

海浜・海岸耐候性鋼板の開発 - 2

(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 正会員 ○竹下 智
同上 菅 俊明、安部研吾
材料研究所 正会員 湯瀬文雄、中山武典
東京工業大学教授 フェロー会員 三木千壽

1. 緒言

近年、橋梁分野においては、初期建設コストの縮減や維持管理コストの軽減が求められており、最小限の維持管理で最大限の長寿命化を目指す『ミニマムメンテナンス橋』に対するニーズが年々高まっている。特に、海浜・海岸部や凍結防止剤を散布する山間部など腐食性の厳しい環境でも裸使用が可能な無塗装用鋼板の開発が望まれている。本報では、前報¹⁾で明確となった塩化物環境下で優れた裸耐食性を有する 1.0%Cu - 1.0%Ni - 0.05%Ti (Crフリー)系をベースに、溶接施工性の兼備を目標に開発した強度クラス 400 ~ 570N/mm² 級海浜・海岸耐候性鋼の特徴を紹介する。

2. 開発コンセプト

成分設計に際しては、1.0%Cu - 1.0%Ni - 0.05%Ti (Crフリー)系をベースに、高溶接性を考慮して溶接割れ感受性組成 (PCM) を 0.20% 以下に抑えるため低 C 化 (0.05%C) を図るとともに、大入熱溶接継手靱性向上のため、脆化原因である島状マルテンサイト (M-A) の低減を狙って、炭素当量 (Ceq) を極力抑制した。

さらに、本成分で 400N/mm² 級 (~ 板厚 50mm)、490N/mm² 級 (~ 板厚 100mm)、570N/mm² 級 (~ 板厚 100mm) の厚肉化に対応するため、製造プロセスとして Ti の焼入れ性向上効果を発現する上で有効な熱加工制御法 (TMCP) を活用した。

3. 海浜・海岸耐候性鋼板の特性

(1) 母材特性

各強度クラスに対応する化学成分および機械的性質の一例をそれぞれ表 1 および表 2 に示す。

いずれの強度クラスにおいても、JIS 規格 (JIS G 3114:SMA-W) に対して成分の一部 (Cu、Ni、Cr) が外れるが、機械的性質は規格値を十分満足する。

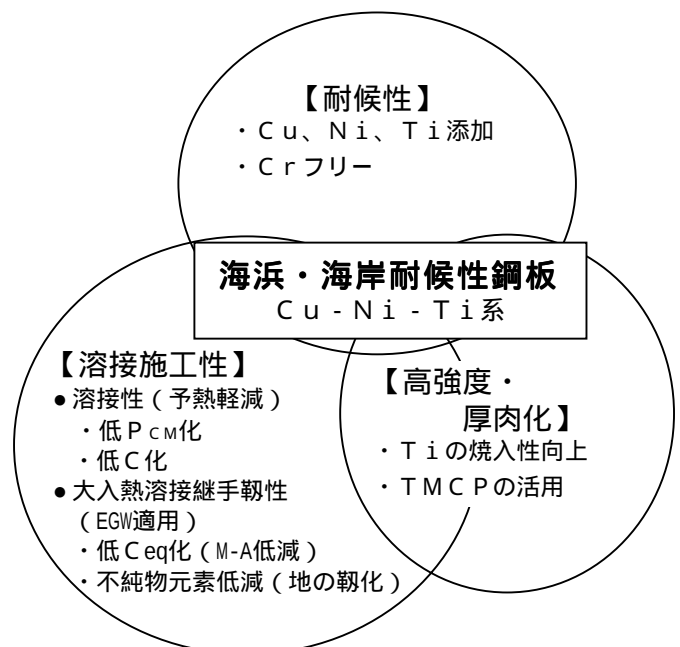


図1 優れた塗装耐食性と溶接施工性を兼備するための考え方

表1 開発鋼の化学成分の一例

強度クラス	板厚 mm	化学成分 (wt%)						Ceq ¹⁾ (%)	PCM ²⁾ (%)
		C	Si	Mn	Cu	Ni	Ti		
400N/mm ² 級	25	0.05	0.32	0.49	0.99	1.02	0.043	0.25	0.15
490N/mm ² 級	25	0.06	0.25	1.09	1.00	1.02	0.047	0.36	0.19
	100	0.05	0.32	1.45	0.99	0.97	0.056	0.41	0.20
570N/mm ² 級	25、100	0.05	0.32	1.44	0.96	0.95	0.047	0.40	0.20

1) $Ceq = C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14 + Cu/13$ (ただし、Cu 0.5%)

2) $PCM = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + B$

キーワード 耐候性鋼、溶接性、溶接継手靱性、高性能鋼、橋梁

〒675-0137 兵庫県加古川市金沢町 1 Tel 0794-36-1154、Fax 0794-36-1420

表2 開発鋼の機械的性質の一例

強度クラス	板厚 mm	Y P N/mm ²	T S N/mm ²	v T r s
400N/mm ² 級	25	468 (235)	497 (400 ~ 540)	-75
490N/mm ² 級	25	513 (355)	545 (490 ~ 610)	-80
	100	445 (335)	533 (490 ~ 610)	-60
570N/mm ² 級	25	488 (450)	648 (570 ~ 720)	-70
	100	569 (450)	628 (570 ~ 720)	-45

注) Y P、T S の () は J I S G 3 1 1 4 : S M A - W の規格範囲を示す

注) 板厚100mm材は、t/4の特性を示す

(2) 溶接性

490N/mm²級、板厚 100mm 材について、入熱 5kJ/mm の炭酸ガスアーク溶接による最高硬さ試験および y 型溶接割れ試験結果を実施した結果、25 で最高硬さが HV310 であり、溶接初期温度が 25 の場合でも溶接割れは発生しないことを確認している。

(3) 溶接継手靱性

570N/mm²級、板厚 50mm 材の炭酸ガスアーク溶接 (MAG) および 490N/mm²級、板厚 25mm 材エレクトロガスアーク溶接 (EGW) による溶接継手靱性を SMA490CW の結果と併せて表 3 に示す。

開発鋼は、いずれの溶接方法においても JIS 耐候性鋼 (SMA490CW) の母材規格を満足し、EGW 溶接のような大入熱溶接も適用可能である。

(4) 溶接継手の疲労特性

490N/mm²級、板厚 9mm 材の十字すみ肉溶接継手の疲労特性を SMA490W の結果と併せて図 2 に示す。開発鋼の疲労特性は、JIS 耐候性鋼とほぼ同等であり、JSSC E カーブ等級を満足し、山田らの報告²⁾とも同等レベルの値である。

(5) 加工性

開発鋼は、JIS 耐候性鋼と遜色無い良好なガス切断性を有している。また、予歪量 10% 時の v E o は 252J、室素量は 0.004% であることから、冷間曲げ加工用高性能鋼板としての条件を十分に満足することを確認している。

4 . 結論

塩化物環境下で優れた裸耐食性を有する 1.0%Cu - 1.0%Ni - 0.05%Ti (Cr フリー) 系鋼をベースに、低 PCM 化および TMCP 技術の活用等により、裸耐食性と高溶接施工性を兼備しつつ厚肉・高強度化を実現した。

さらに、耐ガルバニック腐食性を考慮した専用の溶接材料およびボルト類もメニュー化している。

なお、本鋼板は実橋での適用実績を有し、腐食状況追跡調査を開始している。

(参考文献)

- 1) 湯瀬、中山、竹下、菅：塩化物耐食性に優れた海浜・海岸耐候性鋼板の開発 - 1 平成 1 2 年度全国大会年次学術講演会
- 2) 山田、村山、近藤、菊池：大気暴露された無塗装の耐候性鋼および普通鋼溶接継手の疲れ強さ

表3 開発鋼の溶接継手靱性の一例

溶接方法	入熱 kJ/mm	開発鋼		S M A 4 9 0 C W	
		切欠位置	v E o (J)	切欠位置	v E o (J)
MAG	1.8	溶接金属	75	溶接金属	-
		HAZ1mm	242	HAZ1mm	-
EGW	11.4	溶接金属	60	溶接金属	64
		HAZ1mm	105	HAZ1mm	65

溶接材料：MAG DW-60WT (1.2 φ)、EGW DWS - 50WG (1.6 φ)

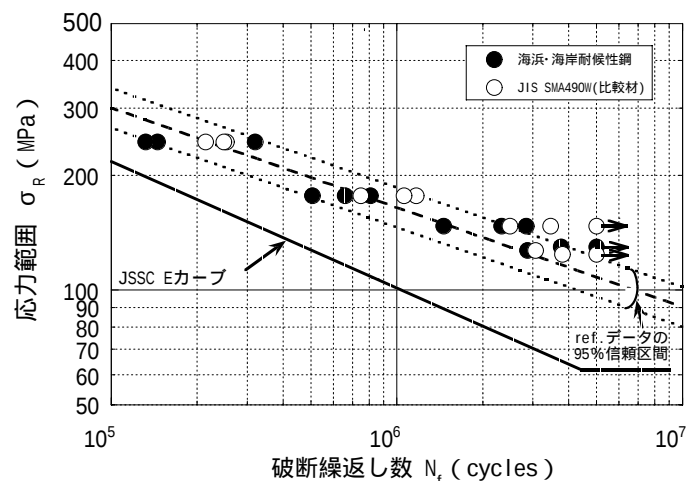


図2 十字すみ肉溶接継手の疲労試験結果

注) ref：参考文献 2)