

배관 파공 모사를 위한 테스트베드 제어 및 데이터 취득 시스템

정재호^{0*}, 정인규^{*}, 정창홍^{*}, 김재영^{*}, 임기창^{**}, 김종면(교신저자)^{***}

^{0*}울산대학교 전기전자컴퓨터공학과

^{**}울산대학교 산업안전센터

^{***}울산대학교 IT융합학부

e-mail: jmkim07@ulsan.ac.kr^{***}

Testbed Control and Data Acquisition System for Pipeline Pinhole simulation

Jae-Ho Jeong^{0*}, In-kyu Jeong^{*}, Chang-Hong Jeong^{*}, Jaeyoung Kim^{*}, Kichang Im^{**}, Jong-Myon Kim^{***}

^{0*}Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Ulsan

^{**}Industrial Safety Center, University of Ulsan

^{***}School of IT Convergence, University of Ulsan

● 요약 ●

전 세계적으로 급증하고 있는 에너지 수요로 인해 오일, 가스 등의 에너지 생산 매체를 운송 할 수 있는 수송 수단인 배관에 대한 수요도 증가하고 있는 추세이다. 그러나 이러한 배관을 장시간 사용할 경우 노후화로 인해 발생하는 파공은 배관에 흐르는 유체 누설의 원인이 되고, 나아가서 경제 및 재난 피해를 야기할 수 있다. 따라서 다양한 배관 누설 검출 기술들이 개발되고 있는 추세이며, 이를 위해서는 신뢰성 있는 결함 모사 데이터의 확보가 매우 중요하다. 본 논문에서는 신뢰성 있는 데이터 수집을 위해 배관의 누설 상황을 모사 할 수 있는 테스트베드를 제어하고, 테스트베드에서 데이터를 안정적으로 취득할 수 있는 테스트베드 제어 및 데이터 취득 시스템을 제안한다.

키워드: 배관(Pipeline), 고장 진단(Fault Diagnosis), 파공(Pine Hole), 누설(Leakage), 테스트 베드(Testbed), 모사(Simulation)

I. 서론

전 세계적으로 급증하고 있는 에너지수요 때문에 국내에서도 여러 가지 형태의 에너지 개발, 이동 및 활용에 관한 사업과 연구개발이 진행되고 있다[1]. ExxonMobil사에 따르면 2040년까지 중국, 인도와 같은 비 OECD 국가들을 중심으로 에너지 수요가 약 25% 증가할 것으로 전망하고 있다[2]. 이러한 에너지원들은 기체 또는 액체 상태로 채굴지에서 최종 소비자까지 운송되며, 이를 위해 에너지 운송용 배관의 건설이 필수적이다. 예를 들어, 유럽의 경우, 전체 소비량의 약 30%를 러시아에서 배관을 통해 공급받고 있다[1]. 따라서 에너지 수송 수단인 배관의 신뢰성은 매우 중요하다.

배관 파공이란 배관 운용 혹은 제조상에 발생 할 수 있는 배관 표면의 미세한 구멍으로써 이를 방치하면 배관 내부 부식(pitting corrosion), 유체 누출(leakage) 혹은 가연성 고압 유체로 인한 폭발을 초래 할 수 있다. 배관에 발생하는 파공 검출에 대한 연구를 진행하기 위해서는 파공이 발생한 배관으로부터 수집된 데이터가 필요하다. 그러나 산업 현장에서 사용되는 배관은 기술자들이 접근하기 어렵고 파공이 발생할 경우 생산 시스템에 치명적이기 때문에 유지보수가

찾으며 파공을 인위적으로 모사하기도 어려워 파공에 대한 데이터를 수집하기 어렵다. 따라서 배관의 파공을 잘 모사할 수 있는 테스트베드가 필요 하지만 적절한 제어 시스템이 없는 경우 실제 배관 파공에 의한 데이터와 비슷한 데이터를 취득하기에는 어려운 점이 있다.

본 연구에서는 배관 파공 검출 기술 연구에 필요한 데이터를 수집하기 위해 테스트베드 제어 및 데이터 수집 시스템을 제안한다.

II. 제안 시스템

1. 시스템의 구성

1.1 센서부

배관의 인공 파공을 모사하기 위해 Fig. 1과 같이 0.3, 0.5, 1, 2mm 크기의 파공이 생성된 4종류의 볼트를 제작하고 Fig. 2와 같이 배관 중앙에 솔레노이드 워터 밸브를 설치하여 이를 열고 닫음으

로써 배관의 파공 상태를 원격으로 모사 할 수 있도록 하였다.



Fig. 1. 파공이 생성된 볼트

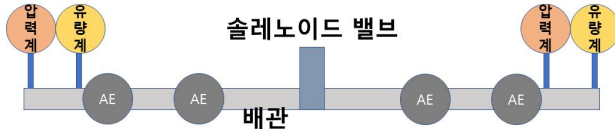


Fig. 2. 센서부 구성도

1.2 제어부

220V의 전압을 이용하는 슬레노이드 밸브를 제어하기 위하여 컨트롤러로써 아두이노 UNO를 사용하였고, GPIO(General Purpose Input Output) 신호의 레벨을 일치시키기 위하여 5VDC의 입력을 받는 릴레이 모듈을 사용 하였다.

1.3 데이터 취득부

Fig 3은 시스템의 개요도를 보인 것이다. 음향방출 센서 데이터를 취득하기 위하여 MISTRAS 사의 음향방출 신호 수집 장치인 PCI2-AE를 사용하였으며, 유량/압력계 데이터는 RADIONODE사의 UA20을 이용하여 4-20mA 데이터를 디지털 데이터로 변환하여 취득하였다. 슬레노이드 밸브 동작 시점과 데이터 취득 시간을 동기화시키기 위하여 외부 트리거 모드를 이용하였다. 트리거가 동작하면 압력/유량계 데이터, AE 데이터를 취득 시작하며, 일정 시간 후 슬레노이드 밸브가 동작하여 파공을 발생시킨다. 수집된 데이터는 파공에 대한 데이터 분석에 활용된다.

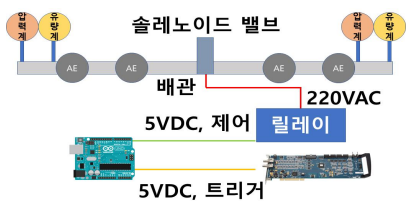


Fig. 3. 슬레노이드 밸브 제어 및 데이터 수집 시스템의 개요도

2. 테스트베드의 적용 결과

PCI2-AE 수집 장치와의 호환성을 위하여 음향방출 센서는 MISTRAS 사의 WDI-AST 100-900KHz Wideband Differential AE 센서를 이용 하였고, 슬레노이드 밸브는 (주)효신의 MPW-2120 을 사용 하였다. 제안 시스템은 Fig. 4와 같이 구성 되었다.



Fig. 4. 테스트 베드 구현 결과

III. 결론

본 연구에서는 배관 파공 모사를 위한 테스트베드 제어 및 데이터 취득 시스템을 구현 하였으며, 센서부, 제어부, 데이터 취득부로 구성되었다. 배관의 파공 검출 기술의 연구에 본 시스템을 적용한다면 신뢰성 있는 데이터 수집이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제임(No. 20172510102130, 20162220100050). 또한, 본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2016R1D1A3B03931927) 이며 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R&D P0003086)”으로 수행된 연구결과임.

REFERENCES

- [1] Gwang-Seub Ji and Woo-Sik Kim, "Strain-based design method of energy pipeline", Mechanical Journal 54 no.1 (2014): 32-37.
- [2] "2018 Outlook for Energy: A View to 2040", Exxon Mobil, 2017: 3.