

배기가스 규제 대응을 위한 LNG연료추진선박의 HAZID 사례 분석에 관한 연구

이윤혁* · Yu-De Shao** · 김유택*** · 정진원**** · † 강호근

*,**,***,† 한국해양대학교, ****한국조선해양기자재연구원

A Study on the Risk Assessment Case Analysis of LNG Fuelled Ships for Emission Control

Yoon-Hyeok Lee* · Yu-De Shao** · You-Taek Kim*** · Jin-Won Jung · † Ho-Keun Kang

*,**,***,† Korea Maritime and Ocean University

**** Korea Marine Equipment Research Institute

요 약 : 해양환경 및 배출가스 규제로 지금까지와는 다른 새로운 연료공급시스템을 적용하게 되는 LNG 추진 선박의 경우 초기 설계 단계에서 위해도 평가가 수행된다. 위해도 평가는 위험에 대한 분석과 평가를 체계적으로 가능하게 하는 일련의 논리적인 단계이다. LNG 연료추진 선박은 크게 LNG Tank, Fuel Gas Supply System, Bunkering Manifold, LNG Engine으로 구성되며 이는 해당 선박의 특성, 크기, 항로, 운항거리, 사용엔진 등에 따라 구성요소가 달라지므로 각각의 선박에 대한 위험 요소가 달라지며, 위해도 분석 또한 달라진다. 본 연구에서는 LNG를 연료로 하는 선박들의 시스템에 대해 고찰하고, 실제 위험도 평가가 진행된 몇 가지 사례 선박들의 위해도 평가에 대한 분석을 하고자 한다.

핵심용어 : 가스연료추진선박, LNG 연료 공급 시스템, 위해도 분석, 고압가스 연료 엔진, 저압가스 연료 엔진

Abstract : A risk assessment is performed at the initial design stage of LNG-fuelled ships subject to new fuel supply systems due to marine environmental and emissions regulations. Risk assessment involves a series of logical steps that enable systematic risk analysis and evaluation. LNG-fuelled ships mainly consist of a tank for storing LNG, a gas supply unit for supplying LNG to the engine, an engine using LNG as fuel, and a bunkering manifold for receiving LNG. The components of the LNG fuelled ship are determined according to the characteristics, size, rout, and operating distance. Therefore, the risk factors of each ships are different, and the risk analysis also changes. In this study we consider the systems of ships using LNG as a fuel and analyze the risk assessment of certain cases where the actual risk assessment has been carried out.

Key words : LNG Fuelled Ship, Fuel Gas Supply System, HAZID, MEGI, DFDE

1. 서 론

해양환경 및 배출가스 규제로 지금까지와는 다른 새로운 연료공급시스템을 적용하게 되는 LNG 연료 추진 선박의 경우 초기 설계단계(FEED)에서 위해도 평가가 수행된다. 위해도 분석이란, 선박의 운용중 사고로 발전될 수 있는 모든 잠재적 위험 요소들을 식별하고, 식별된 위험 요소와 관련된 사고 시나리오를 전개하여 전개된 시나리오를 바탕으로 발생 빈도와 피해규모를 파악하여 위험요소의 등급 및 우선순위를 결정하기 위한 분석이다. LNG 연료추진 선박은 크게 LNG Tank, FGSS, Bunkering Manifold, Engine으로 구성되며 이는 해당 선박의 특성, 크기, 항로, 운항거리 등에 따라 구성요소가 달라지므로 각각의 선박에 대한 위험요소가 달라지며, 위해도 분석 또한 달라진다. 본 연구에서는 LNG를 연료로 사용하는 선박들의 실제 위험도 평가가 진행된 몇 가지 사례들의 위해도 평가(HAZID)에 대한 분석을 하고자 한다. 각 선박별로 진행

된 HAZID평가내용을 일관된 기준으로 Node를 재 산정하여 분석을 진행하고자 한다. 즉 LNG를 연료로 사용하는 선박들이 공통적으로 가지고 있는 Bunkering Station, LNG Tank, FGSS Room, Engine Room의 4개 Node에 대해 재분류하여 일관성 있는 위해도 분석을 하고자 한다.

2. LNG 연료추진선박의 위해도 분석 사례

실제 위해도 분석을 진행한 LNG 연료추진 선박의 위해도 결과에 대해 분석을 진행했고, 각각의 선박들은 선종, Engine이 다른 선박들로 어떤 위해도가 유출 되었는지 분석해보았다.

3. LNG 연료 추진 선박의 통합적 위해도 분석

각각의 선박에 대한 위해도 분석 사례에 대해 분석해본 결과, 선종 및 크기에 따라 연료공급시스템 및 엔진타입이 다르

게 구성되었으며, HAZID Team 및 HAZID Facilitator 성향에 의해 HAZID 결과 차이를 보였다. 특히 Node가 각각 다르게 지정되어 있어 일관성을 찾기 어려워, 본 장에서는 앞서 소개한 Case 선박들의 HAZID 결과를 Area별로 4개(LNG Bunkering Area, LNG Tank Area, FGSS Room Area, Engine Room Area)로 재정리하여 각 선박들의 위해도를 일관성 있게 분석해보았다.

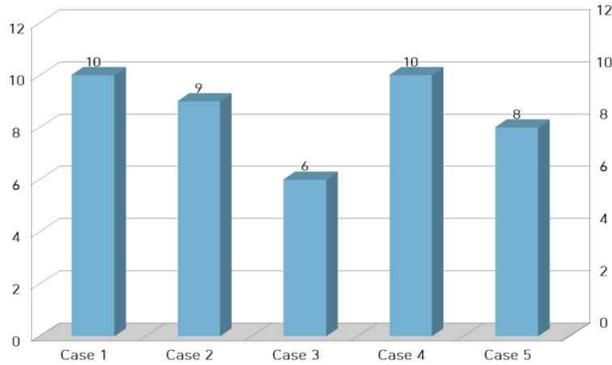


Fig. 1 LNG Bunkering area hazard event

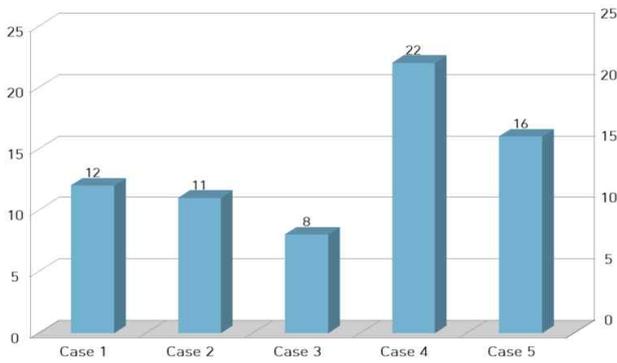


Fig. 2 LNG tank area hazard event

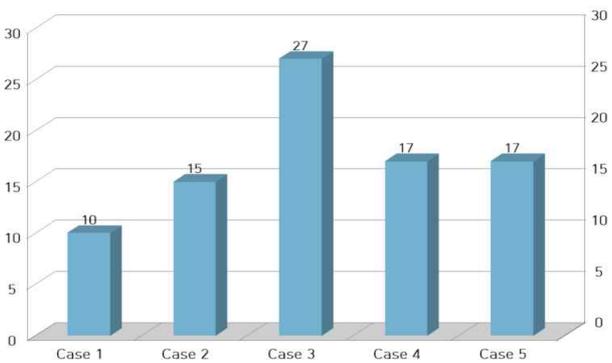


Fig. 3 LNG FGSS area hazard event

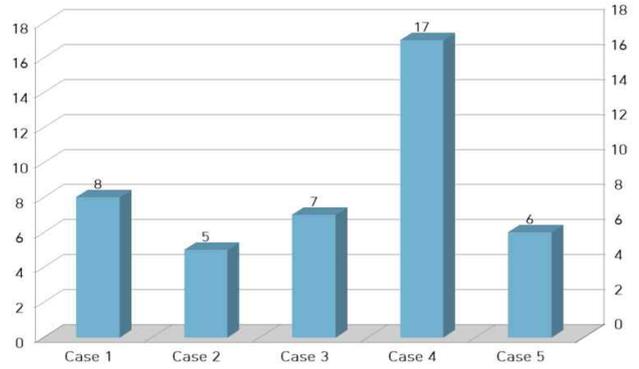


Fig. 4 Engine room area hazard event

4. 결 론

기존 Sample Case의 경우 각 선박별로 위해도 분석은 되어 있으나, 각각 달리 선택된 Node로 인해 일관성을 찾기가 쉽지 않았다. 본 연구에서는 각 Case별로 조사된 자료를 일관된 형태로 변환하여 통합적 분석을 시행하였다. LNG연료 추진 선박의 공통 변수인 Area를 활용하여 4개의 System Node를 분류하고 그에 알맞도록 HAZID Event를 재분류 한 결과, FGSS Area부분이 전체 비중대비 35.7%로 가장 많은 Hazard 분포를 보여주고 있었으며, Tank Area(28.7%), Bunkering Area(17.8%), Engine Room Area(17.8%)로 그 뒤를 이었다. 또한 가장 많은 Hazard Item으로는 Valve 및 Flange 연결부의 가스 누설로 인한 화재 폭발이 가장 많은 위험도로 분류되었다.

참 고 문 헌

- [1] J. W. Jung, "Study on the Risk Analysis of Fuel Gas Supply System by HAZID Case of LNG Propulsion Ships" Master Thesis, Department of Marine System Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Korea(2018)
- [2] Lee, D. H., M. K. Ha, S. Y. Kim and S. C. Shin. (2014), Research of Design Improvement regarding Foundation Technologies for Floating LNG, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 51(3), pp. 220-230.
- [3] Paltrinieri, N., A. Tugnoli and V. Cozzani(2014), Hazard identification for innovative LNG regasification technologies, Reliability Engineering & Safety, Vol. 137, pp. 18-28.
- [4] Stefana, E., F. Marciano and M. Alberti(2015), Qualitative risk assessment of a Dual Fuel (LNG-Diesel) system for heavy-duty trucks, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 39, pp. 39-58.