

# 가정용 가스차단시스템의 안전성 평가에 관한 연구

김영규\*, 최경석\*, 류근준\*, 권정락\*, 조지환\*, 황정훈\*\*

\*한국가스안전공사, \*\*대구도시가스

## Safety Evaluation of Domestic Gas Shutoff System

Y. G. Kim\*, K. S. Choi\*, G. J. Lyu\*, J. R. Kwon\*, J. H. Cho\*, J. H. Hwang\*\*

\*Korea Gas Safety Co., \*\*Daegu City Gas Co.

### 1. 서론

배관을 통하여 각 지역에 공급되는 천연가스는 지속적인 공급의 안정성과 이용성의 편리함 등으로 가정이나 산업체 등에서 매우 많이 사용하고 있다. 도시가스는 전국 배관망의 확충과 더불어 수용 가구수도 '96년의 경우 약 495만 가구로 전국 보급률이 43.5%에 도달하였다[1]. 가옥 구조가 현대화되면서 밀폐성이 향상되어 자연 순환되는 공기의 양이 그 만큼 줄어들게 되었고, 누출된 가스 또한 실내에 체류하게 되어 가스 폭발이나 중독질식사고의 잠재성이 높아졌다.

실제로 조사된 최근의 사고통계[1]에 따르면 도시가스의 급격한 증가와 더불어 이로 인한 가스사고도 빈번히 발생하고 있음을 볼 수 있으며, '97년 상반기 들어서는 전년 동기대비 약 24% 감소한 것으로 조사되었다[2]. 가스사고는 막대한 인명손실 및 재산피해와 같은 직접피해를 초래하게 되며, 이차적으로는 복구 및 보상에 따른 비용, 도시기능의 일부 장애, 해당 지역경제의 어려움, 사회 시민의 심리적 충격이나 불안감 등과 같은 간접피해가 발생하게 된다.

일본의 경우, 가스계량과 자동차단 기능을 갖춘 마이콤을 개발하여 가스사고의 예방에 크게 기여하였다[3]. 국내의 경우도 가정용 가스안전기기들이 세대내에 설치되어 사용되고 있으나 다기능 측면에서는 여전히 개선의 여지가 충분히 있는 것으로 파악되었다.

본 연구에서는 새로운 안전기능을 추가한 가정용 차단시스템을 개발하고, 개

발된 시스템에 대한 작동시험과 안전성 여부를 평가하였다. 본 시스템은 적절한 기능을 자가 작동시킴으로서 가스누출로 인한 폭발사고를 사전에 예방하여 인명과 재산을 보호할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 가스차단시스템 개발

### 2.1 시스템 구성 및 기능

가스차단시스템은 차단부의 기능을 갖는 구동기, 구동기와 기타 시그널을 받아 명령을 수행하도록 제어하는 제어기, 누출된 가스를 감지하는 검지부, 화재시 감지하는 화재검지부 등으로 구성되었다[4].

개발된 시스템은 기존의 차단장치에는 없는 가스누출 자가점검, 전화를 이용한 주밸브의 차단, 화재경보기 작동에 의한 차단, 이상압력 발생시의 차단 등의 종합적 차단기능의 안전장치를 갖고 있다.

### 2.2 시스템 설치예

가스차단시스템은 Fig. 1과 같이 기존에 설치된 가스계량기의 전단부에 나사 이음식으로 설치되며, 미량의 가스누출이나 이상과압 등의 현상을 감지하면 가스가 세대내로 공급되지 않도록 계량기를 지나기전에 차단하게 된다.

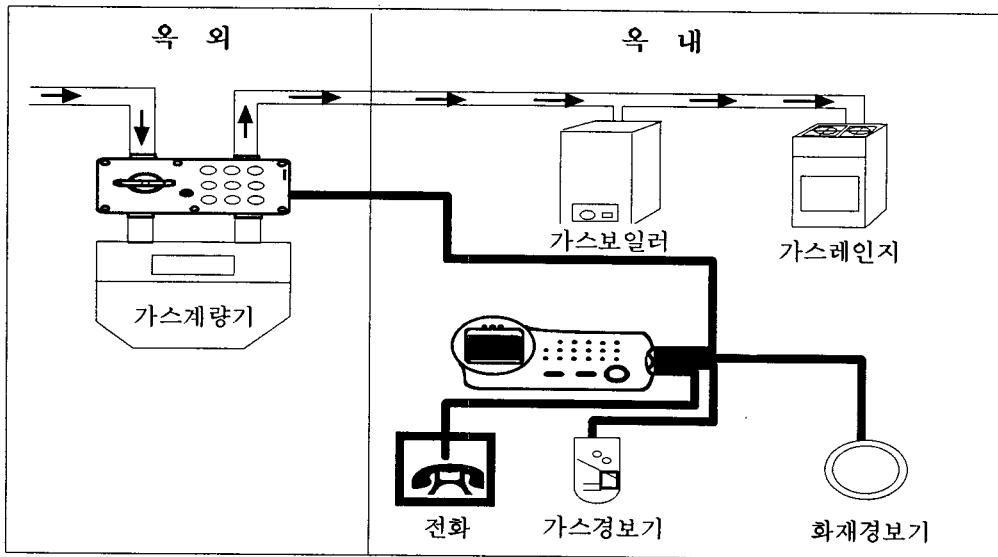


Fig. 1 Installation of gas shutoff system

### 3. 안전성 평가

#### 3.1 내압시험

##### (1) 평가기준

차단부는 고압용에 대하여는  $30\text{kg}/\text{cm}^2$ , 중압용에 대하여는  $8\text{kg}/\text{cm}^2$ , 저압용에 대하여는  $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 수압으로 1분간 내압을 가할때 누설 및 파손 등이 없을 것.

##### (2) 시험방법 및 절차

본 시험에 사용된 내압시험기(동경가스 엔지니어링사)는 압력을 가하는 펌프, 고압호스, 체결용 피팅, 제어기 등으로 구성되었다. 먼저 본체에 밸브를 안착하고 공압을 이용한 충수를 하고 유압실린더를 작동하여 수압이  $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 될 때까지 서서히 가한 후 압력을 3분이상 유지하였다. 시험에 사용된 시작품 시료는 3개로서 동일한 시험조건하에서 실시하였다.

#### 3.2 시트기밀시험

##### (1) 평가기준

밸브의 시트는  $6\text{kg}/\text{cm}^2$  이상의 공기 또는 질소로 1분이상 가압하였을 때 누출이 없을 것.

##### (2) 시험방법 및 절차

차단부의 주요구성품인 밸브시트에 대한 기밀시험은 질소용기, 차단밸브, 압력 누출 검지용 게이지 등으로 구성된 자체제작한 시험장치를 이용하였다. 차단부 볼밸브를 닫아 놓은 상태에서 질소용기로부터 설정된 압력을 가압시킨후 밸브 후단부에 설치된 게이지를 통하여 기밀성을 확인하였다.

#### 3.3 내구성 시험

##### (1) 평가기준

차단부는 6,000회 이상 개폐조작 후 작동에 이상이 없고 누설이 없을 것.

##### (2) 시험방법 및 절차

차단부 밸브에 대한 내구성 시험은 밸브의 개폐조작 회수를 9,000회로 설정하여 시험하였다. 시험은 제어부에 단자를 연결하여 단순 개폐기능만 반복적으로 작동되도록 회로를 구성하여 본 시험을 실시하였다.

#### 3.4 환경시험

##### (1) 평가기준

제어부는  $-10^\circ\text{C}$  이하 및  $40^\circ\text{C}$ (상대습도 90%)에서 각각 1시간 방치한 후 작동에 이상이 없을 것. 차단부를 연 상태로  $-30^\circ\text{C}$  및  $75^\circ\text{C}$ 에서 각각 30분간 방치한

후 10분 이내에 작동시험 및 기밀시험을 실시하여 이상이 없을 것.

#### (2) 시험방법 및 절차

시스템의 내한성과 내열성, 그리고 습도에 대한 기능성을 점검하기 위하여 환경시험 설비(JEIO Tech, Model AT/P-150)를 이용하여 시험하였다. 시험은 먼저 제어부에 대한 내한성 시험과 내열성 시험후 시스템의 작동 및 기밀시험을 실시하였다. 차단부에 대해서도 동일한 방법으로 실시한후 작동 및 기밀성을 확인하였다.

### 3.5 진동시험

#### (1) 평가기준

제어부 및 차단부는 진동수 600회/분, 진폭 5mm의 진동을 상하, 좌우, 전후의 3방향에서 각각 20분 가한 후 작동시험 및 기밀시험을 하여 이상이 없을 것.

#### (2) 시험방법 및 절차

진동시험기(EMIC, Model P1R- 2500BD/LA25-E78)를 이용한 진동시험은 각각 3개의 시험품에 대하여 실시하였다. 시험은 먼저 시험품을 지그에 장착하고 메인 스위치를 ON한 상태에서 시험시간 20분과 진폭값 5mm, 진동수 900회/분을 설정입력하여 가동하였다. 주어진 시험조건보다 가혹한 시험을 일차적으로 마친 시험품의 진동 내구성능을 확인하기 위하여 이차적으로 이들 차단부와 제어부 시스템의 작동과 기밀성을 시험하였다.

## 4. 평가결과 및 고찰

### 4.1 내압시험

가스안전시스템은 가정이나 저압시설에 적용되는 기기로서 저압용이므로 시험기준에 의하면 밸브에  $3\text{kg}/\text{cm}^2$  이하의 수압을 1분간 유지하면 된다. 그러나 여기서는  $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 수압으로 2분간 유지하였으나 시스템 밸브에서 누설이나 파손이 발생되지는 않았다. 시스템 밸브의 파열압력을 알아보기 위하여 수압을  $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지 서서히 올려 가면서 시험한 결과 밸브파열 현상은 발생되지 않아 시스템 차단부는 상당한 내압강도를 갖는 것으로 나타났다.

### 4.2 시트기밀시험

시스템 차단부 밸브시트에 질소를 이용하여  $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 압력상태하에서 기준치 시간보다 4분이상 유지시켜 가면서 정적인 상태하에서 시험한 결과 시험품의 밸브시트부는 기밀성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 밸브핸들을 수동으로 조작

하면서 동적인 상태하에서의 기밀성을 알아본 결과에서도 매우 양호한 시트기밀성을 보였다.

#### 4.3 내구성시험

내구성시험기를 이용하여 시스템 차단부의 9,000회 반복 개폐조작후 밸브에 대한 내구성 여부를 확인하기 위하여 작동시험과 기밀시험을 실시한 결과 시험품 모두 양호하였다. 시험후 시트부의 마모정도를 알아보기 위하여 밸브시트를 분해하여 확인한 결과 시트표면 형상에서의 홈집이나 편심변형 등의 마모에 의한 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

#### 4.4 환경시험

제어부와 차단부에 대한 환경시험을 실시한후 시스템의 작동시험 및 기밀시험결과 시험품 모두 양호하게 나타났다. 즉, 차단시스템은 온도가 매우 낮은 겨울철과 온도가 높으면서 다습한 여름철에도 정상 작동하는데 지장이 없는 것으로 판단된다. 시험후 결과는 Table 1에 제시하였으며, ○ 표시는 양호한 결과임을 의미한다.

#### 4.5 진동시험

시스템 제어부 및 차단부에 대하여 기준치 보다 높은 진동수 900회/분(15Hz)의 조건에서 진동시험을 실시하여 작동상태와 기밀시험을 실시한 결과 모두 양호한 것으로 나타났다. 따라서 본 차단시스템은 진동에 대한 내진·내구성능이 시험을 통하여 양호하다는 것이 충분히 확인되었기 때문에 외부의 충격이나 흔들림에 영향을 받지 않는 매우 안정적인 시스템인 것으로 생각된다.

### 5. 결론

가스누출 및 사용자 부주의로 인한 가스사고를 줄여주고 예방할 수 있는 가스차단시스템을 개발하였다. 본 가스차단시스템의 경우 기존의 차단장치와는 다르게 밸브와 몸체를 일체형으로 설계하였기 때문에 이 부분에 대한 안전성과 신뢰성을 확보하는 것이 무엇보다도 중요하다. 본 시스템에 대하여 기준치보다도 높은 조건하에서 내압시험, 기밀시험, 내구성시험 및 환경시험을 실시한 결과 양호한 밸브작동 특성과 안전성이 높은 시스템으로 평가되었다. 또한 진동에 의한 내진성과 내구성도 시험결과 양호한 성능을 보여주었다. 향후 본 제품의 현장적

용을 통한 시범운영과 모니터링을 실시하여 충분한 현장데이터의 축적 및 계량 기능에 대한 추가적인 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 한국가스안전공사 : 가스사고편람(1997).
2. 한국가스안전공사 : 97년 상반기 사고현황분석(1997).
3. 조지환, 노오선, 박용국, 이경식 : 소규모 도시가스 사용시설의 안전체계 개선 방안 연구, 한국가스공사(1996).
4. 조지환, 권정락, 김영규, 황정훈 : 도시가스용 가스안전시스템의 개발 및 안전성 평가, 한국가스안전공사(1997).

Table 1 Results of heat cycling test

기능	세부항목	제어부1		제어부2		제어부3		차단부1		차단부2		차단부3		
		내열	내한	내열	내한	내열	내한	내열	내한	내열	내한	내열	내한	
가스누출 작동 검사	검사버턴	달힘점멸	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		LCD표시	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	압력	초기치	204	184	187	164	202	182	187	232	215	198	215	228
		경보시	200	179	181	159	197	177	182	227	210	193	210	223
전화 이용 차단	전화신호 인식	밸브차단	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		LCD	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	밸브차단확인	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	
가스 경보 기작 동시 밸브 차단	가스경보	경보음	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		LCD표시	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	밸브달힘후	표시	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		밸브달힘	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	가스경보해제	음소거	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
복귀버턴	LCD	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	
화재 감지 기작 동시 밸브 차단	화재감지	경보음	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		LCD표시	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	밸브달힘후	표시	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		밸브달힘	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
가스경보해제	음소거	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	
복귀버턴	LCD	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	
기밀시험		-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	