

耐候性鋼材を使用した橋梁の補修検討

国土交通省東北地方整備局東北技術事務所技術課

法人会員 ○湯川 宗吉
 法人会員 遠藤 雅司
 法人会員 小山田桂夫

1.はじめに

東北地方整備局が管理する道路橋は、高度経済成長期に全体の約4割が建設され、これから20年後には6割(図-1)を超え本格的な高齢化時代を迎える。今後、老朽化が急速に進展することにより、補修・補強や更新を必要とする橋梁が大幅に増加すると予想される。

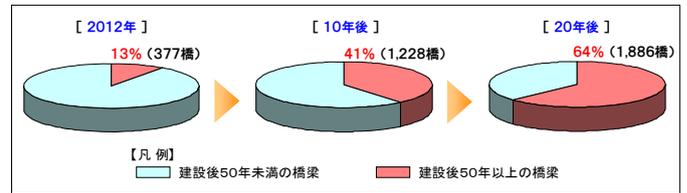


図-1 橋梁の年齢構成

一方、耐候性鋼材を使用した橋梁は、ライフサイクルコストの低減を目的に、1998年頃から本格的に採用され、現在95橋が供用されている。しかし近年、耐候性鋼材が所定の性能を発揮できずに、層状剥離さびを伴う腐食損傷(写真-1)が散見されている。そこで、東北地方の環境条件にあった適切な保全方法や補修方法について検討を重ね、平成23年6月に耐候性鋼材を使用した橋梁の補修手引き(案)(以下「手引き(案)」という)を策定し運用している。本稿では、手引き(案)を活用した補修事例について検証した内容を報告するものである。



写真-1 主桁の腐食事例

2.耐候性鋼材を使用した橋梁の現状

耐候性鋼材を使用した橋梁の構造形式(図-2)は、鉸桁や箱桁(鋼床版含む)が大半を占めているものの、近年、PC波形鋼板ウェブ桁やプレビーム桁などの鋼コンクリート複合構造桁への採用が増加している。また、太平洋沿岸部では、海岸線からの離れが2km以内に架橋された2橋において、ニッケル系高耐候性鋼が使用されている。

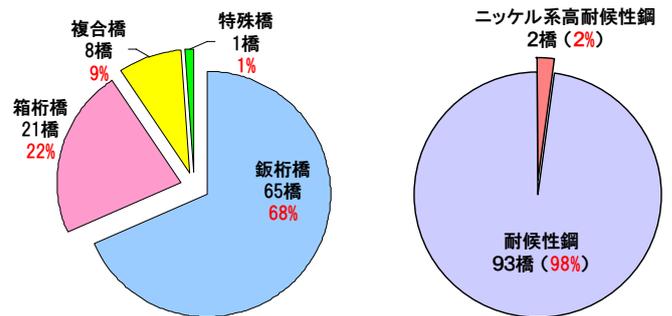


図-2 橋梁形式・材料仕様の内訳(95橋)

過年度の橋梁定期点検では、床版排水孔等の水処理不良を起因とする腐食損傷により「速やかに補修が必要(C判定)」と診断された橋梁が約1割を占める。また、建設後10年を超える橋梁では、その発生割合が高くなっている(図-3)

3.手引き(案)を活用した補修事例の検証

これまでは、耐候性鋼材の保護性さびが生成されると、永久に健全であるとの誤った認識がされていたが、供用・環境条件等によりさびの生成状態は良くも悪くもなることが、再認識されてきた。特に山間地域に架橋された橋梁においては適用条件を確認

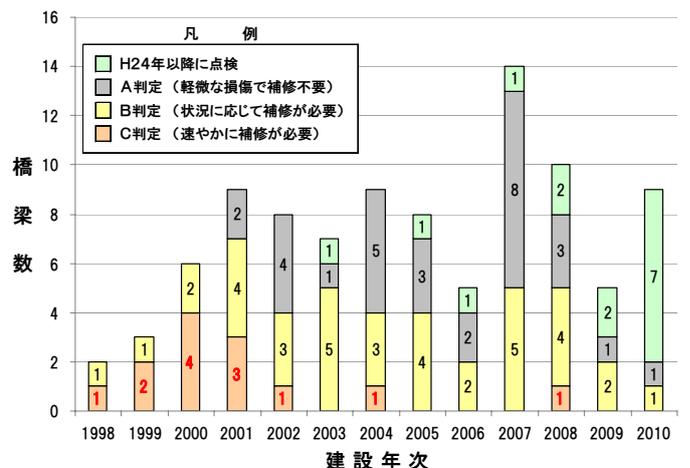


図-3 建設年次と損傷判定(95橋)

し、環境条件の変化に留意した対応策を講じる必要がある。今回、山形県内の山間地域に架橋された直轄国道の2橋を対象に、手引き(案)に基づく補修工事を整備局管内で初めて実施したことから、その補修事例を以下に紹介する。

当該橋梁は建設後 12 年が経過し、凍結抑制剤に起因した塩分を含む漏水などにより局部的にさび生成の環境が悪化し、保護性さびが形成されない状況にあった。このため、設計・施工者、道路管理者および研究機関が連携し、補修方法に関する意見交換により手引き（案）の検証を行った。

意見交換に先立ち、さびの生成状態から発生さびの外観評価を行い、評価の違いによる層状剥離さびの除去や付着塩分量、素地調整回数、素地調整後の戻りさび発生時間などについて確認した。

3.1 発生さびの外観評価（評点、表-1）

外観によるさび評価では、評点 3（さびの平均粒径：1～5 mm）の見極めが難しく、損傷原因の除去等により腐食速度の改善がされる場合もあることから、原因除去による経過観察または補修による対策の判断基準をデータ蓄積により構築する必要がある。

3.2 層状剥離さびの除去

層状剥離さびは、ハンマーケレンにより比較的容易に除去できるものの、除去後の地金にできたクレーター部（凹部）の素地調整（ブラスト工法）は作業効率が著しく低下し、普通鋼材の塗替え時よりも研削材が約 2 割増加した。これは、除去範囲が局部的でかつクレーター部に研削材が十分に投射できないためと考えられる。

3.3 付着塩分量と素地調整回数（1 種ケレン、図-4）

ブラスト工法による素地調整後は、鋼材に残存した付着塩分量を測定し、規格値（50mg/m²以下）を満足するまで洗浄と併用しながら行った。その結果、さびの外観が評点 1 の場合は、層状剥離さびを除去した後にブラスト工法による素地調整を 2 回行ったが、クレーター部に残存された付着塩分量が規格値を満足しなかったため洗浄を併用し除去した。一方、評点 3 の場合は、平均外観粒径が 1～5mm 程度なので、ブラスト工法による素地調整の 1 回で規格値を満足した。

3.4 素地調整後の戻りさび発生時間（外気温：28～30℃、湿度：70～77%）

さびの生成状態（評点 1、3）と戻りさび発生時間には明確な違いが確認できなく、3 時間を経過したあたりから赤い斑点模様のさびが一部に確認された。このことから耐候性鋼材の戻りさび発生時間は、普通鋼材（4 時間）に比べ短いと考えられる。

3.5 施工における留意点

下塗り塗装は素地調整後から塗装までの時間が短く、対象面積が比較的小さいことからハケ等による施工が望ましく、主桁の内面側は外面塗装系の重防食塗装と同一にすることで施工性や耐久性の向上を図る必要がある。また、施工管理面では、鋼材に付着した塩分量の測定頻度をさびの生成状態の違い（評点）により規定する必要がある。

4. おわりに

本検討では、手引き（案）に基づく補修工事を整備局管内で初めて実施し、関係機関が連携して補修方法を検証した。その結果、素地調整後の残存付着塩分量は、さびの生成状態により洗浄の併用が必要であり、戻りさび発生時間も普通鋼材に比べて短いことが確認された。今後は、この事例を踏まえて手引き（案）の見直しやデータの蓄積を行い、原因除去による経過観察や補修対策の判断基準を構築し、耐候性鋼材を使用した橋梁の適切な維持管理により長寿命化を図りたいと考える。

謝辞：本検討は、耐候性鋼材を使用した橋梁に携わる関係者の連携により行ったものである。

ここに記して謝意を表す。

評点	さびの状態（一例） （表層さびの粒子の大きさと外観）	さび層の厚さ （目安）
5	1)色調は全体的に明るく黄褐色でまだら状である 2)殆んど凹凸はなく、さび粒子は細かい 3)さびの量は少なく、最大粒径は1mm程度以下	200 μm程度未満
4	1)色調は暗褐色で色むらはない 2)殆んど凹凸はなく、さび粒子は細かく均一 3)さびの量はやや多く、最大粒径は1mm程度以下	400 μm程度未満
3	1)色調は暗褐色から褐色で色むらなし 2)やや凹凸があり、さび粒子は粗く不均一 3)さびの量は多く、最大粒径は1～5mm程度	400 μm程度未満
2	1)色調は暗褐色から褐色でやや色むらがある 2)大きい凹凸があり、さび粒子は粗くうちこ状 3)さびの量は多く、最大粒径は5～25mm程度	800 μm程度未満
1	1)局所的に様々な色調（激しい色むら）がある 2)大きな凹凸があり、層状はくり（痕跡）がある	800 μm程度を越える

表-1 発生さびの外観評価（日本橋梁建設協会の評点）

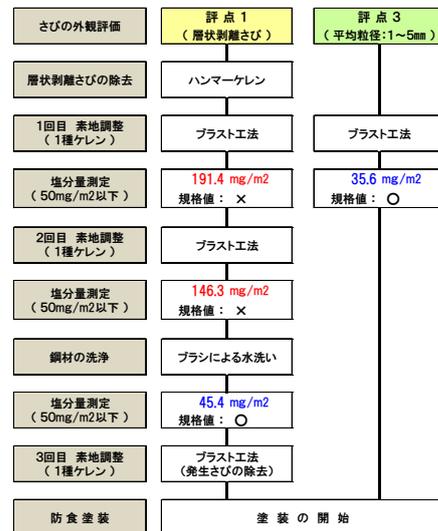


図-4 鋼材の付着塩分量測定フロー