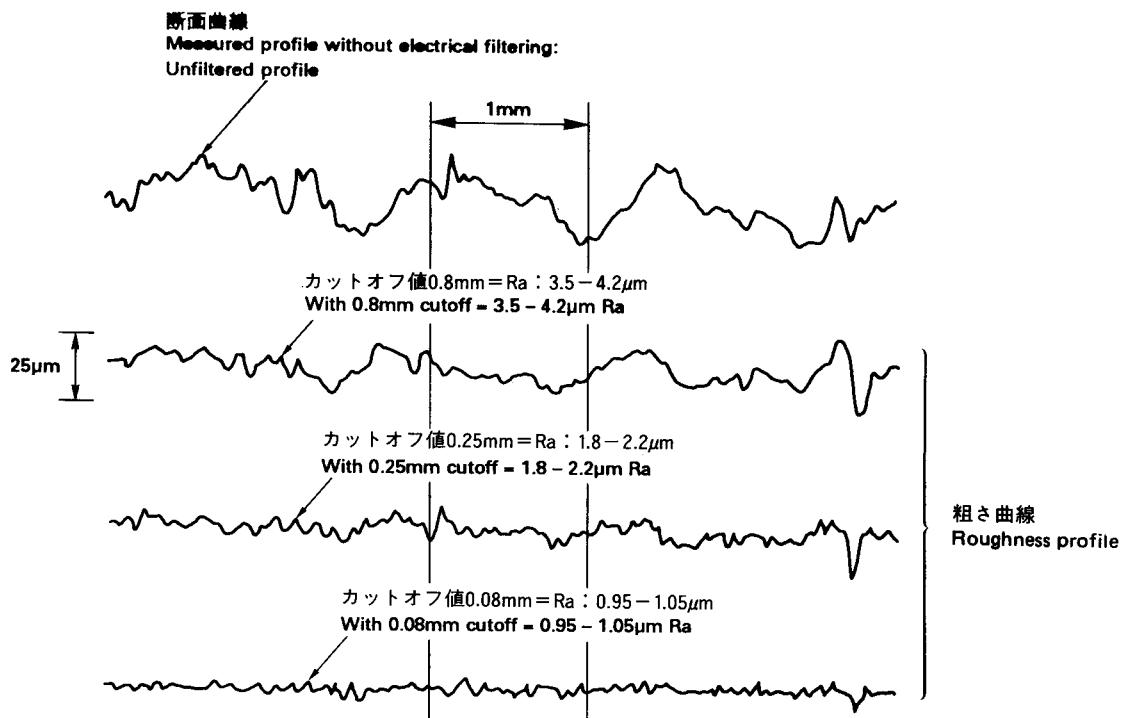


1. パラメータとそれを求めるための曲線 (Profile)

1. Roughness Parameters and Profiles from which Parameters are Evaluated

パラメータ Parameters	粗さ曲線 Roughness profile	断面曲線 Unfiltered profile
Ra	●	
Rq	●	
Rz (DIN)	●	
Ry (Rmax) (DIN)	●	
Rt	●	
Rz (JIS, ISO)		●
Ry (Rmax) (JIS, ISO)		●
Rp	●	●
Pc	●	●
tp	●	●
R3z	●	



注：曲線は縦と横の倍率が等しくないことから歪められています。
NOTE: Profiles are distorted due to unequal vertical vs horizontal magnifications.

Reference : ANSI B46

Fig. 1 カットオフ値の効果
Effects of Various Cutoff Values

2. 用語説明

2.1 断面曲線と粗さ曲線について

(1) 断面曲線

断面曲線とは、測定面の平均表面に直角な平面で測定面を切断したとき、その切り口に現れる輪郭をいいます。この切断は、特に指定がない限り、表面粗さが最も大きく現れる方向に切ります。

(2) 粗さ曲線

断面曲線から低周波成分を除去するような特性を持つ測定方法で求められた曲線をいいます。

2.2 基準長さとして評価長さについて

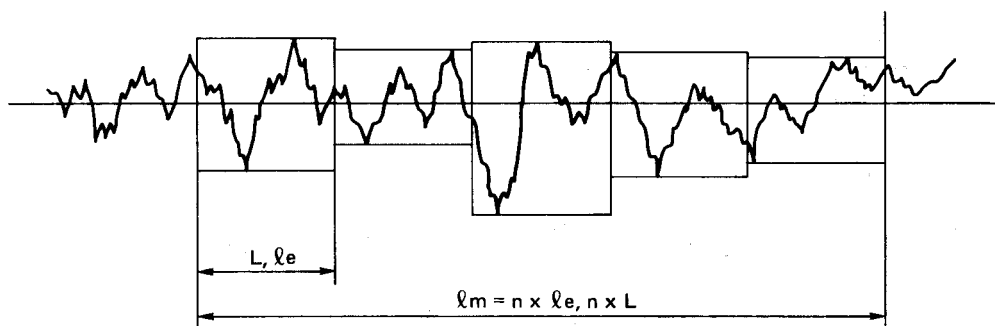


Fig. 2

l_e : 粗さ曲線 (roughness profile) から求める場合の基準長さ (sampling length) でカットオフ値 λ_c に等しい。

$l_e = 0.25, 0.8, 2.5\text{mm}$

L : 断面曲線 (unfiltered profile) から求める場合の基準長さ (sampling length) で評価長さ l_m に等しい。

$L = 0.25, 0.8, 2.5, 8\text{mm}$

l_m : 表面粗さを評価するための評価長さ* (evaluation length) でいくつかの基準長さを含む。

サーフテスト 201、301 の場合は

粗さ曲線から求める場合: $n \times l_e$ ($n = 1, 3, 5$)

断面曲線から求める場合: $n \times L$ ($n = 1$)

* JIS では測定長さ

2. Basic Terms

2.1 Unfiltered Profile and Roughness Profile

(1) Unfiltered profile

Unfiltered profile is a profile resulting from the intersection of a surface by a plane normal to the surface. Unless otherwise specified, the intersection must be in the direction in which the profile represents the maximum value of the surface roughness. Generally, it is in the direction normal to the surface lay.

(2) Roughness profile

Roughness profile is a profile determined by a measuring method which removes irregularities of low frequency components from the unfiltered profile.

2.2 Sampling Length and Evaluation Length

l_e : " l_e " is a sampling length used for determining the surface roughness from a roughness profile. If an electrical high pass filter is used to filter the roughness P-profile, the sampling length is equal to the cutoff value of the filter λ_c .

$l_e = 0.25, 0.8, 2.5\text{mm}$ or $(.01, .03, .1)$ "

L : " L " is a sampling length used for determining the surface roughness from an unfiltered profile and is equal to the evaluation length " l_m ".

$L = 0.25, 0.8, 2.5, 8\text{mm}$ $(.01, .03, .1, .3)$ "

l_m : " l_m " is an evaluation length used for evaluation of surface roughness and includes several sampling lengths.

With the SurfTest 201 and 301, following applies:
 $n \times l_e$ for evaluation from roughness profile, where
 $n = 1, 3, 5$

$n \times L$ for evaluation from unfiltered profile, where
 $n = 1$

2.3 平均線と中心線

(1) 平均線 (最小自乗平均線)

断面曲線または粗さ曲線の抜取り部分において、被測定面の幾何学的形状を持つ直線または曲線で、かつその線から断面曲線または粗さ曲線までの偏差の自乗和が最小になるように設定した線をいいます。

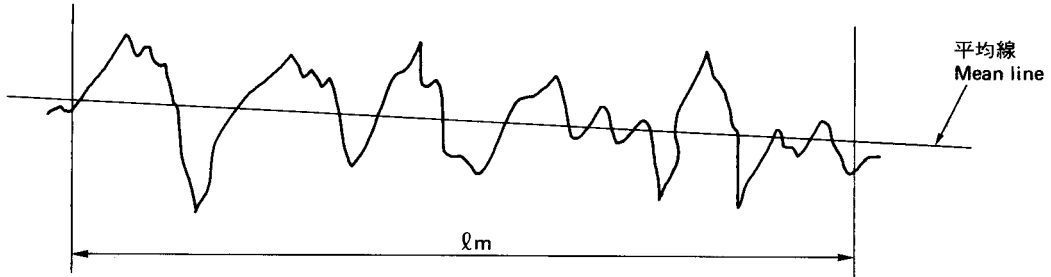


Fig. 3

(2) 中心線

粗さ曲線の平均線に平行な直線を引いたとき、この直線と粗さ曲線で囲まれる面積が、この直線の両側で等しくなる直線をいいます。

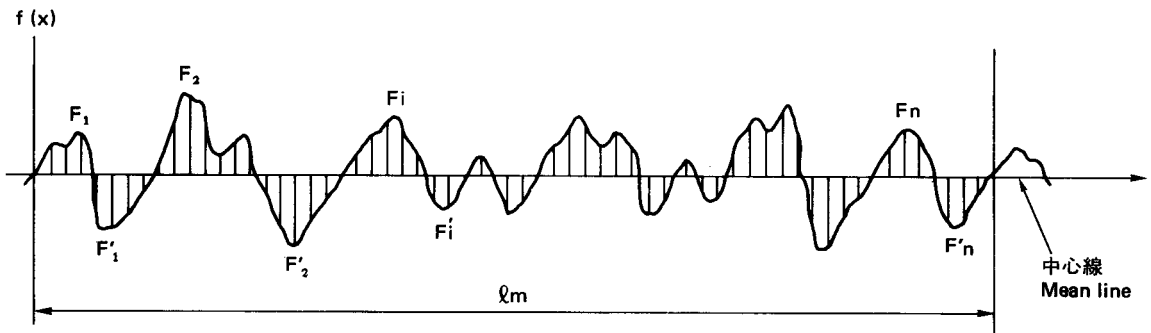


Fig. 4

$$\sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n F'_i$$

2.3 Mean Line and Center Line

(1) Mean line (least square mean line of the profile)

A reference line having the form of the geometrical profile and dividing the profile so that, within the sampling length, the sum of the squares of the profile departures from this line is minimal.

(2) Center line (arithmetic mean line of the profile)

A reference line set parallel to the mean line of the profile throughout the evaluation length, so that within the evaluation length the sum of the areas limited by the center line and the profile are equal on both sides.

3. パラメータの定義

3.1 中心線平均粗さ Ra

中心線平均粗さは、粗さ曲線からその中心線の方向に、評価長さ ℓ_m を抜き取り、この抜き取り部分の中心線をX軸、縦倍率の方向をY軸とし、粗さ曲線を $Y(x)$ で表したとき、つぎの式によって求められる値を μm で表わします。

$$Ra = \frac{1}{\ell_m} \int_0^{\ell_m} |Y(x)| dx$$

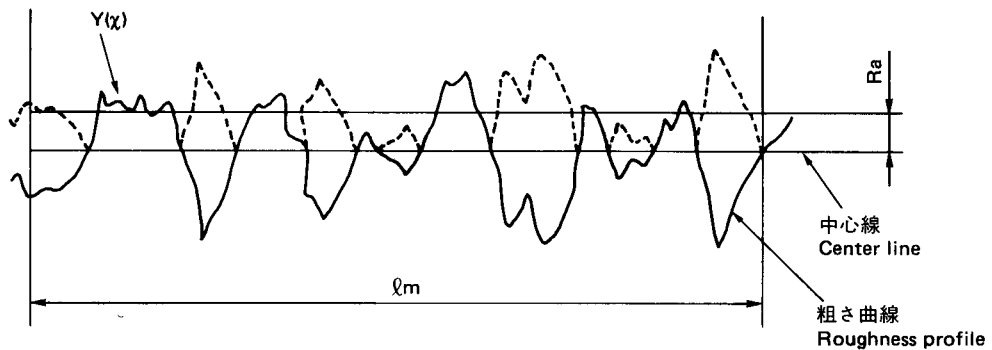
3. Definition of Parameters

3.1 Roughness Average (Arithmetic Mean Deviation of Roughness Profile) Ra

Ra is the arithmetic mean of the absolute values of the profile deviation from the center line within the evaluation length ℓ_m . It is represented by the procedure shown in Fig. 5, where the roughness profile is given as $Y(x)$ with the x axis for the center line and the y axis in the vertical direction.

$$Ra = \frac{1}{\ell_m} \int_0^{\ell_m} |Y(x)| dx$$

Fig. 5



3.2 自乗平均平方根粗さ Rq

中心線から粗さ曲線 $Y(x)$ までの偏差の自乗を評価長さ ℓ_m の区間で積分し、その区間で平均した値の平方根となります。

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{\ell_m} \int_0^{\ell_m} Y(x)^2 dx}$$

3.2 Root-mean-square Deviation of the Profile, Rq (RMS)

Rq is the root-mean square sum of the profile deviation from the center line within the evaluation length ℓ_m .

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{\ell_m} \int_0^{\ell_m} Y(x)^2 dx}$$

3.3 最大粗さ Rt

最大粗さは、粗さ曲線からその中心線の方向に評価長さ ℓ_m を抜き取り、最高点（山頂）と最低点（谷底）の高さの差の値を μm で表します。

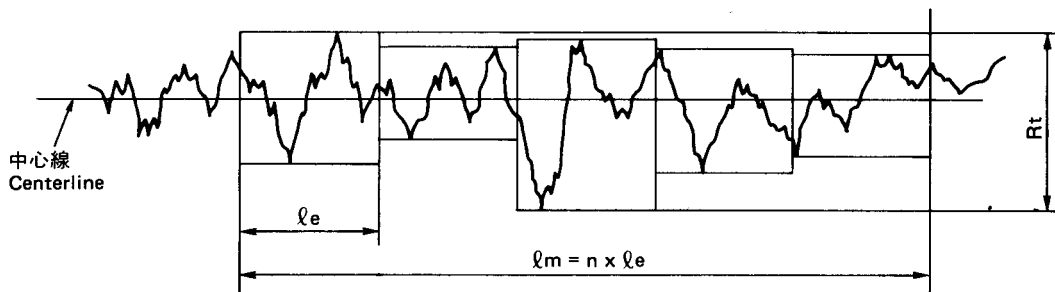


Fig. 6

3.3 Maximum Peak-to-valley Height, Rt

Rt is the distance between the highest peak and the deepest valley of the roughness profile within the evaluation length ℓ_m .

3.4 十点平均粗さ Rz(DIN)

3.4 Average Peak-to-valley Height, Rz (DIN)

3.5 最大高さ Ry (Rmax) (DIN)

3.5 Maximum Peak-to-valley Height, Ry (Rmax) (DIN)

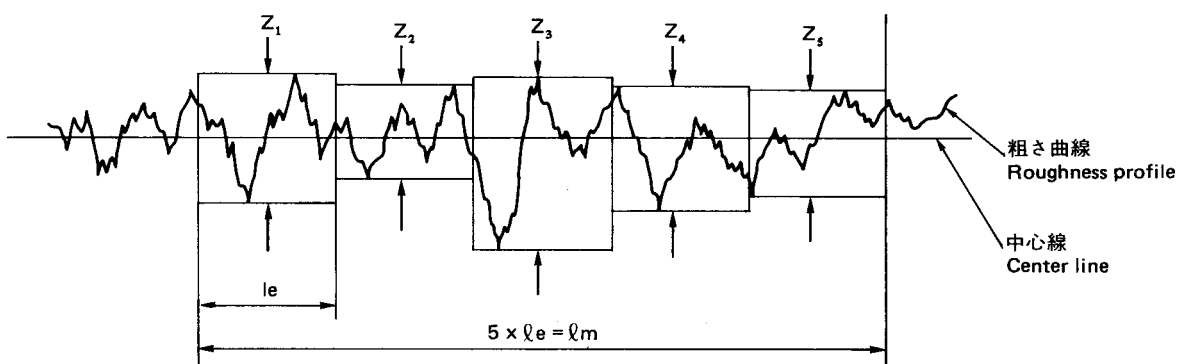


Fig. 7

粗さ曲線からその中心線の方向に、評価長さ ℓ_m の部分を抜き取り、各基準長さ ℓ_e ごときの最大値（山頂）と最小値（谷底）の差を Z_i とした場合、Rz(DIN) と Ry(Rmax) (DIN) はそれぞれつぎの式で表します。

$$R_z(\text{DIN}) = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$

$$R_y(\text{Rmax})(\text{DIN}) = Z_{i\text{max}}$$

$\ell_m = 1\ell_e$ の場合は

$$R_z(\text{DIN}) = R_y(\text{Rmax})(\text{DIN})$$

Fig. 7で ℓ_e はカットオフ長さ ℓ_c と等しく、DINでは通常 $\ell_m = 5\ell_e$ ですが狭い場所では $\ell_m = 3\ell_e$ でも良いとされています。

When the single peak-to-valley height Z_i is given for each of the five adjacent sampling lengths along the center line of the roughness profile, Rz (DIN) and Ry (Rmax) (DIN) are represented the formulae below:

$$R_z(\text{DIN}) = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$

$$R_y(\text{Rmax})(\text{DIN}) = Z_{i\text{max}}$$

in case of $\ell_m = 1\ell_e$,

$$R_z(\text{DIN}) = R_y(\text{Rmax})(\text{DIN})$$

In Fig. 7, ℓ_e is equal to the cutoff value and ℓ_m is normally $5\ell_e$ as stipulated in DIN 4768. However, ℓ_m is allowed to be set as $3\ell_e$ if a workpiece does not allow for setting of $5\ell_e$ for ℓ_m .

3.6 十点平均粗さ Rz(JIS)

十点平均粗さは、断面曲線からその平均線の方に評価長さ l_m の部分抜き取り、平均線に平行かつ断面曲線を横切らない直線から縦倍率の方向に測定した最高から5番目までの山頂の標高の平均値と、最深から5番目までの谷底の標高の平均値との差の値を μm で表します。

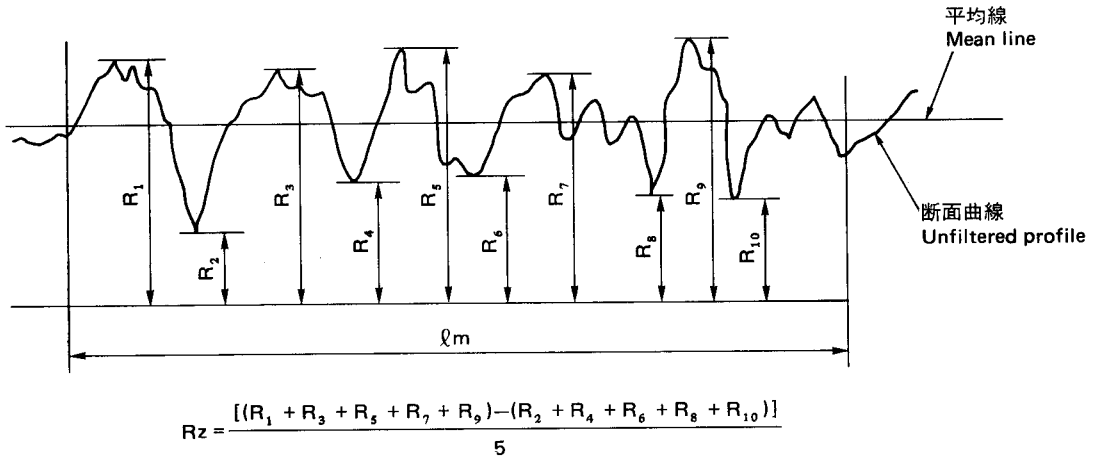


Fig. 8

3.7 最大高さ Ry (Rmax) (JIS)

最大高さは、断面曲線からその平均線の方に評価長さ l_m の部分抜き取り、平均線に平行な2直線でその断面曲線をはさんだとき、この2直線の間隔を縦倍率の方向に測定した値を μm で表します。

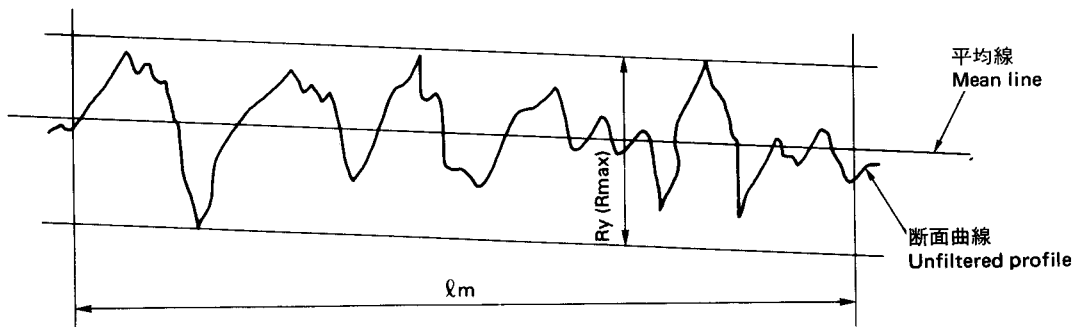


Fig. 9

3.6 Ten Point Height of Irregularities, Rz (JIS)

This is the average value of the absolute values of the heights of five highest profile peaks and the depths of five deepest profile valleys measured in the direction of vertical magnification within the evaluation length l_m of an unfiltered profile.

3.7 Maximum Height of the Profile, Ry (Rmax)(JIS)

Ry (Rmax) (JIS) is the distance between the line of profile peaks and the line of profile valleys and measured in the direction of the vertical magnification within the evaluation length l_m of the unfiltered profile.

Line of profile peaks: A line parallel to the mean line and passing through the highest point of the profile within the evaluation length.

Line of profile valleys: A line parallel to the mean line and passing through the lowest point of the profile within the evaluation length.

3.8 中心線の深さ Rp

- (a) 粗さ曲線の場合は、各基準長さ ℓ_e 内の最大値と中心線との間隔の全区間（評価長さ）での平均値で表します。
- (b) 断面曲線の場合は、1基準長さLにおいて、平均線に平行で最高点を通る線と平均線の間隔で表される値で表します。

3.8 Maximum Profile Peak Height, Rp

- (a) In case of roughness profile, Rp is the arithmetic mean from the maximum height of the profile above the center line in a sampling length over the evaluation length.
- (b) In case of unfiltered profile, Rp is the maximum height of the profile above the mean line within the sampling length L.

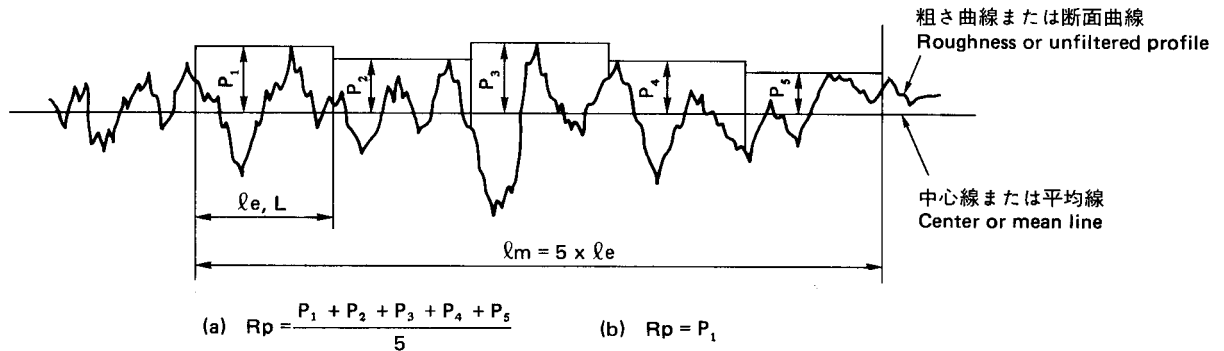


Fig. 10

3.9 ピークカウント Pc

粗さ曲線または断面曲線から中心線または平均線の方に評価長さ ℓ_m の部分抜き取り、中心線または平均線に平行な2本のカウントレベル（注参照）を設ける。この下側のカウントレベルと曲線が交差する2点間において、上側のカウントレベルと曲線が交差する点が1点以上ある場合に1山とし、単位長さ(cm)当たりの山の数を行います。

3.9 Peak Count, Pc

The number of profile peaks per unit length (cm or inch). To determine the peak count two parallel lines are drawn at a predetermined level below and above the centerline or the mean line over the evaluation length (see Note). The portion of the profile outwardly projected above the upper line within the two adjacent points of intersection of the profile with the lower line is counted a profile peak. The number of profile peaks thus determined over the evaluation length is calculated with a multiplication factor for the number of profile peaks per cm or inch.

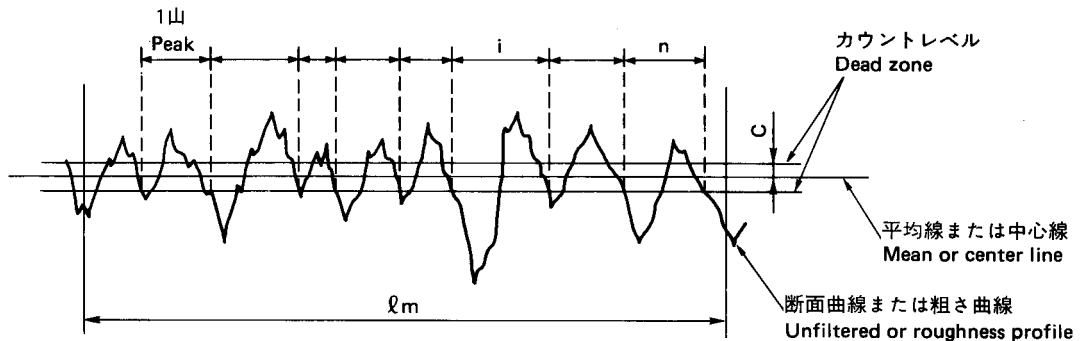


Fig. 11

注：カウントレベルCの値は0.25、0.5、0.65、1.0、1.3、2.0、2.5、5.0 μm の8種類です。

Note: With the Surftest 201, following eight discrimination levels C are available:
0.25, 0.5, 0.65, 1.0, 1.3, 2.0, 2.5, and 5.0 μm
(10, 20, 25, 40, 50, 80, 100, and 200 μin).

3.10 相対負荷長さ tp

粗さ曲線または断面曲線から中心線または平均線の方に評価長さ ℓ_m の部分抜き取り、中心線または平均線に平行で、最高山頂からの任意の距離DHを通る線で切断したとき、直線が切り取る実体部分の長さの総和と評価長さ ℓ_m との比の百分率で表します。

3.10 Bearing Length Ratio, tp

Bearing length ratio is the length of bearing surface (expressed as a percentage of the evaluation length ℓ_m), at a depth DH below the highest peak. A reference line is drawn parallel to the center line or the mean line at a depth DH below the highest peak to intersect the profile. The bearing length ratio is the ratio of the sum of the subtended lengths (t_i 's spanned by peaks about the intersecting line) to the evaluation length ℓ_m , and it is expressed in percent values.

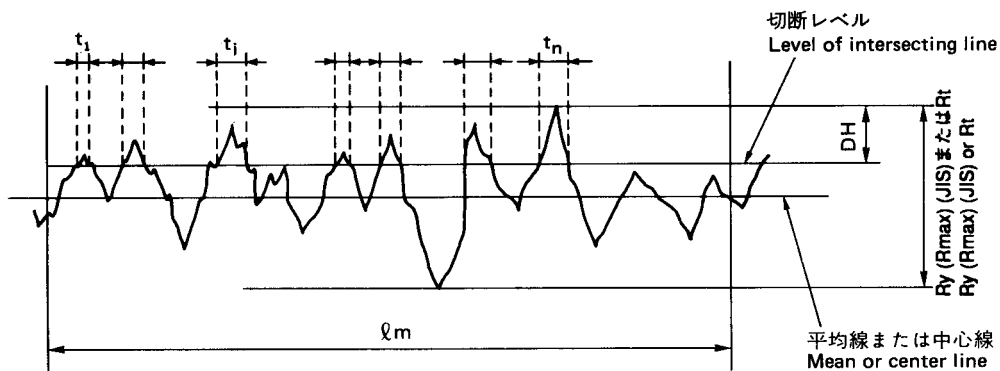


Fig. 12

Fig. 12において、山頂からDHの深さのレベルで切断した場合のtpは次式で与えられます。

$$tp = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\ell_m} (\%)$$

サーフテスト201、301ではDHは R_y (R_{max}) (JIS) または R_t の10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%の場合のデータが求められます。

In Fig. 12, a reference line is drawn at the depth DH from the highest peak. In this case, the profile bearing length ratio tp is given by the formula below:

$$tp = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\ell_m} (\%)$$

With the SurfTest 201, 301 the profile bearing length ratio is calculated in the following eleven depths DH of R_y (R_{max}) (JIS) and R_t :

10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, and 90%.

3.11 三位点平均粗さ R_{3Z}

三位点平均粗さは、粗さ曲線からその平均線の方向に評価長さ ℓ_m の部分抜き取り、各基準長さ内における3番目に高い山頂と3番目に低い谷底との高さの差の平均値を μm で表します。

3.11 Mean Peak-to-valley Height, R_{3Z}

R_{3Z} is the mean of the third highest peak to the third lowest valley in a sampling length over the evaluation length ℓ_m .

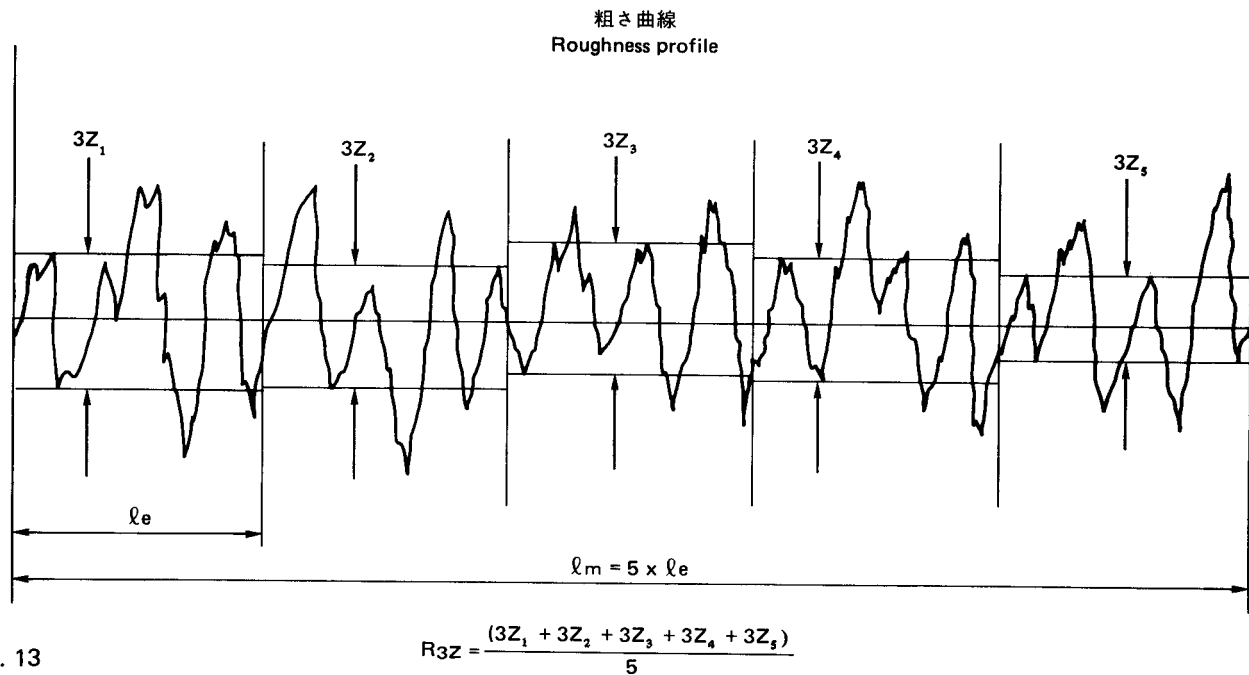


Fig. 13

where, $3Z_i$ is the third peak-to-valley height difference in each sampling length ℓ_e .

4. 粗さの範囲と評価長さ/基準長さの標準値

4.1 JISによる場合

(1) 中心線平均粗さを求めるときのカットオフ値の標準値

中心線平均粗さの範囲 Range of Ra		λ_c mm	ℓ_m (min) mm
を超え/Over	以下/Up to		
—	12.5 μ mRa	0.8	2.4
12.5 μ mRa	100 μ mRa	2.5	7.5

(2) 最大高さを求めるときの評価長さの標準値

最大高さの範囲 Range of Ry (Rmax)		ℓ_m mm
を超え/Over	以下/Up to	
—	0.8 μ mRy (Rmax)	0.25
0.8 μ mRy (Rmax)	6.3 μ mRy (Rmax)	0.8
6.3 μ mRy (Rmax)	25 μ mRy (Rmax)	2.5
25 μ mRy (Rmax)	100 μ mRy (Rmax)	8
100 μ mRy (Rmax)	400 μ mRy (Rmax)	25

(3) 十点平均粗さを求めるときの評価長さの標準値

十点平均粗さの範囲 Range of Rz		ℓ_m mm
を超え/Over	以下/Up to	
—	0.8 μ mRz	0.25
0.8 μ mRz	6.3 μ mRz	0.8
6.3 μ mRz	25 μ mRz	2.5
25 μ mRz	100 μ mRz	8
100 μ mRz	400 μ mRz	25

4. Range of Roughness and Evaluation Length/Sampling Length

4.1 According to JIS

(1) Standard cutoff values when determining Ra.

(2) Standard evaluation lengths when determining Ry (Rmax).

(3) Standard evaluation lengths when determining Rz.

4.2 DINによる場合

- (1) 周期的な粗さ曲線から粗さRa、Rz、Ry(Rmax)(DIN)を求めるときの基準長さの標準値

周期の区分 Groove spacing		λ_c mm	ℓ_e mm	ℓ_m (min) mm
を超え/Over	以下/Up to			
0.01mm	0.032mm	0.08	0.08	0.4
0.032mm	0.1mm	0.25	0.25	1.25
0.1mm	0.32mm	0.8	0.8	4
0.32mm	1mm	2.5	2.5	12.5
1mm	3.2mm	8	8	40

4.2 According to DIN

- (1) Standard sampling lengths and evaluation lengths when determining roughness e. g. Ra, Rz, and Ry (Rmax) (DIN) from periodic profile.

- (2) 周期的でない粗さ曲線からRaを求めるときのカットオフ値の標準値

- (2) Standard cutoff values and minimum evaluation lengths when determining Ra from periodic profile.

Raの範囲 Range of Ra		λ_c mm	ℓ_m (min) mm
を超え/Over	以下/Up to		
—	0.1 μ m	0.25	1.25
0.1 μ m	2 μ m	0.8	4
2 μ m	10 μ m	2.5	12.5
10 μ m	—	8	40

- (3) 周期的でない粗さ曲線からRz(DIN)を求めるときの基準長さの標準値

- (3) Standard sampling lengths when determining Rz (DIN) from periodic profile.

Rz(DIN)の範囲 Range of Rz (DIN)		ℓ_e, λ_c mm	ℓ_m (min) mm
を超え/Over	以下/Up to		
—	0.5 μ m	0.25	1.25
0.5 μ m	10 μ m	0.8	4
10 μ m	50 μ m	2.5	12.5
50 μ m	—	8	40

- (4) 周期的でない粗さ曲線からRy(Rmax)(DIN)を求めるときの基準長さの標準値はRzによります。

- (4) Standard sampling lengths when determining Ry (Rmax) (DIN) from periodic profile depend on the Rz value.