

既存耐候性橋梁の付着塩分量とさび厚に関する相関分析



宇部興産機械株式会社 橋梁鉄構設計 Gr. 後藤 悟史
 山口大学 工学部 宮本 文穂
 山口大学 工学部 麻生 稔彦

1. はじめに

将来にわたる橋梁の維持管理費用(Life Cycle Cost ,LCC)の削減を目的とし、塗装の塗り替えを必要としない耐候性鋼材の鋼橋への適用実績は年々増加しています(図-1)。

耐候性鋼材は、将来にわたり腐食減耗量が十分に小さく、設計上問題ないレベル(100年で0.5mm以下)であることを条件として鋼橋に適用されます、この低腐食速度状態は「さび安定化状態」と表現され、これには飛来塩分量が大きく関係するとされています。道路橋示方書では、無塗装で耐候性鋼材を用いる条件として、「飛来塩分量が0.05mg/100cm²/dayを超えない地域」と規定されていますが、離岸距離が地域ごとに決められている距離以上であれば、飛来塩分量の測定を省略してよいとされています。(図-2)

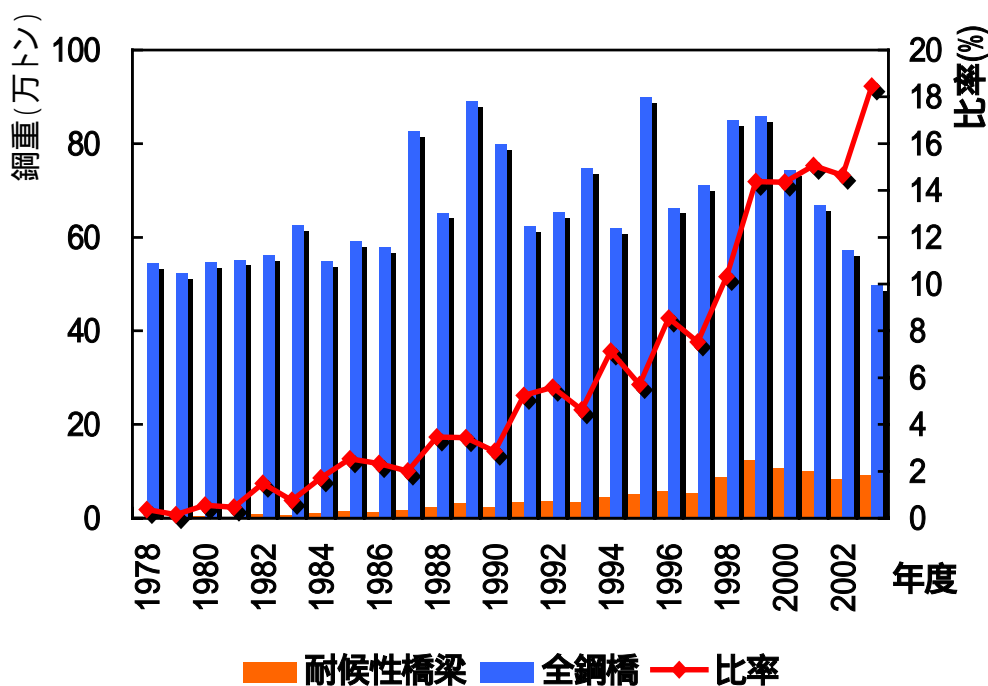


図-1 耐候性橋梁と全鋼橋の年度別受注量 (橋建協 平成 17年 6月)

地域区分	飛来塩分量の測定を省略してよい地域
日本海沿岸部	I 海岸線から20kmを超える地域
	II 海岸線から5kmを超える地域
太平洋沿岸部	海岸線から2kmを超える地域
瀬戸内海沿岸部	海岸線から1kmを超える地域
沖縄	なし



図-2 飛来塩分量の測定を省略してよい地域
(耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告(XX)より)

しかし、近年行われている実態調査により、上記規定に従い架設された無塗装耐候性橋梁であっても、有害な腐食さびの発生事例が数多く報告されています(図-3)。



主桁下フランジと垂直補剛材



支承近傍の主桁下フランジ



主桁ウェブ



主桁ウェブ

図-3 腐食性さびの発生事例

このような背景のもと、飛来塩分量は離岸距離以外にも地形条件や気象条件等の影響を受けるため、無塗装橋梁の適用可否を離岸距離によって判断することが疑問視されるようになってきました。しかし、飛来塩分量の測定には少なくとも1年以上の期間を要し、またコストおよび塩分捕集器の管理上の問題から、全ての架橋現場で測定することはできません。そのため、正確で効率よく測定できる腐食性指標が必要となっています。

そこで我々は、実際に鋼材に付着し腐食を促進させる直接的原因となる付着塩分量に着目し、その腐食性指標としての可能性について研究しています。既存橋梁の付着塩分量からその地域の環境を評価できれば、飛来塩分よりも厳密で簡易に無塗装耐候性橋梁の適用可否を判断することができます。

2. 付着塩分量の測定

これまでに、山口県における既存の耐候性橋梁 20 橋について付着塩分量とさび厚に関する相関分析を行っています。付着塩分は写真-1 に示す表面塩分計を用い測定します。測定箇所は主桁端部とし、雨が当たる[外]とあたらない[内]について、それぞれウェブ・下フランジ上面・下フランジ下面としました(図-4)。



写真-1 調査状況写真(表面塩分計)

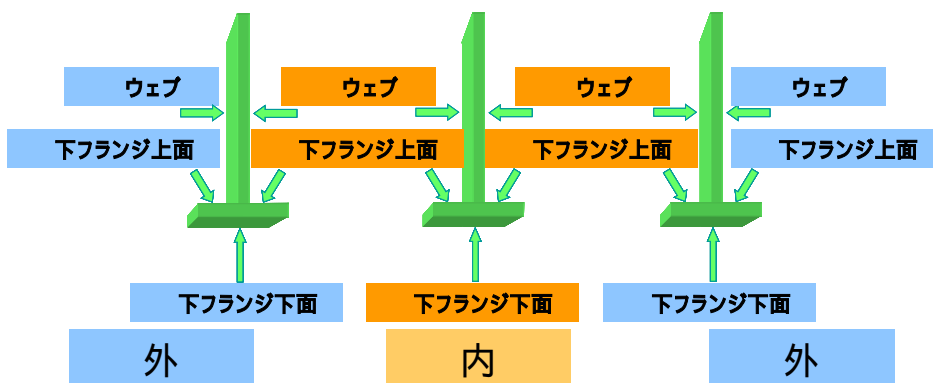


図-4 調査部位

付着塩分の測定結果例を図-5 に示します。塩分量はウェブよりも下フランジ上面の方が多いですが、これは垂直部材よりも水平部材の方が堆積、付着しやすいためであると考えられます。また、同じウェブ・下フランジであっても外側よりも内側の方が多い結果となっています。外側は風雨によって塩分が洗い流されやすいためであると予想されます。



経過年数 5.9 年
 離岸距離 20.0 km
 外観評点 4

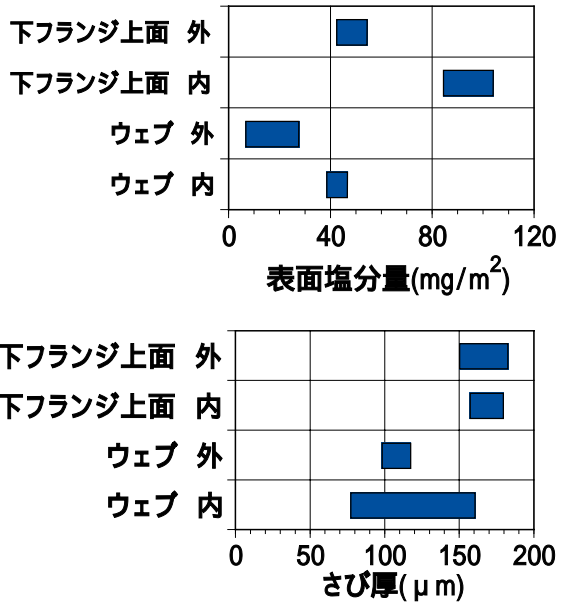


図-5 測定結果例(R橋)

3. 離岸距離と付着塩分量

図-6に、全ての橋梁の離岸距離と下フランジ上面の付着塩分量の関係を示します。下フランジ上面は、離岸距離が小さくなるほど付着塩分量は急増する傾向にあり、また両者の相関はワイブル関数によりおおむね表現することができます。

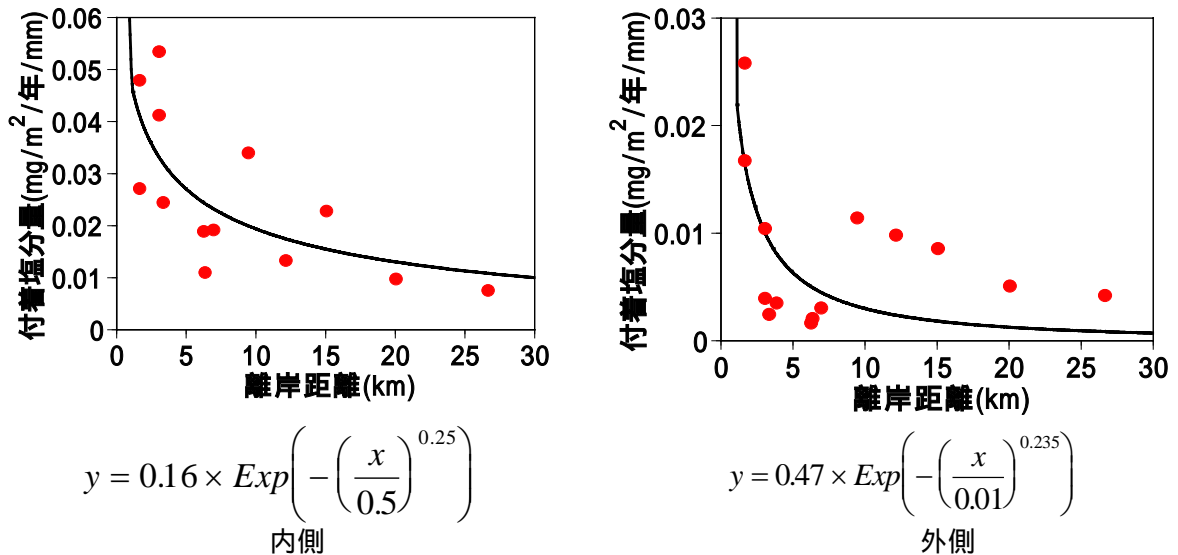


図-6 下フランジ上面の付着塩分量と離岸距離

4. 付着塩分量とさび厚

橋梁別の付着塩分量とさび厚の相関について、分析結果例を図-7 に示します。両者の間には高い正の相関が得られており、同一橋梁内(同一環境条件)であれば、部位に関わらずさび厚が付着塩分量で表現できることを示しています。一方、図-8 のように下フランジ下面を除いた場合にのみ高い相関が得られる橋梁もあります。両橋は桁下空間が狭く、風通しが特に悪いため、付着塩分量は少ないものの河川やのり面からの湿気が直接的に影響を与えたと考えられます。

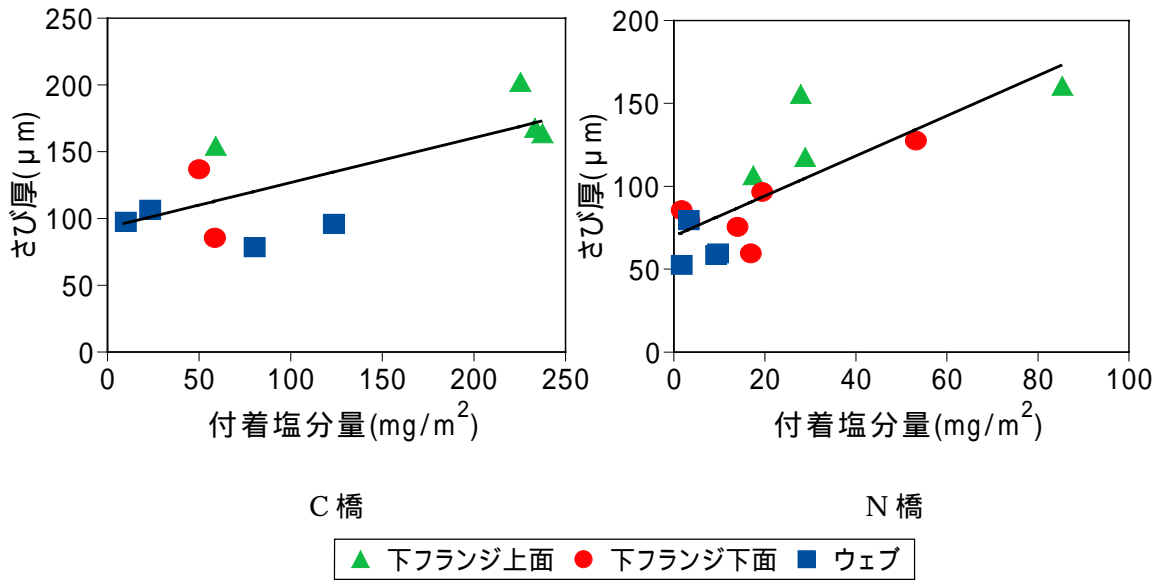


図-7 付着塩分量とさび厚(例 1)

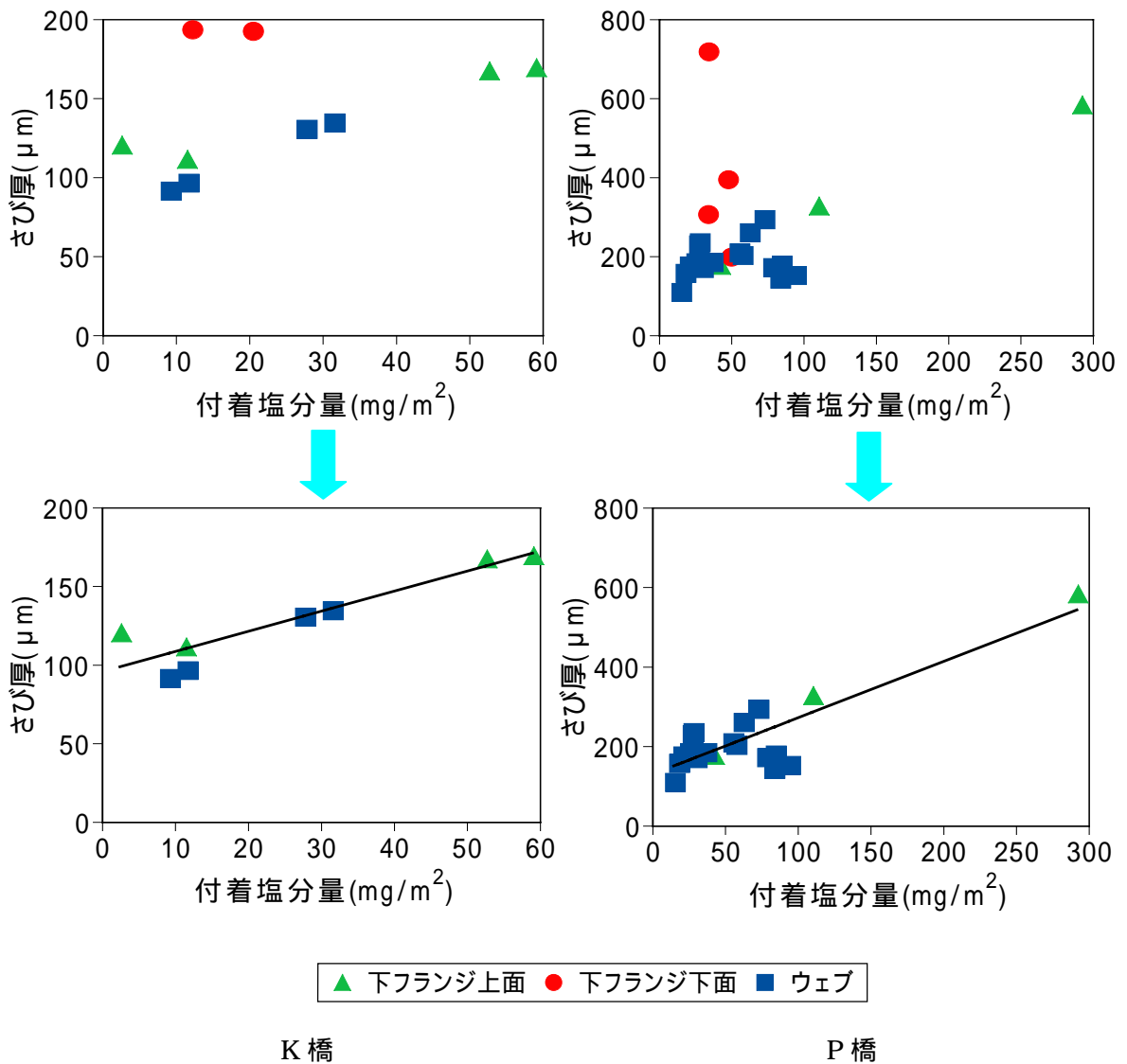


図-8 付着塩分量とさび厚(例 2)

全橋梁の相関係数一覧を表-1 に示します。ほとんどの橋梁で正の相関が得られ、両者は部位に関わらず線形関係があることがわかります。また、下フランジ下面を除くとほぼ全ての橋梁で相関係数が高くなり、下フランジ下面の腐食の進行は、付着塩分量よりも周囲の直接的な環境条件に大きく影響を受けることが予想されます。

表-1 付着塩分量とさび厚の相関係数

橋梁	下フランジ 下面あり	下フランジ 下面なし
C	0.719	0.742
D	0.064	0.162
E	0.600	0.650
F	0.338	0.832
G	0.724	0.728
J	0.655	0.802
K	0.457	0.918
L	0.392	0.760
N	0.795	0.805
O	0.571	0.646
P	0.444	0.852
R	0.668	0.672
S	-0.441	-0.131
T	0.086	0.074

5. まとめ

これまでに得られている知見をまとめます。

- ✓ 付着塩分量はウェブより下フランジ上面の方が、また外側より内側の方が多い
腐食性さびの報告例が、下フランジ上面について多いことを説明できる結果です。
- ✓ 離岸距離が小さくなると急激に付着塩分量は多くなり、特に下フランジ上面の付着塩分量(mg/m²/年/mm)は離岸距離(km)に対してワイブル関数でおおむね近似できる
- ✓ 同一橋梁内であれば付着塩分量とさび厚に線形関係がある
同じ環境条件であれば、部位に関わらず付着塩分量がさび厚の指標となり得ると考えられます。

一方、さび厚には周囲の環境がより大きな影響を与えることも予想され、今後もより多くの橋梁を調査し、データの蓄積を進める必要があります。