

# 표면처리강판의 용접성에 미치는 용접조건의 영향

## Condenser weldability of coated steel

이목영, 김기철, 이기호  
산업과학기술연구소, 경상북도 포항시

### 1. 서론

표면처리강판은 냉연강판의 표면에 합금층을 형성시켜 내식성, 가공성 등의 특성을 향상시킨 것이다. 일반적으로 널리 이용되는 것은 강판의 표면에 아연을 도금시킨 아연도금강판이다. 최근에는 이러한 아연도금강판의 표면에 크롬 혹은 인산염처리를 행한 후처리 도금강판이 많이 사용되고 있다. 한편, 이러한 강판의 내식성은 우수하나 용접성은 저하된다. 특히 도금층 표면에 수지피막을 형성시킨 윤활강판, 내지문처리강판 등은 용접이 곤란하다. 돌기용접은 피용접재에 일정한 형상의 돌기를 가공하여 돌기를 통하여 용접압력 및 전류를 집중시키는 용접방법으로 여러점을 동시에 용접하므로써 경제적인 용접이 가능하다. 그러나 여러점을 동시에 용접하기 위하여는 대용량의 용접전원이 필요하다. 한편, 콘덴서용접은 콘덴서에 에너지를 축전시킨 후 일시에 방전시켜 용접하므로 소용량의 수전설비로도 대용량의 용접이 가능하다. 또한 타 용접공정에 비하여 용접부의 열집중이 우수하므로 전기전도성이 낮거나 반대로 전기전도성 및 열전도도가 지나치게 높기 때문에 용접이 곤란한 소재의 용접에 적합하다. 그러나 제어해야할 용접변수가 많고 용접이 순간적으로 진행되기 때문에 적절한 용접조건의 선정이 어렵다. 본 연구에서는 표면처리강판의 강종 및 용접변수에 따른 콘덴서돌기용접성을 기계적강도 및 조직측면에서 평가하였다.

### 2. 실험방법

실험에 사용된 소재강판은 극저탄소강과 저탄소강이며, 시험재는 이들 소재강판 위에 전기아연도금 및 후처리를 행한 것이다. 시험재의 특성을 Table 1에 나타내었다. 용접시 적절한 가압력을 선정하기 위하여 강판에 돌기를 성형한 후, 인장시험기를 이용하여 상온돌기붕괴 모사실험을 행하였다. 이때 강판의 두께는 0.8mm이었으며 돌기의 높이 및 하중을 변화시켰다. Condenser 용접은 돌기수는 5점, 돌기높이는 소재강판두께의 80%로 고정시킨 후, 충전전압, 용접압력 등을 변화시키며 행하였다. 용접부강도를 평가하기 위하여 5점용접 시험편을 최대하중 5톤 용량의 인장시험기 및 유압지그를 사용하여 인장시험을 행하였다. 용접부 조직은 용접부주위를 미세절단한 후, 용접부중심까지 연마/부식시켜 관찰하였다. 전기아연도금강판의 후처리조건에 따른 용접성을 평가하기 위하여는 매 5회 마다 시험편을 채취하여 인장강도를 측정하였으며, 20회 용접을 행한 후 전극표면을 비교 관찰하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

전기아연도금강판의 방전에너지 변화에 따른 condenser 용접성을 Fig. 1에 나타내었다. 콘덴서의 방전에너지가 50 Joule/spot 이하로 낮은 경우 용접부는 강도를 거의 갖지

못하였으나, 방전에너지가 증가함에 따라 용접부강도는 급격히 상승한 후 일정한 수준으로 안정되었다. Spot 용접에서 용접입열에너지가 증가함에 따라 용접부강도 또한 서서히 증가하는 것과는 달리 컨덴서 용접에서는 돌기의 접촉면적 및 용융부가 제한적이기 때문에 입열에너지가 임계량 이상이되면 입열에너지가 증가하여도 강도는 거의 일정한 수준을 유지하였다. 그러나 입열량이 과도한 경우 스패터가 발생하였으며, 이 경우 용접부강도는 순간적으로 저하하여 spot 용접과는 다른 양상을 보였다. Fig. 2는 강종에 따른 적정입열량 범위를 나타낸 것이다. 적정입열조건의 하부 한계는 크롬처리를 행한 steel B의 경우 다른 강종에 비하여 다소 높았는데 이는 소재강판 두께의 영향인 것으로 생각된다. 한편 적정입열조건의 상부한계는 인산염처리를 행한 steel C가 가장 높아 적정입열조건이 넓었으며, 후처리를 행하지않은 steel A가 가장 낮았다. 일반적으로 강판 표면의 크롬, 인산염 등은 저항용접성을 저하시키는 것으로 알려졌는데 컨덴서 용접에서는 이러한 후처리에 따른 용접성의 저하는 보이지않았다.

#### 4. 참고문헌

1. 初芳 武美; 最近のコンデンサ式スポット溶接機について, 溶接技術 31 (3), 1983,
2. 抵抗溶接研究委員會; 抵抗溶接現象とその應用(II), 溶接學會技術資料 No. 9, 1981,
3. Hans Polrolniczak and Heinrich Hantsch; Untersuchungen zur Erhöhung der Fertigungssicherheit beim Buckelschweißen unter Berücksichtigung der buckelgeometrie, Schweißen und Schneiden 45, 1993
4. K. C. Kim, M. Y. Lee and K. H. Lee, RIST Technical Report No. 94A198 (1995)

Table 1 소재강판의 특성

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	두께 (mm)	T.S. (kgf/mm <sup>2</sup> )
A	0.0030	0.017	0.063	0.015	0.0130	0.050	0.8	29.6
B	0.0040	0.007	0.078	0.011	0.0072	0.058	1.0	30.7
C	0.0036	0.006	0.063	0.010	0.0072	0.054	0.8	31.1
D	0.0380	0.007	0.526	0.092	0.0270	0.033	1.0	42.6

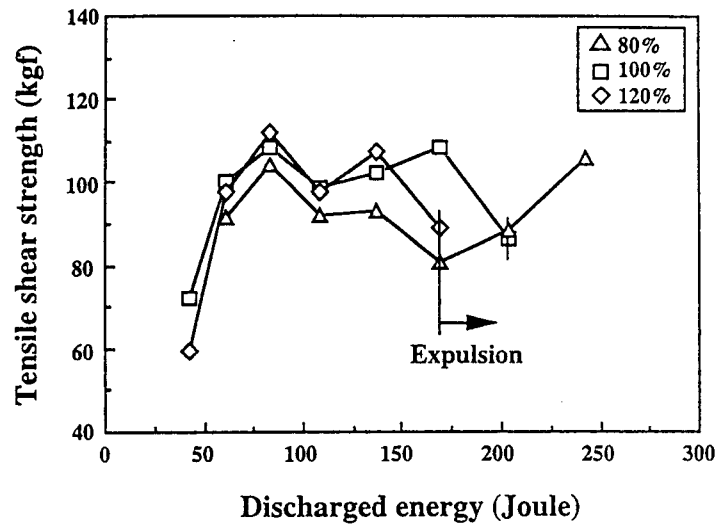


Fig.1 컨덴서 방전에너지에 따른 용접부 강도

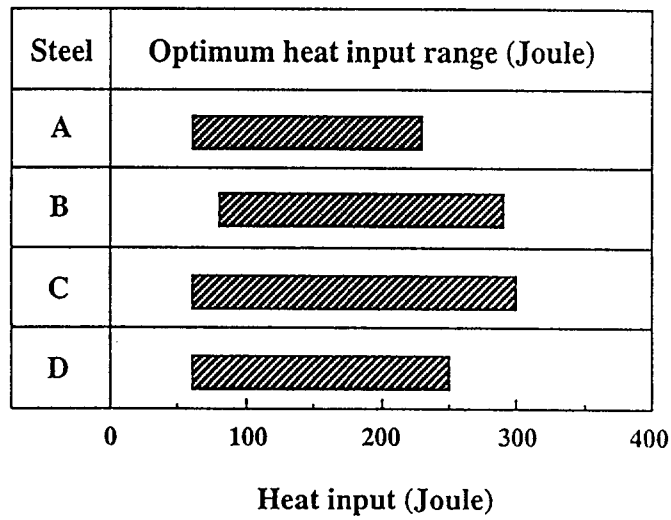


Fig.2 강종에 따른 적정 컨덴서용접 입열량범위

못하였으나, 방전에너지가 증가함에 따라 용접부강도는 급격히 상승한 후 일정한 수준으로 안정되었다. Spot 용접에서 용접입열에너지가 증가함에 따라 용접부강도 또한 서서히 증가하는 것과는 달리 컨덴서 용접에서는 돌기의 접촉면적 및 용융부가 제한적이기 때문에 입열에너지가 임계량 이상이되면 입열에너지가 증가하여도 강도는 거의 일정한 수준을 유지하였다. 그러나 입열량이 과도한 경우 스파터가 발생하였으며, 이 경우 용접부강도는 순간적으로 저하하여 spot 용접과는 다른 양상을 보였다. Fig. 2는 강종에 따른 적정입열량 범위를 나타낸 것이다. 적정입열조건의 하부 한계는 크롬처리를 행한 steel B의 경우 다른 강종에 비하여 다소 높았는데 이는 소재강판 두께의 영향인 것으로 생각된다. 한편 적정입열조건의 상부한계는 인산염처리를 행한 steel C가 가장 높아 적정입열조건이 넓었으며, 후처리를 행하지않은 steel A가 가장 낮았다. 일반적으로 강판 표면의 크롬, 인산염 등은 저항용접성을 저하시키는 것으로 알려졌는데 컨덴서 용접에서는 이러한 후처리에 따른 용접성의 저하는 보이지않았다.

#### 4. 참고문헌

1. 初芳 武美; 最近のコンデンサ式スポット溶接機について, 溶接技術 31 (3), 1983,
2. 抵抗溶接研究委員會; 抵抗溶接現象とその應用(II), 溶接學會技術資料 No. 9, 1981,
3. Hans Polrolniczak and Heinrich Hantsch; Untersuchungen zur Erhöhung der Fertigungssicherheit beim Buckelschweißen unter Berücksichtigung der buckelgeometrie, Schweißen und Schneiden 45, 1993
4. K. C. Kim, M. Y. Lee and K. H. Lee, RIST Technical Report No. 94A198 (1995)

Table 1 소재강판의 특성

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	두께 (mm)	T.S. (kgf/mm <sup>2</sup> )
A	0.0030	0.017	0.063	0.015	0.0130	0.050	0.8	29.6
B	0.0040	0.007	0.078	0.011	0.0072	0.058	1.0	30.7
C	0.0036	0.006	0.063	0.010	0.0072	0.054	0.8	31.1
D	0.0380	0.007	0.526	0.092	0.0270	0.033	1.0	42.6

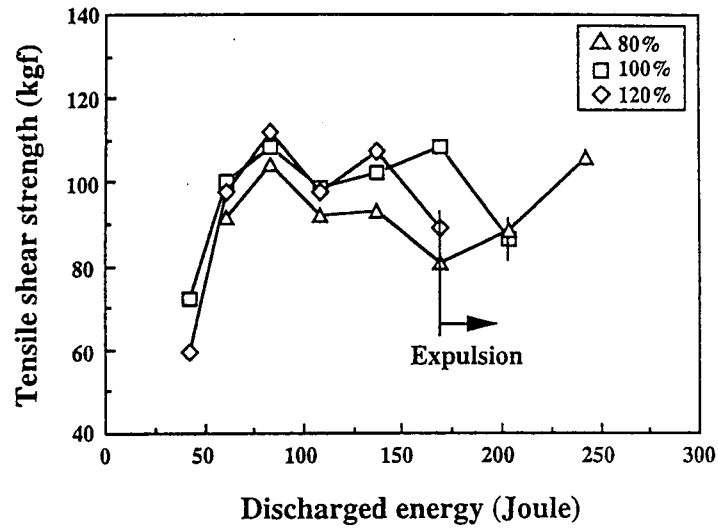


Fig.1 컨덴서 방전에너지에 따른 용접부 강도

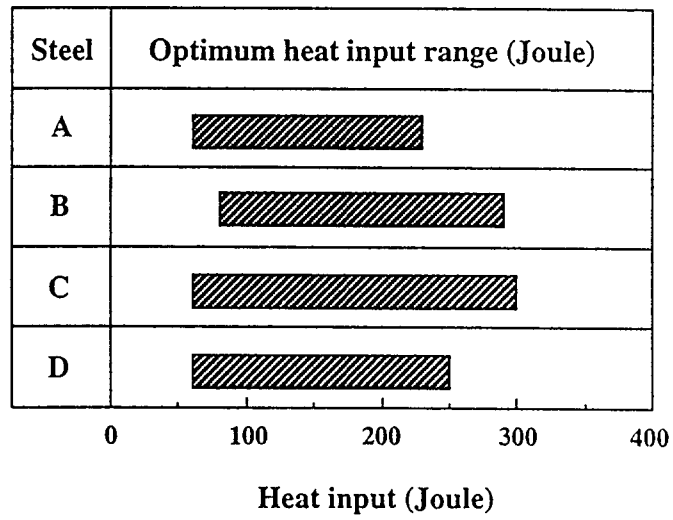


Fig.2 강종에 따른 적정 컨덴서용접 입열량범위