

# 선박 밀폐 공간 무선통신 구현을 위한 표면파 통신의 선박 활용 연구

공진우\* · 송석근\* · 김학선\* · 김부영\*\* · † 심우성

\*㈜씨니웨이브텍, \*\*선박해양플랜트연구소,  
† 선박해양플랜트연구소 해상디지털통합활용연계연구단장

## Experimental Study of Wireless Communication System by Surface wave Communication through Confined Spaces on Vessels

*Jin-Woo Kong\* · Suk-Gun Song\* · Hak-Sun Kim\* · Bu-Young Kim\*\* · † Woo-Seong Shim*

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

*\*\*Senior Engineer, 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 연구에서는 금속 표면을 매질로 하는 표면파 통신을 선박에 적용하여 무선통신 환경 구현이 어려운 선내 밀폐 공간을 극복하는 무선 통신 구현 가능성을 확인 하였다. 실험 선박은 순톤수 265톤 예인선박으로 선교를 기준으로 선수창고, 갑판창고, 선실, 기관실, 화물창고 등 선박 내부 공간을 관통하는 경로를 대상으로 하였다. 실험 결과, 각 구역에서 평균 13Mbps 수준의 통신속도를 확인하였고, 기관실의 경우 정박 중 선박 엔진을 구동했을 시 4.3Mbps, 운항 중에 1.2Mbps의 전송속도 저하가 확인 되었지만, 시험 장비의 설치 위치를 일부 변경하여 극복 가능함을 확인하였다. 완전 밀폐 환경인 선수창고에서는 기존 무선통신보다 8Mbps 이상 높은 전송속도를 확인하여 철 구조물로 둘러싸인 선내 밀폐 공간에서 표면파 통신의 우수성을 확인하였고, 선박의 두꺼운 페인트 문제 해결을 위해 표면파 발생기를 추가 설계하여 적용하였다. 본 실험을 바탕으로 표면파 통신을 적용한 IoT 구현 등 선박 내 무선 네트워크 시스템 구현이 가능할 것으로 기대된다.

**핵심어** : 표면파 통신, 선내 무선통신 시스템, 금속체 통신

**Abstract** : *This study suggests surface wave communication, which uses a metal surface as a medium, to provide wireless communication in the extreme environment due to surrounding metal materials on vessels. The test was conducted on a G/T 265 tons tug boat, and to confirm the possibility of surface wave communication between a bridge and each designated space in the boat. As a result, the transmission speed was 13Mbps in average. For the test case between the bridge and the engine room, transmission speed was 4.3Mbps while the engine was on, and 1.2Mbps during sailing. It was able to be overcome by partially changing the equipment installation location. Surface wave communication in a bow storage, a fully enclosed space, had 8Mbps better transmission speed than wireless communication; this confirmed the superiority of surface wave communication in confined spaces on a vessel. Additional surface wave generators were designed and applied to resolve the paint issue. It is expected to apply surface wave communication to implement the new wireless solution on vessels.*

**Key words** : *Surface wave communication. Wireless communication system inside the ship Metal structure communication*

## 1. 서 론

선박은 구조물 자체가 금속으로 구성되어 원활한 무선통신 환경을 구축함에 어려움이 있다. 본 연구는 금속으로 구성된 선박의 구조물을 하나의 통신매질로 사용하여 유선 선로 포설을 최소화하면서 선박 내부의 무선 통신 구축을 가능하게 하는 표면파 통신의 선박 적용에 대한 연구이다.

## 2. 표면파 통신

### 2.1 표면파 통신 이론

표면파 이론은 금속 - 유전체 사이의 경계면의 파동이 존재하는 것을 응용한 방식으로 표면파는 경계 부분에서 TE/TM

파로 해석 가능하다. 이는 양의 상수를 가진 금속에서 신호가 전달될 수 있으며 양수의 리액턴스에서 TM mode를 통해 전달되고 TE 모드는 점점 소멸되는 것으로 표면파 이론을 정의할 수 있다.(Song et. al., 2019)

### 2.2 표면파 발생기 설계 및 제작

표면파 발생기는 통신 신호가 표면파로 금속 표면에 인가되도록 설계한 장치로 기존 보유한 표면파 발생기는 육상 환경을 위한 것이므로 선박은 통상 금속 표면에 두꺼운 도료로 코팅되어 있어 기존표면파 발생기의 성능이 저하됨을 확인 하고 선박 환경에 맞는 표면파 발생기를 재설계하였다. 그림 1의 왼쪽은 기존 발생기의 반사손실이며 오른쪽은 재설계한 발생기의 반사손실이다.

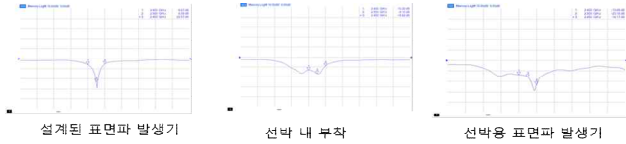


Fig. 1 The return loss of surface wave generator

### 3.1 선박 내 표면파 통신 실험 환경 및 실험 방법

33\*10\*4.5m인 강선에서 실험을 진행하였으며, 실험 진행은 ISM Band인 Wi-Fi 2.4GHz 신호를 표면파로 전송하였다.

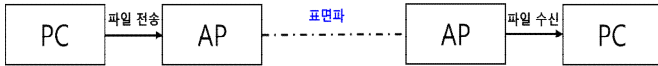


Fig. 2 Transmission speed test configuration

실험 대상 지점 중 두 지점 간 최단 거리(Non Line of Sight)가 표면파 통신의 경로인 것으로 가정하였고 최대 거리를 위해 실험 선박의 두 지점 중 최장 30m지점에서 전송속도 실험을 진행하였다. 표면파 통신 실험 구성으로 임의의 파일을 전송하여 전송 완료된 시간으로 전송속도를 계산하였고 그림 3은 선박 내 시험 대상 지점이다.

### 3.2 선박 내 표면파 통신 실험 결과

실험선박의 선교를 기준으로 선박의 각 구역인 선수창고, 갑판창고, 선실, 기관실 및 화물창고에서 실험을 진행하였으며 선수/선미 갑판에서 기존 설계된 표면파 발생기와 재설계한 선박용 표면파 발생기의 비교실험을 진행하였다.

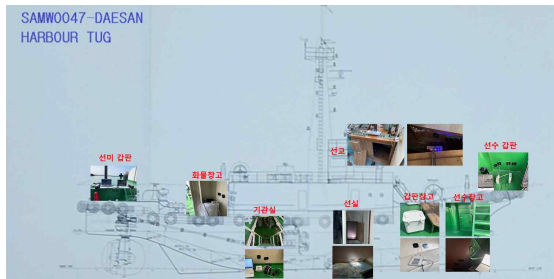


Fig. 3 Structure of surface wave communication

표 1과 같이 평균 13.7Mbps의 결과를 확인하였다. 완전 밀폐된 선수창고의 경우 표면파 통신과 무선통신을 비교하였고 표면파 통신이 8.4Mbps 높은 전송속도를 내는 것을 확인하였다.

Table 1 The result of surface wave communication

설치 위치	표면파(Mbps)	무선통신(Mbps)	
선교	선수창고	12.9	4.5
	갑판창고	14.2	N/A
	선실	13.8	N/A
	화물창고	13.9	N/A
	화물창고	13.9	N/A

표 2는 기존 설계된 표면파 발생기와 선박용 표면파 발생기의 비교로 선박용 표면파 발생기를 적용했을 때 16Mbps 전송속도가 상승하는 것을 확인하였고 선박 환경을 고려한 표면파 발생기의 성능 개선이 필요함을 확인하였다.

Table 2 Comparison of surface wave generators

	기존(Mbps)	선박용 발생기(Mbps)
선수-선미	28	46

### 3.3 기관실에서의 표면파 통신 실험 결과

기관실은 다른 지점과 달리 엔진 등 주기와 펌프 등 보기 구동에 따른 영향을 확인하기 위하여 엔진 구동 및 운항 상황에서 통신 실험을 진행하였다. 표 3과 같이 엔진 구동 후 기관실 내부와 선교 사이에서의 파일 전송 결과이며 운항 중에는 1.2Mbps로 전송속도가 감소되었다. 설치 위치를 기관실 내부에서 기관실 입구로 변경하여 실험한 결과 엔진구동 및 정박 상황에서는 13.5Mbps, 운항 중에는 9.4Mbps의 결과를 확인하였다.

Table 3 Comparison of surface wave generators

선교	설치 위치	정박(Mbps)	운항 (Mbps)
	기관실 내부	4.3	1.2
기관실 입구	13.5	9.4	

기관실 내부의 표면파 통신은 엔진 구동에 따른 표면파 통신 방해요소의 발생과 기관실의 금속의 복잡한 구조가 다중 경로를 형성하여 신호의 감쇄를 일으키는 것으로 예측하여 추가 실험을 통해 확인하고자 한다.

## 5. 결 론

표면파 통신을 이용한 선박 내 통신 실험은 선교를 기준으로 각 구역에 대한 전송속도를 측정하여 평균 13.7Mbps의 전송속도를 확인하였고 선수창고에서 무선통신과 표면파 통신을 비교하여 표면파 통신의 우수성을 확인하였다. 기관실의 여러 주기, 보기 구동 및 운항 상황에 따라 신호 감쇄가 있음을 확인하였고 기관실 입구로 시험장비를 이동 배치하여 전송속도 감소를 회복할 수 있음을 확인하였다. 본 실험을 통해 선박과 같이 금속으로 구성된 구조물 내에서 무선통신이 어려운 경우 표면파 통신 시스템을 적용하면, 선박 내 공간에서의 무선통신 환경을 구현할 수 있고 향후 선내 무선 IoT 환경 구축에 활용 가능할 것으로 판단된다.

## 후 기

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

## 참 고 문 헌

[2] Song, Seong-Kyu; Malik, Jagannath; Ko, Nak-Young; Park, Woo-Jin; Seo, Seok-Tae; Lee, Bon-Young; Oruganti, Sai Kiran Sharma; Kim, Hak-Sun; Bien, Franklin, "Alignment-and metallic-obstacle-insensitive contactless power transmission system utilizing surface-guided mode", IET MICROWAVES ANTENNAS AND PROPAGATION, v.13, no.11, pp.1826 - 1831, Sep. 2019