

## ワッフル型 UFC 床版の振動およびたわみに関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○藤代 勝 正会員 一宮利通  
 阪神高速道路(株) 正会員 金治英貞 正会員 小坂 崇

### 1. はじめに

近年、鋼床版では重交通の繰返し载荷によって疲労損傷が顕在化しており、補強やコンクリート系材料による開断面リブやデッキプレートの増厚が行われているものの、この疲労損傷の根本的解決には至っていない。この損傷に対して筆者らは、鋼床版と同等に軽量かつ耐久性の高い超高強度コンクリート(UFC)を用いた床版を開発している<sup>1)</sup>。開発したワッフル型 UFC 床版はこれまでに輪荷重走行試験を行って安全性を検証しているが、道路橋床版に適用された実績のない構造であるため、実交通下における挙動を確認するのが望ましい。

そこで、道路施設の管理用道路にワッフル型 UFC 床版試験体を本設構造物として設置し、実交通下における振動を加速度計および変位計により計測を行い、振動特性および実交通下における挙動を確認した。

### 2. ワッフル型 UFC 床版と設置の概要

ワッフル型 UFC 床版は、図-1 に示すワッフル状の格子リブを有し、そのリブ内にプレテンション PC 鋼材を配置している。床版厚さは 40mm、リブ部の厚さは 123mm でリブ間隔はおおよそ 250mm である。試験体は輪荷重走行試験を行ったワッフル型 UFC 床版であり、これを管理用道路に設置した。UFC 床版のサイズは、橋軸方向に 2.50m、直角方向に 2.74m で、床版は橋軸直角方向の 2 辺を硬質ゴムで単純線支持できる図-2 に示す簡易な橋台を設置した。

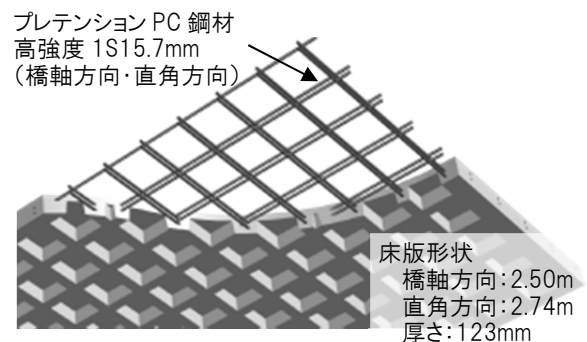


図-1 ワッフル型 UFC 床版の概要

このワッフル型 UFC 床版は、これまでに解析や载荷実験、疲労試験等の検討が行われており、断面破壊および疲労破壊に対する安全性、ならびに使用性に問題がないことが確認され、土木学会技術評価委員会から評価証を取得している。

### 3. 振動試験

振動計測は加速度計を用いて、常時微動および自由振動を計測した。常時微動は 10 分間の計測を行い、卓越振動数を確認した。自由振動計測は、床版中央にゴム板を敷いて木槌で打撃し、床版の卓越振動数および振動モードを確認した。

常時微動測定の結果を図-3 に示す。床版中央で計測された卓越振動数は 53.8Hz であった。後述する自由振動試験でも同等の振動数が計測されていることから、この数値が床版の 1 次振動モードの固有振動数であると推定される。同様な支持間隔でワッフル型 UFC 床版を梁と見なして両端ヒンジとした場合に固有周期を求める振動の式で算出した結果、36Hz であった。計測結果の方が大きな振動数が計測されているが、これは設置した床版には 4 辺に高さ 150mm のリブがあり、その剛性が影響していると考えられる。

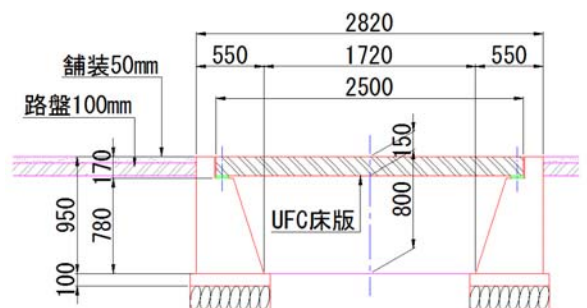


図-2 設置概要図

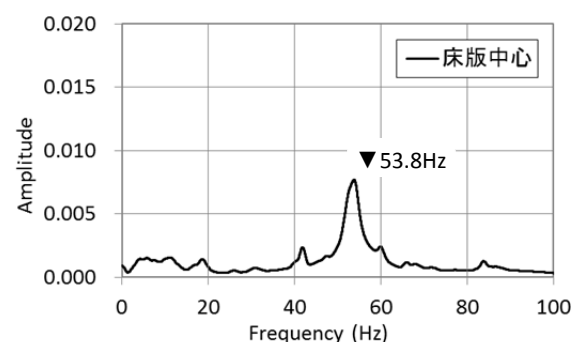


図-3 常時微動の周波数スペクトル

キーワード UFC, 道路橋床版, 振動, 固有周期, 衝撃係数

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6660

自由振動試験の卓越振動数は床版中央において 51.5Hz であり、この値が床版の固有振動数と考えられる。橋軸方向に 5 か所の計測から得られた固有振動数による 1 次の振動モードを図-4 に示す。また、床版中央の測定結果から、減衰定数は 4.0% であることが確認できた。

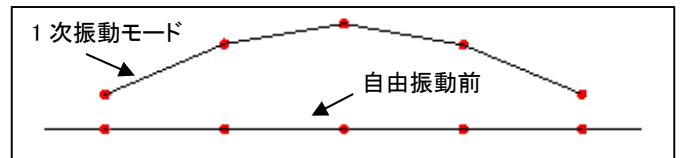


図-4 橋軸方向振動モード

土木研究所では、大型車が伸縮継ぎ手の段差部を走行した場合に生じる変動荷重および衝撃力についての実験・研究を行っている<sup>2)</sup>。これによると、タンデム式ダンプトラックのバネ下振動数は、中軸で 13Hz、後軸で 18Hz となっていることから、今回計測された自由振動数では共振等の可能性は少ないと考えられる。

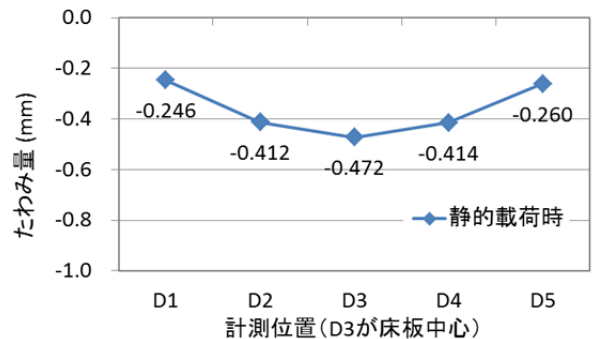


図-5 橋軸方向変形モード

#### 4. 载荷試験

##### (1) 静的载荷試験

ダンプトラックの前輪を床版の支間中心位置に静的载荷し、床版の下面に設置した 5 台の変位計を用いて床版のたわみ分布を計測した。計測結果を図-5 に示す。载荷荷重はロードセルを用いて事前に 29.53kN であることを確認した。後述する動的载荷試験の結果と比較するための計測結果は、床版中央のたわみ量は 0.472mm であった。

##### (2) 動的载荷試験

ダンプトラックを 10, 20, 30, 40km/h 程度で走行させ、床版の下面に設置した変位計を用いて床版のたわみ変化を動的に計測した。動的载荷試験状況を写真-1 に示す。

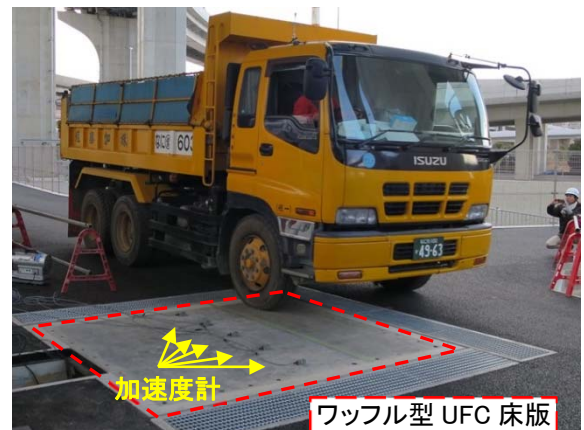


写真-1 動的载荷試験の状況（車両走行時）

静的载荷試験によるたわみ量と比較することにより、動的载荷によるたわみ量増分を確認した。床版中央（測点 D3）における各速度と静的载荷のたわみ量の比較を図-6 に示す。速度 20km/h では最大たわみが 0.358mm と静的载荷時のたわみ量の 0.76 倍に小さくなっていたが、それ以外は速度に関わらず静的载荷時のたわみ量の 1.1~1.2 倍に増加した。車両の速度や固有振動数、路面の状況によって変化すると考えられるが、今回の試験の範囲では、衝撃係数は約 0.2 であった。

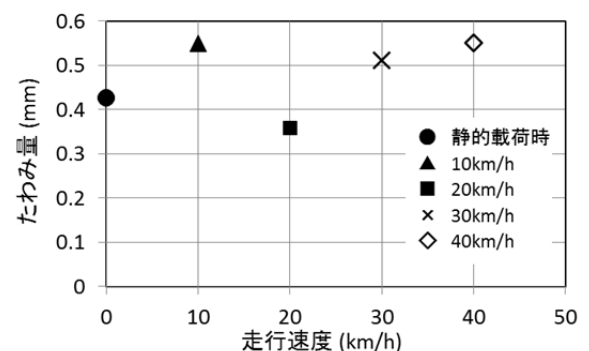


図-6 動的载荷時のたわみ量比較

#### 5. まとめ

振動試験では、常時微動および自由振動の計測からワッフル型 UFC 床版の固有周期が計測できた。数値計算による振動数よりも試験結果の方が大きい、実ヤング係数の違いや、端部リブの剛性の影響があると考えられる。载荷試験では、事前の FEM 解析とほぼ同等な結果が得られ、走行による衝撃を含めたたわみ量は約 1.2 倍程度となることが確認でき、これは衝撃係数と同様な意味を持つこと示された。

本研究を行うにあたり、神戸大学 川谷名誉教授にご指導を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1)小坂ら：UFC 道路橋床版の開発と大規模更新への適用性検討，コンクリート工学，2016/1.
- 2)建設省土木研究所構造研究室：橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書（I-1987），土木研究所資料 No.2508