

研削材を用いた超高压水混相流体による表面処理が鋼素地表面性状に及ぼす影響

九州大学 学生会員 ○外垣 純平 九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
九州大学大学院 学生会員 パク サンホン 池田工業(株) 正会員 池田 龍哉
西日本高速道路(株) 正会員 豊田 雄介 (株)スギノマシン 非会員 荒川 武彦

1. はじめに 鋼構造物において、塩類を含む腐食生成物が鋼素地に残置された状態で塗替え塗装されると塗膜下腐食が早期に発生する場合が多い。この課題を解決する方法として、研削材を用いた超高压水混相流体による素地調整技術（以下、AWT）が開発された。この技術は腐食生成物層に存在する膨大な数の割れに高速水流と共に噴射された研削材が衝撃力を持ち衝突することにより、経済的かつ効果的に腐食部材の塩類を含む腐食生成物を極限除去することを目的として開発された。著者らの先行研究¹⁾から、複合材や高合金の切断加工に用いられる収束型ノズルを腐食生成物の除去に適用すると、鋼材をブラスト処理に比して、著しく減耗させ、表面粗さが数倍程度大きくなることが明らかにした。また、処理範囲がブラスト処理に比して小さく非効率的である。そこで、著者らは腐食鋼材の表面処理に適した新型の拡散ノズルを開発した。本研究では開発した拡散ノズルで処理した鋼素地表面性状を明らかにするため、その表面粗さを評価し、ブラスト処理と比較・検討した。

2. 試験方法 試験体の供試鋼材には、板厚 6mm の JIS G 3106 SM490A を用いた。鋼板の表面は、素地調整前の表面性状が素地調整後の表面性状に極力影響を及ぼさないように、フライス加工（切削径：50mm，切削速度：215m/min，回転数：1，369rev./min，刃材質：サーメット）し、表面粗さ Ra が 1 μ m 以下の鋼板を試験に用いた。試験体はブラスト処理（以下、ABT），あるいはAWTすることで作成し，鋼板中央部の 20×20mm 領域を測定対象とした。研削材にはガーネット（主成分：Al，Si，O，粒度：#80，ビッカース硬度：993，モース硬度：7.50，JIS 粒度指数：96.1）を用いた。AWT のノズルには開発した拡散ノズルを用いた。ノズル径，移動速度，噴射圧力，流量および研削材の供給量は，それぞれ 2.0mm，1.0m/min，230MPa，11.9L/min および 600g/min である。また，ブラスト処理（以下，ABT）にノズル径 8mm のノズルを用い，投射の圧力，研削材供給量および処理時間は，それぞれ 0.7Mpa，1740g/min および 5sec とした。また，AWT と ABT の噴射・投射距離 L は，100，200 および 300mm とした。

表面処理後の試験体の表面性状は，デジタルマイクロスコープで撮影・観察した。また，鋼素地表面の線粗さは，触針式表面粗さ測定機（スポット計：2 μ m）を用いて測定した。測定ピッチは 0.01 μ m，基線長を 10mm とした 11 線の平均値で線粗さを算出した。表面処理後の鋼素地表面に研削材の残留を評価するため，SEM-EDX の定量分析から対象領域の公称面積 A_0 に対する Al と Si の面積 A_{res} の比 A_{res}/A_0 （以下， α ）をそれぞれ算出した。 α は測定領域中央部において，50 倍の EDX 画像を各領域の一部が重なるように 4 カ所分析し，それらの画像を合成することで， α を ImageJ を用いて 2 値化することで算出した。この値は処理後の表面の残留研削材の量の大小を表す指標である。

3. 試験結果 AWT および ABT 後の鋼素地表面の SEM-EDX 画像を表-1 に示す。ABT では Al と Si が全面的に存在しているが，AWT では点在している。この結果から，AWT は ABT に比して，研削材が残留しにくいと言える。

AWT と ABT 後の鋼素地表面の α を図-2 に示す。AWT の α は，噴射距離 L が 100～300mm の場合，L によらず， α はほとんど変化無く，約 8% となっている。一方，ABT についても，同様な傾向になっているが， α は AWT に比して大きく約 20% になっている。これは AWT に超高压水が用いられているためと推察される²⁾。以上の結果から，ABT の研削材の残留度は，AWT に比して約 2.5 倍大きい，これらの研削材の残留度は L によらず変化しないと言える。

AWT と ABT 後の鋼素地表面の線粗さ Rz_{jis} を図-3 に示す。AWT の噴射距離 L が 100～300mm に変化しても， Rz_{jis} はほとんど変化せず，60～70 μ m 程度である。一方，ABT についても同様に変化せず，約 35 μ m になっているが，AWT の 1/2 程度になっている。ここで，鋼道橋防食便覧²⁾では ABT の管理基準を $25 \leq Rz_{jis} \leq 80$ と定めている。本研究の条件下では，AWT も ABT もこの管理基準を満足している。

表-1 AWTおよびABT後の鋼素地表面のSEM-EDX画像

(a)AWT			(b)ABT				
噴射距離 (mm)	SEM	Al	Si	噴射距離 (mm)	SEM	Al	Si
100				100			
200				200			
300				300			

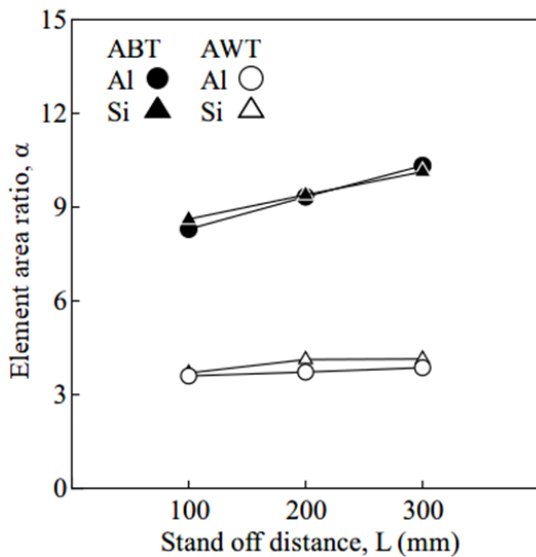


図-2 残留研削材の残留面積比率

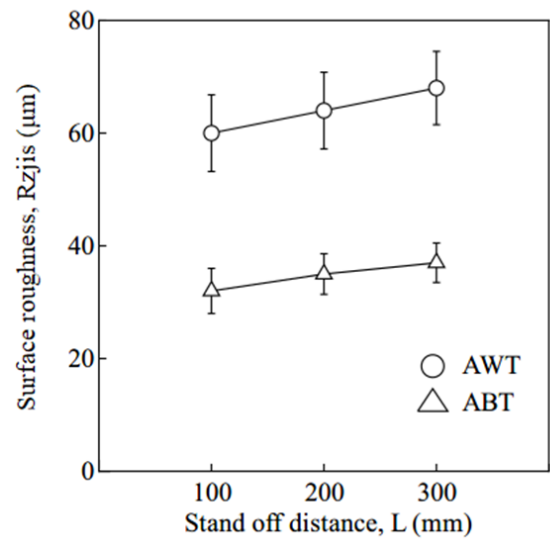


図-3 AWTとABT後の鋼素地表面の線粗さ Rzjis

4. まとめ 本研究では開発した拡散ノズルを用いて AWT 後の鋼素地表面性状を明らかにするため、その表面粗さを評価し、ブラスト処理した場合と比較・検討した。得られた主な結果を以下に示す。1) AWT 後の鋼素地表面の研削材の残留度は、ブラスト処理に比して少なく、1/2 以下である。2) AWT 後の鋼素地表面の Rzjis は、ブラスト処理の約 2 倍大きい。鋼道路橋防食便覧のブラスト処理の表面粗さの管理基準を満足する。

参考文献

- 1) S. Park, S. Kainuma, M. Yang, T. Ikeda, T. Asano and Y. Morita : Fundamental study on steel surface properties by Abrasive Water Jet treatment, 土木学会第 67 回年次学術講演会, I-87, 2021.
- 2) 土木学会 : 大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策, 鋼構造シリーズ 30, 丸善, 2019.