

(539) 厚板オンライン制御冷却による造船用降伏点36キロ級鋼の製造
(制御冷却による新厚板製造法の開発 第3報)

(株) 神戸製鋼所 加古川製鉄所 ○秋山憲昭 梶 晴男
高嶋修嗣 岩井 清

1. 緒言

新しく開発した厚板オンライン制御冷却 (KONTCOOL) により、低 C_{eq} 造船用降伏点36キロ級鋼を製造した。その結果、溶接性および溶接継手性能の極めて優れた鋼を開発したので報告する。

2. 実験方法

供試鋼の化学組成をTable 1 に示す。いずれも240 ton 転炉一連続製造で製造した C_{eq} 0.31~0.32%のSi-Mn鋼である。E級鋼に相当する鋼3には、母材および大入熱溶接熱影響部の靱性向上対策として微量のTiを添加している。供試鋼板は制御圧延で板厚25 mmおよび40 mmに圧延した後、制御冷却をおこなった。圧延・冷却条件をTable 2に示す。

3. 実験結果

1) 機械的性質 KONTCOOL材の機械的性質をTable 3 に示す。強度は従来の36キロ級鋼に比べ C_{eq} が著しく低いにもかかわらず、降伏点が38 kgf/mm以上、引張強さが51 kgf/mm以上を示し、規格強度を十分に満足している。靱性はシャルピ吸収エネルギーが各々規格試験温度で16 kgf/mm以上という規格値を十分に上回る値を示している。

2) 溶接性 斜めY型拘束われ試験結果をFig. 1 に示す。KONTCOOL材のわれ防止温度は0℃以下であり、予熱なしでもわれが発生しないという非常に優れた耐われ性を有している。

3) 溶接継手性能 強度は大入熱溶接でも母材強度を上回っている。靱性は従来鋼より優れており、Fig. 2 に示すようにE級鋼のポンド部における規格試験温度-20℃でのシャルピ吸収エネルギーは溶接入熱530 kJ/cmの大入熱溶接でも6 kgf·m以上となっており、規格値を十分に満足している。これは C_{eq} が低いこととTiの微量添加によるものである。

4) 破壊靱性 E級鋼の脆性破壊発生および伝播停止特性は従来の焼ならしE級鋼よりも優れている。

5) 線状加熱特性 KONTCOOL材の強度は線状加熱によりほとんど変化しない。靱性劣化は従来鋼より少なく、特にTiを微量添加したE級鋼では極めて少ない。

Table 1 Chemical compositions of steels

Steel	Grade	Thick. (mm)	Chemical composition (wt %)							Ceq (wt %)
			C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	
1	A	25	0.15	0.23	0.97	0.017	0.010	0.034	-	0.31
2	D	25	0.14	0.22	1.07	0.018	0.006	0.031	-	0.32
3	E	40	0.12	0.24	1.17	0.015	0.002	0.030	0.008	0.32

Table 2 Rolling and cooling conditions

Steel	Reheating temp. (°C)	Finish-rolling temp. (°C)	Cooling rate (°C/s)	Finish-cooling temp. (°C)
1	1230	830	15	540
2	1150	810	15	550
3	1150	780	12	450

Start-cooling is nearly equal to finish-rolling temp.

Table 3 Mechanical properties of steels (Longitudinal direction)

Steel	Grade	Thick. (mm)	Tensile test			Charpy impact test		
			Y.S. (kgf/mm ²)	T.S. (kgf/mm ²)	EI (%)	FATT (°C)	Absorbed Energy (kgf·m)	
1	A	25	39.1	52.5	27	-25	0	16.5
2	D	25	38.1	52.7	26	-43	-20	20.1
3	E	40	39.6	51.5	30	-72	-40	26.9
Specs	A	25	36 min.	50/63	18 min.	-	0	3.5 min.
	D	-20						
	E	-40						

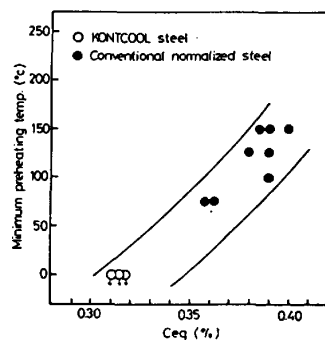


Fig. 1 Relationship between carbon equivalent and minimum preheating temperature to prevent weld cold crack in y-groove cracking test

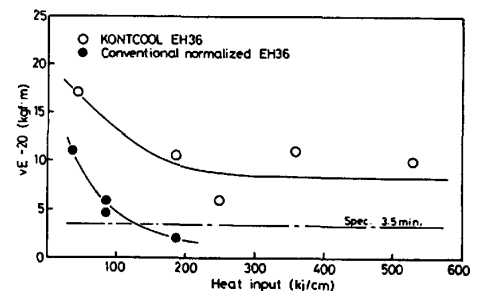


Fig. 2 Effect of heat input on Charpy V-notch absorbed energy of welded joints (notch location: fusion line)