

# 32 その他

## エアレスガン用刷毛による現場塗装作業での作業効率および塗装品質の効果検証

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日立造船株式会社

鈴木 達也

### 1. はじめに

国土交通省北海道開発局より発注された鋼3径間連続細幅箱桁形式の鋼橋上部工事は、一般国道5号倶知安余市道路事業のうち余市郡余市町が施工現場である。鋼橋上部工事の現場塗装工は雨天等による作業中断によって工程遅延しやすい工種であるため、作業効率を改善できる取り組みが必要であった。そこで、現場塗装の作業効率を改善しつつ塗装品質を確保するために、塗装手法に着目した新規塗装器具の導入を目的として実橋での効果検証を実施した。

#### 工事概要

- (1) 工事名：一般国道5号 余市町 登川大橋  
(A橋) 上部工事
- (2) 発注者：北海道開発局小樽開発建設部
- (3) 工事場所：北海道余市郡余市町
- (4) 工期：平成30年10月18日～  
令和02年12月22日

### 2. 現場における問題点

現場塗装は屋外で作業するので、降雨や強風等の悪天候の場合には作業中止となり工程遅延リスクがあることから、天候によって作業進捗が大きく左右される作業である。また、現場塗装時の標準手法である刷毛塗りは工場塗装手法のスプレー塗装に比べて一度に塗れる面積が小さいので作業効率が低く施工時間を多く要する。そのため、工

程検討時には、余裕をもって刷毛塗りの工程を確保しておく必要がある。また、近年の長雨や豪雨等の自然災害が現場塗装時期に発生すると作業中止期間が長期化し、計画通りの進捗が得られず工程遵守が困難となり、工期遅延のリスクが顕在化する。工程遵守が困難となると作業速度を上げざるを得なくなるので塗膜厚不足や塗装ムラ等の塗装品質の低下に繋がるのが懸念される。特に現場継手部は、添接板角部、座金/ナット/ねじ部のすき間に塗料が行きわたりにくく、またねじ部の凹凸等は塗料が付着しにくいいため塗膜厚確保が難しく塗装品質が低下しやすい。さらに、塗装品質の低下によって継手部が早期に腐食して点検・補修といった維持管理費が嵩み経済性に影響を与えるため、塗装品質の確保は非常に重要である。

以上より、作業効率の低い塗装手法による工程遅延リスクと工程遵守のための作業速度増加に伴う塗装品質低下リスクを最小限に抑制するためには相反する作業効率の改善と塗装品質の確保を両立できる新規塗装器具の活用が有効と考えられる。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 新規塗装器具の概要

作業効率の改善および塗装品質の確保を両立できる新規塗装器具を市場調査し「エアレスガン用刷毛」(好川産業(株)製)を選定した。図-1にエアレスガン用刷毛の概要を示す。エアレスガン用刷毛はエアレス塗装機のスプレーガン先端に装着

できる専用刷毛で、塗料を塗料タンクから圧送供給しながら塗装できるので、塗料補充による作業中断が無くなり連続して塗装できる。また、**図-1b)**に示すように噴出口の周囲に配置された刷毛が塗料の飛散を防ぎ現場周囲への飛散リスクを最小限に抑えて塗装できることから、現場塗装の作業効率と塗装品質の効果検証にエアレスガン用刷毛を採用した。

(2) エアレスガン用刷毛の効果検証方法

効果検証方法は以下の通りとした。

対象部位：箱桁外面の現場継手部 (F-11塗装部)

対象箇所：G1・G2桁の各3継手(同一Joint番号)

塗装手法：G1桁\_標準刷毛で塗装

G2桁\_エアレスガン用刷毛で塗装

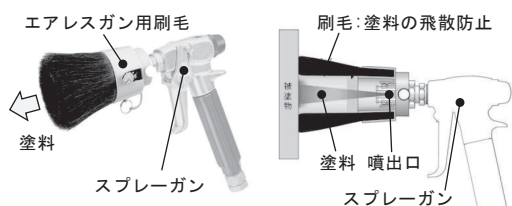
塗装工程：下塗塗装1層目(目標膜厚150 $\mu$ m)

検証方法：上記塗装手法にて現場塗装し、施工時間による作業効率、塗膜外観と塗膜厚による塗装品質を評価した。塗膜厚の計測位置は添接板の表面・板厚面、高力ボルトのナット部側面とし、添接板の板厚面は計測可能なフランジのみ計測対象とした。なお、腹板添接板は板厚が小さいこと、高力ボルト頭部は曲面形状であること、ピンテール破断面には細かい凹凸があることから、電磁膜厚計の測定端子を正確に接触させられず正確な測定ができないため対象から除外した。

(3) エアレスガン用刷毛の検証結果

① 作業効率に対する効果

**図-2**に各塗装器具による塗装状況を示す。**図-2a)**は標準刷毛を使用した標準手法である。塗装時には下げ缶を携帯しながら塗装するため、下げ缶の塗料が無くなる度に補充が必要となるので一時的な作業中断を伴う施工となった。一方、



a) 刷毛装着状況 b) 刷毛構造詳細

**図-1** エアレスガン用刷毛の概要 (好川産業(株)HPより引用)

**図-2b)**に示すエアレスガン用刷毛を用いた塗装手法では、常にエアレス塗装機から塗料を供給できるので塗料補充作業が不要となり、作業を中断することなく効率的に塗装できた。

**表-1**に塗装器具別の施工時間を示す。平均塗装時間は標準刷毛が5分58秒/m<sup>2</sup>に対してエアレスガン用刷毛では4分41秒/m<sup>2</sup>となり、エアレスガン用刷毛の作業効率が標準刷毛の約1.3倍となった。これはスプレー塗装のように塗料を常に供給しながらの連続塗装ができたこと、塗料補充に伴う作業中断を排除できたことから、施工時間を短縮できたと考えられる。

② 塗膜外観の評価

**図-3**に各塗装器具で塗装した現場継手部の塗膜外観を示す。塗膜外観として、いずれの塗装器具においても刷毛目は確認されたが、塗装部位によらず目立った塗りムラやタレ等は確認されず、塗膜外観に大きな差異は確認されなかった。エアレスガン用刷毛が標準刷毛と同様の塗膜外観を得られた理由は、エアレスガン用刷毛が塗料を常に

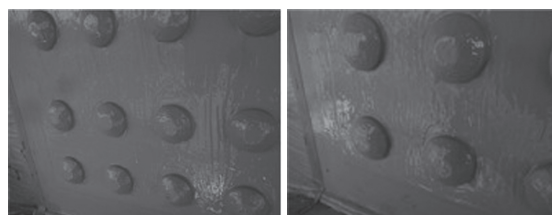


a) 標準刷毛 b) エアレスガン用刷毛

**図-2** 塗装状況

**表-1** 各塗装器具による現場塗装の施工時間

継手部	塗装面積 (m <sup>2</sup> )		施工完了時間		1m <sup>2</sup> 当たりの塗装時間	
	G1	G2	標準刷毛	エアレスガン用刷毛	標準刷毛	エアレスガン用刷毛
J15	5.25	5.25	28'30"	24'12"	5'56"	4'37"
J16	6.53	7.32	37'47"	30'52"	5'47"	4'13"
J17	9.62	9.62	59'34"	50'13"	6'11"	5'13"
塗装平均時間					5'58"	4'41"



a) 標準刷毛 b) エアレスガン用刷毛

**図-3** 塗膜外観 (例：腹板添接板)

供給できる点が標準刷毛と異なるのみで、刷毛で塗装する行為は標準刷毛と変わりはないことから同等の塗膜外観が得られたと考えられる。

③ 塗膜厚の評価

③-1：鋼道路橋防食便覧で規定される最小塗膜厚と平均塗膜厚

表-2に各塗装器具で得られた最小塗膜厚と平均塗膜厚の結果を示す。表-2より、エアレスガン用刷毛で得られた塗膜厚は塗装部位によらず最小塗膜厚および平均塗膜厚以上となった。これにより、エアレスガン用刷毛を用いた塗装においても規格値以上の塗膜厚を確保できるため、実施工事に採用しても問題ないことを確認できた。

③-2：塗装部位における塗膜厚分布の傾向

図-4に各塗装器具で得られた塗装部位別（添接板表面・板厚面、高力ボルトのナット部側面）の塗膜厚分布を示す。図-4より、エアレスガン用刷毛の塗膜厚分布は塗装部位によらず標準刷毛の塗膜厚分布と概ね重なり、同様の傾向が確認された。よって、エアレスガン用刷毛は塗装部位によらず標準刷毛と同等の塗膜厚が得られると考えられる。なお、図-4b)について、エアレスガン用刷毛では測定可能箇所が少なかったためデータの度数に差が確認された。しかし、その他の塗装部位で大きな差が確認されなかったことから当該部でも同様な傾向を示すと考えられる。

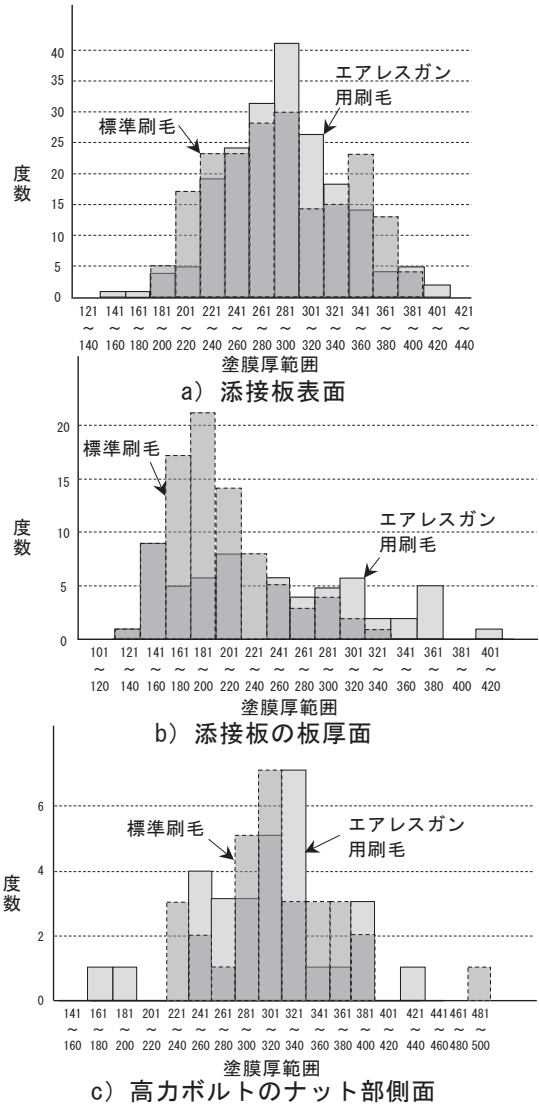


図-4 塗装部位別における塗膜厚分布

③-3：塗装姿勢における塗膜厚分布の傾向

図-5に塗装姿勢別（上・横・下向き）における塗膜厚分布を示す。図-5b) c) では、エアレ

表-2 各塗装器具による塗膜厚計測結果

塗装器具/対象箇所 【塗膜厚規格値】 最小塗膜厚 $\geq$ 目標塗膜厚(150 $\mu$ m) $\times$ 70%=105 $\mu$ m 平均塗膜厚 $\geq$ 目標塗膜厚(150 $\mu$ m) $\times$ 90%=135 $\mu$ m		標準刷毛						エアレスガン用刷毛							
		G1桁-J15		G1桁-J16		G1桁-J17		G2桁-J15		G2桁-J16		G2桁-J17			
		塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定	塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定	塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定	塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定	塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定	塗膜厚 ( $\mu$ m)	判定		
最小塗膜厚 (規格値: 105 $\mu$ m)	添接板表面	180	OK	170	OK	220	OK	200	OK	160	OK	240	OK		
	添接板板厚面	150	OK	130	OK	120	OK	-	-	120	OK	130	OK		
平均塗膜厚 (規格値: 135 $\mu$ m)	高力ボルトのナット側面		240	OK	250	OK	240	OK	250	OK	200	OK	180	OK	
	添接板 表面	上フランジ下面	L側	230	OK	272	OK	284	OK	268	OK	292	OK	326	OK
			R側	212	OK	268	OK	262	OK	274	OK	324	OK	304	OK
		腹板	L側	247	OK	226	OK	329	OK	290	OK	341	OK	347	OK
			R側	258	OK	267	OK	328	OK	258	OK	237	OK	298	OK
		下フランジ上面	L側	199	OK	236	OK	354	OK	326	OK	308	OK	370	OK
			R側	278	OK	316	OK	344	OK	302	OK	332	OK	320	OK
	添接板 板厚面	下フランジ下面	L側	202	OK	256	OK	322	OK	256	OK	269	OK	274	OK
			R側	-	-	156	OK	174	OK	-	-	146	OK	252	OK
		上フランジ下面	L側	-	-	184	OK	208	OK	-	-	300	OK	210	OK
			R側	-	-	204	OK	226	OK	-	-	342	OK	256	OK
		下フランジ上面	L側	-	-	274	OK	256	OK	-	-	148	OK	232	OK
R側			-	-	172	OK	166	OK	-	OK	340	OK	177	OK	
高力ボルトのナット側面	L側	290	OK	318	OK	398	OK	318	OK	342	OK	276	OK		
	R側	292	OK	346	OK	308	OK	346	OK	294	OK	316	OK		

※「-」は測定データなしを示す。

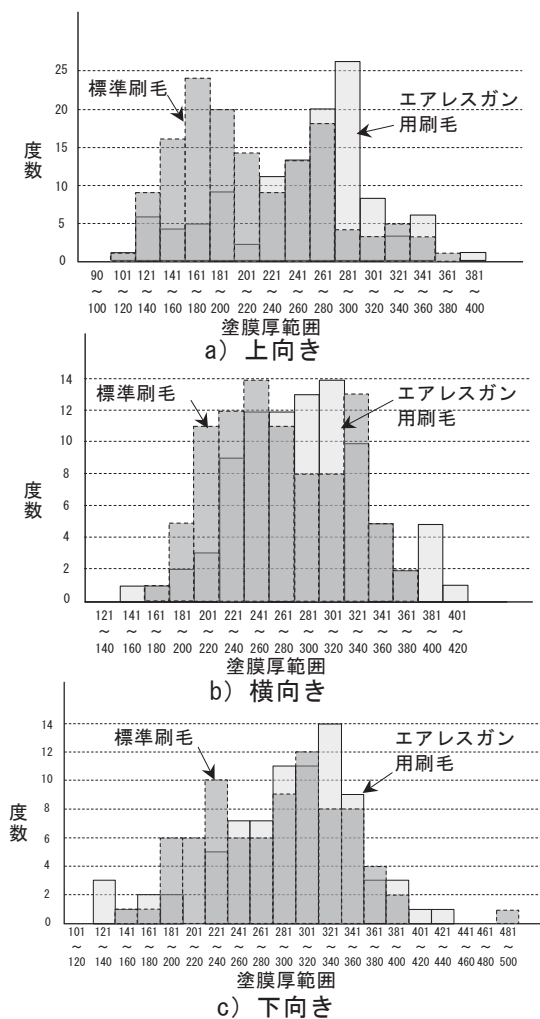


図-5 塗装姿勢別における塗膜厚分布

エアレスガン用刷毛の塗膜厚分布が塗装姿勢によらず標準刷毛の塗膜厚分布と概ね重なり大きな差異は確認されなかったことから、標準刷毛と同等の塗膜厚が得られることを確認できた。一方で、図-5a) では塗膜厚分布のピーク値を示す塗膜厚範囲が標準刷毛よりエアレスガン用刷毛が大きくなったことから、上向きの塗装姿勢ではエアレスガン用刷毛の方が厚い塗膜厚が得られる傾向にあることを確認できた。これは塗膜厚を確保しにくい上向き塗装において標準刷毛よりも優位な特徴であると言える。

以上の検証結果より、エアレスガン用刷毛を用いた塗装において、鋼道路橋防食便覧の規格値を満足したうえで塗装部位・姿勢によらず標準刷毛と同等の塗装品質が得られることを確認できた。

(4) 塗装時における安全性に関する効果

- ・エアレスガン用刷毛を使用することで下げ缶が不要となり片手で塗装できるため、もう一方の片手が自由となる。塗装中に不安定となった場合にはバランスを即座に確保できるので標準刷毛に比べて安全性が向上する。
- ・標準刷毛では下げ缶の塗料補充のために高所かつ資機材が多く配置される足場上の移動が必要となる。しかし、エアレスガン用刷毛は塗料補充時における足場上での移動が不要となるので転倒や墜落リスクを低減できる。
- ・塗装時には近接部材や現場周囲に塗料を飛散させることなく塗装できたことから、現場周囲の走行車両や歩行者などの第三者への被害リスクを最小限に抑制できる。

(5) 今後の課題

本検証では外面塗装を対象として検証したが、箱桁内部の内面塗装では未検証である。内面塗装では、塗装機材の配置方法、縦リブ・ダイヤフラム等による桁内移動や施工スペースの制約等の条件が外面塗装と異なるため検証が必要と考えている。今後はこれらの条件を踏まえた内面塗装における作業効率と塗装品質の検証が課題である。

4. おわりに

現場塗装の作業効率改善および塗装品質確保できる新規塗装器具を調査・検証した。新規塗装器具としてエアレスガン用刷毛を使用したことで従来手法に比べて作業効率が改善されたとともに塗膜厚・塗膜外観といった塗装品質を確保できた。さらに、塗装時における作業員の安全性が向上し、また現場周囲の第三者被害リスクを最小限に抑制できた。この検証結果より、エアレスガン用刷毛の採用により自然災害等に伴う工程遅延リスクを最小限にして現場塗装できると考えられる。

最後に、本塗装器具に関してご支援して頂いた好川産業(株)の皆様、ご協力頂いた工事関係者の皆様にご場をお借りして厚くお礼を申し上げます。