



무선가스 차단 장치 동작 신뢰성 시험에 따른 현장 실증 결과분석

황도연 · [†]이경식

가스안전공사 가스안전연구원

(2021년 9월 10일 접수, 2021년 10월 24일 수정, 2021년 10월 25일 채택)

Field Empirical Result Analysis According to the Operation Reliability Test of the Wireless Gas Shut-off Device

Do-Yeon Hwang · [†]Kyung-Sik Lee

Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation, Korea

(Received September 10, 2021; Revised October 24, 2021; Accepted October 25, 2021)

요약

4차 산업혁명과 더불어 IoT 기술이 발전함에 따라 IoT 기술이 적용된 가스안전 제품들이 개발되고 있다. 하지만 그에 따른 가스 안전 제도는 허용되지 않았기 때문에 IoT 가스안전 제품들을 위한 제도개선과 동작 신뢰성 테스트가 요구된다. 본 논문은 IoT 가스안전 제품 중 IoT 퓨즈 콕, 스마트 다기능 계량기에 대해서 연구하고 IoT 퓨즈 콕의 실증 결과 데이터를 분석하여 동작 신뢰성 데이터를 확보하며, 그에 따라 IoT 가스안전 제품에서 선두주자가 되는 것뿐만 아니라 추후 다양한 시험 평가 및 방법으로 가스 차단 기술을 한 단계 성장시키는 것을 목적으로 한다.

Abstract - As IoT technology develops along with the 4th industrial revolution, gas safety products to which IoT technology is applied are being developed. However, since the gas safety system was not allowed, system improvement and operation reliability test for IoT gas safety products are required. This thesis researches IoT fuse cock and smart multi-function meter among IoT gas safety products, and analyzes the empirical data of IoT fuse cock to secure operational reliability data, thereby becoming a leader in IoT gas safety products. It aims to develop gas barrier technology one step further through various test evaluations and methods in the future.

Key words : IoT fuse cock, smart gas meter, wireless remote cut off, performance evaluation, operation reliability

1. 서론

‘사물인터넷(IoT, Internet of Things)’이란 표준 및 상호 운용 가능한 통신 프로토콜을 기반으로 자체 구성 기능을 갖춘 동적인 글로벌 네트워크 인프라를 말하며 물리적 및 가상 사물에 ID, 물리적 속성 및 가상 퍼스널리티가 있고 지능형 인터페이스를 사용하며 정보 네트워크에 원활하게 통합된다.

IoT는 여러 종류의 시장에 걸쳐 다양한 분야에 걸쳐 혁신적인 기술이다. IoT는 국내/외를 막론하고 많은 연구가 이뤄지고 있다. 예를 들면 IoT 클라우드 시스템, IoT 스마트 도어락, IoT 스마트 빌딩 등 다양한 사례가 있으며 가스에 관해서는 스마트 가스미터, IoT 기반 퓨즈 콕 등이 있다. 국내/외 구축 사례를 조사해 보면 국내에서는 도시가스 AMI (Advanced Metering Infrastructure) 사업이 있으며 이는 2024년부터 본격적으로 보급하기로 발표하였다. 국외의 경우 영국 정부는 최근 2020년까지 3천만 개의 주거용 건물에서 기존의 5,300만 개 이상의

[†]Corresponding author:urinuri@kgs.or.kr
Copyright © 2021 by The Korean Institute of Gas

가스 및 전기 계량기를 스마트 계량기로 대체하기 위한 프로그램을 시작하였다.

이탈리아의 경우 대규모 스마트 가스미터 설치와 이탈리아 정부의 톨 아웃 프로젝트를 통해 2020년 스마트 가스계량기로 모두 바꾸는 사업을 진행하였다.

프랑스 정부는 가스사용량 검침, 요금 징수 관련 서비스 질에 대한 소비자 만족, 정보 제공을 통한 소비 절약, 네트워크 효율성 제고 등을 위해 스마트 가스미터 보급 프로젝트를 적극적으로 추진하고 있으며, 최종 보급 완료 단계를 2022년까지로 수립하여 보급 기간만 약 10년 소요로 계획하고 있다.

일본 정부는 글로벌 투자기업인 일본의 소프트뱅크가 LP가스의 원격검침에 사용할 수 있는 IoT 서비스에 참여하여 가스미터기용 통신 모듈을 셀룰러 LPWA(Low-Power Wide Area) 네트워크로 일본 전국을 커버하는 사업을 진행할 것으로 밝혔으며 일본 내 약 2,900만 세대를 대상으로 적용하여 가스 원격 검침 시장 개척을 목표로 활발히 추진되고 있다.

이처럼 IoT 데이터의 적절한 사용은 사회 경제적 이점을 제공할 것이다. 그에 따라 개발되고 있는 기술 중 하나가 무선 스마트 안전제어 기술이다. 무선 스마트 안전제어 기술은 제도적으로 허용되지 않았기 때문에 본 연구를 통해 성능평가 기반 구축과 시험환경 인프라 조성의 안전성을 확인해야 하며, 안전 제도 개선의 활성화에 기여하여야 한다. 본 실증에서는 실증대상 후보 3종(퓨즈 콧, 스마트 다기능 계량기, 가스차단기) 중 IoT 퓨즈 콧, 스마트 다기능 계량기 제품의 안전성을 확보하고 전문성을 갖추며 안전 가이드라인을 제시하여 실증 진행 후 결과 값을 통해 동작 신뢰성을 확보한다. 참고로 안전 가이드라인에서는 실증 장소에 대한 방문부터 시작하여 집결 장소, 구급함, 보호구, 소방시설 등 디테일한 부분까지 파악하도록 하였다. 또한 차량, 화기 작업(일반 화기, 소화기, 불티 비산, 고압가스 등), 가스 사고(고압가스, 독성가스 등), 고소 작업(사다리 작업, 고소작업차, 테이블 리프트 등), 밀폐공간, 정전작업, 중장비작업, 굴착작업, 유해화학물질 정보 등 모든 위험 환경에 대응하는 프로세스를 구축하였다. 안전 가이드라인을 통하여 안전성을 확보하며 실증 테스트를 진행하여 현재 제도적으로 명확히 명시되어 있지 않아 묵시적으로 금지되어 있는 무선 가스 차단 기술에 관한 동작 신뢰성을 테스트하며 안전성을 확보하여 무선 가스 차단 기술에 관한 시장을 개척하는 것이 본 연구의 목적이다. 다양한 위험 상황에 관해서 안전

성 확보와 평가 방안을 최적화 하여 국내에 무선기반 가스안전 장치 기술이 원활하게 확대/보급될 수 있도록 한다.

II. IoT 가스안전 차단 장치의 기술 및 종류

2.1. IoT 퓨즈 콧

IoT 기술이 발전함에 따라, IoT 기술을 적용한 가스안전 제품들이 개발되고 있다. IoT 가스차단기는 초저전력 와이파이(Wi-Fi)나 LoRa(Long Range) 등 무선 통신을 이용한 ‘IoT 타이머 가스 차단기’ 개발을 국내 이동통신사를 통해 제품을 출시하였지만 퓨즈 콧에 덧붙이는 형태의 제품으로 범정검사 대상이 아니어서 정확한 안전성 검증을 받지 않는다. 그러나 대부분 향후 개발하고자 하는 IoT 일체형 퓨즈 콧은 무선에 대한 성능평가 방안 부재로 현재는 제도적 개선이 필요하다. 참고로 LoRa 통신 기술이란 LTE보다 저전력이면서 장거리 통신이 가능하며 LoRaWAN 규격을 사용하면 국내 통신사에서 미리 구축한 통신망을 하용할 수 있지만 실제 기기를 개발해 적용하려면 사업자 등록 후 계약을 통한 사용만 허용하고 있어 연구 개발용으로는 약간의 제약이 따른다. 국내 통신사 망을 사용하지 않더라도 별도의 게이트웨이를 갖추어 사설망을 구축하면 LoRaWAN 통신기술을 사용할 수 있다. LoRaWAN 기술에서는 게이트웨이들이 인터넷을 통해 네트워크 서버와 통신하게 되어있다. LoRa 단말들의 신호를 게이트웨이가 수신하고 이 정보를 네트워크 서버가 저장한다. 레저 가디언 시스템의 서버가 네트워크 서버의 버퍼에 저장된 데이터를 요청을 통해 가져온 뒤 활용한다.

본 연구는 IoT 기반 퓨즈 콧의 동작성능 성능평가 방안을 제시하여 제도적 개선을 위한 초석을 제공한다. 주요 항목으로는 내부 불요간섭 전파억제, 차단 메시지 수신 성공률, 비상상황 인지 및 보고 기능이 있다. 내부불요간섭 전파억제는 피시험 장치 내부의 전기/전자 장치에 의하여 발생하는 신호에 대한 영향을 평가한다. 차단 메시지 수신 성공률은 피시험 장치와 피시험 장치 통신 상대 기기의 실제적인 데이터 송수신 성공률을 평가한다. 비상상황 인지 및 보고 기능은 피시험 장치가 비상상황(전기적, 통신 적 이상이 발생)에 직면하여 정상적 동작이 어려운 상황에 부딪혔을 때, 탑재된 무선통신 기능을 통하여 상대 통신 장치에 비상상황을 보고하여 사용자가 비상상황을 인지할 수 있도록 하여 안전성을 확보하는지를 판단한다.

기존 퓨즈 콧은 수동으로 차단/개방 동작을 수행

Table 1. Performance of IoT Fuse cock

	내 용
용도	가정용
성능	자동 잠금, 가스누출검침 및 차단, 타이머, 과열차단(고온감지) 음성안내 등



Fig. 1. IoT Fuse cock composition & part

하고 반 개방상태 등 취급 부주의 발생 가능성이 있다. 또한, 주변 상태를 감지할 수 있는 센서가 없어 위험 상황 감지에 대한 취약점이 있다. IoT 퓨즈 콕은 기존의 퓨즈 콕, 타이머 콕의 기능을 모두 포함하고 있으며 Table 1에 표시되어있는 자동 잠금, 가스누출 검침 및 차단, 타이머, 과열 차단 등의 기능이 있다. 또한, 원격차단 명령을 받아 예측할 수 없는 위험 상황에도 사고를 예방할 수 있다. Fig. 1 과 같이 밸브, 조작 버튼, 통신 안테나 등으로 구성되어 있으며 LoRa 통신안테나, WiFi 등을 통하여 통신하며, 통신망을 통하여 신호를 주고받아 각 시나리오에 맞게 차단을 실행할 수 있게 된다.

추가적으로 퓨즈 콕, 타이머 콕 그리고 IoT퓨즈 콕은 차이점이 있다.

Fig. 2에서 보면 타이머 콕은 퓨즈 콕에 개폐기를 덮어 원격제어, 타이머 설정, 과열차단(고온감지, 연기 감지), 음성안내 등의 기능을 할 수 있도록 한 제품으로 정확히는 퓨즈 콕이 아니기 때문에 법정검사 대상 제품이 아니다. 이에 반해 IoT 퓨즈 콕은 직접 퓨즈 콕의 역할을 대신하기 때문에 법정검사 제품으로 법정검사를 필수적으로 거쳐야 하므로 더욱 안전하며 신뢰성을 더할 수 있다.



Fig. 2. Classification of fuse cock, timer cock and IoT fuse cock



Fig. 3. IoT Gas Safety meter

2.2. IoT 다기능계량기

Fig. 3에서 다기능 계량기는 가스 퓨즈 콕과 더불어 매우 활발하게 스마트 가스안전 제어기술 융합이 시도되고 있다. 가스미터기는 관로를 통하여 통과하는 가스의 체적을 측정하는 계기로 통과하는 가스량의 적산 상태를 나타내는 적산체적계의 일종이다. 구조는 계량실, 밸브분배실 연동기구부, 지시부 등으로 크게 4개 부분으로 나뉘고, 계량기의 입구 측으로 일정한 압력의 가스가 밸브와 분배실을 통해 계량기 내부로 들어가 입구와 출구 측의 압력차에 의해 Diaphragm(고무막)의 왕복운동을 일으켜 이 왕복운동이 연동기구부와 밸브에 의해 회전운동으로 변환되며 각 기어에 의해 회전 운동을 전달하고 그에 의한 회전량을 유량 지시부를 통해 정확한 실제 사용량을 표시하는 원리이다. IoT 다기능 계량기는 기존 가스계량기의 기계식 가스미터에 가스 사용량을 전자식으로 계량하고 외부진동 감지 및 차단, KGS AA631 다기능 가스안전계량기 제조의 시설·기술·검사 기준에 포함되어있는 차단, 전자봉인, 무선통신 등의 기능을 포함한 제품이다. 가스미터기는 다른 가스기와 다르게 가장 외부 환경에 많이 노출되어 있고, 외부인이 쉽게 접근할 수 있기 때문에, 세밀한 안전관리가 요구된다. 가스미터기를 점검하기 위해서는 설치된 위치

까지 안전관리자가 직접 이동을 해야 하며, 상시 안전 모니터링이 없어서 가스미터기 조작 사고, 무단 가스 시설 개량을 통한 비허가 사용 사고 등이 계속 발생하고 있다. 다기능가스계량기의 IoT 제어가 가능해지면, 가스사용에 대한 안전 모니터링, 효율적인 가스 공급, 유사시 신속한 가스차단이 가능해지지만, 가스를 공급하는 메인 배관을 제어하는 기기이기 때문에 철저한 무선 동작 실증이 요구된다. 기존의 가스계량기를 고수한다면 원격 차단 및 제어 기능의 부재로 인한 지진, 화재와 같은 재해, 재난 상황에서의 안전성 문제를 가지고 있다. 스마트가스미터의 도입은 이러한 신뢰성 및 안전성 문제를 해결할 뿐만 아니라, 도시가스 계량기의 실시간 원격 검침, 안전차단, 에너지 사용량 데이터의 공유 및 분석 서비스의 토대를 마련할 수 있다. 또한, 최근 다양한 빅 데이터 신규 시장 창출이 가능하며, 해외에서도 스마트가스미터의 교체가 활발히 진행되고 있다. 하지만 일반 계량기에 센서와 무선 모듈을 부착하여 스마트가스미터를 제작하더라도 무선 통신을 이용한 원격 검침 및 차단기능의 성능을 시험하고 인증할 기준이 없는 상황이다. 가스계량기 성능시험 평가 장치 시작품을 제작하고, 시작품의 실증 운용에 따라 시험평가의 항목 및 방법을 제시하여 평가 운용을 최적화 할 수 있도록 하는 연구를 진행하여 시장을 개척해야 한다.

III. 가정 내 무선기반 가스 안전장치 현장 실증을 통한 동작 신뢰성 검증 방법

정보통신기술의 비약적인 발전에 따라 현재 전 세계적으로 IoT 기술이 이슈임과 동시에 산업 전반에 도입하기 위한 연구와 제품 개발이 이루어지고 있다. 하지만 아직 그 활용 수준이 높지 않으며, 특히 사람의 안전에 직접적으로 영향을 미치는 제품에 대해서는 IoT 제품에 대한 검증제도와 표준이 갖춰져 있지 않은 상황이다. 이러한 상황에서 우리나라에서는 무선 가스 안전제어 기준마련을 통해 국제 표준화에 앞장서기 위한 실증 사업을 진행 중이다. 실증을 진행하기 위해서 실증 시 안전성을 확보하기 위하여 가장 먼저 안전 가이드라인을 구축하였다. 참고로 안전 가이드라인에서는 가스 안전장치 성능평가를 위한 시험평가 장비의 개요, 구성, 세부 사양을 다루며, 무선기반 가스 안전장치 시험평가 안전 프로세스를 통하여 가스 누출, 사고 대응 등을 구축하여 위험한 상황에 대비하고 있다. 또한 가정용/산업용으로 구분 지어 안전성을 검증한다. 현장 실증 수행에 관한 안전 체크리스트를

Table 2. Evaluation items and details

구분 \ 종류	IoT 퓨즈콕	IoT 다기능 계량기	IoT 차단장치
가스 기술 기준	KGS AA340	KGS AA631	KGS AA632
	현행 가스기술기준(KGS Code)		
평가 항목	기밀, 내구, 누출량, 유량, 토르성능		기밀, 내구, 내압

적용함으로써 위험한 사고를 예방하고, 안전 프로세스를 사전에 정립하여 실증 구조물 출입 등록 절차, 비상 대피 기준, 안전시설 현황 파악, 취급 화학물질 정보, 안전 환경 규정에 관한 정보를 공유하여 사고를 예방한다. 또한 다양한 무선 가스안전 관련 실증을 조사하여 데이터를 구축하고 이를 바탕으로 사업화를 진행하는 등 제품 보급 및 기술 발전 활성화에 기여한다.

3.1. 무선 가스안전장치 안전성 확인

현장 실증의 목적은 무선이 적용되어 안전차단-제어가 가능한 가스용품의 안전성을 확보하고 그 결과로서 제도 개선에 대한 기반을 마련하여 신제품(기술)의 상용화 유도와 보급을 활성화하는 것을 목적으로 한다. 퓨즈 콕, 다기능계량기, 차단 장치의 안전성 평가 항목은 다음과 같다.

본 연구에서는 가스안전장치 중 IoT 퓨즈 콕을 중심으로 안전성 확인 후 실증을 수행할 계획이므로 Table 2의 KGS AA340 코드에 따라 평가를 수행한다. 평가항목을 자세하게 살펴보면, 퓨즈 콕 기밀 성능의 경우 35kPa 이상의 공기압을 1분간 가하였을 때 누출이 없는 것으로 하여야 하고, 내구 성능의 경우 콕은 2.8kPa의 액화석유가스를 (1.5~3.0) L/h의 유량(다른 기체로 시험하는 경우 이에 상응하는 유량)으로 통과시키면서 (15~20) 회/min의 속도로 콕을 30,000회 반복하여 개폐 조작한 후, 기밀 시험에서 누출이 없고, 회전력이 0.588N·m 이하인 것으로 한다. 또한, 커플러 안전기구가 부착된 것은 500회 개폐 조작한 후 4.2kPa 압력으로 기밀시험을 하여 누출량이 0.55L/h 이하인 것으로 한다. 누출량 성능의 경우 커플러 안전기구는 4.2kPa 이상의 압력에서 누출량이 0.55L/h 이하인 것으로 한다. 또한, 과류차단 안전기구는 4.2kPa 이상의 압력에서 누출량이 1.0L/h 이하인 것으로 한다. 유량 성능의 경우 콕의 유량은 입구압이 (1±0.1)kPa이고 차압이 0.1kPa일 때 커플러 안전기구가 부착된 것은 500L/h

Table 3. Gas Flow Rate and Pressure Supply Criteria by Fuse Cock

시험대상 및 기준 항목		가스의 유량 및 압력 공급 기준	
		Min.	Max.
퓨즈 콕	Flow Range	1,200 LPH	3,400 LPH
	시험조성 유량	~ 4,080 LPH	
	Pressure Range	0.9 kPa	35 kPa
	시험조성 압력	~ 42 kPa	

Table 4. Demonstration goal using infrastructure facilities

항 목	단위	목표	
IoT 퓨즈콕	기밀성능	누출량	0
	내구성능	회	30,000
	누출량 성능	L/h	≤1.0
	유량성능	%	±10
	토크성능	N·m	≤0.588

이상, 과류차단안전기구가 부착된 것은 400L/h 이상인 것으로 하며, 과류차단안전기구가 부착된 콕의 작동유량은 입구압이 (1±0.1)kPa인 상태에서 측정하였을 때 표시유량의 ±10% 이내인 것으로 한다. 이러한 평가 항목 및 방법을 통하여 IoT 퓨즈콕의 안전성을 확인할 수 있으며 이 때 가스 유량 및 압력 공급 기준은 Table 3과 같으며, IoT 퓨즈콕의 안전성 목표는 다음 Table 4와 같다.

위와 같은 안전성 목표를 토대로 IoT 퓨즈 콕 시료 A의 안전성 확인을 한 결과 다음 Table 5와 같은 결과를 얻을 수 있다.

안전성 확인을 통하여 IoT 퓨즈 콕 시료 A의 기밀, 내구, 누출량, 유량, 토크에 관한 안전성을 확인하였다.

3.2. 실증 환경 및 실증 방법

무선 시스템은 외부 신호에 대한 간섭의 영향으로 인해 원격 차단 신호를 받지 못할 가능성이 있

Table 5. Safety check result of Sample A

결 과	
항 목	시료 A
기밀성능	이상없음
내구성능	이상없음
누출량 성능	이상없음
유량성능	이상없음
토크성능	이상없음



Fig. 4. Demonstration location

다. 따라서 신호에 장애가 없는 경우, 장애가 약간 있는 경우, 밀폐된 공간으로 인해 통신 장애가 심한 경우로 나눠 실증을 진행하는 것이 합당하다. 이 방법을 통해 무선기반 가스 안전장치의 동작 신뢰성을 확인하고자 한다. 무선 기반 가스용품들 중 퓨즈 콕, 다기능계량기, 긴급차단 장치, 가스누출차동차단기, 가스누출경보차단 장치에 대한 시험 평가를 실시할 것이며, 본 연구에서는 IoT 퓨즈 콕을 가정용 환경에서 실증을 진행하고자 한다. 실증 시험 시 실제 운영 시설물의 직접 차단으로 인한 사고를 예방하기 위해 10개의 IoT 퓨즈 콕을 이용하여 약 3개월간 1일당(주말 제외) 2회씩 진행하였다. 즉, 퓨즈 콕 1기기 당 약 7,200회의 무선 차단 테스트를 진행하였다. 이러한 지속적인 테스트를 하며 불활성 가스를 이용한 별도 구조물로 가스를 사용하여 차단 테스트를 진행하는 실증 환경을 구축하였다. 실증은 최대한 가정환경과 비슷한 요건을 갖추기 위하여 Fig. 6에서 볼 수 있는 중복 음성군 신세계 타워에서 진행하였다.

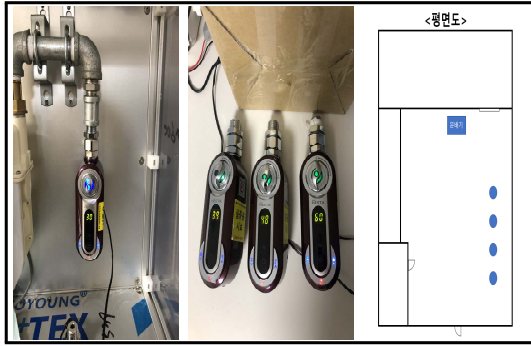


Fig. 5. Demonstration photo 1 (with piping and without piping)

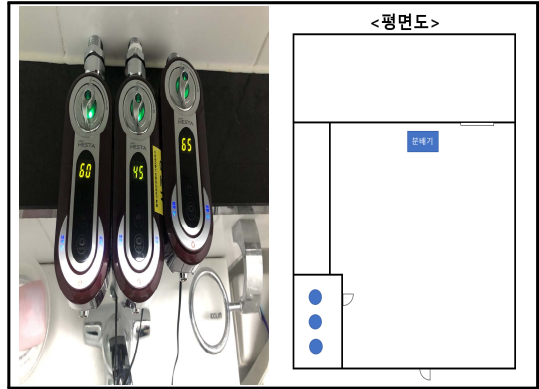


Fig. 7. Demonstration photo 3

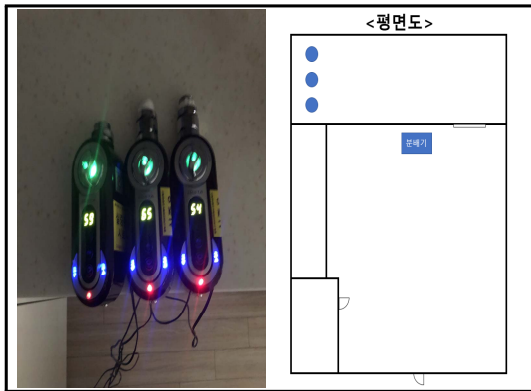


Fig. 6. Demonstration photo 2

Fig 4의 평면도는 실증 테스트를 진행하는 곳의 분배기와 무선 차단 장치(IoT 퓨즈 콕)을 표시한 평면도이다. 평면도에는 i) 통신 분배기와 무선 차단 장치가 통신에 장애가 없는 경우, ii) 통신에 약간의 장애가 있는 경우, iii) 통신에 심한 장애가 있는 경우를 구분할 수 있도록 표시해뒀다. 실증은 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

i) 통신에 장애가 없는 경우

Fig. 5에서 볼 수 있는 i)의 방법은 통신 분배기와 무선 차단 장치가 통신에 문제가 없는 경우 (통신 분배기와 차단 장치의 통신인 원활할 경우) 직접 원격 제어를 하여 차단 시간 및 차단 성공 여부를 확인하는 것이다.

ii) 통신에 약간의 장애가 있는 경우

Fig. 6에서 볼 수 있는 ii)의 방법은 통신 분배기

와 무선 차단 장치 사이에 약간의 장애, 방해물 등이 있는 경우 (벽 등을 사이에 두고 진행하는 경우) 직접 원격 차단을 하며 차단 시간 및 차단 성공 여부를 확인한다.

iii) 통신에 심한 장애가 있는 경우

Fig. 7에서 볼 수 있는 iii)의 방법은 통신 분배기와 무선 차단 장치 사이에 심한 장애가 있는 경우 (밀폐 공간에 두고 실증을 진행 하는 경우) 직접 원격 차단을 하며 차단 시간 및 차단 성공 여부를 확인한다.

IV. 시험 방법에 따른 시험 결과 및 분석

실증을 진행 후 방대한 양의 데이터를 얻을 수 있었고 전체 응답시간 평균, 전체 성공률 평균을 구할 수 있었다. 이를 더욱 세부적으로 각 디바이스의 데이터를 기준으로 정리할 수 있었다.

Fig. 8에서 볼 수 있는 데이터는 디바이스의 구분 없이 전체 응답시간 평균, 전체 성공률 평균으로 분류 및 정리한 것이다. i) 시나리오인 장애 없을 경우 평균 차단 시간 1.21초, 평균 응답 성공률 100% 로 나왔다. ii) 시나리오인 약간의 장애가 있을 경우 평균 차단 시간 1.59초, 평균 응답 성공률 100%이다. iii) 시나리오인 심한 장애가 있을 경우 평균 차단 시간은 1.88초, 응답 성공률 96.7%이다. 따라서 전체 평균 응답 시간은 1.56초, 전체 평균 응답 성공률은 98.9%로 나타났다.

차단 시간의 관점에서 i) 시나리오와 ii) 시나리오는 약 0.4초 차이가 났고, iii) 시나리오에서 평균보다 0.3초 늦는 현상이 일어났다. 성공률 관점에서는 i), ii) 시나리오는 100%이고, iii) 시나리오

전체 평균			
	장애 x	장애 △	장애 O
평균(초)	1.21	1.59	1.88
성공률(%)	100	100	96.7

Fig. 8-1. Classify data over time

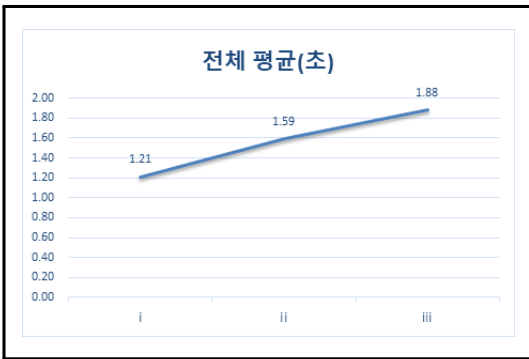


Fig. 8-2. Overall Average

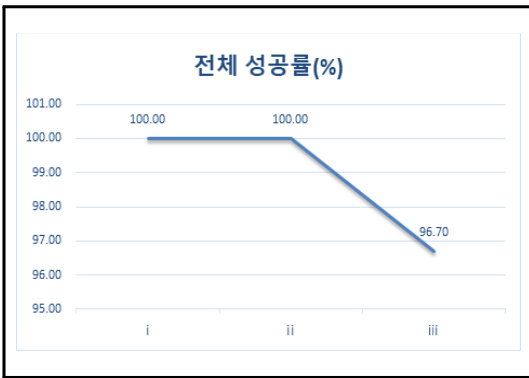


Fig. 8-3. Overall Success Rate

는 96.7% 이상을 기록하면서 높은 성공률을 기록하였다. 또한 시간이 지나면서 차단 시간이 늦어지거나 차단 성공률이 낮아지는 등 특이 사항은 나타나지 않았다. 다음으로는 더욱 세부적으로 각각의 무선 차단 장치 기기에 따라 분류를 하여 정리하였다.

Fig. 9는 각각의 기기를 기준으로 정리한 결과 평균 응답시간 0.94 ~ 2.15초, 평균 차단 성공률은 94.4~100%로 최고 응답시간은 2.15초를 기록하였고, 최저

응답시간(초)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
장애 x	1.46	1.41	1.03	0.94	-	-	-	-	-	-
장애 △	-	-	-	-	1.58	1.58	1.60	-	-	-
장애 O	-	-	-	-	-	-	-	1.60	2.15	1.88

차단 성공 여부(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
장애 x	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-
장애 △	-	-	-	-	100	100	100	-	-	-
장애 O	-	-	-	-	-	-	-	95.8	94.4	100

Fig. 9. Classification of data of radio blocking devices

성공률은 94.4%를 기록하였다. 차단 시간 관점에서는 i) 시나리오의 4번 기기에서 가장 빠른 반응인 0.94초를 기록하였고, iii)번 시나리오의 9번 기기에서 2.15초를 기록하며 가장 느린 반응을 기록하였다. 또한 성공률 관점에서 보면 i), ii) 시나리오에서는 모두 100% 성공률을 기록하였으며 iii) 번 시나리오에서 8, 9번 기기가 각각 95.8%, 94.4%를 기록하였다.

이를 보면 통신 장애가 심한 경우를 포함하여도 무선을 이용해 가스 밸브 차단 시 대부분이 약 2초 이내로 차단이 가능하였다. 또한 무선 응답 성공률도 최저 94.4%를 기록하며 높은 성공률을 보였다. 이 밖에 특정 기기에서 차단이 안 되거나 실증 중 오류, 고장 등 특이 사항은 나타나지 않았다.

V. 결론

현재 무선에 의한 차단/제어 기술의 요구는 증대하나 안전성 확보를 위한 검/인증 인프라, 실증 기술 및 관련 제도의 부재가 따른다. 그러므로 무선 가스용품 안전성 확보와 제도개선에 대한 기반을 마련하여 신제품(기술)의 상용화 유도와 보급 활성화 추진이 필요하다. 본 실증을 통하여 무선 가스 차단 장치에 대한 동작 신뢰성을 테스트하고 그에 따라 안전성을 검증하여 향후 제품을 상용화하고 보다 안전한 제도개선을 이루도록 하는 것이 목적이다. 이를 위해 실증 대상 제품에 대한 안전 가이드라인을 제시하고 그에 따라 실증을 진행하여 데이터를 구축하여 이를 바탕으로 동작 신뢰성을 확보한다. 또한 무선통신기반으로 언제 어디서나 관리가 가능하여 더욱 안전한 관리가 가능해지고 가스 취급 고위험 시설물 안전관리 기술의 고도화를 달성할 수 있다. 실증을 위한 다양한 안전가이드,

가상 시나리오 등을 활용하여 실제 상황에서 더욱 안전성을 확보할 수 있다. 국내에서 연구개발 및 상용화가 되지 않은 독자적 기술개발에 따른 현장 적용성 확보 후 인증 및 공급/판매 성과를 근간으로 품질/가격 경쟁력 확보를 통한 해외 진출 가능하며 글로벌 사업의 표준선도 가능하다. 또한 안전 사고의 발생을 억제할 수 있음으로 사고 시 신속 대응을 통해 막대한 경제적 손실을 방지할 수 있으며, 기존 유선 시스템의 선로 차단 시 발생할 수 있는 대규모 피해를 예방할 수 있어 사회적 비용 절감이 가능하다. 무선 실시간 모니터링으로 대용량 데이터를 바탕으로 대국민 안전서비스 고도화할 수 있다. 더하여 즉시 대응 및 사전예측으로 산업 단지와 주거지역의 생활 안전 공생을 위한 안전도시 구현이 가능하다.

본 실증을 통하여 구축된 데이터를 바탕으로 추후 다양한 시험 평가 항목(원격 검침 등) 및 시험 방법(인접 채널 선택성, 패킷 수신 등)을 제시함으로써 가스 차단 기술의 발전 및 사업화를 성공적으로 진행할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구실증 기반조성 지원에 의한 연구임 (과제번호: No. P0011214, 과제명: 가스시설 무선 차단·제어 성능 평가 인프라 구축 및 제도 개선)

REFERENCES

- [1] 리서치팀, 한국가스안전공사, *무선기반 차단용 가스안전기기 국내·외 기술동향 및 기준현황 조사 결과보고서*, (2021)
- [2] Kim, M. J., Oh, J. S., “Study on Development of Performance Evaluation Guidelines for Leak Test Smart Gas Meter”, *KIGAS*, 23(5), 8-14, 2019
- [3] Lee, S. W., Lee, S. S., Song, M. H., Kwon, Y. M., “An Empirical Reserach on the IoT Basis Gas AMI Platform and Smart, Metering Services”, *KIGAS*, 24(3), 1-10, (2020)
- [4] Oh, J. S., Choi, K. S., Kwon, J. R., “A Empirical Study on Applying UbiQuitous Technology for Gas Safety Management”, *KIGAS*, 12(2), 63-68, (2008)
- [5] Oh, J. S., Bang, H.J., “A Study on Zone-based Risk Analysis System using Real-time Data”, *KIGAS*, 17(6), 83-89, (2013)
- [6] Kim, S. J., Jang, W.S., Kwon, I. J., Kim, S.M., Hwang, W. S., Oh, B. W., “Location-Based Smart Life Jacket System Using LoRa Network”, *Proceedings of KIIT Conference*, 544-548, (2021)
- [7] Oh, J. S., Baek, D. S., Park, T. J., Kim, J. H., “Construction and Development of IoT-based Home Gas Equipment Safety Platform Service”, *KIGAS*, 23(5), 15-23, (2019)