

(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

同上 中山武典、森倉功和

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。特に海岸・海浜部など J I S 耐候性鋼が使用できない環境でも裸使用が可能な無塗装用鋼板の開発が盛んである。一方で、都市部などの景観が重視される地域や塩化物環境下などの腐食性の厳しい環境では塗装が必要不可欠である。本報では、前報¹⁾で明確となった塩化物環境下で優れた塗装耐食性を有する 0.8%Cu-0.4%Ni-0.05%Ti (Crフリー) 系をベースに、塗装耐食性に加えて優れた溶接施工性の兼備を目標に開発した強度クラス 400～570N/mm² 級塗装用鋼板の特徴を紹介する。

2. 開発コンセプト

成分設計に際しては、0.8%Cu-0.4%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 (P_{CM}) を 0.2%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Bを活用した。

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。

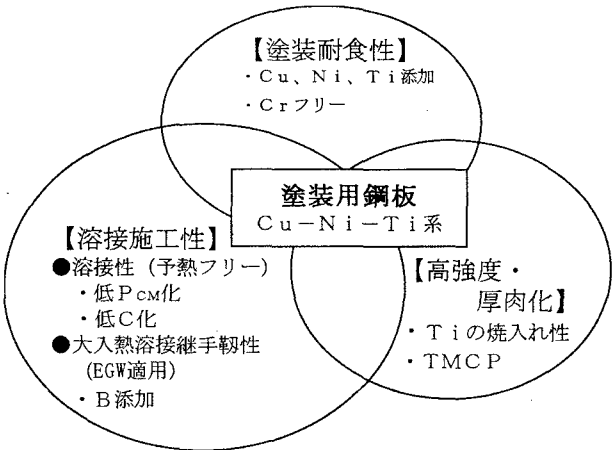


図1 優れた塗装耐食性と溶接施工性を兼備するための考え方

3. 塗装用鋼板の特性

(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。

表1 開発鋼の化学成分の一例

強度クラス	化学成分 (wt%)						C _{eq} 1) (%)	P _{CM} 2) (%)
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Ti		
400N/mm ² 級	0.05	0.30	1.24	0.81	0.38	0.047	0.33	0.17
490N/mm ² 級	0.05	0.35	1.46	0.80	0.41	0.043	0.38	0.18
570N/mm ² 級	0.06	0.29	1.48	0.78	0.40	0.050	0.39	0.19

1) $C_{eq} = C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + (Cu/13)$ (ただし、 $Cu \geq 0.5\%$)

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

Satoru TAKESHITA, Tosiaki KAN, Kengo ABE, Fumio Yuse, Takenori NAKAYAMA and Kimikiazu MASTUKURA

いずれの強度クラスにおいても、 P_{CM} が 0.19%以下であり、成分および機械的性質ともに溶接構造用鋼板の J I S 規格 (JIS G 3106 : SM相当) を満足する。

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/mm2	T S N/mm2	v T r s ℃
400N/mm2級	25	377 (≥235)	465 (400~510)	-70
490N/mm2級	25	444 (≥355)	565 (490~610)	-70
	80	460 (≥355)	550 (490~610)	-70
570N/mm2級	25	517 (≥450)	630 (570~720)	-70
	50	491 (≥450)	610 (570~720)	-50

注) YP、TSの () は J I S G 3106 の規格範囲を示す

(2) 溶溶性

490N/mm² 級、板厚 80mm 材の被覆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 J I S 耐候性鋼 (SMA490) の結果と併せて図 2 および図 3 に示す。

開発鋼は、いずれの試験温度においても最高硬さが H v 280 以下であり、溶接初期温度 10℃ の場合でも溶接割れが発生しない。

溶材 : LBW-52 (4φ)、溶接条件 : 170A-24V-15cm/min

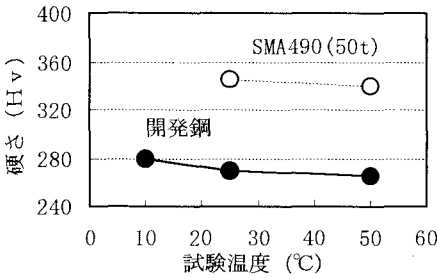


図 2 最高硬さ試験

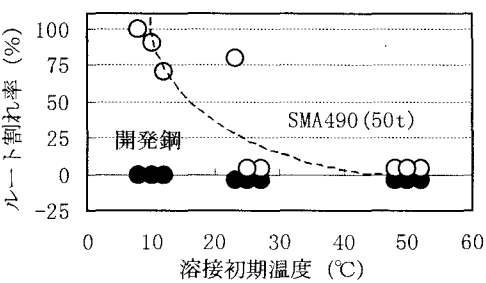


図 3 y 型溶接割れ試験

(3) 溶接継手靱性

490N/mm² 級、板厚 25mm 材の炭酸ガスアーク溶接 (MAG) およびエレクトロガスアーク溶接 (EGW) による溶接継手靱性を SMA490 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 J I S 耐候性鋼 (SMA490C) 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。

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		SMA 490	
		切欠位置	v E o (J)	切欠位置	v E o (J)
MAG	1.8	HAZ1mm	284	HAZ1mm	—
		HAZ3mm	287	HAZ3mm	—
EGW	11.5	HAZ1mm	88	HAZ1mm	65
		HAZ3mm	123	HAZ3mm	46

4. 結論

塩化物環境下において塗装耐食性に優れる 0.8%Cu-0.4%Ni-0.05%Ti (Cr フリー) 系鋼をベースに、低 P_{CM} 化、B 処理、TMCP 技術の活用等により、塗装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。

また、新型塗装用鋼と同一成分系からなる専用の溶接材料およびボルト類をメニュー化している。なお、本技術をさらに発展させ、Cu、Ni 合計量を 2% 以上に増量することで海浜地域においても無塗装で適用可能な海浜・海岸耐候性鋼を開発し、優れた裸耐食性と高溶接施工性 (予熱低減、EGW 溶接適用) を確認している。

1) 湯瀬、中山、菅、竹下 : 塩化物耐食性に優れた塗装用鋼板の開発-1 平成 12 年度関西支部年次学術講演会