

テーマ：東京 2020 大会における有明アリーナの整備について
～狭隘な作業スペースかつ限られた工期での屋根工事～

所 属：財務局建築保全部オリンピック・パラリンピック施設整備課

1. はじめに

今回、新たに整備した有明アリーナの計画地は、臨海副都心有明北地区区画整理事業の 1－3 街区に位置している。敷地の西側に都道（有明通り）、南側に区道が接しており、東側、北側に有明親水海浜公園を挟んで東雲運河に面する親水エリアが広がっている。



案内図

・施設概要

主要用途：体育館、観覧場、集会場

敷地面積：36,576.06 ㎡

建築面積：25,096.99 ㎡

延べ面積：47,252.98 ㎡

階 数：地上 5 階建て

建物高さ：36.7m

構 造：鉄筋コンクリート造

一部鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造

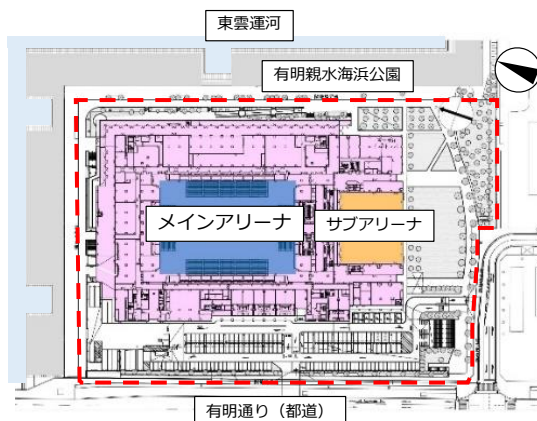
屋根免震構造

工 期：平成 28 年 3 月 3 日～令和元年 12 月 9 日

発注方式：設計・施工一括発注、技術提案型総合評価方式



北東からの外観写真

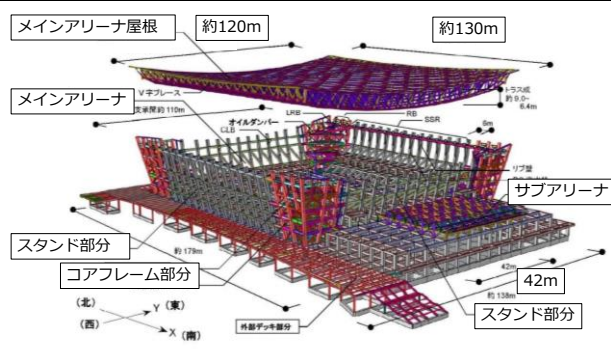


1 階平面図

この施設は、東京 2020 大会でバレーボール・車いすバスケットボールの競技会場として使用され、約 15,000 席の観客席（仮設席を含む）を有する施設である。本体工事は設計・施工一括発注、技術提案型総合評価方式を採用し、受注者が実施設計と施工を行い、令和元年 12 月にしゅん功した。東京 2020 大会終了後に別途、外構工事や一部の改修工事等を行い、様々な室内競技大会や各種イベントに利用が想定されるアリーナとなる。ここでは、主に新築工事時におけるメインアリーナ屋根構築にて実施した屋根スライド工事に関する技術について説明を行う。

2. 本施設の計画概要

ゾーニングは、北側にメインアリーナ、南側にサブアリーナ及び交流広場を配置し、歩行者ネットワークや広場機能、海浜公園との連携等に配慮している。フロア構成は、1 階にメインアリーナ、サブアリーナ、選手用諸室、記者室、機械室等を配置し、2～4 階はコンコース及び観客席、5 階は設備関係室などの配置となっている。

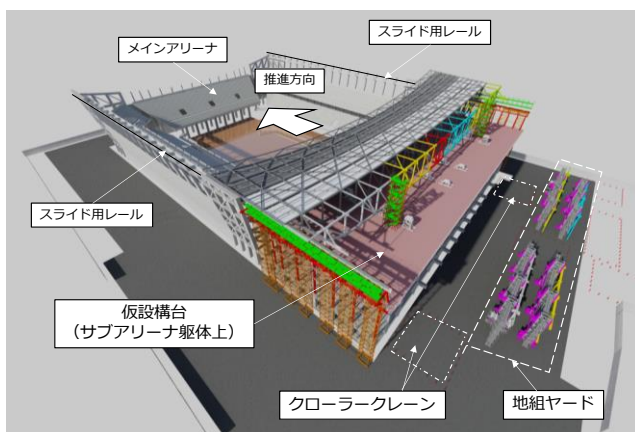


構造モデル図

斜め柱と段床受け斜梁を含む大梁は、納まりや施工の難易度の高い部材となるため、PCa工場製作とした。サブアリーナは、主に RC 構造であるが、屋根部は 42m の大スパン鉄骨トラス構造となっている。

3. 屋根工事概要

有明アリーナにおける屋根工事は、サブアリーナ躯体上に構築した仮設構台の上で、仕上げを含めたメインアリーナの屋根に関わる大部分の工事を行い、仮設構台からメインアリーナに渡したレールに沿って屋根を移動させるスライド工法で実施した。



仮設構台イメージ図

また、在来工法と比較した場合、足場等の設置期間や現場内車両動線、高所作業の削減による安全性の確保などの項目で優れ、且つメインアリーナの地上躯体工事と屋根工事を同時に施工できる施工方法であることなどが大きな理由であった。サブアリーナの仮設構台下に車両動線を設けることによって、敷地東側やメインアリーナへの動線を確保し、建物外周に大型重機等が稼働する中でも円滑な資機材搬出入を可能とした。屋根鉄骨トラスは幅が東西約 120m、トラス成は最大約 9 m にも及ぶことから、工程上の効率化を図るため、地組による分割建方とサブアリーナ上の仮設構台への揚重を行った。



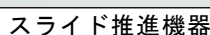
トラス分割図

全体で 22 連ある主トラスのうち、北側と南側の端部トラスを除いた 20 連のトラスは、5 ブロックに分割し、中央を除く左右 2 ブロックを敷地南側の地組ヤードで組み立てた。仮設構台上に揚重するため、仮設構台と地組架台の間にクローラークレーンを配置した。仮設構台上では、南側に 1 スパン分の余裕を設けた状態で、屋根トラスを構築し、揚重された仕上材の荷取スペースや資材ストックヤードとするとともに、万が一に屋根上部からの落下物が生じた場合も直接地上まで落ちないという安全上配慮した計画としている。

建物構造の構成としては、メインアリーナ四隅のコアフレーム部、東西南北のスタンドを支持するスタンド部、2 階外周のデッキ部、南側のサブアリーナ部を連結した架構となっている。メインアリーナ屋根は、主に四隅のコアフレーム部分と東西スタンド部分で免震装置を介して下部構造に支持されている。スタンド外周部分に位置して屋根を直接支持する

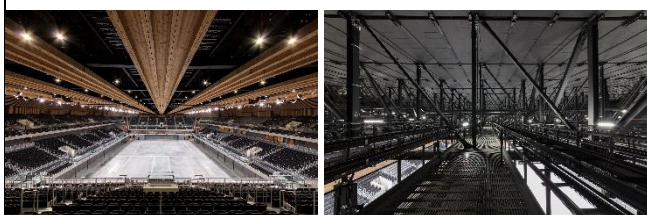
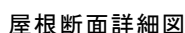
本工事でスライド工法を採用した理由として、敷地面積に対して建築面積が大きいこと、東京 2020 大会に向けてタイトなスケジュールとなることなどの課題を解決することが挙げられる。建物が敷地境界際まで配置されているため、大きな範囲を屋根工事で占有すると他工事の工程が圧迫される可能性があった。また、

全体で 22 連ある主トラスのうち、北側と南側の端部トラスを除いた 20 連のトラスは、5 ブロックに分割し、中央を除く左右 2 ブロックを敷地南側の地組ヤードで組み立てた。仮設構台上に揚重するため、仮設構台と地組架台の間にクローラークレーンを配置した。仮設構台上では、南側に 1 スパン分の余裕を設けた状態で、屋根トラスを構築し、揚重された仕上材の荷取スペースや資材ストックヤードとするとともに、万が一に屋根上部からの落下物が生じた場合も直接地上まで落ちないという安全上配慮した計画としている。



4. 設計・施工において配慮した事項

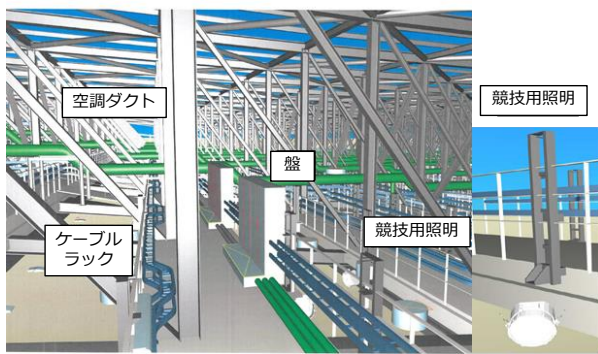
1. 屋根仕上げ工事 トラス鉄骨建方後に、鉄骨と組み合わせたALCユニットの設置、吸音材（グラスウール）の設置、複数層構成の金属屋根施工、内部ではキャットウォーク



メインアリーナ・キャットウォーク写真

有明アリーナにおける屋根スライド工事は設備工事を含む屋根工事と合わせて左記のフロー図により実施した。屋根構築と送り出しの工程を繰り返し実施することで、仮設構台の限りあるスペースで大規模なメインアリーナの屋根を効率的に組み上げることを可能とした。屋根を移動させるスライドは約2週間ごとに行った。スライド時に使用した推進機器を左図に示す。各トラス間のV形ブレースの位置に推進ジャッキを設けて、屋根の鉛直荷重を支持した状態としている。推進ジャッキのストロークは1m/回であり、クランプジャッキと呼ばれる装置でレールとなるH型鋼のフランジを掴み、推進用ジャッキをしゃくとり虫のように伸縮させることで、屋根をメインアリーナ側にせり出してゆく機構である。最終的に、屋根スライド工事が完了した後は、

の設置、木製小梁の設置等を実施した。特に、木製小梁は実物大モックアップ検証を行い、設計・施工の両観点から、関係者協議により、木材仕上げの意匠・構造検討を行った。さらに、施設利用における演出効果も考え、背景となるキャットウォーク空間の建築部材及び設備機器に関して黒色に統一する検討を建築・電気・機械で連携して行った。電気設備の色については分電盤や競技用照明、ケーブルラックの色を黒とした。火災感知器などは、個別に所轄の消防署と協議を行い、火災感知器及び配管は黒色、観客席から見えない支持材・取付用丸ボックスは素地色のままとした。機械設備の色についてはキャットウォークレベルの



屋根設備イメージ図

ダクトがメインアリーナ、観客席から見えるため、当初設計では塗装する仕様としていたが、経年劣化による塗装剥がれに配慮し、ALGC（黒）原反のテープ巻きとして、意匠と耐久性を両立した。また、連携の結果として、メインアリーナのコンセプトである木材を浮き出させる効果をより高度に実現することも可能とした。

2. 各種設備工事 設計施工一括発注方式の強みを活かし、総合図やBIM等を活用した

事前調整により、意匠、構造、施工性、メンテナンス性、安全性などに関して妥協の無い検討を重ねた。これにより、建築、設備、躯体の同時作業調整も可能となった。電気設備工事では、スライド工程内にて競技用照明、火災感知器、分電盤、ケーブルラックを設置した。特に競技用照明は、他の設備に先行して各競技団体等と協議を行い、実施設計時に照度やグレアについて十分に検討し設置位置を決めた。また、設置後の点検やイベント毎に照明器具の角度調整を安全かつ容易に行えるように照明を上下前後に移動できる取付金具と専用架台を設置している。専用架台についてもモックアップを製作し、安全性やメンテナンス性など十分な検証を行った。機械設備工事では、暖気吹下し用のダクトと送風機、サーモカメラなどを設置した。直下がメインアリーナ、観客席となるため、ダクトの吹出ノズル、サーモカメラ、吊鋼材など落下の恐れがある器具に、ワイヤーロープによる落下防止措置を行った。メンテナンスを考慮して、暖気吹下し用ダクトの吹出ノズルは、ダンパー等の操作がし易いようキャットウォークから近接して設置し、サーモカメラも取付板に長孔を設けてスライドできるようにしている。暖気吹下し用送風機は床置き形とし、キャットウォーク端部の設置スペースに納めている。また、屋根スライド工事期間中は雨風の影響や埃など汚れにさらされる環境下であるため、電気設備の競技用照明は屋内防雨形とし、ケーブルラックや配管類、架台は耐食性処理を施した製品を使用した。また、火災感知器は専用保護キャップ、その他の電気・機械設備についてはビニルシートや養生シート（ポリチューブ）による養生を行った。

3. 工程管理 建築と設備の複雑な工程関係をスパン、ブロック毎のチャート工程表でまとめ、各工種の作業エリアを分離した上で、スライド毎のクリティカルパスを明確にした。さらに、毎週の分科会にて進捗をプロットし遅延が見える化したことで、関係者協議による対策検討を促進し、屋根スライド日程の変更なども柔軟に対応した。

4. 安全管理 仮設構台・端部安全設備点検に加えて、東西壁面の足場点検を徹底した。東西の足場は屋根を支持する斜め柱や外壁等の構築のための足場であり、屋根スライドに先行するため、日々段階的に形状が変化することから、監督員として、足場安全基準に適合するかを重点的に検査して改善を重ねた。その他、3Dシミュレーションを活用して安全な作業姿勢と作業場所確保を分科会等で事前検証して安全性向上を実現した。関係者全員の協力により屋根スライドに関連する工事を無事故で完了することができた。

5. まとめ

狭隘な作業スペースかつ限られた工期の中で、スライド工法を活用することにより無事に工事を完了することができた。今後、大会後改修工事を経て、公共施設等運営事業の運営権者により共用が開始される予定であるが、有明アリーナが東京 2020 大会のレガシーとして広く都民や利用者に愛される施設になることを期待している。