

특수 볼트 제작의 제조 데이터 기반 불량 예측에 관한 연구

최현균, 김호겸, 유대승, 오경모*

한국전자통신연구원, *(주)유플시엔에스

choihk@etri.re.kr, hokykim@etri.re.kr, ooseyds@etri.re.kr, *okmjaya@gmail.com

A Study on the the Prediction of Failures Based on Manufacturing Data for Manufacturing Special Bolts

Hyun-kyun Choi, Ho-kyom Kim, Dae-seung Yoo, Kyung-mo Oh*

ETRI, *UPC&S

요 약

본 논문은 제조 공정 데이터 기반 AI 솔루션 개발 및 실증 분야로 선박엔진, 발전설비, 해양구조물 등 대형 구조물에 사용되는 특수한 볼트와 너트의 제조 공정에서 불량이 발생할 수 있는 여러 가지 요인들을 인공지능 기술을 적용하여 제품 불량 검출 및 예방을 위한 것으로 제조 현장의 데이터를 수집하기 위한 요구사항 정의 및 데이터 수집을 위한 시스템을 구축하고 수집되는 데이터로부터 불량률의 원인을 분석하고자 한다.

I. 서 론

본 논문에서는 선박엔진, 발전설비, 해양구조물 등 대형 구조물에 사용되는 특수한 볼트와 너트의 제조 공정에서 불량이 발생할 수 있는 여러 가지 요인들을 AI 기술을 적용하여 제품 불량 검출 및 예방을 위한 것으로, 특수 볼트와 너트의 가장 중요한 품질 요소는 경도와 내부 크랙 발생의 유무이다. 경도가 너무 무르면 외부의 힘에 의해 쉽게 형상 변형이 발생하며, 과하게 단단하면 쉽게 깨지게 되므로 적절한 수준의 경도를 유지해야 한다. 또한, 금속 내부의 균열로 인한 제품 파손은 제품이 사용된 구조물 전체의 파손으로 이어지며, 이로 인해 불량 제품 납품 비용의 수십에서 수백 배에 달하는 엄청난 손실 비용이 발생하게 된다.

이러한 문제를 사전에 방지하기 위하여 다양한 검사를 수행하고 있으나, 내부 결함검출의 경우 외부 기관에 비파괴검사를 의뢰하며 엄청난 검사 비용이 발생하며, 제품의 내부 크랙 발견 등과 같이 현재의 분명한 불량을 판단하는 것도 중요하나 사후 품질 불량 예방이 더욱 중요하다. 기존의 경도와 내부 균열 검사의 한계점을 해결하고, 여러 가지 요인이 복합적으로 품질에 영향을 미치는 특성을 잘 반영하는 품질 검사 방법의 확보가 필요하다.

II. 본론

나사 가공을 위한 전조 설비에는 다이스에 과도한 힘이 가해지지 않도록 그 힘의 정도를(다이스가 움직이는 거리)를 측정할 수 있는 아날로그 인디케이터가 대부분 설치되어 있으며, 제품별 적정 인디케이터 수치를 표준화하여 활용한다면 해당 수치로 가공한 제품의 경도를 예측할 수 있다. 또한, 가공 숙련자들은 전조 가공 중 제품에서 나는 소리와 진동으로 내부 크랙 유무를 감지할 수 있으므로, 가공 중에 나는 소리와 진동 데이터를 취득하여 내부 크랙 유무의 판단에 활용할 수 있다[1].

볼트 및 너트 크랙에 대한 요인 즉, 소재 성분, 온도, 습도, 열처리 상태, 전조 시 발생하는 압력, 경도 등 다양한 독립 요소의 데이터를 확보하여

AI 기법을 활용한 제품의 품질 상태를 복합적으로 판단하여, 제조 과정에서의 불량 판단뿐만 아니라 사후 위험 요인을 판단할 수 있는 AI 솔루션 시스템을 구축하고자 한다[2].

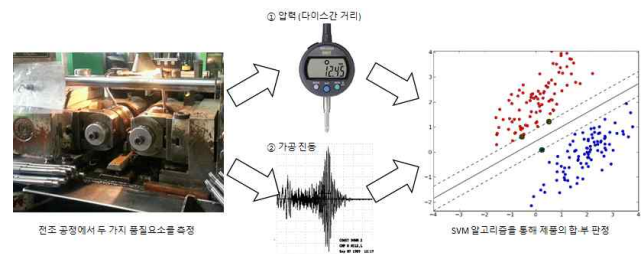


그림 1 전조 공정의 제조 데이터 기반 불량 예측 솔루션 개념도

불연속 공정 기계부품을 생산하는 제조공정의 생산 담당자와 현 제품의 크랙과 관련하여 사전 인터뷰를 실시하여 추정되는 열처리공정, 원소재, 전조 공정에서의 빈번한 볼트 크랙의 원인 파악에 고려해야 할 주요 인자를 사전 파악하였으며 2020년부터 2년간의 크랙 불량 현황 79건(346EA)을 수집하였다.



그림 2 전조 공정의 제조 데이터 수집을 위한 센서 설치

볼트 크랙의 주요 원인을 분석하기 위한 진조 공정에서의 센스 시스템 구성도는 그림 2와 같으며 온습도 센서, 유압 센서, 적외선 거리센서 등을 추가로 설치하였다. 온습도 센서는 주변 환경의 온습도를 측정하고 적외선 거리센서는 볼트의 가공 거리를 실시간으로 측정한다. 그리고 유압 센서는 사용 중인 오일의 압력을 실시간으로 측정한다.

[2] 최현균 외 2명 "불연속 공정 기계 부품의 AI 최적 솔루션 시스템 구조 설계서" v1.0, 2021.

[illegible]

그림 3과 같이 올해 5월 19일에서 9월 7일까지 516,822건의 원시 데이터를 수집하였으며, 소재 온도가 100도를 넘는 경우와 압력이 10bar 이하인 경우 등 일반적인 상황에서 발생하지 않는 수치일 경우 이상치로 판단하여 이상치 데이터를 제거한 455,347건의 데이터를 확보하였다. 또한, 볼트 작업 단위로 데이터를 통합하여 5,577건으로 데이터를 줄였으며 작업 단위로 최대/평균/표준편차를 계산하였다.

III. 결론

불량 원인 분석을 위한 데이터의 부족으로 불량을 예측하는 알고리즘 적용이 쉽지 않은 상황이며 우선적으로 불량률의 원인으로 추정되는 전조 공정의 압력값 등의 특정 데이터들의 간의 연관 데이터 분석의 선행이 필요하다. 또한, Lot 단위로 볼트 제작 및 데이터 수집이 이루어지고 있어서 수집된 데이터와 불량 양품 발생의 특정 볼트 간의 정확한 매칭이 되지 않고 있어서 데이터 신뢰성 확보를 위하여 특정 볼트와 제작 시의 수집되는 데이터 간의 매칭을 위한 추가적인 방안이 필요하다.

[22AS1600, 제조 혁신을 위한 주력산업 지능화 기술 개발 및 산업현장에서의 사람-이동체-공간 자율협업지능 기술 개발]