

レーザー顕微鏡による表面粗さの測定について

1. はじめに

表面粗さは、測定物の表面性状（「つるつる」や「ざらざら」）を数値で表したものです。表面粗さを測定する方法には、大きく分けて「接触式」と「非接触式」の2つの方式があります。「接触式」は触針と呼ばれる先のとがったダイヤモンド製の針が試料を直接なぞることにより表面の凹凸を測定するもので、表面粗さ測定に広く用いられています。これに対して、「非接触式」は光を使用したもので、共焦点方式を利用したレーザー顕微鏡、白色干渉方式を利用した白色干渉計などがあります。「非接触式」による測定値は試料の表面状態、反射率、形状などに影響されやすいものの¹⁾、試料を傷つけることなく表面粗さを測定できるメリットがあります²⁾³⁾。

県央技術支援センターでは「接触式」と「非接触式」の両方の方式で表面粗さを測定することができます。ここでは、表面粗さの異なる複数の試料を測定したときに、測定値がどの程度一致するのかについて調べた結果を紹介します。

2. 実験方法

測定した試料は、各種の表面仕上げされたステンレス鋼板 SUS304、SUS430 およびチタン合金板⁴⁾⁵⁾です。図1にこれらの試料の概要を示します。

測定に用いた機器は次のとおりです。

- ・接触式・・・アメテック（株）製粗さ測定機（フォームタリサーフ PGI430）
先端半径 $2\mu\text{m}$ 、円錐角 60° のダイヤモンド製触針を使用
- ・非接触式・・・オリンパス（株）製レーザー顕微鏡（LEXT-OLS4100）
倍率 50 倍、開口数 0.95 の対物レンズを使用

表面粗さの測定は接触式の規格（JIS B 0633: 2001）に準拠して行いました。各試料につき 10 回ずつ測定し、算術平均粗さ R_a と最大高さ粗さ R_z を求めました。測定方向は、加工方向が一定の試料は加工方向に対して直交方向とし、加工方向が決まっていない試料は任意方向としました。各試料につき、 R_a と R_z の 10 個の平均値および Student の t 分布による 95% 信頼限界を求めました。

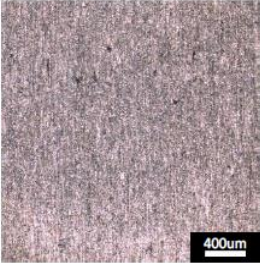
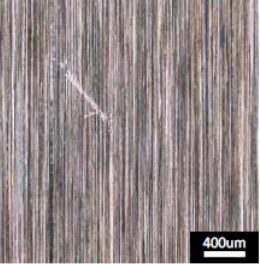
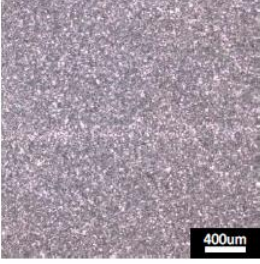
	<p>No.2D ・ SUS304 鋼板 冷間圧延後，大気焼鈍，酸洗したもの。</p>		<p>No.2D-S ・ チタン合金板 冷間圧延後，大気焼鈍，ソルト焼入れ，酸洗したもの。</p>
	<p>No.2B ・ SUS304 鋼板 ・ SUS430 鋼板 ・ チタン合金板 No.2D 仕上げ後，スキンパス圧延したもの。</p>		<p>No.4 ・ SUS304 鋼板 ・ SUS430 鋼板 #150～#180 で研磨したもの。</p>
	<p>#400 バフ ・ SUS304 鋼板 ・ SUS430 鋼板 No.2B 仕上げ後，#400 相当の反射率を持つようバフ研磨したもの。</p>		<p>No.7 ・ チタン合金板 #400 バフ仕上げより反射率が良いようバフ研磨したもの。</p>
	<p>BA ・ チタン合金板 冷間圧延後，真空焼鈍したもの。</p>		<p>BA-S ・ チタン合金板 冷間圧延後，真空焼鈍，スキンパス圧延したもの。</p>
	<p>DS ・ SUS430 鋼板 冷間圧延後，大気焼鈍したもの。</p>		<p>HL ・ SUS304 鋼板 ・ SUS430 鋼板 適当な粒度の研磨剤で連続した磨き目が付くよう研磨したもの。</p>
	<p>ブラスト ・ チタン合金板 アルミナ，サンド，ガラスビーズなど投射材によりブラスト仕上げしたもの。</p>		

図1 測定した SUS304 鋼板， SUS430 鋼板， チタン合金板の表面仕上げの概要
 (各図は試料表面のレーザー顕微鏡像)

3. 実験結果および考察

図2と図3に、同じ試料を接触式と非接触式で測定した粗さ曲線の比較例を示しました。図2はSUS430鋼板のDS仕上げの結果で、図3はチタン合金板のNo.2B仕上げの結果です。図2と図3より、接触式と非接触式の粗さ曲線はよく似ていることが分かります。図1に示したその他の試料についても、粗さ曲線は接触式と非接触式でよく似た結果が得られました。

表1に、接触式と非接触式による粗さパラメータの平均値とその95%信頼限界を示します。表1より、接触式と非接触式による粗さパラメータはほぼ一致していることが分かります。

表1の結果を用いて接触式と非接触式による粗さパラメータを比較したものを図4に示しました。図中の白丸は粗さパラメータの平均値で、直線は粗さパラメータの各点に最小二乗法を当てはめたものです。 R_a 、 R_z ともに、直線の勾配が1に近い値を示したことから、本実験で測定した試料については、非接触式による測定値は接触式による測定値と概ね一致する結果が得られました。

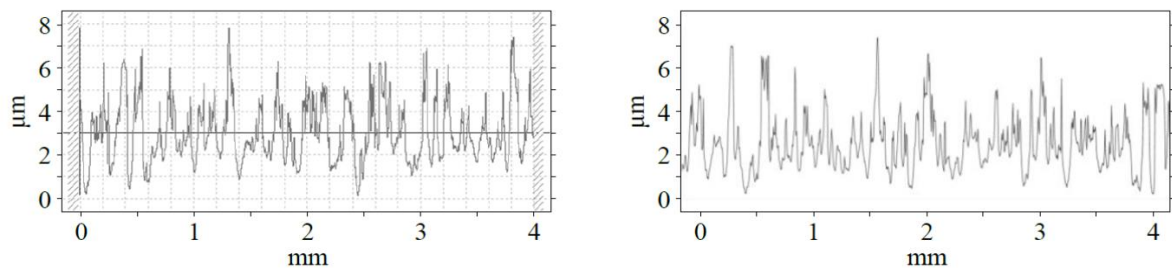


図2 SUS430鋼板 DS仕上げの粗さ曲線 (左：接触式、右：非接触式)

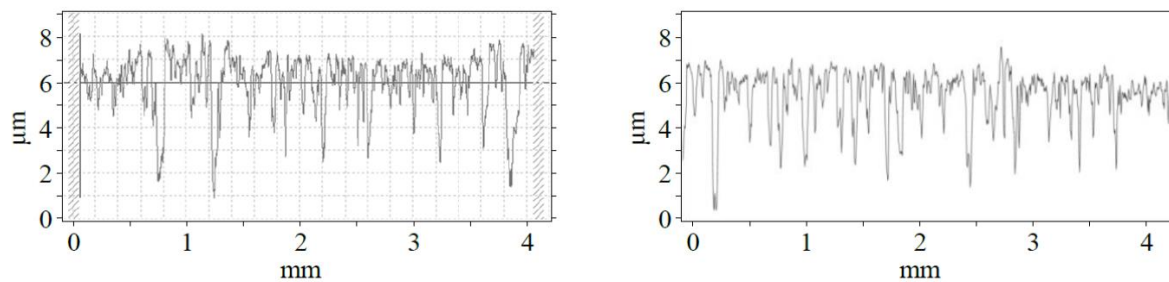


図3 チタン合金板 No.2B仕上げ (左：接触式、右：非接触式)

表1 接触式と非接触式による粗さパラメータの平均値とその95%信頼限界

		算術平均粗さ $Ra(\mu\text{m})$		最大高さ粗さ $Rz(\mu\text{m})$	
		接触式	非接触式	接触式	非接触式
SUS304 鋼板	HL	0.441±0.075	0.422±0.042	4.80±1.73	4.43±0.84
	No.4	0.164±0.018	0.167±0.019	1.73±0.43	1.60±0.34
	No.2D	0.147±0.014	0.154±0.016	1.37±0.24	1.46±0.26
	No.2B	0.064±0.013	0.072±0.018	0.864±0.286	0.874±0.215
	#400 バフ	0.030±0.005	0.031±0.004	0.252±0.092	0.246±0.050
SUS430 鋼板	DS	1.16±0.25	1.12±0.24	6.42±0.71	6.37±0.64
	HL	0.480±0.043	0.481±0.039	4.94±0.66	5.14±0.65
	No.4	0.157±0.011	0.161±0.014	1.66±0.24	1.60±0.35
	No.2B	0.050±0.006	0.050±0.010	0.396±0.128	0.392±0.160
	#400 バフ	0.036±0.006	0.034±0.006	0.317±0.175	0.290±0.109
チタン 合金板	ブラスト	1.01±0.07	1.05±0.10	7.66±0.66	8.07±1.35
	No.2B	0.767±0.222	0.731±0.168	5.17±1.71	4.86±1.05
	No.7	0.668±0.096	0.675±0.094	5.67±1.03	5.36±1.06
	No.2D-S	0.569±0.126	0.590±0.152	4.84±0.74	5.21±1.09
	BA	0.386±0.049	0.411±0.080	3.22±1.06	3.37±1.08
	BA-S	0.247±0.044	0.250±0.040	2.09±0.58	2.18±0.57

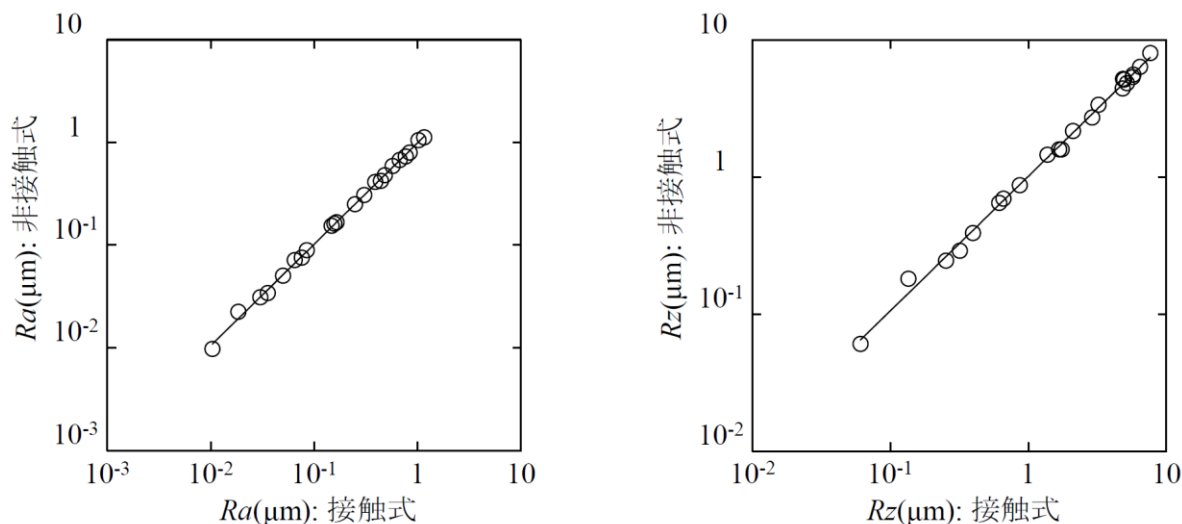


図4 接触式と非接触式による粗さパラメータの比較 (左: Ra 、右: Rz)

文献

- 1) <http://microscopelabo.jp/trend/009/>, レーザー顕微鏡による非接触表面粗さ計測, 「OLYMPUS ホームページ」, 平成 28 年 3 月 14 日確認
- 2) 藤井章弘ら, "3D 測定レーザー顕微鏡 OLS4000 による 3D 表面性状計測", OplusE 6 月号, 2009, 1~5 ページ
- 3) 佐藤壽芳, "超精密非接触表面形状測定法について", 生産研究 第 39 卷 第 6 号, 1987, 201~208 ページ
- 4) (株) 日本金属工業, "表面仕上げ記号の摘要", NTK ステンレス鋼表面仕上げサンプルブック
- 5) (株) 神戸製鋼所, "表面仕上げ記号の摘要" チタン表面仕上げサンプルブック

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所

県央技術支援センター 齋藤 雄治

TEL：0256-32-5271 FAX：0256-35-7228