

**SUS301L 전동차 구체 INDIRECT SPOT 용접 적용**  
**APPLICATION OF INDIRECT SPOT WELDING PROCESS FOR SUS301L**  
**ELECTRIC CAR BODY**

(주) 현대정공 창원공장 \*한순홍 배진우 김대현 강정수

**1. 서론**

철도차량의 경제적인 운영을 위한 경량화가 활발하게 진행되고 있는 추세에 맞추어, 최근 국내에서도 철도차량 구체제작용으로 개발된 바 있는 STS 301L 소재의 이용이 증대되고 있다.

STS 301L 소재의 특성으로는 탄소 함량을 낮추고 용접성 및 용접 열영향부의 내식성을 개선할 수 있도록 하였으며, 냉간 조질 압연에 의해 자체 강도를 향상 시키고 있다.

따라서 이러한 소재 특성에 적합한 용접시공 방법을 적용해야 되며, 본 고에서는 철도차량 구체 대조립 작업시 통상적인 SPOT 용접방법으로는 부분적으로 구조적 여건상 적용이 어려워 MIG ARC 용접에 의한 PLUG용접이 불가피한 부위를 INDIRECT SPOT용접 PROCESS에 의해 성공리에 적용한 사례를 소개하고자함.

**2. INDIRECT SPOT 용접 시스템**

INDIRECT SPOT 용접방법의 원리는 DIRECT 통전방식이 어려운 부위를 SPOT 용접할때 응용한 것으로 그림1에 개념을 나타내었다.

철도차량 구체의 경우 대조립 공정에서 U/F과 SIDE ASS`Y를 DIRECT 방식으로 SPOT용접하는 경우 BOLSTER와 SIDE ASS`Y부분에는 간섭 현상 때문에 용접이 불가능하며, PLUG용접이나 INDIRECT SPOT용접방식이 적용되어야 하며 당사에서 개발 적용한 INDIRECT SPOT용접 시스템을 그림2에 나타내었다.

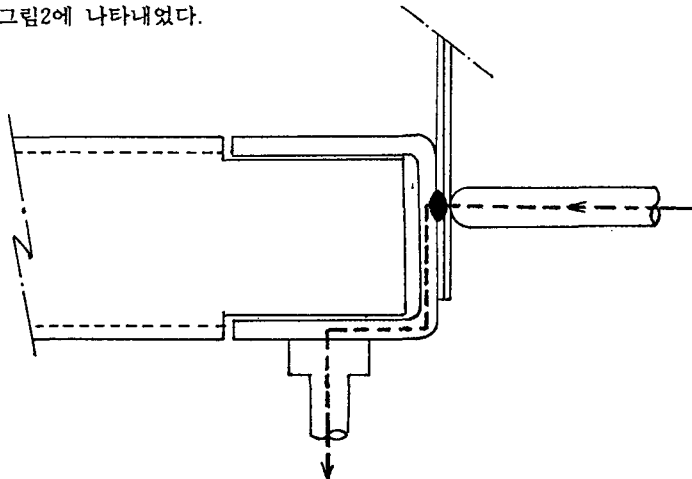


그림1. INDIRECT SPOT 용접 원리

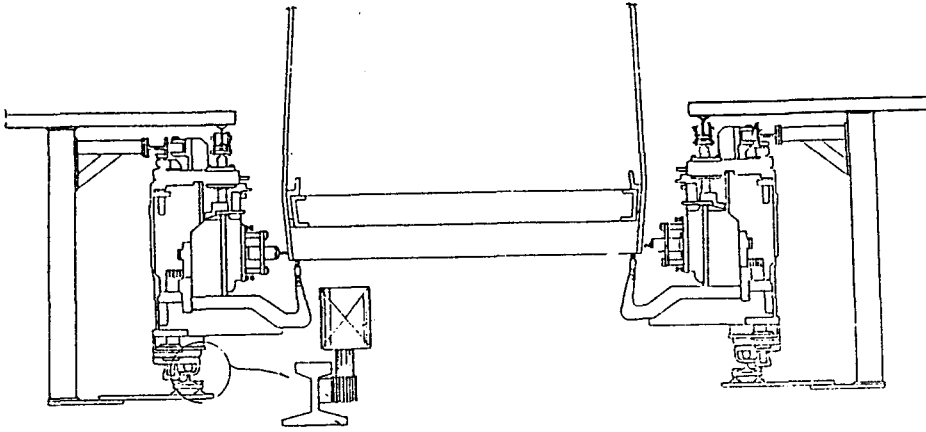


그림2. INDIRECT SPOT용접 시스템

### 3. 적용 시험 및 결과

STS 301L 차량 구체 대조립 작업에 INDIRECT SPOT 용접 시스템을 적용하기전 동일 두께 재질의 시편 단위 시험을 하였다.

시험에 사용된 시편의 화학성분 및 기계적 성질을 표1, 표2에 각각 나타내었으며, 표3, 표4에는 각각 용접인자와 시험 결과를 나타내었다.

표3에서 보여 주듯이 통상적인 용접 인자(전류, 가압력, 통전시간)보다는 높은 조건이 적용됨을 알수 있다.

표1. 시편의 화학 성분

재질	화 학 성 분									비고
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N	Fe	
STS301L	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.03 이하	6.00 8.00	16.00 18.00	0.20 이하	나머지	
STS304	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.03 이하	8.00 10.5	18.00 20.00	-	나머지	

표2. 시편의 기계적 성질

재 질	항복 강도 (Kg/mm <sup>2</sup> )	인장 강도 (Kg/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	비 고
STS 301L HT	70 이상	95 이상	20 이상	
STS 301L ST	42 이상	77 이상	35 이상	
STS 304	21 이상	53 이상	40 이상	

표3. 용접인자

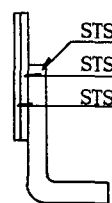
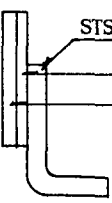
JOINT 형상	용 접 인 자				비 고
	전류 (A)	통전시간 ( $\varnothing$ )	가압력 (Kg. f)	TIP 형태	
	1차: 7000 2차: 12500 3차: 12500 4차: 12500	1차: 10 2차: 7 3차: 7 4차: 7	1200	$\phi$ 22 ROUND TIP	
	1차: 15000 2차: 15000 3차: 15000 4차: 15000	1차: 12 2차: 12 3차: 12 4차: 12	1500	$\phi$ 22 ROUND TIP	

표4. 시험결과

JOINT	시 험 결 과				비 고 (JIS3140 기준)
	압흔 (mm)	NUGGET 경 (mm)	인장전단강도 (Kg. f)	용입율 (%)	
STS301L HT 4.5t +STS301L HT 1.5t +STS301L ST 1.5t	0.3	8.2	2,700	22	* NUGGET경: 6.1 mm * 인장강도: 1472 Kg. f * 용입율: 20% 이상
STS301L HT 4.5t + STS304 3t + STS304 4t	1.0	10.3	5,980	27	* NUGGET경: 8.7 mm * 인장강도: 3674 Kg. f * 용입율: 20% 이상

#### 4. 결론

SUS301L 소재를 사용하는 철도차량 구체 대조립 공정에 국내에서 개발한 INDIRECT SPOT 용접 시스템에 의한 적용성 시험 결과, 용접부의 요구 강도를 충분히 만족시킬 수 있었으며, 자동화에 의한 지속적인 품질보장은 물론 본 제품의 양산에 크게 기여하였다.