

日本青年館・日本スポーツ振興センタービル



油田 憲二
久米設計



渡瀬 利則
同



吉成 裕
同



写真1 外観*1

1 はじめに

都市部の建物は多様なニーズに応えるために、複数の用途を複合したものが多く建設されている。

近年、異種用途を高さ方向に重層させる計画が増えてきており、高層建物でもそのような傾向が強くなっている。超高層建築物においても、下層階に劇場などの大きな無柱空間を必要とする計画が複数例実現されており、難易度の高い構造計画、施工計画の必要となる場合が増えてきた。

ここでは、東京都新宿区に建設された下層階に劇場を持つ高さ約70mの超高層建物である、日本青年館・日本スポーツ振興センタービルの構造計画と施工について紹介する。(写真1、2)



写真2 劇場内観*2

copyrighted by *1：川澄・小林研二写真事務所
*2：エスエス

2 複数の主用途を積層・嵌合させた高密度な複合施設（建築計画の概要）

主 用 途：劇場、ホテル、事務所、駐車場

階 数：地上16階、地下2階、塔屋1階

最 高 高 さ：69.6m（軒高68.0m）

延 床 面 積：31,736.12m²（建築面積2,646.10m²）

構 造：鉄骨造（柱CFT）

構 造 形 式：制振ダンパー付きラーメン構造

基 礎 形 式：直接基礎（べた基礎）

制 振 装 置：座屈拘束ブレース、間柱型摩擦ダンパー

施 工 者：（株）安藤・間

本建物は、地上1～4階の中央部にスパン30.4mの無柱空間を必要とする劇場を配置し、その上に事務所、ホテルを積層した複合施設である。このように適正スパンの異なる3つの異種用途を積層していることが建築計画上の最大の特徴である。

劇場・事務所・ホテルという3つの用途が、嵌合しながらリズムカルに積層したボリューム構成とすることで、ダイナミックなシルエットを創出するとともに、それぞれのボリュームに応じた外装材の選定や開口部のプロポーショナル調整により、上昇感の感じられる外観デザインを意図している。また、劇場は床・壁・天井の全てを浮遮音構造としたBox-in-Box systemによって固体伝搬音の対策をおこなっている。

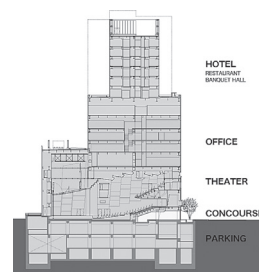


図1 積層計画のダイアグラム

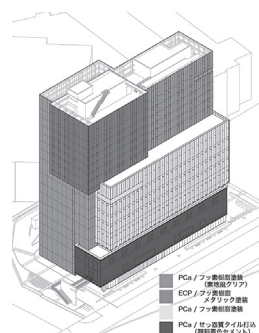


図2 外観計画

3 適正スパンの異なる用途を積層した3段切り替えの構造計画

主構造は地下部がSRC、地上部は柱にCFTを用いた鉄骨造の制振装置付きラーメン構造である。

適正スパンの異なる劇場・事務所・ホテルの3つの用途を下層から積層した計画であり、最上階からホテル→事務所→劇場と約7.5mのスパンは最終的に30.4mまで拡大する。このため、10階と5階を構造切り替え階として陸立ち柱を受けるメガ架構を構成し、3段階のスパン切り替えを実現する構造計画とした。ホテル／事務所の切り替えは10階床梁に設けた成2mのメガ梁（H形鋼の単材）で行い、事務所／劇場

の切り替えは5階の階高分の成を持つメガトラスにより低層部での大空間を実現している。

スパンを切り替える度に急増する軸力はCFT柱で受けることで合理的に支持している。

耐震要素はアンボンドブレースと摩擦ダンパー付き間柱をコア周りに集中配置し、地震時の入力エネルギーの約30%を吸収する制振構造としている。耐震構造の場合、L2地震時の層の塑性率は1.7程度と大きいことが予想されたが、制振構造とすることで1.35程度と低く抑えることができた。

設計における建物の1次固有周期は1.36s（X方向）、1.57s（Y方向）である。

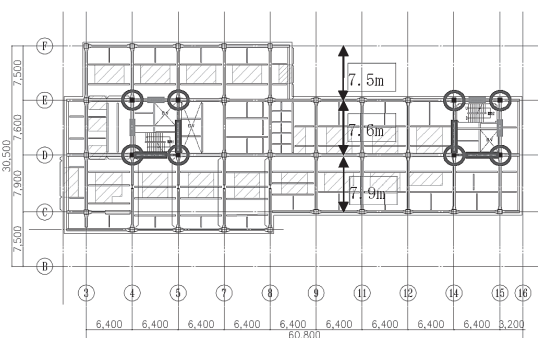


図3 11階伏図（ホテル）

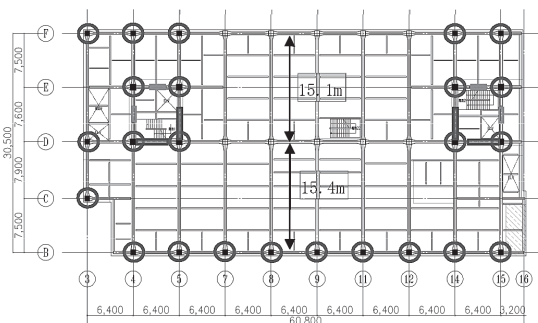


図4 7階伏図（事務所）

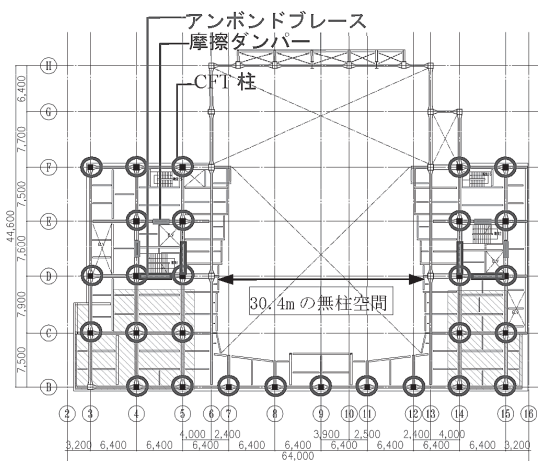


図5 4階伏図（劇場）

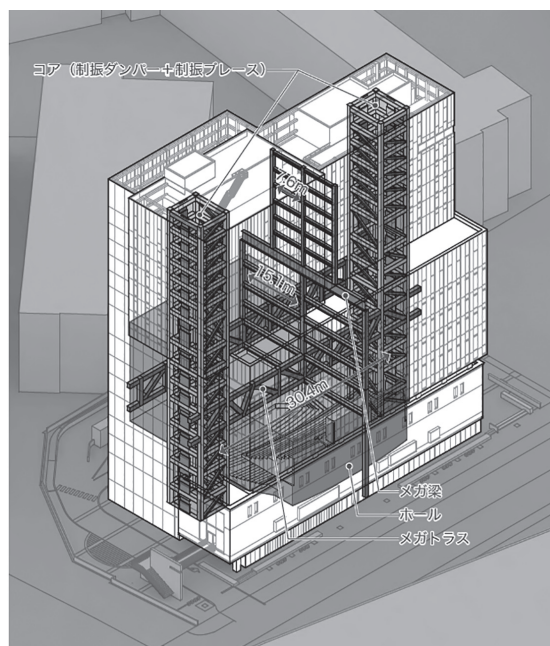


図6 建築ボリューム計画とメガ架構の関係

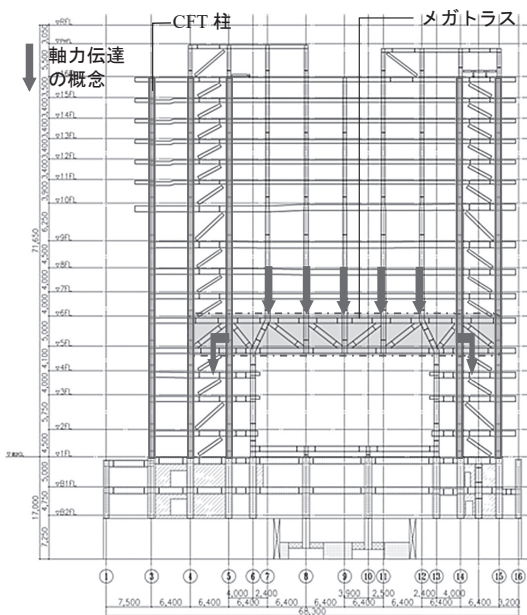


図7 メガトラス部の軸組図

4 施工性に配慮したメガトラス架構の構造計画（ジャッキアップ施工の提案）

メガトラスなどの大規模架構の場合、トラス下部を仮設架台で支持した状態のままで上部躯体の施工が全て完了してからジャッキダウンする計画が多い。

これは、設計時の応力が一斉開放応力によっていることと、設計時には施工手順の決定が難しく施工時の応力を予測し難いことによる。

この場合、躯体が完成するまで劇場部分に仮設架台が残るため、工数の多い劇場内部の施工が仮設架台を撤去するまで実施できないことが課題となる。

本計画では、メガトラスが完成してすぐに仮設架台を撤去し、劇場内部の施工が早期に開始できる工程を計画する目的で、ジャッキアップ施工を考案し、3～4か月の工期短縮を図っている。

ジャッキアップ施工の方法は、仮設架台を撤去し

た後にメガトラス直上の柱中央を油圧ジャッキで支持して施工を継続し、上階が施工されるたびにトラスの変形による梁の下がりやをジャッキアップすることによって水平レベルに保ち、設計の応力状態を再現するという計画である。なお、設計時は柱の自己ひずみ応力によりジャッキアップを模擬した応力解析を行っている。

ジャッキアップの採用は、各階の梁に生じる付加応力を解消することで、経済的な部材設計にも寄与している。軸力最大となるトラスの斜材には、軸力変動を確認する目的で歪ゲージによる計測を行い、予測される軸力との良い対応を確認している。

メガトラスは上下弦材、斜材ともに板厚 $t=50\sim 90\text{mm}$ の4面BOX（TMCP440C、高HAZ材）を用いたBOXトラスとし、製作に先立ち溶接施工試験と各種機械試験を行い性能を確認している。

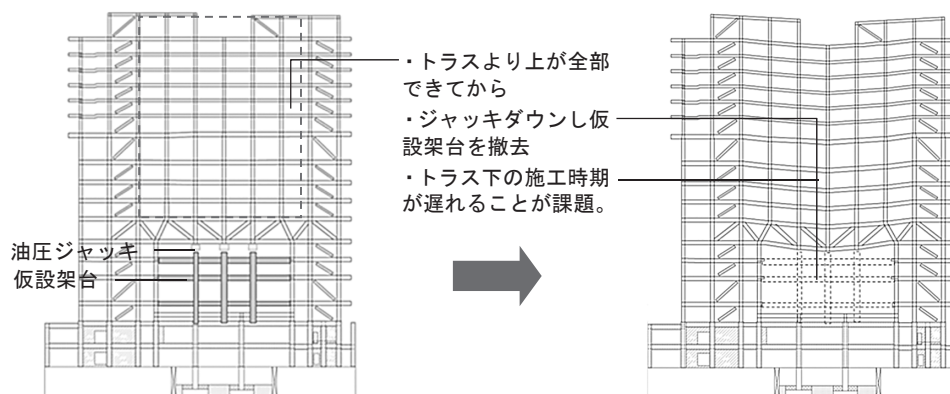


図8 一般的なメガトラス架構施工手順のイメージ

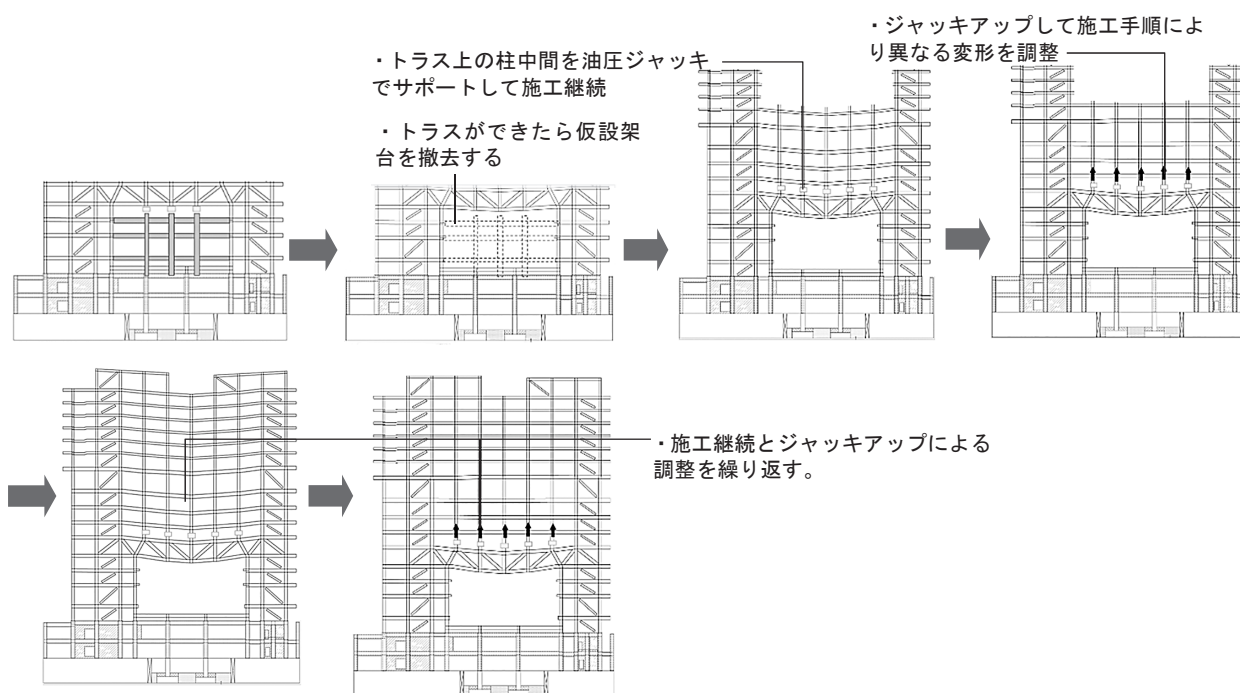


図9 ジャッキアップ施工の提案

5 リフトアップ工法によるメガトラス架構の施工

現場溶接のボリュームが極めて大きいメガトラス（極厚のBOXトラス）の工程管理は全体の工事工程への影響が大きく重要であった。

設計におけるメガトラスの施工要領はトラスを仮設架台で受け設置階（5、6階）で溶接施工を行うものである。（図10）

施工者からはさらなる施工性改善および0.5カ月の工期短縮案としてリフトアップ工法によるメガトラスの施工提案がなされた。

この工法は、2構面のメガトラスを含む5階と6階の床架構を1階のスラブ上で施工（地組み）し、約500tの架構を一気に所定の階まで吊り上げて設置する工法である。また、設計で計画した仮設架台の早期撤去と親和性が高く、設計変更を行うことなくそのまま受け入れが可能であった。

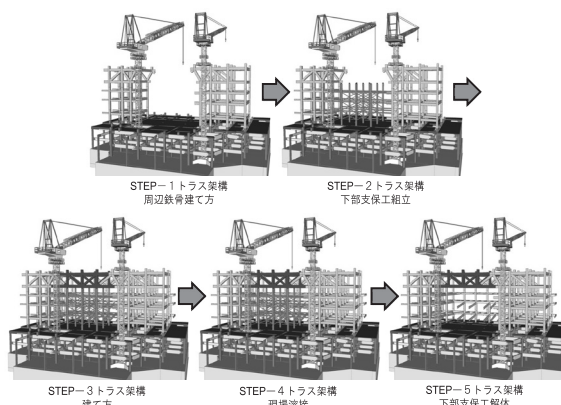


図10 原設計におけるメガトラスの施工要領

この工法採用により、トラス架構両サイドの1～3節の本体鉄骨建て方と同時に1階スラブ上でトラス架構の組立て・現場溶接作業を行うことが可能となった。また、1階で地組みを行うことで、高所作業の軽減・安全性の向上など労務上の改善点も多く優れた施工提案であった。

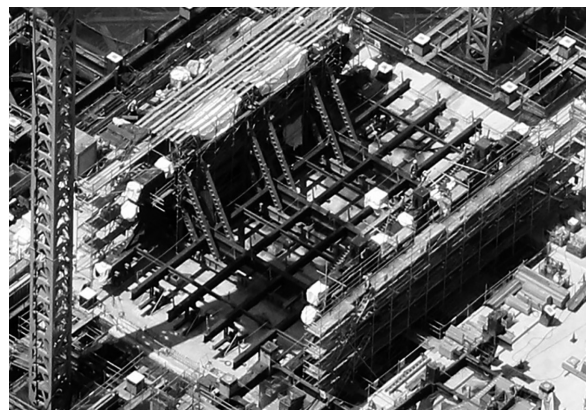


写真3 地組状況



写真4 リフトアップ状況

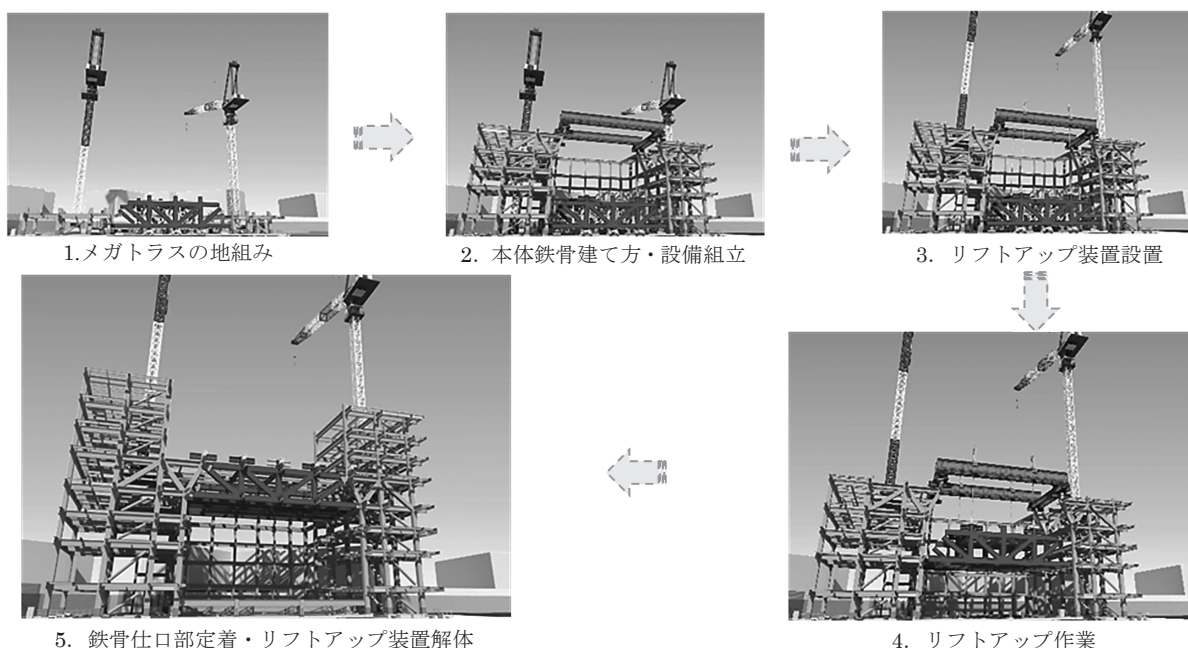


図11 リフトアップ工法の施工ステップ

6 ジャッキアップ計画

ジャッキアップは、メガトラス下部の仮設架台を早期に撤去することを目的に計画されたものである。

劇場の客席上部（2構面）に計画されたメガトラスを反力として、6階に設置した油圧ジャッキを用いて10本の柱を持ち上げ、上部架構の施工の進捗により生じた鉛直変位をキャンセルする計画である。

ジャッキは、6階の中央で切断された柱に仮設ブラケットを介して設置する計画とした。ジャッキの容量は、柱の支持荷重をもとに500t/箇所または300t/箇所とし、柱1本につき4基設置している。（図12、写真5）

ジャッキアップは2回に分けて実施し、管理値は、7階の梁レベルを水平に保つこととして計画した。

ジャッキアップを行うにあたり軸力が最大となるトラス斜材にひずみゲージを取り付けて軸力の計測を行うこととした。

施工の結果、最終的な梁の下がり量は最大で4mmであった。解析から予想される許容のたわみは8mm程度であり、十分な精度でジャッキアップを行うことができた。また、斜材の軸力は予測値19000kNに対し実測値で21000kNであり、よい対応を確認した。（図13）

なお、前述のリフトアップ工法の採用により本施

工では、仮設架台の設置は省略されている。

ジャッキの取り付けのために切断された6階の柱は現場実測により製作したコマ材を柱中央部に溶接接合してつなげた。

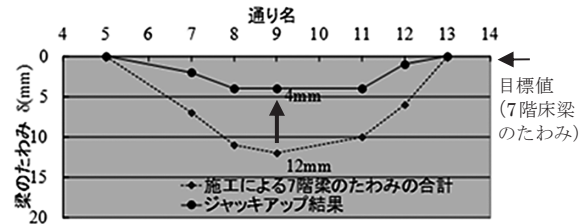


図13 ジャッキアップ結果
（図のたわみは鉄骨の建方精度を除外している）



写真5 ジャッキ配置状況

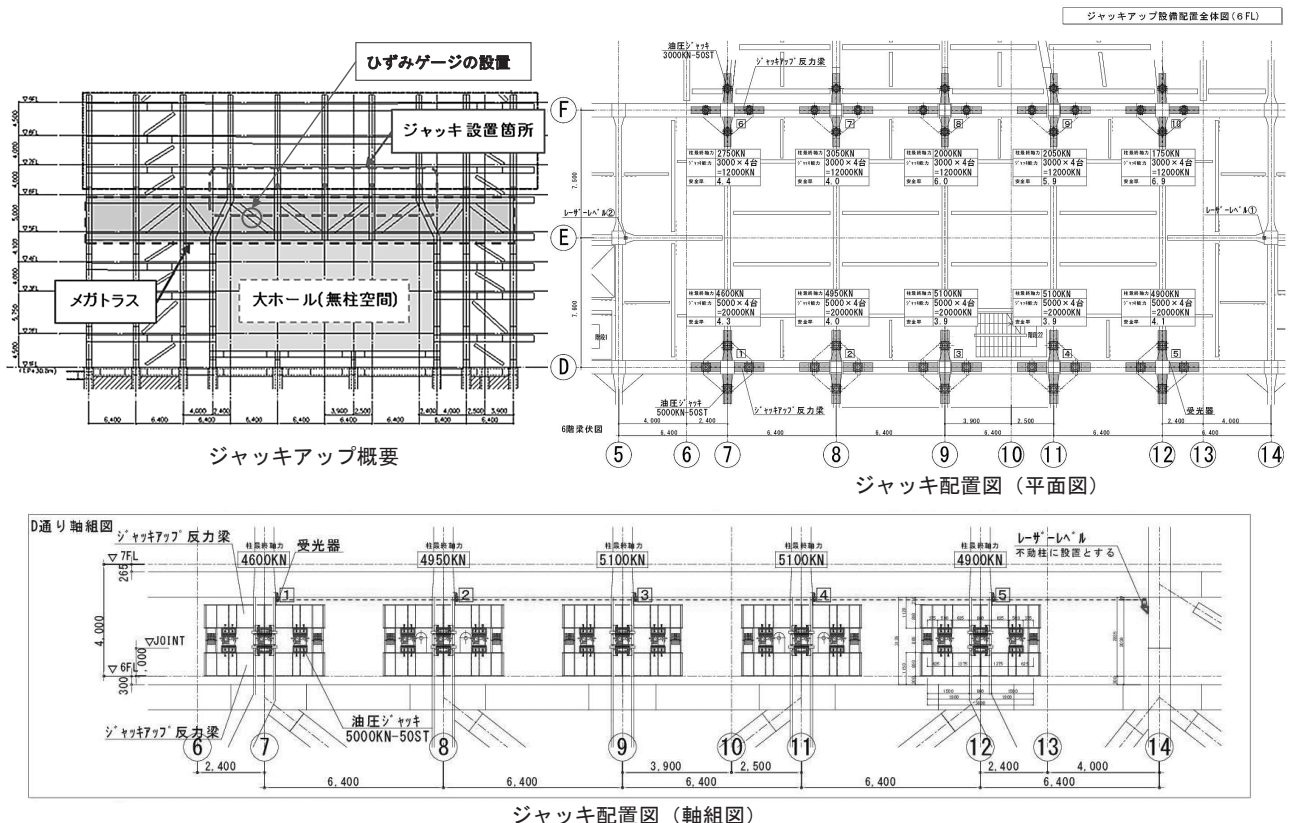


図12 ジャッキアップ計画図

7 メガトラスの品質確保

BOXトラスは全ての部材が閉鎖断面で構成されるため板組の手順や溶接施工性に多くの検討を要するほか、最大板厚90mm（内ダイアフラムは75mm）となる部材の溶接部の品質確保の計画も重要である。

以下のような検討や試験等を実施して品質を確保することとした。

- ・大入熱に対応した高HAZ靱性仕様の鋼材の適用
- ・モックアップによるディテールの検証
- ・溶接施工試験や各種機械試験の実施
- ・現場溶接技能者を選定する技量試験の実施
- ・メガトラスの仮組検査の実施

(1) モックアップによる検証

ポリスチレンフォームによる実物大のモックアップを作成してディテールの確認を行った。

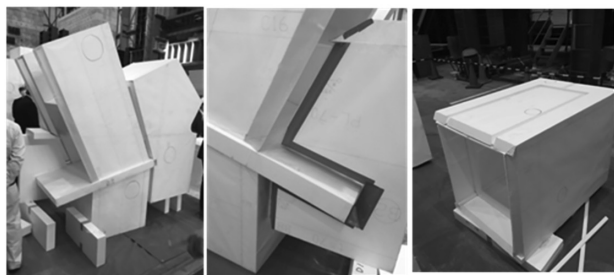


写真6 モックアップによる検証

(2) 溶接施工試験および機械試験の実施

四面BOXおよび取合う梁フランジの溶接施工試験や各種機械試験を実施し施工性や計画の妥当性の確認を行った。



写真7 溶接施工試験および機械試験

(3) 技量試験の実施

トラス斜材に必要となる、斜め上向きや斜め横向きの溶接に対して、技量試験により従事する現場溶接技能者を選定した。

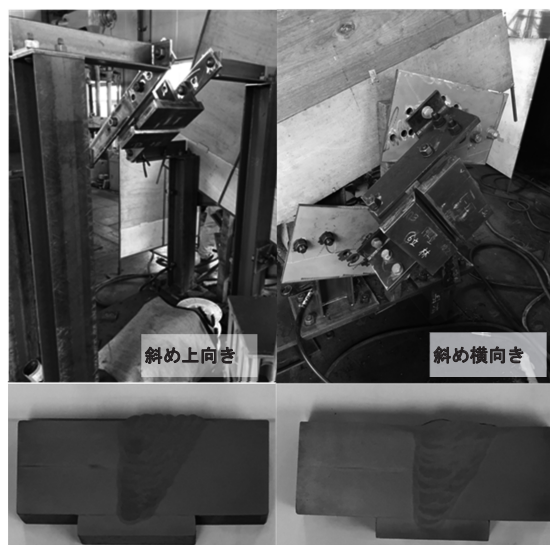


写真8 技量試験の実施

(4) メガトラスの仮組検査の実施

メガトラスの仮組検査を実施し、接合部の精度確認や、建て方時の注意点などの抽出をおこなった。

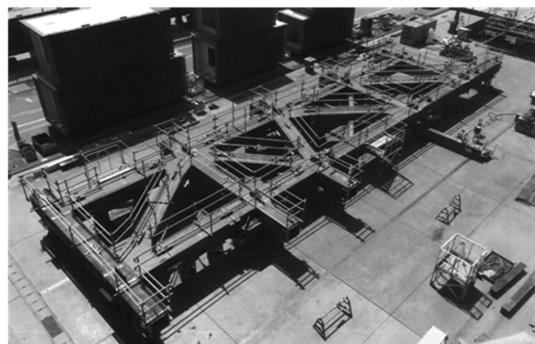


写真9 仮組検査全景

8 まとめ

建築計画の多様化・高度化に伴い、難しい構造計画の建物が多くなってきた。構造設計者の役割は施工計画や部材の溶接品質への配慮など、机上の計画だけに留まらないより広範な配慮を必要とすることを感じる。本建物は設計ののち監理者として現場に常駐する機会が得られ、多くの方々の協力のもと2017年に竣工オープンすることができた。この場を借りて、施主である日本青年館様および日本スポーツ振興センター様、施工者である（株）安藤・間の皆様、そして鉄骨製作工場をはじめ現場施工に携わった多くの方々に謝意を表する。