

静荷重および走行荷重が及ぼすUFC埋設型枠RC床版の耐荷力性能

日本大学大学院 学生員○新山 祐樹 日本大学 正会員 阿部 忠  
 日本大学 正会員 木田 哲量 日本大学研究員 正会員 徐 銘謙

1. はじめに

鋼道路橋 RC 床版には、施工の合理化・省力化を図るために超高強度繊維補強コンクリート(UFC)で製作した埋設型枠を RC 床版の引張鉄筋かぶり内に埋設した合成構造(以下、UFC 埋設型枠 RC 床版とする)が提案されている<sup>1)</sup>。そこで本研究は、通常の RC 床版供試体と 3 タイプの UFC 埋設型枠 RC 床版供試体を用いて静荷重実験と走行荷重実験を行い、耐荷力性能および荷重とたわみの関係から実用性を評価したものである。

2. RC床版およびUFC埋設型枠の使用材料

(1)RC 床版 供試体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。また、鉄筋は SD295A, D10 を使用した。コンクリートの圧縮強度は、RC 床版および UFC 埋設型枠 RC 床版の合成面を凹型とした厚さ 110mm, 130mm の供試体は 35N/mm<sup>2</sup>, 合成効果を高める目的で合成面を凸型とした 130mm 厚の供試体は 27N/mm<sup>2</sup> である。

(2)UFC 埋設型枠の使用材料 UFC 埋設型枠の使用材料は、水、ポリカルボン酸系の高性能減水剤、プレミックス材および鋼繊維とした。鋼繊維は、直径 0.2mm, 長さ 15mm を体積比で 2.0 % 使用した。プレミックス材はセメント、シリカフェーム、珪石粉末などが最密充填されるように配合されており、粗骨材は使用せず最大粒径 2mm の珪砂を混合した。混和剤使用量は、目標フロー値を 240mm として決定した。UFC の圧縮強度の平均は 216N/mm<sup>2</sup>, 曲げ強度は 33N/mm<sup>2</sup> である。UFC 埋設型枠の作製は、凸型の型枠および凹型の型枠を用いて製作し、20℃で 24 時間養生(1 次養生)、その後 48 時間 90℃の蒸気養生(2 次養生)を行った。次に、UFC 埋設型枠 RC 床版の製作は、予め製作した UFC 埋設型枠(1470×1470×20mm)を床版底面に設置し、その上に直接に鉄筋を配置し、コンクリートを打設して一体構造とした。

3. UFC埋設型枠の付着面および寸法

UFC 埋設型枠と RC 床版との合成効果をもとめるためには、UFC 埋設型枠の合成面の構造が重要となる。そこで、本供試体の合成面は、UFC 埋設型枠側に凹部(面積比率凹部 40%, 凸部 60%)を一様に設けた構造と UFC 埋設型枠側に凸部(面積比率凸部 60%, 凹部 40%)を一様に設けた構造とし、それぞれ P 型, C 型と称する。UFC 埋設型枠の寸法は、RC 床版の引張鉄筋かぶり内に埋設することから、幅 1470mm, 板厚 20mm とし、付着面厚は 5mm とした。合成面の構造および供試体寸法を図-1に示す。

4. 供試体寸法および鉄筋配置

本供試体は、道路橋 RC 床版の施工の合理化を目的としたことから、現行示方書に基づいて、RC 床版の設計支間と大型車両の 1 日 1 方向あたりの計画交通量が 2000 台以上を想定して床版厚、鉄筋量を算出し、その 1/2 モデルとした。ここで、本実験供試体の寸法および鉄筋配置を図-1に示す。供試体は、通常の型枠で製作した床版厚 130mm の RC 床版と、合成面を P 型とし、軽量化を図った床版厚 110mm と通常 RC 床版厚と同一とした 130mm, さらに、合成面を凸型とした床版厚 130mm の 3 タイプの UFC 埋設型枠 RC 床版を製作した。RC 床版の供試体名称を RC13 とした。UFC 埋設型枠 RC 床版供試体名称は、U.RC11-P, U.RC13-P, U.RC13-C とする。また、静荷重実験は S, 走行荷重実験は R とする。

5. 実験方法

(1)静荷重実験 静荷重実験は、曲げ応力が最大となる床版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 10kN ずつ荷重を増加し、鉄筋が降伏し

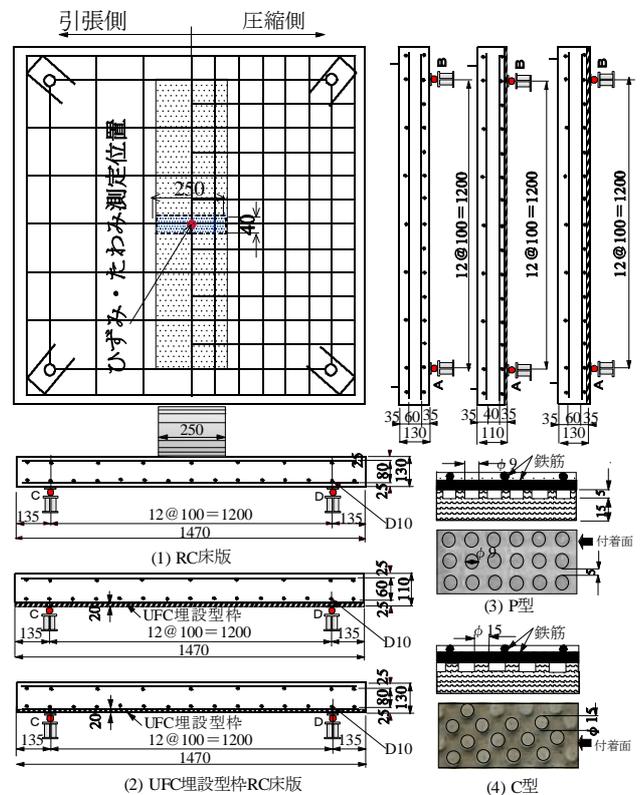


図-1 供試体寸法および合成面の寸法

キーワード : RC 床版, UFC 埋設型枠, 静荷重実験, 走行荷重実験, 耐荷力

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

表一 実験耐荷力および破壊モード  
(1) 静荷重実験

供試体	最大耐荷力 (P <sub>max</sub> ) (kN)	平均耐荷力 (P <sub>cp</sub> ) (kN)	耐荷力比 U.RC/RC	破壊モード
RC13-S1	235.2	237.7	—	押抜きせん断破壊
RC13-S2	240.2			
U.RC11-PS1	245.0	245.0	1.03	押抜きせん断破壊
U.RC11-PS2	245.0			
U.RC13-PS1	299.6	294.7	1.26	押抜きせん断破壊
U.RC13-PS2	289.7			
U.RC13-CS1	310.0	307.5	1.27	押抜きせん断破壊
U.RC13-CS2	305.0			

(2) 走行荷重実験

供試体	最大耐荷力 (P <sub>max</sub> ) (kN)	平均耐荷力 (P <sub>cp</sub> ) (kN)	耐荷力比 U.RC/RC	破壊モード
RC13-R1	170.0	170.2	—	押抜きせん断破壊
RC13-R2	170.4			
U.RC11-PR1	185.0	187.9	1.09	押抜きせん断破壊
U.RC11-PR2	190.7			
U.RC13-PR1	235.4	238.0	1.38	押抜きせん断破壊
U.RC13-PR2	240.5			
U.RC13-CR1	240.0	232.5	1.28	押抜きせん断破壊
U.RC13-CR2	225.0			

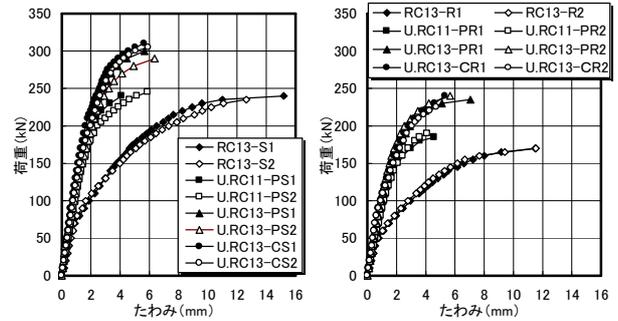
た後は 5kN ずつ破壊するまで荷重を増加させた。

(2) 走行荷重実験 走行荷重実験は静荷重実験と同様に床版中央に輪荷重を設置し、床版中央から軸方向に一走行し、一走行毎に荷重を 5kN ずつ増加し、破壊するまで荷重増加と走行を繰り返して行う。耐荷力は一走行を維持した最大荷重とする。

6. 実験結果および考察

(1) 実験耐荷力 静荷重実験および走行荷重実験の最大耐荷力を表一に示す。静荷重実験における最大耐荷力は、床版厚 130mm の RC 床版供試体 RC13-S が 237.7kN、床版厚 110mm の UFC 埋設型枠 RC 床版供試体 U.RC11-S は 245.0kN であり、床版厚 110mm の UFC 埋設型枠 RC 床版供試体が 1.03 倍の耐荷力となった。よって、UFC 埋設型枠 RC 床版供試体は UFC 埋設型枠と RC 床版部のコンクリートとの合成作用により耐荷力が向上した。また、床版厚 13cm の UFC 埋設型枠 RC 床版供試体 U.RC13-S は 294.7kN であり、RC 床版の 1.24 倍、合成面を C 型とした供試体の U.RC13-CS は 307.5kN となり、RC 床版供試体の 1.25 倍となった。次に、走行荷重実験における RC 床版の最大耐荷力は、RC 床版供試体 RC13-R が 170.2kN であり、床版厚 110mm の UFC 埋設型枠 RC 床版供試体 U.RC11-R が 187.9kN であり、RC 床版に比して 1.10 倍の耐荷力となった。また、床版厚 130mm の P 型の供試体 U.RC13-R は 238.0kN、C 型の供試体 U.RC13-CR は 232.5kN であり、RC 床版の 1.4 倍と 1.24 倍の耐荷力を有している。これは、本実験に用いたコンクリートの引張強度  $f_t$  ( $= 0.269f_c^{2/3}$ ,  $f_c$ : コンクリートの圧縮強度) を算出すると、RC 床版および UFC 埋設型枠 RC 床版のコンクリートは P 型の場合が  $f_t = 2.8\text{N/mm}^2$ , C 型の場合が  $f_t = 2.4\text{N/mm}^2$  である。これに比して、UFC の引張強度  $f_t$  ( $= (f_{t1}-1.54)/2.59$ ,  $f_{t1}$ : UFC 材の曲げ強度 ( $= 34.9\text{N/mm}^2$ )<sup>2)</sup> は  $12.9\text{N/mm}^2$  であることから、曲げ引張強度が向上し、耐荷力の向上が図られたものである。

破壊モードは全て押抜きせん断破壊となった。なお、



(1) 静荷重実験 (2) 走行荷重実験

図一 荷重とたわみの関係

終局時における P 型の破壊状況は UFC と RC 床版側のコンクリートとの引張強度および弾性係数の差により UFC の横ずれにより合成面ではなく離れている。また、合成効果を高めるために合成面を C 型とした場合は、ダウエル効果が及ぼす範囲ではなく離が見られものの他の合成面でははく離は見られない。

(2) 荷重とたわみの関係 静荷重実験における荷重とたわみの関係を荷重 200kN で比較すると、RC 床版供試体 RC13-S は 6.9mm、合成面を凹型とした床版厚 110mm の供試体 U.RC11-S が 2.3mm、床版厚 130mm の供試体 U.RC13-S は 2.0mm であり、合成面を凸型とした供試体 U.RC13-CS は 1.8mm となり、通常 RC 床版のたわみに比して UFC 埋設型枠 RC 床版のたわみの増加が大幅に抑制されている。次に、走行荷重実験の場合を荷重 150kN で比較すると、RC 床版供試体 RC-R 6.4mm、合成面を凹型とした供試体 U.RC11-R 2.0mm、供試体 U.RC13-R 1.7mm、凸型とした供試体 U.RC13-CS 1.7mm となり、通常 RC 床版に比して大幅にたわみ増加が抑制されている。したがって、静荷重実験および走行荷重実験ともに、UFC 埋設型枠の高引張強度により曲げ剛性が向上し、たわみの増加が抑制されたものと考えられる。

7. まとめ

- ① UFC 埋設型枠 RC 床版と通常の RC 床版の静的実験および走行荷重実験の耐荷力を比較すると、床版厚 110mm の供試体は同程度の耐荷力、130mm の供試体は 1.22 倍以上となり、UFC 埋設型枠と RC 床版を合成することで耐荷力が向上した。よって、RC 床版に比して 15% の軽量化が図られた。また、合成面を凸型とすることで合成効果が得られ、耐荷力が向上した。
- ② 荷重とたわみの関係からは、RC 床版供試体に比して UFC 埋設型枠 RC 床版供試体のたわみは、軸直角方向および軸方向ともにたわみが大幅に抑制された。

参考文献

1)阿部忠, 木田哲量, 新見彩, 高野真希子, 田中敏嗣: UFC 埋設型枠 RC 床版の合成面のせん断強度および理論押抜きせん断耐荷力式, 構造工学論文集(日本学術会議・土木学会), Vol. 55A, pp. 1478-1487(2009.3)  
2)土木学会, コンクリートライブラリー 113 「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」, 2004.