

高靱性セメント複合材料で鋼材を被覆した部材の力学挙動

岐阜大学 学生会員 森川秀人，葛谷武司
 岐阜大学 正会員 国枝稔，鎌田敏郎，六郷恵哲
 ピー・エス 正会員 藤本安宏

1. はじめに

本研究で使用した ECC¹⁾ (Engineered Cementitious Composites) は高靱性セメント複合材料 (DFRCC: Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites) の 1 つであり，モルタル (質量比，水：セメント：細骨材 = 0.3 : 1.0 : 0.3) にポリエチレン繊維 (繊維径 12mm，繊維長 12 μ m) を全体積の 1.5% 混入した材料である．この材料は，繊維の架橋効果により，引張ひずみの増加に伴ってみかけの引張応力が増加するひずみ硬化特性を示すため，微細なひび割れが分散して発生するマルチプルクラック特性を示す．この材料は，従来のコンクリートが有する脆性的な性質を克服していることから，今後，コンクリート構造物の構造性能および耐久性の向上に大きく寄与することが期待されている．そこで本研究では，ECC で鋼材を被覆した部材の力学挙動について検討を行った．

2. ECC で鋼管を被覆した部材の力学挙動

(1) 実験内容

鋼管の剛性および耐久性の向上を目的とし，鋼管のまわりに ECC 等の被覆材を配置した鋼管供試体の力学挙動を検討した．鋼管供試体の概要を図-1 に示す．鋼管には付着性向上のためのリブ加工の有るものおよびリブ加工の無いものの 2 種類を使用した．被覆材にはモルタル (圧縮強度：47.3MPa)，鋼繊維補強モルタル (以下，SFM とする.) (圧縮強度：32.9MPa) および ECC (圧縮強度：64.2MPa，曲げ強度：11.4MPa) を使用した．また，ECC を被覆材として用いた場合には，乾燥収縮や自己収縮によるひび割れの発生を抑えるために，膨張材 (セメント質量の 7%) 入り ECC を用いた供試体も作製した．試験方法は 3 等分点曲げ载荷とした．

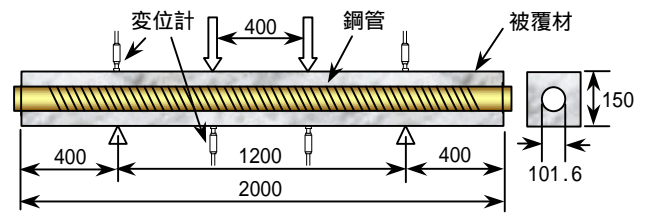


図-1 鋼管供試体の概要 単位：mm

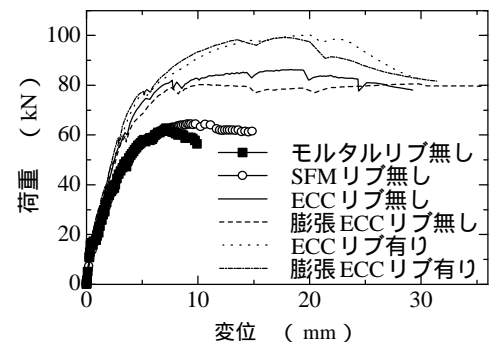


図-2 鋼管供試体荷重-変位関係

(2) 結果および考察

各供試体の荷重-変位関係を図-2 に示す．これによると，ECC リブ有り供試体は ECC リブ無し供試体と比べ，最大荷重が大きくなった．



(a) ECC リブ無し供試体

(b) ECC リブ有り供試体

(c) モルタルリブ無し供試体

写真-1 鋼管供試体のひび割れ発生状況

キーワード：ECC，付着性状，ひび割れ性状，膨張材，鋼材

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL/FAX 058-293-2417

除荷後のひび割れ発生状況を写真-1 に示す．これによると，ECC リブ有り供試体はマルチプルクラックが顕著に現れたのに対し，ECC リブ無し供試体は微細ひび割れが発生したものの十分には分散しなかった．これは，鋼管にリブ加工されたことにより，ECC と鋼管との付着性が向上し，両者の一体性が増したためと考えられる．



写真-2 初期ひび割れ(軸方向)

リブ無し供試体において，ECC 供試体はモルタル供試体および SFM 供試体に比べ，最大荷重および最大荷重時の変位が大きくなった．これらは，ECC が他の被覆材料と比べ鋼管との付着性に優れていることに加え，ECC に混入された繊維の架橋効果により引張強度が向上したためだと考えられる．SFM 供試体およびモルタル供試体では開口量の大きなひび割れが数本入ったのに対し，ECC 供試体では ECC 特有のマルチプルクラックが現れた．

ECC に膨張材を混入していない供試体においては，写真-2 に示すように乾燥収縮による初期ひび割れが軸方向に発生した．なお，このひび割れは微細で見えにくいため，写真ではマジックで示している．しかしながら，ECC に膨張材を混入した供試体においては，乾燥収縮による初期ひび割れは確認されなかった．

3. ECC で鋼板を被覆した部材の力学挙動

(1) 実験内容

鋼板の下面に厚さ 25 mm の被覆材を施した鋼板供試体の力学挙動について検討した．鋼板供試体の概要を図-3 に示す．鋼板には被覆材の付着性向上のため，スタッドを取り付けた．被覆材は SFM および ECC の 2 種類とした．

(2) 結果および考察

荷重-変位関係を図-4 に示す．ECC 供試体はひずみ硬化挙動が顕著にみられ，SFM 供試体と比べ最大荷重および最大荷重時の変位が大きくなった．

終局時のひび割れ発生状況を写真-3 に示す SFM を被覆材に用いた供試体の場合，一定間隔で開口量の大きなひび割れが数本発生し，鋼板と被覆材との界面において剥離が生じた．一方，ECC を被覆材に用いた供試体の場合，マルチプルクラックが顕著に現れた．

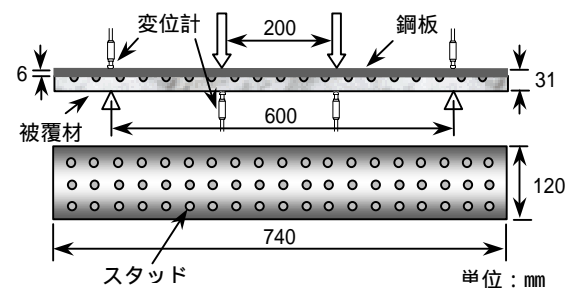


図-3 鋼板供試体の概要

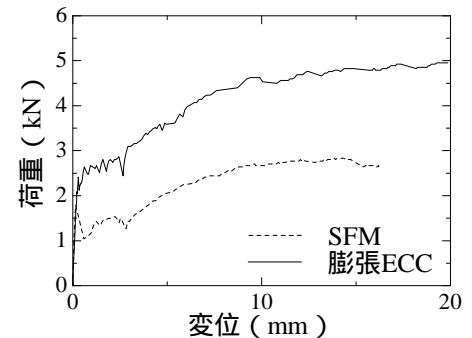


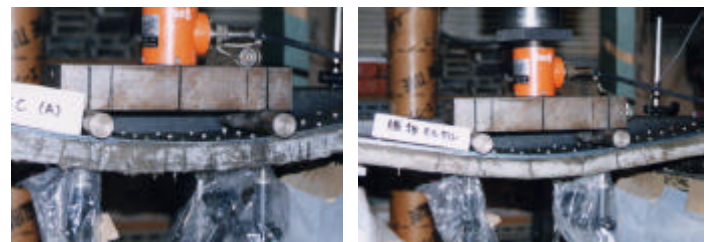
図-4 鋼板供試体の荷重-変位関係

4. おわりに

ECC で鋼材を被覆した部材では，ECC のひび割れが細かく，全断面が引張力に有効に抵抗するため，通常のもルタルを用いた場合に比べ，大きな曲げ耐荷力と変形性能とを有した．鋼材に付着性向上のためのリブやスタッドを加工することにより，耐荷力とひび割れ分散性が向上した．ECC に膨張材を混入することにより，硬化時の収縮によるひび割れを防止することができた．

参考文献

- 1) V.C. Li : Engineered Cementitious Composites-Tailored Composites through Micromechanical Modeling, Fiber Reinforced Concrete, Present and the Future, Canadian Society for Civil Engineering, pp.64-97, 1998



(a) ECC 供試体

(b) SFM 供試体

写真-3 鋼板供試体のひび割れ発生状況