

解 說

## 無蓋型 콘테이너船 設計에 관한 考察

朴 命 圭\* · 申 英 滉\*\*

### The Examination for Design of Hatchcoverless Containerships

*Myung Kyu Park\* · Yeong Sik Shin\*\**

Key Word : 無蓋콘테이너船(Open-Top or Hatchcoverless Container Ships), 이동식 빔(Mobile Cross Beam), 고정식프레임(Fixed Frame for Cell Guide), ADS : (Advanced Ship Design, 호주시드니 설계용역회사), Required Subdivision Index(R), Attained Subdivision Index(A)

#### Abstract

In recent years the hatchcoverless(or open-top) containerships have been evolving as a promising new concept for enhanced containership operations.

The design concept of the hatchcoverless containership is innovative and appears to be worthwhile, especially from an operational viewpoint.

The hatchcover and container lashing system have been eliminated and the containers are stacked in open holds fitted with cell guides. Thus this design concept can provide a more efficient and economically viable fleet due to the reduced time and cost of loading and unloading operations.

Therefore turnaround time in port is also greatly reduced.

This examination provides a brief background, advantages, brief review of new building containership, highlights of the pertinent areas requiring special consideration and recommendations of possible analyses herein.

#### 1. 서 론

貨物艙 덮개(HATCH COVER)가 없는 콘테이너船이 最近 次世代 콘테이너 수송의 代案的이고 혁신적인 방안으로 提示되고 있다.

이 혁신적인 콘테이너船의 概念이 현재 세계 유수 해운사, 조선소 연구소와 국제 해사기구

(IMO) 등에서 조사 연구중에 있다.

작년 말에는 新造船으로는 세계 최초로 無蓋 콘테이너 공급선(HATCHCOVERLESS FEEDER CARRIER)이 일본에서 건조되어 유럽 선주에게 인도된 바 있다.

현재는 일반형 콘테이너船으로도 中,大型級에 속하는 無蓋 콘테이너船이 역시 日本에서 건조

\* 定會員, 韓國海洋大學 船舶工學科 教授

\*\* 美國船級協會 技術室

중에 있다.

지금까지 비록 건조되었거나 건조중에 있다고는 해도 아직은 데이터와 경험이 未洽하여 이 새로운 設計概念이 정확히 확립되었거나 신뢰성이 확보된 단계는 아니어서 이 概念에 대한 조사 연구가 다각도로 이루어져야 한다.

국제해사 기구(IMO)에서도 이 새로운 概念의 컨테이너船에 현재의 국제 규칙들로는 그 적용이나 규칙의 解析이 어렵기 때문에 92년까지 完結을 목표로 無蓋 컨테이너船에 적용할 법규들을 검토중에 있다.

이와 관련하여 여기에서는 無蓋 컨테이너船의 개발 배경, 경제적인 효과, 設計 概念 및 특별 검토사항들에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 開發背景

無蓋 컨테이너船(OPEN-TOP OR HATCHCOVERLESS CONTAINER SHIPS)에 대한 概念은 70년대 중반경부터 일부 거론이 되어오면서 어느 정도 내용이 갖추어지다가 1985년7월경에 호주 시드니에 있는 設計용역 회사인 "ADVANCED SHIP DESIGN(ASD)"에서 처음으로 세계 여러 나라에 특허를 신청하여 호주, 스페인, 아르헨티나와 동독에서 특허권을 인정 받았으며 89년에는

최초의 無蓋 컨테이너 공급선이 발주되면서 해운 및 조선업계에 큰 관심을 불러 일으켰다.

이 概念의 가장 매력적인 특징은 덮개(HATCHCOVER)가 없다는 점이다. 컨테이너를 貨物艙에 적재하는 방법은 두 概念이 동일하다 그러나 일반형 컨테이너船에서 덮개 위에 적재되던 컨테이너들은 無蓋컨테이너船에서는 배의 측벽(SIDE SHELL)을 높여서 全部 또는 一部分을 수용하도록 하고 컨테이너 폭 넓이로 지지대(CELL GUIDE)를 貨物艙 全 높이로 설치해서 이안에 적재토록 한 것이다.

따라서 폭(BREADTH)과 깊이(DEPTH)의 비율이 일반형 컨테이너船의 경우 3,000 TEU급에서는 보통 1.6인데 비해서 無蓋 컨테이너船에서는 선형에 따라 조금씩 다르나 1.2 정도로 깊이가 큰 점이 외관상 특징이다.

Fig. 1에 일반형 컨테이너船과 無蓋型 컨테이너船의 중앙 단면을 나타내었다.

## 3. 경제적 효과

### 3.1 寄港시간

우선 貨物艙 덮개(HATCHCOVER)가 없어서 컨테이너는 貨物艙 또는 貨物艙 외에서도 컨테이너

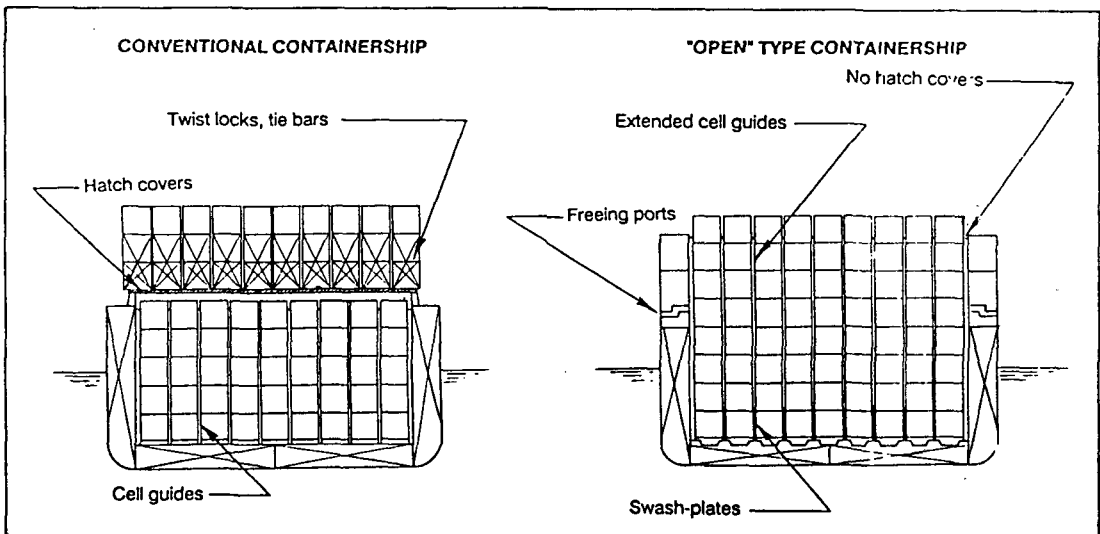


Fig. 1 Midship Section of Conventional Containership and Open Type Containership

지시대(CELL GUIDE)内에만 적재되기 때문에 貨物艙 덮개 상부에 적재할 경우에 필요로 하는 여러가지 컨테이너 FITTING 類들과 결박(LASHING)用 FITTING들이 필요없게 된다. 따라서 LASHING/UNLASHING에 필요한 인력도 감소된다.

또한 부두에서 貨物艙 덮개 취급(HATCHCOVER HANDLING)을 위한 裝備사용이 필요없게 되므로 장비사용료와 취급시간이 절감된다.

그러므로 일반 컨테이너船과 비교할때 無蓋 컨테이너船은 당연히 기항시간이 단축될뿐만 아니라 이를 취급하는 人力도 감소 되어서 많은 비용을 절감할 수 있게 된다.

호주에 있는 RESOURCE LOGISTICS社가 조사한 바에 의하면 호주의 항구에서 일반 컨테이너船 기준으로 900 TEU 컨테이너를 교환한다고 가정해서 산출한 소요시간은;

- 貨物艙 덮개 취급(HATCHCOVER HANDLING) : 2시간
- 컨테이너 LASHING/UNLASHING 작업 : 3시간

으로 총 5시간이 소요되는 것으로 조사되었다.

이 5시간 소요는 실지 하루의 定해진 작업시간으로 볼때 노무비 및 諸稅를 포함하여 USD 3,500 - 4,200의 비용이 드는 一日 8시간 교대와 동일하게 볼수 있다.

여기에서 추가로 교대할 경우 USD 2,800 - 3,500의 비용이 더 든다.

이러한 연구결과에 의해 호주-일본간의 왕복항해에서 예상되는 비용절감액은 약 USD 33,890 정도로서 컨테이너 1개당 USD 11.3 이 절감되는 셈이다. 연간 기준으로 약 USD 500,000정도의 비용절감 효과가 예상된다.

만일 20여척이 연간 9번 왕복항해를 할 경우 잠재적인 비용절감액은 약 600백만 USD 로 예상된다.

이러한 측면에서 볼때 다른 항해 루트와 국가간에서도 기항하는 항구수와 항해 빈도등을 고려해 보면 호주-일본간 루트와 비슷한 비용절감 효과를 가져올 것으로 예상하고 있다.

### 3.2 컨테이너 단위 적재량(UNIFORM OR HOMOGENEOUS LOAD)

화물창 덮개가 없기 때문에 갑판상부의 중량이 감소되므로 VCG가 낮아져서 컨테이너 단위 적재량을 그만큼 증가시킬수 있으므로 적재용량이 커져서 컨테이너 적재 측면에서 융통성이 있다. 이 경우 일반형 컨테이너선에 비해 약 20% 정도의 단위 적재량 증가가 예상 되는것으로 조사되었다.

컨테이너의 단위 화물중량이 커지므로 輕, 重의 화물구분 영역이 넓어지고, 화물적재 측면에서 융통성이 있으므로 해서 이 또한 기항시간을 약 15%정도 감소시킬수 있을 것으로 조사되었다.

### 3.3 建造費

無蓋型과 有蓋型 컨테이너船의 건조비 차이를

Table 1 Comparison of Building Cost for Hatchcoverless Hatchcover Containership (3,100TEU Class)

	無蓋컨테이너船	有蓋컨테이너船	船價차이(USD)
깊이증가	-23.25M -강재 약700T증가	21.5M	+1,100,000
HATCHCOVER /COAMING 삭제	-5개 HOLD -강재 약 900감소	CONTAINER FITTING 및 LASHING SYSTEM	-1,800,000
DECK 상부 CELL GUIDE 및 FRAME 설치	-강재 약 1100증가		+1,650,000
CONTAINER STOPPER 설치	-8단과 9단사이 -HYDRAULIC TYPE -강재 300T 증가		+800,000
BILGE PUMP 용량 및 PIPING 증가	2SET×400m <sup>3</sup> /H	2SET×250m <sup>3</sup> /H	+100,000
도장면적	-깊이증가 -HATCH COVER /COAMING 감소 -CELLGUIDE/ FRAME 증가		+20,000
합 계			+1,870,000

정확히 비교하는 것은 상당히 무리가 있다. 無蓋型 컨테이너船이라도 컨테이너 전부를 貨物艙내에 적재할 수 있도록한 형태인가 또는 이동식 빔(MOVABLE CROSS BEAM)과 고정식 프레임(FIXED FRAME FOR CELL GUIDE)을 이용해서 有蓋型 컨테이너船과 유사한 깊이(DEPTH)에서 貨物艙 덮개 상부에 적재되는 컨테이너 만큼을 지지하는 형태인가 또는 이 두가지를 복합한 형태인가에 따라 선가 차이가 발생할 수 있다.

Table. 1에서는 3,100 TEU급 無蓋 컨테이너船을 비슷한 유개 컨테이너船과 건조 비용차이를 단순 비교 하였다.

#### 4. ASD 설계개념

이미 기술한 바와 같이 ASD는 세계 최초로 관련 條件들이 불충분한 상태에서 無蓋 컨테이너船을 상품화하여 특허를 획득했다.

이 회사가 개발한 선형의 특징들과 정부 당국의 인증을 받기 위해 수행한 관련 계산 및 테스트 등을 살펴본다.

이 인증시험에 사용한 無蓋형 컨테이너船의 주요치수와 측면도를 Fig. 2에 나타내었다.

#### 4.1 DAMAGE STABILITY 검토

동일한 치수에서 無蓋형과 유개형 컨테이너船의 복원력을 비교 검토 하였다.

이 계산은 DNV에서 수행했는데 계산에 이용한 것은 1992. 2. 1부터 모든 DRY CARGO SHIPS에 적용하기로 결정한 "SUBDIVISION AND DAMAGE STABILITY"를 확률적 방법에 의해 계산하는 방법이다.

이 주요치수에서 두概念의 기본적 차이점은 폭과 깊이의 비율이 無蓋형이 유개형보다 40% 정도 크며 Fig. 3 에서와 같이 水線上부에 排水口(FREEING PORT)를 설치한 점이다.

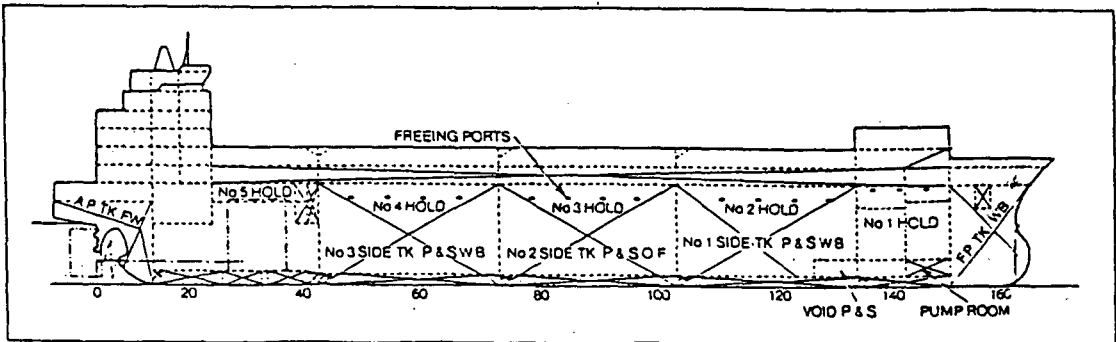
이러한 條件에서 계산된 REQUIRED SUBDIVISION INDEX "R"값은 0.517로 계산됐다.

이 값은 만족되어야 하는 구획정도(DEGREE OF SUBDIVISION)를 나타낸 것이다.

INDEX R 보다 커야하는 ATTAINED SUBDIVISION INDEX "A"값은 無蓋형이 0.674, 유개형이 0.631로 두概念이 다 만족되며 無蓋型概念이 좀더 안정적으로 나타났다.

#### 4.2 자항시험(自航試驗)

해상 상태에 따라서 어느정도의 海水 流入이



주요치수(PRINCIPAL DIMENSIONS)		(CONVENTIONAL)	14.00M
LENGTH(BP)	139.40M	DRAFT	9.50M
BREATH	23.65M	DISPLACEMENT	24,240T
DEPTH(DESIGN)	21.00M	Cb	about 0.76

Fig. 2 SHIP'S PROFILE

있는가를 조사하기 위해 1:50 축소 모델을 이용하여 Photo 1과 같이 해상에서 자항시험을 수행했다.

이 시험 결과 실제 해상條件에서 10M 정도의 波高를 갖는 불규칙한 해상상태에서 16 KNOT의 實船속도로 航行할 때 약 280 TON/HOUR의 海水流入이 있는 것으로 예측됐다.

각 貨物艙별 海水 流入정도를 보면 1번 貨物艙에 약간의 海水 流入이 있었고, 2번 貨物艙에는 飛霰(SPRAY)에 의한 海水 流入이, 그리고 3, 4번 貨物艙에는 별로 영향이 없는 것으로 나타났다.

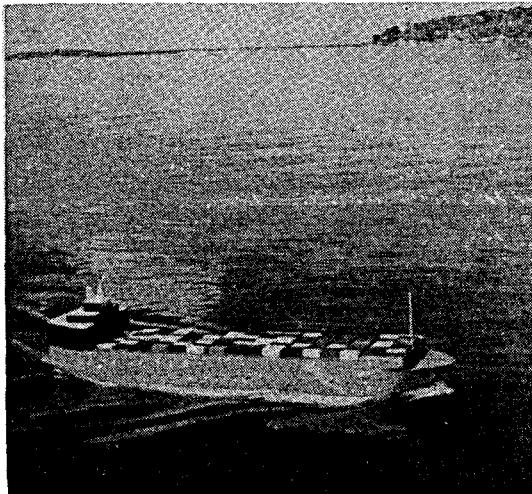


Photo 1 ASD Self-propulsion test

### 4.3 排水口(FREEING PORT)

ASD 設計概念의 특징은 Fig. 3과 4에서 보듯이 排水口가 DOUBLE SIDES를 관통해서 설치 돼있는 점이다.

이의 설치 목적은 損傷이나 荒天 항해중 또는 이 과정에서 排水 펌프작동이 불능일 경우 과다한 海水 流入에 의하여 貨物艙이 완전 침수가 되는 것을 방지하고 배의 복원력을 유지하기 위해서이다.

따라서, 배의 일정 높이에 설치 되어있는 排水口까지 海水가 차면 그 이상 流入되는 물은 排水口를 통해 배출되게 된다. 물론 海水가 排水口를

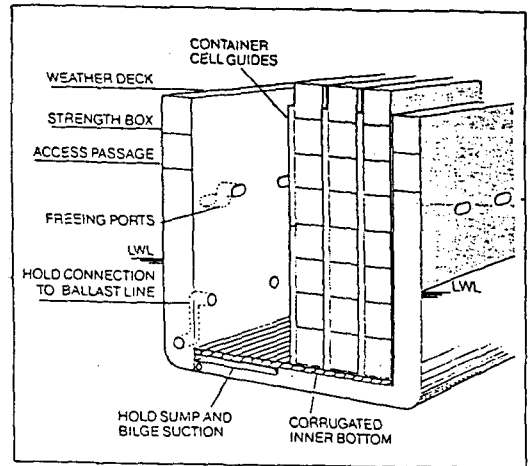


Fig. 3 Arrangement of Freeing Port

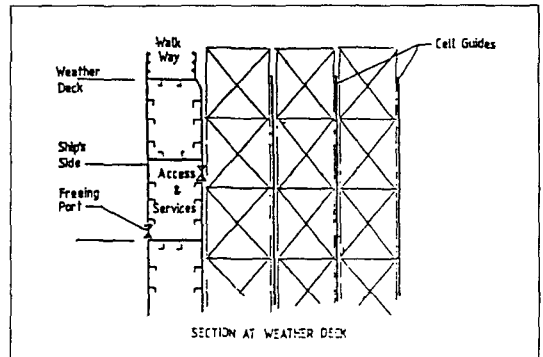


Fig. 4 Section View of Wing Tank

통해 다시 流入되는 것을 방지하기 위해 逆止弁(NON-RETURN VALVE)을 부착했다.

Photo 2에는 1, 2번 貨物艙의 침수로 인해 선수 트림이 된 상태에서 2번 貨物艙排水口는 水線 下

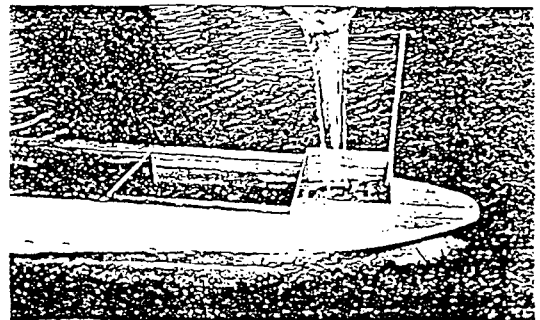


Photo 2 Cargo Hold Flooding and Freeing Port Operation

부에 놓여있고 1번 貨物艙에 물을 부을때 해당 排水口를 통해 물이 배출되는 것을 볼수 있다.

또한 두 貨物艙이 침수된 상태에서도 浮上하여 계속 항진하고 있는것도 볼수있다.

#### 4.4 排水 시스템(DRAINAGE SYSTEM)

無蓋형이기 때문에 貨物艙에 들어온 물을 신속히 배출하는 것이 매우 중요하다.

따라서 이에 적합한 배출 시스템을 選定하는데 신중을 기해야 한다.

일반적으로 貨物艙에 流入되는 3가지 源泉은 RAINFALL, SPRAY, GREEN WATER (OR GREEN SEA)인데 “BELL LINES”의 모델 테스트 결과를 종합한 Table 2에 의하면 GREEN WATER에 의한 海水 流入이 최대 266 TON/HOUR으로 세계에서 최악의 폭우 기록인 127MM/HOUR을 기준으로 할때 貨物艙에 내린 빗물량, 160 TON/HOUR 보다 컸다. 초기에는 排水 펌프 용량을 폭우기준으로 200 TON/HOUR 용량으로 하고 동일 용량의 예비 펌프를 설치하면 충분할 것으로 예상했다.

기타 排水 시스템은 Fig. 3에 나타난 바와 같다.

### 5. 無蓋 컨테이너 공급선 “Bell Pioneer”의 설계개요

#### 5.1 내항성 시험(SEA KEEPING TEST) 및 MODEL TEST

아일랜드의 해운회사인 “BELL LINES”社는 이 미 기술한 바와 같이 奇港시간 단축과 인력 감소의 잇점이 있는 無蓋형 컨테이너船에 대해 88년 말경에 ASD에 設計 개발을 요청하였다.

초기 개발시의 주요 치수는 아래와 같다.

LENGTH(BP) .....	110.00M
BREADTH .....	16.94M
DEPTH .....	13.55M
DRAFT .....	5.20M

Cb ..... ABOUT 0.665

컨테이너 적재수(5단) ..... 300TEU

선주 요구에 의해 컨테이너 적재는 5단으로 하였고 거주구(DECK HOUSE)는 선미에 위치하였다.

無蓋 컨테이너船 設計에서 가장 중요한 사항의 하나로서 여러가지 상태의 해상 條件에서 각 貨物艙에 얼마 만큼의 海水 流入이 있는지 그 정도를 검토하기 위해서 내항성 시험과 복원성능 시험을 1989. 1월 중국의 “SHIP SCIENTIFIC RESEARCH CENTER”에서 1:40 축소 모델을 이용하여 수행했다.

速力 및 각종 抵抗試驗은 노르웨이 “NORWEGIAN MARINE TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE”에서 수행하였다.

Table 2의 내항성 시험 결과가 보여주듯이 최대 海水 流入은 1번 貨物艙에 266T/HOUR, 그리고 2번 貨物艙에는 14T/HOUR 였다. 이때의 條件은 북대서양에서 바람에 의해 발생하는 波와 동일한 BEAUFORT SCALE 11(SIGNIFICANT WAVE HEIGHT 9.26 M, AVERAGE PERIOD 11.41 SECOND)에서 HEAD SEA에 5 노트의 속도로 직진할때 얻어진 결과이다.

한편, BEAUFORT SCALE 5(SIGNIFICANT WAVE HEIGHT 2.54M, AVERAGE PERIOD 8.46 SECOND)에서 HEAD SEA에 15 노트의 속도로 직진 할 때는 流入水가 거의 없었다.

최종 設計 단계에서는 주요 치수가 약간 변경되었으며 거주구가 船首로 옮겨졌다. 이 條件에서도 내항성 시험이 수행되었었다.

2번과 3번 貨物艙이 완전 침수되고 海水가 측면에서 流入되며 流入된 海水가 排水口를 통해 배출되는 상태에서도 복원력이 유지되었다고 발표하였다.

#### 5.2 일본 TEROAKA 조선소의 건조 소개

89년초 TEROAKA 조선소는 BELL LINES社로부터 건조를 의뢰 받아 90년 8월에 완공하여 첫 호선을 선주에게 인도 한 바 있다.

Table 2 SEA KEEPING TEST RESULTS

	Signi- ficant Wave Height	Aver- age Per- iod.	Ship Speed	Wave Metac- entric Height	Wave direc- tion Angle.	Rate of entry of water into holds.			Frequency of occurrence of deck wetness.			Number of times of deck wetness per hour.			The significant value of relative motion.			Roll —°	Pitch —°	Heave m
						t/h	t/h	%	%	%	n	n	n	m	m	m				
Long-crested irregular wave				0	210	14	19.3	1.32	0.6	87	6	3	9.7	7.4	7.9	0.94	7.0	3.9		
				15	226	7.8	20.0	5.1	0.3	95	24	1	9.8	8.2	6.25	3.90	6.8	3.8		
				0.35	45	30.8	1.2	7.9	4.1	0	38	30	0	7.8	7.82	4.34	5.60	6.0	4.1	
				90	0	0	0	0	0	0	0	0	1.53	1.0	1.84	6.10	0.78	5.1		
		9.26	11.41	5	135	0	0	0	0	0	0	0	3.74	2.81	2.54	5.20	4.3	3.0		
				0	266	9.3	18.4	2.3	1.69	90	11	8	10.2	7.3	7.38	2.31	6.6	4.95		
				15	251	4.0	21.1	6.4	0	101	32	0	10.7	7.9	6.61	2.80	6.1	5.0		
				0.70	45	39	0.78	8.3	7.9	0	40	41	0	8.3	7.8	4.73	4.04	5.7	4.4	
				90	0	0	0	0	0	0	0	0	0.90	1.12	1.41	7.50	0.8	5.0		
				135	0	0	0	0	0	0	0	0	3.81	2.63	2.65	6.20	4.2	3.4		
Short-crested irregular wave Proportion of swell		2.54	8.46	15	0.35	0	0	0	1.16	0	0	6	0	0	3.24	2.8	2.8	0.8	1.9	0.8
				0	164	7.8	16.3	1.5	0.6	76	7	3	9.75	7.1	6.36	2.63	5.7	3.5		
	10%	8.83	11.00	15	243	7.8	14.2	4.2	0	66	20	0	9.47	7.59	6.26	4.2	6.3	3.6		
				45	21.9	0.4	4.2	3.7	0	20	19	0	3.18	7.33	3.48	5.7	5.9	3.7		
				0	210	10.1	18.1	3.1	1.4	83	17	7	9.44	7.44	6.81	3.50	5.6	3.6		
	30%	8.60	11.30	5	0.35	15	232	6.1	16.1	9.1	0.3	75	45	2	10.1	8.17	6.59	4.6	6.1	3.4
				45	29.8	0.8	6.4	8.7	0	33	45	0	8.81	7.22	4.41	6.7	5.8	3.7		
				0	95	0	18.1	4.4	1.2	86	22	6	9.97	7.49	7.73	3.6	5.5	3.6		
	50%	8.50	10.50	15	160	7.8	19.9	7.4	0.3	98	37	1	9.95	8.02	6.56	5.6	5.6	3.6		
				45	7.3	0.7	10.0	7.3	0	51	37	0	8.68	7.94	4.64	6.8	5.6	3.8		

Results of model tests carried out at the China Ship Scientific Research Centre.

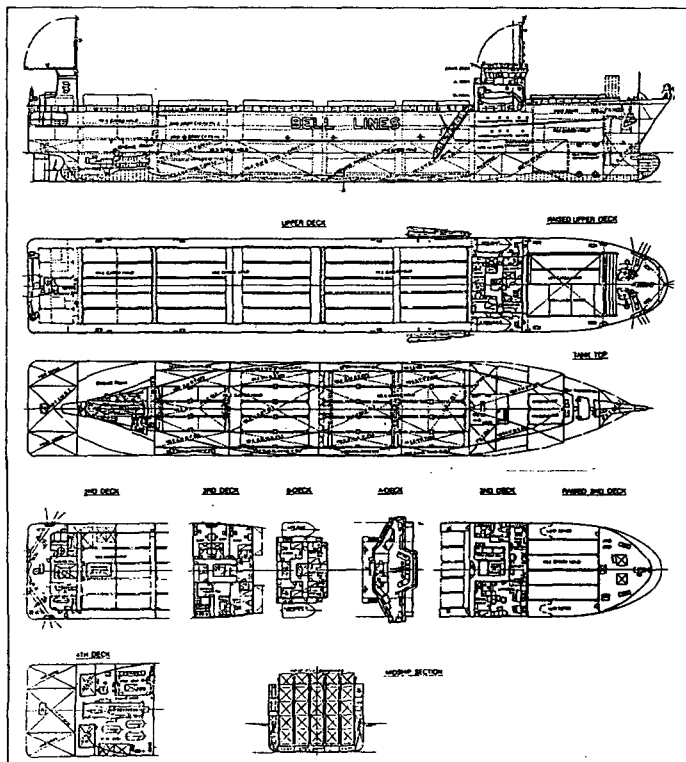


Fig. 5 General Arrangement of Bell Pioneer

Fig. 5에 일반 배치도를 나타내었으며 그 주요 치수는 다음과 같다.

LENGTH(O.A) .....	114.50M
LENGTH(B.P) .....	106.50M
BREADTH .....	16.92M
DEPTH .....	12.52/7.52M
DRAFT .....	5.20M
DWT .....	3900 TONNES
GROSS TONNAGE .....	5815 TONNES
	(INTERNATIONAL)
시운전 최대 속도 .....	15.0 KNOTS
항해 속도(NORMAL) .....	14.50 KNOTS
컨테이너 적재수(5단) ..	300 TEU(108 FEU)
선원 .....	7명
주기관(MAX.) .....	4460 PS×1
	(NORMAL) .....
	3345 PS×1
발전기 .....	350 KVA×3
	125 KVA×1
	(축 발전기) 750 KW ×1
BOW THRUSTER .....	3.5 T×2

이 배는 세계 최초로 新造된 無蓋 컨테이너船으로 6개 貨物艙으로 구성되었으며 거주구는 선수에 위치하였다. 제 1번 貨物艙은 거주구 앞에 있으며 海水流入을 방지하기 위하여 일반 컨테이너船처럼 貨物艙 덮개(HATCH COVER)를 설치했다. 거주구 뒤에 있는 나머지 貨物艙은 無蓋형으로 하였다.

貨物艙 지지대(CELL GUIDE)는 6단 컨테이너가 AUTOMATIC TWIST LOCKS로 고정될때 그 荷重을 지지하기 위해서 통상 사용하던 型鋼材(ANGLE) 대신 선주측 設計에 따라 Photo 3에서와 같이 構造物化 하였다.

이 배의 主要 特徵으로는 ;

- 貨物艙내 컨테이너 지지대에만 적재하여 荒天航海時 컨테이너의 붕괴 및 분실 위험이 없도록 하였다.
- 북 유럽의 여러 港河川간을 운항하는 배로서 근거리 전용선 능력을 갖도록 積荷시간과 離着시간을 단축하도록 하였다.

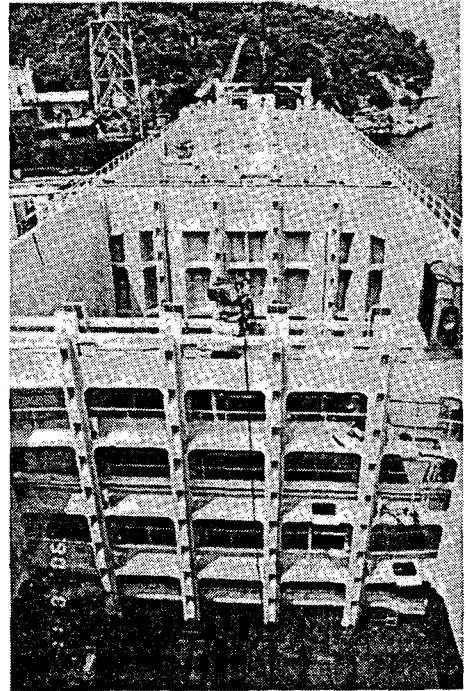


Photo 3 Cargo Hold and Container Cell Guide

- 보통 동형선의 2배 이상의 용량을 갖는 ST-RIPPING PUMP 를 설치하여 海水 流入 및 폭우로 인한 流入水를 전자동으로 排水하여 복원력과 운항에 문제점이 없도록 하였다.
- 또한 동일 용량의 예비 펌프 1대를 설치하였다.
- 貨物艙 SUCTION WELL을 HFO에 位置시켜서 凍結되는 것을 방지하였다.
- 내저판에 컨테이너 SEAT를 높여서 컨테이너가 바닥에 닿지 않고 流入水가 BILGE WELL로 잘 흐르도록 하였다.

기타 사항들로는 ;

- 離着시간과 人力 절감을 위해 조타실에 필요 계기를 집약화하여 ONE-MAN CONTROL이 되게 하였다.
- 선수부에 BOW THRUSTER 2기 설치(3.5T 용량)
- 조종성능을 향상시키기 위해 75도 타각을 갖는 SCHILLING RUDDER 부착 및 조타실 視界를 360도로 하였다.
- 추진장치의 보조 수단으로 전기 추진장치를 채용하여 주기관 고장시에도 발전기에 의해



7 노트의 속력을 유지하여 항해가 가능하도록 하였다.

- 컨테이너 전용 부두 條件을 고려하여 배의 길이를 중형선 정도로 하여 길이나 톤수의 제한에 따른 규제를 벗어나도록 하였다.
- 可變 피치 프로펠러 채택
- 유럽 지역의 항구들간에는 하천이 많아 다리를 통과할 경우를 고려하여 AIR DRAFT 17 M에 맞춰서 선수미 MAST를 유압으로 작동하게끔 하였다.

承認과 관련해서는 無蓋형 컨테이너船으로 세계 최초로 건조되었기 때문에 船級協會와 아일랜드 정부당국 요구를 만족시키기 위해서 2重의 貨物艙 BILGE SYSTEM을 채용하였고 消火裝置 등 諸設備는 전부 全自動으로 작동되도록 고려하였다.

## 6. NEDLLOYD LINES의 대형 무개 컨테이너선의 설계개념

### 6.1 일반사항

1989년 末경 유명한 해운 회사인 네덜란드의

NEDLLOYD LINES 社에서 차세대 컨테이너船으로 無蓋형 PANAMAX 급 5척과 뒤이어 POST PANAMAX 급 2척을 일본의 MHI와 IHI에 발주하였다.

PANAMAX 급을 최종 발주하기전에 우리나라 조선소와도 상담한 바가 있다.

PANAMAX 급은 3,184 TEU 이며 POST PANAMAX 급은 4,000 TEU 컨테이너 선이다.

이들 컨테이너船들을 UCC(ULTIMATE CONTAINER CARRIERS)라고도 부르며, 첫호선 인도는 91년 末로 예정하고 있다.

“BELL PIONEER”가 300 TEU FEEDER CARRIERS로 주로 북유럽의 근거리 전용선으로 투입하고자 건조된 반면, 최초의 이들 대형 無蓋 컨테이너船들은 국제 PENDULUM 서비스나 장거리 전용선으로 투입하고자 발주되었다.

이러한 선형을 채택한 동기는 앞에 기술한 바와 같다.

Fig. 8에 PANAMAX급의 일반 배치도를 나타내었고 주요 치수는 다음과 같다.

LENGTH(B.P) .....	253.00M
BREADTH .....	32.24M
DEPTH .....	23.25M

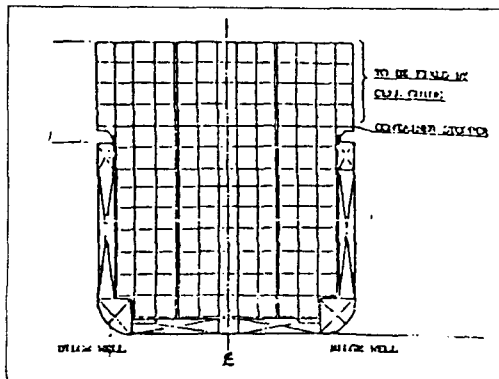
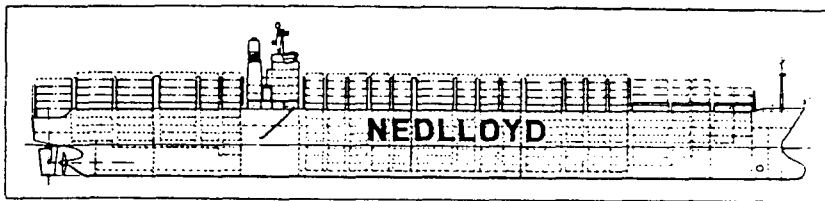


Fig. 6 PROFILE AND MIDSHIP SECTION

DRAFT ..... 13.00M  
 DEADWEIGHT ..... 47,500 TON  
 CONTAINER 數 ..... 3,184 TEU  
 MAIN ENGINE(MCR) ... 30,618KW(8RTA 84C)  
 SERVICE SPEED ..... 23.50 KNOTS

Fig. 6에서 보듯이 HOLD 1과 2는 HATCH COVER가 설치되어 있다.

이것은 DANGEROUS CARGO를 적재 할 수 있도록 하고 또한 GREEN WATER에 의한 과도한 海水 流入을 방지하기 위한 방안이기도 하다.

나머지 HOLD 3, 4, 5, 6 AND 7은 無蓋형으로 하였다.

1, 2번 貨物艙 컨테이너 적재 방법은 일반 컨테이너船과 동일하다.

6.2 컨테이너 적재 시스템

UCC선의 컨테이너 적재는 Table 3과 같다.

Table 3 UCC Container lading

	PANAMAX급	POST PANAMAX급
선 폭	32.24M	37.75M
貨物艙 적재	11 ROW 8 TIER	13 ROW 8 TIER
상갑판 상부 적재	13 ROW 5 TIER (5TH : EMPTY)	15 ROW 5 TIER (5TH : EMPTY)
적재수(TEU)	3184	4000

UCC선의 概念은 外樣上 일반 유개 컨테이너선과 비슷하다.

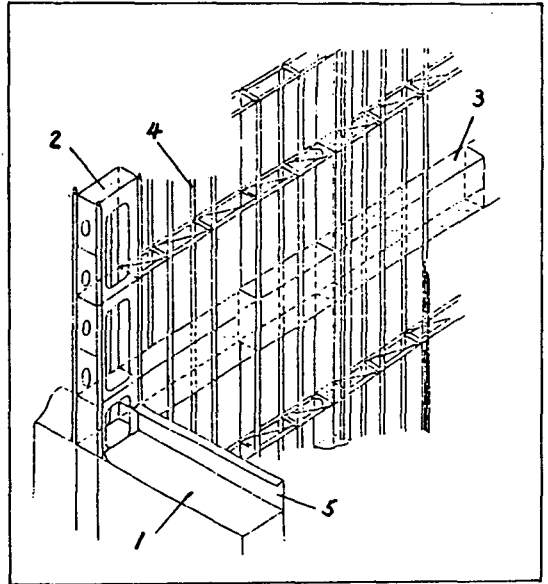
단지 貨物艙 덮개가 없고 갑판상부와 횡격벽 상부에 컨테이너 지지대(FIXED FRAME FOR CELL GUIDE)를 설치해서 결박 작업없이 컨테이너를 적재할 수 있도록 하였다.

상부에 적재하는 컨테이너들은 CROSSBEAM에 지지되는데 이를 HATCH COAMING LEVEL에 설치하였다. 이 CROSSBEAM은 2개의 PILLAR에 의해 지지되며 CROSSBEAM 아래로는 8단이 적재되고 위로는 LOADED CONTAINER 4단과 EMPTY CONTAINER 1단이 적재되어 총 13단이 적재된다.

CROSSBEAM이 고정된것과 이동식이 있어서

20FT와 40FT 컨테이너를 적재 할 수 있도록 하였다.

이 CROSSBEAM과 횡격벽 상부 갑판에 컨테이너 지지대를 지지하기 위한 FIXED FRAME(또는 FRAMEWORK)을 그림 7과 같이 설치하였다.



1. UPPER DECK
2. FIXED FRAME(OR FRAMEWORK)
3. CROSSBEAM
4. CELL GUIDE
5. HATCH COAMING

Fig. 7 FIXED FRAME AND CELL GUIDE SYSTEM

이 높이는 10.7M로 컨테이너 4.5단 높이와 같다.

컨테이너의 MAX. CORNER POST COMPRESSION이 9단 무게이므로, 손상을 방지하기 위해 CROSSBEAM과 횡격벽 상부에 유압 작동식의 "SUPPORTING STOPPER"를 설치하여 상부의 5단 컨테이너를 지지하게 하였다.

이 STOPPER는 매 STACK 측면에서 수동으로 작동하게끔 하였다.

컨테이너 지지대(CELL GUIDE)는 "T"형으로

컨테이너간 간격을 줄이도록 하여 11 ROW를 적재하도록 하였다.

SEA KEEPING TEST 결과에 따라 內底板의 컨테이너 FITTING을 200 MM 높여서 流入水가 컨테이너 바닥과 접촉되지 않고 BILGE WELL로 잘 흐르도록 하였다.

### 6.3 排水 펌프

BILGE PUMP CAPACITY는 2 SET×약 400 M<sup>3</sup>로서 일반 컨테이너船 보다 약 60% 가량 용량이 크다. 이는 MODEL TEST 결과에 따라 BEAUFORT SCALE 11에서 해수유입 320m<sup>3</sup>/H, RAINFALL 90mm/H를 근거로 펌프용량을 결정하였다고 한다.

## 7. 기타 無蓋型 컨테이너선의 개발현황

### 7.1 독일 BREMER VULKAN 조선소

Fig. 8에서와 같이 2200 TEU 적재 無蓋型 컨테이너船을 개발하였다.

컨테이너 적재는 총 12단으로 SIDEWALL을 10단 높이까지 연장시킨 HIGH-SIDEWALL형이다.

거주구를 선미에 이동시키고 E/R 상부를 적재 장소로 이용하였다.

### 7.2 독일(구 동독) WARNOWWERFT WAR-NEMUNDE 조선소

800 TEU와 1000 TEU급 HIGH-SIDEWALL 형 無蓋 컨테이너船을 개발하였다.

기계 작동 GUARD를 설치하여 貨物을 보호할 필요가 있을 때에는 비나 가벼운 SPRAY를 막을 수 있도록 하였다.

### 7.3 덴마크 CONSULTANT SHIP TECH.

덴마크 정부 후원 프로젝트의 일환으로 SHIP TECH.에서 개발하였다.

20FT, 40FT, 45FT 그리고 48FT 컨테이너를 적재 할 수 있도록 하였다.

1042 TEU급에서는 貨物艙에 8단을 적재하고 갑판상에도 적재 할 수 있게 하였다. 200 TEU에서 1200 TEU 적재 범위에 대해 개발 중에 있다.

## 8. 無蓋型 컨테이너船 設計의 特別 檢討事項

### 8.1 流入水(WATER INGRESS) 예측

창구덮개(HATCHCOVER) 가 없기 때문에 GREEN WATER, RAINFALL, SPRAY 등에 의해 海水 및 빗물이 貨物艙에 有入되므로서 여러 問題들이 發生하게 된다.

이러한 問題점들은 선박의 安全과 運航등에 重大한 위험을 초래할수 있기 때문에 이들 事項들에 충분한 調査 檢討가 이루어져야 한다.

이들 각각에 대한 特性과 對處방안에 대해 기술하고자 한다.

### 8.2 GREEN WATER

이들 3가지 源泉中에서 가장 큰 問題點이(사진

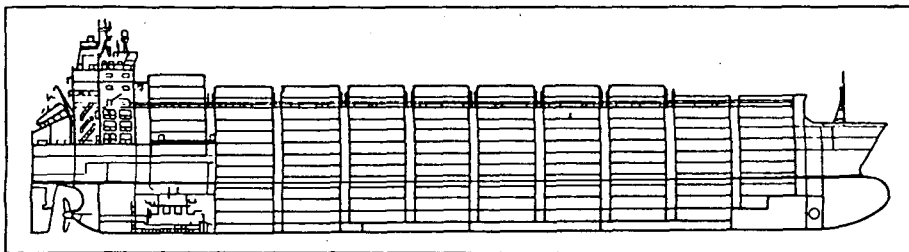


Fig. 8 BREMER VULKAN'S DESIGN

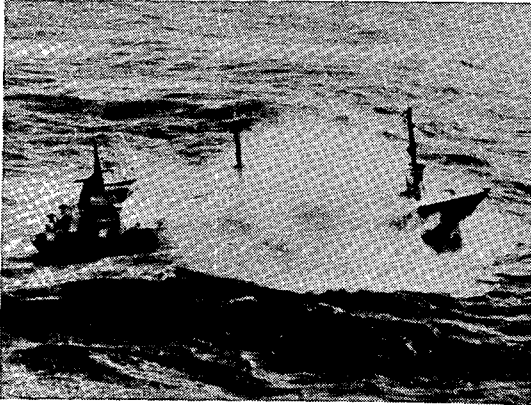


Photo 4 GREEN WATER

4)에서 보듯이 GREEN WATER에 의한 海水流入이다. GREEN WATER는 荒天航海時에 海水가 배위로 넘어들어오는 現狀이므로 모든 船型에서 조차 큰 問題가 되는 事項이다. 더구나 창구덮개가 없는 無蓋型 컨테이너船의 경우 특히 船首部 근 貨物艙에 一時的으로 多量의 海水가 流入될 경우에는 복원력 상실이나 過다한 선수트림으로 배의 安全과 運航에 큰 問題가 된다. 비록 少量이라고 해도 排水펌프가 신속히 排出하지 못할 경우 貨物에 損傷을 줄수 있다.

따라서, 精確한 流入水量을 豫측해서 이에 적합한 構造配置 및 排水設備등을 결정할수 있도록 하는 일이 매우 重要하게 된다.

流入水量 및 頻度등을 豫측하는 方法으로 耐航性 試驗(SEAKEEPING TEST)이 있다. 현재 豫측할만한 적절한 方法이 提示되지 않아서 시간과 경비가 많이들지만, 耐航性 試驗이 확실한 豫측 方法의 하나이다. 그러나, 테스트를 할수 있는 條件이 구비되지 못한 초기 設計단계나 프로젝트 성격상 테스트가 어려운 경우 등에서는 이를 대신해서 수량과 빈도등을 豫측할수 있는 컴퓨터를 이용한 解析方法이 필요하게 된다. 아직은 이와 같은 流入水 解析方法이 새로운 분야이기 때문에 여러 事項들이 관련되어져야 하고 또한 DATA도 제한되어서 좀더 깊은 연구가 이루어져야 할것으로 본다.

현재 ABS 선급에서 300TEU 컨테이너 공급선 모델 TEST DATA 와 3,000TEU급 컨테이너선의

事例研究를 참고로 만든 WATER INGRESS ANALYSIS PROGRAM 의 결과를 Fig. 9, 10, 11, 12에 나타내었다.

Fig. 9와 10은 300 TEU 공급선에서 HEAVE와 PITCH의 SINGLE AMPLITUDE SIGNIFICANT VALVE를 비교한 것이다.

Fig. 11은 300 TEU 공급선의 유입수량과 빈도에 대하여 乾舷의 영향을 나타내었다.

Fig. 12는 3,000 TEU 선에서 有效波高(SIG-NIFICANT WAVE HEIGHT)가 커짐에 따라 流入水量이 증가하는것을 나타내었다.

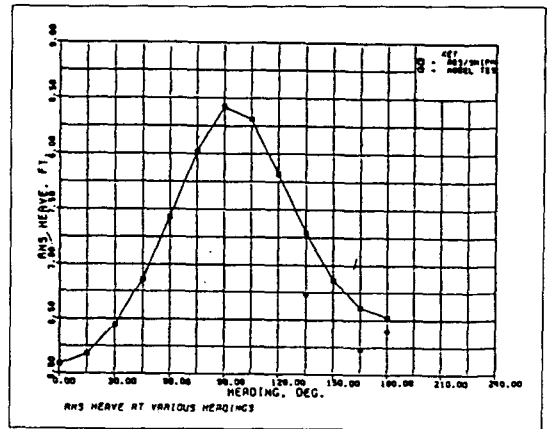


Fig. 9 Heave Motion RMS at Various Heading, Hs=30.4ft

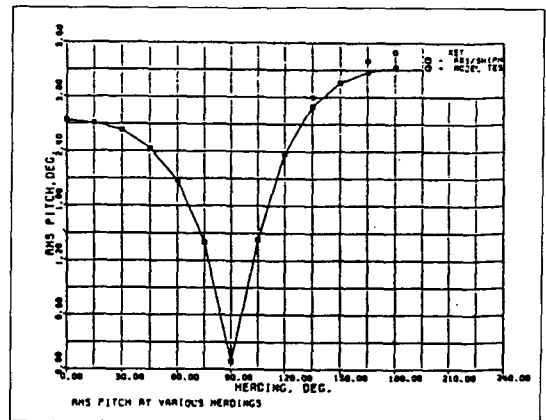


Fig. 10 Pitch Motion RMS at Various Heading, Hs=30.4ft

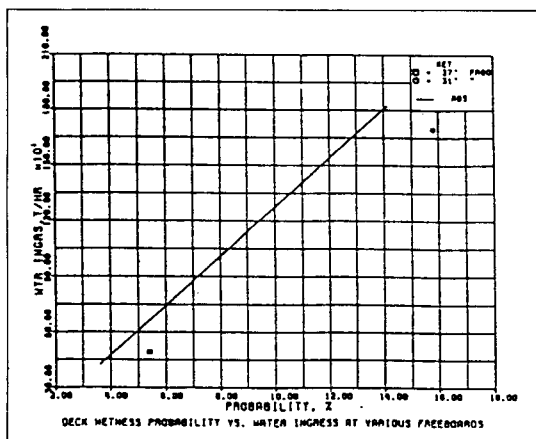


Fig. 11 Prediction for Water Ingress Hs=30.4 ft

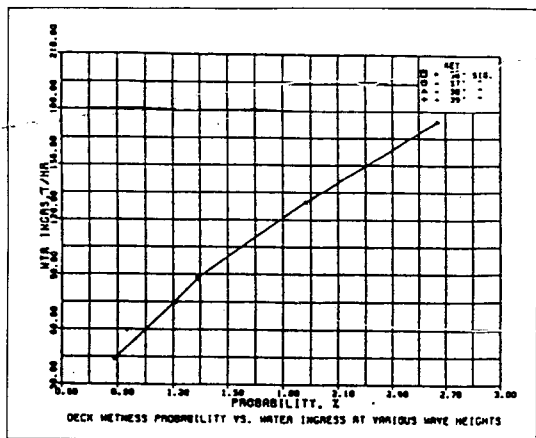


Fig. 12 Water Ingress Prediction for 3000TEU Containership

이러한 테스트와 解析과정을 통해서 船舶의 安全과 運航 條件을 만족시킬수 있는 船首 部分과 甲板部分의 型狀을 最適化할 수가 있다.

### 8. 1. 1 GREENWATER 대처방안

해상상태와 선박의 운동, 乾舷의 크기, 船首部分 型狀 등에 따라 流入水量 및 頻度등이 달라지게 되나 構造物 설치 및 一般配置를 변경시키므로 어느 정도 流入水量을 減少시킬수 있다.

300 TEU 와 3,000 TEU 선에서 수행한 모델 테스트 결과를 참고로 다음과 같은 방안을 고려해 볼수 있다.

1) 船首部分 貨物艙에 창구덮개(HATCHCOVER) 설치 :

- NEDLLOYD 및 BELL LINES 에서와 같이 流入水量과 頻도가 큰 船首部分 1번 또는 1, 2번 貨物艙에 일반 컨테이너船처럼 창구덮개를 설치하여 流入水を 막고 덮개 상부에 컨테이너를 적재하는 방안이다.

- 이 有蓋部分 貨物艙은 IMDG의 DANGEROUS CARGO 운송용으로 사용하도록 한다.

2) 거주구(DECK HOUSE)의 船首 이동 :

- 船首部分에서 GREENWATER 을 全幅으로 막아주므로 流入水 감소효과가 크다.

- 필히 WAVE IMPACT에 대한 構造 보강을 하여야하고 SIDE SCUTTLE, WINDOW 및 ACCESS DOOR등의 위치 및 크기를 신중히 檢査하여야 한다.

- 거주성이 나쁘므로 특히 근거리 전용선인 컨테이너 공급선에 고려해 볼만한 배치이다.

3) BOW FLARE 경사 증가 :

- 流入水 감소 효과가 있으나 BOW IMPACT LOAD가 커져서 構造보강이 필요하다.

- 流入水 및 BOW IMPACT LOAD의 극소화를 위해 WELL ROUND BOW LINE 및 FLARE를 갖도록 한다.

4) BOW HEIGHT 증대 :

- 船首部分 높이를 증대시키므로서 GREENWATER量과 頻度を 감소시키는 방안이다.

- 반면 視界(VISIBILITY)가 나빠져서 操舵室 위치를 높여야하므로 DECK HOUSE가 높아진다.

- 船首部分 무게가 커지므로 BENDING MOMENT도 커진다.

- WAVE IMPACT LOAD에 대한 보강부위도 많아진다.

5) HIGH HATCHCOAMING 설치 :

- 개구부 측면에 HATCH COAMING을 높게 설치하여 流入水を 감소 및 防止한다.

- 甲板에 컨테이너 적재시에는 HATCH COAMING과 접촉되지 않도록 해야한다.

6) FORECASTLE에 BREAKWATER 설치 :

- 일반 컨테이너 선에서는 船首部分 창구 덮개 상부에 적재한 컨테이너 保護가 主目的 이나 無蓋型에서는 컨테이너 保護 및 流入水 감소와 방지가 目的이다.
- FORECASTLE SIDE BULWARK 排水口를 통해 外部로 신속히 排水되도록 해서 貨物이 적재되어 있는 船尾部分으로 排水되지 않도록 構造배치를 해야 한다.

7) SIDESHELL에 HORIZONTAL BREAKWATER 설치 :

- Fig. 13과 같이 특히 船首部分 側面에서 流入되는 GREENWATER를 감소시키기 위해 船側에 설치한다.
- 이는 側面에서 SPRAY로 변경되므로 流入水 상태를 완화시킨다.
- IMPACT LOAD가 크므로 주위 船體보강이 필요하다.

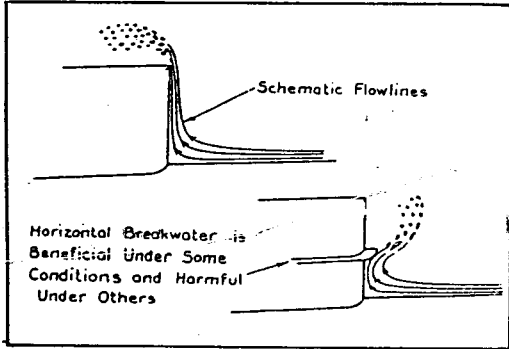


Fig. 13 Horizontal Breakwater

上部에 언급한 事項들을 하나이상 복합적으로 적용하여 GREENWATER에 의한 과다한 海水流入을 적절히 감소시킬수 있다.

8.1.2 降雨(RAINFALL)

荒天航海 상태가 아닌 경우에는 비에 의한 침수가 가장 큰 問題가 된다. 정박중이거나 항해중 어느때라도 많은 량이 내릴수 있으므로 이에 대한 대비가 중요하다.

GREENWATER는 일반적으로 船首部分 貨物艙에만 큰 영향을 주지만 비는 全貨物艙에 영향을

준다.

NEDLLOYD나 BELL LINE 경우처럼 GREENWATER 대비책으로 船首部分 1, 2번 貨物艙에 덮개(HATCHCOVER)를 설치하거나 거주구를 船首에 위치시키고 그 前部 貨物艙에 덮개를 설치하는 경우에는 GREENWATER에 의한 영향이 相對적으로 적어져서 全貨物艙에 내리는 降雨量이 排水 SYSTEM의 設計 기준이 된다. 降雨量은 名地域 및 航海區域마다 다르기 때문에 어느 特定地域의 最大降雨量을 기준으로 정하기에는 問題가 있으나 그 잠재 가능성은 항시 있으므로 設計基準의 最大降雨量은 Table 4에 따라 결정하는 것이 좋다.

Table 4 Standard for Rainfall

	降雨量, MM/HOUR
世界 最大 記錄	127
日本 造船 設計 便覽	100
ABS 基準	90

8.1.3 飛霰(SPRAY)

Photo 4와 Fig. 13에서 보듯이 비산은 波가 배나 기타 附加物에 부딪치거나 波끝단의 얇은막이 바람에 날리면서 안개비와 같은 형태로 뿌려지는 현상이므로 비산에 의한 영향은 비교적 작아서 큰 영향은 없다.

BELL LINES의 자항시험에서도 거주구 위치가 船尾일 경우 2번 貨物艙에 약간의 영향을 미친 것으로 나타났었다.

8.2 排水 시스템(DRAINAGE SYSTEM)

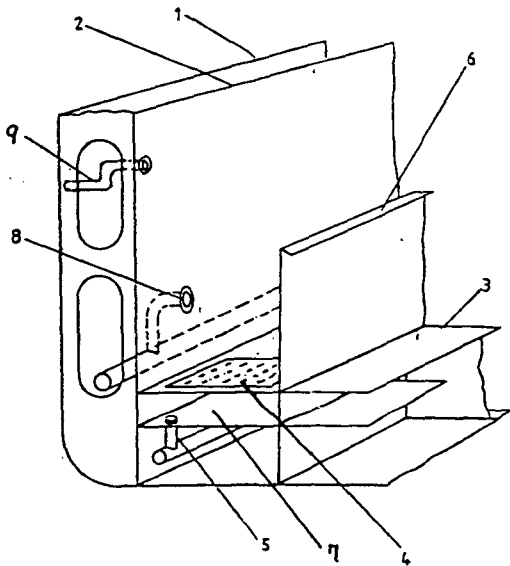
貨物艙에 流入된 물은 즉시 BILGE WELL이나 SUMP TANK로 集水되어서 排出될수 있도록 해야 한다.

無蓋型에서는 배의 안전과 貨物 보호를 위하여 排水 시스템이 매우 중요한 要素가 된다.

따라서 排水펌프의 容量, 設置臺數, 그리고 配管등과 排水시스템의 信賴性, 예상排水 장애 및 不時에 動力이 遮斷될 경우 排水방안 등을 신중히 檢討하여야 한다.

BELL PIONEER 경우처럼 船側 排水口

(FREEING PORT)가 설치되는 경우는 동력이 차단되어 장시간 排水가 불가능할 경우를 예상하여 生存概念으로 고려된것이지만 실제로는 貨物보호 측면에서 볼때 流入水가 내저판 바닥에 고이기 前에 즉시 排出되도록 해야 한다.



1. Ship's side plating
2. Side tank inner plating
3. Tank top
4. Drainage slots
5. Bilge line
6. Wash plate between container
7. Sump Tank
8. Ballast line
9. Freeing port

Fig. 14 Drainage System

BELL PIONEER 및 NEDLLOYD 경우 모델 테스트 결과를 근거로 BILGE PUMP 용량을 결정하였다. 이미 기술한바와 같이 일반 同型船을 기준으로 볼때 펌프용량은 BELL PIONEER는 2배, NEDLLOYD는 1.6배 정도이다.

Fig. 14에서와 같이 신속한 排水를 위해서는 다음과 같은 放案이 고려되어야 한다.

1) 船側 排水口 設置 :

동력이 장시간 차단될 경우 生存條件을 유지하기 위해서 필요하다. 이 경우 排水管에 VALVE를 설치하여야 한다.

2) 波型內低板(CORRUGATED INNERBOTTOM PLATE) :

貨物艙에 流入된 물이 前後方向으로 신속히 흐르도록 內低板을 波型으로 한 방안이다. 이 경우 내저판의 BUCKLING STRENGTH를 필히 檢討하여야 한다.

3) BALLAST LINE 과 貨物艙 연결 :

BILGE PUMP 또는 PIPE가 作動不能일 경우에 대비하여 貨物艙에 流入된 물을 BALLAST PUMP 시스템으로 직접 排水할수 있도록한 2重排水 시스템이다.

이 경우에도 貨物艙과 BALLAST 主管 사이에 밸브를 부착해야 한다.

4) 集水筒(SUMP TANK) 설치 :

貨物艙의 前後部 二重低內에 大型 集水筒을 설치하여 流入水가 즉시 集水되어 排出 되도록 하기 위한것이다.

集水筒은 충분히 커서 排水 直前의 流入水가 컨테이너 밑部分과 접촉되지 않도록 해야 한다.

集水筒 구역의 내저판에는 多孔상태로 하여 流入된 물이 즉시 흘러내리도록 해야 한다.

5) 制水板(WASH PLATE) 설치 :

貨物艙에 流入된 물이 즉시 排出되지 못하고 내저판에 고이게 되면 자유표면 효과(FREE SURFACE EFFECT)가 일어나서 복원성에 나쁜 영향을 주므로 이를 방지하기 위해 일정 높이로 컨테이너 사이에 縱方向으로 制水板을 설치하는 방안이다.

컨테이너가 적재될 경우에는 자유표면효과가 發生될수 없으나 空艙상태로 運航이 예상되는 경우에는 설치가 고려되어야 한다.

6) 컨테이너 SEAT 配置 :

컨테이너 STACKING CONE 또는 SEAT는 내저판에서 200-300 MM 가량 높이에 설치하여 流入水가 잘흐르고 컨테이너와도 접촉되지 않도록 공간을 두어야 한다.

SEAT는 STACK의 4 POINT를 섬(島)式으로 지지하거나 Fig. 15처럼 횡방향 또는 종방향으로

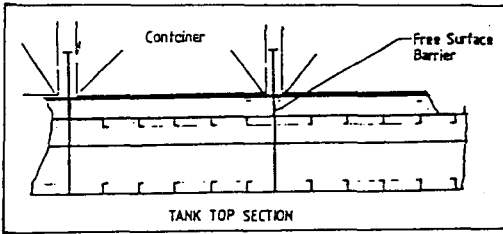


Fig. 15 Arrangement of Container Seat

WEB TYPE을 설치하는 방안이 있다. 어느 경우든 流入水가 集水筒으로 잘 흐르도록 配置하여야 하며 장애가 될 경우에는 구멍이나 일부 절단을 하는 방안이 있다.

#### 7) 集水筒의 結氷防止 :

無蓋型은 貨物艙이 外氣에 完全히 노출되어 있기 때문에 겨울철에는 集水통이 結氷되어서 流入水를 排出할수 없게 되므로 큰 問題가 發生할수 있다.

이러한 結氷防止를 위해서는

- 集水통을 HFO TANK상에 배치하거나
- 集水통 주변에 HEATING COIL등을 설치하여 凍結를 防止할수 있도록 시설을 해야한다.

### 8.3 LOAD LINE과 FREEBOARD 규정

국제 만재 흘수선 규정(ICLL, 1966)에 따라 창구덮개가 없는 경우에는 어떤 경우에도 이를 免除시킬만한 규정이 없으므로 現在의 LOAD LINE과 FREEBOARD 基準을 어떻게 적용 할것 인지가 問題이다. 따라서 無蓋型에 대해서는 現規定들이 적절치 못하므로 오로지 해당 정부당국의 承認에 의해서만 例外的으로 免除될수 있을뿐이다. 이는 아일랜드와 네덜란드 정부당국에 의해 조치된 例로도 알수 있다.

해당 정부당국의 承認을 얻기 위해서는 일반 有蓋型 콘테이너船과 동일한 安全性을 가지고 있음을 입증해서 제출하는 방법밖에 없다.

이를 인정받기 위해서는 貨物艙 입구까지 충분히 큰 乾舷을 가지고 있으며 貨物艙이 동시에 침수되었다고 가정해서 복원력과 흘수가 적절히 유지되고 있음을 증명해야 할것이다.

最小 乾舷은 일반 콘테이너船처럼 창구덮개가

있다는 條件에서 계산된 最低층 갑판으로 정할수 있겠다.

### 8.4 復原力(STABILITY)

창구덮개가 없어서 外氣水密(WEATHERTIGHT)이 안되기 때문에 現在의 復原力 曲線으로는 貨物艙이 침수되는 경우들을 고려해보면 적절치 못하다.

無蓋 콘테이너船의 靜的 復原力은 침수되었다고 가정해서 결정해야 한다.

이런 경우에는 浮力損失이 復原力에 직접적으로 영향을 미치게 된다.

貨物艙 前部 또는 일부가 部分침수되었을 경우에는 새로운 기준이 마련되어야 하지만 動的 復原力이 주요 요인이 될것이다.

貨物艙에 流入한 물의 영향을 檢討하기 위해서는 모델테스트나 컴퓨터 解析이 필요하다.

일반적으로 貨物艙에 많은 量의 물이 流入되었을 경우에는 TRIM이나 HEELING등의 영향이 있고 자유표면효과가 發生하게 된다. 이러한 事項등을 초기에 檢討하기 위해서는 컴퓨터 解析등의 방법으로 예측하도록 해야한다.

### 8.5 耐航性 解析(SEAKEEPING ANALYSIS)

해상條件과 침수정도에 따른 배 運動을 반드시 檢討하도록 해야 한다.

이러한 檢討의 필요성은 顛覆 또는 항해능력 傷失등을 방지하기 위해서 바람직하지 못한 배의 運動, TRIM 및 HEELING 條件등을 檢討하기 위해서이다.

따라서, 여러가지 貨物積재 條件에 대해 내항성 檢討가 되어져야 한다. 檢討방법은 모델테스트나 컴퓨터 프로그램을 이용해서 할수 있다.

초기단계에서는 컴퓨터 프로그램을 이용해서 배 운동의 경향과 構造解析에 이용할 波의 動的 荷重條件등을 얻을수 있다.

### 8.6 構造解析(STRUCTURAL ANALYSIS)

일반 콘테이너船의 경우처럼 無蓋型에서도 構造가 주요관심 事項이다. 콘테이너船은 기본적인



로 大開口를 갖기 때문에 비틀림 강성이 부족하게 된다. 無蓋型에서는 乾舷이 크기 때문에 側壓力이 커져서 비틀림 및 수평 모우멘트도 크게 작용한다.

이와 같이 여러 해상상태에서 수직, 수평 및 비틀림 모우멘트에 의해 야기되는 응력을 檢討하는 것이 매우 중요하다.

無蓋型에서는 貨物艙이 침수될수 있는 條件이므로 設計時에 局部荷重條件에 대해 충분히 檢討가 되어야 한다. 따라서 여러해상 및 構造條件에서 배의 主要構造 및 局部構造들의 강도를 檢討하기 위해서 構造解析이 필요하게 된다.

일반적으로 全構造의 3-D COARSE MESH FINITE ELEMENT MODEL이 수직·수평 및 비틀림 모우멘트에 대한 中강도와 그 응답을 얻기 위해 行해진다.

2-D FINE MESH FEM은 3-D FEM 解析 결과에 따라 選定된 국부의 강도를 檢討하기 위해 行하여 진다. 構造解析을 하기 위해서는 보통 다음과 같은 3단계 과정을 거치게 된다.

첫째, 이미 기술한바와 같이 SEAKEEPING

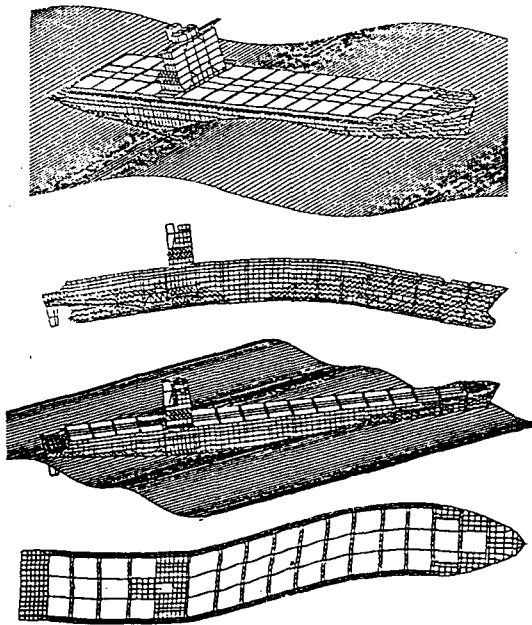


Fig. 16 Wave Profile and Vessel Response

AND WAVE LOAD ANALYSIS을 수행해서 FEM 構造 解析에 이용할 動的荷重(DYNAMIC WAVE LOAD)을 얻어야 한다.

Fig. 16은 SEAKEEPING ANALYSIS 에서 얻어진 QUASI-STATIC EQUIVALENT REGULAR WAVE SYSTEM 측면도와 상갑판 측면도의 한 예를 나타내었다.

둘째, SEAKEEPING ANALYSIS 결과에서 얻어진 동적하중 條件과 수직·수평 및 비틀림 모우멘트를 이용하여 全構造를 3-D FEM 解析을 하게 된다. Fig. 17은 전형적인 3-D FEM 모델을 나타내었다.

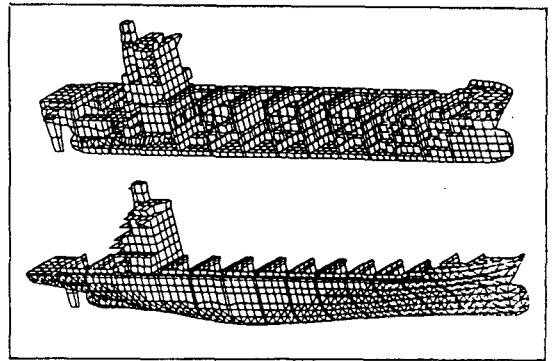


Fig. 17 3-D Coarse Mesh FEM Model

셋째, 3-D FEM 解析에서 應力과 變形이 크게 나타난 부위에 대해서 最適의 型狀 및 SCANT-

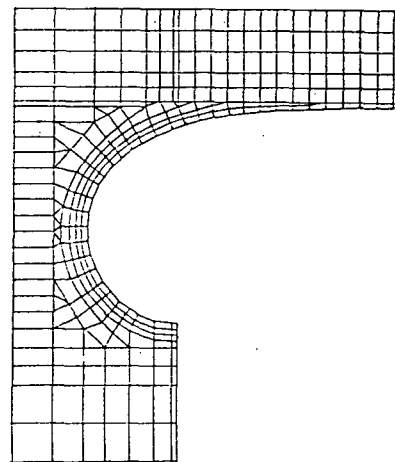


Fig. 18. 2-D Fine Mesh FEM Model

LING을 결정하기 위해 2-D FINE MESH FEM 解析을 Fig. 18과 같이 행하게 된다.

2-D FEM 解析의 境界條件으로는 3-D FEM 解析결과에서 얻어지는 변위(DISPLACEMENT)을 이용한다.

### 8.7 CONTAINER LOADING SYSTEM

컨테이너는 지지대(CELL GUIDE)에만 적재되기 때문에 積荷방법이 비교적 단순하다.

특별한 경우로는 최상부에 적재되는 컨테이너를 AUTO TWIST LOCK을 사용하여 적재하는 방법인데 이 경우 신중한 檢討가 필요하다.

컨테이너 적재 시스템에 고려해야 할 事項들로 는 :

1) 냉동 컨테이너(REEFER CONTAINER) 적재 : 外氣에 노출되고 항상 침수가능성이 있기 때문에 이러한 條件에서도 적합한 냉동컨테이너 전용 전기 시스템 배치에 신중을 기해야 한다.

#### 2) 컨테이너 浮上防止 裝置 :

컨테이너가 적재된 상태에서 貨物艙이 완전 침수되었을 경우에는 貨物이 손상을 입을 뿐만 아니라 컨테이너가 부력을 받아 浮上하게 되어서 특히 上部에 적재된 컨테이너 및 EMPTY CONTAINER가 CELL GUIDE을 벗어날수 있으므로 問題가 發生한다. 따라서, 排水시스템의 條件을 고려하여 컨테이너가 浮上하지 못하도록 上部 컨테이너를 固定시키는 장치가 필요할수도 있다.

#### 3) 컨테이너 적재 段數(TIER)

국제 표준규격(ISO STANDARD) 컨테이너의 최대 CORNER POST COMPRESSION은 9단을 넘을수 없다. 前에는 종종 9단 적재 컨테이너船도 있었으나 動的荷重 및 기타 CANAL FEE나 HARBOUR DUES 또는 운용상의 이점들을 고려하여 8단 아래로 적재하는 것이 일반적이다.

有蓋型 컨테이너船과 같은 컨테이너 數를 적재하기 위해서는 13단 정도의 적재가 필요하기 때문에 하부에 적재되는 컨테이너에 손상등의 問題가 發生한다.

이같은 방법을 해결하기 위해서는

-NEDLLOYD 경우처럼 8단 높이에서 상부

컨테이너를 지지해주는 "SUPPORTING STOPPER"를 CROSSBEAM 또는 지지대에 설치하는 방안이 있다.

-현실적으로 어려운 방법이지만 UNIFORM LOAD 를 적게해서 전체적으로 ISO 최대 CORNER POST COMPRESSION을 넘지 않도록 하는 방안이다.

기타 貨物艙에 설치하는 장비들은 外氣에 노출되므로 고장 및 손상의 危險이 많기 때문에 장비 보호방법이 고려되어야 한다.

### 8.8 固定式 消火 시스템(FIXED FIRE EXTINGUISHING SYSTEM)

소화시스템은 SOLAS CHAPTER II-2, REG. 53에 따라 설치해야 한다. 또한 DANGEROUS GOODS이 운송될 경우에는 REG. 54에 따라 설치해야 한다.

無蓋型은 外氣에 노출되어 있어서 개스식 消防 시스템이 적절치 못하므로 FORM 또는 WATER SPRAY 시스템으로 대처 될수 있을것으로 본다.

危險물질이 컨테이너에 운송될 경우에는 IMDG CODE에 따라야 한다. 이런 경우 통상적으로 하나 이상의 貨物艙을 危險物 전용창으로 이용하는 것이 보통이다.

### 8.9 貨物艙 방청(PROTECTION AGAINST CORROSION)

貨物艙이 外氣에 노출되고 계속해서 海水가 流入되기 때문에 貨物艙 방청방법은 外部의 방법에 준해서 고려되어야 한다.

### 8.10 IMO 活動

無蓋型 컨테이너船이 기존 선박설계 概念 및 여러 國際 海事規則들과 근본적으로 相值되므로서 IMO는 물론 各國 정부 당국에서도 그 허용여부와 규칙 적용 및 解析에 큰 혼선을 야기하였다. 이와 관련하여 1990. 5월에 개최된 제 58차 MSC 회의에서 그동안 各小委員會(SUB-COMMITTEE)와 여러 국가에서 거론되어온 無蓋型 컨테이너의

문제점들을 검토하고 향후 관련 규칙 制定等 그 대책을 논의하였다.

無蓋型 콘테이너船에 대한 議題를 제출한 나라와 議題番號는 다음과 같다.

GERMANY(SLF 34/13/3), JAPAN(MSC 58/4/5),  
NETHERLAND(MSC 58/4/6)  
USA(MSC 58/4/1/REV.1)

各小委員會別로 無蓋型 콘테이너船에 적용할 규칙등을 제정하기 위해 1992년까지 완료 목표로 향후 작업계획을 다음과 같이 결정하였다.

- 1) SUB-COMMITTEE ON THE CARRIAGE OF DANGEROUS GOODS(CDG)  
-STOWAGE AND SEGREGATION IN OPEN-TOP CONTAINER SHIPS : 목표 1991.
- 2) SUB-COMMITTEE ON FIRE PROTECTION (FP) :  
-FIRE PROTECTION OF OPEN-TOP CONTAINER SHIPS : 목표 1991.
- 3) SUB-COMMITTEE ON SHIP DESIGN AND EQUIPMENT(DE) :  
-BILGE DE-WATERING REQUIREMENTS IN OPEN-TOP CONTAINER SHIPS : 목표 1992.
- 4) SUB-COMITTEE ON STABILITY, LOADLINES AND ON FISHING VESSELS SAFETY (SLF)  
-主管 소위원회  
-OPEN-TOP CONTAINER SHIPS IN CO-OPERATION WITH THE CDG, FP AND DE SUB-COMMITTEE : 목표 1992.

기타 사항으로 TONNAGE MEASUREMENT (TM), 1969와 관련하여 無蓋型은 갑판에 덮개가 없기 때문에 현행 규칙으로는 톤수측정이 불가능하다. 따라서 각국정부 당국에서 각기 다른 기준으로 결정할수 있기때문에 국제적인 통일을 기하기 위해 TM CIRCULAR를 작성 배포하였다. 이에 의하면 無蓋型 콘테이너船 경우라도 콘테이너를 운송하는 목적으로 사용되는 貨物艙은 最上層甲板에 창구덮개가 설치되었다고 가정해서 계산된 총體積 V를 계산에 사용하도록 하였다.

## 9. 결 론

이미 기술한 바와 같이 無蓋型 콘테이너船은 경제성 및 효율성등 여러가지 장점들을 가지고 있어서 次世代 콘테이너 수송의 혁신을 가져올것으로 각광 받고 있다.

따라서 향후 一般船들처럼 보편적이고 다양하게 建造를 하기 위해서는 몇가지 기술적인 문제점을 해결해야할 필요가 있다. 특히 안전성 측면과 몇가지 신중히 고려해야할 사항들은 모델 테스트와 컴퓨터 해석등 現在의 방법으로도 충분히 해결할수가 있으나 테스트 및 해석기간이 길고 많은 비용이 들기 때문에 자연 建造기간이 길어지고 초기 투자비용이 많이 들어서 원래 초기 장점들이 반감될수 있다.

이러한 점들을 해결하기 위해서는 초기에 그 경향을 정확히 예측할수 있는 기술개발이 이루어져야 할것으로 본다.

현재 일본의 MHI, IHI, TEROAKA 조선소만 건조 경험을 갖고 있기 때문에 차후 우리나라 조선 및 해운업계에서도 경쟁력을 확보하기 위해서는 설계 및 건조경험 격차를 빠른 시간내에 극복할수 있도록 노력해야 할것으로 본다.

## 後 記

조선소나 해운회사에서 설계전반에 필요한 문의사항은 한국해양대학 선박공학과 선박설계연구팀(朴命圭)에 문의를 바랍니다.

## 參 考 文 獻

- 1) IMO : "REPORT OF MARINE SAFETY COMMITTEE ON ITS 58 TH SESSION", 1990. 6
- 2) ABS : "HATCHCOVERLESS TYPE CONTAINERSHIP", 1989. 2
- 3) ABS : "THE PREDICTION OF WATER INGRESS FOR HATCHCOVERLESS CONTAI-

- NERSHIPS”, 1989. 5
- 4) ABS : “HATCHCOVERLESS CONTAINER-SHIPS”, 1990. 8
  - 5) D.A. GILLES : “THE CONCEPT OF THE HATCHCOVERLESS CONTAINERSHIP”, SHIP & BOAT INTERNATIONAL, 1990. 6
  - 6) “OPEN TOPPED CONTAINER SHIPS WORLD SAVE TIME AND MONEY”, THE MOTOR SHIP, 1987. 6
  - 7) “HATCHLESS DESIGN OFFERS FAST CARGO HANDLING”, THE MOTOR SHIP, 1990. 1
  - 8) “LATEST DESIGNS MEET COST SAVING REQUIREMENTS”, THE MOTOR SHIP, 1991. 1
  - 9) “DESIGNER ARGUES FOR COVERED CONTAINER SHIPS”, THE MOTOR SHIP, 1991. 4
  - 10) “NEW CONTAINERSHIP DESIGN”, S & P, march
  - 11) 三星重工業 造船技報(Vol. 2, No. 2, 1990)
  - 12) 世界初の ハッチカバ-レス. ユソナ船 BELL PIONEER'의 概要, 船의 科學, 1990. 11
  - 13) 朴命圭·金讚宗 : “건화물선의 구획및 손상 복원성에 관한 새 국제기준”, 한국선원 선박문제연구소, 1991. 32호