

PCaPC 工法により構成した櫓形状フレームの施工

—彦根総合スポーツ公園陸上競技場—

| | | |
|------|-------|------|
| 大阪支店 | 建築工事部 | 山内誠司 |
| 大阪支店 | 建築工事部 | 大同慶治 |
| 大阪支店 | 建築工事部 | 前田智香 |
| 大阪支店 | 建築設計部 | 井手章太 |

概要：本競技場は、滋賀県彦根市にある彦根城の北側に位置し、野球や陸上競技などのスポーツを中心とした公園空間内に建つ施設である。彦根城を中心とした歴史的な「和の景観」との調和を図るべく、組木のような二本組の柱および二本組柱間を通る梁によって櫓（やぐら）のような構造躯体で構成されており、意匠的、構造的にも重要な櫓形状のフレームを PCaPC 工法によって実現した。本稿では、PCaPC 部材の製作、施工計画、および施工方法を報告する。

Key Words：PCaPC 造、二本組柱、施工工程、架設計画

1. はじめに

本施工は、2025 年国民スポーツ大会、全国障害者スポーツ大会の開閉会式の主会場となる競技場の建替えである。敷地内には本施設以外にも既存の野球場、新設される補助競技場、芝生広場などがあり、エリア全体がスポーツを中心とした公園空間となる計画である。計画敷地は、国宝彦根城に近接していることが特徴であり、かつての琵琶湖の内湖には百間橋（ひゃっけんばし）といわれる木造の橋が架かっていた。歴史的な和の景観との調和を図るため、組木のような二本組の柱とその二本組柱の間を通る梁によって、櫓のような構造躯体を構成し、伝統技術継承を表現する架構デザインとした。この構造躯体に PCaPC 工法を採用し、美観的に優れた仕上がりとし躯体工事の省力化を図った。図-1 に計画配置図、写真-1 に建物全景を示す。

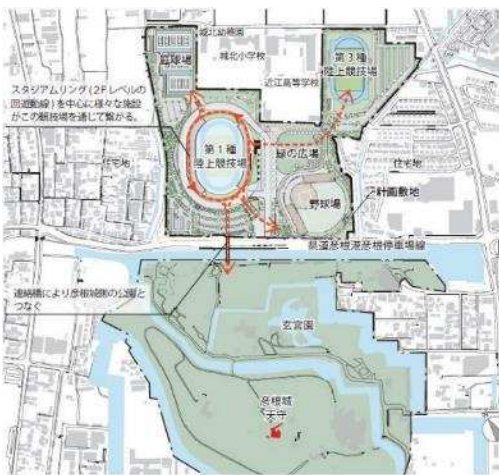


図-1 計画配置図



写真-1 建物全景



山内誠司



大同慶治



前田智香



井手章太

2. 建物概要

2.1 建物概要

表-1 に建物概要を示す。メインスタンドの観客席は 2 層構造とし、フィールドとの距離を短くした臨場感の高い観戦を可能としている。2 階フロアには各スタンドを自由に回遊できる段差のない歩道空間（スタジアムリング）を設置し、様々な場所から競技を楽しむことができる。スタジアムリングには、各方面からつながる階段とスロープおよび連絡通路を設けることで、公園全体の各施設への動線を確保している（図-2）。また、建物を積層しコンパクトに計画することで競技場周囲には広い空間が確保でき、近隣への圧迫感を低減した計画とした。

表-1 建物概要

| | |
|-------|-------------------------------------|
| 施設名 | 彦根総合スポーツ公園陸上競技場 (平和堂 HATO スタジアム) |
| 建設地 | 滋賀県彦根市松原町 |
| 建築面積 | 14,234.75 m ² |
| 延床面積 | 24,043.17 m ² |
| 最高高さ | 24m |
| 階数 | 地上 5 階 |
| 構造 | RC 造 (一部 PCaPC 造), 屋根 S 造 |
| 設計監理 | 滋賀県, (株)佐藤総合計画 |
| 施工 | 鹿島・笹川特定建設工事共同企業体 |
| PC 施工 | (株)ピーエス三菱 |
| 収容人数 | 約 15,000 人 |
| その他 | トラック 400m×9 レーン全天候舗装 |

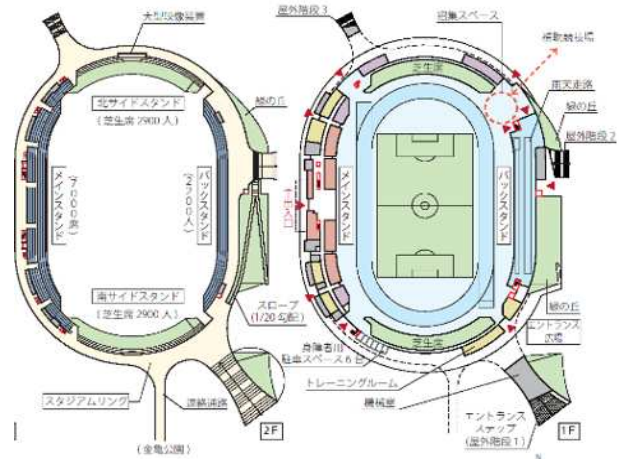


図-2 平面概略図

2.2 構造概要

各スタンドを構成するフレームは、梁を 2 組の柱で挟み込む組柱架構であり、フィールド側から観客席後方で梁が柱の間を貫くように連続している。

メインスタンドにおいて、柱と競技場中心部に向けた円芯方向の梁は、工場製作の PCa 部材として、梁はプレストレスを導入して圧着接合させる計画とした（図-3）。組木をモチーフとする柱は、400×1000mm の対とした組柱とし、その二本組柱の間を通るように配置される梁は、400×1000mm（ハンチ部の最大せい1521mm）の断面を基本としている。観客席部分の段梁スパンは11.4m、最上階の片持ち段梁部の跳ね出し長さは約6mであり、PC で設計することでロングスパンを可能としている。プレストレスの導入は、スタジアム外周側の斜め柱2本に挟まれた接合部の1段控えた位置からの片引き緊張とし、定着部が外部から目立たないように配慮した。幅400mmという細い躯体をスタジアム円周上で連続させ、非常にスレンダーな檣のフレーム形状となって美しい外観を表現した。また、走路に沿った円周方向の部材（梁、床、壁）は現場打ちの RC 部材とし、屋根は鉄骨造としている。写真-2 にメインスタンドとバックスタンドの外観を示す。

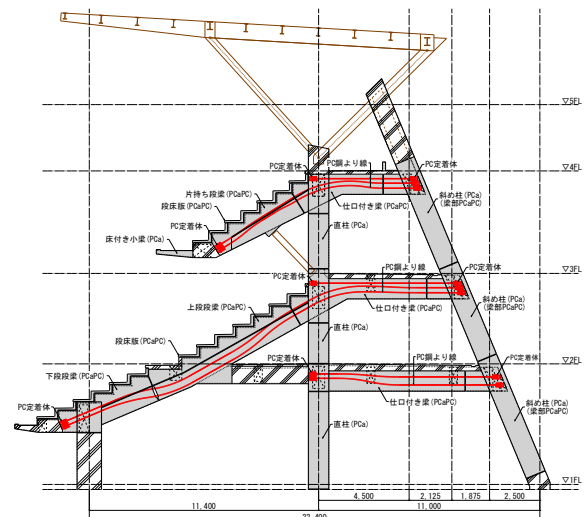
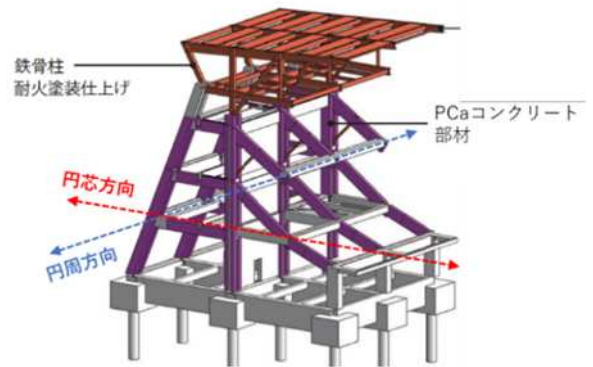


図-3 メインスタンド躯体架構計画



写真-2 建物外観 (左:メインスタンド, 右:バックスタンド)

メインスタンドとバックスタンドの観客席となる段床もPCaPC造としており、支持スパンは最大7.5mである。プレテンション方式によりプレストレスを導入することで、薄い板形状でも小梁を設けることなく大梁間のスパンを確保しており、漏水の原因となるひび割れが生じない設計としている(写真-3)。また、剛性の向上と部材数の削減を目的として、1部材に2つの段を設けた2段床を標準とした。なお、建物計画上、段数が奇数になる場合は、一部を1段床として設計している(図-4)。



写真-3 メインスタンド観客席

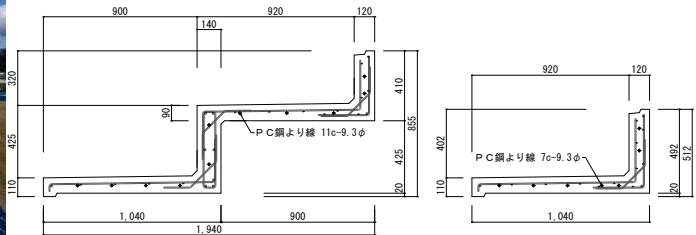


図-4 PC段床版標準断面

サイドスタンドにおいて、北側と南側には2階レベルへ通じる屋外階段および連絡通路があり、その通路スペースとなる部分は最大スパン21.2mの大梁および最大9mの跳ね出した片持梁で構成している。1階では大型車両の通行もあることから梁せいの制限によって、最大断面で1000×1300mmのPC梁として設計した。平面的に角度が変化するなど均一的な形状でなく、大断面で部材重量が大きくなることから、PCaPCではなく現場打ちPC梁として設計し、コストを抑えつつ適材適所でのPCの利用を計画した(写真-4, 図-5)。



写真-4 サイドスタンドPC梁 (連絡通路)

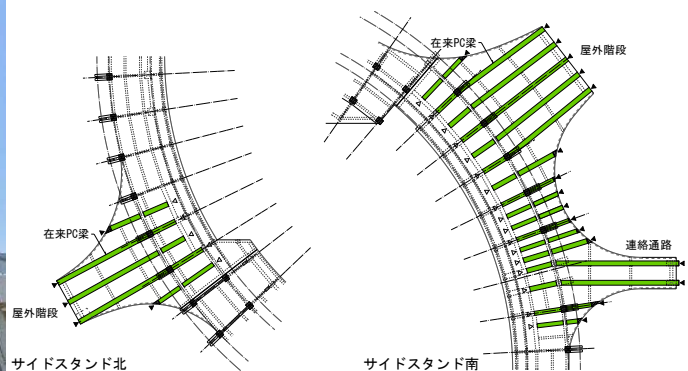


図-5 サイドスタンドPC梁平面配置

3. PCa 部材製作

3.1 PCa 部材一覧

工場で製作する各スタンドの PCa 部材製作箇所を図-6 に示す。PCa 部材同士の接続は、柱はモルタル充填式の機械式継手形式とし、メインスタンドの梁および段梁はプレストレスによる圧着接合としている。

PCa 部材は、ピー・エス・コンクリート(株)滋賀工場および、オリエンタル白石(株)滋賀工場、(株)建研水口工場、(株)ナルックス員弁工場、(株)光製作所別院工場の 5 工場にて製作した。製作数量は、直柱 168P、斜め柱 151P、仕口付き梁 84P、段梁 78P、床付き小梁 29P、段床版 374P、車椅子席版 12P、階段版 994P である。コンクリート強度は、Fc60 を採用し、階段版と車椅子席版を Fc30 としている(表-2)。それぞれの部材が運搬可能な重量およびサイズであることを考慮して部材の分割を計画した。

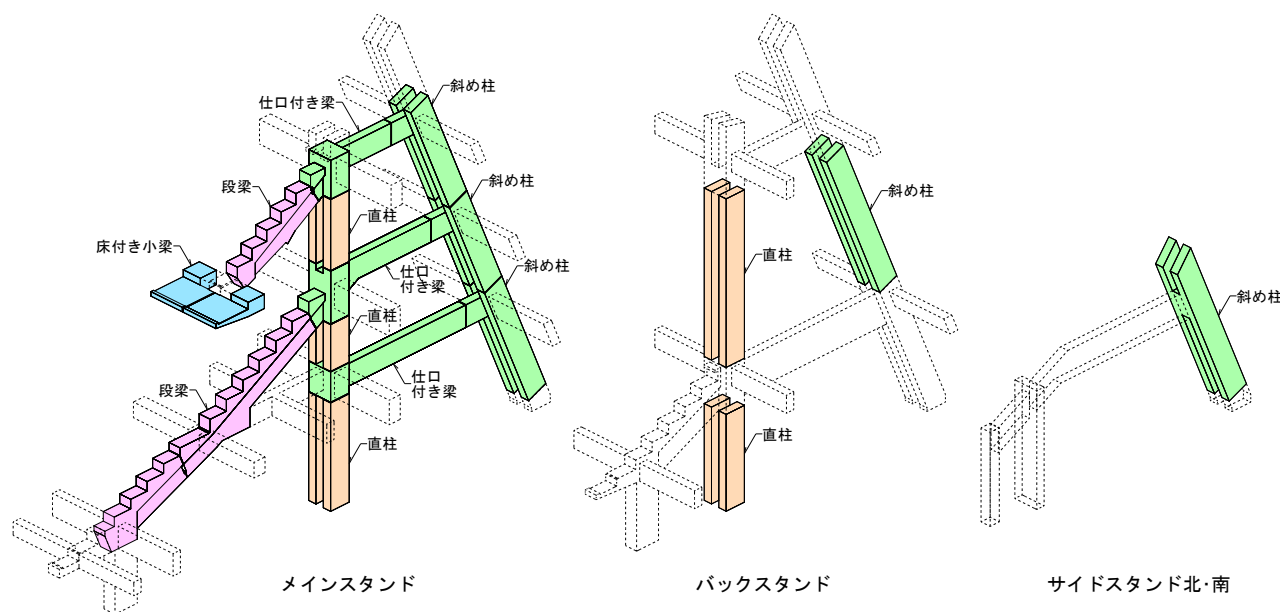


図-6 PCa 部材製作箇所

表-2 PCa 部材一覧

| | 部材数量(p) | 最大重量(t) | 製作工場 |
|--------|---------|---------|-------------------------|
| 直柱 | 168 | 21.03 | オリエンタル白石(株)滋賀工場 |
| 斜め柱 | 151 | 18.60 | (株)建研 水口工場 |
| 仕口付き梁 | 84 | 14.90 | (株)ナルックス 員弁工場 |
| 段梁 | 78 | 13.50 | (株)ナルックス 員弁工場 |
| 床付き小梁 | 29 | 22.02 | ピー・エス・コンクリート(株) 滋賀工場 |
| PC 段床版 | 374 | 5.73 | ピー・エス・コンクリート(株) 滋賀工場 |
| 車椅子席版 | 12 | 1.13 | ピー・エス・コンクリート(株) 滋賀工場 |
| RC 階段版 | 994 | 0.21 | (株)光製作所 別院工場 |

3.2 PCa 部材の製作

斜め柱は、基本的に長方形の組柱の間を通る梁との仕口部で一体になっており、外周部に連続して配置される。メインスタンドの部材では仕口部から梁型を突出させておくことで架設後の梁圧着接合面を設けている。外周側を型枠底版面とし、仕口付き梁と接合する梁端部を一体として製作を行った。また、斜め柱の柱脚部では、工場で保管している間に柱脚部 2 本の柱が内側に寄っていくような変形が生じたため、アングルで固定させる、あるいは柱間に角材を挟むなどの対策を施して変形を抑えた(写真-5)。



写真-5 斜め柱製作状況

段梁は、観覧席となる段床版を敷設するために階段状の形状となる部材であり、製作工場では部材を横に倒した横打ちで製作を行った。構造幅は、400mm であるが、段床版を支持させるためには 600mm 必要であるため梁上部を拡幅させた T 型断面形状とした (写真-6)。



写真-6 段梁製作状況

PC段床版は、観覧席を構成する床部材であり客席が設置される。プレテンション方式によってプレストレスを導入し、歩行部分となる床上部が鋼製型枠底板面となるように、部材を反転して製作した(写真-7)。



写真-7 PC 段床版製作状況

4. PC 工事概要

4.1 工程計画

図-7 にメインスタンドの施工工区割りを示す。メインスタンドは、1日に架設できる部材本数を想定したうえで7工区に分けて施工することとした。1階のPC工事は、1日目に斜め柱と直柱を架設し、柱目地モルタルの充填までを行い、2日目は仕口付き梁を架設して柱目地モルタルの充填までを完了させる。3、4日目で梁目地モルタルとPC鋼線の入線作業、次工区の柱・梁架設と柱目地モルタルの充填までを行い、5日目に緊張するという5日間の1サイクルで、躯体工事を行った。またシース内のPCグラウトは4工区に分けて充填した。図-8 にメインスタンド各階の躯体施工サイクルを示す。2階および3階になると、段梁部材の架設があるため、1階の架設工程と比較して1工区あたり1日間多く要する工程となった。また、バックスタンドやサイドスタンドでの架設作業等が同日作業で行われる場合もあったため、緊張作業、PCグラウト作業は、施工サイクル外で工程を調整して行うこともあった。

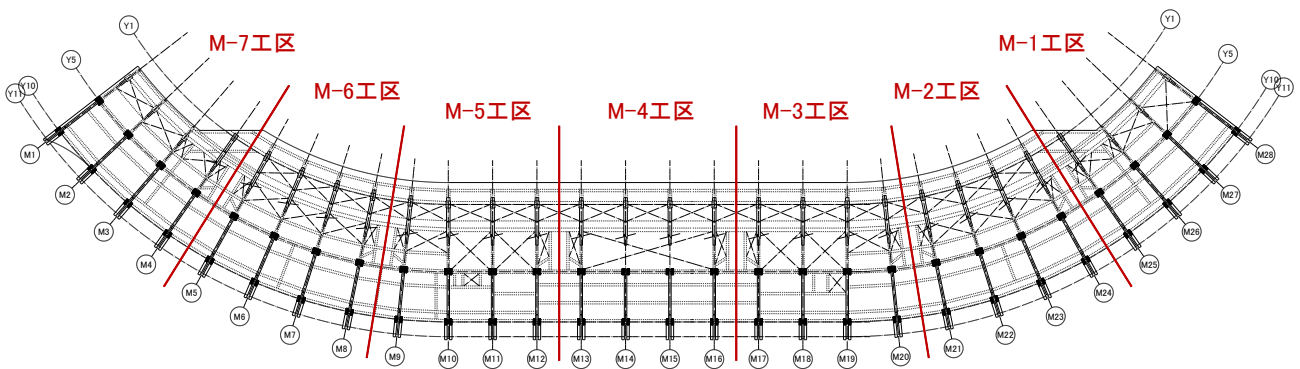


図-7 工区割り (メインスタンド)

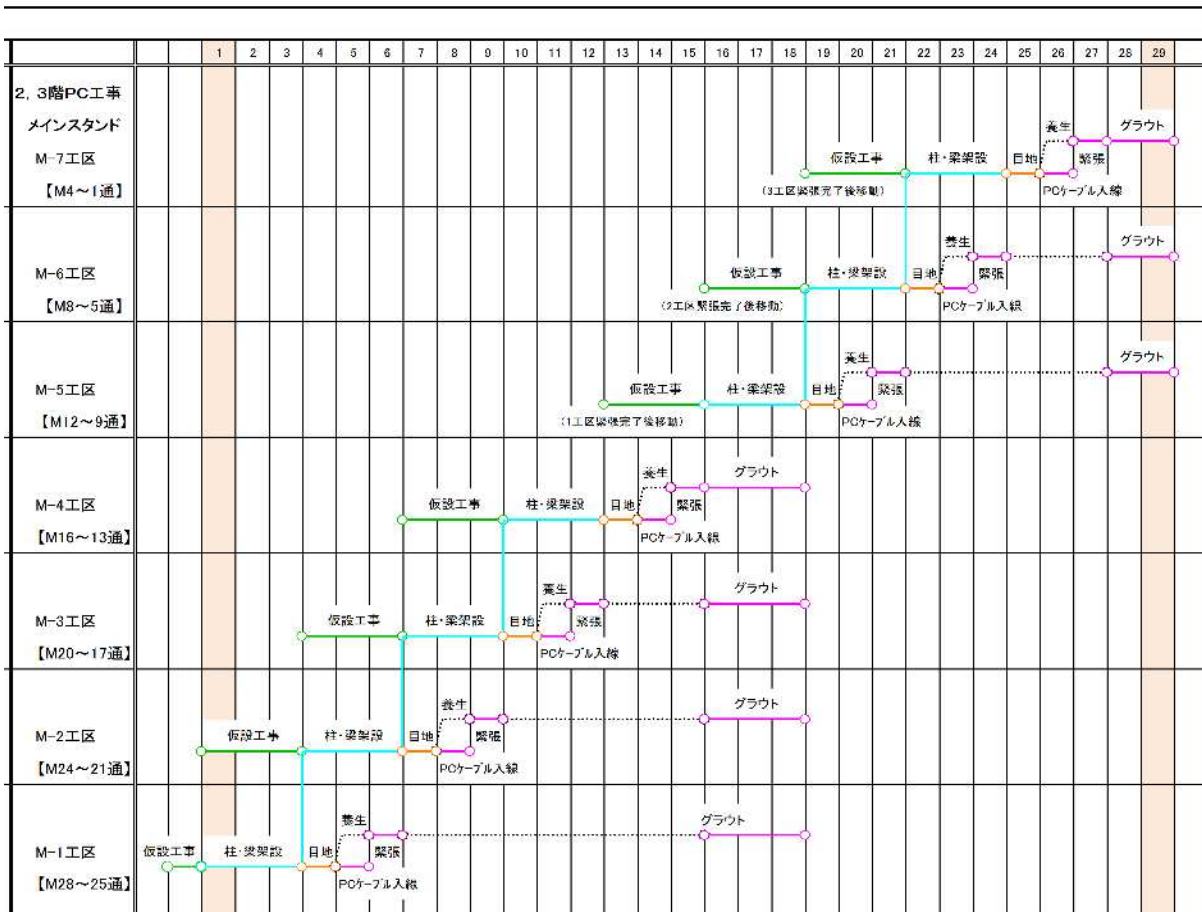
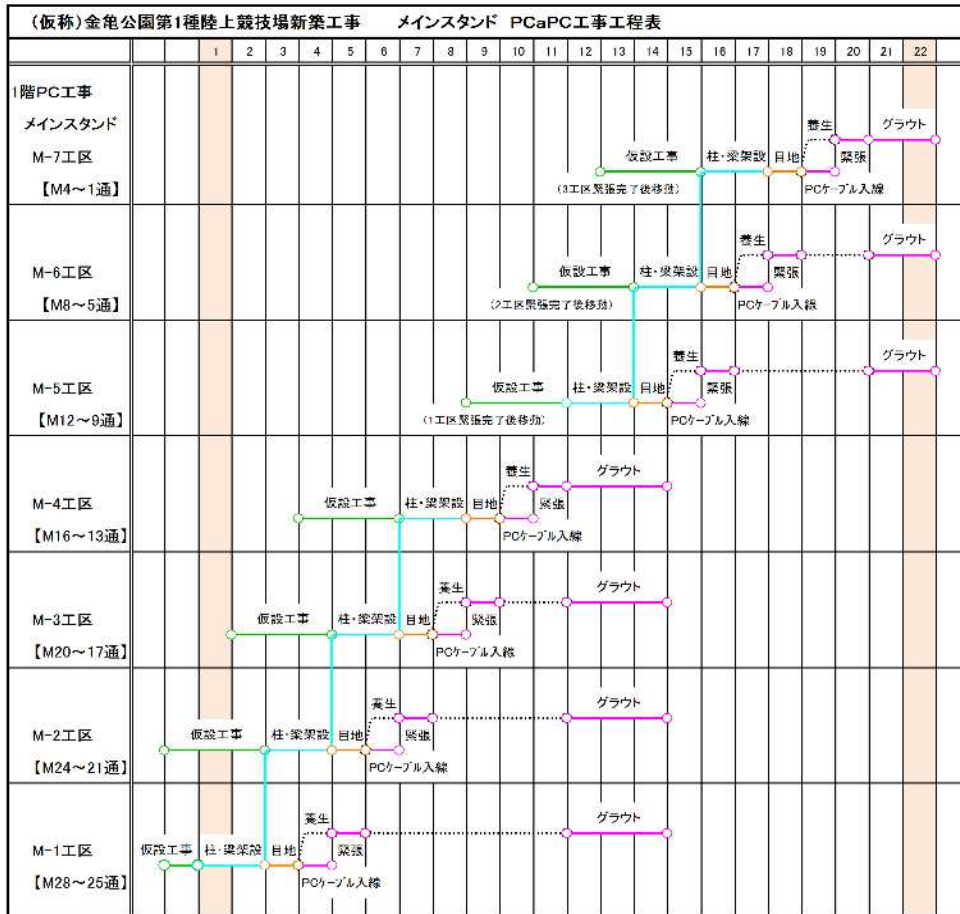


図-8 躯体施工サイクル (メインスタンド)

4.2 斜め柱の架設

斜め柱は、柱頭面からの主筋突出が多く柱頭面に吊り治具を納めることができなかつたため、柱側面に吊り治具を設けることとした。写真-8に斜め柱の建て起こし吊姿を示す。斜め柱の架設は、電動チェーンブロックを使用し、斜めの状態で吊り上げを行い、吊り角度を測定しながら架設前に調整を行った。あらかじめ固定用の治具を柱脚に取り付けておいて、下部の柱とのずれがないように支持させながらゆっくりと架設した(写真-9)。PCa部材の最上部は、屋根鉄骨と取り合うことから位置精度が非常に重要となるため、下層階より取付精度の目標値を3mmとして光波測距儀を用いた精度管理を行った。プレストレス導入による梁の軸縮み量は、フレーム解析による検討の結果、約1~2mm程度と推定され、支保工のなじみ量を考慮したうえでPCa部材の架設を行った。メインスタンドの斜め柱柱頭部は、梁と一体になっているため梁底部分を支保工で支持したが、バックスタンドの斜め柱柱頭部では、柱に鋼製ブラケットを取り付けて支保工で支持した(写真-10)。



写真-8 建て起こし吊姿



写真-9 メインスタンド斜め柱架設状況



写真-10 バックスタンド斜め柱施工状況

4.3 段梁部材の架設

段梁部材の架設は、斜め柱同様に電動チェーンブロックを使用し、据付角度となるように吊り角度を調整してから架設を行った。安全性を考慮し転倒を防止するために梁側面にブラケットを取り付け、斜め方向に力がかからないよう支保工で支持する方法とした。写真-11に段梁の架設状況を示す。支保工に斜めの力がかからないように配慮し、ブラケットに取り付けたPCサポートによって、建ちの調整を行った。



写真-11 段梁の架設状況

4.4 プレストレス導入

各層ともに梁部材の架設完了後に、梁目地モルタルの打ち込みを行う。緊張作業は、目地モルタル強度発現のための養生を 1 日間設けた後に行い、プレストレスを導入して梁部材同士を圧着接合させる。緊張作業は、斜め柱の外周側からの PC ケーブルの入線、および片引きでの緊張を行った (写真-12)。



写真-12 緊張作業状況

4.5 PC 段床版の架設

PC段床版の架設状況を写真-13に示す。PC段床版の隣り合う版の間にはシーリング材を充填して止水処理を行うが、目地直下のシールが切れた場合でも漏水の問題がないように段梁に排水溝を設けた。排水溝には、あらかじめ工場にて塗膜防水処理を行い、さらには排水溝から万が一に水が溢れないためにもガスケットを設置して漏水対策を施した。ガスケットは、あらかじめPC段床版の底に貼り付けた状態で架設を行った。PC段床版は、版下部に埋め込んだ金物に固定用ボルトを取付け、取り合う段梁にあるスリーブに無収縮モルタルを充填し、そこに固定用ボルトを落とし込むことで段梁に固定される。また、一部鉄骨小梁に固定する箇所があり、そこでは版立上り部の背面に埋め込んだ金物プレートに固定用金物を取付け、鉄骨小梁の立上り部とボルトにて固定する。写真-14にPC段床版の固定状況を示し、図-9にそれぞれの固定方法詳細を示す。



写真-13 PC 段床版架設状況



写真-14 PC段床版の固定状況 (左・中央：段梁取合い、右：鉄骨小梁取合い)

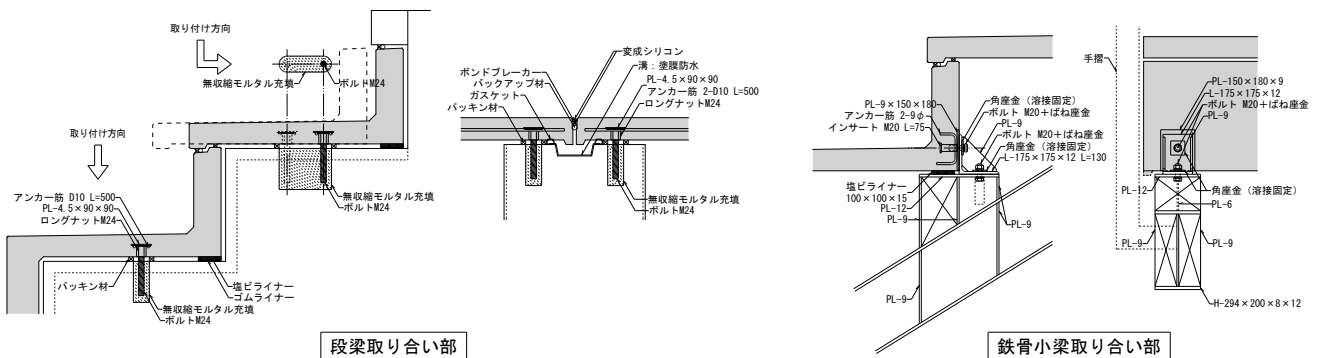


図-9 PC 段床版固定方法詳細

5. まとめ

本競技場は、組木をモチーフにした二本組柱による非常に特徴的な構造フレームであり、PCaPC 工法の採用によって実現することができ、美観的な仕上がりと躯体工事の省力化に貢献したといえる。関係者間で入念な協議を重ねながら、製作工程や施工計画を練っていくことで、高精度な施工を行うことができた。本稿が今後の競技場関連の施工に寄与できれば幸いである。