

항해사의 피로도 평가모델에 관한 연구

양원재* · 김종수*

*목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

A Study on the Fatigue Assessment Model for Ship's Officers

Won-Jae Yang* · Jong-Soo Keum*

* Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University

요 약 : 해상에서 선박을 운항하는 항해사의 피로도(Fatigue)는 안전항해와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며 당직근무 중에 피로가 누적되어 업무수행능력이 저하되면 선박의 충돌 및 좌초 등과 같은 매우 위험하고 중대한 해양사고를 유발할 가능성이 높아지게 된다. 따라서 본 연구에서는 항해사의 근무환경, 피로유발요인 및 피로증세 등에 대하여 조사하였고, 항해경험자를 대상으로 정신적·육체적인 작업부하도에 대한 피로도 평가관련 설문조사를 실시하고 그 결과를 분석하였다. 그리고 이와 같은 피로도 조사 및 설문조사 분석결과를 바탕으로 항해사의 피로도 평가항목을 선정하고 이를 토대로 항해사의 업무수행능력을 평가하기 위한 피로도 평가모델을 제시하였다.

핵심용어 : 피로유발요인, 인간과실, 피로도 평가모델, 정신적·육체적 작업부하도, 수면레벨, 음주레벨, 업무수행능력

1. 서 론

지금까지 수년 동안 선박승무원의 피로도(Fatigue)는 해양사고의 잠재적인 원인(Potential cause)으로 또는 인간과실(Human error)에 기여하는 것으로써 그 개념이 무시되거나 고려되지 않았다. 이러한 오해의 근본적인 이유는 승무원의 피로는 개인적인 성격, 지식, 교육, 훈련, 기술, 집중력, 동기부여, 신체적인 크기, 힘, 관심, 프로정신 등과 같은 인간의 다양한 특성에 의해 방지할 수 있다는 견해가 지배적이었다.

그러나 최근의 해양사고 자료나 조사에 의하면 선박승무원의 피로가 임무수행에 밀접하게 영향을 미쳐서 인간과실을 유발하게 하고 결국 각종 해양사고가 발생한다는 사실을 밝혀내게 되었고, 이러한 조사결과에 근거하여 많은 해상재난의 원인으로 널리 인식되고 있을 뿐만 아니라 여기에 대한 많은 관심과 연구노력이 집중되고 있다고 할 수 있다.

미국의 연안경비대 연구개발센터(USCG Research and Development Center)에서 1996년 9월에 발표된 최종보고서 "인적요소 조사와 보고절차 및 해양사고의 피로기여도(Procedures for Investigation and Reporting Human Factors and Fatigue Contributions to Marine Casualties)"에서는 인간의 피로도 정도를 측정하는 기법을 개발하여 사용하였다.

이 기법을 통하여 조사한 결과 중대한 해양사고(좌초, 충돌, 접촉 등)에서 인간과실의 원인으로선 선박승무원의 피로도가

약 16%정도, 그리고 인명손상사고에 약 33%정도 피로가 기여한 것으로 보고되었다. 또한 계속해서 18시간동안 수면을 취하지 않으면 업무수행능력이 약 30%정도 저하되고, 48시간동안 계속 수면을 취하지 않고 깨어있게 되면 약 60%정도의 업무수행능력이 저하된다는 것으로 조사되었다.

따라서, 본 연구에서는 각종 해양사고를 유발하는 인간과실 가운데 특히 항해사의 안전항해 업무수행능력을 저하시키는 피로도를 평가하는 모델을 개발하기 위하여 항해사의 근무환경, 피로유발요인, 피로증세 등을 조사하였고, 또한 항해경험자를 대상으로 피로도 레벨, 졸음단계, 당직근무와 관련된 육체적·정신적 작업부하도 등에 대한 설문조사를 실시하고 그 결과를 분석하였다. 그리고 이와 같은 항해사의 피로도 조사 및 설문조사 분석결과를 바탕으로 항해사의 피로도 평가항목을 선정하고 이를 토대로 항해사의 업무수행능력을 평가하기 위한 피로도 평가모델을 제시하였다.

2. 항해사의 피로도 조사

해상에서 선박은 수심 및 지형지물 등 그 장소의 특징을 나타내는 지형환경과 바람, 파도 등의 기상 및 주야와 같이 시간과 함께 변화하는 자연환경, 그리고 항행하는 선박 및 항로와 등대와 부표와 같은 항행원조시설 등 인위적인 교통환경 속에서 안전하고 효율적인 운항을 해야 하기 때문에 주변환경에 대한 인지능력과 많은 주의력이 특히 요구된다고 할 수 있다.

해상에서 선박을 운항하는 항해사의 피로도는 일반적으로

*정회원, wjyang@mmu.ac.kr, 061)240-7313

*정회원, jskeum@mmu.ac.kr, 061)240-7075

다양한 선종과 항로 및 항해기간, 그리고 수많은 항구의 입출항과 항구에 정박하는 기간의 불규칙성 등과 같이 피로유발의 잠재적인 원인이 독특하게 결합되어 있는 상황에서 장시간에 걸친 정신적, 육체적인 노동의 결과, 수면부족과 스트레스 및 정신적·육체적인 작업부하 등으로 기인하여 항해사로서의 선박운항에 관련된 업무수해능력이 저하된다고 할 수 있다.

그리하여 긴박한 상황에서의 실수, 판단착오, 간과 등과 같은 인간과실을 유발하게 되고 안전을 위협하기 때문에 선박운항시스템에서 항해사의 피로는 안전항해와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며 당직근무 중에 필요로 하는 업무수행능력이 저하되면 선박의 충돌과 좌초 등과 같은 매우 위험한 해양사고를 수반할 가능성 높아지게 되는 것이다.

한편, 이상과 같은 항해사의 피로를 유발하는 요인과 증세를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 수면부족, 부족한 수면의 질
- ② 업무사이의 불충분한 휴식시간, 부족한 휴식의 질
 - 휴식하는 동안 예상치 않는 방문, 선박입출항 및 하역작업
- ③ 스트레스
 - 개인적인 문제, 다른 동승 선원사이의 인간관계, 긴 업무시간 등(스트레스가 쌓이는 것은 피로의 원인이나 피로를 증감할 수 있다.)
- ④ 지루함과 반복적인 업무
 - 지루함은 피로의 원인이 될 수 있다. 업무가 너무 쉬울 때, 반복적이고 단조로울 때, 신체적인 움직임이 제한되었을 때 피로유발 원인이 될 수 있다.
- ⑤ 소음, 진동
 - 선내 소음, 선체진동이 수면과 휴식시간에 영향을 줄 수 있고, 신체적 스트레스 수준에 영향을 줄 수 있어 피로의 원인이 될 수 있다.
- ⑥ 선박의 움직임(롤링, 피칭 등)
 - 선박의 움직임이 신체적인 균형을 유지하는 능력에 영향을 준다. 균형을 유지하기 위해서 보다 많은 에너지를 사용하게 되고 이것이 피로의 원인이 된다. 선박의 피칭과 롤링은 균형 감각을 유지할 에너지의 15-20 %정도를 더 사용하게 한다.
- ⑦ 음식(식사시간, 횟수, 음식의 만족감과 질)
 - 정제된 설탕(설탕, 도넛, 초콜릿 등)은 혈당을 높은 수준으로 급속히 오르게 하고, 짧은 시간에 많은 에너지의 소모는 혈당을 급속히 떨어뜨린다. 낮은 혈당 수준은 집중력의 약화와 무능력의 원인이 된다. 그리고 잠자기 전에 많이 먹는 것은 수면을 방해한다.
- ⑧ 각종 질병
 - 보통 감기 같은 질병은 피로를 더욱 악화 시킨다. 예를 들면, 감기는 인간이 시간에 천천히 반응하게하고 손발의 움직임에 영향을 미친다.
- ⑨ 화학품을 섭취하는 것
 - 알콜, 카페인 등과 같은 화학물질은 수면을 방해한다. 카페인을 많이 섭취하게 되면 고혈압, 두통, 떨림이나 근심과 같은 부작용의 원인이 된다.

⑩ 시차로 인한 피로

- 시차로 인한 피로는 선박이 시간대(Time zone)를 통과하여 항해하고 장기간 동안 운항이 계속됨에 따라 발생하고 수면부족과 짜증과 같은 형태로 나타나게 된다.

⑪ 과도한 업무량

- 계속적인 과도한 업무는 피로의 원인이 된다. 과도한 업무시간과 피로는 다음과 같이 선박의 안전항해에 영향을 준다.

- 사고와 재난 비율의 증가
- 약물, 담배, 알콜에 의지하는 비율의 증가
- 부족한 수면과 수면형태 방해
- 심장 및 혈관질환, 호흡기나 소화 장애 발생빈도가 증가
- 감염의 위험증가
- 식욕의 상실

다음 Fig. 1은 항해사의 피로로 인한 인간과실내용과 그로 인한 해양사고발생에 대한 개념을 나타내고 있다.

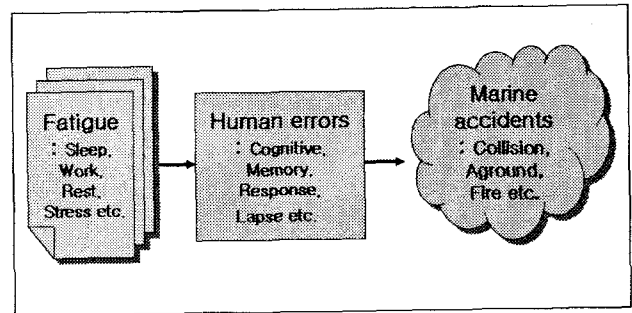


Fig. 1 피로유발요인과 인간과실 개념도

3. 피로도 평가모델에 관한 설문조사 및 분석

3.1 피로도 설문조사 개요 및 내용

항해사의 업무수행능력을 저하시키고 안전항해를 위협하는 피로도 평가모델을 마련하기 위하여 본 연구에서 시행한 설문조사는 선박회사에서 최소 6개월 이상의 위탁실습경험이 있는 예비항해사를 대상으로 실시하였다.

본 설문조사의 주요 항목은 항해사의 수면에 관한 피로도 평가레벨에 대한 사항과 졸음단계에 관한 사항, 당직근무 시간에 대한 육체적/정신적인 작업부하도에 관한 사항 및 승선 중 당직근무 전후의 육체적·정신적 피로상황과 긴장감, 그리고 피로도 평가항목의 중요도 등을 내용으로 조사를 실시하였다.

설문조사는 Table 1에서 보는 바와 같이 조사지를 직접 배포하고 면접조사를 병행하여 실시하였다. 설문에 대한 응답지 회수량은 총 120부였으며 그 중에서 분석에 유효한 설문지 100부를 선별하여 분석을 수행하였다.

Table 1 설문지 배포 및 회수 현황

구분	배포량	회수량	유효설문수
위탁실습경험 예비항해사	150	120	100

3.2 피로도 설문조사 결과분석

1) 피로도 레벨평가 결과분석

피로도의 레벨평가는 총 8개 질문항목에 대하여 항해사가 피로할 때 느끼는 졸음정도를 제시한 점수기준에 근거하여 0에서 3까지의 값을 각 항목마다 기입하도록 하였다.

이와 같은 피로도 레벨평가는 모든 항목에 대한 그 결과 값이 0에서 8점 사이에 해당하면 충분한 휴식을 취한 것으로 해석하고, 결과 값이 9에서 16점 사이에 있으면 약간 수면을 방해받거나 박탈당한 것으로 수면습관을 재조정할 필요성이 있다고 보며, 만일 그 결과 값이 17점에서 24점 사이에 있으면 피로도의 레벨이 높기 때문에 필요한 조치와 상담이 필요하다고 판단을 하게 된다.

본 항목에 대한 설문조사결과 모든 응답자의 점수 결과 값이 9점 이상인 경우가 전체의 약 44% 정도로 파악되었으며 이와 같은 결과는 승선 중 약간 수면을 방해받거나 박탈당하는 것을 의미하고 있다. 이 결과는 승선 중 피로를 예방하는데 가장 좋은 수면에 대한 조사항목의 결과에서도 충분한 수면이 가장 많은 것으로 조사된 점으로 보아 항해사의 피로는 수면과 밀접한 관계가 있다고 판단된다.

다음 Fig. 2는 피로도 레벨조사결과를 나타내고 있다.

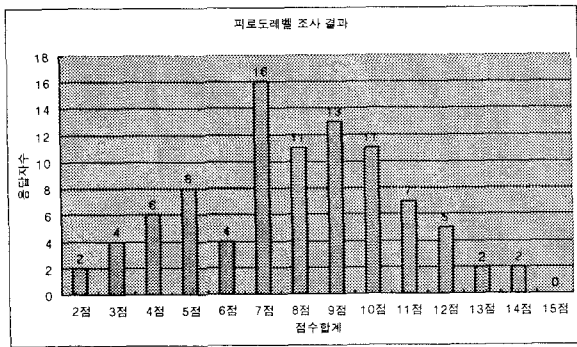


Fig. 2 피로도 레벨 조사결과

2) 수면평가에 대한 조사 결과분석

수면에 대한 조사는 총 수면시간과 숙면에 들기까지 소요되는 시간과 수면시작과 수면종료 후 졸음등급을 제시한 기준에 따라서 1에서 7까지의 값을 기입하도록 하였다. 이 항목에 대한 조사결과 응답자의 평균수면시간을 약 6시간 정도로 파악되었으며, 숙면에 이르기까지 약 19분 정도의 시간이 소요되는 것으로 조사되었다.

다음 Fig. 3은 수면시작 시 졸음등급과 수면종료 후 졸음등급에 대한 조사결과를 나타내고 있다. 이 항목에 대한 조사결과에 의하면 수면 전의 졸음등급은 3, 4등급이 전체의 약 58% 정도를 차지하고 있으며, 수면 후 졸음등급은 4등급 이상이 전체의 약 67% 정도를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이 결과는 수면종료 후에도 몽롱한 상태로 충분한 수면을 취하지

못하고 더 많은 수면이 요구되는 것으로 판단된다.

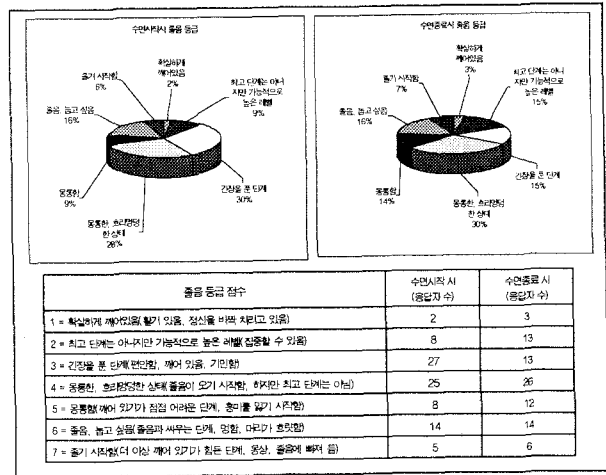


Fig. 3 수면에 대한 졸음등급에 관한 설문조사 결과

3) 승선 중 당직근무에 관한 피로도 항목 조사 결과분석

해상에서 선박에 승선 중 당직근무를 수행하는 항해사의 졸음과 육체적/정신적 피로현황 및 긴장감 등에 대한 설문조사는 당직근무 기간에 대한 2개의 조사항목과 당직근무 후에 대한 3개의 조사항목을 질문하였다.

이 항목에 대한 조사결과 당직근무 중 체크항목에 대해서는 정신을 차리고 당직에 임하고 있다고 응답한 응답자는 전체의 약 45% 정도로 조사되었으나, 어느 정도 졸음이 오거나 약간 졸음이 오는 상태가 전체의 약 55% 정도인 것으로 나타났다. 또한 당직근무 기간 중 어느 정도 졸음을 느끼고 있는가에 대한 조사에서는 1주일에 1번에서 2~3번 정도 졸음을 느낀다고 응답한 응답자가 전체의 약 55% 정도를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 이 항목에 대한 조사결과에서도 항해사는 충분한 수면을 취하지 못한 것으로 판단된다. 다음 Fig. 4는 당직근무 기간 중 졸음에 대한 조사결과를 나타내고 있다.

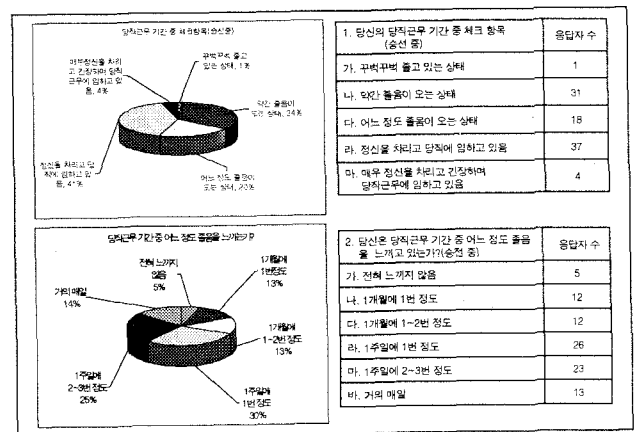


Fig. 4 당직근무 기간 중 졸음에 관한 설문조사 결과

한편, 항해사가 당직근무 후 느끼는 정신적 피로정도에 대한

조사결과로는 약간 피로를 느낀다가 전체의 약 53% 정도로 가장 많았으며, 어느 정도 피로를 느낀다가 약 32% 정도 그리고 매우 피로를 느낀다는 전체의 약 10% 정도인 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과에 근거하여 항해사는 당직근무 중에 정신적인 피로를 느끼는 것으로 판단된다.

또한 당직근무 후 느끼는 육체적인 피로정도에 대한 조사결과로는 약간 피로를 느낀다가 전체의 약 44% 정도로 가장 많았으며, 어느 정도 피로를 느낀다가 약 38% 정도 그리고 매우 피로를 느낀다는 전체의 약 14% 정도인 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과에 근거하여 항해사는 당직근무 중에 육체적인 피로를 느끼는 정도가 정신적인 피로정도에 비하여 약간 높은 것으로 판단된다.

다음 Fig. 5는 당직근무 후 느끼는 육체적/정신적 피로정도를 조사한 결과를 나타내고 있다.

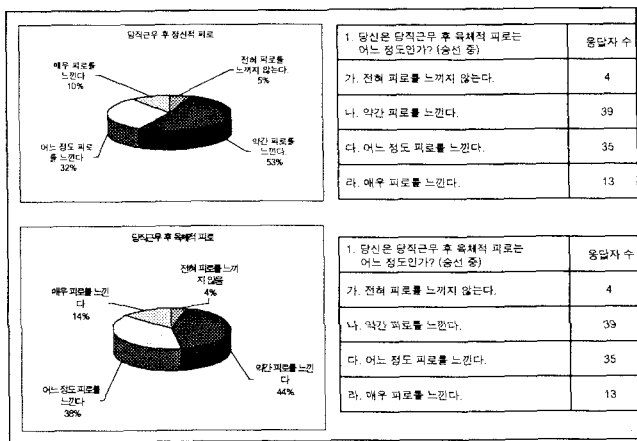


Fig. 5 당직근무 후 정신적/육체적 피로정도 설문조사 결과

다음 Fig. 6은 당직근무 후 느끼는 긴장감에 대한 조사결과를 나타내고 있으며, 약간 긴장감을 느낀다고 응답한 응답자는 전체의 약 46%정도인 것으로 조사되었다.

그리고 어느 정도 이상의 긴장감을 느낀다고 응답한 응답자는 전체의 약 46%정도인 것으로 파악되었다. 이와 같은 결과는 당직근무 기간 중에 항해사는 긴장감을 느끼고 있는 것으로 판단된다.

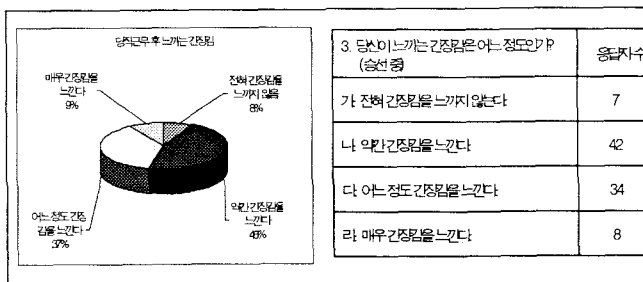


Fig. 6 당직근무 후 느끼는 긴장감에 대한 설문조사 결과

4) 작업피로도 평가에 대한 조사 결과분석

선박에 승선하고 있는 항해사의 작업피로도에 대한 평가는 정신적인 작업부하도(Mental workload)와 육체적인 작업부하도(Physical workload) 정도를 점수화하여 이 점수를 기준으로 응답자가 설문조사지에 그 값을 기입하도록 하였으며 또한, 근무(작업)시작 전·후의 졸음등급에 대한 점수를 기입하도록 하였다.

이 항목에 대한 조사결과 정신적 작업부하도는 상당한 여유시간으로 쉽게 할 수 있다와 적당히 여유시간이 있다고 응답한 응답자가 전체의 약 52%정도인 것으로 조사되었으며 매우 바쁘고 간신히 시간여유가 있다고 응답한 응답자는 전체의 약 20% 정도인 것으로 조사되었다.

그리고 육체적인 작업부하도에 대한 조사에서는 보통정도와 약간 힘들다고 응답한 응답자가 전체의 약 58% 정도인 것으로 조사되었으며, 힘들다고 응답한 응답자는 전체의 약 17% 정도인 것으로 조사되었다.

이와 같은 결과를 근거로 항해사의 정신적/육체적 작업부하도는 어느 정도 있는 것으로 판단된다.

다음 Fig. 7은 정신적인 작업부하도에 대한 설문조사결과를 나타내고 있으며 Fig. 8은 육체적인 작업부하도에 대한 설문조사결과를 나타내고 있다.

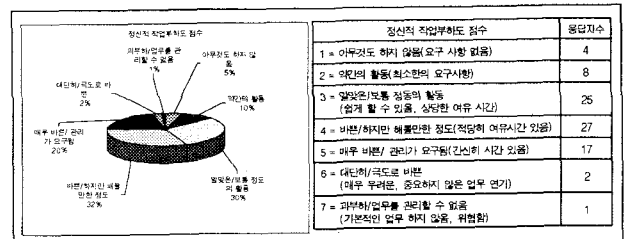


Fig. 7 정신적인 작업부하도에 대한 설문조사 결과

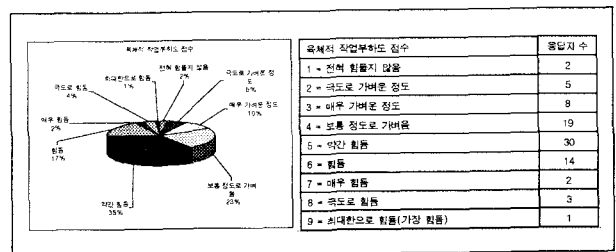


Fig. 8 육체적인 작업부하도에 대한 설문조사 결과

한편, 항해사의 당직근무의 졸음등급에 대한 설문조사에서는 근무시작 전·후의 졸음등급을 응답하도록 하였는데 조사결과 당직근무시작 전에는 최고의 단계는 아니지만 기능적으로 매우 높은 의식상태의 졸음등급이라고 응답한 응답자가 전체의 약 33% 정도로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 당직근무 후에는 긴장을 풀 단계의 졸음등급이라고 응답한 응답자가 전체의 약 35% 정도로 가장 많은 것으로 조사되었다. 이와 같은 조사결과에 근거하여 항해사는 당직근무 종료 후에 졸음등급이 전반적으로 높은 것으로 판단된다.

다음 Fig. 9는 작업자의 당직근무 전·후의 졸음등급에 대한 설문조사결과를 나타내고 있다.

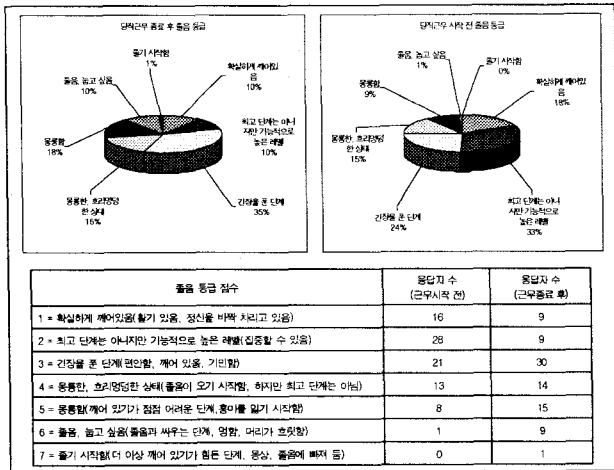


Fig. 9 당직근무 전·후의 졸음등급 설문조사 결과

5) 피로도 평가항목 중요도 및 업무수행에 가장 많은 영향을 미치는 피로요인에 대한 조사 결과분석

항해사의 피로도 평가항목 및 평가모델에 대한 설문조사내용으로 피로도 평가항목의 중요도에 대한 사항과 항해사의 업무수행에 가장 많은 영향을 미치는 피로유발요인에 대한 조사를 실시하였다.

본 연구에서 피로도 평가모델에 대한 항목과 그 중요도는 매우 중요하다 할 수 있다. 먼저 피로도 평가항목의 중요도에 대한 조사결과로 항해사의 수면이 가장 높은 전체의 약 38% 정도라고 응답하였으며 다음이 육체적 작업부하와 정신적 작업부하로 각각 약 22%와 21% 정도로 응답하였고 음주는 약 19%정도라고 응답한 것으로 조사되었다. 그리고 항해사의 업무수행에 가장 많은 영향을 미치는 피로요인에 대한 조사결과에서는 수면시간이 전체의 약 28% 정도로 가장 높은 것으로 응답하였고 그 다음이 음주(약 17%), 건강상태(약 16%), 운항일정(약 13%), 업무량(약 10%)순으로 조사되었다.

이와 같은 결과에 따르면 항해사의 피로도에는 수면이 가장 높은 영향을 미치고 있으며 피로도 평가모델에서 그 중요도가 가장 높은 것으로 판단되며 운항일정과 업무량에 의한 정신적/육체적 작업부하도가 그 다음인 것으로 사료된다.

4. 항해사의 피로도 평가모델 제안

해상에서 선박을 운항하는 당직항해사의 피로도 평가는 현재 선박운항상황에 대한 종합적인 인지능력과 업무수행능력 등을 평가하기 위한 하나의 수단으로 활용할 수 있다. 그 이유로 당직항해사의 수면부족, 업무과다, 스트레스, 음주 등으로 인하여 피로도 레벨이 높아지면 현 상황에 대한 판단착오, 실수, 간과, 부주의 등과 같은 다양한 인간과실을 유발하게 되고

그로 인하여 각종 해양사고를 일으킬 확률이 높아지게 되기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 지금까지 항해사의 피로도에 대한 근무환경, 피로유발요인, 피로중세 등을 조사하였고 또한 항해경험자를 대상으로 수면, 정신적/육체적인 작업부하도 등에 대한 피로도 평가 설문조사를 실시하여 그 결과를 분석하였다.

본 연구결과를 토대로 항해사의 당직업무 수행 전 업무수행능력을 평가하기 위한 피로도 평가모델을 다음과 같이 제시하고자 한다. 항해사 피로도 평가모델의 평가항목은 수면레벨, 정신적인 작업부하도, 육체적 작업부하도 및 음주레벨 등으로 구성하였다.

◇ 피로도 평가모델

$$\text{Fatigue Level} = S + M_w + P_w + A$$

S : Sleepiness Level (1-7 Scale)

- 1 = 확실하게 깨어있음(활기있음, 정신을 바짝 차리고 있음)
- 2 = 최고 단계는 아니지만 기능적으로 높은레벨(집중할 수 있음)
- 3 = 긴장을 푼 단계(편안함, 깨어 있음, 기민함)
- 4 = 몽롱한, 흐리멍덩한 상태(졸음이 오기 시작함, 하지만 최고 단계는 아님)
- 5 = 몽롱함(깨어 있기 점점 어려운 단계, 흥미를 잃기 시작함)
- 6 = 졸음, 눕고 싶음(졸음과 싸우는 단계, 멍함, 머리가 흐릿함)
- 7 = 졸기 시작함(더 이상 깨어 있기 힘든 단계, 몽상, 졸음에 빠져 됨)

M_w : Mental Workload Level (1-7 Scale)

- 1 = 아무것도 하지 않음(요구 사항 없음)
- 2 = 약간의 활동(최소한의 요구사항)
- 3 = 알맞은/보통 정도의 활동(쉽게 할 수 있음, 상당한 여유 시간)
- 4 = 바쁜/하지만 해볼만한 정도(적당히 여유시간 있음)
- 5 = 매우 바쁜/ 관리가 요구됨(간신히 시간 있음)
- 6 = 대단히/극도로 바쁜(매우 우려운, 중요하지 않은 업무 연기)
- 7 = 과부하/업무를 관리할 수 없음(기본적 업무 하지 않음, 위험함)

P_w : Physical Workload Level (1-7 Scale)

- 1 = 전혀 힘들지 않음 2 = 극도로 가벼운 정도
- 3 = 매우 가벼운 정도 4 = 보통 정도로 가벼움
- 5 = 약간 힘들 6 = 힘들 7 = 매우 힘들
- 8 = 극도로 힘들 9 = 최대한으로 힘들(가장 힘들)

A : Alcohol Level (0.00-2.00)

이상과 같이 항해사의 피로도를 평가하고 그 결과에 따른 효율적이고 체계적인 관리를 위해서는 상기의 피로도 평가결과에 대한 피로도 점수의 등급을 몇 단계로 나누어서 각 등급에 해당하는 항해사의 피로도 관리방안을 합리적으로 마련하여야 할 것으로 판단된다.

또한 본 피로도 평가모델에서는 각 항목에 대한 가중치는

고려하지 않았고 항목별 점수를 제시된 기준에 근거하여 부여하고 피로도를 평가하도록 하였다.

따라서 이상과 같이 제시된 항해사의 피로도 평가모델의 피로도를 평가하는 기초적인 단계라 할 수 있으며 각 항목추가에 대한 사항과 각 항목에 대한 가중치 부여 등의 문제는 차후에 보완이 필요할 것으로 사료된다.

5. 결 론

해상에서 항해사의 업무수행능력 평가에 관한 피로도 평가의 궁극적인 목적은 평가결과를 합리적이고 체계적으로 관리하여 인간과실에 의한 해양사고를 방지하고 효율적인 예방대책을 마련하는데 있다고 할 수 있다. 본 연구에서는 항해사의 상황인지능력, 의사결정능력, 판단 및 시행능력 등 업무수행능력을 저하시키는 피로도 개념과, 다양한 피로유발요인 및 증세 등에 대한 내용을 검토 하였다. 또한 항해사의 피로도 평가모델을 마련하기위한 목적으로 육체적/정신적인 피로 상태를 효율적으로 파악하기 위한 설문조사를 실시하고 그 결과를 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 피로도 설문조사결과 요약

- 항해사의 승선 중 당직근무와 관련된 사항 조사 결과, 승선 중 당직근무와 관련하여 정신적/육체적 피로 및 수면이 충분하지 않는 상태(졸림)로 파악되었다.
- 수면 시작 전/후의 졸음등급 조사 결과, 수면 전/후 졸음 정도가 4 이상이 전반적인 상황으로 파악되었다.
- 작업부하도에 대한 조사 결과, 육체적 작업부하보다 정신적 작업부하가 상대적으로 높은 것으로 파악되었으며, 당직근무 후 졸음등급이 매우 높아지는 것으로 파악되었다.(당직근무가 피로에 많은 영향을 미침)
- 업무수행에 가장 영향을 미치는 피로요인 순위 결과로는 수면시간, 음주, 건강상태, 운항일정 등의 순으로 파악되었다.
- 피로도 레벨 조사결과(Fatigue Level Check : 8개 항목 각 1-3점)로, 9점 이상이 전체의 약 44%정도로 파악되었다. 이 결과는 승선 중 약간 수면을 방해 받거나 박탈당하는 것을 의미한다고 판단된다.
- 또한 승선 중 피로를 예방하는데 가장 좋은 수단에 대한 조사결과에서도 충분한 수면이 가장 많은 것으로 조사되었다.
- 그리고, 설문조사결과 응답자의 평균 수면 시간은 약 6시간 정도로 파악되었고, 숙면까지 걸리는 시간은 약 19분 정도가 소요됨이 파악되었다.

2) 피로도 평가모델

승선 중 당직항해사의 피로도를 평가하기 위한 피로도 평가모델을 다음과 같이 제시하였다.

$$\text{○ Fatigue Level} = S + M_w + P_w + A$$

○ 피로도 평가모델항목은 수면레벨, 정신적 작업부하도, 육체적 작업부하도, 음주레벨 등으로 구성되어있다.

한편, 미국의 연안경비대(USCG)의 피로도지수 계산식은 이미 발생한 해양사고조사 시 피로도 조사양식에 의하여 관련항목을 조사하고 피로가 사고에 기여했는지 여부를 판단하는 것이다. 또한 항공기 Pilot 탑승여부를 결정하는 피로도의 평가는 평가항목에 대하여 Pilot가 체크하도록 하고 있으며, 평가결과에 대한 최종적인 판단은 다분히 정성적인 판단을 하는 것으로 파악되었고 현재는 기존의 평가방법을 사용하고 있지 않는 것으로 조사되었다.

이상과 같은 연구결과 항해사의 업무수행능력을 저하시키는 피로도 평가 모델은 수면레벨, 육체적 작업부하레벨, 정신적 작업부하레벨 및 음주레벨로 하여도 큰 무리는 없을 것으로 판단된다. 그러나 각 항목별 가중치 결정에 대해서는 좀 더 심층적인 연구가 차후에 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 중앙해양안전심판원, 한국해양수산연수원 연구보고서, "해양사고에 기여한 인간과실 분석을 위한 국제 표준조사기법 도입에 관한 연구", 2003
2. IMO, MSC/65/15/1, "Role of Human Element in Maritime Casualties", 10 Feb., 1995
3. IMO A.884(21) Annex Appendix 2, "Guidelines for the Investigation of Human Factors in Marine Casualties and Incidents, 4 Feb., 2000
4. USCG, Report No. CG-D-09-97, "Procedures for Investigating and Reporting Human Factors and Fatigue Contributions to Marine Casualties" Sep. 1996
5. USCG, Report No. CG-D-10-99, "Crew Fatigue and Performance on U.S. Coast Guard Cutters", Oct. 1998
6. USCG, Report No. CG-D-13-01, "U.S. Coast Guard Guide for the Management of Crew Endurance Risk Factors-Version 1.1", Sep. 2001
7. USCG, Report No. CG-D-07-01, "Management of Endurance Risk Factors - A Guide for Deep Draft Vessels", Feb. 2001