

平成 28 年度上期建築物防災週間関連行事

建築物防災講演会

講演記録

テーマ：「あべのハルカス 安全・安心のデザイン」

講師：第 1 部 建築計画・避難計画

株式会社竹中工務店 設計部 設計第 2 部門 設計グループ長 合 田 靖 氏

第 2 部 耐震・耐風設計

株式会社竹中工務店 設計部 部長 構造担当 平 川 恭 章 氏

日時：平成 28 年 9 月 8 日(木)

午後 1 時 50 分～ 4 時 00 分

場所：建設交流館 グリーンホール

主催：一般財団法人大阪建築防災センター

ごあいさつ

大阪建築防災センターでは、平成28年度上期の建築物防災週間での関連事業として、去る9月8に防災講演会を開催しました。

この講演会は、毎年度9月と3月の2回、防災意識の向上と建築物の防災対策を促進するために、当財団の公益目的事業として長年に渡り実施しております。この間、地震、火災、風水害など建築物を取り巻く様々な災害を取り上げ、多くの専門家の皆様から貴重なご講演をいただきました。

地震や台風が発生しやすい日本では、想定外に起こりうる災害を見越して、防災、減災に繋がるように対策を講じていかなければいけません。

昨今、建築技術の発達により、建物の超高層化が日本においても進んでいます。自然災害が多い日本で、超高層建築物は、どのような安全対策を講じて建設されているのでしょうか。今回、日本で最も高い、超高層複合ビルの代表的な事例として、あべのハルカスの災害に備える安全技術、対策のお話をお伺いしたいと思い、株式会社竹中工務店 設計部 部長 構造担当の平川 恭章様、設計第2部門 設計グループ長 合田 靖様、両者をお招きし、「あべのハルカス 安全・安心のデザイン」をテーマにご講演いただきました。

このたび、貴重なご講演の内容をより多くの方々にお伝えできればと、このような冊子にまとめました。皆様方の今後の取り組みの参考にしていただければ幸いです。

当財団としましては、今後とも建築や市街地の防災対策に貢献できるように一層の尽力を傾けてまいりますので、引き続き皆様のご指導、ご協力をよろしくお願い致します。

平成28年10月

一般財団法人 大阪建築防災センター
理事長 吉田 敏昭

平成 28 年度上期建築物防災週間関連行事

建築物防災に関する講演会

テーマ：あべのハルカス 安全・安心のデザイン

第 1 部：建築計画・避難計画

講 師：株式会社竹中工務店

設計部設計第 2 部門 設計グループ長 合 田 靖 氏

第 2 部：耐震・耐風設計

講 師：株式会社竹中工務店 設計部 部長 構造担当 平川 恭 章 氏

日 時：平成28年9月8日（木）午後1時50分～4時00分

第 1 部：建築計画・避難計画

講 師：合 田 靖 氏

ただいま、御紹介にあずかりました、竹中工務店の合田と申します。よろしくお願ひいたします。本日は、こういう機会を与えていただきまして、どうもありがとうございます。皆様、お忙しい中、お集まりいただきありがとうございます。

あべのハルカスは、2014年の3月に竣工いたしまして、約2年半たちました。おかげさまで相変わらず展望台は、はやっていますし、オフィスもほぼ埋まっている状態で、百貨店さんもよく売れているということは伺っています。

工事は、2010年から約4年で、私は、その前に3年ぐらい設計でかかわっていました。だから、延べにすると約7、8年、ハルカスにかかわっていたということになります。今回は、特に「防災」という観点であべのハルカスでは、どういうことに取り組んできたかということで、まず、最初に15分ほど、ちょっとビデオをごらんいただきます。ハルカスを建てたのは既存の建物に、もともと、昭和12年ぐらいにあった建物を潰してから建てているのですが、それに既存の建物がくっついてということで、なおかつ敷地いっぱいには建っていますので、非常

に工事も複雑だったということもあり、その辺の話も含めまして、15分ほど、ビデオに入れていますので、まず、そちらのほうをごらんいただきたいと思います。（映像放映）

○ナレーション

あべのハルカスは、さまざまな都市の活動が立体的に集積した、高さ300メートル、日本一の高さとなる超高層複合ビルです。空に向かって伸びる環境負荷の少ない建物は、新たな都市建築のあり方、省エネ立体都市を実現しています。あべのハルカスは、その頂に生駒山から昇る朝日をいち早く受け、夕日が瀬戸内海の彼方に沈む瞬間まで光をとどめていきます。阿倍野は、梅田、難波に次ぐ、大阪第3のターミナルです。あべのハルカスは近鉄阿部野橋駅の直上、地下鉄やJRといったさまざまな交通インフラが集積するエリアに計画されています。特区申請により基準容積率800%に対して、容積率1,600%、およそ30万6,000平方メートルの延べ床面積が認められ、既存本館部分に加えて新たに21万2,000平方メートルのタワー館が

計画されました。地下を通る物流動線の延長上に計画されたサービスエレベーターを軸に百貨店、オフィス、ホテルの用途に応じて、フロアの奥行きを最適化することで、高さ300メートルのボリュームが生まれました。大阪特有の西風に対し幅の狭い面を向けることで、建物及び周辺への風の影響を最小化しています。ホテル部分のボリュームをスライドさせることで、オフィスの中央のコア部分に光と風を取り入れるエコヴォイドを創出しました。セットバックした屋上部分には隣接する天王寺公園と連続する一体的な緑のネットワークを形成し、潤いのある都市環境を実現しています。

あべのハルカスは大阪平野の中央を縦断する上町台地の上に位置し、大阪城に由来する歴史的グリッドと上町台地の地形に沿ったグリッドが交差するエリアに計画されています。二つのグリッドを読み解いた外壁ラインは歴史と町並みに調和した都市景観を生み出しています。駅、百貨店、オフィス、ホテル、美術館、展望台といった多様な人々の活動が都市へと交差していきます。微妙な角度により

構成されたボリュームは見る位置によって異なったシルエットを見せ、町を歩く人々に新鮮な驚きと新たなエネルギーを与える存在となることを期待しています。

地震に備える。あべのハルカスは、レベル2と言われる500年に一度の大地震に対して耐震コア、ハット、ミドル、ボトムの三つのトラスフロア、さらには、オフィス階に設置されたアウトリガーブレースが変形を抑制します。一般的に求められるレベル2に加え、レベル3と呼ばれる2,000年に一度の想定外の極大地震や上町断層による直下型地震、南海トラフによる長周期型地震に対してはハイブリッド制振構造により安全性を確保しています。強固な骨組みに加え、建物の状況に合わせて油圧式ダンパーと回転摩擦ダンパーを交互に働かせることで地震による揺れを効果的に吸収します。また、高層部に設置したトラスフレームは五重塔の真柱と同じ原理でエネルギーの吸収を図り、地震に対して、国内最高レベルの安全性を実現しています。

強風に備える。建物の風下にできる乱気流の渦は建物を風の向きと直行方向に

揺らす力となります。あべのハルカスのようにセットバックしている建物では、渦の周期が建物の上下で異なるため、建物を揺らす力が増大することを防ぎます。

さらに、建物頂部に設けられた振り子が建物の周期に合わせて反対方向に動くことで強風時においても、快適な居住性能を実現しています。2種類の振り子を立体的に組み合わせた振り子は、小さなスペースで効果的な振り子の周期をつくり出しています。

環境に優しい。単一用途の建物では、特定の時間帯にエネルギー需要が集中します。一方、あべのハルカスでは、複合用途であることを生かして、エネルギー需要の平準化と熱源の効率化により、大幅にCO₂の排出量を削減しています。

また、百貨店では、たくさんの人が集まるため、年間を通して冷房が必要になりますが、その廃熱をホテル客室の給湯などに有効利用しています。さらに、ホテルと百貨店のレストランで発生する生ゴミを利用してバイオガス発電を行うなど、複合建築ならではの最先端の省エネルギー技術を取り入れています。オフィス中

中央部のエコヴォイドには、垂直方向に外部の空気の流れができています。中間期には新鮮な外部の空気をリフレッシュコーナーやワークプレイスに取り入れることで、省エネと快適性を両立させたワークスペースを実現しています。地下鉄に直結している地下1階のエントランス広場は、シャトルエレベーターの出発階になっています。透明感のある60人乗りのシャトルエレベーターに乗って、目的のロビー階へ一気に向かいます。17階、オフィスロビーです。ミュージアムガーデンを眺めることのできる木質系の上質な空間がオフィスワーカーを出迎えます。目的階に応じて別れたエレベーターバンクは自然光による柔らかな光で満たされています。風に揺らぐアートに見えるシースルーエレベーターに乗り込みエコヴォイドを上昇していきます。エコヴォイドには天空からの光だけではなく、建物の側面からも光が差し込みます。時間とともに変化する光がエレベーターホールやリフレッシュコーナーにゆったりとした時間の流れを生み出します。前面ガラスによる眺望豊かな上質なワークプレイ

スはオフィスワーカーのプロダクティビティーを高めます。近畿日本鉄道のターミナルビルでもあるあべのハルカスでは電車を降り、コンコースに向かって歩を進めると上質な百貨店のファサードが人々を迎えてくれます。南側商業施設へと延びる南北動線上のアトリウムを介して百貨店のタワー館と本館はつながり、百貨店の賑わいが町全体に広がってきます。38階は草原をイメージしたさわやかなホテルガーデンです。ホテルのゲストルームからは浮遊感のあるダイナミックな眺望を楽しむことができます。16階は屋上庭園とミュージアムロビーが一体となった第2のグラウンドフロアです。ミュージアムロビーは美術館、展望台、百貨店、オフィスの利用者が行き交う活気のあるスペースです。展示室は重要文化財の展示が可能な高機能な展示空間です。遮光パネルを開けると自然光の元で現代アートも楽しめます。16階の展望台エントランスです。展望台専用エレベーターで最上階の展望フロアに直行します。エレベーターに乗るとシャフト内の光の演出が空への期待感を高めます。最

上階60階の展望フロアです。東は京都、西は明石海峡、南は和歌山まで見渡すことができます。先端部はガラスの床になっており、圧倒的な高度感を体感することができます。展望回廊は町を眺める人々も空に溶け込んだ風景の一部となるような3次元的な楽しみのある空間です。58階の展望台屋外広場は外気に触れることのできる広場です。丘のように盛り上がったウッドデッキの上でゆったりとした時間を過ごすことができます。夕暮れが迫ると展望台全体が大阪の夕景の中に浮かび上がり阿倍野からエネルギーが湧き出るような印象的な夜の風景を生み出しています。都心の駅の直上に日本一の高さを持つ300メートルの超高層ビルを安全にかつ最短の工期で施工するためには、克服すべき数多くの課題がありました。駅の直上に建つあべのハルカスでは、鉄道の運行を行いながら、また、百貨店の営業を継続しながら安全に工事を進めることが求められました。まず、タワー部分を建設するために駅のプラットフォームとコンコースを東へ30メートル延伸し、駅と百貨店の機能を既存本館

に集約します。それにより、旧館の解体が可能になります。工事の進捗に合わせて利用者動線の切りかえを繰り返すことで多くの人々が利用する駅と百貨店の利便性を最大限に確保しながら工事を進めました。建物上部に緑地を配置したあべのハルカスは、敷地いっぱいに建物が計画されているため、大量の建設資材をどのように搬入してさばいていくかが課題でした。1階と地下1階に2層のデッキ、ダブル搬入デッキを設けることにより、地下ではコンクリートの圧送、1階ではタワークレーンで鉄骨の取り込みを行い、夜には同じクレーンでカーテンウォールの取り付けや地下掘削を行うなど、限られたスペースの中で時間と空間を有効に活用し、大量の物流を捌ける計画としています。さらに、高さ100メートルごとにセットバックした建物形状を利用して、屋上部分を第2、第3の施工ヤードとして活用する立体ヤードシステムを導入しています。1階から搬入した建設資材は、大型パレットとテルハクレーンによって高速で上空ヤードへと一括揚重されています。そうすることで1階のヤー

ド不足を補うとともに、揚重作業の効率化を図りました。あべのハルカスの建設では、都心の真ん中で深さ30メートルの地下空間を安全に施工することが求められました。ここでは、地上と地下を同時施工する逆打ち工法を採用することにより、大幅な工期短縮と安全な掘削工事とを両立させています。具体的には上階から順番に施工可能なコンクリート製の地下外壁により土圧を受ける周囲の山留め壁を強固にサポートしながら安全に掘削工事を行っています。また、地下鉄が敷地境界に近接して走っている中で、安全に掘削工事を行うためには、剛性と遮水性に優れた竹中ソイルセメント連続壁工法を採用しています。この工法は竹中工務店が開発した掘削土を再利用する環境に優しい山留め工法です。また、地上部には幅およそ8メートルの鋼鉄製の巨大な防護構台を設置し、万が一の落下物に対しても歩行者への安全に配慮した計画としています。地上300メートル、建物総重量28.5万トンを支える柱は高強度の鉄骨の中にコンクリートを圧入した世界最高クラスの強度を持つCFT

柱です。CFT柱は、建物の足元部分から地上200メートルの高さまで伸び、建物をしっかりと支えます。コンクリートは地下から300メートルの高さまで一気に圧送されます。あべのハルカスは、地上300メートルもの超高層ビルであるため、周辺構造物に測量の基準となる座標を設定することが困難です。そこで衛星を利用したGPS計測を行うことで徹底した鉄骨の精度管理を行っています。多くの人々が利用する駅の直上で超高層ビルを建設する安全対策としてスライドカバー工法が開発されました。建物の建設に先行して防護壁が上部にクライミングすることで、超高層部分においても常に囲まれた環境の中で安全に工事を進めることができます。スライドカバー工法では、最上部で鉄骨建て方が、その下では、コンクリート打設、さらに、下の階では養生枠の下部に設置されたウィンチによりユニット化された外装カーテンウォールの取り付けを行い、まるで空中工場のように複数の工事を同時にかつ安全に行うことができます。

私たちは2014年春、駅、百貨店、

美術館、オフィス、ホテル、展望台が入る日本一高い立体都市あべのハルカスの開業に向けて都市生活をより豊かにするための最新の機能や技術を集積し、世界に一つしかないまちづくりを目指しています。

○合 田 氏

工事のこととかは、我々のほうからなかなか説明する機会がないのですが、先ほど申しましたように、敷地いっぱい建っていますので、資材を上げる揚重ですとか、あと、その安全の面とかということで、非常に作業所はいろいろ苦労しました。あと、下に電車が、近鉄南大阪線走っていますし、百貨店も営業中ですので、そういうことで非常に気を遣いながらの4年半の工事だったと思います。

そうしましたら、計画のほうから、防災について、ちょっと御説明させていただきます。大阪市建築指導部を初め、大阪市消防局、たくさんの方からの御指導もいただき、防災計画と避難安全検証の大臣認定もとっているのですが、それは日本建築総合試験所様のほうでやっていただいて、当初から、日本一の高さにな

るから、日本一の防災計画をつくろうということで取り組んでまいりました。その中で、やっぱり、今の基準法ですとか消防法っていうのは、なかなかこれぐらいの超高層のしかも複合ビルということ想定しての法律ではなく、ちょっと足りないところとかもあるので、そういうところをどんなふうに補っていくかということをしていろいろ考えながら、取り組んできました。まず、最初に、防災計画の概要ですが、これは断面図になりますが、下は駐車場ですけども、この白いところが、近鉄南大阪線が突っ込んできていて、その中に百貨店、百貨店の中に近鉄南大阪線が突っ込んできて、その上にオフィス、ホテル、展望台と、こういう断面構成になっていまして、あと平面的には、赤の斜線のところが300メートルのタワーのところですが、この部分、既存のところが昭和64年ぐらいに建てかえられたターミナルビルでして、百貨店が入って営業しながら工事しました。それに隣接している、天王寺都ホテル、駐車場ビル、HOOPですとか、実はつながっていて、なおかつ地下鉄の天王

寺駅が地下でもつながっているというふうに、平面的にも断面的にも非常に複雑な建物の計画でした。¹ そこで、どういうふうにアプローチしていったかということですが、大きく三つに分けまして、まず、防災計画の範囲、先ほど申しましたように、いろんな建物が入り込んでいたりしていましたので、しかもそれが一つのオーナーではなくて、違うオーナーの建物だったりということもあり、防災計画の範囲を限定し、そうすることで、地下鉄とか隣接建物を分離して隣地からの延焼、あるいは隣地への延焼を防いでいくことになりました。あと、もう一つ、2番目として、火災の制御ですね。分節とか区画計画って書いていますが、まず、火災が起こったときには火災を用途別のゾーンで閉じ込める。それは、百貨店ゾーンであったり、オフィスのゾーンであったり、ホテルのゾーンであったり、展望台のゾーンだったりということで、これはそれぞれ別々の管理者がおります。同じ近鉄さんですけども、中で部署が違いますので、万が一のときには、できるだけ、そのあるゾーンだけで火災を閉じ

込めようということを考えました。あと、それと、火災を新館、タワー館、それぞれで閉じ込めるということですが、これは、こちらのピンク色が全部百貨店で、ここで、右側が既存の建物で、左側が新しい建物です。もしこっちで仮に火災が発生したとしても、こっち側、非常に危険なタワー館のほうには延焼しないようにしようということを計画しました。それとあと、百貨店の中に駅が入り込んできていますので、百貨店と駅との間の異種用途区画。あと、火災を出火階で閉じ込めるということで、これは、普通どの建物でもしていることですが、火災の部分で閉じ込めるということを考えました。それとあともう一つ、防災・避難計画ということで、こういうのはなかなか基準法にはない話ですが、危険度に応じた確実な避難誘導體制。これはどういうことかということ、避難優先度の高い順に避難誘導を行っていきましょう、また、これ後ほど御説明させていただきますが、火事が起こったら全館一斉に避難するのではなく、避難しなければいけないエリアの人から順番に避難させていこうという

ことを考えました。² あと、フェールセーフを加味したゾーンごとの避難施設計画ということで、「火災の進展とか過程に応じた避難施設を計画していこう」ということを目標に掲げて、その後、具体的にはどんなことをやっていくのかをいろいろ考えて計画しました。これは、最初防災計画の範囲ですが、こんなふう

にいろんなところでつながってしまっていて、このオレンジのところは各建物とつながっているのですが、これ、それぞれに増築したりされて、どんどんつながって

って、当時はつながっていったときは、それぞれの法でいろんな協議を経てつながっていくのですが、なかなか一元化されてなくて、それを今回、隣の建物とかに延焼しない、隣の建物とは独立してハルカスだけで、防災計画は考えられるようにということで、やってきました。オレンジのところは延焼防止帯で、ここで必ず煙と炎を防ぐようにしようということをやっています。³ 具体的には、二重の区画ですね。ハルカスと別の建物がつながっている場合が、こういうふうに、二重の区画を必ずしようと、なおかつ、

この二重の区画の延焼防止帯の中には、機械排煙であつたり、自然排煙を必ずや

りましょうということで、当初は、これが一重の区画であつたり、排煙がちゃんととれていなかったりというところがありましたので、今回は必ずこういう二重の区画をしてなおかつ排煙をしようという工事をしました。⁴ 火災の制御とい

うことで分節とか区画計画ですけど、火災を用途別のゾーンで閉じ込めると、先ほど申しました百貨店、オフィス、ホテル、展望台とあるのですが、それぞれのゾーンを超えて延焼することは避けま

しょうということで、具体的にはこういう延焼防止帯というのを百貨店とオフィスの間、オフィスとホテルの間、ホテルと展望台の間に設けました。これは具体的にどういうものかといいますと、非常に階高が高くて、そこが構造的にはトラスの階になっていて、設備的には設備の階になつたりしているのですが、要は、こ

こで、ちょうど階高で12メートル、普通の建物でいくと、3階、4階分ぐらいの高さが丸々あいているというような、離隔距離をもって、上へ延焼していかな

いというようなことを考えました。それとあと、火災を新館、タワー館、それぞれで閉じ込める。これが、右側が昔の建物で百貨店、左側がタワー館ですけども、この部分も二重で区画しまして、耐火構造の壁、もしくは二重のシャッターで区画して、万が一こっちで火事があったとしてもこっちへ広がらない。タワー館のほうで火事があったとしても、こっちの新館のほうには広がらないというようなことを考えていました。あと、駅の中に昔からある既存の建物の中に駅が貫入してきていますので、その駅部分と百貨店部分とは、もちろん、異種用途区画をするということで、火災の影響を出火ゾーンに限定することで非出火ゾーンの滞在者が早期に避難しなければならない状況を回避しよう、これも、どこかで火事があったら、300メートルの中の人々が、みんなが一斉に避難すると、それだけで、二次災害が起こりますし、また、誤報なんかのときもそれによって、二次災害が起こる可能性があるのです、そういうことは避けようということで、計画しています。⁵ あと、火災を出火階で閉じ込めるということでは

すけども、オフィスの中には先ほどビデオにもありましたように、こういうヴォイドがございまして、ここは非常に環境にも省CO₂に貢献しているヴォイドなのですが、そういうところから延焼が上階へ行かないように、このオレンジのところ、安全区画をつくって、レストランとか接しているようなところに対しては、防火区画のシャッターですとか、壁をつけることによって、火災がこのヴォイドを介して上階にいかないというような計画にしています。⁶ もう一つ、避難計画ですが、この辺が非常に苦労したところで、危険度に応じた効率のよい避難誘導体制をつくろう、避難優先度の高い順に避難誘導を行うということで、あと、その方策としましては、管理区分です、ね、オフィス、百貨店、ホテル、展望台、それぞれの管理区分で避難誘導の分担を明確にしようと、避難の順番としては、出火階、あるいはその次には、出火ゾーンですね。百貨店で火事があった場合には、出火階、その次の避難は百貨店全体の避難、その次に、非出火ゾーンの順番、次は、それでも消えなかった場

合は、オフィス、ホテルの人を順番に逃がしていくというような計画にしています。⁷ そのときに、この地下2階に防災センターがありまして、これが基本的にはビルを一元管理しているのですが、万が一、火事が、それぞれのエリアで出火した場合には、ここから、それぞれのところに行っていたら、すごい時間がかかりますので、それぞれのゾーンごと、百貨店、オフィス、ホテル、展望台のゾーンごとに出先のエリア管理室というのもそれぞれにつくっています。万が一、ホテルで火事があった場合には、そのエリア管理室からまず現状を確認しに行く。もちろん、そのときには、メインの防災センターとは連絡をとりながら、いち早く現地を確認しに行くということを、できるような体制にしています。さらに、昼間ですと、サブ管理室というのまでつくりまして、これはそれぞれの、またその先の出先にまで従業員がいますので、そこでさらに早く現地での体制が整えられるようにということで、サブ管理室を設けております。営業時間外ですと、サブ管理室は人がいなくなるのですが、エ

リア管理室がそれぞれ機能するので、それぞれの時間によった体制というものも考えながら防災計画をつくりました。⁸ これは、細かくは説明しないですが、それぞれの火事が起こったときとか、確認や通報はどうするのかということをそれぞれ防災センター、あるいはエリアの管理室、あるいは出火してない非出火エリアの管理室とか、サブ管理室とかのそれぞれの役割をこういうふうに決めまして、避難防災体制を構築しています。⁹ あと、もう一つ、全館避難時の対応ということで、これは、また後ほど説明いたしますが、非出火ゾーンを含めた全館避難の段階では、階段内で長時間の滞留が起こると書いていますが、全館避難というのは最悪の事態です、できるだけ、それがないように、出火ゾーンで火を消すのですが、万が一、全館避難が起こった場合には、9. 11のときもそうだったのですが、階段室ですごい滞留が起こってしまうんですね。そこで、16階、38階のロビーや屋上庭園を中間滞留スペースとして活用しましょうと。要は一旦、すごく滞留した階段から出て、安全など

ころに出て外気に触れることができるのか、そういうことをできるようにしようということでやりました。これがその防災体制なので、ちょっと割愛します。あと、もう一つフェールセーフを加味した、避難施設計画ということで、火災の進展に応じて避難施設を計画する。各用途に分けて、適切な計画を行うということで、ホテル、オフィス、百貨店、それぞれプランとかも違くと、使い方も変わりますので、それぞれ計画しています。ホテルですと、この中廊下が回遊している中廊下になるのですが、この廊下部分が安全区画になっていて、特別避難階段が東西両方にある、オフィスなんかも廊下部分が安全区画になり、特別避難階段が分散配置されている。百貨店ですと、避難階段を周囲、全部、ばらけさし、なおかつ外にバルコニーを設けています。一旦、バルコニーに出ってから階段に行くこともできますし、直接避難階段に逃げ込むこともできるというような計画をしていて、万が一、こういう階段に滞留が起きていて、階段に逃げ込めないという事態が起きた場合でも、そのワンフロアーの人た

ちがこの緑の安全区画のところで一時的に滞留することができるぐらいの面積を確保しています。¹⁰ あと、これはちょっと特殊ですが、百貨店のところにこういう吹き抜けがあり、左側が既存の建物で、右側がタワーのほうになるのですが、昔の建物で、昔と今と百貨店の天井高が違いますので、必要とされる天井の高さが違うので、階のレベルが違ってくるんですね。そういうときに、エスカレーターでつないでいって、なおかつ見通しをよくしているところなのですが、こういうところが吹き抜けになっていますので、炎ですとか、煙が上へ行きやすくなるので、そういうところは、こういうふうに、二重の区画をしていて、二重の区画をして、万が一、下の階で火事が起こったとしても、上の階には行かないようにするというようなことをしています。¹¹ あと、これは、シミュレーションで、こういうところって、いろんなワゴンセールとか置くのですが、そういう火源を設定したとしても、上には延焼しないっていうような検証をしています。これが先ほどの、この点線のと

ころから右が、新館、これが既存の建物で、左がタワー館でして、あと、分けているのですが、それぞれタワー館、新館のほうで独立して避難することもできます。この間、行き来できるのですが、あるときになるとシャッターが閉まってしまいます。シャッターが閉まったとしても、それぞれの棟で避難できるというようなシステムを構築しています。¹²

これは、駅ですね。駅のところに、百貨店の中に駅が貫入してきているのですが、駅の中、実は基準法上の対象外になるのですが、それも検証しまして、例えば鉄道で乗降客がいるときに、乗降客がざっと降りてきたときにも、このハルカスで火事があったときには、ハルカスの中を経由せずに、そのまま外へ出られるというような計画になっていますし、その定量的な検証というか、そういうのもしています。この部分は、シャッターがあるのですが、そのシャッターが降りるのを二段降下にして、まずは避難させてそれから、煙がさらに下へ落ちてきたときには、さらにもう一段シャッターを落とすというようなハードなこともしていま

す。¹³ これはオフィスですけども、オフィスは特別避難階段を東西に、特別避難階段に入る前の付室については、加圧防排煙というシステムを採用しています。要は付室に、空気をずっと送り込みまして、付室のほうを正圧にして、安全な付室に煙ができるだけ入ってこないようにする。かといって、扉があきにくくなりますので、そこはダンパーとかを使って、適正な扉の重量とかにするのですが、そういう廊下は一時安全区画にしているのですが、なおかつ、特別避難階段の付室を、加圧防排煙をすることによって、さらに煙がこないようにしようと、一つ、下が、そのときのシミュレーションですが、ここが付室になり、この上が、加圧排煙がない場合、下が、加圧排煙がある場合ですけども、付室については、加圧排煙していて、こっちが正圧になり、煙が入ってこないというようなシミュレーションをしています。¹⁴ あと、ちょっと特別な検証としては、オフィスの17階に託児所があり、オフィスの方とか、百貨店の従業員の方が、お子様を昼間ここに預けるといところで、今、17階

にこういう託児所があります。ゼロ歳児からいて、ゼロ歳児は避難、もちろんできませんので、そういう避難弱者に対してどういう対策をするのかということをいろいろ考えまして、こういう、ここ前室になっていて、ここが防火区画されており、非常に広い空間があって、どこかで火事があった場合には、一旦、この前室に子供たち、乳幼児を集めて、安全なここでまず待機する。それは、保母さんとかが何往復もして、集めるのですが、そういう検証もしまして、そこから、この黄色のところが特別避難階段の付室ですが、ここから下へ逃げる。下へ逃げるのですが、このブルーの階段はダブルスパイラルになっていて、上からの人が合流してこない階段になっていて、この階から下に始まる階段になっていますので、この階段については、人がいっぱいに入れないということはないような階段の計画にしています。実際には、これ託児所の訓練も消防の方と一緒にやっていますが、この1階下が16階になり、屋上庭園になっていますので、そちらのほうに、安全な、6人ぐらい乗せられるベビーカ

ーみたいなのがあって、そちらに、下の階で乗せて、屋上庭園のほうに避難させていくというような計画になっています。今、世の中で超高層ビルの中でやっぱりこういう託児所、途中につくりたいという、いろんな計画があるのですが、国交省のほうではこういうのをなかなか認めてくれない。今、風潮になっていますが、やっぱり、普通じゃなくてちょっといろんな対策をすることによって、世の中、こういう託児所を建物の中につくるという、非常に需要はありますので、そういう対策をやっぱり何かしていかないといけないなというのは、やっているときに感じました。¹⁵ ホテルですが、ホテルも中廊下でロの字形式に廊下になっていて、ホテルの場合、普通、周りにバルコニーを、ぐるっと、つけたりするのですが、この超高層でそんなバルコニーは、あんまり役に立たないっていうことで、中廊下でさらに真ん中を防火区画にして、万が一、片方のほうで煙に侵されたとしても、もう一方のほうに逃げ込めば、比較的安全。それぞれに特別避難階段があるということで、廊下部分を安全区画する

とともに、さらに、そこを東西二つに分けて片方が煙で侵されても片方は安全な区画になっているというような計画をいたしました。¹⁶ 展望台ですけれども、展望台も2方向避難があり、60階は、もちろん、こことここに。こっち側が避難階段になっていまして、避難階段が両側にあるっていうのと、あと、59階につきましては、ここしかないのですが、この中に、実は特別避難階段が二つありまして、こっちから入るのと、こっちから入るのとがあり、これのもう二つ下の階に行ったら、こっちの避難階段までこれが、片方はつながっているよというような2方向避難の避難階段になっています。この階が58階ですが、58階も同じように2方向の特別避難階段がついています。¹⁷ これが先ほど申し上げました、黄色いところが延焼防止帯になっていて、火が上の階、他のゾーンに移っていかないようにしている。これが写真ですが、この階高で約12メートルですので、隔離距離をとって延焼を防げる。これが屋上庭園でして、このオレンジのところは屋上庭園になるのですが、300メート

ルを一気に下に降りるというのはなかなか健常者でもつらい、実際、9.11のときは、途中でやっぱり階段室から出て、休憩している人とかが実はいたりして、そういう行動学とかがわかっているのですが、そういう人たちのために、もちろん、ここが安全かどうかっていうのはITVとか、現地の防災要員とかが確認してから、こっちへ、避難階段の中に放送したりして、誘導していくのですが、こちらに逃げてもいいよと、あるいは片方の階段が煙で侵されたときに、もう一個反対側の階段に乗りかえることができますよというような案内をするようなシステムになっています。¹⁸ 当初、この防災計画をやっているときに、特別避難階段を強制的に一旦、外に出させて、新鮮な空気を吸ってからもう一回特別避難階段に戻して、避難階まで避難させるっていうふうなことも検討したのですが、国交省の方にもいろいろ掛け合ったりしたのですが、今の基準法ではなかなかそこまではできなかった。だから、今の計画では、ここを使って一旦休憩することもできるし、避難階段を乗りかえることも

できるよというぐらいのものになっています。強制的に絶対ここへ出るというようなことには今のところはなっていないです。きょうは、それともう一つ、ハルカスの中には、実現しなかったのですが、昨今、事例がふえてきています、エレベーターを使った避難というのがあり、それについてちょっと御説明させていただきたいと思います。火災時における非常エレベーターを利用した垂直避難計画の開発の実施ということで、背景としては、火災死者の高齢者の割合というのが非常に多くて、やっぱり火災死者の3分の2が高齢者になっています。というのは、実は避難弱者ということなのですが、現行法規では、基本は階段を利用した避難が前提で、エレベーターを使っただけでは避難してはいけないというのは、皆さん御存じのとおりですが、歩行困難者等、要は、避難弱者に対して、十分には考慮されていないというのが実情です。¹⁹ 高齢者や歩行困難者等は火災時の避難に対して非常に不安を感じているということがあり、今、非常用エレベーターはどういうことになっているかといいますと、一般

のエレベーターは、火事が起こると、火災管制というのがかかりまして、避難階までは自動で降りていって、そこでもう扉が開いて、エレベーターは停止します。なおかつ、非常エレベーターは、どうなっているかといいますと、これは基本的に消防隊が消火活動や救助活動をするためのもので、消防隊が専用使用するということになっています。一般エレベーター、非常エレベーターとも、火災避難時に居住者とか在館者はエレベーターを使用できないというのが現状です。²⁰ 近年、火災時におけるエレベーターを利用した垂直避難について、いろんな必要性というのが、非常に議論が起こってまして、変化が生じています。世界はどうなっているかといいますと、実際、避難用エレベーターが計画され、設置されています。9. 11の後のワン・ワールド、トレードセンターですとか、ドバイのブルジュ・ハリファとかは、避難用エレベーターが計画されている。ちょっと、ソフト面でどんな体制になっているかというのまではわからないのですが。日本の動きとしては、2013年の東京消防

庁から「高層建築物等における歩行困難者等に係る避難安全対策」というガイドラインが出ました。これは、要は、非常用エレベーターをある条件のもとに使うていいよという内容です、実際に、非常用エレベーターが使える建物としては、2014年に順天堂病院で初の避難誘導エレベーターが認可されました。²¹ 今回、我々が大阪で認可されたものがこれですけれども、あと、もう一つ東京では、虎ノ門ヒルズ、森ビルさんのやつですけれども、あれが竣工後に非常用エレベーターを使った避難というのが認可されています。今、その2件ですね、恐らく日本では。今回、大阪で我々が計画したのが、ザ・パークハウス中之島タワーで、ちょっと中之島の西のほうで、三菱地所レジデンスさんで、約900戸の超高層タワーの免震住宅です。竣工は再来年ですが、今、もう販売しております。これについては、避難誘導エレベーターを計画して認可に挑戦して、とれました。分譲住宅では国内初ですし、大阪では全建物の中で初めて、この認可が取れたということになります。²² トライしたとき

に何が問題だったかという、東京消防庁は、基準を出しているのですが、大阪ではそういう基準がなくて、いかにして認可を取るかと。東京では、その東京消防庁のガイドラインに則ったものをやればいいんですが、大阪ではそういうものがないということと、あと、お客様ですね、事業主とか販売会社とか管理会社等に計画の理解と協力を得なければならぬと、非常にハードの面以上に、ソフトの面でやっていかなくちゃならないことがたくさんありまして、そういうところが非常にハードルが高いというのが現状です。²³ 実際には、大阪の消防局の基準は発行されないということなので、東京消防庁の基準に極力準拠した計画にしましょうということと、あと、評定の委員会で、評定の委員会には先生方のほかに大阪市の方ですとか、消防局の方とかもいらっしゃいますので、その中で避難エレベーターについて、認可を取得しましょうということをこういうスキームをつくりました。その中で2014年に認可を取得することができて、今、工事中ということです。²⁴ 実際、どういうこ

とかと言いますと、まず初めに水平避難対策ということで、各フロアに一時避難エリアを設置します。これは大体、非常用エレベーターの乗降ロビーと、特別避難階段の付室を兼用しているところにあるのですが、そこが一時避難エリアになります。垂直避難対策、これを、非常用エレベーターを使ってするのですが、垂直避難、一時避難エリアに避難した人をこの人が自由に使えるわけではなくて、その要員の人がこの非常エレベーターを使って避難するということができるようになっていきます。それはあくまでも、消防隊が到着するまでと、消防隊が到着したときには、そういう活動については、消防隊にバトンタッチするというのが、東京もそうですけど、今回の計画でもそうになっています。²⁵これが平面ですが、マンションの中で、こういうブルーのところは滞在できるところになっていて、オレンジが一時避難エリア、水平避難で、まずこの防火区画されたここに、みんな避難してくる。ブルーが非常用エレベーターですが、この建物の場合は、二つ非常用エレベーターがあり、片方は

避難誘導に利用できることになっていきます。片方は、こっち側は避難には利用しないで、非常、消防隊専用で使いますということで、大阪市の消防局の指導のもとに、こっち側については、避難では使わないということになっています。²⁶

これがそうでした、避難誘導エレベーターは一定の要件を満たしたときのみ利用可能になるのですが、その一定の利用というのがこういう体制、自衛、消防隊っていう、こういう体制ができてないといけない。このブルーの人は地区隊っていうのですが、これ住民の方をあらかじめ選任しておいて、本部隊というのは、このグリーンの人たちで、これは管理会社の人たちがいろんな講習を受けてそうになっているという人たち。こういう人たちが、マンション、集合住宅とかの場合は、どこにどんな人が住んでいるっていう情報を把握することができますので、こういうことができる。58階には体の不自由な方がいるとか、車椅子の方がいるというのはあらかじめちゃんと情報を把握できる。だから、先ほどの、最初の、一番初めに実施された順天堂病院なんか

も、もちろんそういうことが可能なので比較的、非常用エレベーターを使った避難に適している用途っていうのはあるかと思います。まずは、一時避難エリアにそういう人たちが、避難弱者の人を連れてくる。あるいは健常な人たちは避難階段を使ってくださいと。普通の特別避難階段を使って、避難してくださいというような振り分けもするというような役割を担っております。²⁷ その中で、全部で6人以上いないと、非常用エレベーターは使ったらいけないということになるのですが、その中の振り分けがいろいろかわっても大丈夫なような条件ですね。本部隊が3名、この緑の人が3名以上でなおかつ、全員足して6人以上の場合だけ使っていい。それぞれ役割が決まっているのですが、エレベーターを操作する人、避難階で指揮する人、各階で避難弱者を誘導する人という、役割がそれぞれ講習を受けたりして決まっていて、そういう条件が整った場合のみ、非常用エレベーターを使うことができる、ただし、それは消防隊が到着するまでの間、今これが2018年竣工ですけれども、大阪で

は初めて実現しようとしています。²⁸ これはハードでどういうことをしないといけないとか書いているのですが、通話装置やサインをつけたりとかということなのですけれども、やっぱり、ソフト面ですね。青で書いている自衛消防隊ですとか、体制の構築ですとか、こういう訓練とかそういうことが非常に大事になってくるというのが条件になります。²⁹ そういうことが新聞に載りました。³⁰ 国連防災会議とかでも世界に向けて情報発信ということもしています。³¹

今後の課題としましては、非常用エレベーターが2台ある建物なんかは、大きい建物なのですが、そういう非常用エレベーター1台の建物が一般的で、圧倒的に多いですが、その中でもやっぱり避難弱者という方はいらっしゃるわけで、そういう方を救っていくためにどういう手法があるか、あとできるだけ少人数による自衛消防隊の体制による計画をしないか、とだめ、小規模共同住宅への適用ですとか、あとは、ほかの用途による水平展開という、施設ですとか、病院とかホテルとか。ですから、ハルカスのよう

な非常にいろんな用途がたくさんあって、ホテルとかは比較的にかかりやすいのですが、その日、その日で来る人が違うような複合用途の建物で非常用エレベーターを避難に使ってどんなふうに使えるかということは今後考えていかなければならないかなというのが最近のこういう流れ見て思うところでございます。³²

どうも、ありがとうございました。

— 了 —

-
- 1 資料-1頁②
 - 2 資料-2頁③
 - 3 資料-2頁④
 - 4 資料-3頁⑤
 - 5 資料-3頁⑥
 - 6 資料-4頁⑦
 - 7 資料-4頁⑨
 - 8 資料-5頁⑩⑪
 - 9 資料-6頁⑫
 - 10 資料-6頁⑬
 - 11 資料-7頁⑭
 - 12 資料-7頁⑮
 - 13 資料-8頁⑯⑰
 - 14 資料-9頁⑱
 - 15 資料-9頁⑲
 - 16 資料-10頁⑳
 - 17 資料-10頁㉑
 - 18 資料-11頁㉒

-
- 19 資料-12頁㉓
 - 20 資料-13頁㉔
 - 21 資料-13頁㉕
 - 22 資料-14頁㉖
 - 23 資料-14頁㉗
 - 24 資料-15頁㉘
 - 25 資料-15頁㉙
 - 26 資料-16頁㉚
 - 27 資料-16頁㉛ 資料-17頁㉜
 - 28 資料-17頁㉝
 - 29 資料-18頁㉞
 - 30 資料-18頁㉟ 資料-19頁㊱
 - 31 資料-19頁㊲
 - 32 資料-20頁㊳

脚注の資料は、講演会の当日に配布致しました資料になります。
大阪建築防災センターのホームページ
(<http://www.okbc.or.jp/>) に掲載しておりますので、ご参照ください。

第2部：耐震・耐風設計

講師：平川 恭章氏

ただいま御紹介いただきました、竹中工務店の平川です。本日はよろしくお願いいたします。きょうは、このような機会を与えていただきまして、ありがとうございます。お伺いするところ、構造の御専門の方もあまりいらっしゃらないということと、必ずしも建築の御専門ではないということなので、なるべくやさしい言葉で御説明したいと、心がけたいと思いますので、しばらくお付き合いいただきたいと思います。

私は、今、建築計画等の説明が終わりましたので、構造計画ということで御説明したいと思います。ちょっと、いきなり難しいことを書いていますが、超高層の構造設計をするのに、どんなこと気をつけていますかと、よく聞かれるので、これは設計が終わった後にまとめたのが15ほどありまして、これらについて、少しずつ触れながら御説明したいと思います。私がお話するときに、いつも3本立てで話しておりまして、ちょっと済みません、英語になっていますが、1番上

が、ハイグレードな耐震・耐風設計というのをまずお話しします。それから、革新的な架構計画っていうのを二つ目にお話しして、最後に、これは効果的なエネルギーの吸収装置、ダンパーと呼ばれるようなデバイス系のものを御説明しておりますので、きょうもこの三つについて説明したいと思います。初めに、耐震性、耐風性について、この地図は緑の濃い地域が風の強い地域で、オレンジの濃い地域が地震の多い地域を表しております、日本は緑も濃いし、オレンジも濃いという、世界でも特異な例の場所であると言えます。なるべく、優しくということで、童話の「3匹のこぶた」で、藁の家と木の家と煉瓦の家があって、煉瓦は、今回は屋根も煉瓦にしていますが、台風が来たらということで、オオカミがやってくると、最終的に、こういう結果になり、煉瓦の家が一番よかったねという結果になりますが、ここにもし、地震が来たらどうなっていたかということ、地震は重いものに力を加えてしまいますので、もしかしたら全く逆の結果になっていたかもしれないということです。一番初めにお

話しましたように、日本は台風も地震も多く、反対の結果になるものを、両方成立させないといけなく、非常に、大変難しい設計を行っていると言えらると思ひます。これは、ここがハルカスの場所であ近く、上町断層が走っています。一方、過去の大きな台風の通り道も表しており、近畿地方にたくさん台風が通過しているということも含めて事実であり、これはハルカスから大体1キロぐらい北のところの四天王寺で、こっちが昭和8年の写真で、こっちが昭和9年の室戸台風で五重塔が潰れている写真、本当に、台風がやってくると、こういうことが起きるのだと、ハルカスのすぐ近くで、実際起きているということが歴史も物語っています。現在は鉄骨鉄筋コンクリート造で再建築されていますので、こういうことはないかと思いますが、では、まずちょっと風のことについてお話ししたいと思ひます。風はカルマン渦と呼ばれる渦が建物を揺らせます。どんなものかというところ、この明石海峡の橋脚の後ろにできる、こういう渦、これは風も水も流体なので、同じように渦ができるのですが、これは

建物を風が通り過ぎていくと、この建物を風とは直交る、直角方向に建物を揺らすという性質があり、この揺らす渦の周期、何秒に1回あらわれるかというようなことは、この建物の幅に比例するようになっています。ですので、こういう下から上まで同じ幅の建物だと、下から上まで同じような周期で渦がやってくるので、建物を共振というか、揺らせやすい。一方ハルカスは、セットバックしていて、幅が全部違いますので、同時性があまりないので、風に対して揺れにくい形状をしていると。それは、必ずしも、ちょっとずつ大きさが変わっていく、セットバックだけではなくて、こういうねじったり、テーパーがついたようなものも同じような効果があります。今、世界の超高層みたいなのがかかなり変わった形をしているのを皆さんも新聞や雑誌で見られていると思ひますが、奇をてらっているだけではなくて、とにかく風の力を弱めたということ、こんないろいろな形をしています。一番よくないのは、こういうスクエアのものになります。地震の、今のセットバックしている効果を含めるこ

とで、風の力と地震の力の比較ですが、短辺、短い方向に揺れる方向を見ると、オレンジが地震の力でブルーが風の力なので、地震の力のほうがちょっとだけ大きい。今の工夫のおかげで風の力が大分抑えられたので、地震の力が大きいので、基本的にはこの建物は300メートルと超高層ですけども、地震に対して設計するという事になっています。という事で、超高層を設計するには、まず、建物の形状をどうするかということが、非常にポイントになるかと思います。¹地震について設計するというときに、一番初めに、日本は地震が多いと申し上げましたが、どこかで見られた絵かもしれませんが、プレートが入り込んでいるところが、日本の近海にありますので、その入り込んだプレートがぐっと沈もうとするときのひずみを断層でそのエネルギーを解放しようとするのが、直下型の地震が起き、潜り込んだものがぽんと跳ね上がることでエネルギーを解放しようすると、海洋型の地震が起きますので、日本はどちらの地震も起きやすいという条件にあります。ちなみに、東南海・南

海地震という地震の名前は、皆さんもよく御存知かと思いますが、必ず、周期を繰り返していますので、もうすぐやってくる、30年以内に70%以上の確率で起きるということはほぼ確実と言われております。一方断層のほうは、近畿トライアングルといって、近畿地方の中にこの赤の点々のところが全部断層なので、どこに何を建てても断層の近くになるというぐらいたくさんの断層があります。ちなみにハルカスはここにあります。阿倍野の地域というのは、昔々、大昔は、こういうふうに半島のように台地のようになっていて、ほかのところは全部海でした。ですので、梅田や難波はみんな海ですが、この阿倍野の地域は昔からこういう台地になっていて、古来重要な建物、例えば、ここに大阪城、それから難波宮があり、それから、ここ四天王寺、それから住吉大社とか、それから、仁徳天皇陵とかも全部、このラインに乗っている。昔から、ここにしか建てられなかったというのがありますが、こういう硬い地盤に乗っかっているということが言えます。ただ、この硬い地盤は、じゃあどうやっ

てでき上がったのかというと、ハルカスの60階の展望台の北側、梅田のほうを見ると、今の半島の跡がよくわかります。台地の跡が。北の方のここに、緑の崖みたい。これは上町の辺ですが、落ちているところが、つまり、この台地の西の端で、展望台に行っていて、北のほうを見ていただくと、これがよくわかります。これが上町台地の西の端になります。そこで、ばしっと、断面図を書くと、実は、この台地は、断層の隆起によってできたところなので、硬い地盤ではあるけれども、近くに断層がある、よい地盤だけど断層が近くにあるという、ちょっと背中合わせのところがあります。なので、ここに建てるためには、やはり断層系の地震、それから東南海・南海も言いましたが、海洋型の地震というものに注意することは必須のことになります。耐震設計をする上において、我々は、一番初めにお客様と今回であれば、近畿日本鉄道さん、近鉄百貨店さんと、どんな建物ですというのを合意しながら進めます。このグラフは、横軸に地震の強さ、つまり震度を書いています。これは再現

期間といって、何年に一回ぐらい起きるかなという地震の再現期間です。縦軸に地震の被害を、斜めの線が、その耐震のグレードを書いています。まず、日本の建築基準法の考え方というのは、最低ラインはここにあります。これはどういうものかということ、震度6強ぐらいの大地震、これは500年に1回ぐらいの地震ですが、起きると、建物はこう見て、これがグレードですから、大破するかもしれない。つまり、人命は守るけれども、財産はもしかしたら、壊れてしまうかもしれない。だけど、命は守りますというのが、建築基準法の考え方です。これに比べて、一般の超高層は少しやっぱりグレードが高いので、このぐらいの地震だと、そこまでの被害にはいかない。ハルカスはさらにグレードを上げて、6強ぐらいの大地震でも軽微な被害にとどまるように設計しようということが、このグラフのあらわしていることの一つ目。もう一つは、法律は、ここまでしか考えていないので、ここから先の大きな地震は、まあ言うと、私は知りませんと言ってもいいのですけれども、社会的な意味

も含めて、そういうわけにいきませんので、さらに大きな地震についても、考えましょうと。ただ、無被害というわけにはいきませんので、1500年に1回の大きな地震でこういうことが起きるかもしれないということを合意した上で進めているという、ここにちょっと、想定外を想定するという禅問答みたいな言葉が一時、「想定外を想定しているのか」みたいなことを言われていましたが、想定外をも想定するというのが一つのポリシーであります。我々設計する前に想定地震動をつくりますので、上町断層が全部ざっと動いたことが想定されるような地震であるとか、それから、南海トラフが東南海・南海のこのところで地震が起きたというようなことを地震動でつくります。ただ、それだけでは、やっぱり不十分で、実は、もともとこの断層沿いに40点の地震がつくられています。天王寺はこの水色のところなので、ここでつくられた地震を使って設計をすればいいんですけども、今回は想定外を想定するということも含めて、とにかく、この40点、全部の地震の中で、このハルカス

に影響の大きな地震を、周期っていう言葉、聞かれたことあるかもしれませんが、建物が持っている揺れやすさに合致するような地震をわざと選んで、それについても、天王寺以外のところの上町断層の地震をも想定するということを考えました。それから、ちょっとだけ戻りますが、東南海・南海の地震動もつくったのですが、それも普通につくると建物の周期と合致しないと共振をしませんので、そこをわざと建物の周期を合わせて、共振させて、それでも大丈夫なように設計をするという方針をとりました。そういう意味で、普通につくった上町断層の地震、東南海・南海の地震だけではなくて、わざと建物を揺らせるような地震をつくって、設計をしたという意味で、想定外の地震力をつくり出したということが言えると思います。それを含めて、この写真は、一番上のヘリポートで、耐震性に優れた建物であるということと、それから一番、日本で一番高いところにあるということで、自衛隊の方が、何かあったときに、ここを無線の基地にしようということで訓練をされたときの写真です。と

ということで、安全性をどのように考えるか。それから、ここ入力って書いていますが、つまり、地震の入力をどのように考えるかということは、やはり一番初めに考えておかないといけないことであります。これがまず一つ目の高い耐震・耐風性能というところであります。²

それから、2番目には、イノベーター・フレーミング・プランと書いていますが、革新的な架構計画ということで、ちょっとまた急に平易な話になりますが、まず、建物は、鉛直力、鉛直って下向きの力をどうやって硬い地盤まで伝えるかということをも、構造設計者は一番初めに考えます。そのためには、この重い大きな重さに耐えられる柱と杭、杭は、昨今、新聞とかでも見られているように、非常に大事なものですので、じゃ、まず、建物の重量をどうやって伝えるかということをお説明したいと思います。これは、英語で、パイルド・ラフト基礎、パイルド・ラフト・ファンデーションって言うのですが、パイルっていうのは杭のことです。パイルですから、パイルで、杭で支持された、ラフトというのは、

ラフティングって、いかだですので、杭に支持されたいかだ、いかだがこの一番底の底版をあらわします。杭があるので、ふつうであれば、杭だけで支持されますので、深いところまで杭を打たないといけないのですが、今回は、このラフトと杭と両方の合わせ技で建物を支持しますので、杭も一番深いところまでいなくても支持できるような格好になっています。これの、ここだけ見ていただくと、大体、杭で90%ぐらい、ラフトで10%ぐらいの重さを支えているものになります。その施工の、これは上から見たところで、先ほどの絵にありましたここがタワーで、これが既存の建物になっていますが、夜な夜な、24時間、基本的に工事していましたので、基礎の施工をしているところです。真上から見ると、ここに地下鉄の谷町線、こっち御堂筋線が走ってしまっていて、JR、ここに、地上に阪堺電車が走っています。これ、ずばっと、断面切ったところで、敷地の1.6メートル西側には、地下鉄の谷町のシールドがあるようなところですので、300メートルの高さばかり取りざたさ

れますが、30メートルぐらい掘ってや
っている地下の施工も非常に困難な施工
でありました。そのためにはまず、掘っ
ても土が倒れてこないように、ぐるっと、
壁で覆う必要があります。これが竹中
ソイルセメント壁というのですが、ぐる
りと赤線に沿って穴を掘って、鉄骨を入
れて、その鉄骨と穴との隙間を現地のソ
イルですから、土と、セメントを、現地
の土を40%ぐらいで再利用できますの
で、混ぜて埋める。地下の躯体を構築し
て、そこと鉄骨をつなげるというような
ことをやっています。それで、基礎を囲
っていますので、外からの土の力に耐え
られるということが、一つ言えると思ひ
ます。絵で見ると、鉄骨が、このぐらい、
ずらっとありますので、ほとんど鉄の壁、
鉄の壁に、間に、ソイルセメントが入っ
ているというような壁になっています。
それから、杭が、先ほど言いましたラフ
トと杭がセットでありますので、一つの
柱の下に1本ずつ杭があります。それは、
ビール瓶のような形をしていまして、こ
こにビール瓶ありますが、太くなってい
ます。それは、杭って、先端の硬いとこ

ろに支持させていると同時に摩擦力も、
たくさんとりたいので、ちょっとでも直
径が大きいほうが摩擦力たくさんとれま
すので、先端の円が、ちょうど4.2メ
ートル、ちょうど近鉄特急と同じくらい
なのですが、4.2メートル、これが人
ですので、このぐらいの太さの杭になっ
ています。1本当たりが大体、8,000
トンぐらい支持できるような杭になっ
ています。ということで、この重い重さ
を支えられる、まず杭を構築しましょう。
あるいは、杭だけでは足りないので、ラ
フトと呼ばれる、底版と杭でもちましょ
う。だけど、杭へいく途中にまず柱が、
その重さに耐えられなかったら杭までい
きませんので、柱ではどんな工夫をする
かと。それは、大きな大きな柱をつくっ
たらいいじゃないかと言われるかもしれ
ませんが、もともと、近鉄百貨店さんの
建てかえですので、これがオールドビル
ディングというか、既存です。ここは新
しく建てたので、こっちは大体60メー
トルぐらいなので、60メートルから3
00メートルになった途端、突然柱が倍
になったり、本数が倍の本数になったり

すると、百貨店として売り場がえらい狭くなりますので、とにかくコンパクトな柱にしないといけないという要望が百貨店さんからは当然出てきます。今8,000トンぐらいの杭に支えられると言いましたが、柱の、実際かかる荷重としては、大体6,000トンぐらいの重さになっています。この6,000トンの重さをじゃ、どうやって支えようかとする、建築の材料には鉄骨と呼ばれるものと、コンクリートと呼ばれるものがありますので、じゃ、その二つを両方使おうということで、コンクリートの、さっきの映像でもちょっと出てきましたが、鋼管と呼ばれる四角い鉄骨の中にコンクリートを入れる。これはCFT造、コンクリート・フィルド・スチール・チューブと呼ばれる柱ですが、これは、昔からあるのですが、今回、新たに、高強度の鉄と、高強度のコンクリートを組み合わせました。これが、コンクリートの強度と鉄の強度でCFTのガイドライン、指針には、ここまでののですが、そこから逸脱するような大きな支持力をとるために高強度の鉄と高強度のコンクリートを組

み合わせたということでもあります。それがしっかり打設できるように、実際の大きさのものに配管を模して、実際にコンクリートがちゃんと打設することができるかどうかを事前に確認をしております。打設した後に、空隙がないかとか、それから、コアを抜いて、その強度がちゃんと出ているか。所定の強度が出ているかというようなことを事前に確認をいたしました。これが高強度の材料なので、目標とする性能に対して、ばらつきが少なく、それを上回るような性能を実際してきているということが確認できています。そのおかげで、このスライドは、さっきも出てきましたが、こっちが既存館、こっちがタワー館なので、この間の吹き抜けているスペースに皆さん行っていて、右と左の柱を比べていただくと、こっちが60メートルを背負っている柱で、大体80センチ角、当時はそんなに高強度の材料ありませんでしたし、CFTといって、中にコンクリート詰まっていませんので、80センチ角。こちらは、1.1メートル角ですので、このぐらいの差であれば、許してもらえらるだろうと

いう。こっちは、300メートル背負っていますので、このぐらいの差に実際には、なっています。百貨店さんの部分だけではなくて、オフィスのスカイロビーと呼ばれるこのロビーの部分も大きな吹き抜けがありますので、ここの柱もなるべく細くしないと、こういうダイナミックな空間できませんので、実は、このエスカレーターの上っているここが、16.7メートルぐらいの、こういう長い柱になっていまして、ここの柱がこの建物の一番大きな柱で、1.4メートル角の柱になっております。これは美術館のところですね、ということで、一つは重い重いと言っているけれども仕方がないので、少しでも軽くする方法を考え、それから、それでもやっぱり大きな軸力、柱の力になりますので、それにどうやって対応しようか。一つは高強度の材料を使おうと言うことを考えたというのが、超高層を設計するには、避けられないテーマかなというふうに思います。次に、ちょっとオフィスもお話をしますと、オフィスは何と言っても無柱のフリーなスペースをたくさんとることが重要だと思いま

す。これは世界の超高層と並べたものですが、これは昔ながらのエンパイアステイトビルとかありますので、昔の超高層はこんな感じ。最近一番多いのが真ん中に、こういうコアと呼ばれるエレベーターとか、トイレとか、何とかかんとかがいっぱい詰まっている、コアと呼ばれるものと周りに大きなメガの柱がいるという、このタイプが一番多いです。ハルカスはこんな感じ。これは、どうやって施工しているかというのと、こういう鉄筋コンクリート造のコアをどんと上げて、つまり、これは、構造の形式ありきで、用途より先に形式を決めて、この形式で超高層をつくろうと、オフィスならオフィス、用途に応じて、とにかくこの中に、自分で工夫して入れというような格好に近いと思います。一方ハルカスは、百貨店、先ほどのプラン見ましたが、百貨店も、それからオフィスもホテルも全部形が違いますので、ホテルはこんな形をしていますので、それぞれに最適な形状を組み合わせたいこうということを考えました。これがホテル、オフィス、百貨店、全然違う形状、当然、それぞれ用途が違

いますので、それぞれに応じた一番いい形を組み合わせる。そのための架構はどんな架構がいいかということを考えます。これ、架構の構造の教科書を見ると、こんなことが書いているのですけども、これでは、今の架構の組み合わせはつくれないということで、我々の考えたのは、トラスを間に、トラス階を入れて、ここはここ最適、ここはここ最適、ここはここ最適というのをつくり上げたという架構形式になっています。この赤の部分、ビデオでもありましたが、アウトリガーと呼ばれるところになります。アウトリガーって何かというと、この中で、もしヨットをやってらっしゃる方とかいらっしゃったら、これが倒れないように広げている、これがアウトリガーです。で、こういうことが入っています。これは、実際の施工中のアウトリガー階でありまして、何にもない、柱と梁だけでできているものに比べてコアのブレースとかアウトリガーと、実際、こここのオフィス階、ここオフィス階なんです。サブのアウトリガー二つ入れてるのは、大体、3分の1ぐらいに変形を抑えることがで

きる。で、アウトリガーの効果が十分あるということでもあります。これを見ると、ちょうど、スキーのストックで支えているような、人間に見立てていただければ、倒れにくい建物になっているというふうに言えると思います。腕が出ていても、ストックもしっかりしてないといけませんので、ストックは先ほどのCFTという、強い柱で支えていると思っていただければと思います。アウトリガー階も構造の階だけではなくて、例えば、一番上の、このアウトリガー階には、後で出てきますが、こういう居住性を高めるためのマスダンパーが入っていますし、真ん中のアウトリガー階は、こういう、ここ実は設備室なのですが、人の大きさがこのぐらいですが、ダイナミックなアウトリガー階。サブのアウトリガー階は、これは今、ラウンジとかで使われていますが、カフェテリアで使われているような空間。それから、一番下のアウトリガー階は、設備スペースが入っているような空間に使われています。このアウトリガー階を抜けると、皆さんも百貨店行くのに、実は百貨店に一番行きやすいのは、

ここからずっと行くよりも、シャトルエレベーターで、ここへ上がって、こうエスカレーターで降りてくると、このレストラン階には行きやすいですが、そのときに、実は、この一番上の、トラスのいっぱい入った階をエスカレーターで抜いていますので、それがこういうふうに見えているところをエスカレーターで降りていっています。真ん中の背骨に当たるような、このブルーのところがコアですが、オフィスのコアがこういうふうに突き抜けていて、ここは、実は天井がなくて、ここは外部で雨風が入ってくるような、光も入ってくるような空間になっています。私、実は一番気に入っている写真ですが、西側のショッピングセンターのほうから見ると、こういうふうに見えまして、こういうアウトリガーの階が、ぱっぱっぱっと見えて、コアの背骨がこう見えてという、ダイナミックなデザインになってるんじゃないかなというふうに思います。この形ってというのは、実は、こういうシンメトリーかエイシンメトリーかという、対称が非対称かという話にいきまして、ちょっと、この竜灯鬼、天

灯鬼というお話をしたいと思います。竜灯鬼、天灯鬼っていうのは、奈良の歴史の好きな方は、奈良の興福寺に国宝館とというのがあって、これがたくさん、これだけじゃなくてたくさんの国宝があるのですが、このシンメトリーを悪く言うつもりはないのですけれども、対称性と安定性は必ずしも一致しない、対称性はいかに不安なことを予告する、非対称に伴う緊張感が外乱、つまり、地震とか風の横からの力にぐっと支えている復元性、安定感を予感させるというところを今回狙ったものです。非対称であっても、こういう非対称では困りますので、この重心と堅さの中心、剛心と呼ぶんですが、それをなるべく一致させようということを工夫しています。もう一つは建物がねじれに、実は、超高層って非常に注意しないといけないので、ねじれにくくしないといけないので、周りにこういう柱が少ないと、ぎゅっとねじれやすくなります。周りにたくさん、柱があると、ねじれにくいという性能がありますので、今回は間に1本ずつ柱を入れて、ねじれにくい建物をつくり出しています。これ

がつまり、5.4メートルピッチに、外周に柱があるのですが、外から見ると、こういうふうに力感あふれる架構が見えるかなというふうに思います。ということで、その次に重要なのは、架構の形式をその建物の用途に応じた架構の形式を考える。それから、ねじれに強い堅さを持つ。それからやはり、オフィスに代表されるように、プランを自由にして、必ずしもオフィスに大きなテナントさんが入るという意味ではなくて、小さいテナントさんが、たくさん自由に入れるという意味も含めて無柱の、柱のない空間をつくり出すというプランの自由度を構築するというのは、やはり、超高層の設計において、非常に重要だなというふうに思います。³

それで、最後に、これは効果的なエネルギーの吸収装置、つまり、ダンパーと呼ばれるものですが、を配置しています。というのは、今のしっかりとした架構で地震の力、風の力に抵抗するのですが、初めに申し上げましたように、普通の建物よりも、ワングレード、ツーグレード上の耐震性能・耐風性能を

持たせようとしていますので、それだけではやっぱりちょっと不足なので、そういう外からのエネルギーを吸収してくれる装置を設けないといけないということで、このような、ダンパーを配置しています。百貨店には百貨店のレイアウトに応じたダンパー、それから、オフィスにはオフィスのレイアウトに応じたダンパー、ホテルにはホテルのレイアウトに応じたダンパーを使っています。まず、百貨店は、売り場がありますので、真ん中にこんな装置を置くわけにいきません、実際、皆さん、お買い物に行かれても気づかないバックヤードの階段とかのところにこういう装置が入っています。一つは、粘性系のオイルダンパー、オイルの中を物が動いて、その抵抗で減衰するような装置、もう一つは、回転摩擦ダンパーで、摩擦力でエネルギーを吸収する装置と二つのダンパーが入っています。どうして二つのダンパーが入っているかというと、こっちは、速度が速いときに、たくさん減衰します。こっちは、変形が大きいときにたくさんエネルギーを吸収します。建物が揺れているときに、一番

大きく揺れる、つまり、大きく変形をもって揺れるときってというのは、ほとんどとまりかけなので、実は速度はあまり出てない。だけど、もとの真ん中をぐっと通るときは、変形量は少ないけれども、速度が一番速いので、速度の速いときと、変形が大きいときというのは、交互にやってきますので、それぞれに適したダンパーを配置することで、いつもどっちかのダンパーが、一番よく効いていてという、それを今ここでは冗長性って言っていますが、どっちかに絞って、全部こっちだけっていうのも、それは考えとしてはあるのですが、でも、我々のとったのは、いつでもどっちかが効いているというようなダンパーの選び方をしました。これはオイルダンパーと呼ばれるもので、これは回転摩擦ダンパーと呼ばれるものです。回転摩擦ダンパーというのは、要は、ブレーキパッドみたいなのが、鉄と鉄の間に挟まっていて、滑りません、これちょっと一桁間違っていますが、730キロニュートンですから、70トンぐらいでこのパッドと鉄をぎゅっとボルトで絞っています。これが、アップの写真

ですが、こういうグレースの端っこにこういうのがついていきますので、フレームが横に動くと、ここがこういうふうに回転しますので、回転するときに今のぐっと絞った摩擦力でエネルギーを吸収してやろうというので、回転摩擦ダンパーと呼ばれるものです。こうやって一個一個手づくりでやっています。これは、1万回の繰り返し試験をしても、性能が衰えないということを事前に確認をしています。音があんまり大きくないということも確認をしまして、こうやって実際できあがって、一個一個性能の試験をして、最後取りつくところというふうになるという格好でこれが百貨店の裏についています。オフィスの裏には、オフィスのエレベーターホールの壁に、こういう波形鋼板壁という波々の形をした鉄の壁がついています。これ、エレベーターホールに立つと、向こうに透明のブレースが見えるのですが、それと直交する方向に、こういうがたがたと、波形の鋼板ですから、鉄の壁がついています。これは、壁が面内に変形することで、エネルギーを吸収しようというものです。1枚の鉄

板だと、横に変形しようとする、ベコっと、外にバックリング、座屈っていうんですけど、面外にはみだすと、エネルギーを吸収してくれないので、皆さんもペットボトルなんかは、波々だと外向きに強いのがおわかりいただけると思うのですが、そういうことで、外に、ベコっと、いかないような形状をしています。こういうエレベーターの、ここって実は設備スペースになっていますので、ちょっとでも広くとりたいので、ブレースと呼ばれるものよりは、薄い鋼板の壁で少しでもユーティリティーのスペースを多くとろうということで、こういうふうに、がしゃんとボールドをつくって、折り曲げてこんな製品ができて、実際、建てつけているときというのはこういうふうになっています。最後、ホテルが一番上のこれ、トラス階、アウトリガー階からこういうトラス架構を、ベロみたいなのをぶらさげて、そこと周りとの間にオイルダンパー、先ほどのオイルのダンパーを仕込んで、エネルギーを吸収しようとしています。大体、一番上の変形の10%ぐらい、これで減らすことができていま

す。よく例えられるスカイツリーなんかもそうですけども、五重塔の心柱、昔はダンパーなんかありませんから、この心柱が周りのフレームとガシャンガシャンこういうところに当たっていたのですが、この当たるところにこういうダンパーを今回は仕込んでエネルギーを吸収しようとしています。これは実際に上からハングダウンしたトラスに、こういうところについてます。簡単に言いますと、今まで言ったダンパーで大体変形、加速度が20%ぐらい減って、振動が、揺れが早く収まるということが目的でありまして、最後にまとめますと、高減衰化というのは、ダンパーなんかをたくさんつけて、少しでも減衰の力をふやしたいということと、先ほども言いましたが、一つに決め打ちするのではなくて、いろんなことを考えて、設計をするべきだというふうに思います。それから、もう一つだけ減衰装置がありまして、これは一番上にホテルがありますので、台風が来たときに、じゃあ、ホテルで安心して泊まりいただけるのかというところで、あるグレードを決めました。それがH30とH10

の間を狙おうと。H 10 って、この 10 っていうのは、10% ぐらいの人が感じる。30 っていうのは、30% ぐらいの人が感じるだろうというぐらいの揺れ、決して不快という意味ではなくて、感じるという意味ですので、そのぐらいの人が感じるだろう揺れに抑えたいということで、これもお客様と初めに、じゃあ 10 と 30 の間を狙いましょうと。そりゃ、誰も感じないところを実現できれば一番いいのですけれども、これだけは、感覚的なものなので、ゼロというわけには、なかなかいきませんし、今までのラグジュアリーホテルと呼ばれているところは大体、この辺を狙っていますので、今回もそこを狙ったと。そのために、ちょっと大きな固まりのダンパーを一番上に置きました。それは、振り子を使ったダンパーで、振り子の周期、周期というのは、こう行って、こう行って、またもとに戻ってくるまでに何秒かかるかというのが周期ですが、振り子の周期と建物の周期をチューニングすると、建物の揺れを振り子が抑えてくれるということです。高校生のときの物理を思い出していただく

と、振り子の周期っていうのは $2\pi\sqrt{l/g}$ ルート $1/g$ ですので、 g は重力加速度なので、これ決まりですから、重さに関係なく、つり長さで決まってしまいます。振り子の周期ってつり長さで決まってしまいますので、そうすると、建物の周期に合わせようとする、つり長さが非常に長くなります。この中で台湾に行かれたことある方は、これあるときまで世界一の高さを誇っていた、台北 101 という建物で、ここにも同じ、こういう振り子型のダンパーがありますが、これも建物が高いので、その建物の高い、長い周期に合わせようすると、このつり長さが、12.5 メートルぐらいのものが入っています。ですので、今回も同じように、建物の周期にチューニングしようすると、このつり長さが 8 メートルぐらいになりますので、そうするとなかなか収まりにくいということで、今回は、こういう倒立振り子、つり振り子と倒立、逆さ向いている振り子と組み合わせて、短いつり長さでチューニングしようというふうに考えました。その比較したビデオがつり長さが短いと周期が短いので、たったか

たったか揺れます。こんなに速く揺れると、建物がゆっくり揺れるのに、全然チューニングできてないのですが、この上のこれをつけることで、この重さを戻そうとすることが必要になりますので、つり長さが短くても周期が長くなるという、こういうハイブリッド型のマスダンパーを今回使いました。そのおかげで、目標とする性能を満足することができました。これが実際の、つり長さが2.2メートルぐらいですので、非常にコンパクトなダンパーになっていると思いますが、工場で一回、仮設の組み立てを行いました。実際の施工中は、周りの鉄骨をつくっていくのと同時にこれもつくっていききました。これができあがりで、もう、すぐ上に天井がありますので、コンパクトに抑えられるというのかなというふうに思います。2014年8月に近畿地方を大きな台風が襲いまして、そのときに、実際に測定したので、加速度と呼ばれる揺れの大きさを減らすことができて、そのときの計算値をプロットする、これは実測値ですね、実測値をプロットするとH10、ここがH10ですから、10よりも

こっち、下のほうがいいですので、いいということは、ほとんどの人が感じないレベルに抑えることができた、クレームもなく、お泊まりいただけたかなというふうに思います。ということで、超高層では、ホテルもあり得ますので、居住性というキーワードは、やっぱり必要ではないかなというふうに思います。⁴

最後に、300メートルという日本一の建物なのですが、ちなみに、世界ではどんなことになっているかということをお話して、私のお話を終えたいと思います。これ、CTBUHっていうCouncil on Tall Buildings and Urban Habitatって、日本語でいうと、超高層と都心居住の協議会っていうことで、超高層の建物の世界の一番大きな団体です。これが2005年にニューヨークで開かれまして、私、ハルカス設計する前でしたけれども、会社から行ってきていいよというので、これに参加しました。そのときは、とにかく三つの建物が世界を席巻していて、一つは先ほど紹介した台北の101、もう一つは、今、世界一のブ

ルジュ・ハリファ、それから、CCTV
って、中国のテレビ局ですが、見られた
方あるかもしれませんが、この三つがと
にかく世界を席卷していたということで
あります。同じ会議が、実は2012年
に中国の上海でありました。これは10
年おきに、世界のその年その年の、世界
の100傑、高いほうからの高さの10
0傑がどこに存在するかということを書
いたもので、昔々はこのブルーですので、
北アメリカがほとんどだったのですが、
今は、こんなふうになっていまして、2
012年になると、ヨーロッパはあまり
高いがありませんから、中東とアジア
が世界の100番までの6割、7割を占
めるような状況になっています。どんな
用途が多いかというと、昔はほとんどオ
フィスだったのですが、今は、やっぱり
ミックスドユーズド、レジデンシャルと
いうのは住宅ですから、住宅とか、それ
から、ホテルとか、ありますので、私が
最後に申し上げたように、やっぱり居住
性というキーワードは外せないというふ
うに思います。それから、何造かとい
うと、鉄骨造、鉄で、できているのが、昔

はほとんどだったのですが、今はコンク
リートRC造、コンクリートだったり、
それから、コンポジットって、今回のC
FTもコンポジットですが、鉄とコンク
リートの組み合わせってというのが、やっ
ぱり圧倒的に多いというふうに言えます。
2012年現在の世界の20番までの絵
を描いている。1番がUAEのブルジ
ュ・ハリファで、2番が台北の101、
1位と2位の間、当然ここなのですが、
そこから20年後ですから、2032年
になると、台北101はもう18位にな
ります。この辺がチャイナ、UAE、イ
ンディア、チャイナ、コリア、チャイナ、
インドネシア、チャイナ、サウジアラビ
アというふうに、アジア等が世界の10
番までを占めるようなことが、今、建設
中であつたり、あるいは、もう完成した
りしていますので、こういう時代がもう
近々やってくるということが言えます。
そんな中で、一番初めに申し上げました
ように、日本という、特異な場所、つま
り、地震も風も多い地域で我々はどこを
目指すのかという中で、我々が掲げたの
は、こっちがグレード、こっちが高さで

いいますと、一般的な耐震構造に対して、超高層の制振、それから、免震が、やっぱりグレードが一番いいよというふうにいられていますが、免震は我々、竹中工務店もやっていますが、超高層免震住宅はありますけれども、さすがに、200メートルの免震というのはありませんし、という中で、日本でも200メートルを超える建物は、たくさんできていますので、ハイグレードな制振を目指すということで、超高層でしかも、グレードS、最高級のグレードを目指す制振建物、制振というのは、先ほど、申し上げましたダンパーと呼ばれるものが入っているのを制振建物というのですが、こういうところを目指すというのが、一つ大きなターゲット、ポジショニングかなというふうに考えています。ハルカスは、うまくここにフィットして、ここを実現できた建物ではないかなと思います。駆け足になりましたが、キーワードで、あえて、ポストハルカスと言っていますが、ハルカスの次にまた設計する機会があれば、あるいは、さらに大きな建物を設計する 때가あれば、どういうことを注意した

らいいかなと、どういうことに気をつけたらいいかなということで、書き留めたものがこういふことで、今、幾つか触れましたが、それぞれのキーワードに合致した工夫を今後もやっていかないといけないというふうに思います。

ちょうど、時間ぐらいたと思います。

どうも、ありがとうございました。

—了—

¹ 資料-21頁2(1)

² 資料-21頁1

³ 資料-22頁2(2)

⁴ 資料-23頁2(3)

脚注の資料は、講演会の当日に配布致しました資料になります。

大阪建築防災センターのホームページ (<http://www.okbc.or.jp/>) に掲載しておりますので、ご参照ください。

～好きやねん この街この家！ 守ろう安全 築こう安心～

発行 一般財団法人大阪建築防災センター

〒540-0012 大阪府中央区谷町3丁目1番17号

TEL. 06-6943-7253 FAX. 06-6943-6740

<http://www.okbc.or.jp>