

ECC を用いた鉄筋コンクリート部材の力学挙動の評価

岐阜大学 学生会員 ○ 葛谷武司, 谷口俊哉

岐阜大学 正会員 国枝稔, 鎌田敏郎, 六郷恵哲

1. 研究目的

高靱性短繊維補強セメント系複合材料である ECC¹⁾ には, 引張応力下において複数の微小なひび割れが発生し, 繊維の架橋作用によりひずみ硬化性挙動を示すといった特性がある。この引張応力下における優れた力学性能を用いることにより, 鉄筋コンクリート部材における補修材等への適用が期待されている。そこで本研究では, 両引き試験により, ECC と鉄筋との付着性状を評価するとともに, 引張側断面修復材として ECC を用いた RC 梁の曲げ試験により, 部材の力学挙動の評価を行うことを目的とした。

2. 実験概要

両引き試験においては, 図 - 1 に示すような供試体を作製した。鉄筋には ECC 埋設部に 5cm 間隔で 7 箇所および端部に 1 箇所の計 8 箇所にひずみゲージを貼付しひずみ分布を計測した。比較のために普通コンクリートを用い, 力学挙動の評価を行った。

RC 梁の曲げ試験においては, 図 - 2 に示すような供試体を作製した。補修部には ECC, 普通コンクリートおよび鋼繊維補強コンクリート (SFRC, 繊維長 30 mm, 混入率 1%) を用い, また, 補修部を持たない普通コンクリート RC 梁供試体も作製した。検討項目は, 最大荷重, 変位, ひび割れ発生状況とした。

3. 結果および考察

(1) 両引き試験

ひび割れ発生状況においては, コンクリート供試体が開口量の大きな周方向ひび割れが発生したのに対し, ECC 供試体ではアセトンを使用することによって, 初めて確認できるほど幅の微小なひび割れしか確認できなかった。また, 写真 - 1 に示すように供試体端部の側面においては, ECC 供試体では微小なひび割れが多数放射線状に発生しているのみであり, 鉄筋との一体性が確保されていることが分かる。一方, 普通コンクリート供試体では, 鉄筋の引き抜けによる, 付着割裂ひび割れの発生がみられた。次に ECC 供試体の荷重 - 鉄筋ひずみ関係を図 - 3 に示す。これによると, ECC 埋設部における鉄筋の各位置でのひずみは, ほぼ一様な傾きで増加しており, いずれも鉄筋端部よりも小さな値を示している。普通コンクリート供試体においては, ひび割れ発生の影響により, 鉄筋のひずみの局所的な変動が生じるが, ECC 供試体では, この傾向は小さく, 部材軸方向にわたってひずみが平均的に分布しているものと考えられる。これは, ECC において複数の微小ひび割れが発生し, 部材全体にわたってひび割れ分散が生じていることによると考えられる。図 - 4 に, 各荷重における, 鉄筋端部のひずみに対する各埋設部におけるひずみの割合から算出した ECC および普通コンクリートの荷重分担率を示

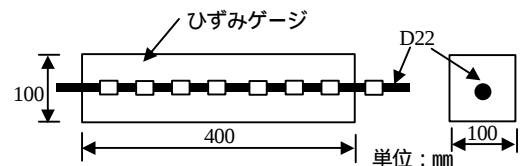


図 - 1 両引き用供試体

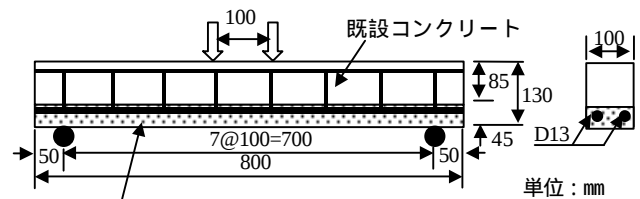


図 - 2 RC 梁供試体



写真 - 1 ひび割れ発生状況 (ECC)

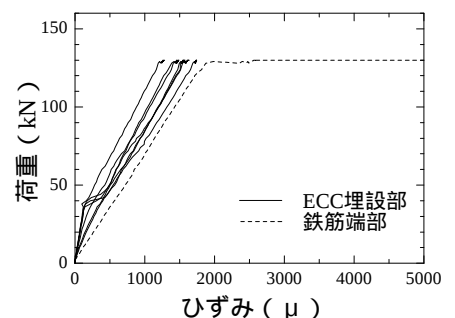


図 - 3 荷重 - 鉄筋ひずみ関係 (ECC)

キーワード：ECC, 補修材, 両引き試験, 付着性状, ひび割れ

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 - 2470

す．これによれば，ECC 供試体では，荷重分担率はひび割れ発生（荷重約 40kN）後に急激に低下するものの，それ以降においては平均すると 2 割程度の荷重を分担している事が分かる．一方，コンクリート供試体においては，ひび割れ発生荷重以降では，鉄筋がほとんどの荷重を分担していた．また，これらの結果より，普通コンクリート供試体においては，ひび割れの開口量が大きい為にひび割れ発生位置の鉄筋には大きな軸力が作用し，これによって測定箇所ごとのひずみの差が大きくなり，また，ひび割れ発生後の鉄筋との付着の低下が全体的なひずみの増加をもたらしたものと考えられる．一方，ECC 供試体では，鉄筋との付着が普通コンクリートより良好であることに加え，繊維の架橋作用がひび割れの開口を抑制し，また，ひび割れを分散させることにより，鉄筋全体でひずみを分散させていることが考えられる．

(2) RC 梁の曲げ載荷試験

図 - 5 に RC 梁の曲げ載荷試験により得られた荷重 - 変位関係を示す．これによると，供試体の種類による梁の剛性の違いはみられなかった．これは，鉄筋降伏前においては，断面修復部に作用する断面力は，そのほとんどを鉄筋が分担しており，補修材の特性の違いが梁の変形に与える影響が小さかったことによるものと考えられる．一方，部材の降伏荷重および最大荷重は ECC 供試体が最も大きな値を示した．これは，部材の降伏付近では，断面修復部での引張による変形が大きくなり，これに伴い ECC における繊維の架橋効果が引き出され，ECC 部での荷重分担の割合が大きくなったことに起因しているものと考えられる．写真 - 2 に試験後の梁のひび割れ発生状況を示す．これによれば，普通コンクリート補修供試体では，載荷初期に発生したひび割れ部で開口量が大きくなり破壊に至っている．これに対し ECC 補修供試体では，複数のひび割れが広がりを持って分布しており，個々のひび割れの幅もごく微小であった．また，いずれの供試体においても，母材コンクリートと補修材との界面においては，ひび割れの発生は確認されなかった．

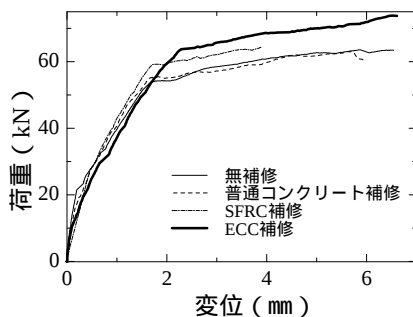


図 - 5 荷重 - 変位関係



a) 普通コンクリート補修供試体



b) ECC 補修供試体

写真 - 2 RC 梁曲げ試験ひび割れ発生状況

4. 結論

ECC は，鉄筋との付着性状もよく，RC 梁の断面修復材として，少なくとも耐荷性，あるいはひび割れ発生観点から，普通コンクリートおよび鋼繊維補強コンクリートより優れていることが確認できた．また，ECC を利用することで，ひび割れからの鉄筋腐食要因の侵入を抑制することも可能と考えられ，耐久性の面からの利点も有しているものと考えられる．これらのことより，ECC は RC 梁の引張側断面修復材として有効な補修材料となり得るものと考えられる．また，断面設計において鉄筋と ECC の応力の分担割合を考慮することにより，耐力や変形性能の制御が可能になるものと考えられる．

参考文献

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