

G/T 340톤급 고속 어업지도선의 선형개발에 관한 연구

이 귀 주* · 이 광 일**
(97년 6월 9일 접수)

A Study on the Hull Form Development of the G/T 340ton Class High Speed Fishery Patrol Ship

Kwi-Joo Lee* · Kwang-Il Lee**

Key Words : Fishery Patrol Ship(어업지도선), Hull Form Development(선형개발), Resistance Test(저항시험), Trim and Sinkage(트림 및 침하량), Circulating Water Channel(회류수조), Hull Form Improvement(선형개선)

Abstract

This study was carried out for the hull form development of G/T 340ton class high speed fishery patrol ship by Chosun University at the Circulating Water Channel cooperatively with Korea Maritime Service. Same size of 15knots class fishery patrol ship was selected as a parent form(Model number : CU-015), and modified fore and after body to be suitable for the operation at 20 knots. To minimize the breaking wave in the vicinity of fore body at high speed zone, high bulb nose and slender fore body hull form was chosen as an initial condition. Meanwhile, to ensure the engine room space keeping high resistance-propulsion performance, U-type stern hull form was developed.

1. 서론

최근 국제화·개방화에 따른 조선해양국으로서의 국제경쟁력을 유지하기 위해 국내 연근해 어선의 선속이 점차 고속화 되고 있으나 이들 선박들의 어업지도 및 불법어업을 단속하기 위한 어업지도선의 선속은 어선의 선속 증가에 못 미치고 있다. 또한 일본의 어선들은 선속 20노트 이상으로 만약,

이들 어선이 우리해역에서 불법조업을 할 경우 기존의 어업지도선으로 이들을 단속하기가 매우 어려운 실정이다. 이러한 실제적 수요에 부응하여 조선대학교에서는 (주)한국선박기술과 공동으로 회류수조를 이용하여 현재 운항중인 15노트급 선형을 모선(Parent ship)으로 20노트 항주에 적합한 새로운 선형을 설계하게 되었다.

본 논문에서는 선형이 고속화됨으로써 가장 기

* 조선대학교 공과대학 선박해양공학과

** 조선대학교 대학원 선박해양공학과

본적으로 검토되어야 할 기관의 크기 증대에 따른 기관 배치에 적합한 기관실 용적확보, 쇄파(Breaking Wave)현상 및 저항성능 개선 등의 연구를 수행하기 위해 이에 적합한 새로운 선형을 설계하고 비교 모형시험을 수행하여 그 결과를 분석하였다.

모형선의 길이는 회류수조의 유속이 가장 균일한 속도범위와 어업지도선의 계획속도와 일치하는 속도를 기준으로 1.207m(LBP)로 정하였다. 또한, 저항시험의 신뢰도를 높이기 위해서 최대 저항계 측정량이 9.8N이고 정도가 높은 소형 저항 동력계를 사용하였다.

2. 선형설계

모선으로 선정된 총톤수 340톤급 어업지도선은 현재 운항중인 계획속도 15노트급 선형으로 이 모선의 모형선(모형선번호:CU-015)을 1차적으로 제작하여 모형시험을 실시한 후 그 결과를분석하여 새로운 선형 개발을 시작하였다.

기본선형의 모형시험 결과 속도증가에 따른 고마력 기관 탑재에 적절한 기관실 용적의 확보 측면 등을 고려하여 선형을 대폭 변경하였으며 기본 선형과 개선된 선형의 선도는 Fig. 1에 비교 도시하였다.

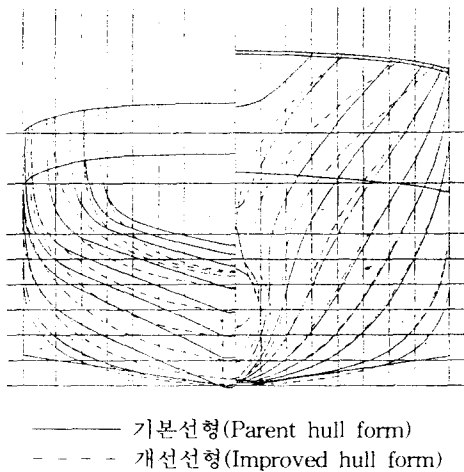


Fig.1 Comparison of body plan

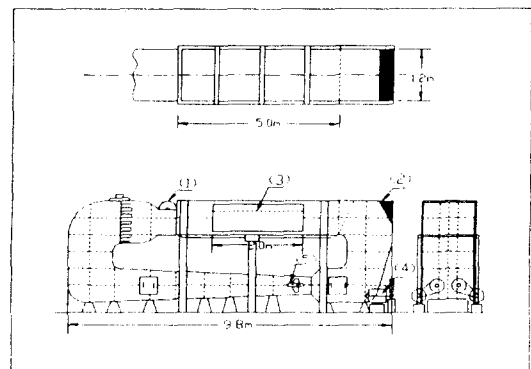
개선선형은 구상선수 높이를 조절하고 선수형상을 날씬하게 하여 15노트 이상의 고속역에서 발생하는 쇄파를 감소시키고, 선미형상을 U-형으로 변화시킴으로 기관실 용적을 키우는 반면 LCB를 선미 쪽으로 더 이동시켜 화물의 적재를 용이하게 했으며 선형수정에 의한 트림 및 침하량을 개선하기 위하여 wedge를 부착하였다. Fig. 1의 선도는 wedge를 부착한 상태에서의 개선선형이다

3. 실험설비

3.1 모형시험수조

모형시험은 조선대학교 회류수조에서 수행되었으며 수조의 주요특성 및 개략적인 형상은 Fig. 2와 같다.

- Type : 2 impellers, vertical type
- L×B×D(whole body) : 14.8m×1.8m×3.7m
- L×B×D(measuring body) : 5.0m×1.2m×0.9m
- Velocity range : 0.4~1.8m/sec
- Velocity distribution : within ±1.5% at 1.0m/sec
- Standing wave : 0.8mm at 1.0m/sec
- Surge wave : ±1.0mm at 1.0m/sec
- Water surface inclination : 1/4000 at 1.0m/sec



- (1) Surface Flow Accelerator (2) Wave Maker
- (3) Measuring Section (4) Motor A.C. 22kw
- (5) Impeller

Fig. 2 Schematic diagram of CWC

3.2 모형선

총톤수 340톤급 어업지도선의 모형선(모형선번호 : CU-015/016)을 마디카 목재를 이용하여 제작하였으며 모형선의 축척비는 1/41.0으로 하였고 주요제원은 Table 1 및 2에 정리하였다.

Table 1 Geometric characteristics of CU-015/016 at full load condition

Particulars	Ship		Model	
	기본선형	개선선형	CU-015	CU-016
L _{BP} (m)	49.500	49.500	1.207	1.207
L _{WL} (m)	51.830	52.750	1.264	1.287
B (m)	8.300	8.300	0.202	0.202
D (m)	3.800	3.800	0.093	0.093
T (m)	3.000	3.000	0.073	0.073
S (m ²)	484.900	488.840	0.2885	0.2908
▽ (m ³)	657.020	648.300	0.0095	0.0094
C _B	0.535	0.526	0.535	0.526
C _M	0.871	0.861	0.871	0.861
C _w	0.821	0.806	0.821	0.806
L _{CB} * (m)	-0.718	-1.712	-0.018	-0.042
KB (m)	1.813	1.840	0.044	0.045

Table 2 Geometric characteristics of CU-015/016 at ballast condition

Particulars	Ship		Model	
	기본선형	개선선형	CU-015	CU-016
L _{BP} (m)	49.500	49.500	1.207	1.207
L _{WL} (m)	51.800	53.05	1.263	1.294
B (m)	8.300	8.300	0.202	0.202
D (m)	3.800	3.800	0.093	0.093
T (m)	2.500	2.500	0.060	0.060
S (m ²)	415.4	422.74	0.247	0.252
▽ (m ³)	495.62	480.34	0.0072	0.0070
C _B	0.485	0.481	0.485	0.481
C _M	0.845	0.833	0.845	0.833
C _w	0.745	0.748	0.745	0.748
L _{CB} * (m)	+0.010	-1.279	+0.000	-0.031
KB (m)	1.511	1.551	0.0369	0.0378

*(+): 선체중양에서 선수방향
 (-): 선체중양에서 선미방향

Table 1 및 2에 비교된 바와 같이 두선형의 주요제

원은 침수표면적, 배수용적 및 L_{CB}를 제외하면 거의 유사하며 이들은 선수부 및 선미부의 선형수정으로 인한 변화치이다. 그리고 L_{WL}의 차이는 개선선형의 bulb 높이에 따른 길이와 wedge를 고려한 길이이다.

또한, 실선 운항상태와 같은 선체주위 난류유동을 재현하기 위해서 각 모형선의 9, 9½ 스테이션에 직경 1.6mm, 높이 2mm의 난류촉진용 못을 10mm간격으로 설치하였다.

4. 모형시험

4.1 저항시험

선박은 고속역에서 선저에서 발생하는 양력으로 인하여 트림 및 침하량의 변화가 저속역보다 크게 발생하게 된다. 이로 인하여 모형시험시 고속역에서 선체자세의 변화가 실선과 동일하지 않으면 계측저항치의 신뢰도가 저하되므로 예인점(Towing point)의 위치가 매우 중요하게 된다. 이러한 영향을 최소화 하기 위하여 예인점을 두선형, 두조건 모두 L_{CG} 및 K_G로 하였다.

만재상태의 저항시험 결과를 주요 범위의 속도별로 비교해 보면 Table 3과 같다.

Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 개선선형이 기본선형보다 속도별로 EHP가 1~8% 정도 감소하였다.

Table 3 Comparison of EHP(kw) at full load condition

속도 (노트)	기본선형 (B)	개선선형 (D)	(B-D)/B ×100 (%)
15	737.2	675.4	8.38
16	939.9	931.1	0.94
17	1397.6	1382.1	1.11
18	2222.1	2057.2	7.42
19	3166.9	2933.3	7.38
20	4112.4	4045.5	1.63

또한, 경하상태에서의 저항시험 결과를 주요범위의 속도별로 비교해보면 다음 Table 4와 같다.

Table 4 Comparison of EHP(kw) at ballast condition

속도 (노트)	기본선형 (B)	개선선형 (D)	(B-D)/B × 100 (%)
15	606.9	516.1	14.96
16	810.6	765.1	5.61
17	1204.1	1100.9	8.57
18	1816.5	1584.5	12.77
19	2514.2	2181.9	13.22
20	3231.4	2896.1	10.38

상기 Table 4에서 볼 수 있는 바와 같이 개선선형의 유효마력이 기본선형의 유효마력보다 5~15% 정도 감소했다.

한편, 수식(1)에 의해 계산한 잉여저항계수를 만재상태는 Fig. 3-1에 경하상태는 Fig. 3-2에 각각 도시하였다.

$$C_R = C_{TM} - C_{FM} \quad (1)$$

여기서,

C_{FM} 은 ITTC-57 Line에 의한 마찰저항계수

Fig. 3-1 및 3-2에 보인 바와 같이 기본선형은 만재상태 및 경하상태 공히 속도별 잉여저항의 차이가 불규칙하게 변화 하였는데, 이는 속도변화에 따른 선수파의 불안정한 변화에 기인한 현상으로 사료된다.

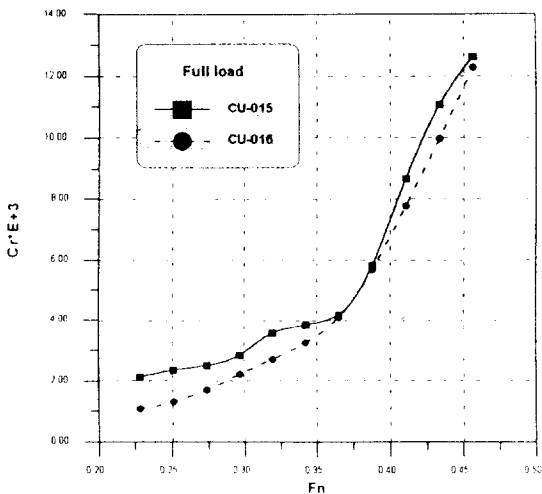


Fig. 3-1 Comparison of C_R at full load condition

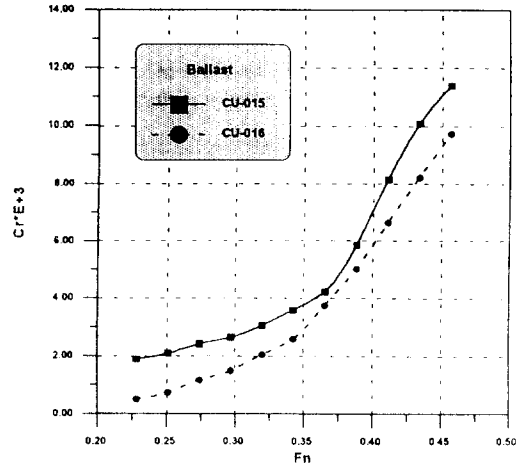


Fig. 3-2 Comparison of C_R at ballast condition

4.2 파형관측시험

선형의 특성 변화에 따른 파형변화를 관찰하기 위한 파형관측 시험을 만재상태와 경하상태의 계획 속도에서 수행하였으며 두 선형의 선수파형을 Fig. 4-1 및 4-2에 각각 도시하였다. Fig. 4-1 및 4-2에 보인 바와 같이 기본선형에 비해 개선선형의 쇄파 및 파형저항이 현저히 감소했음을 알 수 있다.

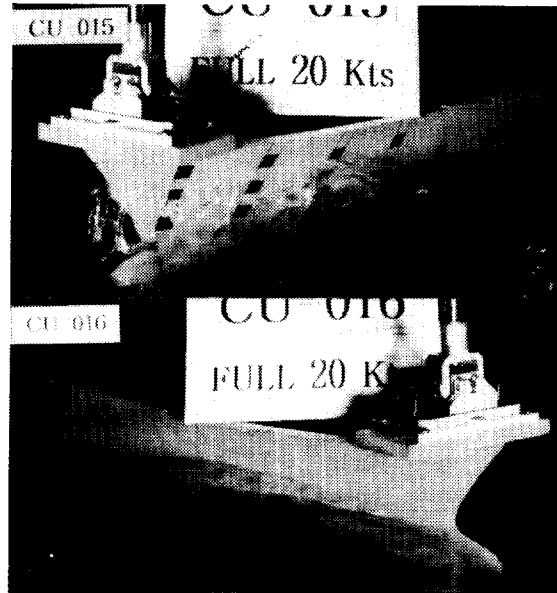


Fig. 4-1 Comparison of wave profile at full load condition

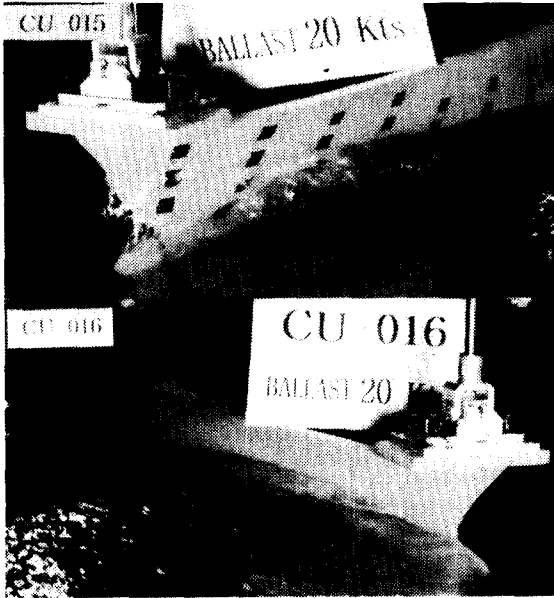


Fig. 4-2 Comparison of wave profile at ballast condition

4.3 트림 및 침하량

두 선형의 항주시 트림 및 침하량의 변화를 연구하기 위해 속도별로 침하량을 선수 및 선미에서 계측하였으며, 그 결과를 식(2) 및 식(3)으로 무차원화 하여 Fig. 5-1 및 5-2에 각각 도시하였다.

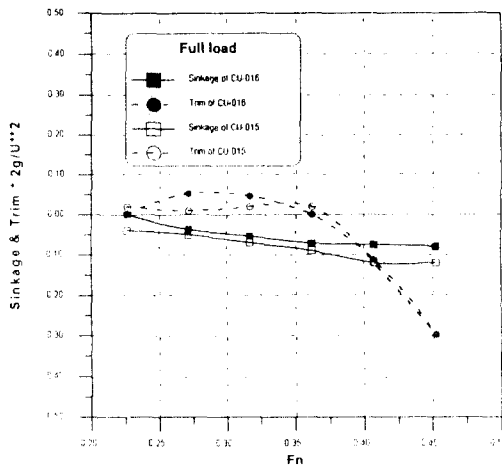


Fig. 5-1 Nondimensionalized trim and sinkage at full load condition

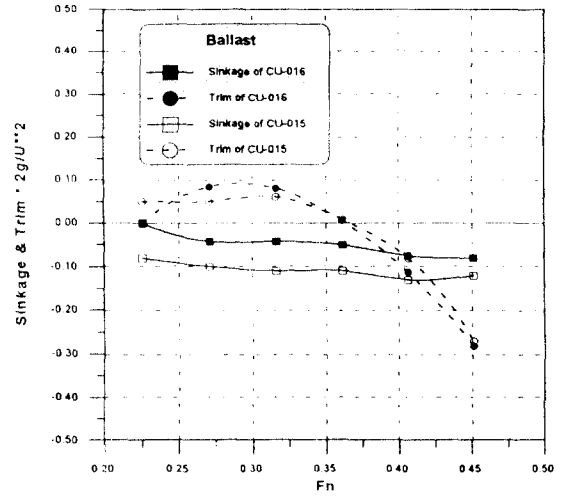


Fig. 5-2 Nondimensionalized trim and sinkage at ballast condition

$$S = \text{침하량} \times 2g/U^2 \quad (2)$$

$$t = (\Delta Z_{\text{Stern}} - \Delta Z_{\text{Bow}}) \times 2g/U^2 \quad (3)$$

여기서, ΔZ_{Stern} : 선미 침하량
 ΔZ_{Bow} : 선수 침하량

4.4 모형시험 결과의 분석

Table 3 및 4에 보인 바와 같이 개선선형(CU-016)은 기본선형(CU-015)에 비하여 만재상태에서 평균 5%정도, 경하상태에서는 평균 10%정도 저항성능이 개선되었다.

이러한 개선은 다음의 원인에 기인한 것으로 판단된다.

1) 개선선형 주위의 흐름이 기본선형보다 박리, 와류, 쇄파현상 등이 적게 발생하여 형상저항 감소요인이 됨.

2) 선형변화에 따른 선저 유속의 변화로 인한 침하량이 Fig. 5-1 및 5-2에 보인 바와 같이 기본선형보다 개선선형이 상대적으로 작게 발생 함.

또한, 경하상태가 만재상태보다 저항의 감소폭이 큰 것은 선형의 변화율이 선저로 갈수록 크기 때문인 것으로 추측된다.

5. 결 론

이상의 연구내용을 종합하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 기존선보다 높은 구상선수 및 얇은 선수부가 고속어업지도선에 적합하며, 이러한 선수선형은 동급의 선박에서 문제시 되는 쇄파현상을 최소화하고 선측파형을 개선하여 조파저항이 감소하는 것으로 판명되었다.

2) 개선선형의 저항시험, 트림 및 침하량 계측 결과로부터 경제성이나 승선감 측면에서는 16.0~17.0노트가 가장 이상적인 운항속도로 평가된다.

3) 향후, 경제적 운항속도가 20노트 이상인 고속선형화를 위해서는 장-폭비를 키우거나, 또는 동적 방법에 의해 저항을 감소시킬 수 있는 선형 즉, 반활주선형화 하면 더욱 좋은 결과가 있을 것으로 추정된다.

후 기

이 논문은 1997년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

참 고 문 헌

- 1) Doust, D. J. and Sc. M. , "Trawler Forms with Bulbous Bows", BSRA Technical Memorandum No. 118 , Jan 1960
- 2) Kristinsson, G. E. and Doust, D. J. , "Stern Trawler Designs", Marin Technology, April 1968
- 3) 홍성완 外, "G/T 20톤급 연안 어선의 표준선형 개발", 과학기술처 특정연구 보고서, 1989. 5
- 4) 이귀주 外, "중형어선의 단면형상에 관한 실험적 연구", 대한조선학회 논문집, 34-1호, 1997. 2