

## FRPの界面接着性評価方法について

### 1. はじめに

近年、輸送コスト削減のため、軽くて強い強化繊維と、母材であるエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂やポリプロピレンやナイロン等の熱可塑性樹脂とを組み合わせたFRP（繊維強化プラスチック）材料が多く利用されています。FRPが有用な構造材料であるためには、強化繊維と母材との接着性が良好であることが求められます。強化繊維の表面処理やサイジング剤の改良によって接着性の向上が図られます。そこで求められるのが繊維と母材樹脂との界面接着性の評価です。強化繊維と母材との界面接着性を評価する方法には、フラグメンテーション（FM）法<sup>1)</sup>や、マイクロドロップレット（MD）<sup>2)</sup>、マイクロインデンテーション法、プルアウト法等があります。今回これら測定方法からFM法とMD法について紹介します。

### 2. FM法について

FM法は図1(a)に示すように、母材となる樹脂中に、強化繊維のフィラメント1本を埋蔵したのち、引張ひずみを与えます。すると強化繊維は切断され、図1(b)のようになります。繊維がこれ以上切断されなくなった時点で、一定繊維長における破断数を数えることにより、平均繊維長 $l$ を得ることができます。これと別で測定した繊維の破断強度 $\sigma$ と繊維直径 $d$ を、 $\tau = 3\sigma dl$  (8 $l$ )に代入することで、接着性の指標である界面のせん断強度 $\tau$ を求めることができます。長所として、厳密な評価が可能で他文献データとの比較が可能な点があります。一方、短所として、測定に多大な時間を要し、測定条件が限定される点が挙げられます。

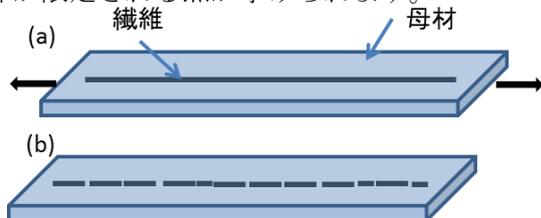


図1 FM法試験サンプルの模式図

### 3. MD法について

図2にMD法による樹脂引抜試験の模式図を

示します。まず、図2のとおり、フィラメント1本に液体樹脂を塗布、硬化させ、樹脂ドロップレットを付けます。次に付与したドロップレットをブレードに引っ掛けて、繊維から樹脂が引き抜かれた時の荷重 $F$ を測定します。得られた引張荷重 $F$ を $\tau = F / (\pi DL)$ に代入することで、界面せん断強度 $\tau$ を得ることができます。

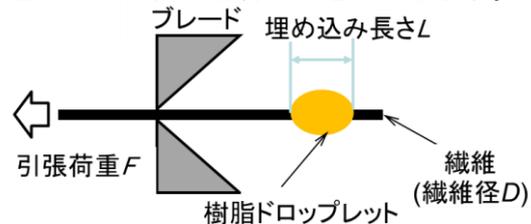


図2 MD法による樹脂引抜試験の模式図

長所として、他の測定方法と比較して、短時間で多くのデータが取得可能な点が挙げられます。一方、界面に掛かる応力分布が不均一なため、相対比較に用いられます。

図3にMD法による界面せん断強度測定データ例を示します。一般的に測定値にバラつきが見られるため、1試験に50回以上の測定が求められます。

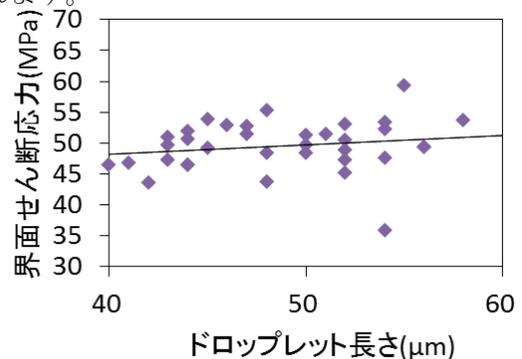


図3 MD法測定例

### 4. おわりに

当センターはこれまで、MD法によるCFRPの評価試験を行ってきました。MD法は、母材としては熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂にも対応可能です。お気軽にご相談下さい。

### 参考文献

- 1) 大沢ら；繊維学会紙, 33(1), 39-44 (1977)
- 2) 大澤勇；強化プラスチック, 59 (9), 330-336 (2013)



三河繊維技術センター 製品開発室 小林孝行 (0533-59-7146)

研究テーマ：新規染色および仕上げ加工技術の開発

担当分野：繊維の染色性および仕上げ加工の評価