

Structure Kansai No.143 2019.10

JSCA関西ホームページに会員皆様の意見、質問に答えるコーナーを開設しております。ご活用下さい。

JSCA地盤系・耐震設計拡大分科会報告 「基礎の耐震設計 - 建築基礎構造設計 指針の改定と関連して -」



関西学院大学
総合政策学部
都市政策学科
教授 鬼丸 貞友

I.はじめに

2015年4月から関西学院大学総合政策学部に所属し、そこで開講される建築士プログラムの一環として建築構造全般を学生に教えています。それ以前は(株)中工務店の、主に技術研究所に所属し、建物と地盤の動的相互作用から始まり、基礎や地盤に関わる、地震時の様々な課題に関わって来ました。

分科会では、これまでに関係した研究を紹介し、それを踏まえ、基礎、特に杭基礎の耐震設計について日本建築学会の基礎構造設計指針改定の状況も含めて報告しました。その際の内容を要約します。

II.これまでに関係した研究

(1)地盤と建物の動的相互作用・地盤震動

理論解による解析的な検討から始まり、大規模な振動実験や地震観測、それらのシミュレーション解析に関わり、建物と地盤の地震時挙動の解明を試みてきた。

高密度な地震観測から、地盤と建物の相互作用により地震時土圧が生じることを確認する等¹⁾の成果を得る一方で、詳細に建物や地盤をモデル化しても、地震によって解析と合わない場合もあり、建物・地盤に加え地盤を伝わる波動の評価の重要性を認識させられた。

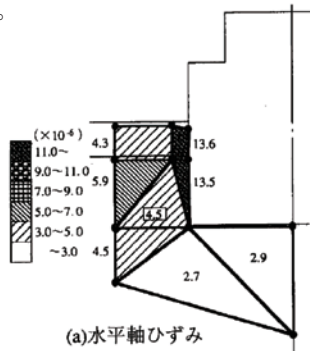


図1 高密度観測から求めた地盤ひずみ¹⁾

(2)地盤改良

1995年の兵庫県南部地震で建物は甚大な被害を被ったが、神戸メリケンパークにあ

るホテルは周辺の護岸が大きく移動するなか、ほぼ無被害で済み、杭基礎の周辺に実施された格子状地盤改良による液状化対策(TOFT工法)の有効性が確認された。この設計に関わったことから、その後、地盤改良の活用について検討を行った。建物の支持や基礎の補強を考えると、より高強度で高い品質が求められ、その結果、地盤改良は地震時に地盤や建物の応答を変化させる。

東京の臨海部にある免震建物で、2011年東北地方太平洋沖地震の際の地盤と建物の地震時挙動を観測することができた。基礎はパイルドラフト基礎で、免震ピット底面からGL-16mまで格子状地盤改良による液状化対策を実施していた。ピット上で観測された記録と10mほど離れた地表で観測された記録を比較した結果、ピット上で短周期成分が大きく低下することを確認し、解析結果も合わせて、免震ピットと格子状地盤改良の動的効果を確認した²⁾。

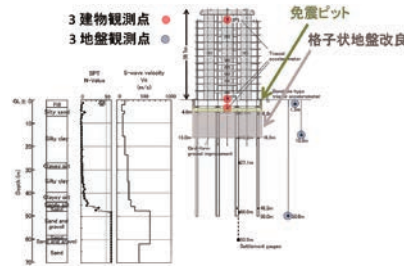


図2 地盤と建物の概要と観測点配置²⁾

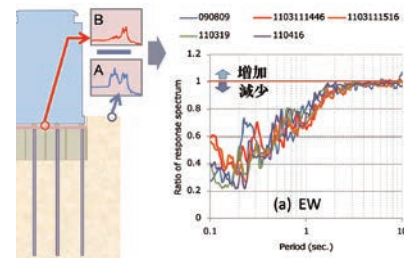


図3 基礎と地表の応答スペクトル比²⁾

このように地盤と建物の挙動は相互に密接に影響しており、一体として評価する重要性を確認する一方で、評価のためには精度の良いモデルが必要で、現実の地震動や地盤の正確なモデル化の難しさが課題である。

III.杭基礎の耐震設計について

(1)杭基礎の実験・地震応答解析

杭の耐震設計では、地盤変形の影響を静的に考慮する応答変位法が用いられる。土槽に強制変形を与えることが出来るせん断土槽を用いて、模型杭の静的実験を実施

し、応答変位法の妥当性については検証出来た。

但し、応答変位法では、杭頭に作用する建物慣性力と地盤変形の重ね合わせが大きな課題で、その点で、地盤、基礎、建物を一体とした地震応答解析は、やはり有効な方法と言える。入力地震を考え、動的モデルを設定する必要があり、中小規模建物での適用が難しいことから基礎構造設計指針には記載されないが、簡単なモデル(例えば質点系モデル)でよいので、適用すべきように思う。

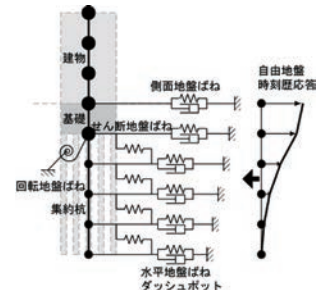


図4 質点系モデルの例

(2)建築基礎構造設計指針の改定

年末には指針改定講習会が予定され、全体的な内容に関してはそちらに委ねるとして、杭基礎の水平荷重に対する設計について、改訂の内容と、その背景等を紹介した。

改訂ではレベル2荷重に対する設計(2次設計)が具体的に記載される。求める性能グレードをどのように評価するかについては、構造体である杭体のデータがかなり蓄積されたのに対し、地盤側の精度にはまだ検討の余地がある。地盤変形の考慮や、群杭フレームモデルの利用等、検討が高度化する一方で、現実の敷地地盤の情報量を考えたとき、検討全体のバランスを考える必要があるのでと思う。

IV.おわりに

基礎構造の耐震設計については、まだ検討の余地があると感じています。研究者と設計者が互い意見を出し合い、議論を深めることで、上部構造を含めたバランスの取れた設計が実現できるものと期待しています。

参考文献

- 1) 杉本他: 軟岩中に埋込まれた構造物に作用する土圧に関する研究(その4), 日本建築学会学術講演梗概集(北陸), 1992.8
- 2) 鬼丸他: 格子状地盤改良を有する免震建物の動的相互作用効果の観測と解析, 日本建築学会技術報告集, 2012.10

建築構造用語事典Ⅱ発刊に際して 自作自演インタビュー



㈱安井建築設計事務所
山浦 晋弘

小さな力を集めて大きな力に

—このたびの発刊、おめでとうございます。

山浦 ありがとうございます。もともと支部総会の日に合わせて発刊することを目標にしていたのですが、かないませんでした。約2ヶ月遅れの7月10日に『建築構造用語事典Ⅱ』が全国の書店に並びました。前作『建築構造用語事典』の発刊から15年ぶりの発刊になります。原稿作成に際しては、JSCA関西支部の技術委員会を中心に、支部会員の1/4にあたる137名の構造技術者が用語の解説を執筆しました。オール関西で作り上げたと言っても良いでしょうね。

—支部長就任時のあいさつで『建築構造用語事典』の続編を出すことを公約に掲げられていましたね。

山浦 そう、支部長就任が決まってから何ができるかをいろいろと考えてみました。1期2年ですから、あれこれ手を出すより、何かひとつに絞って確実に成果を出していった方が良く考えたのです。すでに支部の財産、たとえば『伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル』や『建築構造用語事典』、JSCA研修会、若手技術者育成講座、それに継続中の通称「大震研」活動など、いろいろな形で今も引き継がれていますが、それをさらに展開させていくことにしました。

—それが『建築構造用語事典』の続編だったわけですか。

山浦 おっしゃるとおりです。支部長2年目がちょうど発刊15周年の節目だとわかりました。それに15年間に建築構造技術も年々進歩して、今だったら前作のまえがきに当時の岡本達雄編集委員長が書かれている「煩惱を払拭する除夜の鐘の数と同じ108」が集まると確信したのです。ここまできたらもう、あとはやるしかない。

—しかも2年間で(笑)

山浦 前作は月刊『建築技術』誌上で

一年半ほど連載されていたのですが、それをやっていたのでは2年で終わらない。ですから、いきなり書き始めるしかありませんでした。しかも、短期間にやろうとすると、編集委員会を一から立ち上げては時間がかかるばかりです。そこで、毎月開催している支部の運営会議のメンバーをそのまま編集委員会にスライドさせました。そこで、6ヶ月ほどかけて用語の絞り込みと査読WGのメンバーの選任を行い、その後技術委員会のメンバーを中心に原稿執筆に3ヶ月、査読に3ヶ月、校正から出版まで6か月というタイトなスケジュールをこなして何とか出版にこぎつけることができました。ただでさえ本業で忙しくしているのを承知で無理をお願いしたわけですが、快く協力してくださった会員の皆さんにはただ感謝するばかりです。

—前作の続編ということですが、まったく同じ構成ではありませんね。

山浦 コピーはやりたくない。でも、ひとつの用語を3人の構造技術者が解説するという基本スタイルは変えていません。変えたのは、まずカバーデザインですね。書店に平積みされても棚に並べられても、一目見てシリーズものだとわかり、かつ前作との識別ができるデザインにしました。ですから、「ピンク本」「青本」と呼ばれるようになるのが理想ですね。あとは、用語の並び順を五十音順からカテゴリ別に変えたのと、番外編におまけの用語を3語追加したぐらいです。

—おまけと言いますと？

山浦 具体的には「あたり(をつける)」「オーダー」「ぬすみ/あそび」です。純粹の構造用語とは区別しておまけと言っただけで、いずれも構造設計をするうえでとても大事なことだと考えています。これを載せない後悔すると思ひ、強引に押し込みました(笑)

フットワークの軽さと柔軟性

—あらためてこの『建築構造用語事典』シリーズをPRするとすれば？

山浦 15年前の前作では、私も執筆者のひとりとして参加していました。その時ハッと思ったのは、用語を3人の構造技術者が解説するという発想です。これ、なかなか思いつかないですよ。当



建築構造用語事典シリーズ
[左:既刊(ピンク) 右:新刊(青)]

時、多角的な視点の解説がより役に立つと考えられたのですが、ここにも柔軟な思考回路をもつ人が多い支部らしさが出ていると思っています。執筆者はそれぞれ所属も違うし、経験してきたこともさまざまです。ですから、広い視野で用語を捉えることができます。実際、大学のテキスト教材としても採用されているようですし、三者三様の解説を読めばどれかにピンときて理解しやすいという声も聞いているので、ぜひとも本書を手にとって読んでもらいたいと思います。

—本書のタイトルには『Ⅱ』とありますが？

山浦 よく気づかれましたね、校正がほぼ終わりかけた頃に、編集委員会内で『続』にするか『Ⅱ』にするか議論しました。『Ⅱ』には『Ⅲ』へとつながる期待を込めています。次もまた15年後になるかどうかはわかりませんが、構造設計の世界がずいぶん様変わりしているでしょう。関西支部の若い会員の方へバトンを渡したので、あとは落とさないようにしてゴールを目指してもらえればと思います。

—最後に一言お願いします。

山浦 今こうして振り返ると、今回の続編は関西支部だからこそ出せたように思います。「何かおもしろいことやったらか」の精神でしょうかね。本当にありがたいことです。型にはまらないから、お互いにやりやすいです。とは言え、やれと言われた方も他にいろいろやるものがあって大変だとは思いますが、でも苦労した分、得られることも多いですから。それにこんな自作自演インタビューを思いつくのも、関西支部の人間ぐらいでしょう(笑)

—それは否定しません(笑) 本日はありがとうございました。

(8月8日 JSCA関西支部会議室にて)

建築構造士のための定期講習会
「大空間構造
—スポーツ競技施設の構造設計—」



㈱大林組
中嶋 拓

1. はじめに

JSCA建築構造士のための定期講習会が2019年8月31日（土）大阪府建築健康会館にて開催された。本年度のテーマは「大空間構造 —スポーツ競技施設の構造設計—」となっており、当日は多くの方が聴講された。

2. 講演会の概要

2020年の東京オリンピック関連施設を中心に、以下の4つのテーマについて講演が行われた。

無柱空間を実現する重量約7000tの大屋根をリフトアップした東京アクアティクスセンターの構造計画

Arup 柴田育秀 様

有明アリーナの設計

㈱久米設計 伊藤央 様

新国立競技場整備事業における構造デザイン

大成建設㈱ 細澤治 様

「代々木(1964)」から「有明(2020)」へ

A-Forum 斎藤公男 様

清水建設㈱ 西谷隆之 様

3. 各講演の概要

■ 無柱空間を実現する重量約7000tの大屋根をリフトアップした東京アクアティクスセンターの構造計画

東京アクアティクスセンターの基本設計における構造計画についてご講演いただいた。基本計画時の最大のテーマは、オリンピックモードからレガシーモードへの減築であり、長く使用されるレガシーモードにプライオリティが置かれた。過去のオリンピック施設における減築の例から得た教訓から、フラットな大屋根と4本の組柱が採用された。減築時に4本の柱部分で屋根をロアリングして内部の気積を小さくすることができ、かつオリンピック時には観客の視線を遮らない大空間を実現することができる。

また4本の組柱のみで大屋根を支持するため、大屋根を地組してからリフトアップすることが可能となる。大屋根の鉄骨建て方が地上作業となり、安全性・経済性の面でもメリットがある。（※その後、発注者の意向によりレガシーモードでの減築は不採用となっている。）

■ 有明アリーナの設計

2020年オリンピック時にバレーボールが行われる有明アリーナの構造計画についてご講演いただいた。

本施設はオリンピック後にスポーツ施設としてだけでなく、各種イベントの会場としても利用されることを想定して計画された。コンサートの開催に配慮した天井の吊り荷重や、周辺に対する防音性に配慮した屋根の仕上げ等により、大きな屋根荷重に対して設計する必要があった。そこで屋根を免震化し、地震力を低減することで屋根鉄骨トラスの合理化と下部構造の応答低減を図っている。下部構造は4隅のコアフレームに地震力を負担させる計画としている。地震応答解析は、コアフレームとスタンド、屋根を別の質点とした多質点系多本棒モデルや、フル立体架構モデル等、複数のモデルを用いて各部に生じる応力を評価している。

屋根架構は1方向トラスとして下弦材レベルを一定にし、地組したトラスを順に送っていくトラベリング工法を採用している。これにより、下部構造も建て逃げすることができ、工期短縮が可能となった。講演の結びには施工状況のタイムラプス動画が紹介された。

■ 新国立競技場整備事業における構造デザイン

新国立競技場の構造計画および施工計画についてご講演いただいた。

外周部の軒庇や、木材と鉄骨を組み合わせた屋根架構など、国産木材を利用した木のぬくもりが感じられるスタジアムとして計画された。シンプルな架構計画と部材のユニット化・PCa化により、施工性に配慮された構造計画としている。

屋根架構は単フレーム毎に建て方およびジャッキダウンが可能な三角形断面片持ちトラス形式とし、上弦材の円周方向の接合部をボルト接合とすることで現場での溶接作業を省略している。さらに円周方向に配置したリングトラスと、直線

部のむくり（アーチ効果）により、屋根面の鉛直剛性を確保している。

大地震時においても継続利用可能な高耐久性建築とする計画としており、高い耐震性能を実現するため、低層部のレイカー梁（斜め梁）を主架構と縁切りしてソフトストーリーとし、そこに制振ダンパーを配置する「ソフトファーストストーリー制振構造」としている。制振構造は地震時の水平力を低減するだけでなく、片持ち屋根の鉛直方向の応答を低減するねらいもある。RC部は露出柱脚・基礎梁・段床・斜め梁など多くの部分をPCa化しており、品質確保と施工合理性について追及されていることが伺えた。

■ 「代々木(1964)」から「有明(2020)」へ

20世紀の建築界における構造（特に空間構造）デザインの流れと、国立代々木競技場の構造設計、当時の坪井研究室の様子などについてご講演いただき、有明体操競技場について屋根架構の構造計画を西谷氏とともにご講演いただいた。

代々木競技場については、サスペンション構造が採用されるまでの模型による議論や、吊屋根構造を実現するための革新的なアイデアが生み出されていく様子を紹介いただいた。講演後の質疑回答においては、代々木の当時の設計の進め方の違いについて、「トップダウン的なやり方ではなく、チーム全員が案を出し合い議論し、そのプロセスの中から結論を導く手法」であり、現代のデザイナー主体の設計とは大きく異なるとコメントされている。

有明体操競技場の屋根架構は、スパン90mの大空間を大断面集成材で構築している。構造システムは、自己釣り合い構造の木質張弦梁とキャンチトラスの複合式軸力系とし、中央部の木質張弦梁にはリフトアップ工法を適用することで施工性向上を図っている。張弦梁はライズが小さいため、中央にサブストリングを計画することで座屈や偏荷重に対する安定性を確保する計画としている。

4. まとめ

2020年東京オリンピックを目前に控え、建築界においても各競技施設への関心が高まる中、非常に有意義な講習会であった。

『2019年 日中韓—高層建築フォーラム』参加報告



(株) 日建設
仲 輝

1.はじめに

日中韓高層建築フォーラムは、「CTBUH：高層ビル・都市居住協議会」のアジアにおける活動の一環として、中国、韓国、日本の学識経験者、構造エンジニアが中心に参加している高層建築に関する国際会議。2014年に上海で開始されて以来、2015年（ソウル）、2016年（東京）、2017年（重慶）、2018年（釜山）と、3カ国の持ち回りで毎年開催されており、今年で6回目を数える。今回のフォーラム主催者は日本鋼構造協会国際委員会「CTBUH対応WG」で、2019年7月5日に東大寺総合文化センターにて開催された。講演及び質疑応答は英語で、日本、中国、韓国からおよそ100名と多くの方が参加された。

2.フォーラム概要

中国代表と韓国代表より開会挨拶後、3つのセッションに分かれて講演が行われた。閉会挨拶は日本代表（日本鋼構造協会 和田先生）より行われた。プログラムは以下の通り。

- ①Application of steel-tubed concrete structures in high-rise buildings
- ②Structural Design and Construction of Mega Braced Frame system for Tall Buildings
- ③Structural Design of Vibration Controlled Tall Building with Overhang Structure
- ④China Zun construction Key Technology
- ⑤Corner Steel Plate-reinforced Core Wall System
- ⑥Structural Design of High-Rise Concrete Condominium with Wall Dampers for Vibration Control
- ⑦Design of Supertall Structures with Connected Towers—The Structural Solution to the Development of the

Sky Cities

- ⑧Development of Seismic Retrofit Devices for Building Structures
- ⑨Structural Design and Construction of High-rise Building to Feature the High-performance Oil Dampers for Vibration Control—Hibiya Mitsui Tower

3.各発表の概要

- ①中国重慶大学のZhou先生からは、コンクリート充填鋼管構造STCの研究が紹介された。STCというのは、RCやSRCの柱の外周に鋼管を巻く構造で、鋼管は軸力負担せず、コンクリートの拘束材として使われている。特に短柱の場合、STCを使用することにより、建物は高い変形能力を示すことが紹介された。
- ②韓国のChung氏からは、韓国の超高層建築の歴史とメガブレース構造を用いた超高層建築の設計・施工事例が紹介された。メガブレース構造というのは、建物の外周に階を跨ぐメガブレースと建物4隅にメガコラムを有する構造形式で、メガブレースよりメガコラムの断面を上げるほうが水平変位を抑えられることが紹介された。
- ③日本三菱地所設計のIshibashi氏からは、オーバーハングを有する制振超高層建築の事例が紹介された。最高高さ212mで、高層部分の有効利用と地下部分の大きさ制限を両方満足するために、一部外周の柱を内側に曲げて、オーバーハングフレームとして建物が設計された。また、階高が高い低層部分に制振装置を集中設置することにより、高い耐震性能が実現された。

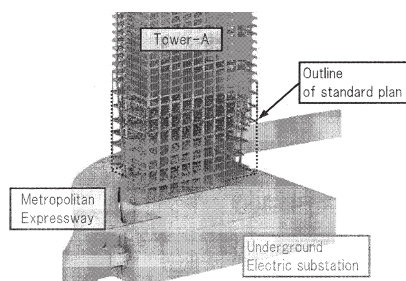


Figure 5. Relationship between Tower-A, Metropolitan Expressway and Underground substation
オーバーハング

- ④中国建設（株）のXu氏からは、北京にある528mのChina Zunの施工が紹介された。建設時消火活動のための仮設水

タンク等の設置や、BIMにて建設シミュレーションや、3Dレーザーキャンで施工精度管理などの施工技術が使われた。

- ⑤韓国ソウル国立大学のPark氏からは、合成コアウォールシステムの研究が紹介された。コアウォールの4隅の外側に鉄板を設置することによって、壁の剛性と耐力が高まる。また、壁厚が薄くできることや、鉄骨境界梁の取り合いが簡単になるなどのメリットがある。

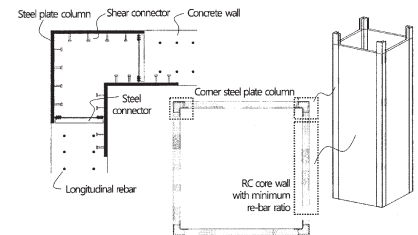


Figure 1: Proposed corner steel plate reinforced core wall method

合成コアウォールシステム

- ⑥竹中工務店のTsushi氏からは、虎ノ門ヒルズタワーマンションという最高高さ220mの超高層の設計・施工が紹介された。Fc120を使用したPCa造で、粘性壁ダンパーと摩擦壁ダンパーを用いて高い耐震性能が実現された。
- ⑦中国華東設計院のBao氏からは、近年中国の連結超高層事例を紹介された。南京金三角天地プラザという連結超高層は、タワー-A(368m)、タワー-B(328m)、タワー-C(300m)の3つの超高層を200mm付近で連結し、地震時の挙動として、単体より全体として評価するのが大切。また、連結位置は高くなるほど、建物の剛性が高くなる。
- ⑧韓国のKim先生からは、韓国の2016-2017年の2年連続した地震の被害が紹介された。2016年のM5.8地震は朝鮮半島地震記録がある以来最大のもので、千棟以上の建物が被害された。地震後、レトロフィットの必要性が高まって、耐震改修用制振ダンパーの研究が多く行われて来た。
- ⑨鹿島建設のKato氏からは、東京ミッドタウン日比谷という最高高さ194.5mの超高層が紹介された。階高が高い低層階にセミアクティブオイルダンパーを使用して高い制振性能を果たした。また、長さ30mの柱の設計では座屈解析が行われた。

オーピック御堂筋ビル



—2方向にセットバックする
高さ116mの制震建物の
構造計画、BIMの活用—
鹿島建設株式会社
小田 衛

1. 建物概要

計画地は、大阪のシンボルストリートである御堂筋に沿う、大阪市営地下鉄「淀屋橋駅」と「本町駅」とのほぼ中央、大阪市の中心に位置し、「上質な賑わいと風格あるビジネス地区」の街並み形成をめざす。大阪市策定の「御堂筋デザインガイドライン」に則り、周辺環境と調和し、賑わいの創出に寄与する、御堂筋にふさわしいデザインとしている。

本計画の規模は、地下2階、地上25階である。各階の主な用途は、地下を駐車場、地上1階を店舗、地上2階を多目的ホール、地上3～13を事務所、地上14階を設備機械室、地上15～25階をホテルとしている。完成予想パースを図1に示す。



図1 完成予想パース

2. 建築計画

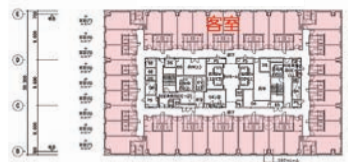
平面形状は、低層部が約56×44m、高層部が50×30mの矩形である。「御堂筋デザインガイドライン」に則り、11階より東西（長辺）方向に東面をセットバックしている。さらに15階より南北（短辺）方向に南面および北面をセットバックしている。

基本モジュールは、長辺方向6.4mおよび8.0m、短辺方向9.6mを挟んで両側に低層部16.5m、高層部9.6mとしている。

3. 構造計画

地上部は、CFT 柱と鉄骨梁で構成されるラーメン構造とし、制震装置としてオイルダンパおよび座屈拘束ブレースをバランス良く配置している。オイルダンパ「HiDAX-R (Revolution)」は1～9階、座屈拘束ブレースは1～12階および14～19階に組み込み、地震時応答の低減を図っている。高層部のセットバック面は陸立柱となるため、設備階となる14階短辺方向は階高をせいとすするトランスファーフレームとして、架構を切替えている。（図2、図3）

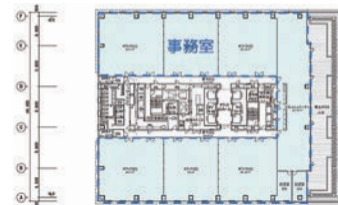
地下部は、鉄骨鉄筋コンクリート造の耐震壁付きラーメン構造とし、耐震壁を十分な量、バランス良く配置することにより、地上部を支えるのに十分な強度と剛性を確保している。



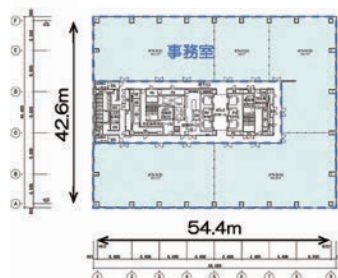
18～23階



15階



11階



3～10階

図2 平面図

基礎は、GL-32m 以深のN 値が50以上の良質な洪積層である第1礫質土層または第2礫質土層に、逆打ち施工段階の相対沈下量のバランスを勘案して支持する場所打ちコンクリート杭としている。これらの杭を束ねる基礎版は、施工時から竣工後にいたるまで、鉛直荷重、接地圧および水圧を受け続け、地震時には大きな杭頭応力を負担することになるため、基礎梁を内蔵する剛強なマットスラブとしている。

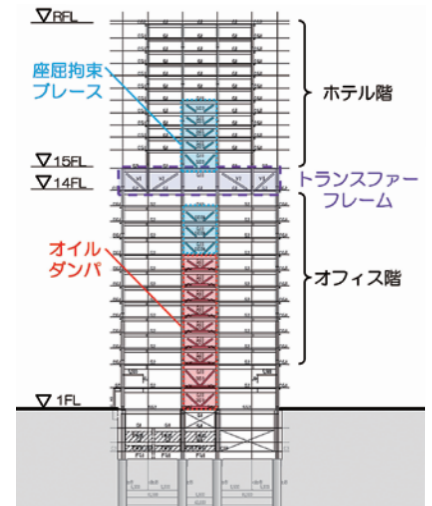


図3 南北(短辺)方向断面図

4. BIMの活用

基本計画段階からBIMを導入し、設計・現場のほか、協力会社を含めた体制「BIM戦略会議」を確立した。3D画面を見ながらの打合せにより、構造の納まり検討や、建築・構造・設備の整合性チェック、設計進捗・3Dモデル入力状況の確認を行った。さらに、見積り用の数量拾いや作業員の安全訓練用のVR(仮想現実)作成など、BIMモデルを多角利用している。

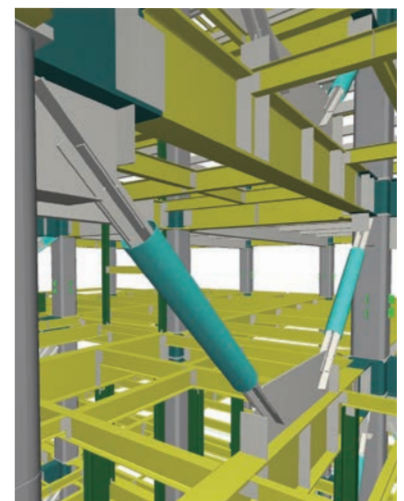


図4 BIMによる検討

なんばスカイオ

—大質量TMDを用いた制震構造—



（株）大林組
北山 宏貴

1.建物概要

なんばスカイオは大阪なんばの中心である南海ターミナルビルに直結する31階建ての高層複合ビルで2018年9月に竣工した。低層階に商業施設やホールがあり、高層階がオフィスとなっている。基準階オフィスは約30m×90mと細長く、スパン20mの無柱空間を確保するため片側コアの平面形状である。北面は御堂筋、南面はなんばパークスが見通せる恵まれた眺望を生かすためにガラスカーテンウォールを採用し、東西面は逆に日射による環境負荷を最小限にするため、PC版を用いて開口率を抑えている。

2.構造計画

発注者は都市機能の要となるビルであることから、BCPを最重要項目と位置づけ、災害時の非常用設備や耐震性能について一般の超高層ビルよりも更に高い性能を要望した。

建物の周囲は駅、ホテル、商業施設と直結しているため、免震ではなく制震構造を採用したが、片側のコアの平面形状のため、制震装置の設置場所には限りがあった。そこで最上階の機械室の上に大質量のTMDを設置し、1ランク上の耐震性能を実現した。



写真1 南側からの外観

3.TMDの概要

極めて稀に発生する大地震や長周期地震に対して効果を発揮するためには、大きな質量を大きく動かす必要があった。そこで錘は建物の有効質量の10%程度（建物総重量の約3%）の2,600tとし、振幅は最大±2mまで可能なTMDを計画した。TMDのコストを抑えるため、錘は現場打設の鉄筋コンクリート製とし、支持材・復元材・減衰材は全て汎用製品で構成している。支持材・復元材として1100φの天然ゴム系積層ゴムを、減衰材として免震用オイルダンパー（C=8.0kN・s/mm、最大ストローク±1m）を、中間の鉄骨フレームを介して2段に設置することで最大振幅±2mを可能とした。

本来、TMDは建物の両端部に2基設置することが望ましいが、設備機器置場との関係で建物の中央位置となった。そこで積層ゴムの配置を4基ずつの2グループに分けてTMDの両側に配置し、ねじれ方向にも効果が発揮できるように配慮した。中央部は鉄骨をつながなくても成立するが、この部分をフェールセーフ機構として利用し、想定外の地震で振幅が2mを超える前に、先に鉄骨フレームが建物本体に設置したストッパーと衝突することで、装置に生じる変形を限界変形以下に収める仕組みとした。



図1 TMDの設置場所

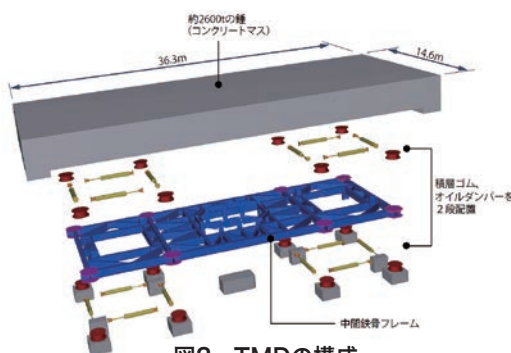


図2 TMDの構成

4.TMDの性能

TMDの固有周期は、建物1質点、TMDを1質点とした2質点系の調和入力に対する最適同調条件により求めた。建物の1次固有周期が短辺方向4.5秒、長辺方向3.7秒と異なるが、比較検討の結果、長い方の周期に同調する方が両方向の応答結果が良好となったため、短辺方向（4.5秒）に同調させている。本建物ではTMDがない状態で、最大層間変形角1/100rad以下を目標としているが、TMD設置により、25～40%の応答低減効果があり、最大層間変形角は概ね1/133rad以下となっている。なお、建物の重量や剛性は設計時の想定と異なる可能性があるため、建物性状のばらつきを考慮した検討を行い、応答結果の変動が非常に小さいことを確認した。本TMDは有効質量比が大きいため、ロバスト性が向上し、幅広い周期帯で応答低減効果があることがわかる。

5.TMDの重量管理

TMDの重量は、コンクリートの乾燥に伴う重量低減を考慮して体積を決定している。高さ140mの圧送を考慮した配合を複数選定し、TMD工事着手1年前から重量変化を把握するための室内試験を行い、得られた結果を基に体積を補正した。コンクリート打設後にジャッキアップによる重量計測を行い、設計値との誤差が約1%で許容範囲内であることを確認した。



写真2 TMD施工状況



写真3 TMD外観

■会員紹介



氏名 野村 建太
勤務先 株式会社
山田建築構造事務所
趣味 囲碁、庭いじり
(ともに最近初める)

2011年に入社後、構造デザイン発表会や現場見学会、若手技術者養成講座、建築構造用語辞典Ⅱの執筆に参加させて頂きました。

用語辞典の執筆では、専門外の人に試し読みをしてもらったのですが、質問されると説明できず、再度調べ直すことになり、大変勉強になりました。

現在は、法制分科会に参加させて頂いております。新聞や雑誌の報道(構造設計者に関わる時事等)について、問題点やその対策を議論することは、多様な視点や考え方を知る機会となり、業務を行う上での柔軟性を高めてくれています。

今後ともご指導ご鞭撻の程よろしくお願いたします。



氏名 大野 正人
勤務先 (株)竹中工務店
趣味 マラソン、登山

私は大工だった父が家で日曜大工をするのを見て建築を志すようになりました。高校生の時に物理学に出会い構造設計を志すようになり、その思いを実現しました。入社してからは様々な種類の建物を担当し多くの人と建物を創る楽しさを経験するとともに、技術開発等の新しいことにも常にチャレンジしてきました。

入社して17年経った現在、社外の方々と交流が不足していると感じるところがあり、入会することになりました。社外の構造設計者の方々と交流することで自身の視野を広げられれば、構造設計をより楽しくできると考えています。

これからもご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いたします。



氏名 正野 和司
勤務先 株式会社安井建築設計
事務所 大阪事務所 構造部
趣味 水泳、
美味しい豆腐探し

昨年の入会以来、関西支部の各分科会や構造デザイン発表会にて勉強させて頂いています。実務歴は十年を超えましたが、まだまだ幅広い視点でより多くの知識を吸収したいという意欲でいっぱいです。JSCAの活動を通じて、アイデアやひらめきを発掘し、皆様のような八面六臂の活躍ができる構造技術者を目指したいと考えています。

またJSCAは建築構造技術者の職務を世へ広く認知・普及させる使命を掲げています。その専門特性を平たくかつ的確に世間へ表現する方法を、これから皆様とともに探求していけたらなと思っております。私はまず情報媒体やSNSを活用した周知について構想しています。

JSCAの各活動において、少しでもお役に立てるよう努力したいと思います。

日本建築学会大会2019参加報告



竹中工務店
慶 祐一

はじめに

令和初めての建築学会大会は9/3(火)～9/7(金)の4日間、金沢工業大学で開催されました。今年のメインテーマは「次の時代は」。9/3,4の2日間で私が参加した3つのPDについて報告します。

■PD「大規模イベント後の大空間施設の活用～東京2020オリンピック後の在り方と課題～」

東京2020オリンピックの3施設(有明アリーナ・有明体操競技場・新国立競技場)の設計について、イベント後の在り方に関する考え方を含めた解説があり、次いで海外でのリニューアルや多目的利用の事例紹介があった。討論では、人を集める役割をもつ空間構造をどう使うか、何年使うか、どう維持するか、ストック社会における空間構造の役割について議論さ

れ、現在の大空間施設のスポーツイベント以外の利用状況も報告された。長期間活用され続けるためには、50年先のソフト的なニーズの予想は難しいが、ハード面において可変性をいかに付与するかが施設計画の鍵となりそうだ。

■PD「高層木造建物への夢と課題」

2010「公共建築物木材利用促進法」を転機に、社会のサステナビリティの要求からも木造が増え、耐火部材の開発の推進も加わり、高層木造建築が現実味を帯びてきた。都市部に350m木造超高層建築を実現するための課題とそれによってもたらされる効果、都市部における耐火木造部材を用いた中高層建築や鉄骨と木のハイブリッド建築の事例紹介、CLT高層集合住宅の性能設計による防火設計提案の紹介、木造防火関連規定の性能規定化による基準法改正の動向、中高層木造建築の火災制御設計について説明があった。討論では、木造超高層の消火の困難性にふれ、万一消火できなかった時の周囲への影響がやはり心配であるとの意見や、木材を適材適所に使うことで木造建築の可能性が広がる等の意見があった。

■PD「プレート境界地震による大振幅地震動の予測と耐震設計」

南海トラフと相模トラフの地震を対象とした地震動の予測手法と精度について説明があり、告示スペクトルを大きく上回る大振幅地震動となる地域があることが示された。これらの地震動を用いた建物応答評価では、通常の設計レベルで設計された建物は地域によって変形応答が設計クライテリアを大きく超える結果となることや3次元骨組モデルを用いた評価の必要性が示された。大振幅地震動に対する設計クライテリアの設定には、地震による損傷評価と修復費および事前対策費が手掛かりとなり、それらの試算方法が紹介された。最後に、大振幅地震動の設計行為への適用について、安全な都市の実現のために、社会が納得する形で大振幅地震動対策を進められる世の中を醸成していく必要があると述べられた。

おわりに

今年も学会大会に参加して最新の構造技術の動向や業界が直面する課題を知り、次の時代を改めてじっくりと考える大変有意義な機会となりました。

●事務局だより

1. 運営会議

0603(18:00~19:30)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
0807(18:00~20:00)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
0910(18:00~20:00)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局

2. 事業委員会

0722(18:00~19:30)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
内容: 現場見学会・研修会・新年研究会の企画会議、ほか
0826(18:00~19:30)
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: 現場見学会・研修会の企画会議、ほか
0930(予定18:00~)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
内容: 現場見学会・研修会の企画会議、ほか

3. 技術委員会

0624(18:00~20:00)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
内容: 各分科会活動報告・本部技術委員会と運営会議の報告
実務者研修「基礎編」実施について
JSCA法人化30周年関西支部企画6
0826(18:00~20:00)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局、B1階会議室
内容: 各分科会活動報告・本部技術委員会と運営会議の報告
WEBページ改定・JSCA法人化30周年関西支部企画7
1028(18:00~20:00予定)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
内容: 各分科会活動報告・本部技術委員会と運営会議の報告
JSCA法人化30周年関西支部企画8

4. 広報委員会

0717(18:00~19:00)
場所: 大林組6階会議室
内容: 1. Structure Kansai NO. 143号編集会議
2. Structure Kansai NO. 144号企画会議
1016(予定18:00~19:00)
場所: 大林組6階会議室
内容: 1. Structure Kansai NO. 144号編集会議
2. Structure Kansai NO. 145号企画会議

5. 耐震診断・補強判定委員会関西支部

0919 第95回(予定18:00~20:00)
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: 耐震診断・補強計画判定の報告

6. 木造住宅レビュー委員会

0717(13:00~15:00)
場所: 安田ビル2階JSCA関西事務局
内容: 熊本市都市建設局の質疑対応

7. 大震研委員会

○主査連絡会

0703(18:30~20:00)
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: 今後の進め方、報告会について

・WG活動

○WG1(地震動・基礎)

0801(18:00~20:00)
場所: 安井建築設計事務所 応接室
出席者2名
内容: 報告書作成に関する打合せ
0805(18:00~20:00)
場所: 安井建築設計事務所 応接室
出席者2名
内容: 報告書作成に関する打合せ
0821(18:00~19:00)
場所: 安井建築設計事務所 応接室
出席者2名
内容: 報告書作成に関する打合せ

○WG2(RC系) 活動なし

○WG3(S系) 活動なし

○WG4(免震構造)

0826(18:15~20:00)
場所: 竹中工務店 大阪・東京会議室
出席者12名
内容: 指針改訂内容
0924(予定18:00~20:00)
場所: 竹中工務店 大阪・東京会議室
内容: 指針改訂内容

8. 現場見学会

0927(予定)
「大宮通り新ホテル・交流拠点事業 コンベンション施設等整備運営事業」

9. 支部報

Structure Kansai No.142(2019.7)発行
Structure Kansai No.143(2019.10)発行予定

10. 技術委員会各分科会

○地盤系分科会

0612(18:00~20:00)
場所: コンステック会議室
内容: 地盤系・耐震設計拡大分科会
基礎構造設計指針の改定と関連した基礎の耐震設計について
講師 関西学院大学 総合政策学部 都市政策学科 鬼丸教授

0729(18:00~20:00)

場所: SDネットワーク会議室
内容: 杭の2次設計についてのミーティング
1008(予定14:00~18:00)
場所: 現場見学会「吉田山を歩こう(花折断層末端膨隆丘)」開催予定

○RC分科会

0528(18:00~19:30) 出席者20名
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: RC規準2018の勉強会2
0618(18:00~20:00) 出席者16+2名
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: 暑中コンクリート講習会
0704(18:00~20:00) 出席者21+4名
場所: 安田ビルB1階会議室
内容: RC 規準2018 年版意見交換会

○金属系分科会

1015(予定18:00~20:00)
場所: 大林組6階会議室
内容: 南座耐震改修工事について、鉄骨梁貫通補強材「EGリング」・BIM「KAPシステム」紹介

○情報システム分科会 活動なし

○構造計画分科会 活動なし

○耐震設計分科会

0912(予定 15:30~17:00)
場所: 三栄建設
内容: 現場見学

○PC・工業化分科会

0702(14:30~16:30)
場所: 建研 水口工場
内容: PC工場見学

○木構造分科会

0807(17:00~18:40)
場所: 安田ビル地下1階会議室
出席者11名
内容: 1. JACS関西マニュアル修正点等について
2. 長野・松代町の養蚕農家耐震改修事例報告

○法制分科会

0621(15:00~17:00)
場所: 安井建築設計事務所2階会議室
出席者6名
内容: 建築構造設計者の「祈り」について(structure 4月号掲載)、海外の建築関係制度技術基準についてのシンポジウム(AIJ) などについて意見交換

0927(予定15:00~)

場所: 安井建築設計事務所2階会議室
内容: 建築法制に関する最新情報紹介と意見交換

※下線付きは拡大分科会を示す。

11. サテライト活動

奈良会

0920 (予定14:30~) 現場見学会
「大宮通り新ホテル・交流拠点事業 コンベンション施設等整備運営事業」

12. 講習会

・木造軸組構法の新しい耐震設計法がマスターできる実務講習会
0807 (13:30~18:30)
・既存木造住宅の耐震診断・改修講習会《一般診断法》
0627 (10:00~14:30)
0904 (予定10:00~14:30)
・既存木造住宅の耐震診断・改修講習会《限界耐力計算》
0802 (9:30~16:00)
・JSCA建築構造士 定期講習会
0825 参加者93名

●編集後記

ご多忙の中、執筆にご協力いただきました皆様方に厚く御礼申し上げます。

令和の新しい時代を迎え、人々が安心・安全に暮らせる世の中でありたいと願いつつ、会員諸氏のより一層のご活躍をお祈り申し上げます。(慶、山田)

発行 (一社)日本建築構造技術者協会
関西支部事務局

〒550-0003

大阪市西区京町堀1-8-31(安田ビル)

Tel 06-6446-6223 Fax 06-6446-6224

Mail jscaweb@kansai.email.ne.jp

URL <http://jscakansai.com/>