

高強度鋼繊維補強コンクリートを用いた接合部を有する RC はりの曲げ疲労特性

清水建設株式会社 技術研究所 正会員 ○吉武謙二, 滝本和志, 栗田守朗

清水建設株式会社 土木事業本部 正会員 興石正己, 別所友宏, 三島英将

1. はじめに

プレキャスト部材（以下、PCa 部材と称す）接合法の合理化は、工期短縮やコンクリートの品質向上に有効であり、熟練工不足などの問題解決の一助にもなる。そこで、著者らは高強度鋼繊維補強材料を用いた PCa 部材の鉄筋同士が接する必要がなく、かつ重ね継手長も短い継手構造を開発した。この継手構造は静的荷重および疲労荷重下における良好な継手性能を既に確認している^{1), 2), 3)}。ここでは実構造物への適用を目指し、既往の実験³⁾と比較して主鉄筋比が 1.9%と高い RC はりを対象とした。本論文では、重ね継手長が 15φ（φ：鉄筋の呼び径）で、施工誤差を考慮して鉄筋の水平方向のあきを実験要因としたはり部材の高サイクル繰り返し実験を実施し考察を加えた。

2. 実験概要

試験体形状および配筋を図-1に示す。試験体は施工誤差を考慮して鉄筋の水平方向のあきが 2φの試験体 FB1 とあきがない試験体 FB2 の 2 種類である。重ね継手長は 15φである。また、実構造物の配力方向の鉄筋をモデル化するために D22 のねじ鉄筋を 16 本配置し、80×80mm の定着板とロックナットを用いて手締めで定着した。PCa 部の接合部側面は目荒らし処理をして粗骨材が表面に出る状態で接合部コンクリートを打設した。接合部コンクリートにはシリカフェームセメント、膨張材および鋼繊維（繊維径 0.6mm、繊維長 30mm、両端フック付結束型）を使用した。鋼繊維混入率は 1%（容積比）とした。

荷重は接合部が等曲げ区間となるように中央 2 点荷重とし、せん断スパン比は 4.6 とした。荷重方法は 2 台のジャッキの荷重が等しくなるように制御し、計算上の曲げひび割れ幅が 0.1mm、0.2mm となる荷重（90kN, 180kN）でそれぞれ 50 回繰り返し載荷した。次に、コンクリート標準示方書⁴⁾の高サイクル繰り返し耐力を参考に、引張鉄筋の応力振幅が 100N/mm²（下限応力 10 N/mm², 上限応力 110 N/mm²）で 200 万回繰り返しした。疲労荷重載荷後の使用性を確認するため、再度曲げひび割れ幅が 0.1mm、0.2mm となる荷重（90kN, 180kN）でそれぞれ 50 回繰り返し載荷した。その後、静的耐力を把握するため単調載荷を実施した。計測項目は、鉛直変位、ひび割れ幅、鉄筋ひずみおよびコンクリート上縁のひずみである。実験に用いたコンクリートの材料試験結果を表-1に、鉄筋の引張試験結果を表-2に示す。

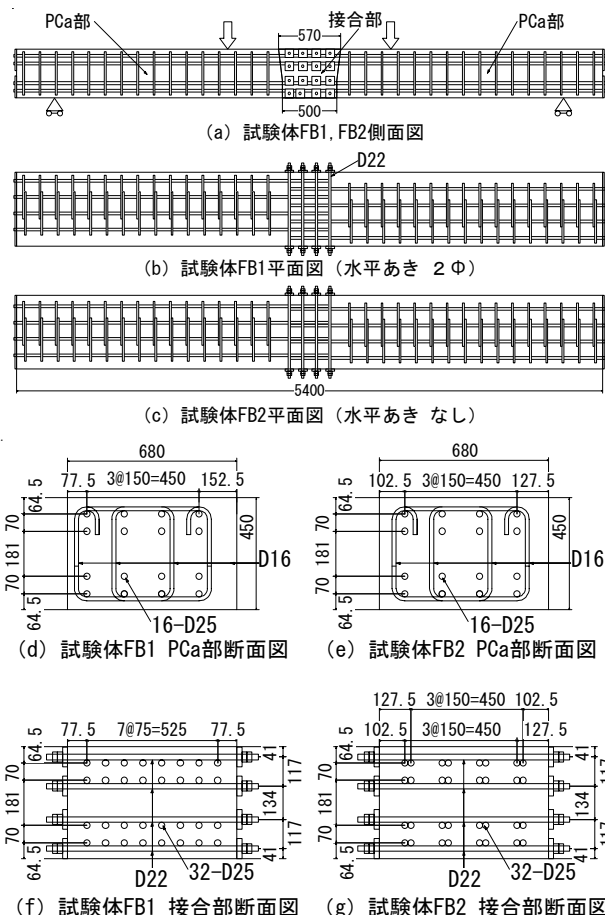


図-1 試験体形状および寸法（単位：mm）

表-1 コンクリート材料試験結果

試験体名称	部位	圧縮強度 (N/mm ²)	割裂強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
FB1	PCa部	61.4	4.2	35.5	0.18
	継手部	82.6	7.3	38.7	0.21
FB2	PCa部	62.0	4.3	35.5	0.19
	継手部	78.9	6.6	38.4	0.21

表-2 鉄筋引張試験結果

種類	適用箇所	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	伸び (%)
D25	圧縮・引張鉄筋	380.2	559.8	195.7	26.8
D16	スターラップ	402.0	574.9	190.5	25.2
D22	配力方向筋	395.2	601.9	194.5	23.4

キーワード：高強度鋼繊維補強コンクリート、重ね継手、曲げ疲労、はり、プレキャスト、接合部

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17, TEL：03-3820-6974, FAX：03-3820-5959

3. 実験結果

200 万回繰り返し疲労载荷後のひび割れ状況を図-2に示す。200 万回の繰り返し载荷後においても接合部は疲労破壊しなかった。ひび割れの分散性は良好であり、接合部内にひび割れは発生しなかった。疲労载荷前および疲労载荷後の 180kN での繰り返し载荷 50 回目における鉄筋ひずみ分布を図-3に示す。いずれも接合部界面近傍の鉄筋ひずみが卓越しているが、界面から離れた接合部では鉄筋ひずみが急激に低減しており良好な付着性能が確認できた。また、200 万回繰り返し载荷後も接合部分での鉄筋ひずみは载荷前とほぼ同等であり良好な疲労性能が確認できた。

疲労载荷終了後に行った静的曲げ実験における载荷荷重と試験体中央部における鉛直変位の関係を図-4に示す。図中には文献2)の疲労試験を行っていない静的試験結果も併記した。静的载荷では主鉄筋の降伏後に接合部と载荷点間の PCa 部における圧縮破壊により最大耐力に至った。疲労载荷を受けた部材の曲げ挙動は疲労を受けていない部材とほぼ同等であり、変形性能、剛性低下、終局耐力低下は見られず、良好な継手性能を有していることが確認された。

4. まとめ

高強度鋼繊維補強コンクリートを用いた PCa 部材の鉄筋同士が接する必要がなく、かつ重ね継手長も 15φ と短い継手構造の疲労性能を確認することを目的として、RC はり部材の高サイクル繰り返し载荷実験を実施した。

その結果、重ね継手長が 15φ で隣り合う鉄筋の水平あきが 2φ の場合においても、鉄筋の応力振幅 100N/mm² で 200 万回の高サイクル繰り返し荷重に対して良好な継手性能を有していることが確認できた。

参考文献

- 1) 吉武謙二, 田中博一, 栗田守朗, 塩屋俊幸: 高強度繊維補強材料で接合されたプレキャストコンクリートはりの曲げ挙動, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 23, No. 3, pp. 859~864, 2001
- 2) 滝本和志, 吉武謙二, 興石正己, 三島英将: 高強度繊維補強コンクリートで接合されたプレキャストコンクリートはりの曲げ挙動について, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 29, No. 3, pp. 637~642, 2007
- 3) 庭野隆, 阿部浩幸, 栗田守朗, 木村克彦: 高強度鋼繊維補強材料を用いた継手構造の疲労実験, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, pp. 739~740, 2003
- 4) 土木学会: コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕, 2002

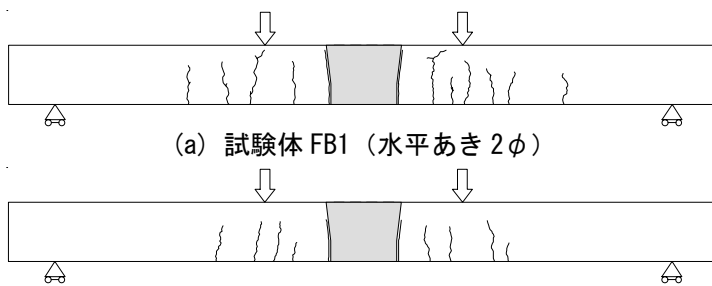
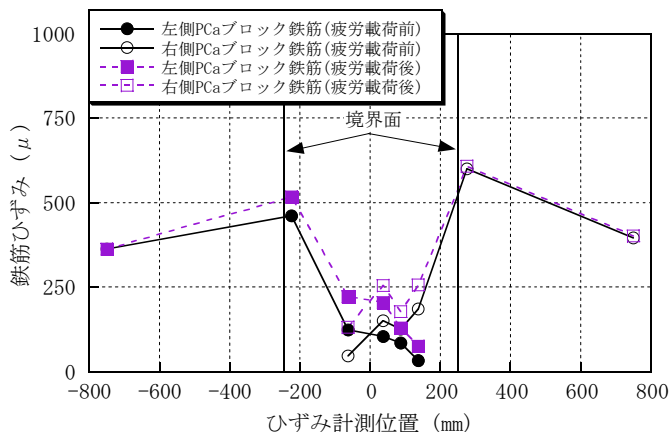
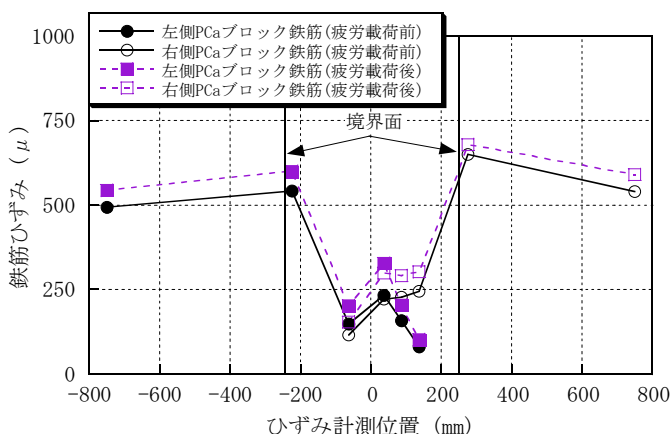


図-2 ひび割れ発生状況 (疲労試験後)



(a) 試験体 FB1 (水平あき 2φ)



(b) 試験体 FB2 (水平あきなし)

図-3 鉄筋ひずみ分布

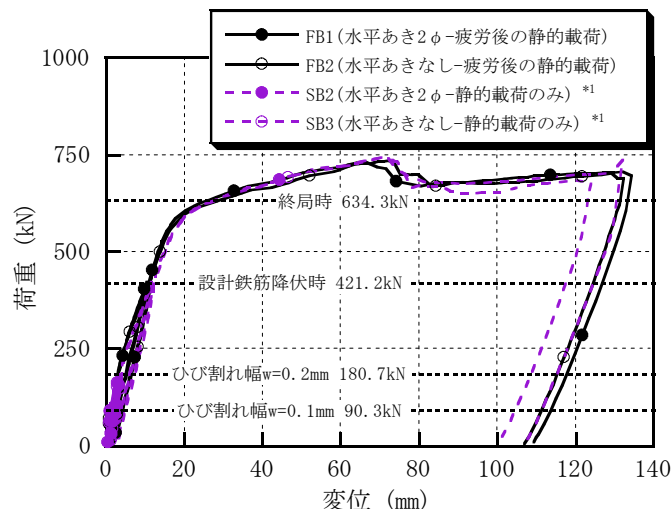


図-4 荷重-変位関係

*1) 試験体 SB2, SB3 は文献2)の結果である。