

UFC道路橋床版研究会

技術セミナー2023

2023/1/26

UFC床版に関するQ&A

技術委員会 設計部会主査

仲村 賢一(日本工営株)

よくある 質問

Q2

コストは他形式より
安い、高い？

Q3

もっと**部材厚**を
小さくできる？

Q4

諸元は**規格化**
されている？

Q5

曲線桁へ
対応できる？

Q1

ワッフル型と
平板型の
使い分けは？



Q1 ワッフル型と平板型の 使い分け は？

- ワッフル型と平板型は，対象橋梁に求められる軽さの度合いとコストのバランスに応じて適材適所に使い分けます。
- ワッフル型は超軽量です。ただし，2方向プレテンのため専用の製作架台やリセス型枠が必要となります。
- 平板型は，専用の架台や型枠は不要ですが，UFCの体積がワッフル型より増えるため材料費が高くなります。

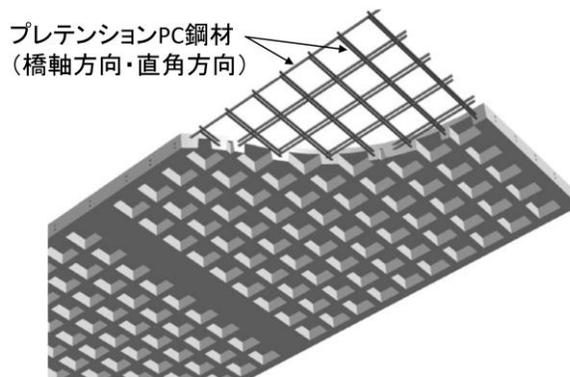


図 ワッフル型UFC床版

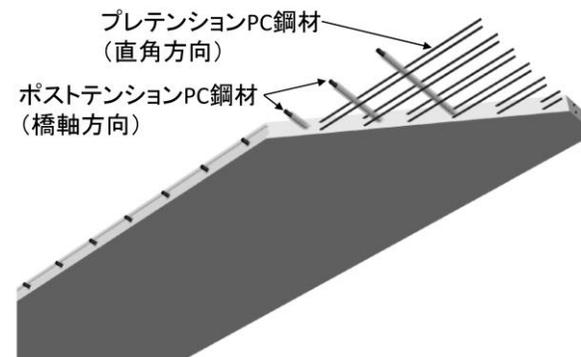


図 平板型UFC床版



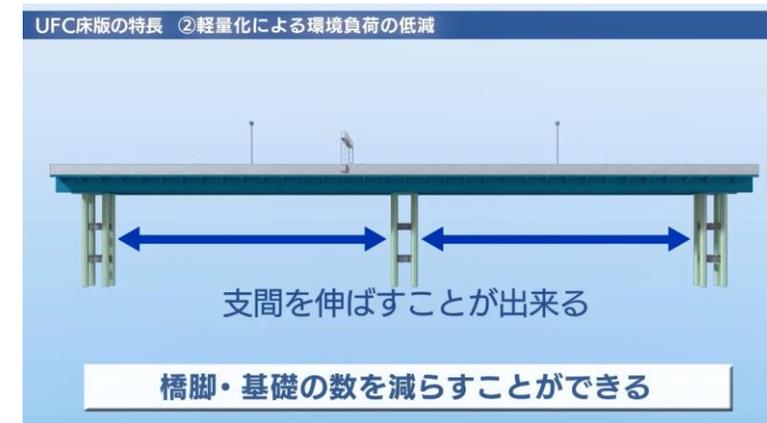
写真 ワッフル型UFC床版の製作架台



写真 ワッフル型UFC床版の型枠

Q2 コスト は他形式より安い、高い？

- UFC床版の単価は標準的な価格を設定していないため、設計で決まる諸元や数量に応じて算定することになります。
- コストの評価は床版のみに着眼した比較ではなく、橋梁全体(上部構造, 下部・基礎構造)の建設費や維持管理を含めたライフサイクルコスト(LCC)で評価する必要があります。
- 床版取替えでは、鋼桁の補強に係るコストを含めて評価する必要があります。
- 以上より、UFC床版のコスト評価は橋梁ごとに建設費やLCCを比較検討する必要があります。



《コスト比較》 NETIS掲載例

既設橋梁の床版取替[B活荷重対応含む]

	新技術 UFC床版	従来技術 プレキャストPC床版	活用効果 向上程度
経済性	60,431,250 円	68,452,500 円	11.72 %
工程	25 日	36 日	30.56 %

	項目	仕様	数量	単位	単価	金額
UFC床版	床版製作工	工場製作（運搬費含，車上渡し）	412.5	m ²	95,700 円	39,476,250 円
	床版設置工	床版架設，接合工	412.5	m ²	50,800 円	20,955,000 円
	鋼桁補強	不要	412.5	m ²	0 円	0 円
	合計					60,431,250 円
プレキャスト PC床版	床版製作工	工場製作（運搬費含，車上渡し）	386.4	m ²	62,500 円	24,150,000 円
	床版設置工	床版架設，接合工	412.5	m ²	49,400 円	20,377,500 円
	鋼桁補強	上下フランジ補強	412.5	m ²	58,000 円	23,925,000 円
	合計					68,452,500 円

Q3 もっと部材厚を小さくできる？

- UFCは長さ15～22mmの鋼繊維が混入されているため、その繊維が部材から出ないように30mm程度を最小の部材厚と考えております。
- 研究開発で設定した床版の形状は、PC鋼材のかぶりや床版に生じる応力度等を踏まえ設定しています。

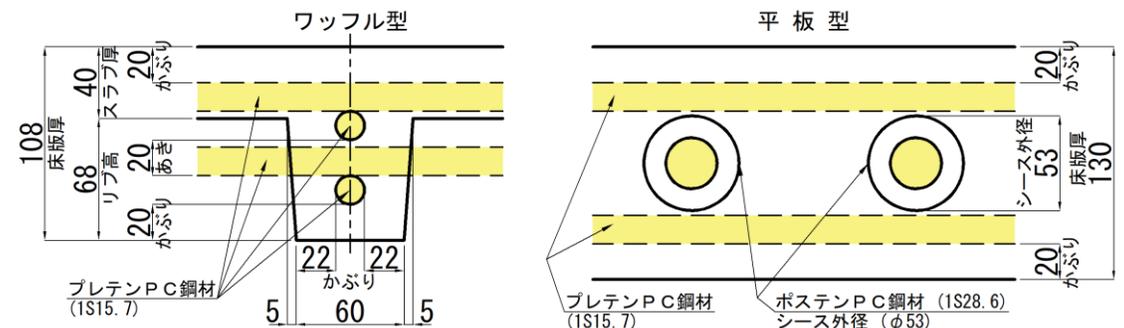


写真 鋼繊維
(直径0.2mm, 長さ15mm, 22mm)

Q3' 床版厚を薄くして大丈夫？

- 輪荷重走行試験によって疲労耐久性を検証
- 変形(たわみ)については、振動(走行性)、舗装の耐久性、鋼桁の疲労への影響を照査

図 UFC床版の最小部材寸法



かぶり c : $c \geq 20\text{mm}$ かつ $c \geq \phi$
 あき e : $e \geq 20\text{mm}$ かつ $e \geq \phi$
 PC鋼材 (IS15.7) : $\phi = 16\text{mm}$
 PC鋼材 (IS28.6) : $\phi = 29\text{mm}$



UFC床版の振動実験

Q4 諸元は規格化されている？

- UFC床版の諸元は規格化されていません。対象橋梁ごとの構造計画において、諸元を検討する必要があります。
- 検討が必要な諸元は、床版形状(部材厚, リブ本数), PC鋼材種別, PC鋼材本数があげられます。また, これらの諸元は床版を支持する鋼桁や鋼床組み(横桁, 縦桁)にも影響するので, 床版と鋼桁を合わせて最適となる構造計画をおこなう必要があります。
- 今後, UFC床版橋梁の実績が蓄積されていけば, 標準的な仕様の規格化も視野に入れることができます。そうなれば設計の合理化につながると期待しています。



図 UFC床版合成桁

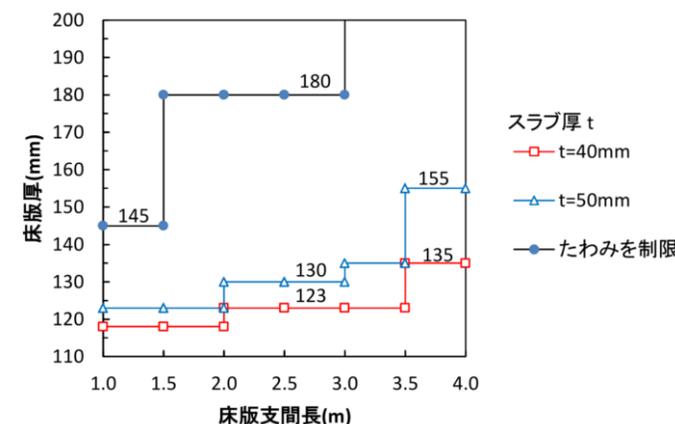


図 床版支間長と最小床版厚

Q5 曲線桁 へ対応できる？

- 曲線半径が大きい場合は、矩形の標準パネルとして製作し、端部を台形の調整パネルで対応することになります。幅員が広がったり曲線半径が小さい場合には、床版を台形に製作し曲線なりに配置することになります。
- 台形パネルを製作する場合は、床版の外リブ幅を変化させることで曲線への対応が可能です。製作可能な最小曲線半径は、全幅員を27m とする場合、床版の広い側の幅を鋼横桁間隔 2.5m、狭い側の幅をリセス(凹部) 4つ分の約 1.7m とすると、最小曲線半径 $R=78m$ まで製作可能となります。

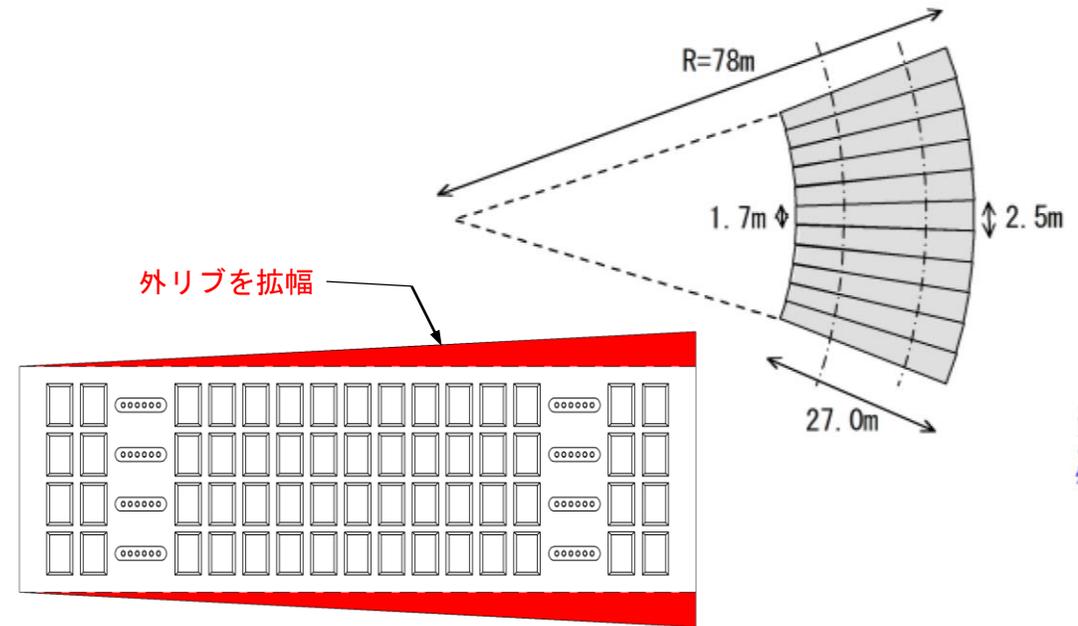


図 適用可能な最小曲線半径



定着板を傾斜面に合わせてテーパに製作する。

写真 ワッフル型の接合部

よくある 質問

Q8

鋼繊維の**配向性**は
コントロールできる？

Q9

UFCの**鋼繊維**は
錆びない？

Q10

舗装補修時に
過切削される？

Q7

場所打ち部との
接合構造は？

Q6

接合部の
材料, 施工は？



Q11

UFC床版の**耐久性**
や**取替**はできる？

Q6 接合部 の材料, 施工は？

- 床版同士や床版と桁との接合部の間詰めには、場所打ちUHPFRC(超高強度繊維補強モルタル)を施工します。
- UHPFRCの構成材料は床版本体のUFCと同じです。現場で練り混ぜ、打込み、常温で養生します。圧縮強度の特性値は150 N/mm² を想定しています。
- 施工箇所の縦横断勾配や気温を踏まえ、混和材量を調節し、流動性を確保しています。

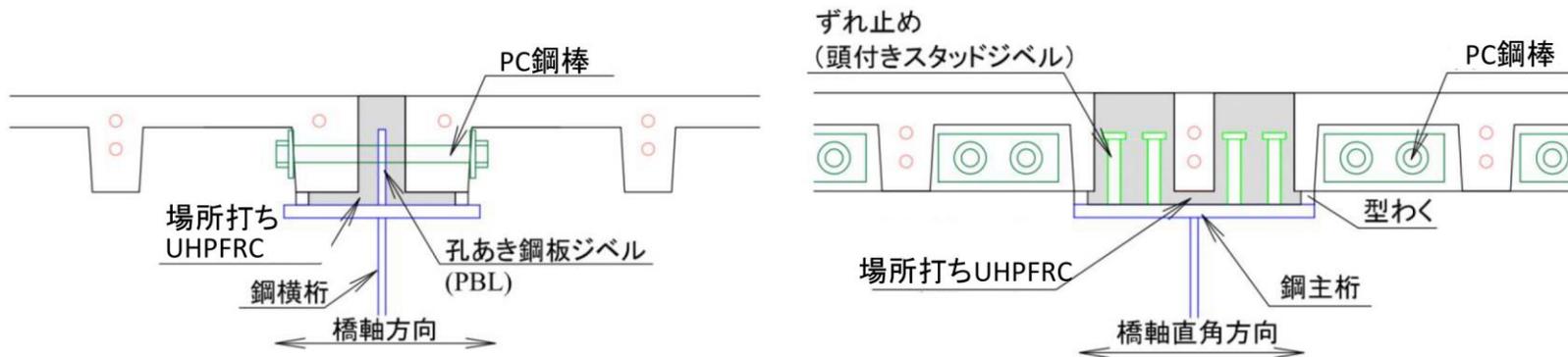


写真 間詰めUHPFRCの練り混ぜ状況



写真 間詰めUHPFRCの打込み

Q7 場所打ち部 との接合構造は？

- 場所打ち壁高欄とUFC床版との接合は、従来のプレキャスト床版と同様に鉄筋で接合します。
- UFCは粗骨材を使用しないため、凝結遅延剤を使った打継目処理ができません。そのため、UFCを打込む際に床版上に骨材を設置しています。
- 伸縮装置の後打ち部との接合部は、UFC床版に鉄筋やアンカーを埋め込み場所打ちの後打ち部と一体化します。



写真 壁高欄・排水マス設置部



写真 伸縮装置設置部

Q8 鋼繊維の配向性はコントロールできる？

- UFC内の鋼繊維の配向性は、型枠面に平行な方向となる傾向があります。実施工時に決まった打込み方法とすることで、試験体と同様の配向性を再現できます。
- 打込みは、ホッパー等を用いて、床版短辺方向中央の長辺方向端部から打込みを開始し、長辺方向にホッパーを移動させながら行っています。この際、UFCの打重ね部や合流部が弱部になるため、極力これを避ける必要があります。やむを得ず合流部が生じた場合には、突き棒等により合流した UFC をかき乱し、鋼繊維を分散させる必要があります。

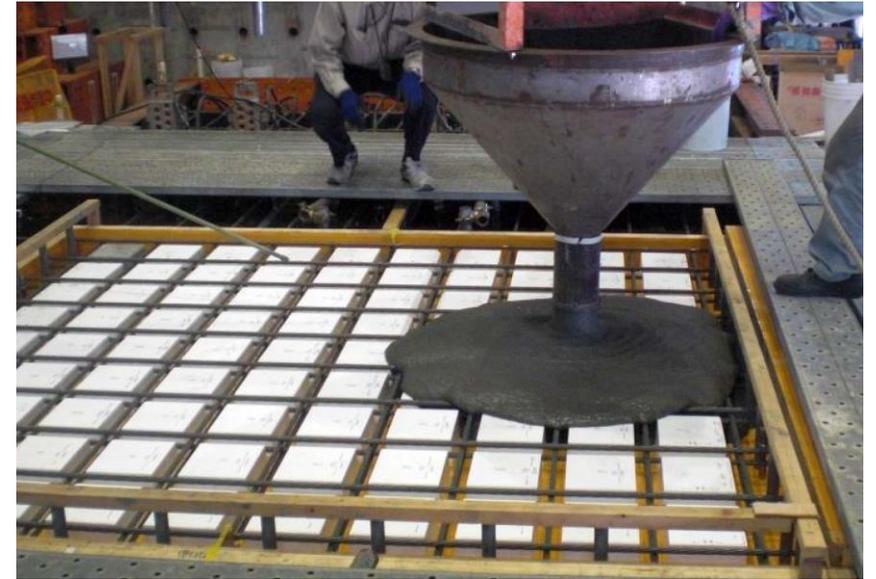


写真 ワッフル型UFC床版の打込み状況



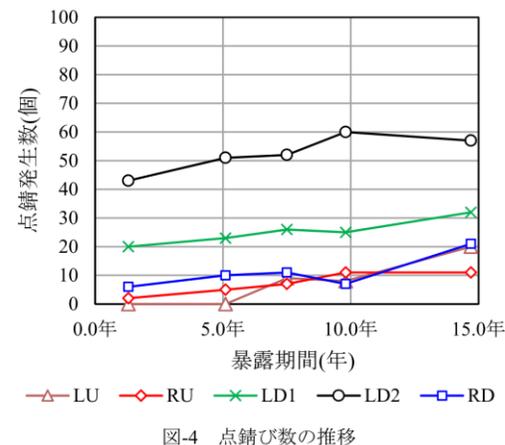
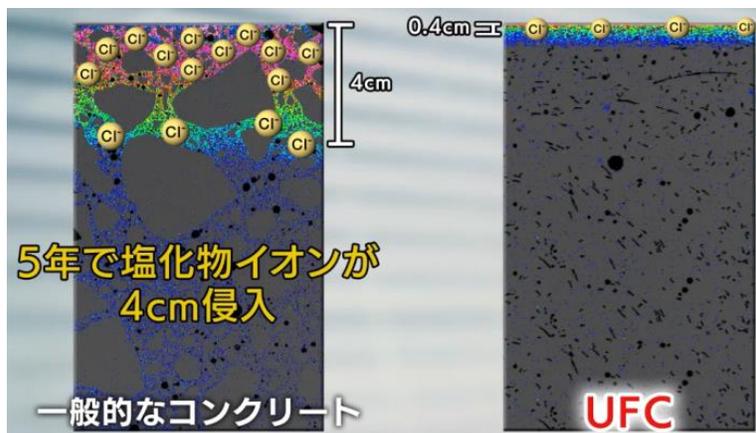
写真 鋼繊維の配向性

Q9 UFCの鋼繊維は錆びない？

- UFCは透水係数や透気係数が極めて小さいことから、表面に露出する繊維に錆は生じますが、UFC内部の鋼繊維に錆は生じません。
- 過去に実構造物のモニタリングにおいて、UFC表面の単位面積あたりの錆の点数を記録されている事例もあります¹⁾。



写真 ワッフル型UFC床版下面（8年経過）



- 1) 渡部孝彦・橋本理・石井祐輔・前堀伸平・池田正行・五島元樹：UFC 歩道橋「酒田みらい橋」の供用 15 年次調査から見るUFC構造物の耐久性, 大成建設技術センター報, 第 51号, 2018

Q10 舗装補修時に 過切削 される？

- 舗装補修（既設の舗装を撤去して新しい舗装を敷設する工事）において、防水層を撤去する際に、大型切削機によって、既設のRC床版が過切削される事例があります。
- UFCは従来のコンクリートより強度が5倍程度高いが、大型切削機で舗装を撤去する試験施工を実施したところ、切削されることが確認されています。
- 舗装補修時に過切削しないように施工することが第一ですが、過切削された場合には、鋼繊維の毛羽立ちや、断面欠損が生じるため、毛羽立ちの切削や断面修復が必要です。その際の方法や材料についても検討が進んでいます。



写真 大型切削機



写真 過切削後の状況



UFC床版の切削試験

Q11 UFC床版の耐久性や取替はできる？

- 施工実績として下記の3橋があり、現状では不具合は確認されていません。

阪神高速道路15号堺線 玉出入路橋 (床版取替)

完成年月	2018年1月 ⇒ 5年経過
床版タイプ	平板型UFC床版 (t=150mm)
橋梁概要	鋼単純合成鈹桁；スパン 3@22.0m, 幅員 6.25m, 床版支間 4.0m

阪神高速道路1号環状線 信濃橋入路 (新設橋梁)

完成年月	2020年1月 ⇒ 3年経過
床版タイプ	ワッフル型UFC床版 (t=150mm)
橋梁概要	鋼単純合成鈹桁；スパン 37.0m, 幅員 5.75~5.828m, 床版支間 2.5m[橋軸方向]

阪神高速道路12号守口線 本線 (守S20) (床版取替)

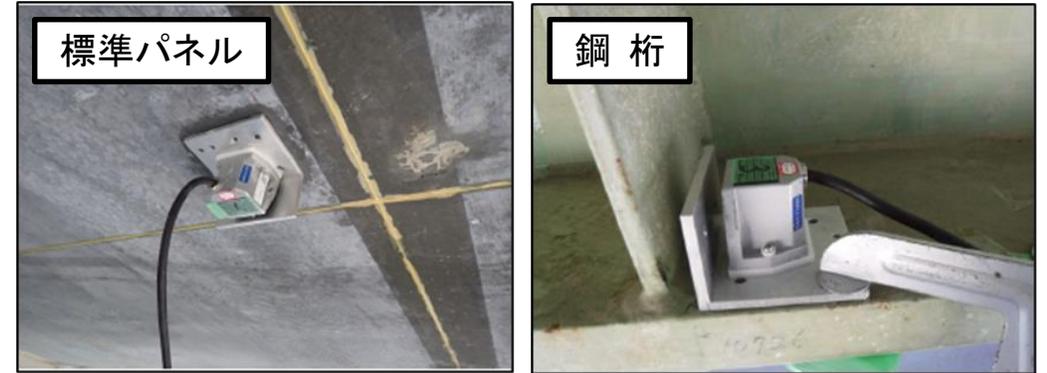
完成年月	2020年11月 ⇒ 2年経過
床版タイプ	平板型UFC床版 (t=140mm)
橋梁概要	鋼単純合成鈹桁；スパン 34.3m, 幅員 17.6~18.64m, 床版支間 3.08~3.28m

- 現在、供用開始から10年間のモニタリングを継続中です。

モニタリング内容

- (1) 目視による観察
- (2) 光ファイバ計測によるひび割れの有無の確認
- (3) 加速度計による固有振動数計測
- (4) 圧縮強度・曲げ強度

加速度計設置状況



暴露試験状況



	目視	光ファイバ	加速度計測	圧縮強度 曲げ強度
初期値(舗装施工前)		○	○	
供用開始直前	○	○	○	
供用開始1か月後	○	○	○	
供用開始 1年	○	○	○	
〃 2年	○	○	○	
〃 5年	○※	○※	○※	○
〃 10年	○※	○※	○※	○

※計測頻度については今後検討

UFC床版は将来的に取替えることは可能か？

橋梁の目標耐用年数を100年と考えた場合，UFCの性能から劣化による床版損傷が発生するとは考えにくく，事故等による破損に対する部分的な床版取替えが想定されます．

- 平板型UFC床版は，プレキャストパネルをポステン鋼材により緊結し床版の一体化を図る構造です．ポステン鋼材は緊張後にグラウトするため，鋼材途中での切断が可能と判断できることで部分的なパネル撤去⇒復旧は可能と考えています．
- ワッフル型UFC床版は，パネル同士をPC鋼棒又は高力ボルトで緊結し床版の一体化を図る構造です．PC鋼棒や高力ボルトは取り外しすることが可能であるため，平板型に比べれば容易に部分的なパネル撤去⇒復旧が可能であると判断できます．

