

### 加熱技術を用いた塗膜除去方法の検討

J R 西日本 (正)○柿添智之(正)中山太士(正)瀧本一也 (公財)鉄道総研(正)坂本達朗  
名古屋大学大学院 (正)廣畑幹人 大阪工業大学 (フェロー) 松井繁之

#### 1. はじめに

鋼鉄道橋を腐食から守るために塗替え塗装を行っているが、塗膜除去作業時の騒音等の環境問題や鉛を含有する塗膜を除去する作業者の安全対策等の課題を有している。そこで、本稿では、これらの課題に対して、塗膜が熱の影響により剥がれやすくなる特性<sup>1)</sup>に着目し、鋼鉄道橋の塗替え塗装時の塗膜除去方法に高周波誘導加熱の適用を検討したので報告する。

#### 2. 高周波誘導加熱

高周波誘導加熱は、身近な例として IH 調理器と同じ原理であり、磁力線で加熱するので、加熱部の狭い範囲に高密度の熱エネルギーを与え、対象物の急速加熱が可能である。ただし、急速加熱時は温度制御が高難度化する傾向がある。高周波誘導加熱による施工状況を図-1に示す。今回、高周波誘導加熱による塗膜除去時の加熱温度は、塗膜が除去でき、かつ、鋼材に影響を及ぼさない温度設定とし、350℃程度とした。



図-1 加熱状況と塗膜除去状況

#### 3. 高周波誘導加熱による塗膜除去の検討

高周波誘導加熱を鋼鉄道橋の塗膜除去に適用する際の課題として、以下が挙げられるので、加熱試験による検証を行った。加熱試験は、図-2に示す供用後、撤去されたタイプの違う鋼鉄道橋 3 連 (A: 下路トラス縦桁、B: 下路桁の縦桁、C: 槽状桁、塗装系 B7 (長油性フタル酸樹脂塗料) および G7 (厚膜型変性エポキシ樹脂塗料) ) で実施した。



図-2 試験体

(1) 最適な出力、加熱時間の検討・・・塗膜を適切に除去するためには、最適な出力、加熱時間を検討しておく必要がある。そこで、出力や加熱時間を変化させて塗膜の除去状況を確認した。検討部位は、塗膜除去作業で最も面積が大きいウェブと施工が困難なリベット部とした。なお、試験体に熱電対を設置し、出力および時間と加熱温度が比例関係であることを確認している。試験結果を図-3に示す。ウェブは 14kW (20kW×70%) 40 秒、リベットは 14kW (20kW×70%) 25 秒が塗膜除去に最適であった。なお、他の試験体でも同様の結果が得られ、この出力をベースに塗膜除去状況に応じて加熱時間を変化させることにより、塗膜が十分除去できた。

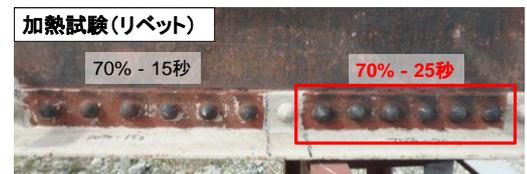
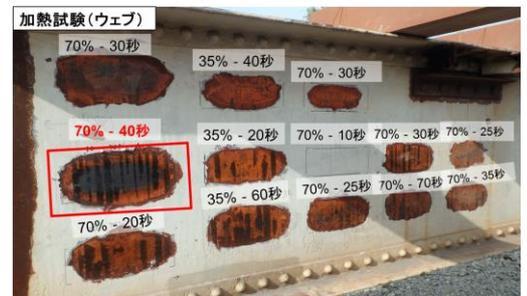


図-3 試験状況(出力と加熱時間:試験体 A)

(2) 施工性の検証・・・塗膜を完全に除去するのに要した時間を動力工具による塗膜除去と比較した。その結果、ウェブでは動力工具が 25 分/m<sup>2</sup>に対し、高周波誘導加熱は 36 分/m<sup>2</sup>であり、ウェブでの施工性は動力工具に比べて劣ることがわかった。一方、リベット部では、動力工具が 40 秒/箇所、高周波誘導加熱は 45 秒/箇所であり、ほとんど差はみられなかった。

(3) 塗膜除去状況の検証・・・図-4 に動力工具と加熱工法の塗膜除去状況を比較した結果を示す。この図からわかるように、ウェブ(平面部)においては、差異はみられないが、ケレン困難箇所であるウェブとフランジの接合部、リベット頭部とその周辺に旧塗膜が残存する動力工具に対して加熱は塗膜が除去できることがわかった。



図-4 塗膜除去状況

(4) 作業の安全性の検討・・・鋼鉄道橋にはマクラギやレール等の軌道材

キーワード 鋼鉄道橋, 塗膜除去, 高周波誘導加熱, リベット

連絡先 〒601-8411 京都市南区西九条北ノ内町 5-5 JR 西日本 京都土木技術センター TEL075-682-8116

料があり、信号等のケーブル類が添加されているケースが多いので、加熱箇所周辺の温度確認や加熱の熱影響による安全性を確認しておく必要がある。そこで、加熱部およびその周辺の温度を赤外線カメラで計測した。図-5、6 に加熱状況と赤外線カメラによる計測を示す。この図からわかるように、加熱部は急激に高温になるものの、加熱部周囲の熱伝導は小さく60℃程度であった。以上のことより、高周波誘導加熱は、局所的に加熱が可能で、周囲の熱影響は小さいことが確認できた。なお、加熱後、加熱部が60℃程度まで下がる時間は約20分であった。

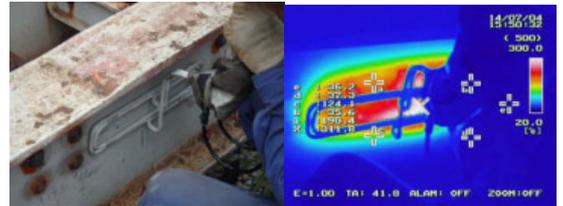


図-5 加熱状況と赤外線カメラによる計測(ウェブ)

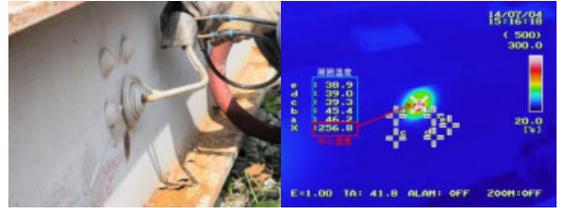


図-6 加熱状況と赤外線カメラによる計測(リベット)

(5)環境問題への対応…動力工具による塗膜除去作業は、作業時に鉛を含有する塗膜等の粉塵が多く飛散し、鉛を含有する塗膜の除去作業従事者の安全対策についても確認しておく必要がある。また、塗膜除去作業時の騒音についても確認しておく必要がある。加熱試験の塗膜除去作業時の粉塵発生状況および騒音計により騒音を測定した。

①作業時の粉塵…動力工具による塗膜除去作業では図-7 に示すように多くの粉塵が飛散するが、図-8 に示すように、加熱による塗膜除去はスクレーパ等で塗膜を剥ぐように除去できるため、粉塵量が著しく低減できた。



図-7 動力工具による除去



図-8 加熱による除去

②作業時の騒音…施工箇所からの離れ12.5m、高さ1.2mの位置で騒音を測定した結果、動力工具の79.2dBに対して、加熱は64.2dBであった。なお、誘導加熱による塗膜除去の最大騒音は仕上げ作業におけるパフ研磨によるものであり、研磨方法によっては、さらに改善効果が期待できると考えられる。

(6)付着性の検証…熱影響を受けた塗膜がわずかながら残存した状態で塗装した場合、新塗膜の付着性が懸念されたので、塗膜除去後、塗装し、1ヶ月の付着性の検証を行った。付着性の検証を基盤目試験により行った結果、動力工具による塗膜除去後に塗装した塗膜と比較して付着性に差がなかった。



図-9 施工状況(左:加熱、右:塗膜除去)



図-10 施工前(左) 施工後(右)

(7)加熱方法…高周波誘導加熱を順次移動させて加熱すると、加熱した部分の温度が想定以上の高温に達し、ウェブの変形量が大きくなる恐れがあったので、熱伝導解析を行い、加熱装置中央から直径300mm程度の範囲で100℃以上の高温に達することがわかったので、加熱手順を加熱箇所から最低500mm以上離して加熱する手順とした。

4. 実橋梁への適用

以上の検討を踏まえ、実橋梁(上路プレートガード)で試験施工を行った。試験施工の状況を図-9 に、塗膜除去前後の状況を図-10 に示す。施工後にオレンジ色の鉛丹系の塗膜がみられるが、粉末状になった旧塗膜であり、パフ研磨によって除去可能であった。なお、施工時間は1時間/パネルであり、高周波誘導加熱時および加熱後のウェブの面外変形量を確認した結果、施工時は若干の変形は確認されたが、施工後の残留変形はなかった。試験施工の結果、鋼鉄道橋の塗膜除去に高周波誘導加熱が適用できることがわかった。

5. まとめ

今回、塗膜除去方法に高周波誘導加熱の適用性を検討した結果、低騒音かつ粉塵量を低減可能な塗膜の除去方法であること、実際の鉄道橋で使用できることが証明できた。今後は、作業性向上のために、高周波電源加熱機器の小型化や更なる加熱コイルの最適形状化、加熱と塗膜除去の一体化等に取り組み、実用化に向けた作業手順書のマニュアル作成に取り組んでいく。

<謝辞> JEMIX(株)様には加熱に関する検討・作業に多大なるご協力をいただいた。記して謝意を表す。

【参考文献】1)坂本ら:火災の発生した鋼鉄道橋の塗膜特性に関する考察, 鋼構造年次論文報告集 第16巻, 日本鋼構造協会, p697-702, 2008.11