KIGAS Vol. 22, No. 4, pp 74~81, 2018
(Journal of the Korean Institute of Gas)
https://doi.org/10.7842/kigas.2018.22.4.74

연료가스 매몰배관용 과류차단밸브와 성능시험 장치 개발

†이우귀연 · 주유경 · 이진한
한국가스안전공사 가스안전연구원
(2018년 1월 11일 접수, 2018년 8월 23일 수정, 2018년 8월 24일 채택)

Excess Flow Valves for Underground Gas Pipeline and their Performance Testing Equipment Development

†**Ugwiyeon Lee · Yukyung Joo · Jinhan Lee**
Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation
(Received January 11, 2018; Revised August 23, 2018; Accepted August 24, 2018)

요 약

도시가스 공급이 어려운 지역에 낮은 가격에 가스를 공급하기 위해 대한민국 정부는 20114년부터 LP가스 배관망사업을 추진하였다. LP가스 배관망은 일반 도시가스 배관망과는 다르게 준저압(25kPa~75kPa)로 운용되고 있다. 이는 도시가스의 운용압력보다 최소 10배에서 최대 40배 높은 압력이므로, 타공사 등에 의한 배관 파손 시 대형사고로 이어질 가능성이 높다. 이러한 위험성을 줄이기 위해, 한국가스안전공사 가스안전연구원은 2018년 매몰배관용 과류차단밸브와 이를 시험할 수 있는 성능시험 평가 장치를 개발 완료 하였다. 과류차단밸브는 배관 내 과류가 발생하면 자동적으로 닫히면서 가스공급을 순간적으로 차단한다. 과류차단밸브는 일반적으로 주 배관이 아닌 분기배관 최 전단에 설치되며, 분기배관과 연결된 세대나 시설의 최대 가스사용량에 따라 과류차단밸브가 차단되는 기준점인 Trip Flow가 결정된다. Trip Flow는 과류차단밸브 설치의 핵심 기준이며, 이를 시험하기 위한 성능시험 설비도 필수적으로 요구된다.

Abstract - The Korean Government has proceeded petroleum gas pipeline construction business since 2014 for rural districts. The operating pressure of petroleum gas pipeline are from 25kPa to 75kPa which are different from that of natural gas pipeline. Petroleum gas pipeline pressure is ten or forty times higher than natural gas operating pressure. For this reason, petroleum gas pipeline has higher probability of accident occurrence from massive gas leakage. Korea Gas Safety Corporation begins to development excess flow valves and their performance testing equipment since 2017. The excess flow valves stop the gas flow when a overflow happened in gas pipeline. The excess flow valves are generally not installed in main pipeline, because that may block massive gas supply. So, the valves are installed in starting points of branch pipes. According to the number of house and amount of gas use, a shut-off point of exxcess flow valve is determined called as Trip Flow. The trip point is the most important thing of excess flow valve, so, it is required a equipment testing the performances of excess flow valve as trip point.

Key words : Excess flow valve, Underground pipeline, Petroleum gas

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

Ⅰ. 서 론

정부는 2014년부터 LP가스 배관망사업을 추진하였다. LP가스 배관망 사업은 도시가스 공급이 어려운 지역에 LPG 소형저장탱크와 PE배관 설치를 통하여, 지역 주민에게 값 싼 연료가스를 공급하는 사업이다[1, 2]. 배관망 사업이 시행되면 LPG유통 구조가 개선되어 평균 20~30%의 연료비 절감이 가능하다[1]. 또한, LPG 소형저장탱크를 통해 대량으로 LPG 공급이 가능해지므로, 소형 LPG 사용하는 경우에 비해 안정적인 공급이 가능하다[1]. Table 1, 2는 마을단위 배관망과 군단위 배관망 사업의 추진 개요이다. 마을단위 배관망은 70세대 미만의 농어촌 마을인데 비해, 군단위 배관망 사업은 500~8,000 세대에 LPG를 공급하는 것을 목적으로한다.

LPG 배관망은 도시가스처럼 공급 압력이 저압이 아닌 준저압으로 소비자에게 가스가 공급되고 있다[3]. 준저압을 사용하는 배관망은 세대내 공급되는 압력인 약 2.5kPa보다, 최소 10배에서 최대 40배 높은 (25kPa ~ 100kPa)압력으로 공급되므로 배관 파손 시 대량의 가스가 누출될 수 있다. 또한, 주변의 점화원에 의해 착화될 위험성(화재, 폭발사고의 빈도)도 매우 증가하며, 누출속도가 크므로 화재의 크기(피해영향)도 동시에 커지게 된다[4].

준저압으로 공급되는 배관에서의 안전성 확보하기 위해서는 가스배관의 파손 등으로 과류가 흐르게 되는 위험으로 부터 가스의 흐름을 자동으로 차단할 수 있는 안전장치가 필요하다. 과류 차단함으로써 대량의 가스누출로 인한 대형 폭발사고를 방지할 수 있다. 과류차단밸브(Excess Flow Valve, EFV)란 가스배관의 파손 등으로 과류가 흐르게 되는 경우 가스의 흐름을 자동으로 차단함으로써 대량의 가스누출로 인한 대형 폭발사고를 방지하는 안전장치이다[5].

미국의 경우 단독주택 인입배관에 대한 과류차단밸브(EFV) 설치를 2006년에 의무화 하였고[6], 집합주택 및 소형 상업시설 배관 분기부에도 과류차단밸브 설치를 2011년에 의무화하였다[6]. 뿐만 아니라 2000년도에 프랑스도 과류차단밸브 설치를 의무화 하였다[7].

본 기고문은 과류차단밸브의 구조와 원리를 제시하고, 과류차단밸브 성능시험 평가 장치에 대하여 간단히 소개한다.

Table 1. The outline of LPG pipeline project for village unit [8]

사업기간 : 2014년 ~ 2023년 대상지역 : 도시가스 미공급 지역내 70세대 미만의 농어촌 마을 사업규모 : 전국 농어촌 마을 301개소 지원내용 : LPG 소형저장탱크, 배관망, 보일러 지원

Table 2. The outline of LPG pipeline project for county unit[8]

사업기간 : 2016년 ~ 2020년(5년)+ α 대상지역 : 인구밀도가 높은 500 ~ 8,000세대의 읍·면지역 사업규모 : 12개 군에 1개소씩, 총 12개 읍 또는 면지역 지원

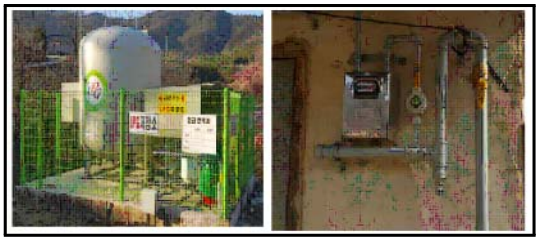

Fig. 1. LPG small-size tank and gas meter[8]

Ⅱ. 과류차단밸브 소개

2.1. 과류차단밸브 구조

매몰배관용 과류차단밸브란 타공사 등으로 인해 LPG 매몰배관망의 파손이 발생하여 과류가 흐르게 되는 경우 가스의 흐름을 자동으로 차단함으로써 대량의 가스누출로 인한 대형 폭발사고를 방지하는 안전장치이다. 가스의 흐름이 정상 상태일 때는 밸브가 항시 열려 있다가 과류가 발생하게 되면 자동으로 잠기면서 가스 흐름을 일시적으로 중단

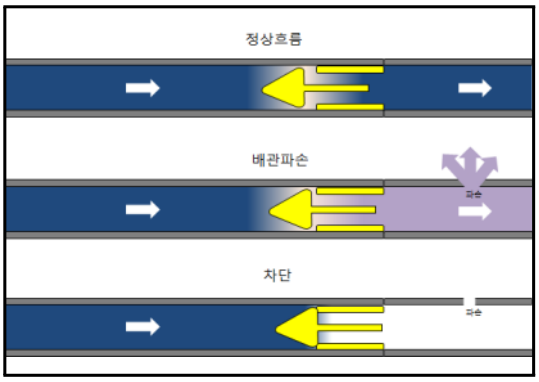

Fig. 2. Operational structure of excess flow valve

시킨다(Fig 2). 이때, 파손된 배관으로부터 발생되는 가스의 누출도 함께 멈춘다. [5]

2.2. 과류차단밸브 종류

일반적으로 과류차단밸브는 용도에 따라 매몰 주배관용, 노출 금속관용, 매몰 인입관용으로 세 종류로 구분된다. 매몰 주배관용 과류차단밸브는 가스 압력 조정기로부터 뻗어 나오는 주 배관에 설치하게 되는 과류차단밸브를 말한다[9]. 국내 LPG 배관망에 적용하면 마을단위 배관망의 경우 직경 63mm 배관, 군단위 배관망의 경우 직경 90.3mm~315.6mm 배관에 설치하는 과류차단 제품이 에 해당한다[10]. 그런데, 주배관에 과류차단밸브를 설치하게 되면 과류 발생시 대규모 가스차단 사고가 발생할 수 있기 때문에 범용적으로 설치되지는 않는다.

노출 금속관용 과류차단밸브는 보일러, 가스렌지, 난방기 등을 연결하는 배관이 파손되었을 때 가스를 차단할 수 있는 장치이다[11]. 유럽에서는 설치가 의무화 되어 사용되고 있으며[11], 국내에서는 퓨즈콕이 노출 금속관용 과류차단밸브를 대신하고 있다[12].

분기배관용 과류차단밸브는 말 그대로 분기배관에 설치되는 제품이다. Fig 3와 같이 과류차단밸브를 분기배관의 최 전단에 설치하면, 배관 파손에 대한 보호 영역을 최대로 넓힐 수 있다[9]. 현재 가스안전공사는 분기배관용 과류차단밸브 제품 개발을 추진하고 있으며, 개발 제품에 대한 시험환경 설비 구축, 관련 기준(안) 개발 등도 병렬적으로 진행하고 있다[한국가스안전공사, 2017].

과류차단밸브의 설치 타입은 세가지로 구분된다. 일반 과류차단밸브(Fig. 4 참조)와 배관 삽입형 과류차단밸브(Fig. 5. 참조), 마지막으로 전기융착부 결합형 과류차단밸브(Fig. 6. 참조)이다[9]. 일반 과류차단밸브는 밸브 몸통 만으로 이루어져 있으며, 사용자가 직접 원하는 배관 부위에 결합시켜서 사용한다. 배관 삽입형은 짧은 배관 안에 삽입된형태로 제공되며, 배관 융착부가 없기 때문에 별도로 준비해서 결합시켜야 한다. 전기융착부 결합형은 배관 삽입형 전후단에 전기융착부가 결합되어 손쉽게 배관과 융착 할 수 있도록 제공된 제품이다.[9] 국내 LP가스 분기 배관망에 사용되는 배관의 직경은 63mm이기 때문에, 국내형 과류차단밸브는 63mm 배관을사용하는 전기융착부 결합형으로 개발될 예정이다[한국가스안전공사, 2017].

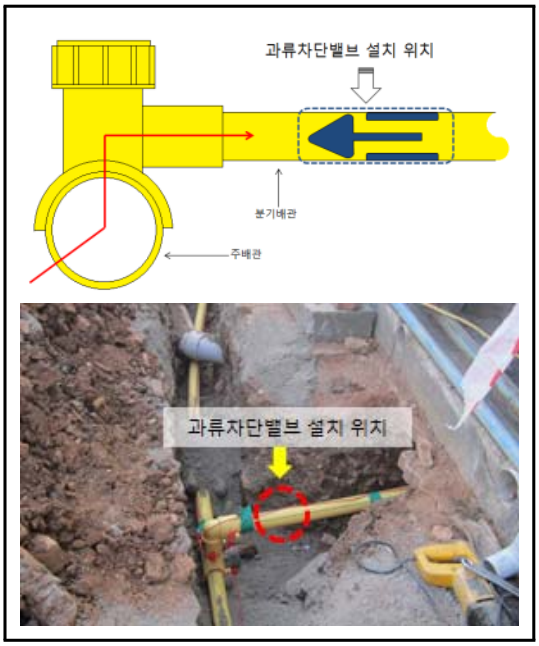

Fig. 3. Installation spot in LPG pipeline

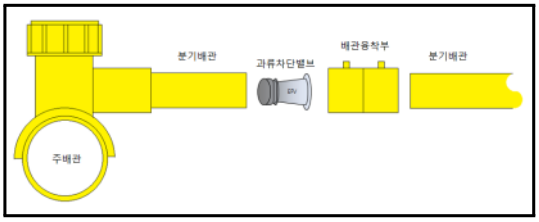

Fig. 4. Normal EFV

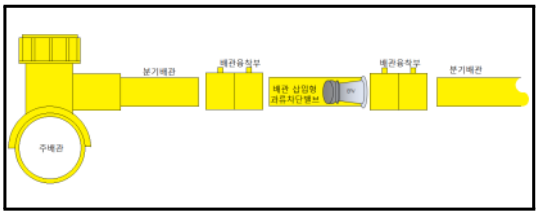

Fig. 5. EFV integrated in a pipesection

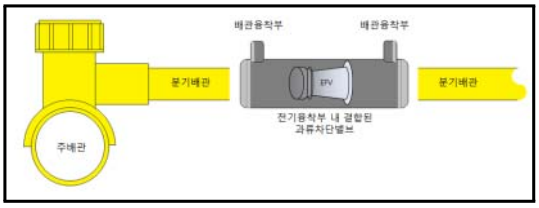

Fig. 6. EFV integrated electrofusion coupler

2.3. 과류차단밸브 Trip Flow 결정(1)

과류차단밸브는 밸브 파손시 발생할 수 있는 과류를 차단하여 대량 가스 누출을 방지하기 위하여 사용된다. 하지만 과류는 밸브 파손 시에만 발생하지 않는다. 다세대 주택에서 우연히 각 가정이 동시에 가스를 사용하게 될 때도 과류가 발생할 수 있다[13]. 이 경우 과류차단밸브가 작동하게 되면 그 주택의 모든 세대의 가스 공급이 중단 될 수도 있다. 과류차단밸브가 작동하게 될 유량을 Trip Flow 라고 부르는데[12], 잘못된 Trip Flow 설정은 가스 공급 중단을 야기 시키기 때문에 이 값을 결정하는 것은 매우 중요하다.

과류차단밸브의 Trip Flow를 결정하는 요소는

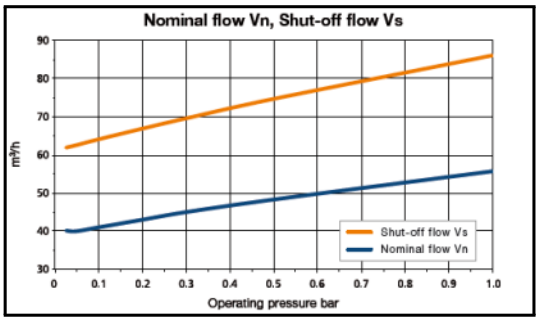

Fig. 7. Shut-off flow of code Blue GS63/25UE products

Table 3. Pipelife Gas Stop excess flow valve list

Color Code	Operating Pressure Range	PE pipe dimension					
		d20/ DN15	d25/ DN20	d32/ DN25	d50/ DN40	d63/ DN50	d110/ DN100
Code Green	1.5 ~ 10 kPa				GS50/15UE GSA50/15UE	GS63/15UE GSA63/15UE	
Code Blue	**2.5 ~ 100 kPa**			GS32/25UE GSA32/25UE	GS50/25UE GSA50/25UE	GS63/25UE GSA63/25UE	GSA110/30UE
Code Violet	3.5 ~ 500 kPa			GS32/35 GSA32/35 GS32/35UE GSA32/35UE	GS50/35 GSA50/35 GS50/35UE GSA50/35UE	GS63/35 GSA63/35 GS63/35UE GSA63/35UE	
Code Gray	50 ~ 400 kPa			GS32/50UE GSA32/50UE		GS63/50UE GSA63/50UE	
Code Red	200 ~ 5000 kPa		GS25/200 GSA25/200 GS25/200UE GSA25/200UE	GS32/200 GSA32/200 GS32/200UE GSA32/200UE	GS50/200 GSA50/200 GS50/200UE GSA50/200UE	GS63/200 GSA63/200 GS63/200UE GSA63/200UE GS63/200UE/100 GSA63/200UE/100	GSA110/200 GSA110/200UE
Code Orange	500 ~ 5000 kPa	GS20/500 GSA20/500* GS20/500UE GSA20/500UE*	GS25/500 GSA25/500* GS25/500UE GSA25/500UE*	GS32/500 GSA32/500 GS32/500UE GSA32/500UE		GS63/500 GSA63/500 GS63/500UE GSA63/500UE	
Code White	300 ~ 5000 kPa					GSA63/300 GSA63/300UE GSA63/300/S GSA63/300UE/S	GSA110/300 GSA110/300UE GSA110/300/S GSA110/300UE/S
Code Yellow	1000 ~ 5000 kPa	GS20/1 GSA20/1* GS20/1UE GSA20/1UE*		GS32/1 GSA32/1 GS32/1UE GSA32/1UE		GS63/1 GSA63/1 GS63/1UE GSA63/1UE	GSA110/1 GSA110/1UE GSA110/1UE/ZV

여러 가지가 있다. 배관망 최소 운용 압력, 분기 배관 직경 및 길이, 예상 가스 사용량, 가스계량기 용량, 세대수 증가 또는 감소에 따른 향후 예상 가스 사용량 등을 고려한다[15]. 미국의 경우 일반적으로 가스계량기 용량의 120% 이상을 과류차단밸브 Trip Flow로 결정한다[15].

이 방법을 국내 마을단위 LP가스 배관망에 적용하면 다음과 같다. 일반 가정의 경우 4.0 m^3/hr 용량의 가스계량기를 사용한다.4.0 m^3/hr × 1.2 = 4.8 m^3/hr 이므로 과류차단밸브의 Trip Flow는 최소 4.8 m^3/hr가 되어야 한다. 소규모 교회나 다세대 주택의 경우 16.0 m^3/hr 계량기를 사용하는데 이때 과류차단밸브 Trip Flow는 최소 19.2 m^3/hr가 된다.

2.4. 과류차단밸브 제품 선택

Table 3은 Pipelife사의 과류차단밸브 제품 목록이다. 국내 LPG 배관망은 최소 25kPa에서 최대 80kPa까지 운용되기 때문에[10], 2.5 ~ 100 kPa에서 설치 가능한 Code Blue계열 과류차단밸브 제품이 국내 환경에 적합하다. 또한, 국내 LPG 배관망 인입 배관은 63mm 직경의 제품을 일괄적으로 사용하기 때문에 d63/DN50 제품을 선택해야 한다. 그러므로 GS63/25UE이나 GSA63/25UE 제품이 국내 LPG 배관망 환경에 설치가 가능하다. Table 3에서 GS는 일반 과류차단밸브이며 GSA는 배관 삽입형 과류차단밸브이다[9].

하지만 한 가지 더 중요하게 확인해야 될 부분이 있다. 바로 Code Blue GS63/25UE 제품의 Trip Flow(Fig. 7. 참조)이다. Shut-off Flow는 Trip Flow를 말한다. Pipelife사의 Code Blue GS63/25UE 제품은 운용 압력이 25kPa인 경우 Trip Flow가 약 68 m^3/hr 정도이며, 75kPa인 경우 약 80 m^3/hr이다. 마을단위 배관망은 기본적으로 압력이 25kPa에 운용되기 때문에[10], 작동되는 Trip Flow는 68 m^3/hr이다. 마을단위 배관망에서 요구되는 최소 Trip Flow는 4.8 m^3/hr과 19.2 m^3/hr이므로 기본적인 조건은 만족시킨다. 하지만, 최소 Trip Flow와 작동 Trip Flow 차이가 63.2 ~ 48.8 m^3/hr으로 사실상 너무 큰 차이가 난다. 국내 LPG 배관망 환경에 적합한 과류차단밸브의 Trip Flow는 약 12~25 m^3/hr 정도이며, 현재 개발 진행 중에 있다[한국가스안전공사, 2017].

2.5. 과류차단밸브 Trip Flow 결정(2)

국내 환경에 적합한 과류차단밸브 Trip Flow를 결정하는 방법은 계량기 용량에서 추출하는 방법뿐만이 아니라, 각 세대마다 사용되는 가스레인지나 보일러의 사용 용량으로부터 최대가스사용량을 산출하는 방법도 있다. 한국가스안전공사는 도시가스를 사용하는 세대와 시설들에 대한 최대가스사용량 데이터를 보유하고 있다. 이 데이터를 분석하면 다세대 주택의 세대 수별 최대 가스사용량이나 산업 시설별 최대가스 사용량 예측이 가능하다.

Fig. 8, Fig. 9와 같이 가스사용 가구수 당 동시사용률과 세대수별 최대 가스사용량은 통계적으로 추론되어 있다. 세대수가 적을수록 동시사용률은 100%에 가까워지지만 100가구 이상 늘어나게 되면 약 30%로 값이 수렴한다. 각 세대당 최대 가스사용량은 1.1~1.5 m^3/hr 정도이며, 이 정보를 동시사용률 그래프에 접목 시키면 세대수별 최대 가스사용량 그래프를 산출할 수 있다. 한 가구의 최대 가스 사용량은 약 1.4 m^3/hr이지만, 열 가구의 최대 가스 사용량은 약 7 m^3/hr이며, 스무가구의 최대 가스 사용량은 약 12 m^3/hr 정도이다[13]. 이 최대 사용량 정보에 1.2를 곱하면 과류차단밸브의 최소 Trip Flow로 활용할 수 있다.

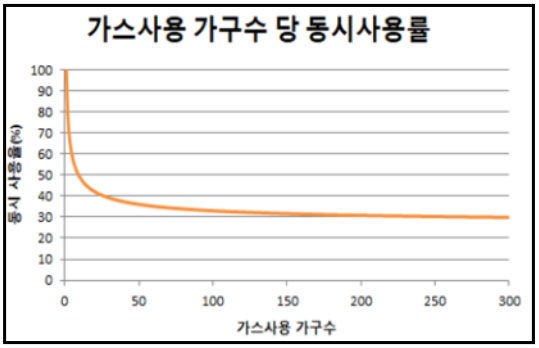

Fig. 8. The number of household v.s. Concurrently gas use rate

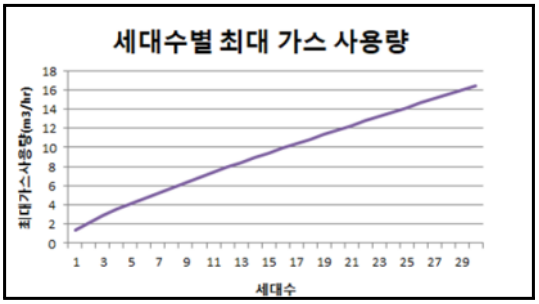

Fig. 9. The number of household v.s. Maximum amount of gas use

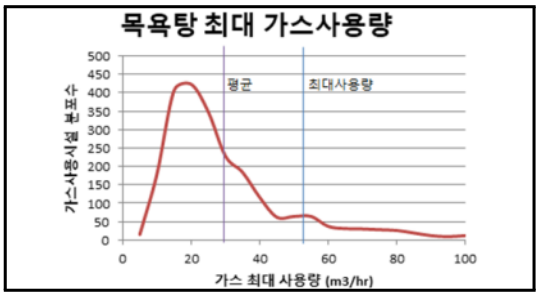

Fig. 10. Maximum gas use amount for public bath houses

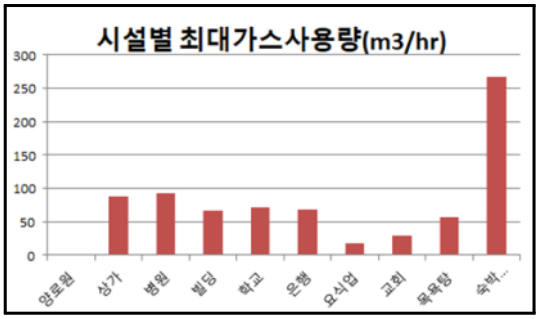

Fig. 11. Maximum gas use amount for each public facilities

Fig. 10은 목욕탕의 최대 가스 사용량을 분석한 분포 그래프이다. 목욕탕의 최대 가스 사용량은 약 55 m^3/hr 정도로 결정되었다. 이 값을 Trip Flow로 갖는 과류차단밸브 제품은 국내 목욕탕의 90% 가까이 설치 조건을 만족시킨다. 90%에 벗어나는 목욕탕은 최대 가스 사용량이 매우 높게 산출이 되기 때문에 별도의 안전 장치를 설치하는 것이 적합하다. Fig.11에서 목욕탕 외 양로원, 상가, 병원, 빌딩 등에 대한 산업 시설별 최대 가스 사용량을 산출하고 그래프로 표현하였다. 시설별 최대 가스 사용량에 1.2가 곱해지면 각 시설에 부합하는 과류차단밸브 최소 Trip Flow 값이 된다.

Ⅲ. 과류차단밸브 성능시험 평가장치

3.1. 과류차단밸브 성능평가 항목

과류차단밸브 성능시험 평가장치는 미국 기준인 ASTM F2138-12, F1802-15에서 잘 제시되어 있다. ASTM에서 제시된 과류차단밸브 성능시험 항목은 와 Table 4와 같이 여섯 가지이다.

과류차단밸브 성능시험 설비의 가장 기본적인 기능은 과류차단밸브의 Trip Flow를 측정하는 것이다. Trip Flow의 성능이 제대로 구현되지 않으면, 배관 파손 등으로 인한 가스 누출을 차단할 수 없으며, 반대로 오작동으로 인해 가스 공급을 차단할 수도 있다. 이러한 이유로 사고 시나리오에 Trip Flow가 정확히 설정 되어야 한다. Trip Flow 측정 시험은 정해진 유량 값에서 과류차단밸브가 정확이 동작 하는지 시험하는 항목이다.[14]

Table 4. EFV performance test detail [14]

시험 항목	시험 내용
차단(트립) **유량** 측정	✓ 공급 라인에서 과류발생시 가스 또는 공기의 흐름을 중지하거나 제한하는 과류차단밸브 차단 기능이 활성화되기 직전 순간 유량 측정
누설유량 및 바이패스 **유량** 측정	✓ 과류차단밸브의 차단 기능 활성화 후 정상상태에서의 과류차단밸브를 통과하는 유량을 측정
복귀 성능 측정	✓ 과류로 공급되던 가스나 공기의 유량이 정상으로 돌아왔을 때, 과류차단밸브 자동 복귀 여부 확인(복귀 압력이나 유량 등 복귀 조건은 제조업체 메뉴얼을 따름) ✓ 과류차단밸브의 복귀되는 시간, 압력(유량) 측정 ✓ 단, 복귀 성능 시험 시 온도의 변화도 측정 가능하도록 함
압력강하 측정	✓ 과류차단밸브 전·후단 압력계를 통해 압력강하 측정
스냅동작 **하중**시험	✓ 70kPa & 25kPa 압력에서 해당 과류차단밸브 Trip Flow의 75% 유량의 가스나 공기를 순간적(0.5초 이내)으로 공급하였을 때 과류차단밸브의 차단 유무 확인 ✓ 가스나 공기의 순간적인 공급은 스냅동작 하중시험 유량 및 압력 조건이 맞추어진 상태에서 공급라인의 볼밸브 조작을 통해 시행
성능 **반복**시험	✓ 과류차단밸브의 차단과 복귀를 1000번 이상 수행 후 정상 동작상태 확인 ✓ 단, 시험이 수행 될 때마다 차단 유량(Trip Flow)와 누설 유량 또는 Bypass 유량도 함께 측정되어야 함

과류차단밸브는 차단 후 유량에 따라 excess flow valve-bypass(EFVB)와 excess flow valve-non bypass (EFVNB)로 분류된다. EFVNB는 과류차단밸브가 동작할 경우 가스 공급이 완전히 차단되어야 하기 때문에 차단 후 유량이 없거나 0에 가까워야 한다.

반면에 EFVB는 과류차단밸브가 동작하여도 일부 가스 흐름을 허용하기 때문에 Bypass유량이 허용된 유량만큼 흐르는지 확인할 필요가 있다. 과류차단밸브의 누설유량 및 바이패스 유량 측정 항목에서는 EFVNB가 차단 동작 후 누설 유량이 있는지 확인하며, EFVB의 경우 정해진 유량만큼 누설 유량이 측정되는지 확인하는 항목이다.[14]

과류차단밸브는 과류차단 동작을 하더라도 가스 흐름이 정상상태가 되면 다시 복귀 되어야 한다. 만일 복귀되지 않는다면 다시 배관을 굴착해서 과류차단밸브를 교체해야 하는 경우가 발생하게 된다. 이러한 경우에 대비하기 위해 과류차단밸브 복귀 성능을 측정한다. 과류차단 밸브의 복귀 기준은 제조사마다 차이가 있다. 일반적으로 밸브 전 후단 압력이 동일해 지면 압력차가 사라지면서 자연스럽게 복귀된다. 단, 유체의 온도에 따라 부피가 변화하여 복귀 기능이 달라질 수 있으므로, 유체의 온도상태도 함께 기록한다.[14]

배관 내 과류차단밸브가 설치되더라도 압력차가 거의 없어야 한다. 압력차가 발생하게 되면 공급 압력 손실, 과류차단밸브 수명 저하 등의 문제가 발생할 수 있다. 과류차단밸브의 전후단의 압력계를 통해 압력강화를 측정하고 기록한다. 압력강화 측정은 과류차단밸브의 복귀 시험 시에도 활용된다.[14]

과류차단밸브의 스냅동작 하중시험은 소비자가 갑작스럽게 많은 양의 가스를 사용하여 과류차단밸브에 하중이 크게 걸렸을 때 차단 상태를 확인하는 항목이다. 일반적으로 Trip Flow의 75%의 유량을 0.5초 이내에 흘려보낸다. 큰 하중이 갑작스럽게 걸리게 되면 과류차단밸브가 차단되는 오작동이 발생할 수도 있다. 물론 Trip Flow가 크면 클수록 큰 하중에서 오작동 확률은 낮아진다. 하지만, Trip Flow와 최대가스소비량과의 차이가 커질수록 과류차단밸브의 성능이 상대적으로 저하 될 수 있다.[14]

과류차단밸브의 성능 반복시험은 내구성 시험으로 간주할 수 있다. 과류차단밸브의 차단과 복귀를 최소 1000번 이상 반복하여, 밸브 작동에 문제가 없는지 시험한다. 또한 각 횟수마다 Trip Flow와 누설 유량을 동시에 확인하여 성능 저하도 모니터링한다. 결국 과류차단밸브의 차단(트립) 유량 측정 시험과 과류차단밸브의 누설유량 및 바이패스 유량 측정 시험의 반복 수행이라고 볼 수 있다.[14]

3.2. 과류차단밸브 성능평가 설비

Fig 12는 ASTM에서 제시된 과류차단밸브 성능시험 설비 기본 도안이다. 과류차단밸브 성능시험 설비는 결국 유량 측정이 중점이 된다. 보다 정밀한 측정을 위해 다수의 유량계가 설치 될 수 있다.

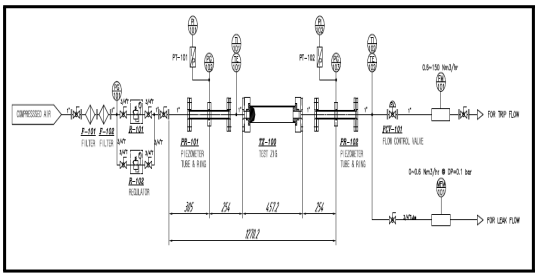

Fig. 12. EFV performance test facility design based on ASTM F1820-15

Fig. 13. EFV perforamce test facility installed in KGS

ASTM에서 제시한 도안에서는 Flow Meter #1과 #2를 통해 과류차단밸브의 차단 유량(Trip Flow)와 누설 유량을 확인한다. 단, 유량은 순간적으로 변하기 때문에 컴퓨터를 통한 유량 상세 기록이 필수적으로 요구된다. 과류차단밸브의 압력강하는 밸브 전 후단의 압력게이지를 통해 확인 할 수 있다. 압력계는 측정 정확도를 높이기 위해 Piezometer Ring을 통해 연결된다. 압력강화 또한 컴퓨터와 연계되어 실시간으로 기록될 필요가 있다. Supply Tank와 과류차단밸브 사이에 유량 조정기가 설치된다. 유량조절기는 시험자가 원하는 압력과 유량 환경을 구축하기 위해 압력조절기와 연계되어 자동으로 조절된다. 밸브 A는 과류차단밸브의 스냅동작 하중시험을 위해 사용된다. 압력조절기와 유량조절기를 통해 시험자가 원하는 환경이 조절된 상태에서 밸브 A를 순간적으로 열어서 스탭동작 하중시험을 수행한다[16].

ASTM의 과류차단밸브 성능시험 기본 도안을 기반으로 한 과류차단밸브 성능시험 설비는 2018년 KGS에 구축될 예정이다[한국가스안전공사, 2017]. 이 성능시험설비를 통해 과류차단밸브 제품 개발

이 진행될 것이며, 향후 해외 과류차단밸브 제품이나 국내에서 생산되는 제품의 성능시험을 수행할 예정이다[한국가스안전공사, 2017].

Ⅳ. 결 론

과류차단밸브는 산업통사자원부에서 진행되고 있는 LPG 배관망 사업의 안전성을 확보하기 위해 가스안전공사에서 개발이 진행되고 있다[한국가스안전공사, 2017]. 현재 배관 직경별, Trip Flow 별, 공급 압력별로 다양한 규격의 제품이 개발이 진행되고 있으며, 2019년 연구 종료 이후 본격적으로 LPG 배관망에 공급될 예정이다[한국가스안전공사, 2017]. 또한, Table 6.에 따른 과류차단밸브 6개 항목에 대하여 과류차단밸브 성능평가 시험설비(Fig. 13. 참조)를 구축 완료하였다.

본래 과류차단밸브는 미국이나 유럽에서 의무적으로 사용되던 제품이다. 우리나라의 도시가스 사용환경은 일본과 마찬가지로 정압기를 사용하여 일반 수요자(사용자)에 공급되기 전에 저압(2.5kPa)으로 감압한 후 공급한다. 저압을 사용하는 경우 배관이 파손되더라도 대량의 가스가 누출되지 않는다. 유럽이나 북미에 비해 상대적으로 안전한 압력으로 도시가스를 공급해 왔기 때문에 인입배관용 과류차단밸브의 필요성이 적을 수밖에 없었다. 하지만, LPG 배관망 사업 착수와 함께 준저압 운용방식이라는 개념이 생겨나면서 국내에도 과류차단밸브의 도입이 결정되었다[1, 2]. 이에 따라, 과류차단밸브의 성능을 시험할 수 있는 시험환경 구축과, 관련 기준(안) 개발이 함께 요구되었다.

과류차단밸브가 본격적으로 보급된다면, 단지 내 배관 타공사, 입상배관 차량 추돌 등으로부터 발생되는 대량 가스 누출사고를 예방 할 수 있다. 사고발생 시 누출을 자동차단, 대형 사고로의 확대를 방지함으로써 사고발생에 따른 사회·경제적 손실비용을 절감 할 수 있다. 이와 더불어, 과류차단밸브 연구개발을 통해, 현재까지 국내에는 형성되지 않은 매몰형 과류차단밸브 시장이 신규로 창출될 것이며, 제품국산화를 통해 기 개발된 선진외국의 과류차단밸브 제품이 국내 시장을 선점하는 것을 방지할 수 있게 된다[한국가스안전공사, 2017].

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 수행되었으며, 지원에 감사를 드립니다.
(과제번호: 20172210100120)

REFERENCES

[1] 산업통상자원부, 한국LPG산업협회, 소형 LPG 저장탱크 보급사업 추진계획, (2013)
[2] 산업통상자원부, 마을단위 LPG 배관망 지원사업 운영지침, (2016)
[3] 산업통상자원부고시 제2017-117호, 액화석유가스 배관망공급에 대한 안전관리 및 운영기준, (2017)
[4] American Institute of Chemical Engineers (AICHE), Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases, CCPS, (1999)
[5] The Code of Federal Regulation of the United States of America, 49 parts 100 to 177, Chapter I-Research and Special Programs Administration, 173.33, (1984)
[6] Code of Federal Regulation(CFR), Title 49, Transportation, PT. 178-199, Revised as of October 1, (2011)
[7] Institution of Chemical Engineer, Hazard XV: The Process, Its Safety and the Environment-getting it right, (2000)
[8] 산업통상자원부 가스산업과 2016년 3월 16일(화) 보도자료, 2016년도 LPG저장탱크 및 배관망 지원 사업 추진 방향, (2016)
[9] Pipelife社, Product Catalog 2016 – Enhanced Safety for Gas Supply Networks, (2016)
[10] 한국가스안전공사, 액화석유가스 배관망공급사업 배관 기술 검토서(비공개), (2017)
[11] DVGW Regelwerk, DVGW G 5305-2 (P) : Gasströmungswächter für Hausanschlussleitungen, Oktober, (2013)
[12] 한국가스안전공사, KGS AA009 2017 Code – 가스누출 확인 퓨즈콕 제조의 시설·기술·검사 기준, (2017).12.14
[13] 한국가스안전공사, LPG 충전·저장·집단공급·판매시설 검사업무 처리지침, (2002)
[14] ASTM F2138-12, Standard Specification for Excess Flow Valves for Natural Gas Service, (2012)
[15] Gary Glenn, Excess Flow Valve Rule Update 2017, Kansas Pipeline Safety Seminar, October 24th, (2017)
[16] ASTM F1802-15, Standard Test Method for Performance Testing of Excess Flow Valaves, (2015)