

- 技術報告 - 新しいバキュームブラスト処理工法

乾式ブラスト施工協会 理事 武田 貞幸

[要旨]

ブラスト処理工法は、この工法が発明されて139年、そして我が国でバキュームタイプのブラスト装置が開発されて52年、本格的に工事に採用されるようになって14年(阪神淡路大震災以降)が経ったが、まだまだ施工方法としての認知度が薄いのが現状である。

1) バキュームブラスト工法の紹介.

本工法は、コンクリート表面の劣化した部分や鋼構造物の旧塗膜および錆などを直圧式サンドノズルで研削、剥離して下地処理・素地調整を行う。加工と同時に粉塵・研削材・塗膜片等を飛散させることなく集塵回収する。回収された粉塵・研削材・塗膜片は、サイクロン式の回収タンク内にて分別され、研削材は再び加圧タンクへ送り込まれて噴射、分別回収された粉塵・塗膜片等はダストコレクターに回収される。

研削材はリサイクルして使用するため、発生する廃棄物の量も減少できる。また、吸塵装置が付いているので、従来のオープンブラストと比較して換気設備や養生等も簡便で済む。

施工に必要な資機材等を全て車両に搭載されているため、移動が容易である。

2) 本工法を用いた施工例の紹介

(1) 木造建築物の重要文化財保存工事

既存漆・下地寒冷紗の除去.....研削材;ピーチ

(2) 機械式駐車装置・鉄骨階段の塗装塗替え工事

旧塗膜・錆等の除去.....研削材;アルミナ

(3) タンク内部の塗装塗替え工事の素地調整

一次処理後の素地調整.....研削材;アルミナ

(4) 新設鋼構造物の溶接部

溶接部のアルカリ性物質の除去.....研削材;アルミナ

(5) 鋼製橋梁の塗替え工事における素地調整

一次処理有・無の施工時間の比較.....研削材;スチールグリット

上記のように、多種の研削材を使用して施工することができる。(他にプラスチック系・ガラスビーズ等がある。)

3) 今後の課題

鋼製橋梁の素地調整(箱桁橋・I桁橋)に対しての適用性の向上と他工法(剥離剤・集塵式電動工具等)との組合せによる施工性の検討。

以上

建築・土木工事におけるバキュームブラスト工法の活用

武田 貞幸

1. はじめに

装置としてのサンドブラストは、1870年にアメリカのティルマン氏が発明した。方式は重力式であり、その仕様書には「この発明は、蒸気・空気・水その他適当なガス又は液体を用いて、砂粒・水晶粒などを人為的に、石・金属・ガラス・木材及び様々な固体材料に高速で吹き付け、材料の切断・穴あけ・装飾、及びガラスあるいは研磨した表面に吹き付けることに関する」とあり、この加工機をサンドブラストと名づけた。しかしながら、除塵装置などの衛生面に関する付加設備は、55年経った1925年頃になってようやくサイクロン方式による小型集塵装置が開発されるようになった。以来随次大型化され、さらに1937(昭和12年)ころになって、アメリカW.W.スライ社にて布製(バグフィルタ)による集塵装置が考案されて特許を得た。1949年にアメリカバキュームブラスト社に拠り「バキュームブラスト」なる装置が発表された。この装置は大型構造物を屋外で加工する場合でもホコリが飛散しないため、作業者が防護服を着用することなく、また特別な作業場の必要もなかった。

サンドブラスト装置がわが国に渡来した時代や事情などはよく判っていないが、大体において吸引式と直圧式が二元的に輸入されたようである。吸引式は板ガラスの艶消し加工用として初めに使用され、後には金属製地用そのほかにも使用されるようになった。産業用としてサンドブラスト装置をわが国で最初に輸入したのは旭硝子(株)で、明治42年に尼崎工場にベルギーより輸入し艶消し板ガラスの製造に使用した。機械工業用として直圧式サンドブラスト装置が輸入されたのは、大正13年ころ中島飛行機の工場が東京近郊にでき、そこでドイツ製の装置が使用されたのが最初である。これを修繕した斉藤製作所がまねたものを作り、この装置が関東方面に出回った。その後アメリカ製の直圧式サンドブラスト装置が関西に輸入され、このタイプをまねたものが関西方面に広まったとのことである。1936年に大阪の厚地鉄工所(現在の厚地鉄工株式会社)から、直圧式ホースタイプのもので発売された。1957年には、不二製作所(現在の株式会社不二製作所)がバキュームタイプの原型となるホコリのでないサンドブラスト装置の製造販売を開始した。これは当時の「サンドブラスト装置はホコリが出るもの」という認識を打ち破る画期的なものであった。

(写真—1)

それ以降さまざまな機構を有する装置を開発してきたが、1970年に現在使用しているバキュームブラスト機FD0-F3XA型の基となるFD0型の販売が始まり、主に製造工場内での設置型として使用されてきた。

(写真—2)

本格的に土木工事での使用が始まったのは、1995年1月17日に日本中を震撼させた阪神淡路大震災後の復興工事からである。復旧方法は鋼板巻立工法・コンクリートの増厚工法が主であり、既設コンクリート表面の下地処理が必要であった。それまでの下地処理は、ショットブラスト・ウォータージェット工法が主であったが、小断面の柱や丸柱、また水処理ができない地域での施工が始まるにつれて工法の見直しが検討された。バキュームブラスト工法は人力で行うため、躯体の形状に捉われない。また、乾式工法なので水処理等も必要なく環境に優しい工法であることから、1995年7月に阪神高速道路公団発注の3号神戸線復旧下部工事に本格的に採用された。

この採用を機に、バキュームブラスト工法に必要な全ての機械(ブラスト装置・コンプレッサー・発電機・冷凍式ドライヤー)を車両に搭載するためのシステムの構築を急ぐと共に、バキュームブラスト機の開発・改良を株式会社不二製作所と共に行い、1996年1月に現在のバキューム

ブラストシステムの構築を完成させた。その後のコンクリート表面処理の施工実績は、乾式ブラスト施工協会全体で約 200 万㎡を完了した。

鋼構造物の素地調整にバキュームブラスト工法が本格的に採用され始めたのは、「鋼道路橋塗装・防食便覧」が 2005 年 12 月に改定され素地調整のグレードが 1 種ケレン (ISO Sa2 1/2) と明記されてからである。

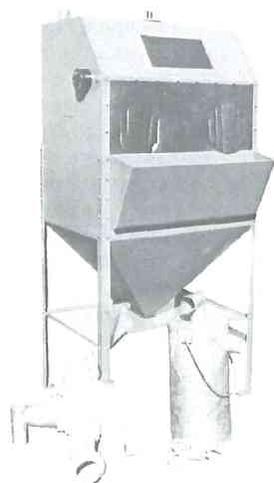


写真1 当社初期のSF型サイホン式

写真—1

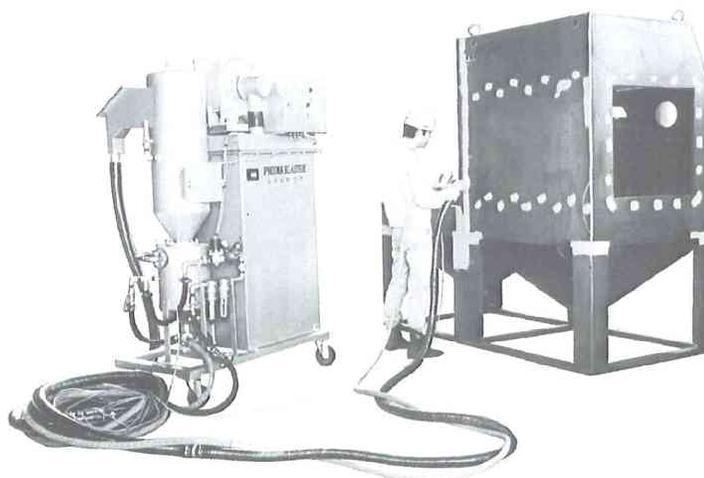


写真13 ホコリの心配がないFDO型による作業

写真—2

2. 概要及び特徴

2.1 概要

本工法はコンクリート表面の劣化(中性化)した部分や鋼構造物の旧塗膜および錆などを直圧式サンドノズルで研削、剥離して下地処理・素地調整 (ISO Sa2 1/2) を行う。

ブラストガンは噴射式ノズルと回収ホースとが一体になっており、加工と同時に粉塵・研削材・塗膜片を飛散させることなく集塵回収する。回収された粉塵・研削材・塗膜片は、サイクロン式の回収タンク内にて分別され、研削材は再び加圧タンクへ送り込まれて噴射、分別回収された粉塵・塗膜片はダストコレクターに回収される。

研削材はリサイクルして使用するので、発生する廃棄物の量も減少できる。また、人力による作業のため状況を確認しながら隅々まできめ細かい処理を行うことができる。

2.2 特徴

2.2.1 長所

- ①粉塵の発生、騒音、振動が極めて低い。
- ②養生が比較的簡便でよい。
- ③人力のため、研削面の状態を確認しながら作業ができる。
- ④躯体の形状に合わせた作業ができる。
- ⑤廃棄物の収集が容易である。
- ⑥ 1 種ケレンの素地調整ができる。
- ⑦システムがコンパクトで現場での移動が容易である。

2.2.2 短所

- ①乾式のブラスト方式であり、処理面が湿潤状態では作業ができない。
- ②錆の発生程度が大きい処理面では、施工工数が増大する。

- ③旧塗膜の膜厚が 300 μ m 以上の剥離・素地調整という条件でも施工工数の増加がある。
- ④80 mm以下の狭隘な部分进行处理する場合、研削材の飛散を考慮する必要がある。
- ⑤作業半径にはある程度制限がある。(水平方向に 60m 以内)

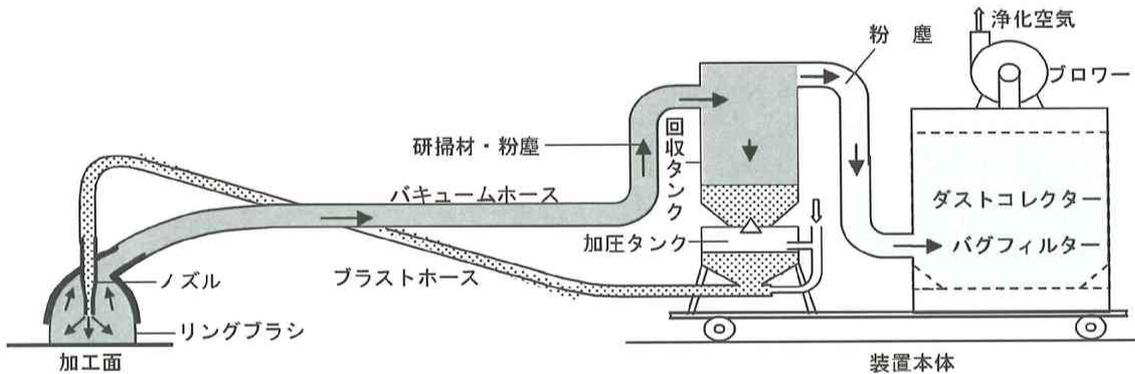
2.3 システム概要

研削材は加圧タンクからブラストホースを経て圧送され、ノズルから噴射後、直ちにリングブラシ内側から吸引されて回収タンクへ送られる。

粉塵は分別されてダストコレクターで捕集される。



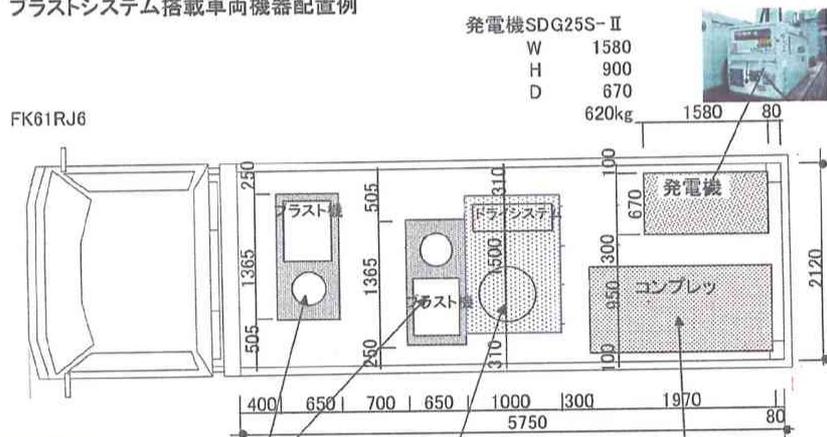
FDO-F3XA



2.4 システム構成

4 t の車両にバキュームブラスト機 2 台・コンプレッサー・発電機・エアードライシステムの一式を搭載する方式を採用しており、移動に際しての作業が容易である。

ブラストシステム搭載車両機器配置例



ブラストシステム搭載車両

車両重量 3,420kg
 積載重量 2,525kg
 150kg
 総重量 6,095kg

FDO-F3XA
 W 1365
 H 2214
 D 650
 450kg

ドライシステム
 W 1500
 H 1826
 D 1000
 130kg

コンプレッサー-PDS175S
 W 1970
 H 1120
 D 950
 875kg

このシステムは直圧式のため、対象物の種類や状況に応じて多種多様な研削材を選定することができる。その一例として木造建築物の重要文化財保存修理工事への活用例を報告する。

既存塗装材の除去は従来、剥離材と手工具(写真—3)の併用またはガーネットを研削材に使用したオープンブラストで行われていたが、施工効率と作業環境・養生対策などの点で有利なバキュームブラスト工法が採用された。



施工前



施工完了



施工中



施工完了



漆材撤去作業中



手工具による剥離面

ブラストによる剥離面



寒冷紗撤去作業中



写真—3

【施工例—1】

工事名称：重要文化財 津島神社本殿保存修理工事

施工場所：愛知県津島市

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：本殿柱・壁・廊下廻廊手摺

グレード：木地出し(既存漆・下地寒冷紗の除去)

施工数量：270㎡

使用機器：バキュームブラストシステム4t架装

研削材：ピーチ

施工距離：60m

3.2 鋼製構造物

次に鉄部の塗膜および錆の除去への活用例を報告する。

集合住宅の機械式駐車装置や鉄骨階段等、鉄部塗装塗り替え工事はディスクサンダーやジェットタガネなどで剥離作業を行ってきたが、大量の粉塵の発生や騒音などが近隣の居住者などの迷惑となっていた。バキュームブラスト工法の採用によりこの点が大きく改善された。

【施工例—2】 機械式駐車装置の錆及び塗膜除去工事(研削材アルミナA-30使用)



施工前



施工中



施工中



施工完了

【施工例—2】

工事名称：機械式立体駐車場塗装塗り替え工事

施工場所：神奈川県

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：駐車パレット上面

グレード：腐食部 ISO Sa2 1/2・活膜残し

施工数量：122パレット(1586㎡)

使用機器：バキュームブラストシステム 4t 架装車 2台

研 削 材：アルミナ A-24

施工距離：40m

施工日数：20日

【施工例—3】マンション鉄骨階段床面の錆除去(研削材アルミナA-30使用)

都内に立地し、駐車スペースが狭いことから小型バキュームブラスト装置を使用した。



施工前



施工中



施工完了



小型バキュームブラスト装置 FDO-G1-KA

【施工例—3】

工事名称：D マンション鉄骨階段錆部除去工事

施工場所：東京都

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：踊り場・階段踏面

グレード：ISO Sa2 1/2

施工数量：10 m²

使用機器：FDO-G1-KA(小型ブラスト装置)

研 削 材：アルミナ A-30

施工距離：10m

施工日数：1日

3.3 火力発電所設備【灰脱水槽の塗装塗り替え工事】

過去の塗り替え工事ではサンドブラストにより素地調整を行っていたが、研削材の飛散や粉塵の発生が著しく作業環境が悪いため、バキュームブラストが採用されるようになった。下地処理の作業効率を上げるため、孔食が著しい部分や旧塗膜の厚みが 500 μ 以上残っている部位に関しては、事前に電動工具等で 1 次処理を行い、その後バキュームブラストにより素地調整を行った。

【施工例—4】

工事名称：1号灰処理脱水槽内塗装下地調整工事
 施工場所：福島県
 工 法：バキュームブラスト工法
 施工部位：タンク内面
 グレード：ISO Sa2 1/2
 施工数量：1,300 m²
 使用機器：バキュームブラストシステム 4t 架装車 3 台
 研 削 材：アルミナ A-30
 施工距離：60m
 施工日数：21日間



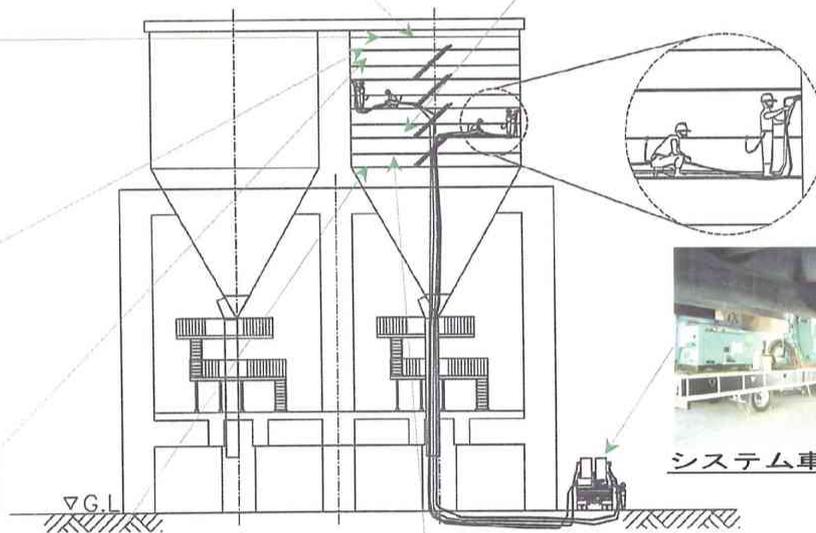
1号灰処理脱水槽



ブラスト施工状況



施工中



システム車両



タンク下部腐食状況



電動工具による一次処理



ISO Sa2 1/2 レベル

4. 土木構造物への活用例

このシステムは前述の通り、作業に必要な全ての装置を搭載しているため、施工場所に移動し短時間で施工体制が取れる。また、バキュームタイプなので橋脚内部や鋼製桁内部などの閉鎖された場所でも簡易的な換気設備や養生等で施工することができる。

4.1 新設溶接部

従来はオープンプラストでの施工のため、研削材の飛散防止養生・換気設備等に費用や時間を費やしていたが、バキュームブラストの採用で簡易的な設備で済むようになった。

新設道路橋鋼製柱・横断歩道橋の溶接部は、溶接棒の被覆材の種類によって強アルカリ性物質が残留する。これらはディスクサンダーなどの工具では除去できず、塗膜や溶射皮膜などの付着性に悪影響を及ぼす。この対策としてブラスト処理をするが、特に pH が高い (pH12~14) 溶接棒を用いた溶接部だけはブラスト前に中和処理が必要である。

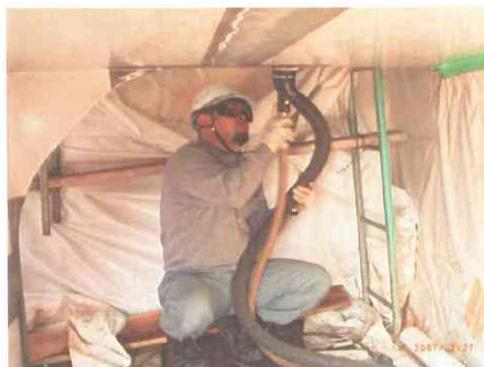
【施工例—5】



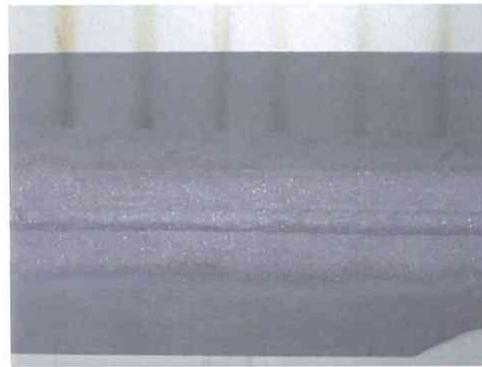
施工場所



施工中



施工中



施工完了 (ISO Sa2 1/2 レベル)

【施工例—5】

工事名称：伊豆縦貫南一色高架橋鋼製橋脚新設工事

施工場所：静岡県

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：新設溶接部 W=200mm

グレード：ISO Sa2 1/2

施工数量：50 m²

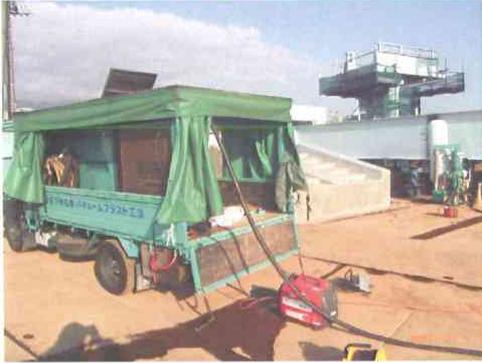
使用機器：バキュームブラストシステム 4t 架装車

研 削 材：アルミナ A-30

施工距離：60m

施工日数：3日

【施工例—6】



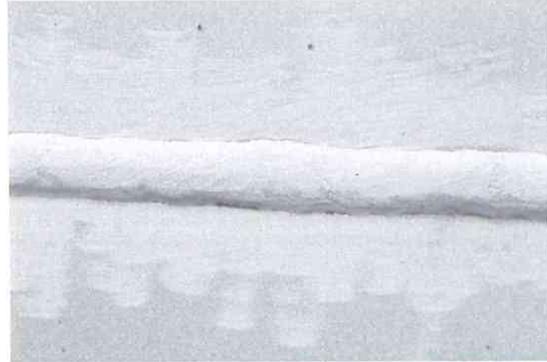
小型ブラスト機での施工



施工中



施工中



施工完了 ISO Sa2 1/2 レベル

【施工例—6】

工事名称：平成 18 年度 1 号安新横断歩道橋工事

施工場所：静岡県

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：新設溶接部ブラスト W=150mm

グレード：ISO Sa2 1/2

施工数量：3 m²

使用機器：FD0-G1-KA(小型ブラスト装置)

研 削 材：アルミナ A-30 施工距離：20m 施工日数：1 日

4.2 鋼製構造物

バキュームブラストの特徴は前項で述べたように、厚さ 300 μ 以上の旧塗膜を除去しての素地調整を行う際、施工時間の効率化を図るため事前に塗膜剥離材や電動工具等により 1 次処理した後にバキュームブラスト工法にて素地調整を行うことが望ましい。

【施工例—7】 1 次処理の有無による素地調整施工時間の比較試験

施工場所：北海道旭川市

工 法：バキュームブラスト工法

施工部位：床版下面

グレード：ISO Sa2 1/2

試験内容：既存塗膜 1000 μ を素地調整する場合の下記①・②施工条件の 1 m² 当り施工時間比較

- ① 1 次処理を行わずバキュームブラスト工法のみで塗膜除去・素地調整を行う。
- ② 電動工具等での 1 次処理後にバキュームブラスト工法で素地調整を行う。

使用機器：FDO-G1KA(小型ブラスト装置)
研削材：スチールグリット0.5mm
使用パル：ボロンUV改φ5



① 1次処理無しでの施工



施工前(1次処理無)



使用装置 FDO-G1KA(足場内に設置)



施工中



施工完了

② 1次処理有りでの施工



電動工具による1次処理施工中



1次処理完了(黒皮が残った状態)



ブラスト施工中



施工完了

試験結果(小型ブラスト装置)

施工条件	施工時間(1 m ² 当り)
1次処理なしでの素地調整	40分
1次処理ありでの素地調整	25分

※比較的施工条件が良い部分での施工比較例(黒皮の除去作業を含む)。

5. まとめ

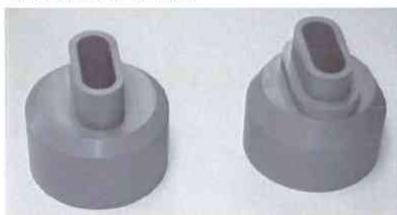
1995年7月に阪神高速道路の神戸線復旧工事に採用されてから13年、コンクリートの表面処理を主体として施工を行ってきたが、2005年12月に「鋼道路橋塗装・防食便覧」が改定され、新設橋梁及び塗り替え塗装時の素地調整は1種ケレン(ISO Sa2 1/2)と明記されたことを機に、2008年後半からは鋼構造物の素地調整の施工が徐々に増えてきている。今後のバキュームブラスト工法の主体は、コンクリート構造物の表面処理から鋼構造物の素地調整へと移行しつつある。コンクリート構造物に比べて鋼構造物は複雑な形状のものが多く、また、塗膜の種類・厚み・腐食の状態も千差万別である。仕様によっては、旧塗膜のほか・錆等の除去もブラスト工法で施工するように指示されているため、施工例—7の試験結果で示すように施工に時間が要するようになり、施工費用の増加へと繋がっている。ブラスト工法の本来の目的は素地調整であり、剥離などの作業とは分けするような考え方が必要ではないかと感じている。効率的な施工を行うためには、塗膜厚みが300 μ (塗膜の種類による)を超える場合には前処理(1次処理)として剥離剤や吸塵式の電動工具等による剥離作業を行い、その後バキュームブラストによる素地調整(2次処理)を行うことが望ましい。また、1次・2次処理と分けすることにより効率の良い素地調整施工ができるだけでなく、施工費用の算出も明確化できる。

研削材に関しては、全面剥離での素地調整であればスチールグリットの0.5mm前後の粒径を、部分剥離での素地調整であれば「もらい錆」を考慮してアルミナA-30の使用を推奨する。

6. 今後の課題

鋼製橋梁の素地調整(箱桁橋・I桁橋)に対して本工法の特長を完全に発揮できるケースは、構造物全体の85%前後と考えられる。添接部やフランジ部の小口面等、極小部や歪曲部に対応できる治具等の開発により、現状の85%から95%以上対応できるようにしたい。また、施工環境によっては大型のシステム車両が設置できない場合もあることから、現行の小型ブラスト装置(FD0-G1KA)の性能向上も2009年度内には完了させる予定である。合わせてボルト周り施工での飛散防止用養生等の開発も必要であると考えている。

6.1 治具開発・試験



極小面用精円治具



極小面用小円治具



取付け例

実証試験



楕円治具取付



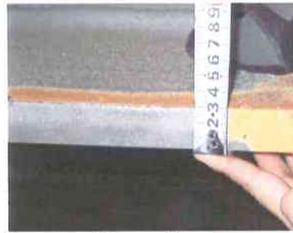
施工中



施工完了 (8 mm厚)



フランジ部施工中



施工完了



入隅部施工中



小円治具

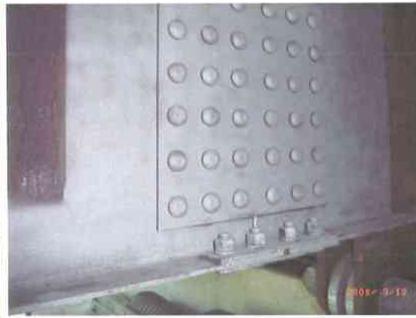


小円治具

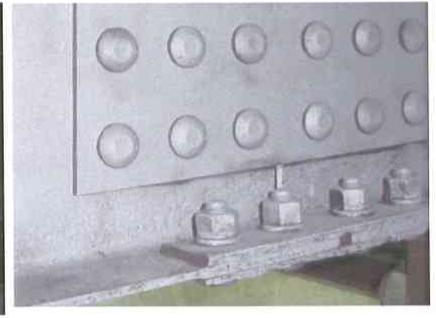
耐候性鋼の融雪剤による腐食部の除去作業



施工中



耐候性鋼添接部



【参考文献】

- 1) 株式会社 不二製作所 新補訂版「ニューマ・プラスターについて」平成 6 年 7 月 14 日
- 2) 社団法人 日本防錆技術協会「防錆塗装科」教科書平成 20 年度版