

熊本市本庁舎整備計画作成業務委託報告書（平成 29 年度） 抜粋

本資料は、熊本市本庁舎整備計画作成業務委託報告書（平成 29 年度）に掲載している「本庁舎(行政棟・議会棟)に対する耐震補強案の検討」の範囲を抜粋したものです。

報告書の他の内容や、令和 2 年度の調査結果「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報告書」、令和 3 年から 5 年に掛けて開催した「本庁舎等整備の在り方に関する有識者会議」の内容を確認されたい場合は、市HPをご覧ください。（下記QRコードから閲覧可能です）

熊本市本庁舎整備計画作成業務委託報告書（平成 29 年度）	
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報告書（令和 2 年度）	
本庁舎等整備の在り方に関する有識者会議	
本庁舎等整備の在り方に関する有識者会議 耐震性能分科会	

§ 3 本庁舎（行政棟、議会棟）の耐震補強案の検討

§ 3 本庁舎(行政棟・議会棟)の耐震補強案の検討

3.1 行政棟に対する耐震補強検討

(1) 補強形式の検討

耐震性能を向上させるために必要な、「地震エネルギーを吸収できる部材を追加する方法」について検討する。追加する部材の種類によって、構造形式の呼び方が変わる。補強形式には、大別して「耐震補強」「制振補強」「免震補強」がある。

図 3.1.1 に補強形式の種類を示す。

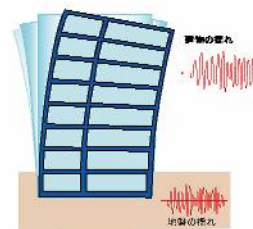
図 3.1.2 に今回計画における補強形式の比較一覧を示す。また、図 3.1.2 における各補強形式の特徴を以降に述べる。

補強形式

耐震補強

既存建物に耐震部材を追加します(耐震壁の追加など)。

地震エネルギーは建物骨組で直接受けとめ、骨組を丈夫にして地震に耐える構造です。



耐震補強

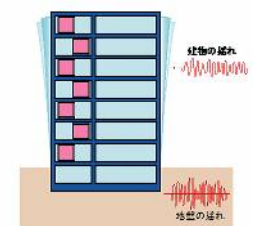


耐震補強の例(耐震壁の追加)

制振補強

既存建物に制振部材を追加します(粘性壁、オイルダンパーの追加など)。

建物骨組以外に、振動を減衰する仕掛け(制振部材)を組み込み、地震時の振動を低減する構造です。



制振補強



制振補強の例(粘性壁の追加)

免震補強

特定の層に地震エネルギーを集中的に吸収できる免震部材を追加します(天然粘着ゴム、オイルダンパーの追加など)。

地震エネルギーの大半は免震装置で吸収され、建物への入力エネルギーは大幅に小さくなる構造です。

免震補強(基礎免震構造)

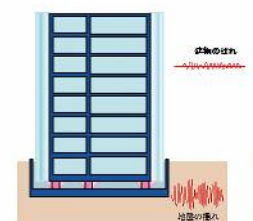
基礎部分に免震部材を配置した構造です。

免震装置は「基礎」の扱いとなります。

免震補強(中間層免震構造)

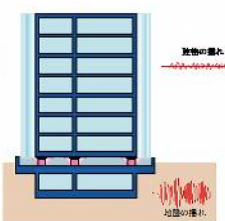
基礎部分以外の箇所に免震部材を配置した構造です。

免震装置は「柱」の扱いとなります。



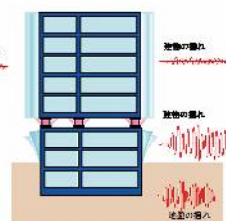
免震補強

(基礎免震)



免震補強

(地下階中間層免震)



免震補強

(地上階中間層免震)



免震補強の例

(基礎免震)

<http://www.maeda.co.jp/service/management/renewal/retrofit.html>より

図 3.1.1 補強形式

構造形式	CASF1:剛性補強	CASF2:制振補強	CASF3:免震補強(基礎免震)	CASF4:免震補強(1階中間層免震)	CASF5:免震補強(1階中間層免震)
構造図					
改修における主な留意点(平面図)	→ 補修フレーム → 新設柱間隔があるため、新設柱 → 改修後のイメージ	→ 補修フレーム → 新設柱間隔があるため、新設柱 → クリアランスの確保が困難 ・1F上・基礎1F上が人が入り、60mクラスの大平面・大荷重のジャッキアップ上が困難	→ 補修フレーム → 新設柱間隔があるため、新設柱 → クリアランスの確保が困難 ・1F上・基礎1F上が人が入り、60mクラスの大平面・大荷重のジャッキアップ上が困難	→ 補修フレーム → 新設柱間隔があるため、新設柱 → クリアランスの確保が困難 ・1F上・基礎1F上が人が入り、60mクラスの大平面・大荷重のジャッキアップ上が困難	→ 補修フレーム → 新設柱間隔があるため、新設柱 → クリアランスの確保が困難 ・1F上・基礎1F上が人が入り、60mクラスの大平面・大荷重のジャッキアップ上が困難
工期・コスト	◎ 小	◎ 小	× 大	○ 中	○ 中
総合評価	○	◎	× (1F上、ドライエリア等、1F上が非常に困難)	× (観測塔の大規模改修、天井高の制約が多人)	× (観測塔の大規模改修、天井高の制約が多人)

図 3.1.2 今回計画における補強形式の比較一覧

(2) 耐震補強の検討結果(CASE1)

座屈拘束ブレースにより、耐震性を向上させる計画とする。座屈拘束ブレースは、芯となる中心鋼材を鋼管等で拘束し、座屈させずに安定的に変形するようにしたブレースである。建物の剛性や耐力を向上させ、建物の揺れを小さく抑えることが可能となる。

外装材については、「2.8 本庁舎(行政棟・議会棟)の耐震安全性(現状)」で示す通り、許容層間変形角が 1/225 相当であるため、層間変形角 1/100 程度まで追従できる外装材に取り換えることが前提となる。

基礎については、地震力や地盤の変形を考慮した外乱に対し、十分な耐震性を確保して補強することが前提となる。基礎については、「(5) 杭・基礎の補強」にて後述する。

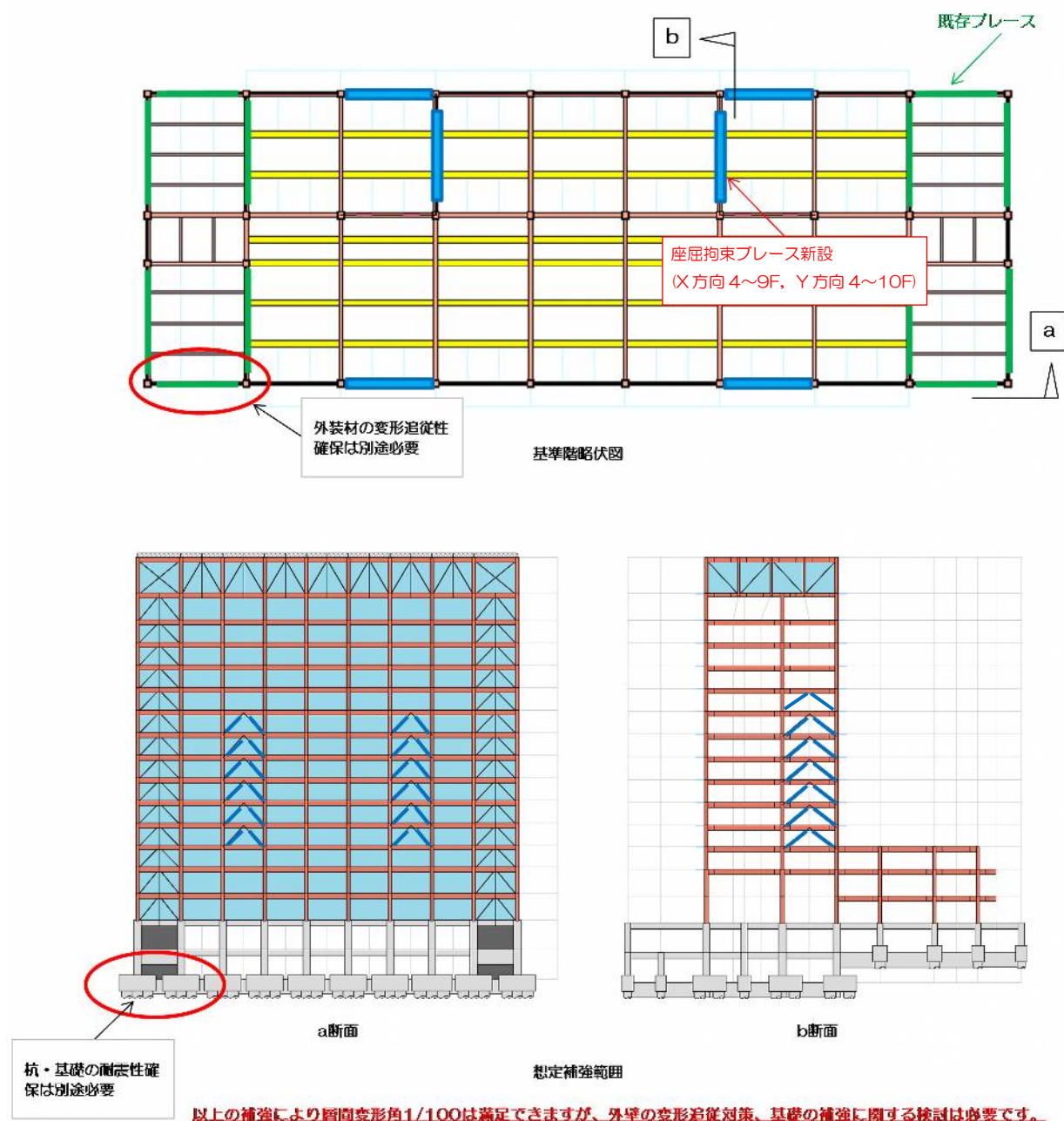
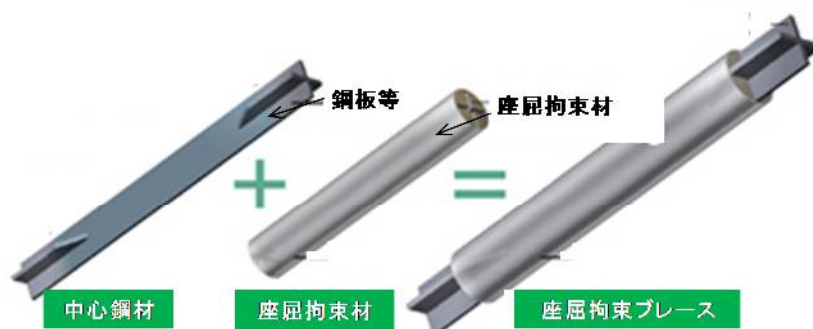
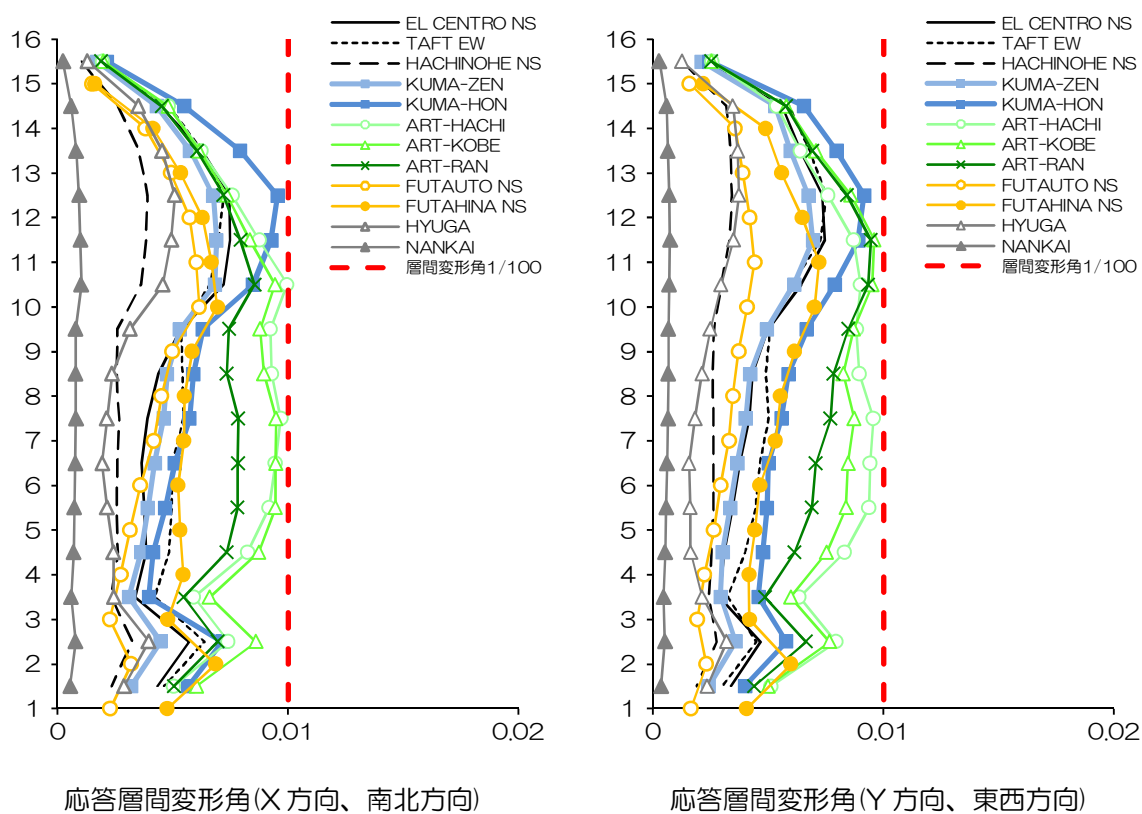


図 3.1.3 耐震補強計画図

4～10階に座屈拘束ブレースを配置することにより、応答層間変形角を約25%低減することができた。なお、座屈拘束ブレースによる補強後の最大応答層間変形角は、1/100rad.(X方向、南北方向)、1/104rad.(Y方向、東西方向)であり、設計目標値を満足していることを確認した。



座屈拘束ブレース イメージ図



座屈拘束ブレースの図は、
http://www.nsec-steelstructures.jp/base_isolation/unbondedbrace/features_ub/benefits_ub/ より抜粋、一部加工。

図 3.1.4 地震応答解析結果(耐震補強の場合(CASE1))

(3) 制振補強の検討結果(CASE2)

オイルダンパーと建物頂部に設けた TMD(Tuned Mass Damper：同調質量ダンパー)を併用し、耐震性を向上させる計画とする。オイルダンパーは、オイルが筒を通過するときの粘性抵抗によって地震エネルギーを吸収する装置である。大きな減衰力で、建物の揺れを小さく抑えることが可能となる。

外装材については、「2.8 本庁舎(行政棟・議会棟)の耐震安全性(現状)」で示す通り、許容層間変形角が 1/225 相当であるため、層間変形角 1/100 程度まで追従できる外装材に取り換えることが前提となる。

基礎については、地震力や地盤の変形を考慮した外乱に対し、十分な耐震性を確保して補強することが前提となる。基礎については、「(5) 杭・基礎の補強」にて後述する。

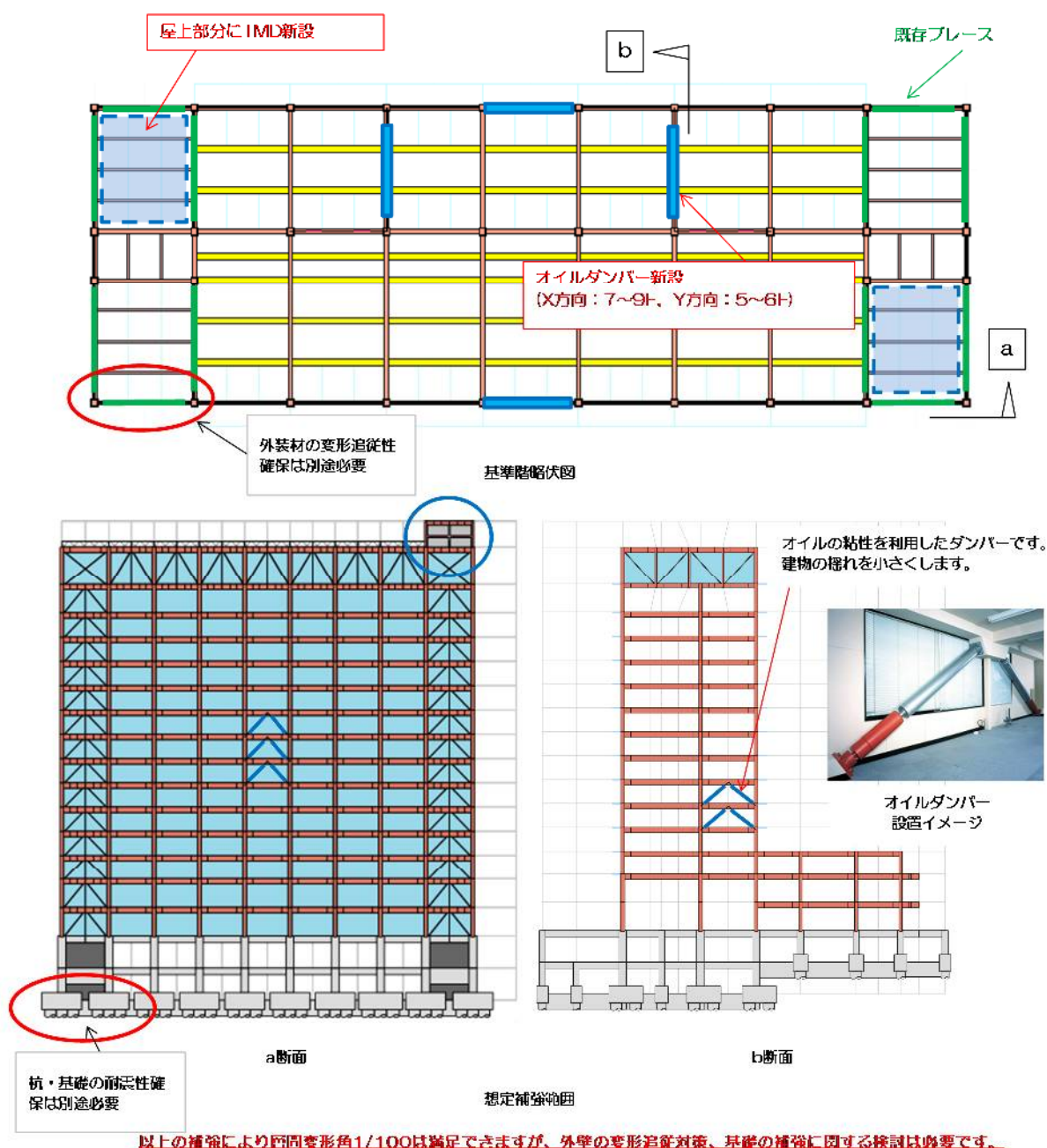
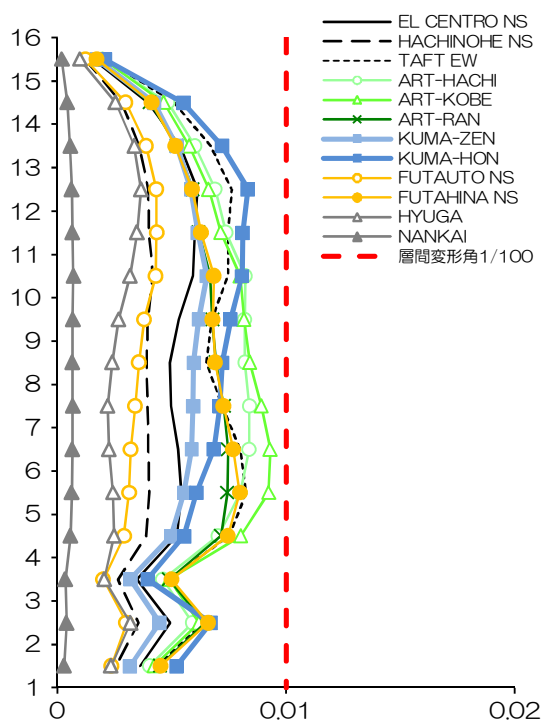
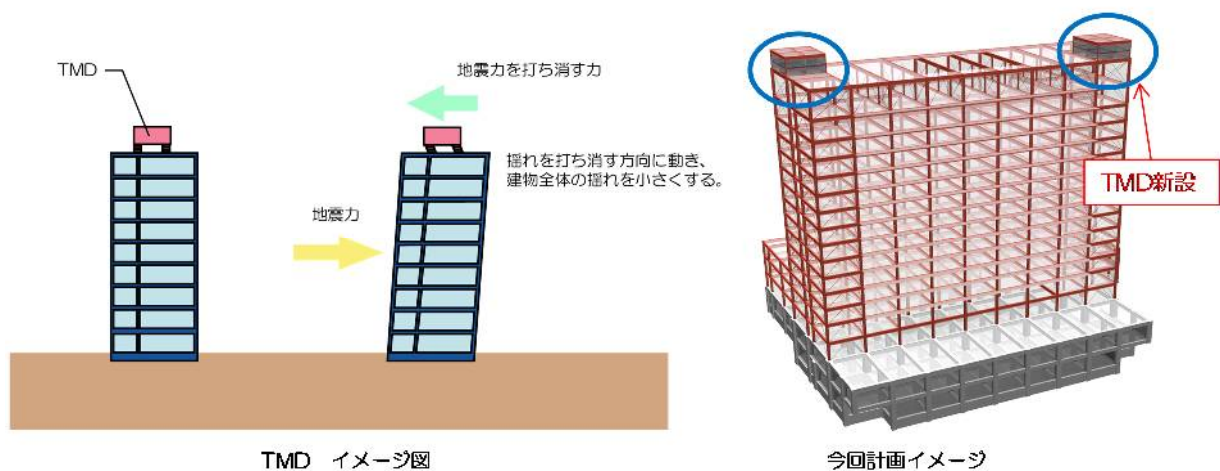
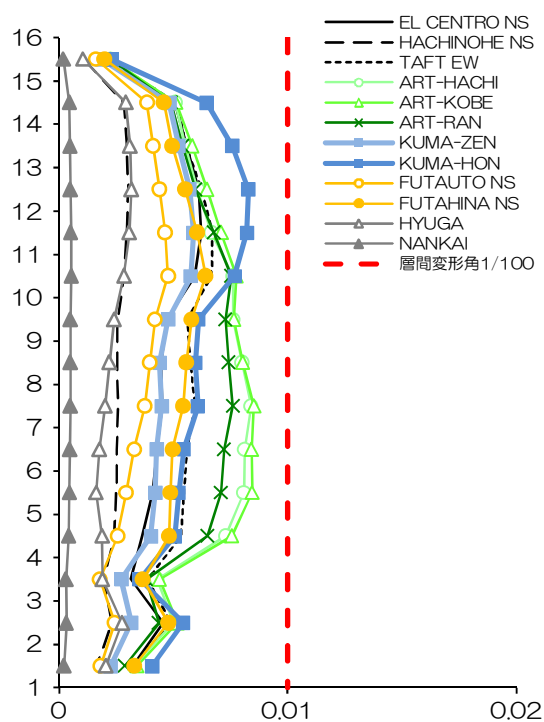


図 3.1.5 制振補強計画図

屋上にTMDを2台、5～9階にオイルダンパーを配置することにより、応答層間変形角を約35%低減することができた。なお、制振補強による補強後の最大応答層間変形角は、1/107rad.(X方向、南北方向)、1/117rad.(Y方向、東西方向)であり、設計目標値を満足していることを確認した。



応答層間変形角(X方向、南北方向)



応答層間変形角(Y方向、東西方向)

オイルダンパーの画像は、
https://www.kyb-ksm.co.jp/products/vibration_control/vibration_control-0013.html より引用。

図 3.1.6 地震応答解析結果(制振補強の場合(CASE2))

(4) 免震補強の検討結果(CASE3～CASE5)

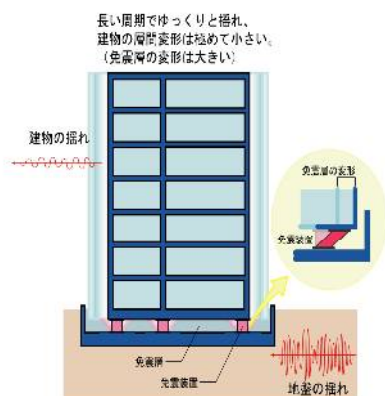
①免震構造の特徴

(a)免震構造とは

免震構造の基本的な考え方は、地盤と建物を切り離すことにより、激しい地震の横揺れを建物に伝えないようにするというものである。免震層は、「免震材料」と「ダンパー」で構成される。地震エネルギーの大半は免震層で吸収され、建物への入力エネルギーは大幅に小さくなる構造である。

免震材料…積層ゴムの変形やすべり板の動きで、地震の揺れを緩やかにする働きをする。

ダンパー…地震による揺れのエネルギーを吸収して、免震層の変形を抑える。



免震構造



積層ゴム支保(免震材料)

<https://www.oilos.co.jp/menshin/building/menshin/products/lrb/>より引用



オイルダンパー(減衰材料)

<https://www.hitachi-automotive.co.jp/products/aft/aft-03/>より引用

免震材料の例

図 3.1.7 免震構造の特徴

(b)免震構造特有の制約

- ・地盤の揺れを絶縁するため(地盤=揺れる、建物=揺れない)建物と地盤の間にクリアランスが必要。

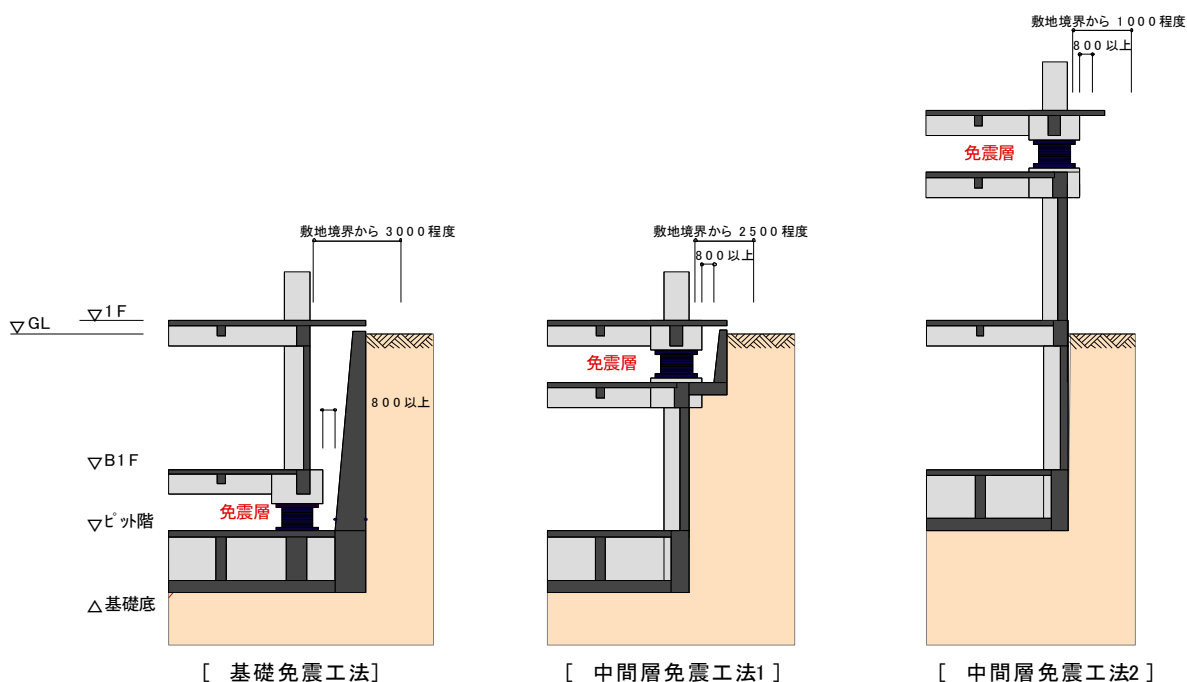


図 3.1.8 免震クリアランスの例(建物外周部)

- 中間層免震の場合には、縦シャフトと建物の間にクリアランスを設ける必要がある。
- 免震層下部の柱は免震層上部の柱よりも大きなサイズとなる。
- 免震層直下の加速度は大きくなる傾向にある。

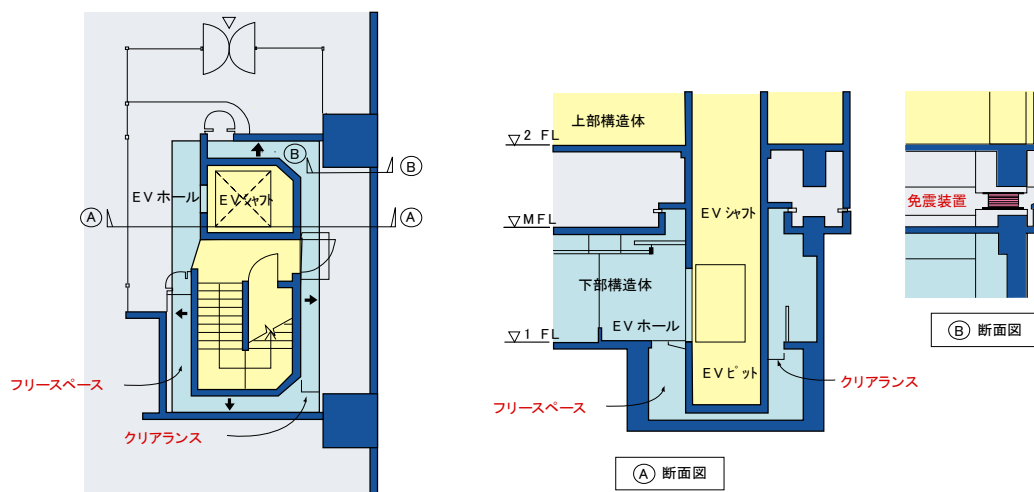
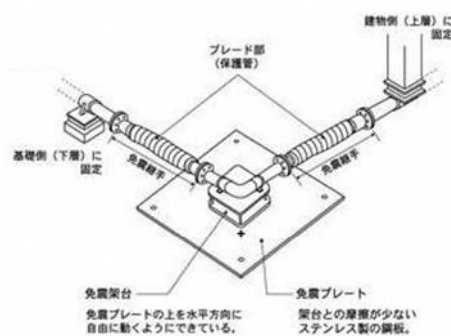


図 3.1.9 免震クリアランスの例(縦シャフト)

- 建物と地盤の動きが異なるため、建物と地盤を繋ぐ設備配管は、フレキシブルジョイントとすることが必要。



https://www.osakagas.co.jp/company/efforts/rd/needs/1191142_3922.htmlより引用

<http://www.taisin-net.com/library/casestudy/mensin/yugawara/b0da0e00000000c3y.html>より引用

図 3.1.10 フレキシブルジョイントの例

- 建物竣工後も定期的な点検が必要。
定期点検 1 (1 年毎に建物管理者あるいは専門技術者が行う)
→ 外観・周辺調査による異常の早期発見を目的とする。

定期点検 2 (竣工後 5、10 年、以後 10 年毎に専門技術者が行う)
→ 定期点検 1 で確認できない機能的異常の発見や耐久性の確認を目的とする。

応急点検 (災害を受けた直後に専門技術者が行う)
→ 地震、台風、火災、集中豪雨などの災害発生後に定期点検に準じて行う。

②

免震構造の課題

(a) 免震補強(基礎免震(CASE3))

- ・クリアランスの確保(敷地境界の越境)
- ・議会棟・スロープとの接続(免震層の稼働範囲に伴う躯体の改変が困難)

(b) 免震補強(地下階中間層免震(CASE4))

- ・クリアランスの確保(敷地境界の越境)
- ・議会棟・スロープとの接続(免震層の稼働範囲に伴う躯体の改変が困難)
- ・クリアランスの確保(縦シャフトのスペースの確保困難)
- ・免震層の用途限定化(補強部材サイズや免震層の稼働範囲に対する室用途限定化)

(c) 免震補強(地上階中間層免震(CASE5))

- ・クリアランスの確保(縦シャフトのスペースの確保困難)
- ・免震層の用途限定化(補強部材サイズや免震層の稼働範囲に対する室用途限定化)

以上より、免震構造は採用困難と考えられる。

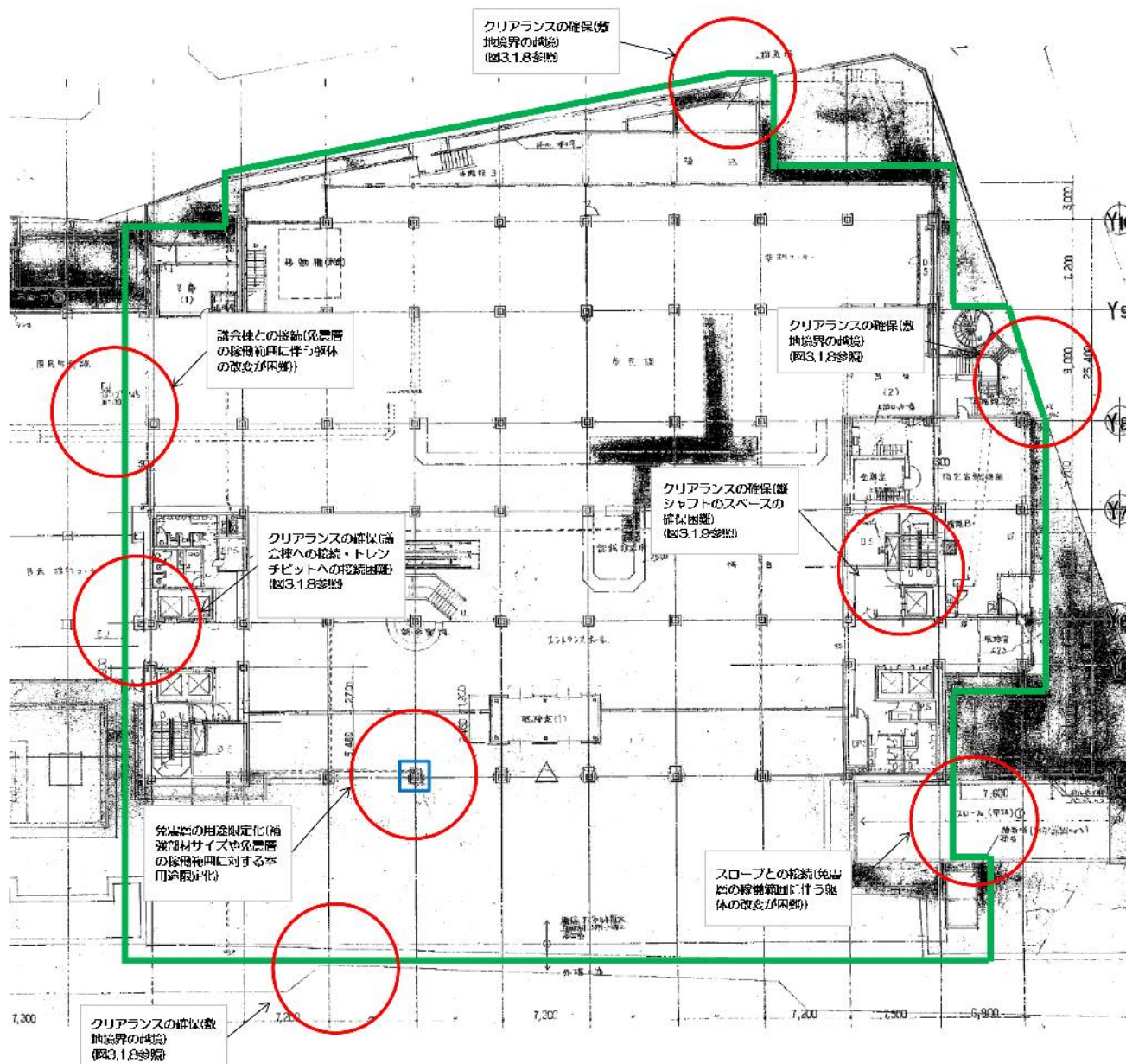
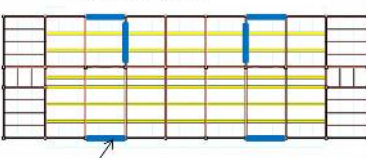
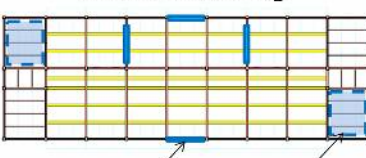
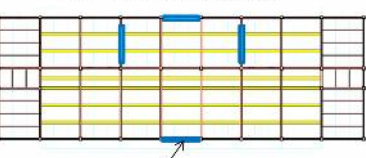
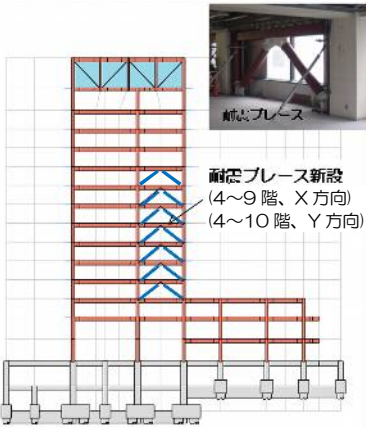
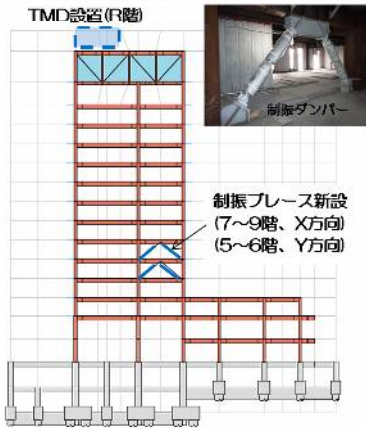
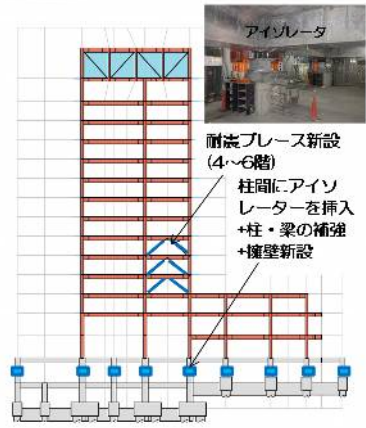


図 3.1.11 免震構造の課題

(5) 補強形式の比較検討(まとめ)

表 3.1.1 に補強形式の比較検討結果(まとめ)を示す。

表 3.1.1 構造形式の比較(まとめ)

補強工法	耐震補強工法	制振補強工法	免震補強工法
	耐震ブレース新設(4~10階)  耐震ブレース新設	制振ダンパー新設(5~9階)  制振ブレース新設 TMD設置(R階)	耐震ブレース新設(4~6階)  耐震ブレース新設
補強イメージ	 耐震ブレース新設(4~9階、X方向) (4~10階、Y方向)	 TMD設置(R階) 制振ダンパー 制振ブレース新設(7~9階、X方向) (5~6階、Y方向)	 耐震ブレース新設(4~6階) 柱間にアイソレータを挿入 +柱・梁の補強 +擁壁新設
特徴	・耐震ブレースを新設	・エネルギー吸収能力の高い制振ダンパーを新設 ・屋上階に揺れを抑える制振装置(TMD)を設置	・耐震ブレースを新設 ・地下1階柱頭にアイソレータを設置 ・免震階廻りの柱・梁を補強、擁壁を新設
効果	△ ・構造体の強度向上により損傷を低減 ・大地震後は補修や補強が必要	○ ・構造体の変位が小さく建物損傷が軽微	◎ ・構造体の変位と加速度を低減 ・地震直後の継続使用が可能
機能性	△ ・補強箇所が多いため、執務空間に与える影響が大きい	○ ・制振ダンパーは極力、執務空間に影響が小さい範囲に配置	○ ・補強部材は極力、執務空間に影響が小さい範囲に配置
縦シャフト等	○ ・原則として改修不要	○ ・原則として改修不要	△ ・変形追従可能な仕様に変更する必要がある ・EJVビット廻り、階段にクリアランスが必要
設備	○ ・原則として改修不要	○ ・原則として改修不要	△ ・可動部にはフレキシブルジョイントが必要
非構造部材・什器	△ ・被害中~大	○ ・被害中	◎ ・被害小
スロープ	○ ・原則として改修不要	○ ・原則として改修不要	△ ・クリアランスの確保が必要
点検	○ ・原則としてメンテナンスフリー	○ ・原則としてメンテナンスフリー	△ ・資格者による点検の義務付けがある
施工性	△ ・補強箇所が多い	◎ ・補強箇所が少ない	×
工期	○ ・補強箇所に応じて工期が長くなる(6カ月)	◎ ・3案の中で最も短い(5カ月)	△ ・工期が長い(24カ月)
その他	・アスベスト撤去工事が多い	・屋上にTMD設置スペースが必要	・B1階は用途変更が必要、建物廻りにクリアランスが必要
コスト比	1.04	1.00	3.27
総合評価	△	◎	×(建物と敷地境界にスペースが不足)

※1 基礎・杭の補強が前提となる。

※2 外装材の取り換えが前提となる。

※3 震度6強程度の大地震動時を対象としている。

※4 ここでは、免震構造の中でも優位性の高い、地下階中間免震を対象とした。

※5 工期、コスト比は構造形式の比較のみによる。

(杭・基礎補強や外装取り換え、およびディバイス設置による道連れ工事を含まない)。

(6) 杭・基礎の検討結果

2.8 節にて示したとおり、大地震動時には一部の杭が鉛直荷重支持能力を喪失する程度まで損傷を受けることが想定される。そこで、大地震動時においても、建物全体として鉛直荷重支持能力及び水平荷重への抵抗能力を維持できるような補強を検討した。基礎杭補強の手法と課題を以下に示す。

① 既存杭そのものを補強改修する

杭の中間部に損傷を受ける杭が 50 本以上存在し、既存杭そのものを補強改修するためには、既存杭深度 GL-20~25m 程度まで掘削する必要がある。これには、現庁舎地下部で改修工事を行うこととなり、地下階にある受変電設備、受水槽設備、空調設備及び中央監視室並びに中央監視設備を移設する必要がある。また、天井高が低い地下スペースでの作業となり、掘削に用いる重機の乗入・施工に制約を受ける。加えて、現庁舎周辺は地下水位が GL-4m 程度と高い地盤であり、掘削して杭補強を行う際には湧水対策が必要となる。地下部の限られたスペースにおける施工となるため、地中連壁を打設するような一般的な湧水対策は適用が困難であり、施工上の危険性が高い。さらに、掘削するにあたり旧庁舎の基礎構造体が埋設されている可能性も否定できず、このような未知の不確定要素も懸念される。

表 3.1.1 に示すとおり、想定される基礎杭補強を検討した結果、既存杭そのものの補強改修は困難であり、施工実現性から増杭（杭の増設）について詳細検証した。

② 増杭により、不足する水平方向及び鉛直方向の補強を行う。

ア) 大口径の杭で増杭する

地下階の大部分は受変電設備、受水槽設備、空調設備といった庁舎の主要機器が設置されており、かつ地下部の天井高から大口径杭用の重機が設置できない。また、現庁舎地下部は二重スラブ（最下階の下層がピット）となっており、そもそも改修施工が大掛かりとなる。長い杭を一気に打設するような施工はできないため、小口径用の重機で少しずつ掘削し、短い杭を継ぎ足しながら増杭を行う施工となる。

イ) 小口径の杭で増杭する

建物全体の耐震性を担保させるためには相当数の補強本数が必要となり、増杭スペースの点から現実的に施工が困難である。大地震動時に損傷を受ける既存杭の周囲に必要な鉛直荷重方向の補強杭に加えて、水平方向の補強杭も必要となるが、既存杭、設備機器、設備ピットなどと干渉するため必要なスペースの確保ができない。受変電設備、受水槽設備、中央監視室などを移設できたとしても、現庁舎地下部のみでは必要本数の杭打設は困難である。

基礎を外部に拡張し既存庁舎の外側に増杭を行う場合、敷地境界一杯まで地下建築物があり三方道路に面しているため、増杭、山留壁が道路までを越境してしまう。地下水位が高い地盤の湧水対策を行うため、山留連壁を施工するスペースも必要となる。施工に伴う長期間の道路閉鎖及び道路地下埋設インフラ移転、既存庁舎の一部解体・移転が必要となり、施工は実現困難である。

図 3.1.12 以降に増杭補強の検証結果を示すが、今回実施した補強案の検討は、大地震動時に鉛直支持能力を喪失する杭を補強する場合の補強案であり、部分的な損傷を受ける杭まで補強する場合には、より大規模な補強計画が必要となる。また、実施設計時に詳細検討を行う段階では、補強本数等は若干変更となる可能性がある。

表 3.1.1 基礎杭の主な補強工法

番号	目的	工法の概要	採用可能な工法	本建物に対する考察	適否
1	地盤の安定化	杭頭部の地盤改良	薬液注入工法(セメント系地盤改良工法を含む) ※1	杭の中間部に損傷を受ける杭が多く存在し、補強を行うためには所定の深度まで地盤改良を行う必要がある。	否
2		杭周りの地盤改良	薬液注入工法(セメント系地盤改良工法を含む) ※1	摩擦力を考慮するための定量的な評価法が確立されておらず、杭補強の性能評価工法として未評価。水位が高い場合には強度のばらつきが発生し不向き。同様の事例がない。	否
3		地盤改良杭(壁)の追加	地中連続壁工法 (深層地盤改良工法)	当該敷地は、液状化の発生可能性が少ない地域である。	否
4	基礎の補強	杭の補強	鋼管補強工法 炭素繊維補強工法	現状地盤に悪影響を与える、敷地周辺の地下水位が高いため施工上の危険性が高い。庁舎地下部で施工スペースに制約を受ける。杭の中間部に損傷を受ける杭が多く存在し、補強を行うためには所定の深度まで杭補強を行う必要がある。	否
5		杭の増設	鋼杭圧入工法、深礎工法、BH 杭工法、アースドリル工法	杭の増打は、建物内部と建物外部に増杭する場合がある。所定の施工スペースが必要。	要検討
6		土圧壁の増設	地中連続壁工法 (RC 地中連続壁工法)	建物外部に施工スペースが必要。杭を増打する場合に比べ、コストが高い。	否

※1 薬液注入工法(セメント系地盤改良工法を含む)はコストが非常に高く、かつ、強度のばらつきが大きい。

※2 鹿島都市防災研究会 都市・建築防災シリーズ2 建築物の地震被害

※3 日本建築学会 2000 年鳥取県西部地震災害調査報告

※4 <https://www.kajima.co.jp/tech/seismic/hokyo/030628.html> より引用・加筆

以下に、基礎杭補強手法の検証結果を示す。

致命的な損傷を受ける杭が負担すべき水平力は、構造計算の結果 B1 階と B2 階の和で約 40000kN である。水平力を補填するものとして必要な補強杭本数を 1800φ 場所打ちコンクリート杭として算定すると必要本数は 41 本となる。しかしながら、庁舎地下部での大口径杭補強は、天井高の制約から大型重機の乗入ができないため施工困難である。地下部で打設施工が可能な小口径の鋼管杭 457φ とすると、必要本数は 230 本となる。(1800φ 場所打ちコンクリート杭(1 本あたりの曲げ耐力≒約 4500 kNm)41 本に相当する 457φ 鋼管杭(曲げ耐力≒約 800kNm)が 230 本必要)。

また、致命的な損傷を受ける杭が負担すべき鉛直方向の長期軸力は、杭 1 本あたりの約 1000～4800kN であり、それらを補填する 457φ 鋼管杭(1 本あたりの長期許容支持力 1200kN 程度を想定)に換算すると全体で 164 本の補強が必要となる。この鉛直方向の補強杭は、損傷を受ける既存杭の周囲に打設する必要がある。

- ・ 水平方向補強杭 必要本数 457φ 鋼管杭 230 本 (1800φ の場合 41 本)
- ・ 鉛直方向補強杭 必要本数 457φ 鋼管杭 164 本 (損傷を受ける杭の周囲に必要)



図 3.1.12 庁舎地下部における増杭施工時の課題

【鉛直方向補強杭 457φ の庁舎地下部における検証】※水平方向補強杭は除いた場合

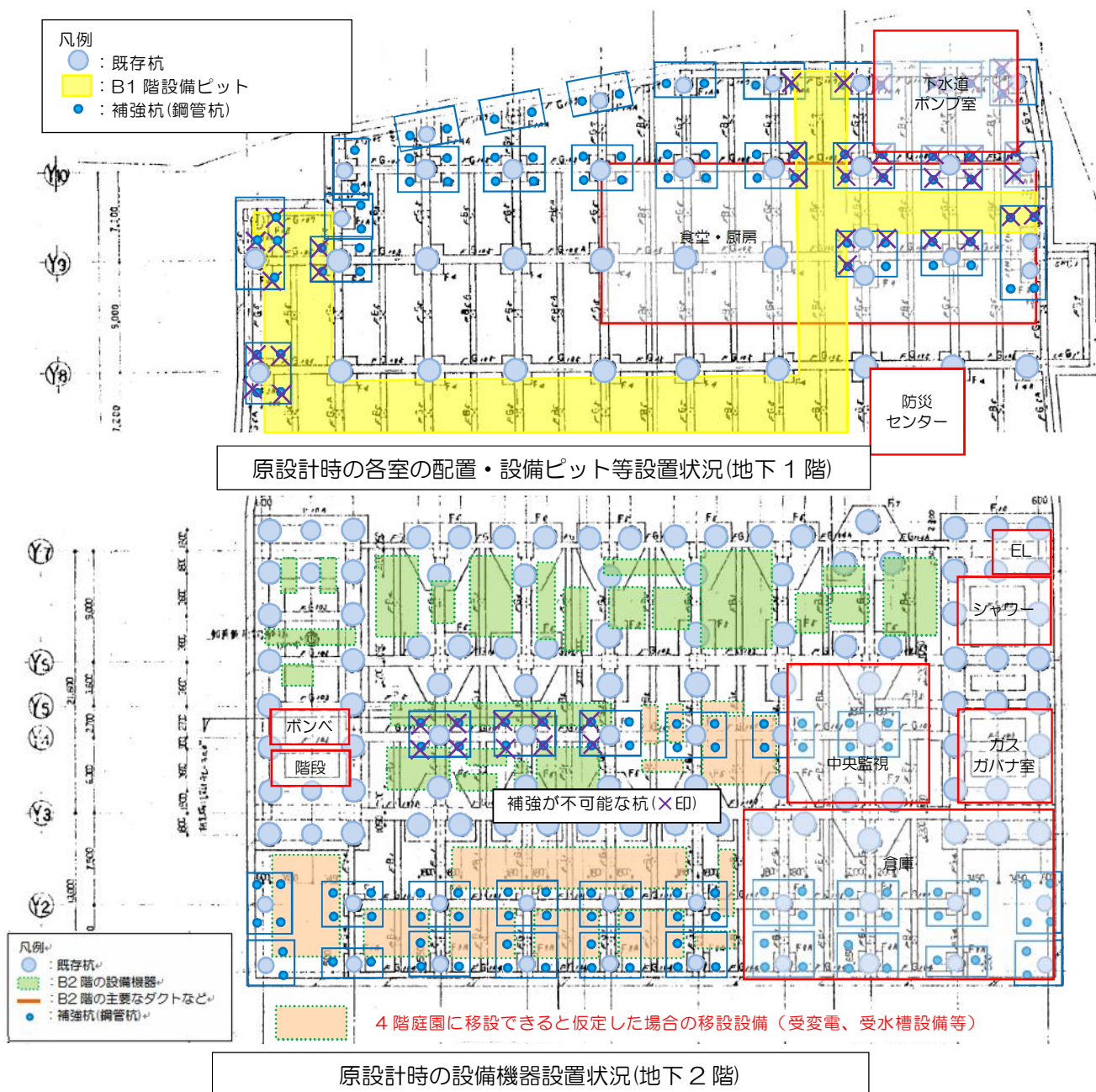


図 3.1.13 庁舎地下部における鉛直杭補強検証

- 地下1階施工可能本数 鉛直補強杭：38/74本（設備ピット干渉部は打設困難と判断）
- 地下2階施工可能本数 鉛直補強杭：80/90本（一部の設備、執務室を移設できたと仮定の場合）

庁舎地下部における増杭施工においては、まず地下階に設置されている受変電設備、受水槽設備、空調設備及び中央監視室を移設する必要がある。仮に地下部にある既存設備の一部を4階庭園の空きスペースに移設できたとしても、必要本数164本のうち、118本しか杭を打設することができない。現実的には、受変電、受水槽設備、中央監視室及び中央監視装置を移設することは、移設施工中の庁舎継続利用及び施工実現性の点から十分な検討が必要である。鉛直補強杭のみの打設でも、設備等の大規模な移設を行えたとしても施工困難な状況に加えて、図3.1.14に示すように水平方向の補強杭が別途230本必要となる。

【鉛直方向及び水平方向の補強杭 457本の庁舎地下部における施工検証】

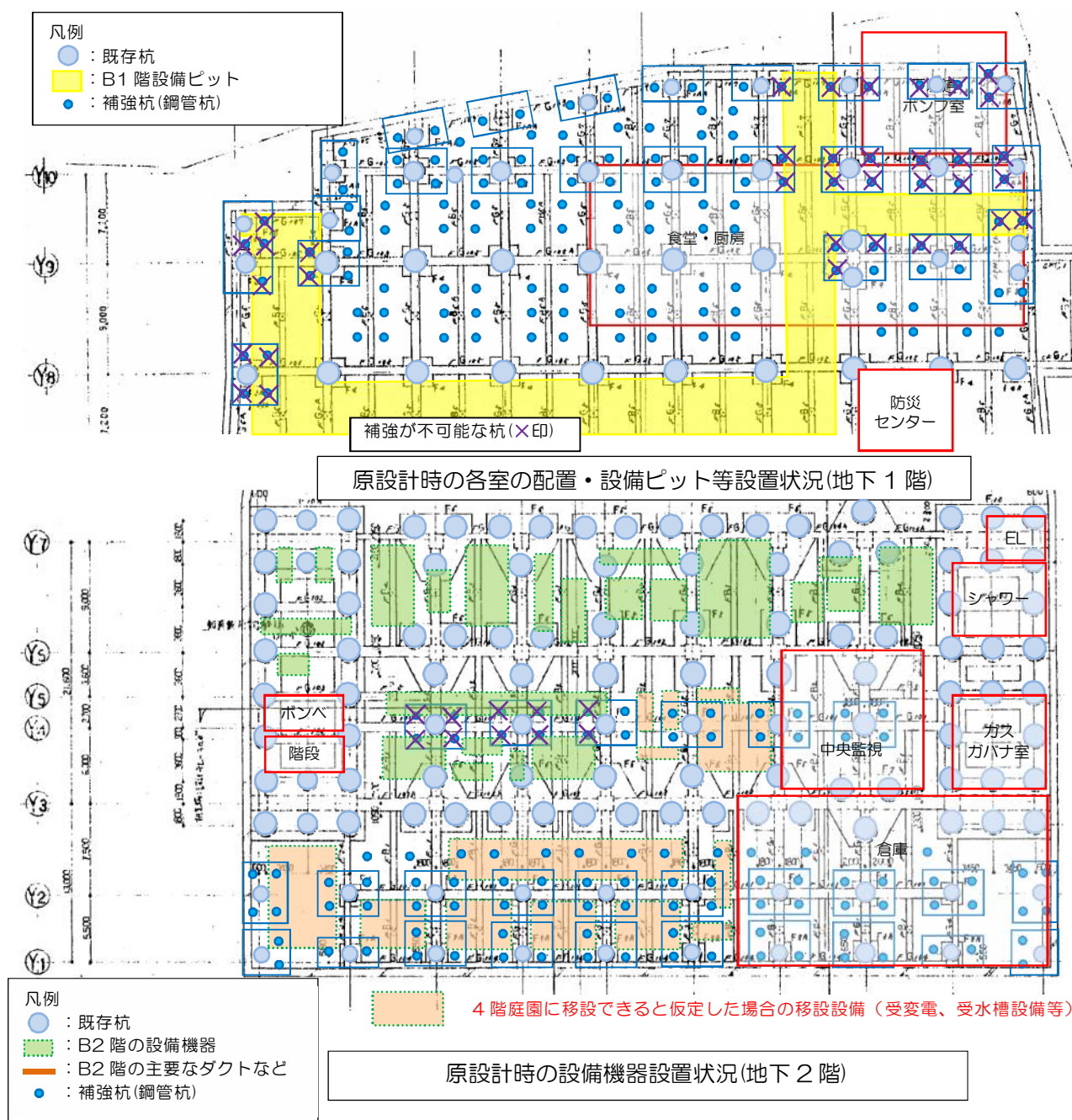


図 3.1.14 庁舎地下部における鉛直杭及び水平杭補強検証

- ・地下1階施工可能本数：鉛直補強杭 38 本＋水平補強杭 63 本＝101 本
- ・地下2階施工可能本数：鉛直補強杭 80 本＋水平補強杭 12 本＝92 本

仮に地下部にある既存設備の一部を4階庭園の空きスペースに移設できたとしても、必要本数 394 本（鉛直方向 164 本、水平方向 230 本）のうち、計 193 本しか杭を打設することができない。地下階の設備を全て移設できたとしても、既存杭との配置関係により、394 本全てのスペース確保は困難である。小口径杭のみでは必要本数を確保できず、基礎を外側に拡張して庁舎外部に増杭が必要である。しかしながら、現庁舎は敷地境界一杯まで地下建築物があり三方道路に面しているため、増杭、山留壁が道路までを越境することになり、図 3.1.15 に示すように様々な課題が発生する。上記、施工可能本数は、原設計図等から判断できる本数であり、詳細検討によっては、若干変更となる可能性がある。

【庁舎敷地外部における大口径杭の施工検証】

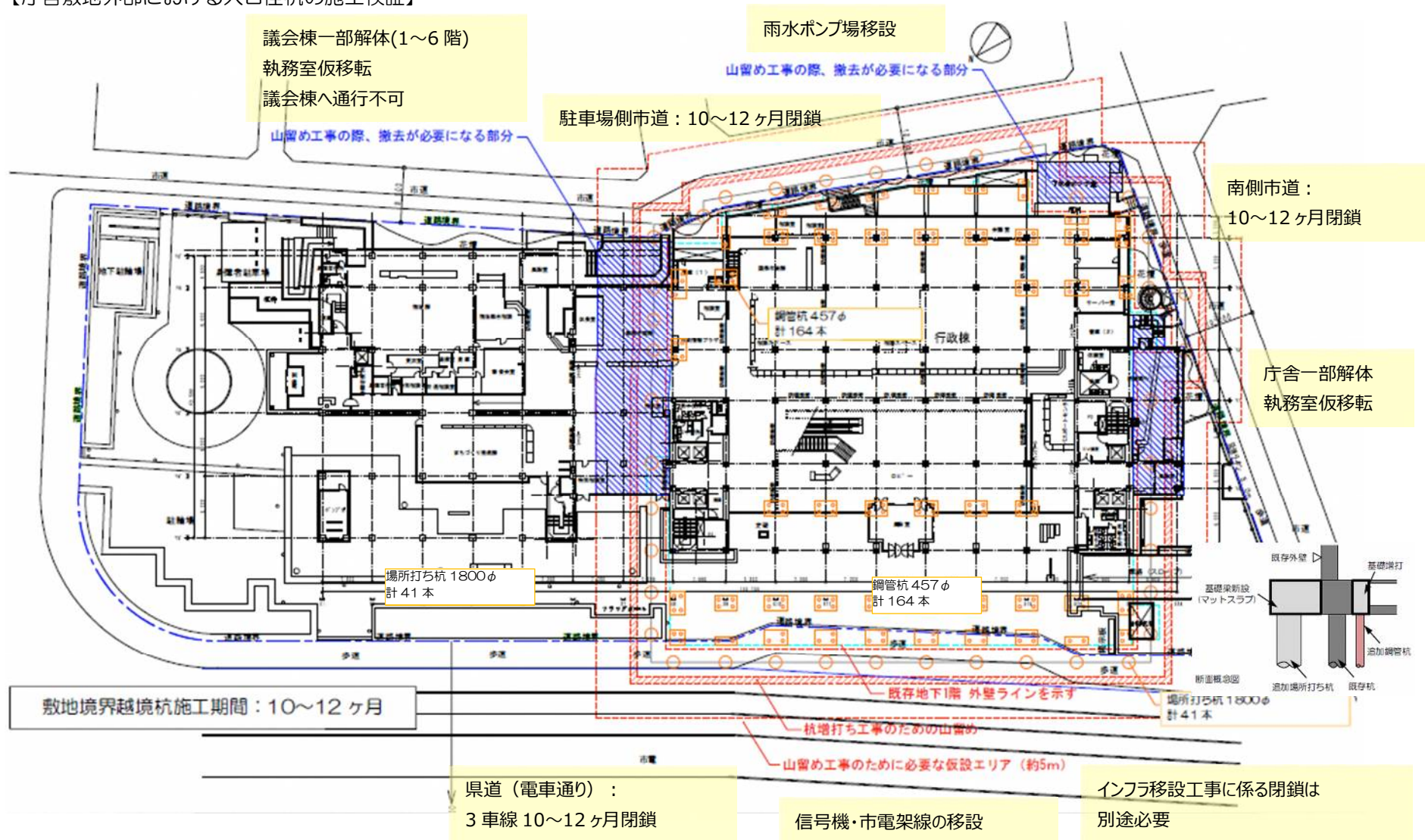


図 3.1.15 杭・基礎の補強検討結果(平面)

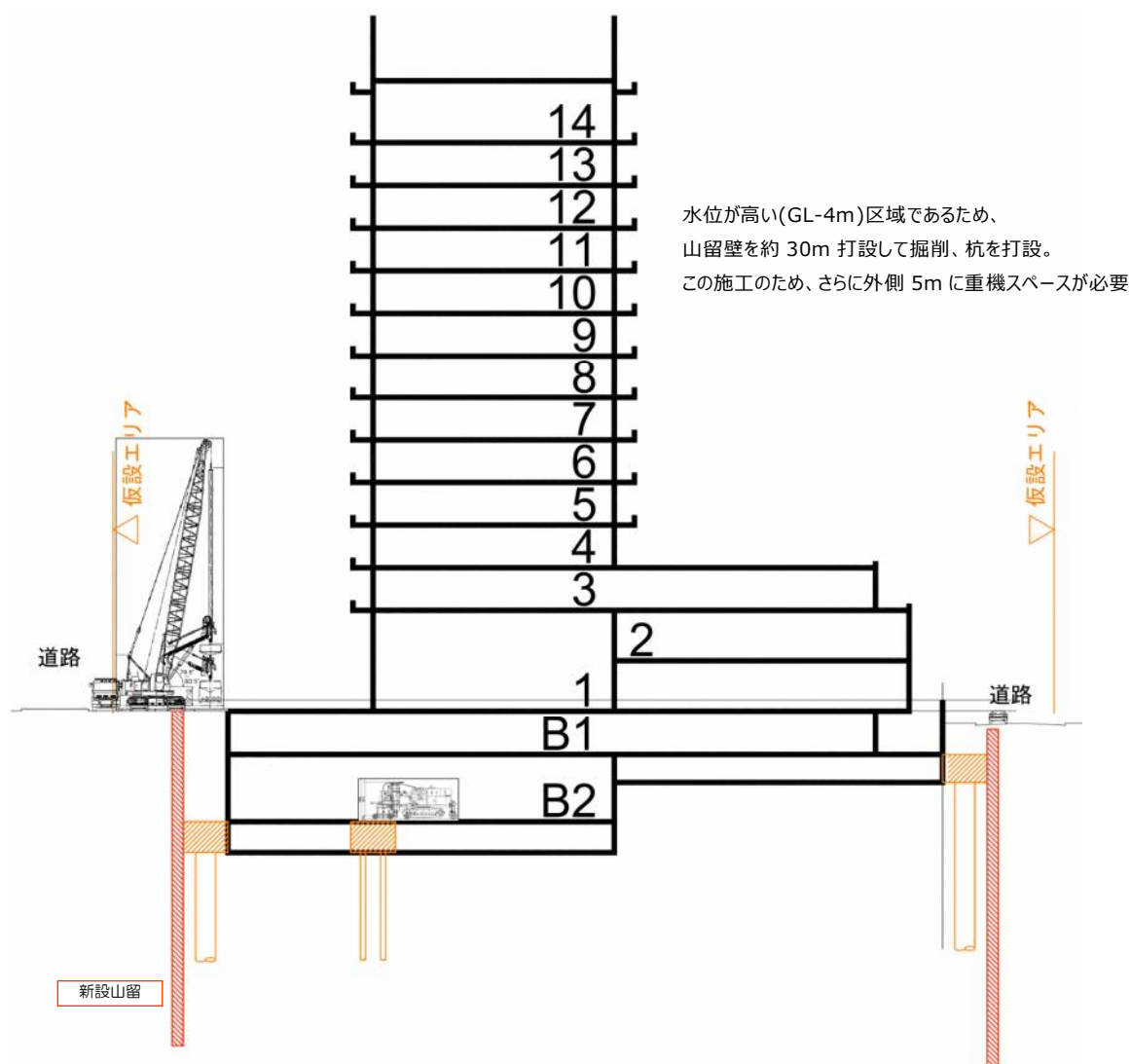


図 3.1.16 杭・基礎の補強検討結果(断面)

増杭施工に際し、敷地に面する3道路越境・閉鎖及び既存庁舎の一部解体が必須となる。地下水位が高い地盤の湧水対策を行うため、山留連壁を施工するスペースも必要となる。道路の閉鎖期間は10～12ヶ月と長期間が想定され、中心市街地であり交通計画への影響が懸念される。加えて、施工に干渉する道路埋設インフラ設備を移設する必要がある。

道路管理者及び交通管理者に道路占用・道路使用許可についてヒアリングしたところ、越境する場合は交通やインフラへの影響が非常に大きく、原則は庁舎敷地内で施工すべきとの回答であった。また、主要なインフラ事業者である九州電力株式会社や西日本電信電話株式会社へのヒアリングでは、市街地への幹線系統であり、今回施工の道路のみならず変電所などからのやり替えが必要で、市庁舎及び近隣施設にどのようにインフラを提供できるか、移設できるルートがあるか、提供を受ける側の引込改修も含めて十分な検討が必要との回答であった。

現庁舎地下部において必要本数の増杭スペースが確保できない場合、既存庁舎の一部解体、長期間の周辺道路閉鎖、道路地下インフラ設備の移設など、市民生活・市役所サービスへの影響から、実現が困難である。

(7) 外装材の検討結果

2.8 節にて示した通り、行政棟の外装材は層間変位追従性能が不足している。そのため、構造体の改修を行う場合、外装材も層間変位追従性を確保する改修が必要となる。

層間変位追従性を持った製品に交換するために、外装材の改修は既存の PC 版を撤去し、重量の軽い押出し成型セメント板への交換を行う。また、柱型 PC 版撤去に伴いアルミサッシも撤去することとする。

主な外装材の撤去交換部分を以下に示す。

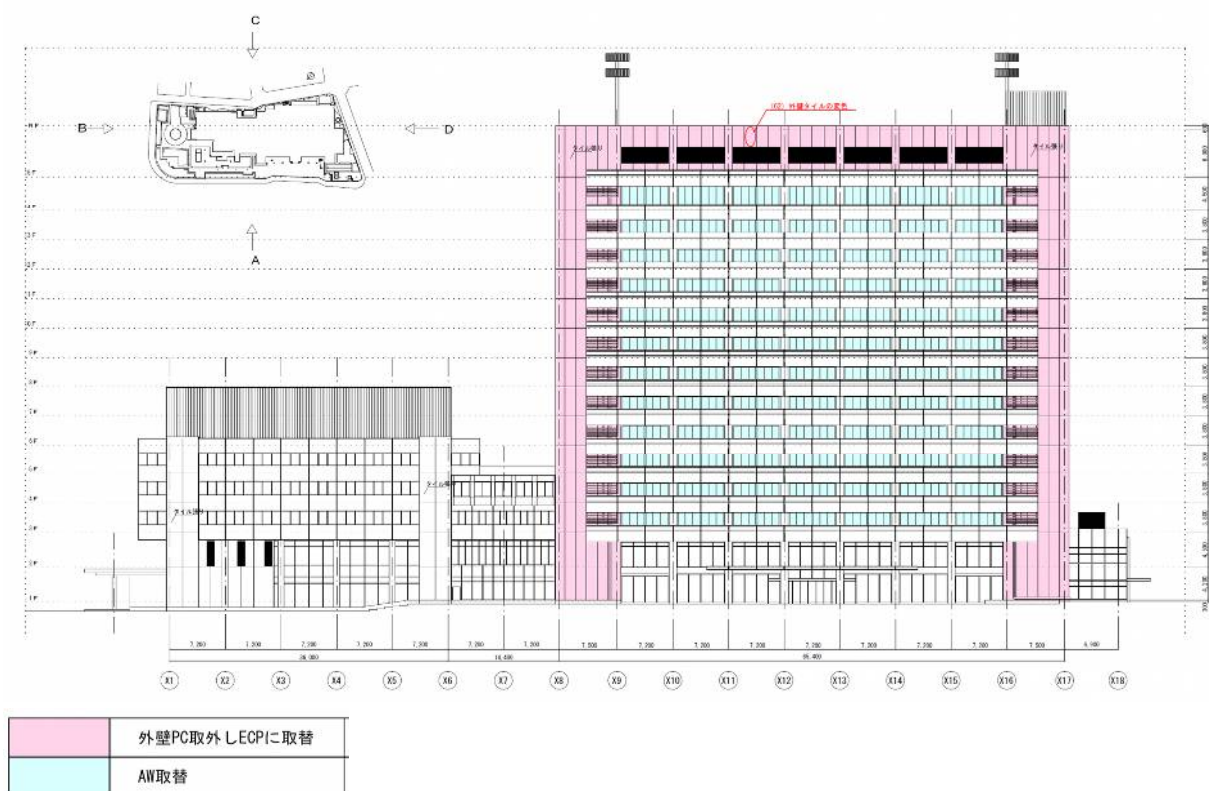


図 3.1.17 外装材の撤去交換部分

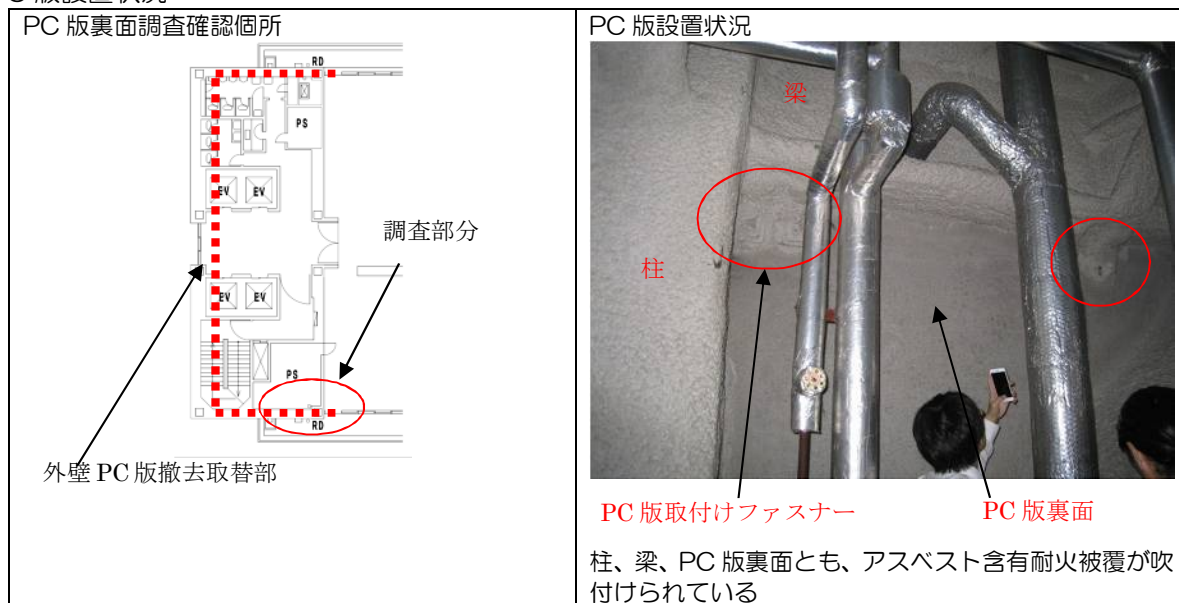
(8) 外壁 PC 版の撤去取替え工事における課題

層間変位追従性が不足している外壁 PC 版の、撤去取外しに関する懸案課題は以下が上げられる。

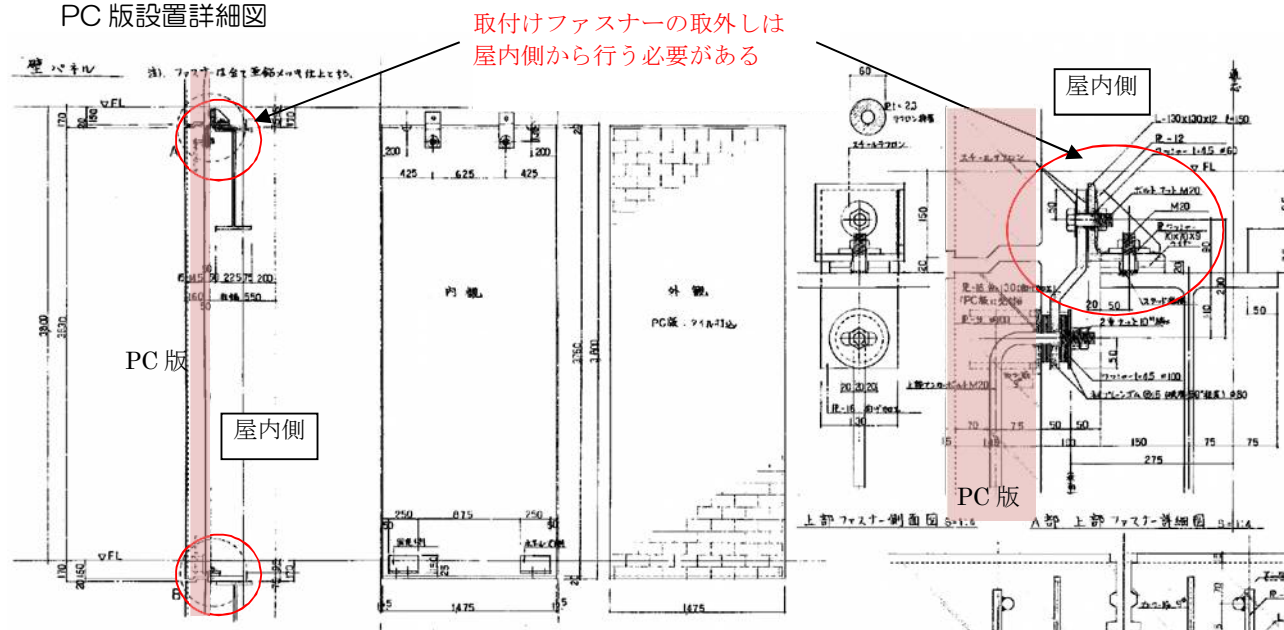
- PC 版の取付け状況から、屋内側からの改修施工が必要となる。そのため内装材の撤去や階段、エレベータ等の使用中止が必要となる。そのため工事はコアの片側ずつ行うことが必要となる。
- PC 版内側は、アスベスト含有の耐火被覆が吹付けられており、このアスベストをまず撤去しないとファスナーの取り外しができない。階段部分、エレベータホールのアスベスト撤去となるため、施工期間中は階段・エレベータホールの閉鎖が必要となる。
- 階段・エレベータホールの閉鎖に伴い、工事中も消防法に基づく避難階段を確保するため、仮設階段の設置を検討する必要がある。
- PC 版は下階から上階に向けて、取付けファスナーが重なるように取付けられている。そのため安全に工事を行うためには、上階から PC 版の取外しを順次行っていく必要がある。



PC 版設置状況



PC 版設置詳細図



3.2 議会棟に対する耐震補強検討

(1) 補強形式の検討

議会棟についても、行政棟と同じく、補強形式には、大別して「耐震補強」「制振補強」「免震補強」がある。

「耐震補強」は、中低層建物の耐震性能を合理的に向上させる上で有用な補強方法である。耐震補強方法としては、鉄骨ブレース補強、鉄筋コンクリート壁の新設・増設等が考えられる。」

「制振補強」は、中低層建物であることから、制振ダンパーの効果を発揮しにくい傾向にある(そもそもの建物の変形が小さいため)。したがって、耐震補強よりも補強箇所が増えることが考えられ、合理性に劣ることとなる。

「免震補強」は、議会棟と同じく、クリアランスの確保(建物相互の間隔確保が困難)、免震層の稼働範囲に伴う躯体の改変が困難、等の理由より、採用困難と考えられる。

以上より、議会等は「耐震補強」による検討を行う。

(2) 耐震補強の検討結果

耐震診断結果を表 3.2.1 に示す。各層、目標値である $Is=0.81$ を上回っていることを確認した。

建物北西側は吹抜けに伴う長柱があり、かつ、南西側に比べて柱が少ないため、揺れやすい傾向にあるため、建物のねじれを抑えるように補強部材を配置している。

表 3.2.1 耐震診断結果(補強後)

補強後

X方向

階	Is		①	CtuSD		②	判定
6階(RC)	0.82	>=	0.6×0.9×1.5= 0.81	0.85	>=	0.3×0.9×1.5= 0.41	O.K.
5階(RC)	0.82	>=		0.85	>=		O.K.
4階(RC)	0.83	>=		0.87	>=		O.K.
3階(RC)	0.82	>=		0.85	>=		O.K.
2階(SRC)	0.82	>=		0.67	>=		O.K.
1階(SRC)	0.86	>=		0.70	>=		O.K.

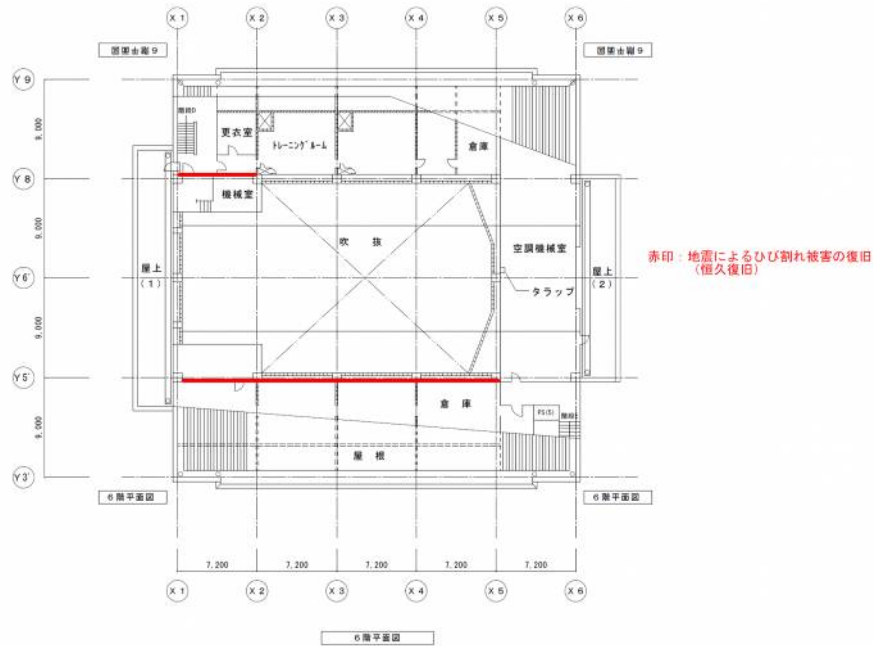
Y方向

階	Is		①	CtuSD		②	判定
6階(RC)	1.14	>=	0.6×0.9×1.5= 0.81	1.18	>=	0.3×0.9×1.5= 0.41	O.K.
5階(RC)	0.86	>=		0.90	>=		O.K.
4階(RC)	0.81	>=		0.83	>=		O.K.
3階(RC)	0.82	>=		0.84	>=		O.K.
2階(SRC)	0.92	>=		0.76	>=		O.K.
1階(SRC)	0.85	>=		0.70	>=		O.K.

① 構造耐震判定指標

② 構造物の終局限界における累積強度指標×形状係数

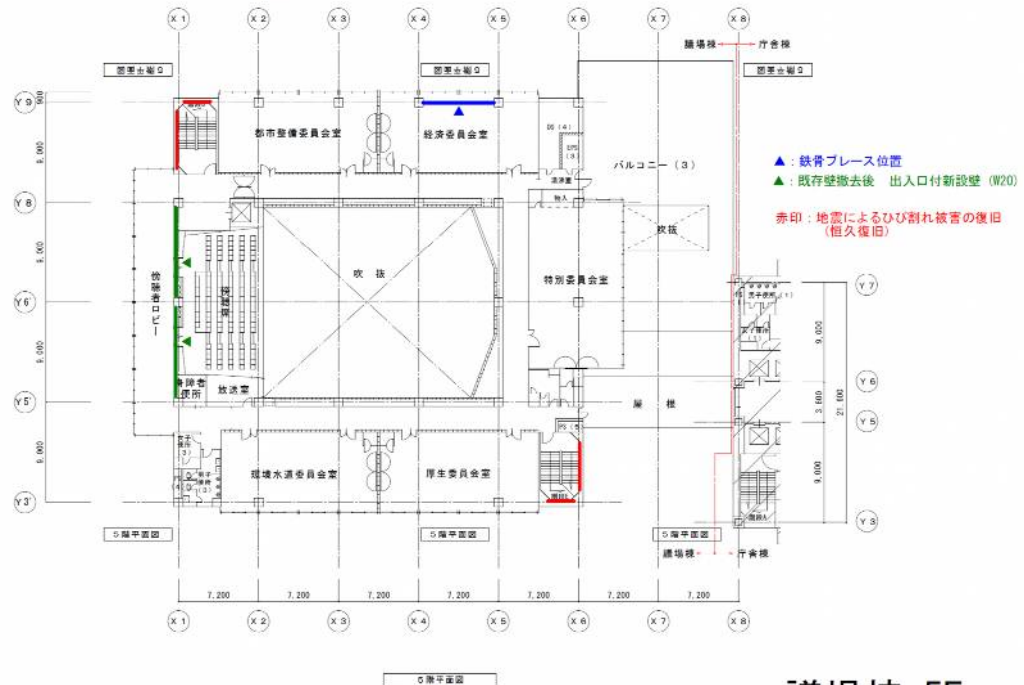
③ ①②は、用途指標 $U=1.5$ 、地域指標 $Z=0.9$ を考慮した値



議場棟 6F

C

熊本市役所 本庁舎



議場棟 5F

C

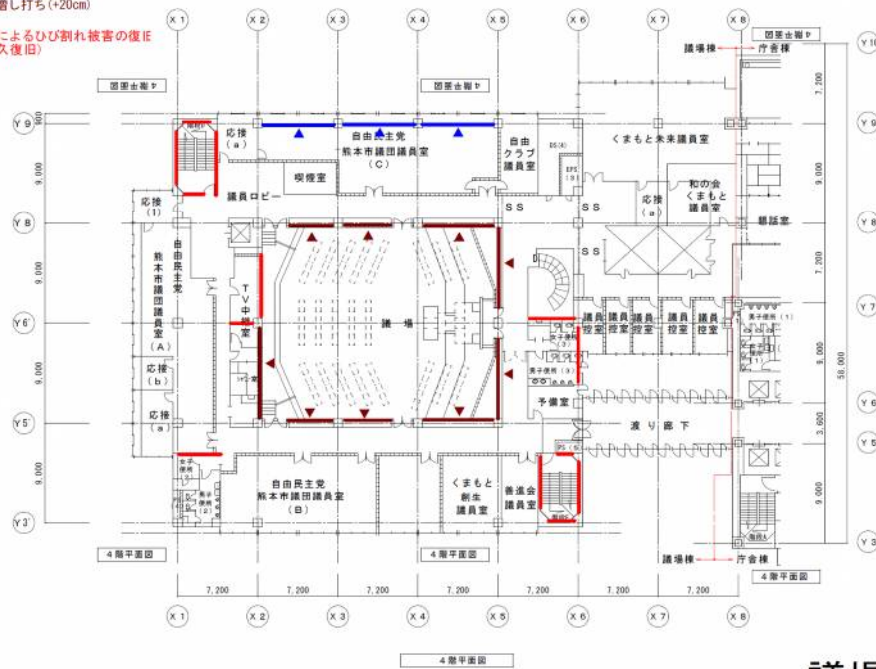
熊本市役所 本庁舎

図 3.2.1(1) 耐震診断結果(補強部材配置図(1))

重要度係数 $U=1.5$ の場合の想定補強位置図

2018/01/05

- ▲：鉄骨ブレース位置
- ▲：既存壁増し打ち (+20cm)
- 赤印：地震によるひび割れ被害の復旧 (恒久復旧)



議場棟 4F

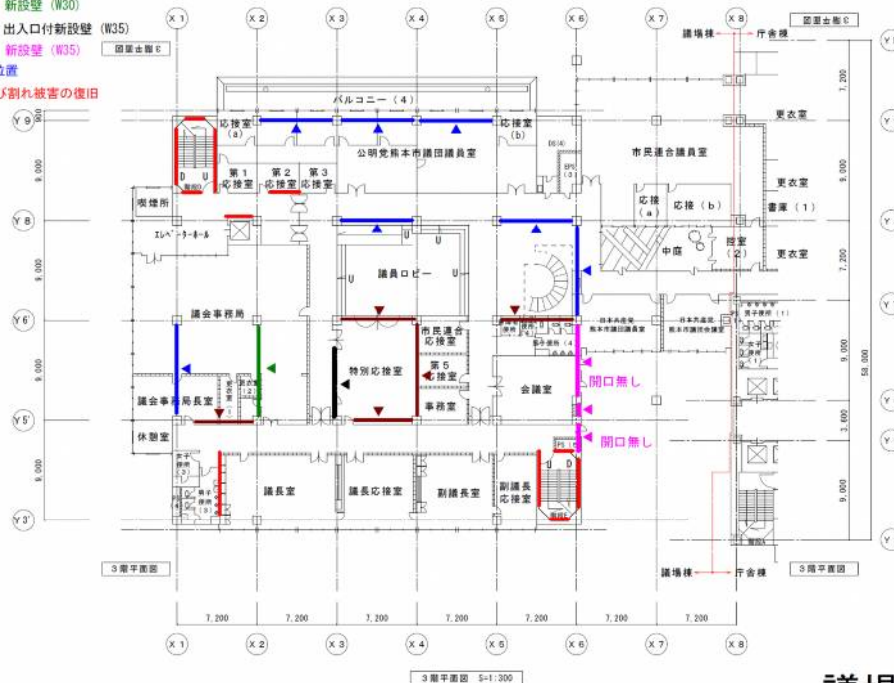
C

熊本市役所 本庁舎

重要度係数 $U=1.5$ の場合の想定補強位置図

2018/01/05

- ▲：既存壁増し打ち (+20cm)
- ▲：既存壁撤去後 新設壁 (W30)
- ▲：既存壁撤去後 出入口付新設壁 (W35)
- ▲：既存壁撤去後 新設壁 (W35)
- ▲：鉄骨ブレース位置
- 赤印：地震によるひび割れ被害の復旧 (恒久復旧)



議場棟 3F

C

熊本市役所 本庁舎

図 3.2.1 (2) 耐震診断結果(補強部材配置図(2))

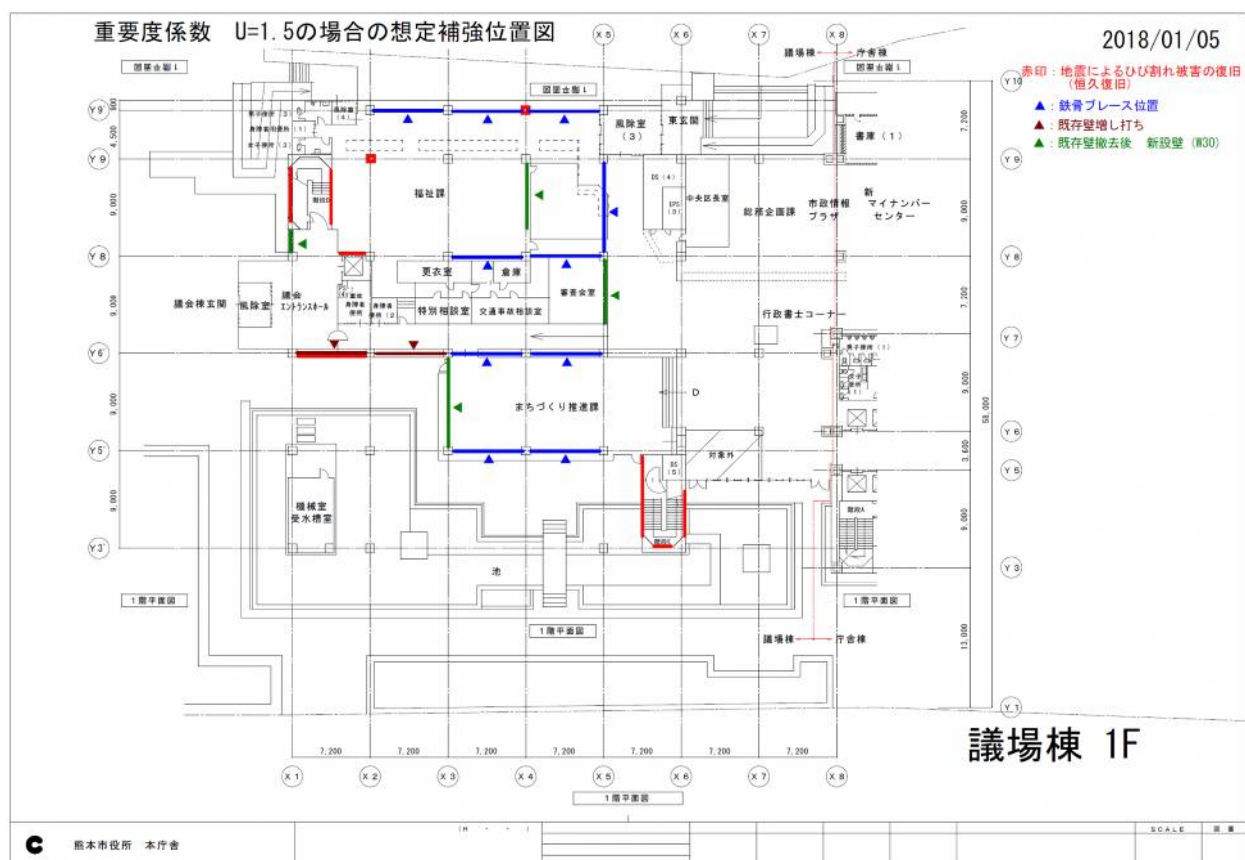
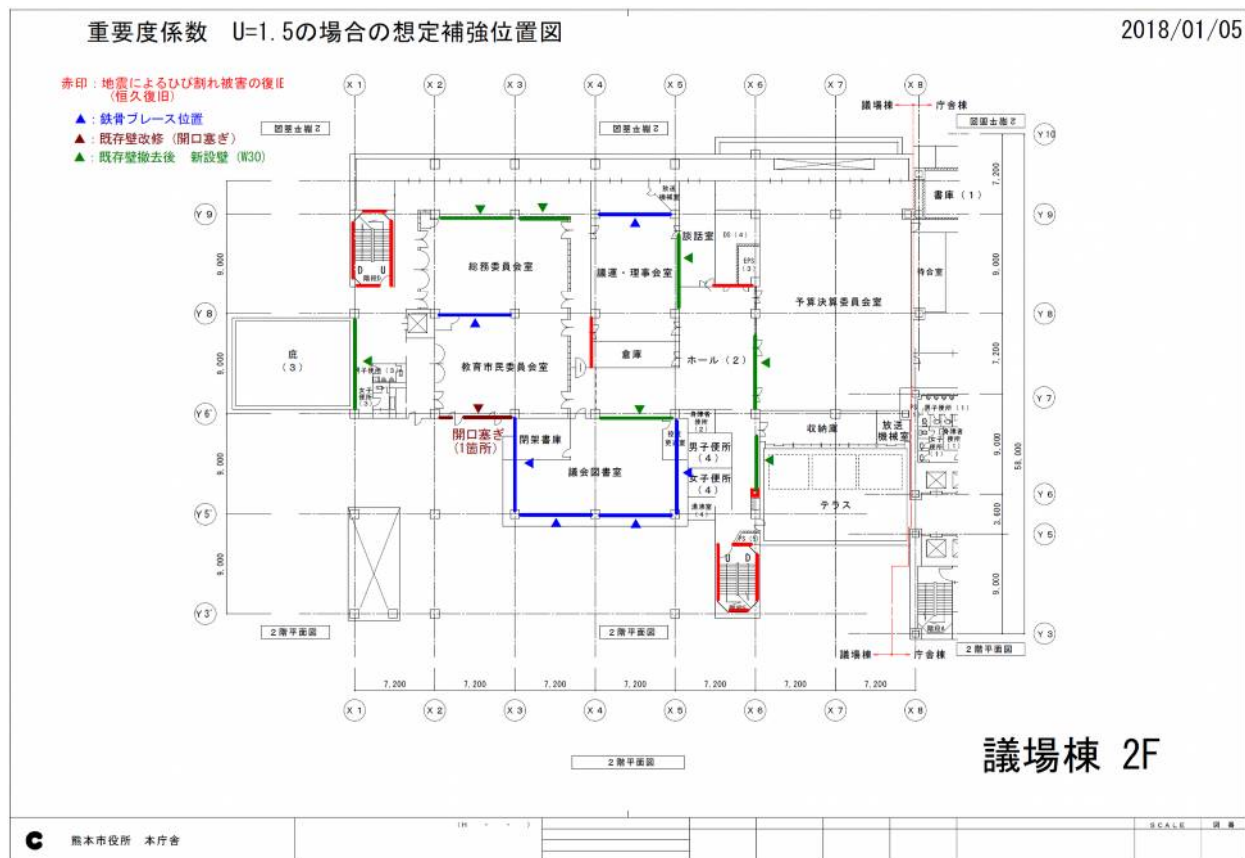


図 3.2.1 (3) 耐震診断結果(補強部材配置図(3))