

新潟県の耐候性鋼橋梁に及ぼす飛来塩分の影響に関する研究

建設構造研究室 高橋 拓也

指導教官 長井 正嗣

岩崎 英治

1. 背景

耐候性鋼材とは普通鋼材に微量の銅，クロム，ニッケル，モリブデン，リン，などの添加元素を加え合金化したものであり，鋼材表面に安定化さび層と呼ばれる緻密なさび層が形成される．そのさび層により水や酸素の透過を防ぎ，その後の鋼材の腐食作用を抑制する働きをもつ鋼材で，無塗装で使用が可能である．そのため，塗装によるライフサイクルコスト（LCC）を低減することができる．

耐候性鋼材の橋梁への使用方法には

裸のまま使用する

鋼材表面に化成処理を施し使用する

塗装して使用する

の3種類があり，または の使用方法を無塗装仕様， を塗装仕様という． は，耐候性鋼材を素地のままで使用するもので裸仕様橋梁と呼ばれ，耐候性鋼材の持つ特性を最大限に引き出した使用方法であり，最も経済的である．しかし，安定化さび層が形成されるまでの初期段階において，さび汁の流出やさびむらなどが問題となる．そこで，これらの問題点を解決するために開発されたのが の方法である． は表面処理仕様橋梁と呼ばれ，耐候性鋼材表面に多孔質な無機結晶質の複合皮膜を生成する特殊な化成処理を施したものである．通気性，通水性に優れ安定化さび層形成に必要な水，酸素は通し，安定化さび層の形成を阻害する腐食性マイナスイオンの地鉄への到達を抑制する働きを有するものである． は，普通鋼材と同様に塗装を施して使用するものである．耐候性鋼材に塗装を施すことは，耐候性鋼材の特性を引き出すことにはならず，また不経済

となるため最近では使用されていない．

さびの安定化には飛来塩分が最も関係しており，新潟県では離岸距離が20km以上であれば飛来塩分量の計測を省略して使用できるが，20km未満では飛来塩分量を計測し，その値が0.05mdd(mg/dm²/day)以下であることが望ましい環境となっている．しかし，飛来塩分量の計測には最低でも1年の期間を必要とするため，実際には飛来塩分量を計測せずに近隣の既設耐候性鋼橋梁のパフォーマンスから使用の適否を判断する人が多い．

また，耐候性鋼橋梁については，メンテナンスフリーという認識が強いことからこれまで建設後のパフォーマンス調査が行われた例は少ない．無塗装橋梁も塗装橋梁と同様にメンテナンスは必要であり，特に無塗装橋梁独特のさび状態を調査することは重要であると考えられる．

2. 目的

本研究では新潟県内の耐候性鋼橋梁のパフォーマンス調査を行い，無塗装橋梁の設置適否参考資料および既設耐候性鋼橋梁のメンテナンス判断資料の作成を目的とし，耐候性鋼橋梁に及ぼす飛来塩分の影響について調べる．

3. 対象橋梁

新潟県内の位置を確認している橋梁210橋のうち，裸仕様橋梁74橋，表面処理仕様橋梁136橋の中から離岸距離，建設経過年数，桁への近づきやすさ，交通アクセス等を考慮して選定した．測定対象橋梁データを表1に示す．

表 1 測定対象橋梁データ

裸仕様橋梁

建設年	離岸距離(km)			
	0~5	6~10	11~15	16~20
1981~1985				
1986~1990			1	
1991~1995	2	4	1	
1996~2000	1	2	3	1
2001~		2	5	
不明	1			

表面処理仕様橋梁

建設年	離岸距離(km)			
	0~5	6~10	11~15	16~20
1981~1985			14	14
1986~1990		5	4	2
1991~1995	2	5	3	
1996~2000	5			
2001~	1			
不明			1	

4. 調査項目

飛来塩分量測定

2002年8月~2003年8月にかけて新潟県内の既設耐候性鋼橋梁5ヶ所にて実施。

付着塩分量測定

飛来塩分計測を実施した4橋について季節ごとに計測。

さび厚量計測

項目の4橋を含む新潟県内の耐候性鋼橋梁(裸仕様橋梁23橋、表面処理橋梁56橋)で計測。

5. 計測結果と考察

飛来塩分測定

図1に飛来塩分量の月平均値を示す。図より塩分量は11月から増え始め5月以降はほとんど飛来していないことが分かる。また、塩分量の多い冬季間でも飛来塩分量が大きく変化しており、塩分は冬季に一樣に飛来していないと考えられる。

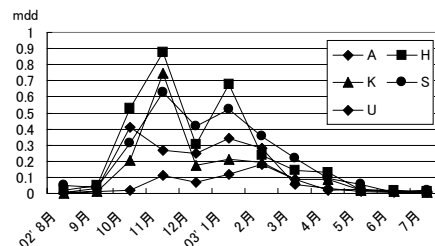


図 1 飛来塩分量計測結果

付着塩分量測定

表2に橋梁全体の季節別の付着塩分量計測結果を示す。付着塩分量は2002年の梅雨前(5~6月)から夏(8月)にかけて減少する。これは梅雨時期の雨により桁に付着した塩分が洗い流されるためと考えられる。飛来塩分が増加する冬(12月)から春(4~5月)にかけて付着塩分は増加しており、2003年の春(4~5月)には2002年の梅雨前(5~6月)の値近くまで増加している。2003年の春から梅雨前(6月)にかけては減少する傾向にある。2003年の梅雨明けには付着塩分量が増加している橋梁が多く見られるが、冬から春にくらべ増加量は小さい橋梁が多くなった。

表 2 季節別付着塩分量の計測結果

橋梁	付着塩分量(mg/m ²)					
	2002年			2003年		
	5~6月	8月	12月	4~5月	6月	8月
A	50.2	38.4	32.3	58.1	63.5	103.3
K	180.1	177.3	153.1	158.0	147.0	193.0
S	407.2	201.2	206.5	260.5	194.7	215.6
U	283.3	297.0	192.1	283.3	218.4	210.3

以上から付着塩分は春から冬にかけては増加と減少を繰り返す、冬季間に著しく増加する傾向がある。また、飛来塩分は洗い流しの作用を受けるために累積して桁に付着していないと考えられる。

洗い流しの影響が少ないと考えられる内桁下フランジ下面の初冬から初春までの付着塩分の増加量とその橋梁位置での飛来塩分の関係を図2に示す。飛来塩分量の多い場所ほど、桁の付着塩分も多い傾向にある。

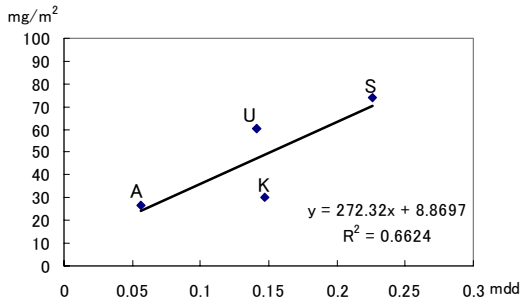


図 2 飛来塩分量との付着塩分量
(内桁下フランジ下面)

さび厚量測定

経過年数とさび厚量の関係を示す。年数が経つにつれさび厚量も大きくなっている。耐候性鋼材の安定化さび層形成には裸仕様橋梁で約5～10年、表面処理橋梁で約20年と言われている(図3)。図4から裸仕様橋梁の5年未満の橋梁はさび厚量が200μm程度の若いさびであることが確認できる。5年を経過した橋梁は、さび厚量が250～350μmであり、さび厚量の評価基準から緻密なさび層が形成されている状態と考えられる。

表面処理仕様橋梁では20年経過したものでも100～350μmにばらついている。調査対象となっている新潟県内の表面処理仕様橋梁は安定化処理皮膜が剥がれている状態であり、さび層の安定化が終了していなかった。安定化領域には入っておらず、さび層形成段階にあると考えられる。

新潟県内の耐候性鋼橋梁は全体的に見るとさ

び厚量は400μm以下である。さび厚量の評価基準(表3)から離岸距離が20km以内であってもさび状態は良好であるとみられる。

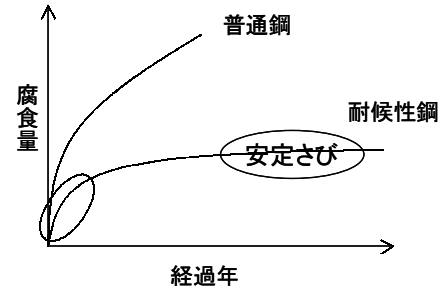
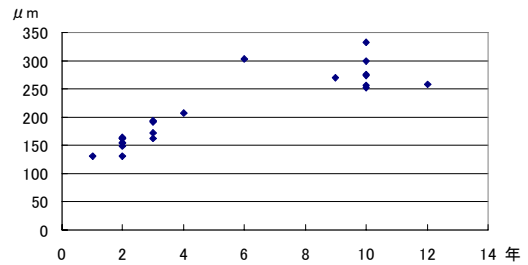
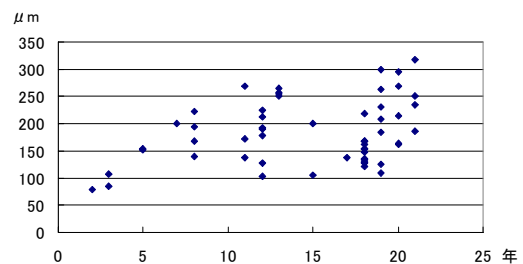


図 3 腐食量と経過年数



(a) 裸仕様橋梁



(b) 表面処理仕様橋梁

図 4 経過年数とさび厚量

表 3 外観評価とさび厚量の関係³⁾

外観評点	さびの状態	さび粒子	さび層の厚さ
5	若いさび	1mm 程度	200 μm 未満
4	緻密なさび	1mm 程度	400 μm 未満
3	粗いさび	1～5mm 程度	400 μm 未満
2	うろこ状のさび	5～25mm 程度	800 μm 未満
1	層状に剥離するさび	25mm 以上	800 μm を超える

新潟県内の表面処理橋梁は安定化領域には入っておらず、さび層形成段階である。そこで、さび厚量形成速度を一定と仮定するとさび厚量の年間増分は図 5 のようになる。離岸距離が大きいほど年間増分は減少する傾向にあり、相関が見られる。

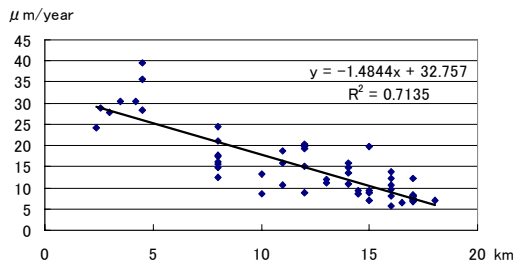


図 5 さび厚量の年間増分と離岸距離
(表面処理仕様橋梁)

表面処理仕様橋梁の安定化に 25 年と仮定し、年間増分から 25 年経過後の予測値を求めると図 6 となる。離岸距離が 5km 以下の橋梁ではさび厚量が 600~1000 μm と大きな値となっており、さび厚量評価基準から安定化せずに層状に剥離するさび状態となると考えられる。離岸距離 10km 以上の橋梁においては予測さび厚量が 400 μm 前後であり良好なさび状態になると考えられる。

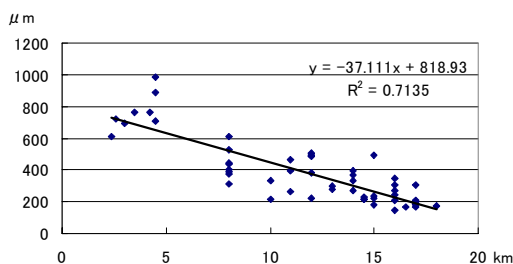


図 6 さび厚量と離岸距離
(25 年経過予測値)

また、飛来塩分量が多い橋梁ほど、年間さび厚量が多くなる傾向がある(図 7)。

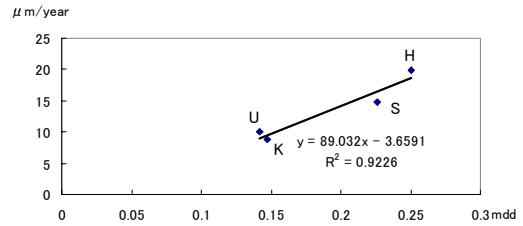


図 7 飛来塩分量と年間さび厚量

6. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

塩分は冬季間に多く飛来しており、累積して橋梁に付着していない。

雨水や結露による洗い流しの少ない部位での付着塩分量と飛来塩分量には相関が見られる。新潟県内の裸仕様橋梁は離岸距離が 20km 以内であっても全体的なさび厚量からはさび状態は良好であると考えられる。

表面処理仕様橋梁はさび層形成段階であり、離岸距離と年間さび厚増加量に相関が見られる。また、年間さび厚増加量と飛来塩分量には相関が見られる。

参考文献

- 1) 成田 英樹：新潟県内の耐候性鋼橋梁の腐食状態と腐食環境の相関に関する研究，長岡科学技術大学修士論文，2003.
- 2) (社)日本橋梁建設協会：無塗装橋梁の手引き，1998.
- 3) 日本鋼構造協会・鋼橋の性能照査型設計対応研究委員会 鋼橋の防食・LCC 部会：鋼橋の LCC 評価と防食設計，2002.