

# 연·근해 운항선박의 해난실태와 사고방지대책

윤 점 동\* · 이 윤 철\*\*

## A Study on Some Considerations of Marine Casualties and Prevention Measures against them of Vessels engaged in Near-coastal and Greater-coasting Seas

*Jeom-Dong Yoon · Yun-Cheol Lee*

### 〈目 次〉

#### Abstract

#### I. 서 론

#### II. 원목선의 안전운항 대책 및 사고 사례

1. 서언
2. 횡복원력을 결정하는 GM의 크기
3. GM의 계산방법
4. GM에 따른 풍압경사각의 크기
5. GM에 따른 파랑경사각의 크기
6. 황천조우시 선체예상 횡경사각의 크기
7. 원목의 갑판적에 대한 고찰
8. 갑판적원목의 이동방지 및 고박
9. Bilge sounding 및 방배수 조치
10. 항해중 GM의 감소 및 조정

#### 11. 결론

#### 12. 원목수송선박의 사고 사례

#### III. 연·근해 화물선 해난사고의 사례 분석

1. 유조선 경신호의 침몰사고
2. "웨스턴 호프"호의 전복 침몰사고
3. 예인집단의 사고 사례
4. 화물선 "슈피터"호와 제35장영의 충돌사고
5. 기선 제2현대호 침몰사고
6. 장기갑 등대 부근에서 조난사고가 잦은 이유 분석
7. 사례를 통한 종합적 분석 및 평가

#### IV. 결론-사고방지를 위한 대책 제언 참고문헌

### Abstract

In general, marine casualties take place by the composite action of three elements such as waterway condition, vessel condition and man condition. One of the important characteristics of most marine casualties for small cargo vessels in maritime transportation of near-coastal and greater-coasting seas is that the

\* 정희원, 한국해양대학  
\*\* 정희원, 한국해양대학

same kind of casualties take place repeatedly in spite of the apparent causes. Because, it takes much time and effort for seamen to master waterway, vessel or operating technique only to the practical and sensible level.

In these days, with the development of our economy, our shipping industry has grown and therefore the demand of maritime officers has increased. This economic growth brought about undesirable situation like the evasion of seamen and frequent casualties of Korean vessels. These marine casualties are being caused mainly by the unskillfulness of operating technique as well as the bad waterway condition and ship's installation condition.

Therefore, I conclude, in this paper, that the most efficient and economic preventing measures of marine casualties are seeking causes and removing them in advance under the close cooperation system among all concerned parties.

## I. 서 론

해난사고는 해상교통이 있는 곳에서는 어디서나 때와 장소를 불문하고 발생할 수 있다. 해상교통은 교통로인 수로, 운반구인 선박 및 그것을 움직이는 사람의 세가지 요소에 의하여 이루어진다고 볼 수 있다.

교통로는 그곳을 통하여 사람, 물건 등을 운반하는 선박이 왕래하는 수로를 말하며, 수로는 그 천연적인 모양에 따라서 또는 인공적인 사실을 가함으로써 선박의 통행을 안전하게 할 수도 있고 위험하게 할 수도 있다. 운반구인 선박은 자연적으로 존재하는 것이 아니고 사람들이 만든 것으로 천차만별의 다양한 종류가 있고 이것 또한 원시적인 뗏목으로부터 초근대화된 VLCC까지 모두 운반구인 선박이라고 보는 것이다. 그러므로 사람 또는 화물의 수송도 운반구인 선박의 종류에 따라서 안전할 수도 있고 위험할 수도 있다.

교통로인 항로(수로)(Fairway, Waterway)가 있고 운반구인 선박이 있다 할지라도 그것을 움직일 수 있는 사람이 없으면 해상수송은 이루어질 수 없다. 아무리 좋은 항로로 이용될 수 있는 천연수로가 있고 훌륭한 선박이 건조되어 있다 할지라도 이들을 효과적으로 이용할 수 있는 사람이 없으면 해상교통은 안전할 수 없으며, 역으로 항로가 험하고 선박에 소소한 결함이 있다 할지라도 그것들을 효과적으로 이용할 수 있는 선박 운항기술을 가진 사람이 있으면 해상교통은 상당한 수준으로

안전하게 이루어질 수 있는 것이다.

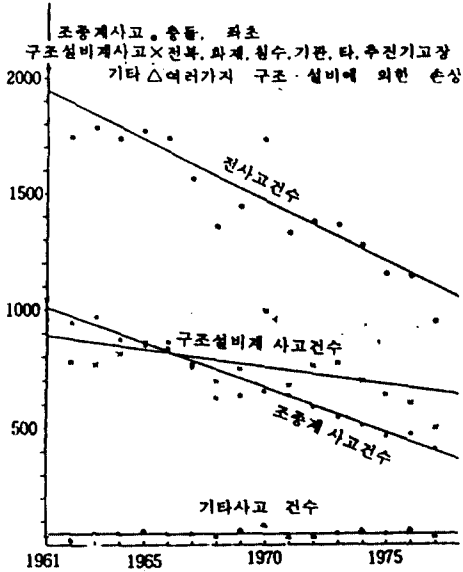
이와같이 해상수송은 항로, 선박 및 사람의 운항기술이 결합되어 이루어지는 것으로 이러한 과정에서 발생하는 재난인 해난사고도 역시 항로조건, 선박조건 및 운항기술조건이 결합되어 총체적인 결과로 발생하는 것이다.

오늘날 발달된 경제체제하에서 해상수송의 기술적인 측면은 서로 이해가 상반되는 세가지 측면에서 관찰할 수 있다. 조선공학적 측면에서 어떤 선박을 건조하여 운반구로 사용하느냐 하는 설계적인 측면, 이것에 어떻게 화물을 적재하고 어떻게 해상을 이동하느냐 하는 항해 및 운용학을 바탕으로 하는 운항기술적인 측면 및 선박을 어떤 방식으로 운항하면 경제적인 이득을 창출해 낼 수 있느냐 하는 기업이윤추구적인 측면이 그것이다. 그리고 위의 세가지 측면에서 활동하는 사람들의 이해관계는 상충하는 면이 강하고 상호보완적인 면이 오히려 약하다고 볼 수 있다. 예를들면 원목을 적재하는 선박은 안전상 횡복원력의 증대를 위하여 보통의 화물선보다 길이를 약간 짧게하고 선폭을 약간 넓게하면 전복의 위험을 훨씬 덜 수 있다. 그러나 그러한 선박은 경제적인 이윤을 추구하는 선주의 입장에서 보면 다른 화물을 실을 때 불편할 수 있고 또한 선체의 저항이 증가되어 비경제적인 선박이 되고 마는 것이다.

여러가지 해난사고의 주된 원인을 살펴보면, 항로가 천연적으로 위험해서 오는 것, 선박의 건조 결함 때문에 오는 것, 선박운항기술의 미숙에서

오는 것, 과도한 경제이윤을 추구하여 선박을 무리하게 운항하는데 오는 것 등으로 구분할 수 있으나 대개의 경우는 위의 모든 요소들이 복합적으로 작용하는 것이라고 볼 수 있다.

일본의 요구조해난발생건수 통계값에서 구조설비계 사고건수와 조종계 사고건수 즉, 운항과실에 기인한 사고건수를 비교해 보면 (그림1)과 같다.



(그림1) G/T 20톤이상의 일본의 동력선 요구조해난통계

위와같이 구조설비계 사고건수가 해가 바뀔 때마다 조종계 사고건수를 상회하고 있는 경향이 있는데, 이러한 현상은 우리나라의 실정도 대동소이하다고 할 수 있다.

최근 우리나라 선원이 승선하고 있는 원목운반선들의 해난사고가 잇따르고 있다. 그 발생빈도에 비추어 볼 때 이들 원목운반선들의 사고는 심상치 않은 점이 있는데 주된 사고의 원인은 노후화된 선박의 구조설비적인 결함과 선원들의 운항기술의 미숙이 복합된 것이라고 생각한다. 또한 최근 우리나라의 연·근해구역을 운항하는 여러종류의 소형선박들이 일으키고 있는 대형해난사고의 원인들 역시 주로 선원의 운항기술 미숙 및 선원의 자질 결함, 선박의 구조설비 결함 및 선박회사의 무리한 이윤을 추구하는 경영방침 등이라 할 수 있다.

본고에서는 이러한 문제점을 규명하고 우리나라 연근해 선박의 해난사고를 방지하기 위한 대책을 제안하는데 연구의 초점을 두고 다음과 같은 방법으로 전개하였다.

이를 위하여, 제2장에서는 연근해선박의 해난사고중 가장 문제시 되고 있는 원목운반선의 해난사고를 사례중심으로 고찰하고 그 원인을 분석하였다.

제3장에서는 근간에 실제 발생한 각종 화물선의 해난사고를 해난심판원의 판례를 중심으로 고찰하였다.

마지막으로 제4장에서는 우리나라의 주변해역에서 종종 발생하는 해난사고 주된원인을 해난심판원의 판례를 중심으로 종합적 고찰을 하고 사고방지를 위한 몇가지 대책을 제시하였다.

## II. 원목선의 안전운항 대책 및 사고 사례

### 1. 서언

원목수송에 있어서는 원목을 선창에 적재하고 또 갑판적을 하여야 하기 때문에 복원성이 부족하거나 목재의 이동이 유발하는 여러가지 이유때문에 선박전복의 위험이 대단히 크다. 최근, 우리나라 선원이 승선하고 있는 원목운반선이 동남아에서 원목을 적재하고 북상도중 황천에 조우하여 빈번히 조난을 당하고 있는 것은 매우 심각한 현상이다.

### 2. 회복원력을 결정하는 GM값의 크기

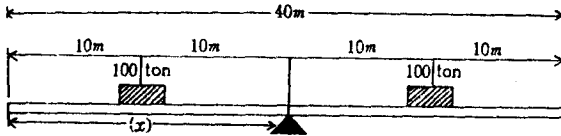
원목을 갑판에 만재하는 선박은 GM값이 과소하게 되기 마련이다. 원목선의 조난원인이 GM값의 크기만으로 결정되는 것은 아니지만 원목적재 선박의 조난에 있어서는 GM의 크기가 직접 또는 간접적으로 크게 영향을 미치고 있는 것만은 사실이다. 원목적재선의 GM값은 선박의 크기에 따라 다르지만 동남아에서 원목을 운반하는 선박을 기준으로 하면 선박의 크기는 평균 G/P 3,000~14,000톤 정도이고, GM값은 35cm 정도이다. 이 GM값은 가능하면 모든 만재된 청수탱크와 연료유탱크는 free surface가 최소가 되도록 조치하고 공탱크

는 해수로 ballasting을 하는 것을 전제로 한 때의 값이다.

3. GM값의 계산방법

(1) 수평무게중심의 계산원리

그림2에서 전체 저울 System의 무게중심은 막대의 기하학적 중심의 양단으로부터 20m인 곳이다. 이것을 계산식으로 표시하면 다음과 같다.

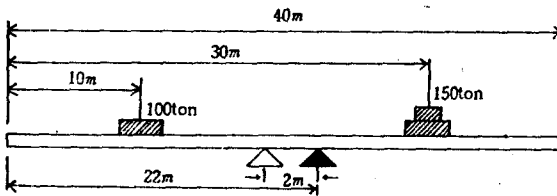


(그림2) 저울대의 ballancing

$$100\text{톤} \times 10\text{m} + 100\text{톤} \times 30\text{m} = 200\text{톤} \times \chi\text{m}$$

$$\chi = \frac{4,000}{200} = 20\text{m}$$

그림2의 경우는 System의 무게중심이 막대기의 중간점에 있다는 것을 알 수 있지만, 그림3의 경우는 모멘트를 이용한 수치계산을 하지 않으면 System의 무게중심을 알 수 없다.



(그림3) 무게중심의 이동

$$100\text{톤} \times 10\text{m} + 150\text{톤} \times 30\text{m} = 250\text{톤} \times \chi\text{m}$$

$$\chi = 22\text{m}$$

(2) 수직무게중심(KG)의 계산

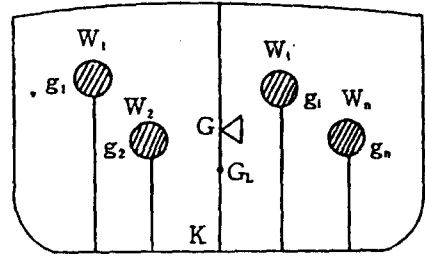
수직무게중심값 즉 KG의 값도 수평무게중심의 계산원리와 똑 같다. 그러므로 그 원리는 그림4에서 유도한 수식(1)과 같다.

$$kG = \frac{\bar{W}_L \times kG_L W_1 + W_2 \times kG_2 + \dots + W_n \times kG_n}{\bar{W}} \dots (1)$$

단,  $\bar{W} = \bar{W}_L + W_1 + W_2 + \dots + W_n$

$g_1, \dots, g_n$  : 각 적재물의 무게중심

$\bar{W}_L$  : Light Condition시의 배수량



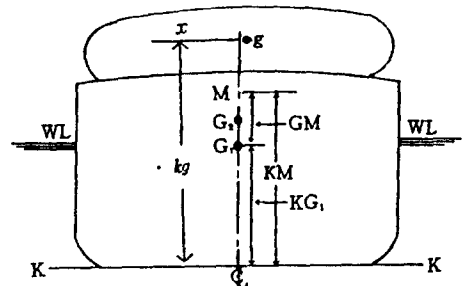
(그림4)

(3) The light ship  $KG_L$  값

이 값은 선박을 건조한 조선소에서 선박건조에 사용된 강재의 무게와 위치를 구하여 공선상태의 KG를 계산하여 둔 것이고 우리는 이것을 이용하면 된다.

(4) 갑판적 원목의 무게계산

선창내에 원목을 만재하였으면 hatch를 덮고 (1)식에 의하여 KG의 값을 구하고 이때의 G점을  $G_1$ 이라고 하자. 그리고 출항시의 예정 GM값을  $G_2$  M으로 하자. 그러면 on-deck cargo를 싣되  $G_1$ 점이  $G_2$ 점으로 이동할 때까지 갑판적하고, 원목의 무게를  $\chi$ 라고 하고 keel line으로부터 무게중심까지의 거리를  $kg$ 라고 하면 식(2)에 의하여 갑판적량을 결정한다.



(그림5)  $GM = KM - KG$

$\bar{W} \times kG_1 + \chi \times kg - (\bar{W} + \chi) \times kG_2$ 에서

$$\chi = \frac{\bar{W}(kG_2 - kG_1)}{kg - kG_2} \dots\dots\dots(2)$$

(5) Free surface effect

선박이 횡요운동을 하면 탱크 또는 선창내의 액체는 한쪽에서 다른 쪽으로 자유로이 이동한다. 그러면 그림6에서 보는 바와같이 탱크내에 있는 액체의 무게중심은 벌써 실제의 위치에서 이동된 것과 다름없이 된다. 이러한 현상은 무게중심이 높아진 것으로 나타나고 그림6에서는 액체의 무게중심은 g점에서 m점으로 이동된 것과 같다. 따라서 전체적인 선체의 G점은 G<sub>1</sub>점으로 이동된 것과 같은 것이다. 그리고 그것은 식(3)과 같이 표시할 수 있다.

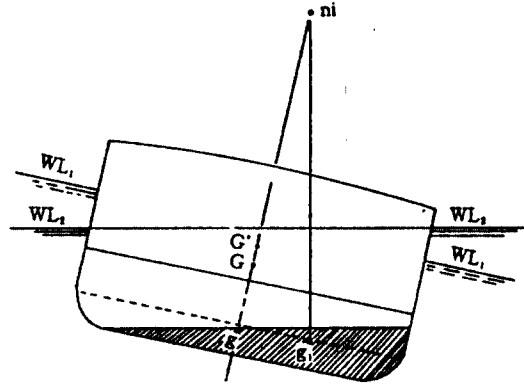
$$GG' = i/V \dots\dots\dots(3)$$

단,  $i = \frac{1}{12} \ell b^3$

ℓ : 탱크의 길이

b : 탱크의 폭

따라서, (3)식을 보면 선창내부로 침수한다는 것이 얼마나 위험한 일인가를 금방 알 수 있다.



(그림6) 자유표면의 영향

(6) GM의 수치계산과 감판적 원목량의 계산 예  
(Step 1) : 창내 원목적재완료 시의 GM값 계산  
(이것은 <표1>과 같다)

(Step 2) : GM<sub>1</sub>계산

KM : 5m 32cm (배수량 곡선에서)

KG : 4m 19cm

G<sub>1</sub>M : 1m 13cm

<표 1> 창내원목 적재완료시의 KG값 계산

ser. No	compartment & weight(ton)	kg(m)	Moment (ton-m)	Remark
1	Light condition 1368.00	5.013	6857.78	From table free surface included
2	Fore peak tand 75.50		301.00	
3	NO. 1 (F. W) 93.00	4.35	404.55	
4	NO. 2 (port & st'd) 193.00	0.63	121.59	
5	NO. 3 (port & st'd) 146.80	0.36	52.85	
6	NO. 4 (port & st'd) 90.40	0.36	32.54	
7	NO. 5 port 24.00		238.00	From table free surface included
8	NO 5 st'd 23.70		237.00	
9	NO 6 port 54.20	0.73	39.57	
10	NO 6 st'd 54.20	0.73	39.57	
11	NO 7 4.80	0.70	3.00	
12	NO 8 43.30	0.85	36.81	
13	After peak tank 46.50	4.8	233.20	
14	Daily water tank 2.50	12.4	31.00	
15	L. O. T 1.50		1.00	
16	AB serv & sett. T. 2.53	4.2	10.63	
17	B service tank 6.90	7.2	49.68	
18	cont & etc. 170.00	9.0	1530.00	
19	In holds 1698.00	4.1	6961.80	
20	Total 4098.83	KG	17171.57	From table

\* 이 표<1>은 필자가 승선근무시 구한 실측치이다.

$$KG = 17171.57 \div 4098.83 = 4.19(m)$$

(Step 3) : 갑판적 원목의 무게 계산

최종의 GM<sub>2</sub>가 35cm가 되려면 G<sub>1</sub>점이 78cm까지 올라가서 G<sub>2</sub>점에 다다르게 된다. ((그림5) 참조)

$$\chi = \frac{\bar{W}(kG_2 - kG_1)}{kg - kG_1} \dots\dots\dots(4)$$

단, KG<sub>2</sub> = KG<sub>1</sub> + G<sub>1</sub>G<sub>2</sub> = 4.19 + 0.78 = 4.98  
kg = 10,000m

$$x = \frac{4,099(4.97 - 4.19)}{10.00 - 4.97} = \frac{5,197}{5.03} = 636\text{톤}$$

원목 1개의 평균무게가 2.5톤이라고 하면 636 ÷ 2.5 = 254개를 가져오도록 하주에게 연락한다.

(7) 최종적 하역종료 시 GM값의 계산

최종적으로 하역이 완료되었을 때 draft survey를 행하고 on-deck cargo의 무게를 확인하여야 한다. 예를들면 위의 경우 on-deck cargo가 예상대로 636톤이 아니고 600톤이 실렸다면 GM값은 다음과 같다.

$$\bar{W} \times kG_1 + \chi \times kg = (\bar{W} + \chi)kG_2 \text{에서}$$

$$kG_2 = \frac{\bar{W} \times kG_1 + \chi kg}{\bar{W} + \chi} \dots\dots\dots(5)$$

$$G_2M (= \text{최종 GM}) = KM - KG_2 \dots\dots\dots(6)$$

$$kG_2 = \frac{4,099 \times 4.19 + 600 \times 10.00}{4,099 + 600} = 4.93$$

$$G_2M = 5.32 - 4.93 = 0.39 = 39\text{cm}$$

따라서, 출항 시의 GM은 39cm가 된다.

4. GM값에 따른 풍압경사각의 크기

풍압력의 계산은 다음과 같다.

$$Pa = CaPaVa^2(B\sin^2\theta + A\cos^2\theta) \dots\dots(7)$$

단, Ca : 풍압계수    A : 정면투영면적  
pa : 공기밀도    B : 측면투영면적  
va : 풍속    θ : 수풍각

위의 풍압 P<sub>a</sub>의 정형분력을 계산하고 착력점으로부터 G점까지의 거리를 고려하여 풍압모멘트를 계산하면 풍압에 의한 횡경사는 계산된다.

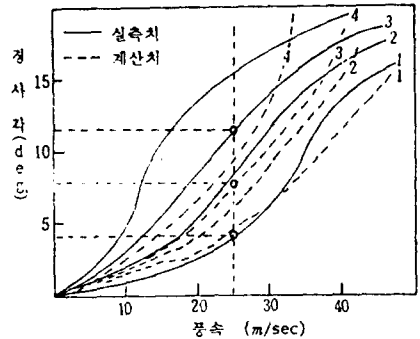
$$Pa\sin\beta \times CG = \bar{W} \cdot GM \sin\phi$$

$$\sin\phi = \frac{Pa \sin\beta \times CG + G\bar{R}}{\bar{W} \cdot GM} \dots\dots\dots(8)$$

단, C : 풍압착력점    R : 물의 저항착력점

원목을 갑판적하게 되면 수평면적이 커지는 반면 GM값이 작아지기 때문에 정형에서 풍력계급 4이상의 바람을 받게되면 횡경사가 현저하게 나타난다.

모형으로 풍동시험을 행한 원목선의 횡경사각과 이론적인 계산값은 (그림7)과 같다.



- 1 상태의 GM=39cm      3 상태의 GM=14cm
- 2 상태의 GM=20cm    4 상태의 GM= 4cm

(그림 7) 풍압으로 인한 횡경사각

(그림7)을 보면 평균적으로 보아서 GM값이 30cm를 넘을 때는 풍압경사각이 Beaufort scale로 풍력 7~8에서 5도의 범위를 넘지 아니함을 알 수 있다. 그러나 GM값이 14cm이하로 떨어지면 풍압경사는 현저하게 커지는 것에 유의하여야 한다.

5. GM값에 따른 파랑경사각의 크기

오늘날은 상당히 정확한 기상정보를 얻을 수 있고 그 기상정보에서 지속적인 풍속을 얻어 그것에 따른 wave spectrum을 만들 수 있으므로 해면상태를 정확하게 재현할 수 있다. 그리고 wave spectrum 공식에 rolling에 대한 response amplitude operator를 적용시켜서 motion spectrum을 만들고 이것에 의하여 실제 선체횡경사를 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$S\phi(\omega_e) = S_s(\omega_e) \cdot |H(\omega_e)| \dots\dots\dots(9)$$

단, S $\phi(\omega_e)$  : Spectral density function of ship responses for rolling (deg<sup>2</sup>-sec)

$S\xi(\omega_e)$  : density function of wave spectrum [ $fk^2 \cdot sec$ ]

(9)식에 따라서 Beaufort scale로 풍력 7~8정도 되는 해면상태에서, 생기는 파랑경사각은 평균 GM값을 35cm정도로 할 때 대략 15°이내가 된다. 다만, 이 경사각은 해상에서 실제로 생기는 순간적인 동조현상을 고려하지 않은 경우이다. 실제로 우리는 이러한 현상을 잘 피하여 조선하고 있다.

6. 황천조우 시 선체 예상횡경사각의 크기

원목적재선박이 태풍의 중심을 잘 피하여 항해한다고 가정하면(실제로 거의 모든 선박이 그렇게 하고 있다). tropical cyclone조우 시도 Beaufort scale로 풍력 7~8정도 이하의 기상조건에서 항해할 수 있다. 그러나 겨울철의 계절풍은 피할 수가 없고, 더우기 겨울철 동지나해나 필리핀 루손섬 북쪽해역의 계절풍은 Beaufort scale로 풍력 7~8정도가 되는 것이 보통이다. 하지만 이러한 해역에서도 우리가 주의하여 선박을 운항하면 선체의 횡경사를 20°정도의 범위를 줄일 수 있다. 이것은 계산상의 풍압 경사 5도와 파랑경사 15도를 합한 것과 같거나 거의 비슷한 수치이다. 물론 큰 파랑 충격으로 횡경사가 30~40도 정도로 생기는 경우는 있다. 따라서 선체에 결함이 없는 이상 우리가 주의하여 선박을 운항한다면 원목운반선이라 할지라도 큰 횡경사로 인하여 전복되는 것은 피할 수 있다.

7. 원목의 갑판적에 대한 고찰

창내적부가 끝나면 hatch coaming에 덮개를 하고 방수가 잘되는 tarpaulin을 3겹으로 덮는다. 그 위에 rope net를 덮고 난 후 dunnage wood 또는 낡은 hatch board를 깔고 원목을 적재하면 된다. 동남아에서 원목을 만재할 때는 GM값에 구속되기 때문에 갑판까지 만재하더라도 홀수는 하기만재홀수에 미치지 못한다. 따라서 갑판적을 할 때 자칫 잘못하면 예상적량을 초과하기 쉽다. 갑판에 과적이 되면 GM가 감소하는 반면 수평면적은 커지기 때문에 황천에 조우하면 악조건이 겹치게 된다. 실제의 경우 창내적부 시 trimming이 잘되어 broken space가 적으면 갑판에 적부할 수 있는 양도

크게 늘어난다. 그러나 대개의 경우 한 선박의 총 적량은 갑판적량의 파소에 따라 결정되므로 원목 적재 시 거의 모든 작업은 갑판적부를 잘하고 또한 가능하면 그 적부량을 늘리기 위해 있는 것처럼 느껴진다.

황천시 갑판상에 많은 해수가 올라와서 bulwark의 freeing port를 통하여 빠지는 해수량보다 파랑때문에 들어오는 물의 양이 많아지면 길이가 짧은 원목은 떠서 이동하기가 쉽다. 결국 이것이 선체의 일부분을 파괴하여 선체의 침수를 야기시키는 수가 있다. 그러므로 원목을 갑판적할 때 길이가 짧은 원목은 가능하면 안쪽으로 적재하여 다른 원목이 이것을 누르도록 하는 것이 좋다. 원목의 갑판적에 관한 제반 수치들은 <표2 및 3>에 나타난 바와 같다.

<표 2> 갑판적과 총 적량비

갑판상 적부량/총 적부량	전 조사선박수의 %
-0.15	20%
0.16-0.20	27%
0.21-0.25	40%
0.26-0.30	7%
0.31-0.35	0%
0.36-	6%

<표 3> 갑판적부 높이와 선폭 비

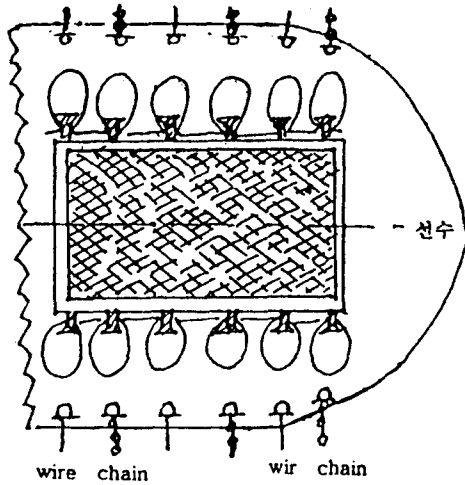
갑판상 적부높이/선폭	전 조사선박수의 %
-0.15	10%
0.16-0.20	10%
0.21-0.25	65%
0.26-0.30	5%
0.31-	10%

8. 갑판적 원목의 이동방지 및 고박

원목을 갑판적할 때는 길고 큰 원형의 목재를 높이 쌓아 올려야 하므로 고박을 함에 있어서 특별한 기술과 숙련을 요한다. 동남아에서 일본이나 한국지역으로 북상항해를 함에 있어 여름철에는 대부분 tropical cyclone을 멀리 피하면서 황천항해를 해야 하고, 겨울철에는 동지나해 또는 루손섬 북단에서 혹심한 계절풍을 만난다. 이럴 때 갑판에 들어오는 해수로 인한 목재가 받는 충격, rolling,

pitching, slamming에 의한 가속도의 변동은 목재의 고박을 느슨하게 만들고 결국에는 목재의 이동을 초래할 수 있다. 이동목재가 선체를 파괴하여 침수를 일으키고 이것이 엄청난 재난의 원인이 될 수 있는 것은 과거의 해난기록들이 이러한 사실을 잘 증명해 주고 있다. 참고로 재래식 원목고박방법을 적으면, 그것은 chain과 wire를 교호로 사용하고 그 방법은 다음과 같다.

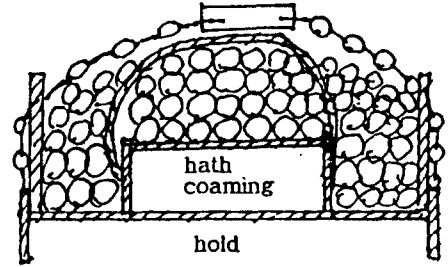
(1) 갑판적 원목의 고박방법



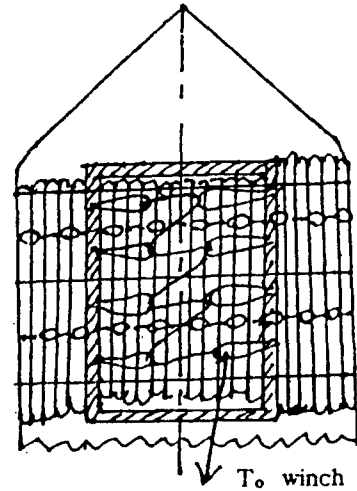
(그림 8) 갑판적 준비도

갑판적 원목은 2중으로 고박하는데, hatch coaming 외부갑판에 있는 hatch stay에 (그림8)과 같이 22mm cargo wire를 끼워 놓고 U bolt를 채워서 큰 eye를 만든 후 hatch coaming 위에 싣는 원목의 고박준비를 한다. 그리고 deck의 양 side에 있는 pad eye에 wire, chain, wire, chain 순으로 lashing wire와 lashing chain을 연결한다. wire lashing과 chain lashing의 간격은 3m정도로 한다.

loading이 시작되면 hatching coaming위에 wire eye를 모두 걸어올려 놓고 deck plate상부에 log를 먼저 싣는다. log가 hatch coaming높이까지 적재되면 wire eye를 치워놓고 hatch coaming위에 원목을 싣으면서 lashing용 wire eye는 원목 사이사이로 끌어올려 놓는다. 이렇게해서 원목의 갑판적이 완료되면 (그림9 및 10)과 같이 고박이 이루어진다.



(그림 9) 2중 고박 단면도



(그림 10) wire와 chain의 2중 고박도

wire lashing은 roller shackle과 U bolt로 단단히 조이고, chain lashing은 13mm studless chain과 turnbuckle 및 slip hook를 이용하여 고박한다.

(2) 갑판적 원목의 이동방지책

가) 갑판상의 원목은 수단으로 중첩되어 있지 않으면 고박효과가 없고, 목재사이의 간격이 있으면 움직이게 된다. 제1번창의 갑판상부는 선두로부터의 green water flooding 때문에 충격이 심하고 pitching 때문에 상하부로 가속도가 생겨서 고박이 이완되기 쉽다. 따라서 이완된 부분을 매일 조여 주어야 한다.

(나) 목재의 중첩된 단면의 표면형상은 (그림 9)에 표시한 바와 같은 형태가 되는 것이 좋고, 원목의 모든 무게가 바로 lashing wire나 chain에 걸리게 해서는 안된다.



(다) hatch coaming lashing wire는 원목 사이 사이로 빼서 잡아 당긴다. 그러나 너무 장력을 가 하면 wire에 무리한 힘이 가하여져 좋지 못하다.

(라) hatch coaming 위에 실리는 목재는 가능 하면 긴 것을 골라서 싣는다. rope net가 dunnage 역할을 하고는 있지만, 짧은 목재가 실리게 되면 침수방지를 위하여 사용한 tarpaulin에 손상을 주기가 쉽다.

(마) 간격이 큰 목재와 목재 사이에는 꼭꼭로 찍어서 이동을 방지하는 예방책을 미리 강구해 둔다.

(바) 짧은 원목이 잘 고박되지 않은 상태로 갑판상에 놓이게 될 때 황천 시 다량의 green water가 flooding이 되면 이것이 요동을 시작하여 위험을 초래하는 수가 있다. 짧은 목재는 가능하면 다른 원목의 안쪽에 들어가도록 적재하여야 한다.

9. Bilge sounding 및 방배수 조치

원목을 수송하는 선박에 있어서 창내침수는 큰 재난과 직결될 수 있다. 따라서 하역을 개시하기 전에 선창내의 bilge way, bilge well 및 rose box를 깨끗하게 청소해 두고 침수가 발생하면 즉시 배수할 수 있도록 미리 조치를 취하여야 한다.

목재의 이동이 원인이 되어 선수창고가 파손되어 침수가 생기고 급기야는 침몰까지 초래하는 해난사고들이 있다. 목재의 lashing 시 또는 항해 중 원목의 이동으로 인해 tarpaulin이 찢어지고 그 틈으로 물이 들어가 큰 사고를 야기시킨 예도 있다. 따라서 반드시 tarpaulin을 두겹 세겹으로 사용하여야 하며 tarpaulin위에는 rope net를 한다. 그리고 그 위에 베니아판이나 낡은 hatch board 등을 간 다음 갑판적을 하면 좋을 것이다. 또한 항해 중에는 1등항해사 당직시에 아침 저녁으로 반드시 double bottom과 선창내의 bilge well을 sounding 하여야 한다. 그러므로 갑판적을 할 때 sounding pipe는 반드시 노출시켜 두어야 하고, 이 장소로 사람이 들어가서 sounding 할 수 있도록 통로를 만들면서 원목을 적재해야 한다.

10. 항해 중 GM의 감소 및 조정

원목적재선은 GM이 작으므로 항해를 시작하기

전에 모든 double bottom tank는 sea water로 full ballasting하여 free surface가 없도록 조치를 취한다. 그러나 항해를 하는 과정에서의 연료 및 청수를 소모하게 되므로 이러한 탱크에 free surface가 생겨서 GM을 감소시킨다. 이때 갑판상의 원목이 해수에 젖어 감소되는 GM양은 무시해도 무방하다. 따라서 항해 중이라 할지라도 가능하면 F.O와 F.W를 한 곳으로 모으면서 free surface를 줄이고 새로 생긴 빈 tank는 해수로 full ballasting 시켜야 한다. 여하한 경우를 막론하고 창내에 물을 주입해서는 안된다.

원목적재 시 1등항해사는 최선의 노력을 다해 정확한 GM을 계산하려고 하지만 적재되는 원목에 대한 정확한 데이터를 얻기 어려우므로 계산된 GM을 전적으로 믿을 수가 없다.

원목적재선에는 선박의 횡요주기와 GM의 관계는 다음 식으로 표시된다.

$$T_s = 0.7 \quad B / \sqrt{GM} \dots\dots\dots (9)$$

11. 결 언

이상에서와 같이 원목선의 안전운항을 위해 주의해야할 사항을 출항 전·후로 구분하여 다음과 같이 나타내었다.

가. 출항 전 주의사항

- (1) 선창내에 원목을 싣기 전에 창내의 bilge well 및 rose box를 깨끗히 청소해 둔다.
- (2) 창내적부가 완료되면 최선을 다하여 정확한 GM을 계산하고 예상 GM이 되도록 정확한 갑판적량을 결정한다.
- (3) 갑판적이 시작되기 전에 hatch lashing wire, 양 side의 lashing wire 및 lashing chain을 완벽하게 걸어둔다.
- (4) 갑판상에 운목을 적재할 때는 각 tank 및 hold의 sounding에 지장이 없도록 통로를 확보하여야 한다.
- (5) hatch cover를 덮고 난 후 그 위에 차례로 세겹의 tarpaulin, rope net를 덮은 다음 적당한 dunnage를 실시한 후에 갑판적을 시작한다.

- (6) 최종적으로 하역이 완료되면 정확한 draft survey를 행하여 갑판위에 있는 원목의 무게를 정확하게 계산하고, 최종 GM을 산출해 낸다.
- (7) 통상적으로 원목선에서는 최종 GM이 최소한 30cm 이상 되는 것이 안전하다.
- (8) 갑판적 원목은 중으로 고박하고 움직이는 원목이 있으면 잘 움직이지 못하도록 꺾쇠를 박아넣고 다시 결박한다.
- (9) double bottom 중 비어있는 모든 tank는 해수로 full ballasting하고, 해수는 air escape pipe로 반드시 넘쳐야 한다. 이때 air escape pipe가 중간에서 파공되어 선창내로 침수가 되는지의 여부를 반드시 확인하여야 한다(이 작업은 주로 갑판적이 시작되기 전에 끝내는 것이 보통이다).

나. 출항 후 주의사항

- (1) 매일 아침과 저녁 1등항해사 당직시간 중에 double bottom과 선창내의 bilge well을 sounding하고 그 결과를 기록해 두어야 한다.
- (2) 항해 중 빈 tank는 해수로 full ballasting하여야 한다.
- (3) 2~3도의 범위에서 선박의 횡경사가 있다고 ballast로 그것을 조정하려고 하지 말고 모든 tank가 full ballasting 된 채로 항해를 하여야 한다.
- (4) 30m/sec 또는 Beaufort scale로 풍력 7~8 이상이 되는 해면상태의 태풍권에는 절대로 진입하지 않도록 미리 피항조치를 취하고, 태풍의 중심부로부터 멀리 떨어져 있어야 한다(최소한 200mile 이상의 거리를 두는 것이 좋을 것이다).
- (5) 고박 wire 및 chain은 매일 점검하고 이완된 것이 있으면, 다시 조여 주어야 한다.
- (6) Rudder는 한꺼번에 대각도로 사용하는 것을 지양하고 조금씩 사용하는 습관을 갖는 것이 좋다.  
(예, STB'D 5°, STB'D 10°, STB'D 15°, STB'D 20°에서 STB'D 15°, STB'D 10°, STB'D 5°, Midship)

12. 원목수송선박의 사고 사례

(1) 사고의 개요

화물선 대양호는 선령 19년 되는 총톤수 3,039톤, 기관마력 3,800HP의 원목운반선이다. 이 선박은 1988년 9월 18일 말레이시아의 "미리"항에 입항하여 제1번 화물창에 원목 425개 1,745세제곱미터, 제2번 화물창에 427개 1,753세제곱미터를 선적하고, 스와이항에서 출항하여 부산항으로 향했다.

대양호가 예정항로를 따라서 항해 5일 후인 27일 22시경 필리핀 루손섬 북단을 지나 바시해협(Bashi channel)을 항할 무렵부터 비가 내리고 바람이 남풍에서 북동풍으로 변하면서 풍력이 강해지고 해상상태도 거칠어지기 시작하였다.

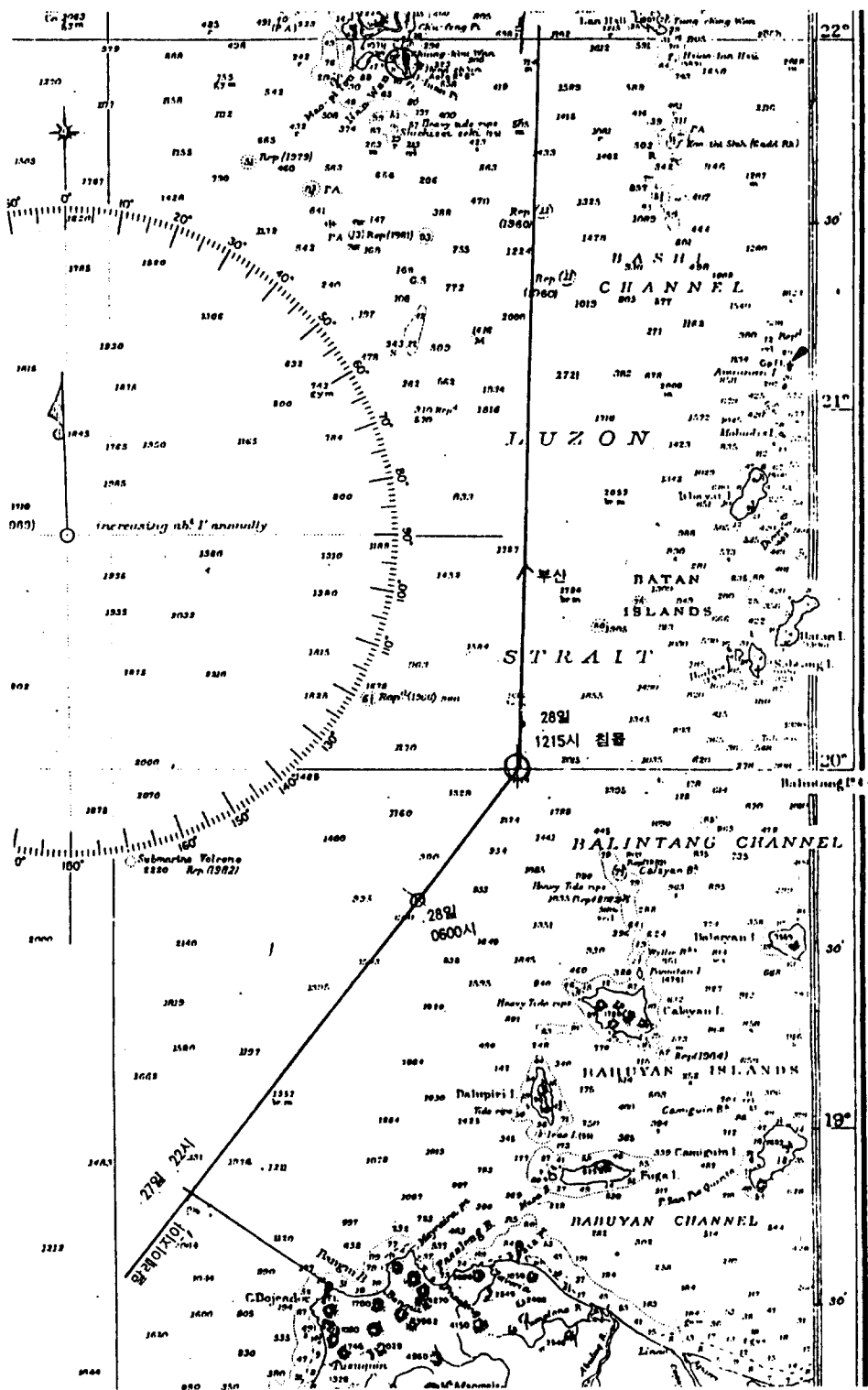
다음날인 9월 28일 06시경 대양호의 유일한 생존자인 갑판장 K는 일일 과업지시를 받기 위하여 승교하였을 때 배는 선수 약간 우현쪽에서 바람과 파도를 받으며 항해하고 있었다. 선체는 우현측으로 2~3도가량 경사되어 있었으나 당직사관인 1등항해사가 화물창내 빌지가 증가되어 선체가 경사되었을 것으로 판단하고 기관실의 펌프로 빌지 배출작업 중이라고 하므로 통상적인 과업지시만 받고 하교하였다.

갑판장 K는 평소와 같은 일상적인 과업지시만 받았으므로 하교하여 08시경부터 갑판적 원목의 고박상태를 점검하고 느슨해진 부분을 조이는 작업을 하였다. 이때 선수 우현쪽에서 계속 파도가 올라와 같은 날 10시경에는 경사가 5~7° 정도였으나 화물창내 빌지박스 부근에 있는 찌꺼기는 청소하지 않은 채 빌지 배출작업만 계속하고 있었다.

갑판장 K는 같은 날 11시경 선장으로부터 화물창내 빌지를 확인하라는 지시를 받고 1번 화물창에 손전등을 들고 들어갔다. 그러나 정확한 침수량은 알 수 없었고 상당히 많은 양의 해수가 출렁거리고 있었으며 2번 화물창에는 들어가보지 않았지만 물이 출렁거리는 소리가 들려 선장에게 보고하였다.

그래서 선장은 전 선원에게 구명동의를 착용하고 비상대기하라는 지시와 함께 우현 구명정 강화 준비 지시를 내렸다.

갑판장 K는 구명동의를 착용하고 우현 단정갑



(그림 11)

판으로 나와 구명정의 결박을 푼 후 구명정에 올라왔다. 구명정 빌지 배출플러그를 막은 후 2등항해사가 올려주는 라면박스를 끌어 올려 적재하고 있던 중 보트윈치 및 브레이크 작동레버를 점검하고 있던 1등기관사 및 다른 선원들의 작동 잘못으로 갑자기 구명정이 강하되었고 구명정 진후부의 플로팅 블록 폭크가 빗겨지면서 잠시 후 토글라인(Toggle line)마저 절단되었다. 구명정에는 갑판장 혼자 탄 채 본선으로부터 떨어져 표류하기 시작하였다.

갑판장은 구명정엔진을 작동하려고 하였으나 이미 많은 양의 해수가 들어와 엔진작동이 불가능하여 그대로 표류하던 중 본선쪽을 바라보니 2번 화물창 뒤쪽의 derrick boom이 선의측으로 나와 있고 2번 화물창에 덮었던 것이라고 생각되는 tarpaulin의 일부가 바람에 펄럭이며 선체는 잠시동안 직립되어 있었다. 잠시 후 좌현쪽으로 심하게 경사되면서 같은 날 12시 15분경 북위 20도 00분, 동경 121도 10분 부근 해상에서 침몰되었다.

당시의 기상은 초속 20미터의 북동풍이 불고 높이가 4미터 정도의 파도가 일고 있었으며 해상에는 비가 내리고 있었다. 구명정에는 혼자 타고 표류하던 갑판장 K는 다음날인 9월 29일 10시경 부근을 항해중이던 파나마 국적선 료코1호(Ryokoh 1)에 구조되어 2일 후인 10월 1일 17시경 일본의 오키나와 나하항에 입항하였다.

사고당시 본선에서 타전한 구조요청신호를 포착한 일본 해상보안청과 미국 공군당국에서 항공기와 선박을 투입하였으나 사고당일인 9월 28일 17시경 갑판장 K가 타고 있던 구명정 1척과 해상에 떠있는 원목 7개 및 상당량의 기름만 발견하였을 뿐 선원 16명 중 갑판장 K를 제외한 나머지 15명은 모두 실종되는 참사가 발생했다.

## (2) 분석

이 사고는 갑판장을 제외한 전 선원이 실종되어 선박운항과정이나 침수부위, 침수량 및 배수조치 등 확실한 상황을 알 수 없어 침몰원인을 규명하기는 어렵다. 그러나 갑판장 K의 진술과 스와이항출항시 본선에서 타전한 출항상태 전문내용과 선박운항과 관련된 회사의 제반서류를 근거로 원인을 살펴보면 다음과 같다.

동남아 원목선의 경우 원목선적시 뗏목으로 끌고온 원목이나 또는 부선에 실려온 원목을 본선현측에 집안시켜 본선 derrick boom으로 선적한다. 이때 원목이나 부선이 본선 현측외판과 심한 충격으로 외판의 손상이 많이 발생하고 또 선적된 원목의 화물창내 trimming과정에서도 창내외판이 심한 손상을 입게 될 수 있다.

특히 미리항이나 스와이항의 원목선적지는 외해(open sea)로써 swell에 의한 선체의 심한 동요상태에서도 원목선적이 진행되므로 선체에 무리한 충격이 가하여지고 이로 인하여 약해진 외판이 운항중 파랑의 충격으로 균열되어 침수될 가능성도 있다.

또한 원목을 갑판적할 때 화물창구 pontoon위에 덮은 hatch tarpaulin은 원목 적재과정에서 찢어지게 마련이다. 특히 현지 노무자의 자질에 따라 어떤 경우에는 한번 사용한 hatch tarpaulin은 쓸모없는 상태로 되기도 하며 보통 3장을 겹쳐서 덮고 있으나 항해중 갑판위로 해수가 올라오면 화물창내로 많은 양의 해수가 유입되는 것이 원목선의 실정이다.

갑판장이 사고당일 06시경 승교하였을 때 우현측으로 2~1/3° 경사되어 있었고 같은 날 10시경에는 5~1/7° 경사되었다고 진술하고 있다. 사물에 적합한 hatch tarpaulin은 각창 1장으로써 나머지 2장은 전혀 쓸모없는 것을 덮었다는 집과 사고전날부터 북동풍과 파도를 선수 우현에서 받아 계속 해수가 갑판위로 올라온 점 등으로 보아 많은 양의 해수가 화물창구를 통하여 화물창에 유입될 수도 있다고 판단된다.

원목을 선적하기 전에 화물창내의 빌지박스는 깨끗이 청소를 한다. 원목을 선적한 후 화물창내에 오수가 생기거나 어떠한 원인으로 해수가 유입되면 껍질을 벗긴 원목이지만 일부 완전히 벗겨지지 않은 원목의 껍질들이 bilge box 주위에 쌓인 상태이므로 창내의 해수를 배출할 경우는 bilge box 주위의 원목껍질을 계속 제거하지 않으면 배수펌프를 작동하더라도 창내의 해수가 배출되지 않는 것이 원목선의 실정이다.

갑판장 K의 진술에 의하면 사고당일 11시경 1번 화물창에 들어가 많은 양의 해수가 유입된 사실만

확인하였을 뿐 2번 화물창에는 들어가 보지도 않고 출렁이는 물소리만 들었다고 하는 점으로 보아 해수배출작업 시 화물창내 빌지박스 주위의 찌꺼기를 전혀 제거하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 배수펌프는 계속 작동하였어도 창내에 유입된 해수는 배수되지 않았던 것으로 생각한다.

본선이 스와이항 출항 당시 GM은 대략 0.53미터로 계산되고 있으므로 이 선박은 충분한 GM을 가지고 있었다고 생각한다.

갑판장의 진술에 의하면 사고 전날부터 비가 내리고 선수 약간 우현쪽에서 초속 20미터의 바람과 약 4미터의 파도를 받아 항해하였다고 하는 점으로 보아 double bottom이나 선창내의 sounding은 전혀 하지 않았다고 생각한다. 왜냐하면 창내를 아침·저녁에 규칙적으로 sounding하고 있었으면 선체가 기울기 전에 이미 침수사실을 알았을 것이 분명하기 때문이다.

갑판장 K가 혼자 구명정을 타고 바라본 본선의 상태는 우현쪽으로 기울었던 배가 직립상태로 되고 2번 화물창에 덮었던 것이라고 생각되는 hatch tarpaulin이 바람에 필러이는 것을 보았고 잠시후 좌현쪽으로 심하게 기울면서 침몰하였다고 증언하고 있다.

따라서 이 선박은 1번 및 2번 화물창에 침수한 다량의 해수로 인해 복원력을 상실하여 침몰된 것으로 판단된다.

### III. 연근해 화물선 해난사고의 사례분석

#### 1. 유조선 경신호 침몰사고

##### (1) 사고의 개요

경신호는 총톤수 995톤, 디젤기관출력 1,300마력의 유조선으로 길이는 68미터이며 1970년 4월 일본에서 건조된 선박이다.

이 선박은 1988년 2월 23일 온산항에 입항, 쌍용정유 잔교에 접안하여 연료유 2,560킬로리터를 적재하기 시작하였다. 같은 날 20시 50분경에 2,560킬로리터 전량을 적재완료하고 대한해사검정공사 울산사무소의 검정원 입회아래 화물적량을 계측하였다. draft survey결과는 287톤 정도 과적상태

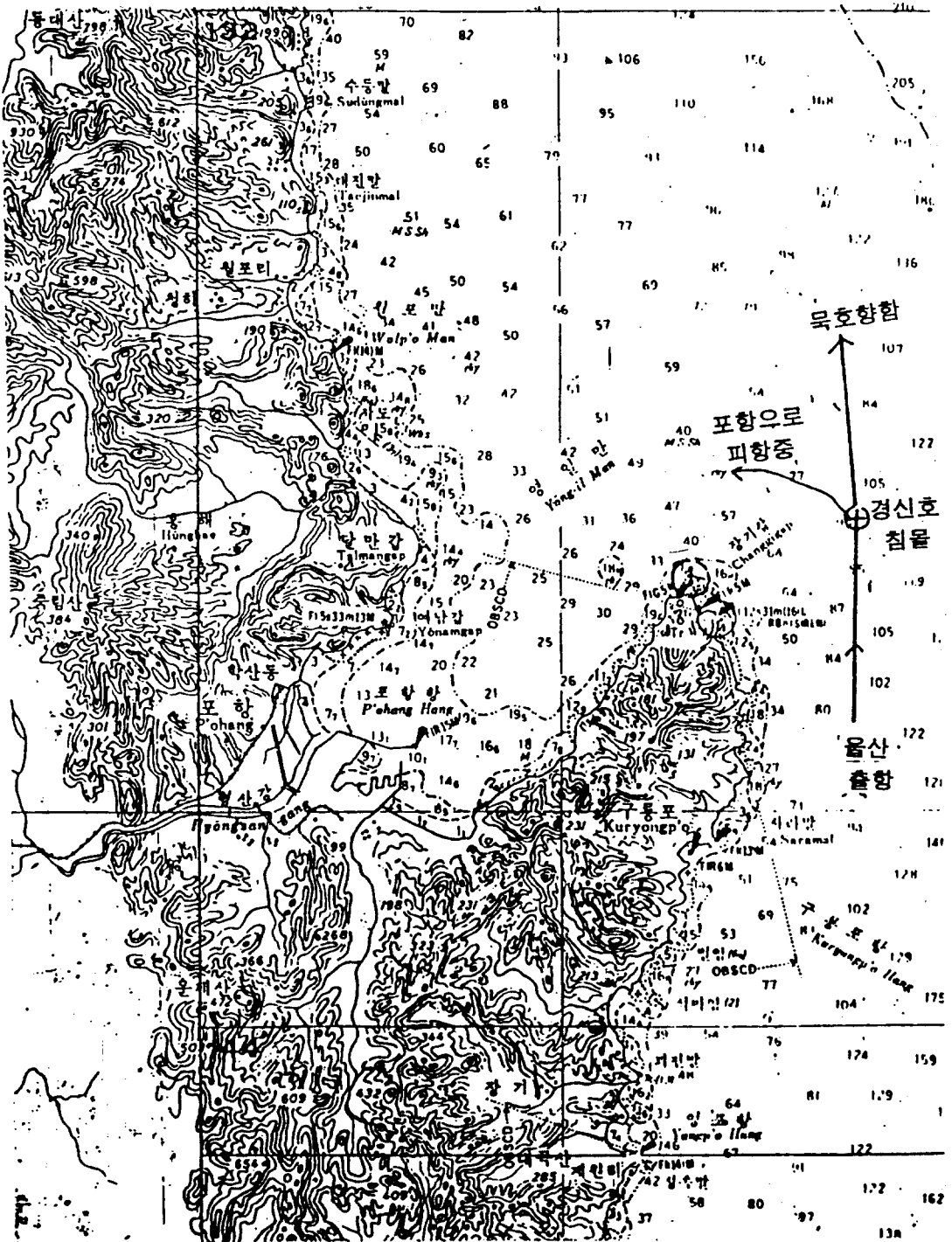
를 나타냈다. 이때의 배수량은 3,367톤이었고, 평균흘수는 5.68미터로 만재흘수보다 41센티미터 초과되어 있었으며 50센티미터인 전현이 불과 9센티미터 미만으로 감항성이 심히 의심스러운 상태였다. 출항시는 만재흘수표시가 수중에 잠겨 있었을 뿐만 아니라 갑판의 현측이 해면에 닿을 정도로 보여서 과적되었음을 외관상으로도 쉽게 알 수 있는 상태였다. 그러나 이것이 과적임을 지적한 사람은 아무도 없었다.

이것이 과적상태라는 것을 본선측은 물론 회사측도 모두가 알고 있었을 것이다. 또한 선박직원 법상으로는 하자가 없지만 선박의 원활한 업무수행과 항행의 안전을 위해 반드시 승선해야 되는 2등항해사와 갑판원 1명이 하선한 상태였으나 결원 인원은 충원되지 않았다.

선수 수조창 해수 발라스트는 기관실 펌프를 이용하여 선저 선외변으로 배출 및 주입을 할 수 있는 구조가 되어 있었으나 수위측심은 측심관을 통해 하지 않았고 보통 선수루창고에 있는 man hole을 통해 확인하였다. 더우기 통상적으로 man hole 뚜껑을 폐쇄하지 아니한 경우가 허다하였다. 이와같은 상태에서 선장 이하 선원 10명이 승무하여 2월 24일 00시 30분경에 출항하여 약 9노트의 속력으로 묵호항을 향해 항진하였다. 그리고 당시의 기상상태는 몽고대륙에 자리잡은 겨울철의 전형적인 고기압 배치때문에 풍력계급 4정도의 북동풍이 불고 있었고 파고는 1미터 정도였으나 선수 갑판에는 3~4미터 정도의 황천으로 착각할 만큼 파랑이 범람하고 있었다.

이러한 상태에서 개방되어 있는 묘쇄유도관을 통하여 chain locker에 해수가 유입되고, 수밀상태가 잘 유지되어 있지 않은 선수루창고 내부에 있는 열려진 man hole 및 잠김상태가 불량한 발라스트 선외변을 통해 유입된 해수로 인해 선수수조창이 침수되어 선수부가 침하되면서 trim by the head 상태로 변하기 시작하였다.

2월 24일 07시 20분경 선장은 침로를 바꿔 포항 쪽으로 향했으나 07시 36분경 수면하로 침하된 선수부의 개구를 통해 해수가 유입되면서 갑판하부 격실이 급속히 침수되기 시작하였다. 급기야는 36°-05'30"N, 129°-38'10"E 지점에서 경신호는 선



(그림 12)

수부를 내려박는 상태로 수심 96미터의 해저에 침몰되었다. 이로 인해 장기간 등대부근 안쪽해역은 기름으로 크게 오염되었고, 10명의 선원 중 7명이 실종되는 참사가 발생하였다.

## (2) 평석

이 사고의 원인은 직접적으로는 과적과 운항관리 부주의에 있다고 하겠으나, 실질적으로 관청, 육상의 회사경영자, 검량검정원 및 사고선박의 선장과 선원 모두에게 공동책임이 있다고 밖에 할 수 없는 대형 해난사고라 하겠다.

## 2. "웨스턴 호프"의 전복침몰사고

### (1) 사고의 개요

1988년 3월 중순 부산항을 출항하여 3일간 양륙 및 선적작업을 마친 "웨스턴 호프"호는 동년 4월 3일 10시에 카오슝항을 출항, 기름으로 향했다. 카오슝항 출항시의 화물적재상태는 1번 화물창의 중앙부근에 20ft 컨테이너 2개 47톤, 그 전후부에 철재물 949톤을 거의 만재하였다. 2번 화물창에는 전부에 40ft 컨테이너 4개 80톤과 그 좌우 및 전후부에 steel coil 등 일반화물 1,234톤을 화물창의 2/3선까지 적재하였다.

1번 화물창의 갑판상부에는 20ft 컨테이너 18개 334톤, 2번 화물창의 갑판상부에는 20ft 컨테이너 10개 186톤, 40ft 컨테이너 11개 236톤을 2단으로 각각 적재하였다. 그러므로 화물창내부의 총화물은 2,310톤을, 갑판상에는 756톤을, 총 3,066톤의 화물을 적재하였다. 이때 화물의 고박은 양호한 상태였고, 홀수는 평균 5.5m 였다.

카오슝항을 출항할 때의 해면상태는 평온하였으나 4월 3일 19시 40분경부터는 15m/sec의 강풍이 북서쪽에서 불어왔다. 6~7m정도의 큰 파랑을 동반하여 심한 pitching을 유발하였고 선속은 12 knot에서 7~8knot로 떨어졌다.

4월 3일 20시경 Peng-hu kang-tao 해협 부근에 이르렀을 때 선장은 승교하였고 같은 날 21시 10분경 waisan-ting-chou 등대를 우현으로 5.5마일 거리를 두고 통과하였으며 침로를 020도로 변경하였다. Peng-hu kang-tao 해협 내에서 침로를 020도로 변경한 후에는 계속해서 좌현 정횡의 약간 전방우로부터 강한 바람과 파랑을 받았으며 극

심한 pitching 및 rolling이 계속되었다. 22시 35분경에는 rolling이 심해지면서 25도까지 횡요를 일으켰으므로 RPM을 10회전 내려서 270으로 하였으나 침로는 그대로 유지하였다. 그러나 같은 날 22시 40분경에는 좌현 정횡으로부터 높은 파도가 선체를 강타하여 50도까지 경사되는 순간 다른 파도가 다시 좌현 정횡으로부터 덮쳐 선체는 복원되지 않았다.

이리하여 선체는 잠시후 23°-39'30"N, 119°-59'00"E 부근해역에서 전복·침몰되었다.

사고당시의 기상상태는 15m/sec의 강한 북서풍이 불었고, 해상에는 6-7m의 높은 파랑이 강풍과 같은 방향에서 밀려오고 있었다. 사고당시 본선의 displacement는 4,778ton, draft는 4.5m, GM은 1m 내외였으며, 화물의 고박상태는 양호했다.

## (2) 평석

### (가) 사고 당시의 해면상태 분석

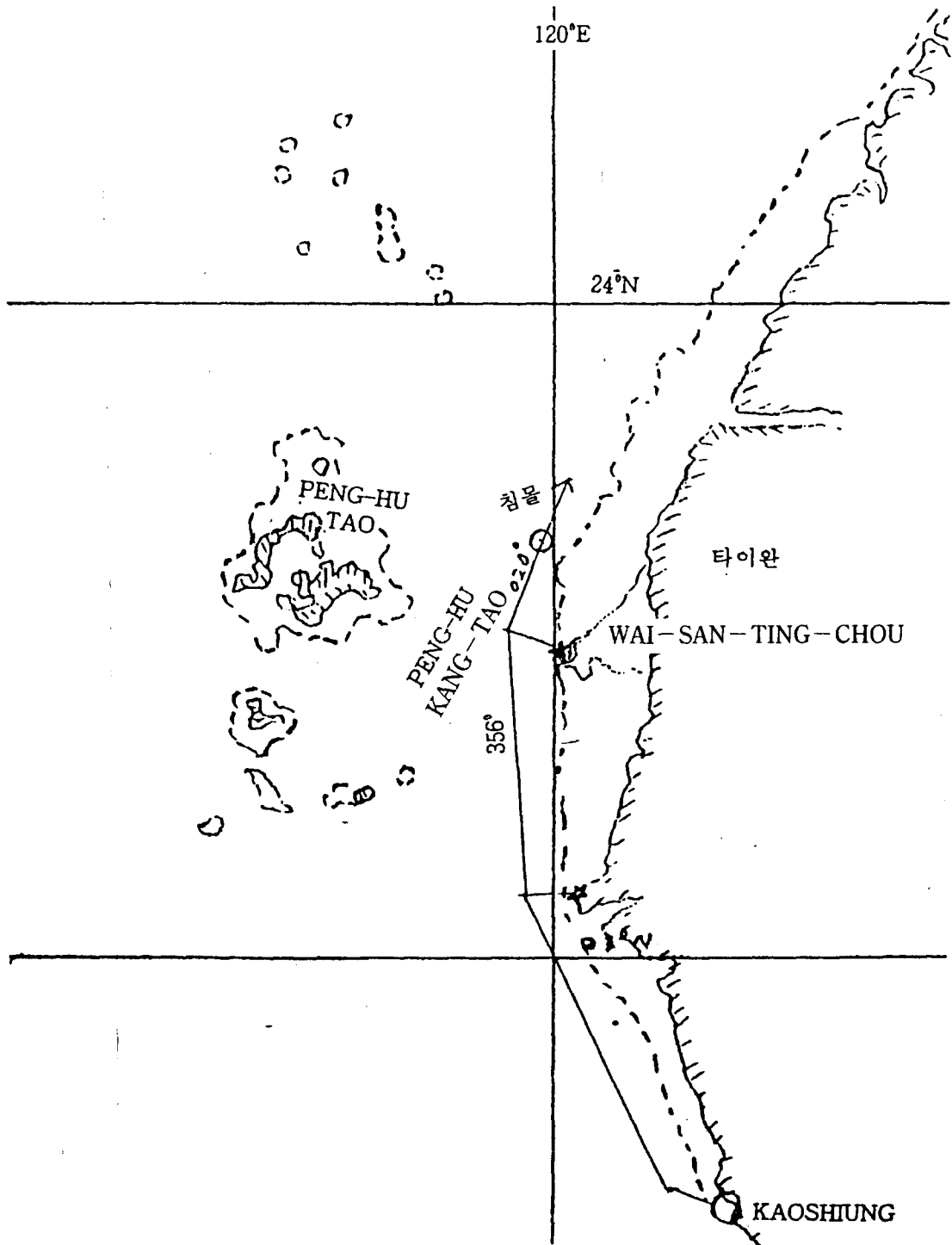
"웨스턴 호프"호(이하 W로 약칭 함)가 전복·침몰되었던 당시의 해상풍속은 NW 15m/sec, 약 29 knot였고, 이 강풍은 높은 파랑을 동반하고 있었다. 목격자들이 목측한 파고는 6~7m였다. 그러나 W호가 침몰할 당시 사실상의 파고는 이보다 더 높았다고 판단된다. 이때의 해면상태를 확인하기 위하여 필자가 ITTC의 wave spectrum공식을 이용하여 6~7m 풍속에 대한 wave spectrum을 만들어서 파고를 재현한 결과는 다음과 같다.

$$\text{유의파고 } h(1/3) = 5\text{m}$$

$$1/10 \text{ 최대파고 } h(1/10) = 6.5\text{m}$$

$$1/100 \text{ 최대파고 } h(1/100) = 8.5\text{m}$$

그러나 사고해역은 fetch가 길지않기 때문에 계산된 파고가 생길 수 있는가에 대한 의문은 있지만, 한편으로는 파고를 증폭시키고 파고를 높일 지형적인 요인들이 있는 해역이다. 즉, 북서방향의 파랑은 팽호도에 부딪쳐서 사고해역에 파장과 파고가 증폭되어 돌아온다고 생각하며 또한 사고해역은 수심이 급격히 알아지는 해역이므로 파고가 높아질 수 있는 지형적인 환경조건을 갖추고 있다. W호의 사고는 이러한 지형적인 요인들과 밀접한 관계가 있다고 생각하며 사고당시의 해면상태는 계산으로 재현된 해면상태에서 크게 벗어나지는 않을 것이다. 이곳에 흐르고 있는 강한 조석류 등



(그림 13)



을 고려하면 오히려 더욱 나뻛을 가능성이 크다.

(나) W호의 GM 분석

사고당시 이 선박의 GM을 대략적으로 계산하여 보면 다음과 같다.

선창내 화물무게 : 2,310톤

갑판적 화물무게 : 756톤

이중저탱크의 높이 : 5.6m

창내화물의 평균KG :  $(1.4 + (2/3) \times 5.6 \times (1/)) = 3.3m$

공선상태의 평균KG : 3.69m

Light ship무게 : 1,236톤

Unknown constant의 중량 : 150톤

갑판적화물의 평균KG : 7.75m

이중저 내용물의 무게 : 269톤

이중저 내용물의 평균KG : 1.26m

액체의 자유표면영향으로 인한 모멘트 증가 : 573 ton · m

① Total weight에 대한 KG 및 GM 계산

· Light ship :  $1,236 \times 3.69 = 4,561t \cdot m$

· 창내화물 :  $2,316 \times 3.33 = 7,623t \cdot m$

· 갑판적화물 :  $756 \times 10 = 7,560t \cdot m$

· 이중저액체 :  $269 \times 1.26 = 399t \cdot m$

· 불명중량 :  $150 \times 7.75 = 1,163t \cdot m$

Total  $\bar{W}$  : 4,721ton

Total Mt : 21,819 ton · m

KG =  $21,819 / 4,721 = 4.62m$

GM = KM - KG =  $5.65 - 4.62 = 1.03m$

위의 계산에서 안전성을 고려하여 KG를 높게 계산한 것이므로 실제의 GM은 1.03m보다 클 것이라고 생각된다. 그 이유는 건조당시의 경하출항, 만재출항, 컨테이너 만재출항 및 입항의 KG와 GM을 보면 알 수 있다. 사고 선박은 갑판에다 컨테이너를 적재하고 선창내에는 철재를 적재하였기 때문에 사실상의 GM은 위의 계산치의 1.03m 보다 클 수도 있다.

② 선체의 횡요운동 계산을 위한 GM의 범위 가정

위의 ①항에서 언급한 바와 같이 W호는 대단히 만족스러운 GM을 가지고 있었다고 생각한다. 그러나 정형에서 오는 큰 파랑을 받을 때의 횡요운동을 계산하기 위해 W호의 GM이 1.3m에서 0.7m

의 범위에 있었다고 가정한다.

(다) W호의 횡요운동 계산 및 분석

W호가 020도로 변침하기 전에는 rolling보다 pitching을 심하게 한 것 같고 020도로 변침한 후에는 큰 rolling을 계속적으로 한 것 같다. 대각도 횡요는 분명히 거의 정형방향에서 받고 있는 파랑때문에 생긴 것이다. 이러한 파랑에 대한 전체적인 운동을 보다 확실하게 파악하는 방법은 motion spectrum을 이용하여 운동을 계산하는 것이 제일 좋은 방법이다.

전술한 바와같이 W호의 GM은 1.3~.07m의 어느 한 값이라고 생각하나 stowage plan을 보고 대략 계산하면 1m 이상이 될 것이 거의 확실하다. 그러므로 가정범위내의 중간값인 1m를 GM으로 하고 횡요운동을 계산하면 다음과 같다.

평균횡요각 = 9도

유의횡요각 = 14도

1/10최대횡요각 = 18도

1/100최대횡요각 = 24도

즉, 100회 횡요하면 적어도 1회의 24도 횡요와 10회의 18도 횡요 및 33회 14도 횡요를 하면서 평균적으로는 9도 정도의 횡요를 하게 되는 것이다.

GM을 1.3m로 하여 횡요를 계산하면 다음과 같다.

평균횡요각 = 18도

유의횡요각 = 29도

1/10최대횡요각 = 37도

1/100최대횡요각 = 48도

위의 계산을 보면 평균적으로는 18도의 횡요를 하면서 100회 횡요에 적어도 1회의 48도 횡요를 하게 되는 것이다.

평균주기( $\bar{T}$ )를 계산하면  $T_c = 6.5$ 초로 되고, 파랑이 100개 통과하는 시간은  $6.5 \times 100 = 650$ 초이고 대략 11분이 된다. 따라서 W호는 매 11분정도에서 24도(GM이 1m일 때) 또는 48도(GM이 1.3m일 때)의 대각도 횡요를 일으켰을 것이다.

(라) W호의 예상 최대횡요각 계산

앞에서 살펴 본 (다)항의 결과는 대체적으로 평균적인 횡요운동을 파악하는데 큰 도움을 준다. 그러나 W호 정도 크기의 선박이 큰 파랑을 정형에서 받으면서 선박이 큰 파랑을 정형에서 받으면

서 항해중 일으킬 수 있는 동조횡요를 파악하는데에는 별 도움을 주지 못한다. 이것에 대하여는 최대의 magnification factor 값을 계산하여 최대횡요각을 별도로 계산하여야 한다. 동조시 계산상의 최대경사각은 57도 정도가 된다. 그리고 이러한 대각도 횡요는 불과 2T<sub>w</sub> 즉 20~30초 사이에 갑자기 일어날 수 있는 것이다. 불규칙파 내에서 선체와 파의 상대운동은 위상각이 대각도로 달라질 수 있기 때문에, 우현으로 최대로 경사된 선박을 파랑이 갑자기 좌현에서 계속적으로 덮쳐서 전복시킬 수 있다.

#### (마) W호의 전복원인

W호는 침로 020도로 항해하면서 정횡방향에서 오는 규칙파에 가까운 불규칙파의 어느 한 파군에 의하여 동조횡요를 일으켜서 60도에 가까운 횡경사를 일으켰다. 그때 운동을 유발한 파군과 위상이 크게 다른 계속된 파군에 의하여 경사된 방향으로 다시 강타를 받고 복원력범위를 넘는 경사로 인해 전복되었다는 결론을 얻을 수 있다.

왜냐하면 W호는 전복되기 직전까지 상당히 심한 rolling을 하였음이 생존자들에 의하여 확인되고 있기 때문이다. 즉, W호가 복원력 상실때문에 전복되었다는 그러한 증언을 할 수 없을 것이기 때문이다.

그리고 W호는 왜 대단히 큰 각도로 횡경사되어 복원되지 않고, 전복되지도 않은 상태로 잠시 머물러 있을 수 있었을까하는 의문은 다음과 같이 설명할 수 있다.

W호의 1번 화물창 갑판상에는 20ft 컨테이너가 18개 있었고, 2번 화물창 갑판상에는 20ft 컨테이너 10개, 40ft 컨테이너 11개가 있었으며 고박상태는 양호했다. 이들 컨테이너들의 용적을 계산해 보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} 20 \times 8.5 \times 28 &= 38,080\text{ft}^3 \\ 40 \times 8.5 \times 8 \times 11 &= 29,290\text{ft}^3 \\ \hline 68,000\text{ft}^3 &= 1,899\text{m}^3 \end{aligned}$$

그러므로 W호가 정횡으로 90도 가깝게 경사되어 있을 때 1,889m<sup>3</sup>의 컨테이너 용적이 주는 부력 때문에 완전하게 전복될 때까지는 상당한 시간이 걸렸을 것이다.

큰 파랑에 의한 이러한 전복사고를 주간에는 파랑의 도래방향을 보면서 조선으로 피할 수 있겠지만, 야간에는 피하기가 대단히 어려울 것이다.

이상의 것을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

① W호는 카오슝 출항 시 충분한 GM을 갖고 있었으며, 항해 도중 어떤 원인에 의해서든 복원력에 문제가 있었던 흔적은 찾아볼 수 없다. 복원력을 판단하는 기준이 되는 GM은 1m정도 내외였다.

② Peng-hu Kang-tao해협에서 W호가 020도로 변침하였을 때 파랑은 거의 좌현 정횡방향에서 오고 있었으며, 선박은 동조횡요를 일으킬 수 있는 호조조건을 갖추고 있었다. 동조횡요의 크기는 약 57도에 가까웠으며, 이처럼 큰 횡요시 위상차로 인하여 횡방향에서 덮치는 대파를 받아서 선체가 전복되었다.

③ 사고지점에서 북서쪽으로부터의 파랑은 뺨호도에 의하여 차단되기 때문에 더욱 커져서 Peng-hu Kang-tao 해협에 몰리고 있었으며, 이러한 파랑은 사고해역인 대만쪽의 해안에서 더욱 그 경사각이 급하게 되고 파고도 높았을 것이다. 그러나 W호의 선장은 암야의 황천에서 이러한 파랑의 도래방향을 정확히 알 수 없었을 것이기 때문에 항해를 계속할 수 있었다고 판단한 것 같다.

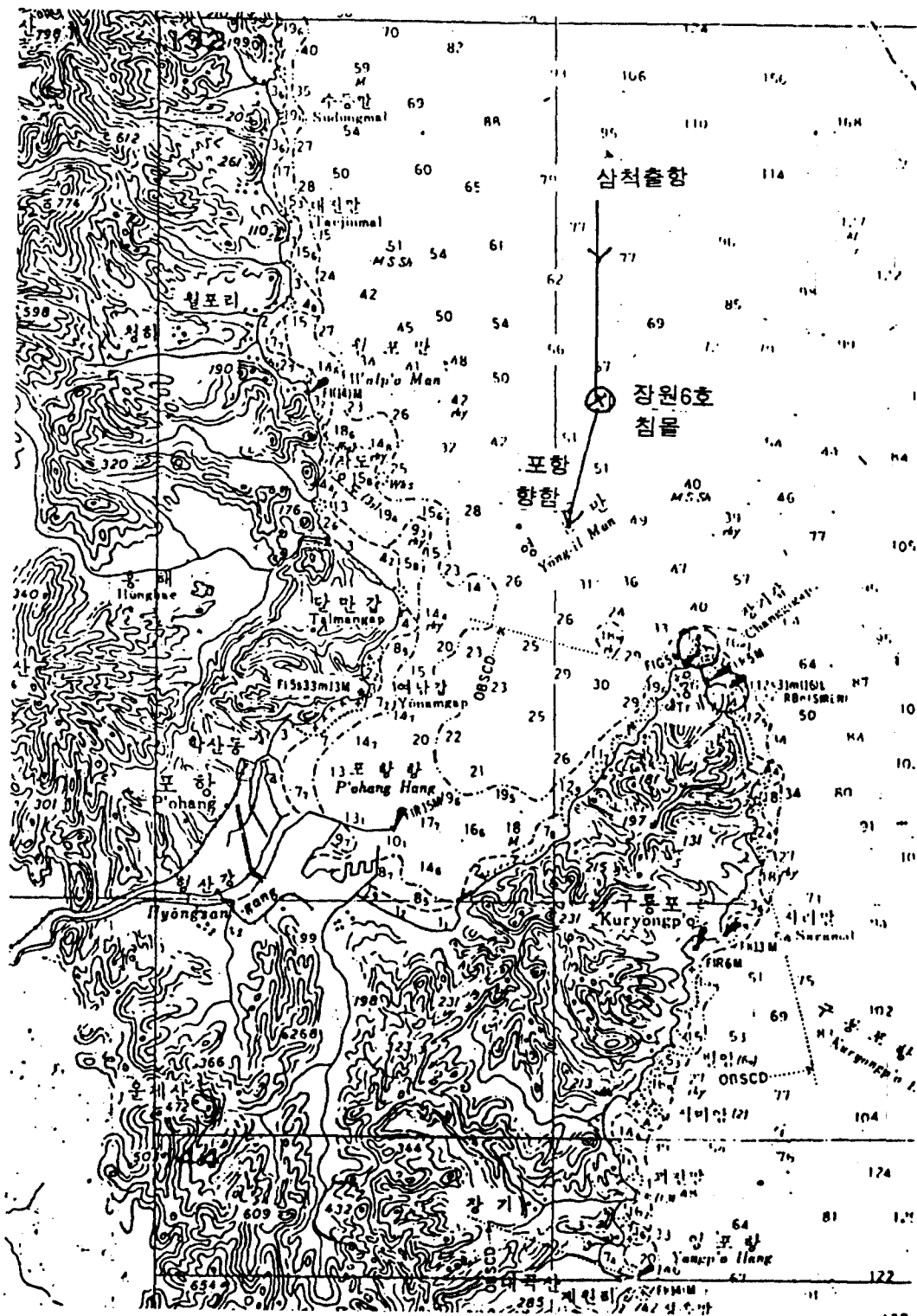
④ 풍압에 의한 경사각은 1도 미만이며, 따라서 이것이 본선의 전복과는 직접적인 관계가 전혀 없다고 보아도 무방하다. 그리고 선박이 전복될 때까지 화물의 고박이 풀어진 흔적은 찾아볼 수 없다.

⑤ W호가 순간적으로 경사범위를 넘는 대각도로 경사되어 복원력을 상실한 때도 계속해서 경사되지 않고 정횡으로 거의 90도정도 경사상태를 상당시간 동안 유지한 것은 갑판상에 잘 고박되어 있는 컨테이너들이 갖는 부력이 있었기 때문이다.

### 3. 예인집단의 사고사례

#### (1) 사고의 개요

부선 장원6호는 길이 60미터, 폭 15.5미터, 높이 6미터의 강선으로 화물창하부는 double bottom으로 되어 있고, ballasting, hatch opening 및 항해등



(그림 14)

접등을 위하여 선미부에 동력기관을 장비하고 있는 선박이다. 이 부선의 화물창용적은 3,245입방미터, 적재중량은 3,853톤이며 hatch coaming은 길이 46미터, 폭 10미터, 높이는 1m이다.

Hatch cover는 4개의 pontoon으로 되어 있고, pontoon 하부에는 직경 25센티미터의 roller가 붙어서 작동하도록 되어 있었다. 그러나 hatch cover는 수밀장치가 되어 있지 않았고, 또한 항해중에는 선박의 동요로 인한 hatch cover의 움직임을 억제할 수 있는 제동장치가 되어 있지도 않았다.

창구폐쇄작업을 위해 rigging screw를 조여서 hatch cover가 움직이지 않도록 고정시킨 다음 tarpaulin 2장을 hatch cover위에 덮고 hatch coaming의 끝단까지 당긴 후 coaming하단에 설치된 cleat, batten, wooden wedge 등으로 창구를 폐쇄하고 rope를 이용해서 고박함으로써 pontoon의 운동을 억제하고 수밀을 유지해야 하는 것임에도 불구하고 설계자체가 매우 불완전하였다.

이 부선은 1988년 6월 23일 14시경에 삼척항에서 시멘트 원료인 clinker 3,683톤을 적재하고 평균흘수 약 5.3미터로 예선 장원5호에 의하여 예인되어 포항항을 향해 출항하였다.

예선 장원5호는 길이 약25미터의 연해구역에 종사하는 선박으로 출항시의 선원은 모두 5명이었으며, 부선 장원6호에는 선두 2명이 승선하였다. 예인사는 85미터의 섬유사이었고, 예인속력은 약 5 노트였다.

같은 날 21시경 예선 선장은 동해남부해상에 폭풍주의보가 발효되었음을 인지했으나, 해상상태가 악화되지 않아서 침로 190도로 속항하였다. 그러나 이 예선집단이 24일 01시경 울산항 근해를 지날 무렵부터는 좌현쪽으로부터 3-4미터의 파도가 오고 있었다. 이날 03시경 항해당직 중인 갑판장은 동요하는 부선의 선미쪽에서의 발광신호를 발견하였으나 이에 별로 관심을 두지 않고 항해를 계속하였다. 그러나 05시 40분경 부선이 좌현으로 25도정도 경사된 것을 발견하였다. 부선의 선두는 6월 24일 03시경 해상상태의 악화로 부선이 동요하고 hatch cover의 움직임으로 tarpaulin 고박줄이 터져나가자 위험을 느끼고 예선쪽으로 손전등을 흔들어 위급신호를 보냈으나 응답이 없었다. 05시

20분경 tarpaulin이 강한 풍파로 찢어지고 침수가 시작되어 05시 45분경에는 부선이 대각도로 경사되자 두명의 선두는 급기야 구명동의를 착용하고 바다로 뛰어 들었다. 예선은 이들을 구조하기 위하여 선수를 부선쪽으로 돌렸으나 예인사가 추진기에 감겨 운전부자유 상태가 되었다. 그래서 즉시 포항지방해운항만청에 구조요청을 하기에 이르렀다.

표류중이던 2명의 선두는 해양경찰대 경비정에 의하여 구조되었고 부선은 07시 45분경 36°-10' 20"N, 129°-31'15"E인 오도해안으로부터 약5.8마일 떨어진 곳에서 결국 전복·침몰되었으며 예선 장원5호는 구조선에 의해 포항항으로 예인·구조되었다.

#### (2) 평석

(가) 부선과 예선의 성능으로 보아 동해남부 해상에 폭풍주의보가 발효된 상태하에서는 항해를 속행하는 것이 무리였다.

(나) 부선 hatch cover의 고박이 불완전하였고 생각한다.

(다) 부선 hatch cover는 파랑이 심한 외해를 항해하기에는 부적합하게 설계되어 있었다.

(라) 위급시 예선과 피예선간의 교신약속이 전혀 되어 있지 않았다.

(마) 예선의 선장은 외해에서의 예인운항술 및 예선 규칙을 완전히 파악하고 있지 않았다.

### 4. 화물선 쥬피터호와 제35장영호의 충돌사고

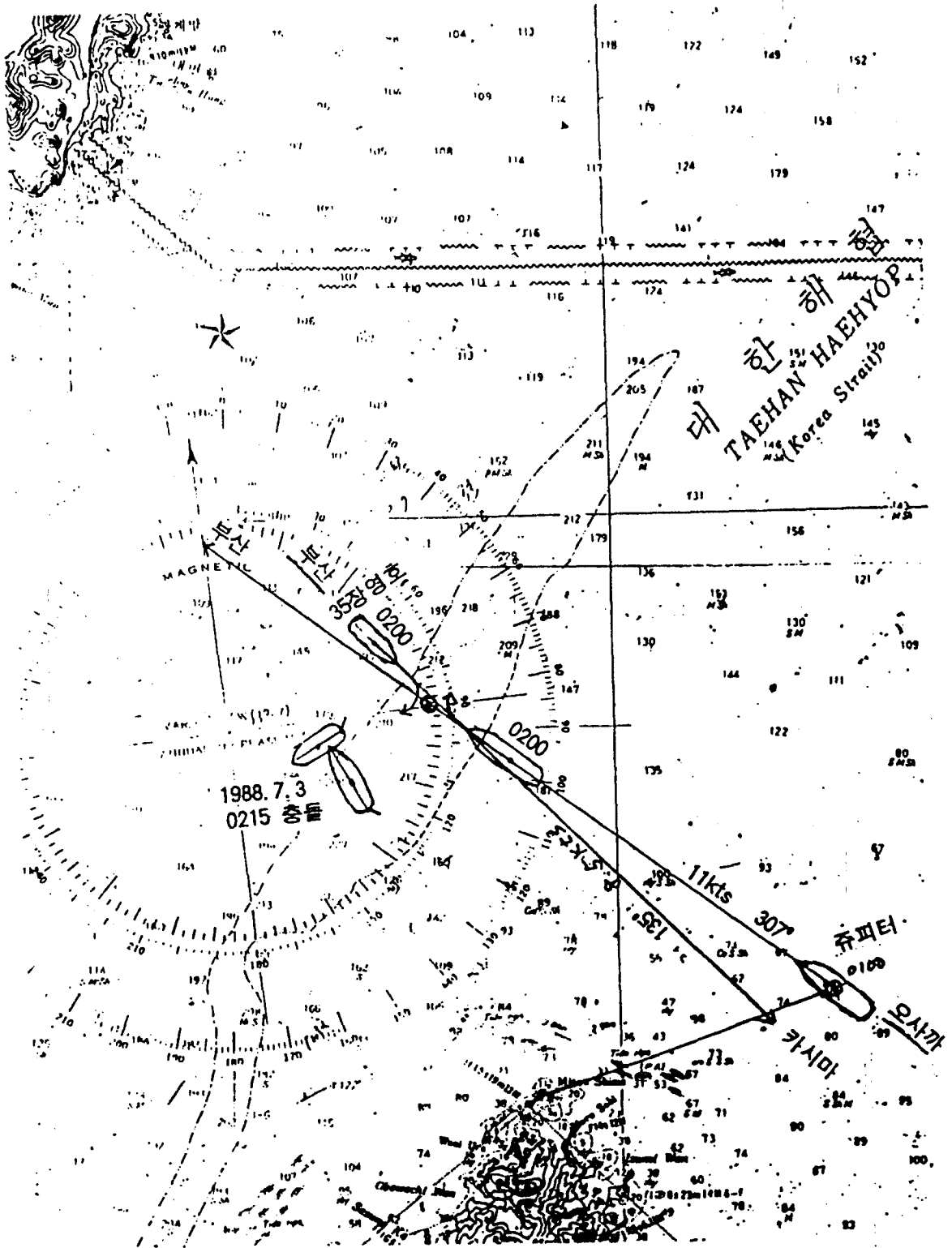
#### (1) 사고의 개요

##### (가) 쥬피터호의 항해기록

화물선 쥬피터호는 총톤수 2,217톤, 디젤기관 추진력 1,865킬로와트, 항행구역이 연해구역인 화물선으로서 선장이하 선원 18명이 승선하여 1988년 7월 1일 일본 오사카항에서 컨테이너 69개 1,113.5톤을 적재하고 선수 3.6미터 선미 5.9미터의 흘수로 출항하여 부산항으로 향하였다.

2일 관문해협을 통과하였고, 3일 01시 2등항해사 당직때는 대마도 미쓰시마등대로부터 방위 070도, 거리 9마일의 위치를 항해하고 있었다.

이때 레이더상에는 당직시작할 때부터 1.8마일 거리에서 앞서가던 1척의 선박과 우현 10도, 5마일



(그림 15)

거리에서 접근하고 있는 선박(화물선 제35장영호)을 초인하고 상대선과 상호 우현 대 우현으로 통과할 것으로 예상하였다. 이러한 상황에서 2등항해사 S는 타수에게 우현 전타금지(nothing to starboard)를 명하였을 뿐 감속하거나 무중신호 취명 등 무중항법에 따른 조치를 취하지 않은 채 상호항과간격을 넓히기 위하여 조금씩 좌현변침하면서 항해하였다. 02시 15분경 선수 약간 우현에서 상대선의 희미한 불빛과 함께 검은 물체가 본선 선수를 횡단하고 있음을 발견하고 극우전타와 함께 주기관 전속후진을 하였으나 선수가 돌아가지 않은 상태에서  $34^{\circ}-54'48''N$ ,  $129^{\circ}-24'24''E$  해상에서 본선 선수가 상대선의 좌현 2번창 뒤쪽에 선미 교각 약 60도로 충돌하였다.

이때 선장은 큰 충격에 놀라 잠에서 깨어나 황급히 선교로 올라가 당직중인 2등항해사로부터 충돌사고가 있었다는 보고를 받았다. 선수쪽에는 짙은 안개속에 상대선의 불빛만 보였고, 상대선에서 배가 침몰한다는 고함소리가 들리고 있어 02시 18분경 전속후진 중인 주기관을 즉시 정지하였으나 상대선은 곧 침몰하였다.

따라서 선장은 전선원을 비상소집하여 구조를 서둘러, 이날 03시 20분경까지 약 1시간을 소요하여 구명뗏목에 승선하고 있던 9명과 물에 빠져 헤엄치고 있던 9명 등 18명은 구조하였으나 상대선의 선장과 2등항해사는 발견되지 않았다.

이 사고로 본선은 선수정면 수선부위 선수재를 중심으로 좌현측으로 약 3.50미터, 우현측으로 약 6.80미터의 깊이로 크게 파공·굴곡되어 선수수창에 침수되었으나 잠정 항행에는 큰 지장이 없었다.

사고당시 해역의 기상은 초속 4~5미터의 북동풍이 잔잔한 날씨였으나, 짙은 안개로 시계는 극심하게 제한되어 있었다. 이 선박은 이날 11시 30분경 부산항에 입항하였다.

#### (나) 제35장영호의 항해기록

화물선 제35장영호는 총톤수 1,993톤, 디젤기관 1,800마력을 가진 선령 25년된 강조 근해구역 화물선으로서, 선장 등 선원 20명이 승선하여 1989년 7월 2일 부산항에서 광석 2,600톤을 적재하고 선수 5.30미터, 선미 5.70미터의 만재상태 홀수로 같은 날 24시경에 부산항을 출항하여 일본 카시마

항으로 향하였다. 부산항을 벗어나자 이 선박은 관목해협을 향하여 자침로 135도, 속력 8.5노트로 항해를 했다.

선장은 출항시부터 안개로 시계가 불량하여 전속항주에 들어간 후 선교에서 조선지휘를 계속하던 중, 이날 01시 30분경 당직중인 2등항해사(행방불명)에게 “짙은 안개로 시계가 불량하니 주의하여 항해하고 위험이나 의심스러운 상황이 발생하면 즉시 선장에게 보고하라”는 통상적인 야간지시사항을 남기고 선교를 떠났다.

2등항해사는 갑판원 1명과 함께 당직근무에 임했고, 자침로 135도, 속력 약 8.5노트로 항진하였다. 짙은 안개로 극심한 시계제한상태에서 충돌 약 1분전쯤으로 추정되는 이날 02시 14분경 레이다를 관찰하던 2등항해사는 갑자기 선수좌현측에 선박이 있으니 침로를 140도로 조정하라고 지시했다. 곧이어 2등항해사는 다시 극우전타를 명하여 선수가 급속히 선회되자 선수방위 250도 정도 회두중 선수 좌현 약45도 방향의 아주 가까중 거리에 상대선의 백등과 녹등이 보이면서 충돌하였다.

한편, 취침중이던 1등항해사 Y는 쿵하는 충돌의 충격에 깨어 급히 조타실로 뛰어가보니 선장의 퇴선명령이 내려져 있어 급히 침실로 돌아와 구명동의를 착용하고 선교갑판으로 올라가 팽창식 구명뗏목을 개방, 자신을 포함한 선원 9명이 승정한 후 상대선에 의하여 구조되었다. 그러나 불과 3~4분 후 본선은 침몰되고 선장과 2등항해사는 행방불명되고 말았다.

#### (2) 평석

이 충돌사고는 양선박이 모두 시계제한 상태하에서 경계를 태만히 한 채 안전속력(safety speed)을 지키지 아니하고 무중신호를 취명하지 아니하는 등 해상교통법상 무중항법을 위반함으로써 발생한 것이다.

화물선 주피터호 측은 충돌 약 15분전인 02시경 레이다로 선수우현 10도 방향, 약 5마일 거리에서 접근해오는 상대선을 초인하였다. 이때 짙은 안개로 시계가 약 80미터로 극심하게 제한되어 있었으므로 즉시 안전속력으로 감속하고 무중신호를 취명함과 동시에 레이다관측을 정밀히 하여 상대선의 침로, 속도 등 정확한 정보를 조기에 파악하여

위험이 있다고 판단되거나 의심스러운 경우는 충분한 시간과 거리의 여유를 두고 침로를 크게 조정하거나 감속 또는 역전 등 과감한 피항조치를 취했어야 했다. 그러나 단순히 초인시 선수 약간 우현측에 보였다는 이유 하나만으로 우현 대 우현으로 항과할 것으로 속단하고 충돌시까지 무려 15분 동안이나 레이다를 정밀히 관찰하지 않았다. 또한 침로조정은 물론 11노트에 달하는 전속상태에서 감속하거나 무중신호도 취명하지 않는 채 짙은 안개속에서 육안으로 식별하고서야 극우전타함으로써 결국 충돌사고가 발생하였다.

제35장영호도 농무로 시계가 극히 제한된 상태에서 무중신호를 취명하거나 안전속력으로 감속하는 등 일련의 조치를 취하지 아니한 채 레이다 감시를 소홀히하여 충돌 약 1분전에 상대선을 좌현 쪽에서 발견하고 극우전타함으로써 이 사고가 발생한 것이다.

### 5. 기선 제2현대호 침몰사고

#### (1) 사고의 개요

기선 제2현대호는 만재시 배수량 828톤의 모래 채취 운반선으로 1988년 3월 17일 후포항에서 649톤의 모래를 실었는데, 이때의 흘수는 3.44미터였다. 이것은 하기만재흘수인 2.95미터보다 49cm나 더 큰 상태였고 갑판이 물에 잠기는 정도였다고 생각된다. 화물창구는 hatch beam과 hatch board도 없이 중교 tarpaulin 2장만을 창구연체와 화물의 상부에 걸쳐 씌우고 결박한 상태였다. 이런 상태로 이 선박은 17일 14시 30분 후포항을 출항하여 육산을 향했다. 이미 발효된 파랑주의보는 동일 15시를 기하여 해제되었지만 출항시는 아직도 파랑주의보가 발효되어 있는 상태여서 외해에는 파도가 높았다.

제2현대호의 선박검사증서 유효기한은 1988년 3월 14일까지였는데 사용할 수 있는 상가대가 빈조선소가 없다는 이유만으로 증서 유효기간이 지난 선박을 무리하게 운항시키고 있었다.

제2현대호는 이렇게 불안전한 상태로 같은 날 15시 경 후포항 방파제를 통과하여 외해로 빠져나와 장기갑등대를 향해 침로 167도, 속력 7노트로 항해했다. 15시를 기해 파랑주의보는 해제되었으

나 파고는 2-3미터 정도였고 갑판위로는 계속해서 해수가 넘어오고 있었다. 이 선박은 같은 날 20시 09분경에 장기갑등대를 3.2마일 거리로 통과하였으며, 선장 강무경은 21시 07분경 구룡포의 사라말 등대를 우현정황 2.5마일로 통과한 다음, 갑판장 김규섭에게 항해당직을 맡기고 하교하였다. 갑판장 김규섭은 당직중 선교전방에 있는 상갑판위로 올라온 해수가 빠지지 않고 계속해서 출렁거리고 있는 것을 발견하고 선장에게 이 사실을 보고하였다. 즉시 승교한 선장은 갑판에 작업등을 켜고 선수를 살펴보니 벌써 선수부는 3분의 1정도가 해수에 잠기었고, 선수쪽의 hatch tarpaulin은 보이지 않을 정도가 되었다. 이에 선장은 침몰의 위험을 직감하고 같은 날 21시 40분 경 퇴선명령을 내리자 선원 9명은 구멍뚫목과 전마선에 탑승하여 퇴선하였다. 이때 레이다로 측정된 선박의 위치는 양포 정족말 등대로부터 방위 44.5도, 거리 4.1마일인 35°-55'00"N, 129°-35'45"E 지점이었다.

#### (2) 평석

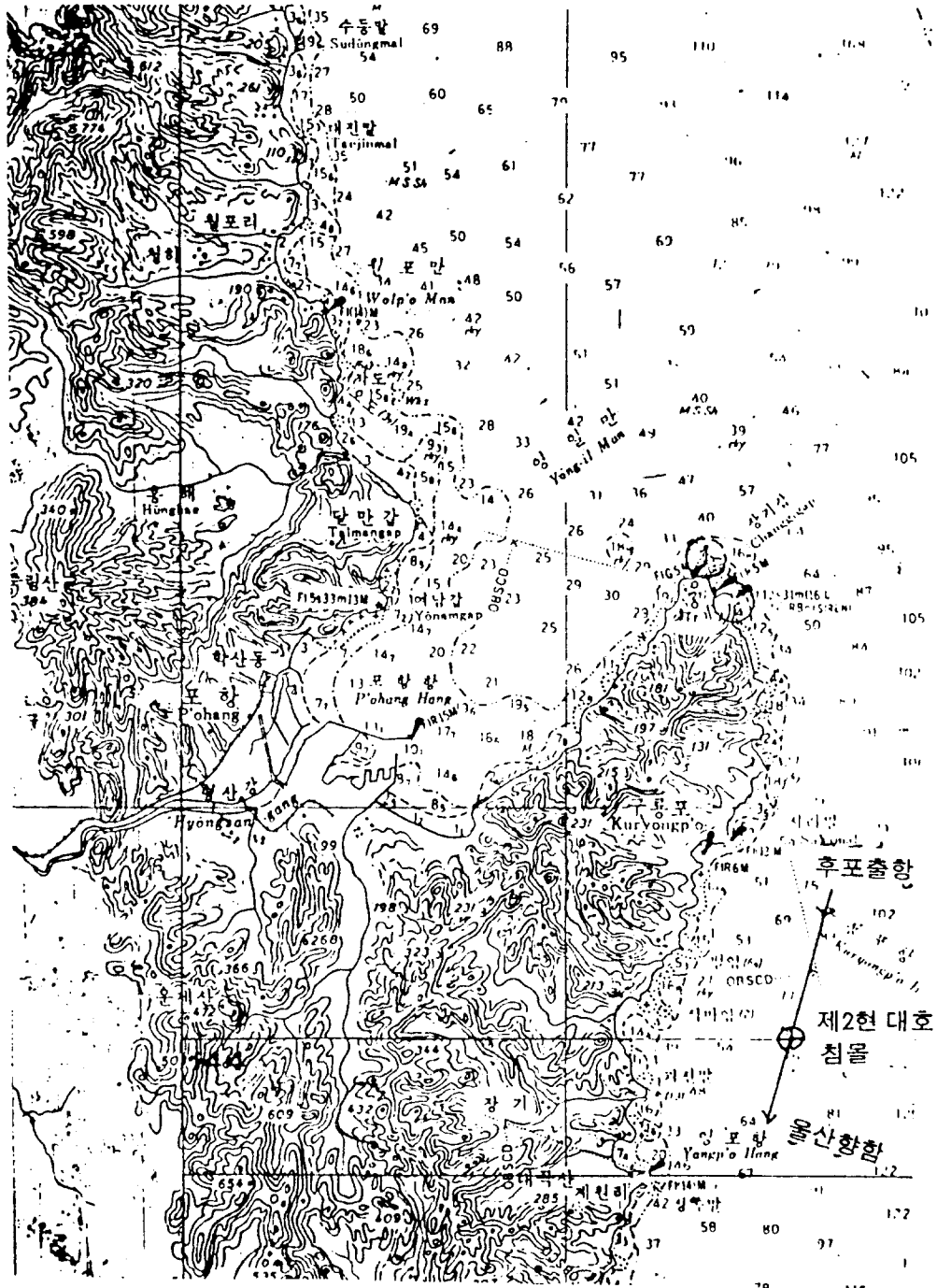
선박검사 유효기간이 지난 낡은 소형선을 갑판에 물이 닿을 정도로 과적시키고 hatch beam 및 hatch board도 없이 tarpaulin만 씌운 상태에서 파랑주의보가 내려져 있는 해양을 항해한다면 침몰될 것이라는 것은 너무나 자명한 사실이다. 추측컨대 hatch tarpaulin이 벗겨지거나 찢어져서 선창이 침수하고 침몰하였을 것이다. 침수된 곳은 이것 외에도 선체의 다른 부위가 있었을 것이지만 그것은 언급의 여지조차 없다고 하겠다. 이 사고는 그 누구보다도 육상관계자들의 업무상 부주의로 기인된 결과라 아니할 수 없다.

### 6. 장기갑등대 부근에서 조난사고가 잦은 이유 분석(그림17참조)

#### (1) 연안과의 특징과 굴절에 의한 원인

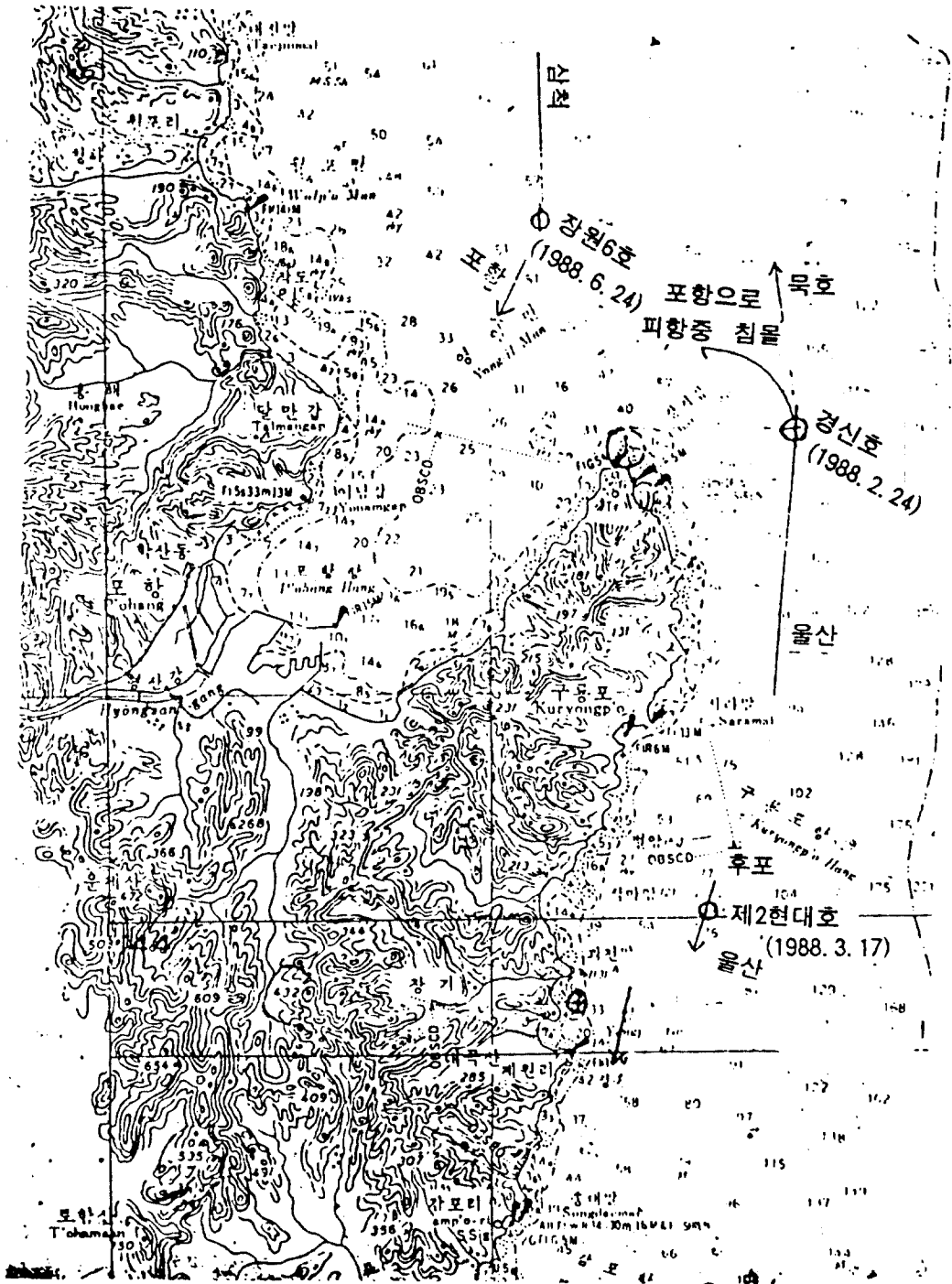
파랑이 연안에 가까이 와서 수심이 파장이 1/2 이하가 되면 파는 점차 해저의 영향을 받기 시작한다. 그러나 파의 주기는 그대로 있고 변화하지 않는다. 또한 해저지형에 따라서 파가 수속되거나 발산된다. 수속지역은 파고가 높아지고 발산지역은 파고가 낮아진다.

#### (2) 건현의 감소에서 생기는 복원력범위 축소

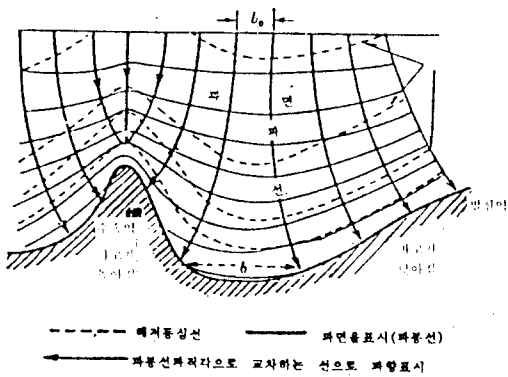


(그림16)

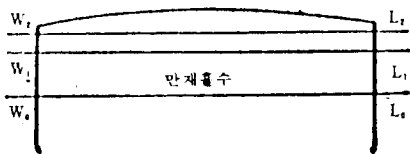




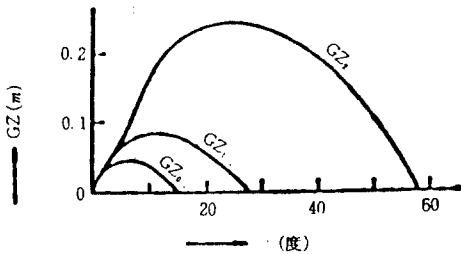
(그림 17)



(그림18) 파의 굴절, 집중 및 분산도



(그림19) 전현의 감소와 GZ의 변화



전현이 감소되면 복원력의 범위가 크게 축소되는데 육상직원이나 하급해기사들이 항내의 평온한 수역에서 안전한 선박은 항외의 거친 파랑속에서도 안전할 것이라고 잘못 판단하고 있는 것 같다.

### 7. 사례를 통한 종합적 분석 및 평가

이상에서 연근해를 항행구역으로 하는 화물선들의 해난사고에 관한 우리나라 해난심판원의 판결을 개관해 보았다. 이것을 기초로하여 문제점을 검토하고 사고방지를 위한 개선점을 모색해 보았다. 이러한 일련의 판결들은 앞으로 우리나라 연근해 선박들의 안전운항에 좋은 교훈이 되리라 생각한다.

최근 우리나라 연근해 해역을 통항하는 중·소형 선박들은 대부분 선령이 10년을 훨씬 초과하는 기준미달선(Sub-standard vessel)으로서 해난사고의 위험에 크게 노출되어 있는 실정이다. 이러한 선박으로부터의 기름 유출 및 배출, 그리고 지속성 폐기물의 배출 등으로 인해 해양환경에 커다란 위협을 주고 있음은 물론 승무원들의 자질결함으로 인해 해상충돌사고를 유발하게 되어 막대한 재산과 귀중한 인명피해 또한 늘어나고 있다.

따라서 사후대책보다는 사전예방이라는 취지 아래 육상과 해상의 모든 관련 종사자들의 유기적이고도 긴밀한 상호협조체제야말로 원활한 선박운항을 할 때 이러한 해난사고를 사전에 방지할 수 있을 것이다.

여기에는 노후선박을 시급히 교체함은 물론 선박에 승무하는 선원의 자질을 향상시키기 위해 유자격 면허소지자의 배승과 이에 따른 임금인상이 병행되어야 하겠다.

## IV. 결론-사고방지를 위한 대책 제언

어떠한 경우를 막론하고 대형해난사고의 원인을 연구·조사할 때는 사고의 원인을 분석하는 몇가지의 기본적인 원칙을 세운다. 이것을 기초로하여 사고선박조건, 자연조건(기상 및 해상상태, 수로의 광협, 항해장애물의 존재여부, 항로시설의 조건 등) 및 승조원의 운항기술로 대표되는 인간조건 등을 총체적으로 조사하여 보면 사고의 근인과 원인을 확실하게 규명해 낼 수 있을 것이다.

그러나 앞장의 몇몇 해난사고 사례에서도 살펴본 바와같이 우리가 반드시 유념하여야 할 점은 "사고의 원인이 이렇게 명백한데 선장 이하 항해책임사관은 사고를 예방하는 방법을 강구하지 아니하였다. 그러므로 이로 인한 책임은 면할 수 없다"라는 식의 의식구조가 팽배해 있다. 즉 사고는 그 원인의 시발이 선박구조, 설비의 결함, 또는 육상운항관리책임자의 기입경영결함 등에서 오는 것인데도 사고 후에는 많은 경우에 있어서 선원의 과실로 귀결되어 버리는 경우가 얼마든지 있을 수 있을 것이기 때문이다.

이상의 것을 종합·검토한 결과 연·근해구역에서 운항하는 원목선, 소형화물선, 예선집단 등의 해난사고 문제점을 다음의 3가지로 요약할 수 있다.

첫째, 대형해난사고의 대부분이 연구해 보지 않으면 원인을 알 수 없는 복잡한 사고가 아니고, 원인 및 그 대책 모두 명백한 사고가 계속해서 반복적으로 발생하고 있다는 점.

둘째, 그 원인이 육상의 관계자와 하급해기사들의 안전운항에 대한 규칙의 인식 부족에 있다는 점.

셋째, 해난사고는 막대한 재산과 귀중한 인명에 치명적인 결과를 초래함에도 불구하고 이를 보호하기 위한 유기적인 제도적 장치가 마련되어 있지 않다. 즉, 일본, 중국, 대만, 소련 및 북한과 같은 주변국들과의 수색과 구조를 위한 지역협력체제가 시급히 요청된다는 점이다.

따라서, 가장 중요하고 기본적인 문제는 경제적이면서도 안전한 항해의 성취라는 목표의 달성을 위하여 유기적이고도 긴밀한 상호 협력체제가 필요하다는 것이다. 그리고 이러한 협력체제속에서 그 목표의 달성을 위하여 다음 사항이 선행되어야 하겠다.

1. 안전항해달성을 위한 책임분담의 명백한 구분
2. 관계자간의 긴밀한 상호연락 및 협조
3. 선박회사의 노후선 및 기준미달선에 대한 조속한 교체-선박조건 개선
4. 주변 국가와의 해상구조 및 긴급피난협정 체결 (SAR)
5. 소형선박회사의 육상해운관계자 및 하급해기사들에 대한 선박안전운항에 관한 교육. 이때의 교육에는 다음 사항들이 포함되어야 할 것이다.
  - (1) 원목적재 시의 GM계산 및 안전운항 대책
  - (2) open sea towing에 대한 운항기술 및 안전대책
  - (3) 연·근해구역을 항해하는 선박들의 선장 및 항해사들에 대한 평이한 레이더 이용 교육
  - (4) 국제해상충돌방지규칙 및 해상교통안전법에

- 대한 해석과 준수의 필요성 교육
- (5) 과량중에서 생기는 선체운동에 대한 평이한 해설 교육
  - (6) 해양기상과 해상상태에 대한 해설 교육
  - (7) 선박안전법상 선박안전에 관한 기초교육

### 참 고 문 헌

1. 김영구, 현대해양법론, 아세아사, 1988.
2. 동해지방해난심판원, 기선 경신훈 침몰사건 재결서, 1989.
3. 동해지방해난심판원, 기선 경신훈 침몰사건 조사추진현황, 1989.
4. 동해지방해난심판원, 기선 삼진호·부선 동방 33호 좌초사건 재결서, 1989.
5. 동해지방해난심판원, 예선장원5호의 피예인부선 장원6호 전복사건 재결서, 1988.
6. 민성규·임동철, 해사법규요론, 한국해양대학해사도서출판부, 1987.
7. 박용섭, 해상교통법론, (재)한국선원선박문제연구소, 1988.
8. 양시권·김순갑, 선박적화, 한국해양대학해사도서출판부, 1980.
9. 윤점동, 국제해상충돌방지규칙, 제일인쇄재료출판부, 1983.
10. 윤점동, 선박운용의 이론과 실무, 제일문화사, 1982.
11. 중앙해난심판원, 해난심판현황, 1990.
12. 중앙해난심판원, 화물선 대양호 행방불명사건, 1989.
13. 중앙해난심판원, 화물선 대양호 행방불명사건 재결서, 1989.
14. 한국선급협회, 화물선 대양호사건 KR 검토의견서, 1989.
15. 해운항만청·한국선급협회, 남·동지나해의 해난사고에 대한 고찰, 1982.
16. 해운항만청, 부산안전검사기준, 1989. 3.
17. 해운항만청, 원목운반선 안전운항 대책, 1988.