

塗装寿命を延長する橋梁用新耐食鋼の開発

JFE スチール（株）	スチール研究所	正会員	○三浦 進一
			中村 直人
			塩谷 和彦
	厚板セクター部	正会員	鹿毛 勇
		正会員	加藤 真志

1. 緒言

海上や海岸などの厳しい腐食環境で使用される鋼橋には通常塗装が施される。厳しい腐食環境での鋼橋の期待耐用年数は 30 年¹⁾とされており、鋼橋の供用期間を 100 年とすると 3 回の再塗装が必要である。厳しい腐食環境での塗装の寿命は塗装欠陥部で生じる腐食とそれに伴う塗膜膨れ、剥がれにより決定される。したがって、腐食および塗膜膨れの進展を抑制し、再塗装の間隔を長期化することでライフサイクルコストの低減が可能である。本報では、新たに開発した橋梁用塗装寿命延長鋼の耐塗膜膨れ性および鋼材の機械的特性、溶接性、溶接継手特性について報告する。

2. 実験方法

供試鋼は開発鋼と普通鋼(SM400)を用いた。鋼板から、曝露試験用として 5mm×150mm×70mm、腐食促進試験用として 5mm×70mm×50mm の試験片を採取し、ショットブラストを行った後、C-5 塗装系の仕様で塗装した。塗装後、プラスチックカッターを用いて地鉄に至る幅 0.7mm、長さ 80mm(曝露試験片)、40mm(腐食促進試験片)の直線のスクライブを付与した。開発鋼の耐塗膜膨れ性能を調査するため、曝露試験を行った。曝露試験は厳しい腐食環境として沖縄を選定し、実構造物で厳しい腐食環境となる雨による洗ひの無い環境を模擬して覆いを付けて実施した。また、塗装寿命を推定するため、ISO 16539 B 法に基づき腐食促進試験を実施した。付着塩分量は実環境における海岸近傍を想定して 6.0g/m²とした。曝露試験および腐食促進試験後、スクライブ周囲に発生した塗膜の膨れを外観写真の画像解析により評価した。

3. 実験結果

図 1 に曝露試験 2 年後の試験片外観を示す。開発鋼、普通鋼ともスクライプ周囲に塗膜膨れが生じている。ただし、開発鋼の塗膜膨れは普通鋼に比べ小さい。図 2 に各試験片の曝露試験 2 年後の片側塗膜膨れ幅を示す。開発鋼の片側塗膜膨れ幅は従来鋼に比べ概ね 70% 程度に低減しており、塗膜膨れが抑制されている。次に、塗装寿命を推定するため腐食促進試験を行った。図 3 に腐食促進試験 64 週後の試験片外観を示す。本試験でも曝露試験と同様、開発鋼の塗膜膨れ面積は普通鋼に比べ小さい。図 4 に腐食促進試験での片側塗膜膨れ幅を示す。塗膜膨れ初期の塗膜膨れ潜伏期間を除き、塗膜膨れ幅の経時変化を累乗回帰して開発鋼と普通鋼の塗膜膨れ挙動を比較すると、再塗装までの間隔は普通鋼の 30 年に比べ開発鋼では約 70 年まで延長されることが推

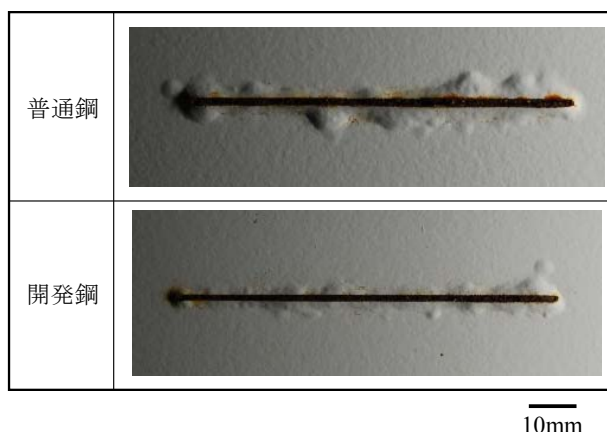


図1 曝露試験2年後の試験片スクライプ外観

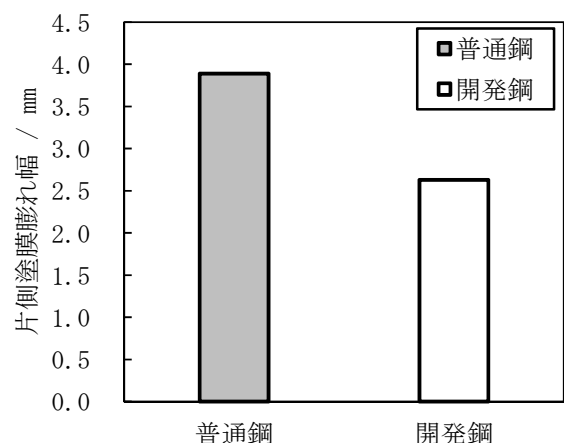


図2 曝露試験片(2年)の片側塗膜膨れ幅

定された。すなわち、開発鋼を用いることで再塗装の間隔は普通鋼の2倍を超える期間へ延長することが可能と考えられる。

表1に開発鋼の化学成分を示す。開発鋼の化学成分 JIS G 3106 の範囲内とした。表2に開発鋼の母材引張特性、シャルピー衝撃特性を示す。開発鋼は JIS G 3106 の SM490、SM570 の機械的性質の規格値を満足した。また、開発鋼を用いて y 形溶接割れ試験を実施した結果、25℃の予熱で断面割れの発生は認められなかった。表3に継手の機械的特性を示す。開発鋼を用いた溶接継手は JIS SM と同等の機械的特性を示した。

4. 結言

1) 耐塗膜膨れ性に優れた橋梁用塗装寿命延長鋼を開発した。本開発鋼を使用することで、再塗装の間隔は普通鋼に比べ2倍を超える約70年まで延長可能と推定される。

2) 開発鋼は JIS SM と同等の機械的特性、施工性を有する。

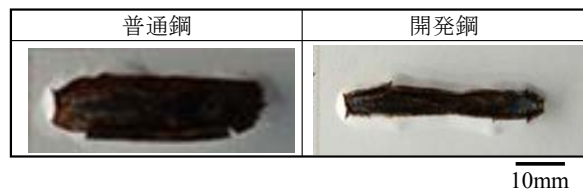


図3 腐食促進試験後の試験片スクライプ外観

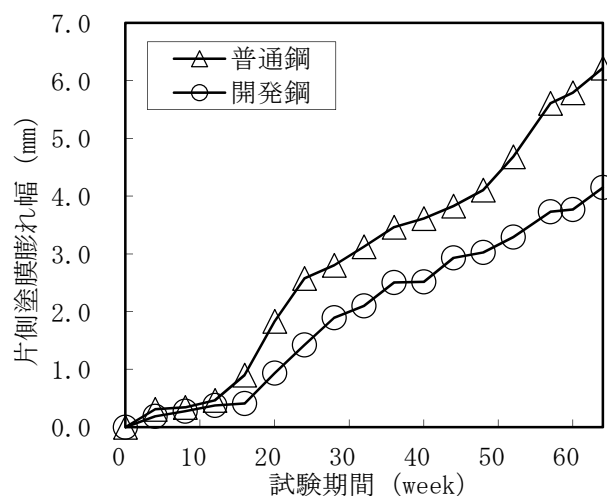


図4 腐食促進試験による片側塗膜膨れ幅の経時変化

表1 開発鋼の化学成分

Grade	Chemical composition (mass %)						Ceq ^{*1}	P _{CM} ^{*2}
	C	Si	Mn	P	S	Corrosion resistant elements		
490 MPa	0.12	0.34	1.31	0.008	0.001	Addition	0.36	0.20
570 MPa	0.09	0.34	1.54	0.007	0.002	Addition	0.40	0.19

*1) Ceq = C + Si/24 + Mn/6 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14

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

表2 開発鋼の母材機械的特性

	Grade	Thick-ness (mm)	Tensile test ^{*3}				Charpy impact test ^{*4}			Z-direction tensile test ^{*5}	
			Specimen	YS (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	El (%)	Position	Test temp.(°C)	Absorbed energy (J)	RA (%)	
										Each	Ave.
Developed steel	490 MPa	25	JIS 1A	427	542	25.7	1/4t	0	347	83, 82, 83	83
		50	JIS 1A	458	558	34.7	1/4t	0	315	72, 76, 77	75
	570 MPa	25	JIS 5	523	651	39.4	1/4t	-5	258	80, 80, 79	80
		50	JIS 5	607	698	39.2	1/4t	-5	280	76, 76, 73	75
JIS G 3106 Spec.	SM490YB-Z35	16<t≤40	JIS 1A	≥355	490~610	≥19	1/4t	0	≥27	≥25	≥35
		40<t≤75	JIS 1A	≥335		≥21					
	SM570-Z35	16<t≤40	JIS 5	≥450	570~720	≥26	1/4t	-5	≥47	≥25	≥35
		40<t≤75	JIS 5	≥430		≥20					

*3) C direction, *4) L direction, *5) JIS G 3199, Z35

表3 開発鋼の継手機械的特性

	Grade	Thickness (mm)	Welding process ^{*6}	Welding consumable ^{*7}	Heat input (kJ/mm)	Tensile test	Charpy impact test		
						TS (N/mm ²)	Test temp (°C)	Notch position	Absorbed energy (J)
Developed steel	490 MPa	25	FCAW	DW-50WCL	2.0	553	0	Weld Metal HAZ1 ^{*8}	116 166
	570 MPa	50	SAW	USW-62CL × MF-38	4.1	604	-5	Weld Metal HAZ1 ^{*8}	86 202
JIS G 3106 Spec.	SM490YB	-	-	-	-	≥490	0	-	≥27
	SM570	-	-	-	-	≥570	-5	-	≥47

*6) FCAW: Flux Cored Arc Welding, SAW: Submerged Arc Welding, *7) DW-50WCL (1.2mmφ), USW-62CL (4.0φ) × MF-38: KOBE STEEL, Ltd.,

*8) Position of 1mm from fusion line

参考文献

1) 日本鋼構造協会: JSSC テクニカルレポート No. 55 鋼橋塗装の LCC 低減のために, 東京, (2002), 22