

저항 점 용접 공정에서 능동적 열량 제어를 이용한 타이머 개발

Development of welding machine controller

using adaptive heat control in resistance spot welding

김태형*, 이세현**, 김정환***

* 한양대학교 대학원 정밀기계공학과

** 한양대학교 기계공학부

*** 한국생산기술연구원

1. 서 론

저항 점 용접은 자동차 생산라인에서 차체의 조립공정 대부분에 쓰이는 대표적인 공정 중의 하나이다. 현재 자동차 차체 생산 현장에서 많이 쓰이는 저항 점 용접용 타이머의 경우 정전류 제어방식을 채택하고 있어, 강종과 판재 조합에 따른 용접 조건 설정을 통하여 저항 점 용접을 수행하고 있다. 또, 용접 타점 사이 간격에 따른 분류 현상이나, 용접 팁 마모에 의한 영향을 줄이고자 용접 전류치를 제어하는 방법을 택하고 있다. 그러나 전체적인 용접점에 대해 필요한 용접 품질을 얻고자 적정 용접 조건보다 필요이상의 과도한 용접 입열을 통해 차체 조립 공정을 수행하고 있다. 따라서, 생산 현장에서 각 타점에 대한 부적절한 용접 조건으로 인해 많은 양의 스파터가 발생하고 있다. 정전류 제어 방식을 적용하는 타이머의 경우 용접 품질을 만족하기 위해서는 다량의 스파터가 발생 할 수 밖에 없다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 용접 타점마다 필요한 용접 열량값을 계산하여 이에 따라 전류를 설정하는 열량 제어 타이머를 개발하였다.

2. 열량 제어 알고리즘

2.1 열량제어와 정전류제어

저항 점 용접공정의 경우, 용접 품질을 제어할

수 있는 인자로 용접 전류, 용접 시간, 가압력을 주로 사용한다. 이 세가지 인자와 용접 품질을 제어 대상으로 하여 여러가지 제어 방식을 사용하고 있다. 그 중 용접 모재에 흐르는 전류를 일정하게 유지하는 정전류 방식이 현재 가장 널리 쓰이고 있는 제어 방식이다. 최근 서보건이나 유압밸브를 이용하여 가압력을 용접 공정 중에 변화시켜 제어하기도 하나, 일반적으로 정전류 제어의 경우, 용접 시간과 가압력은 용접 공정 수행전에 미리 설정된 값을 사용하고, 용접 공정중 전류 변화만을 이용하여 제어하고 있다. 본 연구에 사용된 열량 제어 타이머의 경우도 가압력과 용접 시간은 미리 선정된 수치를 이용하고, 전류만을 변화시켜 제어한다. 이와 같은 점은 정전류 제어 방식과 열량 제어 방식의 공통점이라고 할 수 있다. 그러나 정전류 제어의 경우는 일정 전류를 흘려주기 위해서 전류값을 조정하므로 용접 품질과 직접적인 관계가 전류값을 피드백하므로 일종의 open-loop제어이고, 열량 제어의 경우 용접 모재에서 발생하는 저항 변화, 즉 용접 품질에 영향을 주는 입열량을 제어에 반영하므로 closed-loop방식이라는 두 제어방식의 서로 다른 점이다.

열량 제어 타이머에서 사용되는 알고리즘은 다음과 같다. 용접 모재에서 발생하는 저항 변화, 즉 용접 품질에 영향을 주는 입열량을 제어에 반영하므로 closed-loop방식이라는 두 제어방식의 서로 다른 점이다.

2.2 목표 열량

열량 제어를 위해선 매 사이클마다 제어 목표로 하는 열량을 설정하여야 한다. 이에 해당하는 열량은 다음과 식(1)으로 정의된다.

$$J_v = a + k \times level \times \frac{weld\ time}{thickness} \quad (1)$$

where,

J_v : target heat [J/mm³]

a : unit heat[J/mm³]

k : heat coefficient

식(1)에서 단위 체적당 필요한 목표열량 (J_v)는 용접 시간에 비례하고 용접 모재의 총두께 (*thickness*)에 반비례한다. 즉, 열량은 통전 시간이 길수록 점 용접 전극에서 달아나는 열이 증가되고, 총두께가 두꺼울수록 전극을 통해 달아나는 열이 적다고 할 수 있다. 이와 같은 결과를 이용하여 용접 모재의 두께에 따라 점 용접에 필요한 단위 체적당 열량을 계산한다. 두께에 따른 목표 열량을 fig 1에 나타내었다.

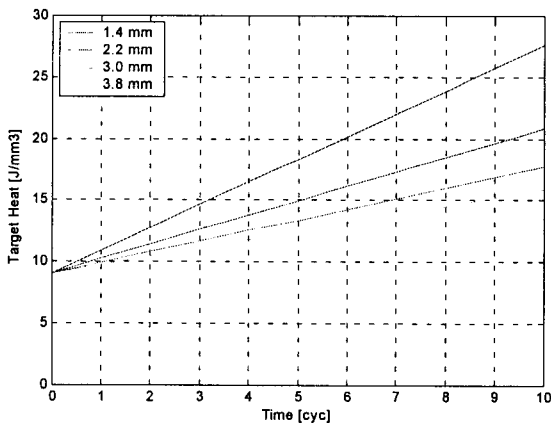


Fig. 1 Target heat for thickness

필요로 하는 목표 열량을 매사이클마다 설정하여 이에 따라 전류를 제어한다. 전류값은 용접기 모재가 용접되는 2차측에서 측정한 전압값과 용접기 타이머가 있는 1차측에서 측정한 전류값을 이용하여 용접 모재에서 발생된 저항값을 계산한다. 저항값에 따라 목표열량에 적합한 전류를 흘려준다.

3. 실험

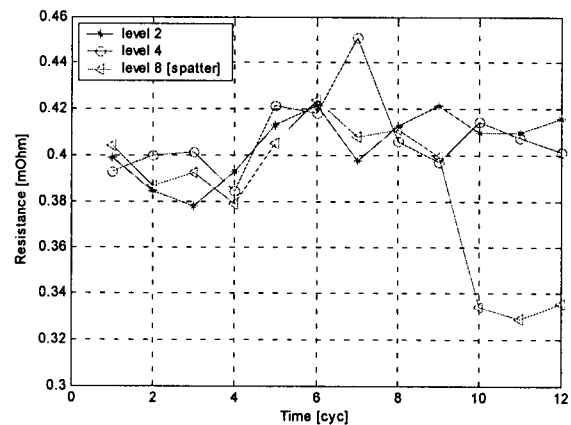
개발된 열량 제어 타이머를 이용해 table 1과 같은 용접 조건을 사용하여 용접을 수행하였다.

Table 1 welding condition

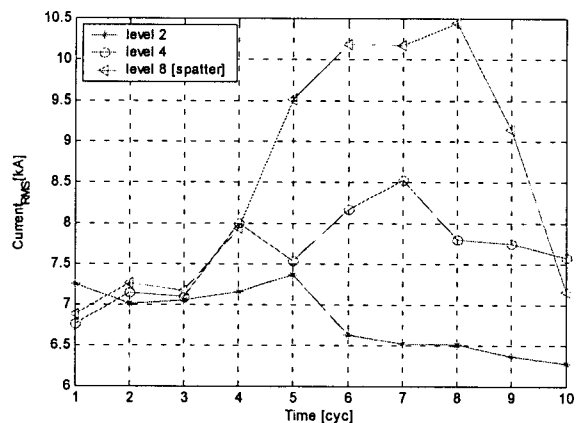
	thickness [mm]	welding time [cycle]	welding force [kgf]
mild steel	0.7	10	300
mild steel	1.4	10	300
galvanized steel	0.7	10	300

Fig 2.(a),(b)는 냉연강판(mild steel) 1.4t에 대해서 용접 레벨(level) 변화에 따라 열량 제어 타이머를 통해 용접 한 결과이다. Fig.2(a)는 계측된 동저항을 나타내고, fig.2(b)는 이때 모재에 흘려준 전류값을 나타낸다.

열량 제어 타이머의 경우 용접 조건을 설정하기 위해서 정전류 제어처럼 적정 전류값을 많은 실험을 통해 전류값을 구하지 않고, 용접 레벨(level) 값을 조절한다.



(a) Dynamic resistance



(b) welding current

Fig.2 Heat control timer experimental result 용접 레벨값에 따라 목표열량이 달라지므로, 매사이클 당 투입되는 전류값이 달라진다. 용접 레벨값은 0~10까지의 값을 가진다. Fig.2의 경

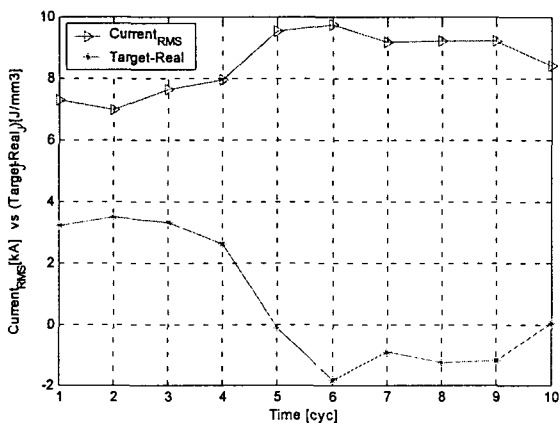
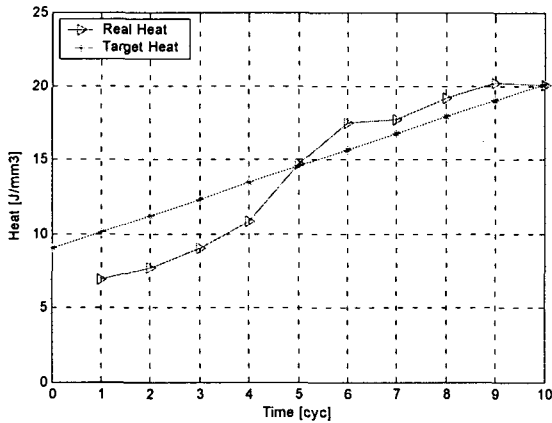
우는 용접레벨값을 6이상으로 설정하였을 경우 스파터가 발생하고 있다. 따라서 열량 제어 타이머의 경우도 용접 레벨값의 적절한 설정이 필요하다.

후 기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 직무기피요인 해소사업에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Johnson, K.I., and Needham, J. C. : New Design of Resistance Spot Welding Machine for Quality control, Welding Journal, Vol.51, No.3(1972), pp.1s-8s
2. Dickinson, D.W., Franklin, J.E., and Stanya, A : Characterization of Spot Welding Behavior by Dynamic Electrical Parameter Monitoring, Welding Journal, Vol. 59, No. 6(1980), pp.170s-176s
3. AWS Welding Handbook, Eighth Edition, Volume 2(1991)



4. 결 론

본 연구를 통해 용접 품질 피드백을 통한 전류 제어를 이용하여 용접 조건 설정을 자동화하는 타이머를 개발하였다. 개발된 타이머는 매타점 저항 점 용접시 필요로 하는 열량값을 설정하기 위해 용접 모재에서 측정하는 저항 변화를 이용하였다. 이 저항 값을 바탕으로 하여 적응형 전류 제어 알고리즘을 구현하였다. 이를 통해 정전류 제어시 용접 품질을 만족하기 위해 용접 타점에서 필요로 하는 입열량 이상의 전류를 흘려주어 발생하기 쉬운 스파터를 감소시켰다. 스파터 감소 뿐만 양호한 용접부를 얻을 수 있는 타이머 개발을 통해 저항 점 용접 공정 자동화에 적용하고자 한다.