

## 2-17 熱可塑性プラスチックのひずみ速度依存性について

玉川大(工) 浜吉 福治  
玉川大(工) 岡井 紀彦  
玉川大(工) 院 O 今井 英雄

**1. 概要** 衝撃荷重下の材料の挙動に関する研究は、金属を始め、高分子材料に対して数多く行なわれている。しかし、高分子材料に関する研究では、アイゾットその他の数種類の衝撃試験があり、この種の試験は必ずしも衝撃荷重下に於る材料の特性を十分に示さない。そこで、ホプキンソン棒実験装置により、5種類の熱可塑性プラスチックの衝撃荷重下に於る応力ひずみ関係を求め、衝撃特性を実験的に明らかにした。

**2. 実験装置および試験片** 実験装置は長さ1mの4本の弾性棒より成るホプキンソン棒装置を用い、発射装置にはバネを使用した。衝撃速度はフォトランジスタを用いて測定した。又、衝撃圧縮試験と比較するためTOM万能試験機10000Xを用い静的( $\dot{\epsilon}=10^{-3}$ )、準静的( $\dot{\epsilon}=10^{-2}, 10^{-1}$ )試験も行なった。試験片は市販されている塩化ビニル(PVC)、ポリアセタール(POM)、ABS樹脂(ABS)、ナイロン66(N66)、ナイロン6(N6)、の棒材を用い、形状は $12.5\text{mm} \times 6\text{mm}$ の円板形とした。

### 3. 実験結果および考察

**3-1. 衝撃応力ひずみ曲線について** 本実験は衝撃速度 $V=4.59, 3.36, 2.38$  m/sで行ない、写真1はPVCを $V=4.59$  m/sで試験を行った場合の応力波形を例として示した。

図1はPVCの動的応力ひずみ(太線)と静的応力ひずみ(細線)の関係及びひずみ速度-ひずみの関係を示したものである。他の試験片についても同様に求めた。図中の $\sigma_A$ は $\sigma_A(A/A_0)$ で定義され、ここで $\sigma_A$ は入力棒に生じた入射応力波、 $A$ は棒の断面積、 $A_0$ は試験片の断面積である。本実験の衝撃速度の範囲

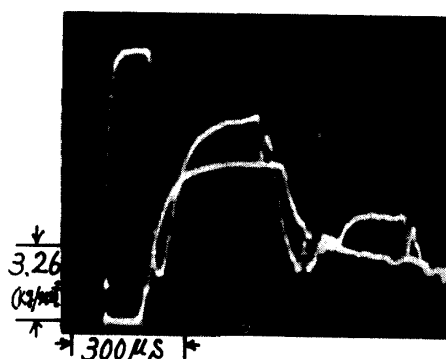


写真1

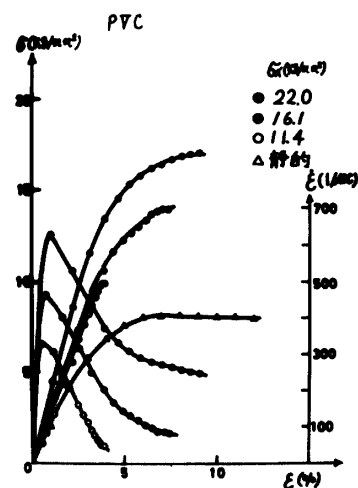


図1

では、全ての試験片の同一ひずみに対する動的応力は静的応力より大きく、応力-ひずみの関係は歪速度の影響を受けることがわかる。又、 $\sigma_A$ が大きいほど変形抵抗も大きくなることを示している。しかしABSは $\sigma_A$ が大きくても変形抵抗は増大せずに減少する傾向を示した。これは、ABSは共重合体であり、共重合体の場合、その構成単量体の配置順序とそれぞれの成分割合によって機械的性質が変化したと考えられる。又、ひずみ速度は一定でなく、 $\sigma_A$ のいずれの場合でも最高ひずみ速度を越えたのち減少している。このことは、試験片内で応力波が反射、透過を繰返しているうちに試験片の変形抵抗が増加し、ひずみ速度が減少したものを考えられる。

### 3-2 ひずみ速度一定の応力-ひずみ曲線について

ひずみ速度の関係を示したもので、図より一定ひずみ速度5, 10, 50, 100, 300(1/s)の応力-ひずみ曲線を求め静的、準静的の結果とともに図3に示した。他の試験片についても同様の方法で求めた。以上の結果より、すべての試験片で $\dot{\epsilon}$ が大きくなるほど曲線は直ぐ左側によつてきた。このことは金属などでもほぼ定性的な挙動である。又、本実験の試験片のような高分子材料では、時間効果は大きいと考えられ、 $\dot{\epsilon}$ の影響は顕著であった。さらにすべての試験片の降伏応力は上昇し、かつPOMを除いて他の試験片では静的試験で表われていた降伏応力は $\dot{\epsilon}$ が増すほど不明瞭になった。

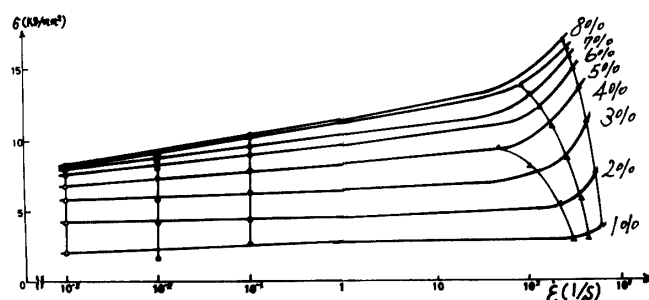


図 2

### 3-3 ヤング率のひずみ速度依存性について

図4はヤング率の $\dot{\epsilon}$ による変化を示したものである。静的 $\sim \dot{\epsilon}=50/s$ の範囲において、PVC, POM, ABSは、N66, N6に比べ増加しない。

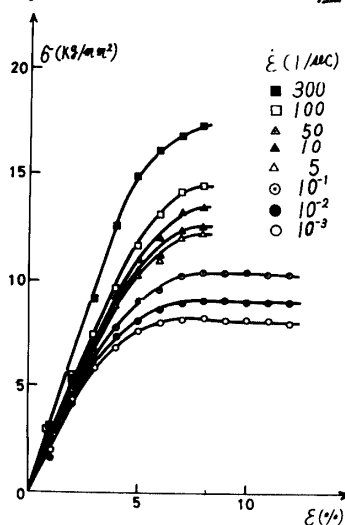


図 3

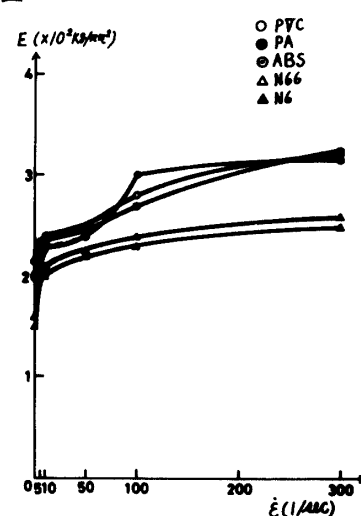


図 4

$\dot{\epsilon}=50/s$ 以上ではいずれもヤング率は増加する。このことは、変形の回復に対する時間効果によると考えられる。

### 3-4 ひずみ速度の変化による静的降伏応力における応力増加について

静的降伏応力のひずみにおける変形抵抗の増加を調べるため、縦軸に静的降伏応力とそのひずみにおける動的応力の比(0%)をとり、横軸に $\dot{\epsilon}$ をとり図5に示した。図より0%は $\dot{\epsilon}=50/s$ までどのプラスチックも急激に増加し、 $\dot{\epsilon}$ がより大きくなるに従いN6, PVC, はかなり増加した。またPOMは直線的に増加し、ABS, N66 はほとんど増加しなかった。以上より0%の $\dot{\epsilon}$ 依存性は、N6, PVC, POM, N66, ABSの順に小さくなった。

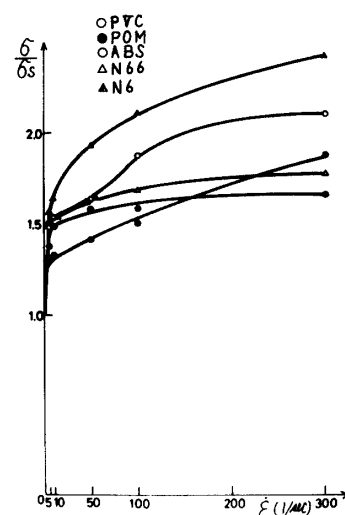


図 5

### 4. 結論

衝撃圧縮試験においてすべての試験片の降伏応力は上昇した。ヤング率の $\dot{\epsilon}$ 依存性は、N6, N66, は5/s以上、他は50/s以上で顕著である。0%の $\dot{\epsilon}$ 依存性は、N6 がもっとも大きく次にPVC, POM, N66, ABSの順となる。

### 5. 参考文献

- ① 田中吉え助 日本機械学会誌 Vol 69, No 575
- ② 山口章三郎 加工と設計のためのプラスチックの機械的性質