

いわき平競輪場（バンク）の設計・施工

三塩 達也 *1・小林 利和 *2・星野 明弘 *3・石井 祥之 *4

1. はじめに

「バンク」と称する本建物は、老朽化した既存競輪施設の全面改築を行った「いわき平競輪場」の競争路部分である。

建替えの背景には、競輪ファン層の固定化・高齢化とレジャーの多様化などにより、入場者数および車券売上額が減少傾向をたどっている現状を打開するため、新しいファ

ン層の拡大をめざす目的があった。さらには、地域社会に対して貢献できる施設の構築が建替え計画の必須条件であった。

建替え計画に課された与条件を解決するにおいて、設計コンセプトの確立から始まる設計プロセスにおいて、日本で初めてのPCaPC 圧着工法による2層式バンクを提案し、基本設計・実施設計へと進み、着工そして竣工へと至った。



写真-1 バンク全景写真



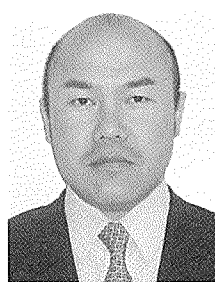
*1 Tatsuya MISHIO

(株)日本設計 プロジェクト
統括本部



*2 Toshikazu KOBAYASHI

(株)日本設計 構造設計群



*3 Akihiro HOSHINO

(株)大林組 東北支店



*4 Yoshiyuki ISHII

黒沢建設(株) 設計部

かざられた工期の中で設計者、監理者および施工者による確実な品質管理のもとで、バンクは期待どおりの出来栄で完成した。本建物の施設概要を表-1に示す。

表-1 施設概要

建物名称	いわき平競輪場（バンク）
所在地	福島県いわき市平谷川瀬西作1番地
建築主	いわき市
設計監理	(株)日本設計
施工	下記の7社から構成される特定建設工事共同企業体 (株)大林組・常磐開発(株)・東武産業(株)・大和電設工業(株)・クレハ電機(株)・クレハ設備(株)・日化エンジニアリング(株)
PC 專業者	黒沢建設(株)
工期	平成16年6月～平成18年9月
面積	バンク（競争路）投影面積 9,072 m ²
構造種別	プレキャストプレストレストコンクリート造
工法	PC 圧着組立工法
基礎	直接基礎・杭基礎

2. 施設計画概要

2.1 設計条件とコンセプト

競輪場には、近隣への配慮と、競輪開催計画から、下

記の条件が求められた。

- 1) 500台収容の駐車場を敷地内に集約。
- 2) 競輪の本場開催（本競輪施設の走行路を用い開催される競輪）を休止する期間は1年間を厳守。

これに対し、以下のコンセプトを本建物における設計上の基本方針とし、詳細設計を進めた。

- 1) 走行路盤を浮かせ、500台収容の駐車場を「バンク」下に配置する（図-1）。
- 2) 走行路盤の曲面（新マコンネル曲線）を構造体で表現しかつ意匠性を高める（写真-2）。
- 3) 「バンク」を構成する上部の躯体は、すべてPCa化し、現場ではPC圧着工法にてPCa部材を接合する作業のみとすることで、工期短縮を図る。

2.2 バンクの特徴

(1) 本建物の特徴

本建物の形状の原点となった特徴を以下に示す。

- 1) 1周400mの競走路を片持ち柱にて地上へ持ち上げた、おわん状の2層式構造であること。
- 2) 「バンク」は、新マコンネル曲線と称され、競争路の形状を表現し、バンク特有の緩和曲線を有する楕円で、その形状を表すような構造体となっていること。

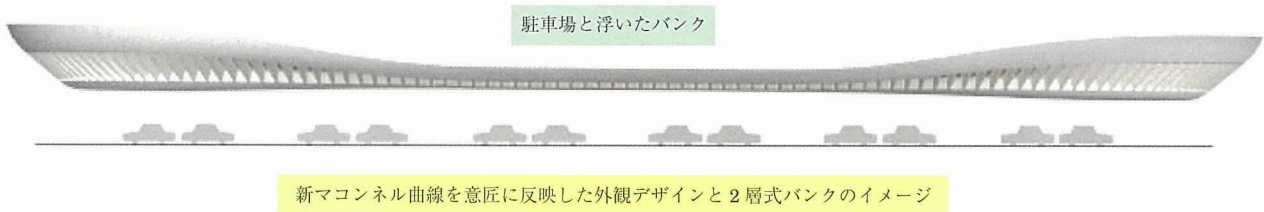


図-1 バンクのコンセプトイメージ図



写真-2 競輪走行路の曲線(新マコンネル曲線)を表現するバンク側面

(2) 形状の法則性

バンクの形状の原点となった新マコンネル曲線を表現するため PCa 部材の形態に法則を与えた。R 2 円弧と直線の長さを変化させることで、形状を表現することを原則とした。また、走路における基点は、バンクの設計において平面的な基準となる測定線と GL + 6 500 の交点としている。図 - 2 に、測定線を基準とした側面の軌跡図を示す。

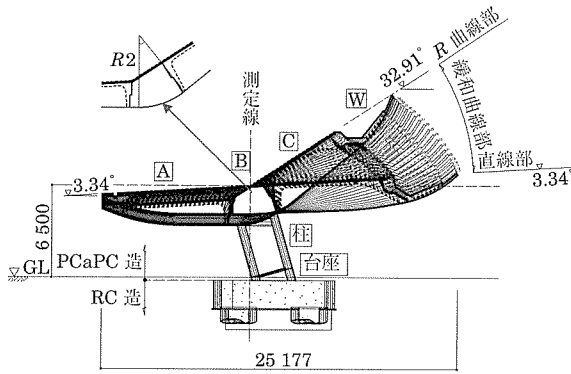


図 - 2 測定線を基準とした側面軌跡図

2.3 要求事項と設計プロセス

本建物に課せられた要求性能と、その課題に対する解決の方策を表 - 2 に示す。基本方針で採用した構工法は、バンクに求められる諸々の性能や課題に対して、まさに最適解であったといえる。

2.4 構造設計の方針

(1) 解析モデル

本建築物の解析モデルは、バンク全体を線材でモデル化し、剛性マトリクス法を用い、立体骨組の応力解析を実施した。

モデル概要を図 - 3 に示す。

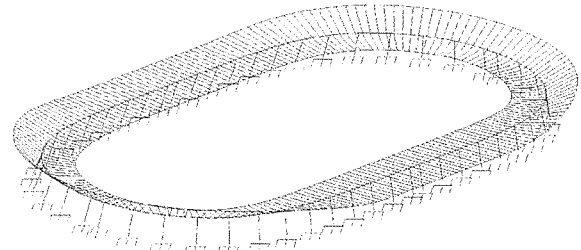


図 - 3 立体骨組のモデル概要

モデル化においては、新マコンネル曲線から得られる座標を忠実に反映している。

なお、このモデルと並行して、スパン方向を単独で取り出したモデルでも応力解析を行い、安全側の応力を採用し、部材断面を設計した。

(2) 構造設計ルート

本建物の構造設計ルートは、ルート 3 a とした。

写真 - 3 では、舗装面の下地となる PC 版の目違い精度の良さが確認できる。また、写真 - 4 は、無足場状態で、

表 - 2 要求性能と解決の方策

要求性能
構造体の振動および変形を最小限に抑えることで、競輪に何ら支障を与えない性能を確保すること。
新築時および将来の舗装改修時において、無仮設にて施工重機荷重に対応できること。
新マコンネル曲線による複雑な形状および美しい造形を構造体で表現し、なおかつ走路に必要な施工精度を確保すること。
既存バンク解体から新築バンク使用開始まで 1 年という制限工期にてバンクを構築すること。



解決の方策
構造体の振動制御には、固定荷重を有するコンクリート系の構造種別が適している。
自重ならびに舗装用の施工荷重に対して、十分な強度と剛性を有し、ひび割れを制御するにはプレストレス力の導入が有効である。
複雑な形状の構造体を、かぎられた工期にて、精度よく、かつ、構造体を美しく仕上げるためには、PCa 化が最適である。現場における作業は乾式を主体とすることが必要で、組立圧着工法が最適である。

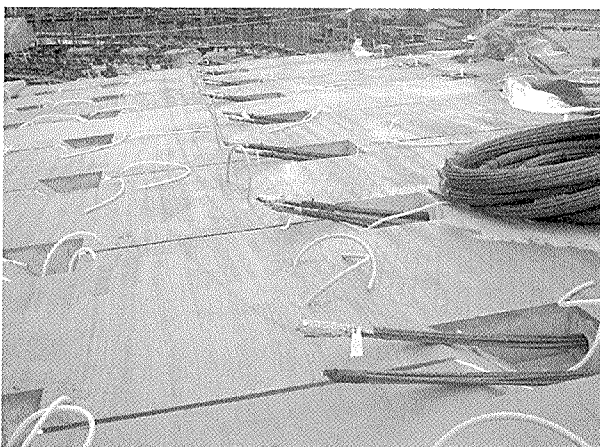


写真 - 3 走路面 PC 版 (良好な精度で仕上がっている状態)

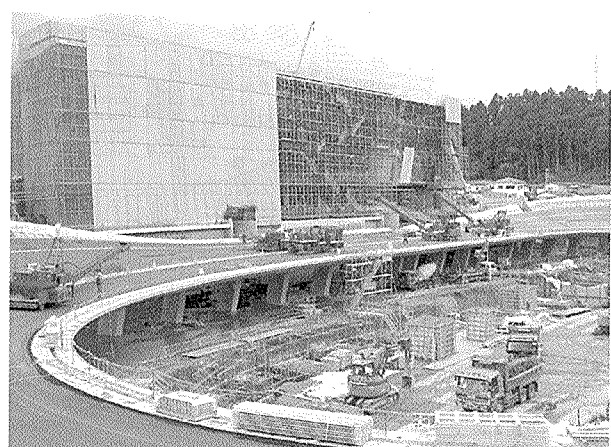


写真 - 4 舗装工事風景 (無仮設状態で工事用重機に対応)

舗装用の重機がバンクに搭載されている風景である。

また、一次設計用のせん断力係数としては、おのおののモデルに対して下記の数値を設定し、安全側の応力値を採用した。

- ・三次元立体モデルの場合： $C_0 = 0.25$
- ・スパン方向単体モデルの場合： $C_0 = 0.30$

(3) 構造設計上の留意点

本建物は、形状が複雑であるがゆえに、構造設計は、誰もが判断できる単純な手法において行った。構造設計上、とくに留意した点を表-3にまとめる。

(4) PCの構造計画と施工計画

バンクの架構形式は、円周方向に1フレーム円周ラーメン構造、円心方向にフレームより両側へ片持ちスラブが伸びた架構となっている。

PC構造の計画にあたり、本建物の場合、施工計画と綿密な整合性を図る必要があった。

本計画では、円周方向400m(測定線上)のプレスト

ス力導入には、軸変形による柱への影響を考慮し、10箇所所の弾性変形吸収目地(ムーブ)を設けて対応した(図-4)。まず、図中の①部分を緊張後、ムーブ部分(▲)の目地を埋め、その後②部分を緊張することにより柱への影響を小さくしている。

直線部近傍は、B桁梁からのAスラブの出に対しCスラブ+W壁版の出が長くB桁梁にねじれモーメントが生じている(図-5および図-6)。そこで、B桁梁のPCケーブル群の配線による吊上げ力をCスラブ側は大きくAスラブ側は小さく対応した。また、ねじれ応力は柱円心方向応力にも影響を与えため柱円心方向のPC鋼棒は、柱脚は外側、柱頭は内側に多く配置した。

Cスラブが曲線部分にて、すり鉢上に迫り上がることによる生じるリングテンション(最大2650kNの引張力)には、全周にわたり3ケーブル12本×12.7φ(約3200kNの圧縮力)を配置し対応した。

表-3 構造設計上の留意点

<p>「モデル化と構造計算をシンプルな方法で行い、静的応力は経験値に基づく安全率も加味して検証」</p> <p>「片持ちスラブとなるCH版の両側リブには、剛性と必要強度(PC鋼線重)を確保 (施工荷重と自重による応力ならびに先端たわみの制限にて決定)」</p> <p>「リブ幅、リブ丈の構造的必要寸法と意匠的観点から要望される寸法との調和・整合」</p> <p>「CH版スラブ取付け部に生じる曲げモーメントにより、桁梁に伝達されるねじれ応力の適切な処理」</p> <p>「平面的なPC鋼線配置は、不静定応力の影響およびCH版スラブの緊張手順を考慮し決定」</p>

※ CH版：チャンネル版の略称

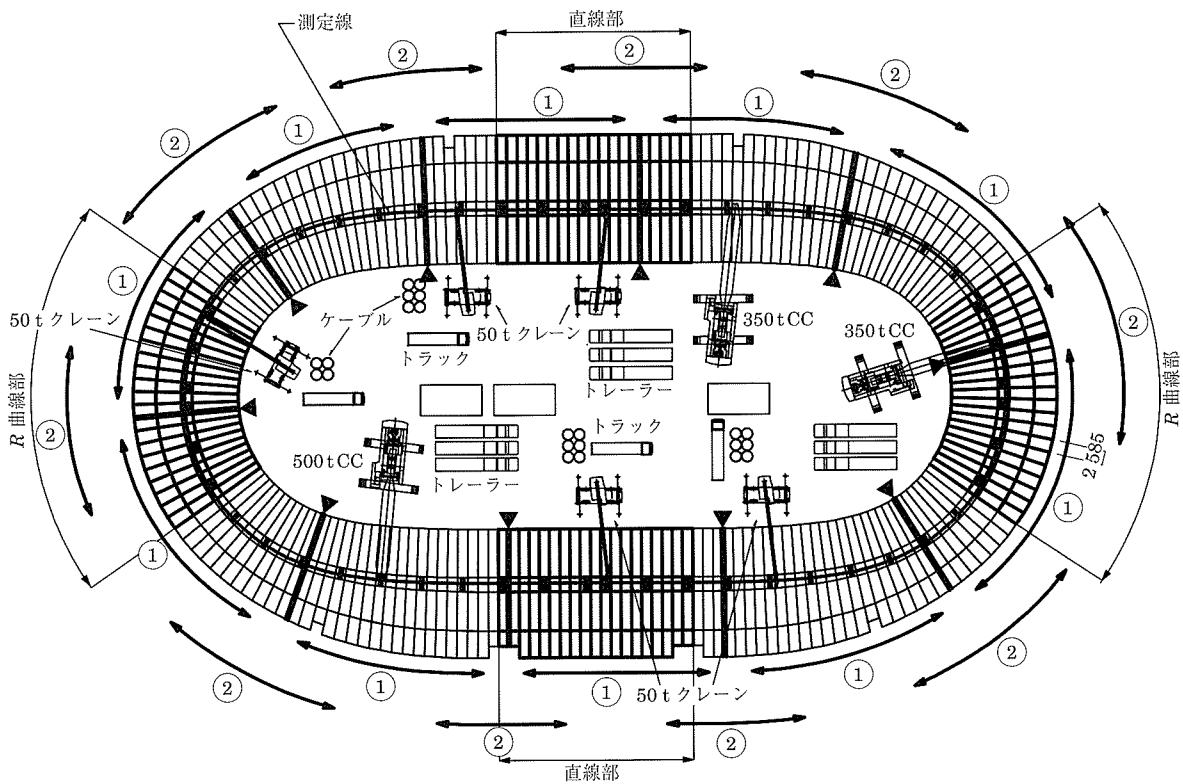


図-4 重機計画図

3. 架構概要と部材形状

図 - 5 に、スパン方向架構の概要図とおのこの部材形状の写真を、図 - 6 に部材の断面概要を示す。また、PCa 部材の割付図を図 - 7 に示す。写真 - 5 は、これらの PCa 部材がすべて設置された風景である。

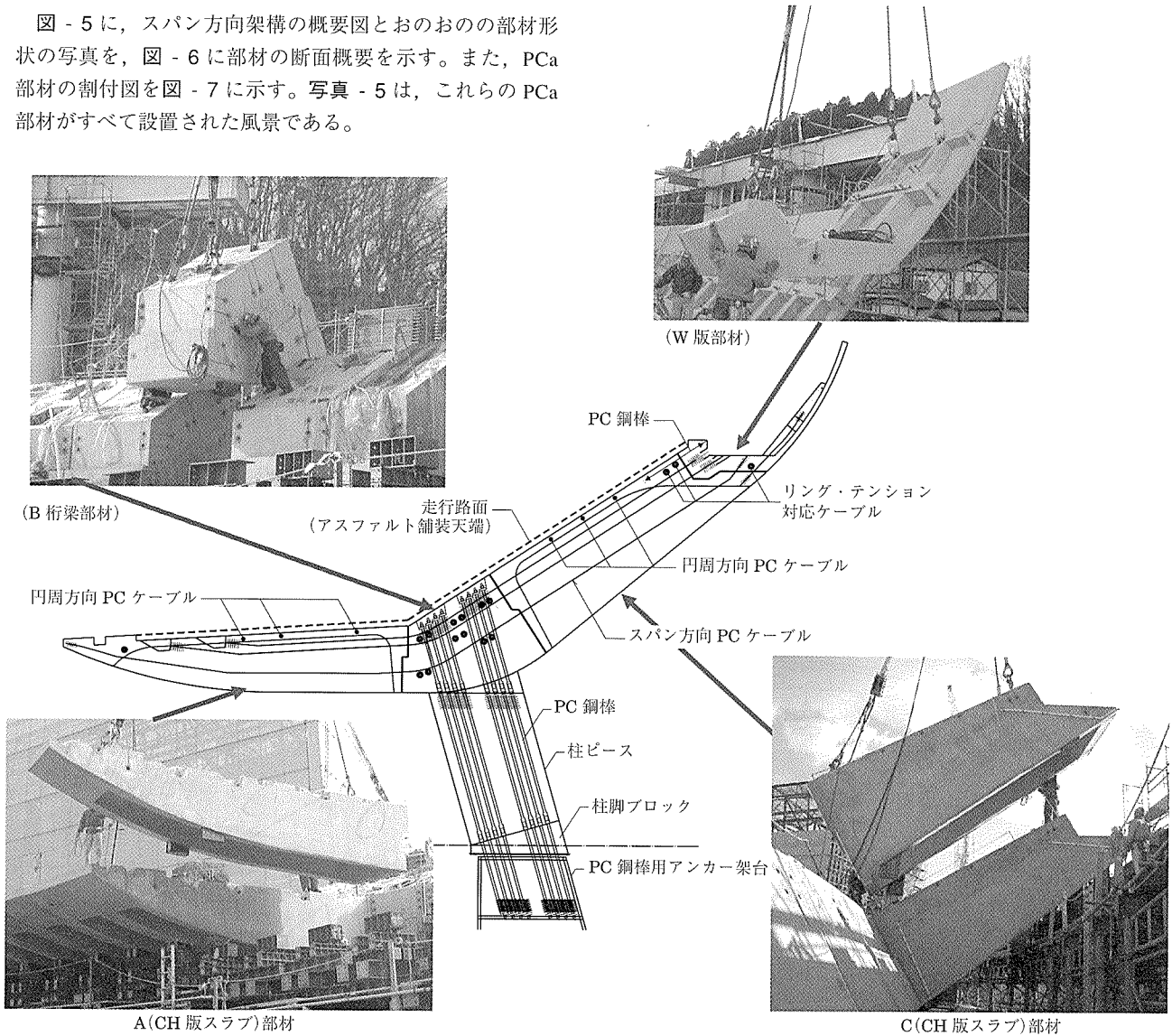
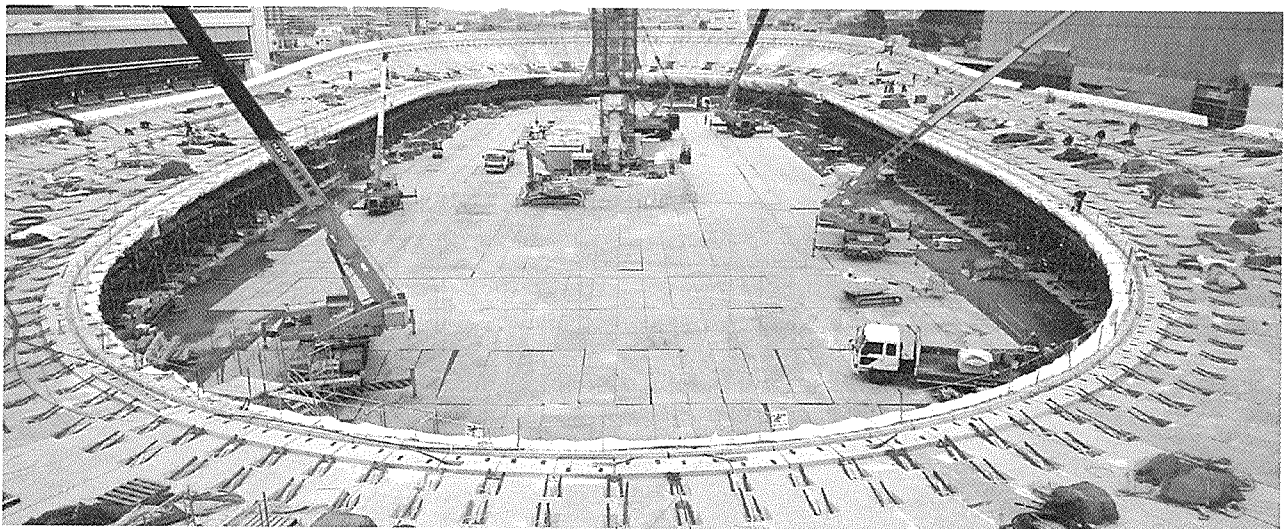


図 - 5 スパン方向の架構概要図



分割された 904 ピースの PCa 部材は、円周方向および直径方向の PC 鋼線にプレストレスを導入し、初めて構造的に成立する。
写真 - 5 バンク走行路面全景 (PCa 部材設置後で、舗装前)

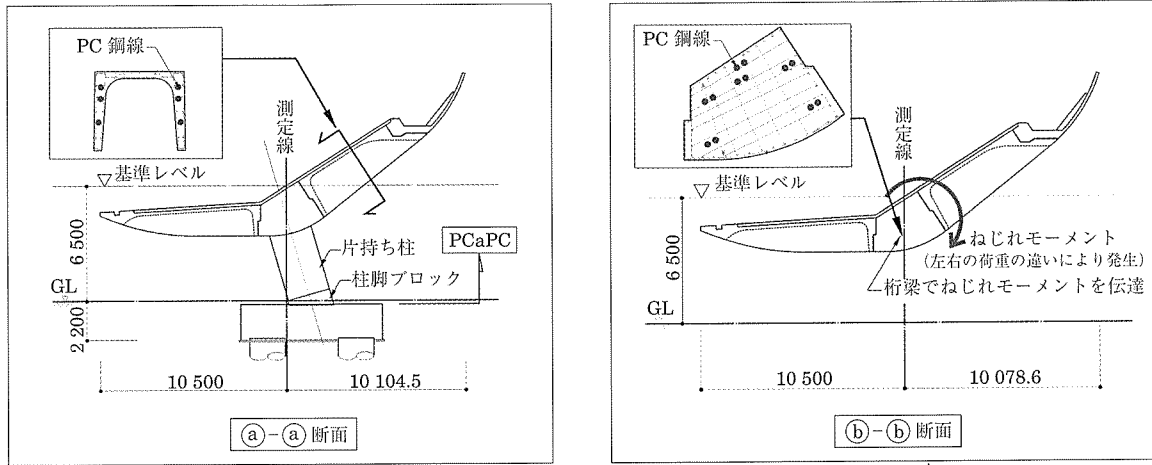


図-6 代表部材の断面概要

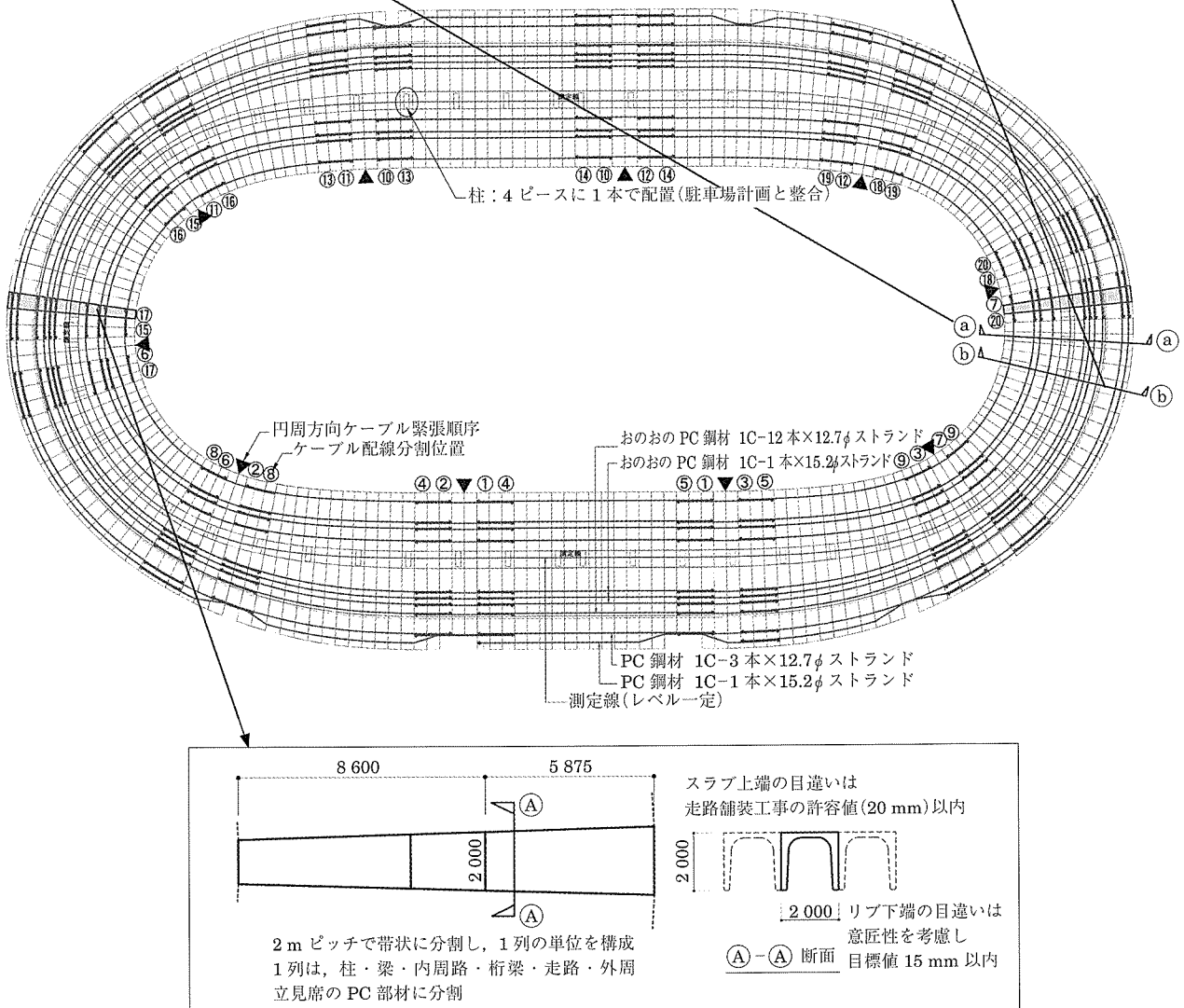


図-7 PCa 部材割付図とケーブル配置および1列の形状概要

4. 施工概要

4.1 全体概要

空中に浮遊しているかのようなバンクは、新マコンネル曲線というバンク特有の曲線をもとに緩勾配の直線部、こくこくと勾配の変化する緩和曲線部、急勾配のR曲線部で形成されている。そのバンクは、円周方向（測定線上）400 mを200分割、円芯方向最大25 m強を4分割したプレキャスト（以下PCa）部材と、バンクを支える8 mスパンを基本とした52本のPCa柱で構成されている。表-4にこれらの工事概要を示す。

これらの構成は、製造・運搬・建て方・工程・コスト等の総合的な観点から最大部材幅2585 kN、最大重量40 t未満となるように決定した。

新設バンク工事は、既存バンク解体を含め12箇月間であり、その中でバンクPCa工事は冬季の4.5箇月間であった。PCa工事工程を図-8に示す。

	平成16年		平成17年												平成18年			
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
施工図(形状図)																		
型枠製作																		
部材製作																		
組立施工試験																		
PCa部材運搬																		
ベント構台																		
PCa部材建て方																		
緊張・グラウト																		

図-8 PCaPC工事工程表

4.2 部材製作

PCa部材製作図は、構造図のデータをもとに3次元立体図を作成し、そこから各部材を切り出して展開する手法としたが、部材自体がねじれた面を含むためどのように2次元化し表現するか苦慮した。

PCa部材製作は、全部材(904 P)を工場屋内に40 t揚重可能な設備のあるジェーピーシー苦小牧製作所にて製作した。

直線部・R曲線部はおのおの同一形状となるため鋼製型枠としたが、部材数の約半数を占めるこくこくと変化するねじれた部材の緩和曲線部は点対称一対同一形状となるため、鋼製+木製型枠を採用した。部材製作期間は、建て方開始6箇月前に開始し7箇月間で完了した。

4.3 施工

本工事は、30 t前後あるねじれたPCa部材を、3または4方向圧着するという特異な施工となるため、製作工場敷地内において組立施工試験を行った。ベント構台、建て方手順、計測手順等について問題点の洗い出しや対応策の検討を

し実施工の効率化を図った(写真-6)。

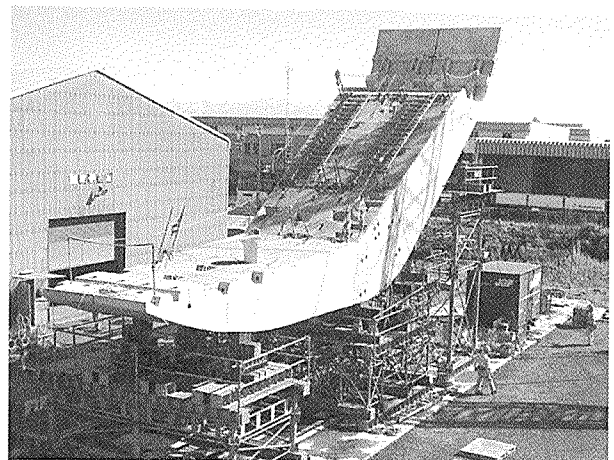


写真-6 組立施工試験状況

PCa部材は、まずバンク内側より大型重機3台(500 t CC 1台、350 t CC 2台)を使用して搬出入口以外の部材を架設し、大型重機解体搬出後、搬出入口部分の部材をバンク外側より架設した。1日平均25~30 P架設するように計画した。

PCa部材建て方精度管理は、3次元計測を迅速に行うために、大林組が開発した専用システムを採用し、自動視準・自動追尾式のトータルステーションを使用した。ベント組立時に約2800点を各2回、PCa部材建て方および変形確認に約1500点を各5回計測を2班(2名/班)にて行い、在来測量に比べ約30%労務を削減した。

PCa部材の建入れ調整時間短縮のために、架設用ベント構台のPCa部材受け点の架設にも架設時のベント構台軸変形を考慮しPCa部材同様の精度管理を行った。

ベント構台解体(ジャッキダウン)は、解体順序によりバンクがどのような変形をするか、どの範囲まで影響がおよぶのか等のシミュレーションを繰り返し、最終的にすべてを解体した時点で変形に偏りが生じないような最善策を採用した。その結果、解析結果と同様の挙動を示した。

5. おわりに

特殊形状の部材のPCa化を徹底し、厳しい工期内で完成したことは、発注者・設計者・施工者・各専門工事の専門業者が、既存技術の組合せと応用を駆使して成し遂げた成果であると考えられる。国内初となるPCaPC造バンクが完成した意義は大きく、また、新しい競輪場で、ファン層の拡大に

表-4 PCaPC工事概要

構造	: プレキャストプレストレストコンクリート(PCaPC造)
コンクリート強度	: 早強コンクリート 50 N/mm ²
PCa部材構成	: 柱(台座), Aスラブ, B桁梁, Cスラブ, W壁版
PCa部材数	: 904 P柱 52 P(台座 52 P), Aスラブ 200 P, B桁梁 200 P, Cスラブ 200 P, W壁版 200 P
施工数量	: 総重量 22 703 t, コンクリート 8 903 m ³ , 鉄筋 1 390 t, PC鋼棒 102 t, PC鋼線 284 t

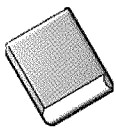


写真-7 片持ち CH 版の下面 — 迫力と意匠性を併せもつ特徴的な形状が実現した —

つなげたい発注者の意図にも十分応えた成果を残すことができ、今後の競輪の発展に貢献する施設となったと考える。ここに、本誌を借りて、コンペ当時から竣工に至るまで

ご尽力いただいた関係各位の方々に、深く感謝の意を表します。

【2007年5月15日受付】



新刊図書案内

PC技術規準シリーズ

外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法 設計施工規準

頒布価格：会員特価 4,000 円（送料 500 円）

：非会員価格 4,725 円（送料 500 円）

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会 編
技報堂出版