

I - A63

耐候性鋼材橋梁の安定錆追跡調査と評価について

JH試験研究所 橋梁研究室 正会員 長谷 俊彦
 同上 保全技術研究室 フェロー 藤原 博
 同上 保全技術研究室 正会員 市岡 隆興

1. 目的

鋼橋のメンテナンスフリーを目的として十数年前からJHの高速道路橋でも耐候性鋼材裸仕様を用いた橋梁が施工されている。しかしながら、耐候性鋼材の環境に対する安定錆促進性の適用性については未だ実証されたものがなく、JHにおいても施工されてから安定錆の促進状況を追跡調査しており、錆の安定に対する問題点を整理し適用性について今後の新設橋の設計方針を打ち出すこととしている。今回は、比較的耐候性鋼材に対する環境条件の良いと思われる高知自動車道（川之江～南国間）の橋梁について、現地調査を実施した結果について整理し考察したのでここに報告する。

2. 調査対象橋梁

調査対象としたのは、瀬戸内海に面した愛媛県川之江市から太平洋に面した高知県南国市を山岳地で抜ける高速道路の鋼連続版桁4橋（表1）で、環境的には海岸から10

表1 調査対象橋梁一覧表

橋梁記号	橋梁形式	環境条件	経過年数
A	鋼4径間懸桁橋	谷間、風通し、日照良好、河川交差、一般道路並行	6年
B	鋼4径間懸桁橋	谷間、風通し、日照良好、ややドライ、融雪塩散布、上下線高低差有り	6年
C	鋼3径間懸桁橋	谷間、風通し、日照良好、下方川有り、一般道路交差有り	6年
D	鋼3+4+4径間懸桁橋	山の斜面に設置、風通しやや不良、日照やや不良、霧多発	6年

～30km以上離れた山間に位置し周辺は民家の点在する島あるいは疎林であり霧の発生しやすい地形である。また、飛来塩分については錆の形成に殆ど影響を与えない量の環境であり、冬場の融雪塩散布量は、およそ0.25 kg/m²・y程度が確認された。以下に調査橋梁の概要を示す。

3. 調査項目

調査は、主に①目視観察による錆の状況、②板厚測定、③セロテープ剥離試験、④錆分析の4項目について実施した。調査箇所は、中桁・外桁の差、排水処理部と一般部に着目して行った。目視観察は橋台付近及び上部工検査路から確認できる範囲で錆の状態を4段階で評価した。板厚は、ウェブを超音波板厚計測器、下フランジをマイクロメーターにより測定した。次にセロテープ剥離試験については、鋼材表面（錆面）にセロテープを貼り付け錆を十分に付着させた後、付着した錆の粒子が小さければ固着性は良好と見なし4段階で評価した。また、錆を採取してX線回折結果により定量的に評価分析を行った。

4. 調査結果

①目視観察外観

錆安定化度の評価は、これまでの追跡調査で従来から用いられている表2によった。また、安定化度は橋梁全体として設置環境条件に基づく良否を判定し、細部については、橋梁の構造や局地環境の影響に基づいて良否を判定した。

表2 錆安定化度

安定化	4	最も錆の安定化が進んだ状態
	3	錆の安定化が進んでいる。
	2	錆の安定化が遅れている。（若い錆）
	1	錆は安定化していない。（今後もしない）

橋梁全体を代表する評価として排水処理の影響のない径間中央部で判定すると、錆の粒子が全体的に粗く部分的に赤錆も認められたが、錆は安定化に向かっていることが目視で確認できた。相対的に評価すると、外桁と中桁を比較した場合、外桁の方が錆の安定化が進んでおり錆の粒子も中桁に対してはやや細かい。また、ウェブと下フランジではウェブの方が安定化が進んでいる。

局部的に評価すると、桁端部において伸縮装置からの漏水でなく、壁高欄端部側面からの漏水が桁のウェブ及び下フランジに直接かかるために非常に粗い層状錆になっているのが多く見られた。また、路面排水の排水管のジョイント部からの水跳ねの後がある箇所も部分的に層状錆が見受けられた。

②板厚測定

橋梁架設時から板厚減少量を推定すると、部位によっては0.1mm～0.2mm程度の板厚減少が認められる。主桁の位置としては、外桁の方が腐食が多くまた、外桁同士の比較においては、横断勾配や縦断勾配の低い箇所の方が若干ではあるが、腐食が多いことが確認される。

キーワード：鋼橋、耐候性鋼材、安定錆、追跡調査

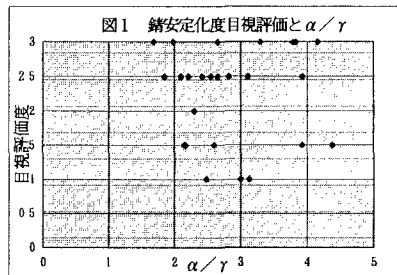
〒194-0012 東京都町田市忠生1-4-1 日本道路公団試験研究所 保全技術研究室 TEL 0427-91-1621 (FAX92-8650)

③セロテープ剥離試験

セロテープ剥離試験結果による評価については、0から3までの点数による4段階行った。ウェブについては評価が0～2の錆が形成されつつある状態で粗い錆粒子にやや細かい錆粒子が混在している。また、フランジについては評価が0～1で特に橋台付近の外桁下フランジに腐食が見られ、本試験においても鱗状の錆が付着しているのが確認された。また、鱗状の錆は下フランジの上面に多く見られることから、降雨により水道になっていることが予想される。また、橋梁施工箇所の地形においても山が迫ってきており、風通りの良くないと思われる箇所について腐食錆が多くみられる傾向にある。

④錆分析

X線回折による錆安定化度は、通常、 α -FeOOH(安定錆)/ γ -FeOOH(赤錆)の比で判定するが、安定化が望めない剥離性の錆は α/γ が1以下の低い値をとる傾向にあり、 α/γ が2以上あれば、安定化の傾向を示していると判断される。今回の調査結果を α/γ で評価すると図1のように概ね2以上の値になっているが、凍結防止剤の影響と考えられる β -FeOOHが検出されたサンプルも多数あったため、Mag(マグ初付)と β -FeOOHを考慮して α/γ^* 、($\gamma^* = \gamma + \beta + \text{Mag}$)で錆の安定化度を評価した。図2に示すように、錆の安定化に対しては必ずしも目視評価度とは異なる。



5. 耐候性鋼材橋梁に対する細部構造への対策

今回の調査から、融雪塩を散布する路線に建設する橋梁に耐候性鋼を適用するとき、その細部構造には、これまで採用していた以上に工夫を施す必要があることが明らかとなった。また、融雪塩の巻き上がりの影響についても今後さらに調査が必要である。耐候性鋼橋梁の細部構造について、以下のような対策が必要になってくると思われる。

①床版への防水層設置

コンクリート床版の軀ラックにより生じる漏水は、部分的ではあるが、錆の性状を悪くする。この対策には防水層の標準的な設置が望まれる。また、防水層はコンクリート床版の耐久性向上にも非常に効果があると考えられる。

②桁端部の排水処理

橋台周辺部において特に伸縮装置設置箇所の側面部壁高欄の遊間から路面排水が漏水し、桁端部のウェブや下フランジを濡らしているため伸縮装置の構造を側面側に漏水しない構造とすることで、ある程度は対処可能と考えられる。

③床版からの橋面排水構造

床版路面排水管の継目部からの漏水が見受けられる。配水管ジョイント部の漏水性を無くすには、現況の配水管構造上の問題か、配水管耐久性上の問題かを今後更に追求する必要があると思われる。今回調査した箇所の排水管継目部の構造は、受けマス構造となっており、配水管を流れてくる路面排水がマスを越流したために主桁のウェブやフランジに飛散した跡が確認された。ただし、最近の可動性ジョイント部はゴム性のものが主流となっているため、今回の対象橋梁のような問題は少ないと思われる。

④下フランジの水切り構造

縦断勾配や横断勾配の関係で、桁端部からの漏水が下フランジ上面を流れて支間中央部当たりまで影響しているケースも見受けられる。桁端部から下フランジを伝って流れないように、水切り等を設置することにより腐食錆を抑えることが可能と思われる。

6. まとめ

大部分の橋梁部位について錆の状態は安定化の傾向が見られる。また、今回の調査対象箇所の設置環境は全国的に比較しても概ね耐候性鋼の使用には適していると判断される。しかし、部分的には融雪塩の影響による悪錆の発生が認められ、床版のひび割れや配水管からの漏水隣接道路橋からの路面水の飛散、壁高欄の間隙からの越流など、橋梁の路面排水経路と密接な関係にある。したがって、今後は橋梁前後の路面排水経路や橋面排水経路を考慮した各部位の構造を検討する必要がある。本報告をまとめるにあたり、(社)日本橋梁建設協会、(社)鋼材倶楽部の方に、現地調査及び検討会で資料提供など多大なご協力を賜りました。ここに感謝の意を表します。

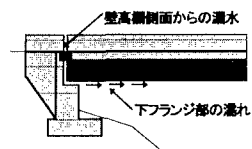
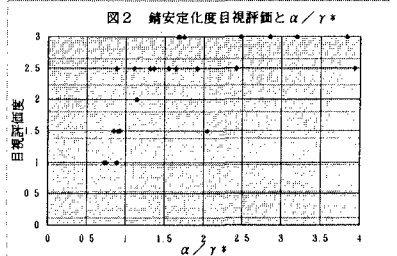


図3 伸縮装置付近の漏水状況