

鉄道長大橋における 混合構造の接合部の設計方法

構造物技術研究部 鋼・複合構造研究室

副主任研究員 笹田 航平

目次

- ◆ 背景・目的
- ◆ 混合構造の適用における課題
- ◆ 対象構造
- ◆ 課題
 - ① 接合部の設計方法 の検討
 - ② 衝撃係数の算定方法 の検討
 - ③ 混合構造を活かしやすい条件 の検討
- ◆ まとめ・成果の活用

背景・目的

橋梁の架設上の制約

- ・ 径間長 : 非常に長い
- ・ 架設時間 : 短い

⇒ 連続合成桁が有利

⇒ 端支点上に上揚力

◇ これまでの対策

⇒ カウンターウェイト設置

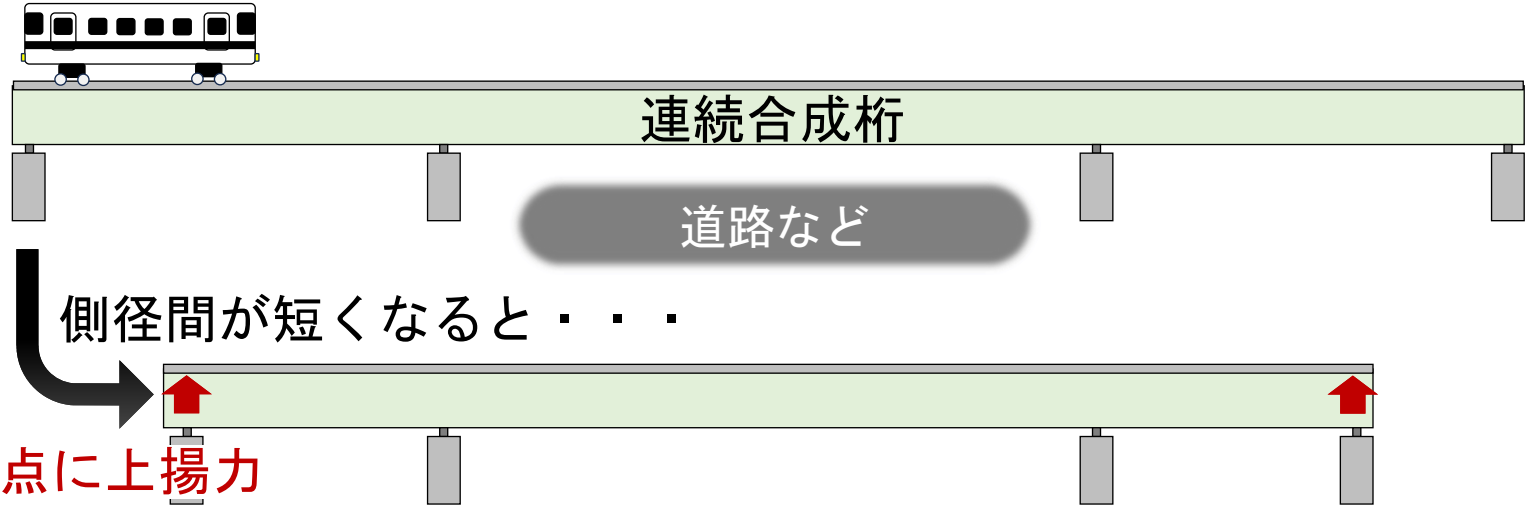
目的

◇ 新たな対策

⇒ 混合構造化

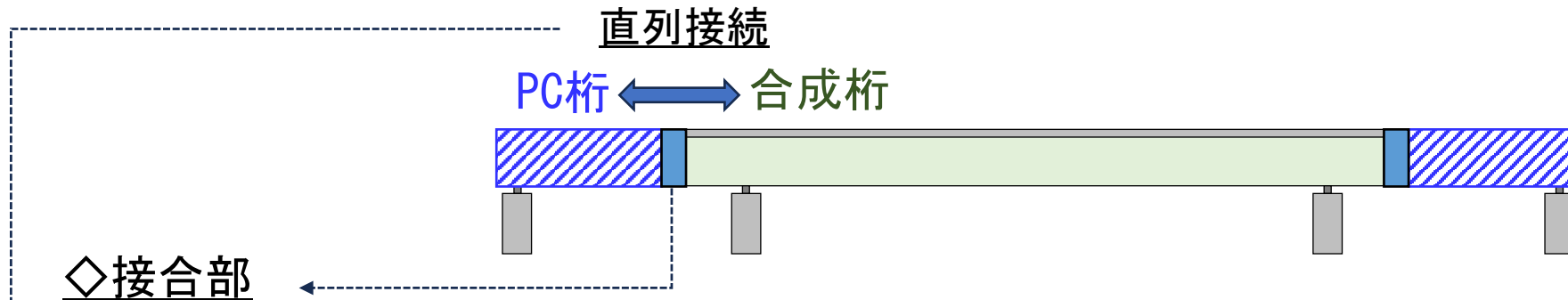
(PC桁と合成桁を直列に接続)

混合構造の桁橋を鉄道橋(在・幹)に適用



※ (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構の委託により検討

混合構造の適用における課題



設計上・構造上で重要 ⇒ 設計方法がない

課題① 接合部の設計方法

◇衝撃係数

PC桁と合成桁を接続 ⇒ 算定方法がない
(PC桁・合成桁には算定方法あり)

課題② 衝撃係数の算定方法

◇適用条件

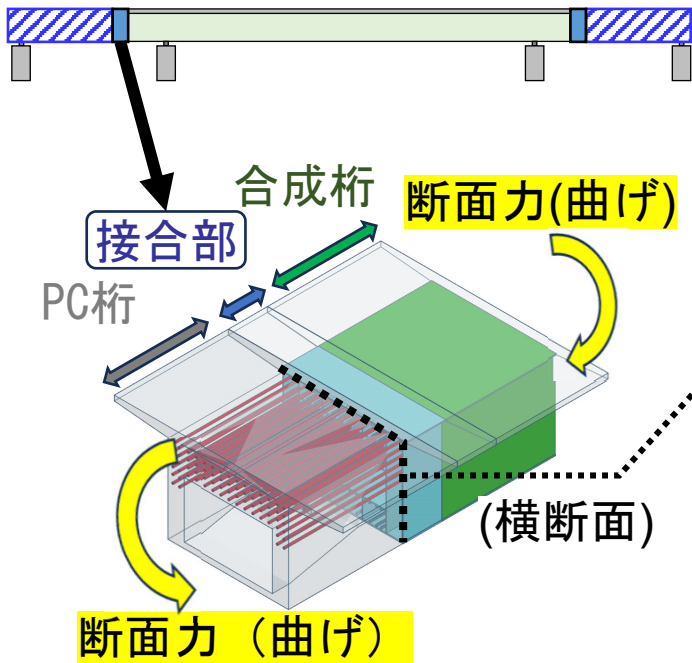
実績なし (鉄道橋) & 適用条件が未整理

課題③ 混合構造を活かしやすい条件

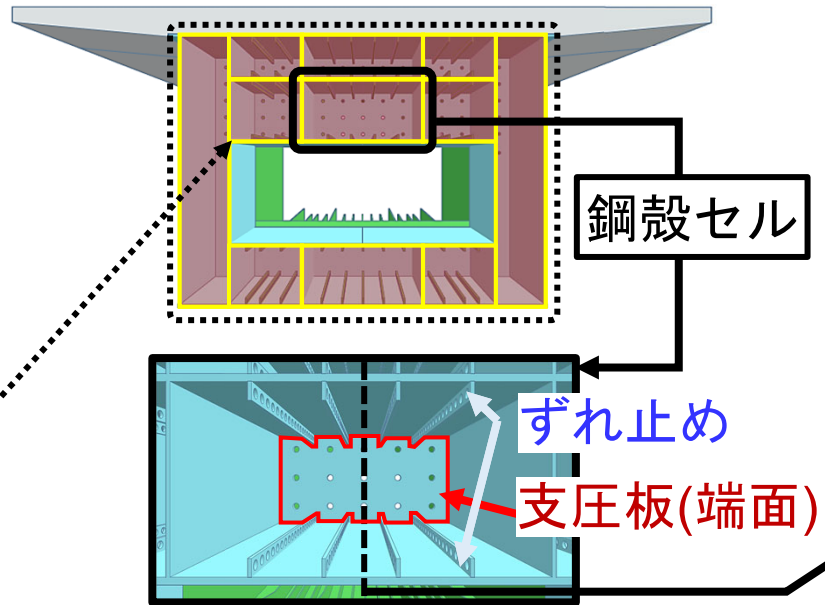
⇒ 3つの課題について検討

課題① 接合部の設計方法（接合部の構造と設計フロー）

接合部



接合部の構造

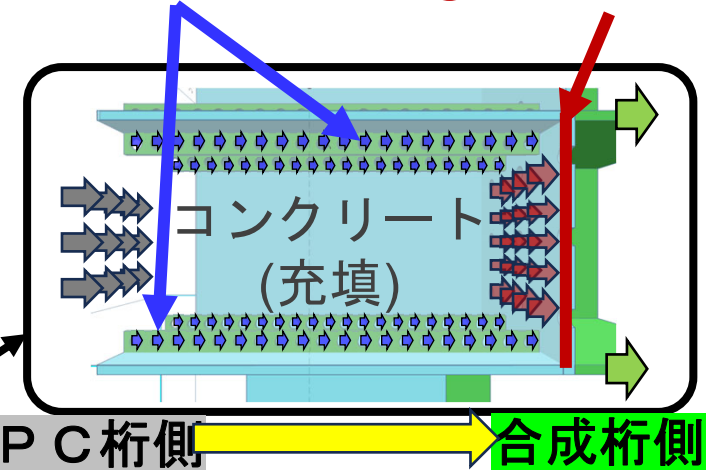


※内部：コンクリートを充填

鋼殻セルにより
格子状に区切られた構造

鋼殻セル内の伝達力

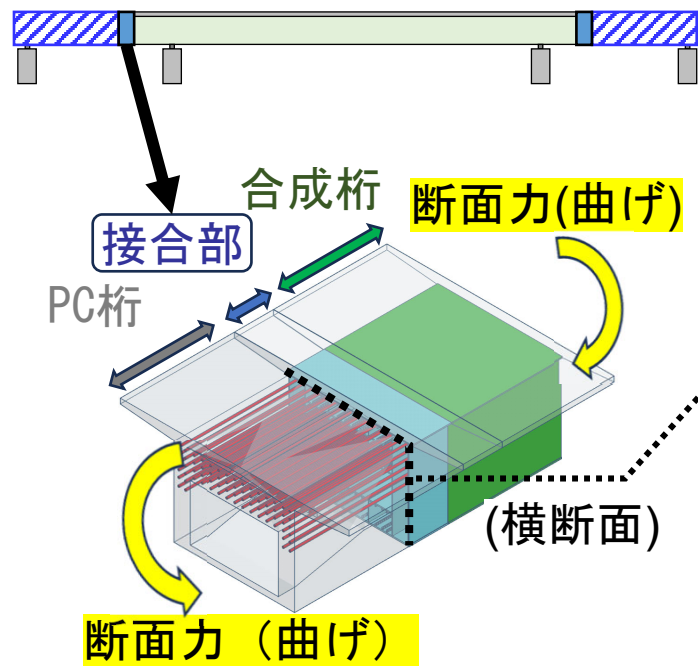
①ずれ止め伝達力 ②支圧板伝達力



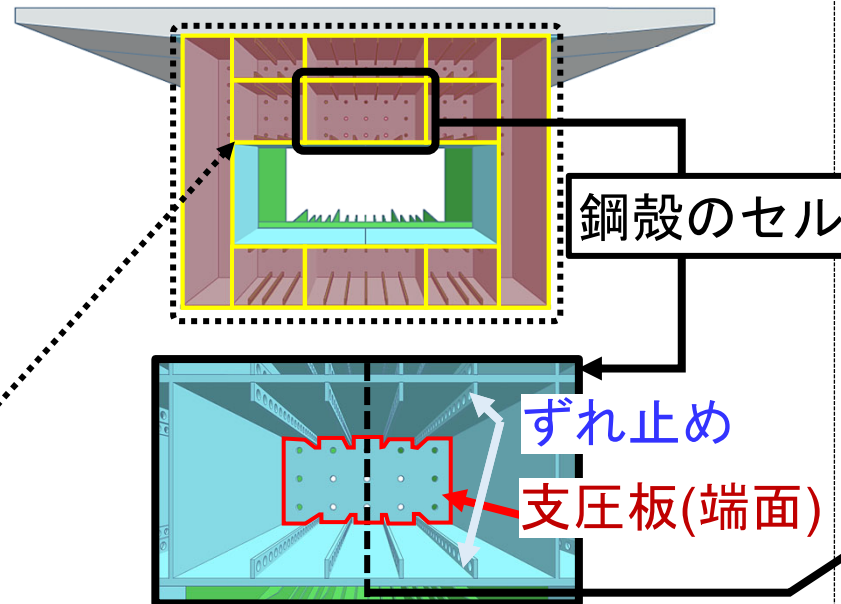
ずれ止め・支圧板を介して
PC桁側⇒合成桁に力を伝達

課題① 接合部の設計方法（接合部の構造と設計フロー）

接合部



接合部の構造

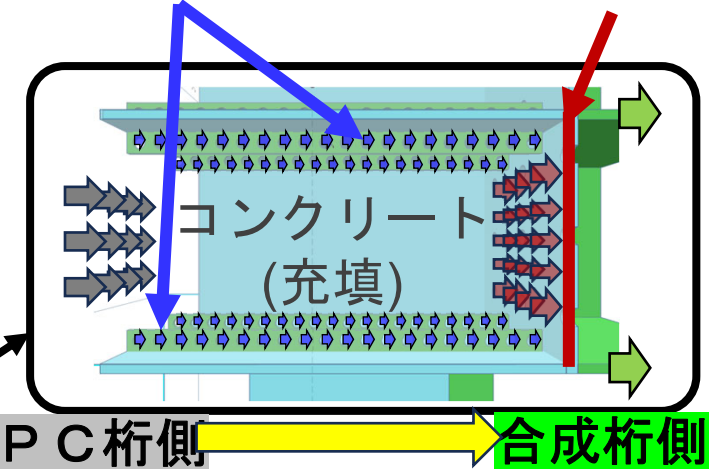


※内部：コンクリートを充填

鋼殻のセルにより
格子状に区切られた構造

鋼殻セル内の伝達力

① ずれ止め伝達力 ② 支圧板伝達力



ずれ止め・支圧板を介して
PC桁側⇒合成桁に力を伝達

設計フローの設定

接合部の断面力

各セルの断面力

ずれ止め・支圧板の伝達力

照査

課題① 接合部の設計方法（設計計算の仮定と検証）

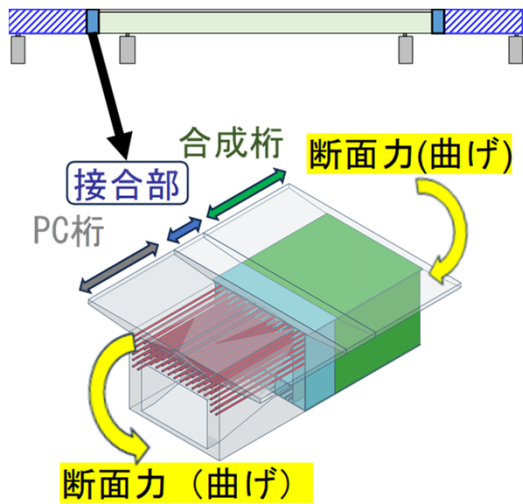
設計計算の仮定

接合部の断面力

各セルの断面力

ずれ止めと支圧板の伝達力

照査

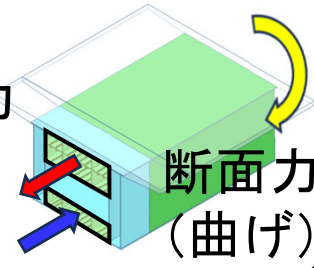


仮定①

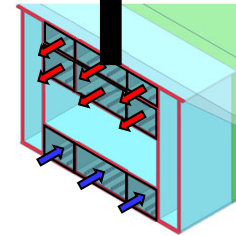
◆接合部の断面力を偶力換算

セル群の断面力

引張軸力
圧縮軸力

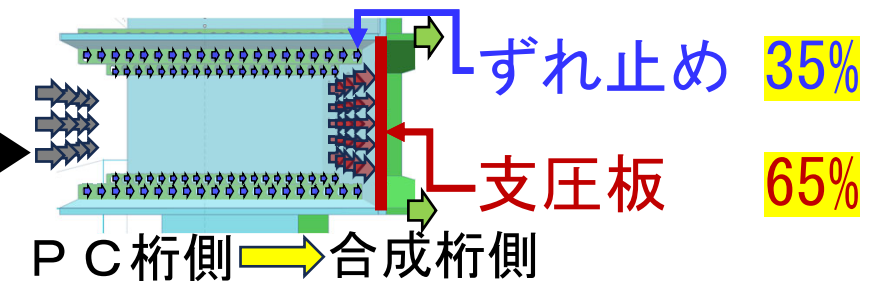


◆各鋼殻セルに
軸力が均一に作用



仮定②

◆ずれ止めと支圧板の伝達力



※先行研究の実験を参考に決定

検証概要

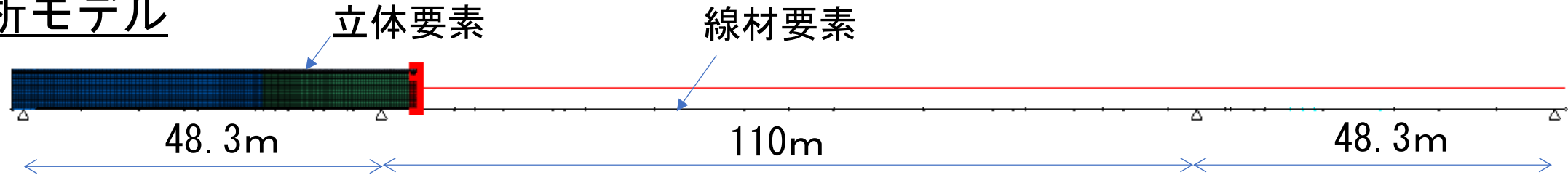
仮定①

仮定②

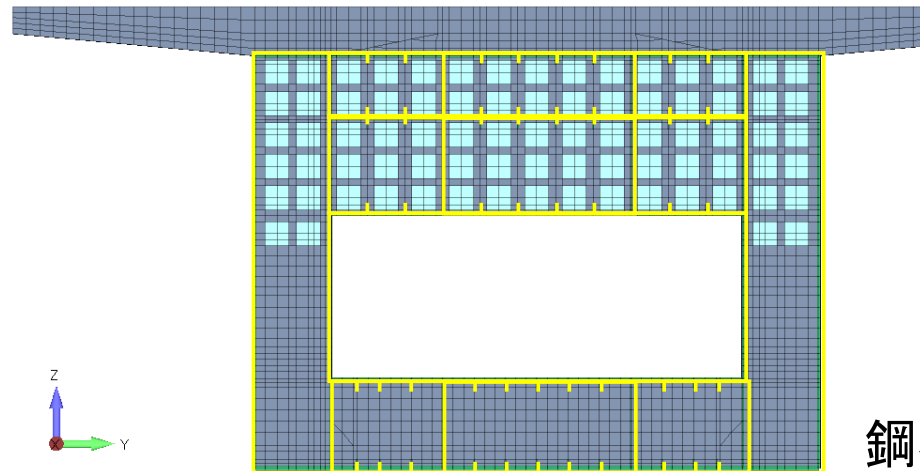
が妥当であるか、FEM解析との比較により検証

課題① 接合部の設計方法 (FEM解析の条件)

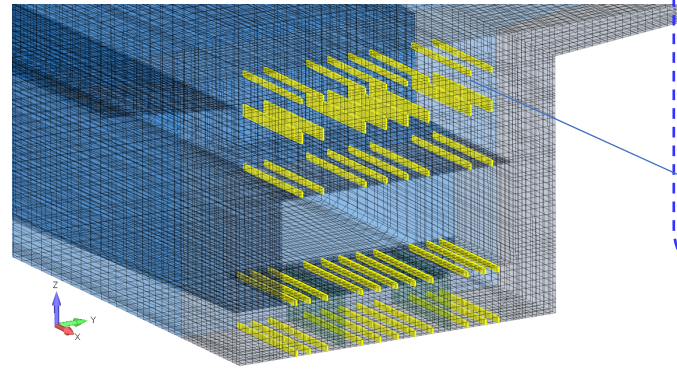
解析モデル



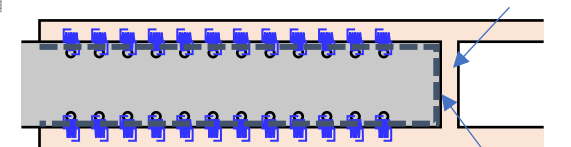
接合部



PBLの配置



鋼殻セル内部 支圧板



ずれ止め：
ばね要素

接触要素

鋼材：シェル要素

コンクリート：ソリッド要素

◆桁全体をモデル化

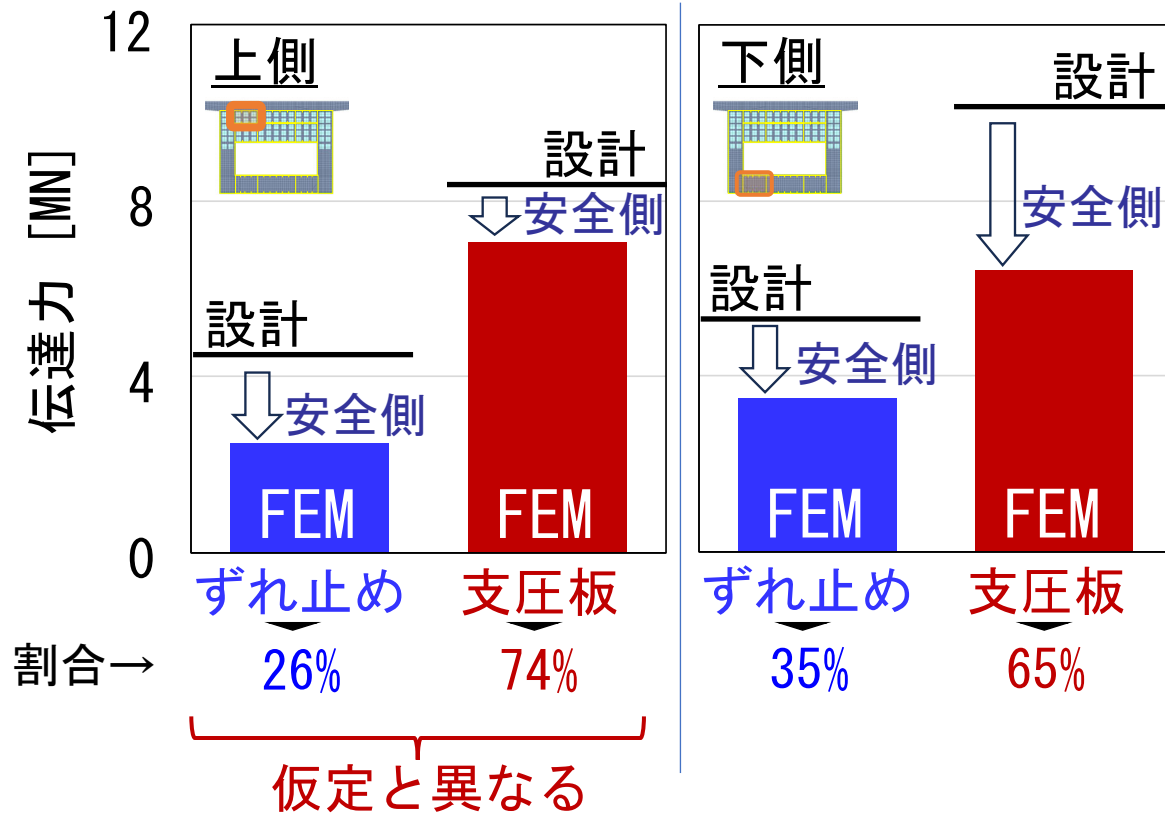
◆荷重・支持の条件

→設計条件と同様

FEM解析を実施⇒ずれ止めと支圧板の伝達力を算定

課題① 接合部の設計方法（検証結果）

検証結果 ずれ止めと支圧板の伝達力

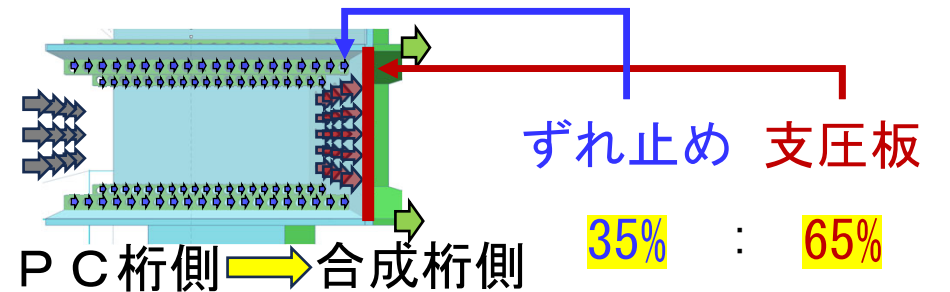


仮定①

- ◆ 接合部の断面力(曲げ)を偶力換算
- ◆ 各鋼殻セルに軸力が均一に作用

仮定②

- ◆ ずれ止めと支圧板の伝達力



設計計算 > FEM解析 → 安全側の評価

仮定①, ②を用いて照査し、FEMによる確認も併用

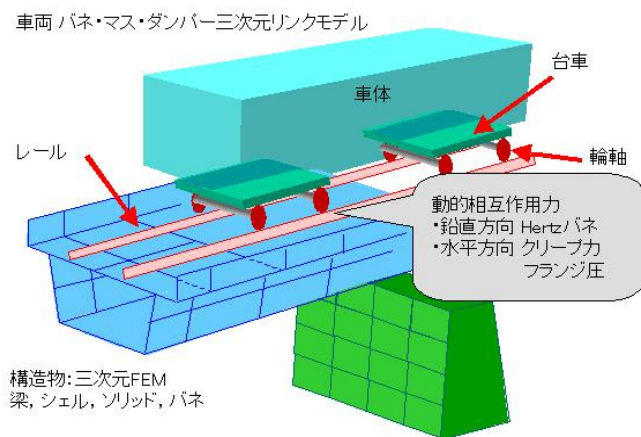
課題② 衝撃係数の算定方法（検討項目・検討概要）

検討項目

衝撃係数の算定方法

検討概要

- 動的シミュレーションにより列車速度に応じた衝撃係数を算定
- 鋼・合成標準法と比較し、適用性を検証



⇒新幹線車両と鉄道構造物の動的相互作用解析プログラム（DIASTARSⅢ）

課題② 衝撃係数の算定方法（検討条件・検討結果）

検討条件

◆スパン比：0.5

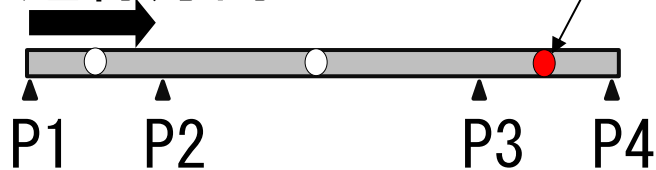
(=側径間長／中央径間長)

衝撃係数

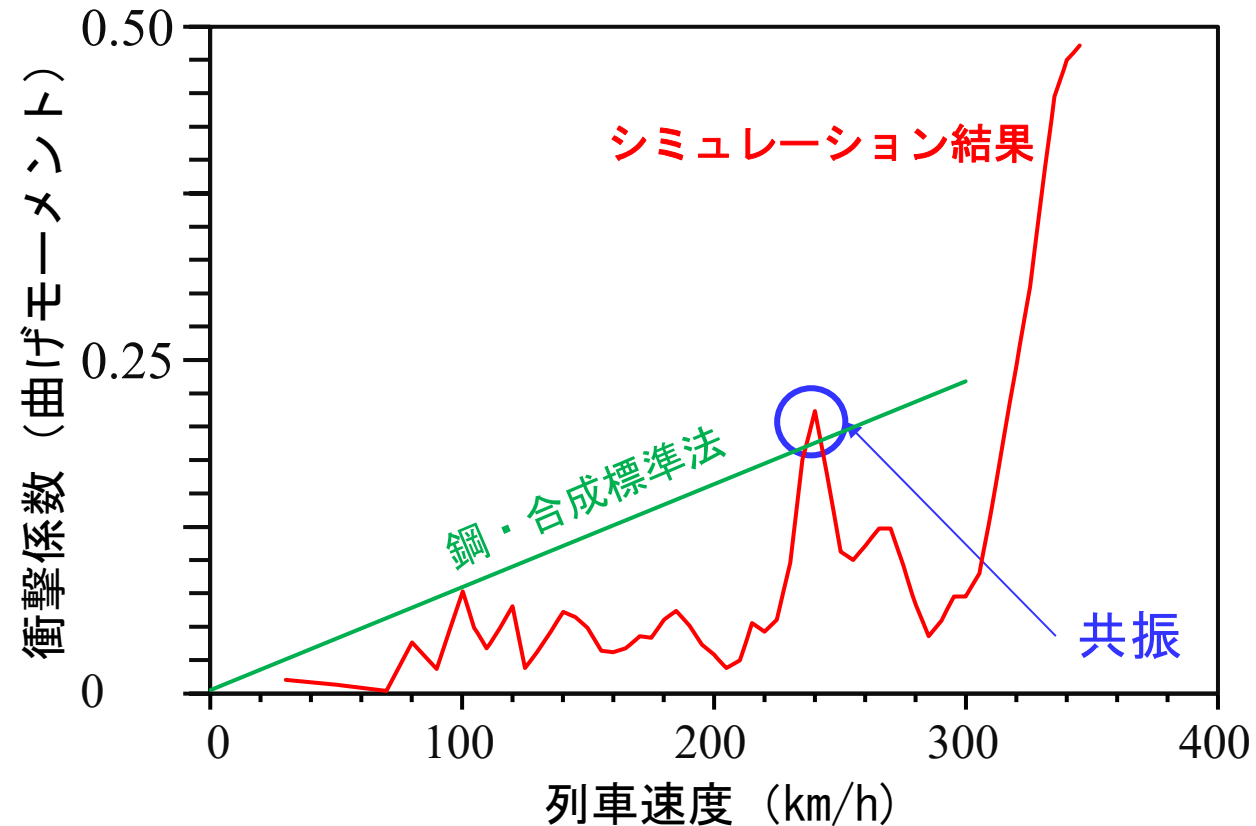
◆着目：第3径間

第1, 2径間

進行方向



検討結果



鋼・合成標準法により安全側の算定が可能

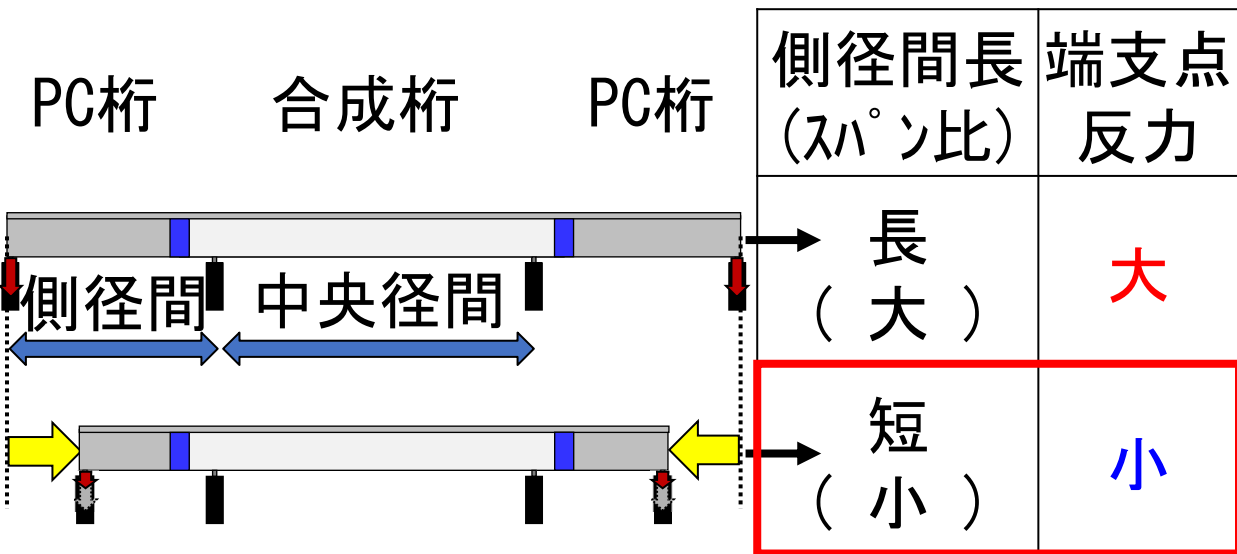
共振等が懸念される場合はコンクリート標準法等

課題③ 混合構造を活かしやすい条件（検討項目）

検討項目 混合構造を活かしやすい条件

⇒ 「自重で端支点反力が確保」 + 「桁コストの削減」 される条件を検討

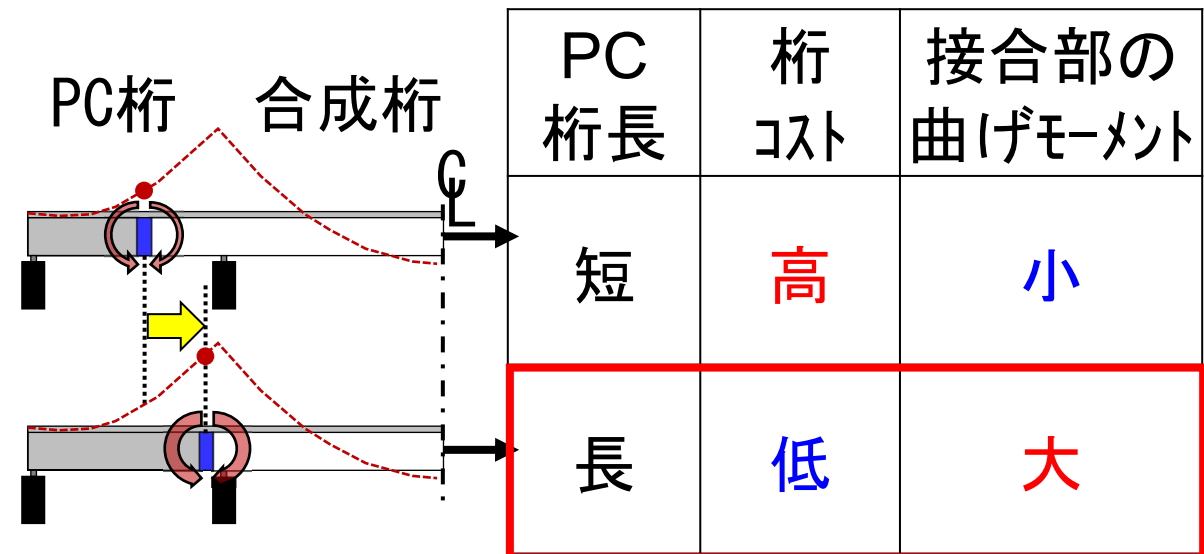
1. スパン比の影響（側径間長/中央径間長）



側径間をどこまで短くできるか？

上揚力
の可能性

2. 接合位置の影響



PC桁をどこまで長くできるか？

構造不成立
の可能性

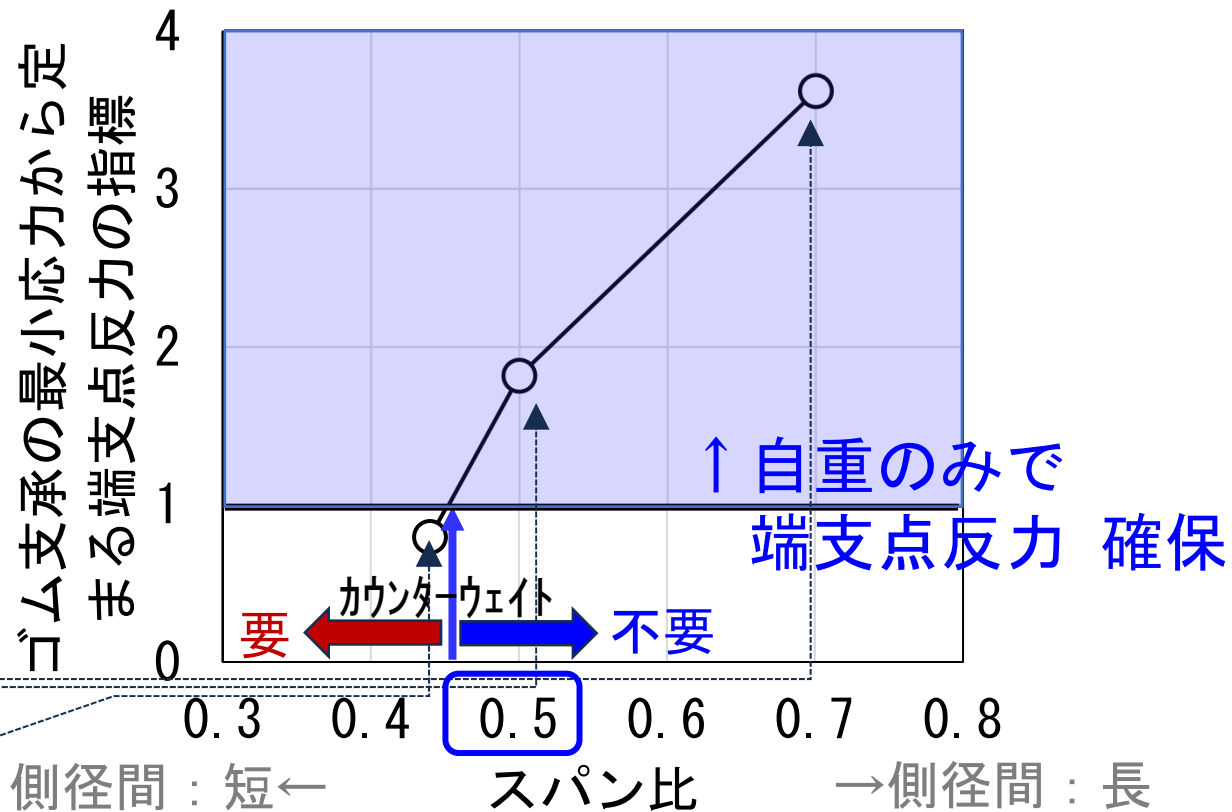
課題③ 混合構造を活かしやすい条件 (スパン比の影響)

検討概要

試設計により3つのスパン比について
側径間をどこまで短くできるか？ 確認

	PC桁	接合部	合成桁
スパン比	スパン割のイメージ		
0.70	77.0m	110m	77.0m
0.50	55.0m	110m	55.0m
0.44	48.3m	110m	48.3m

検討結果



自重のみで (カウンターウェイトなしで)
支点反力が確保できるスパン比⇒0.5 程度

課題③ 混合構造を活かしやすい条件 (接合位置の影響)

検討概要

試設計により3つの接合位置について
PC桁をどこまで長くできるか？

接合部の構造を比較

PC桁長	桁コスト	接合部の曲げモーメント	接合部
短	高	最小値	
中間	中間	最大値*1/2	
長	低	最大値	

PC桁 合成桁

検討結果

構造成立OK

鋼殻セル×6
→簡素な構造

鋼殻セル×9
(上限程度)
→複雑な構造

構造不成立NG

鋼殻セル×15
(施工困難)
→非常に複雑な構造

PC桁が長く、接合部が成立する接合位置
⇒中間支点部の曲げモーメントの1/2程度となる位置

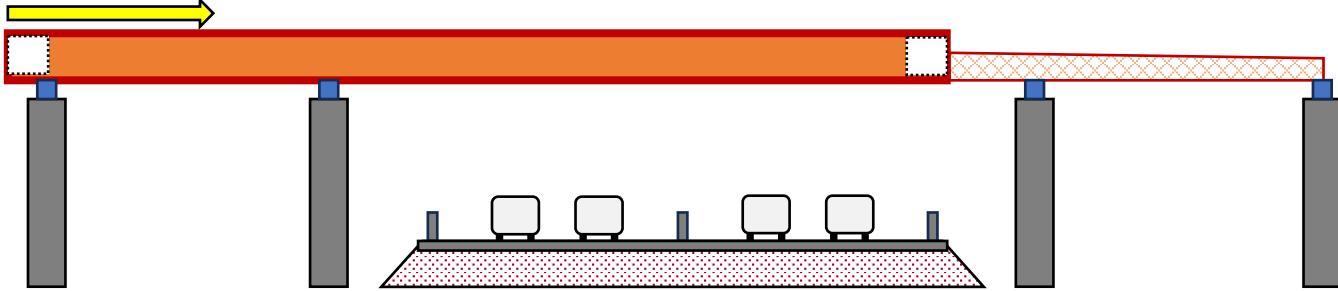
想定される施工方法の一例

施工ステップ

① 鋼桁架設

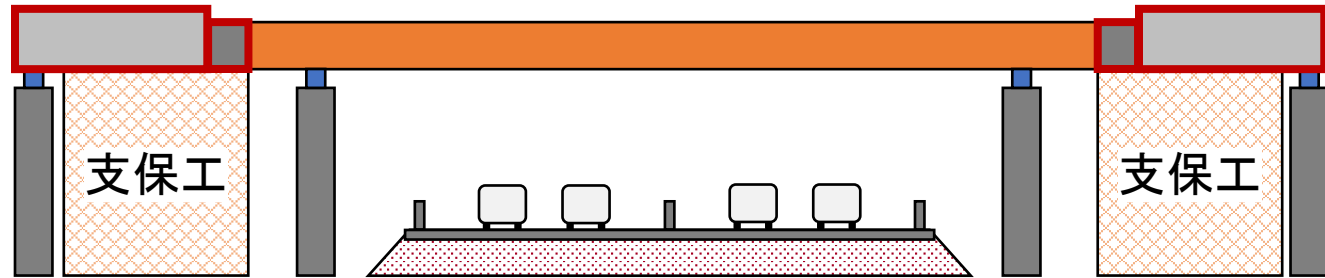


手延べ式送り出し工法にて架設



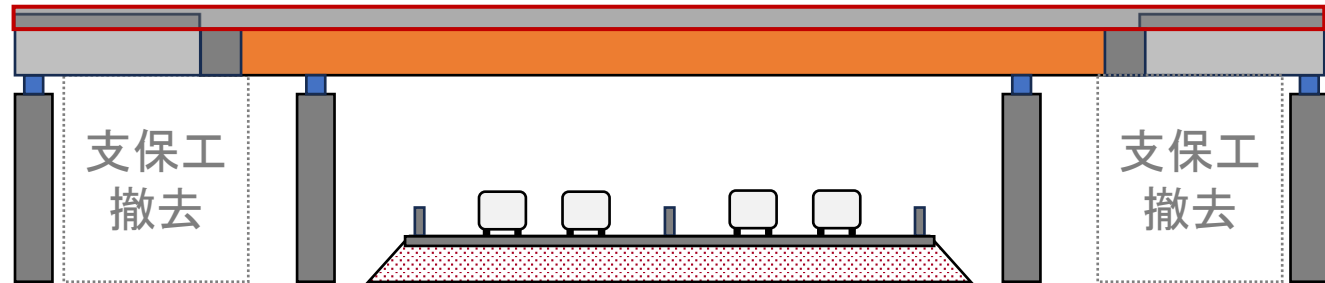
道路跨ぎ等のため
送り出し工法にて架設

② PC桁＋接合部 施工



PC桁と接合部を
一体として施工

③ 支保工撤去 床版工＋橋面工



完成

まとめ・成果の活用

◇接合部の設計方法

- 簡易かつ安全側の照査となる接合部の設計方法を提案

◇衝撃係数の算定方法

- 鋼・合成標準法により算定可能

◇混合構造を活かしやすい条件

- 自重のみで端支点反力が確保されるスパン比：0.5程度以上
- 接合部の構造が成立する接合位置：中間支点曲げモーメントの1/2程度以下の位置

【成果の活用】 本成果を活用し、混合構造の鉄道橋の設計等が行える。