

덕트형 수중추진기의 재질별 수중소음 특성에 관한 실험적 연구

A Experimental Study on the Underwater Noise Characteristics of Ducted Underwater Propeller made of Different Materials

정우진* · 강명환* · 이종주* · 신구균* · 정영래* · 김인학*

Woo Jin Jung, Myung Hwan Kang, Ju Jong Yi, Ku Kyun Shin, Young Rae Jung, In Hack Kim

1. 서 론

현대 수중무기들의 추진기로 덕트형 수중추진기 적용이 증가하고 있는 추세이며, 특히 저소음화를 위하여 복합재를 이용한 덕트형 수중추진기도 적용되는 추세이다.

덕트형 수중추진기의 소음은 크게 토널성 소음인 BPF 소음(Blade Passing Frequency Noise)과 광대역 소음인 공동소음(Cavitation Noise)이 있으며 이들 소음 해석은 매우 어려우므로 실험적 방법을 적용하는 것이 필요하다.

2013년 춘계학술대회에서는 국과연 보유 반무향실에서 재질별 덕트형 수중추진기의 공기중 가진시험과 임피던스 측정을 수행하고, 이들을 이용한 덕트형 수중추진기 재질별 소음수준을 비교하는 방법과 이 방법을 이용하여 덕트 재질별 소음수준 비교결과를 Fig. 1과 같이 소개한 바 있다.

본 논문에서는 공기중 소음특성 시험에 적용된 것과 동일한 재질들인 알루미늄과 복합재료인 CRP(Carbon Reinforced Plastic)와 GRP(Grass Reinforced Plastic) 등 3가지 재질로 제작된 덕트형 수중추진기들을 대상으로 대덕연구단지내 선박해양플랜트 연구소(KRISO)가 보유한 대형 공동수조(LCT, Large Cavitation Tunnel)에서 수행한 수중소음 시험결과들을 정리하였다.

2. 덕트형 수중추진기의 수중소음 실험

2.1 수중소음 실험방법

† 교신저자 : 국방과학연구소
E-mail : wjjung@add.re.kr
Tel : (055)540-6334, Fax : (055)542-3737
* 국방과학연구소

덕트형 수중추진기에서 발생하는 소음 경로는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 링로터(Ring Rotor)를 통한 추진기 추력 변동성분이 진동형태로 덕트를 가진하고 가진된 덕트에 의하여 외부로 소음이 전달되므로 수중환경에서 실물크기의 덕트형 수중추진기를 이용한 수중소음 측정이 가장 확실한 방법이다.

이를 위하여 Fig. 3과 같이 실물크기의 덕트형 수중추진기와 수중추진기가 장착될 몸체등을 수용할 수 있는 대형 공동수조(LCC)내부에 실물크기의 덕트형 수중추진기가 장착될 몸체부와 수중추진기를 회전시킬 수 있는 모터 및 덕트형 수중추진기를 설치하고, 일정 속력하에서 캐비테이션 수를 동일하게 조정되도록 모터 회전수를 변경하도록 하였다. 재질별 덕트형 수중추진기의 수중소음 측정은 덕트형 수중추진기의 끝단에서 일정간격 이격된 대형 공동수조 바닥면에 우레탄등을 이용하여 플러시 마운팅 형태(Flush Mounting Type)로 하이드로폰을 설치한 후 수중소음을 측정하였다.

2.2 수중소음 실험결과

본 논문에서 사용된 덕트형 수중추진기의 종류는 아래 Table 1과 같으며 덕트+링로터가 결합된 경우에 대한 수중소음을 측정하였다.

덕트형 수중추진기의 수중소음특성 실험에 사용된 덕트 및 링로터의 재질들은 Table 1에 나타내었다.

덕트형 수중추진기의 수중소음에 사용된 조건은 비공동상태에서 덕트형 수중추진기 회전수를 940RPM 과 1058RPM이 되도록 모터를 회전시켰다. 이때 플러시 마운팅 형태(Flush Mounting Type)의 하이드로폰을 이용하여 수중소음을 측정한 결과들은 Fig. 4와 Fig. 5에 수록하였다.

이 결과 알루미늄 덕트의 덕트형 수중추진기는 명음(Singing)으로 보이는 높은 성분을 포함하여 전반적

으로 수중소음이 높게 나타나고 있으나, 덕트가 복합 재질인 덕트형 수중추진기는 명음이 발생하지 않고, 전반적인 수중소음 수준도 알루미늄 덕트에 비하여 낮은 수중소음 수준을 보이고 있다. 이 경향은 저자들이 2013년 공기중 실험결과들을 이용하여 예측한 Fig. 1 의 경향과 유사하게 나타나고 있음도 확인할 수 있어 수중실험을 통하지 않고도 공기중 실험을 통하여 낮은 소음수준의 덕트형 수중추진기용 재질을 선정할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1 Materials of Duct and Ring Rotor

구분	재질	수량
덕트	알루미늄(AL)	1개
	CRP	1개
	GRP	1개
링로터	알루미늄(AL)	1개

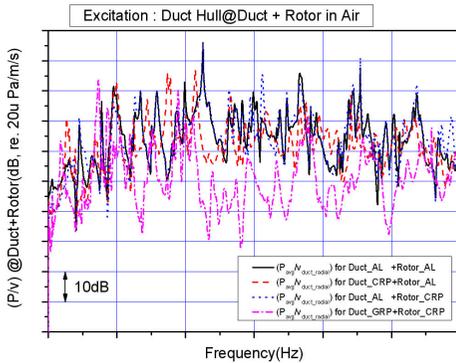


Fig. 1 Comparison of Ducted Propeller in Air

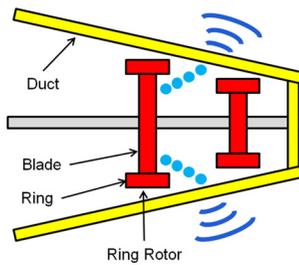


Fig. 2 Cutview of Ducted Underwater Propeller

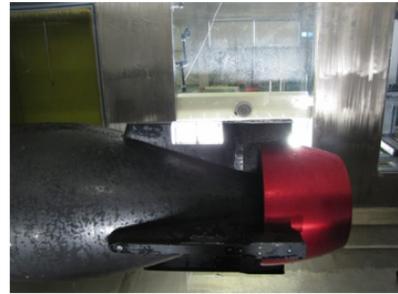


Fig. 3 Photo of Ducted Underwater Propeller in LCC of KRISO

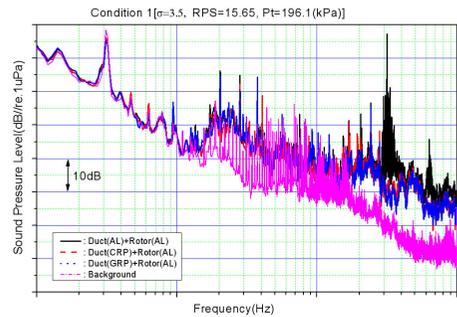


Fig. 4 Comparison of Ducted Propeller in Water at Condition 1

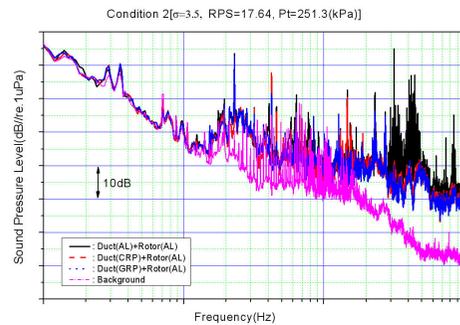


Fig. 5 Comparison of Ducted Propeller in Water at Condition 2

3. 결 론

덕트를 알루미늄과 복합재로 구성된 덕트형 수중 추진기의 수중소음을 측정된 결과, 공기중 시험결과들을 이용하여 예측한 낮은 수중소음을 나타내는 경우와 유사한 결과를 보이고 있어 향후 공기중 시험 결과들을 이용하여 덕트형 수중추진기의 저소음화에 필요한 재질들을 선정할 수 있을 것으로 판단된다.