

UFC パネルを用いた道路橋 RC 床版の疲労特性に関する研究

日本大学大学院 学生会員
日本大学 正会員

○山下 壘 日本大学
木田哲量 太平洋セメント(株)

正会員 阿部 忠
正会員 田中敏嗣

1. はじめに

近年、道路橋床版においては、施工の合理化・省力化、環境保全を目的として、超高強度繊維補強コンクリート¹⁾が開発された。UFC は、高耐力・高じん性を有していることから、UFC で製作したパネルと RC 床版を合成することで、耐荷力の向上が図られている。しかし、道路橋 RC 床版として実用性を評価するためには耐疲労性の確保が重要である。

そこで本研究では、床版厚 13cm の RC 床版と床版厚 13cm および軽量化を目的とした床版厚 11cm の UFC パネルと合成した RC 床版（以下、UFC パネル RC 床版）2 タイプを用いて輪荷重走行による疲労実験を行い、等価走行回数をもとに耐疲労性を検証し、UFC パネルと RC 床版の合成構造の実用性を評価した。

2. 供試体概要

2.1 使用材料：RC 床版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 の粗骨材を用いた。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 35N/mm² である。また鉄筋には SD295A, D10 を用いた。鉄筋の材料特性値は、降伏強度が 368N/mm²、引張強度は 568N/mm² である。次に、UFC パネルには、シリカフェーム、珪砂、反応性微粉末などを最密充填理論に基づき配合したプレミックス材に鋼繊維を練混した。UFC の圧縮強度は、床版厚 13 および 11cm の供試体で、それぞれ 219 N/mm²、200 N/mm² である。

2.2 供試体寸法および鉄筋配置：本供試体は、現行示方書²⁾に基づいて、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。

供試体の寸法は、全長 147cm、支間 120cm、床版厚 13cm の RC 床版と、床版厚 13cm と軽量化を目的とした床版厚 11cm の 2 タイプの UFC パネル RC 床版を製作した。床版厚 13cm の RC 床版および UFC パネル RC 床版の鉄筋は、主鉄筋および配力筋を 10cm 間隔とし、圧縮側は引張側の 1/2 を配置した。有効高さは主鉄筋が 10.5cm、配力筋は 9.5cm とした。供試体を RC13-F とした。また、床版厚 13cm の UFC パネル RC 床版供試体を URC13-F とする。また、床版厚 11cm の UFC パネル RC 床版は、主鉄筋および配力筋量および配置間隔は 13cm の RC 床版および UFC パネル RC 床版と同様である。有効高さは、主鉄筋が 8.5cm、配力筋は 7.5cm である。床版厚 11cm の供試体名称を URC11-F とした。UFC パネルと RC 床版との合成効果を高める

ために、UFC パネルの付着面に凹部を一様に設けた。付着面形状および寸法を図2に示す。UFC パネル RC 床版の製作は、予め製作した UFC パネルを底面に設置し、鉄筋を配置して、コンクリートを打設して一体構造とする。施工手順を図3に示す。

3. 実験方法

走行疲労実験は、輪荷重を供試体中央から ±45 cm の範囲を繰返し走行させる。走行は 2 万回走行する毎に荷重 20kN 増加し、荷重 100kN から 2 万回走行毎に 10kN ずつ増加させる。走行速度は 1 走行 0.9m を 6.5sec で走行させる 0.14m/s とする。

4. 実験結果

4.1 等価走行回数：等価走行回数は、マイナー則に従うとして式 (1) として与えられる。なお、S-N 曲線の傾きの逆数 m には、松井らが提案する S-N 曲線³⁾の逆数を適用した。

$$N_{ep} = (P/P)^m \times n_i \quad (1)$$

ここで、 N_{ep} ：等価繰返し回数(回)、 P_i ：載荷荷重(kN)、 P ：基準荷重(= 60kN)、 n_i ：荷重 P_i の走行回数(回)、 m ：S-N 曲線の傾きの逆数(= 12.7)

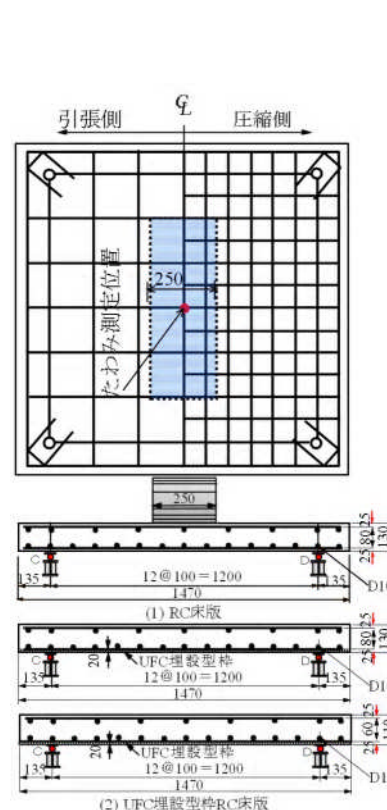


図1 供試体寸法および鉄筋配置

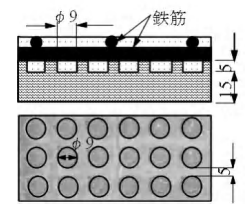
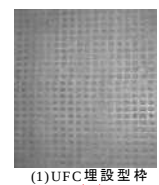


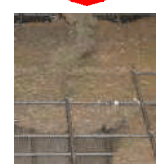
図2 付着面



(1) UFC 埋設型枠



(2) 鉄筋配置



(3) コンクリート打設

図3 施工手順

キーワード：RC 床版，UFC パネル，走行疲労実験，耐疲労性

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 等価走行回数および破壊モード

供試体	等価走行回数 (回)	平均等価 走行回数 (回)	等価走行 回数比 U.RC/RC	破壊モード
RC13-F-1	5,653,074	6,307,316	—	押抜きせん断破壊
RC13-F-2	6,961,558			押抜きせん断破壊
U.RC13-F-1	28,827,114	38,529,128	6.11	押抜きせん断破壊
U.RC13-F-2	48,231,141			押抜きせん断破壊
U.RC11-F-1	8,675,989	13,671,862	2.17	押抜きせん断破壊
U.RC11-F-2	18,667,735			押抜きせん断破壊

本実験の供試体は、実橋床版の 1/2 モデルとしたことから、式(1)における基準荷重 P は、活荷重 100kN の 1/2 の 50kN に安全率 1.2 を考慮した、60kN を基準荷重とした。式(1)より算出した等価走行回数を表1に示す。平均等価走行回数は、供試体 RC13 は 6.30×10^6 回、U.RC13 は 38.5×10^6 回、U.RC11 は 13.6×10^6 回

である。供試体 U.RC13 は供試体 RC13 の 6.11 倍となった。したがって、UFC パネルと RC 床版を合成することで耐疲労性に優れた構造となる。次に、供試体 U.RC11 は供試体 RC13 の 2.17 倍となった。したがって、RC 床版と比較すると等価走行回数が上回ることから本供試体の場合は 2cm の軽量化が図られた。

4.2 たわみと等価走行回数の関係：たわみと等価走行回数の関係を図4に示す。供試体 RC13-1, 2 は、ともに走行回数の増加に伴いたわみは増加し、等価走行回数 7.93×10^5 回から増加が著しい。終局時のたわみはそれぞれ 6.7mm, 6.0mm である。供試体 U.RC13-1, 2 は、ともに終局時付近まで等価走行回数の増加に伴い緩やかにたわみは増加し、終局時のたわみは供試体 U.RC13-1, 2 でそれぞれ 7.3mm, 6.9mm である。供試体 U.RC11-1, 2 は、ともに等価走行回数の増加に伴い徐々にたわみは増加し、等価走行回数 7.93×10^5 回からたわみの増加が大きくなり、終局時のたわみはそれぞれ 7.2mm, 6.5mm である。また、各等価走行回数において供試体 U.RC13, U.RC11 は供試体 RC のたわみを下回った。

4.3 破壊状況：本実験における破壊状況の一例を図5に示す。RC 床版供試体の破壊状況は、ひび割れは軸直角方向および軸方向に鉄筋間隔とほぼ同じ寸法 10cm ～ 12cm 間隔で格子状に発生している。最終的には、輪荷重が走行中に押抜きせん断破壊となった。UFC パネル RC 床版供試体の破壊状況は、供試体 U.RC13, U.RC11 ともに、輪荷重が走行する範囲にひび割れが密集し、全体に微細なひび割れが発生している。最終的

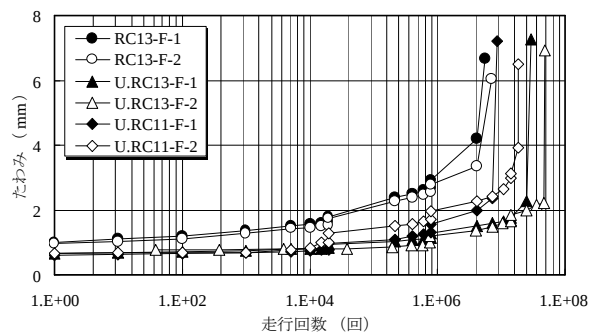
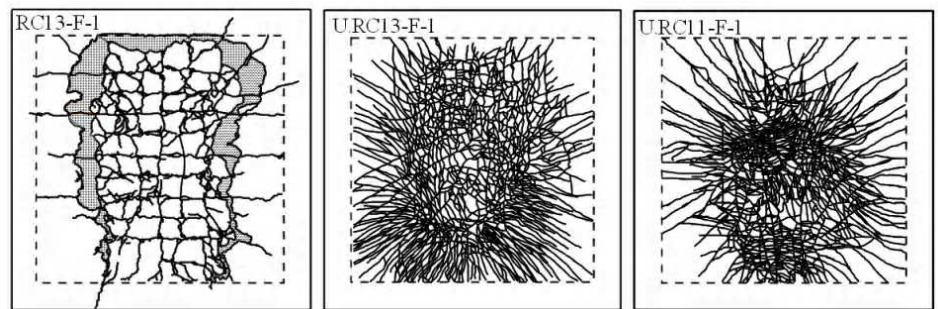


図4 たわみと等価走行回数の関係



(1)RC 床版

(2)UFC パネル RC 床版(13cm) (2)UFC パネル RC 床版(11cm)

図5 破壊状況

な破壊モードは、輪荷重が走行中に押抜きせん断破壊すると同時に破壊位置で UFC パネルが剥離した。

5. まとめ

①等価繰返し回数による走行回数は、床版厚 13cm の RC 床版に比して、床版厚 13cm の UFC パネル RC 床版が 6.11 倍、床版厚 11cm の UFC パネル RC 床版が 2.17 倍となった。また、等価走行回数とたわみの関係から、各等価走行回数において UFC パネル RC 床版のたわみは RC 床版のたわみを下まわっている。したがって、UFC パネル RC 床版は曲げ剛性が向上したためにたわみの増加が抑制され、耐疲労性が向上する結果となった。

②破壊状況は、RC 床版は押抜きせん断破壊となり、UFC パネル RC 床版供試体は RC 床版部が押抜きせん断破壊と同時に UFC パネルがはく離した。UFC パネルのはく離は破壊時までほとんど見られなかった。

③軽量化を目的として床版厚 11cm とした UFC パネル RC 床版は、床版厚 13cm の RC 床版の 2 倍以上の耐疲労性が確保されていることから軽量化が可能となり、実用性が実証された。

参考文献

- 1) 阿部忠ほか：UFC 埋設型枠を用いた RC はりの耐荷力および破壊状況，コンクリート工学年次論文集，Vol29, No3, pp.1447-1452, 2007.
- 2) (社) 日本道路協会：道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説，2005.
- 3) 松井繁之：道路橋床版，設計・施工と維持管理，森北出版株式会社，2007.