

豊橋技術科学大学 新技術説明会
平成21年7月17日(金) 科学技術振興機構

高速変形により軟化する エネルギー吸収樹脂材料の開発

工学部 機械システム工学系
教授 足立 忠晴



国立大学法人
豊橋技術科学大学

新技術の概要

- 通常の変形速度、温度では高い弾性係数および強度を有し、高速変形時に低い弾性係数および強度、大きい破断伸びを有するような軟化する樹脂材料の開発を目指す。
- 高速変形時に軟化してエネルギー吸収特性を有する。
- 通常の変形状態(低速変形)では高い弾性係数、強度を維持する。
- 高弾性率，高強度とエネルギー吸収性能を兼ね備えた樹脂材料の開発

従来技術・競合技術との比較

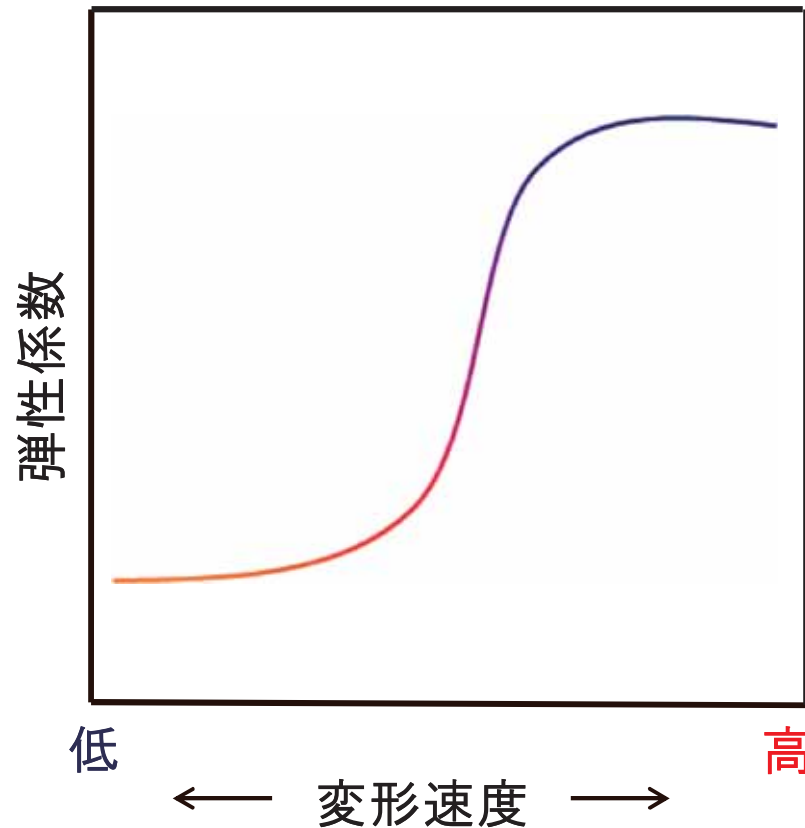
- ▶ 従来のエネルギー吸収材料は低弾性係数、低剛性、低強度であり、構造材料として必ずしも適切なものではなかった。
- ▶ 本材料は通常の樹脂材料とは逆に高速変形時に対して軟化することが大きな特徴であり、通常の使用時には低減衰、高強度、高剛性を有する材料である。

新技術の背景(1)

材料に要求される性能

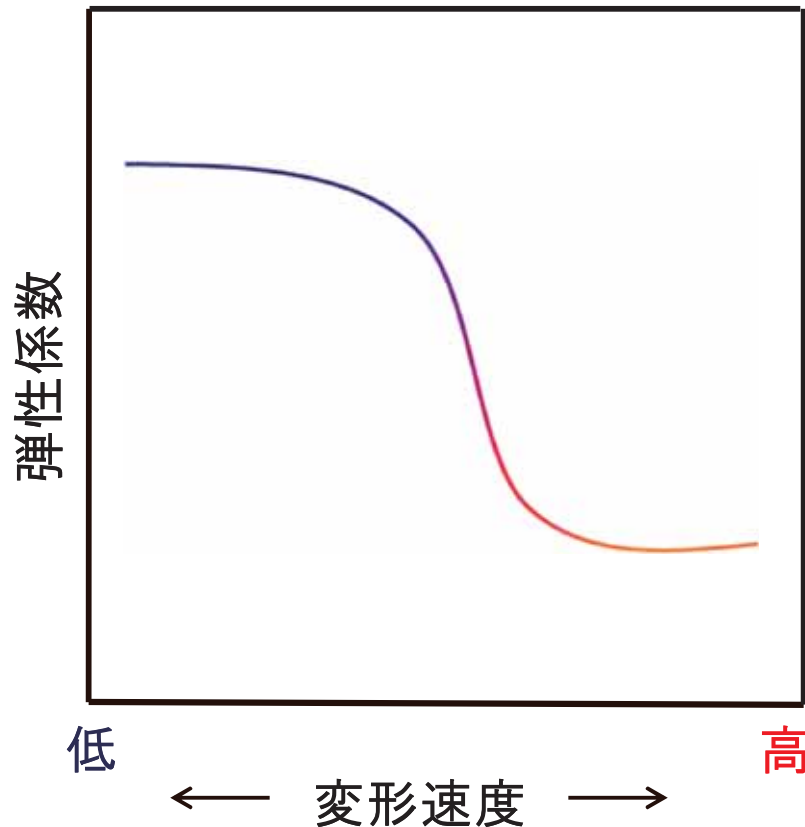
- ✓ 例えば，自動車の衝突事故
乗員，歩行者の安全の確保
低弾性係数，低強度，高減衰係数
高い衝撃エネルギー吸収特性
- ✓ 通常の運転時
運転性能，低騒音
高弾性係数，高強度

新技術の背景(2)



- 一般の材料は、
- ✓ 低変形速度では弾性係数、強度が低い。
 - ✓ 高変形速度では弾性係数、強度が高い。

新技術の背景(3)



- ◆ 高速変形時に、
低弾性率，低強度
をどのように獲得
するか。
- ◆ 低速変形時に
高弾性率，高強度
をどのように維持
するか。

新技術のアイデア(1)

高速変形と損失特性

- 温度とひずみの連成場における熱伝導方程式 (熱弾性効果)

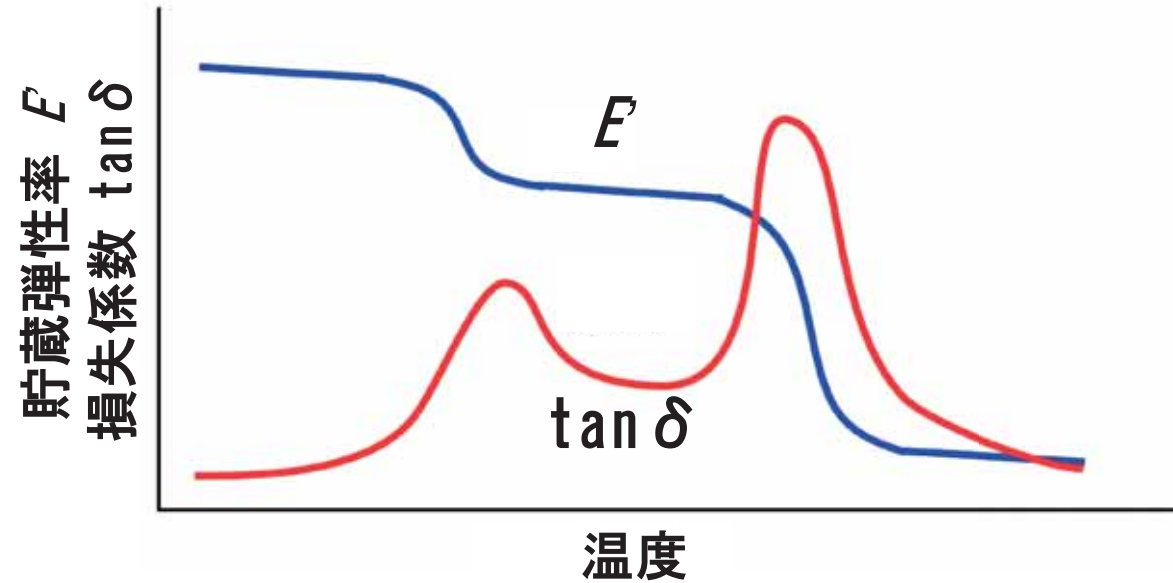
高速変形による熱発生

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \Delta T - \frac{C_p - C_v}{C_v} \frac{1}{3\alpha} \frac{\partial e}{\partial t}$$

体積ひずみ(体積変化)速度の影響

- 2つのガラス転移を有する樹脂
低温側のガラス転移(内部摩擦)による熱発生

新技術のアイデア(2)

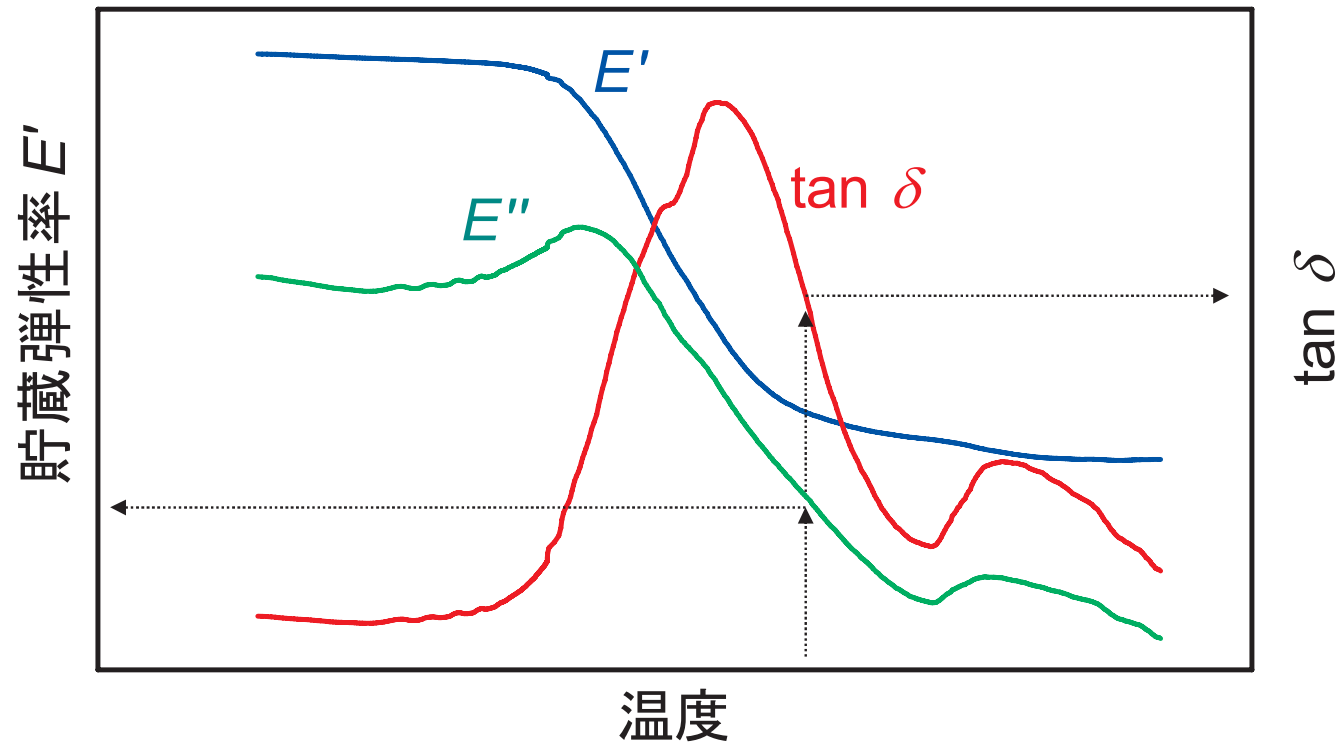


高速変形(熱弾性効果)
による温度上昇

エネルギー損失の増大
による温度上昇

弾性率の低下
材料の軟化

新技術のアイデア(3)



エポキシ系樹脂材料の熱粘弾性特性
(分子量の異なる高分子との重合)

新技術のアイデア(4)

複数のガラス転移温度を有する樹脂

- ▶ 高ひずみ速度により局所的な高ひずみの発生
 - ✓ 低ガラス転移温度相：
熱弾性効果・内部摩擦による熱発生
 - ✓ 高ガラス転移温度相：
低ガラス転移温度相の熱発生による軟化

新技術の内容

◆ エネルギー吸収特性

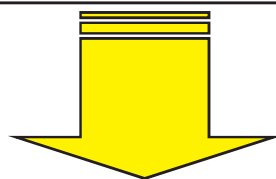
2つのガラス転移温度を有する樹脂材料, または
ゆるやかなガラス転移を有する樹脂材料

➤ ガラス転移温度の設定 :

✓ 軟化する変形速度(ひずみ速度)の設計

✓ 熱弾性効果・内部摩擦による熱発生

➤ 損失特性の設定 : エネルギー吸収の設計



特定の変形速度にのみ機能発現

従来技術との比較

- ◆ 複雑な製造プロセスを必ずしも必要としない。
- ◆ 樹脂材料中の特別なモルフォロジーを必要としない。

本技術の条件

- 2つのガラス転移を有すること，適切なガラス転移温度を有すること。
- ゆるやかなガラス転移を有すること。

新技術の適用分野

◆ 衝撃吸収材料：構造材と緩衝材

➤ 自動車関連部品材料

内装材：乗員の保護

外装材：乗員・歩行者の保護

➤ 航空機等の構造材料

➤ ヘルメットなどの保護材料

新たな適用分野への展開

◆ 摩擦材料：摩擦係数， 摩耗

➤ 摺動部の材料

- 低速度の摺動：低摩擦係数
- 高速度の摺動：高摩擦係数， 低摩耗

◆ 脆性特性から延性特性への遷移

➤ 高変形速度で破断を生じにくい材料

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：高速変形で軟化する
衝撃エネルギー吸収用樹脂
- 出願番号：（特許出願中）
- 出願人：国立大学法人 豊橋技術科学大学
- 発明者：足立 忠晴，樋口 理宏

お問い合わせ先：（株）豊橋キャンパスイノベーション
（とよはしTLO）

Phone: 0532-44-6975, FAX: 0532-44-6980

Email: ttlo-iten@kktci.co.jp 担当:白川正知