

잡음억제구조를 위한 원기둥형수중음향수신진동자의 류체동력학적해석

황은아, 박명일

수중음향수신진동자들에 대하여서는 많이 소개[1, 2]되었으나 주위환경잡음을 구조적으로 억제하기 위한 문제에 대하여 서술된것은 거의나 찾아볼수 없다.

우리는 물고기잡이배의 현측에 설치되어 물고기잡이그물의 상태를 수중통신방식으로 감시하는 끝식어선용수중음향수신진동자에서 회리를 비롯한 류체쓸림에 의한 잡음을 낮추기 위한 구조에 대하여 논의하였다.

1. ANSYS에 의한 원기둥형수중음향수신진동자의 류체동력학적해석

끝식수중음향수신진동자는 일반수중탐지기와는 달리 피동진동자로서 물고기잡이그물에 설치된 송신진동자에 의하여 그물의 벌림상태와 그물에 들어온 물고기상태, 물의 온도 등의 자료를 수중초음파로 수신하는 기능을 가지므로 환경잡음의 영향을 받는 경우 자료가 외곡되거나 수신이 불가능하게 된다. 다시말하여 배가 항해하면서 그물을 끌 때 배의 현측에 설치된 수신진동자는 매질경계면에서 류체흐름에 의한 쓸림잡음과 회리로 인하여 음향신호전달에서 불리한 영향을 받게 된다.

우리는 배가 항해할 때 나타나는 원기둥형진동자에서의 류체흐름모형을 ANSYS 10.0을 리용하여 해석하였다.

원기둥형진동자의 구조와 물속에서 나타나는 류체흐름모형은 그림 1과 같다.

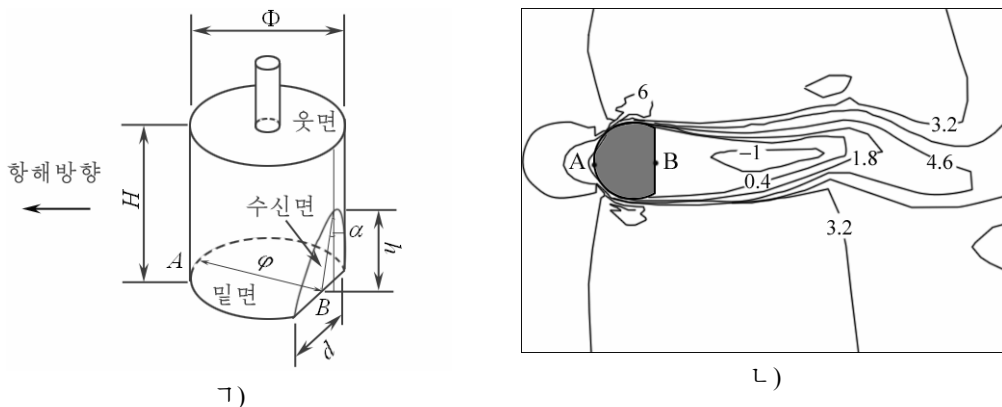


그림 1. 원기둥형진동자의 구조(㉠)와 류체흐름모형(㉡)
 H 는 원기둥의 높이, Φ 는 원주의 직경, α 는 수신면의 경사각,
 φ 와 d 는 진동자밑면의 직경과 경사면의 너비

그림 1에서 보는바와 같이 원기둥형진동자가 화살표방향으로 항해할 때 유체는 진동자경계면을 따라 감돌아 흐르면서 복잡한 유체흐름속도분포를 가진 뒤꼬리를 형성한다.

우리는 원기둥형진동자의 옷면(대칭원기둥면)과 밑면(비대칭원기둥면)에 대하여 2차원 유체흐름마당해석을 각각 진행하였다.

ANSYS해석에서 유체마당의 크기는 $2\text{m} \times 1\text{m}$, 요소형태는 FLUID141, 요소분할수는 6 500개로 하였으며 배의 항해속도는 6kn, 기타 매질경계면에서의 속도는 령으로 하고 파도해석과 조화해석을 하였다.

그림 1과 같은 유체흐름모형에 기초한 진동자경계면에서의 유체쓸림속도분포는 그림 2와 같다.

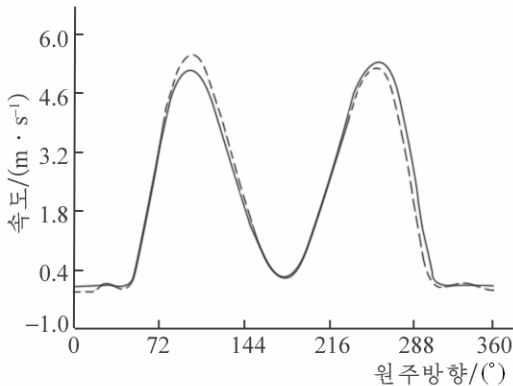


그림 2. 원기둥형진동자의 매질경계면에 따르는 유체쓸림속도분포
실선과 점선은 원기둥형진동자의 옷면과 밑면

그림 2에서 보는바와 같이 쓸림속도는 배의 항해방향을 기준으로 할 때 랑측면에서 극대값을 가지며 이러한 경향성은 수신진동자의 옷면과 밑면에서 거의나 차이가 없다. 동시에 유체흐름으로 인하여 원주랑측면에서 공동이 발생하므로 쓸림소음도 극대값을 가지며 진동자본체를 통하여 그안에 있는 압전사기요소에 전달되게 된다.

또한 그림 1의 L)에서와 같이 배의 항해방향과 반대쪽인 진동자뒤꼬리부분에서는 복잡한 유체속도분포가 나타나며 이러한 속도변화로 유체매질속에서 음향파동저항의 변화층이 형성되므로 음향에너지감쇠를 가져온다.

이상의 모의해석에 기초하여 유체속에서 진동자의 쓸림소음을 막기 위해서는 진동자뒤꼬리부에서 생기는 음향파동저항변화층의 길이를 감소시켜 유체흐름에 의한 영향을 작게 하여야 한다.

2. 실험 결과

압전사기요소로는 김일성종합대학 전자재료연구소에서 개발한 1S재료를 리용하였다. 압전사기의 경방향과 두께방향의 고유진동주파수는 각각 50, 200kHz이고 직경과 두께는 각각 39, 9.5mm이다.

압전사기요소를 물로부터 보호하기 위하여 폴리우레탄수지를 진동자앞면에 2.7mm 두께로, 금속부에는 약 2mm 되게 씌웠다.

먼저 원기둥형진동자의 측면으로 들어오는 쓸림소음의 영향을 밝히기 위하여 흡음층을 측면에만 형성한 구조와 흡음층이 없는 구조의 두 경우를 비교하였다.

흡음층은 발포률이 70배인 건설용발포수지를 리용하였으며 측정증폭기(《Bruel & Kjaer 2636》), 기억오실로그래프(《Tektronix TDS 2022B》), 러파기(《RFT 01017》)와 80hp 기관배를 측정에 리용하였다.

실험에서는 원기둥형진동자를 배의 현측에 수직되게 수심 0.5m인 깊이에 잠그고 고

정한 상태에서 6kn의 속도로 배가 항해할 때의 소음관계를 측정하였다.

측정된 소음값은 표와 같다.

표에서 보는바와 같이 소음막이를 하였을 때(흡음층이 있는 경우) 약 3배의 SN비 개선을 가져왔다.

다음으로 원기둥형진동자수신면의 경사각 α 의 변화에 따르는 수신신호의 세기를 측정하였다.

무지향성송파기진동자를 수심 20m 깊이에 고정설치하고 50kHz의 송신주파수에서 185dB의 음압과 임펄스너비 1.3ms, 주기 1s로 송신하였다.

$\alpha = 5, 10^\circ$ 의 경사를 가지는 원기둥형진동자를 비교하여 실험한데 의하면 경사각 10° 인 경우가 5° 인 경우에 비하여 측정거리가 약 350m 더 증가하였다.

우리는 이상의 실험을 통하여 끝식수신진동자를 원기둥형으로 설계하는 경우 쓸림소음막이구조와 경사구조를 가지는것이 합리적이며 ANSYS류체모의결과와 실험결과는 비교적 잘 일치한다는것을 확인하였다.

맺 는 말

그물감시기구용 원기둥형수신진동자의 류체동력학적해석을 ANSYS를 리용하여 진행하였다.

4mm 두께의 소음흡수층을 가진 원기둥형구조로 설계하였을 때 SN비가 약 3배, 경사구조로 설계하였을 때 통신거리가 약 1.5배 증가한다.

참 고 문 헌

- [1] T. Uchida; Jpn. J. Appl. Phys., 50, 07HE01, 2011.
- [2] K. Mori; Jpn. J. Appl. Phys., 50, 07HG09, 2011.

주체105(2016)년 4월 5일 원고접수

Fluid Dynamics Analysis of Cylindrical Underwater Acoustic Sensor for Noise Suppression Structure

Hwang Un A, Pak Myong Il

By using ANSYS a cylindrical underwater acoustic sensor is analyzed fluid dynamically for noise suppression structure and the structure which contributes to the reduction of the noise caused by fluid friction such as vortex in underwater is described. Research results show that signal-to-noise ratio in case of the structure with noise absorption layer of 4mm thickness is about 3 times higher and in case of the oblique incidence structure transmission distance is about 1.5 times longer.

Key words: noise suppression structure, fluid dynamics analysis, underwater acoustic sensor