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 〇脇田 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

高靭性セメント材料(以下, HPFRCC: High Performance Fiber Reinforced Composite)は、靭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 $1.0N/mm^2$ 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

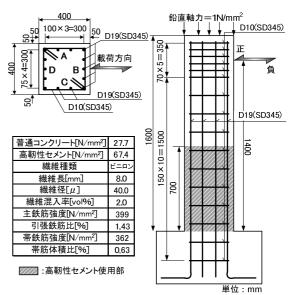
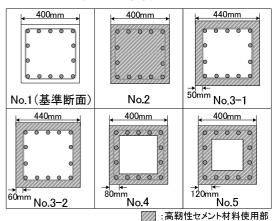


図-1 供試体形状及び材料諸元

表-1 検討断面図



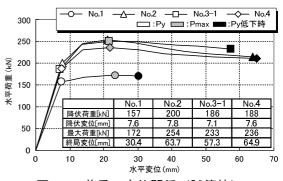


図-2 荷重-変位関係(試算値)

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

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、 $8\delta_y$ 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, $5\delta_y$ 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.

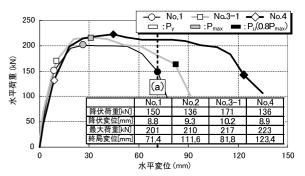
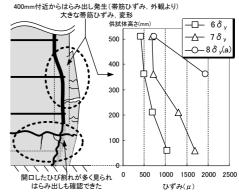
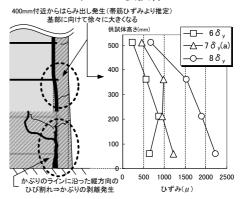


図-3 荷重-変位関係(実験値)



1) No. 1 供試体



2) No. 3-1 供試体

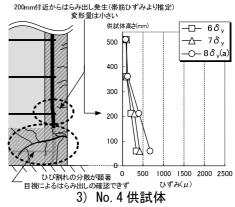


図-4 各供試体の(a)時の変形と帯筋ひずみ分布

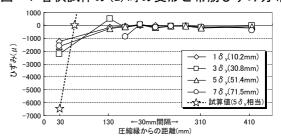


図-5 断面内ひずみ分布測定結果(No. 3-1)