



## 가스밸브의 안전관리 현황 및 안전성 향상 연구 (모니터링을 중심으로)

최병규 · 차민창 · †김진준\*

호서대학교 안전환경기술융합학과, \*호서대학교 산학협력단  
(2016년 9월 20일 접수, 2016년 10월 12일 수정, 2016년 10월 13일 채택)

### Study on the Current Safety Management Status and Safety Improvement of Gas Valve

Byeong-Gyu Choe · Min-Chang Cha · †Jin-Jun Kim\*

*Dept. of Convergence Technology for Safety and Environment, Hoseo University*  
*\*Dept. of Academy Cooperation Foundation, Hoseo University*  
(Received September 20, 2016; Revised October 12, 2016; Accepted October 13, 2016)

#### 요약

밸브는 설비 및 시스템의 제어를 위한 필수 요소로써 필수부품이지만 사용 중 Stem에서부터 볼까지의 연결부 유격으로 인한 개폐 불량이나 발생할 수 있으며 이물질 유입, 마모, 크랙, 스크래치, 고착, 작동불량 등으로 인하여 사고로까지 이어질 수 있다. 사례 조사 결과 밸브의 고장 원인은 64%가 기밀누설이나 작동불량이었으며, 대부분의 밸브 누출·폭발사고는 설치현장에서 밸브 고착 등 작동불량을 해소하는 과정에서 발생했다. 이는 안전관리와 유지관리에 대한 시스템이 미비하고 안전밸브를 제외한 산업용 밸브의 유지관리 의무화가 되는 법규가 없어 권장사항과 유지관리 업체의 재량에 맡기고 있는 실정이기 때문이다. 따라서 철저한 유지관리로 위험요인을 제거하고 누출 사고 발생 시 피해의 최소화를 위해 초동대처방안이 마련되어야 한다.

본 연구에서는 산업현장에서 밸브의 사용 현황과 유지관리현황을 조사하고 밸브 모니터링을 통한 안전성 향상 방안을 제시하였다. 밸브상태진단 및 운영조회, 가스누출상시감시, 밸브 유지관리 비용절감, 전주기 수명관리 등의 효과를 갖는 모니터링 시스템 구축으로 가스안전관리 고도화에 기여할 수 있을 것이다.

**Abstract** - Though a valve is a very important part in a system to control properly, it has potential failure caused by gap from valve stem to ball connection, and abrasion, crack, fixation causing operational trouble and accidents. 64% of the valve failure in the real case was the failure of airtightness and most accidents of leakage and explosion were occurred while fixing the failure. While there are no proper safety manual, maintenance procedure and regulation for industrial valves excluding safety valve, safety management for the valves is left to the discretion of the maintenance company. Strict maintenance that removes hazards and emergency response procedure are required to prevent and reduce the loss of accident.

This study suggests safety enhancement measures through valve monitoring by investigating the status of use of valve and current maintenance. Enhancement of gas safety management can be acquired by a monitoring system that provides diagnosis for valve status, monitoring real-time gas leakage, management of entire cycle lifetime that can reduce maintenance cost.

**Key words** : Valve, Safety Management, Safety Improvement, Valve Monitoring, Gas Valve

†Corresponding author:jjkim@hoseo.edu

Copyright © 2016 by The Korean Institute of Gas

## I. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 필요성

밸브는 공정의 안전 운전, 설비 및 시스템의 제어를 위한 필수 요소 중 하나이다. 특히 산업용 가스밸브는 공정 중에 플랜지, 설비 및 기계장치류의 인입부 및 토출부, 설비의 운영 현황을 감시하기 위한 계기장치류를 연결하고 있다.

이처럼 밸브는 설비 및 시스템의 제어를 위한 필수 요소이지만 사용 중 Stem에서부터 볼까지의 연결부 유격으로 인한 개폐 불량이나 발생할 수 있으며 이물질 유입, 마모, 크랙, 스크래치, 고착, 작동불량 등으로 인하여 사고로 이어질 수 있는 잠재적 위험요인이 상시 존재한다.

그러므로 밸브의 철저한 유지·관리를 통해 위험요인을 제거하여야 하며, 밸브의 누출 사고 시 피해 확산 방지를 위한 초동대처방안이 마련되어야 한다.

또한, 가스시설물의 긴급 상황발생시 사고대응은 결국 밸브차단이므로 가스시설물의 핵심장치인 밸브에 대하여 항상 제 기능이 담보되도록 전주기 수명관리 및 사고 대응 서비스 질 제고가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 밸브상태진단 및 운영조회, 가스누출상시감시, 밸브 유지관리 비용절감 및 전주기 수명관리를 위한 모니터링 시스템 구축을 통하여 가스안전 고도화에 기여하고자 한다.

### 1.2. 산업용 밸브의 시장규모

The Freedonia Group에서는 2015년 발간된 '세계의 산업용 밸브 시장'에서 세계 산업용 밸브 시장 규모(Table 1)는 연평균 5.4% 성장하여 2015년 약 935억 달러에 달할 것으로 예상했다.[7]

밸브 산업은 비교적 소규모 산업인 관계로 세계 총생산이나 총수요를 정확히 판단하기 어렵지만 수출·입량에서 그 추이를 예측해 볼 때 밸브 산업은 세계 경제와 연동되어 꾸준한 증가 추세에 있다. Table 2에 나타난 것과 같이 우리나라도 경제규모가 확대됨에 비례하여 밸브의 수출·입이 늘어나고 있다.

우리나라는 대만 등과 함께 중저가 밸브의 생산국이다. 우리나라 밸브기업들은 영세하지만 비교적 적절한 품질과 가격을 구비하고 있어 중간수준의 시장에서는 많은 이점이 있다. 왜냐하면 보수용 자재가 아닌 신규 프로젝트의 경우 밸브의 품질확보를

Table 1. World market size of industrial valve[7]

\*Freedonia Group Inc, In thousands of US dollars, ( ) : ranking

	2005	2010	2015	2005-2010	2010-2015
Total	606,200	717,800	935,000	3.4%	5.4%

Table 2. Main exporter and importer countries of valve[1]

\*UN Data Inc, In thousands of US dollars, ( ) : ranking

	The world's leading exporter of valve			The world's leading importer of valve		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
27 Europe countries	12,732,057(1)	13,091,384(1)	13,977,251(1)	4,566,849(2)	5,279,864(3)	6,064,046(3)
Germany	7,371,564(2)	8,226,350(2)	9,875,590(2)	3,091,740(4)	3,450,052(4)	4,444,607(4)
China	5,622,129(4)	7,177,395(3)	8,610,670(3)	4,560,305(3)	5,410,779(2)	6,560,618(2)
USA	5,596,370(5)	6,797,130(4)	8,281,577(4)	5,778,382(1)	7,411,008(1)	8,804,241(1)
Italy	6,410,455(3)	5,977,990(5)	7,011,633(5)	1,251,715(8)	1,392,615(11)	1,576,681(11)
Japan	2,507,636(6)	3,855,971(6)	4,583,029(6)	1,030,699(12)	1,279,147(12)	1,629,065(10)
France	2,023,787(7)	2,107,958(7)	2,360,743(7)	2,090,971(5)	2,319,483(5)	2,500,442(7)
England	1,746,250(8)	2,056,032(8)	2,281,512(8)	1,952,379(6)	2,189,199(6)	2,511,043(6)
Mexico	1,197,604(9)	1,502,378(9)	1,533,544(9)	1,135,869(10)	1,398,019(10)	1,640,998(9)
Korea	906,015(13)	874,897(14)	1,243,155(12)	1,161,664(9)	1,404,617(9)	1,537,876(12)
Canada	938,939(12)	1,022,923(12)	1,109,282(13)	1,928,940(7)	2,180,109(7)	2,666,782(5)
Spain	1,036,787(10)	946,763(13)	1,017,809(14)	952,556(13)	1,069,117(13)	1,203,687(14)

위해 중국, 인도 및 동유럽산의 제품은 배제하는 요건을 기본사양으로 정하는 경우가 종종 있다. 중국, 인도 및 동유럽산의 제품에 대해서는 소재의 결함으로 인한 피해나 위험을 우려하기 때문이다.

2011년도를 기준으로 우리나라는 밸브 수입에 있어서 세계 12위다. 대부분의 밸브는 국내 생산이 가능하지만 기술집약적인 고부가가치용 밸브에 대해서는 국내산의 기술력, 품질보증, A/S, 국제인증 등이 부족하여 사용자들은 외국산을 고집하는 경우가 많다.

이러한 이유로 인해 2011년 기준 우리나라의 밸브의 무역규모는 수출이 1,243,155천 달러, 수입이 1,537,876천 달러로서 우리나라는 세계시장의 대표적인 수입 국가이다.[1]

### 1.3. 도시가스사 및 플랜트의 밸브 사용현황

과거 도시가스 매물 배관에 부착되었던 플랜지형 볼 밸브는 이제 대부분 매물 용접형 볼 밸브로 대체되었다.

업계에 따르면 도시가스 배관은 초기에 플랜지형 밸브를 사용했으나, 1985년부터 용접형 밸브의 출현으로 도시가스사가 매물 용접형 볼 밸브를 사용하기 시작했다. 수도권의 일부 도시가스사는 400mm와 500mm, 600mm의 대형 배관에는 플랜지형 밸브를 선호해 왔으나 2008년 이후에는 대부분 50mm이상 배관에 매물 용접형 볼 밸브를 사용하고 있다.

플랜지형 밸브는 넓은 공간의 밸브박스 및 긴 시공시간이 필요하고, 밸브박스 내부로 빗물 등이 쉽게 유입되어 플랜지부의 부식으로 가스누출이 발생하여 민원이 되기도 했다. 하지만 매물 용접형 볼 밸브를 사용할 경우 배관과 밸브를 용접하므로 가스누출의 염려가 전혀 없고, 시공시간 단축 및 적은 공간 사용, 유지보수의 간편함 등의 장점이 있다.

매물형 밸브의 특징이 밸브 몸통을 FRP코팅 처리하기 때문에 수분에도 부식의 우려가 전혀 없고 중요 부위는 땅속에 위치하고, Stem부만 위쪽으로 나와 있어 안전하고 효율적이기 때문에 도시가스사에서 사용을 확대한 것이다. 또한 대형 밸브도 매물 용접형을 선호하는 이유는 안전성을 확보하고 있으며 밸브박스 설치로 인한 교통차단 등의 불편함이 없어 효율적인 일처리가 가능하기 때문이다.

매물 용접형 볼 밸브는 1985년 ○○사에 의해 수입품이 보급되다가 국산화됐다. 현재는 ○○사와 △△사 등에서 매물형 밸브를 생산하고 있고, 대부분의 도시가스사들이 매물형 볼 밸브를 주로 사용하고 있다.

플랜트에서의 밸브 사용현황을 보면 대부분의 정

유사 및 플랜트에서 볼 밸브와 글로브 밸브를 혼합하여 사용하고 있는 실정이다.

○○정유사는 긴급차단 밸브를 비롯한 대부분의 밸브를 글로브 밸브를 사용하고 있고, 샘플 채취나 소화전, 유틸리티 라인 등의 일부 시설에만 볼 밸브를 사용하고 있다.

## II. 가스밸브 고장 및 사고사례 분석

### 2.1. 가스밸브의 고장사례

2011년부터 2014년까지 국내의 밸브업체 3사를 대상으로 고장사례 조사를 한 결과 총 414건의 밸브 고장 접수내역을 확인했다.

주요 밸브 고장 접수 현황을 분석해보면 Fig. 1과 같이 기밀누설과 도장불량, 작동불량, 기타 불량으로 나눌 수 있다. 기밀누설이 148건으로 가장 많았고 그 뒤로 작동불량 122건, 도장불량 117건, 기타 27건으로 분석되었다. 기밀누설, 도장불량, 작동불량이 93%의 불량을 차지할 정도로 3가지의 유형이 주를 이뤘고 밸브 공정상의 도장불량을 제외하면 크게 기밀누설과 작동불량으로 고장의 유형을 나눌 수

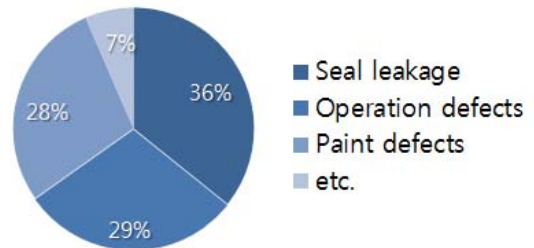


Fig. 1. Classification of valve failure.

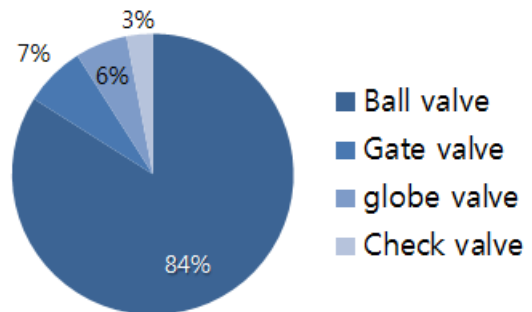


Fig. 2. Classification of failure according to valve types.

있었다.

밸브의 종류별 고장 통계를 분석한 결과 Fig. 2와 같이 볼 밸브의 고장이 84%로 가장 많음을 확인하였으며, 밸브의 종류 중 볼밸브를 가장 많이 사용하고 있다는 것도 확인할 수 있었다.

## 2.2. 가스밸브고장으로 인한 사고사례

### (1) 아현동 가스 폭발사고

1994년 12월 7일, 도시가스 시설 점검 중 전동밸브의 작동불량에 의해 발생한 사고이다. 계량기 보정 작업을 하기 위하여 계량라인 양측에 설치된 전동밸브를 잠그고, ○○도시가스 공급계량라인에 설치된 퍼지밸브를 열고 배관 내 잔가스를 옥외로 방출하여야 하나 이를 무시하고 밸브실내로 방출작업하는 중에 계량라인 출구 측 전동밸브가 작동불량으로 완전히 폐쇄되지 않아 대량 누출된 도시가스가 지상 가스 환기통에서 5m 떨어진 지점의 모닥불에 의해 점화되어 대형폭발이 발생하여 12명이 사망하고 101명이 부상을 당했다.

### (2) 제주 집단공급시설 가스누출사고

2012년 12월 17일, 20ton 집단공급시설에서 운반 책임자가 LPG충전 완료 후 저장시설 내부점검 중 액체 인입 글로브밸브에서 가스누출을 발견하고 조치를 취하여 인명피해는 없었다.[8]

### (3) 충남 아산시 밸브박스 가스누출사고

2014년 9월 23일, 공급자의 안전점검원이 도로의 인도에 설치된 도시가스 중압배관 매몰 용접형 볼밸브박스 내부에서 퍼지밸브 작동점검 중 제작불량(용접불량에 의해 불 이탈)으로 갑자기 다량의 가스가 누출된 사고이나 인명피해는 없었다.[8]

### (4) 영등포구 볼밸브박스 가스누출사고

2013년 1월 31일, 피해자가 밸브박스 내부에서 밸브 보수작업을 하기 위해 밸브의 Plate 고정 볼트 및 개폐 핸들을 취급하는 등 작업을 하는 과정에서, 중압으로 공급되는 가스가 밸브의 Stem부위로 급격히 누출되면서 밸브박스 내부에서 작업하던 작업자 2명이 누출된 도시가스에 질식한 사고로 1명이 사망하고 1명이 부상을 당했다.[8]

밸브고장으로 인한 사고사례를 분석해 보면 대부분의 누출·폭발사고는 고착 등으로 작동불량인 밸브를 현장에서 해소(취급) 작업 중에 발생했다. 이는 안전관리와 유지관리에 대한 시스템이 미비하고 안전밸브를 제외한 산업용 밸브의 유지관리 의무화가

되는 법규가 없어 밸브의 유지관리 권장사항과 유지관리 업체의 재량에 맡기고 있는 실정이기 때문이다.

## 2.3. 가스밸브의 고장원인 분석

가스밸브의 고장원인을 세부적으로 살펴보면 배관 내 이물질 혼입으로 인한 시트면 손상, 배관 용접시 퍼지 밸브 출구 측에 용접 접지연결로 인한 시트부 손상, 정기적인 밸브작동검사 미흡으로 인한 고착화로 작동 토크 상승, 배관공사중 부주의로 인한 밸브 훼손, 밸브 오작동으로 인한 내부 부품 파손 및 퍼지 밸브 훼손, 임의의 퍼지밸브 교체작업으로 인한 용접부 누설, 유지관리 미흡 등 기밀누설이나 작동불량으로 나타났으며 고장의 64%를 차지했다.

이렇게 대표적인 가스밸브 고장의 원인인 외부 기밀 누설, 시트 기밀 누설 등의 기밀 누설이 유지관리와 밀접하고 사고와도 직결되기 때문에, 가스밸브로 인한 사고를 예방하고 대처하기 위해서는 유지관리가 가장 중요하다고 할 수 있다.

## III. 가스밸브 유지관리 현황

### 3.1. 석유화학 플랜트의 밸브 유지관리 현황

대부분의 플랜트에서는 밸브의 유지관리를 직접 실시하고 있다. ○○화학은 공정 중에는 점검을 실시하지 않고 2~3년마다 실시하는 정기보수기간에 밸브 전부를 개폐하여 점검을 실시하고 있다. 평상시에는 점검반이 누설 점검을 실시하고 공정 가동 중에는 개폐 작동시험을 실시하지 않는다.

또한 대부분의 석유화학업체들은 전문검사기관에 위탁하여 각종 설비의 유지관리를 실시하고 있다. 특정설비 전문검사기관들은 고압가스안전관리법, 시행령, 시행규칙, 고압가스안전관리기준통합고시 등에 따라서 가스안전을 위한 용기 및 특정설비 등의 검사, 유지관리 업무를 실시하고 있다.

△△정유사는 플랜트의 안전을 도모하기 위하여 전원 공급 중단 및 비상상황 발생시 Flare Load를 감소시키기 위하여 IEC61508를 준수하는 SIL(Safety Integrity Level)3 등급의 SIS(Safety Instrumented System)를 구축하였다. 일반적인 전원 공급의 문제 발생 시에는 ESD (Emergency Shutdown System)에 경보신호를 전달하고 ESD Interlock Logic에 의하여 해당 Column Reboiler의 열원 차단을 적용하도록 하고 있다. SI는 Sensors(Transmitter), Logic solvers(PLC) 그리고 Final Control Elements(On-Off 밸브)로 구성되어 화재, 과압 등의 비상 상황이 일어날 경우 공장 프로세스를 안전하게 정지시킨다.

Flare Load Down과 관련한 Interlock Logic의 모

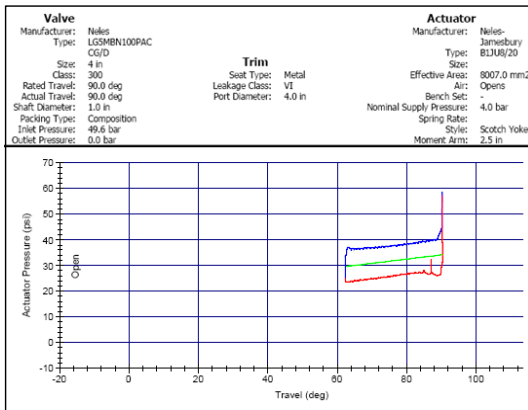


Fig. 3. Check Graph of Valve Link Software.

든 On-Off 밸브에 PST(Partial stroke test)를 적용하였으며, SIL등급을 PST의 검사주기를 6개월 기준으로 계산하여 SIL3를 만족시켰다. PST는 계기가 운전이 시작되고 작동 중인 동안에 Fig. 3과 같이 Valve Link Software를 이용하여 Partial Stroking 계기 DVC6000의 Partial Test를 수행할 수 있도록 한다. 이 기능은 신호의 차단을 계속 모니터링 하는 동안 밸브를 부분적으로 열 수 있도록 해준다. 요구가 있으면 테스트는 중단되고 밸브는 명령 받은 위치로 움직인다. 이 테스트의 목적은 밸브가 실제 비상 상황 시에 작동하는 지 여부를 확인하고, 밸브 Seal에 발생하는 가스 Scale제거를 검하여 테스트하기 위한 것이다.

또한 정확하고 정밀한 점검을 위해 밸브 프로세스를 완전히 정지한 후 밸브를 점검하는 방법인 FST(Full Stroke Test)를 Flare Load Down 관련 SIS에 사용되는 모든 밸브에 대하여 4년에 한번 주기로 수행한다. 그러나 FST는 경제적·시간적 비용과 손실이 크다는 치명적인 단점이 있다.

### 3.2. 도시가스사업자의 밸브 유지관리 현황

전국적으로 33개의 도시가스사업자가 가스공사로부터 도시가스를 받아 사용자에게 도시가스를 공급하고 있다. 대부분의 도시가스사업자들은 주로 볼 밸브를 사용하는데 이러한 밸브의 유지관리는 외부 기관에 맡기지 않고 자체적으로 직접 개폐작업을 실시하여 점검하는 등의 유지관리를 실시하고 있다.

일부 도시가스사업자는 외부용역을 주어 밸브를 유지관리하고 있다. 용역업체가 점검을 실시할 때 직원의 입회하에 Table 3의 관리기준에 따라 토크 값을 확인하는 방식으로 개폐를 하여 점검하고, Table 4와 같이 동절기에는 개폐하여 점검을 실시하

Table 3. Management Criteria of Torque Value

Status	Circle, T Form	Linear Form	Note
Good	0-9kg.f/m <sup>2</sup>	0-9kg.f/m <sup>2</sup>	Other company don't classify valve handle form and consider it bad that has 30kg.f/m <sup>2</sup> or more torque value
Appropriate	10-19kg.f/m <sup>2</sup>	10-19kg.f/m <sup>2</sup>	
Check	20-29kg.f/m <sup>2</sup>	20-34kg.f/m <sup>2</sup>	
Bad	30kg.f/m <sup>2</sup> or more	35kg.f/m <sup>2</sup> or more	

Table 4. Valve Open Rate

Valve	Winter	Summer	Note
BOX	10%	30%	Torque value is not measured in Jan. and Feb. Due to low temperature
Buried	10%	30%	

지 않고, 하절기에는 30% 정도를 개폐하여 작동상태를 확인 한다.

밸브 BOX가 필요 없는 매몰형 밸브와 배관용 밸브는 시공할 때 정상적으로 설치하고, 시공 후 기본적인 주의사항을 지켜 유지관리하면 수명을 확보할 수 있는 밸브로서 전국 도시가스 및 열배관 또는 일반 플랜트 사업에 널리 사용되어지고 있다.

안전관리자는 밸브 BOX내 배관부식에 의한 가스 누출 방지를 사전에 실시하며 밸브점검과 표면처리, 코팅, 도장 등 밸브방청 보수를 주로 하고 있다.

## IV. 안전성 향상 방안

밸브는 공정의 안전 운전, 설비 및 시스템의 제어를 위한 필수 요소 중 하나이며, 긴급 상황 발생시 즉시 차단함으로써 피해확산을 방지할 수 있는 중요한 핵심 설비이다. 그러나, 유지관리를 제대로 하지 않는 경우 이물질 유입, 마모, 크랙, 스크래치, 고착, 작동불량 등으로 인하여 가스누출 및 화재 폭발 사고로 이어질 수 있다.

따라서 밸브상태 진단 및 운전상태 조회, 가스누출상시감시, 밸브 유지관리 및 전주기 수명관리가 필요하다. 또한, 공정에서 긴급 상황발생 시 최적의 밸브조작 순서 확립을 하여 손실을 최소화하고 사고 피해 확산을 막을 수 있도록 밸브 안전 모니터링이 필요하다.

가스사고의 초기 대응은 결국 밸브차단이므로 평

상시의 모니터링 정보를 바탕으로 긴급할 때 밸브를 차단하여 사고를 예방할 수 있다. 긴급차단 되어야 할 밸브가 Stiction(가동 부품 간의 정지 마찰)문제로 정상적인 작동을 하지 않는 경우 사고 대응에 실패하게 되므로 밸브의 기계적인 개폐 성능뿐만 아니라 제어명령에 대해 실제 작동이 이뤄지는 지에 대한 성능분석 모니터링도 필요하다.

본 논문에서는 가스밸브 고장 또는 밸브에서의 누출로 인한 가스사고 방지를 위해 다음과 같이 밸브의 상시 모니터링 방안을 제시한다.

첫째, 밸브 내부에 센서를 장착하여 밸브 자체의 기능 결함 여부를 확인(모니터링) 한다.

둘째, 밸브의 수명관리를 위해 차단밸브의 동작 데이터 구축 및 관리를 한다. 이때 필요한 모니터링은 다음과 같다.

- (1) 밸브 내외부 누설모니터링 (가스센서 및 압력계 이용)
- (2) 밸브 볼의 열림 및 닫힘 각도를 모니터링
- (3) 밸브의 개폐 회전력을 모니터링
- (4) 밸브 Stem에서 볼까지의 연결부 유격 모니터링
- (5) 밸브 통과 유량 모니터링

이와 같은 밸브 모니터링을 통하여 밸브로 인한 가스사고 방지, 밸브의 품질향상 및 과학적인 유지관리가 가능할 것이다.

## V. 결 론

앞에서 밸브고장으로 인한 사고사례를 분석해 보면 대부분의 누출·폭발사고는 고착 등으로 작동불량인 밸브를 현장에서 취급 중에 발생했으며, 가스밸브의 고장원인은 배관 내 이물질 혼입으로 인한 시트면 손상, 배관 용접 시 퍼지 밸브 출구 측에 용접 접지연결로 인한 시트부 손상, 정기적인 밸브작동검사 미흡으로 인한 고착화로 작동 토크 상승, 배관공사중 부주의로 인한 밸브 훼손, 밸브 오작동으로 인한 내부 부품 파손 및 퍼지 밸브 훼손, 임의의 퍼지밸브 교체작업으로 인한 용접부 누설, 유지관리 미흡 등으로 인한 기밀누설이나 작동불량으로 나타났다.

가스시설물에서의 방호체계의 핵심은 밸브라고 할 수 있다. 즉, 밸브는 긴급 상황 발생 시 내용물을 즉시 차단함으로써 피해확산을 방지할 수 있는 중요

한 핵심 설비이다. 따라서, 가스 밸브는 긴급 시 차단이 상시 보장되는 상태를 유지하는 것이 무엇보다 중요하다. 그러나 현재 산업현장에서의 실정은 밸브 유지관리 현황에서 본 바와 같이 대부분 외부 누출 점검과 일부만 PST를 실시하고 있으며, 공정 중에는 점검을 실시하지 않고 2~3년마다 실시하는 정기보수기간에 밸브 전부를 개폐하여 점검을 실시하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 밸브상태진단 및 운영조회, 가스누출상시감시, 밸브의 열림 및 닫힘·밸브의 개폐 회전력·밸브 내 통과 유량 등을 상시 모니터링하여 밸브의 전주기 수명관리를 하도록 제안하였다. 또한, 밸브 내부에 센서를 장착하여 밸브 자체의 기능 결함 여부를 모니터링 하도록 제안하였다.

가스사고의 초기 대응은 결국 밸브차단이므로 본 연구에서 제안한 정상시의 모니터링 정보를 바탕으로 긴급할 때 밸브를 차단하여 사고를 예방할 수 있을 것이다. 또한, 밸브의 철저한 유지관리를 통해 사전에 위험요인을 제거할 수 있을 것이다.

결론적으로 밸브 모니터링을 통하여 밸브 상태진단 및 운영조회, 가스누출 실시간 점검, 전주기 수명관리를 통한 효율적 유지관리 및 수명 예측 등이 가능하며, 이를 기반으로 밸브 유지관리 가이드를 마련하면 가스안전관리 고도화에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Koo, J. H., *An Analysis on Export Competitiveness and Determinants in Korean Industrial Valve*, Dong-A University Busan, Korea, (2012)
- [2] Choi, J. W., and Yoon, K. B., "Development of Risk Based Inspection (RBI) Procedures for Optimized Preventive Maintenance (PM) Planning of Energy Plants", *KIGAS*, 15(1), 74-80, (2011)
- [3] Choi, Y., Kim, Y. R., Lee, S. W., and Kim, C. G., "Dynamic Performance of Natural Gas Injection Valve for Heavy-Duty Power Generation Engine - Part I", *KIGAS*, 19(6), 15-21, (2015)
- [4] Reid, R. C., Prausnitz, J. M., and Sherwood, T. K., *The Properties of Gases and Liquids*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, (1997)
- [5] Park, S. Y., Park, J. W., Song, B. H., Lee, Y. H., Yeo, K. S., "Petrochemical Plant Safety Management System based on IoT(Internet of Things)", *KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS*, 10, (2012)

- [6] Rhim J. K., Lee I. C., "A Study of Development for Safety Valve for Liquid Petroleum Gas Bombe", *KIGAS*, 12(01), 127-131, (2003)
- [7] "World market size of industrial valve", The Freedonia Group, (2015)
- [8] "Gas accident yearbook", KGS, (2016)