

マニピュレータを用いた橋梁塗装塗替法の検討

東日本旅客鉄道 正会員 ○輿水 聡
東日本旅客鉄道 正会員 藍郷 一博

1. はじめに

鉄道に使用される鋼橋の塗装塗替作業は、橋桁そのものを撤去し塗替塗装を行う等の手段をとる事が出来ないため高所作業となり、安全な作業とは必ずしもいえない側面がある。橋梁塗装塗替の手順としては、足場仮設→塗装本作業→足場撤去という流れであるが、足場仮設・撤去作業は、主に夜間き電停止間合に施工することが必要であり、本作業も列車の接近しない時間帯での間合作業となることが多く、場合によっては列車運行の無い線路閉鎖間合での施工となる事もある。足場設置時の状況を示す。(写真-1)



写真-1 足場設置状況

足場は仮設・撤去時に板材等を用いる事が多く、最近では FRP 等の軽量材料も使用されるようになってきているが根本的には墜落の危険性を伴い、作業効率も低い状態である。また、足場仮設後の塗替作業時においても、作業スペースが狭く、作業員は狭い箇所での不安定・窮屈な体勢で施工しなくてはならないため、安全上かつ効率上から問題があるといえる。

このような橋梁塗装工事は1現場に10人程度のチームを編成し、足場仮設からケレン・塗装、足場撤去まですべて人力で行っている。そこで本検討では足場設置の省略をする事による安全性向上を目的に、マニピュレータを用いた半自動による装置の開発を実施し、主としてケレン部分について機械化に向けての可能性の検討・試験を実施した。

2. 試験概要

試験としては基礎試験と能力向上試験として行った。

試験に用いたマニピュレータは写真-2の形態である。

- 1.基礎試験 :三井造船製のマニピュレータとウォータージェットの組み合わせでの作業可能性試験
- 2.機能向上試験:装置の小型化を目指しての小出力装置の可能性検証試験



写真-2 マニピュレータ装置

3. 基礎試験

1) 試験の考慮事項

基礎試験においては、マニピュレータに取り付けたウォータージェットによる塗膜剥離能力が機能上充分にあり、従来のケレンによるものと代替可能なものとなる可能性があるかを中心に検証を行った。

この際に使用したウォータージェットの吐出圧力は200MPaである。これについては移動作業を前提として給水タンク・装置を考慮すると、現実的に使用できる最大規模のものと考えて良いものである。また塗膜剥離の対象物としては、長油系フタル酸系塗料を塗布したテストピースを使用した。

キーワード：塗膜剥離、ウォータージェット、マニピュレータ

連絡先：〒140-0005 東京都品川区広町 2-1-19 TEL 03-5709-3665 FAX 03-5709-3666

これは鉄道における橋梁塗装において、気候条件の緩い一般的な環境で比較的良く使われている種類の塗装系である。

2) ウォータージェットノズルと剥離対象との距離・角度

ウォータージェット吐出口であるノズル部分と対象物との間の離れを検討した。

離れが 30mm 程度であると対象物である塗装鋼板自体を削る事となり過剰性能であり、また 100mm 以上であると剥離能力自体が低下している。したがって、マニピュレータによるノズルの移動速度(塗膜完全剥離：5m/min 程度)によって適当な離れは変動する事を考慮しても 40～80mm 程度が適当である事が分かった。

また噴射角度についても試験したところ、塗装面に対して垂直(90°)～45°の角度であれば比較的剥離能力を発揮する事が出来るといえる。

3) ウォータージェットでの塗膜剥離の能力

剥離能力としては、通常の手作業によるケレン作業のレベルを超え、むしろブラストに近い作業が可能なレベルである。したがって、ウォータージェットの出力をある程度下げても現状以上の作業は可能である。ただし桁材上のボルト・リベット等の塗膜剥離についてはボルト等側面で塗膜が残るという課題が残った。

4. 能力向上試験

基礎試験の結果を受け、装置小型化及び効率の向上をめざし能力向上試験を実施した。当試験では塗膜剥離対象物として橋梁架け替えに伴い廃止となった実橋梁の部材を使用し、実際のケレン作業を前提条件に合致した試験材料とした。

ウォータージェットの吐出圧力について見ると、基礎試験での 200MPa では塗膜を完全剥離し鋼材が完全露出している(写真-3)。塗替時の塗膜剥離能力としては過剰といえる。ここでどの程度まで吐出圧力を低下させても実用に足るかどうかの検証を行った。150MPa では、塗膜の付着力が低下し塗膜性能として不十分となった箇所のみが剥離しており(写真-4)、塗替時の剥離性能としては充分である。したがって、150MPa 程度までは圧力を低下する事が可能であった。

またノズル口径についても 0.25mm→0.20mm とする事による剥離能力の低下は考慮すべきレベルでは見られないため(但しノズルと剥離対象との離れは半分程度に小さくなる)、その分だけ水の吐出量が減らす事が可能である。(150MPa で 7.3 l/min→4.6 l/min) そのため使用水量が減少し、作業時の噴霧量が減少する事からマニピュレータのオペレータの見通しがよくなり作業効率が上がるという副次的効果があった。



写真-3 吐出圧力 200MPa



写真-4 吐出圧力 150MPa

5. まとめ

ブラストに近い塗膜の完全剥離を必要とせず、通常のケレン能力(付着力が落ち塗膜としての機能をなくしている部分のみ剥離する前提)で良いという前提であれば、基礎試験時の装置に対し容積比で半分程度の装置構成が可能である。ここで作業の完全自動化及び橋梁足場設置作業の省略を目標とした場合、ブーム車両にマニピュレータを搭載した形態の装置を考える事となる。ここで能力向上試験終了時の条件ならば、マニピュレータ及びウォータージェット装置を車両長 6.5m 程度のブーム車両に搭載することは可能である。このような車両を用いる事で、足場設置を行わない橋梁塗替塗装の工法を実現するにあたっては、技術的には支障がないといえる。