

904 連続硬さ試験方式を利用した材料特性評価法の研究

Study of Evaluational Method of Determining Material Characteristics Using Continuous Hardness Testing Machine

○学 信田 雅之 (新潟大院)
 鋤柄 佐千子 (新潟大)
 廣川 頼央 (YKK株)

正 石橋 達弥 (新潟大)
 正 大木 基史 (新潟大)

Masayuki SHIDA, Tatsuya ISHIBASHI, Motofumi OHKI :
 Faculty of Engineering, Niigata University 8050 2-no-cho Ikarashi, Niigata 950-21, JAPAN
 Sachiko SUKIGARA : Faculty of Education, Niigata University
 Norinaka HIROKAWA : YKK Co.,Ltd.

Key words: Continuous Hardness Testing Machine, Ball Indenter, Material Characteristics, Young's Modulus

1. 緒言

硬さ試験は、簡便性・迅速性という工業的利点と試験片採取・作成が容易であるという利点を併せ持ち、あらゆる材料・材料特性・環境などに対してきわめて有効な材料特性評価法の一つとして工業界では広く利用されている。

本報では前報¹⁾までに開発した連続測定式硬度試験機の改良設計・製作を行い、より高速な試験を可能とした。また、この試験機を用いて試験片の材料特性値の一つであるヤング率を、球押し込み算出理論式から求めた。

2. 連続測定式硬度試験機の基本構造と改良点

2.1. 基本構造

本試験機は、圧子部を試験片寸法に適した位置に移動させ、高荷重に対しても振動することなく保持する「クロスヘッド駆動部」、圧子部を任意の速度で連続的に上下運動させる「圧子駆動部」、荷重と押し込み量・除荷量を測定する「圧子荷重・変位測定部」、圧子衝突時にも振動を起こさず、試験片を固着したまま水平方向に任意の速度で送る「試験片保持・搬送部」から構成されている。本試験機の正面図を、Fig.1に示す。

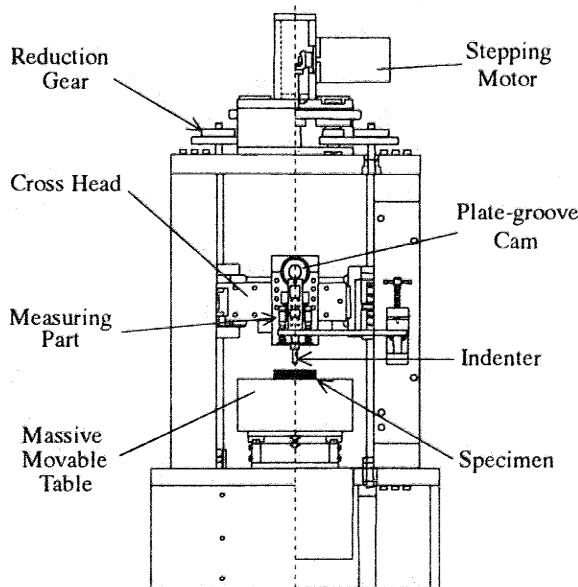


Fig.1 Front View of Continuous Hardness Testing Machine

2.2. 改良点

高速押し込み試験時のカムとカムフォロアの追従性を考慮し、深みぞ型楕円カムを作成した。また、ロードセルの固有振動が実験波形に影響を与えることから、高い固有振動数を持つ圧子一体型ロードセルを製作した。圧子駆動部、圧子荷重・変位測定部を、Fig.2に示す。

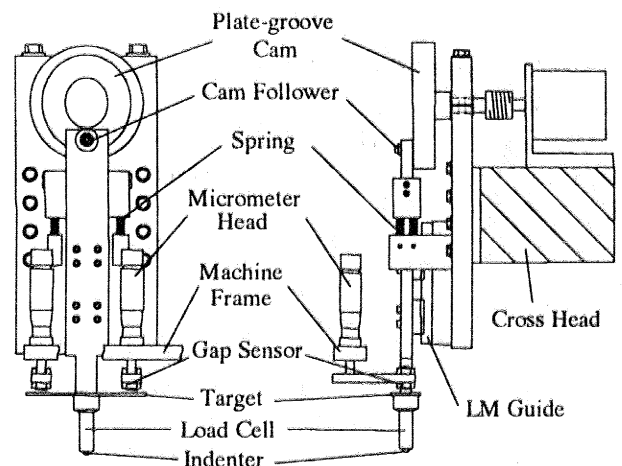


Fig.2 Front and Side View of Measuring Part of Continuous Hardness Testing Machine

3. 制御・計測方法

パーソナルコンピュータを試験機の制御装置とし、I/Oボードを介して速度データをパルス発振器へ送り、ステッピングモータ駆動回路によりモータを回転させ、カムの回転、クロスヘッドの移動、試験片移動台の移動を行わせる。また、測定された圧子荷重、変位量のデータはデジタルオシロスコープを介して、パーソナルコンピュータに取り込まれる。制御・計測システム図を、Fig.3に示す。

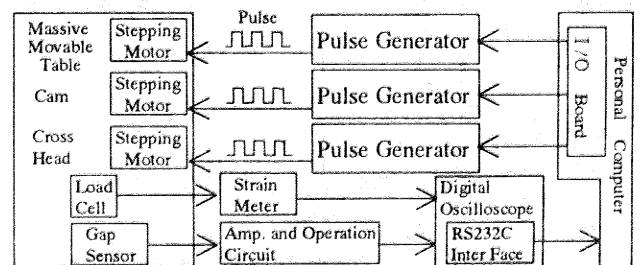


Fig.3 Control and Measuring System of Continuous Hardness Testing Machine

4. 試験機の基本動作

- ①クロスヘッドを上下に移動させ、試験片の寸法、試験荷重の大きさに応じた位置に固定する。
- ②一定速度 V_s で移動する大質量の台上に固定(接着)した試験片に対し、楕円カム回転によって圧子は押し込み・除荷運動を行う。
- ③その時の圧子荷重と押し込み量・除荷量の測定を行う。

Fig.4に、試験機の基本動作図を示す。

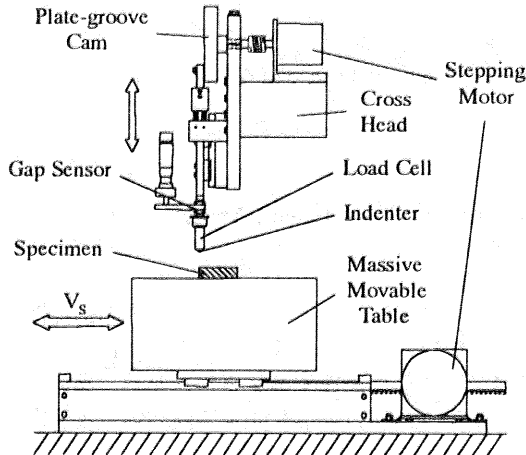


Fig.4 Side View of Fundamental Motion of Continuous Hardness Testing Machine

5. 材料特性評価実験とその結果および考察

5.1. 実験条件

試験片としてPVC(塩ビ)とABSの2種類{各々 $30 \times 30 \times 15(\text{mm})$ }を用意し、各試験片表面は2000番のエメリー紙で仕上げてある。

実験においては、カム回転速度を2種類(3, 30rpm)、試験片移動速度を3種類(0, 1, 3mm/s)に設定する。

5.2. 実験結果および考察

5.1.での実験条件より、ABS試験片に対して試験機改良前、改良後のカム回転数30rpmにおける荷重・変位-時間線図をそれぞれFig.5、Fig.6に示す。また、改良後のカム回転数30rpm、試験片移動速度 $V_s=3\text{mm/s}$ における荷重・変位-時間線図をFig.7に示す。Fig.5に示すように、改良前の荷重線図においてはロードセルの持つ固有振動数と一致する高調波が観られた。このため、より高速な押し込み実験に適するように改良を加えたFig.6、Fig.7に示すように、各々の線図にはそのような現象は観られない。また、Fig.6と7のLoad波形の頂点部の凹凸はカム形状に起因するものである。

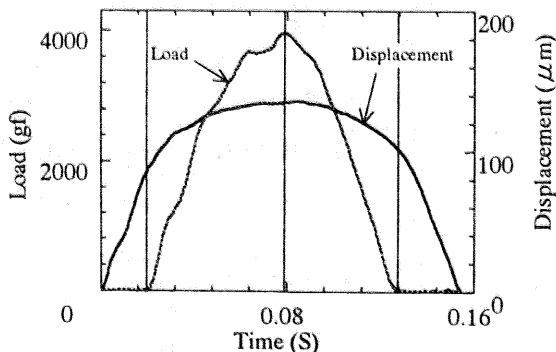


Fig.5 Diagram between Load·Displacement and Time of ABS Measured in Rotating Cam Speed at 30 r.p.m. (Before Change, $V_s=0\text{mm/s}$)

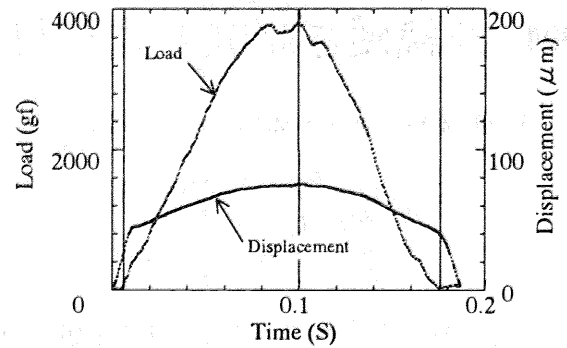


Fig.6 Diagram between Load·Displacement and Time of ABS Measured in Rotating Cam Speed at 30 r.p.m. (After Change, $V_s=0\text{mm/s}$)

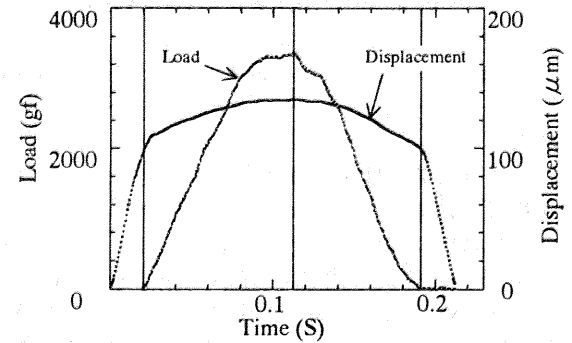


Fig.7 Diagram between Load·Displacement and Time of ABS Measured in Rotating Cam Speed at 30 r.p.m. ($V_s=3\text{mm/s}$)

5.3. 連続測定式硬度試験機によるヤング率の算出式

球押し込み理論式を用いて算出する材料のヤング率 E_{SB} は、次式による。

$$E_{SB} = 0.9 \sqrt[3]{\left[\frac{4 \cdot (Z_{Hr} - \delta_v)}{3 \cdot L_M} \sqrt{D \left(Z_{Hr} - \frac{Z_{Hr} + \delta_v}{2} \right)} - I(E) \right]} \quad (1)$$

ここで、

- L_M : 最大試験荷重, D : 圧子球直径
- δ_v : 保持具部の弾性変形量
- Z_{Hr} : 球圧子が接触してから最大荷重に達するまでの移動量(押し込み量)
- Z_{Hr} : 除荷時の弾性回復移動量(除荷量)
- $I(E)$: 圧子球の弾性パラメータ

即ち、測定した球圧子に作用する荷重とその押し込み量・除荷量を用いて、試験片のヤング率 E_{SB} が式(1)より算出でき、実験値を用いて算出したヤング率 E_{SB} は、ひずみゲージを用いて測定した試験片のヤング率 E_S と良い一致を示した。

6. 結言

- (1)より高速な押し込み実験への適用を図るため、深みぞ型楕円カムと圧子一体型ロードセルを作成した。
 - (2)実験結果から、前報より高速な実験が可能であることを確認した。
 - (3)さらに高速な押し込み実験を図るには、カム形状の一部変更、圧子本体後部重量の軽量化、スプリングの適正なバネ定数の使用、モーターの出力増大、などが必要である。
- 本研究にご協力いただいた院1年生高田昌志君、4年生中鉢幸男君、藤塚将行君および機械工場技官の方々に感謝申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 廣川、石橋、他：山梨講演論文集('95-10-28, 甲府)