

ワッペン式暴露試験による普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量に関する考察

(一財) 土木研究センター 正会員 ○中島 和俊
(一財) 土木研究センター 正会員 落合 盛人

(一財) 土木研究センター 正会員 五島 孝行
(一財) 土木研究センター 正会員 安波 博道

1. はじめに

耐候性鋼材は、鋼材表面に緻密なさび層を形成させ、以降のさびの進展を抑制する効果を有し、塗装などを施さずとも長期間にわたり限定的な腐食量に留まることが知られている。我が国においては、雨掛かりのない橋梁環境における耐候性鋼材の適用性を評価することを目的として、建設省土木研究所、(社)日本橋梁建設協会、(社)鋼材倶楽部の三者による共同研究「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究」¹⁾が昭和56年度から11ヶ年にわたり実施され、腐食速度や長期腐食予測技術が整備され、今日では鋼道路橋の主要材料の一つとして位置づけられている。

一方、普通鋼材は塗装による防食が前提であり、橋梁環境における腐食性状についてこれまであまり研究されていない。しかしながら、実際の橋梁では、塗膜が劣化した後、数十年単位で放置される事例も多く見られるが、腐食損傷が進行し大規模な補修補強を要する橋梁もあれば、なんら構造的な欠陥を生じない橋梁もある。このように、普通鋼材であっても環境により腐食性状が異なることは明らかである。

このような状況から、普通鋼材においても耐候性鋼材と同様に、腐食速度ならびに長期腐食予測技術が確立されれば、早急に塗替えを行う必要がある橋梁・部位や、長期間放置しても耐候性鋼材同様に問題が生じない橋梁・部位とに分類することができ、より効果的かつ効率的な維持管理が行えると考えられる。

著者らは、全国各地の鋼道路橋において普通鋼および耐候性鋼のワッペン式暴露試験を実施している(表-1)。本稿では、これらの暴露試験結果を基に、普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量について考察を行った結果を報告する。

2. 腐食量の評価
2.1 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量の比較

普通鋼材と耐候性鋼材の両鋼種のワッペン式暴露試験を同一箇所と同時に実施した橋梁(27橋)に限定し、両鋼種の腐食量の比を図-1に示す。同図は耐候性鋼材の腐食量をベースとして横軸に取り、縦軸は両鋼種の腐食量比を示す。図中赤破線は、耐候性鋼橋梁を無塗装で適用できる閾値(0.03mm)²⁾を示す。

耐候性鋼材の腐食量が大きい場合(0.1mm超)などで稀に外れ値が見られるが、全体の傾向として普通鋼材の腐食量は耐候性鋼材に比べて2%程度大きく、全137箇所の内117箇所が腐食量比±20%の範囲に収まる。

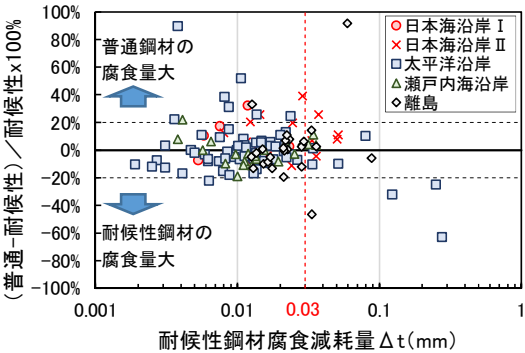


表-1 ワッペン式暴露試験 実施橋梁の概要

	橋梁数							
	総 数	海岸からの距離(km)					普通 ワッペン 設置	耐候性 ワッペン 設置
		<1.0	<2.0	<5.0	<20	>20		
日本海沿岸Ⅰ	1	0	0	0	0	1	1	1
日本海沿岸Ⅱ	5	2	0	1	0	2	4	5
太平洋沿岸	23	8	6	2	2	5	14	23
瀬戸内海沿岸	4	2	1	0	0	1	4	4
離島	4	4	0	0	0	0	4	4
計	37	37					27	37

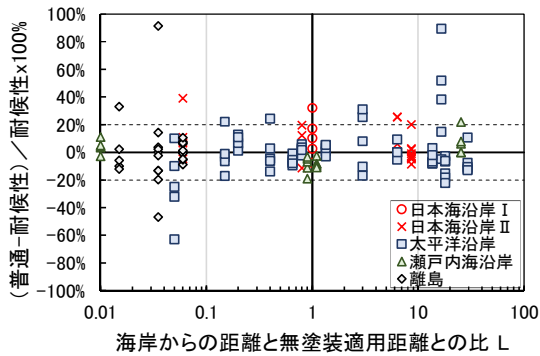
	$\Delta t \leq 0.01$	$0.01 \leq \Delta t < 0.1$	$0.1 \leq \Delta t$	Ave	σ
箇所数	40	94	3	137	137
耐候性平均	0.0065	0.0220	0.2167	0.0217	0.0337
普通平均	0.0066	0.0230	0.1245	0.0204	0.0232
比平均	2%	3%	-40%	2%	18%

図-1 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比率
(耐候性鋼材の腐食量をベース)

2.2 海岸からの距離で整理した1年目腐食量

道路橋示方書では耐候性鋼梁を無塗装で適用できる範囲として、日本海沿岸等の地域区分とともに海岸からの距離が示されている。表-1 縦軸が地域区分を示し、横軸着色部が無塗装で適用できる範囲を示す。これらの分類を基に、各橋梁の海岸からの距離と両鋼種の腐食量比との関係を図-2 に示す。同図では、各橋の海岸からの距離を地域区分に応じた無塗装で適用できる範囲の最大値で除して無次元化した。図-2 より、海岸からの距離の比が0.1 倍以下の場合、耐候性鋼材の腐食量が普通鋼より大きい傾向が見られるが、0.1 倍を超える場合は1%から4%の範囲で普通鋼材の腐食量が耐候性鋼材のより大きい。特に0.1 倍から10 倍の範囲では両鋼種の腐食量比のばらつきが小さく、ほぼ±20%の範囲に収まる。また、10 倍を超える場合は、凍結防止剤の散布など他の要因に支配されると考えられ、ばらつきが大きい。

図-3 は両鋼種の腐食量を海岸からの距離の比で分類したものである。同図より、両鋼種の腐食量比は、腐食量の大小に因らないことがわかる。



	L≤0.1	0.1<L≤1.0	1.0<L≤10	10<L	全体
データ数	40	34	37	26	137
耐候性鋼平均(mm)	0.0445	0.0154	0.0131	0.0072	0.0217
普通鋼平均(mm)	0.0393	0.0155	0.0136	0.0074	0.0204
比	-12%	1%	4%	3%	-6%

図-2 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比 (海岸からの距離ベース)

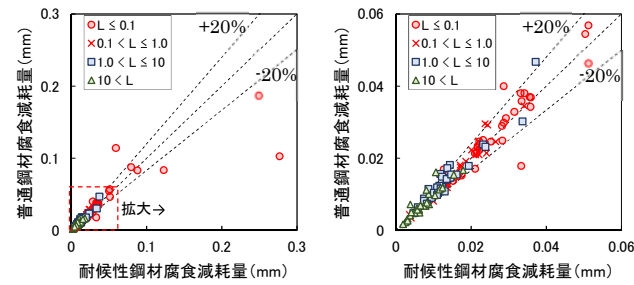


図-3 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比 (距離区分)

2.3 試験片の設置部位で整理した1年目腐食量

ワッペン式暴露試験は、一つの橋梁でもウェブ、フランジ等の計5箇所(図-4)を基本として設置した。ワッペン式暴露試験の腐食量は設置部位によっても異なることから、設置部位毎に腐食量を整理した(図-5)。

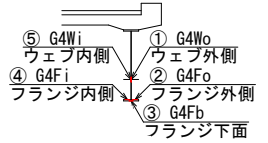
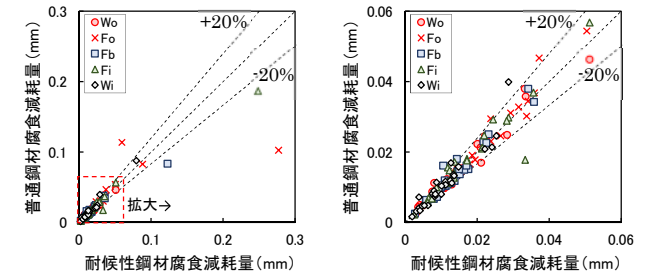


図-4 試験片の配置

同図より、雨掛かりがあるFoの腐食量が顕著に大きいなど、暴露初期に特有の傾向がみられるが、両鋼種の腐食量の比は概ね±20%の範囲に均等にばらつき、いずれも普通鋼材の腐食量が耐候性鋼材よりわずかに大きい結果が得られた。



	Wo	Fo	Fb	Fi	Wi	全体
部位数	28	21	30	24	28	131
耐候性鋼平均(mm)	0.0162	0.0231	0.0140	0.0180	0.0109	0.0160
普通鋼平均(mm)	0.0163	0.0238	0.0140	0.0185	0.0113	0.0163
比	1%	3%	0%	3%	4%	2%

図-5 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比 (設置部位ベース)

3. まとめ

1年間のワッペン式暴露試験結果を基に、普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量の傾向を整理した。

- (1) 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比は概ね±20%の範囲内に収まる。
- (2) 普通鋼材と耐候性鋼材の腐食量比は、沿岸部や山間部を除き概ね一定である。
- (3) 普通鋼材、耐候性鋼材の腐食量はフランジ・ウェブなどの部位の影響を受けないが、普通鋼材の腐食量が耐候性鋼材より平均で2%程度大きい。

なお、本稿は暴露初期1年間の結果を整理したものであり、より長期間を経ることで両鋼種の腐食量に差が生じる可能性が考えられる。今後、長期間の暴露試験結果が得られ次第、さらなる検討を加えたい。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会: 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XVIII) 全国暴露試験片のまとめ, 1993
- 2) (社)日本鋼構造協会: 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, pp157-166, 2006.10