

Structure Kansai No. 47 '95.11

最近の構造物紹介－なみはや国体に向けての大空間プロジェクト－



八幡屋プール新築工事

東畠建築事務所
近藤一雄

しとしとと雨の降る日のパンテオンに入ったことがありますか？あの素晴らしいドームもやはり、雨が屋内に入ってきたら台無しです。重層架構、長円、楕円のプラン等設計条件のめまぐるしい変化の末、限られた面積の中で、水泳競技を良い条件の下で見渡せる観客席を多く確保するため、真円形の平面と決まった時、真っ先に思い浮かんだのが、あのパンテオンの天窓にそっと、軽快な屋根を架け置くイメージでした。このイメージに、スポーツ施設としての躍動感、リズム感を表現出来ないかと、若いデザイナーと一緒にになって粘土をこね回し、スタイルを切り刻みました。

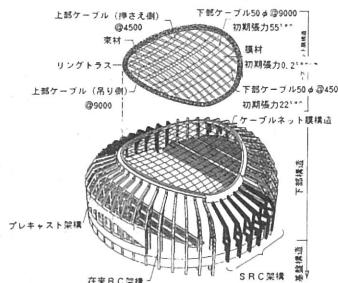


図1 構造概要

本建物は、スパン100mの真円平面内に10コース50mプール、飛び込みプール、3500人収容の観客席を有する建物で、天窓を形成する本体架構、天窓を覆う屋根により構成される。

□ 本体架構

本体架構は、躍動感、リズム感を表現するため、天窓開口部縁を大きく波打たせたデザインとした。外周部架構はRC造とし、放射方向フレームを48等分@7.5°で円環状に配置した。観客席を直線に配置することにより形成される、外壁と観客席最後部との交線のカーブと、開口部縁のカーブとを会わせる事により、放射方向のこの間の形状は同一となる。この部分の架構はスパン17mの



写真1 外観パース

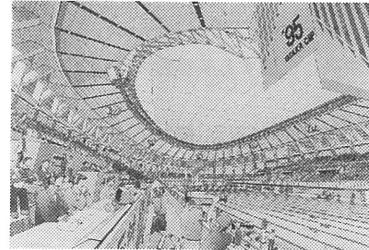


写真2 内観パース

方柱付片持梁形式であり、同一形状の利点を生かしたプレキャストプレストレスコンクリート部材とした。7分割された部材をPC鋼棒、PC鋼線による圧着工法にてジョイントした。

□ 二重ケーブルネット膜屋根

天窓をふわっと布で覆ったイメージの屋根を表現するために、優美で合理的な形状を満たす二重ケーブルネット膜構造を開発し、外周にシステムトラスで構成されたコンプレッションリングを配した自己完結形の屋根として計画した。

二重ケーブルネット膜構造は、図-2に示すように膜材及び上部ケーブルにより構成される膜部分と、主体構造となる下部ケーブルネット部分の2層構造となっており、その間に軸力のみを伝達するポストで連結したものである。初期張力状態において、各層は独立した構造体として機能するが、風荷重や雪荷重などの外力を受けた場合には、ポストを介して一体として抵抗する。このため力が分散され、軽快な架構を形成できる。膜部分及び下部ケーブルネット部分は、鞍型曲面等の複曲率の曲面であれば形成可能であり、初期張力を導入することにより形態が安定する。二重ケーブルネット膜構造の特徴を以下に述べる。

- 1) 一般に膜構造物においては、膜材の経年劣化による張力弛緩に対した、再緊張可能な構造としなければならない。本システムにおいては、膜面と下部ケーブルネットが密着しておらず、各層ごとに再緊張が容易である。
- 2) 初期張力状態において、膜部分及び下部ケーブルネットを独立して形成出来るので、膜面設計上の自由度が高く、サスペンション膜本来の特徴を生かす

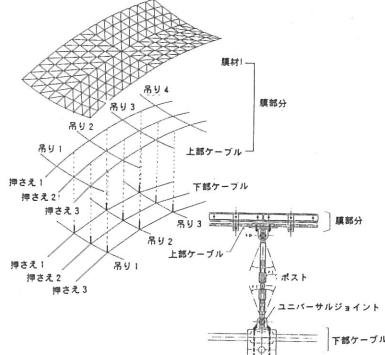


図2 二重ケーブルネット膜構造の概要

ことができる。従って、例えば雨水処理等のために、ポストの長さを調整することで、膜部分の曲率を下部ケーブルネットと変えることも可能である。

3) 膜部分と下部ケーブルネット部分の振動性状が異なるので、共振現象が起きにくい。また、相互に減衰機構として働くので、全体として減衰性能の向上が期待出来る。

□ リフトアップ

屋根の架設に際しては、天窓に屋根を置くデザインコンセプトを生かすようリフトアップ工法で計画した。過日、12台のワイヤクランプジャッキを使用した12点吊りリフトアップも無事終了し、仕上げ工事が急ピッチで進んでいます。

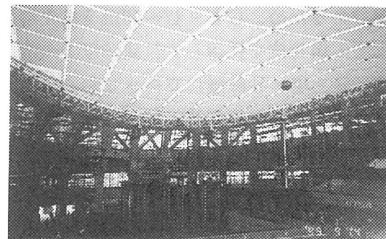


写真3 リフトアップ

参考文献：近藤一雄、八幡屋公園プール、ビルディングレター、'94.12, PP21/30



舞洲アリーナ

(株)安井建築設計事務所
山浦 晋弘

舞洲アリーナは大阪北港北地区のスポーツアイランド「舞洲(まいしま)」のほぼ中央に位置する多目的体育館である。

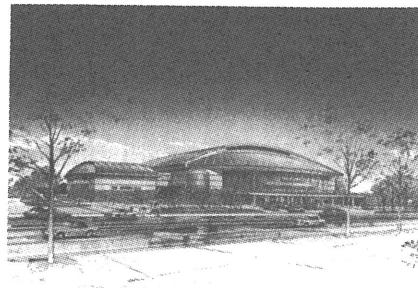


図1 外観パース

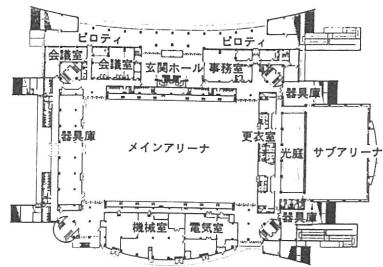


図2 1階平面図

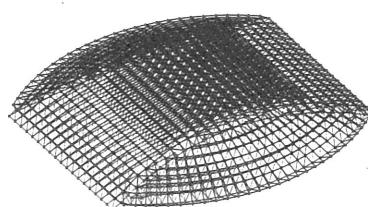


図3 屋根トラス

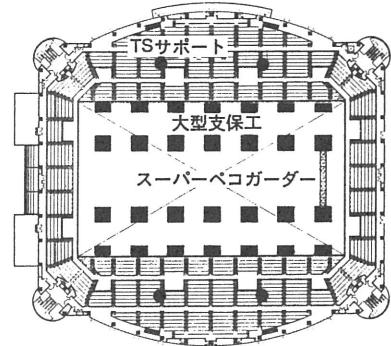


図4 仮サポート

本建物の設計条件に関する特色のひとつとして、屋根荷重の大きさが挙げられる。各種設備、諸室、仕上材等が約1,405t、トラス自重485tで、計1,890tの屋根荷重になっている。そのため、ジャッキダウンのタイミングが設計のポイントとなり、柱のスラスト、ひび割れモーメント、トラス応力などを比較して、ジャッキダウンまでに載せる荷重を1,150tとし、ジャッキダウン後、残りの740tを載荷することにした。

仮サポートは、これら屋根荷重と仮設荷重を合わせ約3,800tの荷重を支えるため、アリーナ床に大型支工（長期荷重240t）「ビッグベン」を28基、客席部にTSサポートを4基設置し、これらにスーパーべコガーダーを架け渡してFL+17m位置に作業ステージを設けていた。

施工上のポイントは、ジャッキダウン時の上載荷重（設計値）の管理をいかに精度よく行うか、また約17,000ピースにものぼる屋根の二次部材鉄骨を工期と設計条件の制約の中で、いかに効率よくトラスの建方時にセットするかであった。

荷重は設計時の仮定に合わせるために、ジャッキダウン時には均等に荷重が分布しているよう建方を調整・工夫し、かつ仕上げ材等の上載荷重を毎月1回、施工図レベルで追跡・確認した。

ジャッキダウンには50t油圧ジャッキを32台用いた。油圧ジャッキに圧力計をセットして反力を測定したほか、トラスの鉛直変位も計測している。

ジャッキダウンに先立ってジャッキアップを行い、ジャッキにセットした圧力計の反力値から上載荷重を確認した。このときの計測値の合計は計算値709tに対して703tであった。

また、ジャッキダウン直後に実施した各点の鉛直方向変位量の測定結果では、各測定点の変位量は設計値の73~92%にとどまっている。柱の水平変位の計測もジャッキアップ時を原点に4ヶ所について継続して行っているが、平成7年2月の定期測定では上載荷重1,658t（全荷重の約88%）に対し、各方向とも5mm程度のスラスト量が報告されている。目視による外観検査ではこれら柱にひび割れが生じていない。

今年1月の阪神大震災では、幸いにも軸体・仕上げとともに全く無被害であり、10月13日に無事開館式典を迎えることができた。

アリーナは各種室内スポーツ競技の国際試合に対応できる大きさである。また、日常利用としてバスケットボール（最大4面）、バレーボール（最大6面）、硬式テニス（最大4面）、バドミントン（16面）のほかにハンドボール、体操、ボクシング（各1面）等の競技が可能である。

平面的にはメインアリーナとサブアリーナの2棟から構成されており、これらは2階以上でエキスパンションジョイントを設けている。メインアリーナを覆う大屋根は短辺83.5m×長辺86.8mのスパンである。

架構形式は6.2mの均等スパンを基本グリッドとした。両方向とも耐震壁付ラーメン構造としている。また、メインアリーナの大屋根を支持する主体架構は鉄骨鉄筋コンクリート造とし、その周辺架構およびサブアリーナ棟は鉄筋コンクリート造で計画した。

基礎形式については、計画地が埋立地盤であるため、GL-47~48mを杭先端とする鋼管杭を採用し、N値50以上の洪積砂質土層・砂礫層に支持させた。杭工法はオーガー併用打撃工法とした。また、ネガティブフリクション対策として中杭（14m+13m）にスリッププレイヤーを塗布したほか、杭頭部の防食対策としてタールエポキシ樹脂塗装を施している。

屋根トラスは複層の立体システムトラスで、屋根の中央部分は上弦・中弦・下弦の3層で構成した。



長居陸上競技場

(株)昭和設計
因 秀幸

大際国際女子マラソンの会場として、永年親しまれてきた長居陸上競技場が新しく生まれ変わる。昭和39年に建設された23,000人収容の旧競技場を建替え、平成9年開催の「なみはや国体」の主競技場として、収容人員50,000人規模にて長居公園内に現在建設中である。また、日本が立候補している2002年ワールドカップの会場の一つにもなる予定である。

この競技場の特徴は、メイン、バックの両スタンド観客席部分にそれぞれ大屋根を架けていることである。屋根面積はメインスタンド、バックスタンド合わせて約19,000m²で、観客席の約3分の2を覆っている。屋根の仕上げは、周辺部がアルミパネル、中央部は透光性の良い膜材となっている。骨組は、立体トラス及び先端部の逆三角形状のキールトラスよりなり、この逆三角形部分の空間を利用して、フィールド部分のナイター照明設備を設置している。スタンド内部はメインスタンド、バックスタンド共に柱のない大空間となっている。

□建物概要

建物名称	大阪市立長居陸上競技場
建築場所	大阪市東住吉区長居公園内
主要用途	スポーツ施設
延床面積	52,300m ²
階 数	地上 5 階
最高高さ	G L +44.5m
構造種別	R C, S, S R C 造
工事期間	1992年10月～1996年5月

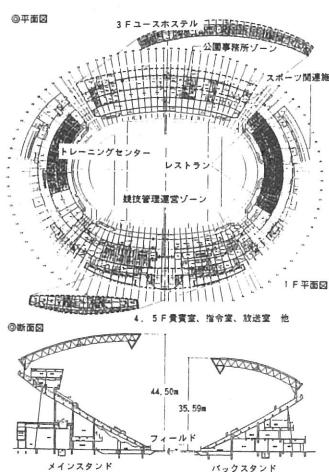


図1 平面図および断面図



写真1 全体模型

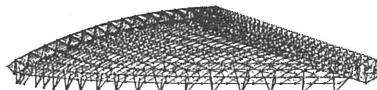


図2 立体トラス

□屋根構造

設計に際し、風の影響が大きく、風荷重の算定は、模型による風洞実験を実施し、これによる事とした。

構造形式は、膜構造部分に4角錐を基本ユニットとするダブルレイヤーの立体トラスを配置し、フィールド側先端部に巾6.0、高さ5.0mの逆三角形の鋼管トラスより成るキール梁を要する鉄骨造骨組膜構造とした。グリッドの寸法は、中央部で3.0m×3.0m、デプス2.5mである。支持方法は、立体トラス外周部の柱脚36ヶ所及びキール梁両端2ヶ所を全てピン支持とした。

膜体は、屋根面の役割を果し、テフロン膜（ガラス繊維織物に四フッ化エチレンコ樹脂をコーティング、膜厚0.8mm）を使用する。この膜体は、形態保持のために、初期にプレストレスが導入される。膜体の平面分割は、中央部で巾6.0m、長さ約42mとなっており、定着部は周辺部及び巾の中間部にとった。定着部には、膜支持母屋材を配置し、膜体応力が立体トラスにスムースに流れる様に配慮した。すなわち、膜体の平面分割が、立体トラスの平面上に乗るように形状を決定した。ちなみに、吹上げによる最大膜面変位は中央部で約23cmとなる。

断面の大部分は、風荷重により決定され、その最大径は、立体トラスの弦材でφ190.7mm、斜材でφ139.8mm、支柱でφ216.3mmとなった。又、キール梁の弦材は、外径をφ355.6mmに統一し、その最大板厚は38mmとなった。

□屋根施工

大屋根の施工方法としては、高所（最高45m）での作業をできるだけ低減するために、立体トラス、キール梁共に、地上で鉄骨を大スパン、大ブロックに組立て、大型の800tクローラークレーンにて搭載する事とした。その際、外装のアルミパネル、防鳥網、キャットウォーク、ナイター照明器具、音響スピーカー等の仕上材もできる限り地上で取付けて揚重した。最大重量は、キール梁で約130t（長さ42m）、立体トラスで60t（約500m²）となった。

仮設工事としては、各鉄骨の接合部でスタンド上に仮設のRC柱を設置し、その上にペント構台を建てて、各ブロック荷重を受ける事とした。膜工事を除く工程が完了後、ペント構台の荷重を解放し各柱脚に荷重を移すために、油圧ジャッキを使って鉄骨を下げるジャッキダウン作業を行った。立体トラス及びキール梁の端部は、負担する荷重とダウン予測量が小さいために、個別にジャッキ操作を行い、先行させてダウンさせた。残るキール梁中央4ヶ所について、油圧ジャッキを運動させて、2日間に渡りジャッキダウンを行い、無事完了する事ができた。

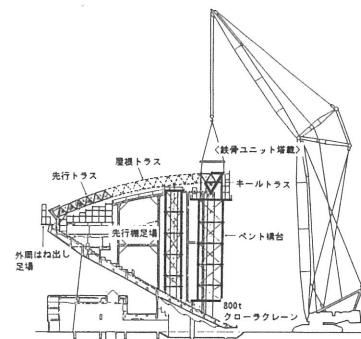


図3 屋根工事



大阪府立門真スポーツ
センター（仮称）
(株)昭和設計
田中 三郎

「なみはやドーム」という愛称が付けられたこの建物は、平成9年に開催予定の国体夏期大会のメイン会場として利用するため現在建設中である。

当施設は、夏はプール、冬はアイスアリーナ、春・秋は多彩なイベントの開催や屋内スポーツが可能な床に転用できるようなシステムを採用している。このシステムは、耐荷重700kg/m²の床を水圧シリンダーで可動させるもので、プール使用時には水深調整を行い、アリーナとして使用する場合は、付属の補助支柱により可動床をプールサイドレベルで固定することができる。

この欲張りな床を持つメインアリーナは、最大径が長辺方向約130m、短辺方向約110m、ライズ約28mの5°傾斜した卵形のドームで覆われている。

□建物概要

建物名称	大阪府立門真スポーツセンター（仮称）
建設地	門真市大字三ツ島308-1外
延床面積	37,661m ²
階 数	地下1階、地上3階
建物高さ	42.65m
構造種別	R C, S, S R C 造
工事期間	1993年10月～1996年3月

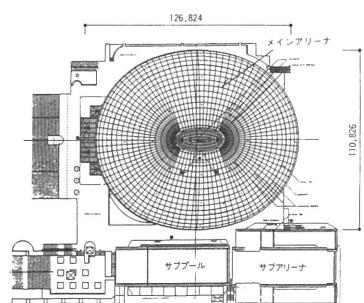


図1 平面図

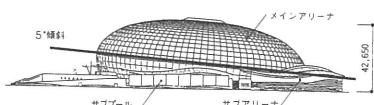


図2 立面図

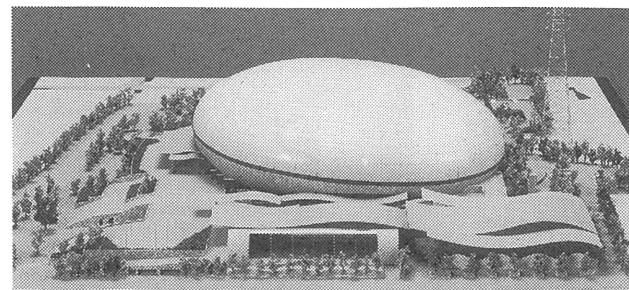


写真1 建物全景（模型）

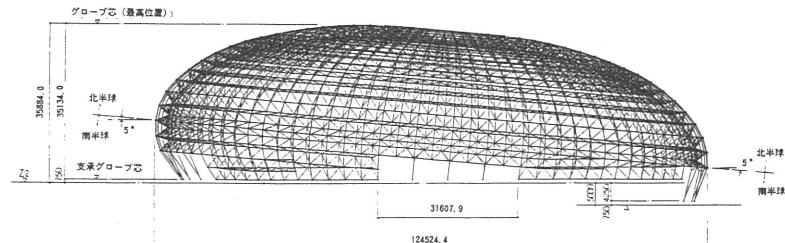


図3 立体トラス立面図

□ドームの設計

当ドームは多目的利用に対応するため外装材には遮音性能のあるP C版が採用されている。P C版の材料には炭素繊維補強コンクリート（C F R C）を用いて軽量化を計った。C F R C板の厚さは、薄い所では仕上げのタイルを含めても50程度であるが、周囲にリブが付いており、平均荷重に直すと160kg/m²となる。

大スパン構造物としてはかなり重い仕上げ材で覆われたドームの架構は、4角錐を基本ユニットとするダブルレイヤーの立体トラスを採用している。グリッドの寸法はドームの赤道付近で4.0m×3.5m、デプス2.6mである。

ドームの赤道より上部は、規則正しく立体トラスを組むことができたので、応力の流れもスムーズでほとんどがφ216.3mm以下の部材で納まった。しかし、赤道より下部については、5°傾斜したことによりトラスの組み方が変則的になったことや、東西南北に設けられた4ヶ所の開口のためにトラスの支持点が減ったことなどのため、上部に比べトラス部材の断面設計はきびしいものとなった。その結果、赤道以下の部分ではφ216.3～φ318.5mmの部材が中心となっている。

大空間構造物の設計では固定荷重の軽量化を第1条件に考えるため、部材断面は通常風荷重により決定される。しかし、今回は多目的利用に対応するということでコンクリート系の仕上げ材料を用いたため、立体トラスを含めた固定荷重が270kg/m²とかなり重くなり、部材のはほとんどは地震荷重により断面が決定された。

□ドームの施工

最高高さ42.65mのドームは、法政大学・川口衛教授が考案された「パンタドーム構法」により、外装のC F R C板を除く大半の部分を地上高さ15.0m以内で組立てることができた。

パンタドーム構法は、過去4例あるが、今回の様に5°傾いたドームをプッシュアップするのは初めての試みであった。パンタドームは、ドームの赤道面に対して垂直方向にのみ運動可能であり、横方向にはドーム自身が抵抗し変形しないという特徴をもっている。当ドームにあてはめれば、鉛直に対して5°傾いた方向には自由に動くが、傾いたことにより生ずる横力に対してはドーム自身が抵抗してくれるということである。この特徴を素直に利用するため、プッシュアップは鉛直に対して5°傾いた方向を行った。

また、プッシュアップ支柱についても新しい方式を採用した。従来、分割した支柱を継ぎ足していく方法がよく用いられていたが、当ドームでは必要な長さ分の支柱を地中の場所打杭内部に格納しておき、一気にプッシュアップするものである。この結果、通常1～2週間かかるプッシュアップ工事が1日で完了した。

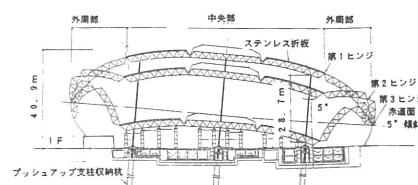


図4 プッシュアップ概要図



大阪市立新中央体育館
(仮称)

（株）日建設計
阿波野昌幸

大阪市港区の八幡屋公園に建設中の大阪市立新中央体育館（仮称）は1万人収容のメインアリーナを始め、サブアリーナ、柔剣道場等の施設を公園の地下に計画している。この計画は緑地の少ない市街地で緑に満ちた公園と大規模な建築物を融合させた画期的な計画である。

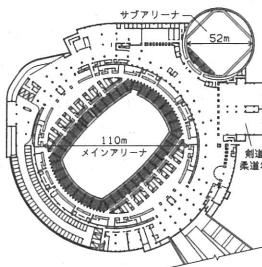


図1 平面概要図

□ メインアリーナ屋根のシェルドームの特徴

- 1) 直径が110m、ライズが16mの大スパンのコンクリート球形シェルである。
- 2) シェルは前述のように公園地下に埋まる大規模体育馆の屋根を構成し、公園の平均厚約1m(0.6m~1.5m)の盛土および植栽等を支持し、屋根面の全荷重は約5~6t/m²となる。図2に構造断面を示す。
- 3) シェルの主構造は鉄筋コンクリート造であるが、その最外周部のテンションリングは現場打のプレストレストコンクリート造とし、約2万tonの緊張力を導入している。
- 4) シェル部分は施工及び経済性等を考慮して、プレキャストPC版およびプレキャストPC梁と現場打コンクリートによる合成構造とした。

□ シェルドームの構造計画

シェルに鉛直荷重が加わると、放射方向(半径方向)に圧縮力が流れてテンションリングに達し、テンションリングと外周のシェルを膨らませるような引張力が作用する。この引張力に対し、テンションリングの円周方向に導入したプレストレス力が抵抗する。すなわちこの部分はPCストランドを円周方向に配置して緊張力を導入し、あらかじめコンクリートに圧縮力を加えるプレストレストコンクリート構造として計画した。

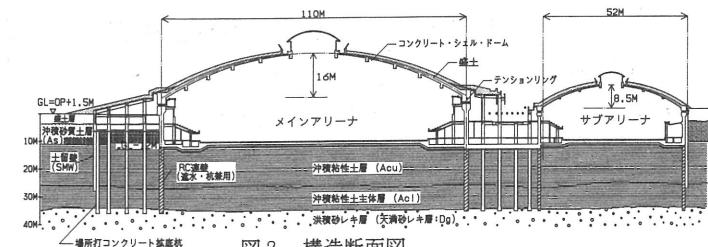


図2 構造断面図

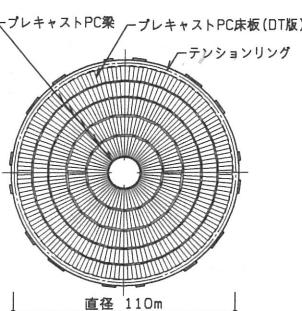


図3 プレキャスト部材平面図

本計画のような大荷重を支持する大スパン屋根構造の場合、圧縮力に強いコンクリートによる球形シェルとすることにより、荷重のほとんどが圧縮力となって伝達されるので、非常に経済的かつ合理的な構造となる。テンションリングにプレストレスを導入することにより、引張耐力が小さいというコンクリートの材料特性を捕うことができ、コンクリートを全断面有効に活用できることとなる。

また、テンションリングにプレストレスを導入するこの構造は、コンクリート打設や盛土の載荷といった施工段階に応じてプレストレス力を段階的に導入することにより、コンクリートの応力を各施工段階でコントロールし、変形を小さくすることができる利点がある。

□ シェルドームの構造

メインアリーナの屋根は、厚さ480~1200mmの球形シェル部と、最外周部のテンションリング梁(縦4.8m×横3.0mの長方形断面の現場打コンクリート梁)ならびに頂部に配した直径16mのコンプレッションリング梁(プレキャストPC梁)から構成されている。

シェル部分は、図3、図4に示すように円周方向に五重のリング状に配したプレキャストPC梁と、その間に敷き並べたプレキャストPC版(DT版)および現場打コンクリートによる合成構造としている。これによりプレキャストPC版が現場打コンクリートの型枠となるため、足場製作作業および型枠工事がほと

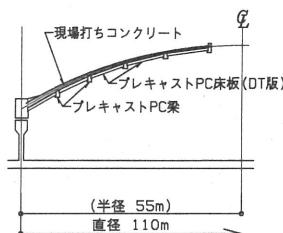


図4 プレキャスト部材断面図

んどなくなり、PC版が本設置体としても有効に活用できる。また、PC版を支持する部材を剛性の高いプレキャストPC梁としたことにより、支保工がPC梁の端部の支持点に集約され、かつPC梁のたわみ量が小さいため、支保工間隔も十分に大きくすることができた。

シェルは最外周のテンションリング部において、半径方向に変形可能なゴム支承により支持されている。このゴム支承は球形シェルに鉛直荷重が作用した場合やPCストランドに緊張力を導入した場合の水平変形および長期間にわたり進行するクリープ変形等を拘束しないために設けている。

□ 基礎計画

基礎は場所打コンクリート杭(一部拡底杭)及び杭兼用のRC造連続地中壁(以下RC連壁と称す)を採用し、GL-35m付近のN値50以上の堅固な洪積砂レキ層に支持させることとした。

RC連壁はアリーナの大屋根を支持する円筒形の耐力壁の直下に設ける。RC連壁は鉛直荷重を支持し、かつ地震時の水平力に対し十分に抵抗できる剛性と耐力を確保し、さらにアリーナ床面下への地下水の流入を防ぐ遮水壁として有効に働くようにした。アリーナ周辺の建物は場所打コンクリート拡底杭により支持するよう計画した。なお、万一遮水壁であるRC連壁を地下水が浸透した場合も水圧がアリーナ床面に作用するのを防ぐために、アリーナ床面下に碎石による厚み900mmの排水層および排水管等を設け、浸透した水を揚水する計画としている。

兵庫県南部地震 被害建物復旧の実際

R C 造建物の事例

—ある被災ビルの調査から
補修工事まで—

(株)奥村組
白石 昇



「大変ですよ」と、先行調査をしていた若手の嘆きを聞きつつ、私が現地調査に入ったのが4月下旬。調査建物は震度VII地域のR C造（一部SRC造）地下1階・地上5階、延床面積約1.4万m²の商業ビルでした。被災直後の被災度判定で中破～大破と診断され、補修により復旧可能との判断のもと、さらに詳細な損傷調査が求められていた次第です。

実は3カ月以上もたって、いまだ調査をやっていたのは、建物規模が大きいこともさることながら、当ビル管理組合内の、各テナントの事情があったからです。その大きな要因は当然のことながら、金銭面にかかわることでした。当初は、すぐにでも商売を再開したいというテナントや、築後約20年が経過して機能的に古くなっているためこの隙間で替えるといふテナントなど、いろいろな意見があったそうです。最終的に補修により復旧という方針が決定され、それでは工事費、工期は、ということで、(とりあえず壊れていない仕上材などはそのままにして、)被災直後の調査に続いて2回目の追加調査が行われました。しかし、さきの診断のもとで、補修するには(また追加調査結果からも)、さらに全軸体の詳細な調査が必要でした。

そのためには、どうしても店舗内の仕上材を取り外す必要があり、少なくとも、柱や耐震壁まわりの仕上材は外さねばなりません。ところが、テナントにより仕上材のコスト差が大きいばかりでなく、多くの仕上材は、部分的に取り外しがきかなくなったり、デザイン上、一部を壊すと全体を壊したも同然となるところもあります。外観は何の損傷もない(私有部分たる)仕上材を、(共有部分の)軸体調査、あるいは補修のためとはいえ、取り壊し、また復旧(あるいは新調)するのに、管理組合、各テナントの費用負担はどうするのか……いずれにしろ新たな出費となれば、テナントによっては、どうしても二の足を踏まざるを得なかったようです。

このようななか、管理組合が内部の意見を集約し、多少時間はかかったものの、今回の再調査にある程度の統一方針をだしてくれたのは、管理組合の努力もさることながら、各テナントの一日も早い復旧に向けての気持のあらわれでもあったと思います。ただここで、ある程度というのは、この時期まだ仕上材を取るのは、原則上どうしても調査に必要な部分に限るという、一部テナントの意向がまだ残っていたためです。仕上材をとり全面調査をしたいというのが、今回の目的でもあったのですが、やむなく、柱に関していえば柱脚の4面について各々一角の仕上材をとって——仮に被害があれば、そこに顕著に表れているだろうという推測のもと——調査をすすめようとしたわけです(梁や柱頭は天井裏で仕上なし)。しかし、これはやはり後々に問題を残すもととなりました。



壁仕上の散乱状況

以上のような状況のなかで、現地調査に入ったわけですが、建物内は真っ暗なうえ、足元にガラスなど危険なものがたくさん散乱しているなかを、懐中電灯たよりの調査は確かに大変でした。余震がくればショットボルトなどもあれば、飲食店内の、なにか腐った何ともいえない臭いところもあり、また、天井裏の設備ダクトの陰に隠れた梁、柱を調べるために、それこそ鼠の(実際、鼠の死骸もあり)ように這いずりまわらなければならず、一本一本、部材のクラック幅、長さ、その状況を調査書に記入するつらい作業でした(もっとも、大部分は若手がやってくれましたが)。

調査がおわると今度は、そのまとめと、それにもとづいての補修方法、工法の検討、そして見積です。補修方法、工法は、日本建築防災協会発行の「復旧技術指針」などを参考にコンサルタント会社、設計、現場、補修業者と打合せのうえ補修計画案をつくり、本工事前に、たとえば、こ

のクラック幅で樹脂注入は可能なのか、樹脂が内部まで深く浸透するように粘性をどの程度とし、低圧注入が有効なのか、高圧注入が有効なのか、片面シールでもいいのか両面シールが必要なのか、あるいは樹脂注入は無理で部分的にコンクリーを研らなければならないのかなど、実際に、この方法、工法がうまく施工できるか確かめながら工事をすすめてきました。ところがここで問題となるのが、補修工事費の見積です。実際にやってみないと、どの程度の補修費となるかわからないところが、たくさんあるうえに、震災後の交通事情、廃棄場所のからみから建築廃材費などが高騰、どの程度の工事費とするのか難しい限りです。

また、当建物の仕上材は結局、テナントの了解を得て全面撤去の形になったのですが、ここは大丈夫だろうというところでも、仕上材を取ると小さな損傷があったり、表向き何の損傷もないのに表面をたたくとコンクリートの浮きが生じていたり、また部分的にコンクリートの経年劣化なども認められるなど、工事費は増えることはあっても、減らないのが現状で、現場所長を嘆かせます。先に問題を残すといったのは、こういうことを含めてのことです。

最後に、今回の震災でいくつか調査、補修工事に携わったものとして、一言。今まで関西では、耐震診断により耐震補強などする以外は、一般的に補修といえば、外壁ひび割れなどの漏水補修(修理)などを思い浮かべ、どちらかというと補修業者任せのところも多かったのではないかでしょうか。ところが、今回の震災で本格的に構造体そのものを補修、あるいは補強しなければならなくなったりま、例えば樹脂注入でいえば、その方法、工法、材料などに関しては、実験、実例など参考図書は多くあるのですが、繰り返し荷重によりコンクリート面が擦れ、クラック内部にそのパウダーを残していくとき生じる注入欠陥など、実際にやってうまくいかなかった事例や、こういうときに使っては望ましくない事例など、いわゆる「失敗から学べる」ような生の資料が乏しいのが現状ではないでしょうか。このあたりのフォローを、今後J S C Aの活動に期待したいのですが……。

鉄骨造建築物の事例



株式会社大林組設計部

藤田佳広

□ 震災調査の実態

地震の翌日から神戸に派遣され、8月中旬まで震災復旧の仕事に携わってきた。震災当時は建物の被害調査に追われ、とにかく安全サイドから応急補強を行うことが先決であり、その後建物を選別して詳細調査を実施し、再使用可能な建物については復旧設計・復旧工事を順次行ってきた。

建物の中でも、鉄骨造建物の被害の実態は、過去の被害で想定される損傷と異なり、いろいろな現象を生み出し、その内容からは、地震の激しさを充分に伺うものであった。

鉄骨造建物の被害において、倒壊・大破した建物は、骨組の損傷が露出する為、被害状況が明らかになっているが、それ以外の建物については骨組が仕上材や耐火被覆に覆われており、建築主の充分な理解を得て被害の無い仕上を撤去すること等を含め、調査においてはいろいろ問題を残すところとなっている。少なくとも外観から残留変形が残るもの、また外装が何等かの損傷を受けている建物については、鉄骨の詳細調査を実施することが必要であると考えられる。

鉄骨造の建物は過去に被害実例が少なく、それらの補修方法も限定されており、鉄筋コンクリート造の様に充分な補修・補強マニュアルもなく、今回の損傷に対しては個々に問題を解決しながら、手探りで補修・補強を行ってきた。

その結果、鉄骨造の詳細調査と復旧工事は、必要以上にコストのかかることにもなり、構造計画上においても調査・補修・補強がしやすい構造内容とすることも今後は必要であると考えられる。

□ 今回の被害

この震災による鉄骨造の被害は、溶接部の欠陥・アンカーボルトの施工不良・構造計画上の欠陥に起因する接合部の溶接部分の破断・アンカーボルトの抜け出し・応力集中による損傷の発生等多く見られている。しかし、これらと異なる設計上・施工上の問題の無い建物についても、柱梁仕口部に亀裂またプレース破断等の損傷が見られている。前者は建物が大破・倒壊に至ったものが多いが、後者は

中破・小破の損傷程度で収まっている。

□ 下フランジの損傷

角形鋼管柱とH形鋼梁の仕口の損傷は、梁端の塑性を伴って破断したものが多いが、それ以外にも一瞬に破断したと思われる脆性的なものも見受けられている。梁下フランジが局部座屈を生じて破断した実態を写真1に、また破断箇所を図1、図2に示す。梁が損傷を受け破断に至る場合は、ほとんどが下フランジ側で、上フランジが損傷を受けている場合は梁の外端及びE V廻り等のスラブのない部分に限られていることが多い。

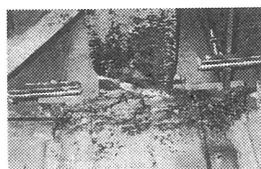


写真1 梁下フランジの破断

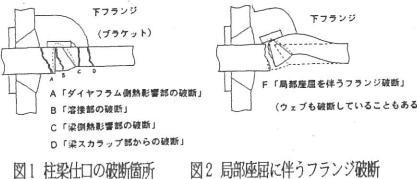


図1 柱梁仕口の破断箇所

図2 局部座屈に伴うフランジ破断

1994年1月17日のノースリッジ地震においては、鉄骨梁の下フランジの亀裂が多く出ることについて、現場溶接の問題・スラブが補強的に働く等の原因があげられている。しかし、今回の下フランジの破断部分から判断すると、その部分のスラブは亀裂が少ないものが多く、図3の想定応力図の様に合成梁としての上スラブより下フランジの応力が苛酷になる条件があると想定される。

この実態と計算との相関については、今後の究明に期待したい。

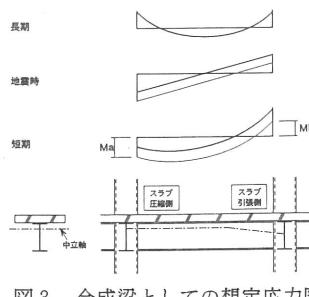


図3 合成梁としての想定応力図

□ 柱梁仕口部の補修

鉄骨造の被災建築物に関する復旧資料としては、日本建築防災協会編の「震災建築物等の被災度判定標準及び復旧技術指針」がある。そのなかの復旧例にはな

い今回の補強方法を示す。

図4と写真2は、仕口部の梁端に於ける下フランジ溶接部破断の補修の手順を示す。下フランジは、塑性化ゾーンを出来る限り撤去する為に、150~200の長さで切断し、一方から現場溶接が可能な状態にする。新材の形状をハンチ付のフランジとし、局部的な補強としている。

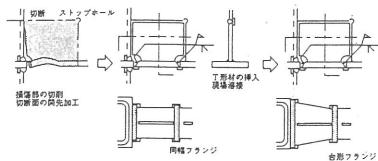


図4 梁下フランジ破断部の補修

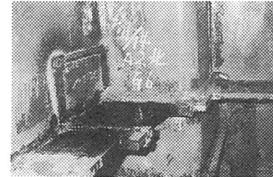


写真2 図4の事例写真

同じ部位の別の補修としては、破断部分のガウジング後の再溶接も考えられるが、この場合は塑性化部分の状態（局部座屈の発生と塑性化部分の再溶接等）・破断の幅と外壁部分でのガウジングによる火花のはねかえりによる作業の危険性・周辺の材料に対する火災の発生に対する安全性等が問題として上げられる。

□ 柱の補強

図5は、柱の破断に対する補修・補強技術であり、柱の損傷部を切断・除去し、板厚を上げた新材を挿入し現場溶接を行う。その為に建物の鉛直荷重と水平荷重に抵抗する仮設支柱・仮設プレースを設置し、損傷時のレベル調整・現場溶接時の縮みを考え、ジャッキをセットし、柱軸力と変形の変動を管理しながら新材の溶接を完了する。断面の板厚を上げたのは、柱の上下の芯ズレを吸収することを目標とし、かつ、溶接のディテールは施工性を考慮し横向きとしている。最後に鉄筋コンクリートで被覆することで柱の補強とした。

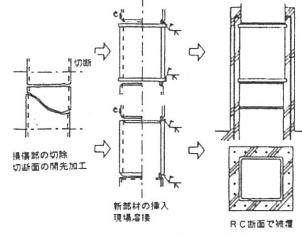


図5 柱破断部の補修

「建築学会見てある記」



(株)日建設計
吉澤 幹夫

1995年度の日本建築学会大会(北海道)は8月17日から19日までの3日間、札幌市の北海道大学をメイン会場にして開催されました。

今年の大会は、何と言っても1月17日に発生した兵庫県南部地震とそれに伴う阪神・淡路大震災の現実をどう受け止め、どう対応し、どう次代につなげていくのかが大きなテーマだったと思います。

私は主として研究協議会とパネルディスカッション(以下PDと略す)の会場を中心に廻って聴講し、学術講演会に関しては自分が発表した講演に関連あるセッションに参加することとしました。

なお参加はできませんでしたが、大会前日の8月16日(水)夜には市民向け特別シンポジウム「大震災－総括と再生への取り組み」が開催され、その模様がテレビでも放映されていました。これは専門家と一般市民の方々との情報交換を行うという主旨で、意義深いものであったと評価されたようです。

8月17日(木)14時30分より道新ホールを会場にして開催された総合研究協議会「阪神・淡路大震災から学ぶもの」は、大震災の様々な基本情報、データを学術的に紹介し、今後の方向性を見いだそうということが主旨でした。建築学会各常設委員会の震災への取り組みを横断的に討議しようとするもので、14人の講師の先生方から、地震・地震動・地盤にはじまり、構造(RC造、SRC造、鉄骨造、木造)、施工・材料、防火・防災、設備、建築計画、都市計画、情報、農村計画、建築経済、歴史意匠までの主題解説が行われました。討論では、会場から「今回の地震の教訓を風化させずに次代へと繋いでいくことの重要性」「建築教育から見た今回の地震の位置づけ」「建築における保険制度」など幅広い意見や質問がありました。ただ討論の時間が20分足らずと少なく、体系的な討論がなされなかつたのが残念だと感じました。会場はほぼ満席で4時間にも及ぶ中、途中退席する人は少なく、今回の地震が与えた影響の大さを改めて認識させられました。

二日目の8月18日(金)は、あいにくの雨となりました。雨足はかなり強く土

砂降りで、北大の広い構内の移動には足がすぶ濡れになるほどでした。にも関わらず9時からクラーク会館で行われた鋼構造のPD「地震時における鋼構造骨組の破壊現象の解明」では定刻内に到着しても、すでに資料はすべて売り切れ、座席も見渡したところ空いているところはないぐらいの盛況でした。それほどこのPDに対する関心の高さを示していたと言えます。極厚部材の脆性破壊、柱梁仕口溶接部の破断、柱脚部の破断など今後詳細な分析と吟味が必要とされる破壊モードについて報告されました。これらの観点から構造設計に反映するべき新たな知見が得られることが待たれます。このPDを聴講して、接合部の設計においては応力的に余裕を持たせるよう心がけることならびに施工しやすいディテールを心がけること等が現段階での留意点ではないかと感じました。

二日目の午後の研究協議会「最近の高加速度地震動と建物被害」では、構造物の被害は地震動の最大加速度値の大きさには必ずしも比例しないものの、地震動の特徴を探り多面的に解釈し、設計用地震荷重と最大加速度との関連を明らかにする必要性が指摘されました。水平動800gal、上下動300galを超える強震記録が話題になりましたが、残念ながら実際に構造物に入力された地震動がどの程度なのか、設計用入力レベルはどの程度が適切なのか、といった興味深い点については、まだ明らかにされませんでした。

学術講演会については、例年であれば夕方近くになると空席が目立つことが多かったようですが、今年は終日満席で立錐の余地のなかったセッションが多かったと思います。質疑応答も活発に行われたと感じました。また学術講演題数は5869題と史上最多を更新、構造系については2143題であったようです。梗概集も分冊化が試みられましたが、それでもなお分厚く持ち運びには苦労しました。

最後に大会全般における私的な感想ですが、例年の大会より参加者の問題意識の高さが現れていたと感じました。それを示していたのが、研究協議会、PDおよび学術講演会への出席率の高さであり、またそこでの活発な質疑応答・意見交換であったと思います。これからもこのような姿勢を大切にした粘り強い努力こそが、今回の大震災を教訓にして技術の進歩を生み出すであろうと感じた次第です。

会員紹介

越野 孝之
勤務先：越野設計事務所
趣味：スキューバダイビング・水泳・テニス・旅行



長いだけの構造人生の間、他の学問や産業を取りこんだ構造技術の進歩に、この職業に誇りを感じもするが、驚くことで精一杯、若い人の扱うコンピューターに疑心暗鬼といったところです。先端技術に関係なさそうな四国建築を本当に向上させているのだろうか?気になるところです。

福良 徹

勤務先：(株)構造社設計事務所
趣味：散歩、読書



構造計画が楽しくなるには、時間がかかるのですが、私は、10年位たつと少しづつ構造計画が自分の思いに近づくと考えています。構造は、建物の形態の基本でありますから、構造の素晴しさをもっと伝えて行きたいものです。構造計画は、創造的感覚を要するものです。

●事務局だより

平成7年度支部総会、懇親会	5/29
支部役員会	9/27
広報委員会	6/7、8/2
P C・工業化分科会	7/20
基礎分科会	8/13
耐震設計分科会	7/27
木構造・構造計画分科会	6/20、7/18

●囲碁懇親会参加者募集!

- ・平成7年11月25日(土)
- ・於 囲碁サロン「爛柯」
- ・問合せ先 山田建築構造事務所
TEL (06)779-6844

●編集後記

大震災に明けた阪神間の'95も復旧・復興の兆しを着実に見せながら早や終盤に差しかかりました。本号ではその一端として復旧工事の実際を紹介していただきました。一方、明るい話題として、お隣の大阪で2年後の国体に向けて整備されつつある大空間スポーツ施設群の設計紹介を特集してみました。工事中、震災の直撃を免れたことに安堵しながら……。

(担当 三輪、多賀)

発行(社)日本建築構造技術者協会関西支部事務局
近藤 一雄
TEL・FAX 06(947)2601