

## ワッフル型 UFC 床版同士の接合構造に関する検討

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

### 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が、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繊維補強コンクリート(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(以下、UFC 床版)はこれまでに輪荷重走行試験を行うことで輪荷重の繰返し载荷に対する床版同士の接合構造の安全性は確認された<sup>2)</sup>。ここでは、試験体は健全なまま試験を終えていることから、試験終了後の試験体から床版同士の接合部を切り出して製作した供試体を用いて载荷実験を行い、FEM 解析とも比較することで破壊に対する安全性を確認した。

### 2. 床版同士の接合構造

UFC 床版の概念を図-1に示す。UFC 床版は橋軸直角方向に配置される鋼横桁または鋼横リブ、および橋軸方向に配置される鋼主桁または鋼縦桁の4辺で支持される構造である。また、UFC 床版と鋼桁はずれ止めにより一体化され、合成後に载荷される死荷重や活荷重に対して合成桁として作用する。UFC 床版はプレキャスト製で、スラブ厚さ40mm、直交する2方向リブの高さが83mmでスラブを含めたリブ部の高さは123mmである。リブの内部にプレテンション鋼材を配置し、UFC 床版にプレストレスを導入し、活荷重に対し断面が抵抗する構造である。

UFC 床版同士は橋軸方向にパネルを配置して接合する。床版同士の接合概要を図-2に示す。接合位置は鋼横桁または鋼横リブ上で、床版間には孔あき鋼板を挟み無収縮モルタルで床版間を充填して高力ボルトで一体化する。この接合部は床版を支持する横リブ上で接合するため、輪荷重によって橋軸方向に負曲げが発生し、接合部の床版上面は目開きを発生させようとする作用が発生する。これに対し本構造は、UFC 床版の端部リブ同士を設計荷重では目開きが生じないようにボルトに軸力を導入する構造として設計しており、輪荷重走行試験では、設計荷重の2倍程度の輪荷重に対しても目開きが生じなかったことを確認している。

### 3. 実験方法

接合部の破壊に対する安全性を確認するため、輪荷重走行試験が終了した試験体から切り出した実構造を用いて、静的载荷実験を行い接合部の破壊耐力を確認した。試験の概要を図-3に示す。载荷方法は、試験体を上下逆さまにし、床版上縁側に負曲げモーメントを再現させるような指示条件とし、実際の接合構造を再現して鋼桁のフランジに相当する鋼板を介して载荷するものとした。接合部の有効高さdは115mm(間詰厚さ50mm、

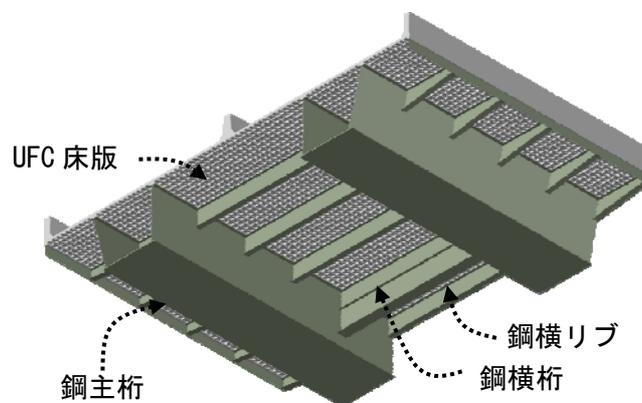


図-1 ワッフル型 UFC 床版の概要

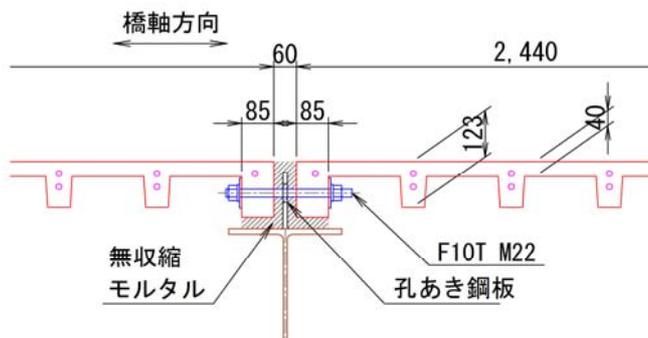


図-2 床版同士の接合概要

キーワード UFC, 道路橋床版, ボルト接合, FEM 解析

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

端リブ下端からボルトまでの距離(65mm)である。床版部でせん断破壊しないように支間長は600mm(リブ高さ123mmに対して $a/d=4.9$ , 中央断面で $a/d=6.3$ )とした。

計測は支点変位, 荷重点床版下面の鉛直変位, 接合ボルトのひずみおよび床版上面のひずみ(試験では下面)等を計測した。

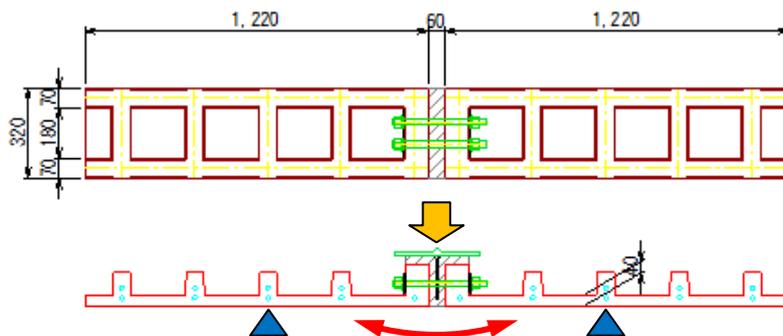


図-3 試験概要

**4. 試験結果**  
荷重と鉛直変位の試験結果および解析結果を図-4に, 荷重とボルトひずみの試験結果を図-5に示す。図-4の青線で示す解析値は, 試験と同様な条件で材料非線形FEM解析によって算出した結果である。解析モデルはUFC床版をソリッド要素とし, UFCの材料特性を反映した。赤破線で示すT荷重(100kN)相当の荷重は, 床版支間2.5m(橋軸方向)を想定した際に発生する接合部の応力度を, 再現する載荷荷重を算出したものである。

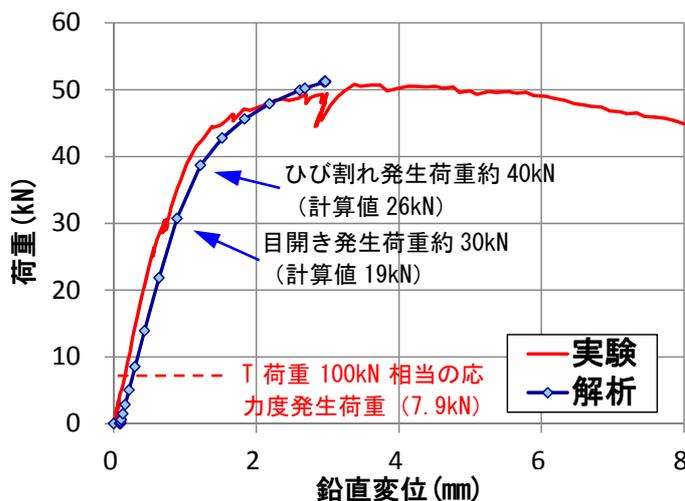


図-4 鉛直変位と荷重の関係

試験体接合部の目開き発生荷重は, UFC床版下面ひずみおよびボルトひずみが増加傾向を示す30kNと推定される。この荷重は高力ボルトに導入する軸力に対して, 圧縮応力度がゼロになる荷重19kNの1.5倍であった。UFC床版のひび割れ発生荷重は, 下面のひずみの挙動から約40kNと推定された。この荷重はUFC下面応力度がテストピースのひび割れ発生強度 $12.4\text{N/mm}^2$ となる荷重26kNの1.5倍であった。試験の最大荷重は50.8kNであり, T荷重作用相当の荷重の6.4倍であった。

ひび割れ図を図-6に示す。端部リブの付け根で床版側のひび割れが開口して破壊に至った。

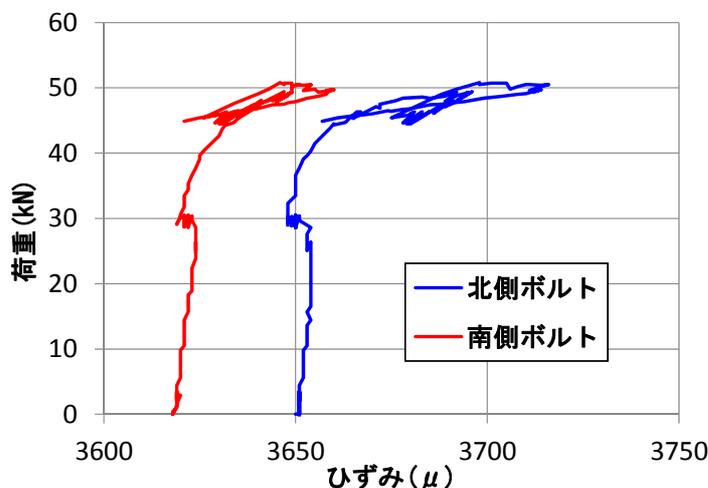


図-5 ボルトのひずみと荷重の関係

**5. まとめ**

試験結果は, UFCの材料特性を考慮したFEM解析でほぼ再現することができた。また, 本構造の破壊に対する安全性は, 設計荷重の約6倍程度と十分な余裕があることが確認できた。

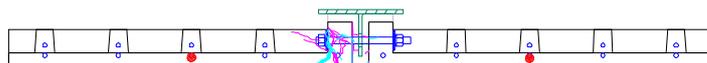


図-6 試験体のひび割れ図(側面)

本研究を行うに当たり, 長岡技術科学大学 長井正嗣名誉教授, 東京工業大学 二羽淳一郎教授, 岐阜大学 内田裕市教授ならびに神戸大学 三木朋広准教授には多大な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) 一宮ら：鋼床版と同等の軽量かつ耐久性の高いUFC 道路橋床版の開発, プレストレストコンクリート, 2014.1.