

(続紙 1)

京都大学	博士 (工 学)	氏名	坂 井 田 実
論文題目	既設無塗装耐候性鋼橋の維持管理性の向上に関する研究		
(論文内容の要旨) 本論文は、建設から供用期間中の維持修繕、架け替えまでを含む全寿命を通して必要となるライフサイクルコストを低減できる構造材料として開発された耐候性鋼材の使用に適した内陸部において、既設無塗装耐候性鋼橋の維持管理性の向上に資することを目的としたものである。特に、局所的な悪性さびを生じやすい状況にある橋梁の抽出・調査方法、ならびに機能向上などを目的に実施される高力ボルトによる部材接合法に関して、検討した結果を取りまとめたものであり、6章から構成されている。 第 1 章は序論であり、研究の背景と目的について述べ、特に、耐候性鋼材の防食メカニズムおよび無塗装耐候性鋼橋の使用実績、検討課題を示している。 第 2 章では、内陸部の既設無塗装耐候性鋼橋の健全度評価の事例として、岐阜県内の耐候性橋梁 (214 橋) を対象に、155 橋において橋梁環境およびさび外観の調査、17 橋においてさび厚の調査、ならびに 11 橋においてさび粒径および付着塩分量の現地調査を行い、それらの結果を取りまとめている。その結果、内陸部の既設無塗装耐候性鋼橋の 9 割以上は、悪性さびを生じておらず、20 年の供用を経てもさび厚は高々100 μm 程度であり、健全な状態にあることが明らかになった。また、寒冷な地域において散布される融雪剤の影響は、付着塩分量と腐食減耗量の間に正の相関関係が見られるものの、悪性さびの発生には排水施設の不備が大きく影響していることが明らかになった。しかし、橋梁下空間において河川水面と鋼桁とのクリアランス (3m 程度) が十分確保されないと、悪性さびが発生しやすいとの結果を得た。 第 3 章では、点検者の専門的な知識量に左右されないよう現地で簡単に記入できるチェックシートを用いて、悪性さびの生じやすい既設耐候性鋼橋を抽出できる簡便な方法を提案している。既設橋を用いて、13 項目の 3 段階評価の簡易チェック方式により、悪性さびの生じる可能性の高い橋梁を、効率的に抽出できることを確認している。なお、チェック項目には、構造的項目と環境的項目があるが、橋げた端部の点検強化、ならびに湿度環境の評価に重点を置いている。 第 4 章では、補強等の目的で新たに鋼部材を高力ボルト摩擦接合継手で取り付ける場合において、新旧両部材の表面処理の方法や組み合わせを検討している。検討の結果、保護性さびを生じた鋼板において、ワイヤブラシによる表面処理では地鉄表面の凹凸や保護性さびは残留し、赤さびのみが除去できることを示した。一方、ショットブラスト・グラインダによる表面処理によってほぼ完全にさびを除去しようとする、地鉄表面を 30 μm 程度削り込むことで、平滑にすることができることを示している。また、グラインダなどの表面処理による影響に比べて、補強部材に施す無機ジンクリ			

京都大学	博士（工 学）	氏名	坂 井 田 実
ッチペイント塗布などの表面処理が、すべり係数には支配的であることを示している。 なお、さび厚が $70\mu\text{m}$ 程度以下の場合であれば、グラインダやワイヤブラシにより耐 候性鋼材のさび除去を完全に行うより、布拭き程度で赤さびが残る状態の方が、十分 な安全性を確保できるすべり係数となることを明らかにした。 第 5 章では、既設の無塗装耐候性鋼橋の維持管理性を向上させるために有効と考え られる 2 案を提案している。すなわち、情報ネットワークを活用し、環境データや維 持管理データといった情報についてモニタリングを行い、これらを有機的に結合する ことにより、効果的な補修・補強などの延命化処置の方策、時期の選定が可能となるこ とを示している。また、地理情報システムと連動させることによって、自然環境条件 や構造詳細データが類似した他の構造物のデータを参考にした腐食減耗予測を行うな ど、効率のよい予防保全策を講じることが可能となると結論付けている。また、伸縮 装置の非排水構造は劣化しやすく、地覆部においては側面からけた端部に水が回る構 造がよく見られ、維持管理性能の向上のためには、伸縮装置に排水構造を採用し、鋼 げた端部はコンクリート巻き立てなどによる滞水への対策を強化する方が優位と考え られ、勾配の急な排水樋を設ける構造の有効性も示している。 第 6 章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめるとともに無塗装耐候性鋼橋 の維持管理の今後の展望について示している。			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、ライフサイクルコストを低減できる構造材料として開発された耐候性鋼材の使用に適した内陸部において、既設無塗装耐候性鋼橋の維持管理性の向上に資することを目的とした。特に、局所的な悪性さびを生じやすい状況にある橋梁の抽出・調査方法、ならびに機能向上などを目的に実施される高力ボルトによる部材接合法に関して、検討した結果を取りまとめたものである。

はじめに、第 1 章では、研究の背景と目的として、耐候性鋼材の防食メカニズムおよび無塗装耐候性鋼橋の現状を示している。第 2 章では、橋梁環境およびさび外観の調査、さび厚の調査、ならびにさび粒径および付着塩分量の調査の結果を取りまとめている。対象橋梁の 9 割以上は、悪性さびを生じておらず、20 年の供用を経てもさび厚は高々 $100\mu\text{m}$ 程度であること、融雪剤の影響は、付着塩分量と腐食減耗量の間に正の相関関係が見られるが、悪性さびの発生には排水施設の不備が影響すること、河川水面と鋼桁との空間 (3m 程度) が十分確保されないと悪性さびが発生しやすいことを明らかにした。第 3 章では、現況調査に基づき、現場での評価が容易な 13 項目の 3 段階評価の簡易チェック方法を用いて、悪性さびの生じやすい既設橋の容易な抽出を実現している。チェック項目には、構造的項目と環境的項目があるが、橋桁端部の点検強化、湿度環境の評価に重点を置いている。第 4 章では、補強等の目的で新たに鋼部材を高力ボルト摩擦接合継手を取り付ける場合の新旧両部材の表面処理の方法や組合せを検討している。保護性さびを生じた鋼板において、ワイヤブラシによる表面処理では保護性さびは残留し赤さびのみが除去できること、ショットブラスト・グラインダによる表面処理によってほぼ完全にさびを除去しようとする、地鉄表面を $30\mu\text{m}$ 程度削り込むこと、グラインダなどの表面処理による影響に比べて補強部材に施す無機ジンクリッチペイント塗布などの表面処理がすべり係数には支配的であること、さび厚が $70\mu\text{m}$ 程度以下の場合であればグラインダやワイヤブラシにより耐候性鋼材のさび除去を完全に行うより布拭き程度で赤さびが残る状態の方が十分な安全性を確保できるすべり係数となることを明らかにした。第 5 章では、既設の無塗装耐候性鋼橋の維持管理体制として、地理情報システムを活用し、自然環境モニタリングデータや構造詳細データを統括し、構造物の腐食減耗予測を行う予防保全システムの提案を行った。一方、具体的対策工として、伸縮装置に排水構造を採用し、鋼げた端部のコンクリート巻き立て、および勾配の急な排水樋の設置など、滞水への対策の強化を提案している。第 6 章では、本研究で得られた成果をまとめ、無塗装耐候性鋼橋の維持管理の今後の展望について示している。

以上、本論文は、局所的な悪性さびを生じやすい状況にある無塗装耐候性鋼橋の抽出・調査方法、ならびに機能向上などを目的に実施される高力ボルトによる部材接合法に関して、実務設計に有用な成果を得ており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 23 年 8 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。