

# 平成29年度調査結果に対する 学識経験者からの見解聴取の議事録について

平成31年2月25日  
総務局 行政管理部 管財課

## (1) 経緯

- 平成30年第4回定例会の公共施設マネジメント調査特別委員会等において、学識経験者からの見解聴取の結果となる議事録について、発言毎の発言者の名前を明らかにしてほしいという意見があったもの。

## (2) 見解を聴取した学識経験者

|   | 氏名    | 所属                                                                            |
|---|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ① | 三井宜之  | ・熊本大学 名誉教授<br>・(一財)熊本建築構造評価センター 理事長<br>・(一財) // 構造評価委員会委員長                    |
| ② | 小川 厚治 | ・熊本大学 名誉教授<br>・(一財)熊本建築構造評価センター 構造評価委員会委員                                     |
| ③ | 牧野雄二  | ・熊本大学 名誉教授<br>・(一財)熊本建築構造評価センター 構造評価委員会委員<br>・(一財)熊本建築審査センター 理事長              |
| ④ | 高橋治   | ・東京理科大学 工学部建築学科 教授<br>・東京都防災・建築まちづくりセンター耐震改修計画評定委員会委員<br>・日本ERI株式会社 耐震判定委員会委員 |

## (3) 資料一覧

- 添付資料1：学識経験者①～③からの見解聴取の議事録に署名を頂いたもの  
(8/6, 8/28)
- 添付資料2：学識経験者④からの見解聴取の議事録に署名を頂いたもの  
(8/24)
- 添付資料3：学識経験者①～③からの見解聴取の議事録基データ  
(8/6, 8/28)
- 添付資料4：学識経験者④からの見解聴取の議事録基データ  
(8/24)

## 学識経験者①～③からの見解聴取 I 議事録

日時/場所 2018年8月6日(月)15:30～17:00 / 熊本建築構造評価センター(熊本市中央区水前寺6丁目)

出席者 三井 宜之 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター理事長

小川 厚治 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員長

牧野 雄二 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員

熊本市 総務局管財課 ■宮崎課長

都市建設局 建築指導課 ■原課長

建築審査室 ■栗田室長

安井建築設計事務所

○:学識経験者、→:熊本市及び安井建築設計事務所

### 1 設計用地震動、地震応答結果について

○設計用地震動において地域係数<sup>※1</sup>0.9を考慮しているか。

→観測波のうち熊本地震以外の3波、加えて告示波において地域係数を考慮している。

○今回は検討結果では、八戸位相・神戸位相<sup>※2</sup>を採用した告示波によって生じる応答が大きい結果となったのか。

→その通りである。

○昭和54年の設計時点での地域係数の考え方はどのようなものか。

→当時は様々な文献を調査した上で、地域係数0.8を採用したと記録されている。

○法律で規定される設計用地震動の種類や数の設定はどのようになっているか。

→主要な観測波を3波以上、告示波3波以上、若しくはサイト波1波以上を設計用地震動として採用することとなっている。

○応答解析結果において、地震波によっては高層階の応答変形角が大きくなる場合があるが、地震波によって検討結果がばらつく要因は何か。

→大局的には、一次モードと二次モード<sup>※3</sup>の重なった階の応答が大きくなる傾向にある。今回は告示波において中間階でその傾向が現れている。地震波によっては卓越周期<sup>※4</sup>の関係で、高層階の応答が大きくなる場合もある。

○今回の調査で採用した設計用地震動は、法律の規定を上回る数の設計用地震動を設定している。世間一般に採用される設定手法と捉えてよいのか。

→法律の規定はあくまで最低基準であり、今回の設定は一般的なものと考えている。

○設計用地震動等の設定は一般的な手法と判断でき、応答解析結果の内容も妥当なものと考えられる。

※1 地域係数 : 建築基準法に基づき、各地域での過去の地震記録や地震活動の状況等に応じて0.7～1.0の範囲において規定されるもの。

※2 八戸位相・神戸位相: 1968年十勝沖地震八戸港湾の観測記録・1995年兵庫県南部地震神戸海洋気象台の観測記録(阪神淡路大震災)に基づく地震波形

※3 一次、二次モード : 地震波による建築物の第1、第2段階における揺れの状態

※4 卓越周期 : ある地盤における特性的な揺れの周期

### 2 耐震改修におけるその他の手法について

#### 2-1 基礎杭の荷重を減ずるオイルダンパーについて

○オイルダンパー<sup>※5</sup>によって、基礎杭への影響を発生させないような耐震改修方法は考えられないか。

→制振ダンパー<sup>※5</sup>によって、絶対的な地震力(慣性力)を減らすことはできないが、制振ダンパーに生じる最大応答の生起時刻と、フレーム<sup>※6</sup>の最大応答変形の生起時刻をずらすことは可能である。今回は、そうした「位相のずれ」も配慮し、基礎杭への影響を最小限となるように杭の検討を行っている。ただし、「位相のずれ」は、調和振動<sup>※7</sup>では一定の効果を期待できるが、ランダム振動<sup>※8</sup>での効果は小さい。

※5 オイルダンパー/制震ダンパー: 油の粘性によって衝撃や振動を和らげる装置

※6 フレーム : 柱と梁等の構造体

※7 調和振動 : 振り子のように規則性のある振動

※8 ランダム振動 : 地震動のように規則性のない振動



## 2-2 減築について

- 減築という手法については、どのように考えているのか。一般市民からの素朴な声として上がることが想定される。
- 本庁舎は鉄骨造であることから、高層階を減築するのは施工的に容易ではないと想定される。居ながら施工<sup>※9</sup>であれば防塵対策や防音対策など、施行上容易ではない。
- 機能の維持という面からすれば、最上階の機械室の移設のため、4階の屋上庭園では面積が不足し、オフィスフロアの2階層を転用しなければならない。機能性が低下した上で不測の経費と限られた耐用年数を考慮すれば現実性に乏しく、単に庁舎が存続するだけでなく、防災拠点として機能し続けることが重要と考えている。庁舎そのものは使えても災害時の継続使用性が担保できずに建替えの議論に至っている自治体もある。
- 機能面の低下等は理解するところではあるが、それだけでなく構造上などの面からも再度、整理をしておく必要があると考える。

※9 居ながら施工: 建物を利用しながら改修等の施工を実施すること

## 2-3 耐震改修におけるその他の手法の総括

- オイルダンパーや減築という手法について、検討内容は理解できるものの、再度、一旦整理した上で結論に至るような説明も、一般市民に向けては必要でないかと考える。
- オイルダンパーや減築という手法について、再整理したうえで、もう一度説明に伺いたい。

## 3 その他

- 熊本地震において、大きな被害を受けなかった理由はどのように想定できるか。
- 熊本地震の速度応答スペクトル<sup>※10</sup>を見ると、地震波の卓越周期<sup>※11</sup>と行政棟の固有周期<sup>※11</sup>がずれていたことが主な要因と考えられる。
- 今回の調査の目的は、世間一般に言われる南海トラフへの対応などを想定していたのか。
- 熊本地震を経験した本市として、本庁舎の長寿命化を図るにあたり、南海トラフをはじめ、様々な地震動に対しても、防災拠点として機能し続けるため、今回の調査を実施した。
- 防災拠点とは何を想定しているのか。
- 避難所ではなく、災害対応時の指揮機能等を想定している。
- 花畑町別館に防災機能を確保し、設備更新だけ行うといった手法もあるのではないか。
- 今回の調査結果においては、設備更新のみ実施するというケースも設定している。
- 防災機能という面からは、地震だけでなく、浸水リスクも同時に考える必要があるのではないか。将来を見据え、設備を上層階に設置するような対応も必要と考える。

※10 速度応答スペクトル: 建築物が持つ固有周期に対し、地震動が生じさせる揺れの強さ

※11 固有周期 : 建物や構造物ごとの特有の揺れやすい周期

## 4 総括

- 調査は概ね妥当なものだが、電車通りに増杭を施工するなど、現実的ではなく、この調査結果を受けると建て直ししか選択肢がなくなる。ただし、いきなり建替えに突き進むのではなく、慎重にステップを踏みながら進めた方がいいのではないか。
- 現時点では、まず昨年度の調査結果についてご見解を伺っている段階である。今回の調査結果を踏まえた次のステップの議論も、今後、議会等の中で当然あるものと想定している。



## 学識経験者①～③からの見解聴取Ⅱ 議事録

日時/場所 2018年8月28日(月)10:00～12:00 / 熊本建築構造評価センター(熊本市中心区水前寺6丁目)  
 出席者 三井 宜之 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター理事長  
 〃 〃 〃 構造評価委員会委員長  
 小川 厚治 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
 牧野 雄二 氏 熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
 熊本市 総務局管財課 ■宮崎課長  
 都市建設局 建築指導課 ■原課長  
 安井建築設計事務所

○:学識経験者、→:熊本市及び安井建築設計事務所

- 1 基礎杭への影響を減ずるオイルダンパーについて  
 ○基礎杭の損傷が大きくなる地震波の種類は何か。  
 →告示波<sup>※12</sup>、サイト波<sup>※13</sup>であり、この2種類の地震波が基礎杭に及ぼす影響はほぼ同程度であった。  
 ○オイルダンパー<sup>※14</sup>の配置の設定はどのようにしたのか。  
 →基礎杭への影響を極力、低減化させるような、オイルダンパーの配置を組み合わせた上で検証したが、顕著な効果が見られなかった。  
 ○杭への影響が最小限となるような配置での検討を行なっても杭の損傷は避けられない結果となったことから、オイルダンパーによる基礎杭への影響を減じる手法には限界があると考えられる。

※12 告示波 : 阪神淡路大震災後の平成12年の建築基準法改正に伴い追加された構造設計に用いる入力地震波。

※13 サイト波 : 対象構造物への影響が大きいと想定される震源から設定される入力地震波(H29年度調査では布田川断層帯地震等を設定)

※14 オイルダンパー: 油の粘性によって衝撃や振動を和らげる装置

- 2 減築について  
 ○杭の強制変形<sup>※15</sup>についてはどのように計算を実施したのか。  
 →地震による地盤の歪みを荷重に変換し、応答変位法<sup>※16</sup>により杭の検討を行った。  
 ○本庁舎は、最上階のトラスと南北端部のトラスが一体となって繋がることで、メガストラクチャー架構<sup>※17</sup>を形成している。最上階を撤去するのは、建物全体の構造形式に与える影響が大きすぎる。  
 ○基礎杭について、減築による損傷の低減効果が低い理由は何か。  
 →減築により、上部架構<sup>※18</sup>に作用する地震力は減ずることはできても、地震による地盤の強制変形は地盤そのものに起因するため、減ずることができない。本庁舎の地盤が礫層と粘土層の互層になっているため、地震時には粘土層の強制変形が大きくなる。そのため杭中間部で破損するものが多数存在し続けることになる。そもそも建設当時は、基礎杭に対する耐震性能という概念がなかった。  
 ○本庁舎の地盤の特性によって地盤の強制変形の力が大きく作用し、中間部で破損する基礎杭が多数発生することは理解できる。前回の機能性の低下等の観点だけでなく、施工及び構造上の課題などを踏まえれば、減築は現実的でなく、今回の手法として適しているとは言えないと考えられる。

※15 強制変形 : 地盤毎の特性に基づき、地震時の地盤振動によって基礎杭を強制的に変形させる応力

※16 応答変位法: 基礎杭設計における耐震解析手法で、地上構造物と異なり地中構造物は周辺地盤に拘束されるため、地震などの地盤の相対変位に追随するという原理に基づき、地中構造物における断面設計を行うもの。

※17 メガストラクチャー架構: 複数の部材群を使って大架構を形成した構造体

※18 上部架構 : 建築物本体の柱や梁等の構造体

## 3 総括

- このような庁舎の耐震性の問題はどこの都市でもあるのではないか。  
 →他都市でも同様なケースも見られ、既に改修や建替えを実施した自治体もある。
- 今後は、地震対策だけでなく、水害対策も含めて、総合的に考えていく必要があると考える。
- 建物本体よりも基礎杭の方が基準値からの逸脱の程度が大きく、損傷を受ける杭がこれほど多数であれば、増杭などの耐震改修が困難となるのは当然であろうと考えられる。
- この調査結果は結果として受け止めた上で、熊本市としてどのような対応を図っていくかは、慎重に考えてほしい。

三井 宜之

牧野 雄二

小川 厚治



## 学識経験者④からの見解聴取 議事録

日時/場所 2018年8月24日(金)11:00~12:00 / 東京理科大学葛飾キャンパス(東京都葛飾区新宿 6-3-1)  
 出席者 高橋 治 氏 東京理科大学工学部建築学科教授  
 (公財) 東京都防災・建築まちづくりセンター 耐震改修計画評定委員会委員  
 日本 ERI 株式会社 耐震判定委員会委員  
 熊本市 総務局管財課 ■宮崎課長 ■廣岡参事  
 安井建築設計事務所

○:学識経験者、→:熊本市及び安井建築設計事務所

## 1 行政棟について

## 1-1 地震動について

○検討に用いた熊本地震の観測記録はどこの記録か。

→本庁舎から 1km ほど離れた消防署に設置された、気象庁が管轄し公表している記録である。

## 1-2 鉄骨部材について

○既存の鉄骨の損傷についてはどのように確認したのか。

→鉄骨がアスベストで被覆されており、アスベストの剥離が見られなかったことから鉄骨に損傷は無いという前提で耐震性能評価を実施した。

○東京で耐震性能の審査委員を担当しているが、工事開始後、調査を実施すると、鉄骨の損傷や、設計とは異なる簡易な溶接が発見されることがある。それらに対応するため、補強を見直す再評価が提出されることが、全案件のうち、2 割程度ある。今回の調査結果についても、実際にはさらに耐震性能が劣っている可能性があることを考慮しておく必要がある。

## 1-3 基礎杭、地盤について

○床付け※<sup>1</sup> や地盤構造の状況はどのようになっているか。

→床付け面は建物地下 2 階部分で、地上から約 10m となっている。地盤構造は、固い礫層と軟らかい粘土層が交互に存在し、最終的に GL-20m 以深の礫層が支持層となっている。基礎形式は、場所打コンクリート杭による杭基礎となっている。

○基礎杭に鉄筋は入っていないのか。基礎杭の検証はどのように行ったか。

→建設当時は、基礎杭に対する耐震性能という概念がなかった時代である。それでも、先見の明があったのかもしれないが、基礎杭の中に僅かではあるが鉄筋は入っている。

→今回の調査では、地震の慣性力と地盤の強制変形の二つの側面から基礎杭の検証を行なっている。本庁舎の地盤が礫層と粘土層の互層になっているため、地震時には粘土層の強制変形が大きくなる。そのため杭中間部で破損する杭が多数存在するという結果となった。

○そのような結果となる要因は、杭の耐震性能という概念が無い時代の設計であったことで、こうなるのが当たり前である。また、耐震改修においては、建物の上部架構※<sup>2</sup> 以外の、いわゆる基礎杭や外装材、アスベスト対策などの部分に費用や手間がかかり、課題が多くなるのが一般的である。

※<sup>1</sup> 床付け : 地盤を掘削した最深部の面

※<sup>2</sup> 上部架構 : 建築物本体の柱や梁等の構造体



## 1-4 耐震調査結果について

- 電車通りは自動車の交通量が多い道路であり、常態的に渋滞していたと記憶している。そのため、工事によって通行止めとするならば、周辺に及ぼす影響は非常に大きいと考えられる。
- 建替の場合、移転する場所はあるか。  
→まだ検討中であり、今後、市議会の中で材料を揃えながら検討していくことになると考えている。
- 調査結果のようなケースは、どこの町でも起こることであり、このままの状態で放置し、地震時に建物が崩れた際にアスベストが飛散する方がもっと問題である。
- 熊本市内は、たまたま震源地の益城町から遠かったので本庁舎の被害は少なかったと考えられる。万が一、熊本地震クラスの地震の震源が熊本市内だったならば、甚大な被害となっていたと想定される。
- (中低層の古い構造物で活用される)免震レトロフィット<sup>※3</sup>では、基礎構造には触れないままで検討を進めることが多々ある。しかし、それは基礎構造の問題を先送りするだけで、一旦検証すれば対外的な説明ができなくなることが多い。今回の調査では、基礎杭まで適切に検証している。
- 上部の建物本体のみであれば制振構造といった手法での対応も可能と想定されるが、基礎杭や外装材を検討対象から外すことは無理がある。万が一それらを検討対象から外しても、結局は耐震性評価の審査の過程で何らかの対応を迫られることになる。

※3 免震レトロフィット:既存建物の最下層に免震装置を設置し、建物本体の耐震補強を不要とする工法。中低層の文化的価値の高い構造物で活用。

## 2 議会棟について

- 2-1 ○議会棟について耐震性能が劣る理由はなにか。この建物をⅠ類(重要度係数 1.5)として耐震性を確保することは難しいのではないか。  
→議会棟は、部分的に長柱を梁として用いていることなどにより、耐震要素<sup>※4</sup>が平面的に偏った配置となっているため、地震時に大きく捻じれることが耐震性が劣る一因となっている。

※4 耐震要素:地震時の建物破損に抵抗する目的で配置した、柱、梁や筋交い等の要素。

## 3 総括

- 東京の審査機関で審査している他の案件よりも、今回の調査は、丁寧な検討過程で実に良くやっており、妥当なものと言える。
- 今回の調査は、一般的な耐震性能評価等の検討内容は十分に網羅している。

高橋 治

## 1. 協議概要

- ・日 時：2018 年 8 月 6 日(月) 15：30～17：00
- ・場 所：熊本建築構造評価センター(熊本市中心区水前寺 6 丁目)
- ・出席者：三井 宜之氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター理事長  
〃 構造評価委員会委員長  
小川 厚治氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
牧野 雄二氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
熊本建築構造評価センター事務局  
熊本市 総務局管財課 宮崎課長  
都市建設局建築指導課 原課長  
〃 建築審査室 栗田室長  
安井建築設計事務所

## 2. 協議内容

## ○熊本市

今日は、昨年度の熊本市本庁舎整備計画作成業務委託について説明させていただき、その後、質疑を受けたいと思っている。

○安井建築設計事務所

まず報告書の構成は、最初に整備計画の目的である本来の熊本の市役所の概要、耐震性能調査の詳細、耐震改修案、その後は設備改修に伴うアスベスト等の課題の整理などを行っている。

最初に熊本市役所の概要は地上 15 階地下 2 階で塔屋 2 階。高さは約 64m。竣工が昭和 56 年 10 月で、旧耐震扱い。高いほうが行政棟、低いほうを議会棟と呼ぶ。64m という高さは行政棟である。建築基準法的に 1 棟だが、高層棟と低層棟の間にエクspanションがあり、構造的には 2 棟という扱いである。

本庁舎、行政棟と議会棟の耐震性能の調査について説明する。行政棟が高層で地下部がＲＣ、地上部がＳ造、議会棟が地上６階で低層部がＳＲＣ、３階以上がＲＣである。２の１ページでは、行政棟は設計年度が昭和５４年で旧耐震で既存不適格。２の２ページで原設計とスペクトルで今回の告示波は２倍近くの差があり、外部力に關しての旧設計の時代との差がある。２の３ページは行政棟の構造計画で、下がＲＣ系、上がＳ系。２の４ページは議会棟の構造体で、同年度の設計だが、法的な位置づけでは耐震性能は耐震改修促進法に基づいた手法でジャッジする必要がある。２の５ページは法的な課題で、行政棟と議会棟は特定天井があり、改修が必要である。行政棟は手つかずだが、議会棟は、熊本地震の際に一部落下したため改修工事を行い完了した。

2の8ページが耐震安全性の目標で、要約が2の10ページの表である。庁舎として防災機能を有する役割が求められ、耐震性能の分類はⅠ類で設計目標を定めている。Ⅰ類は人命の安全確保だけではなく、機能継続も図られている建物にするということで、具体的には、議会棟は静的解析をするが、重要度係数から通常の建物から1.5倍以上確保が目標であり、 $I_s$ 値換算で $0.6 \times 0.9$ 、0.9は地域係数、 $\times 1.5$ で0.81が耐震性能の目標となる。行政棟は時刻歴応答解析でⅠ類指標は最大層間変形角1/100以下、層塑性率2以下、部材塑性率4以下となる。



2 の 13 ページから今回行った具体的な調査で、内容は部材の断面調査、外観履歴、コンクリートの強度の標本調査である。その結果は 2 の 16 ページで、行政棟は、部材断面を調査したところ設計図書通りの状況、建物外観は躯体が被災状況はなかったが、仕上げ材等で部分的な損傷が確認された。建物の沈下傾斜等の計測でないことを確認している。コンクリートの強度は設計基準強度以上の強度で中性化は部分的に進行している。鉄骨部材は、石綿が吹き付けてあるため、剥がしての調査はできないが、図面調査を実施している。2 の 17 ページは議会棟で、設計基準強度、外観はひび割れが多数見られ、傾斜は問題なかった。コンクリート強度は、中性化が見られたが、設計基準強度は所定値を上回っていた。エキスパンションは、クリアランスが 150mm と確認した。

2 の 28 ページは、行政棟が高層建物で、建物の固有周期を実測して、損傷の程度を別の視点から調査した。2 の 31 ページの表 2 の 3 の 1 で、長辺と短辺で 1.5 秒弱の固有周期で、解析値とはほぼ同じで、シールの劣化や鉄骨の損傷などに起因する固有周期の周期化は無いと判断した。2 の 33 ページは地盤調査による地盤の動的特性を把握した。現地で 2 本ボーリングを行い、2 の 36 ページで地層構成は、礫、粘土、礫、粘土といった互層が続き、G L マイナス 20m から礫質を主体とする支持層があり、原設計のボーリング調査結果とほぼ同じである。2 の 37 ページの表の 2 の 4 の 3 が P S 検層の結果で、V S 400 を超える工学的基盤は G L マイナス 30m ぐらいであり、当初設計とほぼ同じ結果を得られた。

模擬地震動は P S 検層結果を用いて作成し、2 の 42 ページが設計用地震動。具体的には 2 の 43 ページの表の 2 の 5 の 1 で、サイト波 2 波、告示波 3 波、長周期波 1 波を作成した。サイト波は、布田川断層の宇土区間、布田川日奈久の連動地震、南海トラフの日向灘沖、そして南海トラフを想定した長周期波、告示波で、その結果が 2 の 45 ページからで、2 の 46 ページは布田川日奈久の連動を想定した設計用地震動だが、1 秒周期単位で 100 カインを超える大きさとなる。

2 の 51 ページから解析結果の前に、今回の構造計画の概要で行政棟は両サイドが建物のコア形状で鋼管を山形状に配置したブレス架構となっている。2 の 52 ページで山形ブレスが連なり、2 の 53 ページで議会棟はホールを抱えており、ロングスパンを飛ばすためプレストレストコンクリートを採用している。

2 の 55 ページの採用地震動では、観測波でエルセントロ、タフト、八戸、熊本地震の前震と本震、これは消防署に据え付けられた気象庁のデータを使っている。告示波で、八戸位相、神戸位相、ランダム の 3 波。サイト波で、日奈久連動、布田川単独の N S、日向灘の海洋型。長周期波で南海沖の地震。計 12 波の地震動を設定して解析を行っている。2 の 57 ページが議会棟で、診断法は 2 次診断の目標 I s 値が 0.81。

耐力評価の結果で、行政棟は 2 の 61 ページで固有周期が 1 次モードの長手方向で 1.68 秒、原設計 1.59 秒、固有周期測定結果 1.46 秒でほぼ同一である。2 次モードが 1.52 秒、固有周期計測 1.37 秒でほぼ同じである。応答結果は、2 の 62 ページで制限値 1/100 に対して、告示波が長手、短手方向とも 4 階から 10 階にかけて設計基準を満足していない状況であり、層間変形角は約 1/70。2 の 63 ページで基礎の検討結果は、2 の 64 ページに杭に作用するものとして、鉛直荷重、地震力、地盤の強制変形も考慮している。これらの重ね合わせとして杭の損傷評価をした結果が 2 の 65 ページでバツがツーヒンジ構造でせん断破壊する致命的な損傷が現れるもので、全体の杭の三分の一である。2 の 66 ページで外装材は目標追従性が 1/100 以内で、ロッキング構造の穴を分析し、変形角の追従性は、1/225 しかない。

2 の 70 ページで議会棟は、目標値 0.81 に対して、例えば X 方向 2 階で 0.39、Y 方向 3 階で 0.46

になる。2階で低いのは、吹き抜けの長柱があり、建物が捻じれるという影響である。

3章は耐震補強案だが、3の2ページで補強方法の分類は耐震、制震、免震、3の4ページで耐震補強は、座屈拘束ブレスが6基7層分必要という結果である。3の5ページの応答解析結果で目標値を満足している。3の6ページで制震補強は、エネルギー吸収効果が高いため4基2層か3層で済み、あわせて地震用TMDを設置し、クライテリアを満足している。3の8ページから免震構造で、基礎免震、中間層免震、中間層免震でも地上でやる中間層免震、三種類あり、3の10ページで免震構造でのウィークポイントが、基礎免震で外周部に擁壁が要るが既存建物との間にクリアランスがなく、中間層免震で縦動線と建物との間にクリアランスの確保が必要や、部屋の用途を潰すなど、かなりたくさん見られたので、可能性としてはかなり低いと結論づけている。3の11ページが比較表で居ながら補強が可能という判断からすると制震補強と結論付けている。

以上が上部構造だが、3の12ページから基礎の補強で、3の17ページの補強図解では小さい丸が450φの鋼管杭で、損傷する杭のまわりに4本に打って補強をするものである。それだけでは杭がもたないため、水平力を負担させるため建物外周部に大きな丸が場所打ち杭補強、二種類の杭での補強となる。ただし鋼管杭を建物内部に打つとは現実的には設備機器がたくさん入っており、場所打ち杭は建物の外周部に打つには、実際には道路封鎖が必要で、これは困難ではないかという結論に至っている。

3の19ページが外装材でPC部材を全て取り換えて、3の20ページでコの字に囲った赤い点線部である。これは階段、エレベーターが使えないため、建物中央部に仮設用階段が必要となる。

3の22から議会棟で、目標I s値0.81を上回るように補強し、例えば3の25ページで鉄骨ブレス、ひび割れ補修、開口部塞ぎの壁改修、新設壁といった補強でI s値0.81を満足するが、機能的には制約が出る。

○熊本市

ご質問、ご意見等あれば頂きたい。

○小川氏

今回使った強震記録は45カインか。

○安井建築設計事務所

50カインに地域係数をかけている。

○小川氏

地域係数は、告示波でも考えているのか。

○安井建築設計事務所

告示波の時にも考慮している。2の55ページで、観測波の熊本地震については、地域係数は考慮せず、正規の波を使っているが、観測波と告示波は地域係数を考慮している。

○小川氏

それでは告示波の八戸と神戸にも係数がかかっている。

○安井建築設計事務所

そうである。

○三井氏

国から色々やっている地震動全ての評価を言われているのか、行政棟のようなものに対しても。

○安井建築設計事務所

国から義務付けられているものは、主要な観測波3波と告示波が3波以上で、告示波若しくはサイト波で、今回はどちらもやっている。



○牧野氏

制震など色々提案されているが、減築という案は無かったか。

○安井建築設計事務所

減築をして地震力を減らし基礎を救うことだと思うが、構造的には二層、三層、四層削っていかばいつか救われることは出るとは思うが、今度は機能維持という意味からすると、失った機能はどこかに移転する必要があるなど、別の問題が現れる。

○牧野氏

しかし、それまで一緒に考える必要はないのかということである。

○熊本市

熊本市としての考えは、今のものを使いながらどんな改修ができるかを検討して頂いていた。今のものを減らしてとかいうのが想定していなかったもので、こういった形でそのような検討が可能かを考えさせていただきたい。

○牧野氏

新聞に出ると、普通の市民からそういう考え方も出てくる。

○小川氏

杭が厳しいのであれば、オイルダンパーというのは考えられないか。

○安井建築設計事務所

オイルダンパーを使っても、反力は建物に入ってくるので、絶対的な慣性力を減らすことは難しいが、生起時刻をずらすということは可能だと思う。

○小川氏

断面とダンパーの力が違ってくるから、杭の内部はかわせないか。

○安井建築設計事務所

そういう側面からの検証はもちろんしているが、単純な長振動ではずれて助かるが、今回のランダム振動では大きくはずれないという事象があり、効果的でなかったという結果であった。

○熊本市

私たちも経験がないが、こういう地震波を使うと、こういう結果になるのか。

○安井建築設計事務所

基本的に超高層で告示波は、今回のように、ある階で出るというのは、ままだ見られる。

○小川氏

構造解析であればこのような感じである。

告示波というわけでなく、観測波、サイト波でも、こういう形に出ることはあるのではないのか。

○安井建築設計事務所

ありうる。

○小川氏

例えば2の62ページで、相対的に見ると、12層、13層あたりで非常に大きくなっているものがある。だから特定の層が大きくなっているわけでもないであろう。

○安井建築設計事務所

中間階が膨らむのは、1次モードと2次モードが重なり合うところが膨らむということである。

○小川氏

なるほど。

○安井建築設計事務所

ご指摘のところで、上が膨らんでいるのは高次モードを拾って高層が膨らんでいる。

○三井氏

今回の熊本地震で構造体には、ほとんど何も無かったというのはどういうことだったのか。

○安井建築設計事務所

2 の 2 ページにスペクトルを書いているが、熊本地震の前震と本震と、建物の周期帯を重ねると、1.5 秒周期帯というのは、前震も本震も少しずれた周期帯、低いレベルにあったというのが幸いしたと思う。これが 1 秒周期帯となると 160 カインが加わるので、議会棟は天井が落下しているが、あれは建物としては低いから零点何秒で、こちらに近かったのだろう。

○三井氏

なるほど、こういう。

○小川氏

原設計では、どれくらいの地震動を仮定しているのか。エルセントロか。

○安井建築設計事務所

エルセントロの 0.9 掛けしたものである。

○小川氏

0.9 掛けならば、やはり 45 カインか。

○安井建築設計事務所

いや違う、当時は 0.8 掛けている。山下設計だったが、色々文献調べて 0.8 が妥当という結論で設計は 25 カインである。

○小川氏

今回使われているのは、法律は別として世間相場並みに使われているものと考えていいか。

○安井建築設計事務所

世間相場である。

○三井氏

熊本市としては、南海トラフの対応などを想定して、やったということであろう。

○熊本市

そうである。熊本地震を経験し、今後長く長寿命化する際に、南海トラフなど様々な地震があっても防災拠点として使い続けられるかを確認するのがこの調査の目的であった。

○牧野氏

難しい話は分かるが、市民に説明するなかでは減築したらこうなるが他所に要するという話はどうか。また熊本城の天守で基礎がやられないように制震ダンパーを入れて工夫している。市庁舎も同じようにできないか。甘い話かもしれないが、制震ダンパーの低減性もこういう状況で小さくできないといった説明が必要になるのではないか。やはり減築とか、オイルダンパーとか考える項目に入れる必要はあると思う。そうでなければ、なかなか皆さんの納得は難しい。

○安井建築設計事務所

二つのことは、まあ別途課題点を含めて見極めがいる。例えば、機能性の面でも。

○牧野氏

減築というのは、普通の一般市民でもすぐ出てくる。これを検討しないと。

○三井氏

周りもそれで憶測しがちである。



○熊本市

市のホームページで、60mを超える超高層建築物ということを出しているの、減築すればなど、世の中すぐそうなる。そこへの説明は、熊本市として必要はあると思っている。

○三井氏

上のほうは使わないなどという案はどうか。

○牧野氏

やっぱり頭をカットしないと。

○三井氏

いやいや、カットすると、やはり色々問題はあります。鉄骨を切るなんて半端ない。

○安井建築設計事務所

工事の余裕などないし、工事中どうするといった話もある。

○三井氏

空っぽ案は冗談だが。花畑別館でやる時に、避難場所として使うとか。

○牧野氏

避難しようというわけではなく、行政は滞ったらいけないということであろう。

○熊本市

指揮所部門だけを移せばいいという話かもしれませんが、行政棟は制震とか免震とか方法があっても、どうしても基礎の部分が対応できないというのが一番ネックである。

○三井氏

どこかが駄目になっていたなら言いやすいだろう。それがやられてない。その点から言えば、そんなに耐震性の建物、悪い建物じゃないはずだとも思ってしまう、熊本市民としては。

○小川氏

見方によっては、これはもう一つ拠点を持つぐらいしか解決できない。

○安井建築設計事務所

やはり防災拠点として手を打っていくという観点が大事である。もし地震が起こったらただ事では済まないはずである。熊本市の防災拠点の理想的な姿という観点で考える必要があり、同じように、どの自治体でも継続使用性がなくて使えない庁舎が今建替えの話が結構出ている。

○牧野氏

防災拠点という役目は何を考えたものか。

○安井建築設計事務所

避難所ではない。

○牧野氏

そのとおり、そこは災害が起こった時に機能する役目をする。その部分は別に花畑別館にでも作ればいいという話もある。

○三井氏

これについては、どのようにやっていくつもりなのか。

○熊本市

今回、この調査結果について意見を伺い、議会など話をさせていただければと思っている。

○三井氏

すぐにこれに基づいて進めますよというのは、それはちょっとどうか。この結果では、もう建て直すしかない。敷地外に杭なんてできない。電車通りなんて渋滞になる。だから、今のこの調

査はこれであろうと思う。まともにやればこういうことになる。そういうのは良く分かる。それを受けて、どうするかということで、次のステップに進めていくことが必要ではないか。

○熊本市

まず我々としても昨年度の結果について、なにか別な工法があるかということをまずお伺いしたいというので今回ご意見を伺っている。当然、議会等を含めて議論していく次のステップがあると思っている。

○三井氏

減築の問題にしても、各々言い出したら収まりがつかなくなる。第三者としての意見が欲しいという話になった時に、粗方はいいが、こちらは技術的という範囲で、先ほど出たメニューがあるのではというところである。先ほど 1.5、1.25、1.0 とあったが、1.25 ならどうなるか。

○安井建築設計事務所

時刻歴応答解析ではⅠ、Ⅱ、Ⅲという区分けがなく、Ⅰ類か、だめかということのみ。

○小川氏

Ⅰs で言えば 0.81 というのがあったが、どう関わるか。

○安井建築設計事務所

議会棟の話であり、議会棟は行政棟と基準が違う。

○小川氏

議会棟なら 1.5 でなく 1.25 にすれば小さくなるのか。行政棟は超高層なので別次元の話として。

○熊本市

議会棟は耐震補強できるような話にはなるが、時刻歴応答解析でやっている行政棟は非常にハードルが高いということである。

○三井氏

困っているであろう、本当に建替えぐらいしかないという環境ではある。今の設備の改修は要るのであろう、耐震性とは別にしても。

○熊本市

設備改修は必要になる。

○三井氏

その時に、建物の将来性を考えた耐震性をどう絡めていくかは難しい。設備は替えないと、相当傷んでいるはずである、36 年経っているのであれば。

○安井建築設計事務所

今回の報告書では四案検討し、一案は設備改修だけ行うというものである。防災拠点としては位置づけずに継続利用する。その代わり設備がかなり傷んでいるので、改修だけを行う案である。

○三井氏

その際に、少しでも建物の耐震性能が向上できないか。構造に手を付けないのはちょっと。

○熊本市

ただし、これは建築確認が不要なところだけに手を入れるという案であり、構造改修などで建築確認が必要となると、今の話に戻る。

○安井建築設計事務所

改修にも、アスベストのため、その対処にかなりの期間とお金がかかり、ままならない。現状では封じ込めをやって、正常化はしてある。



○三井氏

そこは中心地で浸水がきたら持たない。堤防はあるが、集中豪雨がきたらひとたまりもない。

○牧野氏

昭和 28 年の水害を考えれば、あれから河川改修はされているが、下通や通町は水浸しであった。

○三井氏

防災というのは地震だけでなく、確率的にはこちらが大きい。それにしても地下にあるものは持っていけない。地下にボイラーがあっても何にもならない。だから上に上げないと。

○牧野氏

だが、これは昭和 56 年の建物で仕方があるまい。

○安井建築設計事務所

耐震改修の場合は、補強とともに下の設備をある程度 4 階に上げる。設備改修だけの場合は、構造補強できないので地下に残ったままとなる。

○三井氏

設備改修だけの場合でも、色々課題がある。

○牧野氏

もう少し検討の幅を今後広げないと、なかなか難しい。耐震安全性のために、今の検討で充分だと言うには、もう少し言及を広げて検討した上なら、これでという話はあると思う。

○熊本市

先ほど三井先生が仰った、鉄骨を切る時に簡単に切れないとはどういう意味か。

○三井氏

色んな振動、音、粉塵の問題も出てくるし、そう簡単には切れない。防水対策も必要。全部壊してしまうのであればいいけれど。設備が上にどれだけあるかも関わる。

○熊本市

今、15 階に設備があるので、そこが大きいところではある。

○牧野氏

だが減築はやれないこともないのでは、ということも考えてほしい。ここの荷重を落とすのは考え方としてはあっても、現実には施工は難しいことはあると思う。やはり市民は減築を誰でもすぐ頭に思う。これを外したら何考えているのかという感じになり、避けて通れないと思う。

○三井氏

やろうとされていることは分かった。今の時点でそうですかとはなかなか。

○熊本市

今日伺った意見を踏まえて、再検討させていただいて、もう一回やらせていただきたい。

○三井氏

こういったことは市では議会に報告しなければならないのか。

○熊本市

予算を頂いて調査したものはそうである。

○三井氏

もう少し別のところで詰めていくことはできないか。公になれば、すぐに知れ渡り、色々言い出したら拡散してどうしようもなくなる心配もある。

○牧野氏

本当にあの建物であれば、やはり色々な意見が出てくる。

○熊本市

今後、色々検討させていただきたいと思う。今後ともどうぞよろしくお願いします。

## 1. 協議概要

- ・日 時：2018年8月28日(月) 10：00～12：00
- ・場 所：熊本建築構造評価センター(熊本市中央区水前寺6丁目)
- ・出席者：三井 宜之氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター理事長  
〃 構造評価委員会委員長  
小川 厚治氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
牧野 雄二氏／熊本大学名誉教授、熊本建築構造評価センター構造評価委員会委員  
熊本建築構造評価センター事務局  
熊本市 総務局管財課 宮崎課長  
都市建設局建築指導課 原課長  
安井建築設計事務所

## 2. 協議内容

## ○安井建築設計事務所

はじめに基礎杭への影響を減ずるオイルダンパーについて説明させていただきたい。

まず前回ご指摘のあった熊本城復旧計画の場合については、図1をご覧ください。

熊本城は昭和 35 年に現在の姿に築造され、その際、天守閣はコンクリート杭にて支持される基礎形式となった。今回の耐震性の強化の検討においては、当初の復旧計画では、鉄骨などを使って建物本体を剛にする耐震補強の計画であったものの、建物本体を剛にした場合、杭に作用する地震力は、補強前よりも過大になることが判明した。そのため、制振補強を採用し、耐震補強よりも杭に作用する地震力を低減する計画となった。

次に、熊本市の本庁舎の建物の補強提案については、建物を剛にして地震に耐える耐震補強とすると、やはり杭に作用する地震力が補強前に比べ、むしろ過大になることから、今回は、杭に作用する地震力を極力小さくするため、建物を必要以上に剛にすることを避けた制振ダンパーによる制振補強という工法を採用し、それに基づいて杭の検討を行っている。また、制振構造特有のエネルギー吸収能力や位相差も考慮して杭に採用する地震力を検討している。このようなことから結果的には熊本城復旧計画と同様の考え方で杭の検討を行うこととなった。そのような検討を行った結果、本庁舎の基礎杭に対しては顕著な効果がみられなかったものである。

## ○小川氏

今回設定した地震波のなかで、基礎杭の損傷が大きくなる地震波の種類は何か。

○安井建築設計事務所

告示波とサイト波であり、この2種類の地震波が基礎杭に及ぼす影響はほぼ同程度であった。

## ○小川氏

オイルダンパーによる基礎杭への影響の検討を行う際に、オイルダンパーの配置の設定はどのような考え方で行ったのか。

## ○安井建築設計事務所

基礎杭への影響を極力低減化させるような、オイルダンパーの配置を組み合わせた上で検証したが、顕著な効果が見られなかったところである。

○小川氏

そこまでやって杭の損傷が避けられないのであれば、このような手法にはやはり限界があり難しいのだろう。

○安井建築設計事務所

次に減築について説明させていただきたい。

高さ方向に建物を減築することについて、その影響を述べると、まず上部架構については、図2をご覧ください。最上階がハットトラスにて一種のメガ架構を形成しているため、上層階から解体する場合にはそれに代わる架構形式の大幅な見直しが必要となる。また、外装材の変形追従性が小さいため、減築の有無に依らず、外装材の取り換えは必要となる。

次に下部架構については、杭の耐震設計では、表1に記載のとおり、地震力、いわゆる慣性力と、地盤の変形を考慮する必要がある。減築を行うことにより、杭に作用する地震力、いわゆる慣性力を減らすことは可能となるが、一方、本庁舎の建設地は、表2に記載のとおり、粘土と砂礫が交互に出土する互層であるため、相対的に柔らかい粘土層に生じる地盤の変形が杭に及ぼす影響が大きいことが判っており、この地盤の変形による影響は減築しても減ずることができない。

このようなことから、図3に記載のとおり、減築によって地震力、いわゆる慣性力を減じることができた場合でも、地盤の変形による影響が大きいため減築による基礎杭損傷の低減効果は低く、杭頭部は減築によってある程度の損傷を回避できるが、致命的な損傷となる杭中間部の損傷を回避できないという結果となった。

補足ではあるが、減築による意匠や設備などのその他の影響について述べると、まず執務床が減少するため、それに見合うスペースを近隣に賃借する必要があるとともに、現状より市役所機能が分散することとなり、機能性が低下することになる。次に、現状で最上階は設備機械の置き場となっており、減築前に設備機械を別置するためのスペースが必要となり、現状の執務スペースにそのような別置スペースを設けるには職員の執務スペースの移転が必要となる。次に、エレベータの改修が必須となる。次に、居ながら改修となるため、工事中に発生する音や振動、ほこりなどにより執務環境が悪化するとともに、工事中の仮設も含め、減築によって損なわれる屋根防水などの対策まで必要となる。

○牧野氏

基礎杭の強制変形については、どのように応力計算を実施したのか。

○安井建築設計事務所

地震による地盤の歪みを荷重に変換し、応答変位法により基礎杭の検討を行った。

○牧野氏

本庁舎の基礎杭について、減築による損傷の低減効果がこんなに低い理由は何であるのか。

○安井建築設計事務所

減築により、上部架構に作用する地震力は減ずることはできても、地震による地盤の強制変形は地盤そのものに起因するため、減ずることができない。本庁舎の地盤が礫層と粘土層の互層になっているため、地震時には粘土層で力が加わって強制変形が大きくなる。そのため杭中間部で破損するものが多数存在し続けることになる。そもそも建設当時は、基礎杭に対する耐震性能という概念がなかったことが大きな要因と考えられる。

○三井氏

本庁舎は、最上階のトラスと南北端部のトラスが繋がることで、きれいなメガストラクチャー架構を形成している。最上階を撤去するのは、建物全体の構造形式に与える影響が大きすぎると思う。



地盤の特性で杭がやられるのはそうだろう。前回からの話も含めて、減築でカットするのは課題が多くて現実的とは思えないし、手法として難しいだろう。

建物本体よりも、これだけ基礎杭に損傷を受けるものが多くて駄目であれば、まるごとやり直すようなものであり、増杭などの耐震改修が困難となるのは当然で当たり前であろう。ただし、この調査結果は結果として受け止めた上で、熊本市としてどのような対応を図っていくかは、慎重に考えてほしい。

○熊本市

そのようなご意見があったことはしっかりと受け止め、必ず議会等にもお伝えしたい。

○三井氏

今後は、地震対策だけでなく、水害対策も含めて、総合的に考えていく必要があると考える。

○熊本市

ご指摘のとおりだと考えており、今後の検討においては総合的な災害対応を図っていきたい。

○三井氏

マスコミの報道が煽るようなものにならないよう十分に配慮しておいてほしい。

○熊本市

可能な限り努力したい。

○三井氏

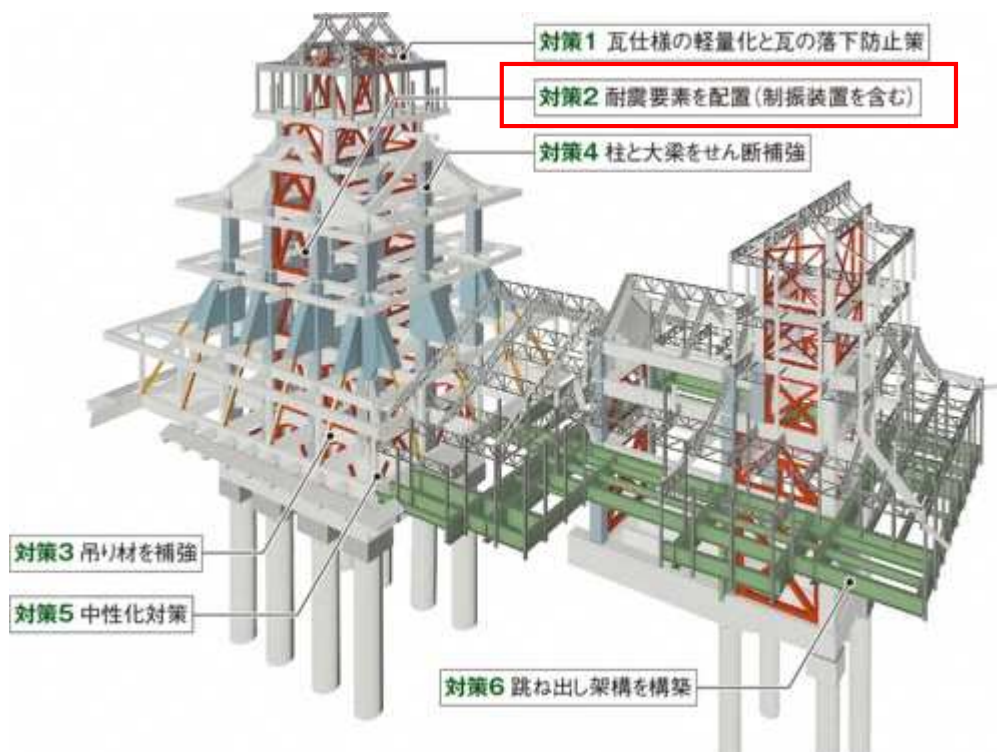
このような庁舎の耐震性の問題はどこの都市でもあるのではないか。

○熊本市

他都市でも同様なケースがよく見られ、既に改修や建替えを実施した自治体もある。

※ 説明時に使用した図面

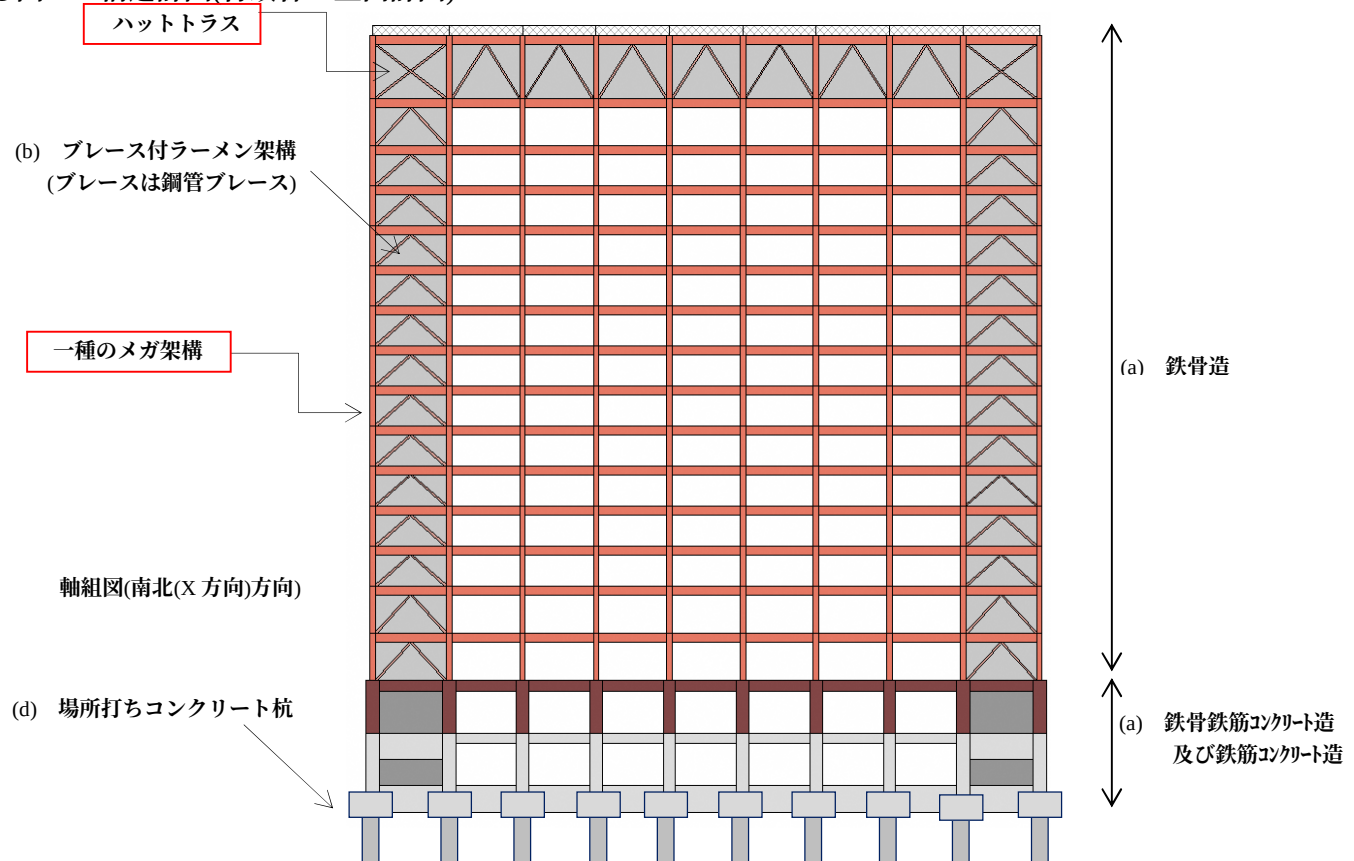
○図1 熊本城復旧計画概要



※1 「第2回熊本城復旧基本計画策定委員会議事録、平成29年9月」より

※2 <https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00251/040600001/>より

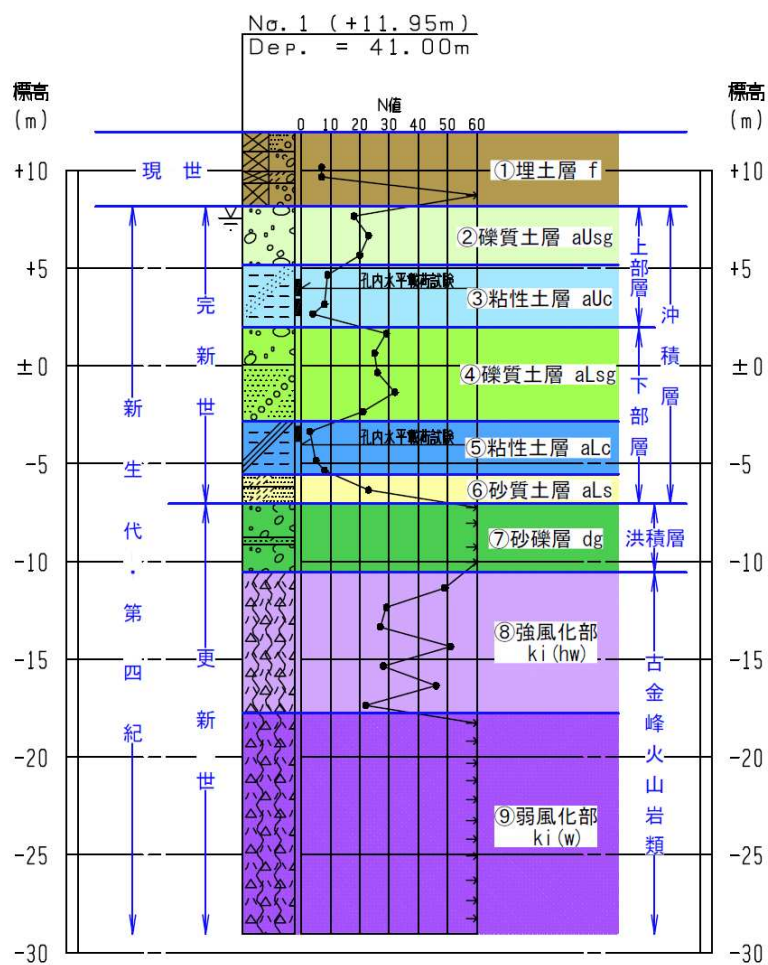
○図2 構造計画(行政棟・立面計画)



○表 1 地震動時に杭の耐震設計で考慮すべき事項

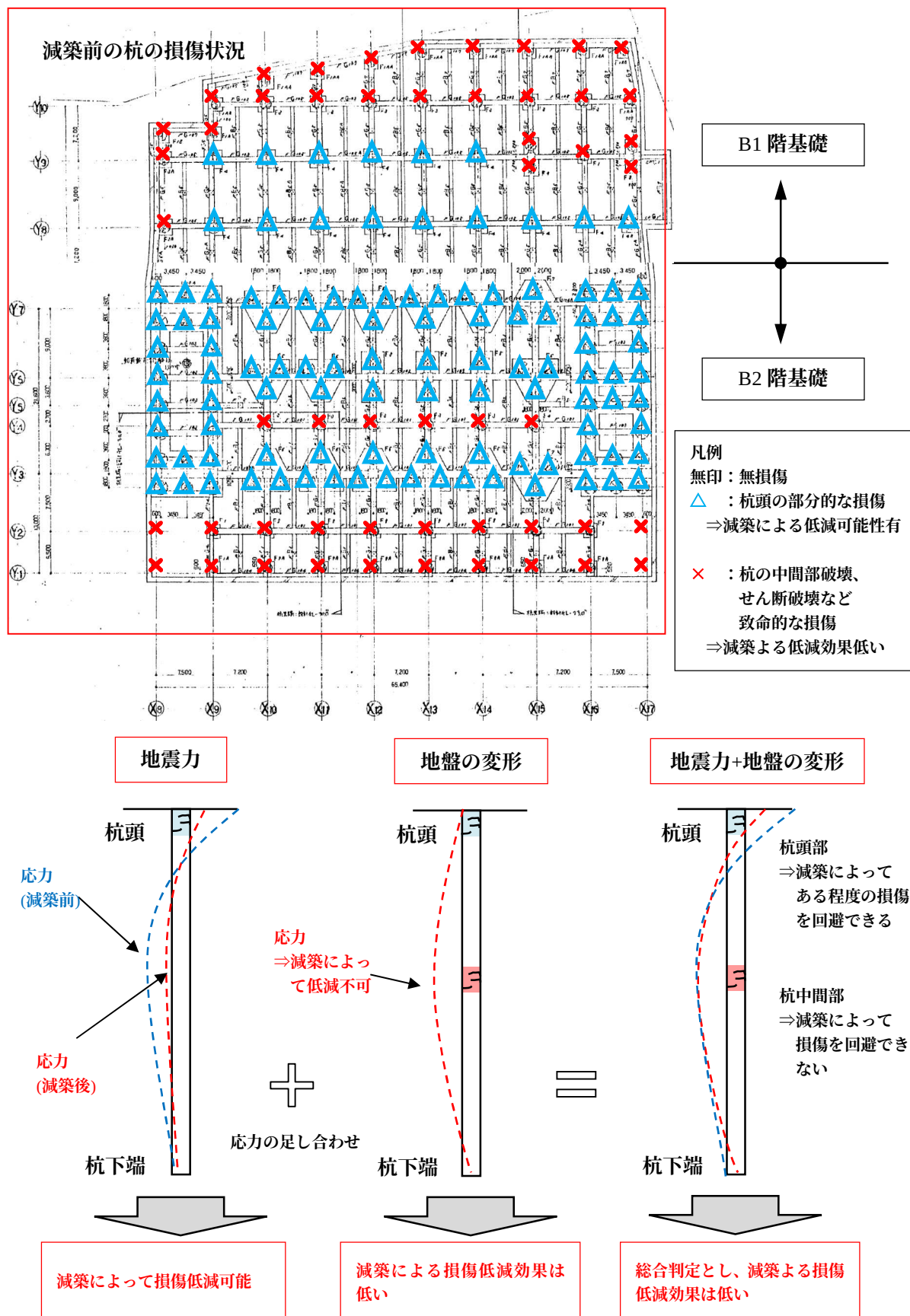
|         | 地震力        | 地盤の変形        |
|---------|------------|--------------|
| 略図      |            |              |
| 減築による影響 | 減築により小さくなる | 減築しても小さくならない |

○表2 ボーリング柱状図および地質層序表





○図3 地震動時における杭・基礎の損傷状況



## 1. 協議概要

- ・日 時：2018 年 8 月 24 日(金) 11：00～12：00
- ・場 所：東京理科大学葛飾キャンパス(東京都葛飾区新宿 6-3-1)
- ・出席者：高橋 治氏／東京理科大学工学部建築学科教授  
(公財)東京都防災・建築まちづくりセンター耐震改修計画評定委員会委員  
日本 ERI 株式会社耐震判定委員会委員  
熊本市 総務局管財課 宮崎課長、廣岡参事  
安井建築設計事務所

## 2. 協議内容

### ○熊本市

今日はお時間を取って頂いて感謝申し上げます。本市は平成 28 年に熊本地震を経験し、昨年度に本庁舎に関する調査を実施した。老朽化した設備等の改修方法や耐震性能を満たしているかということを確認するために行ったが、結果としては、耐震基準を満たしておらず、耐震改修も実現が難しいというものだった。この結果について、学識経験者から見解を頂きたく参ったところである。

### ○安井建築設計事務所

私どもから概要の説明をさせて頂きたい。

熊本市役所本庁舎は、熊本城の目の前で、電車通りの沿線である。原設計は山下設計であり、行政棟が地下 2 階地上 15 階の鉄骨造の建物で高さが 60m を超えており、議会棟は地上 6 階の鉄骨鉄筋コンクリート造の建物である。

### ○高橋氏

行政棟は何メータなのか。

### ○安井建築設計事務所

64m であり、建設当時に大臣認定を取得した建物で、議会棟と行政棟はエクspansion で分離されている建物である。

### ○高橋氏

建設は同時期か。

### ○安井建築設計事務所

同時期である。行政棟は両サイドコアが上がる形になっている。

### ○高橋氏

コアは途中からラーメンか。

### ○安井建築設計事務所

コアは鋼管ブレスが入っている。ベースコラム加工で、比較的整形な建物になっている。

### ○高橋氏

その建物には杭はないのか。

### ○安井建築設計事務所

場所打ち杭があり、当時は拡底が無かったため杭径 1200 から 1800 ぐらいのストレート杭で、当時は耐震設計という概念が無かったため、設計上の解析がなされていない。ただ先見の明はあ

ったのか、杭に鉄筋が僅かではあるが入っていた。

○高橋氏

断面はどうなっているのか。

○安井建築設計事務所

鉄骨で、柱はボックスを使っており、ユニバーサルでなく、550 角のビルドボックスであった。

○高橋氏

何階建であったか。

○安井建築設計事務所

15 階である。

○高橋氏

550 であればいけるであろう。図面どおりならすごいが、施工はどこか。

○安井建築設計事務所

施工は大成建設である。議会棟は、上のほうで飛んでいるので、部分的に P C が使われている。

○高橋氏

プレストレスも使っているのはすごい。なにか地震で被害はあったか。

○熊本市

議会棟は天井が落ちた。

○熊本市

階段部分などにヒビ割れが入っている。

○安井建築設計事務所

また、ドラスティックなのが、設計のファサード上の見せ方で柱を抜くために、ここを引っ張っている。そのために、ちょっと偏心が出ている。

○高橋氏

両方、時刻歴で検討したのか。

○安井建築設計事務所

行政棟が時刻歴で、議会棟が耐震診断、I s 評価である。

○高橋氏

議会棟の構造は。

○安井建築設計事務所

下部が S R C で、3 階から上が R C である。

○高橋氏

行政棟の入力地震波は別に 1.5 倍しているわけではないのか。

○安井建築設計事務所

そのようにはしていない。

○高橋氏

時刻歴でやれば I 類相当ということか。

○安井建築設計事務所

そういうことである。

○高橋氏

使った地震波は告示波か。

○安井建築設計事務所



サイト波も使っている。これらの内容を一覧表にして、法律の1号、2号、3号に照らし合わせてまとめた。先ほどの上部構造は第4号に関ってくるが、現状70分の1でプレス補強できるが、苦しいのが基礎と外装材である。杭は増杭しないと耐えることができず、外装材は、225分の1までしか追従できてない。

○高橋氏

A L Cか。

○安井建築設計事務所

P Cだが、ルーズがきっちりになっている。

○高橋氏

昔はそうであった。

○安井建築設計事務所

外装材は全部取り換えしないとだめという見込みである。

○高橋氏

R Cと鉄骨の調査の結果はどうであったのか。

○安井建築設計事務所

報告書のほうで説明したい。まず報告書の構成は、1章で目的、2章で耐震性能の現状、3章で補強案の提案で、今日ご説明するのは、2章と3章になる。2章から説明すると、最初に法的な位置づけを書いている。次に、地震力の違いをスペクトルで比較しており、ほぼ1.5秒周期単位で、1.5倍ぐらいの地震力のパワーの違いがある。設計当時は山下設計が色々な文献を当たって、発生確率を調査された。

○高橋氏

エルセントロ、タフトだけじゃないのか。

○安井建築設計事務所

当時の発生確率を調べつつ、エルセントロ、タフトに、8掛けをしている。

○高橋氏

40カインか。

○安井建築設計事務所

40カインである。1次設計は25でやっている。議会棟については、行政棟とエキスパンションで切れており、特定天井がある。

○高橋氏

特定天井は議会棟の大空間だけか。

○安井建築設計事務所

議会棟の大空間と行政棟のホールが特定天井になっている。議会棟のほうは落下があり、改修設計されて補修は終わっている。

○高橋氏

一日目と二日目だと、二日目か。

○熊本市

落ちたのは二日目である。

○高橋氏

熊本地震はこの地震波を使っているのか。

○安井建築設計事務所

1 キロぐらいの距離の消防署の公表記録である。設計目標はⅠ類庁舎であり、静的解析ではⅠs 0.81 をクリア、動的解析では層間変形角 100 分の 1 以下、層塑性率 2 以下、部材塑性率 4 以下が目標となる。次に躯体の劣化調査では部材断面調査、コンクリート強度等を調べており、一覧表にしたものが 2 の 16 ページである。まず行政棟は、断面調査では設計図通りの配筋、外観調査は特に問題が無かったが、鉄骨部にアスベストが吹き付けてあり、具体的な接合部の破断などは確認できなかったが、アスベスト自体が落下しておらず、それほどの被害は加わっていないという見込みである。それから、レベル測定、傾斜量測定をしたが、問題ないレベルだった。コンクリート強度は FC24 に対して強度はあった。

○高橋氏

24.6。

○安井建築設計事務所

そうであるが、中性化はやはり進んでいた。それから、鉄骨の断面調査はアスベストがあるため、図面調査しかできていない状況である。議会棟は、断面は設計図書通り、外観、中性化の進行とともにひび割れがあった。レベル計測は問題ない。コンクリート強度は FC21 に対して 30、40 で強度は充分にあった。また行政棟の固有周期計測についてピックアップを入れてやっており、1.5 秒弱の周期を確認している。

○高橋氏

1.5 秒なら、0.0251 ほどか。

○安井建築設計事務所

0.027 ぐらいである。

○高橋氏

では、固めというより、普通であろう。最近の超高層は 0.025 ぐらいである。

○安井建築設計事務所

設計の解析値と比較すると、ほぼ一緒であった。

現地調査では、地盤調査で P S 計測をしており、柱状図では礫、粘土、礫、粘土といった互層で現設計と一緒にあった。G L マイナス 20m の礫層を狙って場所打ち杭を打っている。

○高橋氏

床付けはどうなっているか。

○安井建築設計事務所

地下 2 階が約 10m である。

○高橋氏

底も悪くはない。

○安井建築設計事務所

現設計通りで 25m 辺りが工学的基盤になる。この調査結果をもとに地震動を作成し、サイト波は布田川宇土区間を想定した地震動、布田川日奈久連動の地震動、南海トラフの日向灘、それから長周期波、告示波といった種類の地震動を作って検証を行っている。その結果、サイト波は布田川日奈久で床付けのレベルで約 100 カインとなっている。

○高橋氏

方向性はどうなっているか。

○安井建築設計事務所

建設地に向かって破壊断面が進行するようなモデルで検討している。

○高橋氏

それがドップラー効果で一番大きくなる。告示波やサイト波も同じ程度か。

○安井建築設計事務所

ほぼ 100 カインぐらいである。地震動をまとめたものが、2 の 55 ページとなり、観測波でエルセントロ、タフト、八戸、熊本の前震、本震。それから告示波で八戸、神戸、ランダムの 3 波、サイト波で宇土区間の NS、布田川日奈久連動の NS、日向灘といった波で解析をした。

固有周期が、今回設計の解析値が 1.68 秒、現設計が 1.59 秒で、計測結果が 1.46 秒という結果で、2 次モードは短手方向に揺れて 1.5 秒近辺という結果になっている。

解析結果の応答層間変形角は告示波で決せられている状況である。次に基礎の検討で慣性力と強制変形のどちらも解析しており、礫、粘土、礫、粘土という地盤で、粘土のところで力が加わって、バツ印の杭が強制変形の影響をもろに食らってツーヒンジ状態という状況になっている。

○高橋氏

鉄筋は無いのか。

○安井建築設計事務所

鉄筋はあるのだが、ちっぽけであった。外装材は追従性が 225 分の 1 しかない。

○高橋氏

建物を直すにも、これとアスベストがきつい。

○安井建築設計事務所

上部構造の補強のタイプとしては耐震、制震、免震とあるが、耐震補強では座屈拘束ブレスを 6 面 6 層で層間変形角を抑える案。制震補強ではオイルダンパーで、4 基を 5 層程度で配置し、建物の上部に地震用の TMT の合わせ技でもって、層間変形角を抑えるという案。それから免震のレトロフィットで、基礎免震、中間層免震、中間層でも地上部の中間層とあり、課題をまとめると、敷地いっぱい建っているのも、擁壁作る余裕がないなどがある。一覧表で耐震、制震、免震のメリット、デメリットをまとめると、制震がいいと結論付けている。

下部架構では、増杭として、ツーヒンジの杭に 450φ の鋼管 4 本打って鉛直性能を担保し、水平性能のために建物外周部に場所打ち杭を打つ案だが、机上ではいいが、実際工事は困難である。道路を一年近く封鎖して現実的かという課題が付きまとう。

○高橋氏

道路は混んでいたと記憶している。

○安井建築設計事務所

それから外装材は全取り換えになる。

○高橋氏

これは仕方ない。

○安井建築設計事務所

議会棟の補強は 0.81 をクリアしようと思うと、ブレスや増壁で結構な補強量になっている。

○高橋氏

1.5 倍で 2 次診断は苦しい。時刻歴でやりたくなるぐらいである。仕方がない。官庁営繕の本。

○安井建築設計事務所

それも参考にしながらやっている。以上が今回の調査結果である。

○高橋氏

だが、建替えの時は移動しなきゃいけないはず。

○熊本市

その部分は今後本格的に材料を揃えながら議論していくことになると思っている。

○高橋氏

引っ越せる場所はあるのか。

○熊本市

今は無い。

○高橋氏

新耐震でないから当たり前である。色々言われても困るはず。どこの町でも起こることである。

○安井建築設計事務所

熊本市がプレス発表された内容を受けて新聞等で記事にされた。

○熊本市

市議会で報告させた頂いた内容を受けての記事になっている。

○高橋氏

どちらも影響は大きい。このまま置いといてもアスベストがあるし、崩れてアスベストが出たほうがもっと危ない。

あんまりみんな言わないが、たまたま市内が小さかったから良かったと思う。だって、益城など、あのへんと同じものがきていたら、ダメである。

今の話であれば、普通の審査機関でやる耐震補強や耐震診断の内容の検討は終わっている気がする。やっていることは、丁寧にやっていると思う。構造以外のところは、意外に話が大きいことを、ちゃんと伝えたほうがいいと思う、周りに。予算も構造以外のところも計算しているか。

○安井建築設計事務所

計算している。

○高橋氏

そちらの方が大きいであろう、杭と外装とアスベスト。

○安井建築設計事務所

そうである。

○高橋氏

それと天井か。本体構造と関係ないところである。

○安井建築設計事務所

結構ウェイトが高い。熊本市は防災拠点の要になると、この建物が。

○熊本市

もちろん、ここが本部になる。

○安井建築設計事務所

熊本の先生方で、防災拠点要らないと言えないかという話もあったが。

○熊本市

そういう訳にはいかない。本庁舎というものが消えたら、益城など、どのような状態になるのかを間近に見ている。

○高橋氏

新庁舎を建てといて、こっちは 1.5 を外すとかはあり得るかもしれない。

○熊本市

本庁舎は必ず 1.5 という形で。



○高橋氏

それはそうだろう。

ただし、鉄骨の調査ができないから、何とも言えないところがある。鉄骨の調査をしたら、もっと悪いかもしれない。

○安井建築設計事務所

もしかして剥がしたら、何かあるかもしれないということか。

○高橋氏

今は溶接が完璧という計算であろう。柱、梁が全て完璧なんてない。隅肉とか発見してしまう。

○安井建築設計事務所

図面では突き合わせなのに、現地では隅肉といったことか。

○高橋氏

突き合わせでやっても、調査すると何割かは欠損している。新築であれば直すだけだが現場でも2、3パーは出る。

○安井建築設計事務所

それを今はフルで計算している。やはり当時の溶接はあまり厳しくなかったこともある。

○高橋氏

今のように竣工時の検査とかやってない。だから蓋を開けてみれば予想される。心配なのは、もっと悪そうということ。

色々な東京の評定審査の委員をたくさんやっているが、工事が始まって調査したらダメだったので、補強増やすといったことが多い。庁舎や駅やデパートなど、再評定の出し直しが多い。

1、2割は蓋開けたら全然違ったと出し直しをしている。その可能性は高い。

○安井建築設計事務所

今日は、熊本市の依頼を受けた検討内容を確認していただくことで、内容が妥当かという点で。

○高橋氏

東京の審査機関が審査しているものよりも、時刻歴を実施して、地震波について、告示波だけで終わらず長周期まで網羅して良くやっていると思う。それに杭もちゃんとやっていると思う。

○安井建築設計事務所

免震レトロフィットした建物の地盤の基礎については。

○高橋氏

ノータッチの案件がある。逆にタッチすると、住民とか、周りに説明がめんどくさくなるとも思っているのだろう。杭は押し込みも考えているのか、水平だけか。建物の変動軸力だが。

○安井建築設計事務所

それも考慮して杭の検証をしている。

○高橋氏

そこは免震にすると助かる。

○安井建築設計事務所

現実的には制震と思うが。基礎免震だと敷地いっぱいであり、免震も難しい。

○高橋氏

やっていることの評価だったら、他の先生や、他の事務所よりも良くやっていると思う。

○熊本市

今回、耐震改修が困難という結果については。

○高橋氏

困難だと思う。自分も設計できるから、手法としては制震と思う。

○安井建築設計事務所

制震が一番現実的と考えている。

○高橋氏

現実的であろう。制震部材はオイルダンパーだけでなく、TMDは入れたほうがいいのか。

○安井建築設計事務所

そのように考えている。

○高橋氏

ぶつからないか。

○安井建築設計事務所

所定のクリアランスを持っていけばいいと思っている。

○高橋氏

ぶつかることもある。せっかく来てもらっているので、何か聞きたいことはあるか。

○熊本市

先ほど伺った通り、こちらの報告書で良くやっているということだったので。今後、もう少しステージが変わっていく際に、もしもご縁があれば、色々アドバイスなど頂ければと存ずる。

○高橋氏

やはり東京で見ている件数が違う。だからその分は色々と相談は乗れる。東京には全国から来るから、何をやっているのかは予想がすぐに付く。

○熊本市

今回、基礎や外壁の改修が非常に困難ということだが、建て替えとなるとやはりなかなか。

○高橋氏

そこまでやらなくてもいいのではないかと言う方がいたかもしれないが、結局はやらなくてはダメになる。これで大丈夫か。

○熊本市

本日は本当にありがとうございました。