

桁端部に腐食劣化を伴う耐候性鋼橋梁の機能性確認

川田工業株式会社 正会員 ○長坂康史
MK エンジニアリング (株) 正会員 竹渕敏郎
内閣府沖縄総合事務局 北部ダム統合管理事務所

琉球大学 正会員 下里哲弘
木更津工業高等専門学校 正会員 田井政行
内里清一郎 , 与那覇忍

1. はじめに

我が国の耐候性鋼材を使用した鋼橋は、供用開始され始めてから、40 年が経過し、また、沖縄地区においても、既に 30 年程度、経過している。沖縄では、本土に比べて飛来塩分が多く、高温多湿の状態にあることから、保護性錆の生成が困難な場合がある。

今回、沖縄地区において、供用から 30 年以上が経過した補修履歴のない、耐候性鋼橋梁において、保有耐力を確認するために調査・計測と各種実験を実施している。本報告では、桁端部に着目した腐食劣化状況と支承の機能性に関する報告を行うものである。

2. 対象橋梁の諸元

対象橋梁は沖縄県北部に位置する普久川ダム下流の耐候性鋼材を使用した鋼プレートガーダー橋(以下、普久川ダム管理橋と言う)である。図-1 に再現した対象橋梁の一般図を示す。また、本橋梁の諸元は下記の通りである。

【普久川ダム管理橋の橋梁諸元】

形式：単純合成鋼鈑桁橋
床板：鉄筋コンクリート床板
防錆：耐候性鋼材+錆生成処理
橋長：31.0m
支間長：30.06m
全幅員：8.0m

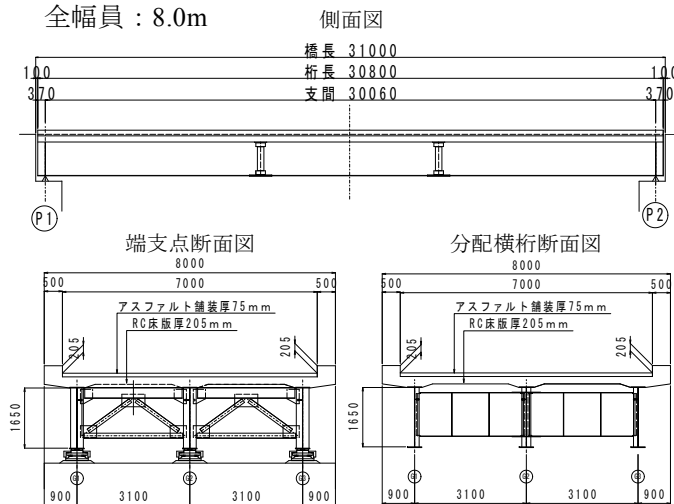


図-1 構造一般図

対象橋梁の腐食環境は、近接する普久川橋(離岸距離 3.2km)の結果より、腐食速度及び飛来塩分量は、0.022mm/year 及び 0.160mdd と同程度と判断でき、比較的厳しい環境下に位置している。この腐食環境で供用から既に 30 年間暴露されているものの、支間部では、保護性錆の生成状況、添接部の高力ボルトの発生状態などから、比較的健全な状態にあると判断できる。ただ、桁端部については、飛来塩分の影響と伸縮装置からの漏水により、桁端部が著しく損傷している。写真-1 に端部の腐食劣化状況を示す。



写真-1 桁端部腐食状況

3. 桁端部の現地計測結果

既設橋梁の腐食劣化状況の把握と解析的な耐力診断への基本情報収集のため、現地計測を実施した。腐食劣化している部分は桁端部の支承付近に限定しており、図-2 の通りである。模式的に図化すると、端部支承付近の腐食劣化は明確である。



図-2 腐食状況模式図

4. 載荷実験による支承の回転性能

桁端部での支承機能を確認するため、荷重載荷実験にて回転性能の確認を実施した。実験の状況写真を写真-2 に示す。



写真-2 荷重載荷試験状況

図-3 に示す通り、予め FEM 解析により、支点部の単純支持と回転拘束の 2 種類を行い、載荷実験のひずみ値と比較し、どちらの解析値に近似しているかにより、支承機能の健全性を判断することとした。

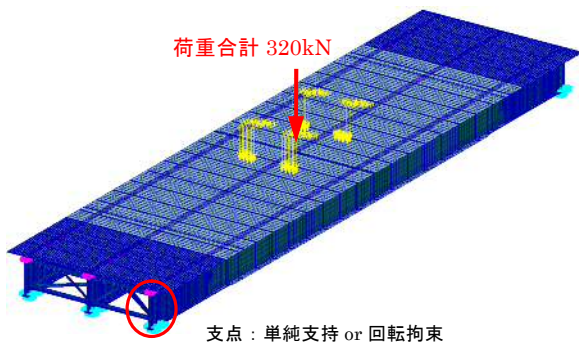


図-3 FEM 解析モデル

FEM 解析の結果から、ひずみゲージの貼付位置は、下フランジ近傍の主桁ウェブ面と支点上補剛材に貼付した。ひずみ値の実験と FEM 解析との比較の一例を表-1 に、支点付近の FEM 主応力コンタ図を図-5 に示す。

表-1 支点部回転性能のひずみ比較

		解析結果			試験結果				
		単純支持	完全固定	平均	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
ch 番号	26	-89	-69	-88	-87	-88	-89	-88	-89
	27	-91	-72	-80	-78	-79	-80	-81	-80
	30	-123	-139	-75	-75	-75	-75	-75	-75
	31	-127	-138	-78	-78	-79	-78	-78	-77

		解析結果		平均	試験結果				
		CASE2-A	CASE2-B		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
境界条件		単純支持	完全固定						
ch 番号	25	-94	-60	-106	-106	-108	-104	-105	-107
	28	-76	-99	-85	-84	-86	-85	-85	-88
	29	-80	-103	-100	-99	-100	-100	-99	-102
	32	-94	-63	-75	-74	-77	-73	-75	-77

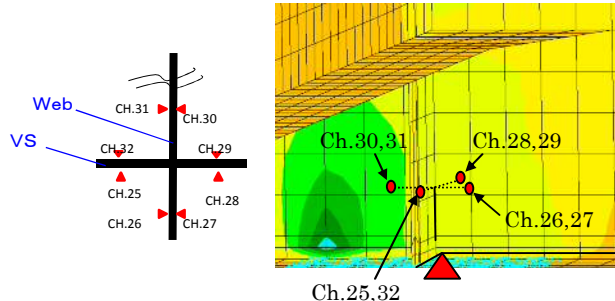


図-5 支点部回転性能の主応力コンタ図

この結果、主桁ウェブ、支点上補剛材ともに単純支持の解析値に比較的近く、支承は回転性能を保持しているものと判断できる。

5. 支承アンカーボルトの長さ計測

支承アンカーボルトの頭部は異常錆に覆われており、現地調査した当初は、断面欠損や腐食劣化の進行度が著しいものと想定された。しかし、簡易ハツリにより、頭部の堆積物と異常錆を除去したところ、外観上は比較的正常であることが確認できた。写真-3 に錆除去前後の一例を示す。

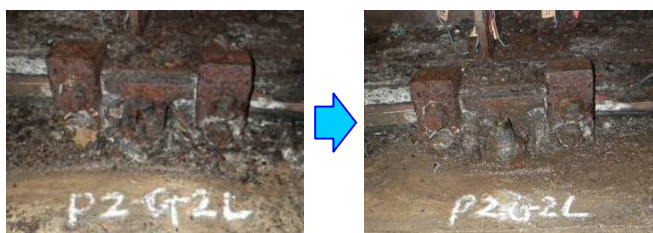


写真-3 アンカーボルトのケレン状況

支承を固定しているアンカーボルトの健全性を確認するため、アンカーボルト長を超音波探傷検査（以下、UT 検査）により計測した。頭部の先端を切削し、垂直端子にて計測した結果を表-2 に示す。



写真-4 アンカーボルトケレン、UT 検査状況

表-2 UT 検査によるアンカー長と埋込み長

対象ノード		感度 (dB)	計測長 (mm)	突出量 (mm)	埋込長 (mm)
P1	G1L	88.5	256.6	145	111.6
	G1R	96.5	154.4	168	-13.6
	G2L	96.5	255.8	142	113.8
	G2R	88.5	252.9	155	97.9
	G3L	106.5	407.5	134	273.5
	G3R	100.5	149.6	160	-10.4
P2	G1L	78.5	152.7	70	82.7
	G1R	84.5	151.4	65	86.4
	G2L	84.5	147.8	60	87.8
	G2R	82.5	148.3	65	83.3
	G3L	88.5	197.9	80	117.9
	G3R	88.5	200.8	73	127.8



P1, P2 共にアンカーボルトの埋込み長は 100 mm 程度であると想定される。異常な値を示す※印の3か所はアンカーボルト頭部の切削不足により、UT 検査の感度を 100dB 程度まで、上昇させて計測を行っているため、正確に計測ができていないものと思われる。全般的に頭部の腐食は進行しているが、アンカーボルト本体の機能低下は少ないものと思われる。

5. まとめ

- (1) 対象橋梁の地域は比較的飛来塩分量が多いものの、桁端部以外は健全な保護性錆が生成されており、比較的健全であると判断できる。
- (2) 腐食劣化が著しい箇所は、桁端部付近の支承周り主桁下フランジ上面に限定されている。
- (3) 荷重載荷試験による支点付近のひずみ値は、支点条件を単純支持とした FEM 解析の結果に近く、支承部は比較的健全であることが判った。
- (4) 支承アンカーボルトの埋込み長は一部、精度不足による異常値は見られたものの、全体的に 100 mm 程度確保されており、アンカーボルト本体の機能低下は少ないものと思われる。

その他、環境側面データの収集、飛来塩分や腐食減耗量の調査、および端対傾構や床板の健全性など各種調査、実験を行っている。今後、これら成果と新たな情報の収集を積み上げ、各種解析手法を駆使して、端部腐食劣化に伴う保有耐力の評価を行うこととする。

参考文献

- 1) 竹淵、長坂ほか：沖縄地方において 30 年経過した耐候性鋼橋のスマートレトロフィット(SRF), 第 4 回土木学会西部支部沖縄会技術研究発表会, 2014.10
- 2) 長坂、下里ほか：約 30 年間沖縄の環境下で暴露された耐候性橋梁における荷重載荷実験, 第 4 回土木学会西部支部沖縄会技術研究発表会, 2014.10