

都市内におけるブラストによる素地調整の現場適用検討

菊地勇気¹⁾ 嶋村智也²⁾ 小島直之³⁾

1. はじめに

現在、鋼橋の桁端部等の腐食損傷が激しい箇所(図-1)は、動力工具(ディスクサンダー)を用いて素地調整を行い、錆を除去して塗替え塗装を行っている。しかし、動力工具では、局部的に発生した凹凸部の錆を完全に除去することが難しい(図-2)。そのため、塗替え塗装を実施しても、本来の耐久



図-1 腐食損傷事例-1

性を満足できずに、数年で塗膜劣化、腐食損傷を引き起こす事例(図-3)が報告されている。

このような背景のもと、動力工具に代わり、これらの問題を解決するための有効な手段として、現場ブラストが考えられる(図-4)。鋼道路橋塗装・防食便覧(平成17年2月)¹⁾においても、現場における塗替え塗装は素地調整としてブラスト処理(素地調整程度1種)を基本とするとの記載があり、(表-1)に示すように、素地調整が防食性に及ぼす影響は大きい。しかしながら、粉じん、騒音などの周辺環境への影響が懸念されるため、建物等が密集する都市内ではあまり実施されてこなかった。

本稿は、都市内高速道路における腐食損傷した桁端部等への現場ブラストの適用を目的として、実施した現場ブラストの試験施工について報告するものである。



図-2 凹部の除錆

主桁(上部工)	
塗替後	現状
平成18年竣工	平成21年調査時
重防食塗装仕様	-

図-3 腐食損傷事例-2

表-1 素地調整が防食性に及ぼす影響

要因	寄与率 (%)
素地調整 (素地調整1種と2種の差)	49.5
塗装回数 (1回塗りと2回塗りの差)	19.1
塗装の種類 (塗装系の違い)	4.9
その他 (塗装技術、気候など)	26.5



図-4 現場ブラスト

1),2),3) 首都高速道路株式会社 西東京管理局

2. ブラストの特徴および着目点

ブラストは、塗替え塗装を実施する際に、高圧下で研削材を鋼材表面に打ちつけ、塗装塗膜を除去し、適度な凹凸形状を形成させる素地調整1種の工法である。（表-2）にブラストの長所および短所を示す。

表-2 ブラストの長所及び短所

現場ブラストの試験施工は、都市内高速道路における腐食損傷した桁端部等での施工を想定している。本試験施工では、一般的な特徴を踏まえて『ブラスト機材』、『研削材』、『粉じん』、『騒音』、『ブラスト後の品質管理（粗さ）』、『コスト』、『腐食・狭隘部での施工』に着目し実施した。

長所	①短時間に広い面積を処理することができる（高効率）
	②均一な形状と品質を確保することができる（高品質）
	③上記②による安定した防食機能を長期間確保できる（長寿命化）
短所	①比較的大型な設備を必要とするため施工場所が限られる
	②粉塵や騒音の発生があり、作業環境への負荷が大きい
	③防護養生などの設備費用が大掛かりとなり間接費用が大きい

3. 現場ブラストの試験施工

(1) 試験施工箇所

試験施工は（図-5）に示す橋梁で実施した。構造形式は3径間連続RC床版非合成開断面箱桁橋で、供用後、拡幅工事が実施されている。支間は72m+96m+72mである。当該橋梁は、塗装補修工事用の足場が設置されていた箇所であり、構造物点検により、腐食損傷が多く報告されていた。近隣には住居等も無く、桁高が高いことから計測等の作業性も良く、腐食損傷箇所への施工も可能であることから試験施工場所として当該箇所を選定した。なお、試験施工は（図-6）、（図-7）、（表-3）に示す3箇所に分けて実施した。

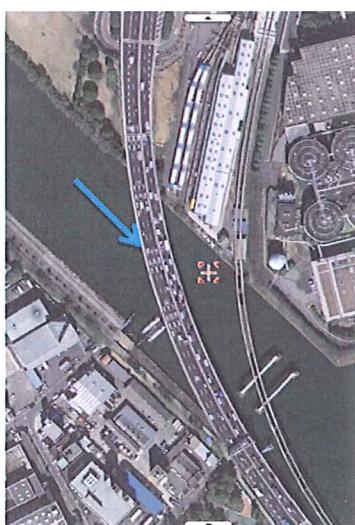


図-5 対象橋梁（航空写真）

表-3 試験施工箇所

試験箇所	試験施工の目的
a)	箱桁内面（下フランジ付近）は、施工能率を計測しコスト算出およびブラスト後の品質を確認することを主目的とする
b)	箱桁内面（桁端部上フランジ付近）は、狭隘部での施工性を確認することを主目的とする
c)	箱桁外側（ウェブ付近）は、騒音、粉塵の影響を確認することを主目的とする

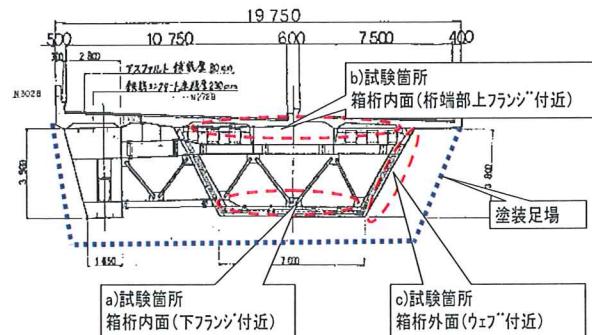


図-6 試験施工箇所（断面図）

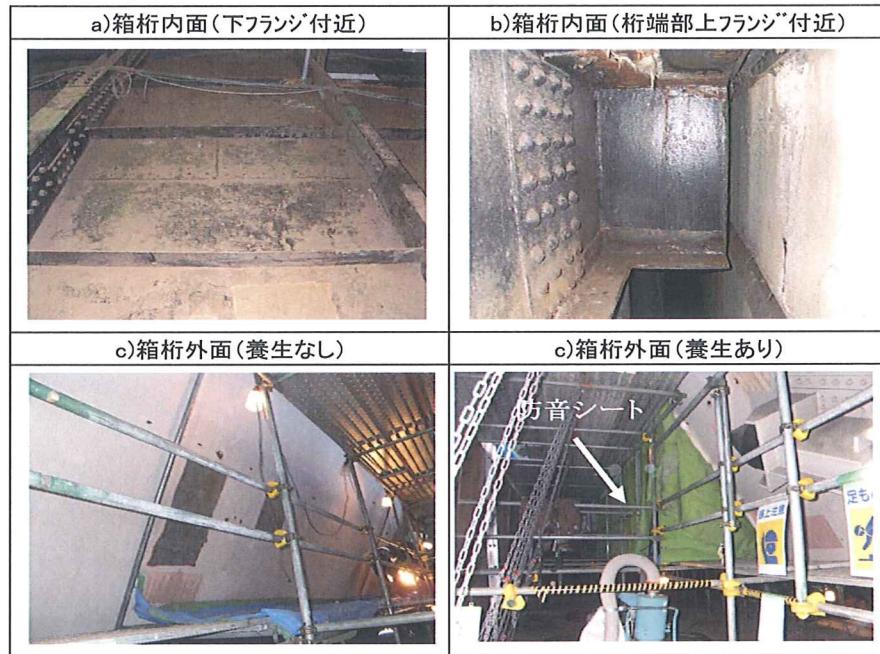


図-7 試験施工箇所（状況写真）

(2) 現場ブラスト機材の選定

ブラスト機材は、都市内高速道路での施工環境や腐食した桁端部等の狭隘箇所での施工を想定し、騒音や粉じん量が少ないこと、また機材の搬入が容易で施工性に優れることを考慮し、(表-4)に示す3つの機材を選定した。

なお、ブリストルブラスター³⁾は、回転運動している特殊硬質ブラシが加速棒を介して衝撃運動に変わり、ブラシ先端が鋼材面を叩きつけることにより、ブラストに似た清浄面やアンカープロファイルを形成することができる素地調整1種相当の新技術の動力工具である。

表-4 現場ブラスト機材

バキュームブラスト(FDO-G1-KA)		
	大きさ(L*W*H)	0.8m*0.5m*1.4m
	重さ	115kg
	能力	Φ 5mm 2.2m³/分
	タンク容量	20kg
	ブラストホース延長	10~20m
	備考	タイヤ付、ブラスト95kg-集塵機20kg、ガンホールダー撤去によりオープンブラストとして使用が可能
オープンブラスト(マイティーミニブラスター)		
	大きさ(L*W*H)	0.3m*0.8m程度
	重さ	10Kg
	能力	0.6m³/分(5馬力以上)
	タンク容量	10kg
	ブラストホース延長	4m
	備考	タイヤ付、ブラスト95kg、集塵機20kg
動力工具(ブリストルブラスター)		
	大きさ(L*W*H)	-
	重さ	1.9kg
	能力	回転数:3200rpm
	消費電力	AC100V/500W
	備考	ディスクサンダーと同様にアイマスク、手袋、マスクの軽装で作業ができる

(3) 研削材の選定

研削材について比較検討したものを（表-5）に示す。本検討では、都市内高速道路での施工環境を想定していることから、飛散した研削材が腐食しないように非金属系研削材とし、硬度が高く、粉じん量の発生が少ないショット系かつスピネル系の研削材（WINDREAM）を本試験施工で採用した。（図-8）に採用した研削材を示す。



図-8 試験で使用した研削材

表-5 研削材比較表

代表的な研削材			形状	粉じん	研削力	価格	現場性	特性	備考
				発生量					
金属系	鋳鉄系	スチールショット	S	◎ 20mg/m³	中	×	×	× 錆びる	
	鋳鋼系	スチールグリット	G	◎ 20mg/m³					
非金属系	ケイ砂		G	× 230mg/m³	小	◎	×	× 備考	2007年JIS規格 から削除
	スラグ系	銅スラグ	G	× 80mg/m³	小	○	×		微細酸化物残留
		ニッケルスラグ	G	◎ 15mg/m³	中	○	○		
		フェロクロムスラグ (スピネル系)	S	◎ 10mg/m³	中	○	◎		
	ガーネット		G	◎ 30mg/m³	中	△	△	△ 備考	自然産出品: 粒径・価格差有
	アルミナ		G	◎ 10mg/m³	大	×	○		

※1 : G=グリッド S=ショット

※2 : 社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会(技術報告-ブラスト処理工法とその考え方(その2))を参考

※2 : 社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会(現場ブラスト作業の知識)を参考

※3 : 数社のメーカーヒアリング情報より算出(目安)

※4 : 社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会(現場ブラスト作業の知識)を参考

※5 : 研削材販売者よりヒアリングにて算出(目安)

※6 : デメリットを評価

(4) 試験内容および試験結果

a) 粉じん量

粉じん量は、周辺環境への影響が最も大きいと考えられる箱桁外面(ウェブ付近)において実施したオープンブラストおよびバキュームブラスト(共にFDO-G1-KAを使用)の足場外での測定結果について示す。

ここでは養生の効果を確認するため、養生有り・無しの状態で試験施工を行い計測した。なお、ここでのオープンブラストはFDO-G1-KAのガンホルダーを撤去したものを使用している。

粉じん量の基準値は、日本産業衛生学会の第3種粉じん(吸入性粉じん)⁴⁾の粉じんの許容濃度の

2.0mg/m³(第3種粉じん)を参考とした。図-9 粉じん濃度(バキュームブラスト)

オープンブラスト(マイティーミニブラスター)及びブリストルブラスターは粉じん量が微小であったため、結果を省略する。

(図-9)、(図-10)は縦軸に粉じん濃度、横軸に時間を示している。オープンブラストおよびバキュームブラストとともに養生内においては、施工開始後に許容値を超える結果となった。また、養生外においては、施工開始後も許容値以下であり養生の効果が大きいことが確認できた。

b) 騒音

騒音は、粉じん量と同様に箱桁外面(ウェブ付近)において実施したオープンブラストおよびバキュームブラスト(共にFDO-G1-KAを使用)の足場外での測定結果を示す。なお測定は足場外において、施工場所から0~15m(5mピッチ)離れた位置

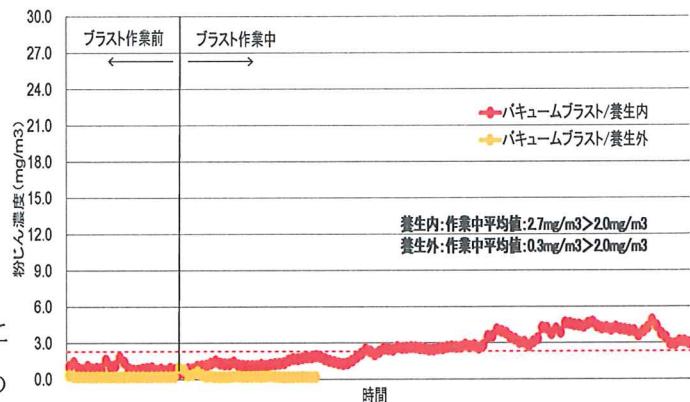


図-9 粉じん濃度(バキュームブラスト)

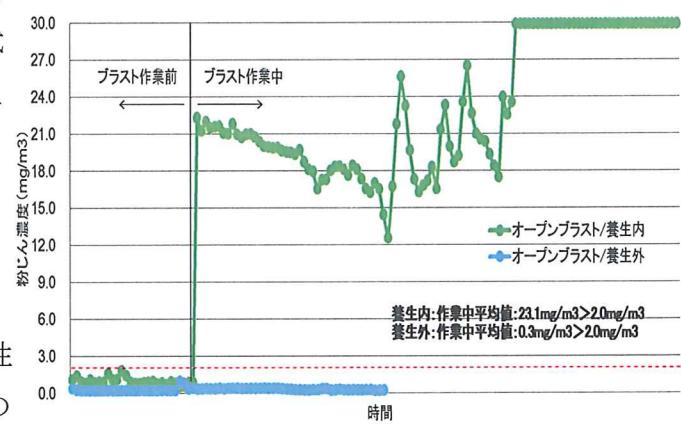


図-10 粉じん濃度(オープンブラスト)

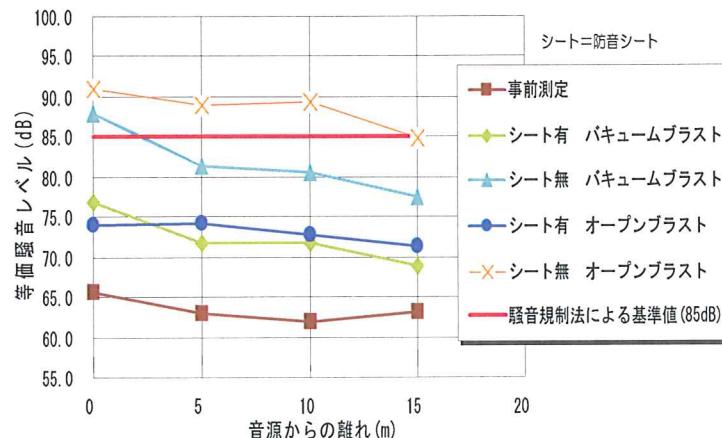


図-11 足場外における騒音

で計測した。騒音の基準値は、環境省による騒音規制法（特定建設作業騒音に関する基準）の85dBを参考とした。また、オープンブラスト（マイティーミニブラスター）及びブリストルブラスターは騒音レベルが微小であったため、結果を省略する。

測定結果は、(図-11)に示すとおり、防音シートによる養生を行うことで、足場外ではどの位置においても基準内(85dB以下)に収まることが確認できた。また、防音養生による減衰効果は、オープンブラストで平均15dB程度、バキュームブラストで平均9dB程度であった。

c) ブラスト後の品質管理（表面粗さ）

ここでは、箱桁内面（下フランジ付近）において実施した各ブラスト機材およびディスクサンダー（参考）の測定結果を示す。基準値は、当社の橋梁塗装設計施工要領⁵⁾における80 μm以下とした。ブラスト後の表面粗さは、(図-12)に示すとおり全ての工種において、80 μm以下となった。基準値に対し余裕があるため、通常の施工が可能であれば表面粗さの品質は確保できるものと考えられる。なお、計測箇所には、腐食箇所も含まれていたが、ブラストを実施することで、くぼみ部分の錆も完全に除去でき、清浄な鋼材面が露出した状態になっていることも確認できた。また、機材別素地調整後の外観比較を（図-13）に示す。表面粗さはほぼ同じであっても、素地調整後の外観は機材別によって異なることがわかる。

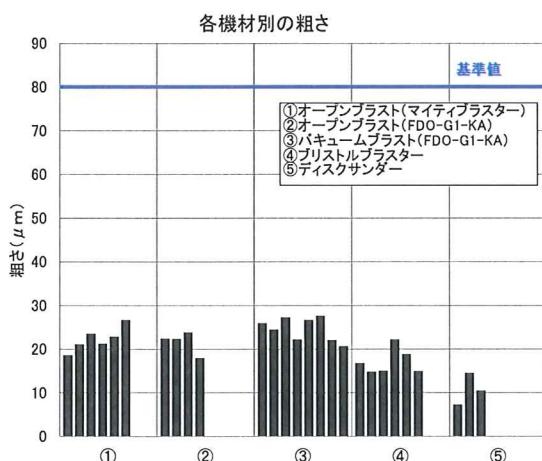


図-12 機材別の表面粗さ測定結果

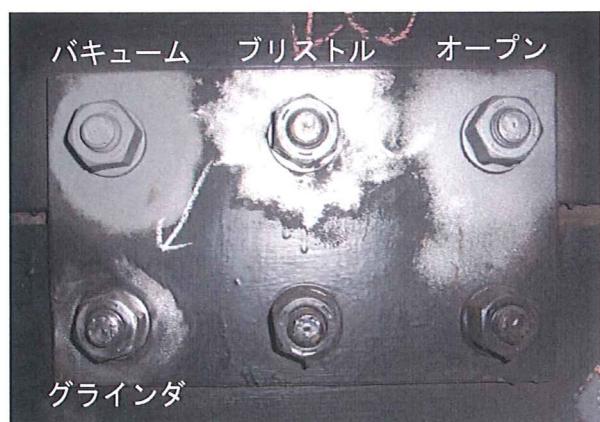
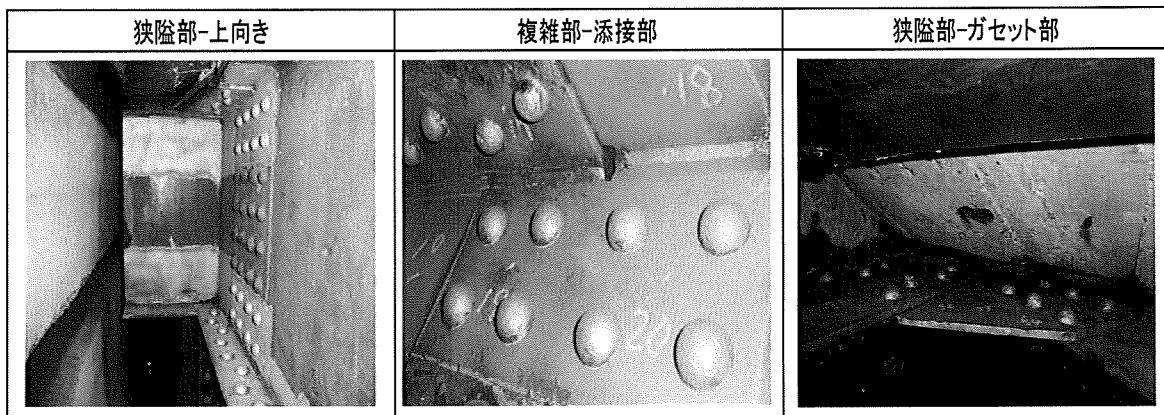


図-13 機材別の素地調整後外観比較

d) 狹隘部かつ腐食部での施工

ここでは、箱桁内面（桁端部上フランジ付近）においてオープンブラスト及びバキュームブラストによる施工結果を示す。(図-14)に示すとおり、ガンホルダーが届けば狭隘部でも十分に施工を行うことが可能である。また、ボルトやリベット、腐食部についても十分に素地調整を行うことができた。

図-14 狹隘部のブラスト施工後状況



e) コスト

ここでは、箱桁内面(下フランジ付近)において実施した各種機材における素地調整工の概算工事費の比較結果を示す。概算工事費の算出は、道路規制を伴わない足場内(昼間作業)において、今回算出した施工能率をもとに算出した。

概算工事費は、(表-6)に示すとおり、 $1m^2 \sim 10m^2$ 程度であればブリストルブラスター、 $50m^2 \sim 100m^2$ 程度であれば、バキュームブラストが経済性に優れる結果となった。ただし、実際は現場条件等が異なると結果が大きく変わる事から参考程度と考えていただきたい。今後は実績を積み上げて精度を高めていく必要がある。

表-6 素地調整工の概算工事費（対ディスクサンダー：指標）

施工対象数量	オープン ブラスト	オープン ブラスト	バキューム ブラスト	電動工具	電動工具
	マイティーミニ ブラスター	FDO-G1-KA	FDO-G1-KA	ブリストル ブラスター	ディスク サンダー
$1.0m^2$ 程度	199%	238%	202%	92%	100%
$10.0m^2$ 程度	186%	120%	96%	90%	100%
$50.0m^2$ 程度	163%	96%	85%	89%	100%
$100.0m^2$ 程度	158%	90%	81%	88%	100%

4. 現場への適用について

本試験施工より、都市内において現場ブラストが十分に可能であることが確認できた。機材の選定は、(表-7)に示すとおり、バキュームブラストおよびブリストルブラスターの適用性が高いことがわかった。

養生内では、粉じん量が基準値を超えることから、(図-15)に示すとおり、作業員への粉じん対策として、送気マスクが必要である。さらに、周辺環境への粉じんおよび騒音対策は(図-16)に示すとおり、防音シート等による養生を行うことにより、現場での適用が可能である。ただし、施工を実施する前に試験施工を行い、騒音、粉じんの発

生状況を確認し、必要に応じて養生を見直すことが重要である。

表-7 機材選定の目安

施工対象数量	対象箇所の目安	推奨工法	補助工法
1.0m ² 程度	桁等の部分的な腐食箇所への適用(小)	動力工具 (ブリストルブラスター)	動力工具 (ディスクサンダー)
10.0m ² 程度	桁等の部分的な腐食箇所への適用(大)	バキュームブラスト (FDO-G1-KA)	動力工具(ブリストルブラスター、ディスクサンダー)
		動力工具 (ブリストルブラスター)	動力工具 (ディスクサンダー)
50.0m ² 程度	桁端部全面(2m)または橋脚梁天端全面の腐食箇所への適用	バキュームブラスト (FDO-G1-KA)	動力工具(ブリストルブラスター、ディスクサンダー)
100.0m ² 程度	桁端部全面(2m)および橋脚梁天端全面の腐食箇所への適用	バキュームブラスト (FDO-G1-KA)	動力工具(ブリストルブラスター、ディスクサンダー)

図-15 作業員に対する粉じん対策

5. おわりに

本稿では、都市内における腐食損傷した桁端部への現場ブラスト工法の適用を目的とした試験施工について報告した。今回の試験施工より、都市内高速道路においても、適切な機材、研削材、養生を行うことにより、ブラスト施工が可能であることが確認できた。

今後は、この試験施工結果を踏まえて、鋼橋の桁端部等の腐食損傷が激しい箇所において実際に施工を実施し、実績を積み上げていくことにより、都市内高速道路における現場ブラスト技術を確立していきたい。

参考文献

- 1)日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧, H17. 9
- 2)日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧資料集, H22. 9
- 3)<http://www.gotodenki.co.jp/top/bb.html>
- 4)日本産業衛生学会：許容濃度等の勧告(2011年度)
- 5)首都高速道路：橋梁塗装設計施工要領, H18. 4



図-16 環境への騒音・粉じん対策

