

高腐食性環境における鋼構造物の塗膜下腐食現象と 防食性能向上法に関する研究

坂本, 達朗

<https://doi.org/10.15017/1785403>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 坂本 達朗

論 文 名 : 高腐食性環境における鋼構造物の塗膜下腐食現象と防食性能向上法
に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

我が国において、高齢化した鋼構造物のストックは年々増加している。例えば、道路橋梁については、その多くが高度経済成長期に建設されたため、その供用年数は40年以上となっている。一方、鉄道橋梁については、初期の鉄道網の拡大が明治期から大正期に行なわれたため、道路橋梁に比して長く供用されている橋梁が数多く存在している。既設橋梁の耐用年数は、かつて50年程度と一般に言われてきたが、現在では今後100年程度の供用を目標とするなど、既設橋梁を供用し続けることを前提とした維持管理が求められている。この理由として、社会基盤施設に対する要求の多様化や環境保全対策などによる維持管理費用の増大や、我が国の少子高齢化・人口減少などによる財政悪化にともなう維持管理費の減少等が挙げられる。これらの背景から、既設の鋼構造物を安全かつ経済的に長期間供用するための効果的な長寿命化技術の確立が求められている。

鋼構造物の耐久性を低下させ、安全性に影響を及ぼす主要な変状として、腐食と疲労による損傷が挙げられる。疲労については、構造的観点から様々な検討が進められており、その知見に基づき国内外で各種設計基準類が整備・活用されている。一方、腐食については、腐食に寄与する環境因子が多岐に及ぶことや、鋼構造物に適用される防食方法の劣化機構が複雑で未解明な点が多いことなどのため、設計基準類が十分に整備されているとは言えない。

近年、塗装鋼構造物で多発している塗膜下腐食と呼ばれる腐食形態は、局所的ではあるが、塗装塗替え後の比較的早期に過去に腐食した部位で腐食が再発し、部材の板厚減少を伴うこと、大きな腐食度を示す傾向にあることなどから、問題視されることが多い。しかしながら、塗膜下腐食の腐食機構は詳細に解明されておらず、適切な対策を講じる段階に至っていない。そのため、塗膜下腐食により安全性の低下が懸念される鋼構造物においては、経験的判断から、塗替えの鋼素地調整時の除錆度を向上させるため、ブラスト工法が採用されている。

ブラスト工法では専用設備が必要とされることなどにより、手工具や動力工具を用いた一般的な素地調整方法と比較して施工費用が高額となる。そのため、腐食の進行性の高い塗膜下腐食を生じる塗装鋼構造物のみをブラスト工法の対象とするなどの維持管理計画を策定することが望ましい。しかしながら、現段階では塗膜下腐食の発生原因が未解明のため、対象構造物の選定手法を確立することが重要になる。また、塗替えの際のブラスト工法の優位性をライフサイクルコストの観点などから論じるため、素地調整程度と塗膜の耐久性との関係を定量的に把握することが必要とされる。

本研究では、高腐食性環境における塗装鋼構造物の適切な維持管理手法の構築を目標として、当該環境で発生する塗膜下腐食の腐食機構を解明するために実構造物を調査した。また、塗膜下腐食を生じる可能性の高い塗装鋼構造物の選定方法を構築するため、塗装した腐食鋼板を用いて構造物の腐食性を評価する手法を検討した。さらに、素地調整程度と塗膜の耐久性との関係を定量評価す

るための室内促進劣化試験を実施した。最後に、高腐食性環境に架設された塗装鋼構造物の防食性能の向上を目的として、現状の素地調整手法としても最も有効な手法と考えられるブラスト工法の性能評価を行ない、ライフサイクルコストの観点から維持管理費を考慮した塗替え施工における防食性能向上法について提案した。

本論文は第1章から第6章までの6つの章で構成されている。各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、本論文の研究の背景および目的、ならびに関連する既往の研究として、鋼材の腐食現象や構造物用塗装の防食特性のほか、防食のための維持管理費用に関する調査・研究結果などについて述べた。

第2章では、実際の鋼構造物に発生する塗膜下腐食の状態把握を目的として、高腐食性環境に架設された鋼鉄道橋の橋脚部位を対象とした塗膜劣化状態および腐食状態調査を実施した。この際、飛来塩や部材の面方向などに着目して腐食箇所や腐食生成物などを分析し、塗膜下腐食と環境因子との関連や塗膜下腐食の腐食過程を明らかにした。

第3章では、高腐食性環境における塗装鋼構造物の腐食挙動を把握するため、塗膜下腐食の状態を模擬した塗装腐食鋼板を構造物の各部位に設置し、一定期間暴露した際の腐食程度を評価することで、構造物の設置箇所の塗膜腐食挙動を推定する手法を提案した。また、本手法の妥当性を検証するため、環境の異なる地域に塗装腐食鋼板と裸鋼板を屋外暴露することで、各々の腐食度を比較・検討した。また、塗装腐食鋼板と設置する部位の温度変化を測定して、塗装腐食鋼板の温度追随性を評価した。

第4章では、第3章で提案した手法により選定される、進行性の高い塗膜下腐食の発生が懸念される鋼構造物において、塗替え時の適切な素地調整程度を把握するための室内促進劣化試験を行なった。本試験では、一般的な素地調整手法である手工具、動力工具、ブラストを適用した腐食鋼板に対して、残置される腐食生成物の性状を分析した上で、塗装後の塗膜の変状箇所や変状過程などを評価することにより、腐食生成物の残存程度や成分などが塗膜の防食性能に及ぼす影響を明らかにした。

第5章では、高腐食性環境に架設された塗装鋼構造物の防食性能を向上するため、現状の素地調整手法として最も有効な手法と考えられるブラスト工法の性能を評価した。この評価に際して、まず、施工性や防食性と素地調整程度との関係を把握するための室内試験を行ない、費用対効果として妥当と考えられる素地調整程度を明らかにした。次に、塗替え施工におけるライフサイクルコストの観点から、ブラスト工法を用いた適切な施工条件を評価した。さらに、主なパラメータを素地調整方法、素地調整程度、適用する塗装仕様として、従来の施工条件とライフサイクルコストを比較した上で、高腐食性環境における鋼構造物を対象とした防食性能向上法を提案した。

第6章は、本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論とした。