

(280) ラインパイプ材の電子ビーム溶接部の性能

日本鋼管(株) 技研福山 平林清照 ○卯目和巧
 平 忠明 市之瀬弘之
 技術研究所 小菅茂義

1. 諸 言

電子ビーム溶接は、従来のアーク溶接法に比べエネルギー密度が非常に高くかつエネルギーを自由に制御できることから、将来の溶接法として注目をあびている。とくに最近では圧力容器への適用試験など厚鋼板での技術が蓄積されつつある¹⁾が、ラインパイプ材のような50mm^t以下の鋼板への適用例は未だ少ない。本報告では、API 5LB~X70級(主として20mm^t)鋼板をEB溶接して、その適正溶接条件および継手性能を検討したので以下に報告する。

2. 試 験 方 法

表1に示すような鋼板を高電圧型75KwEB溶接機を用いて溶接した。溶接条件はすべて横向(水平ビーム)とし、フィラワイヤを使用せず開先ギャップ0の突合貫通溶接を前提とした。なお溶接金属の靱性の評価にあたっては亀裂が溶接金属内を通るようにノッチ下長さを短くした特殊サイズのシャルピー試験片を用いた。性能の評価は主として溶接ままで行ったが、一部の材料ではPWHTの熱処理も実施した。

表1 供試材諸元

Proce-ss	Gr.	Chem. Comp.	Ceq.	Thickness (mm)			
				10	20	32	50
CR	5LB	C-Mn	.24				
	X52	C-Mn-.03Nb	.37				
	X60	C-Mn-.03Nb-.06V	.38				
	X70	C-Mn-.03Nb-.08V	.40				
QT	X65	C-Mn-.02Nb-.03V-Cu-Ni	.34		17.5		

3. 結 果

- (1) ラインパイプ材程度の板厚に多いアンダーカット及び縦割れについては、前者は適正なビームオシレーションを施すことにより、後者は溶接速度、 $\frac{1}{2}t$ のビード巾を適切に選ぶことにより防止できる。
- (2) 単位長さあたりの入熱よりもむしろ $\frac{1}{2}t$ のビード巾を実効入熱として溶接金属の焼入性(例えば硬さ)を整理したほうが相関性がよい。
- (3) フィラワイヤを使用しない場合、溶接金属の炭素当量は母材に比べ平均で0.025%低下する。これは主として蒸気圧の高いMnの減少による。
- (4) 溶接金属の溶接まま靱性は炭素当量が0.29%近くにあるとき最良となり(図1)、0.35/0.40程度のX52~X70級の鋼では50%破面遷移温度が $>30^{\circ}\text{C}$ と劣化する。これは硬さが高くなることと、組織が上部ベイナイト主体となって破面単位が大きくなるからと考えられる。また図2の如く、板厚が $<20\text{mm}^t$ になると靱性は著しく改善される。
- (5) ボンドの靱性はHAZに比べ母材成分の依存性が小さく50%破面遷移温度は 0°C 前後であるが、脆化域の巾は $0.2\sim 0.4\text{mm}$ と非常に狭い。
- (6) 900°C 前後の急速PWHTを施すことにより、溶接金属、ボンドともに均一に細粒化されるため靱性は大巾に向上する(図1)。ただし強度が低下しないような冷却速度を必要とする。

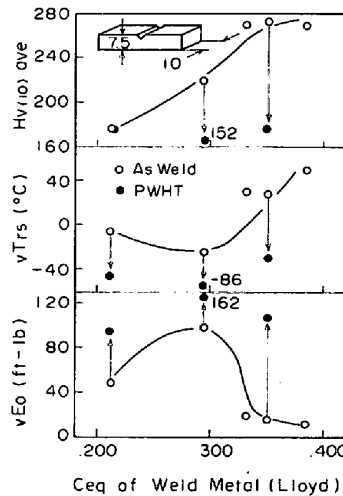


図1 溶接金属の靱性と硬さに及ぼす炭素当量の影響

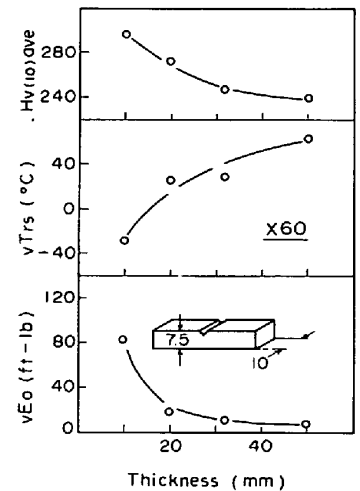


図2 溶接金属の靱性と硬さに及ぼす板厚の影響

参考文献：稲垣ら、溶接学会講演概要 No25 (1979) p220, p222