

111A 球圧子の押し込みによる硬さと

変形抵抗との対応

正 石橋 達弥 (新潟大学)

正 下田 茂 (新潟大学)

1. 目的

球圧子の押し込みによる硬さ P_m [式(1)] と変形抵抗 Y との定量的対応関係を求めるために、まず単軸状態下の全歪に相当する全くぼみの平均歪を定義し、それに基づいて実験から 硬さ/変形抵抗比 C [式(2)] の関係式を定式化することを主眼とし、あわせて球圧子の押し込み硬さ試験から広い歪範囲における変形抵抗～歪特性を推定しようとするものである。(Y in MPa)

$$P_m = 0.102 \frac{4L}{\pi d^2} \text{ ----(1)} \quad C = 9.8 P_m/Y \text{ ----(2)}$$

2. くぼみの平均歪

まず単軸応力状態下の全歪 ϵ に対応するものとして全くぼみ形状係数 (d/D_c) を基本に考える必要がある。さらにそれに全くぼみ歪相当係数 $C \epsilon_c$ を掛けることで、全歪 ϵ に相当する全くぼみの平均歪 ϵ_{ic} を定義した。

$$\epsilon_{ic} = C \epsilon_c \left(\frac{d}{D_c} \right) = 0.21 \left[1 + \frac{3L}{d^2} \left(\frac{d}{D} \right) \right] \left(\frac{d}{D} \right) \text{ ----(3)}$$

$$I(E) = \frac{1 - \nu_1^2}{E_1} \text{ ----(4)} \quad S(E) = \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \text{ ----(5)}$$

$$f(E) = I(E) + S(E) \text{ ----(6)}$$

d : 永久くぼみ直径 D : 圧子球直径 L : 荷重 E_1, E_2, ν_1, ν_2 : 圧子球と試料のヤング率, ポアソン比 $f(E), I(E), S(E)$: 弾性パラメータ D_c : 圧子球と試料との共通接触凹球面直径

3. 実験結果と考察

超硬合金球圧子 [W2 圧子 ($D = 2\text{mm}$), W5 圧子 ($D = 5\text{mm}$)] を、多様な $Y \sim \epsilon$ 特性を持つ各種の試料に荷重を変えて押し込み $P_m \sim \epsilon_{ic}$ を得た。図2は SUS304 試料に対する結果を示す。これと同図中に示す $0.102 Y \sim \epsilon$ とを対応させて C を得、 $\epsilon_{ic} / \epsilon_c$ (くぼみの弾性回復歪 $= Y/E_c$) 比に対して片対数グラフ上に (全試料を) 示したのが図1である。これより球圧子の弾～塑性遷移押し込み過程における硬さ/変形抵抗比 C を式(7)のように定式化した。この式と前報で示し

$$C = 1.1 + \left\{ (2/3) \ln \left\{ C_{ec} E_b (d/D_c) / Y \right\} \right\} \text{ ----(7)}$$

た弾～塑性遷移押し込み過程における物理的諸量の関係式(8), (9) とを併用することにより、極く低歪域までの

$$P_m = P_{up} (d/D_p)^{2p} \text{ ----(8)}$$

$$P_m = P_{up} \left[\left(\frac{d}{D} \right)^2 \left(1 - \frac{3 \times 9.8 \pi f(E)}{4(d/D)} P_m \right) \right]^{2p} \text{ ----(9)}$$

$Y \sim \epsilon$ 特性を算出した結果 (SUS304 試料の例) を図2の2点鎖線で示してあるが、実測値との良い一致が分る。

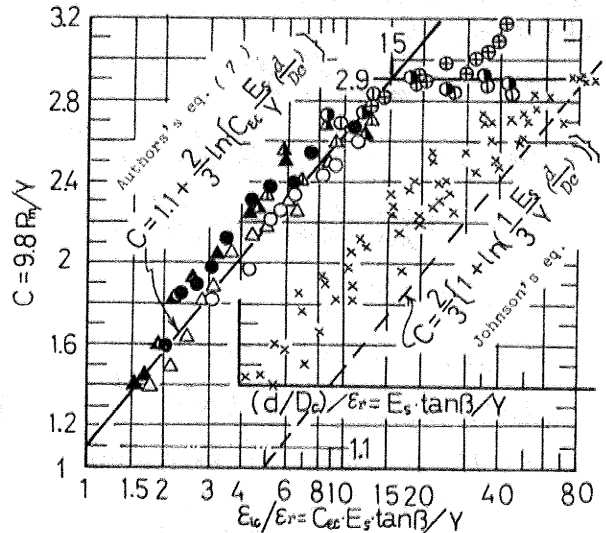


図1 硬さ/変形抵抗比 $C \sim (\epsilon_{ic} / \epsilon_r)$

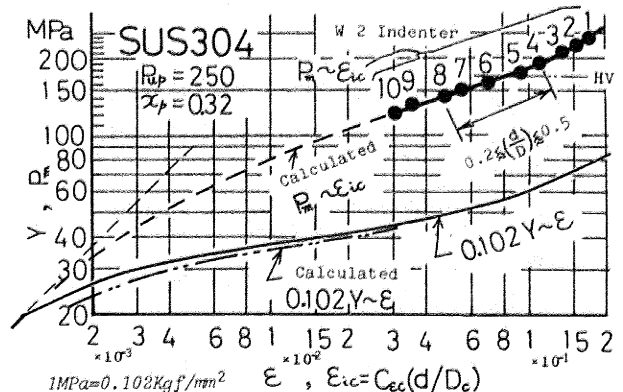


図2 SUS304 試料の $P_m \sim \epsilon_{ic}, 0.102 Y \sim \epsilon$