

# 場所打ちPC床版を有する連続合成鋼桁橋の設計・施工報告（西黒田第一高架橋）

## Design and Construction of a Continuous Composite Steel-Plate Beam Bridge with Cast-in-Place PC Slabs- Nishi-Kuroda Daiichi Elevated Bridge

桑山 豊六\*<sup>1</sup> 上原 正\*<sup>2</sup> 佐藤 正勝\*<sup>3</sup>  
 Toyomu KUWAYAMA Tadashi UEHARA Masakatsu SATO

### Summary

The Nishi-Kuroda Daiichi Elevated Bridge is a part of the route connecting the Tomei Expressway Mikkabi JCT and the Daini Tomei Expressway Inasa JCT. For this bridge, ramp girders branch from the main road girders, and the width of the road varies along with the change in the number of the main girders. For the forking section of the main girders, steel cross beams were installed to transfer the sectional force of the main girder with the torsional resistance of the steel cross beams. Cast-in-place PC floor slabs with a maximum slab span of 10 m were adopted. As it is feared that the prestress of slabs is not effectively introduced in the vicinity of the cross beam section, we discussed arranging PC cables to reflect the results to the actual construction

キーワード：連続合成桁、長支間場所打ちPC床版、幅員変化、主桁分岐、鋼製横梁

### 1. はじめに

西黒田第一高架橋は、中日本高速道路株式会社が建設を進める東名高速道路三ヶ日JCT～第二東名高速道路引佐JCTを結ぶ連絡路の一部として計画された橋長412.2mの橋梁である。橋梁位置図を図-1に示す。

構造形式は鋼10径間連続合成鋼桁橋であり、本線部は上下線それぞれ2主桁であるが、ランプ部への幅員変化にあわせて3主桁、4主桁に分岐している。主桁分岐部にはいずれも箱断面の鋼製横梁を配置して、横梁のねじり抵抗によって主桁応力を伝達する構造としている。構造一般図を図-2に示す。

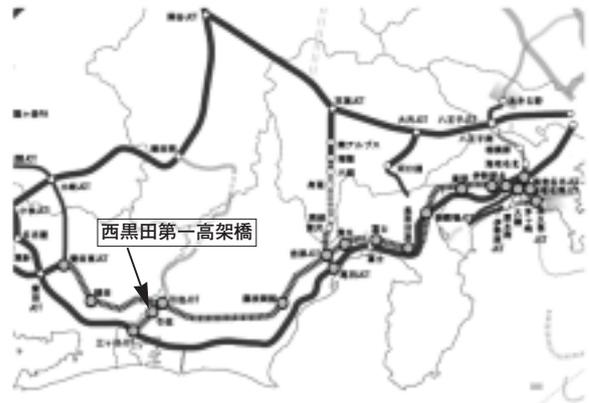


図-1 橋梁位置図

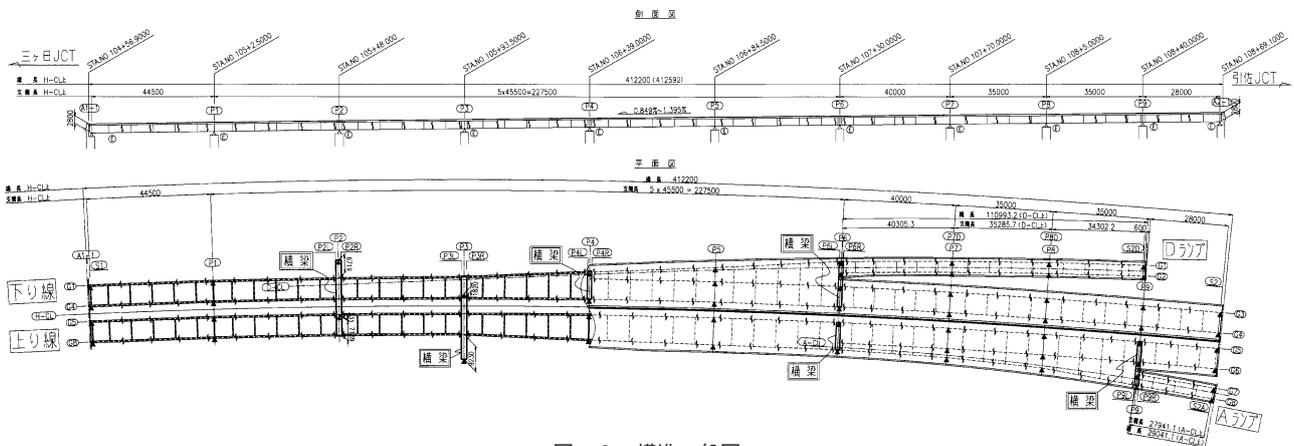


図-2 構造一般図

\*1(株)宮地鐵工所 技術本部設計部設計グループ課長代理  
 \*2(株)宮地鐵工所 工事本部工事計画部次長

\*3(株)宮地鐵工所 工事本部工事部副参与（現場代理人）

床版は場所打ちPC床版とし、床版支間は7.5m～10.0mの長支間床版である。床版の断面形状は第二東名高速道路 蕨科川橋などで実績のある下面を放物線形状とした形式を採用している。横梁部近傍は、床版のプレストレスが有効に導入されないことが懸念されたため、FEM解析によるPCケーブル配置の検討を行い、実施工に反映させた。

本稿では、鋼桁およびPC床版の設計・施工について報告する。

## 2. 工事概要

発注者：中日本高速道路株式会社 横浜支社  
 工事名：第二東名高速道路 西黒田第一高架橋  
 (鋼上部工) 工事  
 路線名：第二東海自動車道 横浜名古屋線  
 施工箇所：静岡県浜松市北区引佐町西黒田  
 橋梁形式：鋼10径間連続合成鋼桁橋  
 床版形式：場所打ちPC床版(下面放物線形状)  
 橋長：412.2m  
 支間長：44.5m+5\*45.5m+40.0m+35.0m+35.0m+28.0m  
 有効幅員：(標準部)本線12.250m、ランプ6.000m  
 工期：平成16年10月～平成19年11月  
 本線部の標準断面を図-3に示す。

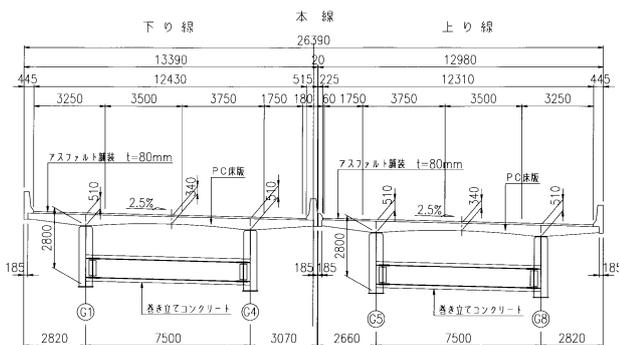


図-3 標準断面図

## 3. 鋼桁およびPC床版の設計

### (1) 逐次合成設計の採用

連続合成桁は、床版コンクリートの打設順序、クリープ、乾燥収縮の進行などによって構造系が変化し、主桁応力に影響をおよぼす。これらを考慮した逐次合成設計を行い、現状に近い状態を再現して主桁設計を行った。解析で考慮した床版の打設順序を図-4に示す。

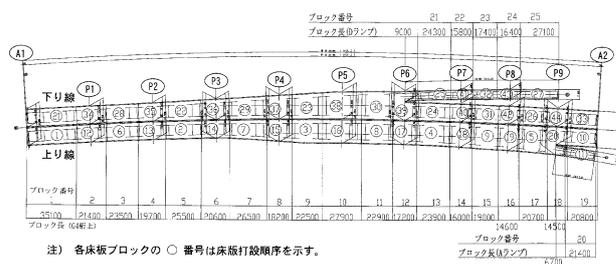


図-4 床版打設順序

### (2) 腹板少補剛設計の採用

正曲げモーメントを受ける支間中央部において、水平補剛材を省略し、さらに垂直補剛材間隔を拡げることにより、小型材片を削減し、桁製作の省力化を図った。また、圧縮側となる上フランジはコンクリート床版による拘束効果が期待できるため、座屈係数および幅厚比パラメータの見直しにより、腹板厚を低減した。腹板少補剛設計の概念図を図-5に示す。

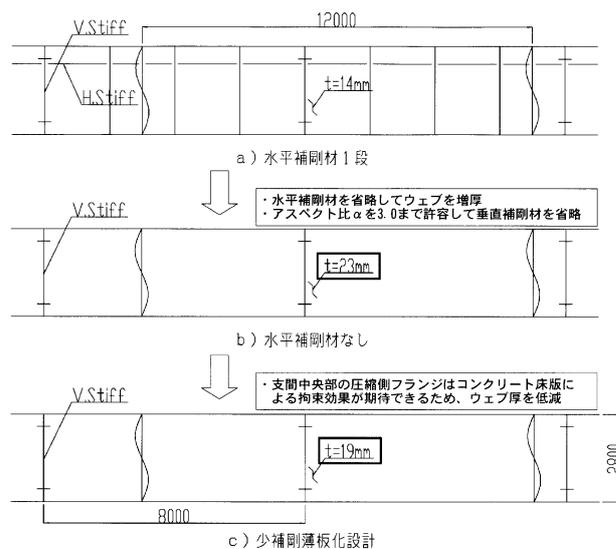


図-5 腹板少補剛設計概念図

### (3) 床版形状の選定

床版支間が7.5m～10.0mに変化し、最大床版支間部について道路橋示方書の床版厚の算出式を適用すると床版厚が非常に厚くなるため、床版形状は床版の下面形状を二次放物線としたパラボラタイプを採用することとした。一方、床版支間が変化することにより、放物線の曲率も変化してしまい、床版型枠の製作が非常に煩雑となることが懸念された。そこで、標準支間7.5mの場合の放物線形状を基本とし、床版支間が広がる部分については、床版支間中央部に水平区間を設けて調整する疑似

放物線形状とした。床版下面形状の比較を図-6に示す。なお、放物線形状と疑似放物線形状の違いによる床版応力をFEM解析により比較したところ、両者に大差がないことを確認した。FEM解析結果を図-7に示す。

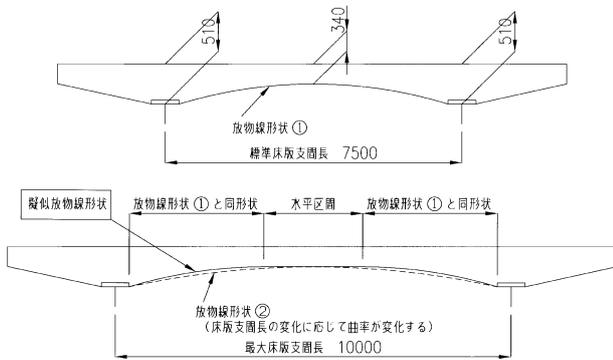
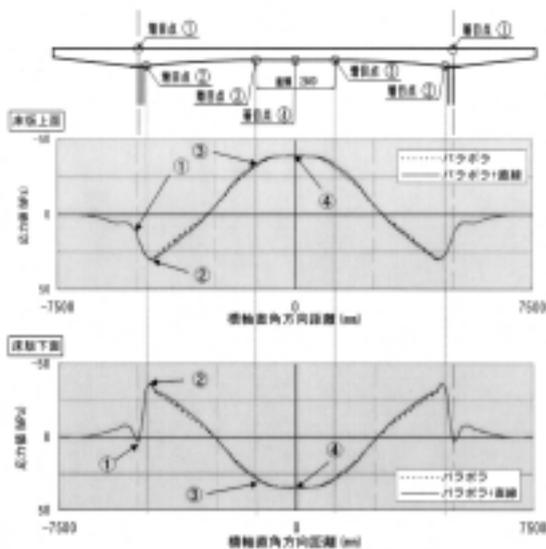


図-6 床版下面形状の比較

着目点と応力図計：引張



着目点	位置	橋軸直角方向応力 (MPa)		(σ/σ <sub>0</sub> )
		(a) パラボラ	(b) パラボラ+曲線	
床版上面	①主桁上	12.340	12.398	1.00
	②主桁上変化点	25.910	25.316	1.02
	③パラボラ-曲線変化点	-32.420	-33.958	1.05
	④主桁中間中央	-28.140	-38.798	0.99
床版下面	①主桁上	3.295	3.327	1.01
	②主桁上変化点	-32.300	-32.316	1.00
	③パラボラ-曲線変化点	28.070	29.480	1.05
	④主桁中間中央	34.595	34.240	0.99

図-7 床版下面形状の違いによる応力比較

#### (4) 横梁部近傍の床版プレストレスロスの検討

PC床版にプレストレスを導入する際、近傍に横梁などの剛性の高いものがある場合、プレストレスの一部が横梁に流れてしまい、床版へのプレストレスの低下が懸

念される。そこで、FEM解析によりプレストレスロスの影響を確認し、適切なPCケーブル配置の検討を行った。

#### 1) 解析方針

- ・床版：橋軸直角方向のプレストレスロスの平面分布を検討対象としているため、厚さ一定(340mm)のシェル要素にてモデル化した。
- ・PC鋼線：トラス要素でモデル化し、床版にプレストレスを導入させた。
- ・主桁：上フランジの面外曲げによる床版の拘束を反映させるため、上フランジの断面をビーム要素でモデル化した。
- ・横梁：横梁全断面を有効とし、橋軸直角方向のビーム要素でモデル化した。
- ・橋軸方向モデル範囲：横梁部近傍の床版と一般部の床版の橋軸直角方向プレストレス導入率を比較するため、横梁間隔1径間分をモデル化した。

解析モデルの対象とした断面図を図-8に示す。

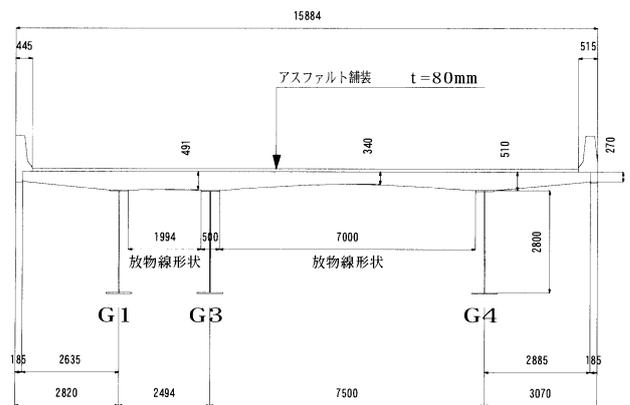


図-8 解析モデルの対象とした断面図

#### 2) FEM解析結果

FEM解析の着目点を図-9に示し、解析結果による床版の橋軸直角方向応力度を図-10に示す。応力の着目点は、①横梁中央部、②横梁端部、③主桁間隔(G1~G4)の1/4点、④主桁間隔(G1~G4)の1/2点、⑤一般部(横梁中央から12m)の5点とし、横梁の影響が小さい⑤一般部の応力を100%としたときの各着目点位置での応力の割合をプレストレス導入率として比較した。

解析結果より、横梁部近傍の床版に導入されるプレストレス量の低下が確認できたため、これを補う量のPCケーブルを適切に配置することとした。

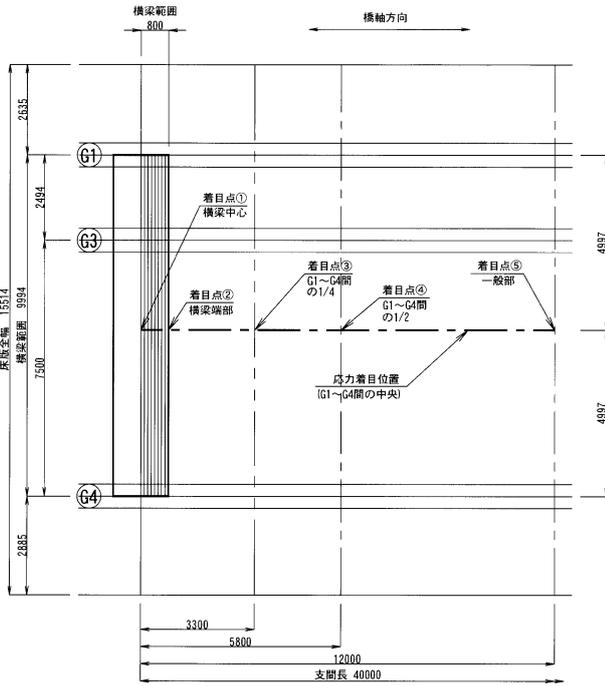


図-9 FEM解析着目点

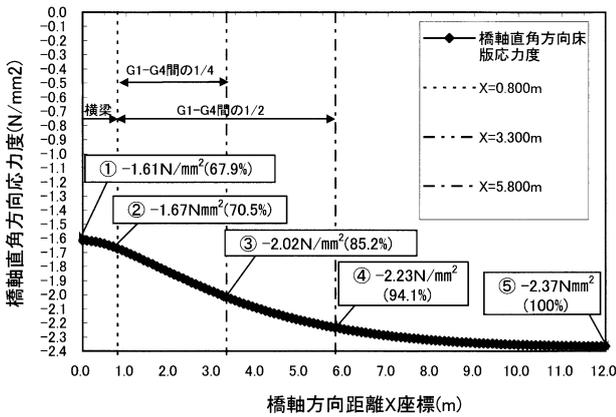


図-10 FEM解析結果（床版の橋軸直角方向応力度）

## 4. 鋼桁の現場施工

### (1) 現場溶接

主桁の現場継手は耐久性が高く、美観に優れた現場溶接継手を採用した。図-11に各部材の溶接方法を示す。

なお、下フランジに上向き溶接を採用したのは、下向き溶接ではウェブ位置が溶接始末端部となり、欠陥が生じやすく、これに比べ上向き溶接の場合、連続溶接が可能で、溶接始末端部はエンドタブ内となるため、欠陥が発生しにくいことによる。

また、現場施工に先駆け、溶接継手の性能および健全性を確認するため、製作工場において、主桁上向き溶接

部の供試体を製作し、現場従事予定の溶接工による溶接施工試験を行った。

溶接作業は風防設備の中で行い、継手部の非破壊検査はAUT（自動超音波探傷試験）を基本とし、AUT試験装置が構造寸法上セットできない範囲はMUT（手動超音波探傷試験）でカバーした。

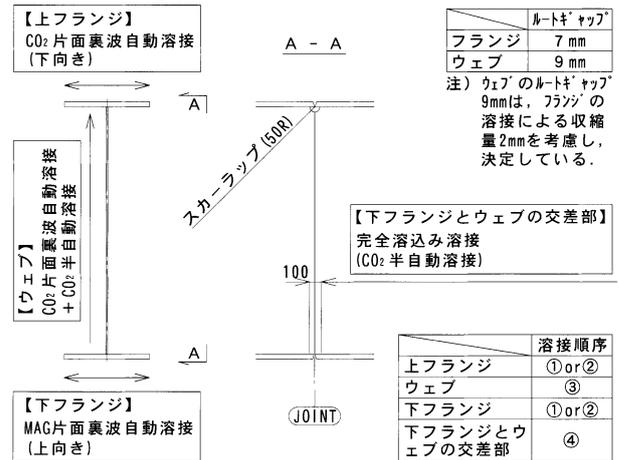


図-11 鋼桁の溶接方法

### (2) 鋼桁の架設

#### 1) 架設工法

本橋は、県道、市道および水路と平面交差および並列してはいるものの、その直下の利用は可能であったことから、トラッククレーンによるベント工法を採用した。

図-12に架設順序の概要を示す。

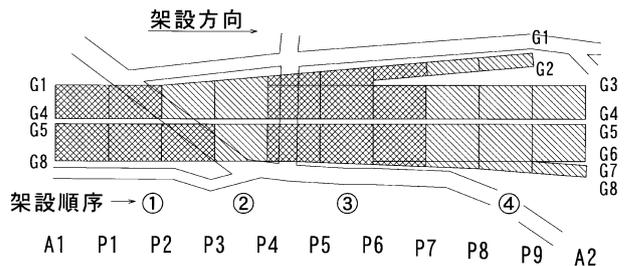


図-12 架設順序概要図

#### 2) 横梁、平面交差部の架設

本橋と鋭角に平面交差する県道交差部の鋼桁（P1～P4）および横梁は、県道通行車両、歩行者および近隣住民への社会的影響の軽減、高所作業の軽減による安全性の向上および工程短縮等の観点より、400t吊トラッククレーンによる大ブロック（足場防護工含む）架設とした（写真-1）。



写真-1 県道交差点部鋼桁の大ブロック架設



写真-3 鋼桁ブロックの構内運搬

### 3) 市道並列部の架設

P1～P3間の鋼桁は、並列市道の通行止め期間の短縮に配慮し、A1橋台背面の作業ヤードにて、100t吊クローラークレーンによる主桁地組立（2ブロック地組立て→現場継手部溶接・塗装）を行った後、25tポルトレラーを用いて架設地点までの小運搬を行い、面材ブロック架設を実施した（写真-2～4）。

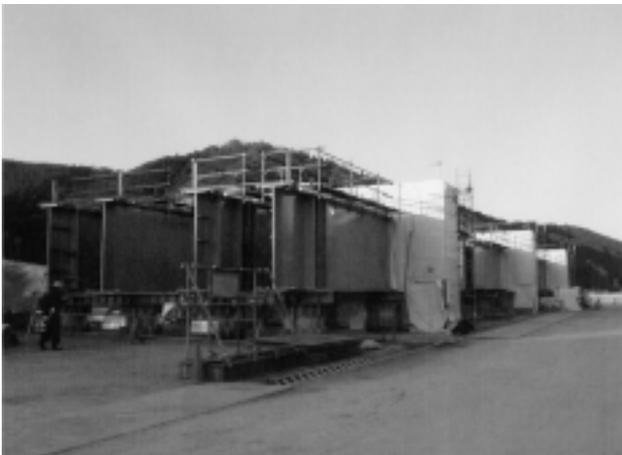


写真-2 A1橋台背面ヤードでの鋼桁地組立



写真-4 A1～P3間の鋼桁架設

### 4) セッティングビームによる架設

主桁の現場継手部が公道上に位置する箇所やその近傍にベントを設置できない箇所では、写真-5に示すセッティングビームを利用し、主桁の仮受けおよび目違い調整を行うことにより、道路および河川の固定占用を回避した。



写真-5 セッティングビームによる鋼桁高さ調整

## 5. PC床版の施工

### (1) 支保工設備

PC床版の施工は、横梁を介した主桁本数の増減および主桁間隔の変化に対応できる固定式の型枠支保工設備

(以後、固定型枠という)を採用した。

桁間部固定型枠は、横桁間に設置した仮設縦桁を支保工梁としたミニサポートとペコビームによる設備とし、張出し部固定型枠には、組立精度の向上、組立・解体作業の工程短縮および安全作業の向上に配慮した軽量の $\pi$ 形支保工を採用した(写真-6)。



写真-6 床版型枠支保工

## (2) ブロック割り

PC床版のブロック割りは、主桁の曲げモーメント図における正曲げから負曲げへの変化位置を各ブロックの境界位置として設定した。

## (3) 施工ブロック長

PC床版の施工ブロック長は、コンクリートの打込み作業を午前中に完了し、養生作業を夕方までに完了(特に表面仕上げ時間確保)することができるかを検討した上で設定した。

## (4) 施工順序

PC床版の施工順序は、施工時は勿論、施工完了時のいずれにおいても全ての床版ブロックに有害な引張力が発生しないよう、以下に示す順序とした。

- ① 本橋は、上下線が近接した橋梁構造であり、PC鋼材の千鳥緊張を確実に実施するため、上下線の同時施工ではなく、上り線先行、下り線後施工を基本とする(下り線PC鋼材緊張時は、上り線が施工完了後のため、千鳥緊張は不可)。
- ② 床版自重一括載荷による主桁の曲げモーメント図の正曲げ範囲(支間部)を先行施工する。正曲げ範囲(各支間部)における施工順序は、奇数径間を先行し、

偶数径間を後施工とする。これは、先行支間部の施工完了後、隣接支間部の施工に着手した場合、先行支間部のコンクリートは若材齢(3日~5日)であり、主桁作用の負曲げモーメントにより生じる引張力に対する抵抗性が低いことから、若材齢コンクリートの初期ひび割れ防止を図るものである。床版コンクリートの基本施工順序を図-13に示す。

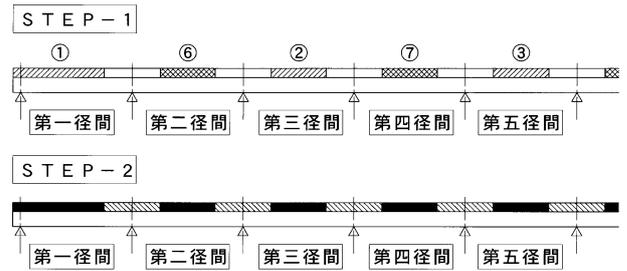
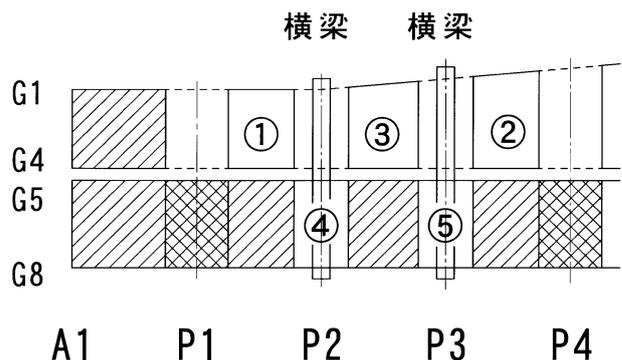


図-13 基本施工順序

- ③ 全ての支間部ブロックの施工完了後、中間支点部ブロックの施工を行う。ただし、P2, P3横梁部は上下線が一体構造となっているため、上り線のP2, P3中間支点部ブロックは、下り線P1~P4支間部ブロック施工後にコンクリートの打込みを行う。これは下り線P1~P4支間部ブロックのコンクリート打込みにより発生する横梁断面力(ねじりモーメント、曲げモーメント)に起因するひび割れを上り線ブロックに発生させないことによるものである。P2, P3横梁部の施工順序を図-14に示す。



- 注) 1. ○数字は施工順序を示す。  
2. ハッチ部は施工完了ブロックを示す。

図-14 上り線P2, P3横梁部の施工順序

なお、施工ステップの検討には専用のプログラムを使用し、各ステップにおける全てのブロックの引張応力度は $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下に抑えることとした。

## (5) 使用材料

### 1) コンクリート

コンクリートの設計基準強度は材齢28日で40N/mm<sup>2</sup>とし、普通ポルトランドセメントを使用した。また、単位水量を減じることで耐久性の向上と温度応力を低減させ、加えてフレッシュコンクリートの良好なスランプ保持性能を確保する目的から、高性能AE減水剤を添加することとした。さらにコンクリート硬化時の温度ひび割れ、乾燥収縮を鋼桁が拘束することに起因するひび割れの発生を防止するため、膨張材（低添加型）を収縮補償として使用した。また、スランプは過去の実績と試し練り結果より、荷下ろし時で13cm（筒先12cm）とした。

表-1に床版コンクリートの示方配合表を示す。

表-1 床版コンクリートの示方配合

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	荷下時 の目標 スランプ (cm)	水結合材比 W/(C+F) (%)	荷下時 の目標 空気量 (%)	細骨材 率 S/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )					
					水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G	混 和 剤 A
25	13.0 ± 2.5	40.5	4.5 ± 1.5	40.0	147	343 (C+F=363)	20	726	1098	2.723 (C+F) × 0.75%

### 2) PC鋼材

PC鋼材は、グラウト作業を省略できるプレグラウトタイプのシングルストランド（1S28.6、1S21.8）を使用した。PC鋼材のプレグラウト樹脂タイプは、原則として、その硬化が環境温度の影響を受けにくいとされる湿気硬化型とした。ブロックの端部2本のPC鋼材は、打継目近傍の導入プレストレスの均等化に配慮し、後施工となる隣接ブロックのPC鋼材緊張時期に合わせてプレストレスを導入する計画とした。この2本に湿気硬化型の樹脂を使用した場合、PC鋼材の緊張可能日数を守れなくなる場合がある。したがって、この端部2本のPC鋼材は温度硬化型の樹脂を使用することとした（図-15）。

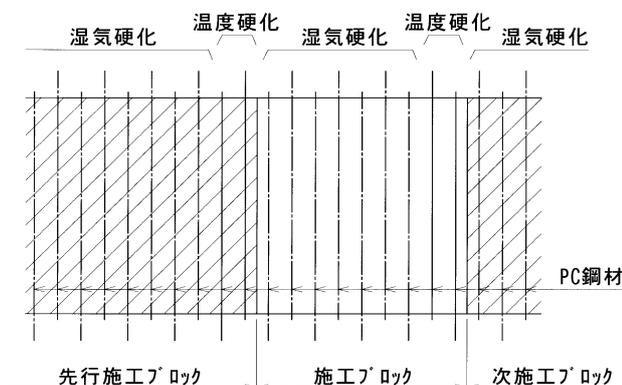


図-15 プレグラウトPC鋼材種類の使い分け

温度硬化型プレグラウトPC鋼材（緊張可能日数に応じて通常、暑中、高温、超高温の計4タイプから選定可）の緊張可能日数は、現場で使用する季節、現場保管期間、コンクリート硬化時の温度履歴および緊張作業までの期間に受ける環境温度の影響により決定されるため、本橋では、これらの種々の条件をPC鋼材製作メーカーに与えて、理論上の緊張可能日数を算出してもらい、各施工ブロックの施工時期に配慮し、使用する樹脂のタイプを選定することとした。

なお、緊張可能日数とは樹脂が硬化するまでの期間ではなく、PC鋼材のプレストレスの計算において使用するPC鋼材とシースとの摩擦係数値を確保できる期間を示している。

## (6) 鉄筋・PC鋼材の組立

### 1) 鉄筋の組立

下段鉄筋は、防錆仕様（エポキシ粉体塗装）の段取り鉄筋（D10）とモルタルスペーサーを用いて所定高さに組み立てた。また、上段鉄筋は棚筋を利用してPC鋼材の組立後に所定高さに組み立てた（写真-7）。



写真-7 鉄筋・PC鋼材の組立状況

鉄筋組立完了時においては、表-2に示す管理シートで鉄筋の出来形管理を実施した。

また、横梁上は各種の補強鉄筋が密となる配筋構造であったため、PC鋼材との干渉の有無に十分な検討を加えた上で鉄筋の組立を行った。

表-2 鉄筋出来形管理シート

項目	チェック内容	
1. 橋軸方向鉄筋 および橋軸直角方向鉄筋	①鉄筋径・本数 および外観	鉄筋径および本数は設計図と合致しているか 鉄筋表面に浮き錆び等はないか
	②加工形状	鉄筋加工形状は設計図と合致しているか
	③鉄筋間隔・かぶり	鉄筋の設置間隔(鉛直・水平方向)およびかぶりは設計図と合致しているか (許容範囲内の配置となっているか) モルタルスベアーの設置状況(浮き、緩み等)に問題はないか
	④重ね継手長	鉄筋の重ね継手長は設計図と合致しているか (必要長以上確保されているか)
	⑤継手位置	鉄筋の継手位置は設計図と合致しているか
	⑥結束状況	鉄筋は堅固に結束されているか 結束線は防錆仕様のものとなっているか 結束線結束部の頭は下段鉄筋は上側、下段鉄筋は下側へ押し込んであるか
2. PC背面補強鉄筋	①鉄筋径・本数 および外観	鉄筋径および本数は設計図と合致しているか 鉄筋表面に浮き錆び等はないか
	②加工形状	鉄筋加工形状は設計図と合致しているか
	③固定位置	側枠からの固定位置は許容値内となっているか 側枠面(PC支圧板)と平行に固定されているか PC鋼材の中心位置に固定されているか
	④結束状況	鉄筋は堅固に結束されているか 結束線は防錆仕様のものとなっているか
3. 壁高欄鉄筋 (PC床版施工時に PC床版に埋め込まれる鉄筋)	①鉄筋径・本数 および外観	鉄筋径および本数は設計図と合致しているか 鉄筋表面に浮き錆び等はないか
	②加工形状	鉄筋加工形状は設計図と合致しているか
	③鉄筋間隔・かぶり	鉄筋の設置間隔(鉛直・水平方向)およびかぶりは設計図と合致しているか (許容範囲内の配置となっているか)
	④結束状況	鉄筋は堅固に結束されているか 結束線は防錆仕様のものとなっているか

2) インサートアンカーの設置

FRP排水管および壁高欄の支保工梁を固定するためのインサートアンカー(本橋ではセラミックインサートアンカーを使用)は、鉄筋の組立に先駆け、型枠上にボルトで固定した。インサートアンカーを先行設置としたのは、本橋のPC床版鉄筋は非常に密な配置となっており、加えて高強度のコンクリートは非常に堅いことから、コンクリート硬化後のインサートアンカーの打込み作業は極力、避けるのが望ましいと判断したことによる。

3) PC鋼材・定着具の組立

PC鋼材は、下段鉄筋上に固定した市販の架台で支持したφ16mmの丸鋼上にビニール被覆番線で所定の高さに固定した。PC鋼材の設置高さの確認は、図-16、写真-8に示す装置(既製品を改良したもので確認時間が従来より大幅に短縮)を用いて、全てのPC鋼材に対して行った。PC鋼材設置高さの確認状況を写真-9に示す。

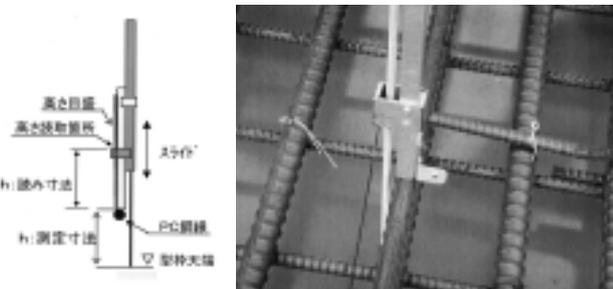


図-16

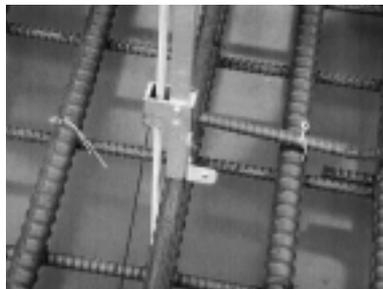


写真-8 高さ測定装置

また、PC鋼材は表-3に示す品質管理シートを該当床版ブロックに設置し、その品質確保に努めた。

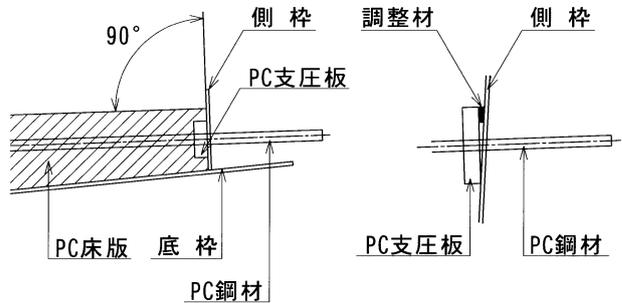
PC定着部のグリッド筋(背面補強鉄筋)を含めたPC定着具は、PC鋼材軸心と直角となるよう側枠の底枠への鉛直方向の取付け角度を確認するとともに、床版拡幅範囲においてはPC支圧板と側枠の間に調整板を挿入し、橋軸方向の設置角度を調整した。



写真-9 PC鋼材設置高さの確認状況

表-3 PC鋼材品質管理シート

第二東名高速道路 西黒田第一高架橋(鋼上工)工事 (株)宮地鐵工所					
プレグラウトPC鋼材品質管理シート					
1. 床版ブロック名	上り線BL3				
2. 現場搬入日	H18.12.4				
3. コンクリート打込み予定日	H18.12.21				
4. PC緊張予定日	H18.12.27				
5. PC鋼材の径、手配長および本数					
①径(mm)	②手配長(mm)	③本数	④樹脂タイプ	⑤緊張可能限度年月日	⑥受注 No.
1S21.8	13.160	36	湿気硬化	H19.2.22	PT611313-01
1S21.8	13.160	4	熱硬化(暑中)	H19.9.5	PT611313-02, -03
注)PC鋼材の内、湿気硬化型のシース色は灰色、熱硬化型のシース色は茶色					



【断面図】

【平面図】

図-17 PC定着具の設置要領

#### 4) コンクリートの打込み、締固めおよび仕上げ

##### a) 型枠内の清掃

コンクリートの打込み作業に先駆けて、型枠内に落ちている結束線、木片類を磁石やマジックハンドで拾い上げるとともに、高圧エアーを用いて集めた砂や塵を掃除機で入念に除去した。特にPC支圧板近傍は鉄筋が密に配置されていることから、入念に確認作業を行った。

また、清掃作業と併せて鉄筋・PC鋼材の固定状態(緩みの有無)を手で確認した。

##### b) 品質管理試験

コンクリートの品質管理は、コンクリートの荷下ろし場所に仮設の試験小屋(写真-10)を設置し、その中でスランプ、空気量および塩化物含有量等の試験を実施した。供試体は $\sigma$ 7、28で6本、緊張確認で6本(内3本は予備)の計12本を採取した。



写真-10 仮設試験小屋

##### c) 打込み・締固め

コンクリートの打込み方向は、固定型枠の鉛直変位に伴う打継目部の沈下ひび割れを防止するため、打継目側を最終施工とする橋軸直角方向の片押しを標準とした。コンクリートの打込み要領を図-18に示す。

なお、アジテータの現場到着時間は、品質管理試験に絡む1台目から6台目までは1時間あたり約7台、その後については1時間あたり約9台の間隔とした。

また、コンクリートの締固めは、計4台の $\phi$ 50mm高周波バイブレータを用いて入念に行った。

##### d) 仕上げ

コンクリートの締固めに引き続いて、トンボによる荒仕上げを行った後、コンクリートが沈降して十分落ち着

き、乾燥するまでの間(本橋で使用したコンクリートは高性能AE減水剤による単位水量を抑えた配合のため、ブリージング水はほとんど発生しない)にトロウエルや金ゴテで2次仕上げを行い、床版厚は、上段鉄筋に機械的に固定した市販の検測棒(コンクリート荒仕上時に撤去)により管理した。

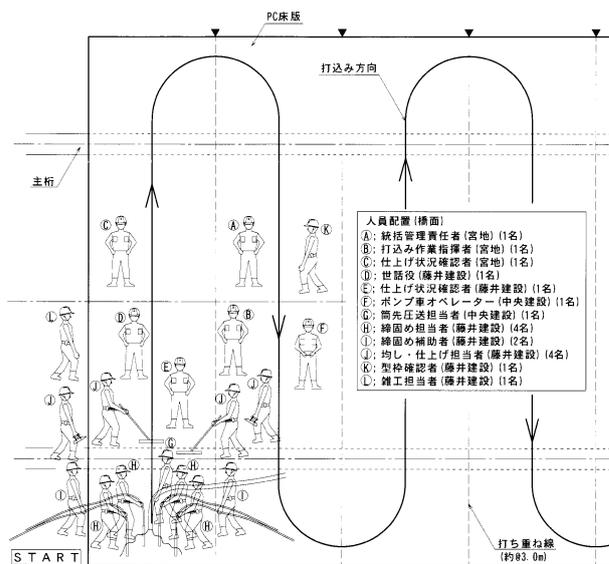


図-18 コンクリートの打込み要領



写真-11 トロウエルによる表面仕上げ

壁高欄打継面の処理(レイタンス処理)のために散布した凝結遅延剤が、PC床版上部面に流れてこないように、コンクリート表面に栈木を設置した。施工期間中の止水板としては、横断勾配の低い側の壁高欄打継面にメッキ板を設置した(写真-12)。

コンクリートの材齢初期における保湿保水効果を高め、セメントの水和反応を最適環境下で進行させるとともに、仕上げ作業効率を高める目的で、仕上げ補助剤を

兼ねた被膜養生剤をジョウロを使用し、荒均し時と2次仕上げ時に散布した。



写真-12 止水板の設置状況

### e) 養生

コンクリートの打込みから硬化までの間、床版表面と床版内部の温度差を極力小さくするとともに、緩やかにコンクリート温度を低下させることが温度応力への対処として非常に重要となることから、本橋では（養生マット+エアークャップシート+ブルーシート）養生を冬期に実施し（写真-13）、この時期以外は、（養生マット+ブルーシート）養生を実施した。養生期間は最低7日間とし、必要に応じて9日間とした。

なお、コンクリート打込み当日の夜から朝にかけての外気温が0℃を下回ることが予想される場合は、練炭による寒中養生も併せて実施した。



写真-13 コンクリート養生

### f) 打継目の処理

コンクリートの打込み作業の翌日に、妻型枠および側型枠の撤去を行うとともに、ワイヤーブラシによる打継目処理を行った。

なお、初回ブロックのみコンクリート材齢1日の圧縮強度試験を行い、側枠および妻枠の解体に問題ないことを確認した。

### g) コンクリート打込み全般の管理

コンクリートの打込み全般作業は、表-4に示す管理項目についてチェックを実施した。

表-4 コンクリート打込み管理項目

【打込み前日】	
	点 検 項 目
清掃確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>型枠内にゴミ、水がないか</li> <li>型枠に隙間はないか</li> <li>清掃機材は整っているか</li> </ul>
型枠確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>天端は間違っていないか</li> <li>型枠は固まっているか</li> <li>リタメ트가はがれていないか</li> </ul>
ポンプ準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ車の据え付け位置は決まっているか</li> <li>配管は設置されているか</li> <li>配管の養生はされているか</li> <li>配管の固めは良いか</li> <li>モルタルバケットの位置は決まっているか</li> </ul>
資機材準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>打込み資材の準備はできているか</li> <li>機材・電気は配置されているか</li> </ul>
生コンの確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>生コンピッチ、開始時間、生コン数量は計画されているか</li> </ul>
【打込み当日】	
	点 検 項 目
ポンプ車配置	<ul style="list-style-type: none"> <li>アウトリガーは完全に張り出しているか</li> <li>ポンプ車の下はシート養生しているか</li> </ul>
資機材・電気設備の再確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>機材はそろっているか</li> <li>始業前点検をしているか</li> </ul>
清掃状況の再確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴミ、水など型枠内はないか</li> </ul>
人員配置の再確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>人員は計画通りに配置されているか</li> </ul>
先通しモルタル	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管に漏れはないか</li> <li>モルタルがコンクリートに変わっていないか</li> <li>モルタル、コンクリートをこぼしていないか</li> <li>配管ジョイントにシートが養生されているか</li> </ul>
打込み開始	<ul style="list-style-type: none"> <li>開始位置は良いか</li> <li>人員は確保されているか</li> </ul>
締め固め状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>締め固めが確実になされているか</li> <li>締め固めが確実になされているか</li> <li>打ち継ぎ時間は適当か</li> <li>打ち込み順序は適当か</li> <li>止水板の継ぎ目は良いか</li> </ul>
粗ならし状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート天端は合っているか</li> <li>プロキユアの量は適当か(150ml/m<sup>2</sup>)</li> <li>コンクリート天端は乾いていないか</li> </ul>
エンジン式プロベラ仕上げ機械	<ul style="list-style-type: none"> <li>時期は適当か</li> <li>(アルミスリッパで乗って沈まない程度)</li> <li>万遍なく敷き均されているか</li> </ul>
最終金ゴテ仕上げ	<ul style="list-style-type: none"> <li>時期は適当か</li> <li>(表面水が浮かんできた時期)</li> <li>万遍なく敷き均されているか</li> <li>プロキユアの量は適当か(80ml/m<sup>2</sup>)</li> <li>初期ひび割れの発生はないか</li> </ul>
養生	<ul style="list-style-type: none"> <li>時期は適当か</li> <li>(手で押しても手形がつかない程度)</li> <li>万遍なく敷き均されているか(隙間はないか)</li> <li>万遍なく散水されているか</li> <li>風による飛散防止対策は実施しているか</li> </ul>

また、コンクリート材料の計量確認は、生コン印字データを基に、各材料の計量設定値および実計量値について確認した（表-5）。

なお、膨張材は手投入による練り混ぜ作業であったため、その計量確認は、膨張材の空袋による確認とした。

表-5 生コン印字データ照査シート

項目	量 (kg)						
	水 W	セメント C	膨張材 F	細骨材 S1	粗骨材 S2	粗骨材 G	混和剤 r/f=3000S
①示方配合による計量値	147.0	343	20	726	—	1098	2.723
②容積保証(1.6%)後の計量値	149.4	348	20	738	—	1116	2.766
③容積保証後1バッチ(2.25m <sup>3</sup> )当たりの計量値	336.0	784	46	1660	—	2510	6.224

運搬車両	砂の表面水率 (%)	砂利の表面水率 (%)	骨材の表面水補正後の1バッチ当たり計量値(設定値)						試験結果		
			W	C	F	S1	S2	G	r/f=3000S	スランプ	空気量
1 台目	6.0	1.0	211.3	784	—	1760	—	2535	6.22	14.0	5.2
	5.7	1.0	216.3	784	—	1755	—	2535	6.22		
2 "	5.7	1.0	216.3	784	—	1755	—	2535	6.22	12.5	—
	5.4	1.0	221.3	784	—	1750	—	2535	6.22		
3 "	5.4	1.0	221.3	784	—	1750	—	2535	6.22	13.0	—
	5.4	1.0	221.3	784	—	1750	—	2535	6.22		
4 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	12.5	—
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
5 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	—	—
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
6 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	—	—
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
7 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	—	—
	5.4	1.0	221.3	784	—	1750	—	2535	6.22		
8 "	5.4	1.0	221.3	784	—	1750	—	2535	6.22	—	—
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
9 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
10 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
11 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
12 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	12.5	5.3
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
13 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
14 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
15 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22		
16 "	5.1	1.0	226.2	784	—	1745	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
17 "	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22	—	—
	4.8	1.0	231.2	784	—	1740	—	2535	6.22		
18 "	4.8	1.0	154.1	523	—	1160	—	1690	4.15	—	—
	4.8	1.0	154.1	523	—	1160	—	1690	4.15		
19 "	4.8	1.0	154.1	523	—	1160	—	1690	4.15	—	—
	4.8	1.0	154.1	523	—	1160	—	1690	4.15		

注) 1. 砂利計量器の最小目盛りが5kgのため、印字データの設定値も5kg単位で丸めた数値となっている。  
2. 膨張材は手投入のため、印字データに計量値はなし。

## 5) PC鋼材の緊張

### a) シースの除去

緊張作業に先駆けて、定着部のポリエチレンシースを除去し、PC鋼材に付着している樹脂をアセトンとウエスをを用いて取り除いた。

### b) PC緊張

6日材齢のコンクリート供試体（現場養生）の圧縮強度が32.5N/mm<sup>2</sup>以上であることを確認した上で、PC鋼材に緊張力を導入した。PC鋼材1本当たりの導入緊張力は、設計値（初期緊張力）にジャッキの内部摩擦による損失（2%）を考慮した値とした。

PC鋼材の緊張順序は、打継目に橋軸直角方向の引張力を発生させないように、先行施工ブロック側の端部2本残し部から後施工ブロックの自由端に向かい、1本飛ばしの交互緊張としたが、後施工となった下り線は、先行施工した上り線と近接しているため、1本飛ばしの片

側のみからの緊張とした。

また、ブロック両端部が打継目となる中間支点上ブロックは、緊張順序を工夫することで、打継目に引張力が発生しないように配慮した（図-19）。

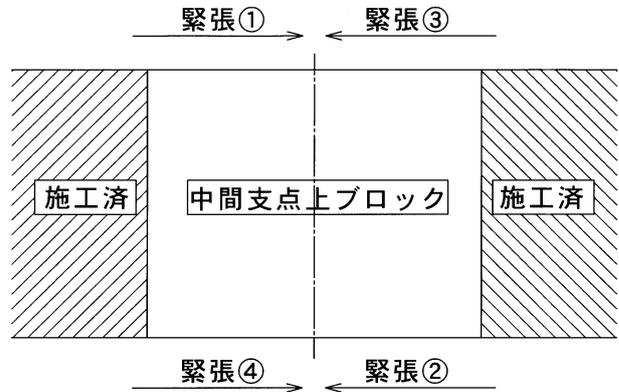


図-19 中間支点上ブロックのPC鋼材緊張要領

PC鋼材の緊張管理シートを表-6に示す。

表-6 PC鋼材緊張管理シート

### 品質チェックシート

項目	チェック項目	処置または注意事項	チェック欄
① PC鋼材突出量	ソケットからのPC鋼材の突出長	緊張作業開始前に、ソケット先端から突出したPC鋼材の長さが必要長さ以上となっているか確認する。	
② ウェッジの装着	ウェッジの装着状況および段差	緊張作業開始前に、ウェッジが正常に装着されていることを確認する。また、ウェッジに規定値を超える段差が生じていないか確認する(緊張完了後における段差は3mm以内とする)	
③ 使用機械の仕様	緊張ジャッキおよびボンプの仕様	緊張作業開始前に、使用する緊張ジャッキおよびボンプの仕様を、緊張計画時の仕様と適合しているか確認する。	
④ 緊張ジャッキの保守	ジャッキ内ウェッジの保守	ジャッキ内ウェッジは、緊張回数約50回ごとに分解して清掃し、ウェッジの歯形部の摩耗の有無を点検するとともに、ウェッジのテーパ面とジャッキ内部テーパ一部にモリコートを塗布する。	
⑤ グリップキャップの取付	ソケットの付着物の清掃	グリップキャップ取付前に、ソケットの付着物をエスにて拭き取る。	
	エポキシパテの充填量の確認	充填に際して、あらかじめ下記の数量のキャップを用意して均等に充填する。 IS218 ... 8箇所/1袋(500g) IS286 ... 5箇所/1袋(500g)	
	グリップキャップの挿入	空気穴が上側になるように挿入する。	
	空気穴からのエポキシパテの流出の確認	グリップキャップ挿入後、空気穴からエポキシパテが適量流出していることを目視により確認する。	
	グリップキャップの押し込み深さの確認	支柱板とグリップキャップの間隔が下記の寸法であることを検測により確認する。 IS218、IS286 ... 44mm 以下	
	グリップキャップ取外し後の充填確認	エポキシパテの硬化後(2~3日程度)、グリップキャップ取り外したあと直接目視により確認する。確認数量は各床版ブロックに対して15%とする。確認後はキャップに、発注者は◎の印をする。	
⑥ シーリング	ソケットと支柱板間、ソケットとグリップキャップ間のシーリングの確認	グリップキャップ取付後、ソケットと支柱板の間、ソケットとグリップキャップの間にシーリングを行う。	

### c) 切断部の養生

緊張作業完了後、グラインダーカッター（樹脂が可燃性のため、ガス切断は避ける）を用いてPC鋼材余長部の切断を行った。定着具の保護および樹脂の漏れ出し防止のため、定着具前面部を含めたPC鋼材切断部にエポキシパテを充填したグリップキャップを鉄製リングと木槌等で打ち込み固定した（写真-14）。エポキシパテを確実に充填させるため、材料1袋あたりの使用量を計算

するとともに、写真-15に示す計量台を用いて、充填量を管理した。さらに、PC鋼材切断部におけるエポキシパテの充填確認のため、抜き取りでグリップキャップを外し、その充填状況を確認した。

なお、エポキシ樹脂の充填に先駆けて、グリップキャップ先端部にキリで穴をあけることで、エポキシ樹脂充填部に空気が残らないようにした。



写真-14 PC鋼材切断部の養生



写真-15 エポキシパテの計量状況

## 6. あとがき

本橋は、平成16年11月の設計着手から平成19年10月のしゅん功に至る大規模工事であり、鋼桁は中間支点上の横梁を介して主桁本数が増減するとともに、2本のラ

ンプ桁が接続する複雑な平面骨組を有し、また、床版は長支間の場所打ちPC床版を採用した連続合成桁であった。

鋼桁の設計では、PC床版のブロック段階施工に配慮した逐次合成設計の検討を行い、PC床版の設計では、特に横梁近傍における導入プレストレスの損失量の把握を目的としたFEM解析を実施した。

現場施工においては、基本施工計画に現場施工詳細条件を考慮した変更施工計画を作成し、実施工に臨んだ。特に、長支間の場所打ちPC床版は、過去に施工した第二東名高速道路 藁科川橋や中ノ郷第一高架橋の経験を十分に活用するとともに、本橋の構造特性に配慮した施工を実施したこともあり、平成19年11月現在、PC床版の何れの箇所においても、有害と考えられるひび割れは皆無であり、良好な外観を呈していることから、本橋の設計手法および現場施工方法は適正であったと確信している。

最後に、西黒田第一高架橋の設計・施工を進めるにあたり、ご指導をいただいたNEXCO中日本横浜技術事務所、同浜松工事事務所の関係各位に誌面を借りて、厚く御礼を申し上げますとともに、本報告が今後の同種橋梁の建設の一助になれば幸いである。

## <参考文献>

- 1) 本間淳史, 長谷俊彦, 榊原和成, 中村和己, 上原正, 河西龍彦: 長支間場所打ちPC床版の設計と施工—第二東名高速道路藁科川橋—, 橋梁と基礎, pp.2~10, 2002.10.
- 2) 河西龍彦, 本間淳史, 上原正, 松井繁之: 鋼2主桁橋長支間場所打ちPC床版の合理的施工法に関する研究, 鋼構造年次論文報告集, 2002.11.
- 3) 猪熊康夫, 本間淳史, 丸山勝, 河西龍彦: 長支間場所打ちPC床版の設計と施工計画 (第二東名高速道路藁科川橋), 第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集, 土木学会, pp.1~6, 2000.10.

2008.1.11 受付