

## 鹿児島県内における耐候性鋼橋梁のさび変化追跡調査

鹿児島工業高等専門学校 (学) ○原永 美千花, (正) 安井 賢太郎  
 宮崎大学 (学) 清瀬 啓文, (正) 森田 千尋

### 1. はじめに

耐候性鋼材は、普通鋼に Cu, Cr, Ni などの合金元素を添加させたものであり、年月の経過に伴って緻密な保護性さびが形成されることで、普通鋼と比較して腐食の進行が遅延することを特徴としている。このため鋼橋に使用した場合は、外面塗装が不要となるためライフサイクルコスト (LCC) の低減に繋がることが期待されている。しかしながら、図-1 に示す全鋼橋梁建設量に占める耐候性鋼橋梁の割合<sup>1)</sup>から、2008 年以降は耐候性鋼橋梁の建設量が減少している。これは橋梁定期点検要領におけるさび評価が実用上のさび評価と合っておらず、発注者が耐候性鋼橋梁の採用を見送っているものと推察される。

表-1 に定期点検時における耐候性鋼橋梁の外観評点と処置の目安を示す。また、表-2 に外観評点とさびの状態を示す。外観評点は鋼材表面に形成されたさびの大きさを基に判定されるが、外観評点 5~3 は保護性さびが形成され処置が不要であるのに対し、国土交通省の橋梁定期点検要領における損傷程度評価では、外観評点 4 は区分 b, 評点 3 は区分 c となる。即ち、健全であるにも関わらず評価が低くなっている。一方、耐候性鋼橋梁の採用が増加している長崎県の橋梁点検マニュアルにおける損傷等級は、外観評点と一致している。以上のことから、長期的なさび変化の調査結果に基づいて、保護性さびを適切に評価することが重要であると考えられる。ここで、2002 年に九州橋梁・構造研究会 (KABSE) は九州・山口地区における耐候性鋼橋梁 302 橋を調査し<sup>2)</sup> (第 I 期と称す)、架設環境や構造の違いとさび発生の相関について明らかにしている。

本研究では、現行の橋梁定期点検要領の課題を整理するための基礎データを得ることを目的に、第 I 期から 20 年経過した耐候性鋼橋梁のさび変化を追跡調査し、架設環境とさび進行の関係について検討した。

### 2. 調査方法

表-3 に本調査における対象橋梁の概要を示す。第 I 期では鹿児島県内の耐候性鋼橋梁の内 73 橋を調査しており、この際の外観評点が 2~1 であった橋梁を中心に 12 橋調査した。ここで、外観評点はマクロ評価-ミクロ

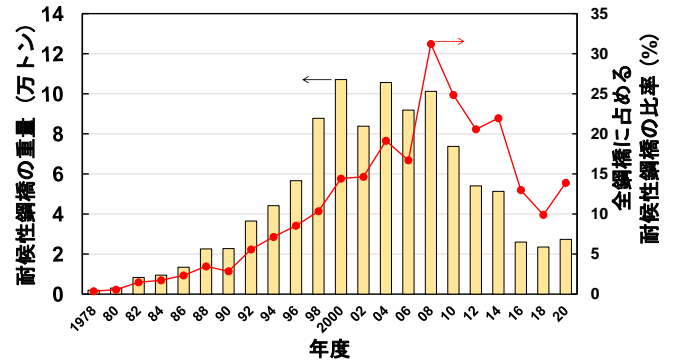


図-1 鋼橋建設量に占める耐候性鋼橋梁の割合<sup>1)</sup>

表-1 外観評点と処置の目安

評点	処置の目安	国交省	長崎県
5	全く問題ないため、処置不要	a	A
4		b	
3		c	
2	さび外観の継続観察が必要	d	C
1	板厚減少量が大きく、耐荷力に影響を及ぼす場合は補修が必要	e	E

表-2 外観評点とさびの状態 (日本橋梁建設協会)

評点	さびの状態
5	さびの量は少なく、比較的明るい色調を呈する
4	さびの大きさは 1 mm 程度以下で細かく均一である
3	さびの大きさは 1~5 mm 程度で粗い
2	さびの大きさは 5~25 mm 程度のうろこ状である
1	さびは層状の剥離がある

表-3 調査対象橋梁 (外観評点は第 I 期当時のもの)

橋名	建設年	表面処理	海岸距離	外観評点	備考
A 橋	1991	裸仕様	0.4 km	3-2	
B 橋	2000	〃	15 km	3-2	
C 橋	1987	化成処理	1.0 km	2-1	
D 橋	1988	裸仕様	5.5 km	3-2	
E 橋	1999	化成処理	4.0km	-	ローズ橋
F 橋	1997	〃	5.6km	3-1	ローズ橋
G 橋	2002	裸仕様	4.8 km	4-2	G 橋と H 橋は近接
H 橋	2000	〃	4.3 km	4-2	
I 橋	1996	〃	0.98 km	1-1	I 橋と J 橋は近接
J 橋	1994	〃	1.02 km	1-1	
K 橋	1995	〃	4.25 km	3-1	
L 橋	1998	〃	1.25 km	1-1	

評価の順で示しており、マクロ評価は対象橋梁が全体的に腐食しているか (架設環境に適しているか)、ミクロ評価は橋梁の部材が局所的に腐食しているか (アクセシビリティの有無) について、表-2 に示すさびの大きさから判定している。調査では、橋台付近の桁や支承の

さび状況、伸縮装置からの漏水などを目視確認し、第 I 期と同じ部位のさび写真撮影、セロテープ試験による付着したさびの外観評価を実施した。また、本調査では膜厚計を用いたさび厚さ測定 (1 箇所 10 回測定の平均値) を実施し、判定における客観的な指標とした。

3. 調査結果および考察

表-4 に本調査で確認されたさび外観及びセロテープ付着さびの一例を評点 3~1 に分けて示す。また、表-5 に各橋梁の調査結果を示す。

マクロ評価において、H橋のみ第 I 期の外観評点 4 から 3 に低下した。これは第 I 期の評価が建設から 2 年後であり、保護性さびの形成途中であったものとする。また、I 橋、及び J 橋の健全部は外観評点 3 であったが、主桁下フランジの多くの箇所に層状剥離が生じていたことから、架設環境に適していないものとして評点 1 とした。なお、第 I 期から外観評点が高くなった橋について、重防食塗装が施された D 橋を除き、第 I 期の点検者が低く判定したことによるものと考えられる。

マイクロ評価において、評点 2 以下となった主な原因に、①桁下フランジの上面に桁の勾配に起因して滞水したこと、②桁と地山や河川との距離が近いことにより桁下フランジの下面には湿気が滞留したこと、③伸縮装置からの漏水により桁端部や支承に滞水したことが挙げられ、水分が長期間鋼材に滞留することが鋼材腐食を促進しているものと考えられる。今後、外来塩分の影響についても併せて検討する。

図-2 に本調査で得られた平均さび厚さとセロテープ試験から判定した外観評点の関係を示す (エラーバーの範囲は標準偏差の 2 倍)。さび厚さと外観評点にはある程度の相関が見られることから、さび厚さの測定は外観評点の客観的な指標となり得るものと考えられる。特に、評点 2 と評点 3 の判定においては、その後の処置に大きく影響を及ぼすことから、主観的となる目視判断と併用することで適切な判定ができるものとする。

4. まとめ

本研究では、第 I 期から 20 年経過した鹿児島県内における耐候性鋼橋梁 12 橋のさび変化を追跡調査し、以下の知見が得られた。

- 1) マクロ評価において、外観評点が第 I 期から大きく低下していることはなかった。
- 2) 桁の勾配、地山との距離、及び伸縮装置の劣化に起因した水分が桁端部や支承に滞留することにより、

表-4 さび外観及びセロテープ付着さび

	評点 3 (A 橋)	評点 2 (L 橋)	評点 1 (E 橋)
さび外観			
付着さび			層状剥離のため実施していない

表-5 調査結果 (2022 年度)

橋名	外観評点	マイクロ評価の詳細
A 橋	3-3	桁下に十分な空間があり風通しは良い。部材に滞水が見られず、さび状態も問題ない (表4(左))。
B 橋	3-1	雨水の滞水で桁端部下フランジ上面に層状剥離
C 橋	3-1	常時滞水する排水管を耐候性鋼材で製作したことが原因と見られる断面欠損。主桁の勾配に起因する滞水により下フランジ上面や支承に層状剥離
D 橋	4-3	2022 年 3 月に桁端部に重防食塗装 (Rc-I) が施されていた。処置が必要な箇所は見られない
E 橋	3-1	主桁及び横桁の勾配に起因する滞水により下フランジ上下面に層状剥離 (表4(右))
F 橋	4-2	ローズ橋の構造上補剛桁が雨水を受けやすい。補剛桁の滞水により横桁接合箇所にうろこ状のさび
G 橋	4-2	雨水の滞水で桁端部下フランジ上面にうろこ状のさび
H 橋	3-3	桁下に十分な空間があり風通しは良い。桁端部下フランジに滞水が見られず、さび状態も問題ない。
I 橋	1-1	主桁と桁下の河川との距離が 2m 程度と近い。湿気の滞留で下フランジ上下面に層状剥離
J 橋	1-1	主桁と桁下の地山との距離が近い。下フランジ下面に、湿気の滞留が原因と見られる層状剥離
K 橋	3-1	橋軸直角方向に張出した排水管が短く、排水が耳桁に掛かることで耳桁下面にうろこ状のさび。雨水が掛かることによる滞水で桁端部下フランジ上面に層状剥離
L 橋	3-1	伸縮装置からの漏水で桁端部ウェブにうろこ状さび (表4(中央))。外側主桁の勾配に起因する滞水で下フランジ上面に層状剥離

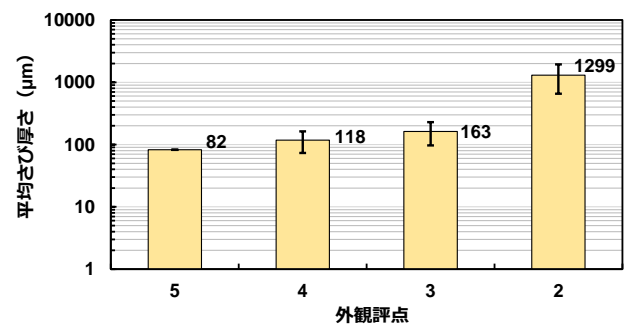


図-2 平均さび厚さと外観評点の関係

うろこ状のさびや層状剥離が局部的に発生していた。  
3) 外観評点の判定にあたって、膜厚計を用いたさび厚さの測定結果は客観的な指標として有効である。

謝辞：

本研究は KABSE 耐候性橋梁の調査に関する研究分科会の活動として実施したものである。関係者各位に感謝申し上げます。

参考文献：

- 1) 日本橋梁建設協会：年度毎の建設量の推移、耐候性鋼橋の実績資料集、第 27 版、2022。
- 2) 山口栄輝，中村聖三，廣門公二，他：九州・山口地区における耐候性鋼橋の実態調査，土木学会論文集 A, Vol. 62, No. 2, pp.243-254, 2006。