ブラスト面形成動力工具の機能と橋梁等における適用結果と課題

Ｇ－ＴＯＯＬ株式会社　原田麻衣、中野　正、辻　良尚、後藤ひと美

１．はじめに

橋梁、水門、タンク、煙突等の既往大型鋼構造物の機能を保持するためには、防食対策として塗装がなされている。鋼道路橋の維持管理を適切に行うには、橋梁の劣化度を点検・評価し、ＬＣＣを考慮し一般塗装系から重防食塗装系への変換が必要であると鋼道路橋防食便覧[1)]にて記されている。また、国交省道路局から「鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)」[2)]が出され、桁端や支承等の劣化部分だけを重防食塗装系で塗替えることにより、少ない工事費で橋梁の適切な維持と経済性が確保できるとしている。上述の二つのガイドラインとも、橋梁を延命するためには素地調整をブラスト処理（素地調整１種）して重防食塗装することが必須となっている。しかし、供用されている既往橋梁をブラスト施工する場合には、大型のブラスト機材や資材の搬入搬出、粉塵飛散や騒音の対策、多量の研削材の回収や廃棄、作業足場の補強、およびそれらに伴う塗替えコスト高などの課題がある。そのため、多くの塗替え工事ではブラストに比べ塗替え塗膜の耐久性に劣るが、前述の課題が少ないディスクサンダー等の動力工具処理（素地調整２種や３種）が適用されている状況にある。

このような状況の中、数年前に開発されたブラスト面形成動力工具『**ブリストルブラスター**』が、部分塗替え塗装やブラスト処理の補助的な処理法として橋梁の塗替え工事で適用され始めている。その素地調整品質や適用実績から、鋼道路橋防食便覧[1)]および高速道路㈱で適用する施工マニュアル[3)]や要領[4)]や塗装設計施工マニュアル[5)]に記載された。ここでは、ブラスト面形成動力工具の素地調整品質、その後の塗装品質についての試験結果、橋梁での施工結果および課題について述べる。

２．ブラスト面形成動力工具の機能

ブラスト面形成動力工具にはエア式と電動式があり、その外観は**写真-1** に示すように、ディスクサンダーやカップワイヤブラシ等の従来の動力工具と同程度の大きさ、重量で、取り扱いし易いハンディタイプの工具である。ブラスト面形成動力工具はブラスト処理のように多量の金属系や鉱物系の研削材を使わずに、さびや劣化塗膜や黒皮鋼板等を除去し、表面を清浄化し、且つブラストと同じようなアンカープロフィールが形成できる。そのため、ブラスト処理作業のような粉塵飛散や騒音が少なく、産廃物も殆どない。また、溶融金属メッキ鋼板（亜鉛、亜鉛アルミ、アルミ等)、ステンレス鋼板等の目粗し処理にも適用できる。

写真-1　エア式の外観

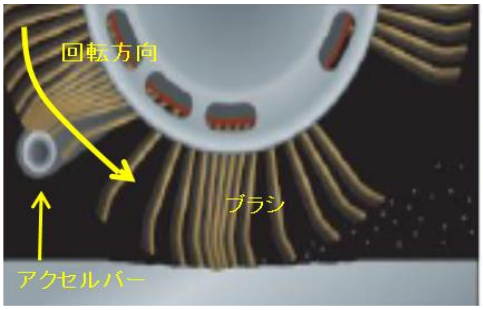


写真-2　ブラシの動作状況

ブラスト面形成動力工具によってブラスト面が形成できるメカニズムについては、米国のマーケット大学で考察されており、ブラストによる研削材の衝撃エネルギーとほぼ同程度と検証[6)7)]されている。**写真-2** はブラシとブラシ先端の動きを示したもので、縦回転するブラシ先端部がアクセルバーを介して、加速されたブラシ先端がブラストと同様な作用で、鋼板面に衝撃力として作用することによって表面の清浄化と粗面形成を得るメカニズムである。

３．ブラスト面形成動力工具の試験結果

３．１素地調整の品質

１）除錆度

普通鋼を海浜地区で２年間暴露し、さびさせた鋼板（さび厚 300～400μm）を各種の素地調整法で処理したものを**写真-3** に示す。その処理した鋼板をマイクロスコープで拡大し、表面と断面を観察したものを**写真-4** に示す。ブラスト面形成動力工具はブラスト処理と同様に表面および断面においてもさびの残存が認められず、清浄面が得られている。しかし、従来の動力工具であるディスクサンダーやカップワイヤブラシは表面および断面（特に凹部）にさびが残存し清浄面となっていない。

素材	処理方法				
	未処理	サンドブラスト	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー（#16）	ワイヤーホイール
さび鋼板					

写真-3　さび鋼板処理後の外観

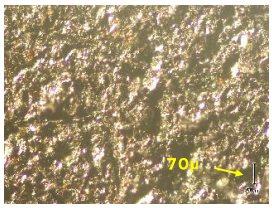
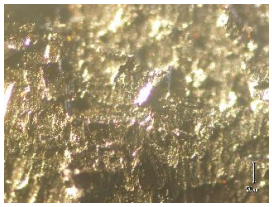
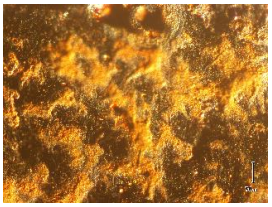
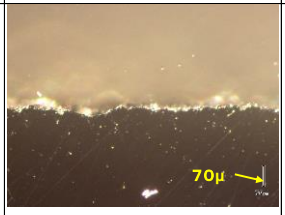
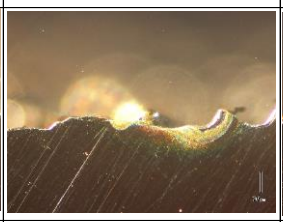
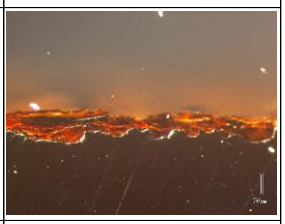
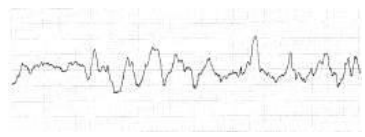
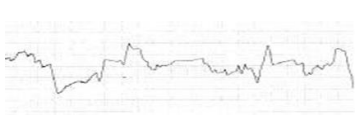
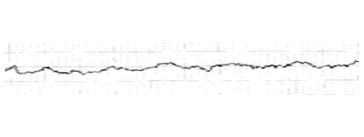
	サンドブラスト	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー	カップワイヤブラシ
表面				
断面				
評価	さびの残存がない	さびの残存がない	表面や凹部にさびが少し残存する	表面や凹部にさびが多く残存する

写真-4　表面、断面の拡大写真

２）粗面形成能

黒皮鋼板（黒皮厚さ 75μｍ）を各種の素地調整方法で処理した後の粗面形成状態を触針式表面粗さ計で測定した結果を**表-1** に示す。ブラスト形成動力工具はブラスト処理と同様に黒皮（ミルスケール）を容易に除去でき、Ｒｚjis（十点平均粗さ）が 30μｍ程度のアンカープロフィールが形成されるが、ブラストに比べアンカープロフィールの均一性が少し欠ける。ディスクサンダーは他の二つの方法に比べ黒皮を除去しづらく、アンカープロフィール 5μｍ程度であり、粗面形成能が他の二つに比べ劣る。アンカープロフィールは塗膜や接着剤の付着力や耐久性に大きく影響すると言われており、この作用はアンカー効果（投錨効果）と言われている。

表-1　アンカープロフィールと表面粗さ

	ブラスト	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー
プロフィール			
Rzjis	35. 2μ m	31. 8μ m	4. 5μ m

３．２塗膜性能（耐久性）

１）促進試験前後の塗膜性能

上述の素地調整を施した試験板を**表-2** に示す鋼道路橋塗装防食便覧Ｒｃ－Ⅲ塗装系で塗装した後、塩水噴霧促進試験に２０００時間供した。その塗膜外観、およびアドヒージョンテスターによる塗膜付着性の結果を**表-3**、**写真-5** に示す。

表-2　供試塗装系（Ｒｃ－Ⅲ塗装系）

工程	塗料名	使用量（g／㎡）	膜厚（μ m）
素地調整	3種（さびや劣化塗膜を除去し、活膜は残す）		
下塗 （補修塗り）	鋼板露出部のみ 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	60
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	60
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	60
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	30
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	25

表-3　塗膜外観と付着性試験結果

付着試験時期	さび鋼板の処理		塗膜の外観	アドヒージョンテストによる付着性	
	方法	グレード		付着力 （Mpa）	剥離個所
初期 （乾燥21日後）	サンドブラスト	ISO Sa2. 5（1種）	－	5. 5	接着剤100%
	ブラスト面形成動力工具	ISO Sa2. 5（1種）	－	5. 5	接着剤100%
	ディスクサンダー	ISO St3（2種）	－	4. 5	接着剤100%
	カップワイヤブラシ	ISO St2（2種）	－	2. 0	素地100%
塩水噴霧試験 2000hr後	サンドブラスト	ISO Sa2. 5（1種）	異常なし	6. 0	接着剤100%
	ブリストルブラスター	ISO Sa2. 5（1種）	異常なし	6. 0	接着剤100%
	ディスクサンダー	ISO St3（2種）	異常なし	2. 0	塗膜、接着剤50%、素地50%
	カップワイヤブラシ	ISO St2（2種）	異常なし	1. 0	素地100%

促進試験を実施する前（乾燥 21 日）の付着性は、カップワイヤブラシの値が低く、剥離箇所が鋼板と塗膜の界面である。カップワイヤブラシを除く他の三つの方法は高い付着力で、剥離箇所も接着剤と塗膜との界面であり、素材である鋼板と塗膜の付着性が十分に確保されている。

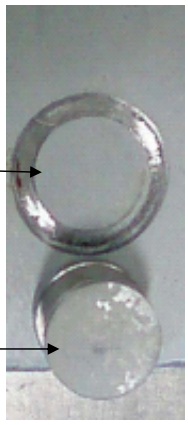
処理方法		ブラスト	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー	カップワイヤブラシ
処理程度		ISO Sa2. 5 素地調整1種	ISO Sa2. 5 素地調整1種	St3 素地調整2種	St2 素地調整2種
剥離面 ドーリー					
付着力		6. 0Mpa	6. 0Mpa	2. 0Mpa	1. 0Mpa
剥離面	箇所	接着剤	接着剤	素地、塗膜、接着剤	素地
	状態	－	－	鋼材面さび	鋼材面さび
評価		○	○	△	×

写真-5　アドヒージョン後の剥離界面の状況

塩水噴霧促進試験実施後のさび、ふくれ等の変状は、いずれの処理も認められず外観上は良好であるが、付着試験後の状態は素地調整方法によって異なる。ディスクサンダー、カップワイヤブラシは、促進試験前に比べ付着力が低下し、鋼板と塗膜の界面で剥離しており、また塗膜下腐食が進行し剥離箇所の鋼板にさびを生じていることが認められる。一方、ブラスト、ブラスト面形成動力工具は、付着力は大きく、剥離箇所は接着剤と塗膜との界面であり、促進試験前後による付着性の低下が認められない。

これらのことから、ブラスト面形成動力工具処理による塗膜品質はディスクサンダーやカップワイヤブラシ処理に比べ優れ、ブラスト処理と同等の塗膜品質（耐久性）が得られることが確認された。

２）素地調整と塗膜性能の関係

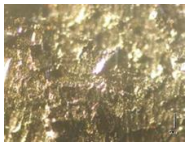
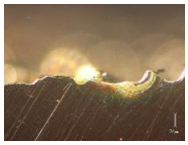
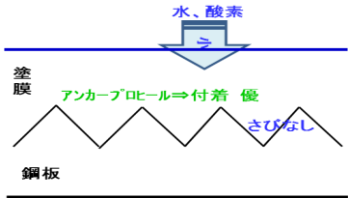
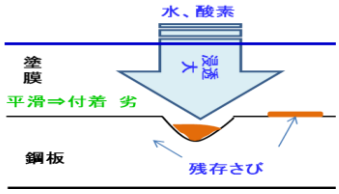
上述１）の結果について、塗膜性能に及ぼす素地調整の影響を考察したものを**表-4** に示す。ブラスト、ブラスト面形成動力工具およびディスクサンダーによる処理後の塗膜耐久性は、処理面の除錆度による水分浸透速度と、処理面の粗面形成能による付着力（アンカー効果）によって大きく影響される。

素地調整１種の品質を確保できるブラスト、およびブラスト面形成動力工具による処理は、さびが完全に除去された清浄面が得られ、且つ鋼材面が微細な凹凸面となるアンカープロフィールが形成される。一方、素地調整２種であるディスクサンダー等の従来の動力工具は、さびや塩分等が完全に除去されず、窪み部（凹部）に残存し清浄面が得られず、且つ鋼材面は平滑面に近くアンカープロフィールがほとんどない平滑な面となる。

さびや塩分が塗膜と鋼板の界面にわずかに残存するディスクサンダー処理面（素地調整２種（ISO St3 程度））の塗膜は、長い期間に水分が塗膜を介して拡散する浸透圧作用によって、水分の浸透速度が、さ

びが残存しないブラストおよびブラスト面形成動力工具（素地調整１種（ISO Sa2.5 程度））に比べ速い。また、平滑面であるディスクサンダー処理面は、アンカープロフィールを形成するブラス処理面やブラスト面形成動力工具処理面に比べ、表面粗度が小さく、塗膜と鋼材の接触面積が小さく、塗膜と鋼材面との付着力も小さい。換言すると、素地調整１種は、素地調整２種に比べ塗膜と鋼材面との付着力が大きく、且つ水分や水蒸気の塗膜内部への浸透速度が小さいため、塗膜の劣化速度が小さく塗膜の耐久性が長く保持される。この素地調整の品質の差は、鋼道路橋防食便覧等に記されているように塗替え塗装した橋梁の耐久性に大きく影響する。

表-4　素地調整品質と塗膜性能の関係

		ブラスト処理　or ブラスト面形成動力工具処理		ディスクサンダー処理	
さび部の素地調整の品質	清浄度	錆がない		錆が残存	
	粗面形成	凹凸面		平滑面	
	素地調整程度	素地調整　1種		素地調整　2種	
	拡大写真	表面	断面	表面	断面
					
	表面粗度 ｱﾝｶｰﾌﾟﾛﾌｨｰﾙ				
耐久性の理由	浸透速度	腐食因子の浸透速度が小さい		腐食因子の浸透速度が大きい	
	付着性	凹凸面による描画効果のため大きい		平滑面のため小さい	
	概念図				
塗膜の耐久性		◎　優		△　劣	

３．３ボルト摩擦接合適性

道路橋示方書・同解説には、橋梁の高力ボルト摩擦接合部は 0.4 以上のすべり係数を確保する必要があり、その手段として、摩擦接合面は所定膜厚の無機ジンクリッチペイントを塗布すると記されている。一方、無機ジンクリッチペイントは、ディスクサンダーやカップワイヤブラシによる処理では十分な付着性が確保されないため塗装が禁止されており、無機ジンクリッチペイントの素地調整はブラスト処理が行われている。

橋梁の拡幅や U リブの補強等の現場工事では、素地調整する箇所の面積が小さく散在していることが多いため、ブラスト処理対象部の施工作業の負担（周辺環境、足場、養生、防護、機具搬入等）を軽減する目的で、取扱い易いブラスト面形成動力工具によるボルト摩擦接合部の品質適性を大阪市立大学院の協力のもと試験した。[8] すべり試験の状況を**写真-6**、試験結果を**表-5** に示す。

写真-6 すべり耐力試験状況[8)]

表-5　すべり耐力試験結果[8)]

素地調整程度と方法		塗料名	すべり係数
1種	ブラスト	無機ジンクリッチペイント	0.68
1種	ブラスト面形成動力工具	無機ジンクリッチペイント	0.64
2種	ディスクサンダー	有機ジンクリッチペイント	0.38

すべり係数＝すべり荷重／接合面の数(2)×ボルト本数(2)×ボルト軸力

条件）　高力ボルトを使用、　試験の繰返し数は2～5

載荷能力1000kNの万能試験機を使用

ボルト軸力のリラクセーションを考慮し、締付完了から24時間後に載荷

その結果、ブラスト面形成動力工具は、道路橋示方書・同解説のすべり係数 0.4 以上を十分に満足し、ブラスト処理と同等の大きなすべり係数が確認され、現場工事となる橋梁の拡幅工事や U リブの補強工事等の高力ボルト摩擦接合部に容易に適用できる素地調整方法であることが確認された。

３．４ピーニング効果

溶接ビードや湾曲パイプ等は、供用環境によって応力腐食割れを生じることが知られている。その対策として、小粒径ショット粒によってブラストを施し圧縮残留応力を付与させる（ショットピーニング）技術が、化学プラントの圧力容器や配管、航空機のエンジン等に適用されている。

ブラスト面形成動力工具のピーニング効果の有無について、**図-1** の試験条件で試験した。

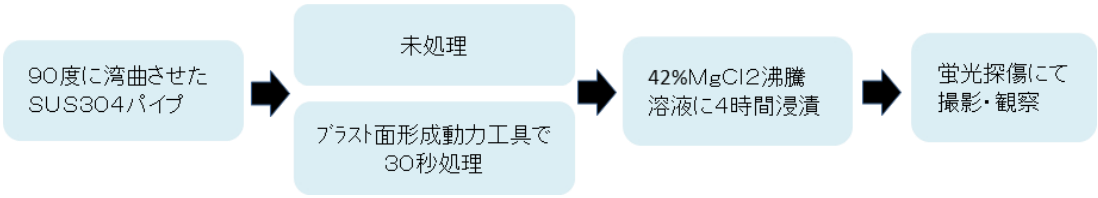


図-1　試験条件

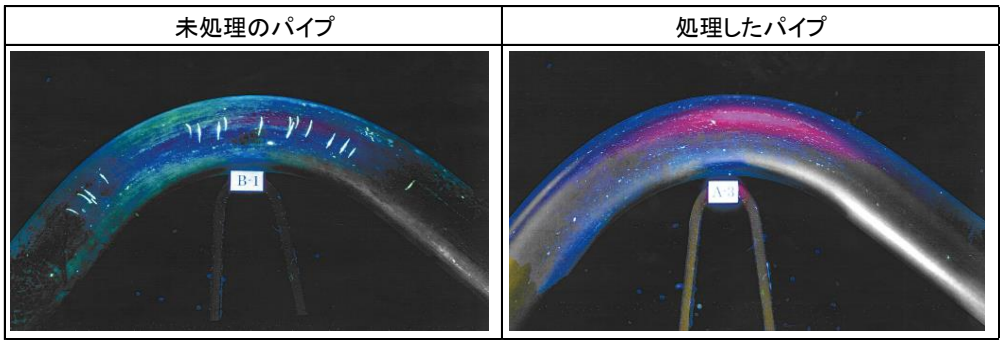


写真-7　応力腐食割れの試験結果

写真-7 に示すように、ブラスト面形成動力工具による処理によって湾曲したステンレスパイプは残留圧縮応力が付与（ピーニング効果）され、強烈な腐食環境で応力腐食割れが生じないことが確認された。

３．５環境負荷性能

周辺への環境負荷を調べる目的で、首都高速１号線の箱桁高架橋の内面において、各種素地調整法について試験施工した結果を**図-2、表-6** に示す。素地調整の環境性能としては騒音と粉塵飛散について、騒音計、光散乱式粉塵計を用い測定した。

図-2　騒音レベル[9)]

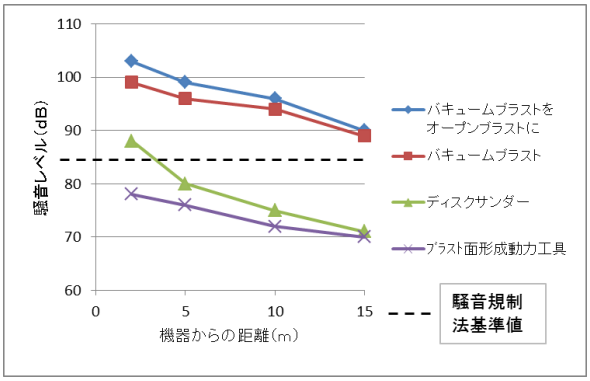


表-6　粉塵濃度[9)]

	規制値	粉塵濃度（mg／㎥）
バキュームブラストのカバーを外しオープンブラストに	日本産業衛生学会管理濃度（第3種粉塵；吸入性粉塵）2mg／㎥	21～30＜
バキュームブラスト		2～6
ディスクサンダー		1～4
ブラスト面形成動力工具		0.5～1.5
未作業の環境		0～0.5

その結果、ブラスト面形成動力工具は、他の三つの素地調整法に比べ騒音、粉塵とも非常に小さく、騒音規制法の基準値 85dB 以下、第 3 種吸入性粉塵濃度 2mg/㎥以下であり、周辺環境対策が軽減されることが確認された。

４．橋梁での施工状況

ブラスト面形成動力工具が適用された橋梁での施工状況の一例を写真-8 に示す。

高速道路高架橋の桁端部	長大橋の主塔	歩道橋のウェブ	国道の跨線橋

写真-8　ブラスト面形成動力工具の施工状況

腐食が著しい高架橋の桁端部、高所作業となる海上長大橋の主塔、住宅に隣接する歩道橋、多数の線路を跨ぐ街中の跨線橋の補修・塗替えは、ブラスト処理ができる施工環境状況でないため、さびた箇所と劣化塗膜をブラスト面形成動力工具で処理（素地調整 1 種程度）し、その箇所のみ補修塗装し、所定の塗装系で部分塗替え塗装や全面塗装がなされた。

４．１橋梁での素地調整結果

補修塗装工事での各部位における施工事例を以下に示す。**写真-9** は橋梁箱桁内面の隅肉部の劣化したタールエポキシ塗膜を 3 種類の処理をした事例である。

処理前	処理後		
隅肉溶接部	ブラスト	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー
塗膜、さびが混在	完全に除去できる	完全に除去できる	きわ部が除去できない

写真-9　隅肉溶接部での処理事例

ブラスト面形成動力工具とブラストは隅肉溶接ビード部の劣化塗膜やさびを除去し清浄な面を露出できるが、ディスクサンダー処理では溶接ビード端部の劣化塗膜やさびが取りきれず残存する。

孔食部、ボルト部、リベット部における事例を**写真-10** に示す。ブラスト面形成動力工具は、縦回転するブラシ先端部が、径 30mm で深さ約 5 mm の凹の孔食部に十分に入り込み、さびを除去し粗面形成できる。同様にボルト部やリベット部のきわ部も十分な素地調整品質を得ることができる。一方、円盤が回転するディスクサンダーでは、いずれの部位においても凹部やきわ部の除去ができない。

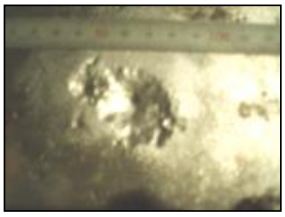
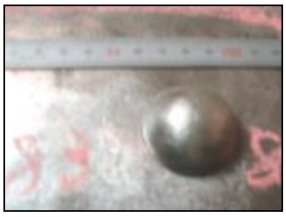
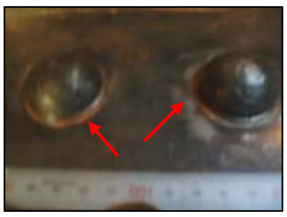
ブラスト面形成動力工具処理後			ディスクサンダー処理後
孔食部	ボルト部	リベット部	リベット部
			
完全に除去できる	完全に除去できる	完全に除去できる	きわ部が除去できない

写真-10　孔食部、ボルト、リベットでの処理事例

腐食劣化が著しい桁端部（さび厚さ 600～1500μm）、および塗膜下腐食している排水管における事例を**写真-11** に示す。このように著しく腐食劣化している箇所も素地調整１種程度の品質を確保できる。

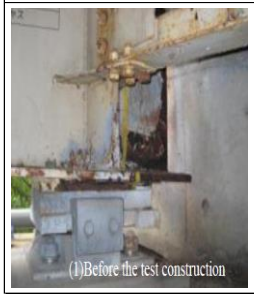
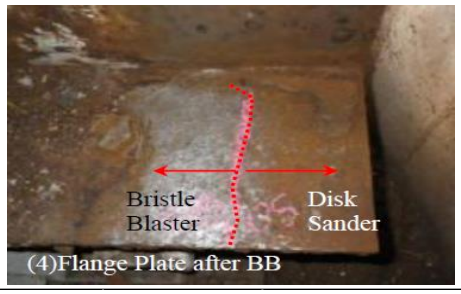
桁端部				排水管	
処理前	処理後			排水管	
桁端部	処理前	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー	処理前	ブラスト面形成動力工具
					

写真-11　桁端部、排水管での処理事例[10)]

４．２橋梁での施工能率

補修塗装工事おけるウェブ（平滑面）での施工能率の事例を**表-7** に示す。

表-7　平滑面での施工能率

	対象面	対象面の概要	単位時間あたりの処理面積（㎡／hr）		
			ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー	カップワイヤブラシ
目標処理品質＝素地調整程度			1種	2種	2種
実験室での試験板	さび	さび厚 300～400μm	1.0	1.0	―
	塗膜	防食便覧C塗装系 膜厚250μm	1.0	1.4	―
現場のウェブ[10)]	塗膜	防食便覧A塗装系 膜厚250～300μm	2.2	1.9	―
現場のウェブ[9)]	塗膜	防食便覧D塗装系 膜厚500～700μm	0.7	1.1	―
現場のウェブ[11)]	塗膜	防食便覧A＋C塗装系 膜厚400μm	0.6	1.0	0.3

各動力工具の目標素地調整程度を表中の品質とした場合、いずれの動力工具も対象物の履歴によって施工能率が大きく異なるが、平滑面でのブラスト面形成動力工具は、概ねディスクサンダーと同程度の施工能率で、カップワイヤブラシに比べ能率が高い。

素地調整作業がしにくいボルト、および腐食劣化が著しい桁端部での施工能率の事例を**表-8** に示す。

表-8　ボルト部や桁端部での施工能率

対象面		対象面の概要	対象面積（㎡）	処理に要した時間（分）	
				ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー
ボルト部	ﾎﾞﾙﾄ2本	塗膜 膜厚200～300μｍ [10]	0.02	3.3	6.0＜　不可
	ﾎﾞﾙﾄ4本	塗膜＋さび	0.04	15.0	20.0＜　不可
	ﾎﾞﾙﾄ4本	さびた耐候性鋼 さび厚600～900μｍ	0.04	25.0	30.0＜　不可
桁端部	さび＋塗膜	さび＋塗膜 さび厚400～800μｍ [10]	0.04	6.0	7.5
	さび＋塗膜	塗膜 300～500μｍ	0.03	4.0	－

ボルト添接部や桁端部の施工能率は、いずれの動力工具もウェブのような平滑面に比べ大きく低下する。ボルト添接部の処理においては、円盤が回転するディスクサンダーでは十分に素地調整作業することができず、また処理時間も長い。一方、ブラシが縦回転するブラスト面形成動力工具は、ボルトのねじ溝やボルト座金のきわ部も素地調整できる。腐食劣化が著しい桁端部においても、ブラスト面形成動力工具は時間を要するが素地調整１種程度の品質が得られる。

５．課題とその対策

ブラスト面形成動力工具を適用する場合の最大の課題は施工能率であり、その向上が切望されている。現行機種と同様な素地調整品質が得られ、同様に取扱い易くて、且つ施工能率アップを図れる機種を開発中であり、検討した機種の外観を**写真-12** に示す。開発中のプロト機はブラシを２つ重ねたもので、ブラシの回転数を現行機種と同程度にするために、モーターの出力を高めているが、本体サイズは現行機種と同等なものとなっている。

現行機種	開発プロト機種	市販ディスクサンダー
ブラシ幅23mm	ブラシ幅23mm×２	砥石＃16

写真-12　現行機種、開発機種およびディスクサンダーの外観

ラボでの試験板、および首都高速道路㈱の高架橋での検討結果を**表-9** に示す。施工能率を求めるための素地調整程度は、ブラスト面形成動力工具は ISO Sa2.5、ディスクサンダーは ISO St3 とした。

表-9　開発プロト機の施工能率

試験場所	対象面の概要	施工能率（㎡／hr）（㎡／日）						施工能率の向上率	
		現行機		開発プロト機		ﾃﾞｨｽｸｻﾝﾀﾞｰ			
		ISO Sa2.5		ISO Sa2.5		ISO St3		現行機	開発プロト機
ラボでの試験板	A；塗膜250μ（ｴﾎﾟｷｼ・ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝ）	1.00	6.00	1.70	10.20	1.36	7.92	基準	1.7
	B；塗膜290μ（ｼﾞﾝｸ・ｴﾎﾟｷｼ・ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝ）	0.55	3.30	0.98	5.88	0.80	4.80	基準	1.8
	C；さび（厚さ400～800μ ）	0.96	5.76	1.36	8.16	0.98	5.88	基準	1.4
	D；さび（厚さ300～400μ ）	1.76	10.56	2.57	15.42	1.79	10.74	基準	1.5
実橋梁での試験＊	E；30年供用塗膜500μ（A＋a塗装系）	0.55	3.30	0.75	4.50	―		基準	1.4
	F；さび（厚さ2000μ ＜）孔食あり	0.24	1.44	0.46	2.76	―		基準	1.9
	G；さび（厚さ4000μ ＜）孔食・貫通あり	0.14	0.84	0.26	1.56	―		基準	1.9

＊；首都高速道路㈱の高架橋での試験結果　　青字；一日のケレン作業6時間とした場合の値

施工能率は対象面やその厚さや履歴によって大きく異なるが、開発プロト機は現行機に比べ１．４～１．９倍の施工能率の向上率があり、また素地調整程度が低いディスクサンダーに比べても施工能率が高いことが確認された。

福岡北九州高速道路公社が各種ブラスト工法の施工能率を試験した結果を**表-10** に示す。[12)]

表-10　高架橋における各種ブラスト工法の施工能率

ブラスト工法	研削材	施工能率（㎡／日）	研削材の転用（再利用）	研削材の廃棄物量（kg／日）
オープンブラスト	ガーネット	24	なし	744
	フェロニッケルスラグ	18		558
湿粒ブラスト	ガーネット	5		155
ミストブラスト	ガーネット	5		155
バキュームブラスト	アルミナ	7	あり	28

ブラスト面形成動力工具開発プロト機の施工能率でも、これらブラスト工法に比べ低い。しかし、一台のブラスト機に３名の作業者を要するブラスト工法を考慮すると、３名で開発プロト機を用い施工すれば橋梁現場で適用できる施工能率と考える。また、開発プロト機はブラスト工法に比べ、粉塵飛散や騒音に対する安全対策や防護や足場も軽装備で施工でき、研削材の廃棄量（１５kg／日（施工能率１０㎡／日の場合））も極めて少ない。

開発プロト機の耐久性や施工性を把握するために、施主と塗装業者のご協力のもと、鋼製煙突の改修工事に適用して頂いた。（**写真-13** 参照）

改修前の鋼製集合煙突	ダイヤモンドサンダー	開発プロト機	素地調整程度（ISO Sa1.5～2）

写真-13　開発プロト機の施工状況

素地調整は、ダイヤモンドサンダーで粗い素地調整（ISO St1 程度）し、その後、開発プロト機で ISO Sa1.5～Sa2 の仕上げ素地調整する仕様で、約 7300 ㎡に使用された。その結果、開発プロト機の耐久性は何ら問題なく、また、取扱いも現行機とほぼ同等であり、施工能率のアップが確認された。

５．まとめ

ブラスト面形成動力工具は、素地調整１種を必要とする部位が小面積で散在する場合や周辺環境対策が必要な場合やブラスト大型機材を持ち込めない場合等に有効な手段と言える。具体的には部分塗替え塗装工事、歩道橋や跨線橋や主塔等の塗替え工事、ブラスト処理の補助作業、および塗膜剥離剤や誘導加熱式塗膜剥離法で除去できないさびや塗膜の残存部等に適用できる。また、**表-11** に示すように、さび部や劣化塗膜部のみをディスクサンダー等の従来の動力工具で処理（ISO St3 程度）し、活膜を残して塗装する鋼道路橋防食便覧のＲｃ－Ⅲ塗装系（**表-3** 参照）において、さび部や劣化塗膜部のみをブラスト面形成動力工具で処理（ISO Sa2.5 程度）することによって、耐久性が向上し長寿命化対策に有効と考える。

表-11　素地調整の改善によるＲｃ－Ⅲ塗装系の耐久性向上策

	現行　Rc-Ⅲ		提案	
素地調整程度	3種		新3種（1種＆4種）	
作業内容	さび、塗膜われ、塗膜ふくれは除去し、活膜は残す			
対象箇所	さび、劣化部	活膜部	さび、劣化部	活膜部
実際の素地調整程度	2種／ISO St3	4種	1種／ISO Sa2.5	4種
作業方法	ディスクサンダー、ワイヤブラシ	ディスクサンダー、ワイヤブラシ	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー、ワイヤブラシ
具体的な素地調整程度	ISO St2～St3 凹部にさびが残る	目粗し（4種）	ISO Sa2.5相当 ｱﾝｶｰﾌﾟﾛﾌｨｰﾙ形成 さびのない清浄面	目粗し（4種）
防錆性・塗膜性能	この部分が弱点となる	－	この部分が向上する	－
塗膜の耐久性	△	○	○	○
施工能率・費用	基準		基準と同程度	

６．おわりに

塗装前の素地調整程度が塗膜品質や鋼構造物の耐久性に大きく影響することが広く知られているが、既設の鋼構造物や建築物等の塗替え塗装工事においてブラスト処理ができない大きな原因のひとつが周辺環境への粉塵の飛散、騒音と廃棄物量およびそれに伴う工事費である。ブラスト面形成動力工具はブラストに比べ施工能率が劣るが、ブラストと同等の素地調整品質や塗膜品質を確保しつつ、ブラストの課題を解決できる素地調整法である。

今後、既設の鋼構造物の維持管理に注力しなければならない社会状況のなか、ブラスト処理に比べ粉塵飛散や騒音が少なく取り扱いしやすく、またディスクサンダー処理に比べ塗膜耐久性に優れるブラスト面形成動力工具『**ブリストルブラスター**』の適用が増え、鋼構造物や建築物の耐久性が延び、維持管理費が削減されるものと期待している。

本試験や施工を実施するにあたり、ご指導やご協力頂いた機関の方々（首都高速道路㈱、中日本高速道路㈱、高速道路総合技術研究所㈱、阪神高速道路㈱、本州四国連絡高速道路㈱、大阪市立大学院、岐阜大学、国交省東京国道事務所、同高山国道事務所、同高知国道事務所、同横浜国道事務所大磯出張所等々）に深くお礼申し上げます。

［**参考文献**］

1)(社)日本道路協会；鋼道路橋防食便覧,2014.3

2)国交省道路局国道･防災課；鋼道路橋の部分塗替え塗装要領（案）,2009

3) ㈱高速道路総合技術研究所；炭素繊維シートを用いた鋼構造物の補修・補強工法設計施工マニュアル,2013.10

4) ㈱高速道路総合技術研究所；構造物施工管理要領,2014.7

5)首都高速道路㈱,(一社)日本橋梁･鋼構造物塗装技術協会；鋼橋塗装塗替え設計施工マニュアル,2015.10

6)Robert J；Paper No.10385,NACE CORROSION 2010 CONFERENCE&EXPO

7)Robert J；PROCEEDINGS,INDOCOATING&CORROSION SUMMIT,2008

8)木村,山口ら；土木学会第66回年次学術講演会,2011

9)峯村, 菊池ら；Structure Painting,Vol.40,pp8-13,2012

10)河井, 酒井ら；土木学会第66回年次学術講演会,I-167,2012

11)NPO鋼構造物塗膜処理等研究会；実橋における動力工具試験報告書,2010

12)馬場, 神村ら；都市内高架橋におけるブラスト工法を用いた部分塗替塗装工事について