

사용중인 안전밸브의 휴대용 시험장치 개발

1994. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해예방기술의 연구개발 및 보급 사업의 일환으로 수행한 “사용중인 안전밸브의 휴대용 시험장치 개발” 사업의 최종보고서로 제출합니다.

1994. 12. 31

주관연구부서: 산업안전연구원
기계전기연구실

연구수행자: 책임연구원 윤 상건

서 문

국내에는 발전용 보일러를 비롯하여 수많은 압력용기가 가동되고 있으며 내부 압력이 설정압력을 초과하면 이를 분출시키기 위한 안전밸브가 부착되어 있습니다. 안전밸브가 개발된 당시는 잉여 스팀 방출해 보일러의 파열만 방지하면 되었지만 시대가 흐름에 따라 안전성이 중요시되고 성능면에 있어서도 고도의 기술을 요구하게 되었습니다.

산업안전보건법 제33조, 동법 시행령 제27조 및 동법 시행규칙 제46조에 의거 압력용기 및 보일러의 방호장치 중 안전밸브의 성능시험규격이 제정되어 생산 판매되는 안전밸브에 대하여는 성능검정이 이루어지고 있습니다. 그러나, 압력용기, 화학설비 및 그 부속설비 등에 사용중인 안전밸브는 열림 압력을 정기적으로 측정하게 되어 있으나 이 경우 증기압을 올려야 하므로 연료가 많이 들고, 점검기간에는 공장 가동에 지장을 주며, 재가동까지 소요시간이 길고 점검시 Valve Seat의 마모, 배관 내의 수분량 고갈 등 여러 문제를 일으킬 수 있습니다. 따라서 본 연구에서는 공장의 정상 조업 상태에서 스프링식 안전밸브를 시험할 수 있는 휴대용 시험장치를 개발하여 이로 인한 산업재해방지에 기여하고자 하였습니다.

본 보고서에서는 외국의 기존 시험장치를 살펴보고 이를 참고하여 안전밸브 성능 시험장치를 고안하여 그 시제품을 제작하였습니다. 현재 진행중인 본 장치의 현장 적용 실험이 성공적으로 완료된다면, 산업현장에서 널리 활용되어 안전밸브로 인한 산업재해의 예방에 기여할 수 있을 것으로 기대합니다. 끝으로 본 보고서에서 잘못된 점, 미진한 사항이 발견되거나 이 주제에 대한 좋은 의견이 있을 경우 연구자에게 알려주시면 큰 도움이 될 것입니다.

1994. 12. 31.

산 업 안 전 연 구 원 장

목 차

1. 머리말	3
2. 안전밸브 작동 원리	4
3. 안전밸브의 기존 시험장치	6
3.1 TREVITEST System	6
3.2 SESITEST System	10
3.3 보일러 안전밸브 배기압력 자동검사장치	14
4. 고안 장치	20
4.1 본체	20
4.2 유압장치	21
4.3 자료처리장치	28
5. 맺음말	30
참고문헌	31

여 백

1. 머리말

안전밸브라 함은 입구쪽의 압력이 미리 정해진 압력에 도달하였을 때, 스프링식 안전밸브의 경우, 자동적으로 스프링이 작동하면서 유체가 분출되고 따라서 그 압력이 일정 압력 이하가 되면 재차 정상상태로 복원하는 밸브를 말한다.

안전밸브의 역사는 Cock에 비교하면 새로운 것이며 1828년경 증기기관차용으로 개발된 것으로 전해지고 있다. 개발된 당시는 그저 단순하고 잉여 스팀을 대기에 방출해 스팀보일러의 파열만 방지하면 되었고, 안전밸브가 새거나 블로우랑이 다소 많아도 별 문제가 없는 것으로 생각되었다.

그러나 시대가 흐름에 따라 “안전성”이 중요시되고 성능면에 있어서도 고도의 기술을 요구하게 되었다.

산업안전보건법 제33조, 동법 시행령 제27조 및 동법 시행규칙 제46조에 의거 압력용기 및 보일러의 방호장치 중 안전밸브의 성능시험을 할 수 있는 규격이 1992년도에 제정되어 수입품을 포함하여 생산 판매되는 안전밸브에 대하여는 성능검정이 이루어지고 있다.

그러나 압력용기, 화학설비 및 그 부속설비 등에 사용되는 안전밸브는 열림압력 (안전밸브의 터짐 압력)을 정기적으로 측정하게 되어 있으나 Steam Pressure를 올려야 하므로 연료가 많이 들고, 안전밸브 점검기간에는 공장 가동에 지장을 주며 Shutdown 후 재가동까지 소요시간이 길고 Test시 발생할 수 있는 손상 문제 예를 들면 Valve Seat의 마모 또는 보일러 Tube 속의 수분량 고갈 등의 위험이 있다.

따라서 본 연구에서는 공장의 정상 조업 상태에서 고압 배관 및 장치 상의 스프링식 안전밸브를 시험할 수 있는 휴대용 시험장치를 개발하여 현장에 적용하여 정상 상태인 안전밸브를 사용하게 함으로서 안전밸브로 인한 산업재해방지에 기여하고자 하였다.

2. 안전밸브 작동 원리

스프링식 안전밸브는 그림 2.1에서와 같이 내부 압력이 P일 때 Disc가 받는 受壓部 직경 d_i 에 받는 힘과 스프링 힘 F_s 가 균형을 이루어 Seal이 됴과 동시에 분출현상을 나타내며

$$F_s = \pi/4 \cdot d_i^2 \cdot P$$

의 관계식을 이루고 설계 응력이 설정된다.

결국 내부압력에 의해 생성되는 힘이 스프링 힘 F_s 에 접근했을 때 기밀의 균형이 깨지고 극미소의 누출이 시작 (이 포인트를 KS 용어로는 “분출개시압력”이라고 한다)될 때 누출한 유체가 Pop 구 (溝)에 저장된다.

이 저장된 량이 힘의 균형을 더욱 크게 깨뜨리는 데 필요한 량에 달할 때 Disc를 위로 밀어 낸다. (이 포인트를 KS 용어로는 “분출압력”이라고 한다)

그림 2.2의 작동 Flow 중에서 “분출개시”에서 “분출”에 이르기까지는 Lifting 이라고 하는 작동은 없고, 단지 Disc를 누르고 있는 스프링 힘 F_s 와 유체압력에 의해 생성하는 힘 $\pi/4 \cdot d_i^2 \cdot P$ 의 차이가 수%에 달했을 때, 시트면은 그 Seal面 壓을 잃고, 분출개시라고 하는 현상이 일어난다.

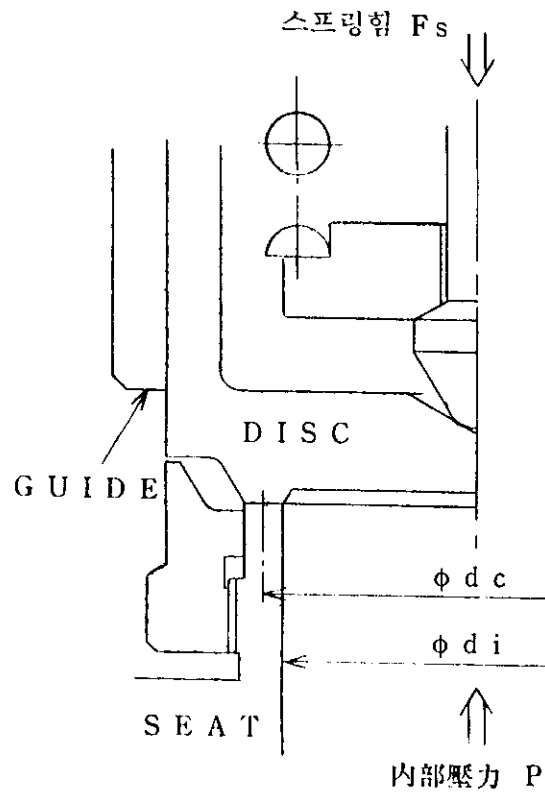


그림 2.1 시트부의 구조 예

3. 안전밸브의 기준 시험장치

3.1 TREVITEST System

영국 Furmanite社의 안전밸브 휴대용 시험장치 System인 TREVITEST System을 살펴 본다.

이 장비는 정상 조업 상태에서 안전밸브의 Set Pressure를 측정하기 위해 만들어졌으며 Test 결과로써 Set Pressure는 물론이고 최대 Lift, Blow Down (Set Pressure - Reseat Pressure) 등을 알 수 있다.

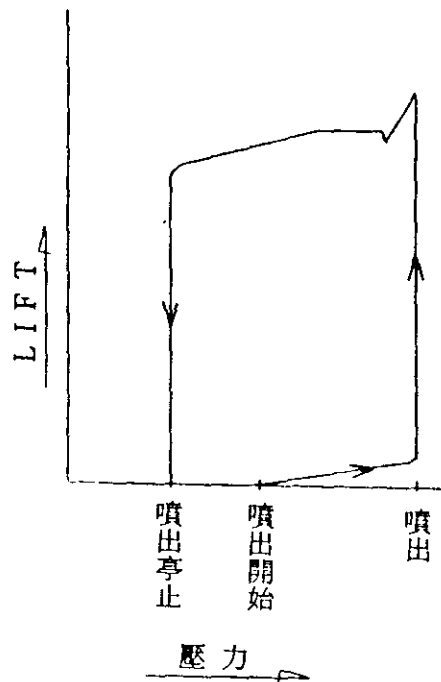


그림 2.2 일반 안전밸브 작동 Flow

이 시스템의 기본 원리는 밸브 스프링의 장력을 극복하기 위하여 유압을 사용하는 것이며 유압 램에 가해진 힘은 Load Cell에 의해 측정되고 이에 상응하는 mV로 읽혀져 기록계에 기록되는데 이 기록된 힘을 Seat의 유효단면적으로 나누어 구해진 값 (Differential Pressure)에 Line Pressure를 더한 것이 Set Pressure가 된다. 이러한 결과의 정확도는 Line Pressure와 Seat 유효 면적을 얼마나 정확히 알 수 있느냐에 달려 있다.

TREVITEST System은 공장의 정상 조업 상태에서 고압 배관 및 장치상의 안전밸브를 시험하기 위해 설계되었으며 이러한 검사 방법을 Hot Testing이라 통칭한다.

Hot Testing을 통하여 얻어지는 기록과 정보로서 다음 사항을 알 수 있다.

- Valve의 Set Pressure
- Valve Spring 조정의 필요성 여부
- Valve의 작동 범위

Hot Testing에는 아래와 같은 많은 장점이 있다.

- Steam Pressure를 올릴 필요가 없기 때문에 연료 비용이 현저히 감소
- 안전밸브 점검기간에도 공장가동에 지장을 주지 않아 생산에 차질이 없음
- Shutdown 후 재가동까지 소요 시간이 단축됨
- 모든 안전밸브를 떼어 낼 필요가 없으므로 (오직 수리가 필요한 경우만 현장으로부터 떼어내기 때문) 비용이 절감됨.
- 용접된 밸브는 떼어내지 않고 현장에서 손질할 수 있음
- 단시간에 다목적 검사 (Seat, Spring 및 그 밖의 문제점 파악)와 Resetting을 할 수 있으므로 조업 재개 (Start-Up) 지연의 위험을 감소시켜 줌
- Test가 정상 조업 온도하에서 실시되므로 Set Pressure에 대한 온도 보

정이 필요없음

- 안전밸브 성능에 관한 자료가 그래프로 작성되어 나옴
- 재래식 방법으로 Test할 경우 발생할 수 있는 손상 문제 예를 들면 Valve Seat의 마모 또는 보일러 Tube속의 수분량 고갈 (갈수 현상) 등의 위험감소
- 재래식 Test시의 소음 공해문제를 야기하지 않음

이 System의 주요 장치는 크게 기계부분, 유압부분 및 전자부분으로 나눌 수 있다.

3.1.1 기계부분

기계부분은 위쪽의 Crosshead, 측면의 Pillars와 기초지지대로 구성되어 있으며 여기에 Hydraulic Ram, Load Cell, Displacement Transducer를 설치하여 밸브의 Spindle에 연결되는 설비가 갖추어져 있다. 이 장치는 테스트하고자 하는 밸브의 유형과 작동상의 특징에 따라 Mini Rig, Standard Rig, Torsion Bar Assembly 중에서 선택하여 사용할 수 있다.

3.1.2 유압부분

유압부분은 테스트 중인 밸브를 Popping / Reseat 시키기 위하여 조정된 힘을 Hydraulic Ram에 가해주는 장치로써 용기안에 보관된 Power Pack의 형태로 되어 있다. 이 장치의 작동을 위해서는 압축공기 ($3.5 \sim 8.6 \text{ kgf/cm}^2$)가 있어야 하고 오일의 양도 약 1 Liter 정도 채워져 있어야 한다.

3.1.3 전자부분

전자부분은 2개의 채널로 입력신호를 정밀하게 기록하여 주는 기록계, 힘의

측정을 위한 Load Cell, Valve Spindle의 변위를 감지하는 변위변환기 그리고 Line의 압력 측정을 위한 압력변환기로 구성되어 있다.

(1) 기록계

12V의 충전 가능한 Lead Acid Battery 2개가 직렬 연결된 전원으로 작동되며 가해진 힘, Spindle의 변위 및 Line Pressure를 선택하여 기록할 수 있다.

(2) Load Cell

밀폐된 Strain Gauge 장치로 균형잡힌 전기 저항 측정기의 형태로 되어 있으며 사용범위 (요구되는 힘)에 따라 200kgf (붉은 색), 2000kgf (검은 색)의 2가지로 분류된다.

(3) 변위변환기

튼튼하고 정확한 선 전위차계이며 총 모양 Dome 끝의 변위가 Spindle의 변위와 정비례한다.

(4) 압력변환기

각 단위별로 봉해져 있는 격판 감지 요소와 온도가 보정되는 전기 저항 측정기를 포함하는 것으로 사용범위는 200 bar까지이다.

(5) 표준 보정 (Calibration)

국제 표준 규격에 준하여 보정되어 있는 Proving Ring, 기초지지대, 보정된 압력게이지로 구성되어 있으며 다음과 같은 전자 부분의 주요 장비를 보정할 수 있다.

- Load Cell: 2000kgf (Black)

- Recorder (Red & Green): Load, Pressure Displacement

이러한 표준 보정은 2~3주마다, 특별한 이상 발견시 보정을 해야 하며 표준 보정 장비는 휴대용으로 되어 있다.

검사 결과 힘과 변위 그래프를 기록계로부터 구할 수 있다. 힘 그래프는 Hydraulic Power Pack으로부터 가해지는 힘은 Load Cell에 의하여 기록되고 밸브

가 열리는 지점까지 경사지게 상승한다. 이 지점에서 Seat 유효 면적의 힘에 의해 Load Cell은 순간적으로 무부하 상태가 된다. 그 다음 Hydraulic Power Pack은 다시 충전되고 힘 그래프는 밸브가 완전히 열릴 때 또는 들어 올리는 것을 멈추는 게 결정될 때까지 상승을 계속하다가 Reseat될 때까지 경사지게 떨어진다.

이 때 역시 열릴 때와 마찬가지로 수평 또는 약간의 경사도를 나타내다가 0으로 되돌아 간다.

변위 그래프는 Spindle이 움직이는 상태를 그래프 상에 나타내므로 이 그래프를 통해 밸브가 열리고 닫히는 지점과 변위를 알 수 있다.

3.2 SESITEST System

SESITEST System이라 함은 독일 Sempell社 (Babcock Sempell Aktiengesellschaft)에 의하여 개발된 장치로 정상 조업 상태하에서 안전밸브의 설정압력 (Set Pressure), 최대 양정 (Lift) 등을 측정하기 위해 만들어졌다. 이 System의 원리는 안전밸브 스프링 장력을 극복하기 위하여 외부에서 공압을 가하는 데 착안한 것이다.

SESITEST장치는 크게 아래와 같은 3부분으로 나누어진다.

3.2.1 압축공기의 작용에 의한 측정장치 A143

측정장치 A143으로 압력 감소에 의해 반응 압력 (Response Pressure, Set Pressure)은 꽤 정확하게 결정될 수 있다. 그림 3.1의 이 장치는 밸브가 열려지기 시작하기 위한 밸브 디스크 아래의 유체 (Fluid) 힘 외에도 필요한 힘을 측정한다. 압축공기로 제어 (Control)되는 피스톤은 안전밸브의 스프링들에 견인력을 작용시켜, 반응 압력과 시스템 압력 사이의 압력 차이로 기인하는 여는 힘을 보충한다.

만약에 안전밸브의 완전 열림 (Full Opening)을 원하지 않으면 Blocking Unit

에 의해 안전밸브의 행정이 임의로 조정될 수 있다.

테스트하는 동안 Plant 내의 System Pressure, 측정 장치속의 공압, 밸브의 스트로크 (행정)가 측정된다.

행정의 초기에 대한 Set Pressure는 System Pressure와 공압에 의해 결정되며, 측정 수치는 시간에 대해 기록된다.

또한 측정 데이터는 바로 컴퓨터에 기록되고 처리된다. 피스톤의 직경은 50 ~ 100mm, Control 압력은 최대 7 bar이다.

A143은 다음과 같은 특성이 있다.

- 주변의 최대 온도는 80℃
- 허용 시험 압력 7 bar
- 마찰없는 피스톤 운동
- 특수한 Adapter를 통한 여러가지 접속 가능성
- 적은 요소를 통한 시간 절약 장치
- 개별적으로 시험하여 검인을 찍고 TÜV의 검사를 받음

또한 A143은 다음의 4가지 형식이 있다.

형식	A143.05	A143.10	A143.15	A143.20
공압 7bar에서 의 힘(kN)	1	4, 5	11	20

3.2.2 기구 A149

측정설비를 돕는 시험 보조로 기구가 있는데 이 기구에는 압력 공급기와 시험 실린더 사이의 압축공기 도관이 배열되어 있다. 이 설비는 측정 설비 A143에 공기를 공급한다.

이 기구로 조작자는 빠르거나 느린 압축공기 부하를 발생시킬 수 있다.

A149는 다음과 같은 특성이 있다.

- 규칙적인 압축공기 공급 (갑자기 혹은 천천히 감소 가능)
- 시험 시작 전에 압축공기 사전 조절
- 기구에서의 시험 (공압) 혹은 원격 조작 (전기적)
- 압력계를 통한 실린더 압력의 감시
- 압축공기의 균형

3.2.3 측정 시스템 MEC 1000

일반적이며 휴대할 수 있는 이 측정 시스템은 Software, 증폭기, 필터 (Filter) 및 A/D Converter를 포함한다. 간편하게 사용할 때는 MEC 1000 대신에 기록계를 가진 4 Channel 증폭기를 사용할 수 있다. 여러 경우에도 자동기록기가 사용되어 그림 3.2와 같이 圖示될 수 있다.

측정 Data는 아래와 같다.

- Set Pressure
- Opening Pressure (Pop Pressure)
- Blow Down Pressure
- Valve Lift
- Spring Rate

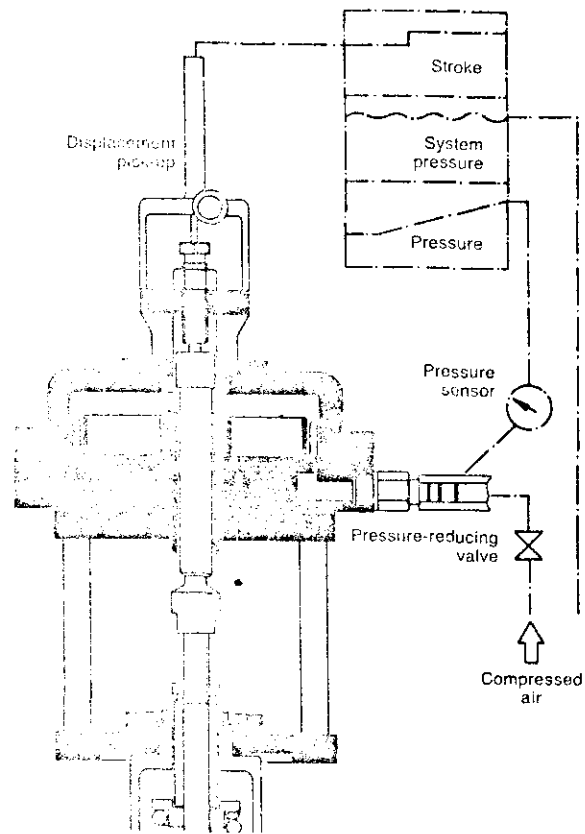


그림 3.1 측정 설비 A143

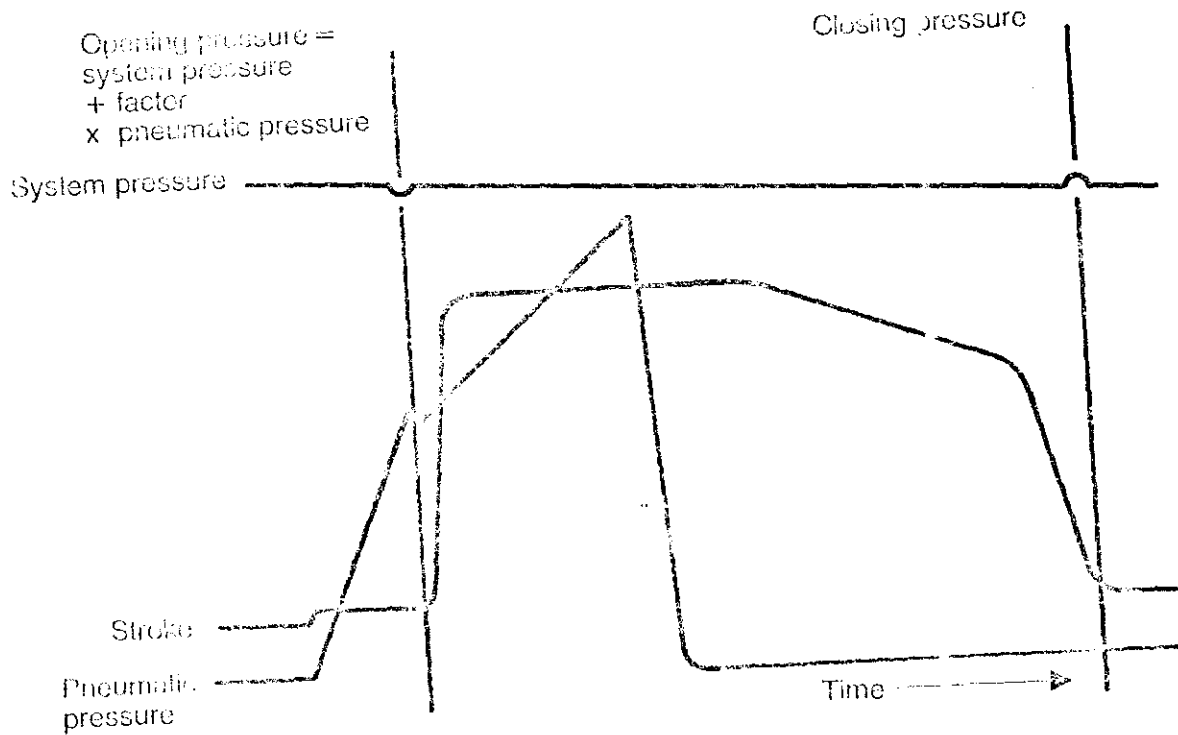


그림 3.2 플롯된 측정 데이터

3.3 보일러 안전밸브 배기압력 자동검사장치

스팀 터빈 발전소 등의 보일러에 있어서 스팀 등의 압력 유체의 축압부에는 축압부 내부의 유체 압력이 규정치 이상으로 되는 것을 방지하기 위한 안전밸브가 설치되어 있어 정기적으로 또는 필요시에 안전밸브 작동시험을 행하고 있다.

안전밸브 작동 시험방법으로서 “실 작동 시험방식”과 “유압식 가압방식”에 의하여 행하고 있으나 지역환경에 대한 소음 등을 고려하여 대부분의 경우 “유압식

가압방식”에 의하여 행하고 있는 것이 현실이다.

“유압식 가압방식”이란 보일러 압력을 안전밸브의 배기압력까지 상승시키지 않고 안전밸브의 설정압력을 시험하는 방식이다.

즉 그림 3.3과 같이 안전밸브 상부에 Hydroset 장치를 취부하여 수동으로 유압식 가압기를 조작하여 유압펌프로 가압하여 안전밸브의 압력을 배기했을 때의 유압, 다시 말하여 안전밸브 작동압력치로 정해진 보정계수를 기초로 증기압력으로 환산하여 축압부의 기본압력 즉 주 증기압력과와의 합을 가지고 안전밸브 배기압력치로 하는 것이다.

이 유압식 가압방식은 필요로 하는 계측정밀도는 얻고 있으나 수동으로 조작하기 때문에 다음과 같은 문제점들이 있다.

- (1) 가압장치의 Stroke에 의한 유압의 도중 일시 정지가 있다.
- (2) 가압장치의 조작에 의한 상승유압이 사람의 수동 조작으로 오차가 있다.
- (3) 안전밸브 작동시의 유압식 가압장치 조작 등에 숙련된 검사원이 필요하다.
- (4) 안전밸브 작동시의 유압을 읽는 방법이 육안이므로 오차가 있다.
- (5) 측정은 안전밸브 작동압력 뿐이고 최종적으로 필요한 안전밸브 배기압력치는 통상적으로 사람이 계산하여 산출하고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 조작을 자동화하는 것이 요망된다.

자동화한 이 장치를 채택함으로써 사람의 조작에 따른 오차발생의 실수가 없어지고 숙련자를 필요로 하지 않고 신속하고 정확하게 안전밸브 작동시험을 가능케하는 효과를 얻을 수 있다. 본 장치는 현재 일반적으로 행해지고 있는 유압식 가압방식 가압장치의 수동식 유압펌프 일부를 자동화한 것으로 휴대 (운반) 가능하게 하여 현장에서 용이하게 취급할 수 있으며 신속 정확하고 또한 고효율 및 고정밀도로 자동측정이 되는 것이다.

현재의 안전밸브 작동시험장치는 일본 제품으로서 계통도는 그림 3.3과 같다.

유압 Hydroset를 안전밸브에 취부하고 가압장치의 수동식 유압펌프 조작에 의

하여 승압시켜 안전밸브를 작동시킨다. 그리고 안전밸브 배기시의 유압력을 압력 지시계로 읽음과 동시에 유압강하를 수동으로 조작한다.

안전밸브 자동검사장치의 계통도는 그림 3.4와 같다.

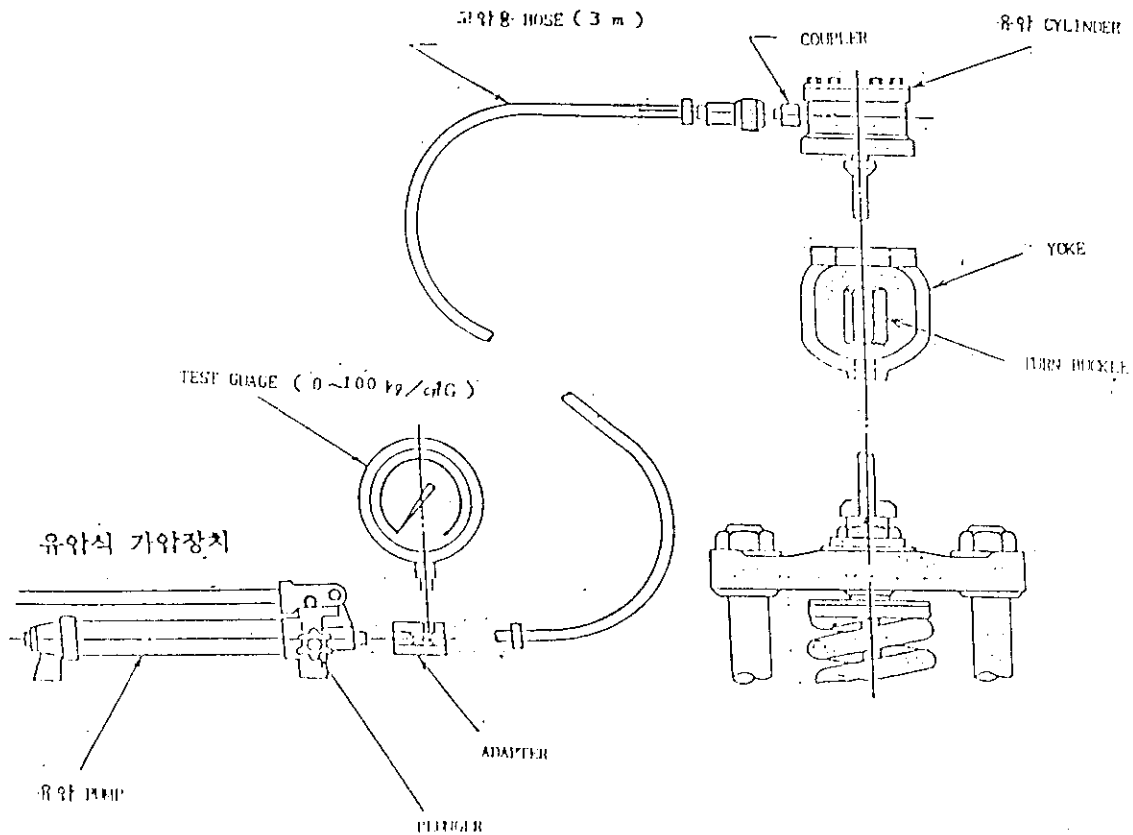


그림 3.3 안전밸브 작동시험장치의 계통도

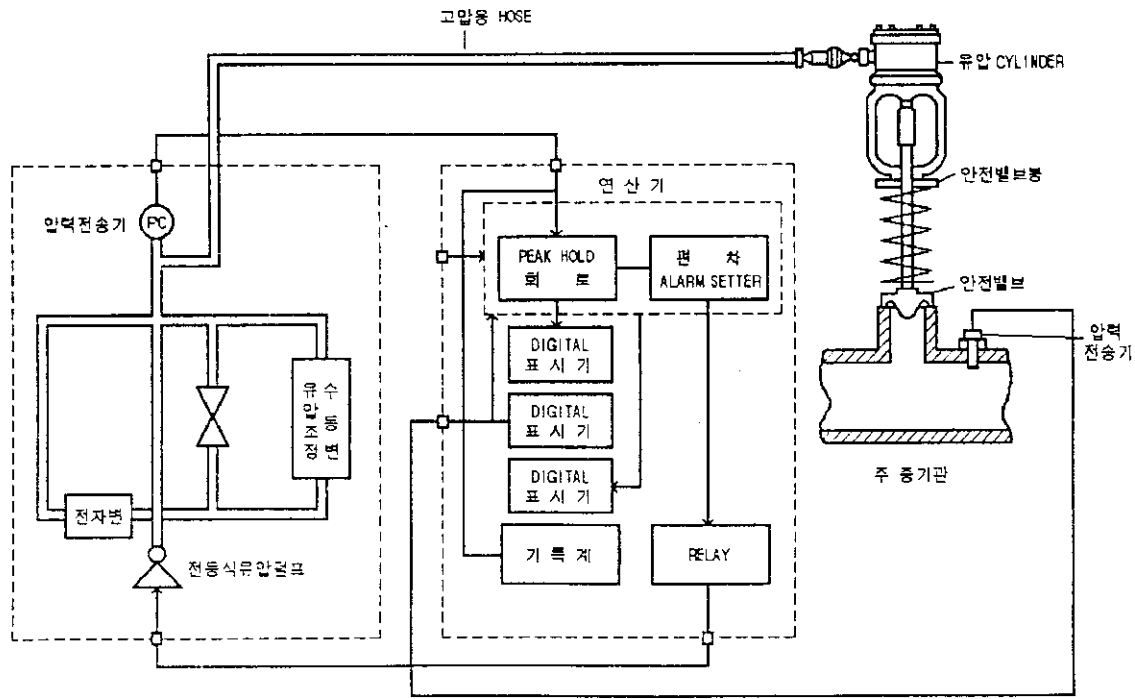


그림 3.4 안전밸브 자동검사장치의 계통도

유압 Hydroset장치를 안전밸브에 취부하고 전동식 유압펌프 조작에 의하여 승압시켜 안전밸브를 작동시킨다. 그리고 안전밸브 배기시의 유압의 최대치를 디지털 표시를 함과 동시에 전동식 유압펌프를 자동정지시켜 유압강하를 도모한다.

또한 그 때의 유압의 승압과정을 기록계에 기록시킴과 동시에 유압력을 정밀 압력지시계로 확인할 수 있다.

주 증기관의 증기압력을 측정하기 위하여 주 증기관에 압력 전송기를 취부하여 안전밸브가 작동한 시점의 증기압력을 디지털로 표시한다.

본 장치는 유압계통으로 Power Unit와 전기계통으로 SV Tester로 구성된다.

Power Unit 및 SV Tester의 작동설명을 그림 3.4에 따라 하면 다음과 같다.

(1) Power Unit의 고압용 Hose를 유압 Cylinder에 접속한다.

(2) 전동식 유압펌프를 기동시켜 유압조정 수동 밸브로 압력을 상승시킨다.

유압 Cylinder (Hydro Unit)에서 안전밸브 밸브봉을 당겨 올려 안전밸브를 작동시킨다.

(3) 유압압력 전송기 (압력센서)에 의하여 유압력을 검지한다. 펌프로 승압하여 안전밸브가 작동한 시점의 유압압력치 (동작 최대치)를 압력센서로 검출하여 Peak Holder로 최대치를 Hold함과 동시에 디지털 표시를 시킨다.

(4) 안전밸브가 작동한 시점에서 유압력이 약간 감소하지만 편차 Alarm Setter에서 (3)항에서 Hold한 최대압력치와 이 약간 감소한 압력치의 편차를 감지하여 Relay로 전동식 유압펌프를 정지시킴과 동시에 전자밸브 (Solenoid Valve)를 열어 유압 Cylinder의 유압력을 강하시킨다.

또한 유압력의 상승중 경과치 및 최대치의 상황을 기록계로 기록함과 동시에 정밀 압력지시계로 지시한다.

(5) 안전밸브가 예기치 않은 사고로 작동하지 않아 유압력이 상승을 계속한 경우에는 사전에 설정하여 놓은 상한치에 도달하면 자동적으로 펌프를 정지하여 유압력을 강하하도록 이중의 안전대책이 강구되어 있다.

(6) 주 증기관의 증기압력을 측정하기 위하여 주 증기관에 압력전송기를 취부하여 안전밸브가 작동한 시점의 증기압력을 디지털로 표시시킨다.

더우기 위와 같은 조작은 안전밸브 작동압력치와 주 증기압력치를 측정하는 것이지만 최종적으로 필요한 안전밸브 배기압력치를 아래와 같은 연산식에 의하여 구하고 이 치수를 기초로 하여 안전밸브를 확실하게 시험하고 취부하는 것이다.

$$\text{안전밸브 배기압력치} = \text{안전밸브 작동압력치} \times \text{보정계수} + \text{주 증기압력치}$$

이 연산은 통상 수동으로 계산하고 있으며 이 계산치를 토대로 하여 안전밸브

를 규정 이내로 설정하고 있다.

Microcomputer를 사용하여 위와 같은 안전밸브 배기 압력치를 산출함과 함께 최종 목표인 정규적인 조건에서 확실하게 안전밸브를 시험하여 취부하기 위해 필수조건인 안전밸브 스프링 조정 볼트의 조정각도를 정확하게 산출 지시하는 것이 가능하다.

또한 위와 같은 기능을 SV Unit내에 내장함으로서 자동적으로 안전밸브 배기 압력치를 표시하는 것을 Option으로 갖추고 있다.

4. 고안 장치

제3장의 기존 장치를 참고하여 고안한 안전밸브의 휴대용 시험장치는 본체, 유압장치, 자료처리장치 및 컴퓨터로 나뉜다.

이 장치를 이용하여 얻어지는 정보는 먼저 Hot Testing (정상조업 즉 On Line 상태에서의 Test)에서 Valve의 Set Pressure, Valve의 Spring 조정, Valve의 변위, Nozzle Ring의 영향, Guide Ring의 영향 및 Reseat Pressure 등이다.

또한 Cold Testing (Line Pressure가 없는 상태에서의 Test)에서 얻어지는 정보는 Set Pressure, Spring Rate, Valve의 변위 등이다.

4.1 본체 (Main Frame)

본체 (Main Frame)는 2 Column, 1 Lead Screw 방식이며 위로부터 상판, Ram Bolt (Floating Spindle), Ram Nut, 선형 변형 Gauge (Linear Variable Differential Transducer), Upper Cylinder, Lower Cylinder, Load Cell, Clamping Device (하판, Base)로 구성된다.

본체는 시험장치의 용량에 적합하도록 안전율을 5로 주어 견고하게 설계하며 사용자의 편의성을 고려하였다.

또한 Test용 Load Cell의 1mm 이내의 편심에 대해 시험 精度의 영향이 생기지 않도록 Ram Bolt와 Cylinder 내경의 간격 사이에 자동조심형 상·하 Loading Plate를 취부하였다.

선형 변형 Gauge의 취부는 착탈이 용이하게 Main Frame과는 분리형으로 제작하였다.

선형 변형 Gauge의 취부와는 별개로 가압판의 높이를 조절할 수 있게 하였고, 상·하 이동 및 착탈이 용이하도록 하였다.

Guide Frame은 상측 가압판을 자유롭게 조절할 수 있도록 40mm 이하의 간격으로 천공되어 있다.

4.2 유압장치 (Hydraulic Pack)

유압장치 (Hydraulic Pack)는 유압 Cylinder, 유압 Drive Units (Air Source, Pump, 연결 배관 및 각종 Valve 류)로 구성되며 배관 및 결선은 Air Source Line, Hydraulic Line, Load Sensor Line, 선형 변형 Gauge (Potentiometer) Line으로 이루어진다. 이 유압 장치를 운영하기 위한 Controller Pannel에는 저장된 압력 (Stored Pressure), Air Regulator, 조정압력 (Regulated Pressure), Air Driving Hydraulic Pump, Manually Control Valve (Lift Needle Valve, Upper Cylinder 용), Flow Control Valve (Lower Needle Valve), Solenoid Valve (Accumulator Isolation, Lower Cylinder 용), Manual Handle Stick (Lift, Lower, Close)이 있다.

유압장치에는 본 시험장치의 성능을 충분히 낼 수 있도록 안정적이고 신뢰성 있는 유압회로를 구성하였다.

안전밸브가 있는 공장의 공압 라인에서 공압을 끌어 와서 (이 때 휴대용인 질소통으로 공압 제공도 가능) 이를 동력으로 유압 펌프를 가동하여 위 본체부분의 상 실린더에 유압이 가해 짐으로서 Valve Spindle을 들어 올려 설정압력에서 안전밸브가 터지는 지를 시험한다.

토출 유압은 2톤의 힘을 낼 수 있으며, 유압 Loading Source는 공기압이 6kg/cm^2 이하이다.

압력조절 Valve는 비례제어용 Valve를 사용하였다.

초기 동작시 Oil Tank와 배관 공히 Oil의 온도는 $35^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 이내이다.

상·하 Cylinder 모두는 좌굴을 고려하여 강력형으로 하였다.

유압 배관은 One Touch Valve를 사용하여 착탈이 용이하며 2톤의 힘에도 이

상이 없도록 배관을 구성하였다.

다음은 제작한 장치 (이하 안전밸브 성능측정 시스템이라 한다)의 Block Diagram, 본체 (간이 모델) 및 Computer 연결도, 본체 정면도, 유압장치 정면도를 나타낸다. 그림의 기호를 설명하면 다음과 같다.

그림 4.1 안전밸브 성능측정 시스템 유압장치의 Block Diagram의 경우

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1: Regulator | 2: Pressure Gauge |
| 3: Air Driving Hydraulic Pump | 4: Strainer |
| 5: Stop Valve | 6: Pressure Gauge |
| 7: Solenoid Valve | 8: Manually Control Valve |
| 9: Flow Control Valve | 10: Hydraulic Flexible Hose |

그림 4.2 안전밸브 성능측정 시스템의 본체 및 Computer 연결도의 경우

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| V: Safety Valve | B: Housing |
| C: Poppet Member | M: Spring |
| R: Pressure Vessel | K: Busing |
| 3: Upper or Top Cross - Member | 2: Stem |
| 4, 5: Column | 6: Rocker Arm Rod |
| 7: Cylinder - Piston Assembly | 8: Pump |
| 9: Strain Gauge | 10: P.C. (Note Book) |
| 13: Gripping Device | 19: Gauge Fitting |
| 20: Pressure Transducer | |

그림 4.3 안전밸브 성능측정 시스템의 본체 정면도의 경우

- | | |
|---|---------------------------|
| 1: Ram Bolt | 2: Ram Nut |
| 3: Cross Support | 4: Guide Post |
| 5: Lift Cylinder Cap | 6: Spring |
| 7: Lift Cylinder Piston | 10: Lift Cylinder Housing |
| 8: Quar-Ring W/Backup Ring-1 #4326 (Piston) | |
| 9: Quar-Ring W/Backup Ring-1 #4215 (Rod) | |
| 11: Lift Cylinder Cap | 12: Lift Cylinder Piston |
| 13: Lift Cylinder Housing | 14: Lift Cylinder Stopper |
| 15: Upper Adaptor | 16: Load Cell |
| 17: Lift Cylinder Adaptor | 18: Valve Adaptor |

그림 4.4 안전밸브 성능측정 시스템 중 유압장치 정면도의 경우

- | | |
|--|-------------------------|
| 13: Manifold Solenoid Valve (For KSO-G02-2C) | |
| 14: Manifold Solenoid Valve (For JM-G02-2C) | |
| 15: Base Plate | 16: Base Case |
| 17: Cover | 18: Oil Tank with Cover |
| 19: Manifold-Inlet/Outlet | 20: Level Gauge |

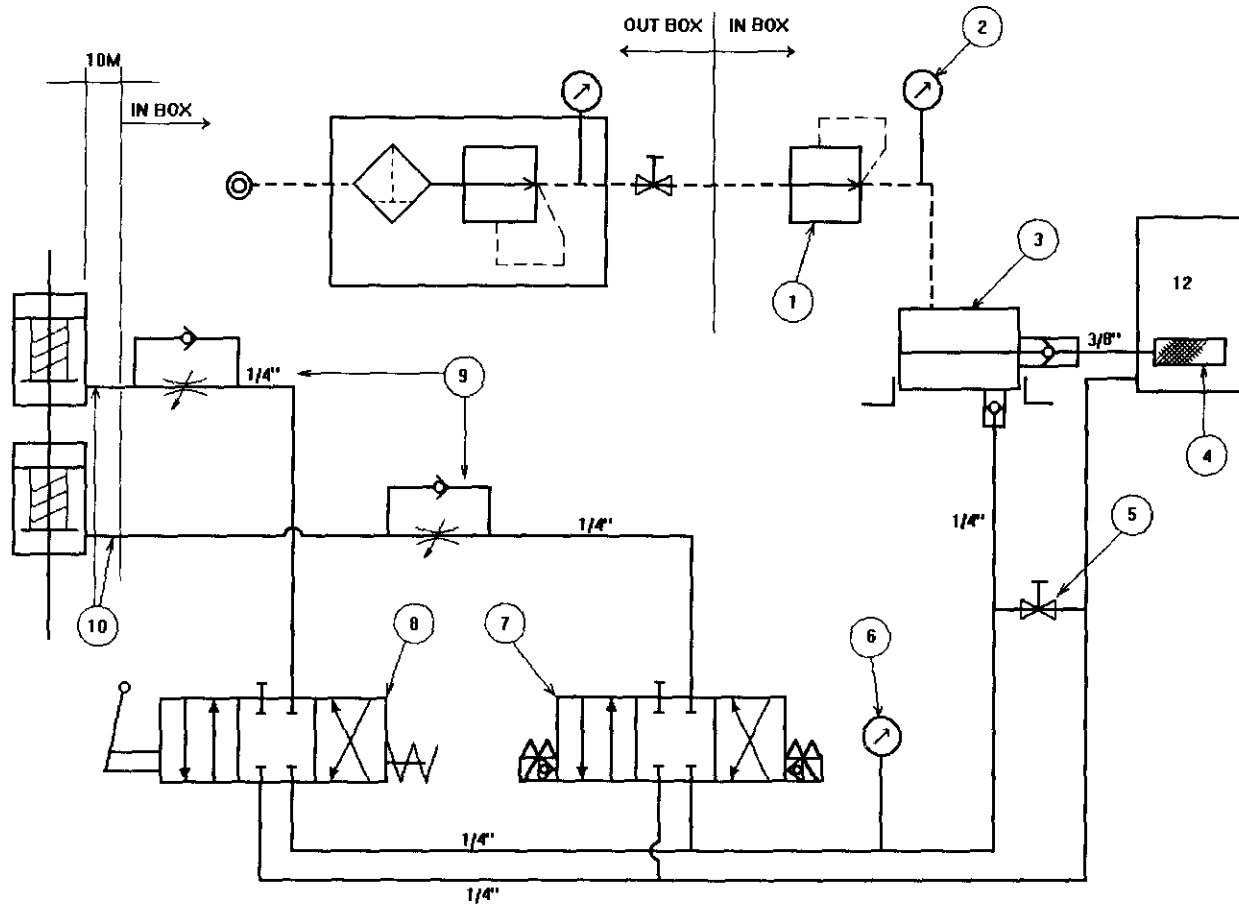


그림 4.1 안전밸브 성능측정 시스템 유압장치의 Block Diagram

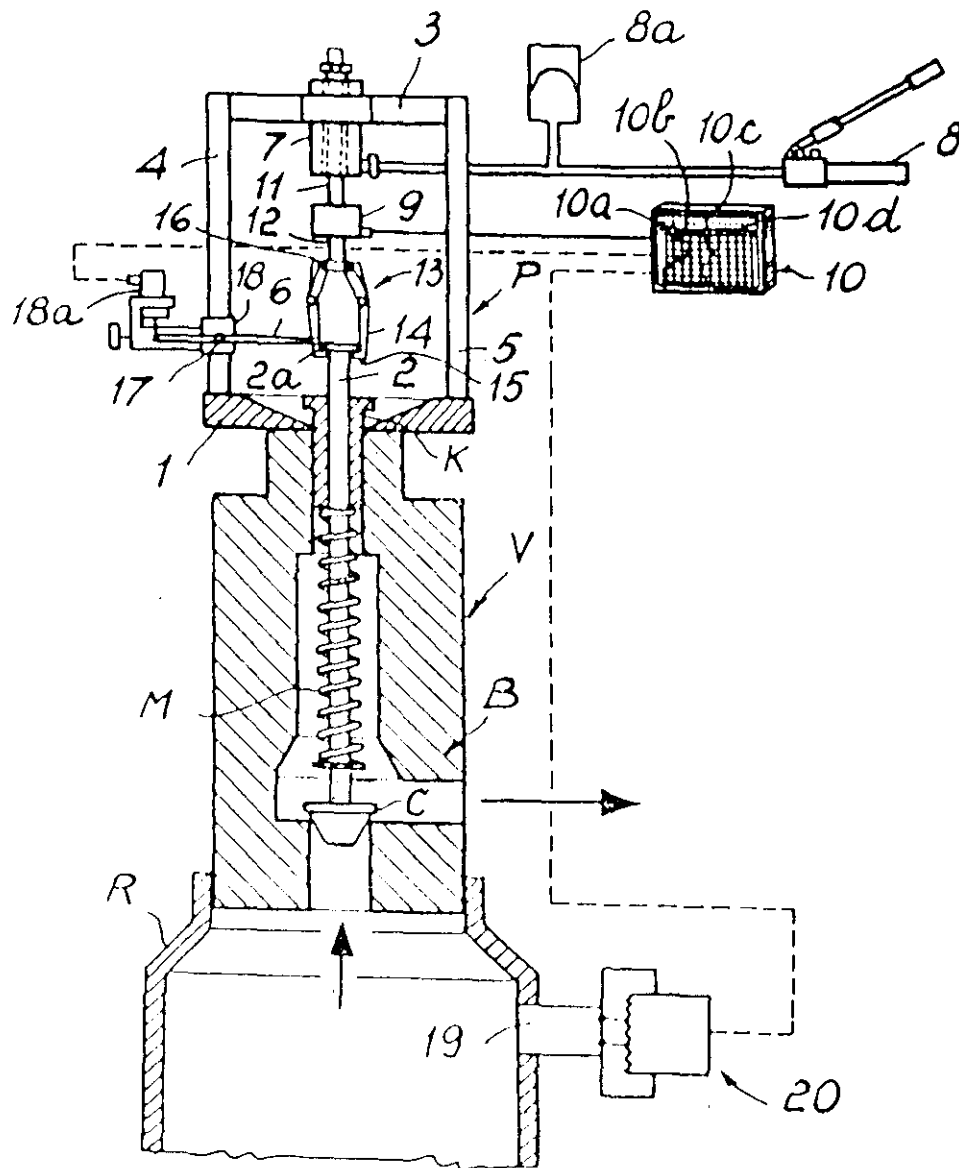


그림 4.2 안전밸브 성능측정 시스템의 본체 및 Computer 연결도

그림 4.3 안전밸브 성능 측정 시스템의 본체 정면도

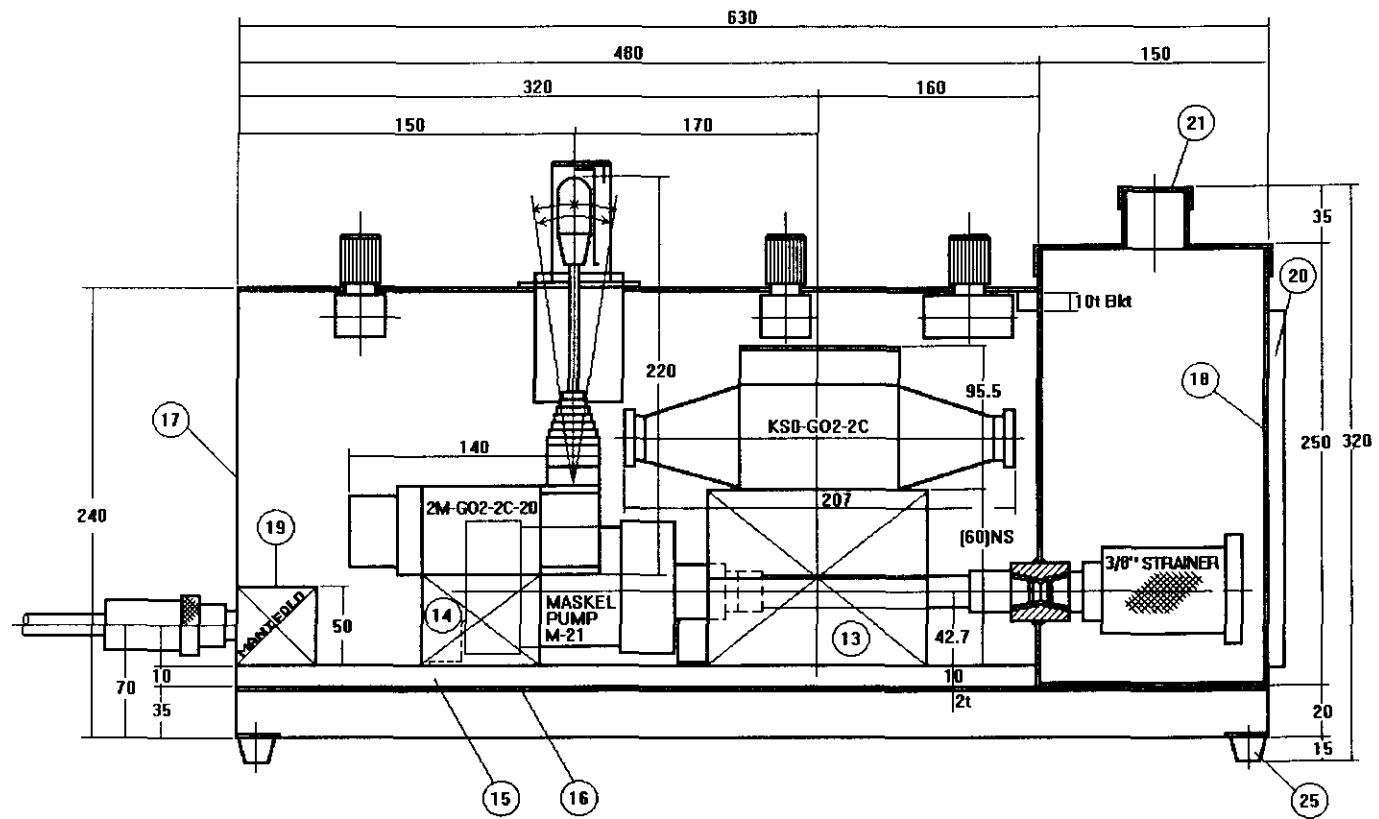


그림 4.4 안전밸브 성능 측정 시스템중 유압장치의 정면도

4.3 자료처리장치

4.3.1 Communication Port

Communication Port는 제4장에서 기술한 본체 및 유압장치 부분과 Computer (Notebook)를 연결시켜 각종 성능시험 Data를 출력하기 위한 Interface Card 역할을 하는 것으로, Signal Conditioning Module, BCD Converter 및 BCD Mother Board로 구성되어 있고, 여기에 대만제 딜먼 Notebook이 Slot Box를 이용하여 연계될 수 있다.

4.3.2 운용 Software

운용 Software의 Language는 Turbo C (Version 2.0)로 되어 있으며, 이 Software는 성능시험 Data를 출력하는 Program이다. 그 구성은 그림 4.5와 같고 Program의 Flow Chart는 그림 4.6과 같다.

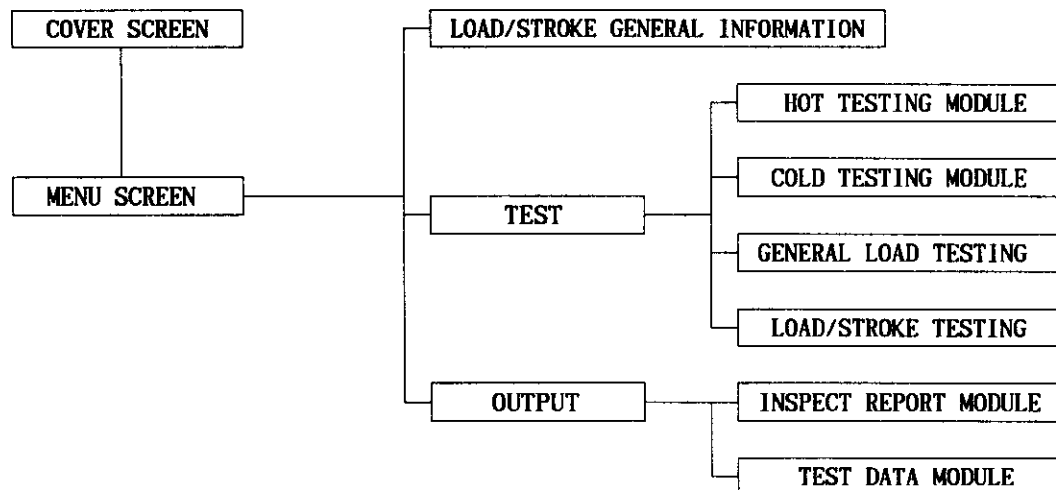


그림 4.5 Program Configuration

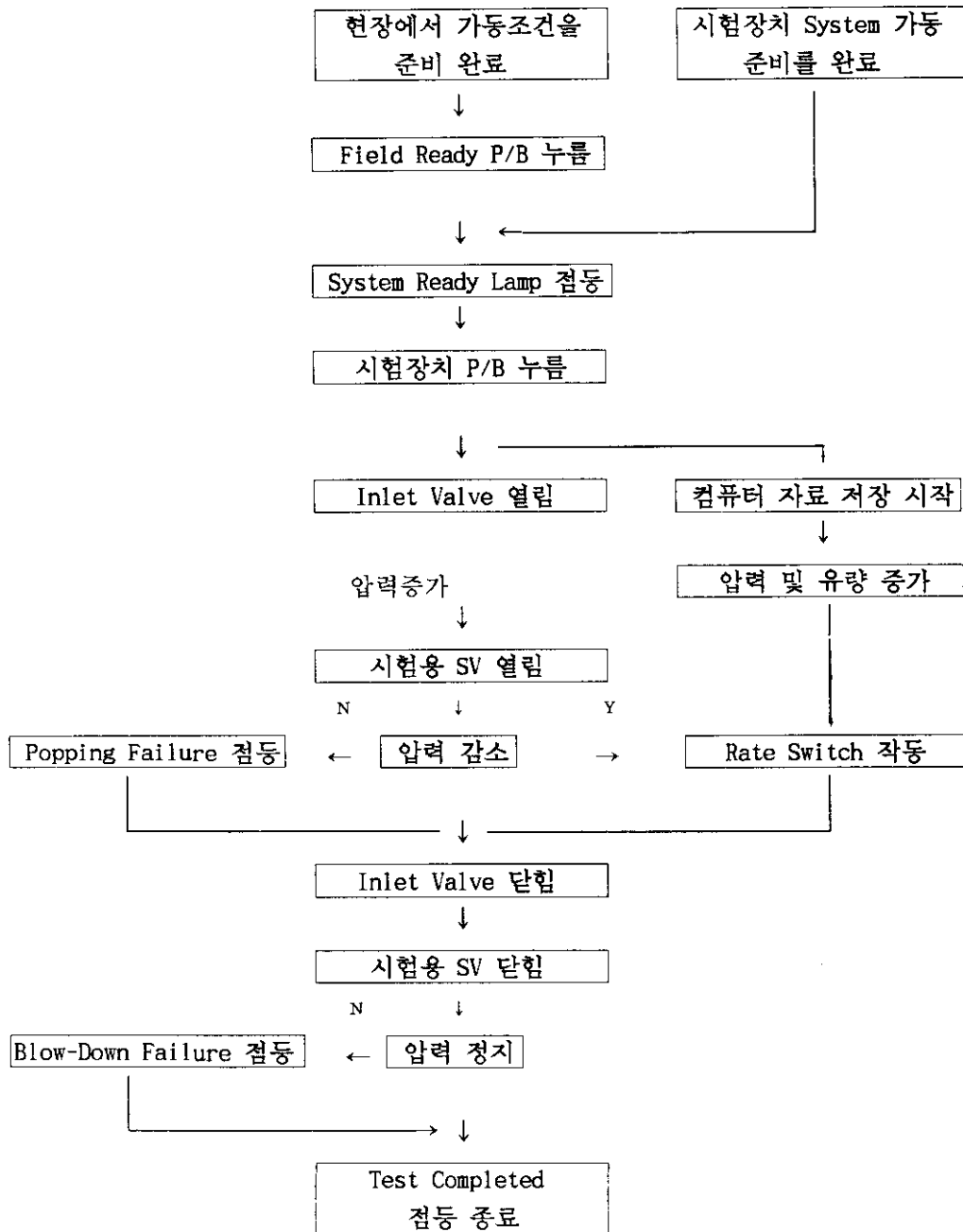


그림 4.6 작동순서도 (Flow Chart)

5. 맺음말

On Line 상태에서 사용중인 안전밸브의 휴대용 시험장치에 대한 현재까지의 연구결과는 다음과 같다.

.

1. 외국 (영국, 독일, 일본)의 경우, 정상 조업 상태하에서 사용되는 안전밸브를 시험하는 장치 3가지를 기술하였다.
2. 국내에서 제작된 동 시험장치가 없으므로 외국의 기존 장치를 참고로 하여 안전밸브 성능측정 시스템을 구상하였다.
3. 고안된 안전밸브 성능측정 시스템의 본체, 유압장치 및 자료처리장치는 제작이 완료되었으나, 현재 Computer와의 연결 시험 및 출력 Data 산출 시험이 진행 중이다.
4. 본 장치는 현장에 설치하여 사용하는 장비이므로 운반 설치가 간편해야 하며, 신뢰성있는 성능 시험 결과가 나와야 하므로 지속적인 실험 및 보완이 필요하다.
5. 본 시험장치가 완성될 경우, 제3장에서 기술한 On Line 상태에서의 Hot Testing이 가능할 것으로 예상되며 사용중인 안전밸브의 안전성 확보에 도움을 줄 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 한국미하나, 안전밸브 성능에 미치는 시트部 精度, 1990
- [2] O. Trevisan, Apparatus for Periodically Testing the Operation of Safety Valves, United States Patent 4428223, 1982
- [3] P. A. Grymonprez et al., Method and Apparatus for Testing the Setting of a Valve, United States Patent 4255967, 1979
- [4] W. Woolfolk et al., Process Safety Relief Valve Testing, Chem. Eng. Prog., Vol.80, No. 3, pp 60 ~ 64, 1984
- [5] C. M. Wawra et al., Circuit Arrangement for Adjusting the Position of a Movable Member, United States Patent 3800589, 1974
- [6] Sempell, SESITEST Manual, KB 271. 591D
- [7] W. Vieten, Pneumatische Meßeinrichtung für federbelastete Sicherheitsventile, 1991
- [8] J. Stolte, Prüfung des Ansprechdruckes und der Funktion eines federbelasteten Sicherheitsventils beim Hersteller in der Anlage
- [9] Sempell, Safety Relief Valves Series S, KS 28. 592E
- [10] Sempell, Engineering Handbook Safety Relief Valves Series S
(Sempell Babsy PC software included)
- [11] Sempell, Delivery Programme, KS 01. 492DE
- [12] Sempell, Safety Relief Valves with DIN- & ANSI-Flanges, KS 27189 E
- [13] Sempell, Armaturen-Service, KS 12. 393D
- [14] Babcock, Technik für unsere Zukunft (Engineering for our future), 1994
- [15] Babcock, Needle Valves, 1993

- [16] Babcock, Valves of Forged and Cast Steel
- [17] Babcock, Valves of Forged and Steel, 1994
- [18] Babcock, Self-Operated Pressure Regulators of Cast Iron & Cast Steel,
1994
- [19] Vonk Enschede, Chokes and Valves
- [20] DECHEMA,ACHEMA 94 Programm, 1994
- [21] Industrie armaturen , Mai 1994
- [22] DECHEMA,ACHEMA 94 Keyword Index, 1994
- [23] EFCO, Armaturen - Prüfstände EFCO PS
- [24] EFCO, Reparaturmaschinen für Armaturen
- [25] LESER, Dicht bis zum Ansprech - Druck(Leaktight up to Set
Pressure)
- [26] LESER, Druckminderer für Dämpfe und Gase
- [27] LESER, Die Standardprodukte im Überblick
- [28] LESER, Die Kombination bauteilgeprüft
- [29] Bopp & Reuter, Umfassende Service leistungen für alle Sicherheits -
und Regelarmaturen

사용중인 안전밸브의 휴대용 시험장치 개발 (기전연 94-2-4)

발 행 일 : 1994. 12. 31

발 행 인 : 산업안전연구원장 서 상학

연구수행자 : 선임연구원 윤 상건

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

(기계전기연구실)

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 513-0230

(032) 502-0031~2

<비매품>