

## 超高強度材料を用いた薄型 RC 床版の輪荷重走行試験

(株)エスイー 正会員 ○濱口 祥輝  
 同上 正会員 野澤 忠明  
 大阪大学名誉教授 名誉会員 松井 繁之

### 1. はじめに

道路橋床版の薄型・軽量化をはかることは、主桁や下部工への負担軽減や慣性力の低減など、その効果は大きい。一方で、薄型化は疲労耐久性の低下を招くことから、道路橋示方書では、最小床版厚さの規定を設けている。筆者らは、PVA 繊維を用いた超高強度繊維補強コンクリート (UFC) と超高強度鉄筋 (USD685) という超高強度材料に着目し、これらを組合せた RC 床版とすることで、上記課題を解決した床版の開発を進めている。道路橋床版への適用性検討の一環として、疲労耐久性を評価すべく、輪荷重走行試験を実施した。

### 2. 供試体

#### 2. 1. 供試体寸法および配筋

供試体寸法は 2500×2300×120mm とした (図-1)。供試体は、主鉄筋に USD685 を使用し、配力鉄筋には SD390 を 85mm ピッチで配筋した。配筋量や継手有無などを変え Type-A、Type-B、Type-C、Type-CJ の計 4 体を製作した (表-1)。Type-CJ に設ける継手は、鉄筋の曲げ加工が困難であるため、異形ナットを用いた継手構造を採用した。また、本件では、Type-C 床版 (複鉄筋、主鉄筋ピッチ@100mm) を基準床版とする。

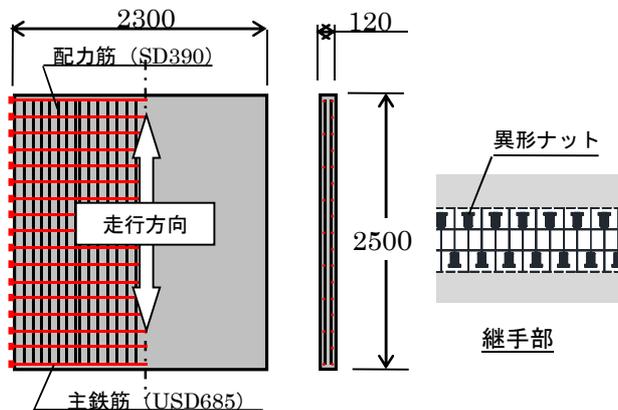


図-1 供試体概略図

表-1 各供試体配筋条件

タイプ	配筋 (主鉄筋径・ピッチ・有効高)	継手
Type-A	複鉄筋 D16, @150mm, 97mm	なし
Type-B	単鉄筋 D16, @100mm, 97mm	なし
Type-C	複鉄筋 D16, @100mm, 97mm	なし
Type-CJ	複鉄筋 D16, @100mm, 97mm	有り
配力鉄筋	複・単 D13, @85mm	—

#### 2. 2. 供試体設計

供試体設計は、設計輪荷重を 100kN とし支間長 2.0m の単純支持版として、道路橋示方書に基づき曲げモーメントを算出した。また、超高強度材料の許容応力度は、道路橋示方書などに示されておらず、本件では UFC の許容圧縮応力度を設計基準強度  $f_{ck}=150\text{N/mm}^2$  の 1/3 ( $\sigma_{ca}=50\text{N/mm}^2$ ) とし、USD685 の許容引張応力度を  $\sigma_{sa}=300\text{N/mm}^2$  と設定して供試体設計を行った。

さらに曲げ耐力の検討に加え、疲労破壊寿命についても検討を行った。疲労破壊寿命は、押抜きせん断耐力 ( $P_{sx}$ ) を求め、一般的な RC 床版の S-N 曲線を用いて、設計輪荷重 (100kN) による走行回数が  $1 \times 10^{10}$  回以上となるよう床版厚と配筋量を決定した。

表-2 供試体計算結果一覧

タイプ	単位	Type-A	Type-B	Type-C
設計輪荷重 (P)	kN	100		
曲げモーメント	kN・m	32.47		
主鉄筋応力度	N/mm <sup>2</sup>	281	190	191
コンクリート応力度	N/mm <sup>2</sup>	26.0	22.9	22.0
押し抜きせん断 ( $P_{sx}$ )	kN	403	457	448
P/ $P_{sx}$	—	0.248	0.219	0.223
走行回数 ( $\times 10^{10}$ )	回	1.1	5.6	4.3

### 3. 試験概要

#### 3. 1. 载荷プログラム

载荷プログラムは、初期荷重を 100kN とし最大 220kN まで 30kN 刻みで段階的に増加させた。各荷重段階で 4 万回 (最大荷重時は 8 万回) 走行を行い、計 24 万回走行した。

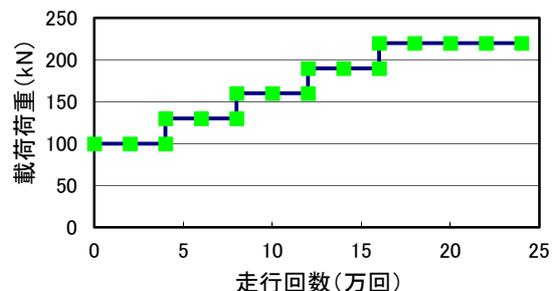


図-2 载荷プログラム

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 超高強度鉄筋, 道路橋床版, 輪荷重走行試験, 疲労  
 連絡先 〒163-1343 東京都新宿区西新宿 6-5-1 (株)エスイー 新製品開発部 TEL03-3340-5500

3. 2. 供試体の支持条件

実橋梁を模した2辺主桁支持(スタッドを用いた固定支持)とし、他の2辺を横桁支持した(図-3)。

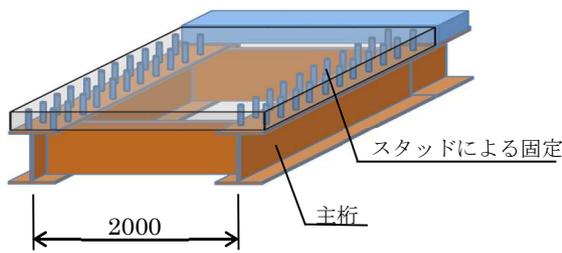


図-3 床版配置状況

4. 試験結果

4. 1. 輪荷重走行回数とたわみとの関係

全ての供試体で24万回走行後においても破壊に至らなかった。設計輪荷重である100kN作用時(4万回走行時)のたわみ量は基準供試体であるType-Cが約1.6mm、Type-Aが約2.5mm(1.56倍)であった(図-4)。断面寸法が同じでも、床版厚が薄くなると主鉄筋量の差(@100mmと@150mm)がたわみ量に直接影響を及ぼすことが確認された。一方、Type-B(単鉄筋)とType-C(複鉄筋)では、たわみ量はほぼ同等であり、圧縮側鉄筋はたわみ量に影響を及ぼさないことが確認された。

100kN換算たわみ量(図-5)を見ると、走行回数0~2万回にかけてたわみ量が大きく増加している。全断面有効状態からひび割れ発生に伴う剛性低下によるものと考えられる。2万回以降では、ひび割れの進展に伴うたわみ量の漸増はあるものの急激なたわみ増加傾向は認められず、供試体は健全な状態であると考えられる。

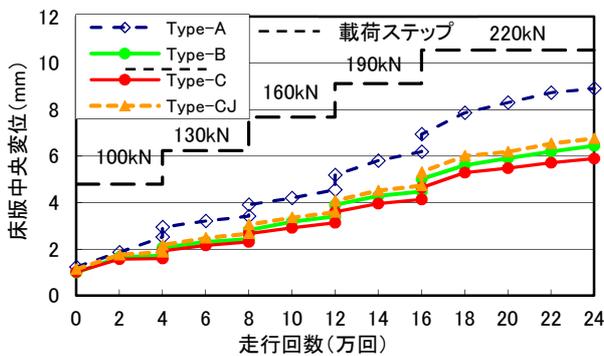


図-4 走行回数-床版中央たわみ

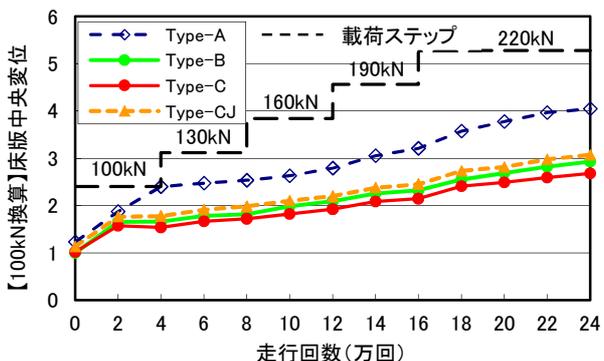


図-5 走行回数-100kN換算床版中央たわみ

4. 2. 輪荷重走行回数と主鉄筋発生応力度との関係

全ての供試体で24万回走行後においても鉄筋ひずみは荷重増に対して線形的に増加し、疲労による増分は少なかった。主鉄筋量が少ないType-Aで最も高い応力を示し、Type-Cと比較すると各荷重段階で概ね1.4倍の応力度となった。また、設計輪荷重作用時(4万回走行時)に実測された主鉄筋応力度は全ての供試体で計算値を下回った。

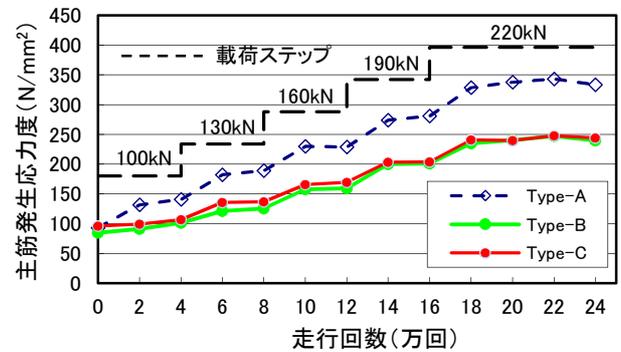


図-6 走行回数-主鉄筋発生応力度

4. 3. 輪荷重走行回数とひび割れ発生状況

図-7に各走行回数におけるType-C供試体のひび割れ状況を示す。下図は荷重の走行中で、かつアセトンを吹き付けつつ観察を行い、微細なひび割れまでスケッチした結果である。走行回数の増加とともにひび割れも増加していくが、幅0.1mm以下の微細なひび割れが分散・伸展する性状であった。また、除荷するとひび割れが閉じる特徴が見られた。これは、一般的なRC床版に比べ、鉄筋比が非常に大きいことや配合されるPVA繊維の補強効果によるものと推察される。

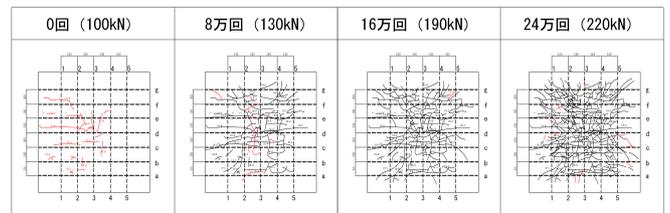


図-7 各走行回数におけるひび割れ状況図

5. おわりに

今回の試験により、超高強度繊維補強コンクリートと超高強度鉄筋を用いたRC床版は、現行の道路橋示方書に則り設計されたRC床版の約半分の厚さながら、同程度の疲労耐久性を有しているといえる。

今後は、今回の試験データをより深く掘り下げ、取りまとめることで、薄型・軽量かつ疲労耐久性を備えた道路橋床版の開発に繋げていきたい。

<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, 2007
- 2) 齋藤公生ら: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた軽量かつ耐久性の高い道路橋床版の輪荷重走行試験, 土木学会第68回年次学術講演会講演集, pp863-864, 2013