

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

음향 방출 센서 기반으로 굽힘 하중 하에서 알루미늄 파이프의 재료 변형 및 파손을 감지하기 위한 머신 러닝

Machine learning for detecting material deformation and fracture of aluminum pipes
under bending loads based on acoustic emission sensors

○박 춘 옥*

Park, Choon-Wook

키워드 : 음향방출 센서, 누수 감지 모니터링, 대형 상수도관 시설

Keywords : Acoustic emission Sensors, Water Leakage Detection Monitoring, Large Water Supply Pipe Facilities

*

누출 감지 및 위치 파악은 배관 시스템 모니터링에 있어 여전히 중요한 과제이다. 경미하거나 간헐적인 누출조차도 안전 위험, 환경 오염, 제품 손실, 운영 비용 증가 등 심각한 결과를 초래할 수 있으므로, 누출을 정확하고 시기적절하게 식별하는 것이 필수적이다. 효과적인 조기 감지는 예측 유지보수 전략을 구현하고, 심각한 고장 위험을 완화하며, 점점 더 엄격해지는 환경 및 안전 규정을 준수하는데 도움이 된다. 그러나 누출을 정확하게 위치 파악하는 것은 매우 어렵다. 특히 누출로 인한 신호가 약하거나 실제 운영 환경에서 흔히 발생하는 주변 소음에 의해 감지되지 않는 경우 더욱 그렇다.

음향 방출(AE)은 고체 재료에 비가역적인 구조적 변화가 발생할 때 고주파 음향파가 생성되는 것을 말한다. 이러한 방출은 일반적으로 노화, 온도 변화 또는 외부 기계적 힘으로 인해 발생할 수 있는 소성 변형이나 균열 형성과 같은 결함의 발생을 나타낸다. AE 기술은 결함 탐지를 위한 강력한 비파괴 검사(NDT) 방법으로 부상하여 다양한 산업 분야에서 구조적 건전성을 모니터링하는데 널리 사용되는 도구가 되었다. AE 기술은 교량, 건물, 댐, 파이프라인과 같은 중요 인프라의 상태를 평가하는 데 사용된다^[1,2]. 과도 탄성파에 대한 높은 감도와 재료에 물리적으로 침투하지 않고 응력과 활동을 포착할 수 있는 능력으로 인해 AE 센서는 구조 부품의 결함을 감지하는 데 점점 더 선호되는 솔루션이 되고 있다. AE 센서의 주요 잠재적 응용 분야 중 하나는 균열 형성을 포함한 배관시스템의 결

함을 감지하는 것이다.

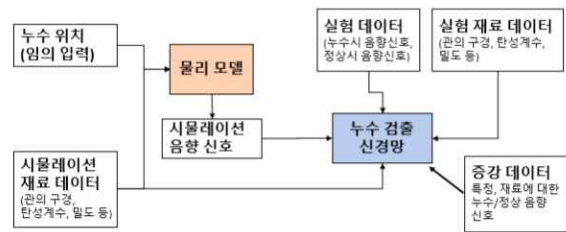


그림1. 누수 검출을 위한 AI신경망 모델학습

본 연구의 최종 목표는 AE 및 진동 신호로부터 굽힘 하중을 받는 대형 상수도시설의 누수를 정확하게 검출하고 예측할 수 있는 AI 모델과 센서 시스템을 개발하는 것이다.



그림 2. 상수도관 재료와 환경에 따른 파이프 결함 및 누수에 대한 AE 및 진동 신호 분석 방안

참고문헌

1. N. Ullah, Z. Ahmed, and J. M. Kim, "Pipeline Leakage Detection Using Acoustic Emission and Machine Learning Algorithms," *Sensors*, vol. 23, no. 6, 2023,
2. J. S. Kang, "Parametric Study of Warpage in PBGA Packages," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 107(9), pp. 4213-4219, 2020.

* 경북대 자율전공학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Undeclared majors, Kyungpook University, pcw2379@knu.ac.kr)

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 과학기술사업화진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 ('학연협력플랫폼구축 시범사업' RS-2023-00304695).