

# UFC道路橋床版研究会

## 第6回技術委員会

日 時 : 2023年6月7日(水) 14:00～17:30

場 所 : 阪神高速先進技術研究所 会議室+Web(teams) 併用

### 議 事 次 第

#### 議 題

- |                             |               |          |
|-----------------------------|---------------|----------|
| 1. 委員長あいさつ                  | 14:00 ～ 14:05 | 内田委員長    |
| 2. 委員紹介                     | 14:05 ～ 14:10 |          |
| 3. 前回議事要旨(案)の確認             | 14:10 ～ 14:15 |          |
| 4. 2022年度 設計部会の活動報告(審議)     | 14:15 ～ 14:55 | 仲村主査     |
| 【質疑】                        | 14:55 ～ 15:10 |          |
| 5. 2022年度 施工部会の活動報告(審議)     | 15:10 ～ 15:50 | 齋藤主査     |
| 【質疑】                        | 15:50 ～ 16:05 |          |
| 6. 2022年度 広報部会の活動報告(審議)     | 16:05 ～ 16:35 | 丹羽主査     |
| 【質疑】                        | 16:35 ～ 16:45 |          |
| 7. 輪荷重走行試験の計画(平板型ダクトアルPC床版) | 16:45 ～ 17:00 | 大島委員     |
| 【質疑】                        | 17:00 ～ 17:10 |          |
| 8. UFC床版に関するお問い合わせ対応        | 17:10 ～ 17:20 | 事務局・運営部会 |
| 【質疑】                        | 17:20 ～ 17:25 |          |
| 9. 今後のスケジュール                | 17:25 ～ 17:30 | 西原オブザーバー |

#### 資 料

- No. 6-0 議事次第
- No. 6-1 技術委員会名簿
- No. 6-2 第5回技術委員会議事要旨(案)
- No. 6-3 2022年度 設計部会の活動報告
- No. 6-4 2022年度 施工部会の活動報告
- No. 6-5 2022年度 広報部会の活動報告
- No. 6-6 輪荷重走行試験の計画(平板型ダクトアルPC床版)
- No. 6-7 UFC床版に関するお問い合わせ対応
- No. 6-8 今後のスケジュール

資料番号	6-1
提出者	—
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

UFC道路橋床版研究会 第6回技術委員会 出欠表

氏名	委員区分	所属・役職	出欠	部会（主査◎）	WG（副主査○）
内田 裕市	委員長	岐阜大学 教授	対面	—	—
奥井 義昭	委員	埼玉大学 教授	対面	—	—
三木 朋広	委員	神戸大学 准教授	対面	—	—
小坂 崇	委員	阪神高速道路㈱ 技術部 テクニカルエキスパート（技術推進総括課長）	対面	運営，広報	—
西原 直輝	オブザーバ	阪神高速道路㈱ 技術推進室	対面	運営，広報	—
大石 秀雄	委員	(一財)阪神高速先進技術研究所 調査研究部 調査役	対面	広報	—
岡本 二郎	委員	カジマ・リノベイト㈱ 取締役 技術本部長	Web	広報	—
松崎 進	委員	ケイコン㈱ 製品事業部 技術部 設計グループ 課長	欠席	広報	—
丹羽 信弘	委員	中央復建コンサルタンツ㈱ 構造系部門 技師長	対面	運営，広報◎	—
澤田 誠一	委員	GCPケミカルズ㈱ 技術部 課長代理	Web	施工	材料
前田 拓海	委員	デンカ㈱ エラストマー・インフラソリューション部門	Web	施工	—
松原 喜之	委員	住友電気工業㈱ 特殊線事業部 PC技術部長	対面	施工	材料
一宮 利通	委員	鹿島建設㈱ 技術研究所 担当部長	対面	施工	材料○
柴田 和典	委員	昭和コンクリート工業㈱ 技術工事本部 PC技術部 PC技術三課 課長	欠席	施工	製作，施工
高木 祐介	委員	㈱IHIインフラ建設 開発部	Web	施工	製作，施工
俵 道和	委員	オリエンタル白石㈱ 本社技術本部 技術研究所 主任研究員	対面	施工	製作，施工
鍋谷 佳克	委員	三井住友建設㈱ 大阪支店 土木部技術グループ	欠席	施工	製作，施工
長谷川 剛	委員	ドービー建設工業㈱ 技術部 課長	対面	施工	製作，施工
山口 光俊【第6回書記担当】	委員	㈱富士ピー・エス 技術センター エンジニアリンググループ サブリーダー	対面	施工	製作○，施工
大島 邦裕	委員	大成建設㈱ 土木本部 土木技術部 橋梁技術室	対面	施工	施工
崎山 郁夫	委員	清水建設㈱ 土木技術本部 橋梁統括部 主査	Web	施工	施工
大城 壮司	委員	西日本高速道路㈱ 技術本部 技術環境部 構造技術課 課長	対面	施工	施工
亀田 尚明	委員	㈱北川鉄工所 サンテックカンパニー プラント統括部 技術課 係長	欠席	施工	製作
深川 季秋	委員	阪神高速技術㈱ 技術部長	Web	施工	—
宮野 伸介	委員	㈱技建 設計室長	Web	施工	—
森田 浩史	委員	東洋建設㈱ 美浦研究所（材料研究室）主任研究員	Web	施工	—
山岸 健治	委員	日本コンクリート工業㈱ 技術開発部 土木・建材グループ 課長	Web	施工	—
齋藤 公生	委員	鹿島建設㈱ 関西支店 土木部 担当部長	対面	運営，施工◎	施工○
岩城 達思	委員	バシフィックコンサルタンツ㈱ 交通基盤事業本部 構造技術部 技術課長	対面	設計	構造検討
前川 勉	委員	エム・エムブリッジ㈱ 生産・技術部 保全・エンジニアリンググループ 主席	対面	設計	構造検討
宮地 崇	委員	㈱IHIインフラシステム 事業戦略本部 プロポーザル部 部長	Web	設計	構造検討
渡邊 裕規	委員	㈱総合技術コンサルタント 大阪支社構造Ⅱ部 次長	対面	設計	構造検討○
井原 貴浩	委員	中央コンサルタンツ㈱ 大阪支店 設計1部3課 課長	対面	設計	性能照査
西川 啓二	委員	㈱オリエンタルコンサルタンツ 関西支社構造部 次長	Web	設計	性能照査
舘 浩司	委員	㈱長大 構造事業本部 副技師長	対面	設計	性能照査○
池田 良介	委員	㈱日本構造橋梁研究所 大阪支社 設計部 課長	対面	設計	適用支間
佐藤 秀雄	委員	大日本コンサルタント㈱ 大阪支社技術部長	対面	設計	適用支間○
富田 二郎	オブザーバ	大日本コンサルタント㈱ 大阪支社技術部 構造保全計画室	対面	設計	適用支間
光川 直宏	委員	㈱建設技術研究所 大阪本社構造部 次長	対面	設計	適用支間
堀岡 良則	委員	阪神高速技研㈱ 技術部 設計課長	Web	設計	—
仲村 賢一	委員	日本工営㈱ 大阪支店 交通都市部 次長	対面	運営，設計◎	—

（敬称略，五十音順）

## UFC 道路橋床版研究会 第 5 回 (2022 年度 第 2 回) 技術委員会 議事要旨 (案)

日 時 : 2022 年 12 月 15 日 (木) 14 : 00 ~ 17 : 00

場 所 : (一財) 阪神高速先進技術研究所会議室 + WEB (teams) 併用

出席者 : 対面 : 内田委員長、三木先生 WEB : 奥井先生

(以下、敬称略、名簿順)

対面 : 小坂、西原、大石、一宮、山口、大島、大城、齋藤、岩城、渡邊、舘、富田(代理)、仲村

WEB : 岡本、松崎、丹羽(欠席)、澤田、前田、西野(代理)、柴田、高木、竹之井、俵、長谷川、崎山、  
亀田(欠席)、深川、本田(欠席)、宮野、森田(欠席)、山岸、前川、宮地、井原、西川、池田、  
光川、堀岡

### 資 料 :

- ・ No. 5-0 議事次第
- ・ No. 5-1 技術委員会名簿
- ・ No. 5-2 第 4 回技術委員会議事要旨 (案)
- ・ No. 5-3 設計部会中間報告
- ・ No. 5-4 施工部会中間報告
- ・ No. 5-5 広報部会中間報告
- ・ No. 5-6 UFC 床版に用いる UFC 材料について
- ・ No. 5-7 超高強度繊維補強コンクリート (ダクトアル) を用いた UFC 道路橋床版の開発

### 議事要旨 :

#### 1. 前回議事要旨の確認

特に異論はなく承認された。

#### 2. 設計部会中間報告

仲村主査より、性能照査 WG、構造検討 WG、適用支間長検討 WG の活動に関する報告があった。主な議論は下記の通り。

##### ①性能照査 WG

- ・ 活荷重たわみは何のたわみか。具体的にどのように検討するのか。→床版のたわみである。現状では具体的な制限値が示せないため、車両の走行性や二次応力による鋼桁の疲労、舗装の耐久性などについて、設計者の参考となるように、これまでに検討されている内容を示したい。UFC 床版以外の床版との比較も示せるとよい。
- ・ 床版の種類によって解析手法が異なり、直接比較できない場合があるため注意が必要である。単に鉛直変位ではなく曲率で比較した方がよいかもしれない。→そのような議論ができるようなデータを提供できるようにしたい。

##### ②構造検討 WG

- ・ UFC 床版実績で最小の厚さはいくつか。→140mm である。

- ・ プレテン PC 鋼材のかぶり 20mm で付着割裂は問題ないか。→最外縁の PC 鋼材の直径以上としているため問題ない。
- ・ 1S28.6 のポステン PC 鋼材は床版が薄くても定着できるか。→定着突起を設けているため定着できる。なお、施工実績は 140mm が最小であるが、130mm で輪荷重走行試験により性能を確認している。
- ・ 上部構造の基礎検討のスタンダードな UFC 床版とはどのようなものか。→特定の条件下での検討となるが、阪神高速が提案している構造を基に桁配置などを検討することを考えている。
- ・ 条件によってスタンダードが変わるため、条件を示したほうがよい。→現状では、床版支間 4m、床版厚さ 130mm、幅員 20m 程度の床版を想定している。構造計画において、床版の変形や不等沈下の影響など UFC 床版と従来の床版の違いに着目して検討したい。
- ・ 負曲げに対する検討では、負曲げを解消する方法を検討するのか。→PC 鋼材によるプレストレス導入とジャッキアップダウンによるプレストレス導入を挙げているが、UFC 床版に適した方法を検討したい。→鋼桁でも以前は同様な負曲げ対策を行っていたが、コストが高くやらなくなったため、経済的であるかという観点からも検討が必要である。

### ③適用支間長検討 WG

- ・ 床版支間を 4m としているが、従来は床版支間を大きくして主桁本数を減らす方向であった。方向性は従来と異なるが、UFC 床版のコストが高いためやってみる価値はあるのではないかと。→UFC 床版は薄くした方が経済的である可能性があると考えている。

## 3. 施工部会中間報告

齋藤主査と各 WGL より、材料 WG（一宮）、製作 WG（山口）、施工 WG（齋藤）の活動に関する報告があった。主な議論は下記の通り。

### ①材料 WG

- ・ 配合設計では何を特徴としてとらえたいか。→まずは圧縮強度が UFC の範疇に入るか確認したい。圧縮強度が得られたら、必要に応じて流動性の検討も考えている。
- ・ 早強セメントに限っているが、セメントの種類を変えたら強度やフレッシュ性状も改善される可能性があるのではないかと。→製造サイクルや工場で保有しているセメント種類を考慮して、まずは早強セメントで検討したい。
- ・ UFC は圧縮強度が  $150\text{N}/\text{mm}^2$  以上であるが、UFC 床版の設計で圧縮強度を使い切っているのか。→厚さ 123mm のワッフル型 UFC 床版では、圧縮応力度は制限値の 8 割程度であったが、平板型では圧縮応力度の制限値の半分も使っていない。活荷重による引張に対してプレストレスで抵抗しているが、PC 鋼材配置から導入できるプレストレスが決まるため設計 WG の検討から必要な強度は検討できると考えられる。
- ・ 今年度の各 WG の予算を教えてください。→材料 WG で今年度は試験練りで 40 万円程度、来年度も同程度の費用を予定している。ほかの WG では費用は発生しない。

### ②製作 WG

- ・ 幅員が変化したり曲線があったりする場合など、特殊な場合の歩掛があると助かる。→例えば 3 日で 2 枚製作した事例はあるが、特殊な条件では 1 日余計にかかるかどうかなど検討をしてみる。
- ・ 製作歩掛の整備においてどのように生産性向上に結び付けるのか。→研究会に製造コストを提供することはできないため歩掛で整理したい。製造設備によって製作できる枚数が決まることもあるため製造設



備との関係を整理する必要があると考えている。→どこを改善すればコスト削減できるかという観点からも検討してほしい。

### ③施工 WG

- ・ 癖のない標準的な橋を検討対象とすると UFC 床版の特長が出ないのではないかと。→軽量化による違いや橋軸方向接合部を鉄筋継手ではなく PC 継手にすることによる床版長さの低減による効果が期待できると考えている。さらに鋼桁補強の低減も期待できる。

## 4. 広報部会の中間報告

松崎委員より、国内外への発信、広報方法、スケジュールに関する報告があった。質問や意見は特になかった。

## 5. UFC 床版に用いる UFC 材料について

小坂委員より、Aft 系以外の UFC を用いる場合のマニュアルの改訂方針について説明があった。その後、大島委員より RPC 系 UFC を用いた UFC 道路橋床版の開発について説明があった。主な議論は下記の通り。

- ・ アングル PBL の狙いは何か。また、非合成桁でもメリットはあるか。→スタッドを溶接する工程を省略することである。非合成桁の場合、本数が少ないため通常のスタッドでできる場合は不要である。
- ・ アングル PBL を用いる場合、ウェブに孔を開けることは許容されるのか。孔の寸法と間詰材はどのように決めているのか。→桁の照査をして補強が必要であれば、交通規制の前に補強できると考えている。PBL の耐力式で設計しているが、確認試験はしている。試験では、PBL の耐力が高いため支圧で破壊している。
- ・ 2 方向リブ付きタイプの UFC 床版は輪荷重走行試験で押抜きせん断破壊しているが、問題ないか。→リブ間隔が広いと薄肉部で押抜きせん断破壊したが、破壊は 372.8kN 載荷時であるため耐疲労性については問題ないと考えている。詳細設計でワッフル型 UFC 床版のようにリブ間隔を小さくすることを考えている。
- ・ 土研センターで技術評価を受けた床版は 120mm と薄い、たわみについて議論はあったか。→当時はたわみについての議論はなかった。2 方向リブ付きタイプでは舗装のひび割れが懸念されるなど議論があったが結論は出ていない。
- ・ 2 方向リブ付タイプの輪荷重走行試験では載荷板のエッジはどの位置にあるか。→輪荷重走行位置を示す青い点線である。載荷ブロックに沿って押し抜けており、押抜きせん断に対しては厳しい条件になっていると考えられる。接合部のない剛性が低い側で破壊しているため、曲げの影響を受けた可能性も考えられる。
- ・ ひび割れの幅はどの程度か。→荷重が小さい範囲ではアセトンを使って初めて見える程度であるが、荷重が大きい範囲では目視でも確認できるようになる。
- ・ ワッフル型 UFC 床版や平板型 UFC 床版に用いる UFC 材料が変わったときに注意すべき点はあるか。→材料が変わっても同じ強度特性を有していれば同じ構造性能と考えてよいのではないかと。→プレストレスが導入されてない PC 鋼材の付着領域などで疲労によって微細なひび割れが生じたことがあり、材料単体の試験ではわからない違いが出てくる可能性はあるため、薄肉版部材の疲労試験等は必要ではないか。
- ・ リブ付き床版の場合は拘束が大きいと収縮に伴う初期応力の影響はあるのではないかと。→型枠に緩衝材を使って拘束を小さくする工夫はしている。載荷実験でひび割れ発生荷重から所定のプレストレスが

導入されていることは確認できている。

- ・ 阪高共研と首都高共研の成果を一緒に扱ってもよいのか。→それぞれに特許はあるが実施許諾はできる。
- ・ 平板タイプの輪荷重走行試験を予定しているとのことだが、2 方向リブタイプも含めて形状の使い分けをするのか。→土研センターの技術評価では水張試験は行っていないため形状をマニュアルに合わせた上で水張試験を含めた輪荷重走行試験を予定している。
- ・ マニュアルを改訂する際に、サクセムマニュアルに準じている UFC 材料の設計値を UFC 指針に準じることにしても問題ないか。→ヤング係数やクリープ係数の数字は異なるため、使用する材料ごとに設定できるようにしていただきたい。

## 6. その他

- ・ 次回の技術委員会は、6 月の総会の前後を予定しており、事務局で日程調整する。
- ・ 今回の技術委員会から議事要旨の作成は部会の主査を除く各 WGL にお願いしたい。
- ・ 現場見学は定員が 20 名と少ないため見学したことがない方を優先してほしい。
- ・ 会員会社から技術的な質問が来ているため、各部会で対応をお願いしたい。

以上

資料番号	6-3
提出者	仲村委員
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# 2022年度 設計部会の活動報告

設計部会 仲村賢一

# UFC道路橋床版研究会 設計部会活動報告

---

## ■設計部会WGの活動内容とその成果概要

### ①性能照査WG

U F C床版の変形に対し①～③の既存知見を整理

- ① 車輛の走行性・振動
- ② 二次応力による鋼桁および鋼床組みの疲労
- ③ 舗装の耐久性

今後の展開として

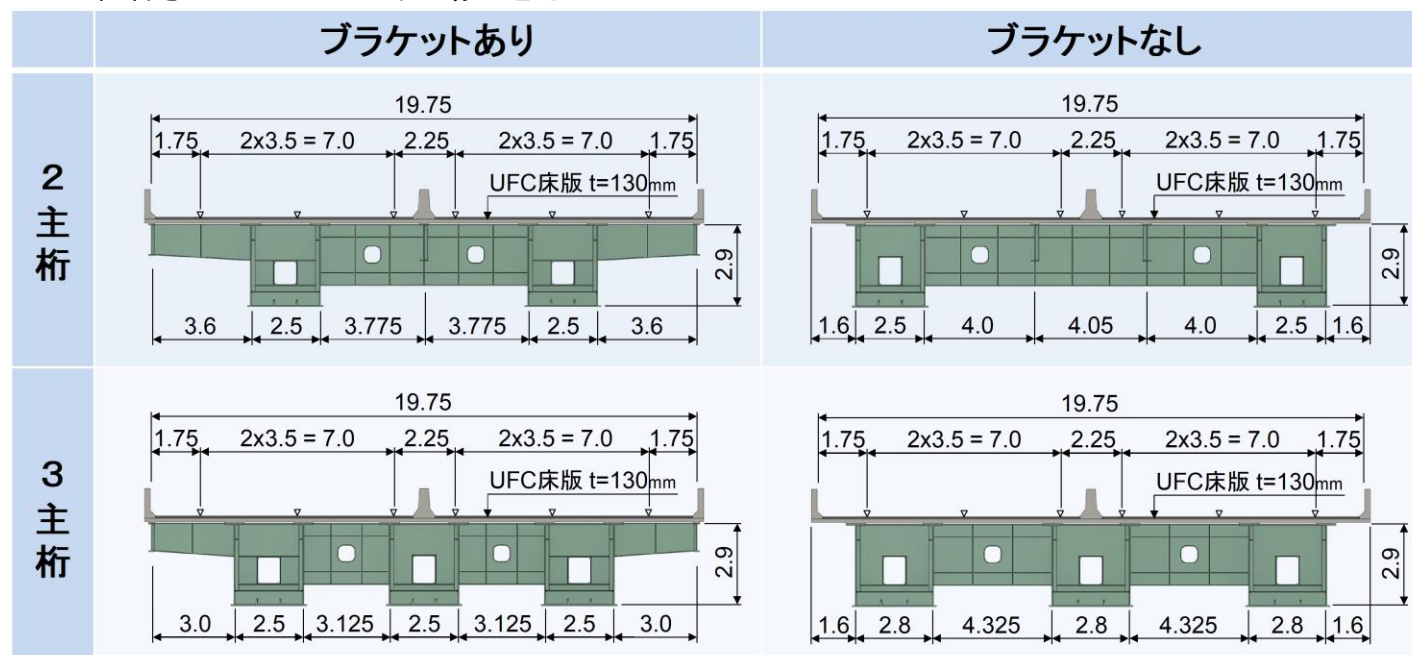
一般的なパラメータ範囲における傾向の予測と考えられる問題などを考察し、設計検討を行う上での留意点，問題点を検討する。

# UFC道路橋床版研究会 設計部会活動報告

## ②構造検討WG

1) 床版厚の検討；最小床版厚[130mm]の場合  
⇒床版支間5.8mまで適用可能

2) 上部構造の基礎検討

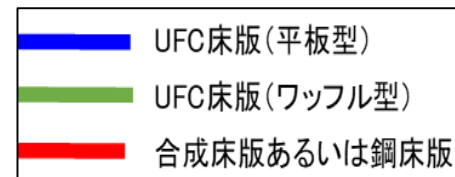


利点/課題/特徴を整理 ⇒ どのような条件に適合するかを言及

# UFC道路橋床版研究会 設計部会活動報告

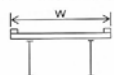
## ③適用支間長検討WG

従来型橋梁の「鋼重-支間長グラフ」にUFC床版橋梁の検討結果を追記（重ね合わせ）

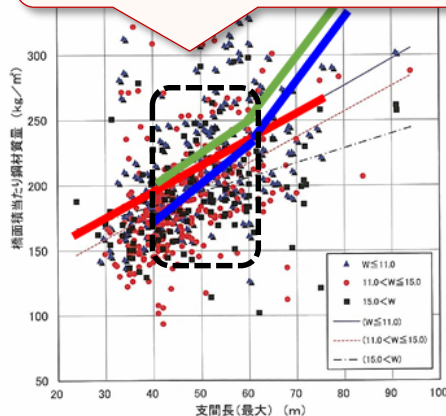


(6)-2 連続非合成I桁橋【少数主桁】【最大支間長】

### 少数鈑桁

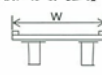


最大支間長40～60m鈑桁の鋼重は  
コンクリート系床版≒UFC床版

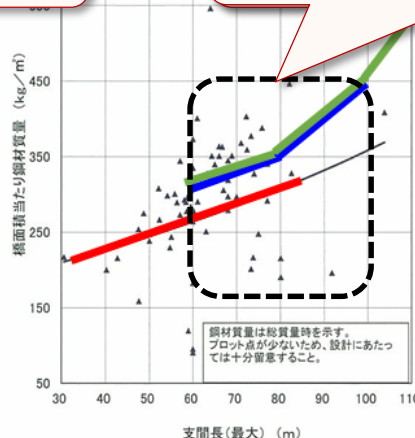


(12)-2 連続非合成箱桁橋【細幅・最大支間長】

### 細幅箱桁

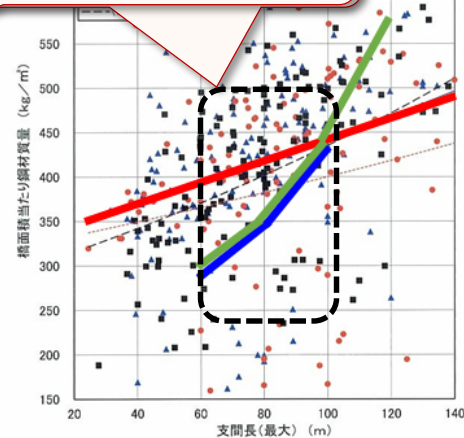
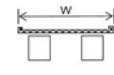


最大支間長60～100m箱桁の鋼重は  
コンクリート系床版<UFC床版<鋼床版※



(10)-2 連続鋼床版箱桁橋【最大支間長】

### 鋼床版箱桁



※鋼床版箱桁のグラフは  
床版構造を含むため、  
各形式の全体鋼重の  
対比を参考に示す。

少数鈑桁：従来形式と鋼重が近い40～60mが適用支間長

細幅箱桁：鋼床版箱桁に比べ鋼重が少ない60～100mが適用支間長

# 性能照査WG 活動報告

WGL 館 浩司

# ①性能照査WGの活動報告

---

## (1) 活動方針

- 1) 設計指針（案）で確認が求められる①から③の項目について、既存の知見を収集考察し、今後の設計や検討の一助とすることを目指す。
  - ① 車輛の走行性・振動
  - ② 二次応力による鋼桁および鋼床組みの疲労
  - ③ 舗装の耐久性
- 2) 検討事例を整理して、それらのパラメータ範囲や結果の傾向を示す。  
(概ね問題のない適用範囲を示す)
- 3) 整理結果を基に、そのパラメータ範囲を超える場合や①から③の項目以外の留意点について考察する。



# ①性能照査WGの活動報告

---

## (2) 本年度の活動

- ◆(1)活動方針の1) ①から③の項目について、既存の資料を収集し勉強会を行った。

UFCを用いた構造物は強度が高いことから、部材厚が薄くなるため、従来のコンクリート構造物に比べ大きくなる傾向がある。

しかし、道示ではコンクリート系床版は、変位、変形に対する照査規定されていない。

そうしたことを踏まえ、構造計画における変位、変形に関するUFC床版の使用性の照査方針が検討されている。

# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ① 車輛の走行性・振動

右図に示すワッフル型UFC床版の試験体を用いた振動試験の結果、以下のようなことが確認されている

○ 動的載荷によって算定した衝撃係数は0.2～0.3であり、UFC床版の設計に用いる衝撃係数0.4が安全側の設計条件となっている

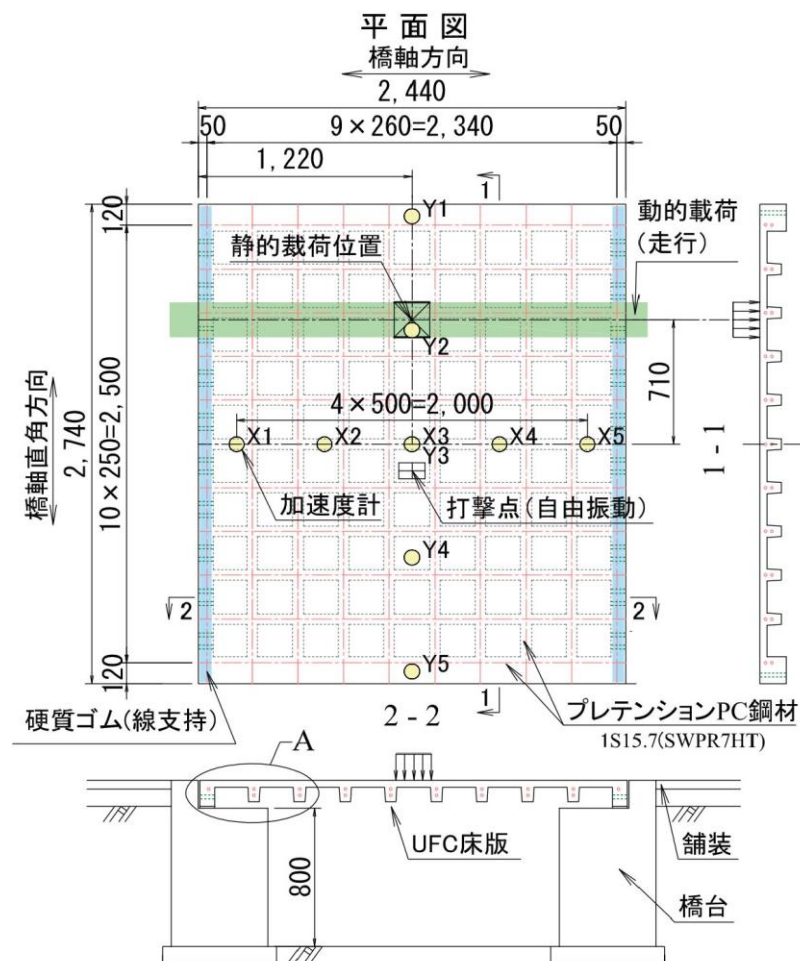


図1 試験体の構造

出典:ワッフル型UFC床版の構造設計および使用性検討

# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ① 車輛の走行性・振動

○ 常時微動計測および自由振動計測を実施し、固有振動数は51.5～53.8Hzと算定された。過去に土木研究における実験によって算出されたタンデム式ダンプトラックのバネ下振動数は13～18Hzであり、床版の振動数と乖離しているため共振の可能性は少ない。



写真 載荷試験状況

出典：ワッフル型UFC床版の構造設計および使用性検討

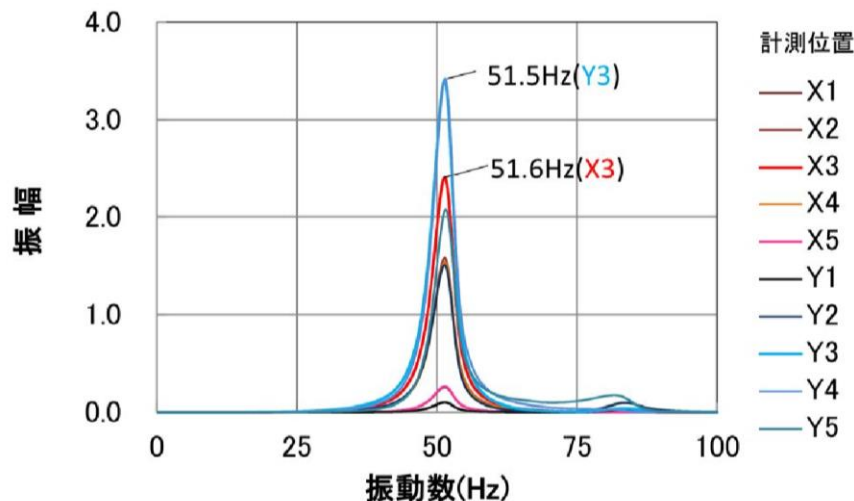


図2 自由振動による振動スペクトル

出典：ワッフル型UFC床版の構造設計および使用性検討

# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ② 二次応力による鋼桁および鋼床組みの疲労

FEM解析の結果、以下の  
ようなことが確認されている

○ 床版は輪荷重の载荷によりたわみ、鋼主桁の上フランジで回転しようと首振り変形が生じる。

○ 垂直補剛材がある場合は変形が拘束され、局所的応力が生じる。

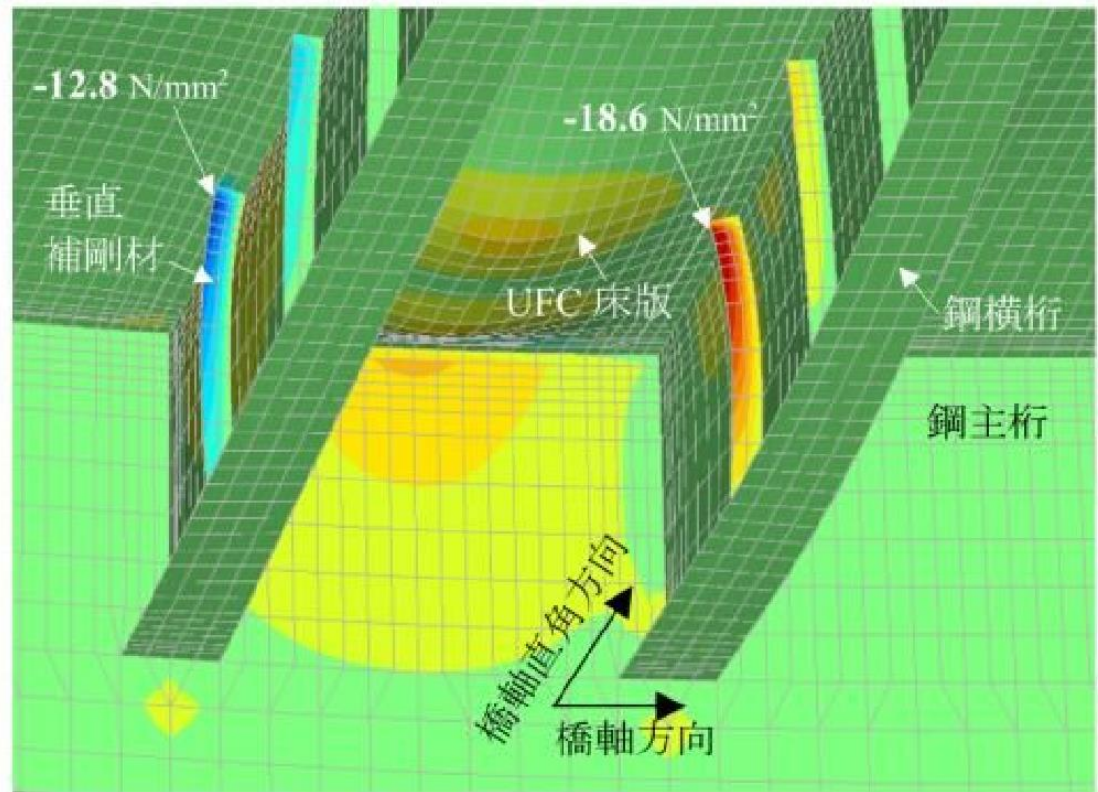


図3 FEM 解析による二次応力の算出例(1)  
出典: UFC床版の構造計画における設計手法に関する研究



# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ② 二次応力による鋼桁および鋼床組みの疲労

エッジガーターの横桁に対して  
も同様の結果が確認されている。

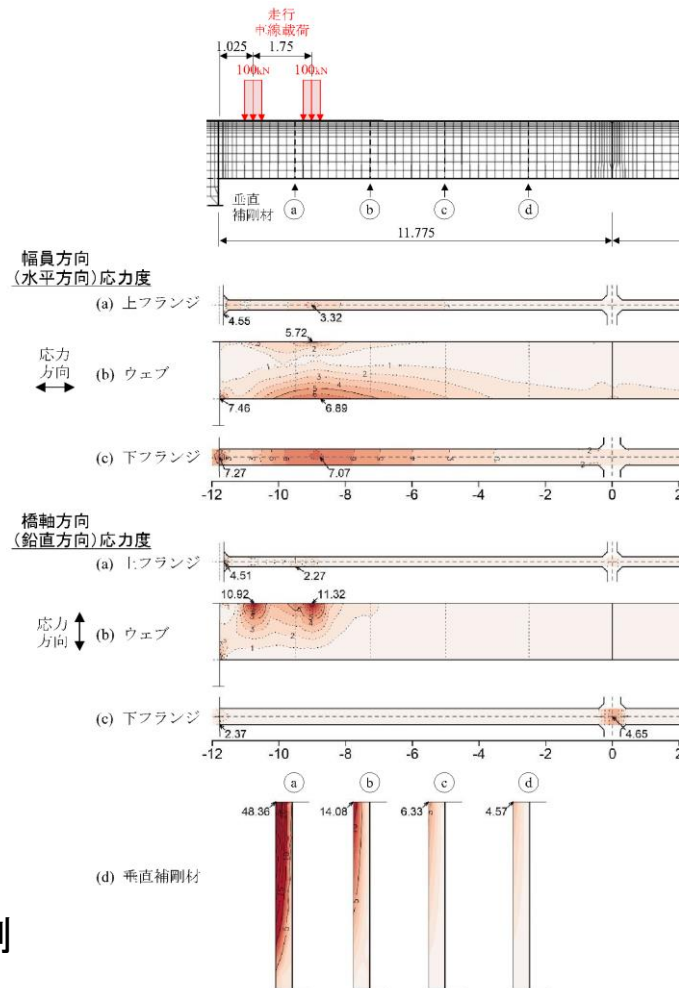
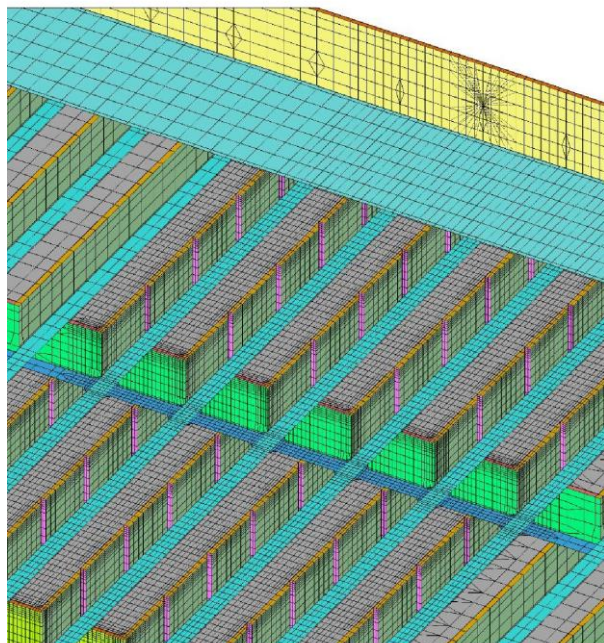


図4 FEM 解析による二次応力の算出例

出典: 阪神高速道路 株式会社

# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ③ 舗装の耐久性

UFC床版はRC床版に比べて床版厚が薄く、たわみが大きくなる傾向がある。既往の研究より、床版形式毎に舗装に生じるひずみについて、FEMにより比較され、以下の事項が確認されている。

### ◆変形について

- UFC床版：版全体がたわむ変形を示す。
- 鋼床版：輪荷重周辺の局所的な変形が卓越する。
- RC床版：全体的に変形が小さい。

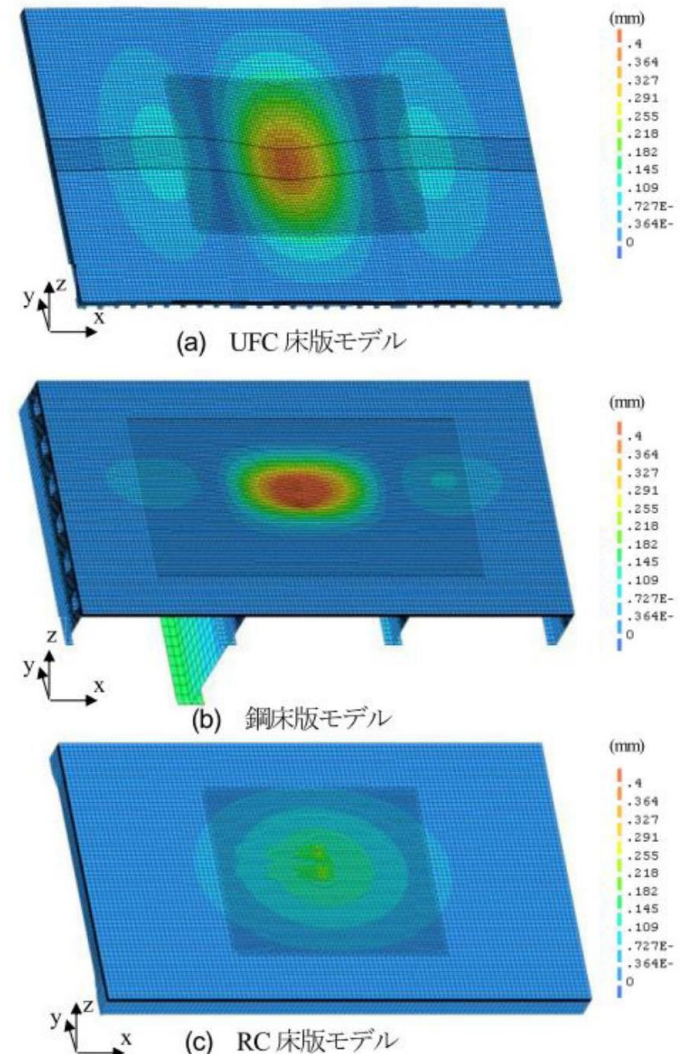


図5 床版形式毎の変形図

出典：UFC床版の構造計画における設計手法に関する研究

# ①性能照査WGの活動報告

## (3) 既存資料 ③ 舗装の耐久性

### ◆UFC床版のひずみ応答特性

○RC床版の形状と類似

○鋼床版に比べて緩やかな応答を示す。

⇒定量的な舗装の耐久性を照査する手法に至っていないが、既往研究成果より、定性的に問題ないと推察される。

既往の実績による変位や変形よりも、大きくなると予想される床版構造の場合にはFEM解析により照査が必要とされている。

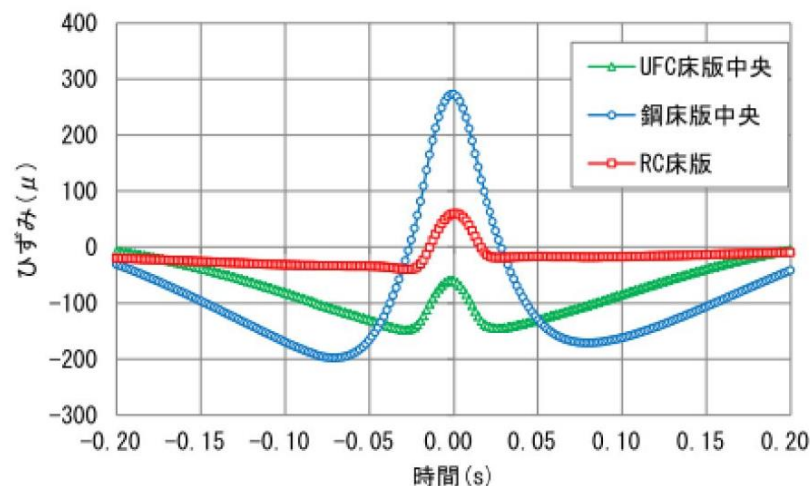


図6 舗装表面の橋軸方向ひずみ

出典: UFC床版の構造計画における設計手法に関する研究

# ①性能照査WGの活動報告

---

## (4) 今後の展開

検討事例を確認した結果、限られたケースではあるが、概ねの傾向と、それらが要求性能に与える影響は限定的であることが確認できた。

今後、これらを基に、一般的なパラメータ範囲において同様の傾向が予測されるか、どのような場合にどのような問題が予測されるかななどを考察し、設計検討を行う上での留意点、問題点、および、それらをどのように設計者に情報提供して行くか、と言ったことを検討する。



# 構造検討WG 活動報告

WGL 渡邊 裕規

## ②構造検討WGの活動報告 （第5回技術委員会報告内容）

---

UFC床版を用いた桁橋構造について，設計の観点から生産性向上への方策を検証を目標に，以下の検討を実施する．

### ②-1 UFC床版の床版厚検討

平板型UFC床版を対象に，断面の設計計算から求まる必要床版厚を検討し，床版支間と床版厚の関係を整理する．

### ②-2 上部構造の基礎検討

想定する4車線道路に対する桁配置計画を検討し，計画上の課題等を整理する．

### ②-3 中間支点部の負曲げに対する検討

連続橋 中間支点部の負曲げによりUFC床版に発生する引張力に対して，引張力を解消するための対応策を調査し，適用性を考察する．

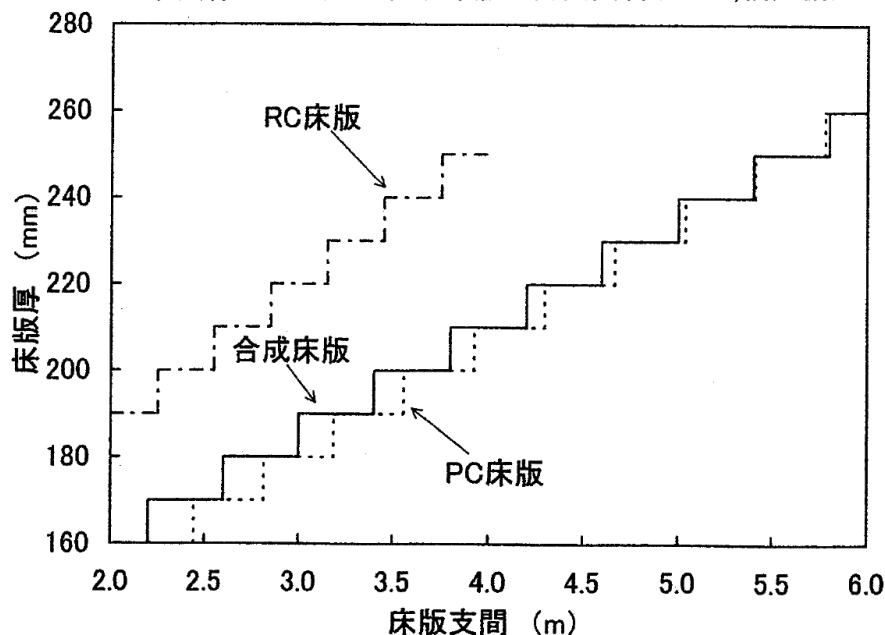
## ②構造検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

### ②-1 UFC床版の床版厚検討

平板型UFC床版を対象に，鋼材配置等から決まる最小床版厚を検討し，設計曲げモーメントに対する断面設計に基づいた床版支間と床版厚の関係を整理する。

出典：鋼・コンクリート合成床版の計画資料（H24.8，橋建協）



床版支間と床版厚の整理の例

#### ＜検討条件＞

- ・床版の設計曲げモーメント（D+L）を対象に簡易計算で検討
- ・設計曲げモーメントはH29道示準拠（部分係数考慮）
- ・支間部（単純，連続）と張出部の，主方向と配力方向
- ・検討する支間長は支間部で3～8m程度，張出部で1～2m程度

## ②構造検討WGの活動報告

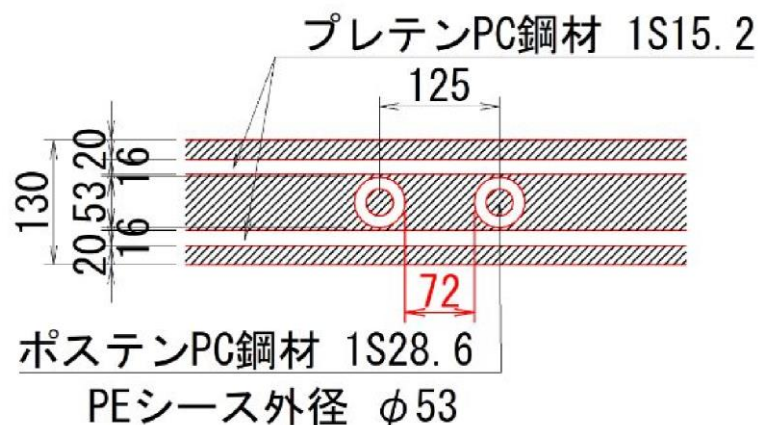
(第5回技術委員会報告内容)

### ②-1 UFC床版の床版厚検討

<検討内容>

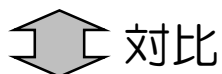
(a) 鋼材配置等から決まる最小床版厚の検討

→ これまでの検討により  
130mm程度と考えている



(b) 最小床版厚による床版最大支間の検討（以下の2ケース）【試設計実施】

① スタッド用の箱抜き等を考慮しない，物理的な最大鋼材量とする場合の最大支間長（材料強度から求まる極限值）



② スタッド用の箱抜き等を考慮した現実的な構造の支間長

(c) 検討結果の考察と課題の整理

- ・ 床版厚最小化のための着眼点（スタッド用の箱抜きを工夫？）
- ・ 活荷重たわみ等に対する考察

…など

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-1 UFC床版の床版厚検討（最終報告）

#### （1）最小床版厚による床版最大支間の検討

鋼材配置から決まる平版型（最小厚＝130mm）の平板型UFC床版を対象に最大床版支間について検討した。前述のように，床版に入るプレテンション鋼材の配置がスタッド箱抜き配置により制約を受けるため以下のケースで行った。

ケース名	鋼材間隔	意図
参考ケース	@180mm	
ケースa)	@130mm	玉出入路端支点部や，設計事例の中間支点のスタッド孔橋軸方向間隔@185mmを想定したプレテンション鋼材間隔
ケースb)	@40mm	スタッド孔配置を考慮せず，プレテンション鋼材の空き（純間隔Φ:1S15.2）だけ考慮したプレテンション鋼材間隔
ケースc)	@50mm	ケースb)でコンクリート圧縮側がクリティカルとなったため，PC鋼材側がクリティカルになるようにしたケース

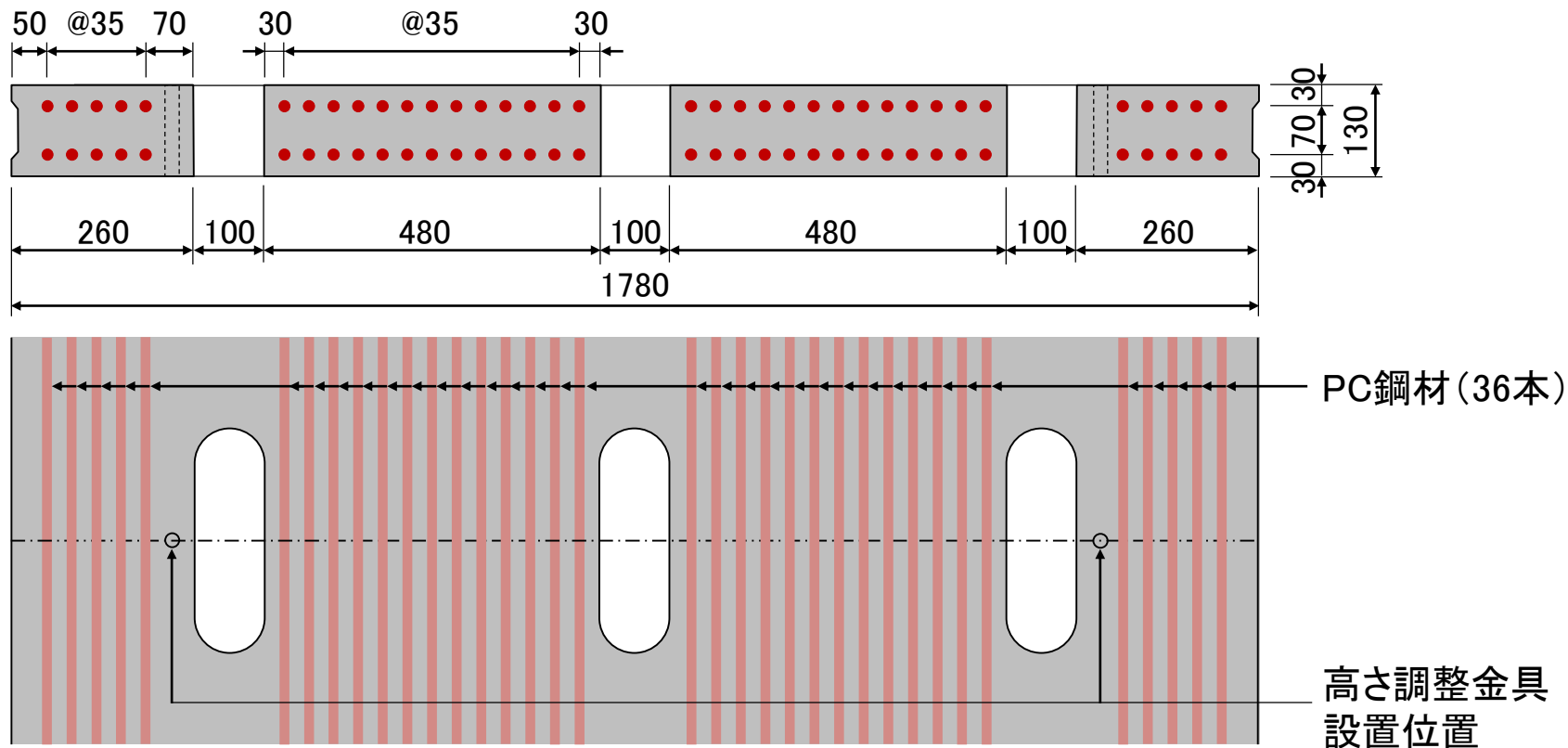


## ②構造検討WGの活動報告

### ②-1 UFC床版の床版厚検討（最終報告）

(1) 最小床版厚による床版最大支間の検討

ケースc) のイメージ 鋼材間隔  $1780\text{mm}/36\text{本} = 49.5\text{mm} \rightarrow 50\text{mm}$



## ②構造検討WGの中間報告

### ②-1 UFC床版の床版厚検討（続き）

#### （1）最小床版厚による床版最大支間の検討

平版型(最小厚=130mm)で「ケースa) プレテンション鋼材@130mm」では最大支間4.0mまでとなる。これは、道路橋示方書の活荷重による曲げモーメント式が4.0mを境界に大きく変わることにより起因する。

短スタッドの採用等を想定しスタッド配置の影響を限りなく小さくした「ケースb) プレテンション鋼材@40mm」では、コンクリート圧縮側で断面が決まり最大支間6.2m, 「ケースc) プレテンション鋼材@50mm」で床版支間5.8mとなった。耐荷性能上は、床版厚130mmの平版型UFC床版で、合成床版とほぼ同レベルの床版支間まで飛ばせることが分かった。

ケース名	PC鋼材配置	最大支間	備考
参考ケース	@180mm	3.9 m	
ケースa)	1S15.2 @130mm	4.0 m	
ケースb)	1S15.2 @40mm	6.2 m	圧縮側（コンクリート）で決定
ケースc)	1S15.2 @50mm	5.8 m	

※簡易計算(プレストレスを与えた矩形RC断面計算)上の応力計算



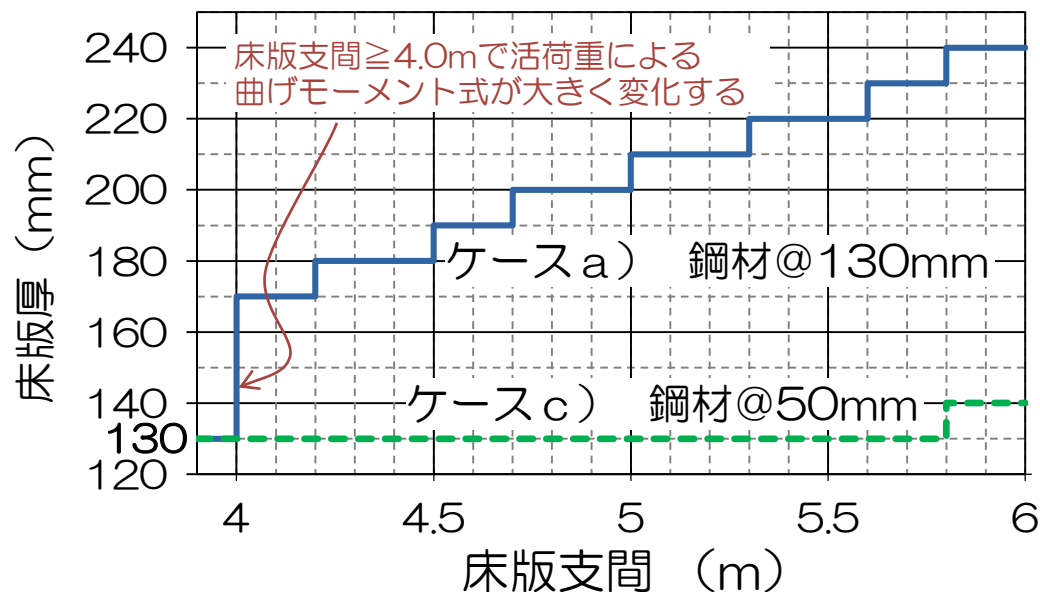
## ②構造検討WGの中間報告

### ②-1 UFC床版の床版厚検討（続き）

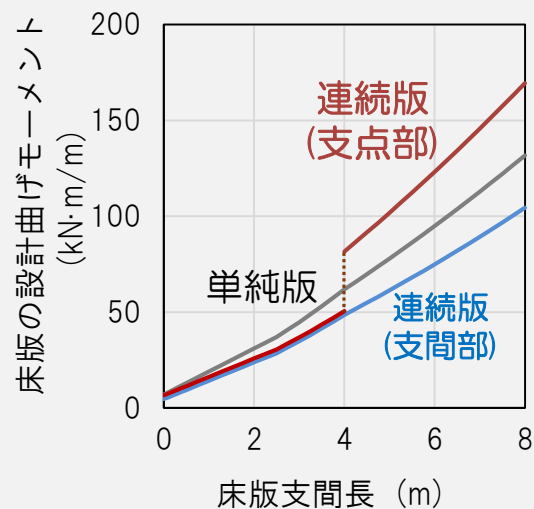
#### （2）床版支間-床版厚の関係

ケースa)とc)について、簡易計算により床版支間と床版厚の関係のグラフを作成した。床版厚を設定する際の目安にできると考える。

UFC床版における床版支間と床版厚の関係



【参考】床版支間長と設計曲げモーメントの関係  
(道路橋示方書より)



## ②構造検討WGの活動報告

---

### ②-1 UFC床版の床版厚検討（最終報告）

#### （3）今後の課題

- 現在は簡易計算（プレストレスを与えたRC矩形断面による応力計算）による試算であるが、例えば「ケースc）プレテンション鋼材@50mm」とした場合、そのたわみ量が問題ないかをチェックしていくことを考えている。
- 張り出し床版側について、張り出し床版側でも簡易計算を行い確認することを考えている。
- 最終的にはFEM解析による検証が必要なことを付記した上での報告になると考える（あくまで目安）。

## ②構造検討WGの中間報告

### 【補足資料】

道路橋示方書の床版の設計曲げモーメント (kN・m/m)

床版の区分	曲げモーメントの種類	適用支間 (m)	主鉄筋方向の設計曲げモーメント
単純版	支間曲げモーメント	$0 < L \leq 8$	$+(0.12L+0.07)P$ ①
連続版	支間曲げモーメント (中間支間, 端支間)	$0 < L \leq 8$	$+0.8(0.12L+0.07)P$ ②
	支点曲げモーメント (中間支点)	$0 < L \leq 4$ $4 < L \leq 8$	$-0.8(0.12L+0.07)P$ ③ $-(0.15L+0.125)P$ ④
片持版	支点曲げモーメント	$0 < L \leq 1.5$	$-P \cdot L / (1.30L+0.25)$ ⑤
		$1.5 < L \leq 3$	$-(0.60L-0.22)P$ ⑥

単純版および連続版の割増係数

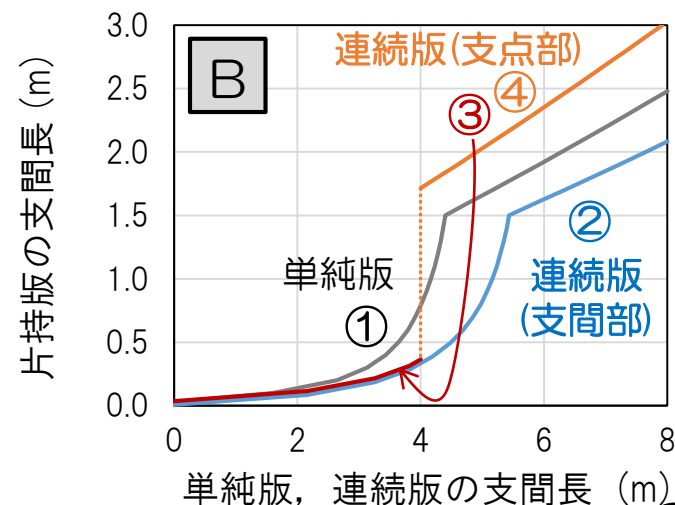
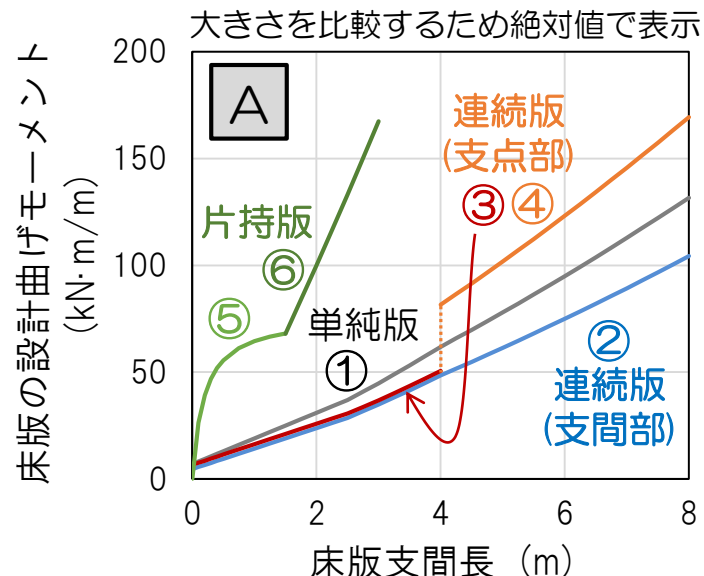
支間 L (m)	$L \leq 2.5$	$2.5 < L \leq 4.0$	$4.0 < L \leq 8.0$
割増係数	1.0	$1.0 + (L-2.5)/12$	$1.125 + (L-4.0)/26$

片持版の割増係数

支間 L (m)	$L \leq 1.5$	$1.5 < L \leq 3.0$
割増係数	1.0	$1.0 + (L-1.5)/25$

**A** 床版支間長と曲げモーメントの比較

**B** 曲げモーメントが等価となる  
単純版・連続版と片持版の支間長の関係

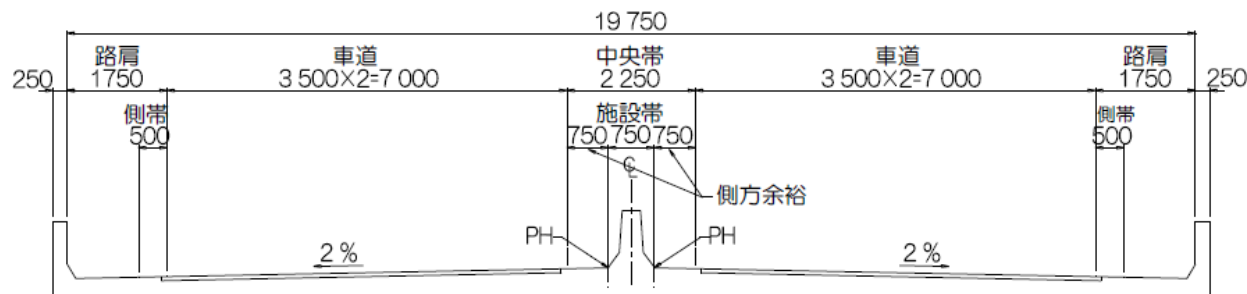


## ②構造検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

### ②-2 上部構造の基礎検討

想定幅員（右図）に対する桁配置計画を検討し，課題等を整理する。



#### <検討条件>

- ・鋼桁形式 : 開断面箱桁，支間長 80m+100m+80m の連続桁を想定
- ・床版の規格 : U F C床版 [平板型]
- ・床版支間方向 : 車輛進行方向に直角
- ・床版支間長 : 実績maxの4m程度で検討

#### <検討内容>

(a) 主桁本数やブラケット有無による桁配置の計画と課題整理

#### 検討ケース

(b) 鋼桁配置 に着眼した経済性考察 【試設計実施】

(c) P C床版，合成床版との比較資料の作成（今後）

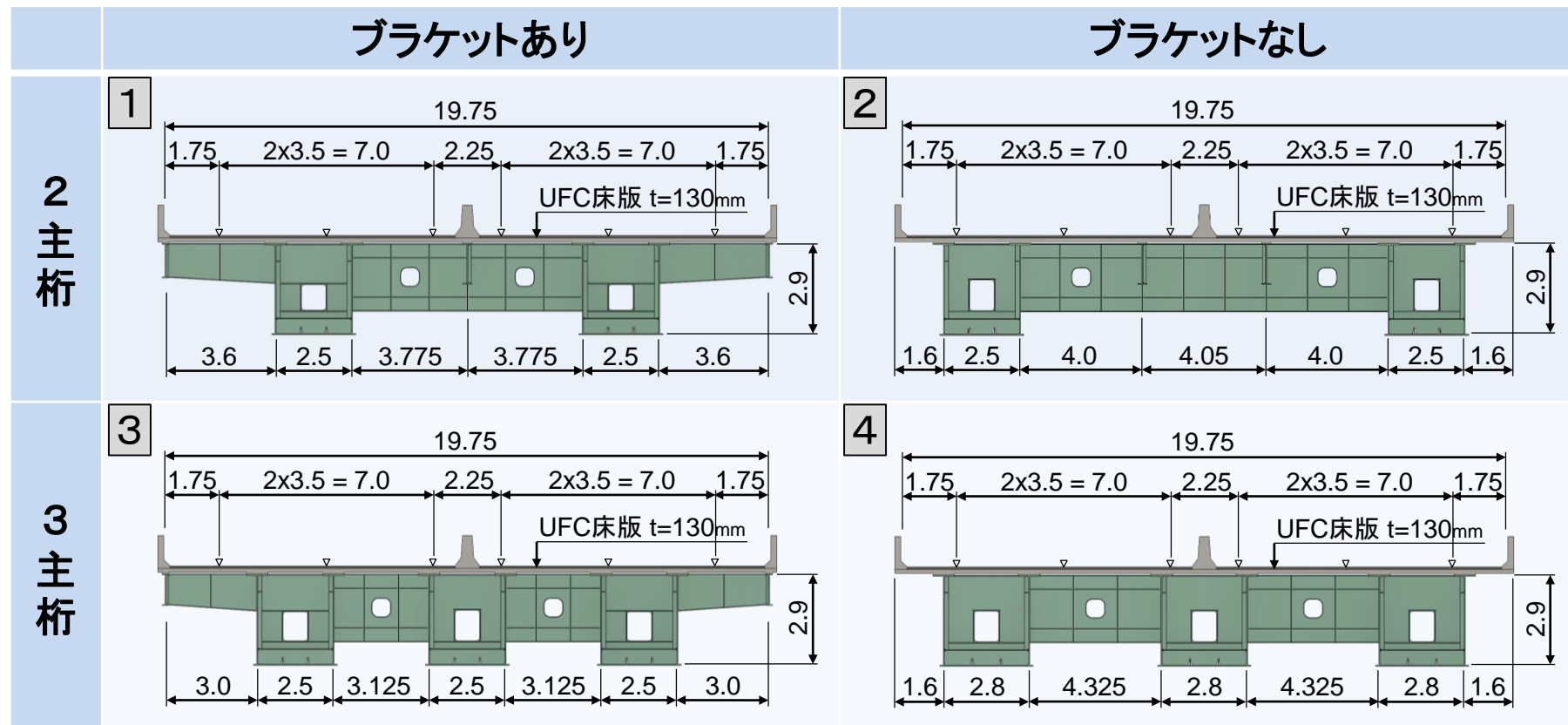
主桁本数	ブラケット
2 or 3	あり or なし

→ スタンダードなUFC床版橋の提示を目指す

# ②構造検討WGの活動報告

## ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

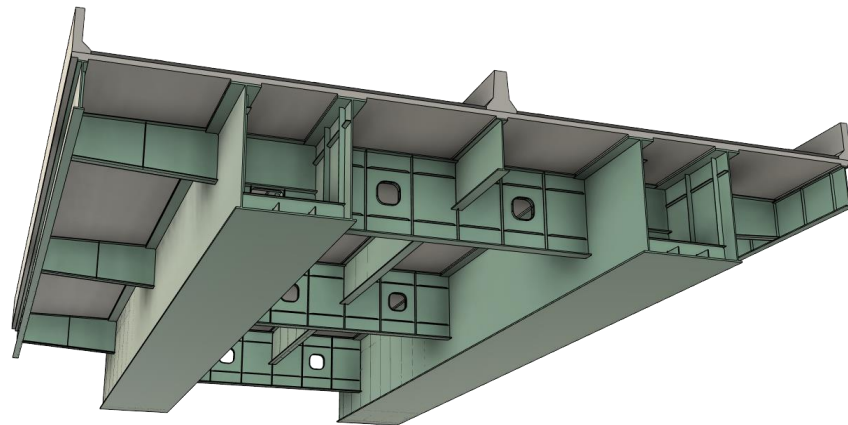
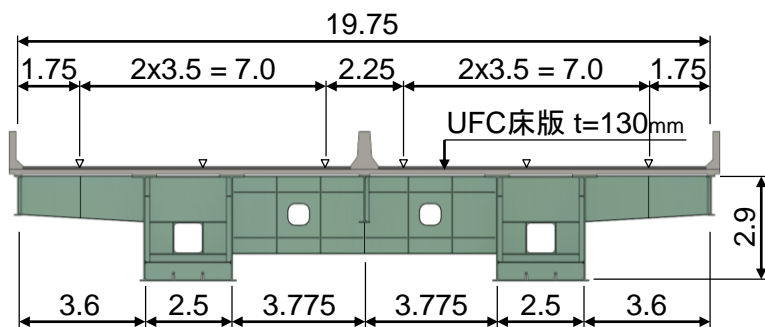
検討ケース（案）



## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### 1 2主桁・ブラケットあり



#### 計画概要

- ・ 陸上輸送等を考慮して主桁幅2.5mの開断面で計画，横桁間隔は10m
- ・ 床版支間が4m程度で等間隔になるよう，主桁および縦桁1本を配置（張出し部は若干小さく）

#### 項目

#### 内 容

#### 利点

- ・ 主桁が内側のため，橋脚梁を狭くできる（形式によっては下部工を小型化できる）
- ・ 景観上からは，主桁が内側に寄ることで側面の威圧感（重厚感）が低減される

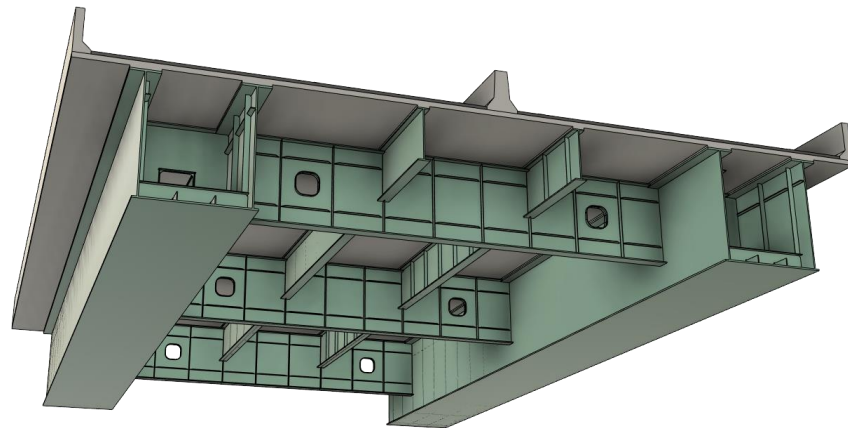
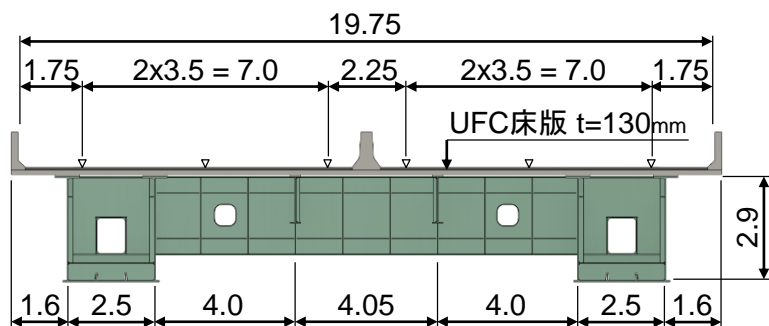
#### 欠点 (課題)

- ・ 部材が多く，維持管理性に劣る
- ・ 非常駐車帯等による拡幅に対応しにくい（中間に縦桁追加＋ブラケット大型化）

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### 2 2主桁・ブラケットなし



#### 計画概要

- ・ 陸上輸送等を考慮して主桁幅2.5mの開断面で計画，横桁間隔は10m
- ・ 床版の張出し長は1.6mで計画
- ・ 床版支間が4m程度となるよう主桁および縦桁を配置

#### 項目

#### 内容

#### 利点

- ・ 製作工数が少ない（小型材片数が少ない）
- ・ 主桁が走行車線直下に近く，安心感がある

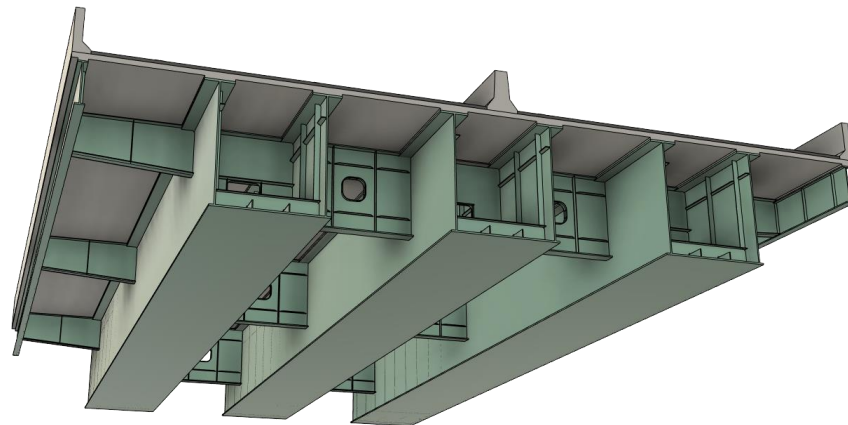
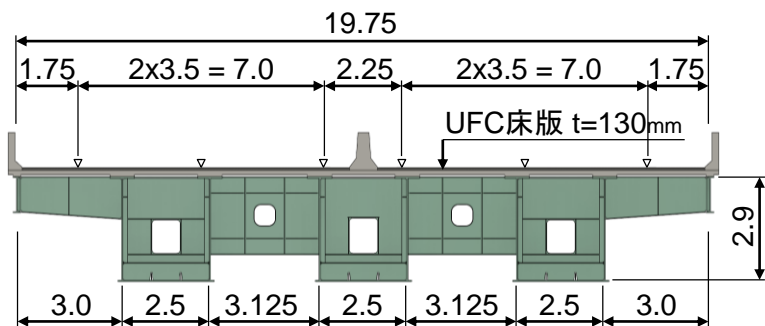
#### 欠点 (課題)

- ・ 部材が多く，維持管理性に劣る
- ・ 主桁が外側のため，橋脚梁が広くなる
- ・ 景観上からは，主桁が外側に配置することで側面の威圧感（重厚感）が大きい

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### ③ 3主桁・ブラケットあり



#### 計画概要

- 陸上輸送等を考慮して主桁幅2.5mの開断面で計画，横桁間隔は10m
- 床版支間が4m程度で等間隔になるよう，主桁を配置（縦桁なし）

#### 項目

#### 内 容

#### 利点

- 主桁が内側のため，橋脚梁を狭くできる（形式によっては下部工を小型化できる）
- 景観上からは，主桁が内側に寄ることによって側面の威圧感（重厚感）が低減される

#### 欠点 (課題)

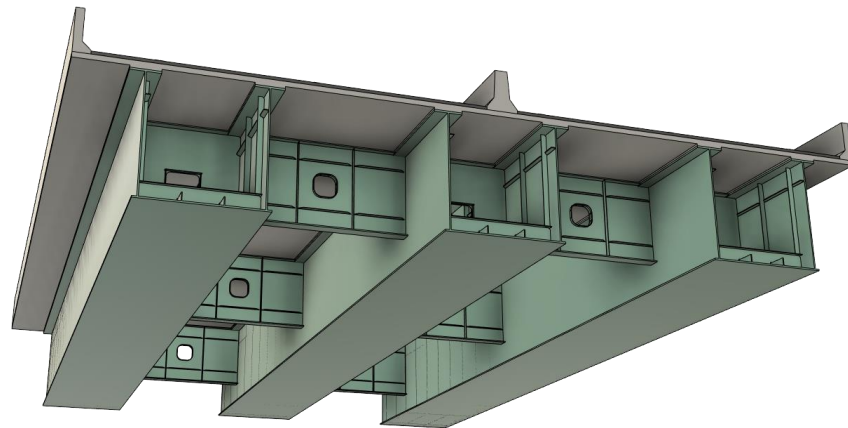
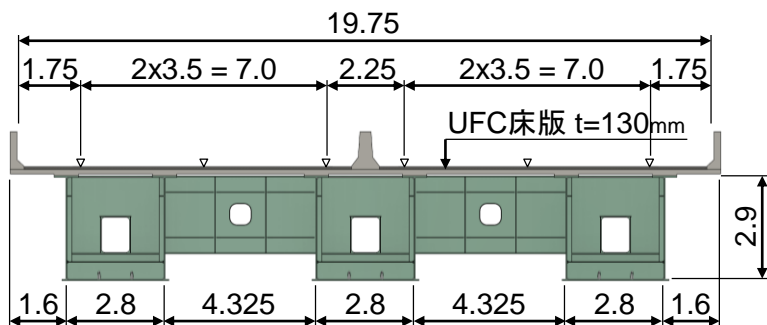
- 4案で相対的にみると，特に優れた面がない（ちょうど中庸の案）



## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### 4 3主桁・ブラケットなし



#### 計画概要

- 床版の張出し長は1.6mで計画
- 縦桁なしの配置を考えると床版支間が4mを大きく超えるため、主桁幅を2.8mとすることで床版支間を抑えて計画
- 横桁間隔は10m

#### 項目

##### 利点

- 部材数が少なく、維持管理性に優れる
- 主桁が走行車線直下に近く、安心感がある

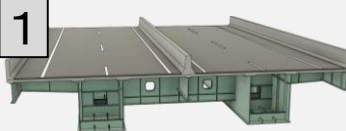
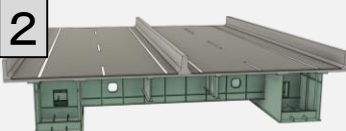
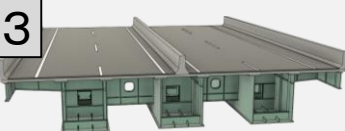
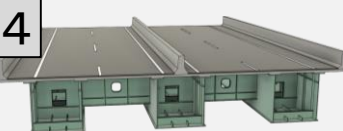
##### 欠点 (課題)

- 主桁が外側のため、橋脚梁が広くなる
- 景観上からは、主桁が外側に配置することで側面の威圧感（重厚感）が大きい

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

断面の決定状況（1 / 2）

		1	2	3	4
					
主桁 SM520 SM490Y	U-FLG	700 × 68 23	700 × 68 24	700 × 49 22	700 × 46 22
	WEB	2900 × 20 14	2900 × 20 14	2900 × 17 14	2900 × 17 14
	L-FLG	2750 × 58 23	2750 × 58 24	2750 × 40 15	3050 × 34 13
	活荷重 たわみ	138mm < 200	141mm < 200	130mm < 200	127mm < 200
中間横桁 SM400	FLG	350 × 14	520 × 22	350 × 11	350 × 11
	WEB	2200 × 9	2200 × 9	2200 × 9	2200 × 9
	決定要因	主桁作用（格子断面力）による応力度	床組作用（縦桁反力等）による応力度	主桁作用（格子断面力）による応力度	主桁作用（格子断面力）による応力度

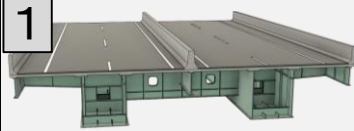
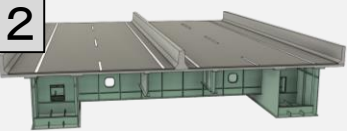
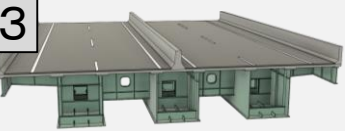
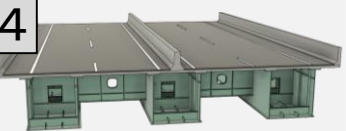
注）主桁の板厚は、上段に中間支点部、下段に中央径間中央部、3主桁は外桁の値を示す

- 陸上輸送を考慮した主桁高2.9mでも100m程度まで十分対応できる（高強度鋼材を用いれば、さらに長支間にも対応できる）
- 横桁は主桁高-0.7mの桁高で計画 「**2** 2主桁・ブラケットなし」では、縦桁2本の反力を受けるため、床組としての計算により断面が決定される

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

断面の決定状況（2/2）

		1	2	3	4
					
縦桁 SM400	FLG	300 x 20	300 x 22	—	—
	WEB	1300 x 9	1300 x 9		
	活荷重たわみ	3.2mm < 3.3	3.1mm < 3.3		
	決定要因	活荷重たわみにより決定（応力は7割程度）	活荷重たわみにより決定（応力は7割程度）		
側縦桁 SM400	FLG	220 x 18	—	220 x 18	—
	WEB	1100 x 9		1000 x 9	
	活荷重たわみ	3.1mm < 3.3		3.2mm < 3.3	
	決定要因	活荷重たわみにより決定（応力は7割程度）		活荷重たわみにより決定（応力は7割程度）	
ブラケット SM400	FLG	350 x 22	—	300 x 19	—
	WEB	1300 x 9		1200 x 9	

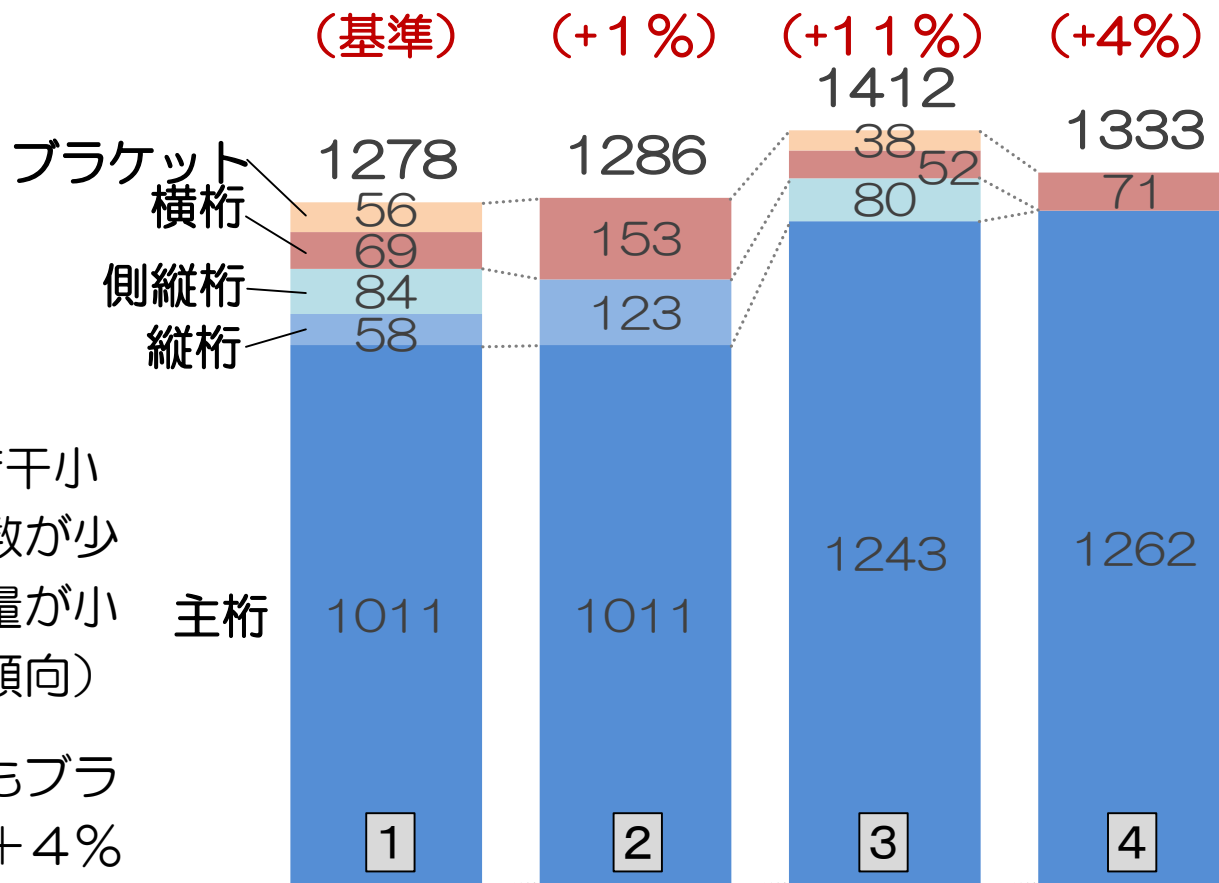
- 縦桁，側縦桁は活荷重たわみ（支間長の1/3000以下；阪高基準※）より決定
- ブラケットは活荷重等による断面力に対して断面決定

※：道路橋示方書では支間長の1/2000以下

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

鋼材質量の比較



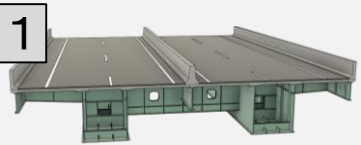
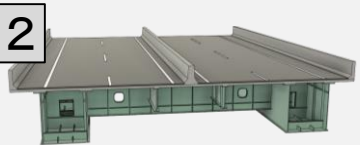
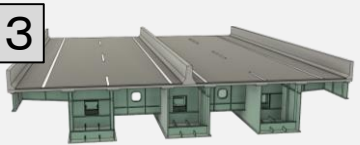

- 2主桁(1, 2)が若干小さい傾向（主桁本数が少ないほうが鋼材質量が小さくなる一般的な傾向）
- ただし、3主桁でもブラケットなし(4)は+4%程度であり大差はない



## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### コスト比較

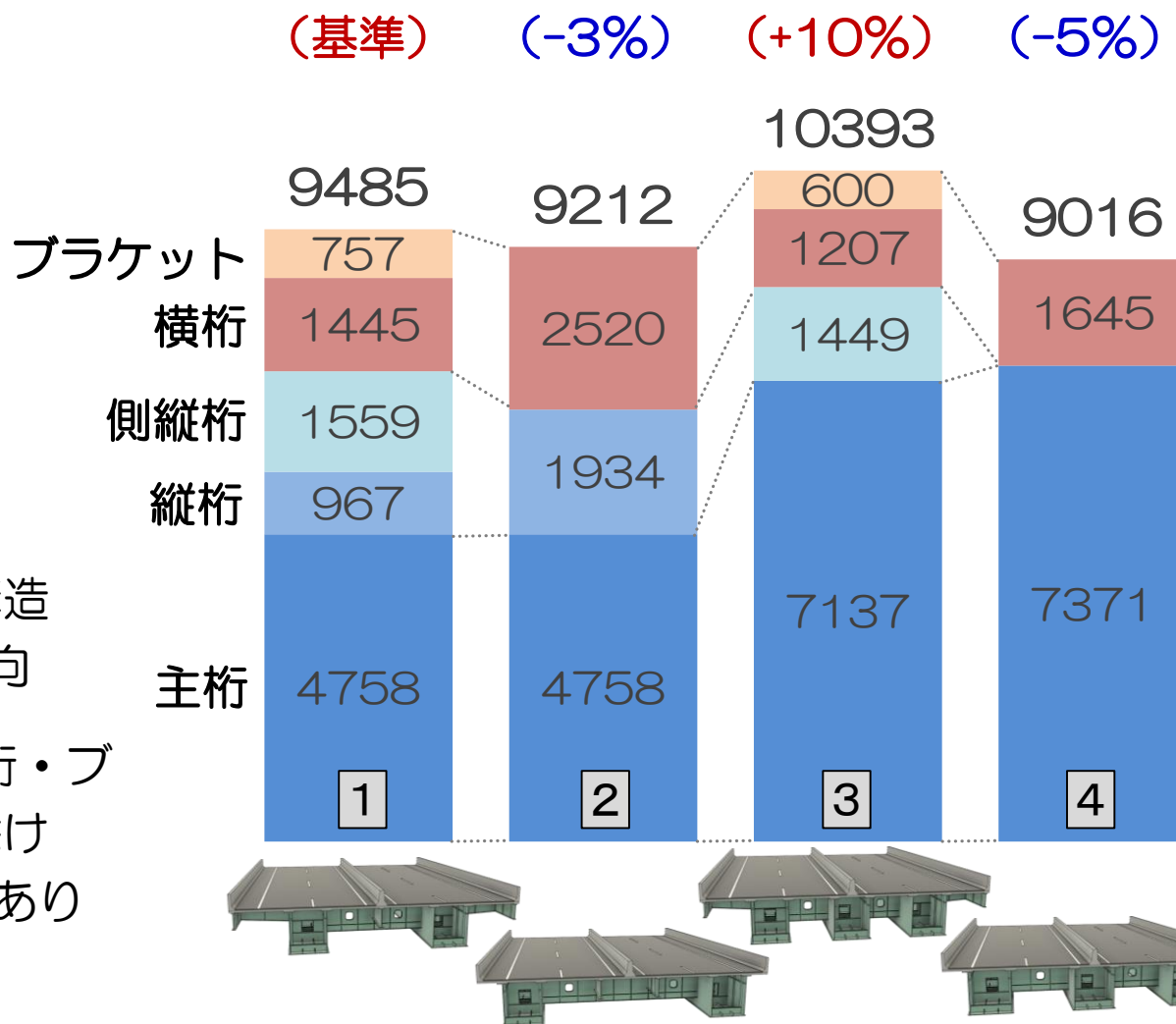
	1 	2 	3 	4 
鋼材質量 t	1278	1286 (+1%)	1412 (+11%)	1333 (+4%)
製作工数 人	6003	5257 (-12%)	6737 (+12%)	5744 (-4%)
大型材片数	449	527 (+17%)	597 (+33%)	597 (+33%)
小型材片数	8448	7146 (-15%)	11901 (+41%)	10298 (+22%)
工場製作原価	839	797 (-5%)	924 (+10%)	841 (+0%)
架設工事費	412	414 (+0%)	442 (+7%)	427 (+4%)
工事原価	1251	1211 (-3%)	1366 (+9%)	1268 (+1%)

- 「**2** 2主桁・ブラケットなし」が最もコストが小さい
- ただし、「**3** 3主桁・ブラケットあり」を除けば、コスト差は僅かである

## ②構造検討WGの活動報告

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

外面塗装面積の比較



- ブラケットの無い構造 (2, 4) が小さい傾向
- ただし、「3 3主桁・ブラケットあり」を除けば、5%程度の差であり大差はない

## ②構造検討WGの活動報告

---

### ②-2 上部構造の基礎検討（最終報告）

#### ■ 検討結果のまとめ

- 「3主桁・ブラケットあり」を除いた3案では、初期コストや維持管理性に大差ないと考えられる結果であった。
- 構造計画にあたっては、架橋地の条件等から構造を選択することが考えられる。
  - 張出式（T形）橋脚との組合せでは、**1** 2主桁・ブラケットあり
  - 維持管理性を重視する場合は、**4** 3主桁・ブラケットなし など

#### ■ 今後の検討課題

- ブラケットによる張出し長が大きいいため、床版の付加曲げの影響について確認することが望ましい（FEM解析等による確認）。

## ②構造検討WGの活動報告 (第5回技術委員会報告内容)

### ②-3 中間支点部の負曲げに対する検討 【検討継続中】

連続桁\_中間支点部の負曲げによりUFC床版に発生する引張力に対して引張力を解消するための対応策を調査しその適用性を考察する。

(a) U F C床版内に配置したポステン鋼材でプレストレス（PS）を導入

《課題》 箱桁上フランジ上の床版へのPS導入 【事例調査中】

→（対策）開断面箱桁の採用 等

(b) ジャッキアップダウンによりプレストレスを導入

上記(a)の課題は解消される

主桁作用による力の流れ（シアラグの影響等）に近く，負曲げ対策のP Sの導入法としては合理的？

《課題》 導入P S量が大きくジャッキアップダウン量が現実的か確認が必要



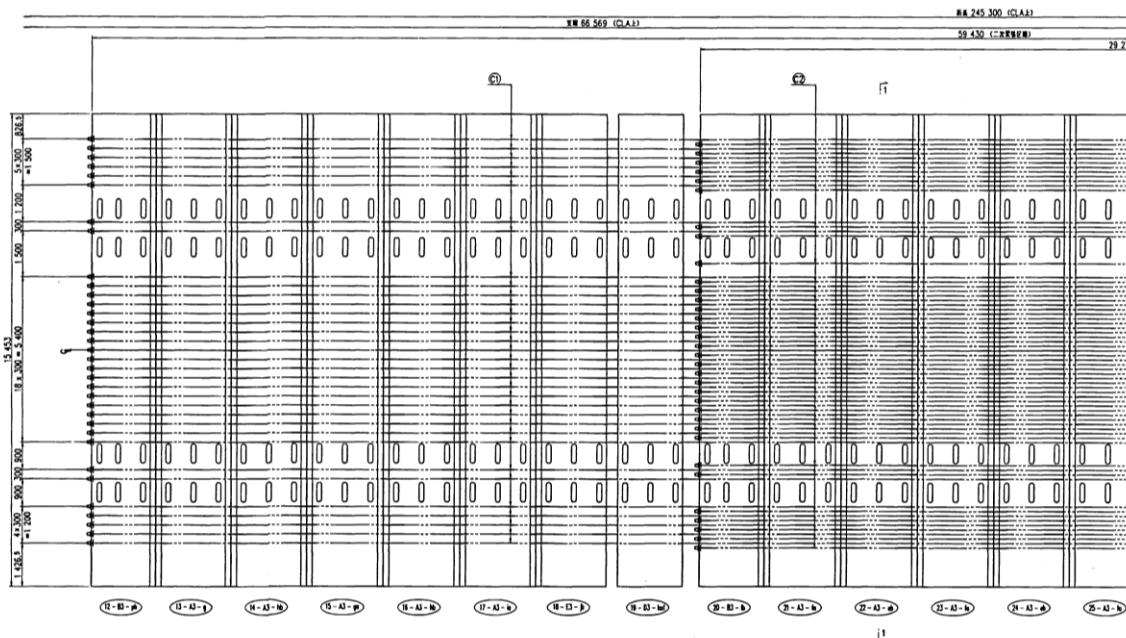
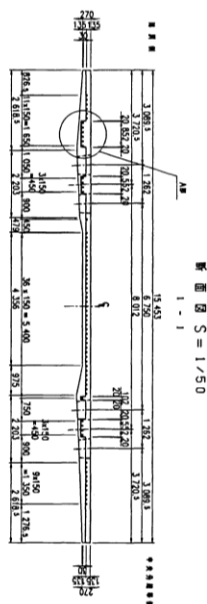
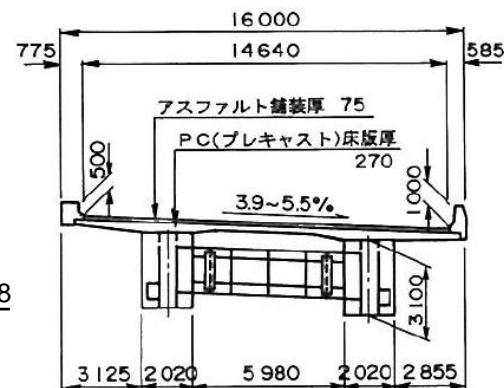
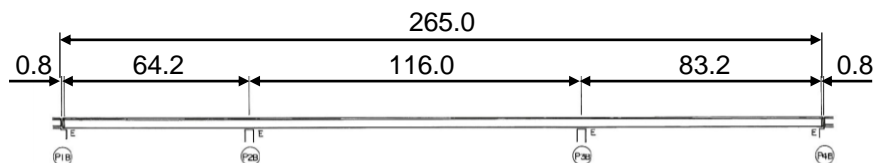


## ②構造検討WGの活動報告

### ②-3 中間支点部の負曲げに対する検討（中間報告）

#### ■ 床版にプレストレスが導入された事例②：猿渡川橋

- プレキャストPC床版3径間連続2主箱桁橋（細幅箱桁）



# 適用支間長検討WG 活動報告

WGL 富田 二郎

# ③適用支間長検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

## ◆適用支間長の検討概要

- ・形式組合せ  
  鋸桁[2主桁] & 細幅箱桁[2主桁] . . . . .ワッフル型, 平板型
- ・支間長検討の目安  
  (1) 鋸桁; 40m\_Start@10m刻み   (2) 箱桁; 60m\_Start@10m刻み
- ・検討モデル  
  3径間モデル (支間比率  $\Rightarrow$  1.00:1.25:1.00 ※橋長変化)
- ・適用評価のポイント  
  ○橋面積当り鋼重   ○桁高[陸上輸送制限]   ○現場接合[Bolt and Weld]

## ◆桁高－スパン比の検討概要

適用支間長検討の各ケースに対して桁高3ケース程度を検討し、橋面積当り鋼重が最小となる桁高を選定

- ・鋸桁フランジ幅; 桁高 $\times$ 1/5程度   を基本とする。
- ・箱桁腹板間隔; 1200mm (細幅箱桁の標準/橋建資料より)

# ③適用支間長検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

## ◆検討条件

・道路区分 . . . . 第2種第2級

阪神高速道路ネットワーク図



	路線名	延長 (km)	道路区分	車線数	設計速度 (km/h)
1	阪神高速道路 1号環状線	12.1	第2種第2級	4車線	60
2	阪神高速道路 2号淀川左岸線(Ⅰ期)	5.6	第2種第2級	4車線	60
	阪神高速道路 3号淀川左岸線(Ⅱ期) 建設中	4.3	第2種第2級	4車線	60
3	淀川左岸線延伸部 建設中	7.6	第2種第2級	4車線	60
4	阪神高速道路 3号神戸線	14.3	第2種第1級	6車線	80
		10.0	第2種第1級	4車線	80
		15.3	第2種第2級	4車線	60
5	阪神高速道路 4・5号湾岸線	21.3	第2種第1級	6車線	80
		35.7	第2種第1級	4車線	80
6	阪神高速道路 6号大和川線(2020.3.29全線開通)	9.9	第2種第1級	4車線	80
7	阪神高速道路 7号北神戸線	35.6	第2種第2級	4車線	60
8	阪神高速道路 8号京都線	8.3	第2種第2級	4車線	60
9	阪神高速道路 11号池田線	13.3	第2種第2級	4車線	60
10	阪神高速道路 12号守口線	12.1	第2種第2級	4車線	60
11	阪神高速道路 13号東大阪線	13.1	第2種第2級	4車線	60
		1.6	第2種第2級	6車線	60
12	阪神高速道路 14号松原線	11.2	第2種第2級	4車線	60
13	阪神高速道路 15号堺線	13.4	第2種第2級	4車線	60
14	阪神高速道路 16号大阪港線	5.0	第2種第2級	4車線	60
15	阪神高速道路 17号西大阪線	3.8	第2種第2級	4車線	60
16	阪神高速道路 31号神戸山手線	9.1	第2種第2級	4車線	60
17	大阪湾岸道路西伸部 建設中	14.5	第2種第1級	6車線	80
	合計	277.1			
		50.1	第2種第1級	6車線	80
		55.6	第2種第1級	4車線	80
		1.6	第2種第2級	6車線	60
	【適用支間長WGの採用の道路区分、車線数】	169.8	第2種第2級	4車線	60
	合計	277.1			

# ③適用支間長検討WGの活動報告

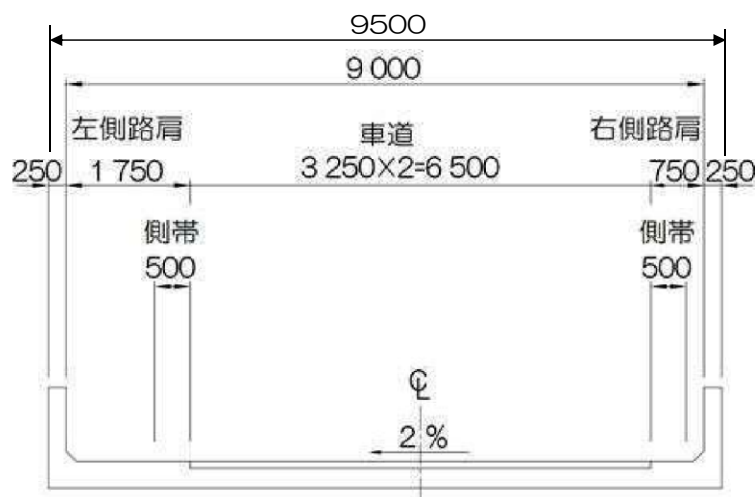
(第5回技術委員会報告内容)

## ◆検討条件

- ・車線数 . . . . . 2車線（上下線分離断面）
- ・幅員構成 . . . . . 総幅員9.500m（路肩幅標準値）

左側路肩は  
1.750m

総幅員は、  
9.500m



壁高欄は、  
阪神高速道路仕様の直壁型

- ・橋梁形式 . . . . . 3径間連続橋 / 少数鈑桁および細幅箱桁
- ・非合成桁として検討

連続合成桁は負曲げ対策等の課題があるため、鋼構造部分に着眼して検討を実施する。※連続合成桁での検討は「構造検討WG」の結果を受け次年度以降に考える。

- ・少数鈑桁（平板型・ワッフル型）は、地震等の横荷重に対して、床版と横構で分担して抵抗する構造を想定し、下横構を設ける。



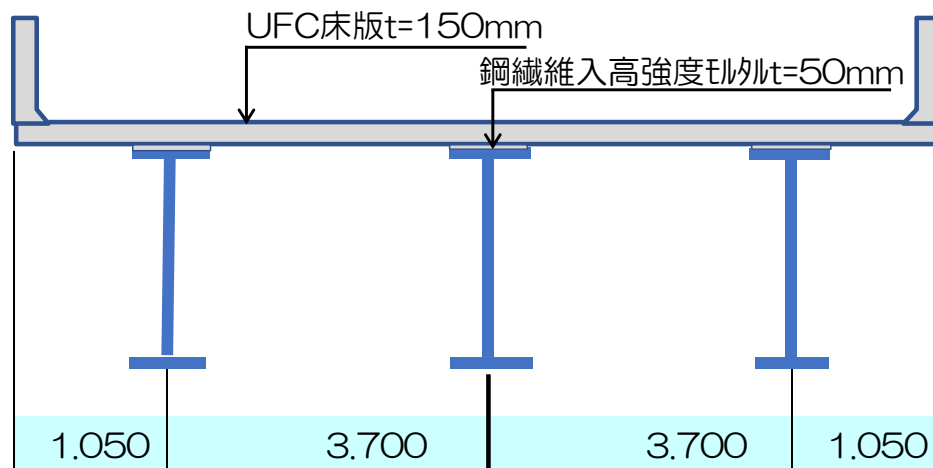
# ③適用支間長検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

## ◆鉸桁のケースの桁配置(少数主桁)

### 少数主桁桁配置案

#### 平板型(3主桁)



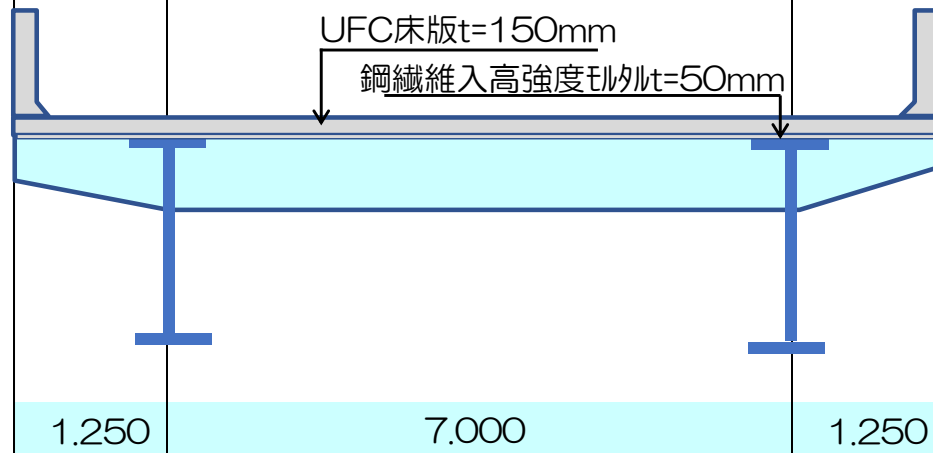
【桁配置の考え方】

玉出入路での実績より、  
床版支間は最大4.0m  
床版張出幅は1.0~1.1m程度  
床版厚は150mmとする。

総幅員

#### ワッフル型 (2主桁)

横桁間隔2.5m



信濃橋入路での実績より、  
ワッフル型の床版支間(横桁間  
隔)は2.5m、床版張出幅(側縦  
桁・ブラケット付)は1.25mとす  
る。  
床版厚は150mm(スラブ40mm  
+リブ110mm)とする。

総幅員

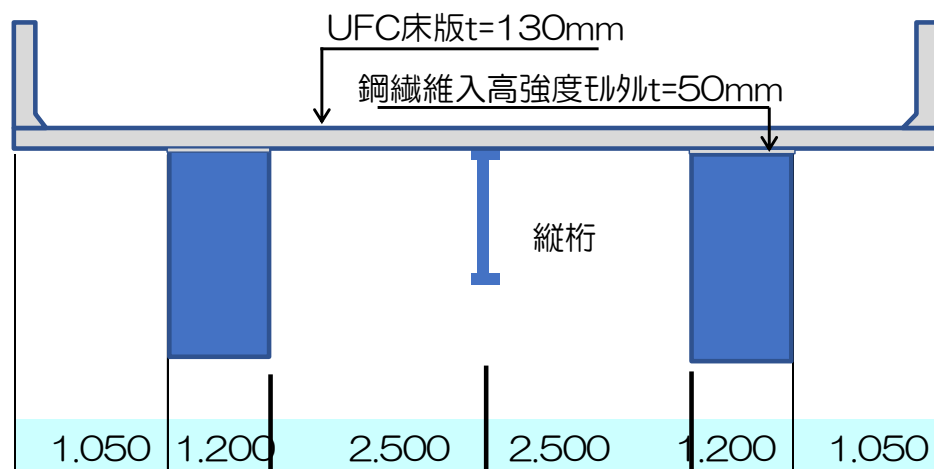
# ③適用支間長検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

## ◆箱桁のケースの桁配置(細幅箱桁)

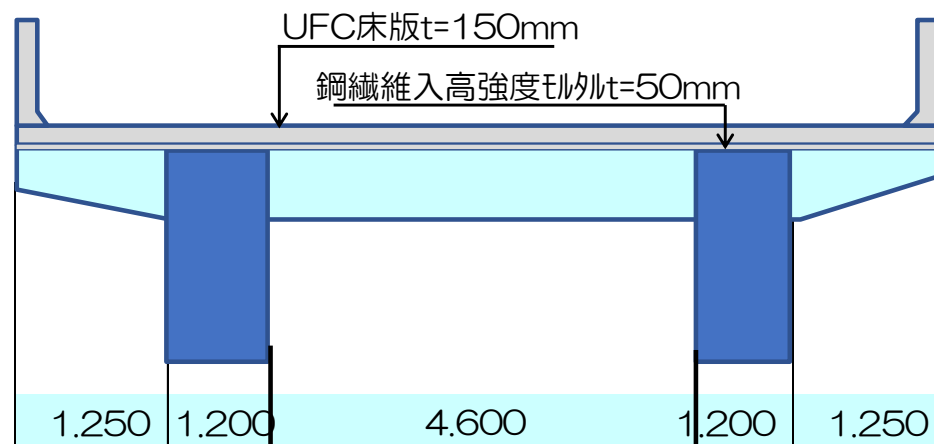
### 細幅箱桁橋桁配置案

平板型  
(2主桁+縦桁)



玉出入路での実績より、  
床版支間は最大4.0m  
床版張出幅は1.0~1.1m程度  
床版厚は最小130mmとする。

ワッフル型  
(2主桁)  
横桁間隔2.5m



信濃橋入路での実績より、  
ワッフル型の床版支間(横桁間  
隔)は2.5m、床版張出幅(側縦  
桁・ブラケット付)は1.25mとす  
る。  
床版厚は150mm(スラブ40mm  
+リブ110mm)とする。



### ③適用支間長検討WGの活動報告

#### ◆概略設計計算上の仮定条件

1) 断面計算を行う主桁以外の下記構造は、既往実績を踏まえて断面形状及び配置を仮定する。

- 少数鈑桁

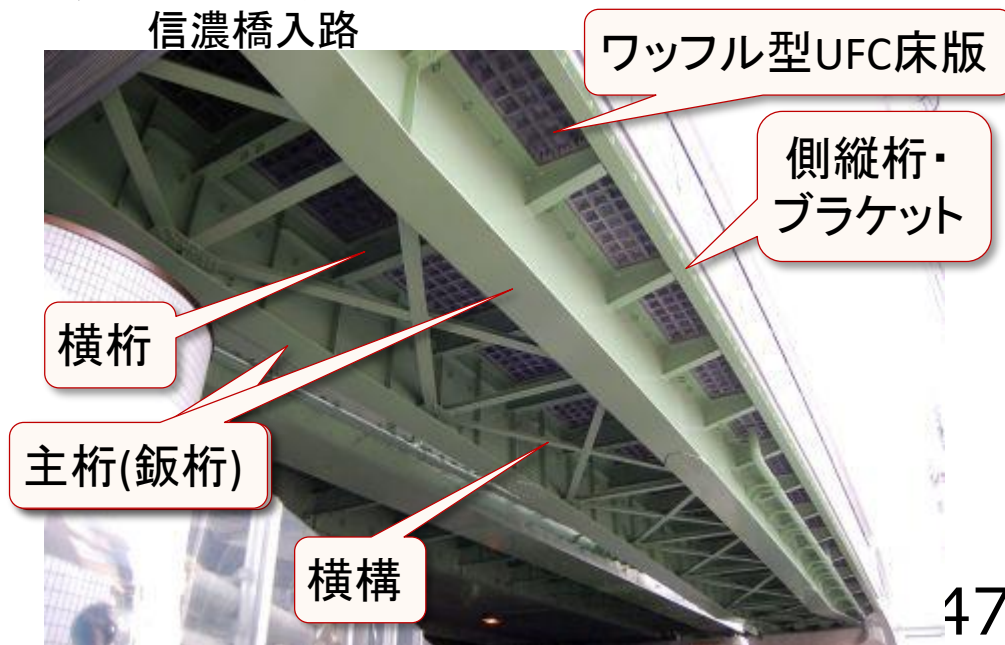
横桁（端支点上、中間支点上、中間）及び端横桁巻立てコンクリートワッフル型UFC床版を支持する床組等（側縦桁、ブラケット、横構）

- 細幅箱桁

横桁（端支点上、中間支点上、中間）及び端横桁巻立てコンクリート平板型UFC床版を支持する縦桁  
ワッフル型UFC床版を支持する床組（側縦桁、ブラケット）

2) 鋼材質量算定上の設定

- 概略計算で設定した各桁の断面形状に対する鋼材質量割増係数  
主桁＝1.20、主桁以外＝1.40  
高力ボルト：主桁質量×0.036、  
主桁以外各部材質量×0.042



# ③適用支間長検討WGの活動報告

(第5回技術委員会報告内容)

## ◆適用支間長×桁高 検討ケース

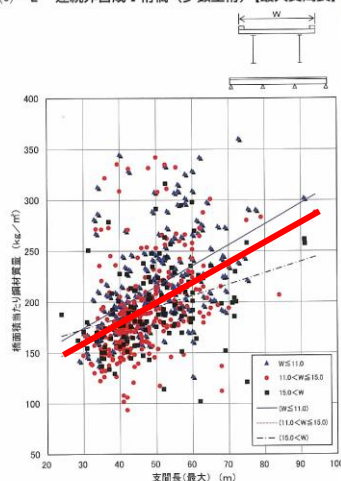
- ・ UFC床版の種類 . . . . 2種類(平板型・ワッフル型)
- ・ 中央支間長(少数鉸桁) . . 5ケース(40m,50m,60m,70m,80m)
- ・ 中央支間長(細幅箱桁) . . 5ケース(60m,70m,80m,90m,100m)

※細幅箱桁×ワッフル型のみ2ケース追加(110m,120m)

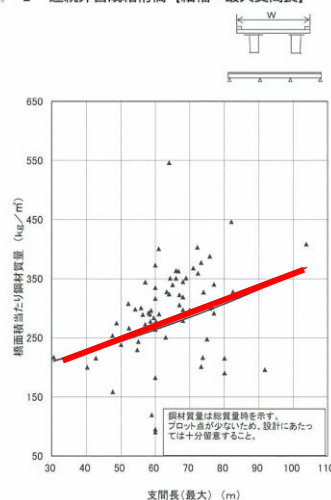
- ・ 桁高検討ケース . . . . . 支間長ケース毎に 3ケース

【鋼材質量グラフィメージ】

(b)-2 連続非合成I桁橋(少数主桁)【最大支間長】

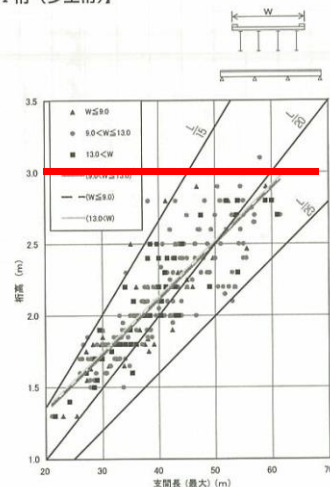


(b2)-2 連続非合成箱桁橋【細幅・最大支間長】



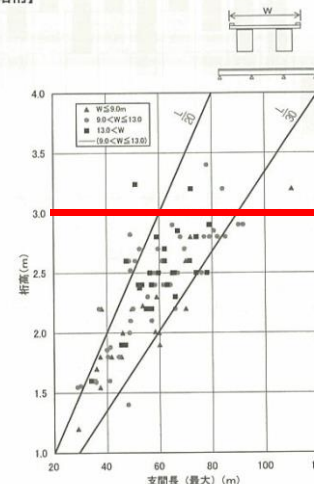
【主桁高グラフィメージ】

【連続非合成I桁(多主桁)】



【合計】 66ケース

【連続非合成箱桁】



(参照) 2021デザインデータブック

# ③適用支間長検討WGの活動報告

## ◇UFC床版を使用した鋼橋の橋面積当り鋼材質量／支間長の検討結果

表１－１\_連続非合成桁【最大支間長】橋面積当たりの鋼材質量

		(単位：kg/m <sup>2</sup> )								
最大支間長 (m)		40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	少数主桁(平板型)	173	204	238	281	339				
2	少数主桁(ワッフル型)	196	222	249	282	331				
3	細幅箱桁(平板型)			288	318	347	388	452		
4	細幅箱桁(ワッフル型)			293	327	356	399	463	539	624

表１－２\_鋼材質量の計算ケース

最大支間長 (m)		40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	少数主桁(平板型)	■	■	★	★	★				
2	少数主桁(ワッフル型)	■	■	★	★	★				
3	細幅箱桁(平板型)			◆	◆	★	★	★		
4	細幅箱桁(ワッフル型)			◆	◆	★	★	★	◆	◆

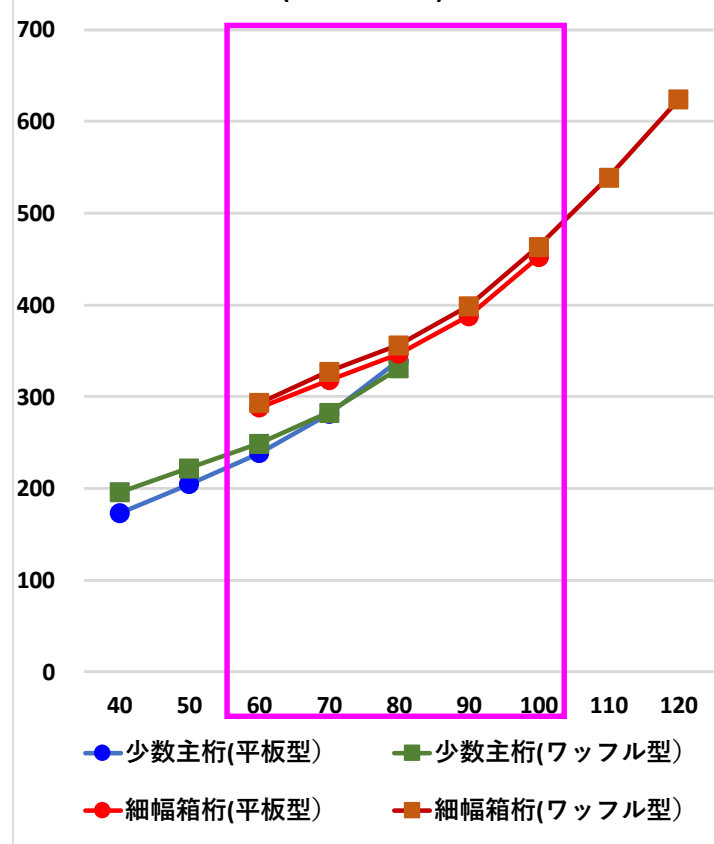
■支間割 (3径間の1.0+1.25+1.0とする)

- (1) 最大支間40m 32+40+32m
- (2) 最大支間50m 40+50+40m
- (3) 最大支間60m 48+60+48m
- (4) 最大支間70m 56+70+56m
- (5) 最大支間80m 64+80+64m
- (6) 最大支間90m 72+90+72m
- (7) 最大支間100m 80+100+80m
- (8) 最大支間110m 88+110+88m
- (9) 最大支間120m 96+120+96m

【凡例】 ★：主たる適用支間長のケース  
■、◆：補足的な適用支間長のケース

各支間長の桁高比較  
ケースのうち、鋼重最小  
ケースを抽出・整理

連続非合成桁(UFC床版)【最大支間長】



図－１ UFC床版を使用した鋼橋の橋面積あたりの鋼材質量

# ③適用支間長検討WGの活動報告

## ◇橋面積当り鋼材質量／支間長の検討結果に対する考察

### 1) 死荷重全体に占めるUFC床版本体の質量とその比率

「平板型＞ワッフル型」であるが、各桁とも大きな差はない。

また、ワッフル型は、床組及び調整コンクリートが多いこと

【死荷重比率】													【m2あたりの床版荷重】									
2タイプでの主死荷重の差が小さくなってし																						
主桁形式	床版形式	支間長(L) (m)	第1径間(m)	中央径間(m)	第3径間(m)	橋面積(B) (m2)	主桁高(H) (mm)	床版を除く橋面死荷重(kg)	本体(kg)	使用鋼重(kg)	主桁(kg)	床版荷重の比率(%)	調整コン含む	床版を除く	床版	仮定鋼重	合計	橋面積	m2あたり床版荷重(kg/m2)	m2あたり床版荷重(kN/m2)		
少数桁(I)	平板(H)	40	32	40	32	988	2,100	429,276	369,848	178,214	977,338	38%							988	374.3	3.67	
		50	40	50	40	1,235	2,300	530,359	462,310	258,570	1,251,239	37%							1235	374.3	3.67	
		60	48	60	48	1,482	2,600	635,991	554,772	367,567	1,558,330	36%							1482	374.3	3.67	
		70	56	70	56	1,729	2,900	742,398	647,234	506,797	1,896,429	34%								1729	374.3	3.67
		80	64	80	64	1,976	3,000	843,012	739,696	687,398	2,270,106	33%								1976	374.3	3.67
	ワッフル(W)	40	32	40	32	988	2,300	441,227	272,095	199,430	912,752	30%	1.03	0.74	1.12	0.93			988	275.4	2.70	
		50	40	50	40	1,235	2,500	544,073	340,119	283,764	1,167,956	29%	1.03	0.74	1.10	0.93			1235	275.4	2.70	
		60	48	60	48	1,482	2,700	647,128	408,143	381,888	1,437,158	28%	1.02	0.74	1.04	0.92			1482	275.4	2.70	
		70	56	70	56	1,729	3,000	753,803	476,167	490,090	1,720,059	28%	1.02	0.74	0.97	0.91			1729	275.4	2.70	
		80	64	80	64	1,976	3,000	852,166	544,190	657,696	2,054,052	26%	1.01	0.74	0.96	0.90			1976	275.4	2.70	
	細幅箱桁(B)	平板(H)	60	48	60	48	1,482	2,300	654,946	482,213	432,806	1,569,966	31%							1482	325.4	3.19
			70	56	70	56	1,729	2,400	758,162	562,582	564,346	1,885,090	30%							1729	325.4	3.19
			80	64	80	64	1,976	2,700	865,336	642,951	704,371	2,212,658	29%							1976	325.4	3.19
			90	72	90	72	2,223	2,900	970,673	723,320	897,437	2,591,429	28%							2223	325.4	3.19
			100	80	100	80	2,470	3,000	1,074,215	803,689	1,166,880	3,044,784	26%							2470	325.4	3.19
ワッフル(W)		60	48	60	48	1,482	2,200	663,497	408,143	451,901	1,523,540	27%	1.01	0.85	1.04	0.97			1482	275.4	2.70	
		70	56	70	56	1,729	2,600	774,357	476,167	582,910	1,833,433	26%	1.02	0.85	1.03	0.97			1729	275.4	2.70	
		80	64	80	64	1,976	2,700	879,699	544,190	729,830	2,153,720	25%	1.02	0.85	1.04	0.97			1976	275.4	2.70	
		90	72	90	72	2,223	3,000	988,843	612,214	921,305	2,522,362	24%	1.02	0.85	1.03	0.97			2223	275.4	2.70	
		100	80	100	80	2,470	3,000	1,092,571	680,238	1,161,576	2,934,385	23%	1.02	0.85	1.00	0.96			2470	275.4	2.70	
		110	88	110	88	2,717	3,000	1,196,584	748,262	1,511,110	3,455,955	22%	-	-	-	-			2717	275.4	2.70	
		120	96	120	96	2,964	3,000	1,300,618	816,286	1,909,440	4,026,343	20%	-	-	-	-			2964	275.4	2.70	

＜床版荷重＞  
ワッフル/平版  
=0.74～0.85

＜全体死荷重＞  
ワッフル/平版  
=0.90～0.97  
と大差がない

### ③適用支間長検討WGの活動報告

#### ◇橋面積当り鋼材質量／支間長の検討結果に対する考察

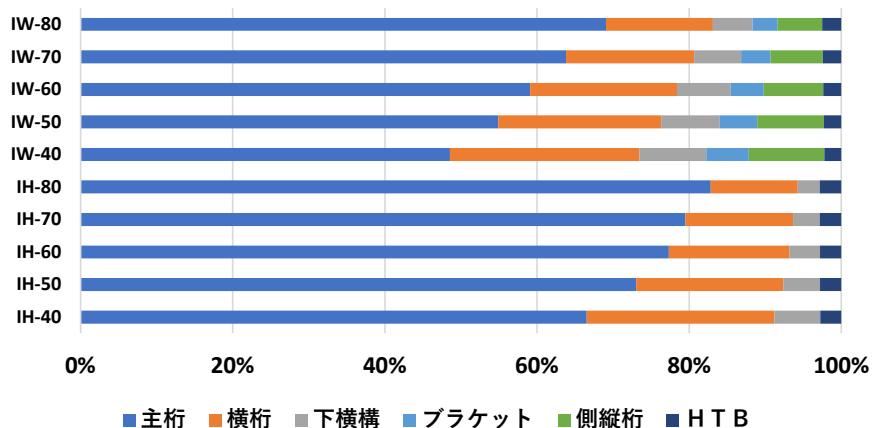
##### 2) 鋼材質量と支間長の関係

鈑桁ケース、箱桁ケースともに同一支間長における平板型・ワッフル型の鋼重差は小さい。（ワッフル型が若干大）

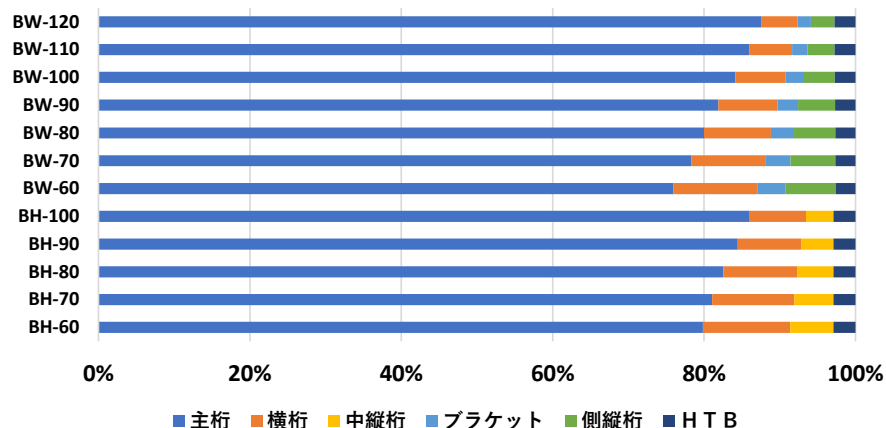
⇒ 平板型とワッフル型の床版重量差・全体死荷重差が小さい。

ワッフル型は床組（横桁・側縦桁・ブラケット）が @2.5mと密に配置され、鋼重に占める割合が大きい。

少数主桁鋼重比率  
IW: ワッフル型  
IH: 平板型



BW: ワッフル型  
BH: 平板型  
細幅箱桁鋼重比率



# ③適用支間長検討WGの活動報告

## ◇橋面積当り鋼材質量／支間長の検討結果に対する考察

### 3) 主桁断面の決定理由について

今回、非合成桁として検討していることから、長支間のケース（最大支間70m以上）では「活荷重たわみ照査」が支配的となり、応力度に余裕が生じている。

主桁形式	床版形式	最大支間長	支間割			橋面積 (B)	主桁高 (H)	活荷重たわみ
		(L) (m)	第1 径間 (m)	中央 径間 (m)	第3 径間 (m)			
少数 I桁 (I)	平板 (H)	40	32	40	32	988	2,100	※活荷重たわみで決定の場合は、応力余裕を設定して断面決定
		50	40	50	40	1,235	2,300	
		60	48	60	48	1,482	2,600	応力余裕 20 (G1, G3), 15 (G2) N/mm <sup>2</sup>
		70	56	70	56	1,729	2,900	
	ワッフル (W)	80	64	80	64	1,976	3,000	応力余裕 45 (G1, G3), 40 (G2) N/mm <sup>2</sup>
		40	32	40	32	988	2,300	
		50	40	50	40	1,235	2,500	
		60	48	60	48	1,482	2,700	
細幅 箱桁 (B)	平板 (H)	70	56	70	56	1,729	2,400	
		80	64	80	64	1,976	2,700	
		90	72	90	72	2,223	2,900	応力余裕 10 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
		100	80	100	80	2,470	3,000	応力余裕 30 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
		110	88	110	88	2,717	3,000	応力余裕 55 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
	ワッフル (W)	60	48	60	48	1,482	2,200	
		70	56	70	56	1,729	2,600	
		80	64	80	64	1,976	2,700	応力余裕 5 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
		90	72	90	72	2,223	3,000	
		100	80	100	80	2,470	3,000	応力余裕 35 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
		110	88	110	88	2,717	3,000	応力余裕 55 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>
		120	96	120	96	2,964	3,000	応力余裕 70 (G1, G2) N/mm <sup>2</sup>

長支間(最大支間70m以上)にて  
活荷重たわみ照査が支配的なケース  
⇒応力余裕が生じ、主桁鋼重増の要因  
(平板型、ワッフル型共有)



# ③適用支間長検討WGの活動報告

## ◇UFC床版を使用した鋼橋の主桁高／支間長の検討結果

表2-1\_連続非合成桁【最大支間長】主桁高

		(単位：m)										
最大支間長 (m)		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
1	少数主桁(平板型)	2.1	2.3	2.6	2.9	3.0						
2	少数主桁(ワッフル型)	2.3	2.5	2.7	3.0	3.0						
3	細幅箱桁(平板型)			2.3	2.4	2.7	2.9	3.0				
4	細幅箱桁(ワッフル型)			2.2	2.4	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0		

↑2.6とほぼ同じ

表2-2\_主桁高検討の計算ケース

※主桁高検討は3ケースの実施を基本し、鋼重最小となる最適主桁高を求める。

最大支間長 (m)		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
1	少数主桁(平板型)	▲	▲	●	●	●						
		■	■	★	★	★						
		▲	▲	●	●	●						
2	少数主桁(ワッフル型)	▲	▲	●	●	●						
		■	■	★	★	★						
		▲	▲▲▲	●●●	●	●						
3	細幅箱桁(平板型)			▼	▼	●	●	●				
				◆	◆	★	★	★				
				▼	▼	●	●	●				
4	細幅箱桁(ワッフル型)			▼	▼▼▼	●	●	●	▼	▼		
				◆	◆	★	★	★	◆	◆		
				▼	▼	●	●	●	▼	▼		

■支間割(3径間の1.0+1.25+1.0とする)

- (1) 最大支間40m 32+40+32m
- (2) 最大支間50m 40+50+40m
- (3) 最大支間60m 48+60+48m
- (4) 最大支間70m 56+70+56m
- (5) 最大支間80m 64+80+64m
- (6) 最大支間90m 72+90+72m
- (7) 最大支間100m 80+100+80m
- (8) 最大支間110m 88+110+88m
- (9) 最大支間120m 96+120+96m

【凡例】 ★,●: 主たる適用支間長のケース  
■,◆,▲,▼: 補足的な適用支間長のケース  
(斜線のケースは未実施、複数マークのケースに充当)

各支間長の桁高比較  
ケースのうち、鋼重最小  
の桁高を抽出・整理

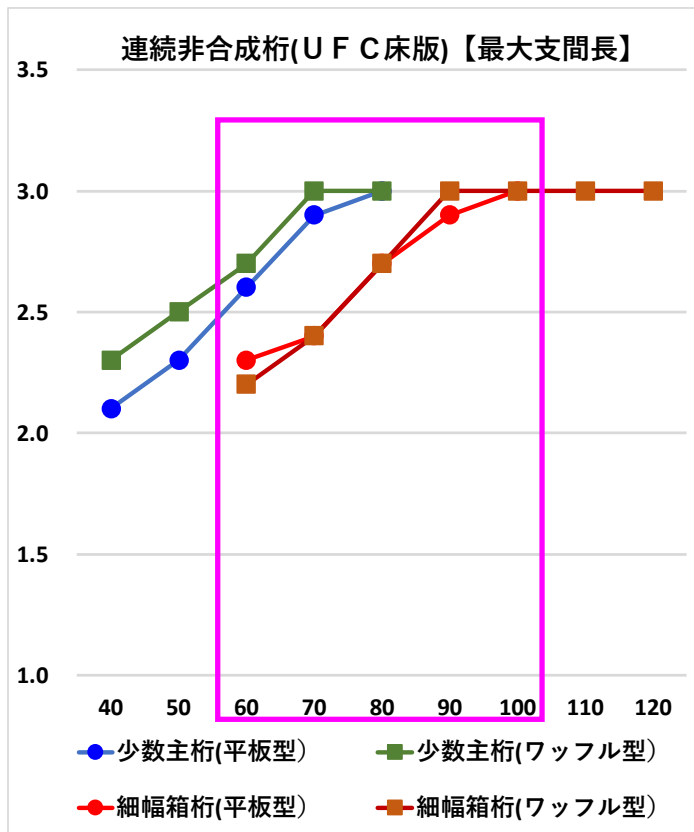


図-2 UFC床版を使用した鋼橋の最適主桁高

### ③適用支間長検討WGの活動報告

#### ◇主桁高／支間長の検討結果に対する考察

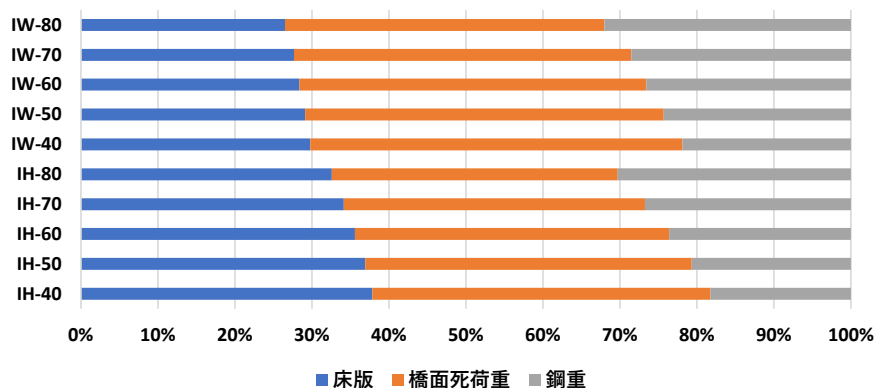
##### 1) 桁高と支間長の関係

鈑桁ケース、箱桁ケースともに同一支間長における平板型・ワッフル型の最適桁高の差は小さい。（ワッフル型が若干大）

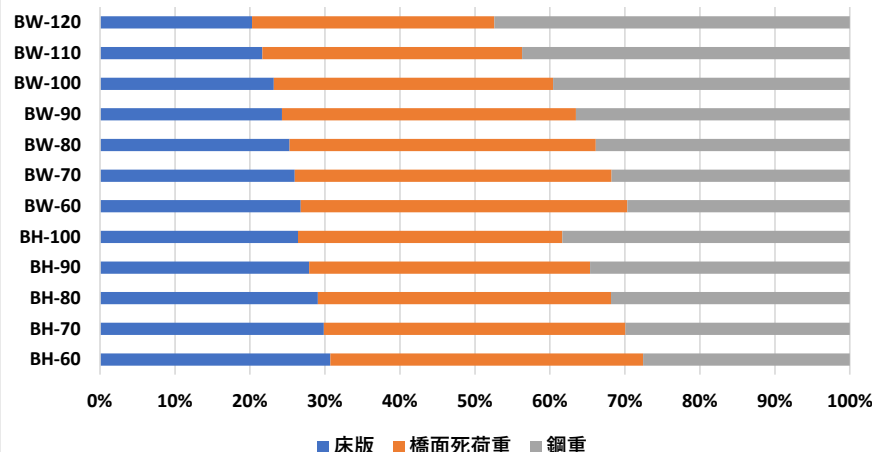
⇒ 平板型とワッフル型双方の床版重量差・全体死荷重差が小さい。

ワッフル型は床組（横桁・側縦桁・ブラケット）が  
@2.5mと密に配置され、鋼重(死荷重)の割合が大きい。

少数主桁死荷重比率  
IW:ワッフル型  
IH:平板型



BW:ワッフル型  
BH:平板型  
細幅箱桁死荷重比率





### ③適用支間長検討WGの活動報告

#### ◇主桁高／支間長の検討結果に対する考察

##### 2) 主桁高と主桁現場継手方式との関係

長支間のケース（鈑桁最大支間80m、箱桁最大支間110m以上）にて、中間支点部においてボルト列数13列を超える箇所が生じ、現場溶接にて代替する必要がある。

ただし、床版重量が軽量のため、従来形式に比べボルト接合方式の適用性が高いと考えられる。

主桁形式	床版形式	最大支間長 (L) (m)	支間割			橋面積 (B) (m <sup>2</sup> )	主桁高 (H) (mm)	主桁連結計算結果			
			第1 径間 (m)	中央 径間 (m)	第3 径間 (m)			全箇所数 (箇所)	ボルト列数 12列以下 (箇所)	ボルト列数 13列以上 (箇所)	ボルト列数 12列数以上の比率
少数I桁	平板 (H)	40	32	40	32	988	2,100	60	60	0	100%
		50	40	50	40	1,235	2,300	60	60	0	100%
		60	48	60	48	1,482	2,600	108	108	0	100%
		70	56	70	56	1,729	2,900	120	120	0	100%
		80	64	80	64	1,976	3,000	144	144	0	100%
	ワッフル (W)	40	32	40	32	988	2,300	48	48	0	100%
		50	40	50	40	1,235	2,500	40	40	0	100%
		60	48	60	48	1,482	2,700	72	72	0	100%
細幅箱桁(B)	平板 (H)	70	56	70	56	1,729	2,400	56	56	0	100%
		80	64	80	64	1,976	2,700	96	96	0	100%
		90	72	90	72	2,223	2,900	104	104	0	100%
		100	80	100	80	2,470	3,000	120	120	0	100%
	ワッフル (W)	60	48	60	48	1,482	2,200	56	56	0	100%
		70	56	70	56	1,729	2,600	80	80	0	100%
		80	64	80	64	1,976	2,700	96	96	0	100%
		90	72	90	72	2,223	3,000	104	104	0	100%
		100	80	100	80	2,470	3,000	120	120	0	100%
		110	88	110	88	2,717	3,000	128	120	8	94%
		120	96	120	96	2,964	3,000	144	128	16	89%

#### 【主桁連結計算結果】

長支間のケース（鈑桁最大支間80m、箱桁110m以上）にて  
中間支点部の添接箇所の  
ボルト列数が13列を超える  
⇒ 現場溶接方式への代替

# ③適用支間長検討WGの活動報告

## ◇UFC床版の適用支間長(案)

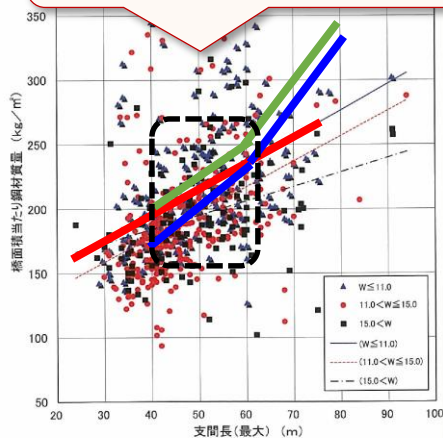
- 従来型の少数鈑桁、細幅箱桁及び鋼床版箱桁の鋼重一支間長グラフにUFC床版+各桁形式の検討結果を重ねた表を示す。

(6)ー2 連続非合成I桁橋(少数主桁)【最大支間長】

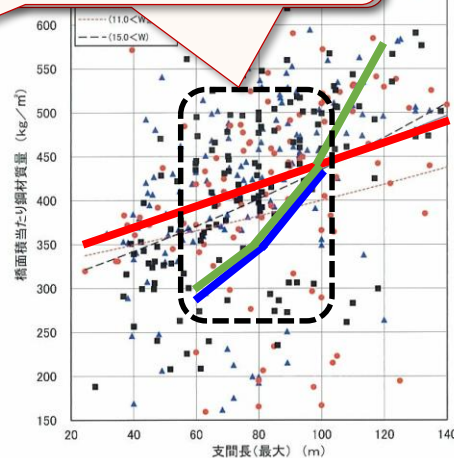
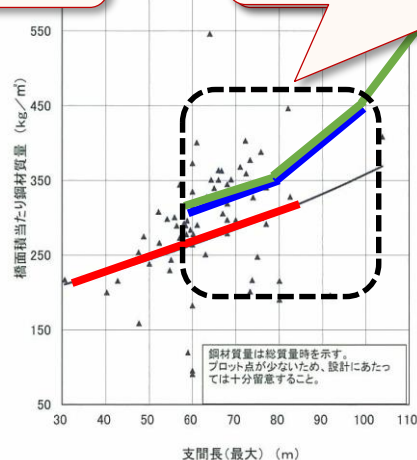
(12)ー2 連続非合成箱桁橋【細幅・最大支間長】

(10)ー2 連続鋼床版箱桁橋【最大支間長】

最大支間長40～60m鈑桁の鋼重は  
コンクリート系床版≒UFC床版



最大支間長60～100m箱桁の鋼重は  
コンクリート系床版 < UFC床版 < 鋼床版※



※鋼床版箱桁のグラフは  
床版構造を含むため、  
各形式の全体鋼重の  
対比を参考に示す。

- UFC床版(平板型)
- UFC床版(ワッフル型)
- 合成床版あるいは鋼床版

- これによると、適用支間長(案)は、下記のように整理できる。

- 少数鈑桁：従来形式と鋼重が近い「**40～60m**」
- 細幅箱桁：鋼床版箱桁に比べ鋼重が下回る「**60～100m**」

### ③適用支間長検討WGの活動報告

---

#### ◇今後の検討に向けて

- 1) UFC床版のコスト評価と鋼重縮減による経済性の検討
- 2) 連続合成桁に向けたUFC床版構造の検討  
(床版の主桁作用を見込んだ全体鋼重の縮減)
- 3) 横荷重に対するUFC床版の耐荷性能  
(ワッフル型十少数鈑桁における下横構の省略)
- 4) 床版片持ち部のUFC床版の耐荷性能  
(ワッフル型十少数鈑桁・細幅箱桁における側縦桁・ブラケットの省略)

### ③適用支間長検討WGの活動報告

---

#### ◆概略設計比較検討費用

◇JSP概略設計・・・全66ケース

- ・少数鋸桁（平 板 型）：15ケース  
（桁高支間比1/18+前後2ケース）
- ・少数鋸桁（ワッフル型）：15ケース  
（桁高支間比1/22+前後2ケース）
- ・細幅箱桁（平 板 型）：15ケース  
（桁高支間比1/26+前後2ケース）
- ・細幅箱桁（ワッフル型）：21ケース  
（桁高支間比1/30+前後2ケース）
- ・計算結果の図表整理
- ・諸 経 費

合計：198万円（税込）

（概略設計作業は2023年3月に完了）58

資料番号	6-4
提出者	齋藤委員
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# 2022年度 施工部会の活動報告

施工部会 齋藤公生

# ■ 施工部会の活動テーマ

---

## 【材料WG】求める強度に応じたUFC材料の模索

UFC道路橋床版に求める強度レベルのUFC材料を模索する。検討の結果得られたUFC材料について、構造性能、コスト、CO<sub>2</sub>排出量等の観点で、従来のUFC材料と比較を実施する。

## 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

UFC道路橋床版の特徴を考慮した合理的な製作手順を構築し、製作数量と製品価格の関係を明らかにする。

## 【施工WG】構造検討への施工性の反映

床版更新での省力化・省人化が期待できる構造・施工法を検討する。

# 材料WGの活動報告

WGL 一宮利通

# 【材料WG】求める強度に応じたUFC材料の模索

---

## (1) 既往の研究事例調査

国内外における既往研究成果の調査・整理。

## (2) 求める強度レベルの設定

UFC道路橋床版としての求める強度レベルを設定。

## (3) 配合設計

入手可能な材料で要求性能を満たす配合を設定。

## (4) 製造・評価

設定した配合で材料を製造し、構造性能、コスト、CO<sub>2</sub>排出量等の関係を明らかにする。(別ブランド開発でなく、求める強度レベルに応じた材料の可能性調査が目的)



# (1) 既往の研究事例調査① 調査項目

項 目	内 容
No.	1-1～1-35：日本（35件）、2-1～2-3：EU他（3件）、 3-1～3-14：米国（14件）、4-1～4-2：アジア（2件）
基本情報	タイトル、執筆会社、発行元、公開時期、国名
概要	目的、試験結果、用途
UFCの仕様	圧縮強度、引張強度、床版厚、配合物、 <b>配合情報</b> (追加)、養生方法
繊維の仕様	材質、繊維径、繊維長、引張強度、繊維の混入率
参考情報	—

WGメンバーの方々、住友電工社員(海外駐在員含む)より  
文献収集し国内35件、海外19件にて取りまとめ

# (1) 既往の研究事例調査② 国内文献 調査例

No.	基本情報					概要			UFCの仕様					繊維の仕様						
	タイトル	執筆会社	発行元	公開時期	国名	目的	試験結果	用途	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	床版厚 (mm)	引張発生強度 (N/mm <sup>2</sup> )	配合物	配合情報	養生方法	材質	繊維径 (mm)	繊維長 (mm)	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	繊維の 混入率(%)
1-1.	常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの打継目せん断性能に関する実験的研究	大林組 宇部興産	コンクリート工 学年次論文集, Vol. 34, No. 2, 2012	2012年	日本	UFCを用いたときに発生する各種打継目に対してせん断性能を把握するため、簡易一面せん断実験	UFCの打継目のせん断強度は打継面の処理方法により異なること、打継面の摩擦係数は打継面の処理方法に関係なく材料によること、普通コンクリートとUFCの打継目せん断性能は普通コンクリート同士の打継目と同様に評価できる	-	104~211	-	-	-	ポルトランドセメント、ボゾラン材、無機粉体、粒径5mm以下の骨材、特殊高性能減水剤、水および銅繊維	P1298 2.2 使用材料	気中養生	-	0.16	13	2800	2
1-2.	超高強度繊維補強コンクリート梁部材の曲げ引張強度分布に関する研究	大林組	コンクリート工 学年次論文集, Vol. 38, No. 2, 2016	2016年	日本	梁部材を製作し、高さ方向に層状に分割した試験体についてそれぞれ上および下面から曲げ載荷を行って、梁部材の高さ方向における曲げ強度の分布を確認	下面に近いほど部材軸方向の引張強度が高く、部材の高さ方向にほぼ比例して部材軸方向の引張強度は低くなることを確認	-	192	-	供試体厚 [200]	-	ポルトランドセメント、ボゾラン材、無機粉体、粒径5mm以下の骨材、特殊高性能減水剤、水および銅繊維	P1310 2.2 使用材料	標準養生	-	0.16	13	2700	2
1-3.	超高強度繊維補強コンクリートを用いた床版の打設方法が構造性能に及ぼす影響に関する研究	鹿島建設 国交省関東地整	コンクリート工 学年次論文集, Vol. 30, No. 3, 2008	2008年	日本	平ロケットを用いて左右に移動させながら打設する方法、ならびに丸ロケットを用いて床版中央部を移動させながら打設する方法の2種類の方法で打設したUFC床版の載荷実験	平ロケットを用いて左右に移動させながら打設する方法より丸ロケットを用いて床版中央部を移動させながら打設する方法の方が構造性能に対して有効な銅繊維の配向性が得られる	東京国際空港0 滑走路	191~208	10.5~12.2	供試体厚 [75]	-	水、プレミックス 結合材、骨材、混 和剤、銅繊維	P1454 2.1 UFCの配合 と養生	湿潤養生+蒸 気養生	-	-	15and22	-	1.75
1-4.	超高強度材料を用いた薄型RC床版の開発	エスイー 大阪大学	構造工学論文 集Vol. 6 2 A( 2016年3 月)	2016年	日本	コンクリート系床版の打替えを前提に、PVA 繊維を配合した超高強度繊維補強コンクリート（以後PVA-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ることで従来のRC床版と比べて床版厚が1/2と軽量でかつ疲労耐久性を兼ね備えたRC床版の実現	PVA-UFCと超高強度鉄筋（USD685）とを組合せた薄型・軽量PVA-UFC床版の疲労耐久性を確認するため、輪荷重走行試験を実施したが、全載荷回数（24 万回）終了時でも、たわみによる劣化度は0.74（Type-C）~0.94（Type-A）で有り、健全な状態を保持したまま試験終了	-	150	7.8	供試体厚 [120]	-	水、結合材、骨材、 混和剤、PVA繊維	P2 表-1、表-2 2-1. PVA-UFC	気中養生+蒸 気養生	PVA	-	-	1.2×10 <sup>3</sup>	1.7
1-5.	道路橋UFCプレキャスト床版の耐荷重および疲労性能に関する検証	大成建設 土木研究所 首都高速道路 日本大学	構造工学論文 集Vol. 63A	2017年	日本	軽量化ならびに急速施工を可能とする床版ならびに接合構造を開発し、その適用性を実験にて検証	各種性能確認試験を実施した結果、本UFC プレキャスト床版は、更新用のプレキャスト床版として適用可能	更新用のプレ キャスト床版	218	14	供試体厚 [40]	-	-	N/A	-	-	-	15	-	2

配合情報を追加して取りまとめ

# (1) 既往の研究事例調査② 国内文献 配合情報例

## 【1-1】

### 2.2 使用材料

本実験では以下の材料を使用した。圧縮強度試験結果を表-1に示す。

#### (1) UFC

本実験に使用した UFC はポルトランドセメント、ポゾラン材、無機粉体、粒径 5mm 以下の骨材、特殊高性能減水剤、水および鋼繊維から構成され、標準養生により材齢 28 日で圧縮強度 180N/mm<sup>2</sup>、引張強度 8.8N/mm<sup>2</sup>（いずれも特性値）を満足する材料である。使用した鋼繊維は直径 0.16mm、長さ 13mm、引張強度 2800N/mm<sup>2</sup> で 2vol.%混入している。本実験では試験体を気中で養生した。

## 【1-2】

### (1) 鋼繊維を用いた UFC

本実験に使用した UFC はポルトランドセメント、ポゾラン材、無機粉体、粒径 5mm 以下の骨材、特殊高性能減水剤、水および鋼繊維から構成され、標準養生により材齢 28 日で圧縮強度 180N/mm<sup>2</sup>、引張強度 8.8N/mm<sup>2</sup>（いずれも特性値）を満足する材料である<sup>4)</sup>。使用した鋼繊維は直径 0.16mm、長さ 13mm、引張強度 2700N/mm<sup>2</sup> で 2vol.%混入している。載荷実験時におけるテストピース（φ100×200）の圧縮強度は 192N/mm<sup>2</sup>、弾性係数は 47.4kN/mm<sup>2</sup>であった。打込時のモルタルフローは 265mm（スランプフローで 790mm 程度に相当）であった。

## 【1-3】

### 2. 実験の概要

#### 2.1 UFC の配合と養生

本実験に用いた UFC の配合を表-1に示す。本 UFC はエトリンガイト生成系の UFC<sup>3)</sup>であり、200 N/mm<sup>2</sup>級の圧縮強度が得られるものである。長さが 22mm と 15mm の鋼繊維を混合したものを体積比で 1.75%混入することによって、15N/mm<sup>2</sup>程度の引張強度が得られる。養生としては、5～40℃の湿潤養生を 24 時間行い（以下、一次養生）、85℃の蒸気養生を 24 時間行った（以下、二次養生）。

表-1 UFC の配合

空気量 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				鋼繊維 (kg)
	水	プレミックス 結合材	骨材	混和剤	
2.0	195	1287	905	32.2	137.4

水の単位量は混和剤の水分を含む

## 【1-4】

表-1 PVA-UFC の標準配合

W/B (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
	水 <i>W</i>	結合材 <i>B</i>	骨材 <i>S</i>	混和剤 <i>A</i>	PVA 繊維 <i>F</i>
15.0	195	1500	750	30.0	1.7vol%

表-2 PVA-UFC の特性値

項目	単位	特性値
密度	g/cm <sup>3</sup>	2.45
圧縮強度	N/mm <sup>2</sup>	150
曲げ引張強度	N/mm <sup>2</sup>	18
引張強度	N/mm <sup>2</sup>	7.8
ひび割れ発生強度	N/mm <sup>2</sup>	6.8
ヤング係数	N/mm <sup>2</sup>	4.8×10 <sup>4</sup>
ポアソン比	—	0.2

### 2.1 PVA-UFC

本研究で使用した PVA-UFC は、低熱ポルトランドセメントをベースとし、シリカヒュームが添加された結合材を使用している。骨材は最大粒径 2mm の細骨材とし、粗骨材は使用していない。また、ポリカルボン酸系の高性能減水剤を使用することで、水結合材比を 15%とした。さらに、押抜きせん断耐力の向上<sup>2)</sup>および疲労耐久性の向上<sup>3)</sup>効果を期待し、補強繊維として親水性の高いポリビニルアルコール系の PVA 繊維（引張強度 1.2×10<sup>3</sup>N/mm<sup>2</sup>）を 1.7vol%添加している。

UFCの配合はWG内で文献と併せて確認の上、検討必要

# (1) 既往の研究事例調査② 国内文献 繊維の仕様

## 【1-10】 種々の短繊維を用いた早強コンクリートの力学的特性

種々の短繊維を用いた早強コンクリートの力学的特性

三井住友建設(株) 正会員 修(工) ○佐々木 亘  
 三井住友建設(株) 正会員 博(工) 谷口 秀明  
 三井住友建設(株) 正会員 博(工) 樋口 正典  
 京都大学大学院 正会員 工博 宮川 豊章

## 供試材の仕様

表－１ 使用した短繊維

記号	種類	繊維径 $D$ (mm)	繊維長 $L$ (mm)	アスペクト 比 $L/D$	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
SFA	普通鋼繊維	0.62	30	48	1100	200	7.85
SFB	高強度鋼繊維	0.38	30	79	2610～3190	200	7.83
SWA	細径鋼繊維	0.2	22	110	2000 以上	200	7.86
SWB			15	75			
VF	PVA 繊維	0.66	30	45	900	23	1.30
AF	アラミド繊維	0.5	30	60	3410	74	1.39

注) アラミド繊維の引張強度、弾性係数は集束していない単繊維の値である。

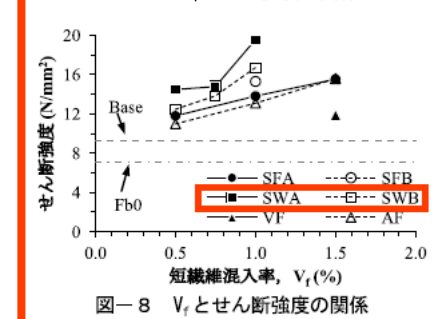
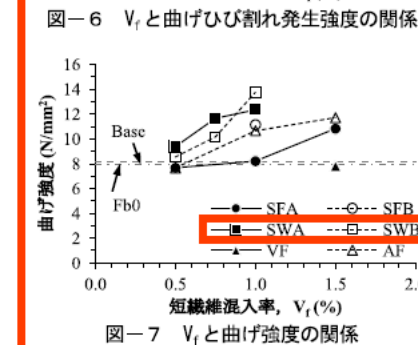
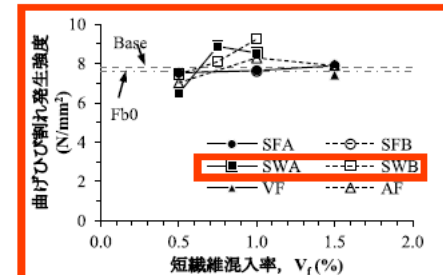
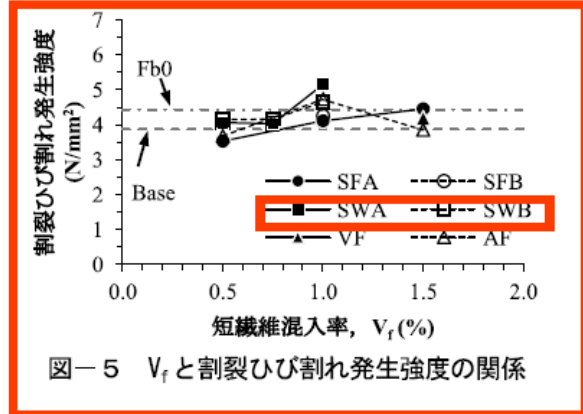
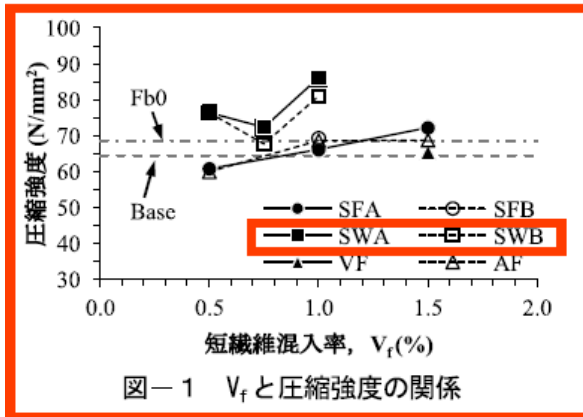
表－３ コンクリートの配合

記号	W/C (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	V <sub>G</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	SP (C×%)	短繊維の 種類	V <sub>f</sub> (%)
Base	40	165	0.370	0.7	－	0
Fb0		175	0.260	1.5	－	0
SFA0.5			0.335	0.7	SFA	0.50
SFA1.0			0.300	0.9		1.00
SFA1.5			0.260	1.5		1.50
SFB1.0			0.300	0.9	SFB	1.00
SWA0.5			0.200	1.5	SWA	0.50
SWA0.75				1.7		0.75
SWA1.0				2.0		1.00
SWB0.5				1.3	SWB	0.50
SWB0.75				1.5		0.75
SWB1.0				1.7		1.00
VF1.5			0.260	1.5	VF	1.50
AF0.5			0.300	0.7	AF	0.50
AF1.0			0.260	1.2		1.00
AF1.5			0.260	1.5		1.50

- ・ 鋼繊維や樹脂繊維を用いて供試体を製作
- ・ 細径鋼繊維(記号:SWA、SWB、直径:0.2mm)が国内では一般的に流通

# (1) 既往の研究事例調査② 国内文献 繊維の仕様

## 【1-10】 種々の短繊維を用いた早強コンクリートの力学的特性試験結果(一例)



- 細径鋼繊維(記号:SWA、SWB)の補強効果が高いという結果が得られている

# (1) 既往の研究事例調査③ 海外文献 調査例

No.	基本情報					概要			UFCの仕様						
	タイトル	執筆会社	発行元	公開時期	国名	目的	試験結果	用途	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	床版厚 (mm)	引張発生強度 (N/mm <sup>2</sup> )	配合物	配合情報	養生方法
3-1.	Design and Construction of Field-Cast UHPC Connections 場所打ちUHPC 接続の設計と施工	FHWA	FHWA		米国	UHPC設計指針	N/A	橋梁全般	7日強度 100-135 Mpa 14日強度 125-152 Mpa	5.5-8.3	N/A		ポルトランドセメント、シリカフューム、細骨材、粗骨材、セメント系副資材	P.2 Constituents	
3-2.	Design and Construction of UHPC-Based Bridge Preservation and Repair Solutions UHPC橋の保全設計・施工及び補修方法	FHWA	FHWA		米国	保全・修繕要領	N/A	橋梁の保全・修繕	7日強度 14-20 ksi (97-138MPa)、14日強度 18-22 ksi (124-152MPa)	0.75-1.2 ksi (5.1-8.3MPa)	N/A		ポルトランドセメント、シリカフューム、粗骨材、減水剤	P.3 CONSTITUTIVE MATERIALS	最低強度 14ksi到達前の水点下温度の防止。 脱水防止のため、所定強度前の日光・風などの暴露の回避
3-3.	GUIDE TO MANUFACTURING ARCHITECTURAL PRECAST UHPC ELEMENTS 建築用プレキャストUHPC部材の製造要領	NPCA	NPCA		米国	建築向けプレキャスト版製造要領	N/A	建築	28日強度17,000 psi (117 MPa)以上		N/A		セメント、シリカヒューム、石英粉末、砂、水、高減水剤、促進剤、固体系または液体顔料	P.4 SECTION 3: RAW MATERIALS	11ksi以上で脱型。140T、湿度95%で3日。
3-4.	Mechanical Behavior and Design Properties of Ultra-High Performance Concrete	FHWA	Aci Materials Journal	Jan-22	米国	UHPCの圧縮・引張挙動評価	成熟圧縮強度は少なくとも 124 MPa (18 ksi)、最初の構造荷重作用時の強度は少なくとも 96 MPa (14 ksi) があることが推奨。 材料の圧縮強度と成熟度の増加に伴い、弾性係数と応力-ひずみ曲線の直線性が増加。圧縮強度が 96 MPa (14 ksi) を超えると、極限圧縮強度でのひずみは圧縮強度によって大きく変化しない。 構造設計で使用するには、有効な亀裂強度が少なくとも 5 MPa (0.73 ksi) であることが推奨され、有効な亀裂強度は少なくとも 0.0025 の局在ひずみを通じて維持されることが必要。 時間の経過に伴う圧縮強度の増加と、同じ期間にわたる同じ材料の引張強度の同時増加との間には、正の相関関係。 引張応答は、セメント系材料の組成、強化繊維の特性と種類、および強化繊維の相対量と方向の両方に依存。	橋梁部材全般	>124	複数	N/A		セメント、シリカフューム、石英粉末、細骨材	PI83 UHPC-class materials	
3-5.	Flexural Behavior and Design of Ultra-High Performance Concrete Beams 超高性能コンクリートの力学的挙動と設計	FHWA	Journal of Structural Engineering	Apr-22	米国	曲げ挙動評価	プレテンション桁曲げ試験中に得られた UHPC の局在ひずみは、直接引張試験から得られた局在ひずみよりも約 24%大きく、一次引張補強が UHPCの引張ひずみ容量を高める可能性があることを示唆。さらに、試験中に達成された圧縮ひずみ限界は、シミュレーションで指定された最終的な圧縮ひずみよりも約 20% 大きく、構造要素の UHPC は、一軸圧縮試験から得られたピーク応力でのひずみを超える圧縮ひずみを受け得る可能性があることを示唆。 UHPC引張抵抗を無視する桁の容量ベースの曲げ設計では、セクションの底部での亀裂の局在化ではなく、セクションの上部でのコンクリート破砕破壊モードを誤って予測し、曲率延性比を不用意に大幅に過大評価し、その結果、望ましい延性を示さない恐れ有り。	橋桁	>124		N/A		セメント、シリカフューム、石英粉末、細骨材、液体混和剤	P.3 Mix Design and Girder Fabrication	プラスチックシート、室温

- ・米国文献(14件中)の中で道路橋床版対象は 1 件のみ(3-11)
- ・圧縮強度は100～150N/mm<sup>2</sup>程度、150N/mm<sup>2</sup>超は3件

# (1) 既往の研究事例調査③ 海外文献 調査例

## 米国の道路橋床版対象の文献

No.	基本情報					概要			UFCの仕様							繊維の仕様				
	タイトル	執筆会社	発行元	公開時期	国名	目的	試験結果	用途	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	床版厚 (mm)	引張発生強度 (N/mm <sup>2</sup> )	配合物	配合情報	養生方法	材質	繊維径 (mm)	繊維長 (mm)	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	繊維の 混入率(%)
3-11.	Design Guide for Precast UHPC Waffle Deck Panel System, including Connections プレキャストUHPCワッフル床版システムの設計ガイド	FHWA	FHWA	Jun-13	米国	設計ガイド	N/A	床版	>165		>= 7in		セメント、シリカ フューム、石英粉 末、細骨材など	P.2 Table 1	90°Fでテント 養生、14ksi 到達後、195 °F、95%湿度 下で蒸気養生					

- ・「プレキャストUHPCワッフル床版システムの設計ガイド」(3-11)
- ・圧縮強度は165N/ mm<sup>2</sup>超

# (3) 配合設計

---

## ●方針

市販の高強度混和材および高性能減水剤を組み合わせ、試験練りを行い発現する圧縮強度を確認する。

## ●条件

- ・ 環境温度：20℃
- ・ フロー（mm）：静置フロー（落下運動無し）
- ・ 空気量（%）：質量方法
- ・ 圧縮強度（N/mm<sup>2</sup>）：JIS A 1108およびサクセムセメント検査手順書に準拠
- ・ 練り方法：低速時間は材料が均一になるまでの時間。  
（空練り20秒→W + SP + DA→低速 - 分→高速1分→練り直後測定）
- ・ 供試体作製方法：サクセムセメント検査手順書に準拠

## ●蒸気養生

- ・ 前養生：供試体成型後24時間型枠存置封緘(20℃)
- ・ 温度上昇：15℃/hr
- ・ 最高温度および持続時間：85℃、24時間
- ・ 降温：－3℃/hr



# (3) 配合設計

## ○デンカΣ2000を用いた配合の試験結果

### ●試験配合および使用材料

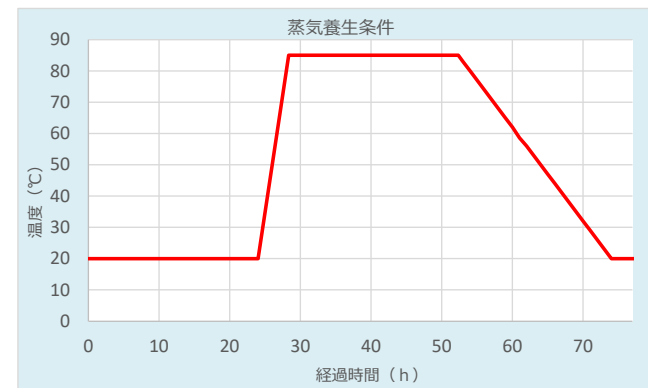
No.	W/B (%)	s/b	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
			W	HPC	Σ2000	S	SP <sup>※1</sup>	DA <sup>※2</sup>	密度
1	20.0	0.9	230	1150	—	1035	3.795	5.75	2422
2	20.0	0.9	230	1100	50	1035	3.795	5.75	2413
3	20.0	0.9	230	1050	100	1035	3.795	5.75	2401
4	20.0	0.9	230	950	200	1035	3.795	5.75	2377

※1 高性能減水剤「スーパー300N」 ※2 サクセム用消泡剤

HPC:早強ポルトランドセメント（太平洋セメント社製）（密度：3.14g/cm<sup>3</sup>）

Σ2000：高強度混和材 デンカΣ2000（デンカ社製）（密度：2.45g/cm<sup>3</sup>）

S：細骨材 掛川産陸砂（旧河川砂）（表乾密度：2.58g/cm<sup>3</sup>）



### ●試験結果（環境温度20℃）

No.	種類	SP (C×%)	練混ぜ (分)		モルタルフロー(mm)	空気量 (%)	M.T(℃)	供試体		断面積 (mm <sup>2</sup> )	見かけ密度 (Kg/m <sup>3</sup> )		圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		コメント
			低速	高速				質量 (g)	高さ平均(mm)		平均	平均	材齢3日	平均	
1	スーパー200	3.00	6.0	—	200×200 フローコーンに詰めるが そのままの形	6.0	22	441.5	97.0	1964	2317.4	2321	150	153	最大使用量でも硬過ぎのためS-200の使用は辞める。 比較参考のため供試体採取する。
								445.5	97.7	1964	2321.7		158		
								444.2	97.3	1964	2324.4		150		
1	スーパー300N	3.30	5.5	1.0	289×286 (287.5)	3.9	23	448.6	95.8	1964	2384.2	2388	178	174	S-300Nに変更し、使用率を上げサクセム並みのフローとなる。 セメントのみの配合のため重たく練り時間が長い。
								451.9	96.1	1964	2394.2		174		
								447.6	95.5	1964	2386.4		169		
2	スーパー300N	3.30	3.0	1.0	281×279 (280)	3.9	21	447.3	95.5	1964	2384.8	2382	183	177	Σ2000が入るとモルタルが軽い感触。 セメント単味と同じ添加率だが若干フローは小さくなる。
								447.7	95.6	1964	2384.4		176		
								454.9	97.5	1964	2375.5		173		
3	スーパー300N	3.30	2.0	1.0	271×270 (270.5)	3.5	20	441.7	94.8	1964	2372.3	2375	174	174	Σ2000が増えると更にモルタルが軽い感触。練時間も早くなる。 同じ添加率だが更にフローは小さくなる。
								443.0	95.0	1964	2374.3		168		
								446.7	95.6	1964	2379.1		181		
4	スーパー300N	3.30	1.0	1.0	250×247 (248.5)	3.9	20	437.1	95.2	1964	2337.7	2339	168	166	Σ2000が増えるとフレッシュが軽く、練り混ぜ時間が早くなり、 フローは小さくなり、モルタルは扱い易くなる傾向だ。
								437.3	95.1	1964	2341.3		168		
								438.4	95.5	1964	2337.3		163		

# (3) 配合設計

## ○太平洋ウルトラスーパーミックスを用いた配合の試験結果

### ●試験配合および使用材料

No.	W/B (%)	s/b	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
			W	HPC	USM	S	SP※1	DA※2	密度
5	20.0	0.9	230	1092	58	1035	3.795	5.75	2415
6	20.0	0.9	230	1100	115	1035	3.795	5.75	2410
7	20.0	0.9	230	950	230	1035	3.680	5.75	2401

※1 高性能減水剤「スーパー300N」 ※2 サクセム用消泡剤

HPC:早強ポルトランドセメント（太平洋セメント社製）（密度：3.14g/cr

USM：高強度混和材 太平洋ウルトラスーパーミックス（太平洋マテリアル社製）

（密度：2.80g/cm<sup>3</sup>）

S：細骨材 掛川産陸砂（旧河川砂）（表乾密度：2.58g/cm<sup>3</sup>）

### ●試験結果（環境温度20℃）

No.	種類	SP (C×%)	練混ぜ (分)		モルタルフロー(mm)	空気量	M.T(℃)	供試体		断面積 (mm <sup>2</sup> )	見かけ密度 (Kg/m <sup>3</sup> )		圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		コメント
			低速	高速				質量 (g)	高さ平均(mm)		平均	平均	材齢3日	平均	
5	スーパー300N	3.30	3.5	1.0	297×293 (295)	2.9	22	451.1	95.9	1964	2395.0	2397	175	181	ウルトラスーパーミックスが入るとモルタルが軽い感触。セメント単味に比べ同じ添加率だと若干フローは大きくなる。
								449.5	95.3	1964	2401.5		189		
								452.3	96.2	1964	2393.9		178		
6	スーパー300N	3.30	3.0	1.0	310×305 (314.5)	3.0	21	451.4	96.0	1964	2387.7	2396	191	184	USMが増えると更にモルタルが軽い感触。練り時間も早くなる。同じ添加率だが更にフローは大きくなる。
								450.2	95.4	1964	2402.7		183		
								449.0	95.3	1964	2398.8		178		
7	スーパー300N	3.20	2.0	1.0	302×302 (302)	6.5	20	434.5	95.4	1964	2318.9	2306	165	157	USMが更に増えるとフレッシュが更に軽く、練り混ぜ時間が更に早くなる。フローは大きくなりモルタルは扱い易くなる傾向だ。空気量が大い、巻き込み易い粘性か？理由は不明？
								431.7	95.5	1964	2301.6		150		
								437.7	97.0	1964	2297.5		156		

# (3) 配合設計

## ○試験状況



練り混ぜ



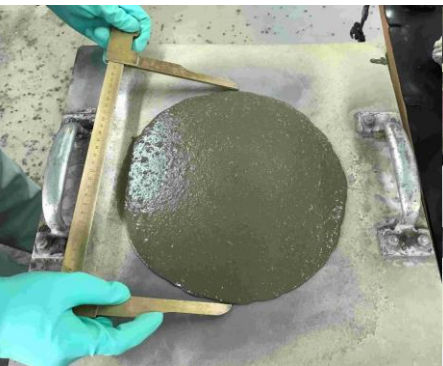
フロー試験 (No.1スーパー200)



空気量試験 (質量方法)



水中浸け置き (異常膨張確認試験)



フロー試験



供試体採取



蒸気養生後



圧縮試験状況

### (3) 配合設計

---

- 市販の高強度混和材を標準量用いることで、設計基準強度  $150\text{N/mm}^2$  を設定するのに最低限必要な  $170\text{N/mm}^2$  程度の実圧縮強度が得られた。
- 今後、鋼繊維を混入した引張強度、ロットの違いによる圧縮強度を確認する。

## (4) 製造・評価

---

(3)で設定した配合で鋼繊維を混入してUFC材料を製造し、  
構造性能(圧縮強度, 引張強度, ヤング係数), コスト,  
CO<sub>2</sub>排出量等を検討する。

# まとめ

---

## (1) 既往の研究事例調査

- ・国内35件，海外19件の文献を整理し，設計施工の参考になる項目について整理した。
- ・2023年度以降，強度レベルの設定や設計部会での検討の参考資料とする。

## (2) 求める強度レベルの設定

- ・2023年度，研究事例調査を参考に設計部会と共同で検討する。

## (3) 配合設計

- ・市販の高強度混和材を用いて $170\text{N/mm}^2$ 程度の実圧縮強度が得られた。
- ・2023年度，鋼繊維を混入した引張強度や，品質の安定性の検討の一環としてロットの違いによる圧縮強度を確認する。

## (4) 製造・評価

- ・2023年度，(3)で設定した配合で鋼繊維を混入してUFC材料を製造し，構造性能(圧縮強度，引張強度，ヤング係数)，コスト， $\text{CO}_2$ 排出量等を検討する。

# ■ 施工部会活動スケジュール

		2022年					2023年		
		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
【材料WG】 求める強度に応じたUFC材料の模索	研究事例調査	●—————●					●		
	求める強度レベル設定						●—————●		●
	配合設計						●—————●		●
	製造・評価						●-----●		●

# 製作WGの活動報告

WGL 山口光俊



# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (1) 製作手順の標準化

UFC道路橋床版の特徴を踏まえた合理的製作手順の構築。

配筋不要, ハンチなし, リセスの形成,

UFCの品質管理, 養生, 出来形管理 etc.

## (2) 製造歩掛りの整備

標準化した手順で製作されたUFC道路橋床版の  
製作数量と製造歩掛りの関係を明らかにする。

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (1) 製作手順の標準化

これまでの製造実績を参考に、既存工場を活用した場合の合理的な製作手順・サイクル工程を検討する。

⇒各社工場にアンケート等のヒアリング

(製造実績)①平板型(玉出入路、守口線)

②ワッフル型(信濃橋)

(既存工場の製作条件)

①UFC床版と他製品の製作が混在する場合

②UFC床版の専用工場とする場合

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

## (1) 製作手順の標準化

### 製造に関するアンケート（製造フローにおける留意点など）

	製造フロー	留意点など
1	型枠清掃・型枠組立	【共】・型枠兼用の検討 【ワ】・リセス型枠配置。平板型に比べ作業時間増。
2	PC鋼材配置・緊張	【共】・製品幅、導入緊張力により製作可能ベンチに制約（床版割付で調整） ・配筋埋め込み材料（シーす、壁高欄用エポキシ鉄筋等）の保持用治具の検討。 【ワ】・特殊な緊張設備が必要。作業手順の検討が必要であり作業時間多。 ・既設ベンチ活用の場合、直角方向の緊張設備を要製作。
3	打込み	【共】・専用のバッチャープラントが無い場合には、サイロ、打設時刻を含め他製品との調整が必要。1バッチの練り量はバッチャープラント容量の約8割程度。また、練り混ぜ時間は1バッチ約20分。 ・通常コンクリートと異なるため、作業員への教育（知識、技能）が必要。鋼線の配向性に留意して打設。 【ワ】・平板型に比べ形状が複雑。打設中、サクセムの合流箇所が同時に数ヶ所発生。足場の整備、突き棒等によるかき乱しを要する。
4	仕上げ	【共】・通常コンクリートと異なるため、作業員への教育（知識、技能）が必要。 ・気泡は打設後に遅れて浮上する。仕上げまでの乾燥防止として、養生対策（ラップ養生等）が必要。 【ワ】・部材は等断面ではないため、部位により気泡浮上に時間差が出る可能性が有り。
5	一次養生	【共】・特に問題無し
6	プレストレス導入	【共】・緊張方向の型枠に突起等が付く場合、緊張力導入前に型枠の縁切りが必要。
7	製品脱枠・移動	【平】・特に問題なし。 【ワ】・型枠拘束による脱型時の製品の欠け・ひび割れに留意。底版枠の材質が鋼製枠の場合、製品とせらないよう均等に降下させる設備、配慮が必要。（柔軟性のあるウレタン製型枠などの使用）
8	二次養生	【共】・複数枚の床版を同時に蒸気養生する設備（およびヤードスペース）が必要。 ・二次養生開始から温度降下までの所要時間は50時間強。
9	製品完成・保管	【共】・鋼繊維が混入されていることから、長期保存の場合は錆が生じる恐れ。 ・高欄用エポキシ鉄筋等の突起がある場合、これを考慮したヤードスペースの計画が必要。

凡例： 【共】平板型・ワッフル型共通，【平】平板型，【ワ】ワッフル型

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (1) 製作手順の標準化

### 製造に関するアンケート（効率的に製造するための意見）

- ・壁高欄をプレキャスト化するなど鉄筋の配置作業を低減。  
⇒現在、壁高欄のプレキャスト化が活用。
- ・突出した鉄筋等無くし、仕上げにフィニッシャー等を用いて効率化。  
⇒これまでフィニッシャーを使用した実績はない。  
壁高欄の打継ぎ目処理は、これまで粗骨材散布が行われてきたが、神戸線の製造では打設後にグラスマットを敷設して凹凸を形成する方法が新たに考案。

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (1) 製作手順の標準化

### 製造に関するアンケート（効率的に製造するための意見）

- ・大量生産（専用工場の新設、あるいは既存工場の専用工場化）を想定すると、プラント設備能力にもよるが、1日あたり8～10枚程度の製造可と想定。  
⇒1バッチの練り量はバッチャープラント容量の約8割程度。プラント容量を増加（動力強化）することで打設時間を短縮可。
- ・他製品も製造している既存工場では、バッチャープラントを専用とすることができないため、サイロ、打設時刻を含め他製品との調整が必要。  
⇒3日サイクルで2枚程度（標準版）が適当との意見が多いが、効率化を図ることにより2日サイクルで2枚製造の可能性もあり。

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (1) 製作手順の標準化

### 製造に関するアンケート（効率的に製造するための意見）

- ・ワッフル型(2方向プレテン)についてはアバット設備の詳細検討が必要。  
⇒シース配置の課題はあるが、橋軸方向プレストレスをポステン構造とすることで、既存のアバット設備を使用でき、製造ライン数の確保、効率化の可能性あり。
- ・使用材料(セメント、骨材、混和材、混和剤)の保管設備(サイロ)の増築。  
鋼繊維のほぐし機・荷揚げ設備の導入。養生設備の増設。

# 【製作WG】製作手順標準化による価格低減

---

## (2) 製作歩掛りの整備

会員各社が製作見積りに対応する際の参考資料の整備を目的として、標準化した手順で製作するUFC道路橋床版の製作歩掛りを検討する。

また、製作枚数と必要となる製造期間(製造設備)との関係を明らかにする。

- ・平板型(守口線、神戸線)の製造サイクルおよび要した人工数を調査
  - ⇒3～4日サイクルで2枚の床版を制作
  - ⇒案件ごとに条件が異なるため、一律で比較することが難しい。
    - また、作業員の熟練度合いが作業時間にも影響している。
  - ⇒今後、製造サイクルを仮定(2～3日サイクル)して再検討する。

# まとめ

---

## (1) 製作手順の標準化

これまでの製造実績を参考に、既存工場を活用した場合の床版製作について各社の工場関係者にアンケート(ヒアリング)を行い、留意点、効率化の方策、サイクル工程等について意見をまとめた。2023年度、これらの情報を参考に標準となる製作工程案を作成する。

## (2) 製作歩掛りの整備

平板型の製造サイクルおよび要した人工数を調査した結果、案件ごとに条件が異なり、一律で比較することは難しいことがわかった。2023年度、平板型の床版規模、製造サイクルを仮定(2～3日サイクル)した再検討を行う。



# ■ 施工部会活動スケジュール

		2022年					2023年		
		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
【製造WG】 製作手順 標準化に よる価格 低減	製作手順の標準化								
	製造歩掛りの整備								
					▼	▼			▼
									製造見学

# 施工WGの活動報告

WGL 齋藤公生

# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

---

## (1) 検討対象橋の選定

特殊条件の無い多径間連続非合成4主鈑桁(2車線)を選定  
－WG各社さんの施工実績から選定

## (2) 床版構造の検討

検討対象橋に適用する更新床版の構造を検討

- －平板型UFC床版
- －1方向プレストレスPCaPC床版
- －2方向プレストレスPCaPC床版

# WG活動メンバー

検討床版構造	施工WGメンバー	
平板型UFC床版	鹿島建設	○齋 藤
	富士ピー・エス	山 口
	三井住友建設	鍋 谷（竹之井）
	西日本高速道路	大 城
1方向プレストレスPCaPC床版	清水建設	崎 山
	昭和コンクリート工業	柴 田
	I H I インフラ建設	○高 木
2方向プレストレスPCaPC床版	大成建設	大 島
	オリエンタル白石	俵
	ドーピー建設工業	○長谷川

# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

---

## (3) 施工手順・工程の検討

適用する床版構造での施工手順・工程を検討

## (4) 比較・分析

検討結果の比較・分析によりUFC床版での省力化・省人化のポイント・課題を抽出

# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

---

## (1) 検討対象橋

東北自動車道福島須川橋(下り線)

発注者：NEXCO東日本 東北支社

橋梁形式：鋼2径間連続非合成鈑桁橋(4主桁, 主桁間隔3m)

橋 長：88.3m,

有効幅員：10.76m

斜 角：90° 54'12"

施 工：IHIインフラ建設

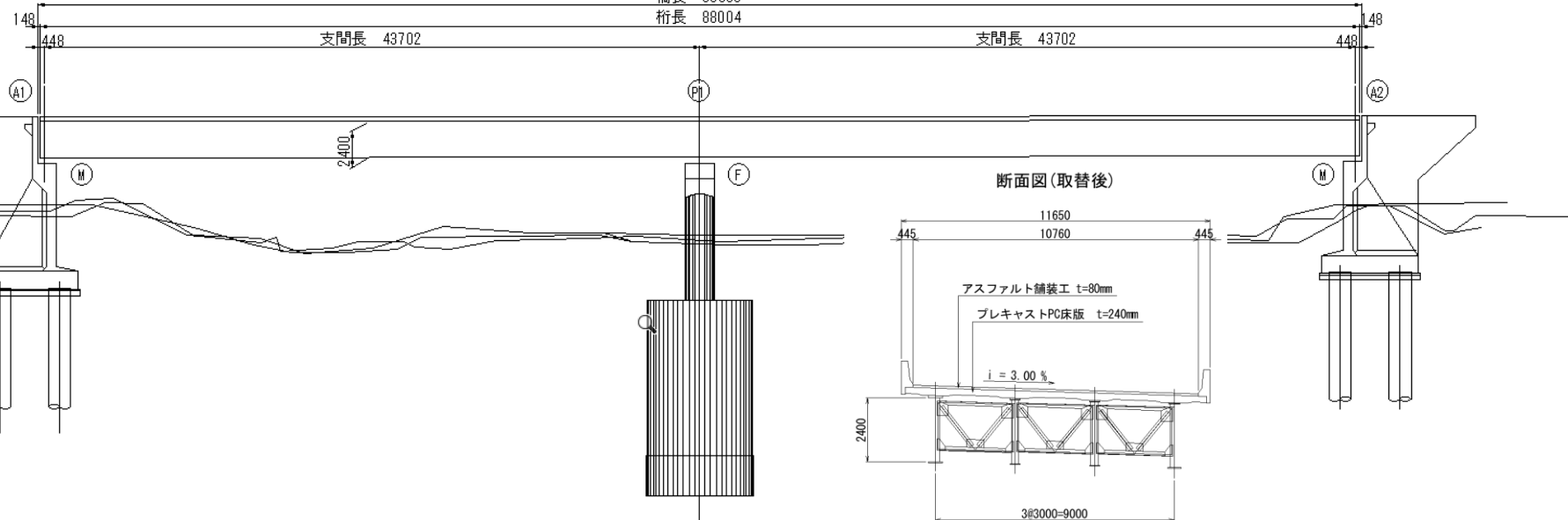
## (1) 検討対象橋



橋長 88300

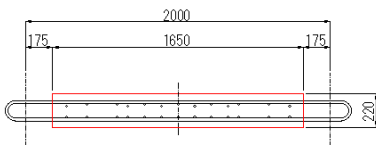
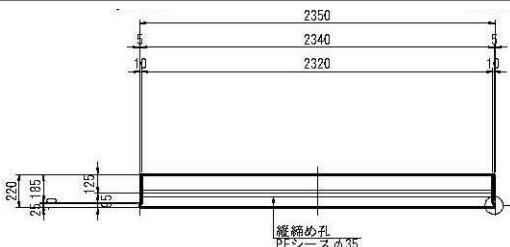
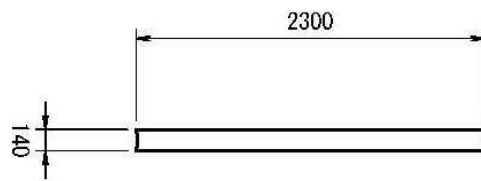
橋長 88300

桁長 88004



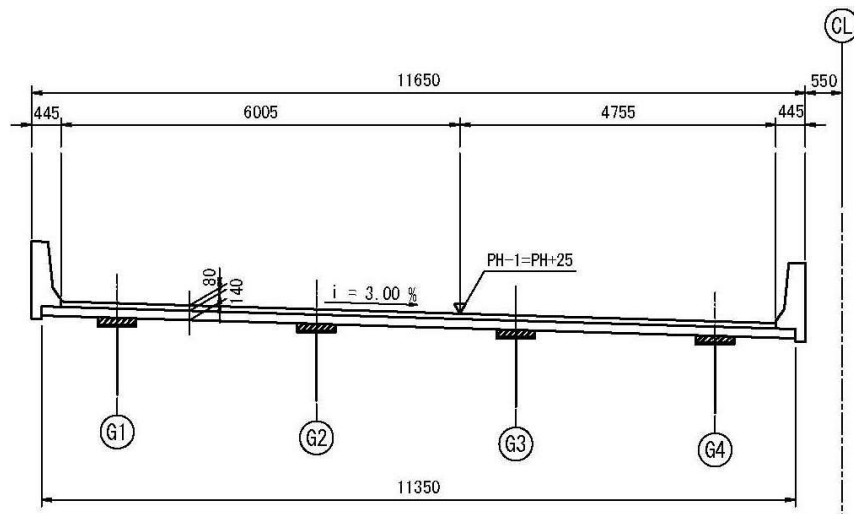
# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

## (2) 床版構造の検討

	1方向プレストレス PCaPC床版	2方向プレストレス PCaPC床版	平板型UFC床版
縦断面図			
床版厚	220mm	220mm	140mm
床版長	2000mm	2350mm	2300mm
継手構造	あご無しループ継手	プレストレス継手	プレストレス継手
間詰め材	膨張コンクリート	無収縮モルタル	UHPFRC
床版枚数	標準版: 42枚 調整版: 1枚	標準版: 34枚 調整版: 1枚 中間定着版: 2枚	標準版: 35枚 交差定着版: 2枚 端部版: 2枚
床版重量	標準版: 117.9kN/枚 総重量: 6185.4kN	標準版: 158.4kN/枚 総重量: 6071.0kN	標準版: 89.5kN/枚 総重量: 4252.8kN



## (2) 床版構造の検討



# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

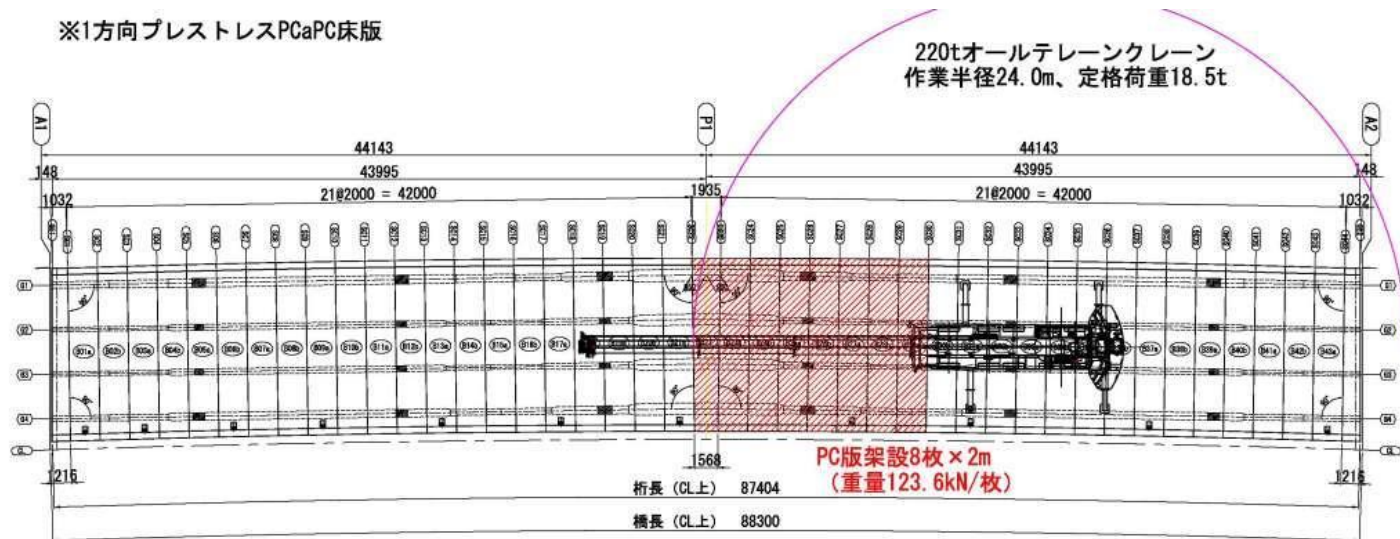
## (3) 施工手順・工程の検討

	作 業	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目		6日目		7日目		8日目		9日目		10日目		11日目		12日目		13日目		14日目		15日目		16日目		17日目	
		昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜		
1方向PCaPC床版	コア削孔・床版切断																																		
	RC床版剥離・撤去			220tクレーン2台使用				28BL		28BL		30BL																							
	PCaPC床版架設					220tクレーン2台使用		14枚		14枚		15枚																							
	間詰めコンクリート打設																																		
	版下モルタル打設																																		
	端部コンクリート打設																																		
2方向PCaPC床版	コア削孔・床版切断																																		
	RC床版剥離・撤去			220tクレーン2台使用				22BL		20BL		20BL		12BL																					
	PCaPC床版架設					220tクレーン2台使用		11枚		10枚		10枚		6枚																					
	間詰めモルタル充填																																		
	縦締めPC鋼材緊張																																		
	版下モルタル打設																																		
	端部コンクリート打設																																		
平板型UFC床版	コア削孔・床版切断																																		
	RC床版剥離・撤去			160tクレーン2台使用				30BL		28BL		20BL																							
	UFC床版架設			160tクレーン2台使用				15枚		14枚		10枚																							
	接合部UHPFRC打設																																		
	縦締めPC鋼材緊張																																		
	合成部UHPFRC打設																																		
	端部コンクリート打設																																		

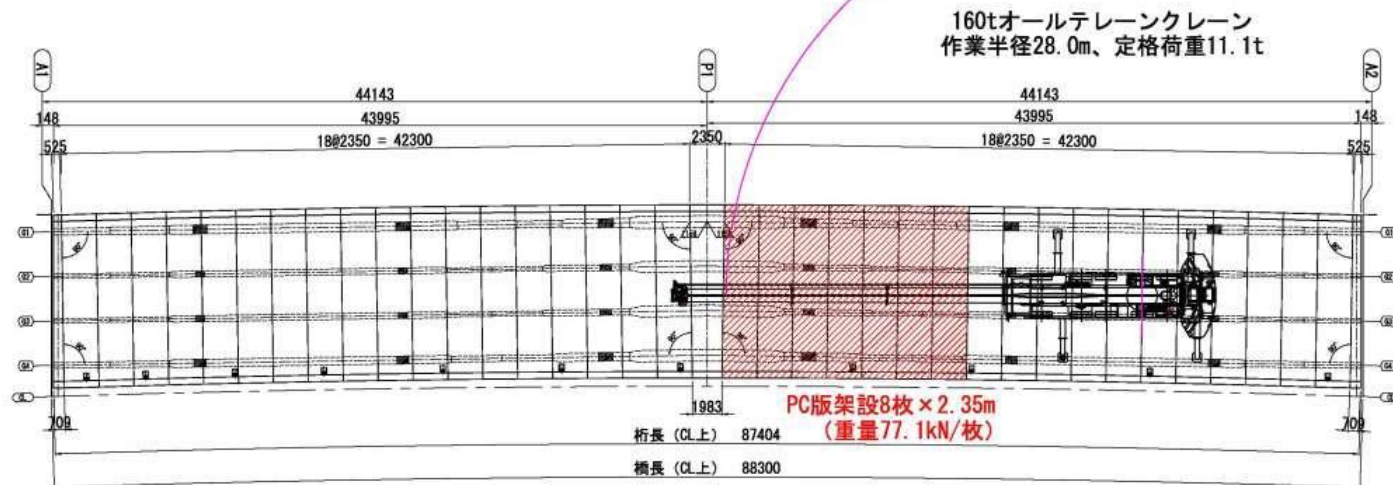
# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

## (3) 施工手順・工程の検討

※1方向プレストレスPCaPC床版



※UFC床版 (パターン②)



# 【施工WG】床版更新での省力化・省人化

## (4) 比較・分析

### 【構造・数量】

1. 平板型UFC床版では、床版枚数を1方向版の90%程度に削減できる。
2. 平板型UFC床版では、撤去床版の切断長を1方向版の90%程度に短縮できる。
3. 平板型UFC床版では、撤去ブロック数を1方向版から90%程度に削減できる。
4. 2方向版では、プレキャスト版重量が1方向版から40%程度増加する。
5. 平板型UFC床版では、プレキャスト版重量が1方向版から20%程度減少する。
6. 平板型UFC床版では、床版間の間詰め量を1方向版から大幅に削減できる。
7. 平板型UFC床版では、版下に充填するUHPFRCの量が大幅に(4.2倍)増加する。
8. 更新床版の合計重量は、撤去床版に比して1方向版が14%増、2方向版が12%増、平板型UFC床版が21%減となる。

### 【工程】

1. 1方向版では、床版更新に12日を要する。
2. 2方向版では、縦締めPC緊張が必要となり、床版更新に15.5日を要する。
3. 平板型UFC床版では、端部コンクリートが不要となり、床版更新に12日を要する。
4. 2方向版では、220tクレーンでの床版の撤去架設工程が1方向版より1昼夜長くなる。
5. 平板型UFC床版では、160tクレーンでの床版の撤去架設工程が1方向版と同等になる。
6. 間詰め幅が狭く直角方向鉄筋の無い平板型UFC床版の間詰めは、間詰め幅が広く底型枠組立てに手間がかかるうえ、直角方向鉄筋の組立てが必要な1方向版のアゴ無しループ継手の間詰めより施工性に優れる。

# ■ 施工WG活動スケジュール

活動内容		2022年						2023年					
		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
【施工WG】 床版更新の省力化	打合せ	▼10/18		▼11/9		▼12/14				▼2/3		▼	
	検討対象橋の選定												
	床版構造の検討												
	施工手順・工程の検討												
	検討結果の比較・分析												

# 【施工WG】まとめ

---

## (1) 検討対象橋の選定

鋼2径間連続非合成鈑桁橋東北自動車道福島須川橋を検討対象橋に選定した。

## (2) 床版構造の検討

1方向 prestress PCaPC 床版, 2方向 prestress PCaPC 床版および平板型 UFC 床版を検討対象橋に適用した場合の構造を比較表にまとめた。

## (3) 施工手順・工程の検討

3種の床版構造で施工手順・工程を作成し, 比較表にまとめた。

## (4) 比較・分析

3種の床版で、構造ならびに施工手順・工程を比較から、主に以下が言える。

- 平板型UFC床版を適用すると、床版枚数、撤去床版の切断長ならびに撤去ブロック数を1方向版から削減できる。また、床版間詰め量を大幅に削減できる。
- 平板型UFC床版を適用すると、プレキャスト版重量を1方向版から20%程度削減でき、床版全体重量を撤去床版から21%削減できる。
- 一方で、平板型UFC床版を適用すると、版下に充填するUHPFRCの量が1方向版の版下に充填する無収縮モルタルから大幅に増加する。

## 【施工WG】まとめ

---

- 平板型UFC床版を適用すると、端部コンクリートが不要となり、床版更新に要する日数は1方向版と同程度である。
- 2方向版を適用すると220tクレーンの使用で1方向版より床版の撤去架設工程が長くなる。
- 平板型UFC床版を適用すると160tクレーンの使用で220tクレーンを使用する1方向版と同等の架設工程を確保できる。
- 平板型UFC床版の横目地は、1方向版のアゴ無しループ継手より施工性に優れる。



資料番号	6-5
提出者	丹羽委員
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# 2022年度 広報部会の活動報告

広報部会 丹羽信弘

# ①研究会ホームページの更新

## ● ニュース・トピックなど更新, https化

<https://www.ufcdeck.com/>

### ニュース・トピック

2023.2.10

UFC床版の製作について工場見学会を開催しました。株式会社 富士ピー・エス様の三重工場にて、内田裕市委員長（技術委員会）をはじめ12名の会員に参加頂きました。UFC床版の製作について見学後、質疑など活発な議論を頂きました。なお、このUFC床版は、阪神高速3号神戸線の床版取替え工事（2023年5月現場施工）に使用されるUFC床版です。

日時：2023年2月10日（金）6:00～10:00

場所：富士ピー・エス 三重工場



2023.1.26

UFC道路橋床版研究会 技術セミナー2023は、産学官、各方面から合計300名を超えるご参加をいただき、盛会のうちに無事終了することができました。お忙しいなかご参加いただき、ありがとうございました。

日時：2023年1月26日（木）13:30～17:00

場所：阪神高速先進技術研究所+LIVE配信, 参加費：無料

動画ライブラリ・配布資料：【技術セミナー2023】



# ①研究会ホームページの更新

## ● 会員限定ページの新規作成

<https://www.ufcdeck.com/members/>  
ユーザ名 : ufc, パスワード : 2022ufcdeck

### 技術委員会の記録・予定

- ・ 2024/06/XX 技術委員会（第9回）【予定】
- ・ 2024/01/XX 技術セミナー2024【予定】
- ・ 2023/12/XX 技術委員会（第8回）【予定】
- ・ 2023/11/01 建設技術展2023近畿 出展【予定】
- ・ 2023/09/XX 技術委員会（第7回）【予定】
- ・ 2023/08/XX UFC床版コーヒーブレイク #3, 施工会社向け【予定】
- ・ 2023/07/XX UFC床版コーヒーブレイク #2, 製造会社向け【予定】
- ・ 2023/06/07 技術委員会（第6回）【予定】
- ・ 2023/05/25 現場見学会（平板型UFC床版の架設）【予定】
  
- ・ 2023/02/10 現場見学会（平板型UFC床版の製作@富士ピー・エス三重工場）
- ・ 2023/02/09 UFC床版コーヒーブレイク #1 延長戦, 建設コンサルタント向け
- ・ 2023/02/03 技術相談（中央コンサルタンツ様→施工部会・製作WG）
- ・ 2023/02/03 技術相談（パシフィックコンサルタンツ様, 阪神高速→施工部会）
- ・ 2023/01/19 技術相談（パシフィックコンサルタンツ様, 阪神高速→設計部会）
- ・ 2023/01/26 技術セミナー2023, 動画・資料
- ・ 2023/01/13 UFC床版コーヒーブレイク #1, 建設コンサルタント向け
- ・ 2022/12/15 技術委員会（第5回）, 配布資料, 議事要旨
- ・ 2022/08/08 技術委員会（第4回）, 配布資料, 議事要旨

## ②技術展示へのパネル展示の更新

- 令和4年度は特になし
- 令和5年度の建設技術展2023近畿に向け次年度活動予定

**建設技術展**  
2023近畿 ええもん'使こて、ええもん創ろ!

9つの分野に約600技術が集結  
■ 防災 ■ 環境 ■ コスト削減  
■ 安全・安心 ■ 施工 ■ 維持・更新  
■ DX・ICT ■ 社会 ■ 学校

2023.  
11/1 [水] 9:30-17:00  
11/2 [木] 9:30-16:30 **入場無料**

インテックス大阪 6号館 Cゾーン

「コスモスタジアム」最上階ロビーから会場まで無料シャトルバス運行!

主 催: 日刊建設工業新聞社 一般社団法人近畿建設協会  
特別共催: 公益社団法人土木学会関西支部

お申込み多数のため出展者募集を終了させていただきます  
たくさんのお申込み  
ありがとうございました

土木学会CPD  
全国土木施工管理技士会連合会CPDSプログラム申請予定

### ③展示会や新聞への広告記事の掲載

- 建設技術展 2023近畿 に出展決定  
期 日：令和5年11月1日(水)・2日(木)  
場 所：インテックス大阪 6号館 Cゾーン  
大阪市住之江区南港北1-5-102  
主 催：日刊建設工業新聞社  
(一社)近畿建設協会  
出展分野：「維持・更新」

## ④現場・工場見学会の企画

---

### ● 工場見学会

5月の神戸線リニューアル工事で使用されるUFC床版の製造見学

開催場所：株式会社富士ピー・エス 三重工場

開催日：令和5年2月10日(金)

参加人数：11名

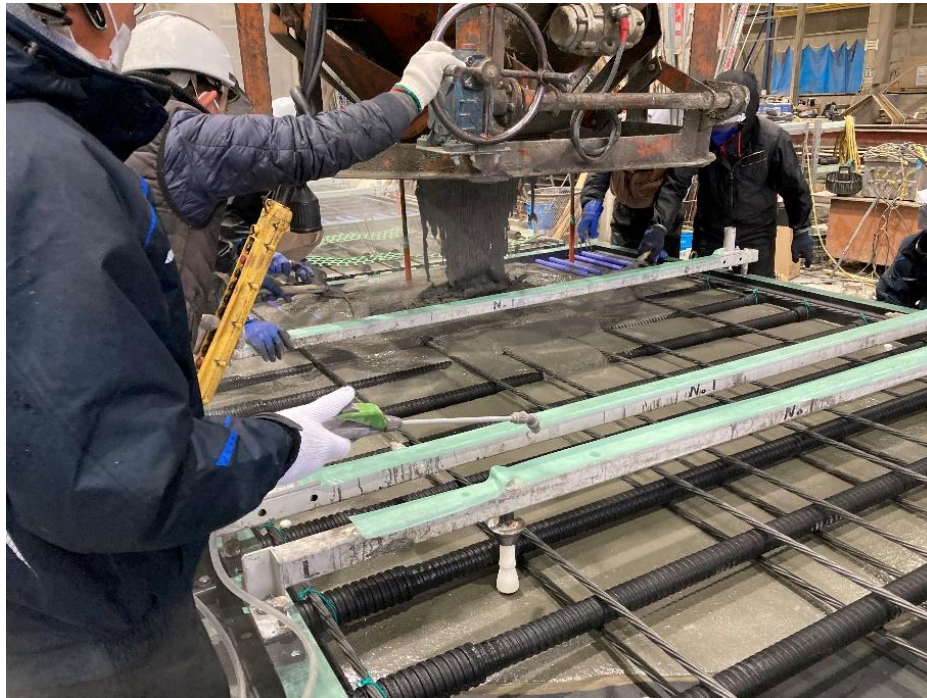
実施内容：

6:30	三重工場
6:40	練り混ぜ見学（3バッチ目から）
7:20	UFC打設床版製造見学
8:20	工場見学
9:15	会議室にて質疑応答
10:00	三重工場 解散



## ④現場・工場見学会の企画

### ● 工場見学会



開催して頂きました(株)富士ピー・エス様に、改めて御礼申し上げます。

## ④現場・工場見学会の企画

### ● 現場見学会

5月の神戸線リニューアル工事を見学

開催日：令和5年5月25日（木）

参加人数：17名

見学工程：

⇒13:00現場事務所出発

⇒UFC床版施工現場見学

⇒15:00現場事務所帰着・解散





# ⑤技術セミナー2023の開催

<https://www.ufcdeck.com/tech2023/>

- 2023年1月26日に開催
- 会場(阪神高速先進技術研究所)とオンライン(teamsライブイベント)の併用形式で技術セミナー2023を開催。当日は300名以上の方にご参加頂いた。
- 二羽会長の御挨拶からスタートし、10名の講師からUFC床版や関連する特論について講演した。



主催 UFC道路橋床版研究会

日時 2023年1月26日(木) 13:30~17:00

方式 オンライン配信 (teams) + 会場 (阪神高速道路先進技術研究所)

参加費 無料

プログラム	テーマ	講師
13:35	UFC材料	内田 裕市 岐阜大学 教授 (技術委員会 委員長)
13:55	UFC床版の総論	小坂 崇 阪神高速道路㈱ 技術部 技術推進総括課長 (事務局・運営部会 主査)
14:15	UFC床版の性能	一宮 利通 鹿島建設㈱ 技術研究所 担当部長 (施工部会 材料WG主査)
14:35	UFC床版の設計	渡邊 裕規 ㈱総合技術コンサルタント 大阪支社 次長 (設計部会 構造検討WG主査)
15:05	UFC床版の製作	山口 光俊 ㈱富士ビー・エス 技術センター サブリーダー (施工部会 製作WG主査)
15:25	UFC床版の施工	齋藤 公生 鹿島建設㈱ 関西支店 土木部 担当部長 (施工部会 主査)
15:45	UFC床版に関するQ&A	仲村 賢一 日本工営㈱ 大阪支店 交通都市部 次長 (設計部会 主査)
16:05	合成材のシステム・リダンダンシーとVulnerability	奥井 義昭 埼玉大学 教授 (技術委員会 委員)
16:25	UFC/UHPCの活用海外事情	三木 朋広 神戸大学准教授 (幹事長、技術委員会 委員)
16:45	UFC道路橋床版研究会の紹介	丹羽 信弘 中央復建コンサルタンツ㈱ 構造系部門 技師長 (広報部会 主査)

申込方法 2023年1月16日までに <https://forms.gle/RqRMUBUAH9kmrJUq8>

からお申込み下さい

定員 会場 30名※, オンライン(teams) 200名

※ 会場のご希望が多数の場合、オンライン参加をお願いする場合がありますので予めご了承下さい



お問い合わせ 技術委員会 広報部会 小坂 (kosaka-takeshi@hanshin-exp.co.jp), 岡本 (okamoto@kajima-renoate.co.jp)

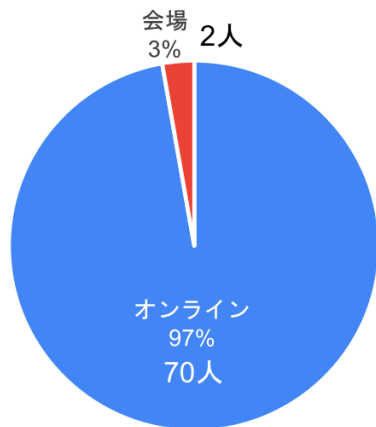
# ⑤技術セミナー2023の開催

## 1. アンケート回収数

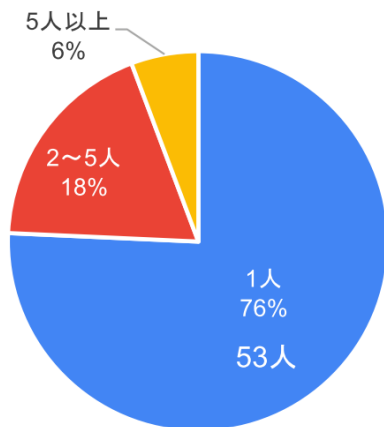
- ・ 申込者約 320 名
- ・ アンケート回答者 72 名（約 23%）

## 2. 参加形式, 参加状態

Q1：セミナーはどちらで参加いただきましたか？

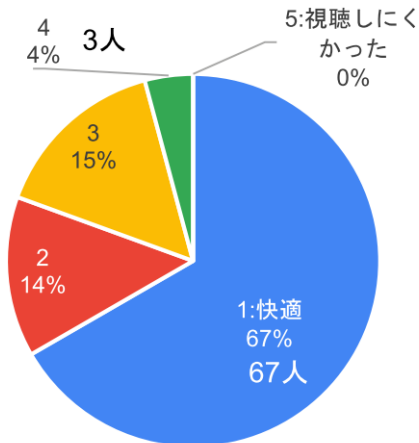


Q2：オンライン参加時に何名でご視聴頂きましたか？



Q3：teams ライブイベントはいかがでしたか？

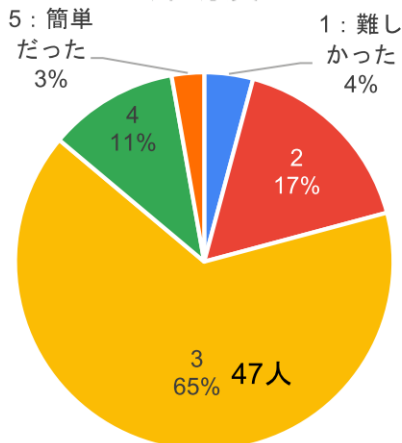
（快適 1←→5 視聴しにくかった）



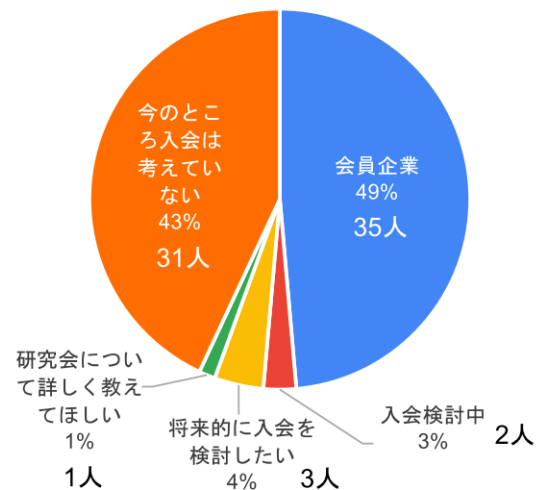
## 3. セミナーの内容

Q4：セミナーの内容はいかがでしたか？

（難しかった 1←→5 簡単だった）



## 4. 入会希望



## ⑤技術セミナー2023の開催

---

### 【ご質問、ご要望、感想など】

- ・ 幅広い発表テーマで充実した内容だったと思います。
- ・ 1人15分の説明でなく、1人30分で2人分を説明する方が良いと思います。
- ・ On-lineで視聴しましたが、非常に分かりやすいセミナーでした。国内にも外国人技術者が増えているので、英語の同時通訳版があっても良いかもしれません。
- ・ UFCのことはよく理解できました。質問はアラミド繊維工法などとの比較です。次には、カーボンニュートラルの視点からどれくらいの数量的な期待があるのか、これは、改良工事は沢山のCo<sub>2</sub>を排出するので、長期に亘って貢献できる点も含めてのことです。
- ・ UFC床版がどういうものなのか、適切に理解できました。ありがとうございました。
- ・ UFC床版が相当に画期的な製品であることに気付きました。1点ほど。コンクリートが硬くなりすぎたが故の弊害は生じないでしょうか。
- ・ UFC床版についての理解が深まり、すごい勉強になりました。
- ・ 全てのプログラムにおいて資料も説明もとてもわかりやすかったです。
- ・ 特にアームローラーによるUFC床版の設置風景の動画が一番印象的で、見ていて感動しました。
- ・ このようなセミナーを設けていただき、ありがとうございました。
- ・ UFC床版の施工動画があれば視聴させていただきたい
- ・ UFC床版の詳細について、様々な企業の方から多角的な説明を受けることができ、大変貴重な経験となりました。本日は、大学院生の立場ながら、本セミナーに参加させていただき誠にありがとうございました。

## ⑤技術セミナー2023の開催

---

- ・ UFC 床版の総論、性能、設計、製作、施工、海外事情と盛りだくさんの情報と知見を習得でき、大変有意義な技術セミナーであった。今後の技術の深耕を期待します
- ・ お恥ずかしい話、UFC 床版というものを初めて知りました。
- ・ 一般的な床版よりも死荷重の低減が図れることに大きなメリットを感じております。そのため、機会があれば、予備設計の段階から UFC 床版案を取り入れて行きたいとも考えておりますが、FEM 解析を実施せず、床版厚さなどの条件を簡易に設定することはできませんでしょうか？"
- ・ テーマ毎にご説明頂き、非常に聞きやすく勉強になりました。
- ・ 愛媛大学大学院の〇〇（広報部会マスキング）と申します。この度はこのようなセミナーに参加させていただきます誠にありがとうございます。私は大学でコンクリートの研究室に所属しております。新たな建設材料の開発に興味があり、本セミナーに参加させていただきました。
- ・ セミナーでは UFC 床版の知識や有効性についての理解を深めるとともに、自分もこのような素晴らしい建設材料の開発に携わりたいと感じました。
- ・ 一見、弱点のないように思える UFC 床版ですが、設計上、新設や更新事業に適用できない条件や制約があれば教えていただきたいです。お忙しいところ大変恐縮なのですが、ご回答していただけると幸いです。よろしくお願いいたします。
- ・ 以前にも開催されたかもしれませんが、UFC 床版製作工場見学会の開催をお願いしたい。



## ⑤技術セミナー2023の開催

---

- ・ 基本的な原理からご説明頂けたので非常に分かりやすく、UFC 床版に対する理解が深まりました。
- ・ 興味深く視聴させていただきました。
- ・ 軽量かつ合理的な床版との認識を持ったが、まだまだ解決しなくてはならない検討事項も多いことがわかった。
- ・ 港湾における塩化物イオン濃度の影響が鋼繊維に与える影響について疑問を感じた。UFC は透水係数が小さいことから含浸材の併用が困難となるか教えていただければと存じます。
- ・ 今後の普及の見通しはどうでしょうか。
- ・ 最近の情報と施工の様子を知ることができて視聴は有効でした。
- ・ 材料、設計、製作、施工、施工事例と UFC 道路橋床版の概要について非常にわかりやすいセミナーであったと思います。
- ・ 阪神高速様の物件に携わっていて、参考に聴講させていただきました。構造や設計について良く分かりました。
- ・ 昨今の橋梁改良工事の一題を知る内容として大変有意義でした。
- ・ 私は文系の人間ですが、今日のセミナーは大変分かりやすかったです。
- ・ 事前に資料も配布され、内容も総論から材料、設計、製作、施工と充実していたと思う。
- ・ 将来的に実績が増えてくれば、関西以外のエリアでも比較検討し易くするために技術資料（パンフレット）をHPで公開いただければよいかと思います。
- ・ 床版取替えの実績など、事例が豊富に紹介されていたので、よく理解できた。
- ・ 製造を担っている立場からの視聴でした、これからの需要は大きいと思った内容でした。

## ⑤技術セミナー2023の開催

---

- ・ 高強度コンクリートは当社では、土木・建築と製造させていただいているので材料の特色は少しではありますが、理解しているつもりですが、まだまだ奥が深いと感じました。
- ・ 製品としては、腐食、疲労のリスクが小さく、平坦性、排水性も確保できるのであれば、舗装の機能も含めた UFC 床版を作成し、直接走行させる可能性はいかがでしょうか。
- ・ 設計者として FEM を活用が前提となる設計は避けたい。今後の汎用化を望む
- ・ 他の床版との比較表でメリット、デメリットを示したものがあればわかりよいと思いました。
- ・ 大学で行っていた研究内容と近い内容だったので、非常に興味深く拝聴しておりました。
- ・ 部分的な（増厚等）使用でも UFC は価値ある技術だと思っておりますが、まだ研究の余地もあるとも感じていました。
- ・ その点で、防水工撤去時における過切削の話や、増厚材料として用いた時の層間剥離等が言及されていたことに感銘を受けました。本日はありがとうございました。
- ・ 大変有意義なセミナーでした。ありがとうございました。
- ・ 脱炭素や経済性などに関して、もっと事例ごとに定性的な数字（概算で可）があれば、利用する選択肢に上がりやすいと感じた。
- ・ 適用支間長等、現状（解析・実験）での適用性について解説がほしい
- ・ 動画や写真が多く見やすかった
- ・ 受講させていただきありがとうございました。

## ⑥動画・パンフレットの製作

- 令和4年度の活動は特になし
- 令和5年度に製作予定 5月9日製作会社と打合せ、契約へ
- 5月25日の現場見学後に、インタビュー撮影を実施



## ⑦ノベルティグッズの製作

---

- 令和4年度の活動は特になし
- 令和5年度の建設技術展に向けて製作予定

付箋？

トートバッグ？

クリアファイル？

ボールペン？

みなさまからの案もお待ちしております！！！！



# ⑧UFC床版コーヒーブレイク

## ◎UFC床版コーヒーブレイクとは・・・

気軽な雰囲気の中でUFCに関して活発なディスカッションをしてもらいたいというコンセプトで企画する研究会 会員会社向けの技術ミーティング

- 日時:2023年1月13日(金)

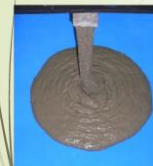
14:00~15:30 【第1回開催】

- 対象者:建設コンサルタントの方  
(対面8名+web聴講1名)
- 講師として三木先生、小坂委員が参加
- 小坂委員による話題提供「UFCの概要と活用事例」の後、事前アンケート2題の回答を基に、60分間ディスカッションを実施



### 2 超高強度繊維補強コンクリート / UFC

UFC : Ultra-high strength Fiber reinforced Concrete



(a) 硬化前



(b) 硬化後

項目	単位	AFT系UFC	コンクリート
圧縮強度の特性値	N/mm <sup>2</sup>	180	21~50
引張強度の特性値	N/mm <sup>2</sup>	8.8	1.7~3.1
ヤング係数	N/mm <sup>2</sup>	46,000	24,000~33,000
水結合材比	-	0.15	0.3~0.6
透気係数	m <sup>2</sup>	4.5×10 <sup>-20</sup> 以下	1×10 <sup>-17</sup> ~1×10 <sup>-15</sup>
透水係数	cm/s	4.0×10 <sup>-17</sup>	1×10 <sup>-11</sup> ~1×10 <sup>-10</sup>
塩化物イオン拡散係数	cm <sup>2</sup> /年	0.0018	0.14~0.9
設計収縮ひずみ※1	-	50μ (熟養生後)	180μ程度
クリープ係数	-	0.7	2.0~2.2程度

※1 凝結始発からの収縮ひずみ合計は750μ (そのうち熟養生中430μ) , 養生終了後の収縮ひずみが320μである。

- UHPCは1994年にP. リチャードらが開発。2002年にフランス土木学会 (AFGC) が基本的な指針を示した
- 国内では、2004年に土木学会より、超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案) が発刊、UFCを定義
- AFT系UFCは、細骨材、セメントおよびボゾラン材で構成、銅繊維 (直径0.2mm、長さ15mm、22mm) を1.75vol.%混入

## ⑧UFC床版コーヒープレイク

---

- 事前アンケート内容と回答

Q1 UFCの技術を床版以外の使い道について何かアイデアをお願いします

【回答一覧】

- ・函渠等に使えないでしょうか。
- ・水道管の取替（水道管は法定耐用年数40年）
- ・強度が必要な定着具。抽象的ですが少量の利用かつ強度が必要な箇所
- ・鋼材よりも耐久性が高いので、港湾施設への適用にメリットが出てくるのかなと思いました。
- ・橋脚の梁などに採用するのはどうでしょうか
- ・PC梁などを適用するような張出し長4m程度以上の梁などに使えないでしょうか？
- ・底版の配筋との取り合いが問題となる基礎杭への適用等。

## ⑧UFC床版コーヒープレイク

---

### ● 事前アンケート内容と回答

Q2 UFC床版を新設橋や床版取替え設計に適用すると想定して、聞きたいこと

### 【回答一覧】

#### ○設計的な観点の質問

- ・UFC床版を設計する上で、他の床版形式とは異なる留意点等がありますか。
- ・UFC床版を採用可能な橋種等に制限はありますか。
- ・主桁との合成効果は期待できるのか？
- ・耐久性に関わる不具合は起こっていないのか。施工実績に関する部分。
- ・主桁、高欄、伸縮との接合部について
- ・床版厚が薄いUFC床版に標準の排水柵を配置すると欠損断面積が多く応力的に不利になるのではと思いますが、どのような排水柵を適用されていますでしょうか。UFC床版専用の柵皿が薄い排水柵があるのでしょうか。
- ・塩害の影響を受けないとYouTubeで言っていましたが、鋼繊維が腐食することはない？  
(塩化物イオンが入らないから問題ない？)
- ・軽量化により長スパンが実現可能な一方で、たわみや振動への対策について

## ⑧UFC床版コーヒープレイク

---

### ○製作・施工的な観点の質問

- ・床版取替えでは高速道路等の現場作業の省力化が必須である場合の限定的な利用？
- ・合成床板やPC床板に対する重量比
- ・施工の制約がある場合、仮設用のクレーンが大きくなるのか。
- ・現場打ちはできないでしょうか？
- ・上部工桁配置により床版厚の変化が生じる場合に対して、製作、施工性について。
- ・UFC床版自体を将来的に取り換えることが可能でしょうか。

### ○コスト的な観点の質問

- ・他の床版形式と比較して、初期コスト、維持管理費はどの程度の差がありますか。
- ・新設橋では供用期間100年ではオーバースペック？→LCCを200年で考える？
- ・経済面ではどれくらいメリットがあるか？

### ○その他の質問

- ・UFC床版を発注者に提案する際のプレゼンはどうされてますか。

## ⑧UFC床版コーヒーブレイク

- 参加者1人ずつ回答を発表してもらい、参加者皆さんでディスカッション

### UFC床版コーヒーブレイク

- ▶ UFCをどんな使い方ができるか
- ▶ 橋脚の梁に使えないか、PC梁、張り出しが4m超えなど、鋼製にするまでもない範囲とか、現場打ち、Pca
  - ▶ 材料単価はどれぐらい？ → 5～10倍？
  - ▶ 接合部が課題、工夫代はあるのではないか
- ▶ 杭（φ1m）、底版との接合に細工がいる
  - ▶ 狭隘部、特殊なところへの適用
  - ▶ 既製品として
  - ▶ 小型化、長尺化
- ▶ 橋脚の巻き立て材（基礎への負担軽減）Hiduc橋脚

・意見はスクリーンで共有しながら話を展開  
・60分では足りないくらい、多くの意見をいただきました！！

お菓子とコーヒーなども用意して、ざくばらんに意見交換





# ⑧UFC床版コーヒーブレイク

- 時間の都合上回答できなかった内容については、希望者のみを対象に後日webにて延長戦を実施。延長戦に参加の方の質問を中心に全11問の回答集は参加者皆さまにメールにて配布。

UFC床版コーヒーブレイク 延長戦

2023/2/9

## アンケートQ&A 回答集

UFC道路橋床版研究会 広報部会

UFC床版コーヒーブレイク Q&A

2

### Q1 施工実績において、耐久性に関わる不具合は起こっていないのか？

質問者：オリエンタルコンサルタンツ 京野さま

- 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	鋼単純合成鉄桁；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	鋼単純合成鉄桁；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	鋼単純合成鉄桁；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。

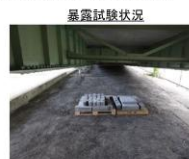
UFC床版コーヒーブレイク Q&A

3

### Q1 施工実績において、耐久性に関わる不具合は起こっていないのか？(続き)

【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



	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	○※	○※	○※	○

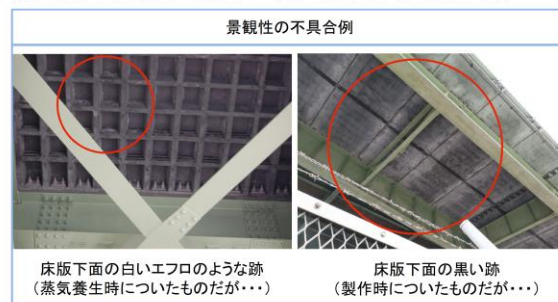
※計測頻度については今後検討

UFC床版コーヒーブレイク Q&A

4

### Q1 施工実績において、耐久性に関わる不具合は起こっていないのか？(続き)

- 床版の耐久性には影響はありませんが、いくつか不具合事例もあります。



## ⑧UFC床版コーヒーブレイク

---

### ● 今後の開催スケジュール

#### 【R4年度】

- ・第1回 2023年1月13日 コンサルタント向け **（開催済み）**

#### 【R5年度】

- ・第2回、第3回 2023年8月ごろ 施工会社向け、制作会社向け  
⇒今後参加者の募集をさせていただきますので、ぜひご参加ください！
- ・第4回 2023年冬ごろ 内容未定

※開催は年度間に3回を予定

# UFC道路橋床版研究会 広報部会活動計画(案)

## ■スケジュール

		2022年				2023年				
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
①	研究会ホームページの更新									
②	技術展示へのパネル展示の更新		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
③	新聞・雑誌・webへの広告記事		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
④	現場見学会（○製作、●施工）			○	○	○				●
⑤	技術セミナー									
⑥	パンフレット（日本語/英語）製作									
⑦	ノベルティグッズ製作									
⑧	技術ミーティングの開催			○	○				○	○
	広報部会	●		●		●		●		●
	技術委員会				●					●



# UFC道路橋床版研究会 広報部会活動(実績)

## ■スケジュール

		2022年				2023年				
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
①	研究会ホームページの更新									
②	技術展示へのパネル展示の更新									
③	新聞・雑誌・webへの広告記事									
④	現場見学会（○製作、●施工）						○			●
⑤	技術セミナー					○				
⑥	パンフレット（日本語/英語）製作			○						○
⑦	ノベルティグッズ製作									
⑧	技術ミーティングの開催					○				
	広報部会	①	②	③	④		⑤			⑥
	技術委員会				●					6月

# UFC道路橋床版研究会 広報部会活動報告

○R4年度決算（R4年4月1日～R5年3月31日） 広報費100万＋現場視察等100万

## 【広報費 決算】

項目	細目	予算	決算	備考
広報費		¥1,000,000		
	③広告掲載		¥0	
	⑥PR動画		¥0	
	⑥パンフレット		¥0	
	⑦ノベルティグッズ		¥0	
		計	¥0	

# UFC道路橋床版研究会 広報部会活動報告

○R4年度決算(R4年4月1日～R5年3月31日) 広報費100万＋現場視察等100万  
【現場見学等 決算】

項目	細目	予算	決算	備考
現場視察等		¥1,000,000		
	④見学会(R4年5月、6月)		¥369,284	※実施済
	④見学会(R5年2月)		¥95,620	※製作工場見学 バス(半日) ＋謝金・交通費(3名分)
	⑤UFC床版の技術セミナー (R5年1月)		¥104,700	謝金・交通費(3名分)
	⑧UFC床版コーヒーブレイク(仮 称)(R5年1月)		¥22,263	謝金・交通費(1名分)
		計	¥591,867	

# R5年度予算案(広報費)

---

○R5年度予算案(R5年4月1日～R6年3月31日)

項目	細目	予算案	使用計画案	備考
広報費		¥2,000,000		
	広告掲載		¥200,000	※案件あれば検討
	PR動画		¥700,000	※制作費
	パンフレット		¥200,000	※制作費
	ノベルティグッズ		¥100,000	※制作費
	技術展示		¥800,000	※出展料(建設技術展 近畿、関東を想定)

# R5年度予算案(現場視察等)

○R5年度予算案(R5年4月1日～R6年3月31日)

項目	細目	予算案	使用計画案	備考
現場視察等		¥270,000		
	現場見学会(R5年5月)		¥100,000	※阪高神戸線RN見学 謝金・交通費(3名分)等
	UFC床版コーヒープレイク(仮称) (R5年に3回開催)		¥60,000	謝金(1名分×3)
	UFC床版の技術セミナー (R6年1月)		¥110,000	謝金・交通費(3名分)

資料番号	6-6
提出者	大島委員
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# 輪荷重走行試験の計画 (平板型ダクトルPC床版)

大成建設株式会社

# 試験目的

---

## 本技術委員会における UFC床版の設計・施工・維持管理マニュアル(案)の改定の実施 み (以降、マニュアル案)

2022年12月15日の技術委員会において、  
「UFC指針(案)に準拠するダクトは、サクセムと同性能を有する材料と考え、  
輪荷重走行試験の必要はない」

平板型ダクトPC床版の水張り条件での試験データがない

- ⇒ これからのUFC床版の普及に向けて、
- ・各方面への疲労耐久性に関する性能説明で必須
  - ・マニュアル案における確固たる根拠の取得
  - ・確実な品質保証



今年度に輪荷重走行試験の実施

土木研究所の輪荷重試験機で11月から実施予定

# 床版の設計

## 試験体の仕様

### ① 床版厚

マニュアル案に準じた最小床版厚130mmで実施

### ② 床版の設計

マニュアル案に準じてFEM解析による応力度照査

道路橋示方書Ⅱ 11.2.3の設計曲げモーメントに準じた設計法との比較

表.参考 床版曲げ剛性の比較

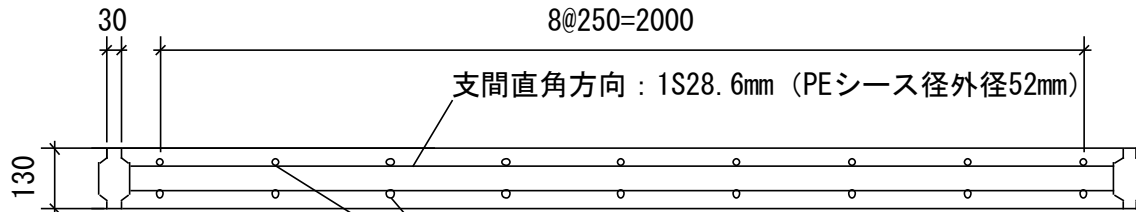
	PC床版	ダクトアル床版
床版厚(mm)	160	130
	道示の最小床版厚	試験計画の床版厚
設計強度(N/mm <sup>2</sup> )	50	180
ヤング係数(N/mm <sup>2</sup> )	33,000	50,000
曲げ剛性比	1.00	0.81



# 床版の設計

## ③ PC鋼材配置(道示に準じた場合)

A-A



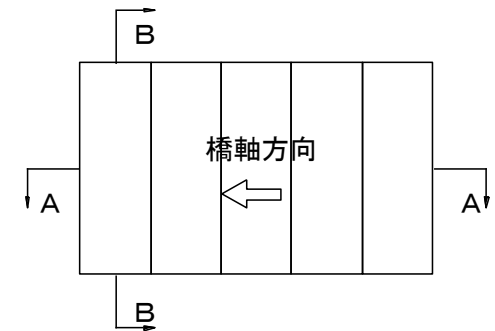
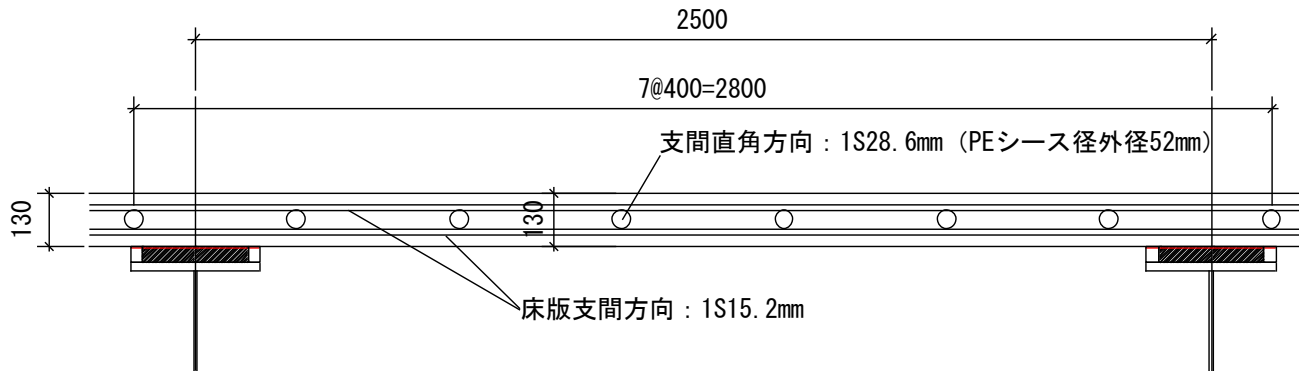
(床版支間方向)

$$-8\text{N/mm}^2 \leq \sigma_c \leq 108\text{N/mm}^2$$

(支間直角方向: 接合部)

$$0\text{N/mm}^2 \leq \sigma_c \leq 108\text{N/mm}^2$$

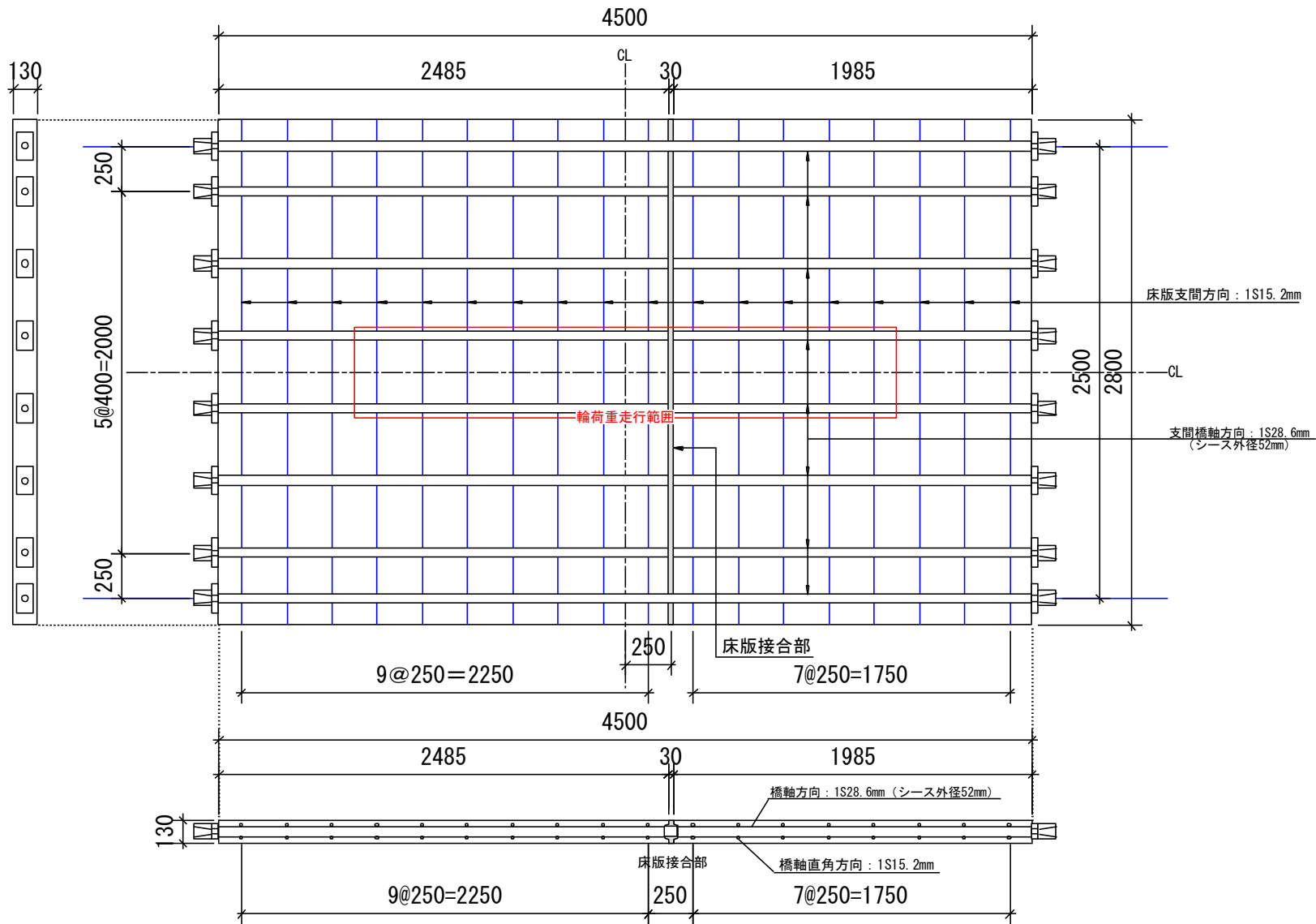
B-B



床版支間方向: プレテンション方式 1S15.2mm  
支間直角方向: ポストテンション方式 1S28.6mm

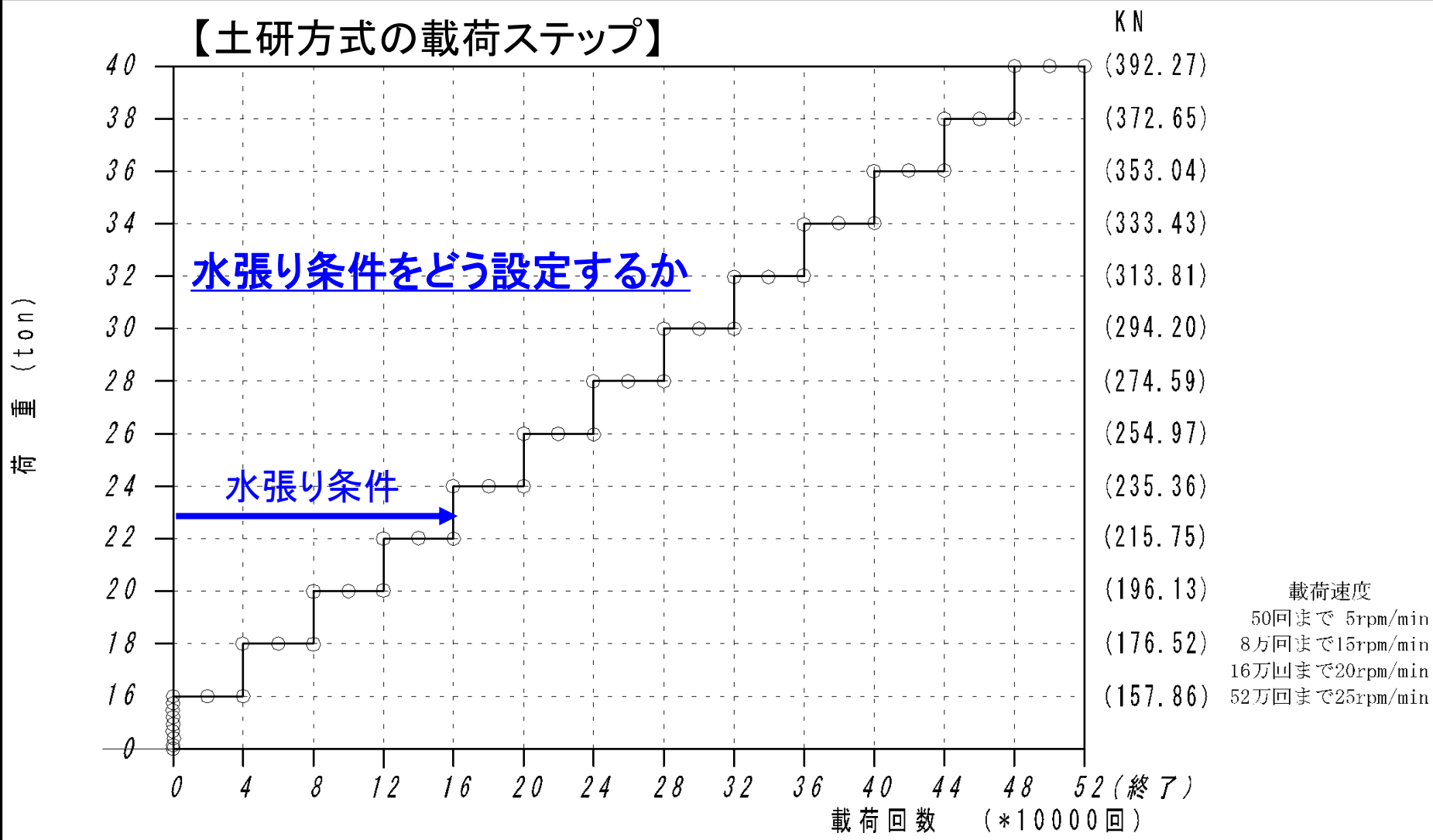
有効プレストレス:  $0.6\sigma_{pu} \times 0.6$   
有効プレストレス:  $0.6\sigma_{pu} \times 0.9$

# 試験体形状図

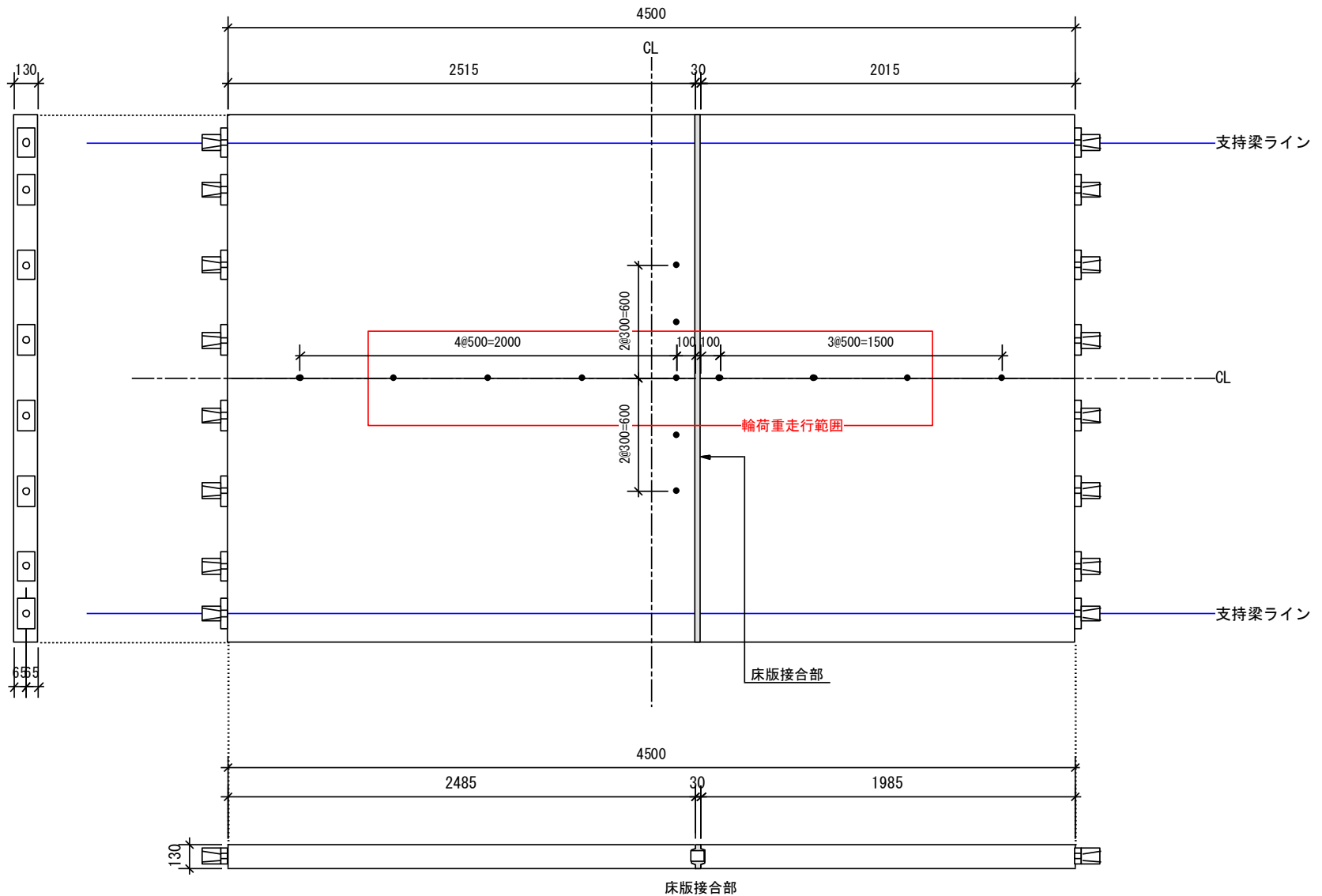


# 荷重ステップ

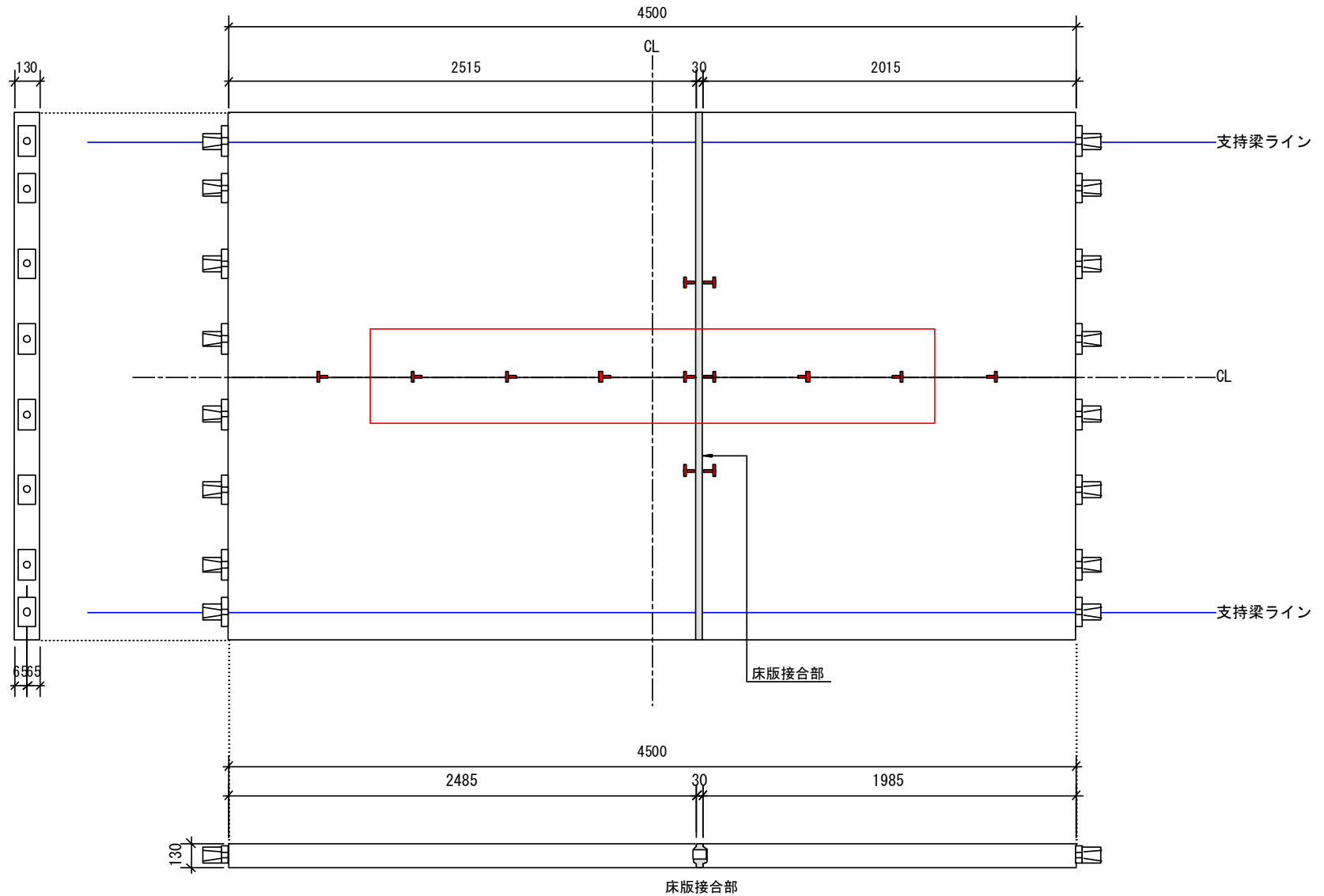
【土研方式の荷重ステップ】



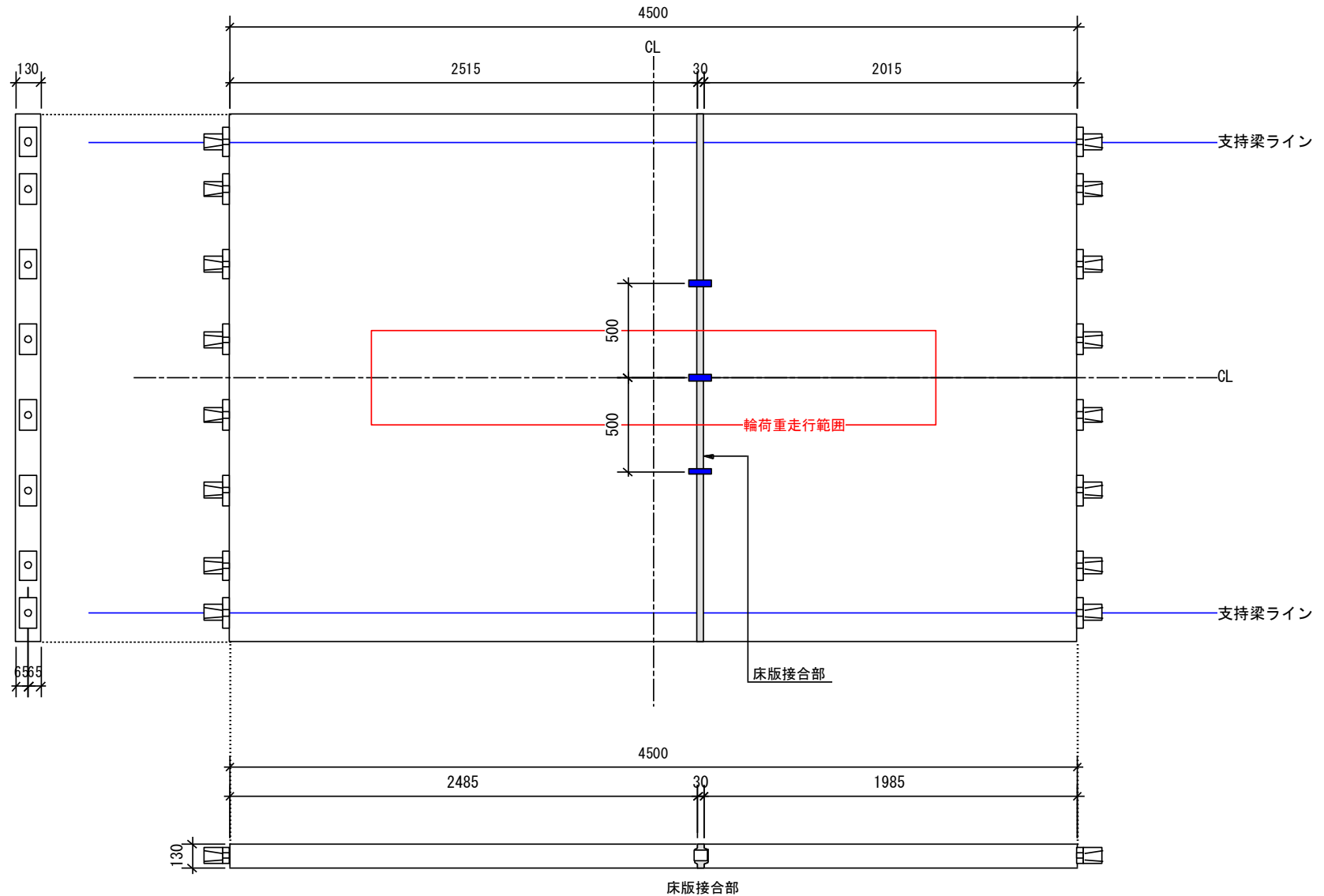
# 計測位置(変位計)



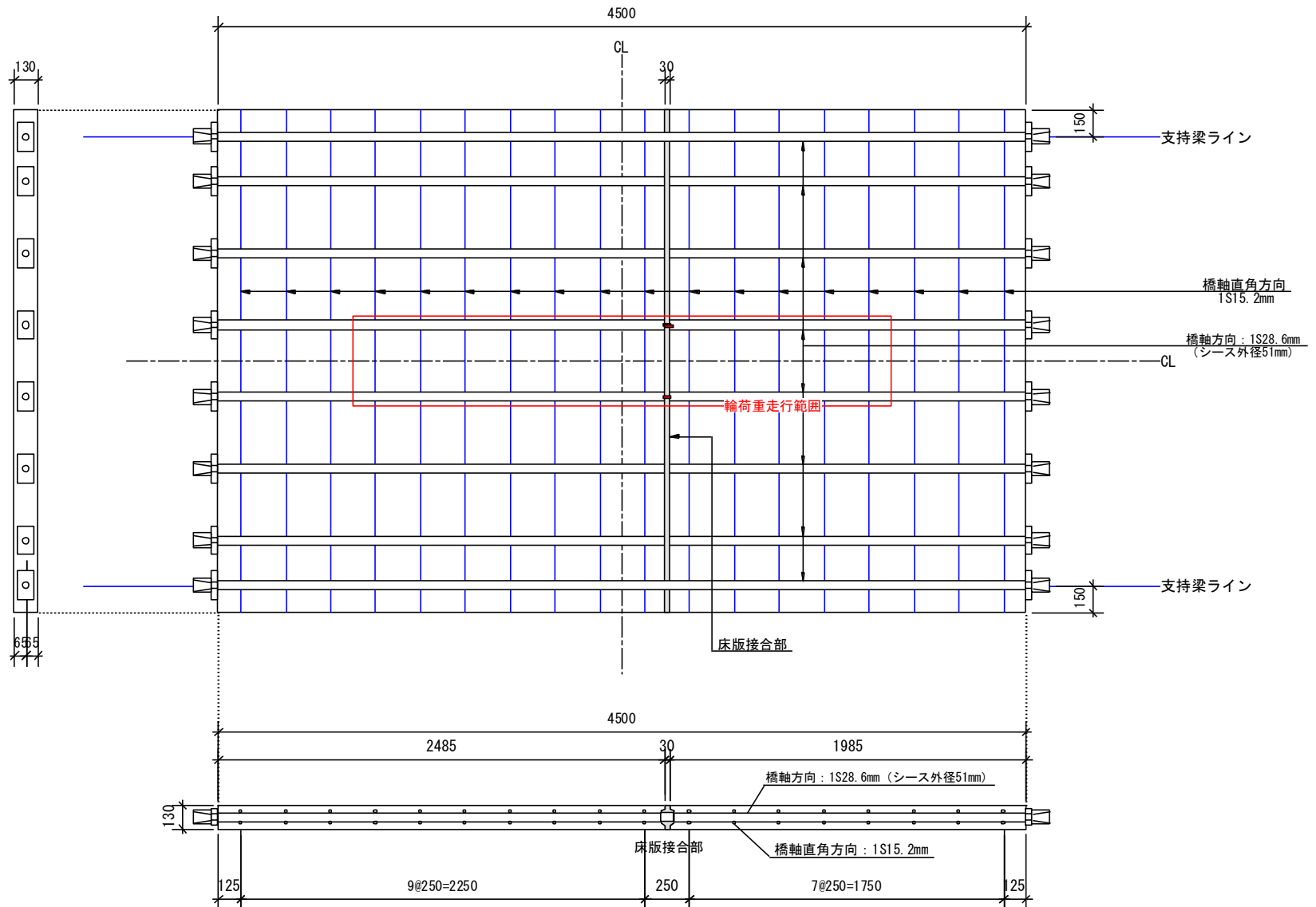
# 計測位置(ひずみ計)



# 計測位置(接合部の目開き)



# 計測位置(PC鋼材のひずみ)





# その他

---

## 【輪荷重走行試験】

床版接合部の最小間詰め幅

⇒ 本試験では30mmと設定(UHPFRCを打設)

床版支間と支間直角方向の断面力の考察

⇒ 平板型UFC床版の設計の簡易化

## 【プレテンション鋼材の付着定着長】 別試験予定

高強度ECF15.7mmのPC鋼材のデータの取得

## 【有効プレストレスおよび最小かぶり】 別試験予定

高強度ECF15.7mmのPC鋼材のデータの取得

資料番号	6-7
提出者	小坂委員
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# UFC床版に関するお問い合わせ対応

事務局・運営部会

# 会員会社からのお問合せ対応

## UFC道路橋床版研究会 会則第3条(事業)

### (1) 本技術の品質確保に関わる技術評価、品質管理、技術指導、技術課題の解決

技術指導, 技術課題の解決として, 会員会社からのお問合せについて, 会員会社と設計部会, 施工部会で打合せを実施した.

技術委員の技術力向上や会員会社の設計等の実務実施, 普及に資するため, 今後も積極的に実施していきたい. 問い合わせ内容, 回答についてはHPの会員限定ページにアーカイブするなどの対応を検討中.

- ① 2023/1/19, 2/3 パシフィックコンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部)  
→設計部会
- ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ  
→施工部会
- ③ 2023/5/12 パシフィックコンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部)  
→施工部会

# ① 2023/1/19 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部)

## →設計部会

No.	項 目	種 別	お問い合わせ内容	回 答
1	曲線パネルの製作方法	施工部会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線橋に、UFC床版平板型を適用する場合、添付資料の製作に問題がないか確認させてください。</li> <li>・平面線形が単曲線と緩曲線の組み合わせで構成される場合、曲線パネルタイプが複数となる。よって、共通で使えるタイプが少なくなる。複数形状(台形)のパネルが必要となる場合、緊張装置や型枠の入れ替え手間は発生するが製作の対応は可能でしょうか？</li> </ul>	<b>【施工部会からの回答】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「資料-1」のパネル形状は、過去の実績を考慮して、製作可能な形状である。</li> <li>・曲線パネルタイプが複数となっても、製作工場での型枠を調整することで製作可能である。ただし、型枠の入れ替え手間は発生する。</li> </ul>
2	曲線パネルの床版架設	施工部会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線橋 異形パネル(台形)に関して、床版専用架設機(リフトローラー)での架設可能でしょうか。また、床版専用架設機(リフトローラー)の旋回半径(最小回転半径)に制限があれば教えてください。</li> </ul>	<b>【施工部会からの回答】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異形パネルも架設可能</li> <li>・床版専用架設機(リフトローラー)は、その場で旋回可能であるため、旋回半径(最小回転半径)に制限はない。(トラックのように前進しながらハンドル切るものではない。)</li> </ul>
3	曲線パネルのボステンPC鋼材縦締め	施工部会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線橋に、平板型UFC床版を適用する場合、ボステンPC鋼材縦締め作業に関して、直線パネルと曲線パネルで差異が生じるか(反力架台・緊張装置・シース等)確認させてください。ボステンPC鋼材はシースに配置したPC鋼材を緊張してプレストレスを導入するため、偏向具は不要と考えている。</li> </ul>	<b>【施工部会からの回答】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直線パネルと曲線パネルの縦締めPC鋼材に大きな違いはない。一般に内ケーブルには偏向具は不要である。</li> </ul>
4	曲線パネルのボステンPC鋼材縦締め	施工部会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線パネルの場合、その影響をプレストレスの計算に考慮する必要があると考えています。</li> <li>「PCケーブルが曲線となることによるプレストレスロス」</li> <li>「PCケーブル延長が異なることによるプレストレスロスの不均等」(長い方のプレストレスが緩くなる)</li> </ul> <p>が発生すると考えているが、その担保の取り方について確認したいです。また、対応としては「長い方と短い方で緊張力を調整する」ことを考えています。その他曲線パネルにおけるPC鋼材の緊張管理をする上での留意点を確認させてください。</p>	<b>【設計部会からの回答】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既往基準(コンクリート道路橋設計便覧等)から、設計上必要なプレストレスを算定すれば問題ない。曲線パネルにおけるPC鋼材の緊張管理については、施工部会に確認すること。</li> </ul> <b>【施工部会からの回答】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・曲線の影響を加味したうえで、必要となる緊張端導入力が設計から与えられれば、施工に問題はない。【施工側で対応する課題ではない。】施工時には、通常の緊張管理(伸び量・緊張力)を行う。</li> </ul> <p>(施工部会委員コメント)</p> <p>薄い平板床版にPC鋼材を平面的に曲線配置させることについて、設計部会でその是非を整理していただけたらいいかと思いますが。配置誤差による鉛直方向力が心配なので、直線配置もしくはほぼ直線配置が基本と考えています。</p>

# ① 2023/1/19 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部)

## →設計部会

5	中間支点上の負曲げ対策 (ポステンPC鋼材の追加)	設計部会	<p>・中間支点上の負曲げについて、中間支点上はPC鋼材限界値まで引っ張るイメージかと思います。負の曲げモーメントが発生しない連続桁のスパン中央部は、フルプレストレス状態にあるため、スパン中央部は限界まで引っ張る必要はないと考えています。橋軸方向のポストテンションケーブルにより与える最小プレストレス量についての考え方について教えてください。</p>	<p><b>【設計部会からの回答】</b></p> <p>・橋軸方向のポストテンションケーブルの本数は、床版パネル同士の接合部（UFC床版とUFC床版の間の間詰め部）における床版作用の応力照査（引張応力が発生しない（フルプレ）ことを確認）で決まると考えている。また、接合部に発生するせん断力に対して、摩擦抵抗分のポストテンションケーブルが必要となることに留意すること。平板型は床版接合を20m程度のポステンPC鋼材で実施し局所的なプレストレス導入はできないため、ワッフル型のように接合部のみをPC鋼棒により、フルプレにする計画は困難である。</p>
		施工部会		<p><b>【施工部会からの回答】</b></p> <p>・設計で必要となる橋軸方向のポストテンションケーブルの径・本数は、床版パネル同士の接合部（UFC床版とUFC床版の間の間詰め部）の応力照査（引張応力が発生しない（フルプレ）ことを確認）で決まると考えている。<b>【施工側で対応する課題ではない。】</b>No.4での回答の通り、施工側では設計から与えられた緊張端導入力に従って緊張作業を進める。施工側で部位によって緊張端導入力を調整することは無い。</p>
6	中間支点上の負曲げ対策 (ポステンPC鋼材の追加)	設計部会	<p>・ポステンPC鋼材に関して、床版一体化用と中間支点上負曲げ用が必要です。曲線パネルの場合、PC鋼材縦締め作業に偏向具等が必要となると考えています。添付図に曲線パネル部における橋軸方向ポストテンション鋼材の定着部の配置を示しました。それらの干渉や構造上・施工上の問題点がないか確認をお願いします。また、主桁は曲線形状・床版は扇形状と異なる形状となるため、偏心モーメントの考慮が必要となるのではと考えています。</p>	<p><b>【設計部会からの回答】</b></p> <p>・ポステンPC鋼材はシースに配置したPC鋼材を緊張してプレストレスを導入するため、偏向具は不要である。</p> <p>・曲線パネル部における橋軸方向ポストテンション鋼材の定着部の配置については施工部に製作上・施工上問題ないか確認すること。</p> <p>・主桁は曲線形状・床版は扇形状と異なる形状ことによる偏心モーメントの考慮について、設計コンサル側で検討いただきたい。</p>
		施工部会		<p><b>【施工部会からの回答】</b></p> <p>・橋軸方向ポストテンション鋼材の定着部の配置については、定着具の配置間隔および緊張作業空間が確保されていれば問題ない。ただし、PC鋼材の緊張順序には留意が必要である。また、偏心モーメントについては、既往基準から、設計側で考慮すれば問題ない。</p>

# ① 2023/1/19 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部)

## →設計部会

7	中間支点上の負曲げ対策 (ボステンPC鋼材の追加)	設計部会	<p>・主桁作用によりUFC床版に作用する応力度を、添付図の「プレストレス導入前」に示す。床版には、全域に渡り引張応力度が発生し、その大部分が引張応力度の制限値8.0N/mm<sup>2</sup>を超える。主桁作用による引張力に対しては、プレストレスを導入することで引張応力度の制限値を満足させることを考えた場合、床版一体化用PC鋼材とは別に間隔250mm毎にPC鋼材を配置する。</p>	<p><b>【設計部会からの回答】</b></p> <p>・床版パネル同士の接合部（UFC床版とUFC床版の間詰め部）に引張応力が発生しない（フルプレ）ように設計するため、<b>実質的な制限値は接合部で決まり8.0N/mm<sup>2</sup>ではなく0.0N/mm<sup>2</sup>となる。</b></p>
		施工部会		<p><b>【施工部会からの回答】</b></p> <p>・左記の内容で問題ない。なお、床版パネル同士の接合部（UFC床版とUFC床版の間詰め部）に引張応力が発生しない（フルプレ）ように設計するため、制限値は8.0N/mm<sup>2</sup>ではなく0.0N/mm<sup>2</sup>となる。（設計部会指摘内容と同じ）</p>
7'	パネル配置について	施工部会	<p>・これまでの事例は単純桁のみで端部定着版・標準版・交差定着版・標準版・端部定着版で構成されておりましたが、連続桁の場合は端部定着版は端支点のみ配置することでよいか確認させてください。</p> <p>・また、端部定着版から突起定着版・突起定着版から突起定着版までの距離に決まりがあれば教えてください。</p>	<p><b>【施工部会からの回答】</b></p> <p>・連続桁の事例はないが、端部定着版は端支点のみ配置することでよいと思われる。</p> <p>・端部定着版から突起定着版・突起定着版から突起定着版までの距離はPC鋼材の緊張力/摩擦によるプレストレスロスから設計で決まる。</p>
8	PC鋼材とスタッド孔との干渉確認	設計部会	<p>・UFC床版内のPC鋼材はスタッド孔回避して、配置する必要があると考えています。添付資料のようなスタッド配置となりますが、問題ないでしょうか。（スタッド孔構造細目・スタッド孔とPC鋼材の離隔等を確認したいです。）</p>	<p><b>【設計部会からの回答】</b></p> <p>・橋軸方向のスタッド間隔200mmがこれまでの既往事例と比べて、密である印象を受ける。</p> <p>・設計上問題ないがスタッド孔を減らす検討を進める。</p> <p>・短スタッド（守口線）やグループスタッドを採用して、床版のスタッド孔を減らす対応したほうがよいと考える。</p> <p>・スタッド孔の後打ちUHPFRCとUFC床版の界面が引張に抵抗できないものとして、FEM等によりスタッド孔周りに大きな引張力が発生しないことを確認した方がよいと思われる。</p>
		施工部会		<p><b>【施工部会からの回答】</b></p> <p>・スタッド孔の長手方向の延長は、製作上の制約はない。</p> <p>・スタッド孔端部とプレテンPC鋼材の離隔は、鋼繊維寸法を考慮して設計で20mm以上確保する必要がある。</p> <p>・ジベル孔の間隔が狭くなるので、スタッドから入るせん断力に対して、UFC床版自体の照査を設計で実施する必要があるのではないか。</p>

# ① 2023/1/19 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部) →設計部会

9	PC鋼材とスタッド孔との干渉確認	設計部会	<p>【ヒアリング内容】</p> <p>・UFC床版合成桁の設計指針では、せん断耐力はスタッド径dとコンクリート設計基準強度から設定されていますが、玉出入路ランプ橋・信濃橋では実験結果からせん断耐力を設定しています。玉出入路ランプ橋・信濃橋入路橋と同様に実験結果から設定することでよいか確認したいです。</p>	<p>【設計部会からの回答】</p> <p>・スタッドのせん断破壊実験では、間詰部で破壊することが確認されており、せん断耐力をスタッド径dとコンクリート設計基準強度から設定することは危険側の設計になると考えている。よって、玉出入路ランプ橋・信濃橋入路橋と同様に実験結果（<math>\phi 22</math> : <math>Q_a=32100N/本</math> <math>\phi 25</math> : <math>Q_a=44940N/本</math>）から設定することでよい。</p>
10	PC鋼材とスタッド孔との干渉確認	設計部会	<p>【ヒアリング内容】</p> <p>・閉断面箱桁の場合、スタッドが箱幅分でき、その結果橋軸方向のスタッド間隔を広げることができる。ただし、箱幅分のスタッド形状とすると、PC鋼材が配置できないため、採用しない方向で考えています。スタッドを1つではなくPC鋼材配置可能となるスタッド形状を複数個配置することを考えているが、問題ないでしょうか？また、スタッド孔の長手方向（橋軸直角方向）の長さに制限ありますか？</p>	<p>【設計部会からの回答】</p> <p>・閉断面箱桁の場合、有効幅を考慮すると、箱中心部のスタッドは有効とならないため、スタッドは腹板位置に集める必要がある。また、スタッドを箱幅分（4m程度）配置する場合、間詰コンクリートに輪荷重によるたわみが発生する懸念がある。</p> <p>・スタッドを箱幅配置とする場合は箱桁上フランジ全面に床版を打ち下ろすことになるため、輪荷重によるたわみ影響を鋼桁設計に考慮する必要がある。</p> <p>・ポステンPC鋼材の緊張作業時に上フランジに開口を設ける必要があるため、構造面から望ましくない。また、上フランジ上の床版を目視できないため、維持管理面からも望ましくない。</p> <p>・閉断面の場合、細幅2箱を検討。（閉断面構造にするなら細幅箱桁とならざるを得ないのかもしれない。）</p>
11	閉断面案の主桁直上の床版接合	設計部会	<p>【ヒアリング内容】</p> <p>・閉断面箱桁の場合、上フランジ上ではPC鋼棒による緊張ができないが、スタッドで上フランジと床版が固定されているため、目開きが生じることはないため、PC鋼材による接合は不要と考えてよろしいでしょうか？ PC鋼材を緊張できない箇所（閉断面箱桁の上フランジ幅）に関して、接合が必要とならないことを確認させていただきたいです。</p>	<p>【設計部会からの回答】</p> <p>・目開きとフルプレストレスは関連性がないため、スタッドで上フランジと床版が固定されていても上フランジ上でのフルプレストレスとするプレストレス導入は必要である。</p>



## ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) →施工部会

---

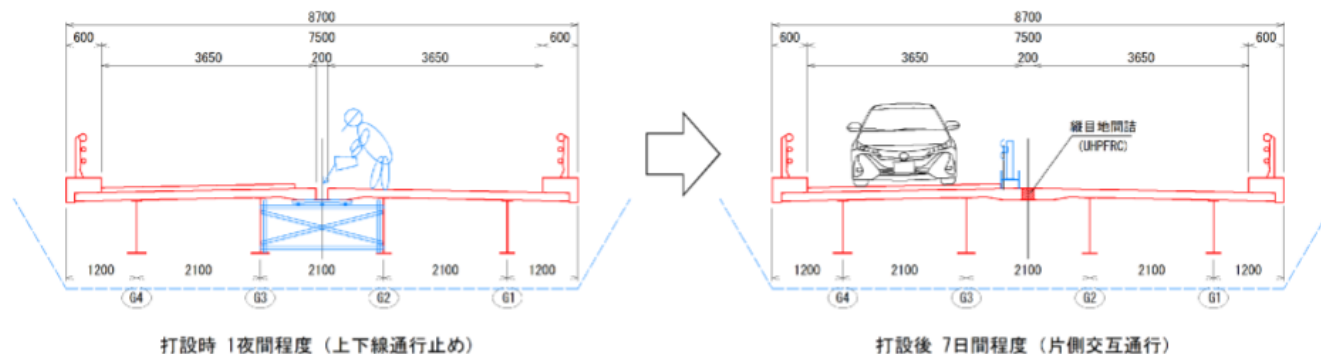
### 1. 縦目地の構造等について

#### 1-1 縦目地部施工時のひび割れ対策について

現道を供用しながら橋長 15m 程度の橋梁の RC 床版を半断面施工にて UFC 床版に取り替える検討を行なっております。プレキャスト床版同士の橋軸方向の接合部には UHPFRC を用いた縦目地の採用を考えており、走行車両の振動等に伴う初期ひび割れを防止するため、以下の対策を行うことを想定しております。

- ①振動の発生を抑制するため、コンクリート標準示方書に示される支保工を取り外してよい時期のコンクリート圧縮強度 ( $14.0\text{N/mm}^2$ ) が発現されるまでの期間は上下線通行止めとし、接合部のコンクリート (UHPFRC) の打設および養生を行う (施工後 3 時間で  $24\text{N/mm}^2$  以上の圧縮強度を発現する材料を使用すれば、上下線通行止め期間は 1 夜間程度)
- ②所定の圧縮強度 ( $150\text{N/mm}^2$ ) が発現される材齢 7 日程度までは、接合部に直接輪荷重がかからないよう、片側交互通行とする。

## ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) →施工部会



解説 表 11.8.1 型枠および支保工を取り外してよい時期のコンクリート圧縮強度の参考値

部材面の種類	例	コンクリートの圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
厚い部材の鉛直または鉛直に近い面, 傾いた上面, 小さいアーチの外側面	フーチングの側面	3.5
薄い部材の鉛直または鉛直に近い面, 45°より急な傾きの下面, 小さいアーチの内側面	柱, 壁, はりの側面	5.0
橋, 建物等のスラブおよびはり, 45°より緩い傾きの下面	スラブ, はりの底面, アーチの内側面	<u>14.0</u>

上記値は、自重および施工期間中に加わる荷重を考慮して設定されている

コンクリート標準示方書 施工編 H25.3 P152

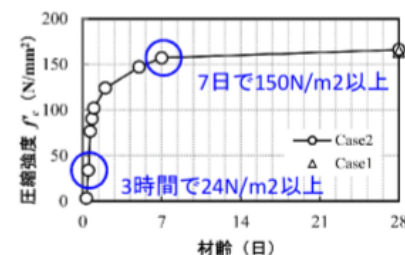


図-3 圧縮強度試験結果

論文 UFCプレキャスト部材の接合部に用いるウェットジョイント材に適した早強・常温硬化型のUFCの諸物性 コンクリート工学年次論文集 Vol.38 No.1 2016  
※青字は中央Cが追記

上下線通行止めまでは考える必要がないなど、上記対策に対するご意見があればいただけませんかでしょうか。また、UHPFRCの硬化特性について、施工後3時間で24N/mm<sup>2</sup>以上の圧縮強度を発現は可能かご教示いただけませんかでしょうか。

## ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) →施工部会

---

### 1-2 定着長について

阪神高速 12 号守口線守 S20 橋では、UFC 床版同士を UHPFRC と鉄筋を用いた縦目地で接合する構造が採用されていますが、UHPFRC と鉄筋との付着強度の高さを考慮した同構造の実験結果（超高性能繊維補強セメント系複合材料を間詰め材としたプレキャスト床版接合構造、土木学会第 75 回年次学術講演会、I-155（2017.9））から、縦目地内に配置する鉄筋の重ね継ぎ手長は  $5\phi$ （ $\phi$  は異形棒鋼の呼び径）以上となるように設定されていると推測します。現在、本事例と同様に圧縮強度  $150\text{N/mm}^2$  の UHPFRC を用いた縦目地の採用を検討しており、鉄筋の重ね継手長として  $5\phi$  以上を採用する方針ですが、他の考え方等があればご教示ください。

一方で、プレキャスト床版側の埋め込み長は  $600\text{mm}$  程度あり、 $37.5\phi$ （ $=600 \div 16$ ）確保されていることになります。一律に  $600\text{mm}$  にされている、又は別途、UFC と鉄筋との付着応力度を設定し定着長を算出されているなど、このような箇所での定着長の考え方があればご教示ください。壁高欄用の埋込み鉄筋の定着長に関しても同様に考え方をご教示いただけないでしょうか。

# ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) → 施工部会

(回答)

工事・プロジェクト記録

## 平板型 UFC 床版の製作および間詰めの施工 — 阪神高速 12 号守口線床版更新工事 —

一宮利通\*1・渡邊有寿\*2・鈴木英之\*3・川崎雅和\*4

**概要** 筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を用いた軽量かつ耐久性の高い取替え用の床版である平板型 UFC 床版を開発し、玉出入口橋に適用している。この平板型 UFC 床版を阪神高速 12 号守口線の床版取替えに、本線としては初めて適用した。平板型 UFC 床版の製作においては、UFC の配合としてセメントと超高強度珪砂を分割して計量する配合とした。床版同士の横目地、橋軸方向の縦目地および鋼桁との接合部の間詰材には、超高性能セメント系複合材料 (UHPFRC) を用いる構造を採用した。間詰めの施工においては、早強性の UHPFRC を用いることによって工期短縮を図った。ここでは、これら UFC 床版の製作および間詰めの施工実績について報告する。

**キーワード** : UFC 床版、超高強度繊維補強コンクリート、床版取替え、早強、間詰め

### 1. はじめに

阪神高速道路では、「高速道路リニューアルプロジェクト〜大規模更新・修繕事業〜」として、高速道路のネットワーク機能を将来にわたり維持していくための、大規模な工事を実施していく計画が進められている。このうち、昭和 48 年より前の道路橋示方書で設計され、鋼板接着補強された鉄筋コンクリート (RC) 床版で耐疲労性の著しい低下がみられる箇所については床版の取替えが行われる。

一方、筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を用いた軽量かつ耐久性の高い取替え用の床版として平板型 UFC 床版を開発している<sup>1)</sup> (図-1)。平板型 UFC 床版は、橋軸直角方向にはプレテンション方式で、橋軸方向にはポストテンション方式で、2 方向にプレストレスを導入する構造である。阪神高速道路で初めての床版取

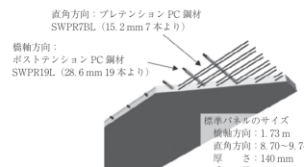


図-1 平板型 UFC 床版の概要

\*1 いちのみや・としみ/鹿島建設技術研究所 担当部長 (正会員)

\*2 わたなべ・ゆうじ/鹿島建設技術研究所 主任研究員 (正会員)

\*3 すずき・ひでゆき/阪神高速道路管理本部管理企画部保全技術課 課長代理

\*4 かわさき・まさかず/阪神高速道路管理本部大阪保全部保全事業課

替えとなる 15 号界隈玉出入口に適用し、床版を軽量化することによって鋼桁の補強量の低減や床版架設の工期短縮など、設計施工の合理化を図ることができた<sup>2)</sup>。

この平板型 UFC 床版を阪神高速 12 号守口線の床版取替えに本線として初めて適用した。本工事は、阪神高速 12 号守口線の一部区間を全面通行止にして行った。本線での床版取替えは、通行止めによる交通影響が大きく、工期短縮が求められた。また、道路幅員が大きく上下線の横断勾配が異なるため断面を分割する必要がある。橋軸方向に床版同士を接合する接合部 (横目地) および床版と鋼桁との接合部 (合成部) に加え、橋軸直角方向に床版同士を接合する接合部 (縦目地) の施工も必要となった。いずれの接合構造も間詰材としては超高性能セメント系複合材料 (UHPFRC) を用いたが、工期短縮を図るため、早強性の UHPFRC を用いた。

ここでは、本線の床版取替えへの UFC 床版の適用における UFC 床版の製作および間詰めの施工について報告する。

### 2. 床版取替え対象橋梁の概要

#### 2.1 橋梁および床版構造

床版取替え対象橋梁の概要を表-1 に示す。橋梁の構造は鋼連続合成版桁橋であり、橋長は 35m、幅員は 17.6~18.64m である。

表-1 床版取替え対象橋梁の概要

上部工構造	鋼連続合成版桁橋
橋 長	35.00m
全 幅 員	17.60m~18.64m
支 間 長	34.300m
縦断勾配	0.40% (〃) ~ 0.30% (〳)
横断勾配	1.50% 両勾配 (坪み)

## UHPFRC を間詰とした UFC 床版の接合構造に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○齋藤公生 藤代 勝 一宮利通  
阪神高速道路(株) 正会員 山名宗之 鈴木英之 越野まやか

### 1. はじめに

道路橋床版の経年劣化に対する抜本的な対応として、床版取替えが行われている。都市高速道路においては、旧基準で設計された薄い RC 床版が多く、取替えに際しては床版自重の軽量化が求められている。その対策として、超高強度繊維補強コンクリートを用いた床版 (以下、UFC 床版) が有効である。これまで、幅員 6.25m の玉出入口橋りでの実績があるが、上下線一体の幅員 18m 程度の本線橋に採用するに当たり、上下線に分割して製造・運搬し、現場にて接合する接合構造が必要となった。本論文では、この接合部の構造、設計概要および性能確認実験について述べる。

### 2. 接合構造の概要

接合構造は、橋軸直角方向に分割した床版を一体化するためのものである。床版同士を接合する一般的な構造として、ループ継手や鉄筋端部に定着体を設けた合理化継手がある。ループ継手は、ループ筋の加工形状や必要なかぶりの確保から床版厚さが最低でも 220mm 程度必要になる。防錆された鉄筋を用いても耐久性や付着のためのかぶりは確保する必要がある。合理化継手は、接合構造として重ね継手と同じ性能を持つためには 400mm 程度の場所打ちする施工幅を必要とする。対象橋梁の UFC 床版は、厚さ 140mm に設定しており、一般的な接合構造に変わる合理的な接合構造が必要となった。

この課題を解決するため、長さ 15mm と 22mm の鋼繊維を 1.75% 混入した超高性能繊維補強セメント系複合材料 (以下、UHPFRC) を用いた接合構造を検討し、性能確認実験を経て適用に至った。UHPFRC は、高い圧縮強度と引張強度を有するため鉄筋の付着定着長を短くでき、接合構造を小さくすることが可能となる。さらに、材料マトリックスが高密度であることから環境作用に対する耐久性を併せ持つ。構造の断面図を図-1 に示す。

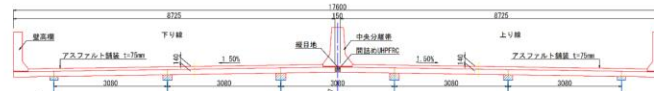


図-1 床版構造の断面図

### 3. 接合構造の設計

対象構造の接合部は主桁間の中央分離帯部に位置し、死荷重や活荷重の作用によって正曲げを受ける部位となる。この曲げモーメントに対し、間詰材に UHPFRC を使用した RC 構造として下側配置鉄筋を設計した。また、この接続鉄筋は、あき重ね継手配置とするため、接続鉄筋の間に発生する平面的な曲げ作用に対して間詰部に配置する鉄筋の配置ピッチを設定した。

接合構造の断面図を図-2 に示す。作用断面力は、床版および主桁をモデル化した 3 次元 FEM 解析結果から、死荷重と T 荷重の組合せで最も厳しいケースを選定し、床版をソリッド要素でモデル化した上面下面に、

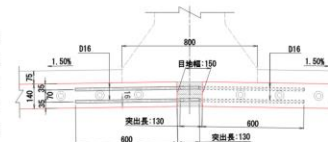


図-2 接合構造の断面図

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部構造設計部 TEL03-6229-6660

## ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) →施工部会

---

### 1-3 応力計算時のヤング係数比について

縦目地部の鉄筋の発生応力度は  $120\text{N/mm}^2$  以下になるよう計算されていると思います。同様の考え方で設計計算を行う予定ですが、応力計算に用いるヤング係数比は実ヤング係数比 ( $200000/46000=4.347$ ) とすることを考えております。鉄筋コンクリートの断面計算を行う際のヤング係数比 15 にする必要があるなど、他の考え方があればご教示ください。

### 2. 乾燥収縮度について

有効プレストレスを算出する際の乾燥収縮度の設定の仕方についてご教示ください。

UFC 床版の設計・施工・維持管理マニュアルに基づき設定することを考えておりますが、乾燥収縮度は以下の 2 つのうちどちらを採用すべきでしょうか。

- ①凝結の始発からの収縮ひずみである  $750\mu$  に基本養生終了後の収縮ひずみ  $50\mu$  を加算した  $800\mu$  とする
- ②一次養生後にプレストレスを導入するため二次養生開始からの収縮ひずみ  $430\mu$  に基本養生終了後の収縮ひずみ  $50\mu$  を加算した  $480\mu$  とする



# ② 2023/2/3 中央コンサルタンツ, 阪神高速道路(神戸建設部) →施工部会

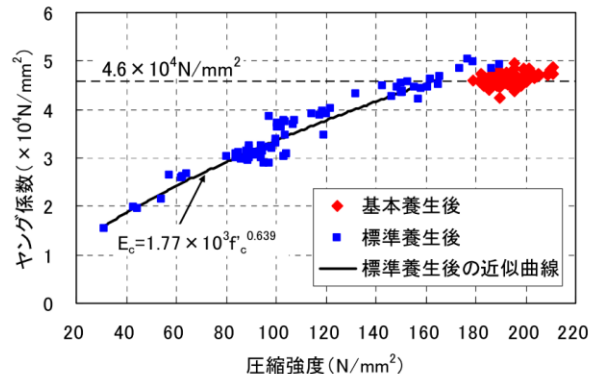
## (回答)

サクセム設計・施工マニュアル(案)

### 3.4 ヤング係数

- (1) 標準配合を用いて基本養生を行ったサクセムのヤング係数は、一般に  $4.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  とする。
- (2) (1)によらない場合、適切な試験等によりヤング係数を定めるものとする。

【解説】 標準配合を用いて基本養生または標準養生(20℃水中養生)を行った  $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$  の円柱供試体を用いてヤング係数を計測した結果を解説 図 3.4.1 に示す。供試体のひずみはコンプレッソメータを用いて供試体の中央 100mm の区間における長さ変化を計測して求めた。基本養生を行った供試体のヤング係数は、平均値が  $4.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  であり、設計値としては  $4.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  を用いることができる。また、標準養生を行った供試体では解説 図 3.4.1 に示すような圧縮強度とヤング係数の関係式が得られており、一次養生後にプレストレスを導入する場合はこの関係式を用いることができる。



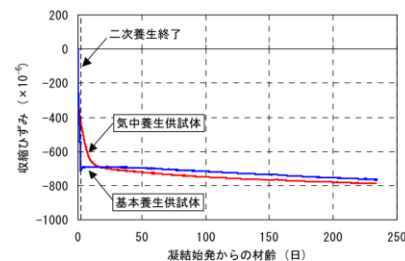
解説 図 3.4.1 圧縮強度とヤング係数の関係

### 3.7 収縮

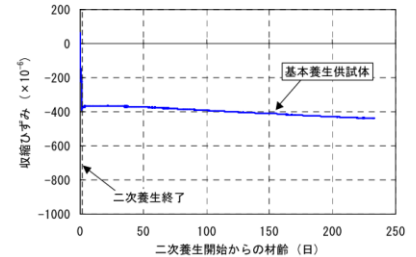
サクセムの収縮は、一次養生条件、構造物周辺の湿度、部材断面の形状寸法等の影響を考慮して、これを定めることを原則とする。

【解説】 基本養生および気中養生(20℃相対湿度 60%)を行った  $100 \times 100 \times 400\text{mm}$  供試体について、養生中および養生後の収縮ひずみを計測した結果を解説 図 3.7.1 および 3.7.2 に示す。計測は、低剛性タイプのコンクリートひずみ計を用いて自動計測した(解説写真 3.7.1)。

基本養生を行った供試体では、凝結の始発からの収縮ひずみは約  $750 \times 10^{-6}$ 、二次養生開始からの収縮ひずみは約  $430 \times 10^{-6}$  であり、基本養生終了後の収縮ひずみは非常に小さい(約  $50 \times 10^{-6}$ )。気中養生を行った供試体では、材齢とともに収縮ひずみが大きくなり、材齢 230 日で約  $800 \times 10^{-6}$  となっている。



解説 図 3.7.1 収縮ひずみ  
(凝結の始発から)



解説 図 3.7.2 収縮ひずみ  
(二次養生開始から)

# ③ 2023/5/12 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部) →施工部会

No.	項目	種別	ヒアリング項目	ヒアリング回答
1	ずれ止め用スタッドについて 横断勾配9% 縦断勾配5% 短スタッドを採用しようとしている場合	施工部会・設計部会	<p><b>1-①：調整コンクリート厚の規定について</b></p> <p>・調整コンクリート厚について、最小値・最大値の規定があるか。（現時点では調整コンクリートの最大厚は101mm）</p> <p>短スタッドでの必要厚+横断勾配に対応するための必要厚で検討中 （上フランジは水平で調整コンクリートで横断勾配に対応することを検討）</p> <p>※最大値：玉出では83mm、守口では130mm ※鋼道路橋設計便覧では、最小厚さ20mmと規定</p> <p><b>1-②：ハンチの必要性有無</b></p> <p>・RC床版・PC床版ハンチのように傾斜（1:3~1:5程度）を設ける必要があるか？</p> <p>※玉出、守口線では設置していない。</p>	<p>1-①</p> <p>・UFC床版の調整材は無収縮モルタルまたはUHPFRCを使用することが可能である。</p> <p>・UHPFRCの最小厚は30mmとすること。20mmでも充填可能であるが、設計段階では30mmとしたい。（厚さを20mmとすると、UHPFRCの充填性からスタッド孔間隔を500mm以下にする必要がある。将来的には床版厚と間詰高の関係を整理することも必要）</p> <p>・UHPFRCの最大厚は規定はない。</p> <p>・無収縮モルタルの最大厚は100mm程度と考えている。（守口線では調整材厚さが100mm以上となりUHPFRCを採用。）</p> <p>・開断面箱桁の上フランジを路面勾配と平行にして調整材厚さを最小限にする検討必要 調整材を薄くできればコスト削減にもつながる</p> <p>1-②</p> <p>・ハンチは不要である。ただし、設計におけるFEM解析で接合部周辺を含む応力照査が必要。</p>
2	ずれ止め用スタッドについて	設計部会	<p><b>2-①：UFC床版でのスタッドの埋め込み長に関する規定</b></p> <p>・スタッド埋込長に関して、「UFC床版合成桁の設計指針（案）R4.5」に記載がないが、UFC床版特有のルールがあるか確認したい。</p> <p>・道路橋示方書では、床版の下側鉄筋（又はハンチ筋）の上まで埋め込むのが望ましい。 →下面プレテンPC鋼材の上まで埋め込むことでよい。</p>	<p>2-①</p> <p>・スタッド埋込長に関する規定は定めていないが、下面PC鋼材の上までよいと考えている。</p> <p>（過去の押し抜きせん断試験にて、スタッドの破断が調整コンクリート界面で発生しているため。）</p> <p>過去の押し抜きせん断試験の結果も要確認 現状、目安として床版厚の半分までとしている</p>
3	ずれ止め用スタッドについて	設計部会	<p><b>3-①：スタッド長の規定</b></p> <p>開断面箱桁の場合、上フランジはレベルとなり、スタッド長さを同一とするとスタッドの埋込長がL側とR側で差が生じ、スタッドが手引きで規定されるかぶりを確保することができない。3段階にスタッド長を変えていく。（かぶりとスタッド埋込長を満足させる）なお、溶接部の要求性能確保ができないため、スタッドをフランジに対して斜めに溶接することは望ましくないと考えている。</p> <p>・スタッドにJIS規格外の使用してもよい。</p> <p>・フランジ上でスタッド長を3段階に変更してもよい。</p> <p>※検討中の構造での調整コンクリート、埋め込み長では、170mm、200mm使用 ※JIS規格では80,100,130,150mm 玉出では、170、200mm使用実績あり</p>	<p>3-①</p> <p>・JIS規格外のスタッドを使用してもよい。新設の場合、上フランジを路面勾配と平行とすることができれば、調整コンクリートは極力薄くする計画ができるため、JIS規格外のスタッドを使用する必要はないのではないかと。</p> <p>・スタッド長を上フランジ上で段階的に変更してもよい。</p> <p>・JIS規格外のスタッドを使用する場合、スタッド長を上フランジ上で段階的に変更する場合、押し抜きせん断試験で問題がないことを確認する必要がある。</p> <p>・スタッドに高強度材を使用してスタッド孔の数を減らす案も考えられるのではないかと？ただし、高強度材での押し抜きせん断試験を実施していないため、スタッド耐力の決め方を考えていく必要がある。</p>



# ③ 2023/5/12 パシフィックコンサルタンツ, 阪高(神戸建設部) →施工部会

4	ずれ止め用スタッドについて	設計部会	<b>4-①：短スタッド長の規定</b> ・短スタッドの長さ、かぶり、配置（通常スタッド・短スタッド・下面ボルトの隔離）について規定はあるか。（最小50mm） ※守口線では50・60・80mmを使用。 ※短スタッド長により調整コンクリート厚を決める必要がある。	4-① ・短スタッドの長さ（埋込長）は50mm以上を確保すること。 ・上下のかぶりは施工誤差が吸収出来ればよい。 ・短スタッドの場合、調整コンクリート厚（最小80mm）が大きくなるため、長スタッドの方がよい場合もある。スタッド孔によるUFC床版断面欠損と調整コンクリート増加による鋼重増の兼ね合いでできるべきである。
5	ずれ止め用スタッドについて	施工部会・設計部会	<b>5-①：高さ調整金具・ずれ止めの諸元</b> ・高さ調整金具に規定はあるか。（施工上調整するためのもので構造上は不要） ・UFC床版下面のずれ止めは必要か（玉出では設置、守口線・神戸線では、設置なし）	5-① ・調整材にUHPFHRCを使用する場合は、ずれ止め（床版の溝）を設ける必要はない。無収縮モルタルを使用する場合は、割裂に対する補強として必要となるが、別途押し抜きせん断試験が必要。
6	ずれ止め用スタッドについて	施工部会	<b>6-①：横断勾配、縦断勾配のある箇所での架設</b> ・横断勾配、縦断勾配のある箇所ではアームローラーでの架設は可能か ・アームローラーが適用範囲外となる場合、「別途の床版架設工法があるのか？」確認したい。	6-① ・アームローラーについては、玉出で縦断勾配7%での施工実績あり。横断勾配についての実績は2%程度であるが、架設機を改良すれば対応可能と考えられる。 ・アームローラー以外にも橋上または地上からのクレーン架設は可能（橋上については守S20での実績あり）
7	曲線部偏心量考慮による付加荷重考慮	設計部会	<b>7-①：曲線部偏心量考慮による付加荷重考慮</b> ・曲線部において、ボステンPC鋼材縦締めを曲線に実施した後、PC鋼材が直線に戻ろうとする力が働くと考えている。PC鋼材が直線に戻ろうとする力を付加荷重として、照査する予定だが問題ないか。	7-① ・照査することで問題ない。FEM解析にて、ボステンPC鋼材をモデル化すれば曲線による曲線部偏心量考慮による付加荷重・腹圧力が考慮できる。
8	UFC床版内PC鋼材必要本数検討時の考え方	設計部会	<b>8-①：UFC床版内PC鋼材の配置について</b> UFC床版内の橋軸直角方向プレテンPC鋼材の必要本数は、断面幅1m当たり何本のPC鋼材が必要か計算して決めている。 ・実際の配置はスタッドにより均等配置とならないが問題ないか（図-1：スタッド孔とプレテンPC鋼材の位置関係図） ・PC鋼材本数検討時の断面計算において、スタッド孔を断面欠損とする必要がないか？	8-① ・スタッド配置によりPC鋼材が均等配置とならない場合のプレストレス分布をFEMにて確認する必要がある。 ・PC鋼材本数検討時の断面計算において、スタッド孔を断面欠損はFEM解析にて確認する必要がある。
9	UFC床版自体のせん断照査	施工部会	<b>9-①：UFC床版自体のせん断照査</b> ・2/3にご指摘のあったスタッドから入るせん断力に対するUFC自体の照査について、下記の通りパネル幅（18.95m）×床版厚（0.130m）をせん断抵抗面積として、せん断照査式は「UFC床版合成桁の設計指針」のせん断照査式を使用する予定ですが問題ないか。	9-① ・せん断耐力は、「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」（土木学会、平成16年9月）「サクセム設計・施工マニュアル（案）」（サクセム研究会、平成20年3月）のに掲載されている設計せん断耐力式で算定すればよい。（その値が実験値の55.1N/mm <sup>2</sup> になるではないか？） ・パネル幅を抵抗面積として照査しているが、箱抜き間を抵抗面積として照査することも必要。

資料番号	6-8
提出者	—
年月日	2023年6月7日
第6回技術委員会	

# 今後のスケジュール

# 今後のスケジュール

---

## ● 2023年度 年間スケジュール

2023年4月	
2023年5月	現場見学会(阪神高速 神戸線)
2023年6月	技術委員会 第6回 2023年度 定時総会
2023年7月	技術ミーティング(UFC床版コーヒーブレイク)
2023年8月	
2023年9月	技術委員会 第7回
2023年10月	
2023年11月	建設技術展2023近畿へ出展
2023年12月	技術委員会 第8回
2024年1月	UFC床版 技術セミナー2024
2024年2月	
2024年3月	