

東京大学大学院 学生員 ○松崎 薫

1. まえがき

網目状の連続繊維によつて補強したセメント複合板の力学的挙動の特徴は、その変形能およびひびわれ性状にある。そこで、本報告では、連続繊維によつて補強したセメント複合板の力学的性状を説明する研究の一環として、網目状の連続繊維によつて補強したセメント複合板の曲げ試験結果をとりまとめた。

2. 実験の概要

網目状の連続繊維によつて補強したセメント複合板の曲げ性状、すなわち、曲げ耐力やひびわれ性状に影響を与える要因としては、網目構造を形成する連続繊維の種類・体積混入率・網目の寸法・セメントマトリックスの配合などがある。

本報告では、網目構造の補強材として、写真-1に示すようなアラミッド繊維を用いたもの(A)と、ワイヤーメッシュ(B)とをとりあげた。これらのメッシュサイズはいずれも10 mmである。また、アラミッド繊維の場合には、これと7層に、ワイヤーメッシュの場合には、4層に積層成形して、いずれも体積混入率を4.3%とした。さらにアラミッド繊維に関しては、4層(体積混入率2.5%)のものも用意した。アラミッド繊維のメッシュは縦横ともに1500 denier / 1000 filament④3本が5構成されており、引張強度は25 g / de, 弾性率は600 gr / deである。一方、ワイヤーメッシュは素線径が0.6 mmで引張強度が44 g / mm²のものを用いた。

さらに、面着の曲げ性状の位置づけをより明確にするため、比較の対象として、中0.5 × 30 mmの鋼繊維と体積混入率で4.3%混入したもの(C)についても曲げ試験を行った。

供試体は、10 × 1.2 × 40 cmのものを用い、マトリックスとしては水セメント比が40%のセメントペーストを用いた。図-1に、A、B、C3種類の補強材の配置を示す。

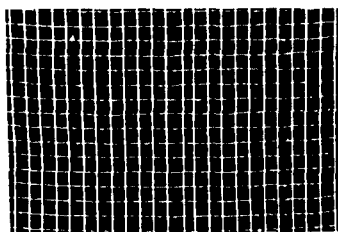


写真-1 メッシュ状のアラミッド繊維

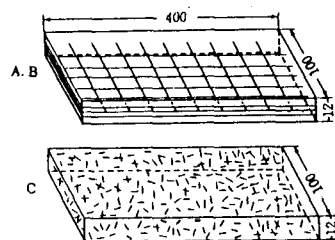


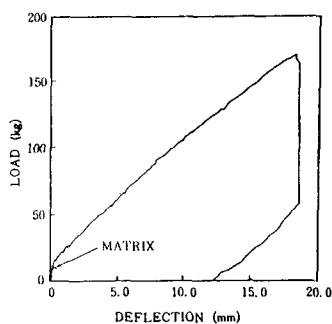
図-1 供試体中における各補強材の配置

3. 実験結果

A. 荷重-変形関係

図-2 ~ 5は、曲げ荷重-中央点たわみの関係を示したものである。これらの図から、網目状連続繊維によつて補強したセメント複合板の荷重-変形関係における特徴をまとめるため次のとおりである。

- 1) 鋼繊維と混入したものには曲げ耐力が著しく改善される。
- 2) 2種類の網目状連続繊維のうち、同-混入率では、アラミッド繊維を用いたものの方が、曲げ耐力が若干高い。
- 3) 曲げ荷重-たわみ曲線において、網目状連続繊維によつて補強された2種と比較すると、ひびわれ発生前の剛性に関しては面着の間に差異は認められないが、ひびわれ発生後においては、ワイヤーメッシュを用いたものは徐々に剛性が低下しているのに対し、アラミッド繊維を用いたものは、一定の剛性を破壊まで保持し、さらに、体積混入率が高い方が剛性も高いという傾向が認められる。

図2 網目状のアラミッド繊維によつて補強された供試体の曲げ荷重-たわみ曲線 (V_f = 4.3%)

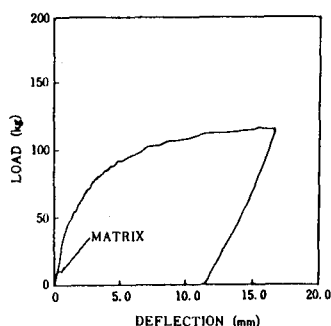


図3 ワイヤメッシュによって補強された供試体の曲げ荷重-たわみ曲線

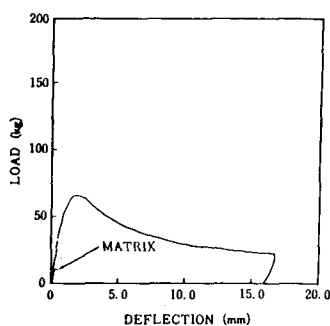


図4 網織織(0.5×30mm)によって補強された供試体の曲げ荷重-たわみ曲線

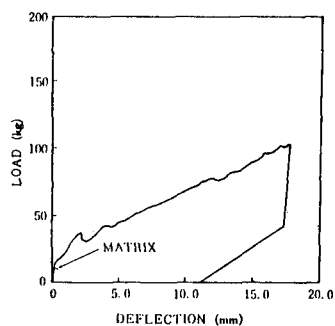


図5 網目状のアラミッド繊維によって補強された供試体の曲げ荷重-たわみ曲線 ($V_f = 2.5\%$)

B. ひびわれ性状

図-6は、実験終了後の各供試体の引張側である底面のひびわれの性状を示したもので、上から順に、アラミッド繊維 ($V_f = 4.3\%$)、ワイヤメッシュ、鋼繊維、アラミッド繊維 ($V_f = 2.5\%$) によって補強された供試体のものである。

この図から、各供試体のひびわれ特性をまとめて次のとおりである。

- 1) 鋼繊維を混入したものは、ほぼスパン中央部に曲げひびわれが発生し、これが成長して曲げ破壊を生じている。
- 2) 網目状連続繊維によって補強したものは、複数のひびわれが発生しており、ひびわれの分散効果が認められる。ただし、ワイヤメッシュによって補強したものは、スパン中央部付近にひびわれが集中する傾向があるのに対し、アラミッド繊維によって補強したものは、支点間のほぼ全域にわたって、ひびわれが一樣に分散している。
- 3) アラミッド繊維によって補強されたものにおいては、体積混入率が小さいが、ひびわれの分散効果がよく認められる。

4. まとめ

以上のひびわれ性状と曲げ荷重-たわみ関係はよい対応を示している。すなわち鋼繊維のような不連続繊維によって補強され、しかも最大荷重以降の破壊が繊維の引抜けによって進行する場合には、ひびわれは一般に1ヶ所に集中して発生し、この部分が塑性ヒンジとなって破壊に至るので最大荷重時の変形は比較的に小さい。一方網目状の連続繊維によって補強された複合板では、マトリックスの1部にひびわれが生じても繊維によって引張力が伝達されるので耐力は増大と続け、複合体の破壊は繊維の破断もしくはマトリックスの割裂によっておこる。この間、マトリックスには、最小ひびわれ間隔が $2\sqrt{t}$ 、最大ひびわれ間隔が $2\sqrt{t}$ となる多数のひびわれが生ずると考えられる。ここに t は、 $V_m / V_f \cdot \sigma_{mt} / \sigma_f$ で与えられる繊維のマトリックスに対する応力伝達率である。
(V_m : マトリックスの容積, V_f : 繊維の容積, σ_{mt} : マトリックスの破壊時ひずみ, σ_f : 繊維の強度, t : $\sqrt{t}$ 間隔における繊維-マトリックス界面の最大せん断応力)

したがって、ひびわれの分散効果を高めるには、繊維量 (V_f) を増やすとともに、マトリックスの付着特性のよい材料を用い、荷重を伝達する繊維-マトリックス界面の最大せん断応力 (τ) を増やす必要があると考えられる。今後、網目状がラス繊維、ポリプロピレン製連続繊維等、数種の補強材について、直接引張りおよび網目状の連続繊維によって補強されたコンクリート複合板に関する力学的性状を検討する予定である。

最後に、本研究を御指導いただいた東京大学生産技術研究所 小林一輔教授に深く感謝いたします。

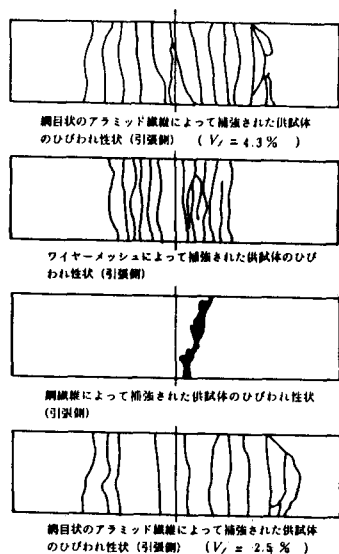


図6 実験終了後の各供試体のひびわれ