

프로펠러에 의한 LNG 운반선 이중모형 선미의 속도변화 계측

김병준*, 최순호*, 김형태**, 반석호**

충남대학교 선박해양공학과*
한국해양연구원 해양시스템안전연구소 해양운송시스템연구본부**

Measurement of Velocity Field Change around Stern of LNG Carrier Double Body Model by Propeller

Byong June Kim*, Soon Ho Choi*, Hyoung Tae Kim** and Suak-Ho Van**

Dept. of Naval Architecture & Ocean Eng., Chungnam National Univ.*
Marine Transportation System Lab., KRISO/KORDI**

Abstract

The experiment was performed at the large wind tunnel of the Chungnam National University to measure the velocity distribution around the stern of a Liquefied Natural Gas Carrier model. The data, mean velocity vectors of turbulent shear flows at the stern and near-wake including the propeller plane, were obtained by a five-hole Pitot tube for the double body model fixed inside the wind tunnel test section. The present result of the double body model shows a close agreement with the result of the towing tank experiment performed by the KRISO for the same ship model. The characteristics of the LNG stern flow are discussed based on the measured velocity distribution. The data can be very useful for the validation of some numerical methods in computational fluid dynamics.

※Keywords : Wind tunnel(풍동), Double body(이중모형), Five-hole Pitot(5공 피토관)

1. 서언

조선 분야에서는 선미 유동을 이해하기 위한 노력의 일환으로 모형선 선미 유속 계측이 꾸준히 수행되어 왔다. 그러나 조선소에서 실제로 건조되고 있는 선형과는 다른 단순한 표준 선형 및 프로

펠러가 작동하고 있지 않은 상태에서 계측된 자료가 대부분이었다. 이에 따라서 실제적인 선형에 대한 실험 결과의 필요성이 자연스럽게 대두되었고, 최근 선체 주위 정성유동에 대한 수치해석이 활발히 이루어지면서 수치해석 결과를 검증할 실제적인 선형에 대한 계측실험 결과가 요구되고 있다. 이러한 요구에 상응하여 국내 조선소에서 건조되고 있는 다양한 상선에 대한 선미유동 계측실험이 꾸준히 수행되고 있다. 반석호 등(2000)은 예인수조에서 3600TEU 컨테이너선에 대하여 파

접수일: 2005년 7월 26일, 승인일: 2005년 8월 23일

† 주저자, E-mail: h-tkim@cnu.ac.kr

Tel: 042-821-6629

형과 속도분포를 계측하였고, 김우전 등(2000)은 선미부 모양이 다른 두 척의 유조선 선형에 대하여 저항추진 실험과 국부유동 계측실험을 수행하였다. 또한, 동일한 선형들에 대하여 김학록과 이상준(1999a, b)은 풍동에서 열선유속계 및 LDV를 이용하여 선미유동의 난류구조에 대하여 연구하였으며, 반석호 등(2003)은 현재 국내에서 활발히 연구되고 있는 액화천연가스 운반선(LNG Carrier) 선형에 대하여 예인수조에서 선체 주위 파형과 나선 상태의 평균 유속 그리고 프로펠러와 타에 의한 유속의 변화 등을 계측한 바 있다.

예인수조에서의 모형선에 대한 계측은 자유수면 효과를 포함시킬 수 있어 실제 유동에 보다 더 가까운 장점이 있지만, 국부유동에 대한 계측을 수행하기 위해서 많은 시간과 비용이 소요되고 난류의 계측이 어렵기 때문에 풍동에서 이중모형을 사용하여 선미의 난류전단유동에 대한 보다 상세한 계측을 수행할 필요가 있다.

한편, 프로펠러가 작동하는 상선의 선미 유동 계측은 예인수조에서 5공 피토관을 사용해서 LNG 선미 유동을 계측한 것(반석호 등 2003)이 처음이라고 볼 수 있다. 이후, 회류수조에서 PIV를 이용하여 프로펠러가 작동하는 모형선에 대한 유동 계측(백부근 등, 2004)이 시도된 바 있으나, 모형선과 모형 프로펠러의 크기가 작고, 실험 레이놀즈수 역시 지나치게 작은 문제점이 있다. 프로펠러가 작동하는 실제적인 상선의 선미 유동에 대한 계측 자료는 아직도 많이 부족한 실정이며, 저항시 선미 유동에 대한 이해, 추진 성능 및 추진 요소의 해석과 추정을 위한 수치 해석법의 개발 및 검증에 위한 자료로서 프로펠러가 작동하는 모형선의 선미 전단 유동에 대한 계측 실험이 필요한 상황이다.

본 연구는 충남대학교 풍동에서 LNG 선형의 선미 유동에 대하여 수행되고 있는 난류를 포함한 일련의 유동계측 실험으로서 먼저 반석호 등(2003)이 예인수조에서 실험한 것과 동일한 LNG 선형의 이중모형을 풍동에 설치하고, 5공 피토관을 사용하여 나선 상태에서 선미와 선미 후류의 평균유속 분포를 계측하고, 이어서 프로펠러가 회전하는 상태에서 선미 후류의 유속을 계측한 다

음, 두 유속 분포의 차이로부터 프로펠러에 의한 LNG 선미후류의 유속 변화를 조사한 것이다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 시스템 구성

본 연구 실험장치의 구성은 Fig. 1에서 보인 것과 같다.

이중모형선을 두개의 스트럿을 이용하여 풍동 시험부 중앙에 설치하였고, 5공 피토관이 부착되어 있는 2축 이송장치는 컴퓨터에 의하여 계측하고자 하는 위치로 이동하도록 설계하였다. 피토관의 각 홀의 압력차는 슬레노이드 밸브에 의해 분기되어 마이크로 마노미터에 연결하였고 마이크로 마노미터의 전기적 신호는 컴퓨터에 내장된 A/D 변환기를 통해 수치화하였다. 또한 이중모형선 내부에 프로펠러 구동 동력계를 내장하여 고정시킨 후 프로펠러를 장착하였다. 프로펠러 회전수를 측정하기 위해 동력계의 내부에 센서를 부착하였고 프로펠러의 구동 동력계를 제어하는 시스템은 Fig. 1과 같이 풍동 외부에 설치하였다.

2.2 모형선

실험에 사용된 모형선은 KRISO에서 설계된 138K LNG(KRISO KLNG) 선형으로 목재를 사용하여 1/85의 축척비로 제작되었으며, 실선과 모형선의 대한 주요 제원을 Table 1에 나타내었다.

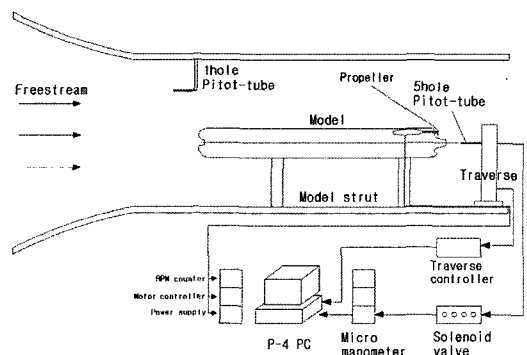


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for flow measurement

풍동실험에서 자유표면 효과를 대칭면으로 근사하기 위해 설계흘수 면을 기준으로 대칭인 이중모형을 제작하였다. 선형의 body plan과 선수와 선미의 윤곽선은 Fig. 2에 보였고 모형선을 지지하는 스트럿의 길이×폭×높이는 30×80×800mm 이고, 5st. 과 15st. 두 곳에 설치하여 모형선을 균형 있게 고정시켰다. 실험에서 계측결과에 미칠 스트럿의 영향에 의한 계측값의 차이를 가능한 한 줄이기 위해서 이중모형 윗부분을 계측 영역으로 선택하였다.

2.3 풍동

충남대학교 풍동은 중형 아음속 폐회로식 (closed-circuit type)으로서 두 개의 시험부를 교

Table 1 Principal particulars of KLNG

	Ship	Model
Speed	19.5 Knot	15.3 m/s
Lpp(m)	266	3.129 m
B(m)	42.6	0.501 m
T(m)	11.3	0.133 m
Reynolds Number	2.66×10^9	3.13×10^6
CB	0.7492	

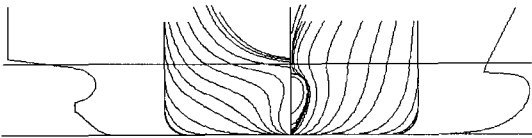


Fig. 2 Body plan of KLNG

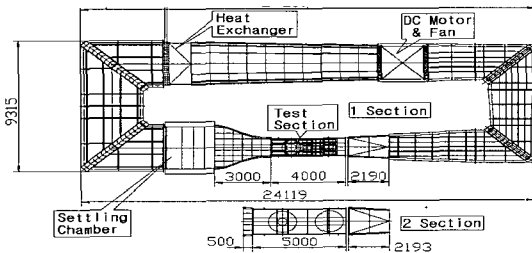


Fig. 3 Schematic drawing of CNU wind tunnel

체하여 실험할 수 있다. 제 1시험부 크기는 1.25×1.25×4m이고 최대속도는 70m/s이며 제 2 시험부의 크기는 1.8×1.8×5.2m, 최대속도는 35m/s이다. 실험은 이중모형에 의한 차폐효과 (blockage effect)를 최소화하기 위해서 시험부 단면적이 큰 제 2시험부에서 수행하였다. Fig. 3에 충남대학교 풍동의 개략도를 보이고 있다.

2.4 추진기와 동력장치

실험에 사용된 모형 프로펠러의 자세한 제원은 Table 2에 나타내었다. KRISO 예인수조 시험에 사용된 것(KP632)과 유사한 모형으로서 본 연구에서는 이미 수행된 KRISO의 프로펠러 단독시험 결과를 참고하였다.

본 실험을 위해 설계, 제작된 프로펠러 구동 동력계의 도면은 Fig. 4에 나타내었다.

2.5 피토투브 및 계측장비

선체 후류의 3차원 평균유속을 계측하기 위해 5공 피토투브를 사용하였다. 5공 피토투브 각 홀의 압력은 비닐튜브를 통하여 솔레노이드 밸브에 연결되어 마이크로 마노미터에 입력되는 순서에 따라

Table 2 Particulars of propeller

Model Propeller (KP632)	
Diameter(m)	0.1
Number of blades	6
(P/D) _{Mean}	0.89
A _E /A ₀	0.764
Hub-diameter ratio	0.16
Skew angle(deg)	29.9
Propeller section type	NACA 66(Mod.) a=0.8 meanline

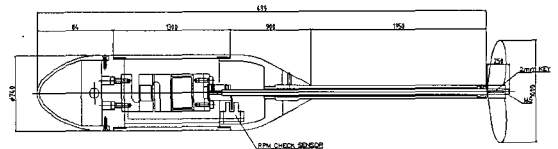


Fig. 4 Propeller dynamometer

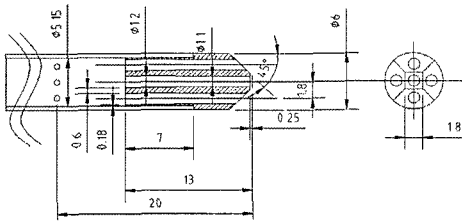


Fig. 5 Plan of Pitot tube

측정된다. 본 실험에서는 Fig. 5에 보인 바와 같이 큰 입사각에서도 좋은 민감도를 나타내는 사각뿔 대형 끝단의 피도관을 사용하였다(김우전 등 1997). 마이크로 마노미터는 피도관에서의 압력차를 디지털방식으로 나타내는 장치로서 Furness사의 FCO016을 사용하였다.

2.6 트래버스

모형선 후방에 설치한 2축 트래버스를 사용하여 피도관을 계속 위치로 이송하였다. 트래버스의 이송 범위는 상하로 800mm, 좌우로 700mm이고 0.1mm 오차 내에서 이송할 수 있다. 측정 위치로의 이동은 컴퓨터에 의해 조종된 스테핑 모터 컨트롤러(Velmex VP9000)를 이용한다.

2.7 5공 피도관의 교정

피도관 교정법으로는 최근 김우전 등(1997)이 제안한 2차원 차트 교정 방법과 Wright(1970)가 제안한 소위 $K_h - K_v$ 법과 $K_\phi - K_v$ 법 등을 프로펠러 면에 적용하고 그 결과를 비교해서 해석이 간편하고 우수한 결과를 나타낸 $K_\phi - K_v$ 법을 선택하였다. 교정은 yaw angle과 pitch angle을 각각 $-40^\circ \sim +40^\circ$ 범위에서 10° 간격으로 변화시켜 수행하였고, 큰 각도 영역의 오차를 줄이기 위해 $\pm 35^\circ$ 를 추가하였다. 총 계속 위치는 121개 (11×11)이고, 각 위치에서 50Hz의 Sampling rate로 4초간 계속하여 200개의 데이터를 취득하여 처리하였다. $K_\phi - K_v$ 법에 사용된 피도관 교정 좌표계는 Fig. 6에 도시하였고, $K_\phi - K_v$ 법을 정리하면 다음과 같다.

Yaw와 pitch 방향으로 미리 정해진 각도를 준 다음, 피도관 중심 홀 ①과 주위 홀 ②~⑤의 압

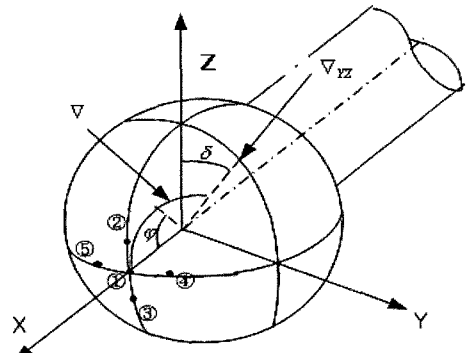


Fig. 6 Coordinate system for calibration

력 측정값으로부터 X축과 이루는 경사각 ϕ 값에 대한 K_ϕ 와 K_v 계수를 식(1)로 구한다.

$$K_\phi = [1 - \sum_{n=2}^5 (p_1 - p_n) / 2 \left\{ \sum_{n=2}^5 (p_1 - p_n)^2 \right\}^{1/2}]^{1/2}$$

$$K_v = \left[\rho V^2 \left\{ \sum_{n=2}^5 (p_1 - p_n)^2 \right\}^{-1/2} \right]^{1/2} \quad (1)$$

이 식에서 ρ 는 유체의 밀도를 의미한다. 각 홀의 압력 측정값으로부터 교정 데이터를 이용하여 속도 성분을 구하는 방법은 다음과 같다.

- 1) 계속된 압력으로부터 식(1)의 K_ϕ 계수를 구한다.
- 2) 교정 데이터의 $\phi - K_\phi$ 의 관계로부터 ϕ 값을 보간한다.
- 3) 교정 데이터의 $\phi - K_v$ 의 관계로부터 K_v 을 보간한다.
- 4) 식(2)를 사용해서 전속도의 크기를 계산한다.

$$V = \frac{K_v}{\sqrt{\rho}} \left[\sum_{n=2}^5 (p_1 - p_n)^2 \right]^{1/4} \quad (2)$$

- 5) Y-Z 평면상에서 X-Z 평면과의 경사각 δ 는 식(3)과 같이 계산한다.

$$\tan \delta = \frac{p_4 - p_5}{p_2 - p_3}$$

$p_4 > p_5, p_2 > p_3$	$0 < \delta < \pi/2$
$p_4 > p_5, p_2 < p_3$	$\pi/2 < \delta < \pi$
$p_4 < p_5, p_2 < p_3$	$\pi < \delta < 3\pi/2$
$p_4 < p_5, p_2 > p_3$	$3\pi/2 < \delta < 2\pi$

- 6) 각방향의 속도 성분 (V_x, V_y, V_z) 을 전속도 V 와 ϕ 및 δ 값을 사용해서 식(4)와 같이

계산한다.

$$\begin{aligned} V_X &= V \cos \phi \\ V_Y &= V \sin \phi \sin \delta \\ V_Z &= V \sin \phi \cos \delta \end{aligned}$$

2.8 실험 방법

선미 후류의 평균 유속 분포를 예측하기 위해서 5공 피토관을 사용하였다. 나선 상태에 대한 유속 예측에서 시험부 속도는 15.3m/s이고, 이때 모형선의 레이놀즈수는 3.13×10^6 이다. 프로펠러가 회전하는 상태에 대한 유속 예측은 시험부 속도 12.9m/s 조건으로 프로펠러 후방 단면위치에서 수행하였으며, 프로펠러축을 중심으로 좌우 및 상하 방향으로 각각 12cm인 정사각형 영역에 대해서 1cm 간격으로 이동하면서 총 169개의 지점에서 유속을 예측하였다. 유동 예측 결과를 표시하기 위하여 예측 위치는 모형선의 길이로, 예측 속도는 풍동 시험부 유속

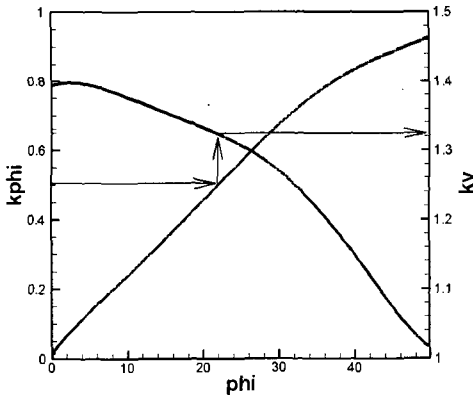


Fig. 7 $K_\phi - K_v$ calibration methods

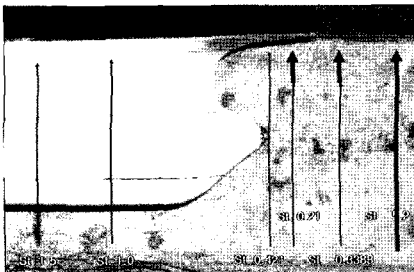


Fig. 8 Measurement position

으로 각각 무차원화 하였다. 3차원 직교 좌표계에서 X는 선체 후방을, Y는 선체의 우현 방향을, Z는 연직 상방을 가리키며, 좌표계의 원점은 선체 중심선과 중양 단면이 만나는 곳에 위치한다. 실험 예측 위치는 Fig. 8에 나타내었다.

3. 실험 결과

3. 1 나선상태의 선미유속분포

유속 예측은 1.5, 1.0, 0.421, 0.210, -0.3383의 5개 st.에서 수행하였고 Fig. 9에 예측된 평균 유속 분포를 나타내었다. 프로펠러 평면이 위치한 0.421 st.에 대해서는 반석호 등(2003)의 예측결과, Fig. 9 (d),를 함께 보임으로써 상호 비교가 용이하게 하였으며 풍동에서의 유속 예측 결과는 예인수조에서 예측한 결과와 대체로 일치하는 것으로 나타났다. Fig. 9 (c)와 (d)를 자세히 보면 풍동에서 예측된 축 방향 속도 성분의 등고선이 전반적으로 좀 더 매끄럽고 선속의 0.9까지는 예인수조의 경우에 비해 더 넓은 영역으로 나타난 것을 볼 수 있다. 전자는 본 연구의 예측결과가 안정적인 것을 의미하고, 후자는 풍동 실험의 레이놀즈수가 작기 때문인 것으로 판단된다. 반대로, 선속의 0.9 이상인 등고선이 더 좁은 영역으로 예측된 원인은 확실치 않으나, 시험부 차폐효과(blockage effect)와 시험부 유동의 난류 강도에 의한 영향일 것으로 짐작된다.

단면 유속 벡터는 프로펠러 중심 부근의 일부 예측 위치를 제외하고는 거의 일치하는 것을 볼 수 있다. 유속 벡터의 크기가 주변과 두드러진 차이를 나타내는 일부 예측 값은 국부 유동각이 커서 피토관의 교정 범위를 벗어난 것으로 확인되었지만 이를 수정 없이 표시한 것이다. 프로펠러 원판 내부의 빌지 보우텍스 형상 및 그 중심의 위치는 서로 잘 일치한다. 프로펠러면 뒤쪽 황단면(0.21st.)에서 예측된 유속에 대한 비교 결과도 같은 경향을 나타내고 있다. -0.338 st.의 유속 분포는 빌지 보우텍스의 roll-up이 진척되고 프로펠러 원주 바깥쪽 4사분 위치의 축 방향 속도가 증가하여 좀더 균일한 분포가 된 것을 잘 보여준다. 한편, 빌지 보우텍스의 중심 위치는 아래쪽(-Z방

향)과 안쪽(+Y방향)으로 이동한 것으로 나타났다. 이는 주로 점성 및 난류 확산의 효과로 이해할 수 있으나 시험부 차폐 효과의 영향도 완전히 배제할 수는 없다.

3. 2 프로펠러 작동시 선미유속분포

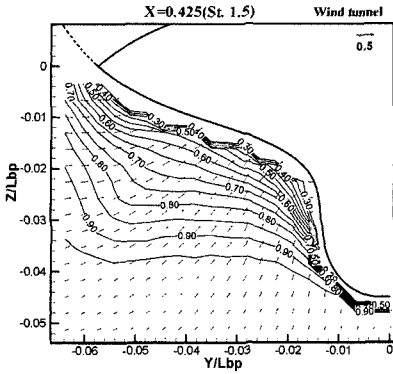
프로펠러가 선미에서 작동하고 있는 경우에 대한 유속 계측을 프로펠러면 후방의 세 위치 0.21, -0.3383, -0.52 st.에서 수행하였다. 먼저, 반석호 등(2003)에 의해 수행된 예인수조 저항시험에서 얻어진 유효 전진비로부터 추정된 프로펠러 회전수(8900rpm)와 그 보다 높고 낮은 두 회전수(9400, 8400rpm)에 대하여 0.21 st.에서 유속을 계측하였으며, Fig. 10 (a), (b), (c)는 각기 다른 3가지 회전수에 대한 풍동 유속계측 결과를, Fig. 10 (d)는 반석호 등(2003)의 예인수조 유속계측 결과를 보여준다.

예상한 바와 같이 프로펠러 회전수가 증가함에 따라 프로펠러 원판 안쪽 유속이 증가하는 것을 볼 수 있으며, 8900 rpm일 때의 유속분포 (Fig. 10 (b))가 예인수조 결과와 가장 유사한 것을 확인할 수 있다. Fig. 10 (b)와 (d)를 비교해보면 두 경우 모두 프로펠러 원판의 우현 쪽의 반경 0.7R 부근을 따라서 축 방향 속도가 최대인 영역이 초승달 모양으로 나타나는 등, 두 경우의 유속 분포가 매우 유사한 것으로 볼 수 있으나, 본 연구에서 계측된 유속이 예인수조에서 계측된 유속보다 대체로 조금 작게 나타났다.

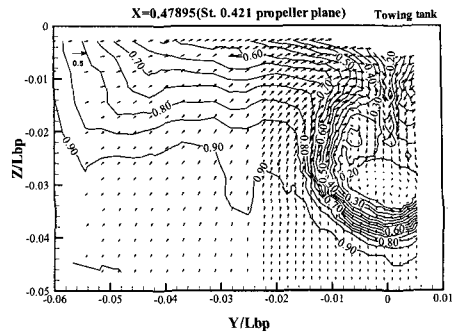
프로펠러 회전수를 8900 rpm보다 조금씩 증가시키면서 계측을 수행한다면 예인수조 결과에 좀더 근접한 유속 분포를 주는 회전수를 찾을 수 있겠지만, 회전수의 미세조정이 본 연구 결과에 그다지 영향을 미치지 않는다고 판단하여 프로펠러 회전수 8900rpm에 대해 나머지 두 횡단면(-0.3383, -0.52 st.)에서 유속 계측을 수행하였다.

Fig. 10 (a)~(c)에서 프로펠러 원판 우현 쪽 축 방향 속도가 좌현에 비해 크게 나타나는 것은 프로펠러 면의 횡 방향 유속 벡터의 방향과 프로펠러 회전 방향이 우현 쪽에서는 반대로, 좌현 쪽에서는 같게 되므로, 프로펠러 날개에 유입하는 상대 유속의 유입각과 크기가 우현 쪽에서 더 커

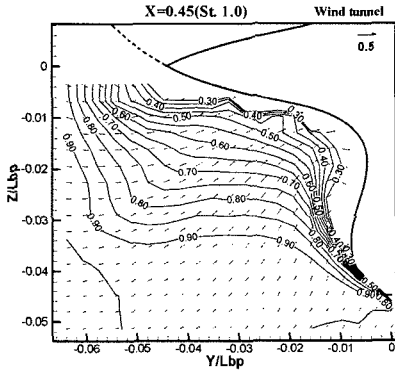
지고, 따라서 회전하는 프로펠러 날개가 우현 쪽에서 더 큰 추력을 발생시킨다. 또 반경 0.7R 부근의 횡 방향 유속 벡터의 크기가 우현 쪽에서는 작고, 좌현 쪽에서 상대적으로 크게 나타난 것도 횡 방향 유속 벡터의 방향과 프로펠러 회전 방향의 상대적인 차이 때문인 것을 알 수 있다. 프로펠러의 작용에 의해서 발생된 선미 후류 유속의 변화를 살펴보기 위하여 프로펠러면 후방의 두 위치 (0.21, -0.3383 st.)에서 계측된 유속과 동일한 위치에서 나선 상태에서 계측된 유속 그리고 두 유속의 차 벡터를 Fig. 11과 12에 보였다. 나선 상태의 속도는 좌현과 중앙 대칭면을 지나서 우현 일부에 대해서만 계측하였기 때문에 여기서는 좌현에서 계측된 유속 벡터를 대칭시켜 나타내었다. Fig. 11에 나타난 유속 분포를 살펴보면 프로펠러에 의해 후류(0.21 st.)에서 축 방향 유속이 증가하고 프로펠러 회전 방향의 선회류가 발생된 것을 볼 수 있다. 특히 프로펠러 후류 유관의 안쪽으로 볼 수 있는 프로펠러 원판 내에서의 유속 분포의 차이는 프로펠러에 의한 유속 변화를 잘 보여주고 있다. Fig. 11 (c)을 보면 프로펠러의 작용에 의한 축 방향 속도의 증가는 유속 증가량이 가장 큰 우현 쪽의 프로펠러 반경 60% 부근을 제외하면 회전 방향으로 상당히 고르게 나타나고 있다. 프로펠러에 의해 유기된 선회류의 회전방향 속도 분포도 축방향 유속 증가와는 좀 차이가 있지만 Fig. 11 (a)에 나타난 전속도 분포와는 달리 비교적 고른 분포를 보여준다. 이는 프로펠러 원판의 좌, 우현에서 유효 받음각의 차이로 인한 프로펠러 하중의 차이가 발생하였음에도 불구하고 프로펠러가 회전하면서 유기한 속도는 일부영역을 제외하면 균일하다는 것을 보여준다. Fig. 12는 좀더 후류(-0.3383 st.)에서의 유속 변화를 같은 방법으로 나타낸 것이다. Fig. 11의 경우와 대체로 유사한 특징을 보여주나 대체로 유속 분포가 상대적으로 완만하게 나타났다. Fig. 12 (a)에는 프로펠러 후류가 좌현 쪽으로 약간 치우쳐 나타났는데 이는 시험부 또는 그 후방의 터널 유동이 모형선과평행하지 못한 때문이라 짐작되나 정확한 원인은 알 수 없다. Fig. 12(c)는 후류로 가면서 프로펠러에 의한 축 방향 속도 증가가 줄어들고 그 분포가



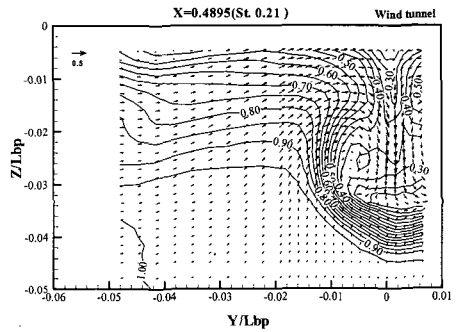
(a) 1.5 station (CNU-WT)



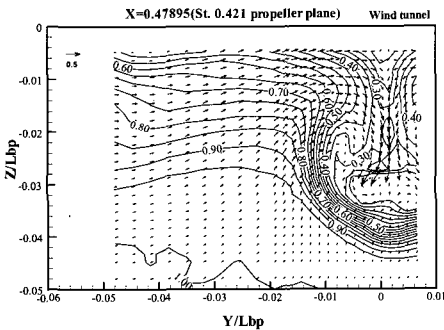
(d) 0.421 station (KRISO-TT)



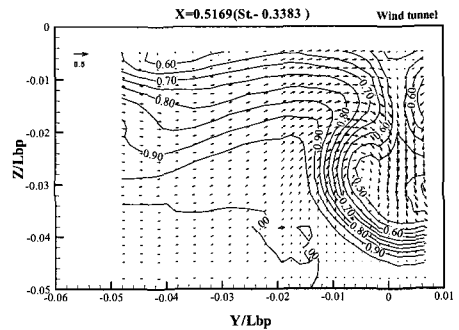
(b) 1.0 station (CNU-WT)



(e) 0.21 station (CNU-WT)

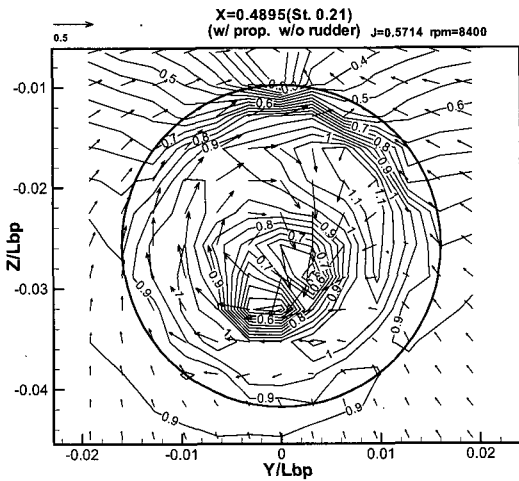


(c) 0.421 station (CNU-WT)

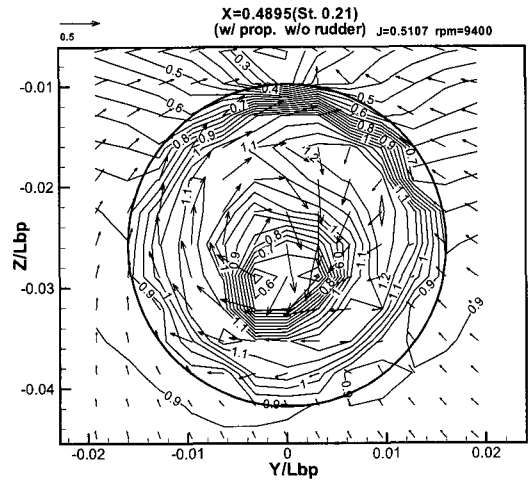


(f) -0.3383 station (CNU-WT)

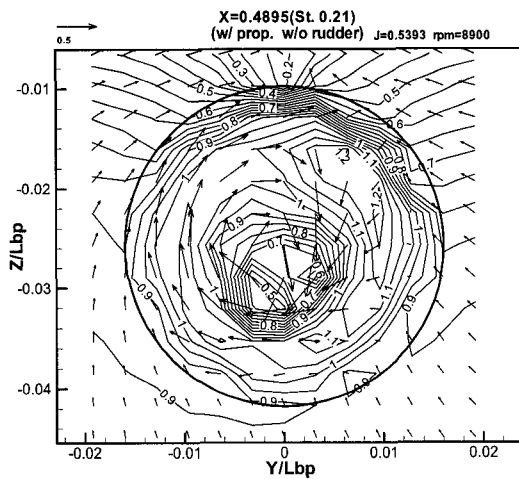
Fig. 9 Contours of axial velocity and transverse vectors



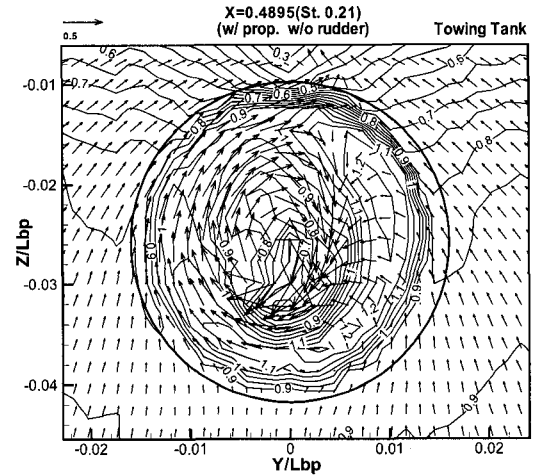
(a) 8400 RPM (CNU-WT)



(c) 9400 RPM (CNU-WT)



(b) 8900 RPM (CNU-WT)



(d) KRISO-TT

Fig. 10 Velocity distribution for different propeller rotations (0.21 station)

완만해진 것과 달리 선회류의 회전방향 속도는그
다지 크게 줄지 않고 일부 영역에서는 오히려 증
가한 것을 보여준다. 이는 프로펠러에 의해서 유
기된 선회류가 이 위치에서도 계속 발달하고 있다
는 것을 의미한다.

4. 결 언

액화천연가스 운반선 이중모형을 대상으로 나선
선미 유속분포 및 프로펠러가 작동하는 상태에서
프로펠러 후류 평균 유속을 예측하기 위하여 총남

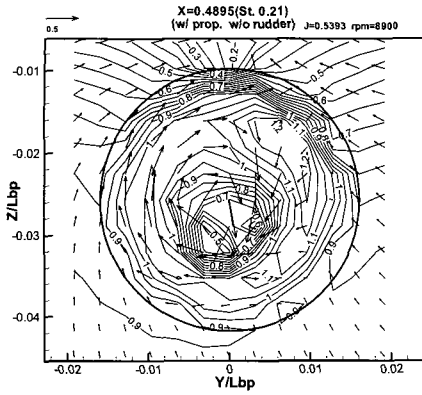


Fig. 11(a) propeller rotating condition (0.21 station)

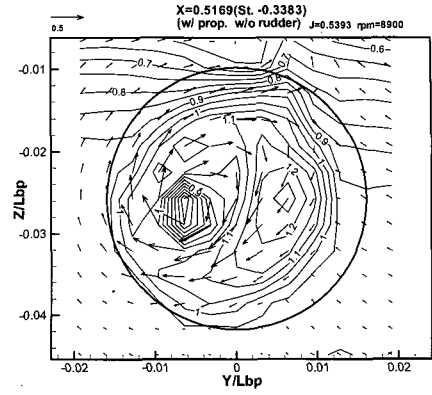


Fig. 12(a) propeller rotating condition (-0.3383 station)

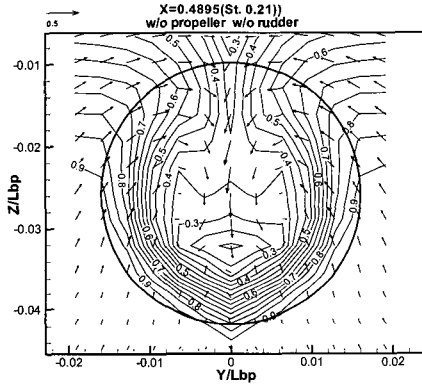


Fig. 11(b) bare hull condition (0.21 station)

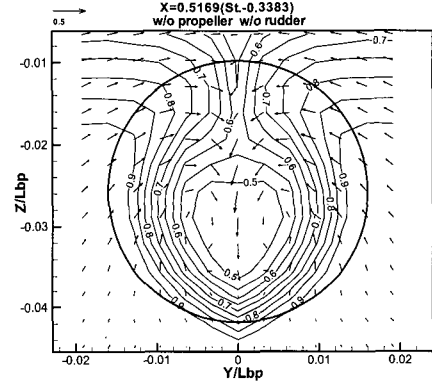


Fig. 12(b) bare hull condition (-0.3383 station)

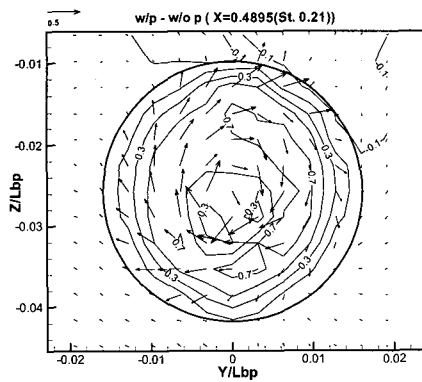


Fig. 11(c) Difference of velocity between (a) and (b)

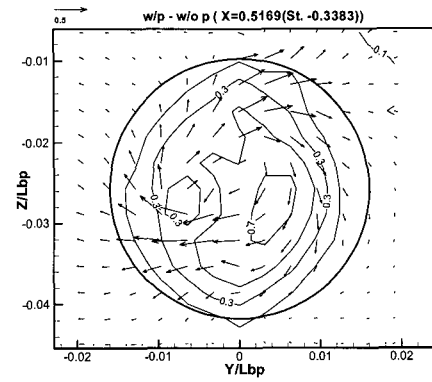


Fig. 12(c) Difference of velocity between (a) and (b)

Fig. 11,12 Change of velocity due to the propeller action (0.21 and -0.3383 stations)

대학교 중형 아음속 풍동에서 실험을 수행하였다. 5공 피토관을 사용하여 이중모형 선미와 후류의 평균 유속을 계측함으로써 프로펠러 면을 포함한 선미 부근 전단 유동에 대한 유속 자료를 얻었다. 또한 후류의 유속 분포를 나선 상태에 대한 계측 결과와 비교함으로써 프로펠러에 의한 선미 유속의 변화를 조사하였다. 동일한 위치에서 계측한 두 유속 벡터의 차로부터 좌, 우현에서의 프로펠러 하중의 차이와 이로 인한 축방향 속도 증가량의 차이 그리고 이와 달리 비교적 균일한 선회류가 프로펠러에 의해서 유기됨을 보였다.

한편, 본 연구에서 계측된 KLNG 이중모형 선미 및 후류의 유속 분포는 동일한 선형에 대한 KRISO 예인수조 계측 결과와 대체로 잘 일치하였으며, 이러한 사실로부터 자유 수면을 대칭면으로 근사한 이중모형의 풍동실험을 통하여 선미와 후류의 전단유동에 대한 신뢰할 수 있는 정보를 얻을 수 있음을 확인하였다.

후 기

본 논문은 한국해양연구원과 첨단조선공학연구센터(ASERC)의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. 위 기관의 후원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김우전, 김도현, 윤현세, 문덕용, 반석호, 1997, "반류 계측용 5공 피토관의 캘리브레이션 방법에 관한 연구," 대한조선학회 논문집, 제 34권 제 2호, pp. 11-19.
- 김우전, 반석호, 김도현, 이춘주, 2000, "선미선형을 변화시킨 두 척의 KRISO 300K VLCC 모형 주위의 유동과 저항추진 특성에 대한 실험적 연구," 대한조선학회 논문집, 제 37권, 제 3호. pp.11-20.
- 김학록, 이상준, 1999a, "KRISO 300K VLCC 이중

모형선의 유동특성에 대한 풍동실험 연구" 대한조선학회 논문집, 제 36권, 제 3호, pp.15-21.

- 김학록, 이상준, 1999b, "KRISO 3600TEU 컨테이너 모형선 주위 유동의 난류구조에 관한 실험적 연구" 대한조선학회 논문집, 제 36권, 제 3호, pp.8-14.
- 반석호, 김우전, 김도현, 2000, "KRISO 3600TEU 컨테이너선모형 주위의 국부유동 계측에 관한 연구," 대한조선학회 논문집, 제 37권, 제 3호, pp.1-10.
- 반석호, 윤현세, 이영연, 박일룡, 이춘주, 김우전, 2003, "KRISO 138K LNG운반선 모형 주위의 국부 유동장 계측," 대한조선학회 논문집, 제 40권, 제 2호, pp.1-10.
- 백부근, 이상준, 2004, "회전하는 선박프로펠러 전방 유입류에 대한 PIV 속도장 측정" 대한조선학회 논문집, 제 41권, 4호, pp.30-37.
- Wright, M.A., 1970, "The evaluation of a simplified form of presentation for five-hole spherical and hemispherical pitotmeter calibration data," Journal of Physics E: Scientific Instruments, Vol. 3, pp.356-362.



< 김 병 준 >



< 최 순 호 >



< 김 형 태 >



< 반 석 호 >