高靭性セメント巻き立て工法による補強効果確認実験

九州工業大学大学院	学生会員	○脇田	和也	九州工業大学	正会員	幸左	賢二
九州工業大学	正会員	合田	寛基	(株) クラレ	正会員	小川	敦久

1. 目的

高靱性セメント材料(以下, HPFRCC: High Performance Fiber Reinforced Composite)は、靱性の大幅な改善が期待できるが、コ ストパフォーマンスに問題があり、より効果的な使用法が望まれ る.本実験では、HPFRCCをかぶりコンクリート部に使用した巻 き立て工法を考案し、その効果を正負交番実験により確認した.

2. 試算による評価

図-1に供試体形状及び材料諸元,表-1に供試体の検討断面を 示す.供試体は、一般的なRC単柱式橋脚を想定してモデル化してお り、主鉄筋比および帯鉄筋比は、破壊形式が曲げ破壊形式となる ように設定している.断面は、HPFRCCを巻き立て補強工法に使 用することを想定し、かぶりコンクリートのみをはつり取り、 HPFRCCを巻き立てる方法をNo.3-1、同時に帯鉄筋も交換する方 法をNo.3-2、主鉄筋内部のコアまではつり取り、巻き立て厚を増 加させた方法をNo.4、5と設定した.No.3は、HPFRCCの打設時 の施工性および HPFRCC の性能を確保するため、実質的なかぶり 厚を 50mm としたことで、他ケースと断面幅が異なっている.

試算は道路橋示方書V耐震設計編に基づいて行った.ただし, HPFRCCの損傷抑制効果を考慮するため,終局時でもかぶり部が 応力を受け持つと仮定し,さらに HPFRCC の引張応力も考慮した.

図-2に試算結果を示す.全ての供試体で,No.1に比べ最大荷 重が約4割上昇し,終局変位も約2倍の向上が見られた.これは, 試算では圧縮域がほぼ HPFRCC の範囲内であり,HPFRCC の強度, 終局ひずみに結果が大きく影響しているためである.結果より, HPFRCC 使用量の少ない No.3-1,4 でも効果を期待できる.

3. 実験概要

実験は, 試算で求めた降伏荷重までは荷重制御を行い, それ以降は降伏変位(δ_y)の整数倍を変位制御により載荷する正負交番載荷を行った.各載荷ステップの繰返し回数は1回とし,荷重が0.5P_{max}に低下した時点で実験を終了した.また,実構造物の死荷重を考慮し,供試体の上面より1.0N/mm²相当の一定軸力を載荷した.以下,代表例として基準供試体である No.1,効果の高かった No.4,効果の小さかった No.3-1 について比較を行う.

4. 実験結果および考察

図-3に実験における荷重-変位関係を示す. No.3-1 は No.1

キーワード 高靭性セメント材料, 靭性, かぶりコンクリート, 巻き立て補強 連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL093-884-3123



図-1 供試体形状及び材料諸元

表-1 検討断面図







に比べて終局変位は約 10mm の向上であったが, No.4 は約 50mm 向上した.最大荷重は No.1 に比べ No.3-1,4 は約 1 割向上した. 試算値では, No.3-1,4 の終局変位は No.1 に比べて約 2 倍向上 していた.実験値では, No.1 に比べ No.4 では 1.7 倍と同様の期 待値が得られたが, No.3-1 では 1.1 倍と,ほとんど効果が得られ なかった.この理由を以下で考察する.

図-4 に、耐力低下割合の差が大きくなった図-3(a)時の損傷 状況推定図および帯鉄筋のひずみ分布を示す.

No.1では,帯鉄筋のひずみは変位の進展と共に進展していき, (a)時では基部付近では測定不能となっていた.また,はらみ出 しが外部から確認できており,ひび割れも大きく開口していた. 以上より,No.1では座屈がすでに発生しており,主鉄筋の座屈 が主原因で,耐力の低下が起こっていると考えられる.

No.3-1 でも No.1 と同様に,変位の進展と共に帯鉄筋のひずみ は進展し,86_yでは降伏ひずみを超えるひずみが発生した.供試 体表面基部には主鉄筋に沿ったひび割れが大きく開口していた ことから,(a)時には,かぶりコンクリートの剥離も進展してい たため,かぶり部で内部を拘束することができず,座屈の進展が 早まったことで耐力低下が早期に発現したと考えられる.

No.4 では, (a)付近では帯鉄筋のひずみはほとんど進展してお らず,供試体表面はひび割れが分散しており,大きく開口したひ び割れは数本見られた程度の損傷であった.以上より, (a)時で はかぶりコンクリートは健全な状態であり,かぶり部で内部を拘 束できていたため,座屈の進展が抑制され,耐力を大変形時まで 維持できたと考えられる.

図-5に、No.3-1の柱基部の断面内にアクリルブロックを埋め 込み測定した、断面内のひずみ分布を示す.かぶり内にあたる圧 縮縁から 30mm の位置では、最大値が-2000µ 程度であった.こ れは、図-5に示す、試算でのひずみ分布に比べ小さな値であり、 さらに、圧縮試験により測定した HPFRCC の最大応力時ひずみ の 1/2 程度のひずみであることから、かぶり部の HPFRCC は、 十分に圧縮力を受け持つ前に剥離し、内部拘束などの効果を発揮 できなかったと考えられる.以上の結果より、かぶり部の剥離を 抑制することができれば、No.3-1 でも効果が期待できるのでは ないかと考えられる.

5. まとめ

1)主筋近傍まで HPFRCC を巻き立てた実験では, 試算値と対応 した結果が得られ, 普通 RC に比べ, 終局変位は約 1.7 倍, 最 大荷重は約 1 割増加した.

2)かぶり部のみ HPFRCC 使用の場合, 5δ_y程度まではかぶりコン クリートが内部を拘束していたが,それ以降かぶりコンクリー ト部分が剥離し,それに伴い座屈が進展して耐力低下に至った.



F 縮縁からの距離(mm)

図-5 断面内ひずみ分布測定結果(No.3-1)