으로 교육 모델을 제안하고자 하며 교과목과 교육 내용을 검토하고 <Table 7>과 같이 제안한다.

전자기관사의 고전압에 대해 요구되는 해기능력기준이 고전압 직무교육 내용과 유사하므로 교육의 중복을 방지하기 위해 본 교육과정 중 고전압 직무교육을 수료하도록 하여서 해기능력 기준을 충족하도록 해야 한다.

본 논문에서는 고전압 직무교육 3일, 이론교육 35시간, 실습교육 15시간으로 모두 50시간의 7일

선박 전자기관사를 위한 교육모델 개발

교육을 합하여 총 10일 교육 모델을 제안한다. 이때 이론교육과 실습교육 및 시간 배분은 앞에서 살펴본 IMO 모델코스 7.08을 분석하여 제시한 것이다.

제안한 교육 모델의 내용은 크게 기관관련 항목과 항해·통신 장비 2부분으로 8개의 과목으로 분류된다. 주추진 시스템의 교육내용은 주추진 장치의 구성, 제어 장치, 안전장치와 이에 대한 유지 보수사항이다. 최근 선박의 추진기관은 전자제어 기관이 주로 탑재되고 있으므로 위의 내용이 이를 기반으로 한 내용으로 구성되어야 할 것이며, 추가하여 기존의 캠축방식의 추진기관을 간략히 언급할 필요가 있다.

최근 추진 장치는 친환경적이고, 제어의 효율

성을 높이기 위해 전동기를 이용한 전기 추진 선박이 차츰 늘어나고 있다. <Table 7>에서 제시하는 것을 기반으로 전기 추진 시스템의 구성과 속도제어 방법, 사용되는 전력전자 소자의 특성과 유지보수 등의 교육내용이 구성되어야 할 것이다.

전자기관사 교육의 주요 내용 중 네트워크 시스템과 항해·통신 장비의 학습이 강조된다. 이는 기존의 기관사가 전혀 다루지 않았던 부분으로 관련사항에 문제가 발생 시 고장진단과 유지보수가 가능하도록 학습되어야 한다. <Table 7>에서 제시하는 내용을 학습하고, 현장에 직접 적용할 수 있는 능력을 키워야 하며 제안된 교육 내용이 효율적이고 실용적인 교육이 될 수 있도록 이론과 실습교육이 적절하게 배분되어야 한다.

<Table 7> The syllabus of ETO certificate of competency

Subject	Teaching contents
Main propulsion	<ul style="list-style-type: none"> - main propulsion plant configuration and efficiency - safety systems of main propulsion and parameters checks of the main propulsion - speed control systems of the propulsion - maintenance procedure and repair of main propulsion automation elements - maintenance procedure and repair of main propulsion automation control systems
Electrical propulsion	<ul style="list-style-type: none"> - starting and speed control of DC and AC motors, using power electronic converter - power electronic converters used in ship main propulsion - electric propulsion configuration and components - electric motors and frequency drives used in ship propulsion systems - methods of electric motor control used in ship propulsion systems
Programmable Logic Controller	<ul style="list-style-type: none"> - principle, construction and use of PLC - PLC work memory structure and access methods - PLC program structure
Network system	<ul style="list-style-type: none"> - serial transmission, ethernet protocols, TCP/IP medium access methods - profibus DP network, industrial ethernet network, modbus network
Navigation equipment	<ul style="list-style-type: none"> - routine maintenance and testing to bridge navigation equipment: radars, ARPA, navigation satellite systems, gyrocompasses, speed logs, autopilots, echosounders, ECDIS, VDR
Ship communication system	<ul style="list-style-type: none"> - routine maintenance and testing to GMDSS equipment, satellite communication equipment, AIS, SSAS
Deck machinery	<ul style="list-style-type: none"> - routine maintenance and repair of deck cranes, gantry cranes, reefer containers
Explosion proof	<ul style="list-style-type: none"> - types of explosion proof protection for electrical equipment - intrinsically safety

가. 이론 교육

기존 당직기관사가 학습하거나 경험해보지 못한 전자기관사의 해기능력을 충족하기 위해서는 국제 기준에 부합되고 전자기관사가 인지해야 하는 핵심적인 내용 위주로 이론교육이 시행되어야 한다.

이론 시간으로는 주추진 장치 7시간, 전기추진 장치 7시간, PLC 3시간, 네트워크 시스템 4시간, 항해 장비 7시간, 통신 장비 3시간, 갑판 장비 2시간, 방폭 시스템 2시간으로 총 35시간을 제안한다.

주추진 장치는 <Table 7>에 제시한 내용을 중심으로 캠축 구동식 엔진과 전자 제어 엔진을 비교하여 학습하고, 주요 유지보수 관점으로 학습해야 할 것이다. 전기추진 시스템에 대해 제안된 교육내용은 유지보수와 비상조치 방법 등을 학습해야 한다. 선박의 제어장치로 PLC가 많이 운용되고 있어 이에 대한 교육도 필요하다.

네트워크 시스템은 제안한 내용을 학습하되 데이터 백업, 선박 네트워크 설정 등을 중점으로 학습해야 할 것이다. 항해 장비와 통신 장비는 제시된 항해 장비와 통신장비에 대해 원리와 특성을 학습하고 테스트 방법과 주요 점검사항을 위주로 학습해야 한다.

나. 실습 교육

제안한 교과목에서 실습이 필요한 부분은 주추진 장치 4시간, 전기추진 장치 3시간, 항해 장비 4시간, 통신장비 4시간으로 총 15시간으로 분석하여 식별하였다. 일반적으로 기관사가 쉽게 경험할 수 없는 항목으로 이론 교육 후 별도의 실습이 필요하다. 이러한 실습을 위해서는 해당되는 장비 구축이 선행되어야 한다.

최근 대부분의 선박이 전자제어 기관을 탑재하지만 이에 대한 전문적인 지식이 부족하다. 따라서 이론적으로 학습한 내용을 바탕으로 실제 전자제어 기관을 보면서 주요 고장 부위 확인 및 고장진단을 학습할 필요가 있다. 따라서 현재 운

용되고 있는 전자제어 기관을 시뮬레이터로 구현하여 실습에 활용해야 한다. 또한, 전기추진 시스템도 차츰 증가 추세임에 따라 이론적으로 학습하고, 그에 따른 실습이 이루어져야 한다. 선박에 탑재된 전기 추진관련 전기·전자 및 제어장비를 그대로 구현하여 시스템 친숙화와 더불어 주요 제어 기능 및 장비 보호에 대한 실습을 해야 한다. 항해·통신 장비는 기관사가 주로 다루지 못하고 학습이 되어 있지 않은 분야이므로 제안한 교육내용에 포함된 항해·통신 장비들을 현장과 동일하게 구축하여 실제 장비를 다루어 보고 정비 시 주의사항에 대해 실습해야 한다.

V. 결론 및 제언

선박의 전자엔진 탑재, 전기추진 선박의 등장 항해·통신 기술 업무가 증가함에 따라 전기·전자 및 제어 관련 업무를 중점적으로 맡을 기관사가 필요하게 되었고, 이를 반영하여 국제협약에서 전자기관사를 신설하였다. 전자기관사 승무는 아직 선박소유자의 재량이지만 선박의 대형화, 전자화, 자동화 추세에 따라 점차 증가할 것을 예상할 수 있다. 이러한 전자기관사의 수요 예상에 맞추어 전자기관사 관련 교육 모델과 내용에 관한 사항을 본 논문에서 검토하였다.

전자기관사 면허취득을 위해서는 승인된 관련 교육을 수료하도록 하고 있으므로 본 논문에서 STCW 협약의 해기능력 기준과 IMO 모델 코스를 비교하여 기존 기관사가 전자기관사를 취득하기 위해 학습해야 하는 교육내용을 식별하여 제안하였다. 28시간의 기관 장비와 컴퓨터 관련 내용(이론 21시간, 실습 7시간)과 22시간의 항해·통신 장비 관련 내용(이론 14시간, 실습 8시간)으로 구성되고 크게 기관장비와 항해장비에 대한 교육으로 구분된다. 이론 교육과 실습교육이 병행되어야 하며 실습교육을 위해 필요한 시뮬레이터 장비들이 우선 갖춰져야 할 것이다. 이론을 기반

으로 하되 실무에서 바로 적용 가능하도록 실습 교육이 이루어져야 할 것이다. 국내에서는 관련 교육이 2019년부터 시행되는 점을 감안하여 전자 기관사에게 적합한 교육을 개설하여 전자기관사로 승무하고자 하는 선원에게 적시에 교육을 제공해야 할 것으로 사료된다.

References

- Enforcement Decree of Ship Officer's Act, Article 22.
ETO(2016). Electro-technical Officer(ETO)-Guidance for certificate of competency, Maritime New Zealand.
- IMO model course 7.04(2014). Officer in charge of an engineering watch.
- IMO model course 7.08(2014). Electro-technical officer.
- J. Mindykowski(2014). MET Standard for electro-technical officers, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Transnav, pp. 587~590.
- Lee, Sang-il · Choi, Jung-hwan(2014). A Study on the method of adoption of Korean law for the electro-technical officer, Journal of Korean Society of Marine Engineering, 38(4), pp. 486~494.
- Lee, Yun-Hyung · So, Myong-Ok · Ryu, Ki-Tak (2016). A study on the contents of the high voltage training for engineering officers on ships, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 28(6), 1591~1601.
- MSN 1860(2015). (M) UK requirements for electro-technical officers, Maritime & Coastguard Agency
- NVIC 23-14(2014). Guidelines for qualification for STCW endorsements as electro-technical officer on vessels powered by main propulsion machinery of 750kW/1,000HP or more.
- STCW part A/Table A-III/1(2010). Specification of minimum standard of competency for officers in charge of an engineering watch in a manned engine-room or designated duty engineers in a periodically unmanned engine-room.
- STCW part A/Table A-III/6(2010). Specification of minimum standard of competency for electro-technical officers
- Unknown(2006). Are engineers getting the electrical training they need?, Marine Engineers Reviews, Vol.-No.3, 35~36.
- www.law.go.kr

-
- Received : 10 March, 2017
 - Revised : 18 April, 2017
 - Accepted : 28 April, 2017