

Edy(b), Est(D)の関係を, 図4に自由振動の数fnとEdy(b)(B)について示す。温度に関しては, PH, PCは安定にあり, ABS, AC, VC, PAは, 6~7%/15℃位の差を生じているが, PE, NGは急変する。fnについてもPHは一定であるが, ACはかなりの影響を受けるようだ。この際, Est(b), Edy(b)では, 金属の試験片(幅1cm, 高さ0.4cm, l=10, lo=14cm)の測定も同時に行なっている。その安定性には比較して, フラスタックが種々の因子による影響を受けやすいことが明瞭である。

4. 金属に寸する f(E) の式について
 4.1 NSS3圧子に対する関係式 表1の試料に対して得られた結果を図5に示す。図5-1の縦横軸は, 球と平面との接触に際してHertzの弾性接触論の結果に一致するとすれば, 保持軸の効果はhkを差引いて考慮すべきものと整理になり, 前報のデータ同様整理すると実験点は同じ位置に分布する。接触係数に与える加工工程の観点からの式(4-1-2)中の式(4-1-1), (4-1-2)であるが, hkを考慮した式(4-1-2)の結果は前報と同じ約0.6の値となる。図5-3は凹球面と球の弾性接触時に於けるHertzの関係式を直線で記入し, 実験点はその近くに在る。以上式(4-1-2), (4-1-4)に対する値を求め, 先端球圧子と大量金属試料平面の衝突においては, 保持軸の弾性効果を考慮すれば, Hertzの弾性接触の式を適用して得られる結果と一致する事が明らかになった。鉄, 銅, 黄銅, HS21の試料は, h0a(=2, 1, 0.5, 0.25cm)が大いに, Co=0.6の値を示してはいるが, これは, (1)の縁の盛り上がりh0aが大は極端なためと考慮される。また, HS21は想定したf(E)の値との相違を認めているとも思われる。検討の要がある。TABORの球と平面との衝突実験の結果も, At~Htの曲線上に分布する。以上から, Fm, h0aの2測定量によるf(E)の式を次示す。

$$f(E) = 3.7 \frac{w^{1.5} D^{0.5}}{H_t^{0.3125}} \left[\frac{(h_0a - h_t + \delta_p) \times h_0a - h_0}{F_m^2} \right]^{0.25 \times 1.25} \quad \text{--- (4-1-5)}$$

$$\text{ただし, } \delta_p = 1.86 w (h_0a - h_t) (1 - H_t)^{1/2} / F_m \quad \text{--- (4-1-6)}$$

5. フラスタックへの衝突実験と f(E) の式の適用結果について

5.1 衝突実験 装置は前報と同じであるが, ヤング率の低い材料は150kgとした。試料の温度依存性が顕著なため, 実験の5~6時間前, 室温(R.T.)に一定に保つておき, 考慮し, それを試料温度と考える。衝突後, 試料面上のくぼみは観察のみに止めた。(表3)
 5.2 f(E)式の適用 金属と異なり, 機械的性質値が多種の因子に強く影響を受けるため, 式の適用結果の判定に厳密にするには困難であるが, 比較の際のT-θの補正は以下の方法に依った。①Edyの周波数依存性に対して 衝突波を共振動

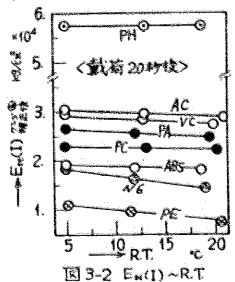


図3-2 E_{dy}(b)~R.T.

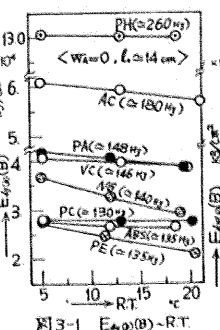


図3-1 E_{dy}(b)~R.T.

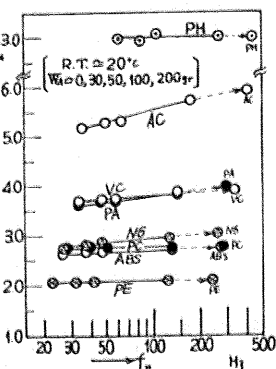


図4 E_{dy}(b)~f_n

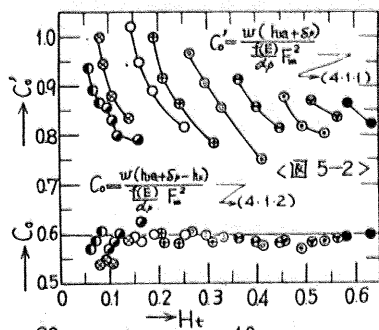


図5-1

NSS3 圧子			
D=0.3 cm, w=0.642 kg			
IE=0.154 × 10 ⁶ cm ² /s ²			
材料	寸法	記号	f(E) × 10 ⁴ (kg/cm ²)
○	20.4	○	0.59
○	30.8	○	0.60
○	39.4	○	0.61
○	52.8	○	0.61
○	69.1	○	0.62
○	81.9	○	0.62
○	91.4	○	0.63
○	100	○	0.63
○	110	○	1.10
○	85	○	0.92

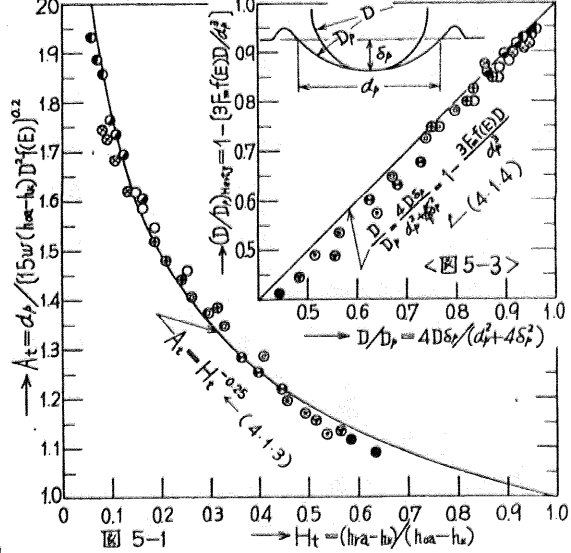


図5-3

の周期の一部のみを得られた結果が図6である。よって、衝突時の周波数の概略値を知ることができ、図4中の矢印がその時のE_{dy}を示している。②温度依存性に対して 衝突実験時の室温に基づき図3に補正する。③試料の方位向性に対して 衝突方向E_{st}(I)とそれに直交なE_{st}(B)の比を表2に示している。PHの大きい方が直交が原因はおそらく基材(紙等)によると思われる。ABS, N6の場合は、圧延が結晶の方向性として与えられる。このE_{st}(B)/E_{st}(I)に方位向性を補正する。以上の補正を行って得たヤング率をE_{dy}(I, f)とした。それから測定したポアソン比(表2)から直交、金属と同じ、 $\nu \approx 0.9$ と仮定して、 $f(E) = 0.9 / E_{dy}(I, f)$ の値を示している。一方、衝突時のF_m, h_{ra}を式(4.1.5)に代入して得られた値を、その種の欄に記入している。両欄を比較すると次のようなことが言える。

試料	RT ≈ 20°C			RT ≈ 20°C			衝突時のF _m , h _{ra} (単位はmm)	方位向性(紙等)による補正係数	注
	E _{st} (I, f)	f(E)	ν	E _{st} (B, f)	f(E)	ν			
ABS	2.2	39	51	2.1	43	57			
N6	2.6	35	35	2.5	37	37			
PA1010	3.0	30	30	2.9	36	34			
PA1212	2.7	33	35	2.7	33	35			
PA6	6.2	14	14	2.4	15	14			
PA66	7.6	12	12	2.4	12	12			
PC	4.3	21	26	4.0	23	28			
PMMA	4.2	22	21	3.4	23	22			

表3 f(E_{st}(I, f))、f(E)の値の比較、及びF_m, h_{ra}の値を示す。

式(4.1.5)による値は、RT ≈ 8°C, 20°Cの場合、ほぼ図3に示した温度依存性の比率で得られていることから、10°C位の温度差による試料の性質の変化は表わすことができない。数値的にはPE, PAを除くと良好一致がみられる。衝突時の周波数近辺での動的ヤング率を表現していると言える。しかし、異なる周波数でのE_{dy}を求めたことによる圧子条件の変化(大幅な)が可能なことは図6からもわかる。PEに関しては、応力がほとんどそのヤング率の低下が激しいことから、衝突における(ほぼ)周辺の平均ひずみの大きさを等しいと仮定して考慮が必要である。PAについては、測定上よくわかる。さらに他の因子に検討が必要である。PHは方位向性を考慮して始め一致したことが注目された。

図7には同じ圧子条件下でのプラスチックと金属に対するH_t, F_mを示すが、H_tのみでは高硬度試料とプラスチックの差がみられる(例としてPA)。F_mの測定は大きく、h_{ra}, F_mの2量、あるいはf(E)値を考慮することにより、明確な区別が可能となる。「硬さ」という点を考慮する上では、この明確なf(E)値の差を基礎として、平均接触圧力等の観点から考慮することが必要である。次報以後示してゆく。

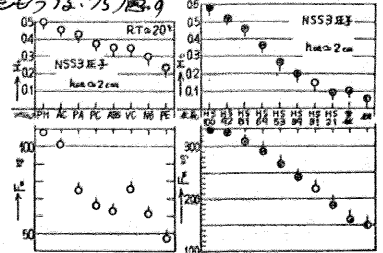


図7 プラスチックと金属のH_t, F_mの比較

6. 結論

- 以上の結果を総合すると、次に示すようにまとめられる。
 - (1) 金属に比べ、顕著な温度依存性、周波数依存性、基材の有無等による方位向性を持つプラスチック試料に対し、若干の温度条件、周波数条件下でのヤング率等の測定は行ない、その試料特性を求めた。
 - (2) プラスチック用に出力を高めた圧子を作り、金属に対する衝突実験を行ない、前報と同じような諸条件で得た。この際、先に求め得た軸の弾性効果における考慮事項は、Hertzの弾性接触論による結果と一致することを確認し、F_m, h_{ra}の2測定量による圧子と試料の弾性パラメータの式: f(E) : (4.1.5) を再提示した。
 - (3) 前項の圧子によるプラスチックの衝突実験を行ない、測定されたF_m, h_{ra}を用いた式(4.1.5)によるf(E)値を算出した。その値を試料特性を基礎として種々の補正を行なって得られたf(E)値と比較した所、PE, PAを除き定量的に一致がみられた。PE, PAについては、たとえ、(ほぼ)周辺の平均ひずみの大きさ、他の因子によるものが検討される必要があるが、温度依存性に関しては定性的に一致がみられている。さらに衝突時の金属との比較という点からすれば、H_tのみでは差がみられず、F_mの差、あるいはf(E)値を考慮することにより、両者の明確な区別が可能である。今後、試料の「硬さ」を考慮する上での基礎となるものである。
 - (4) プラスチックの機械的性質は全時間依存性であることから、時間の項を無視した量の表示は意味をなさない。この点からすれば、衝突方位は、むしろ決めた条件(時間)下で得られること、短時間で、自動的に測定が可能であり、かつ簡便であり、広範な試料に適用して同一方位を採用することから、工業的にも意義を有し、大いに利用が期待される。

参考文献

(1) 石橋・下田, 振動論集(室蘭) 1978 (3) S. TIMOSHENKO, 工業振動学(東京) (5) TABOR, D., Proc. Roy. Soc., A192 (1948), 他
 (2) 振動学会編, 材料力学(上), 1964 (4) GOLDSMITH, IMPACT, ARNOLD, 1960 (6) 振動学会誌, VOL. 63, No. 497, 1960, 他