

## 공기압 기술동향 (Pneumatic Future Technology)



김 동 수

(KIMM 기계부품연구부)

- '88. 2 영남대 기계공학(학사)
- '91. 2 영남대 열·유체공학(석사)
- '91. 1-현재 한국기계연구원 선임연구원
- '88. 1-'99. 12 삼미종합특수강(주) 압연단조기계부
- '97. 3-현재 영남대 기계공학(박사과정)



김 형 의

(KIMM 기계부품연구부장)

- '78. 2 아주공대 기계공학(학사)
- '80. 2 한국과학원 유압제어(석사)
- '82. 9 프랑스 ISMCM 자동화공학(석사)
- '85. 6 프랑스 ISMCM 공압제어(박사)
- '95. 9-'88. 6 한국기계연구원 로봇공학실 선임연구원
- '88. 7-현재 한국기계연구원 책임연구원

### 1. 공기압기술의 발전추세

2차대전 이후의 공기압기술은 종래로부터 도입된 설비에 사용되어지고 있는 공기압 기기등의 수리보수에 치중했지만, 1952년에서부터 미국을 중심으로 한 선진기술의 도입으로, 1955년에 들어와서 기본적인 공기압 기기가 생산되어지기 시작했다.

공기압기술의 흐름을 크게 나누면, 1965년대는 Low Cost Automation의 성립화시대, 1975년대는 자동화시대, 1985년대는 FA로서의 성인화시대, 1990년에는 CIM화에 대응하는 정보화시대, 그리고 그 이후는 지능화시대로 분류되어진다.

공기압기기의 기술혁신을 기술적인 면에서 살펴보면 압축공기의 질적향상(제습, 각종 Filter의 정비), 윤활유(압축기용, Lubricator용)의 성능향상, 무급윤활유 Bearing의 개발, 내마모성이 있는 Seal의 개발등으로 무급유공기압 기기가 생산 가능해졌으며, 이것으로부터 급유 Cost의 저감, 공장환경의 개선에 도움이 됐다.

액츄에이터는 다중취부형·박형 Cylinder 등 각종 형상의 제품과 소형화가 촉진되어져, 설계상의 용이 및 사용자의 다양한 선택이 이루어지고 있다. 또한, FA의 급속한 진전으로 다위치정지용 Brake 실린더와 가이드의 설계제작을 줄이고 회전을 방지하는 등 충격흡수용 Shock Absorber 내장, Stroke 조정기능의 Rodless Cylinder, Part Handling Work 흡착용 Vacuum Ejector가 개발되어져 공기압기기의 사용용도를 크게 확대했다.

슬레노이드 밸브는 대형의 직동형부터 소형의 Pilot형까지 저소비전력화, Energy Saving화 및 신뢰성향상이 이루어졌다.

Computer의 발전과 함께 Micro Computer 구동의 저전압, 저전류형의 슬레노이드밸브와 메니폴드화, 집합배선화, 나이론 호스, 우레탄 호스의 One-Touch Coupling에 의한 배관공수의 저감, Space절감을 가능하게 했다. 또, Switch부착형 액츄에이터는 설계용이와 설비 Cost절감, 신뢰성향상, 소형화에 크게 공헌했다.

압력, 유량형의 비례제어밸브도 FA 대응기기로써 Controller에 의한 압력, 속도, 유량 등 다점 제어 혹은 Analog 제어가 가능하게 되고, 대폭

적인 기기의 삭감을 가능하게 하여 왔다.

핵심공기압기기의 발전추세는 다음 표 1.과 같다.

## 2. 공기압기기의 핵심기술

### 2.1. 고도기술화(High Technology)

공기압기기는 사회적인 측면에서의 고도기술화, 고부가가치화, 성 에너지화, 노동력부족 대응, 인간존중, 다양화, 개성화등의 영향으로 개발이 발전되어지고 있다. 최근의 공기압 기기의 고도기술화와 개발기술의 개요를 정리하면 표 2와 같다. 이것들의 기술은 서로서로 상호관련을 가

표 1. 공기압기기의 발전추세

년 대	핵심 공기압 기기	기술추세
1963	Metal Seal형 작동형 슬레노이드 밸브	유압 또는 공기압분야
1965	요동형 Actuator (Vane형)	공기압 기초강화 성행
1967	순유체소자	유체제어의 연구성행
1969	공기압논리제어방식	공기압기호 JIS제정(1967)
1971	공기압식 산업용 Robot (Mechanical) 방식	- 일본공기압협회설립(1970) - 공기압기기 JIS화
1973	- 무급유 Cylinder (압축공기 청정화, System 체계화) Switch부착 Cylinder	Switch부착 Cylinder의 시대
1977	- Vaccum Ejector, Filter, Lubricator 장착 - One-Touch Coupling	무급유화
1979	슬레노이드 밸브의 소형화(Pilot형)	Energy Saving화
1981	브레이크 부착형 공기압 Cylinder 비례제어밸브	Sizing Map(선정 Software)
1983	- 슬레노이드 밸브 - Rodless Cylinder - Sequenser - Modular형 FRL Unit	전자화, Micro-Computer화
1985	- 초소형 슬레노이드 밸브 - 소형 공기압기기 - Clean용 공기압기기	Clean Room용 공기압기기의 시대
1987	- 성배선 System - 성배관 System - 이색 Switch - Step 요동형 Actuator	
1989	- Digital 전자압력 게이지 - 초음파 Actuator	CAD Data Library, CIM 정보화 대응
1997	- 고속 Cylinder - 서보제어밸브	고속화 정밀제어화

지고 있으며, 공기압기기의 고성능화로 발전되고 있다.

## 2.2. 고성능화(High Performance)

공기압기기의 고성능화에 대하여 서술하고자 한다.

### 2.2.1 고신뢰성화(Reliability)

공기압기기도 종래의 단순한 구성에서 사용되어지는 Low Cost Automation으로부터 FA System를 구성하는 기기로서 사용되어지고 있다. 그 때문에 고밀도에서 다수의 공기압기기가 FA System장치의 가운데서 사용되어져, 무인화 운전, 혹은 24시간 운전에서 사용되어진다. 또는 사람의 출입을 싫어하는 Clean Room의 공기압기기의 Trouble은 최대한 방지하지 않으면 안된다.

- ① 검출 Switch류의 무접점화(접점마모방지, 소형화)
- ② 성배선화(단선, 접속불량방지)
- ③ Seal 장수명화(탄성체 성능향상)
- ④ Contamination(오염물질)관리의 확립(제습, 공기의 질 향상)
- ⑤ 그리스, 윤활유의 성능향상(Seal재의 팽윤 방지, 무급유화)
- ⑥ 솔레노이드 밸브의 Coil의 소손, 단선방지기술의 향상

#### 가. 솔레노이드 밸브의 신뢰성 향상

솔레노이드밸브의 작동불량 원인을 들면은 공기에 관한 것 21%, 전기적 요인 17%, 배관과 압력조건 14%, 환경조건 11%, 윤활조건 11%, 진동, 충격 9%, 기타 18%로 되어 있다.

공기의 질에 관한 것은 배관용 Seal, 금속가루, 압축공기기름, 드레인, 구리등의 오염에 의하지만, 배관기술의 향상과 공기청정화기술의 향상(Filter, Air Dryer)로 현저하게 개선이 되어지고

있다. 압축공기 질의 Level에 대하여도 (주)일본 유공압공업회의 압축공기의 청정화 System에서 단계가 설정되어 있지만, 수분량, 먼지, 유분량에 대하여 엄밀히 설정할 필요가 있다고 생각되어진다.

전기적 요인에 대하여서는 Coil 소손과 누설전류에 의한 오동작, 노이즈, 절연불량등을 들 수가 있다. 그러나 선재의 절연성 향상, Mold 기술향상에 의한 방수, 방습대책, 서지 전압잡치회로, Coil 제조기술의 향상등으로 솔레노이드 밸브의 신뢰성 향상에 크게 기여하고 있다. 또는 직동형으로부터 Pilot형으로 개발하고, 소형화를 피하므로 저전력형이 설계되었다. 이것으로부터 자동차 공장에서는 1978년에 Solenoid 소손율이 연간 4%이므로, 보전비의 비용이 꽤 들지만 최근에서는 0.05%이하로 되어, 신뢰성향상과 설비의 가동을 향상에 도움이 되고 있다.

환경조건에 관하여 온도에 의한 Seal재의 변질이 가장 많다. Seal도 매우 개량되어지고 있지만 공기압의 특징인 고온에서의 사용을 보다 확장하므로 연구가 필요하다고 생각되어진다.

윤활유에 관하여는 압축기 그리고 Lubricator 용도 그 성능향상에 의한 Seal재의 팽윤방지와 탄화물 혼입의 감소등에서 눈에 보이지 않는 형태로 신뢰성향상에 기여하고 있다.

나. 무접점 Switch에 의한 신뢰성향상(자기감지형 2색발광 스위치)

공기압 Cylinder등에 사용되어지는 Actuator용 Switch는 종래, Lead Switch와 Micro Switch등이 었지만, 그 접점수명은 수백만회정도로 되어있다.

최근에는 자기저항소자(MRE소자 : Magnetic Resistance Element)를 사용한 자기감지형 무접점 Switch가 개발되어져 소형화, 고신뢰성 향상에 도움이 되고 있다. MRE소자는 자계의 변동에 의해 저항치가 변화하는 반도체이다. 4개의 MRE소자로서 Bridge를 구성하고, 소자의 저항에는 자계에 의한 방향성이 있으므로 자계가 접

표 2. 최근 공기압기술의 고도기술화

고도기술화	개발기술	공기압기기
고신뢰성화	- Seal 기술 - 공기청정기술 - 무접점화	- 자기감지형 무접점 Switch - 반도체압력 Sensor
장수명화	- Seal 기술 - 베어링재질 - 신소재 - 내마모 Elastomer - 무접점화	- 장수명 공압 Cylinder - 장수명 Solenoid Valve
고정도화 고정밀화	- 위치제어 - 고정밀 Positioning	- Intelligent Actuator - Rodless Cylinder(Guide 부착) - Guide부착 Cylinder(정밀형)
지능화	- 고도검출기능 - Intelligent Actuator - 고장진단(Accept System)	- 피스톤로드 연속위치검출 - 비례제어밸브 - 2색발광 스위치
전자화	- 무접점화 - 저전압·저소비 전력화 - Interface용이화 - 통신기술	- 무접점 스위치 - 비례제어밸브 - Digital 압력게이지 - 저전력솔레노이드 밸브
정보화	- 성배선화 - 정보화 - 고장진단 - 통신 Protocol 통일화	- 성배선 System
고속화	- 내마모성 에라스톰아 - Bearing 재료 - Cushioning 기술 - 경량화	- 고속 Cylinder - 차단기
충격완화	- 유압 Shock Absorbing 기술 - 공기압 Shock Absorbing 기술	- 유압식완충기(다공오리퍼스형) - Air 쿠션(2단쿠션)
고압화	- 소음 - 신소재 - 완충기술 - 안전대책	- 고압대용 Cylinder - 전자변동
Energy Saving화	- 저소비전력 - 저소비공기량 - 누수방지 - 소형·경량화	- 저소비전압형전자 솔레노이드밸브 - 중압밸브 - 성 Energy형 공기압회로 - 압축기의 효율운전
성자원화	- 무급유, 무윤활화 - 소형화(성재료)	- 무급유공기압기기 - 소형화
Robot화	- 위치제어 - 고속화 - Handling기술 - 각종 Sensor	- 각종 Hand - 진공 Inject - 자동 Hand 교환장치
안전/환경	- 낙하방지 - 발진방지 - 내열, 내한 - 튀어나가는 것 방지 - 발유방지 - 정전, 내이온	- Lock부착 Cylinder - 브레이크 부착 Cylinder - Cu 이온 - 정전대책기기 - 무급유기기 - Clean 대응기기
Space Saving화	- 소형화 - 복합화 - 경량화 - 성배선 - 성배관 - 다기능화	- 복합기기 (복합 Actuator, 각종 Unit 통합 매니폴트) - 성배선 - 성배관 System
응용기술설계의 효율화	- 공기압과 기구의 결합 - CAD, Sensing기술	- 각종 응용장치 - CAD Software

근하면 Bridge의 출력단자간에 압력이 변화하는 것을 출력으로 나타낸다. 또는 고신뢰성을 확보하기 위하여, 종래의 Bridge 기판방식으로부터 High Bridge IC(HIC)을 탑재한 것이 개발되어지고 있다. 더욱더 성배선을 진전시키기 위하여 3선식으로부터 2선식으로 진전되고 있다.

Actuator의 위치검출을 위하여 Switch의 최적 위치에 조정은 꽤 어려운 것이며, 다수의 기기가 있는 경우, 그 조정공수도 꽤 복잡하여진다. 그 때문에 Switch의 작동범위와 최적설정위치를 2색의 Lamp에서 표시하는 방식이 개발되었다. 이것에 의해 조정공수의 절감과 같이 최적위치에 결합이 가능하게 되었던 것으로부터 신뢰성향상에도 연관되어 있다. 혹은 각 장치의 램프의 점등 상황을 보는 것만으로 Switch의 맞지 않은 상태가 사전에 판정되어지고, 설비의 가동율 향상에 크게 도움이 되고 있다.

### 2.2.2 장수명화(Durability)

공기압의 역사는 공기압기기의 장수명화예의 도약이라고 말하여도 과언이 아니다. 예를 들면 1955년대의 솔레노이드 밸브의 수명은 수백만회였지만, Coil의 단선·소손방지, Seal 기술의 향상, 압축공기청정화 System의 향상등으로 현재는 5000만회 이상의 수명으로 향상되어왔다. 특수용도의 솔레노이드 밸브는 1억회 이상의 것도 실현하고 있다.

공기압 Cylinder의 경우 1965년대에 Lubricator 의한 급유상태에서 수백 km의 주행거리가 현재, Seal재의 내마모성의 향상, 베어링 재료의 개량과 이것들의 Grease의 성능향상등에 의해 무급유상태에서 3000~5000km의 주행거리로 장수명화 되어있다.

### 2.2.3 고정밀화(High Accuracy)

공기압에 대한 고정밀화로는 다음과 같은 것으로 생각되어진다.

#### ① 위치제어에 대한 정지정도의 향상

#### ② 정밀한 속도 및 압력제어

#### ③ 공기압 Cylinder등의 Actuator의 Stroke단의 정지위치에 대한 기계적 정도의 향상

#### 가. 위치제어

공기압 Cylinder의 위치제어방식은 Air Hydro Cylinder등 기계적인 Stopper방식이 주류이지만, 최근에는Piston Rod의 위치검출방법에 여러 가지 것이 개발되어, Brake기구와 결합하여 연속위치 신호에 의한 위치결정의 공기압 Cylinder가 실용화의 단계에 있다. 다점정지할수 있는 공기압 Cylinder는 정지위치가 용이하게 설정변경할수 있고 설비의 유연성에 도움이 되고 있어, FA를 발전시킴과 동시에 중요한 기기로 되어있다. Piston Rod의 위치검출방법으로서는 로타리 엔코더, Piston Rod 자성형, 자장형등이 있다. 대표예로서 로타리 엔코더 검출형에 대하여 기술한다.

#### (1) 로타리 엔코더 검출형

Piston Rod의 운동을 Roller를 개입하여 로타리 엔코더에 의해 검출하는 형으로 Stroke 전장에 걸쳐서 위치검출이 가능하다.

출력의 형태로서는 아날로그 신호와 디지털 신호가 있다. 디지털 신호의 예로서는 DC5V 또는 12V에서 전자 Counter에서 출력되어 직접, PLC등에 접속되어 있다.

공기압 Cylinder에서는 학습제어가 가능한 Controller로 위치제어도 가능하다. 학습제어는 예측기능과 수정기능을 가지고 있다.

예측기능은 처음부터 Controller의 메모리에는 속도에 대한 비례한 Overrun량의 data가 적혀있다. 이 예측 Data는 Cylinder경, 부하조건에 의해 선택이 가능하며, Cylinder의 속도를 검출하면서 적절한 위치에서 브레이크 신호를 발생한다.

수정기능은 실제의 작동상황에서 설정치에 대하여 아주 적은 오차가 생기지만, 매회의 정지위치로부터 보정치를 연산, 변화시키고 고정도( $\pm 0.1\sim 0.01\text{mm}$ )의 위치제어를 실행한다.

(2) 현대제어이론의 응용

공기압시스템은 작동유체로 공기를 이용하고 있으므로, 본질적인 압축성(저강성, 저감)이므로 매우 제어하기 어렵다. 공기압 Cylinder의 위치제어에 현대제어이론(최적제어·적응제어이론)을 적용하고, 공기압 System의 저가적성(Low Cost)을 손해보지 않는 위치제어의 고정도화가 연구되어지고 있다.

실제 적용하는 것은 저감, 적절한 Controller, Software 및 Software Servo의 개발, 브레이크 기구의 사용, 사용속도, 부하조건의 확대가 필요하고, 산학의 기초적인 연구가 요구되어진다.

2.2.4 전자화(Electro/Micro-Computer)

최근의 전자제어분야는 급속히 발전하고, 생산설비의 제어장치는 PLC와 Micro Computer가 주류를 이루고 있다. 이것들의 설비는 종래에 비하여 소형화되어 유연성이 비약적으로 증대하고 있다. 이 때문에 부하측의 공기압기기에 이 것들의 제어기기와의 접속 용이화와 원격조작이 용이하게 된 Interface가 요구되어진다.

다음은 그 사례에 대하여 기술한다.

가. 0.5Watt 솔레노이드 밸브

종래의 솔레노이드 밸브의 소비전력은 최소의 것이라도 약 2Watt 정도에서 온도상승도 40~50℃였다. Power Watt 솔레노이드 밸브는 소비전력이 0.5Watt에, 온도상승치는 종래의 1/4의 12℃로 되어 있다. 특히 반도체 관련분야에서는 압축공기는 Clean인 것은 당연한 일이지만, 온도변화에 대하여서도 Submicro정도 영향을 주므로, 정밀한 온도관리가 요구된다. 또는 Computer응용과 정밀측정기기류에도 상기와 같은 온도관리가 요구되어진다. 저전류, 저전압이므로 안전방쪽에 적용가능하다. (예를들면 FM(Factory Mutual) 규격 적합품 등). 소형인 것은 Print 기판에 직접, 탑재도 가능하다. 유효 단면적 0.3~12mm<sup>2</sup>의 3·4·5port 솔레노이드 밸브가 개발되어지고 있다.

구동전원은 DC24V에서 약 20mA의 전류용량이 되어있는 점으로부터 Sequence와 Micro-computer의 제어부의 전류용량이 적고 Cost Down이 계획되어짐과 동시에 솔레노이드 밸브의 집적화가 가능하다. (DC 전원은 종래보다 1/5의 용적비 크기다).

구동전원은 5V, 12V 등에도 사용되어 직접 Micro-computer에 의한 구동도 가능하다.

나. 확산형 반도체 압력 Sensor

압력제어 관계의 전자화와 Digital화의 진보는 늦었지만, 확산형 반도체 압력 Sensor (Transducer)가 값이 싸고, 공기압조정 Unit의 압력계와 압력 Switch로서 응용되기 시작했다.

확산형 반도체압력 Sensor는 그 Switch 고정도의 ON-OFF의 내피로성의 향상과 고속응답보다 기계식에 비교하여 10%이상의 고정도화, 고신뢰성, 소형화, 출력 Mode가 선택되는 등의 특징이 있다. 확산형 반도체 압력 Sensor도 간단한 Digital 표시기능에만 의존하지 않고, 간이적인 공기압의 분야에 대하여 압력을 A/D 변환 혹은 D/A 변환하고, 압력의 기록, 표시와 원격리에 대한 감시압력제어가 가능하게 되어 공기압기술이 넓어지고 있다.

압력 Sensor인 확산형 반도체 Transducer는 Si 단결정의 Piezo 저항효과를 이용한 것으로, Diagram에 설계한 실리콘의 단결정판의 표면에 불순물을 확산시키고, 4개의 Strain Gauge(저항)로 Bridge를 형성시킨다.

압력에 의해 Diagram가 변형하면 Strain Gage가 움직여 그 비틀림에 의해 저항치가 변화하는 성질을 이용해서 압력을 전기신호(전압)에 변환한다. 출력 Mode로서는 히스테리시스 Mode와 변환 Mode가 선택 가능하다. 전자는 ON점 압력과 OFF점의 압력의 차이므로 히스테리시스를 자유롭게 조정가능한 것으로, 동작점이 1개의 경우에 사용되어진다. 압력의 진동의 큰 부위에서 하한을 이상검출하는데 편리하다. 후자는 동작점

이 2개 있으므로 예를들면 원래 압력확인처럼 어떤 범위내에서 OK(ON), 어떤 범위 외에 있으면 NO(OFF)이라는 방법이 적용된다.

### 2.2.5 정보화(성배선화)

1987년 국제유공압전시회(IFPEX)에서는 처음으로 직렬/병렬 전송 기술을 이용한 공기압기기의 성배선 System이 세계에서 처음으로 전시되어 정보화의 장을 열었다. 당초는 솔레노이드 밸브의 성배선의 형태이었지만, 입력으로서의 Switch류, Sensor류 출력으로서의 표시등, Motor 등에 영향을 미치고 System전체의 성배선 System이 완성 하고 있다.

배선의 목적은 정보의 전송과 Power로서의 전력의 전송에 있다. 성배선 System은 정보 전송기능의 일체화로 생각되어진다. 또는 성배선 System은 물리적인 배선을 줄이는 것뿐만 아니라, 공기압기기 기능의 고성능화와 새로운 여러 가지 정보전달등 새로운 기능이 부가되어, Power 정보일체화 Network의 구축이 가능하는 등 기술적 충격효과는 크다.

CIM화가 진보하면 공장의 메카트로닉 기기가 상호 접속되어, 상위의 Network System에 계층적으로 접속 되어진다.

공기압기기의 메카트로닉스 기기에 대하여는 정보의 처리결과가 Power가 변환되어 기계의 동작이 제어되어진다. 이 때문에 Power 제어와 정보처리는 분리될 필요가 있다. 또는 설비도 집중 제어로부터 분산제어로 이행하여 왔고 성배선 System은 시대의 이해에 합치한 것이 되었다.

성배선 System의 구체적 특징은 ①성배선 ②배선자재의 절약 ③오배선 방지 ④배선 Cost Down ⑤성 Space ⑥안전성 향상 ⑦설치단축 ⑧신뢰성 향상 ⑨점검단축 ⑩변경용이 등이 있다.

다음에 성배선 System예를 기술한다. 구성은 직렬/병렬 전송방식에 변환 Register 방식을 채용한 성배선 System 예(Kuroda(주)의 제품:

Uni-Wire System)이다.

각종 Sensor로 부터의 신호는 Sensor Terminal에 입력되어 Address Unit, Sensor Unit를 통하여 PC의 Uni-Connector에 Sensor신호가 전송되어 진다. 입력용 Uni-Connector로 전송된 직렬신호를 병렬신호로 변환하고, PC에 입력한다. Actuator에의 명령은 PC로부터 출력된 신호가 출력용 Uni-Connector에 입력되어져, 병렬/직렬로 변환된다. 그다음에 Sensor Unit, Address Unit를 통하여 Power Terminal와 Uni-wire 솔레노이드 밸브 매니폴드에 전송된다. 파워 터미널은 전송된 직렬신호를 병렬신호에 변환하여 솔레노이드 밸브, Lamp, Motor등의 부하에 출력된다.

Uni-Wire 신호를 병렬신호에 변환하여 솔레노이드 밸브를 작동시킨다. 솔레노이드 밸브는 유효단면적 4~30mm<sup>2</sup>의 것이 사용되어 있다.

감시기능으로서 Sensor Unit에서는 전송로의 단락과 단선의 검출, Error 표시와 출력 Unit, Uni-Wire와 솔레노이드 매니폴드 등의 Noise성을 향상 시킴과 동시에 2연조합 잘못된 등의 Check기능을 가지고 있다.

성배선 시스템은 가까운 장래, 각 Actuator에 절환밸브와 Sensor가 부가되어, 각 Actuator에는 소형 직.병렬 전송 Unit가 내장되어 있다. 또는 각 Actuator의 Interface는 업계에서 통일통합되어 제어시스템이 일원화되는 것이 바람직하다.

### 2.2.6 소형화, 복합화, 다기능화(Compact/Multi-Function)

FA화에의 발전과 함께 공기압기기의 집적화를 위한 공기압기기의 소형, 경량화가 이루어 지도록 되어 있다. 또, 성 Energy의 관점에서 경량화, 소형화가 불가피한 것이다. 보다더 장치의 Simple화, Design성의 향상, 설계공수의 단축, Cost Down등으로부터 기기의 복잡화, 다기능화가 계획되어져 있다. 솔레노이드 밸브의 소형화 예로서는 1976년 당시의 솔레노이드 밸브(직동형)와 1986년의 솔레노이드 밸브(Pilot형)의 솔

레노이드 밸브 용적과 유효단면적의 소형화의 예로서 Sandwich형 솔레노이드 밸브에 대하여 기술한다.

### 가. Sandwich형 솔레노이드 밸브

Sandwich형 솔레노이드 밸브는 Single Solenoid로 인하여 Space, 솔레노이드 밸브의 배선이 Single 되어 정비성, 배선공수의 단축화와 성에너지 등이 계획되어지는 특징이 있다.

솔레노이드에 통전하면 Plunger 흡인되어진다. 솔레노이드를 OFF하며는 영구자석의 보지력( $F_0$ )은 Plunger의 Spring( $f_s$ )보다 강하므로 Plunger는 고정철에 흡착된 상태를 보존한다. 솔레노이드에 통전하면 솔레노이드 흡인력( $f_a$ )은 영구자석의 보지력을 지우는 방향에 움직여 Plunger( $f_s$ )에 의해 초기의 상태로 돌아간다.

### 2.2.7 고속화와 완충기술(High Speed/Cushioning)

JIS규격에 대한 공기압 실린더의 최고속도는 500mm/s로 규정되어 있지만, 자동화 장치의 Cycle Time이 짧을수록, 공기압 실린더도 고속화되어 왔다. 현재, 로봇의 취출기 등에서는 5m/s 정도로 되어 있다. 고속화에 대한 문제점은 Seal기술과 완충기술이다. Seal기술에 대하여 Seal재에 NBR의 내마모성이 좋은 것이 개발되어 왔지만, 습동할 때에 대한 Packing이 어느 정도 온도가 상승하고 어떻게 운동을 나타내고 있는지 불명확한 점이 많다.

1988년 아연공과대학을 방문한 경우 운동중의 Packing의 온도상승 등의 연구에 열성적이었다. 일본 및 한국에서도 이와같은 기본연구에 열성

을 기대하고 싶다.

공기압 실린더의 고속화에 부응하여, 어떻게 Smooth하게 정지시킬까의 완충기술도 중요하다. 2단 쿠션방식이 로봇 취출기에 응용되어 있다.

### 2.2.8 지능화(Intelligent)

지능이란 일반적으로 감각, 인식, 적응과 학습하는 것이라고 알려져 왔다. 감각, 인식기능은 감각센서에 의해 상황을 인식하고 제어하는 기능이고, 적응제어기능은 환경의 변화에 의하지 않는 항상 소정의 조건을 만족하도록 하는 기능을 말한다. 학습제어는 작업경험 등을 반영시킨 제어기능을 말하고 있다. 이처럼 공기압기기를 발전시켜 보고싶을 때 지능화, Intelligent화의 상황은 아직 초기의 단계라고 말하지만 착실한 걸음마를 시작하고 있다. 그 예로서는 검출 스위치의 고장진단, 각종압력, 위치센서의 개발, 공기압 Actuator 적응제어, 자동 Hand System을 적용한 솔레노이드 밸브의 고장진단기능 등, 보다 더 이것의 공기압기기를 Network로 연결한 성배선 시스템등을 들 수가 있다.

## 3. 결 론

공기압기기는 고도기술화와 고성능화라는 하나의 큰벽을 넘지 않으면 안되는 때에 왔다고생각한다. 시대의 흐름은 CIM으로부터 IMS(Intelligent Manufacturing System)로 변하고 있고, 공기압기술도 이것에 대응한 지능화기기 시스템개발이 21세기를 향하여 불가피하게 전개될 전망이다.