

9% Ni강의 비드형상에 미치는 전자빔 용접조건의 영향 (Effect of E.B welding conditions on bead shape in 9%Ni steel)

김속환*, 강정윤**

*포항산업과학연구원 접합가공연구팀, 경북 포항시

**부산대학교 금속공학과, 부산광역시

1. 서론

최근 무공해 연료로 각광받고 있는 액화천연가스 (LNG) 의 수요가 급증함에 따라 LNG 저장탱크소재로 널리 사용되고 있는 9% Ni강의 요구도 증가되고 있다. 그러나 9% Ni강은 극저온용 소재로 용접부 저온인성 (-196°C) 이 중요하기 때문에 저온인성을 확보하고자 고가인 Inconel계나 Hastelloy계 용접재료를 사용하고 있으나 강도가 낮다는 문제가 제기되고 있다. 한편, LNG탱크 제작시 적용되는 용접법은 GTAW, SAW 및 SMAW 이지만 국내에서는 대부분 SMAW에 의존하고 있는 실정이어서 보다 경제적인 용접process의 적용가능성에 대한 검토가 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 9% Ni강의 전자빔 적용 가능성을 검토하기 위한 기초적인 연구로서 두께 25mm 9% Ni강을 1pass로 용접할 수 있는 기본 조건의 설정과 가속전압, 빔 전류, 용접속도 등이 용접 bead형상에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

2. 시험재 및 실험방법

본 실험에서는 전자빔 용입 bead형상과 용접조건의 상관성을 비교검토하기 위하여 LNG용 탱크 소재로 널리 적용되고 있는 9% Ni강을 대상으로 조사 하였으며 성분분석 결과는 Table 1과 같다.

Table. 1 Chemical compositions of steel used

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	Ti	Nb	V
0.065	0.24	0.673	<0.003	0.004	0.012	0.002	9.13	0.016	0.010	0.003	<0.003	<0.003

용접조건에 따른 전자빔 용입 bead형상을 비교평가하기 위하여 시편은 30T x 100W x 300L의 크기로 가공한 하였으며 가속전압 (60 ~ 150kV), 용접속도 (100 ~ 2,000mm/min), 빔 전류 (10 ~ 70mA) 등의 용접조건에 따른 전자빔 용입 bead 형상을 평가하기 위하여 bead-on-plate 용접을 실시하였다. 그리고 전자빔 용접부에서 bead폭과 용입깊이 등을 정확히 측정하기 위하여 연마 및 etching 후 100배로 확대하여 micrometer를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 빔 전류 30mA, Ab=1의 조건에서 가속전압 및 용접속도의 변화에 따른 용입깊이의 변화를 측정한 결과로서 용접속도의 증가에 따라 용입깊이는 감소하고 있으며 23t를 1pass로 용접하기 위해서는 가속전압 120kV와 150kV의 조건에서 용접속도가 100mm/min이어야 함을 확인할 수 있었다. 또한, 용접속도가 감소하고 가속전압이 60kV에서 150kV로 증가함에 따라 용입깊이가

급격히 증가하고 있음을 알 수 있는데 이는 전자빔의 power 밀도가 아래와 같은 식으로 표현되기 때문으로 생각된다.

$$D = 1/\pi (2/S)^2 I^{1/4} V^{7/4}$$

Fig. 2는 용접속도 500mm/min, Ab=1의 조건에서 용입특성에 미치는 빔 전류와 가속전압의 영향을 검토하기 위하여 나타낸 것으로 23t, 1pass의 조건은 가속전압 120kV와 150kV에서 각각 빔 전류가 60mA, 50mA이상이어야 함을 알 수 있었다. 전자빔의 power 밀도가 낮은 가속전압 90kV 이하에서는 빔 전류가 증가하여도 용입깊이가 완만하게 증가하는 반면 전자빔의 power 밀도가 큰 가속전압 120kV 이상에서는 빔 전류의 증가에 따라 용입깊이도 큰 폭으로 증가함을 잘 나타내 주고 있다.

4. 참고문헌

- 1) 黒田 秀郎 : 電子ビーム溶接, 日刊工業新聞社, 1971

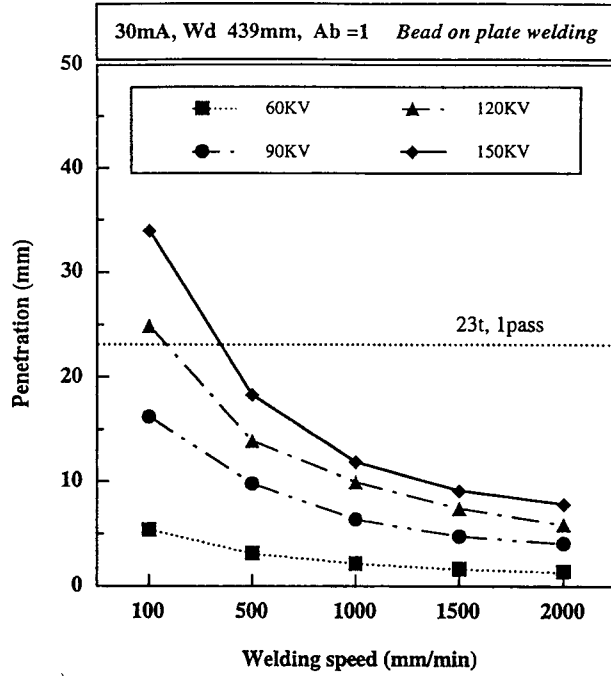


Fig. 1 Effect of accelerating voltage and welding speed on penetration

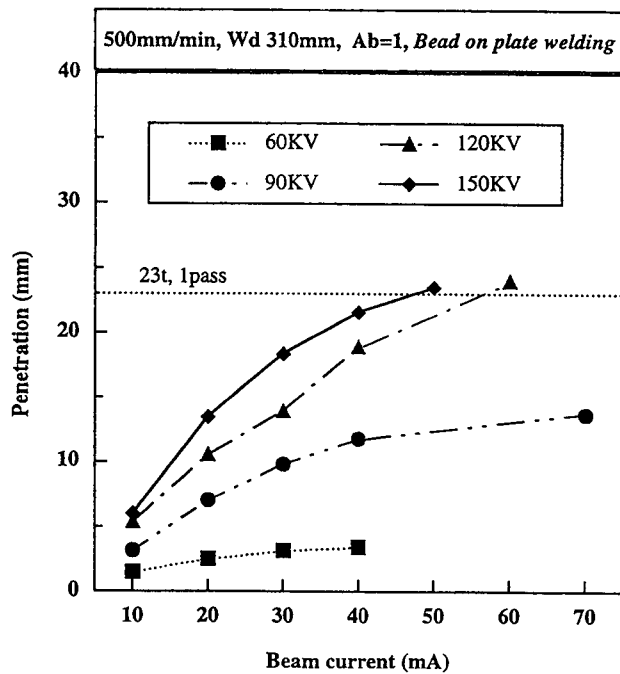


Fig. 2 Effect of accelerating voltage and beam current on penetration