

各種鋼材の腐食劣化特性に関する実験的研究

名古屋大学 学生会員 ○道岸 亮介
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤 義人
 名古屋大学大学院 正会員 北根 安雄

1. はじめに

鋼橋は、さびに対する対策として、一般に塗装が施され、さびは発生させないのが原則である。それに対して、古い栈橋などで腐食代設計された海洋構造物は無塗装で使用されていることがあり、構造物の性能はさびの進行による肉厚減少量によって評価される。保護性さびによって腐食進行を抑制するという耐候性鋼の使用も近年増している。そこで本研究では、一般鋼材、耐候性鋼材およびニッケル系高耐候性鋼材を用いて環境促進実験を行い、無防食鋼板の腐食性状及び本促進実験における促進倍率を明らかにした。

2. 腐食促進実験

本実験では、SS 材 (SS400, 一般構造用圧延鋼材, JIS G3101), SM 材 (SM400, 溶接構造用圧延鋼材, JIS G3106), SMA 材 (SMA400AW, 溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材, JIS G3114) および SMA-mod 材 (SMA400AW-modified, ニッケル系高耐候性鋼材, A 社による規格) の 4 種の鋼材を用い、無防食鋼板供試体 48 体について S6 サイクルにおける複合サイクル環境促進実験を行った。表-1 に各鋼材の材料強度と、化学成分のミルシート値を示す。25 日, 100 日, 200 日, 300 日および 400 日の計測サイクル用に各鋼材の供試体グループを用意し、それぞれの期日に取り出して、さび落とし後、重量計測を行った。また、すべての供試体について 25 日(100cycle)ごとに供試体を取り出し、写真撮影、重量測定を行った。

表-1 各種鋼材の材料強度とミルシート値

	引張試験			化学成分(%)								
	YP (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
SS400	308	439	31	0.14	0.15	0.81	0.013	0.006				
SM400	290	429	31	0.14	0.15	0.81	0.011	0.006	0.02	0.02	0.03	
SMA400	334	446	30	0.11	0.25	0.72	0.011	0.006	0.32	0.11	0.48	
SMA400-mod	382	473	31	0.06	0.19	0.40	0.005	0.002	0.33	0.299	0.03	0.01

YP: 降伏応力, TS: 引張強度, EL: のび

3. 初期状態

鋼板供試体の寸法は縦 70×横 150×板厚 9mm である。従来の環境促進実験では、一般に縦 150×横 70×幅 1.6~3.2mm の供試体を用いられており、本実験においても縦と横のサイズについてはこの値を採用し、板厚に関しては道路橋示方書において規定されている鋼材の最小板厚 8mm を考慮した上で、板厚 9mm の供試体を用いることとした。さび落としはショットブラストを用いるが、ブラストは SIS Sa2.5 (ISO Sa2.5) ショット 120 番 S120 (JISG5903) である。供試体の片面のみ腐食させるため、鋼板をブラスト後、腐食させない端面及び裏面を無機ジンクリッジペイント膜厚 75μm で防食し、さらに防錆テープを端面、裏面に貼付した。

4. 実験結果

供試体の各サイクルにおける重量減少量とそれから求まる板厚減少量換算値を表-2 に示す。またそれぞれの値をプロットしたものを図-1 に示す。

キーワード 無防食鋼材, 腐食, 環境促進実験, 促進倍率

連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 C1-3(651) 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL052-789-2736

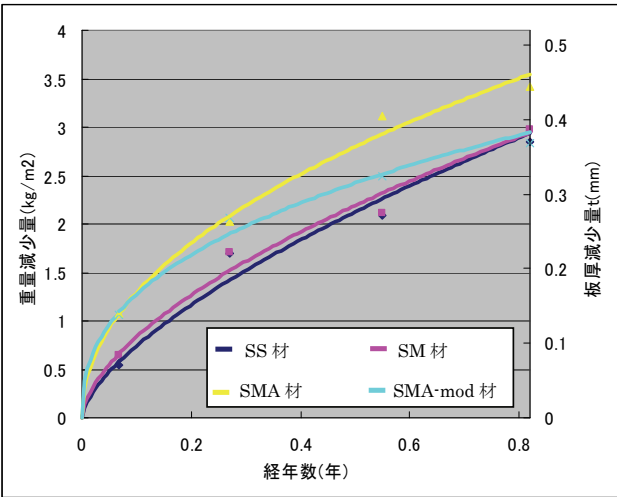


図-1 各鋼材の重量減少量と板厚減少量の累乗関数

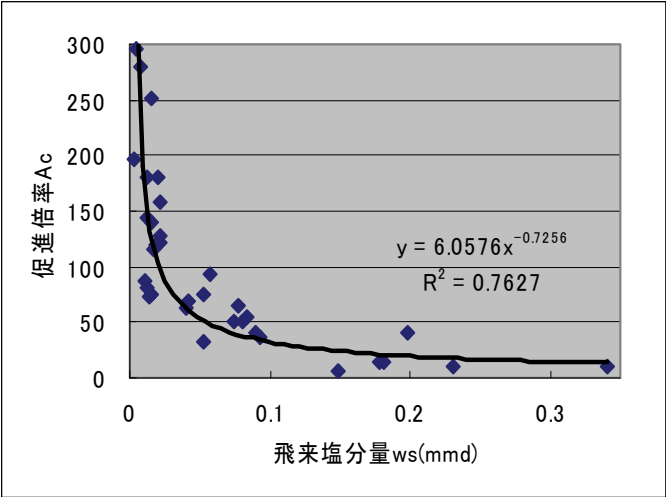


図-2 飛来塩分量と促進倍率の関係

表-2 片面腐食供試体の重量減少量(kg/m²)と板厚減少量換算値(mm)

鋼材の 種類	サイクル数	100	400	800	1200	鋼材の 種類	サイクル数	100	400	800	1200
	経年数(年)	0.068	0.27	0.55	0.82		経年数(年)	0.068	0.27	0.55	0.82
SS	平均値(M)	0.54	1.69	2.09	2.85	SMA	平均値(M)	1.08	2.02	3.12	3.42
	板厚換算値(mm)	0.07	0.22	0.27	0.37		板厚換算値(mm)	0.14	0.26	0.40	0.44
	標準偏差(S)	0.02	0.05	0.20	0.46		標準偏差(S)	0.12	0.13	0.41	0.42
	変動係数(%)	4.31	3.05	9.35	16.0		変動係数(%)	11.5	6.63	13.3	12.3
SM	平均値(M)	0.64	1.71	2.12	2.97	SMA-mod	平均値(M)	1.06	2.06	2.49	2.84
	板厚換算値(mm)	0.08	0.22	0.27	0.38		板厚換算値(mm)	0.14	0.27	0.32	0.37
	標準偏差(S)	0.13	0.13	0.09	0.05		標準偏差(S)	0.29	0.16	0.06	0.27
	変動係数(%)	20.0	7.63	4.12	1.75		変動係数(%)	27.8	7.82	2.28	9.33

一般に、腐食による重量減少量と時間の関係式は式(1)により表わされる¹⁾。

$$P = kt^n \tag{1}$$

ここで、

P：重量減少量の単位量(kg/m²)，t：時間(年)，k，n：定数

本研究では、耐候性鋼を含め無防食鋼板の大気暴露試験行った研究報告書²⁾の重量減少量データを用いて、今回の実験の暴露試験結果に対する促進倍率を算出した。促進倍率とは今回行った環境促進実験が大気暴露試験の何年分に相当するかを表した指標である。本研究では、促進倍率と飛来塩分量との関係を求めた。環境促進実験結果の時間軸に促進倍率 A_c を乗じ、暴露試験結果との残差が最小となる時の倍率 A_c を最適促進倍率と考えて算出した。各地点における促進倍率と飛来塩分量の関係を図-2 に示す。これらを利用して経年数と板厚減少量の関係式を用いて、飛来塩分量 w_s の地点に架設された橋梁の部材に関する t 年後の平均板厚減少量 t_d を鋼材別に算出した。表-3 に各鋼材の算出式を示す。

参考文献

- 1)H.H.ユーリック，R.W.レヴィー：腐食反応とその制御，産業図書株式会社，1989。
- 2)建設省土木研究所：耐候性鋼の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XV)，1992。

表-3 各種鋼材の算出式

鋼材の種類	関係式
SS 材	$t_d=0.13 \times (w_s^{0.73} \times t)^{0.66}$
SM 材	$t_d=0.15 \times (w_s^{0.73} \times t)^{0.60}$
SMA 材	$t_d=0.21 \times (w_s^{0.73} \times t)^{0.48}$
SMA-mod 材	$t_d=0.20 \times (w_s^{0.73} \times t)^{0.40}$