

선저 소나돔의 유체소음원 특성 분석

Investigation of Flow Noise Source of Hull Mounted Sonar Dome

신구균†‡, 강명환*, 이종주*, 서영수*, 이경준**

Ku-Kyun Shin, Myengwhan Kang, Jong-Ju Yi, Youngsoo Seo and Kyung-Jun Lee

Key Words : Flow Noise(유체소음), Hull Mounted Sonar(선저 소나), sonar dome(소나돔), Turbulent Boundary Layer,(난류 경계층), Wall Pressure Fluctuation(벽면압력 변동).

ABSTRACT

The Hull Mounted Sonar Dome housing the sonar sensor array is a ship's structure protruded from ship bottom, which is under turbulent flow. The flow of sonar surface is highly disturbed and turbulent. In this case the wall pressure fluctuations within the turbulent boundary layer are one of the most important flow induced self noise sources of the SONAR system. We investigate the characteristics of the wall pressure fluctuations of the hull mounted sonar dome through the model test in the cavitation tunnel. This paper contains the wall pressure fluctuation spectra at various free stream velocities.

1. 서 론

소나(SONAR)는 음파를 발생시켜 수중에 전달하고 원거리의 표적에서 반사되어 오는 음파를 수신하여 수중 표적물을 탐지하는 장치이다. 소나의 음파를 발생시키는 장치인 배열센서는 일반적으로 선박의 선저에 노출되어야 하므로 운항 중 외부 환경으로부터의 보호를 위하여 소나돔 내부에 설치한다. 선박이 운항하면 소나돔 주위에는 유체 점성력에 의해 난류 경계층이 형성되고 난류 경계층 내 변동 압력은 소나돔을 통하여 내부에 설치된 배열센서에 전달되어 소나의 유동 유기 자체소음인 유체소음으로 작용한다. 자체소음은 표적으로부터 반사되어 오는 음향 신호를 마스킹하고 신호대 잡음비를 높혀 탐지 성능을 저하시키는 주요 요인이 된다.

본 연구에서는 유체소음의 주요 원인인 난류경계층 내 벽면 변동 압력이 소나돔에서의 위치 및 속력

에 따른 변화 특성을 캐비테이션 터널을 이용한 모선저형 실험을 통하여 측정하고 그 결과를 분석하였다.

2. 시험 모형 및 측정시스템

소나돔 표면 난류 경계층 내 벽면 변동 압력은 삼성중공업 대덕연구센터의 캐비테이션 터널을 이용하여 수행되었으며 모형은 Fig.1에서 보이는 바와 같이 실제 크기의 약 1/11 축적으로 제작되었으며 가능한 소나돔 모형을 크게 하기 위하여 선체는 전체 길이의 약 1/2만 제작하고 후부 형상은 흐름이 완만하도록 페어링하였다.

벽면 변동 압력은 소나돔의 중앙 위치를 따라 층류 경계층, 천이 경계층, 난류경계층 및 박리 위치 등을 고려하여 6개소에 설치하였다. 상세한 설치 위치는 Fig.2와 같다. 센서는 Strain-Gauge 방식의 Entran사의 Model EPE-L1을 사용하였으며 시험 유속은 4.0, 5.5, 6.5, 7.5 m/sec 조건에서 수행되었다.

3. 시험 결과

†, ‡ 교신저자, 발표자 ; 정희원, 국방과학연구소
E-mail : kkshin@add.re.kr

Tel : 055-540-6412 , Fax : 055-542-3737

* 국방과학연구소

** 삼성중공업

3.1 소나돔 주위 유동 특성

소나돔 주위 유동은 소나돔 정면의 정체점에서 하류로 이동하면서 국부적으로 유속이 가감속되며 난류 경계층의 두께는 점점 증가하는 특성을 가지고 있으며 특히 유속의 가감속에 따른 압력 구배는 벽면 변동 압력에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 한다. 소나돔 높이의 중앙 위치에서 소나돔 표면을 따라 17개 위치의 압력홀에서 각각의 유속에서 압력을 측정하고 무차원화한 후 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.



Fig. 1. Sonar dome model

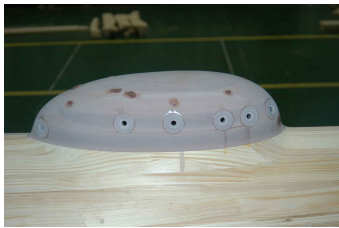


Fig. 2. Wall Pressure Fluctuation Measuring Location

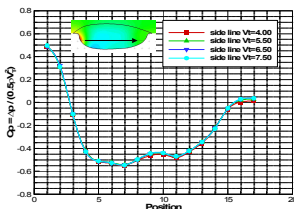


Fig. 3. Surface Pressure along the side of Sonar Dome

3.2 난류경계층내 벽면 변동 압력 측정 결과

소나돔 표면 각 위치에서의 유속별 벽면 변동 압력 스펙트럼을 측정하고 그 결과를 Fig. 4, 5에 나타내었다. 소나돔 표면의 벽면 변동 압력 스펙트럼의 개략적 형상은 1kHz ~ 2 kHz 이하의 주파수 대역에서는 평탄하고 그 이상의 주파수 대역에서는 감소하며 감소가 시작되는 주파수는 유속이 증가함에 따

라 증가하는 경향을 보인다. 이는 일반적인 평판에서의 특성을 그대로 따르는 것으로 유속이 증가함에 따라 난류 경계층의 두께가 얇아지고 난류 경계층 내 에디의 대류 속도 증가하기 때문이다. 각 센서별 위치에서의 변화 특성은 경계층 유동이 시작되는 소나돔의 앞부분(센서 번호 1)에서는 스펙트럼 준위가 낮고 후류로 갈수록 증가한다. 그러나 박리가 발생하는 위치(센서 번호 6)에서는 저주파수 대역에서는 스펙트럼 준위가 약간 높으나 고주파수 대역에서는 오히려 약간 낮아지는 경향을 보임을 알 수 있다. 유속이 증가할수록 모든 센서 위치에서의 스펙트럼 준위는 증가하며 특히 센서 번호 1 위치에서는 유속이 빨라지면서 난류 경계층의 시작점이 앞으로 이동함에 따라 스펙트럼 준위의 증가량이 다른 센서 위치에서 보다 큼을 알 수 있다.

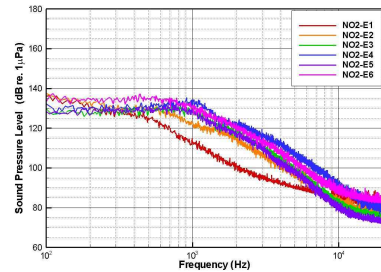


Fig. 4 Wall Pressure Fluctuations at free stream velocity 4.0m/sec

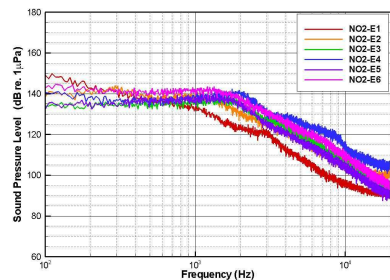


Fig. 5 Wall Pressure Fluctuations at free stream velocity 7.5m/sec

4. 결론

소나의 주요 자체소음원의 하나인 소나돔 표면 난류 경계층 내에서의 벽면 변동 압력에 대하여 모형 시험을 통하여 그 특성을 분석한 결과, 소나돔 표면의 위치 및 유속에 따른 벽면 변동 압력 스펙트럼의 변화 특성을 확인 할 수 있었다.