

스폿 용접 로봇트

박 근 배
대우중공업(주) 기술연구소

Robot for spot welding

Keun-Bae Park
Technical Center, Daewoo Heavy Industries, Ltd.

Abstract

This paper deals with the basic problem in developing the robot for spot welding. The robot for spot welding is different with other robots by the heavy handling equipment which is attached to the wrist end of the robot. Differences in the robot body and controller are discussed. Welding equipments which make large effect to the system performance are reviewed.

1. 머리말

자동차 사업의 확대와 더불어 국내에서도 스폿용접 로봇트가 생산현장에 활발히 도입되기 시작했다.

현재 가동중인 스폿용접 로봇트는 형태에 따라 수직다관절형과 직교형으로 대별할 수 있으며, 이 중 수직다절형은 일본에서 수입해 온 것들이다. 최근 일부 국내 기업에서 기술도입으로 국산화를 추진 중에 있으나 자체 개발은 아직 시도되지 않고 있으며, 필요한 관련기술도 거의 전무한 상태이다.

당사에서는 아크용접용 수직다관절형 로봇트의 개발에 성공하여 시판하고 있는 바, 여기에서는 스폿용접 로봇트의 설계시 고려해야 할 몇 가지 사항들에 대해 검토해 보고자 한다.

2. 구동원1)

과거에 많이 쓰이던 유압 방식은 이제 거의 사용되지 않고, 전기식 특히 DC Servomotor가 많이 사용되고 있으며, AC Servomotor를 사용하는 경우도 조금씩

증가하고 있다. 두 가지 특성을 비교해 보면 다음과 같다.

(1) 성능

단위 크기에 대한 출력은 AC가 DC보다 50-100% 높아졌다. 고속 회전시의 토크는 DC의 경우 브러쉬에 의해 기계적인 마찰 접촉으로 회전자에 전류를 공급하므로 가감속시의 성능에 있어서 AC에 비해 심각한 제한을 받게된다.

(2) 가격

초기 도입가격은 AC가 높고, 보수유지를 고려한 수명기간까지의 전체 가격으로 비교하는 것은 경우에 따라 다르므로 별도로 고려해야 한다.

(3) 보수 유지

DC의 경우 브러쉬가 마멸되므로 3개월에 한번 정도는 점검을 해야 한다. 양산 라인에 도입, 가동하는 경우 이는 생산에 상당한 차질을 야기할 수 있다.

(4) 크기 및 무게

DC는 회전자에 권선이 감겨있는 반면 AC는 고정자에 권선이 감겨있어 발열이 용이하므로 AC가 현저히 작으며 서보 드라이버는 비슷하다.

이상의 비교에 의하면 성능면에서는 AC가 우월하고, 가격면에서는 드라이버를 포함할 경우 아직은 DC가 좋으나 앞으로는 AC 서보모터의 기술발전 추세에 따라 필연적으로 AC쪽으로 갈 것이다.

국내에서는 아직 로봇트등 산업용 서보모터가 제작되지 않으므로 실제 설계시에는 제조업체 선정 등에 많은 애로가 있다.

3. 검출 장치2)

회전 운동에서의 검출 장치로는 레졸버(Resolver), 엔코더(Encoder), 타코제너레이터(Tachogenerator)

등이 있다.

(1) 레졸버

레졸버는 회전자에 교류전압을 인가하고, 90° 위상차를 가지는 고정자에 유도되는 전압(E_1, E_2)을 측정하여 회전각(θ)을 구함으로써 위치 검출을 하는 장치이다. 장점으로는 미세한 분해능, 높은 정밀도, 작은 출력저항으로 인한 높은 출력 신호 레벨을 들 수 있다. 단점으로는 비선형 출력신호 공급 주파수에 의해 제한받는 출력 주파수폭, 슬립 링과 브러쉬의 사용등을 들 수 있다.

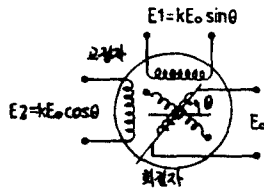


그림 1 레졸버의 개략 구조도

Fig.1 Schematic diagram of the resolver

(2) 엔코더

여러 종류의 엔코더중 가장 많이 쓰이는 광전식 엔코더는 원판에 빛이 투과되는 부분과 투과되지 못하는 부분을 만들어 회전시키면서 한쪽에는 발광 소자, 다른 한쪽에는 수광소자를 두어 회전량을 검출하는 방식이다. 엔코더에는 절대위치를 감지하는 앵술류트(Absolute)형과 상대위치 즉 이동량을 알 수 있는 인크리멘탈(Incremental)형이 있다. 앵술류트형은 원판이 그레이(Gray)코드로 되어있다.

(3) 타코제너레이터

영구자석으로 된 회전자에 의해 발생하는 유도기전력이 속도에 비례하는 성질에 의해 속도를 감지하는 장치이다.

스폿용접 로봇에 있어서는 치구, 용접대상물, 이웃해 있는 로봇등과의 간섭이 다른 용도의 경우보다 심각하여 인크리멘탈 제어방식을 적용할 수 없다. 엔코더를 사용하면 위치 및 속도 검출신호를 사용할 수 있으나 앵술류트형 엔코더를 사용하더라도 모터 회전수가 크므로 미세한 위치검출은 불가능하다. 따라서 위치 검출장치인 타코제너레이터를 사용하는 것이 일반적이다. 가격은 레졸버를 사용하는 경우가 약 3배 정도 더 든다.

4. 중력 보상 장치

스폿용접에 쓰이는 용접건(Gun) 및 변압기는 중량이 대부분 30Kg 이상이고 큰 것은 100Kg을 넘는 것도

있어 로봇가 커지고 이에 따라 자중이 크다. 각 축에 필요한 토크를 계산해서 모터를 선정하다보면 모터가 각감속시에 낼 수 있는 토크보다 정지 자세에서 필요한 토크(Stall torque)의 제한을 받는 경우가 많다. 이는 특히 아래서부터 1, 2, 3축이라 할때 2축 즉 어퍼암(Upper arm)을 구동할 때 심각하다. 모터의 크기를 늘리지 않고 사용할 수 있는 방법으로 중력 보상 장치를 채용하여 극한 자세에 가까운 부근에서의 자중에 의한 소요 토크를 줄여준다.

5. 소프트 웨어

스폿용접에서 특히 필요한 것은 교시 작업을 용이하게 해 줄 수 있도록 해 주는 것이다.

그 중 하나가 사용자가 공간상에 임의의 직교 좌표계를 선정할 수 있도록 하는 것이다. 자동차에 적용해 보면 차의 윤곽을 따라서 용접점이 배치되어 직교 좌표계의 방향을 거기에 맞추어 설정, 기억시키면 교시 작업을 보다 쉽게 할 수 있다.

용접이 되어지는 용접점에 로봇트를 끌고 갔는데 철판면에 수직으로 건이 위치하지 않았을 경우 끝점을 고정시키고 로봇트의 방향만 틀어줄 수 있도록 하는 방법도 교시 작업의 효율을 높여준다.

자동차용 용접대상물이 대칭인 경우 양쪽에 대칭으로 로봇트를 투입하는 게 대부분이므로 대칭면을 설정하여 한쪽에서 작성한 작업 프로그램을 반대쪽으로 로봇트의 작업 프로그램으로 옮겨주는 소위 미러 이미지(Mirror image)도 빼 놓을 수 없는 유용한 기능이다.

6. 용접 장치

(1) 타이머(Timer)

타이머에 필요한 기본적인 기능은 용접 조건 선택 기능, 정전류, 정전압 보상기능, 팁(Tip)관리기능 등으로 이를 만족시키는 제품이 국산화되어 시판되고 있다.

(2) 용접 변압기(Transformer)

지금까지는 주로 교류식이 사용되고 직류식은 대형의 경우에만 특별히 사용되어 왔으나 최근 들어 직류식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일본에서 나온 비교 자료를 보면 다음과 같다.

표1 각종 직류 스폿용접기의 도입 효과
Table 1 The effect of introducing various DC spot welding equipments

항목	전원의 종류	교류식	직류식		
			단상정류식	3상정류식	인버터식
도입 가격		○	△	X ^{(*)1}	X ^{(*)1}
전력설비 이용률의 개선		X	○	○	○
전기 요금		X	○ ^{(*)2}	○ ^{(*)2}	○ ^{(*)2}
3상 평형부하		X	X	○	○
본산 억제		X	X	○	○
적용 제어장치와의 연결성		△	△	○	○
용접 변압기의 소형화		X	X	X	○

○ : 적합하거나 좋다, △ : 중간이다,
X : 적합하지 않거나 나쁘다

^{(*)1} 양산하면 가격이 낮아질 수 있다.
^{(*)2} 전력 사용 계약 조건에 따라 별도 검토가 필요하다.
가격은 단상정류식이 교류식의 1.5-2배 정도까지 가능해졌고, 3상정류식은 5만 암페어 이상의 고전류용만 시판되고 있으나 1-2만 암페어 정도의 것을 만들면 2-5배 정도의 가격으로 시판 가능한 것으로 검토되고 있다. 인버터식은 급속도로 보급될 것으로 전망되며, 반도체 가격의 저하에 따라 상당히 가격이 내려갈 것으로 기대된다.

직류화에 의해 크게 향상되는 것은 용접 가능 전류영역이 확대되는 것이다. (그림 2)

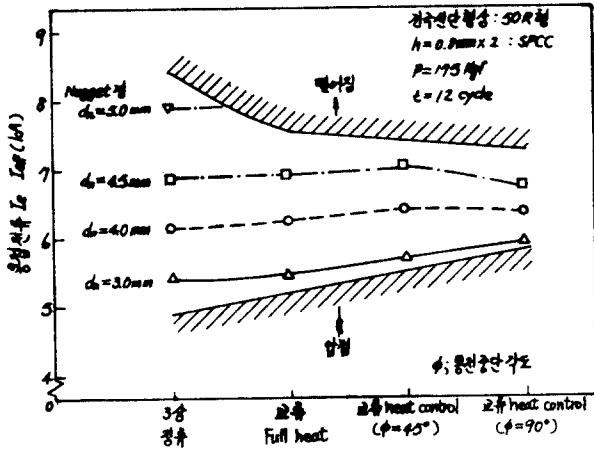


그림 2 직류 전류 이용에 의한 용접가능영역의 확대
Fig.2 Expansion of the acceptable welding range by using the DC.
또 한가지 특징은 같은 2차 전류를 내는데 필요한 최대 입력이 작아지는 것인데 이는 역률의 향상에 기인한

다.
인버터식의 가장 큰 특징은 용접 변압기를 작게 할 수 있는 것으로, 스폿용접용 건과 변압기를 일체로 하여 로봇에 부착시키는 것을 가능케 하였다. 이로써 변압기와 건을 연결해 주는 2차 케이블이 소모되는 문제가 해결되게 되었다. 양산 라인에 투입된 로봇 대부분이 2차 케이블을 1주-10일에 한번씩 갈아주어야 했던 것에 비하면 보수 유지에 드는 시간 및 경비의 엄청난 절감을 가져오게 된 것이다.

직류화에서 해결되지 않은 문제점으로는 첫째, 어느 정도의 수하도(垂下度)를 가진 전원을 사용하는 것이 용접 현상적인 측면에서 유리한가 하는 점이다. 이것은 재료에 따라서도 달라지게 된다.

둘째, 펠티어(Peltier)효과로 설해지는 극성 효과의 문제로 너겟(Nugget)의 형성 부위가 한쪽 전극 방향으로 치우치는 것이다. 알루미늄 합금의 경우는 양극 쪽으로 치우치는 것이 밝혀졌으나 연강판이나 도금강판에 대한 극성 효과의 검토는 아직 이루어진 것이 없다. 한쪽으로 치우친다는 것은 그쪽의 전극이 가열됨을 의미하기도 하므로 팁 관리에도 영향을 미치게 된다.

이상의 두가지는 직류화하는 방식에 상관없이 공통적인 문제점으로 지적되며 인버터식의 경우에는 적당한 설계 주파수를 설정하는 문제가 남아 있다. 다음 그림은 발전 주파수에 따른 변압기의 필요 철심 단면적의 관계를 추정한 것이다.

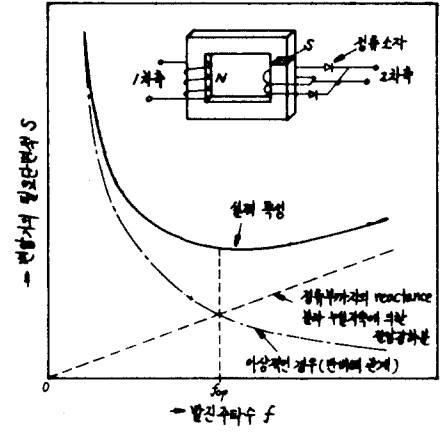


그림 3 인버터식 용접기에서의 입력 전압의 주파수와 변압기의 필요 철심 단면적과의 관계
Fig.3 The relationship between the required sectional area of transformer and the frequency of the input voltage in the inverter-type welding equipments
앞으로는 품질안정 효과등의 영향으로 직류화가 점점

확산될 것으로 예상되나, 실제 용접에 미치는 영향에 대한 연구와 소프트웨어 측면에서 용접 현상에 대응할 수 있는 연구가 선행되어야 한다.

7. 맺 음 말

이상에서 언급한 기술적인 문제 외에도 개발을 위해서는 경제적 타당성의 검토를 빼놓을 수 없다.

세계 로봇 사업은 국제적인 협력 및 분업 체계가 활발히 이루어지고 있으며 기술적인 수준 못지 않게 경제성 있는 생산 규모의 확보가 절실히 요구되어 이를 확보하지 못하는 기업은 로봇 사업에 성공할 수 없다

한편 로봇 개발 과정에서 얻어지는 부수적인 기술 파급 효과도 무시할 수 없으므로 산학 협동 연구로 지속적인 연구개발 체계를 구축하는 작업도 게을리해서는 안될 것이다.

참 고 문 헌

1. Kenneth R. Hyman ; "Choosing the right servodrive : AC or DC?", Robotics World, July/August 1984
2. Clarence W. deSilva ; "Motion sensors in industrial robots", Mechanical Engineering, June 1985
3. 渡辺 茂 監修、日本産業用 로봇 工業會 編 ; 「産業用 로봇의 技術」、P56 ~57、日刊工業新聞社、1979
4. 松山 欽一 ; " 直流化、인가-9化의 現狀と 今後의 技術的 課題"、溶接技術、1986.3
5. 岡部 義雄、佐藤 良夫 ; "스 로봇 溶接 로봇의 周辺機器의 構造"、機械設計、1984.8
6. Robert M. Rose, Lawrence A. Shepard, John Wulff ; 「Electronic properties」、P166~167、John Wiley & Sons, Inc., 1966