

微小圧縮試験機

Micro Compression Testing Machine

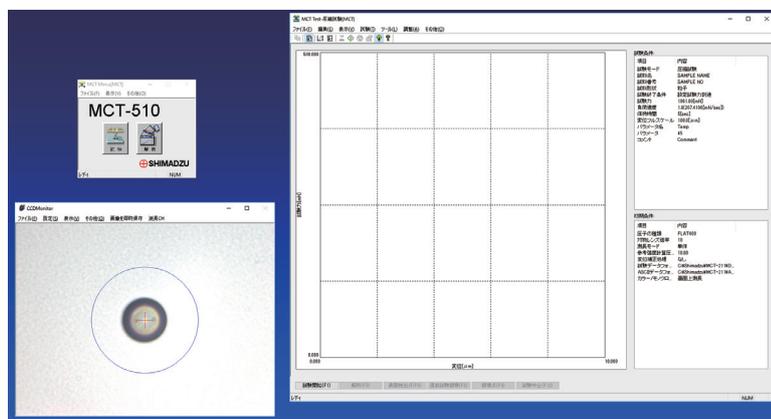
MCT シリーズ



微小圧縮試験機

Micro Compression Testing Machine

MCT™ シリーズ



写真はサイド観察キット・測長キットを取り付けた構成です。

あらゆる微小材料の圧縮強度評価に

微小圧縮試験機MCTシリーズは、各種微小部品、粉体加工品での微小粒子、あるいは新素材関連の微細繊維の強度評価試験機です。

金属やセラミックの粉末の製造技術の発達にともない、数 μ ～数100 μ m程度の粒径の球形微粉末の製造がなされ、その特性について評価を行う必要が生じてきました。また、複合材料の原料である微細繊維の特性を評価する必要も生じてきました。

もちろん、その他のあらゆる微細材料の圧縮特性の評価の必要性も高まっています。

島津微小圧縮試験機MCTシリーズは、このようなニーズに応える、微小粒子、微細繊維、その他あらゆる材料の強度評価試験機です。



微小物質の圧縮強度が評価できます。

- 各種微小部品
- セラミックス粒子
- 金属微粉末
- 樹脂粒子
- 顔料
- 食品原料粉末
- 医薬品（マイクロカプセル）
- 微細繊維

例えば粉体は、個々の粒子の運動量が小さいために凝縮して流動性が悪かったり、飛散しやすいなど、極めて取り扱いが厄介な材料です。この対策として、造粒して見かけの運動単位を大きくすることがなされています。造粒に当たっては輸送、供給過程では壊れずに、例えば高分子材料等との混練操作では、容易に一次粒子として分散する必要があります。つまり適度の荷重で壊れてくれるように造粒する必要があるわけです。

本装置は、一粒一粒の圧縮特性評価が可能ですので、このような粒子の特性評価にも最適です。

Contents

特長	P. 4	仕様	P. 10
多彩な物性試験	P. 6	特別付属品	P. 11
豊富な解析機能	P. 8		

新しい発想による 微小材料の圧縮強度評価試験機です。

微小な圧縮変位測定

微小材料の圧縮特性を評価するために分解能0.001 μm で最大100 μm までの測定範囲タイプと、分解能0.0001 μm で最大10 μm までの測定範囲タイプを用意しています。

ワイドな荷重レンジ

微小材料を圧縮するために、最大試験力4903mNと1961mNの2タイプを用意しています。

高精度で測定

設定試験力あるいは表示試験力の $\pm 1\%$ のいずれか大きい方の試験力精度で測定が可能です。

試料の大きさ測定機能が標準装備

上方向から見た画像による試料の大きさ測定機能が標準付属していますので、幾何平均径、長さなどを求められます。

PC画面上画像の測長・保存（オプション）

測長キット（カラーまたはモノクロ）を使用いただくと、PC画面上に上方向から見た画像を表示でき、長さ測定が可能です。さらにこの画像のデジタルデータ保存が可能です。

圧縮中の画像を表示可能（オプション）

圧縮中の画像を横方向からとらえ表示できます。
(サイド観察キット：オプションが必要です。)

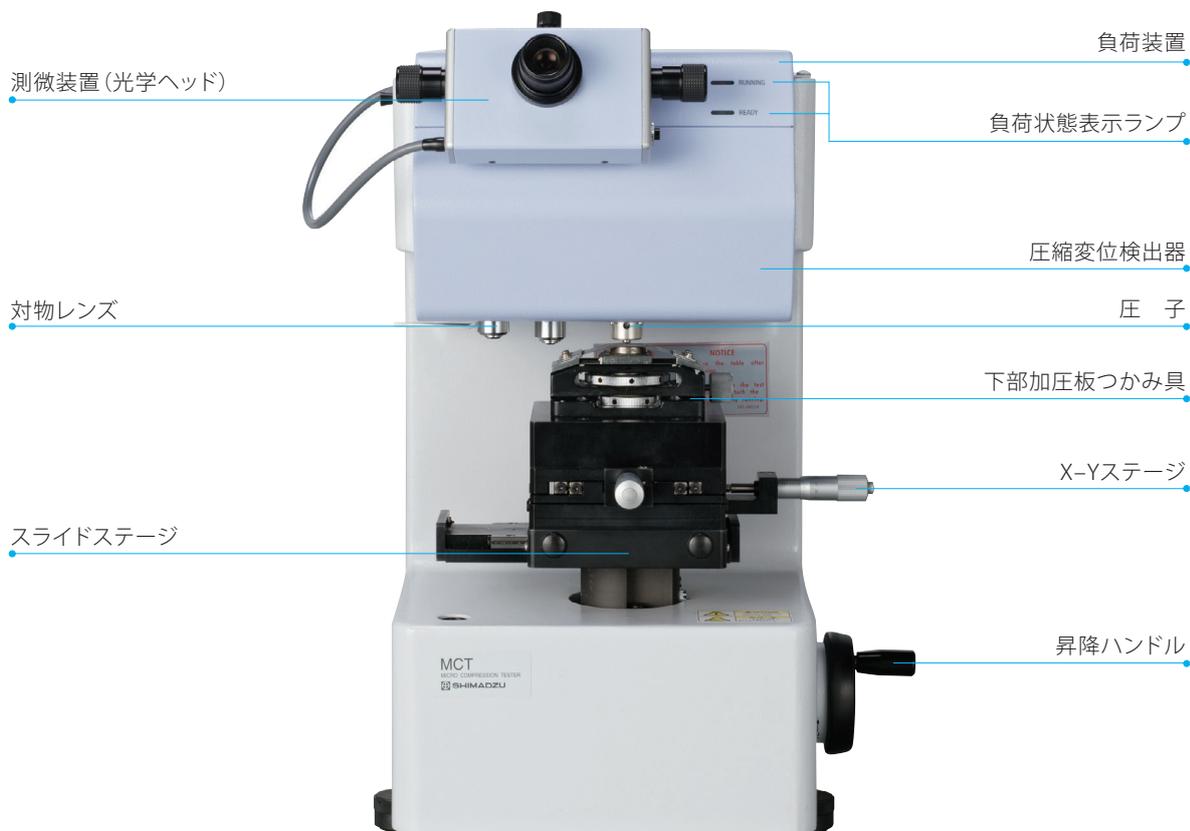
高温実環境にも対応（オプションシステム）

50～250 $^{\circ}\text{C}$ の温度環境での試験が行えます。

主な試験シーケンス

1. 試験条件の設定
2. 試料の顕微鏡観察、
大きさ測定（必要な場合のみ）
3. 負 荷
4. 解 析

使いやすさを追求した設計です。



測微装置 (光学ヘッド)

試料の大きさを読み取るための測長装置です。2本の指標で測定対象をはさむことにより、0.1 μ m単位で最大200 μ m (50倍対物レンズ使用時)までの像を測定できます。測定した大きさはPC上に表示され、この長さから強度を演算・表示する機能も備えています。

対物レンズ

測長用として50倍 (標準)、100倍 (オプション)、観察専用として10倍 (標準)、20倍 (オプション)が用意されています。

スライドステージ

測微装置を用いて試料を決定した後、圧子下部へ試料を移動させます。クリックストップになっており、測微装置で決めた位置へ正確に負荷することができます。

昇降ハンドル

スムーズなステージの昇降が可能です。粗動から微動までこのつまみ1つでOKです。

負荷装置

9.8~4903mNまたは1961mNまでの広い試験力範囲の負荷を与えます。電磁力を用いた負荷方式の採用により、高精度の負荷が可能となりました。

負荷状態表示ランプ

負荷中は、赤ランプ (RUNNING) が点灯します。装置に触れてもよい時は、緑ランプ (READY) が点灯します。

圧縮変位検出器

圧縮変位を正確に計測するため加圧圧子の上部に検出器を配置してあります。

圧子

平面圧子50 μ m径、
500 μ m径 (オプション)
三角すい圧子 115° (オプション)
500 μ mよりも大きな試料で、試験力4903mNでは破壊しない材料の試験に三角すい圧子を使用します。

下部加圧板つかみ具

下部加圧板をしっかり固定するためのつかみ具です。操作性を重視した構造となっています。

X-Yステージ

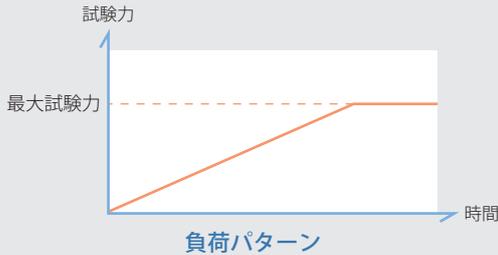
X-Y方向に25mm移動可能なステージです。標準のマイクロメーターでは0.01mm単位で送ることができます。また、デジタル表示等のオプションも準備しています。

多彩な物性試験ができます。

(目的に応じて試験項目をお選びいただけます。)

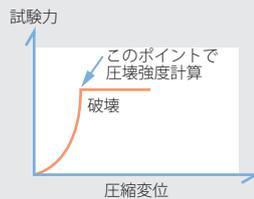
圧縮試験

この試験は、試料形状として粒子あるいは繊維を選択した場合、設定試験力まで負荷を与え、試料が破壊(圧裂)した場合は圧壊強度を、破壊しなかった場合は指定された変形時での強度を求める試験です。
また、試料形状としてその他を選択した場合は、設定試験力まで負荷を与え、試験を終了します。



●圧壊強度

圧壊試験力と粒径から圧壊強度を演算、表示します。
あるいは試料径のX%変形時の試験力と粒子径からX%強度(参考強度)を演算、表示します。



粒子の場合： $C_s(C_x)$, σ_F もしくは $St(S_x) = \alpha \times P / (\pi \times d \times d)$
 $\sigma_{10\%} = P_{10\%} / A$

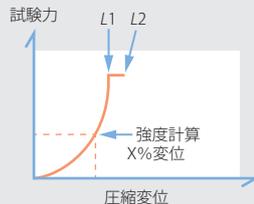
- C_s : 強度 (MPa) $\alpha=2.48$ (JIS R 1639-5:2007)
- C_x : 参考強度 (MPa) $\alpha=2.48$
- σ_F : 破壊強度 (MPa) $\alpha=2.8$ (JIS Z 8844:2019)
- $\sigma_{10\%}$: 変形強度 (MPa) (JIS Z 8844:2019)
- St : 強度 (MPa) $\alpha=2.8$ (平松らの式)
- S_x : 参考強度 (MPa) $\alpha=2.8$
- P : 試験力 (N)
- d : 粒子直径 (mm)
- $P_{10\%}$: 試料径の10%変形時の試験力 (N)
- A : 代表面積 (mm²)

ファイバーの場合： $St(S_x) = 2P / (\pi \times L \times d)$

- St : 強度 (MPa)
- S_x : 参考強度 (MPa)
- P : 試験力 (N)
- d : ファイバー直径 (mm)
- L : ファイバー長さ (mm)

●変化率

試験力保持開始時の変位 (L_1) と保持終了時の変位 (L_2) から変化率または変化量を演算、表示します。



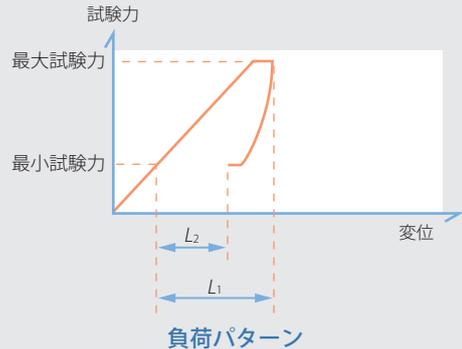
粒子またはファイバーの場合：変化率 $C_p = (L_2 - L_1) / d \times 100$

その他の場合 : 変化量 $D_p = L_2 - L_1$

- C_p : 変化率 (%)
- D_p : 変化量 (μm)
- d : 粒子あるいはファイバー直径 (μm)
- L_1 : 試験力保持開始時の変位 (μm)
- L_2 : 試験力保持終了時の変位 (μm)

負荷・除荷試験

この試験は、最大試験力まで負荷を与え、その後最小試験力まで除荷を行う試験です。



粒子またはファイバーの場合

$$\text{圧縮率 } Cr = L_1 / d \times 100$$

$$\text{復元率 } Rr = (L_1 - L_2) / d \times 100$$

Cr : 圧縮率 (%)

Rr : 復元率 (%)

d : 粒子あるいはファイバー直径 (μm)

L_1 : 変位1 (μm)

L_2 : 変位2 (μm)

その他の場合

$$\text{圧縮量 } Cv = L_1$$

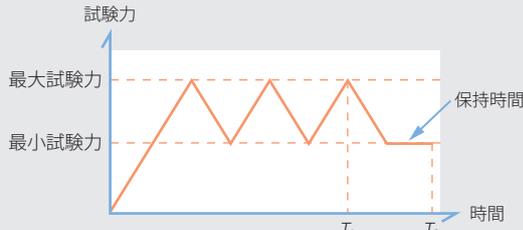
$$\text{復元量 } Rv = L_1 - L_2$$

Cv : 圧縮量 (μm)

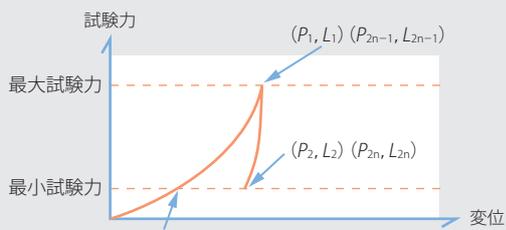
Rv : 復元量 (μm)

繰り返し試験

この試験は、負荷・除荷試験を最大250回繰り返していきます。
繰り返し負荷に対する試料の特性を評価するための試験です。



負荷パターン（試験力-時間）



負荷パターン（試験力-変位）

各サイクルにて圧縮率、復元率または圧縮量、復元量を求めます。

粒子またはファイバーの場合：

$$n\text{サイクル目 圧縮率 } Cr = (L_{2n-1} - L_0) / d \times 100$$

$$\text{復元率 } Rr = (L_{2n} - L_{2n-1}) / d \times 100$$

Cr : 圧縮率 (%)

Rr : 復元率 (%)

d : 粒子あるいはファイバー直径 (μm)

L_0 : 1サイクル目の負荷過程の最小試験力時の変位

L_{2n-1} : n サイクル目の最大試験力時の変位

L_{2n} : n サイクル目の除荷終了時の変位

その他の場合：

$$n\text{サイクル目 圧縮量 } Cv = L_{2n-1} - L_0$$

$$\text{復元量 } Rv = L_{2n} - L_{2n-1}$$

Cv : 圧縮量 (μm)

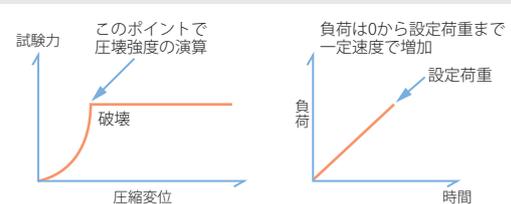
Rv : 復元量 (μm)

MCTシリーズの測定原理

上部加圧圧子（標準は50 μm の平面圧子）と下部加圧板の間に固定された試料に、電磁力により一定の増加割合で試験力を与えます。この時の試料の変形量を自動計測します。

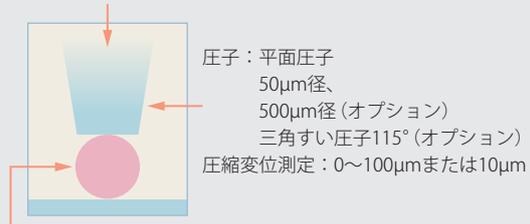
試験力としては9.8~4903mNまたは1961mNまでが設定でき、変形量の測定は0.001 μm または0.0001 μm の分解能で100 μm または10 μm まで行えます。試料の変形過程での押圧力と変形量を測定し記録します。

これにより微粉末の変形特性をダイナミックに測定することができ、種々の情報を得ることができます。また、試料の大きさを顕微鏡で測定可能ですので、大きさのふろろいな試料の評価が可能です。



- 変位の急激な増加は、試料が圧裂したことを示しています。
- この圧裂した荷重から試料の機械的強度（引張強度）が求められます。

負荷：電磁力により9.8~4903mNまたは1961mNの負荷



圧子：平面圧子
50 μm 径、
500 μm 径（オプション）
三角すい圧子115°（オプション）
圧縮変位測定：0~100 μm または10 μm

試料：粒径1~500 μm の粒子を一粒一粒圧縮することが可能。
繊維径1~500 μm の繊維を圧縮することが可能。
試料を単体に分離するため希釈液（アルコール等）で希釈する必要あり。

試料の大きさ測定：試料の大きさを光学顕微鏡にて0.1 μm 単位で測定することができます。

● 粉体の場合

機械的強度は、
JIS R 1639-5:2007^{※1}より

$$Cs = 2.48 \times \frac{P}{\pi d^2}$$

JIS Z 8844:2019^{※2} または
平松らの式^{※3}より

$$St = 2.8 \times \frac{P}{\pi d^2}$$

Cs もしくは St : 強度 (MPa)

P : 試験力 (N)

d : 粒子径またはファイバー直径 (mm)

L : ファイバー長さ (mm)

● ファイバーの場合

$$St = \frac{2P}{\pi dL}$$

参考文献

※1 ファインセラミックス—(顆)粒特性の測定方法—第5部：単一粒圧壊強さ

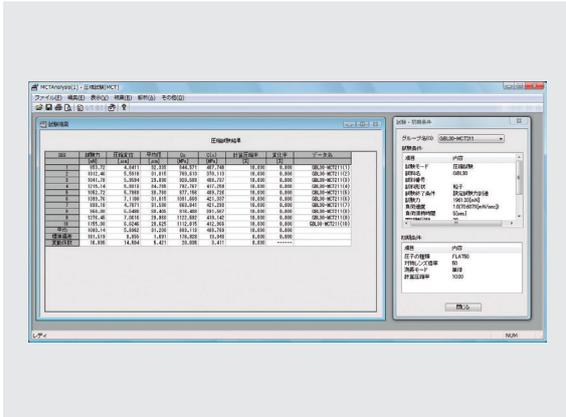
※2 微小粒子の破壊強度及び変形強度の測定方法

※3 平松、岡、木山：日本鉱業会誌、Vol.81 (1965)

豊富な解析機能で圧縮特性の評価に役立ちます。 (データ例)

試験力・変位・強度表示

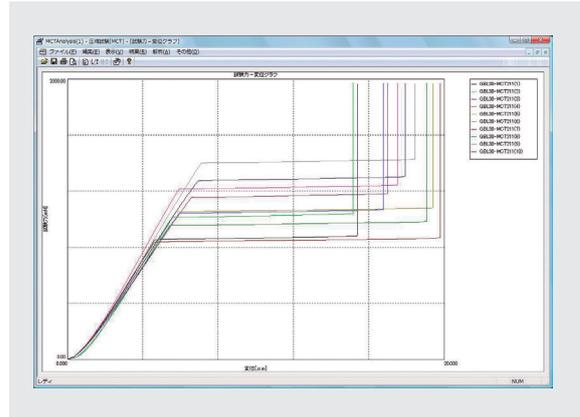
各試験の結果（試験力・変位・強度など）とその平均値や試験条件が表示可能です。



試験力-変位線図の重ね描き

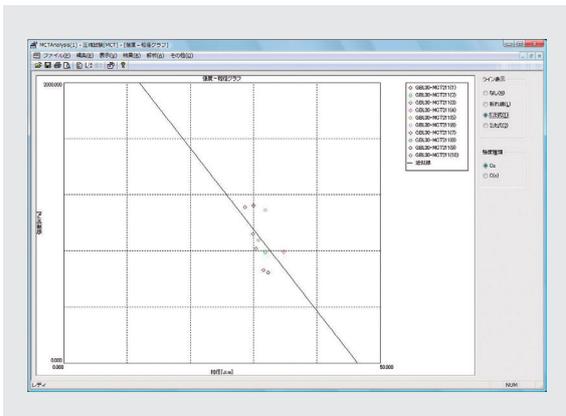
試験力-変位線図を各試料で比較する時、同時に複数の線図を描かせると、変形特性の違い等を一目でとらえることができます。

同一原点から重ねて描くことも可能です。



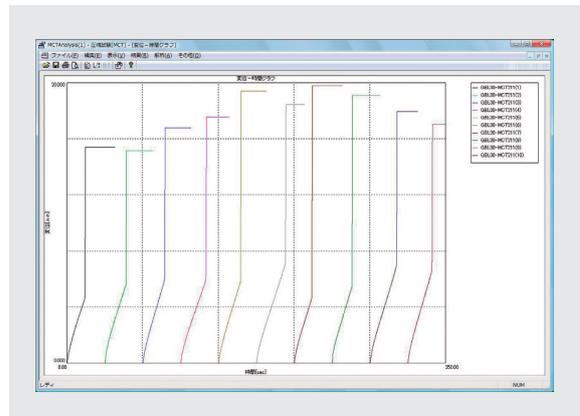
強度-粒径線図

粒子の大きさと強度の関係をグラフ表示できます。



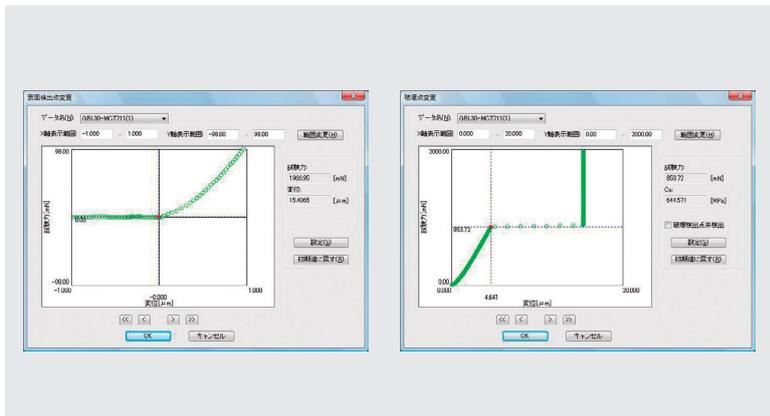
変位-時間線図

圧子が試料表面に到達した後、試料が変形していく過程で、試料からの変形抵抗をどのように受けているか、その情報を得ることができます。



表面検出点・破壊点の確認・変更

試験結果に大きな影響を与える、表面検出点・破壊点を試験中のみならず、解析時にも確認・変更が行えます。



上方向画像のPC画面表示

上方向から見た試料の像をPC上に表示できます。

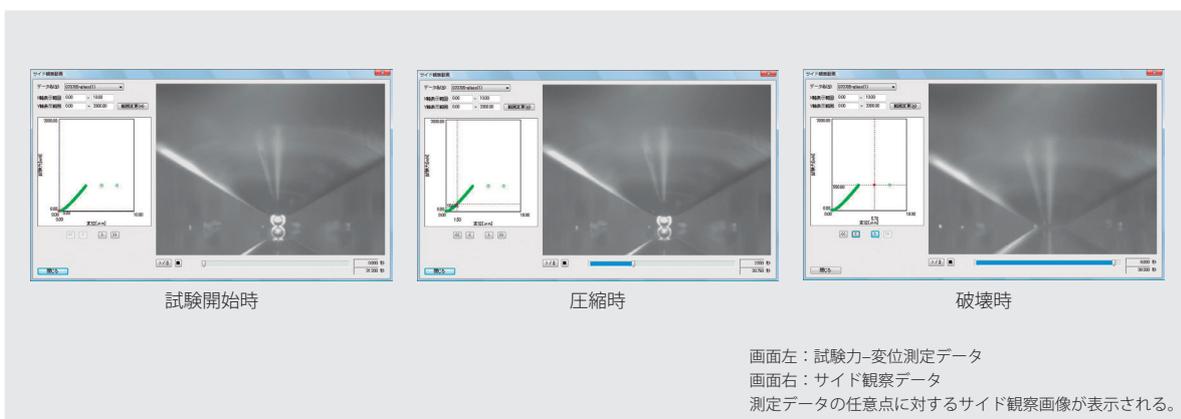
(オプションの測長キット付きの場合)



約80 μ mの粒子を50倍対物レンズで観察した例です。

圧縮中画像の観察

下記は約30 μ mのガラスビーズを、 ϕ 50 μ mの圧子で圧縮しています。



画面左：試験力-変位測定データ
画面右：サイド観察データ
測定データの任意点に対するサイド観察画像が表示される。

仕様

	MCT シリーズ			
	510	511	210	211
部品番号 ^(※1)	S344-04252-01	S344-04253-01	S344-04254-01	S344-04255-01
負荷装置				
負荷方式	電磁力負荷方式			
試験力範囲 (mN)	9.8~4903		9.8~1961	
試験力精度	表示試験力の±1%または0.1mNのいずれか大きい方以内			
試験力分解能	5μN (49mN以下の試験時)		2μN (19mN以下の試験時)	
圧子変位測定器				
測定方式	差動トランス方式			
測定範囲 (μm)	0~100	0~10	0~100	0~10
測定最小単位 (μm)	0.001	0.0001	0.001	0.0001
直線性	フルスケールの±2%以内			
光学モニタ				
総合倍率	約100、500倍 (オプションで200、400、1000倍)			
対物レンズ	10、50倍 (オプションで20、40、100倍)			
接眼レンズ	10倍			
照明方式	落射式			
光源ランプ	LED 3W / 3V			
光路切替え	観察と写真の切替え可能			
光学ヘッド				
視準方式	エンコーダとつまみ直結型両指標同時移動式			
検出器	オプティカルエンコーダ			
有効測定範囲	約200μm (対物レンズ50倍時)			
最小測定単位	0.01μm / バルス			
圧子				
上部加圧圧子	種類：フラット圧子50μm径 (オプションにて500μmフラット圧子) 材質：ダイヤモンド			
下部加圧板	SKS平板 (オプションにてダイヤモンド加圧板)			
試料ステージ				
昇降距離	約60mm			
面積	約幅 125mm×奥行 125mm			
水平移動範囲	X軸、Y軸共 25mm 最小目盛：0.01mm (オプションにて0.001mm)			
試験条件設定項目				
試験モード	圧縮試験、負荷-除荷試験、繰り返し試験			
試料形状	粒子、ファイバー、その他のいずれか			
データ処理項目	圧壊強度演算 試験条件と結果の表示 試験力と変位データの表示 試験力/変位グラフ表示 試験力/変位同一値表示 強度/粒子径グラフ表示 変位/時間グラフ表示 強度/パラメータグラフ表示			
電源	単相AC100V±10V 50/60Hz			
ユーティリティ				
消費電力	約100W (パーソナルコンピュータ関係は除く)			
設置 ^(※2)	3pコネクタの接地ピンは、D種接地工事のこと			
温度条件	基準温度 23℃±1℃、使用可能範囲 10℃~35℃			
振動条件	水平振動 0.017 Gal以下 (10Hz以上の時) 0.01μm以下 (10Hz未満の時) 垂直振動 0.010 Gal以下 (10Hz以上の時) 0.005μm以下 (10Hz未満の時)			
湿度条件	80%以下 (結露なきこと)			
装置寸法・質量				
外形寸法	本体 約 W355×D405×H530 (mm) 制御装置 約 W315×D375×H110 (mm)			
質量	本体 約60kg、制御装置 約5kg			

(※1) 部品番号は、本体にパーソナルコンピュータ、モニタが含まれた構成のものです。
(※2) 本装置は精密測定器ですので、設置条件には特別の配慮が必要です。

構成

●試験機本体関係

名称	個数
1) 試験機本体	1
2) 光学ヘッド	1
3) 対物レンズ (10倍)	1
4) 対物レンズ (50倍)	1
5) フラット圧子 (φ50μm)	1
6) 試料ステージ (X-Yステージ)	1
7) マイクロメータヘッド	2
8) 薄物用アタッチメント3形	1
9) 下部加圧板	1

●必要なパーソナルコンピュータの仕様

OS	Windows 11 Pro (64bit版)
CPU	インテル® Core™ i5-13500以上
ディスクドライブ	CD-ROMドライブ
拡張バス	PCIeバス 2スロット以上 (175mmと120mmの2つが入ること)

据え付け時の注意

以下に挙げます注意事項を参考にして設置場所を決定して頂くようお願いいたします。

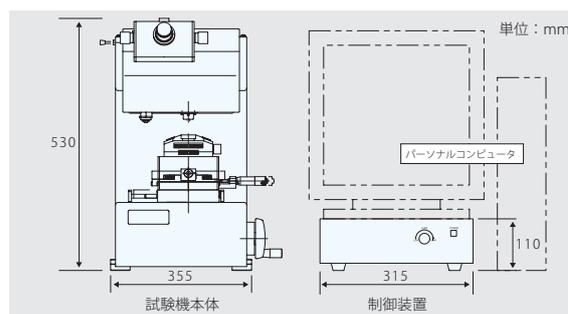
1. 振動を極力抑えるために

- (1) 床振動の少ない場所を選んで設置する。原則として除振台に載せて使用する。
- (2) 人の往来する場所を避けて設置する。
- (3) 振動を発生するような装置の近くに置かないようにする。
- (4) 建物が揺れている場合があるので、2階以上にはできる限り設置しない。
- (5) 車道、線路などからできるだけ遠い場所に設置する。
- (6) クレーンなどの作業中は試験をしない。

2. 風、音を極力抑えるために

- (1) 空調機など風を発生させる装置から遠ざけて、風が本装置に直接的にも間接的にも当たらないようにする。
- (2) 風防を使用して試験する。
- (3) 試験中にドアの開閉をしないようにする。
- (4) 電話器など音を発生するような装置の近くに置かないようにする。

外形寸法



プリンタは、別途ご用意ください。

特別付属品

測長キット (カラーまたはモノクロ)

部品番号 測長キット、カラー:S347-24778-46/測長キット、モノクロ:S347-24778-45

試料像とともに圧子サイズをPC画面に表示できるため、試験位置決定が簡単です。また、画面上で長さ測定・画像保存が可能です。最大倍率は約1300倍 (21.5インチワイドディスプレイ、50倍対物レンズ時) です。



PCの必要スペック：弊社が別途推奨するPCにてご使用いただけます。

サイド観察キット (カラーまたはモノクロ)

部品番号 サイド観察キット、カラー:S347-24779-12/サイド観察キット、モノクロ:S347-24779-11

試料の圧縮中の状態を観察できます。画像をPC画面に表示し、データとリンクした画像を保存できます。最大倍率は480倍 (17インチモニタ時) です。



PCの必要スペック：弊社が別途推奨するPCにてご使用いただけます。
※高温システムとは併用できません。

デスク形除振台

部品番号 S344-04193-06

デスク形のコイルばね式除振台です。振動の影響の大きい場所に設置される場合にお使いください。

アクティブ形除振台

部品番号 S344-04211-01

アクティブ形除振台と専用架台で構成されます。0.7~100 Hzの広範囲をアクティブ方式で除振します。

マイクロメータヘッド (デジタル表示式)

部品番号 S347-25447-12 (2ヶ入)

前後左右の直交2方向のステージ移動量を、1 μ m単位でデジタル表示します。最大25mm移動可能です。(写真はステージに取付けた状態を示します。)



マイクロメータ

部品番号 S046-60201-02

顕微鏡の倍率合わせの際に用います。10 μ mピッチでスケールが刻まれています。

対物レンズ

対物レンズ100倍	部品番号 S344-89977-40
対物レンズ40倍	部品番号 S347-25400
対物レンズ20倍	部品番号 S344-89924-40
超長作動距離対物レンズ40倍	部品番号 S344-89300-41

(視野のコントラストが良くなります)

ダイヤモンド下部加圧板

部品番号 S340-47050

硬度の高い試料を試験する時に使用します。
大きさ：1×1mm

風防ケース

部品番号 S347-24400-01

MCT本体への風、音等の空気振動の影響を減らすためのケースです。
W700×D650×H750mm

フラット圧子

円すい台圧子です。平坦部直径が以下のものがあります。

500 μ m	部品番号 S340-47026-02
200 μ m	部品番号 S340-47026-04
100 μ m	部品番号 S340-47026-05
20 μ m	部品番号 S340-47026-06

風防ケース (大)

部品番号 S347-24400-02

アクティブ形除振台を用いる際に使用ください。
W700×D650×H900mm

微小圧縮試験機用高温システム

部品番号 S347-24700-11 (50Hz) / S347-24700-12 (60Hz)

実温度環境での微小圧縮試験が可能



装置構成

- | | |
|-----------|----|
| 1) 加熱部 | 1式 |
| 2) 温調+記録計 | 1式 |

- 注1) 高温システムはMCTシリーズ (510/511/210/211) に付属することができます。
 注2) 写真は測定キット (オプション) を取り付けた状態です。
 注3) 高温システムには、抵抗測定キットは適用できません。
 注4) 既設置への後付けはできません。

主な仕様

加熱部	1) 設定温度範囲 : (室温+30) ~250°C (温調可能範囲は50°C以上) 2) 精度 : 設定温度に対し±2°C以内
光学モニタ	1) 顕微鏡総合倍率 : 400倍 2) 対物レンズ : ×40 3) 接眼レンズ : ×10
測微装置	1) 視準方式 : 両指標同時移動式 2) 検出器 : オプティカルエンコーダ 3) 有効測定長さ : 250μm (標準光学部にて測長の場合)
ユーティリティ	1) 電源 : 100V 50/60Hz 2) 消費電力 : 約1000W 3) 設置スペース : 幅約2250mm 奥行約700mm (デスク形除振台を含む場合)

お客様の目的に沿った材料試験システムの作成や見積依頼が簡単に行えます。

Testing Machine Configurator

<https://www.shimadzu.com/an/test/tmc/>



使い方はこちら
(紹介動画)



MCTは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。
 Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。
 インテルおよびIntel Coreは、Intel Corporationまたはその子会社の商標です。

本文書に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
 なお、本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。
 本製品は、医薬品医療機器法に基づく医療機器として承認・認証等を受けておりません。
 治療診断目的およびその手続き上での使用はできません。
 トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
 外観および仕様は、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。

製品情報 価格お問合せ



株式会社 島津製作所

分析計測事業部

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

東京支社 (官公庁担当) (03) 3219-5631 (大学担当) (03) 3219-5616 (会社担当) (03) 3219-5622	つくば支店 (官公庁・大学担当) (029) 851-8511 (会社担当) (029) 851-8515	名古屋支店 (官公庁・大学担当) (052) 565-7521 (会社担当) (052) 565-7532	広島支店 (082) 236-9652
関西支社 (06) 4797-7230	北関東支店 (官公庁・大学担当) (048) 646-0095 (会社担当) (048) 646-0082	京都支店 (官公庁・大学担当) (075) 823-1604 (会社担当) (075) 823-1602	九州支店 (官公庁・大学担当) (092) 283-3332 (会社担当) (092) 283-3334
札幌支店 (011) 700-6605	横浜支店 (官公庁・大学担当) (045) 311-4106 (会社担当) (045) 311-4615	神戸支店 (078) 331-9665	
東北支店 (022) 221-6231	静岡支店 (054) 285-0124	岡山営業所 (086) 221-2511	
郡山営業所 (024) 939-3790		四国支店 (087) 823-6623	

島津コーラルセンター ☎ 0120-131691
 (操作・分析に関する相談窓口) IP電話等:(075) 813-1691