

항만 구조물 유지관리를 위한 자가발전기반 저전력 IoT 센서 노드에 관한 연구

A Study on Energy Harvesting-based Low-Power IoT Sensor Node for Harbor Structures Maintenance

박철* · 김영석** · 이승현***

Kim, Young-Suck · Lee, Jae-Min · Kim, Gi-Sang · Hong, Kil-Dong

요약

최근 대규모 항만 건설 및 기존 부두 리모델링과 같은 해안 공간 구조물 확충사업이 활발하게 진행되고 있으며 항만 구조물 거동 장기예측을 위한 센서에 대한 관심도 높아지고 있다. 기존의 항만에 적용한 전기식 센서들은 수개월 정도 단기간의 구조물 거동 측정은 가능하지만 수년 이상의 장기예측 시 염수분에 의한 부식 및 내구성에 취약하기 때문에 원활한 측정에 한계점이 있고 센서 설치를 위한 항만 외곽지역 구조물과 육상전원공급설비 배전반 사이의 거리로 인하여 긴 연장의 횡단로 가설전선 보호대 등을 설치해야 하는 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 항만 구조물 거동 장기예측을 위해 기존 전기식 센서들의 부식문제점을 파악하여 해수용 4종 센서 IoT 모듈 패키징을 설계하고 외부 전원공급 방해 영향을 최소화한 태양광 발전을 적용한 항만 구조물 거동 예측 시스템을 제안하였다.

Keywords : IoT 센서 패키징, 태양광 발전, 항만 인프라 예측

1. 서론

우리나라 항만시설의 25% 이상이 1960~70년대에 개발된 것으로 항만시설물의 노후화가 빠르게 진전되고 있는 실정이다. 기존 항만시설물은 ‘항만법’과 ‘시설물안전법’에 의한 안전점검 및 유지관리를 시행중이며 대부분이 육안조사를 통해 실시되고 있다. 이러한 조사법은 주관적 견해가 반영되는 단점이 있으며 진행된 진단은 부실진단의 가능성을 내포하고 있는 상황이다. 최근에는 센서 기반 시스템을 적용함으로써 시설물에 발생하는 변위와 변형에 따른 객관적인 데이터에 대한 안전성 평가를 실시하고 있다. 그러나, 여기서 적용하는 항만 구조물 전기식 센서는 염수분에 의한 부식 및 내구성에 취약하여 장기예측 시 원활한 측정에 한계점이 있고 항만 외곽지역 구조물 적용 시 육상전원공급설비 배전반으로부터 긴 연장의 전선과 가설보호대 등을 설치해야 하는 어려움이 있다. 현장에서 전기식 센서 설치 문제점 예시 사진은 그림 1과 같다.



그림 1. 전기식 센서 설치 및 유지관리 시 문제점

2. 본론

본 연구에서는 기존 전기식 센서들의 부식문제점을 파악하여 해수용 4종 센서 IoT 모듈 패키징을 설계하고 외부 전원공급 방해 영향(전원 도달 거리 등)을 최소화하기 위해 태양광 발전을 적용한 항만 구조물 거동 예측 시스템을 제안한다. 제안한 시스

* 정희원 · (주)다음기술단 대표이사 cseng724@empas.com

** (주)다음기술단 수석연구원 youngseok21c@hanmail.net

*** 우리기술(주) 선임연구원 magnetist@naver.com

템의 개념도는 그림 2이며, 이 시스템의 소비전력은 표 2와 같다.

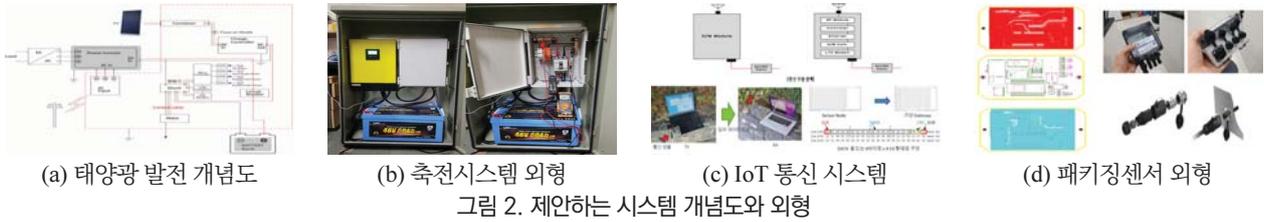


표 1. 제안하는 시스템 소비전력

소비전력		전압[VDC]	정격[A]	전력[W]
모듈	MCU+ WiFi Module	5	0.500	2.5
Sensors (Max Sampling: 1000Hz)	inclino	12	0.060	0.72
	strain	5	0.200	1
	Displace	10	0.200	2
	Acc.	13.2	0.0003	≒ 0.044
Gateway		5	14.5	72.5
IoT Sensor System 소요 전력 [W]				78.76 이상

3. 결론

제안한 시스템은 소비전력이 최소 78.76W 이상으로 515W급의 태양광 에너지와 12V기준 93.7AH 용량의 배터리 축전 시 24시간 계측 가능하였다. 해수용 4종 IoT 센서 시스템 소비전력에 따른 태양광 발전 상세 산출 제원은 표 2와 같다. 본 연구를 기반으로 향후 항만 인프라 거동 모니터링에 적용하여 장기적인 시설물 유지관리가 가능할 것으로 기대한다.

표 2. 시스템 소비전력에 따른 축전 시스템 필요 전력 산출

태양광 축전 시스템 필요 전력 산출				
소요전력 [W]	사용시간 [H]	발전효율 [%]	일조시간 [H]	태양광 에너지 용량 [W]
78.76	24	80	4	515 이상
부조일수 [Day]	일일사용전류량[A]	배터리효율 [10% 손실]	배터리 방전심도[%]	배터리 용량 [AH]
4	≒ 15.46	1.1	60	93.7 이상 (12V 기준)

감사의 글

본 연구는 해양수산부 ICT 기반 항만인프라 스마트 재해대응 기술개발사업(과제번호: 1525012458)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

김영석, 이중화, 박철 (2021) 잔교식 구조물의 건전성 모니터링을 위한 기초 연구, 한국재난정보학회 학술발표대회 pp. 303-304.