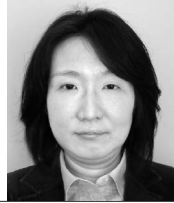


「静岡県草薙総合運動場体育館 このはなアリーナ」



浜辺 千佐子
竹中工務店



猿田 正明
清水建設



人見 泰義
日本設計

1. はじめに

静岡県草薙総合運動場リニューアル事業の一環として計画され、平成27年3月に完成した「静岡県草薙総合運動場体育館このはなアリーナ」メインフロアを紹介します。

本施設は静岡県産スギ材の有効利用と高い耐震性能の確保をコンセプトとしています。

メインフロアの大径間屋根はスギ集成材と鉄骨造の混構造となっており3次元の複雑な形状を構成しています。その耐震性確保を目的として屋根下部に免震層が設けられています。

取材当日はKAP 桐野様、鹿島建設株式会社 飯塚様にご案内いただきました。

建 物 用 途	観覧場
建 築 面 積	9,701.44m ²
延 床 面 積	13,509.33m ²
階 数	地下1階、地上2階
最 高 高 さ	28m、軒高：7.9m
構 造 種 別	鉄筋コンクリート造、木造、鉄骨造、一部PC造、免震構造
工 期	2012年12月～2015年3月

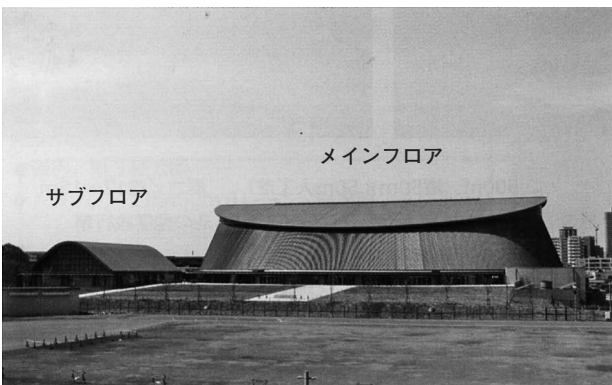


写真1 建物北側外観

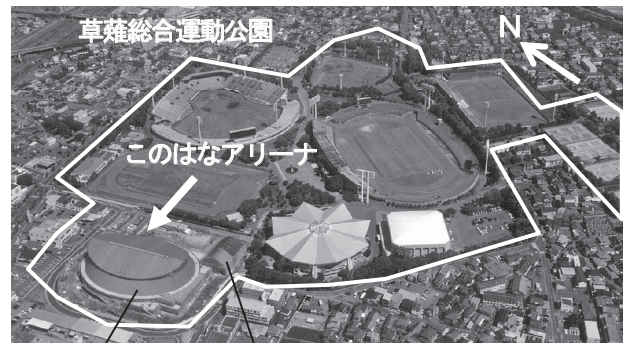


写真2 草薙総合運動公園全体写真

2. 建物概要

建 築 地：静岡県静岡市駿河区栗原19-1
 発 注 者：静岡県
 設計・監理（建築）：内藤廣建築設計事務所
 設計・監理（構造）：KAP
 施 工：鹿島・木内・鈴木JV

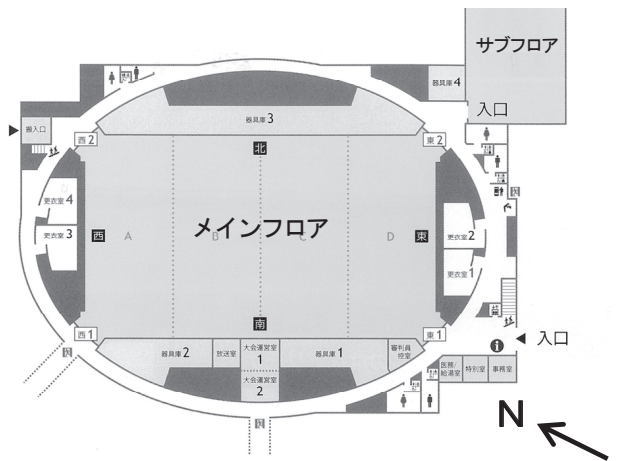


図1 メインフロア平面

本施設は総合運動場の南西に位置しておりメインフロア（2階建、屋根部免震構造）とサブフロア（1階建、耐震構造）は1階、2階床レベルで一体となっています。

メインフロアは楕円形状の平面で1階はバスケットコート4面分の広さの体育館と諸室、2階は2,700席の観客席となっており、公園からスロープで観客席へ直接アプローチできるようになっています。

客席の近くにスギ材を、という設計意図から下屋根部分は構造材でもある天竜スギ集成材256本により印象的な木質空間が形成されています。壁・天井ルーバーにも天竜スギ木材を用いており、これは集成材製作過程の中で強度が満たないものを有効活用しています。



写真3 メインフロア内観

3. 構造設計概要

1) 架構形式

以下に架構構成と概要を示します。

①上屋根：切妻形状の鉄骨造トラス、中央にキールトラス、外周にスチールリングを配置

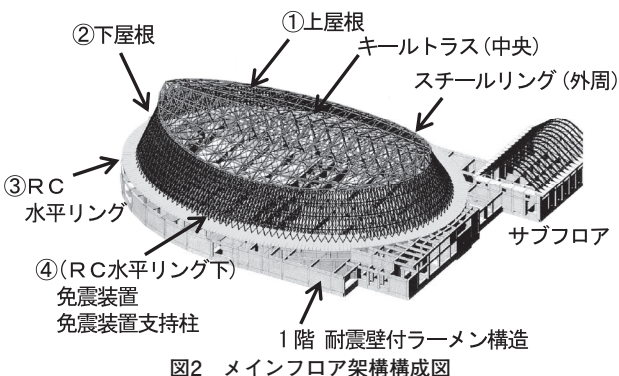


図2 メインフロア架構構成図

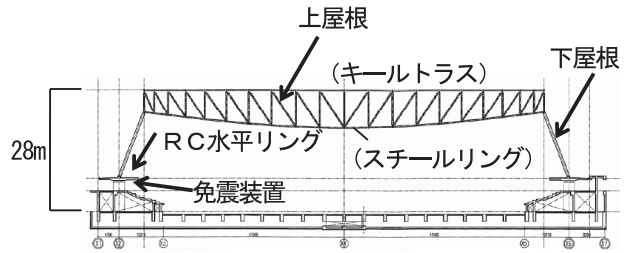


図3 メインフロア断面図（長辺方向）

スチールリングは500φの鋼管で荷重を下屋根に均等に伝達させる

②下屋根：スギ集成材垂木（軸力負担）と鉄骨ブレース（水平力負担）の混構造

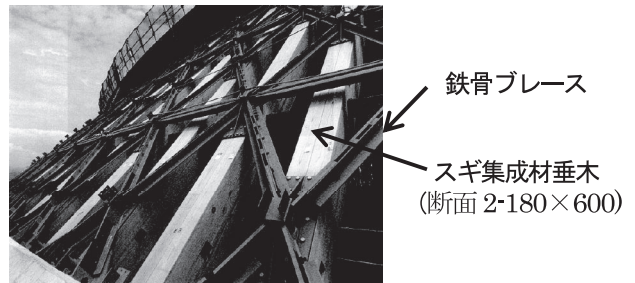


写真4 下屋根の施工状況

③RC水平リング：プレストレスを導入した厚さ400～600mmのリング状のRCスラブで、以下4つの機能をもつ（1）雨・雪用の庇（2）火災発生時の下屋根スギ集成材垂木への着火防止（3）屋根荷重のスラスト処理（4）免震層の基壇としての剛性を確保

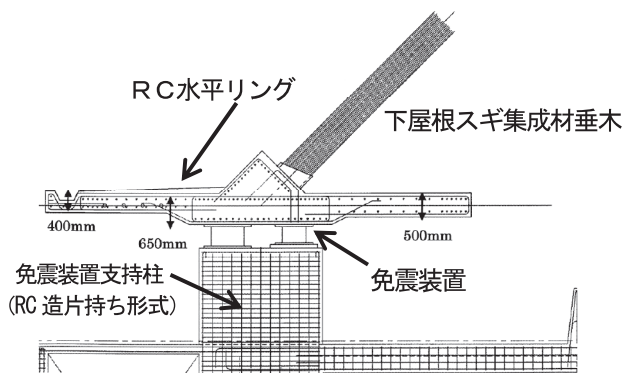


図4 RC水平リング部断面図

④免震装置

錫プラグ入り積層ゴムと天然ゴム系積層ゴムの2基を1組として計64基配置。平面円周上に設けた片持ち形式のRC柱32箇所の柱頭部に設置、リング状の耐火被覆材を取付けている

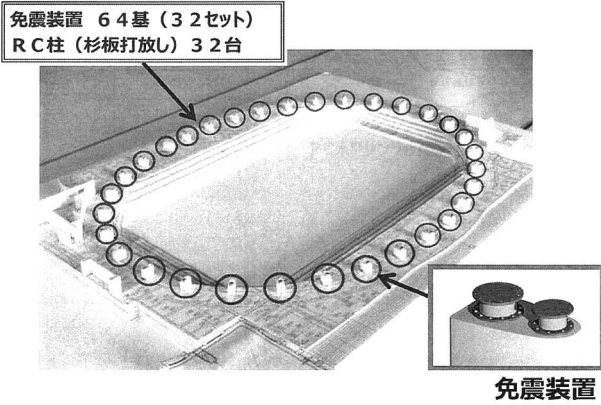


図5 免震装置配置説明図



写真5 免震装置設置状況

2) 耐震設計

将来想定される東海地震に備えた高い耐震性の確保と集客施設という用途から、地域係数1.2、用途係数1.25の高い耐震与件に対して設計を行っています。地震応答計算は部材1本1本をモデル化した3次元立体解析モデルにより行っています。応答結果のうち、最大層せん断力係数は免震層で約0.5、下屋根で0.8程度となっており、1階の構造体や免震装置支持柱はレベル2地震時に弾性範囲の設計クライテリアとしています。

免震装置の配置については、地下工事コスト軽減やEXP.Jの取りやすさを考慮して柱頭免震とし、またRC水平リングの面外方向の安定性を考慮して2基並列配置としています。装置種別は、風荷重に対するトリガー機構も考慮して錫プラグ入り積層ゴム支承を選定しています。

施工の要となるRC水平リングの長期変形解析も

行っており、プレストレス荷重、上屋根ジャッキダウン時の屋根自重によるスラスト、コンクリートのクリープ・乾燥収縮等の様々な荷重を考慮した各段階の計算値は実測とおおむね整合していました。

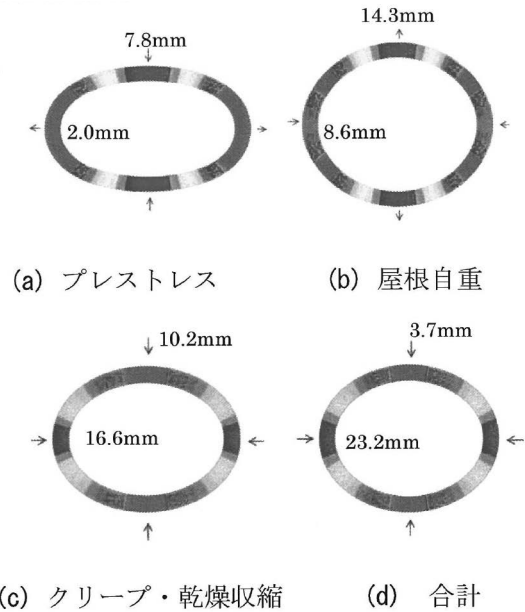


図6 RC水平リング長期変形解析結果

4. 施工概要

非常に難易度の高い本建物の施工は、念入りの施工計画と詳細な品質・精度管理により実施されました。建方手順は、下屋根のスギ集成材垂木に確実に軸力が導入できることを大きな目的として計画されています。

【屋根の建方手順】

- (1) 上屋根鉄骨受けベント架台設置
- (2) 上屋根スチールリング構築
- (3) 上屋根鉄骨トラス構築
- (4) 下屋根スギ集成材垂木建方
- (5) 上屋根ジャッキダウン (ベント架台解体)
- (6) 下屋根鉄骨ブレース取付ボルト本締

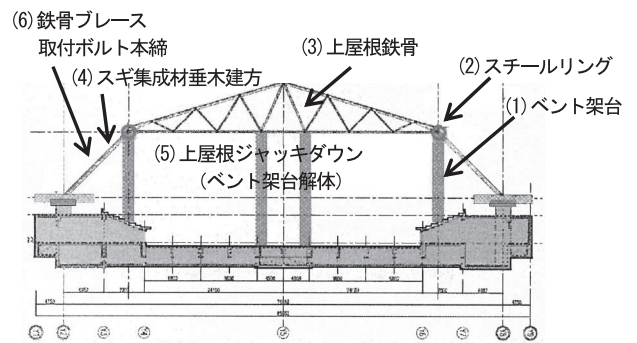


図7 建方手順概要図

スギ集成材は比較的強度が高い静岡県産の天竜スギを選択しています。品質管理では、通常の集成材施工では行わない丸太原木からの強度管理を行うことにより、製材時ロスの軽減と自然乾燥期間の確保による品質向上を実現しています。

施工精度管理においては、始めに上屋根と下屋根の間のスチールリングの精度を綿密に確保して施工した上で、スチールリングの基準点をもとに上屋根鉄骨や下屋根の集成材建込みを行うことにより、確実に施工精度を確保できました。また設計図からBIMモデルを作成し施工計画や施工手順確認まで幅広く活用しました。

5. 質疑応答

Q：免震装置に錫プラグ入り積層ゴムを採用した理由は？

A：風荷重時のトリガー荷重をより大きく確保できるものとして選定した。

Q：下屋根の鉄骨ブレースは軸力を一部負担しているのか？

A：軸力はすべてスギ集成材垂木で負担している。ブレース材のボルト本締めを上屋根ジャッキダウン後とする施工手順により確実に集成材垂木に軸力を伝達させている。

Q：本建物の耐火性能検証法の検証ルートは？

A：ルートCです。RC水平リングにより集成材垂木への着火を防止し燃え代をゼロとしている。

6. おわりに

複雑な立体形状をした木造+鉄骨造混構造の大空間構造物である本建物は、設計・施工の高い技術力により実現しました。そして免震構造により高い耐震性が確保できています。今回の取材では、そのプロセスについて担当者の方から貴重なお話を伺うとともに、ダイナミックかつ美しい空間を体感できました。

最後に、今回の見学に際し大変お世話になりました静岡県交通基盤部 深澤様、KAP 桐野様、鹿島建設株式会社 飯塚様に厚く御礼申し上げます。



写真6 説明状況



写真7 取材状況



写真8 集合写真