

表面粗さパラメータの相関性について

ものづくり開発室 山畑 利行, 秋元 誠司, 新保 栄一

Correlativity of Surface Roughness-Parameters between 2001 JIS and 1994 JIS

Toshiyuki YAMAHATA, Seiji AKIMOTO and Eiichi SHINBO

2001年に表面粗さ関連の JIS が改訂されており、これまでの1994年 JIS に準拠した表面粗さ測定機で測定した粗さ値がどこまで2001年 JIS に対応しているのかを確認するために、新旧 JIS の粗さパラメータについての相関性や相違性を調べた。スタイラス形状や測定力を変えた条件で、研削面について比較実験を行った。

その結果、Ra については百分率誤差が±5%程度であり、相関性も高いことを確認した。また、Rz については相関性は高いが、測定の際のばらつきや百分率誤差が大きいことを確認した。粗さパラメータの測定値は、スタイラス先端半径の大きさによる影響が多少あることを確認した。

1. はじめに

高性能、高機能を目指した工業製品の製造においては、製品の表面粗さを設計値通りに加工することが、製品の機能を保証する一つの重要なファクタとなっている。表面粗さ関連の JIS が2001年に新しく改正されたが、従来の JIS に準拠した表面粗さ測定機では新 JIS の粗さパラメータの定義を完全には満たしていない。そのため、JIS を準拠するには解析ソフトや測定装置（検出部や電気制御部等）のアップグレードまたは測定機器の更新（買い換え）が必要となる。しかしながら、企業においては、コスト面等から測定装置の切り替えが順調には進んでいない。従来の表面粗さ測定機や旧粗さパラメータを使用している企業はまだ多数あると思われる。

そこで、経過措置として、旧 JIS 対応の測定機で測定した粗さパラメータと新 JIS 対応の測定機で測定した粗さパラメータとの相関性について検討することで、ある程度、旧 JIS の粗さパラメータ測定値で代用できる可能性があると考えられる。

本研究では、新 JIS で測定した粗さデータと旧 JIS で測定した粗さデータとを比較して、粗さパラメータについて相関性や相違性等について実験的に検討した。本年度は、スタイラス形状と測定力を変えた条件で、研削面について検

討を行った。

2. 表面粗さJISの推移

表1には、2001年に改訂された粗さパラメータの JIS-2001と JIS-1994との違いを表す。JIS-2001では、指示がない限りはスタイラスの先端部形状は円すい形でテーパ角度: α が 60° 、先端半径: r_{tip} が $2\mu\text{m}$ 、測定力: f は 0.75mN と指定さ

表1 新旧粗さパラメータ

粗さパラメータ	JIS B 0601 1994	JIS B 0601 2001
最大山高さ	-	Rp
最大谷深さ	-	Rv
最大高さ	Ry	Rz
要素の平均高さ	-	Rc
最大断面高さ	-	Rt
算術平均高さ	Ra	Ra
二乗平均平方根高さ	-	Rq
スキューネス	-	Rsk
クルトシス	-	Rku
平均長さ	Sm	RSm
二乗平均平方根傾斜	-	RΔq
負荷長さ率	tp	Rmr (c)
切断レベル差	-	Rδc
相対負荷長さ率	-	Rmr
十点平均粗さ	Rz	RzJIS
中心線平均粗さ(暫定)	-	Ra75
局部山頂の平均間隔	S	-

れている。改訂される前の JIS-1994は、 $\alpha=60^\circ$ または 90° であり、 $rtip=2\mu m$ のとき $f=0.7mN$ 、 $rtip=5\mu m$ のとき $f=4mN$ 、 $rtip=10\mu m$ のとき $f=16mN$ となっており、先端半径毎に測定力が指定されていた。また、JIS-2001では粗さ成分より短い波長をカットする低域フィルタ λ_s を新規に採用している。さらに、粗さパラメータの種類については、6個から16個に大幅に増えている。

3. 実験方法

実験には、7種類の粗さの違う研削加工を施した平面板試料を使用した。Ra 値は、約0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2, 1.6, 3.0 μm に研削されている。また、試料番号は、Ra 値が小さい順にそれぞれ No. 1から No. 7とした。

使用測定機は、JIS-2001規格対応機種としてミットヨ製 SV-600(東葛テクノプラザ所有)、JIS-1994対応機種としてミットヨ製の SV-700・3D を使用した。SV-700・3D は、JIS-2001を準拠していないが、ISO に対応している機種であるので、JIS-2001粗さパラメータの一部を表記できる機能がある。

Ra, Rq, Rku, Rp, Rv, Rz (最大高さ), Rt, RSm, R δ c, Rsk, R Δ q, Rmr(c)の12種類の粗さパラメータについて調べた。予備実験で Rsk, R Δ q, Rmr(c)については、新旧 JIS の差違があまりにも大きいことがわかり、今回の実験では除外した。そこで、Ra, Rq, Rku, Rp, Rv, Rz, Rt, RSm, R δ c の9種類を実験対象の粗さパラメータとした。

測定は、連続した3つの評価長さで行い測定回数は5回ずつとした。なお、評価長さは JIS の規定通りの基準長さの5倍の長さで測定した。測定位置については、2つの粗さ測定機の測定テーブルに試料を載せ、ほぼ同一測定箇所になるように基準マークに合わせて、目視で位置決めをした。実験に使用したスタイラスは、① $rtip=5\mu m$, $\alpha=90^\circ$, $f=4mN$ ② $rtip=2\mu m$, $\alpha=90^\circ$, $f=4mN$ ③ $rtip=2\mu m$, $\alpha=60^\circ$, $f=0.75mN$ の3条件とした。

JIS-2001と JIS-1994の差異を調べるために、百分率誤差率 : e を求めた。JIS-2001の粗さパラメータ測定値を Rn, JIS-1994の粗さパラメータ測定値を Ro とすると、

百分率誤差率 : e は、

$$e = (Ro - Rn) / Rn \times 100$$

で表すことにした。

4. 実験結果及び考察

4.1 測定のばらつきについて

SV-600と SV-700・3D の2機種で測定する場合には、測定線を全く同じにすることは、困難である。そこで、目視によって測定位置の位置決めをして、粗さ測定にどの程度のばらつきがあるかを調べた。

図1は、スタイラスがほぼ同一箇所を走査するようにして、粗さパラメータ毎のばらつき度合いを調べた結果を示す。5回の測定結果から、粗さパラメータ測定値の平均値 : R_{AV} と標準偏差 : σ を求め、 $2\sigma / R_{AV} \times 100$ を算出してばらつきの度合いをグラフ化した。

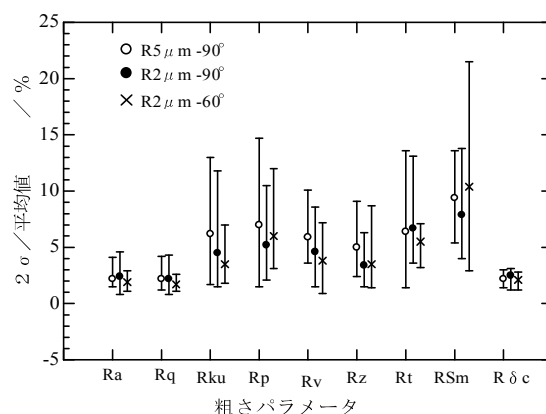


図1 測定のばらつき

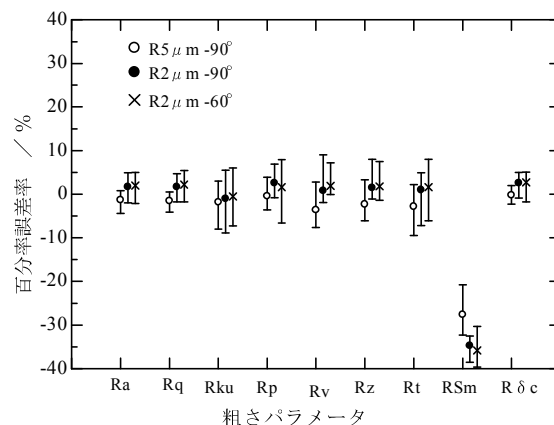


図2 粗さパラメータの百分率誤差率

スタイラスの3条件のすべてにおいて, R_a , R_q , $R_{\Delta c}$ の3つのパラメータでは, $2\sigma / R_{AV}$ が5%以下で比較的ばらつきが小さい。また, R_{ku} , R_p , R_v , R_z , R_t , R_{Sm} については9%以上となり大きいばらつきを示す。特に, R_{Sm} では $rtip=$

$2\mu m$, $\alpha=60^\circ$ のスタイラスを使用したときが最もばらつきが大きい。測定位置の位置決め精度の誤差が, 粗さパラメータに大きく依存すると思われる。

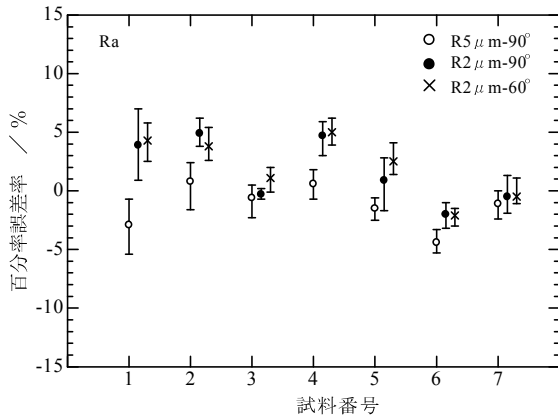


図3 R_a の百分率誤差率

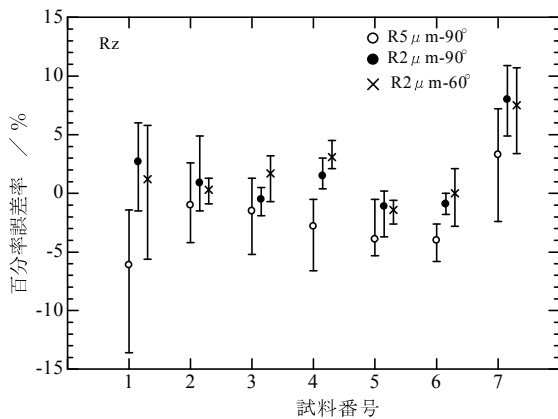


図4 R_z の百分率誤差率

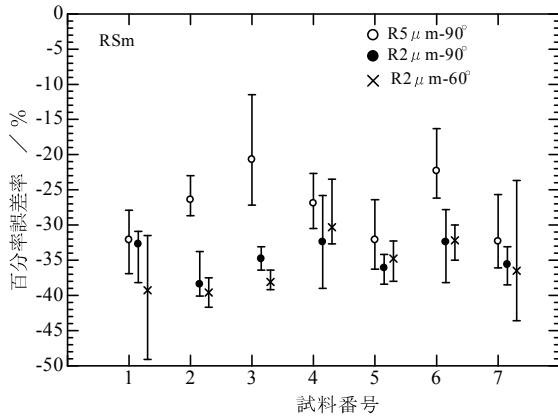


図5 R_{Sm} の百分率誤差率

4.2 新旧JISの相違性について

図2に JIS-2001に対する JIS-1994の百分率誤差率を示す。3区間の評価長さの平均値を算出し, 5回の測定平均を求めた値から9個のパラメータの百分率誤差率を算出したものである。7個の試料における平均値と最大値, 最小値を示す。 R_a , R_q , $R_{\Delta c}$ の3つの粗さパラメータについては百分率誤差が約 $\pm 5\%$ 以内であり, 比較的百分率誤差が小さいと言える。

また, 図3~図5は1回目から5回の測定平均を求めた値から各試料の百分率誤差率を算出したものである。図はそれぞれ R_a , R_z , R_{Sm} の百分率誤差率を示す。 R_a については, 試料毎の百分率誤差が最大幅 $+7\% \sim -6\%$ であり, 3つの粗さパラメータの中では最も小さい。 R_z については, 百分率誤差が $+11\% \sim -14\%$ でやや誤差幅が大きい。 R_{Sm} については, 百分率誤差 $-10\% \sim -49\%$ であり, 大きい誤差である。 R_{Sm} については, JIS-1994で測定した粗さ値をそのまま代用することは無理である。

また, R_a , R_z においては, 全般的に $rtip=5\mu m$ のスタイラスの測定の方が $rtip=2\mu m$ よりも百分率誤差が小さい。これは, スタイラス先端半

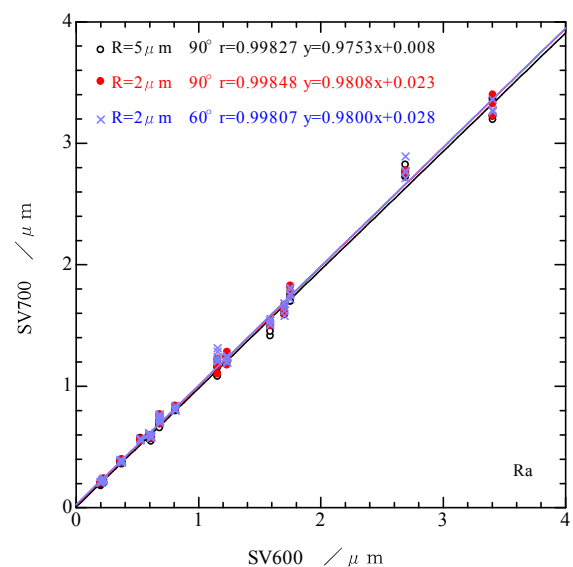


図6 R_a の相関性

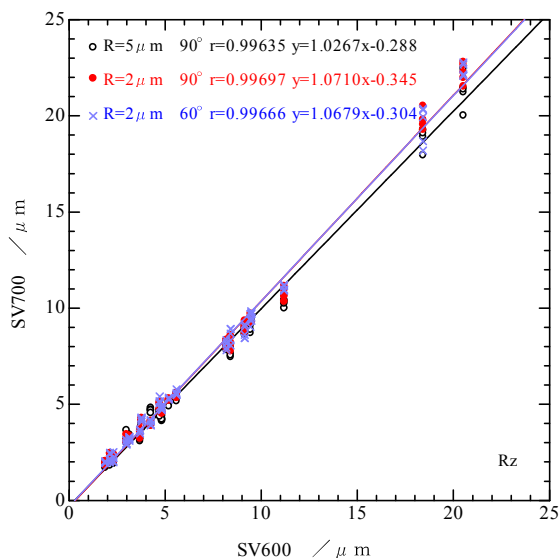


図7 Rzの相関性

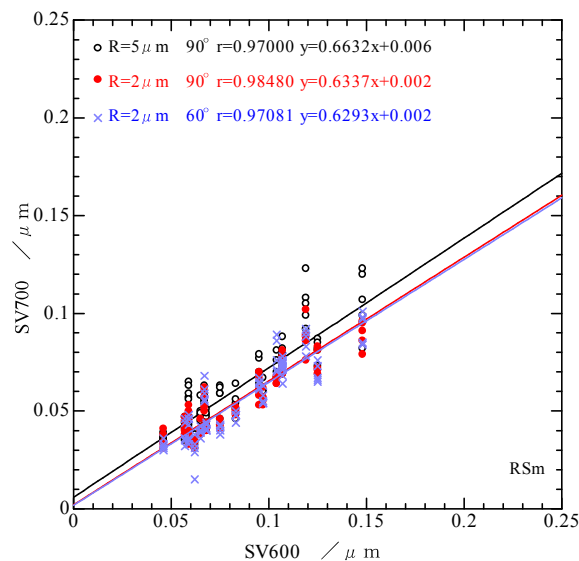


図8 RSmの相関性

径が小さい方が粗さ断面の微細な深さまでトレースできることによるものと考えられる。

総合的にみて、JIS-1994の機種に $rtip=2\mu\text{ m}$ のスタイラスを装着すれば、 R_a に関してはある程度 JIS-2001に近い値になると予想できる。

4.3 新旧粗さJISの相関性について

JIS-1994 (対応機種 SV700・3D)と JIS-2001 (対応機種 SV-600) の粗さパラメータの測定値についての相関性を図6～図8に示す。

R_a についてはスタイラスの3条件のすべてが、相関係数 r が0.998以上であり、新旧 JIS 間においては高い正の相関性があると言える。 R_z については $r=0.996\sim 0.997$ であり、正の相関性がある。回帰直線の切片が $-0.288\mu\text{ m}\sim -0.345\mu\text{ m}$ であり、0点からの誤差があるために、回帰式をそのまま補正式として適用するには問題である。 R_{Sm} については、 $r=0.970\sim 0.985$ であり、相関性は R_a や R_z と比べると劣る。百分率誤差が大きいことと合わせて判断すると、 R_{Sm}

については信頼性のある実験式を提供するのは難しいと考えられる。

5. まとめ

新旧 JIS の規格による粗さパラメータの相関性や相違性を調べた結果、次の結果が得られた。

- 1) R_a については百分率誤差が $\pm 5\%$ 程度であり、相関性も高いことを確認した。
- 2) R_z については相関性は高いが、測定の際のばらつきや百分率誤差が大きいことを確認した。
- 3) R_{Sm} については百分率誤差が -20% 以上もあり、測定値を JIS-2001 に代用することは難しいことを確認した。
- 4) R_q と $R_{\delta c}$ については、百分率誤差が $\pm 5\%$ 程度であり、相関性も高いことを確認した。
- 5) R_a , R_z においては、全般的に $rtip=5\mu\text{ m}$ のスタイラスの測定の方が $rtip=2\mu\text{ m}$ よりも百分率誤差が小さいことを確認した。