

# 環境応答性繊維強化複合材料の開発

劔持潔, 鮑力民, 桜井正幸

信州大学 繊維学部 機能機械学科

## 1. 緒言

資源, エネルギーの枯渇が現実の問題となり, 地球環境保全が世界共通の重要課題となりつつある今日, 材料の研究開発においては, これまで以上に省資源, 省エネルギーを図り, 材料の多機能化, インテリジェント化を推進する必要がある<sup>1)</sup>。これまでの研究により, 材料が置かれている環境条件と時間の経過によって, 材料特性が知的に変化することができる環境応答性材料が現行の複合材料技術に機能性マイクロカプセルを統合することにより可能となる見通しが得られた<sup>2)</sup>。

本研究では, 上記技術を用いることにより, 「質量則」を超える遮音材料, き裂が生じた場合そのき裂を修復し, また廃棄された場合速やかにリサイクルを容易にするため壊れやすくなる進化(自己修復)と退化(易解体性)する材料及び, 耐汚, 消臭効果をもつ繊維強化複合材料(FRP)の可能性を明らかにすることが研究目的である。

## 2. 実験方法

### 2.1 粒子内包マイクロカプセルを分散させたFRPの振動減衰特性

酸化セリウム粒子(直径  $0.1\mu\text{m}$ )を内包するマイクロカプセル(直径  $30\sim 100\mu\text{m}$ , 壁材: アクリロニトリル)を調製し<sup>3)</sup>, FRPの母材中に分散させた試験片を作製し, 片端固定の振動減衰試験を実施した。

### 2.2 進化と退化機能発現を評価するための“その場”観察装置の開発

外力や特殊のトリガーが作用した時, 自己修復や易解体機能発現を定量的に評価することができる。“その場”観察装置を試作した。

### 2.3 防汚, 消臭機能評価の検討

マイクロカプセルの外壁に酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )粒子を固定したマイクロカプセルを調製し, 光触媒効果の評価試験を実施した。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 振動減衰機能の発現

ステンレス鋼(st), ガラス繊維強化プラスチック(GFRP:g00), GFRP+マイクロバルーン  $10\text{vol}\%$ (gb10)及び GFRP+微粒子内包マイクロカプセル  $10\text{vol}\%$ (gc10)について, JIS G 0602に準拠して, 振動減衰特性試験を行ったところ, Fig.1を得た。この図から, FRPのマトリックス中に  $10\text{vol}\%$ 分散させることにより, ステンレス鋼に比べて2.5倍, GFRPに比べて, 約28%の振動減衰性の向上が見られた。このことは「質量則」を超える遮音材開発が可能であることを示している。

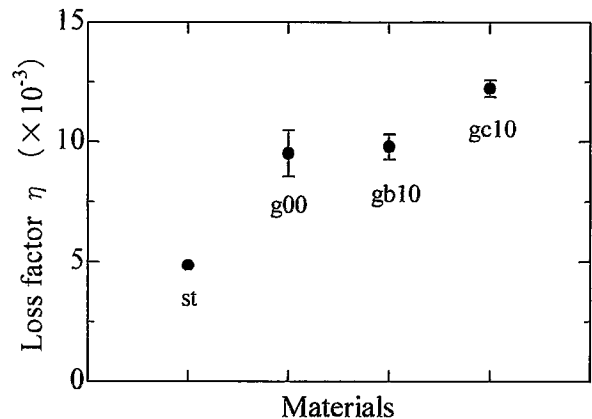


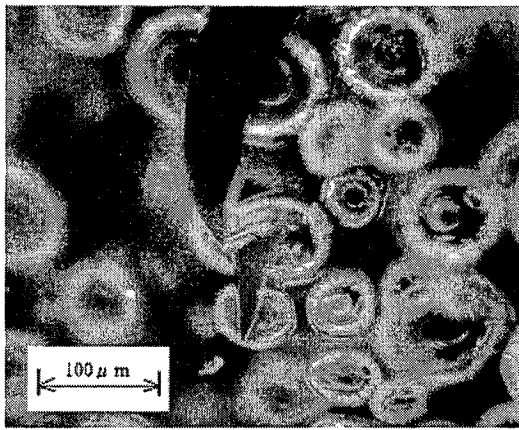
Fig.1 The loss factor according to the materials

### 3.2 進化と退化機能付与の可能性

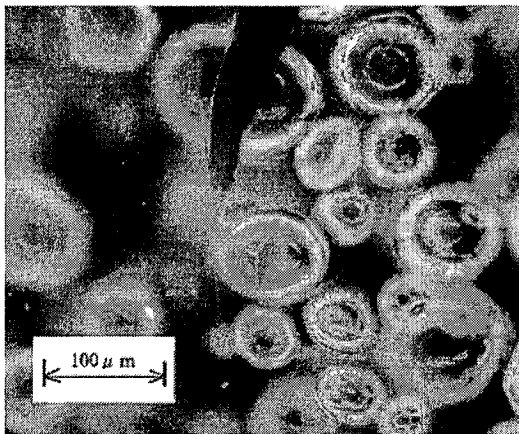
材料中に分散させたマイクロカプセルのき裂伸展中の挙動が観察できる装置を試作し, 試験した結果を Fig.2 に示す。

この図から, き裂先端の応力集中により, マイクロカプセルが壊れて, き裂が進むことが分かった。

このことは, マイクロカプセル中に例えば, 接着剤の主剤と硬化剤を別々に内包したカプセルを材料中に分散させておくことにより, き裂の伸展に伴い, カプセルが壊れ, 内包されている主剤と硬化剤が反応して, 重合が進み, き裂伸展を抑制し, 自己修復機能が発現されるものと考えられる。



(a)



(b)

Fig.2 The crack growth

### 3.3 防汚,消臭機能の発現

①樹脂板のみ,②樹脂と  $TiO_2$  被覆マイクロカプセル 30vol%,③樹脂板上にカプセル量 10vol%付着させたもの及び④樹脂表面上にカプセル量 20vol%を付着させたものの4種類の試験片を作製し,タバコのヤニを塗布して,太陽光下(明条件)と暗所(暗条件)に暴露して,経過時間による重量変化を測定した結果を Fig.3 に示す.

この図より暴露場所による重量変化は顕著に認められるが,  $TiO_2$  が表面に露出していないと効果が期待できないことを示している.

## 4. 結言

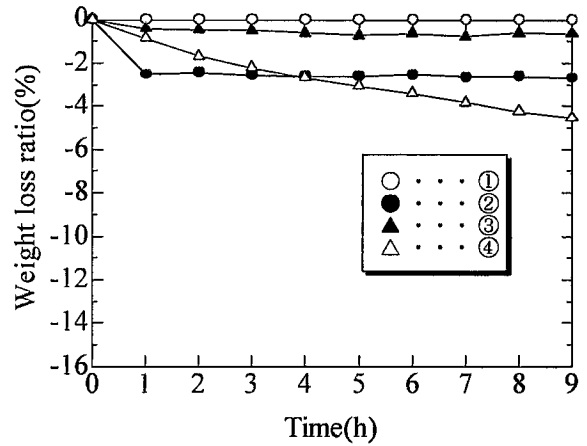
繊維強化複合材料(FRP)技術と機能性マイクロカプセルを統合することにより,環境条件や時間経過に知的に応答する環境応答性複合材料の創製について研究を進めたが以下の知見を得た.

(1) 微粒子内包マイクロカプセルを分散させた FRP により,

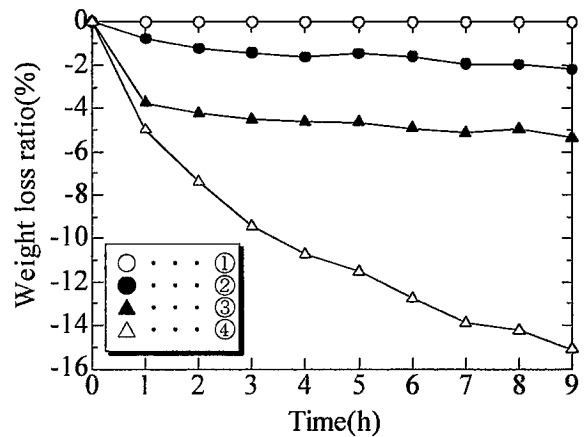
「質量則」を超える遮音材料開発の可能性が得られた.

(2) 材料中に分散させたマイクロカプセルのき裂伸展中の挙動を観察した結果,自己修復機能を付与した材料創製の可能性が大きくなった.

(3) 耐汚,防臭機能発現は  $TiO_2$  粒子被覆カプセルを材料表面に集中させることにより,可能となることが分かった.



(a) Dark condition



(b) Light condition

Fig.3 Weight loss ratio of each specimen

## 参考文献

- 1) 剣持潔, 日本複合材料学会誌, 20, 1, p.19 (1994)
- 2) 小石真純 他, 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 平成 11 年度先導研究報告書, マイクロカプセル化技術による高機能化材料技術の調査研究, 65-67 (2000)
- 3) 西崎昭彦, 剣持潔他, 遮音と電磁シールド機能のコンクリート FRP サンドイッチパネル, 強化プラスチック, 43(4), 125 (1997)