

V-402 ポリプロピレン繊維補強セメント薄板状部材における 繊維量とその配置が引張挙動に及ぼす影響

大阪市立大学大学院 学生員 ○井上孝之
大阪市立大学工学部 正会員 眞嶋光保

1. 研究目的

セメント系材料のじん性、引張強度を改善するために繊維材料による補強が行われてきた。アスベスト（石綿）はこれまでの代表的な補強材料の1つであったが、発ガン性の問題からその代替材料の開発が必要とされている。対象となる材料は種々あるが、主として薄板部材に対しては、繊維混入率を大きくしやすく、補強効率等も考え合わせると、連続繊維がその対象となってくる。ポリプロピレンは、一軸方向に延伸することにより引張強度を増大することが可能なため、有用な材料であると考えられる。

そこで本研究では、連続繊維としてフィブリル化（繊維化）したポリプロピレン繊維（図-1）を用いた場合の薄板部材の基本的性状を知るため、混入する繊維量を変化させた場合および2方向に配置した繊維量の比を変化させた場合の直接引張載荷時の挙動を調べ、その考察を行なった。

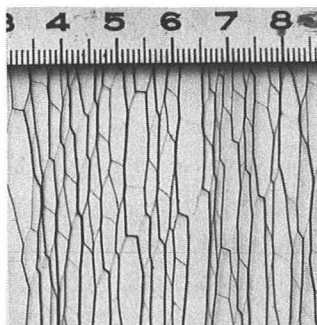


図-1 フィブリル化したポリプロピレン繊維

2. 実験概要

供試体は4種類の繊維配置形態を持つものとし（図-2～4に併記）、1方向補強供試体については供試体中に含まれる全繊維量を変化させ、また2方向補強供試体については供試体中に含まれる全繊維量は一定として、2方向に配置する繊維量の比を変化させたものを作製した。この場合にはポリプロピレンシートは60枚含まれ、試験後の測定により、若干のばらつきはあるものの、およそ8～9%

表-1 配合表*

セメント	1.00
砂(珪砂)	0.19
水	0.34
ワイクシ	0.25
混和剤**	0.018

*数値は重量比である
**高性能流動化剤

供試体FRCの作製は、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圧入し、厚さ6mmとなるようにシート状に作製した。マトリックスの配合は表-1のようである。引張試験供試体は、打設1週間後に長さ300mm、幅25mmとなるようにシートから切り取って作製した。養生は20℃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、試験機のチャート以外にひずみと荷重を動ひずみ計により連続的に測定し、データはパソコンを介して、供試体が破壊に至るまで取り込んだ。また、材料強度としてのモルタル強度は、長さ300mm、厚さ14mm、幅20mmの供試体を作製し、他の供試体と同様に直接引張試験を行なって測定した。

3. 実験結果と考察

図-2は1方向のみ、つまり荷重載荷方向（縦）またはそれに直角な方向（横）のみに、繊維量を変えて配置した場合の、ひびわれ発生応力（以後、ひびわれ応力とする）と繊維量の関係を示したものである。これ

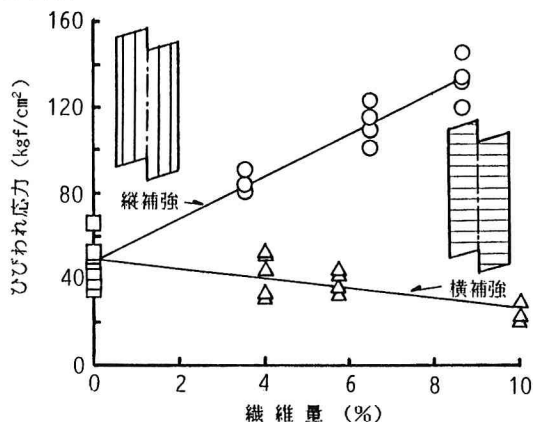


図-2 繊維量とひびわれ応力（1方向）

を見ると、供試体のひびわれ応力は、横方向に配される場合には、繊維量の増加とともに減少することがわかる。これは、繊維量の増加に伴うマトリックス断面積の減少により生じたものと考えられる。縦方向に配置される場合には、繊維量の増加とともに、ひびわれ応力は増加している。理論的には、ポリプロピレンのように繊維の弾性係数がマトリックスのそれよりも小さい場合には、複合材料のひびわれ応力は無補強の場合よりも低下することが考えられる¹⁾が、実験結果はそれとは異なるものとなった。

図-3は全繊維量を一定として、縦方向と横方向の2方向に配置し、その比を変化させた場合のひびわれ応力と終局強度を示したものである。これを見ると、ひびわれ応力、終局強度ともに、荷重方向に配される繊維比の増加に伴って増加する傾向にあり、その関係はほぼ線形的であることがわかる。このことは、図-2の結果を考え合わせても、適当なものであると考えられる。

図-4は全繊維量を一定として、それぞれ荷重方向に対し45度となる2方向に、その比を変化させて配置した場合のひびわれ応力と終局強度を示したものである。繊維量の比を変化させても供試体断面におけるマトリックス断面積は変わらないので、ひびわれ応力は一定となることが予想された²⁾が、実際にはそうはならず、図を見るとわかるように、ひびわれ応力は繊維の配分比の影響を受け、均等に配分する方がひびわれ応力は高くなる。なおこの場合のひびわれ応力はマトリックス強度よりも大きく、繊維の混入による補強効果が現れている。終局強度についても同様の傾向がみられ、均等に配分することによって、どちらか一方の繊維への応力の集中による破壊が妨げられるものと考えられる。

4. 結 論

以上の結果より、以下の点を結論として述べる事ができよう。

- 1) 供試体のひびわれ応力は、繊維が荷重方向に配される場合には繊維量の増加につれて増加し、荷重と直角な方向に配される場合には減少する。なお、これらの関係は線形的である。
- 2) 荷重方向およびそれに直角な方向の2方向に配される場合にも、荷重方向に配される繊維量の増加に伴い、ひびわれ応力、終局強度とも線形的に増加することから、1)の結果は重ね合わせが可能かと思われる。
- 3) 荷重方向に対し45度となる2方向に配される場合にも、ひびわれ応力はマトリックス強度よりも大きくなり、その配分比の影響を受ける。均等に配置する方がより大きな補強効果が得られる。

参考文献

- 1) Hannant, D. J.: Fiber Cements and Fiber Concretes, JOHN WILLY & SONS, Ltd., 1978
- 2) Mashima, M., Hannant, D. J., Keer, J. G.: Tensile Properties of Polypropylene Reinforced Cement with Different Fibre Orientations, ACI Material Jour. (in press)

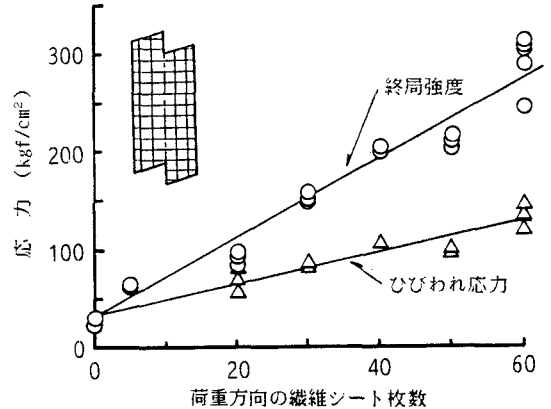


図-3 縦横2方向補強供試体のひびわれ応力と終局強度

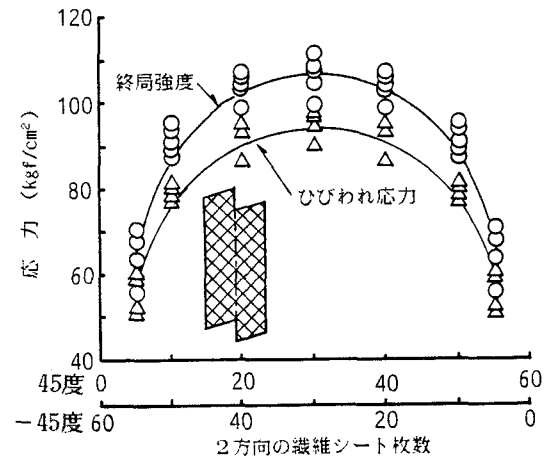


図-4 45度2方向補強供試体のひびわれ応力と終局強度