

プラスチック・ゴム材料のISO・JIS規格と強度評価

株式会社島津製作所 分析計測事業部

目次

1.	プラスチック曲げ規格	3
2.	プラスチック引張規格	16
3.	ゴム引張規格	34
4.	プラスチック硬さ規格	39

プラスチック曲げ規格

— ISO 178 ・ JIS K7171

ISO178(曲げ試験)改定

ISO178 (曲げ試験)

2019年12月に改訂版が発行されました。

JIS K7171 (曲げ試験)

2016年3月に改訂版が発行されました。

ISO178 2019年改訂での追加事項

1. たわみ計の使用基準を明確化
2. Annex Cにたわみ補正の方法を追加
(JIS K7171の附属書JAに類似)

ISO178とJIS K7171

項目		JIS K7171	ISO 178
推奨試験片	厚さ	4mm±0.2mm	4mm±0.2mm
	幅	10mm	10mm
試験力精度		JIS B 7721 1級 (±1%) (=ISO 7500-1 Class 1 (±1%))	ISO 7500-1 Class 1 (±1%)
試験速度	弾性率測定時	1%/minに近い数値を表から選択 2mm/min (推奨試験片の場合)	1%/minに近い数値を表から選択 2mm/min (推奨試験片の場合)
	弾性率以外	A法 : 1%/min B法 : 5%/min または50%/min	A法 : 1%/min B法 : 5%/min または50%/min
たわみ計		JIS B 7741 1級 (±1%) (=ISO 9513 Class 1 (±1%)) 試験機のコンプライアンスについて注記	ISO 9513 Class 1 (±1%) たわみ計とコンプライアンス補正の 選択基準について明記
曲げ支点 曲げポンチ		R5±0.2mm R2±0.2mm (t≤3mm) R5±0.2mm (t>3mm)	R5±0.2mm R2±0.2mm (t≤3mm) R5±0.2mm (t>3mm)
支点間距離		16h (h : 試験片厚み)	16h (h : 試験片厚み)
弾性率測定点		0.05～0.25 %のひずみ点で計算 推奨試験片の場合、たわみ計の精度は ±3.4μmが必要	0.05～0.25 %のひずみ点で計算 推奨試験片の場合、たわみ計の精度は ±3.4μmが必要

曲げ試験について

ISO178・JIS K7171の試験機に関する主な項目

■試験機本体

1. **ISO7500のCLASS1 (JIS B 7721)**に準拠していること

■たわみ計

2. ISOでは**測定するパラメータとデータの使用目的によって要求精度が明記されている**

品質管理目的：クロスヘッド測定精度はISO9513 Class 2であること

弾性率はクロスヘッド移動量のコンプライアンス補正で測定可能

ラボ間の比較：変位計の精度はISO9513 Class 1であること

弾性率は変位計を使用する

ISO/JIS共に

厚みが4mmのサンプルの場合、弾性率測定には絶対精度が $\pm 3.4\mu\text{m}$ 必要

■データ処理

3. ヤング率の計算方法

Secant法

$$E_t = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\epsilon_2 - \epsilon_1)$$

Regression法

$$E_t = d\sigma / d\epsilon \text{ (2点間データの最小二乗法による算出)}$$

たわみ計について

ISO178に記載の測定データとたわみ計の使用について規定

測定データ	タイプ別 要求性能			
	応力のみ Type I	応力とひずみ Type II	応力、ひずみ、弾性率 Type III	応力、ひずみ、弾性率 Type IV
曲げ破壊応力 σ_{fB}	○	○	○	○
曲げ強さ σ_{fM}	○	○	○	○
規定たわみ曲げ応力 σ_{fC}		○	○	○
規定たわみ曲げひずみ ε_{fC}		○	○	○
曲げ破壊ひずみ ε_{fB}		○	○	○
曲げ強さ曲げひずみ ε_{fM}		○	○	○
曲げ弾性率 E_f			○	○
曲げ測定規格		ISO 9513 Class 2	ISO 9513 Class 2	ISO 9513 Class 1
曲げ測定タイプ		クロスヘッド移動量	クロスヘッド移動量 +コンプライアンス補正	変位計での直接測定
			Sufficient in many quality control 品質管理	Compared between laboratories 測定室間比較

たわみ計について

たわみ計

ISO 178 Type IVではたわみ計必要

ISO9513のCLASS1に準拠し、且つたわみの1%以内の絶対精度を有すること

JIS K 7171では、JIS B7721 Class 1に準拠

ISO/JIS共に 厚みが4mmのサンプルの場合、絶対精度が $\pm 3.4\mu\text{m}$ 必要

$$\text{ストローク} = L^2 / (6h) \times \text{ひずみ} \quad L=16h$$



$$6h / L^2 \times (\text{ストローク}) = \text{ひずみ}$$

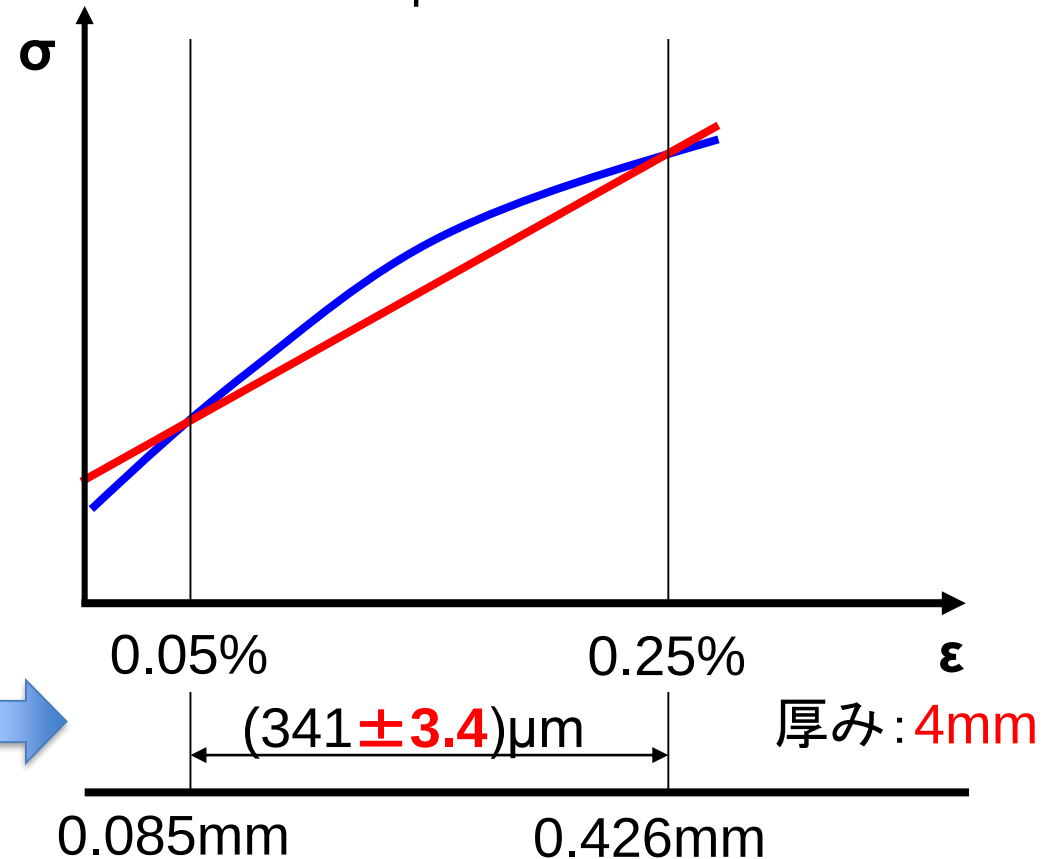


ひずみが0.05%の時のたわみ計の変位

$$128h \times 0.0005 / 3$$

ひずみが0.25%の時のたわみ計の変位

$$128h \times 0.0025 / 3$$



たわみ計について

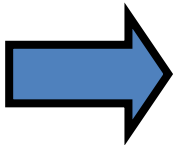
曲げ変位計(接触式もある)

1. 測定範囲：30mm
2. 測定精度： $\pm 3\mu\text{m}$ と指示値の $\pm 1\%$ いずれか大きい方

JIS K7171は常にたわみ計を要求しているわけではない。

注記 1

「クロスヘッド変位は試験片のたわみだけではなく、圧子および支点台の試験片への食い込み、並びに試験機コンプライアンス（試験機自体の変形）も含む。試験機自体の変形は、試験力に依存するだけでなく、試験機にも依存する。このように、異なる型式の試験システムで得られた測定結果の比較は、難しい。一般的に、コンプライアンス補正をしない限りは、クロスヘッド変位測定は、弾性率を求めるためには適さない。」



たわみ計を使用していなくてもコンプライアンス補正での測定も可能。



コンプライアンス補正について

ISOには、Annex Cにコンプライアンス補正について記載がある。

JISには、附属書JAにコンプライアンス補正について記載がある。

JISでは、数式のための記載だが、ISOには詳細な説明が追加されている。

コンプライアンス補正の式は同じ。

附属書JA コンプライアンス補正

たわみ S が、直接測定できないため、試験機のクロスヘッド間距離の変化 S_{co} で読み替える場合には、距離の変化は式(JA.1)によって、試験機のコンプライアンス C_M で補正する。 C_M は引張弾性率が既知で、非常に剛性の高い、鋼材のような材料から作製した参照試験片を用いて、式(JA.2)によって算出する。

$$S = S_{co} - C_M F$$

$$C_M = \frac{S_{RE}}{F} - \frac{L_{RE}^3}{4E_{RE}B_{RE}h_{RE}^3}$$

トータル剛性 ダミー試験片の理論上の剛性

試験片+試験機 の剛性

S : たわみ

S_{co} : 試験機を選択した2点間の距離の変化

C_M : 選択した2点間の試験機コンプライアンス

S_{RE} : 参照試験片を用いた時の2点間の距離の変化

F : 力

E_{RE} : 参照材料の引張弾性率

L_{RE} : コンプライアンスを決定する支点間距離

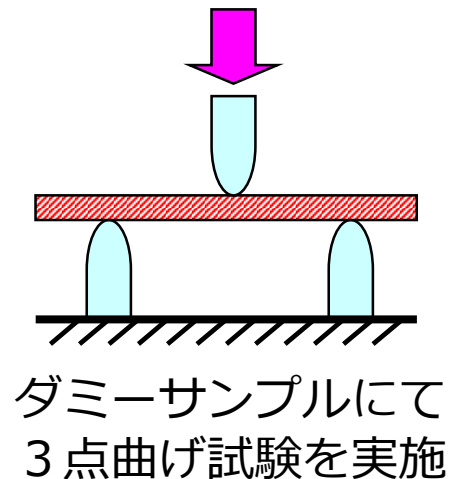
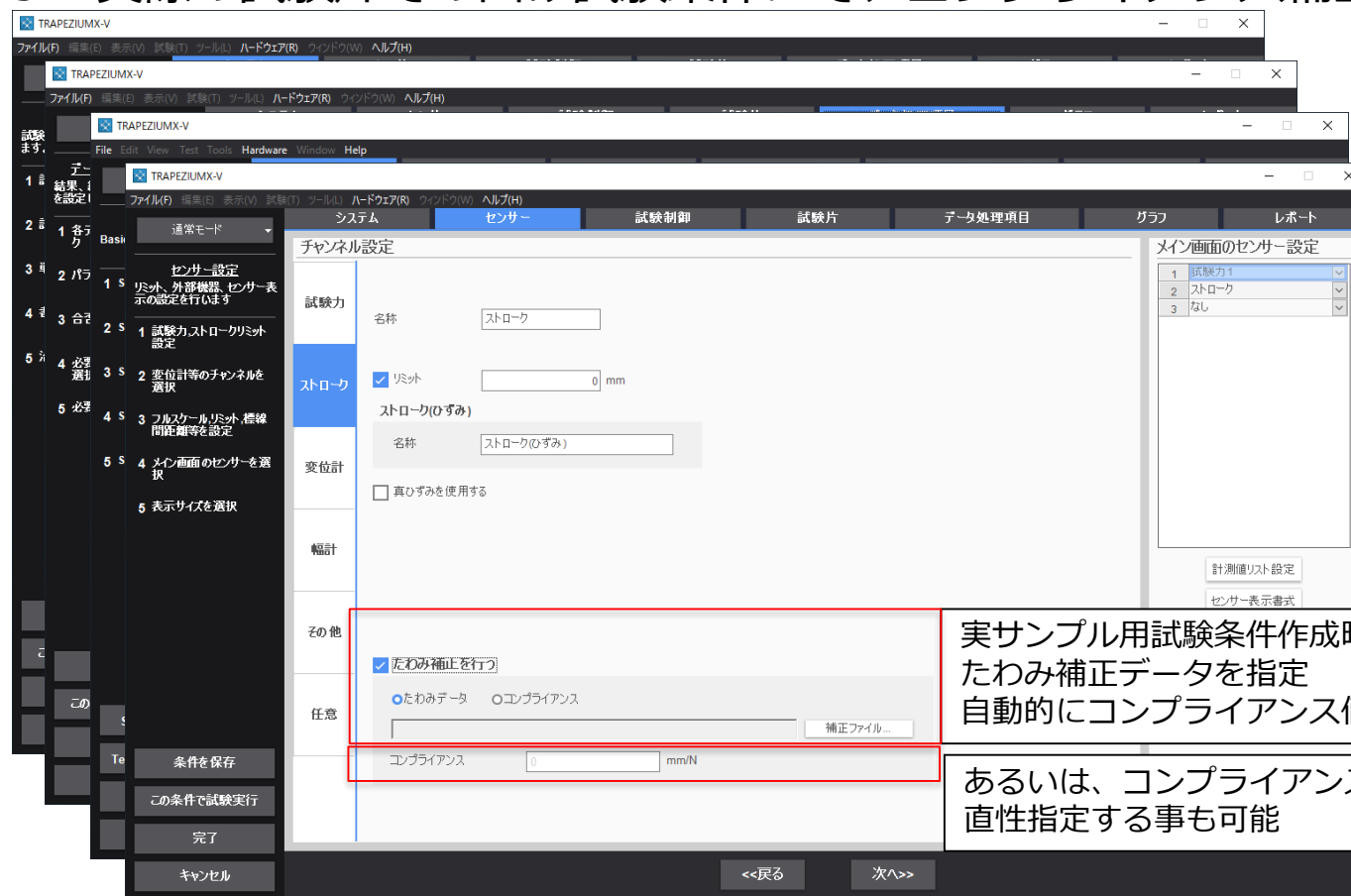
b_{RE} : 参照試験片の幅

h_{RE} : 参照試験片の厚さ

コンプライアンス補正について

コンプライアンス補正の方法

1. コンプライアンス補正用データ取得のための試験条件を作成
2. コンプライアンス補正用データ データ処理条件の設定
3. ダミーサンプルで測定を実施
4. 実際の試験片での曲げ試験条件を作成
5. 実際の試験片での曲げ試験条件にて、コンプライアンス補正データを指定



実サンプル用試験条件作成時に
たわみ補正データを指定
自動的にコンプライアンス値が計算される

あるいは、コンプライアンス値を
直性指定する事も可能

試験時の注意事項

試験方法

プリストレスをかけること

$$0 < \sigma_{f0} \leq 5 \times 10^{-4} E_f (= E_f/2000)$$

σ_{f0} : プリストレス

E_f : ヤング率

↑
応力とひずみの関係式： $\sigma = E\varepsilon$ より、 $\varepsilon = 0.05\%$ の時の応力に相当
 $\varepsilon_{f0} \leq 0.05\%$ ε_{f0} : 初期ひずみ

かつ

$$0 < \sigma_{f0} \leq \sigma_{fx}/100 \quad \sigma_{fx} = \sigma_{fc}(\text{規定たわみ曲げ応力}), \sigma_{fM}(\text{曲げ破壊応力}), \sigma_{fB}(\text{曲げ破壊応力})$$

上記プリロードをかけてから1分以内に試験開始すること

プリロードは1mm/minがのぞましい

TrapeziumX・X-Vの予備負荷機能を使えば、
プリストレス値を指定し、予備負荷完了後に試験開始する設定が可能
プリストレス値を入力して試験を開始すると設定プリストレス値に到達した時点で変位を0mmとして自動でデータ取得開始。

試験制御について

試験方法

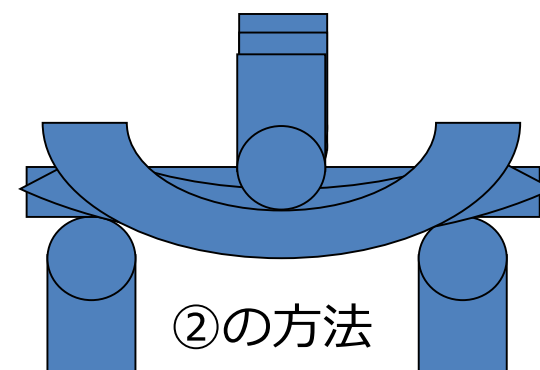
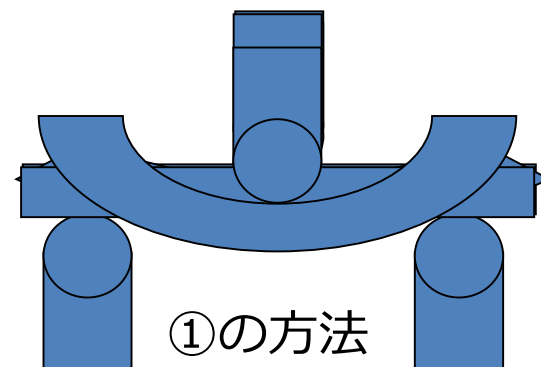
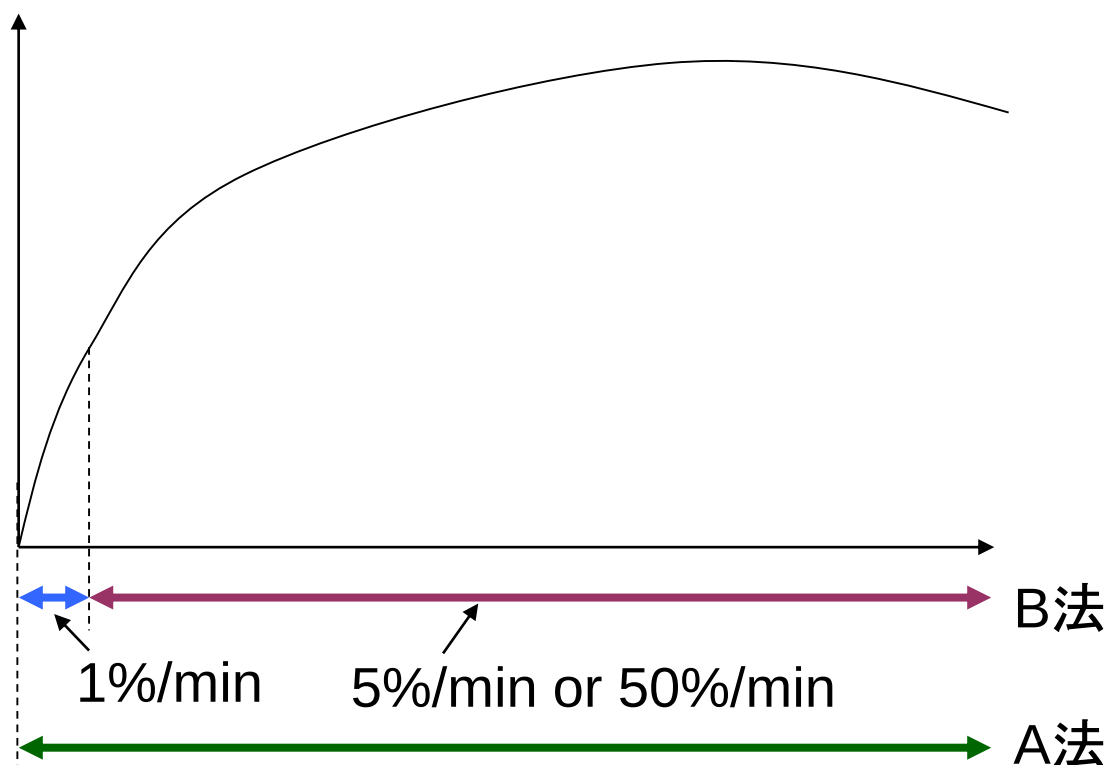
試験条件を下記の2通りのいずれかから選択し試験すること

A. 試験全般を通して速度一定で試験

B. 弾性率測定時1%/min、弾性率測定後5%/minもしくは50%/min

①弾性率測定終了後、一旦ストローク0mmまで戻して試験再開する

②弾性率測定終了時点で、試験速度を切り替えて試験続行する



曲げ試験で注意すべきこと

1. 治具の取り付け

- ・ポンチと支点が平行かつポンチが支点の中央にくるようにとりつける
- ・支点間距離を正確に合わせる

2. サンプルのセット

- ・曲げ治具に対して垂直にセットする

3. 弾性率測定

- ・弾性率の測定など微小なたわみ量を測定する場合は、たわみ補正機能を使用する
あるいは曲げたわみ計を使用する



曲げたわみ計

測定装置



自動機 マガジンタイプ

- ・省スペース (800x625x1860 mm)
- ・試験片 最大150本



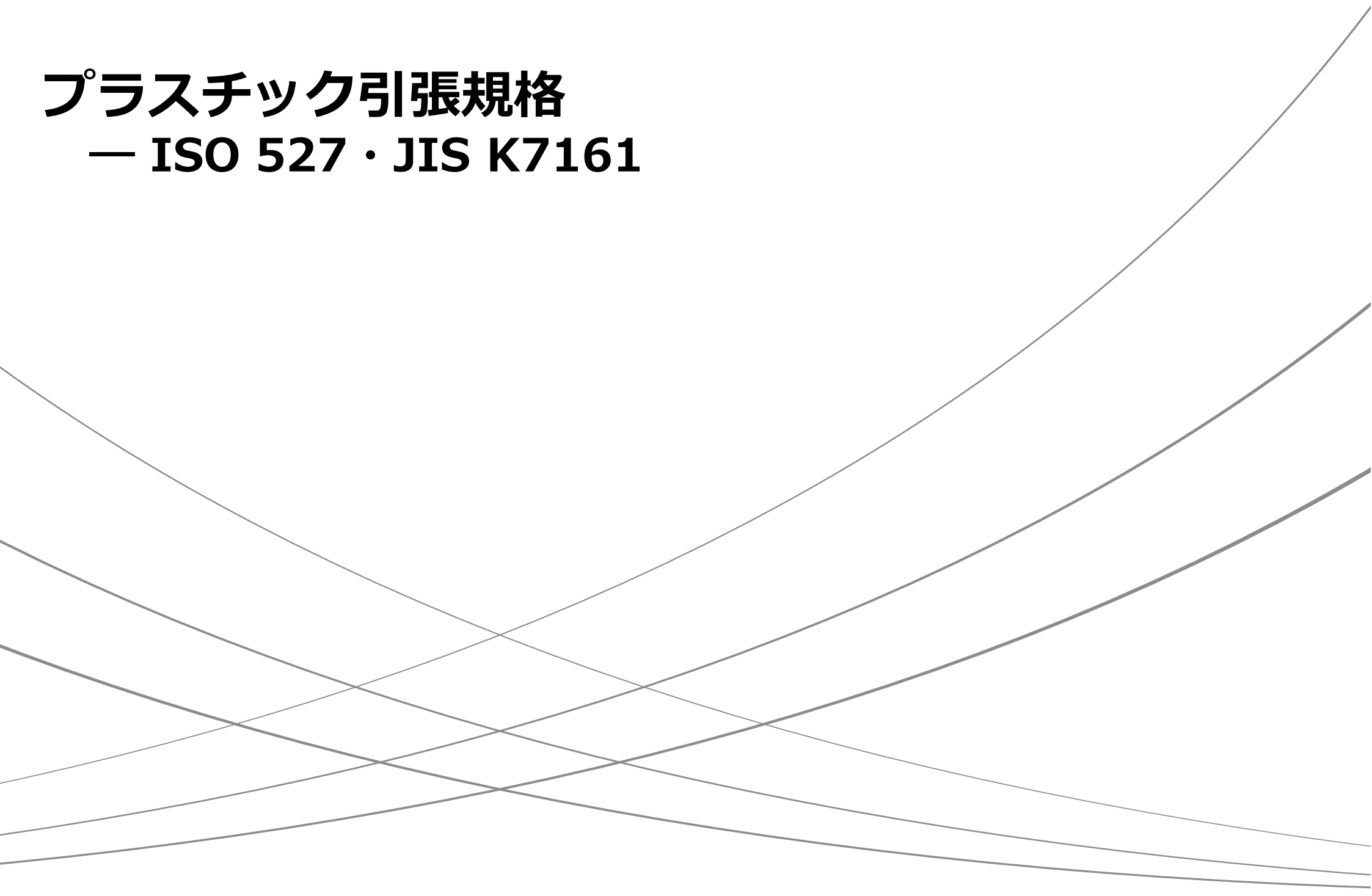
槽内用 変位測定装置



常温用 変位測定装置

プラスチック引張規格

— ISO 527・JIS K7161



ISO527(引張試験) 改定

ISO527 (引張試験)

2019年7月に改訂版が発行されました。

JIS K7161 (引張試験)

2014年9月に改訂版が発行されました。

ISO527 2019年改定での追加事項

1. GL20, 25mmの試験片にてGL50mmと同じ1 μ mの絶対精度の伸び計を使用してよい と規格文中に記載
(以前はAnnex Cの表中に記載)
2. 引張呼びひずみ(10.2.2章)にNOTEを追加
ロードセル、治具のコンプライアンスの影響が懸念される場合、コンプライアンス補正が必要

引張試験機の本体について

1. **ISO7500のCLASS1 (JIS B7721 Class 1)**に準拠していること

2. データ取得サンプリング速度が下記の条件で算出される
サンプリング周波数以上であること

$$f = (v/60) \cdot (L_0/L) \cdot (1/R)$$

f : サンプリング周波数(Hz)

v : 試験速度(mm/min)

L₀ : 標線間距離(mm)

L : つかみ具間距離(mm)

r : 伸び計の最小分解能(mm) (伸び計精度の半分かそれ以上の分解能)

※力についても同様の式あり

3. **試験力、つかみ具間距離、伸び計**の3つのデータを取得できること

2つのデータのみの取得であれば試験力と伸び計のデータを取得できること

サンプリング速度 (msec)	サンプリング周期 f(Hz)	試験速度 v(mm/min)	初期標線間距離 L ₀ (mm)	初期つかみ具間距離 L(mm)	伸び計分解能 r(μm)
46	22	1	75	115	0.5
9	109	1	75	115	0.1
23	43	1	75	115	0.25
41	24	1	50	115	0.3
14	72	1	50	115	0.1
35	29	1	50	115	0.25

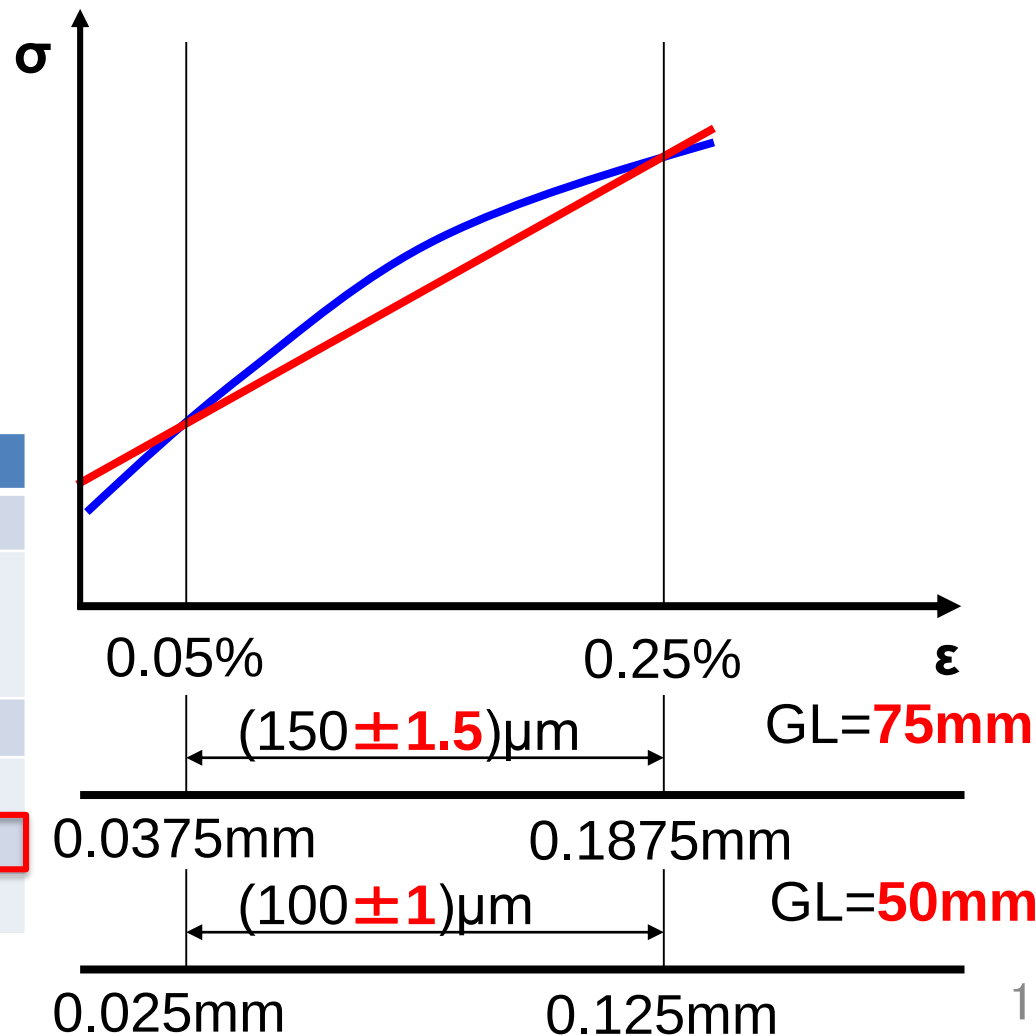
伸び計について

ISO527・JIS K7161 要求される伸び計の仕様

1. 標線間距離(GL)が75mm、50mm、25mm、20mmであること
2. ISO9513のCLASS1に準拠し、且つ下記精度を満足すること
GL75mmの時に絶対精度 $\pm 1.5\mu\text{m}$
GL50mmの時に絶対精度 $\pm 1\mu\text{m}$

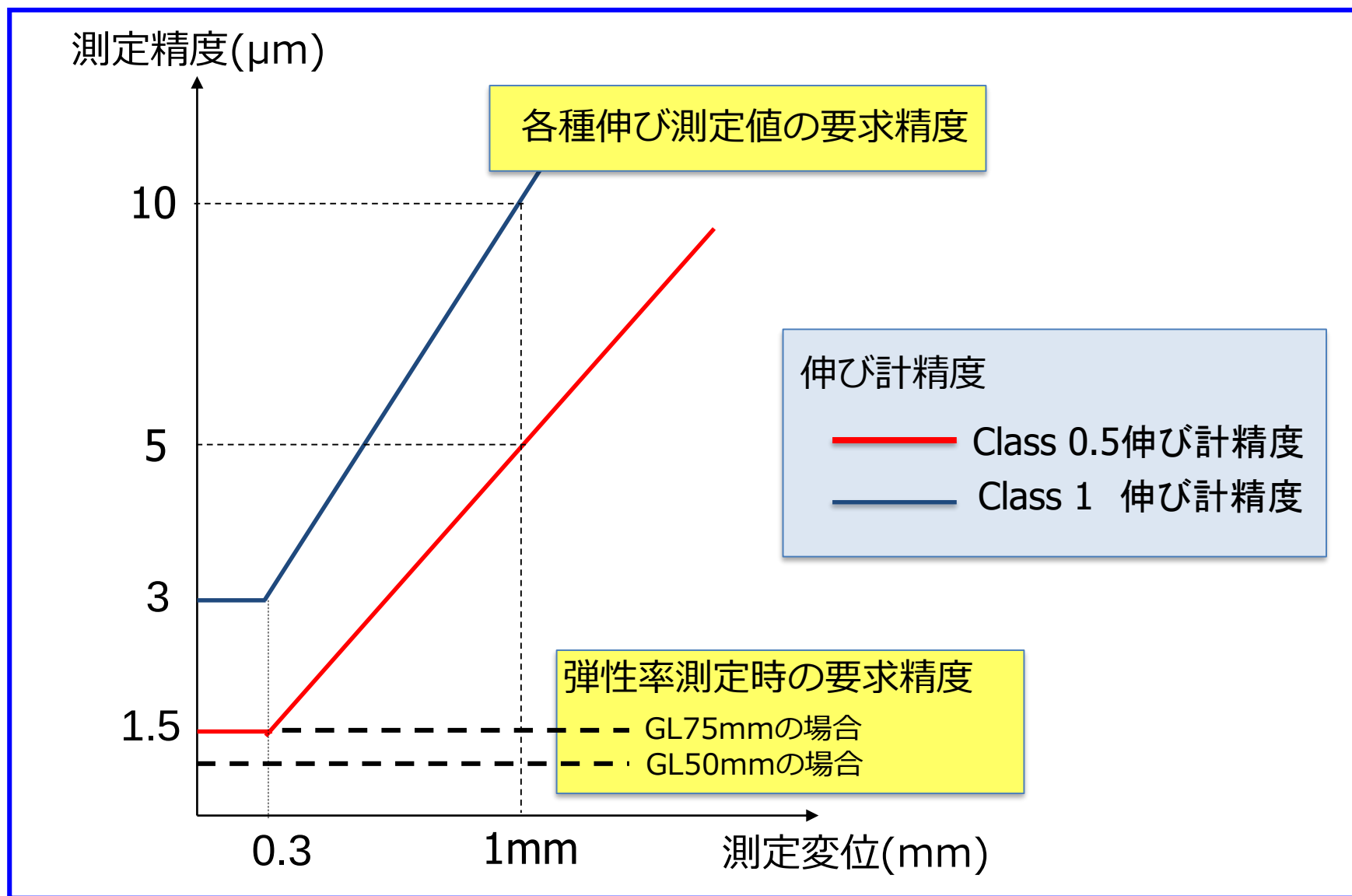
ISO527には、GL20-50mmでは、絶対精度 $\pm 1\mu\text{m}$ の精度でよい と記載あり

Class of extensometer	Extensometer				
	Relative error On the gauge length %	Resolution		Bias	
		Percentage of readings %	Absolute value μm	Relative error	Absolute error
0.2	± 0.2	0.1	0.2	± 0.2	± 0.6
0.5	± 0.5	0.25	0.5	± 0.5	± 1.5
1	± 1.0	0.50	1.0	± 1.0	± 3.0
2	± 2.0	1.0	2.0	± 2.0	± 6.0



伸び計について

伸び計精度について

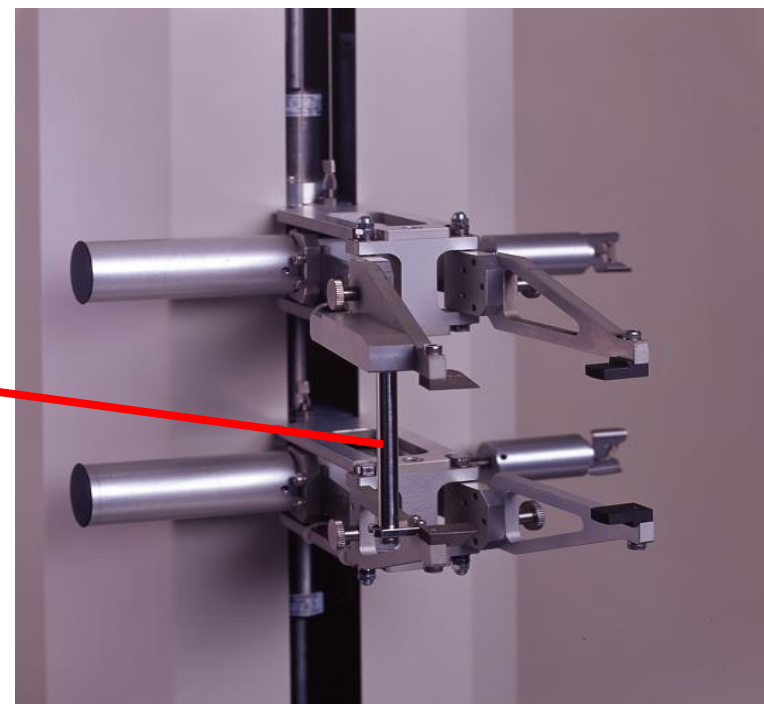


伸び計（接触式）

自動伸び計SIE-560S

1. GL設定棒を交換でGL50mmにもGL75mmにも対応可能
2. 精度
 測定範囲0~0.2mm未満 : $\pm 1\mu\text{m}$
 測定範囲0.2mm~(560-標点間距離) : 指示値の $\pm 0.5\%$
3. 分解能
 測定範囲0~2mm : $0.1\mu\text{m}$
 測定範囲2mm以上 : $0.25\mu\text{m}$
4. 弾性率だけではなく破断まで測定可能

GL設定棒
50、75mm

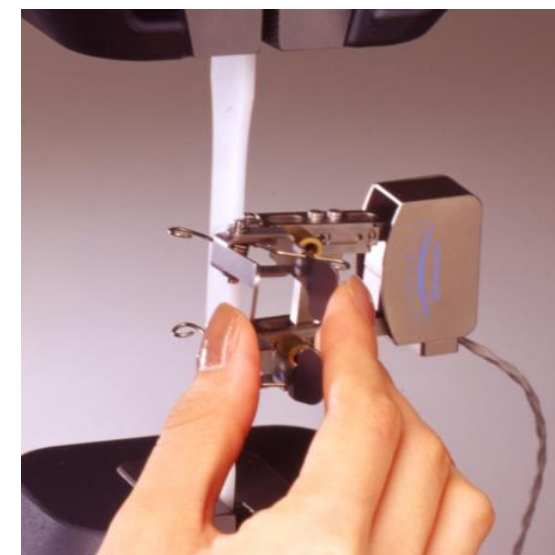


SIE-560S

伸び計（接触式）

手動伸び計SSG50-10SH

1. GL50mm
2. 精度
 - 測定範囲0.2mm以下 : $\pm 1\mu\text{m}$
 - 測定範囲0.2mmを超え5mmまで : 指示値の $\pm 0.5\%$
3. 分解能
 - 測定範囲0～0.9mm : $0.1\mu\text{m}$
 - 測定範囲0.9mmを超え5mmまで : $0.5\mu\text{m}$
4. ワンタッチで取付可能



SSG50-10SH

手動伸び計SSG50-10(プラスチック弾性率対応形)

1. GL50mm
2. 精度
 - 測定範囲0～0.13mm : $\pm 1\mu\text{m}$
 - 測定範囲0.13を超え0.3mmまで : $\pm 3\mu\text{m}$
 - 測定範囲0.3を超え5mmまで : 指示値の $\pm 1.0\%$
3. 分解能
 - 0～0.9mm : $0.1\mu\text{m}$
 - 0.9mmを超え5mmまで : $0.5\mu\text{m}$



SSG50-10

伸び計（接触式）

手動伸び計SG75-10

1. GL75mm

2. 精度

測定範囲0～0.15mm

測定範囲0.15を超え7.5mmまで

3. 分解能

測定範囲0～1.35mm

測定範囲1.35mmを超え7.5mmまで

標線間距離75mmの対応品

: $\pm 1.5\mu\text{m}$

: 指示値の $\pm 0.5\%$

: $0.15\mu\text{m}$

: $0.75\mu\text{m}$

押えるだけでGL75mmが設定できます（簡単操作）



SG75-10

伸び計（非接触式）

非接触伸び計TRViewX

- ビデオ式非接触伸び計

2台のビデオカメラで伸び測定

簡単操作のソフトウェアで
試験映像を録画しながら試験ができます

試験片に非接触で試験

- ・ 接触による試料への悪影響なし幅測定も可能に！
- ・ 多様な試料で試験可能
（プラスチック、フィルム、ゴム）



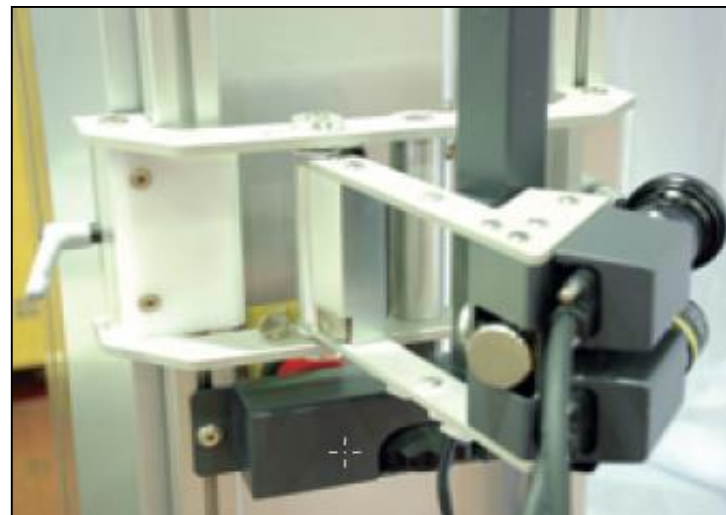
TRViewX

伸び計（非接触式）

非接触伸び計TRViewXの特長

1. 室温ではJIS 0.5級の精度で計測可能
GL75mmに対応可能！！！（※）
2. 幅測定機能を標準装備。
3. 視野範囲800mmまで対応可能
4. 試験中のビデオ録画、再生可能
5. アシストライン機能
（つかみ具間距離設定、試験片装着、標線マーク）

（※）伸び測定 of 絶対精度が $\pm 1.5\mu\text{m}$ であるため、
GL75mmかつ常温での測定のみ規格の要求仕様に
対応しています。



精密位置調整機構



高容量のLED照明

伸び計（接触式）の測定例

自動伸び計SIE-560S

1. GL設定棒を交換でGL50mmにもGL75mmにも対応可能

2. 精度

測定範囲0~0.2mm未満

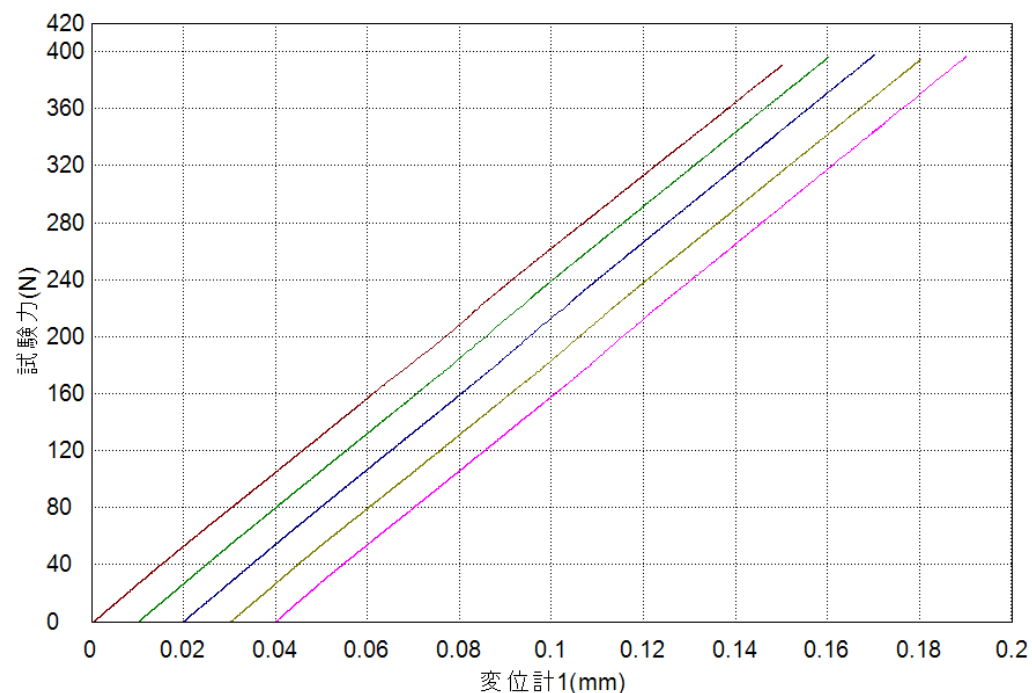
: $\pm 1\mu\text{m}$

測定範囲0.2mm~(560-標点間距離)

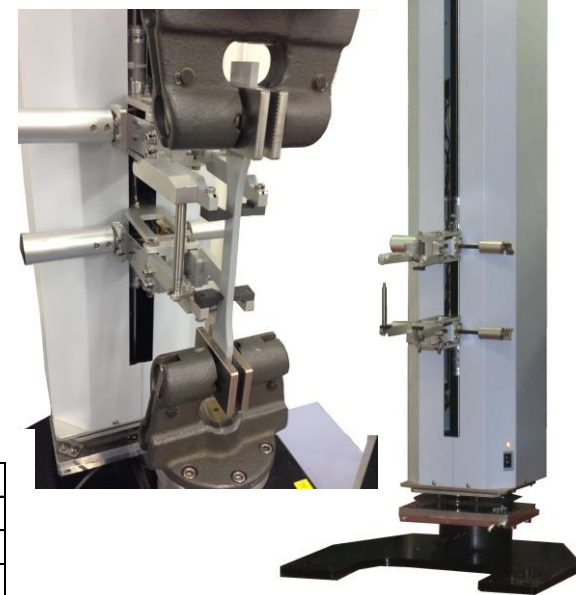
: 指示値の $\pm 0.5\%$

試験片：ポリ塩化ビニル

弾性率 3260N/mm²



名前	弾性率(N/mm ²)
パラメータ	変位計 0.025 - 0.125 mm
1	3268
2	3314
3	3319
4	3299
5	3315
平均値	3303
相対標準偏差	0.6%



SIE-560SA

SIE-560SAによる測定結果

試験時の注意事項

試験方法

プリストレスをかけること

$$0 < \sigma_0 \leq E_t / 2000 \quad (= 5 \times 10^{-4} E_t) \quad \sigma_0 : \text{プリストレス} \quad E_t : \text{ヤング率}$$

応力とひずみの関係式： $\sigma = E\varepsilon$ より、 $\varepsilon = 0.05\%$ の時の応力に相当
 $\varepsilon_0 \leq 0.05\%$ ε_0 : 初期ひずみ

かつ

$$0 < \sigma_0 \leq \sigma^* / 100$$

$\sigma^* = \sigma_Y$ (降伏応力)、 σ_M (引張応力)

上記の範囲外のプリストレスが負荷された場合、クロスヘッドスピードを1mm/min程度で動作させて範囲内に調整する事がのぞましい。

TrapeziumX・X-Vの予備負荷機能を使えば、
プリストレス値を指定し、予備負荷完了後に試験開始する設定が可能
プリストレス値を入力して試験を開始すると設定プリストレス値に到達した時点で変位を0mmとして自動でデータ取得開始。

試験制御について

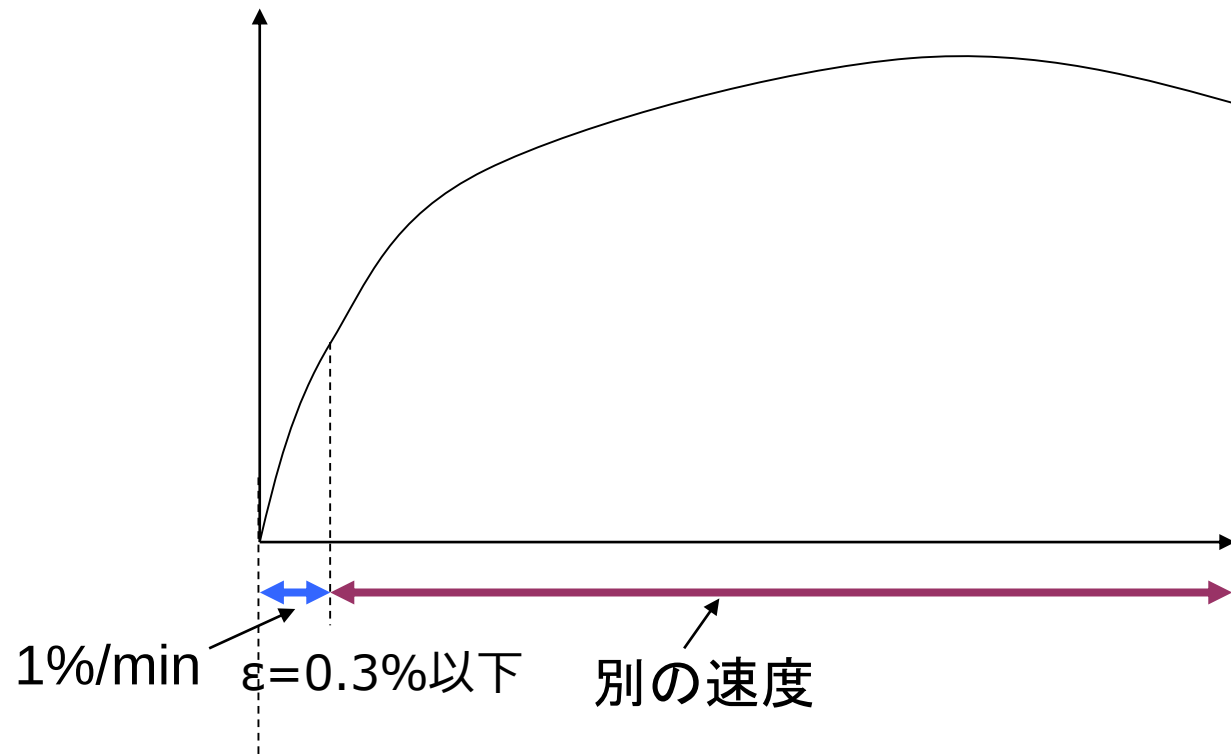
試験方法

弾性率測定時GLに対して1%/minに近いストローク速度を表から選択

(GL50mmの場合：5mm/min)

弾性率測定($\epsilon=0.25\%$ まで)後、同じ試験片を使用して試験をしてよい

- ①異なる速度で試験をする場合、一旦除荷する事がのぞましいが、
 - ②除荷せずに速度を変更してもよい
- 速度変更する場合、ひずみ0.3%以下で速度を変更する



データ処理について

1. ひずみ計測

A法：試験開始から終了まで、呼びひずみを以下で計算

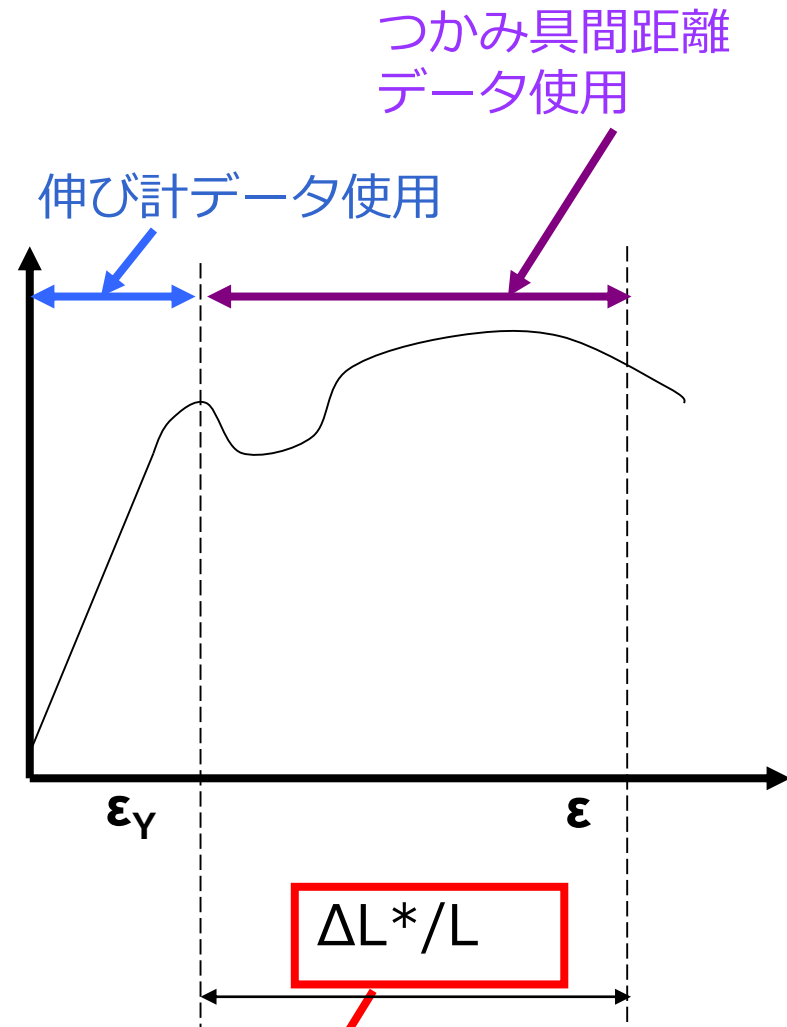
$$\varepsilon = \Delta L / L$$

ΔL ：つかみ具間距離の増加分
 L ：初期つかみ具間距離

B法：降伏およびネッキングを示す試験片は以下で計算

$$\varepsilon_t = \varepsilon_Y + \Delta L_t / L$$

ε_Y ：降伏ひずみ
 ΔL_t ：降伏ひずみ後のつかみ具間距離の増加分
 L ：初期つかみ具間距離



$$\Delta L^*/L = (\text{つかみ具間距離指示値} - \text{降伏の時のつかみ具間距離}) / \text{初期つかみ具間距離}$$

データ処理について

10.2章 : Strain (ひずみ測定)

10.2.2.1 General

NOTE

(伸び計による測定あるいはつかみ具間距離の測定の代わりにクロスヘッド変位を用いる場合)

「使用する治具のコンプライアンスにより、特に試験開始部においてクロスヘッド変位はつかみ具間距離とは異なる場合がある。**懸念がある場合は、コンプライアンスに対してクロスヘッド変位の補正が必要(intended)となる。**

10.2.2.2 Method A : 試験開始から終了まで、呼びひずみで計算

10.2.2.3 Method B : 降伏およびネッキングを示す試験片は
降伏点までは伸び計データを使用
降伏点以降は呼びひずみを使用

懸念 (Concern)に関して・・・

測定伸び量がコンプライアンス補正量(=システム全体のひずみ量)と比較して十分小さいかどうか確認が必要

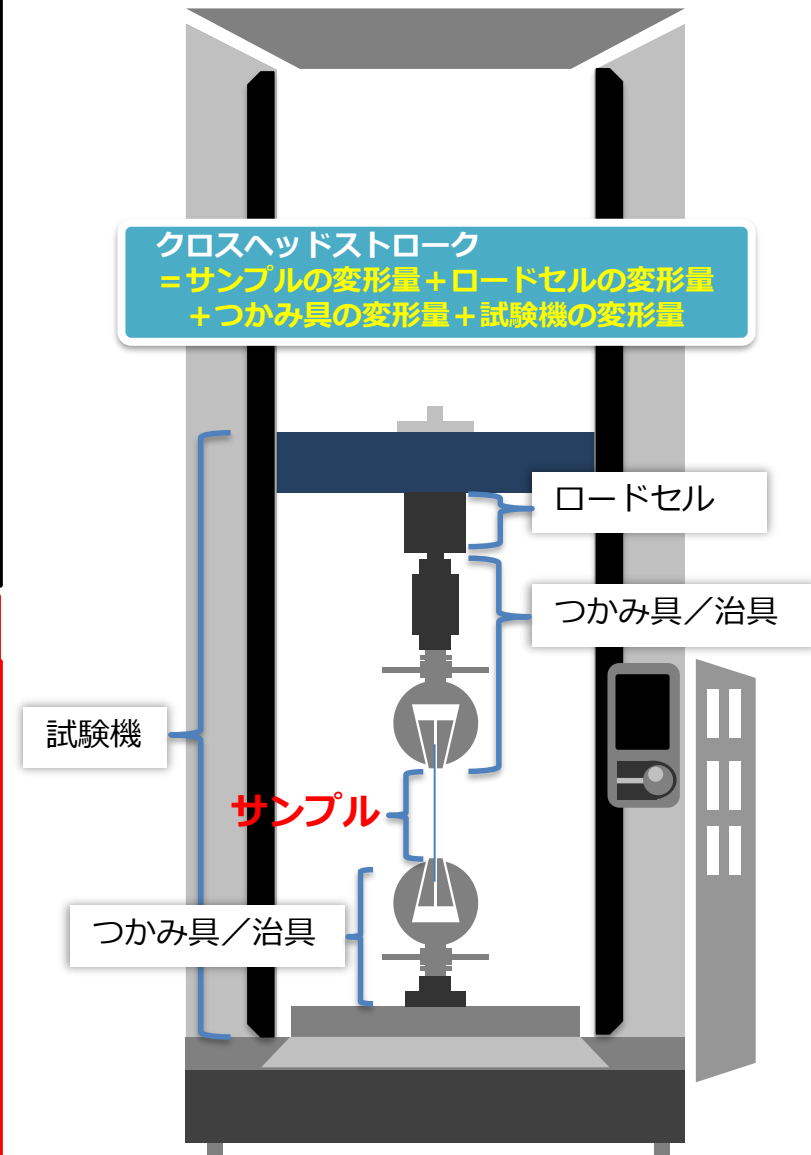
例えば、試験機+ロードセル+つかみ具+ジョイントのトータル剛性が、10kN/mm～5kN/mmとなった場合(注1)、剛性からひずみ量が以下の通り計算される。

試験力値	試験力負荷時のシステム全体のひずみ量
100N	0.01～0.02mm
500N	0.05～0.1mm
1000N	0.1～0.2mm

上記の場合、

- ・弾性率測定には伸び計が必須
- ・破断伸び測定には、上記の試験力とひずみを考慮して、数値的に影響が小さい場合は、補正なしの呼びひずみで対応可能

注1 : 10kN卓上試験機+固定ジョイント+5kNロードセル+5kNエアーつかみ具の場合



データ処理について

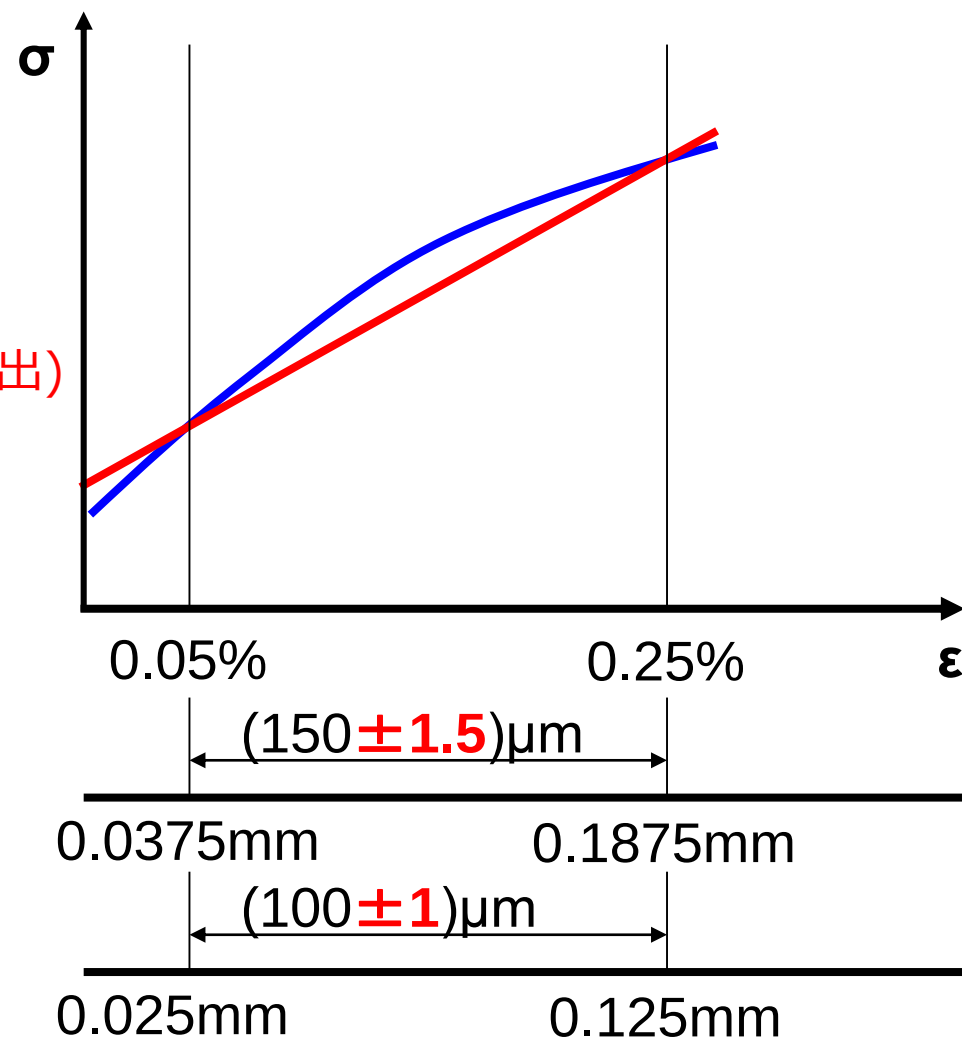
2. ヤング率の計算方法 以下の2種類から選択可能

Secant法

$$E_t = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

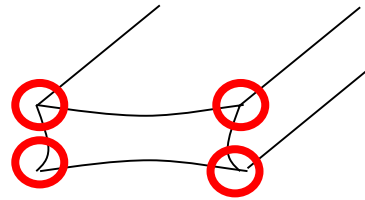
Regression法

$$E_t = d\sigma / d\varepsilon \text{ (2点間データの最小二乗法による算出)}$$

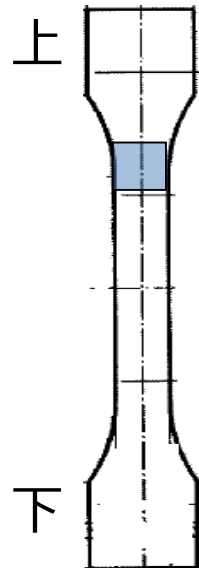


試験する時の注意点 プラスチック

1. サンプルのひけによりサンプル端の凸部分に
応力集中がかかって破断の原因になることがある



2. 射出成型の流れにより生じるネッキング開始ポイントの上下の向きを合わせる



汎用プラスチック・エンブラでの注意点

延性的な性質を持つプラスチックの場合

1. チャック締め付け時に発生するチャック部押し出し力を低減させる

① つかみ歯を固定する

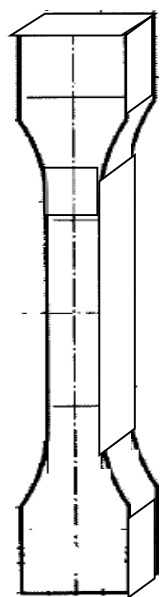
② つかみ歯の8割以上でつかむ

③ エアーチャックを使用し、エアー圧を調整する

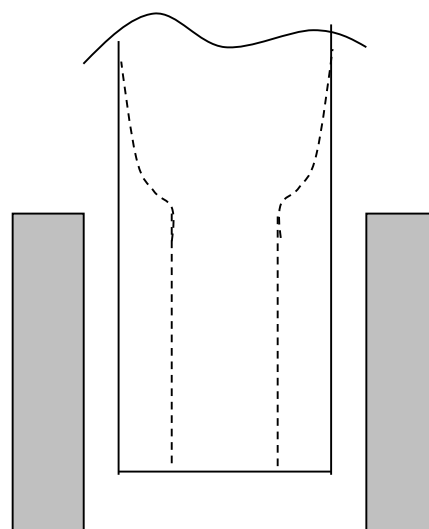
2. 余分なダメージを与えない

(特に試験力の低い材質)

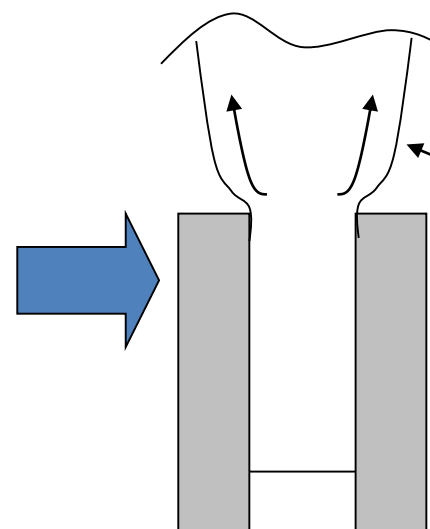
上部チャッキング後、急に荷重がかからないように徐々に下つかみ具をつかむ



←
こちらから見た図



チャッキング前



チャッキング後

押し出し力
=
サンプル上下方向
の圧縮力

ゴム引張規格

— JIS K 6250, K6251,
ISO 23529, 37, 5893

ゴム引張 構成

試験規格

JIS K6250:ゴム—物理試験方法通則

ISO 23529: Rubber — General procedures for preparing
and conditioning test pieces for physical test methods

JIS K6251:加硫ゴムおよび熱可塑性ゴム—引張特性の求め方

ISO 37 : Rubber, vulcanized or thermoplastic
— Determination of tensile stress-strain properties

試験装置に関する規定

JIS K6272:ゴム—引張, 曲げ及び圧縮試験機 (定速) —仕様

ISO 5893 : Rubber and plastics test equipment-Tensile, flexural
and compression types- specification

試験条件・試験片

環境条件：温度 23℃・湿度 50%(JIS K6250 11.2.2)
 温度 27℃・湿度 65%(JIS K6250 11.2.2)
 他の温度は、JIS K6250 11.2.2に記載あり

試験片形状と試験速度

推奨試験片

JIS名称 寸法	1号	2号	3号	5号	6号	7号	8号
全長 A (mm)	120	100	100	115	75	35	50
端部の幅 B (mm)	25	25	25	25	12.5	6	8.5
幅の狭い平行部分の長さ C (mm)	40	20	20 (21±1)	33	25	12	16
狭い部分の幅 D (mm)	10	10	5	6 (6.2±0.2)	4	2	4
初期の標線間距離(mm)	40	20	20	25	20	10	10
試験速度 (mm/min)	500	500	500	500	500	200	200
ISOの相当試験片	-	-	Type 1A	Type 1	Type 2	Type 4	Type 3

ダンベル1号試験片は伸びの小さい試料に、ダンベル2号の試験片は引張り強さの小さい試料に、ダンベル6号試験片は幅が小さい試料に用いる。
 ダンベル7号と8号試験片は十分な材料がない場合にだけ用いる。

ゴム引張 注意事項

規格には、以下の注意事項が記載されている

- ・ 同一試料であっても用いる試験片形状によって異なる結果になることが多いため、異なる試料を相互に比較する場合は、同じ形状の試験片を用いなければならない
- ・ ダンベル試験片作成用の打抜き刃も詳細寸法が記載されている
- ・ 試験開始時のたわみ防止のため、0.1Mpaの初期応力を付加してもよい
- ・ 伸びの測定は $\pm 0.5\%$ の正確さをもった校正装置で校正し、最大許容誤差が2%でなければならない（JIS K 6272、ISO 5893）

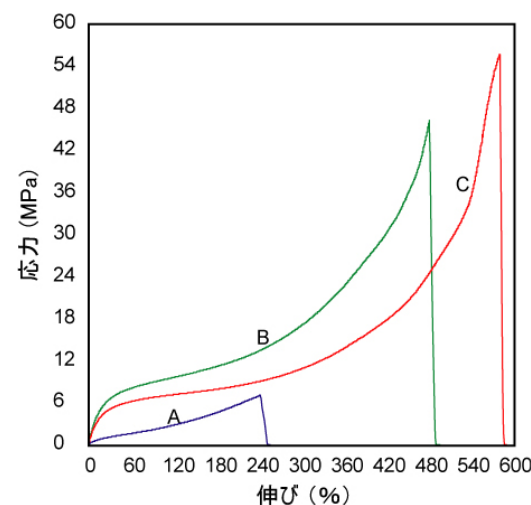
ゴム引張 測定例

ゴムの引張り試験例

つかみ具：エア平面式つかみ具

伸び計：DSES-1000

測定精度：±100μmまたは±0.2%どちらか大きい方



応力と伸びの関係

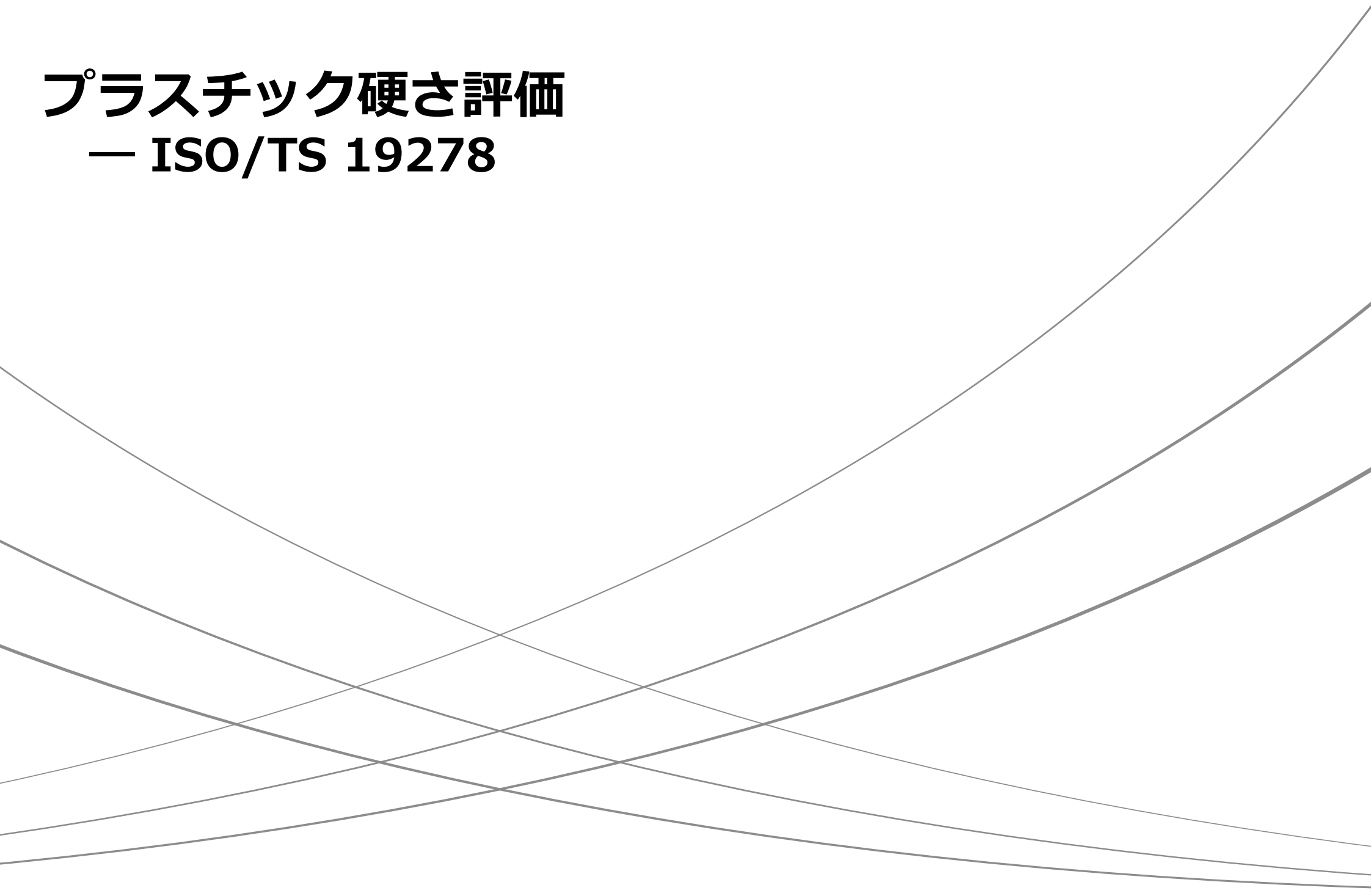
試験条件

項目	設定値
試験速度	500 mm/min
つかみ具間距離	60 mm
標点間距離	20 mm

試験結果

サンプル	主成分	引張強さ (MPa)	100 %伸び 引張応力 (MPa)	200 %伸び 引張応力 (MPa)	切断時伸び (%)
A	クロロプレン	7.1	2.4	5.4	242.3
B	ウレタン	47.1	9.3	11.9	478.1
C	ウレタン	55.5	7.0	8.4	572.6

プラスチック硬さ評価 — ISO/TS 19278



プラスチック硬さ試験の課題

従来から用いられているプラスチック硬さ試験法

- ・ ISO 2039-2 Plastics -- Determination of hardness -- Part 2 : Rockwell hardness
(JIS K7202-2 プラスチックー硬さの求め方ー第2部：ロックウェル硬さ)
- ・ ISO 2039-1 Plastics -- Determination of hardness -- Part 1 : Ball indentation method

例：ロックウェル硬さによるプラスチックの硬さ試験条件

ロックウェル 硬さスケール	初試験力	全試験力	鋼球圧子直径
R	98.07N	588.4N	12.7mm
L	98.07N	588.4N	6.35mm
M	98.07N	980.7N	6.35mm

スケールが
複数

大きな
試験力

プラスチック硬さ試験の課題

従来のプラスチック硬さ試験法での課題

1. ロックウェル硬さ試験法(ISO 2039-2)、ボール押込み法(ISO 2039-1)は
材料の硬さによりスケール(試験条件)が異なるため、材料間比較ができない。

材料A : HRR

材料B : HRM ⇒ 材料選定・性能スクリーニングができない

材料C : HRL

2. ロックウェル硬さ試験法、ボール押込み法は**試験片の厚みによっては試験片を重ねて試験しなければならないが、重ねるとデータにばらつきが生じる。**

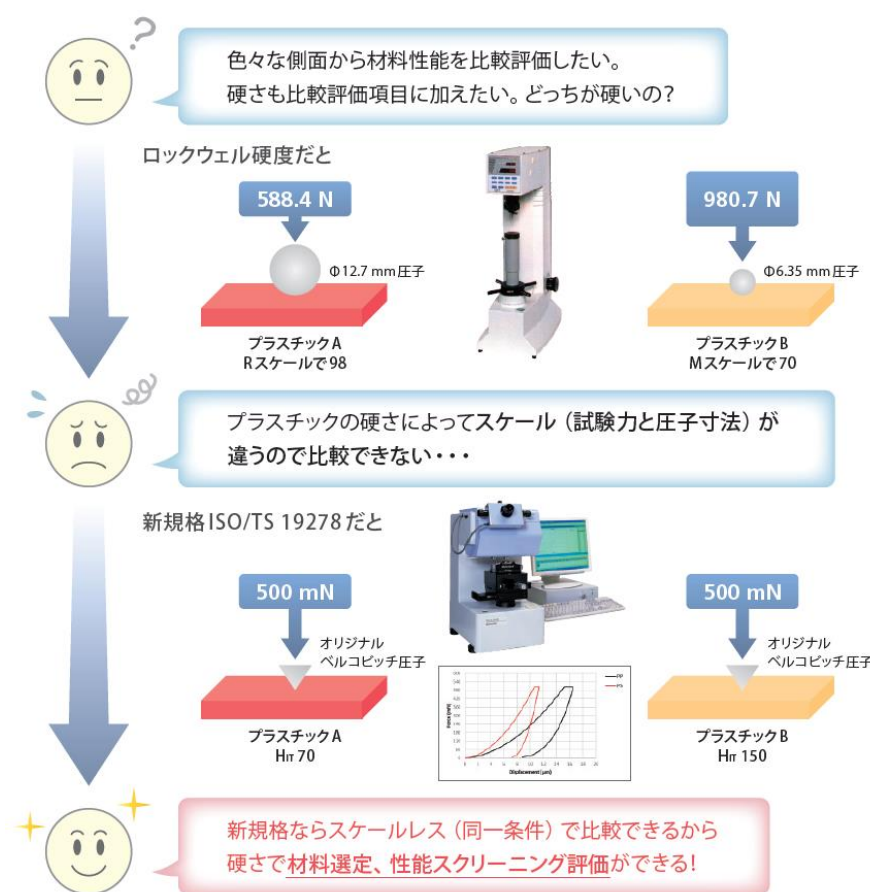
試験力はスケール毎固定 ⇒ 汎用的な試験片が使えない。

3. くぼみの大きさを測定するその他の硬さ試験では、**プラスチック表面のくぼみが見えにくくて測長ができない。**

ISO/TS 19278

プラスチック硬さ試験の課題解決のため以下の内容が定められた。

1. **単一の試験条件が定められた。**
⇒異なる材料間で比較できる。
2. **試験力と押し込み深さから硬さを測定する計装化押し込み硬さが試験方法として採用された。**
⇒くぼみが見えなくても測定ができる。
3. **且つ従来よりも微小な試験エリアで測定が可能な押し込み試験力の条件が定められた。**
⇒繰返し再現性が得られる測定ができる。
従来よりも薄く小さい試験片を測定できる。



材料間の比較ができることによる新たな用途

- ・ **プラスチックの材料選定**
- ・ **プラスチックの性能スクリーニング**

試験エリアの微小化による新たな用途

- ・ **汎用的な試験片が使える**
- ・ 様々な形状の試験片の硬さ測定

ISO/TS 19278とロックウェル硬さ

ISO 2039-2とISO/TS 19278の相違点

	従来方式 (ロックウェル硬さ)	ISO/TS 19278
圧子	試験片の硬さに応じて圧子直径の選択が必要	バーコビッチ(三角錐)圧子1種類のみ
試験力	全試験力588.4N又は980.7N 試験片の硬さに応じて選択が必要	低試験力(500mN)で試験を行う、 硬さの異なる様々な試料に適応可能
押し込み深さ	300～1,600 μm	数 μm ～数十 μm
硬さ値の比較	硬さ値(HR)が50～115の範囲になるようにスケールを選択する必要がある。スケールの異なる硬さ値では厳密な比較ができない	材料に依存せず同一スケールを用いて測定するため、硬さ値の比較が可能
試験片の制約	厚さ6mm未満の試験片は、複数枚重ねる必要があり、データに影響することがある	厚さ6mm未満の試験片においても、そのまま測定可能

規格の主な規定項目—試験条件—

試験装置の要求性能 (5章)

1. 圧子 : バーコビッチ圧子
2. 試験力の再現性 : $\pm 1.5 \%$
3. 変位計測 : 誤差 指示値の $\pm 1 \%$ 以内($6 \mu\text{m}$ 以上において)
4. 負荷時間 : $30 \text{秒} \pm 10 \%$

測定条件 (8.6節、9章)

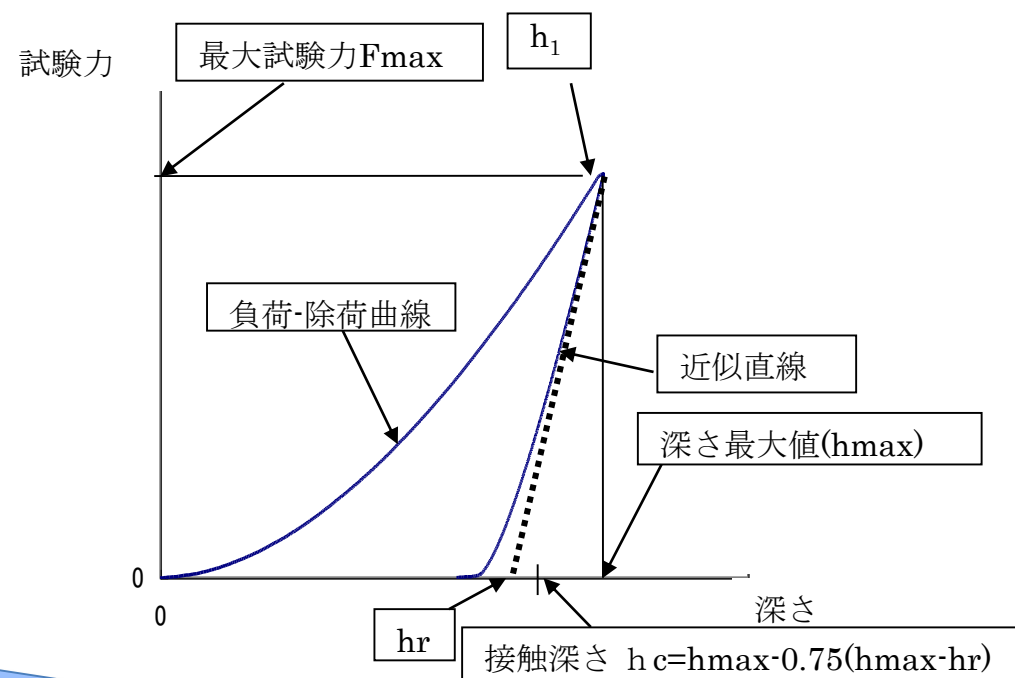
1. 押し込み試験力 : 500 mN
2. 負荷除荷時間 : 各 30 秒
3. 保持時間 : 40 秒
4. 試験回数 : 5 回以上

測定時の主な記録事項 (11章)

1. 硬さ H_{IT} $0.5/30/40/30 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$$H_{IT} = \frac{F_{\max}}{A_p} = \frac{F_{\max}}{23.96 \times hc^2}$$

2. 負荷除荷曲線
3. 試験片内で試験した位置
4. 切り出し試験片の場合、切り出し位置と角度



ISO 14577から引用

DUH-210/DUH-210S

プラスチック硬さアナライザーの紹介

➤ 規格要求性能を満足した試験装置

- | | |
|---------------|----------------------------|
| 1. 圧子 | : バーコビッチ圧子 |
| 2. 試験力 | : 最大1,961mN |
| 3. 試験力精度 | : 指示値の±1 % |
| 4. 押し込み深さ測定範囲 | : 0~100μm |
| 5. 深さ(変位)精度 | : 指示値の±1 %
(6 μm以上において) |



➤ 押し込み深さ**100μmまでの広範囲な変位測定範囲**

Rigid plastics から semi rigid plasticsまで多様なプラスチックに使用可能。

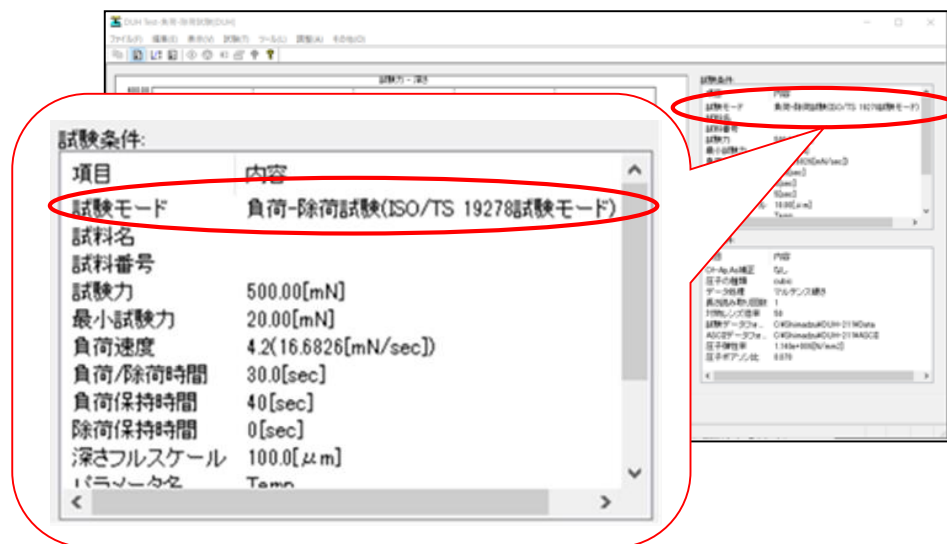
例えば、弾性率140 MPa程度のLDPEの場合、少なくとも44 μm程度の押し込み深さの測定が必要。

* Rigid plastics: 弾性率が700MPaを超えるプラスチック

Semi rigid plastics: 弾性率が70 – 700MPaの範囲のプラスチック

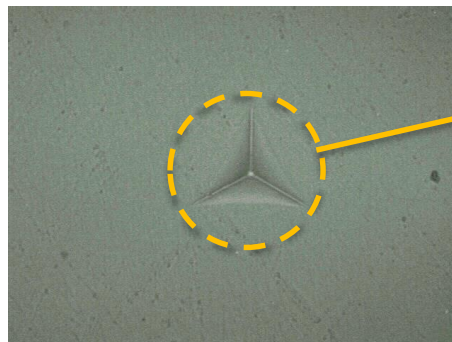
DUH-210/DUH-210S プラスチック硬さアナライザーの紹介

- ソフトウェアに**専用の試験モード**を用意しており、簡単に規格試験が実施可能



- 試験の押込み位置を狙って観察できる**顕微鏡機能を標準装備**

表面観察例
アクリル系樹脂(クリアー)



試験によるくぼみ

- スチールバンドによる固定バイスを有しており、**接着剤なしで試験片の固定可能**

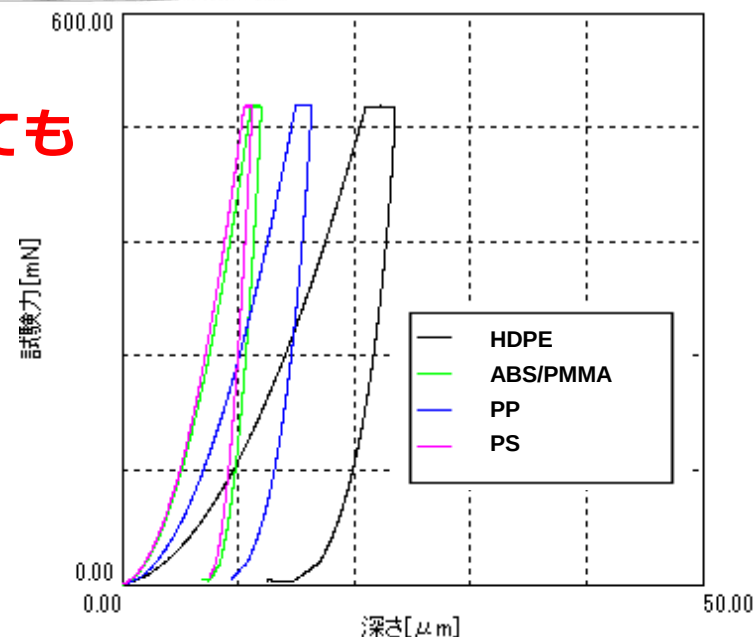
DUH-210/DUH-210S

測定事例

試験条件

設定試験力	500mN
負荷/除荷時間	各30秒
保持時間	40秒
圧子	バーコビッチ圧子
試験回数	5回
試験片形状	直方体 20 × 10 × 3 mm

材質が異なっても
全て同一条件

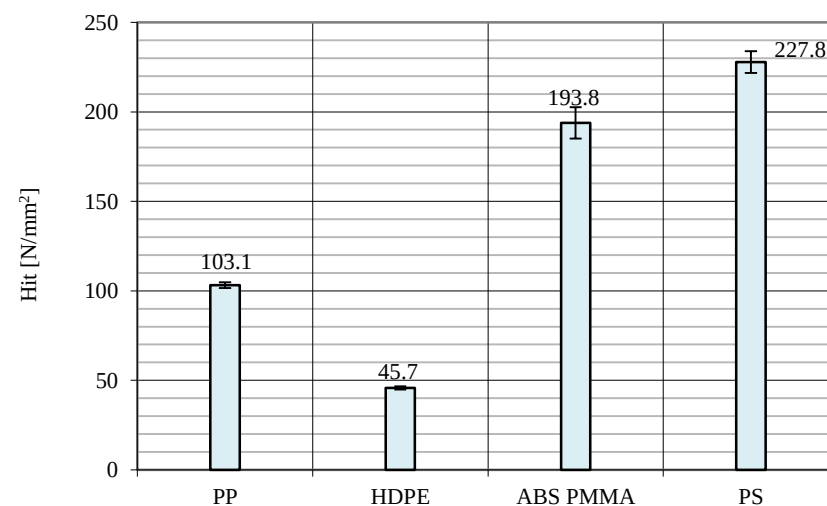


試験結果(5回の平均)

単一のスケールで
結果を表すことができる

試料名	試験力 $F_{\max}$ [mN]	深さ $h_{\max}$ [μm]	押し込み 硬さ H_{IT} [N/mm ²]	標準偏差
PP	502.3	16.4	103.1	1.59
HDPE	502.2	23.5	45.7	0.87
ABS/ PMMA	502.1	12.1	193.8	8.74
PS	502.2	11.2	227.8	6.15

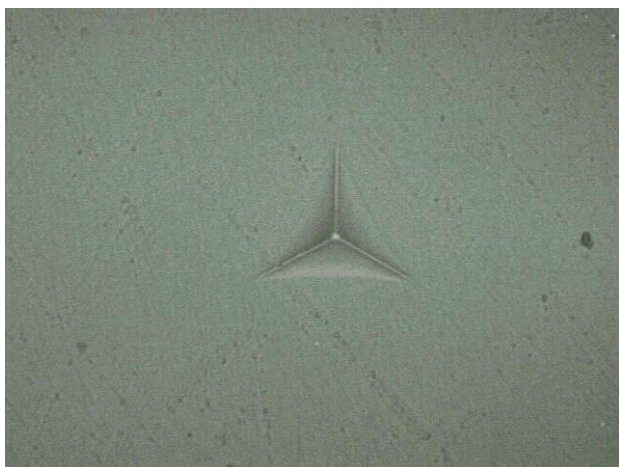
試験環境 温度23±2℃ 相対湿度 50±10%RH



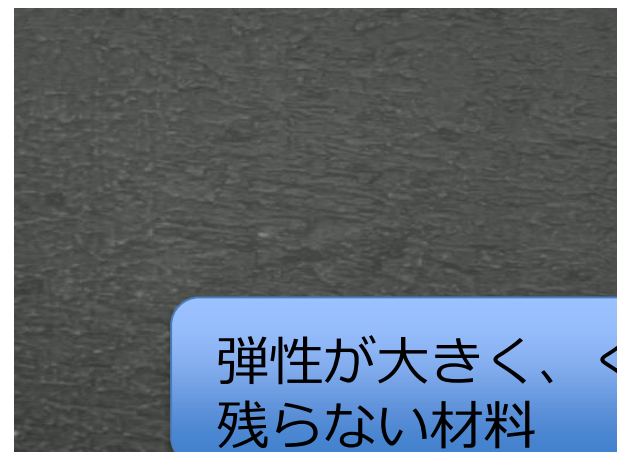
DUH-210/DUH-210S

応用例

DUH-210/DUH-210Sを利用可能な材料は
プラスチックだけにとどまりません。



プラスチック



ゴム

弾性が大きく、くぼみが残らない材料



ガラス

プラスチック同様に
くぼみが見にくい材料

プラスチック以外の
異種材料とも比較可能

最後に

環境負荷低減に向けた輸送機の軽量化の手段として、ゴム、プラスチックの採用比率が増加しています。これにより、設計のために必要とされる強度特性試験の重要性が増しています。

さらに近年では外観を重視する部品にも採用されるため、耐摩耗性、耐久性の評価も重要になっています。

島津製作所は新しいISO、JISに対応した試験機と必要な変位計や治具をご提供し、関連するお客様をサポートし続けます。

ありがとうございました。