

(291) 常温溶接用 60 kg/cm² 鋼の開発

新日本製鐵 八幡技術研究所 ○大野恭秀 十河泰雄
梶本弘毅 関野昌蔵
八幡厚板部 森山 康

1 緒 言

高張力鋼の溶接に際して、冷間割れ性および大入熱溶接時のボンド部靱性の劣化の二つが大きな問題である。60 kg/cm² 級の高張力鋼について、これらの問題点を検討した結果、板厚 50 mm まで、予熱なしで冷間割れを発生させずに溶接でき、しかも大入熱溶接におけるボンド部靱性も従来よりすぐれた鋼を開発した。

2 経過概要

大入熱溶接時のボンド部靱性に対する種々の元素の効果を検討した結果、Cの量を大巾に減ずることが非常に有効であることがわかった。図1は、入熱量 100 KJ/cm 相当の溶接ボンド部再現熱サイクル試験の結果であるが、Cの量が 0.06 % 程度に下がると、急激に靱性が改善されることがわかる。また斜め y 開先拘束割れ試験の割れ停止予熱温度と化学成分とを直接関係づけた P_{CM} 値によると、従来の冷間割れ性をあらわす指標である C_{eq} と比較して、Cの係数が他の成分に対して相対的に大きくなり、Cの減少が冷間割れの軽減に有利であると云える。Cをこのように低くした場合、問題となるのは母材の強度と溶接部の軟化である。母材の強度は、低温での焼戻しおよび Cr, Mo, V 等の元素の添加により 60 kg/cm² 以上を確保することにしたが、常温溶接を可能とするには、成分的に限界があり、種々の成分系について検討した結果、板厚は 50 mm 程度が上限となる。表1に現場溶解した成分系の例を示す。板厚 50 mm まで予熱なしで溶接できるためには P_{CM} を約 0.2 % 以下とする必要があるが、それよりかなり低い値を示している。表2に母材の強度、靱性を示したが、HW50を満足する性質を有している。

表1 化 学 成 分 (%)

鋼 番	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	C _{eq}	P _{CM}
A	0.05	0.22	1.30	0.017	0.005	0.26	0.16	0.03	0.37	0.150
B	0.06	0.22	1.30	0.012	0.005	0.16	0.16	0.03	0.36	0.155

$$C_{eq} = C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$$

$$P_{CM} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$$

表2 母材の機械的性質

鋼 番	板厚 (mm)	方 向	Y P (kg/cm ²)	T S (kg/cm ²)	vTrs (°C)	vE-15 (kg-m)
A	38	L	57.8	64.7	-58	26.7
		C	57.7	65.1	-34	15.0
	50	L	55.5	63.3	-34	25.3
		C	55.4	63.1	-11	12.8
B	38	L	57.6	64.1	-41	24.5
		C	57.3	63.9	-21	15.0
	50	L	56.0	62.9	-32	20.4
		C	55.3	62.8	-28	19.4

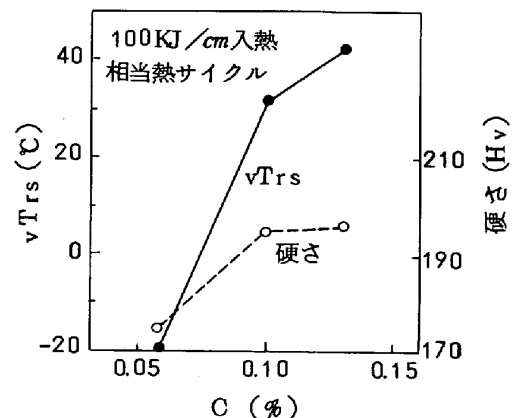
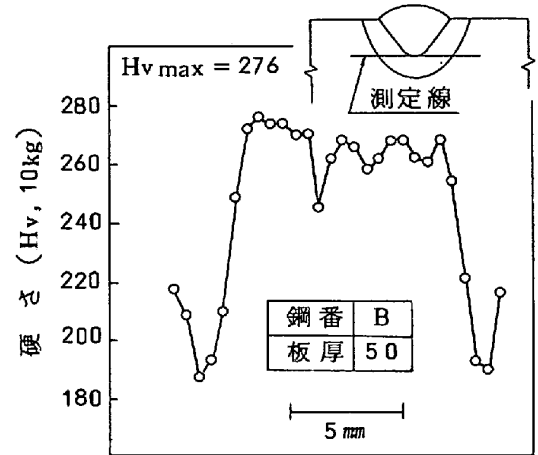


図1 ボンド部靱性に対するCの効果 (ベース成分: 0.3Si-1.2Mn-0.2Cr)

溶接性について種々検討したが、図2に最高硬さ試験の結果を示す。従来の60kg/mm鋼は最高硬さがHv350~380程度で、本開発鋼は非常に低いことがわかる。表3に斜めy開先拘束割れ試験の結果を示す。板厚、雰囲気とも種々の条件で試験したが、非常にきびしい溶接雰囲気でも、板厚50mmまで予熱なしで母材には割れがまったく見られなかった。ただし、きびしい条件の場合、溶着金属に一部割れが発生し現用溶接棒よりも水素量がさらに少ない溶接棒を本開発鋼用として開発した。この新溶接棒の使用により、現場溶接で予熱なしでまったく問題ないと考えられる。上向隅肉溶接、窓型拘束溶接等の種々の遅れ割れ試験を行なったが、予熱なしでまったく割れは見られなかった。低C化により大入熱溶接の場合溶接部が軟化し、継手強度が規格強度以下となる危険性がある。図3に大入熱溶接時の継手引張強さを示したが、引張試験片の巾を広くすれば問題なく、巾を板厚の6倍以上にすれば母材強度と同一になることがわかる。実際構造物は、溶接線長さが板厚の6倍以下であることはほとんどなく、広巾試験片で強度が確保できれば問題ないと思われる。表4に大入熱溶接時のポンド部靱性の例を示すが、従来鋼にくらべてすぐれた靱性を示している。溶接部の硫化物腐食割れ試験を行なったが、継手部の最高硬さが低いため、割れ感受性は小さく、良好な結果が得られた。



溶接条件
 溶接棒 : D5816, 4φ
 溶接電流 : 170 A
 アーク電圧 : 25 V (17 KJ/cm)
 溶接速度 : 15 cm/min
 板の初温 : 20℃

図2 最高硬さ試験結果

表3 斜めy開先拘束割れ試験結果

鋼番	板厚 (mm)	表面割れ率 (%)					断面割れ率 (%)					ルート割れ率 (%)				
		1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均
A	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

溶接棒 : D5816, 4φ 予熱なし
 溶接雰囲気 : 温度 30℃, 温度 80%

3 結 言

低C化と、Cr, Mo, Vの添加により、溶接割れ性、大入熱溶接性の優れた常温溶接用60kg/mm鋼を開発した。本鋼は焼入れ焼戻しにより、板厚50mmまで製造可能であり、新たに開発した溶接棒により予熱なしでも溶接割れは発生せず、大入熱溶接時のポンド部靱性も従来鋼よりすぐれている。

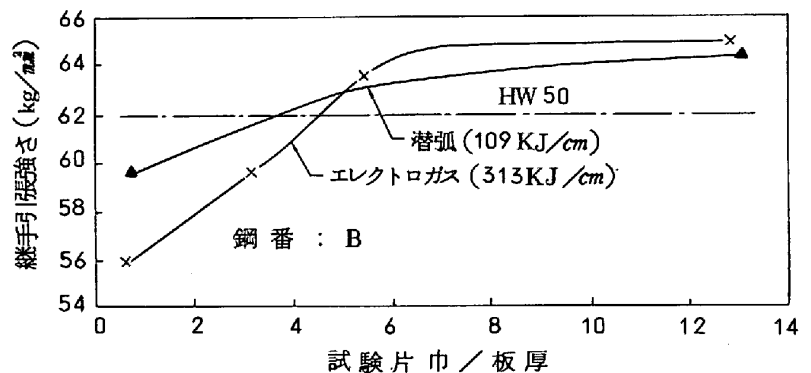


図3 継手強度におよぼす試験片巾の影響

表4 大入熱溶接時のポンド部靱性

鋼番	板厚 (mm)	溶接法, 入熱量	vTrs (℃)	vEo (kg-m)
A	25	電弧, 12.2 KJ/cm	-6	16.0
		エレクトロガス, 17.0 KJ/cm	3	10.2