

2-11 ポリスチレン-ガラス質球体充填複合材の温度特性

繊維高分子材料研究所

○北野 武

渡辺 寧

1. はじめに ポリマーに球状粒子を充填することによりマトリックスに剛性を与えより硬くし強度を大きくしたりフリース量を減少させオロギー特性を良くすることが出来る。又熱膨脹係数や熱収縮量、熱抵抗電気的特性を調整することが出来る等すぐれた効果が現われる。本実験はポリスチレンに中空球体のガラスビーズ及びガラスビーズに較べて剛性の小さな中空球体のガラスバルーンを充填した複合材の引張試験を行ない引張弾性率、後弾性率と体積含有率、温度の関係、充填材の剛性の違いによる影響等について検討し結果を報告する。

2. 試料および実験方法 ポリスチレン樹脂はスタイロン666を粉砕したものを充てん材として使用し、ガラスビーズ(GB)、ガラスバルーン(GB)の粒度は共に75~105μmで処理剤(UCC-A1120)で表面処理した。試料は粉砕したポリスチレンと充てん材を混合し金属枠に入れ熱プレスにより温度210~220℃プレス時間10分、圧力25kg/cm²で厚さ3mmの板を成形しこれを幅10mmに切り出しこれを乾燥炉で100℃で1時間焼鈍その後自然冷却し試料とした。引張試験は恒温炉付引張試験機を用い試料7ラング間の長さ50mm、引張速度5mm/min、20~95℃の温度範囲で行った。引張は歪量が0.2~0.25%で停止しその後の荷重変化を記録する。

3. 実験結果および考察 球状粒子を充填した複合材の引張弾性率Eと体積含有率φ_vの関係式は種々導かれて⁽¹⁾いる。これらはすべてマトリックスと充てん材の間の接着が完全であり又充てん材粒子の分散が均一であるという仮定のもとに導かれたものである。

φ_vが小さい場合 Einstein の式 $E = E_m(1 + 2.5\phi_v)$ (1)

がある。Kerner は理論式として次式を導いた⁽²⁾

$$E = E_m \left[\frac{\frac{2\phi_v \cdot E_f}{(7-5\phi_v)E_m + (8-10\phi_v)E_f} + \frac{1-\phi_v}{15(1-\phi_v)}}{\frac{2\phi_v \cdot E_m}{(7-5\phi_v)E_m + (8-10\phi_v)E_f} + \frac{1-\phi_v}{15(1-\phi_v)}} \right] \quad (2)$$

但し E_m, E_f ; マトリックス、充てん材の弾性率

ϕ_m ; マトリックスのポアソン比

(2)式は E_f が E_m に較べて大きいときは(3)式の形に近似できる。 $\phi_v(\%)$

$$E = E_m \left[1 + \frac{\phi_v}{1-\phi_v} \left[\frac{15(1-\phi_m)}{8-10\phi_m} \right] \right] \quad (3)$$

E_f と E_m が近い値であるときは

$$E = E_m \left[1 + (A \cdot \frac{E_f}{E_m} - 1)\phi_v \right] \quad (4)$$

A は E_f/E_m , ϕ_m に関係した値

図1, 2にGB, GB充てん複合材の E/E_m と温度の関係を示す。GB充てんの場合70℃附近まではほとんど温度の影響は無いがGBの場合影響がみられる。これは(3)(4)式から考えられる結果である。図3に E/E_m と ϕ_v の関係を示す。GBの場合20~70℃の温度範囲で $\phi_m = 0.33$ とし(3)式が近似式として適用できる。

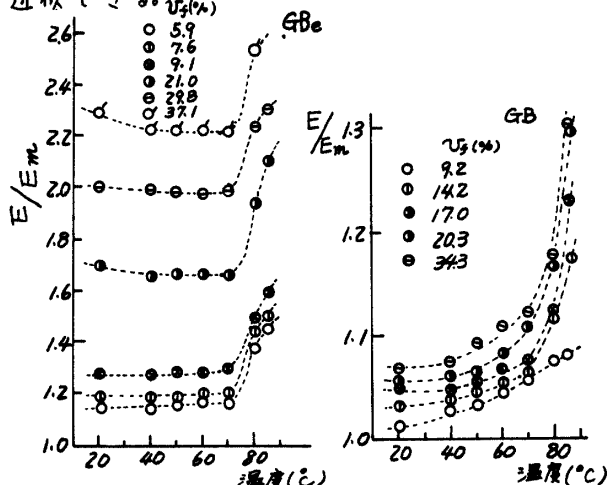


図1, 2 GB, GB充てん複合材の E/E_m と温度の関係

GB 充填の場合薄肉球殻の体積弾性率の計算式を用いて求めた値をGBの弾性率 E_B として(4)式に代入すると20℃では実験値と一致する。 $E_m \sim \nu_f$ の関係に温度の影響が現われるのは E_m の温度変化が E_B に關係するからである。図4にGB 充填複合材の E と温度の關係を示す。GB 充填の場合も同様の傾向があり従って充填材はポリスチレンの軟化温度を上昇させる効果がある。図5に動的試験より求めた損失弾性率 E'' と温度の關係を、図6に E'' のピーク温度と ν_f の關係を示した。 ν_f の増加と共にピーク温度は高温側にずれる。図8に基準温度85℃での緩和弾性率 $E_r(t)$ の合成曲線と移動係数 A_T と温度の關係を示す。 A_T は充填量にはほとんど關係がない。図9に $E_r(t)$ の合成曲線の2次微分係数から求めた緩和時間分布を示す。

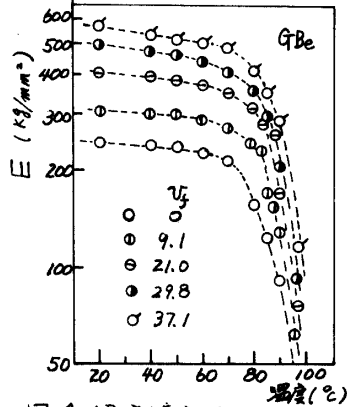


図4. GB 充填複合材の引張弾性率 E と温度の關係

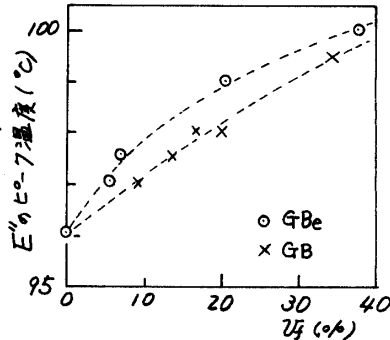


図6. 損失弾性率 E'' のピーク温度と体積含有率 ν_f の關係

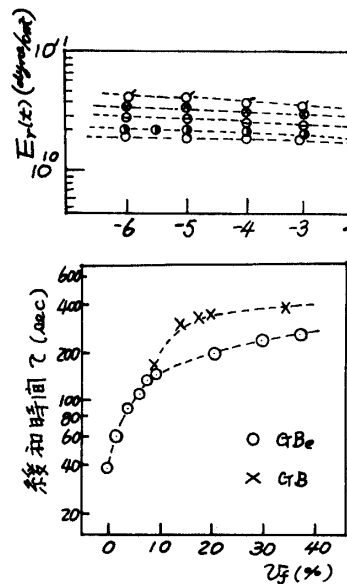


図8. 緩和時間と ν_f の關係 (Maxwell 単位1個の模型を仮定して求めた緩和時間)

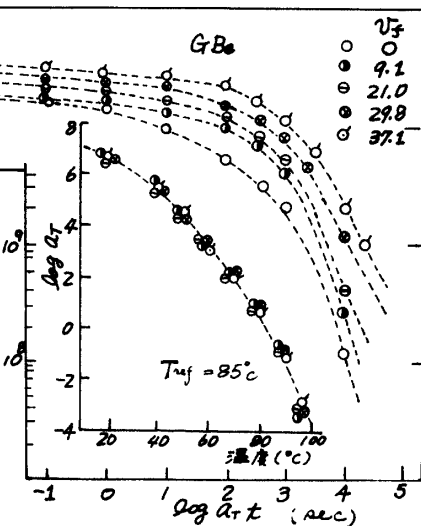


図7. GB 充填複合材の緩和弾性率合成曲線, 移動係数

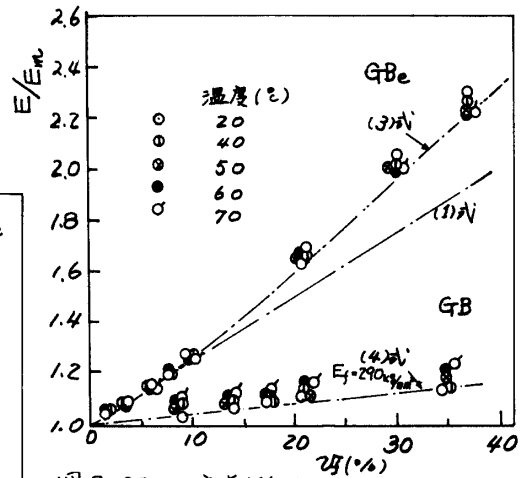


図3. GBe, GB 充填複合材の $E/E_m \sim \nu_f$ の關係

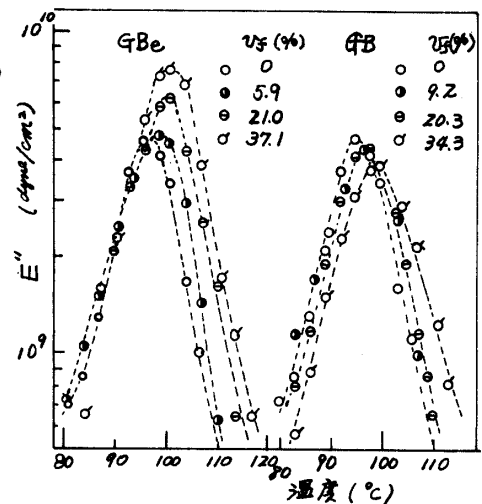


図5. GBe, GB 充填複合材の損失弾性率 E'' と温度の關係

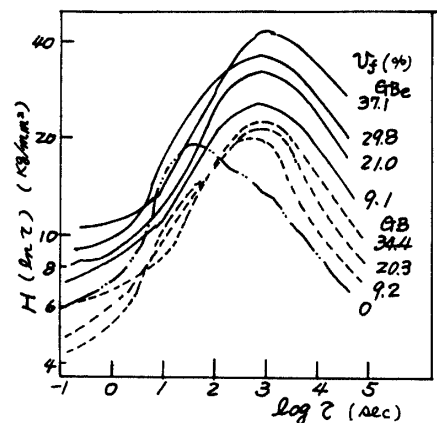


図9. GBe, GB 充填複合材の緩和時間分布

《参考文献》
(1) T. Nicholas and A. M. Freudenthal, Rheol. Acta, 7, 174 (1968)
L. E. Nielsen, J. Composite Materials, 1, 100 (1967)
(2) E. H. Kerner, Proc. Phys. Soc., 69B, 808 (1956)