

(486) 高能率溶接法によるTMCP型厚鋼板の継手CTODの向上

日本鋼管(株) 重工研究所 ○原沢 秀明, 桜井 勉, 本間 博
津製作所 羽野 昌明

1. 緒言

海洋構造物の大水深化、極寒地化に伴い、稼働環境が苛酷となり、継手じん性は厳しく設定される傾向にある。施工承認試験としては、CTOD試験による評価が一般化している。じん性を満足し、かつ経済的な施工法を確立するため、ナロー・ギャップ溶接などの高能率溶接法による水冷型TMCP鋼継手のCTOD改善効果を検討した。

2. 供試鋼板(Table 1)

鋼板A~EはNormalized, Fは水冷型TMCP(OLACプロセス)による σ_y 36キロ鋼であり、GとHは参考のため供試の軟鋼である。

3. 試験方法

溶接法は入熱4.5kJ/mmの多層盛サブマージアーク溶接(SAW)を主体に、高入熱側では6.4kJ/mmも実施した(開先形状: KあるいはHalf-K)。また低入熱側でのナロー・ギャップ法として、ガスマタルアーク溶接(GMAW: 2.8kJ/mm)、SAW(3.5kJ/mm)を検討した(開先形状: U)。CTOD試験法はBS 5762に準じた。

4. HAZ-CTOD試験結果

各鋼板の-10℃でのCTODをCeq(IIW式)で整理してFig. 1に示す。Normalized鋼ではCeqの減少とともにややCTODは改善されるが、大きな向上は期待できない。これに対してTMCP鋼は高い値を示す。鋼板D(Normal)とF(TMCP)に対してより詳細に検討した結果(Fig. 2)もTMCP鋼の優位を示しており、PWHT(575℃×2hrs)によるじん性回復も大きい。なお、CTODに及ぼす施工法(入熱2.8-6.4kJ/mm)の影響は小さく、またFig. 1および2の両図ともに、HAZ-CTODは大きなバラツキを示している。

5. HAZ-CTODのバラツキにおよぼすLBZ(Local Brittle Zone)の影響

CTOD試験後、疲労き裂先端近傍を切断してマクロ断面検査によりノッチ位置の正確さを調べたところ、Fusion Lineから約0.5mmの範囲にノッチが位置するときCTODは低い値を示していた。劣化因はLBZの存在にあると考えられ、これをUnaltered Coarse Grain HAZ組織と定義して、ノッチを横切るLBZの長さ(全ノッチ長(板厚)との割合)を求めると、Fig. 3の結果を得た。約15%以上のLBZ(%)にてCTODは低下を示し、HAZ-CTODに対しては、入熱以外に、積層方法や溶込み深さの改善によりじん性の向上をはかることが可能であることがわかる。

6. 結言

海構用厚鋼板としての水冷型TMCP鋼は、HAZ-CTOD向上のため有用であり、高能率・低入熱のナロー・ギャップ溶接法から高入熱溶接法に至る広い施工条件範囲に対して、十分なじん性を示すことが明らかとなった。

Table 1 Chemical Composition of Tested Plates

Plate No.	Plate Thick. (mm)	Chemical Composition (wt %)											Ceq. (%)	
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	V	Nb	Ti	As		N (ppm)
A	40	0.17	0.45	1.57	0.015	0.007	0.16	0.11	—	0.03	—	0.042	29	0.44
B	45	0.17	0.37	1.41	0.014	0.002	0.15	0.16	—	0.03	—	N.D.	N.D.	0.43
C	45	0.10	0.37	1.48	0.009	0.002	0.22	0.41	0.03	0.02	—	0.051	40	0.40
D	50	0.10	0.38	1.56	0.010	0.002	0.16	0.27	—	0.03	—	0.027	50	0.39
E	40	0.10	0.35	1.50	0.017	0.002	0.23	0.27	—	0.03	0.016	0.042	44	0.38
F	50	0.07	0.30	1.47	0.011	0.001	0.21	0.36	—	—	0.009	0.050	38	0.35
G	65	0.12	0.21	1.12	0.019	0.003	—	—	—	—	—	0.039	58	0.31
H	65	0.14	0.21	0.90	0.020	0.008	—	—	—	—	—	—	—	0.29

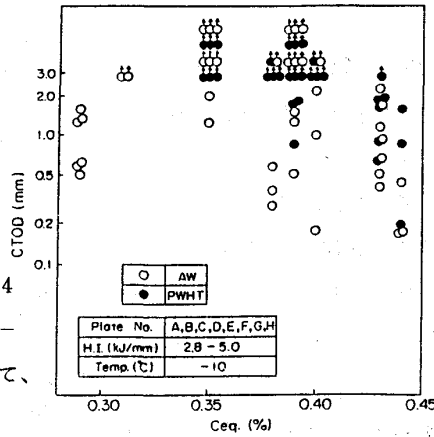


Fig. 1 Effect of steel plate (Ceq) on HAZ CTOD at -10°C

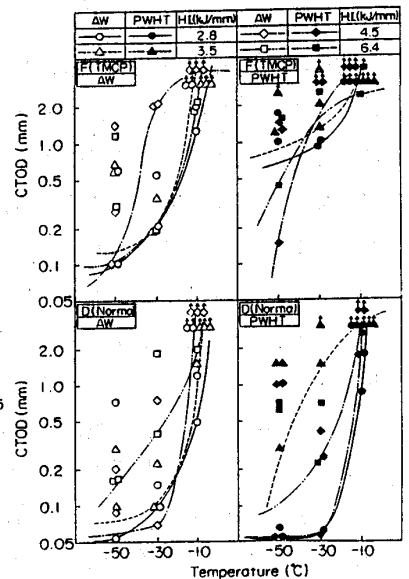


Fig. 2 HAZ CTOD in Various Welding Procedures for TMCP and Normalized Plates

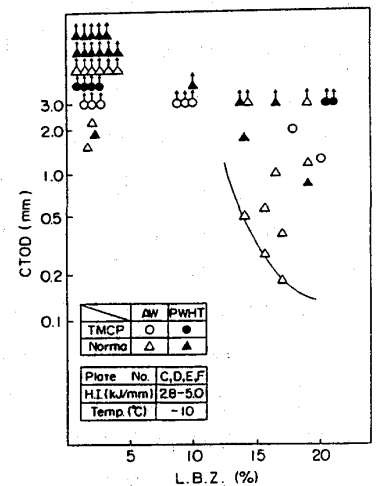


Fig. 3 Effect of L.B.Z. (%) on HAZ CTOD