

고속활주형어선의 종방향중심이 저항에 미치는 영향에 관한 연구

이귀주 · 이조원

조선대학교 선박해양공학과
(2001년 9월 28일 접수)

A Study on the Effect of LCG Variation to the Resistance Performance for High Speed Planing Fishing Boat

Kwi-Joo Lee and Jo-Won Lee

Dept. of Architecture and Ocean Engineering, Chosun University
(Received September 28, 2001)

Abstract

This study was carried out to develop a basic form of planing hull type fishing boat. G/T 10ton class is selected as object hull form, and hull form is designed in Chosun University. A series of test results of LCG variations for 5 different LCG points are presented in this paper. The test was performed in Davidson Laboratory, and the scope of tests include resistance, trim and sinkage.

서 론

본 연구는 고속 활주형선의 어선 적용을 위해 경제성 및 운항·조업성능 등을 고려하여 자료조사를 수행하고 기본 치수를 선정하였으며, 본 연구의 목적은 선정된 우수선형의 실선적용을 위해 실해역에서 발생할 수 있는 여러 조건들을 가정하여 발생 가능한 문제들을 예측하고 이를 방지 또는 개선하는 데 있다.

본 고에서는 활주형어선의 종방향 중심(LCG)이 저항에 미치는 영향을 고찰하였으며 이의 결과를 이용해 저항성능에 있어서 최적의 LCG 위치를 찾는 과정을 기술하였다.

모 형 선

길이 15m, 25노트급 활주형 어선의 모형선을 마디카 목재를 이용하여 목형을 만든 후 FRP로 성형하여 제작하였다.

축적비는 1/20로 하였으며, 조수간만의 차가 심한 서해안의 해상상태에서 선박의 정박시 프로펠러의 보호 및 직진성(seakeeping)향상을 위한 스키킵(skeg)와 고속활주시 선수부에서의 스프레이 영향을 줄이기 위한 스프레이 스트립(spray strip)을 부착하였다.

본 연구를 위해 개발된 선형의 실선과 모형선의 시운전 및 만재상태 주요 제원을 다음 Table 1에 요약하였다.

이 논문은 2000년도 조선대학교 학습연구비의 지원을 받아 연구되었음.

Table 1. Characteristics of model

Particulars	Trial		Full Load	
	Ship	Model	Ship	Model
Scale	1	1/20	1	1/20
L _{PP} (m)	15.0	0.750	15.0	0.750
L _{WL} (m)	15.02	0.751	15.03	0.752
B (m)	3.5	0.175	3.5	0.175
T (m)	0.63	0.032	0.73	0.037
L _{CB} (m)	-1.17	-0.059	-1.16	-0.058
S (m ³)	48.8	0.122	52.4	0.131
∇ (m ³)	13.5	0.0017	17.5	0.0022
C _B	0.41	0.41	0.45	0.45

모형시험

모형시험은 미국 DAVIDSON LAB.의 고속예인수조에서 수행하였으며, 수조의 기본특성은 다음과 같다.

모형시험은 실선의 만재배수량 17.5톤에서 선미방향으로 2, 4, 6, 8, 10% LCG위치와 시운전상태 13.5톤에 대해서는 4, 6, 8% LCG위치에서 각각의 LCG포인트에 대해서 저항시험을 수행하였다.

여기서 속도범위는 15노트에서 30노트까지 4포인트이다.

Table 2. Characteristics of high speed towing tank

General Particulars	
Length	95.4 m
Breadth	3.7 m
Depth	1.8 m
Speed	0~30 m/sec
Type	monorail supported, cable-driven carriage
Wave Maker	
Height	0.5 m
Wave Pattern	both regular waves and psuedorandom wave

1. 저항시험

각형정 선형이나 활주형 선형은 모형시험시 선저에서 발생하는 양력으로 인하여 속도에 따라 트림 및 침하량의 변화가 크게 되고 이로 인하여 선체 자세의 변화가 유발되므로 예인점의 위치가 계측 저항치에 영향을 미치게 된다. 따라서 활주형선의 경우 예인점을 추진축의 연장선상에 두는 경우가 일반적이다. 본 논문에서는 예인점을 추진축의 연장선(12°)과 LCB가 교차하는 점으로 하였다.

저항해석은 아래 식과 같이 2차원적인 방법을 이용하였다.

$$C_R = C_{TM} - C_{FM}$$

여기서, C_{FM} 은 ITTC-57 Line에 의한 마찰저항계수 이다.

저항시험 결과 각각의 LCB위치에 대한 잉여저항계수를 다음 Fig. 1과 Fig. 2에 비교하였다. 계획속도 25노트에서 -8%LCG위치가 저항성능 면에서 가장 양호한 결과를 보였으며, Fig. 3과 같이 각 위치별로 CR값을 비교한 결과 이를 확인할 수 있었다.

Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 본 연구선형의 계획속도인 25노트에서 선미방향으로 LCG위치가 이동함에 따라 잉여저항이 점차적으로 감소하다가 어느 일정한 위치를 넘어서게 되면 다시 저항이 증가하게 된다.

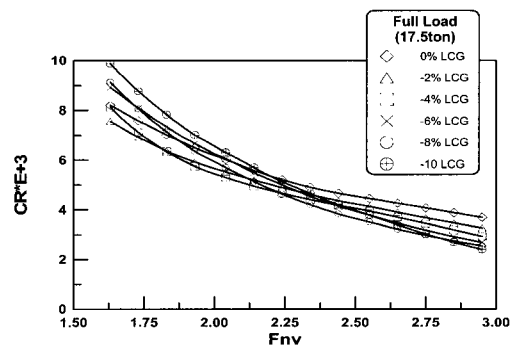


Fig. 1. Comparison of CR for various LCG positions in full load condition.

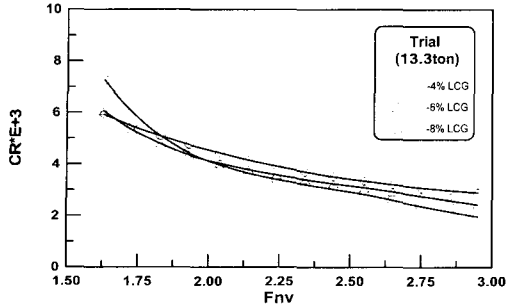


Fig. 2. Comparison of CR for various LCG positions in trial condition.

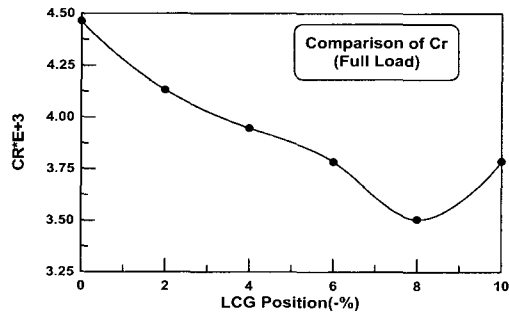


Fig. 3. Comparison of CR for each LCG positions in full load condition (25knots).

실험결과 -8%LCG위치가 증속에서는 다소 높은 저항치를 보이다가 계획속도 부근에서는 가장 낮은 저항치를 보이고 있으며, 이는 최적의 LCG 위치임을 알 수 있다. Fig. 2에서 보인 바와 같이 시운전상태에서도 같은 결과를 얻을 수 있었다.

또한, 저항시험 결과 LCG위치별 유효마력 곡선을 만재상태는 Fig. 4에, 경하상태는 Fig. 5에 나타내었으며, 유효마력을 비교해 볼 때 -8% LCG에서 가장 우수한 성능을 보였다.

2. 트림각 및 상하운동(heave) 계측시험

실선의 운동성능을 예측하기 위하여 만재배수량 17.5톤에 대한 각각의 LCG위치와 트림각(trim angle) 및 침하량과의 관계를 Fig. 6과 Fig. 7에 차례대로 비교하였으며, 각 LCG위치에서의 트림각의 변화를 Fig. 8에 비교하였다.

속도에 따라 선수동요에 의한 트림현상이 발생

하였으며 실험조건이 정수중임을 고려할 때 그 현상이 큰 기복 없이 일정함을 알 수 있다. 침하량의 경우도 배수량과 LCG위치에 따라 정도의 차이는 있었지만 경향은 비슷하게 나타났다.

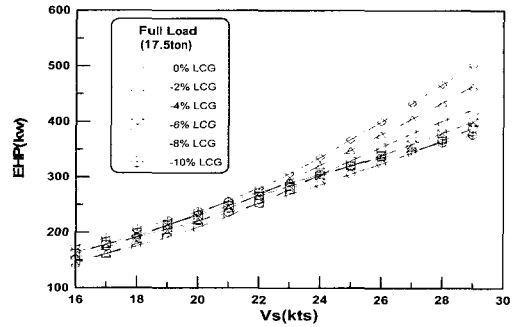


Fig. 4. Comparison of EHP for various LCG positions in full load condition.

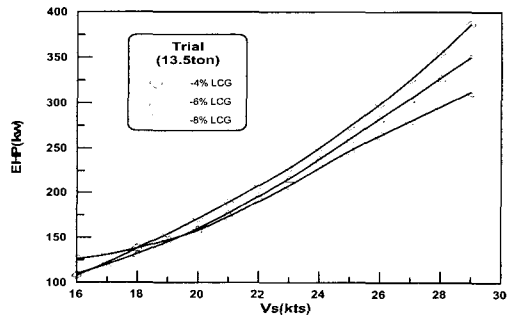


Fig. 5. Comparison of EHP for various LCG positions in trial condition.

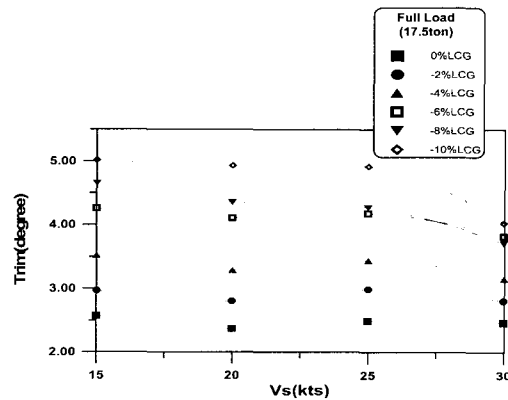


Fig. 6. Comparison of Trim vs speed for different LCG positions.

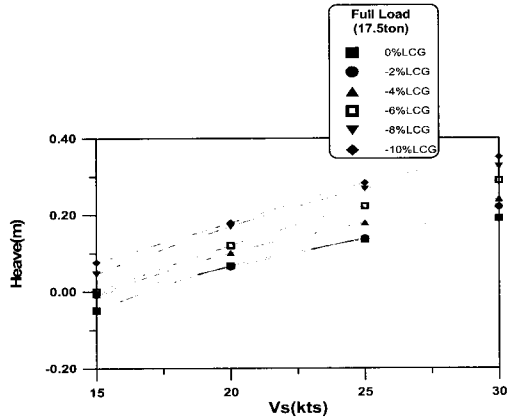


Fig. 7. Comparison of heave vs speed for different LCG positions.

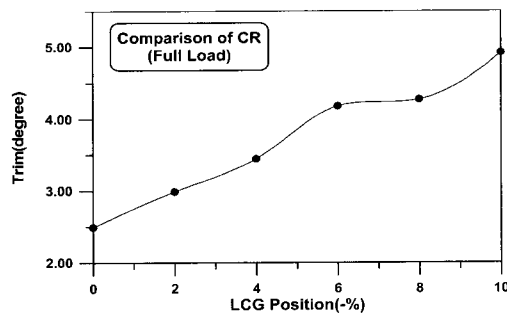


Fig. 8. Comparison of LCG vs trim at 25 knots.

이로써 앞에서 살펴본 바와 같이 LCG 위치가 선미쪽으로 이동하면서 저항이 감소하는 원인을 추측할 수 있을 것이다. LCG 위치에 따른 각각의 대응속도에서 후방으로 갈수록 선수의 들림현상 즉, 트림이 발생하게 되고 이와 동시에 선체의 부양 즉, 활주현상이 두드러지면서 이로 인한 침수 표면적의 감소로 저항이 감소한 것을 추정할 수 있다.

3. 선측파형 관찰

고속선에서 저항증가의 중요한 인자인 선측파형의 영향에 대해서 관찰하였으며 고속역에서 spray를 최소화하기 위하여 spray strip을 부착하였다.

만재배수량의 실선속도 25노트에서 선측파형을 Fig. 9에 비교하였다.

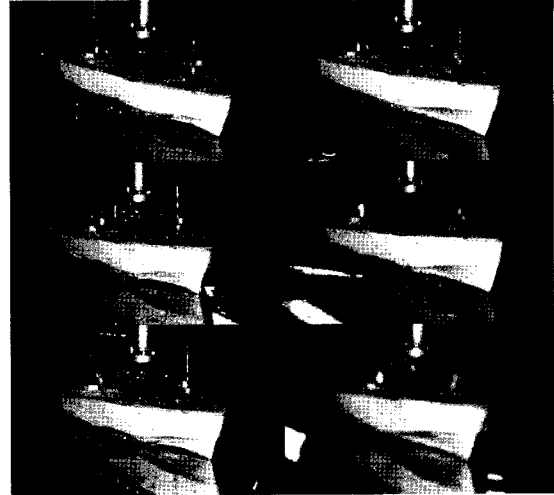


Fig. 9. Observation of wave profile at 25 knots in full load condition(-0, -2, -4, -6, -10% LCG, counter clockwise from left above).

위의 그림에서 보인 바와 같이 LCG 변화에 따른 파형은 -4% LCG 이전보다 그 이후에서 파형이 더 개선되어졌음을 알 수 있다.

결론

이상에서와 같이 LCG 위치에 따른 일련의 실험으로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 선형개발에 있어서 최적선형을 선정하고 이에 대한 성능검증의 일부로써 최적의 LCG 위치를 찾는 것은 일반배치의 고려 및 실선에서의 운항 경제성 결정에 중요한 역할을 하며, 이와 같은 연구자료를 데이터 베이스화 함으로써 앞으로의 선형개발에 있어서 유용하게 쓰이게 될 것이다.

2. 저항시험 결과로부터 선미방향으로 LCG 위치를 2% 포인트씩 이동하게 되면 서서히 저항이 감소하다가 8%포인트 위치에서 최저점을 이루며 이는 실선속도 25노트에서 초기상태(0%LCG)에 비해 만재상태에서는 약 12.4%, 시운전 상태에서는 약 10%의 저항감소효과가 있었다. 그 이후 (10%LCG)부터는 다시 저항이 증가하게 되는데, 이는 선수트림이 커지게 되면서 선저의 활주면에 과도한 동적 압력이 발생하게 되고, 저항감소의

원인이 되었던 침수표면적의 감소로 인한 마찰저항의 감소보다 동적압력에 의한 압력증가 영향이 더 커지게 된 것으로 추측된다.

3. 나선상태에서보다 스프레이스트립(spray strip) 및 스케그 등과 같은 선형에 적합한 부가물을 부착하면 저항감소 및 직진성능(course keeping ability) 향상 등의 이점이 있다.

참고문헌

1. Savitsky, D. (1992): "Overview of Planing Hull Developments", HPMV '92 Proceeding, Washington, D.C.
2. Clement, E. P. (1959): "Development and Model Tests of an Efficient Planing Hull Design", DTNSRDC Report No. 1314.
3. 李貴珠(1994): "캐비테이션 현상을 이용한 고속활주형선의 저항성능 개선 가능성에 대한 연구", 기술현대(Vol. 14, No. 4).
4. 李貴珠(1998): "實驗流體力學", 圖書出版정자나무.
5. 李貴珠, 李光一(1998): "활주선형 고속어선의 단면형상 및 장-폭비와 성능과의 관계에 대한 연구", 한국어업기술학회지, 34권 3호, 1998. 8.
6. 李貴珠, 李光一, "총톤수 100톤급 활주형선의 저항성능 개선에 관한 연구", 대한조선학회 춘계연구발표회.
7. 李光一(1999): "활주형 선박의 선형특성과 저항성능과의 상관관계에 관한 실험적 연구", 조선대학교 석사학위논문.