

초고속선을 위한 공기유입 물제트 추진기 개발

이진태*, 문일성*, 박영하*, 김경열*, 김기섭*

Development of a Ventilating Waterjet Propulsor for Super-High Speed Ships

by

J.-T. Lee*, I.-S. Moon*, Y.-H. Park*, K.-Y. Kim*, K.-S. Kim*

요 약

초고속선의 추진기로 새로이 주목받고 있는 공기유입 물제트 추진기에 대한 타당성을 검토하였다. 본 추진기는 벤틸레이션 상태에서 작동되므로 완전캐비테이션 단면을 사용하여 로터를 설계하였다. 즉 쐐기형(wedge type) 단면과 캐비테이터형(cavitator type) 단면을 갖는 로터 2종류를 설계·제작하여 모형시험을 수행하였다. 로터는 일반적인 덕트-프로펠러에서 채택하고 있는 Kaplan형 프로펠러 형상을 선택하였다.

캐비테이션 터널 시험부를 개조하여 공기유입 물제트 추진기의 단독특성시험을 수행하였으며, 레이저 유속계를 이용하여 노즐 내부 속도를 엄밀하게 측정하였다. 단독특성 시험은 개조된 캐비테이션 터널의 시험부에서 수행되었으며 완전침수(fully-submerged)상태와 자유분출(free-jet)상태에서 수행되었다. 자유분출상태에서는 후류공기가 유입되어 벤틸레이션 현상이 발생하였으며, 특히 캐비테이터형 단면을 갖는 KP447 로터의 경우 낮은 전진계수에서 작동시킬 경우 완전캐비테이션이 발생하여 성능특성이 크게 변화하였다. 날개 압력면의 뒷날 부근에 높이가 다른 띠를 각각 부착시켜 양력 증가장치로 사용하였으며 이에 의한 추력과 토오크 변화를 측정하였다.

Abstracts

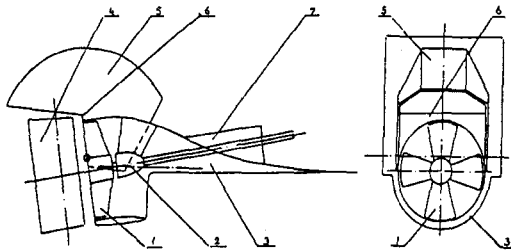
A feasibility study is performed for practical application of a Ventilating Water-Jet (VWJ) propulsor which attracts new attention as a candidate propulsor for super-high speed vessels. Super-cavitating foil sections are adopted for the rotor blades since the rotor is operating at ventilating condition. Wedge type and cavitator type foil sections are used for the design of rotor blades. Other geometric characteristics of rotors are selected from the Kaplan type ducted propeller rotors. The test section of KRISO cavitation tunnel is modified to perform open-water tests of the VWJ propulsors. The tests are performed both at fully-submerged and free-jet conditions. Ventilation occurred at the free-jet condition by sucking the air in the downstream side of the rotor, which easily develops as super-cavitation when the rotor operates at lower advance coefficients. Spoilers are attached at the trailing end of the pressure side of the blade section, in order to increase the lift force.

1. 서 언

초고속 선박용 추진기로서 완전캐비테이션 프로펠러(Super-Cavitation Propeller), 표면침투 프로펠러(Surface Piercing Propeller), 물제트 추진기(Water-jet Propulsor) 등이 널리 사용되고 있다. 이들은 각 추진기 별로 장단점이 있으며 선박이 요구하는 성능에 맞추어 적절한 추진기를 선정하여야 한다[1,2].

80노트 이상의 초고속선의 추진기로 새로이 주목받고 있는 공기유입 물제트 추진기 (VWJ: Ventilating Water-Jet propulsor)는 고속 추진 시의 캐비테이션 문제를 극복하기 위해 캐비테이션 발생부위에 공기를 유입시킴으로써 캐비테이션에 의한 피해를 최소화 하기 위한 장치이다.

캐비테이션에 의한 소음·진동 증가, 침식발생 등은 캐비테이션이 붕괴될 때 발생하는 높은 충격압력에 기인한다. 캐비테이션에 의한 충격압력을 줄이기 위해 캐비테이션 내부에 공기가 유입되도록 하여 붕괴시 완충작용을 유도하는 경우가 있으며 이러한 공기 유입현상을 벤틸레이션(ventilation) 이라고 한다.



1-axial pump(impeller); 2-propeller shaft and bracket; 3-water conduct; 4-rudder; 5-reversing shutter; 6-limit sheet; 7-shaft seal and thrust bearing

Fig. 1: A typical VWJ propulsor arrangement.

공기유입 물제트 추진기는 Fig. 1에서 보인 바와 같이 물의 유입을 유도하는 유관(water

conduit)과 물을 가속시키는 축류펌프(axial pump)로 구성되어 있다. 축류 펌프의 로터(rotor)를 유관의 마지막 부근인 배출구 끝에 설치하여 작동 중 후류 공기가 캐비테이션 내부로 유입되도록 하는 장치이다.

로터가 고속회전 하게되면 로터 날개면 중 압력이 낮아지는 흡입면(suction side)에는 캐비테이션이 발생하게 된다. 캐비테이션 내부 압력은 주위 대기압 보다 낮기 때문에 물제트 후류 바깥쪽의 공기가 유입되게 되어 벤틸레이션 현상이 발생하게 된다. 이러한 벤틸레이션 현상을 이용하여 초고속선용 추진장치에 사용하려는 장치가 공기유입 물제트 추진기이다.

2. 공기유입 물제트 추진기 설계

2.1 로터 날개단면 설계

공기유입 물제트 추진기는 벤틸레이션 상태에서 작동하기 때문에 공기흡입을 유도할 수 있는 단면을 선택하여야 된다. 프로펠러에 사용되고 있는 일반적인 날개단면은 캐비테이션 발생 시 불안정한 특성을 보이므로 본 연구에서는 완전캐비테이션 날개단면으로 썸기형 단면과 캐비테이터형 단면을 채택하였다.

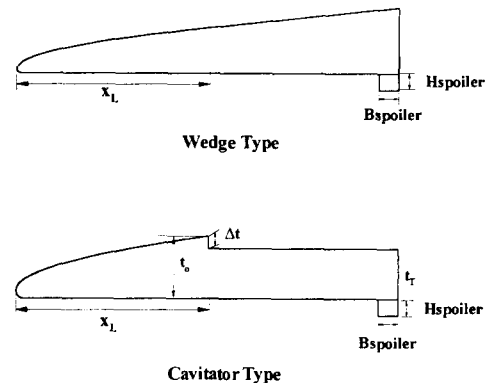


Fig. 2: Drawing of the applied blade sections. (wedge type and cavitator type)

완전캐비테이션 날개단면 중 가장 쉽게 생각할 수 있는 단면으로서 썰기형 단면을 설계하였다. 그 날개형상은 앞날반경(leading edge radius: ρ)을 갖는 포물선 식을 이용하여 다음과 같이 표현하였다 (Fig. 2).

$$t_L(x) = \sqrt{2\rho x} + \rho, \quad 0 < x < x_L$$

$$t_T(x) = bx + c, \quad x_L < x < 1.0$$

여기서 $t_L(x)$ 와 $t_T(x)$ 는 각각 x_L 이전과 이후 영역에서 두께분포이며, b, c 는 형상에 의해 결정되는 상수이다. 즉 날개앞날로부터 일정거리(x_L)까지는 포물선(parabolic)형상을 갖도록 하고 그 위치로부터 날개뒷날(trailing edge)까지는 기울기가 일정하게 유지되는 직선형상을 갖는 단면을 썰기형 단면으로 정의하였다. 이때 최대 날개두께(t_0)는 날개뒷날에 위치한다. 썰기형 단면은 부하가 크지 않을 경우에는 뒷날 캐비테이션(base cavitation)을 발생시키나, 부하가 증가되어 날개 앞날 부근에 캐비테이션이 발생하게 되면 갑자기 날개 전체를 덮게되어 완전캐비테이션 상태에 도달한다. 이와같이 날개 전체가 갑자기 완전캐비테이션 상태로 변하는 현상을 극복하기 위해 날개 흡입면의 특정부위에 캐비테이션 발생을 유도하는 형상인 캐비테이터형 날개단면을 설계하였다.

캐비테이터형 단면은 앞날에서부터 최대두께(t_0)를 갖는 일정위치(x_L)까지는 포물선(parabolic)형상을 유지하고 그 이후는 하향계단식 턱이 쳐서 날개 뒷날까지는 균일한 두께분포를 갖도록 설계하였다. 즉,

$$t_L(x) = \sqrt{2\rho x} + \rho, \quad 0 < x < x_L$$

$$t_T(x) = \frac{(t_0 - \Delta t) - t_T}{1 - x_L} (1 - x) + t_T, \quad x_L < x < 1.0$$

이 단면은 날개 앞날 부근이 포물선 형상을 갖

기 때문에 썰기형 단면과 비슷한 유체역학적 특성을 갖으리라 예상되나 두 단면이 동일한 최대두께를 가질 때에는 썰기형 단면에 비해 큰 앞날반경을 갖게 된다.

캐비테이터형 단면에서는 캐비테이터의 위치를 적절히 설정하여 캐비테이션 발생 범위를 조절할 수 있다. 따라서 보다 넓은 전진계수 범위에서 안정적인 캐비테이션 발생을 유도할 수 있다.[3,4]

2.2 로터 날개 형상 설계

공기유입 물체트 추진기는 일반적인 덕트-프로펠러와 같이 로터가 덕트 내부에서 작동하는 유사한 점을 가지고 있으므로 일반적인 덕트-프로펠러에서 널리 채택하고 있는 Kaplan형의 프로펠러 형상을 선택하여 로터를 설계하였다.

반경방향의 피치분포는 일정하게 하였으며 양력증가장치(spoiler)를 장착할 것을 감안하여 캠버와 스류가 없는 형상을 선택하였다. 또한 전계면적비를 0.5로 하고 반경방향의 코오드 길이는 가급적 선형적으로 증가시켰다.

Fig. 3에 설계된 프로펠러의 형상을 도시하였으며 썰기형 단면을 적용하여 설계된 로터(KP446)와 캐비테이터형 단면을 적용한 로터(KP447)의 날개 전개도면과 단면형상은 Fig. 4에 보인다.

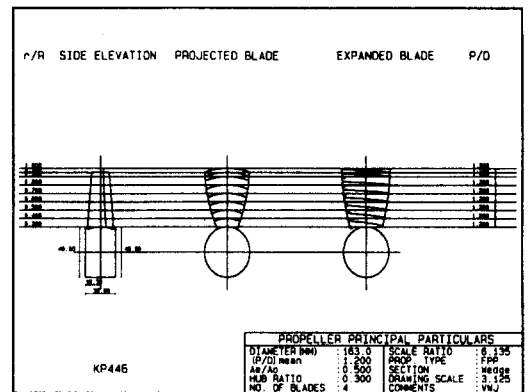


Fig. 3: Geometric characteristics of the rotor. (KP446)

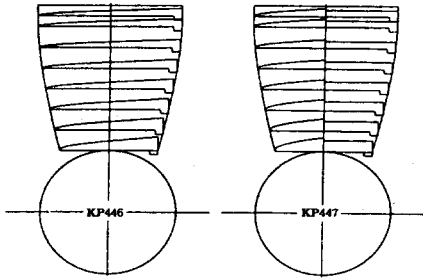


Fig. 4: Blade contour and blade section configuration of the rotor.(KP446, KP447)

2.3 양력 증가장치 (spoiler)

완전캐비테이션이 발생하여 날개의 흡입면 전체가 캐비테이션으로 덮이게 되면 양력이 급격히 감소하여 추력상실(thrust breakdown) 현상이 발생된다. 이러한 현상이 선속이 가속될때 발생하게 되면 프로펠러 회전수를 아무리 증가시켜도 추력은 증가되지 않는 공회전 현상이 발생된다. 양력 증가장치를 장착하게 되면 날개 압력면의 압력을 증가시켜 축 회전수 변화에 따라 양력을 증가시킬 수 있다.

양력 증가장치는 Fig. 2에 보인 바와 같이 날개 압력면의 뒷날부근에 일정두께의 띠를 부착하였다. 완전캐비테이션 이론에 의하면 날개 뒷날에 하중분포가 집중되어 있는 날개단면은 높은 양력/항력 비를 갖는다.

압력면에 설치되는 띠의 두께는 보통 코오드 길이의 1~2%가 되도록 설계되며, 당 연구에서는 폭1.5mm, 높이1.0mm와 1.5mm 2종류 두께의 띠를 로터에 부착하여 시험하였다.

3. 공기유입 물제트 추진기 모형시험

3.1 캐비테이션 터널 시험부 개조

캐비테이션 터널 상류 수축부로부터 시험부까지의 유동을 균일하게 가속하기 위하여 Fig. 5에 보인 바와 같은 노즐을 시험부에 설치하였다. 로터가 설치될 부근 노즐 후부는 투명한 아크릴 재질로

제작하여 로터 날개에 발생하는 캐비테이션 관찰이 가능토록 하였다.

노즐 내부의 압력을 계측하여 노즐 내부속도를 추정하기 위하여 노즐 출구부근에 압력공을 뚫어 터널 수축부 상류와 노즐 내부와의 압력차이를 계측함으로써 노즐 내부속도를 추정할 수 있도록 하였다.

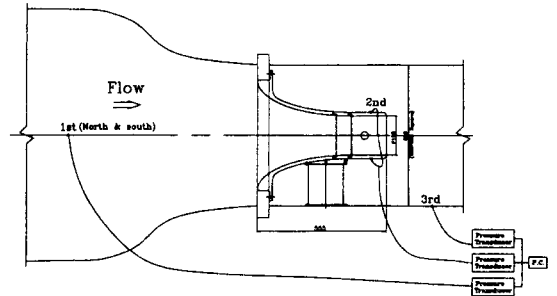


Fig. 5: Modification of the test section and the pressure pickup arrangement at the KRISO cavitation tunnel.

3.2 레이저 유속계를 이용한 노즐 내부속도 계측

레이저 유속계(LDV: Laser Doppler Velocimetry system)는 주변 유체를 교란하지 않으면서 원하는 부분의 유속을 정확히 계측할 수 있는 장치이다. 당 연구에서는 벤틸레이팅 상태에서 노즐 내부의 유속을 계측하기 위해, 노즐 외부벽과 터널 관찰창을 연결하는 원통을 설치하고 원통 내부에 물을 채워 레이저 빛이 동일한 매체를 통과하여 노즐내부에 도달케 하였다. 사용된 유속계는 6W Ar-Ion 레이저 광원을 사용하며 2방향 속도성분 동시계측이 가능한 유속계이나 당 연구에서는 축방향 속도만을 계측하였다.

3.3 터널 내부압력 계측

캐비테이션 터널에서의 일반적인 시험은 프로펠러 설치위치에서 상류와 하류의 압력 차이가 없도록 수행된다. 공기유입 물제트 추진기 시험시에는 노즐을 통하여 상류의 물이 하류로 분출되므로 상류

와 하류사이의 압력차가 존재한다. 특히 자유분출 상태로 작동될 시에는 하류는 대기압 상태가 된다. 노즐 내부의 압력을 계측하기 위하여 Fig. 5에 보인 바와 같이 압력 계측용 센서를 연결하였으며 터널 상부에 비닐튜브를 설치하여 수두를 눈으로 직접 확인할 수 있도록 하였다.

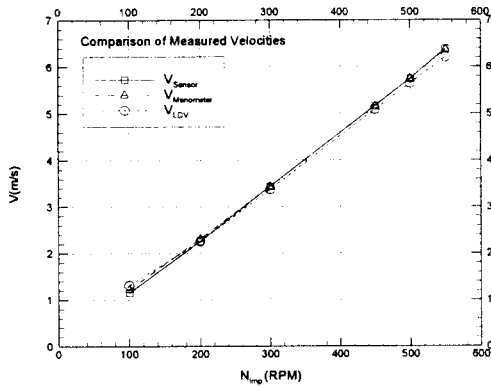


Fig. 6: Comparison of measured velocities inside the nozzle by using a pressure pick up, manometer and LDV system (w/o rotor, fully submerged)

Fig. 6은 터널 임펠러 회전수 변화에 따른 노즐 내부유속 계측치를 보여준다. 계측치는 내부 상대압력 계측에 의한 속도추정, 마노미터에 의한 속도추정 및 레이저 유속계에 의한 직접계측 값이다.

로터가 없을 경우 3종류 계측방법에 의한 계측치가 서로 일치함을 보여주고 있으나, 로터가 작동할 경우 터널 수축부 상류에서의 유속이 불균일해져서 Bernoulli 방정식 적용이 어렵게 된다. 로터 작동 시 유체속도는 레이저 유속계에 의한 계측속도를 기준으로 하였다. 자유분출 상태에서 계측된 노즐 내부유속은 반경방향 위치변화에 따라 균일함을 확인하였다.

3.4 시험범위

날개단면이 다른 2개의 로터에 대하여, 양력 증가장치(spoiler)를 각각 3종류(0mm, 1.0mm, 1.5mm)로 변화시켜 6종류 로터에 대한 시험을 수

행하였다. 각 로터에 대한 실험은 터널내부에 물이 가득 찬 완전침수상태와 자유분출상태에서 수행되었으며, 임펠러 회전수 변화, 로터 회전수 변화에 따른 추력 및 토크 값을 계측하였다.

3.5 KP446 로터를 장착한 시험

단독시험은 주어진 터널 임펠러 회전수에서 로터의 회전수를 변화시켜 전진계수($J_Q = V_{LDV} / nD$)가 변화할 때의 추력계수($K_T = T / \rho n^2 D^4$)와 토크계수($K_Q = Q / \rho n^2 D^5$)를 계측하면서 수행되었다. 여기에서 V_{LDV} 는 레이저 유속계에 계측한 노즐내부속도, n 은 축회전수, D 는 임펠러 직경을 뜻하며 전진계수에 사용된 전진속도는 노즐내부 유속을 기준으로 하였다.

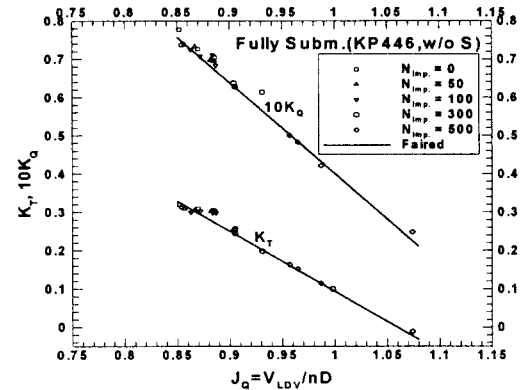


Fig. 7: Open-water test results for KP446 at fully-submerged condition. (Diam.=163mm, w/o spoiler)

Fig. 7은 완전침수상태에서 KP446 로터를 장착한 추진기의 단독시험결과를 보여준다. 임펠러 회전수를 0, 50, 100, 300, 500rpm으로 변화시키면서 시험을 수행하였으며 임펠러 회전수가 낮은 경우에도 로터의 회전에 의하여 노즐 내부속도가 발생하기 때문에 전진계수를 0.85이하로 낮추기가 어려웠다. 임펠러 회전수 변화에 따른 단독특성값이 차이가 있었으나 비교적 높은 레이놀즈 수에서 얻어진

안정적인 값으로부터 기준선을 도출하였다.

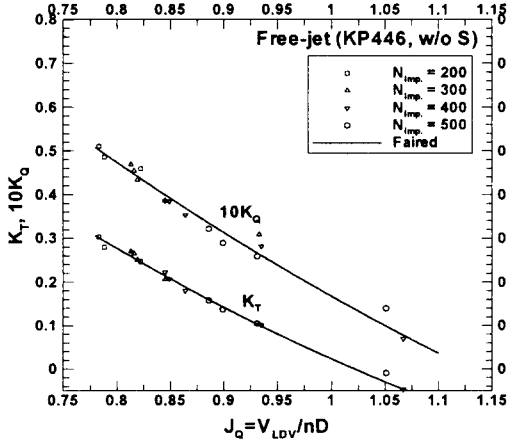


Fig. 8: Open-water test results for KP446 at free-jet condition. (Diam= 163mm, w/o spoiler)

Fig. 8은 자유분출상태에서의 단독시험 결과이다. 저부하 상태에서는 뒷날 캐비테이션(base cavitation)이 발생하나 전진계수가 낮은 고부하 상태에서는 날개 앞날에서 발생하는 캐비테이션이 날개 흡입면 전체를 덮는 완전캐비테이션 현상이 발생하였다. 캐비테이션이 추력과 토크에 미치는 영향을 살펴보기 위해 계측 시 캐비테이션 발생 특성을 동시에 스케치하였다. 동일한 전진계수에서의 추력계수 및 토크계수 값은 완전침수 상태에 비하여 감소하였다.

3.6 KP447 로터를 장착한 시험

캐비테이터형 단면을 갖는 로터(KP447)를 장착한 공기유입 물체트 추진기의 단독 특성시험을 수행하였다. Fig. 9는 완전침수상태에서의 시험결과를 보여준다.

캐비테이터형 단면은 작동조건에 따라 캐비테이션 발생부위가 변화되도록 설계되었으며 캐비테이션 발생부위 변화에 따라 단독특성이 급격히 달라진다. 또한 캐비테이션 발생부위는 같은 전진계수일 경우에도 임펠러와 로터 회전수에 따라 차이가 있으므로 단독특성곡선 작성시 캐비테이션 발생부위를 같이 표시하였다.

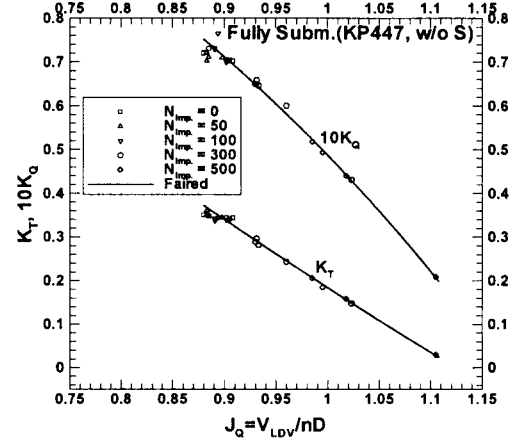


Fig. 9: Open-water test results for KP447 at fully-submerged condition. (Diam = 163mm, w/o spoiler)

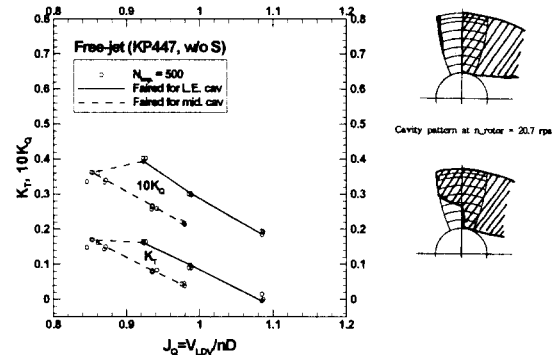


Fig. 10.a: Hysterical behavior of cavity pattern of the KP447 rotor blade at free-jet condition. (N_impeller=500 rpm)

자유분출상태에서 임펠러 회전수가 500rpm 일 경우의 단독특성을 Fig. 10.a에 보였다. 시험은 로터회전수가 30rps 일 때 터널내부 물을 빼내어 자유분출 상태를 구현한 후 로터 회전수를 증가시켜 전진계수를 감소키면서 수행되었다. 로터 회전수가 42rps($J_Q=0.922$)까지 증가될 때까지는 뒷날 캐비테이션이 발생하였으며 날개 앞날의 일부분만이 캐비테이션으로 덮여 있다. 로터 회전수가 45rps ($J_Q=0.852$)로 증가하면서 캐비테이션은 단면 중

양부에 위치한 캐비테이터로부터 날개뒷날까지 덮게 되며(중간 캐비테이션 상태) 그에 따라 전진계수, 추력계수와 토크 계수가 급격히 변화하게 된다. 일단 캐비테이션이 캐비테이터 후부를 덮게되면 로터 회전수를 감소시켜 전진계수를 크게 하여도 캐비테이션은 감소하지 않으며 계속하여 캐비테이터 후부에 남게된다. 로터 회전수가 42rps인 경우 캐비테이션이 날개 앞날에 발생한 경우와 중간 캐비테이션 발생후 로터 회전수를 다시 42rps로 낮추어도 계속적으로 중간 캐비테이션 상태를 유지하고 있는 스케치를 같이 보였다.

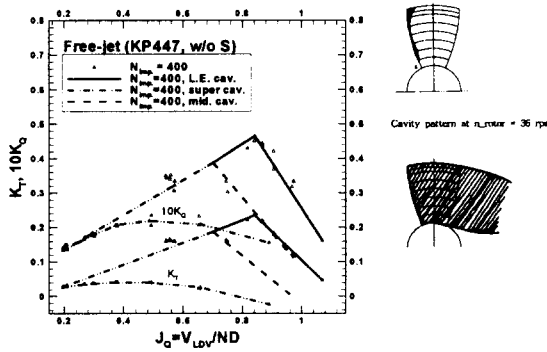


Fig. 10.b: Hysterical behavior of cavity pattern of the KP447 rotor blade at free-jet condition. (N_impeller=400 rpm)

임펠러 회전수 400rpm인 경우 자유분출상태에서의 시험결과를 Fig. 10.b에 보였다. 로터 회전수는 20rps에서 시작하였으며 36rps ($J_Q = 0.838$)까지는 날개앞날에 캐비테이션이 발생한 상태에서 작동된다. 로터 회전수를 증가시키면 캐비테이션 발생이 증가하여 캐비테이터 후부가 캐비테이션으로 덮이게 된다. 로터 회전수를 계속 증가시켜 43.4rps ($J_Q = 0.195$)에 이르면 날개 전체가 캐비테이션으로 덮이게 되는 완전캐비테이션 상태가 된다.

완전캐비테이션 상태가 되면 추력상실(thrust breakdown) 현상이 발생하며 로터 회전수를 더 이상 증가시켜도 추력은 증가하지 않는다. 이 상태에서 로터 회전수를 감소시켜 전진계수를 증가시켜

도 완전캐비테이션 상태는 계속적으로 유지된다. Fig. 10.b에서는 로터 회전수가 36rps일 때 날개 앞날에만 캐비테이션이 발생한 모습과 완전캐비테이션 발생 후 로터 회전수를 36rps로 낮춘 상태에서의 캐비테이션 발생형상을 같이 보여준다.

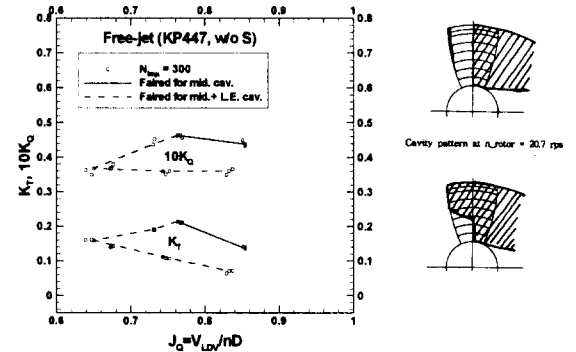


Fig. 10.c: Hysterical behavior of cavity pattern of the KP447 rotor blade at free-jet condition. (N_impeller=300 rpm)

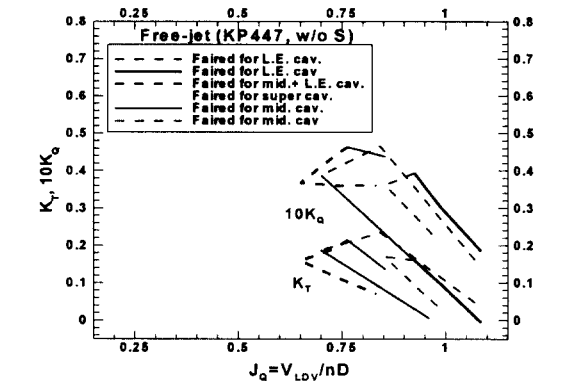


Fig. 10.d: Comparison of open-water characteristics of KP447 at free-jet condition.

임펠러 회전수 300rpm인 경우 자유분출상태에서의 특성을 Fig. 10.c에 보였다. 로터 회전수를 18rps부터 증가시키면서 시험을 수행하였으나, 이때 캐비테이터 후부는 이미 캐비테이션으로 덮여있었다. 이로부터 동일한 전진계수에서라도 임펠러 회전수 및 로터 회전수가 낮은 경우에는 캐비테이션이 쉽게 발생함을 알 수 있다. 로터 회전수가 20.7rps

인 경우 캐비테이터 후부가 캐비테이션에 의해 덮힌 상태와 완전캐비테이션 발생 직전 로터 회전수 감소에 의해 완전캐비테이션이 억제된 상태의 스케치를 같이 보였다. Fig. 10.d에 임펠러 회전수 차이에 따른 단독특성 곡선을 비교하였다.

3.7 계열 프로펠러와의 단독특성 비교

KP446과 KP447 로터를 갖는 공기유입 물체트 추진기의 단독특성시험 결과를 고속선용 프로펠러로 널리 사용되고 있는 Newton-Radar 시리즈 프로펠러 ($Z=4, A_E/A_0=0.5, P/D=1.05$)의 특성과 비교하였다.

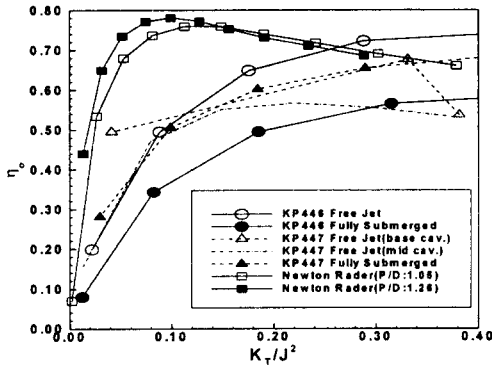


Fig. 11: Comparison of open-water efficiencies of the VWJ propulsors and a Newton-Radar series prop.

Fig. 11은 상기 추진기에 대하여 추력 부하계수 (K_T/J^2) 변화에 따른 추진효율을 비교하였다. Newton-Radar 프로펠러는 캐비테이션이 없는 상태에서의 단독효율이므로 고속 운항시 캐비테이션이 발생하게 되면 추진효율이 감소된다. 그러나 공기유입 물체트 추진기의 경우에는 캐비테이션이 발생하는 자유분출 상태에서 완전침수 상태보다 추진효율이 증가함을 알 수 있다. 또한 추력 부하계수가 큰 상태에서 추진효율이 상대적으로 높음을 알 수 있다.

3.8 양력 증가장치(spoiler) 부착 시 시험결과 로터 날개 압력면의 뒷날 부근에 폭 1.5mm, 높이 1.0mm와 1.5mm의 띠를 부착시켜 양력 증가장치로 사용하였으며 각 경우에 단독특성시험을 수행하였다.

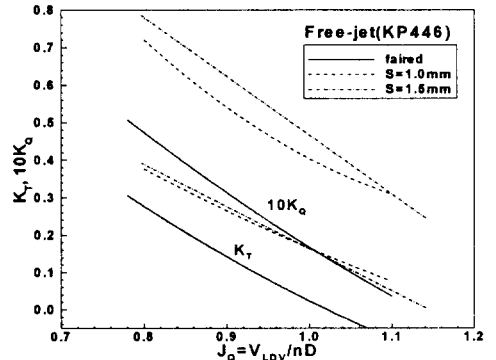


Fig. 12: Comparison of open-water characteristics of KP446. (w/ various spoiler heights at free-jet condition)

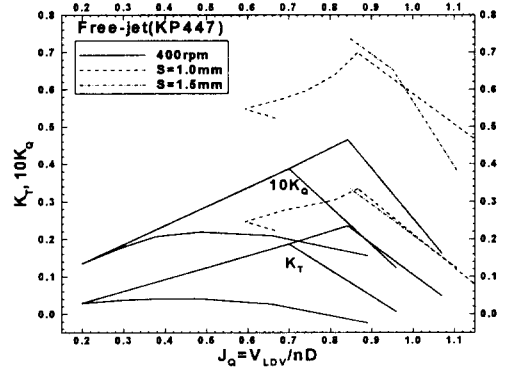


Fig. 13: Comparison of open-water characteristics of KP447. (w/ various spoiler heights, free-jet)

KP446 로터가 설치된 추진기가 자유분출상태에서 작동할 때 양력 증가장치 높이변화에 따른 단독특성곡선을 Fig. 12에서 비교하였다. 시험시 분출되는 제트 후류는 양력 증가장치가 없는 경우에 비하여 퍼진 상태로 분출되어 캐비테이션 관찰이 어

려왔다.

Fig. 13에서 KP447 로터가 완전침수상태에서 작동할 때 양력 증가장치 높이변화에 따른 단독 특성곡선을 비교하였다. 양력 증가장치의 높이는 1.0mm인 경우가 1.5mm의 경우보다 효과적임을 알 수 있다. 이는 양력 증가장치의 높이가 코오드 길이의 1%정도일 때 효율이 높다고 하는 다른 연구결과와 일치한다[3].

4. 결 언

새로운 개념의 초고속 선박용 추진기로 주목받고 있는 공기유입 물제트 추진기의 개발 및 실용화를 위한 준비단계로서 개념연구를 수행하였으며 그 결과를 다음과 같이 정리하였다.

- 공기유입 물제트 추진기의 로터를 완전캐비테이션 날개단면을 사용하여 설계하였다. 즉 쐐기형(wedge type) 단면과 캐비테이터형(cavitator type) 단면을 갖는 로터 2종류를 설계/제작하여 모형시험을 수행하였다. 로터는 일반적인 덕트-프로펠러에서 채택하고 있는 Kaplan형 프로펠러 형상을 선택하였다.

- 캐비테이션 터널 시험부를 개조하여 공기유입 물제트 추진기의 단독특성시험을 수행하였으며, 레이저 유속계를 이용하여 노즐 내부 속도를 엄밀하게 측정하였다.

- 단독특성시험은 개조된 캐비테이션 터널의 시험부에서 수행되었으며 완전침수상태와 자유분출상태에서 수행되었다. 자유분출상태에서는 후류공기가 유입되어 벤틸레이션 현상이 발생하였으며, 특히 캐

비테이터형 단면을 갖는 KP447 로터의 경우 낮은 전진계수에서 작동시킬 경우 완전캐비테이션이 발생하여 성능특성이 크게 변화하였다.

- 날개 압력면의 뒷날 부근에 폭 1.5mm, 높이 1.0mm와 1.5mm의 띠를 각각 부착시켜 양력 증가장치로 사용하였다. 양력 증가장치 부착으로 인하여 추력과 토오크가 증가함을 알 수 있었으며 높이 1.0mm의 양력 증가장치가 보다 효율적임을 알 수 있었다.

후 기

본 논문은 과기처 연구지원사업으로 수행되었던 내용의 일부이다.

참 고 문 헌

- [1] 이진태 외, "초고속 선박용 추진장치 개발," 한국기계연구소 보고서 UCN039-2065.D, 1997.12.
- [2.] 이진태, Y.M.Sadovnikov, "새로운 개념의 초고속 추진장치," '97초고속선 Workshop, 1997. 10.
- [3] Yegorov, I.T., Sadovnikov, Yu. M., Isayev, I.I., Basin, M.A., "Artificial cavitation", JPIS Publication #54423, English Translation of the Russian Monograph, 1971.
- [4] Ibragimova, T.B., Mavlyudov, M.A., Roussetsky, A.A., "Basic Principles of Propulsor Efficiency Comparisons", Fast '95, 1995.
- [5] Ponomarev, A.V., et al., "New Approaches to Improvement of Propulsive Performance and Seakeeping Qualities of High-Speed Vessels," Vol. 2, Proceedings of the FAST'95 Symposium, 1995, Germany.