

# 비대칭과 대칭 단동선형을 가진 쌍동선의 조파저항성능 분석

최희종\* · 박동우\*\*†

\* 전남대학교 조선해양공학과, \*\* 현대중공업 선박연구소

## Wave-resistance Performance Analysis of the Twin Hull for a Type of the Asymmetric and Symmetric Mono Hull

Hee-Jong Choi\* · Dong-Woo Park\*\*†

\* Department of Naval Architecture & Ocean Eng., Chonnam National University, Yeosu, 550-749, Korea

\*\* Maritime Research Institute, Hyundai Heavy Industries Co., Ulsan, 682-792, Korea

**요약** : 본 연구의 주목적은 쌍동선형의 조파저항성능을 평가할 수 있는 수치해석 프로그램을 개발하는 것이다. 개발된 프로그램을 이용하여 비대칭과 대칭인 단동선형을 가진 서로 다른 두 가지 쌍동선에 대하여 수치계산을 수행하여 저항성능을 평가 하였다. 타당성 검증을 위해서 수치해석 결과 중 선수와 선미에서의 침하량, 트림 그리고 조파저항 계수를 수조모형시험 결과와 비교하였다. 이러한 비대칭 그리고 대칭 선형이 가지는 쌍동선의 유체역학적 특성에 관한 비교분석 자료는 향후 선형개발 시 충분한 활용 가치가 있다고 판단된다.

**핵심용어** : 비대칭 단동선형, 대칭 단동선형, 쌍동선, 조파저항성능, 패널법, 선박모형시험

**Abstract** : The primary objective of the current work is to develop efficient numerical code to assess the resistance performance of the twin hull form. Resistance performance for the two different twin hull forms with asymmetric and symmetric mono hull using developed code are evaluated. Numerical calculations and model tests have been compared to validate a developed code used in the current work. Comparison were carried out through sinkages of the bow and stern, trim angle and wave-making resistance. Comparative analysis regarding hydrodynamic characteristic of different twin hull forms is worthy of application in the hull form development stage.

**Key Words** : Asymmetric mono hull, Symmetric mono hull, Twin hull form, Wave-resistance performance, Panel method, Towing tank test

### 1. 서론

쌍동선형은 고속선형의 선체 형상으로 일반적으로 널리 사용되고 있는 선박의 형태이다. 선체가 날씬하여 속도에 따른 조파저항의 증가 현상을 방지함으로써 선박의 고속화의 목적을 달성하자는 것으로, 저속에서는 저항이 증가하나 고속에서는 저항이 감소하는 장점이 있다.

Pham et al.(2001)은 고속으로 운항하는 하드 차인(Hard-chine)을 가진 체계적으로 형상이 변경되는 18대의 쌍동선들에 대한 수치해석을 수행하였으며, 그것을 배경으로 저항을 해석하는 기법에 대하여 연구를 수행하였다. Park and Jeong(2001)

은 쌍동선의 두 선체 사이의 거리가 저항성능에 미치는 영향을 연구하였으며, 두 선체 사이가 가까울수록 두 선체 사이의 유동간섭이 심하여 형상영향계수가 커지는 것을 가시화 실험을 통해 보여주었으며, Kim and Jeong(2010)은 쌍동선형을 가지는 2인승 레저 선박의 설계에 있어서 쌍동선 선체 사이의 간격이 미치는 영향에 대하여 연구를 수행하였으며, 4m급의 소형선에서 쌍동선의 두 선체 사이의 간격이 넓을수록 파도에 의한 상호 간섭이 줄어든다는 것을 보여주었다.

본 연구에서는 쌍동선에 적합한 선박의 형상에 관하여 고찰하였다. 쌍동선을 이루는 단동선형의 형상에 대하여 좌우 대칭인 선형과 비대칭인 선형에 대하여 본 연구를 위하여 개발된 수치해석 프로그램을 사용하여 수치해석을 수행하고 그 결과의 타당성을 검증하기 위하여 모형선박을

\* First Author : choihj@jnu.ac.kr, 061-659-7154

† Corresponding Author : dwpark03@naver.com, 010-6522-0265

## 비대칭과 대칭 단동선형을 가진 쌍동선의 조파저항성능 분석

제작하여 예인수조에서 모형시험을 수행하였다. 모형시험을 수행하여 얻은 조파저항계수, 선수부와 선미부에서의 침하량과 트림을 수치해석을 수행하여 얻은 수치해석 결과를 서로 비교하였다. 이러한 대칭 그리고 비대칭 선형이 가지는 쌍동선의 유체역학적 특성에 관한 비교분석 자료는 향후 쌍동선의 선형개발에 있어서 충분한 활용 가치가 있다고 판단된다.

### 2. 문제의 정식화

문제의 해석을 위해 자유수면에서의 표면장력을 무시하고 선체주위의 유체를 비점성, 비압축성 유체로 가정하고, 유동은 비회전성 유동으로 가정한다. 위의 가정에 속도포텐셜  $\phi$ 을 도입하면 유체장의 지배방정식은 아래의 라플라스(Laplace)방정식이 된다.

$$\nabla^2 \phi = 0 \quad \text{in the fluid domain} \quad (1)$$

선체 속도포텐셜  $\phi$ 는 유입유동에 의한 속도포텐셜과 교란 속도포텐셜을 사용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\phi = U_\infty x + \phi \quad (2)$$

선체경계와 주위의 다른 경계면들에서 만족되어야 할 경계조건은 다음과 같다.

#### 물체표면경계조건

$$\nabla \phi \cdot \vec{n} = 0 \quad \text{on the body surface} \quad (3)$$

$\vec{n}$  : 유체로 향하는 법선벡터

#### 선형화된 Kelvin형 자유수면경계조건

$$\phi_{xx} + K_o \phi_z = 0 \quad (4)$$

$K_o (= g/U_\infty^2)$  : 파수

$g$  : 중력가속도

$\phi_{xx}$  :  $\phi$ 의 x방향의 이차 미분항

$\phi_z$  :  $\phi$ 의 z방향의 일차 미분항

#### 무한원방에서의 경계조건

$$\nabla \phi \rightarrow 0 \quad (5)$$

### 3. 트랜섬 선미 조건식의 처리

보통의 크루즈 선미(Cruise stern)를 가진 선박과는 드라이 트랜섬 선미(Dry transom stern)를 가진 선박은 선미 끝단 부

분에서 유체가 선체에서 떨어져 나가므로 트랜섬 선미 끝단에서의 특별한 처리가 필요하다(Choi and Chun, 2001).

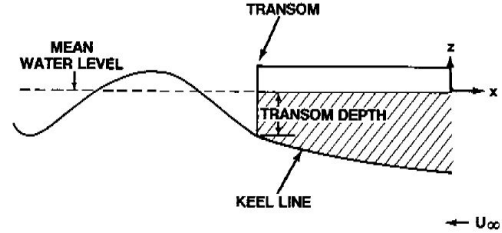


Fig. 1. Schematic of transom stern flow for the centerplane shown in a sideview(sketch from Cheng(1989)).

Cheng(1989)은 드라이 트랜섬 선미끝단에서의 압력은 대기압과 같아야 되며 그 곳에서의 유체의 흐름이 선미 끝단 근처에서 선체의 길이방향에 대한 접선성분과 서로 접하여야 한다고 가정하고 이에 대한 정식화를 하였다.

정식화를 수행하기 위하여 트랜섬 선미 끝단에서의 곡선의 방정식은 트랜섬 선미 끝단의 x-좌표( $x_T$ )를 이용하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$z_T = f(y) \quad \text{at } x = x_T \quad (6)$$

$x_T$  : 트랜섬 선미 끝단의 x-좌표

트랜섬 선미 끝단은 대기 중에 노출되어 있으므로 이곳에서의 압력은 대기압이며, 베르누이의 방정식에 적용하면 다음과 같이 된다.

$$\frac{1}{2} [\phi_x^2 + \phi_y^2 + \phi_z^2] + g z_T = \frac{1}{2} U_\infty^2 \quad (7)$$

$\phi_x, \phi_y, \phi_z$  : x, y, z 방향의 속도성분

식(7)을  $\frac{1}{2} U_\infty^2$  으로 나누고 식을 정리하면 아래와 같다.

$$\frac{\phi_x^2 + \phi_y^2 + \phi_z^2}{U_\infty^2} = 1 - \frac{2g}{U_\infty^2} z_T \quad (8)$$

다음으로는 선미끝단에서 유체흐름이 선체길이 방향의 접선방향이 되어야 하는 조건인데 이 조건을 부과하기 위해서 먼저 속도 포텐셜을 알아야 하는데 이 속도 포텐셜은 문제의 해로 구해지기 때문에 어려움이 따른다. 이 어려움을 해결하기 위해서 지금까지는 이중모형 해에 의해 구한 근사유속을 최초의 입력조건으로 사용하여왔다.

트랜섬에서 x, y, z방향의 단위접선속도성분은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} t_x &= \frac{\phi_x}{\sqrt{\phi_x^2 + \phi_y^2 + \phi_z^2}} \\ t_y &= \frac{\phi_y}{\sqrt{\phi_x^2 + \phi_y^2 + \phi_z^2}} \\ t_z &= \frac{\phi_z}{\sqrt{\phi_x^2 + \phi_y^2 + \phi_z^2}} \end{aligned} \quad (9)$$

$$C_w = \frac{F_x}{\frac{1}{2}\rho U_\infty^2 S} \quad (14)$$

$S_B$  : 선체침수표면  
 $F_x$  : 선체에 미치는 힘의 x-성분  
 $n_x$  :  $\vec{n}$ 의 x-성분  
 $\rho$  : 유체의 밀도

이를 다음의 알고 있는 이중모형해의 유속으로 근사할 수 있다.

$$\begin{aligned} T_x &= \frac{\Phi_x}{\sqrt{\Phi_x^2 + \Phi_y^2 + \Phi_z^2}} \\ T_y &= \frac{\Phi_y}{\sqrt{\Phi_x^2 + \Phi_y^2 + \Phi_z^2}} \\ T_z &= \frac{\Phi_z}{\sqrt{\Phi_x^2 + \Phi_y^2 + \Phi_z^2}} \end{aligned} \quad (10)$$

위 식에서  $\Phi_x, \Phi_y, \Phi_z$ 는 각각 이중모형해의 x, y, z 방향의 속도를 의미한다. 이러한 과정을 통해 최종적으로 트랜섬 선미 끝단의 속도벡터의 x, y, z 각 방향의 성분은 식 (8), (9)을 이용하여 구한다.

$$\begin{aligned} u_T &= \sqrt{U_\infty^2 - 2gz_T} T_x \\ v_T &= \sqrt{U_\infty^2 - 2gz_T} T_y \\ w_T &= \sqrt{U_\infty^2 - 2gz_T} T_z \end{aligned} \quad (11)$$

식(11)로 표현된 트랜섬 선미 끝단에서의 속도는 자유수면경계조건식을 이산화하면서 경계조건으로 사용된다. 트랜섬 후반부에서는 Kelvin형 자유수면 조건에서 나타나는 속도 포텐셜의 2차 미분항을 2점 상류 차분에 의해 근사화하였다.

## 4. 조파저항의 계산

### 4.1 압력적분에 의한 조파저항의 계산

조파저항계수( $C_w$ )은 선체표면에 미치는 압력( $p$ )을 선체표면에 걸쳐 적분하여 구한다.

$$F_x = - \int \int_{S_B} p n_x dS \quad (12)$$

$$p = - \frac{\rho}{2} (\nabla\phi \cdot \nabla\phi + 2U_\infty\phi_x) \quad (13)$$

### 4.2 운동량이론에 의한 조파저항의 계산

운동량 접근방법은 선체를 포함한  $S_c$ 로 둘러싸인 유체 영역(Control volume)에 운동량 보존법칙을 적용하여 x-방향으로 작용하는 선체의 힘, 즉 조파저항을 구하는 것이다. x-방향에 대한 운동량보존법칙은 다음 식과 같다.

$$\int \int_{S_c} \rho \phi_x (\nabla\phi) \cdot \vec{n} dS + \int \int_{S_c} (p + \rho gz) n_x dS = 0 \quad (15)$$

$S_c$  : 검사면(control surface)

질량보존법칙은 다음 식과 같다.

$$\int \int_{S_c} (\nabla\phi) \cdot \vec{n} dS = 0 \quad (16)$$

식(16)에  $\rho U_\infty$ 를 곱하여 식(15)에서 빼면 다음 식이 된다.

$$\int \int_{S_c} \rho u (\nabla\phi) \cdot \vec{n} dS + \int \int_{S_c} (p + \rho gz) n_x dS = 0 \quad (17)$$

위 식에서  $u$ 는 x-방향의 교란속도를 나타내며, 다음 식으로 구해진다.

$$(\phi_x - U_\infty) = u \quad (18)$$

유동장을 둘러싸는 검사면은 폐곡면이므로, 식(17)에서 좌변의 두 번째 항의 괄호 속 두 번째 항은 0이 된다.

$$\int \int_{S_c} \rho gz n_x dS = 0 \quad (19)$$

조파저항은 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} F_x &= - \int \int_{S_B} p n_x dS = \rho \int \int_{S_F} u (\nabla\phi) \cdot \vec{n} dS \\ &= \rho \int \int_{S_F} u w dS \quad \text{on } z=0 \end{aligned} \quad (20)$$

$w$  : z-방향의 교란속도

$S_F$  : 자유수면

### 4.3 정적 압력의 계산

트랜섬 선미를 가지는 선박의 조파저항을 계산할 경우 크루즈 선미를 가지는 선박의 조파저항을 계산하는 것과는 달리 선체에 작용하는 정압을 고려해 주어야 한다. 크루즈 선미를 가지는 선박의 조파저항계산에는 선체가 자유수면을  $z=0$ 에서 가로지르므로 정압이 선박의 앞뒤에서 서로 상쇄되지만, 트랜섬 선미를 가지는 선박은 고속에서 유체가  $z=0$ 인 지점보다 낮은 지점인 트랜섬 끝단을 부드럽게 떨어져 나가므로, 계산한 조파저항값에 정압을 고려한 힘( $R_s$ )을 더해 주어야 한다.

$$R_s = - \int_{S_T} \int \rho g z_T ds = 2 \int_0^{B/2} \int_0^{z_T(y)} \rho g z_T(y) dz dy$$

$$= \rho g \int_0^{B/2} z_T(y)^2 dy \quad (21)$$

B : 트랜섬 선미의 y-방향의 폭

z-방향의 힘의 성분( $C_z$ )은 각 패널에서 z-방향의 힘을 구하고 그것을 선체 전체에 대하여 적분을 하여 구한다.

$$C_z = \frac{\sum_{i=1}^{NB} -C_{pi} n_{zi} A_i}{\sum_{i=1}^{NB} A_i} \quad (24)$$

부심에서의 침하량( $z_s$ )은  $C_z$ 을 이용하여 구하면 다음과 같이 된다.

$$z_s = \frac{C_z \frac{1}{2} \rho U_\infty^2 S}{\rho g A_w LBP} = C_z Fn^2 \frac{S}{A_w} \quad (25)$$

$A_w$  : 수선면적

## 5. 트림(Trim), 침하량(Sinkage)의 계산

고속으로 운항하는 트랜섬 선미를 가지는 선박은 완전한 정상상태에 도달할 때까지 선체의 트림과 침하량을 경험하게 된다. 그러므로 완전한 정상상태까지의 과정을 예측하는 것은 중요하며, 선체에 미치는 압력을 이용하여 구할 수 있다.

모우멘트계수( $C_M$ )는 아래의 식으로 주어진다.

$$C_M = \frac{\sum_{i=1}^{NB} C_{pi} A_i \{n_{zi}(x_{ci} - x_F) - n_{xi} z_{ci}\}}{\sum_{i=1}^{NB} A_i} \quad (22)$$

NB : 선체를 구성하는 패널의 개수

$C_{pi}$  : i-번째 패널의 압력계수

$A_i$  : i-번째 패널의 면적

$x_F$  : 부면심(Center of floatation)의 도심의 x-좌표

$x_{ci}, z_{ci}$  : i-번째 패널 도심의 x-좌표와 z-좌표

$n_{xi}, n_{zi}$  : i-번째 패널의 법선벡터의 x-성분과 z-성분

트림각( $\theta$ )은 모우멘트계수를 사용하여 다음과 같이 구한다.

$$\theta = \frac{C_M \frac{1}{2} \rho U_\infty^2 S_B LBP^3}{\rho g I_L LBP^4} = C_M Fn^2 \frac{S_B}{I_L} \quad (23)$$

$I_L$  : 수선면에 대한 2차 모우멘트

LBP : 선체의 수선간 길이

$S_B$  : 선박의 접수면적

## 6. 수치계산결과

서론에서 언급한 대로 수치계산 파트에서는 비대칭 그리고 대칭 단동선형을 가지는 쌍동선에 대하여 해석을 수행하였다. 그리고 수치계산에 의한 조파저항 계수를 예인수조의 시험 결과와 비교하여 타당성을 검증하였다.

본 연구의 수치기법은 정상상태에서 일정한 속도로 항주하는 쌍동선형 선박 주위의 포텐셜 유동 문제 해석을 위하여 Kelvin형 자유수면 경계조건, 물체표면 경계조건, 무한원방 경계조건, 방사조건 그리고 트랜섬에서의 특별한 경계조건을 고려한 수치해석 프로그램을 사용하였다. 트랜섬 선미 모델링은 선체의 트랜섬 후단이 완전 드라이 상태라는 가정을 도입하여 수치해석 프로그램 제작 시 적용하였다. 통상적으로 트랜섬 후단의 깊이가 낮은 경우 Fn이 0.35 정도이면 완전 드라이 상태에 달했다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 사용된 선박의 경우 트랜섬 선미 후단의 깊이가 깊어서 선속이 0.40 이상이 되어야 완전 드라이 상

Table 1. Principal particulars of the asymmetric and symmetric hull

Designation	Symbol	Ship	Model
Scale ratio	$\lambda$	8.0	
Design Speed	VS (knot)	15.0	
Length Overall	LOA (m)	22.0	2.75
Length Between Perpendiculars	LBP (m)	20.0	2.50
Breadth	B (m)	7.2	0.90
Draft	TF/TA (m)	1.20	0.15

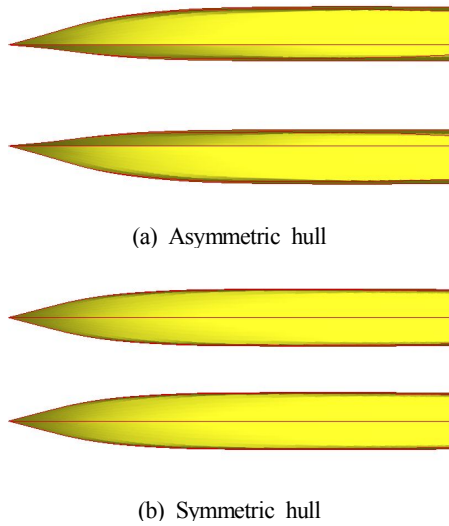


Fig. 2. Comparison of the hull forms viewing from the bottom.

태에 도달되었다고 할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 수치해석은 선속이 0.35 이상인 경우에 대하여 수행하였다. Table 1은 계산에 사용된 비대칭 그리고 대칭 단동선형을 가지는 쌍동선형의 제원을 나타낸 것이다.

Fig. 2의 (a)와 (b)는 수치해석에 사용된 선박의 모형선을 아래에서 본 것을 나타낸 것이다. Fig. 2의 (a)는 각 선체의 중앙 종단면에 대하여 비대칭인 쌍동선형을 나타내고 있으며, Fig. 2의 (b)는 대칭인 쌍동선형의 선박을 나타낸다.

Fig. 3과 4는 트랜섬 후단이 완전히 드라일 상태가 되는 약  $Fn=0.55$  이상에서 비대칭과 대칭 단동선형을 가진 쌍동선의 파형을 비교한 것이다. 선박은 -0.5에 선수가 있고 0.5에 선미가 있는 선박의 길이(LBP: Length between perpendiculars)에 대하여 무차원화된 선박이다. 선속이 빨라지면서 유기되는 파형의 파장이 커지는 것을 알 수 있다. 그리고 선체의 대칭면( $y=0$ )을 따라가면서 선속에 따라 양쪽 선체에 의하여 유기된 파가 상호 간섭하는 부분과 선체의 트랜섬 선미 뒷면에서 서로 중첩되어 커지는 것을 알 수 있다.

Fig. 5와 6은 각각 선수와 선미에서의 선체 부양과 침하량을 수치해석을 수행하여 얻은 결과와 모형시험을 서로 비교한 것이다. 세로축은 선속 별로 쌍동선이 정상상태에 도달했을 때, 정지상태 대비 부양과 침하를 나타낸 것이다. 세로축의 0.0은 정지상태에서의 설계흘수를 나타내며, 물리량의 크기는 실선에서의 값이다. 그리고 (+) 부호는 침하 즉, 정지흘수 대비 흘수증가를 (-) 부호는 부양 즉, 흘수감소를 나타낸다.

Fig. 7은 선체의 트림 각을 나타낸 것이다. Fig. 5-7의 Zone I을 보면 수치계산에 의한 선수미에서의 침하와 부양량은 모형시험 결과와 비교해 볼 때 정성적 뿐만 아니라

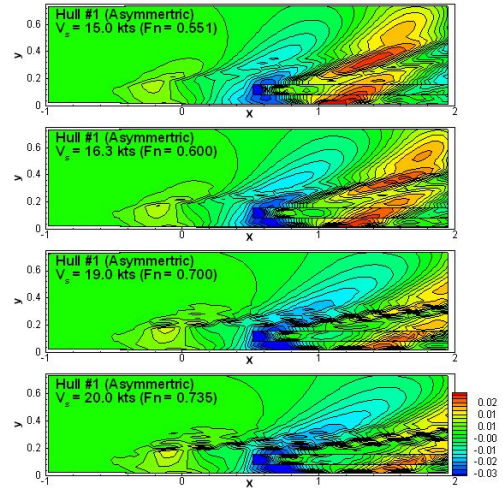


Fig. 3. Wave patterns for asymmetric hull,  $V_s = 15.0\text{--}20.0$  kts.

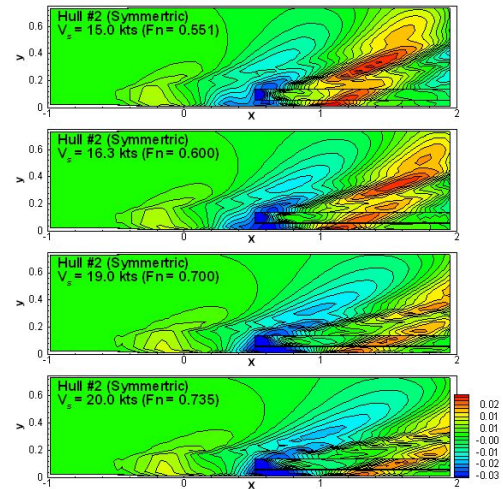


Fig. 4. Wave elevation for symmetric hull,  $V_s = 15.0\text{--}20.0$  kts.

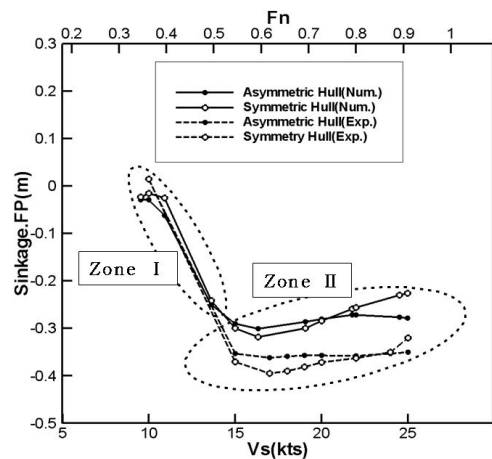


Fig. 5. Comparison of Sinkage at FP with Model Test Result.

## 비대칭과 대칭 단동선형을 가진 쌍동선의 조파저항성능 분석

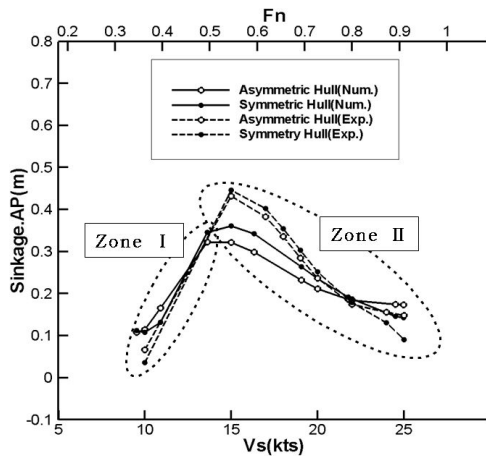


Fig. 6. Comparison of Sinkage at AP with Model Test Result.

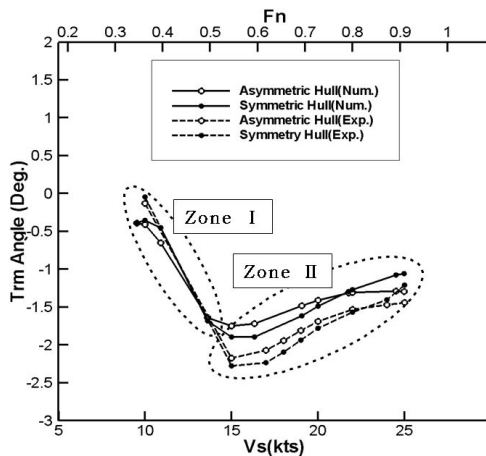


Fig. 7. Comparison of Trim Angle with Model Test Result.

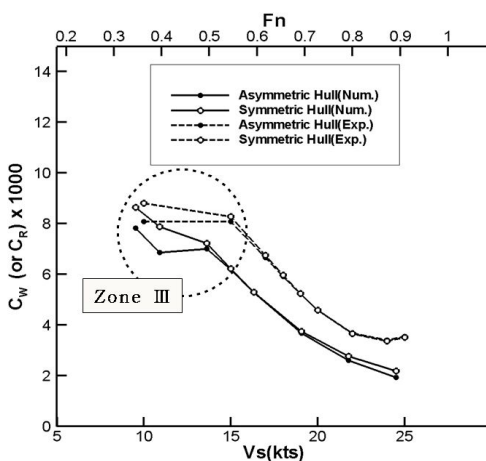


Fig. 8. Comparison of Resistance Coefficient with Model Test Result.

정량적으로도 타당함을 보여주었다. 15노트에서 25노트 사이인 Zone II의 수치계산 결과는 시험 값과 다소 차이를 보이나 선속 별로 단동선형의 형태가 비대칭과 대칭에 따른 쌍동선형의 크고 작은 경향은 가려내는 것을 알 수 있었다.

Fig. 8은 수치해석에 의한 조파저항 계수(CW)와 모형시험에 의한 잉여저항 계수(CR)를 서로 비교한 것이다. 수치계산의 결과를 살펴보면 계산된 선속도 영역에서 비대칭 선형이 대칭 선형보다 조파저항성능이 우수함을 알 수 있었다. 특히, Zone III의 수치해석 결과는 모형시험과 정성적으로 일치함을 보여 주었다. 이러한 비대칭 그리고 대칭 단동선형이 가지는 쌍동선의 유체역학적 특성에 관한 분석 자료는 향후 선형개발 시 충분한 활용 가치가 있다고 본다.

## 7. 결론

본 연구에서는 트랜섬 선미 형상을 가지는 고속 쌍동선형에 대하여  $Fn=0.35$ 에서  $0.90$ 까지 선속을 바꾸어 가면서 수치해석을 수행하고 그 결과를 모형시험을 수행하여 얻은 실험값과 서로 비교하였다. 계산에 사용된 쌍동선형은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 선체의 형상이 서로 대칭인 선형과 비대칭인 쌍동선형을 사용하였다.

수치해석 결과를 모형시험을 수행하여 얻은 결과와 비교하였을 때 선수와 선미에서의 침하량, 트림 그리고 조파저항계수의 전반에 걸쳐 정성적으로 유사한 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 하지만 정량적으로는 실험값과 비교하여 다소 적은 값을 준다는 것을 알 수 있었다. 이는 본 연구에서 적용한 수치해석 기법이 점성을 무시한 비점성 포텐셜 유동이라는 점과 자유수면 경계조건을 적용함에 있어서 완전 비선형 자유수면 경계조건이 아닌 Kelvin 형의 선형 자유수면 경계조건을 적용하여서 발생한 현상으로 생각된다. 그러나 서로 상이한 두 선박의 상호 비교만을 고려할 때 정성적으로 수치해석 결과가 모형시험 결과를 잘 따라가고 있으며 이를 근거로 본 연구에서 사용된 수치해석 프로그램을 쌍동선형의 선형설계에 사용해도 무방할 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

- [1] Cheng, B. H.(1989), Computations of 3D transom stern flows, Proc. Fifth International Conference on Numerical Ship Hydrodynamics, National Academy Press, Washington, DC, pp. 581-592.
- [2] Choi, H. J. and H. H. Chun(2001), Potential flow analysis for a hull with the transom stern, Journal of Ocean

Engineering and Technology, Vol. 15, No. 1, pp. 1-6.

- [3] Kim, H. S. and U. C. Jeong(2010), A study on the flow characteristics between two hull forms of catamaran Leisure boat, Journal of Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 12, No. 1, pp. 1-6.
- [4] Park, C. W. and U. C. Jeong(2001), A study on the resistance performance of twin hull forms - the effect of distance between two hulls, Journal of Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 3, No. 1, pp. 163-168.
- [5] Pham, X. P., K. Kantimahanthi and P. K. Sahoo(2001), Wave resistance prediction of hard chine catamarans using regression analysis, Proc. Second International Euro-Conference on High-Performance Marine Vehicles, Hamburg, Germany, pp. 382-394.

---

원고접수일 : 2013년 01월 02일

원고수정일 : 2013년 01월 24일

게재확정일 : 2013년 02월 25일