A

参考資料1

齋藤幸雄氏（元広島国際大学工学部教授）のご意見

齋藤幸雄参考人の略歴

・1967 年　京都大学工学部建築学科卒業
・1969 年　同上大学院工学研究科修士課程修了
・1969 年　（株）日建設計入社
・2003 年　構造統括部長を最後に退社
・2003 年　広島国際大学工学部教授就任
・2011 年　同上退職
・　　同年、齋藤建築構造研究室　　現在に至る

・1996 年～2019 年 3 月　三重大学非常勤講師
・2007 年度　　京都大学防災研究所　非常勤講師
・2011 年～2020 年 3 月　京都女子大学非常勤講師

・その他の活動
2008 年～2013 年　伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会
（国土交通省補助事業）設計法部会主査
2019 年 6 月　伝統的構法のための木造耐震設計法（学芸出版社刊：共著）
日本建築構造技術者協会　元理事、日本建築学会　終身正会員

学位・資格等
・1 級建築士、構造設計 1 級建築士、構造計算適合性判定員（2014 年まで）
・博士（工学：大阪大学）

設計実務
・超高層建築物や免震構造等大臣認定が必要な建築物の構造設計・20 棟以上

※略歴は第１回有識者会議後（令和３年６月４日）に修正しております。

■平成 29 年度報告書（以下 H29）及び今年度報告書（以下 R2）の問題点【要約】

2021.3.15　齋藤

H29 および R2 は、双方ともに解析・計算に不適切な部分があり、検証業務をやり直す必要がある。特に R2 は不適切な部分が目立ち、検証業務の目的を果たしていない。

1　H29 に関する問題点

・告示波による耐震安全性の検討は、あくまでも超高層建築物（以下超高層：高さ 60m 超）等で新築時に必要なもので、既存の超高層については、設計年代を問わず国は何らその必要性について言及していない。従って、仮に耐震性能評価を行う場合、入力地震動をどうするか等決められたものはない。既存の超高層については長周期地震動に対してのみ、国土交通省住宅局建築指導課長の技術的助言（2016 年 6 月）で検討を促している。しかし、本庁舎は建設地や建物高さからはその対象ではないため、耐震性能評価の必要はない。なお、H29 では長周期地震動に対しても検討を行っており、全く問題のない結果である。

・高さ 60m 以下に対しては、1981 年の建築基準法施行令の改正以前に設計された建物の耐震診断が行われてきたが、杭はその対象となっておらず、議会棟でも杭の耐震診断は行われていない。超高層の杭についても、国は何ら言及していない。

この背景は、杭の損傷が上部構造に致命的な影響を与える可能性は極めて低いと考えられており、実際に大地震時に上部構造に致命的な影響を与えた事例は報告されていない。超高層は一般の建物と比較しても杭の安全性は高いと考えられることから、杭が致命的な損傷を受ける可能性はないと言ってよい。

・H29 では、設計図により耐震性能評価が行われているが、設計完了後に主要な杭のほとんどが変更されていたことが明らかになっている（変更は竣工図に反映されている）。これは、耐震性能評価において致命的なミスと言え、市当局の責任は極めて重いと言える。

・杭の変更内容は、全般的に杭径が小さくなっており、杭の総断面積は変更前のおよそ 30%減となっている。

・一方、杭の耐震性能の検討では、杭頭に作用する慣性力の計算が不適切で、逆に 30%以上過大な値となっている。

このため、杭の耐震性能で最も問題となる杭頭でのせん断破壊は、H29 では約 50 本に及ぶが、杭頭に作用する慣性力を適切に計算すると、変更後の（杭径が小さくなった）杭においてせん断破壊は生じない結果となることを確認している。

・H29 では地下連続壁による杭や上部構造の応答低減効果については、全く検討されていないので、適切に低減効果を考慮すれば、建物および杭の耐震安全性がさらに高くなると考えられ、杭も建物も補強は全く必要ないと判断してよい。

２　R2 に関する問題点

・委託仕様書の「業務内容」で「告示波の作成」が明記されているが、波形をはじめ告示波について必要な記述がほとんどなく、報告書として全く不十分な内容である。

・告示波は告示 1461 号で、解放工学的基盤での特性を規定しているので、解放工学的基盤の深度の設定が重要になる。本庁舎敷地では三度の地盤調査により解放工学的基盤が傾斜していることが明らかになっているが、昭和 53 年の調査（原設計時）が建物直下で行われていることを理由に、ここでの深度を採用している。この深度は約 26m であるが、解析では深度を約 29m として、表層地盤での増幅や杭の検討を行っており、完全に適用の仕方を誤っており、計算をやり直す必要がある。

・地下連続壁による上部構造や杭の応答低減効果が最重要テーマであるが、施工写真からエレメントの接合部で鉄筋が繋がっていないという理由で、この部分でコンクリートが損傷することにより、低減効果なしと断定している。

・竣工図に地下連続壁の三つの利用目的が明記されており、その一つとして「耐震壁」がある。設計者がわざわざ「注意事項」として図面に明記していたにも関わらず、報告書には全く記載がないことも極めて不自然である。

・地下連続壁の工事が行われた 1980 年代初めの工法について十分な調査をせず、耐震壁としての検討も行われておらず、「業務内容」の目的を全く果たしていない。
また、地下連続壁が面外方向の地盤変位に対して安全性を確保できないことを明らかにするための検討方法も極めて不適切で、地盤の変形と地中連続壁の関係を理解していないと言える。

・上部構造の応答変形では、X 方向は H29 で告示波（K-ran）の応答が 1/100 以下になっているので、R2 でこの地震波による検討の必要はない。その他の告示波に対する応答結果は、X・Y 両方向ともすべての階で目標値以下になっており、耐震性能に問題はない。

・杭の安全性の検討は、竣工図（変更後の杭）により行われているが、大幅に変更されていること等重要な事項が全く記述されていない。
H29 の検証が目的なのになぜ重要なことが記述されていないのか理解に苦しむ。

・連成系時刻歴応答解析では、地下階が複雑で杭の密度が高層部直下と低層部直下では大きく異なるが、これらの杭を巨大な 1 本の杭として解析を行っているので、個々の杭の安全性を適切に評価することは困難である。
計算された杭の安全性については、ほぼすべての杭が支持力を喪失するという結果であるが、1800 ページ余りに及ぶ計算結果は、非常に小さな変形でせん断破壊している杭が存在することや明らかに杭先端の深度が 26ｍより浅いのに、26m～29m で杭が損傷するとしている杭が存在する等全く信頼性がない。

3　H29 と R2 に対する評価

・H29 で示された、「本庁舎（行政棟）は耐震性能が不足している」との結論に多くの市民が疑問を抱いている。それは、震度 6 強の熊本地震に遭遇して、ほとんど被害がなかったのになぜなのか、という素朴な疑問である。

・R2 では、疑問に応えるどころか、「大地震時にほぼすべての杭が支持力を喪失する」という結果である。これは、結果ありきで、そのためにどのような解析・計算をすればいいかという組み立てのもとに解析・計算が行われた可能性がある。

・市当局と検証業務受諾者は、熊本地震でほとんど被害がなかったのは、震源から離れており震度 6 強の中では小さい方で継続時間が短く、建物に入力された地震エネルギーはそれ程大きくなかった（建物の固有周期と地盤の卓越周期がずれていた）から、としている。

・上記の説明では、H29 で行われた解析結果（両方向ともに 1 階に作用する地震力は、熊本波が入力地震波 12 波の中で最大となっている）を説明することはできない。
やはり、熊本波は本庁舎（行政棟）にとっては大きなパワーを持っていたのである。
熊本地震でほとんど被害がなかった要因は、上記の説明ではなく、地下連続壁による応答低減効果が大きかったからであろう。その効果を否定するための解析・計算が R2 で行われた疑いがある。

・もし熊本地震が起きていなければ、「耐震性能不足」という結論に対して、難しい解析を行っての結論との説明を受けて、市民は疑問を抱かなかったかもしれない。

・熊本地震での結果は一つの真実であって、その結果から類推される耐震性能を大切にしなければならないのは論を待たない。
解析・計算は多くの仮定のもとに行われており、仮定の中には未だよく分かっていないことも含まれていることを認識する必要がある。

・二つの検証業務で最も重大な結果は、R2 で「大地震時にほぼすべての杭が支持力を喪失する（致命的な損傷を受ける）」と結論付けていることである。
もしこんなことが震度 6 強の大地震で起きれば、本邦初の出来事であり、本庁舎（行政棟）の杭は全国に無数にある建物の杭の中で最も地震に弱い杭ということになる。

・最後に、地下連続壁について。
2019 年 8 月 2 日の議会特別委員会で、その存在を初めて明らかにした。しかし市当局は地下工事のための仮設であると主張し続けた。その後、一旦は永久構造物と認めたが、「地下連続壁等の効果に関する調査」の速報：2020 年 9 月 25 日」では「地下連続壁は、本庁舎の地下構造物の施工時の遮水及び土留めを目的として施工され、・・・」としている。市当局は最後まで議員や市民を欺いているとしか思えない。
地下連続壁が、「施工時の遮水及び土留め」だけが目的であれば、設計者が設計図に図示することは絶対にない。工事用であれば施工者が最適な工法を選択すればよく、設計者の範疇外である。設計者が地下外周に地下連続壁を配置し、三つの目的を明記したのは、仮設ではなく、本体構造の一部として、建物の耐震構造に必要であることを強く意識して設計したもので、地下連続壁が建物の耐震性能向上に寄与して

いるのは疑いようもない。

以上、二つ報告書には重大な疑義があることから、このままうやむやにすることは許されず、これらに対して真摯に応えることが市当局に課せられた使命であり、市民にその結果を公開すべきである。そうでなければ、時間と費用を無駄に費やしただけに終わってしまう。

・最後に、熊本市本庁舎（行政棟）の耐震性能評価の問題に関わってから 1 年半以上経過しましたが、長年超高層を含む建物の耐震設計と設計法の研究を行ってきた立場からは、本庁舎の耐震性能に問題があるとは到底考えられないことです。
・日本の耐震設計法は、数々の大地震とそれに伴う被害を教訓に発展してきたと言っても過言ではありません。これは、大地震のたびに新たな発見があったからで、熊本地震でも新たな問題として長周期パルス等が注目されていますが、その内容については省略します。
・益城町で多くの木造家屋が倒壊しましたが、これら木造の固有周期は、揺れが大きくなるにつれて長くなり、大地震時には多くが 1 秒から 2 秒になるため、熊本地震では地盤の揺れが、同じ周期帯で大きなパワーを持っていたために倒壊したのです。
・熊本波（大江での記録）により行政棟の基礎底を揺らすと、H29 によれば建物の最大変形が 1/100 近くで、1 階に作用する地震力が他の 11 の地震波より大きくなっています。しかし、何度も指摘しているように、実際にはほとんど被害がなく収まっていることから、揺れを小さくしている原因があるわけです。
・それが地下連続壁および高層直下の密な杭による低減効果であることは疑いようもありません。もちろん本庁舎はこれらの効果がなくても十分な耐震性能を保持しているため、鬼に金棒と言ってよいと思います。
・原設計者が心血を注いで耐震設計した建物を誇り思うべきで、十分な根拠のない解析・計算により評価し、誤った結論を出すのは愚の骨頂と言えるでしょう。

（付属資料）１　平成 29 年度報告書の問題点　　2021.3.15　齋藤

今年度の検証業務によって、H29 は設計図により耐震性能評価を実施していたことが明らかになった。このことで、主要な杭のほとんどが設計完了後に変更されていたにも関わらず、これを反映させた竣工図によらずに行うという前代未聞の事態が起きたのである。耐震性能評価は現状の建物について行わなければならないが、この絶対的な原則が守られていなかったのである。

しかし、市当局はこの事実を未だ正式な文書で明らかにしておらず、無責任極まりない。杭の耐震性能評価については、竣工図に基づいて再検討するのが市当局に課せられた最大の任務である。

・再検討する前に、H29 での杭の耐震性能評価に大きな問題がることを明らかにし、さらに変更後の杭に対して、おおよその耐震性能評価を以下に試みる。
・H29 での評価法は現在新築の超高層建築物の設計で行われている手法で、上部建物の応答と杭の応答（応答変位法）を分離して求め、杭の安全性の評価を行っているので問題はない。しかし、杭頭に作用するせん断力の計算内容に大きな問題があり、その点を明らかにする。

・2019 年 8 月 2 日の参考人招致に先立って、市当局にお願いした「杭に作用するせん断力の算定根拠」に対する回答は表 1 の通りであるが、この妥当性を以下に検証する。

表１　杭頭に作用するせん断力の算定根拠（H29）

・地下階に作用するせん断力（レベル 2 地震動時）
　地下 2 階の最大層せん断力係数：約 0.27、せん断力に置き換えると約 105000kN
・地下 2 階の基礎部分の自重および地下各階基礎自重の総和は 200000kN
　基礎等に作用する水平震度を 0.3 と仮定、地震力：200000×0.3＝60000kN
・杭に作用する地震力：105000＋60000＝<u>165000kN</u>
　ただし、根入れ効果による水平力低減 10%を考慮して、165000×0.9≒150000kN
　これが杭頭に作用するせん断力となるが、<u>検討では安全側に若干余裕を持たせた値で入力している</u>
　このせん断力に対して、地下 1 階と地下 2 階の杭頭変位が等しくなるよう
　各杭の分担せん断力を設定

注）建物には地震により加速度が作用し慣性力が生じることで杭頭にせん断力が作用するが、地盤の変形により生じるせん断力と区別するために、慣性力と表現することがある。

・上記の検討内容の検証と、どの程度余裕を持たせているか検証

・2019 年に市当局が公表した、1800φ・1500φ・1200φの検討結果に基づいて、杭頭に作用するせん断力（慣性力）の検証を行う。

・表 1 で得られたせん断力をもとに各杭頭に作用するせん断力と、地盤の応答変位により得られた杭頭に作用するせん断力を表 2 に示す。

表 2　杭頭に作用するせん断力（杭（各径）1 本あたり）

	1800φ	1500φ	1200φ	1300φ	2000φ
慣性力（KN）	1139	962	769	830	1265
応答変位（KN）	1107	931	535	670	1230
合計せん断力（KN）	2246	1893	1304	1500	2495
せん断耐力（KN）	2454	1798	1276	1490	2950
杭本数	93 本	22 本	21 本	12 本	12 本
各杭の全慣性力(KN)	106000	21000	16000	10000	15000

・杭頭に作用する全せん断力（慣性力）は約 168000kN（表 1 の根入れを考慮しない慣性力にほぼ相当）

注）1300φおよび 2000φの値は公表されていないので、他の杭（1500φ等）の慣性力に基づき、ほぼ杭径に比例するとして求めた推定値

今年度の検証業務により杭が設計完了後に大幅に変更されたことが判明したので、変更後の杭（竣工図）により杭の耐震性能の検討を行う必要がある。

・設計図と竣工図から杭は下表のように大幅に変更されている。

	杭径と本数						
	1200φ	1300φ	1500φ	1800φ	2000φ	合計	杭の総断面積
H29	21	12	22	93	12	160	357m^2
R2	29	19	107	4	0	159	257m^2

杭径が小さくなったことで、杭の総断面積は約 30%減となっている。

■ 杭頭に作用するせん断力（慣性力）の検証

・問題点１：地下 2 階に作用する最大応答せん断力

入力地震動 12 波による時刻歴応答解析結果は下図の通りで、地下 2 階における最大応答せん断力は告示波の場合約 80000kN で、105000kN としているのは、EL CENTRO 波の応答せん断力である。

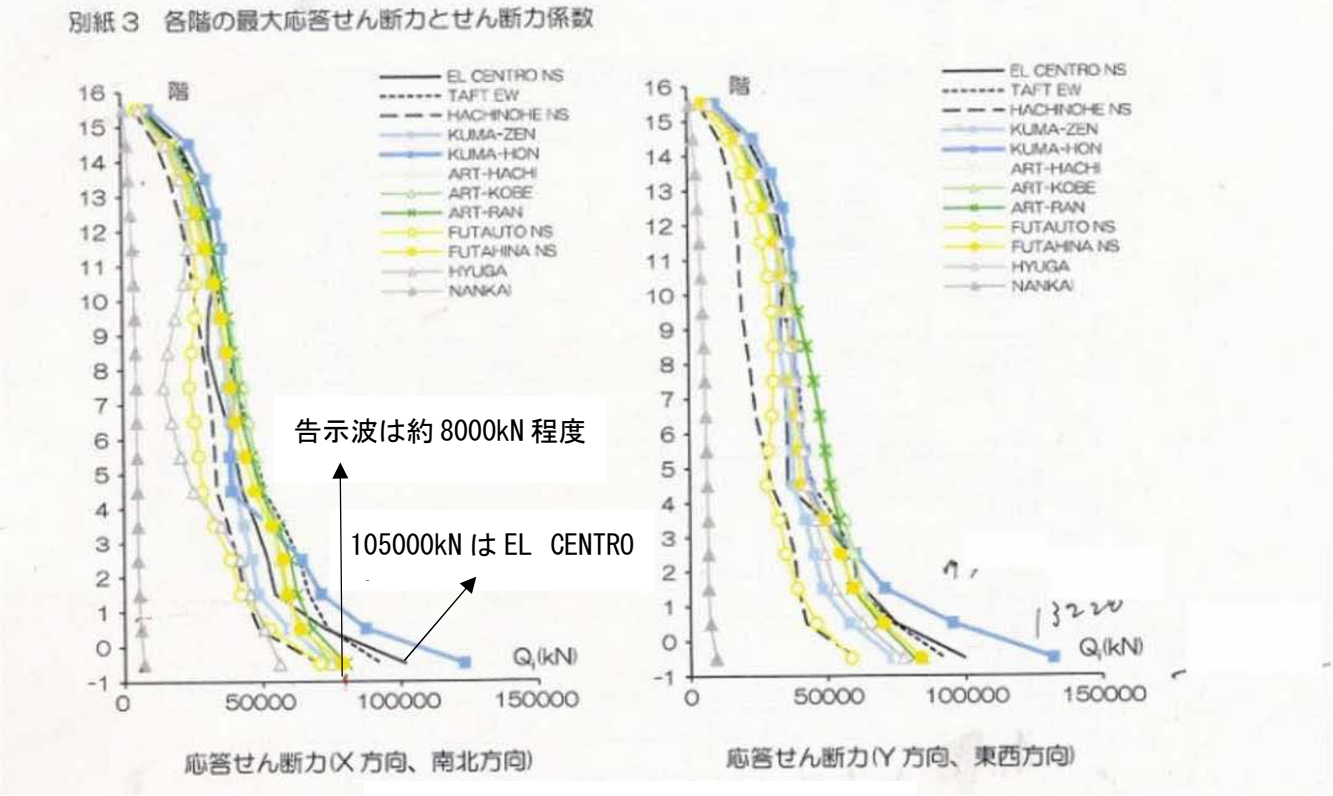


図１　上部構造の応答せん断力

告示波による杭の検討を行っているのに、上部構造の応答として EL CENTRO 波の応答せん断力を用いるのは、不適切である。
なお、地下 2 階での最大応答せん断力は、熊本地震波によるもので、およそ 132000N（Y 方向）で、告示波の 1.65 倍にもなっている。

・問題点２：基礎等に作用する地震力

基礎等の重量の総和：200000kN
基礎等に作用する水平震度を 0.3 としているが、告示波の最大加速度を考慮した地震力より大きくなることはない。
告示波の最大加速度：KOBE（238gal）、 HACHI(236gal)、 RAN(221gal)で、
このうち最大である 238gal を採用

基礎等に作用する地震力：200000×238/980＝48000kN

注）杭径が小さくなっているので、基礎重量も小さくなっているが考慮していない。
　　従って、48000kN は安全側の値である。

熊本波の場合は最大加速度が 625gal で、基礎等に作用する地震力は、
200000×625/980＝128000kN

■杭頭に作用する全慣性力（せん断力）

検証した結果に基づいて算定
杭頭に作用する全慣性力（せん断力）:80000＋48000=128000kN
基礎の根入れによる低減：低減率 0.84（高層部の根入れ深さ 12.5m と仮定）
根入れによる低減を考慮した杭頭に作用する全慣性力（せん断力）
　128000×0.84＝108000kN（168000 の 64%）

熊本波に場合、杭頭に作用する全慣性力は 132000＋128000＝260000kN
根入れによる低減を考慮した全慣性力：260000×0.84＝218000kN
この結果は、H29 の全杭頭慣性力の 1.3 倍である。 熊本波を観測した消防局と本庁舎は解放工学的基盤における地震動は同じで、表層地盤における増幅度も地震ハザードステーションによればほぼ同じなので、地盤の応答変位による杭頭せん断力はほぼ同じと判断できる。この場合、すべての杭がせん断破壊することになり、支持力を喪失することになるが、実際には全くそのようになっていない。
その要因として、地下連続壁による低減効果が考えられる。

■杭頭のせん断力に対する安全性の検討（竣工図による）

杭頭に作用する慣性力の算定方法が不適切なため、上記に示した値により再検討する必要がある。
ここでは概略であるが、R2 竣工図（杭の総断面積が 30%減）を基に、杭頭に作用するせん断力と安全性の検討を行う。

・杭頭に作用する慣性力（せん断力）の推定
1800φ、1500φ、1300φ、1200φの慣性力分担比率を表 2 から求める。

・各杭に作用する慣性力の比率（全体を 1 とする）は

	1800φ：0.3	1500φ：0.27	1300φ：0.23	1200φ：0.2
本数	4 本	107 本	19 本	29 本

・各杭の本数を考慮した分担率

1800φ：0.3×4/（0.3×4+0.27×107＋0.23×19＋0.2×29）＝0.03
1500φ：0.27×107/40.3＝0.72
1300φ：0.23×19/40.3＝0.11
1200φ：0.2×29/40.3＝0.14

・各杭頭に作用する合計せん断力（kN）（各径の杭1本あたり）

	慣性力	応答変位	合計せん断力	せん断耐力
1800φ：（108000×0.30）/4＝810		1107	1917	2454
1500φ：（108000×0.72）/107＝730		931	1661	1798
1300φ：（108000×0.11）/19＝630		670	1300	1490
1200φ：（108000×0.14）/29＝521		535	1056	1276

・杭頭に作用する慣性力の合計

810×4＋730×107＋630×19＋521×29＝108429≒108000（kN）で、問題点2で示したのとほぼ同じ値となっている。

注)応答変位によるせん断力は、杭径と地盤との関係で決まるゆえ各杭とも変わらないので、表1の値を用いている。

・上記に示すように、R2竣工図に基づいた杭頭に作用するせん断力（慣性力＋応答変位）はせん断耐力より小さいために、せん断破壊は生じない。

（杭の総断面積は約 30%減少したが、不適切な計算により杭頭に作用する慣性力（せん断力）の減少の方が大きかったことが主たる原因である）

・曲げモーメントによる杭頭の損傷については、上記せん断力を用いた検討が必要になるが、杭径が小さくなることによる曲げ耐力の低下よりも、作用せん断力が小さくなっている影響の方が大きく、曲げによる損傷の程度も小さくなる可能性が大きい。
・正確には、再検討した慣性力による杭頭の曲げモーメントを計算し、応答変位による曲げモーメントを合わせて検討する必要がある。この場合、告示波には上下動の規定はないので、上下動を考慮する必要はない。(H29は上下動を考慮している)

(超高層建築物の杭基礎の被害)

・1995年に発生した兵庫県南部地震は初めて震度7を記録した地震で、神戸市内では震度7の帯の地域にも多くの超高層建築物が存在した。地震後の被害調査では、上部構造に多少損傷を受けた建物が多かったが、設計時に想定されていた損傷の程度であったと思われる

・ほとんどの超高層には残留変形が確認され、地震時の変形が大きかったことが推察される。しかし、その形状は上部で大きく、下層階ではほとんどなく、傾斜は認められていない。
当時タワーマンションはなく、用途は事務所、公的建物、ホテル等でほとんどが鉄骨造であった。
・多くは 1970 年代～1980 年代に設計された建物で、熊本市本庁舎とは耐震設計の基本的な考え方にあまり違いはなかったと判断してよい。
・すべての超高層に地下階が存在したこともあって、直接杭の被害調査は行われていないが、杭の損傷が上部構造に影響したと考えられる事例は皆無である。当然のことながら、その後も問題なく現在まで使用されている。
・神戸海洋気象台（JMA 神戸）の記録が告示波の作成でよく使用されている。この場所は震度７の帯からは外れた場所にあったが、それでも最大変位は 27 ㎝を記録している。超高層が多く建っていた三宮付近の方が被害が甚大で、地震の揺れはもっと大きかったと思われるが、仮に杭に損傷があったとしても上部構造に影響しなかったのは確かである。
・熊本地震では、消防局の記録から最大変位は 20 ㎝程度である。それでも市内の建物で杭の損傷により支持力が喪失した事例は報告されていない。
・以上のような事実から判断すると、今年度の報告書のようにすべての杭が支持力を喪失するという結果は、どう考えてもあり得ない。
委託者も受託者も、今後 30 年程度の間に、本当に杭が支持力を喪失するような地震（たとえば、兵庫県南部地震よりも強い）が起きると考えているのだろうか。
その時は熊本市内のビルの杭はすべて支持力を喪失するであろう。
ちなみに、地震ハザードステーションによれば、本庁舎敷地での今後 30 年間に 3%の確率で起きる最大震度は 6 弱（地表面での最大速度は 51.6 ㎝/s）である。
なお、熊本地震の最大速度は 62.4 ㎝/s、告示波は 60.1 ㎝/s、兵庫県南部地震（神戸海洋気象台での最大速度は 101 ㎝/s）である。

付属資料２　今年度報告書の問題点　　2021.3.15　齋藤

以下に問題点を具体的に明らかにする。

「本庁舎の基礎杭及び地下連続壁の効果等に関する耐震性能の検証業務委託　仕様書」の主要部分を改めて以下に示す。

「委託概要等 」
・委託目的
本業務は、本庁舎が現行の建築基準法が求める耐震性能を有しておらず耐震改修が困難であるという「平成 29 年度本庁舎整備計画作成業務委託」の調査結果に対する「庁舎整備に関する特別委員会」に招致された参考人（以下参考人とする。）の意見を踏まえ、基礎杭の密集効果や地下連続壁の効果に関して定量的な算出を試みることで、あらためて耐震性能を検証することを目的として実施するもの。
「業務の内容 」
（１）告示波作成に置ける、基礎杭の密集配置や地下連続壁による表層地盤による地震動の増幅に対する低減効果の定量的な算定
（２）地下連続壁による杭に作用する力の低減効果① 地下連続壁が変形しないことで、杭に作用する地盤の変形による力に対する低減効果の定量的な算定
（３）地下連続壁による杭に作用する力の低減効果② 地下連続壁が地震力の一部を負担することで、杭が負担する地震力に対する低減効果の定量的な算定
（４）その他の定量的な算定 地下連続壁の内側で PS 検層を行い杭と連続壁の効果を直接測定し、告示波を作成して時刻歴応答解析を行う。
（５）基礎杭の耐震性能の評価 （１）（２）（３）（４）の結果に基づき、基礎杭の耐震性能の有無について評価する。なお、その際には指定性能評価機関の見解等を確認しながら、その妥当性を検証するものとする。

筆者は、参考人としての特別委員会での見解が本検証業務の契機になったことを踏まえて、報告書について可能な範囲で問題点を以下に明らかにする。

■検証業務委託者の責任
・設計完了後、工事段階で杭が大幅に変更されたこと（竣工図で確認）および地下連続壁の利用目的が図面に明記されていたことは、今年度の検証業務を前提にすると耐震性能評価において極めて重要である。
しかし、これらが報告書には全く記載されていないのは異常としか言いようがなく、委託者が受諾者に対して、なぜ記載を指示しなかったのかを明らかにしなければならない。でなければ、両者の癒着が疑われる。

・上記仕様書の（４）に、「告示波を作成して時刻歴応答解析を行う」とあるため、報告書に告示波作成に関する結果が記載されている必要がある。しかし、
報告書には作成されたはずの告示波の波形および最大加速度・速度やその特性を示す加速度・速度応答スペクトル等が全く記載されていない。
（平成 29 年度報告書では告示波の波形等が詳しく記載されている）
・告示波には「稀に発生する地震動」と「極めて稀に発生する地震動」の二つのレベルが規定されているが、「稀に発生する地震動」は作成されていない。
本年度の検証業務では「杭と地盤の相互作用を考慮した連成系応答解析」が行われており、非常に複雑で高度な解析のために、結果の妥当性を検証するためには「稀に発生する地震動」による解析が欠かせない。なぜ「稀に発生する地震動」に対する告示波の作成を指示しなかったのか、市当局の明確な説明が必要である。
・検証業務委託者の責任として、報告書の内容の妥当性の検証以前に、報告書で仕様書に定められた内容が記載されているかを確認する責任がある。報告書に告示波作成に関する記述（成果）が欠落しているのは明らかで、受諾者に対して告示波に関して必要な記述を求め、報告書に記載させる任務があるが、責任を全く果たしていない。
・「指定性能評価機関の見解等を確認しながら、その妥当性を検証する」についても、報告書が公開されてから 3 か月以上経過しているが、明確になっていなくて無責任である。

以下に報告書の問題点をできるだけ具体的に明らかにする。

§1　検証概要

・「検証業務委託・仕様書」から、最重要事項は地下連続壁（地中連続壁）よる、以下に示す低減効果が求められている。
　・表層地盤での地震動増幅の低減効果
　　この効果が確認できれば、上部構造の応答の低減効果も確認できるが、「上部構造の応答の低減効果」については明確に表現されていない。
　・杭に作用する地震力の低減効果
・検証方法
地下連続壁の安全性が確認されれば、低減効果が期待できるとしている。
しかし、地下連続壁による低減効果を明らかにするためには、安全性ではなくその構造特性を明らかにすればよく、この考え方が「§3　地中連続壁の耐震性能評価」での不適切な手法の原因と考えられ、以降の検証業務の内容も検証目的に沿ったものになっていない。

§2　地盤調査結果及び地盤定数の設定

地盤調査として標準貫入試験及びPS検層を行っている。

(PS検層)

ボーリング孔を利用して地盤内を伝播する弾性波（P波及びS波）の速度を測定し，地盤の動的特性，地盤の硬軟等を把握する目的で行う。

本庁舎の敷地では、すでに昭和53年度（設計時に必要)、平成29年度（告示波作成のため）に行われているが、本年度に新たに行われている。

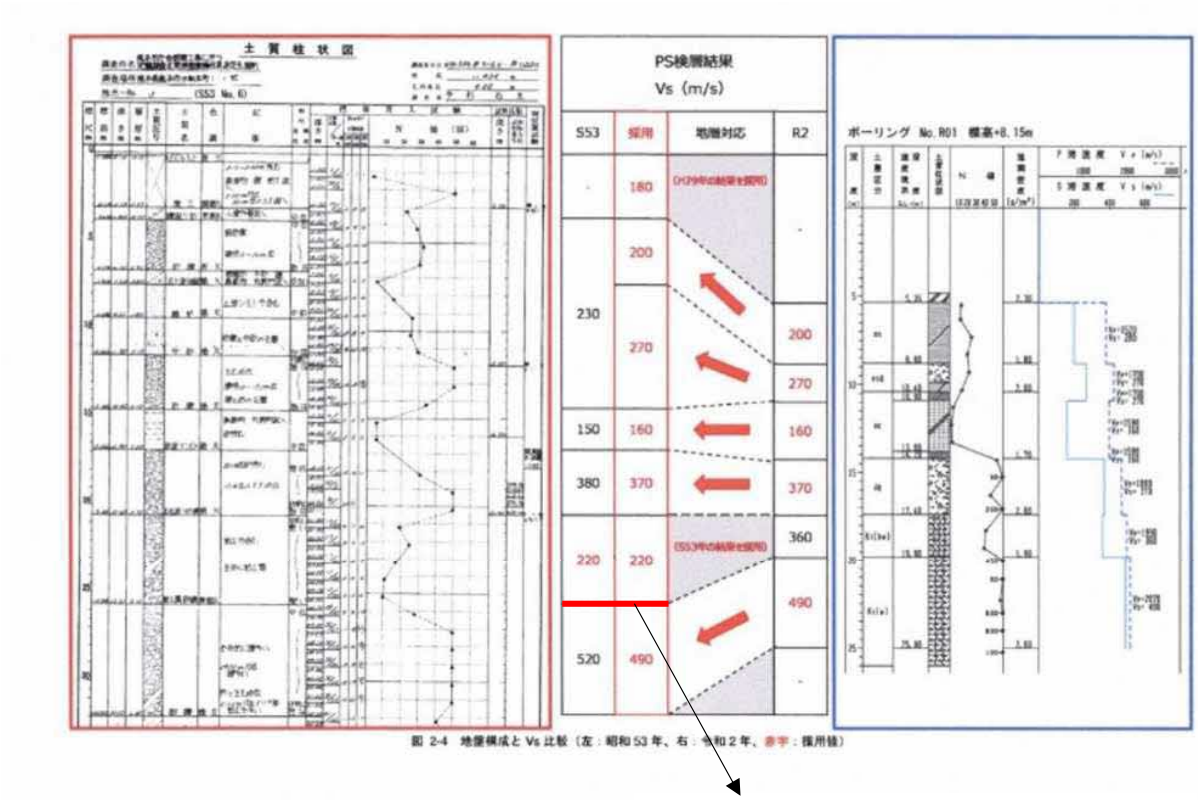
(PS検層の結果と解放工学的基盤の深度等の確認)

告示波の作成で、<u>最も重要な事項の一つは解放工学的基盤の深度の設定</u>である。

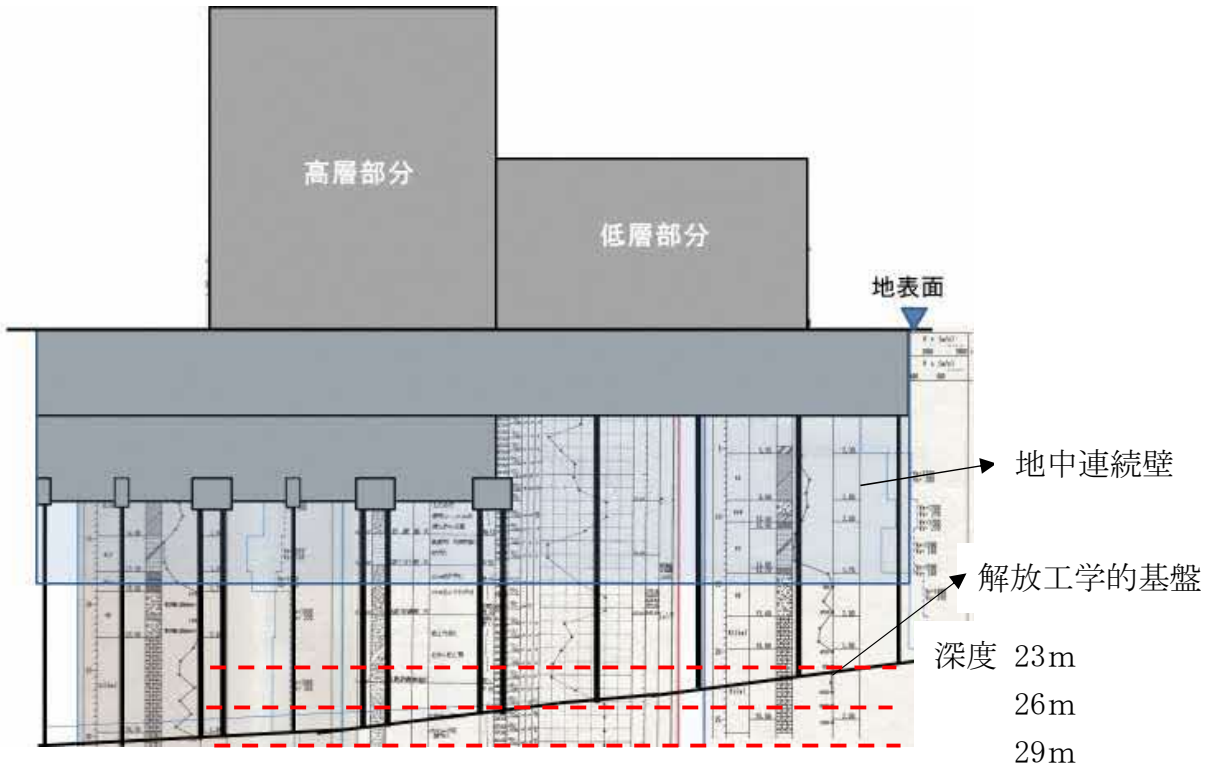
工学的基盤とは、S波速度が400m/s以上の非常に堅固な地盤で地震波が表層地盤の影響を受けないとされ、地震波がこの表面から解放されることから、工学的基盤の上端面を解放工学的基盤と定義している。都市部では大型の建築物の杭支持地盤となることが多い。

本庁舎敷地地盤では、N値60以上の堅固な風化岩がこれに相当する。

表1　　PS検層の結果



3 回の調査により推定される地盤と建物の関係を以下に示す



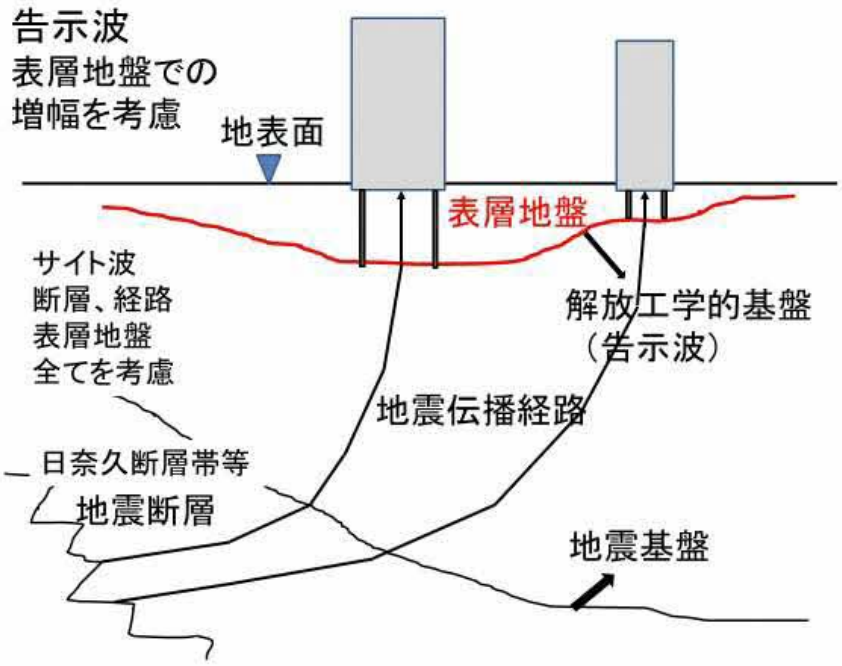
解放工学的基盤と表層地盤および建物の関係（推定）

上記のように、3 回の調査結果に基づいて建物・杭・解放工学的基盤の関係を示さないと、全体像がつかめないが、一切記述がなく報告書としての完成度が低いと言える。
この結果から、解放工学的基盤に大きな傾斜が見られることが分かる

（告示波の作成）

・告示 1461 号では、解放工学的基盤において定められた加速度応答スペクトルを用い、表層地盤での増幅を適切に考慮して入力地震動を作成することを規定している（告示波）

・入力地震動には、稀に発生する地震動と極めて稀に発生する地震動の二つのレベルを設定している。
稀に発生する地震動に対しては建築物の構造耐力上主要な部分が損傷しない。
極めて稀に発生する地震動に対しては、建築物が倒壊・崩壊しない。
上記を時刻歴応答解析により確かめること、となっている。
（市が主張している、層間変形角が 1/100 以下との規定は告示には一切ない）



告示 1461 号では、解放工学的基盤での地震波の特性（スペクトル等）を規定し、表層地盤での増幅特性を計算して、建物基礎底面の深度位置又は地表面での地震波の特性を求める。さらに、過去に記録された地震波の位相特性等をもとに必要な個数（通常は 3 波）の告示波を作成するとしている。

・報告書で設定した解放工学的基盤の深度および基盤より上部の地層等の確認
各地層の層厚および S 波速度については 3 度の PS 検層等の調査結果が異なっているために、S53 が本庁舎直下に位置するとの理由で、解放工学的基盤の深度および地層構成は S53 に準ずるとしている。（H29 では同年の調査結果から深度 29m としている）
・S 波速度は下記を除いて概ね R2 の値を用いている。
深度 20.6m～25.7m は S53 の結果を用いる（S53 のみに存在する地層）
深度 25.7m～32.0m は H29 および R2 と同じ風化岩としている

（問題点）
・解放工学的基盤が傾斜していることに関して全く見解を示していない。
・報告書で作成した地盤モデルの妥当性について何ら言及していない。
・採用された地層と S 波速度による表層地盤のモデル（今年度報告書）では、解放工学的基盤の深度はおよそ 26m である。しかし、告示波の作成において設定されている深度はおよそ 29m となっている。

表層地盤のモデルにおける解放工学的基盤の深度は告示の規定に反していて、規定の主旨を理解していない。
（告示波は、解放工学的基盤から各地層間および地表面間で地震波の波動が反射を繰り返す（重複反射）とする考え方に立脚しているので、解放工学的基盤の深度は工学的基盤内ならどの深度でもいいというわけではない）
注）告示波が適切に作成されているかを確認する必要があるが、作成された告示波形や加速度・速度応答スペクトルの提示を求めても、全く作成していないとのことである。

告示波の作成が適切に行われていないために、§4 以下の検討結果は無効で、解放工学的基盤の深度を S53 の結果を基本にするのであれば、約 26mとして再度作成する必要があり、その告示波を用いた解析・計算が必要である。

§3　地中連続壁の耐震性能評価

・地中連続壁施工写真から、エレメントの鉄筋端部の鉄筋形状に「重ね継手」は見られないので、エレメント間の継手部分に「水平筋重ね継手なし」とし、エレメント間の応力の伝達はコンクリートのみで行われるとしている。このために、地中連続壁の面外方向に地盤変位が作用すると、地中連続壁全体が一体となって抵抗できなくなる可能性があるとしている。

・報告書で図示されている継手仕様は平成初期に普及とあるが、本庁舎の仕様は 1970 年代から 1980 年代に開発された仕様で、1970 年代初めから半ばまでにすべての大手建設会社は日本建築センターから「本体仕様」の技術評定を得ていて、様々な仕様があり（報告書で図示されている仕様とは異なる）、継手部分の「水平筋重ね継手なし」だけでは判断できない。

調査が不十分であることは明らかである。

・地下連続壁（地中連続壁）の利用目的に関しては、仕様書および竣工図に記載されている。また「注意事項」として下記の内容が記述されている。

地下連続壁注意事項
地下連続壁は、仮設時には山留壁として利用し、長期荷重時に土圧、水圧を負担し、短期荷重時には耐震壁として利用できるもので、建物本体との接合及び関連事項について、建設省の認定を受けたものを使用すること

（上記で短期荷重時とは、地震時を言う）

・地下連続壁の利用目的が図面に明記されているにも関わらず、報告書では一切記載されていない。

また、耐震壁として検討がなされていないために、業務内容（１）、（２）を実施していないに等しく、検証業務を放棄していると判断できる。

・地中連連続壁の検討方法にも大きな問題がある。

下図に示すように、地中連続壁に地盤の変位を強制変位として作用させる場合、地下部分については地中連続壁の他に地下外壁及び外周の梁のみを考慮するとしている。

地下部分に強制変位を作用させる場合は、建物の地下部分を考慮しなければならないのは当然のことで、このような建物の内部をくりぬいたモデルは構造力学の基本が全く守られていない。

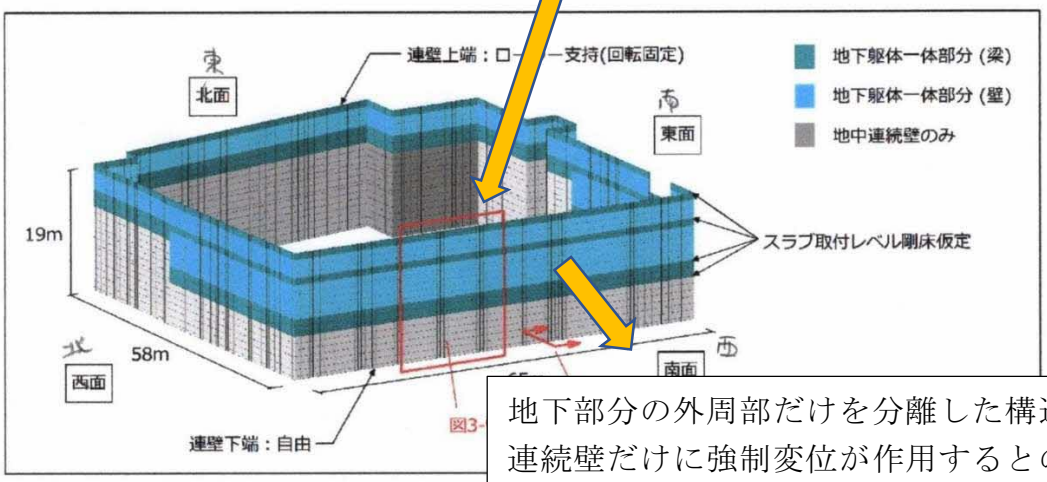


図 3-8　地中連続壁の

地下部分の外周部だけを分離した構造躯体と地中連続壁だけに強制変位が作用するとの考えに基づいた解析モデルは 100%ありえない。
強制変位を作用させると、地下部分の構造躯体すべてに変位が作用するのは自明の理である。

・地中連続壁の検討方法に問題がある

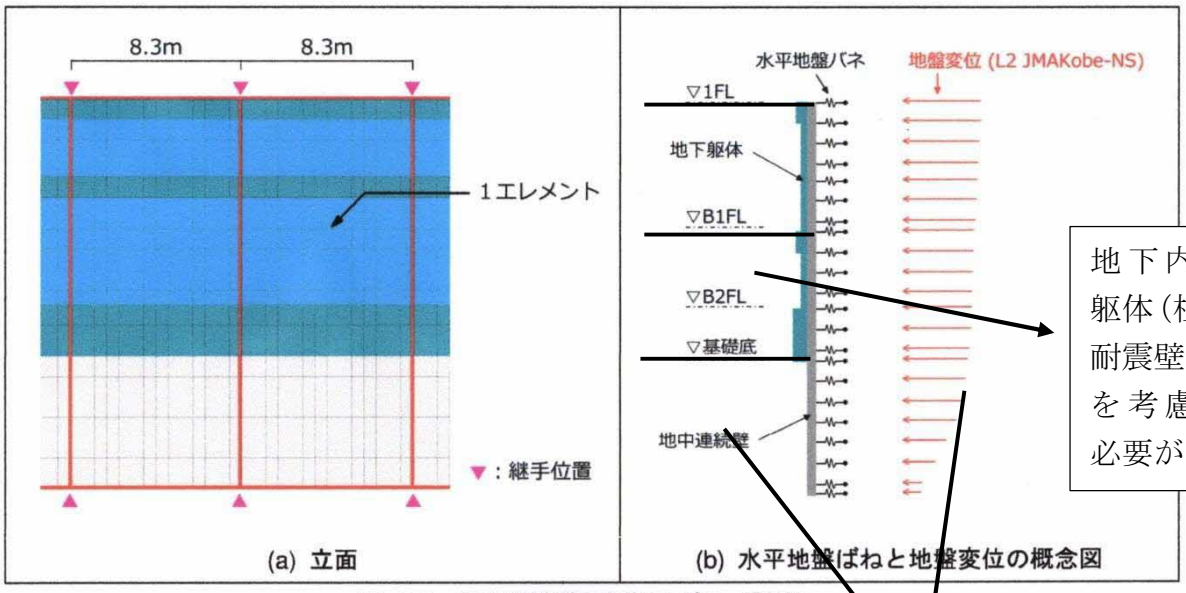


図 3-9　地中連続壁の解析モデル（詳細）

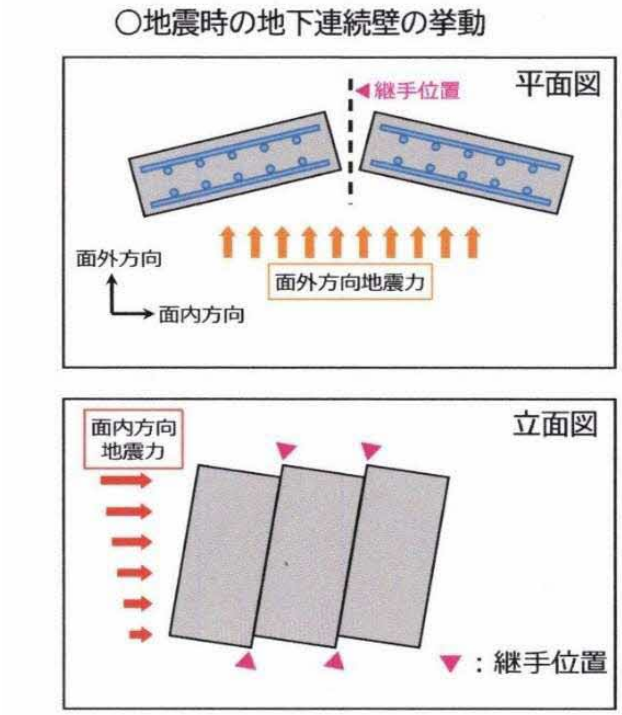
地下内部の躯体（柱、梁、耐震壁等）を考慮する必要がある

地中連続壁の内外の地盤が同じ変位にはならない

・地盤の変位が強制変位として作用するためには、地中連続壁の内部の地盤が同じ変位をするか、内部に地盤が存在しないことが必要であるが、連壁内部の地盤には多数の杭が存在するため、同じ変位にはならない。
従って、このような地下部分から切り離したモデルおよび強制変位が作用するとする考え方は両方とも成立せず、報告書の内容は全く参考にもならない。

・地中連続壁のみの部分については、耐震壁として考慮した上で杭頭に作用する水平力及び応力の検討を行う必要がある。
・「地中連続壁が健全である必要がある」との前提条件も全く必要がない。
（新築時には、このような条件設定は可能であるが、既設である本庁舎の場合は強震時にどのような挙動を示すかを明らかにすればよい）
・実際には、利用目的として「耐震壁」が明記されているので、耐震壁として杭の応力をどの程度低減できるかを検討すればよい。
・地中連続壁が耐震壁として機能していれば、上部からのせん断力の相当部分を負担できるのは明らかで、杭頭部に損傷が生じる可能性はなく、杭が「鉛直支持能力を失う（致命的な損傷）」ことがないと断定してよい。

・何の解析・検討も行わずに、地中連続壁の挙動として図示（下図）するのは、検査業務の基本を逸脱している。（図示された挙動がありえないことは明白である）



地下連続壁には外部から地震力が作用するので、連壁の上部には地下構造物があり、図のような変形にはなることはない

地下連続壁は耐震壁としての仕様で構築されているので、図のような変形状態にはならない（連続壁全体として地震力に抵抗できる）

§４　地震時の杭・建物と地盤の動的相互作用を考慮した時刻歴応答解析

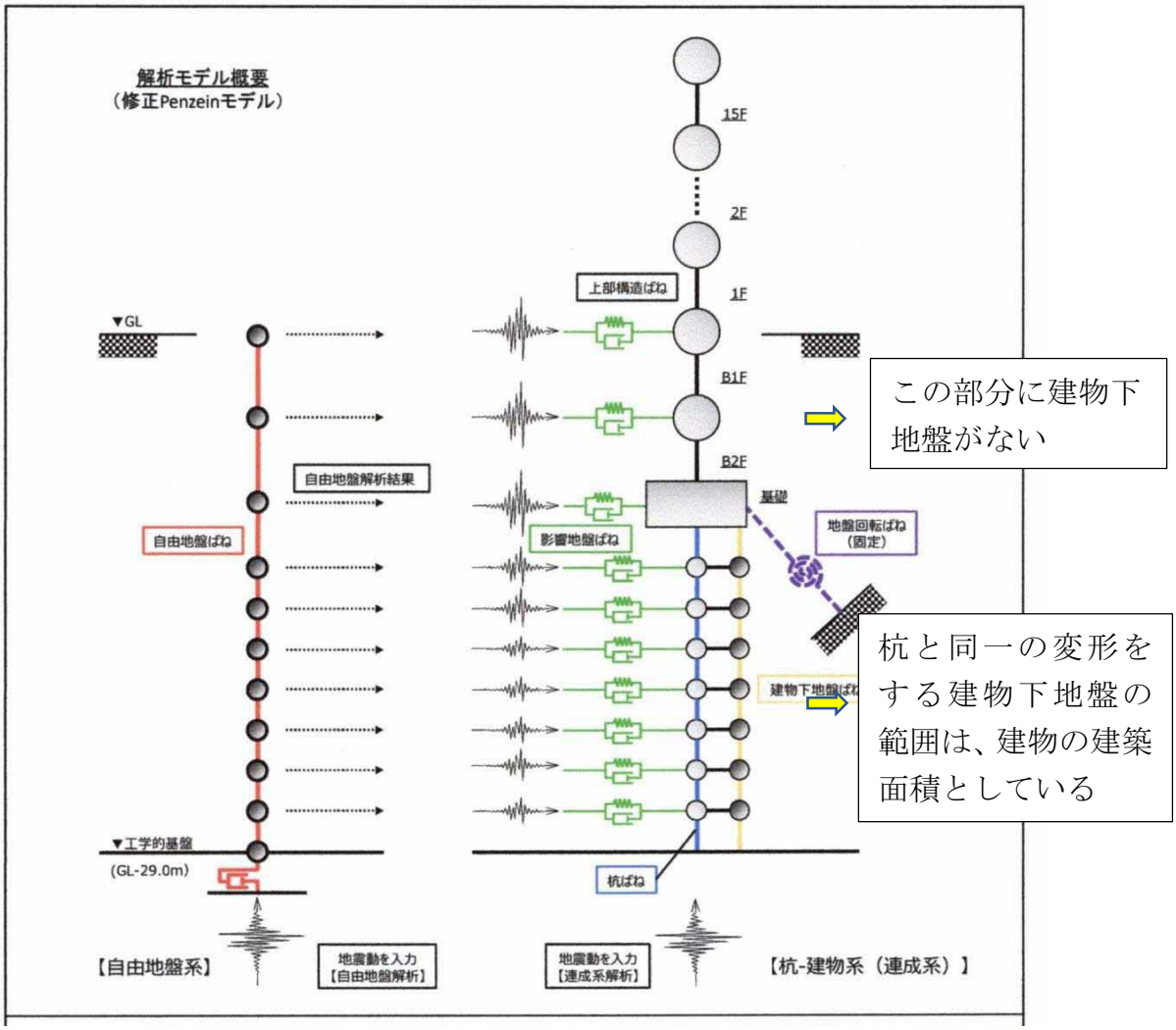
（解析モデル作成の問題点）

・モデル化で最大の問題は「基礎下地盤」である。

「基礎下の地盤の剛性・減衰を考慮している」としているが、その範囲は杭と同一挙動となる地盤の支配面積（建築面積）分の地盤となっている。

つまり、建築面積分の地盤とは連壁内部の地盤を指すと考えられ、杭と同一挙動するとしている。また、連壁外の地盤を自由地盤としていることから、内部地盤を基礎下地盤としている。

下図がモデル化を示した図である。



・「動的相互作用」とは、杭と地盤がお互いに影響し合うことを言い、これを解明するのが目的であるのに、同一挙動するとする仮定は相互作用が起きないことを意味する。杭と連壁内部の地盤が同一挙動することが分かっていれば、このような検討は必要がないことになる。

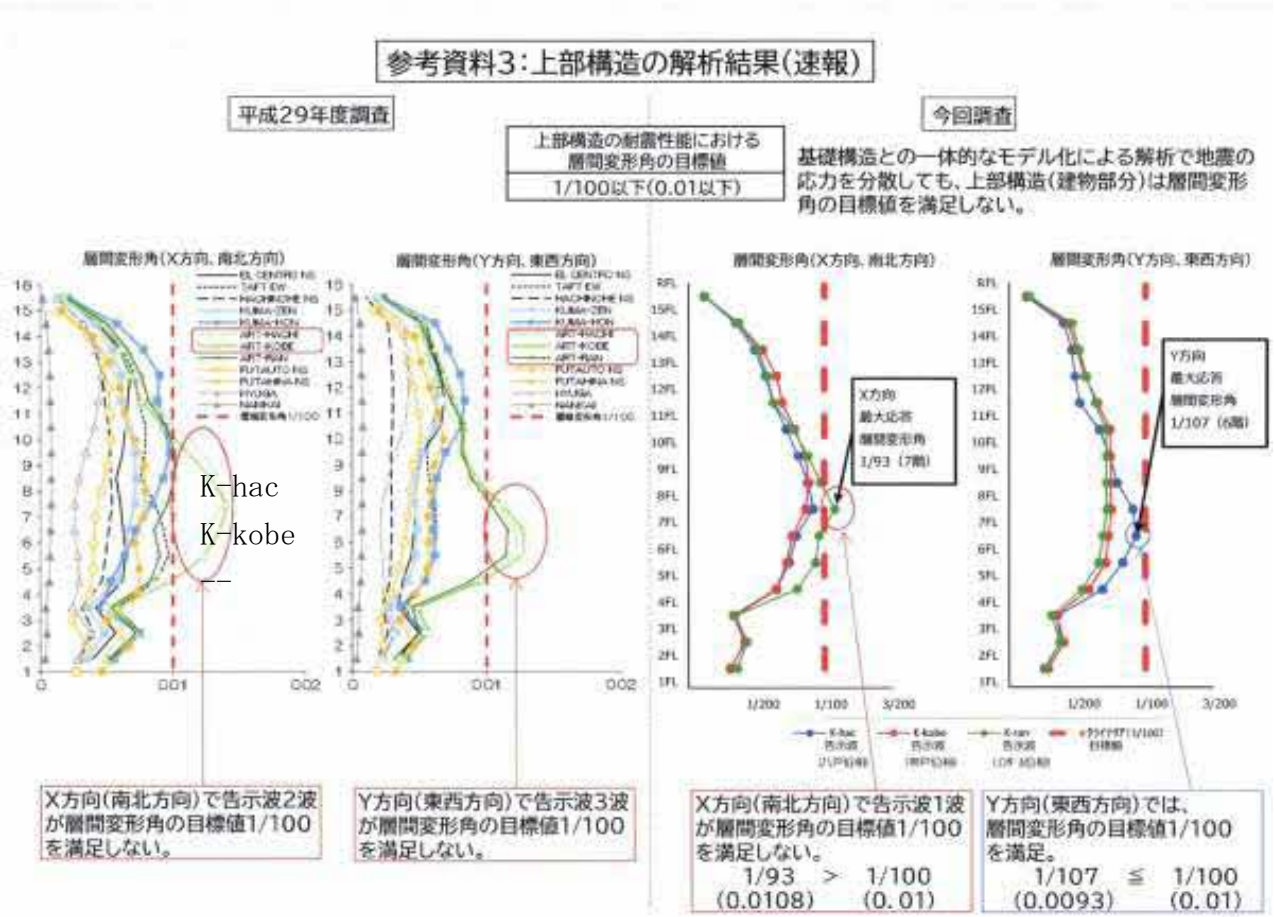
杭と同一挙動をする地盤がどの範囲かはまだほとんど解明されていないので、このような解析を行う場合は、まず最初に建物下地盤を考慮しないで解析を行う場合が多い。

・地下 1 階および地下 2 階には建物下地盤がない図になっているが、地下 2 階は低層部直下は地下がないので地盤も存在し実際と異なっている。また、実際の計算では逆に、地下 1 階にも地盤が存在する計算になっている。
・このモデルでは 159 本の杭を 1 本の巨大な径の杭としてモデル化されている。杭は高層部直下と低層部直下ではその密集度が大きく異なっているが、1 本にモデル化されているので、杭頭に作用する地震力や杭の応力を適切に評価することはできない。
・このモデルでは、地下部分の根入れ効果が考慮されていない。

（解放工学的基盤の深度）
§2 について示したように、S53 を基本にするなら解放工学的基盤の深度は 26ｍとすべきである。　連成系モデルでも同じ深度でなければならない。（§5 での杭の安全性検討には、杭先端の深度も 29ｍではなく 26ｍとすべきである。従って、このモデルでは杭が深度 26 付近で曲げ降伏することはありえない）

（告示波の作成）
・平成 29 年度の告示波との比較が重要である。
自由地盤での増幅度、増幅特性を求める手法が異なるのと、地盤モデルが異なっているため、どの程度の違いがあるか検討が必要である。
・平成 29 年度では、地下 2 階基礎レベルでの告示波形を作成している。ところが市当局の説明では、今年度は同じ深度での告示波形を作成していなくて、当然のことながら比較検討を行っていない。
（告示波形の作成は絶対に必要である）

（解析結果）
・自由地盤系の応答解析結果
位相特性（ランダム（RAN））の場合、応答変位がH29 と比較して 15%～20%も小さくなっている。この原因の究明が必要である。（ランダム位相は市販のソフトで 1 万通り程度作成可能のために大きな違いが出る可能性があるが、まだよく分かっていない）
・上部構造の応答解析結果
告示波のうち H29 では、X 方向で RAN 位相は 1/100 以下になっており、今年度で検証の必要はない。その他の X 方向で 2 波、Y 方向で 3 波は 1 /100 以下になっていて、目標値以下に収まっている。



注）報告書では、最大層間変形角について X 方向は 1/92、Y 方向は 1/106 に修正されている。

なお、上部構造の応答に大きな影響がある建物の固有周期について、**下表に示すように H29 と R2 で大きな差が認められる。この原因については何らの究明もなされていない。**
「設計変更理由書」で「建物の耐震性能を増し、鉄骨躯体の強化を行った」の記述がある。
実際に、H29 と R2 は同じ計算プログラムを使用しているにもかかわらず、1 次固有周期は R2 の方がかなり短くなっており、鉄骨部材が強化されると 1 次固有周期が短くなる。

固有周期（秒）の比較					
X 方向			Y 方向		
原設計	H29	R2	原設計	H29	R2
1.55	1.68	1.56	1.52	1.52	1.45

§5　動的相互作用を考慮した杭の耐震安全性検証

連成系モデルによる応答解析は、構造実務では行われていない高度な手法であり、結果の妥当性をどのように検証するかが最重要の課題である。
このための手法を市に提案したが、無視されたままである。

・解析モデルでは杭を弾性（杭は損傷を受けない）としている。このため、杭の損傷の有無を確認するために、変位増分解析を行っている。
・「杭のモデル化と解析結果」が妥当であるかを確認するためには、「稀に発生する地震動」（震度 5 弱程度の地震に相当）による応答解析を行い、結果が妥当かを検証するのが最も簡易な方法である。「稀に発生する地震動」に対しては、杭が損傷を受けないと考えられるからである。
（報告書の応答解析は、「極めて稀に発生する地震動」に対してのみ行っている。
市は極めて稀に発生する地震動に対する検討は求めていないとのことであるが、
業務内容にはそのようなことは書かれていない）

告示 1461 号の規定
告示波には「稀に発生する地震動」と「極めて稀に発生する地震動」の 2 種類を規定している。また、「稀に発生する地震動によって建築物の構造耐力上主要な部分が損傷しないことを、運動方程式に基づき確かめること」としている

・委託契約書には、「告示波を作成して時刻歴応答解析を行う」と記されているだけで、「極めて稀に発生する地震動に対してのみ時刻歴解析を行う」とは記されていない。
しかし、検証業務受託者は「委託内容による」として、稀に発生する地震動による検証を拒否している。当然のことながら、委託契約書からは、受託者として必要に応じて「稀に発生する地震動」に対しても検証を行う責務がある。
「極めて稀に発生する地震動」の結果からは、「稀に発生する地震動」によっても杭に損傷が起きる結果になる可能性がある。
・本庁舎の地下および配杭の複雑性を考慮すると、適切に杭の耐震安全性検証はできない。
・杭が現場で大幅に変更になっているが、このことには一切言及していない。
H29 の検証が大きな目的にも関わらず、なぜ言及していないのか大きな疑問である。

（杭の変位増分解析）
・連成系の解析では、杭は弾性としてモデル化しているために、個々の杭については
杭頭部の応力が最大になるときの杭の応答変位を基づいて、変位を 1/50 に分割して、変位をゼロからスタートして、1/50 ずつ増分（全 50 ステップ）して、最後は 50 ステップまで増分している。解析結果は杭にヒンジが発生するステップを深さ方向に１ｍピッチで表示している。

（解析結果の一部を検証）

No11（X8、Y2）：1500φ

「杭頭せん断力(Q)」

・H29 での結果

Q（kN）＝1893＞Qu（せん断耐力）＝1798　「せん断破壊が起きる結果となっている」

・今年度の解析結果

2 ステップ目の Q＝1614

3 ステップ目の Q＝2421＞Qu＝1798　「せん断破壊」

50 ステップ目の杭頭変位：4.8 ㎝

3 ステップ目の杭頭変位：4.8×3/50＝0.3 ㎝

杭頭変位が 0.3 ㎝で杭頭が「せん断破壊」（震度 4 以下の地震でせん断破壊）

全くありえない結果である（市にこれで問題ないか確認しているが全く返答がない）

No64～72（X9～X17 、Y9）：1500φ

8 ステップの目 Q=2212 ＞Qu＝1798

50 ステップ目の杭頭変位：5.4 ㎝

8 ステップ目の杭頭変位：5.4×8/50＝0.9 ㎝（これもあり得ない）

・変位増分解析の前提条件

杭が途中でせん断破壊をしない（せん断破壊した時点で変位増分はできない）

ほぼすべての杭が最終ステップの前にせん断破壊している。

注）変位増分解析については、1800 ページに及ぶ解析結果（数値のみ）が送られてきた結果に基づいて検討しているが、内容について説明を求めても回答がないので、解釈が間違えている可能性がゼロではない。

これまでに示したように、告示波の作成が適切に行われておらず、最重要である「地中連続壁による建物や杭に作用する力の低減効果」を明らかにする目的からは、解析・計算の内容は不適切な部分が多く、十分な調査・検討をしないままに結果を断定している場合がほとんどで、全く信頼性に欠けるものであり調査目的を果たしていない。

今年度報告書に対する評価

・筆者の経験から、公的機関からの検証業務については、その後の政策に大きな影響を与える場合が多くあることを受諾者は認識する必要がある。

そのために、結果の妥当性をできる限り検証することは受諾者の使命であると言える。

・本庁舎の耐震性能についても、庁舎の建替え問題に大きな影響を与えるだけに、検討結果の妥当性については、可能な限りの十分な検証が必要なことは論を待たない。

・報告書の重要な結論の一つに「ほぼすべての杭が極めて稀に発生する地震動に対して支持力を喪失する」があるが、これが妥当かについては何ら検証されていない。
・例えば、震度 7 を記録した兵庫県南部地震（1995 年）は、超高層建築物が震度 6 強以上の強い地震に遭遇した初めての地震である。神戸市には当時多数の超高層建築物が建設されていたが、杭が支持力を喪失した事例は皆無である。さらに言えば、杭の損傷が建物の傾斜や沈下をもたらした事例も全く見られなかった。当時の超高層建築物の杭はほぼすべてが場所打ちコンクリート杭で、安全性の高い杭であることが証明されている。
・杭が支持力を喪失する可能性があるとすれば、表層地盤での地震動の増幅度が異常に大きくて、杭が大変形する場合しか考えられない。防災科研の地震ハザードステーションによれば、本敷地地盤の増幅度は東京・大阪・神戸等超高層ビルが林立する地域と比較して増幅度の小さい地盤であり、この点からも杭の安全性は高いと言える。
・これまで実際の大地震時に全く起きていない「ほぼすべての杭が支持力を喪失する」との結論は、よほど明確な根拠がない限り下しえないものである。解析手法・解析仮定・解析結果に 100%の信頼がないと出せない結論である。
・今年度の検査業務で最重要の事項は、地下連続壁（地中連続壁）による建物や杭の応答への低減効果の検討である。地下連続壁については、市当局は当初仮設の工事用土留め壁と主張していたが、「齋藤参考人の回答の論点整理表：2019 年 11 月 15 日」で、工事中のみならず恒久的なものとして施工されたことを認めた。しかし、「地下連続壁等の効果に関する調査」の速報：2020 年 9 月 25 日　総務局　管財課」において、再び「本庁舎の地下構造物の施工時の遮水及び土留めを目的として施工」と記述している。
公的機関として、信じられないような迷走ぶりである。
・一方、仕様書および地下外壁詳細図（竣工図）に、地下連続壁に関する記述が見つかった事実は先に述べた通りで、その利用目的（耐震壁等）が明記されている。この地下連続壁に関する記述は、検査業務委託者も受諾者も当然知っていたわけで、受諾者が認知できたのは原設計者であるからである。しかし、報告書には、杭が大幅に変更されていたこととともに、全く記述がない。
・「地下連続壁の利用目的」を明示するよう受諾者に指導しなかった市当局の責任は極めて大きい。平成 29 年度の検査業務では、工事段階で杭が大幅に変更されていたことについて明らかにしなかった責任もまた大きい。

・本年度報告書は、「告示波作成が適切に行われていない」、「地下連続壁の低減効果の検討は、不適切な理由により行われていない」、「上部構造の固有周期が R2 と大きく異なっているのに原因の究明を行っていない」、「杭の検討が不適切」等、全く検査業務の目的を果たしていないのは明白である。

（超高層建築物の耐震設計と行政棟）

・1960 年代～1970 年代は、超高層建築物の耐震設計に関する研究が盛んに行われた。
　一例を挙げると、超高層建築物はアスペクト比（建物の高さ/幅）が一般の建物と比較して大きく、上層部でホイッピイング現象（建物上層部が大きく変形する：むち振り現象）が起きやすく、転倒モーメント（建物を転倒させる力）が大きくなる等の特徴がある。これらに対して問題のない建物とするためには、構造計画（耐震計画）が極めて重要になる。

・行政棟は建築計画の検討に合わせて望ましい構造計画を提言し、最終的に現状の建物の設計になったと考えられる。
　その代表的なものは、両側のコアーや最上階をうまく利用したスーパーストラクチャー（大架構形式）構造である。

・当時の超高層建築物の固有周期の平均的な値は、建物の高さとの関係では T（固有周期）＝0.03H（高さ）である。例えば、高さが 100m なら 3.0 秒である。しかし近年は T＝0.025H が主となっており、高さ 100m なら 2.5 秒となる。固有周期を高さとの関係でどうするのが望ましいかは耐震設計で重要なテーマであるが、一般論として、剛性を高めて短くするのが望ましい。

・行政棟はスーパーストラクチャーとすることで、鋼材量を増加させずに固有周期をほぼ T＝0.025H としており、すぐれた構造計画と言える。

・転倒モーメントが大きいと、地震時に杭への負荷軸力の変動が大きくなり、杭の損傷に結び付きやすい。これを軽減するためには地下を設けることが有効であるが、集合住宅の場合は地下を造る必要性がないために、たとえば日本住宅公団（現 UR）では、集合住宅の設計で、根入れ深さ（地表面から、基礎下端までの距離）を建物高さの 8%以上とする規定を設けていた。高さ 45m の場合は根入れ深さは 3.6mにもなる。このため、タワーマンションでは、地下を設けるのが一般的になっている。

・行政棟は高層部分では地下 2 階（根入れ深さがおよそ 12.5m）として、根入れを大きくする配慮がなされており、耐震性能を高めていると言える。

・行政棟は地下部分の面積が非常に大きくなっている。このことも建物に作用する地震力を低減する効果がある。

・高さが 60m以下の建物では設計用地震力が建築基準法で詳細に規定されている。しかし高さ 60m超の超高層建築物では設計者が設定することになっていて、どう設定するかが建物の耐震性能に大きな影響を与える。超高層では、レベル 1 地震動による時刻歴応答解析結果を参考に設計用地震力を設定している。東京（地震地域係数（Z）は 1.0）では地震動の大きさを 25kine としており、地方では Z を考慮しているも場合が多い。熊本市は当時 Z が 0.8 であったために、25×0.8＝20kine としても、日本建築センターの審査で認められていたが、行政棟はおそらくその重要度を考慮して東京と同じ 25ine（Z＝1.0 相当）として設計しており、1981 年に熊本市の Z が 0.9 に改定されたが、全く耐震性能に問題がないと言える。

・平成 29 年度も今年度も杭が支持力を失う条件として、杭頭のせん断破壊の他に、杭頭部

および中間部の 2 か所以上での曲げ降伏することを挙げている。しかし、この条件設定は中空の既成コンクリート杭を念頭にしたもので、特に大口径の場所打ちコンクリート杭に適用するのは適切ではない。

・杭と柱はともに建物を支持しているが、決定的な違いがある。柱がせん断破壊すると一気に支持能力を喪失し、建物の崩壊に直結する。1968 年の十勝沖地震で大学の校舎が柱のせん断破壊により崩壊し設計法が改正された。これに対して杭は周囲が地盤で拘束されているために、せん断破壊しても支持力の喪失に直結しにくい。また杭頭の損傷により建物が沈下しても、建物直下の地盤の存在により沈下が進まない等の特徴がある。中間層の損傷については、1964 年の新潟地震で液状化により既成コンクリート杭が大きな損傷を受けた事例があった。基礎が少し沈下したがその後も長年使用され、建て替え時に地盤を掘り起こして被害が明らかになった。従って、杭の損傷は上部建物の崩壊・倒壊には直結する可能性は極めて低いと言える。

・行政棟の杭が支持力を喪失する（致命的な損傷を受ける）という結果は、適切な検討を行えば、（地下連続壁の低減効果を考慮しなくても）杭が支持力を喪失することはないことを明らかにできる。阪神淡路大震災や熊本地震での結果がそのことを証明している。

・地下連続壁については、設計者が図面に「地下連続壁注意事項」としてその目的を改めて記述したのは、建物の耐震性能の向上に寄与するという信念に基づいたものと言える。
地下構造が耐震性能に大きな影響を与えるという研究が盛んに行われていたことも、設計者は参考にしたことは間違いない。この先人の思いを踏みにじってはならない。

超高層の耐震性能を明らかにするには、解析よりも構造計画等が重要であることを認識しなければならない。なぜなら、大地震時の建物の挙動は解析で想定した通りには行かないことは、これまでの震災が物語っており、まだまだ未知のことも多い。
解析を軽視するわけではないが、様々な仮定による一つの解に過ぎないことを忘れてはならない。