

T_{con} : 圧子先端のトランケーション ($=3.04 \times 10^2 \mu\text{m}$)
 β_{con} : 圧子の先端角 ($=119.5^\circ$)
 μ_s : 試験片のポアソン比 ($\{1-\mu_s^2\} \approx 0.9$ と与える)
 $I(E)$: 圧子の弾性パラメータ ($= \frac{1-\mu_I}{E_I} = 0.86 \times 10^{-5} \text{GPa}^{-1}$)
 μ_r, E_r : 圧子のポアソン比, 圧子のヤング率

4. 実験結果

4.1 圧子保持軸部のばね定数 C の決定

Fig.3 に例として較正用の試験片 HV500 への試験荷重 $L_M=588, 980, 1470$ [N] の実験で得られた荷重-変位線図を示す。図中の L_p は基準荷重で 98 [N] である。

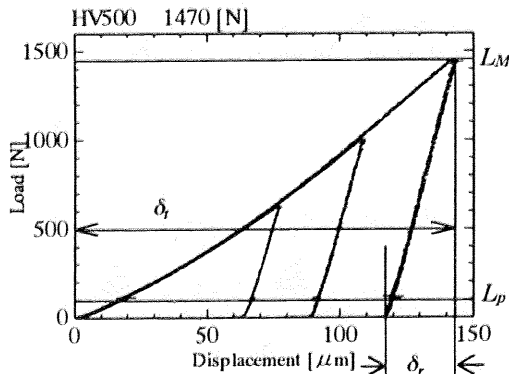


Fig.3 Relationships between load and displacements for HV500

測定された δ_r, δ_l により、ばね定数 C は、以下の三次式より求められる。

$$C^2 + a_Q \cdot C + b_Q = 0$$

ここで、 a_Q と b_Q は次の通りである。

$$a_Q = -(\delta_l + \delta_r + T_{con}) / L_M$$

$$b_Q = \left\{ (\delta_l + T_{con}) \cdot \delta_r - \left(\frac{3\sqrt{\pi}}{4} \frac{F(E)_{IS} \cdot L_M}{k_{0(Con)}} \right) \right\} / L_M^2$$

$$k_{0(Con)} = \pi^{\frac{1}{2}} \cdot \tan\left(\frac{\beta_{con}}{2} \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

$F(E)_{IS}$: 圧子と試験片の弾性パラメータ

$$\left(= \frac{1-\mu_I}{E_I} + \frac{1-\mu_S}{E_S} \right)$$

$$\text{したがって、} C = \frac{1}{2} \left\{ -a_Q - \sqrt{a_Q^2 - 4 \cdot b_Q} \right\}$$

本圧子条件では、 $C = 4.14 \times 10^6$ [mm/N] と決定された。

4.2 ヤング率の算出結果

Table1 に試験片の各荷重におけるヤング率の算出結果および文献値のヤング率を示す。

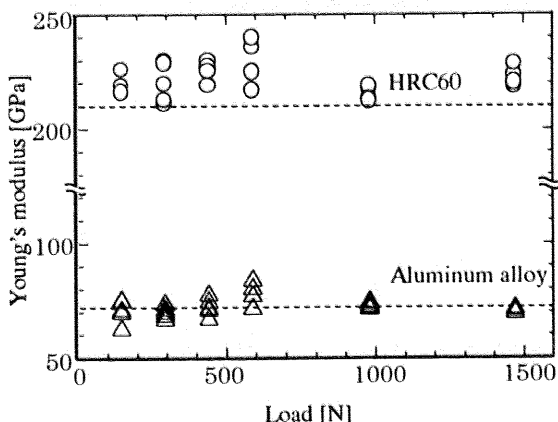


Fig.4 Young's modulus calculated for the Specimen HRC60 and Al alloy

また、Fig.4 に HRC60、アルミニウム合金のヤング率を示す。ここで、図中の破線はヤング率の文献値を示す。

Table1 Calculated Young's modulus for the arbitrary specimens

Specimen	Load [N]	Calculated value [GPa]	Supposed value [GPa]
HRC60	147	221.7	210
	294	220.2	
	441	225.5	
	588	231.4	
	980	214.7	
Carbon steel 0.9~1.0%	1470	223.6	210
	147	212.6	
	294	222.2	
	441	255.3	
	588	224.7	
HRB72	980	230.9	98
	1470	213.9	
	147	98.7	
	294	93.7	
	441	92.3	
Cu - Zn alloy	588	92.3	98
	980	100.6	
	1470	88.0	
	147	71.8	
	294	71.6	
Aluminum alloy	441	74.6	72
	588	81.0	
	980	76.2	
	1470	74.5	

Table1 および Fig.4 より、ヤング率は各試験片において文献値と近い値が算出されていることが分る。しかし、本報で使用しているロックウェル試験機は、基準荷重の前後を手動で行うものである。それにより、除荷時および圧子が試験片表面から離れるときの挙動は不安定であり、除荷終了点の正確な特定を困難にしている。これらの改善として、基準荷重のない一段階押込み、除荷速度の変更の可能な試験機の開発が必要である。

5. 結言

- (1) 計装化したロックウェル試験機を用いて、試験中の荷重-変位線図を得ることが可能である。石橋らの提案する球圧子の押込み理論を先端に丸みを有する円錐圧子へ拡大し、ヤング率算出理論式を示した。
- (2) 圧子保持具部のばね定数、トランケーションを考慮して、ヤング率を算出し、文献値との比較を行ったところ、かなり近い値を示した。これにより、ヤング率算出式の有用性を確認した。
- (3) 計装化ロックウェル試験機の問題点を確認し、今後改善を行う予定である。

本研究を行うに当たり、試験片作製等協力いただいた石橋研究室学部4年生の吉川武文君、竹石陽君に感謝申し上げる。

<参考文献>

- 1) 石橋ら 材料試験技術 Vol.44 No.3 1999年7月
- 2) (株) 山本科学工具研究社・文献集「硬基標準片について」
- 3) Amano et al. : J. Mater. Test. Res. Vol.47 No.3 July 2002