

LNG Tank용 9%Ni강 연주재의 용접특성  
Welding Characteristics of Continuous Casting  
9%Ni steel for LNG Tank

정 홍철\*

포항종합제철(주) 기술연구소

1. 서론

최근 석유대체 에너지로 액화천연가스(LNG)의 사용이 증가하고 LNG Tank건설이 확대됨에 따라 LNG Tank 소재로 사용되고 있는 극저온용 9%Ni강을 극저 P화 및 고인성화하여 연주화에 의한 양산체제를 구축하게 되었다. 본 연구에서는 이러한 연주재로 생산한 9%Ni강 용접부의 기본 특성을 평가하기 위하여 LNG Tank의 제작시 적용되는 용접방법 및 용접조건에 따른 조직변화와 충격인성 변화 등의 일반적인 용접특성을 검토하였다.

2. 실험방법

시험재로 사용한 두께 25mm인 9%Ni강은 연주재로서 QLT열처리를 실시하였으며 화학성분 및 기계적 성질은 Table 1과 같다. 용접방법으로는 실제 Tank제작에 적용되는 SMAW, GTAW, SAW를 사용하였으며 용접시 개선은 X형 개선을 사용하였다. 9%Ni강의 용접열영향부 경화성을 평가하기 위하여 최고경도시험을 실시하였으며 저온균열 감수성을 평가하기 위하여 경사 y-groove구속시험을 실시하였다. 또한 9%Ni강의 용접이음부 특성을 조사하기 위하여 각 용접방법에 따른 굴곡특성, 미세조직, 경도분포, 충격인성 등을 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Table 2는 각 용접방법에 따른 9%Ni강 용접이음부의 인장시험 결과를 나타낸 것이다. 사용한 모든 용접방법에서 규격치를 충분히 만족하였으며 길이방향으로의 굴곡시험 결과도 양호함을 확인하였다.

Fig.1은 상온에서 용접열영향부의 경도분포를 나타낸 것으로 최고경도값은 Hv383을 나타냈다. 중심부인 점 P에서 경도가 약간 낮게 나타나는 것은 용접금속의 낮은 경도의 영향을 받기 때문이라고 판단되며 예열온도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향을 보였다.

일반적으로 Ni량이 증가하면 경화성이 증가하여 martensite화 경향이 커지기 때문에 저온균열의 발생 가능성이 증가하지만 9%Ni강의 경우에는 austenite계 용접재료를 사용하기 때문에 저온균열의 주요 원인으로 수소가 대부분 austenite조직의 용접금속중에 용해되어 저온균열의 감수성은 매우 낮은 수준임을 확인하였다.

Fig.2는 25mm 두께의 GTAW 이음부의 각 notch위치에 대한 충격시험결과를 나타낸 것으로 용접부 모두 양호한 충격인성값을 보이고 있다.  $-164^{\circ}\text{C}$  및  $-196^{\circ}\text{C}$ 에서 용접금속에서 가장 낮은 충격인성을 보였으며 F.L+1mm, F.L+3mm위치로 갈수록 충격인성은 증가하는 경향을 모두 나타내었다.

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of material used

Material (thick.)	Chemical composition(wt.%)							Tensile Properties			VE-100 (J)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Sol-Al	YP (MPa)	TS (MPa)	El. (%)	
9% Ni steel (25mmt)	0.06	0.27	0.68	<0.002	0.004	9.45	0.041	680	761	31.8	213

Table 2 Mechanical properties of 9% Ni steel welded joint

Material (Thickness)	Welding Process (Heat Input)	Tensile Test				Welding Material (Wire/Flux)
		Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Fractured location	
9%Ni Steel (25mmt)	SMAW (17kJ/cm)	601	724	13.1	W.M	NIC-70S
	SAW (23kJ/cm)	509	730	16.2	W.M	NITTETSU Filler196/ NITTETSU Flux 10
	Auto GTAW (24kJ/cm)	554	714	11.0	W.M	TGS-709S

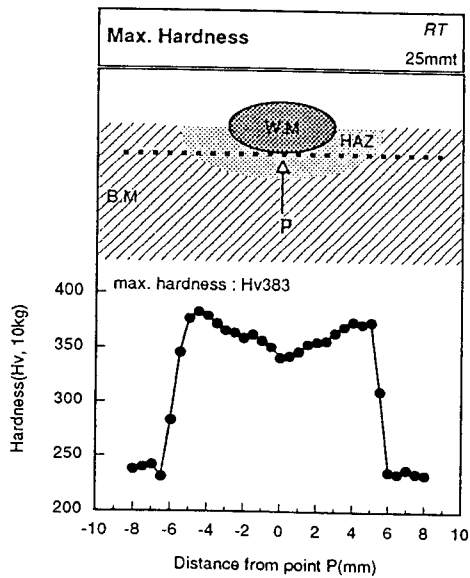


Fig.1 Maximum hardness testing results of 9%Ni steel, No-preheated

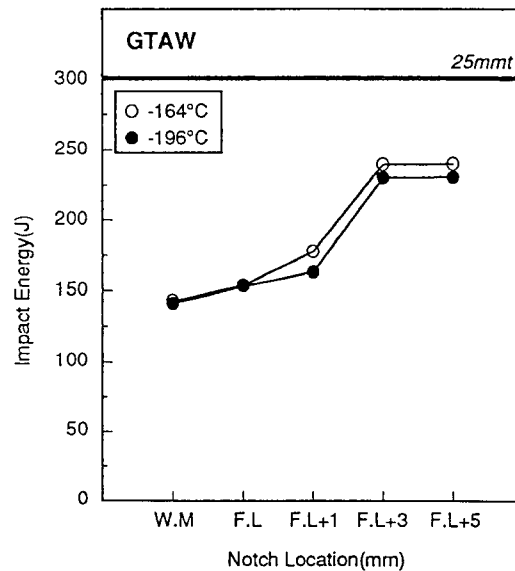


Fig.2 Impact energy variation with notch location in GTA welded joint