

付着面を改善した UFC 埋設型枠 RC 床版の力学特性に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○園木 聡 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 正会員 水口和彦

1. はじめに

鋼道路橋床版は、近年の公共事業費削減の影響を受け、構造形式の見直しおよび施工の省力化が急務となっている。その一例として、RC 部材の施工における、場所打ちコンクリート型枠の取外し工程を省略し、施工の合理化や省力化が可能な超高強度繊維補強コンクリート(UFC)で作製した埋設型枠を RC 床版の引張鉄筋内に埋設させた UFC 埋設型枠 RC 床版が提案されている¹⁾。既往の研究によると、UFC 埋設型枠 RC 床版は通常の RC 床版の 1.3 倍程度の耐荷力を有するとされているが、破壊時に付着面ではなく離が確認されている。そこで本研究では、UFC 埋設型枠と RC 床版の合成効果を高めるために付着面の形状の異なる 2 タイプの UFC 埋設型枠 RC 床版を作製し、静荷重実験を行い、付着面の違いによる破壊メカニズムおよび力学特性について検証した。

2. 供試体概要

(1)使用材料 RC 床版の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。RC 床版部のコンクリートの圧縮強度は P タイプが 35N/mm^2 、C タイプが 27N/mm^2 である。また、鉄筋には SD295A、D10 を使用した。鉄筋の材料特性値は、降伏強度が 365N/mm^2 、弾性係数は 200kN/mm^2 である。次に UFC 埋設型枠には、ポリカルボン酸系の高性能減水剤、プレミックス材料および鋼繊維からなる。鋼繊維は、直径 0.2mm、長さ 15mm を体積比の 2.0% で混入した。プレミックス材料は、セメント、シリカフューム、珪石粉末などが最密充填されるように配合されており、粗骨材は使用せずに最大粒径 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 の圧縮強度は 200N/mm^2 、曲げ強度は 30N/mm^2 、ヤング係数は 55kN/mm^2 である。

(2)UFC 埋設型枠の付着面および寸法 本実験では UFC 埋設型枠と RC 床版との付着効果を高めるために、UFC 埋設型枠側に凹部を一様に設けた構造(以下 P タイプ(コンクリート: UFC = 4 : 6))と凸部を一様に設けた構造(以下 C タイプ(コンクリート: UFC = 6 : 4))を採用した。ここで付着面

の形状は図-1 に示すものとする。

(3)供試体寸法および鉄筋配置 本供試体は、道示²⁾に基づいて、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 RC 床版の設計支間と床版厚、鉄筋量を算出し、その 1/2 モデルとした。供試体概要を図-2 に示す。供試体は全長 1470mm、支間 1200mm の等方性版とし、床版厚は 130mm とした。鉄筋は複鉄筋配置とし、主鉄筋、配力鉄筋ともに 100mm 間隔に配置し、圧縮鉄筋量は引張鉄筋量の 1/2 とした。なお、UFC 埋設型枠は RC 部の引張鉄筋かぶり内に埋設することから、有効高さは軸直角方向で 105mm、軸方向で 95mm とした。ここで、通常の RC 床版を RC、P タイプ、C タイプを用いた UFC 埋設型枠 RC 床版をそれぞれ URC-P、URC-C と称する。

3. 静荷重実験方法

静荷重実験は、曲げ応力が最大となる供試体中央に車輪を停止した状態で荷重を載荷させる実験である。荷重載荷方法は、10.0kN ずつ増加させ、鉄筋降伏後は 5.0kN ずつ増加し、破壊するまで荷重の増加を行う。

4. 実験結果および考察

(1)最大耐荷力 最大耐荷力、耐荷力比および破壊モードを表-1 に示す。表-1 より、各供試体の平均耐荷力は RC、URC-P、

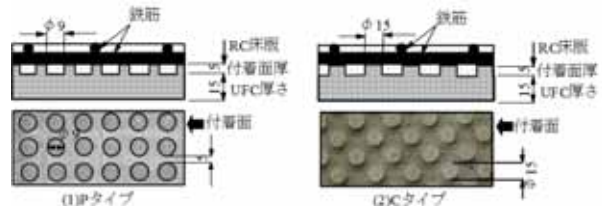


図-1 付着面形状

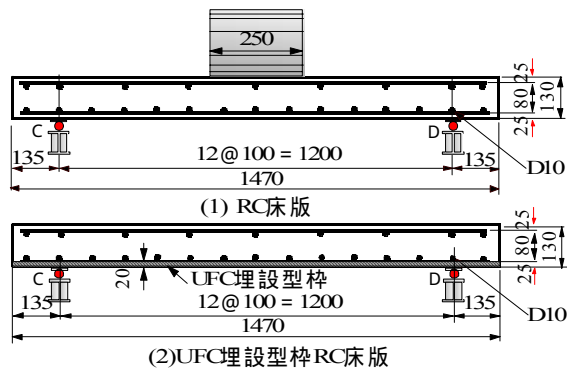


図-2 供試体概要

キーワード UFC 埋設型枠、P タイプ、C タイプ、静荷重実験

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

表-1 最大耐力・耐力比および破壊モード

供試体	最大耐力 (kN)	平均耐力 (kN)	耐力比		破壊モード
			U.RC/RC	C/P	
RC-1	221.3	223.4	—	—	押抜きせん断破壊
RC-2	225.4				押抜きせん断破壊
U.RC-P-1	299.6	294.7	1.32	—	押抜きせん断破壊
U.RC-P-2	289.7				押抜きせん断破壊
U.RC-C-1	314.2	312.3	1.40	1.06	押抜きせん断破壊
U.RC-C-2	310.3				押抜きせん断破壊

U.RC-C でそれぞれ 223.4kN, 294.7kN, 312.3kN である。ここで RC と各平均耐力を比較すると U.RC-P は 1.32 倍, U.RC-C は 1.40 倍となり, UFC 埋設型枠 RC 床版は, 通常の RC 床版に比して耐力の向上が見られた。また, 付着面の違いによる耐力を比較すると, U.RC-C は U.RC-P に比して 1.06 倍となった。圧縮強度の関係上, 大幅な耐力の向上は見られないが, C タイプはコンクリートの圧縮強度が 27N/mm^2 であり, P タイプの 8 割程度であるが, 耐力は同程度となり, UFC 埋設型枠の合成効果による耐力の向上が図られた。

(2)破壊形状 本実験における破壊状況の一例を図-3 に示す。図-3 より, RC の破壊状況は, 主鉄筋および配力鉄筋の配置位置に発生しており, 車輪の接地面(250mm×40mm)から床版底面方向に約 45 度の拡がりのダウエル効果の及ぼす範囲でコンクリートがはく離している。次に, U.RC-P の破壊状況は輪荷重の接地面から約 45 度底面の内側は, 鋼繊維の架橋効果の影響により微細なひび割れが軸方向および軸直角方向に発生し, 45 度底面の外側は放射線状にひび割れが分散して発生している。最終的な破壊モードは, 荷重載荷中に UFC 埋設型枠がはく離すると同時に押抜きせん断破壊に至った。また, U.RC-C の破壊状況は, 輪荷重の接地面から約 45 度底面の内側は, U.RC-P と同様に微細なひび割れが軸方向および軸直角方向に発生しているが, ダウエル効果の及ぼす範囲で UFC の曲げ破壊が生じており, その範囲内で微細なひび割れも発生している。また, ダウエル効果の及ぼす範囲の外側は放射線状にひび割れが分散して発生している。最終的な破壊モードは, 荷重載荷中に UFC 埋設型枠の曲げ破壊を伴う押抜きせん断破壊に至った。

(3)荷重とたわみの関係 荷重とたわみの関係を図-4 に示す。図-4 より, 供試体 RC は 1, 2 とともに荷重 70kN 付近までは線形的なたわみは増加し, その後の荷重増加に伴いたわみの増加が著しい。供試体 U.RC-P1, 2 においては, 荷重 100kN 付近までたわみは荷重の増加に伴ってほぼ線形的に増加するものの, その後の荷重増加に伴いたわみが次第に増加し, 終局時のたわみはそれぞれ 6.1mm, 7.3mm である。供試体 U.RC-C1, 2 は, 供試体 U.RC-P1, 2 と同様に, 荷重 170kN

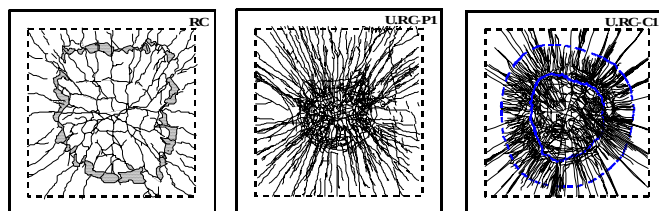


図-3 破壊状況一例

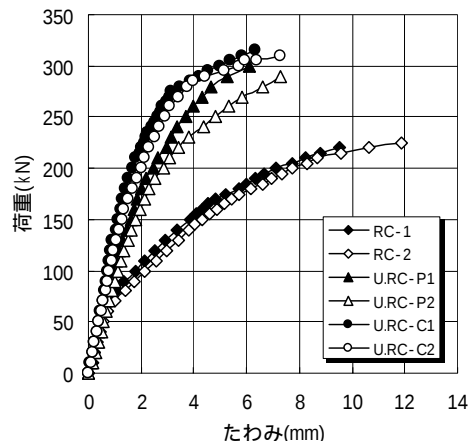


図-4 荷重とたわみの関係

付近まではほぼ線形的なたわみの増加がみられ, その後の荷重増加に伴いたわみが次第に増加し, 終局時のたわみはそれぞれ 6.3mm, 7.3mm である。したがって, RC に対し UFC 埋設型枠 RC 床版はたわみが抑制されている。次に, U.RC-P と U.RC-C を比較すると, 付着面の違いによる終局時のたわみの抑制はみられないが, P タイプに比して C タイプでは, 合成効果が高まったため, 各荷重載荷時ににおいてたわみが抑制された。

5. まとめ

UFC を下面に埋設したことにより耐力の向上がみられた。また, 付着面形状を C タイプにしたことにより付着面のはく離が抑制され耐力が向上した。

破壊形状は付着面を P タイプとした場合は付着面がはく離すると同時に押抜きせん断破壊となったが, C タイプとした場合は付着効果が向上し, UFC 埋設型枠が曲げ破壊が生じると同時に押抜きせん断破壊に至った。

荷重とたわみの関係では, UFC を下面に埋設させたことによりたわみが抑制された。また, P タイプに比して C タイプでは付着効果が高まり, 各荷重載荷時におけるたわみの抑制がみられ, 付着面形状の違いにより付着効果の差異が明らかにされた。

参考文献

- 1)阿部忠ほか：UFC 埋設型枠 RC 床版の付着面のせん断強度および理論押抜きせん断耐力式, 構造工学論文集 Vol.55A, pp1478-1487, (2009)
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 2004