B-11

고압(300bar)가스관 선택밸브 개발

정재한, 이승백*
*한국소방검정공사, 선원밸브주식회사**

A development of High Pressure (300 bar) Gas Pipe Selection Valve

Jae-Han Jeong, Seung-Baek Lee*
*Korea Fire Equipment Inspection Corp., Sunwon Valve Co., LTD**

1. 서 론

비활성기체소화설비(INERGEN가스소화설비)는 한국소방검정공사의 KFI승인대상 품목으로 2001년부터 국내에 생산되는 인체에 무해한 가스계소화설비이다. INERGEN가스소화설비는 충진압력 150bar(21°C)의 저장용기에서 배출되는 INERGEN 가스를 소화가 필요한 장소로 선택 공급하는 정격압력 153bar의 선택밸브를 사용하고 있다. 공항, 병원, 전자제조설비 및 원자력발전소 등의 중요시설물에 INERGEN 가스소화설비가 설치되고 있으며, 장소가 협소한 선박등의 소화설비에서 저장공간을 줄일 수 있고 또한 배출 압력을 높여 소화성능을 향상시킬 수 있는 충진압력 200bar 및 300bar의 고압 저장용기를 사용하는 INERGEN 가스소화설비가 선진국에서는 이미 사용하고 있는 실정이다. 아직 고압(300 bar) INERGEN 가스소화설비는 소방법에서 다루지 않고 있으나 선박의 소화설비 및 해외건설시장등에 대한 적용은 선진국의 사례에 비추어 확대될 것으로 사료된다.

고압(300 bar) INERGEN 가스소화설비에서 우선적으로 필요한 정격압력 300bar 선택밸브는 내압에서 소재와 부품에 대한 적합한 설계 및 제작기술의 개발이 필요하게 되었다. 본 연구에서는 현재 생산되고 있는 153bar 선택밸브의 설계 및 제작기술의 Know-how를 활용하여, 정격압력 300 bar에 견디는 내압력이 높은 소재, 부품 개발 및 설계기술 개발을 개발하고 시제품을 제작, 성능 시험을 수행하였다.

2. 실 험

2.1 정격 300bar의 최적 소재 개발

300bar의 고압가스에 대한 국내의 적용규격이 없으므로 다음과 같은 해외관련 규격서에서 고압밸브 설계, 제조 및 시험에 대한 기준을 적용하여 본 연구 개발을 수행하였다.

(1) ASTM A105-85b Carbon Steel Forgings
(2) ASTM A216-85 Carbon Steel Castings Suitable for Fusion Welding for High Temperature Service
(3) ASTM A351-85 Stainless Steel Castings
(4) ASTM A276-85 Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes
(5) ASME/ANSI B16.34-1988 Valves Flanged, Threaded, and Welding End
(6) ASME/ANSI B16.5-1988 Pipe Flanges and Flanged Fitting
(7) API 6D American Petroleum Institute Specification for Pipeline Valves
(8) API 598 American Petroleum Institute Valve Inspection and Testing
(9) MSS SP-72 Ball Valves with Flanged or Butt-Welding Ends for General Service
(10) TMX INERGEN@ SYSTEM Engineering Data Sheet
- Product : 50 liter 200bar Cylinder
- Product : 50 liter 300bar Cylinder
- Product : 80 liter 300bar Cylinder

2.2 적용정격압력과 부품소재개발

ASME/ANSI B16.34-1988을 적용하여 밸브의 Body와 Connector Flange를 기준으로 A105(Ratimgs for Group 1.1 Materials)에서 1500lb Rating을 택하였다. 주요 부품의 소재는 다음과 같다.

Body : ASTM A105
Connector Flange : ASTM A105
Ball : ASTM A351 CF8
Seat Ring : PVDF
Stem : ASTM A276-316
Thrust Seal : Teflon
Packing : NBR·····

2.3 정격 300bar의 내압구조개발

2.3.1 밸브의 Port Size와 Wall Thickness

MSS SP-72, ASME/ANSI B16.34-1988 및 B16.5를 적용하여 밸브의 압력손실이 가장 적고 내압구조설계가 용이한 Three Piece Body의 Full Port Ball Valve로 선택하였다.

표 1. 밸브의 Port Size와 Wall Thickness

Valve Size	25A	50A
Pressure Rating / Material	1500lb/Group 1.1 A105	1500lb/Group 1.1 A105
Port Size	Dia. 21 mm	Dia. 43 mm
Wall Thickness / Minimum Req.	11.0 mm/7.112 mm	18.5 mm/12.192 mm

2.3.2 밸브의 구조

밸브가 닫혔을때 기밀성을 확보하기 위해서 Ball Valve의 경우 일반적으로 상하류측 Seat가 Ball을 떠받히는 Floating Type을 적용하였다. Floating Type의 Ball Valve는 닫힘 위치에서 밸브의 상하류 차압에 의해서 Seat면과 Ball의 표면의 접촉을 강화시켜 기밀을 유지 할 수 있다. 대구경의 Ball Valve에서는 Ball의 중량을 버티기 위해서 Ball 하부에 축으로 받히는 Trunion Type의 Ball Valve를 사용하였다. 또한, 고압 INERGEN 가스소화설비에 적용되는 선택밸브는 충진된 비활성 가스를 신속하게 방출하기 위해서는 밸브의 관로저항계수가 작아야 하기 때문에 이에 적합한 Full Port type의 Ball을 적용하였다.

2.3.3 밸브 Seat 개발

고압의 INERGEN 가스의 압력에 적합한 Ball을 Floating상태에서 기밀을 유지하기 위해서는 이에 적합한 밸브 Seat의 개발이 매우 중요하다. 이런 물성을 보유한 Seat의 재질로서 내압 강도가 높은 Teflon(PVDF)를 적용하였다. Seat의 탄력과 위치 정밀도를 보강하는 Seat Housing은 선택밸브의 신뢰도(Reliability)와 내구성을 높이는데 매우 중요하다.

3. 결과 및 고찰

3.1 시험 방법

정격압력 300bar 선택밸브의 내압시험은 ANSI/ASME B16.34 등의 적용규격서와 TMX INERGEN@ SYSTEM Engineering Data Sheet를 참조하여 정격사용압력의 1.5배인 450bar의 Hydraulic Test로 시행하였다. 내압시험유지시간은 10분간으로 하였다.

정격압력 300bar선택밸브의 기밀시험은 ANSI/ASME B16.34등의 적용규격서를 참조하여 정격사용압력의 1.2배인 360bar의 Hydraulic Test로 시행하였다. 기밀시험 유지시간은 10분간으로 하였다. 기밀시험에서의 허용 누설량은 0으로 하였다. 기밀시험의 수압시험기는 내압시험과 동일하다.

선택밸브에 액츄에이타를 조립하고 밸브 개폐시험을 하였다.액츄에이타에 Air Pressure를 6kg/㎠로 공급하여 밸브를 개폐하였다. 수압시험기로 밸브가 닫힌 상태에서 밸브 상류측에 정격 사용압력 300bar 를 가한 상태에서 밸브 열림조작을 액츄에이타로 시행하였다.

3.2 시험 결과

내압시험과, 기밀시험과 기능시험의 성능시험 결과는 표 2에 나타내었다.

표 2. 고압 300bar 가스관 선택밸브 시험 결과

밸브 시험 항목	적용 기준	시험 측정 값	시험 결과
내압 시험	450 bar, 10 min.	누설 없음	양호
기밀 시험	360 bar, 10 min.	누설 없음	양호
기능 시험	수동 및 자동	개폐 10회	양호

4. 결 론

본 연구 개발에서는 25A 및 50A의 선택밸브 시제품 제작을 통하여 규격적용, 구조 설계, 치수 및 Port Size, 액츄에이타 선정 및 조립 과정을 수행하여 내압시험, 기밀시험 및 기능시험 결과를 분석하였다. 25A, 32A, 40A, 50A, 65A, 80A, 100A, 125A 및 150A 선택밸브 전체의 규격 Size에서 시제품은 25A와 50A만을 대상으로 연구개발하였다. 정격압력 300bar 가스관 선택밸브의 전체 규격에 대한 표준설계는 시제품의 설계, 제작 및 시험등을 수행하여 얻은 자료를 기반으로 하여 수행할 수 있었다.

시제품은 25A와 50A로서 Size가 적은 규격이므로 밸브의 Body와 Flange Connector를 ASTM A105 Carbon Steel Forgings을 적용하였으나 65A 이상의 규격에서는 ASTM A216 WCB Carbon Steel Castings을 적용하는 것이 밸브 설계와 제작 및 시험에서 일반적으로 적용되는 규격이라고 알려져 있다.

지속적으로 발전하는 건축분야에 고성능 및 고효율의 소방설비가 필요하고 또한 협소한 장소에서도 INERGEN 가스의 저장량을 늘려야 하게 된다. 선진국에서는 이미 고압 300bar의 INERGEN 가스의 소방설비를 사용하고 있으므로 본 연구개발성과는 해외 수출시장의 개척에 대한 초석이 될 뿐만 아니라 앞으로 국내에 고성능 및 고효율의 소방설비를 구축하는 기술 및 제조부문에 기여 할 수 있을것으로 생각된다.

참고문헌

1. 가스관선택밸브의 형식승인및검정기술기준 시험 · 세칙(KOFEIS 0509)
2. ASTM A105-85b Carbon Steel Forgings
3. ASTM A216-85 Carbon Steel Castings Suitable for Fusion Welding for High Temperature Service
4. ASTM A351-85 Stainless Steel Castings
5. ASTM A276-85 Stainless and Heat Resisting Steel Bars and Shapes
6. ASME/ANSI B16.34-1988 Valves Flanged, Threaded, and Welding End
7. ASME/ANSI B16.5-1988 Pipe Flanges and Flanged Fitting
8. API 6D American Petroleum Institute Specification for Pipeline Valves
9. API 598 American Petroleum Institute Valve Inspection and Testing
10. MSS SP-72 Ball Valves with Flanged or Butt-Welding Ends for General Service