

# 용접조건에 따른 Rail용접부의 충격인성 및 균열특성에 대한 연구

## A Study on Impact Properties and Cracking Properties of a Railroad Weldment depending on Welding Conditions

신 용택\*, 석 한길, 이 해우  
삼성중공업 용접연구팀

### 1. 서 론

용접성은 용접 process 및 재료의 화학조성에 따라 달라지며 탄소당량이 높은 재료일수록 용접부 결함, 즉 크랙발생 가능성이 높아진다. 특히 고탄소강인 Rail 용접의 경우 열영향부에서 경도값을 향상시키고 마르텐사이트와 같은 취약한 조직을 형성함으로써 인성저하는 물론 크랙감수성을 높인다.<sup>(1,2)</sup>

Rail용접에 주로 이용되었던 용접 process로는 가스압접, Flash Butt용접 및 Thermit용접법등이 있으나 가스압접 및 Flash Butt용접의 경우 용접부에 돌출부 형성으로 인해 용접후처리의 번거로움이 있으며 Thermit용접법은 장비 설치등과 같은 용접외적인 시간소요가 많고 장소 및 적용부위에 제한을 받으므로 거의 사용되지 않고 있다. 현재 Rail용접에 주로 이용되는 용접법으로는 피복아크용접(SMAW), 서브머지드 아크용접(SAW), 플렉스 코어드 아크용접(FCAW) 및 텅스텐 아크용접(GTAW)등이 있다.<sup>(3)</sup> Rail용접부에 크랙을 방지하기 위해서는 Filler metal선정과 예열 및 충전온도 유지가 무엇보다도 중요하며 모재와 동일한 Grade의 Filler metal은 연신이 작아져 Under bead crack발생가능성이 높으므로 모재의 강도보다 낮은 Grade를 선택하는 것이 바람직하며 적정예열온도는 모재의 탄소량에 따라 달라지는데 탄소성분이 0.7%인 경우 300℃이상의 예열을 요구하고 있다.<sup>(4)</sup> 그러나 300℃이상의 예열 및 충전온도 관리가 쉽지 않을뿐만 아니라 가열에 따른 시수손실로 생산성 저하를 초래하므로 본 연구에서는 저수소계 용접 재료를 사용하여 기존에 요구하던 예열 온도보다 낮은 온도에서 크랙이 발생하지 않는 용접조건 선정은 물론 예열 및 충전온도에 따른 충격특성을 비교 평가하였다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 모재 및 시험편 형상

본 연구에 사용된 강재는 crane용 JIS 50kgN rail을 사용하였으며 시험편 형상은 Fig.1에 나타내었다.

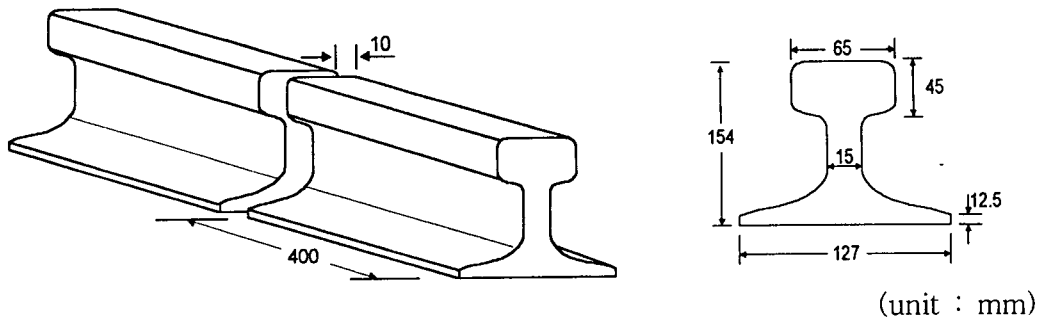


Fig.1 Dimensions and shape of test specimen

### 2.2 용접 방법

본 연구에서는 피복아크용접(Shielded Metal Arc Welding)으로 개선없이 용접하였으며 용접부 이면에 back plate를 이용하여 Fig.2와 같은 순서로 용접하였다. 용접봉은 저수소계 용접봉인 AWS E7016 Type을 사용하였으며 각 위치별 용접조건은 Table 1에 나타내었다. 또한 용접부 강도 저하에 따른 내마모성을 향상시키기 위해 용접부 Top surface에서 7mm깊이까지 표면경화용 용접봉(JIS DF2A-300-B)으로 육성용접하였다.

Table 1 Welding conditions

Identification	Current(A)
Bottom(1)	110-140
Web(2)	110-125
Top(3)	150-180
Surface hardening	130-150

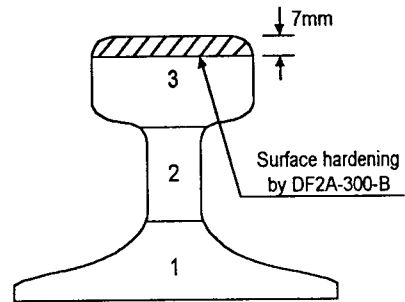


Fig.2 Welding sequence

### 2.3 화학 조성

모재 및 용접부의 화학조성은 건식분석 방법인 Spectrometer(Spectrovac-200,Baird)로 3회 분석하여 평균값을 기록하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Chemical compositions of base/weld metal

Identification		C	Si	Mn	P	S
Base metal	Spec.	0.63~0.75	0.15~0.30	0.70~1.10	0.045max.	0.050max.
	Experi.	0.71	0.25	0.82	0.017	0.009
Weld metal	Experi.	0.14	0.46	1.01	0.021	0.009

#### 2.4 인장 시험/충격 시험

인장 시험은 AWS Sec. D15.1에 의거 round bar형상으로 시험편을 가공하였다. 충격 시험은 용착금속과 열영향부를 구분하여 Charpy V-notch 시험편을 이용하여 20℃, 0℃ 및 -20℃에서 흡수에너지를 구하였으며 각 시험편 채취 위치를 Fig.3에 나타내었다.

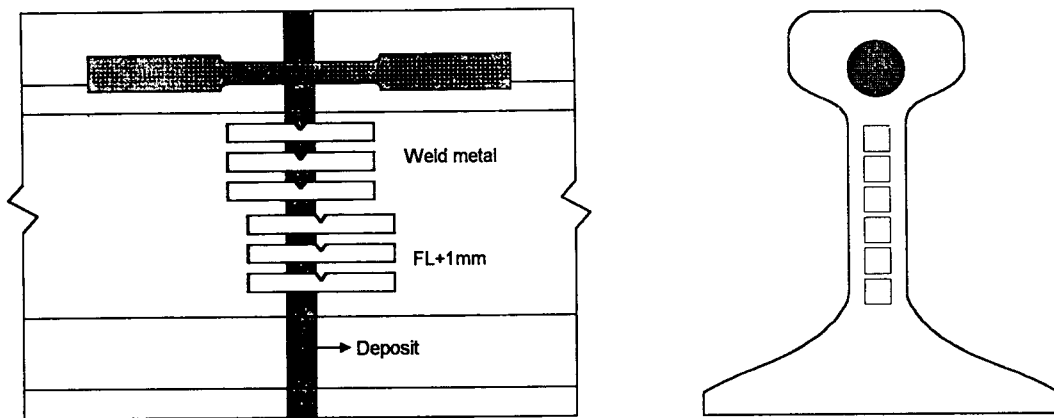


Fig.3 The position of tensile and impact specimens

#### 4. 결 론

50kgN급 rail에 대하여 피복아크용접시(SMAW) 예열 및 충전온도 변화에 대한 충격특성 및 크랙특성을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 예열 및 충전온도를 250℃ 이상으로 유지한 시험편에서는 크랙이 발생되지 않았으나 예열 및 충전온도를 100℃ 미만으로 유지한 시험편에서는 크랙이 발생되었다.
2. 크랙 발생위치는 용착금속이 아닌 열영향부에서 발생하였다.
3. 크랙은 용접부 표면에서 발생되어 3mm의 깊이를 가지고 있었다.
4. 충격특성 시험결과 용착금속부가 열영향부보다 높은 흡수에너지를 보였다.

#### 참고 문헌

1. Sindo Kou, 1987, *Welding Metallurgy*, p331~333
2. American Welding society, *Welding Handbook*, 1894, (vol.4) 7th, p16.
3. Aws, *Railroad Welding Specification*, 1993, D15.1-93, p3~4
4. 鈴木春義, 最新 熔接 핸드북, 大光書林, p471~472