

超高強度繊維補強コンクリートを用いた高耐久性薄肉埋設型枠の一体化確認試験

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○垣田 繁一
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 服部 紳吾
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 仁平 達也
 太平洋セメント㈱ 正会員 前堀 伸平

1. はじめに

塩害対策のためにラーメン高架橋調整桁の底面に設置する超高強度繊維補強コンクリートを用いた高耐久性薄肉埋設型枠¹⁾（以下、埋設型枠）が、列車荷重の繰返し载荷によりコンクリートとはく離しないことを確認するため、底面に埋設型枠を設置したラーメン高架橋調整桁の1/3モデルの試験体を製作し、総繰返し回数200万回の疲労試験および疲労試験終了後の静的载荷試験を実施した。本稿は、それらの結果を報告するものである。

よび疲労試験終了後の静的载荷試験を実施した。本稿は、それらの結果を報告するものである。

2. 実験概要

試験体の配筋図を図

-1、各材料試験結果を表-1

に示す。試験体は、厚さ25mmの埋設型枠を下面に設置して一体化させた鉄筋コンクリートはりである。埋設型枠は、超高強度繊維補強コンクリート設計・施工指針（案）²⁾に適合した標準配合粉体および補強用繊維を用いて製作された。埋設型枠は、両端から780mmの位置に目地部を設け、アンカー筋を両端から205mm、805mmおよび1080mmの位置に配置した。

载荷方法は、支間3000mmの支間中央1点载荷とした。繰返し载荷試験は、正弦波加振、周波数1.0Hzを基本とした図-2に示す载荷サイクルで実施した。最小値は、試験体の引張鉄筋の応力度が、実桁の死荷重作用時における引張鉄筋の応力度87.3N/mm²（設計）と同じ値となる荷重21.6kNとした。最大値は、実桁の活荷重作用時（死荷重+活荷重）におけるたわみ角と試験体のたわみ角が同じになるように、試験体中央のたわみ量を0.27mmとし、予備試験の結果よりたわみ量0.27mmに対応する载荷荷重49.0kNとした。また、試験体の破壊性状および荷重-変位関係を確認するため、繰返し回数200万回後に試験体を静的に载荷した。静的载荷試験は、中央部の軸方向鉄筋のひずみが降伏ひずみに達したと判断される荷重（降伏荷重）までは約5.0kN刻みの荷重制御、降伏荷重以降は変位制御で実施した。

3. 実験結果と考察

3.1 疲労試験結果

試験体を目視確認した結果、試験開始前より、総繰返し回数200万回に至るまで、埋設型枠境界面のはく離および埋設型枠目地部の変状は認められなかった。また、コンクリートと埋設型枠の一体化を確認するために、コンクリートと埋設型枠の接合部、および埋設型枠の目地部に π 形変位計を設置して変位を計測したが、目開き、はく離は確認されなかった。

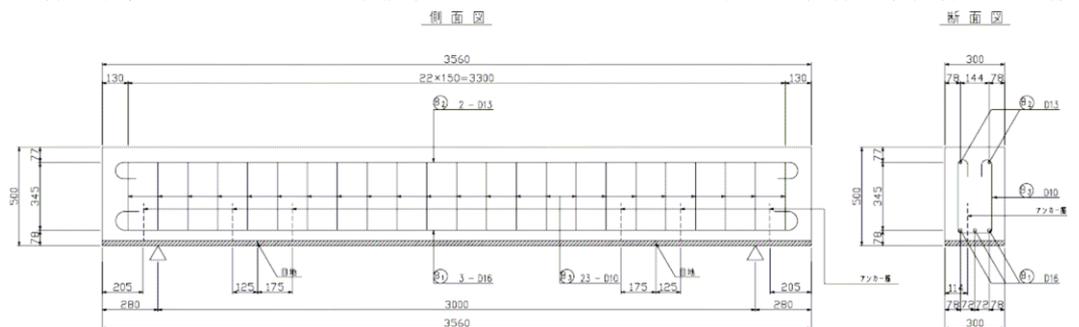


図-1 試験体の配筋図

表-1 各材料試験結果(単位 N/mm²)

埋設型枠	$f_{ck}=180$	244.9
コンクリート	$f_{ck}=30$	46.4
引張鉄筋	SD345	$f_y=368$
アンカー筋	SS400	$f_y=386$

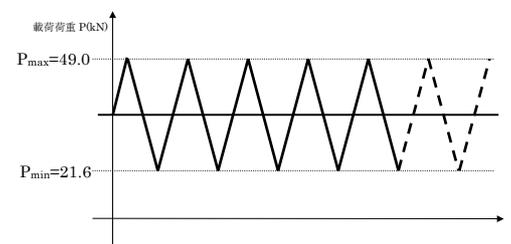


図-2 繰返し試験の载荷サイクル

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 埋設型枠, 一体化, 疲労試験, 静的载荷試験

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント㈱ 中央研究所 TEL 043-498-3884 FAX 043-498-3809

最大荷重時の断面高さ方向における軸方向ひずみの分布について、試験体中央のひずみゲージより計測した繰返し回数1回目、100万回目、200万回目の値を図-3に示す。軸方向ひずみは、圧縮縁ひずみの値には変動が見られるものの、断面高さ方向において概ね直線分布を示しており、断面が一体化していることが確認された。

主な繰返し回数における試験体の曲げ剛性（荷重－変位関係から得られた近似式の傾き）と1回目および平均値に対する各剛性の割合を表-2に示す。曲げ剛性の平均値に対する標準偏差は8.70、変動係数は0.051（5.1%）であり、曲げ剛性の変化はほとんど確認されなかった。

3.2 静的載荷試験結果

図-4に試験体中央の最大荷重までの荷重－変位関係および計算値との比較を示す。ここで、計算値は「鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）」³⁾に基づき、埋設型枠考慮では、埋設型枠厚さ25mmを加えた断面高さ500mm、埋設型枠非考慮では、埋設型枠厚さを除いた断面高さ475mmのRC部材とし、それぞれ算出した。試験体には116.3kN時に曲げひび割れが発生し、剛性が低下した。図-5に示す最大荷重181.7kN時から次ステップへの移動の間には、中央部の軸方向鉄筋のひずみが、材料試験結果より得られた鉄筋降伏ひずみ 1896μ （ $=f_{sy}/E_s=368/194000(N/mm^2)$ ）に達した。最大荷重以降はひび割れの局所化により荷重が徐々に低下し、最終的には試験体中央部の曲げひび割れ幅が拡大する曲げ破壊形式の破壊性状となった。

実験値と計算値を比較すると、曲げひび割れ発生時の耐力は実験値/計算値=2.5程度、軸方向鉄筋降伏時の耐力は実験値/計算値=1.5程度となり、実験値は計算値を大きく上回った。これは、既往の研究結果¹⁾にも示されているように、引張縁に配置された埋設型枠が引張力を負担するためと考えられ、埋設型枠は塩害等に対する耐久性を向上させるだけでなく、ひび割れ、降伏の各耐力を増加させる効果があることを示している。

4. まとめ

- ・ 目視および π 形変位計より、試験終了までひび割れは発生せず、また埋設型枠とコンクリートの境界面および埋設型枠目地部の目開き（はく離）も観察されなかった。
- ・ 試験体中央の断面高さ方向ひずみは概ね直線分布を示し、断面が一体化していることが確認された。
- ・ 各繰返し回数における計測より、試験体の曲げ剛性の低下は確認されなかった。
- ・ 曲げひび割れ発生時の耐力において、実験値は計算値を大きく上回った。これは、引張縁に設置した埋設型枠が引張力を負担したことによると考えられる。

参考文献

- 1) 財団法人 土木研究センター：建設技術審査証明報告書 土木系材料・製品・技術 「ダクトフォーム」, 2005
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー，第113号，2004
- 3) 財団法人 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），丸善，2005

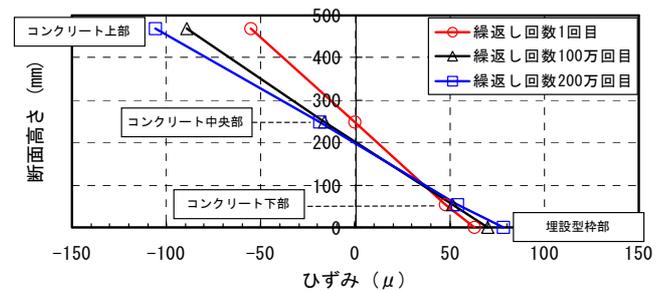


図-3 試験体中央の高さ方向ひずみ分布

表-2 主な繰返し回数における曲げ剛性

繰返し回数 (回)	剛性 (kN/mm)	1回目に対する割合 (%)	平均値に対する割合 (%)
1	176.12	100	102
100	168.29	96	98
1,000	169.54	96	99
1万	171.29	97	100
10万	162.28	92	94
100万	156.65	89	91
200万	181.60	103	106
平均値	171.90	98	100

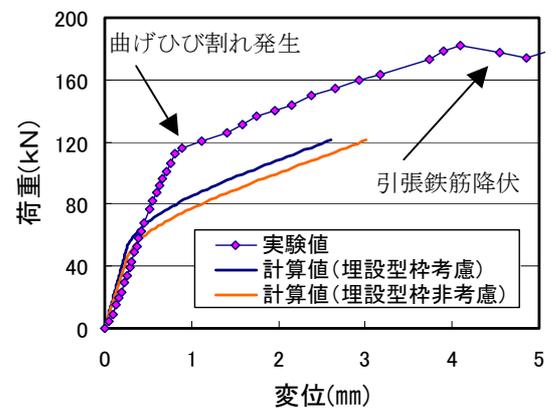


図-4 試験体中央の荷重－変位関係



図-5 最大荷重時の試験体状況