

101 連続硬さ試験方式を利用した材料特性評価法の研究

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

○学 広川 頼央 (新潟大院)
 勳柄 佐千子 (新潟大)
 学 館野 孝史 (新潟大院)

正 石橋 達弥 (新潟大)
 吉川 均 (オリンパス光学(株))

Norinaka HIROKAWA, Tatsuya ISHIBASHI, Takashi TATENO, :
 Faculty of Engeneering, Niigata University, Ikarashi 2-no-cho 8050, Niigata, 950-21, Japan
 Sachiko SUKIGARA, : Faculty of Education, Niigata University
 Hitoshi Yoshikawa, : OLIMPUS OPT. Co., Ltd.

Keyword: Continuous Hardness Testing Machine, Ball Indenter, 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上・作成上の利点を合わせ持っており、あらゆる材料・材料特性・環境などに対してきわめて有効である材料特性評価法のひとつとして工業界では幅広く利用されている。今回は前報¹⁾に続いて加工行程途中の材料に対しても、連続的・瞬間的にその材料特性値を測定でき、併せて制御も行える球圧子押し込み試験方式の計装型連続式硬度試験機の実用化を目的とし、その試験機の改良と実際に試験片を移動させて試験を行い材料特性値の算出を試みた。

2. 連続測定式硬度試験機によるヤング率の算出式

本試験機により得られる材料特性値のひとつとしてヤング率の算出を試みることにし、球圧子押し込み硬さ試験方式を利用して材料のヤング率 E を迅速かつ直接的に算出する式として、次式を用いた。

$$E_s = 0.9 / \left[\frac{4}{3} \frac{Z_{br}}{L_m} \left\{ D \left(Z_{br} - \frac{Z_{br}}{2} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} - I(E) \right] \quad (1)$$

ここで、 L_m ; 最大試験荷重

Z_{br} ; 直径 D の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_{br} ; 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、球圧子に作用する荷重とその押し込み量、除荷量が測定できれば、試験片のヤング率が式(1)から算出できる。

3. 連続測定式硬度試験機の基本構造と改良点

3.1 基本構造

本試験機の基本構造は、圧子部を試験片寸法に適合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』、楕円カムを駆動することで、圧子部を任意の速度で連続的に上下運動を行わせる『圧子駆動部』、試験片に圧子が衝突し、その際作用する荷重と圧子の押し込み量・除荷量を測定する『圧子荷重・変位測定部』、および圧子の衝突などに対しても振動を起こさず支持し、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。

3.2 本試験機の改良点

今回の主な改良としては、圧子荷重・変位測定部と試験片保持・搬送部がある。Fig. 2とFig. 3にそれぞれの変更前と後の図を示す。

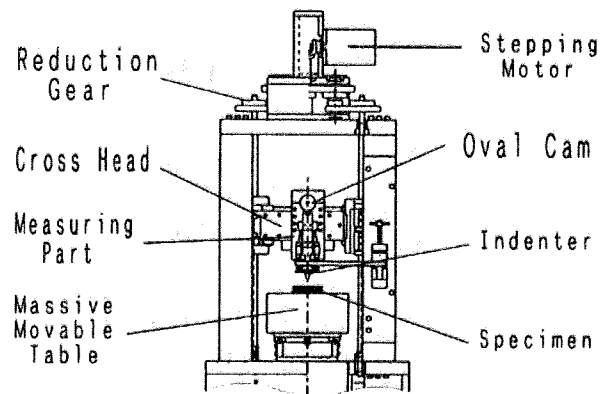


Fig. 1 Front View of Continuous Hardness Testing Machine

圧子荷重・変位測定部は変位測定部のギャップセンサーをこれまでクロスヘッド側に取り付けていた(Fig. 2(a))が、試験時における圧子駆動部の影響を考え、振動などに強く、任意でターゲット間の変位を設定できる事から機枠に取り付け位置を移動した。(Fig. 2(b))

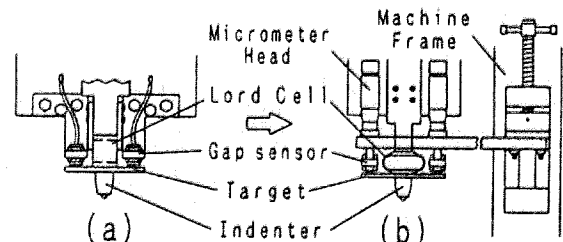


Fig. 2 Mechanism of Measuring Load and Displacement of Indenter

試験片保持・搬送部はFig. 3(a)に示すように試験片を上部ローラーで押さえ、コンベア用モーターローラーで水平方向に送るようにはしていたが、今回試験片の移動速度と圧子の押し込み速度比が、測定する材料特性値にどのような影

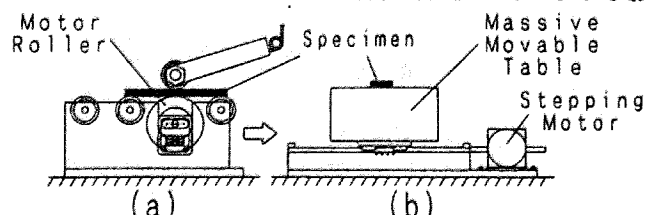


Fig. 3 Mechanism of Holding and Transfer of Specimen

響を与えるかを正確に検討するため試験片を移動台に固着し、その台をステッピングモータを用いて任意の一定速度で水平方向に移動できるタイプ(Fig.3(b))に変更した。

3.3 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。②一定速度で移動する大質量の台の上に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その時の荷重と圧子の押込量・除荷量の測定を行う。Fig.4に本試験機の基本動作側面図を示す。

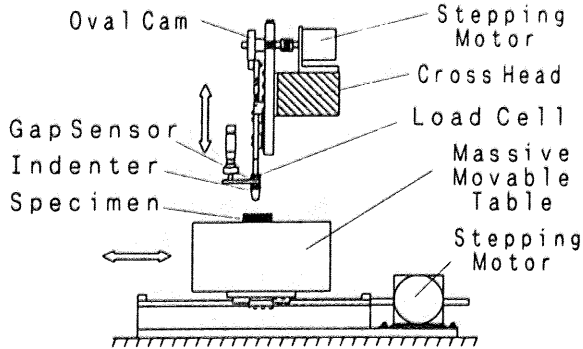


Fig. 4 Side View of Fundamental Motion of Continuous Hardness Testing Machine

4. 制御・計測方法

Fig.5に本試験機の制御・計測システム図を示す。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ー駆動回路によりモーターが回転し、その動作によりカムの回転、クロスヘッドの移動と試験片移動台の移動が各々行われる。また、測定された圧子押込荷重と変位量のデータはデジタルオシロスコープへ送られた後、パーソナルコンピュータに取り込まれ、フロッピーディスクにセーブされ、解析が行われる。

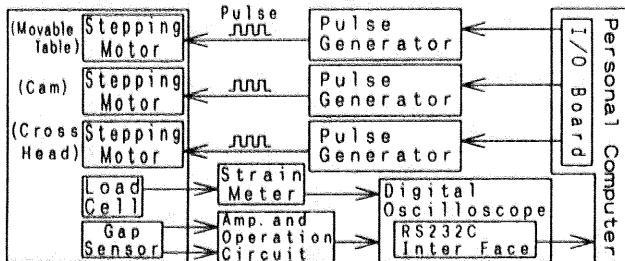


Fig. 5 Control and Measuring System of Continuous Hardness Testing Machine

5. 材料特性評価試験とその結果・考察

5-1. 試験条件

球圧子には直径5mmの軸受鋼球を使用し、試験片はPVC(塩ビ)板とABS板の2種類{各々33×30×15(mm), 36×30×15(mm)の寸法、試験片表面は2000番のエメリー紙で仕上げ}である。

試験において楕円カム回転速度は2種類(3rpm, 30rpm)、試験片移動速度 V_s は7種類(0mm/s, 0.5mm/s, 1.0mm/s, 2.0mm/s, 3.0mm/s, 4.0mm/s, 5.0mm/s)、圧子押込荷重は4000gf、環境温度は23°Cで行った。

5-2. 試験結果・考察

5-1.での実験条件により得られた結果から、Fig.6、Fig.7にカム回転数3rpmにおけるPVCに対する荷重・変位-時間線図、荷重-変位線図を示し、さらにカム回転数3rpmでのABS, PVCのヤング率と速度比 V_s/V_2 (V_s :試験片移動速度、 V_2 :圧子が試験片を押し込む平均速度)の関係図をFig.8に示す。

Fig.8よりABS, PVCは共に速度比が大きくなるに

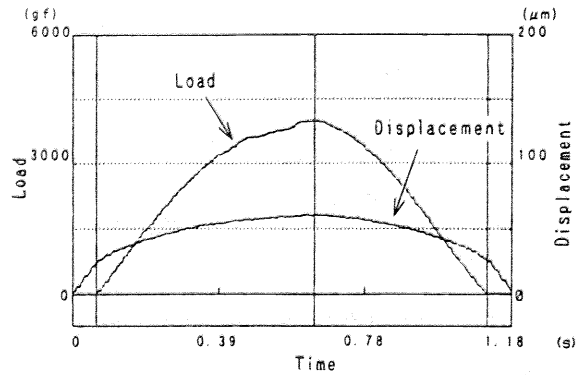


Fig. 6 Diagram between Load-Displacement and Time of PVC Measured in Rotating Cam Speed at 3 r.p.m.

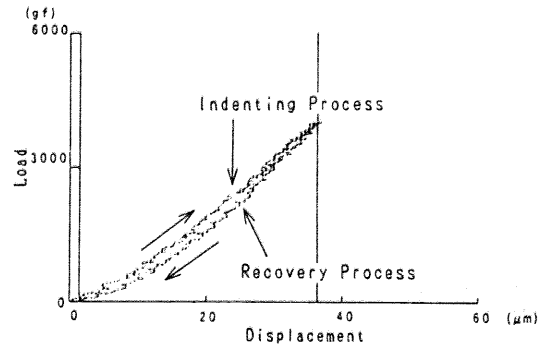


Fig. 7 Diagram between Load and Displacement of PVC Measured in Rotating Cam Speed at 3 r.p.m.

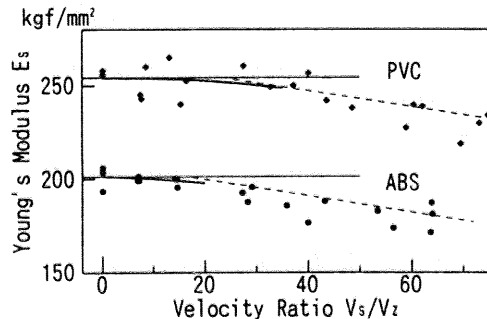


Fig. 8 Diagram between Young's Modulus E_s and Velocity Ratio V_s/V_2 of ABS and PVC Measured in Rotating Cam Speed at 3 r.p.m.

つれ、測定されるヤング率は低下することが分かる。

ヤング率の大きいPVC試験片では速度比が30~35位までは一定値を示しているのに対し、ヤング率が小さいABS試験片では速度比が15~20位まで一定値を示している。したがって、ヤング率が一定値を示す間の速度比で試験を行うように圧子速度を設定すれば、本装置のシステムでは試験片が移動する場合でも、 $V_s=0$ の時と同じような値が得られることになる。

6. 結言

今回は計装型連続式硬度試験機の試験片保持・搬送部、圧子荷重・変位測定部に関して改良を行った。本試験機を用いて移動している試験片(塩ビ板・ABS板)に対して球圧子の動的押し込み試験を行い、荷重・変位-時間線図、荷重-変位線図、ヤング率-速度比線図を得た。その結果、材料のヤング率により、測定されるヤング率に対する速度比の影響が異なることが示された。さらに試験片の種類を多くして検討する必要がある。

また、本研究を遂行するに当たり御協力いただいた信田雅之君(4年)に感謝申し上げます。

参考文献

1) 吉川, 石橋, 他: 山梨講演論文集('93-10-30 山梨)

P.103~P.105