

ユーザーベネフィット

- ◆ JIS Z 8844に沿った圧縮試験が可能です。
- ◆ 明確な圧壊挙動を示さない粒子の場合、変形強度を取得する事が可能です。
- ◆ 常温だけでなく、加温環境での圧縮試験が可能です。

■はじめに

プリンターやコピー機で使われているトナーは、主に色材を付着させた樹脂で出来ており、加熱、加圧により融解して紙に定着することで、印刷を可能にします。トナーを用いるレーザープリンターは高速、高品質、劣化しにくいという利点があります。一方、トナー融解時のエネルギーの消費が大きく、環境への負担が大きいたことが課題となっています。そこで、低エネルギーでの融解が可能であるトナーの開発が注目されています。

微小圧縮試験機MCTは、微小粒子の破壊強度や変形強度を得ることにより、トナーの強度を評価できます。また、高温システムを付加すると試料を加温できるため、実温度環境での試験が可能です。本報では、常温（25℃）、加温環境（50℃）でトナーを圧縮試験した事例を紹介します。

■変形強度

JIS Z8844では微小粒子の圧縮試験について規定しています。明確な圧壊挙動を示す試料には破壊強度を使って評価しますが、弾塑性、展延性材料のように、連続的な変形を示す試料では、以下に示す変形強度を使って評価します。

$$\sigma_{10\%} = \frac{F_{10\%}}{A}$$

- $\sigma_{10\%}$  : 粒子径の10%の圧縮変位に対する変形強度 (Pa)
- $F_{10\%}$  : 粒子径の10%の圧縮変位に対する試験力 (N)
- A : 代表面積  
(圧縮前に計測した粒子の粒子径によって求めた相当円の面積) (m<sup>2</sup>)



図1 MCT-510

(a)装置外観 (b)高温システムの加熱部 (c)装置設置例

■試験装置

試験には、高温システム付き微小圧縮試験機MCT-510（図1(a)参照）を使用しました。高温システムの主な構成部品は、加熱部、温度コントロールユニットと高温システム用の風防ケースです（図1(b)(c)参照）。加熱部は試料ステージの上に設置されており、試料を載せた下部加圧板を加熱台の上に置き、押さえバンドで固定します。熱は加熱部から下部加圧板、試料へと伝わっていき、試料が加熱されます。本システムでは、温度条件を約50～250℃の範囲で加熱した試料の強度を評価できます。加温環境の際には、以下のことに留意して作業する必要があります。

- 風防ケースを利用し、外気の温度変化の影響を低減。
- 温度安定後は風防ケースドアは開けず、扉の穴を利用して試験準備作業を実施。
- 温度変更後は2時間以上の温度安定待ち。
- 15分～1時間の圧子予備加熱処理により圧子側も高温に加熱。

■試料と試験条件

表1に本試験に使用した試料情報、図2に試料画像を示します。試料は、図2(a)のように、下部加圧板の上に葉さじを用いて凝集しないように散布します。試験では、図2(b)のように他の粒子を一度に圧縮しないように一粒の粒子を選びます。表2に試験条件を示します。試験の際には球形に近い粒子を選び、中央値に近い10点で評価しました。

表1 試料情報

試料	: トナー2種 (試料A、試料B)
粒子径 (μm)	: 5.5～8.5

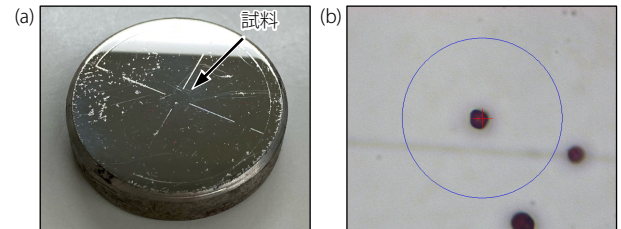


図2 試料

(a)下部加圧板に散布 (b)顕微鏡画像 (対物レンズ50倍)  
(青い円は平面圧子Φ50 μmで圧縮される領域を示す)

表2 試験条件

試験機	: 微小圧縮試験機 MCT-510、測長キット、高温システム
上部加圧圧子 (μm)	: 高温用フラット圧子Φ50 μm
試験力 (mN)	: 9.81
負荷速度 (mN/sec)	: 0.45
温度	: 常温 (25℃)、50℃

## ■試験結果

図3に試験前後の試料画像（試料A、25℃）を示します。図3(a)は試料の直径を測長するため、試料外径に焦点を合わせています。図3(b)は圧縮によって扁平形状になった試料であり、下部加圧板と試料外径の焦点位置が一致しています。次に、図4に25℃での試料A、Bの試験力-変位グラフの一例を示します。変形強度は、粒子径の10%の圧縮変位に対する試験力から算出します。試験前の試料の直径は約6.6μmであったため、計算には図4(b)に示すa値、b値が用いられます。試料を10%圧縮した時の変形強度を比較すると、試料Aより試料Bの方が大きくなりました。

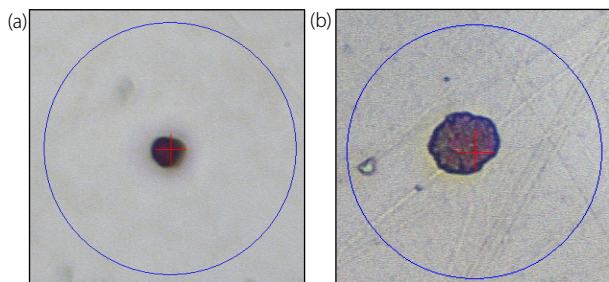


図3 試験前後の試料画像  
(a)圧縮前 (b)圧縮後

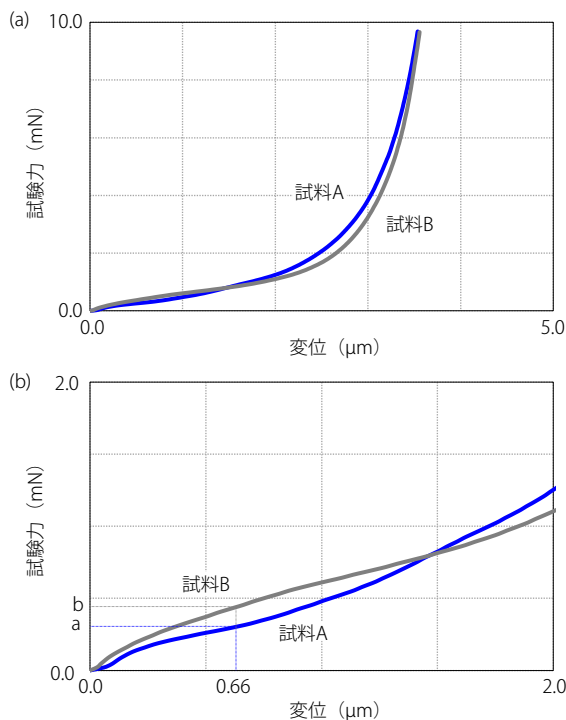


図4 試験力-変位グラフ（種類、中央値）  
(a)フルスケール (b)拡大図

次に、50℃に加温した状態で試料を観察したところ、試料の直径は大きくなっていました。加温したことにより熱膨張が生じたためと推測されます。圧縮試験を実施すると、試料2種とも変形強度は25℃の時に比べて小さくなりました。

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。

表3に試験結果（平均値）、図5に試料2種の変形強度と温度の関係を示します。今回試験した試料の変形強度は次のような順になり、試料Aより試料B、50℃より25℃の方の変形強度が高くなりました。

試料B (25℃) > 試料A (25℃) > 試料B (50℃) > 試料A (50℃)

顕微鏡で大きさを測定して近い大きさの試料を選んだにも関わらず、変形強度のばらつきは大きく、変動係数は20%を超えています。このことから、なるべく多くの回数の試験を実施して、ばらつきを平均化することが必要です。

表3 試験結果（平均値）

	温度 (℃)	平均径 (μm)	変形強度 $\sigma_{10\%}$ (MPa)	変動係数 (-)
試料A	25	6.27	7.36	0.25
試料B	25	6.15	9.18	0.23
試料A	50	7.85	5.64	0.23
試料B	50	8.57	7.09	0.25

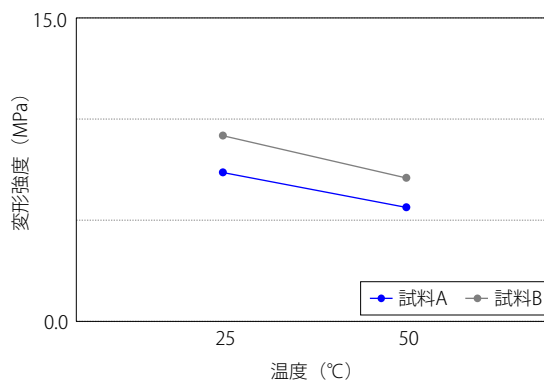


図5 変形強度 $\sigma_{10\%}$ の分布（平均値）

## ■まとめ

本報では、JIS Z8844に規定されている変形強度を利用したトナーの評価例を紹介しました。本装置では一粒ずつの粒子の圧縮試験が可能であるため、粒子の特性評価に最適です。さらに、高温システムを用いる事で、加温環境での試験が可能になり、トナーや類似の試料の開発・品質管理に有用です。