

おアルミニウム合金は#2000のエメリー紙で研磨した後、パフで鏡面仕上げとした。

3. ヤング率算出式

圧子保持軸の弾性変形量を考慮に入れ、石橋らの理論によりヤング率 E_s は式(2)で算出される。

$$E_s = (1 - \mu_s^2) / \left[\left(\frac{8}{3\sqrt{\pi}} \right) \tan(\beta/2) \right] \delta_n \cdot \delta_n / L_M - I(E) \quad \dots(2)$$

ここで、

δ_n, δ_n : 校正後の圧子の押込み量、除荷量

β : 四角錐圧子の対面角(=136°)

$I(E)$: 圧子の弾性パラメータ

$$= \frac{1 - \mu_I^2}{E_I} = 0.86 \times 10^{-5} \text{ [GPa}^{-1}\text{]}$$

4. 実験結果と考察

4.1 圧子保持軸の弾性変形量 δ_E の算出結果

本実験では HV500 を校正用試験片として用いた。Fig.3 に各荷重の荷重-変位線図を重ねて示す。

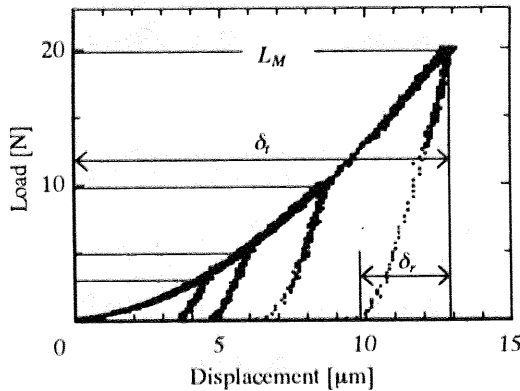


Fig.3 Relationship between load and displacement for HV500

荷重-変位線図から測定した押込み量 δ_i と除荷量 δ_r に対して荷重ごとに平均を取り、式(1)を用いて算出した圧子保持軸の弾性変形量 δ_E の結果を Table 1 に示す。

Table 1 Average values of δ_i, δ_r for HV500 specimen and calculated holder's elastic deformation δ_E

L_M [N]	δ_i [μm]	δ_r [μm]	δ_E [μm]
2.94	4.746	1.052	0.149
4.9	6.215	1.381	0.225
9.8	8.915	2.070	0.437
19.6	12.864	3.074	0.783

4.2 ヤング率算出結果

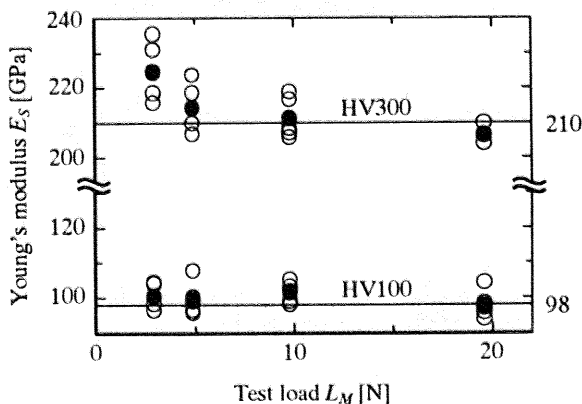


Fig.4 Results of calculated Young's modulus for HV100, 300

HV500 から算出した圧子保持軸の弾性変形量を考慮し、式(2)を用いてヤング率を算出した結果を HV100 と 300 について Fig.4 にまとめる。黒塗りは各データの平均値を示し、白抜きでデータの分布を示している。図中の実線は各試験片の文献値である。その他、本実験で使用した試験片について算出したヤング率を荷重ごとに平均し Table 2 に文献値⁽³⁾と共にまとめる。

Table 2 Calculated Young's moduli E_s of specimens using instrumented Vickers hardness tester

Specimen	Test Load L_M [N]	Calculated value E_s [GPa]	Supposed value E_s [GPa]
HV100 (C2600P)	2.94	100.4	98
	4.9	99.5	
	9.8	101.3	
	19.6	97.6	
HV150 (S45C)	2.94	203.3	210
	4.9	198.6	
	9.8	218.7	
	19.6	223.0	
HV300 (SKS3)	2.94	224.6	210
	4.9	214.3	
	9.8	211.2	
	19.6	206.5	
HV 700 (SKS3)	2.94	197.6	210
	4.9	209.9	
	9.8	214.4	
	19.6	213.8	
Aluminum Alloy	2.94	71.1	72
	4.9	75.4	
	9.8	70.6	
	19.6	70.3	

これらの結果よりアルミニウム合金、硬さ基準片共にほぼ良い一致を示している。よって角錐圧子による超微小荷重の押込み理論は計装化ピッカース試験に拡大適用が可能である。しかし圧子が試験片の表面から離れる時の圧子の挙動は非常に不安定であり、押込み曲線の除荷終了時の特定を困難なものにしている。よって今後は除荷速度を任意に設定できる市販の試験機で考える必要がある。

5. 結言

- (1) 市販のピッカース硬さ試験機に試作した荷重と変位測定部を付加することにより計装化ピッカース硬さ試験機とし、石橋らが提案している角錐圧子を用いた超微小荷重領域における理論を拡大適用した。
- (2) 圧子保持軸の弾性変形量を考慮することにより、材料特性値の1つであるヤング率の算出を試みたところほぼ良い一致を示した。
- (3) 計装化ピッカース硬さ試験機により、石橋らの理論は超微小荷重域を含めて大荷重域でも適用でき、ヤング率の算出に有用であることが確認できた。
- (4) 今後は荷重・除荷速度を任意に設定できる市販の試験機を用いて、さらにこの理論の有用性について検討する。

本研究を遂行するにあたりご協力いただいた石橋研究室4年生の大谷智史君、古澤慎一君に感謝申し上げます。

<参考文献>

- (1) 石橋・勤柄他：材料試験技術 Vol.43,44
- (2) 山本科学工具研究社・文献集「硬さ基準片について」(‘98-7 p657~660)
- (3) 日本機械学会・技術資料「金属材料の弾性係数」