

# 『国立代々木競技場耐震改修等工事』の記録

## — 歴史的建造物の改修 —

### 【第一体育館】

令和元(2019)年11月1日  
独立行政法人日本スポーツ振興センター

#### はじめに

国立代々木競技場第一体育館は、耐震補強やバリアフリー化などのための改修工事に平成30(2018)年1月から着手し、令和元(2019)年9月30日に完了しました。

歴史的建造物でもある同施設は、レガシーとして今後も多くの方々に利活用してもらえるよう安全面や機能面の向上を図るとともに既存施設の持つ意匠性への配慮も大きな課題の一つでした。

この様な背景のある『国立代々木競技場耐震改修等工事』の取り組みの記録をまとめましたので、紹介します。

## 国立代々木競技場第一体育館改修後の施設概要

### ○施設概要

- ・ 建設年：昭和39(1964)年
- ・ 延床面積：28,705㎡
- ・ 高さ：40.37m(最高高さ)
- ・ 構造：鉄筋コンクリート造一部鉄骨造
- ・ 階数：地上2階、地下2階
- ・ 建物用途：興行場
- ・ 収容人数：12,934人(最大)
- ・ 客席数：

1・2階固定席	8,636席
1階車いす使用者席	48席
上記介添者等席	56席
来賓席	34席(最大70席)
アリーナ席	4,124席(最大)

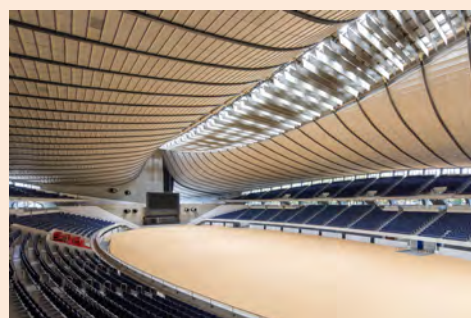
### ○工事期間

- ・ 平成30(2018)年1月～令和元(2019)年9月
- ・ 約21か月

### ○完成写真



第一体育館外観



第一体育館内観

## 1. 改修工事の目的及び概要

### (1) 改修工事の目的

1964年に開催された東京オリンピックのために建設された国立代々木競技場は、建設後50年以上が経過しており、耐震性の確保や老朽化した施設設備の安全対策が課題となっていたため、国際競技大会等の競技会場として安全安心に利用できることを目的として『国立代々木競技場耐震改修等工事』を実施しました。

なお、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会において、国立代々木競技場第一体育館は、オリンピックのハンドボール、パラリンピックのウィルチェアーラグビー、バドミントンの競技会場として使用されます。

### (2) 改修工事の概要

『国立代々木競技場耐震改修等工事』は、地震に対する安全性を確保するための改修工事のほか、誰もが安全安心に参加できる施設とするための改修工事としてバリアフリー化、セキュリティ機能強化、施設機能の安全対策を行いました。

## 国立代々木競技場耐震改修等工事の概要

### ○目的

国際競技大会の招致及び開催を支援するための安全安心対策

### ○安全安心対策のメニュー

#### ■地震に対する安全性を確保するための改修

- ①建物の耐震改修
  - ・主要構造の耐震補強
  - ・大規模天井の落下防止対策
  - ・地震後も使用できる施設とするための改修（外壁の落下防止対策、通路の安全対策等）
- ②外構の耐震改修
  - ・石積擁壁の耐震補強
  - ・通路の安全対策等

#### ■誰もが安全安心に参加できる施設とするための改修

- ①バリアフリー化
  - ・Tokyo2020アクセシビリティ・ガイドライン対応（主要通路及び観客席のバリアフリー化等）
- ②セキュリティ機能強化
  - ・監視カメラの整備等
- ③施設機能の安全対策
  - ・施設機能の基盤となる機械設備、電気設備等の安全対策

#### ■目的の実現

安全安心なスポーツ施設での東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の開催を支援

- オリンピック
  - ・ハンドボール
- パラリンピック
  - ・ウィルチェアーラグビー
  - ・バドミントン



## 2. 歴史的建造物に対する改修工事の対応

### (1) 歴史的建造物の改修に対する取り組み

国立代々木競技場第一体育館は、建築家・都市計画家の丹下健三氏らにより設計された柱のないダイナミックな屋内空間や日本的な造形が特徴的な建物で国内外から高く評価されています。

この歴史的建造物でもある国立代々木競技場の文化的価値を考慮し、改修工事を行うにあたっては、バリアフリー化等の新たな機能による現状変更等に対する対応方針を取りまとめ、設計や工事の管理を行う指針としました。

対応方針の取りまとめにあたっては、歴史的建造物の保存活用に関する専門家であり、文化庁の重要文化財の指定についての調査審議を行う建造物委員会会長を務められている藤岡洋保東京工業大学名誉教授にアドバイザーを依頼するとともに内閣官房、文部科学省、文化庁、スポーツ庁の指導助言を受ける体制をとり検討を行いました。

### (2) 歴史的建造物の改修に対する対応方針の概要

国立代々木競技場のバリアフリー化等にあたっては、専門家等の助言を踏まえ、次の対応方針に基づき、既存施設の意匠性に配慮しつつ、必要な機能を追加するための改修工事を実施することとしました。

#### ○歴史的建造物の改修に対する基本方針

- 1 意匠上配慮すべき部分については、原則、原形を維持することとする。
- 2 バリアフリー化や安全対策などの理由でやむを得ず改変を伴う改修工事を行う場合は、原設計に配慮した改修方法等を記録に残し、後世に引き継げるように配慮する。
- 3 現在の技術では対応することが難しい場合は、技術革新により材料や工法が確立された際に、改修工事が容易に行えることを確認した上で実施することとする。



改修前 第一体育館内観



改修後 第一体育館内観

○バリアフリー化のために新たな機能を追加する部位（車いす席の設置、コンコース床の材料変更の対応）

コンコース：1階 車いす使用者席

□概要

- ・車いす使用者席を増設する。  
(現状10席から48席に増設、全席数の0.5%以上を確保)

□創建時の考え方

- ・車いす使用者席設置箇所にあるコンコースと客席を隔てる大理石の腰壁は、この建築の特徴である外部から内部への流れるような人の動線を可視化している。
- ・腰壁仕上げ(大理石のテッセラ)の繊細な材質感は、アリーナの大きな空間と打ち放しコンクリートのボリュームと対比し、人間的スケール感を与えている。

□保全するもの

- ・人の流れに呼応した流動的な空間を保全する。

□設計上の配慮

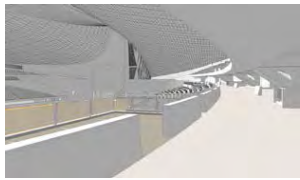
- 【大理石貼りの腰壁】
- ・開口幅は車いす使用者の安全な出入りを考慮し、140cmとした。
- 【車いす使用者席 下部壁面】
- ・アリーナ空間に馴染ませるため、周囲の既存腰壁で使用されている材料を採用した。
- 【車いす使用者席 手摺】
- ・車いす使用者席のボリュームを軽減させるため、透過性のあるパンチングメタルを採用した。またパンチングメタル孔からの視線を遮るため、フィルム付アクリルパネルを併せて設置した。

□改修履歴

- ・「平成21年度第一体育館内部改修及び身障者席新設バリアフリー化工事」においてバリアフリー席設置10席を新設した。



現状のコンコース腰壁



改修後のコンコース腰壁イメージパース

コンコース：1階 床仕上げ

□概要

- ・通路の平滑化と歩行音の軽減のため、コンコースの床仕上げを六角タイル(磁器質タイル)からゴムタイルに改修する。

□創建時の考え方

- ・外部空間の床仕上げが内部のコンコースの床仕上げへとつながり、外部空間と内部空間の連続性と利用動線を床仕上げで表している。
- ・創建時は円形のコインタイルが敷かれていたが、その後の改修により全面的に六角タイルへと変更された。

□保全するもの

- ・外部と内部空間の連続性と動線計画を視覚的にデザインした床仕上げ。

□設計上の配慮

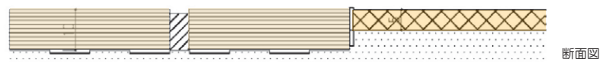
- ・ゴムタイルへの改修は、歩行音がイベント等に影響する部分のみとし、可能な限り六角タイルの意匠を保全した。
- ・六角タイルと色調及び模様を合わせた材料を採用した。
- ・将来、技術革新により歩行音の軽減されるタイルが開発された場合に容易に交換できるゴムタイルを採用した。

□改修履歴

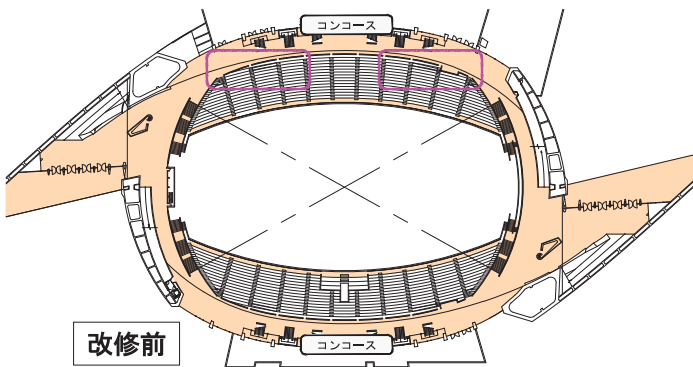
- ・昭和60年 3月：コンコース床補修工事  
※東西側コインタイルを六角タイルに改修した。
- ・昭和61年 3月：コンコース床補修工事  
※南北側コインタイルを六角タイルに改修した。

磁器質タイル(六角形)  
・一辺約50mm  
・厚み9mm

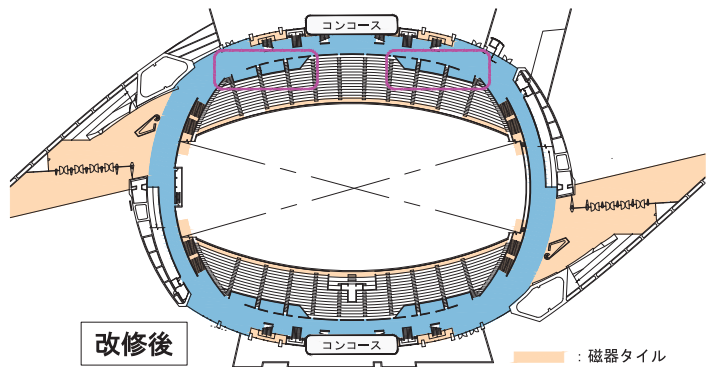
ゴムタイル  
・500mm×500mm  
・厚み5mm



断面図

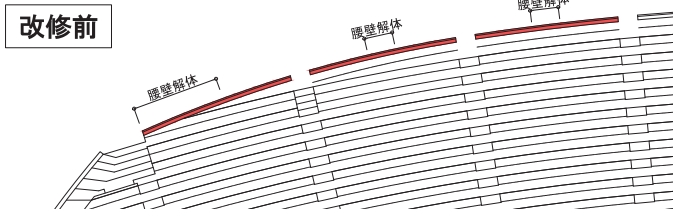


改修前

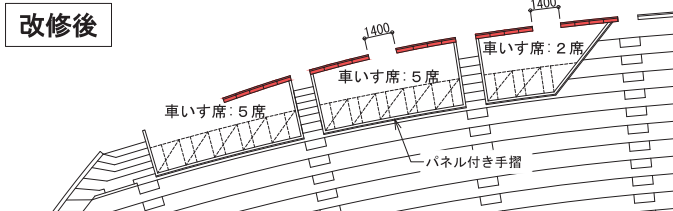
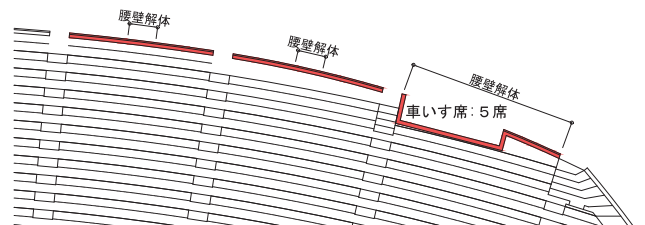


改修後

○：磁器質タイル  
■：ゴムタイル



改修前



改修後

■：既存腰壁  
■：新設腰壁

新設 車いす席(48席)

○安全対策のために新たな機能を追加する部位（再利用できない材料等の対応）  
来賓室、ラウンジ、来賓室通路等

塗装コテ仕上げの壁、天井・壁形状（間接照明等）

□概要

- ・地震時に落下の恐れのある天井の改修を行う。
- ・消防法で義務付けられたスプリンクラー等の設置工事を行う。

□創建時の考え方

- ・1964年の東京オリンピックを観覧する皇室や海外からの国賓を迎え入れる来賓室であるため、巾木やカウンター等には大理石が使われ、壁には金箔に描かれた書家 篠田桃江による作品「水冠」が飾られる特別な空間として計画された。
- ・壁と天井が一体となり連続したトンネル形状の空間としてデザインされており、連続性を損なわないように建具も透明なガラスで計画されていた。
- ・天井の照明は、星空のように不規則な配置になっている。

□保全するもの

- ・平面、断面共に3次元曲面でつくられ、壁と天井が一体となった、特徴的な空間を保全する。
- ・特徴的な壁仕上げ（白い左官仕上げ、寒水石洗出し仕上げ等）を保全する。

□設計上の配慮

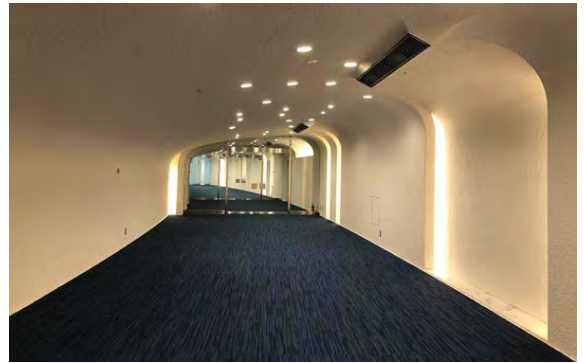
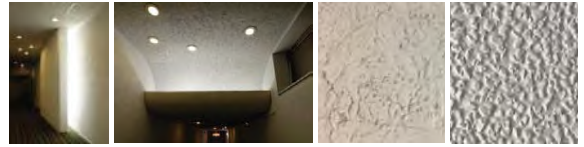
- ・意匠的な空間を保全するため、3次元測量を行い創建時の形状を記録し、再現する計画とした。
- ・天井・壁の仕上げは、現場でモックアップを作成し、既存仕上げと確認したうえで、再現する計画とした。
- ・ニッチや巾木に使われている、寒水石（白大理石）は、現在採取が難しく貴重な石材であるため、可能な限り取外し・再取付とし保全する計画とした。
- ・木製建具は創建時のイメージを復元する為、テンパーガラスドアとした。

□改修履歴

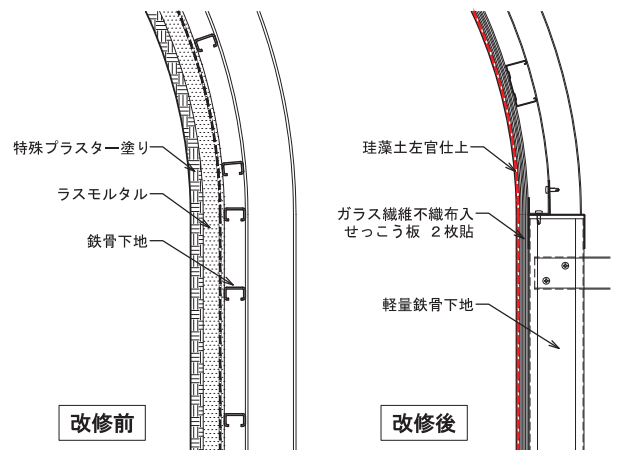
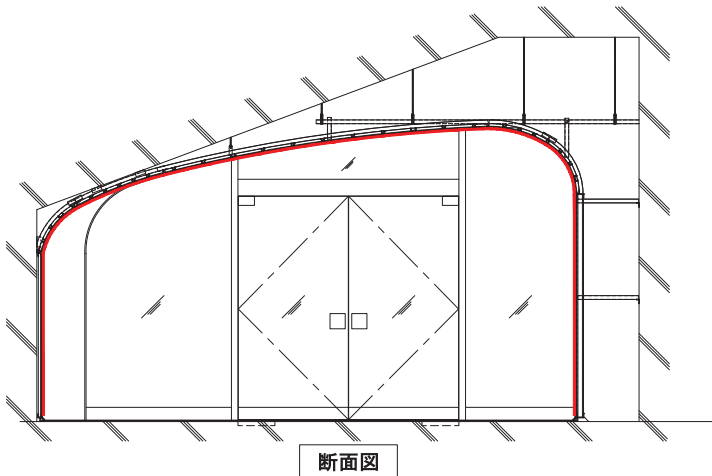
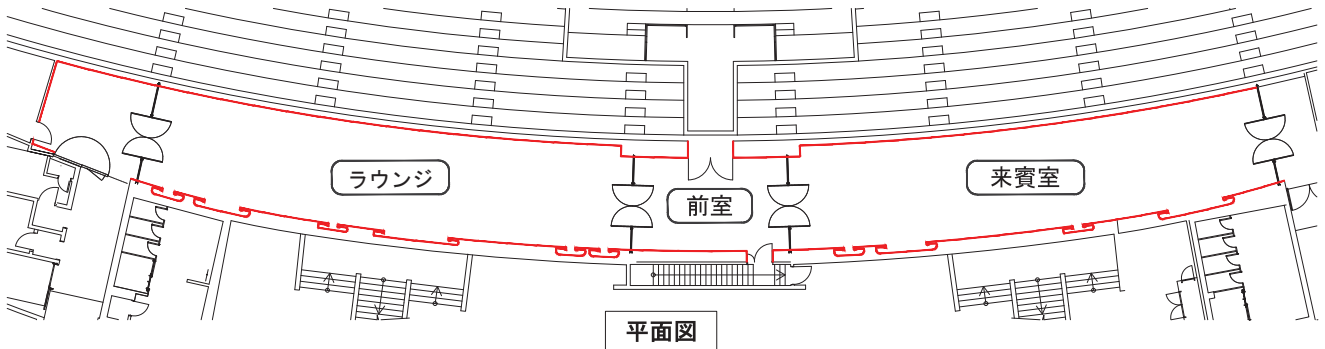
- ・床仕上げ（カーペット）は「昭和57年度代々木競技場施設改修工事（2年次）」で改修した。
- ・「平成25年度国立代々木競技場内部改修及び環境整備その他工事」においてガラス建具から木製建具へ改修した。



改修前 来賓室/ラウンジ



改修後 来賓室/ラウンジ



○意匠性の保全に関する主な改修部位



改修後の1階コンコース（車いす使用者席設置部分）

- ・ 出入口の変更により一部新設壁を設置している。



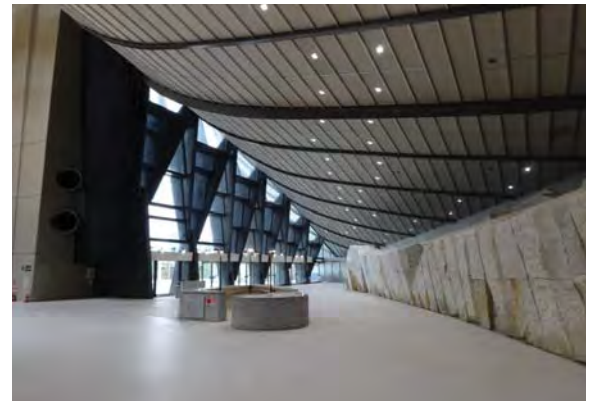
改修後の来賓席（車いす使用者席及び手すりを新設）

- ・ 既存の仕上げと同じ色彩及び材料を使用して調和を図っている。



新設の車いす使用者席

- ・ 車いす使用者席の壁面及び手すりを既存と同じ材料を使用して調和を図っている。



コンコースの床材の変更（六角タイル⇒ゴムタイル）

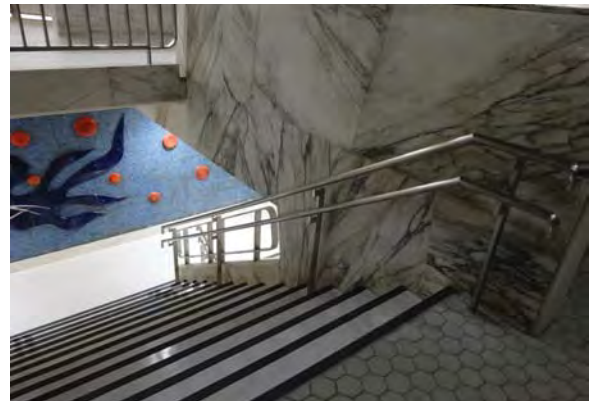
- ・ エントランス部分の六角タイルと同じ色彩及模様を合わせて調和を図っている。

○意匠性の保全に関する主な改修部位



新設の観客席階段手すり

- ・ 通路幅確保のため既存石面に設置した新設の手すり



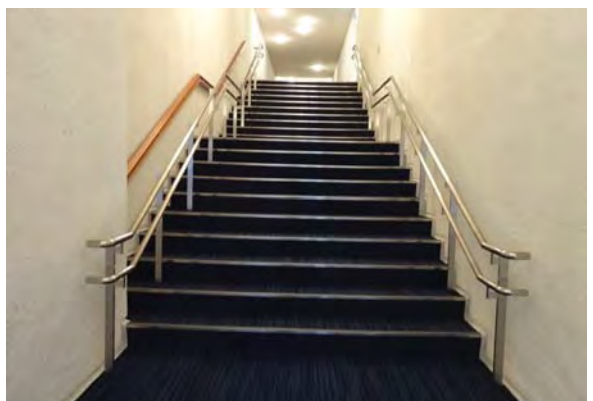
新設の南ロビー階段手すり

- ・ 既存の壁面を保全するため自立式の手すりを設置



改修後のアリーナ通路

- ・ 耐震改修を行った壁面は創建時の指定色で復旧した。



改修後の来賓通路

- ・ 意匠的な木製手すりを保全したうえでバリアフリー対応のステンレス手すりを設置した。

### 3. 耐震改修工事について

#### (1) 既存施設の耐震性

1964年に竣工した国立代々木競技場は、1981年に改正された現行の耐震基準以前に建設された建築物であることから、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に基づく耐震安全性の確認を行う必要があるため、耐震診断を実施しました。

その結果、補強を行うなど耐震改修が必要であることが明らかとなったため、耐震改修工事を実施することとしました。

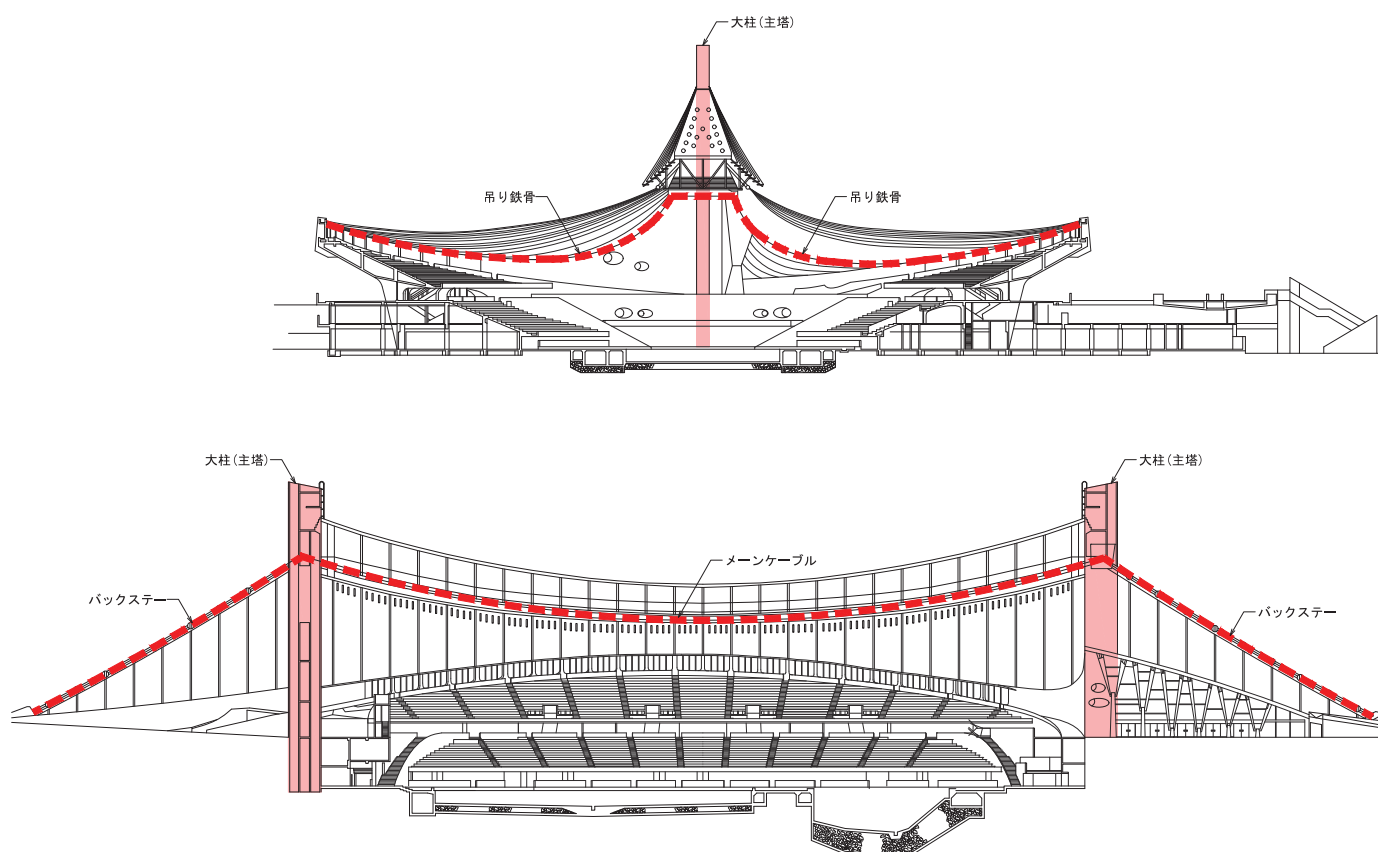
#### (2) 耐震改修工事の概要

##### ①国立代々木競技場第一体育館の構造概要

第一体育館は、鉄筋コンクリート造の下部構造と鉄骨造の屋根構造で構成されています。

下部構造は、建物の東西にRC造の主塔があり、主塔はメインケーブルを支え屋根荷重を地盤に伝えるほか、耐力壁の役割を持っています。

屋根構造は、2本のメインケーブル（外形330mm： $\phi 52\text{mm} \times 31$ 本＋ $\phi 34.5 \times 6$ 本のスパイラルロープ）からスタンド外周部との間に吊り材（I形鋼190×梁高500～1,000mm）を架ける吊り屋根構造となっており、吊り鉄骨、メインケーブル、押えケーブル及び屋根鉄板で構成されています。



## ②耐震改修の基本方針

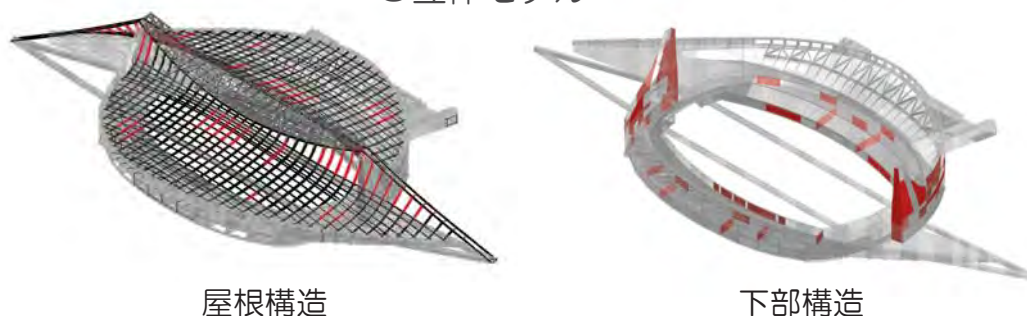
耐震性の目標は、大地震が起こった際の人命確保に加えて、構造体の大きな補修をすることなく建物を使用できることを目標としています。

また、歴史的建造物として評価の高い建築物であることを踏まえ、原設計の設計概念、意匠性に配慮することも重要な方針としています。

## ③耐震安全性の判定方法

建物の耐震安全性の確認は、完全立体モデルによる時刻歴応答解析により判定するとともに、構造耐震指標（G I s）による判定も行っています。また、耐震改修計画の内容は、一般財団法人建築保全センターの評価を受けています。

### ○立体モデル



## ④下部構造の耐震改修概要

下部構造の耐力を確保するため、主塔及び地下1・2階のアリーナ周りを中心に耐震壁の新設及び増厚補強（200mm、400mm）を行いました。

また、基礎の補強として、東西の主塔周りを中心に場所打ちコンクリート杭による補強を行いました。

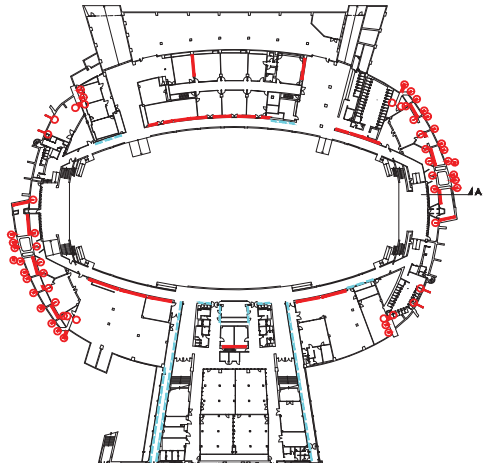
## ⑤屋根構造の耐震改修概要

屋根の吊り鉄骨（I形鋼）に補強を行う計画としています。補強内容は、下フランジの横座屈長さを短くするための補強と上下フランジの断面不足を補強するためのプレート補強を行いました。

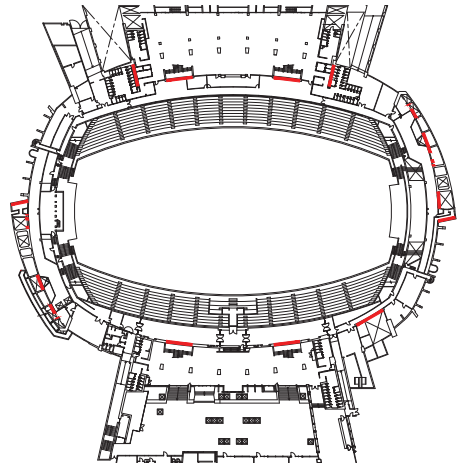
## ⑥意匠性への配慮

耐震改修において行う耐震壁の新設・増厚は、すべてアリーナに面する壁の裏側に行う計画として、アリーナ側の意匠に影響のないように配慮しています。また、主塔の補強についても、主塔の内側で増厚を行っています。

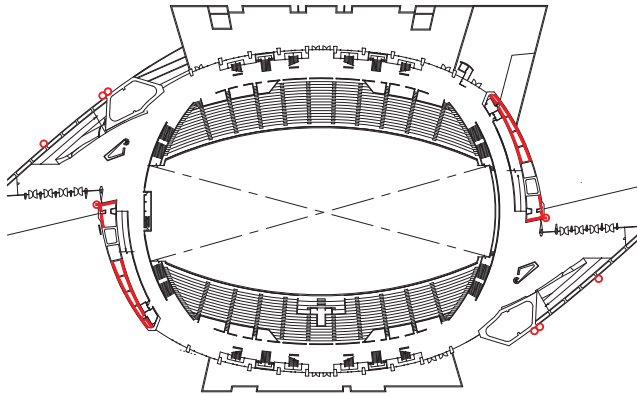




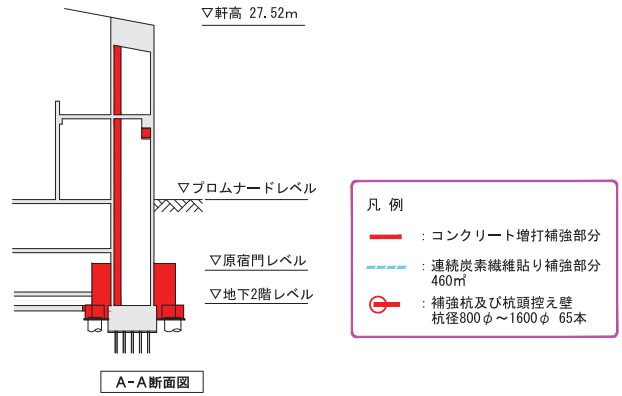
地下2階耐震補強範囲図



地下1階耐震補強範囲図



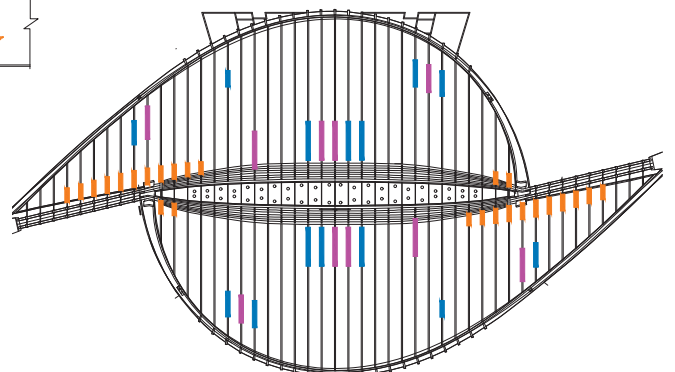
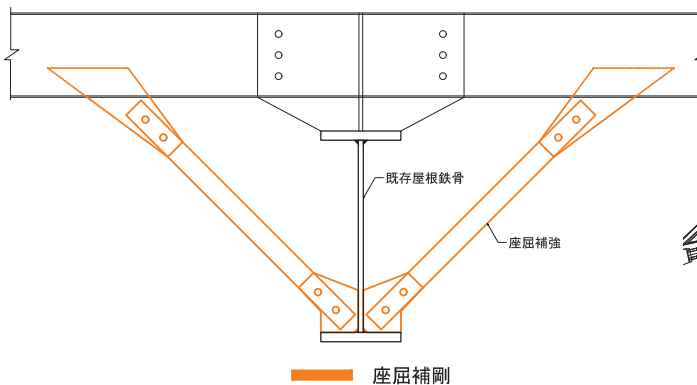
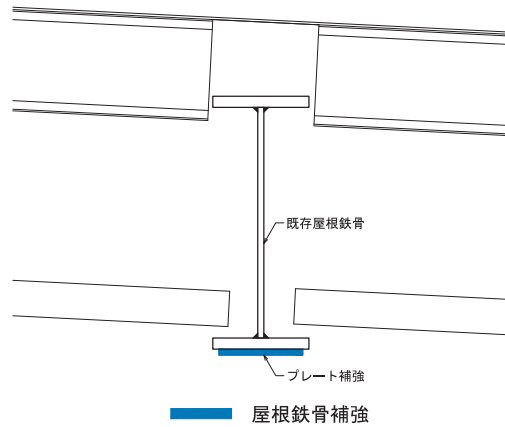
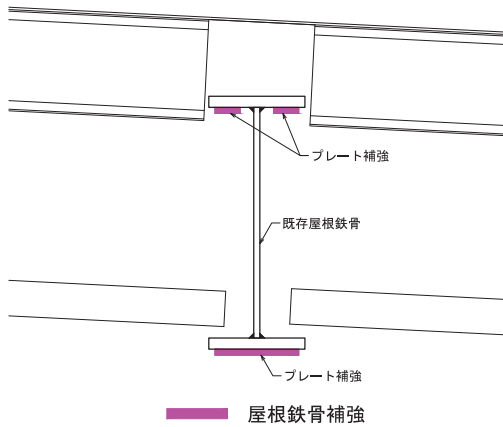
1階耐震補強範囲図



- 凡例
- : コンクリート増打補強部分
  - : 連続炭素繊維貼り補強部分 460㎡
  - : 補強杭及び杭頭控え壁 杭径800φ~1600φ 65本

国立代々木競技場 第一体育館

耐震補強範囲図



国立代々木競技場 第一体育館

屋根構造の耐震改修図

## ⑦非構造部材の耐震改修概要

本施設の耐震改修の基本方針は、「大地震後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できることを目標とする」としています。そのため、主要構造部の耐震改修に加えて、非構造部材の耐震改修も重要となります。通路等の安全を確保するため次の改修を行いました。

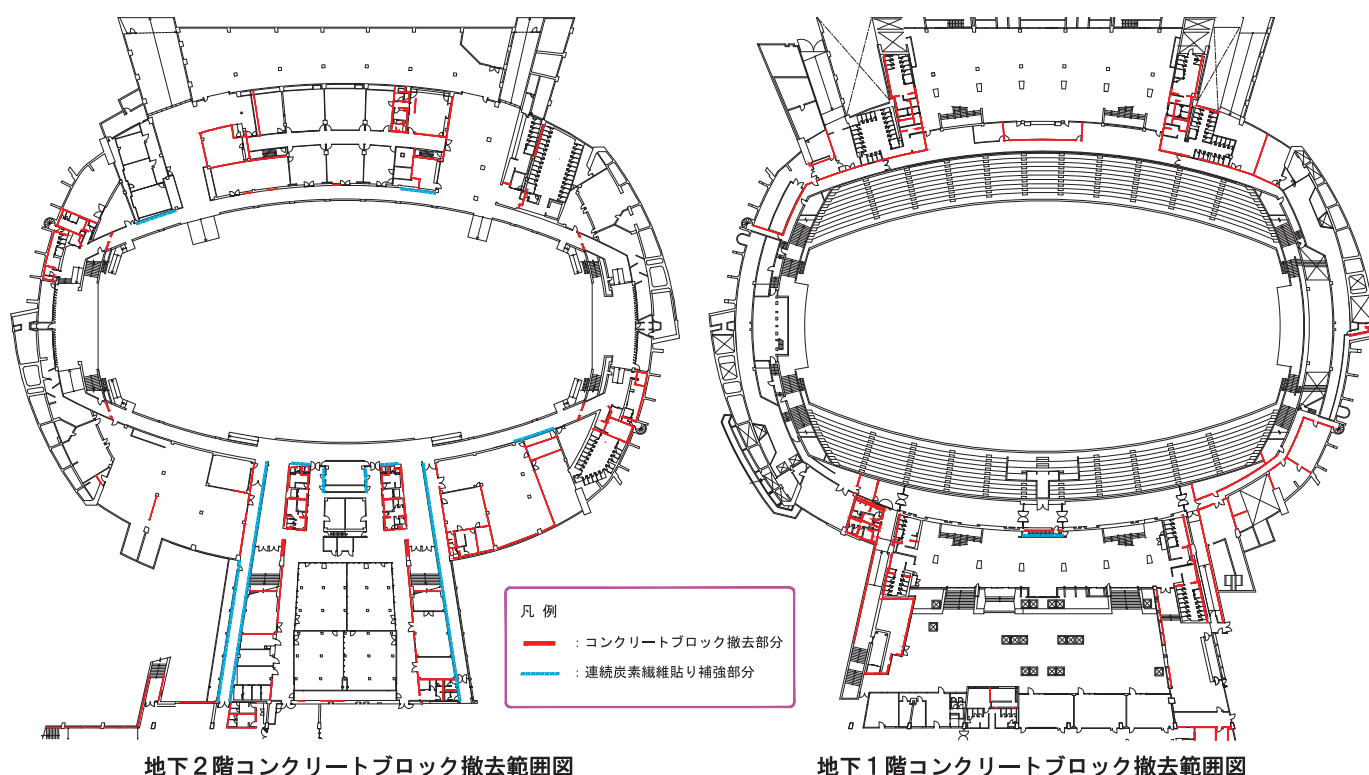
### A) コンクリートブロック造間仕切壁の改修

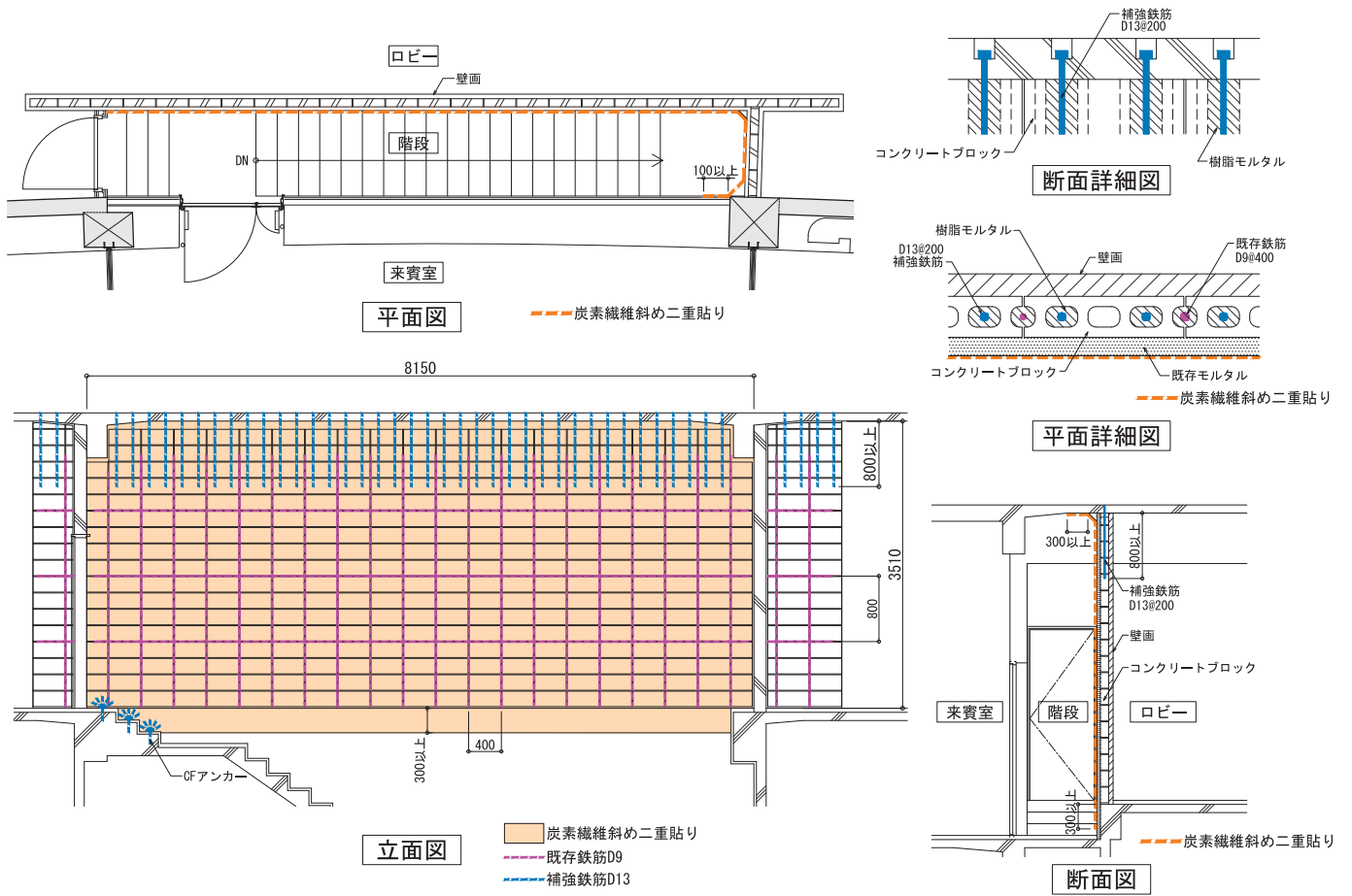
コンクリートブロック造間仕切壁については、調査の結果、梁・天井スラブ等に鉄筋が固定されておらず、倒壊の恐れがあることが判明したため、施設内のコンクリートブロック造間仕切壁は全て撤去しました。

ただし、壁画の下地となっている部分については、鉄筋の状況等を調査し、不足している鉄筋を設置するなど補強工事を行い安全性を確保しました。

### B) 鉄筋コンクリート造間仕切壁の改修

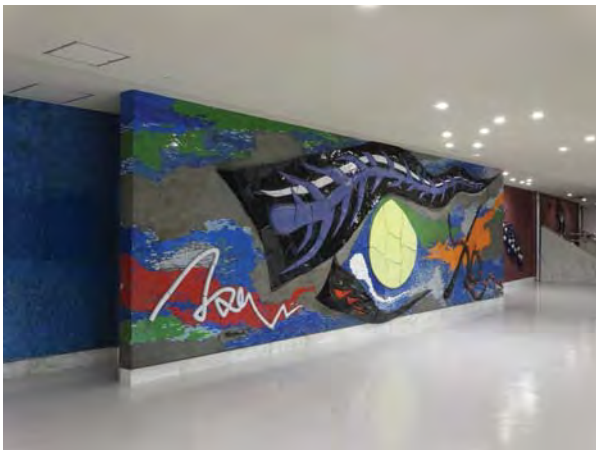
一部の鉄筋コンクリート造間仕切壁については、調査の結果、壁厚が80mmとなっており、大地震時に大きなひび割れが発生する恐れがあることが判明したため、既存仕上げモルタル等の落下対策として連続繊維補強シートによる補強を行うこととしました。



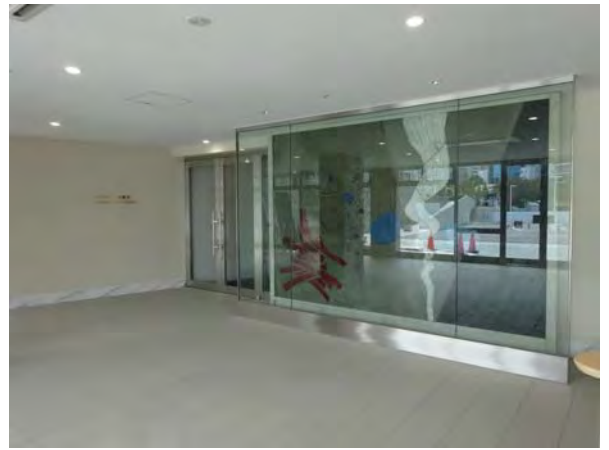


国立代代木競技場 第一体育館

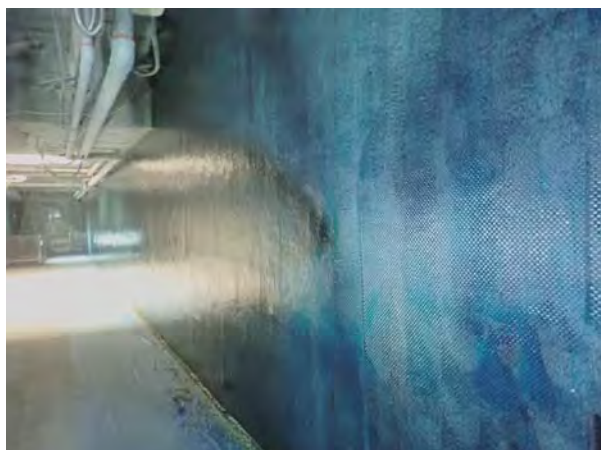
壁面部コンクリートブロック耐震補強図



改修後の南ロビー壁画



改修後の正面玄関壁画（ガラススクリーンによる保護）



連続繊維補強シートの施工



改修後のアリーナ通路壁画（連続繊維補強シート施工面）

### C) 鉄筋コンクリート造天井スラブの改修

上部スタンド部の鉄筋コンクリート造二重スラブについては、調査の結果、下部スラブ厚が80mmとなっており、大地震時にひび割れが発生する恐れがあることが判明したため、コンクリート等の落下対策として連続繊維補強シートによる補強を行いました。



作業用開口

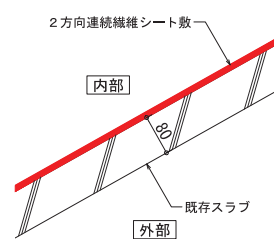
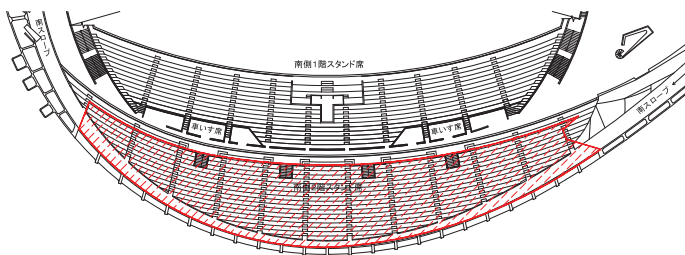
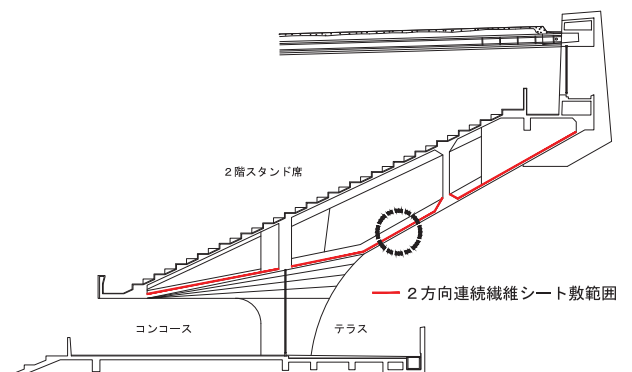
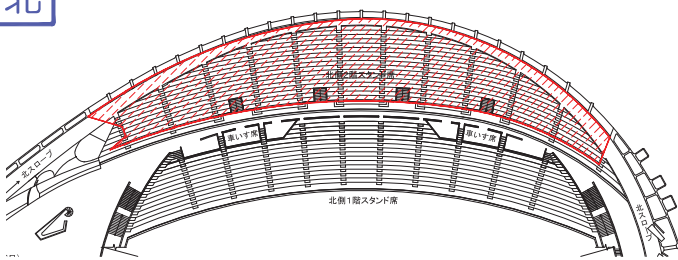
・観客席を撤去して上部スラブに作業用の開口を設ける。



補強完了

・下部スラブ上面に連続繊維補強シートによる補強を行った。

北



スラブ補強詳細図

南

 2方向連続繊維シート敷範囲

## D) アリーナ天井の改修

アリーナ天井は、吊り構造で、天井高さが6m以上、天井面積200㎡以上となっており、建築基準法により天井の脱落対策が義務付けられている特定天井に該当するため、鉄骨梁等に直接固定する方法に改修しました。

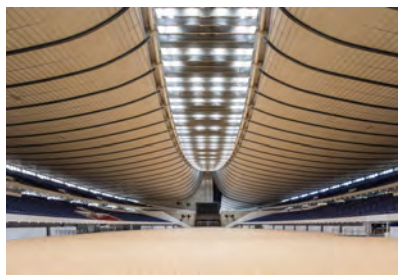
天井材は、既存の材料を再利用しており、改修前と同じ内観を維持しています。

工事の実施にあたっては、第一体育館のアリーナ天井が様々な角度で構成された3次元の曲面となっているため、水平面、緩勾配、急勾配の3種類の実物大試験体を制作し、水平加力と鉛直加力に対する力学的性状を静的加力試験により確認しました。

さらに施工者の技術提案により、静的加力試験の結果を踏まえて決定した天井耐震化仕様の試験体を制作し、大地震時の応答を想定した振動台試験を行い、改修後の安全性を検証しました。



改修前のアリーナ天井

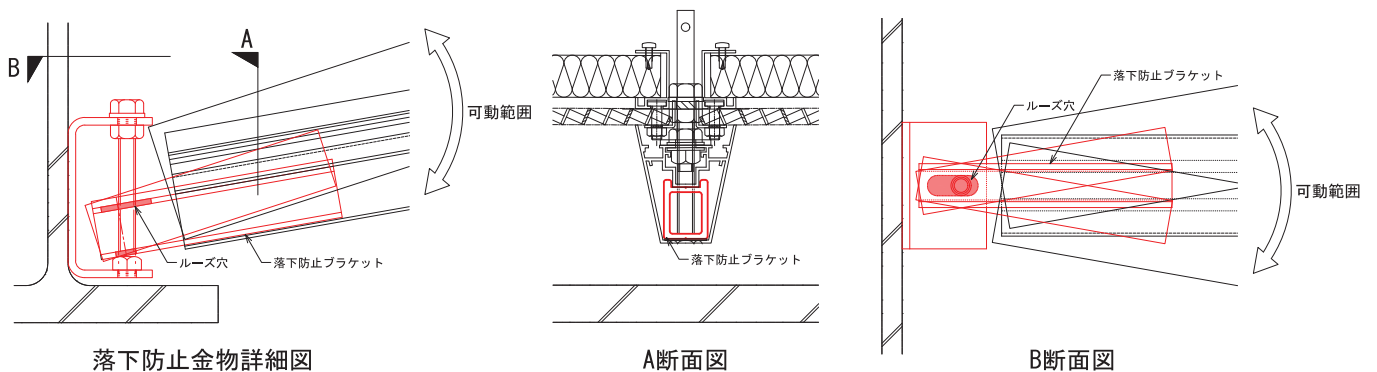
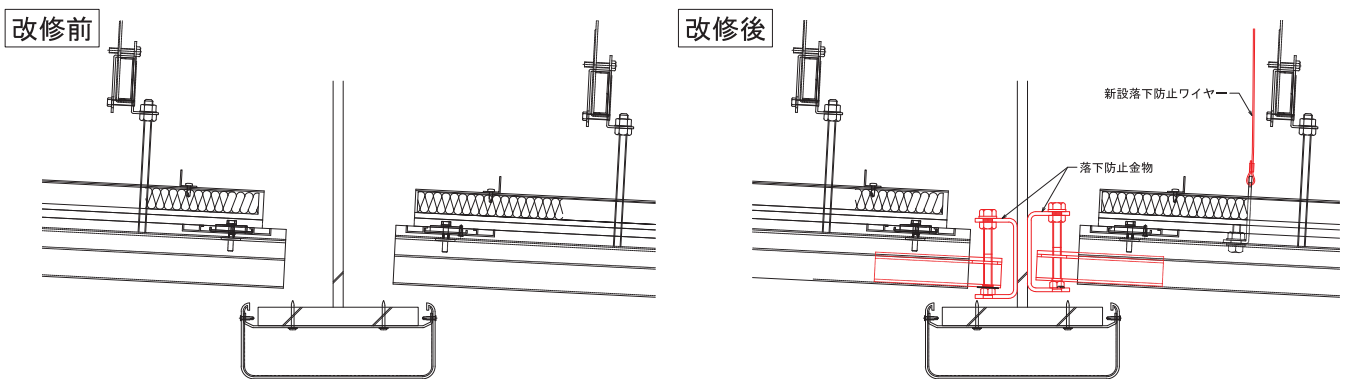


改修後のアリーナ天井



改修のために設けられた足場

・観客席部分は固定足場とし、アリーナ面は移動式の足場となっている。



## ■ 静的加力試験 (2018.2.19・26実施)

改修仕様選定のため、現況および各案の力学的性状（耐力・剛性・変位）を、静的加力試験により確認した。

各種実大モックアップ試験体（全5体）を製作し、パンタグラフジャッキにより鉛直・水平加力を実施。



無勾配天井試験体 3体

- ・現況（改修前）仕様
- ・改修設計原案仕様
- ・新規提案仕様



緩勾配天井試験体 1体

- ・新規提案仕様



急勾配天井試験体 1体

- ・新規提案仕様



鉛直加力



水平加力

### 【結果】

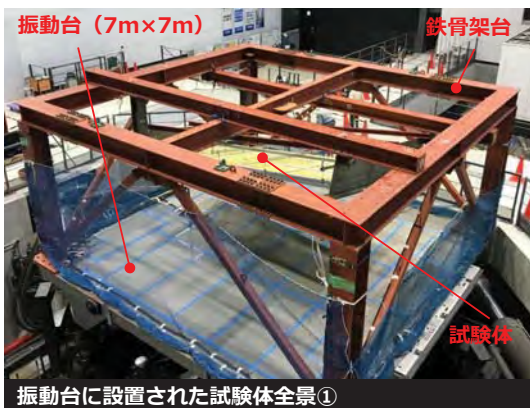
想定荷重に対し、改修設計原案仕様、新規提案仕様とも、天井落下等の損傷は生じず、所要の性能を確保されていることが確認された。

なお変位追従性、鉛直方向剛性確保の観点から、新規提案仕様を採用することとした。

## ■ 動的振動試験 (2018.3.12実施)

採用した天井耐震化仕様について、モックアップ試験体の振動台試験を行い、大地震時の応答を想定した動的入力波を作用させた際の挙動を確認した。

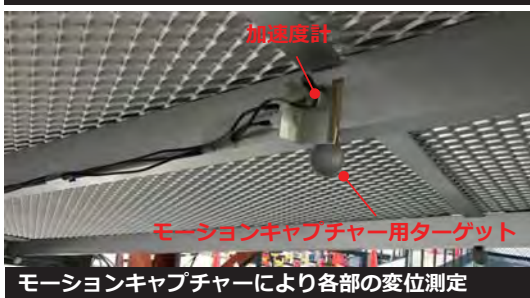
設計者が実施した各種地震波による建物の応答解析結果から得た天井当該部の応答波による加振を実施。



振動台に設置された試験体全景①



振動台に設置された試験体全景②



モーションキャプチャーにより各部の変位測定

### 【結果】

入力した各種応答波に対し、天井落下等の損傷は生じず、所要の性能を確保されていることが確認された。

## ⑧外構の安全対策

本施設の敷地は、高低差が大きく、敷地東側で最大12mとなっており、石積よう壁が設置されています。この石積よう壁の耐震性を確認したところ、地震時に転倒する恐れがあることが明らかになったことから、通路等の安全を確保するため次の改修を行いました。

工事の実施にあたっては、既存よう壁の形状を保全するため、3次元測量を行い、形状を記録したうえで、復原しています。また、石材も既存の石を再利用しています。

### A) 南東角部よう壁

高さ12mの既存よう壁の形状を維持するため、鉄筋コンクリート造の柱、梁、壁による構造体を構築しています。また、通常時の荷重及び土圧や地震時の慣性力及び土圧に抵抗するため、杭基礎を設けています。

### B) 東側二段よう壁

5mから10m程度の高低差のある敷地東側は、二段のよう壁で構成されています。地震時の安全性を確保するため、下部のよう壁をL型の鉄筋コンクリート造とし、底盤に滑り止めの突起を設けています。

