

# 선종별 운항형태에 따른 선원의 업무부하 및 피로관리

† 김홍태 · 오승빈\* · 장준혁\*\*

\*,\*\*선박해양플랜트연구소 해양안전연구부, † 한국과학기술원 전산학부

## Seafarer's Workload and Fatigue Management Considering Ship Operation Type

Hongtae Kim† · Seungbin Oh\* · Junhyuk Jang\*\*

\*,\*\* Maritime Safety Research Division, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Daejeon, Korea

† School of Computing, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea

**요 약** : 해양사고 관련 주요 통계에서 선원 피로는 해양사고의 주요 원인으로 보고되고 있다. IMO MSC 74차 회의에 피로에 관한 지침서(Guidelines on Fatigue)를 최종 승인되었고, 최근 호주와 한국을 중심으로 지침서에 대한 개정 논의를 진행 중에 있다. 본 논문에서는 이러한 선원 피로의 주요 원인인 업무부하를 선종별 운항형태에 따라 분석한 결과를 소개하고자 한다.

**핵심용어** : 선원피로, 업무부하, 피로 지침서 피로 위험관리 시스템

### 1. 서 론

피로는 인적 요인의 주요한 위험요인으로 선원 피로는 해양사고의 주요 원인 중 하나이다. 선박충돌 및 좌초사고를 포함한 중대한 해양사고에서 인간과실의 원인으로 선박승무원의 피로가 약 16 % 기여한 것으로 조사되었고, 인명손상사고의 약 33 %가 피로에 의한 것으로 보고되고 있다(USCG, 1996). 영국 해양사고조사국(MAIB)에 의하면 1994년부터 2003년까지 10년간 전체 해양사고의 1/3에서 선원피로가 사고원인으로 기여하였음을 확인하였다(MAIB, 2004). 2003년 스웨덴에서의 연구결과 약 73 % 정도의 당직근무자들이 당직근무 기간 중 최소 1회 또는 그 이상 졸음에 빠져들었다는 사실을 확인하였다(KMST, 2012).

IMO MSC 74차 회의에 피로에 관한 지침서(Guidelines on Fatigue)를 최종 승인되었고, 최근 HTW 1차 회의에서 피로에 관한 지침 개정의 필요성을 제기하였다. MSC 94차 회의에서 피로에 관한 지침 개정 제안 및 2개년 의제를 채택하였고, HTW 2/8에서 피로에 관한 지침의 개정을 제안하였다. 현재 호주, 한국 등이 Fatigue Guidelines 개정을 논의 중에 있으며, 2016년 피로위험관리시스템(Fatigue Risk Management System)을 반영한 개정안의 초안을 작성하였다(IMO, 2001)(IMO, 2014).

피로 위험관리 시스템 (Fatigue Risk Management System ;

이하 FRMS)은 1990년대 들어 조직적인 접근을 통해 피로로 인한 위험을 줄여야 한다는 인식 확대되면서, 이를 관리하기 위한 방법으로 제시되었다. 실제적인 피로 관련 위험을 측정하고, 이를 관리하기 위한 방법이다. FRMS는 과학적인 데이터를 기반으로, 피로 관리를 위한 매뉴얼과 시스템 구축 운영하는 방법이다.

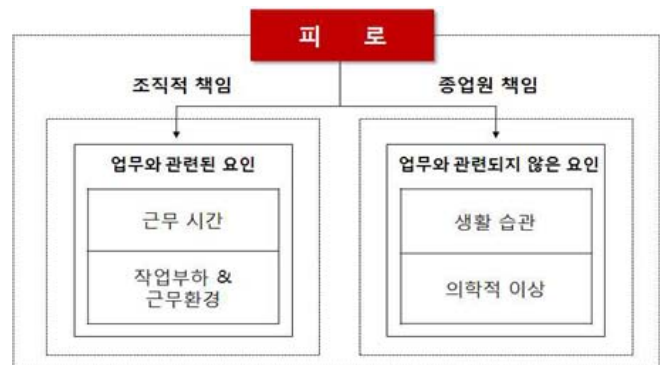


Fig. 1 Fatigue Risk Management System(FRMS)

FRMS는 피로 위험관리 시스템의 실행을 위한 규정, 피로 정보 수집 및 분석 S/W 개발, 피로 자가 보고 체계, 사고 시 피로의 영향 분석, 피로의 관리 교육, 피로의 지속적 측정 관리로 구성되어 있다.

† 교신저자 : 정희원, [hongtae.kim@kriso.re.kr](mailto:hongtae.kim@kriso.re.kr)

\* 정희원, [sboh@kriso.re.kr](mailto:sboh@kriso.re.kr)

\*\* 정희원, [jang@kriso.re.kr](mailto:jang@kriso.re.kr)

FRMS의 이점은 여러 가지가 있다. 피로데이터를 기반으로 실제적인 위험 요소를 측정하여, 분야별 상황에 맞는 관리 대책 수립이 가능하다. 피로근무 시간외에 다양한 피로의 원인을 확인하고 피로 관리 방안을 제공할 수 있다. 근무 시간, 작업 부하 등 업무와 관련된 요인 외에 업무와 관련되지 않은 직원 개인의 생활 습관도 피로의 원인이 될 수 있음을 종사자들이 인식할 수 있다. 피로의 원인을 밝혀 사고 발생 전에 위험 요인을 방지할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 선원 피로의 주요 원인인 업무부하를 선종별 운항형태에 따라 분석한 결과를 소개하고자 한다.

## 2. 유럽의 작업시간/휴식시간 분석

Maritime Labour Convention(2006)에 따르면 작업시간이 최대 4시간/24시간, 72시간/7일 또는 휴식시간이 최소 10시간/24시간, 77시간/7일 로 규정하고 있다.

프랑스에서는 피로 가이드라인(Guidelines on fatigue)의 개정안으로 “Analysis of the conditions relating to the compliance with resting time for watchkeepers - Case of general cargo using the two-watch system” 문서를 제출하였다. 이 문서에서는 작업시간/휴식시간의 규정에 대하여 실제 사례를 확인하였다.

	Total duration	total call	total between ports	Drills	Watch	Mooring	Call	Safety Master	Safety C/O
Work hours between 06/06 23:55 and 12/06/15 17:23	6 j 17,47h	59,77	101,7	1	50,85	14	19	0	0
	161,47h	temps de travail	Master = 84,85	Equivalent : 14h work/ jour = 12,61	91h work/7j = 88,28				
		temps de travail	chief officer = 84,85	Equivalent : 14h work/ jour = 12,61	91h work/7j = 88,28				
Work hours between 23/06 19:42 and 06/07/15 16:22	15 j 21,82 h	106,23	202,43	2	101,22	24	36	0	0
	308,67h	temps de travail	Master = 163,22	Equivalent 14h work/ jour = 12,69	91h work/7j = 88,83				
		temps de travail	chief officer = 163,22	Equivalent 14h work/ jour = 12,69	91h work/7j = 88,83				
Work hours between 05/07 14:24 and 17/07/15 23:45	14 j 15,82 h	254,4	42,95	2	21,475	16	76	0	0
	297,35h	temps de travail	Master = 115,475	14h work/ jour = 9,32	91h work/7j = 65,24				
		temps de travail	chief officer = 115,475	14h work/ jour = 9,32	91h work/7j = 65,24				
Work hours between 22/07 17:30 and 07/08/15 15:29	15 j 21,98 h	71,98	310	2	155	16	23	0	0
	381,98h	temps de travail	Master = 196	14h work/ jour = 12,31	91h work/7j = 86,20				
		temps de travail	chief officer = 196	14h work/ jour = 12,31	91h work/7j = 86,20				
Work hours between 12/06 20:40 and 21/08/15 09:15	12 j 4,75 h	37,03	178,53	1,5	89,27	16	20	0	0
	187,32h	temps de travail	Master = 128,77	14h work/ jour = 16,24	91h work/7j = 113,69				
		temps de travail	chief officer = 128,77	14h work/ jour = 16,24	91h work/7j = 113,69				
Work hours between 23/06 19:42 And 30/06/15 19:22	7 j 18,33h	41,60	126,07	1	63,03	12	16	0	0
	167,67h	temps de travail	Master = 92,03	Equivalent : 14h work/ jour = 13,17	91h work/7j = 92,22				
		temps de travail	chief officer = 92,03	Equivalent : 14h work/ jour = 13,17	91h work/7j = 92,22				

Fig. 2 Case of 58m ship

배 길이가 각각 75m와 58m인 당직체계 2교대(6on/6off 2 watch system)의 일반화물선을 대상으로 하였다. 분석 시간은 1-4번의 call이 포함된 7일(168시간) 또는 14일(336시간)으로, 각 call에 대한 작업시간(manoeuvring, mooring and unmooring)은 2시간이고 보안 및 안전훈련은 주당 1시간으로 하였다. 전체 시간에서 최소 휴식시간을 제외한 14시간/24시간, 91시간/7일을 기준으로 비교 하였다.

Purple period의 경우, 일주일 동안 3번의 짧은 call으로 작업 시간이 초과하였다.

	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/ jour = 12,69	91h work/7j = 88,81				
Work hours between 26/06 09:10 and 02/07/15 23:23	6 j 14,22h	90,13	68,08	1	34,04	12	21	0	0
	158,22	temps de travail	master = 68,04	Equivalent : 14h work/ jour = 10,32	91h work/7j = 72,25				
		temps de travail	chief officer = 68,04	Equivalent : 14h work/ jour = 10,32	91h work/7j = 72,25				
Work hours between 07/07 22:55 and 14/07/15 17:12	6 j 18,28h	90,75	71,53	1	35,77	20	35	0	0
	162,28	temps de travail	master = 91,77	Equivalent : 14h work/ jour = 13,57	91h work/7j = 95,00				
		temps de travail	chief officer = 91,77	Equivalent : 14h work/ jour = 13,57	91h work/7j = 95,00				
Work hours between 16/07 00:55 and 23/07/15 00:30	6 j 23,58h	148,38	19,2	1	9,6	8	48	0	0
	167,58	temps de travail	master = 66,60	Equivalent : 14h work/ jour = 9,54	91h work/7j = 66,77				
		temps de travail	chief officer = 66,60	Equivalent : 14h work/ jour = 9,54	91h work/7j = 66,77				
Work hours between 31/07 23:25 and 11/08/15 04:34	10 j 5,15h	39,45	205,7	1	102,85	16	17	0	0
	245,15	temps de travail	master = 136,85	Equivalent : 14h work/ jour = 13,40	91h work/7j = 93,78				
		temps de travail	chief officer = 136,85	Equivalent : 14h work/ jour = 13,40	91h work/7j = 93,78				

Fig. 3 Case of 78m ship

Yellow period와 blue period는 일주일 동안 3번-4번의 call이 있었다. yellow period의 경우, call보다 항해시간이 짧아 작업시간을 초과하는 것으로 나타났다. blue period 또한 작업시간을 초과하는 것으로 나타났다. yellow period와 달리 짧은 call과 긴 항해시간으로 작업시간이 초과하였다.

call의 간격이 짧을수록, 정박시간보다 항해시간이 길수록 작업시간이 증가하여 휴식시간을 준수하지 못하는 것으로 나타났다.

## 3. 국내의 작업시간/휴식시간 분석

프랑스에서 제출한 HTW 3/INF.8 문서의 내용을 바탕으로 국내 유조선과 일반화물선의 작업시간/휴식시간의 규정에 대하여 실제 사례를 확인하였다. 분석 시간은 1-5번의 call이 포함된 7일(168시간) 또는 14일(336시간)으로, 각 call에 대한 작업시간(manoeuvring, mooring and unmooring)은 2시간이고 보안 및 안전훈련은 주당 1시간으로 하였다.

전체 시간에서 최소 휴식시간을 제외한 14시간/24시간, 91시간/7일을 기준으로 비교 하였다.

### 3.1 국내 SG호

배 길이가 86.45m이고, 당직체계 3교대(4on/8off 3 watch system)의 oil/chemical tanker를 대상으로 하였다.

	total duration	total call (hours)	total between ports (hours)	Drills (hours)	Watch	Mooring (hours)	call	safety master	safety C/O
between 14/12/31 19:72 and 15/01/07 8:00	6d12h:40 (156.67h)	11959	101.76	1	33.92	20	59.84		
	선장	54.92	14h work/day		8.41	20		58.89	
	일항사/이항사	11476	14h work/day		17.58	20		123.06	
between 15/01/08 9:15 and 15/01/16 22:50	8d13h:35 (205.58h)	17434	191.34	1	63.78	20	39.5		
	선장	84.78	14h work/day		9.90	20		69.28	
	일항사/이항사	12428	14h work/day		14.51	20		101.56	
between 15/01/17 15:10 and 15/01/24 21:50	7d6h:40 (174.67h)	10151	141.26	1	47.09	20	49.75		
	선장	68.09	14h work/day		9.36	20		65.49	
	일항사/이항사	11784	14h work/day		16.19	20		113.34	
between 15/01/25 2:10 and 15/02/2 11:00	8d8h:50 (200.83h)	14355	137.38	1	45.79	20	67.81		
	선장	66.79	14h work/day		7.98	20		55.87	
	일항사/이항사	13460	14h work/day		16.08	20		112.60	
between 15/01/16 16:45 and 15/01/24 8:10	7d15h:25 (183.42h)	9974	128.5	1	42.83	20	65		
	선장/일항사/이항사	128.8333333	14h work/day		16.86	20		118.00	
	일항사/이항사	128.8333333	14h work/day		16.86	20		118.00	
between 15/01/25 5:40 and 15/02/1 21:00	7d15h:20 (183.33h)	125.5	140.51	1	46.84	16	64.33		
	선장/일항사/이항사	128.1666667	14h work/day		16.78	16		117.45	
	일항사/이항사	128.1666667	14h work/day		16.78	16		117.45	

Fig. 4 Case of SG ship

Port call 횟수 2번의 blue period(163.42h)에서는 24시간 기준에는 최소 휴식시간에 만족하였지만, 7일 기준에는 92.23시간으로 최소 휴식시간을 준수하지 못 하였다. port call 횟수 4번, 5번의 orange period(170.42h), yellow period(183.42h), green period(183.33h)에서는 24시간, 7일 기준 모두 최소 휴식시간을 준수하지 못 하는 것으로 나타났다.

### 3.2 국내 S호

배 길이가 66.01m이고, 당직체계 3교대(4on/8off 3 watch system)의 oil tanker를 대상으로 하였다. 항해/정박 당직 시간은 그림 와 같다. 국내 S호의 경우, 하역당직 시 선장을 제외한 일항사와 이항사가 full로 당직에 임하는 근무 체계로 운영된다.

당직시간 (TIME)	갑판당직 (DECK)	당직 시간 (TIME)	하역 당직
출항 후 4시간	선장	Full	일항사
입항 전 4시간			
두 번째 당직	이항사	Full	이항사
세 번째 당직	일항사		

Fig. 5 당직시간

	total duration	total call (hours)	total between ports (hours)	Drills (hours)	Watch	Mooring (hours)	call	safety master	safety C/O
between 14/12/31 19:72 and 15/01/07 8:00	6d12h:40 (156.67h)	11959	101.76	1	33.92	20	59.84		
	선장	54.92	14h work/day		8.41	20		58.89	
	일항사/이항사	11476	14h work/day		17.58	20		123.06	
between 15/01/08 9:15 and 15/01/16 22:50	8d13h:35 (205.58h)	17434	191.34	1	63.78	20	39.5		
	선장	84.78	14h work/day		9.90	20		69.28	
	일항사/이항사	12428	14h work/day		14.51	20		101.56	
between 15/01/17 15:10 and 15/01/24 21:50	7d6h:40 (174.67h)	10151	141.26	1	47.09	20	49.75		
	선장	68.09	14h work/day		9.36	20		65.49	
	일항사/이항사	11784	14h work/day		16.19	20		113.34	
between 15/01/25 2:10 and 15/02/2 11:00	8d8h:50 (200.83h)	14355	137.38	1	45.79	20	67.81		
	선장	66.79	14h work/day		7.98	20		55.87	
	일항사/이항사	13460	14h work/day		16.08	20		112.60	

Fig. 6 Case of S ship

Port call 횟수 5번의 blue period(156.67h), orange period(200.83h), yellow period(205.58h), green period(174.67h) 모두 일항사와 이항사는 최소 휴식시간을 준수하지 못하였다. 이는 하역당직에서 선장을 제외한 일항사와 이항사가 full로 당직에 임하는 근무 체계로 인한 것으로 보인다.

### 3.3 국내 K호

배 길이가 92m이고, 당직체계 3교대(4on/8off 3 watch system)의 일반 화물선을 대상으로 하였다. 항해/정박 당직 시간은 그림 와 같다. 국내 K호의 경우, 하역당직 시 선장을 제외한 일항사와 이항사가 6on/6off 2 watch system으로 당직에 임하는 근무체계로 운영된다.

당직 시간 (TIME)	갑판 당직 (DECK)	당직 시간 (TIME)	하역 당직
08:00-12:00	선장	00:00-06:00	일항사
20:00-24:00		12:00-18:00	
00:00-04:00	이항사	06:00-12:00	이항사
12:00-16:00		18:00-24:00	
04:00-08:00	일항사		
16:00-20:00			

Fig. 7 당직시간

	total duration	total call (hours)	total between ports (hours)	Drills (hours)	Watch	Mooring (hours)	call	safety master	safety C/O
between 15/01/01 11:00 and 15/01/15 11:30	14d0h:30 (336.5h)	326.17	259.34	2	86.45	12	94.17		
	선장	100.45	14h work/day		7.16	12		50.15	
	일항사/이항사	147.53	14h work/day		10.52	12		73.66	
between 15/01/16 22:40 and 15/01/29 23:00	13d0h:20 (312.33h)	222.16	244	2	81.33	12	103.5		
	선장	95.33	14h work/day		7.33	12		51.28	
	일항사/이항사	147.08	14h work/day		11.30	12		79.12	

Fig. 8 Case of K ship

Port call 횟수 3번의 blue period(336.5h)와 green period(312.33h) 모두 24시간과 7일 기준 최소 휴식시간을 준수하였다. 약 2주 동안 port call의 횟수가 3번으로 적은 편이고, 하역당직에서 일항사와 이항사가 6on/6off 2 watch system으로 당직에 임하는 근무체제로 인한 것으로 보인다.

### 3.4 국내 H호

배 길이가 80.1m이고, 당직 시간이 8시부터 18시까지의 정기여객선을 대상으로 하였다. 항해/정박 당직 시간은 Fig. 10과 같다.

당직 시간 (TIME)	감판 당직 (DECK)
08:00-18:00	선장/일항사/이항사

Fig. 9 당직시간

caseA	total duration	total call (hours)	total between ports (hours)	Drills (hours)	Watch	Mooring (hours)	call	safety master	safety C/O
between 15/03/10 07:50 and 15/03/17 16:46	7d8h.56 (176.93h)	60.46	69.77	1	69.77	64	0		
	선장/일항사/이항사	134.77	14h work/day		18.85	91h work/week		131.96	
caseB	total duration	total call (hours)	total between ports (hours)	Drills (hours)	Watch	Mooring (hours)	call	safety master	safety C/O
between 15/03/10 07:50 and 15/03/17 16:46	7d8h.56 (176.93h)	60.46	69.77	1	69.77	32	0		
	선장/일항사/이항사	102.77	14h work/day		14.38	91h work/week		100.63	

Fig. 10 Case of H ship

국내 H호는 정기 여객선으로 port call 횟수가 많은 편(16번)이다. H호의 경우 각 call에 대한 작업시간(manoeuvring, mooring and unmooring)을 2시간으로 하기에는 적절하지 않다고 판단하여 1시간으로 가정하였다(Fig 10, caseB). 두 가지 경우 모두 휴식시간을 준수하지 못하였다. 당직시간이 8시부터 18시까지로 이후 시간은 모두 휴식을 취할 수 있지만, 연속근무시간이 길어서 이에 대한 고려가 필요하다.

## 4. 결론

프랑스에서 제출한 HTW 3/INF.8 문서의 내용을 바탕으로 국내 선박에 대한 작업시간/휴식시간의 규정에 대하여 실제 사례를 확인하였다.

추가 작업시간(훈련을 제외한 안전관리, 행정 작업, 선박 유지보수)을 고려하지 않고, 6on/6off 2 watch system과 4on/8off 3 watch system으로 분석을 하였다. 분석 결과, 대부분의 선박에서 교대시간을 고려한 최소 6시간의 휴식시간을 만족할 수 없었으며, 기존의 피로 지침

(MSC/Circ.1014)에서 언급하고 있는 24시간 내 7-8시간의 수면시간을 보장 할 수 없었다.

유럽 선박의 경우, TSS나 시계제한구역에서도 1인 당직으로 운항 할 수 밖에 없다.

국내 선박의 경우, 주로 4on/8off 3 watch system으로 운영된다. 하역당직이 선박마다 다양한 형태이지만, 선장을 제외한 일항사와 이항사의 당직으로 이루어진다. 항구 간 항해시간이 긴 경우나 port call이 자주 있게 되는 경우, 최소 휴식시간을 만족할 수 없었다. 선종에 따라서는 차이가 없었고, 교대근무체계/항해시간/port call 횟수에 따라 차이가 있었다. 하지만 유조선의 경우 하역작업의 부하가 일반 화물선에 비해 높기 때문에 가중치를 고려 할 필요가 있고, 정기여객선의 경우 연속근무시간이 길기 때문에 가중치를 고려할 필요가 있다.

## 후 기

본 연구는 해양수산부의 “해양안전사고 예방시스템 기반 연구(2단계)” 과제 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] IMO(2001), MSC/Cir. 1014, Guidance on Fatigue Mitigation and Management
- [2] IMO(2014), MSC 94-18-7, Proposal for a planned output on the revision of the Guidelines on Fatigue (Australia, Dominica, Mars...), 2014
- [3] Korea Maritime Safety Tribunal(2012), An Analysis of the Crew members Fatigue and the Relationship of Marine Accidents and Fatigue, Report, pp. 31-36.
- [4] MAIB(2004), Bridge Watchkeeping Safety Study: Marine Accident Investigation Branch, UK.