

ここで、

- δ_i : 圧子の押込み量 δ_r : 圧子の除荷量
- δ_E : 試験機の弾性変形量 β_{Con} : 圧子の先端角(=119°51')
- D : 圧子の先端直径(=2R=2×0.195 mm=0.39 mm)
- T_{Con} : トランケーション(=0.0303 mm)
- μ_S : 試験片のポアソン比
(HV500, PC, AC: $\mu_S=0.3$, BK7: $\mu_S=0.214$)
- $I(E)$: ダイヤモンド圧子の弾性パラメータ
{=(1- μ_i^2)/ $E_i=0.86 \times 10^{-5}$ [GPa⁻¹]}

4. 実験結果と考察

4.1 試験機の弾性変形量 δ_E の算出結果

本実験ではHV500を較正用試験片($E_S=210$ GPaを既知とする)として用いた。まず式(1)を試験機の弾性変形量 δ_E に関する式に改めたのち、荷重-変位線図から測定した押込み量と除荷量に対し荷重ごとに δ_i , δ_r の平均値を代入することで算出した。その結果を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 [μ m]	δ_r [μ m]	δ_E [μ m]
1.98	1.14	0.770	0.279
4.97	2.33	1.39	0.561
7.84	3.27	2.02	0.890

4.2 ヤング率算出結果

Fig.3に実際に得られた $L_M=7.84$ NにおけるAC(0.01mm/s)の荷重-変位線図を示す。○で囲んだところは圧子が球部分から円錐部分に変わるところである。

試験機の弾性変形量 δ_E を考慮し、式(1), (2)を用いてPCとACのヤング率を算出した結果をFig.4にまとめる。その他、本実験で得られたデータと算出したヤング率を荷重ごとに平均し、Table 2に文献値と共にまとめる。

BK7, AC, PCの球の理論を用いた算出ヤング率は文献値と比べほぼ良い一致を示しているが、円錐の理論を用いた算出ヤング率は文献値と比べ10%以上低い差が生じた。これは藤塚ら⁽⁴⁾が三角錐圧子の押込み理論で指摘したように、基準片として鋼試験片のみを用いたためであり、今後は式中に藤塚らが提案した試験機較正係数を導入すれば良いと考えられる。一方、高分子材料ではひずみ速度依存性を有するACのデータにおいて、明らかに押込み速度の上昇と共に、ヤング率が上昇していることがわかる。

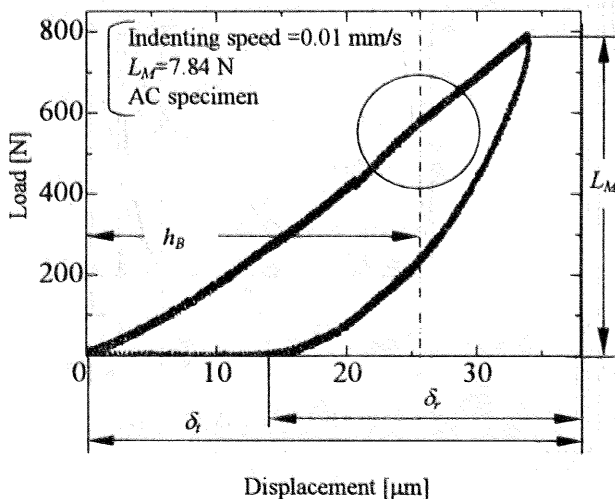


Fig.3 Relationship between load and displacement for AC(7.84 N, 0.01 mm/s)

また、PCのひずみ速度依存性はほとんどないことがわかる。今後は、押込み量により理論を使い分けるのではなく、ひとつの式でヤング率が求められるような理論を考察していく必要がある。

本研究を遂行するにあたりご支援を賜った(株)原田伸銅所に心から感謝申し上げます。また、ご協力いただいた石橋研究室4年生の武士侯育宏君に感謝する。

<参考文献>

- (1)Amano・Ishibashi et al., Journal of Material Testing Research Association of Japan Vol.47(2002), 170
- (2)石橋・鋤柄, 材料試験技術 Vol.41(1996), 155
- (3)石橋・鋤柄, 材料試験技術 Vol.42(1997), 188
- (4)Masayuki FUJITSUKA・Tatsuya ISHIBASHI・Motofumi Ohki, Journal of Material Testing Research Association of Japan, Vol.48 No.2(2003), 88

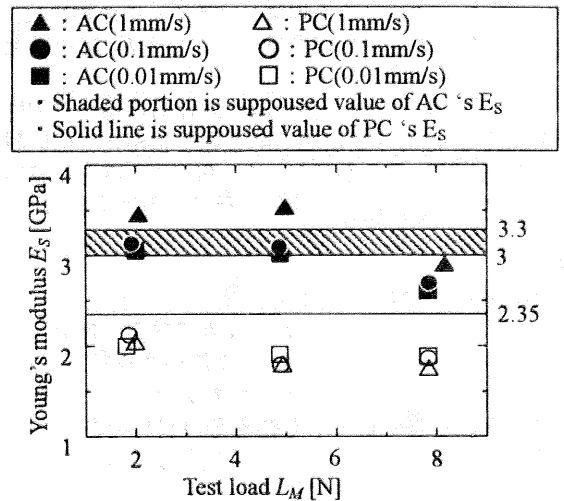


Fig.4 Results of calculated Young's modulus for PC, AC

Table 2 Calculated Young's moduli E_S of arbitrary specimens

Specimen	L_M [N]	δ_i [μ m]	δ_r [μ m]	Calculated value $E_{S(\theta)}$ [GPa]	Calculated value $E_{S(\phi)}$ [GPa]	Supposed value E_S [GPa]
BK7	2.04	1.54	1.54	78.5	-	-
	4.97	2.87	2.87	77.8	-	79.2
	7.88	4.11	4.11	74.8	-	-
PC (1mm/s)	1.99	14.4	11.6	2.09	-	-
	4.93	29.7	19.2	2.06	1.77	-
	7.84	43.8	24.70	2.05	1.73	-
PC (0.1mm/s)	1.87	13.8	11.0	2.12	-	2.35
	4.90	30.9	18.4	2.06	1.79	(2.23)*
	7.84	46.3	23.0	2.10	1.86	-
PC (0.01mm/s)	1.82	14.4	10.2	2.10	-	-
	4.89	31.7	17.1	2.14	1.90	-
	7.84	47.3	22.4	2.11	1.88	-
AC (1mm/s)	2.06	10.5	8.89	3.43	-	-
	4.98	19.7	14.7	3.51	-	-
	8.16	29.2	20.0	3.41	2.88	-
AC (0.1mm/s)	1.91	11.2	8.32	3.14	-	3~3.3
	4.86	21.9	15.0	3.10	-	(2.89~
	7.84	32.0	19.6	3.11	2.70	3.19)*
AC (0.01mm/s)	2.02	12.1	8.6	3.05	-	-
	4.90	23.5	14.8	3.01	-	-
	7.84	34.6	19.5	2.95	2.60	-

(*) : result of bending test