

우리나라 근해 대형트롤 어선의 선교업무 특성

김민선 · 신현옥^{1*} · 이주희¹ · 황보규²

부경대학교 수산물리학과, ¹부경대학교 해양생산시스템관리학부, ²군산대학교 해양생산학과

Characteristics of bridge task in Korean coastal large trawler

Min-Son KIM, Hyeon-Ok SHIN^{1*}, Ju-Hee LEE¹ and Bo-Kyu HWANG²

Department of Fisheries Physics, Graduate school, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Department of Marine Science and Production, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

To suggest a standard concerning with the arrangement of bridge equipment, the authors conducted the video observations with 3CCD (charge coupled device) cameras installed on the ceil of the bridge for monitoring the working activities of two bridge teams (the skipper/mate1 and the skipper/mate2) in a Korean coastal large trawler(gross tonnage: 139) for five days from July 30th. 2010 and analyzed of the data. Work elements coded by the work activities were input on the sheet of work analysis by the time unit of 1 sec according to the time occurred. A single work element among the work activities for every 5 minutes was denoted as the number of occurrence. The frequency of equipment usage was limited only in the usage of the equipment. In the case of the navigation and the towing net two ranks were integrated and analyzed. On the other hand, in the case of the casting net and the hauling net, two processes were integrated to as one and then analyzed separately as two ranks. As the results, 15 elements of work was carried out between two bridge teams for the observation; lookout, radar, GPS plotter, fish finder, net monitor, fishing deck, RPM indicator, rudder angle indicator, compass card, for maneuver; steering, ship speed control, trawl winch operation and external communications, paper works and others. It was found that the work load of the skipper per 5 minutes accordance with the navigation, the casting net, the towing net and the hauling net are 20.5 times, 11.9 times, 38.0 times and 9.5 times respectively, the mates are 65.2 times, 66.5 times, 85.7 times and 59.1 times respectively. The radar was shown the highest frequency of the equipment usage and the next was the fish finder, the GPS plotter and the external communications in the case of the navigation. In the case of the towing net the frequency of usage was high the ranking as the radar, the net monitor, the fish finder, the GPS plotter, the steering system and the external communications. In the case of the integrated process both of the casting and hauling net the trawl winch was shown the highest frequency to

*Corresponding author: shinho@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5893, Fax: +82+51-629-5886

the skipper and the next was the GPS plotter and the radar, and the steering system was shown the highest frequency to the mate and the next was the radar, the ship speed control system, the GPS plotter, the net monitor and the fish finder.

Keywords: Video observation, Stern trawler, Fishing processes, Bridge layout

서론

트롤선은 항해업무뿐만 아니라, 해상의 급변하는 날씨 조건에서 장기간 조업이 반복되고, 높은 소음과 진동, 요동하는 선내에서의 작업 및 생활이 이루어지며, 기간 내의 어획고를 올리기 위한 업무 스트레스 등의 조업과 관련된 선교업무를 동시에 수행하고 있기 때문에, 트롤어선의 선교업무는 타 선박에 비해 안전에 많은 주의가 필요하다 (Stoop, 1990). 조업 중인 트롤선의 선교팀은 선박, 어로기기 및 어구의 기능과 상태, 해상과 해저, 수중의 어군, 어장의 정보 및 선단의 동태에 관련한 상황을 충분히 파악하고 있는 상태에서 선박, 어구 및 작업자의 안전을 유지하고 어획 능력을 최대한 높일 수 있도록 운항할 책임이 있다고 할 수 있다. 선박의 설계자는 어선운항의 집약된 경험이 부족하여 다양한 근무여건을 이해할 수 없기 때문에 선교팀의 입장을 고려하는데 한계가 있다. 또한 선박은 인간-기계시스템으로써 작업자와 시스템간의 상호작용이 얼마나 잘 이루어지는가에 따라 수행하고자 하는 직무의 수행도가 높아지거나 낮아지게 된다 (Lee et al., 2005). 상선의 경우 항해당직 중 피로를 경감시켜 인간실수에 의한 해상사고를 줄이기 위해 국제해사기구 (IMO), 국제선급연합회 (IACS) 및 국제표준화기구 (ISO)에서는 이미 선교설계와 배치를 위하여 인간공학적인 원칙을 제정해 놓고 기준을 따르도록 하고 있다 (Lee, 1997; Ha, 2003). 따라서 트롤선의 선교는 항해와 조업에 따른 다양한 업무 특성에 맞도록 설계하여 선교팀의 주의 집중, 업무에 따른 피로도 저감, 조종의 정확성 및 주변상황에 대한 인

식 증진에 기여하도록 함으로써 안전운항을 증진시킬 필요가 있다고 생각된다.

한편, 업무분석은 인간 및 기계시스템을 설계하고 구현하기 위한 필수적인 과정으로써 시스템의 목적을 달성하기 위하여 작업자가 해야 할 활동이나 과정에 의하여 규명하는 것으로 정의할 수 있다 (Kirwan and Ainsworth, 1992; Kim, 2003). 상선의 경우는 선교업무에 대한 부담을 경감시키고, 업무부담에 따른 인간과실의 요인을 줄이기 위하여 선교설계에 있어서도 다른 산업 분야처럼 인간공학 측면을 고려하여야 한다는 주장이 제2차 세계대전 이후부터 시작되었다. 선교 설계에 있어 인간공학을 배려하려면 우선 선교팀의 업무에 대한 다양한 연구가 선행되어야 하고, 업무내용에 따른 선교팀의 행동패턴 관하여 상세하고 정량적으로 규명할 필요가 있다 (Lee, 1997).

어선의 선교업무와 관련된 연구로는 영국 어선들을 대상으로 조업 중의 당직업무와 관련한 선장과 사관 그리고 부원간의 계기 사용 습관을 분석한 바 있고 (Malcolm, 2006), 또한 해난사고의 주요 요소로서 정신적 부담과 인간실수를 분석한 결과를 토대로 선교작업환경 개선에 주목하고 선교레이아웃과 계기의 재설계를 제안한 바 있다 (Stoop, 1990). 하지만 우리나라의 경우에는 근해대형트롤어선의 선교 업무와 관련된 연구는 찾아 볼 수 없었다.

이에 본 연구는 우리나라 근해대형트롤어선 (이하 트롤선)의 선교에서 항해와 조업에 따라 사용되는 기기와 사용특성을 파악하기 위하여 비디오 관찰법을 이용하였고, 가장 많이 사용하

는 기기를 가장 편리한 장소에 배치한다는 인간 공학적 기기 배치원리 중의 하나인 기기 사용빈도에 따른 선교 레이아웃 설계 기준을 제시하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험 선박

선교업무분석에 이용한 트롤선의 측면과 선

교의 형태는 Fig. 1 (a)에 나타내었다. 실험에 사용한 선박은 전장이 41.52m, 총톤수가 139톤으로 동경 128도 이서의 우리나라 근해에서 조업하고 있는 전형적인 형태의 트롤선이다. 선교업무를 수행하고 있는 항해사는 5급과 6급의 어선 항해사 자격과 10년 이상의 승선경력을 보유한 숙련자이었다. 실험 선박의 선교 및 계기의 배치 형태는 일반적인 트롤선의 형태를 취하고 있는

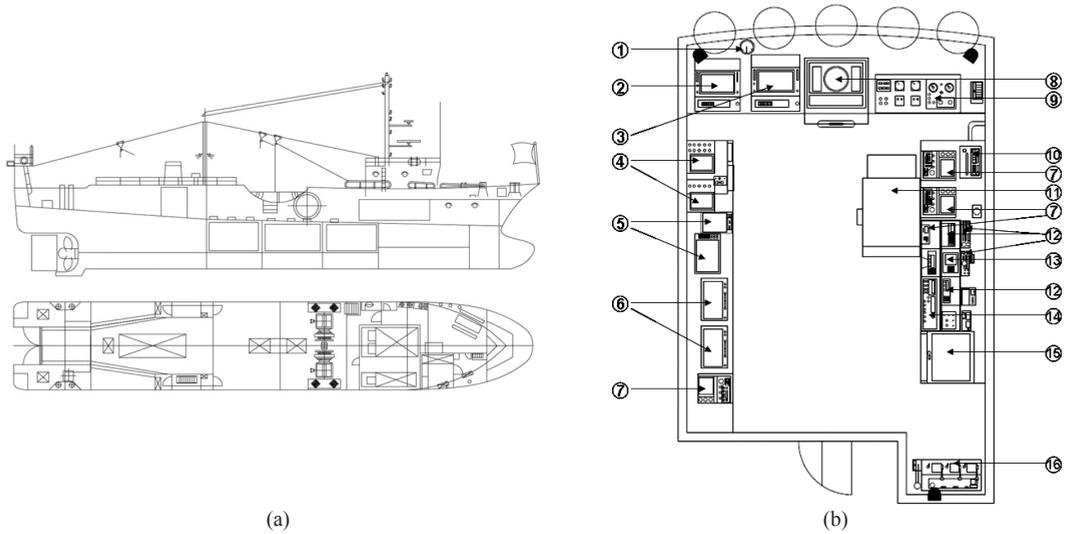


Fig. 1. Show (a) the side and top view, (b) fishing and navigational equipments arranged in the bridge including the digital video recording system for observing the working status of a bridge team of the trawler. ■ denotes the location of the camera, ① rudder angle indicator, ② X-band Radar(TM), ③ S-band Radar(ARPA), ④ net monitor, ⑤ fish finder, ⑥ GPS plotter, ⑦ MF/HF transceiver, ⑧ auto pilot system and steering wheel, ⑨ RPM & Pitch control consol, ⑩ weather fax, ⑪ captain's chair, ⑫ VHF telephone, ⑬ DGPS receiver, ⑭ public address system, ⑮ TV and ⑯ trawl winch console.

Table 1. Specifications of the trawler used in experiment

Items	Specifications
Gross tonnage	139tons
LOA	41.52m
Breadth	6.9m
Depth	3.2m
Main engine & Horse Power	1,470ps × 825rpm
Propeller type	C.P.P × 4-blades
Maximum speed	13.65knots
Complement	15persons
Kind of fishing operation	mid-water trawl
Skipper details	3rd class certificate held for more than 10 years
Mate details	2persons, 5th/6th class certificate held for more than 10 years
Building	Korea
Launching date	August 3, 1995.

데, 실험선의 갑판에는 트롤윈치, 네트드럼 등의 어로설비를 갖추고 있다. 실험선의 선교에 설치된 항해 및 어로 장비들을 Fig. 1 (b)에 나타내었다. 그림에서 ②와 ③은 X-band, S-band ARPA 레이다, ④와 ⑤는 어망감시기와 어군탐지기 각 2대, ⑥은 GPS plotter 2대, ⑦은 MF/HF 송수신기 3대, ⑧과 ⑨는 자동조타 시스템과 선속조정시스템 및 ⑩은 트롤윈치 콘솔 등을 나타낸다. 실험 선박의 주요 사양과 선교팀의 자격증의 등급 및 경력은 Table 1에 나타내었다.

선교업무 관찰시스템의 구성 및 배치

선교업무 관찰 시스템은 칼라 CCD camera 3대 (CNB, IDIS Co. Ltd, Korea)와 4개 채널의 디지털 비디오 레코더 (H-0410L, NADATEL Co. Ltd, Korea)로 구성하였다. 선교업무를 관찰하기 위해, 카메라는 3대의 카메라 중 2대는 선교 전면의 좌현과 우현 천장에 Fig. 1의 (b)와 같이 설치하여 계기와 관련된 선교팀의 모든 선교업무를 관찰할 수 있도록 하였다. 그리고 항해, 투망, 양망 및 예망 그 밖의 어로갑판의 작업을 구분 짓고 정확한 작업시간을 알아보기 위해, 1대의 카메라를 선미현창에 설치하여 어로갑판의 슬립웨이와 트롤윈치, 네트드럼을 카메라 앵글에 들어오도록 하였다 (Fig.1 (b)). 레코더는 조업에 방해가 되지 않도록 선교 후면 천장에 설치하였다. 칼라 CCD camera는 510 (h)×492 (v)의 해상도를 가지고 있어서 항해사의 시선과 업무동작을 상세하게 촬영할 수 있으며, 적외선램프가 부착되어 있어서 야간의 낮은 조도에서도 명확한 화상의 촬영이 가능하다. 그리고 4채널 디지털 비디오 레코더는 동시에 704×480의 해상도의

화상을 초당 30 프레임의 속도로 30일 동안 녹화가 가능하다.

조업과정별 관찰시간

항해 및 조업과정별 관찰시간은 Table 2에 나타내었다. 항해는 2010년 7월 30일 13:27분 부산항에서 출발하여 2010년 7월 31일 13:27분 어장에 도착하기까지 약 24시간, 조업은 2010년 7월 31일 21:21분부터 2010년 8월 4일 00:13분까지 어장에 도착한 실험선이 투망을 시작한 시점부터 조업이 마칠 무렵까지 약 75시간 동안 연속하여 관찰된 것을 분석한 것이다. 항해, 투망, 예망 및 양망에 따른 관찰 시간은 항해사의 경우는 각각 1,440분, 267.6분, 4,009.1분 및 217.2분, 선장의 경우는 각각 481.9분, 263.2분, 1925.3분 및 217.2분이다. 선장의 경우에는 기록된 작업분석표에서 휴식시간을 제외하고 선교에서 활동한 시간만을 이용하였다.

분석방법

선교팀의 업무를 출항 후 어장도착 시점까지를 출어에 따른 항해 (이하 항해), 어장에 도착하여 어로작업의 과정인 투망, 예망 및 양망으로 구분하여 업무를 분석하였다. 항해사의 당직은 6시간으로 규칙적이지만 조업은 항해사의 규칙적인 교대시간에 맞추어지지 않고 어기동안 연속하여 이어지기 때문에 항해사의 선교업무를 관찰하기 위해서는 주야를 포함한 24시간 동안의 업무에 대하여 관찰할 필요가 있었다. 촬영된 동영상으로부터 선교업무를 정량적으로 분석하기 위해서는 업무와 관련된 각 활동을 정의할 필요가 있었다. 본 연구에서는 선교팀의 행위 관찰

Table. 2 Observation time of navigation and fishing process

Observation (hour/times)	Fishing process				
	Navigation for fish (min)	Casting net (min)	Towing net (min)	Hauling net (min)	
Skipper	481.9/1	263.2/16	1925.3/16	217.2/16	
Mate(2persons)	1440/1	267.6/16	4009.1/16	217.2/16	

데이터를 텍스트로 변환하기 위하여 엑셀시트에 작업분석표를 작성하였고, 행위자, 시간, 공간 이동, 행동 및 임무로 구성하였다. 기기 조작과 계기 관찰에 따른 작업코드는 관찰작업요소 (주변해역, 레이더, GPS plotter, 어군탐지기, 어망감시기, 어로감판, RPM지시기, 타각지시기, compass card), 조종작업요소 (조타, 선속, 트롤윈치), 외부통신, 서류작업 및 기타 등 15개이다. 선교팀의 업무를 임무 (duty), 과업 (task) 및 작업 (work)으로 구분하였고 작업은 1개 요소를 수행하는 단일작업과 1개 이상의 요소를 동시에 수행하는 동시병행작업으로 분류하였다. 이 연구에서는 계기에 대한 사용빈도를 파악하기 위하여 단일작업만을 분석한 결과를 나타내었다. 업무량 분석 요소의 기본 값은 1로 하고 시간은 1초 단위로 작업을 구분하여 시간대에 따라 해당코드를 작업분석표에 입력하였다. 단위 시간 (5분)당 작업요소 및 작업빈도 A는 식 (1)을 사용하여 구하였고, 선교팀의 5분당 업무량 At는 식 (2)를 사용하여 구하였다.

$$A = \frac{N/(t_a \times 60/5)}{M} \quad (1)$$

$$A_t = \sum_{i=1}^n A \quad (2)$$

여기서, N은 항해 및 조업기간 동안 발생한 각 과정별 특정 작업요소의 누적 횟수이고, t_a 는 조업과정별 총 소요 시간 (hour), M은 인원수이다.

기기의 사용빈도는 항해 및 예망의 경우에는 선장의 휴식시간 외에는 2인이 동일한 작업요소를 동시에 수행하므로 기기의 사용빈도를 식 (1)에 따라 나타내었다. 투망과 양망의 경우는 2인이 상이한 작업요소를 동시에 수행하므로 선장과 항해사를 각각 분리하였고, 두 과정을 통합하고 기기사용빈도를 합산하여 평균값으로 정리하였다. 주요 기기에 대한 사용빈도에 초점을 맞추기 위하여 동일한 기기에 대한 작업은 하나로 통합하였고, 주변해역경계, 서류작업, 어로감판 관찰 및 기타작업을 제외하였다.

결과 및 고찰

항해

항해에 따른 선교팀의 단일작업요소와 발생 횟수를 단위시간 (5분)당 업무량으로 나타내면 Fig. 4와 같다. 선장 및 항해사의 작업요소와 작업빈도를 정리하면 주변해역경계 (3.9회, 13.7회), 레이더 (4.9회, 17.0회), GPS plotter (3.9회, 7.4회), gyro-compass card (0.1회, 1.2회), 조타 (none, 0.9회) 선속조정 (none, 0.2회), RPM지시기 (none, 0.5회), 타각지시기 (none, 0.2회), 어군탐지기 (2.9회, 11.5회), 어망감시기 (none, none) 어로감판관찰 (0.5회, 0.9회), 트롤윈치 작동 (none, none), 대외통신 (0.6회, 1.3회), 서류작업 (0.1회, 0.7회) 및 기타 (3.5회, 8.7회)로 각각 나타났고, 작업요소 및 업무량은 선장의 경우 9개 작업 및 32.6회, 항해사의 경우는 13개 작업 및 65.2회로 각각 나타났다. 출어에 따른 실험선의 항해 업무와 상선의 항해 업무를 비교해 보면 Millar and Hansford (1983)는 항해사가 항해 중 주로 수행하는 작업요소는 주변해역경계, 해도 테이블에서의 작업, 레이더 및 기타 작업 등 4개 종류임을 보고하였고 각각의 작업이 당직에서 차지하는 시간 비율은 해도테이블에서의 작업 30%, 주변해역경계 26%, 레이더 24% 및 기타 20% 이었다. 이 연구에서 작업 빈도에 따른 비율로 비교해 보면 레이더가 25%, 주변해역경계 21%, 어군탐지기 17%, GPS plotter 11% 및 기타 24%로, 레이더와 주변해역경계에서 상선의 경우와 유사하게 나타난 것을 볼 수 있다. 실험선의 경우 항해 중 주요 작업요소에 더하여 어군탐지기 및 GPS plotter 등이 추가되어 있다. 대외통신의 업무량을 보면 선장 및 항해사가 0.6회, 1.3회는 5분당 호출과 응답하는 횟수를 나타낸다. MF/HF와 같은 장거리 교신수단이 3대 이상 및 기타 통신수단이 설비되어 있는 것을 볼 때 선단 간 교신정보를 지속적으로 청취하고 있다고 생각된다. 어장에서 조업하고 있는 선박과 출어에 따른 항해 중인 선박과의 어장정보 교신은 중요한 업

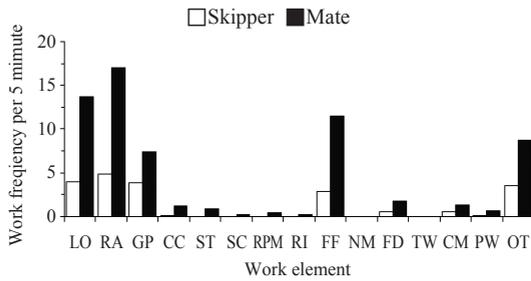


Fig. 2. Workload of the skipper and mate to single work during the navigation. LO indicates lookout, RA, radar, GP, GPS plotter, CC, gyro-compass card, ST, steering, SC, speed control, RPM, RPM indicator, RI, rudder angle indicator, FF, fish finder, NM, net monitor, FD, fishing deck monitoring, TW, trawl winch operation, CM, external communication, PW, paper work and OT, others.

무 중의 하나로 생각된다. Lee (1997)는 항해 중인 항해사의 작업요소를 레이더, ECDIS, 무중신호기, 조타기, 선속지시기, 종합항해 정보표시기 및 RPM 표시기 등 7개 종류로 보고하였는데, 실험선의 작업요소와 비교하면 9개 작업 및 13개 작업으로 나타난 것을 볼 때 출어에 따른 항해 중인 트롤선의 선교업무는 상선의 선교 업무보다 약 2배 정도의 높은 업무량이라고 할 수 있다. 더욱이 항해사의 당직시간은 6시간씩 교대근무를 하고 있는 실정이다. 이와 같이 실험선의 선교팀은 다양한 작업요소와 높은 업무량에 노출되어 있으며 해상이라는 자연환경과 선박의 작업환경에 의해 육체적 피로는 물론 정신적인 피로가 상선의 선교팀 보다 높을 것으로 생각된다.

투망

투망에 따른 선교팀의 단일작업요소와 발생 횟수를 단위시간 (5분)당 업무량으로 나타내면 Fig. 3과 같다. 선장 및 항해사의 작업요소와 작업빈도를 정리하면 주변해역경계 (0.2회, 7.5회), 레이더 (1.9회, 10.4회), GPS plotter (1.9회, 3.8회), gyro-compass card (none, 1.3회), 조타 (none, 15.5회) 선속조정 (none, 5.5회), RPM지시기 (none, 0.3회), 타각지시기 (none, 0.7회), 어군탐지기 (0.6회,

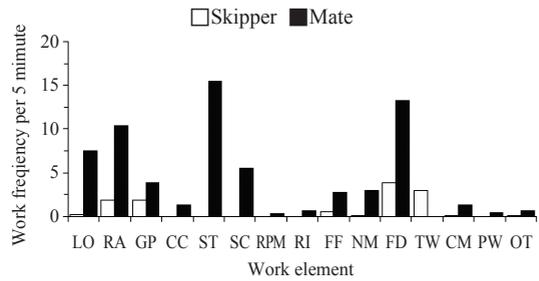


Fig. 3. Workload of the skipper and mate to single work during the casting net.

2.7회), 어망감시기 (0.2회, 3.0회), 어로감판 (3.9회, 13.3회), 트롤원치조종 (3.0회, none), 대외통신 (0.1회, 1.3회), 서류작업 (none, 0.5회) 및 기타 (none, 0.7회)로 각각 나타났고, 작업요소 및 업무량은 선장의 경우 9개 작업 및 11.9회, 항해사의 경우는 14개 작업 및 65.5회로 각각 나타났다. 투망에서는 항해사 및 선장은 동일한 업무를 동시에 수행하지만 작업요소에서 현저한 차이를 보였다. 그 요인은 작업요소가 서로 상이하기 때문으로 선장의 경우는 트롤원치 콘솔에서 어로감판의 어구와 선원들을 주시하면서 작업지휘를 하고, 원치를 조종하는 것에 주의를 집중하고 많은 시간을 할애하기 때문에 업무량이 낮고 작업요소가 적게 나타났다고 생각된다. 항해사의 경우는 갑판작업에 적합한 선수와 선속 유지 및 주변해역 경계 등 선장에 비하여 다양한 작업요소를 단시간 내에 처리해야 하기 때문으로 생각된다. 정확한 업무량을 파악하기 위해서는 작업에 집중할 시간도 유용할 것으로 생각된다.

예망

예망에 따른 선교팀의 단일작업요소와 발생 횟수를 단위시간 (5분)당 업무량으로 나타내면 Fig. 4와 같다. 선장 및 항해사의 작업요소와 작업빈도를 정리하면 주변해역경계 (4.0회, 10.0회), 레이더 (8.8회, 18.9회), GPS plotter (4.5회, 10.2회), gyro-compass card (0.9회, 4.0회), 조타 (0.3회, 3.8회) 선속조정 (none, 1.4회), RPM지시

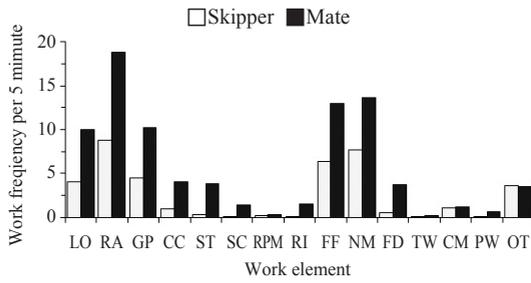


Fig. 4. Workload of the skipper and mate to single work during the towing net.

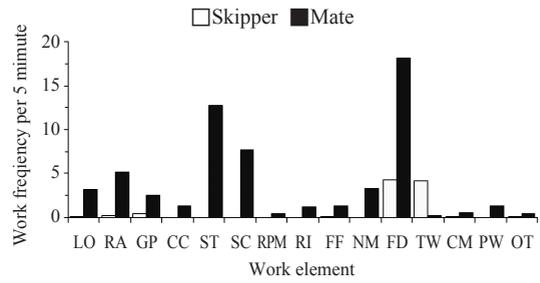


Fig. 5. Workload of the skipper and mate to single work during the hauling net.

기 (0.1회, 0.3회), 타각지시기 (0.1회, 1.5회), 어군탐지기 (6.3회, 13.0회), 어망감시기 (7.6회, 13.6회), 어로감판 (0.5회, 3.7회), 트롤원치조종 (none, 0.2회), 대외통신 (1.0회, 1.2회), 서류작업 (0.1회, 0.7회) 및 기타 (3.6회, 3.5회)로 각각 나타났고, 작업요소 및 업무량은 선장의 경우 13개 작업 및 38.0회, 항해사의 경우는 15개 작업 및 85.7회로 각각 나타났다.

예망에서 높은 업무량과 많은 작업요소를 볼 수 있는데 이것은 중층 예망에 따른 선교업무이기 때문으로 생각된다. 예망되는 어구의 안전과 원하는 선위 유지를 위해 해당하는 작업요소들로부터 지속적으로 정보를 습득하고 선박 및 수중의 어구에 명령을 전달하고 있기 때문으로 생각된다. 또한 우리나라 근해에서 중층어망을 사용하는 트롤선은 수심이 100m 내외의 거친 해저지형에서 전개폭 및 망구가 약 100m 및 약 30m 이상이 되는 로프망을 사용함에 따라 수중의 어망 파손예방 및 해상 충돌예방은 항해사의 주요 임무로 여겨진다.

양망

양망에 따른 선교팀의 단일작업요소와 발생 횟수를 단위시간 (5분)당 업무량으로 나타낸 Fig. 5와 같다. 선장 및 항해사의 작업요소와 작업빈도를 정리하면 주변해역경계 (none, 3.2회), 레이더 (0.2회, 5.2회), GPS plotter (0.4회, 2.5회), gyro-compass card (none, 1.2회), 조타 (none, 12.7

회) 선속조정 (none, 7.7회), RPM지시기 (none, 0.4회), 타각지시기 (none, 1.2회), 어군탐지기 (0.1회, 1.3회), 어망감시기 (none, 3.3회), 어로감판 (4.3회, 18.1회), 트롤원치조종 (4.2회, 0.2회), 대외통신 (0.1회, 0.5회), 서류작업 (none, 1.3회) 및 기타 (0.1회, 0.4회)로 각각 나타났고, 작업요소 및 업무량은 선장의 경우 8개 작업 및 9.5회, 항해사의 경우는 15개 작업 및 59.1회로 각각 나타났다.

항해 작업요소인 주변해역경계 및 레이더에 대한 업무량이 비교적 낮게 나타난 것을 볼 수 있는데 이것은 선교팀의 주의가 감판의 어구와 선원들의 안전에 집중되기 때문으로 생각된다. 이러한 업무행태는 주변해역경계, 레이더 및 GPS plotter 등의 항해 작업요소에 대한 주의 소홀로 이어지고 충돌과 좌초의 위험에 노출 될 수 있다 (Stoop, 1990). 실험선의 선교 레이아웃을 살펴보면 레이더를 선교전면의 좌현 측에 설치하여 항해 기능에 중점을 둔 레이아웃으로 볼 수 있다. 따라서 주변해역경계와 레이더에 대한 관찰 소홀을 방지하기 위해서는 트롤원치 콘솔의 위치에 레이더 등 항해기능을 추가할 필요가 있다고 생각된다.

기기 사용빈도 순위

업무량분석에서 얻은 결과로부터 항해, 예망, 투망 및 양망에 따른 주요 기기에 대해 사용빈도가 높은 순위대로 나타내면 Fig. 6과 같다. 항해

와 예망의 경우는 사용빈도가 1.0이하, 투망 및 양망의 경우는 2.0이하인 기기는 분석에서 제외하였다. 2인이 동일한 업무와 작업요소를 동시에 수행하는 항해 및 예망에 따른 기기 사용빈도는 (a)에 나타났다. 그림 (a)에서 항해의 경우에는 레이더, 어군탐지기, GPS plotter 및 대외통신기기, 예망의 경우에는 레이더, 어망감시기, 어군탐지기, GPS plotter, 조타장치 및 대외통신기기로 정리할 수 있다. 동일한 업무를 위해 상이한 작업요소를 동시에 수행하는 투망 및 양망을 하나로 축약하여 선장과 항해사에 따라 기기 사용빈도를 나타내면 (b)와 같다. 선장의 경우는 트롤윈치, GPS plotter 및 레이더, 항해사의 경우에는 조타장치, 레이더, 선속조정기, GPS plotter, 어망감시기 및 어군탐지기로 정리할 수 있다.

기기의 사용빈도는 선교설계에서 중요한 원리 중의 하나이다. IMO의 선교설계 지침에서 사용빈도가 가장 많고 중요도가 높은 장비는 선교팀의 조종위치에서 주시안정시야의 범위 내에 설치할 것을 권고하고 있다 (IMO MSC/Cir.982.2000; SOLAS Chapter 5 Rules 15). 항해, 투망, 예망 및 양망에 따라 요소별 작업빈도의 순위가 서로 상이하게 나타난 것으로 볼 때 트롤선의 업무는 조업과정에 따라 작업요소와 작업의 우선순위가 달라진다는 것을 알 수 있다. 선장과 항해사의 업무량의 차이는 해당 작업요소에 대해 주의를 집중하는 시간에 따른 차이라고 생각된다.

상선의 경우 항해당직 중 피로를 경감시켜 인간실수에 의한 해상사고를 줄이기 위해 국제해사기구 (IMO), 국제선급연합회 (IACS), 국제표준화기구 (ISO)에서는 이미 선교설계와 배치를 위하여 인간공학적인 원칙을 제정해 놓고 기준을 따르도록 하고 있다 (Lee. 1997; Ha. 2003). 하지만 우리나라의 대형트롤선의 경우 1966년 트롤어선이 우리나라에 도입된 이래로 트롤선과 관련하여 지금까지 진행된 대부분의 연구들은 어구의 어획성능 향상과 선체운동에 대해 활발히 수행되어 왔으나, 어선의 안전과 어획 능력에

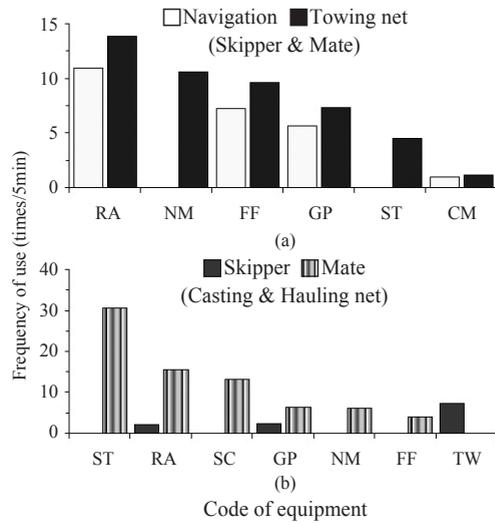


Fig. 6. Frequency of use the equipment on the bridge task.

많은 영향을 미칠 수 있는 선교팀의 업무에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 트롤선의 선교기기 배치의 문제는 선교근무자의 편의성뿐만 아니라 선박의 안전을 위해 업무를 종합적으로 검토할 필요가 있다고 생각된다.

선교는 선교팀의 작업장이라고 할 수 있는데 인간공학적 작업장의 기기 배치 원리로는 사용빈도원리, 중요도원리, 사용 순서의 원리, 일관성원리, 동일한 위치를 통한 제어장치와 디스플레이 부합성원리, 혼잡성 회피 원리 및 기능적 집단화원리 등이 있다. 이들 중 사용빈도의 원리는 가장 빈번하게 사용되는 기기들은 가장 사용하기 편리한 곳에 배치되어야 한다는 원리이다 (Wickens et al., 2008).

선교팀의 피로도는 일반적으로 승선중인 선종, 항로, 입출항 횟수, 정박기간의 불규칙성 등과 같이 다양한 피로유발 요인에 의해서 발생한다. 또한 승선 중에 직면하게 되는 장시간에 걸친 정신적, 육체적 노동으로 인하여 발생하는 수면부족과 스트레스, 정신적·육체적인 작업부하 등의 원인에 의해서 증가 또는 누적된다

(IMO, 2001; Yang, 2009). 이 연구를 통하여 트롤선의 선교팀은 많은 작업요소, 높은 업무량 및 하루 12시간의 당직시간에 부가하여 육체적으로는 소음 및 진동, 정신적으로는 어획량에 따른 정신적 스트레스에 노출되어 있다고 생각된다. 따라서 선교팀의 피로도 저감을 통하여 주의집중, 조종의 정확성 및 주변상황에 대한 인식 증진시킬 필요가 있다. 또한, 어선의 안전 항해 및 조업은 어선의 수익성 확보에 가장 큰 영향을 미친다고 생각된다. 건조시기가 도래하는 트롤선에 대하여 트롤어업에 최적화된 선교의 기기 배치와 설계를 위해서는 현존하는 트롤선의 선교기능과 업무특성을 우선 파악하는 것이 중요하다고 생각된다.

결론

본 연구는 우리나라 트롤선의 선교설계에 필요한 선교 기기배치 기준을 제시하기 위하여 항해, 투망, 예망 및 양망 중의 선교팀의 업무를 비디오로 촬영하여 그 데이터를 분석한 것으로써 결론을 요약하면 다음과 같다.

항해와 조업에 따른 선교팀의 작업요소는 관찰작업요소(주변해역, 레이더, GPS plotter, 어군탐지기, 어망감시기, 어로감판, RPM지시기, 타각지시기, gyro-compass card), 조종작업요소(조타, 선속, 트롤윈치), 대외통신, 서류작업 및 기타 등 15개가 있음을 알 수 있었다. 단위시간(5분)당 업무량은 항해, 투망, 예망 및 양망에 따라 선장의 경우(작업요소 9개, 9개, 13개, 7개), 각각 20.5회, 11.9회, 38.0회 및 9.5회, 항해사의 경우(작업요소: 13개, 14개, 15개, 15개) 각각 65.2회, 66.5회, 85.7회 및 59.1회임을 알 수 있었다. 선교팀의 업무량분석에서 파악된 작업요소에서 레이아웃에 필요한 주요 기기를 사용빈도가 높은 순위대로 정리하면 다음과 같다.

2인이 동일한 업무와 작업요소를 동시에 수행하는 항해 및 예망의 경우에는 레이더, 어망감시기, 어군탐지기, GPS plotter, 대외통신기기, 어로

감판, 조타장치, RPM indicator, 선속조정장치 순으로 나타났고, 동일한 업무를 위해 상이한 작업요소를 동시에 수행하는 투망 및 양망은 어로감판, 조타장치, 레이더, 선속조정장치, GPS plotter, 트롤윈치, 어망감시기 및 어군탐지기 순으로 나타났다.

선장과 항해사의 기기 사용빈도 특성을 업무에 따라 정리하면 다음과 같다. 선장은 항해에서는 레이더, GPS plotter, 어군탐지기 및 대외통신기기 순으로 나타났고, 예망에서는 레이더, 어망감시기, 어군탐지기, GPS plotter, 대외통신기기 및 gyro-compass card 순으로 나타났다. 투망에서는 어로감판, 트롤윈치, 레이더 및 GPS plotter, 어망감시기 순으로 나타났고, 양망에서는 어로감판, 트롤윈치, GPS plotter 및 레이더 순으로 나타났다. 항해사는 항해의 경우에는 레이더, 어군탐지기, GPS plotter, 어로감판, 대외통신기기 및 gyro-compass card 순으로 나타났고, 예망의 경우에는 레이더, 어망감시기, 어군탐지기, GPS plotter, gyro-compass card, 조타장치, 어로감판 및 타각지시기 순으로 나타났다. 투망의 경우에는 조타장치, 어로감판, 레이더, 선속조정장치, GPS plotter, 어망감시기, 어군탐지기 순으로 나타났고, 양망의 경우에는 어로감판, 조타장치, 선속조정장치, 레이더, 어망감시기, GPS plotter 및 어군탐지기 순으로 나타났다.

향후, 실험선과 유사한 트롤선에 적합한 선교 레이아웃 설계를 위해서는 이 연구에서 구명된 두 직위간의 작업요소와 기기 사용빈도순위 외에 선교팀과 기기 상호간의 관계를 구명할 수 있는 링크 분석 및 작업동선의 유형을 파악하여 이를 종합적으로 검토할 필요가 있다고 생각된다. 본 논문에서 구명된 선교팀의 단일작업요소와 기기 사용 빈도순위는 대형트롤선의 선교 레이아웃 설계에 기초자료로써 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Ha WJ. 2003. A study on the design and arrangement of coastal ship's bridge on the basis of ergonomics concept. Ph.D. Thesis, Korea Maritime University Korea, 71 – 109.
- IMO. 2001. Guidance on fatigue mitigation and management. MSC/Circ. 1014, 4 – 28.
- Kim SU. 2003. Object-oriented task description in task analysis for designing man-machine system. J Soc Kor Ind Sys Eng 26, 18 – 23.
- Kirwan B and Ainsworth LK. 1992. A Guide to Task Analysis. Taylor and Francis Ltd., London, 7 – 9
- Lee DS. 1997. The study of ergonomics design of automated ship's bridge layout. Ph.D. Thesis, Pukyong Nat'l University, Korea, 1 – 97.
- Lee BW, Kim HT, Yang CS and Yang HY. 2005. Cognitive experiment on auditory sounds for integrated ship bridge alarm system. J Kor Soc Mar Envir Safety 11, 11 – 16.
- Malcolm F. 2006. Allocation of attention by fishing vessel watchkeepers. Navigation 59, 239 – 250.
- Millar IC. and Hansford RF. 1983. The 'Manav' integrated navigation system. Navigation 56, 81 – 92.
- Stoop J. 1990. Redesign of bridge layout and equipment for fishing vessels. Navigation 43, 215 – 228.
- Wickens CD, Lee JD, Yili L, Sallie E and Gordon B. 2008. An Introduction to Human Factors Engineering, 2nd Edition. Lee JS and Kim JR ed. Sigma Press, NC. Korea, 60 – 306.
- Yang WJ. 2009. A basic study on the fatigue analysis model for marine officers. J Kor Soc Mar Envir Safety 15, 217 – 222.
-
- 2012년 3월 4일 접수
2013년 1월 29일 1차 수정
2013년 5월 2일 2차 수정
2013년 6월 13일 3차 수정
2013년 6월 4일 수리