

I-239

耐候性鋼材の橋梁への適用に関する調査

北海道開発局函館開発建設部 正員 北野 初雄

北海道開発局開発土木研究所 正員 本名 一夫

北海道開発局開発土木研究所 正員 小玉 茂

1 はじめに

近年、鋼橋のメンテナンス・フリーの面から耐候性鋼材裸使用橋梁に対する期待が高まっている。北海道開発局では、耐候性鋼材の大気中での腐食に耐える性質とその適用条件を検討するため、昭和53年から試験片による各種構造用鋼材の大気暴露試験に着手し、さらに昭和58年から山岳地域において裸使用橋梁についても試験片と併せて腐食量やさび安定化の追跡調査¹⁾を行っている。本文は、これら調査のうち、暴露8年経過の腐食量から各種環境下における裸使用耐候性鋼材の橋梁への適用性について述べるものである。

2 暴露場所と試験片

暴露場所は自然環境の特性から図-1に示す橋梁とした。

試験片の添架位置を図-2に示す。試験片の形状は50×165×6～8mmの鋼板で、化学組成を表-1に示す。表中の①～⑤のSMA50AW相当は、日本工業規格『溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材』(G 3114-1983)改正前の鋼材であり、従前、特殊耐候性鋼と言われていた。⑥～⑦はJIS改正後の鋼材である。

3 腐食量

適用性の検討は、暴露地域の部位ごとにそれぞれ50年後の推定腐食量を求めて板厚に換算し、その値が0.4mmを越える場合やさび層が層状剥離の様相を呈している場合、その地域は環境条件が悪いと区分することにした。推定腐食量は、経年変化を指数関数で仮定した次式²⁾を適用した。

$$Y = A X^B e^{C/X} \quad (1)$$

ここで、Yは腐食量(mg/cm²)、Xは暴露期間(月)、A、B、Cは定数である。(1)を対数で示すと次式で表わされる。

$$\ln Y = \ln A + B \ln X + C/X \quad (2)$$

ここでの腐食量は促進腐食因子中(部位rのCl⁻およびSO₄²⁻はそれぞれ海岸地域249md, 8.09md、臨海工業7.66md, 47.7md、田園4.16md, 5.71md、都市1.31md, 10.8md、山岳地域0.12md, 0.93md)塩分量が密接な関係にあるところから、試験片の付着塩分量の大小で海塩粒子の影響の有無を区分し、それぞれ表-2、3に分類した。

この結果、海塩粒子の影響がある地域の海岸、臨海工業は環境条件が悪く部位別差異はきわめて顕著である。特に海岸地域の中げた部の☆は試験片の消滅を意味する。現在、海岸地域の腐食量の最大は1.44mm(片面)に達し、さび層は剥落し新たに腐食が進行中である。さび層の構造解析でもクラックが数多く観察され安定さび層にほど遠い形態である。このような特に海塩粒子の多い海岸地域については、さび安定化の機能を期待する

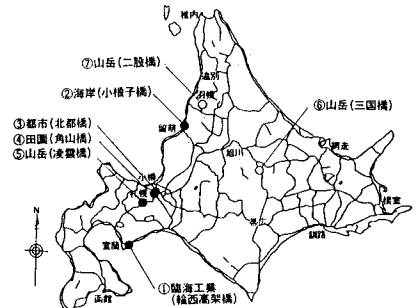


図-1 暴露場所
(●:塗装橋梁、○:裸使用橋梁)

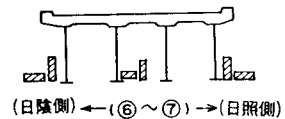
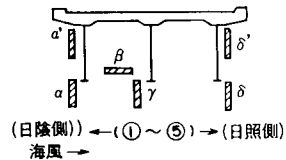


図-2 試験片の添架位置

表-1 化学組成(製品分析値、Wt %)

記号	鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V
① ⑤	SM50A	0.13	0.35	1.31	0.018	0.010	0.01	0.01	0.01	—	—
	SMA50AW 相当	0.11	0.21	1.01	0.018	0.011	0.30	0.44	0.10	—	0.04
⑥	SM50A	0.11	0.36	1.22	0.016	0.016	0.01	0.01	0.02	—	—
	SMA50AW	0.11	0.34	0.84	0.014	0.010	0.31	0.52	0.13	0.03	0.05
⑦	SMA50BW	0.12	0.43	0.96	0.018	0.008	0.34	0.49	0.12	—	0.04

ことが難しく耐候性鋼材の裸使用は困難である。反面、田園地域および海塩粒子の影響がほとんどない地域の都市、山岳は環境条件が良いと言える。なお、田園地域、臨海工業の部位 α の腐食量が比較的多いのは飛来塩分量の影響を受けているからである。

表-2 海塩粒子の影響がある地域の回帰係数と推定腐食量

暴露地域	部材位置	外 げ た α (α')					中 げ た 部 β, γ					外 げ た δ (δ')				
		ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}	ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}	ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}
① (臨海工業)	下段水平						3.205	0.489	-8.469	555	0.71					
	下段鉛直	0.470	1.007	11.285	1023	1.30	1.582	0.637	0.084	286	0.36	1.218	0.730	7.593	365	0.47
② (海岸)	上段鉛直	1.228	1.038	5.950	2638	3.36	2.139	1.024	1.315	☆	☆	2.466	0.583	7.202	496	0.63
	下段鉛直	4.046	0.133	-6.968	132	0.17	-0.842	1.608	20.418	☆	☆	3.420	0.229	-0.171	132	0.17
④ (田園)	下段水平						1.635	0.624	0.196	278	0.35					
	下段鉛直	1.638	0.623	0.173	277	0.35	1.406	0.596	0.930	186	0.24	1.672	0.568	1.089	202	0.26

注) (1) Y_{50} は50年後の推定腐食量 (mg/cm^2)。 (2) T_{50} は50年後の推定板厚減少量 (片面, mm)。 (3) ☆印は試験片の消滅を示す。

(4) ④ (田園) は海岸線より16km離れているが、地形などの関係で飛来塩分の影響がある。

表-3 海塩粒子の影響がほとんどない地域の回帰係数と推定腐食量

暴露地域	部材位置	日 陰 側 α (α')					中 げ た 部 β (γ)					日 照 側 δ (δ')				
		ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}	ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}	ln A	B	C	Y_{50}	T_{50}
③ (都市)	上段鉛直	1.670	0.431	3.557	84	0.11	2.216	0.305	-4.703	64	0.08	1.485	0.470	0.397	89	0.11
	下段鉛直						2.664	0.257	-8.792	73	0.09					
⑤ (山岳)	下段水平						1.569	0.459	-2.396	90	0.11					
	下段鉛直	1.809	0.447	-3.389	107	0.14	1.269	0.506	-0.462	91	0.12	1.472	0.490	-2.270	100	0.13

図-3は鋼種別の腐食量経年変化の1例を示したものでSM50A材がSMA50AW(BW)材よりも多く、腐食速度は両材ともゆっくりと進行している。橋梁別の腐食量は凌雲橋が二股橋および三国橋より多い。これは耐候性に有効な元素の組合せや添加量、添架位置からくる暴露状態、腐食因子などの要因が影響しているためと考えられる。その詳細は参考文献³⁾に譲る。

4 箱 げ た 内 面

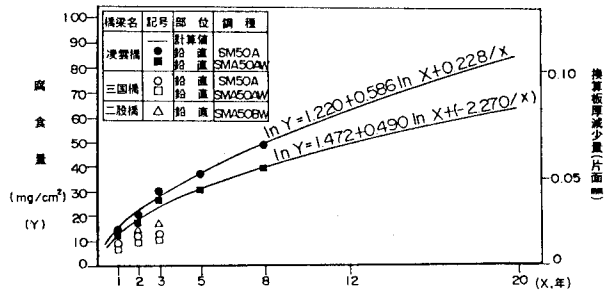
箱げた内部は、雨水の侵入や結露の発生によって湿潤状態となりやすく、最も悪い腐食条件にある。当研究所では、昭和62年6月から7月にかけて箱げた内の現況調査を実施した。その結果、塗装橋梁14橋中11橋は乾いていたが、3橋が結露現象を生じており、濃霧の発生や湿度の高い地域の2橋は特に湿潤状態が激しかった。このようなところに裸使用する場合には、内面は塗装することが望ましい。

5 お わ り に

適用性の可否は、最終12年の腐食量を加えることにより、より精度の向上が期待できるが、都市、山岳、田園地域では環境条件が良く、海岸、臨海工業地域は悪く部位別差異はきわめて顕著である。特に海塩粒子の多い海岸地域の裸使用は、耐候性の機能を期待することが難しく、耐候性鋼材の裸使用は困難である。また、湿度などの高い地域の箱げた内面は塗装することが望ましい。今後 JISG 3114-1983改正後の鋼材についても検討が必要である。最後に本調査に御協力いただいた関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 北野、吉田、小玉：耐候性鋼材裸使用の橋梁への適用に関する調査、土木学会北海道支部論文集（第44号）
- 2) 堀川、滝口、石津、金指：各種金属材料および防錆被覆の大気腐食に関する研究（第5報）、防蝕技術 Vol.16、No.4
- 3) 北野、吉田、小玉：山岳橋梁に使用した耐候性鋼材の腐食について、第41回建設省技術研究会論文集



外 げ た 日 照 側 の 試 験 片
図-3 山岳地域の腐食量経年変化図