

V-130

連続繊維強化セメント系複合板の曲げ特性

前田建設工業技術研究所 正会員 出頭 圭三
 東京大学生産技術研究所 正会員 小林 一輔

1. まえがき

本研究の対象である連続繊維強化複合板は、海洋飛沫帯のような厳しい腐食環境下に新たに建設される構造物の防食を目的として開発したものであり、マトリックスには酸素や塩素イオンの遮蔽性を高めるためにポリマーセメントモルタルを使用し、これに靱性を付与するために網目状の有機高分子系の連続繊維を積層状態で配置している。この複合板は、コンクリート打設時に型わくのせき板として使用し、そのまま部材の最外層を形成させる一種の永久型わくとして用いるもので、その作業性の面からできるだけ軽量とすることが望まれる。そこで複合板の厚さは1cmとした。このような薄板の強化方法に関しては、小林らが直接引張試験を行って連続繊維が有効であることを示しているが¹⁾、せき板として使用する場合には、コンクリート打設時にコンクリートの重量等により曲げ応力を生じること、複合板の製造時、運搬時、組み立て時に種々の変形作用を受ける可能性があることなどから、その曲げ挙動を検討しておく必要がある。

本研究は、ポリマーディスパージョンとして2種類のアクリル系のエマルジョン(タイプA、タイプB)を、連続繊維としてポリエチレン繊維、アラミド繊維、ビニロン繊維を用いた複合板について曲げ試験を行い、ポリマーの影響と各繊維の強化効果について検討した結果をまとめたものである。

2. 使用材料

2.1 ポリマーセメントモルタル

マトリックスとして用いたモルタルは、2種類のアクリル系のエマルジョンを用いたポリマー混入率15%、水セメント比35%のポリマーセメントモルタルであり、セメントには早強ポルトランドセメント、細骨材には珪砂(0.6mm以下)を使用した。モルタルの配合を表1に示す。曲げ試験時の圧縮強度は400~500kg/cm²、弾性係数は150,000~170,000kg/cm²である。

2.2 網目状連続繊維

パネルの強化に使用した連続繊維は、6mmメッシュのポリエチレン繊維と10mmメッシュのアラミド繊維、ビニロン繊維である。各繊維の物性値を表2に示す。ポリエチレン繊維の弾性係数はポリマーセメントモルタルの約1/3、アラミド繊維は約4倍、ビニロン繊維は約2倍である。

3. 複合板の種類

複合板の概念図を図1に示す。複合板の標準寸法は幅1m、長さ2mであるが、曲げ試験に供する試験体の寸法は幅30cm、長さ2mとした。曲げ試験に供した試験体は、連続繊維の種類と配置が異なる以下の4種類である。

①ポリエチレン繊維のみを10層配置したもの(P)

②ポリエチレン繊維9層と引張側にアラミド繊維

1層を配置したもの(A1)

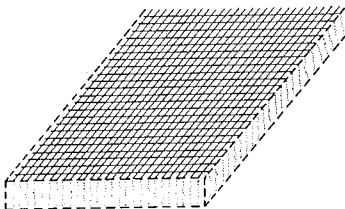


図1 連続繊維強化複合板の概念図

表1 ポリマーセメントモルタルの配合

水セメント比 W/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
	セメント	水	ポリマー固形分	珪砂	高性能減水剤
35	818	286	144	818	8.18

表2 連続繊維の物性値

種 類	素 線 径	比 重	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
アラミド繊維	12μ@1000	1.39	31300	750000
ポリエチレン繊維	244μ@5	0.95	4800	55000
ビニロン繊維	14μ@1800	1.30	15000	370000

③ポリエチレン繊維8層と引張側にアラミド繊維2層を配置したもの(A2)

④ビニロン繊維を10層配置したもの(V)

4. 曲げ試験

4.1 曲げ試験の方法

曲げ試験は、スパン100cm、載荷点間距離40cmの2点載荷で行い、スパン中央のたわみと引張縁でのひずみを測定した。載荷ピッチは、荷重24kgまでは2kg、それ以上は1kgとし、たわみが30mmに達した時点で載荷を終了した。また試験終了後ひびわれの発生状況を観察した。

4.2 試験結果

(1) 繊維種類の影響

タイプAのポリマーを使用し、繊維種類を変えた場合のたわみの測定結果を図2に示す。繊維の種類にかかわらず、いずれの試験体とも載荷の初期段階ではたわみは直線的に増加している。ポリエチレン繊維のみを10層配置した試験体は載荷点下にひびわれが生じ、たわみが急激に増加し破壊した。アラミド繊維を1層配置した試験体は、同じ様にひびわれの発生と同時にたわみが急増したが、耐荷力は保持しており試験終了時にも破壊には至らなかった。アラミド繊維を2層配置した試験体やビニロン繊維を10層配置した試験体では、たわみは徐々に増加し、急増する明確な荷重段階は認められなかった。また、試験終了時にも破壊には至らなかった。ポリエチレン繊維のみを配置した試験体が、ひびわれ発生とほぼ同時に脆性的な破壊をしたのは、ポリエチレン繊維の弾性係数がポリマーセメントモルタルよりかなり小さいためであると考えられる。

なお、試験終了時のひびわれ発生本数はビニロン繊維よりアラミド繊維の方がかなり多く、約3倍発生していた。

(2) ポリマー種類の影響

ビニロン繊維を使用し、ポリマー種類を変えた場合のたわみの測定結果を図3に示す。同じアクリル系のポリマーであってもその曲げ挙動にはかなりの相違がみられる。タイプAのポリマーを用いた試験体は、タイプBを用いた試験体に比べて若干剛性は高いが靱性は劣っており、試験終了時の荷重はタイプBのポリマーを用いた試験体の方が大きくなった。

ポリマー種類の相違は、ひびわれ発生状況に顕著に認められた。タイプAのポリマーを用いた試験体では、ひびわれが8本発生したが、タイプBのポリマーを用いた試験体では、目視で確認可能なひびわれは全く発生しなかった。タイプBのポリマーには品質改善のために反応性のモノマーが若干添加されており、このため同じアクリル系のポリマーであっても曲げ挙動に違いが生じたものと考えられる。

5. あとがき

一連の曲げ試験により厚さがわずか1cmの薄板であっても、適切な繊維で強化することにより靱性を付与することができることが確認できた。また同じアクリル系のポリマーであっても、その曲げ特性にはかなりの相違があることも確認できた。なお本研究の一部は日本道路公団の援助により行われたものである。

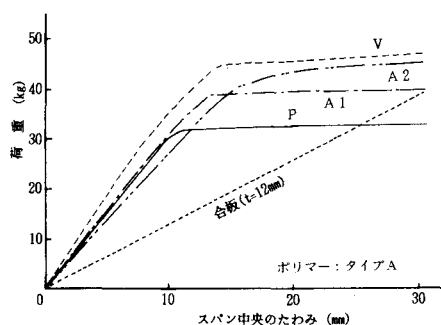


図2 たわみ-荷重の関係
(繊維種類の影響)

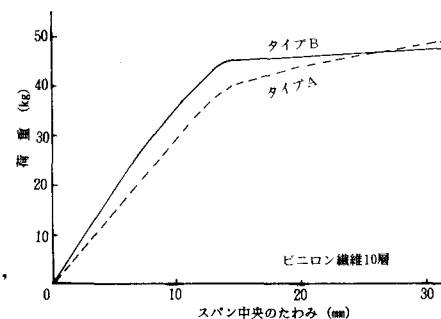


図3 たわみ-荷重の関係
(ポリマー種類の影響)

1) 小林 一輔, 松崎 薫: 繊維強化セメント系複合板の引張特性, 第6回コンクリート工学年次講演論文集, 1984