JESK J Ergon Soc Korea 2017; 36(5): 579-587
http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2017.36.5.579
http://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Analysis of Workload of the Domestic Coastal Ship Duty Officer to Prevent Marine Accidents

Young Hoon Yang, Hongtae Kim, Junhyuk Jang

KRISO, Marine Safety Research Division, Daejeon, 34103

해양사고 예방을 위한 국내 연안선 항해당직자의 업무 부하 분석

양영훈, 김홍태, 장준혁

한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소 해양안전연구부

Corresponding Author
Young Hoon Yang
KRISO, Marine Safety Research Division,
Daejeon, 34103
Mobile : +82-10-8313-9238
Email : yhyang@kriso.re.kr

Received : September 13, 2017
Revised : September 14, 2017
Accepted : September 18, 2017

Copyright@2017 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Objective: The purpose of this study is to measure the workload of Korea coastal ship crew members, to investigate whether they are following work-break time regulations and to identify the main causes of their workload.

Background: According to the US Coast Guard, about 33% of human casualties are reported to be due to fatigue, and 30% of marine casualties reported by the British Marine Accident Investigation Agency (MAIB) are attributed to crew fatigue. But the coastal ship are not managed for business hours and breaks despite the harsh environment.

Method: The workload of duty crew members on the 100 domestic coastal vessels was measured. It was also investigated whether they are following domestic and international work-break time regulations. Finally, the marine accidents resulted from the fatigue of the crew was analyzed.

Results: As a result of workload analysis, the workload on the 42~62% of the vessels exceeded the standard of working time on the related regulation. The workload increased with the number of inbound and outbound ports. Especially, in the system where there are two seafarers, the workload exceeded the working time requirement. As a result of the marine accidents analysis on 100 vessels, it was found that collision and grounding occurred due to fatigue, workload and drowsiness in 7 marine accidents out of 30 marine accidents.

Conclusion: It is necessary for the shipping companies to introduce an operation management manual for the management of the crews' workload and reasonable crew arrangement. It is also required for crew members to easily record work times and for shipping companies to manage the record. It would be possible to prevent many marine accidents by providing adequate rest to the crews and flexibly adjusting their working hours.

Application: The results of this study can be used as fundamental data to manage crews' fatigue and to make job management manuals.

Keywords: Workload, Crew fatigue, Marine accident, Fatigue management manual, Duty officer

1. Introduction

미국 해안경비대 보고서에 따르면 선박 충돌 및 좌초 사고가 포함된 주요 해양사고에서 인적과실의 원인으로 선박 승조원의 피로가 약 16% 정도 기여하는 것으로 조사되었으며, 인명 손상 사고의 약 33% 정도가 피로에 의한 것으로 보고되고 있다(McCallum and Raby, 1996). 영국 해양사고조사국(MAIB)에 이하면 1994년부터 2003년까지 10년간 전체 해양사고의 1/3에서 선원 피로가 사고원인으로 보고하고 있다(MAIB, 2004). 또한 2003년 스웨덴에서의 연구결과 약 73% 정도이 선박 당직 근무자들이 당직 근무 기간 중 최소 1회 또는 그 이상 졸음에 빠져 당직 근무에 임한 것으로 조사되었다(KMST, 2012).

이러한 선박 승조원이 피로가 해양사고의 원인으로 대두됨에 따라, 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)에서는 선원 피로에 관한 지침서(Guidelines on Fatigue)를 제정하여 국제항해에 종사하는 선박들이 체계적으로 승조원들의 피로를 관리하도록 권고하고 있다(IMO, 2001). 그러나 우리나라의 연안을 항해하는 선박들은 운항 환경의 특성상 국제항해 선박보다는 상대적으로 적은 인원의 승조원이 승선하여 당직 근무, 선상 업무 등을 수행하고 있으며, 항만의 잦은 입출항 업무 등을 수행하고 있으나 별도의 피로에 관한 지침은 없는 실정이며, 승조원들은 수면 부족을 겪고 있는 것으로 보고되고 있다(KMST, 2012).

본 논문에서는 국내 연안선 당직 승조원의 업무 부하를 측정하여 국내 및 국제적으로 규정하고 있는 작업 및 휴식 시간을 따르고 있는지 조사하였으며, 업무 부하의 주요 원인을 파악하였다. 또한 작업 부하 측정 선박을 대상으로 해양사고 이력을 조사하여 승조원의 피로와 연관된 해양사고 사례를 분석하였다.

2. Method

2.1 Workload measurement

본 연구에서는 지난 2015년 프랑스에서 IMO 피로 관리 지침서 개정의 일환으로 제출한 정보 문서에서의 업무 부하 측정 방법을 적용하였으며(IMO 2015), 국내 연안선 100척을 대상으로 하였다.

프랑스에서 측정한 업무 부하 측정 방법은 Figure 1과 같이 선박의 항만 입출항 시간을 바탕으로 항해사의 항해 및 정박 당직 근무 시간을 측정하였으며, 훈련시간은 약 7일에 1시간, 입출항 작업을 위해 소요되는 시간은 입출항 각각 2시간을 적용하여 항해 및 정박 당직 근무 시간과 더하여 총 업무 부하를 측정하였다. 1일 및 7일 단위로 업무 부하를 측정하였으며, 측정된 업무 부하가 국내외 선원 근무 시간 규정 1일 14시간, 7일 91시간을 초과하는지 비교하였다(Korea the Seaman Law, 2017).

	Total duration	Total call	Total between ports	Drills	Watch	Mooring	Call	Safety Master	Safety C/O
Work hours between 12/06 12:28 And 19/06/15 00:50	6 j 12,37h	59,05	97,32	1	48,66	12	21	0	0
	156,37	temps de travail	master	82,66	Equivalent:	14h work/ jour =	12,69	91h work/7j =	88,81
		temps de travail	chief officer	82,66	Equivalent:	14h work/ jouv =	12,69	91h work/7j =	88,81

Figure 1. Workload measurement method sample

2.2 Target vessel

국내 항만에만 입출항을 하는 총톤수 1만톤 이하 연안선 100척을 대상으로 약 1개월의 항만 입출항 실적 자료를 분석하였다. 대상 선박은 Figure 2와 같이 석유제품 및 화학제품 등을 운반하는 탱커선, 석탄 및 여러 종류의 화물을 운반하는 일반화물선, 예인선 등으로 선정하였다.

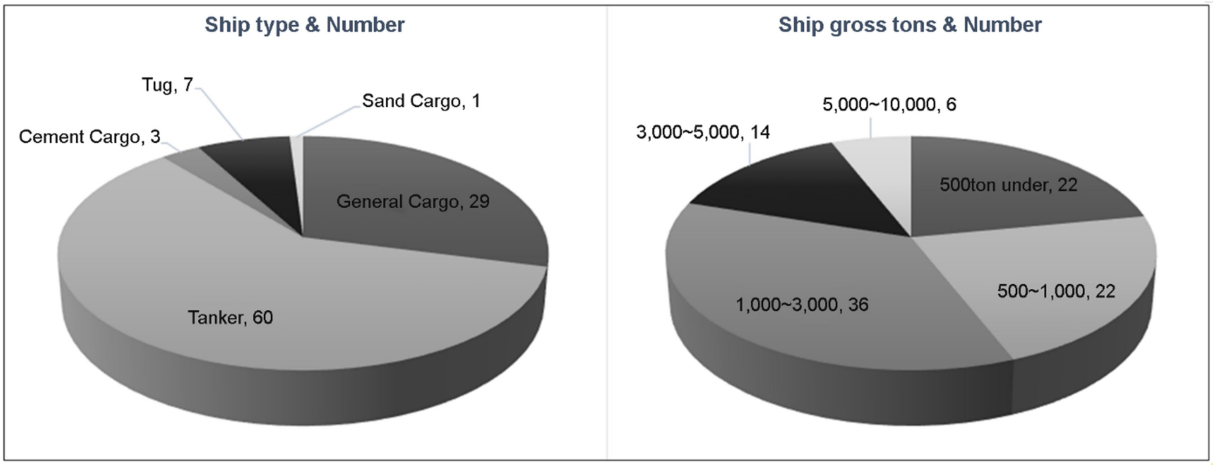

Figure 2. Target vessel type & gross tons

2.3 Marine accident analysis

업무 부하 측정을 진행한 100척의 연안선들을 대상으로 최근 40년간의 해양사고 이력을 분석하였으며, 업부 부하와 연관된 사고 사례들을 조사하였다(KMST, 1977-2017).

3. Results

3.1 The workload measurement result of the coastal ship

국내 연안선 100척에 대한 업무 부하 측정 결과 총 304개의 업무 부하 측정 값을 얻을 수 있었다. 측정 결과 Figure 3과 같이 304개의 업무 부하 측정 값에서 약 42~62% 정도는 근무 시간 기준 14시간 및 91시간을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 Figure 5 및 Figure 6과 같이 주로 총톤수 1,000톤급 이하의 선박에서 선원 근무 시간 기준 1일 14시간, 1주일 91시간의 근무 시간을 초과하여 업무 부하가 높은 것으로 조사되었다. 이는 3,000톤급 미만 선박의 경우 선박 직원법 제11조에 따라 항해 당직 근무자의 최소 승무 인원을 2명으로 규정하고 있으며(3,000톤급 이상 선박은 3명 이상), 선사들은 선박 여건에 따라 2~3명의 항해 당직 근무자를 배치하고 있으나, 1,000톤

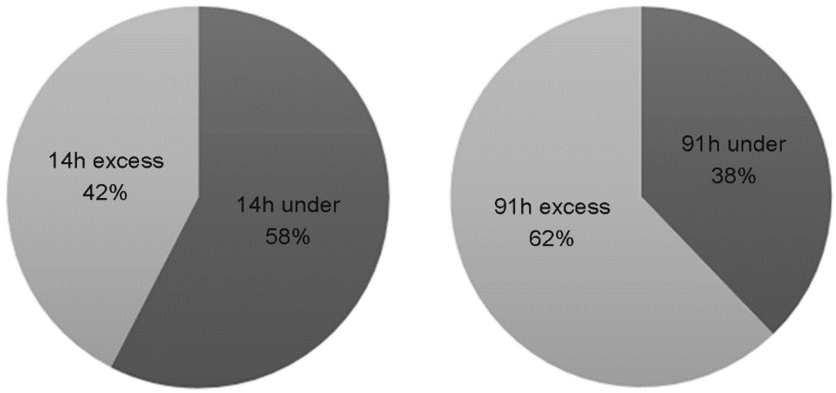

Figure 3. 1 Day & 1 Week workload excess rate

급 이하의 선박들은 대부분 2명의 항해 당직자들이 근무를 하고 있다. 본 연구에서의 대상 선박에서도 총톤수 1,000톤급 이하의 선박들은 대부분 2명의 항해 당직자들이 근무를 하고 있는 것으로 조사되었다. Figure 4와 같이 2인 및 3인 항해 당직 체계에서의 평균 업무 부하 비교 결과, 대부분 2인 당직 근무 체계에서는 업무 부하가 근무 시간을 초과하는 것으로 나타나, 2인 당직 체계가 업무 부하를 증가시키는 원인 중에 하나인 것으로 판단된다.

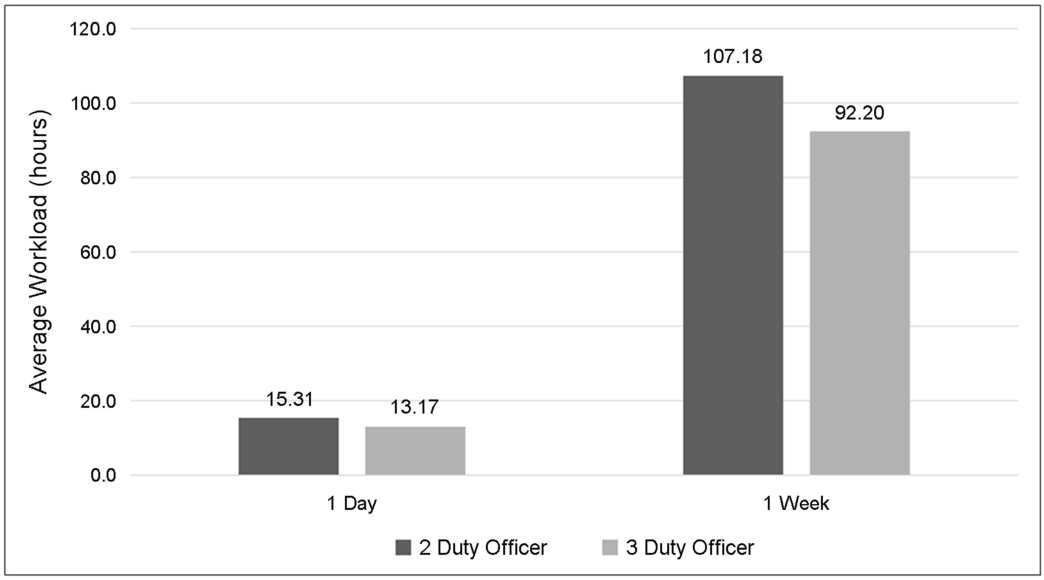

Figure 4. Average workload by duty officer number

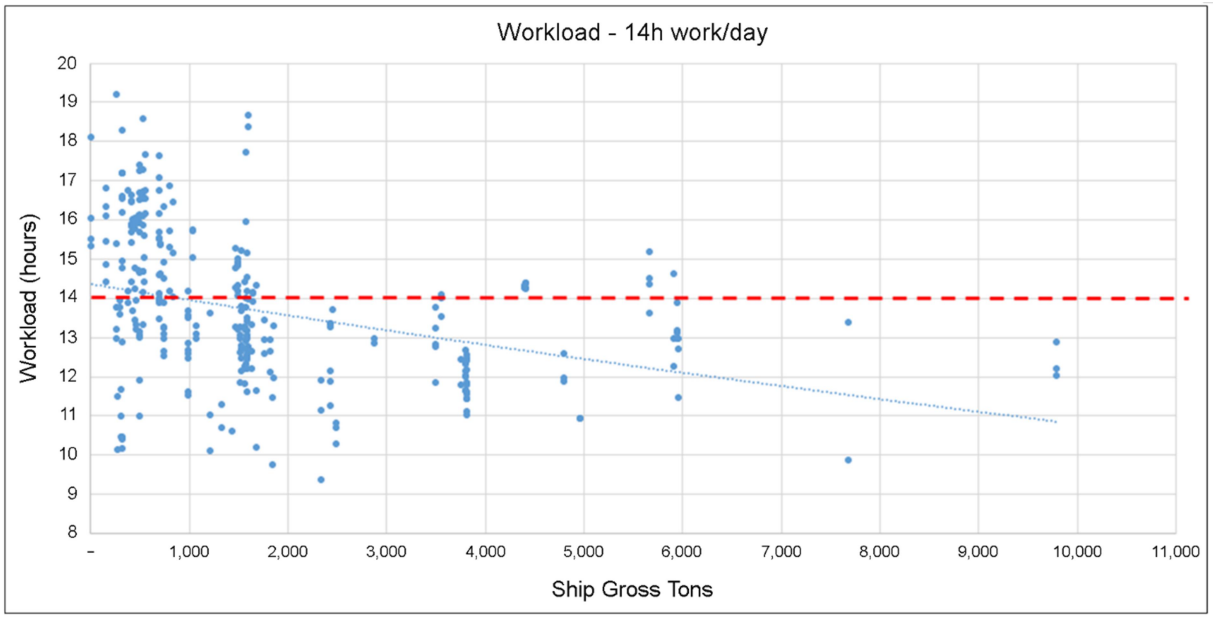

Figure 5. Coastal vessel workload measurement-day

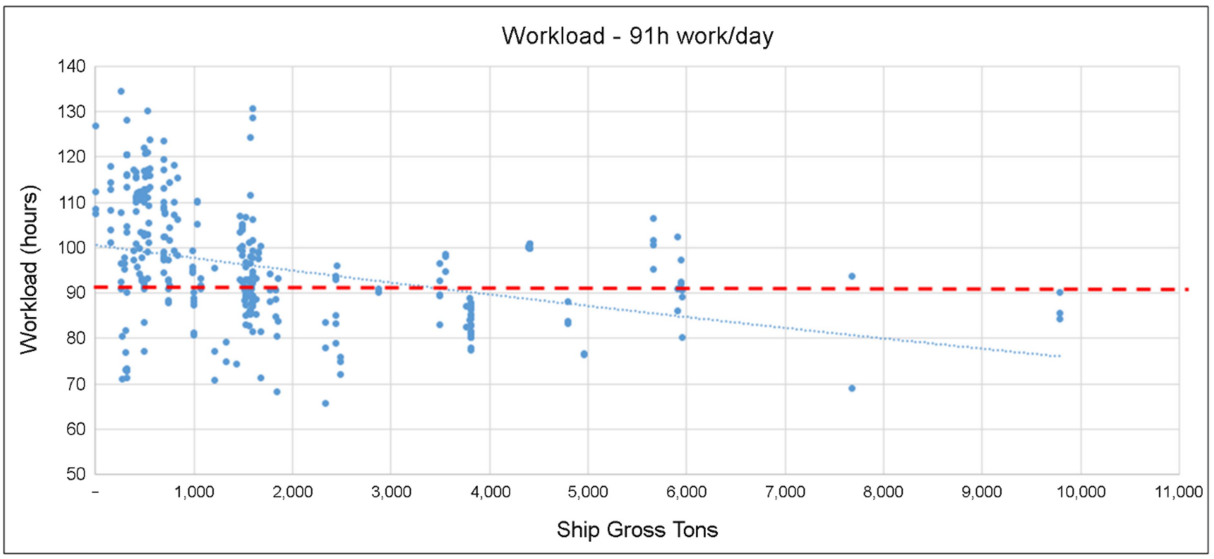

Figure 6. Coastal vessel workload measurement-week

선종별 평균 업무 부하 측정 결과 Figure 7과 같이 탱커선이 다른 선종보다 상대적으로 업무 부하가 높게 나타났으며, 평균 업무 부하가 14.5시간(1일), 101.7시간(1주일)으로 근무 시간 기준을 모두 초과하는 것으로 분석되었다. 이는 국내 항만 특성상 항해 시간 및 정박 시간이 길지 않으며, Figure 8과 같이 다른 선종보다도 탱커선의 입출항 빈도가 높게 나타나, 당직 근무 외에 잦은 입출항이 탱커선의 업무 부하를 증가시킨 원인으로 판단된다.

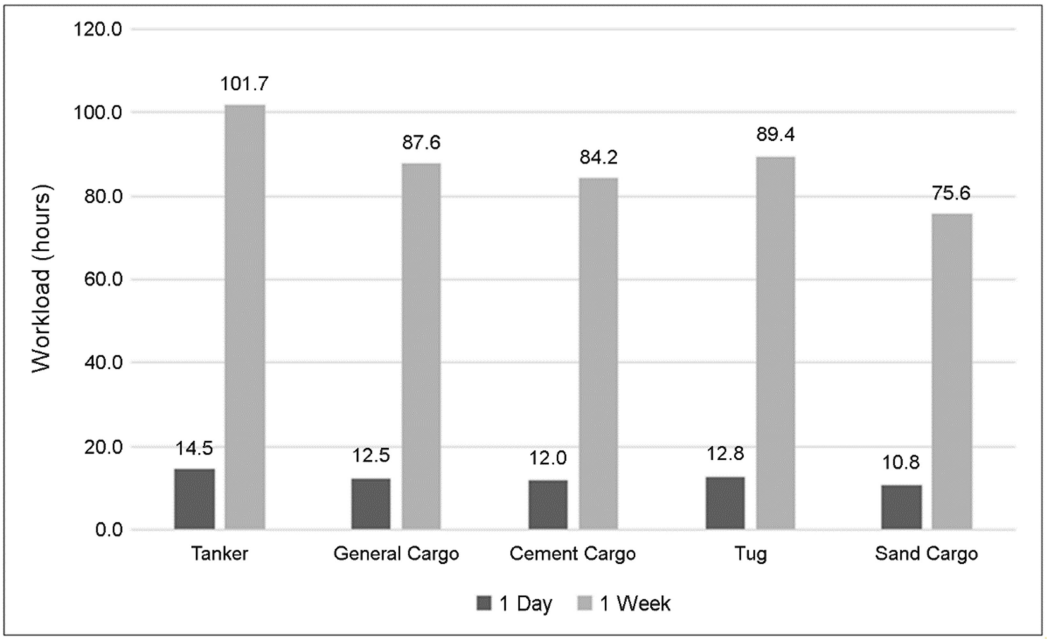

Figure 7. Average workload by ship type

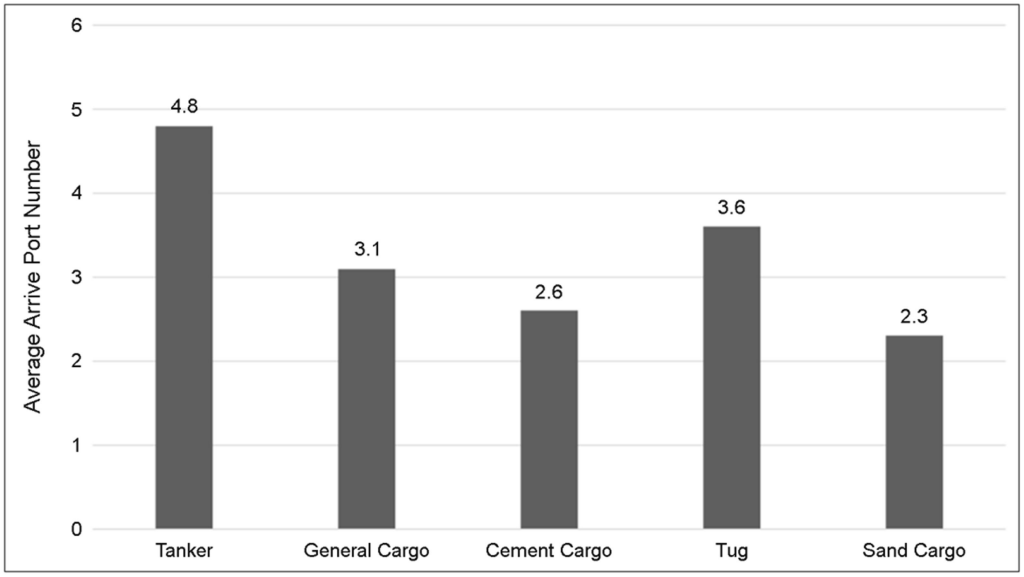

Figure 8. Average arrive port number by ship type

연안선이 항만에 입항하는 횟수와 업무 부하를 비교한 결과, Figure 9 및 10과 같이 동일한 기간 내에 입항하는 항만이 많을수록 업무 부하가 유사하게 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 선박이 입출항하기 위해서는 본인의 당직 시간이 아니더라도 전 선원이 입출항 준비를 위한 작업을 수행하기 때문에 업무 시간이 증가한 것으로, 잦은 입출항이 선원의 업무 부하를 증가시키는 주요 원인으로 판단된다. 업무 부하가 가장 높은 선박들을 조사한 결과 6~7일 동안 약 12차례 정도 항만을 입출항한 것으로 조사되었다. 항해 시간 및 정박기간이 길 경우, 선원들은 대부분 정해진 당직 근무 체계에 따라 업무를 수행하기 때문에 업무 부하는 상대적으로 감소하는 경향을 보였다.

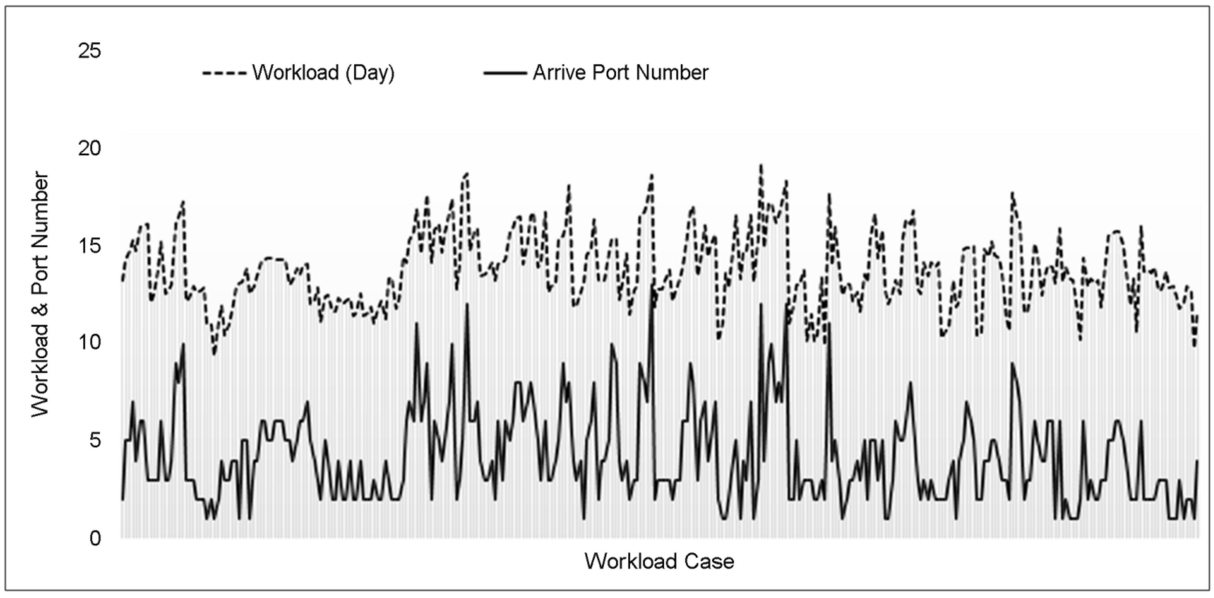

Figure 9. Comparison of arrive port number and workload (1 day workload case)

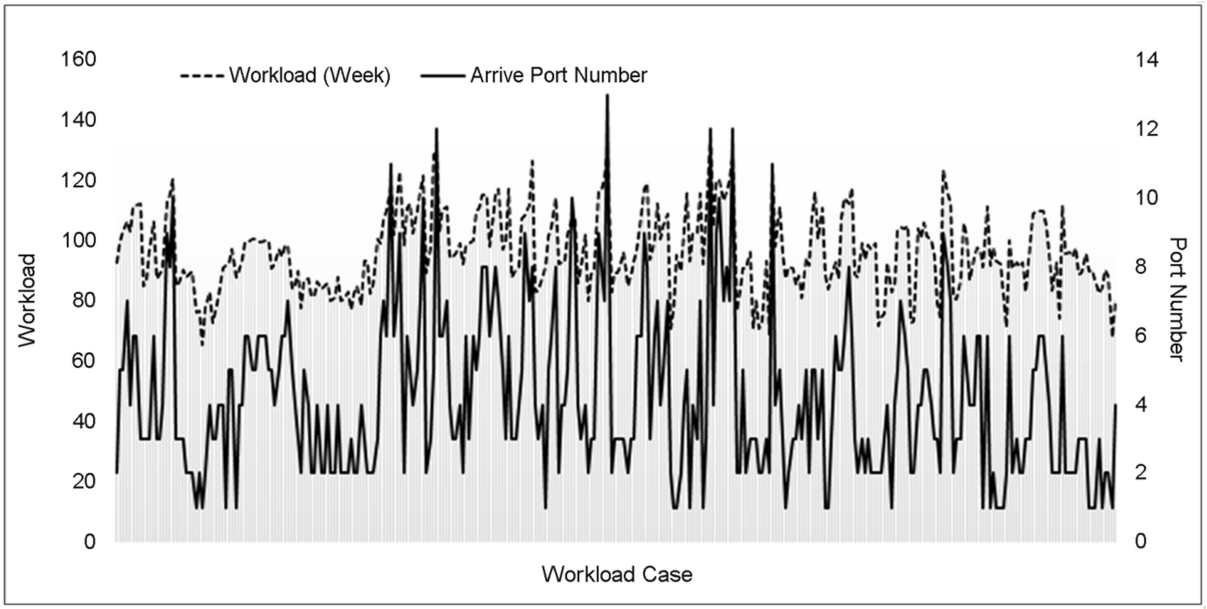

Figure 10. Comparison of arrive port number and workload (1 week workload case)

3.2 Result of marine accident analysis

업무 부하를 측정한 100척의 연안선들에 대해서 중앙해양안전심판원의 40년간 해양사고 재결서를 조사한 결과, 21척의 선박에서 총 30건의 해양사고가 발생했으며, Figure 11과 같이 대부분 충돌사고인 것으로 나타났다. 30건의 해양사고 중 7건의 해양사고에서 업무 과중으로 인한 선교 이탈 및 졸음 운항, 장시간의 근무로 인한 피로 누적 등 업무 부하와 연관성이 있는 것으로 조사되었다. 이러한 업무 과중, 졸음, 피로 등의 원인은 주로 잘못된 당직 시간 체계, 1인 당직 근무, 승무 규정의 문제, 휴식 시간 부족 등에 기인하는 것

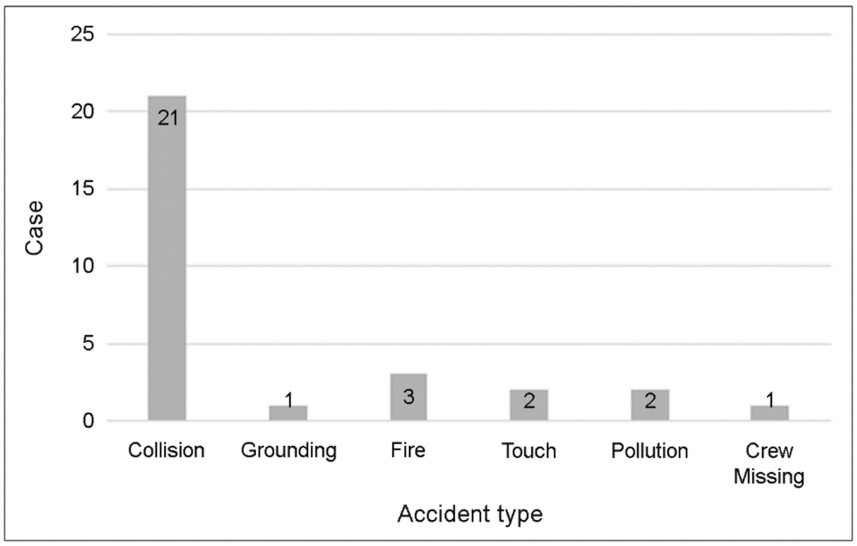

Figure 11. Marine accident case

으로 재결서에는 명시하고 있다(KMST, 1977-2017).

4. Conclusion and Discussion

본 연구는 국내 연안선 100척을 대상으로 항해 당직 근무자의 업무 부하를 측정하고 국내외 선원 근무 시간 규정 1일 14시간, 7일 91시간을 초과하는지 비교하였다. 또한 해양사고 사례를 분석하여 업무 부하와 연관성이 있는 사례들을 검토하였다.

연안선의 업무 부하 분석 결과 약 42~62% 정도의 선박이 근무 시간 규정을 초과한 업무 부하를 보였으며, 단일 기간 내에 입출항 횟수가 증가할수록 업무 부하가 증가하는 것으로 나타났다. 특히 항해 당직인원이 2명인 체계에서는 대부분 업무 부하가 근무 시간 규정을 초과하는 것으로 나타났다. 대상 선박 100척에 대한 해양사고 분석 결과 총 30건의 해양사고 중 7건의 해양사고에서 피로, 업무 과중, 졸음 등의 원인으로 충돌, 좌초 사고가 발생한 것으로 조사되었다.

업무 부하를 감소시키는 방법은 승무 정원을 늘리고 입출항 횟수를 감소 시키는 것이 가장 좋은 방법이나 선박회사에서 이를 이행하기에는 제도적, 비용적인 측면에서 현실적으로 불가능한 실정이다. 또한 국제항해 선박과는 달리 연안선에서는 별도의 승선 근무 및 휴식 시간의 기록, 관리 등은 이루어 지고 있지 않기 때문에 실태 파악이 어려운 상황이다.

따라서 선박회사에서는 선원들에게 적절한 휴식을 부여하고, 업무 부하를 줄일 수 있는 노력을 하기 위하여 국제항해 선박과 같은 선원들의 피로 혹은 업무 관리 운영 매뉴얼을 도입하는 것이 필요하다. 또한 선원들이 손쉽게 업무 내용을 기록하고, 기록된 내용을 선박회사에서 관리하는 프로그램도 필요할 것으로 판단된다. 선원들의 적절한 업무 부하 관리를 통하여 업무가 과중한 선박에는 승무원을 추가 배치하고, 선원들에게는 적절한 휴식을 부여함과 동시에 당직 근무 시간을 유연적으로 조정하는 것이 필요하다. 이러한 노력이 업무 부하와 연관된 해양사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgements

The contents of this paper are the results of the research project of Ministry of Oceans and Fisheries of Korea (Fundamental Research on Maritime Accident Prevention - Phase 2).

References

IMO HTW 3/INF. 8, *Analysis of the conditions relating to the compliance with resting time for watchkeepers-Case of general cargo using the two-watch system (submitted by France)*, 2015.

IMO MSC/Cir. 1014, *Guidance on Fatigue Mitigation and Management*, 2001.

Korea Maritime Safety Tribunal (KMST), *An Analysis of the Crew members Fatigue and the Relationship of Marine Accidents and Fatigue Report*, pp. 31-36. 2012.

Korea Maritime Safety Tribunal (KMST), *Marine Accident Investigation Report*, 1977-2017.

Korea the Seaman Law, *Law 14839-Chapter 6*, Jun 26. 2017.

MAIB, *Bridge Watch-keeping Safety Study*, Marine Accident Investigation Branch, UK. 2004.

McCallum, M.C. and Raby, M., Rothblum A. Procedures for Investigating and Reporting Human Factors and Fatigue Contributions to Marine Casualties. *Report No. CG-D-09-97*. 1996.

Author listings

Young Hoon Yang: yhyang@kriso.re.kr
Highest degree: M.Eng. Department of Ship and Ocean Engineering
Position title: Senior Researcher
Areas of interest: Maritime safety, Maritime Human Factors

Hongtae Kim: hongtae.kim@kriso.re.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Korea University
Position title: Principal Researcher, Maritime Safety Research Department, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering
Areas of interest: Maritime Human Factors, Human Centered Design

Junhyuk Jang: jang@kriso.re.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering
Position title: Senior Engineer
Areas of interest: HCI, Usability, Maritime Safety