

발포 주입 공정용 POE기반 현장 모니터링 시스템

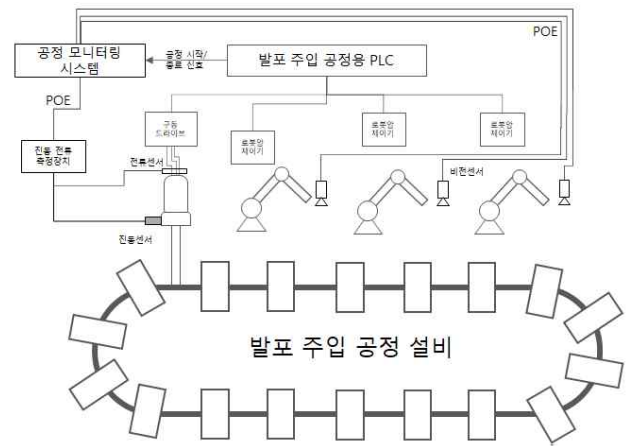
홍지태*, 송영훈*, 송민철*
한국전기연구원*

POE-based on-site monitoring system for foam injection process

Ji-Tae Hong*, Young-Hun Song*, Min-Chul Song*
Korean Electrotechnology Research Institute*

Abstract - In this paper, POE-based monitoring device is proposed for foam injection process as on-site monitoring system. In order to monitor the status of a system composed of various robots and casting molds, various sensors must be applied, but there is a maintenance problem in applying a wireless device(battery powered) due to the on-site harmfulness of the foam material. Time series data with a short sampling time have advantageous for data collection in a wired environment that does not go through routing. The monitoring system consists of vision, vibration and current sensor devices for failure diagnosis and prediction as well as condition monitoring.

치에 오지 않는 경우가 많으며 실제 컨베이어 벨트 및 구동 모터의 유지·보수가 가장 많이 일어난다.



〈그림 1〉 발포 주입 공정 설비 및 공정 모니터링 시스템

1. 서 론

제조 공정의 모니터링 솔루션은 PLC, SCADA, MES 중심의 현장 모니터링 계층 구조에서 IT(Information Technology) + OT(Operational Technology) 융합 기술로 패러다임이 변하고 있다. 최근에는 원격 자원의 연결성과 운용성을 높일 수 있는 Edge-to-Cloud 계층 구조가 도입되고 있으며[1,2], 이러한 패러다임의 변화는 코로나와 같은 사회적 문제로 인하여 점차 가속화되고 있다. Edge-to-Cloud 계층 구조는 통신 지연과 대역폭의 문제로 최적화 간격이 존재하며, 이러한 간격을 줄이기 위하여 H/W 적으로는 최신 5G, TSN과 같은 통신 기술이 적용되고 있으며 S/W 적으로는 AI(Artificial-Intelligence) CEP(Complex-Event-Processing), HI (Health Indicator)와 같은 설비 모니터링 방식이 연구되고 있다[3,4].

본 논문에서는 운영 중인 발포 주입 공정에 적용하기 위한 공정 모니터링 시스템과 진단 데이터를 모으는 방식에 대하여 제안하였다. 발포 주입 공정은 2가지 이상의 발포 물질을 희석하여 고온으로 주물 내로 주입되어 가열된 발포 물질로부터 화학 증기가 발생하기 때문에 유지 보수 시 사람의 접근성을 낮추기 위하여 POE(Poewer Over Ethernet) 기반 모니터링 장치를 적용하였다. 모니터링 장치는 HI 기반 데이터로 수집하였으며, 모의환경을 구성하여 유효성을 검증 하였다.

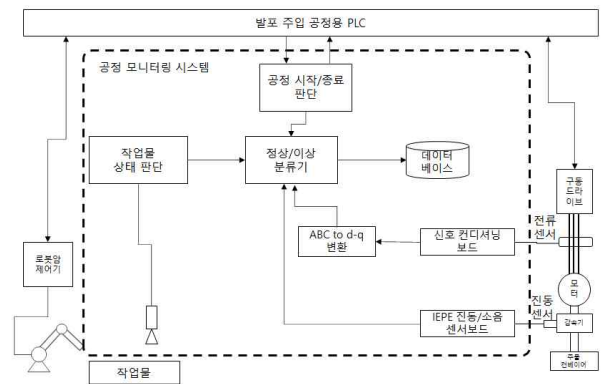
2. 본 론

2.1 전체 시스템 구성

발포 주입 공정과 적용 된 공정 모니터링 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 발포 주입 공정은 운용 중인 장비로 20개 이상의 주물이 컨베이어식으로 회전하며 주입 전 주물 상태 확인, 주물 내부 작업물 배치, 작업물 발포물질 주입, 냉각, 작업물 탈거 순으로 진행되며 이 때 로봇암을 이용하여 주입물의 운반 작업 및 발포 물질 주입을 수행 한다. 공정 모니터링 시스템은 발포 주입 공정 설비의 동작 상태 진단을 위해 적용되며 각 로봇암의 헤드에 장착하여 작업물의 상태를 진단하고 공정 설비 상태를 상위 시스템에 전달 한다. 발포 주입 공정 설비의 이상 동작의 대부분은 컨베이어 시스템의 이상 동작으로 주물이 작업 위

2.1.1 공정 모니터링 시스템 구성

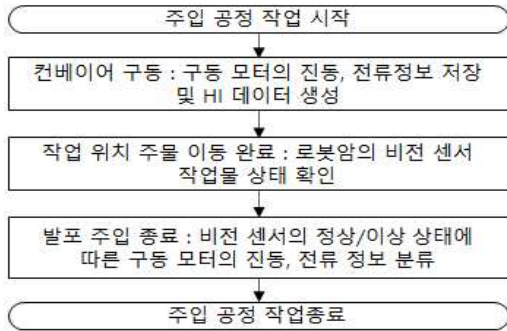
그림 2는 발포 주입 공정에 적용 한 공정 모니터링 시스템의 구성을 나타낸다. 컨베이어 구동 모터의 상태진단을 수행하기 위하여 진동, 전류 측정장치를 적용하였으며, 비전 센서로부터 공정의 작업물 상태 판단을 통하여 정상/이상 유무를 결정하고 각 상태에 따른 컨베이어 구동 모터의 진동, 전류 데이터를 분류하여 저장한다. 공정 모니터링 시스템은 비전 센서로부터 오는 공정 상태 정보를 이용하여 공정 시작 전 컨베이어 구동 모터의 진동 전류 상태 정보를 분류하여 저장한다.



〈그림 2〉 발포 주입 공정용 공정 모니터링 시스템 구성도

2.1.2 공정 모니터링 시스템 동작

그림 3은 발포 주입 공정에 적용 한 공정 모니터링 시스템의 동작 순서를 나타낸다. 동작 순서는 발포 주입 공정의 작업과 동기화하여 동작하며, 발포 주입 공정은 그림 3의 동작 순서에 따라 각각의 주물에 대하여 반복적으로 동작한다.

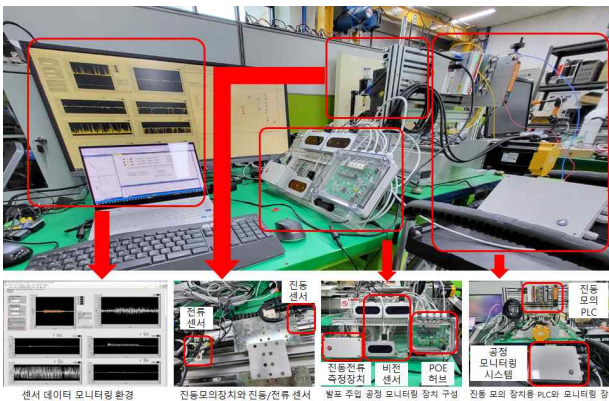


〈그림 2〉 발포 주입 공정용 공정 모니터링 시스템 동작 순서도

2.2 공정 모니터링 시스템 모의환경 시험

그림 4는 실제 발포공정에 적용하기 위한 진동 모의 장치와 공정 모니터링 시스템 실험 환경을 나타낸다. 실제 발포 주입 공정에 적용하기 위해서는 기능 검증이 필요하여 이러한 기능 검증을 위하여 고장 상황을 모의할 수 있는 진동 모의장치와 진동 모의 환경에서의 공정 모니터링 시스템 동작을 확인하였다.

진동 모의 장치에는 진동센서와 전류센서가 부착되어 발포 주입 공정의 컨베이어 회전 환경과 유사한 진동을 발생 시킨다. 진동이 기록 된 이후 발포 주입 공정의 로봇암 동작 공정 시 비전센서 3개가 작동되어 주물 주입구 의치를 공정 모니터링 시스템으로 보내게 된다. 공정 모니터링 시스템은 비전센서 정보를 상위 시스템으로 보내어 주물 위치 변위 값을 발생하고 변화 된 값을 바탕으로 고장 여부를 판단 한다.

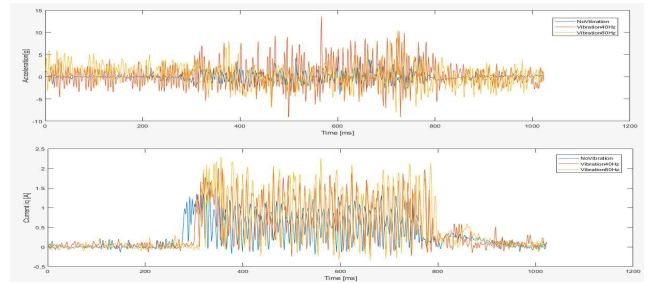


〈그림 4〉 공정 모니터링 시스템 모의환경 시험 구성

고장 상태를 판단 시에 여러 형태의 HI값을 사용 하지만 본 연구에서는 FGP(Fault Groth Parameter) 값을 사용하였다[7]. FGP 값은 주입 공정 한 사이클이 종료될 때마다 계산되고 계산 된 결과 값은 공정 모니터링 시스템에서 상위 제어기로 전달 된 다.

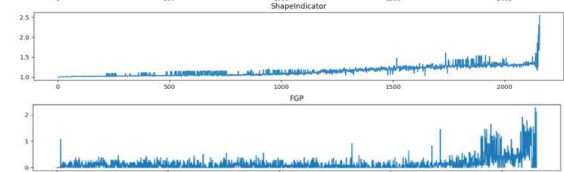
2.2.1 모의환경 시험 결과

그림 5는 고장 모의시 진동 조건을 주어 정지 시, 이동 시에 대한 진동센서, 전류센서 특성을 보았다. 파란 선은 진동이 인가 되지 않는 경우, 빨간선은 40Hz 진동이 인가 된 경우, 주황선은 80Hz 진동이 인가 된 경우이다. 정지 상태에 진동을 주었을 경우 진동센서는 진동을 감지 한 반면, 구동 모터 측은 진동 값이 거의 나타나지 않는다.



〈그림 5〉 고장 진단을 위한 진동/전류 센서 측정 파형

그림 6은 진동 모의장치에 고장 신호를 점차적으로 증가시키며 FGP 데이터 값의 변화를 확인 한 것이며 고장 신호가 증가 할수록 값의 변화가 증가 하는 것을 알 수 있다. 실제 설비의 고장 경향을 파악할 수 있다면 고장 진단뿐만 아니라 차 후 고장 예지를 위한 데이터로 활용 가능하다.



〈그림 6〉 장시간 고장 모의를 통한 HI 데이터 변화, (위)Shape Indicator, (아래)Fault Growth Parameter

3. 결 론

본 연구에서는 발포 주입 공정용 모니터링 시스템을 제작하고 실제 발포 주입 공정에 적용 하기 전 사전 단계의 모의 테스트 환경에서 기능 검증을 수행 하였다. 모의 환경에서 진동 센서는 설비에서 발생하는 진동을 감지 할 수 있으며, 구동 모터에 적용 되는 전류 센서는 구동 시 진동을 식별 할 수 있었으며 이는 실제 모터 측과 연관된 고장을 진단하기에 좋은 방법이라 판단 하였다. 장기 시간동안 진동 변화를 주며 고장상태를 모의한 환경에서 FGP값을 추정 한 실험에서는 설비에 고장 신호가 증가 될수록 값이 증가하는 경향을 확인하였다. 차 후 이러한 HI 파라미터에 대한 연구와 실 현장 적용 에 따른 유효성 확인에 대한 연구를 진행 할 예정이다.

감사의 글

이 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회의 지원을 받아 수행된 한국전기연구원 기본사업(No. 22A01056)으로서, 관계부처에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Hongpeng Cao, "Cloud-Edge Training Architecture for Sim-to-Real Deep Reinforcement Learning", arXiv, 2203.02230v1, 2022
- [2] H.-T. L. Chiangl, "Learningnavigation behaviors end-to-end with autorl", IEEE Robotics andAutomation Letters, vol. 4, no. 2, pp. 2007 - 2014, 2019
- [3] Islem Bejaoui, "Remaining Useful Life Prediction of Broken Rotor Bar Based on Data-Driven and Degradation Model", Appl. Sciences, 7175, 11-16, 2021
- [4] TaoZe 'Impacts of data sampling on the interpretation of normal fault propagation and segment linkage, Tectonophysics, Vol. 762, 79-96, 2019