SDT04002 A11 B21 C31 D44

# 海島構造ポリマーアロイの制振特性のマイクロメカニックス解析 (粒子形状の影響)

**Micromechanical Analysis of Damping Properties of a Sea-island Type Polymer Alloy (Effects of particle shape on the damping properties)**

○正 杉本 明男（神戸製鋼） 正 荒木 栄敏（京都工繊大）
正 山下 浩儀（三菱電機）

Akio SUGIMOTO, Kobe Steel Ltd., 5-5, Takatsukadai 1-chome, Nishi-ku, Kobe, 651-2271
Shigetoshi ARAKI, Kyoto Inst. of Tech., Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8585
Hironori YAMASHITA, Mitsubishi Electric Corp.

海島構造ポリマーアロイの巨視的損失係数を等価介在物法と mori-tanaka の定理を用いて計算し，引張作用応力下で島となる粒子の形状が巨視的損失係数に及ぼす影響について検討を行った．その結果，粒子を偏平楕円体に近づけることにより，海となる樹脂の 5〜10 倍の損失係数を実現でき，ガラス粒子を追加分散することにより，このポリマーアロイの巨視的弾性係数を損失係数を低下させることなく海樹脂と同程度に維持できることがわかった．

***Key Words***: 海島構造，ポリマーアロイ，損失係数，等価介在物法，mori-tanaka の定理

## 1. 緒 言

金属などに接着して使用される制振材には，優れた制振性，適度な弾性率に加えて，プレス加工などに耐える高い接着強度が必要とされる．これらの性能を単一のポリマーで同時に実現することは不可能であり，それぞれの性能に優れたポリマーを数種類混ぜ合わせ，海島状に相分離した構造を有するポリマーアロイを創製することにより，目的を達成できるのではないかと考えている．そこで，著者らは，このポリマーアロイが母材中にランダムに分散した多数の粒子を含んでいる点に着目し，マイクロメカニックスの手法のひとつである等価介在物法[1)] と Mori-Tanaka の定理[2)] とを組み合わせて用いることにより，この巨視的損失係数を解析する手法を検討している．この手法の特徴は海島構造ポリマーアロイを構成する母材の粘弾性と粒子の粘弾性および形状を陽に含む形で，巨視的損失係数を解析的に求めることが出来る点にある．

前報[3)] では，本手法を用いてポリマーアロイの巨視的損失係数を解析した結果と，従来より用いられているモード歪みエネルギー法 (MSE法)[4)] により解析した結果とを比較することで，解析手法の妥当性を検証した．本報では，前報に引き続いて，引張応力が作用するポリマーアロイの巨視的損失係数と巨視的弾性率とを粒子のアスペクト比を変化させて解析し，アスペクト比がこれらの値に及ぼす影響について検討を行った．

## 2. 解 析 方 法

**2.1 解析モデル** Fig.1 に海島構造を有するポリマーアロイの解析モデルを示す．母材中に複素弾性率と形状が異なる多数の粒子 $\Omega(i)$ がランダムに存在している状況を想定する．尚，全ての粒子は $x_3$ 軸を回転軸とする回転楕円体と仮定する．母材と粒子の複素弾性率を $C^c_{ijkl}$，$C^{*c}_{ijkl}(i)$ と置き，定常引張応力 $\sigma^0_{11}\exp(i\omega t) = \sigma^0_{22}\exp(i\omega t)$ と，$\sigma^0_{33}\exp(i\omega t)$ が作用しているものとする．

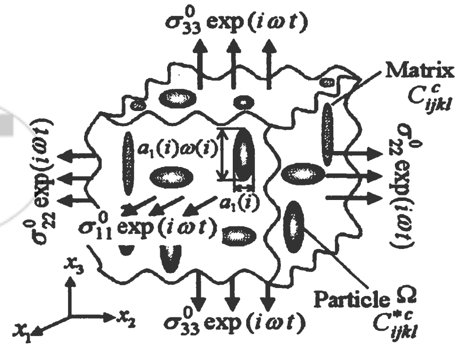


Fig.1 Model of a sea-island type polymer alloy

**2.2 巨視的複素弾性率の解析** まず，前報[3)] にならって，Fig.1 に示した複合材料に対応する弾性モデルの巨視的弾性係数を解析する．母材と粒子の複素弾性率を弾性定数 $C_{ijkl}$，$C^*_{ijkl}(i)$ に，定常振動応力を $\sigma^0_{11} = \sigma^0_{22}$ と $\sigma^0_{33}$ に置き換える．このとき，$\Omega(i)$ 内の等価式は，

$$\begin{aligned}&\sigma^0_{ij} + \tilde{\sigma}_{ij} + \sigma^\infty_{ij}(i)\\&= C_{ijkl}\{\epsilon^0_{kl} + \tilde{\epsilon}_{kl} + S_{klmn}(i)\epsilon^*_{mn}(i) - \epsilon^*_{kl}(i)\} \quad (1)\\&= C^*_{ijkl}(i)\{\epsilon^0_{kl} + \tilde{\epsilon}_{kl} + S_{klmn}(i)\epsilon^*_{mn}(i)\}\end{aligned}$$

となる．ここで，$\sigma^0_{ij}$ と $\epsilon^0_{ij}$，$\tilde{\sigma}_{ij}$ と $\tilde{\epsilon}_{ij}$ はそれぞれ作用場，相互作用場であり，これらの間には $\sigma^0_{ij} = C_{ijkl}\epsilon^0_{kl}$，$\tilde{\sigma}_{ij} = C_{ijkl}\tilde{\epsilon}_{kl}$ なる関係がある．また，$\sigma^\infty_{ij}(i)$ は固有応力，$\epsilon^*_{ij}(i)$ は母材と粒子の弾性係数の違いを代行する等価固有ひずみである．$S_{ijkl}(i)$ は $\Omega(i)$ の Eshelby テンソルである．

この等価式に含まれる相互作用場 $\tilde{\sigma}_{ij}$，$\tilde{\epsilon}_{ij}$ は，Mori-Tanaka の定理[2)] により粒子 $\Omega(i)$ の体積含有率 $f(i)$