

살물화물선의 해난사고 특성

Characteristics of Bulk Carrier Casualties

1996 . 4 . 20

권 영 섭 , 이 행 남

조선대학교 선박해양공학과 교수

살물화물선의 해난사고 특성

권 영 섭, 이 행 남

Characteristics of Bulk Carrier Casualties

Young-Sub Kwon, Haeng-Nam Lee

조선대학교 공과대학 선박해양공학과

Contents

Abstract	3.1 해난사고의 내용과 그 원인
1. 서론	3.2 해난사고를 둘러싼 주변의 문제점
2. 살물화물선과 해난사고	4. 결론
2.1 살물화물선[7]	후기
2.2 살물화물선의 해난사고	References
3. 살물선의 해난사고에 대한 분석	

Abstract

The present paper deals with the casualties of bulk carriers, many of which resulted in catastrophic and fatal consequences - losses of ships and lives. In fact, the fatality and the alarming statistics of bulk carrier casualty have long been criticized since 1980's by several seafarers. In the paper, the features of hull structure and operation of bulk carrier are, firstly, examined and, then, casualties and major causes are speculated. Secondly, the issues of circumstances around shipping and naval architectural circles related to the casualties are raised and discussed. Finally, it highlights the need and the way for a higher safety standard for the shipping industry

1. 서론

과학과 기술이 첨예화하고 대응되는 선박설계 및 건조 기술은 물론, 안전운항을 위한 제반 설비 등의 발달이 눈부신 오늘날에 있어서도 선박의 해난사고는 좀처럼 줄어들지 않고 있다[1]. 더우기 그 피해는 상당한 인명손실, 재산손실은 물론, 특히 유조선의 경우 커다란 환경문제에까지 확대되고 있다. 우리 나라는 삼면이 바다이고 국가 경제력 또한 대외무역에 크게 의존하고 있기에, 이에 필수적인 선박의 안전운항은 새삼 강조할 필요가 없겠다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 선박사고율은 최근들어 세계 1위라는 불미스러운 기록을 남겼고, 오늘날에도 사고율은 상당하다[2].

본 연구는 선박의 안전성을 제고시키기 위한 연구의 일환으로서, 중량분포, 하역작업 및 선체구조 등에 있어 독특한 특성을 지니며, 그러한 특성이 해난사고에 두드러진 영향을 미치는 것으로 알려지고 있는 살물화물선(또는 산적화물선; Bulk Carrier 또는 Bulker, B/C)의 경우를 다룬다. 이는 이미 세계 주요 해운국, 조선국, 심지어는 IACS(국제선급협회기구)에서도 다루어 문제의 심

각성을 제기하며 개선책을 강구하고 있음에[3-5] 더욱 주목할 필요가 있겠다.

살물화물선의 사고는, 선박의 해난사고가 그러하듯, 어제, 오늘에 비롯된 것이 아니다. 그럼에도 아직도 살물선의 안전상의 문제점은 커녕, 전반적인 선박안전의 심각성에 대해 일반인은 물론 많은 관련인의 수동적인 자세를 볼 수 있는바, 넓게는 안전에 관한 의식의 제고와 함께 문제의 고찰이 절실히 요구된다 하겠다.

우선, 살물화물선의 총선박량에 대한 구성비를 살펴본다면 Tab. 1과 같다. 즉, 총톤수(GT)에 있어 세계와 국내의 비율은 각각 30.8%, 54.8%인 반면, 척수에 있어서는 각각 6.5%, 5.5% 임을 보인다. 이는 대형 살물선이 많다는 것을 나타내며, 아울러 우리나라의 경우 살물선의 총톤수 합계가 총선박량중 차지하는 비중이 상당하다는 것을 나타낸다. (참고적으로 표에서 세계의 유조선의 선박량은 살물선과 유사한 반면, 그 척수는 다소 많음을 보인다.) 이러한 통계자료는 살물화물선의 중요성을 시사하는 것으로서 선박의 안전을 위시한 연구, 개발에 있어 이의 선종에 대한 좀더 합당한 고찰이 당연히 이루어져야 할 것이다.

Tab. 1 Statistics of fleets of bulk carriers and tankers 1992[6]

	W o r l d				K o r e a			
	No. of Vessels	%	Tonnage (GT)	%	No. of Vessels	%	Tonnage (GT)	%
Bulker*	5,190	6.5	136,826,466	30.8	118	5.5	4,121,613	54.8
Tanker**	8,444	10.6	147,354,285	33.2	136	6.4	594,714	7.9
others	66,211	82.9	160,124,168	36.0	1,884	88.1	2,802,158	37.3
sum	79,845	100	444,304,919	100	2,138	100	7,518,485	100

*) including OBO

***) including tank barge and chemical tanker

2. 살물화물선과 해난사고

2.1 살물화물선[7]

살물선은 '바다의 일말(Workhorses)'로 일컬어질 정도로 오늘날의 해상운송에 있어 빼놓을 수 없는 막중한 역할을 하고 있다. 더우기 이의 대단히 저렴한 비용효과(Cost-effective)에 이르러는 매스컴과 일반인의 그러지 못한 옹분의 관심과 평가를 받아 마땅할 것이다. 살물선은 1950년대 중반에 closed shelter-deck cargo vessel, 소위 'tramp선'과 광석운반선으로부터 발전된 이래 선박의 크기와 숫자에 있어 급진적으로 발달해 온 선형이다. 즉, 1960년대만 해도 총산적화물의 1/4만이 살물선으로 운송되었으나, 1980년에 이르러는 거의 모든 산적화물이 본 선종에 의해 운송되었다. 나아가, 1966년의 만재흡수선 규칙과 IMO의 곡물에 대한 법규의 개정으로서 복원성과 재화 특성 등의 선형설계 개량에 이어 전용, (고체 산적화물만 운송하는) 다목적용, 그리고 OBO 및 1980년대에 등장한 conbulk선을 위시한 겸용 살물선 등의 출현과 함께 오늘에 이르고 있다. 이들 중 그리 크지 않은 경우, 자체 하역기를 지녀(Geared B/C, Self-unloader) 하역설비가 미비한 항구에 유용하거나 하역작업을 신속하게 하기도 한다. 살물선이 운반하는 화물의 종류는 상당하며 그 중에서도 특히 철광석, 석탄, 곡물, 보크사이트/알루미나, (고형) 인산비료 등이 많이 차지한다.

Fig. 1 - 3은 각각 전형적인 살물선의 일반배치, 선형별 중앙단면 그리고 화물창 내부의 구조형상으로서 화물의 적재를 (화물의 특성에 따라) 경제적이고 효과적으로 할 수 있도록 설계됨을 알 수 있다. 일부 화물창은 비중이 큰 화물을 적재할 수 있도록 보강된(strengthened) 구조를 지니기도 한다. 현대 대부분의 살물선은 single skin(Fig. 3)으로 건조된 바, 이의 구조는 아무래도

구조적 취약성을 지니고 있다고 보인다. 즉, 그림에서도 알 수 있듯이 단면의 네 구석- topside and hopper tanks -은 아주 강한 삼각꼴로 되어 있으며 이중저 역시 상대적으로 단단해 보이는 반면 외판부와 횡격벽은 결정적으로 약한 형상이다. 더우기 종통재(longitudinal)도 없으며 어느 한 구석에도 여분의 구조부재를 갖고 있지 않음을 주의하여 볼 만하다[22].

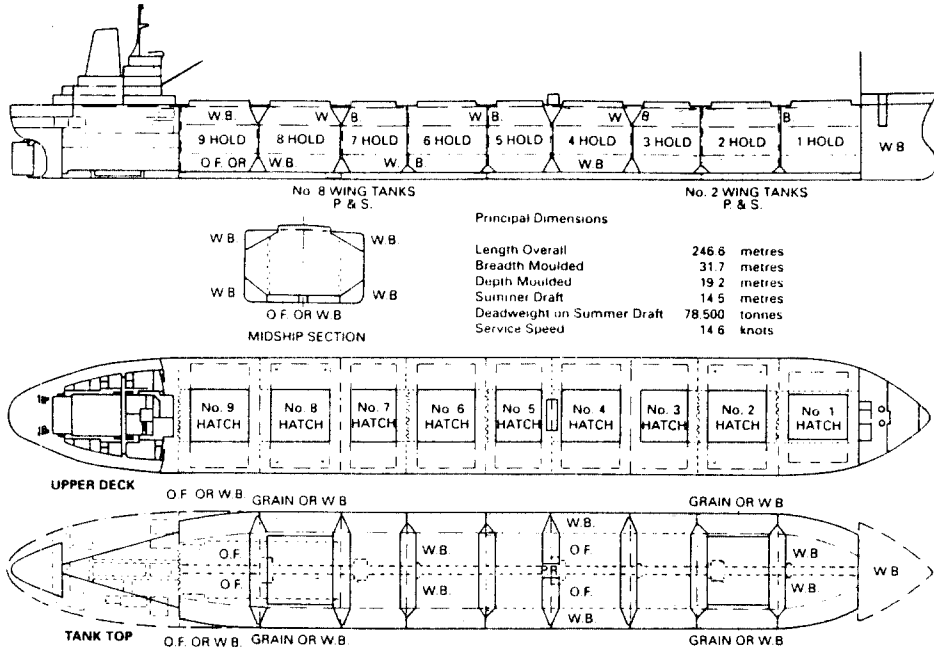


Fig. 1. Panamax bulk carrier[7]

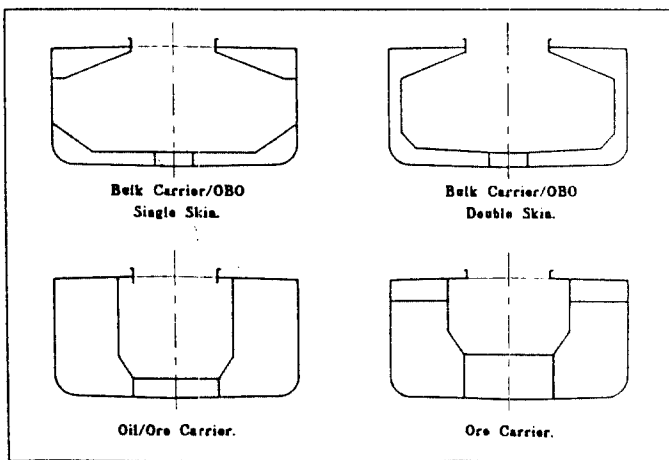


Fig. 2. Trans. sections of various bulk carriers[8]

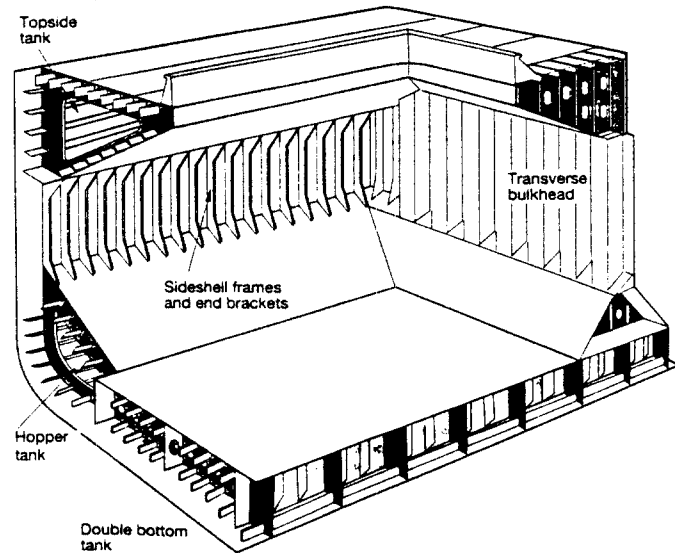


Fig. 3. Typical cargo hold structural configuration for a single skin bulk carrier[5]

2.2 살물화물선의 해난사고

1971년 이래로 매년 상당수의 살물선이 손실, 또는 실종되었고 이에 D. Foy, P. Boyle, J. Richardson 등의 선원(seafarer)들의 심각한 문제제시에도 불구하고 많은 유관인의 적극적 관심은 나타나지 않았다. 허나 1980년대 및 1990년대 초반에까지 계속된 살물선의 높은 사고율, 사고시의 파국적(catastrophic) 특성과 대단한 인명손실은 결국 주요 조선과 해운 국가, 유관인 및 단체의 주목을 받게 되었다[9]. 결과적으로 살물선의 높은 해난사고율은 모든 선종의 안전성에 대한 평가 및 개선책을 논의하는 계기를 마련하였고[10] 현재에도 해양안전의 제고를 위한 총체적인 모임과 연구가 진행되고 있다. 특히 유조선의 경우, 환경 및 오염 문제에 대한 매스컴과 일반인의 급진적 관심과 어우러져 많은 논의가 이루어져 오고 있는 반면, 살물선에 관해서는 상대적으로 여론의 사각지대에 놓인 처지였다. 그러나 유관 전문인의 (살물선의 문제에 대한) 활발한 토론과 논의 [3,11-13]는 결국 최근에 이르러 IACS에서조차 해운업계를 위한 안내서 및 선체구조물의 검사 및 보수에 관한 자료[5,14]를 발행하기에 이르렀으며, 나아가 일부 선급협회에서는 독자적으로 개선안 등을 내놓기 시작하였다[15].

Fig. 4(a)와 4(b)는 각각 모든 선종과 살물선의 사고원인에 대한 통계자료로서, (취합기간이 상이하지만) 이의 비교로부터 살물선의 다른 선종과는 다른 독특한 사고 특성을 알 수 있다. 즉, 살물선의 경우, 실종(9%)과 침수(29%)에 의한 전손이 모든 선종의 대응요인(각각 0%와 11%)보다 월등히 높음을 보여 준다. 이는 살물선의 사고가 종종 순식간에 파국적으로 치달을 수 있음과 구조부재의 붕괴를 포함한 손상이나 화물의 이동 등에 의해 (침수가 쉬운) 외판이나 창구의 손실이 크다는 것을 의미한다. 이때 7개 이상의 화물창을 지나는 (50,000 dwt 이상인) Panamax급 이상의 살물선의 경우, 일반적으로, 단지 하나의 창구에의 침수로 선체가 침몰하기엔 충분하지 않으며, 따라서, 이는 여러 외판부위 또는 수밀격벽이 손상되어 침수가 화물창의 여러 곳으로 전파되었다는 것을 뜻할 수 있다. 이상의 사고특성에 대해서는 3장에서 자세히 살피기로 한다.

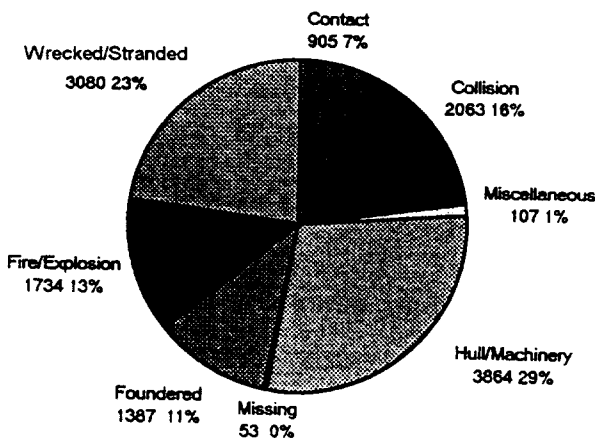


Fig. 4(a) Serious casualties including ship losses 1980-1989[16]

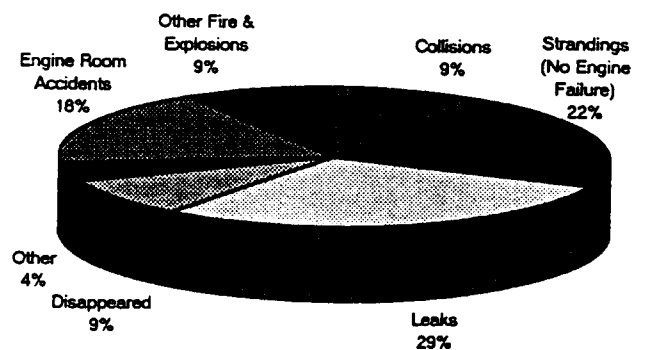


Fig. 4(b) Causes of bulk carrier losses 1990-1995[17]

한편 살물선 중에서도 광석운반선의 경우 다른 살물선에 비해 엄청난 사고율을 보인다(Fig. 5). 이는 비중이 큰 화물을 적재함에 중량의 분포 및 이동과 밀접한 관계가 있음을 시사한다. 결국 이러한 특성은 선령의 증가 및 미흡한 유지관리(maintenance)와 함께 부식, 피로균열이 가속되어

요구되는 국부 및 선체종강도를 손실, 파국적인 재난을 포함한 해난사고를 맞는 것으로 추정된다. Fig. 6은 앞서 지적한 문제의 비중이 큰 화물을 적재한 살물선의 해난사고 경위를 추적한 도해이다.

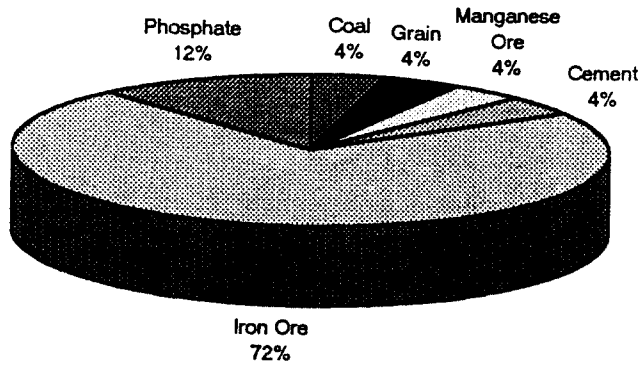


Fig. 5 Dry bulk cargoes lost by Foundering 1990-1995[17]

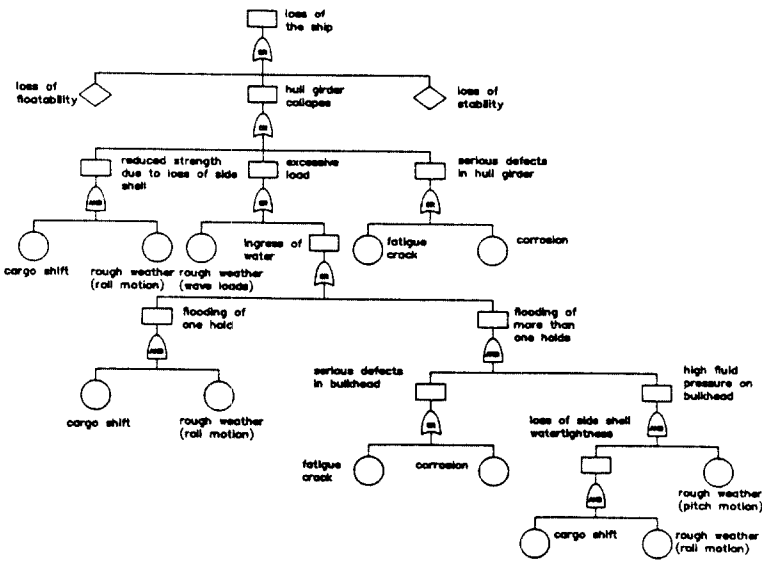


Fig. 6 A fault tree description of the loss of a bulk carrier carrying a high density cargo[18]

3. 살물선의 해난사고에 대한 분석

해상에서의 인명과 선박의 안전에 기여하는 요소는 설계, 건조, 유지 및 관리, 보수, 선박운영 그리고 승무원의 교육(training) 등을 위시해 상당하며, 각각의 인자는 다시 다양하고 복잡한 하부 요소와 개별적 문제를 지니고 있다[19]. 이는 실제의 선박사고의 원인규명에 있어서도 종종 불분명한 요인이 되며, 더우기 살물선에 있어서는 상당수가 순식간의 침몰, 또는 실종으로 되어 그 원인규명에 있어 논쟁의 여지를 남기곤 한다[9,20]. 그럼에도 불구하고 크고 작은 선체손상을 포함

한 많은 해난사례의 분석이나 검사(inspection) 결과를 통해 주요 원인에 대한 과학적이고 논리적인 추정이 가능하다. 본 장에서는, 살물선의 경우에 초점을 맞추어, 먼저 사고내용과 그의 주요 원인을 살피고, 그러한 사고의 배경- 조선소, 선급, 선주와 선원 -에서의 문제점을 고찰한다.

3.1 해난사고의 내용과 그 원인

우선, 살물선의 해난 통계를 살피면 다음과 같은 특징을 확인할 수 있다.

- (1) 전손된 선박의 약 75%는 선령이 15년 이상이다.
- (2) 전손된 선박의 약 75%는 광석과 같은 비중이 큰 화물을 실은 배이다.
- (3) 사고의 약 10%는 실종이다.
- (4) 사고의 70% 이상은 황천시에 발생한다
- (5) 사고의 상당수는 점진적 침수(progressive flooding)에 의한다.

이와 아울러 살물선의 사고내용을 효과적으로 살피기 위해 살물선 내부(화물창)의 안전상 특별한 주의를 요하는 문제 부위와 결합내용을 살피면 다음과 같다(Fig. 7).

- (1) side shell frame : 부식, cracking, grab과 불도저 (작업)에 의한 (mechanical) damage
- (2) 횡격벽의 경계와 bulkhead stools : grab damage, buckling, 부식
- (3) cross deck structure : buckling
- (4) 화물창구 구조물 : cracking
- (5) web frame과 대응 ballast tank : cracking, buckling, coating 파손, 부식
- (6) bottom plating과 hopper plating의 교차부위 : cracking

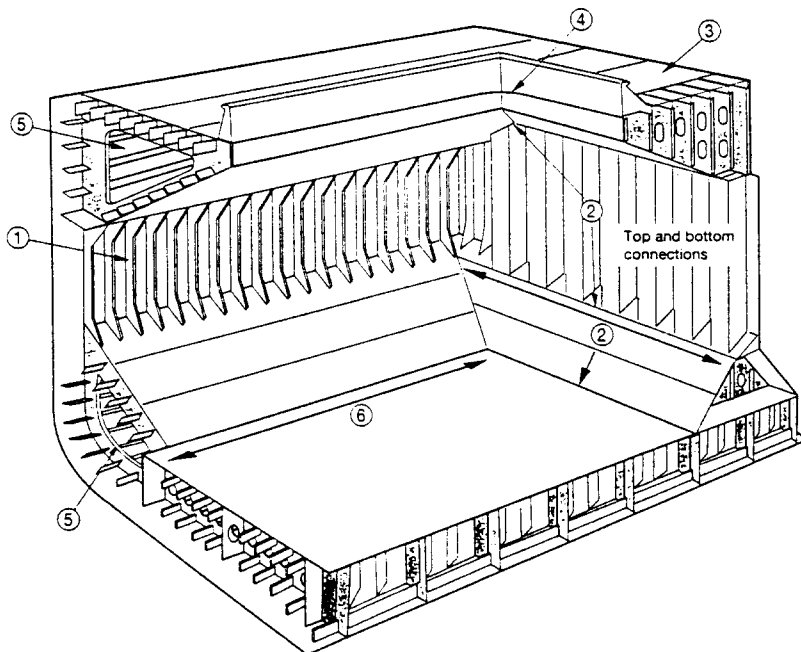


Fig. 7 Problem areas to be given particular attention during inspections[7]

선박에 따라, 심지어는 자매선에서도조차 결합부위와 그 크기가 사뭇 다를 수도 있지만, 이상은 살물선의 전형적인 손상이라 할 수 있다. 헌데 중요한 것은 이상의 결합이 결과적으로 해난유발의 동인은 될 수도 있으나, 그 자체만으로 급작스럽고 파국적인 해난을 맞지는 않을 것이란 점이다. 그렇다면 이상으로부터, 구조강도와 상세설계의 중요성과 더불어 다른 요소들, 예를 들어, 운항항로, 하역과정, 유지관리, 항해운용 등이 또한 중요하게 됨을 인지할 수 있다[8].

앞서 2.2절에서의 살물선 해난특성과 함께 위의 구조적 결합부위 및 사고내용의 공통요인을 종합하면 다음과 같은 사고의 원인과 내용을 추정할 수 있다.

(1) Side shell structure의 파손(failure)

이는 부식된 보강재, 즉 side frames와 hopper structure를 연결하는 brackets의 피로균열(fatigue cracking)에 기인한다. 해수의 정하중(hydrostatic loading)은 손상된 frame으로 전달됨에 side shell은 지지력을 잃을 뿐더러 잔존한 보강재에 (저주파의) 피로균열로 이어져 결국 side shell은 점진적 붕괴(progressive collapse)를 맞게 된다. (이와 유사한 경우가 최근 유조선의 중앙부 발라스트 탱크에서도 흔히 발견된다.)

이때, 화물의 종류와 온도가 위의 상황을 악화시킬 수 있다. 특히 석탄의 경우, 가연성을 지닌 메탄과 수소를 방출, 이는 공기와 혼합되어 폭발의 원인이 되며, 자연적 열을 방출하여 화재의 원인은 물론 가열되어 독성의 일산화탄소와 같은 가연성 가스를 발생시킨다. 나아가 이는 산화되어 이산화탄소를 발생, 질식의 원인이 될 뿐만 아니라, 미립자를 지닌 경우 액화되어 화물의 이동(shift)으로 인한 불안정한 복원성과 전복의 위험도 있게 된다. 또한 높은 비율의 유황(sulphur)을 함유한 경우, 습기와 결합되어 황산을 방출, side shell의 부식을 일으키기 쉽다. 한편, 화물과 해수와의 온도의 차이는 화물창 내부에 이슬(sweat)을 맺게 하고, 이들의 응결은 결국 부식을 일으킨다(Fig.8). 이의 부식은 당연히 불충분한 방식(protective coatings)이나 관련 유지관리의 소홀로 더욱 악화된다[7].

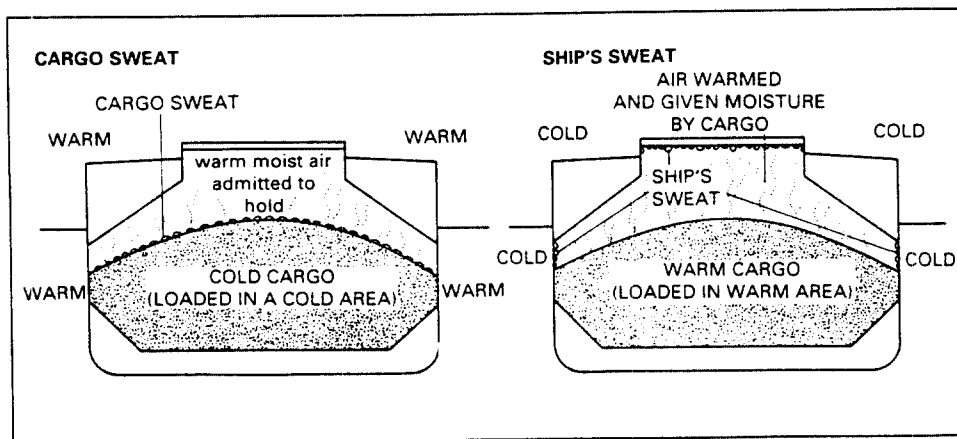


Fig. 8 Cargo and ship's sweat[7]

이와 관련하여, 화물취급시의 주요 구조부재에의 손상도 문제점이다. 즉, 상업적 압력은 하역작업에 가능한 최소의 시간을 요구하여 결국 grab, 불도저, 유압햄머의 사용에 있어 그 용량과 속도를 최대한으로 한다. 이는 결국 상당수의 선박에는 적당치 않을 뿐더러 화물창 안의 구조부재에 손상을 입히게 된다. 이러한 유형의 손상은 특히 single skin의 선박에서 심각할 수 있다.

살물선의 중량분포 특성에서 살핀다면, 광석과 같은 비중이 큰 화물의 경우, alternate loading을 하게 되고 이는 선체의 길이에 따른 응력변화를 심하게 한다. 더우기 낮은 화물적재 높이로

인하여 해수의 하중이 화물에 의해 보상되지 못하고 side shell로 전달된다(Fig. 9). 이는 살물선의 격심한 횡동요로 인해 악화될 수 있다. 중량분포의 특성에 따른 또 하나의 문제점은 block (또는 adjacent hold) loading의 경우이다. 이는 서로 이웃한 화물창에 짐을 싣고 (옆의) 한두 곳의 화물창을 비우게 하는 방법으로 선박이 여러 항구를 들러야 할 경우 종종 쓰인다[7]. 이는 자연히 횡격벽에 무리한 하중이 주어지게 되며, 결국 cross-deck structure에도 상당한 하중을 주게 된다(Fig. 10). 이 경우, 부식과 피로로 약해진 bracket 연결부위는 황천 또는 침수에 의해 파손이 될 수 있다[7,21].

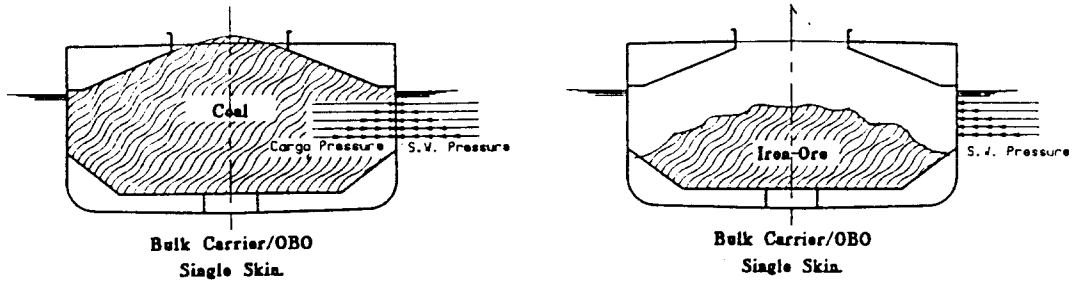


Fig. 9 Hydrostatic loading of the side shell with different cargo loadings[8]

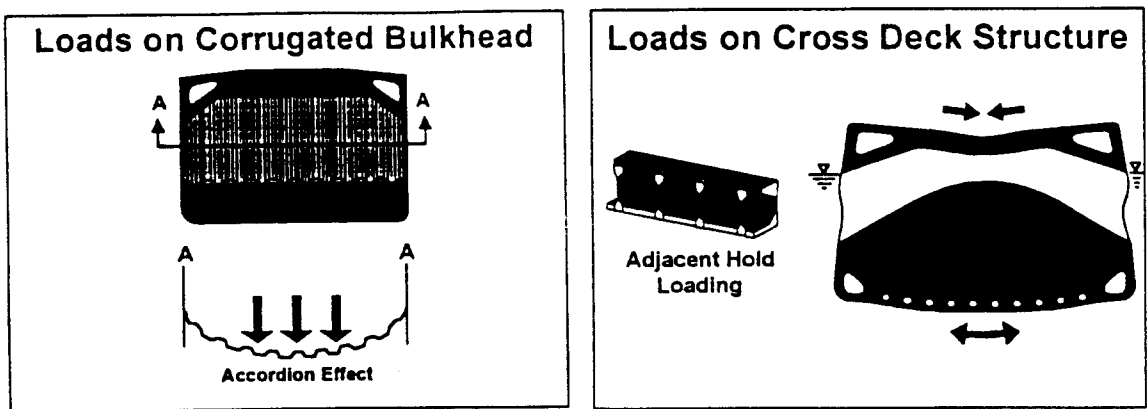


Fig. 10 Loads on corrugated bulkhead and cross deck structure[21]

(2) 이중저의 붕괴

광석을 운반하는 경우, 선체의 이중저는 앞서 언급한 하역시의 손상, 내부구조부재의 관리소홀 등으로 인한 방식불량과 그에 따른 잠진적 부식과 더불어 특히 화물에 의한 과대한 하중을 받게 된다. 이는 외판의 피로, 손실, 붕괴 및 점진적 침수를 일으키게 된다. 또한, 이중저는 선체운동에 의한 동하중을 받게 되며, 불량한 trim에 의해 그 영향은 더욱 악화될 수 있다. 하역작업에서의 주의가 특히 요구된다.

(3) 화물창간의 점진적 침수

상당수의 살물선에서 하나의 화물창에 침수가 되더라도 그것으로 인해 배가 손실되지는 않는다. 종종 그것은 화물창 사이의 수밀 횡격벽을 통해 점진적인 침수가 되어 배의 손실을 가져온다. 이는 앞서 지적한 block loading에 기인할 수 있고 아울러 선수부에서 황천에 의한 green water

의 동압력으로 창구(hatch covers)의 손실이 결국 화물창에의 침수를 가져와 횡격벽에 과도한 하중을 주어 발생할 수도 있다. 이는 창구의 설계와, 특히 기존의 선박의 경우, 창구의 강도에 의문을 주게 된다. 해수의 유입은 화물의 액화를 일으킬 수 있으며 선수트림에 의해 악화되며, 결국 복원성과 구조부재의 강도를 해칠 수 있다. 나아가, 많은 살물선의 경우, 수밀격벽의 설계에서 화물창 침수로 인한 정수압 또는 sloshing의 영향을 고려하지 않기에 격벽의 파손과 이웃 격벽에의 점진적 침수가 발생한다.

3.2 해난사고를 둘러싼 주변의 문제점

Cremers[23]의 지적대로 살물선의 안전은 기술적(technical)인 문제이다. 사실, 살물선의 안전에 관련된 대부분의 문제점은 밝혀졌으며 그에 대한 기술적인 해결책 또한 제시되어 있다. 그렇다면 남은 것은 기술적인 해결안의 적용(implementation)이다. 이에선 선주, 선급협회 그리고 조선소 뿐만 아니라 선원, 용선인, 하주, 보험업자, 하역자 등의 선박안전과 관련한 모든 유관인의 능동적인 참여가 요구되는 것이며, 결국 각 분야의 책임감과 의사소통의 문제가 된다[23-25]. 이는 개인 또는 집단간은 물론 선박운항의 성격상 국가간의 문제이기도 하다. 예로서, 그동안의 과학과 기술의 발달과 더불어 조선기술의 발달은 안전에 관련된 것보다는 대부분 경제성에 입각한 설계를 위한 자료수집이나 그의 검증에 치중해 왔다 해도 지나친 말이 아니다. 혹은 선주 및 운항인이 숙지하여야 할 배의 성능향상을 포함한 새로운 운항특성의 자료가 구체적으로 전달되지 못하거나 미흡한 점도 있다 하겠다. 다음은 이러한 선박안전에 관련된 주변의 문제점을 주로 선급협회, 조선소, 선주 및 운용자의 측면으로 다룬다[13,23].

(1) 선급협회

오랜 동안 선급협회는 설계도면을 승인해 온 바, 이에선 극히 제한된 하중조건만이 고려된 것으로서 선박과 운항인이 겪는 실제와는 괴리가 있는 것이다. 즉 화물은 종종 두 곳 이상의 항구에서 부러질 수 있으며 화물 또한 2종 이상으로 구성되기도 한다. 항해중에 발라스트의 변화가 종종 요구되는 반면, 그 작업이 용이하지도 않으며, 때론 안전을 해치기도 한다. 하역작업시 상당한 높이에서 상당한 속도로의 투하가 이루어지기도 하며 과적되기도 한다. 선급(IACS)측에서는 대단위의 빠른 적하율이 선체구조에의 손상을 일으킬만한 증거가 없다고 하나, 그것이 상당한 높이에서 진행되기도 하며 아울러 deballasting과 함께 이루어져야 할 적하작업이 상대적으로 앞서 결국 선체중강도의 문제를 일으킬 수 있음에 대해서는 검토가 필요할 것이다. 항해중, 화물의 이동 또는 경사가 이론적으로만 이루어지지는 않는다. 즉 실제의 하중상태는 훨씬 더 다양하고 위험한 조건을 지닌다. 결국 하중에 관한 지침서의 보완이 필요하다. 또한 각국의 선급법규에서의 가정에 서로 많은 차이가 있음도 개선될 수 있을 것이다.

선박의 신조와 관련하여 건조기간 및 도면 승인 과정에서 조선소와 선급간의 기술정보가 선주 및 운항인에게는 제공되지 않고 있으며, 나아가 이들간의 열린대화가 미흡하다 할 수 있다. 조선소에서는 사양에 대한 해석을 조선소 입장에서 피력하는 반면, 선급협회에서는 선주와의 확인과정이 없이 선주의 요구인 것으로 가정한다. 이와 관련하여 선주측의 전문가가 없는 것도 지적되어야 한다. 선박에 문제점이 발견되었을 때 상당수의 선급협회는 자매선을 보유하고 있는 다른 선주에게 알려주지 않는다. 이는 상업적 고려로밖에 이해될 수 없으며 선주 또한 본인이 모르는 것에 대해 크게 패념하지 않는 것을 본다.

(2) 조선소

선급협회의 규칙이 경험에 기초한 것에 반해 조선소에서는 설계산(direct calculation) 방법을

취한다. 문제는 그 목적이 가능한 가볍고 값싼 배를 만들어 내고자 함에 있고 간신히 선급 요구 사항을 만족시키고자 하는 데에 있다. 이로써 선급의 원래의 취지인 최소규정은 어느새 이루어야 할 최대규정으로 변하고 말았다고 할 수 있다. 나아가 설계개발의 경쟁에 몰두되어 기술과 안전 기준이 안이하게 타협되는 일이 없어야 할 것이다. 이의 좋은 예는 1970년대 후반에 도입된 고장력강의 사용인 바, 이는 이상적인 운항조건이 입력된 CAD의 도움으로서 여유 안전성(safety margins)은 갈수록 하향 조정되었다.

일부 조선소에서는 수준이하의 설계를 하며 나머지는 선급협회에 - 그것을 승인하든 개선을 시키든 - 일임한다. 이러한 상황은 근래에 들어 PC에 의한 계산용량의 증대에 힘입어 상당한 진전을 보이고 있지만 불과 10년 전만 해도 선주들은 조선소의 설계를 검증할만한 계산용량도 지니지 못했고 전문가도 없었다. 한편, 설계에 feedback이 될 수 있고, 되야만 하는 항해 및 운용에 관한 실제 자료와 정보를 갖고 있지 못하다. 예를 들어 조선기술자들은 많은 살물선들이 선수트림을 가지고 운항된다는 것을 인식하고 있지 못하는 듯하다. 나아가 선수트림은 구조의 견지에서 볼 때 안전과에 영향을 주지 않으며 따라서 이의 문제는 운항자의 책임이라고 주장하나 이는 신중하지 않은 견해라 생각되며[26] 선수트림과 복원성과의 관계에 대해서도 논의가 요구된다 하겠다 [27]. 한편 Cape-size의 경우, 발라스트의 용량과 갯수가 충분하지 못하여 fully ballst 상태에서도 심한 선저충격(slam)을 받으며 light ballast 상태는 지나치게 가벼워 - sheltered waters에서가 아니면 - 도무지 쓸모없는 경우도 있다.

선박의 보증기간이 단지 1년이다 보니 운항중인 선박에 대한 조선소에의 feedback 역시 12개월에 한한다. 그 동안에 문제가 없던 것은 그것으로 충분한 것으로 치부되며 그 후의 일에는 유념을 않는다. 조선소가 선박의 구조설계 및 조립결합에 대해 10년의 보증기간을 부여한다면 상황은 많이 달라지지 않겠는가? 작업수준(manufacturing standards)은 섬뜩할 만하다. 조립과정은 최소의 표준기준도 무시한 채 이루어곤 한다. 그렇지 않다면 선급에서 조선소에 대해 보증을 하는데 왜 선주는 서너 명의 인력을 조선소에 파견해 생산을 통제하겠는가?

선급협회는 조선소에 대한 기대값을 조선소가 속한 국가의 환경, 즉 정치적, 경제적 상황 수준에 따라 - 마치 품질기준이 달라야 한다는 듯 - 낮추고 있다. 실인증, 선박의 안전성 제고를 위한 분석에서는 그러한 정치, 사회 및 문화적 요인에 대한 고려가 효과적일 것이다[28]. 허나 품질을 검토하고 인증하는 데에 있어서는 동일한 규정이 적용되어야만 한다.

(3) 선주 및 운전자

해운업(Shipping)은 경쟁이 치열하고 경기가 주기적으로 부침하는 산업이다. 따라서 선주는 최소한의 비용에 원칙을 두고 운용하기에 급급하기 쉽다. 지난 오랜 동안 침체된 국제경기로 인하여 선박의 유지관리는 거의 최소한도에 머물렀고 따라서 선박의 기술적(technical) 상태는 악화되었다. 이의 비용절감은 또한 선원고용에도 영향을 가져와 그 수의 감소, 보다 저임인 인력 또는 심지어 자격미달의 인력을 찾게끔 한 결과를 주었다. 이러한 어려운 상황은 또한 선주로 하여금 종종 투기에 쫓겨하여 용선자를 찾음에 만족하거나, 운항수입에보다는 적절한 시기의 선박매매로써 금전적 이득을 취함에 능동적이었다. 즉, 매매시기 따위에 더욱 열중하는 한편, 선박의 품질은 뒷전에 있을 수밖에 없었다.

오늘의 상황은 많이 달라져 장기 용선이 흔치 않으며 조선소의 생산성 향상과 건조역량의 증가는 매매선가의 추정을 어렵게 하였다. 즉, 선주로서는 투기보다는 선박운항을 통한 운영이익이 더욱 중요하게 되었으며 결과적으로 수준급의 선박이 요구되게 되었다. 이러한 상황에서 선주와 운전자들은 선박안전과 관련하여 다음과 같은 점을 당연히 문제시 하여야 할 것이다.

- 신조에 있어 설계제원과 충분한 마진(margins)에 보다 확고히 하여야 한다.
- 수리보다는 예방적 유지관리- 예를 들어, 부식의 통제, 안전한 하역과 발라스팅 작업 및 황천시 항로 선정 등의 모니터링 -의 중요성에 대한 인식 제고와 이에 따른 선원들의 안전수칙의

이행을 위한 교육을 포함한 환경개선.

- 선급의 통과만을 위한 것이 아닌, 스스로의 기준에 부합하기 위한 주기적 자체 선박검사 및 감독(auditing)과 사후관리 및 feedback.
- (항해중인) 선박의 모든 운항내용을 확고히 할 수 있도록 하기 위한, 선상 승무원과 육상 관리자 사이의 충분한 이해와 계획을 이끌 안내 및 지침의 제공.

한 예로서, 많은, 특히 오래된 살물선의 경우 복원성과 하중에 관한 지침서에 선급에서 허용한 개별 화물창의 최대 허용하중이 명백히 나타나 있지 않다. 따라서 상당수의 선주 및 운항인이 각 화물창에 용량제한이 있다는 것조차 모르고 있다. 한편, 하역시의 높은 속도의 적하/loading rate)가 선체구조물에 손상을 줄 것이라고 생각하는 반면 block loading에 의한 손상에 대해서는 모르고 있다.

4. 결론

일반 선박과는 달리 독특한 중량분포, 하역작업, 구조 및 운항 특성을 갖는 살물운반선의 해난 사고에 대한 본 고찰로부터 다음과 같은 결론을 맺을 수 있다.

- 살물선의 alternate loading이나 block loading과 같은 중량분포 특성은 선체의 구조적 integrity를 손상시키며 선체 길이에 걸쳐 심한 응력변화를 유발한다. 이는 결국 구조부재에의 응력집중을 더욱 악화시키며 시간과 더불어 피로균열의 치명적 결합에 이른다.
- 살물선의 실제운항에 있어 다종의 화물을 싣고 여러 항로를 거쳐야 하기도 하며 입출항과 항해에 요구되는 발라스팅의 문제는 결국 중량분포의 문제로서 종종 허용하중을 초과할 수 있다.
- 살물선의 내부설계는, 특히 single skin의 경우, 관리문제를 포함한 구조적 결합을 지닌다.
- 이상의 결합은 화물의 물리적, 화학적 특성과 유지관리의 미흡으로 인한 부식의 심화로 더욱 악화되며, 이에 상당수는 급작스럽고 파국적인 해난을 맞는다.
- 이상의 결합은 화물창의 침수를 확대시키는 데에도 큰 역할을 하며 이는 결국 많은 살물선의 사고요인에 점진적 침수로 나타난다.

이상의 살물화물선의 해난특성과 관련하여 대표되는 관련 단체를 둘러싼 문제점을 살펴보았다. 허나 안전문제가 그러하듯 선박의 안전 역시 어느 한두 종사자만의 문제는 아니다. 고찰에서도 알 수 있듯이 관련 단체- 본문에서는 다루지 않은 보험업자, 항만과 하역업자 등을 포함한 -는 물론 그들이 속한 국가 차원의 서로 보다 능동적이고 솔직한 인식 및 정보의 교환이 요구되며, 이에는 '교육(training)'과 '동기(motivation)'의 중요성이 포함된 'human error' 문제의 이면이 밀도 있게 살펴져야 할 것이다. 즉, 법규나 기술적 지침으로 해결될 수 없는 것이 안전문제에서는 상당하다는 것이 강조되어야 한다.

선박안전의 제고를 위한 근래의 조치- 예를 들어, ISM Code, Enhanced survey programme (ESP), Port state control (PSC), Hull condition monitoring system 등의 도입 및 소개 -는 때때로 침 호조되는 국제경기의 추세와 반면의 노후선박의 적체와 맞물려 있다. 물론 이들의 근본 취지에 이르지 않았으나 그의 집행 및 운영과 관련한 효율성과 문제점[29] 등이 또한 살펴져야 할 것이다. 배를 둘러싼 주변 산업이나 기구가 지나치게 보수적이란 지적도 있겠으나, 무엇보다도 안전이란 것은 지속적인 고찰과 그에 따른 '대화'를 포함한 처방이 요구되는 것이기 때문이다.

후기

본 연구를 위해 필자들이 현대미포조선 현장견학을 하였을 당시, 친절한 안내와 긴요한 도움말을 주신 한국선급협회의 정 채균님, 김 충희님, 그리고 장 인환님, 전 영기 박사님과 미포조선의 박 봉현님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러, 도움자료를 제공해 주신 Nautical Institute의 Mr. D. Foy, INTERCARGO의 Mr. K. Long, ABS의 Mr. D. Robinson께도 심심한 고마움을 전합니다. 본 논문은 1994년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음을 부기합니다.

References

- [1] Grey M. : Too much "heavy weather" damage..., The Sea, No. 91, Nov/Dec 1990
- [2] Memorandum by the Nautical Institute, Safety Aspects of Ship Design and Technology, Select Committee on Science and Technology, House of Lords, London : HMSO, 1991
- [3] Bulk Carrier Casualties and Losses Seminar, INTERCARGO, Hong Kong, Oct. 1991
- [4] Avrin K. and Spence N. : The Herland and Wolff New Bulk Carrier Design for Improved Safety and Longevity, Tankers and Bulk Carriers - The Way Ahead, RINA, London, Dec. 1992
- [5] Bulk Carriers - Guidance and Information to Shipowners and Operators, IACS, April 1992
- [6] Statistical Tables June 1992 (1992), Lloyd's Register of Shipping
- [7] Isbester J. : Bulk Carrier Practice, NI, 1993
- [8] Jones D. K. and Roe N. P. : Bulk Carrier Casualties - An Independent Maritime Consultant's View, Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995
- [9] Bishop R. E. D., Price W. G. and Temarel P. : A Theory on the Loss of the MV Derbyshire, Trans. of RINA, Vol. 133, 1991
- [10] The Safeship Project: Ship Stability and Safety, RINA, June 1986
- [11] Bulk Carrier Casualties Seminar, INTERCARGO, Oslo, June 1991
- [12] Tankers and Bulk Carriers - The Way Ahead, RINA, Dec. 1992
- [13] Bulk Carrier Operating Practice, Seaways, NI, April 1995
- [14] Bulk Carriers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure, IACS, 1994
- [15] Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995
- [16] Aldwinckle D. S. : Review of Shipping Record, Safety at Sea and in the Air - Taking Stock Together, Royal Aeronautical Society, London, Nov. 1990
- [17] Polemis S. : INTERCARGO Perspective, Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995
- [18] Shi W. B. and Thompson P. A. : Aspects of Vulnerability of Bulk Carrier Structures, Tankers and Bulk Carriers - The Way Ahead, RINA, London, Dec. 1992
- [19] Lewis G. : Safe and Efficient Ship Operation at Sea, in Port and Ashore, ABS Seminar on Hull Condition Monitoring Systems, Seoul, Oct. 1995
- [20] Bishop R. E. D., Price W. G. and Temarel P. : The Failure of the Onomochi-Maru, Naval Architect, March 1985
- [21] Somerville R. and Robinson D. : Bulk Carrier Safety - Insights from SafeHull, Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995

- [22] Chao P. : Double Hull Bulk Carriers, Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995
- [23] Cremers P. : Design Criteria for Bulklers, Seminar on Bulk Carrier Safety, ABS, Hong Kong, Oct. 1995
- [24] Rawson K. J. : Ethics and Fashion in Design, RINA Spring Meetings, 1989
- [25] Kwon Y. S. : A Critique on Safety of Ships, Trans. RINA, Vol. 137, 1995
- [26] 권 영섭 : Effects of Trim Variations on the Ship Structural Responses, 한국해양공학회지, 6권 2호, 1992
- [27] Bishop R. E. D., Price W. G. and Temarel P. : On the Dangers of Trim by the Bow, RINA Evening Meetings, 1988
- [28] Kwon Y. S. and Lee H. N. : A Statistical Survey of Ship Casualties in Korea, 11th Intn'l Maritime and Shipping Symposium, IMarE(Sydney branch), Sydney, Nov. 1995
- [29] Maclachlan M. : Paper Carriers, The Sea, Issue 120, March/April 1996
- [30] 백 접기 : 산적화물선의 침몰사고 원인과 대책, 대한조선학회지, 30권 2호, 1993년