

ブラスト処理の施工条件が鋼材の表面粗さに及ぼす影響に関する基礎的研究

九州大学 正会員 ○藤井 基史
九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信

1. はじめに 鋼構造物において、ブラスト処理された鋼材表面の除錆度や粗さの検査には、表面形態比較器や携行型接触式粗さ計が用いられるため、微細な凹凸を測定することは困難とされる。鋼材の表面性状を表す1つの指標である粗さは、塗膜の形成や高力ボルト継手部のすべり特性などと密接な関係がある。しかし、ブラストの施工条件が鋼材表面の粗さに及ぼす影響については、不明な点が多い。本研究では、異なる施工条件でブラストした鋼板の表面の粗さをJIS 基準に基づき分析することで、粗さとブラストの施工条件との関係を検討した。鋼板の表面性状は、5nm 程度の垂直方向分解能を有する共焦点レーザー顕微鏡を用いて計測した。

2. 計測方法と粗さ曲線の算出方法 試験体に用いた鋼板は、100×100×9mm の JIS G 3101 SM400 材である。ブラストは ISO Sa2.5 で行い、表 1 に示すように、施工条件は実態を考慮した計 3 種類とした。顕微鏡の水平方向分解能とレーザーのスポット径はそれぞれ 0.25μm, 0.2μm として、試験体を計測した。なお、測定箇所は試験体の中央部とし、計測線長は評価長さ 40mm 以上（基準長さ 8,000μm の 5 倍以上）とした。

計測結果は、試験体表面の断面曲線の高さを離散的に表わしていると言える。結果には、粗さとは無関係なノイズが含まれているので、粗さ曲線は、1) JIS B 0632 に従って周波数帯域通過フィルター ($\lambda_s : 25\mu\text{m}, \lambda_c : 8,000\mu\text{m}$) を適用することで計測結果からノイズを除去する方法、および 2) 1) の結果から平均線の高さを減算する方法、で算出した。

3. 線粗さの分析結果 試験体 No.1 の表面性状の計測結果を図 1 に示す。ブラスト後の鋼材表面は、位置によらず同程度の凹凸となっている。各試験体の粗さ曲線を図 2 に示す。水平軸と垂直軸はそれぞれ計測線方向と計測点における高さを示している。高さ 0 には平均線が位置し、この線よりもプラス側は山の高さ、マイナス側は谷の深さを表している。それぞれの試験体の図 2 (a) は実際の幾何形状を表していると言えるが、水平軸、鉛直軸ともに等しく拡大すると図 2 (b) に示すように形状が明瞭になる。垂直軸の倍率に対して水平軸の倍率を小さく設定すると、図 2 (c), および (d) に示すように山や谷の形状は尖鋭となっている。各試験体の最も高い山の高さとも最も深い谷の深さを図 2 (c) に示す。試験体 No.1 の曲線は試験体 No.2 や No.3 に比して高さ方向の値の範囲が狭くなっている。

JIS B 0601 (2013) に基づき算出した各種粗さパラメータの値を図 3 に示す。試験体 No.1 の山と谷の高さのパラメータ ($R_z, R_p, R_v, R_z, R_t, R_c, R_{zjis}$) の値は、試験体 No.2 や No.3 に比して、低くなっている。高さ方向パラメータ (R_a, R_q, R_{sk}, R_{ku}) の値については、試験体 No.1 の R_a, R_q の値は小さいが R_{sk}, R_{ku} の絶対値は大きくなっている。この結果は試験体 No.1 の粗さ曲線は谷側が広く、所々に高い山や深い谷があることを意味している。横方向パラメータ (R_{Sm}, R_{Pc}) については試験体によらず、同程度になっている。したがって、各試験体の図 2 (a), および (d) の水平方向範囲では、粗さ曲線の周期性は類似していると考えられる。複合パラメータ ($R_{\Delta q}, R_{mr}(c)$, 粗さ曲線の高さの確率密度関数) の値については、試験体 No.1 の $R_{\Delta q}$ の値は試験体 No.2 や No.3 に比して小さくなっている。この結果は、試験体 No.1 の曲線は局所的な傾きが試験体 No.2 や No.3 に比して小さいことを意味している。負荷長さ率 $R_{mr}(c)$ の変数 c は深さを表し、最も高い山の位置で 0 となり、限界値は R_t に一致する。変数 c が 0 から増大し平均線に近づくにしたがって、曲線の傾きはいずれの試験体とも大きくなる。3 種類の試験体の中では、試験体 No.1 の傾きが最も大きくなっている。試験体 No.1 の確率密度関数は試験体 No.2 や No.3 に比して平均線近傍で高い値を示しており、試験体 No.1 の $R_{mr}(c)$ の傾きの大きさと相関している。

4. まとめ 1) フェロニッケルスラグを用いた場合、山と谷のパラメータ、および高さ方向パラメータの値は比較的小さくなる傾向にある。2) 1) の結果から、施工条件のパラメータ値を実現するためには、適切な研掃材を選択する必要がある。今後は、研掃材をパラメトリックに変化させた施工条件でブラストを行うことで、研掃材の違いが鋼材の表面性状に及ぼす影響を定量的に検討する予定である。

表 1 各試験体のブラストの施工条件

		No.1	No.2	No.3
研掃材	種類	非金属系-造鉱物	金属系	非金属系-造鉱物
	呼称	フェロニッケルスラグ	鑄鉄グリッド	銅スラグ
	粒径(mm)	0.3~1.7	0.425~1.18	0.2~1.4
空気圧	(N/mm ²)	0.7	0.7	0.7
ノズル径	(mm)	12	11	12
投射時間	(s)	3	15	3
投射距離	(cm)	60	40	60

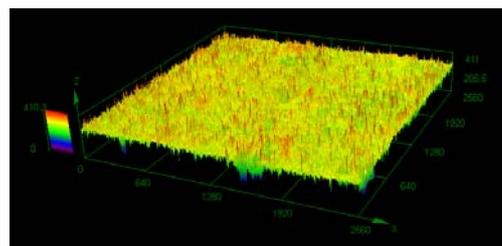


図 1 試験体 No.1 の表面性状

キーワード：ブラスト、表面性状、粗さ曲線、粗さパラメータ、除錆度

連絡先：九州大学工学府都市環境システム工学専攻 〒812-0395 福岡市西区元岡 744 番地 TEL&FAX : 092-802-3392

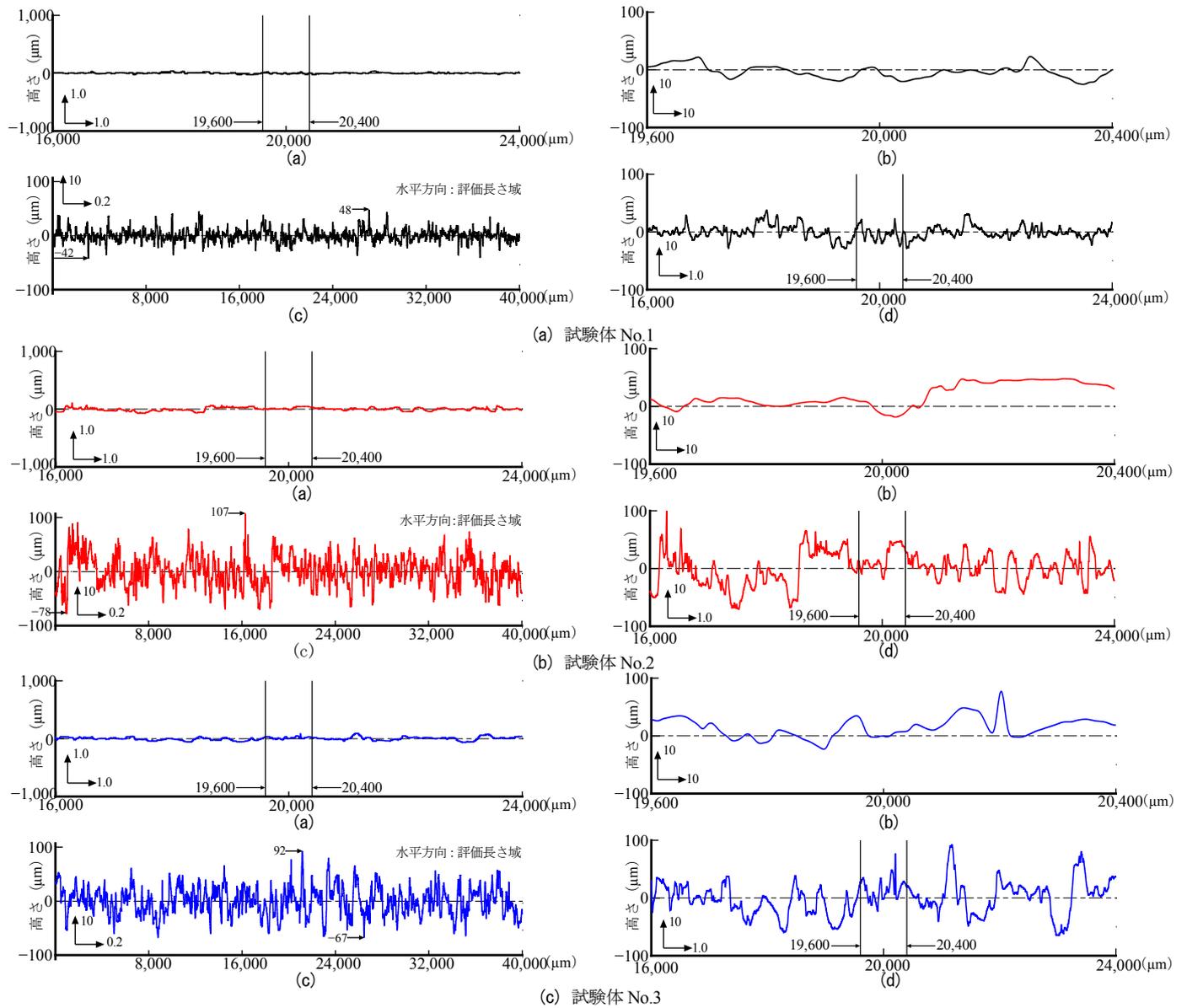


図2 粗さ曲線図 (水平方向基準長さ域, 水平方向限定長さ域)

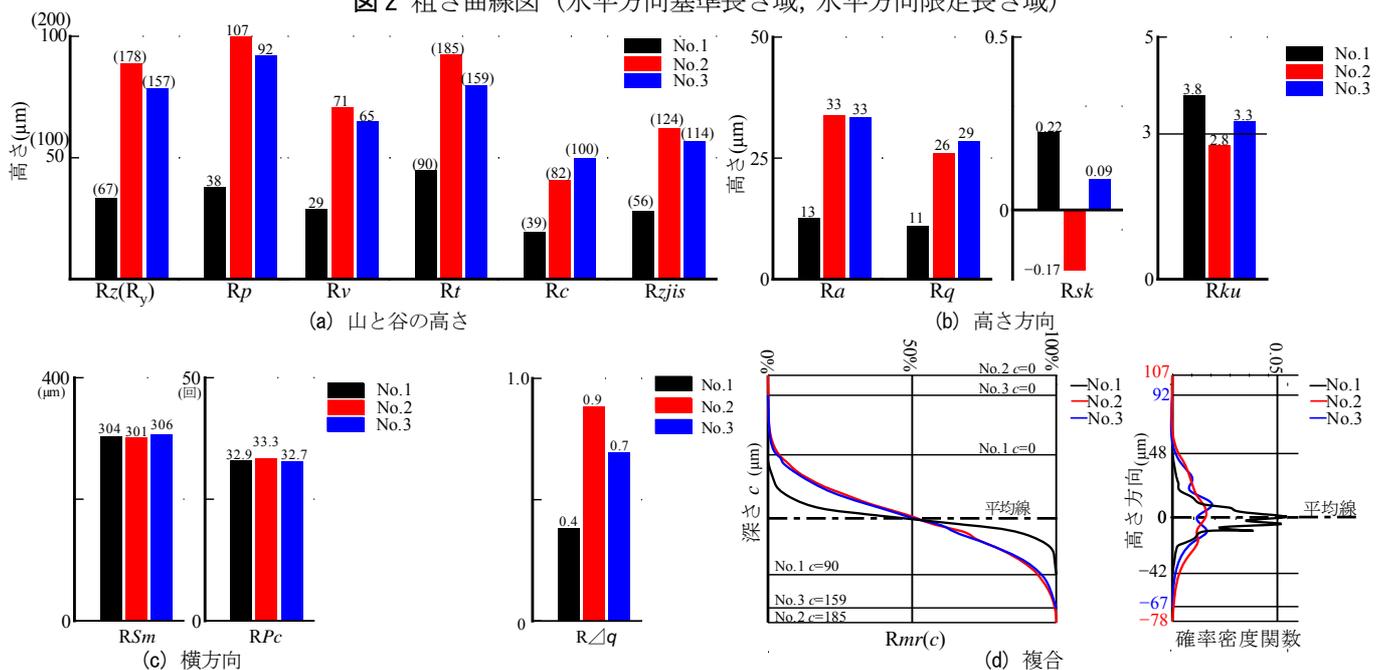


図3 粗さ曲線の各種パラメータの値

参考文献 1) 日本規格協会: 製品の幾何特性 (GPS) - 表面性状: 輪郭曲線方式-用語, 定義及び表面性状パラメータ, JIS B 0601, 2013.