[UCI]I804:24011-200000239529

2010年度
碩士學位論文

電氣 推進시스템을 裝着한 小型船舶의 船型開發에 관한 研究

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

白 定 潤

電氣 推進시스템을 裝着한 小型船舶의 船型開發에 관한 研究

指導敎授 李 貴 珠

이 論文을 工學碩士學位 申請 論文으로 提出함

2009年 11月

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

白 定 潤

電氣 推進시스템을 裝着한 小型船舶의 船型開發에 관한 研究

A study on the development of hull form for a small boat with electric motor propulsion system

2010年 2月 25日

朝鮮大學校 大學院

船 舶 海 洋 工 學 科

白 定 潤

白定潤의 碩士學位 論文을 認准함

委員長　朝鮮大學校　教授 朴 濟 雄 印

委　員　朝鮮大學校　教授 權 寧 燮 印

委　員　朝鮮大學校　教授 李 貴 珠 印

2009年 11月30日

朝鮮大學校 大學院

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1
1-1 연구 배경 및 필요성 ····· 2
1-1-1 개발기술의 필요성 ····· 2
1-2-2 국내외 관련기술의 현황 ····· 3
1-2 연구 내용 및 방법 ····· 4
1-2-1 연구내용 ····· 4
1-2-2 연구방법 ····· 4

제 2 장 소형선박의 전기 추진시스템 ····· 5
2-1 전기추진 소형선박의 구조 ····· 6
2-1-1 주요 구성도 ····· 6
2-1-2 기본 개념도 ····· 7
2-2 전기추진 선박의 특징 및 연료비용 비교 ····· 8
2-2-1 전기추진 선박의 특징 ····· 8
2-2-2 내연기관 연료 비용 ····· 8
2-2-3 전기 추진선박 충전 비용 ····· 10

제 3 장 전기추진 소형선박의 선형설계 ····· 12
3-1 소형선박 선형설계 ····· 13
3-1-1 주요 제원 ····· 13
3-1-2 선형 설계 ····· 14

제 4 장 전기추진 소형선박의 모형시험 ····· 22
4-1 저항 시험 ····· 23
4-1-1 모형선 ····· 23
4-2 모형시험 조건 ····· 23
4-2-1 모형시험 범위 ····· 23
4-2-2 저항시험 ····· 24
4-2-3 선측파형관찰 ····· 24
4-2-4 트림 계측시험 ····· 24
4-3 모형시험 결과 및 해석 ····· 25
4-3-1 저항시험 ····· 25
4-3-2 선측 파형관찰 결과 ····· 26

제 5 장 결 론 ····· 29

List of Tables

<Table 1> Years operated and days operated hour of fishing boat ·····9
<Table 2> Exhaustion volume per standard power of fishing boat ·····10
<Table 3> The charge of Electric power quantity ·····11
<Table 4> Geometric Characteristics of Mother-ships ·····13
<Table 5> Dimension of Model ·····23
<Table 6> Test Condition of Model ·····24
<Table 7> Predicted EHP of Model ·····25
<Table 8> Result of Model Test ·····27

List of Figures

<Fig. 1> Arrangement of power system ····· 6
<Fig. 2> General Arrangement of a conventional Fishing boat(Model-1) ····· 7
<Fig. 3> General Arrangement of a Fishing vessel with Electric Power system (Model-2) ····· 7
<Fig. 4> Body plan of Model-1 ····· 14
<Fig. 5> Body plan of Model-2 ····· 14
<Fig. 6> Waterlines Aft part(Model-1) ····· 15
<Fig. 7> Waterlines Aft part(Model-2) ····· 15
<Fig. 8> Waterlines Fore Part(Model-1) ····· 16
<Fig. 9> Waterlines Fore Part(Model-2) ····· 16
<Fig. 10> Cp curve (Model-1) ····· 17
<Fig. 11> Cp curve (Model-2) ····· 17
<Fig. 12> 3-D configuration of Model-1 ····· 18
<Fig. 13> 3-D configuration of Model-2 ····· 18
<Fig. 14> Mesh for the calculation of Resistance ····· 19
<Fig. 15> Condition of Rankine Source Calculation ····· 19
<Fig. 16> Wave pattern ····· 20
<Fig. 17> Pressure distribution ····· 20
<Fig. 18> Wave resistance ····· 21
<Fig. 19> Model Test of EHP ····· 25
<Fig. 20> Model Test of 10knots ····· 26
<Fig. 21> Result of trim Test ····· 27
<Fig. 22> Result of trim Test ····· 28

ABSTRACT

A study on the development of hull form for a small boat with electric motor propulsion system

Baek jung youn
Advisor : Prof. Lee kwi joo Ph.D.
Department of Naval Architecture & Ocean Engineering
Graduate School of Chosun University

In this paper the results of " A study on the development of hull form for a small boat with electric motor propulsion system" are presented. The comparative study for two form of Model-1 and Model-2 are carried out experimentally. The construction of Electric motor propulsion system are presumed arrangement of boat and compared The engine fuel of cost with battery charge of cost .The Model tests include resistance test, trim test and wave observation tests are conducted in CWC of Chosun University. A resistance test is in the Full load state and the results were interpreted by ITTC'78 method.

제 1 장 서 론

1-1 연구 배경 및 필요성

1-1-1 개발기술의 필요성

우리나라 어업 경영의 수지 분석 결과에 의하면 어업 비용 중 인건비는 평균 30~40 % 정도이고 연료비는 약 15%를 점하고 있어 두 항목의 비중이 거의 절반 이상을 차지하고 있다. 또한 최근 우리나라 연안 어업은 FTA 체제에 따른 수산물 시장의 전면 개방 , 연안어장의 어자원 감소로 인한 원거리 조업, 주변국과 어업협정에 따른 어장 축소 등 급격한 환경변화로 경영수지가 극도로 악화되고 있다. 이에 수입수산물의 가격경쟁력 확보를 위한 어획물 선도 유지 관점에서 어선의 새로운 개념의 추진기 개발이 요구되는 추세이다.

그러나 중/고속의 대부분 소형어선들은 가솔린 연료를 사용하는 선외기 엔진과 Z-Drive 추진기가 이용되고 있어서 운항비가 높은 실정이다. 더욱이 최근에는 유가 상승 면세유 감면 축소등, 어업비용의 약 30%를 차지하는 에너지 비용이 채산성 악화를 부채질 하여 출어뿐만 아니라 어업 자체를 포기하는 사례가 늘고 있다. 이에 연안어선의 에너지 절감을 위한 특수한 선형의 개발, 추진계통의 효율 절감을 위한 추진 장치의 개발 등 여러 방안이 산학연 공동개발로 진행 또는 이미 개발 되었으나 국내 보유 총 선박척수의 95%를 차지하는 연안어선의 전반적인 적용 실태와 성과로는 미미한 형편이다.

한편 정부는 해양레저산업의 활성화를 도모하기 위해 보트, 요트 등에 대하여 부과되던 특별소비세를 지난 2004년 9월부터 폐지함과 아울러 2005년 5월에는 레저보트 등의 등록제 법안이 국회에 통과함으로서 레저보트의 재산권 인정과 아울러 금융지원의 확대 등에 따라 새로운 수요층이 생겨나고 있고 관심도 늘어나는 추세에 있다. 레저 문화의 발달로 소형 선박이 레저용으로 점차 많이 이용됨에도 불구하고 소형 선박의 개량은 이루어지지 않고 있어 이용자들은 선박의 엔진 소음과 진동, 그리고 연소된 연료의 냄새로 인한 두통을 호소하는 등, 해양 레저스포츠의 활성화에 걸림돌이 되고 있다. 이에 따라 레저스포츠 업자들은 전기추진방식의 선박 개발을 절실히 바라고 있는 실정이다. 2006년 6월에 개정 시행되고 있는 해양오염방지법에서는 선박에서 배출되고 있는 환경오염의 심각성을 인식하여 선박에

서 배출되는 대기오염물질도 육상의 교통수단과 마찬가지로 규제를 하고 있다. 각 항구에서 주류를 이루고 있는 소형선박들이 전기 추진방식으로 전환될 경우 항구의 유류에 의한 오염이 크게 절감될 뿐만 아니라, 엔진 배기가스에 의한 매연 및 CO_2 배출량도 현격히 줄어들어 해상오염방지에 큰 효과가 있을 것으로 기대된다. 이처럼, 현재 대부분의 선박에서 사용되고 있는 디젤기관은 여러 가지 문제점들을 가지고 있기 때문에 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 기술적 장치의 개발이 요구되고 있다. 이는, 소형선박용 전기추진기의 개발이 이루어지고 나면 전기추진기만이 가질 수 있는 장점인 진동과 소음의 최소화, 무냄새, 무공해 등으로 앞서 언급한 문제점 들을 충분히 해결할 수 있을 것이다.

1-2-2 국내외 관련기술의 현황

가. 외국의 경우

유럽의 경우 호화여객선, 쇄빙선 등에 대해 이미 선회식 전기추진시스템을 장착한 선박을 건조하였고, 최근에는 일반화물선인 컨테이너선에까지 선회식 전기추진시스템을 설치할 계획을 추진하고 있다. 특히 Finland의 Kvaerner Masa-Yards와 ABB Industry에서는 선회식 전기추진시스템인 Azipod 시스템을 공동 개발하여, 유조선 선형과 Cruiser 선형 및 컨테이너선 선형 등 기존의 추진축-추진기-타 시스템과 Azipod 시스템에 대한 유체성능 관점에서 비교 연구를 수행한 바 있다.

선회식 전기추진시스템은 Kvaerner Masa-Yards와 ABB가 공동 개발한 Azipod 시스템이 선도적으로 채택되고 있으며, 후발시스템으로 KaMeWa와 Cegelec(프랑스)이 공동 개발한 Mermaid System, Siemens와 Schottel이 공동 개발한 SSp System이 있다. 현재까지는 Azipod만이 실적선에 설치된 바 있으며 이 업체들은 선회식 전기추진시스템이 미래선박의 추진 장치로 설치될 가능성이 높다고 판단하여 막대한 연구비를 투자하여 개발하고 있다. 이상과 같이 대형 특수선에 대한 연구 및 실적이 많이 있으나, 소형선박에 대해서는 일부 레저선에 대한 연구 및 건조 실적을 갖고 있다.

나. 국내의 경우

우리나라에는 아직까지 주 추진 장치로 선회식 전동 추진시스템을 장착한 선박은 건조된 적이 없고, 이에 대한 연구도 미약한 형편이다. 국내 대형조선소에서 특수 선박인 Cable layer, FPSO, Drill ship, Shuttle Tanker 등의 선박에 Azimuty Thruster를 장착하여 선박의 능동형 위치제어(DP: Dynamic Positioning)를 응용한 선박을 건조하여 인도한 실적은 최근에 급증하고 있다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 해양레저산업의 황성화로 인하여 전기추진시스템에 대한 수요는 급증할 것이다. 이에 본 연구에 대한 중요성이 강조 된다.

1-2 연구 내용 및 방법

1-2-1 연구 내용

본 논문에서는 어민들의 연료비용에 대한 부담을 줄이고 질 높은 레저문화 정착을 위한 소형 선박의 전기 추진시스템에 대하여 연구를 수행하였다. 전기 추진시스템의 기본적인 개념 설명 및 전기 추진시스템을 구성하는 기본 구성품의 공간배치를 추정하였고 내연기관의 연료비용과 전기추진 선박의 적용시 축전지 충전비용등을 비교 하였다. 또한 2가지 모형을 모델로 쉽마스타와 라이노스 프로그램을 이용한 선도 및 3D모델을 형상화하여 전기 추진 선박에 적합한 선형에 대해 모형시험을 통해 그 값을 추정하였다.

1-2-2 연구 방법

소형 선박의 연료 비용 산정은 어업용 면세유류 공급기준량 산출기준을 바탕으로 추정하였고 전기추진 선박의 소요되는 전기비용은 한국전력 전력량 산정기준에 의해 계산되었다. 또한 모형시험을 통해 선박의 선형과(Model-1)과 본 연구에서 제안한 선형(Model-2)의 저항시험, 파형계측시험을 3knot~10knot까지 실시하였으며, 7knot~10knot까지의 트림시험을 실시하였다. 저항시험은 Full load 상태에서 수행되었으며 그 결과들은 ITTC'78 해석법에 의하여 해석되었다.

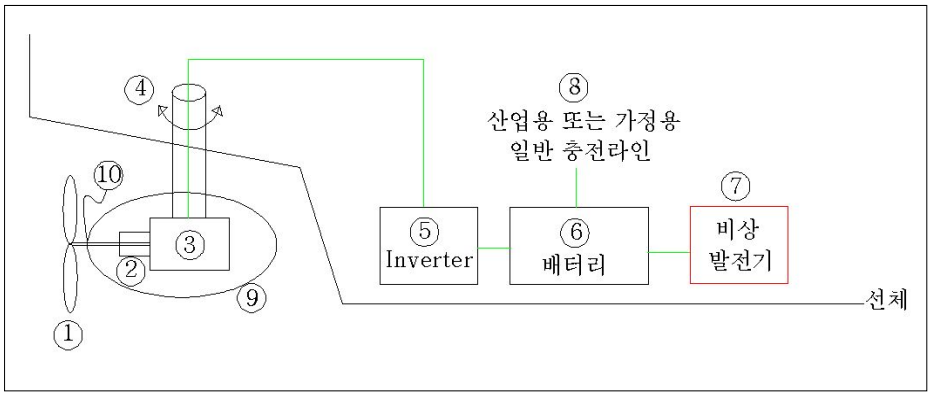
제 2 장 소형선박의 전기 추진시스템

2-1 전기추진 소형선박의 구조

2-1-1 주요 구성도

전기추진 선박은 기존에 사용되고 있는 엔진을 대신하여 축전지를 설치하고 축전지에 충전된 전기를 이용하여 모터를 구동시키고 구동된 모터의 동력은 기어 등 동력전달장치를 통해 프로펠러를 회전시킴으로써 추진력을 얻게 된다.
전기추진장치의 전체적인 구성도는 아래 그림1.과 같다.

① 프로펠러
② 동력전달장치
③ 모터
④ 추진체 회전
⑤ 인버터(속도제어)
⑥ 축전지(전기충전)
⑦ 비상시를 대비한 발전기
⑧ 선박유류에 비해 값싼 심야전기 및 산업용 전기,
그리고 무공해 신재생에너지 등으로 충전
⑨ 선회식 추진체
⑩ 축계 방수 처리



<Fig. 1> Arrangement of power system

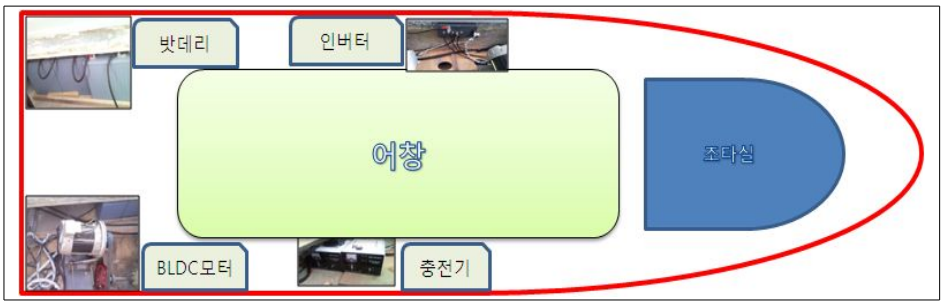
2-1-2 기본 개념도

전기 추진을 이용한 선박들은 현재까지 보편화 되고 상용화 되지 않았기 때문에 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 어선에 전기장치를 장착한 형태의 선박을 기준으로 기본개념도를 도시하였다.

우선, 2가지 형태의 기본 개념도를 통해 기존에 사용된 어선의 개념도와 전기 추진 선박의 기본 개념도를 도시하였다. 이는 기존의 선박에 비해 공간 배치의 용이성으로 어창을 최대한 활용할 수 있고, 구성품의 위치조절이 가능하여 결과적으로 어창이 넓어 많은 양의 어획이 가능할 것으로 판단된다.

<Fig. 2> General Arrangement of a conventional Fishing boat(Model-1)

그림 2 그림 3을 비교한 결과 기존 어선의 경우 엔진룸 설치가 필수적이므로 어창의 규모가 작은 편이었으나 전기추진어선인 경우 그림 3 에서와 같이 공간에 대한 활용도가 훨씬 용이하기 때문에 결과적으로 어창을 넓게 확보할 수 있을것으로 판단된다.



<Fig. 3> General Arrangement of a Fishing vessel with Electric Power system (Model-2)

2-2 전기추진 선박의 특징 및 연료비용 비교

2-2-1 전기추진 선박의 특징

전기에너지의 60% 이상이 전동기 구동에 이용될 정도로 전동기는 기계시스템의 가장 일반적인 원동력이라고 할 수 있다. 내연기관과 비교하여 전동기 구동 시스템의 장점은 다음과 같다.

1) 출력, 속도, 회전력의 크기가 다양하다.

2) 다양한 형태의 기계적 외관으로 제작될 수 있어 기계적 구동력을 필요로 하는 곳에 손쉽게 부착될 수 있다.

3) 배기가스가 없고 내연기관에 비해 소음이 적다.

4) 내연기관, 가스터빈에 비해 반응속도가 빠르다.

5) 여타의 기계적 구동력에 비해 운전효율이 높고 무 부하 손실이 적다.

6) 회전력을 회전방향에 관계없이 제어할 수 있어 효율적인 제동력, 구동력을 얻을 수 있다.

7) 입력이 전기에너지이므로 상위 정보처리 시스템과 쉽게 연결될 수 있다. 선박추진 시스템의 경우 현재는 디젤기관과 스크류 프로펠러를 사용하는 선박이 주종을 이루어지는 전통적인 추진방식이 아닌 새로운 개념의 추진방식이 개발되어 적용되고 있다. 특히 전동기 기술의 발달에 힘입어 동력을 발생시키는 주 기관 및 발전기는 선체 내부에 배치하고 전동기 및 추진기는 선체 외부에 배치될 수 있는 선회식 전기추진시스템이 개발되어 별도의 타가 불필요하고 복잡한 선미형상에 대한 근본적인 개선이 가능하게 되었다.

2-2-2 내연기관 연료비용

가. 어업용 면세 유류 공급 기준

1) 어업용 면세 유류 공급 기준량 산출 기준 [1)]

어업용 면세유류 공급기준량 산출 기준은 어선과 어업시설로 구분하여 따로

1) 수산경영론집 제 36권 제 3호 “어선면세유류 공급기준량 산정에 관한 연구” 강연실,김대현

적용하고 있으며, 어선은 경유 및 중유 사용어선과 휘발유 사용어선으로 구분하여 기준을 달리하고 있다. 공급기준량의 산정식은 다음과 같다.

공급기준량 = 연간조업일수 × 일일조업시간 × 마력 × 시간당 마력당 소요량

여기서 연간조업일수 및 일일 조업시간은 아래 표4 와 같으며 시간당•마력당 소요량은 어업용 면세 유류 공급 기준량 산출 기준에 따라 0.175L/H를 적용하였다.

공급 기준량과 실제 사용량은 다소 차이가 있을 수 있으나 실제 사용량에 대한 명확한 근거가 없으므로 공급 기준량을 바탕으로 계산한 값이다.

<Table 1> Years operated and days operated hour of fishing boat

업 종	연간 조업일수	일일 조업시간
양조망어업	213	15
연안개량안강망어업	237	14
연안들망어업	232	12
연안복합어업	246	12
연안안강망어업	264	15
연안통발어업	236	12
연안형망어업	239	12
장어통발어업	230	13
근해유자망어업	250	11
근해채낚기어업	255	14
근해통발어업	240	18
기선권현망어업	270	17
양식장관리선	220	7

나. 어선의 시간 마력당 연료 소모량 기준산정

면세유류 사용량을 이용하여 연간 조업시간을 산정하기 위해서는 우선 어선 선박기관의 시간대비 마력 당 연료 소모량에 대한 정확한 값이 산출되어야 하므로 연료의 기준량을 제시 하면 연료유의 비중은 휘발유가 0.65~0.75의 값의 범위에 있고 경유는 0.86 ~ 0.887의 값의 범위 그리고 중유는 약 0.9의 값의 범위를 갖는다.

<Table 2> Exhaustion volume per standard power of fishing boat

마력	연료소모량	
	무게기준	부피기준
100미만	156g/psh	0.17859g/psh
100~350미만	160g/psh	0.18317g/psh
350 이상	175g/psh	0.20034g/psh

다. 연안복합어업 76HP 어선의 예상 유류비용(예상)

위의 내용에서 제시된 연안 복합어업 어선의 예상 유류비용을 산정해보면 연안 복합어업의 연간 조업일수는 246일, 일일 조업시간은 12hour, 주엔진 기준 마력당 소모량은 0.167 , 현재 경유가격 1400원을 기준으로 면세혜택 50%로 가정하에 700원/L 적용하면

12(H)× 246× 76HP× 0.167× 700(원/L) ≒ 26,226천원의 값을 얻었다.

2-2-3 전기 추진선박 충전 비용

가. 비용 산정 기준

어업용으로 사용되는 전기요금 계산방법은 한국전력에서 정하는 기준에 맞춰 각 등급별로 나누어져 있는데 특별히 어업용으로 규정되어진 것이 없기 때문에 농업용을 기준으로 산정하였다. 이는 갑,을,병의 3가지 분류로 나뉘는데 그 내용은 아래와 같다.

1) 농사용전력(갑) : 양곡생산을 위한 양수, 배수펌프 및 수문조작에 사용하는 전력
2) 농사용전력(을) : 농사용 육묘 또는 전조재배에 사용하는 전력
3) 농사용전력(병) ; 농작물재배 축산,양잠,수산물양식업에 사용하는전력

어업에 해당되는 기준량은 농사용(병) 수산물 양식에 사용하는 전력에 해당되므로 기본요금 1070(원/kw)이고 전력량 요금36.4(원/KWH) 을 적용하여 계산한다.

<Table 3> The charge of Electric power quantity

구분	기본요금(원/KW)	전력량 요금(원/KWH)
갑	340	20.6
을	930	26.3
병	1070	36.4

나. 전기료 계산 공식

전기료 = 전력 × 사용시간 × 전력량 요금

이므로 위의 내용을 종합하여 예상 전기료를 계산하면
76마력(=57kw) × 246(년간조업일수) × 12시간(일일조업시간) × 36.4(전력량요금) ≒ 6,124천원

다. 비 용 비 교

내연기관의 연료 비용과 전기추진 선박의 충전비용을 계산(추정)해본 결과 기존 내연 엔진을 사용했을 경우와 전기어선을 사용했을 경우 금액차이가 20,102천원을 절약을 예상 할수 있을 것으로 판단된다.

제 3 장 전기추진 소형선박의 선형설계

3-1 소형선박 선형설계

3-1-1 주요 제원

본 논문에서는 대상 선박으로 어선의 선형으로 널리 쓰이는 활주형 타입의 선형을 Model-1, 전기추진 어선의 일반배치를 고려하여 선형변형에 1-Cp method를 이용하는 SHIPMASTER 프로그램을 사용하여 Model-2를 설계하였다. 각각의 제원은 Table4와 같다.

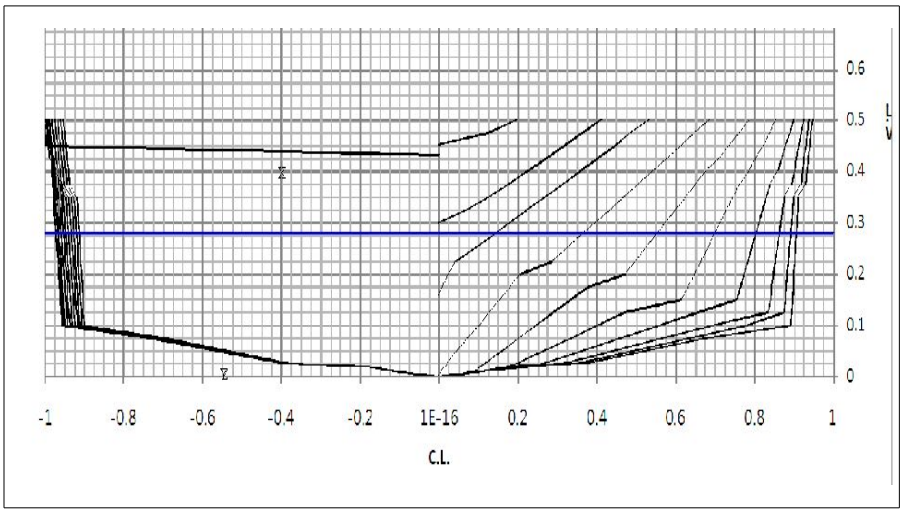
<Table 4> Geometric Characteristics of Mother-ships

구분	Loa (m)	Lpp (m)	Breath (m)	Depth (m)	draft (m)
Model-1	9.6	7.2	1.83	1.05	0.28
Model-2	9.9	8	1.94	1.02	0.419

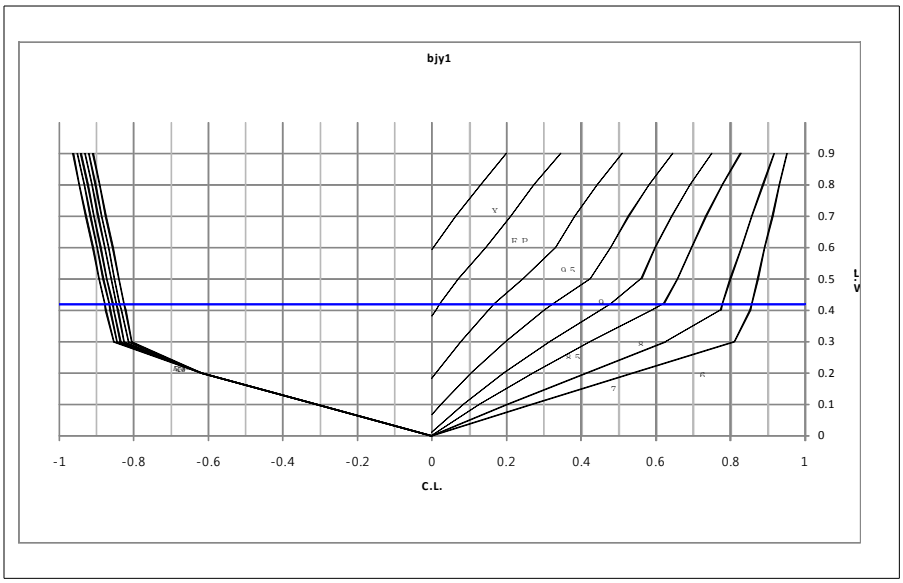
3-1-2 선형 설계

가. 정면도 (Body plan)

Fig.4과 Fig.5 에 기존선박(Model-1)과 전기추진 어선 선형(Model-2)의 정면도를 도시하였다.



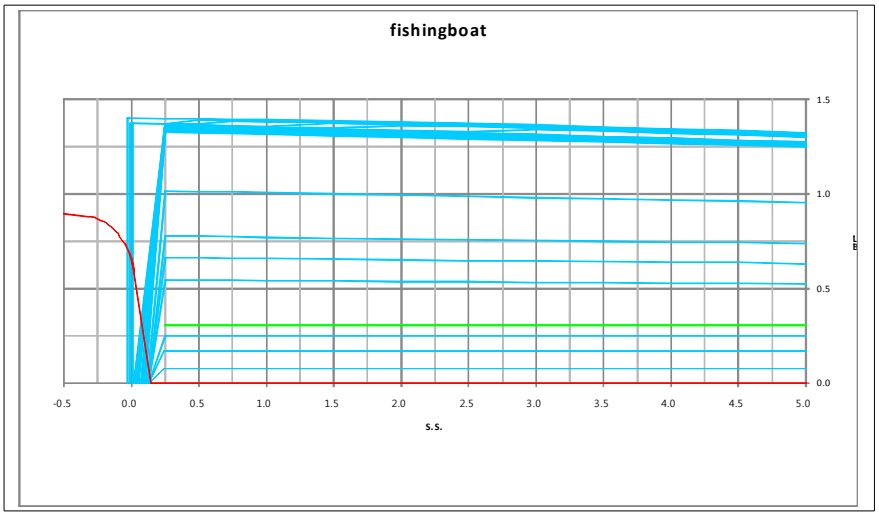
<Fig. 4> Body plan of Model-1



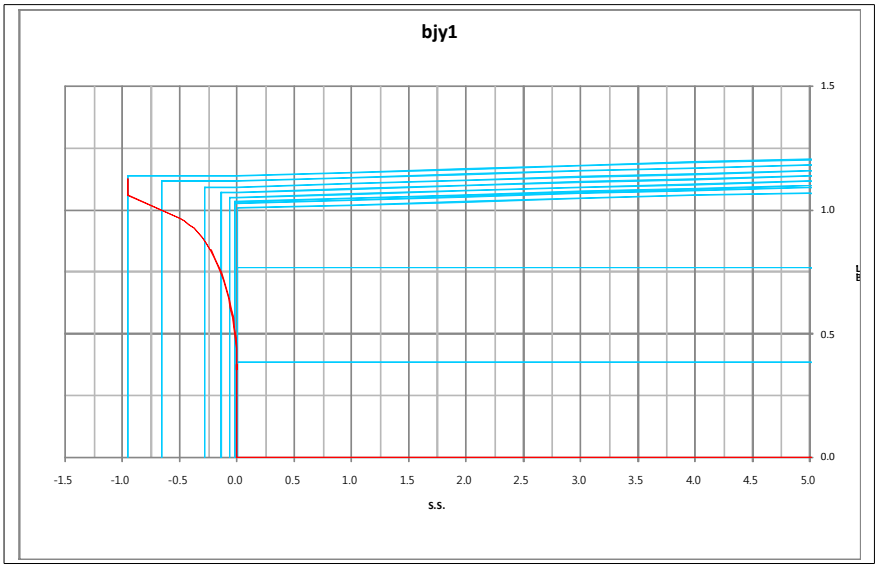
<Fig. 5> Body plan of Model-2

나. 반폭도, 측면도

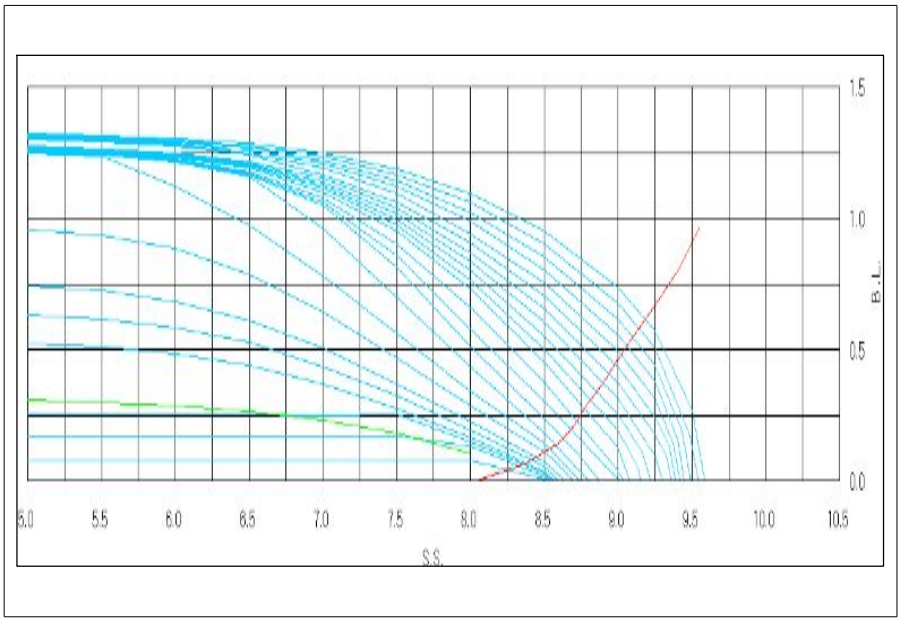
Fig. 6 ~ Fig. 9 에 각각 Model-1과 Model-2의 반폭도와 측면도를 도시하였고, 이들의 비교로부터 Model-1에 비해 Model-2의 Waterline 폭이 선미부로 갈수록 줄어들고, 그 형상으로부터 추진기로의 유동의 흐름이 Model-2가 좋을 것으로 추정된다. 또한, Model-2 Model-1의 선수부 형상에 비해 V형으로 저항성능에 유리할 것으로 추정된다.



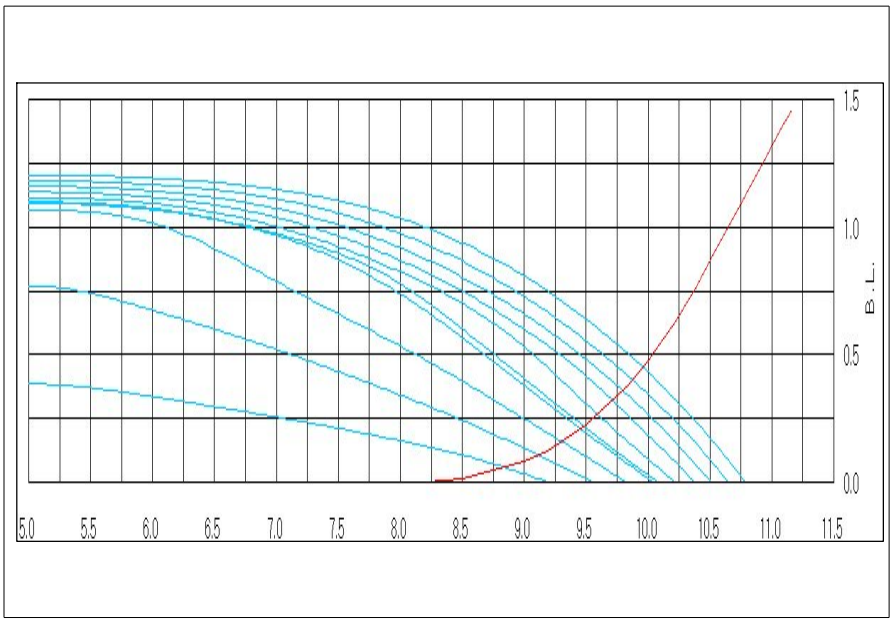
<Fig. 6> Waterlines Aft part(Model-1)



<Fig. 7> Waterlines Aft part(Model-2)



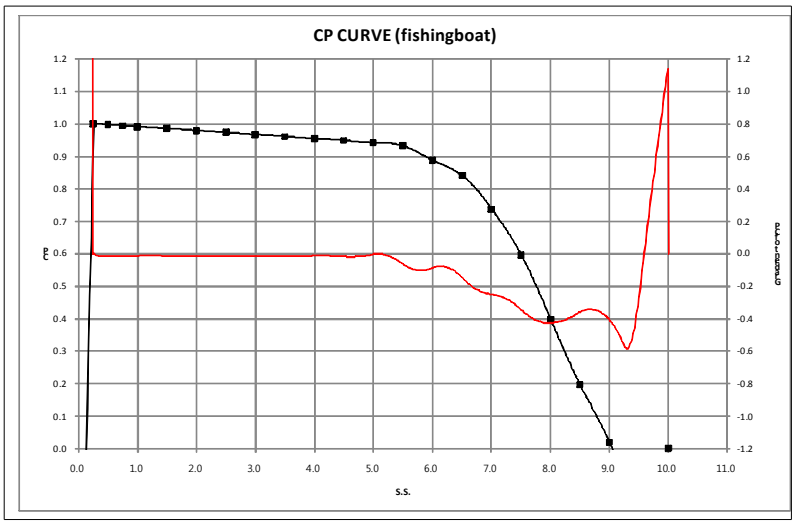
<Fig. 8> Waterlines Fore Part(Model-1)



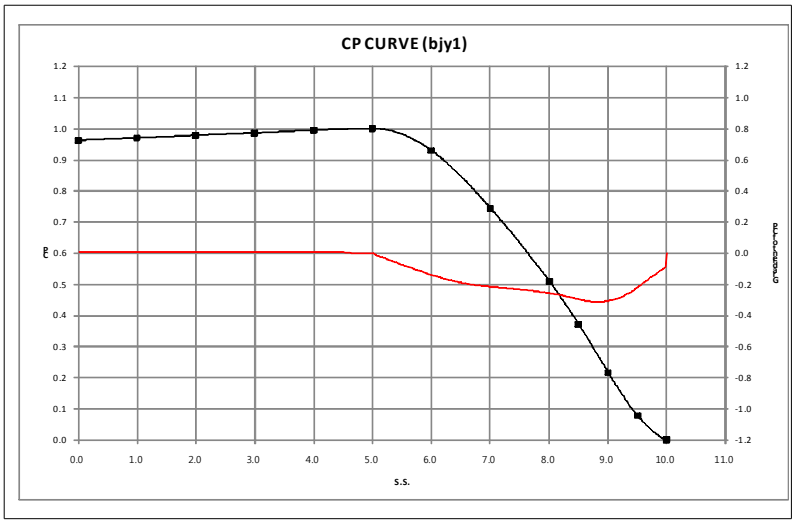
<Fig. 9> Waterlines Fore Part(Model-2)

다. Cp curve

Fig. 10와 Fig. 11에 각각Model-1과 Model-2의 Cp Curve를 도시하였다. 이를 통해 두 선형 모두 5.0st에서 어깨파가 발생할 것으로 보이며 Model-1이 Model-2에 비해 선미파가 크게 발생할 것으로 추정된다.



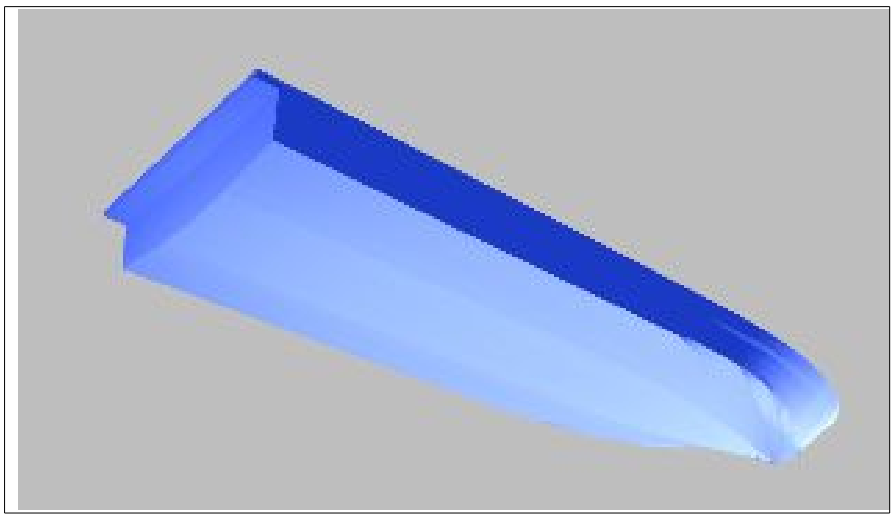
<Fig. 10> Cp curve (Model-1)



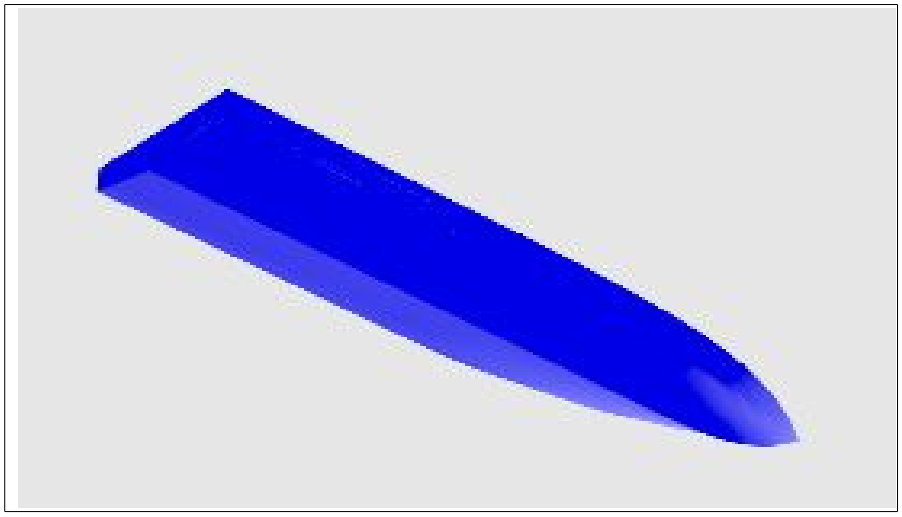
<Fig. 11> Cp curve (Model-2)

라. 3-D Model

Fig. 12과 Fig. 13에 각각 Model-1과 Model-2의 3-D model을 도시하였다.



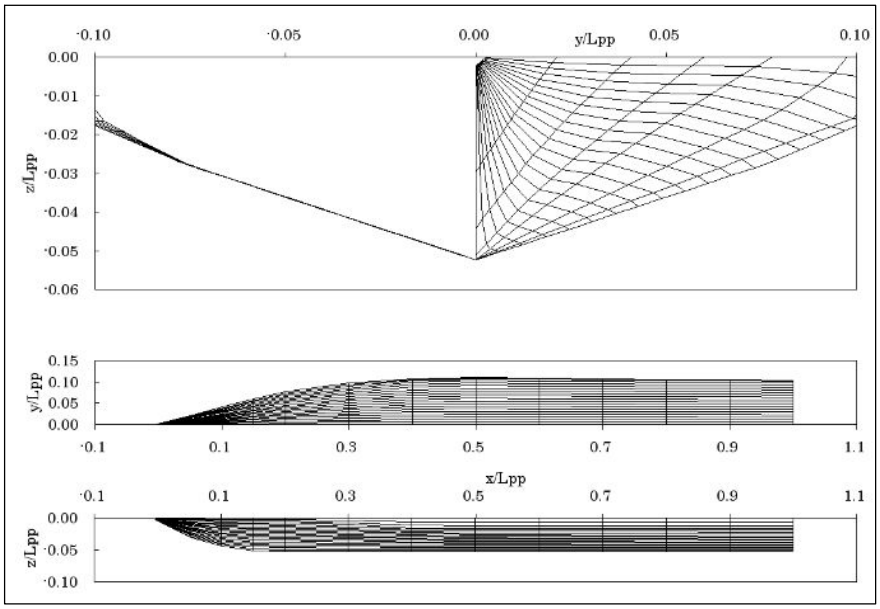
<Fig. 12> 3-D configuration of Model-1



<Fig. 13> 3-D configuration of Model-2

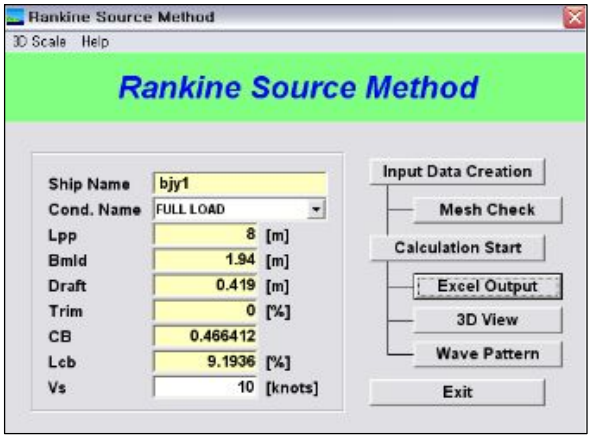
바. Rankine-Source Method를 이용한 선체 주위 유동장 해석

(1) Mesh



<Fig. 14> Mesh for the calculation of Resistance

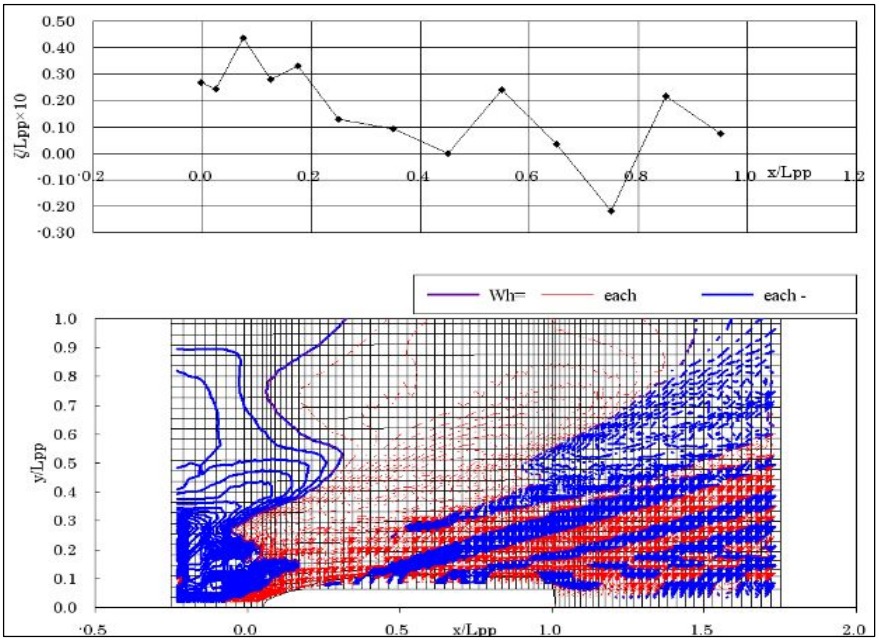
(2) Condition



<Fig. 15> Condition of Rankine Source Calculation

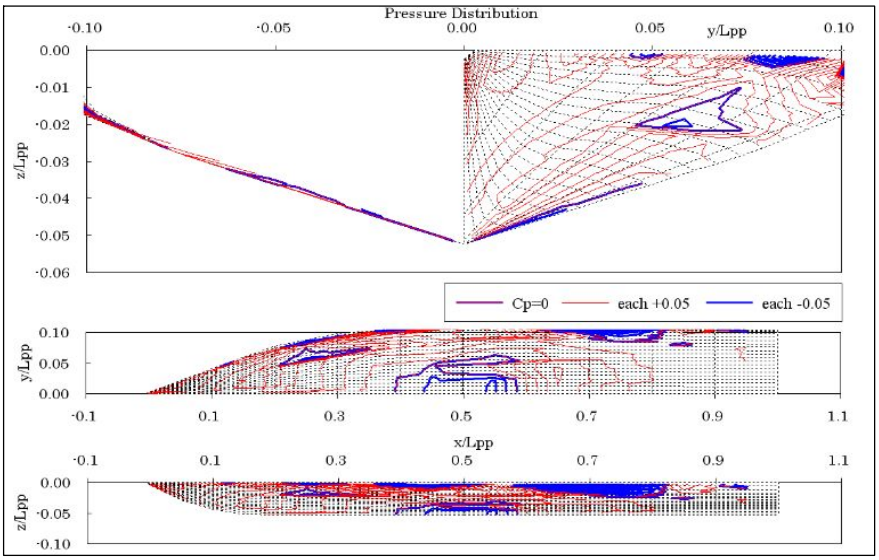
(3) 계산 결과

ㄱ. Wave pattern



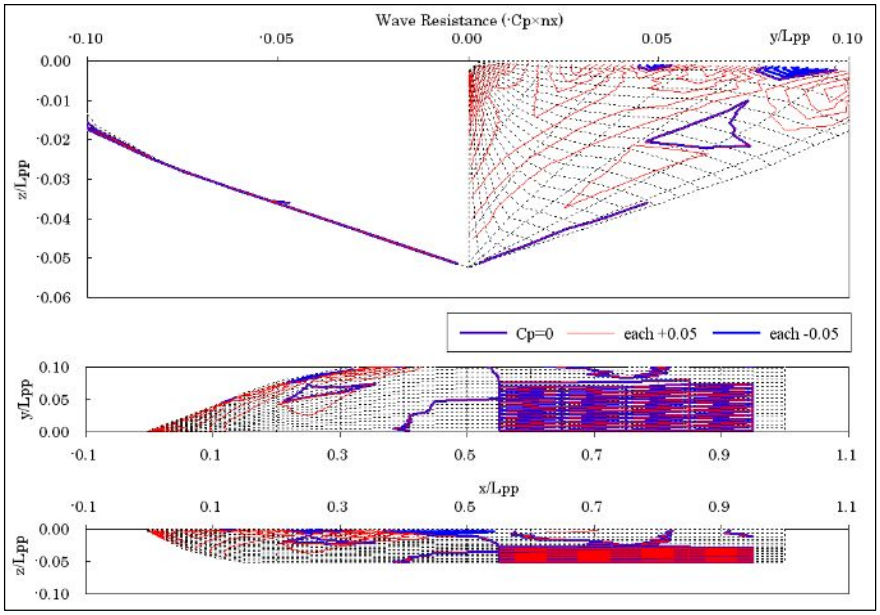
<Fig. 16> Wave pattern

ㄴ. Pressure distribution



<Fig. 17> Pressure distribution

ㄷ. Wave resistance



<Fig. 18> Wave resistance

제 4 장 전기추진 소형선박의 모형시험

4-1 저항 시험

4-1-1 모형선

가. 모형선 주요 제원

모형시험 대상선박인 Model-1, Model-2 선형들의 모형선 제원은 Table 5에 보인바와 같다.

<Table 5> Dimension of Model

구 분	Model - 1	Model - 2
Lpp (m)	1	1
B (m)	0.25	0.24
D (m)	0.14	0.13
Cb	0.052	0.058

4-2 모형시험 조건

4-2-1 모형시험 범위

모형시험은 조선대학교 회류수조에서 수행되었으며 FULL LOAD에서의 저항시험, 트림 및 선측파형관찰시험이 포함되어있다. 수행한 모형시험 내역은 Table 6과 같다.

<Table 6> Test Condition of Model

시험 종류	운항 상태	Test Speed
저항시험	FULL LOAD	3~10 Knots
선측파형관찰	FULL LOAD	10 knots
Trim	FULL LOAD (-0.2, -0.1, 0.1, 0.2)	10 knots

4-2-2 저항시험

저항시험은 FULL LOAD 상태에서 수행되었으며, 그 결과들은 ITTC '78 해석법에 의하여 해석되었다.

4-2-3 선측파형관찰

선측파형관찰시험은 FULL LOAD상태에서 수행되었으며 실선속도 기준 10knots에서의 선측파형관찰을 하였다. 파형 관찰 결과를 Fig.20에 도시하였다.

4-2-4 트림 계측시험

선박의 속도가 달라지면 선박 주위의 압력분포가 달라지기 때문에 트림이 발생하며 본 연구에서는 모형시험을 통해서 각 속도별로 트림을 계측하여 트림의 상관관계를 조사하고 저항 성능 면에서 적정한 트림을 조사하는 연구를 수행하였다. 또한 트림의 변화와 조파저항 감소 효과를 입증하고자 하였다. 트림은 -2.0, -1.0, even trim, 1.0, 2.0으로 값을 정하였고 각각의 조건에서 저항 값의 변화량을 측정하였으며 그 결과 값

은 Table 11과 Fig. 22에 각각 나타내었다. .

트림 상태는 Table 11에 보인바와 같으며 아래의 식에 의해 계산된 값이 사용되었다.

$$Trim = TA-TF / LBP$$

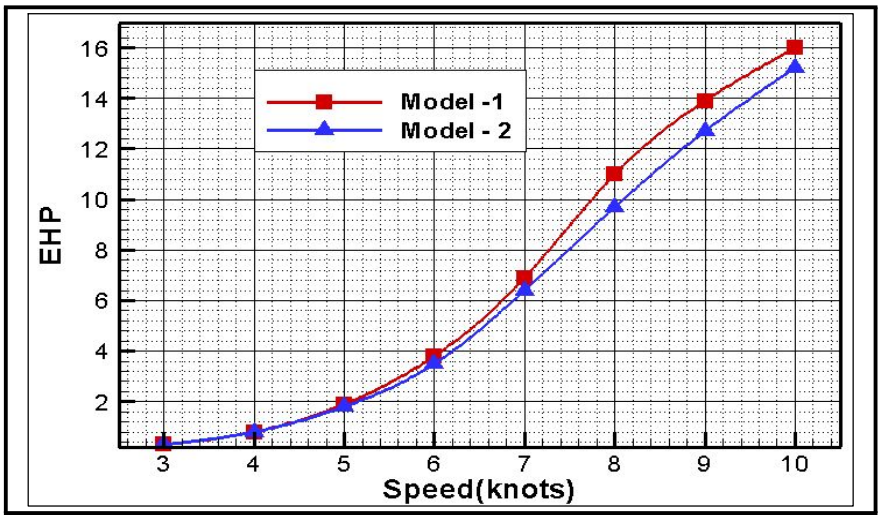
4-3 모형시험 결과 및 해석

4-3-1 저항시험

저항시험은 FULL LOAD 상태에서 수행되었으며, 그 결과들은 TABLE 7에 나타내었다.

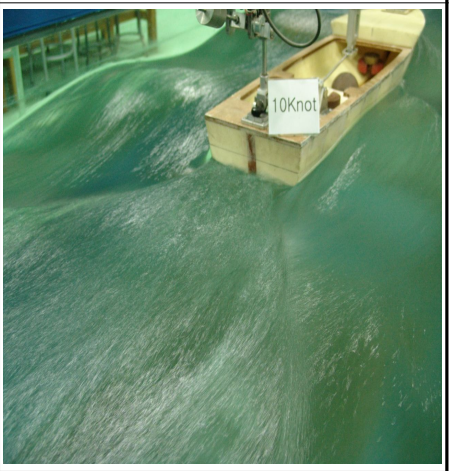
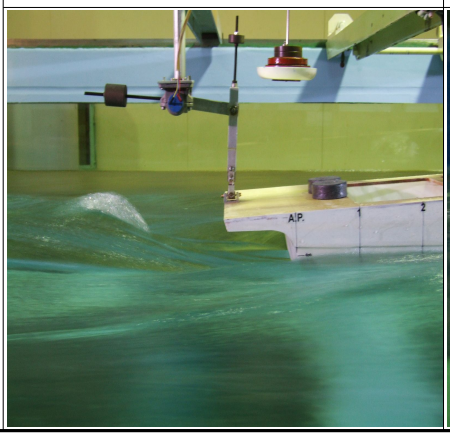
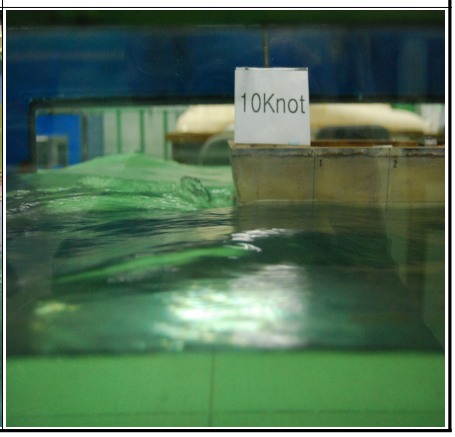
<Table 7> Predicted EHP of Model

SPEED	EHP(kw)	
	Model - 1	Model - 2
3 knots	0.3	0.3
4 knots	0.8	0.8
5 knots	1.9	1.8
6 knots	3.8	3.5
7 knots	6.9	6.4
8 knots	11.0	8.9
9 knots	13.9	12.7
10 knots	16.0	15.2



<Fig. 19> Model Test of EHP

4-3-2 선측 파형관찰 결과

속도	Model-1	Model-2
10knot		
		
		

<Fig. 20> Model Test of 10knots

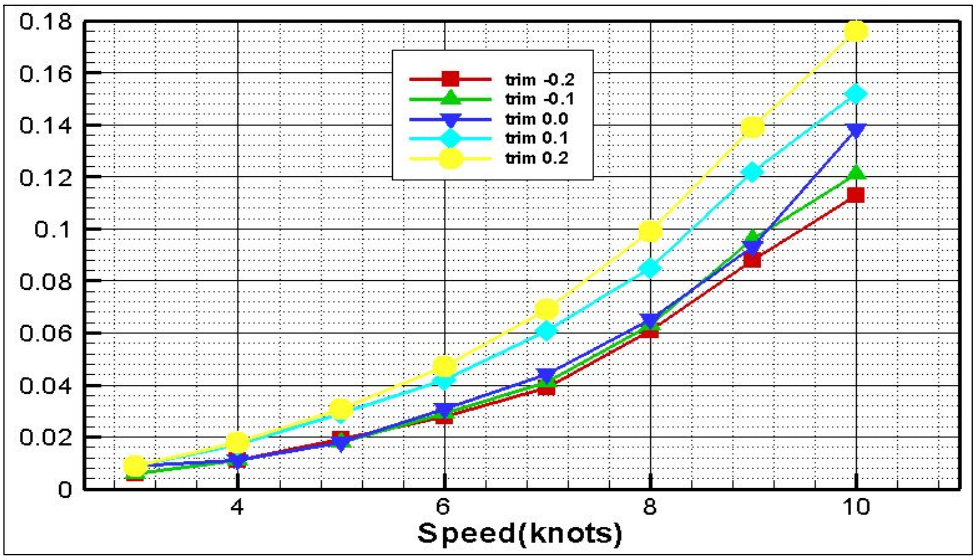
(3) Trim test

계측된 저항 값은 Table 8 및 Fig. 21에 보인바와 같다.

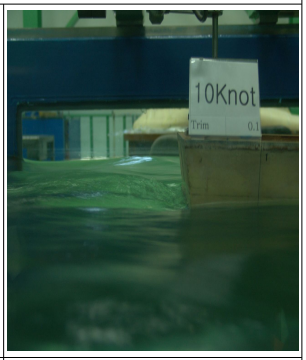
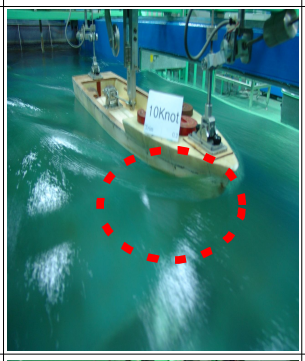
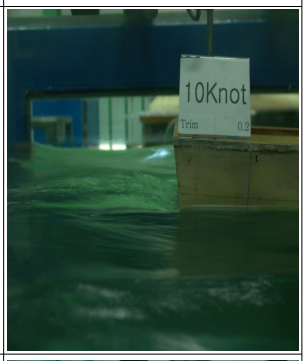
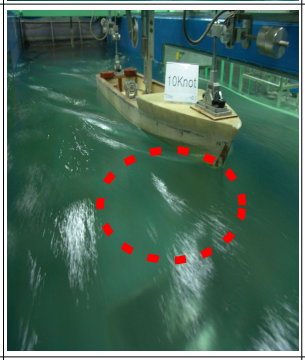
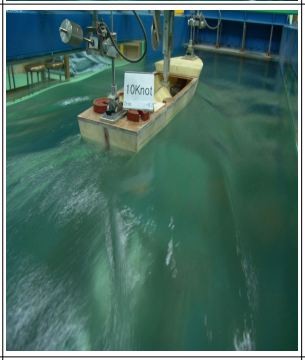
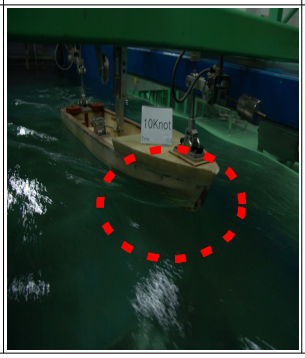
Fig 21에서 알 수 있듯이 기존 어선의 선형(Model-1)은 6knot에서부터 불안정함을 보이지만 개선된 선형(Model-2)은 8knot 까지도 양호한 상태의 저항값을 나타내었다. 개선된 선형(Model-2)은 기존 어선(Model-1)에 적용된 선형에 비해 저항성능이 향상되었음을 알 수 있다.

<Table 8> Result of Model Test

구분	Trim-0.2	Trim-0.1	Even Trim	Trim 0.1	Trim 0.2
3knot	0.006	0.006	0.009	0.009	0.009
4knot	0.011	0.011	0.011	0.017	0.018
5knot	0.019	0.018	0.018	0.029	0.031
6knot	0.028	0.029	0.031	0.042	0.047
7knot	0.039	0.041	0.044	0.061	0.069
8knot	0.061	0.063	0.065	0.085	0.099
9knot	0.088	0.096	0.093	0.122	0.139
10knot	0.113	0.121	0.138	0.152	0.176



<Fig. 21> Result of trim Test

트림	10knot		
-0.1			
-0.2			
0.1			
0.2			

<Fig. 22> Result of trim Test

제 5 장 결 론

본 연구를 통하여 전기 추진 선박의 선형 성능 향상에 대한 연구를 고찰해본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. FULL LOAD 상태에서 Model-1 선형과 Model-2 선형을 비교한 결과 Model-2가 Model-1에 비해 계획속도 10knot에서 5% 이상의 저항성능이 향상 되는 것을 알 수 있었다.

2. 또한 트림 계측 시험을 통하여 적정트림에 대한 연구를 수행하였다. 이 결과는 유사한 선박의 선형 설계시 적용이 가능할 것이다.

3. 전기추진 선박의 동력발생에 필요한 전기공구(밧데리,모터,충전기,컨트롤러,인버터등) 장착에 제약이 없기 때문에 공간 확보의 효율성으로 어선내부 공간을 활용할 수 있다는 결론을 일반 배치를 통해 얻을 수 있었다.

4. 76마력 복합연안어선의 내연기관(선내/선외)의 연료 비용과 전기추진 선박의 충전비용을 비교한 결과 년간 약 2000만원의 연료 절감이 예상된다.

참 고 문 헌

1. 이귀주 1993 “ 어선의 선형설계(Ⅰ)” 어선 제 53호 pp21~30

2. 김도정, 박제웅, 김주남, 정우철 2004 “ 소형연안 어선의 저항 성능에 관한 실험적 연구” 한국어업 기술학회지 제 40권 제 4호 pp304-310

3. 김규석,유진원,이영길,강대선 2005, “국내연안어선의 저항성능 추정에 관한 연구” 대한조선학회 추계학술대회 논문집.pp 1141~1148

4. 공영경 “전기추진선박의 추진체계 발전방향” 한국마린엔지니어링 학회지 2003

5. cdr mnewell and Cdr ss Young " Beyond the Electric Ship", The Institute of Marine Engineers 2000

6. 주성진 “ 전기추진기술의 적용 및 발전동향

7. Lee, K.J. and Oh, H.T., 1997, “A Study on the development of resistance and pitching improving device for high speed fishing vessel,” Bulletin of the Korean Society of Ocean Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 89-94.

8. Won Jeon, Yong-Peel Wang, Jong-Hwa Jeong, Sung-Kak Lyu, Sang-Yong Jung, “Power Characteristic Analysis of Assumed Short Circuit Instance of Electric Ship Propulsion System', 한국마린엔지니어링학회지 제32권, 제2호, pp.323-329,2008.

9. “이귀주,김경화,박나라” 2005 고속 어선의 운동성능 개선장치 개발에 관한 연구 한국어업기술학회지 41(1)

10. “강연실,김대현” 2005,어선 면세유류 공급기준량 산정에 관한 연구

11. 수산경영론집 제 36권 제 3호 “어선면세유류 공급기준량 산정에 관한 연구” 강연실,김대현

12. 수산업 협동조합 중앙회, 2006

APPENDIX

1. Offsets

2. Hydrostatics data

3. Model test

4. Trim Test

1. Offsets

1. AFT Body

구 분		1	2	3	4	5	6
		0	1	2	3	4	5
1	Btm.H 1						
2	Btm.H 2						
3	Btm.H 3						
1	Flat Btm						
2	0.1	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308
3	0.2	0.616	0.616	0.616	0.616	0.616	0.616
4	0.3	0.805	0.816	0.826	0.836	0.847	0.853
5	0.4	0.822	0.833	0.844	0.854	0.865	0.875
6	0.419	0.826	0.836	0.847	0.857	0.868	0.878
7	0.5	0.840	0.851	0.861	0.872	0.882	0.892
8	0.6	0.857	0.868	0.879	0.889	0.900	0.910
9	0.7	0.875	0.886	0.896	0.907	0.918	0.928
10	0.8	0.892	0.903	0.914	0.925	0.935	0.945
11	0.9	0.910	0.921	0.932	0.942	0.953	0.963

2. Fore Body

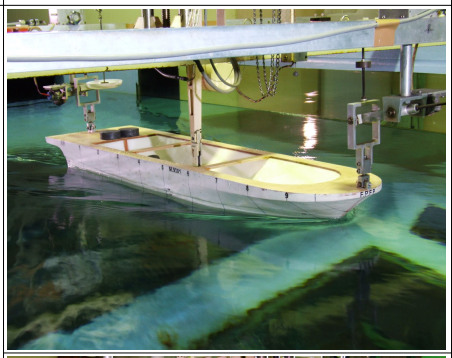
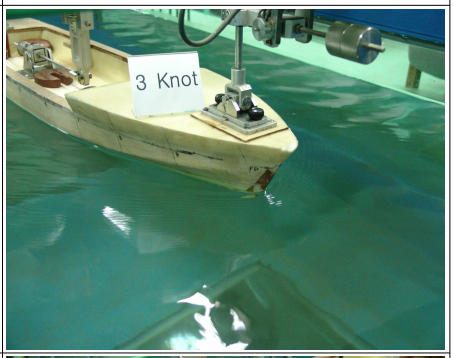
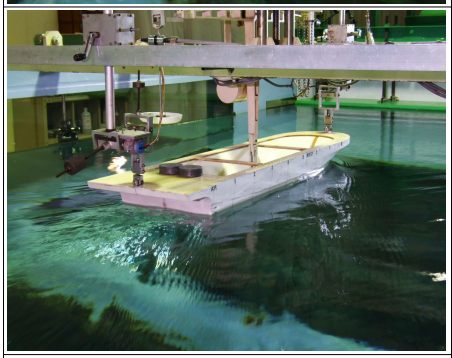
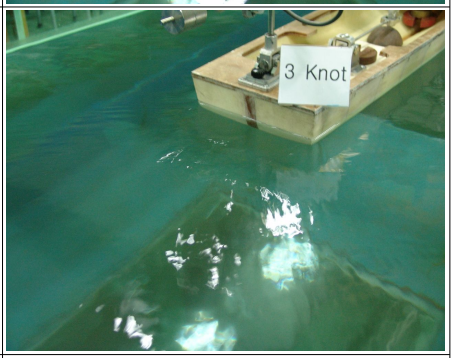
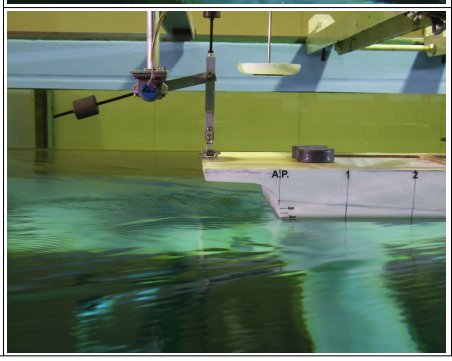
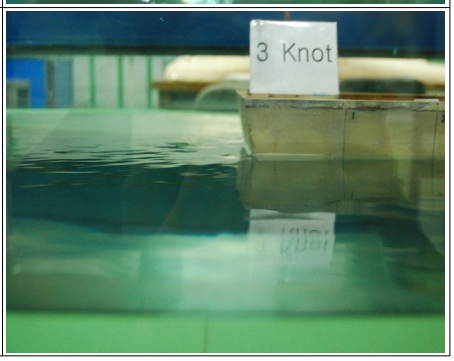
구 분		1	2	3	4	5	6	7	8
		6	7	8	8.5	9	9.5	10	10.36
1	Btm.H 1				0.010	0.065	0.181	0.380	0.593
2	Btm.H 2								
3	Btm.H 3								
1	Flat Btm								
2	0.1	0.268	0.204	0.130	0.085	0.026			
3	0.2	0.539	0.416	0.273	0.194	0.106	0.012		
4	0.3	0.812	0.629	0.426	0.317	0.199	0.080		
5	0.4	0.854	0.774	0.590	0.453	0.303	0.154	0.011	
6	0.419	0.858	0.779	0.622	0.480	0.325	0.170	0.022	
7	0.5	0.874	0.801	0.659	0.561	0.425	0.245	0.072	
8	0.6	0.893	0.830	0.695	0.599	0.479	0.333	0.146	0.004
9	0.7	0.913	0.858	0.735	0.642	0.527	0.384	0.213	0.066
10	0.8	0.933	0.888	0.779	0.693	0.582	0.443	0.275	0.132
11	0.9	0.953	0.918	0.828	0.750	0.647	0.511	0.346	0.201

2. Hydrostatics data

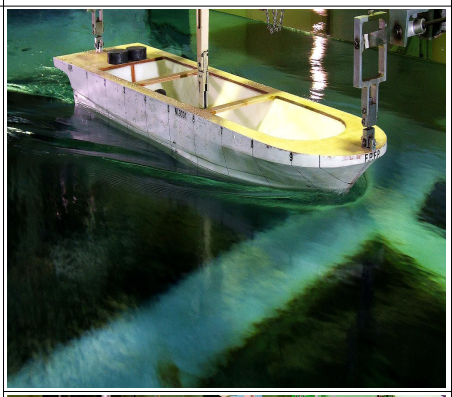
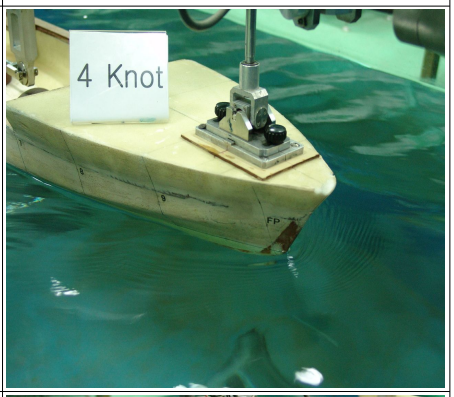
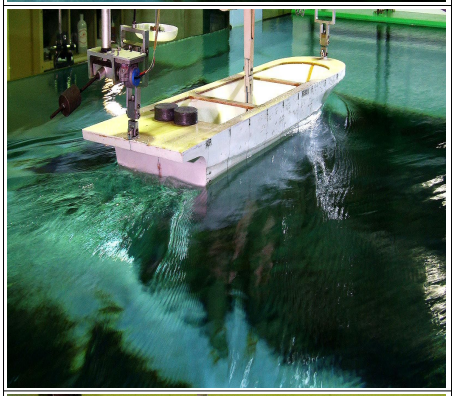
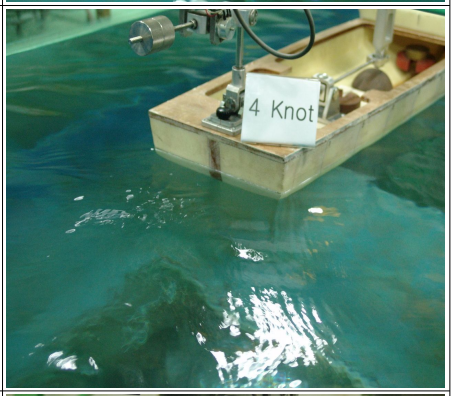
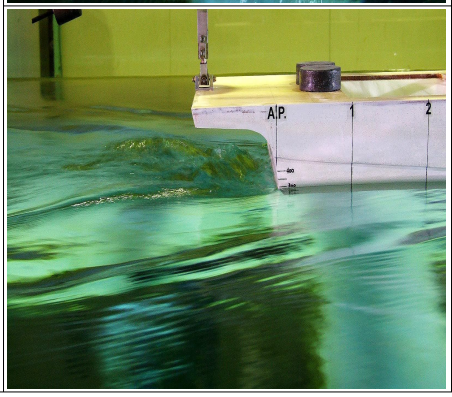
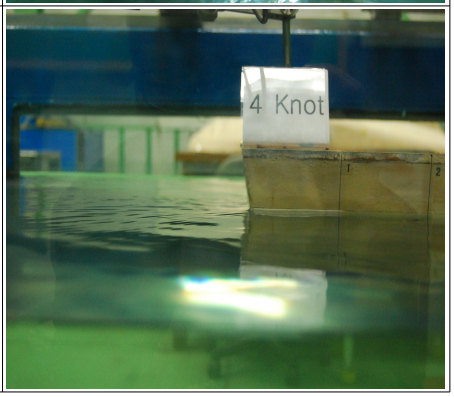
				HYDROSTATIC CALCULATION						ShipMaster
DRAFT	DISPT	DISPT	TPC	LCB	LCB	LCF	KB	TKM	LKM	MTC
[m]	[m^3]	[t]	[t/cm]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[m]	[t-m]
0.050	0.07	0.07	0.02	0.92	11.53	0.95	0.03	0.40	106.94	0.01
0.075	0.14	0.14	0.03	0.92	11.48	0.93	0.05	0.45	72.53	0.01
0.100	0.23	0.23	0.04	0.91	11.41	0.92	0.06	0.51	56.21	0.02
0.150	0.45	0.46	0.05	0.90	11.23	0.88	0.09	0.73	41.84	0.02
0.200	0.77	0.79	0.08	0.89	11.07	0.86	0.13	1.19	35.06	0.03
0.300	1.70	1.74	0.11	0.83	10.42	0.73	0.20	1.47	23.72	0.05
0.400	2.81	2.88	0.12	0.75	9.38	0.54	0.26	1.15	17.11	0.06
0.500	4.00	4.10	0.12	0.67	8.40	0.44	0.31	1.00	13.52	0.07
0.600	5.24	5.37	0.13	0.61	7.62	0.38	0.37	0.94	11.17	0.07
0.700	6.52	6.69	0.13	0.56	7.01	0.34	0.43	0.92	9.59	0.08
0.800	7.85	8.04	0.14	0.52	6.49	0.29	0.48	0.92	8.52	0.08
0.419	3.03	3.11	0.12	0.74	9.19	0.52	0.27	1.12	16.20	0.06

bjy1			HYDROSTATIC CALCULATION				
DRAFT	CB	CP	CM	CW	AMS	AWP	AWS
[m]					[m^2]	[m^2]	[m^2]
0.025	0.0584	0.6463	0.0904	0.1024	0.00	1.59	1.72
0.050	0.0936	0.7107	0.1317	0.1522	0.01	2.36	2.64
0.075	0.1208	0.7291	0.1657	0.1960	0.02	3.04	3.47
0.100	0.1452	0.7382	0.1966	0.2393	0.04	3.71	4.29
0.150	0.1927	0.7491	0.2572	0.3413	0.07	5.30	6.14
0.200	0.2487	0.7642	0.3254	0.4858	0.13	7.54	8.61
0.300	0.3650	0.7525	0.4851	0.6856	0.28	10.64	12.22
0.400	0.4531	0.7717	0.5872	0.7455	0.46	11.57	14.23
0.500	0.5156	0.7909	0.6519	0.7835	0.63	12.16	16.03
0.600	0.5627	0.8061	0.6980	0.8129	0.81	12.62	17.75
0.700	0.6004	0.8183	0.7337	0.8401	1.00	13.04	19.44
0.800	0.6321	0.8288	0.7626	0.8689	1.18	13.48	21.15
0.419	0.4664	0.7754	0.6015	0.7544	0.49	11.71	14.59

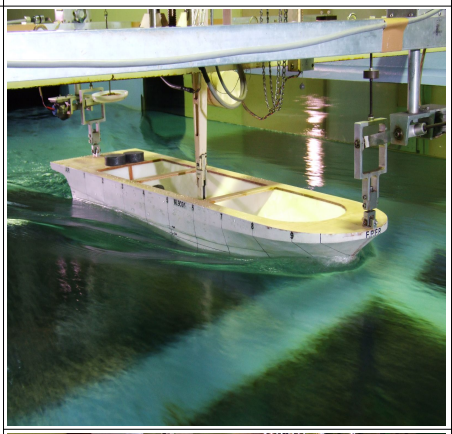
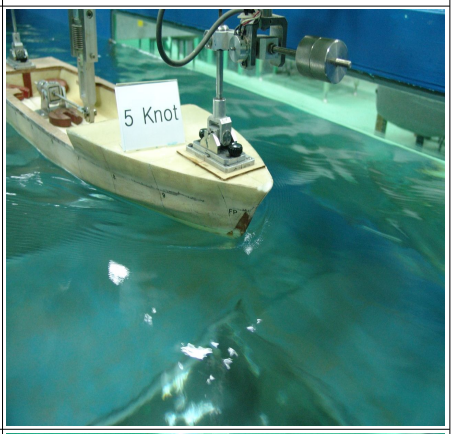
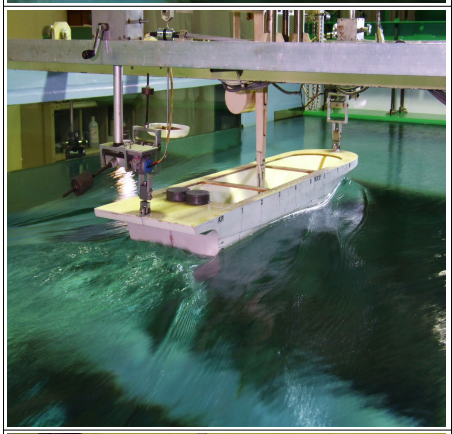
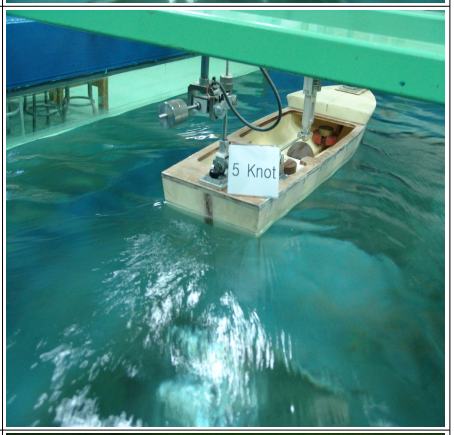
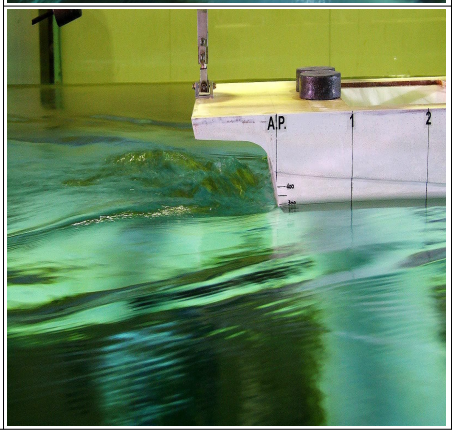
3. Model test

속도	Model-1	Model-2
3knot		
		
		

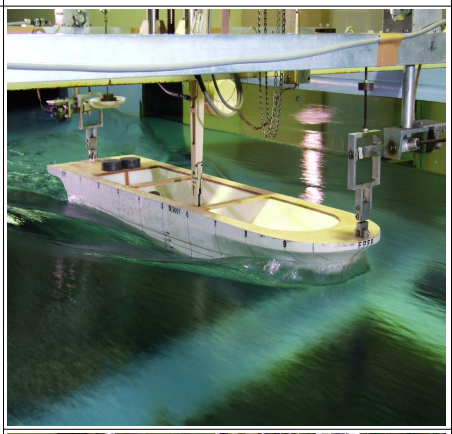
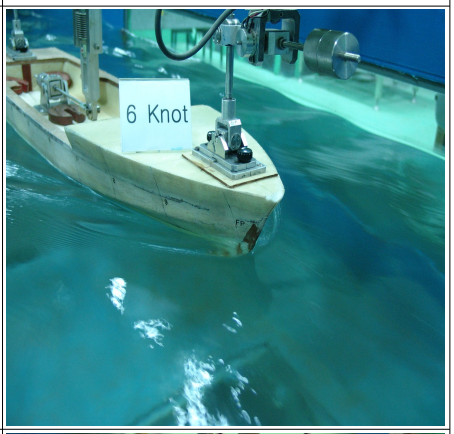
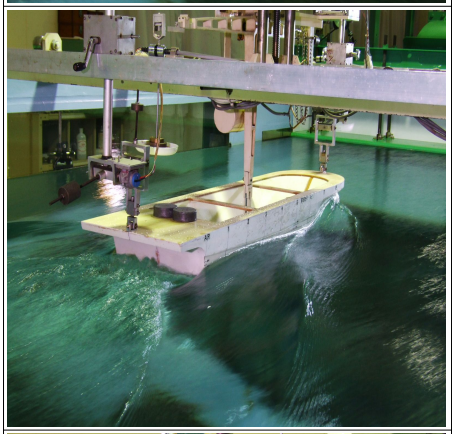
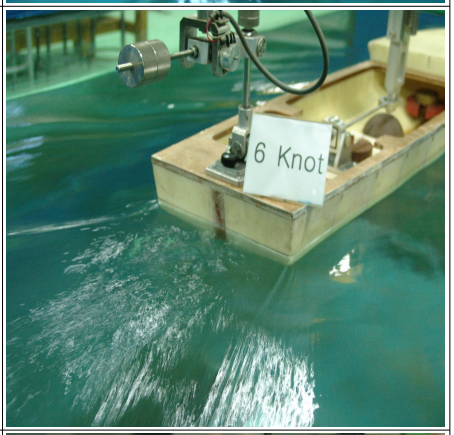
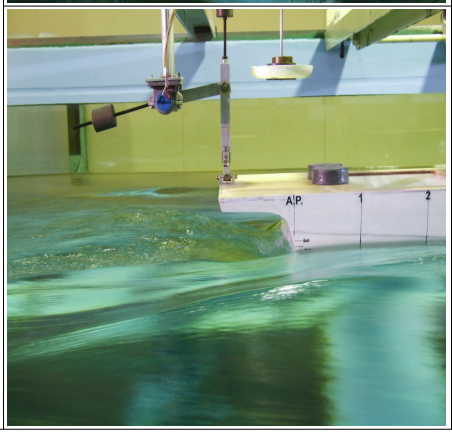
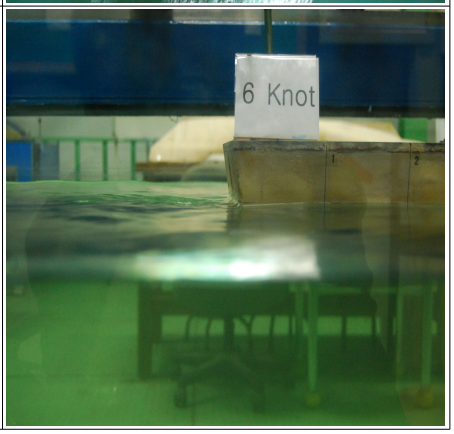
<Fig. 1> Model Test of 3knots

속도	Model-1	Model-2
4knot		
		
		

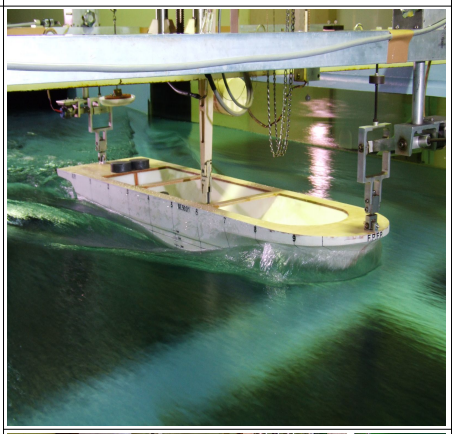
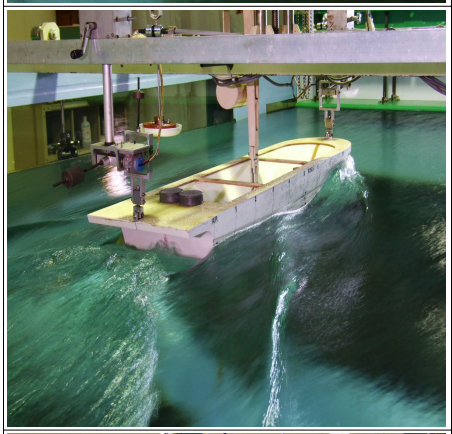
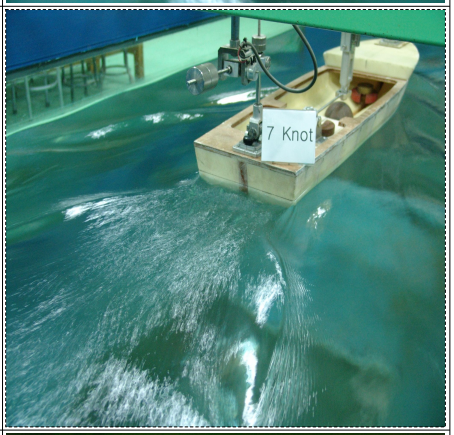
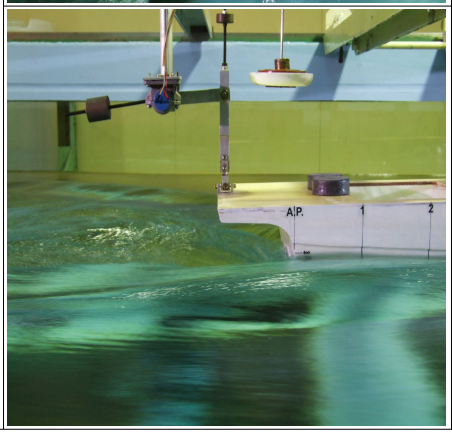
<Fig. 2> Model Test of 4knots

속도	Model-1	Model-2
5knot		
		
		

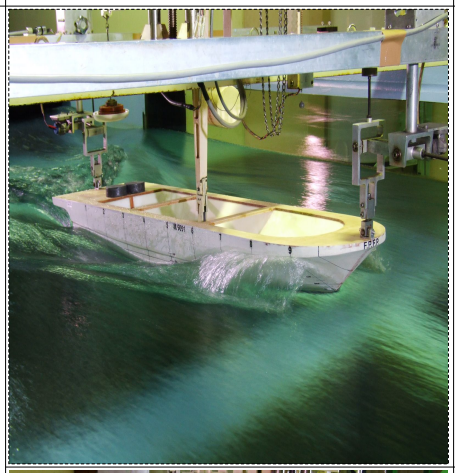
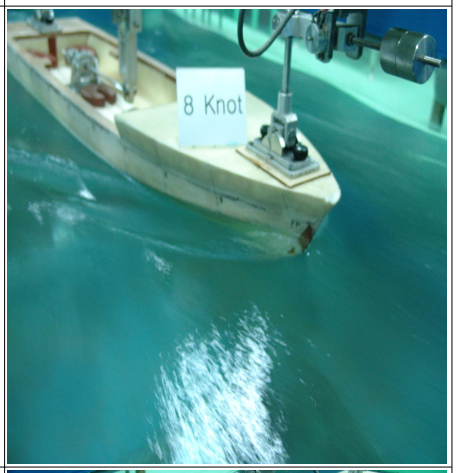
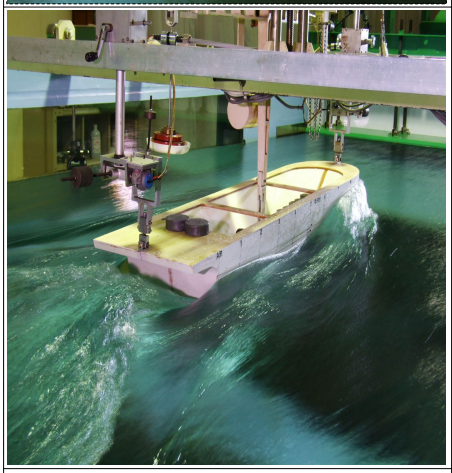
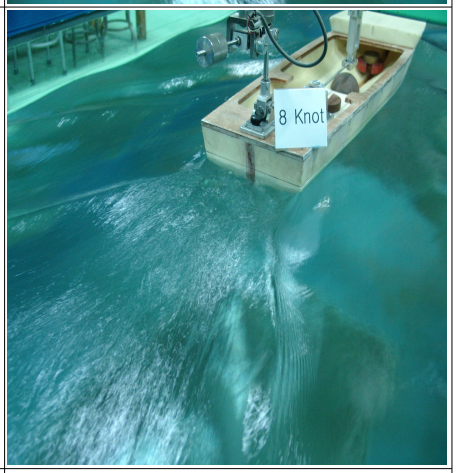
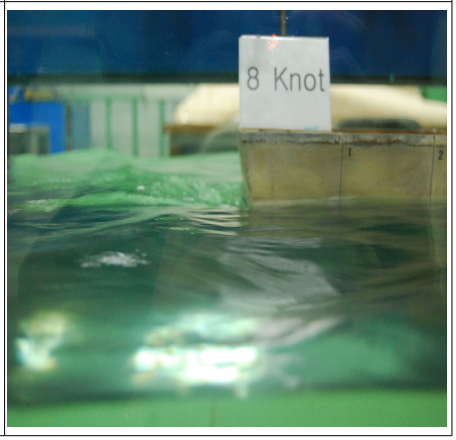
<Fig. 3> Model Test of 5knots

속도	Model-1	Model-2
6knot		
		
		

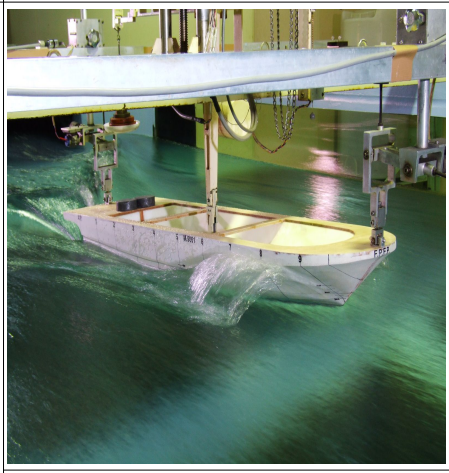
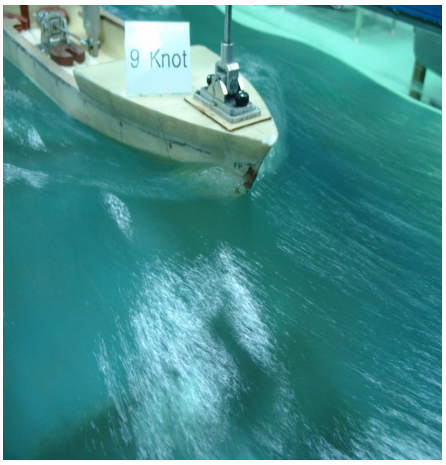
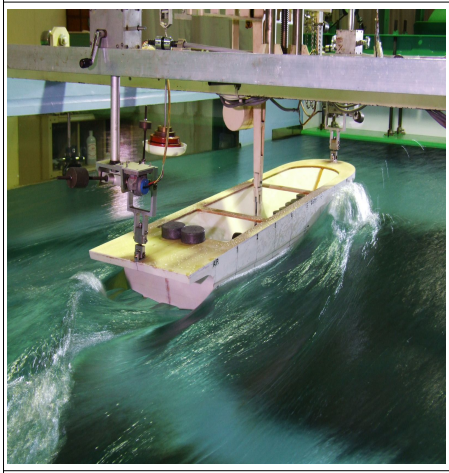
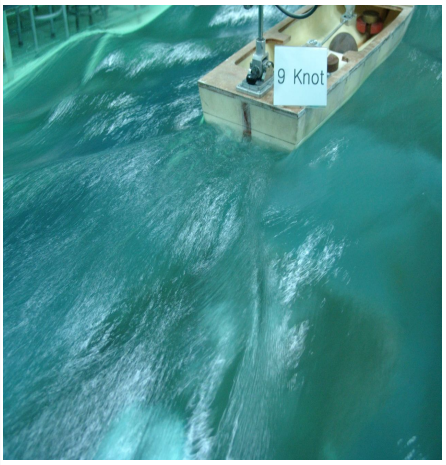
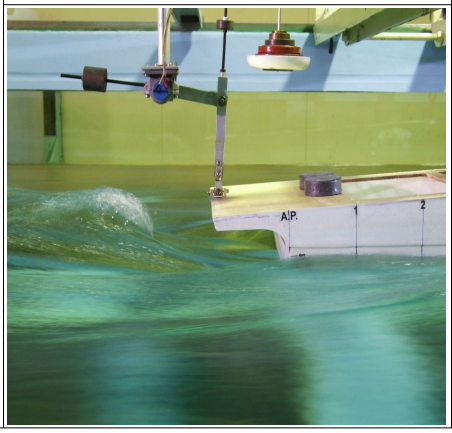
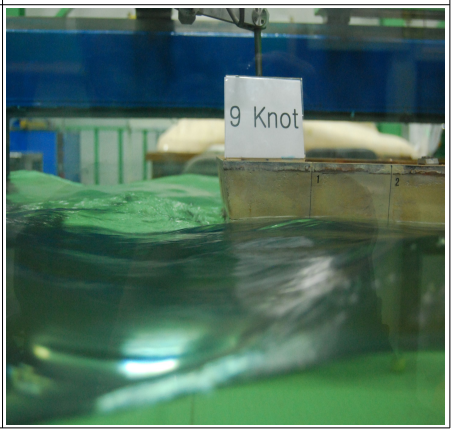
<Fig. 4> Model Test of 6knots

속도	Model-1	Model-2
7knot		
		
		

<Fig. 5> Model Test of 7knots

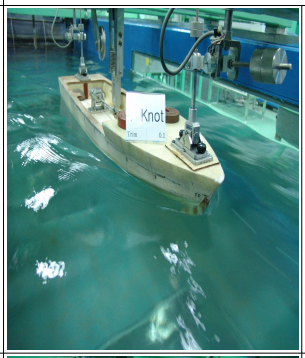
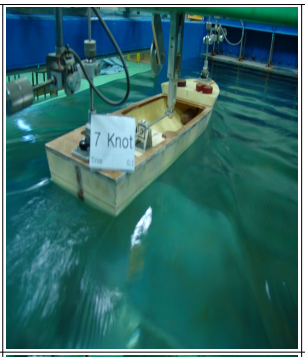
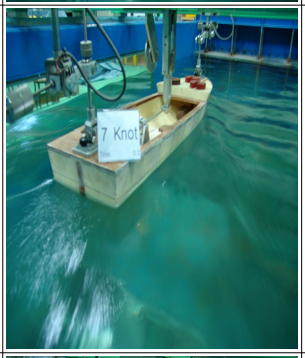
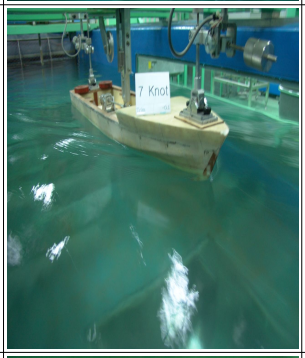
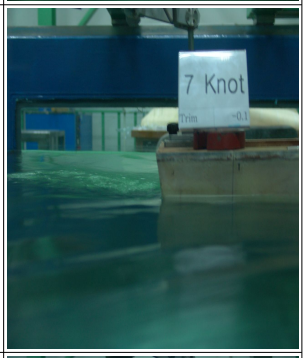
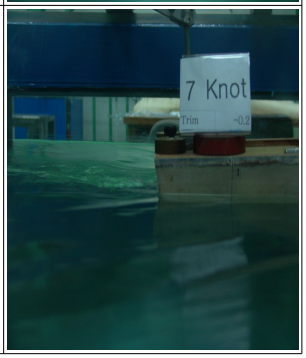
속도	Model-1	Model-2
8knot		
		
		

<Fig. 6> Model Test of 8knots

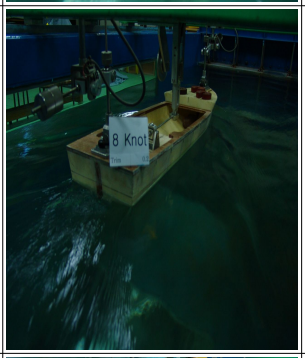
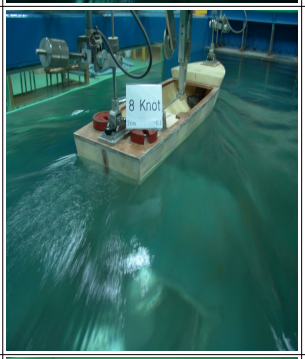
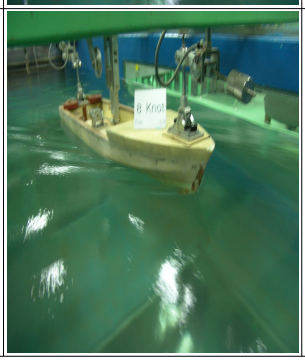
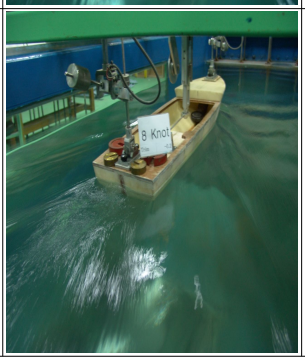
속도	Model-1	Model-2
9knot		
		
		

<Fig. 7> Model Test of 9knots

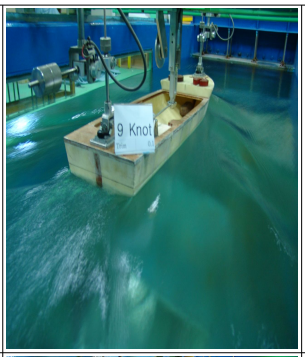
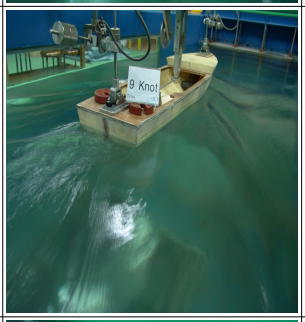
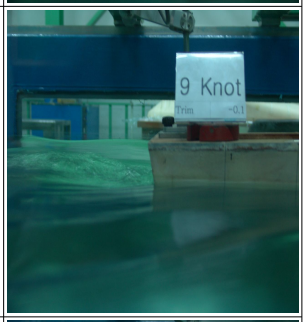
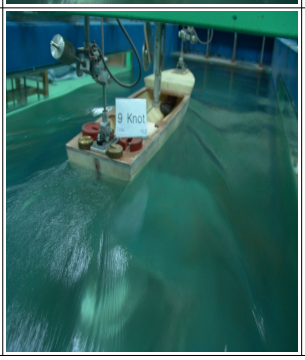
4. Trim Test

트림	7knot		
-0.1			
-0.2			
0.1			
0.2			

<Fig. 8> Model Test trim of 7knots

트림	8knot		
-0.1			
-0.2			
0.1			
0.2			

<Fig. 9> Model Test trim of 8knots

트림	9knot		
-0.1			
-0.2			
0.1			
0.2			

<Fig. 10> Model Test trim of 9knots

감사의 글

시간이 얼마나 빠르다는 걸 새삼 느끼게 하는 12월입니다 2007년12월에 저항 추진 실험실에 처음으로 들어 갔을때 따뜻하게 맞아 주시며 책상하나를 내어주시던 이귀주 교수님의 모습이 아직도 생생한데 벌써 2년이라는 시간이 흘러 논문을 작성하는 시간이 왔습니다. 조금 더 열심히 할 걸하는 후회와 아쉬움이 남지만 그런 마음을 뒤로 한 채 새로운 시작을 준비해야 할 듯 합니다.

항상 온화한 미소로 하나하나 지목해 주시면서 기본적 원리를 깨닿을수 있도록 지도해주신 이귀주 교수님, 항상 목소리가 커서 무섭게 보이지만 내면에는 학생들을 위하는 맘을 가지신 방한서 교수님, 전문가다운 모습을 항상 가지고 계셔서 존경스러운 박제웅 교수님, 늘 웃으시며 관심 가져주신 윤덕영 교수님, 공부의 소중함을 강조하셔서 학문의 즐거움을 가르쳐 주신 권영섭 교수님, 학생 때 부터 사회인이 되기까지 정신적 멘토가 되주신 김도정 분원장님, 공부의 소중함과 많은 경험을 할 수 있게 기회를 주신 김광동 박사님, 황금연박사님, 실험실이 다르지만 항상 관심 가져주신 방희선 교수님 감사드립니다. 또한 인력양성사업하면서 1년동안 동거동락했던 기봉형, 민경씨에게도 감사의 마음을 전합니다.

나를 대학원으로 인도했던 가장 친한 친구 손창식과 마음을 항상 함께하는 정홍기, 멀리 타국에서 건너와 공부하느라 고생이 많은 BIJOY에게도 격려의 말과 고마움을 전하고 싶습니다. 또한 저항추진실험실의 가장 중요한 역할을 하며 저를 도와준 조경훈과 김만기, 힘든 대학원생활에도 밝게 웃고 열심히 공부중인 박사언, 박진연에게 고마움을 전하며 만학도의 마음을 가장 잘 이해해준 안정선 에게도 고마움을 전합니다. 힘들게 대학원생활 하면서도 밝은 웃음을 잃지 않는 구조용접실험실 후배들 ,설계실험실, 안전실험실, 진동소음실험실 후배들에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 항상 옆에서 날 믿어준 박수현에게 고마움을 전하고 사랑하는 우리 가족들 어머니, 매형, 큰누님, 작은누님, 동생 그리고 조카 승현이에게 앞으로 더욱더 행복하자고 말하고 싶습니다.

2009년 12월

저작물 이용 허락서

학 과	선박해양공학과	학 번	20087127	과 정	석사
성 명	백 정 윤 白 定 潤 Baek Jung Youn				
주 소	전남장흥군 대덕읍 가학리 659번지				
연락처	E-mail : rotcbak@naver.com				
논문제목	전기추진시스템을 장착한 소형선박의 선형개발에 관한 연구				
	A study on the development of hull form for a small boat with electric motor propulsion system				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

동의여부 : 동의(0) 반대( )

2010년 2월

저작자 : 백 정 윤 (서명)

조선대학교 총장 귀하