

長崎県沿岸部における鋼アーチ橋桁内の腐食環境調査

長崎大学大学院 正 会 員 中村聖三 長崎大学大学院 学生会員 ○百崎圭祐
 宮地エンジニアリング(株) 橋梁事業本部 緒方裕己 長崎大学大学院 正 会 員 奥松俊博
 長崎大学大学院 正 会 員 西川貴文

1. はじめに

長崎県は県自体が半島であり、離島が面積の約4割を占めているため、橋梁等の各種構造物の多くが海岸線に近い位置に建設されている。さらに、夏から秋にかけてはしばしば台風が来襲し、冬には北西からの強い季節風も吹くなど、気象条件の面でも厳しい腐食環境にあるため、構造物の腐食劣化が早期に顕在化することが多い。したがって、今後県内の鋼橋を適切に維持管理していくためには、架設位置の腐食環境を明らかにし、塗膜の劣化や腐食の発生、進行を予測する必要がある。そこで本調査では、外海地区沿岸の鋼アーチ橋の腐食環境を明らかにすることを目的として、対象橋梁の各部位における飛来塩分量、温湿度、ACM センサの出力電流及びワッペン試験片の錆厚および腐食減耗量を調査した。

2. 調査対象橋梁及び調査期間

調査対象橋梁は長崎県外海地区沿岸に位置する3つの下路式鋼アーチ橋であり、いずれもほぼ南北方向に架設されている。各橋梁の概要を表-1に示す。調査期間は2010年11月から2012年11月までの2年間である。ただし、橋梁Bにおいては塗装の塗り替え工事が行われたため、2011年9月で調査を終了した。

3. 調査概要

飛来塩分量の測定はJIS Z 2381に規定されているドライガーゼ法により実施した。ガーゼは約1ヶ月毎に交換・回収した。ガーゼに付着した塩分量は塩素イオンメーター及びイオン検知管を用いて測定し、mdd(mg/dm²/day)に換算した。普通鋼と耐候性鋼(以下、普通鋼:C、耐候性鋼:Wとする)のワッペン試験片(50mm×50mm×2mm/t)を各5枚、木板に貼り付けたものを1試験体として、それを5体用意した。試験片の錆厚は、電磁膜厚計を用いて1つの試験片に対して10点計測し、その平均値を算出した。腐食減耗量は、回収したワッペン試験片から錆を除去した後の重量減少から算出した。各調査はいずれの橋梁においても、スパン中央付近の検査路近傍で行った。例として橋梁Aにおける設置状況を図-1に示す。橋梁B、Cにおいては橋軸、橋軸直角、下フランジ方向で飛来塩分量のみを調査し、さらに、橋梁Bで橋軸直角方向にワッペン試験のみの試験体を設置した。また、橋梁AのみにACMセンサを各部位に、全橋梁にUSB温湿度計を1つずつ設置し、前者により腐食電流を、後者により温度、湿度を一定時間間隔で測定・記録した。

表-1 対象橋梁の概要

	架設年	スパン	幅員	鋼材	離岸距離
橋梁A	1980年	82.1m	9m	耐候性鋼	0km
橋梁B	1980年	87.5m	10m	普通鋼	0.1km
橋梁C	1988年	118.7m	9.3m	普通鋼	0.2km

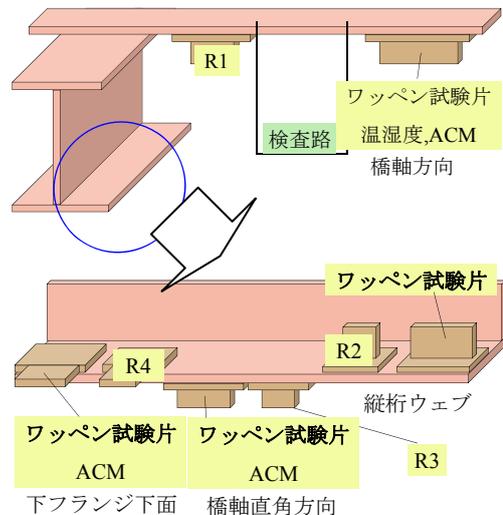


図-1 橋梁Aの設置状況

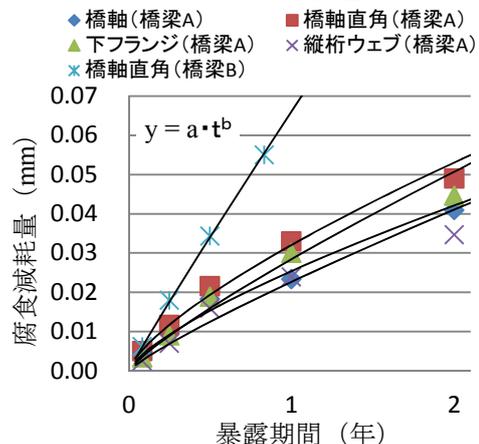


図-2 腐食減耗量と暴露期間の関係

4. 調査結果

4.1 時間経過にともなう腐食減耗量の推移

各部位におけるワッペン試験片の腐食減耗量と暴露期間との関係の例として、橋梁 A の W の結果を図 - 2 に示す。同図には参考のため、橋梁 B (橋軸直角方向) の結果も示している。また、各部位および鋼種ごとに求めた近似曲線の係数 a, b と相関係数 R の値を表 - 2 に示す¹⁾。C, W とともに各部位で累乗回帰曲線($y=a \cdot t^b$) に高い相関が得られ、相関係数 R は全ての部位で 0.9 以上を示した。各部位における W の腐食速度を比較すると、暴露期間 2 年で最小の減耗量を示した縦桁ウェブの値を 1 とした場合、橋軸 1.18, 下フランジ 1.28, 橋軸直角 1.41 となる。さらに、図 - 2 の橋梁 B における近似曲線で 2 年後の腐食減耗量を試算すると、橋軸直角 (橋梁 B) において 3.73 となる。よって、腐食環境は、橋梁 A においては橋軸直角 > 下フランジ > 橋軸 > 縦桁ウェブの順番で厳しく、橋梁 B の腐食環境は橋梁 A より 2 倍以上厳しいと考えられる。

また、表 - 2 に示した全部位対象の C の近似曲線の係数 a, b を沖縄の名護湾海岸部における暴露試験結果²⁾と比較すると、a が約 0.45 倍, b が 0.94 倍であるため、橋梁 A における腐食速度は名護湾海岸部の 1/2 程度ということになる。鋼種による腐食減耗量の差異をみると、暴露 2 年後における最大値が橋軸直角方向の約 16% であり、それほど大きくなかった。

4.2 腐食減耗量と飛来塩分量、錆厚との関係

腐食減耗量と累積飛来塩分量、錆厚との関係をそれぞれ図 - 4, 5 に示す。図 - 4 では累乗回帰曲線、図 - 5 では直線で回帰した結果、普通鋼、耐候性鋼ともに高い相関がみられた。よって、腐食減耗量のかわりに飛来塩分量や錆厚を用いることで、腐食環境を定量的に評価できる可能性がある。腐食減耗量は取得するデータ数だけ試験片を設置し、回収するたびに錆の除去と重量測定をする必要があるのに対し、錆厚は一つの試験片でその時間変化を測定することができるため、コストや時間の短縮が期待できる。ただし、鋼種の差異に着目すると、同じ錆厚に対する腐食減耗量が耐候性鋼よりも普通鋼で高くなっているため、その点に留意する必要がある。

5. まとめ

本研究で得られた結論を以下にまとめる。

- (1) 橋梁 A においては橋軸直角 > 下フランジ > 橋軸 > 縦桁ウェブの順番で腐食環境が厳しく、橋梁 B の腐食環境は腐食速度で 2 倍程度橋梁 A より厳しい。
- (2) 橋梁 A における腐食速度は名護湾海岸部の約 1/2 である。
- (3) 飛来塩分量及び錆厚を腐食減耗量の代わりに用いることで、腐食環境を定量的に表せる可能性がある。

参考文献 1) 貝沼ら：腐食生成物層の厚さを用いた無塗装普通鋼材の腐食深さとその経時性の評価方法，材料と環境 vol.61,483-494,(2012)

2) 建設省土木研究所：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XV) 1992-3

表 - 2 腐食減耗量の各部位ごとにおける関係式

橋梁	調査部位	鋼種	a	b	R
橋梁 A	橋軸	W	0.0254	0.7299	0.994
			0.0321	0.7271	0.997
			0.0284	0.8346	0.994
			0.0227	0.8582	0.989
	全部位対象	C	0.0281	0.8541	0.967
橋梁 B	橋軸直角	W	0.0269	0.7875	0.974
		C	0.0770	1.0412	0.999
		W	0.0661	0.9550	0.999

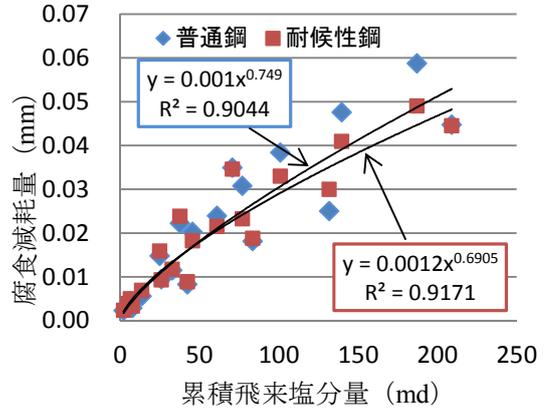


図 - 4 腐食減耗量と累積飛来塩分量の関係

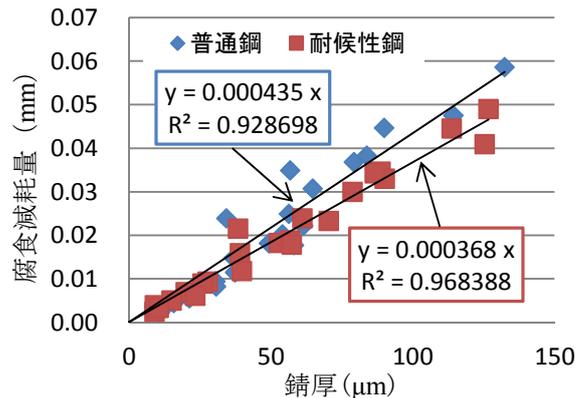


図 - 5 腐食減耗量と錆厚の関係