

# 한라 2,000 TEU급 OPEN TOP CONTAINER 선 소개

최 길 선

〈한라중공업(주) 조선사업본부장〉

## 1. 머리말

최근, 여러 국가에서 개발 되고 있는 OPEN TOP CONTAINER선(이하 OTCV라 함)은 조선소 및 해운업계의 지대한 관심을 끌고 있다. 이것은 기존 CONTAINER 선에서 HATCHCOVER를 제거함으로써 HATCHCOVER의 조작 및 LASHING 등에 소요되는 시간과 경비를 절감시킬 수 있는 장점에 대한 기대감 때문일 것이다. 그러나, 그동안 본 OTCV에 대한 관련 범규의 미흡 및 이에 따른 보험료의 상승, CONVENTIONAL에 비해 증가되는 DEPTH로 인한 초기투자의 증가와 실제 운항시 얻어지는 효과에 대한 의구심 때문에 단지 그 가능성만을 보여왔었다. 그러나, 최근 IMO SLF 37차 회의에서 본 OTCV에 대한 GUIDE LINE이 확정되었고, OTCV에 대한 TONNAGE의 경감에 대해서도 늦어도 94년 초까지는 경감안이 확정될 것이며 또한 OTCV를 운용하고 있는 선주사들의 운영결과가 긍정적으로 보고되므로 인하여, 향후 OTCV 선종은 적어도 FEEDER선에 있어서는 기존의 HATCHCOVER가 있는 CONTAINER선에 대체하여 선종을 일으킬 것으로 예상된다.

이에 당사에서는 CONTAINER선 시장의 지속적인 물량 증가 추세와 OTCV의 장점에 주목하여 일년여에 걸친 개발을 수행하여 2,000TEU급의

OPEN TOP CONTAINER선에 대한 기본 설계를 완료하였으며, 국내의 해사기술연구소 및 네덜란드의 수조에서 필요한 모형시험을 수행하여 그 우수성 또한 검증 완료하였다.

본 고는 OTCV 선종에 대한 당사의 경험을 국내학계 및 조선업계에 소개하므로써 국내의 조선기술자에게 본 선종에 대한 이해 및 관심을 도모하고자 작성하였다.

## 2. 한라 2,000TEU급 OPEN TOP CONTAINER선 개발 내용

### 2.1 개발 주안점

당사에서는 OTCV를 개발선으로 선정하고, 기초자료 조사 및 선주사에 대한 선호도 조사를 통하여 OTCV의 장단점을 파악하여 단점에 대한 대안 마련과 선주사의 의견을 반영하여 아래와 같이 기본 방향을 수립하여 추진하였다.

- \* HATCHCOVER 삭제 및 CELL GUIDE의 연장을 통한 하역시간의 단축
- \* DEPTH의 증가로 인한 불요 공간의 감소를 위해 AFT SUNKEN DECK의 채택 및 셀가이드 간격의 최소화 등 최적공간설계 추구
- \* 컨테이너 적재시의 FLEXIBILITY확보 및 다단적재(11단)에 따른 하단컨테이너의 손

〈개발선의 주요 요목〉

항목	개발선
LENGTH O.A.	190.90 M
LENGTH B.P.	180.00 M
BREADTH mld	30.60 M
DEPTH mld	20.50 M
Tdesign mld	9.75 M
Tscantl mld	10.50 M
DWT at Td	27850 TONNES
at Ts	30600 TONNES
CONTAINER (HOMO 14T)	MAX 2090 TEU 1670 TEU
M/E MCR*RPM	24920 BHP*106 RPM
NCR*RPM	22428 BHP*102.3RPM
DESIGN SPEED	20.1 KTS
COMPLEMENT	24 P

상방지 및 위험물 컨테이너 적재 ( )고려

- \* 적정 DEPTH의 선정으로 갑판개구부로 유입되는 해수량의 최소화 및 적합한 DE WATERING SYSTEM의 설계
- \* 선형 설계시 복원성의 증대 및 발라스트탱크를 P, S, C로 구분하여 적재 효율을 증가시키므로써 경제성 제고

2.2 개발선의 일반 계획

DEPTH의 선정

OTCV에서는 DEPTH의 선정이 매우 중요하다. 금년 확정된 IMO SLF37/WP6 'DRAFT INTRIM GUIDELINE FOR OPEN TOP CONTAINERS'에 따르면 한 HOLD 당 해수유입량은 개구부 총면적에 허용해수유입을 400MM / H를 곱한 값 보다 작아야만 FREEBOARD의 적합성을 인정하고 있다. 그러나 초기 단계에서 DEPTH를 정함에 있어서 위의 요건을 만족하는지 여부를 판단하기란 일련의 MODEL TEST를 수행하지 않고는 어려운 일이다. 따라서 당사에서는 DOWN FLOODING ANGLE 관점에서 DEPTH를 선정하고 TAYLOR 60 SERIES를 이용, DECK WETNESS를 검토하였고 MODEL TEST 결과 최대 해수유입율이 150MM / H로 측정되므로써 만족한 결과를 보여주었다.

구획배치

HOLD는 5개로 계획하고 CONTAINER 적재시의 FLEXIBILITY를 향상시키고자 20FEET 전용 BAY를 6개 두었다. 또한 NO.1 HOLD는 위험물 컨테이너(IMDG CODE NO.1-9)의 적재 및 해수 유입량을 줄이고자 HATCHCOVER를 두었고 NO. 3 HOLD도 위험물 컨테이너(IMDG CODE NO.2-9)를 적재할 수 있도록 하였다. HOLD 내부는 CELL GUIDE의 간격을 최소화하여 10열을 적재할 수 있도록 하고 ON DECK는 12열을 적재하도록 계획하였다. 또한 FULL LOAD시 BALLAST량을 최소화 할 수 있도록 CENTER BALLAST TANK를 두어 TEU당 BALLAST량이 14T/TEU HOMO FULL LOAD에서 2.6톤으로 그 적재효율을 향상시켰다. 그리고 DEPTH의 증가에 의한 기관실 구역의 불필요 공간을 줄이기 위해 SUNKEN DECK를 채택하였으며 거주구는 내진성 향상을 위하여 일체형으로 설계하였으며 장시간의 항해에도 충분한 휴식을 취할 수 있도록 충분한 공간을 확보하였다.

CONTAINER LOADING

CONTAINER적하시 HATCHCOVER HANDLING 및 LASHING에 소요되는 시간을 경감시키기 위해 HATCHCOVER를 삭제 하였으며 ON DECK에 적재되는 CONTAINER의 고박을 위해 FIXED CELL GUIDE를 최상단 CONTAINER 까지 연장하였다. OTCV에서는 HATCHCOVER가 없으므로 개발선의 경우 CONTAINER가 11단 적재되게 된다. 그러나 통상 20FEET CONTAINER의 경우 8단 적재가 일반적이므로 최하단 CONTAINER의 손상이 우려된다. 따라서 당사에서는 기존의 CONTAINER 운송상태를 조사한 결과, 옆의 표면에서 보인 바와 같이 VOLUME CARGO와 HEAVY CARGO의 비율이

구분	VOLUME CARGO	WEIGHT CARGO
TEU	ABT 18 T	ABT 8-9 T
FEU	ABT 23 T	ABT 17 T

7:3으로 조사되어 HOLD 내의 STACK LOAD를 TEU경우 11 TIER 180톤, FEUT 경우 11TIER 270톤으로 정함으로써 최하단 CONTAINER손상 문제의 해결 및 경제성을 고려하였다.

### 2.3 선형개발

어느 선형을 개발하던지 주어진 여건에서 최상의 성능을 발휘해야 하는 것은 주지의 사실이다. 다만 OTCV에 있어서는 해수유입량을 줄여야 한다는 점을 유의해야 할 것이다. 따라서 본 개발선에서는 선수부 형상에 대해 SHPPING WATER 홀 줄이기 위하여 선수 BULB의 SECTION AREA와 PROTRUDING LENGTH를 증가시켜 선수파가 양호하도록 하였으며, 수선상부는 FLARE를 줄이기 위해 KNUCKLE LINE을 이중으로 처리하였다. 또한 선미부에서는 TRANSOM 부분을 전폭에 가깝게 유지하여 AFT DECK에서의 CONTAINER 적재 능력을 향상시키고, STABILITY를 증대시키고자 PRAM TYPE의 선형을 채택하였다. 본 선형은 모형시험을 통하여 우수한 선형으로 입증되었다.

### 2.4 복원성

OTCV는 CONVENTIONAL TYPE 보다 높은 DEPTH를 가짐으로 해서 INTACT STABILITY 및 DRY CARGO DAMAGE 측면에서는 매우 양호한 결과를 보여주고 있으나 INTERMEDIATE FLOODING시 STABILITY는 OPEN HOLD에 대한 FREESURFACE를 고려해야 하기 때문에 유의해야 한다. 본 요건은 금번 SLF회의에서 미국에 의해 처음 제안 되어져 이에 대한 검토는 삽입하되 상세한 규정은 보류하였다. 이것은 미국의 검토 결과에 의하면 최종적인 침수 상태에서 보다 중간 단계가 더 문제가 된다고 한다. 본 고에서는 본 규정이 확정된 지가 오래지 않아 당사의 개발선에 대한 검토 결과를 소개하지 못하는 점을 아쉽게 생각하며 다음 기회에 소개하기로 하겠다. 그러나 FREESURFACE MOMENT에 대해 CONTAINER의 내부 공간은 제외해야 한다는 네덜란드의 제안이 채택되어 큰 문제는 없을 것으로 사료 된다.

## 2.5 제시험 결과

### HULL FORM STUDY

국내의 해사기술연구소에서 수행한 MODEL TEST는 STOCK PROPELLER를 사용하였고 매우 양호한 결과를 보여 주었다. 따라서 OPTIMIZED된 PROPELLER를 장착하면 더욱 개선된 결과를 보여 주리라고 예측된다. 또한 WAKE CHARACTERISTIC과 FLOW PATTERN도 양호한 결과를 보여주었다.

#### <TEST RESULT>

COND	DRAFT(F/A)	RESULT
DESIGN	9.75 M	20.13 KTS
BALLAST	6.4/7.6 M	21.02 KTS
SCANTL	10.5 M	19.51 KTS

### SEAKEEPING TEST

네덜란드의 MARINE에서 수행된 SEAKEEPING TEST는 아래의 조건에서 실시하였으며, 그 주요 목적은 해수유입량을 계측하기 위한 것이었다. 계측 결과는 매우 양호하였으며 내항성능도 우수한 것으로 계측되었다.

#### <TEST SCOPE>

- WAVE PATTERN : LONG CREST IRREGULAR
- SEA STATE : BN 11
- SIGNIFICANT WAVE HEIGHT : 8.5 M
- WAVE PERIOD : 10.5 SEC
- TEST DRAFT : 10.5 M
- TEST SPEED : 11.0 KTS
- TEST GM : 0.5 M

#### <TEST RESULT>

구분	TOT INGRESS	MAX ROLLING	MAX SHIPPED
	WATER M <sup>3</sup> /H	ANGLE DEG	HOLD
FOLLOWING SEA	-	2373	-
QUATER FOLLOWG	430	531	NO.2
BEAM SEA	915	698	NO.3
QUATER HEAD SEA	1470	1015	NO.5
HEAD SEA	990	337	NO.2 ONLY
BEAM SEA(DEAD)	330	362	NO.3

## 2.6 DEWATERING SYSTEM

OTCV에서는 DEWATERING SYSTEM이 매우 중요하다. 왜냐하면 개구부로 유입되는 해수를 적절히 선외로 배출하지 않으면 화물의 손상 뿐만 아니라 침몰의 위험도 다르기 때문이다. 따라서 범규에서도 DEWATERING SYSTEM의 요건에 대해서 상세히 규정하고 있다. 따라서 본 개발선에서는 SEAKEEPING TEST 결과를 토대로 하여 신 규정을 적용 적절한 BILGE SYSTEM을 선정하였다. 또한 최하단 CONTAINER의 침수를 방지하고 TANK TOP 상면의 FREESURFACE EFFECT를 최소화 하기 위하여 종방향으로 높이 400MM의 GUTTER BAR를 부착토록 하였다.

## 3. OTCV의 일반적인 장단점과 그 대안

### 화물 적재계획의 용이

적하시 HATCHCOVER나 CONAINER의 불필요한 이동을 줄여 줌으로써 적하시간을 감소시킬 수 있다. NEDLLOYD 조사 결과에 따르면 RESTOWAGE 및 SHIFTING 횟수가 전체 CONTAINER 이동 횟수에 대하여 CONVENTIONAL TYPE의 경우 2.81%, OTCV의 경우 19%로 약 58%의 향상을 보이는 것으로 나타났다. 또한 다양한 높이의 CONTAINER를 적재할 수 있는 장점을 가지며, 한 HOLD내에서 적재와 하역을 동시에 수행할 수 있다.

### 체항시간의 감소

HATCHCOVER의 삭제로 인하여 이를 이동시키는 데 소요되는 시간과 비용의 절감효과가 있으며, LASHING을 할 필요가 없으므로 이를 확인하고 결박하는 데 소요되는 시간을 절감 할 수 있다. 때때로 부두 하역자의 분류로 인한 체항을 고려할 때 상당한 효과가 있을 것이다. NEDLLOYD DATA에 의하면 운항 첫달에 15%, 반년째에는 25%의 기항시간 감소를 보였다고 한다. 이는 NEDLLOYD의 OTCV가 3500TEU급의 대형선이

라는 점을 고려할 때 여러 곳의 항구를 경유하는 FEEDER선인 경우 그 효과는 배가 될 것이다.

### STABILITY의 향상

HATCHCOVER 삭제로 인하여 약 1~1.5M의 VCG 감소효과를 볼 수 있다. 통상 ON DECK CARGO가 60% 정도 차지하고 있는 점을 고려할 때, 약 10%이상의 CONTAINER 적재수 증가를 기대할 수 있으리라고 본다.

### 운송시 화물의 안정성

한 자료에 의하면 CONTAINER 운송시 손상되는 CONTAINER의 90%가 ON DECK CONTAINER라고 한다. 그러나 OTCV에서는 전체 CONTAINER가 CELL GUIDE에 의해 지지되므로 운송시의 손상을 최대한 방지 될 수 있다. 이러한 점이 많은 OTCV 운항결과로 검증 되어 진다면 운송보험료의 감소 요인으로 나타날 것이며 이에따른 화주로 부터의 신뢰감도 제고 되어질 수 있을 것이다.

그러나 위에서 언급한 점 이외에 OTCV의 자체적인 구조형상에 기인하는 문제점 또한 내재하고 있다. 이점에 대해서 그 대안을 검토해보고자 한다.

### STEEL WEIGHT의 증가로 인한 초기 투자비의 상승

OTCV는 CONVENTIONAL보다 DEPTH가 증가되므로 STEEL WEIGHT의 증가가 예상되나 실제로는 HIGH DEPTH로 인하여 자체의 SECTION MODULUS가 증가하기 때문에 WEIGHT의 증가는 많지 않다. 당사 개발선의 경우에는 약 6% 정도의 STEEL WEIGHT 증가가 있었다. 그러나 소형선에서는 증가량이 더 많을 것이고 대형선에서는 그 증가량이 미미할 것으로 예상된다. 하지만 STEEL WEIGHT 증가에 따른 선가의 상승은 OTCV로 인한 운용비의 절감을 고려할 때 별 문제점이 없다고 판단된다. 실제로 단순히 체항시간의 감소로 인한 효과만을 고려해도 그 투자 회수 기간은 2년 정도 예상된다.

### TONNAGE의 증가

OTCV에 대한 TONNAGE 계산은 HATCH COAMING 상단까지 계산토록 되어 있어 DEPTH가 증가한 만큼 TONNAGE도 증가한다. 이점이 OTCV의 가장 큰 단점이기도 하다. 당사 개발선 경우 약 17% 증가되었다. 그러나 IMO에서 OTCV에 대한 기존의 TONNAGE 적용은 무리라는 점에 인식을 하고 경감시키는 방안을 검토 중이며 SLF 37차 회의에서는 아래식에 의한 경감이 잠정적으로 제시 되었으며 차기 회의시 회원국들의 의견을 종합하여 결정될 예정이다.

$$\text{REDUCED GT} = \text{GT} * [1 - (30000 - \text{GT}) / 1000 * 0.007]$$

### ICE ACCUMULATION

HOLD가 항시 개방되어 있으므로 인하여 동계 운항시 HOLD BOTTOM 및 CELL GUIDE 주변에 결빙이 예상된다. 이점에 대한 해결책은 다소 불만족스럽기는 하나 RAIN SHELTER의 설치나 ELECTRIC HEATING TAPE 설치가 그 대안이 될 수 있을 것이다. 초기투자비 상승이 예상되나 이는 OTCV로 인한 이득을 고려하면 충분한 가치가 있을 것이다. ELECTRIC HEATING TAPE를 설치하는 경우에는 BOW THRUSTER와의 사용 시간이 서로 다르므로 본 장비를 위해 GENERATOR의 용량을 증가할 필요는 없을 것이다.

### 최하단 CONTAINER의 손상문제

CONTAINER의 다단 적재로 인한 최하단 CONTAINER의 손상문제는 일반적으로 우려하는 바와 같이 큰 문제는 아니다. 당사 개발선의 경우 14T/TEU HOMO FULL LOAD 기준으로 9단

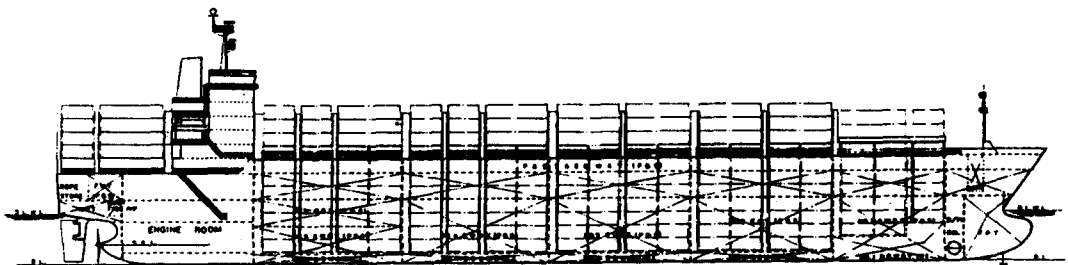
이 적재 되므로 최하단 CONTAINER의 CORNER PCST에 걸리는 하중은 126톤으로 실제 운항시 MASTER가 적절한 주의를 기울인다면 충분히 보호가 될 것이다.

### CARGO FLEXIBILITY

최근에 와서 CONTAINER의 SIZE가 매우 다양해져서 높이는 물론, 길이 방향으로도 매우 다양해 45, 48, 49, 50 FEET 등의 CONTAINER가 등장하였다. 따라서 모든 CONTAINER를 CELL GUIDE 안에 적재하므로 기존 선박에서 처럼 HATCHCOVER 상단에 이러한 CONTAINER를 적재 하기에 어려운 점이 있다는 것은 사실이다. 그러나 이러한 제약은 기존 선박에서도 HOLD내부 적재시 제한을 받는 것과 같다. 따라서 이러한 문제는 기존 선박에서 선주와의 사전협의를 통하여 조정하듯이 OTCV에 있어서도 사전에 FIXED CELL GUIDE의 규격, 위치를 조정하면 충분히 가능할 것이다. 또한, HATCH COMING SIDE에 이러한 CONTAINER를 적재하는 방법도 고려할 만 할 것이다.

## 4. OTCV국내외 개발 현황

80년대 후반 BELL LINES의 HIGH SIDE TYPE의 소형 OTCV가 출현한 이후로 6~7종의 유사 OTCV가 개발 되어 건조 중이거나 실제 운항 중에 있다. 다음의 표는 최근 개발된 OTCV를 그 규모 별로 정리한 것이며, 아래 그림은 당사가 개발한 2000TEU급 OPEN TOP CONTAINER 선의 일반배치도 이다.



## 국내외 OPEN TOP CONTAINER 개발 현황

SIZE		600 TEU CLASS	1500 TEU CLASS	2000 TEU CLASS	2800 TEU CLASS	3500 TEU CLASS
YARD		TEROAKA, JAPAN	OAL, NETHERLAND	HALLA, KOREA	HDW, GERMANY	MHI /IHI, JAPAN
OWNER		BELL LINES	VERORME	-	NORASIA LINES	NEDLLOYD
CLASS		LR	LR	-	LR	LR
DELIVERY		89.8	93.6	-	93.END	91.9
M A I N D I M E N	LENGTH O. A.	114.50M	173.60M	190.90M	242.00M	266.00M
	LENGTH B.P.	106.00M	160.00M	180.00	229.50M	253.00M
	BREADTH MLD.	16.92M	28.80M	30.60M	32.24M	32.24M
	DEPTH MLD.	12.52M	16.80M	20.50M	23.00M	23.25M
	DRAFT DES.	5.20M	8.00M	9.75M	11.00	12.50M
	DRAFT SCANT	- M	9.00M	10.50M	12.00M	13.00M
DK IMMERSN ANGLE		40.8 DEG	28.4 DEG	33.2 DEG	34.3 DEG	32.5 DEG
DEADWEIGHT AT Td		3900 TONNES	16160 TONNES	27950 TONNES	33800 TONNES	46965 TONNES
DEADWEIGHT AT Ts		- TONNES	20000TONNES	31600 TONNES	40000 TONNES	47157 TONNES
GROSS TONNAGE		5815	-	30200	41500	48508
COMPLEMENT		6 P	16 P	24 P	-	28 P
CONT. CAPA	TOTAL	600 TEU	1500 TEU	2000 TEU	2780 TEU	3568 TEU
	(REEFER)	-	258 TEU	150 TEU	-	-
	AT14T /TEU	-	1300TEU	1670 TEU	-	-
	TIER	5	9	11	12	13
MAIN ENGINE	TYPE	VASA 8R 32E	WARTSILA 8TM620	B&W 7L 70MC	MHI 7UEC 85LSC	SULZER 8RTA 84
	MCRxRPM	4460BHPx155RPM	15360BHPx102RPM	24920BHPx106RPM	37100BHPx102RPM	41600BHPx100RPM
SERVICE SPEED		14.5 KTS	19.25KTS	20.1KTS	22.0KTS	21.5KTS
NO. OF HOLD		4 HOLDS	5 HOLDS	5 HOLDS	7 HOLDS	7 HOLDS
MAX INGRESS WATER		260 M <sup>3</sup> /H	-	147 M <sup>3</sup> /H	-	320 m <sup>3</sup> /H
OTHERS		D/H FORWARD FREEING PORT설치	D/H FORWARD MOVABLE C/G설치	NO.1 HOLD W/H/C	NO.1 2HOLD W/H/C RAIN SHELTER설치	NO.1 2HOLD W/H/C

### 회원제안 원고를 모집합니다.

- 행사참여 소감      원고제출마감 : 수시
- 학회지 개선 방안      원고분량 : 2002 원고지 3~4매

채택된 원고에 대하여 소정의 원고료를 지급합니다.