

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, 嶋田 博, 秋元 誠司

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

Toshiyuki YAMAHATA, Seiji AKIMOTO and Hiroshi SHIMADA

2001年JISと1994年JISに準拠した2つの表面粗さ測定機で粗さパラメータを測定して、新旧JISにおける粗さパラメータについての相関性や相違性を調べた。今回は粗さの対象面を研削面のみについて実験を行った。

その結果、横方向の粗さパラメータ R_{sm} においては、旧JIS測定値は新JIS測定値よりも30%程度小さい値になることを確認した。また、 R_a , R_q , $R_{\delta c}$ については百分率誤差が小さく、正の相関性が高いことを確認した。

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のアップグレードまたは測定機器の更新が必要となる。

新JISの移行までの経過措置として、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。

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。今回は対象面を研削面に絞って、検討を行った。

2. 表面粗さJISの推移

2001年に新しく表面粗さのJISが改訂されたが、1994年JISとの大きな違いを列挙する。2001年JISでは、特に指示がない限り、スタイラスの先端部形状が円すい形 60° 、先端半径が $2\mu m$ 、測定力 $0.75mN$ と指定された。それまでは、スタイラスの先端部形状は円すい形 60° または 90° であり、先端半径と測定力は $2\mu m$ のとき $0.7mN$ 、 $5\mu m$ のとき $4mN$ 、 $10\mu m$ のとき $16mN$ と指定されていた。デジタル処理

が可能になり、2001年JISでは粗さよりさらに短い波長をカットする低域フィルタ λ_s を新しく採用した。表1に示すように、2001年JISでは粗さパラメータが6個から16個に大幅に増えた。

3. 実験方法

研削を施した粗さの違う7種類の試料を使用し、 R_a で約 $0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2, 1.6, 3.0\mu m$ とし、 R_a

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	-	R_p
最大谷深さ	-	R_v
最大高さ	R_y	R_z
要素の平均高さ	-	R_c
最大断面高さ	-	R_t
算術平均高さ	R_a	R_a
二乗平均平方根高さ	-	R_q
スキューネス	-	R_{sk}
クルトシス	-	R_{ku}
平均長さ	S_m	R_{Sm}
二乗平均平方根傾斜	-	$R_{\Delta q}$
負荷長さ率	tp	$R_{mr}(c)$
切断レベル差	-	$R_{\delta c}$
相対負荷長さ率	-	R_{mr}
十点平均粗さ	R_z	R_{zJIS}
中心線平均粗さ(暫定)	-	R_{a75}
局部山頂の平均間隔	S	-

値の小さい順に試料番号をNo. 1からNo. 7とした。

使用測定機は、2001年JIS規格対応機種としてミツトヨ製SV-600（東葛テクノプラザ所有）、1994年JIS対応機種としてミツトヨ製のSV-700・3Dを使用した。

粗さパラメータはRa, Rq, Rku, Rp, Rv, Rz, Rt, RSm, Rδc（ただし、Rzは最大高さ）の9種類について調べた。Rmr(c)については、表面粗さ測定機間で計算アルゴリズムの違いがあり、大きい差が生じたために、今回の実験では対象外とした。また、Rq, Rku, Rp, Rv, Rt, Rδcについては、1994年のJISにはないパラメータであるが、SV-700・3DではISO対応機種のため粗さパラメータを計算できることがわかった。そこで、スタイラスの先端部形状が円すい形90°、先端半径が5μm、測定力4mNの測定条件で上記8個の粗さパラメータについても同時に測定した。

測定箇所は連続した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。

新JISと旧JISの差異を調べるために、百分率誤差率：eを求めた。新JISの粗さパラメータ測定値をRn、旧JIS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。

4. 実験結果及び考察

4.1 測定試料の粗さのばらつきについて

おおよその同一箇所を5回測定したが、その粗さパラメータのばらつきを調べてみたのが図1である。5回の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、 $\sigma / R_{AV} \times 100$ を算出してばらつきを調べた。

Ra, Rq, Rδcについては σ / R_{AV} が5%以下で比較的ばらつきが小さい。JISでは、粗さ標準片の誤差範囲が±5%以内と規定されているところから判断すると、ばらつきが5%以内であるこの3つの粗さパラメータについては、許容範囲内とみなすことができる。

Rku, Rp, Rv, Rz, Rt, RSmについては9%以上となり大きいばらつきを示す。

4.2 百分率誤差率について

図2に新JISに対する旧JIS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百分率誤差率を算出した

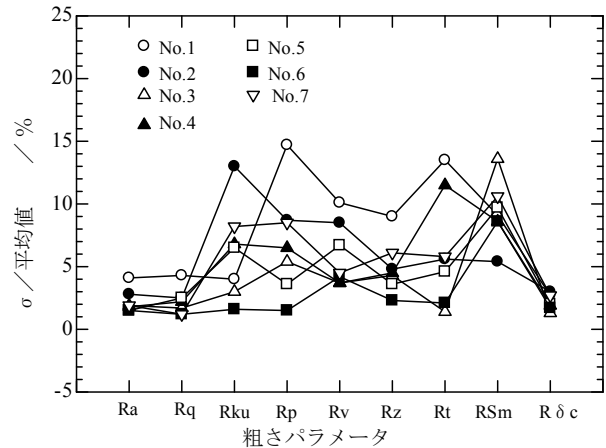


図1 測定のばらつき

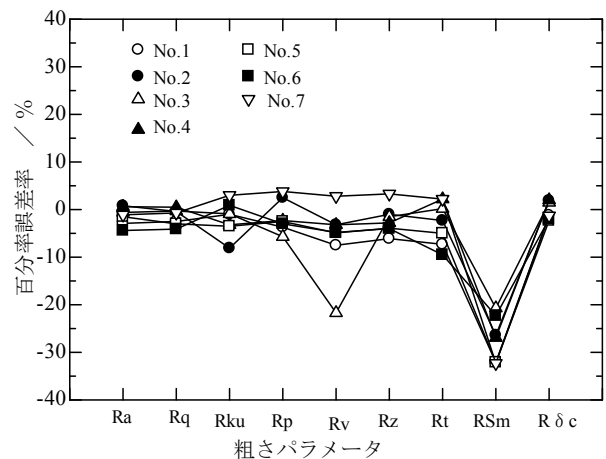


図2 粗さパラメータの百分率誤差率

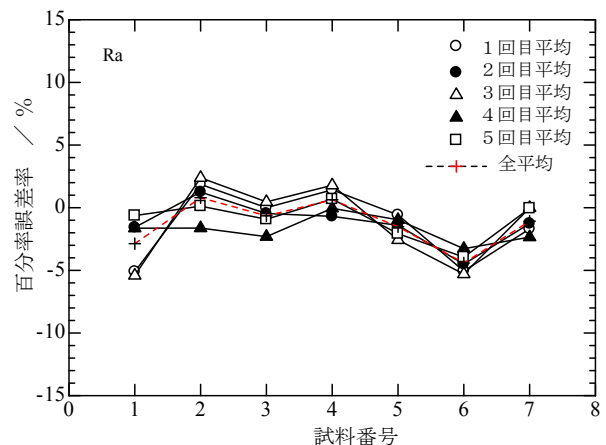


図3 Raの百分率誤差率

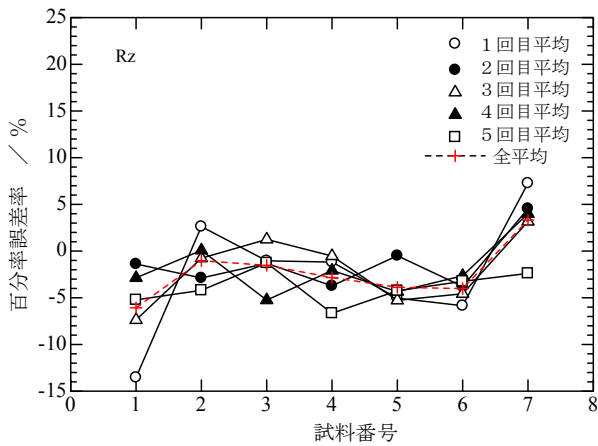


図4 Rzの百分率誤差率

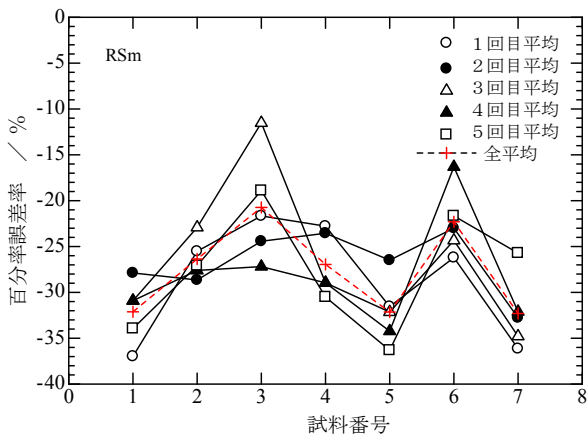


図5 RSmの百分率誤差率

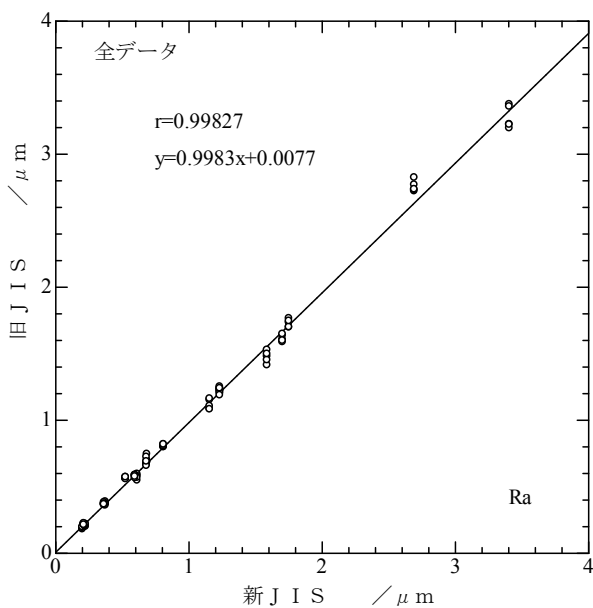


図6 Raの相関性

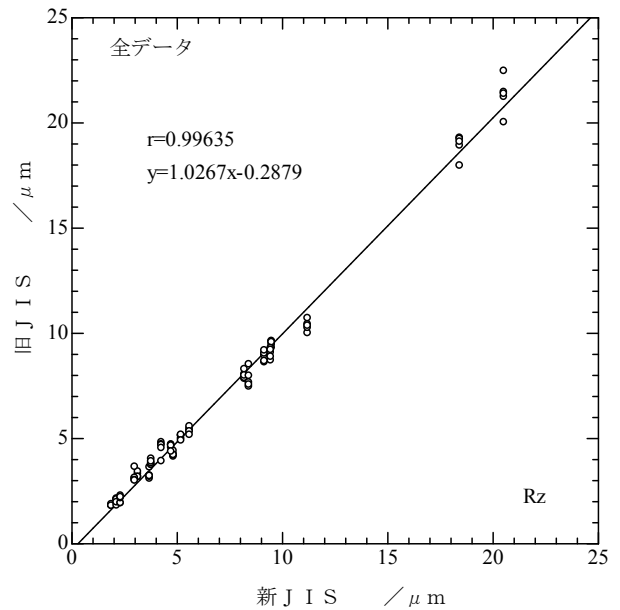


図7 Rzの相関性

ものである。また、図3から図5は、1回目から5回目の各測定と平均値のRa, Rz, RSmの百分率誤差率を示す。

Rskでは、eが試料No. 7(Raで $3.0 \mu\text{m}$)の場合に170%以上となり、粗さ試料の違いによっては大きい差異がある。

RSmについてはeは-32.3から-20.7%であり、負方向に大きい誤差がある。これは、スタイラスの円すい角度が大きいため生じるものと考えられる。RSmについては、旧JISの粗さ測定値をそのまま代用するのは、無理である。

Ra, Rq, Rdcについてはeは-4%以下であり、比較的新旧JISによる差異が少ない粗さパラメータとみなせる。この程度の誤差であれば、研削面に限れば、旧JISの規格で測定した粗さもある程度使用できる可能性がある。

Rzについては、eは-6.1から3.3%であり、比較的eは小さい方であるが、粗さのばらつきが問題である。Rzについては、旧JISの粗さ測定値をそのまま代用するのは、無理であり検討を要する。

4.3 新旧粗さJISの相関性について

図6から図8には新JIS粗さパラメータと旧JIS粗さパラメータとの相関性を示す。

Raについては相関係数:rが0.99827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。Raについては、補正することで旧JISの粗さ測定値を新JIS測定値に変換できると考えられる。

Rzについては $r=0.99635$ であり、正の相関性があ

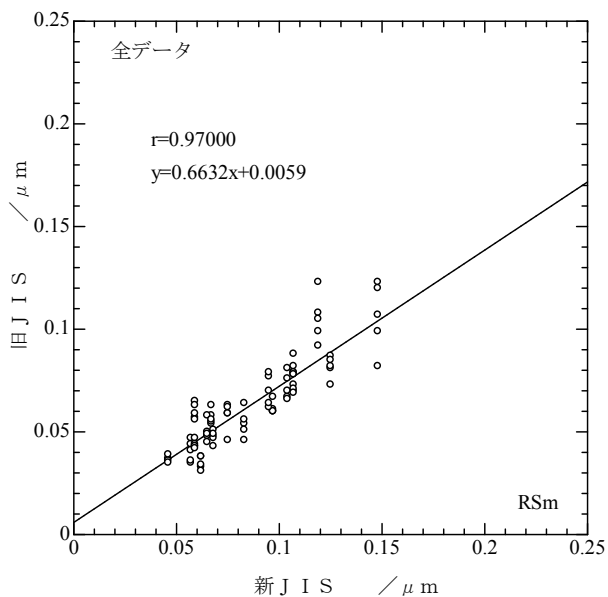


図8 RSmの相関性

り、回帰直線を算出すると、傾き1.0267、切片-0.2579となる。切片の値が大きいことから、新JISに換算して使用するのには、検討を要する。

RSmについては $r=0.97000$ であり、相関性はRaやRzと比べると劣り、傾き0.6632、切片0.0059である。百分率誤差が大きいことと合わせて判断すると、RSm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) RSmについては、旧JISの粗さ測定値は新JIS測定値よりも30%程度小さい。
- 2) Ra, Rq, R δ cについては百分率誤差率が-4%以下であり、新旧JISによる差異は小さく、相関性は高い。

最後に、新JIS対応の表面粗さ測定機の使用にあたり、ご協力を頂きました東葛テクノプラザ（現在は産業支援技術研究所）の篠田清氏に深く感謝いたします。