

# QCDS の向上を目指した 大規模空間における躯体工事の取組 —大浜体育館建替整備運営事業 建設業務—

半澤隆行 \*\* 森田正彰 \*\* 菅長英男 \*\* 萩原浩 \* 水口瑛絵 \*

当工事は、PFI 事業として受託した大浜公園内にある旧体育館の建替工事であり、アリーナ棟と武道館棟で構成されたスポーツ施設である。

本稿では、「置き構台を用いた基礎躯体工事の施工順序」「大規模空間の鉄骨建方」「外壁・観覧席等のサイト PCa 化」を中心に、当工事における施工条件や問題点を考慮し、設計者・協力業者・元請が QCDS 向上という共通の認識のもとに実施した施工計画について述べる。

キーワード：体育館, 置き構台型作業構台, 鉄骨トラス, 大規模空間, サイト PCa, 大型可動間仕切

## 1. はじめに

大阪府堺市は「生涯にわたる多彩なスポーツライフの実現」をめざし、街全体でスポーツを支援している都市である。大浜体育館は、堺市営で最も古い「大浜公園」の敷地内にある武道場を備えた体育館であったが、建物の老朽化に伴い、今回の建替工事に至った。新体育館の完成までは旧体育館を使用するため、旧体育館隣の市民広場を建設用地とし、新体育館を建設することとなった (Photo. 1)。

当工事は PFI 事業の一環であり、計 8 社で構成された民間事業者が設計・建設し、建物竣工後、所有権を堺市に移した上で、既存施設を含めた維持管理及び運営業務を 15 年間行う事業となっている。

当建物はアリーナ棟と武道館棟で構成され、アリーナは堺市を拠点として V リーグで活躍するバレーボールチーム「堺ブレイザーズ」などプロの試合も開催できる仕様となっており、3018 席の観客席を有する。また、防音性能の高い大型可動間仕切により、アリーナを二つに分割し、用途や規模に応じた利用ができるようになっている。

*	関西支店	建築部	技術グループ
**	関西支店	建築部	大浜体育館 JV 作業所

## 2. 工事概要

工事名称：大浜体育館建替整備運営事業 建設業務

発注者：つながりアリーナ大浜 PFI 株式会社

設計者：梓設計・高橋建築設計事務所

監理者：梓設計・高橋建築設計事務所

受注形態：共同企業体

(株式会社熊谷組・南海辰村建設株式会社・  
堺土建株式会社)

工事場所：大阪府堺市堺区大浜北町 5 丁地内

敷地面積：18,694.61 m<sup>2</sup>

建築面積：9,191.48 m<sup>2</sup>

延床面積：12,972.90 m<sup>2</sup>

主要構造：鉄筋コンクリート造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造

屋根構造：鉄骨造 (平面トラス)

基礎工法：既製杭埋込み工法 (最大杭長：46m 計 186 本)

規模：地上 2 階

建築高さ：19.2m

軒高さ：16.8m

建物用途：体育館 (アリーナ・武道場)

実施工期：2019 年 5 月 29 日～2021 年 2 月 28 日



Photo. 1 竣工写真

### 3. 施工条件及び問題点

大規模空間という施工特性を考慮し、建設現場における主要な管理項目である以下の、

- ・Quality (品質)
- ・Cost (原価)
- ・Delivery (工期)
- ・Safety (安全)

の向上を目指す観点から、施工条件と問題点の洗い出しを行った。

#### 3.1 近接条件

敷地西側に阪神高速湾岸線があり、新設杭が近接施工対象となった。また、工業用水路のダクトイル鑄鉄管が建設敷地内に埋設されており、探査による調査の結果、深さ約19m、新設杭の掘削面から約0.6mの隔離しかない位置にあることがわかった。

#### 3.2 敷地条件

当敷地である大浜公園は、埋立地ではないが海に近く、軟弱な粘土層が深さ40mまで続いており、支持層となる地盤までは長さ46mの杭を打設する必要があった。また、旧堺港や漁場に近接しており、海洋環境に影響を与えないよう、工事排水の流出防止が求められた。さらに、敷地西側は地盤が傾斜し、既存樹木があるため、その保全とともに作業スペースが制限された (Fig. 1, 3)。

#### 3.3 複雑な外壁形状

外壁のモチーフとして、アリーナ棟東面及び武道館棟北面には、堺市のシンボルであり現存する日本最古の木造燈台「旧堺燈台」に見立てた外壁「リライトウォール」を、武道館棟東面には、日々の鍛錬の積み重ねや道着の重なりを表現した外壁「重ねウォール」と呼ばれるデザインが採用されていた。

「リライトウォール (Photo. 2)」は、屋上パラペットやトップライト、リブ付き化粧打放しコンクリートの外壁が、傾斜したアルミカーテンウォールに取合う複雑な形状であった。「重ねウォール (Photo. 3)」は、コンクリート化粧打放しの上、構造体となる耐震壁の増打ち部分にウォータージェットピーリングを施す仕様であった。したがって、両外壁ともに、均質なコンクリートと型枠精度が求められた。



Fig. 1 周辺配置図



Photo. 2 リライトウォール



Photo. 3 重ねウォール

#### 3.4 大規模空間の鉄骨建方

アリーナの大規模空間は、鉄骨トラスの高さが下端で約13m、上端で約17mとなり、高所作業が多く、作業時の安全確保と大スパン鉄骨の建方精度の管理が必須であった。さらに、建方に伴う足場や支保工の組立解体計画も、コストや工程を検討する上で重要な管理項目であった。

#### 3.5 アリーナ大規模空間の仕上工事

鉄骨トラス施工後、内装仕上工事を着手するには早急に雨仕舞を行う必要があったため、屋上パラペットの工程がクリティカルパスとなった。また、アリーナ内には高さ13mの大型可動間仕切があり、高所で重量物を扱う作業が必要であった。

以上の条件を踏まえて課題を抽出し、設計者や協力業者、元請が共通認識を持ち、高品質な体育館を、より安全に無事故無災害で施工するための計画及び管理を実施した。

### 4. 施工計画及び工事管理

各工事におけるQCDSの向上を目的に、重点的に実施した計画及び管理を以下に述べる。

#### 4.1 近接工事

杭打設に伴い、近接する阪神高速道路の柱脚及び工業用水路に影響を与える可能性があった。

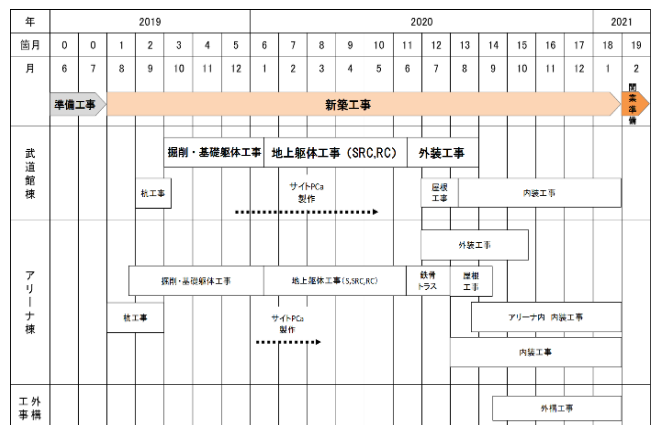


Fig. 2 全体工程表

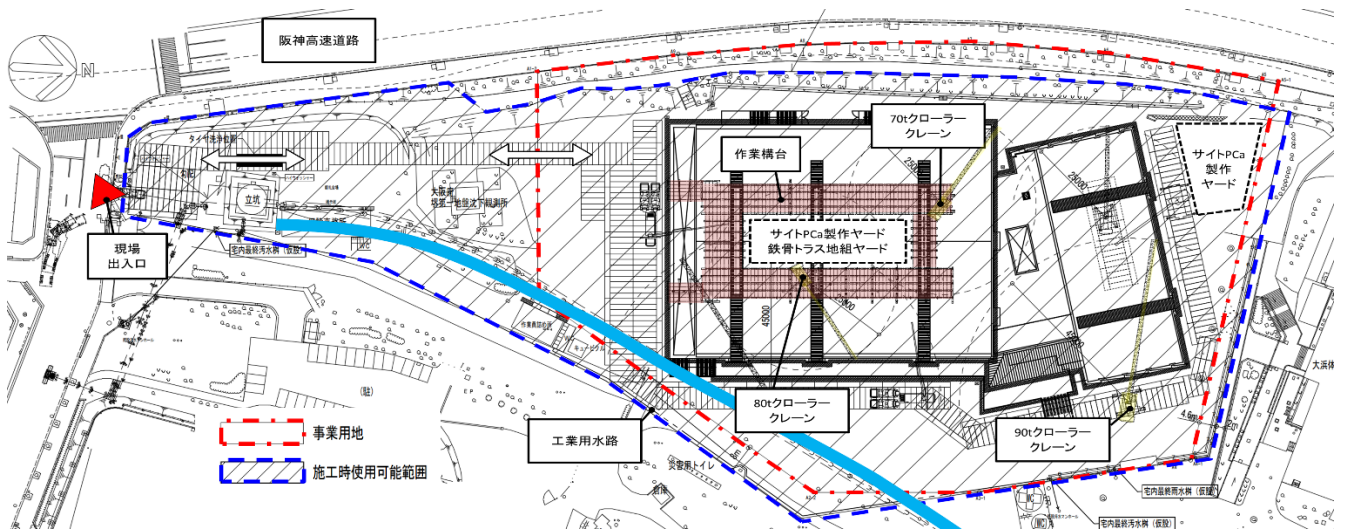


Fig. 3. 総合仮設計画図



Photo. 4 地下躯体工事

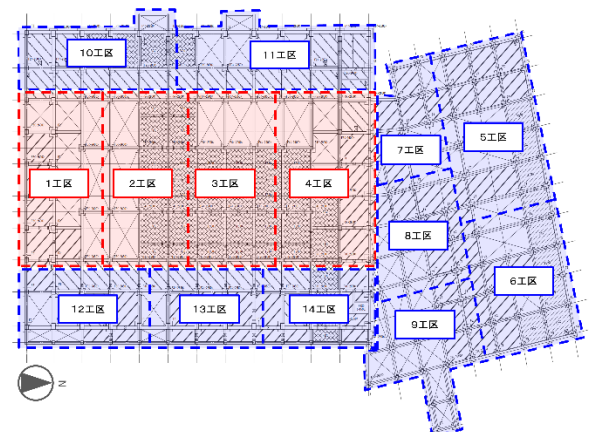


Fig. 4 地下躯体工事 工区割図

阪神高速道路については、協議の結果、10本の柱脚にそれぞれ2か所の測定点を設け変位を計測し、管理報告することとなった。計測は杭工事着手から完了までの2019年7月31日～9月24日の約2か月間1日3回の頻度で実施したが、工事に起因するような変位は見られなかった。

工業用水路に関しては、地下19mに埋設されており、計測による管理が困難なため、杭削孔による周辺地盤のゆるみが水路に与える変位量についてFEM解析を行い、影響を与えないことを確認した上で、水道事業者に杭施工の承諾を得た。

#### 4. 2 揚重機の選定

揚重機選定の必須条件として、アリーナ棟と武道館棟を同時に施工することから、各棟に揚重機が最低1台ずつ必要であり、且つ広い敷地で重量物を取り扱えることが求められた。特にアリーナ棟では、最大重量となる屋根鉄骨トラスが1ユニットで最大約18tあり、揚重機の作業半径を考慮すると建物外部からの揚重が困難だったため、建物内部にクローラークレーンを設置する計画とした。しかし、建物内部にクローラークレーンを乗入れて作業するには、

- ・ユニット化した鉄骨トラスを揚重できること
- ・躯体工事における揚重作業ができること
- ・内部足場を組んだ状態のアリーナ内でクローラークレーンのジブを倒して解体できること
- ・解体したクローラークレーンを1階に設けた仮設開口から搬出できること

を満たす機種を選定が必要であった。そのため、クローラークレーンによる鉄骨トラスの建方は、その解体搬出に支障がでない範囲に限定し、残りの鉄骨トラスは、別途移動式クレーンで建方を行う計画とした。鉄骨建方計画については、後の鉄骨工事に記載する。

#### 4. 3 躯体工事

地下躯体工事は、1日のコンクリート打込み量を250～300m<sup>3</sup>として全14工区に分割した (Fig. 4)。アリーナ棟西側の敷地には揚重機の作業スペースがないため、建物中央部の基礎・地中梁の躯体 (Fig. 4 赤色) を先行して構築した箇所に作業構台を設置し、外周部の躯体 (Fig. 4 青色) を施工する計画とした (Photo. 4)。作業構台は、構台杭の打込み及び撤去工程をなくし、工期を短縮するため、置き構台形式を採用した。

基礎躯体は、埋戻し部とピット部があり、特にピット部は置き構台から耐圧盤へ作用する荷重の影響を考慮し、構台支柱や敷桁の配置を検討し、基礎梁を利用した置き構台計画としたことで、躯体上への80tクローラーの乗入れを可能とした。

また、基礎埋戻し作業を削減して工程を短縮するために、キーストン型枠を採用した。

地上躯体は、SRC造で階高も高いことから、鉄骨建方後の配筋作業を効率化するため、柱・梁鉄骨に鉄筋を先組みした。その結果、高所での配筋作業が減少し、安全性及び作業性を向上させることができた。

## 4. 4 プレキャストコンクリート工事

設計仕様では、躯体は全て在来工法であったが、設計者や協力業者、元請がQCDSの向上という共通認識をもち、プレキャスト化を採用した。各部位ごとの採用に至った経緯と、それに対する施工計画を述べる。

### 4. 4. 1 観客席

観客席は蹴上寸法450mmの階段形状で26°の傾斜がついているため、足元が不安定で作業性が悪い。また、スラブ底までの階高が高く複雑な型枠支保工が必要であることや、在来工法では施工手間がかかると共に精度確保が困難であったため、プレキャスト化の採用に至った。

プレキャスト化により配筋要領に変更が生じないように斜梁やPCa部材同士の取合いは、PCa部材据付後に配筋を行う在来工法とした。Fig. 5にPCa部材と在来躯体の範囲を示す(Photo. 5, 6)。

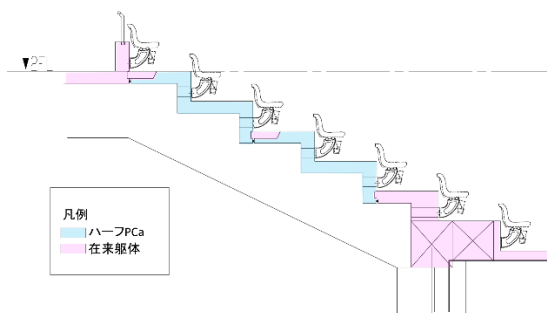


Fig. 5 観客席PCa部材断面図

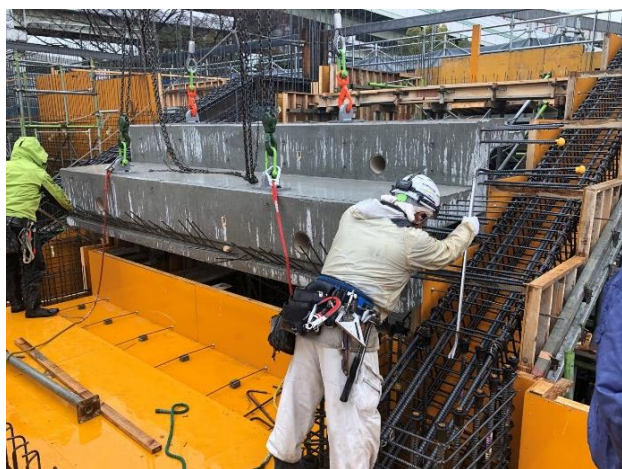


Photo. 5 PCa部材取付状況



Photo. 6 PCa部材据付後

### 4. 4. 2 外壁

品質及び安全性の向上を図るため、武道館棟の外壁「重ねウォール」もプレキャスト化を採用した。「重ねウォール」の仕上げとなるウォータージェットピーリングは、200~220MPaの超高压水でコンクリート表面を削る工法である。在来工法の場合、外部足場から作業をするため、超高压水による連続したラインを均一に施工することが困難と予想された。また、狭い足場内で超高压水を用いる作業は、作業姿勢や安全性に問題があった。

プレキャスト化により、1枚のPCa部材に対し、超高压水を下向きに一定のスピードで噴き出すことが可能となるため、ピーリング仕上げのばらつきが解消され、品質向上を実現できた(Photo. 7)。

PCa部材の製作は、本体工事の動線に影響がなく、武道館棟の施工で使用していた90tクローラクレーンで直接揚重が行えるよう、武道館棟北側に設けた製作ヤードで行った(Fig. 3)。また、製作は冬期であったため採暖養生を実施した(Photo. 8)。

「重ねウォール」のPCa部材は幅2.9×高さ3.2mのサイズで製作した。のこぎり形状の壁は、耐力壁外側の非構造体である増打ち部分を段形状とした納まりであったことから、増打ちが小さい部分については、耐力壁の外側型枠と兼用するためハーフPCa部材とし、増打ちが大きい部分については構造体と独立した外壁となるようフルPCa部材として計画した。この使い分けにより、QCDSを向上させることができた(Fig. 6)。



Photo. 7 ウォータージェットピーリング



Photo. 8 採暖養生

#### 4. 4. 3 屋上パラペット

屋上パラペットは、アリーナ棟鉄骨トラスとのクリアランスが小さく、鉄骨建方の作業スペースが確保できなくなるため、鉄骨建方完了後にパラペットを施工する計画とした。しかし、パラペット躯体を構築しなければ屋根防水工事の仕舞ができず、アリーナ内部の仕上工事に着手できないため、パラペットの躯体工程がクリティカルパスとなった。パラペット部分となるR階梁より上部の範囲は、構造的な変更を伴わないこともあり、プレキャスト化の採用に至った。なお、パラペット部分は「ライトウォール」のアルミカーテンウォールと取合う傾斜形状の壁があり、精度管理も重要であった (Photo. 9)。

PCa部材の取付において、アリーナ棟西側から北側の一部は、建物外周からクローラークレーンによる取付ができないため、観客席のPCa部材製作ヤードを利用してパラペットPCa部材を先行して製作し、鉄骨建方前に取り付けた。残りのPCa部材については、武道館棟北側に設けた外壁PCa部材の製作ベッドを利用して製作し、トレーラーで場内運搬を行ってアリーナ棟外周から取付を行った。パラペット部分をプレキャスト化した結果、仕上工事の着手を1か月程度前倒しすることができた。

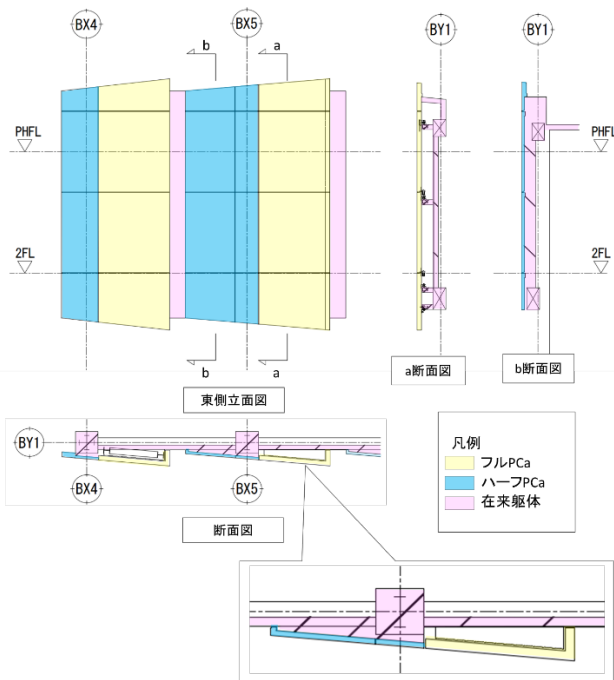


Fig. 6 武道館棟 東側PCa図面

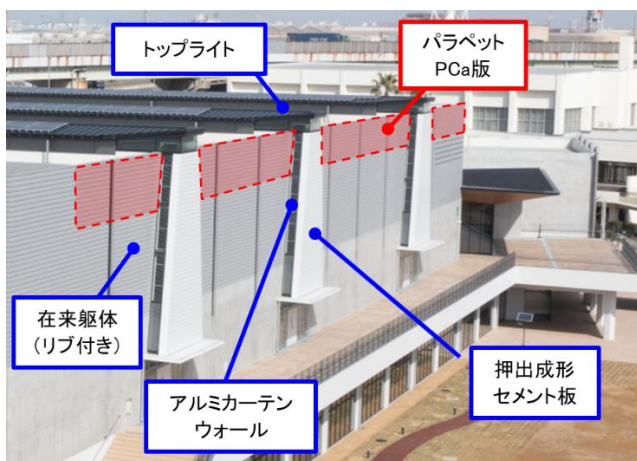


Photo. 9 パラペットPCa部材

#### 4. 4. 4 アリーナ内垂れ壁

観客席上部にある垂れ壁は、全長200m以上あり、現場でのコンクリート打込みによる通り等の精度管理が難しいためプレキャスト化を採用した。

垂れ壁の仕上げは、化粧打放しコンクリートであり、他に採用したPCa部材よりも、さらに高い品質を求められるため工場製作とした。そのため、1ユニットをスパン長である幅7.1×高さ2.0mの大判で製作して部材ピース数を削減することで取付工程の短縮を図った。



Photo. 10 PCa部材据付状況

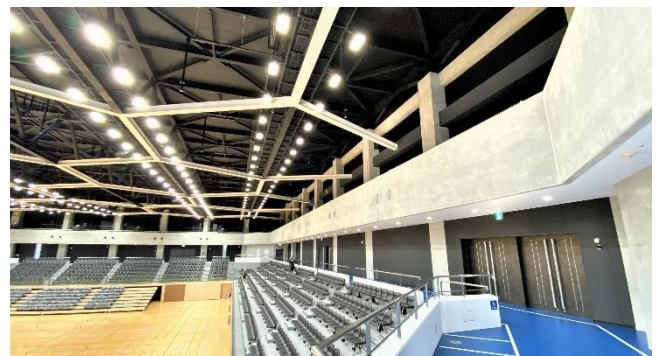


Photo. 11 PCa部材据付後

### 5. 鉄骨工事

高所作業を極力削減するため、鉄骨トラスの建方は1スパン (スパン長63m) の鉄骨トラスを両端部と中央部の3ユニットに分割し、地組して建方を行う計画とした。また、地組段階で鉄骨のジョイント部分及び下弦材以外の仕上塗装を完了させた。

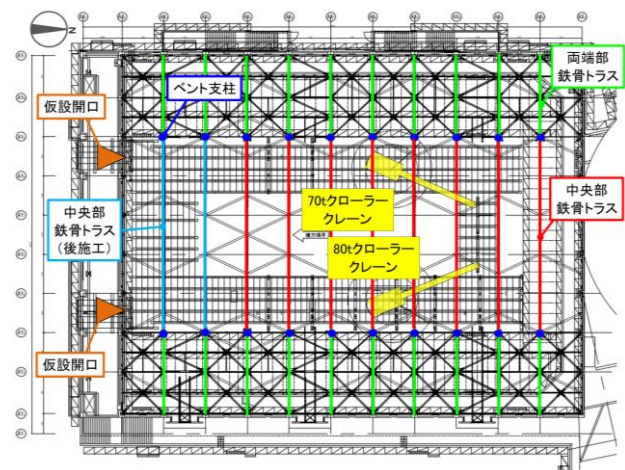


Fig. 7 鉄骨トラス平面図

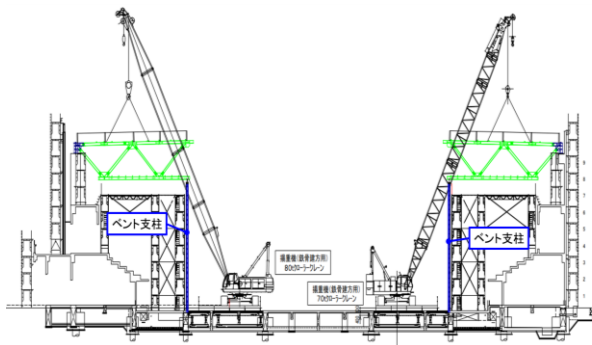


Fig. 8 両端部鉄骨トラス取付



Photo. 12 両端部鉄骨トラス地組, 取付

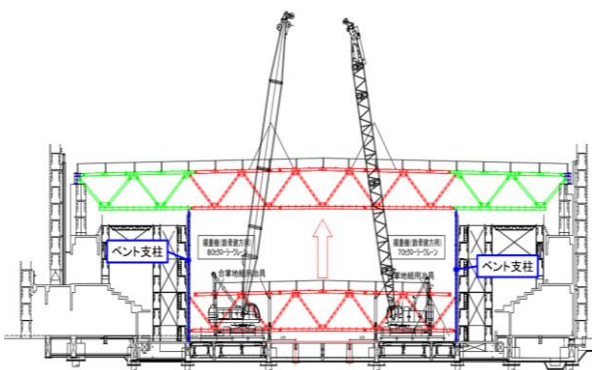


Fig. 9 中央部鉄骨トラス取付

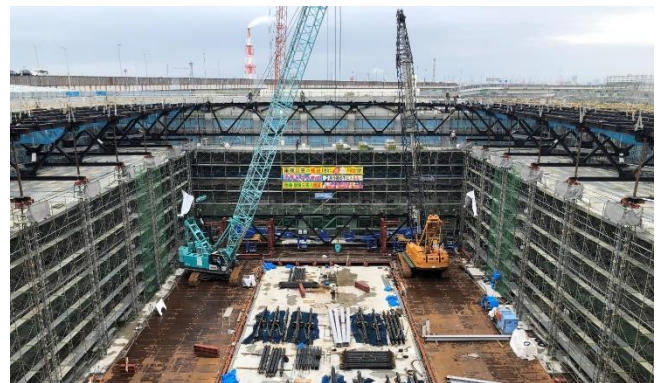


Photo. 13 中央部鉄骨トラス取付

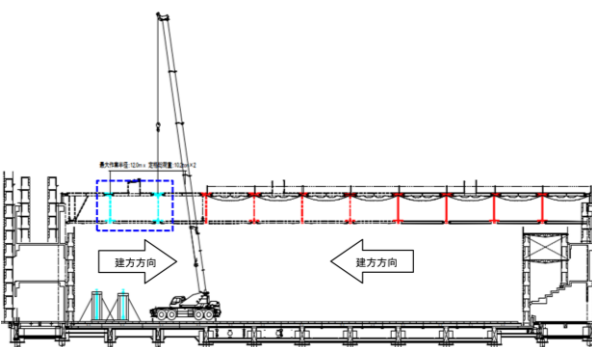


Fig. 10 AX2~4通り鉄骨トラス取付



Photo. 14 鉄骨トラス本締め

地組はPCa部材の製作ヤードとしていた構台中央部分で行い、雨天でもサイクル工程が崩れないよう移動式の仮設屋根を設置した。なお、構造設計段階で鉄骨トラスのむくりは中央部で120mmと設定されており、それに従い部材ごとの高さ設定を行った。建方は、最初に両端部の鉄骨トラスを地組し、2機のクローラークレーンで取り付けた (Photo. 12)。両端部トラスの固定は、外側を鉄筋コンクリート造の躯体に、内側を四角支柱によるベント支柱に預け、転倒防止を兼ねてトラスに直交する上弦部小梁を取り付けた上で、次の鉄骨トラス建方を行った。なお、上部での鉄骨建方や本締め作業は高所作業車を使用することで、仮設足場を削減し、作業スペースを広く確保することで、作業効率を高めた (Photo. 14)。

両端の鉄骨トラス取付完了後、中央部分の鉄骨トラスの建方となる (Photo. 13)。中央部分の鉄骨トラスは地組を行うと1ユニットが約16tあり、2機のクローラークレーンで相吊りする必要があった。クローラークレーンは南側外壁に設けた仮設開口から搬出する計画としたため、アリーナ北側から鉄骨建方を行

った。

クローラークレーン解体時は、ジブをアリーナ内で倒す必要があったため、南側AX2~4通りの2スパンの鉄骨トラス取付を残した状態でクローラークレーンを解体し搬出した。搬出後、70tラフタークレーン2台をアリーナ内に乗入れ、残り2本の鉄骨トラスを取り付けた。最後の鉄骨トラス取付は、Fig. 10のように作業範囲が狭い中での揚重作業となるため、ラフタークレーンの揚程能力や角度、旋回方向など綿密な事前検討を行った。

## 6. アリーナの大規模空間における仕上工事

屋上防水の仕様として、設計当初、折板屋根を採用できないが協議を行ったが、海に近く塩害を防ぐため、デッキプレートの上に外断熱工法による高耐候性シート防水を採用した。

両端部鉄骨トラス建方完了後に、パラペットPCa部材を中央部鉄骨トラス建方と同時に (一部、外周からパラペットPCa部材がクローラークレーンで揚重できない範囲については屋根鉄骨建方前にパラペット施工) に取り付けることで、デッキプレート敷

込み後、直ちに防水工事に着手することができた。なお、デッキプレート敷込み後、鉄骨トラス中段に作業用兼落下防護用の吊り足場を設け、上下作業とならないよう調整した上で、屋上デッキプレート上部では防水工事、内部では吊り足場を利用した吸音材取付、吊り足場下部での高所作業車を使用した設備機器取付等、3層に分かれて作業することで、工期短縮及び仮設資材と施工手間を削減できた (Fig. 11)。

上部仕上工事が完了した範囲から、アリーナ内の内装工事に着手した。内装工事の特徴として、耐荷重 $5t/m^2$ のフローリング用鋼製下地、大型可動間仕切、移動式観覧席があった。その中でも大型可動間仕切は、高さが約13m、重さが1枚あたり約1.7tあり、吊り上げや仕上作業を行うには、作業構台を残置した状

態で、高所作業車を乗入れや重荷重を支持する必要があった

(Photo. 15, 16)。仕上工程のクリティカルパスであるフローリング工事の着手は、可動間仕切施工後、作業構台を解体し、1階床コンクリートを施工した後となるため、屋根工事完了後は早期に可動間仕切工事への着手が必須であった。さらに、大型可動間仕切とフローリングのクリアランスが40mmしかなく、精度管理も重要な管理項目であった。

大型可動間仕切は、施設運営上約1.7tのパネルを人力で動かせることが求められたため、特殊ローラーを採用し、可動性能確認のため工場で行った。なお、ローラーを取り付けるレール部分は、可動間仕切の重さによるたわみを考慮し、鉄骨トラスのむくりに加え、ローラーを取り付けるレールにも30mmのむくりを設定した。

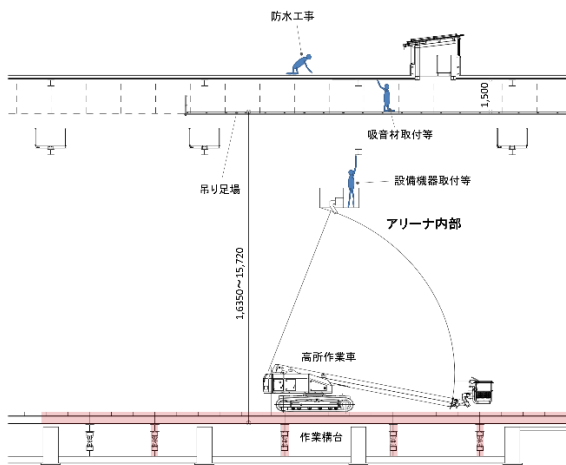


Fig. 11 作業断面図



Photo. 17 アリーナ内部



Photo. 15 可動間仕切 取付状況

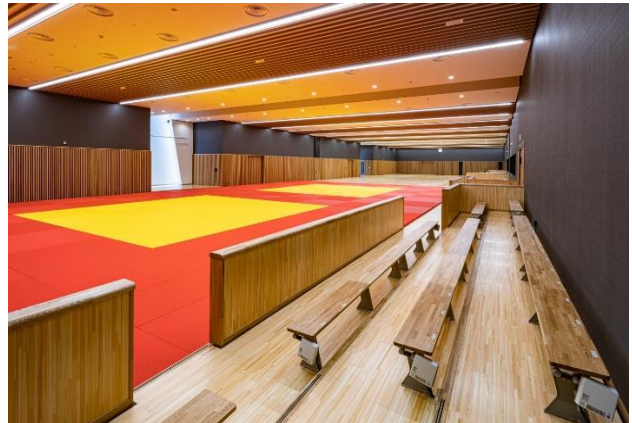


Photo. 18 武道場

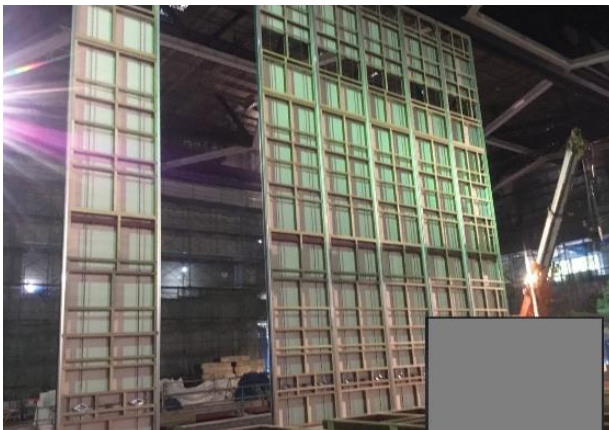


Photo. 16 可動間仕切 仕上作業



Photo. 19 剣道場

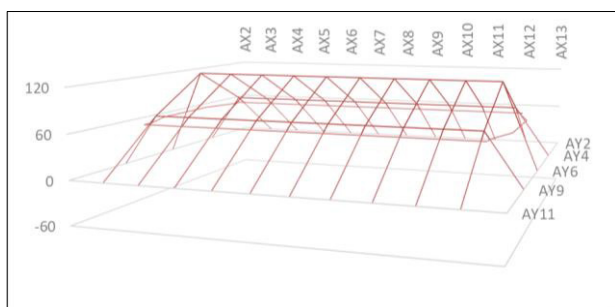


Fig. 12 ジャッキダウン前

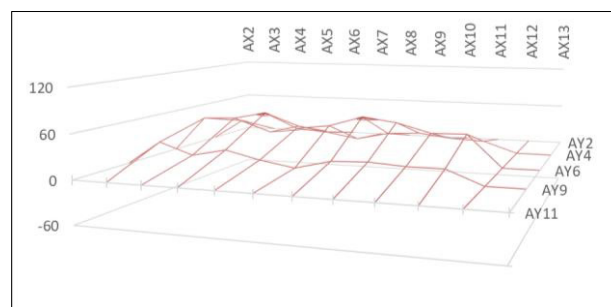


Fig. 13 ジャッキダウン後

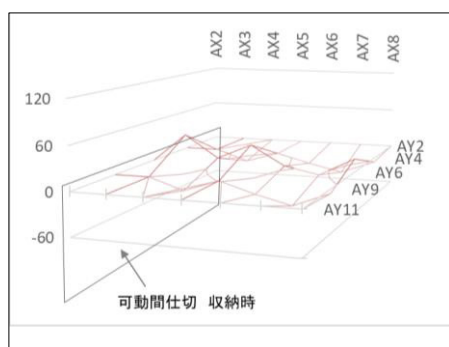


Fig. 14 竣工時 可動間仕切 (AX2通り)

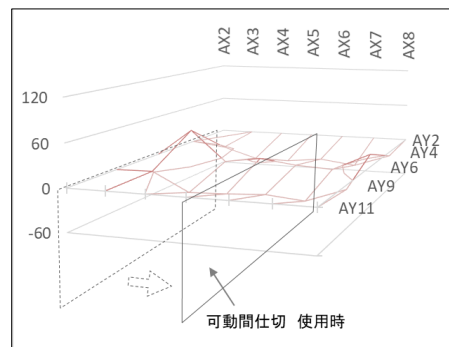


Fig. 15 竣工時 可動間仕切 (AX5通り)

## 7. まとめ

躯体工事でプレキャスト化を採用し、足元の安定した場所で標準化された作業を行うことで、安全性の向上と高品質な躯体と仕上精度の向上を実現することができた。プレキャスト化の採用にあたっては、設計者・協力業者の協力のもと、成し遂げることができた。

鉄骨建方は、計画当初時に検討した揚重機の選定及び施工手順通りに進めることができた。また、最終の鉄骨精度として、鉄骨建方完了時 (+120mmのむくりをつけた状態) を初期値として設定し、ジャッキダウン後と大型可動間仕切を含めた全ての仕上部材取付完了後において鉄骨トラスのレベル測定を行った。その結果をFig. 12~15に示す。

測定の結果、構造計算上想定されていた+120mmのたわみに対して、ジャッキダウン後で正規高さ+42~+63mm、仕上部材取付完了後（可動間仕切収納時・使用時）で正規高さ-7~+41mmとなった。

## 謝辞

施工にあたっては、コロナ禍での現場の運営という今までにない課題もあったが、発注者やPFI事業構成会社の皆様をはじめ、協力業者の方々、当社建築事業本部の協力を得て、無事故無災害で竣工を迎えることができた。この建物の完成にご協力いただいた方々に、こちらの紙面をお借りして改めて御礼申し上げます。

## 参考文献

建築技術：実務に役立つ非住宅木造の構造設計のポイント, pp. 68-75, 2021年9月号

# Approach to improving Quality, Cost, Delivery, and Safety (QCDS) in frame construction in large-scale spaces —Construction Work for the Ohama Gymnasium Rebuilding and Operation Project—

Takayuki HANZAWA,\*\* Masaaki MORITA,\*\* Hideo SUGANAGA,\*\* Hiroshi HAGIHARA,\* Akie MIZUGUCHI\*

## Abstract

This project involved the rebuilding of the old gymnasium in Ohama Park, commissioned as a Private Finance Initiative (PFI) project. The new gymnasium consists of an arena building and a martial arts hall.

This paper focuses on the sequence of constructing the foundation frame using a freestanding working platform, the erection of the steel frame in the large-scale space, and the use of site precast members including exterior walls and stands. This paper describes the construction plan implemented by the designer, subcontractors, and prime contractor in light of the construction conditions and challenges posed by this project based on a shared understanding of improved QCDS.

Keywords: gymnasium, freestanding working platform, steel truss, large-scale space, site precast, large movable partition