

공기구동밸브 구동기의 고장진단에 관한 연구

정경열* · 김병덕* · 오상훈**

A Study on the Diagnosis and Failure Mode of AOV Actuators

Kyung-Yul Chung* · Byung-Duck Kim* · Sang-Hoon Oh**

ABSTRACT

Power plants rely on air operated valves for the proper operation of many plant system. Many significant problems arise in vital systems of power plants due to air operated valve failures. This paper deals with the diagnosis technique and data acquisition method of an AOV actuator performance. We constructed AOV diagnosis system and performed some tests to find out whether an AOV actuator was properly designed.

Key words : Air operated valve(공기구동밸브), Signature analysis(신호분석), Diagnosis(진단),
Load simulator(동적부하시험기), Diaphragm actuator(다이하프램 구동기)

* 열유체공정기술연구부 고도처리기계그룹 책임연구원

** 열유체공정기술연구부 고도처리기계그룹 연구생

1. 서론

AOV(air operated valve)는 발전설비 등의 배관 시스템이나 유량 제어를 위한 HVAC(heating, ventilating, and air-conditioning) 등에서 공정의 제어와 계통의 차단을 목적으로 폭넓게 이용되고 있다.

그러나 AOV를 포함하는 발전설비의 구성요소에는 많은 응력들이 가중되고, 고장의 위험에 더욱 노출되어 있기 때문에 AOV 고장은 그 자체만의 문제뿐만 아니라 반응로의 고장, 정지, 일시적인 과도현상 등 발전설비 전체에 중요한 문제들이 발생하게 하며, 예측하지 못한 정전과 많은 경제적인 손실이 발생하게 한다. 이러한 고장의 원인은 불충분한 공기의 공급으로부터 발생할 수 있으며, 부적절한 부품 교환 및 보수, 제조상의 결함에서도 그 원인을 찾을 수 있다.

그러므로 AOV의 고장에 대한 예측 및 유지 보수는 발전설비 전체의 성능과 AOV 작동성능을 향상시키기 위하여 수행되어야 하는 중요한 절차로서 AOV의 고장율을 감소시키고, 발전설비의 운전비용을 현저히 절약시킬 것으로 기대하고 있다.[1],[2]

이러한 AOV의 고장진단을 위해서는 밸브의 거동이 복잡한 메카니즘을 통하여 이루어지므로 각 단계에 대하여 알맞은 측정장비를 장착하고 모든 검출 데이터에 대한 복합적인 분석을 수행하여야 올바른 고장진단이 이루어질 수 있으며, 이로 인해 AOV 구동에 대한 폭넓은 지식과 경험도 요구된다.

현재 판매되고 있는 AOV 진단 장비는 여러 종류가 있지만 단순히 모니터링만 가능하거나 기술적인 문제로 신뢰성이 떨어지는 경우도 있다. 반면에 검증된 고장진단 기능을 포함하는 장비는 대부분 고가의 외국제품이며, 장비사용을 위한 전문 교육을 받아야만 하는 실정이다. 또한 국내의 발전소에서는 주된 발전설비에 외국제품이 많이 사용되기 때문에 밸브의 고장이 발생하게 되면

신속한 원인분석과 대처가 힘든 상황이다.

본 연구에서는 국내 발전설비에 적합한 AOV의 개발과 유지보수에 대한 표준화된 기술지원과 대책수립을 위하여 미국의 원자력발전소에서 AOV 진단장비로 주로 이용되고 있는 C사의 AOV 진단시험 설비를 이용하여 AOV 액추에이터에 대한 성능측정 및 진단시험을 수행하였다. 그리고 진단장비의 설치와 밸브의 고장원인에 대한 분석방법을 기술하고, 밸브의 교정에 대하여 논하였다. 또한 정적인 진단시험뿐만 아니라 동적인 부하에 대한 진단시험을 수행하여 AOV 설계를 위한 시험평가 방법도 제시하였다.

2. AOV의 구성

AOV는 두개의 주요한 구성요소인 밸브와 액추에이터로 구성되며, 솔레노이드 밸브, L/P 변환기, 위치조정자, 부스터 등의 주변장치들은 두개의 구성요소 사이에서 작동한다. 발전설비에 주로 이용되는 AOV는 선형의 게이트밸브, 글로브 밸브와 회전형의 버터플라이밸브, 볼밸브가 있으며, 액추에이터는 다이어프램이나 피스톤 형식이 있다.

2.1 Valve body assembly

Fig. 1은 일반적인 밸브형식과 각 명칭을 나타내고 있으며, 크게 밸브바디, 보닛, 스템, 플러그 등으로 구성된다. 밸브바디는 파이프라인의 끝단과 연결되며, 시트와 밸브 차폐 요소를 지지한다. 보닛은 패킹부와 스템 seal로 구성되며, 밸브 스템의 가이드 역할을 한다.[3]

주요한 밸브의 고장으로는 스템의 변형, 패킹의 노화, 밸브 플러그의 마모, 개스킷의 파손에 의한 스템과 같은 유체의 누설 등이 있다.

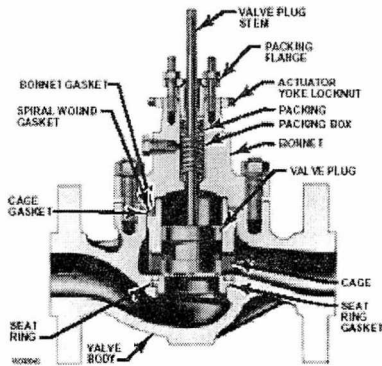


Fig. 1 Push-down-to close valve body assembly

2.2 액츄에이터

AOV 액츄에이터는 I/P 변환기의 신호에 따라 밸브 유량을 제어하는 AOV의 구성요소로서 그 형식에 따라 한방향 또는 양방향으로 동작한다. Fig. 2는 스프링-다이아프램 액츄에이터를 나타내고 있으며, 다이아프램, 액츄에이터 스템, 액츄에이터 스프링 등으로 구성된다.[4]

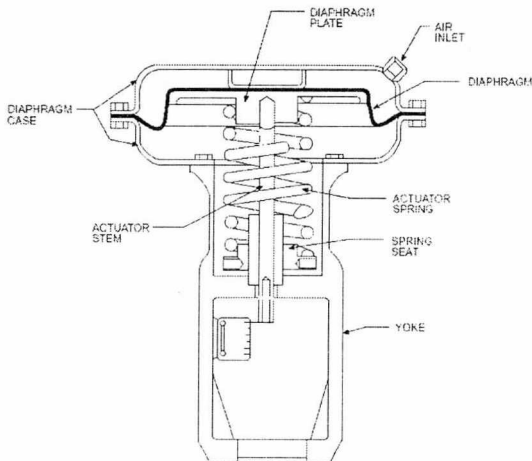


Fig. 2 Direct-Acting Actuator

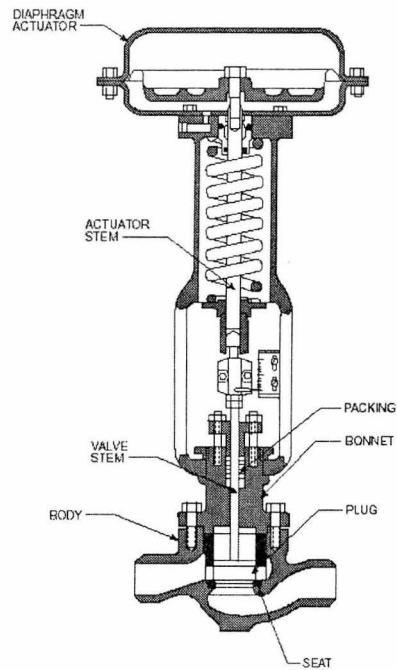


Fig. 3 Major components of typical sliding stem control valve assembly

Fig. 3은 AOV의 개폐동작을 수행할 수 있도록 밸브와 액츄에이터의 스템을 스템 커넥터로 연결하여 결합된 모습을 나타내고 있다.

다이아프램 액츄에이터는 공기 공급이 차단될 때 밸브 움직임의 방향에 따라 밸브의 고장 모드를 결정하며, fail to close와 fail to open이 있다. 다이아프램 액츄에이터의 고장원인으로는 다이아프램의 파손 또는 변형, 스프링력의 변화, 공기공급 라인의 파손, 액츄에이터 스템의 굽힘 등이 있다.

3. AOV 액츄에이터의 진단 시스템

AOV 액츄에이터의 진단시스템은 AOV의 기계적인 동작과 전기 또는 공압에 의한 구동 조건, 예를 들어 공정의 제어 또는 차단 등을 평가하기 위해 사용된다. 이를 통하여 신뢰성 있는 AOV의

고장진단 및 보수 프로그램이 이루어질 수 있으며, AOV에 대한 설계 검증, 문제해결, AOV의 올바른 설치와 I/P 변환기, 위치조정자의 교정이 이루어진다.

AOV Actuator의 진단시스템은 센서 및 신호처리 모듈과 데이터 처리용 컴퓨터로 구성되며, Max./Min. Benchset, Avg./Max. Friction, Seat Load, Spring Rate, Stem Thrust, Total Travel, Air Supply Pressure, I/P Output, Min./Max. Signal 등의 정보를 처리하여 모니터링하고, AOV Actuator에 대한 진단시험이 이루어진다.[5]

3.1 AOV 진단시험의 목적과 절차

AOV 진단 시스템을 사용하는 목적은 밸브를 설계하고, 밸브의 고장 유무를 확인하여 문제를 해결하며, 목적에 따른 Benchset과 Travel을 설정하기 위해 사용된다. 또한 위치조정자, I/P 변환기 등과 같은 AOV의 주변장치들에 대한 교정을 수행하기 위하여 이용된다. AOV 진단시험의 절차는 Fig. 4에 나타나 있는 방법으로 수행된다.

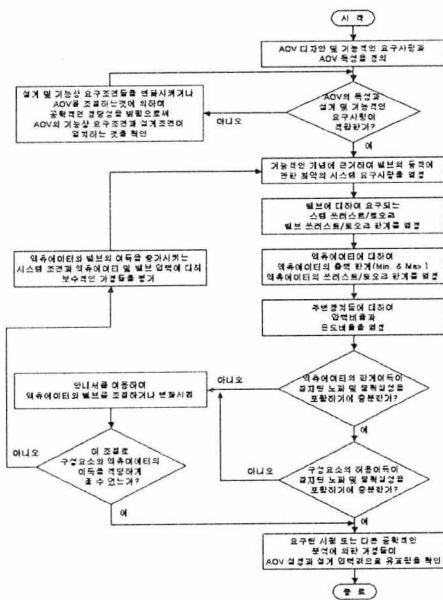


Fig. 4 Flowchart of AOV diagnosis procedure

3.2 AOV 진단시스템 하드웨어

3.2.1 변환기

밸브의 상태를 진단하기 위한 검출 신호는 valve travel, pressure, I/P signal, stem thrust 등이다. valve travel은 AOV 진단시스템으로부터 AOV의 거동을 평가하기 위한 신호이며, string encoder를 이용한다.

다이아프램 액추에이터에 가해지는 압력은 다이아프램 압력, Top/Bottom 실린더 압력, 공급공기 압력, Input(I/P) 압력 등이며, 밸브의 왕복 운동에서 정확한 압력의 측정은 AOV 실험에서 가장 중요하다.

strain gage는 시험 전에 valve stem에 설치하고, stem의 압축과 인장을 측정한다. 측정된 변형율은 AOV에 주어진 valve database로 입력되어 thrust를 계산하여 나타내어 준다.

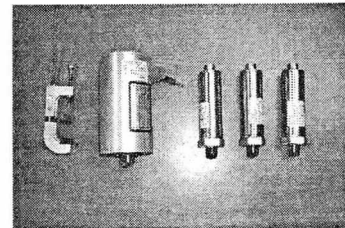


Fig. 5 Transducers

AOV 실험의 이상적인 방법은 Plant에 설치된 I/P 변환기를 활용하는 것이며, 이 방법이 어려운 경우에는 플랜트 현장에 설치된 I/P 변환기와 동일한 것을 이용한다.

3.2.2 Data acquisition and analysis Module

데이터 검출 모듈은 신호 분석용 컴퓨터와 데이터 측정용 센서 사이의 인터페이스를 담당하며, 각각의 AOV 진단 모듈에서 들어오는 신호들을 처리한다. 데이터 검출 모듈에는 AOV 진단시험을 위한 encoder 채널과 Universal module, Strain module, Encoder module, Contacts

module등의 변환기 모듈을 가지고 있다. Fig. 6은 데이터 검출 모듈이 신호분석용 컴퓨터와 Ethernet 통신하는 장면을 나타내고 있다.

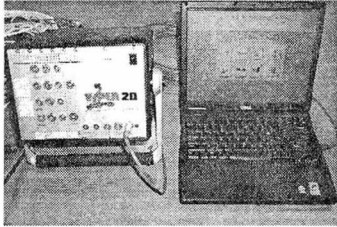


Fig. 6 Data Acquisition and analysis Module

3.2.3 AOV 진단 시스템의 동적 시험설비

동적시험설비의 사양은 Table 1에 나타나 있는 것처럼 460V 3상전원을 이용하여 인장 또는 압축 부하를 가해주기 위해 제작되었다.

Table 1. Spec. of Load simulator

진원	460V 3상
부하출력	24,000 lbf
제어방식	수동/자동 제어
부하방식	hydraulic cylinder
부하형태	인장/압축

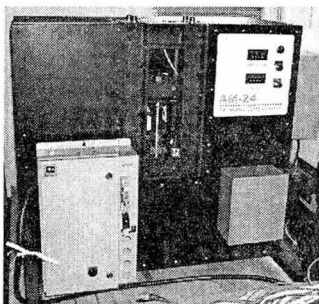


Fig. 7 AOV load simulator

AM-24모델은 압력센서와 위치센서를 제어하기 위해 Fig. 8에 나타낸 Delta RMC101 motion controller를 사용하였다.

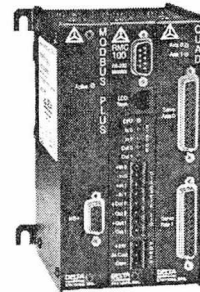


Fig. 8 MC101-H1-ENET

압력센서와 위치센서는 액츄에이터와 상호작용을 하며, 측정되는 데이터를 feed back 또는 feed forward하여 제어할 수 있게 해준다. 본 시스템에 사용되는 압력센서는 Fig. 9에 나타낸 Interface 1120 series load cell을 사용한다.

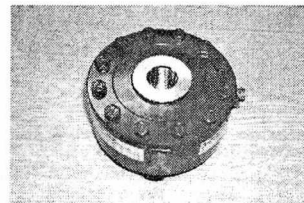


Fig. 9 Interface 1120 series load cell

압력센서는 유압실린더와 액츄에이터 사이에 위치하여 실린더와 스템 사이에 작용하는 힘을 측정하며, 최대 $\pm 25,000$ lbf까지 가능하다. 압력센서의 출력 값은 $-4.3\text{mV/V} \sim +4.3\text{mV/V}$ 이며, Output port는 두 개로 하나는 RMC controller로 다른 하나는 indicator에 연결된다.

Fig. 10에 나타낸 위치센서의 측정 범위는 12 inch이며, 출력은 0~10V이다.

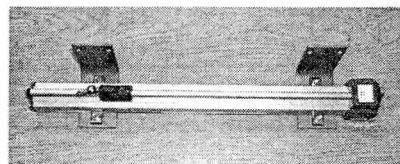


Fig. 10 Temposonics® EP series magnetostrictive position sensor

3.3 AOV 진단 시스템 소프트웨어

AOV 진단 시스템 소프트웨어의 기능은 AOV 실험 데이터를 분석, 저장, 처리한다. 진단기능을 수행하기 위해서는 데이터베이스를 설정하고, DAM의 슬롯에 장착될 신호 처리 모듈 형식을 지정한 다음 AOV의 측정 신호들을 입력 받아 다양한 분석 기능을 수행하도록 한다.

3.3.1 AOV 진단시험 소프트웨어

AOV 진단 시스템 소프트웨어의 설정은 시험하고자 하는 AOV의 정보를 입력하고, 측정용 센서와 모듈 정보를 입력한다.

우선 액츄에이터의 name plate에 나타나 있는 정보를 AOV properties에 입력한다. 일반적으로 다이어그램 액츄에이터는 선형으로 한방향으로 작동하며, 이 액츄에이터는 fail mode 일 때 스프링력에 의하여 open되고, 공기가 공급되면 close 된다.

액츄에이터 area는 다이어그램의 rubber type에 따라 flat인 경우 effective area가 달라지므로 세심한 주의가 요구되지만, 대부분의 다이어그램은 fold가 있으므로 동작 할 때 유효면적의 변화가 거의 없다. air action은 제어의 설정에 따라 air to open으로 동작할 수도 있으며, 밸브형태에 따라 stem의 방향에 관계없이 open/close 설정이 가능하므로 정확히 파악하여 입력해야 한다.

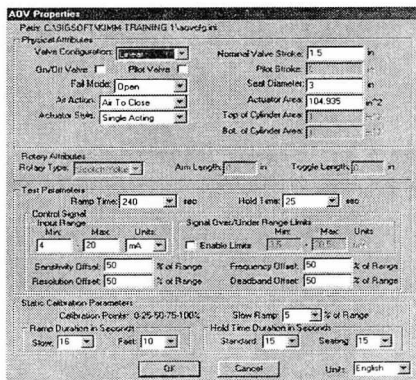


Fig. 11 AOV properties

3.3.2 AOV 동적시험설비 구동 소프트웨어

구동프로그램은 motion 제어를 하는 RMC101 전용 구동프로그램을 이용하여 동작시킬 수 있다. 이는 동적부하를 생성하기 위해서 각 stem 이동간 위치에 따른 부하를 걸어줄 수 있게 하는 역할을 한다. 기본적인 구동 화면은 Fig. 12와 같으며, 동적시험을 수행하기 전에 이 화면을 통해 각 값의 설정을 조정한다.

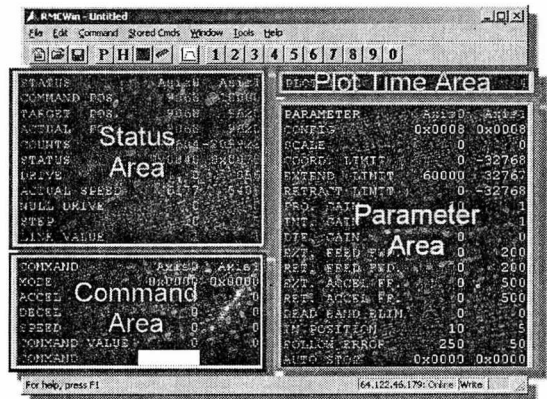


Fig. 12 Control program window

명령 영역은 MODE, ACCEL, DECEL, SPEED, COMMAND VALUE 와 COMMAND 필드로 구분된다. MODE 필드는 Integrator mode, Acceleration Deceleration mode, Synchronization /Gearing을 설정하며, Acceleration/Deceleration 필드는 이동명령을 실행할 때 축방향의 가속단계 값을 정의하는데 사용된다. Speed 필드는 가속 후에 속도상수를 설정하는데 사용된다. 그리고 Command value 필드에 입력된 값은 명령을 실행하는데 파라미터로 이용된다. Command 필드는 모든 제어 명령이 입력될 수 있으며, 드롭다운 메뉴를 이용한 입력이나 단축키를 이용하여 명령 값을 직접 입력할 수도 있다.

시간 영역은 메인윈도우 오른쪽 상단에 위치하며, 값을 입력하여 테스트 수행시에 표시할 시간 범위를 설정하는 역할을 한다.

파라미터 영역은 제어 시스템 변수들을 입력하는 창으로서 변환기의 타입과 integrator 한계, scale, offset gain등을 설정하여 변환기에서 수신되는 데이터 값을 처리하기 기능을 수행한다.

테스트의 수행은 수동과 자동방식이 있으며 수동조작은 직접 명령을 입력하여 액츄에이터가 동작할 때에 위치/압력 등을 조정하면서 테스트를 수행 할 수 있다. 자동 조작은 해당 액츄에이터에 맞는 위치별 압력 값 등을 curve tool을 이용하여 설정하고 테스트를 수행한다. curve tool의 실행 방법은 curve tool 창으로부터 Fig. 13과 같이 레이아웃 화면을 통해 curve특성을 조절하여 실험을 수행한다.

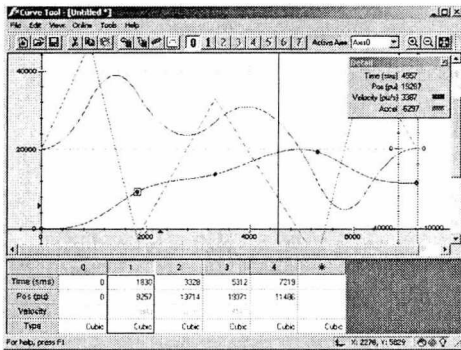


Fig. 13 Curve tool window

그림에서와 같이 시간에 따른 위치 값을 입력하는데 이는 다시 모드변환을 통해 위치에 따른 힘으로 변환된다. 결국 시간에 따른 위치 값은 무시하고 위치에 따른 힘 값만을 사용하여 테스트를 수행해야 한다.

각 새로운 포인트의 생성은 curve창 위에서 오른쪽 버튼을 이용하여 새로운 포인트를 삽입하거나 하단에 보이는 표를 이용하여 각 포인트 값을 삽입 또는 변경 할 수 있다. 테스트의 목적 상 정확한 위치와 힘의 값을 숫자로 입력하여 curve를 생성해야 한다. 생성한 커브는 컨트롤러로 다운로드 한 후 시험을 수행한다.

4. AOV 액츄에이터의 진단시험

4.1 AOV 액츄에이터 정적 진단시험

AOV 액츄에이터 정적 진단시험의 대상은 A사에서 제작된 한방향 다이어프램 밸브 액츄에이터로 국내외의 발전소에서 많이 사용되고 있으며, 이 밸브는 크기가 45인 R0121030-4이며, I/P 변환기와 위치조정자가 장착되어 있다.

Table. 2 Spec. of test valve actuator

List	Value	List	Value
MFR	FISHER	Type	657-ET
Size	45(Actuator)	Operation range	3 to 15 PSI
Dia press	closes port	Benchset	3-12
Body size	3 inch	Packing type	V-ring
Rating	250	Travel	1-1/2(1.5) inch
Body material	cast iron	Flow char	3" Equal percentage
Plug material	316 SST	Guides	Cage

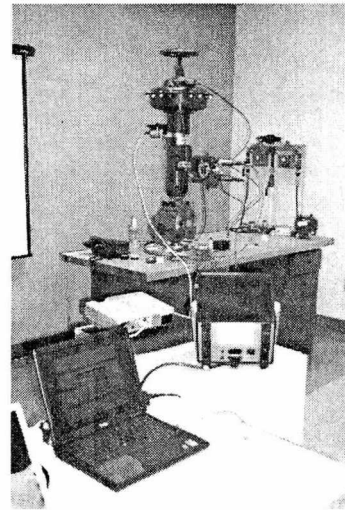


Fig. 14 Single acting diaphragm valve & diagnostic system setup

AOV 액추에이터의 진단시험에 대한 평가방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 우선 신호분석 모듈을 이용한 automatic analysis를 수행할 수 있으며, 이는 신호분석모듈에 내장된 분석기능을 이용하여 원하는 결과값을 자동으로 출력하는 것이다. 그 다음으로는 사용자가 직접 데이터를 추출하여 데이터값을 비교분석하고, 계산하여 밸브의 성능을 평가하는 것이며, Automatic Analysis 기능으로 출력한 결과값의 검증에 위해서도 이용할 수 있다.

4.1.1 Automatic Analysis

본 기능을 수행하게 되면 Fig. 15와 같은 창이 생성된다. 3개의 창 중에서 좌측 아래에 있는 액추에이터 실행 창으로부터 AOV 액추에이터의 Springrate와 Max./Min. Benchset을 찾을 수 있으며, Total travel에서 Friction의 경향을 알 수가 있다. 오른쪽에 있는 데이터 시트는 밸브와 액추에이터에 대한 결과를 보여준다. 또한 Automatic analysis 결과로부터 재 계산이 필요한 부분은 수동으로 계산하여 진단 결과를 수정할 수 있다. 주기적으로 진단 시험을 수행한 경우에는 Automatic overlay 기능을 이용하여 밸브의 성능 저하 및 교정에 필요한 정보를 얻을 수 있다.

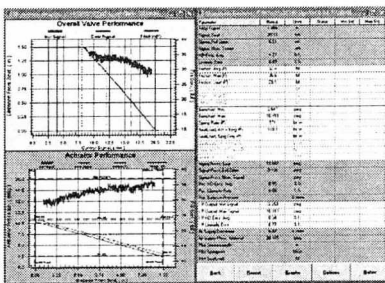


Fig. 15 Automatic analysis & signature results

4.1.2 Manual Analysis

이 기능은 센서로부터 입력된 밸브 및 액추에이터의 상태값을 확인하고, Math mode 기능을 이용하여 주기적인 진단, 데이터의 계산, Strain

gage 등의 변환기의 교정에 이용할 수 있다.

분석을 위해서는 AOV 액추에이터의 signature file에서 원하는 signature를 선택한다. Fig. 16은 기본적으로 선택하여 진단하게 되는 Diaphragm pressure, I/P pressure, Supply pressure, valve position 신호를 나타내고 있다.

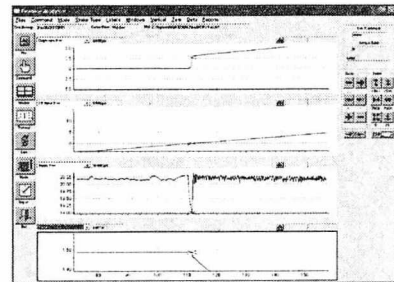


Fig. 16 Feature signature analysis

Fig. 16에서 나타난 바와 같은 Supply Pressure의 drop현상은 다이어프램으로 Air가 공급되는 순간에 발생할 수도 있으며, 또한 Air 공급 라인이 작거나 파손된 경우, 솔레노이드 밸브의 고장이 발생한 경우와 같이 Air 공급 장치의 고장이나 시스템 설계의 오차에서도 발생할 수 있다.

4.1.3 Signature analysis

Fig. 17의 overlay 데이터로부터 backstop 위치가 비정상적으로 설정되어 있기 때문에 total travel의 2/3에서 backstop에 도달한 것을 알 수 있으며, 이 실험 결과로부터 밸브가 올바르게 동작하지 못하고 있음을 판단할 수 있다. 따라서 밸브가 정상적으로 동작시키기 위하여 원래의 backstop까지 handwheel을 돌려서 full open이 되도록 밸브를 교정하였다.

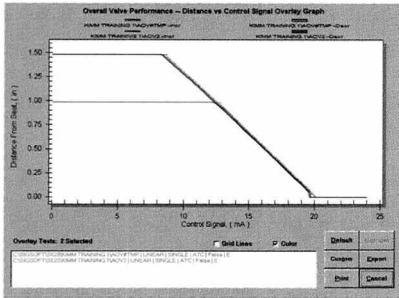


Fig. 17 Distance vs control signal overlay graph

packing load를 조정하였을 때에 나타나는 friction 데이터의 검출 유형은 Fig. 18에 나타나 있다. packing load가 클 경우에는 올바른 밸브 동작을 유지할 수 없으며, 느슨할 경우에는 환경요건에 따라 스팀 등의 누설이 발생할 수 있기 때문에 packing load를 올바르게 설정하는 것이 필요하며, 신호분석모듈을 이용하여 friction의 경향을 분석하고, packing load를 올바르게 조절할 수 있다.

또한 packing load가 세면 friction에 의하여 travel이 줄어드는 경우도 있다. friction은 total travel의 running load 또는 total travel의 6%~94%에서 구하며, packing에 의한 friction이 가장 크다. friction의 변화가 심한 경우는 stem이 굽어 있거나 stem의 끝단이 taper로 되어 있을 때 나타날 수 있다. packing은 밸브 수리시에 항상 교환하며, stem이 움직이지 않도록 조이고, steam 등 유체가 누설되지 않도록 packing load를 조절하면 되며, packing의 재질에 따른 마찰계수와 스팀의 지름의 곱으로 packing load를 결정할 수 있다.

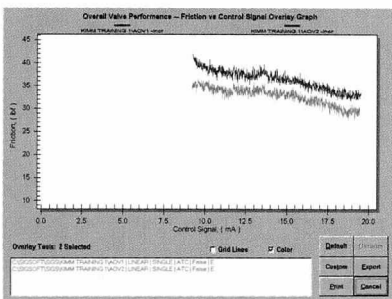


Fig. 18 Friction vs control signal overlay graph

Fig. 19는 AOV 액추에이터의 진단시험 결과를 나타내는 그래프를 확대한 것이다. full open 상태에서 backstop 이후의 위치신호가 나타나지 않고 있으며, 이로 부터 full open 상태에서 backstop에 도달하지 못하고 있다는 것을 알 수 있으며, 그 원인은 regulator의 오작동으로 충분한 공기가 공급되지 않아서 발생한 것으로 확인되었다. 이러한 밸브 travel의 문제를 확인하기 위하여 밸브의 크기에 따라 total travel에 6.25 - 12.5% travel을 더해 주거나 제어신호가 4-20mA 일 때 seat에서 제어신호를 4.1- 4.2mA 로 설정하여 max./min. signal에서 밸브가 완전히 개폐되도록 설정하여 준다. 밸브의 travel을 확인하여 seating 상태에서 제어신호의 감소에 따른 위치신호의 검출이 없을 경우에는 seating load가 작용하지 않고 있다는 것을 알 수 있다.

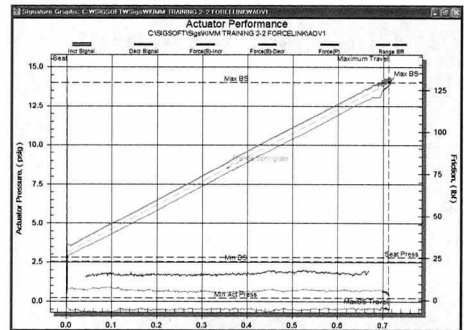


Fig. 19 AOV actuator performance

benchset은 밸브에 대한 진단시험을 하지 않을 때 제조업체에 의해 설정된 값이며, 액추에이터의 stem이 backstop에 도달할 때의 압력값이 upper benchset이 되며, lower benchset은 upper benchset으로부터 nominal travel 범위에서의 압력값이 된다. 이는 benchset 조절 너트를 이용하여 spring의 preload를 조절하여 변경가능하다. 일반적인 benchset은 3-15psi 이다.

4.2 AOV 액츄에이터 동적부하 진단시험

본 연구에서 설계/제작한 load simulator를 통해 AOV 액츄에이터의 동적시험을 수행하였다. 수행한 AOV 액츄에이터의 사양은 Table 3과 같다.

Table. 3 Spec. of test valve actuator

List	Value	List	Value
MFR	FISHER	Type	667-ES
Size	30	Operation range	3 to 15 PSI
Dia press	Opens port	Benchset	3-15
Body size	1 inch	Packing type	TFE
Rating	150	Travel	3/4 inch
Body material	WCB	Flow char	Quick open
Plug material	316/416SS	Guides	Cage

상기한 사양의 AOV 액츄에이터를 장착한 장면은 Fig. 20과 같으며 이러한 사양의 액츄에이터를 테스트하기 위한 actuator shaft adapter와 stem adapter를 구성하는 부품은 개별적으로 설계/제작하여 테스트를 수행하였다.

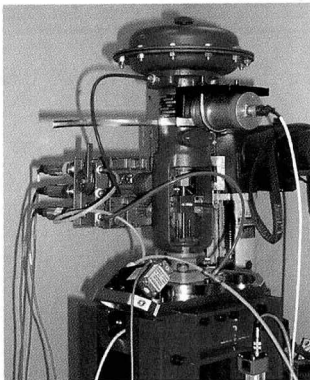


Fig. 20 AOV actuator for dynamic load test
액츄에이터의 동적부하 시험을 실시하기 위하여 상기한 준비를 마치고 Fig. 20과 같이 액츄에이터의 데이터를 취득하기 위하여 각 센서를 장

착하였다. 다만 stem의 thrust 분석을 위한 데이터는 load simulator의 load cell에서 취득되는 신호를 데이터검출모듈과 연결하여 취득하였다.

Load simulator에서 가해진 동적부하를 위한 curve는 Fig. 21과 같이 계단식의 단계별 부하에 대한 시험을 수행하였다. 수행한 시험의 load simulator 시스템 그래프는 Fig. 22와 같이 나타났는데, 여기서 계단식의 선은 목표한 제어선과 자동으로 제어된 부하곡선이 거의 일치함을 보여준다. 또한, 가운데 나타난 선은 전체적인 제어에러곡선으로 아주 근사치로 제어가 되었음을 확인할 수 있었다.

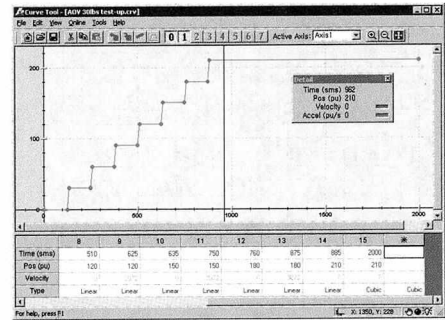


Fig. 21 Dynamic load curve

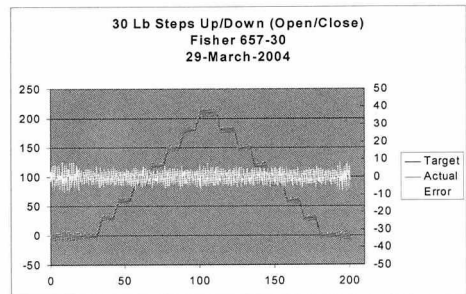


Fig. 22 Load simulator test plot

load simulator에 의해 가해진 부하에 따른 액츄에이터 출력으로부터 측정된 신호는 Fig. 23과 24에 나타내었다. 각각 공급압력 대비 다이아프램 그래프와 stem thrust 대비 position에 대한 그래

프이다. 그래프에서 알 수 있듯이 가해진 단계별 부하에 따라 thrust와 다이어램의 신호가 계단 형태로 나타남을 확인 할 수 있었다.

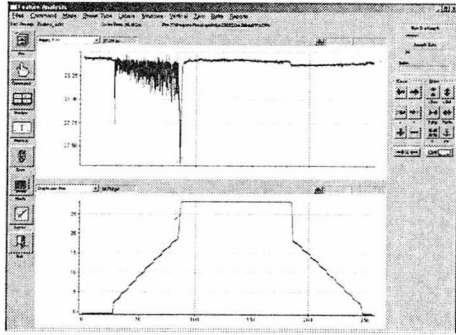


Fig. 23 Supply pressure vs. Diaphragm pressure

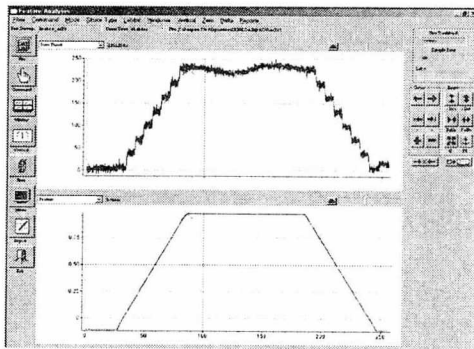


Fig. 24 Stem thrust vs. Position

상기와 같이 동적부하곡선을 임의로 작성하여 시스템을 구동시켜 액추에이터에 동적부하를 가해주는 시험을 완벽히 수행함을 보였다.

다만, 실제 현장에서의 규모와 성격에 따른 동적부하의 profile을 파악하여 테스트 목적에 맞는 동적부하 profile들을 데이터베이스화할 필요가 있다. 금번 시험은 단지 시스템이 정확하게 제어 가능한가의 여부와 가해지는 부하로부터 액추에이터에서 발생하는 신호가 어떠한 형태로 제공되는가의 여부만 살펴보았기 때문에 본 설비를 이용하여 정확한 AOV 액추에이터의 동적부하시험

을 위해선 정확한 부하곡선 등이 필요하며, 용량이 더 큰 AOV 액추에이터에 대해서는 그에 맞는 부하를 가해줄 수 있는 load simulator 시스템이 필요할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 AOV 액추에이터의 진단 절차에 따라 정적인 진단시험과 동적인 진단시험을 수행하였으며, AOV 액추에이터의 동작에 따라 밸브가 올바르게 동작하는가, 설계 사양대로 정확하게 동작하는가를 확인하였다. 그리고 검출 신호를 분석하여 고장원인에 대한 AOV 액추에이터의 교정을 수행하였다. 결국 AOV 액추에이터의 올바른 고장진단을 위해서는 AOV의 구동 메커니즘을 이해하고, 각 단계에서의 정확한 데이터 측정과 올바른 해석이 이루어져야 한다는 것을 알 수 있었다.

그리고 AOV와 일반적인 부품들에 대하여 고장 원인분석과 밸브의 유지보수를 위한 AOV 액추에이터 진단시스템을 구축하여 발전설비뿐만 아니라 중화학플랜트 등의 폭넓은 장치산업에서 사용되는 AOV에 대해서도 유지 보수할 수 있는 기반을 마련하였다.

향후에는 AOV의 주요한 구성요소 예를 들어, 액추에이터, 위치조정자에 대한 구성요소간의 상호작용에서 기기의 고장 원인에 대한 철저한 조사를 위해 다양한 액추에이터 형식과 그의 응용에 대하여 진단시험을 수행할 계획이다.

참고 문헌

1. IEEE 382-1996, IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-Operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power Plants

2. IEEE 323-1974/1983, IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations
3. Fisher Controls International, Inc., Control Valve Handbook, third Edition, 2001
4. EPRI, Air-Operated Valve Maintenance Guide, 1996.
5. Crane Nuclear, Inc., Universal/Viper Diagnostic System Data Acquisition & Basic Analysis for Air Operated Valves User's Manual, 2002.