

---

 論 文
 

---

大韓造船學會論文集  
 第 35 卷 第 2 號 1998年 5月  
 Journal of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 35, No. 2, May 1998

## 중형 고속어업지도선의 선형개발에 관한 연구

이귀주\*, 이광일\*\*

### Hull Form Development of the Medium Size High Speed Fishery Patrol Ship

by

Kwi-joo Lee\* and Kwang-il Lee\*\*

#### 요 약

중형 고속어업지도선의 선형개발에 관한 연구를 조선대학교 회류수조에서 수행하였다. 현재 운항중인 같은 크기의 15노트 급 선형을 모선(CU-015)으로 하여 모선의 선도를 20노트 항주에 적합하도록 길이를 연장하고 선형을 변경하였으며, 고속화에 따른 선수 쇄파를 최소화 할 수 있는 선수선형 개발 및 고마력 기관에 적합한 충분한 용적을 유지하며 저항추진 성능을 향상시킬 수 있는 U-형 선미형상의 개발을 주로 수행하였다. 모선의 선형수정에 많은 제약이 있었으나 결과적으로 도출된 개발선형은 상당한 조파저항 감소의 효과가 있었다.

#### Abstract

Hull form development of the medium size high speed fishery patrol ship was carried out in the CWC at Chosun university. Same size of 15 knots class fishery patrol ship was selected as a parent form(Model number : CU-015), and modified fore and after body hull form under the slightly lengthened 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 and sharp entrance angle were adapted. Meanwhile, to enlarge the engine room space keeping high resistance and sea-keeping performance, U-type stern hull form was developed. Although the hull form was highly constrained in being limited to modification of a parent hull form, significant wave resistance improvement was made.

---

접수일자 : 1997년 11월 15일, 재접수일자 : 1998년 3월 18일

\* 정회원, 조선대학교 선박해양공학과

\*\* 학생회원, 조선대학교 대학원 선박해양공학과

## 1. 서 론

최근 국내 연근해 어선의 선속이 점차 고속화되고 있으나 이들 선박들의 어업지도 및 불법어업을 단속하기 위한 어업지도선의 선속은 어선의 선속 증가에 못 미치고 있다. 또한 일본의 어선들은 선속 20노트 이상의 성능을 갖고 있어 만약, 이들 어선이 우리해역에서 불법조업을 할 경우 기존의 어업지도선으로 이들을 단속하기가 매우 어려운 실정이다. 이러한 실제적 수요에 부응하여 조선대학교에서는 회류수조를 이용하여 현재 운항중인 15노트 급 선형을 모선으로 20노트 항주에 적합한 새로운 선형을 개발하게 되었다.

본 논문에서는 선형이 고속화됨으로써 가장 기본적으로 검토되어야 할 기관의 크기 증대에 따른 기관 배치에 적합한 기관실 용적확보, 고속역에서의 운동성능 향상, 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

모선(Parent ship)으로 선정된 총톤수 340톤 급 어업지도선은 현재 운항중인 계획속도 15노트 급 선형으로 이 모선의 모형선(모형선번호:CU-015)을 1차적으로 제작하여 모형시험을 실시한 후 그 결과를 분석하여 새로운 선형 개발을 시작하였다.

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

개선선형은 구상선수 높이를 조절하고 수선면에서의 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. 선미의 CWP를 증가시키고 선수의 입사각을 감소시킴으로써 선미는 운동성능 향상, 선수는 저항의 감소 측면에서 선형개선을 시도하였다[1][2].

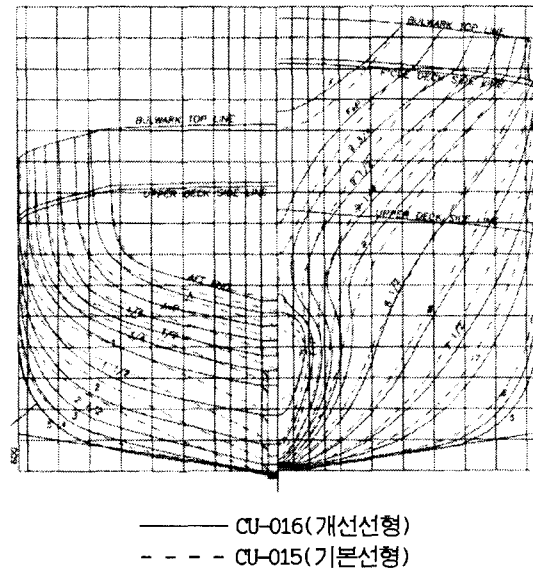


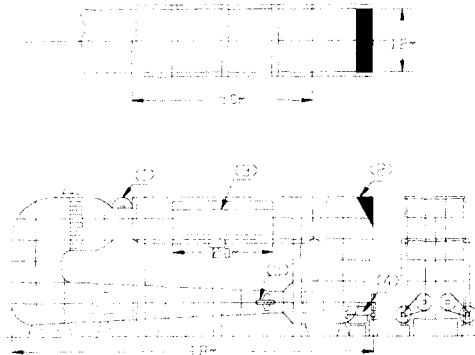
Fig.1 Comparison of body plan

## 3. 실험설비

### 3.1 모형시험수조

모형시험은 조선대학교 회류수조에서 수행되었으며 수조의 주요특성 및 개략적인 형상은 Fig. 2와 같다. 실험에 이용된 회류수조는 제작사인 일본의 WJFEL과 수 차례 공동연구를 수행하여 그 성능을 검증한 바 있다[4].

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 340톤 급 어업지도선의 모형선(모형선 번호 : CU-015/016)을 마디카 목재를 이용하여 제작하였으며 모형선의 축척비는 1/41.0으로 하였고 주요 제원은 Table 1 및 2에 정리하였다.

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

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

Particulars	Ship		Model	
	기본선형	개선선형	CU-015	CU-016
L <sub>BP</sub> (m)	49.50	52.80	1.207	1.288
L <sub>WL</sub> (m)	51.83	56.05	1.264	1.367
B (m)	8.3	8.3	0.202	0.202
D (m)	3.8	3.8	0.093	0.093
T (m)	3.0	3.0	0.073	0.073
S (m <sup>2</sup> )	484.90	542.90	0.2885	0.3230
▽ (m <sup>3</sup> )	657.02	769.33	0.0095	0.0112

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

Particulars	Ship		Model	
	기본선형	개선선형	CU-015	CU-016
L <sub>BP</sub> (m)	49.50	52.80	1.207	1.288
L <sub>WL</sub> (m)	51.80	56.35	1.263	1.374
B (m)	8.3	8.3	0.202	0.202
D (m)	3.8	3.8	0.093	0.093
T (m)	2.5	2.5	0.060	0.060
S (m <sup>2</sup> )	415.4	472.3	0.2471	0.2810
▽ (m <sup>3</sup> )	495.62	591.65	0.0072	0.0086

4. 모형시험

모형시험은 기본선형(CU-015)과 개선선형(CU-016)의 나선상태 및 개선선형의 부가물부착상태(CU-016A), 부가물 부착상태에서 길이를 연장(CU-016AL)한 모형선에 대해서 만재 및 경하상태에서 수행되었다.

4.1 나선상태 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 최소화하기 위하여 예인점을 두 선형, 두 조건 모두 L<sub>CG</sub> 및 KG로 하였다[3].

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

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

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

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, 식(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 변화하였는데, 이는 속도변화에 따른 선수파의 불안정한 변화에 기인한 현상으로 사료된다.

Table 1 및 2에서 개선선형의 침수표면적이 증가했음에도 불구하고 EHP가 감소했음은 마찰저항에 비해 조파저항이 상대적으로 많이 감소했기 때문인 것으로 나타났다. 즉, 본 선형개선의 목적이 기존 어업지도선(선속 15노트 내외)을 고속화하는 것이므로 이때 상대적으로 조파저항이 크게 증가하게 되었으며 개선된 선수 형상이 이를 감소시키는데 기여한 것으로 평가된다.

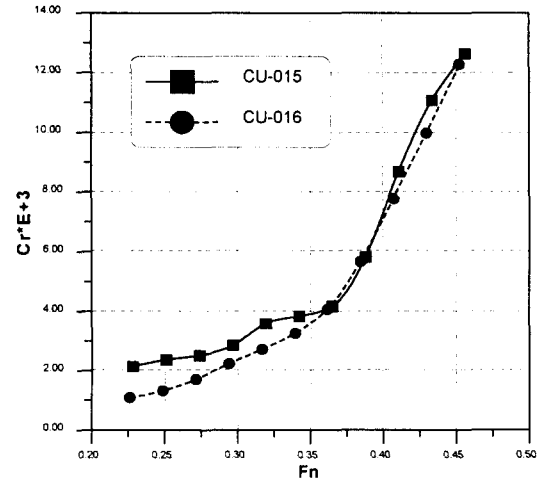


Fig. 3-1 Comparison of  $C_R$  at full load condition

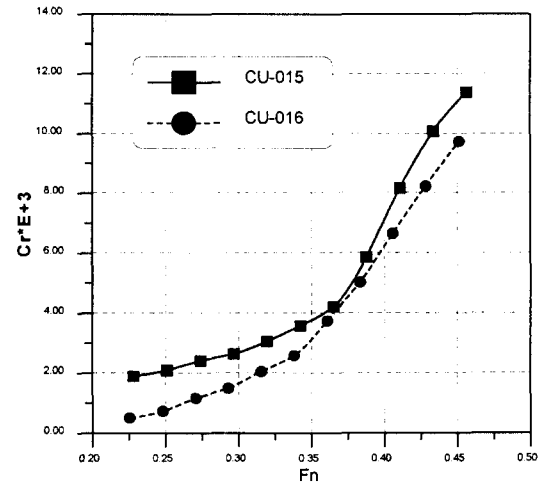


Fig. 3-2 Comparison of  $C_R$  at ballast condition

4.2 파형관측시험

선형의 특성 변화에 따른 파형변화를 관찰하기 위한 파형관측 시험을 만재상태와 경하상태의 계획속도에서 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.

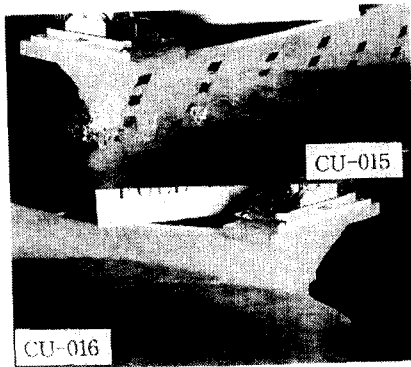


Fig. 4-1 Comparison of wave profile at full load condition

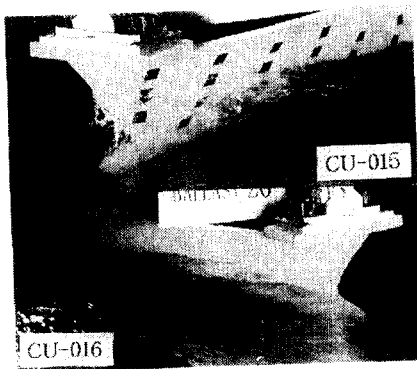


Fig. 4-2 Comparison of wave profile at ballast condition

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.

$$S = \text{침하량} \times 2g/U^2 \tag{2}$$

$$t = (\Delta Z_{\text{STERN}} - \Delta Z_{\text{BOW}}) \times 2g/U^2 \tag{3}$$

여기서,  $\Delta Z_{\text{STERN}}$  : 선미 침하량  
 $\Delta Z_{\text{BOW}}$  : 선수 침하량

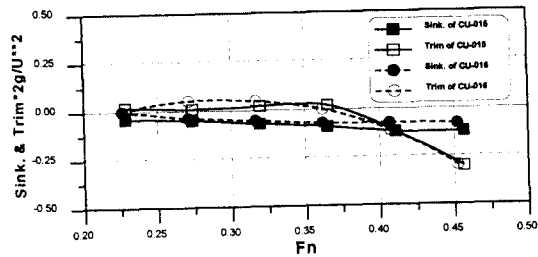


Fig. 5-1 Nondimensionalized trim and sinkage at full load condition

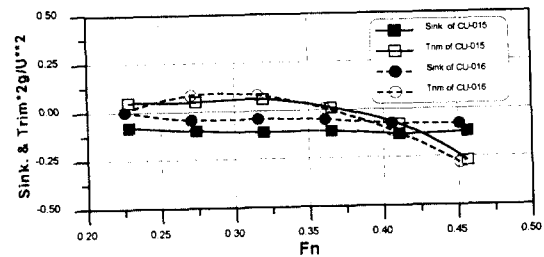


Fig. 5-2 Nondimensionalized trim and sinkage at ballast condition

4.4 개선선형의 부가물 부착시와 길이 연장시의 비교 모형시험

개선선형의 부가물부착시(CU-016A)와 길이연장시(CU-016AL)의 저항성능의 상관관계를 비교하기 위하여, 앞서 수행하였던 저항시험의 결과를 바탕으로 나선상태의 모형선(CU-016)에 Bow Thruster, Wedge, Bilge Keel, Propeller Shaft, Rudder 등의 부가물을 부착하고 만재상태 및 경

하상태에서 모형시험을 수행하여 Table 5 및 6에 비교하였다. 또한, 부가물 부착 상태에서 선체 중앙 평행부의 길이를 3.3m 연장하였을 경우의 저항 성능을 Table 7 및 8에 비교하였다.

Table 5 Comparison of EHP(kw) at full load condition (Bare Hull - Appended Hull)

속도 (노트)	나선상태 (B)	부가물부착 (A)	(A-B)/A × 100 (%)
15	675.4	845.1	20.08
16	931.1	1132.0	17.75
17	1382.1	1592.4	13.21
18	2057.2	2321.3	11.38
19	2933.3	3201.6	8.38
20	4045.5	4080.9	0.87

Table 6 Comparison of EHP(kw) at ballast condition (Bare Hull - Appended Hull)

속도 (노트)	나선상태 (B)	부가물부착 (A)	(A-B)/A × 100 (%)
15	516.1	601.9	14.25
16	765.1	854.0	10.41
17	1100.9	1277.4	13.82
18	1584.5	1890.1	16.17
19	2181.9	2487.5	12.29
20	2896.1	3014.0	3.91

Table 7 Comparison of EHP(kw) at full load condition (Appended Hull - Lengthened Hull)

속도 (노트)	부가물부착 (A)	길이연장 (L)	(L-A)/A × 100 (%)
15	845.1	887.5	5.02
16	1132.0	1143.3	1.00
17	1592.4	1568.8	-1.48
18	2321.3	2252.7	-2.96
19	3201.6	3192.0	-0.30
20	4080.9	4409.0	8.04

한편, 개선선형의 나선상태, 부가물 부착상태 및 길이 연장시의 잉여저항을 식(1)에 의해 계산하여 만재상태는 Fig. 6-1에 경하상태는 Fig. 6-2에 각각 도시하였다.

Table 8 Comparison of EHP(kw) at ballast condition (Appended Hull - Lengthened Hull)

속도 (노트)	부가물부착 (A)	길이연장 (L)	(L-A)/A × 100 (%)
15	601.9	709.2	17.83
16	854.0	939.7	10.04
17	1277.4	1307.8	2.38
18	1890.1	1813.6	-4.05
19	2487.5	2495.8	0.33
20	3014.0	3388.2	12.42

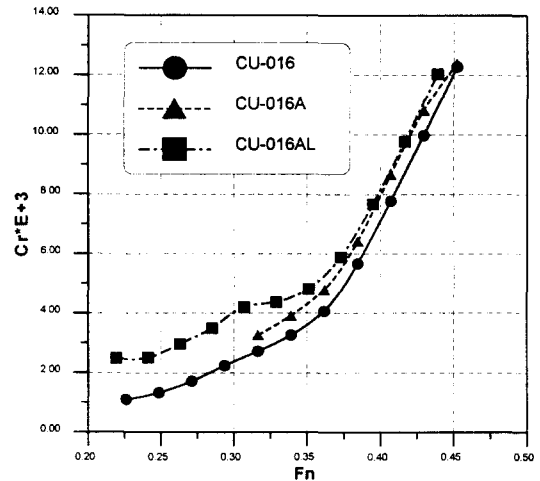


Fig. 6-1 Comparison of  $C_R$  at full load condition

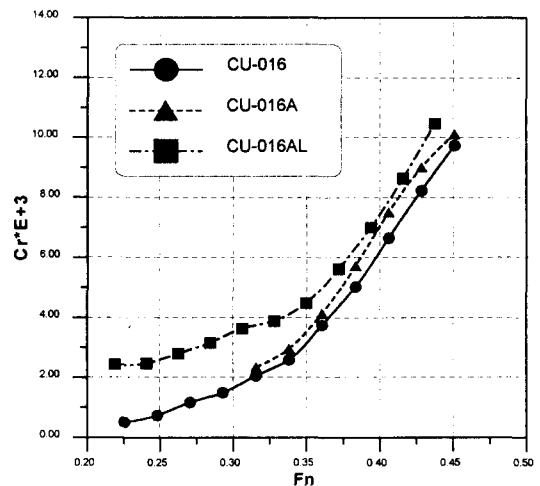


Fig. 6-2 Comparison of  $C_R$  at ballast condition

#### 4.5 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 발생함.

또한, 경하상태가 만재상태보다 저항의 감소 폭이 큰 것은 선형의 변화율이 선저로 갈수록 크기 때문인 것으로 추측되며, 개선선형(CU-016)에 부가물 부착시 만재상태의 17노트에서 저항은 약 15%, 경하상태의 18노트에서 저항은 약 19% 증가하였다.

#### 5. 결 론

이상의 연구내용을 종합하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 기존선보다 높은 구상선수 및 얇은 선수부가 고속어업지도선에 적합하며, 이러한 선수선형은 동급의 선박에서 문제시되는 쇄파현상을 최소화하고 선측 파형을 개선하여 조파저항이 감소하는 것으로 판명되었다.

2) 개선선형은 경제성이나 승선감 측면에서 16.0~17.0노트가 가장 이상적인 운항속도로 평가된다.

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

#### 후 기

본 연구는 '97 농림수산 특정연구과제와 관련하여 수행된 연구결과의 일부입니다.

#### 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] 李貴珠, "실험유체역학, 제2장 선박관련 모형시험", 도서출판 정자나무, 1998. 2
- [4] 李貴珠, 金周男, 李光 ; "중형어선의 단면형상에 관한 실험적 연구", 대한조선학회 논문집, 34권 1호, 1997. 2