



## 보일러 사용 패턴에 따른 누출점검용 가스계량기 누출 알람 신뢰도 개선 연구

양진두 · 이승원 · †최은일 · 임성현

JB주식회사

(2023년 5월 15일 접수, 2023년 8월 17일 수정, 2023년 8월 22일 채택)

### A Study on the Improvement of Leak Alarm Reliability of Gas Meter for Leak Inspection according to Boiler Usage Pattern

Jin-Du Yang · Seung-Won Lee · †Eun-Il Choi · Sung-Hyeon Lim

JB corporation, 14, Sandongan-gil, Eumbong-myeon, Asan-si,  
Chungcheongnam-do, Republic of Korea

(Received May 15, 2023; Revised August 17, 2023; Accepted August 22, 2023)

#### 요약

도시가스 사용시설 중 은폐배관에 점검구를 대신하여 누출점검용 가스계량기를 사용하는 사례가 증가하고 있다. 이 계량기가 설치되어 있는 일부 세대 중 실제 가스누출이 없는 환경에서 보일러의 특수한 사용 패턴에 따라 누출 알람 경보가 지속적으로 발생되었다. 실제 가스 누출을 감지하는 본연의 기능을 발휘하지 못하는 실정이다. 이러한 문제점에 착안하여 본 연구에서는 보일러의 특수한 가스 사용 패턴에 따라 누출점검용 가스 계량기가 누출 알람을 발생시키는 조건을 분석하고, 실제 가스 누출이 있는 경우에만 계량기에서 알람을 발생 할 수 있는 설정값을 모색해 보았다. 이를 통해 알람의 오작동으로 인한 시민의 가스 사용에 대한 불안감을 해소함과 동시에 누출되고 있는 가스를 포착할 수 있는 계량기 본연의 기능을 수행할 수 있도록 하고자 한다.

**Abstract** - Among urban gas-using facilities, more and more cases are using gas meters for leakage inspection instead of inspection ports for concealment pipes. Leak alarm alarms were continuously generated according to the boiler's special usage pattern in an environment where there was no actual gas leakage among some households where this meter was installed. It does not perform its original function of detecting actual gas leakage. Based on these problems, this study analyzed the conditions under which the gas meter for leakage inspection generates leakage alarms according to the boiler's special gas use pattern, and sought a set value that can generate an alarm only in the case of actual gas leakage. Through this, it is intended to relieve citizens' anxiety about gas use due to malfunction of the alarm and at the same time perform the original function of the meter that can detect leaking gas.

**Key words** : a gas meter for leakage inspection, special gas use pattern, a set value

#### 1. 서 론

##### 1.1 누출점검용 가스계량기 도입

누출점검용 가스계량기는 2015년부터 한국가스안전공사에서 성능인증을 실시한 뒤 여러 계량기 제조

사가 제품을 출시하고 있다. 이 계량기는 가스누출 확인 시 경고 문구 외 청각적인 경보기능이 있어 소비자들이 가스누출 여부를 손쉽게 확인할 수 있다.[1]

누출점검용 가스계량기는 도시가스 배관이 은폐 설치되는 경우 가스 누출을 가스누출검지기 등으로 확인할 수 있도록 900cm<sup>2</sup> 이상의 점검구를 설치하는 대신 사용할 수 있다.[2]

현재 국내에 건설되는 건물 형태의 대다수가 아파

†Corresponding author:selemos1@naver.com

Copyright © 2023 by The Korean Institute of Gas

트와 같은 공동주택이며, 미관(美觀)이 중시되는 최근 경향으로 도시가스 배관을 가리게 되는 은폐형태의 구조가 많아 누출점검용 가스계량기가 많이 설치되는 추세이다.

### 1.2 누출알람 경보 발생

한 지역의 아파트에서 동시다발적으로 가스누출 알람 경보가 발생하는 문제가 생겼다.

우선 초동조치로 가스 누출이 있는지 가스누출검지기 등으로 확인했으나 이상이 없어, 해당 지역의 도시가스 공급업체인 당사는 단순 누출점검용 가스계

량기의 오작동으로 간주해 계량기 교체를 진행했다.

이러한 경우 일반적으로 계량기 재교체를 통해 해당 문제에 일시적으로 대응할 수 있지만, 상기 아파트에서는 이러한 조치에도 불구하고 같은 문제가 재발생하였다. 또한 교체한 계량기와는 다른 제조사의 누출점검용 가스계량기로 재교체 하였으나 알람 경보를 바로 잡을 수 없었다. 구체적인 수치는 다음과 같다.

해당 아파트는 총 1,008세대였고, 그 중 약 13%인 131세대에서 상기 문제가 발생하였다. 이후 계량기 제조사를 바꿔서 계량기를 재교체 하였으나 총 51세대의 누출 알람 오경보를 해결하지 못했다.

도시가스 공급업체인 당사에 연일 항의 민원 전화가 쇄도했다. 보다 빠른 해결책 도출이 시급했다. 이에 따라 기존과는 다른 보다 근원적인 문제해결 접근방식이 필요하였고, 누출 알람 경보를 발생시키는 알고리즘에 대한 연구를 진행하고자 하였다.

## II. 오작동 원인분석 및 알고리즘 개선

### 2.1 누출 알람 경보 현장 환경분석

상기 아파트의 환경을 분석해보면 다음과 같다.

우선 보일러의 용량이 2만대(23,500kcal/h)와 3만대(30,500kcal/h) 두 타입이 설치되어있다. 그 중 상대적으로 작은 용량인 2만대 보일러가 설치된 세대에서만 알람 경보 문제가 발생했다. 두 번째로 겨울과 같이 난방을 위한 보일러 가동이 본격적으로 발생하는 시점에서만 해당 문제가 발생했다. 세 번째는 보일러 셋팅을 ‘외출모드’가 아닌 특정 난방 온도 설정 세대에서만 문제가 발생했다. 마지막으로는 아파트 준공 당시 최초 설치된 A사 계량기가 설치되었을 때는 누출 경보 알람으로 인한 민원이 접수되지 않았다가, 이후 계량기 정기교체 시점이 되어 B사 계량기로 교체한 직후 상기와 같은 문제가 본격적으로 발생했다.

### 2.2 계량기 제조사 테스트 결과

이에 당사는 B사 계량기 연구부서 담당자와 현장 테스트를 진행하였다.

현장 테스트는 ‘유량 데이터 로드’ 장치로서 계량기 1펄스당(계량기 눈금의 한바퀴 회전) 유량의 속도 데이터를 계측할 수 있는 프로그램으로 진행되었다. 이 장치를 공가(空家) 세대에 설치하여 하루 동안의 유량 흐름을 분석하였다. 본 장치의 현장 설치 사진은 Fig. 2.와 같다.

Fig. 2.와 같은 프로그램의 데이터를 Fig. 4.와 같이 적산량(0.5 l /펄스)에 따른 센싱주기(계량기 눈금 한바퀴 or 펄스당 소요되는 시간)를 구한 뒤 이를 통해 순간유량( l /h)으로 환산하였다. 이를 적산량( l )에



FIG. 1. Gas meter for leak inspection

Table 1. Specification of a gas meter for leakage inspection

구 분	내 용
타입	막식(다이어프램형)
등급	G1.6, G2.5, G4
최대 사용압력	10kPa
기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 미사용 중 누출 점검</li> <li>▶ 사용 중 미소유량 누출 점검</li> <li>▶ 사용 중 대유량 누출 점검</li> </ul>
사용 온도	-25℃ ~ +55℃
전원	리튬배터리(3.6V) 1EA
외부 출력단자	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ DC-PLC 통신</li> <li>▶ Pulse 출력</li> </ul>



Fig. 2. Flow data loading device



Fig. 3. Instantaneous flow rate( $\ell/h$ ) according to integrated quantity( $\ell$ )

따른 순간유량( $l/h$ )으로 나타내면 Fig. 3.과 같다. 그리고 Fig. 4.의 초록 혹은 빨강 음영에 해당되는 데이터가 Fig. 3.의 빨강 박스 부분이다.

상기 세대의 경우 온수와 난방 가동 시에만 도시가스를 소비하여 보일러가 가동되는 일반 주택용 세대이다. Fig. 5.는 난방을 위한 보일러는 작동하지 않고, 순수 온수만을 위한 보일러 가동 시 이에 따른 순간유량 패턴을 보여준다.

분석 결과 온수만 사용 시 누출점검용 가스계량기의 누출 알람 경보를 발생시키기 위한 유량흐름이 관

No.	센싱주기	적산량	순간유량	비고
	S	$\ell$	$\ell/h$	
4975	2	2,487.5	900	
4976	1	2,488.0	1,800	
4977	1	2,488.5	1,800	
4978	1	2,489.0	1,800	
4979	2	2,489.5	900	
4980	1	2,490.0	1,800	
4981	2	2,490.5	900	
4982	2	2,491.0	900	
4983	2	2,491.5	900	
4984	2	2,492.0	900	
4985	157	2,492.5	11	정지/가동
4986	2	2,493.0	900	
4987	144	2,493.5	13	정지/가동
4988	159	2,494.0	11	정지/가동
4989	352	2,494.5	5	정지/가동
4990	40	2,495.0	45	정지/가동
4991	1	2,495.5	1,800	
4992	2	2,496.0	900	

Fig. 4. Instantaneous flow rate according to boiler operation

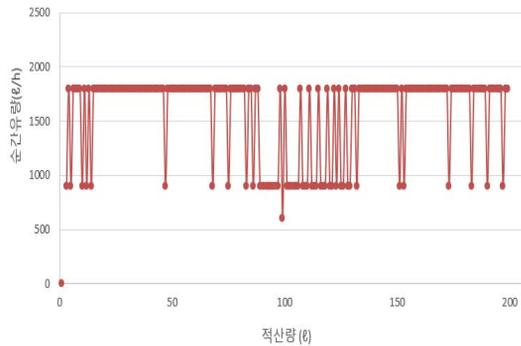


Fig. 5. Instantaneous flow rate( $\ell/h$ ) according to integrated quantity( $\ell$ ), hot water only

측되지 않아, 난방 작동에 따른 보일러 순간유량 흐름에 주목했다.

보일러의 정상적인 연소 시 순간유량은 Fig. 4.에서 보는 바와 같이  $900 l/h$  or  $1,800 l/h$ 이다. 그리고 가동 중인 보일러가 정지 후 재가동 할 때에는 계량기 한 펄스당 소요되는 시간이 길어짐에 따라 Fig. 4.의 초록 혹은 빨강 음영의  $50 l/h$  이하의 순간유량이 관측된다.

한국가스안전공사의 가스기술기준정보시스템인

『KGS Code FU551 PC14 누출점검용 가스계량기 성능인증기준 4.2 사용 중 미소유량 누출시험』 기준에 따르면 누출점검용 가스계량기는 통상의 사용 상태에서  $0.02m^3/h(20\text{ l/h})$  이하가 누출되어 누적추출량이 24 l 를 초과하기 전에 누출확인표시를 하도록 규정하고 있다. 또한 통상의 사용 상태에서 누출이 없을 경우는 오작동하지 않아야 한다고 명시하고 있다.[3]

계량기 제조사마다 누출 알람을 발생시키는 알고리즘 설정값은 상이하겠지만, B 계량기 제조사의 경우 계량기 펄스에 따른 유량이 연속적으로 20 l/h 이하의 유량 흐름이 3번 관측되고, 가스 사용에 따라 그 누적추출량이 17 l 가 되면 누출 알람을 발생시키도록 알고리즘이 설계되었다. 따라서 Fig. 4.의 No. 4987~4989까지의 연속 순간유량 흐름은 누출 알람을 발생시키기 위한 전제조건으로 확인되었다. 그 때부터는 가스사용에 따라 누적추출량이 17 l 가 될 때 향후 필연적으로 누출알람이 발생하게 된다. 실제 보일러에서 연소되지 않는 미세한 유량흐름이 관측되는 것이다. 이에 따라 보일러 연구부서와 공동 현장조사를 진행했다.

### 2.3 현장조사 및 원인분석

상기 세대에서 보일러 제조사의 연구부서는 Fig. 6.



Fig. 6. Boiler Flow Analysis Program(BMW)

의 ‘BMW’라는 보일러 유량 분석 프로그램을 통해 시간에 따른 실시간 가스 유량 흐름을 분석했다.

그 결과 마찬가지로 계량기 제조사에서 확인한 미세 유량 흐름이 관측되었다. 혹여나 보일러 내부 솔레노이드 밸브에서 밀림 현상이 이런 결과를 가져오는지 알아보기 위해 새 밸브로 교체하여 다시 테스트 하였으나 미세 유량 흐름이 또다시 관측되었다.

추가 테스트로서 보일러 밸브 개폐 및 비례제어 방식의 유량 흐름 조절을 관장하는 컨트롤러(PCB)를 교체하여 테스트하였다. 하지만 결과는 동일했다.

지속적인 현장조사 도중 보일러가 가동 되었다가 갑자기 정지되는 반복현상이 포착되었다.

거실 난방 설정 온도 도달 전 각 방 컨트롤러 중 거실을 담당하는 컨트롤러에서 보일러 개방신호 송신 후 설정 온도 도달 이후 곧바로 신호를 빼앗았고, 이런 흐름이 반복되어 보일러가 정지/가동을 반복한 것이다. 이때의 신호로 인한 보일러에서의 유량 흐름이 누출점검용 가스계량기의 알람 신호를 발생시키는 것으로 확인되었다. 메커니즘은 Fig. 7.과 같다.

각 방 컨트롤러는 거실과 각 방을 구분지어 난방할 수 있는 시스템으로서 크게 온도조절기와 구동기로 구성된다. 이후 485통신과 같은 통신시스템을 통해 각 방의 밸브를 개폐한다.

이러한 현상은 각 방의 설정온도를 같은 온도로 설정해 둔 상태에서 더 빈번하게 발생한다. 거실, 방1, 방2, 방3의 보일러 설정온도가 이와 같이 특정 온도로 설정되면 보일러는 정지/가동 현상을 일으키고, 이는 누출점검용 가스계량기 알람 발생을 위한 조건의 빈도수를 향상시키게 된다. 상기 Fig. 3.의 No. 4987~4989 가스 순간유량 흐름이 이러한 현상에 해당된다.

앞서 기술한 바와 같이 B 계량기 제조사의 경우 이 흐름이 연속 3번 관측된 뒤 일정 시간 경과에 따른 가

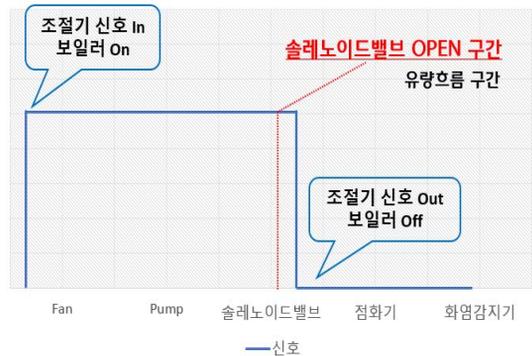


Fig. 7. Signal system between each room controller and boiler



Fig. 8. Room Controller System Configuration Diagram[4]

스 사용으로 필연적으로 누출알람 경보를 발생시키게 된다.

### 2.4 대책 수립

보일러의 특수한 가스 사용패턴에 의해 누출 알람을 발생시키지 않고, 실제 가스누출 시에만 알람 경보가 발생할 수 있도록 누출알람 알고리즘을 다음과 같이 개선했다.

기존 펄스당 20 l/h 이하의 유량흐름이 연속 3번 관측되는 조건을 연속 3번을 초과하는 횟수로 알고리즘을 수정하였다. 수정된 조건 유량 흐름의 관측 후 일정 시간 경과에 따라 가스 사용량이 17 l 도달 시 알람을 발생시키는 구조이다. Fig. 4.의 Law Data 분석 결과를 토대로 20 l/h 이하의 유량흐름이 연속으로 관측되는 횟수를 분석하여 이를 초과하는 알고리즘으로 수정한 것이다.

※ 구체적인 알고리즘은 B 계량기 제조사 대외비로서 노출 불가

이와 같은 알고리즘의 변경은 한국가스안전공사의 가스기술기준정보시스템인 『KGS Code FU551 PC14 누출점검용 가스계량기 성능인증기준』의 4.1 미사용 중 수시누출점검시험, 4.2 사용 중 미소유량 누출시험, 사용 중 대유량 누출시험 조건을 모두 충족한다.

## III. 결론

### 3.1 개선효과

약 3개월에 걸쳐 누출알람 알고리즘이 개선된 누출 점검용 가스계량기의 현장 설치 결과 상기 문제가 발생한 131세대에서의 재발생률이 0%로서 개선효과를 확인하였다.

### 3.2 맺음말

당사가 관리하는 지역의 누출점검용 가스계량기 설치 세대수는 2020년 19세대, 2021년 약 8천 세대, 2022년 약 2만 세대와 같이 매년 가파르게 증가하고 있다. 향후 타(他) 도시가스 공급업체에서도 상기와 같은 문제점으로 고초(苦楚)를 겪을 수 있다고 생각하며, 본 연구가 그 해결책의 실마리가 되었으면 한다.

현재 누출점검용 가스계량기의 누출알람 경보 발생 메커니즘은 ‘유량의 흐름’으로 누출 여부를 판단하고 있다. 하지만 이러한 방법으로 가스 누출 여부를 판단하기에는 본 연구에서와 같은 문제로 한계가 있다고 생각된다. 가스 냄새 등 후각 센서를 활용한 가스 누출 감지법 도입 등 새로운 시각과 더불어 다방면으로 연구가 필요하다.

한국가스안전공사, 계량기 제조사, 연소기(보일러 등) 제조사, 각 방 컨트롤러 제조사의 공동연구를 통해 고객에게 보다 신뢰성 있는 계량 서비스의 제공이 이루어졌으면 하는 바람이다.

## REFERENCES

- [1] Park, G. C., “Gas meter for leakage inspection ‘gas supply’ promotion”, Gas Newspaper, (2017)
- [2] Korea Gas Safety Cooperation, “KGS FU551 Facilities, technology, and inspection standards for urban gas-using facilities”, Korea Gas Safety Cooperation, 39, (2022)
- [3] Korea Gas Safety Cooperation, “KGS FU551 PC14 Performance Certification Criteria for Gas Meter for Leakage Inspection”, Korea Gas Safety Cooperation, 4, (2023)
- [4] Rinnai Korea, “each room temperature control system”, Rinnai Korea, (2023)