

連続繊維補強セメントの異方性

大阪市立大学 学生員 ○井上孝之
大阪市立大学 正会員 眞嶋光保

1. 研究の目的

繊維補強セメント（FRC）により、シートのような薄板状部材を作成する場合、必然的に2次元的な補強となる。したがって、ポリプロピレン繊維のような連続繊維も補強用繊維の対象として考えられる。連続繊維の場合、被補強マトリックス中で従来のようなランダムな配置とはならず、配向性を有することになる。このため、載荷重の作用下では、その方向と繊維軸方向が一致した場合には繊維は有効的に働くが、そうでない場合にはかなり異なった挙動をすることが予想される。繊維補強セメントはその性質上、応力状態の複雑な箇所に使用されることが多いと考えられることから、本研究は、図-1のようなフィブリアル化したポリプロピレン繊維による各種の繊維配置形態を持ったセメント薄板材料が、直接引張力を受けた時の挙動を調べ、その解析を行なうものである。

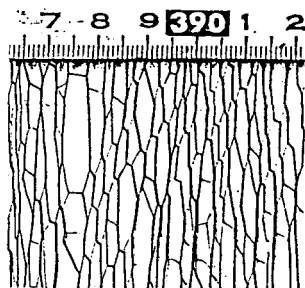


図-1 フィブリアル化した
ポリプロピレン繊維

2. 実験概要

供試体は、図-2に示すような5種類の繊維配置形態を持つものとし、繊維軸方向と荷重作用方向のなす角（以後、繊維角度）を、0, 15, 30, 45, 60, 90度とした。供試体中の全繊維量は、製作プロセスにより繊維の配置形態にかかわらず一定となっている。すなわち、FRC中にはポリプロピレンネットが60枚入っている。FRCの製作は、ポリプロピレンネットワーク中にセメントマトリックスを手で

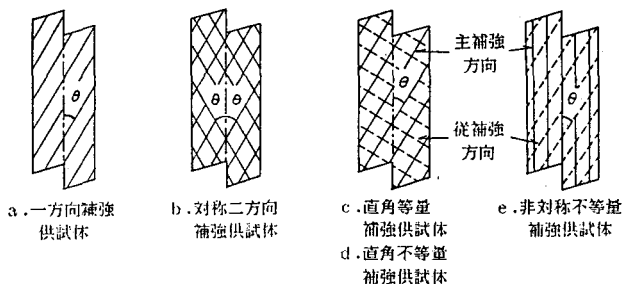


図-2 繊維の配置形態

圧入し、厚さ 6mm となるよう、シート状に作成した。マトリックスの配合は表-1に示すとおりである。引張供試体は、長さ300mm、幅15mmとなるようにシートから切取って作成した。養生は20℃の水中で28日間、引張試験を行なうまでとした。

直接引張試験は載荷速度を10mm/minとしてインストロン型試験機で行ない、試験時のひずみおよび荷重は動ひずみ計により測定し、データはパソコンを介して、供試体が破壊に至るまで連続的に取り込んだ。

3. 実験結果と考察

どの補強形態においても、繊維角度が増加するにつれて、ひびわれ発生強度（以後、ひびわれ強度）、終局強度とも小さくなる。特に終局強度において、この傾向は大である。

図-3は一方補強と対称二方向補強の場合のひびわれ強度と繊維角度の関係を示すものである。この図を見ると、繊維の混入によってひびわれ強度はモルタル強度を上回りうる事がわかる。これは、ポリプロピレンのようにヤング率の小さい繊維で補強する場合、ひびわれ強度はマトリックス強度のみに依存するとした従来の考え方¹⁾とは異なる結果であった。

補強繊維の方向が荷重作用方向に一致するが、その繊維量が異なる供試体のひびわれ強度を比較すると、Takayuki INOUE, Mituyasu MASHIMA

表-1 配合表*

セメント	1.00
砂(珪砂)	0.19
水	0.34
フライッシュ	0.25
混和剤**	0.018

*数値は重量比である
**高性能流動化剤

図-4のようになった。これを見ると、荷重作用方向に配置される繊維の比率が多いほどひびわれ強度は大きく、その関係はほぼ線形的であることがわかる。また、一方向補強と対称二方向補強の場合、繊維角度が等しければ、供試体断面における繊維の断面は全く同じとなるので、ひびわれ強度はともに一致することが予想されたが、対称二方向補強のひびわれ強度は一方補強のそれを、全角度において上回っていることが、図-3からわかる。このことから、ひびわれ強度は繊維の配置形態の影響を受けることがわかる。

終局強度についても、荷重作用方向の繊維量が多いほど終局強度が大きくなった。また、繊維角度の増加につれて終局強度は減少するが、その原因として次の2点が推測される。

1. ひびわれ部分をまったく繊維の本数が減るので、一本当りの荷重負担が大きくなること。
2. 繊維が荷重方向に対し角度を持つと、ひびわれ部において、繊維がマトリックスから支圧を受け、繊維に応力が集中すること。

また、図-5から、繊維配置形態も終局強度に対し影響を与えることがわかる。繊維が2方向に配置されると、互いに角度を持った繊維が、ひびわれ部のずれを互いに拘束し合って破壊を防ぎ、結果的に終局強度が大きくなったと考えられる。

4. 結論

以下の点を結論として、以上の実験結果から言うことができよう。

1. 供試体のひびわれ強度は、マトリックスの強度のみに影響されるのではなく、繊維の混入によって大きくなるが、繊維の配置によっては小さくなる。すなわち、繊維の混入は構造欠陥の増大と補強効果の二面性を有する。
2. ひびわれ強度の増加は繊維の混入率に比例するが、繊維の配置の影響を受け、荷重作用方向に対する繊維の角度が大きいほど、その増加の割合は小さい。
3. 供試体の終局強度は荷重作用方向に配置される繊維の量が多いほど大きく、繊維の角度が大きくなるにつれて小さくなる。またこれは、繊維の配置形態の影響を受け、繊維が角度を持つ場合には、少なくとも二方向以上に配置しないと、その強度増加は期待できない。

(参考文献)

- 1) Hannant, D. J.: Fiber Cements and Fiber Concretes, JOHN WILLY & SONS, Ltd., 1978

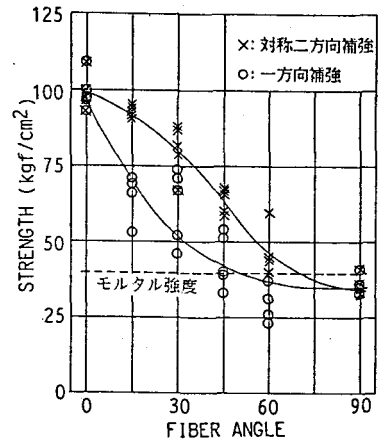


図-3 一方向および対称二方向補強供試体のひびわれ強度

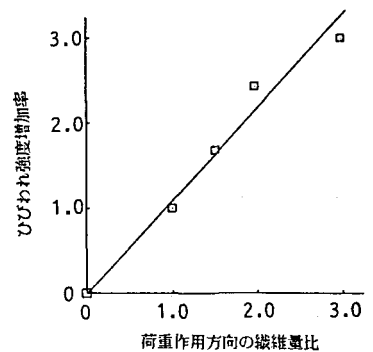


図-4 荷重作用方向の繊維量比とひびわれ強度増加率

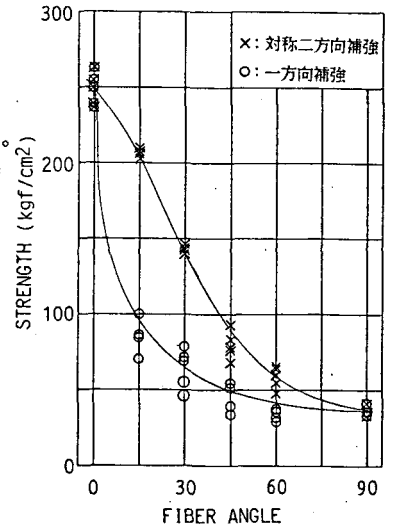


図-5 一方向および対称二方向補強供試体の終局強度