

연안용 소형 레저선박의 초기선형 개발

정 우철*, 박 제웅**, 구 종도***, 김 도정****

* 인하공업전문대학 선박해양시스템과

** 조선대학교 선박해양공학과

*** 해군사관학교 조선공학과, **** 메스텍

Initial Hull Form Development of Small-Size Coastal Leisure Boat

UH-CHEUL JEONG*, JE-WOONG PARK**, JONG-DO KOO*** and DO-JUNG KIM****

* Dept. of Ship & Ocean System, Inha Technical College, Incheon, Korea

** Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Chosun University, Kwangju, Korea

*** Dept. of Naval Architecture, Korea Navy Academy, Jinhae, Korea

**** Marine Engineering System & Technology(MESTEC), Incheon, Korea

KEY WORDS: Leisure boat 레저선박, Hull form development 선형개발, Circulating water channel 회류수조, Model test 모형시험

ABSTRACT: Initial hull form of 3 G/T and 20~25 knots class coastal leisure boat is newly developed. The performances, which are resistance, trim and sinkage, are investigated at high speed circulating water channel(CWC). Wave patterns are observed together to make clear the relation between the resistance performance and the wave characteristics.

1. 서 론

국민 생활의 질적 향상과 소득 증가, 주 5일 근무제 도입 등으로 레저활동에 대한 국민의 관심과 욕구가 높아지고 있다. 특히 우리나라는 3면이 바다로 되어 있고, 세계적으로 유명한 서해안의 갯벌과 남해안의 청정해역을 보유하고 있는 관계로 해양레저의 무한한 발전 가능성을 갖고 있다.

그러나 우리나라는 세계 제1위의 조선산업국임에도 불구하고 해양레저의 필수적 장비인 레저선박을 외국에서 수입하거나 외국의 구형 모델을 복제하여 제작하고 있는 실정이다. 레저보트가 대중화되어 있는 선진국의 전례로 볼 때 국민 소득이 15,000\$이상이 되는 2010년경에는 국내에서도 해양레저 수요가 급속히 증가할 것으로 예상되므로 이러한 레저선박의 국산화는 시급한 당면과제라 할 수 있다(반석호 등, 2002).

레저선박 중 낚시선박(유어선)이 비교적 대중화되어 있는 일본의 경우 5~12인 승의 선박이 전체 유어선의 약 90% 정도를 차지하고 있으며, 그 중 약 77% 정도가 총톤수 5톤 미만이다. 보통 20~25노트 정도의 속도를

제1저자 정우철 연락처: 인천시 남구 용현동 253

032-870-2176 ucjeong@inhatc.ac.kr

내고 있으나 최근 들어 원거리에서의 낚시를 위하여 점차 고속화되고 있는 추세이다 (Hamada, 1999).

본 연구에서는 레저선박의 국산화를 위한 초기단계로 총톤수 3톤, 20~25노트 급 유어선의 초기선형을 개발하여 그 성능을 서일본유체기술연구소(FEL) 고속회류수조에서 모형시험을 통하여 분석하였다.

2. 선형개발

2.1 기본계획

● 선체 규모

승선 인원은 승합차 1대 또는 승용차 2대 정도의 인원인 8명을 기준으로, 선장 1명을 포함하여 총 9명으로 산정하였다. 따라서 "소형선박의 구조 및 설비기준"(해양수산부, 2002)에서 제시한 기준(식 1)에 따라 총톤수 3톤급 선박으로 결정하였다.

$$\text{최대승선인원} = \text{총톤수} \times 2 + 3 \quad (1)$$

● 최대 속도

현재 낚시선박으로 널리 사용되고 있는 총톤수 3톤급 연안어선은 통상 18~22노트 정도로 운항되고 있으며, 필요에 따라 엔진 마력을 증가시켜 고속을 내고 있다. 본 연구에서는 특별한 부가물 없이 일본에서 가장 보편화되어 있는 유어선 속도 범위인 20~25노트 정도를 목표로 설정하였다.

● 주 기관

레저선박으로서의 외관과 유지보수의 편리성을 고려하여 시판되고 있는 선외기(Out-board engine)를 주 기관으로 사용한다. 따라서 본 개발선은 어선법에서 정한 규제를 받는다.

● 선체 재질

추진성능을 고려하여 가벼우면서 파랑충격에 대한 충분한 강도를 가져야 한다. 또한 유지보수가 쉬워야 할 뿐만 아니라 건조비용이 저렴하여야 한다. 이런 관점에서 그 동안 소형 연안어선에 널리 사용되어온 FRP를 선체 재질로 선정하였다.

2.2 선형설계

총톤수 3톤급 연안어선의 L_{WL} 은 통상 7~8m 정도이

고, 경하상태의 배수량은 4~5톤 정도이다. 본 연구에서는 이를 기준으로 초기 L_{WL} 은 7.5m 내외, 배수량 4.5톤 정도로 결정하였다. 다만 승객의 안전한 통행과 외관을 고려하여 갑판에서의 선수부 길이를 연장하여 전장(L_{OA})은 약 10m 내외로 결정하였다. 따라서 $F_n=1.2\sim 1.5$ 범위로 Savitsky(1985), Tanaka(1988)의 제안에 따라 활주선 개념을 도입하였다 (Fig. 1).

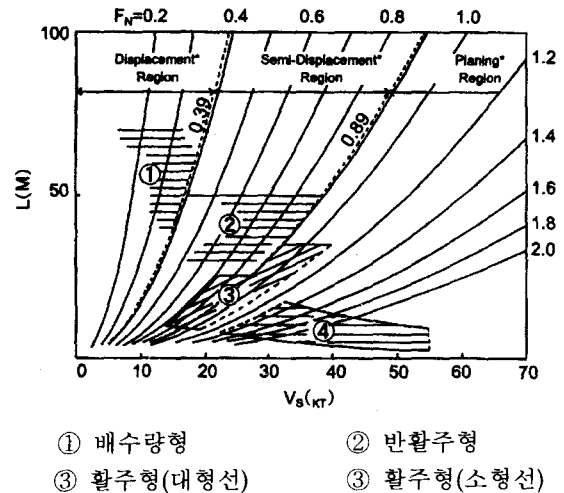


Fig. 1 Relation between speed and hull form Savitsky(1985), Tanaka(1988)

고속 활주선의 경우 길이-폭 비(L_{OA}/B)가 5.0 이상일 때 저항이 현저히 감소하는 경향을 보이고 있으나 (민계식 등, 1992), 이 조건을 만족시킬 경우 본 대상선박의 선체 폭은 2m 이내로 작게되어 항요 안정성이 나빠질 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 최근의 일본 실적자료 조사결과(반석호 등, 1992)와 川羽(1971)가 제안한 경험식(식 2)을 토대로 활주선에서의 선체 폭을 2.5m 내외로 결정하였다.

$$B = 0.65 \sim 0.75 \cdot L_{OA}^{0.575} \quad (2)$$

선체 깊이와 길이와의 관계는 선체 종강도에 큰 영향을 준다. 종강도를 고려하여 깊이를 크게 하였을 경우에는 선체 중량이 과도하게 되어 추진성능에 좋지 않은 영향을 주게 되므로 적절한 크기를 선정하여야 한다. 본 연구에서는 川羽(1971)가 일본 실적자료로부터 유도한 경험식(식 3)을 토대로 선체 깊이를 결정하였다.

$$D = 0.2 \cdot L_{OA}^{0.8} \text{ 또는 } D = 0.5B \quad (3)$$

활주선은 선체와 수면사이의 동적 압력에 의하여 선체가 부양되어 수면 위를 활주함으로써 고속영역에서 저항성능을 향상시키도록 고안된 선형인 관계로 그 단면 형상이 저항성능뿐 아니라 자세 안정성에도 매우 큰 영향을 미친다. 활주선의 단면은 크게 오목(Concave), 볼록(Convex), 직선(Straight), 오목-볼록(Inverted Bell) 등 4가지를 기본 형상으로 하여 여기에 약간씩 수정을 가하여 사용하고 있다 (Saunders, 1957; Koelbel, 1978). 본 대상 선박의 LOA/B (약 4.0)에서는 오목형 단면의 저항성능이 상대적으로 우수하지만 (민계식 등, 1992; 이광일, 1998), 초기선형은 생산성을 고려하여 직선형 단면을 채택하였다.

활주선의 경우 속도계수($V/\Delta^{1/6}$, V : 선속, Δ : 배수량)가 저항성능과 밀접한 관계를 갖고 있다. 속도계수가 낮은 경우에는 차인(Chine) 폭이 좁은 것이 저항성능에는 유리하지만, 소형 고속선에서는 안정성 측면에서 어느 정도의 폭을 확보하는 것이 바람직하다 (片羽, 1971). Fig. 2에 본 대상선박의 속도계수 범위(15~20)에 있는 일본 고속선들의 차인 폭(B_C)과 길이(LOA) 관계를 나타내었다. $LOA=10m$ 에서 LOA/B_C 는 약 3.8~4.2 정도임을 알 수 있다. 본 선박에서는 이 차인을 선체 중앙부에서 선미에 걸쳐 수면 아래에 위치시켜 정지 상태에서도 충분한 복원력이 확보되도록 하였다.

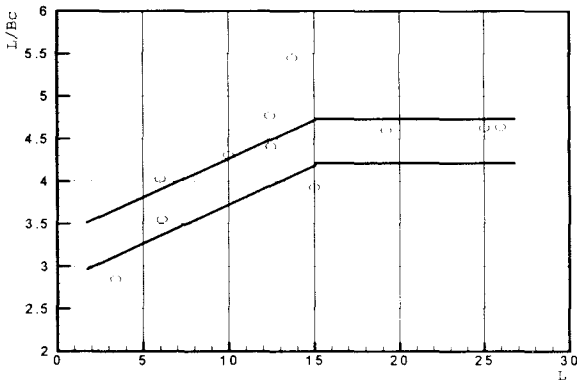


Fig. 2 Relation between B_C and LOA , $V/\Delta^{1/6}=15\sim 20$

종방향 중심위치는 활주성능과 밀접한 관계를 갖고 있으므로 이의 결정이 매우 중요하다. 일반적으로 선미단에서 중심까지의 거리(L_C)는 L_{WL} 의 약 40% 정도이다 (片羽, 1971).

선저 경사각은 내항성능에 큰 영향을 주므로 소형 고속선 설계 시에 반드시 고려하여야 하는 중요한 요소이다. 木原와 石井(1986)의 파랑 중 모형시험결과에 따르면

선저 경사각이 커질수록 파랑 중 선수 상하 가속도가 줄어드는 경향을 보이지만, 이 각이 너무 커지면 추진효율이 나빠지는 문제가 있어 적절한 경사각 선택이 중요하다. 따라서 통상 최대 30° 가 넘지 않도록 한다 (Koelbel, 1978). 본 연구에서는 木原와 石井(1986)의 시험결과를 토대로 20° 내외로 결정하였으며, 활주성능을 향상시키기 위하여 선미로 가면서 경사각을 작게 한 비틀림(Warped)형 형상을 채택하였다. 그러나 활주면을 비틀어 줌으로서 발생하는 석션(Suction)에 따른 저항증가(小松 & 山田, 1989)를 억제하기 위하여 선미단에서의 선저 경사각은 15° 정도로 다소 작게 하였다.

또한 통상의 Deep-V 선형에서 양력발생에 따른 침수 표면적 감소, 그리고 복원력 증가를 위하여 사용하는 Spray strake(小松 & 山田, 1989)를 선저 좌·우측에 각각 삼각형 형상으로 2개씩 설치하였다.

본 대상선박의 주요제원과 형상을 Table 1과 Fig. 3에 각각 나타내었다.

Table 1 Principal dimensions

Items		Dimensions
LOA (m)		9.86
LWL (m)		7.65
B (m)		2.5 at Design draft
D (m)	Max.	1.2
	Moulded	0.8
d (m)		0.58
Disp. (m^3)		4.445

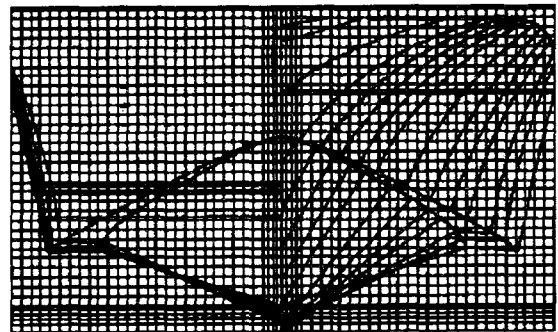


fig. 3 Body plan

3. 모형시험

3.1 시험조건

모형시험은 서일본유체기술연구소(FEL)의 고속회류수조에서 수행되었다. 14노트~26노트 속도 범위에서 저항 시험이 수행되었으며, 트림(Trim)과 침하(Sinkage)가 함께 계측되었다. 모형은 $L_{pp}=0.70m$ 크기로 하드 우레탄으로 제작되었다 (Fig. 4).

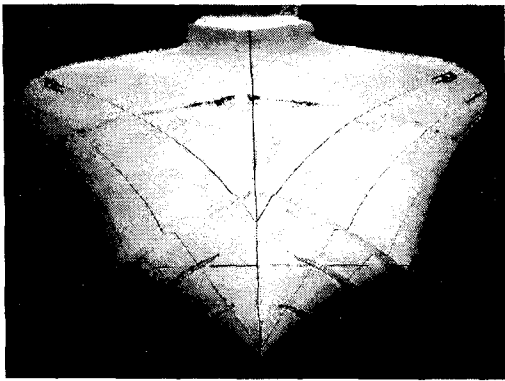


Fig. 4 Test model

3.2 시험결과

저항(R_t/∇), 트림 및 침하 계측결과를 Figs. 5~7에 각각 나타내었다.

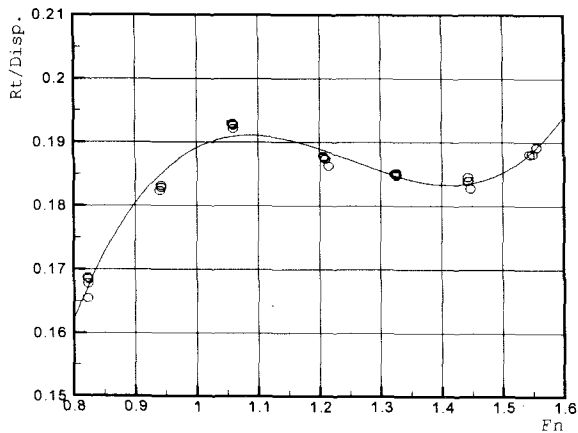


Fig. 5 Measured resistance(R_t/∇)

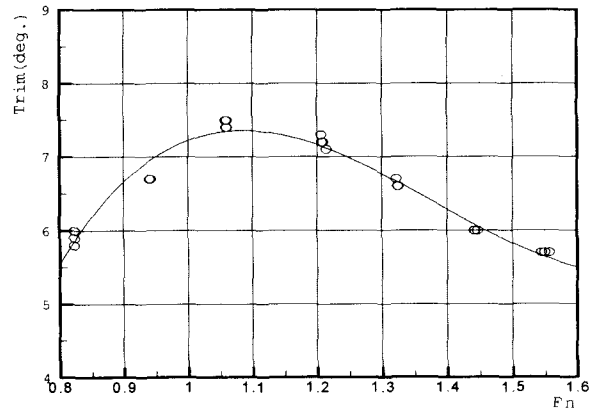


Fig. 6 Measured trim angle(deg.)

$F_n=1.06$ (18노트) 부근에서 저항이 급격히 커지다가 감소하고 있다(Fig. 5). 이는 이 속도 부근에서의 과도한 트림 때문으로 보인다(Fig. 6). 속도가 증가할수록 선체가 부상하고(Fig. 7), 트림량이 줄어들어(Fig. 6) 자세가 안정되어가고 있음을 알 수 있다. 그러나 전반적인 트림이 일반적인 고속선의 3~4도 보다 큰 6~7도 정도인 것으로 보아 성능개선을 위한 선형수정의 여지가 있다고 판단된다.

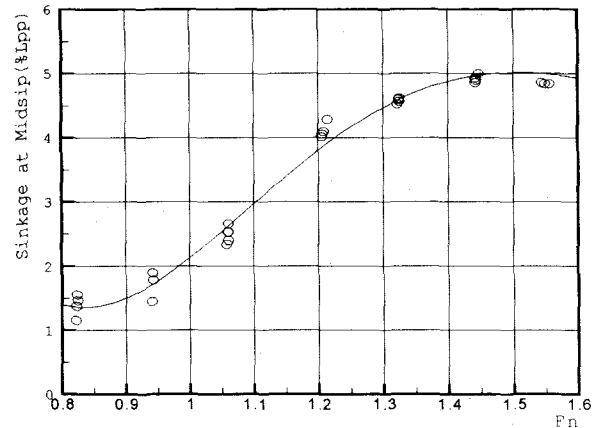
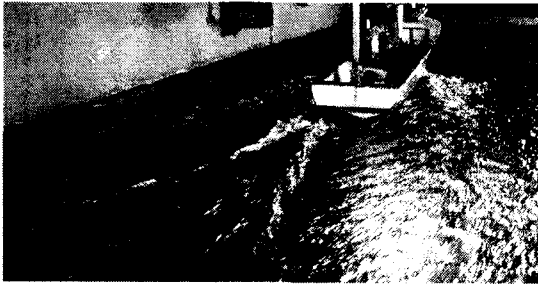


Fig. 7 Measured sinkage at midship(% of L_{pp})

Fig. 8은 18노트와 22노트에서의 선미파를 보인다. 18노트에서 선미파가 더 크게 나타나고 있다. 이는 과도한 선미 트림 때문이고, 앞에서 언급한 바와 같이 이 속도에서 저항이 증가하는 주원인으로 보인다.

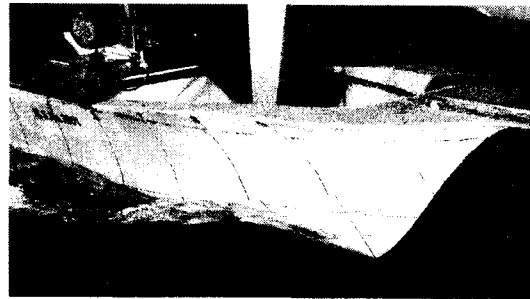


(a) V=18 Knots

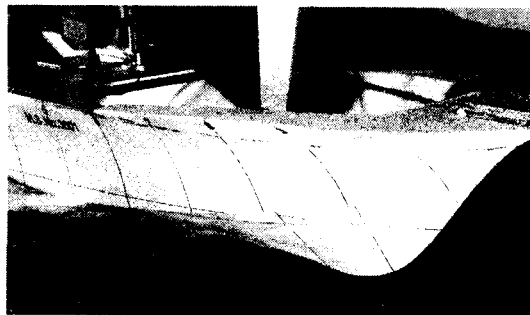


(b) V=22 Knots

Fig. 8 Stern waves at V=18 and 22 knots



(a) V=14 knots



(a) V=22 knots

Fig. 9 Bow waves at V=14 and 22 knots

Fig. 9는 14노트와 22노트에서의 선수파이다. 저속에서는 Spray strake 부근에서 비교적 큰 파도가 발생하고 있으나, 고속에서는 이러한 파도가 현저히 줄어들고 있다. 전반적으로 속도가 올라갈수록 선수파가 크게 감소하고 침수표면적도 줄어들고 있다.

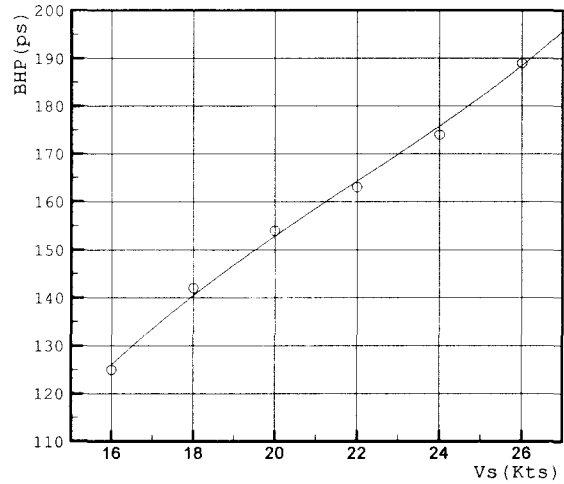


Fig. 10 BHP prediction curve, $\eta=0.65$

Fig. 10은 본 선박의 마력추정곡선이다. 모형시험 결과는 Froude의 비교법칙에 따라 해석하였으며, 마찰저항은 Schoenherr 곡선을 이용하여 계산하였다. 모형선-실선 상관계수는 0으로 가정하였다. 한편, 앞에서 언급한 바와 같이 본 선박은 선외기를 사용하며 이 경우 효율(η)은 0.65로 가정하여 BHP를 추정하였다 (식 4).

$$BHP = EHP/\eta \quad (4)$$

주어진 요구조건인 20~25노트의 속력을 내기 위하여 160~170마력 정도의 선외기가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

레저선박의 국산화를 위한 초기단계로 해외 실적자료를 분석하여 총톤수 3톤, 20~25노트 급 유어선의 초기 선형을 개발하여 저항특성을 조사하였다.

전반적인 트림이 일반적인 고속선보다 과도하여 선미 파가 크게 발생되며, 향후 이 부분에 대한 개선이 필요하다고 판단된다. 또한 각종 부가물을 부착하여 성능을 개선시킬 수 있는 연구가 계속 수행 될 예정이다.

참고문헌

- 민계식, 이귀주, 박만 (1992). "활주형 선형의 단면형상 및 장/폭비 변화에 따른 모형시험 결과", 현대중공업 연구보고서.
- 반석호, 김상현 (2002). "국내 해양레저와 레저선박 산업의 현황 및 전망", 대한조선학회지, 제 39권 1호, pp 36-44.
- 반석호, 김상현 (2002). "해양레저용 보급형 모터보트 설계에 관한 연구", 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp 115-118.
- 이광일 (1998). "활주형 선박의 선형특성과 저항성능과의 상관관계에 관한 연구", 조선대학교 석사학위논문.
- 해양수산부 (2002). "소형선박의 구조 및 설비기준", 해양수산부고시 제 2002-59호.
- 丹羽誠 · (1971). "高速艇工學", 丹艇協會出版部.
- K. Hamada (1999). "遊漁船業 現狀과 課題에 關하여", 漁船 제 345호, PP 39-47.
- 木原和之, 石井折郎 (1986). "耐航性能을 考慮한 高速艇의 設計法에 關한 研究(Part 2)", 西部造船協會會報, Vol. 72.
- 小松正彦, 山口眞裕 (1986). "高速艇의 推進性能", 高速艇과 性能 Symposium, pp 75-118.
- 田中 拓 (1988), "高速艇 船型研究의 新時代, 高速艇 Forum, 關西造船協會.
- J. G. Koelbel (1978). "Performance Prediction", Small Craft Engineering Resistance, Propulsion and Sea keeping, SNAK.
- H. E. Saunders (1957). "Hydrodynamics in Ship Design", Vol. 2, SNAME.
- D. Savitski (1985). "Planing Craft", Naval Engineering Journal, February.