creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000264964

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2015년 8월
석사학위 논문

거북선형상의 쌍동 유회수선에 관한 연구

조선대학교 대학원
선박해양공학과
최 유 석

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

거북선형상의 쌍동 유회수선에 관한 연구

A study on the Turtle boat shaped oil recovery Catamaran

2015년 8월 25일

조선대학교대학원

선박해양공학과

최 유 석

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

거북선형상의 쌍동 유회수선에 관한 연구

지도교수 이 귀 주

이 논문을 석사학위신청 논문으로 제출함

2015년 4월

조선대학교대학원

선박해양공학과

이 귀 주

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

최유석의 석사학위 논문을 인준함

위원장 거창 대학교 교수 좌순원(인)

위원 조선 대학교 교수 이귀주(인)

위원 충남테크노파크선임연구원 안정선(인)

2015년 5월

조선대학교 대학원

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

그림목차 iii
표목차 v
NOTATION vi
Abstract viii

제1장 연구개요
제1절 연구목적 및 배경 1
1. 연구목적 1
2. 연구배경 1

제2장 거북선 선형
제1절 거북선의 구조적 특징 2
제2절 거북선형 및 기본계산
1. 거북선 선형 6
2. 거북선 선형기본계산 9

제3장 유회수선
제1절 국내외 기술개발 현황 12
1. 외국의 경우 12
2. 국내의 경우 15
제2절 방제장비

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 개요 18
2. 유회수선 19
가. 웨어 유회수기 20
나. 친유성 유회수기 20
다. 진공식 유회수기 21
라. 기계식 유회수기 21
마. 오일-붐..... 21
바. 방제시스템 22
제3절 유회수선
1. 선형 23
가. 천수(Sallow Water)형 유회수선으로서의 10m급 쌍동선. 23
2. 기본개념 적용을 위한 기본 쌍동선 설계 24

3. 유회수 효율을 증가시키기 위한 부가물 연구 ... 26

제4장 능동형 유수분리장치 개발
제1절 기본원리 30
1. 부유식 기름유도장치 30
2. 자연순환식 유수분리시스템 및 모형시험..... 33
3. 센서 및 펌프 37
제2절 선체운동시 모형시험 가상도 39

제5장 결론 40

참고문헌 41

부록 A. 2.5m 급 쌍동선형의 기본설계도 44
B. 구조계산 58

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 목차

Fig.2-1 거북선 협상 3

Fig.2-2 판옥선의 허리 부분 단면도 4

Fig.2-3 거북선의 허리부분 단면도 5

Fig.2-4 복원된 거북선 선형의 Body Plan 8

Fig.3-1 Photographs of oil Recovery Vessel 13

Fig.3-2 Photographs of barge/working Ship 14

Fig.3-3 Typical type of oil recovery vessel 15

Fig.3-4 Photographs of various type of oil skimmer 16

Fig.3-5 Photographs of typical oil fence 17

Fig.3-6 Weir Skimmer 20

Fig.3-7 Oleophilic Skimmer 20

Fig.3-8 Oil Boom 22

Fig.3-9 Schematic lines of catamaran 24

Fig.3-10 Configuation of Pitching Reducation device 26

Fig.3-11 Measured wave spectrum, H_{SIG} = 2.5m 27

Fig.3-12 Measured wave spectrum, H_{SIG} = 4m 28

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig.4-1 자연순환식 유수분리장치의 개략도 30

Fig.4-2 부유식 유도장치 개략도 31

Fig.4-3 부유식 유도장치 비중조절도 32

Fig.4-4 부유식 기름유도장치의 작동위치 32

Fig.4-5 장파 파랑 중 기름유도장치 및 보조 부유체의 운동 33

Fig.4-6부력조절시험장면 34

Fig.4-7 Floating type oil guide device in No.1 tank 34

Fig.4-8 Processing flow through oil guide device in No.1 tank 34

Fig.4-9 Oil Transport in NO.2 tank 35

Fig.4-10 Flow from NO.2 tank to NO.3 tank 35

Fig.4-11 Flow from no.3 tank to no.4 tank 35

Fig.4-12 Flow from no.3 tank to no.4 tank 36

Fig.4-13 Flow from No.2 tank to No.3 tank at full load condition 36

Fig.4-14 Last situation of process of oil-water separating Tank 36

Fig.4-15 Tank 속의 펌프 및 Sensor 배치도 38

Fig.4-16 Flow of oil-water separating system 39

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목차

Table 2-1 거북선의 주요 제원 6

Table 2-2 거북선형의 Off-Set Tale 7

Table 3-1 Main dimensions of existing oil Recovery Vessel 12

Table 3-2 Main dimensions of barge/ working Ship 14

Table 3-3 Main characteristics of typical type of oil recovery vessel ... 16

Table 3-4 Main characteristics of typical type of oil skimmer 17

Table 3-5 Characteristics of typical oil fence 18

Table 3-6 Geometric characteristics of ship 25

Table 3-7 Test data, Irregular waves, Significant waveheight 2.5m 29

Table 3-8 Test data, Irregular waves 29

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

NOTATION

A_P = Projected area bounded by chines and transom, in plan view, not including tunnel

B_{PA} = Mean breadth, one pontoon, chine to tunnel

B_{PX} = Maximum beam or breadth of one pontoon, chine to tunnel

BL = Baseline

CL = Centerline

CG = Center of gravity

ehp = Effective horsepower

F_{∇} = Froude number based on volume, v/ $\sqrt{g_{\nabla}1/3}$

g = Acceleration due to gravity, ft/ $\sqrt{\sec^2}$

h = Hull spacing ratio, distance between hull CL s/maximum beam over chines of one hull

L_P = Overall length of the area A_p, measured parallel to baseline

LCG = Longitudinal center of gravity location

R = Total resistance, 1b

S = Area, of wetted surface (This is the actual wetted surface underway including the area of the sides which is wetted at low speed; however, the area, wetted by spray is excluded)

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

SW/FW = Density ratio, salt water to fresh water

v = Speed

V = Speed, knots

w = Density of water (weight per unit volume)

WL_C = Intersection of chine with solid water, forward of transom, ft

WL_K = Wetted length of keel, forward of transim, ft

λ = Linear ratio, ship to model

$\triangle$ = Displacement at rest, weight of

τ = Trim angle of hull with respect to attitude as drawn, degrees

∇ = Displacement at rest, volume of, ft^3

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Abstract

A study on the Turtle boat shaped oil recovery Catamaran

Choi, Yu-Sok
Advisor:Prof.LeeKwi-joo,Ph.D.
DepartmentofNavalArchitecture
& OceanEngineering,
GraduateSchoolofChosunUniversity

This study aims to develop a oil recovery. vessel integrated with a new type of oil-water separation apparatus which has an ability to remove oil spills on a large body of water. Compared with other conventional water-oil separation techniques, the multi-step active circulating type used in the vessel exhibits higher performance and are considered a new techniques compatible with a higher speed removal of thee oil spill.

The shape of upper structure of the developed vessel is designed as "Turtle Boat" for retro spection of the proudest moment of Korean history.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 1장. 연구개요

제1절 연구목적 및 배경

1. 연구 목적

유출된 기름을 처리할 수 있는 해상 정화선 연구

2. 연구 배경

전 세계적으로 환경오염에 대한 관심과 우려가 심화되고 있으며 우리나라도 예외가 아님은 주지하고 있는 사실이나 국내에서 해상기름유출 사고가 발생하면 이를 효과적으로 방제할 수 있는 기술은 아직까지 매우 미흡한 실정이다. 또한, 우리나라 근해는 해안선의 길이가 매우 길고 복잡하기 때문에 누유사고시 연안지역의 피해가 매우 크며, 조류의 속도가 빠르므로 신속하고 효과적인 방제시스템의 구축 없이는 누유확산을 예방하기 어렵다.
해양오염에 대비하여 국내에 보유하고 있는 선박은 전부 방제선(분리된 유회수기를 배 위에 싣고 아니면서 필요할 때 바다에 넣어 기름을 수거하는 형태(수거효율이 매우 낮음)이고 유회수선(배와 유회수기 일체형)은 찾아보기 힘든 실정이다. 일본의 경우를 보면 방제선 150여척, 유회수선 260여척을 보유하고 있으나 우리나라는 2010년도까지 방제선만 54척을 보유하고 있다.
이러한 방제선은 유회수효율이 낮고 전부 수입선이므로 국내의 해양 상태에 적합지 않은 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 유회수효율이 높고 국내의 해양 상태에도 적합하며 누유사고시 신속하게 대처할 수 있는 고속 유회수선에 대한 연구를 수행하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

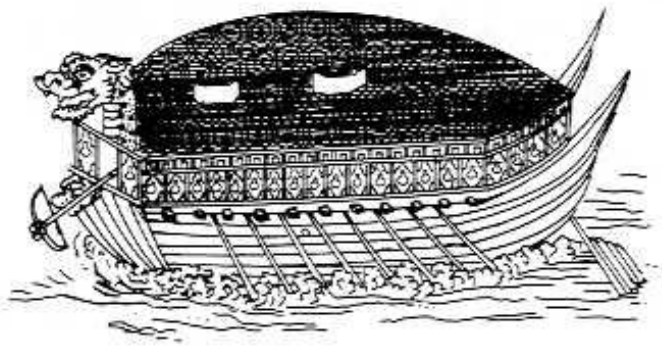
제2장. 거북선 선형

제1절 거북선의 구조적인 특징

Fig. 2-1 은 정조대왕 때 찾아둔 임진왜란 당시의 거북선으로 이름은 전라좌수영 거북선이며, 그 당시에 수군에서 보유하고 있던 거북선으로 통제영 거북선이라는 이름을 가지고 있다. 이 그림에서 통제영 거북선의 밑바닥 길이는 약 20 m이고 밑바닥 허리 부분의 폭은 4.5 m로서 길이와 폭의 비는 약 5 : 1이다. 그 당시의 왜선이나 유럽 병선들은 4 : 1의 비율이 많았다. 그래서, 거북선은 왜선이나 유럽 병선들에 비하여 유선형 쪽에 속했다.

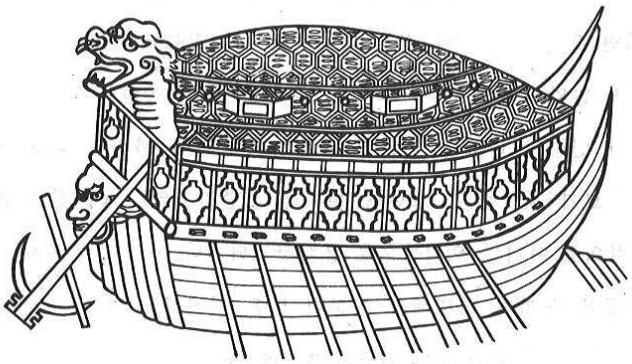
그러나 이러한 치수들은 정확한 것이 아니다. 과거에는 기술보호를 위한 특허 등 제도적 장치가 없었기에 자기보호를 위해서도 남에게 가르쳐 주기 싫어했으며 장인들은 모든 기술들을 자기머리 속에 넣어두고 자식이나 수제자에게만 전수해 줬다. 그러므로, 별도의 설계도가 있는 것이 아니라 적당한 형태의 나무들을 베어서 사용하였다.

어쨌든 윗그림을 보면 거북선 모양이 조금 이상하게 보이는데 그림을 앞에서 보고 그리는 것이 아니라 앞쪽 40도 정도에서 보고 그렸는데 과거 동양화에서는 원근화법이 발달치 않았기에 뒤쪽도 똑같은 크기로 그려놓았기에 우리 눈에 짧게 보일 뿐이다.



정조대왕 때 그려진 통제영 거북선

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



정조대왕 때 그려진 전라좌수영 거북선

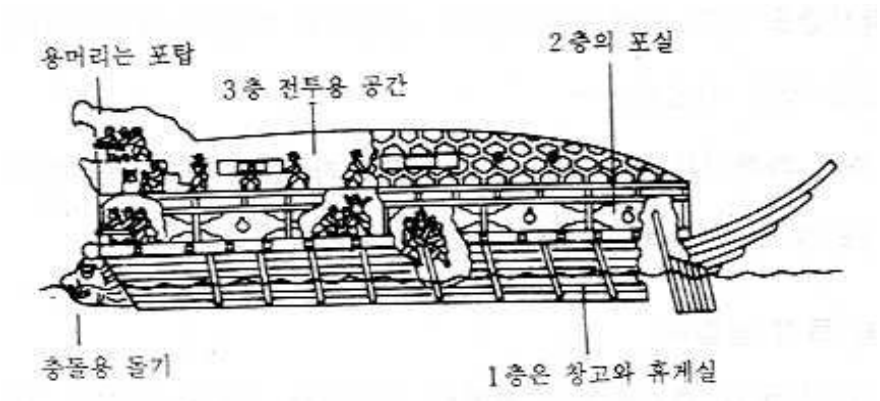


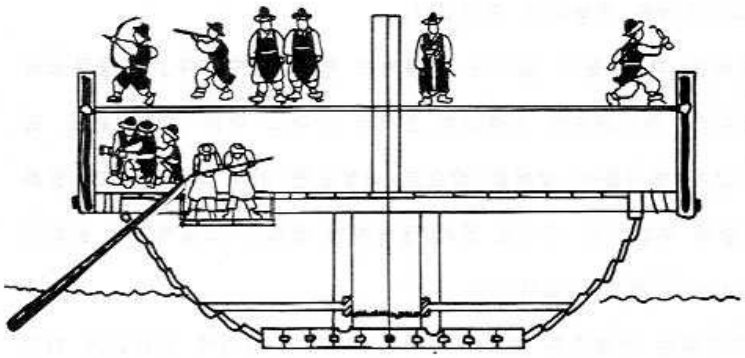
Fig. 2-1 거북선 협상

용머리는 산거북이가 목을 잔뜩 웅크리고 있는 형상이며, 이 용머리가 현자대포용 포탑으로 사용되었다. 현자포를 이용하여 지속적으로 공격을 하기 위해서는 2문의 포를 탑재하여야 했을 것이며, 이 포들을 운용하기 위해서 장정 3사람은 타야했을 것이기에 최소한 오늘날의 지프차 정도 크기는 되었을 것이다.

거북선 선수의 폭은 약 9m정도로 계산이 나온다. 전라좌수영 거북선에서 거북등 능선을 선수 쪽으로 연장시켜 보면 용머리가 세워진 위치는 중간쯤이다. 그래서 어깨부분이 두터워지고 따라서 안쪽에는 함장이 의자를 갖다놓고 앉을 수 있기에 함교의 위치가 밝혀진다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

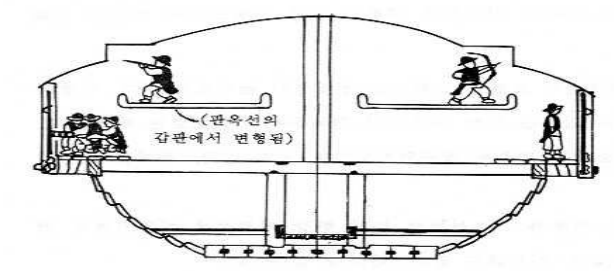
그리고 거북선은 3층 구조였으며 1층은 노를 젓거나 창고 및 휴식공간이었으며, 2층은 대포들이 장비된 포실, 3층은 전투용공간이었다.



(판옥선의 허리 부분 단면도. 이러한 자료에 갑판을 덮으면 거북등이 될 것이다.)

Fig. 2-2 판옥선의 허리 부분 단면도

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(거북선의 허리부분 단면)

Fig. 2-3 거북선의 허리 부분 단면도

거북등의 가장 높은 부분은 250 cm는 되어 보인다. 또한 그 정도 높이는 되어야 2개의 문과 6개의 총좌 담당 병사들이 서게되는 능선 중간부분의 높이가 180 cm 정도에 이를 수 있고, 그 정도는 되어야 병사들이 활, 창, 칼, 총 등을 마음대로 휘두를 수 있다. 또, 당시는 화포에 흑색화약을 사용했으므로, 화포 발사시 흑색화약의 특징인 다량의 매연이 발생하게 되어 거북선 안은 공기가 혼탁하게 되었을 것도 염려된다. 그래서, 거북등의 가장 높은 부분이 250 cm 이상은 되어야 매연도 잘 빠져나갈 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 거북선형 및 기본계산

1. 거북선 선형

본 연구에서는 거북선의 선형을 복원하여 차기 개발할 해상정화선의 상부 선형으로 채택하였으며, 복원된 거북선 선형의 제원은 다음의 Table 2-1에 나타내었다.

본 연구에 사용된 복원된 거북선 선형의 정면도는 Fig. 2-9에 나타내었으며, 오프셋표(Off-set table)는 Table 2-2에 나타내었다. 기본계산(Hydrostatic Calculation) 프로그램인 SIKOB을 이용하여 거북선 선형의 기본계산(Hydrostatic calculation)을 수행하였다. 이 계산 결과들은 다음 2.2.2절에 정리하였다.

Table 2-1 거북선의 주요 제원

L_{OA} (m)	34.242
L_{WL} (m)	25.480
B_{MAX} (m)	10.303
B_T (m)	3.840
D (m)	6.364
T (m)	1.500
L_{WL}/B_T	6.641
B_T/T	2.560
W.S.A(m^2)	261.860
▽ (m^3)	237.980
C_B	0.641
C_M	0.761
C_W	0.828
L_{CB} (m)	1.470
KB (m)	0.820

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 2-2 거북선형의 Off-Set Table

OFF-SETS TABLE(Turtle Boat Type Hull Form)										
HALF BREADTH FROM C.L.										
STAT.	KEEL	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	UPP. DECK	
No.	LINE	W.L.	W.L.	W.L.	W.L.	W.L.	W.L.	W.L.	K.L. (IN)	K.L. (OUT)
F.P	-	2030	2230	2400	2562	2700	2715	4135	2725	3625
1	1850	2200	2500	2790	3050	3230	4140	4140	3230	4140
2	2000	2540	2980	3280	3530	3695	4590	4590	3680	4590
3	2110	2810	3260	3630	3880	4000	4910	4910	4000	4910
4	2187	2900	3430	3820	4080	4200	5100	5100	4200	5100
5	2200	2900	3500	3890	4130	4200	5151.5	5151.5	4200	5160
6	2115	2800	3360	3720	3970	4055	4970	4970	4055	4970
7	1940	2560	3040	3400	3650	3730	4650	4650	3715	4650
8	1750	2180	2610	2920	3140	3280	4080	4080	3280	4080
9	-	-	-	2300	2550	2750	3680	3680	2740	3680
A.P	-	1900	2050	2100	2150	2180	-	-	2180	3100

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

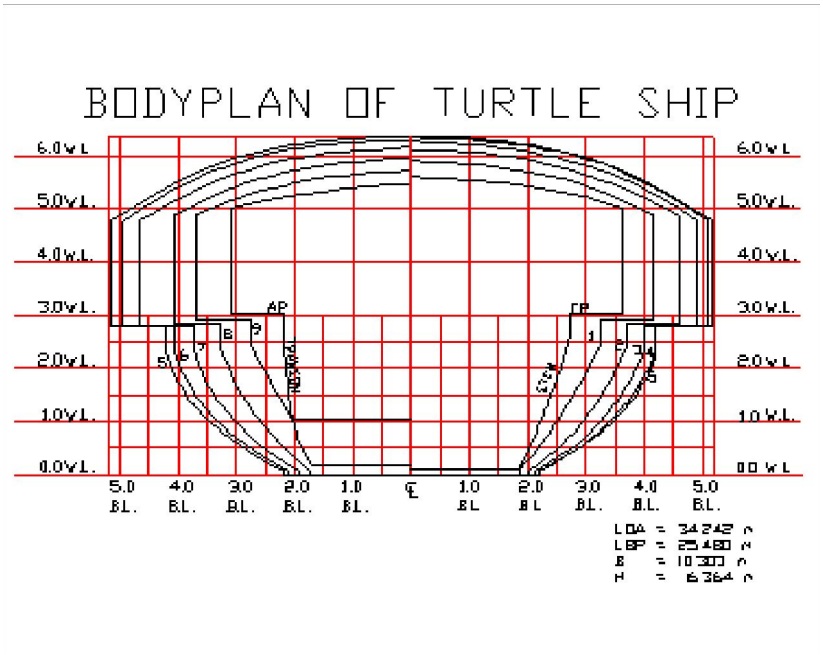


Fig. 2-4 복원된 거북선 선형의 Body Plan

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 거북선 선형 기본 계산

1.Hydrostatic data

0	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	0 DRAFT
1	108.40	122.26	136.44	150.99	166.03	181.41	197.06	212.96	1 DIS.(S.W)
2	105.76	119.27	133.11	147.31	161.98	176.98	192.25	207.77	2 DIS.(F.W)
3	105.76	119.27	133.11	147.31	161.98	176.98	192.25	207.77	3 VOL.(MLD)
4	.868	.865	.863	.802	.632	.631	.630	.628	4 L.C.F.
5	.822	.827	.831	.830	.816	.800	.787	.775	5 L.C.B.
6	.546	.603	.660	.716	.774	.831	.888	.945	6 V.C.B.
7	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	7 T.P.I.
8	1.8771	1.9257	1.9726	2.0557	2.2111	2.2557	2.2984	2.3392	8 M.T.C.
9	4.570	4.440	4.336	4.259	4.206	4.144	4.093	4.049	9 K.M.T
10	.4029	.4130	.4225	.4316	.4407	.4494	.4577	.4656	10 Cb
11	.7091	.7138	.7177	.7213	.7252	.7288	.7320	.7349	11 Cp
12	.5086	.5212	.5331	.5473	.5665	.5769	.5868	.5961	12 Cw
13	.5681	.5786	.5887	.5984	.6077	.6166	.6252	.6335	13 Cm
14	133.51	136.82	139.96	143.69	148.71	151.45	154.04	156.48	14 W.P.A.
15	149.98	155.52	160.97	167.09	174.63	179.97	185.24	190.43	15 W.S.A.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0	1.700	1.800	1.900	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0	DRAFT
1	212.96	229.12	245.52	262.56	262.56	262.56	262.56	262.56	1	DIS.(S.W)
2	207.77	223.54	239.53	256.15	256.15	256.15	256.15	256.15	2	DIS.(F.W)
3	207.77	223.54	239.53	256.15	256.15	256.15	256.15	256.15	3	VOL.(MLD)
4	.628	.627	.626	.352	.352	.352	.352	.352	4	L.C.F.
5	.775	.765	.755	.727	.727	.727	.727	.727	5	L.C.B.
6	.945	1.001	1.058	1.116	1.116	1.116	1.116	1.116	6	V.C.B.
7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	7	T.P.I.
8	2.3392	2.3780	2.4148	2.8337	2.8337	2.8337	2.8337	2.8337	8	M.T.C.
9	4.049	4.012	3.980	3.993	3.993	3.993	3.993	3.993	9	K.M.T
10	.4656	.4731	.4802	.4879	.4879	.4879	.4879	.4879	10	Cb
11	.7349	.7374	.7397	.7431	.7431	.7431	.7431	.7431	11	Cp
12	.5961	.6049	.6131	.6462	.6462	.6462	.6462	.6462	12	Cw
13	.6335	.6415	.6492	.6566	.6566	.6566	.6566	.6566	13	Cm
14	156.48	158.79	160.95	169.64	169.64	169.64	169.64	169.64	14	W.P.A.
15	190.43	195.56	200.63	212.48	212.48	212.48	212.48	212.48	15	W.S.A.

properties for whole ship:

SAC Draft at AP = 1.5000 m
SAC Draft at Midships = 1.5000 m
SAC Draft at FP = 1.5000 m

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

SAC Trim	=	0.0000 m	
Total Volume	=	176.0714 m3	
LCB from AP	=	13.5662 m	
	=	0.8262 m	fwd of midships
	=	53.24%	of LBP
KMT	=	4.1645 m	from the baseline
VCB	=	0.8264 m	from the baseline
WSA	=	180.0149 m2	

임진왜란 당시의 거북선 선형을 복원하여 기본계산을 수행하였다.
복원된 거북선 선형은 항주시 저항성능이나 운동성능이 만족하지 못할 것으로 예상되어 수선상 부구조물을 거북선의 외형을 살리고 침수부분을 쌍동형 선형을 적용하는 유회수선에 대한 연구를 수행하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제3장. 유회수선

본 논문에서는 국내의 지형조건 및 해상상태에 적합하며 해상사고 시 신속한 이동성과 짧은 시간에 넓은 지역의 방제 작업이 가능한 고속의 선박일체 누유 수거선에대한 연구를 수행하였다.

또한 유회수 작업성 및 수거효율이 뛰어나며 나쁜 해양상태에서도 작업이 가능한 고속해상환경방제선의 기능을 갖도록 하였다.

제1절 국내외 기술개발 현황

1. 외국의 경우

선진국에서는 아래의 [Table 3-1, Table 3-2]에서처럼 유회수선을 개발하여 상용화하여 정부 및 정유회사 자체로 해상오염방제 선단을 구축하고 있으며, 이들은 유기적으로 상호 협조하여 만약에 있을 해상오염에 만전을 기하고 있다.

Table 3-1 Main dimensions of existing oil Recovery Vessel

주) Sk:유회수기, Deb:쓰레기수거, Cata:쌍동선, Stor:저장용, VOSS:Vessel of Opportunity Skimming System

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

선 명	길 이 (inch)	폭 (inch)	흘수 (inch)	속 도 (knot)	저장용량 (Gallon)	회수율 (BBL/hr)	비 고
Pioneer service	2484	480	201	14~15	161700	-	Sk + Stor
JBF420	276	96	18	15~25	1320	225	Sk + Deb
JBF430	396	120	20	15~20	2300	225	Sk + Deb
DIP400	72	50	18	-	-	225	VOSS
DIP402	116	108	30	-	-	444	VOSS
DIP600	240	96	48	-	-	1257	VOSS
DIP2600	312	96	24	12~25	1000	225	Sk-Cata.
DIP2900	360	120	48	12~18	1000	440	Sk-Cata.
DIP4500	540	180	36	12~15	4000	1100	Sk-Cata.
DIP5000	900	240	84	11	11600	2573	Sk + Deb
DIP6000	1620	372	120	12	57000	5152	Sk + Deb
DIP7000	2520	552	174	13	168000	5152	Sk + Deb
CBS	462	136	67	5	95	628	Sk
Valdez Star	1476	372	120	12	55000	2000	Sk
APSR M28	336	96	20	20~40	1500	-	Sk

Fig. 3-1 Photographs of oil Recovery Vessel

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3-2 Main dimensions of barge/working Ship

선 명	길 이 (inch)	폭 (inch)	깊이 (inch)	흘수 (inch)	속도 (Knot)	저장용량 (Barrel)
B450-3	4800	1194	300	-	-	149,700
Tidemar	5520	1008	450	-	-	191,000
B500-2	4800	1260	240	-	-	105,000
BJ1-344	3960	1035	252	-	-	75,000
AP-1	240	120	-	42	15	-
Kvichak PV	336	120	-	36	25	-

Fig. 3-2 Photographs of barge/working Ship

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 국내의 경우

국내에 보유하고 있는 대부분의 방제선은 분리된 유회수기를 선박 위에 싣고 다니면서 필요할 때 바다 위에 띄워 기름을 수거하는 형태의 방제선이며, 유회수기와 선박일체식의 유회수선은 찾아보기 힘든 실정이다. 국내의 자체 기술로 상용화가 이루어진 유회수기는 매우 드문 실정이다.

한편 기존의 유회수기는 주로 펌프로 퍼 올리기 때문에 대량의 해수가 동시에 유입되므로 회수효율이 낮을 뿐만 아니라, 해수표면에 얇게 퍼져있는 기름의 수거는 거의 불가능하다. 국내에서 보유하고 있는 방제선을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

전장정

회수정

전장,회수겸용정

Fig. 3-3 Typical type of oil recovery vessel

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3-3 Main characteristics of typical type of oil recovery vessel

종류	특성
전장정	·자동팽창형 오일펜스 탑재 ·오일펜스 전장 유출유 포위, 포집, 유도 회수 용이토록함 ·해상유출유의 확산방지 및 피해예방 ·부력식에서 자동팽창식으로 교체 신속한 전장
회수정	·쌍동선으로 Bridge Stone형 유회수기 탑재 ·수류에 따라 흘러 들어온 유출유를 부유벨트로 회수 ·부유밸트는 방카B유 이하 고점도 부유물 회수 ·최적조건 : 선측 1.2 knots, 파고 1.5m, 유층 6mm
전장·회수 겸용정	·겸용정(브러쉬형) ·대양용 오일펜스와 유회수기 탑재 ·단동선으로 좌우에 Sweeping Arm과 Boom을 전개하여 유출유 포집 좌우현 갑판하에 탑재된 브러시스키머 이용회수 ·포터블 이송펌프로 스크류 펌프 탑재(75톤/시간) ·회수유 저장탱크 가열장치 및 유증기 배출장치 설치

Trawl

Screw

Brush

Fig. 3-4 Photographs of various type of oil skimmer

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3-4 Main characteristics of typical type of oil skimmer

종류	특성
트롤	·선박 2척이 붐을 예인(Trawl형식)하여 유출유를 포집 ·회수부에 포집된 유출유를 펌프 이용 이송 ·지게차, 크레인, 예인선, 유조바지 등 부대장비가 필요 ·유출유층, 해상조건에 따라 회수능력이 다변화
스크루	·고점도유 회수에 적합, 해조 등 이물질이 유입되어도 회수작업 가능 ·해상 조건에 따라 Hopper를 상하 조절하여 함수율 감소 ·부력장치를 이탈하여 유류 이송 작업에도 효과적 이용 ·배치장소 : 부산, 인천, 여수, 포항, 울산, 태안, 통영
브러시	·브러시 흡착형으로 회수효율이 뛰어남 ·가볍고 부피가 작아 운용이 간편

고형식

자동팽창식

공기팽창식

Fig. 3-5 Photographs of typical oil fence

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3-5 Characteristics of typical oil fence

종류	특성
고형식	·부력제의 성능이 줄어들지 않는다. ·가격은 저렴한 편이다. ·취급이나 저장이 간편하다. ·펜스의 재질은 폴리에스터, 나일론, 아라미드, 폴리우레탄 등 다양
자동팽창식	·부력제의 성능이 줄어들지 않는다. ·가격은 저렴한 편이다. ·취급이나 저장이 간편하다. ·펜스의 재질은 폴리에스터, 나일론, 아라미드, 폴리우레탄 등 다양
공기팽창식	·부피가 적어 보관이 간편 ·무게에 비하여 부력이 크다. ·항공기에 의한 원거리 운송이 가능하다.

해상누유는 초기에 확산을 방지하지 않으면 누유를 수거하는데 막대한 비용이 들 뿐만 아니라 해양환경을 회복하는데도 많은 기간과 막대한 비용이 든다. 따라서 누유의 초기 방제가 무엇보다도 중요하며, 초기방제가 신속하게 이루어지기 위해서는 고속방제선의 개발 및 고효율 방제장비가 무엇보다도 중요하다.

제2절 방제 장비

1. 개요

긴급방제의 성격을 지니는 초기 방제작업에서는 물리적, 기계적인 누유 회수장비의 역할이 매우 중요하며, 누유수거장비 시스템은 누유의 초기확산 방지에 필수적인 오일 붐(Oil Boom)과 누유를 해수로부터 분리하여 수거하는 유회수장치(Oil Skimmer)를 핵심으로 유출유 처리장치, 감시 시스템, 오염물질 수집장치, 제어장치 등의 운용을 위한 유회수선과 각종 보조장비가 필요하다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 유회수기

물과 기름은 서로 다른 물리적인 특성을 가지고 있으므로 기름은 물과 섞이지 않고 물과 분리되어 물위로 뜨게 된다. 일반적으로 기름의 접착력은 물과 결합할 때 물보다 더 단단하고, 물과 기름의 표면장력이 서로 다르기 때문에 기름은 Skimming 매체에 의해 물보다 쉽게 접착되어 진다. 이러한 원리를 이용하여 수표면의 기름을 분리하여 수거하는 기계적 장치를 유회수기라 한다.

유회수기는 수거효율, 이동 및 설치의 편리성과 수리보수의 용이성을 고려해야 하며, 일반적으로 유층이 두꺼울 때 작업이 용이하므로 오일-붐으로 기름을 모은 후에 사용된다. 유회수기 선정에는 기름의 종류, 점도 및 유출량과 해상상태 등을 고려하여 선정하며, 수거효율은 유층의 두께, 점도, 해상상태 및 저장용량에 따라 좌우된다.

유회수기는 일반적으로 수거방식에 따라 분류하며, 흡입식과 흡착식으로 분류한다. 흡입식은 펌프나 중력에 의한 수두차(水頭差)를 응용하여 기름 흡입구 주위의 압력차를 유발시켜 분리하는 방식으로, 흡입구가 수표면에 정확하게 위치하도록 조절하는 제어장치의 효율에 크게 좌우되며, 분리효율은 떨어지지만 작업속도가 빠른 장점이 있으며, 비교적 다양한 종류의 기름에 대해 사용할 수 있다.

흡착식은 기름이 물체표면에 달라붙는 성질을 이용하여 수표면에 떠있는 기름만을 선택·흡수하는 방식으로, 기름의 점도와 매체와의 접착성질을 이용한 것으로, 흔히 유회수기 자체로 독립적으로 작업을 수행하나 최근에는 성능이 향상된 제품으로 선박의 전진속도와 회수판을 이용하여 선박과 일체화시킨 방식들이 선보이고 있다.

한편 유회수기는 그것들의 운용원리에 근거하여 다음과 같은 4가지 형식으로 분류할 수 있다.

가. 웨어 유회수기(Weir Skimmer)

물이 기름을 따라 흘러 들어가는 것을 최소화하기 위하여 기름과 물의 경계 면에 최대한 정교하게 맞춘 weir를 이용하여 물위에 뜬 기름을 흘러 들어가게 하여 수거하는 방식으로 모든 종류의 기름을 회수할 수 있으며, 유상화(Emul-

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

sification)된 유류도 수거가 가능하나, 유속이 약 1knot이상에서 유회수 성능이 저하되며 일반적으로 약 10%의 기름과 약 90%의 물을 회수하게 된다.

Fig. 3-6 Weir Skimmer

나. 친유성 유회수기(Oleophilic Skimmer)

친유성 유회수기의 종류로는 rope, disk, 및 belt 유회수기를 포함한다. 친유성 표면이 유막속으로 이동하여 친유성 표면에 묻은 기름은 그 표면으로부터 계속하여 긁거나 짜내어 수거한다. 일반적으로 유회수효율(Recovery Efficien- cy) 이 Weir 형식에 비하여 우수하나, 분산제로 처리한 유류에는 유회수량이 저하된다.

Disk type Brush type Rope type

Fig. 3-7 Oleophilic Skimmer

다. 진공식 유회수기(Vacuum Skimmer)

진공펌프나 공기 압력차(Venturi System)를 이용하여 물표면으로 부터 유류를 직접적으로 저장용 선박내부로 흡입하는 것이다. 효율을 증대시키기 위하여 흡입호스의 끝에 특수하게 제작된 유회수장치를 부착하게 되며, 이동식 유회수기 형태가 대부분이다. 모든 종류의 유류와 유화액을 수거할 수 있으나, 유속이 빠른 해역에

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

서는 효율이 떨어진다.

라. 기계식 유회수기(Mechanical Skimmer)

Paddle 벨트식, 그랍 바켓식이 포함되며 이들 유회수기는 유류를 안으로 끌어들이는 작용에 의존하고 있다. 일반적으로 방제작업선 선수부분에 탑재되어 운항하면서 유류를 수거할 수 있으며, 유류가 고인 해역에서 고정식으로 설치할 수 있다. 중질류를 회수하는 데에 이상적이나, 경질류수거에는 성능이 떨어진다.

마. 오일-붐(Oil Boom)

해상으로 유출된 기름은 급속히 확산된다. 특히 해상에서는 바람, 조류, 파도 등으로 인하여 비교적 빠르고 넓은 지역으로 확산되며, 이 기름을 수거하기 위해서는 많은 비용, 시간, 노력뿐만 아니라 위험이 따를 수 있다.

또한 이 유출된 기름이 해안이나 항만으로 유입되면 막대한 피해가 발생되므로, 그 피해범위를 최소한으로 줄이고 회수작업을 용이하게 하기 위해서는 우선적으로 기름의 확산방지 조치를 강구해야 하는데, 이때 가장 빠른 시간 내에 기름의 확산을 방지하기 위해서 오일-붐을 사용한다.

오일-붐은 다음의 5가지로 구성된다. 즉 오일-붐에 부력을 주는 부체(Float), 파도나 조류에 의해 기름이 오일-붐을 타고 넘치는 것을 방지하는 방유벽(Free Board), 기름이 오일-붐의 하부로 빠져나가는 것을 방지하는 스커트(Skirt), 이 스커트가 조류에 의해 제껴지는 것을 방지하는 발라스트(Ballast), 그리고 설치 후 외부로 부터의 힘을 견디도록 오일-붐에 장력을 주는 삼각대(장력 지지대)로 구성된다. 또한 오일-붐은 사용지역에 따라 다음의 3가지로 분류한다. 파고가 3~5m 파도의 해양에서 사용되는 해양용 붐, 항만이나 근해와 같이 파도 및 조류의 영향이 적은 지역에서 사용되는 항만용 붐, 그리고 하천이나 호수 등에서 사용되는 내 수면용 붐이 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

항만용 붐

해양용 붐

붐 작업선

Fig. 3-8 Oil Boom

바. 방제시스템

해양에 기름이 유출되었을 때 현재시행하고 있는 방제대책으로는 물리적인 방법, 화학적인 방법 및 미생물학적인 방법 등이 사용되고 있다.

화학적인 방법은 유화제를 살포하여 기름을 유화시켜 해수 중에 분산 또는 해저면에 침전시키는 방법인데, 이 방법은 유처리제 종류가 다양하고, 부대시설이 추가됨에 따른 조작·관리가 복잡하며, 침전된 유류는 분해에 장시간이 걸리고 2차적으로 적조의 원인이 되어 해양서식 생물체에 치명적인 영향을 준다.

미생물학적 방법은 유류 섭취 기능을 가진 미생물을 이용하여 기름을 제거하는 방법인데, 세균의 증식과 소멸에 의한 해양생태계가 불안정해질 수 있으며, 해양수온과 해수중의 미생물에 필요한 영양소(질소, 인 등)의 농도에 따라 미생물 활동의 영향이 크며, 여타 방법에 비해 처리비용 및 시간이 많이 든다. 또한 해양오염은 대상환경이 광범위하고 개방되어있어 인위적인 조작을 가하는 이 방법은 매우 어렵다.

물리적인 방법에는 흡착법과 Skimmer법이 있으며, 흡착법은 해양보다 해안가의 부분적인 방제에 적당하며, 해양에서는 부유물질을 해수와 함께 퍼 담는 Skimmer법이 적당하다. 이 방법은 수거된 슬러지 처리와 부유물질(나무, 풀 등 부유쓰레기)에 의하여 작업이 방해받을 수 있으며 다량의 해수가 동시에 유입되는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 해양에 유출된 기름을 Skimmer법을 이용하여 회수할 때

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이러한 단점을 보완하기 위하여, 이동성이 좋은 고속 선형을 개발하고, 기름 및 해상부유물(해상쓰레기)을 분리하여 회수효율을 높이는, 즉 자연순환방식의 고속 유회수선개발에 중점을 두고 연구하였다.

제3절 유회수선

국내의 근해, 특히 남·서해안은 길이가 길고 복잡하며 또한 많은 섬들 때문에 조류의 속도가 빠르고 해수유동속도가 빠르므로 짧은 시간에 신속하게 이동하면서 누유를 효과적으로 수집 할 수 있는 장치가 필요하다.

유회수선은 선박의 자체동력을 이용하여 사고해역을 신속하게 이동하면서 작업을 수행 할 수 있으므로, 누유회수 작업반경이 넓으며, 파도 및 조류변화에 따른 적응력이 우수하여 고정식보다는 작업성능이 우수한 장점을 가지고 있다.

1. 선형

가. 고속 유회수선으로 적합한 선형

본 연구과제에서 채택하고자하는 유회수방식의 효율을 높이기 위해서 선체 내부로 유입되는 유수혼합류를 유도하여 단계적 유수분리과정을 효과적으로 진행시켜야 하는데 전 작업과정에서 다음과 같은 장점 때문에 쌍동선형이 가장 적합한 것으로 조사되었다.

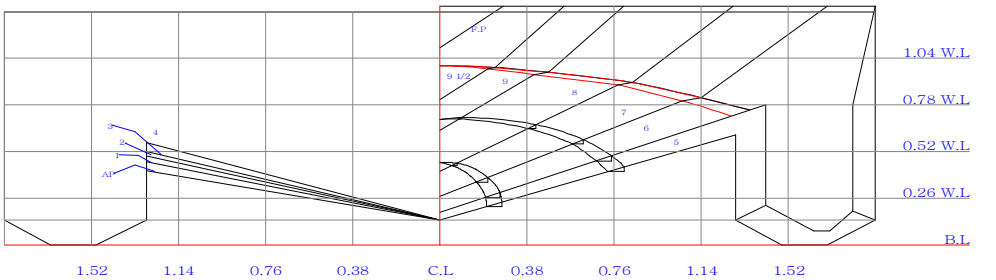
- 선체 중앙부로 유수혼합류를 용이하게 유도가능
- 양측선체를 수로로 이용
- 선저부 용량이 상대적으로 크므로 유수분리 효율이 크다.
- 고속화에 무리가 없다.
- 파랑 중에 타선형에 비하여 작업성이 우수
- 갑판면적이 크므로 작업공간이 큼

설계결과는 부록 B에 수록하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 기본개념 적용을 위한 기본 쌍동선 설계

일차적으로 자연순환식 유수분리장치의 가능성 확인을 위한 소형쌍동형을 설계하였으며 소형쌍동형을 설계하였으며 선도는 Fig.3-9과 같다.



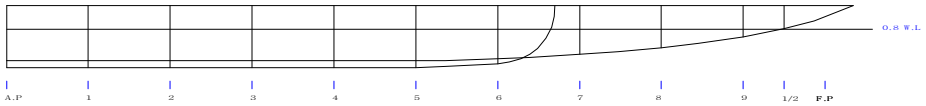


Fig. 3-9 Schematic lines of catamaran

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(1) 쌍동선의 선박구조 계산

실선 건조를 위한 준비작업으로 초기 구조계산을 수행하였다.

(2) 구조계산은 한국선박에서 발간 한 “고속경구조선규칙”(이하 규칙)의 제3편 4장에 준해서 계산하였다.

(3) 구조계산에 사용된 주요 촌법은 Table 3-6과 같다.

Table 3-6 Geometric characteristics of catamaran ship

주 요 요 목	크 기 (m)
길 이 (LBP)	10
폭 (B)	3.8
깊 이 (D)	1.3
흘 수 (d)	0.8
C_B	0.1835
△	5.7 [TON]

(4) 초기 구조설계단계에서 건조원가 등을 산출하기 위하여 두 가지 재질에 대한 강도 계산을 수행하였다.

(5) 재질이 알루미늄 합금인 경우의 구조계산 내역을 부록 B에 첨부하였다.

※ 구조계산은 한국선급에서 발간 한 “고속경구조선규칙”(이하 규칙)의 3편 4장에 준해서 계산하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 유회수 효율을 증가시키기 위한 부가물 연구

유회수 효율을 향상시키기 위하여 2 Set의 Pitching 개선핀(Fig3-10)을 부착했을 때 Table 3-7 및 3-18에 보인바와 같이 Pitching이 개선되었다.

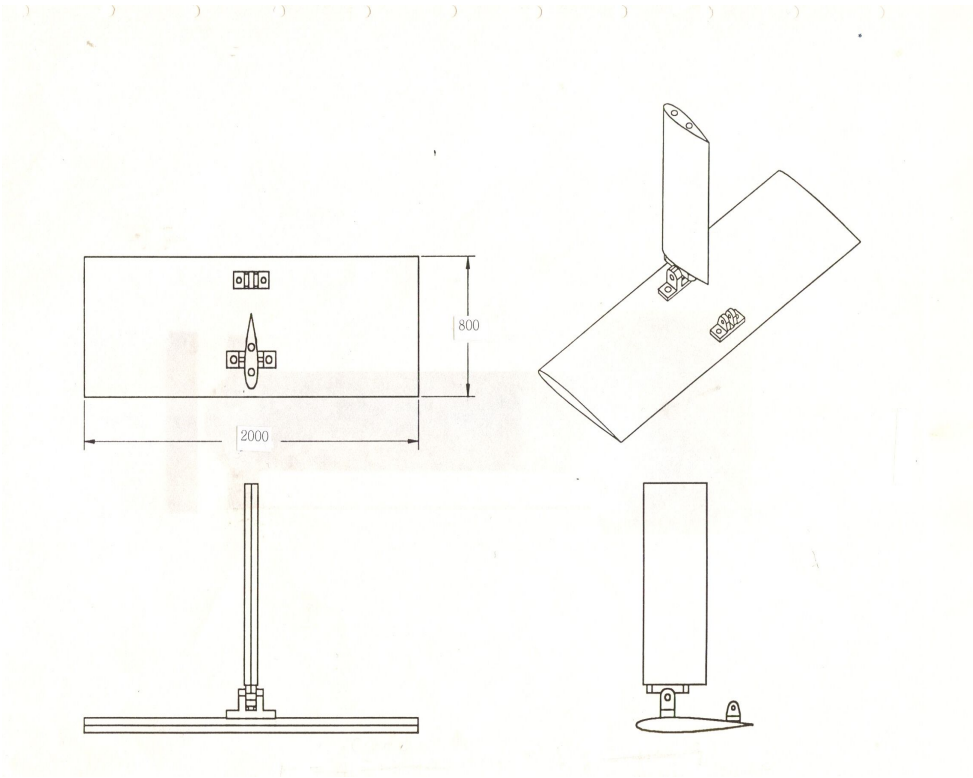


Fig 3-10 Configuation of Pitching Reducation device

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

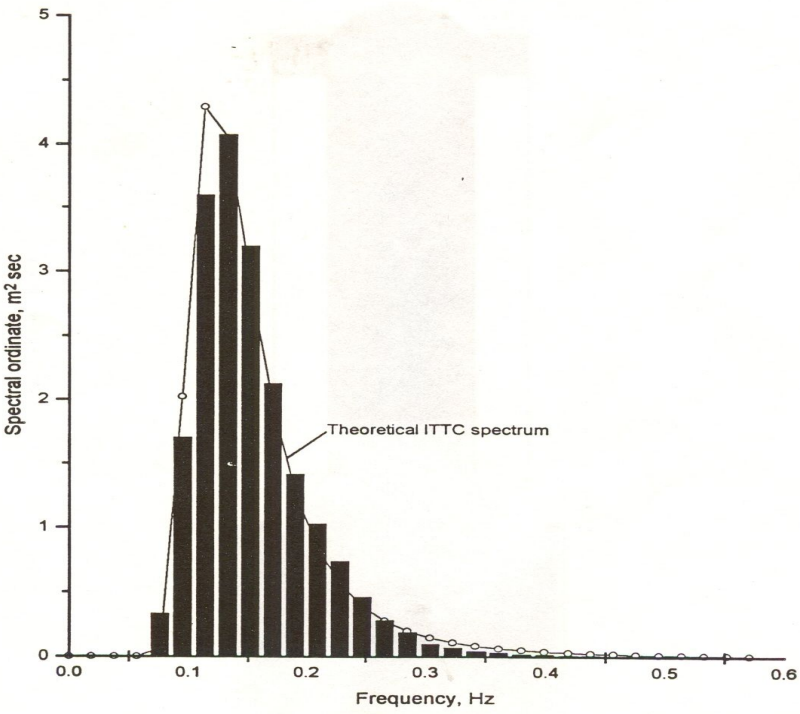


Fig 3-11 Measured wave spectrum, H_{SIG} = 2.5m

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

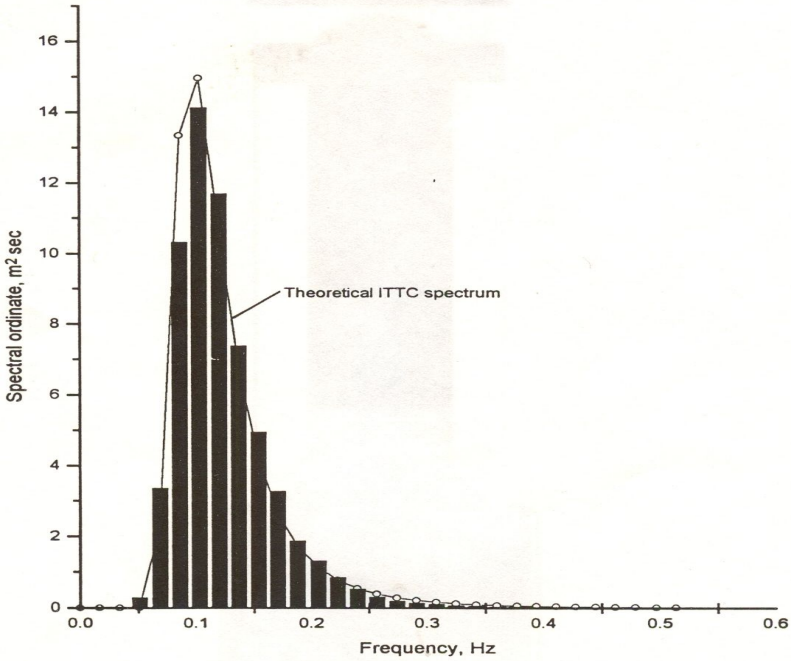


Fig 3-12 Measured wave spectrum, H = 4m

SIG

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

Table 3-7 Test data, Irregular waves, Significant waveheight 2.5m

NO FINS						
			Speed:25 knots			
	Mean /RMS	Osc /Buff	Avg	1 / 3	1/ 10	Extreme
Pitch	1.439	41	3.43	4.31	4.85	5.20
	1.555	0.1	-0.61	-1.42	-1.79	-2.38
Heave	-0.281	39	0.44	0.79	1.13	1.44
	0.581	0.08	-1.00	-1.35	-1.78	-1.97
CG Accel	0.001	40	0.18	0.25	0.32	0.42
	0.128	0.1	-0.18	-0.25	-0.29	-0.34
Bow Accel	-0.003	44	0.34	0.48	0.65	0.99
	0.25	0.1	-0.33	-0.48	-0.53	-0.58

Table 3-8 Test data, Irregular waves

FINS						
		Speed:25 knots Significant Waveheight 2.5m				
	Mean /RMS	Osc /Buff	Avg	1 / 3	1 / 10	Extreme
Pitch	1.292	48	2.77	3.88	4.58	5.25
	1.341	0.1	-0.22	-1.09	-1.47	-1.57
Heave	-0.278	40	0.25	0.66	0.99	1.24
	0.453	0.08	-0.82	-1.17	-1.42	-1.62
CG Accel	-0.002	37	0.14	0.2	0.23	0.25
	0.098	0.1	-0.14	-0.21	-0.24	-0.26
Bow Accel	-0.001	40	0.28	0.39	0.45	0.51
	0.198	0.1	-0.28	-0.39	-0.44	-0.47

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제4장. 능동형 유수분리장치

제1절 기본원리

연구 개발한 자연순환식 유수분리장치는 부유체 기름 유도장치를 통하여 기름과 물의 혼합류가 3단계 이상의 자연유수분리과정과 자석식 유수분리 과정을 반복하기 때문에(Fig 4-1참조) 수거효율이 기존의 유회수기에 비해 매우 높다.

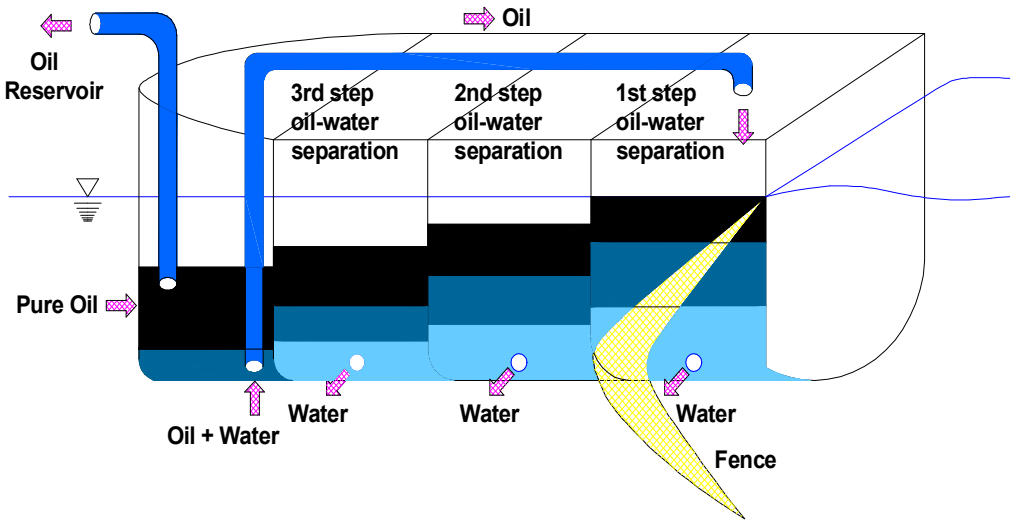


Fig. 4-1 자연순환식 유수분리장치의 개략도

자연순환식 유수분리장치의 모형은 4개의 tank로 이루어져 있다. 또한 기름 유도시 쌍동선체 사이에 특별히 고안된 부유식 기름 유도장치를 설치하여 주로 기름을 선체 안으로 유도한다.

1. 부유식 기름유도장치

부유식 기름 유도장치는 물과 기름의 비중차에 의해서 기름이 수면에 뜨는 성질을 이용하여 주로 기름만 선체 안으로 흘러 들어가게 하는 방식이다(Fig4-2참조).
Fig. 4-3에서 (a)는 비중 조절장치를 갖추게 되어있어 해수의 비중, 기름의 비중 등의 변동에 대하여 사용할 수 있도록 고안되었으며, (b)는 일반적인 해수 비중의 표준값을 상용하여 비중을 맞춘 부유식 기름 유도장치이다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

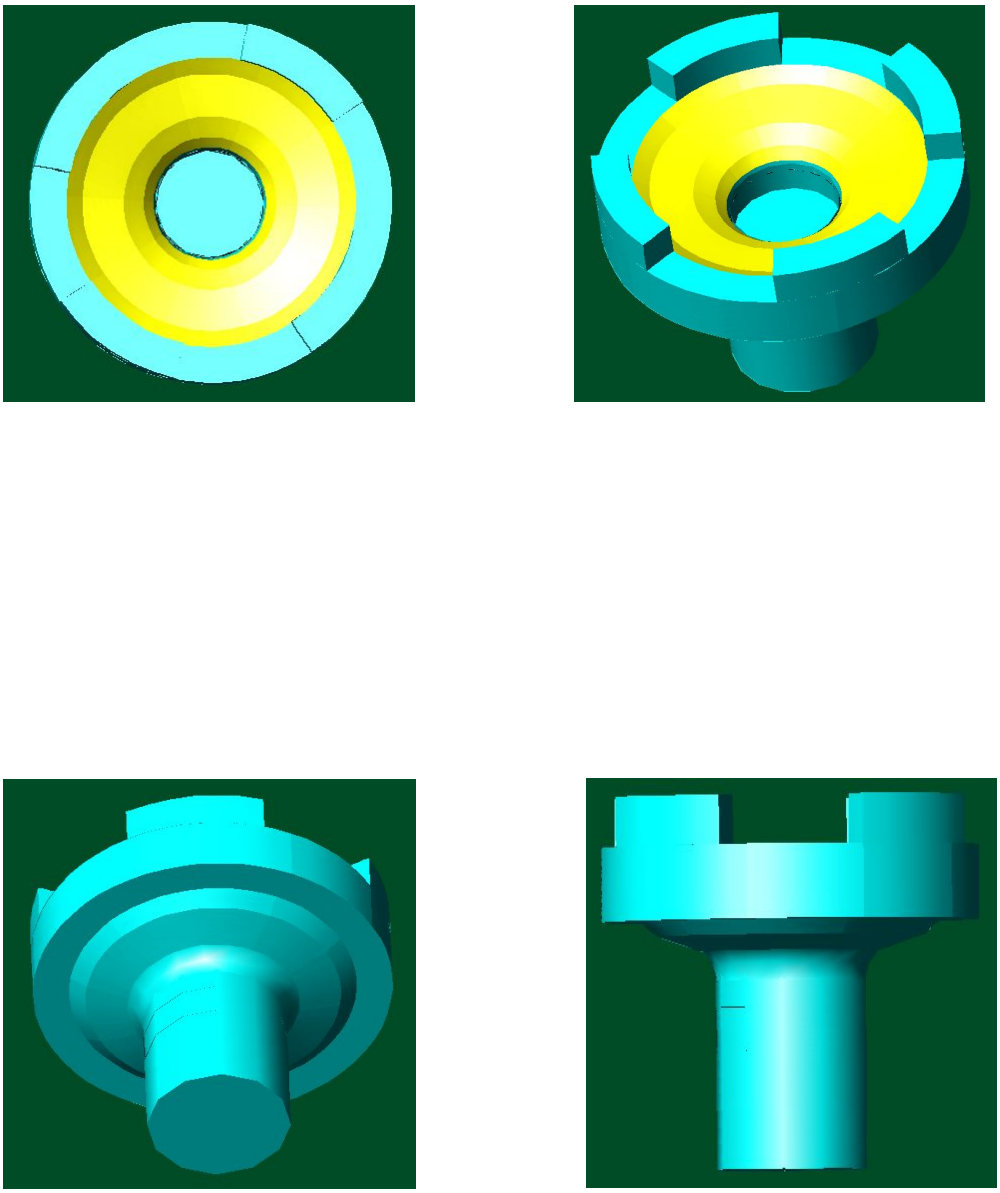
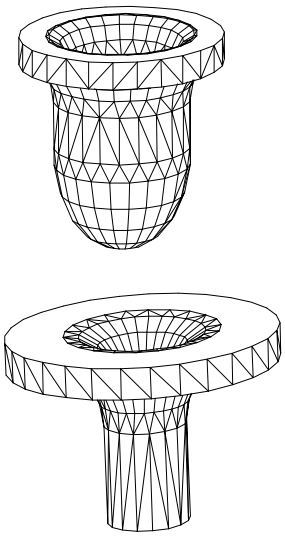


Fig 4-2 부유식 유도장치 개략도

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(a)비중 조절장치를 갖춘 장치 (b)비중 조절이 된 장치

Fig. 4-3 부유식 유도장치 비중조절도

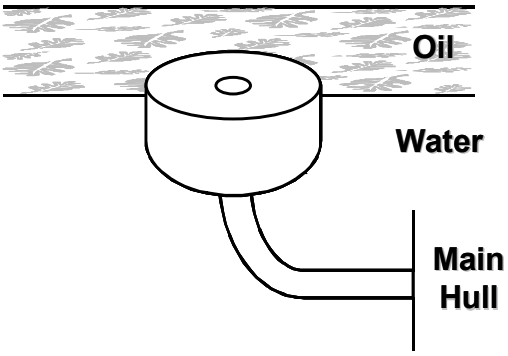


Fig. 4-4 부유식 기름유도장치의 작동위치

이 장치는 파랑중에서도 파의 운동에 동조하므로 기름의 유도 효율이 거의 영향을 받지 않도록 고안되었으나 예상보다 높은 파고에서 고효율을 유지하기 위하여 파도 운동 상쇄보조 부유체가 연결되도록 Fig 4-5와 같은 보조유체를 고안하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

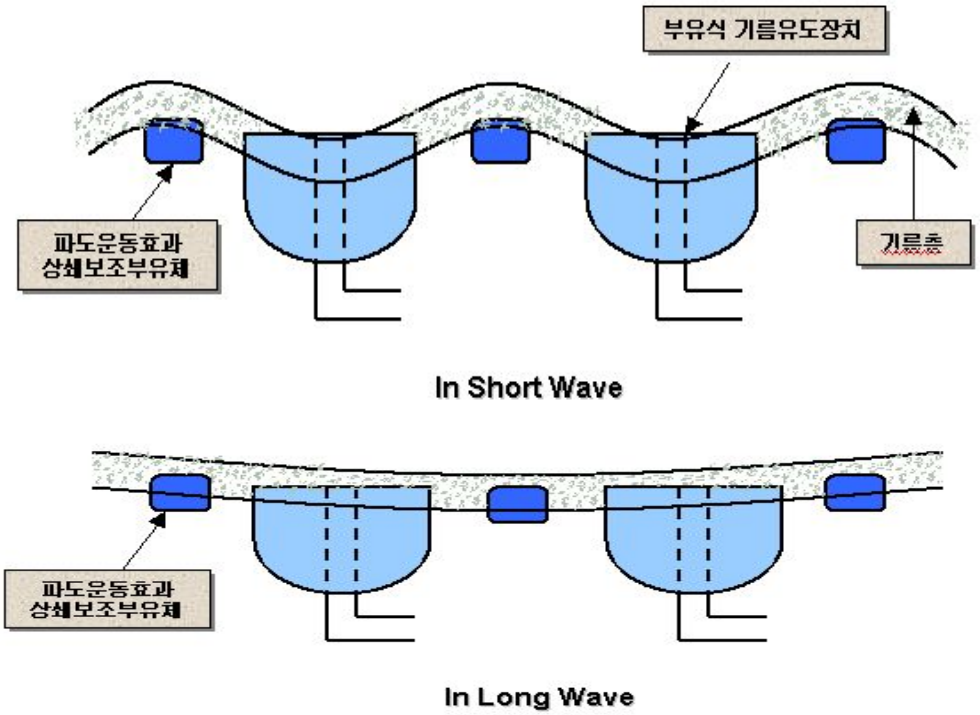


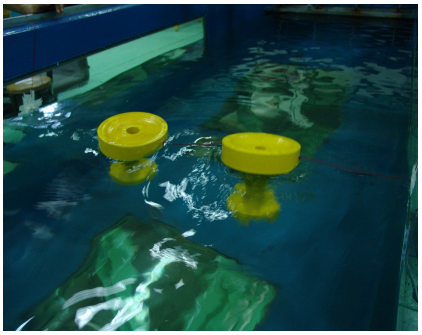
Fig. 4-5 장파 파랑 중 기름유도장치 및 보조 부유체의 운동

2. 자연순환식 유수분리시스템 및 모형시험

자연순환식 유수분리장치의 모형은 4개의 tank로 이루어져 있다. No1.tank에는 부유식 기름 유도 장치가 설치되어 있고 No.2 tank와 No.3 tank에는 level switch, control unit 및 펌프가 통로에 설치되어 있으며, 수거된 기름를 저장할 수 있는 기름 저장탱크가 설치되어 있다. 유수분리장치 측면하부에는 기름이 완전히 분리된 물이 빠져나갈 수 있도록 파이프관을 설치하여 배수관을 설치하였다. 모형시험시 기름대신 기름과 비중이 같은 Poly Strene Powder를 사용하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다음 그림들은 자연순환식 유수분리장치의 모형시험을 보여주는 사진이다.



<부력조절전> <부력조절후>

Fig.4-6 부력조절시험장면

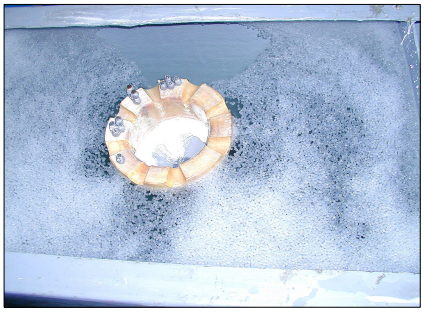


Fig.4-7 Floating type oil guide device in No.1 tank

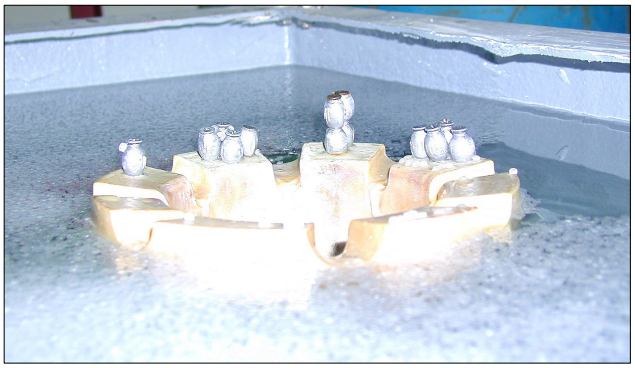


Fig.4-8 Processing flow through oil guide device in No.1 tank

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

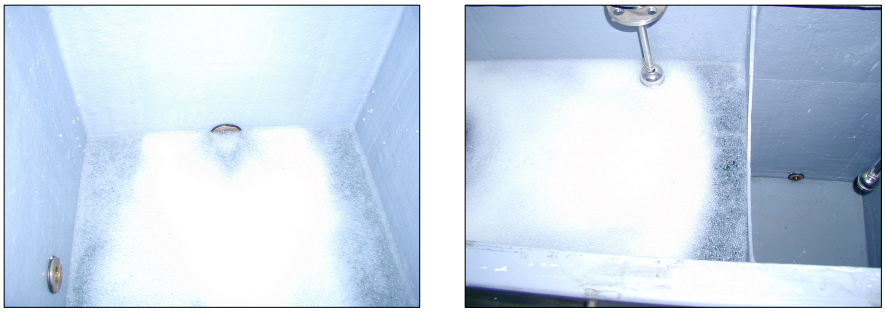


Fig.4-9 Oil Transport in NO.2 tank

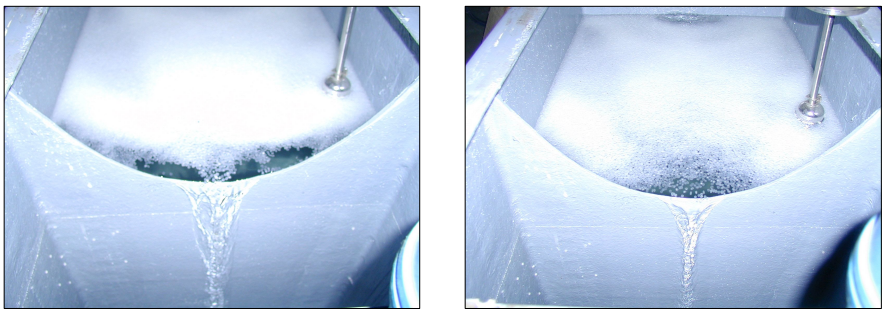


Fig.4-10 Flow from NO.2 tank to NO.3 tank

Fig.4-11 Flow from no.3 tank to no.4 tank

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

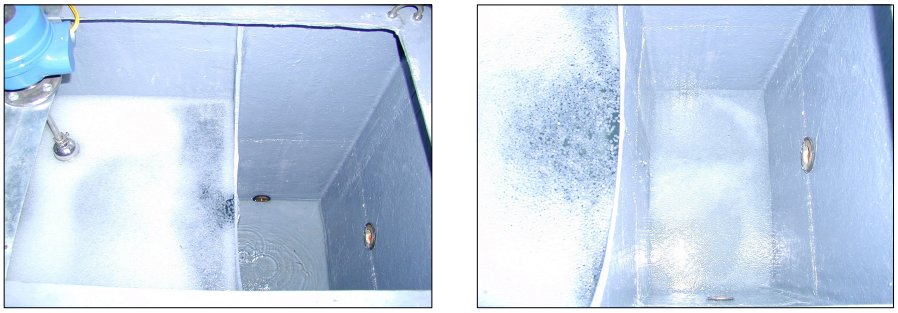


Fig.4-12 Flow from no.3 tank to no.4 tank

Fig.4-13 Flow from No.2 tank to No.3 tank at full load condition

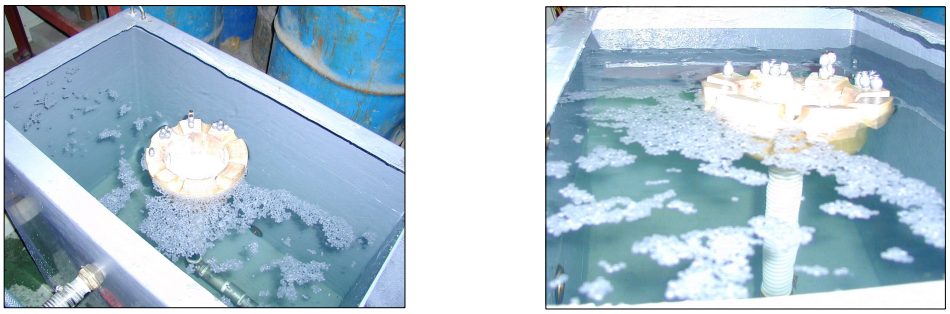


Fig.4-14 Last situation of process of oil-water separating Tank

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 센서 및 펌프

자연순환식 유수분리장치에는 각각의 tank에 유수분리 효율을 높이기 위하여 물을 배수할 수 있는 배수구 및 Level Sensor, Oil Sensor, 펌프가 설치된다.

Level Sensor는 혼합류가 각 tank 안의 혼합류의 수위를 체크하여 그 tank 안에서의 혼합류가 일정양보다 많이 유입되면 펌프를 작동하여 tank 안의 가장 아래 bottom에서부터 물을 배출할 수 있게 한다. 이와 같은 센서는 보다 두꺼운 기름층을 형성하는데 도움을 주며 보다 순도 높은 기름을 회수할 수 있다.

마지막 tank에서는 유수분리된 기름을 기름저장탱크로 이동하여 하므로 Level Sensor 및 기름을 감지할 수 있는 Oil Sensor를 설치하여 기름의 농도가 기름만 기름저장탱크로 이동할 수 있게 하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

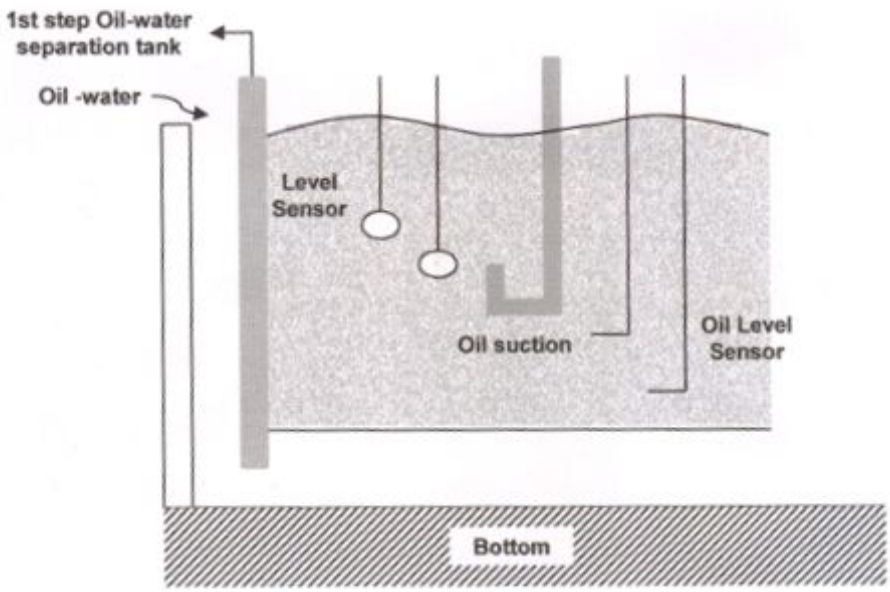


Fig. 4-15 Tank 속의 펌프 및 Sensor 배치도

Fig. 4-15 Tank 속의 펌프 및 Sensor 배치도

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제2절 선체운동시 모형시험 가상도

개발된 유수분리 시스템의 모형시험 가상도는 Fig 4-16과 같다

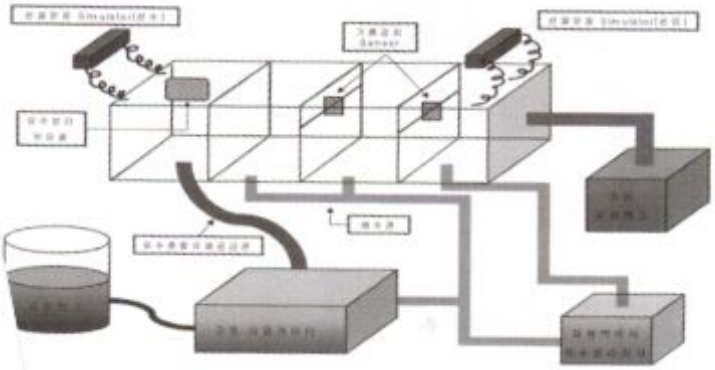


Fig.4-16 Flow of oil-water separating system

Fig.4-16 Flow of oil-water separating system

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제5장 결론

1. 자연순환식 유회수선용 선형 연구

   자연순환식 고속방제선으로 쌍동선이 적합하다.

2. 자연순환식 유수분리장치

   능동형 유수분리장치는 누유의 회수효율이 기존장치보다 우수하며

   해수표면에 얇게 퍼져 있는 기름의 수거까지 가능하다.

3. 부유식 기름유도장치개발

   누유의 수거 첫 단계로 부유식 기름 유도장치를 사용하면 수거효율을

   향상시킬 수 있다.

4. 자연순환식 유수분리 장치 내 부유식 유도장치를 병행 사용하면 유수분리 효율을 증가시킬 수 있다.

5. Pitching 개선장치 부착시 Pitching이 감소하여 자연순환식 유수분리장치의 유회수효율을 향상시킬 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참 고 문 헌

[1] 이봉길 外 : “유류오염현황과 대책”, ‘96해양경철청 방제형황에 관한 보고서

[2] 강창구 : “해양유류오염방제기술” 대한조선학회지 제 35권 제4호

[3] 한국기계연구소 : “21세기 TKd동선 초고속선 개발을 위한 타당성 연구”에 관한 연구보고서

[4] 李貴珠 : “實驗流體力學”, 圖書出版 정자나무, 1998.2

[5] 金曉哲 : “船型開發과 試驗水曹”, 서울대학교

[6] 李貴珠, 李光一 : “총톤수 100톤급 활주형선의 저항성능 개선에 관한 연구”, 대한조선학회 춘계연구발표회, 1998.4

[7] 李貴珠 外 : “회류수조에서의 모형시험 및 해석”, 대한조선학회 춘계연구발표회, 1998

[8] 나영인 外 : “고속 쌍동선의 저항성능에 대한 실험 및 수치해석”, ‘96 KTTC 고속정 분과 Workshop 1996. 8

[9] 김호은 外 : “황해형 연안도서 운항용 고속 쌍동선의 선형설계에 관한 연구”, 한국해양공학회 춘계연구발표회, 1994

[10] 박노식 外 : “쌍동형 부유식 소파제의 소파성능에 관한 연구”, 한국해양공학회지 제12권 제1호

[11] 최성환 外 : “디지털 화상처리에 의한 해양유출기름 표류속도 계측기법 구축에 관한 연구”, 한국해양환경공학회 춘계 학술대회 논문집, 1999

[12] 유정석 外 : “Vortex-Disc형 유회수기 개발, 한국해양환경공학회 춘계 학술

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

대회 논문집, 1999

[13] 김현주 外 : “파동펌프에 의한 항내 해수교환 성능해석”, 한국해양환경공학회 춘계 학술대회 논문집, 1999

[14] 이봉길 : “해양기름오염 대비·대응을 위한 국가방제기본계획 수립 방안”, 한국해양환경공학회 춘계 학술대회 논문집, 1999

[15] 유정석 外 : “자항식 유회수기 및 이송펌프 성능평가”, 한국해양환경공학회 추계 학술대회 논문집, 1998

[16] 한원희 外 : “분리판식 유수분리기이 평행판 배열과 유수분리효율에 관한 연구”, 한국해양환경공학회 추계 학술대회 논문집, 1998

[17] 김종현 外 : “누유오염확산지역 예측을 위한 통합 GUI Tool의 개발”, 한국해양환경공학회 추계 학술대회 논문집, 1998

[18] 李貴珠 外 : “능동식 유회수 선박의 개발”, 한국해양공학회 추계 학술대회 논문집, 1998

[19] 李貴珠 外 : “자성박막 유체의 특성을 이용한 유회수선박의 선형연구”, 한국해양공학회 춘계학술회 논문집, 2000

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부 록

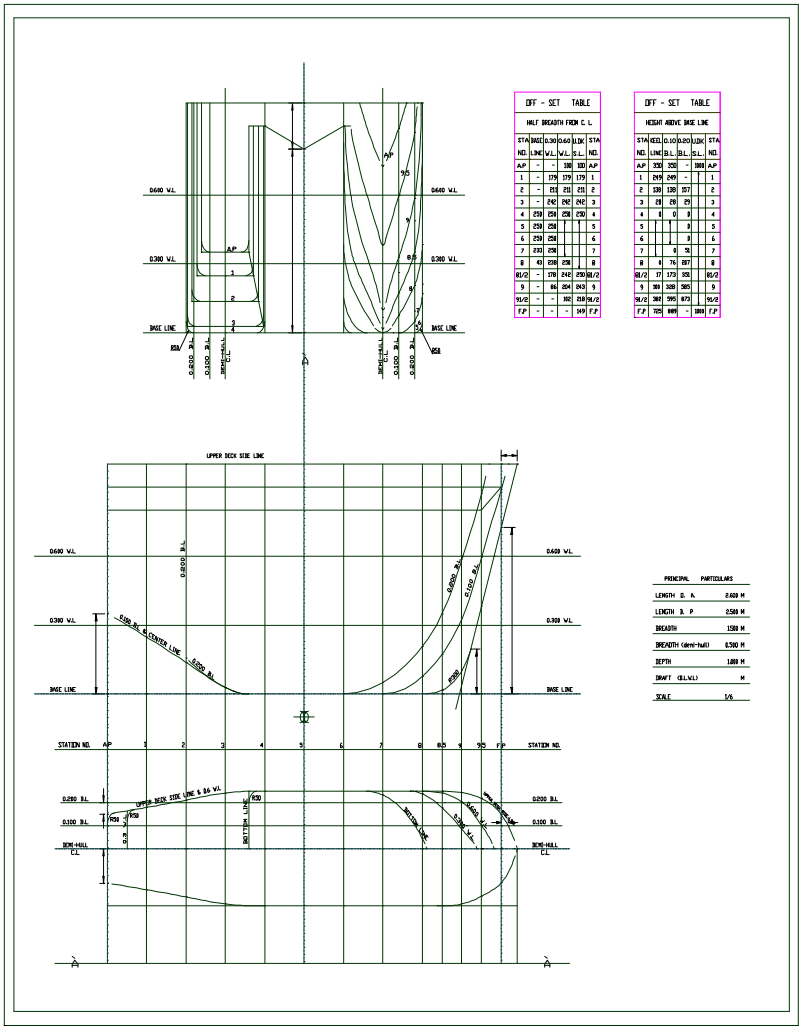
A. 2.5m급 쌍동선형의 기본설계도

일반배치도
선형선도
구조도
HYDROSTATICS CALCULATIONS

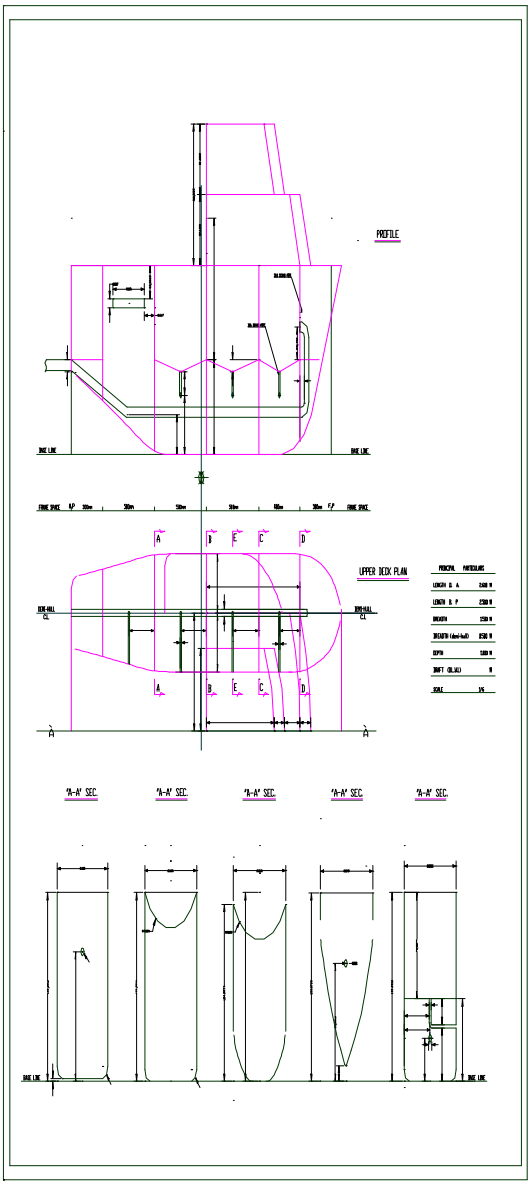
B. 구조계산

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

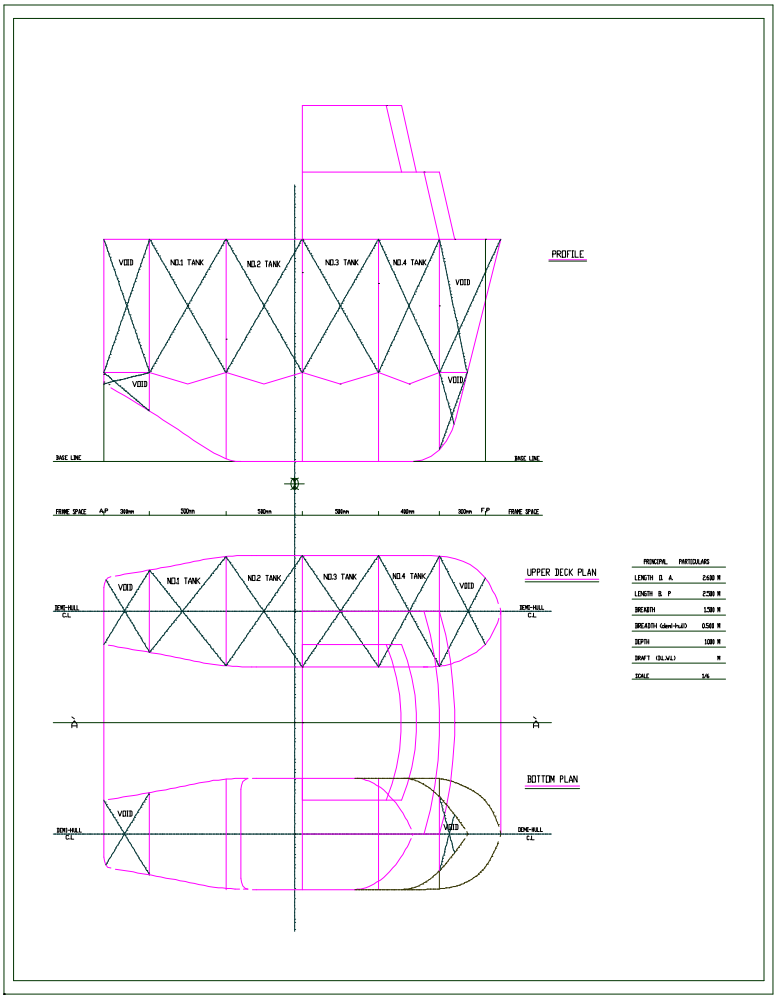
부록 A. 2.5m 급 쌍동선형의 기본설계도



조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

```
        ########################################
      #     HYDROSTATICS   CALCULATIONS     #
      ########################################
Ship Name            : catamaran

Density of Sea Water : 1.025

Reference Position   :  Midship (Longitudinal)
                     :  Keel Bottom (Vertical)


            Abbreviation & Units
        ====================

   Draft     :    Draft Bottom of Keel  ( m )
   Volume    :    Volume Moulded   ( m**3 )
   Dispt     :    Displacements   ( ton )
   T.P.C     :    Displacement per 1 cm Immersion (ton/cm)
   M.T.C     :    Moment to Change Trim 1 cm ( ton*m )
   L.C.B     :    Longitudinal Center of Buoyancy ( m )
   L.C.F     :    Longitudinal Center of Floating ( m )
   K.B       :    Vertical Center of Buoyancy ( m )
   K.M.T     :    Transverse Metacenter ( m )
   K.M.L     :    Longitudinal Metacenter ( m )
   I.M.T     :    Transverse Inertia Moment ( m**4 )
   CDIP      :    Change of Displacement for 1 cm
                  Trim by Stern ( ton )
   W.P.Area  :    Water Plane Area Total ( m**2 )
   Wet.Surf.  :    Wetted Surface ( m**2 )
   CB        :    Block Coefficient
   CP        :    Prismatic Coefficient
   CW        :    Waterplane Area Coefficient
```

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

CM : Midship Section Area Coefficient

```
*************************************
*     HYDROSTATIC   CALCULATIONS    *
*************************************
```

DRAFT B.O.K	DISPT	MOLDED VOLUME	T.P.C	M.T.C	L.C.B	L.C.F	K.B	K.M.T
M	TON	M**3	TON/CM	M*TON	M	M	M	M
0.20	0.14	0.14	0.01	0.00	0.011	-0.036	0.109	0.220
0.21	0.15	0.15	0.01	0.00	0.008	-0.050	0.115	0.222
0.22	0.16	0.16	0.01	0.00	0.006	-0.064	0.120	0.223
0.23	0.17	0.16	0.01	0.00	0.004	-0.076	0.125	0.225
0.24	0.18	0.17	0.01	0.00	0.000	-0.072	0.132	0.227
0.25	0.19	0.18	0.01	0.00	-0.004	-0.068	0.137	0.228
0.26	0.20	0.19	0.01	0.00	-0.007	-0.065	0.142	0.230
0.27	0.21	0.20	0.01	0.00	-0.010	-0.070	0.149	0.233
0.28	0.22	0.21	0.01	0.00	-0.013	-0.076	0.154	0.236
0.29	0.23	0.22	0.01	0.00	-0.016	-0.081	0.159	0.238
0.30	0.24	0.23	0.01	0.00	-0.019	-0.095	0.166	0.242
0.31	0.25	0.24	0.01	0.00	-0.022	-0.108	0.171	0.246
0.32	0.26	0.25	0.01	0.00	-0.025	-0.118	0.177	0.249
0.33	0.27	0.26	0.01	0.00	-0.028	-0.115	0.183	0.252
0.34	0.28	0.27	0.01	0.00	-0.031	-0.112	0.188	0.256

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0.35	0.29	0.28	0.01	0.00	-0.035	-0.110	0.194	0.259
0.36	0.30	0.29	0.01	0.00	-0.037	-0.111	0.200	0.263
0.37	0.31	0.30	0.01	0.00	-0.040	-0.112	0.205	0.267
0.38	0.32	0.31	0.01	0.00	-0.043	-0.113	0.211	0.270
0.39	0.33	0.32	0.01	0.00	-0.045	-0.110	0.217	0.274
0.40	0.34	0.33	0.01	0.00	-0.047	-0.108	0.222	0.278
0.41	0.35	0.34	0.01	0.00	-0.049	-0.105	0.228	0.282
0.42	0.36	0.35	0.01	0.00	-0.050	-0.103	0.234	0.286
0.43	0.37	0.36	0.01	0.00	-0.052	-0.101	0.239	0.291
0.44	0.38	0.37	0.01	0.00	-0.053	-0.098	0.244	0.295
0.45	0.39	0.38	0.01	0.00	-0.054	-0.096	0.250	0.299
0.46	0.40	0.39	0.01	0.00	-0.055	-0.094	0.255	0.303
0.47	0.41	0.40	0.01	0.00	-0.056	-0.092	0.261	0.307
0.48	0.43	0.41	0.01	0.00	-0.057	-0.090	0.266	0.312
0.49	0.44	0.43	0.01	0.00	-0.058	-0.088	0.272	0.316
0.50	0.45	0.44	0.01	0.00	-0.059	-0.086	0.277	0.321
0.51	0.46	0.45	0.01	0.00	-0.059	-0.084	0.283	0.325
0.52	0.47	0.46	0.01	0.00	-0.060	-0.082	0.288	0.330
0.53	0.48	0.47	0.01	0.00	-0.060	-0.079	0.293	0.334
0.54	0.49	0.48	0.01	0.00	-0.061	-0.077	0.299	0.339
0.55	0.50	0.49	0.01	0.00	-0.061	-0.074	0.304	0.344
0.56	0.51	0.50	0.01	0.00	-0.061	-0.072	0.310	0.348
0.57	0.52	0.51	0.01	0.00	-0.062	-0.069	0.315	0.353
0.58	0.53	0.52	0.01	0.00	-0.062	-0.067	0.320	0.358
0.59	0.55	0.53	0.01	0.00	-0.062	-0.065	0.326	0.362

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

```
                    ****************************************
                  *     HYDROSTATIC   CALCULATIONS   *
                     ****************************************
```

DRAFT B.O.K	K.M.L	I.M.T	CDIP	W.P	WET. AREA	BLOCK SURF. COEF. (CB)	PRISM COEF. (CP)	WL-A COEF. (CW)	MID. COEF. (CM)	COEF.
M	M	M**4	TON	M**2	M**2					
0.20	1.65	0	0.000	0.8	1.4	0.532	0.532	0.649	1.000	
0.21	1.69	0	0.000	0.9	1.5	0.538	0.538	0.665	1.000	
0.22	1.73	0	0.000	0.9	1.5	0.544	0.544	0.682	1.000	
0.23	1.76	0	0.000	0.9	1.6	0.549	0.549	0.698	1.000	
0.24	1.70	0	0.000	0.9	1.6	0.555	0.555	0.701	1.000	
0.25	1.64	0	0.000	0.9	1.7	0.561	0.561	0.704	1.000	
0.26	1.59	0	0.000	0.9	1.7	0.566	0.566	0.708	1.000	
0.27	1.59	0	0.000	0.9	1.8	0.572	0.572	0.717	1.000	
0.28	1.58	0	0.000	0.9	1.8	0.578	0.578	0.726	1.000	
0.29	1.58	0	0.000	1.0	1.9	0.583	0.583	0.735	1.000	

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0.30	1.61	0	0.000	1.0	1.9	0.588	0.588	0.749
1.000								
0.31	1.65	0	0.000	1.0	2.0	0.593	0.593	0.763
1.000								
0.32	1.67	0	0.000	1.0	2.0	0.598	0.598	0.775
1.000								
0.33	1.63	0	0.000	1.0	2.1	0.604	0.604	0.777
1.000								
0.34	1.59	0	0.000	1.0	2.1	0.609	0.609	0.780
1.000								
0.35	1.56	0	0.000	1.0	2.2	0.614	0.614	0.782
1.000								
0.36	1.54	0	0.000	1.0	2.2	0.619	0.619	0.787
1.000								
0.37	1.53	0	0.000	1.0	2.3	0.623	0.623	0.792
1.000								
0.38	1.51	0	0.000	1.0	2.3	0.628	0.628	0.796
1.000								
0.39	1.48	0	0.000	1.0	2.4	0.632	0.632	0.798
1.000								
0.40	1.46	0	0.000	1.0	2.4	0.636	0.636	0.800
1.000								
0.41	1.43	0	0.000	1.0	2.5	0.640	0.640	0.801
1.000								
0.42	1.41	0	0.000	1.0	2.5	0.644	0.644	0.803
1.000								
0.43	1.39	0	0.000	1.0	2.6	0.648	0.648	0.805
1.000								
0.44	1.37	0	0.000	1.0	2.6	0.652	0.652	0.807
1.000								
0.45	1.35	0	0.000	1.1	2.7	0.655	0.655	0.808
1.000								

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0.46	1.33	0	0.000	1.1	2.7	0.658	0.658	0.810
1.000								
0.47	1.31	0	0.000	1.1	2.8	0.662	0.662	0.811
1.000								
0.48	1.30	0	0.000	1.1	2.8	0.665	0.665	0.813
1.000								
0.49	1.28	0	0.000	1.1	2.9	0.668	0.668	0.814
1.000								
0.50	1.27	0	0.000	1.1	2.9	0.671	0.671	0.816
1.000								
0.51	1.26	0	0.000	1.1	3.0	0.674	0.674	0.818
1.000								
0.52	1.25	0	0.000	1.1	3.0	0.676	0.676	0.820
1.000								
0.53	1.24	0	0.000	1.1	3.1	0.679	0.679	0.821
1.000								
0.54	1.23	0	0.000	1.1	3.1	0.682	0.682	0.823
1.000								
0.55	1.22	0	0.000	1.1	3.2	0.684	0.684	0.825
1.000								
0.56	1.21	0	0.000	1.1	3.2	0.687	0.687	0.827
1.000								
0.57	1.20	0	0.000	1.1	3.3	0.689	0.689	0.829
1.000								
0.58	1.19	0	0.000	1.1	3.3	0.692	0.692	0.831
1.000								
0.59	1.19	0	0.000	1.1	3.4	0.694	0.694	0.832
1.000								

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

```
*************************************
* HYDROSTATIC   CALCULATIONS *
*************************************
```

DRAFT B.O.K	DISPT	MOLDED VOLUME	T.P.C	M.T.C	L.C.B	L.C.F	K.B	K.M.T
M	TON	M**3	TON/CM	M*TON	M	M	M	M
0.60	0.56	0.54	0.01	0.00	-0.062	-0.063	0.331	0.367
0.61	0.57	0.55	0.01	0.00	-0.062	-0.061	0.336	0.372
0.62	0.58	0.56	0.01	0.00	-0.062	-0.059	0.342	0.377
0.63	0.59	0.58	0.01	0.00	-0.062	-0.057	0.347	0.381
0.64	0.60	0.59	0.01	0.00	-0.062	-0.056	0.353	0.386
0.65	0.61	0.60	0.01	0.00	-0.062	-0.054	0.358	0.391
0.66	0.62	0.61	0.01	0.00	-0.061	-0.052	0.363	0.396
0.67	0.64	0.62	0.01	0.00	-0.061	-0.051	0.369	0.401
0.68	0.65	0.63	0.01	0.00	-0.061	-0.049	0.374	0.405
0.69	0.66	0.64	0.01	0.00	-0.061	-0.047	0.379	0.410
0.70	0.67	0.65	0.01	0.00	-0.061	-0.045	0.385	0.415
0.71	0.68	0.66	0.01	0.00	-0.060	-0.043	0.390	0.420
0.72	0.69	0.67	0.01	0.00	-0.060	-0.042	0.395	0.425
0.73	0.70	0.69	0.01	0.00	-0.060	-0.040	0.400	0.430
0.74	0.71	0.70	0.01	0.00	-0.059	-0.038	0.406	0.435
0.75	0.73	0.71	0.01	0.00	-0.059	-0.036	0.411	0.440
0.76	0.74	0.72	0.01	0.00	-0.059	-0.035	0.416	0.444
0.77	0.75	0.73	0.01	0.00	-0.058	-0.033	0.422	0.449
0.78	0.76	0.74	0.01	0.00	-0.058	-0.031	0.427	0.454
0.79	0.77	0.75	0.01	0.00	-0.057	-0.030	0.432	0.459

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0.80	0.78	0.76	0.01	0.00	-0.057	-0.028	0.438	0.464
0.81	0.79	0.77	0.01	0.00	-0.057	-0.026	0.443	0.469
0.82	0.81	0.79	0.01	0.00	-0.056	-0.025	0.448	0.474
0.83	0.82	0.80	0.01	0.00	-0.056	-0.023	0.454	0.479
0.84	0.83	0.81	0.01	0.00	-0.055	-0.021	0.459	0.484
0.85	0.84	0.82	0.01	0.00	-0.055	-0.018	0.464	0.489
0.86	0.85	0.83	0.01	0.00	-0.054	-0.016	0.470	0.494
0.87	0.86	0.84	0.01	0.00	-0.054	-0.013	0.475	0.499
0.88	0.88	0.85	0.01	0.00	-0.053	-0.011	0.480	0.504
0.89	0.89	0.87	0.01	0.00	-0.053	-0.008	0.486	0.509
0.90	0.90	0.88	0.01	0.00	-0.052	-0.006	0.491	0.514
0.91	0.91	0.89	0.01	0.00	-0.051	-0.003	0.496	0.519
0.92	0.92	0.90	0.01	0.00	-0.051	-0.001	0.502	0.525
0.93	0.93	0.91	0.01	0.00	-0.050	0.002	0.507	0.530
0.94	0.95	0.92	0.01	0.00	-0.049	0.004	0.512	0.535
0.95	0.96	0.93	0.01	0.00	-0.049	0.006	0.518	0.540
0.96	0.97	0.95	0.01	0.00	-0.048	0.009	0.523	0.545
0.97	0.98	0.96	0.01	0.00	-0.047	0.011	0.528	0.550
0.98	0.99	0.97	0.01	0.00	-0.047	0.014	0.534	0.554
0.99	1.00	0.98	0.01	0.00	-0.046	0.017	0.539	0.558

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

```
                    ****************************************
                  *     HYDROSTATIC   CALCULATIONS   *
                     ****************************************
```

DRAFT B.O.K	K.M.L	I.M.T	CDIP	W.P AREA	WET. SURF.	BLOCK COEF. (CB)	PRISM COEF. (CP)	WL-A COEF. (CW)	MID. COEF. (CM)
M	M	M**4	TON	M**2	M**2				
0.60	1.18	0	0.000	1.1	3.4	0.697	0.697	0.834	1.000
0.61	1.17	0	0.000	1.1	3.5	0.699	0.699	0.835	1.000
0.62	1.16	0	0.000	1.1	3.5	0.701	0.701	0.837	1.000
0.63	1.16	0	0.000	1.1	3.6	0.703	0.703	0.838	1.000
0.64	1.15	0	0.000	1.1	3.6	0.705	0.705	0.839	1.000
0.65	1.15	0	0.000	1.1	3.7	0.707	0.707	0.841	1.000
0.66	1.14	0	0.000	1.1	3.7	0.709	0.709	0.842	1.000
0.67	1.13	0	0.000	1.1	3.8	0.711	0.711	0.843	1.000
0.68	1.13	0	0.000	1.1	3.8	0.713	0.713	0.845	1.000
0.69	1.13	0	0.000	1.1	3.9	0.715	0.715	0.846	1.000

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

0.70	1.12	0	0.000	1.1	3.9	0.717	0.717	0.847
1.000								
0.71	1.12	0	0.000	1.1	4.0	0.719	0.719	0.849
1.000								
0.72	1.12	0	0.000	1.1	4.0	0.721	0.721	0.850
1.000								
0.73	1.11	0	0.000	1.1	4.1	0.723	0.723	0.852
1.000								
0.74	1.11	0	0.000	1.1	4.1	0.724	0.724	0.853
1.000								
0.75	1.11	0	0.000	1.1	4.2	0.726	0.726	0.854
1.000								
0.76	1.10	0	0.000	1.1	4.2	0.728	0.728	0.856
1.000								
0.77	1.10	0	0.000	1.1	4.3	0.729	0.729	0.857
1.000								
0.78	1.10	0	0.000	1.1	4.3	0.731	0.731	0.858
1.000								
0.79	1.10	0	0.000	1.1	4.4	0.733	0.733	0.859
1.000								
0.80	1.10	0	0.000	1.1	4.4	0.734	0.734	0.861
1.000								
0.81	1.09	0	0.000	1.1	4.5	0.736	0.736	0.862
1.000								
0.82	1.09	0	0.000	1.1	4.5	0.737	0.737	0.863
1.000								
0.83	1.09	0	0.000	1.1	4.6	0.739	0.739	0.865
1.000								
0.84	1.09	0	0.000	1.1	4.6	0.740	0.740	0.866
1.000								
0.85	1.09	0	0.000	1.1	4.7	0.742	0.742	0.868
1.000								
0.86	1.09	0	0.000	1.1	4.7	0.743	0.743	0.870

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1.000									
	0.87	1.09	0	0.000	1.1	4.8	0.745	0.745	0.872
1.000									
	0.88	1.10	0	0.000	1.1	4.8	0.746	0.746	0.873
1.000									
	0.89	1.10	0	0.000	1.1	4.9	0.748	0.748	0.875
1.000									
	0.90	1.10	0	0.000	1.1	4.9	0.749	0.749	0.877
1.000									
	0.91	1.10	0	0.000	1.1	5.0	0.751	0.751	0.879
1.000									
	0.92	1.10	0	0.000	1.1	5.0	0.752	0.752	0.881
1.000									
	0.93	1.10	0	0.000	1.1	5.1	0.753	0.753	0.883
1.000									
	0.94	1.10	0	0.000	1.1	5.1	0.755	0.755	0.885
1.000									
	0.95	1.10	0	0.000	1.2	5.2	0.756	0.756	0.886
1.000									
	0.96	1.11	0	0.000	1.2	5.2	0.757	0.757	0.888
1.000									
	0.97	1.11	0	0.000	1.2	5.3	0.759	0.759	0.890
1.000									
	0.98	1.09	0	0.000	1.1	5.4	0.760	0.760	0.873
1.000									
	0.99	1.08	0	0.000	1.1	5.4	0.762	0.762	0.854
1.000									

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 B.구조계산

① 판의 설계. (제5절)

㉮ 판의 최소두께.

$$t = (t_0 + \mathrm{k}\,L)\sqrt{K}\frac{S}{S_R}$$

여기서

t_0, k = 규칙 표3.4.2 에 의한다.

재료계수 $K = \frac{240}{\sigma_f} = \frac{240}{340 * S0.7} = 1.008$

σ_f = 용접되지 않은 재료의 내력으로 인장강도의 70% 이하로 한다.

S = 휨 보강재의 간격. [m]

S_R= 휨 보강재의 기준간격. [m]

$= 0.002(100 + L) = 0.002(100 + 10) = 0.22$

a. 선저

$$t = (4.0 + 0.03 * 10.0) * \sqrt{1.008} * \frac{0.308}{0.22} = 6.04 \quad [\mathrm{mm}]$$

b. 선측 (수선 하부)

$$t = (4.0 + 0.03 * 10.0) * \sqrt{1.008} * \frac{0.325}{0.22} = 6.38 \quad [\mathrm{mm}]$$

c. 선측 (수선 상부)

$$t = (3.5 + 0.02 * 10.0) * \sqrt{1.008} * \frac{0.325}{0.22} = 5.49 \quad [\mathrm{mm}]$$

d. 갑판 (선수부 ~ 중앙부)

$$t = (3.0 + 0.03 * 10.0) * \sqrt{1.008} * \frac{0.38}{0.22} = 5.72 \quad [\mathrm{mm}]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

e. 갑판 (선미부 ~ 중앙부)

$$t = (2.5 + 0.02*10.0)*\sqrt{1.008}*\frac{0.38}{0.22} = 4.68 \quad [mm]$$

f. 수밀격벽

$$t = (3.0 + 0.02*10.0)*\sqrt{1.008}*\frac{0.308}{0.22} = 5.55 \quad [mm]$$

g. 선루 및 갑판실의 전단벽

$$t = (3.0 + 0.01*10.0)*\sqrt{1.008}*\frac{0.38}{0.22} = 5.38 \quad [mm]$$

h. 선루 및 갑판실의 측벽, 후단벽

$$t = (2.5 + 0.01*10.0)*\sqrt{1.008}*\frac{0.38}{0.22} = 4.53 \quad [mm]$$

㉯ 횡 하중을 받는 선저 외판 두께.

$$t = \frac{S\sqrt{CP}}{\sqrt{\sigma}} \quad [mm]$$

$$= \frac{0.308\sqrt{500*91.22}}{\sqrt{175}} = 4.97 \quad [mm]$$

㉰ 슬래밍 압력을 받는 선저 외판 두께.

$$t = \frac{22.4 k_r S\sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma_{sl}}} \quad [mm]$$

$$= \frac{22.4*1.*0.308*\sqrt{91.22}}{\sqrt{175}} = 4.98 \quad [mm]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

② 트랜스버스

㉮ 단면계수

$$Z = \frac{1000FR(P\text{또는}P_{sl})bS_g^2}{m\sigma} \quad [\text{㎤}]$$

a. 선저

$$Z = \frac{1000*1*1*91.22*1*1.235^2}{10*160} = 86.96 \quad [\text{㎤}]$$

b. 선측

$$Z = \frac{1000*1*1*12.37*1*1.3^2}{10*160} = 13.07 \quad [\text{㎤}]$$

c. 갑판

$$Z = \frac{1000*1*1*5.0*1*1.9^2}{10*160} = 11.28 \quad [\text{㎤}]$$

㉯ 구조부재의 두께

$$t = (t_0 + \mathrm{k\,L})\sqrt{\mathrm{K}}\,\frac{\mathrm{S}}{\mathrm{S_R}}$$

a. 선저 트랜스

$$t = (3.0 + 0.0*10.0)*\sqrt{\frac{240}{217}}*\frac{0.308}{0.22} = 4.42 \quad [\text{㎜}]$$

b. 선측 트랜스

$$t = (3.0 + 0.0*10.0)*\sqrt{\frac{240}{217}}*\frac{0.325}{0.22} = 4.66 \quad [\text{㎜}]$$

c. 갑판 트랜스

$$t = (3.0 + 0.0*10.0)*\sqrt{\frac{240}{217}}*\frac{0.380}{0.22} = 5.45 \quad [\text{㎜}]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

③ 휨 보강재

㉮ 단면계수

$$Z = \frac{mPSl^2}{\sigma} \quad [㎤]$$

a. 선저 종늑골

$$Z = \frac{85*91.22*0.308*1.0^2}{162.75} = 14.67 \quad [㎤]$$

b. 선측 종늑골

$$Z = \frac{100*12.37*0.325*1.0^2}{144.7} = 2.78 \quad [㎤]$$

c. 갑판 종늑골

$$Z = \frac{85*5.0*0.380*1.0^2}{144.7} = 1.12 \quad [㎤]$$

(라) 재질이 MILD STEEL인 경우의 구조 계산은 초기 단면 형상 및 초기 구조설계 단계에서 건조원가 등을 산출하기 위하여 두 가지 단면에 대한 강도계산을 수행하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

< A형 구조단면 >

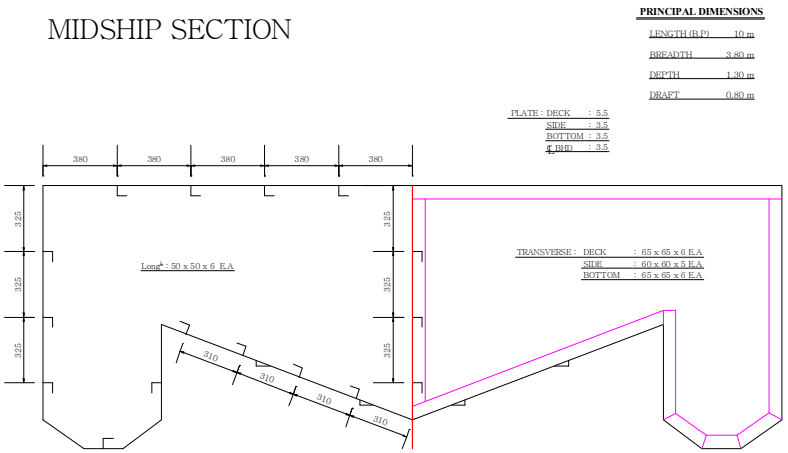


Fig. 3-15 Structural section of A type

< B형 구조단면 >

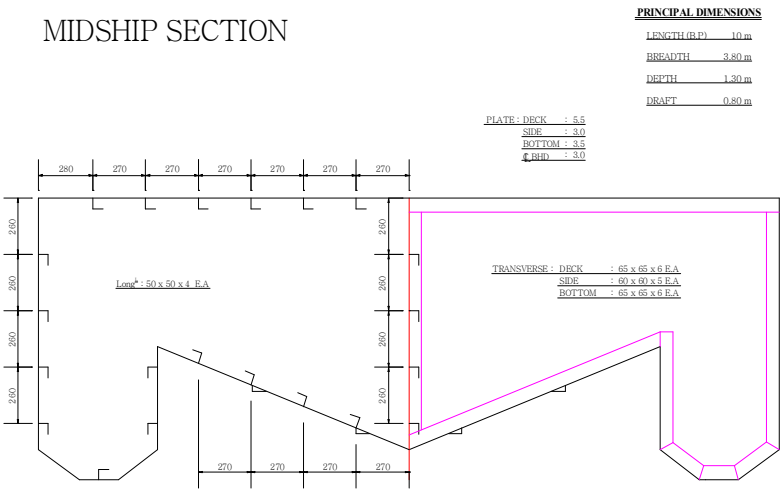


Fig. 3-16 Structural section of B type

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

< A형 구조계산 내역 >

① 설계수직 가속도

$$a_{cg} = \frac{V}{\sqrt{L}} \cdot \frac{3.2}{L^{0.76}} \cdot f_g \cdot g_0 \qquad [m/\sec^2]$$

$$= \left(\frac{12}{\sqrt{10}}\right) \cdot \left(\frac{3.2}{10^{0.76}}\right) \cdot 1 \cdot 9.81 = 16.366 \qquad [m/\sec^2]$$

② 선저 설계 슬래밍 압력

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \qquad [KN/m^2]$$

A : 하중작용면적 ; 판재류 = 2.5· S^2

보강재 = $S \cdot l$

③ 파랑계수 (Cw, SA3, 표 3.2.3)

$$C_w = 0.08 \cdot L \cdot \frac{100-20}{100} = 0.64$$

④ 해수압력 (선측, 노출갑판)

㉮ 만재흘수선 하부

$$P = 10 \cdot h_0 + \left(K_S - 1.5 \cdot \frac{h_0}{T}\right) \cdot C_w \qquad [KN/m^2]$$

㉯ 만재흘수선 상부

$$P = a \cdot K_S \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \qquad [KN/m^2]$$

⑤ 액체하중

$$P_1 = \rho \cdot (g_0 + 0.5 * a_v) \cdot h_s$$

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

$= 1.025*(9.81+0.5*32.732)*0.76 = 20.391$

$P_2 = 0.67 \cdot \rho \cdot g_0 \cdot h_p = 0.67*1.025*9.81*1.01 = 6.804$

$P_3 = \rho \cdot g_0 \cdot h_s + 10 = 1.025*9.81*0.76+10 = 17.642$

여기서 $h_s = 0.76 \quad [m]$,

$h_p = \frac{0.5}{2} + 0.76 = 1.01 \qquad [m]$

$a_v = K_v \cdot a_{cg} = 2*16.366 = 32.732 \qquad [m/\sec^2]$

∴ 최대액체하중 : $P_{liq} = 20.391 \qquad [KN/m^2]$

A. 판의 설계. (제5절)

S_r = 휨 보강재의 기준간격 = $0.002 \cdot (240+L)$ = $0.5 \quad [m]$

① 평판용골.

ⅰ) 나비

$$b = 750 + 4.5 \cdot L = 750 + 4.5*10 = 795 \qquad [mm]$$

ⅱ) 두께

$$t = (7.0 + 0.05 \cdot L) \cdot \frac{S}{S_r}$$

$$= (7.0 + 0.05*10) * \frac{0.31}{0.5} = 4.65 \qquad [mm]$$

② 선저외판

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.31*\sqrt{70.10}}{\sqrt{160}} = 3.24 \qquad [mm]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.24}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 70.10 \quad [KN/m^2]$$

※ 최소 선저외판 ($t_{\min}$)

$$t_{\min} = (5.0+0.04*L)*\frac{S}{S_r} = (5+0.04*10)*\frac{0.31}{0.5} = 3.35 \quad [mm]$$

③ 선측외판

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.325*\sqrt{68.12}}{\sqrt{160}} = 3.35 \quad [mm]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.264}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 68.12 \quad [KN/m^2]$$

④ 강력갑판

$$t = (t_0+0.025 \cdot L) \cdot \frac{S}{S_r} \quad [mm]$$

$$= (5.0+0.025*10)*\frac{0.38}{0.5} = 3.99 \quad \Rightarrow \quad 5.25\ [mm]$$

⑤ 격벽판

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{liq}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.325*\sqrt{20.391}}{\sqrt{120}} = 2.12\ [mm] \Rightarrow 3.0\ [mm]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 트랜스버스

※ 단면계수

$$Z = \frac{1000 \cdot K \cdot F \cdot R \cdot (P\text{또는}P_{sl}) \cdot b \cdot S_g^2}{m \cdot \sigma} \quad [cm^3]$$

① 선저

$$Z = \frac{1000*1.0*1.0*0.792*42.88*1.0*1.375^2}{10*160} = 40.13 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{1.235}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 42.88 \quad [KN/m^2]$$

② 선측

$$Z = \frac{1000*1.*1.*0.792*43.70*1.*1.16^2}{10*160} = 29.11 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{1.16}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 43.70 \quad [KN/m^2]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

③ 강력갑판

$$Z = \frac{1000*1.*1.*0.792*20.391*1.9^2}{10*160} = 36.44 \quad [cm^3]$$

여기서 해수압력(P)

$$P = a \cdot K_s \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \quad [KN/m^2]$$

$$= 1*27.248*(0.64 - 0.53*(1.3 - 0.8)) = 10.218 \quad [KN/m^2]$$

C. 휨 보강재

※ 단면계수

$$Z = \frac{k \cdot (P\text{또는}P_{sl}) \cdot S \cdot l^2}{\sigma} \quad [cm^3]$$

① 선저 종늑골

$$Z = \frac{83*64.92*0.31*1.0^2}{95.} = 17.58 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.31}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 64.92 \quad [KN/m^2]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

② 선측 종늑골

$$Z = \frac{83*64.01*0.325*1.0^2}{95.} = 18.18 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.325}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 64.01 \quad [KN/m^2]$$

③ 갑판 종늑골

$$Z = \frac{83*20.391*0.38*1.0^2}{95.} = 6.77 \quad [cm^3]$$

여기서 해수압력(P)

$$P = a \cdot K_s \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \quad [KN/m^2]$$

$$= 1*27.248*(0.64-0.53*(1.3-0.8)) = 10.218 \quad [KN/m^2]$$

< B형 구조계산 내역 >

① 설계수직 가속도

$$a_{cg} = \frac{V}{\sqrt{L}} \cdot \frac{3.2}{L^{0.76}} \cdot f_g \cdot g_0 \quad [m/\sec^2]$$

$$= \left(\frac{12}{\sqrt{10}}\right) \cdot \left(\frac{3.2}{10^{0.76}}\right) \cdot 1 \cdot 9.81 = 16.366 \quad [m/\sec^2]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

② 선저 설계 슬래밍 압력

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \qquad [KN/m^2]$$

A : 하중작용면적 ; 판재류 = 2.5· S^2

보강재 = $S \cdot l$

③ 파랑계수 (Cw, SA3, 표 3.2.3)

$$C_w = 0.08 \cdot L \cdot \frac{100-20}{100} = 0.64$$

④ 해수압력 (선측, 노출갑판)

㉮ 만재흘수선 하부

$$P = 10 \cdot h_0 + \left(K_S - 1.5 \cdot \frac{h_0}{T}\right) \cdot C_w \qquad [KN/m^2]$$

㉯ 만재흘수선 상부

$$P = a \cdot K_S \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \qquad [KN/m^2]$$

⑤ 액체하중

$$P_1 = \rho \cdot (g_0 + 0.5 * a_v) \cdot h_s$$

$$= 1.025 * (9.81 + 0.5 * 32.732) * 0.76 = 20.391$$

$$P_2 = 0.67 \cdot \rho \cdot g_0 \cdot h_p = 0.67 * 1.025 * 9.81 * 1.01 = 6.804$$

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

$$P_3 = \rho \cdot g_0 \cdot h_s + 10 = 1.025*9.81*0.76 + 10 = 17.642$$

여기서 $h_s = 0.76 \quad [m]$,

$$h_p = \frac{0.5}{2} + 0.76 = 1.01 \quad [m]$$

$$a_v = K_v \cdot a_{cg} = 2*16.366 = 32.732 \quad [m/\sec^2]$$

∴ 최대액체하중 : $P_{liq} = 20.391 \quad [KN/m^2]$

A. 판의 설계. (제5절)

S_r = 휨 보강재의 기준간격 = $0.002 \cdot (240 + L)$ = $0.5 \quad [m]$

① 평판용골

ⅰ) 나비

$$b = 750 + 4.5 \cdot L = 750 + 4.5*10 = 795 \quad [mm]$$

ⅱ) 두께

$$t = (7.0 + 0.05 \cdot L) \cdot \frac{S}{S_r}$$

$$= (7.0 + 0.05*10) * \frac{0.293}{0.5} = 4.4 \quad [mm]$$

② 선저외판

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.293*\sqrt{72.45}}{\sqrt{160}} = 3.12 \quad [mm]$$

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.215}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 72.45 \quad [KN/m^2]$$

※ 최소 선저외판 ($t_{\min}$)

$$t_{\min} = (5.0+0.04*L)*\frac{S}{S_r} = (5+0.04*10)*\frac{0.293}{0.5} = 3.16$$

$[mm]$

③ 선측외판

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sl}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.26*\sqrt{77.88}}{\sqrt{160}} = 2.87 \quad [mm]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.169}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 77.88 \quad [KN/m^2]$$

④ 강력갑판

$$t = (t_0+0.025 \cdot L) \cdot \frac{S}{S_r} \quad [mm]$$

$$= (5.0+0.025*10)*\frac{0.28}{0.5} = 2.94 \Rightarrow 5.25 \quad [mm]$$

⑤ 격벽판

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

$$t = \frac{15.8 \cdot S \cdot \sqrt{P_{liq}}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{15.8*0.27*\sqrt{20.391}}{\sqrt{120}} = 1.76\ [mm] \Rightarrow 3.0\ \ [mm]$$

B. 트랜스버스

※ 단면계수

$$Z = \frac{1000 \cdot K \cdot F \cdot R \cdot (P\text{또는}P_{sl}) \cdot b \cdot S_g^2}{m \cdot \sigma} \qquad [cm^3]$$

① 선저

$$Z = \frac{1000*1.0*1.0*0.792*42.88*1.0*1.375^2}{10*160} = 40.13 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{1.235}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 42.88 \qquad [KN/m^2]$$

② 선측

$$Z = \frac{1000*1.*1.*0.792*43.70*1.*1.16^2}{10*160} = 29.11 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{1.16}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 43.70 \quad [KN/m^2]$$

③ 강력갑판

$$Z = \frac{1000*1.*1.*0.792*20.391*1.9^2}{10*160} = 36.44 \quad [cm^3]$$

여기서 해수압력(P)

$$P = a \cdot K_s \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \quad [KN/m^2]$$

$$= 1*27.248*(0.64-0.53*(1.3-0.8)) = 10.218 \quad [KN/m^2]$$

C. 휨 보강재

※ 단면계수

$$Z = \frac{k \cdot (P\text{또는}P_{sl}) \cdot S \cdot l^2}{\sigma} \quad [cm^3]$$

① 선저 종늑골

$$Z = \frac{83*66.03*0.293*1.0^2}{95.} = 16.90 \quad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \quad [KN/m^2]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.293}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 66.03 \qquad [KN/m^2]$$

② 선측 종늑골

$$Z = \frac{83*68.44*0.26*1.0^2}{95.} = 15.55 \qquad [cm^3]$$

여기서 슬래밍 압력(P_{sl})

$$P_{sl} = 1.3 \cdot K_l \cdot \left(\frac{\triangle}{A}\right)^{0.3} \cdot d_0^{0.7} \cdot \frac{50-\beta_x}{50-\beta_{cg}} \cdot a_{cg} \qquad [KN/m^2]$$

$$= 1.3*1*\left(\frac{5.70}{0.26}\right)^{0.3}*(0.8)^{0.7}*\frac{50-20.215}{50-30.00}*(16.366)$$

$$= 68.44 \qquad [KN/m^2]$$

③ 갑판 종늑골

$$Z = \frac{83*20.391*0.28*1.0^2}{95.} = 4.99 \qquad [cm^3]$$

여기서 해수압력(P)

$$P = a \cdot K_s \cdot (C_w - 0.53 \cdot h_0) \qquad [KN/m^2]$$

$$= 1*27.248*(0.64-0.53*(1.3-0.8)) = 10.218 \qquad [KN/m^2]$$

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

감사의 글

석사과정의 생활이 어느덧 흘러서 세월의 빠르다는 말이 몸에 절실히 와닿습니다
학부시절부터 존경과 감사의 대상이셨던 지도교수님 이귀주 교수님께 진심으로
감사말씀을 드립니다

지난 대학원 생활 동안 논문지도와 더불어 삶에 대한 조언을 아끼지 않으시고
이끌어 주신 이귀주 교수님께서 있으셨기에 무사히 학위과정을 마칠수가 있었던
것 같습니다. 특히 학교 내에서는 철두철미한 교수님으로써 학교 외에서는 아버님
같은 자상한 마음으로써 보살펴주신 점에 대하여 다시 한번 감사의 말씀을
드립니다

그리고 논문을 쓰기까지 많은 도움을 조언과 지식을 주셨던 좌순원 교수님께도
감사의 말씀을 더불어 드립니다

또한 다정다감하고 친절하게 대학원 생활의 주측이 되어 운영해주신 안정선
박사님께 감사의 말씀을 드립니다

처음 시작할 때 누구보다 열심히 해야겠다는 마음으로 초심의 뜻을 유지할 수
있었던 것은 이분들의 도움과 공로가 있었기에 가능했다고 생각합니다
모두들 행복하시고 건강하시길 기원합니다

마지막으로 앞으로 제가 나아가야 할 인생의 여정은 아직도 많이 남았습니다.
그 인생의 길에 험하고 기다란 터널이 나오더라도 대학원에서의 열정의지와
경험으로 꿋꿋하게 해쳐 나아갈 것이며 어려운 상황 시 그동안 가르침을 주셨던
이귀주 교수님의 인간적인 따뜻함과 적극의지로 돌파하면서 강건한 마음으로
인생을 살아가겠습니다.

다시 한번 제가 학위과정을 밟을 수 있도록 힘써주시고 격려하여 주신 교수님과
박사님, 후배님께 깊은 감사를 드립니다.