

# 선박운항중 항해자의 피로도 증가에 관한 연구

† 양영훈 · 장준혁\* · 배용기\* · 김흥태\*

\*,† 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소 해양안전환경연구본부

## A Study on the Increasing Fatigue of Officer During Ship Navigation

† Young-Hoon Yang · Jun-Hyuk Jang\* · Yong-Gi Bae\* · Hong-Tae Kim\*

\*,† Marine Safety Research Division, Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, Daejeon, 34103, Korea

**요 약** : 선박운항중 항해자의 피로도 변화를 연구하기 위하여, 선박운항시뮬레이터를 이용한 항해자의 신체 변화를 분석하였다. 인천항에 입항하는 상황에서 도선사 및 선장 총 12명을 대상으로 플리커(Flicker) 장비를 이용한 시각 피로 변화, 자율신경검사 분석 장비를 이용한 스트레스 및 누적 피로도 변화를 측정하였다.

**핵심용어** : 선원 피로, Flicker, 자율신경 검사

### 1. 서 론

선박운항이 항해자의 피로에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 선박운항시뮬레이터를 이용한 항해자의 피로 관련 신체 변화를 측정, 분석하였다. 도선사 및 선장 12명을 대상으로, 인천항 장안서 도선점에서 인천항 갑문 부근까지 입항하는 시뮬레이션(약 3시간 정도 소요)을 수행하였다. 시뮬레이션 수행 전후 상황에 대해서 시각 피로를 측정하는 플리커(Flicker) 테스트 및 심박 간격의 변화를 분석하는 자율신경검사 테스트를 수행하여 시뮬레이션 전/후에 대한 피로 변화를 분석하였다.

### 2. 피로도 변화 측정 실험장비

Figure 1과 같이 플리커(Flicker) 측정 장비는 시각 피로를 측정하는 장비로, 시각 피로는 망막으로부터 시신경을 통하여 시각중추에 이르기까지의 시각에 관련된 모든 기능의 흥분성을 나타내며, 대뇌기능의 흥분성 및 긴장도를 표현하는 지표으로써 중추피로를 반영하고 있다. 수치가 감소할 수록 시각 피로도가 증가하는 것이며, 선박운항 시뮬레이션 전/후의 시각 피로를 측정하여 선박운항의 피로 변화를 분석하였다.

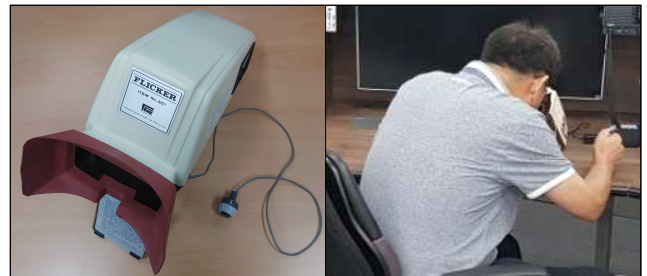


Fig. 1 플리커(Flicker) 측정 장비

Figure 2와 같이 자율신경검사는 심박 간격의 미세한 변화를 자동 분석하여 스트레스 및 피로에 대한 인체의 반응을 가시화하고 피검자의 정신 생리학적 안정 상태를 확인할 수 있는 장비로 자율 신경계의 활동을 정량적으로 분석해주는 장비이다. 수치가 증가할 수록 스트레스 및 피로도가 증가하는 것이며, 선박운항 시뮬레이션 전/후의 자율신경검사를 수행하여, 선박운항자의 스트레스, 피로도 변화를 분석하였다.



Fig. 2 자율신경검사 분석 장비(SA 6000P)

† 교신저자 : 종신회원, yhyang@kriso.re.kr

### 3. 피로도 변화 측정 결과

#### 3.1 플리커(Flicker) 측정 결과

선박운항 시뮬레이션에 참여한 선장 및 도선사를 대상으로 플리커(Flicker) 장비에 의한 시각 피로도를 측정 한 결과, Table 1과 같이 16명의 피실험자들 중에서 8명(50%)은 시뮬레이션 후에 플리커 값이 낮아졌으며, 나머지 8명(50%)은 플리커 값이 차이가 없거나 증가한 것으로 나타났다. 전반적으로 시뮬레이션에 참여한 선박운항자의 50% 정도는 시각피로도가 증가한 것으로 평가되었다.

Table 1 선박운항시뮬레이션 전/후 시각 피로도 측정 결과

No.	선박운항자	시뮬레이션 전	시뮬레이션 후	차이
1	선장 A	33	37	4
2	선장 B	35	34	-1
3	선장 C	42	37	-5
4	선장 D	37	34	-3
5	도선사 A	35	35	0
6	도선사 B	32	32	0
7	도선사 C	33	29	-4
8	도선사 D	44	40	-4
9	도선사 E	33	33	0
10	도선사 F	29	27	-2
11	도선사 G	34	34	0
12	도선사 H	25	30	5
13	도선사 I	34	33	-1
14	도선사 J	36	36	0
15	도선사 K	37	38	1
16	도선사 L	38	29	-9

#### 3.2 자율신경검사 분석 결과

선박운항 시뮬레이션에 참여한 선장 및 도선사를 대상으로 자율신경검사 분석 장비에 의한 스트레스 지수 및 피로도를 측정 한 결과, Table 2와 같이 피실험자들 중에서 11명(68.8%)이 시뮬레이션 후 스트레스 지수가 증가하였으며, 나머지 5명(31.2%)의 피실험자들은 스트레스 지수가 낮아졌다. 피로도의 경우 9명(56.3%)의 피실험자들이 시뮬레이션 후 피로도가 증가 하였으며, 7명(43.7%)의 피실험자들은 피로도가 감소하였다. 전반적으로 시뮬레이션에 참여한 선박운항자의 50% 이상은 스트레스 지수 및 피로도가 증가한 것으로 평가되었다.

Table 2 선박운항시뮬레이션 전/후 자율신경검사 결과

피실험자	시뮬레이션 전		시뮬레이션 후		차이	
	스트레스 지수	피로도	스트레스 지수	피로도	스트레스 지수	피로도
선장 A	109	107.3	103	102	6	5.3
선장 B	103	120.8	150	131.4	-47	-10.6
선장 C	100	83.3	96	99.3	4	-16
선장 D	108	120.8	96	100.8	12	20
도선사 A	91	63.3	74	67.3	17	-4
도선사 B	92	119.2	93	120.8	-1	-1.6
도선사 C	92	91.3	73	59.3	19	32
도선사 D	106	120	99	107.3	7	12.7
도선사 E	101	94	90	95.3	11	-1.3
도선사 F	91	94	90	90	1	4
도선사 G	104	98	60	94	44	4
도선사 H	90	67.3	93	96.7	-3	-29.4
도선사 I	95	98	73	103.3	22	-5.3
도선사 J	91	116.7	81	99.3	10	17.4
도선사 K	113	116.2	129	113.1	-16	3.1
도선사 L	125	123.8	131	120.8	-6	3

## 4. 결 론

본 연구는 선박운항중 항해자의 피로도 변화를 분석하기 위하여 선박운항시뮬레이터 및 피로측정 장비를 이용한 선박운항자의 피로 변화를 분석하였다. 분석 결과 시뮬레이션에 참여한 선박운항자의 50%(6명) 이상은 시각 피로도 증가 및 자율신경검사에 의한 스트레스, 피로도가 증가하는 것으로 평가되었다. 실제 선박운항 환경에서는 선체 운동, 기상 환경, 실제 교통 상황 등의 영향으로 선박운항에 의한 항해자의 신체 변화는 더욱 뚜렷해 질 것으로 판단된다. 향후 본 실험 결과를 바탕으로 선박 조우 상황, 장애물과의 충돌 회피 상황 등에서 생체 신호가 어떻게 변화하는지를 분석할 예정이다.

## Acknowledgement

“이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (해양안전사고 예방시스템연구 2단계)”