

연안 소형어선(4.99톤급)의 신차인선형 개발

박 제 응/조선대학교 교수
허 진 호/조선대학교 대학원

1. 서 론

우리나라 연근해 소형어선은 어장의 특성에 따라 선형이 다양하나, 대부분의 연안어선은 하드차인(Hard Chine)의 형태를 갖는 V형 각형선으로 이는 연안 어선의 특성상 추진성능을 향상시키고 현측의 갑판 유입수를 차단하려는 목적에 기인된다고 볼 수 있다. 그러나 소형어선으로서 요구되어지는 복원성 측면에서 보다 향상된 선형의 개발이 필요하다.

따라서 개발하고자 하는 신차인 선형은 기존 하드차인 선형을 개량하여 복원성을 보다 향상시키고 내항성을 높이는 측면에서 선형설계를 하였으며, 연구의 수행방법에 있어서는 다음과 같다.

첫째, 소형어선 설계를 위한 프로그램의 구축을 위해 I.M.O 복원성 기준에 근거하여 선박 검사기술협회의 기준에 따른 복원성 판정 S/W 및 통계적 회귀분석적 방법을 Visual C++로 구성하여 Windows상에서도 손쉽게 사용하고 식별할 수 있도록 그래프화 될 수 있게 하였다. 이 프로그램의 구축은 선형개발에 있어서 선형의 적·부를 미리 판정함으로써 시간과 노력의 절감 효과를 가져올 것이다.

둘째, 신차인 선형을 기존선박과 프로그램을 통해 비교·검토하여 우수성을 입증하였다.

셋째, 개발된 여러 가지 신차인 선형에서 유체정력학적실험인 회류실험을 통하여 선형을 수정·보완하여 최종적인 선형을 도출하였다.

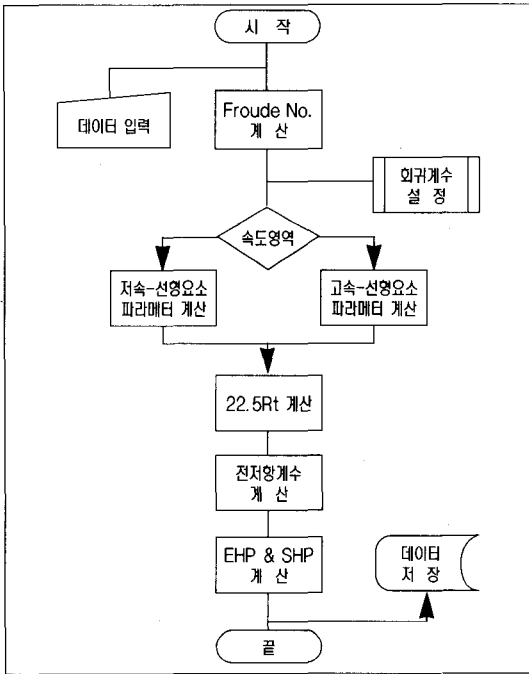
특히 본 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업의 한 과제의 연구결과로서, EEZ(경제적 배타수역), WTO체제하의 자국의 이익을 추구하는 경제적 상황 속에서 연안어선을 경제적이고 안전성이 향상된 어선으로 대체하고, 어선 건조 이전부터 안전성 및 경제성을 검증할 수 있는 시스템을 개발하여 어민들의 투자효율성 제고 및 소득증대 측면에서 이익을 담당하게 될 것이다.

2. 기본 선형도출 프로그램 개발

신차인선형을 효과적으로 개발하기 위해서는 먼저 개념설계 단계에서 다양하게 선형성능을 분석할 수 있는 S/W의 개발이 선행되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서의 복원성 판정프로그램(STWIN)과 저항추정프로그램(RTWIN)을 개발하고, HYDROSTATIC 계산에 의해 프로그램의 응용 및 복원력을 계산하였다.

2.1 저항추정 프로그램(RTWIN)

이 프로그램은 개발하고자 하는 어선의 선형을 저속과 고속 두 영역으로 구분하여 F_{low} (여기서는 저속영역은 0.6에서 1.2까지 0.1간격으로 7개를, 고속영역은 1.3에서 2.1까지 0.1간격으로 9개를) 각각의 속도에서 전저항을 계산하여 대상선형에 대한 유효마력을 추정할 수 있도록 하였으며 그 흐름도는 <그림 1>과 같다.



〈그림 1〉 RTWIN의 프로그램 흐름도

R22.5 Calculation Dialog [X]

<Input Data>

Displacement	11.96
Length	10.5
Breadth	2.9
Draft	0.75
LCB	-0.796
Velocity	14
TEP	0.55
Cm	0.633
Cb	0.527

Spec. GT 4.99Ton Model Ship Save

<Output Data>

Froude No.	1.5151091815922
EHP	127.323692266953
SHP	231.497622303551

〈그림 2〉 RTWIN 프로그램 실행 예

여기서, Froude No.는 볼륨에 대해 무차원화

시켜 $F_{nv} = \frac{V}{\sqrt{\nabla \cdot g}}$ 으로 계산함으로써, 길이 변화에 대한 속도의 변화로 저항값에 대한 영향을 최소화시킬 수 있도록 하였다.

이 프로그램을 이용해 윈도우즈용화한 결과는 〈그림 2〉와 같다.

2.2 복원성판정 프로그램(STWIN)

복원성능판정 프로그램(STWIN)은 선박검사기술협회 및 IMO의 복원성 평가기준에 근거하여 구성하였다. 즉, 횡메타센타의 높이가 모든 사용상태에서 일정한 값 이상이 되어야 한다는 「초기(정)복원성」과 불규칙과 상태에서 대경사 각도로 횡동요를 하고 있을 때, 바람이 불어 오는 반대쪽으로 횡경사된 순간에 돌풍이 불어와 풍력모우멘트와 복원력이 합성되어 어선에 외력이 작용하게 되었을 때, 이러한 경우의 어선의 전복을 피하기 위한 「동복원성 기준」에 의

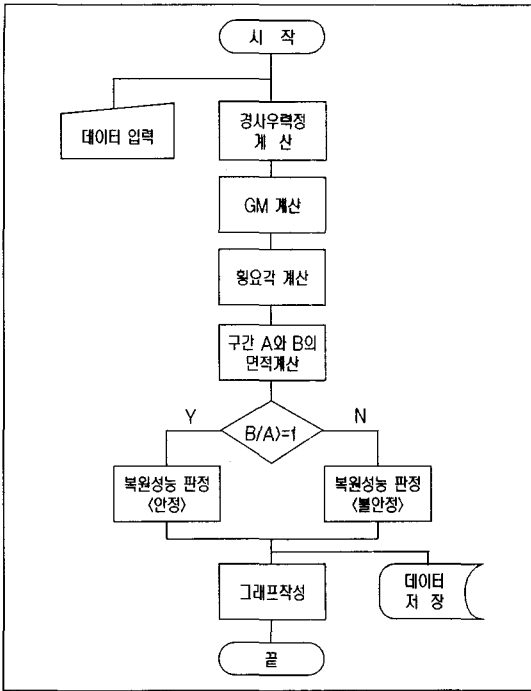
해 안정·불안정 판정들을 토대로 하여 구성되었다. 대상어선에 대한 복원성능의 안정성 여부는 면적의 비율로 평가하므로, 이를 이용하여 데이터 입력 창과 디스플레이 창을 만듦으로써, 사용자가 프로그램을 보다 쉽게 사용하고 안정성 여부를 알아보기 쉽게 하였다.

이 프로그램의 흐름도, 실행 예는 〈그림 3〉, 〈그림 4〉와 같다.

3. 신차인 선형 어선 개발

3.1 신차인 선형의 정의

연안어선이란 간조선(干潮線)에서 약 3해리(약 5.5km)내의 연안에서 조업하는 총톤수가 10톤미만인 소형어선을 말하며 각 업종에 따라 유자망어선, 연승어선, 채낚기 어선, 정치망어선, 통발어선 등이 있다. 본 연구에서는 연안 어업에서 주로 사용하고 있는 4.99톤급을 대상으로 하

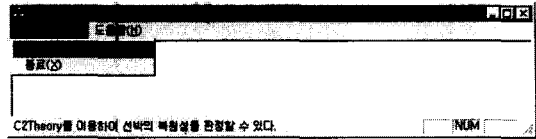


〈그림 3〉 STWIN의 흐름도

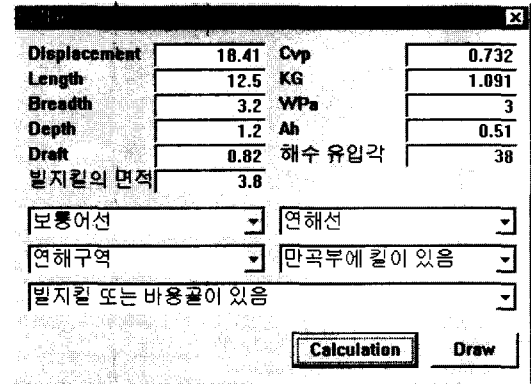
였다. 4.99톤급의 연안어선은 연승 및 유자망, 통발 견업이 가능하여 그 특성이 유사하다.

연안 어선으로 주로 채택되고 있는 선형으로는 배수량형, 활주형, 각형정 및 너클형 등이 있으며 각 선형마다 그 특성에 따라 추진성, 안정성, 작업성의 장점을 갖고 있다. 일반적으로 배수량 선형은 선체주위가 유선형으로 되어 있어 저항·추진성능은 양호하나 복원성, 조업성 측면에서는 불리하다. 활주선형의 경우에는 하드차인으로 인하여 저속에서는 오히려 큰 저항이 발생하는 단점을 가지고 있으며, 고속에서는 추진성이 대단히 우수하여 고속의 어선에는 유리하나 작업성 및 복원성이 다소 떨어지고 있는 것으로 분석된다. 각형 선형의 경우에는 어민들이 예전부터 익숙해져 있는 목선으로 추진성은 떨어지나 넓은 갑판과 복원성능의 잇점으로 선호하고 있는 선형이다. 이와 같이 기존의 어선의 형상은 각기 제 성능의 장·단점을 가지고 있으며 본 연구에서는 활주선형과 각형선형을 적당히 조합하여 최적의 선형을 찾고자 하였으

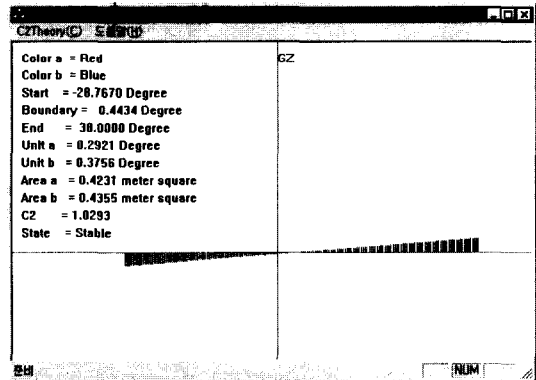
- 메인 윈도우



- 데이터 입력



- 디스플레이 윈도우



〈그림 4〉 프로그램 실행 예

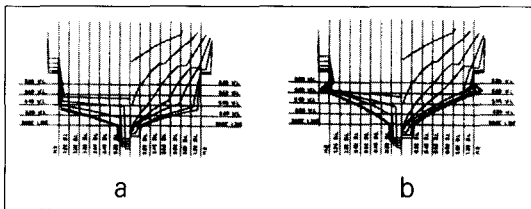
며 이 선형을 신차인선형이라 하였다.

3.2 선형상의 특징

선형상의 특성으로서 CHINE TYPE으로서 활어창을 갖는 선형으로서 활어창 개폐에 따른 선박의 적정트림 유지에 유의하여 설계된 선형으로서 신차인의 개념을 도입하여 복원성능 및 저항성능 양호한 운동성능을 확보하여 선박 및 선원의 안전을 도모토록 설계하였다. 특히 20 knot의 고속선으로 설계되어 당일조업이 가능

토록 계획하였다. 선형상의 특징으로서는 <그림 5>에서 보는 바와 같이 대상선형에 비해 신차인 선형은 흘수 아래 배수용적 및 선형에서 많은 차이를 보이는 어선이 되도록 하였으며, 두 선형의 제원은 기본적으로 같고 신차인선형은 고속에 적합하게 활주가 가능토록 하였다.

대상선형은 선박검사기술협회에서 표준어선형으로 고시되어 건조되고 조업중인 G/T 4.99 톤 연안 소형어선을 모델로 채택하였다.



<그림 5> 대상선형(a)과 신차인선형(b)의 비교

3.3 선형의 개발

신차인의 선형상의 특징을 바탕으로 하여 선형을 개발하고 그 선형을 대상어선과 비교·검토하여 복원성 및 저항성능 면에서 기존선형에 비해 향상된 선형을 개발하고 최적의 선형을 찾도록 하였다. 개발된 선형은 <그림 6>과 같으며, 선형의 특징을 간단히 살펴보면

CASE I 은 활주형선형에 고속운항시 선수부분의 파에 의해 발생하는 spray저항을 줄이기 위하여 Spray Strip선형을 선택하고 신차인선형의 개념을 접목시킨 선형이다.

CASE II 는 활주형선형에 신차인의 개념을 도입하고 신차인으로 발생하는 저항성능의 저하를 흘수 밑부분의 용적을 줄임으로 인해 극복

하려 하였다. 이 부분에서 문제가 되는 부분이 선체의 용적인데 이 연구에서는 고속으로 인한 당일조업이 이루어 질 수 있도록 계획하였으며 불필요한 어창고 용적 및 어구 등의 감소를 통해 이를 극복할 수 있고 어선의 특성상, 효율면에서 더 효과적이라 할 수 있을 것이다.

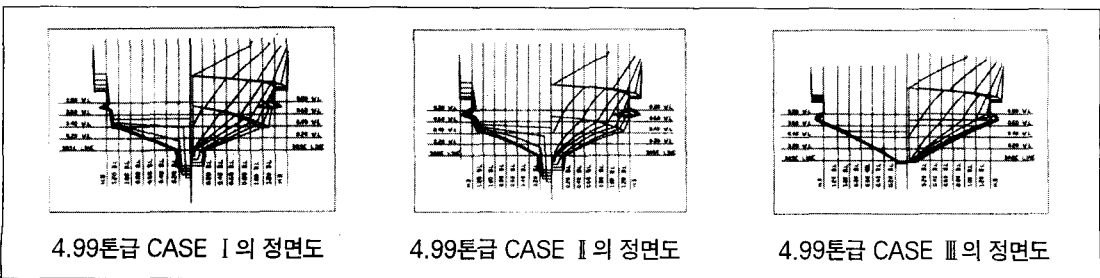
CASE III 는 저항적 측면을 고려해 거선을 위해 필요한 넓이 만큼의 용골만 두고 Chine을 Straight Line이 되도록 하였으며, 또한 길이와 폭의 변화를 주었고 특히 이 선형은 엔진룸의 형식을 선외기로 하여 고속 운항시 특히 유리하도록 한 선형이다.

<표 1>은 대상선형 및 개발된 신차인선형의 기본적인 제원이고 모든 비교치는 대상선형을 기준으로 하였다.

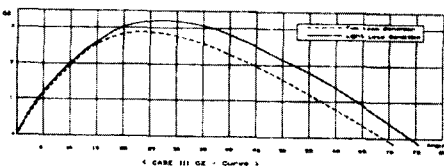
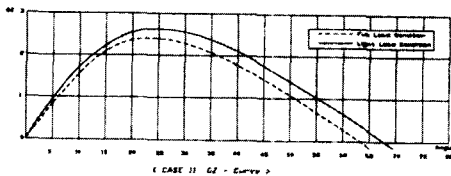
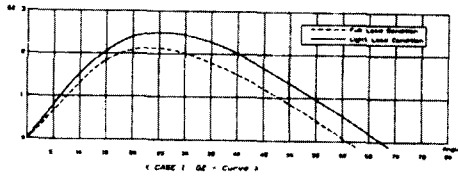
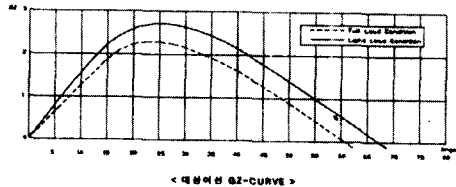
<표 1> 개발된 선형의 기본적인 제원(m)

영목 \ 종류	대상어선	CASE I	CASE II	CASE III
전장(L.O.A)	13.04	13.04	13.04	12.74
수선간장(L.B.P)	10.90	10.90	11.00	10.50
영폭(B)	2.80	2.80	2.80	2.90
깊이(D)	1.00	1.00	1.00	1.00
몰수(D.L.W.L)	0.70	0.70	0.72	0.75

<그림 7>은 CASHIP Program을 이용하여 산출되어 나온 KN의 값을 $GZ = KN - KG \sin\theta$ 의 식에 대입하여 GZ값을 구하였다. GZ 값을 <그림 7>의 결과로 보아 복원성 및 소멸각이 CASE III가 가장 높게 나타났고 복원성 측면에서 가장 좋은 것으로 판명되었다.



<그림 6> 개발된 선형의 모델

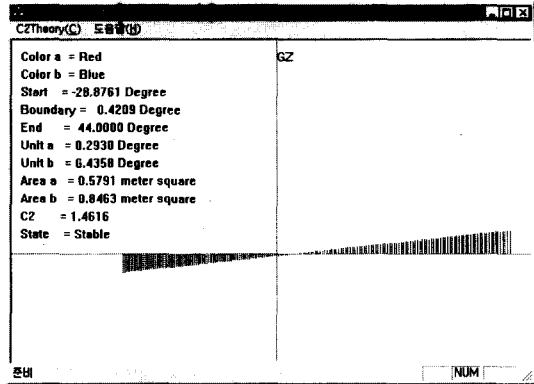


〈그림 7〉 대상어선과 신차인 선형의 GZ-CURVE 비교

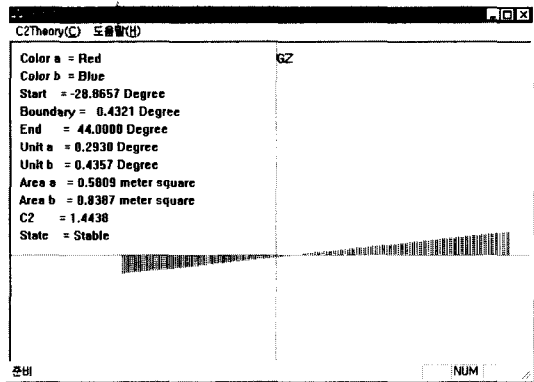
〈그림 8〉, 〈표 2〉에서 보는 바와 같이 프로그램에 의한 복원성 및 저항판정 프로그램에 의해 판정해 본 결과도 역시 CASE III가 가장 좋은 것으로 판정되었고 CASE III를 최적의 선형으로 택하여 Off-sets 작성하고 Lines를 도면화하여 이를 모형선으로 제작하였다.

4. 신차인 선형의 유체정력학적 실험

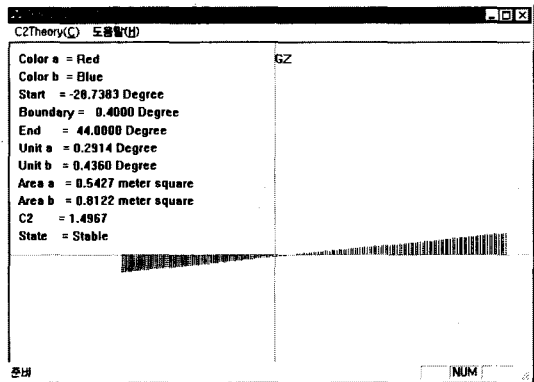
수조실험을 통하여 모형선의 저항추정 및 유선실험, 파의 형상 등의 유체정력학적 특성을 파악하여 선형의 수정 및 보완하도록 하였으며, 동시에 저항판정 프로그램(RTWIN)의 이론적



〈CASE I〉



〈CASE II〉



〈CASE III〉

〈그림 8〉 STWIN을 이용한 대상선형과 신차인선형의 복원성 판정(경하시)

〈표 2〉 저항추정 프로그램에 의한 저항추정
(경하상태)

속도	종류	대상이선	CASE		
			I	II	III
13 knot	E.H.P	105.8	104.9	100.7	92.1
	S.H.P	192.4	190.7	183.0	167.4
14 knot	E.H.P	121.3	120.1	115.2	105.0
	S.H.P	220.2	218.4	209.4	191.0
15 knot	E.H.P	137.2	135.2	129.6	118.0
	S.H.P	248.0	245.8	235.7	214.5
16 knot	E.H.P	153.4	151	144.9	132.0
	S.H.P	278.0	274.6	263.4	240.0
17 knot	E.H.P	170.0	168.9	162.1	148.3
	S.H.P	310.2	307.1	294.8	269.7
18 knot	E.H.P	191.0	189.4	182.0	167.2
	S.H.P	347.0	344.3	331.0	304.0

추정치와 실험치를 비교하여 프로그램 신뢰성의 여부를 판정하였다.

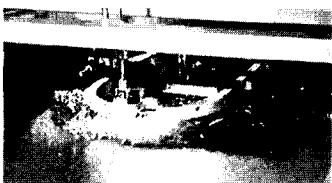
4.1 이론적 저항 추정치와 실험치의 비교

〈표 3〉은 수조실험을 통한 모형선의 실험치와 이론치의 검토결과이다.

〈표 3〉 이론적 저항계산치와 실험치의 비교

영목	속도	14	15	16	17	18
		knot	knot	knot	knot	knot
실험치	만재(E.H.P)	127.3	143.3	159.9	178.5	199.9
	경야(E.H.P)	105.0	118.0	132.0	148.3	167.2
계산치	만재(E.H.P)	126.2	138.6	152.59	171.92	206.44
	경야(E.H.P)	102.82	113.77	126.65	155.47	174.36

상기의 표와 같이 저항실험의 저항값과 이론적 계산의 값이 거의 근사함을 볼 수 있다.



선수부 파형상



선미부 및 선측부 파형상

〈그림 10〉 신차인 선형의 파의 형상

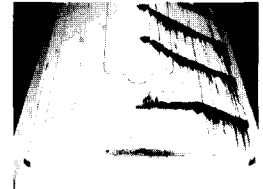
4.2 신차인 선형의 파의 형상 및 유선 실험
〈그림 9〉, 〈그림 10〉은 유체정력학적실험에 의해 나타난 결과이다.



선측부



선수부



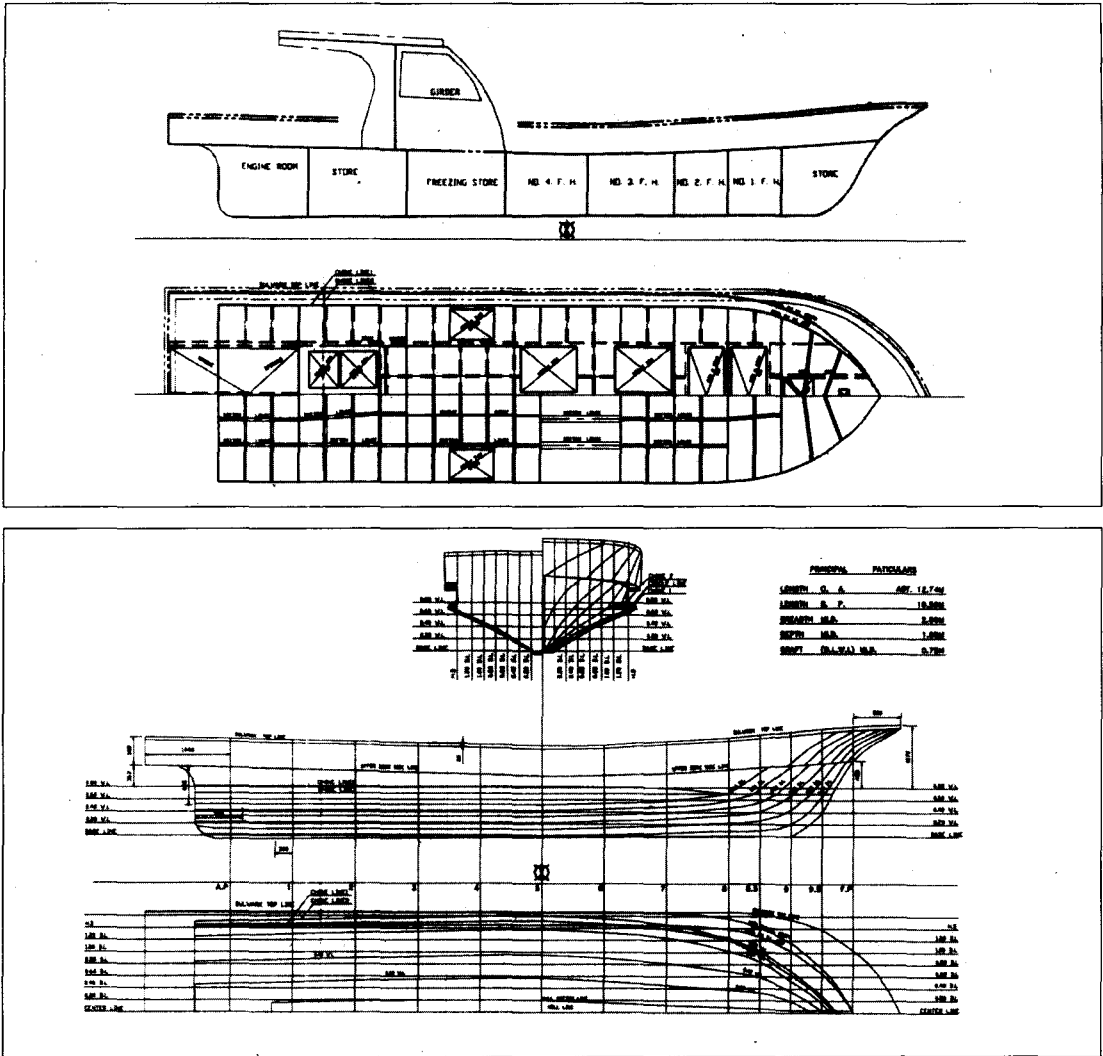
선미부

〈그림 9〉 모형선의 유선실험

유체정력학적 실험을 통하여 나타난 문제점으로 가장 특징적으로 나타난 부분이 선미 Skeg 부분에서 와류가 발생함으로 인한 엔진효율의 감소, 즉 선외기의 형식에 적용하기엔 선형상 무리가 있음을 인지되었고 특히 선수부분의 파의 흐름이 매끄럽게 선미부분으로 빠지지 못하고 신차인 부분에서 파가 깨지는 현상이 나타났는데 이는 선수부분의 설계가 적절치 못했음을 알 수 있었다. 유체정력학적 실험을 바탕으로 선형을 수정·보완한 선형의 개략적인 일반배치도 및 Lines는 〈그림 11〉과 같다.

6. 결 론

본 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업의 일환으로 수행중인 연구결과의 하나로 연안



〈그림 11〉 최종선형의 Lines 및 개략적 일반배치도

소형어선의 선형개발에 중요한 자료가 될 것이며 개발한 신차인선형은 다른 선형에 비해 복원성 및 저항 성능면에서 우수하고 고속화된 선형으로 1일 조업을 가능케 하였다.

또한 어구 등의 감소로 출항시 적재중량의 감소, 불필요한 승무원실(Crew space)공간의 최소화로 바람에 의한 외력모멘트를 줄여 복원력의 증대를 가져올 수 있었고 B(폭)의 증대로 작업공간확보, 그리고 선미에 엔진룸을 둠으로 인한 선체중양부를 냉동고로 활용할 수 있다는

장점을 도출할 수 있었다. 특히 선저에 최소한의 용골을 두어 서남해안지역에서 거선할 수 있게 하였다.

따라서 연구의 결과는 영세어민이 주종을 이루고 있는 연안어업에서 연안 수자원의 고갈로 인한 어장의 장거리화 및 전천후 어로작업을 요구하고 있는 어려운 상황을 고려할 때, 안정성 있고 경제적인 어선의 대체 측면에서 실용화되어 질 수 있으리라 사료된다.