

가스시설 및 기기의 안전장치 기술

김영규 · 권정락 · 김청균

1. 머리말

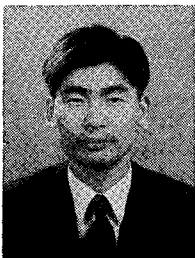
오늘날 가스는 청정성과 편리성, 그리고 생활수준의 향상으로 소비가 급격하게 증가하는 추세에 있다. 가스를 본격적으로 사용하기 시작한 1980년대 초기에는 국내 석유화학공업이 발전하면서 액화석유가스(liquefied p-etroleum gas)의 생산공급량이 많았으나 최근에는 가정용이나 상업용으로 액화천연가스(liquefied natural gas)의 공급이 확대되고 있다. 이와 같은 청정에너지 연료로 인식되는 가스에너지의 국내보급이 확대되고 안정화되면서 1997년 말 현재 가스사용량은 1,154만톤을 상회하였으며, 전

국 보급율도 약 98%에 이르고 있다.

가스를 사용하는 공급시설이나 기기에서 가스가 누출되어 점화원이 있게 되면 화염이 급속하게 전파하여 폭발을 일으키게 되므로 가스누출이 발생치 않도록 사전에 예방하는 방법이 중요하다. 가스기기 또한 다양한 안전장치를 개발하고 부착하여 사용자들이 안전하게 이용할 수 있도록 하여야 한다. 그 동안 가스공급량의 공급확대와 더불어 크고 작은 가스사고가 많이 발생되었으며, 이로 인한 인명피해와 재산손실 또한 대단히 크다. 최근 5년간의 사고통계 자료에 의하면

사망이 351명, 부상이 1,934명에 달하여 가스사고의 심각성이 어느 정도인지 알 수 있다. 따라서 가스사고를 예방하기 위한 대책으로 안전한 제품의 개발이 요구되며, 이러한 목적을 위한 장치나 기구를 안전장치라고 한다. 안전장치는 크게 산업시설이나 기기에 적용되는 산업용과 일반 가정시설이나 기기에 적용되는 가정용으로 대별할 수 있다.

본고에서는 가정용 사용시설과 기기에 관련된 안전장치를 중심으로 안전성을 향상시키기 위해 어떠한 기술들이 적용되는지를 살펴보고자 한다.



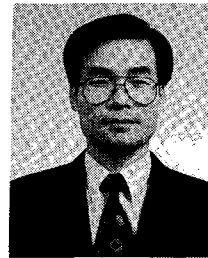
김영규

1962년생
홍익대학교(공학박사)
한국가스안전공사 가스안전
기술연구센터 선임연구원



권정락

1958년생
KAIST(공학박사)
한국가스안전공사 가스안전
기술연구센터 책임연구원



김청균

1955년생
North Carolina State
University(공학박사)
홍익대학교 기계공학과 교수

2. 가스시설의 안전장치

2.1 휴즈콕크

휴즈콕크란 가스를 사용할 때 규정용량 이상의 가스가 흘렀을 경우 내부에 있는 불이나 스프링이 작동해 가스의 흐름을 끊고 가스누출을 막는 기능을 갖추고 있는 기기를 말한다. 휴즈콕크는 가정내의 배관과 호스 또는 배관과 커플러를 연결하는 구조로서 부주의로 호스가 빠졌거나 또는 잘렸을 때 가스를 차단하여 가스누출에 따른 폭발사고를 미연에 방지할 수 있다.

(1) 작동원리

휴즈는 측면에 슬릿을 갖고 있는 실린더와 불로 구성되어 있어 과대한 양의 가스가 흘렀을 때 휴즈불이 가스의 통과구멍을 막음으로써 가스를 차단한다. 평상시에는 휴즈불과 실린더의 슬릿 사이로 가스가 흘러 사용할 수 있으며, 호스가 빠지거나 절단되어 과대한 양의 가스가 흐르면 휴즈불이 위쪽으로 밀어 올려져 통과구멍을 막아 가스를 차단한다.

휴즈불이 위쪽으로 밀어 올려질 때의 유량을 휴즈작동유량이라 하는데, 휴즈작동유량은 휴즈불의 크기, 중량, 휴즈불과 실린더의 틈새치수, 슬릿의 크기 등에 의해 설정할 수 있다.

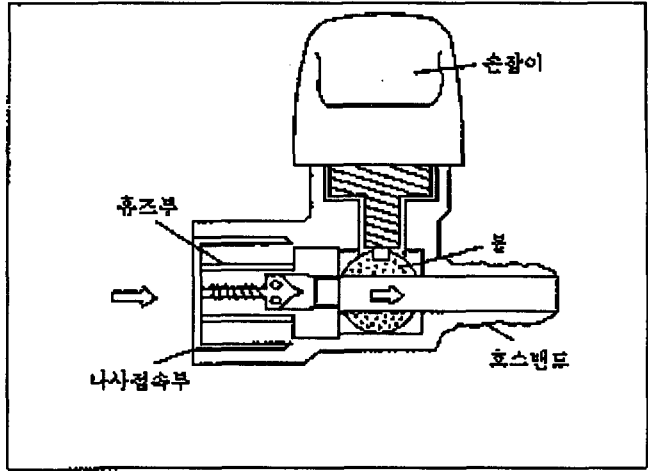


그림 1. 휴즈콕크 사진 및 개략도

(2) 설치방법과 주의사항

설치장소는 개폐조작을 하기 쉬운 장소로서 연소기구의 화염 또는 복사열을 받지 않는 장소, 낙하물에 닿을 위험성이 없는 곳, 물 또는 증기가 닿지 않는 곳을 고려하여 설치한다. 접속할 때는 배관 속의 금속부스러기나 먼지 등 이물질들을 완전히 제거한 다음에 설치한다.

불식의 휴즈콕크는 휴즈가 수직이 되도록 설치하며, 스프링식의 휴즈콕크는 원칙적으로 휴즈가 수직이 되도록 설치할 필요가 있으나 불식과 같이 설치각도에 대하여 크게 구애받지는 않는다. 설치시에는 적절한 공구를 사용하고 과도한 조임을 하지 않도록 한다. 또한 접속부위에 지나치게 힘을 가하지 않도록 한다.

휴즈콕크의 설치완료후 핸들의 회전, 나사연결부에 누출이 없는지 확인해야 한다. 휴즈

콕크의 접속이 완료되면 가스압을 넣어 콕크를 완전히 열었을 때 휴즈가 정상적으로 작동하는지 확인하여야 한다.

2.2 과류차단형 용기밸브

과류차단형 용기밸브는 기존의 LPG 용량 20kg이나 50kg 용기에 설치되던 용기용 밸브를 구조적으로 개선하여 과류차단기구를 내부에 설치한 것이다. 휴즈콕크와 같이 일정 이상의 가스유량이 방출될 경우 자동적으로 작동하여 가스통로를 차단한다.

지진이나 외력에 의한 용기의 전도나 배관의 손상에 의하여 가스가 누출하는 경우 또는 최근 사회문제가 되는 고의자살 목적의 호스를 절단하거나 조정기를 이탈시키는 경우 가스방출을 차단시켜 고의사고를 방지하는데 도움이 될 것으로

예상된다. 일본에서는 기존 용기밸브에 어댑터로 사용할 수 있도록 고안된 가스방출방지가 실용화되었으며, 과류차단형 용기밸브도 소개되고 있다.

(1) 작동원리

과류차단형 밸브는 기존 용기용 밸브 내부에 불 또는 디스크와 폴이 추가되어 있어서 일정용량 이상의 가스가 방출되면 내부에 설치된 불을 밀어 올려 가스통로를 차단하게 되며, 기본적인 원리는 휴즈콕크와 유사하다. 핸들을 회전시키면 밸브시스템에 연결된 폴에 의하여 복귀하게 된다.

그러나 이와 같은 차단밸브 방식은 가스의 차단기능 외에 용기로의 가스충전, 잔가스 회수시의 작업성능, 자동절체식 조정기의 사용에 따른 작동 안정성 등의 문제점이 선행되어야 할 것이다.

2.3 다기능 가스안전계량기

다기능 가스안전계량기는 정보화 사회에 맞게 자동검침, 자동통보, 설비감시 서비스 등 홈오토메이션이 가능하도록 통신기능을 표준으로 채택한 종합적 가스계량기이다. 일본의 경우에는 일반 가정집에서 사용한지가 10여년이 넘었고, 가스사고의 감소에 크게 기여하였다. 현재 국내에서도 가스안전공사와 기기제조업체 공동으로 국산화를 위한 연구 및 기금을 지원하고 있다. 주요 기능은 기본기능과 통신기능으로 대별된다.

(1) 기본기능

- 가스유량의 이상을 판단하여 가스차단
- 가스기구의 이상 장시간 사용을 판단하여 가스차단
- 지진발생시 감진기 신호에 의한 가스차단

- 공급압력의 이상 저하를 검지하여 가스차단
- 가스경보기의 외부신호에 의한 가스차단
- 외부에서의 전화에 의한 가스차단

(2) 통신기능

- 자동검침

사람이 직접 검침하는 대신에 전화회선을 이용하여 계량기의 지시치를 자동적으로 읽어 센터로 송신한다. 따라서 검침이 곤란한 장소나 검침업무에 관계되는 각종 문제를 해결할 수 있다.

- 자동통보

가스의 이상 사용 때에 통보하는 것으로서 가스기구의 소화를 잊고 외출했을 경우에 원격 차단할 수 있다. 따라서 사용자의 불안감 해소와 안정감을 증진시켜 주며 화재 등의 사고방지도 도움이 된다.

- 설비감시 서비스

가스기구의 원격감시, 원격고장진단 등을 할 수 있다.

(3) 작동원리

다기능 가스안전계량기는 센서부, 계량부, 차단부, 제어부, 표시부 등으로 구성된다. 센서부에는 압력센서, 유량센서, 감지기 등이 내장되어 있어서 신호를 받아 제어부로 송출하면 제어부에서는 이들 신호를 분석·판단하여 차단부와

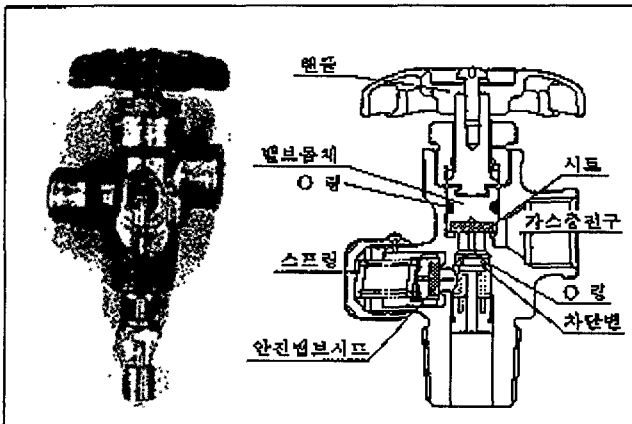


그림 2. 과류차단형 용기밸브 및 개략도



그림 3. 다기능 가스안전계량기의 설치예

표시부에 신호명령을 내리게 되며, 결국 가스통로를 차단함과 동시에 액정화면에 문자나 그림이 표시된다. 각 소자에 필요한 전원은 장치에 내장된 3V 리튬전지에서 공급되며, 리튬전지의 수명은 약 10년 정도이다.

(1) 작동원리

가. 스프링식

부탄캔은 과압에 의한 폭발을 방지할 수 있도록 고안되었으며, 내부압력이 작동압력 이하가 되면 자동으로 가스통로가 차단되도록 되어 있다. 부탄

캔이 외부로부터 열을 받아 용기내의 압력이 높아져 약 10kg/cm² 이상이 되면 스프링이 작동되어 용기내의 압력이 외부로 방출되는 구조이다. 부탄캔은 내부압력이 약 15kg/cm² 이상에서 변형이 시작되어 약 18kg/cm² 정도에서 파열된다. 한국산업규격에 제시된 액화석유가스 부탄 용기용 밸브의 안전장치 작동시 분출개시압력과 분출정지압력은 각각 내압시험압력의 80%, 내압시험압력의 60% 이상으로 되어 있다.

나. 가용전식

부탄캔의 밸브시스템 부위에 동분말과 파라핀 합금인 가용전 소자를 리베팅하여 부탄캔

2.4 부탄캔

부탄캔은 이동용 부탄연소기에 가스를 공급하는 내용적 300ml 이하의 1회용 용기로서 설계·제작되었다. 부탄캔은 구조상 내부에는 항상 잔가스가 존재하게 되어 소각시에 폭발하는 사고가 발생된다. 또한 장시간의 직사광선에 직접 노출 또는 연소기 불량이나 사용부주의 따른 부탄캔 가열로 인한 폭발사고도 많이 일어난다. 이러한 사고를 예방하기 위하여 구조적인 안전장치를 설치하는 방법과 사용후 부탄캔에 구멍을 뚫어 버리는 방법 등이 있다.

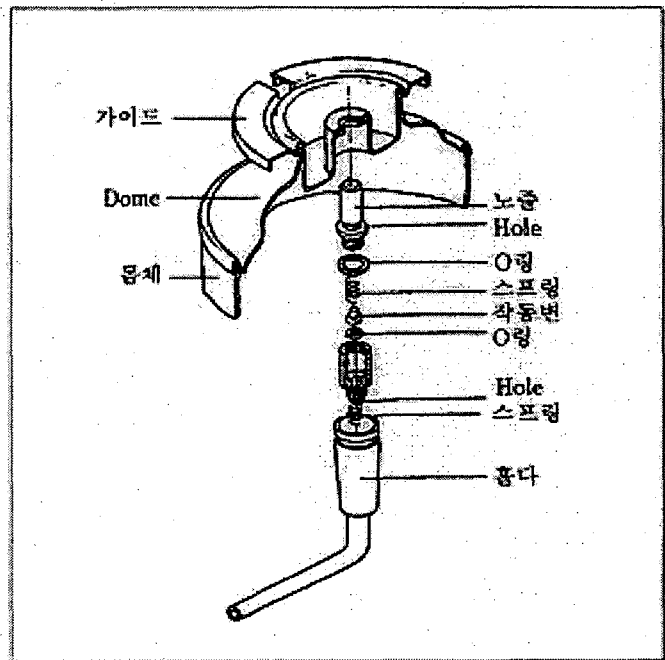


그림 4. 부탄캔의 스프링식 안전장치 개략도

이 불속에서 열을 받아 스템부 위의 온도가 90℃ 정도 상승되었을 때 가용전 소자가 녹아서 부탄캔의 내부압력이 외부로 방출되도록 설계되었다. 가용전을 이용한 방식은 부탄캔에 있어서는 새로운 안전장치를 제시하는 수준에 그치고 있으나 고압가스 용기용 밸브에서는 실제 적용되고 있다.

3. 가스기기의 안전장치

3.1 가스보일러

가스보일러는 난방 및 온수를 사용하기 위한 가스연소기의 일종으로서 점화점멸장치, 연소장치, 열교환장치, 온도제어장치, 순환장치, 압력제어장치, 급배기장치, 안전장치 등으로 구성되어 있다. 여기서는 가스보일러에 범용으로 적용되는 대표적인 안전장치에 대해서만 기술하였다. 최근에는 CO중독 사고를 예방하기 위하여 CO센서를 내장한 보일러도 출시되

고 있다.

(1) 화염검지안전장치

정상적인 버너의 연소중에 불꽃이 소화되었을 때 불꽃을 감지하여 신속히 가스를 차단하는 안전장치로서 불꽃을 감지하는 방식에 따라 열전대식과 플레임 로드식이 있다.

열전대식은 과일릿 불꽃으로 열전대가 가열되어 이때 발생된 열기전력으로 전자밸브를 열며, 버너의 불꽃이 꺼지면 열기전력이 없어져 메인 밸브를 차단한다. 플레임 로드식은 불꽃의 도전성에 의한 정류성을 이용하여 불꽃을 감지하는 방식이다.

(2) 과압방지안전장치

가스보일러의 경우 보일러 내의 온도차에 따른 배관내의 압력상승과 체적변화를 적절하게 유지하기 위한 흡수장치를 설치한다. 대기차단형 보일러의 경우 밀폐식 팽창탱크를, 대기 개방형 보일러의 경우에는 개방식 팽창탱크를 설치한다.

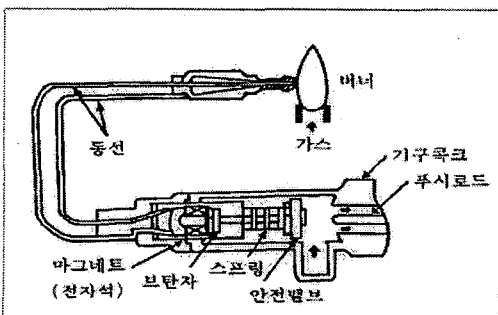
따라서 배관내 적정압력 이

상의 압력이나 체적은 1차적으로 팽창탱크에서 흡수조절하게 되며, 압력이 계속 상승되어 표시사용 수두압 이상이 되면 2차 안전장치인 릴리프 밸브가 작동되면서 외부로 압력을 방출한다.

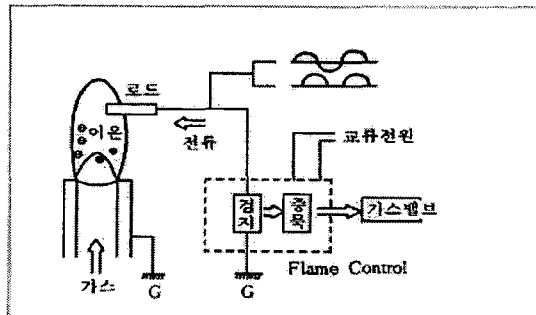
(3) 과열방지안전장치

과열방지안전장치는 보일러에서 이상연소가 발생되거나 부품의 고장 등으로 온도제어가 안되어 난방수 온도가 상승할 경우 가스공급을 차단하여 보일러 손상이나 사고를 막는 기능을 한다. 대표적인 방법에는 서미스터와 서모스탯이 있다. 서미스터는 Mn, Fe, Co, Ni, Cu 등 산화물 가루를 혼합하여 소결한 것으로서 온도변화에 따른 저항률을 이용한 방식이다.

보일러 사용중에는 온도조절 서미스터에 의해 난방환수의 온도가 약 80℃ 이상이 되면 가스공급을 자동차단하게 되며, 온도가 내려가면 자동적



(a) 열전대식



(b) 플레임 로드식

그림 5. 화염검지안전장치 개략도

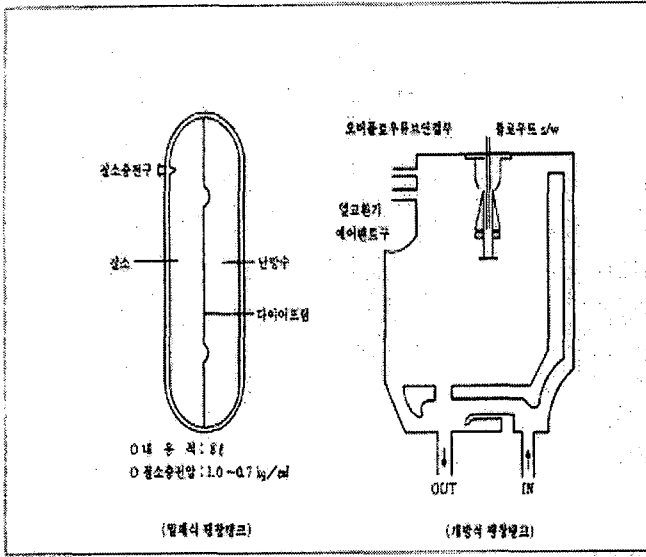


그림 6. 팽창탱크 개략도

으로 복귀한다. 또한 서미스터 불량시 난방수가 이상 과열되어 약 95℃ 이상일 때 가스밸브의 전원을 차단한다. 서모스탯은 바이메탈의 열팽창에 의한 가스통로를 차단하는 방식이다.

3.2 가스렌지

가스렌지는 일반 가정집에서

취사용으로 사용하고 있는 대표적인 가스연소기이다. 가스렌지의 안전장치에는 화염검지안전장치가 설치되어 있는데, 가스차단 방식은 가스보일러의 화염검지안전장치와 같은 원리가 적용된다.

3.3 적외선 히터

적외선 히터는 이동이 가능

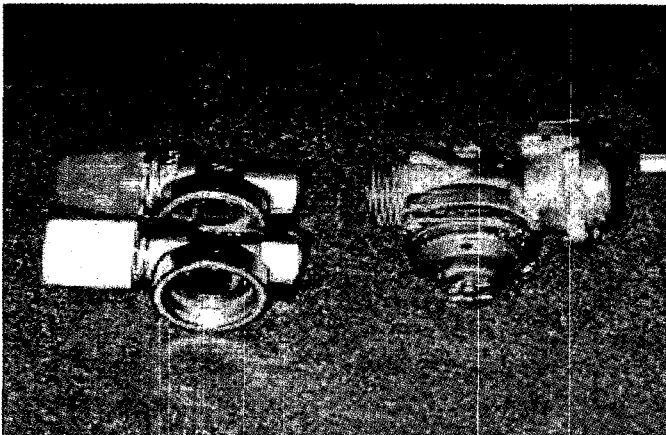


그림 7. 릴리프 밸브 실물사진

한 용기내장형 가스난방기(gas room heater)로서 열효율과 신속한 난방효과 때문에 최근 들어 많이 사용되고 있다. 실내에서 사용하기 때문에 CO 등의 불완전 연소가스로 인한 질식 사고를 방지하기 위한 안전장치로서 산소결핍안전장치(oxygen depletion sensor)와 소화시 가스를 차단시켜 줄 수 있는 파이럿 안전장치가 설치되어 있다. 파이럿 안전장치의 경우 파이럿 불꽃이 열전대를 가열하는 방식에 의하여 가스통로를 차단하며, 산소결핍안전장치는 적외선 히터에 공급되는 공기중의 산소농도를 감지하여 가스의 공급을 차단시키는 장치이다.

(1) 작동원리

산소결핍안전장치는 공기중의 산소농도가 주의한계 수준인 18% 이하로 감소할 경우에 적외선 히터의 가스통로를 자동적으로 차단하는 제어장치의 일종이다.

산소결핍안전장치의 기본적인 작동원리는 공기중의 산소농도가 서서히 감소하게 되어 A부분의 공기구멍으로 흡입되는 1차공기의 산소농도가 떨어지면 B부분의 열전대 끝단에 닿아있던 정상불꽃이 악화되어 자체의 열기전력이 떨어지게 되고, 마그네틱 밸브(magnetic power unit)의 가스통로를 막아

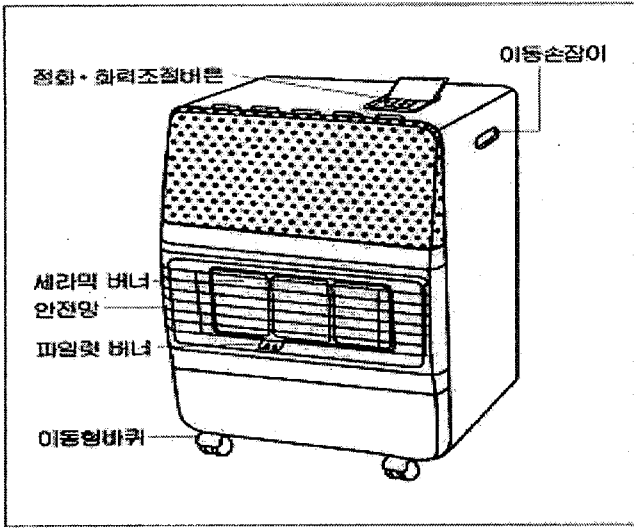


그림 8. 이동식 적외선 히터 개략도

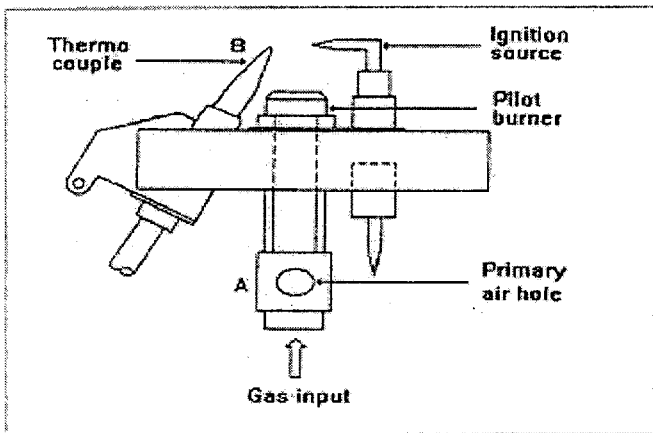


그림 9. 산소결핍안전장치의 개략도

메인버너로 통하는 가스를 차단한다.

4. 맺음말

최근 가스시설과 기기들에서 빈번한 가스사고가 발생하면서 가스사고를 줄이고 가스 안전을 도모하기 위한 많은 활동들이 이루어지고 있다. 본고에서는 가스사용자들에게 사고

를 줄이기 위하여 현재 적용되고 있거나 향후 국내에 적용될 일반 가정용 시설·기기와 밀접한 안전장치들에 대하여 개괄적으로 살펴보았다.

가스시설이나 기기의 안전장치는 사고방지를 위한 안전 개념이나 재해에 대한 윤리감 등 안전의식이 충만한 상태에서 설계·제작·설치되어 사용자가 순간적인 실수를 하더라

도 사고가 발생하지 않도록 하여야 할 것이다. 안전장치는 기계·전자산업의 발달과 더불어 더욱 다양화되고 복잡해지고 있으므로 높은 성능과 신뢰도가 대단히 중요하다. 따라서 안전장치의 성능과 신뢰도를 향상시키기 위한 제품개발에 많은 투자를 아끼지 말아야 할 것이다.

이와 같은 목적을 달성하기 위하여 산·학·관 또는 산·학·연의 공동연구체제 구축으로 안전하고도 사용하기 편리한 제품을 개발하는데 역점을 두어야 할 것이다.