第　6　回　定　期　研　究　会

平成20年度SGST第6回定期研究会　議事録

日時　：平成21年2月18日(水)　16：00～17：30
場所　：愛知工業大学 本山キャンパス　２階　多目的室A，B
出席者：久保（名城大），清水（信州大），北根，石川（名大），森谷（海洋架橋），中野，徳田（愛知県），安藤（富士Ｅ），藤澤（新三重），泉野（玉野），佐藤（中日本），中田（日本工営），山本（サクラダ），織田，松村，中川，尾関（瀧上），古田土（トピー），山田，神頭，水野（日車）
21名(敬称略)

定期研究会（北根研究会担当幹事）

講演題目 「名古屋高速東海線の施工について」
講演者　名古屋高速道路公社　計画部　技術管理室　沖森克文
建設部　工事第一課　森　久芳

講演内容

講演は，名古屋東海道線における2箇所の施工事例について，
「円周方向に３分割した PC ウェルの計画と設計・施工」，「”高速都心環状線”山王カーブにおける既設道路の拡幅について」と題して，それぞれ沖森様，森様に講演をして頂いた.

・円周方向に３分割したPCウェルの計画と設計・施工

過去に事例がない円周方向を３分割した，PCウェル工法についてご報告して頂いた.

場所打ち圧入ケーソン工法で設計された基礎工事において，周辺条件の変更により次に示す課題が示された．工期12ヶ月を3ヶ月短縮．狭小ヤードで施工可能．近接する地下鉄の影響は圧入ケーソン工法と同程度以下．施工済基礎との整合性より基礎形状の大きな変更はしない．以上の課題を解決すべく採用されたのが，今回発表して頂いた”円周方向に３分割した PC ウェル工法”である．この工法はこれまでに事例はなく，高い製作精度・組立精度を要求されるが，鉛直方向を分割だけではなく円周方向も３分割するため，工期短縮効果は非常に大きいのが特徴である．ここで，円周方向継手は，新技術として鋼板を用いた現場溶接継手を採用している．そのため，施工品質および工程短縮を満足とする構造仕様や製作・施工方法を検討し，耐震安全性を模型実験により確認している．この工法を採用したことにより，無事３ヶ月の工期を短縮することができ，躯体工では１５日から8日と7日も低減することが可能となった.

・高速都心環状線山王カーブにおける既設道路の拡幅について

山王ジャンクションの2車線から３車線への拡幅工事について上部工，下部工の構造概要，設計手法，施工概要などについてご報告して頂いた.

今回の拡幅工事の大きな特徴として，下部工は，上部工の影響を考慮し，上部工と同様に既設と新設の一体構造とする必要があった．ここで，上部工は鋼桁同士の接合になるが，下部工は，現場，施工条件の制約などから，既設の PC 梁のコンクリート橋脚と新設の鋼製橋脚を一体構造とし，鋼・コンクリートの複合構造の門型橋脚とする必要があった，しかしながら，PC梁と鋼製梁との接合方法は過去事例がなく，その接合構造の妥当性について十分な検証が必要であった．そのため，1/2.5モデルによる載荷実験で安全性を確認し，３次元弾塑性FEM解析を実施し十分な検証を行った.

以上，名高速と身近な構造物であり，最新の工事報告ということで，聴講者の興味も高く活発な質疑が行われた.

以上//

題目：「名古屋高速東海線の施工について」

【講師】

名古屋高速道路公社　計画部　技術管理室　沖森克文
建設部　工事第一課　森　久芳

【要旨】

名古屋高速東海線における 2 箇所の施工事例について、その設計、実証実験、および施工方法などを紹介する。

1 例目は、円周方向に３分割した PC ウェル工法である。場所打ち圧入ケーソン工法で設計された基礎工事において、周辺条件の変化から急速施工が要求された。これに対して近接する地下鉄躯体への影響を極力抑制でき、かつ工期的条件を満足する工法として PC ウェル工法を採用することにした。基礎径が大径（φ7.0m）であることから、鉛直方向の分割だけでなく、円周方向にも３分割した。円周方向継手は継手施工時間の短縮を目的とし、鋼板を用いた現場溶接継手を用いるなど新技術を導入した。そのため要求される施工品質および工程短縮を満足する構造仕様、製作・施工方法を検討するとともに、耐震安全性を模型実験により確認した。無事工期内に施工を終了し、施工性、工程短縮効果を確認した。

2 例目は、曲線半径が小さいカーブ区間における拡幅工事についてである。名古屋高速都心環状線の山王ジャンクションにおいて、平成 17～19 年度にかけて、供用している高速道路のカーブ区間の外側に１車線を付加することにより３車線化工事を行った。

工事は、既設高架橋の曲線半径が小さいカーブ区間に既設の橋脚及び鋼桁と新設構造物を接合することで、新たに１車線を追加し、２車線から３車線に改良する工事である。施工位置直下には、市道江川線及び市道山王線（ともに片側２～３車線）が交錯しており、高速上並びに市道上の交通を遮断することなく、安全に工事の施工を行うことが要求された。

既設構造物と新設構造物との一体化においては、工事に先立って既設構造物の現状把握及び計測を綿密に行い、その結果を設計・製作に反映することにより、構造物の安定した品質を確保した。

下部構造の接合の内、PC 梁と鋼製梁との接合に関しては、接合方法の実施例や明確な設計方法がなかったため、実験供試体による載荷実験により安全性を確認し、FEM 解析でその挙動の検証を行い、これらの知見を実設計に反映した。

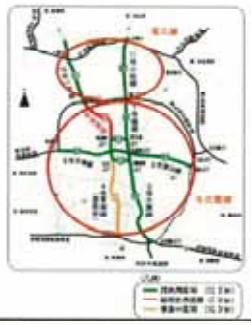
円周方向に3分割したPCウェル の計画と設計・施工

名古屋高速道路公社
技術管理室　沖森 克文

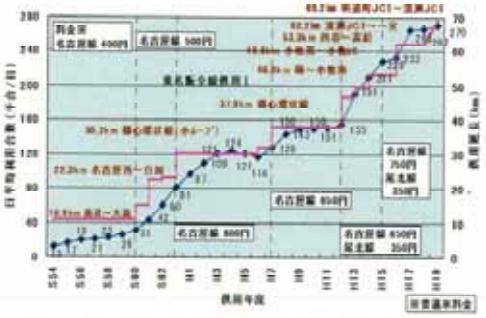
名古屋高速道路の事業概要

現行整備計画
（平成18年2月許可）

費用の概算額	16,900億円
完成年度	全線：22年度
整備延長	81.2km (69.2km)



交通量の推移



交通量（現況）

○通行状況
・日平均利用交通量：
　約27万台以上

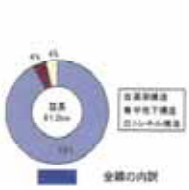
・断面交通量：

環状線	55,000台	楠　線	45,000台
東山線	33,000台	大高線	75,000台
万場線	36,000台	清洲線	28,000台
小牧線	40,000台	一宮線	40,000台

・大型車混入率：約12%
（参考：首都高　27%）

構造の概要

・全体の９０％以上が高架構造



構造上の特長について（1）

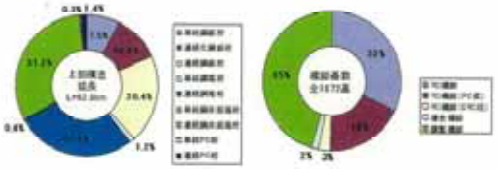
標準的な構造形式

街路併設の高架構造
上部構造：鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ床版Ｉ断面、箱断面のﾌﾟﾚｰﾄｶﾞｰﾀﾞｰ
下部構造：鉄筋コンクリート橋脚、鋼製橋脚
基礎構造：場所打ち鉄筋コンクリート杭

構造上の特長について(2)

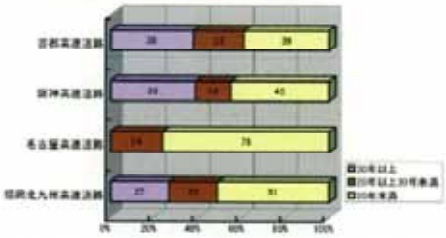
・橋桁構造：鋼製桁が橋梁延長で全体の98％を占める。

・橋脚構造：コンクリート製橋脚の比率が55％を占める。



構造物供用年数の比較

すべて供用から30年未満であり、比較的供用後経過年数は短い。ちなみに第１期供用は昭和54年7月の大高線、高辻～大高間で供用後29年経過している。



工事概要

■工事名：県道高速名古屋新宝線日比野工区下部工事

■企業者：名古屋高速道路公社

■工事内容：工区延長1,340m，地下鉄近接工事

●橋脚基礎工17基

・場所打ち杭工法

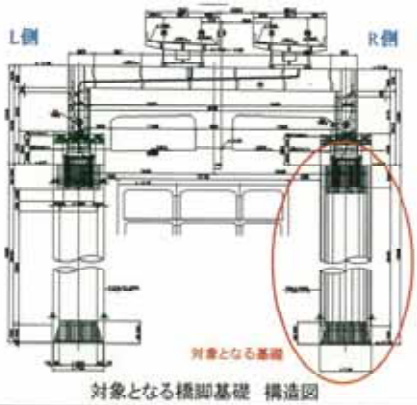
・鋼管ソイルセメント杭工法

・圧入ケーソン工法 ⇒円周方向3分割

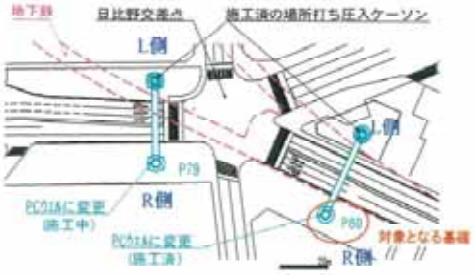
・鋼殻フーチング工法　　PCウェルに変更

●その他

■工　期：2004年11月～2009年3月



対象となる橋脚基礎　構造図



交差点平面図

施工時の状況

現地での課題

①元設計の圧入ケーソン工法での工期12ヶ月を3ヶ月短縮

②交差点に隣接する狭小ヤードでの施工が可能な工法

③近接する地下鉄に対する影響は圧入ケーソン工法と同程度以下に抑える

④基礎形状の大きな変更は不可能（施工済基礎との整合性）

PCウェル工法の採用

PCウェル工法　計画上の課題

■ブロック割，ブロック寸法

(1)車両制限令により、積載物を含む車両幅2.5m，高さ3.8mに抑える必要がある．

⇒基礎径が大きいため(7.0m)，リング状での運搬は不可能

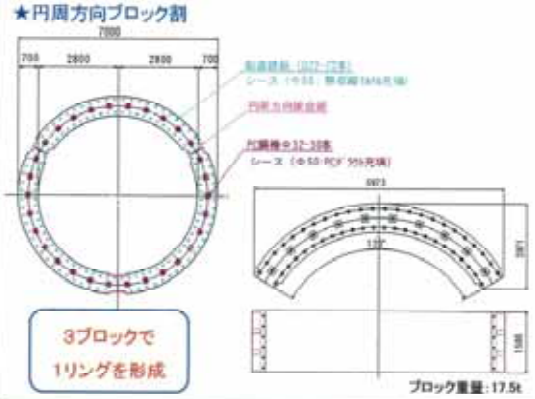
(2)交差点に隣接する狭小ヤードでの施工

⇒配置できるクレーンは100tクローラークレーン（ブーム長24m）が限度

⇒ブロック数を極力減らし，搬入回数，搬入時間を抑制

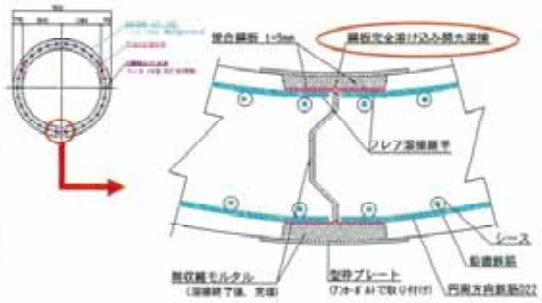
円周方向に3分割したPCウェルの採用

★円周方向ブロック割



3ブロックで
1リングを形成

★円周方向継手構造



これまでに事例はなく，高い製作精度・組立精度を要求されるが，工程短縮効果は大きい．

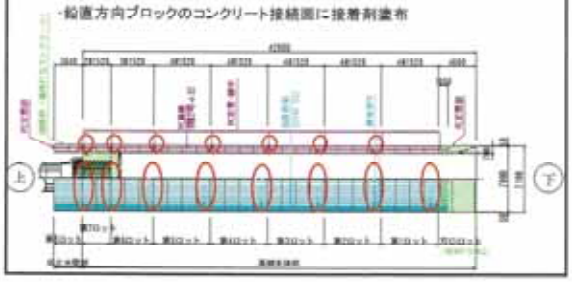
★鉛直方向ブロック割

- 4リングで1ロットを形成．
- 9ロットでウェルを形成（刃口ロット、止水壁ロット含む）．
- 標準化できない刃口ロットは場所打ち施工．
- 仮止水壁部は同一ブロックを使い標準化．

★鉛直方向の継手構造

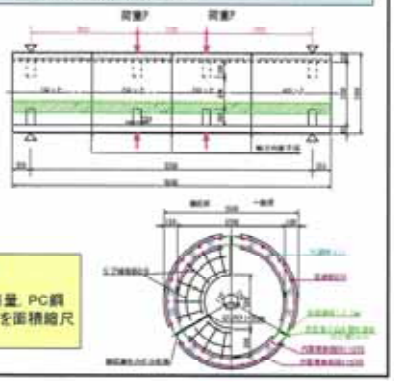
PRC構造採用（鉛直方向に鉄筋およびPC鋼棒が連続する）

- あらかじめブロックにはダクトを配置し、ダクト内に鉛直鉄筋，PC鋼棒を設置
- 鉛直鉄筋は各ロットごと機械継手により接続
- PC鋼棒は各ロットごとに緊張し、カップラーにて接続
- 鉛直方向ブロックのコンクリート接続面に接着剤塗布



模型実験の実施

■供試体構造



★変形挙動比較
- 3分割供試体
- 分割無し供試体

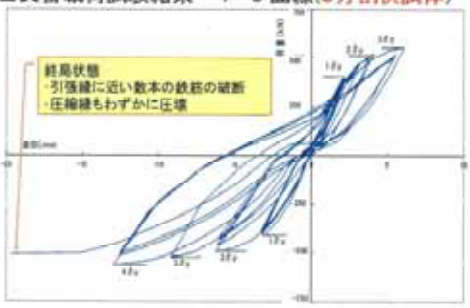
寸法縮尺率1/4.67

コンクリート断面積、帯鉄筋量、PC鋼材量、接合鋼板断面積を面積縮尺率で合わせた。

■載荷試験状況

アクチュエーター（押し1000kN，引き500kN）×4台使用

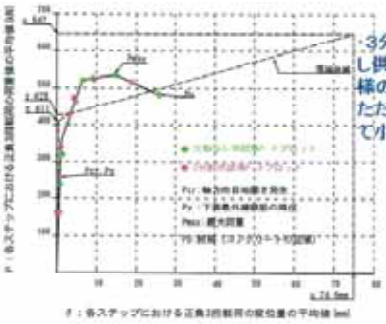
■交番載荷試験結果　P-δ曲線(3分割供試体)



・4δyまで変形性能を有することを確認。

・終局状態においても円周方向継手は健全な状態を保った。

■両供試体の破壊にいたるまでの比較

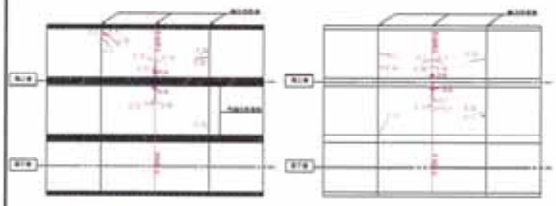


・3分割供試体、分割無し供試体ともにほぼ同様の変形挙動を示す。ただし、理論値と比べて小さい。

■両供試体のひび割れおよび目開き発生状況

展開図

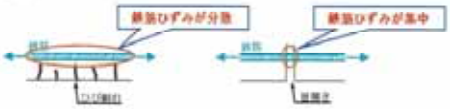
3分割供試体 (外側)　　分割なし供試体 (外側)



・両供試体ともに、軸方向のひび割れはスパン中央の目地開きとして集中し、分散していない。

■試験結果

変形性能（終局変位）が理論値と比べ小さいのは、ひび割れがスパン中央の目地開きとして集中し、それに伴い引張側鉄筋ひずみも目地開き部に集中し、一部が破断したためである。



■結　論

以下の観点から、3分割PCウェルの耐震安全性を確認した。

・終局状態においても円周方向継手は健全な状態を保つこと。

・3分割供試体、分割無し供試体ともにほぼ同様の変形挙動を確認したこと。

なお、試験における目地部の目開きは接着剤の塗布量不足に起因するものであることを確認した。本工事においては、接着剤塗布量（2mm厚さ）、塗布範囲の管理を厳格に行う。

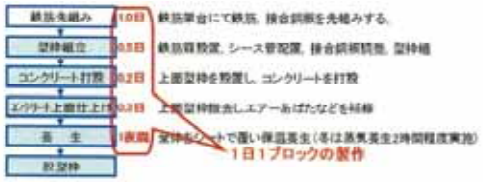
製作・施工上の課題

- 製作精度の確保
- 組立精度の確保
- 効率的な施工方法
- 不具合の起こりにくい施工方法

プレキャストブロックの製作

■材料　コンクリート強度　40N/mm2 ,鉄筋　SD345,その他

■製作工程



■製作精度　軸方向接合面の凹凸　1mm以内

円周方向長さ　±1mm以内

■型枠

★製作精度確保(ブロック形状寸法、ダクト配置精度、接合鋼板配置精度)

①シールドセグメント用型枠をベース(高剛性な型枠)

・耐久性が高く、変形が生じにくい

②高精度を要求される上下接合面を両側型枠面とする

③全84ブロックを一つの型枠で製作　⇒型枠の違いによる誤差を排除

■完成したブロックの仮組み(2リング組立)

■完成したブロックの仮組み(円周方向接続部断面)

施工フロー

■施工イメージ

■ PC鋼棒連結工，鉄筋連結工，接着剤塗布工

■ブロック組立（搬入）

■ブロック組立

■ブロック組立時の工夫

■組立精度の向上（ブロック組立時）

★各ブロックの組立精度を確保するため，
⇒ダボピンを配置し，組立するブロックに明けられたピン孔に挿入。

■PC緊張・定着工

■円周方向鋼板溶接工

工程短縮効果

終　了

ご清聴ありがとうございました.

“高速都心環状線”山王カーブにおける既設道路の拡幅について

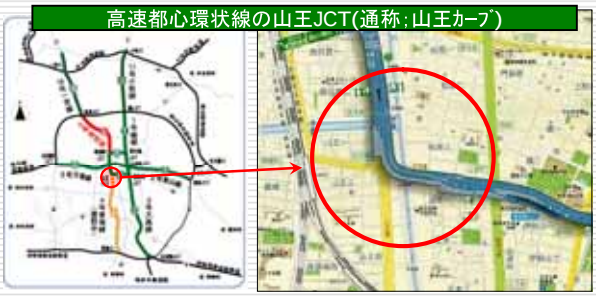
名古屋高速道路公社
建設部　森　久芳

目　次

- 事業概要
- 構造概要について（選定・設計手法等）
- 施工概要について

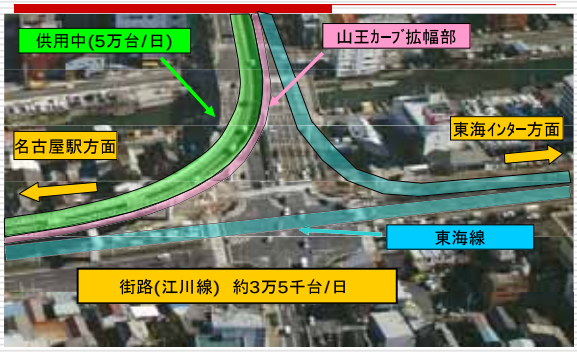
工事箇所

高速都心環状線の山王JCT(通称：山王ｶｰﾌﾞ)

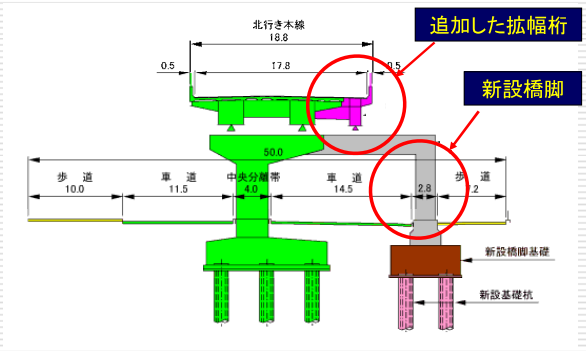


施工箇所

着手前の上空写真



標準断面図



工事の目的

山王カーブを起点とした慢性的な交通渋滞を解消するため

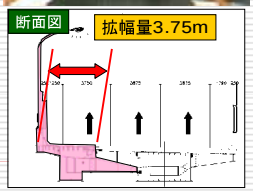
↓

現況2車線 → 3車線化の工事の実施

↓

交通渋滞の解消

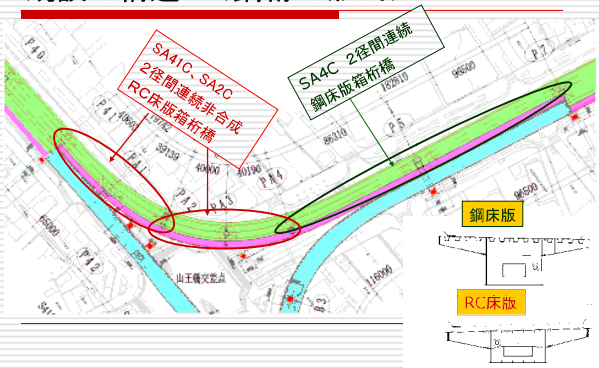
左車線に1車線を追加した



目　次

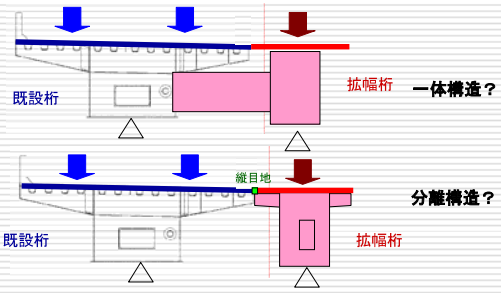
- 事業概要
- 構造概要について（選定方法、設計手法等）
- 施工概要について

既設の構造　＜鋼桁の形式＞



構造比較図

一体構造？　分離構造？



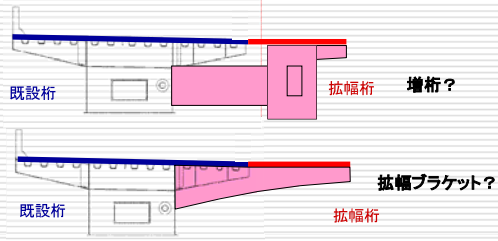
構造比較表

一体構造？　分離構造？

	上部工新旧桁　一体構造		上部工新旧桁　分離構造	
構造性 施工性	・既設上部工と新設桁との接合方法が課題 ・横桁等の接合補強や既設上部工の構造照査が必要	○	・既設桁と新設桁とのたわみ差が生じるため縦目地の検討が必要 ・既設上部工の照査は不要 （独立した設計）＝既設補強不要	○
走行性	特に問題ない	○	・新設部と既設部でたわみ差が生じること、また、分離縦目地を設置することで、走行性が劣る。	△
その他	特に問題ない	○	・縦目地部の車両通過時に騒音が発生。 ・交通事故が多発。	△

一体化構造案

増桁構造？　拡幅ブラケット構造？



既設桁に死荷重・活荷重などのさらなる荷重が分配された時、既設桁の応力があまり増えないような構造が望ましい。
→**「増桁（箱形式）」を採用**

まとめ

①一体構造

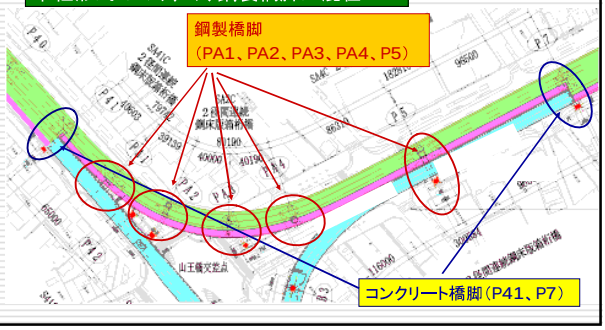
・既設桁と新設桁との接合は走行性、安全性、維持管理の観点から一体構造とし、増桁を採用した。

②鋼床版箱桁

・死荷重の軽減、現場工期の短縮を図るために鋼床版箱桁を採用した。

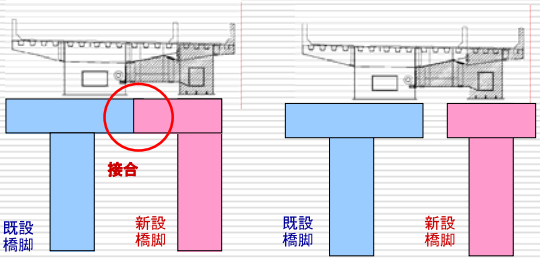
既設の構造　＜橋脚の形式＞

単柱形式のコンクリート、鋼製橋脚が混在



構造比較図

一体構造？　分離構造？



一体構造？（門型橋脚？）　　分離構造？（単柱を2つ？）

構造比較表

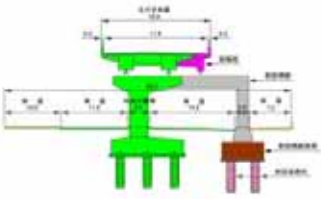
一体構造？　分離構造？

	一体構造	分離構造
問題点	梁接合方法が課題 （PC梁と鋼製梁との接合方法は例がない）	・たわみや不等沈下などの違いから上部構造への影響あり ・地震時の挙動が複雑になり構造耐震性から望ましくない
総合評価	○	△

まとめ

①一体構造

・上部構造が一体構造であるため下部構造も既設橋脚と新設橋脚を接合する門型橋脚とした。



②鋼製橋脚

・歩道用地内に新設橋脚を設置する必要があるため、橋脚断面の縮小化

・現場工期の短縮

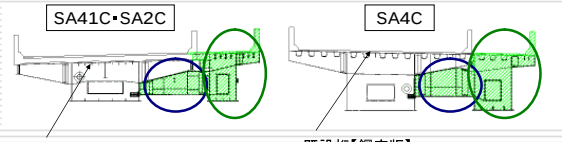
目　次

- □ 事業概要
- □ 構造概要について（選定方法、設計手法等）
- □ 施工概要について

構造計算（上部工）

□ 架設ステップを考慮した解析

■ 既設桁への影響が無視できない



既設桁【RC床版】
★既設桁のたわみが小さい

架設順序
①横桁　→　②拡幅桁主桁

【随時架設】順に既設桁と接合

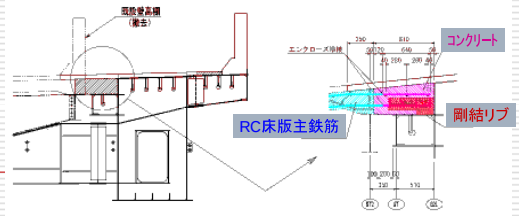
既設桁【鋼床版】
★既設桁のたわみが大きい

架設順序
①拡幅桁主桁→②たわみ調整
→③横桁

【拡幅桁単独架設】

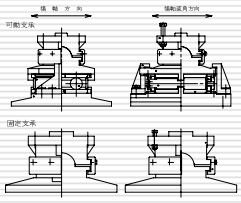
構造詳細（床版）

- 鋼床版同士の接合（SA4C）→ボルト接合
- 鋼床版とRC床版の接合（SA41C、SA2C）
  - RC床版の主鉄筋に作用する軸力をコンクリートの付着力を介して剛結リブにより伝達



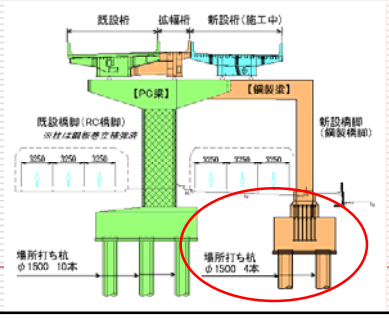
構造詳細（付属）

- 伸縮装置
  フィンガージョイント
- 支承：ピボット支承
  - 既設桁の支承と一体で上部構造を支えるために既設桁の支承と同形式、桁のたわみによる回転の影響が生じないように同一支承線上に配置
  - 伸縮装置・支承の移動方向が既設桁一致するように設定



構造詳細（基礎・底版）

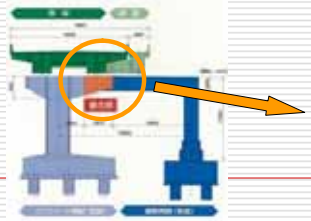
- 既設構造物形式と同じ構造にする

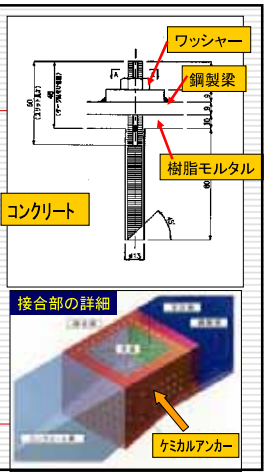


PC梁と鋼製梁の接合

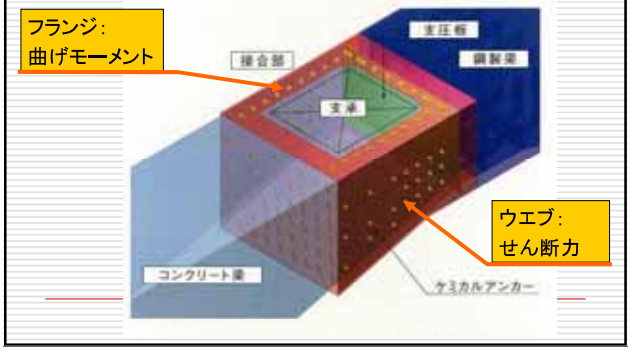
通常 ： 既設橋脚の鉄筋をハツリ出し、コンクリート・スタッドを介して力を伝達する構造

今回 ： ケミカルアンカーと支圧板により接合





接合部の設計について



接合構造の妥当性と耐力の確認

・PC梁と鋼製梁の接合例がない。
・PC梁と接合方法について、設計方法がない

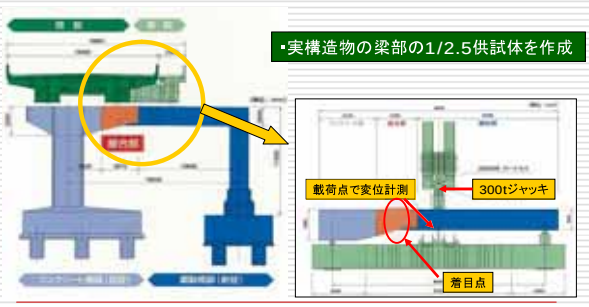
↓

・接合構造の妥当性と耐力を確認する必要がある

↓

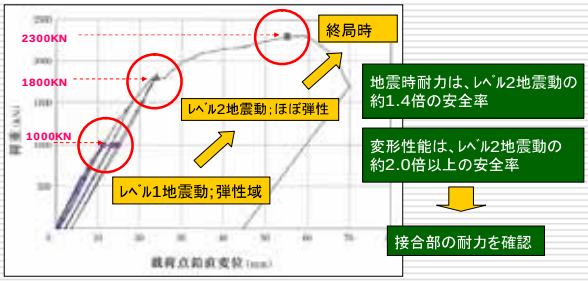
・1/2.5モデルによる載荷実験で安全性を確認
・三次元弾塑性FEM解析を実施

実験モデル



実験の結果（1）

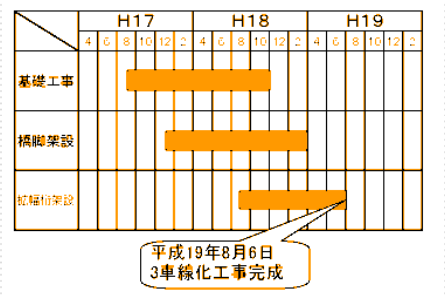
実験の結果(2)



目　次

- □ 事業概要
- □ 構造概要について（選定方法、設計手法等）
- □ 施工概要について

工事期間



工事ステップごとの詳細

＜工事の流れ＞

基礎工の施工

↓

既設橋脚と新設鋼製橋脚の接合

↓

鋼桁の架設及び既設桁への接合

↓

高速上施工ヤード準備、床版接合工

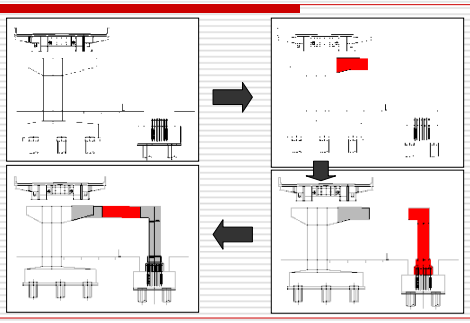
↓

舗装、区画線工

工事の制約条件（街路上）

ステップ①　～　基礎工の施工　～

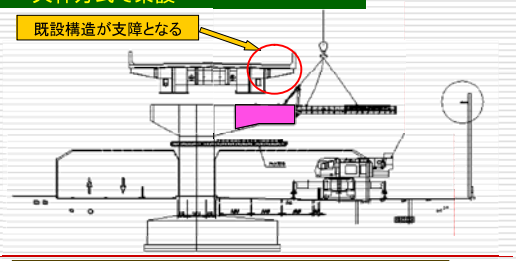
ステップ②　～　橋脚の施工　～



～ 橋脚架設 ～

ステップ②　～　橋脚の施工　～

既設橋梁がありクレーンで吊る作業に制限
→　天秤方式で架設

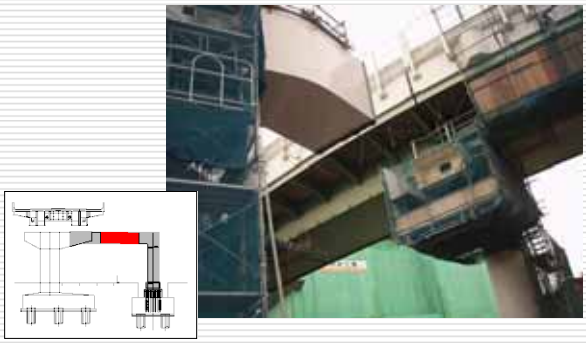


拡幅工事　→　通常の架設方法では対応できない場合が生じる

梁架設（写真）

橋脚施工（橋脚架設）

橋脚施工（梁落とし込み前）

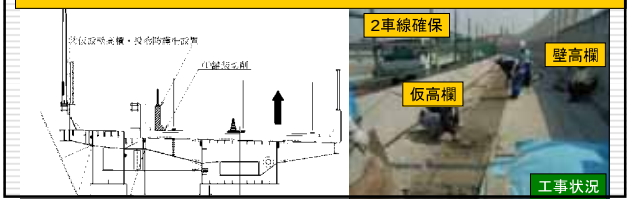


工事の制約条件（高速上）

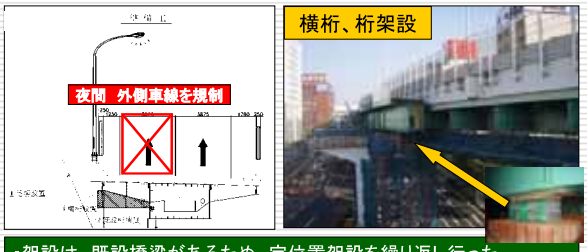
1)通行車両の安全性を確保するために、壁高欄を先行施工する工事手法を選定した。

2)カーブ外側での作業の安全を確保するために仮設高欄を設置した。

3)工事による渋滞を避けるために、現況の2車線を確保し施工した。



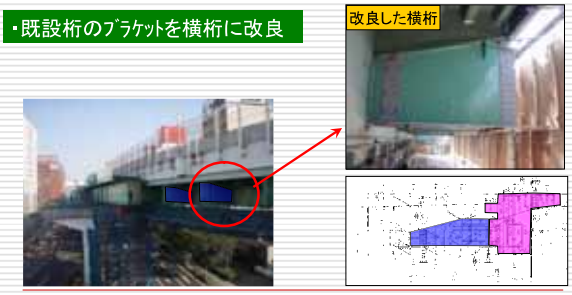
ステップ③ ～ 拡幅桁架設 ～



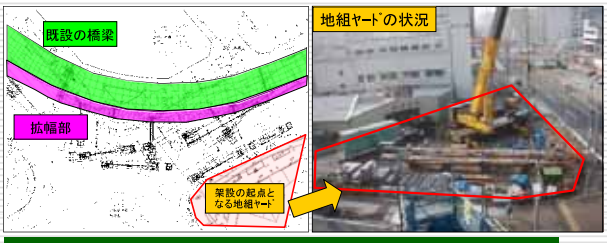
・架設は、既設橋梁があるため、定位置架設を繰り返し行った。
・既設橋梁の振動を抑えるため、ベント部にクッション材を用いて弾性支持をし、また、夜間高速本線一車線規制して行った。

既設横桁の改良（1）

・既設桁のﾌﾞﾗｹｯﾄを横桁に改良



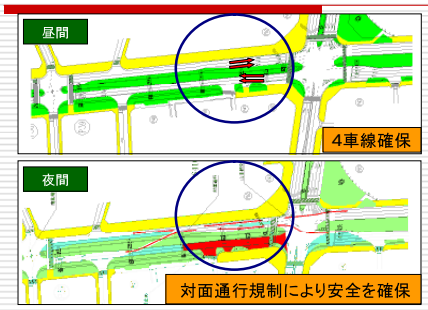
地組ヤード



架設地点に地組ヤードは不可 → 現場付近に1箇所、地組ヤードを確保

～ 拡幅桁架設 ～

規制の一例



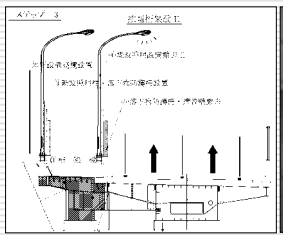
ステップ④　橋面工

橋面上の主な作業

- 新設ｺﾝｸﾘｰﾄ高欄の打設
- 投物防止柵の設置
- 既設ｺﾝｸﾘｰﾄ高欄の撤去
- 床版の一体化
- 照明柱の撤去、設置工事
- 舗装工事
- 区画線の設置

橋面工その1　～　壁高欄の施工　～

・拡幅部の高欄・付属物を完成後、既設構造へ着手した

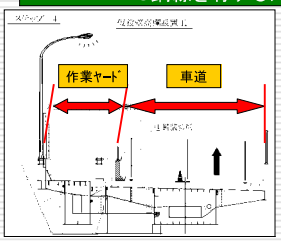


断面図

高欄設置後

橋面工その2　～　仮設壁高欄の設置　～

・既設と同等の強度を有する仮設壁高欄の設置
→　PC鋼線を有するﾌﾟﾚｷｬｽﾄ壁高欄を設置

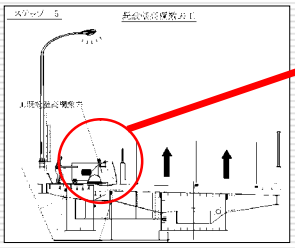


幅員変更

→　・作業の安全性確保
　　・常時、高速2車線を確保

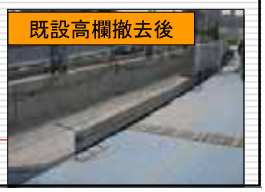
橋面工その3　～　高欄切断工　～

・ﾜｲﾔｰｿｰで高欄を切断



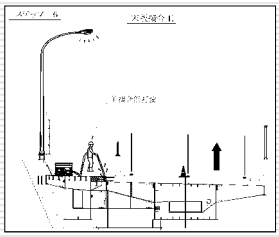
切断状況

既設高欄撤去後



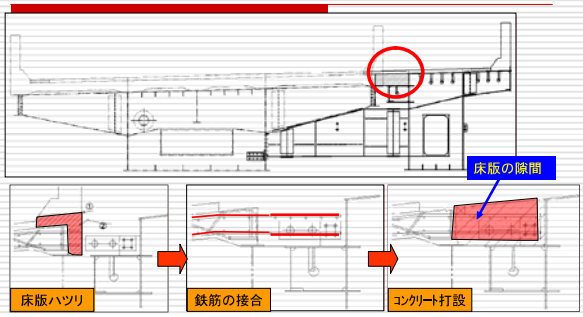
橋面工その4　～　床版接合工　～

・既設床版との隙間をSFRCコンクリートで打設



～ 床版接合 ～

床版接合構造の詳細



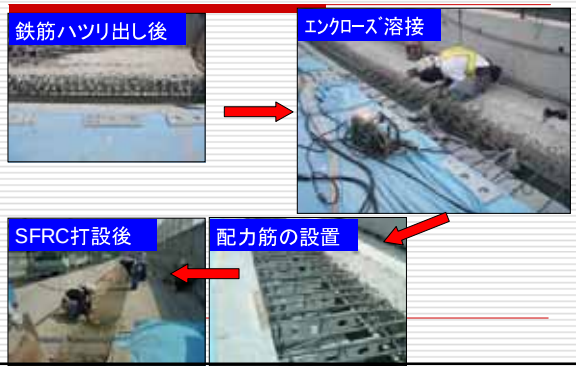
既設鉄筋の溶接・接合部の間詰めコンクリートで一体化を図った

～ 床版接合 ～

ワイヤーソー切断、床版ハツリの状況

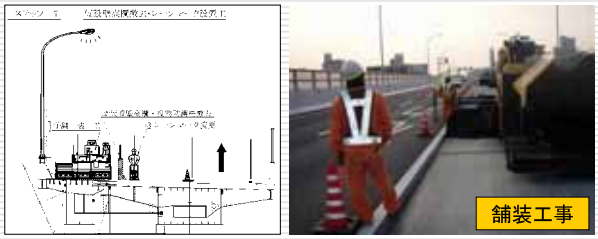
～ 床版接合 ～

鉄筋溶接・配筋の状況

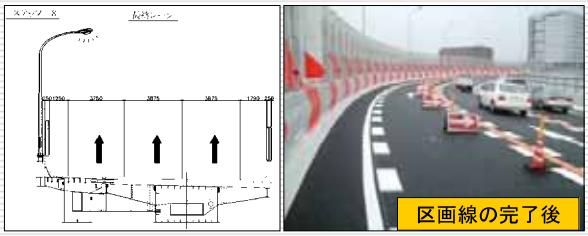


橋面工その5 ～ 舗装工事 ～

・仮設高欄を撤去後、舗装工事及び区画線の設置



～ 工事完了 ～



山王カーブ完成写真

供用前　　供用後