

## UFC パネルを適用した道路橋 RC 床版の疲労耐久性に関する実験研究

日本大学大学院 学生会員 ○山下 壘 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 澤野利章 日本大学 正会員 徐 銘謙

### 1. はじめに

建設事業費の縮減により、鋼道路橋 RC 床版の施工における合理化・省力化のために、超高強度繊維補強コンクリート(以下 UFC)を用いた埋設型枠(以下、UFC パネル)が開発されている。UFC パネルは高強度・高じん性であることから、鉄筋コンクリート(以下、RC)床版部材と合成構造とすることで耐荷力の向上が図られ、部材の軽量化を図ることが可能である。そこで本研究では、通常型枠を用いて製作した床版厚 13cmRC 床版と UFC パネル RC 床版および軽量化を図った床版厚さを 2cm 軽減した床版厚 11cmUFC パネル RC 床版の 2 タイプを用いた輪荷重走行による疲労実験を行い、松井らが提案する S-N 曲線の傾きの逆数  $m=12.7^{1)}$  を適用した等価走行回数をもとに疲労耐久性を評価した。

### 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。コンクリートの圧縮強度は  $35\text{N/mm}^2$  である。また鉄筋には SD295A、D10 を用いた。鉄筋の降伏強度は  $368\text{N/mm}^2$ 、引張強度は  $568\text{N/mm}^2$  である。次に、UFC パネルには、シリカフューム、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ポリカルボン酸系の減水剤および鋼繊維を練混した。UFC の圧縮強度は、2 体それぞれ  $219\text{N/mm}^2$ 、 $200\text{N/mm}^2$  である。

#### 2.2 供試体寸法および鉄筋配置

供試体寸法および鉄筋配置を図-1 に示す。供試体は現行道路橋示方書<sup>2)</sup>に基づいて実床版の 1/2 モデルとした。したがって、RC 床版の寸法は、支間 120cm、厚さ 13cm である。ここで、通常の型枠を用いた RC 床版供試体を RC13-F、床版厚 13cm の UFC パネル RC 床版供試体を U.RC13-F と称する。また、既往の研究によれば、UFC パネル RC 床版は通常の RC 床版に比して 1.25 倍耐荷力が向上することから<sup>3)</sup>、軽量化した床版厚 11cm の供試体を作成した。床版厚 11cm の UFC パネル RC 床版供試体を U.RC11-F とする。

U.RC13 および U.RC11 供試体は、支間 120cm の正方形版とした。鉄筋は複鉄筋配置とし、主鉄筋および配力筋は 10cm 間隔に配置し、圧縮側は引張鉄筋量の 1/2 を配置した。RC13-F および U.RC13-F の有効高さは、軸直方向、軸方向でそれぞれ、10.5cm、9.5cm、U.RC11-F の有効高さは、軸直方向、軸方向それぞれ 8.5cm、7.5cm とした。また、UFC パネルは引張主鉄筋のかぶり内に配置し、その厚さを 2cm とした。

### 3. 実験方法

走行疲労実験では、輪荷重を供試体中央から  $\pm 45\text{cm}$  の範囲を繰返し走行させる。荷重は、荷重 100kN までは 2 万回走行毎に 20kN ずつ、荷重 100kN 以降は 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. 実験結果および考察

#### 4.1 等価走行回数

本研究の等価走行回数は、マイナー則に従うとして式(1)で与えられる。なお、S-N 曲線の傾きの逆数  $m$  に

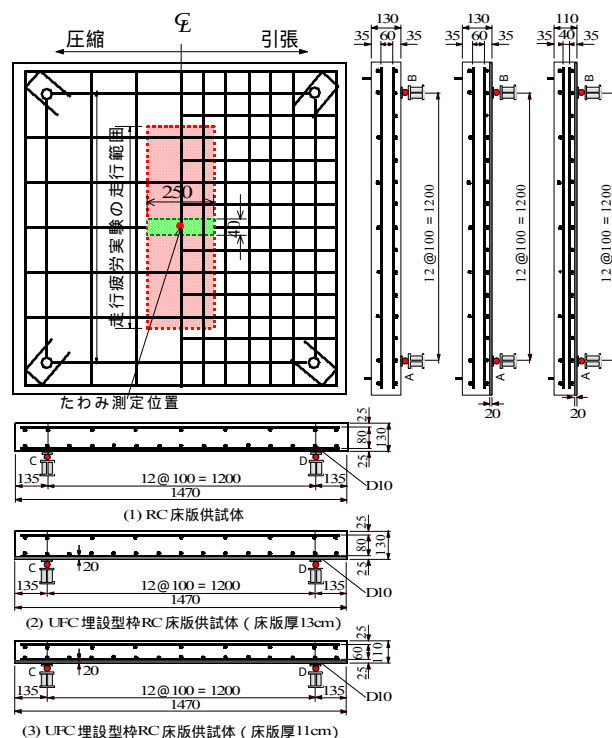


図-1 供試体寸法および鉄筋配置

キーワード：RC 床版、UFC パネル、走行疲労実験、疲労耐久性

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 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<br>(回) | 平均等価<br>走行回数<br>(回) | 走行<br>回数比 | 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 | 7,082,130     | 14,059,378          | 2.23      | 押抜きせん断破壊 |
| U.RC11-F-2 | 21,036,625    |                     |           | 押抜きせん断破壊 |

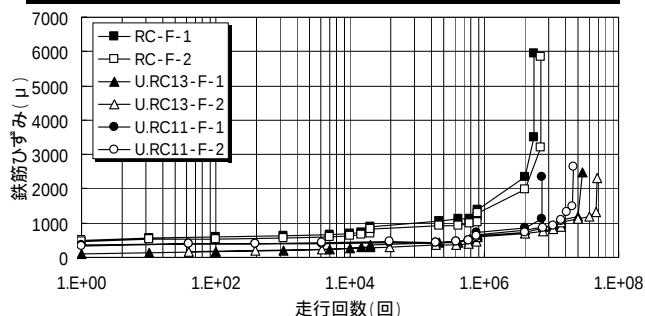


図-2 鉄筋ひずみと走行回数

は、松井らが提案するS-N曲線の逆数12.7を適用した。

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

ここで、 $N_{ep}$ ：等価走行回数(回)、 $P_i$ ：載荷荷重(kN)、 $P$ ：基準荷重、 $n_i$ ：荷重 $P_i$ の走行回数(回)

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とした。式(1)より算出した等価走行回数を表-1に示す。表-1より、RC13-Fの平均等価走行回数は6,307,316回である。U.RC13-Fの平均等価走行回数は38,529,128回であり、RC13の6.11倍の平均等価走行回数となった。したがって、UFCパネルRC床版は耐疲労性に優れた構造であるといえる。次に、U.RC11-Fの平均等価走行回数は14,059,378回となり、RC13に比して2.23倍の等価走行回数となった。したがって、床版厚13cmRC床版と同等以上の疲労耐久性を有している。よって、床版厚を2cm厚の軽減したUFCパネルRC床版も合成構造として適用が可能でありかつ、軽量化が図れることが実証された。

#### 4.2 鉄筋ひずみと等価走行回数の関係

等価走行回数と主鉄筋ひずみの関係を図-2に示す。供試体RC13-Fは、等価走行回数79.3万回付近で鉄筋が降伏し、その後はひずみの増加が著しい。供試体U.RC13-FおよびU.RC11-Fは同様な増加傾向を示し、ひずみは、終局時付近まで等価走行回数の増加にともない緩やかに増加し、破壊に至った。RC床版供試体とUFCパネルRC床版供試体を比較すると、UFCパネルRC床版はひずみ量が少なく剛性の高い構造であることが確認できる。なお、U.RC13-FおよびU.RC11-FはRC13-Fに比してひずみの抑制が著しい。

#### 4.3 破壊状況

本実験における破壊状況の一例を図-3に示す。

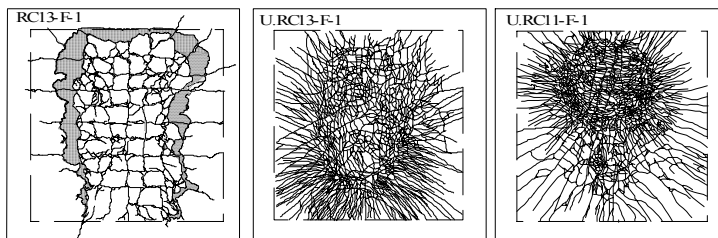


図-3 破壊状況

RC13-Fは、軸直角方向および軸方向に配置した鉄筋間隔とほぼ同じ寸法で10cm～12cm間隔でひび割れが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埋設型枠RC床版供試体は、供試体U.RC13-F、U.RC11-Fともに、輪荷重の接地面から約45度底面の内側に微細なひび割れが集中し、その外側は放射線状にひび割れが分散して発生している。これはUFCパネルとコンクリートの付着が得られUFCに配合されている鋼繊維の架橋効果により荷重が分散されてUFCパネルが引張力を分担したためである。最終的な破壊モードは、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埋設型枠がはく離した。

#### 5. まとめ

等価走行回数は、床版厚13cmRC床版に比して、床版厚13cmUFCパネルRC床版が6.11倍、床版厚11cmUFCパネルRC床版が2.23倍となった。また、等価走行回数とひずみの関係から、各走行回数におけるUFCパネルRC床版のひずみはRC床版のひずみを下まわっている。したがって、UFCパネルとRC床版を合成したことにより曲げ剛性が向上し、ひずみの増加が抑制され、疲労耐久性が向上した。

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パネルの破壊時状況は、UFCに配合された鋼繊維により、ひび割れの分散効果がみられた。

床版厚11cmUFCパネルRC床版は、床版厚13cmRC床版の2倍以上の疲労耐久性を有していることから合成構造として実用可能であり、軽量化が図れることが実証された。

#### 参考文献

- 1) 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。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書（鋼橋編）・同解説，2005。
- 3) 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。