



무선가스안전기기를 위한 성능시험 방안에 관한 연구

†오정석

한국가스안전공사 가스안전연구원

(2018년 9월 29일 접수, 2018년 10월 17일 수정, 2018년 10월 18일 채택)

A Study on Performance Test Method for Wireless Gas Safety Devices

†Jeong Seok Oh

Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation, ChungCheongbuk-do, Korea

(Received September 29, 2018; Revised October 17, 2018; Accepted October 18, 2018)

요약

최근 가스안전기기의 동향은 무선 기술의 발전과 수요자의 요구에 따라 무선 가스안전기기에 대한 개발과 연구가 활발히 이루어지고 있다. 무선의 신뢰성에 대한 논란이 제기되고 있지만 무선의 편리성이란 강점으로 가스안전기기에 도입이 확대되고 있으므로 이러한 기기의 안전성과 신뢰성을 검증할 수 있는 합리적인 성능평가 방안이 필요하다. 본 논문은 무선 가스안전기기에 대한 안전성과 신뢰성을 확인하여 기기가 원활하게 확대·보급될 수 있도록 성능평가 장치 설계·제작과 성능평가 방안 제시를 목적으로 한다. 이를 위하여 국내·외 무선 가스안전기기 관련제도를 조사하여 신뢰성과 안전성을 확인하는 기능과 방법을 검토하고 주요기능에 대해 시험평가가 가능한 장치를 제작하며 무선가스안전기기의 신뢰성과 안전성 요구조건을 만족시키는 주요 성능평가 항목(안)과 시험방안을 제시한다.

Abstract - Recent trends in gas safety devices are actively developing and researching wireless gas safety devices in response to the development of wireless technologies and the needs of customers. Although there is controversy over the reliability of wireless, the strength of wireless convenience is increasing the introduction of gas safety devices, a reasonable performance evaluation method is needed to verify the safety and reliability of these devices. This paper aims to propose designing and manufacturing performance assessment equipment and methods for evaluating performance so that the safety and reliability of wireless gas safety devices can be verified and distributed smoothly. So, this study reviews the functions and methods of verifying reliability and safety by investing domestic and foreign the related wireless gas safety devices, produces equipments capable of testing major functions, and presents key performance assessment item and test methods that satisfy the reliability and safety requirements of wireless gas safety devices.

Key words : Wireless Gas Safety Device, Reliability & Safety, Performance Assessment

I. 서론

가스누출에 의한 사고를 예방 및 진압하기 위하여 소방, 기계, 건축 및 전기 등의 다양한 분야에서 학술적인 연구는 물론 기술적인 발전이 진행되고

있다. 그 중 가스누출 사고를 예방하기 위한 장치로서 가스누출경보 장치 등 다양한 제품과 연구가 수행되고 있다. 가스누출 사고 발생 시 그 피해범위와 피해가 급격히 확산되는 특징이 있어 이를 얼마나 빠른 시간내에 사람에게 알려주거나 배관을 차단하는 기능은 예방차원의 설비에서 대단히 중요한 요소이다. 특히, 예방차원의 가스안전기기가 최근 다양한 IT기술과 접목되면서 더욱 다변화될

†Corresponding author:dbstar@kgs.or.kr
Copyright © 2018 by The Korean Institute of Gas

제품으로 발전하고 있으며 주 기능으로 가스감지 센서를 이용하여 가스누출 시 발생하는 다양한 가스를 감지하여 그 신호를 제어부(수신부)에 전송하여 위험발생을 알리고 제어처리를 수행하는 부분의 통신기술 신호전송 시스템과 유사하다[1].

최근 가스안전기기의 동향은 무선 기술의 발전과 수요자의 요구에 따라 무선 가스안전기기에 대한 제품 개발과 연구가 활발히 이루어지고 있으며 무선의 신뢰성에 대한 논란이 제기되고 있지만 무선의 편리성이란 강점으로 가스안전기기에 도입이 확대되고 있다. 그러므로 이러한 무선 가스안전기기에 대한 안전성과 신뢰성을 검증할 수 있는 합리적인 성능평가 방안이 필요하다[9].

본 논문은 무선 가스안전기기에 대한 안전성과 신뢰성을 확인하여 원활하게 확대·보급될 수 있도록 전용 성능평가 장치 설계·제작과 이를 활용한 성능평가 방안 제시를 목적으로 한다. 이를 위하여, 국내·외 무선 가스안전기기 관련제도를 조사하여 신뢰성과 안전성을 확인하는 기능과 방법을 검토하고 주요 기능에 대해 시험평가가 가능한 장치를 설계·제작하며 무선가스안전기기의 신뢰성과 안전성 요구조건을 만족시키는 주요 성능평가 항목(안)과 시험방안을 제시한다.

II. 국내·외 무선 가스안전기기 관련제도 조사

2.1. 국내 무선기기 적합성 평가제도 분석

국내에서는 방송통신기자재간의 전파 혼·간섭 문제, 유해한 전파 영향 등을 해결하기 위하여 전자파 규제 및 대책 기술을 심도 있게 연구하고 있으며, 무선설비기술 기준에 따라 적합성 평가제도를 운영하고 있다[7].

무선설비기기의 경우 전자자원의 효율적 이용이라는 관점과 전파를 사용하는 무선기기의 성능과 품질을 보장하여 인명안전과 관련된 무선기기의 신뢰성을 확보하여 국내의 전파질서 유지를 위하여 전파법에 의해 형식검정·등록을 받도록 되어 있다.

무선가스안전기기는 무선설비기기 중 “(신고하지 아니하고 개설할 수 있는) 무선국용 무선설비”에 해당되며 국내·외 시장에서 가스누출 경보용으로 사용되는 무선설비기기는 기준항목 “특정소출력무선국용 무선설비”, “RFID/USN 등의 무선설비”, “UWB 및 용도미지정 무선기기”에 적용되어 왔다. 이 중 안전시스템용 특정소출력 무선기기의 기술 기준의 주요부분은 다음과 같다.

- 주파수변조용 무선기기의 주파수편이는 무변조시의 반송파의 주파수보다 ± 2.5 kHz 이내 일 것

- 주파수허용편차는 지정주파수의 $\pm 7 \times 10^{-6}$ 이하 일 것
- 스푸리어스영역에서의 불요발사는 기본주파수의 평균전력보다 40 dB 이상 낮은 값일 것
- 송신장치의 인접채널 누설전력은 지정주파수로부터 ± 12.5 kHz 떨어진 주파수의 ± 4.25 kHz의 대역내에 복사된 전력이 반송파전력보다 40 dB 이상 낮은 값일 것
- 고정장치 및 휴대장치는 다른기기의 오동작을 방지하고 다른기기의 신호에 의한 오동작을 일으키지 않도록 식별코드를 사용할 것
- 하나의 캐비닛 안에 수용되어 있고 쉽게 개봉할 수 없을 것. 다만, 전원설비 및 제어장치는 예외로 함
- 외부급전선을 가지지 아니할 것

2.2. 국외 무선기기 적합성 평가제도 분석

유럽의 CE 인증은 1990년 12월 제품의 규격 및 기술규정에 따라 적합성 평가를 하는 시험 및 인증 제도가 범유럽 차원의 시험인증기관이 설립되어 제품별로 달리 적용하던 인증절차나 인증마크를 통일하였다[2,8].

CE 인증은 제품이 안전, 건강, 환경 및 소비자보호와 관련된 유럽규격을 만족한다는 의미이며 품질에 대한 보증이 아니라 기본적인 안전조건을 충족시킨다는 것을 확인해주는 수단이다.

CE&RTTE Directive는 무선 설비와 방송통신 터미널 설비의 무선신호, EMC, 안전등에 관한 필수 요구사항이며 적합성에 대한 책임은 제조자가 아닌 유통업자 및 수입업자로 한정하고 있다. 각 통신방식 별 CE 인증의 일반표준 현황은 Table 1과 같다.

가스안전 및 차단과 연계되어 있는 무선 가스안전기기 관점으로 조사해본 결과 CE 무선표준 현황에서 송신부분에 대한 시험항목이 아닌 수신과 제어에 관한 시험항목 구성이 중요하며 대부분의 표준에서 “인접채널선택성”, “차단 및 억압감도”, “스푸리어스 응답거절”이 주요항목으로 검토되었다.

2.3. 국외 안전기기 관련 기준 분석

무선에 관련된 국외 가스안전기기의 기준은 거의 없다고 해도 무방하다. 화재분야까지 범위를 넓혀본다면 일본소방검정기준과 국제표준인 ISO 7240-25가 우리가 목표로 하는 시험평가 사항에 근접하다고 사료된다.

일본소방검정기준은 무선기기를 위해 2007년 “화재경보설비의 감지기 및 발신기에 관계하는 기술상의 규격을 정하는 법령”, “수신기에 관계하는 기술

상의 규격을 정하는 성령”, “중계기에 관계하는 기술상의 규격을 정하는 성령”을 추가하였다 [4-6].

이 기준에서 제시하는 감지기의 주요구조와 기능으로는 먼저 일본 무선설비규칙에 의거한 소출력 시큐리티 시스템의 무선국 무선설비이어야 하며 설계치 이상의 전계강도와 발신에서 수신까지 소요시간, 화재발신의 확인 가능 등의 기본적인 사항을 규정하고 있다. 예를 들어, 화재상태의 기능으로서 화재감지 시 5초 이내 발신하여야 하고 이를 확인할 수 있는 장치를 설치하여야 하며, 화재 감지 후 지속적인 화재 감지 시 60초 당 1회 이상의 단속적인 발신을 해야한다고 규정하였다.

특히, 전파를 수신하는 수신기에서는 발신기에서 발생된 신호를 3m 떨어진 지점에서 최저의 전계강도를 가지는 지 여부를 확인하는 수신감도를

측정하는 방법을 제시하였다. Fig. 1은 수신장치를 회전시키면서 전 방향에 있어서 발신장치 신호를 수신하는 것을 확인하는 방안이다.

ISO 7240-25은 “화재감지 및 알람 시스템”에 대해 2010년 6월 제정되었으며 적용범위는 화재경보 시스템에 사용된 기기로 통신을 위하여 무선전송 경로를 사용하는 기기에 대한 요구사항 시험방법 및 성능기준을 명시하고 있다. 예를 들어, 무선주파수 전송경로와 관련하여 현장 감쇄 내성시험, 경보 신호 무결성, 개별 확인 가능코드 부여여부를 확인하고 수신기의 성능과 관련하여 인접채널 선택시험, 차단 및 감도역압시험, 스푸리어스 응답거부시험을 수행한다[3]. 특히, ISO 수신기 시험항목은 CE의 EN 규격에서 검토했던 수신기 공통성능항목과 일치함을 알 수 있다.

더 나아가, ISO 규정에서 전원공급설비는 전원이 36개월 동안 기기가 정상 동작할 수 있어야 하며, 전원공급의 작동에 오류가 생기기전 오류신호를 전송할 수 있으며, 역극성에 견딜 수 있어야 한다.

Table 1. General standard condition of CE

통신방식	주파수범위	무선표준	EMC 표준
SRD (Inc RFID)	9kHz~25MHz	EN 300 330-2	EN 301 489-3
SRD	25MHz~1GHz	EN 300 220-2	EN 301 489-3
SRD	1GHz ~40GHz	EN 300 440-2	EN 301 489-3
WLAN (802.11b/g)	2.4GHz ~ 2.4835 GHz	EN 300 328	EN 301 489-17
WLAN (802.11a)	5.2GHz~5.7GHz	EN 301 893	EN 301 489-17
Bluetooth	2.4 GHz ~ 2.4835 GHz	EN 300 328	EN 301 489-17
Microwave	6 GHz 이상	EN 302 217-2 EN 302 326	EN 301 489-4
GSM	900/1,800 MHz	EN 301 511	EN 301 489-7

III. 성능평가 장치 설계 및 제작

본 연구의 성능시험평가 장치는 무선 가스안전 기기의 수신감도, 인접채널선택성, 차단 및 감도역압, 스푸리어스 응답거부 등의 시험항목을 측정하기 위해 고안되었고 전체 개략도는 Fig.2와 같다.

성능평가 장치의 하드웨어는 벡터 신호발생기, 연속파형 신호발생기, 벡터 신호분석기, 컨트롤러, RF 병합기 등으로 구성되며 Fig.3에서 보인다.

신호분석기는 모든 형태의 RF회로에 대한 주파수 응답, 잡음 및 왜곡 특성 등을 측정하는데 사용되며 다양한 조건하에서 입력 및 출력 스펙트럼을 비교한다. 또한 RF 리스트 모드를 활용하여 RF 설정을 신속하고 결정성 있게 변경할 수 있어 다중대역 측정의 속도를 높여 시험 시간을 감소시킬 수 있다. 신호발생기는 아날로그 또는 디지털 신호를

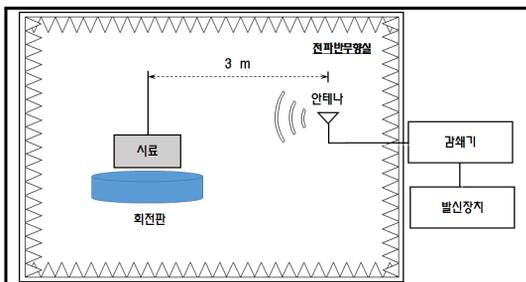


Fig. 1. Measuring receiving sensitivity.

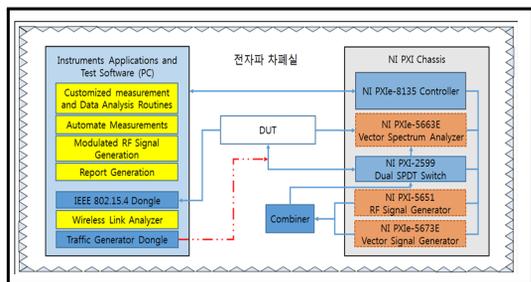


Fig. 2. Schematic diagram of evaluation device.



Fig. 3. Architecture of evaluation device.

Table 2. The specification of circulator

주파수 범위	1.5~2.5GHz
임피던스(Nominal)	50 Ω
V.S.W.R (Max)	1.30 : 1
삽입 손실	0.6 dB
아이솔레이션	18 dB
RoHS	준수

생성하고 본 연구에서는 2대의 신호발생기를 사용하여 신호 및 간섭신호를 동시에 생성한다. 벡터 신호 발생기는 최대 6.6 GHz RF 주파수 범위를 가지며 GPS, GSM/EDGE/WCDMA, WLAN, WiMAX, ZigBee 등 다양한 신호를 생성할 수 있다. RF 신호 발생기는 500kHz ~ 3.3GHz의 주파수 범위를 갖으며 변조 기능이 있는 연속파 신호 생성기로 위상 노이즈 및 신호 지터를 제공할 수 있다. 특히 RF 신호를 분배하는 스위치는 Table 2와 같은 사양을 가진다.

소프트웨어는 신호생성 수집을 위해 신호발생기의 변조된 신호 측정 또는 스펙트럼 측정을 위해 개발되며 무선 주파수 대역 기반의 통신기기 데이터 패킷을 분석할 수 있는 무선 링크 분석기가 포함되어 있다. 구축된 하드웨어인 신호발생기와 신호분석기를 구동하여 수신기의 성능을 수행하는 소프트웨어로서 구성은 Fig. 4에서 보인다. 본 소프트웨어는 발생신호 획득에 생성된 데이터 로그를 메타정보로 활용하여 최종 결과 및 보고화면을 표시한다.

본 연구에서 제안하는 무선 가스안전기기의 성능평가는 수신과 제어부에 동작성능이 안전하지가 중요하기 때문에 수신감도, 인접채널선택성, 차단 및 감도역압 등을 측정하기 위해 하드웨어를 구동하는 소프트웨어 절차를 Fig. 5에서 보인다. 예를 들어,

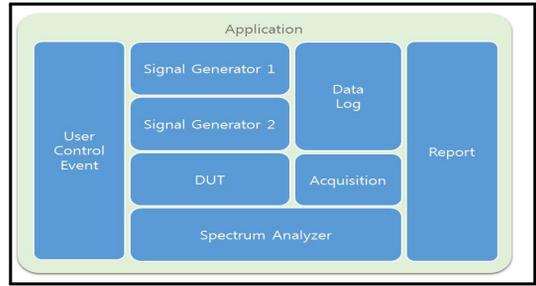


Fig. 4. Architecture of software module.

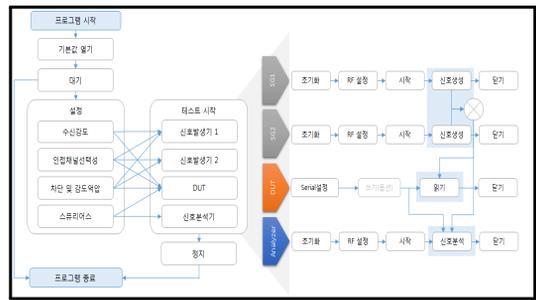


Fig. 5. Software process for receiving module.

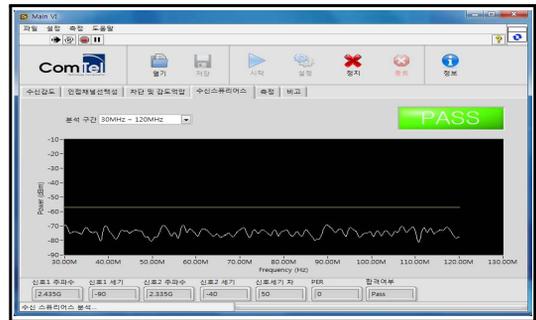


Fig. 6. Evaluation result on our software.

인접채널 선택성을 측정하기 위해 첫 번째 신호발생기의 주파수와 세기를 설정하기 두 번째 신호발생기 주파수는 첫 번째 신호발생기의 Up/down 채널로 설정하며 피 시험체(DUT)를 수신 모드 상태로 설정하여 데이터를 수신한 후 인접 채널의 간섭 영향에 따른 패킷 에러율을 측정한다.

완성된 성능평가 장치는 송신기와 수신기의 신호를 모두 측정할 수 있으며 Fig. 6과 같이 사용자 설정에 따라 절차를 자동화하고 측정 결과를 함/부로 표시하여 시험자의 부담을 감소시킬 수 있다.

IV. 무선가스안전기기 성능평가(안)

무선 가스안전기기를 위한 성능평가 방안은 기기에 요구되는 시스템 및 기기 요구사항에 대하여 분석하고 주요 성능평가 항목 및 그에 따른 시험방법과 측정절차를 정의하여야 한다. Table. 3은 본 연구에서 국내·외 자료 조사 및 검토를 통해 제시하는 주요 시험평가 항목(안)이다.

(1) 현장감쇠내성 (Immunity to site attenuation)

- 시험목적: 기기 자체 또는 시스템 구성에서 관련된 주파수 대역에서 신호 간섭으로부터 RF 전송 경로상의 현장 감쇄가 평가기준을 만족하는지 확인한다.
- 필수사항: 기기 자체 또는 시스템 구성 시 RF 전송경로에 작동주파수별로 제조사의 무선통신 칩에서 정의하고 있는 최소 수신감도 이상이어야 한다.

(2) 경보신호무결성 (Alarm signal integrity)

- 시험목적: 기기에서 발생 혹은 기기로 입력되는 신호의 충돌 및 무선 전송경로의 점유로 인하여 발생하는 손실에 대해 측정한다.
- 필수사항: 시스템 기기들은 지속적으로 경고 표시가 나타날 수 있도록 만족하는 전송 프로토콜을 사용해야 한다. .

(3) 기기의 식별 (Identification of components)

- 시험목적: 무선 가스안전기기가 개별적으로 자체 기기 및 경보시스템에 식별되는지 평가한다.
- 필수사항: 무선전송경로 사용기기는 개별 확인 코드를 통해 기기의 식별 여부를 확인할 수 있어야 한다.

(4) 간섭내성 (Immunity to interference)

- 시험목적: 제한된 거리 및 공간에서 운용 중인 동종 무선 가스안전기기에서 발생하는 무선전파 및 다른 사용자가 사용하는 무선전파에 대한 간섭의 저항성을 평가한다.
- 필수사항: 무선 전송경로가 동 제조업체 시스템 내 다수의 무선기기와 동종 시스템이 제한된 거리에서 작업하고 있는 동안에도 신호를 전달 할 수 있어야 하며, 간섭신호 종류는 다음과 같다.
 - ① 무선 가스안전기기 및 경보시스템에서 발생하는 무선영향 (동 제조업체)
 - ② 다른 사용자가 사용하는 무선의 영향(동 제조업체 및 타 제조업체)

(5) 통신손실 (Loss of communication)

- 시험목적: 무선 가스안전기기에서 무선 전송 경로 사용 기기의 신호를 정해진 시간내에 전달

할 수 있는지 평가한다.

- 필수사항: 무선 신호가 지정된 시간내에 수신기에 전달하지 못하는 경우 확인이 되어야 하는 시간과 표시되는 시간을 지정해야한다. 예를 들어, ISO 국제 규격의 경우 300초 이내에 확인되어야 하고 100초이내 표시되어야 한다고 규정되어 있다.

(6) 인접채널선택성(Adjacent channel selectivity)

- 시험목적: 인접채널에 존재하는 방해파에 대한 선택성을 나타내는 것으로, 시험대상기의 수신감도와 인접채널에 존재하는 방해신호의 레벨 비를 dB 단위로 나타낸다.
- 필수사항: 인접채널 선택성의 국제 표준 값인 36 dB 이상이어야 한다.

(7) 차단 및 감도억압(Blocking or desensitization)

- 시험목적: 수검기기의 감도억압효과(방해파에 의해 희망파 출력이 저하되는 현상)가 허용치 이상인지 측정한다.
- 필수사항: 차단 및 감도 억압의 경우 국제 표준 규격에 따라 동작주파수 오프셋이 ±1MHz 일 때 40 dB이상, ± 2MHz일 때 45 dB이상, ± 5MHz일 때 60 dB이상, ±10 MHz일 때 65 dB이상이어야 한다.

(8) 스푸리어스 응답거절(Spurious response rejection)

- 시험목적: 블로킹 한계가 충족되지 않은 다른 주파수에서 불요 무변조 신호 때문에 성능 저하값을 초과하지 않으면서 필요 변조 신호를 수신할 수 있는 수신기 성능을 측정한다.
- 필수사항: 국제 표준에서 제시한 최소 한계치인 40 dB 이상이어야 한다.

본 논문에서는 제조사가 외부에서 측정하여 문서화해서 평가기관에 제출할 수 있는 현장감쇠내성과 간섭내용의 자세한 시험방안을 구체적인 예를 들어 도움을 주고자 한다. 현장감쇠내성은 시스템 위상과 전송경로에서의 패킷오류율(PER, packet error rate)을 이용한 식 (1)의 통신신뢰성과 수신신호감도(RSSI, received signal strength indicator)로 평가한다.

$$\text{통신신뢰성}(\%) = \{1 - (\text{오류율})\} \times 100 \quad (1)$$

시험 수행사례를 보이기 위해 통신 신뢰성이 99.9%이상을 만족해야하고 통신 칩 제조사의 최소 수신감도가 - 100 dBm 이상으로 가정하고, 10개의

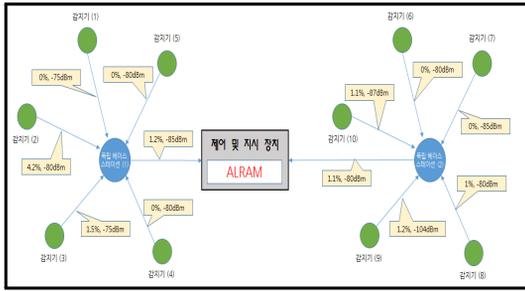


Fig. 7. System topology example.

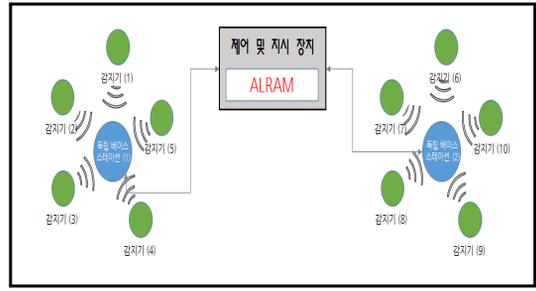


Fig. 8. Test configuration for the Immunity to interference.

Table 3. PER & RSSI through transmission path

측정 포인트	경로1	(A) PER (%)	RSSI (dBm)	경로2	(B) PER (%)	RSSI (dBm)
감지기1	감지기 → 스테이션	0	-75	스테이션 → 제어 및 지시 장치	1.2	-85
감지기2		4	-80		1.2	-85
...	
감지기9		1.2	-104		1.1	-80
감지기10		1.1	-87		1.1	-80

Table 4. Test results of Immunity to site attenuation

측정포인트	(A+B) 오류율 (%)	통신신뢰성 (%)	판정결과
감지기1	1.2	99.98	Pass
감지기2	5.2	99.72	Fail
...
감지기9	2.3	99.94	Fail
감지기10	2.3	99.95	Pass

감지기가 각 측정 베이스 스테이션에 다섯 개씩 연결되고 2개의 스테이션이 제어 및 지시장치와 통신하는 Fig. 7과 같은 시스템 구조를 구성하였다.

제시된 전송 구조에서 각 감지기는 1,000개 데이터 패킷을 스테이션을 통해 제어 및 지시장치로 전송한다. 전송 중에 측정된 패킷 에러율 및 최소수신감도와 최종오류율 및 통신신뢰성에 의한 최종 판정결과를 Table 3과 Table 4에서 보여준다. 최

종적으로 불합격된 감지기 2는 총 1000개의 데이터 전송 중 51번을 손실해서 통신신뢰성 99.72% 기준 신뢰성 미만이며, 감지기 9는 전송경로 중 경로 1의 값이 제조사의 최소수신감도 값 이하이기 때문이다.

간섭내성 평가는 동시에 무선신호가 발생되어 영향을 받을 수 있는 환경에서 감지기의 성공적인 신호 수신되는지를 확인한다. 즉, 시스템은 무선 가스감지 및 경보시스템에서 발생하는 무선 영향을 받으면서 성공적인 수신여부를 측정할 수 있도록 구성되어야 한다. 본 논문에서는 국제규격인 ISO 7240-25를 참조하여 2개의 독립적인 베이스 스테이션을 설치하고 스테이션당 5개의 감지기가 무선으로 연결되어 동시에 신호를 스테이션으로 지정된 시간(48시간) 내내 전송하는 환경을 기본적인 구조로 제시하며 제어 및 지시장치에 시험절차에서 지정된 시간안에 도달하는 감지기를 간섭내성 시험에 통과한 것으로 간주한다.

V. 결론

최근 가스안전기기의 동향은 무선 기술의 발전과 수요자의 요구에 따라 무선 가스안전기기에 대한 제품 개발과 연구가 활발히 이루어지고 있으며 무선의 신뢰성에 대한 논란이 제기되고 있지만 무선의 편리성이란 강점으로 가스안전기기에 도입이 확대되고 있다. 그러므로 이러한 무선 가스안전기기에 대한 안전성과 신뢰성을 검증할 수 있는 합리적인 성능평가 방안이 필요하다.

본 논문은 무선 가스안전기기에 대한 안전성과 신뢰성을 확인하여 원활하게 확대·보급될 수 있도록 전용 성능평가 장치 설계·제작과 이를 활용한 성능평가 방안 제시를 목적으로 한다. 이를 위해 국내 무선기기 적합성 평가제도, 국외 무선기기 적합성 평가제도 및 국외 안전기기 관련 기준을 분

석하고 검토하였다. 특히 가스안전과 유사분야인 화재분야에서 일본소방검정기준과 화재 검지관련 국제표준인 ISO 7245-25에서 차단과 제어를 위해서는 수신부의 성능을 확인·검정하는 방안이 주요하게 도출되었다.

다음과 같이 국내·외 자료 및 규격을 통해 제시된 기능을 시험평가할 수 있는 장치를 설계하고 제작하였다. 성능평가 장치의 주요 구성요소는 신호발생기 2대, 신호분석기, 컨트롤러, RF 분석기 등으로 정상신호와 간섭신호를 동시에 발생시켜 신호의 송신과 수신을 측정할 수 있도록 하였으며 수신부의 주요기능인 인접채널선택성, 차단 및 감도억압, 스푸리어스 응답거부를 측정하여 시험자에게 보이도록 소프트웨어를 개발하였다.

마지막으로 무선가스안전기기 필수 요구사항 검토를 통한 7개의 주요 성능평가 항목(안)과 시험방안을 정립하였다. 특히 제조사에서 제출해야 하는 현장감쇠내성과 간섭내성의 시험수행방안을 참조할 수 있도록 제시하였다.

본 연구는 무선가스안전기기의 차단 및 제어를 위해 필요한 시험평가 방안과 기능을 수행할 수 있는 성능평가 장치를 제작함으로써 안전하고 신뢰성 있는 무선 가스안전기기의 확산과 보급에 기여할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KTEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. 20172010105470, 스마트 가스미터 보급 확산을 위한 지능형 가스미터링 기술 개발 및 실증연구)

REFERENCES

[1] Tsuyoshi Y., "Target of Filed Wireless De-

vices", *Instrumentation Control Engineering*, 54(10), 21-25, (2011)

- [2] ETSI EN 300 220-1 V2.4.1 "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW; Part 1: Technical characteristics and test methods", (2012)
- [3] ISO 7240-25, "Fire detection and fire alarm systems - Part 25: Components using radio transmission paths", (2010)
- [4] General Affairs Department of Japan, "Ordinance for Technical Specifications related to the Detector and the Transmitter of the Fire Alarm System", (2007)
- [5] General Affairs Department of Japan, "Ordinance for Technical Specifications related to Receiver of the Fire Alarm System", (2007)
- [6] General Affairs Department of Japan, "Ordinance for Technical Specifications related to repeater of the Fire Alarm System", (2007)
- [7] Ministry of Science and ICT, "Radio Waves Law and It's Implementing Regulations", (2018)
- [8] Oh, J. S., Bang, H. J., and Ko. H., "An Empirical Study on Smart Safety Management Architecture for Gas Facilities in Korea", *INFORMATION-An International Interdisciplinary Journal*, 15(3), 1107-1122, (2012)
- [9] Oh, D. S., Oh, J. S., and Lee. J. H., "Development of Wireless Module Test Equipment for Gas Safety Devices Performance", *Advanced Science and Technology Letters*, 146, 81-97, (2017)