

## 고속 예인시스템을 이용한 단을 가진 활주형선의 저항특성 고찰

신정일\*, 양지만\*, 박호원\*, 김재성\*, 김효철\*

서울대학교 조선해양공학과\*

### A Study on the Resistance Characteristics of a Stepped Planing Hull Using a High-Speed Towing System

Jeongil Shin\*, Jiman Yang\*, Howon Park\*, Jaesung Kim\* and Hyochul Kim\*

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University\*

#### Abstract

With increasing demands of high speed transportation, recently a lot of high speed marine vehicles, such as SWATH, semi-planing craft, planing craft, hydrofoil craft, SES and so on, have been paid attention especially in high speed region over the Froude number 0.5. The resistance characteristics of the vehicles should be experimentally evaluated in the towing tank. At the Seoul National University, a light-weight cantilever type towing carriage was devised and installed in the towing tank. Wireless measurement devices were also provided for appropriate data acquisition during high-speed towing tests. With the new carriage system, a series of model tests were performed to investigate the hydrodynamic characteristics of a stepped planing hull in the towing tank and the resistance performances of the hull are introduced in this report.

※Keywords: High-speed towing system(고속 예인시스템), High-speed planing craft(고속활주형선박), Resistance characteristics(저항성능)

#### 1. 서론

최근에 들어 한국 고속철이 시속 330km 로 주행하는 등 교통수단에 있어서 속도에 대한 관심이

높아지고 있다. 해상 수송에서도 고속화에 대한 관심이 많아지면서 목포에서 제주까지 1 시간에 주파할 수 있는 위그선 개발 등 여러 가지의 고속 선박에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다.

또한 주 5 일 근무제의 확산과 지속적인 경제성장으로 국민들의 레저 수요가 증가함에 따라 수상 레저 산업에 사용되는 소형 고속선박에 관한 연구도 점차 활기를 띠고 있다.

접수일: 2005 년 1 월 25 일, 승인일: 2005 년 4 월 10 일

† 주저자, E-mail : jishin1@snu.ac.kr

Tel : 02-880-7333

소형 고속선의 성능 향상을 위해서는 보트 선체에 작용하는 유체동역학적인 힘을 계측하는 모형 시험이 필요하다. 서울대학교에서 보유하고 있는 예인전차의 최대 속도는 약 3.5m/s 이며 일반적으로 사용되는 배수량형 선박의 모형은 약 3m 정도이다. 이러한 예인수조에서 고속 소형선박의 모형 시험을 수행하려면 두 가지의 어려운 점이 발생한다.

첫째는 기존의 예인전차의 속도범위로 고속선의 모형 시험을 수행하려면 Froude 의 상사법칙을 만족시키기 위해 모형선 치수를 매우 작게 제작하여야 한다. 하지만 모형선의 치수가 작으면 계측정도를 얻기 어려우므로 어느 정도의 치수를 갖는 모형선을 사용하고 가능한 한 속도를 높여주어야 한다.

둘째는 예인전차를 고속화하더라도 주어진 수조의 구간 내에서 모형선의 항주자세가 정상상태에 이르지 못할 수 있다.

고속선박의 모형 시험 시 기존의 예인전차의 속도 제약에서 오는 문제점을 해결하기 위해 서울대학교에서는 외팔보 방식으로 제작된 무인 고속 예인전차를 설계 제작하여 운용하고 있다. 또한 고속예인 되는 모형의 유체력을 무선 랜을 통하여 원격 측정할 수 있는 시스템을 구성한 바 있다(최명근 1999, 김형기 2002).

하지만 새로이 고안된 고속 예인시스템을 사용하여 실제 고속 선박의 저항성능을 성공적으로 추정하는 데는 이르지 못하였다. 본 연구에서는 구축된 고속 예인시스템을 이용하여 고속선의 저항성능을 추정할 수 있는 방법을 개발하고 실제 운항하고 있는 고속 활주형선의 유체역학적 성능을 추정하고자 하였다. 활주형 선형은 선저면에 작용하는 유체력을 이용하여 선체를 부상시키는 고속 선박 선형 중의 하나로써 레이선박, 경주용 모터보트, jet ski 등에서 폭 넓게 채택되고 있는 선형이다.

본 논문에서는 모형 시험으로 추정된 결과와 시운전결과를 비교하여 실험의 신뢰성을 확인하기 위해 시운전이 가능한 경주용으로 사용되는 단을 가진 활주형 선박을 시험 대상으로 하였다.

## 2. 실험의 개요

### 2.1 고속 예인전차

앞서 기술한 바와 같이 고속 선박의 모형 시험에 있어서 좀 더 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해 고속 예인전차를 설계 제작하였다.

고속 예인 전차가 급가속하게 되면 이때 발생하는 힘에 의하여 탄성체인 wire rope 가 변형을 일으키게 되고 이는 예인 속도의 surge 현상으로 나타나게 된다. 이러한 현상은 encoder 출력으로 검출되는 속도와 가속도계를 이용하여 계측되는 속도에서 모두 확인되었다.

예인전차를 servo motor 로 구동시켜 가속, 정속, 감속, 정지까지의 속도변화를 엔코더로 측정하면 Fig. 1 의 결과가 나타난다.

그리고 Fig. 1 에는 모형선이 장착되는 위치에 설치한 가속도계에서 얻어지는 출력을 적분하여 얻은 속도를 함께 나타내었다. 두 곡선 모두에서 wire rope 의 탄성변형으로 인해 속도의 surge 현상이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 최대 가속도로 가속하여 8m/sec 의 속도로 설정하였을 때 25mm/sec 의 over shoot 이 나타나고 주기가 0.8 인 surge 현상이 나타났다.

또한 두 가지 방식에서 얻어지는 신호는 서로 위상차를 나타내고 있다. 모형선 예인전차의 속도를 encoder 로 계측할 때에는 기준레일의 윗면을 따라서 계측되지만 가속도계는 모형선을 장착하는 위치에 가까운 수조의 중심위치 근처에 부착이 된다. 예인 전차가 예인 시험 중 가속속도의 영향을

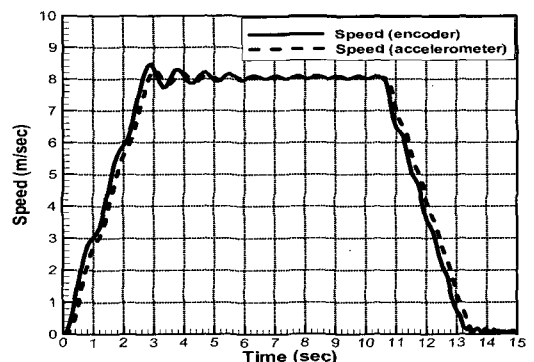


Fig. 1 Time history of carriage speed

받으면 전차는 진행방향으로 탄성 변형을 일으키게 되고 이에 따라 encoder 와 가속도계로 측정한 속도간의 위상차가 발생하는 것으로 판단된다.

고속시형에서 예인전차의 속도 정도는 wire rope 의 탄성변형으로 인한 surge 현상에 큰 영향을 받으며 구조의 탄성변형은 위상차로만 나타나고 있을 뿐이어서 계측에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

wire rope 의 탄성변형으로 인하여 나타나는 속도의 surge 현상을 줄이기 위해 AC Servomotor 의 제어 방식을 위치제어 방식으로부터 속도제어 방식으로 변경하는 것을 고려하였다. 위치제어 방식에서는 예인 수조에서 전차의 주행구간을 가속 구간과 정속 구간 그리고 감속 구간으로 나누고 가속구간에서 최대 주행속도를 얻는데 필요로 하는 가속도와 가속에 소요되는 시간을 지정하는 방식을 사용하고 있다. 당초에 모터 공급자가 지정하는 방식에서는 최대가속도를 일정한 값으로 지정하고 속도에 도달하는데 소요되는 시간과 정속 예인 시간과 감속시간으로 제어하는 방식을 택하고 있다. 이 방식은 예인수조에서 가속 구간과 정속구간 그리고 감속구간이 정하여져 있기 때문에 운전 범위가 제한되어 있어서 안전하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 이 방식에서는 최대가속도를 고정 값으로 사용하게 되므로 큰 가속도로 인하여 나타나는 surge 현상을 피하기 어렵다는 결점을 가진다. 이러한 위치제어방식에서 얻어지는 제어 곡선을 선도로 나타내면 Fig. 2 와 같다. Fig. 2 의 속도곡선을 미분하여 얻어지는 가속도 곡선은 Fig. 3 과 같이 impulse 형으로 나타나고 있어서 주행 속도에 관계없이 surge 현상이 나타나게 되는 원인이 되는 것을 확인할 수 있다.

속도제어 방식에서는 surge 현상을 감소시키는 것을 목표로 속도 곡선을 Fig. 4 와 같이 바꾸는 것을 생각하게 되었다. 이를 위해서는 속도 곡선을 미분하여 얻어지는 Fig. 5 의 가속도 곡선과 같은 형태로 가속도를 변화시켜 주어야 한다. 즉 정지상태로부터 천천히 속도가 증가하다가 일정한 속도에 도달하면 속도 곡선이 일정한 기울기를 가지게 되고 설정 속도에 접근하게 되면 점근적으로 속도 변화가 일어나 설정속도에 이르게 되는 것이

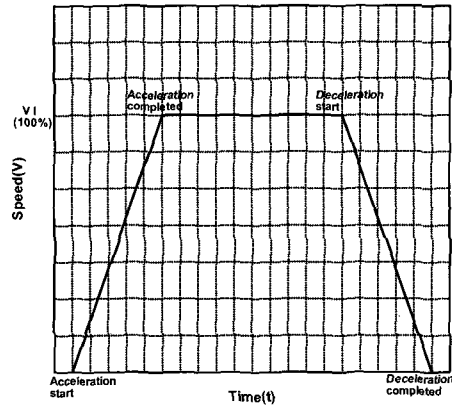


Fig. 2 Speed curve of positioning control method

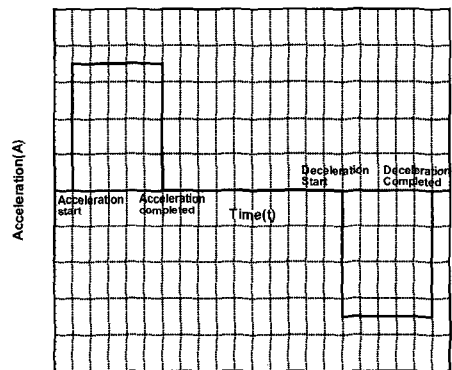


Fig. 3 Acceleration curve of positioning control method

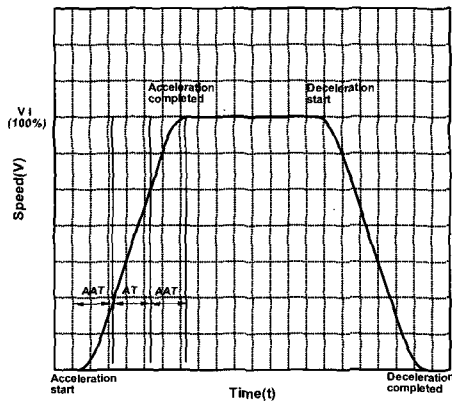


Fig. 4 Speed curve of speed control method

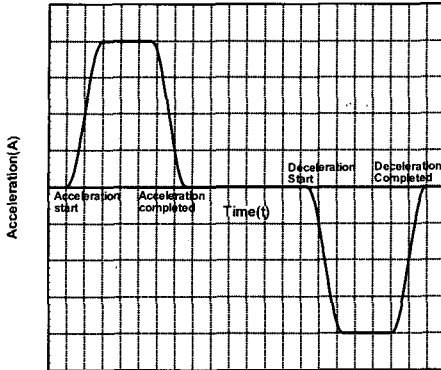


Fig. 5 Acceleration curve of speed control method

필요하다. 이와 같은 속도 곡선을 미분하여 얻어지는 가속도곡선에 따라 제어가 되도록 방식을 변경하면 Fig. 5와 같이 가속도가 일정한 값에 이르기까지 증가하는 구간과 등가속도 구간 그리고 가속도가 점차 줄어들어 없어지는 가속도 감소구간으로 나타나게 된다. 가속도곡선이 부드러운 S형 곡선을 이루게 되면 속도곡선에서도 당연히 부드러운 곡선형으로 나타나게 된다. 또한 가속도곡선의 급격한 변화가 없다면 자연스럽게 충격적인 예인력의 변화가 일어나지 않으므로 surge 현상이 감소할 것으로 기대할 수 있다.

가속구간과 감속구간에서 속도곡선이 부드러운 S-curve를 이루도록 증가속 구간과 등가속구간 그리고 감가속 구간으로 분리하여 소요되는 시간을 지정하고 이에 따라 가속도가 변하는 속도 제어방식을 택하였다.

즉, 증가속 구간에서 가속도는

$$ADV = \frac{LV \times Ts(0.1ms)}{AT(s) \times 10000}$$

여기서 AT : 등가속 구간 설정시간

Ts : 스캔시간 설정치

LV : 설정 속도

등가속 구간에서 속도는

$$V = V' + ADV$$

여기서 V' : 전회 검출한 속도 출력값  
또한 S-curve의 증가속 구간 및 감가속구간에서 가속율은

$$ADV = ADVS' \pm AADV$$

여기서 ADVS': 전회 검출한 가속도 출력값

$$AADV = \frac{ADV \times Ts(0.1ms)}{AAT(s) \times 10000}$$

여기서 AAT : S-curve의 증가속 또는 감가속에 소요되는 것으로 설정한 시간

S-curve의 초기구간과 최종구간에서의 속도는

$$V = V' + ADV$$

로 모터 제어논리를 변경하여 open loop 제어를 실시하였다. 전차의 속도가 빠르고 수조의 길이가 close loop 제어를 수행하기에는 충분하지 못함으로 개표적인 설정 속도를 선정하고 속도별로 적정한 설정시간 AT와 AAT를 구하고 이를 data base로 하여 실험속도에서의 AT값과 AAT값을 알아내도록 하는 것을 계획하였다. Fig. 6에는 이와 같은 속도제어방식을 채택하여 속도를 측정된 결과와 이전의 위치제어방식의 결과를 비교하였다. Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이 속도제어방식을 채택한 결과 속도의 overshoot 현상과 surge 현상을 효과적으로 감소시킬 수 있었으며 측정에 필요한 정속구간을 좀 더 확보할 수 있었다.

그러나 이러한 속도제어 방식을 택하는 경우 예인 전차가 주행구간을 벗어나는 경우가 발생할 가능성이 매우 높다는 결정을 가지게 된다. 따라서 비접촉형 limit switch를 설치하여 비상제동을 하는 논리회로를 추가로 설치하는 것이 필요하다는 단점을 가지고 있다.

## 2.2 모형선

고속예인전차를 사용하여 단을 가진 활주형선의 저항성능을 추정하기 위하여 목재로 제작된 모형선을 준비하였다. 1/4의 축적으로 제작되었으며 주요치수는 Table 1에 보인 바와 같다. Fig. 7은 제작된 모형선의 정면선도(Body plan)와 측면선도(profile)이며 Fig. 8은 제작된 모형선의 사진이다.

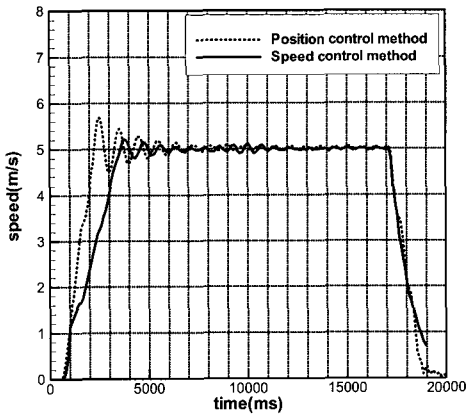


Fig. 6 Comparison of speed between measured by position control method and speed control method

Table 1 Principal particulars of model ship

Designation	Unit	Full scale	Model
Length overall	m	2.90	0.725
Breadth	m	1.32	0.330
Wetted surface area	m <sup>2</sup>	2.03	0.127
Weight	Light ship	kg	116
	Full load	kg	186

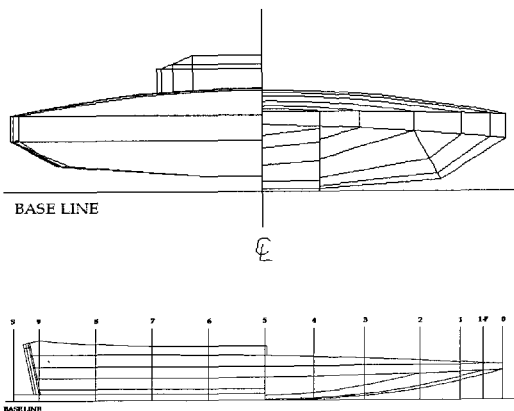


Fig. 7 Lines of the racing boat

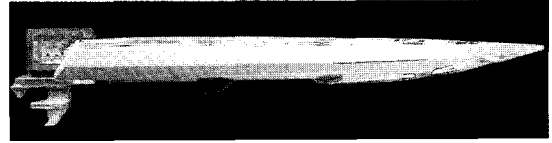


Fig. 8 Model ship

### 3. 모형시험

#### 3.1 구속시험법

예인전차가 고속 주행할 수 있도록 경량화 하여 설계되었다 하더라도 수조 길이의 제한으로 충분한 정속 구간을 얻기 어려운 경우가 많다. 정속 구간에서 모형선이 정상적인 항주자세에 이르지 못 하므로 올바른 실험이 어렵게 된다. 따라서 모형선을 구속한 상태로 예인하며 모형선에 작용하는 유체력을 계측하는 시험 방법을 사용하게 된다.

본 연구에서는 모형선이 자유롭게 자세변화를 일으킬 수 없도록 구속한 상태에서 모형선에 작용하는 유체력을 계측하고 그 계측값으로부터 모형선에 부양력과 트림 모멘트가 소멸될 수 있는 부상량과 트림각을 선박의 배수량 등 제곡선도의 유체정력학적 특성정보를 이용하여 추정하고 이를 근거로 새로운 항주자세로 모형선 구속상태를 변화시켜서 실험을 반복함으로써 실선의 항주상태에 해당하는 상태와 그때의 유체력을 알아내는 신정일 등(2004)의 방법을 사용하였다.

#### 3.2 실험의 개요

실험하고자 하는 단이 있는 활주형 선은 선박의 규모가 매우 작아서 운전자의 탑승 위치의 변화만으로도 저항 성능은 많은 영향을 받게 된다. 활주형 선의 pay load는 약 70kg으로 2kg 정도의 연료와 운전자의 체중으로 구성되어 있다. 운전자의 체중은 활주형선 전체 배수량의 3분의 1 정도를 차지하고 있으므로 운전자의 자세변화로 인하여 나타나는 선박의 미세한 항주자세의 변화도 실제 운항에서 활주형 선의 속도의 변화로 나타날 수 있다.

이러한 운전자의 자세변화에 따른 저항 성능의 영향을 살펴보기 위해, 무게 중심 위치를 다르게

하여 두 번의 실험을 실시하였다. 먼저 운전자가 운전자세를 최대한 뒤쪽으로 잡아서 무게중심이 이동되도록 하였을 때를 가정하면 선박의 무게중심은 트랜섬으로부터 앞쪽으로 0.24L(약 0.7m) 위치에 무게 중심이 놓여지게 된다. 또 두 번째로 운전자가 운전자세를 앞쪽으로 잡아서 무게중심이 앞쪽으로 이동되었다고 가정하면 무게중심 위치는 트랜섬으로부터 0.31L(약 0.9m) 위치에 놓여지게 된다. 실험에서는 이 두가지 경우에서의 저항시험을 실시하여 운전자의 자세변화에 따른 저항 성능의 영향을 고찰하였다.

또한 시험대상으로 선정된 활주형 선과 같이 극단적으로 작은 선박에서는 운전자의 몸무게가 선박배수량의 큰 비중을 차지하므로 운전자의 몸무게가 선박의 저항성능을 충분히 좌우하게 된다. 이에 시험대상선형의 배수량이 5%증가하여 195kg 이 되었을 때에 해당하는 실험조건으로 부가적인 실험을 실시하였다. 이때 활주형선의 무게중심은 트랜섬으로부터 0.24L 앞쪽에 놓여지는 상태일 때 실험을 실시하였다.

위의 두 실험 모두 활주형 선의 최고 속도가 약 40 knots 임을 감안하여 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40knots 의 8 개의 속도를 계측속도로 설정하였다.

선박이 정해진 속도로 항주할 때 선체에 작용하는 저항 값은 부양력과 트림 모멘트가 계측되지 않아야 하므로 그러한 상태에 이르기까지 선박의 항주자세를 찾아 가는 노력이 필요하다. 그러나 여러 차례의 반복시험을 하더라도 수렴된 값을 얻을 수 없는 경우가 나타난다. 따라서 불평형 부양력은 TPC 의 1%, 불평형 트림모멘트는 MTC 의 1% 이내로 측정되면 불평형 부양력과 모멘트가 없는 것으로 간주하였다.

계측되는 모형선의 전저항  $R_T$  는 정지시 침수 표면적  $S$  와 물의 밀도  $\rho$  , 그리고 속도  $V$  를 사용하여 무차원화 하였다.

트림각( $\theta$ )은 각도로 나타내었으며 선수가 올라가는 방향을 (+)로 하였다. 침하량은 부상하는 방향을 (+)로 하여 길이(L)를 사용하여 무차원화 하였다.

### 3.3 실험 결과

#### 3.3.1 무게중심 변화에 따른 영향

구속시험법으로 측정된 결과를 모형선의 계측 속도별로 전 저항을 추정하고, Fig. 9 와 같이 무차원화 된 계수로 나타내었다. 그리고 항주 시 트림 각과 부상량은 Fig. 10, Fig. 11 과 같이 나타내었다. 전저항계수로부터 추정할 수 있는 고속선의 EHP 는 Fig. 12 와 같이 나타내었다.

Fig. 9 에 나타난 활주형 선의 전저항계수 곡선을 살펴보면  $F_n=2$  에 이르기 까지 전저항계수의 변화는 급격하게 감소하다가 속도가 증가함에 따라 점점 완만하게 감소하는 것을 볼 수 있다.

또한 두가지 상태 중 무게중심이 뒤쪽에 있을 때 활주형선은 더 적은 저항을 받음을 알 수 있다.

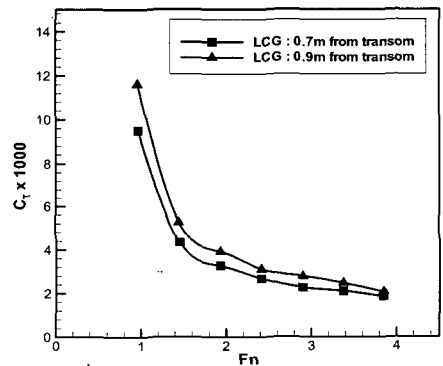


Fig. 9 Curves of resistance coefficients

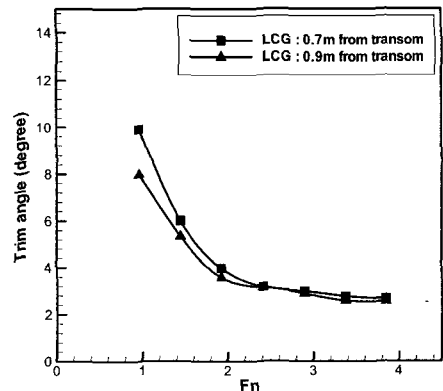


Fig. 10 Curves of trim

트림각은 Fig. 10 에서 볼 수 있는 바와 같이 출발 후 속도가  $Fn=1.0$  에 다다른 동안 약 10 도 까지 급격하게 증가하며, 이후  $Fn=2.0$  에 이르기 까지 급격하게 감소하는 경향을 보인다.  $Fn=2.0$  의 속도를 넘어서게 되면 선체의 트림각은 서서히 줄다가 약 2 도 정도의 안정된 상태를 유지하게 됨을 볼 수 있다.

무게중심의 위치에 따른 트림각의 변화를 살펴 보면 무게 중심이 앞쪽에 있을 때 트림각의 변화가 적으며, 이로부터 운전자의 위치가 앞쪽에 위치할 때 효과적으로 안정적인 자세에 도달할 수 있음을 알 수 있다.

모형선은 Fig. 11 의 부상량 곡선에서 볼 수 있는 바와 같이 속도가 증가함에 따라 선체부양이 나타나며  $Fn=1.0$  이상의 속도에 이르면 점차 평형상태에 이르는 것으로 나타났다.

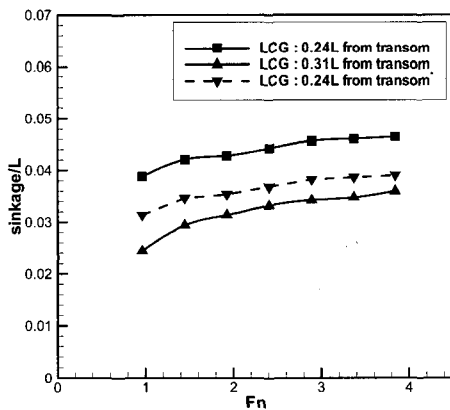


Fig. 11 Curves of sinkage

Fig. 11 에서는 선박의 무게중심이 트랜섬으로부터 앞쪽으로 0.24L, 0.31L 에 있을 때 각각 무게 중심에서의 부상량을 실선으로 나타내었다. 또한 부상량의 비교를 위해 무게중심이 0.24L 에 있을 때의 부상량을 0.31L 과 같은 위치에서 측정하여 점선으로 나타내었다. 이를 살펴보면 무게중심이 뒤쪽에 있을 때 선체의 부상이 더 크게 일어나는 것을 볼 수 있으며 이러한 영향으로 침수표면적이 감소하여 Fig. 9 와 같이 전저항계수의 감소가 나타났음을 알 수 있다.

또한 실험결과로부터 추정할 수 있는 활주형 선의 유효마력을 Fig. 12 에 나타내었다. 그래프에서 볼 수 있는 바와 같이 운전자의 위치를 최대한 뒤로 하면 좀더 빠른 속도를 얻을 수 있음을 쉽게 알 수 있다. 하지만 이러한 효과를 얻기 위해서는 부자연스러운 자세에서 조종해야 하는 어려움이 뒤따를 것으로 판단된다.

### 3.3.2 배수량 변화에 따른 영향

활주형 선의 전체 배수량에 따른 영향을 알아보기 위해 배수량의 5%를 증가시킨 195kg 에 해당하는 실험조건으로 부가적인 실험을 실시하였다. 그 결과 전저항계수는 Fig. 13 에서 볼 수 있는 바

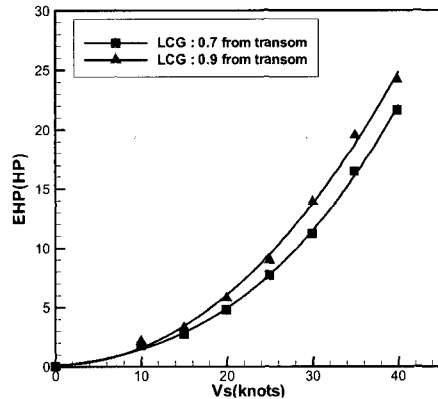


Fig. 12 Curves of EHP

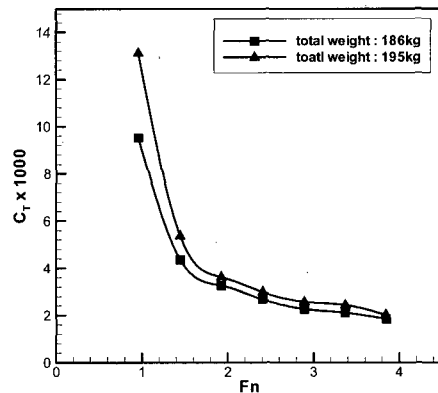


Fig. 13 Curves of resistance coefficients

와 같이 배수량이 증가함으로써 저항이 증가하였음을 볼 수 있다. 그러나 트림각과 부상량은 배수량의 증가에 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

3.3.3 전달마력 추정 및 시운전 결과와 비교

경주용으로 사용하는 단을 가진 활주형 고속선의 추진을 위해 2 행정 가솔린 선외기가 개발되었으며 선박검사기술협회에서 검증된 성능 곡선은 Fig. 14 와 같다.

이 선박의 프로펠러는 엔진 제작사로부터 공급되었으며 프로펠러의 성능곡선은 Fig. 15 와 같다.

이 단을 가진 활주형 선박이 최고속도에 이르렀을 때 주행모습을 살펴보면 Fig. 16 에서 볼 수 있는 바와 같이 선체바닥이 거의 물과 닿지 않고 프로펠러만 잠겨 주행하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 고속 활주상태에서는 선체영향을 거의 받지 않으므로 추진효율은 프로펠러 효율과 거의 같게 된다. 그러므로 전달 마력은 Fig. 17 과 같이 나타낼 수 있다.

모형시험으로 추정한 결과와 시운전결과를 비교하여 실험의 신뢰성을 확인하기 위해 단을 가진 활주형 선박의 시운전을 실시하였다. 시운전은 최대속도를 포함하여 4 가지 속도에서 실시하였으며 그 결과를 Fig. 17 에 역삼각형 점으로 표시하였다. 시운전 결과 최대 마력으로 낼 수 있는 속도는 40.17knots 로 모형시험으로 추정한 결과와 정량

적으로 유사했으며 나머지 3 가지 속도의 시운전에서 모형시험과 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 그러므로 모형시험을 이용하여 추정한 DHP 는 정량적으로 신뢰성 있는 자료라고 생각된다.

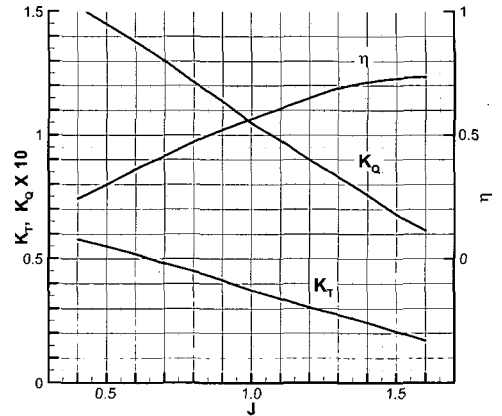


Fig. 15 Propeller performance

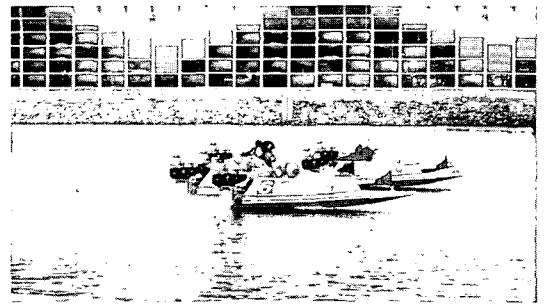


Fig. 16 Hull Attitude near Goal Line

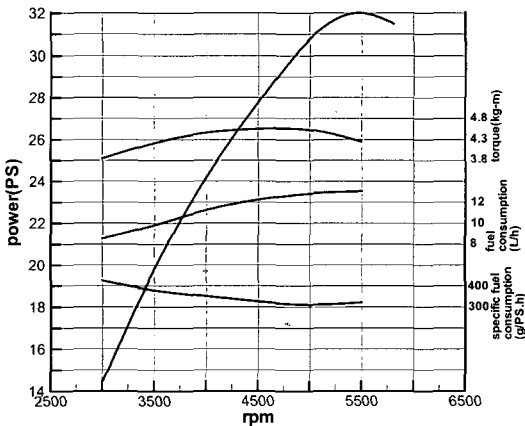


Fig. 14 Engine performance Curve

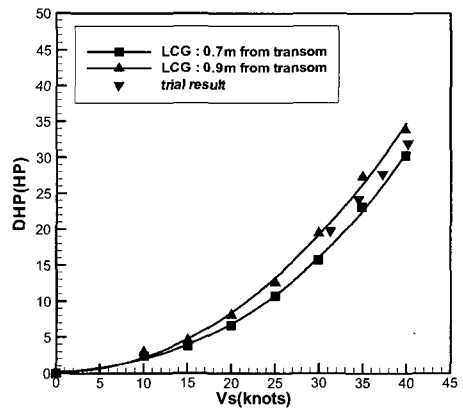


Fig. 17 Delivered power and trial result



4. 결론

지금까지 활주형 선과 같은 소형 고속선박은 대부분 모형시험을 통한 실험적인 검증이나 유체역학적 성능 없이 설계자와 제작자의 직관에 의해 개발되어 왔다. 그러나 현재의 고속 선박에 대한 관심과 향후의 레저 선박의 예상 수요를 감안하면 이러한 선박에 대한 모형시험 방법의 연구가 필수적일 것이다.

하지만 소형 고속선박의 저항성능 및 자세변화 추정은 속도와 수조 길이의 제한으로 기존 예인전차에서는 수행하기 어렵다. 이를 극복하기 위해 서울대학교에서는 최고속도가 약 15m/s 에 이르는 경량화 된 무인 고속 예인전차를 설계 제작하였고, 구속 모형시험법을 사용하여 저항성능을 예측하는 원격 계측시스템을 구축하였다.

본 연구에서는 구축된 고속 예인시스템의 속도의 안정성을 증가시키고, 고속에서 발생할 수 있는 속도와 수직 변위의 변화를 최소화 시킬 수 있는 계측구간을 선정하는 방법을 마련하였다.

개발된 고속 예인시스템과 구속시험법을 이용하여 경주용으로 사용되고 있는 단을 가진 활주형선의 저항성능을 추정하였으며 무게중심 이동 및 배수량 변화에 따른 저항성능을 확인하였다. 그 후 저항성능 추정결과와 실제 시운전 결과를 비교하여 모형시험 결과를 정량적으로 신뢰할 수 있음을 확인하였다.

이 결과 실험 대상 선형의 저항추진 성능을 매우 높은 정도로 추정할 수 있는 계측법이 마련되었으므로 앞으로 고속선형의 성능 향상에 기여할 것으로 생각되며, 계측 시스템 구축에 사용된 기술적 내용, 시험방법 등은 예인전차의 속도 제약으로 인하여 모형시험이 어려운 소형 고속선의 모형시험에서 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

후 기

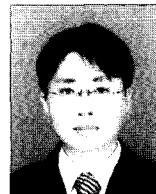
본 연구는 한국학술진흥재단과 ASERC 의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 최명근, 1999, 단을 가진 주상체의 저항성능에 관한 연구, 서울대학교 공과대학원 조선해양공학과 공학석사학위 논문
- 김형기, 2002, 소형 고속정의 유체역학적 성능을 원격 계측하는 방법에 관한 연구, 서울대학교 공과대학원 조선해양공학과 공학석사학위논문
- 신정일, 양지만, 박호원, 김재성, 김효철, 2004, " 고속예인전차를 이용한 레저보트의 저항특성 고찰," 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 517-525.



< 신 정 일 >



< 양 지 만 >



< 박 호 원 >



< 김 재 성 >



< 김 효 철 >