

기관실화재 인명위험성평가에 관한 연구

한상국* · 조대환** · 박찬수**

*목포해양대학교 대학원, **목포해양대학교 기관시스템공학부

A Study on the Life Risk Assessment of Ship's Engine Room Fire

Sang-Kook Han*, Dae-Hwan Cho**, Chan-Soo Park**

*Graduate School, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

**Faculty of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 이 연구에서는 국제적으로 관심이 집중되고 있는 FSA를 선박의 화재 안전 분야에 도입하기 위한 준비과정으로 화재안전도의 가장 중요한 지표인 사망확률의 근거가 되는 피난계산을 실습선의 모의훈련에 의해 계산하여 피난시간의 계산 및 성능기준 화재의 안전설계를 검토하였다. 그 결과 승선인원과 대피 통로의 폭과는 일정한 상관관계가 있으며 최적의 폭을 산정할 수 있음을 보였다. 그러나 선박 내부의 좁은 통로와 선박의 종류에 따른 특수한 구조를 고려할 때 일괄적인 적용은 어렵다. 또한 대피시간을 모의실험에 의해 추정하고 유출계수를 구한 결과 공용실의 유출계수와 비교하여 기관실의 인명위험성이 약 4배이상 높게 나타났다.

핵심용어 : 선박화재, 화재안전도, 인간행동, 공식안전평가

ABSTRACT : This study is a preparation for the application of FSA (Formal Safety Assessment) to the fire safety of ships. FSA is the new-fashioned methodology proposed to prevent ships from the accidents. To make a base of the fire safety assessment about ship's fire protection design and Classification Society rule, statistical informations for the fire safety engineering are investigated. From results, the necessity of new criterion for ship's fire safety design, the need to study the human behavior in the evacuation from fire, and the development of new fire progress model considering special situations in ships are acknowledged.

KEY WORDS : Ship's Fire, Fire Safety Assessment, Human Behavior, Formal Safety Assessment(FSA)

1. 서 론

우리나라 재해관련법에서 규정하고 있는 재난의 정의를 살펴보면, 인재를 주로 다루고 있는 재난관리법 제2조에 의하면, 재난을 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화재방사, 환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고로서 자연재해를 제외하여 규정하고 있고, 교통재해에는 자동차 사고, 선박사고, 항공기 사고 등으로 나누어진다.

선박화재는 고가의 선박과 적재된 화물 그리고 여객과 선원들의 생명과 재산을 바다 속으로 침몰시킬 수 있는 선박 운항상 장애 요인이라 할 수 있는데 대개 화재발생 원인을 보면 화물의 특성상 자연발화와 선원들의 부주의로 발생하는 인위적인 경우가 크다 할 수 있다. 선박화재는 발화물과 발생장소에 따라 약간의 차이는 있으나, 순식간에 선박전체로 화재가 확산되어 선박기능을 정지시킨다. 또한 선박의 특수

한 여건은 바다 또는 호수의 물위에서 운영되는 존재이므로 탈출에 있어서 매우 제한되고 불리한 여건이므로 이에 대한 충분한 예방책과 탈출 대비책을 세워야 한다. 특히 많은 사람을 수송하는 여객선의 경우는 더욱더 화재에 대한 예방책과 진압훈련이 철저히 이루어져야 한다. 이에 따라서 1974년 SOLAS (Ship of life at sea) 협약에서는 여객선은 가능한 한 소화훈련을 위해서 1주일에 한번씩 전 선원을 소집하도록 규정하고 있으며 국제항해에서는 최후로 출항하는 항구를 떠날 때는 그 항구를 출항한 후 24시간 이내에 훈련을 실시하도록 규정하고 있다.

그러나 선급규정의 개정이나 새로운 국제협약의 제정에도 불구하고 발생률은 감소하지 않고 있으며 선박의 화재사고는 선박의 총톤수나 종류에 무관하게 발생률이 크게 차이나지 않을 뿐만 아니라 다른 사고에 비해 사망자의 발생비율이 매우 높은 실정이다. 화재사고에 대한 안전대책은 대부분 국제협약이나 선급규정에 명시되어 있는데 이러한 규칙들은 사고경험을 토대로 하여 규정의 적용범위가 확대되고 기술기준의 개정이 이루어져 왔다. 이러한 규정들은 화재안전을 위한 최소요구사항으로 선박화재에 따른 실질적인 재해의 방지를 위

*대표저자 : skhan@mmu.ac.kr, 061)240-7101

**정회원, dhcho@mmu.ac.kr, 061)240-7104

**정회원, cspark@mmu.ac.kr, 061)240-7105

해서는 선박의 방화설계를 위한 체계적인 설계지침과 그에 대한 정량적인 평가방법이 필요하다.

이 연구에서는 여객선 관련 국제협약과 사례분석에 의한 선박화재에 따른 재해의 예방대책을 고찰하고 실습선의 모의 훈련에서 얻어진 결과에 의한 피난시간의 계산 및 성능기준 화재의 안전설계를 검토하였다.

2. 국제협약 및 사례분석

선박에 있어서 강(steel)으로 제작된 선체구조(hull structure)가 궁극적으로 여러 형태로 선박에 작용하는 하중(load)을 견디는데 그 목적이 있는 반면 방화구조는 선박에서 일어날 수 있는 화재를 견디기 위하여 불연성 재료의 구조물로서 선박을 구성하는 것에 그 목적이 있다. 이것은 선박에서 하중을 견디는 선체구조(hull structure)와 어떤 면에서는 그 맥락을 같이 한다. 여객선에서 거주구역, 업무구역, 기관구역 등은 화재가 일어나기 쉬운 위험정도에 따라서 국제 협약에서는 14가지로 구역을 분류한다. 또한 국제항해구역에 항행하는 여객선은 임의 장소에서 발생한 화재가 선박의 전체로 전파하는 것을 막기 위하여 거주구역을 포함한 선박 전체를 40미터를 넘지 않는 간격의 수직(vertical)방향 구획(division)에 의하여 불연성 재료를 설치하게 되어있다. 이렇게 수직으로 나눈 구획은 주수직구역(Main Vertical Zone)이라고 부르며, 방화등급이 가장 높은 재료로 건조하여야 한다. 이러한 주수직구획을 형성하는 격벽에 개구(DOOR 등)가 설치될 경우, 원격조정 및 화재시 자동폐쇄 요건을 만족하게 하여 화재가 개구로 전파하지 못하게 하고 있으며, 이 구역에서는 화염과 연기(fire and smoke)를 60분 이상 저지를 할 수 있는 능력을 가진 불연성의 방화 구획(fire division)으로 규정되어있다.

그러나 로로 여객선의 경우 로로선의 특성상 차량을 적재하는 구역은 선박의 전체 길이로 설계할 수 없다. 또한 차량을 적재하는 구역에 주수직구역을 도입하여 수직 격벽을 설치하는 것은 로로 선박의 본래 목적인 차량의 이동적재를 불가능하게 하여 그 선박의 용도를 저하시키므로, 수직방향 구획으로 구분하기 불가능한 차량구역에서는 수평구역이라는 개념으로 설계하며, 여기서 수직방향으로 화재가 전파하는 것을 저지하는 역할을 하게 하였다. 이러한 수평구역은 전체 높이를 10미터로 제한하여 차량 구역내의 임의 장소에서 화재가 발생하더라도 화염의 전파가 수직 방향으로 10미터 이상을 넘지 못하게 하였으며, 이러한 수평구역을 구성하는 갑판은 주수직구역과 마찬가지로 화염 및 연기를 60분 이상 저지시킬 수 있는 능력을 가진 불연성재료로 구성된다.

상기에 언급한 주수직구역에 대한 개념은 1960 SOLAS에서부터 가지고 있었던 개념이며, 특별히 여객선

에서만 채택하는 방화개념에서의 특징이라고 할 수 있다.

Fig. 1는 구역별 화재 발생률을 나타내며, 선박에서 화재가 가장 많이 발생한 장소는 기관실로서 전체의 반을 차지하며, 화물구역과 거주구역이 그 다음 순으로 나타났다.

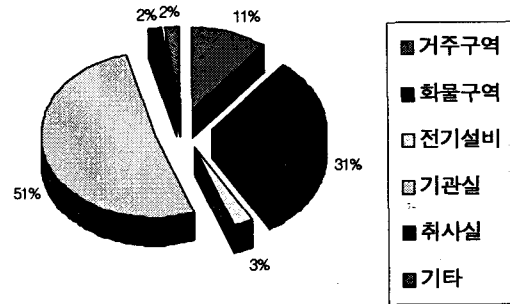


Fig. 1. 선박화재의 구역별 발생률.

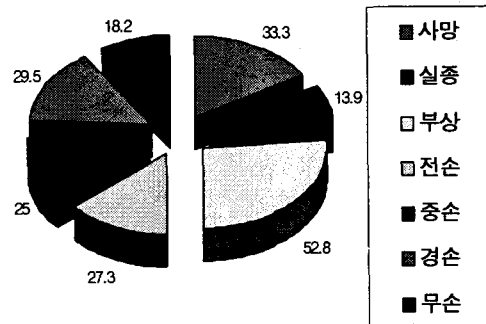


Fig. 2. 화재폭발의 인명 및 손상피해.

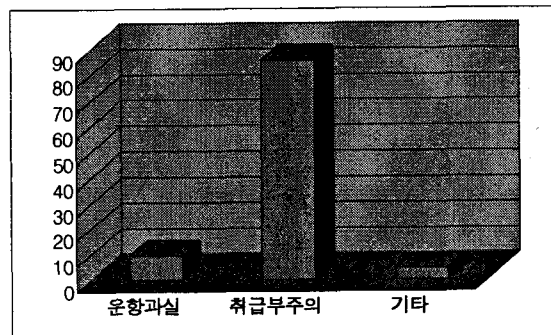


Fig. 3. 선박의 화재·폭발의 원인.

이는 각종 기계의 결함이나 취급불량 및 안전의식 부족에 의한 화재사고가 많음을 간접적으로 나타낸다.

Fig. 2는 최근 10년 동안 발생한 화재폭발사고로 인한 인명피해 및 손상에 대한 통계이다. 그림에서 알 수 있듯이 화재로 인한 선박의 전손사고는 총화재사고의 27.36%이며, 사망 및 실종된 인명피해는 연평균 17명 정도이다.

선박에서 발생하는 각종 해난사고의 원인 중에서 인적과실에 의한 사고는 전체 해난사고의 약 74%이다. 그러나 화재폭발사고의 원인은 Fig. 3에서 알 수 있는바와 같이 취급 불량, 근무태만 및 안전수칙 미준수 등 인적요인에 의한 사고가 대부분이다. 따라서 화재폭발사고의 예방을 위해서는 무엇보다 기술의 습득과 안전의식을 높이는 것이 최선임을 알 수 있다.

여객이나 선원이 사용하는 객실 내부의 전체구역은 화장실 등의 위생구역을 제외하고는 소화수단(sprinkler)이 설치되어야 하며, 내부의 표면에 사용되는 재료 또한 화재 확산성이 느린 특성을 가진 것(low flame-spread characteristics)이어야 한다.

거주구역에서도 화재가 발생할 가능성이 많은 조리실(galley) 등은 방화등급이 높은 재료를 시공하여 주위의 다른 구역과 구획되어 화재가 전파하는 것을 막고 있으며, 조리실에 설치된 문(door) 역시 원격조정 및 화재시 자동 폐쇄 등의 요건을 강제화하여 화재가 개구를 통하여 전파하지 못하게 하고 있다.

또한 특정갑판에서 다른갑판으로 연결된 계단, 엘리베이터 등은 육상에서 발생하는 화재의 현장에서 보듯이 하나의 갑판에 발생한 화재가 다른갑판으로 이동하는 전파 경로가 되기 때문에 고도의 방화개념이 필요하여 방화등급이 높은 재료를 사용하여 보호하며, 출입문은 자동으로 폐쇄할 수 있도록 강제화 하였다.

연기확산의 제어에 대한 2000 SOLAS II-2/8의 규칙의 목적은 연기로부터의 위험을 최소화하기 위하여 연기 확산을 제어하는 것이다. 이 목적을 위하여 중앙홀, 제어 장소, 기관구역 및 은폐된 구역의 연기를 제어할 수 있는 수단이 제공되어야 한다. 기관구역 외부의 제어장소는 화재시 그 속에 있는 기계류 및 장비를 계속적으로 감시하고 효과적으로 그 기능을 지속할 수 있도록 통풍, 시야 및 연기제거가 유지될 수 있는 실용적인 수단이 있어야 한다. 그 제어장소에는 독립된 대체 공기 공급 수단이 있어야 하며 두 개의 공기 흡입구는 동시에 연기를 흡입하는 위험을 최소화하도록 배치되어야 한다. 주관청이 인정하는 경우에는, 개방 갑판상에 위치하거나 갑판상으로 개구를 가진 제어장소 또는 국부 폐쇄장치가 동등하게 효력을 가지는 제어장소에는 그러한 요건들을 적용할 필요는 없다. 기관구역으로부터 연기의 배출 요건들은 A류 기관구역 및 주관청이 바람직하다고 인정하는 기타 기관구역에 적용하여야 한다. 화재시 제 9.5.2.1규칙의 요건을 조건으로 보호되어야 할 구역으로부터 여기를 제거하기 위한 적합한 설비가 있어야 한다. 통상의 통풍장치는 이 목적을 위하여 인정될 수 있다. 연기제거를 위한 제어수단이 제공되어야 하며, 그러한 제어장치는 화재시 해당 구역으로부터 사용 불능이 되지 않도록 해당 구역의 외부에 위치하여야 한다. 여객선에서 제3.3항에서 요구되는 제어장치는 주관청이 만족하는 바에 따라 한 곳의 제어장소 또는 가능한한 적

은 장소에 모아서 위치하도록 하여야 한다. 그러한 위치들은 개방갑판으로부터 안전하게 접근할 수 있어야 한다. 천장판자, 패널링 또는 내장판의 이면의 공간은 14미터 이하의 간격으로 밀착된 통풍정지판에 의하여 적절히 구획하여야 한다. 계단, 트렁크등의 내장판 이면의 공간을 포함하는 폐워된 공간의 수직 방향으로는 각 갑판에서 구획되어야 한다. 여객선의 중앙홀에는 연기배출장치를 설치하여야 한다. 연기배출장치는 요구되는 연기탐지장치에 의해 작동되어야 하며 수동으로 제어할 수 있어야 한다. 팬의 크기는 구역내의 전체 용적을 10분 이내에 배출할 수 있어야 한다.

3. 화재안전도

최근 국제적으로 선박사고의 직접적인 원인을 분석하고 이에 대한 대책을 마련하려는 노력이 이루어지고 있는데, 이중 가장 대표적인 것이 영국을 중심으로 IMO에서 행해지고 있는 FSA에 대한 연구이다. FSA에서는 선박안전분야에 현대의 과학기술이 적용되어야 함을 강조하고 있으며 특히 선박운항의 모든 측면에 대한 주요안전목표를 설정하고 개개의 선박에 대하여 Safety Case를 적용할 것을 강조하고 있다. 선박의 화재사고에 대해서도 이러한 FSA의 취지를 수용하여 지금까지의 화재사고들을 분석하고 그 직접적인 원인을 찾아내어 합당한 재해방지 대책에 대한 체계적인 정량적 평가방법이 모색되어야 한다. 이 연구에서는 국제적으로 관심이 집중되고 있는 FSA를 선박의 화재 안전 분야에 도입하기 위한 준비과정으로 화재안전도의 가장 중요한 지표인 사망확률의 근거가 되는 피난계산을 실습선의 모의훈련에 의해 계산하였다. 선박화재에서 예상되는 인명손실의 수는 화재 발생시 대피자의 사망확률과 총인원의 곱으로 볼 수 있다. 화재 안전공학 분야에서 대피자의 사망확률에 대한 한계상태식을 대피에 소요되는 시간과 대피가 가능한 시간의 함수로 나타낸다.(식 3.1참조)

$$t_{avail} - t_{req} \leq 0 \quad (3.1)$$

여기서 t_{avail} [S]는 대피가 가능한 시간 즉 화재 발생으로부터 인명을 위협할 정도로 화재가 진척될 때까지 걸리는 시간이고, t_{req} 는 대피자가 대피하는데 필요한 시간이다. 식 3.1에서 t_{req} 를 대피자들의 행위 형태에 따라 더 자세하게 구분함으로써 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$t_{avail} - t_p - t_a - t_{rs} - t_s \leq 0 \quad (3.2)$$

t_p [D]는 화재발생으로부터 사람들이 화재를 감지할 때

까지의 시간, $t_a[R]$ 은 감지시간에서 대피행위를 시작할 때까지의 시간, $t_{rs}[E1]$ 은 대피를 시작한 시점에서 비교적 안전한 장소로 이동할 때까지 걸리는 시간, $t_s[E2]$ 는 비교적 안전한 장소에서 화재로부터 완전히 안전한 피난처나 외부로 이동할 때까지 걸리는 시간이다. $[G]$ 는 대피가 보장되는 여유시간으로 정의하여 정식화하면 식3.3과 같다.

$$G = S - D - R - E \leq 0 \quad (3.3)$$

S는 연기가 천장에서부터 쌓이기 시작해서 바닥에서 대략 1.6m 높이까지 차는데 걸리는 시간으로 정할 수 있다. 이는 화재 발생 후 연기의 확산에 의한 질식산가 화재에서 인명손실의 가장 큰 원인이므로 연기의 층이 대피자의 호흡기 높이 까지 찰 때를 임계조건으로 추정할 수 있기 때문이다.

3.1 통로폭에 따른 화재안전도

Fig. 5와 Fig. 6은 피난통로의 개수에 따른 집결 및 유출에 대한 개념도와 실측시간을 나타낸 것이다. 출입구 근처에서 대피자 들이 모이고 빠져나가는 시간 변동을 살펴보면 피난시간과 체류 인원을 구할 수 있다. 모의 훈련에서는 일정한 폭을 갖는 통로를 만들고 이를 통과하여 A 지점에서 B 지점으로 이동하는 시간을 측정하였다. 그 결과 일정인원이 통과 할 경우 최적의 통로 폭을 구할 수 있었다. 추후에 출입구의 개수 및 장애물이 있을 경우 등에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

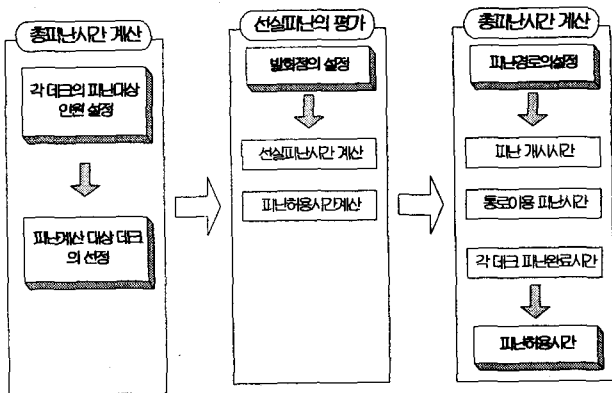


Fig. 4. 피난계산의 순서.

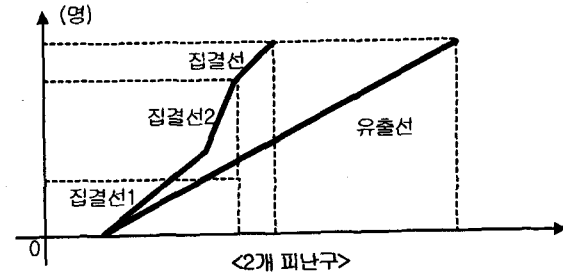
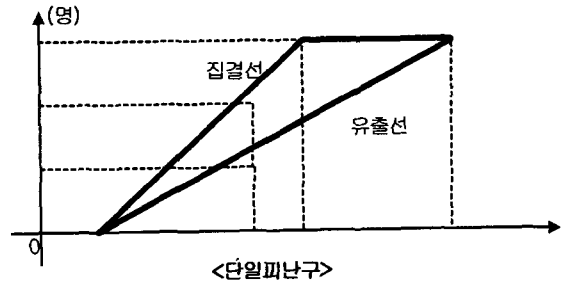


Fig. 5. 피난구에 대한 집결, 유출그래프.

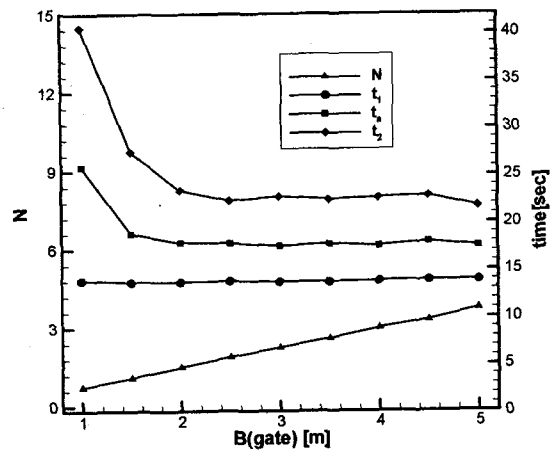
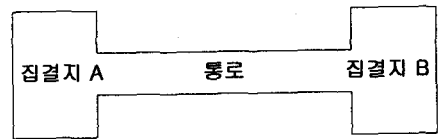


Fig. 6. 통로 폭에 따른 대피완료시간의 변화.

3.2 기관실피난

기관실(강의실)에서 비상통로를 통하여 거주구 측으로 탈출한 후 유보데크(갑판)까지 탈출하는 실험이다. 기관구역에는 3구역(선수, 중앙, 선미)의 비상통로가 있다. 그림7은 기관실내 발전기실 바깥벽에 있는 선수구역의 탈출경로이다. 이를 세분화하면 기관실의 강의실-방화문-수평통로-하향계단-수평통로-방화문-상향수직사다리-

방화문-통로-방화문-상향계단-방화문-수밀문(외부통로문)-갑판통로-갑판상향계단-집합장소를 통과하여 피난하여야 한다. 강의실의 방화문, 수직 사다리 입·출구문, 집합장소에서 각각 측정을 하였으며, 방화문 1개를 사용하여 25명이 피난하였다. 방화문과 가장 가까운 사람은 245cm, 가장 먼 사람은 1800cm, 공통으로 이동해야 하는 거리는 7940cm이다. 방화문 폭과 높이는 70cm×177cm, 기관실하향계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 315cm, 62cm, 계단 갯수 10개이다. 상향수직사다리의 각도는 90°, 길이와 폭은 각각 510cm, 30cm이며, 계단 갯수 11개이다. 통로 폭과 높이는 100cm×201cm, 상향 계단각도는 45°, 길이와 폭은 각각 270cm, 100cm이며 계단 갯수는 12개이다. 수밀문 폭과 높이는 70cm×150cm, 갑판상향 계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 320cm, 64cm이다. 그림 8은 기관실내 공작실에 있는 중간구역의 탈출경로이다. 구체적으로는 기관실의 강의실-방화문-수평통로-기관실하향계단-수평통로-공작실입구 방화문-수평통로-공작실출구 방화문-상향계단-방화문-수밀문(외부통로문)-갑판통로-갑판상향계단-집합장소의 경로가 된다. 방화문 폭과 높이는 70cm×177cm, 기관실하향계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 315cm, 62cm이다.

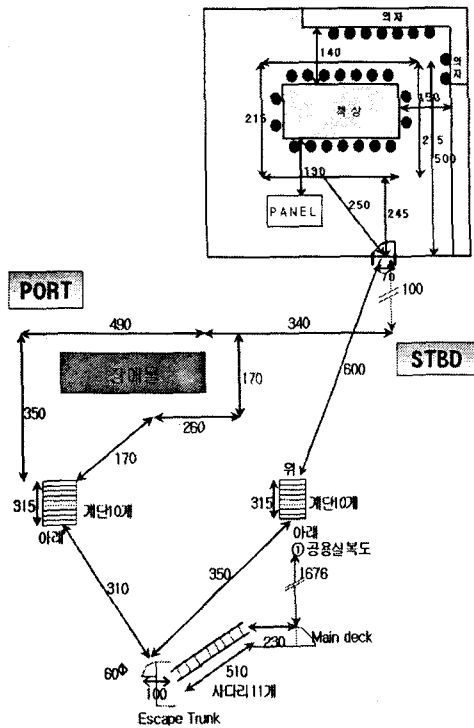


Fig. 7. 기관실(선수방향) 피난 개략도.

상향계단의 각도는 45°, 길이와 폭은 각각 1300cm, 100cm이며, 계단 갯수 22개이다. 수밀문 폭과 높이는 70cm×150cm, 갑판상향 계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 320cm, 62cm이며, 계단 갯수 11개이다.

그림 9는 기관실내 S/T(Stern Tube)에 있는 선미구역

의 탈출경로이다. 이것을 순차적으로 세분화하면 기관실의 강의실-방화문-수평통로-기관실하향계단-수평통로-기관실수밀문-수평통로-수직사다리-방화문-내부통로-방화문-상향계단-수밀문(외부통로문)-갑판상향계단-집합장소를 통과하여 피난하여야 한다. 방화문과 가장 가까운 사람은 245cm, 가장 먼 사람은 1800cm, 공통으로 이동해야 하는 거리는 7940cm이다. 방화문 폭과 높이는 70cm×177cm, 기관실하향계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 315cm, 62cm이며, 계단 갯수 10개이다. 기관실 수밀문 폭과 높이는 60cm×120cm, 상향수직사다리의 각도는 90°, 길이와 폭은 각각 750cm, 30cm이며, 계단 갯수 30개이다. 상향계단의 각도는 45° 이고 길이와 폭은 각각 450cm, 100cm이며, 계단 갯수 11개이다. 수밀문 폭과 높이는 70cm×150cm, 갑판상향 계단의 각도는 60°, 길이와 폭은 각각 320cm, 62cm이며, 계단 갯수 11개이다.

그림 10은 탈출경로가 학생기관제어실(C.C.R)의 출입문과 계단의 입구 그리고 비상탈출구의 출입문등에서 체류시간이 길어지게 된다. 따라서 공용실과 통로에 비해 피난시간이 상대적으로 높게 나타났다. 또한 피난시간의 예측구간도 탈출경로가 상이하여 통로와 공용실의 경우 3회이고 기관실의 경우 4회이다. 비상탈출구 입구에서 체류시간이 상대적으로 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나 전체 피난시간 중 비상탈출구에서의 체류시간은 그 비율이 크지 않음을 알 수 있다. 이것은 개인별 보행속도의 차이로 판단된다.

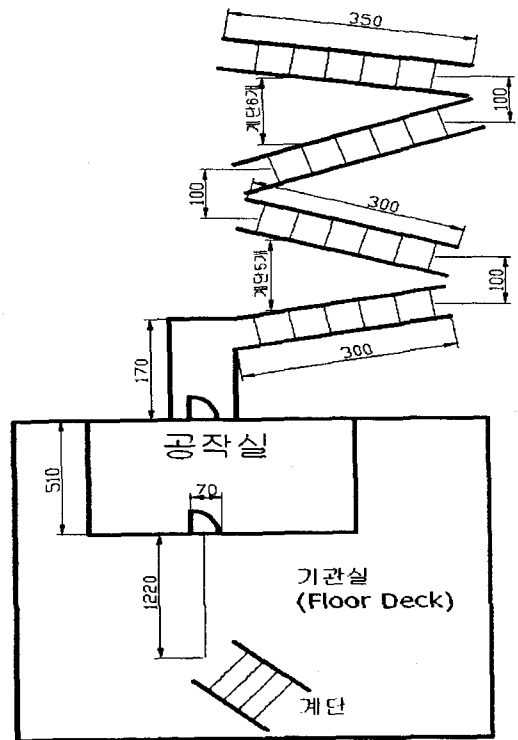


Fig. 8. 기관실(중앙방향) 피난 개략도.

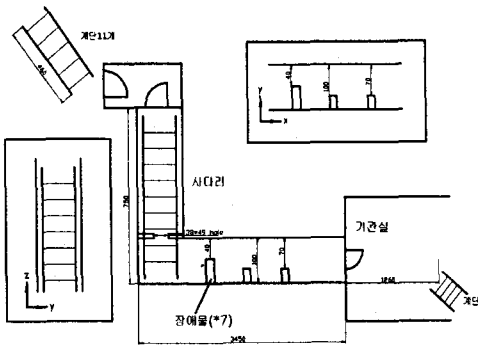
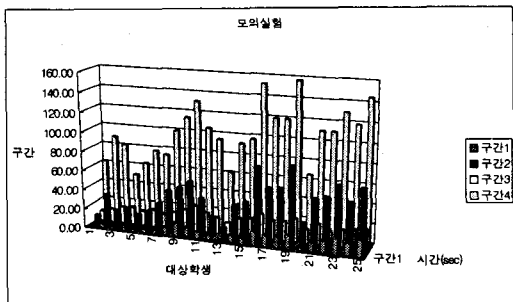


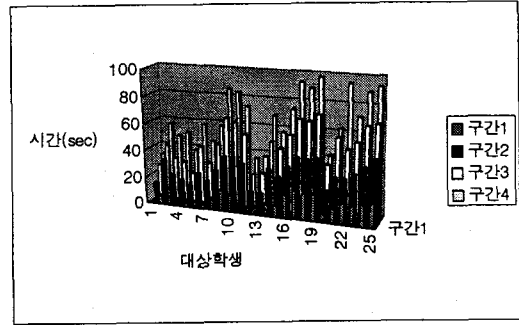
Fig. 9. 기관실(선미구역) 피난 계획도.

대피시간을 모의실험에 의해 추정하고 유출계수를 구하였다. 공용실의 유출계수는 한 개의 출입구를 이용할 경우 약 2.48명/ms, 두 개의 출입구를 이용하였을 경우에는 5.28명/ms 이고 기관실의 경우 0.7명/ms 으로 나타났다. 이것은 공용실에서 대피하는 것에 비해 인명위험성이 약 4배이상 높은 것이며, 시나리오에 따른 체계적인 피난훈련이 필요 할 것으로 판단된다.

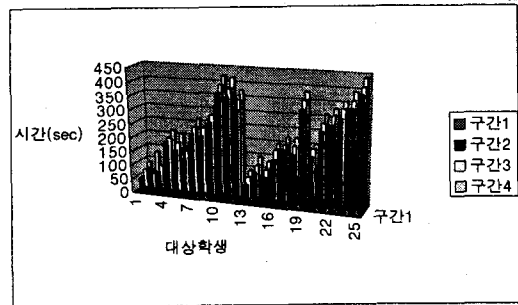
그림 10(b)와 그림 10(c)는 기관실의 상부측에서 화재가 발생하여 선수측 비상탈출구를 사용할 수 없게 된 경우에 해당한다. 선미측에서 피난할 경우에 대해 피난시간을 계측한 결과이다. 대상 선박의 경우 피난경로는 선미측에 계단을 이용한 탈출구와 샤프트터널의 비상탈출구로 구분할 수 있다. 구간2는 비상탈출구의 입구에서 샤프트터널의 입구에서 체류시간이 증가함을 다른 곳 보다 증가함을 알 수 있다. 이는 수밀문(기관실)에서 폭과 높이는 60×120cm의 문이지만, 아래에 있고 통과하기 전 하향계단이 있어 실제 느끼는 부분은 높이가 60cm로 수평이동이 어렵다. Shaft Bearing 통로에서 난간(폭)과 거리는 100cm이지만 Bearing 부에서는 폭이 67cm로 감소하여 결국 폭은 협소하고 높이155cm로서 매우 작다고 할 수 있으며, Shaft Bearing 통로 중간에 폭과 높이는 40×100cm인 통로를 통과해야 한다. 그리고 높이170cm인 사다리를 바로 올라가야 하나 막혀있으며 몸을 돌려 hole (가로 38cm×세로49cm)을 통과해야 하는 구조적인 요인으로 기관실 체류시간이 높게 나타나 기관실 체류시간이 증가함을 보였다.



(a) 선수구역



(b) 선미 비상탈출구



(c) 샤프트터널 비상탈출구
Fig. 10. 기관실 피난시간 그래프.

4. 결 론

선박화재는 경제의 발전과 더불어 점점 증가하고 있는 추세이다. 선박이라는 특수성으로 인하여 화재발생에 따른 엄청난 인명과 재산피해가 잇따르고 이러한 점은 피난, 소화, 구조활동이 원활하지 못하다는 점과 무관하지 않다.

이 연구에서는 사례분석에 의한 선박화재에 따른 재해의 예방대책을 고찰하고 실습선에서의 모의 훈련(소화훈련)에서 얻어진 결과에 의한 피난시간의 계산 및 성능기준 화재의 안전설계를 검토하였으며 승선인원과 대피 통로의 폭과는 일정한 상관관계가 있으며 최적의 폭을 산정할 수 있음을 보였다. 그러나 선박 내부의 좁은 통로와 선박의 종류에 따른 특수한 구조를 고려할 때 일괄적인 적용은 어렵다. 따라서 구명장비와 구명전동 관련규정과 사용지침, 비상시 승무원 및 여객의 행동방식을 보다 면밀히 검토하여 보다 세밀하고 정밀한 연구가 이루어 져야 할 것이다. 또한 대피시간을 모의실험에 의해 추정하고 유출계수를 구한 결과 공용실의 유출계수는 한 개의 출입구를 이용할 경우 약 2.48명/ms, 두 개의 출입구를 이용하였을 경우에는 5.28명/ms 이고 기관실의 경우 0.7명/ms으로 나타났다. 이것은 공용실에서 대피하는 것에 비해 인명위험성이 약 4배이상 높은 것이며, 시나리오에 따른 체계적인 피난훈련이 필요 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Baek, J. B., et, al., Development of Emergency Response Plan Software for Chemical Plants, 1st Conf. Association of Korean-Japanese Safety Engineering Society, pp. 22-24
- [2] S.F.P.E Handbook of Fire Protection Engineering, pp. 280 ~ 290
- [3] Park, J. H., Kim, H. T. and Lee, D. K., 2001 Simulation-based Evacuation Analysis on Korean Coastal Passenger Ships, 2001
- [4] IMO, "Interim Guidelines for a Simplified Evacuation Analysis on Ro-Ro Passenger Ships", IMO MSC/Circ.909
- [5] IMO, "Recommendation on Evacuation Analysis for Passenger Ships and High-Speed Passenger Craft"FP46/WP.2
- [6] M.M. Kostreva and L.C. Lancaster, "A comparison of two methodologies in HAZARD I fire egress analysis" Fire Technol Vol.34, 1998, pp.227-246
- [7] N.J. Shih, C.Y. Lin and C.H. Yang, "A virtual-reality-based feasibility study of evacuation time compared to the traditional calculation method", Fire Safety J. Vol.34, 2000, pp.377-39