

ブラスト素地調整の施工条件が鋼材の表面性状に及ぼす影響評価

九州大学大学院 学生会員 ○キム アラン 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 渡邊 亮太 九州大学大学院 学生会員 谷川 慶太
池田工業 (株) 正会員 池田 龍哉 極東メタリコン (株) 正会員 小寺 建史

1. はじめに 鋼橋などの鋼構造物における塗装塗替え後の塗膜の耐久性は、鋼材表面のアンカーパターンや素地調整後の腐食生成物や塩化物の残留度に依存する。そのため、鋼素地調整の品質向上を目的として、様々なブラスト関連技術が開発されてきた。しかし、ブラスト処理の施工条件が鋼材表面のアンカーパターンや塗膜付着性能に及ぼす影響については、不明な点が多い。そこで、本研究ではブラスト処理の施工条件が鋼材の表面性状に及ぼす影響を研削材、投射の圧力、距離、角度および体積に着目し、パラメトリックに検討した。

2. 試験方法 試験体の供試鋼材には、JIS G3106 SM490A のウェザロサイズ (150×70×6mm) の鋼板を用いた。試験体の表面は、素地調整前の表面性状が素地調整後の表面の微視形状に影響を及ぼさないように、ブラスト処理前に鋼板表面を電動サンダ (研磨紙の粗さ: #40-#600) で研磨した。本試験における施工条件のパラメータは、橋梁のブラスト施工で一般に採用される条件に基づき、表-1 に示す研削材、投射の圧力、距離、角度および体積とした。ブラストノズルの径は 5mm とした。研削材には新設と既設の橋梁に対して、一般に採用されるスチールグリットおよびフェロニッケルスラグを選定した。また、現場で採用されているモース硬度が比較的高い溶解アルミナサンドも選定した。本稿では溶解アルミナサンドの検討結果について示す。投射圧力は国内で一般に採用されている 0.7N/mm² を基準とした。また、圧損を考慮した 0.5N/mm²、米国などの諸国外で採用されている高圧ブラスト¹⁾を参考に 0.9N/mm² も採用した。投射距離は塗膜や孔食が存在する場合を想定した 10cm、広範囲の施工を想定した 50cm、これらの中間値である 30cm とした。投射角度は現場の作業効率を考慮した場合、角度が 30° から 60° で施工することが多い。そこで、投射角度は 30° と 60° とした。さらに、90° を追加した。また、現場施工では投射時間で管理することが難しいため、投射体積で管理されることが多い。そこで、各研削材の比重に基づき投射体積を統一することでブラストを実施した。投射体積について、10 秒程度以下の短時間の施工では投射量が安定しない。また、長時間投射すると投射圧が減少するため一定条件で施工することが困難になる。そのため、本試験の研削材で最も比重の大きなスチールグリットの投射時間 30 秒の投射体積を基準とすることで、各研削材の投射体積を統一した。各投射圧における投射体積は、投射圧 0.5, 0.7, 0.9 N/mm² に対して、それぞれ約 165, 224, 275 cm³ とした。ブラスト後の鋼材の表面性状は、3 次元形状測定レーザー顕微鏡 (スポット径: 0.4μm, 移動分解能: 0.01μm) を用いて評価した。レーザー顕微鏡による測定では、各試験体に対してブラスト処理した中央部の 1 箇所 (2.5×10 mm) の領域を対象とし、測定ピッチは 2.5μm とした。

3. 試験結果 ブラスト素地調整後の投射距離 l および投射角度 θ における各線粗さ R_{zjis} , R_a , R_z を図-1 に示す。投射圧力 p については、表面性状に有意差がなかったため l と θ について示す。線粗さは十点平均高さ R_{zjis} , 算術平均粗さ R_a および最大高さ R_z を示す。線粗さについてはレーザー顕微鏡の各測定結果から 10mm×11 lines の平均値を算出した。 l の増加に伴い、表面凹凸の深さに相当する R_{zjis} , R_a , R_z は増加する傾向にある。これは各投射距離における投射密度の差異による影響と考えられる。 l が 10cm の場合、他の投射距離に比して投射密度が高いため、投射中央部の鋼材表面が切削される。その結果、鋼材表面の凹凸が形成されず比較的粗さが小さくなったと考えられる。また、 θ の減少に伴い、 R_{zjis} , R_a , R_z は増加する傾向にある。特に、 $\theta=30, 60^\circ$ に比して 90° の粗さが小さい。これは θ が減少するにしたがって研削材の衝突力に比して研削力が増加したためと考えられる。このことから、粗さ形成と作業効率の観点からは l を 30-50cm とし、 θ を 30-60° とすることが適切であると言える。

投射距離を変化させた場合の鋼材の表面性状および断面形状を図-2 に示す。図中には θ を 90° , p を 0.7 N/mm² と一定とした場合を示している。 l が 10cm の場合、他の投射距離に比して表面が著しく減耗しており、中心部の板厚減少量は約 250μm になっている。また、断面曲線の粗さについては、他の投射距離に比して若干小さくなっている。一方、 l が 30, 50cm については、表面性状および断面形状に差異がほとんど無い。この結果から、 l が小さく投射密度が大きい場合、鋼材表面が著しく減耗するため粗さが小さくなると考えられる。したがって、鋼材表面の減耗を考慮し、塗膜や孔食を除去する目的以外は l を 30-50cm としてブラストする必要があると言える。

図-2 の表面性状のヒストグラムを図-3 に示す。図中には表面全体の平均粗さ r_{mean} , 最大粗さ r_{max} , 尖度 k , 歪度 s を示す。 r_{mean} と r_{max} については、それぞれ表面凹凸の絶対値の平均値および山谷部の各上位 5 点の平均値の和を算出した。 l が増加するにしたがって、 r_{mean} が増加する傾向にある。また、 l が 30, 50cm の場合の r_{max} , k および s は、10cm の場合に比して小さい。この結果から、 p , θ , l がそれぞれ 0.7 N/mm², 90° , 10cm 以下の場合、鋼材表面の凹凸部が少なく粗さも小さくなるため塗膜付着性能が低下しやすいと考えられる。

表-1 ブラスト施工条件

研削材	投射圧力 p (N/mm ²)	投射距離 l (cm)	投射角度 θ (°)	投射体積 v (cm ³)
スチールグリット (モース硬度: 10, JIS 粒度指数: 52.6, 比重: 7.4)	0.5	10	30	165
フェロニッケルスラグ (モース硬度: 7.5, JIS 粒度指数: 59.3, 比重: 3.0)	0.7	30	60	224
溶解アルミナサンド (モース硬度: 12, JIS 粒度指数: 57.8, 比重: 4.0)	0.9	50	90	275

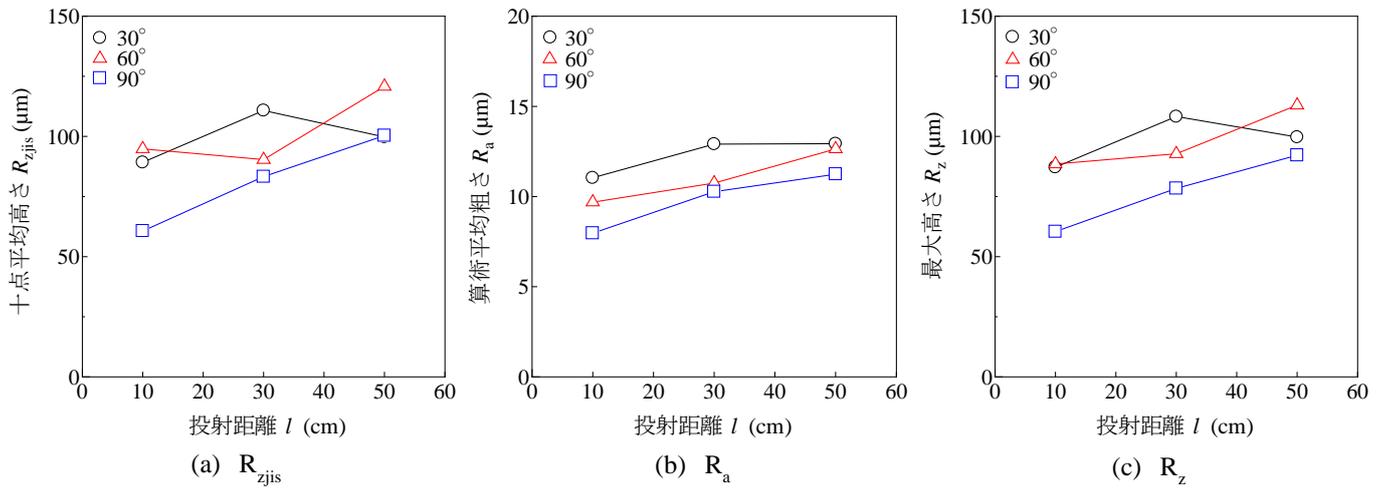


図-1 投射距離における線粗さ変化 ($p=0.7\text{N/mm}^2$)

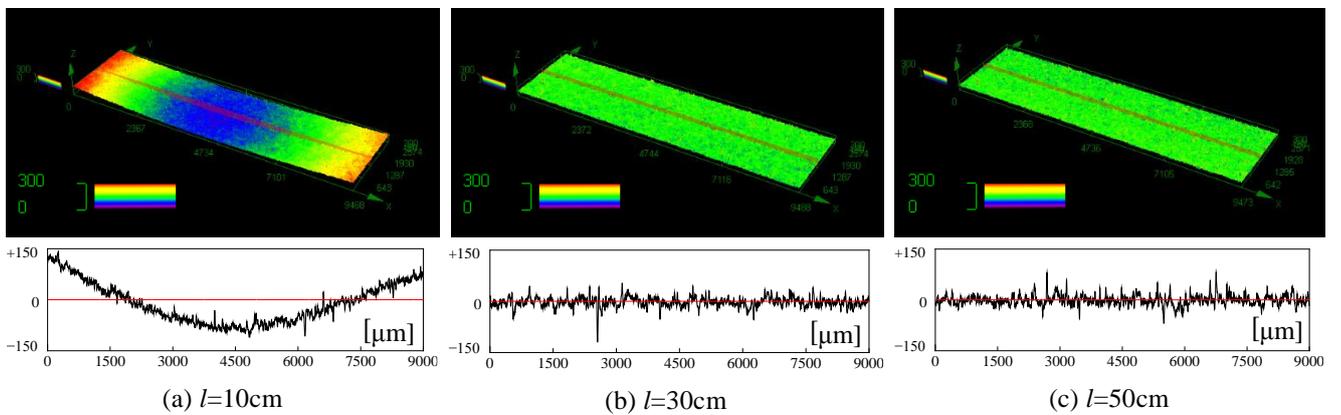


図-2 投射距離における表面性状と断面形状 ($p=0.7\text{N/mm}^2$, $\theta=90^\circ$)

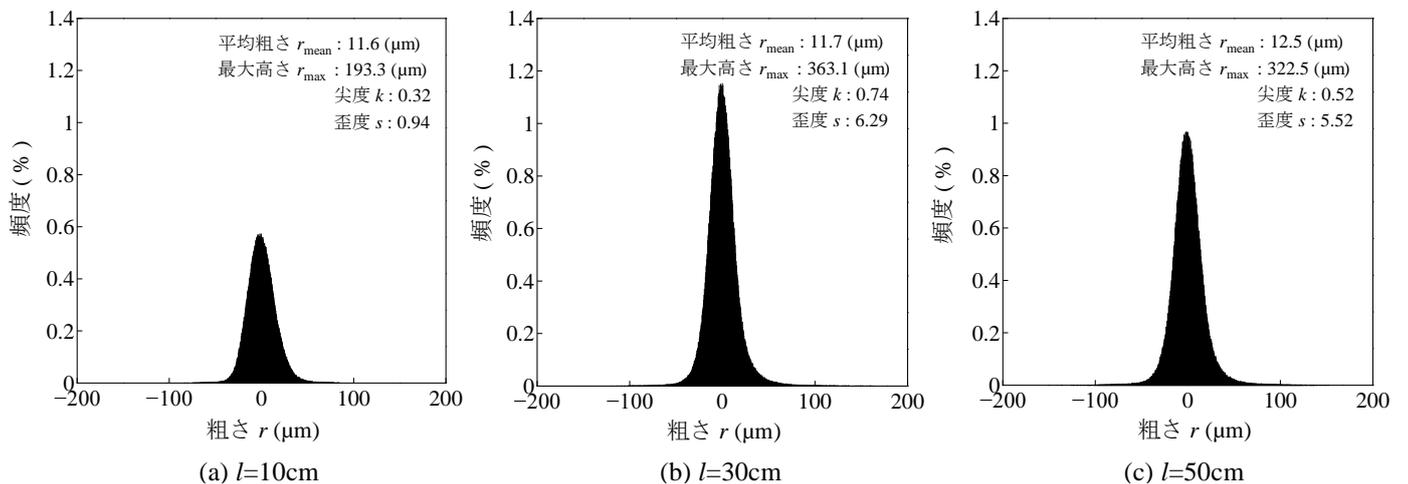


図-3 各投射距離における粗さ r の頻度分布 ($p=0.7\text{N/mm}^2$, $\theta=90^\circ$)

4. まとめ 本稿では研削材, 投射の圧力, 距離, 角度および体積のブラスト施工条件が鋼材の表面性状に及ぼす影響について検討した. 得られた主な結果を以下に示す.

- 1) 投射距離が増加するほど, 水平に対する投射角度が小さくなるほど, 線粗さが増加する.
- 2) 投射角度が 10cm 程度以下となる場合, 投射中央部の鋼材表面が著しくなるため, 塗膜や孔食を除去する目的以外は投射距離を 30-50cm とする必要がある. 今後は, ブラストの施工条件が静摩擦係数や塗膜の付着引張強度に及ぼす影響について検討する予定である.

参考文献 1) SSPC: Surface Preparation Commentary for Metal Substrates, SSPC-SP COM, 2015.