

長崎県における耐候性鋼橋梁の健全度診断

長崎県土木部 中村昌文
 (一財) 土木研究センター 正会員 ○中島和俊
 (一財) 土木研究センター 正会員 安波博道

長崎県土木部 田崎 智
 (一財) 土木研究センター 正会員 加納 勇
 長崎大学 正会員 森田千尋

1. 目的

長崎県では、昭和 53 年以降平成 23 年度までに 45 橋の耐候性鋼橋梁が建設された。これらの橋梁は平成 4～6 年度に掛けて建設のピークを迎え、平成 26 年現在では平均 33 才の橋令に達する。長崎県が平成 22 年から 23 年に掛けて行った現地調査によると、多数の橋梁で直径 5mm 前後のうろこ状のさびが発生し、下フランジ上面や橋台部では剥落したうろこ状のさび片が山のように堆積する状況となっていた(写真 1)。「長崎県橋梁長寿命化修繕計画」における今後の維持管理計画を策定するためにも、このようなさびの進行状況が構造健全性に問題があるものか、予防保全的に塗替えを要するものかを判断する必要が生じた。このため、平成 23 年度には県内の代表的な環境にある耐候性鋼橋梁を対象とした詳細調査、ならびに今後 10 年間で予定するワッペン式暴露試験を開始した。



写真 1 剥落したさび片の堆積

2. 詳細調査

詳細調査は、橋梁の架橋年代、離島や内陸などの架橋位置、表面処理の有無により整理し、計 10 橋を選定した。図 1 中の塗潰し丸印は裸仕様の橋梁を示し、他は表面処理を施した橋梁を示す。詳細調査では、つぎの点に関して調査を行った。①架橋地点の環境調査(交差条件、離岸距離等)、②さびの外観評点、③付着塩分量計測、④セロハンテープ試験、⑤さび除去後の残存板厚測定

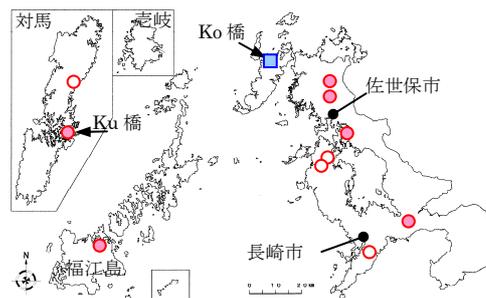


図 1 調査対象橋梁位置

詳細調査の目的から、特に②さびの外観評点と⑤さび除去後の残存板厚測定に重点を置き、写真 1 に示したようなさびが構造安全性にどの程度の影響を及ぼすものかを定量的に評価した。詳細調査例を写真 2、写真 3、表 1 に示す。

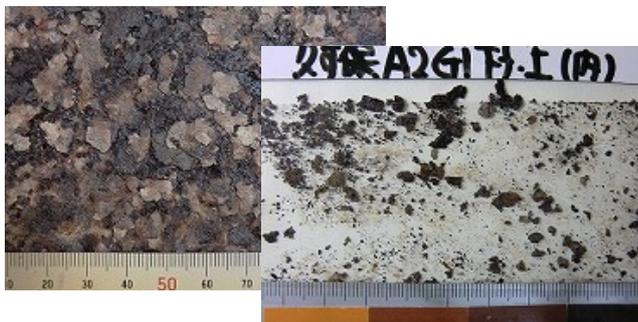


写真 2 さび状況(外観評点 2)



写真 3 残存板厚測定状況

表 1 Ku 橋の主桁下フランジ 残存板厚測定結果(単位 ; mm)

	Pt1	Pt2	Pt3	Pt4	Pt5	Pt6	Pt7	Pt8	Pt9	Pt10	Pt11	Pt12	平均
フランジ外側	16.0	16.0	15.9	15.8	15.9	15.9	16.0	15.9	15.8	15.9	15.8	15.7	15.9
フランジ内側	15.6	15.7	15.8	15.7	15.8	15.7	15.7	15.8	15.7	15.7	15.8	16.0	

設計板厚(健全部板厚) = 16mm , 腐食量 = 16mm - 15.9mm = 0.1mm

キーワード 耐候性鋼橋梁, 腐食予測, ワッペン式暴露試験, 健全度診断

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東 1-6-4 一般財団法人土木研究センター 材料・構造研究部 03-3835-3609

3. ワッペン式暴露試験

前項の詳細調査によって得られる腐食量は、初期板厚が製作上の公差により不明確であること、計測機器が0.1mm単位の計測誤差を持つこと、調査時間の制約による計測点が少ないこと等により、構造安全性の照査には十分な精度ではあるものの、長期腐食予測を行う程の精確さは得られていない。

このため、詳細調査を行った橋梁からさらに5橋を選定して平成24年1月からワッペン式暴露試験を開始し、設置から1, 3, 5, 10年後の経過観察を行うこととした。表2、図2は暴露開始から1年間の暴露試験結果である。

表2 ワッペン試験および長期腐食予測結果(単位 ; mm)

	Cu 橋	Ku 橋	Tu 橋	Mi 橋	Ka 橋	Se 橋	Ko 橋
1年腐食量	0.009	0.021	0.021	0.023	0.023	0.011	0.066
3年腐食量	—	—	—	—	—	0.025	0.139
A 値	0.009	0.021	0.021	0.023	0.023	0.011	0.066
B 値	0.778	0.627	0.627	0.616	0.616	0.742	0.678
50年予測	0.189	0.244	0.244	0.256	0.256	0.201	0.936
100年予測	0.324	0.377	0.377	0.392	0.392	0.335	1.498

ここで、Ko 橋はニッケル系高耐候性鋼を使用し平成14年より供用されたものの、建設後数年で層状はくりさびが生じたため、建設後7年で塗装橋へ切り替えられた橋梁である。Ko 橋では異常腐食が確認された平成17年から21年に掛けて3ヶ年のワッペン式暴露試験を実施していたため、これも併せて示した。

これらの試験結果を基に、 $Y=AX^B$ の関係から50年、100年の長期腐食予測を行った結果を表2に示す。腐食パラメータAは1年間の暴露試験結果とし、腐食パラメータBはSe 橋、Ko 橋は1年、3年暴露結果から算定し、他の橋梁は日本鋼構造協会による全国41橋暴露試験からの回帰式 ($B=-4611.3A^3+769.19A^2-32.421A+1.0109$) によって算定した。

図3は、Cu 橋と Ku 橋のワッペン試験による長期腐食予測に実橋の腐食量をプロットしたものである。建設から17年を経たCu 橋は外観評点3程度のさびが生じていたが、有意な腐食量は計測されなかった。一方、建設から14年を経過したKu 橋は表1の通り外観評点2のさびで0.1mmの腐食が計測された。いずれもワッペン試験の結果から推定される腐食量と概ね一致したと見なせる範囲にある。

4. まとめ

本調査により、うろこ状さびが橋台上に堆積するなど、外観評点2ないし3となる橋梁の腐食量を計測した結果、いずれも0.1mm程度の腐食量に留まり、現時点では構造安全性に問題が無いことがわかった。

ワッペン式暴露試験結果によると、建設後7年で塗装橋へ切り替えられたKo 橋では1年暴露結果0.066mm、100年予測1.498mmであり、しきい値0.03mm/1年、0.5mm/100年を大きく上回ったが、他の橋梁は1年暴露結果0.02mm前後、100年予測0.35mm前後としきい値に対して十分位小さい結果であった。この結果により、Ko 橋を除く各橋の腐食進行速度が緩やかであり、現時点の腐食量のみならず建設から100年後の長期に亘って構造安全性に影響が無い程度の腐食量に留まることが予測された。

実橋の腐食量とワッペン式暴露試験の長期腐食予測にある程度の相関が得られた。今後の追跡調査によりその精度を検証する予定である。

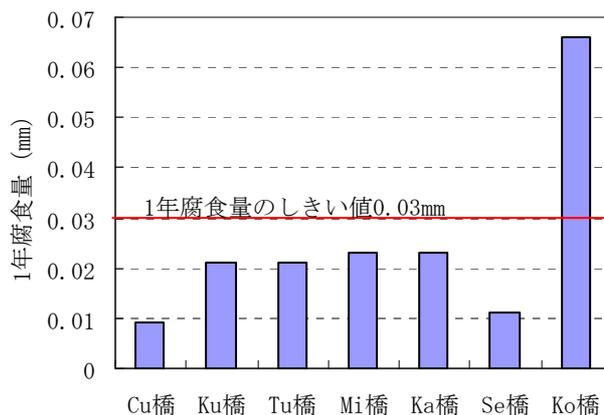


図2 ワッペン式暴露試験結果 (1年暴露)

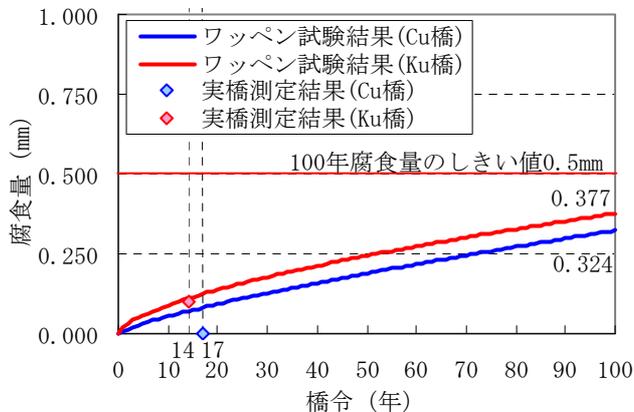


図3 Ku 橋の腐食予測と実橋測定結果