

313 B 球圧子の押し込み硬さ試験方式を利用した 高分子材料の変形抵抗～ひずみ特性測定法

正 石橋 達弥(新潟大学) 正 下田 茂(新潟大学) 正 古川 徹(新潟大学)
正 新潟 勇(新潟大学) 学 蒲沢 英喜(新潟大学院)

1. 緒言

本研究は、高分子材料などの材質評価法を確立するための一環として、球圧子の押し込み硬さ試験方式を利用した変形抵抗～ひずみ特性測定法を検討し、その結果を現行の硬さ試験機に応用すれば、一層の多目的、多機能化が促進できることを報告する。

2. 硬さを変形抵抗に対応づける際の基本関係式

高分子材料の粘弾性的性質を考慮して、試験時の温度は一定かつ球圧子の押し込みと除荷時のひずみ速度は近似的に一定と考えることにより、金属材料に対して先の報告⁽¹⁾で得られたと同じ式を用いる。いま、高分子材料のヤング率を E_s とし、直径 D の圧子球を荷重 L で押し込んだときのくぼみ直径を d とすれば、全くくぼみの平均ひずみ(単軸状態下の全ひずみ ϵ に相当) ϵ_{ic} は式(1)で、そのときの硬さ(平均接触圧力) P_m は式(2)で与えられる。この ϵ_{ic} のときの P_m と ϵ のときの変形抵抗 Y とを対応させれば、硬さ/変形抵抗比 C の式(3)を得る。

$$\epsilon_{ic} = 0.21 \{1 + (0.9 \times 3DL / (d^3 \cdot E_s))\} (d/D) \equiv \epsilon \quad \text{---(1)}$$

$$P_m = 0.102 \times 4L / (\pi d^2) \quad \text{---(2)}, \quad C = 9.8 P_m / Y \quad \text{---(3)}$$

3. 実験方法および実験結果と考察

直径5mmの超硬合金球圧子をPMMA, ABS, PC, PEの試料に押し込み $P_m - \epsilon_{ic}$ の関係を得、また単軸圧縮試験により $Y - \epsilon$ 特性を測定した。ABSとPMMAの例を図1, 図3に示す。また図1中に示すように弾性回復ひずみ ϵ_r は(Y/E_s)で与えられから、硬さ/変形抵抗比 C を(ϵ_{ic}/ϵ_r) = ($\epsilon_{ic} \cdot E_s / Y$)で整理した結果は図2となり、よって硬さ

/変形抵抗比 C の式を次のように定式化した。

$$C = 9.8 P_m / Y = 1.1 \{1 + \ln(\epsilon_{ic} \cdot E_s / Y)\} \quad \text{---(4)}$$

球圧子の1回の押し込みと除荷による弾性域から10数%のひずみ感までの変形抵抗～ひずみ特性測定法。球圧子を荷重 L で高分子材料に押し込んだときの押し込み深さ δt とくぼみの弾性回復量 δr よりくぼみ直径 d は式(5)で与えられるから、ヤング率 E_s は式(6)で求まる⁽²⁾。

$$d = 2 \{ \delta t (D - \delta t) \}^{1/2} \left[1.71 - \frac{0.707 \{ \delta t (D - \delta t) \}^{3/2}}{(\delta t - \delta r / 2) (D - (\delta t - \delta r / 2))} \right] \quad \text{---(5)}$$

$$E_s = (3/2) (0.9L) / (d \cdot \delta r) \quad \text{---(6)}$$

一方、測定した $L - \delta t, \delta r$ 線図上の点は式(5), (6)を満足する必要があるから、最大押し込み荷重 L_{max} のときの硬さと、 L_{max} の50~60%程度の荷重 L_{mid} のときの硬さの2点から、式(7)中の P_{up}, X_p を定めれば、以後任意の硬さ P_m に対する (d/D) は式(8)から算出できる⁽³⁾。

$$P_m = P_{up} \{ (d/D) - (3\pi/4) (0.9/E_s) (P_m/0.102) \}^{X_p} \quad \text{---(7)}$$

$$(d/D) = (P_m/P_{up})^{1/X_p} + (3\pi/4) (0.9/E_s) (P_m/0.102) \quad \text{---(8)}$$

よって式(2)より荷重 L を求め、式(1)より ϵ_{ic} を定めれば $P_m - \epsilon_{ic}$ の関係を得る。この各 (P_m, ϵ_{ic}) の値をすでに求めてある E_s と一緒に式(4)に代入し、式を満足する Y を算出すれば、 $Y - \epsilon$ (= ϵ_{ic})特性を求め得る。以上の手順をPMMAに対して示したのが図3中の破線であり、実測値(実線)と良い一致を見せている。

- 文献 (1) 石橋, 下田, 機論, 52-482, (昭61-10), 2387.
(2) 石橋, 他4名, 三重地方講演会, NO.1424A(昭62-7)

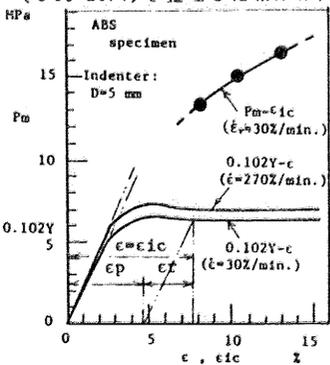


図1 ABSの $P_m - \epsilon_{ic}, 0.102Y - \epsilon$

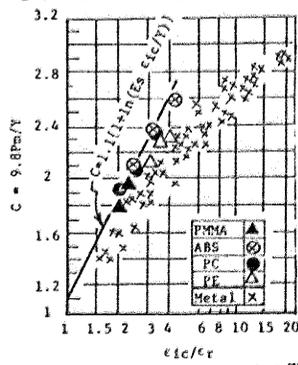


図2 $C - (\epsilon_{ic}/\epsilon_r)$ の関係

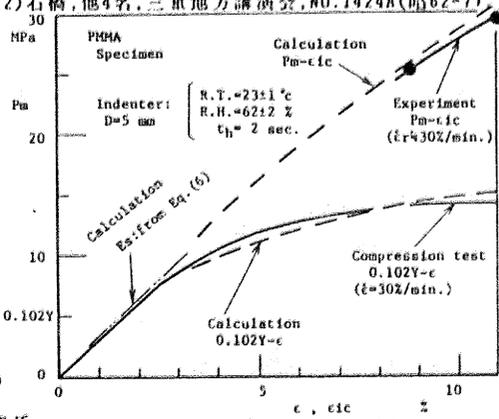


図3 PMMAの計算による $Y - \epsilon$ 特性