

선내 곡률 반경에 적용 가능한 플렉서블 표면파 공진기 실험 연구

공진우* · 이학곤** · 김학선*** · 김부영**** · † 심우성

*,**,***㈜써니웨이브텍, ****선박해양플랜트연구소, † 선박해양플랜트연구소 해상디지털통합활용연계연구단

Experimental study of the Flexible surface wave Resonator for metal surface with radius of curvature

Jin-Woo Kong · Hak-Gon Lee** · Hak-Sun Kim*** · Bu-Young Kim**** · † Woo-Seong Shim*

,,***SunnyWaveTec Co., Ltd, Ulsan, 44919, Republic of Korea*

*****Maritime Digital Unit, KRISO, Dae-jeon, 34103, Republic of Korea*

† Unit Head, Maritime Digital Unit, KRISO, Dae-jeon, 34103, Republic of Korea

요 약 : 본 연구는 선박의 내부의 비금속 재질 등으로 인하여 표면파 공진기의 설치가 어려운 환경에서 이를 극복하는 방법으로 플렉서블 기판을 이용한 표면파 공진기의 적용 가능성에 대하여 제작 및 실험을 통해 확인하였다. 설계 제작된 플렉서블 공진기의 곡면구조에서 실험한 결과 평면구조에서 평면형 공진기보다 성능은 열화되지만, 곡면구조에서 평면형 공진기 대비 높은 전송속도를 확인하여 그 적용 가능성을 확인하였다. 본 실험을 통해 평면형 표면파 공진기가 부착되기 어려운 구조물에서도 금속체 표면과 통신이 가능할 것으로 생각되며, 선실 선교 등 내부가 비금속 포장재로 되어 있는 공간에서도 내부의 연결된 금속 파이프를 통해 선박 전 구간에서 최적의 금속체 표면과 통신 구성이 가능할 것으로 생각한다.

핵심어 : 금속체 표면과 통신, 플렉서블 기법, 선박 내 통신, 무선통신 극복

Abstract : *This study demonstrates the performance of flexible surface wave resonators in spaces on a ship to overcome environmental limits like non-metallic walls where conventional surface wave resonators cannot installable. Although test results in plane structures show that the performance of conventional surface wave resonators are better than the flexible ones, the results are reversed in curved structures. Flexible surface wave resonators can be installed on metal-pipes that connects all spaces in a ship, and this will allow to build ultimate communication network all over the ship including the rooms like cabins or bridges that are enclosed in non-metallic walls.*

Key words : *Metal Surface wave communication, Flexible technology, The communication in the ship, RF free solution*

1. 서 론

표면파 공진기는 신호가 표면파로 금속 표면에 인가되도록 설계한 장치이다. 표면파 공진기의 선박 내 적용을 위해 금속 표면의 도료의 영향을 극복하기 위해 설계하여 기초적인 통신 실험을 진행한 결과 금속체 표면과 통신은 선박 내 밀폐 공간에서 효과적인 것을 확인하였다^[1]. 하지만 운항 중인 선박의 선교, 선실, 통로 등과 같은 구역은 비금속의 포장재로 되어 있으며 평면구조에 부착하여 성능이 최대화되어 있어 부착면이 평면이 아닐 경우 그 성능이 떨어져 통신거리의 감소로 이어질 수 있다. 본 연구는 평면형 표면파 발생기의 부착성의 한계를 극복하기 위해 플렉서블 기판을 이용하여 곡면구조에 부착하여 금속체 표면과 통신에 적용하기 위한 연구이다.

2. 플렉서블 표면파 공진기의 설계

플렉서블 공진기는 실험의 편리성과 평면형 공진기와 성능 비교를 위해 ISM band인 2.4~2.5GHz에서 동작하도록 설계하였다. 설계된 공진기는 EM 시뮬레이션을 통해 곡면구조에서 자기장 신호가 유지되는지에 관하여 확인하였다. 또한 곡면구조의 곡률 반경에 따른 시뮬레이션을 통해 그 성능 차이가 있는지 분석하였다.

그림 1과 같이 곡률 구조를 갖는 원통형 구조에서 설계된 플렉서블 공진기와 평면형 공진기의 자기장 세기를 비교하여 그 적용 가능성을 분석하였다. 그림 2와 같이 곡률 구조의 반경 크기에 따른 자기장 신호는 거의 차이가 없음을 확인하였다. 그림 1, 2에서 도출된 시뮬레이션 기반으로 실제 제작하여 공진기의 반사손실을 그림 3과 같이 확인하였다.

† 교신저자 : 종신회원, pianows@kriso.re.kr 042)866-3662

* 정희원,kjw@sunnywt.com, **hglee@sunnywt.com, ****hszic@sunnywt.com 02)6101-1006, ***** 종신회원, kby@kriso.re.kr 042)866-3142



Fig. 1. Comparison of signal transmission EM simulation between planar and flexible resonators in a cylindrical structure

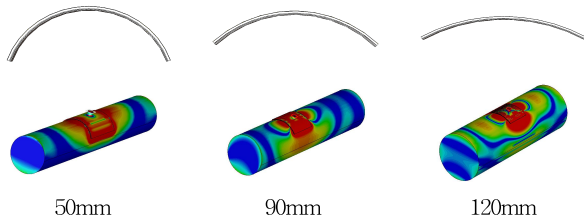


Fig. 2. Comparison of flexible surface wave resonators according to the size of the radius of curvature



Fig. 3. Fabricated flexible surface wave resonator and return loss

3. 선박에서의 적용

설계 제작된 표면과 공진기의 적용을 위해 실제 선박에서 그 성능을 확인하였다. 실험 곡면의 구경은 100mm의 원통형 구조이며, 그 거리는 10m이다. 실험 구성은 4와 같이 선내 기관실에서 제작된 플렉서블 표면과 공진기를 평면형과 같이 4가지 시나리오로 비교하였다. 실험은 양단에 송수신기를 부착하여 접속된 신호 세기와 전송속도 측정프로그램인 Iperf를 이용하여 전송속도를 측정하였다.

플렉서블 표면과 공진기의 경우 쉽게 휘어질 수 있는 재질로 제작하여 그 두께가 매우 얇아 평면형 공진기에 비해 최적의 유도성 성분을 도출하기 어려워 평면형에 비해 성능 차이가 약 4dB 낮다. 표1과 같이 실험 결과 동일 거리에서 평면에 부착되었을 때 전송속도는 약 2배 차이가 나지만 곡면에 부착되었을 때 평면에 부착되었을 경우보다 약 16Mbps 증가하며, 평면에 부착된 평면형과 비교하였을 때도 크게 차이가 없다. 평면에 부착된 경우보다 곡면구조에서 전송속도가 상승하는 이유는 본 연구를 통해 명확히 확인되지 않았으며, 추후 금속체 표면과 이론을 분석 최적화하여 증명하고자 한다.



Fig. 4. Confirmation of the performance of the manufactured surface wave resonator in the engine room of a ship

Table. 1 Comparison result of wireless communication and surface wave communication

실험 case	신호 세기(dbm)	전송속도(Mbps)
1	-53	29
2	-39	52
3	-42	45
4	-68	21

4. 결 론

본 연구에서 플렉서블 기법을 이용한 공진기의 설계 및 제작을 통해 선내 곡률 반경을 갖는 구조에서의 적용 가능성을 확인하였다. 실험 결과 플렉서블 공진기의 성능이 평면형에 비해 낮지만 선내 수많은 곡률 구조에 적용하는 것은 문제가 없음을 확인하였다. 플렉서블 표면과 공진기를 이용하여 선박 전 구간에서 최적의 금속체 표면과 통신 구성이 가능할 것으로 생각한다.

사 사

본 논문은 해양수산부 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행하는 “초고속해상무선통신망 무선설비 다각화 및 통신연계 기술개발 연구”(1525011565)의 일부 내용임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

[1] Kong, J. W., Song, S. G., Kim, H. S., Kim, B. Y. Shim, W. S.(2021), “Experimental Study of the Wireless Communication System by Surface Wave Communication through Confined Spaces on Vessel” Journal of Navigation and Port Research. Vol. 45, No. 6, pp. 366-37