

공압에 의한 단위기계의 자동화

김 장 호
한국 헤스토 주식회사

Automation of Forming machine using
pneumatic equipments

Chang-Ho Kim
FESTO KOREA CO., LTD.

Abstract

Pneumatic equipments are widely used in factory automation. Compressed air has many merits, but because of Compressibility pneumatic actuators are used limitedly where requires an exact intermediate stopping positions and very slow constant speed.

This paper shows the application example of multi-position cylinder to the forming machine.

1. 서 론

우리는 생산성을 높이고 제품의 품질을 균일화 하기 위하여 생산시설 또는 공정을 기계화

(Mechanization) 또는 자동화 (Automation) 해야한다고 흔히 말한다. 기계화와 자동화 라는 두 용어 사이의 확실한 구분은 없으나 Automation 이라는 용어를 처음 사용한 미국의 경제학자 John Diebold 는 두 용어 사이의 관계를 다음과 같이 정의 했다.

「If the machine carry out the work of human beings, this is mechanization. If the machine also controls this work, this is Automation.」 - (1)

일반적으로 우리가 알고 있듯이 자동화의 목표는 인건비를 줄이고 품질을 고급화하기 위한 수단만은 아니다. 일반적으로 자동화의 목적은 - 생산성을 향상시키고,

- 원가를 절감하고 이익을 극대화하고,
 - 제품의 품질을 균일하게 하는데 있다.
- 첫째, 생산성을 향상시키기 위하여는 단위 시간당의 생산량을 증가시키고 투입된 노동력은 적어야 하며 생산된 제품의 생산단가는 총투입 비용을 생산량으로 나눈것이 되기 때문에 투입 비용이 적을수록, 생산량이 많을수록 효과를 거둘수 있게 된다. 그러나 일반적으로 자동화를 하게되면 다음과 같은 단점이 있다.

- 첫째, 높은 비용이 들게 된다.
- 둘째, 높은 기술수준을 요구한다.
- 셋째, 생산 탄력성이 결여되게 된다.

그러나 상기와 같은 단점때문에 자동화를 포기할수는 없게 된다. 그러므로 자동화를 하기는 하되 가능하면 위와같은 단점을 피할 수 있어야 되는데, 이에는 LCA (Low Cost Automation) 이 최적이라는 것이 정설이다.

LCA 란 말 그대로 비용이 적게드는 자동화를 의미한다. 즉, 시설투자비가 적게들고 운영및 보수 유지에 간단하고 적당한 정도의 자동화를 뜻하며 이는 대략 다음과 같은 특징을 갖고 있어야 한다.

첫째, 원리가 간단하고 확실하여 스스로 자동화 장치를 설계 시설할수 있어야 한다.

둘째, 현존하는 생산설비를 그대로 이용하면서 자동화가 가능해야 한다.

셋째, 일반적으로 자동화를 하게되면 제작단가는 낮아지나 시설투자비가 급증하게 되므로 제품의 단가는 100%의 자동화가 아닌 적당한 범위에서 가장 저렴하게 된다. 그러므로 다음단계의 자동화를

수행할 때에나 새로운 생산기술을 응용하는데 무리가 없어야 한다.

넷째, 자동화된 설비를 타업체에서 도입해서는 자동화는 편하게 할 수 있을지 모르나 기술적으로 그 업체에 계속 종속되게 되므로 스스로 자동화를 행해야 된다.

이와같은 저투자성 자동화의 특징을 가장 잘 만족시키는 것이 공압 장치를 이용하는 것이라고 알려져 있다.

2. 공압 제어시스템의 특징

압축 공기를 인간이 작업에 이용한 것은 기원

1000년전 까지 그 유래를 찾을 수 있지만 그 작동이나 원리에 대한 조직적인 연구가 시작된 것은 지난 세기 부터이며, 산업생산에 본격적으로 적용되기 시작한 것은 1950년대 후반 부터이다.-(2),(3),(4)

압축공기는 처음에는 주로 작업용 매체로만 이용되었으나 공정의 자동화와 합리화의 문제가 증대되면서 부터 본격적으로 제어용 매체로도 사용되기 시작하였다. 처음에는 공압 장치에 대한 무지와 교육의 부족때문에 이의 이용에 거부반응도

컷으나 오늘날의 근대화된 공장에서 압축공기가 없다는 것은 상상도 할 수 없을 정도로 이 분야의 응용분야는 점점 증가되고 있다. 비교적 짧은 기간에 공압장치가 이토록 강력하고 빠르게 전파될 수 있었다는 것은 공압 장치보다 더 쉽고 경제적으로 자동화에 응용될 수 있는 장치가 없다는 사실이기도 하다. 공장 자동화에 사용되는 공압장치는 작업을 담당하는 작업용 유니트와 작업 유니트를 제어해주는 밸브로 나누어 지며, 작업용 유니트는 다시 직선운동을 위한 공압 실린더와 회전운동을 위한 공압 모터로 나누어 진다. 공압 작업 유니트는 압축공기가 갖고있는 여러가지 특징, 즉 에너지의 저장이 용이하고 빠른 작업 속도를 얻을 수 있으며, 과부하 상태에서도 절대 안전하고 힘과 속도를 무단으로 조절할 수 있는 등의 여러가지 장점때문에 산업체의 수요가 급격히 증가하고 있다.

그림 1은 서독에서 자동화에 이용되는 전기, 유압, 공압장치의 이용 추세를 나타내고 있다. -(5)

그러나 공압장치는 낮은 사용압력으로 인하여 낼 수 있는 힘에 한계가 있고, 공기의 압축성 때문에 균일한 속도를 얻는것이 힘들다. 특히 20 mm/sec

이하의 저속에서는 스틱-슬립(Stick-slip) 현상때문에 균일한 속도를 얻는것이 불가능 하기

때문에 이러한 경우에는 유압시스템과 병행하여 사용된다. -(6)

압축공기는 처음에는 작업용 매체로만 사용되었으나 압축공기가 갖고있는 여러가지 장점이 알려지면서 제어용 매체로도 활발하게 이용되고 있다.

공압제어 시스템은 제어신호의 전달속도가 40 - 70 m/sec 로 저속이고, 밸브의 작동시간이 10 msec 정도이기 때문에 빠른 사이클 타임이 요구되고, 제어신호의 전달거리가 큰 경우에는 사용의 제한을 받는다. -(8)

그러나 공압제어 시스템은 전장이나 자장등의 외부환경의 영향을 받지않고 깨끗한 공기를 사용하면 높은 작동 신뢰성을 보장 받을 수 있고 부품의 수명이 길기 때문에 작은 규모의 자동화에 많이 채택되고 있다.

한국 생산성 본부와 서울대학교 생산기술 연구소에서 실시한 국내 자동화 실태조사에 의하면 공압을 이용한 자동화가 약 30% 차지하고 있다.-(8),(9)

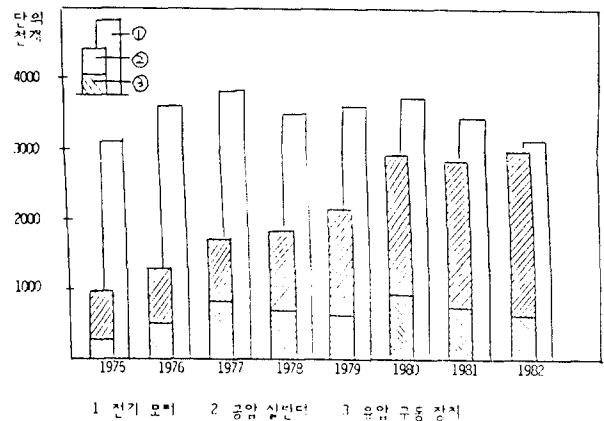


그림 1. 여러가지 구동장치의 이용 추세

3. 공압장치를 이용한 자동화 실예

3-1 문제

그림 2의 기계구조도에서 보는바와 같이 강판에 일정한 형상의 U 형을 성형하는 작업이다. 형상이 정확하고도 또한 변형률이 큰 가공이므로 열간가공이 되어야한다. 소재가 되는 강판은 자동 으로 이송되어 첫 공정에서 고주파장치에 의해 필요 부분이 가열되고, 다시 요구되는 형을 갖는 프레스 밀으로 이송되어 성형작업이 이루어 지게 된다. 이때의 문제는 소재가 가열장소로, 가열장소에서 성형장소로 이동되어야 하는데 그 거리가 각각 다르면 서도 정확하게 이동되어야 하며, 가열과 성형을 위한 실린더도 정확히 제어되어야 한다는 점이다.

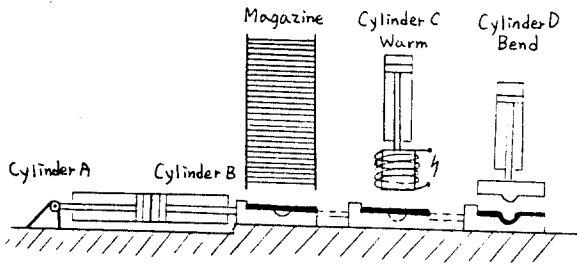


그림 2. 기계 구조도

3-2 회로 설계

공압 실린더는 공기의 압축성 때문에 중간에 임의의 위치에 정확하게 정지하는 것이 쉽지 않다.

그러나 실제 작업에서는 중간에 정지하는 위치가 일정한 경우가 대부분 이므로 이런 경우에는 다위치 제어 실린더를 이용하면 정확한 위치제어 가능하게 된다. 그러므로 이문제 에서도 2개의 실린더 A 와 B 가 결합된 다위치제어 실린더를 이용하여 그림 2와 같은 구조를 설계하여 다음과 같은 순서로 작동하게 한다.

- (1) 실린더 A 가 전진하여 매거진 (Magazine) 에 쌓여있는 소재를 가열장소까지 이송시킨다.
- (2) 실린더 C 가 적당한 위치까지 내려와 소재의 가열을 시작한다.
- (3) 실린더 C 가 일정시간 머무르면서 소재는 요구온도 까지 가열된다.

- (4) 실린더 C 가 원위치로 돌아감으로써 가열 공정은 끝난다.
 - (5) 실린더 B 가 전진함으로써 가열된 소재가 성형장소로 이송된다.
 - (6) 성형실린더 D 가 전진운동 함으로써 성형작업이 이루어진다.
 - (7) 성형 실린더 D 가 일정시간 정지하여 성형 작업을 완료한다.
 - (8) 작업을 끝마친 D 실린더가 후진한다.
 - (9) 실린더 A 와 B 가 후퇴하여 작업전의 위치로 돌아가서 새로운 작업을 시작할수 있게된다.
- 이상과 같은 작동순서를 그래프로 표시하면 그림3과 같게된다.

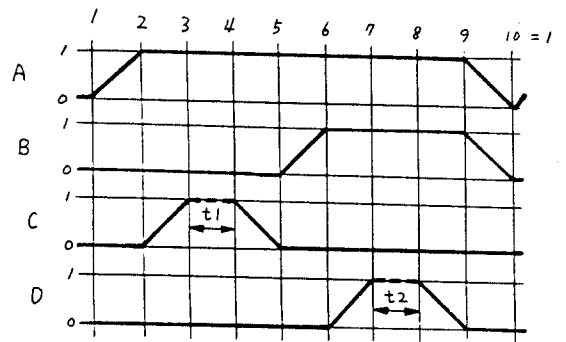


그림 3. 작동도

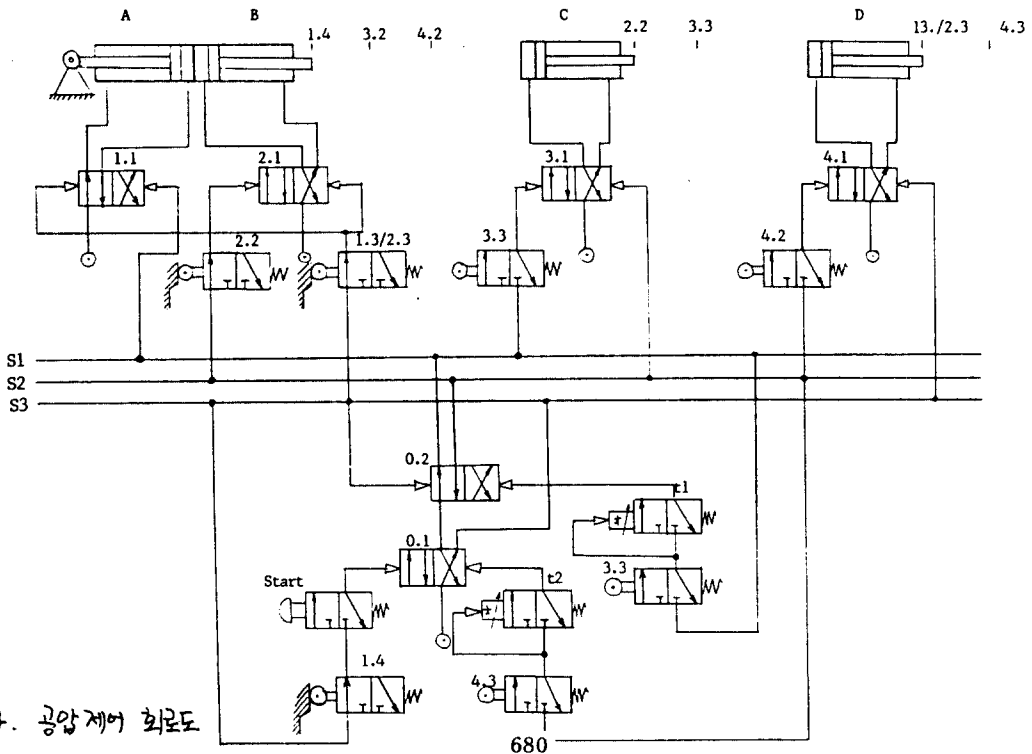


그림 4. 공압 제어 회로도

이상의 작동순서를 전진운동을 +, 후진운동을 -로 약호를 이용하여 표시하면 다음과 같다.

$A^+, C^+, C^-, B^+, D^+, D^-, A^-$
 B^-

상기와 같은 시퀀스를 작은 규모의 제어에 적합하고 높은 작동 신뢰성이 있는 공압 캐스케이드

(Cascade) 방식을 이용하여 해결하였다. 캐스케이드 방식을 이용하여 간섭현상이 발생되지 않게 제어하려면 작동 시퀀스를 다음과 같이 3개의 그룹으로 분류하여 제어하여야 하며, 그림4는 이의 제어회로도를 나타낸다.

/ $A^+ \quad C^+ \quad / \quad C^- \quad B^+ \quad D^+ \quad / \quad D^- \quad A^-$
 $S_1 \quad S_2 \quad S_3 \quad B^- /$

4. 결과

공압 실린더는 중간 정지가 요구되는 작업에는 공기의 압축성 때문에 잘 이용되지 않는다. 그러나 다위치 제어 실린더를 이용한 결과 높은 위치제어 정밀도를 유지할수 있었다. 그리고 자동화 하기전에는 작업자가 시간을 측정하면서 작업을 하였기 때문에 균일한 품질의 제품생산이 불가능 하였으나 자동화 한 후에는 균일한 품질의 제품의 생산이 가능하게 되었다. 또한, 자동화 전에는 작업자가 바뀌게 되면 상당한 기간동안 제품의 품질이 안정되지 못하였으나 자동화한 후에는 작업자의 기능에 의존 하지 않기때문에 항상 균일한 품질의 제품을 계획 생산하는 것이 가능하게 되었다.

참 고 문 헌

- (1) Idler, Orientation of Control engineering
FESTO DIDACTIC, 1985
- (2) 김 장 호, 이 정 로 역, 공압 기술 입문
한국 웨스토 (주), 1981
- (3) Deppert, Stoll, Pneumatic Control,
Vogel-Verlag, 1983
- (4) Deppert, Stoll, Pneumatic application,
Vogel-Verlag, 1983
- (5) Idler, Sensoric-processoric-Actoric,
FESTO DIDACTIC GmbH, 1984
- (6) H. Meixner, R. Kobler, Maintenance of
pneumatic Equipment and systems,
FESTO DIDACTIC GmbH, 1977
- (7) J.P. Hasebrink, Fundamentals of pneumatic
Control engineering,
FESTO DIDACTIC GmbH, 1978

- (8) 자동화 설비의 도입 현황과 이용 실태에 관한
연구, 1984. 12. 한국 생산성 본부
- (9) 기술 수준 평가 및 지표 개발에 관한 연구
(III) - 자동화 기술 개발 전략 수립,
1985. 7. 서울 대학교 공과대학,
생산 기술 연구소