

UFC 埋設型枠を用いた RC はりの耐荷力および破壊状況

日本大学 学生員 ○反田泰人    日本大学 正会員 木田哲量    日本大学 正会員 阿部 忠  
日本大学 正会員 澤野利章    太平洋セメント(株) 正会員 片桐 誠

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(Ultra-high-strength Fiber Reinforced Concrete : 以下、UFC) の1つであるダクトアルは、反応性微粉末を使用した無機系複合材料の技術を応用し、鋼繊維補強によりじん性を高めた超高強度繊維補強セメント系材料である<sup>1)</sup>。この材料の用途として、UFC 埋設型枠が提案されている<sup>2)</sup>。そこで本研究は、RC はりの底面かぶり内に UFC 埋設型枠を用いて製作した RC はり供試体を用いて、静荷重実験および走行荷重を行い、最大耐荷力、破壊メカニズムおよび UFC 埋設型枠と RC はりのとの合成効果を検証し、UFC 埋設型枠の実用性を評価した。

2. 供試体の使用材料および寸法

2.1 UFC埋設型枠の使用材料    UFC 埋設型枠の使用材料は、水 (W)、高性能減水剤(SP、ポリカルボン酸系)、繊維およびプレミックス材料(DP、密度 2.85g/cm<sup>3</sup>) とした。繊維としては、鋼繊維を体積比で 3.0 %使用した。鋼繊維の材料の特性値は、弾性係数が 46.5kN/mm<sup>2</sup>、曲げ強度が 20.6N/mm<sup>2</sup> である。

2.2 RCはりの使用材料    RC はりのコンクリートには、普通ポルトランドセメントと最大寸法 20mm の粗骨材を使用した。鉄筋には SD295A、D16 を使用した。コンクリートの圧縮強度は 38N/mm<sup>2</sup> であり、鉄筋の材料特性値は降伏強度が 370N/mm<sup>2</sup>、引張強度は 570N/mm<sup>2</sup>、弾性係数が 200kN/mm<sup>2</sup> である。

2.3 UFC埋設型枠の寸法    UFC 埋設型枠と RC はりコンクリートとの付着性を高めるために型枠の付着面を凹形状とした。UFC 埋設型枠の寸法は幅 300mm、長さ 2800mm、板厚 15mm、付着面厚は 5mm とした。

2.4 UFC埋設型枠RCはり供試体

供試体の寸法は支間長 2000mm、幅 300mm、はり高さ 210mm (RC はり : 190mm、UFC 埋設型枠 : 20mm) とし、鉄筋は引張側に D16 を3本、圧縮側に D16 を 2 本配置し、有効高さを 172mm とした。UFC 埋設型枠

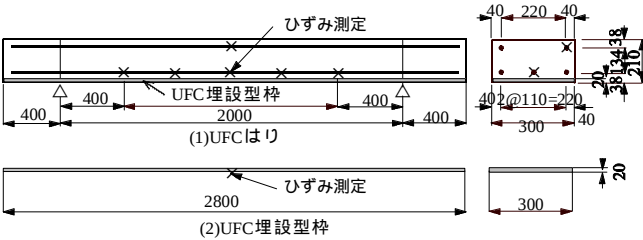


図1 UFC埋設型枠RCはりの寸法および鉄筋の配置

は、RC はりの引張鉄筋底面から純かぶり 30mm とし、引張鉄筋を配置し、コンクリートを打設して UFC 埋設型枠と一体構造とした。この供試体名称を UFC 埋設型枠 RC はりと称し、鉄筋の配置および寸法を図 1 に示す。

3. 実験方法

3.1 静荷重実験    静荷重曲げ実験は、最大曲げ応力が生じる支間中央に車輪を停止した状態の実験である。載荷方法は荷重制御により 5.0kN ずつ供試体が破壊するまで荷重を増加する。

3.2 走行荷重実験    走行荷重実験は、荷重が供試体上を連続的に支間中央から左右支点方向へ往復走行した後に、支間中央で車輪 (幅 250mm) を停止させた状態の実験である。輪荷重は、支間中央から左右の支点方向に走行させ、元の支間中央で停止させる。走行速度は、1 往復 4.0m を 22cm/sec で走行させる。荷重は 1 走行ごとに 5.0kN ずつ増加させる段階荷重載荷とする。

4. 実験耐荷力

表 1 より、UFC 埋設型枠 RC はりの静荷重実験にお

表 1 実験耐荷力

| 供試体     | 実験耐荷力 (kN) | 平均耐荷力 (kN) | 耐荷力比 | 破壊モード |
|---------|------------|------------|------|-------|
| UFC-S-1 | 102.3      | 104.9      | —    | 曲げ破壊  |
| UFC-S-2 | 107.5      |            |      | 曲げ破壊  |
| UFC-R-1 | 102.1      | 103.7      | 0.99 | せん断破壊 |
| UFC-R-2 | 105.3      |            |      | 曲げ破壊  |

UFC: UFC埋設型枠使用RCはり、S: 静荷重実験、R: 走行荷重実験

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、UFC 埋設型枠、静荷重実験、走行荷重実験

連絡先 〒 275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

ける最大耐荷力は、供試体 UFC-S-1, 2 で、それぞれ 102.3kN, 107.5kN である。また、走行荷重が作用した場合の最大耐荷力は供試体 UFC-R-1, 2 で、それぞれ 102.1kN, 105.3kN である。静荷重実験の平均耐荷力は 104.9kN, 走行荷重実験の場合は 103.7kN であり、ほぼ同程度の結果となった。これは、UFC 埋設型枠材に配合された鋼繊維の架橋効果と、付着面をディンプル形状にしたことによる合成効果が生じたためである。

## 5. 荷重とひずみの関係

**5.1 鉄筋のひずみ** 図3より、UFC 埋設型枠 RC はりの静荷重実験における荷重と鉄筋ひずみの関係は、供試体 UFC-S-1, 2 とともに荷重 50kN までは線形的に増加し、その時のひずみは約  $218 \times 10^{-6}$  程度である。その後の荷重増加でも、ひずみはやや増加するものの、線形的に増加している。終局時には供試体 UFC-S-1, 2 で、それぞれ  $1970 \times 10^{-6}$ ,  $2250 \times 10^{-6}$  である。

走行荷重実験における鉄筋ひずみは荷重 50kN までは線形的に増加し、その時点のひずみは約  $230 \times 10^{-6}$  である。その後の荷重増加でひずみの増加はやや大きくなるものの最大荷重付近まで線形的に増加し、終局時のひずみは供試体 UFC-R-1, 2 で、それぞれ  $1850 \times 10^{-6}$ ,  $2250 \times 10^{-6}$  であり、ひずみの増加傾向は静荷重実験の場合と同様となった。

**5.2 UFC埋設型枠のひずみ** 静荷重実験における UFC 埋設型枠のひずみは各供試体ともに荷重 55kN までは線形的に増加している。静荷重実験の供試体 UFC-S-1 のひずみは荷重 55kN で  $320 \times 10^{-6}$  であり、供試体 UFC-S-2 は  $230 \times 10^{-6}$  である。その後の荷重増加においては線形的にひずみが増加し、終局時は、供試体 UFC-S-1, 2 で、それぞれ  $2500 \times 10^{-6}$ ,  $2600 \times 10^{-6}$  である。

走行荷重実験の場合も静荷重実験と同様に荷重 55kN 付近からひずみの増加が著しくなり、終局時のひずみは供試体 UFC-R-1, 2 で、それぞれ  $2800 \times 10^{-6}$ ,  $3700 \times 10^{-6}$  である。以上より、静荷重実験および走行荷重実験においては、UFC 材の引張ひずみの増加が大きくなっている。

## 6. 破壊状況

図4より、静荷重実験におけるひび割れ状況は、供試体 UFC-S-1 の RC はり部は荷重載荷位置から 30 度～45 度の範囲に 7cm から 10cm 程度の間隔でひび割れが発生し、荷重増加に伴って上縁の輪荷重方向に進展している。また、UFC 埋設型枠の側面および底面には測

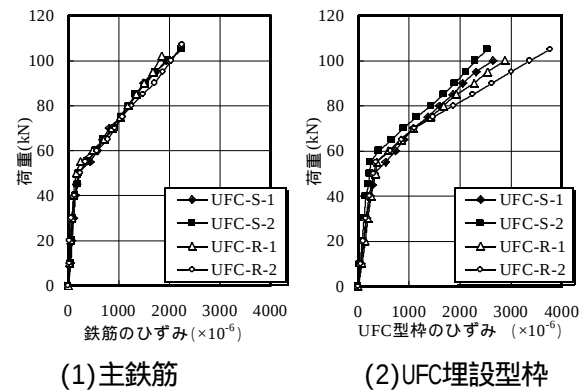


図3 荷重とひずみ

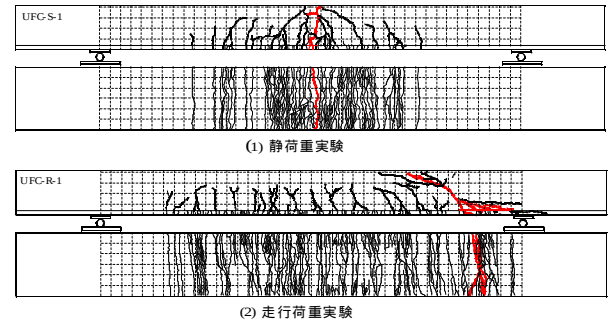


図4 ひび割れ状況

定困難なヘアクラックが供試体下面に発生し、ひび割れ抑制効果が認められた。

走行荷重実験の場合は、供試体 UFC-R-1 の RC はり部は曲げ領域にほぼ等間隔でひび割れが発生している。荷重の増加と走行を繰り返すことにより圧縮鉄筋付近までひび割れが発生している。また、UFC 埋設型枠も曲げ領域内にヘアクラックが発生し、荷重の分散効果がみられる。供試体 UFC-R-1 の破壊は、輪荷重が走行中が支点 B から 500mm, すなわちせん断スパン比  $a/d = 2.9$  ( $a$ : 支点から破壊荷重位置,  $d$ : 有効高) 位置でせん断破壊となった。また、供試体 UFC-R-2 の場合は荷重増加中に支間中央で曲げ破壊となり、UFC 埋設型枠と RC はり部のはく離はほとんど見られない。

## 7. まとめ

- (1) 静荷重実験と走行荷重実験による最大耐荷力はほぼ同程度となった。したがって、UFC 埋設型枠を用いることで走行荷重及ばず道路橋への適用が可能となった。
- (2) RC はり部の主鉄筋と UFC 埋設型枠の荷重とひずみの関係より、UFC 埋設型枠と RC はりの主鉄筋とが耐荷力を分担している。したがって、RC はり部との付着性が高まり合成効果が認められる。

**参考文献:** 土木学会、コンクリートライブラリー「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」, (2004)