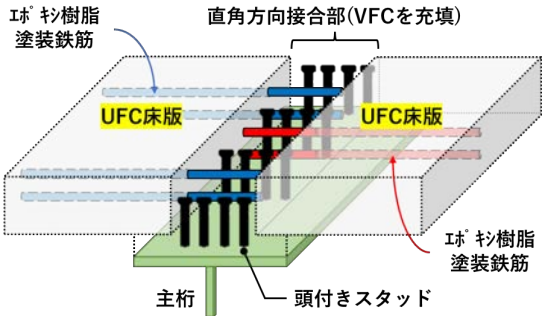


主桁上に配置される UFC 床版の接合構造に関する検討（その１）－押抜きせん断試験－

鹿島建設(株) 正会員 〇切山貴文 永井勇輔 一宮利通 藤代 勝
阪神高速道路(株) 正会員 岩里泰幸 笹脇壮太

1. はじめに

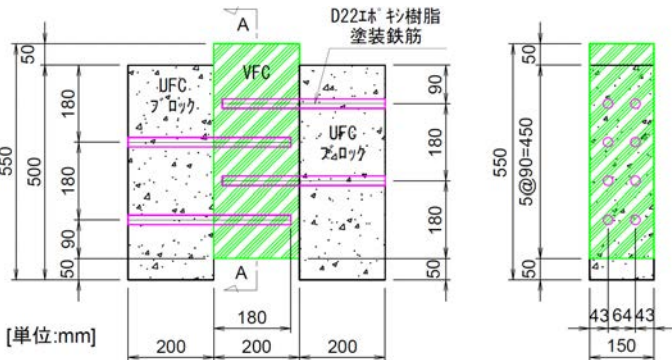
筆者らは、RC 床版の更新に対応する技術として、超高強度繊維補強コンクリートを用いた軽量かつ耐久性の高いプレキャスト床版（以下、UFC 床版）の開発を進めている¹⁾。これまでに、幅員が広い都市高速道路に対して、上下線に分割した UFC 床版を製造・架設し、UFC 床版から突出したエポキシ樹脂塗装鉄筋のあき重ね継手配置と間詰め材（高強度繊維補強セメント系複合材料（以下、VFC: Very high strength Fiber reinforced Cement composite））によって、床版同士を橋軸直角方向に接合する施工を行っている（図－1）²⁾。本施工の対象橋梁は、6 主桁構造で床版支間中間に直角方向接合部が設けられたが、主桁が奇数本の場合は直角方向接合部が主桁上に配置されるため、主桁とのずれ止めを介して同接合部に水平せん断力が作用することとなる。本稿では、UFC 床版と橋軸方向接合部の境界にせん断力を作用させる押抜きせん断試験を行い、直角方向接合部に水平せん断力が作用した場合のせん断耐力について検討した。



図－1 直角方向接合部の構造概要

2. 試験体概要

試験体の概要を図－2 に示す。UFC 床版を模擬した UFC ブロックは、長さ 500mm、幅 200mm、厚さ 150mm の型枠内に、ブロックからの突出長が 180mm（8φ以上）となるようにエポキシ樹脂塗装鉄筋（SD345_D22）を 2 段×2 列で配置し、エトリングライト生成系 UFC³⁾ を打ち込んで製作した。その後、突出した鉄筋があき重ね継手となるように UFC ブロック 2 体を水平に設置して型枠を組み、実施工を想定して VFC を橋軸方向に流動させて充填した。VFC は UFC と同じマトリクスとし、充填性を検討した上で長さ 18mm の鋼繊維を 1.75vol% 混入した。材料試験結果で得られた各材料の強度を表－1 に示す。



図－2 試験体の概要（左：正面図，右：A-A 断面図）

表－1 各材料の実強度

UFC 床版		VFC 間詰め材		D22 エポキシ樹脂塗装鉄筋	
圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
186	8.7	175	6.4	403	550

3. 押抜きせん断試験

3.1 試験ケース

試験ケースを表－2 に示す。載荷方法は、日本鋼構造協会の試験方法⁴⁾に準じて、試験体 No.1 は単調載荷、試験体 No.2 と No.3 は載荷と除荷を繰り返す漸増繰返し載荷とした。試験体は、鋼製の台座上に敷いたビニールシートの上に不陸調整用の石膏を敷設し、その上に設置した。なお、UFC ブロック

表－2 押抜きせん断試験ケースおよび試験結果

試験体 No.	載荷 パターン	最大耐力 P_{max} (kN/断面)	せん断伝達耐力 V_{cwl} (kN)		
1	単調載荷	672	656 (平均値)	785 (※1)	683 (※2)
2	漸増繰返し載荷	652		260 (※3)	
3		644			

※1: 曲げモーメントの影響を考慮しない場合
※2: 曲げモーメントの影響を考慮し、
せん断面を打継ぎ面、ひび割れ面とした場合（低減係数 $\beta_M=1$ ）
※3: 曲げモーメントの影響を考慮し、
せん断面がプレキャスト部材の接合面の場合（低減係数 $\beta_M=0$ ）

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート，UFC，VFC，道路橋床版，エポキシ樹脂塗装鉄筋

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8KT ビル 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL03-5544-1111

の開きは拘束しなかった。載荷時には、UFC ブロック-VFC 界面のずれ変位と開きを計測した。

3.2 試験結果

試験結果を表-2 に、せん断力-ずれ変位関係を図-3 に示す。いずれの試験体もずれ変位が 0.5mm を超えたあたりから剛性が低下し始め、ずれ変位が約 15~17mm で最大耐力となった。最大耐力 P_{max} は平均値で 656kN/断面であった。いずれの試験体も最大耐力到達付近で、UFC ブロックと VFC の界面が 3mm 程度開いていることが確認された。最大耐力到達付近 (632kN/断面) の試験体 No.2 を写真-1 に示す。

コンクリート標準示方書設計編⁵⁾にしたがって、表-1 に示す各材料の実強度を用いて算定した UFC ブロック-VFC 界面のせん断伝達耐力 $V_{c wd}$ を表-2 に示す。 $V_{c wd}$ 算定には、ビニールシートと台座の摩擦係数を $\mu=0.1$ として摩擦の拘束による圧縮力 ($P_{max} \times \mu$) (kN) を、せん断面に垂直に作用する平均圧縮応力度に考慮した。その結果、せん断面に作用する曲げモーメント M_d を考慮しない場合のせん断伝達耐力は 785kN であり、試験結果を過大評価する結果となった。そこで、 M_d が作用した時の中立軸を算定し、せん断面を引張側と圧縮側に分割して、以下に示す式(1)よりせん断伝達耐力を算定した。 M_d は、 P_{max} にせん断面までの距離を乗じた曲げモーメントから、ビニールシートと台座の摩擦の拘束力による曲げモーメント ($P_{max} \times \mu \times$ せん断面中央までの距離) を控除して算定した。

$$V_{c wd} = \beta_M \cdot V_{c wd, t} + V_{c wd, c} \quad \text{式(1)}$$

ここに、 β_M : 曲げモーメントの影響を考慮した低減係数 ($\beta_M \leq 1$: せん断面が打継ぎ面、ひび割れ面の場合。 $\beta_M = 0$: せん断面がプレキャスト部材の接合面の場合)、 $V_{c wd, t}$: せん断面の引張側で受け持つせん断伝達耐力、 $V_{c wd, c}$: せん断面の圧縮側で受け持つせん断伝達耐力。

β_M は以下に示す式(2)から算定した。

$$\beta_M = 4 (1 - M_d / M_y) \quad \text{式(2)}$$

ここに、 M_y : 引張側の最外縁鉄筋が降伏する時の作用モーメント。

本試験では M_d が M_y よりも非常に小さいため、せん断面を打継面、ひび割れ面とした低減係数は $\beta_M = 1$ とした結果、 $V_{c wd}$ は 683kN となり、試験結果と同程度であった。また、せん断面をプレキャスト部材の接合面と仮定して低減係数 $\beta_M = 0$ とした場合の $V_{c wd}$ は 260kN であり、試験結果よりも過小評価する結果となった。

4. まとめ

エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたあき重ね継手と VFC を用いた間詰め材による UFC 床版の直角方向接合構造のずれせん断に対する性能を検証するため、押抜きせん断試験を実施した。限られた試験結果ではあるが、本試験で得られた最大耐力は、コンクリート標準示方書設計編のせん断面に作用する曲げモーメントを考慮したせん断伝達耐力式 (UFC-VFC 界面の応力伝達と鉄筋のダボ効果) で安全側に評価できることが示唆された。

参考文献

- 1) 土木学会：UFC 道路橋床版に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.17，2015。
- 2) 岩里ほか：上下線一体合成鉄桁橋への平板型 UFC 床版の適用，橋梁と基礎，2021.9。
- 3) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」の技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.3，2006.11。
- 4) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）とスタッドに関する研究状況，1996。
- 5) 土木学会：2017 年制定 コンクリート標準示方書【設計編】，2018。

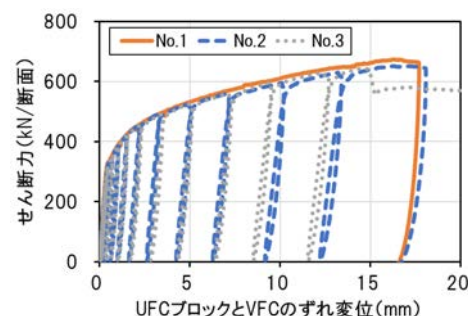


図-3 せん断力-ずれ変位関係

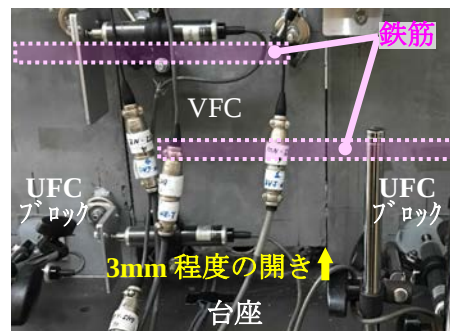


写真-1 最大耐力到達付近の試験体 No. 2