

# 금속 표면과 기반 비 전파 무선통신을 이용한 선내 무선통신 신뢰성 확보 방안

† 심우성 · 김부영\*

\*,† 선박해양플랜트연구소 해상디지털통합활용연계연구단

**요 약** : 자율운항 선박, 무인선 개발과 동 분야 디지털트윈 구현을 위해서는 선박 내부 데이터의 수집을 담당할 고신뢰성 선내 통신망 확보가 필수적이다. WiFi와 같은 전파 기반의 무선통신 시스템은 금속 구조물로 구성되는 선박 내 환경 자체가 원활한 통신의 장애 요소이다. 이러한 극한 환경 극복을 위해 자기장을 금속 표면에 유기하여 비 전파 기반으로 무선통신을 가능하게 하는 표면파 통신이 대안이 될 수 있다. 선박 전체의 일반 배치 관점에서 표면파 통신은 상갑판을 통해 크게 거주구역, 화물구역, 선수구역 및 기관구역 간 백본 통신망을 구성할 수 있으며 각 구역 별로는 부재의 개구부를 통해 금속 표면의 연속면을 확보하여 통신할 수 있다. 수밀 격벽의 표면파 통신 관통을 위해 비 도전체로 수밀은 유지한 채 아주 미세한 구멍을 확보하는 것으로도 금속 표면의 연속성을 확보할 수 있다. 이러한 표면파 통신을 활용하면 전파 기반의 무선통신, 비 전파 기반의 무선통신을 통합적으로 구성하여 선박 전체로는 선내 무선 백본망 구성, 그리고 각 구역 별로는 IoT 센서 네트워크 등의 선박 내부 고신뢰성 무선통신 확보가 가능하다.

**핵심용어** : 표면파통신, 비전파통신, 자기장통신, 선박IoT통신, 선박백본통신망

## 1. 서 론

선박의 무인화, 자율화를 위한 기술들이 전 세계적인 개발을 통해 진행되어 선원이 탑승하지 않은 상태에서 원격제어 및 일부 완전 자율운항을 시도하여 대양을 횡단하는 사례까지 최근 보고되고 있다. 이러한 선박 자율운항 시도가 실제 정착되기 위해서는 선박 제어 등의 고유 절차가 자동화되어 선박 내부 혹은 원격지에서 적정한 시간 내에 상황에 맞는 최적의 방안을 도출하고 시행할 수 있어야 한다. 이를 위해 선박과 육상 간 통신, 선박 내부에서의 자동화되고 첨단화된 상황 판단 관련 기술, 그리고 선박 내부의 상황 판단에 필요한 다양하고 방대한 데이터의 실시간 수집과 처리 기술 등이 있다.

선박 내부 수많은 자료수집을 위한 센서들의 설치는 근본적으로 센서 데이터를 전달할 유무선 통신망이 설치된 후에 가능하다. 대부분 선박이 철로 건조되고 수밀 구역 설치로 인해 각 구역 간에 개방된 구조로 구성되지 않는 점을 고려할 때 선박에서 유선으로 케이블을 포설하는데 드는 기존의 어려움과 더불어 무선으로 센서 데이터 전달을 위한 무선 통신망 구축도 쉽지 않은 도전이다.

일반적인 중대형선의 선박 건조 재료는 강철이고 중소형 규모인 FRP 어선도 케이블 덕트, 파이프 등의 철 구조물이 존재하는 점을 고려하여 선박 내부의 통신망 구축에 금속 표면파 이론을 활용하는 표면파 통신 기술을 활용할 수 있다. 표면파 통신은 유전체와 맞닿아 있는 금속의 표면에 전자기파를 유도할 때 금속 표면의 수직 방향으로 전기장, 금속 표면 방향으로

자기장을 유도하면 전기장은 급격히 감소하나 자기장의 경우 금속 표면을 따라 빛의 속도로 전파하는 Evanescent 이론을 활용한다. 최근 공진우(2021)에서는 표면파 통신 이론을 활용하여 GHz 단위의 주파수에서 평균 수~수십 Mbps 통신이 가능함을 보였으며 이는 기존 선체를 이용한 통신 연구인 배진호(2013)에서의 초음파를 기반으로 1 kbps 속도의 신호 송수신이 가능했던 것에 비해 비약적인 성능 향상이라 할 수 있다.

표면파 통신은 오직 자기장만을 금속의 표면에 유기하는 통신 기술로 어떠한 전기장도 방사하지 않기 때문에 비 전파 무선통신이라 할 수 있다. 즉, 전파를 이용하는 와이파이 통신, 블루투스, 지그비 통신 등과 달리 전파를 이용하지 않는 무선통신이다. 그러므로 실제 선박 내 철 구조물 등에 의해 전파가 닿지 않아 무선통신 구성이 어려운 극한 환경을 극복하는 수단으로 활용할 수 있으며 개방된 공간에서는 전파 기반 무선통신을 사용하고 전파가 도달할 수 없거나 방해받는 공간에서 표면파 통신을 동시에 사용하는 방식으로 선박 내부의 무선통신 환경을 구축하고 통신망의 신뢰성을 확보할 수 있다.

본 논문에서는 표면파 통신의 비 전파 특성을 활용하여 선내 IoT 네트워크 구축이나 선내 백본망 구성과 같이 유선 케이블 위주의 선내 통신망 구축 방안의 고비용, 설치 공사 어려움 등의 문제를 해결하면서도 오히려 신뢰성을 높일 수 있는 선내 무선 통신망 구축 방안을 제안한다.

† 교신저자 : 종신회원, pianows@kriso.re.kr

\* 종신회원, kby@kriso.re.kr

## 2. 선박에서의 표면과 통신

### 2.1 선박 전체 백본 통신 관점

선박은 사용 목적이나 환경에 따라 다양한 구조로 설계하지만, 일반화하면 크게 거주구역, 화물구역 및 기관구역으로 나눌 수 있다. 그림 1과 같이 상갑판을 기준으로 그 위쪽 구역인 거주구역, 상갑판 하위 구역에 화물창, 선수구역 및 기관구역을 볼 수 있다. 여기서 선수구역과 화물창, 화물창과 기관구역 사이에 수밀 격벽이 설치되는 것에 주목해야 한다. 선박 건조 규칙에서 일반적으로 수밀 격벽이 설치되는 공간은 선박 침수를 방지하기 위한 목적으로 설치되므로 이 구역에서는 표면과 통신이 이용할 금속 표면의 연속면이 단절된다고 볼 수 있다.

이러한 점을 감안하면 금속의 표면이 연속되어야 통신이 가능한 금속 표면과 통신은 선박의 상갑판을 이용하여 선박 전체를 연결하는 백본망을 구성하는 것이 필요하다.

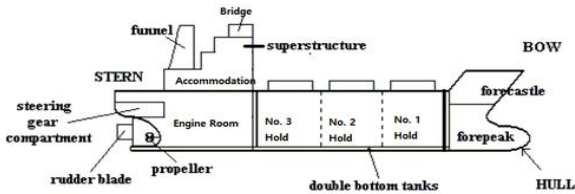


Fig. 1 General compartment diagram of a ship

### 2.2 선박 구역별 국소 통신 관점

선박의 각 구역은 설치 목적, 적재 화물의 종류 및 운항 중 파도 등에 의해 가해지는 하중을 견딜 수 있는 구조로 설계한다. 이러한 구조는 일반적으로 격자 구조로 부재들을 적절히 배치하되 무게를 줄이면서도 하중을 지탱할 수 있는 방식으로 응집하여 하중에 유연하게 대응할 수 있게 설계하고 배치한다. 이러한 설계는 화물창 구역, 선수구역 등 각 구역 내에서 부재에 열린 공간을 통해 해당 구역 내에서 철판 표면의 연속면이 확보될 수 있게 한다.

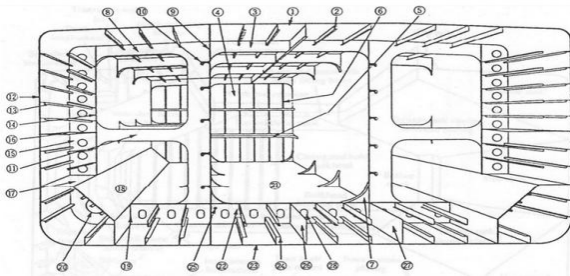


Fig. 2 Midship section of ship

이와 같은 선박 내 국소 공간에서는 무선 전파의 도달도 가능하므로 전파 기반의 무선통신 시스템과 표면과 기반의 비전파 무선통신 시스템을 하이브리드 형태로 결합하여 전파 기반

무선통신 시스템만 사용할 때에 비해 무선통신의 신뢰도를 획기적으로 향상할 수 있다. 공진우(2021) 연구에서 보인 선박 실험 결과로 기존 WiFi 시스템에 전파 안테나가 아닌 표면과 발생 안테나를 구성하여 300톤급 예인 선박에서 선교를 기준으로 선수창고, 갑판창고, 선실, 화물창고 등에서 평균 13.7 Mbps의 통신 속도를 보였다. 이는 자기장만을 이용하는 금속 표면과 통신이 WiFi 시스템이 사용하는 GHz의 높은 주파수를 기반으로 수십 Mbps의 통신 속도를 보임을 입증한 것으로 선박 금속 표면의 연속면이 확보되는 선박의 특정 구역 내에서 공간을 전파하는 전파 기반 무선통신과 표면과 통신의 혼합 모드가 고신뢰성 무선통신을 구성할 수 있음을 보인 것이다.

### 2.3 수밀 격벽 관통 통신 관점

기존에는 수밀 격벽을 관통하도록 덕트나 파이프를 설치하고 케이블을 설치하는 방식이었으나 표면과 통신의 경우, 격벽을 관통하는 아주 작은 구멍을 통해 금속 표면의 연속면이 형성되면 통신할 수 있다. 즉, 수밀 격벽을 관통하는 특정 크기의 공극을 형성하고 비도전체로 수밀은 확보하면서 금속 표면의 연속면을 확보하는 방식으로 표면과 통신의 수밀 격벽 관통을 구현할 수 있다.

## 3. 결 론

유전체와 금속의 경계면에 자기장을 유도하여 통신을 가능하게 하는 표면과 통신은 금속 표면의 연속면을 따라 대용량 화상통신이 가능한 수준의 Mbps급 통신이 가능하다. 선박의 일반 배치, 각 구역별 배치를 고려하여 적정 위치에 표면과 통신 시스템을 배치하는데 선박 전체로는 선내 무선 백본망 구성, 구역별로는 IoT 센서 네트워크 구성 등 전파 기반 무선통신이 구현할 수 없는 고신뢰성 선박 내부 무선통신 네트워크를 구현할 수 있을 것이다.

## 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] 공진우, et al.(2021) "선박 밀폐 공간 무선통신 구현을 위한 표면과 통신의 선박 활용 연구." 한국항해항만학회지 Vol. 45, No. 6, pp. 366-371.  
 [2] 배진호, et al.(2013) "선체통신을 위한 새로운 AFSK 통신 방식 제안." Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 50, No. 4, pp. 11-14.