

새로운 첨단기기의 도입에 따른 전자항해시스템 교육요목의 설정 방안

신철호*

*목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

Syllabus Setup Scheme of the Electronic Navigation System Followed by Introduction of New High-Technology Instruments

Chul-Ho Shin

Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 최근 개발 도입되고 있는 첨단항해계기와 관련된 새로운 기술, 관련 국제기준과 세계주요해양대학의 항해계기 관련 교육현황을 분석하였다. 그리고, 분석결과를 바탕으로 새로운 전자항해교육을 위한 교과목의 세부 요목을 제시하였다. 이것은 시대적 흐름을 반영한 해기교육과정의 편성과 해기면허시험의 세부요목을 설정하는데 참고 자료로서 충분히 활용할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 전자항해학, 전파항해학, 항법시스템, 항해계기, 해기교육

Abstract : *New technologies are introduced to recently developed high-technology navigational instruments, and relevant international regulations, requirements and so on have thereby been developed and amended appropriately. These have to be reflected to education and/or training programs for watch officers and masters. In this connection, a syllabus of lectures for the electronic navigation system is proposed by using status analyses of navigational instruments and relevant international regulations and technologies. This can be served as a good reference and help for updating academic programs and detailed scope of examination for the issue of certificates.*

Key words : *Electronic navigation, Radio navigation, Navigation system, Navigational instruments, Maritime education*

1. 서론

최근 컴퓨터, 전자, 통신 및 제어 기술의 빠른 발전으로 성능 대비 가격이 급격히 하락하고 손쉽게 첨단기술을 응용 할 수 있게 됨에 따라, 각종 첨단 항해계기가 속속 등장하고 있다. 그리고, GPS(Global Positioning System)의 자유로운 사용으로 정확한 실시간 위치와 정확한 시각의 입수가 용이하게 된 것도 각종 시스템의 통합화 및 첨단계기의 개발에 기여하였다(신과김, 2000).

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 이와 같은 최근의 전파통신 및 항해기술의 발달을 1974년 SOLAS(the Safety of Life at Sea)협약에 반영하기 위하여 1993년부터 SOLAS협약 제5장의 전면 개정작업을 진행하여 왔으며, 2000년 73차 MSC(the Maritime Safety Committee)에 개정안을 채택하였다. 채택된 개정안은 묵시수락절차를 거쳐 2002년 7월 1일 국제적으로 발효되었다. 개정된 SOLAS협약 제5장에는 전자해도(ECDIS,

Electronic Chart Display and Information System), 선박 자동식별장치(AIS, Automatic Identification System), 항해데이터기록기(VDR, Voyage Data Recorder) 및 음향수신시스템(Sound Reception System)과 같은 새로운 항해장비들이 도입된 반면 RDF와 같은 장비는 자취를 감추게 되었다. 또한 레이더, ARPA(Automatic Radar Plotting Aids), 회두각속도계(Rate of Turn Indicator)와 같은 항해장비들은 그 탑재 대상 선박이 강화되었다.

이와 같이 많은 새로운 전자계기가 도입되고 선상탑재가 강제화되고 있음에도 불구하고, 현재의 해기사 양성기관에서는 담당 교관의 판단하에 재래의 전파항법 교육을 조금 보완하는 선에서 진행하고 있는 것이 현실이다. 그리고, 해기면허시험에서도 폐지되거나 사실상 사용하고 있지 않은 계기나 그와 관련한 항법에 관한 문제가 일부 출제되기도 하고, 제때에 정비되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 전자항해 교육의 현황을 분석하고 개선점을 도출하여 새로운 교육 방향과 범위를 설정할 필요가 있다.

새로운 기술과 계기의 도입에 따른 선교근무자에 대한 기술교육의 새로운 수요에 관한 연구 등이 수행되었으나(Holder, 2002, Patraiko, 2002, Sorensen, 2002, Winbow, 2002, Winbow,

* 정회원 chshin@mmu.ac.kr 061)240-7063

2003, IFSMA, 2003, Nautical Institute, 2002), 일부 새로운 항해계에 한정하거나 교육의 큰 방향 제시에 그치고 있다.

본 논문에서는 최근 개발 도입되고 있는 첨단항해계기와 관련된 새로운 기술 및 국제기준을 분석하여 전자항해교육을 위한 교과와 구체적 요목을 제시함으로써, 시대적 흐름을 반영한 해기교육과 면허시험의 시험세부요목 설정에 참고 자료를 제공하고자 한다.

2. 전자항해계의 현황 분석

2.1 각종 전파항법시스템의 역할 퇴조

최근 몇 년 사이에 오랫동안 전파항법의 주역이었던 로란 A, 오메가, 맥카 등의 쌍곡선항법시스템과 미해군이 운영하던 위성항법장치인 NNSS(Navy Navigation Satellite System)가 GPS 등의 새로운 위성항법장치에게 그 자리를 물려주고 퇴역하였다. Table 1은 주요 전파항법시스템의 운용 폐지 및 역할 퇴조현상을 정리한 것이다.

현재 운용되고 있는 로란 C도 사실상 원양상선에서는 거의 사용되지 않고 있는 실정이며, 미국에서도 2000년 말에 폐지할 계획을 세운 바 있으나, 미국 국내의 많은 사용자들의 요구와 새로운 운용의 검토 필요성 때문에 아직 폐지 여부 및 시기를 검토하고 있는 중이다. 로란 C 방송국의 운용으로서 유럽에서는 유로픽스(Eurofix)시스템의 보정데이터 방송을 겸하고 있다.

오랜 세월동안 선박의 항해장비로 이용되어 왔던 세계 최초의 전파항법장치인 RDF(Radio Direction Finder)는 전세계 위성항법시스템(GNSS, Global Navigation Satellite System) 등의 전자항법시스템 탑재규정의 강제화와 동시에 SOLAS협약에서 사라지게 되어 더 이상 선박의 항해장비로 필요치 않게 되었다. 최근에는 RDF가 선박에 탑재되어 있어도 거의 사용하지 않기 때문에 사실상 무용지물이었으며, 법적으로도 더 이상 선박에 탑재되거나 사용할 여지가 없게 되어 역사의 유물이 되고 말았다고 할 수 있다.

2.2 SOLAS 협약의 개정에 따른 항해장비의 탑재의무 변화

2002년 7월 1일 발효된 SOLAS협약의 개정에 따라 Table 2와 같이 항해장비의 탑재 의무에 있어서 일대 전환이 이루어지고 있다고 할 수 있다(IMO, SOLAS협약, 2002).

협약의 개정에 따라 도입된 새로운 항법장치는 ECDIS, 전자항법시스템, 음향수신시스템, EPA(Electronic Plotting Aid), THD(Transmitting Heading Device), AIS, ATA(Automatic Tracking Aid), HCS/TCS(Heading Control System/Track Control System), 선수미 및 정횡방향 대지속력을 측정하는 SDME(Speed and Distance Measuring Equipment)와 VDR이 있다. 이들 중에서 현존선(2002년 7월 1일 전에 건조된 선박)에 소급하여 적용하는 장치는 전자항법시스템, AIS와 VDR이 있

Table 1 Role phase-down and/or termination status of electronic/radio navigation systems

시스템	항목	서비스 개시년도	서비스 종료	서비스 주체	비고
로란 A		1942년	북아메리카의 경우는 1980년 12월에 폐쇄되고 1985년까지 세계적으로 대부분 폐쇄하였음.	미국을 중심으로 여러 나라에서 운영함	1997년 5월 9일 일본에서 마지막으로 폐쇄
로란 C		1957년	2000. 12. 31 폐쇄 예정이었으나 아직 이 사용자가 많음을 고려하여 폐쇄시기를 저울질하고 있음.	주로 미국, 유럽 및 아시아 등 일부 국가	우리나라도 1개의 체인중을 유럽의 유서로 픽스로 시도를 하기도함.
NNSS		1964년	1996. 12. 31	미 국방성	민간의 경우 1967년부터 공개
오메가		1968년	1997. 9. 30	미해군→USCG (1971)	
맥카		1944년	2000. 3. 31	Decca Navigator Co. → Racal-Decca Marine Navigatin Ltd.	1945년부터 상용 서비스
RDF		1930년대	2002. 7. 1 강제 탑재제거에서 제외됨	세계 각국	GNSS 또는 지상전파항법시스템 장착 의무화로 대체

다. 나머지는 신조선(2002년 7월 1일 이후 건조선)부터 적용된다.

2.3 최신 선교장비의 특성 분석

Fig. 1은 최신항법장치의 결정체라고 할 수 있는 통합선교시스템(IBS, Integrated Bridge System)과 종합항법시스템(INS, Integrated Navigation System)의 개념 및 관련 항해계기간의 정보 흐름을 도시한 것이다. IBS는 선박관리의 안전성과 효율성 제고를 목적으로 워크스테이션으로부터의 명령 및 제어와 센서정보와의 집중 접근이 가능하도록 상호 연결되어 있는 시스템의 복합체라고 정의되는 시스템으로 INS를 포함하여 기관제어시스템, 무선통신시스템, 하역제어시스템 및 운항관리/안전보안시스템으로 구성된다(IMO MSC.64(67) Annex 1). INS는 항해센서로 구성되는 센서정보시스템인 INS-A, 정보표시기기로 구성되는 센서정보시스템인 INS-B 및 선박의 조종제어기기로 구성되는 제어기능시스템인 INS-C로 구성된다(IMO MSC.86(70) Annex 3). 항해센서는 전자위치결정시스템(EPFS, Electronic Position Fixing System), 자이로컴퍼스, SDME 및 측심기로 구성되며, 이들은 AIS, 레이더/ARPA 및 ECDIS 등의 정보표시기기와 HCS/TCS의 조종제어기기에 센서정보를 제공한다.

AIS로 수집한 타선의 정보는 AIS전용 지시기에 지시하기도 하지만 주로 레이더/ARPA 또는 ECDIS지시기에 레이더

신철호

/ARPA정보 또는 전자해도(ENC, Electronic Navigation Chart) 정보와 함께 지시한다. 그리고 레이더의 영상을 ECDIS의 지시기에 전자해도와 함께 지시함으로써 정보 해석의 효율성을 제고하여 선박운항상의 안전성 향상을 도모하기도 한다. IBS를

통하여 모인 대부분의 정보는 VDR에 기록된다. AIS와 VDR의 경우는 각각 10여종의 정보를 거의 실시간, 자동적으로 수집하여 AIS는 타선에 방송을 하고, VDR은 항해 데이터 캡슐 내의 백업 매체에 기록한다(IMO Res. A.917(22), IMO Res.

Table 2 Change of navigational instruments carriage requirements by new SOLAS chapter V regulations (entered into force from 1st July 2002)

규칙 항목	설비	총톤수 [톤 이상 ~ 톤 미만]										비고	현존선(2002.7.1 전 건조)의 소급 탑재 기한	
		0~150	150~300	300~500	500~1600	1600~3천	3천~1만	1만~2만	2만~5만	5만~10만	10만~			
규칙19														
2.1.1	조타용 자기컴퍼스	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.1.2	방위반 등 방위측정장치	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.1.3	진방위로의 변환 수단	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
2.1.4	해도 및 항해용 간행물	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	해도대신 ECDIS를 사용할수 있음	
2.1.5	해도백업장치	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2.1.4가 ECDIS인 경우	
2.1.6	전자항법시스템	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	항해증자동측정	2002.7.1이후 도래하는 첫 검사시
2.1.7	레이더 반사기	●												
2.1.8	음향수신시스템	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	전패형 브리지의 경우	
2.1.9	비상조타장소와의 선수방향통신설비	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	비상조타장소가 있는 경우	
2.2.1	제2자기컴퍼스	▶	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2.1.1의 예비	
2.2.2	주간신호등	▶	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□		
2.2.1	음향측심기	▶	▶	●	□	□	□	□	□	□	□	□		
2.3.2	9GHz 여객선 레이더 화물선	□	□	□	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.3.3	EPA	▶	▶	●										
2.3.4	SDME	▶	▶	●	□	□	□	□	□	□	□	□	대수속력항정	
2.3.5	THD	▶	▶	●									2.3.2, 2.3.3, 2.4의 계기에 진방위 공급	
2.4	AIS	여객선	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		2003.7.1-2007.7.1(선박크기에 따라 다름)
		화물선			■	●	●	●	●	●	●	●		2003.7.1-2008.7.1(선박크기에 따라 다름)
2.5.1	자이로컴퍼스				○	○	○	○	○	○	○	○	2.3.2, 2.4, 2.5.5의 계기에 진방향을 공급	
2.5.2	비상조타장소 조타용 리피터				○	○	○	○	○	○	○	○	비상조타장소가 있는 경우	
2.5.3	360도 방위측정리피터				△	○	○	○	○	○	○	○	1600톤 미만의 경우 가능한한 설치	
2.5.4	타가·회전수·추력계				○	○	○	○	○	○	○	○	지휘장소에서 볼수 있어야 함	
2.5.5	ATA				●	●	●	●	●	●	●	●		
2.6	방위측정능력의 2중화				●	●	●	●	●	●	●	●	2.1.1, 2.1.2, 2.1.4	
2.7.1	제2 레이더						●	○	○	○	○	○	3GHz, 주관청이 인정하는 경우 9GHz	
2.7.2	제2 ATA						●						제2레이더용	
2.8.1	ARPA							○	○	○	○	○		
2.8.2	HCS/TCS							●	●	●	●	●		
2.9.1	선회각속도계									●	○	○		
2.9.2	SDME									●	●	●	선수미, 정침방향의 대지속력 항정	
규칙20	VDR	여객선	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		로로선 2002.7.1이후 첫검사시, 비로로선은 2004년 1.1까지
		화물선						■	■	■	■	■		

○ : 개정 전 제5장에서 적용, ● : 개정에 의한 적용, ▶ : 여객선만 적용, △ : 개정에 의한 적용이지만 주관청 재량
 □ : 개정 전에는 국제항행선에만 적용하던 것이 미국제항행선에 확대 적용, ■ : 개정에 의한 적용으로 국제항행선에만 적용.

새로운 첨단기기의 도입에 따른 전자항해시스템 교육요목의 설정 방안

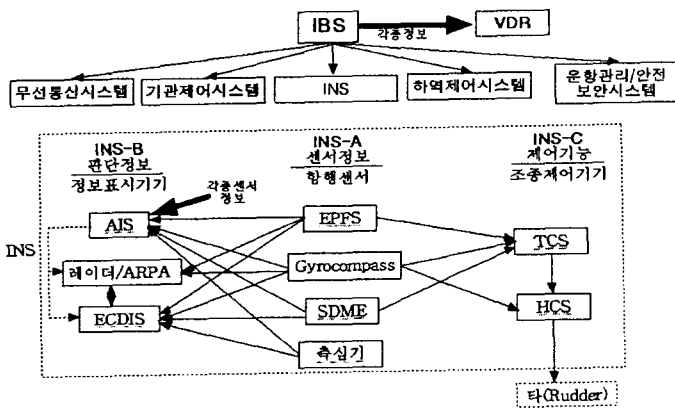


Fig. 1 Schematic diagram of IBS/INS

A.861(20)). 이와 같이 많은 센서로부터 자동적으로 정보를 수집하여 적절한 형태로 가공하여 사용하기 위해서는 정보교환을 위한 네트워크의 구축과 통일된 통신 프로토콜의 사용이 필요하다.

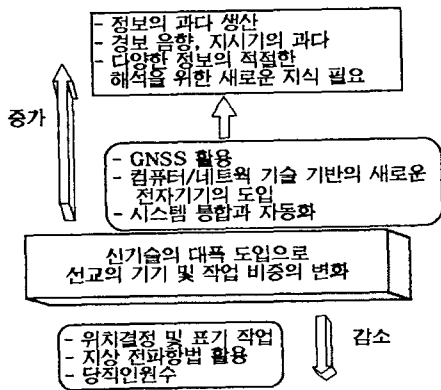


Fig. 2 Transition of working load and navigational instruments in high-technology bridges

이상에서 살펴본 바와 같이 현재의 선교는 신기술을 대폭 도입함으로써 선교의 계기에 큰 변화가 진행되고 있으며, 이에 따라 항해사의 선교 내 담당 작업의 비중에도 변화가 이뤄지고 있다. 이것을 나타낸 것이 Fig. 2이고, 정리하면 다음과 같다.

- GNSS 또는 DGNS(Differential GNSS)를 활용함으로써 과거와는 비교할 수 없을 정도로 정밀도가 높은 위치를 실시간으로 구할 수 있다. 위치결정을 위한 노력이 대폭 절감되고 있다.
- ECDIS를 사용함으로써 GNSS 등의 EPPS로 구한 위치가 자동적으로 전자해도에 표기되므로 해도에 위치를 플로팅하고 확인하기 위하여 해도실에 드나들 필요가 없다.
- 정밀도 높은 GNSS수신기가 값싸게 공급됨으로써 로란 C, RDF 등의 지상 전파항법 활용의 비중이 크게 낮아지고 있다.
- IBS/INS 시스템의 도입으로 1인 항해당직을 목표로하는 선

교 설계가 시도되는 등 당직인원수의 감소를 가져올 수가 있다.

- 컴퓨터 기반의 각종 첨단 계기가 도입됨에 따라 과다하다할 정도로 많은 정보가 생산된다(今津隼馬(2003)). 그리고, 이와 같은 항해계기로부터는 선교전체로 보아 200여개의 경보(alarms)가 있어 상당한 주의가 필요하다(IMO, STW34/INF.6(2003)). E러서 항해사는 다양한 다량의 정보를 적절하고 정확하게 해석하여 효율적 활용을 하기 위해서 새로운 지식을 필요로 한다.

2.4 주요대학의 항해계기 관련 교과목의 개설 현황

Table 3은 세계주요대학의 항해 계기의 교과목의 개설 현황을 각 대학의 인터넷 게시 자료를 통하여 수집 비교한 것이다. 교과목의 명칭은 대개 전자항해학 또는 항법시스템이라는 이름으로 강의하고 있으며, 레이더의 경우는 ARPA와 함께 독립 교과목으로 개설하는 경우도 많다. 일부 대학에서는 GPS나 전자해도(GIS포함)를 독립된 강좌로 운영하기도 한다. 일부 대학의 경우는 항법학(Navigation) 교과목에서 과목의 일부로서 항해계기의 일부를 교육하는 경우도 있다.

Table 3 Status of curricula for navigation instruments and electronic navigation system in worldwide major maritime universities

대학명	항해계기 및 전자항해 관련 개설 교과목
목포해양대학교	항해계기학, 레이더항해, 전자항해학, 선박자동화
한국해양대학교	항해기 이론, 전파항해학, 종합항법시스템, 알파레이더시뮬레이션
Kings Point (USMMA)	Electronic Navigation, Radar/ARPA
호주해양대(AMC)	Radar & Electronic Navigation
캘리포니아해양대(CSUM)	Nagation I (과목의 일부로서 항해계기, 컴퍼스), Navigation II (항해계기 기초: 위성항법, 쌍곡선항법, RDF, 축심기), Electronic Integrated Navigation System(EINS), GPS (항법, 측량, 차량용 등)
Maine해양대	Electronic Navigation(RDF, Loran C, GPS, Radio이론, radar), Terrestrial Navigation I (과목의 일부로서 컴퍼스)
Kobe상선대	Navigation Systems, Navigational Aids, Marine Electric Apparatus
Singapore해양대	Electronic Navigation Systems(GPS, radar, ARPA, Loran C, SDME, Gyro/Auto pilot, AIS, 쌍곡선 항법, ECDIS 등)
캐나다 Memorial University of Newfoundland	Navigation System I (Simulated Electronic Navigation), II, III
영국 University of Plymouth	Navigation system, Marine Positioning, Digital mapping

- * 1. 상기의 자료는 국내 대학을 제외하고, 각 대학의 인터넷 홈페이지를 통하여 공개된 자료(2003년 9월 현재)를 이용함.
- 2. 많은 대학이 항법학(Navigation) 교과목에서 과목의 일부로서 항해계기의 일부를 교육하는 경우가 있음.

국내의 각 대학에서 항해제기에 대한 교육을 어떠한 과목으로 세부 교육 내용을 어떻게 하고 있는지 정확하게 조사하는 것은 어려운 실정이나, 대개 담당 교관 1인의 판단에 의하여 적절하게 최신의 관련 지식을 교육하고 있다. 그리고, 2개 이상의 교과목으로 분리되어 각각 다른 교관에 의하여 교육되는 경우도 많아 일부 요목의 중복이나 누락을 피하기 어려운 것이 또한 현실이다. 따라서, 필요 세목을 확정하고, 교과목에 분배함으로써, 교육상 누락됨이 없도록 해야 할 것이다.

3. 새로운 전자항해교육을 위한 세부 요목의 제안

3.1 전자항법시스템의 이해를 위한 선행 기초 교육

1) 전파의 기초

Table 4에 보인 바와 같이 선박의 항해 및 통신과 관련된 전파의 과장대는 장파에서 마이크로파에 이르기까지 다양한 주파수의 전파를 사용한다. 따라서, 전파의 성질, 전파의 전파 특성 등 전파에 대한 기초지식을 교육할 필요가 있다.

Table 4 Frequency band used by navigation systems

과장대	주파수	이용 항법
장파 (LF)	30~300kHz	로란 C 100kHz
중파 (MF)	300kHz ~ 3MHz	라디오비전/DGPS 288~316kHz 나브텍스 414, 515 kHz 라디오 부이 1.6~2.0MHz
단파 (HF)	3~30MHz	단파대 무선전신, 무선전화, DSC, 팩시밀리
초단파 (VHF)	30~300MHz	AIS 156~162MHz VHF무선전화
극초단파 (UHF)	300MHz ~ 3GHz	위성 EPIRB 406.025 MHz GPS 1,227.6, 1,575.42 MHz GLONASS Galileo Inmarsat
마이크로파 (SHF)	3~30GHz	레이더 3,000MHz, 9,400MHz

2) 무선 통신의 기초 지식

전파항법의 경우는 모두 무선통신 방식을 이용하여 계측에 필요한 정보를 전송받게 된다. 그리고, AIS의 경우는 자신의 정보를 방송함과 동시에 타선으로부터의 정보를 수신하게 된다. 그리고, Table 5에서 알 수 있는 바와 같이 전송의 다중화를 위한 각종 통신방식이 전자항법에서 사용되고 있다. 그러므로, 전자항법시스템을 이해하는데 필요한 통신방식에 대한 기초지식을 교육할 필요가 있다.

항해사들은 GMDSS 통신시스템을 운용하는데 필요한 통신사 자격증을 취득하게 되므로, 이를 위한 교육의 과정에서 전자항해제기에서 필요한 무선 통신 관련 지식을 교육하는 것도 가능할 것이다.

3) 컴퓨터 및 네트워크 관련 지식

현대의 항해제기에는 모두 마이크로컴퓨터가 하나씩 내장되어 있다고 보면 된다. 예전엔 항해사들이 복잡한 절차를 거쳐

Table 5 Digital division multiple access types used in electronic navigation systems

항법	디지털 다중화방식	비고
GPS	CDMA	24개의 위성이 동일 주파수 사용. 각 위성 고유의 코드 배정
GLONASS	FDMA	24개의 위성에 각각 다른 주파수 배정
AIS	SOTDMA	통보율을 기준으로 배정한 시간 슬롯(slot)에서 송신. 연속운용 단계에서의 위치통보
	ITDMA	통신정보의 오프셋(offset)정보가 있어 다음 슬롯을 배정함. 새로운 슬롯의 확보. 단기적인 위치정보의 송신
	RATDMA	미리 확보하고 있지 않았던 빈 슬롯을 발견하여 송신함. 단발적전문의 송신(정적 정보, 항해관련 정보 등)
	FATDMA	슬롯이 배정이 미리 정해져 있고, 운용 중 또는 슬롯의 재정리까지는 변경되지 않음. 기지국 제어국에서 사용

수작업으로 하던 일들이 대부분 이 컴퓨터에 의해 수행된다. 이들의 활용을 위해서는 컴퓨터에 관한 기초지식과 이의 활용 능력을 필요로 한다(IMO MSC/Circ.891, 1998).

Fig. 1에서 보인 바와 같이 IBS나 INS를 도입하는 경우는 대부분의 항해제기가 네트워크로 연결되어 필요한 정보를 서로 제공한다. 개별 항해제기의 경우도 다른 독립적으로 운용하는 경우보다는 다른 계기로부터의 정보를 활용하여야만 제기능을 하는 경우가 많다. 레이더, ARPA, AIS, ECDIS, VDR, TCS/HCS 등이 모두 그렇다. 이들 간의 정보교환을 위해서는 Table 6에서 보인 바와 같이 국제적으로 통일된 데이터전송프로토콜을 사용해야만 한다.

그리고, 선내의 업무처리와 각종 항행 관련 정보의 원활한 유통 및 활용과 기록 보관을 위하여 선내 LAN(Local Area Network)을 구축하고 선내 정보시스템을 구축하는 것이 일반화되고 있다. 따라서, 네트워크에 대한 기본개념을 주지할 필요가 있다.

보통 교육기관의 경우 컴퓨터, 인터넷 및 네트워크에 관한 기초 지식을 교육하고 있으므로, 그 과목에서 필요한 부분을 필히 다루어 주어야 할 것이다.

Table 6 Data communication protocols used in electronic navigation system

항법시스템	사용 프로토콜
DGPS	RTCM SC-104
항해기기/기기 또는 항해기기/컴퓨터	NMEA0183, RS232, RS422 등
통합항법	NMEA2000 등
선내 LAN	TCP/IP 등
선박/육상	Inmarsat, X.400 등

4) 시(time)

세계원자시(TAI), 세계시(UT), 세계협정시(UTC), GPS시 등의 차이점과 항해제기에서 어디에 어떻게 사용되는지를 교육하여야 한다. 그리고, ECDIS, AIS, VDR 등에서 데이터의 기록장치 각각 사용하는 기준시각은 무엇이며, 전파를 이용한 위치측정에 있어서의 시계 정확도의 의미는 무엇인가 등을 잘 알아야 한다.

5) 측지계

우리나라의 경우 2002년까지 사용하던 측지계인 베셀좌표계 도쿄데이팅과 현재 사용중인 WGS-84(World Geodetic System-1984)를 비교하면 북포지역에서 약 400m가 차이가 난다. WGS-84로 통일되어 가고는 있으나, 아직 세계각국의 수로국에서 제공하는 해도나 항해계에 따라서는 사용하는 측지계가 다른 경우가 있다. 따라서, 각 항해계기 및 해도에서 사용하는 측지계가 갖는 의미를 잘 알고 있어야 할 것이다.

6) 위성의 기초

미국과 러시아가 각각 운영중인 전세계위성항법시스템(GNSS)인 GPS와 GLONASS에 더하여 2008년부터는 유럽연합이 운영하는 민간베이스의 새로운 GNSS인 갈릴레오(Galileo)가 완전 운용될 계획으로 있다. 따라서, 앞으로는 선박의 위치 결정은 GNSS에 절대적으로 의존하게 될 것이다. 그리고, 정밀측위시스템도 모두 GNSS를 이용한 차동(Differential) 시스템이 속속 완성되어 서비스를 하고 있다. 따라서, 위치의 정밀도에 영향을 미칠 뿐 아니라 항법의 원리를 이해하는데도 필요한 인공위성의 운동, 위치정보 등에 대한 기초지식을 어느 정도 갖추어야 할 것이다.

7) 디지털 및 전자공학

항해계기 하드웨어의 경우 대부분 전자공학기술의 결정체라 할 수 있고, 내장컴퓨터와 함께 디지털 신호처리 기술이 많이 도입되고 있다. 따라서, 전자항해계기에서 사용하는 전자시스템의 간단한 원리와 관련 용어를 이해할 수 있도록 전자공학과 디지털공학에 대한 기초지식을 갖추어야 한다.

해기교육기관에서는 보통 학과 기초 교과목으로서 전기전자공학을 이수하도록 하고 있으므로, 전기전자공학을 교육하는 기관은 항해계기 및 전자항법시스템에 대한 전문 지식을 갖추는 것이 필요할 것이다. 한정된 짧은 교육시간에 효율적인 교육을 위해서는 더욱 그러하다.

3.2 전자항법시스템의 교육

이미 제2절에서 전자항법시스템에 대하여 기술적 변화, 관련 국제기준 또는 규약, 세계 각대학의 교과목 개설 현황 등을 분석하였다. 여기서는 그 분석결과를 바탕으로 항해사를 위한 해기교육과정에서 다루어야 할 항해계기 및 항법시스템의 범위를 정리한다.

다음의 전자항법시스템에 대하여 시스템의 구성, 동작 원리, 항해상의 이용법, 오차 등을 포함한 시스템의 한계 및 IMO의 성능요건 등에 대하여 교육할 필요가 있다.

1) 위성항법시스템

GNSS에는 GPS, GLONASS 및 갈릴레오가 있다. 그리고, 차동위성항법시스템(DGNSS)으로는 MDGPS(Maritime DGPS), NDGPS(Nationwide DGPS), 유로픽스(Eurofix) 등이 있고, 항공용으로는 WAAS(Wide Area Augmentation

System)와 LAAS(Local Area Augmentation System) 등이 있다.

2) 레이더 관련 항법시스템

레이더를 기본으로 하여, EPA, ATA, ARPA 등의 각급 자동 플로팅장치가 있으며, 이들의 탑재 요건이 강화되었다. 레이더 관련 장치로 레이더 리플렉터, 레이콘(Racon), 라마크(Ramark) 등도 교육대상이 된다.

3) 컴퍼스 관련 항법시스템

자이로컴퍼스, THD, GPS의 반송파 위상을 이용한 위성컴퍼스(Satellite Compass) 등이 있다.

4) 전파항법시스템

1970, 80년대에는 전파항법의 대명사인 쌍곡선항법이 주류였으나 전술한 바와 같이 이미 대부분 퇴역을 하고, 로란 C가 명맥을 유지하고 있는 실정이다. 따라서, 전파항법교육의 범위는 사실상 거의 사용하지 않게는 되었지만 무선방위측정기(Radio Direction Finder)와 로란 C에 대한 간단한 소개로 충분할 것이다. 선박용 중파 무선 비콘(radio beacon)의 경우 MDGPS의 보정신호 방송용으로 겸용되고 있으며, 로란 C의 경우는 유로픽스의 보정신호 방송에 겸용되고 있으므로 이와 관련한 지식도 교육되어야 한다.

5) 새로운 전자항법시스템

최근에 도입되기 시작하는 AIS, ECDIS, VDR 등에 대한 상세한 교육이 필요하다. AIS는 AIS를 통해 얻어지는 정보의 의미와 한계를 정확히 알 필요가 있고, VTS(Vessel Traffic Service)와 연계하여 교육할 필요가 있다. ECDIS는 전자해도 지시기능 뿐 아니라 많은 계기로부터의 관련 정보를 종합하여 지시하는 종합정보시스템으로도 활용함에 따라, 지시되는 많은 정보의 효과적인 활용법에 대한 고려가 필요한 계기라 할 수 있다.

그리고, 폐위된 선교에 외부의 음향과 그 도래방위를 컴퓨터 정보처리를 통하여 항해사에게 시각적 또는 청각적으로 알려주는 새로운 계기인 음향수신시스템이 있다.

7) 선박자동조종시스템

선박을 컴퓨터가 자동적으로 조종 또는 운항하는 시스템으로는 HCS와 TCS가 있다. HCS는 오토파일럿(Auto pilot)의 기능을 말한다 할 수 있고, 그것의 확대기능인 항로를 따라 위치를 확인하고 침로를 조정하며 선박을 자동적으로 유도하는 TCS는 HCS의 기능을 대부분 포함한다.

8) 속력항정측정시스템

도플러로그, 전자로그, 위성항법을 이용한 속력항정측정시스템 등이 있다.

9) 통합시스템(Integrated System)

Fig. 1에서 보인 바와 같이 통합시스템으로는 INS와 IBS가

있다. 그리고, INS는 통합의 정도에 따라 여러 계층이 있다. AIS, VDR, ECDIS, TCS, 레이더 등과 같이 INS나 IBS가 아니라도 다른 항해계기의 정보를 반드시 필요로 하는 항해계기가 많다. 따라서, 계기간의 인터페이스 및 정보의 흐름에 대해서도 잘 알아야 할 것이다. 그리고, 다른 계기로부터의 정보가 그 계기에 미치는 영향 대해서도 교육되어야 할 것이다.

4. 결론

컴퓨터, 네트워크 및 전자기술의 발전에 따라 항법시스템에 큰 변화가 있었고 국제적기준과 탑재요건에도 많은 변화가 따랐다. 시대적 흐름을 반영한 해기교육이 이루어질 수 있도록 최근에 개발되어 보급되고 있는 첨단 항해계기와 관련된 새로운 기술과 관련 국제기준을 분석하여 전자항해교육을 위한 교과과정의 구체적 요목을 제시하였다.

본연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 전자항법관련 기술 현황 및 그에 따른 선교의 환경변화와 최근 항해계기 탑재요건의 변화 상황을 면밀히 분석하였다.
- 2) 전자항법시스템의 교육현황을 분석하여 문제점을 지적하였다.
- 3) 전자항법시스템의 시대에 맞는 교육을 위한 세부요목으로서 교육되어야 할 기초지식과 전자항해시스템의 범위를 세부적으로 적시하여 제안하였다.

본 논문은 항해계기 및 관련시스템을 특히 전자항법시스템을 중심으로 분석하여 세부교육요목을 제시함으로써 시대적 흐름을 반영한 해기교육과 면허시험의 시험세부요목 설정에 참고 자료를 제공할 수 있었다고 생각한다. 앞으로 각 해기교과목에 대해서도 시대적 흐름에 맞는 교육요목의 검토와 신속한 반영이 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] 신철호, 김우숙(2000), "전자항해학", 효성출판사
 [2] 今津隼馬(2003), 船橋機器の近代化と航行安全, Internet 公開資料
 [3] AMC(호주해양대) 홈페이지 자료(2003)
 [4] Canada Memorial University of Newfoundland 해양대학 홈페이지 자료(2003)
 [5] CSUM (캘리포니아해양대) 홈페이지 자료(2003)
 [6] Holder L. A.(2002), "New technology : Collision Avoidance", IMO STW33 sub committee
 [7] IMO MSC/Circ.891(1998), "Guideline for the on-board use and application of computers"
 [8] IMO Resolution A.817(19) Recommendation on Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)

[9] IMO Resolution A.817(19)), as amended by resolutions MSC.64(67), annex 5 and MSC.86(70), annex 4, as appropriate, Recommendation on Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)
 [10] IMO Resolution A.861(20) Recommendation on Performance Standards for voyage data recorders (VDRs)
 [11] IMO Resolution A.915(22) Revised maritime policy and requirements for a future global navigation satellite system (GNSS)
 [12] IMO Resolution A.917(22) Guidelines for the onboard operational use of shipborne Automatic Identification Systems (AIS)
 [13] IMO Resolution MSC.116(73) Recommendations on Performance Standards for marine transmitting heading devices (THDs)
 [14] IMO Resolution MSC.64(67) Annex 1 Recommendation on Performance Standards for Integrated Bridge Systems(IFS)
 [15] IMO Resolution MSC.74(69), annex 2 Recommendation on Performance Standards for track control systems
 [16] IMO Resolution MSC.74(69), annex 3 Recommendation on Performance Standards for a universal shipborne automatic identification system (AIS)
 [17] IMO Resolution MSC.86(70) Annex 3 Recommendation on Performance Standards for Integrated Navigation Systems(INS)
 [18] IMO Resolution MSC.86(70), annex 1 Recommendation on Performance Standards for sound reception systems
 [19] IMO, SOLAS 개정협약 제5장(2000년 11월 채택 2002년 7월 발효)
 [20] Kings Point(USMMA) 홈페이지 자료(2003)
 [21] Kobe 상선대 홈페이지 자료(2003)
 [22] Maine 해양대 홈페이지 자료(2003)
 [23] Patraiko D. J.(2002), "New technology : Its Impact on Navigation and Training, Training Needs for Bridge Watchstanders in a modern Age", IMO STW33 sub committee
 [24] Singapore 해양대 홈페이지 자료, 2003
 [25] IFSMA(2003), "Issues for training seafarers resulting from the implementation of onboard technology", IMO, STW34/INF.6
 [26] Sorensen P. K.(2002), "New technology : Its Impact on Navigation and Training, Engine Controls", IMO STW33 sub committee
 [27] The Nautical Institute(2002), "Integrated Bridge and

- Navigation Systems(IBS/INS) - User Enhanced Designs -", Official Report from The Nautical Institutes's IBS/INS conference, London, November 2002
- [28] University of Plymouth, England 홈페이지 자료(2003)
- [29] Winbow A.(2002), "Technology for Seafarers", Digital Ship Technology for Seafarers Conference 2002
- [30] Winbow A.(2003), "Training mariners to use AIS", AIS workshop, HQS Wellington
-
- 원고접수일 : 2003년 11월 18일
원고채택일 : 2003년 12월 30일

AHP를 이용한 ISM Code 운영평가 모형 개발에 관한 기초적 연구

신철호 · 노창균

목포해양대학교 해상운송시스템학부

A Basic Study on Development of ISM Code Operation Evaluation Model Using AHP

Chul-Ho Shin · Chang-Kyun Noh

Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime Univ.

요 약 : 이 연구에서는 안전관리체제(ISM Code) 실행지원 모듈개발중 하나인 ISM Code 운영평가 모듈 개발을 위한 기초적 연구를 수행하였다. 특히 ISM Code 운영평가 모듈 개발을 중심으로 AHP의 운영평가 분석과정과 설문지 설계, 운영평가 모형 기준의 위계 구조를 정립하였다는 것에 대해 그 의미가 있겠다. 또한 경영과학 분야의 주요 의사결정 하나인 AHP 기법을 운영평가 모듈 개발에 적용을 시도했다는 것에 대해서도 한층 가치가 있겠다.

핵심용어 : 안전관리체제(ISM Code), 운영평가 모듈, AHP 기법

Abstract : This study conducted a basic study to develop ISM Code operation evaluation module, which is part of development of Safety Management System(ISM Code) Implementation supporting module. In particular, the significant of this study is that it established AHP operation evaluation analysis process, the design of questionnaire, and the hierarchical structure of operation evaluation model standard, focusing on the development of ISM Code operation evaluation module. Also, this study has its value in the point that it attempted to apply AHP scheme, which is part of the main decision-making in management science field, to develop operation evaluation module.

Key words : Safety Management System(ISM Code), Operation Evaluation Module, AHP Scheme

1. 서 론

국제안전관리규약인 ISM Code가 1998년 7월 1일부터 강제 시행된 이래 5년이 지났다. 지금까지 정부는 안전관리체제(ISM Code)의 조기 정착과 발전을 위해 전력을 다하였다. 특히 내항선박에 대해서는 안전관리체제 간이매뉴얼 등을 제작하여 배포하는 등 다각적으로 사업을 추진하여 왔다.

일반적으로 사고 및 재해는 복합적인 요소에 의해 발생하기 때문에 안전관리에 대한 평가 모형개발을 위해서는 많은 요소를 고려하게 된다. 여기서 대두 될 수 있는 문제가 가장 최적의 선택과 우선순위 선정이다.

모든 문제를 동시에 해결하기 어렵기 때문에 거의 대부분의 기업들은 어떤 조건을 두어 우선순위를 선정한 후 관리하고 제어하게 된다. 여기서 필요한 것은 바로 객관적으로 측정 가능한 계량화이다.

안전관리 평가 모형개발의 본질적인 문제로 “안전관리에 필요한 모든 요소를 객관적으로 측정하는 것이 가능한가?” 하는 것과 “어떻게 정확히 혹은 객관적으로 평가할 수 있는가?”에 대한 질문에 명확히 답변할 수 있어야 한다. 기업의 새로운 안

관리 평가 모형 개발 측정 시스템을 구축하려면 기업의 전략을 추진하는데 필요한 데이터를 산출할 수 있어야 하고 그것을 토대로 전략적 의사결정이 이루어 져야 하기 때문이다. 안전관리 평가 모형개발에서 중요한 사항은 어떤 대상에 대해서 측정할 것인가 하는 것이다. 이것은 성공적인 평가모형개발이 되기 위해 반드시 확인하고 넘어가야 할 문제이기도 한다.

최근 ISM Code 시행을 하고 있는 해운기업에서는 ISM 시스템이 우리 회사의 실정에 맞게 잘 운영되고 있는 지, 회사의 시스템 수준은 어느 정도인지 등에 대해 객관적인 평가의 필요성을 제기하였다. 또한 ISM 시스템을 잘 운영하고 있는 회사에 대해서는 정부차원에서 인센티브를 부여하고자 하나 마땅한 측정도구가 없었던 게 현실이었다.

이에 본 연구에서는 ISM 시스템 운영상태를 자체 진단하고 평가하여 시스템 개선 활용 도구로 사용될 수 있는, 즉 시스템을 모니터링 할 수 있는 안전관리체제(ISM Code) 운영평가 모형 개발을 위한 기초적 연구를 수행하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 ISM Code 발달과정 고찰

1) 해운산업에 ISM Code 출현

국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)는 그동안 선박의 안전운항 확보와 해양환경보호를 위해 주로 선박구조 및 설비의 강화와 이들 선박을 운항하는 선원의 자질향상을 위한 국제협약들을 채택하는 등 주로 선박자체의 물리적 측면만을 중시해 왔으나 대형 인명사고 및 해양오염사고 등 크고 작은 해양사고가 끊임없이 발생되고, 전체 해양사고의 80% 이상이 선박자체의 결함보다는 인적과실에 의해 발생하고 있다는 사실을 인지하던 중 지난 1987년 3월 "Herald of Free Enterprise"호의 전복사고에 의한 대형 인명사고를 계기로 IMO는 해상사고의 대부분이 인적과실(human error)에 의하여 발생하고 있다는 데 착안하고 선박자체 뿐만 아니라 해운기업의 육해상 종사원이 안전 및 책임의식 제고로 자율적인 안전관리 체계를 확보하도록 유도하기 위한 시스템 개발, 도입이 절실히 요구되어 1987년부터 국제적으로 논의되어 오던 안전운항 및 오염방지를 위한 지침 제정이 구체화하게 되었다.

이에 따라 IMO는 ISM Code를 1987년 제15차 총회에서 결의서 제596호로서 채택한 이후 1993년 11월 제18차 총회에서 결의서 제741호로서 채택하였다. 그러나 IMO는 ISM Code를 결의서로서 각 국가의 자발적인 채택을 권고할 뿐이기 때문에 전면적이고 조속한 시행을 강제화하기 위해서 "1974/78 SOLAS협약"내에 제9장으로 신설하여 목시수락 절차를 밟기로 하였다. 이에 ISM Code는 "1974/78 SOLAS 협약"의 모든 비준국가에 단계적으로 98년 7월1일부터 모든 여객선, 500톤 이상의 유조선, 케미칼 탱커, 가스운반선, 산적화물선, 고속 화물선에 적용되고 기타 500톤 이상의 화물선 및 석유추출선에는 2002년 7월1일부터 적용됐다.

ISM Code는 우선 SOLAS협약에 포함돼 각국의 법률에 의해 강제적으로 시행될 뿐만 아니라 상업적 측면에서도 확산되고 있다(노창균, 1998).

2) 국내적용을 위한 법제화 추진 현황

위에서 살펴본 바와 같이 ISM Code는 1998년 7월 1일부터 선종별로 단계적으로 시행됐다. 한편, 우리나라 정부도 해운기업의 자율적인 안전관리 체계를 확보하도록 하기 위해 국제해사기구가 제정한 국제안전관리규약(ISM Code)을 국내적용을 위한 법제화 추진현황을 살펴보면 다음과 같다.

① 정부는 법제화에 앞서 우선 1997년 선박안전경영규정을 제정·시행하였다. 당시에는 해상교통안전법 제10조제1항을 근거 규정으로 하여 동 고시 근거를 마련하였으나 엄밀한 의미에서는 당시의 해상교통안전법 제10조제1항은 ISM Code의 근거 규정이라고 할 수 없다. 즉, 동법은 1986년에 제정되었기 때문에 이 때는 ISM Code가 국제협약으로 제정되기 전이었다. 또한 동법에는 안전관리시스템의 개념이 포함되어 있지 않았다.

② 따라서 해양수산부에서는 해상교통안전법을 1999년 2월 8일자로 개정하여 동법 제2장제2절을 신설하여 선박의 안전관리 체계를 규정하고 있으며, 동법 시행령 및 시행규칙을 두고 있다.

③ 한편, 최근까지 이들 법령 개정 현황을 살펴보면, 해상교통안전법이 지난 2002년 12월 26일 개정된 바 있으며, 동법 시행령은 2003년 6월 27일, 동법 시행규칙은 2003년 6월 28일 개정되었다.

2.2 유사연구 고찰

1) ISM Code 운영평가 관련 유사연구

ISM Code 운영평가 관련 기존 유사연구를 살펴보면 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> ISM Code 운영평가 관련 유사연구 검토

연구자	주요 연구내용
DNV	- 안전 및 환경보호를 확보하기 위하여 선박운항관리에 필요한 ISO 9000 시리즈와 Res. A 647(16)의 품질관리원칙을 모두 수용하여 SEP을 제정함 - 이는 선박회사의 안전관리시스템의 수준으로 Level 1부터 Level 9 가지로 분류하고 있으며 Level 1은 ISM 코드의 수준으로 간주하고 Level 2는 현재 SEP 수준으로 간주 -이 선급은 선박회사별로 안전관리시스템의 수준을 달리 취급하고 있음 - 계량등급 시스템인 IQRS/IERS/ISRS를 개발하여 운용중
KR	-해사안전경영평가시스템(SMES, Marine Safety Management Evaluation System)를 개발하여 운용중 -이 시스템은 크게 회사 및 선박, 선박에 대해 별도로 적용이 가능하도록 구성됨 -이들 항목은 인적자원관리, 안전경영조직, 비상대응, 사고조사 및 분석, 선박 및 설비의 점검, 정비, 항행안전관리, 작업안전, 구매 및 계약관리 등 8가지 총 608개의 점검사항으로 구성됨
Dering상	-방침과 계획, 운영, 교육, 정보, 분석, 표준화, 관리, 품질보증, 장래계획
Malcolm Baldrige상	-리더십, 정보와 분석, 전략적계획, 인적자원의 개발과 관리, 프로세스관리, 경영성과, 고객과 시장에 관한 초점
김영도의 (1999, 2001)	-연안해운 안전관리시스템 도입과 개선을 위한 연구 수행
김동훈 (2002)	-해운기업의 TQM 활동과 실행성과 제시
노창균 (1998, 2001)	-국제안전경영규약의 도입을 통한 안전관리 활성화 방안에 관한 연구 -선박검사 및 심사부문의 품질경영시스템 구성요인 제시 -크게 품질경영 원천, 품질경영 실천, 품질경영 성과 등 3가지로 구성

2) AHP를 이용한 주요연구

<표 2-2>는 AHP를 이용한 주요 연구 결과이다.

<표 2-2> AHP를 이용한 주요연구 검토

연구자	주요 연구내용
박현외 (2001)	-에비타당성조사 수행을 위한 다기준 분석방안 제시 -AHP 적용사례 및 다기준분석의 종류, 지역낙후도지수의 산정 등
우린경 (2001)	-AHP를 이용한 벤처기업 평가모형 제시
김재형외 (2001)	-항만부문사업의 에비타당성조사 표준지침 제시

2.3 AHP 기법 고찰

1) AHP의 개념

계층적 분석 과정/방법(Analytic Hierarchy Process: 이하 AHP)은 1960년대에 Pennsylvania 대학의 Saaty 교수가 미국무부의 무기통제 및 군비 축소국에서 Game 및 Utility 이론가들과 협력 작업을 할 때 작업이 비능률적으로 진행되는 상황을 극복하기 위해 개발하였다(<http://expertchoice.co.kr>, 2003).

AHP는 1980년대 이후 경영과학 분야의 주요 의사결정기법으로 인정받아 왔다. 인간이 의사결정 할 때 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 개발되었으며 현존하는 의사결정이론 중 가장 광범위하게 인정을 받아 널리 활용되고 있는 이론이다.

가장 기본적인 AHP 계층(Hierarchy)은 맨 윗부분에 Goal(목적)을 두며, 그 밑에 판단기준이 되는 Criteria(기준)를 두고 가장 아래 계층에 Alternatives(대안)을 두는 구조이다. 판단기준이 되는 요소를 여러 단계로 나눌 필요가 있을 경우에는 Criteria 밑에 Sub-criteria를 두게 되며, 더 나아가 Sub-sub-criteria를 둘 수도 있다.

일반적으로 AHP 분석과정을 간단하게 5단계로 구분하면, 브레인스토밍(brainstorming) 단계 → 계층구조의 설정(structuring) 단계 → 가중치의 설정(weighting) 단계 → 측정(measurement) 단계 → 검토(feedback) 단계로 나눌 수 있다.

한편, 이원비교에서 사용되는 9점 척도의 서술적 표현 결과는 다음과 같다(Saaty, 1995).

<표 2-3> 9점 척도의 서술적 표현 결과

언어적 판단	계량적 점수부여
극단적으로 선호	9
매우 강하게 - 극단의 중간	8
매우 강하게 선호	7
매우 강하게 - 강하게의 중간	6
강하게 선호	5
강하게 - 약간의 중간	4

약간 선호	3
약간 선호 - 동등의 중간	2
동등하게 선호	1

3. ISM Code 운영평가 모형의 설계

3.1 AHP의 운영평가 분석과정

AHP는 계층의 요소간 우선순위를 설정하고, 전체 우선순위 설정을 위해 판단의 결과를 종합한 다음, 그 판단의 일관성을 검토한 후 도출된 결과에 근거하여 최종적인 의사결정을 내린다. 또한 이들 목표들 사이의 중요도(Weight)를 단계적으로 나누어 파악함으로써 각 대안들의 우선순위를 산정하는 기법이다 (Saaty 1995, 우린경, 2002).

AHP는 일반적으로 다음과 같은 네 가지의 과정을 거치게 된다.

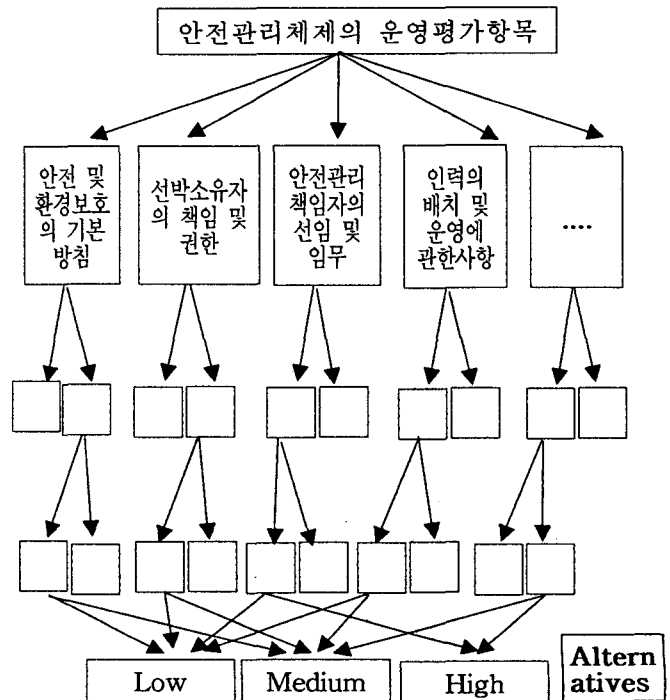
첫째, 위계계층구조의 설정과정이다. 의사결정시 고려해야 할 대상을 체계적으로 군집화하는 것을 말한다. 기본적인 계층분석 과정의 모형은 <그림 3-1>과 같다.

둘째, 각 계층 항목에 가중치를 부여하는 과정으로, 결정된 각 계층 항목이 그 평가목적 대상과 관련하여 중요한 정도를 이원비교를 통해 상대적으로 가중치를 부여하게 된다.

셋째, 모형을 사용한 측정단계이다. 도출된 모형을 사용해 여러 대안(alternatives)을 평가하여 선택하는 단계이다.

넷째, 검토와 재조정 단계이다. 평가결과에 대한 일관성을 재검토하고 평가 결과가 평가모델 개발 참여자의 인지구조와 어느 정도 일치하는지 등을 판단하여 모형을 재조정하게 된다.

<그림 3-1> AHP의 운영평가 분석과정



3.2 운영평가 모형 개발을 위한 설문지의 설계

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	필수	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목								
인력의 배치 및 운영에 관한 사항	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	항해안전관리
상동	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	비상대책 수립에 관한 사항
...	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
항해안전관리	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	비상대책 수립에 관한 사항
상동	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	선박의 정비에 관한 사항
...	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
안전관리체제 요건(해상교통안전법 10조)																		
1. 해상에서의 안전 및 환경보호에 관한 기본방침 2. 선박소유자의 책임 및 권한에 기본사항 3. 안전관리책임자의 선임 및 임무에 관한 사항 4. 선장의 책임 및 권한에 관한 사항 5. 인력의 배치 및 운영에 관한 사항 6. 항해안전관리 7. 비상대책의 수립에 관한 사항 8. 사고, 위험상황 및 안전관리체제의 결함에 관한 보고와 분석에 관한 사항 9. 선박의 정비에 관한 사항 10. 선상운용계획의 수립에 관한 사항 11. 문서 및 자료관리에 관한 사항																		

주) 안전관리체제의 운영평가 모듈 설문지 표본임.

3.3 운영평가 모형 기준의 위계 구조

<표 3-1>은 안전관리체제(ISM Code)의 운영평가 모형 기준의 위계 구조를 나타내고 있다.

<표 3-1> 운영평가 모형 기준의 위계 구조

대항목	중항목	소항목
항해 안전관리	안전수칙의 교육 및 준수	선박 안전관리자 지정
		주기적인 안전수칙에 대한 적합성 검토
	작업의 허가	특수작업에 대한 작업허가 절차 규정
		허가가 필요로 한 작업허가 절차 규정
	안전표지 및 색상구분	안전표지 및 색상 구분에 관한 절차 규정
		위험성이 있는 경우의 안전표지 부착 고려

비상대책 수립에 관한 사항	선내 비상훈련 및 계획 평가	유형별 시나리오 작성 및 사용
		비상대응훈련의 목표치를 설정 및 분석
		정박중 유형별 비상대응 훈련시행
		비상훈련 및 평가 기록유지
		비상상황 유형별 장비의 사용절차 숙지
		비상장비의 위치 및 기능이해
선박의 정비에 관한 사항	예비설비 및 사용하지 않는 설비 주기적인 성능시험	담당사관의 해당설비의 점검 항목 및 기준이해
		주기적 점검사항 점검 및 기록유지
		선박 및 설비의 정비상태
	정비지침서의 비치 및 활용	규정된 주기에 따라 정비상태 평가 및 기록유지
		정비기록이 담당자에 의한 유지
		예방정비 계획에 따른 정비 시행
사고 위험 상황 및 안전관리 체계의 결함에 관한 사항	사고발생시 체계적인 보고시스템	주기대로 시행않된 계획의 경우 회사절차 규정
		선박 및 설비 정비지침서 보유
		선원이 이해할 수 있는 언어로 지침서 작성/보유
	사고조사책임자 자격	해당지침서 이해
		주요설비에 대한 작동 지침서 게시
		선박의 도면 및 정비 지침서의 개정은 권한이 있는자에 의한 시행
사고결과 보고	사고조사결과 기록관리	사고유형별 육상보고 시스템 규정
		사고보고서 작성규정
항해안전관리	선장의 육상 및 외부기관에 보고할 절차 숙지	사고관련 보고 및 처리 기록유지
		사고책임자는 선종의 승선경력 보유

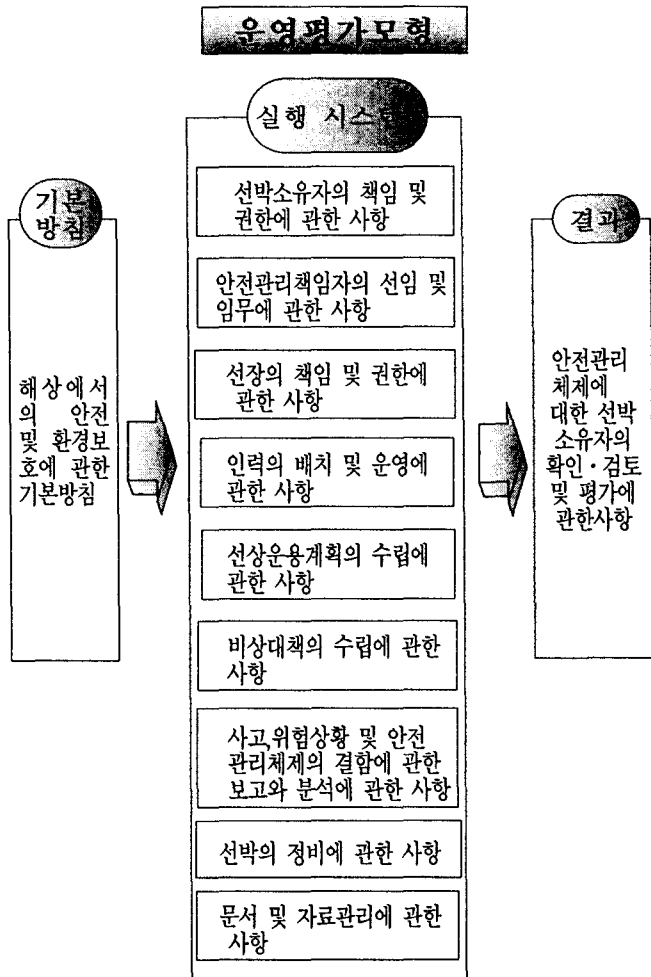
주) 안전관리체제 운영평가 모듈 위계 구조 표본임.

4. 결론

이 연구에서는 안전관리체제(ISM Code) 실행지원 모듈개발중 하나인 ISM Code 운영평가 모듈 개발을 위한 기초적 연구를 수행하였다. 특히 ISM Code 운영평가 모듈 개발을 중심으로 AHP의 운영평가 분석과정과 설문지 설계, 운영평가 모형 기준의 위계 구조를 정립하였다는 것에 대해 그 의미가 있겠다. 또한 경영과학 분야의 주요 의사결정 하나인 AHP 기법을 운영평가 모듈 개발에 적용을 시도했다는 것에 대해서도 한층 가치가 있겠다.

AHP 기법은 최근 한국개발연구원을 비롯 한국해양수산개발원 등에서 국제 프로젝트 사업 예비타당성 검토 분야에 많이 활용하고 있다는 것을 상기할 필요가 있겠다.

<그림 4-1>은 이 연구의 최종 목표인 안전관리체계(ISM Code)의 운영평가 모형이 되겠다.



<그림 4-1> 안전관리체계의 운영평가 모형

안전관리를 성공적으로 추진하기 위해서는 모든 구성원이 안전을 중요하게 생각하며 안전을 지키겠다는 적극적인 노력과 더불어 개선 지향적인 자세를 갖추어야 한다. 이를 위해서는 구성원들에게 여러 가지 안전활동을 전개하여 안전의식을 고취시키고, 기업의 역량을 집중시킬 수 있는 전사적인 안전관리시스템을 구축하여 체계적이고 적절한 안전관리 활동을 펼쳐야 하겠다.

이러한 활동을 구현하기 위해서는 이런 활동이 기업경영에 얼마나 도움이 되고 제대로 가동되고 있는지를 평가하여야 한다. 기존의 직관적이고 개념적인 안전관리에서 벗어나 모든 안전관리 요소들을 인지할 수 있는 지표로 환산하여 회사 비전과 전략에 적합한 새로운 운영평가 모형 측정시스템을 구축해야 한다.

향후 연구에서는 이 연구결과를 토대로 하여 운영평가 항목에 대해 설문조사를 실시하고 운영평가 모형을 개발할 계획

이다. 또한 이 모듈에 대해 IT 개발을 추진하며 실제 해운기업에 적용하여 보완할 계획이다.

후 기

이 연구는 해양수산부 해양한국발전프로그램(KSGP)의 연구지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- [1] 김동훈(2002), "해운기업의 TQM 활동과 실행성과에 관한 연구", 한국해양대학교 박사학위 논문
- [2] ___·이호상(2001), "연안 해운업에 대한 ISM Code강제적용 문제점과 개선방안, 한국해양학회 해운연구:이론과 실천 2001년 가을
- [3] 김영모외(1999), 「연안해운 안전관리시스템 도입에 관한 연구」, 한국해운조합
- [4] 김영모외(2001), 「내항선 안전관리체계 개선방안 연구보고서」, 해양수산부
- [5] 김재형외(2001), 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 한국개발연구원
- [6] 노창균(1998), "국제안전경영규약(ISM Code)의 도입을 통한 안전관리 활성화 방안"에 관한 연구", 한국해양대학교 석사학위 논문
- [7] 노창균(2001), "선박검사 및 심사부문의 품질경영 시스템 구성요인과 선박안전에 관한 연구", 한국해양대학교 박사학위 논문
- [8] 박현·고길곤·유석현(2001), 「예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구(II)」, 한국개발연구원, pp.163-186.
- [9] 신철호·노창균(2003), 「안전품질환경경영론」, 목포해양대학교 교재
- [10] 우린경(2001), "AHP를 이용한 벤처기업 평가 모형 개발에 관한 연구", 이화여자대학교 대학원, pp.25-51.
- [11] 조근태·조용곤·강현수(2003), 「계층분석적의 사결정」, 동원출판사, pp.5-17.
- [12] 조근태·홍순욱·권철신(2003), 「리더를 위한의 사결정」, 동원출판사, pp.3-111.
- [13] Deming, W. E.(1986), "Out of Crisis", MIT Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA.
- [14] Thomas L.Saaty(1995), Decision Making for leaders, RWS.
- [15] [http://expertchoice.co.kr\(expertchoice-korea\)](http://expertchoice.co.kr(expertchoice-korea)), 2003

[16] <http://www.krs.co.kr>(한국선급), 2003

원고접수일 : 2003년 11월 24일

원고채택일 : 2003년 12월 23일