## 本庁舎の耐震補強について

#### 耐震補強の方法

耐震補強は「大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られる」ことを目標としています。過年度成果(平成 18 年度「本庁舎耐震診断業務報告書」)では、以下の耐震補強工法を挙げています。

## <強度抵抗型補強>

○在来工法による補強(耐震壁、ブレース工法等)

#### <応答制御型補強>

- ○制震工法による補強 (履歴系ダンパー、粘性系ダンパー等)
- ○免震工法による補強(免震レトロフィット)

今回、耐震補強計画を検討するにあたっては、本庁舎の平面・立面・断面的な特徴を踏まえて、以下の方向性を示します。

- ① 耐震診断結果から最大 1.5 倍の建物耐震強度の増加を図る必要があり、強度抵抗型在来工法の検討に際しては、SRC造コア部を除く鉄骨造部分以外に補強可能位置は見当たらないことから、在来型の補強工法は、ブレース補強工法を採用します。
- ② 基礎免震工法は本庁舎建物の場合、地下が存在すること、基礎として杭が必要で工事費が莫大となることが明らかに予想されるため、現実的でないと判断します。従って、応答制御型の耐震補強は、粘性系のオイルダンパーによる制震補強工法を採用します。

在来工法		(1)耐震補強工法		
		耐震壁増設案	枠付鉄骨ブレース案	
イメ	<b>—</b> ジ	壁増し打ち		
		製造な	鉄貨ブレース	
施工性	使用しながら施工	・使用しながらの施工に難あり ・施工場所周辺は養生が必要(粉塵対策等) ・コンクリート打設等の内部現場作業が多い ・はつり、アンカー工事の騒音・振動が大きい ・現場での納まりが容易	・使用しながらの施工に難あり ・施工場所周辺は養生が必要(粉塵対策等) ・事前の実測が重要(部材製作後の調整は難) ・はつり、アンカー工事の騒音・振動が大きい ・搬入サイズに制限あり	
	設備との取合い	・設備の干渉を抑えるため補強構面の選択可能 ・開口閉塞の場合、設備との干渉が少ない	・設備の干渉を抑えるため補強構面の選択可能	
居	住性	・採光・通風に制限	・採光・通風確保が容易 (ブレース形状の選択可能)	
意匠性		・意匠に与える影響は少ない	・意匠に与える影響は少ない	
コスト		・鉄骨ブレース補強に比べ安い	・耐震壁増設補強に比べ高い	
工期		・ほとんどの工事が現場作業であるため、鉄骨 ブレース補強に比べ工期がやや長い	・現場作業が少ないため工期が短い	
備考		・工期短縮、工事簡略化のため、様々な工法がある	・工期短縮、工事簡略化のため、様々な工法ある	

「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成 18 年度) より

工法		(2)制震工法	(3)免震工法	
イメージ		列集材強	既存建物	
施工性	使用しながら施工	・補強箇所が外部まわりの場合、使用しながら施工可能 ・はつり、アンカー工事の騒音・振動が大きい ・施工中は採光を遮断 ・柱・梁に面する設備管などの盛替え必要	・使用しながらの施工が可能。 ・建物外周の免震ピット工事のため、建物利用者の 安全対策が必要 ・免震層の変形に追従できるように、設備配管にフ	
	取合い	・補強構面を選択可能。	レキシブルジョイントの設置が必要	
居住	主性	・採光、通風確保が容易	・従前と変化なし	
意匠性		・意匠に与える影響は大きい ・採光・通風確保からデザインすることは困難	・意匠に変更なし ・外溝のみ改修が必要	
コスト		・耐震補強工法に比べ、ほぼ同等もしくは多少高い	・建物ジャッキアップ、免震ピット新設等、工事規模 が大きく、かなり高コスト	
I	期	・現場作業が少ないため工期は短い	・建物ジャッキアップ、免震ピット新設等、工事規模 が大きく、工期はかなり長い	
備考		<ul><li>・中高層建物の補強に適する</li><li>・大規模地震発生後は点検が必要</li></ul>	・建物周りにクリアランスが必要 ・既存上部構造に与える影響が少ない ・免震装置の維持管理義務あり	

「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より

## (ア) 耐震補強計画案 (在来補強工法)

過年度成果では、X方向(東西)の構造耐震判定指標 GIs 値=0.69~0.99、Y方向(南北) GIs 値=0.69~1.12 で X 方向、Y方向共に GIs 値が耐震診断基準による要求性能を下回って おり、耐震補強部材を使用し、平面的・立面的にバランスよく耐力を増強する耐震補強が 必要と記されています。本年度においてもその考えを妥当として位置付けます。

## 4. 2. 1 検討方法

検討方法は耐震診断の手法を踏襲し、補強後の目標耐震性能は全階において GIs≥1.0 を満足することを確認する。

4. 2. 2 補強計画案 (耐震改修計画案の詳細については「添付資料2」を参照のこと。)

ブレース材は引張、圧縮の力学特性が等しいアンボンドブレースとする。

#### <X方向>

- G 通、J 通の 3~9 階に K 形ブレースを増設する。
- ・ H 通、I 通の 10~11 階に K 形ブレースを増設する。

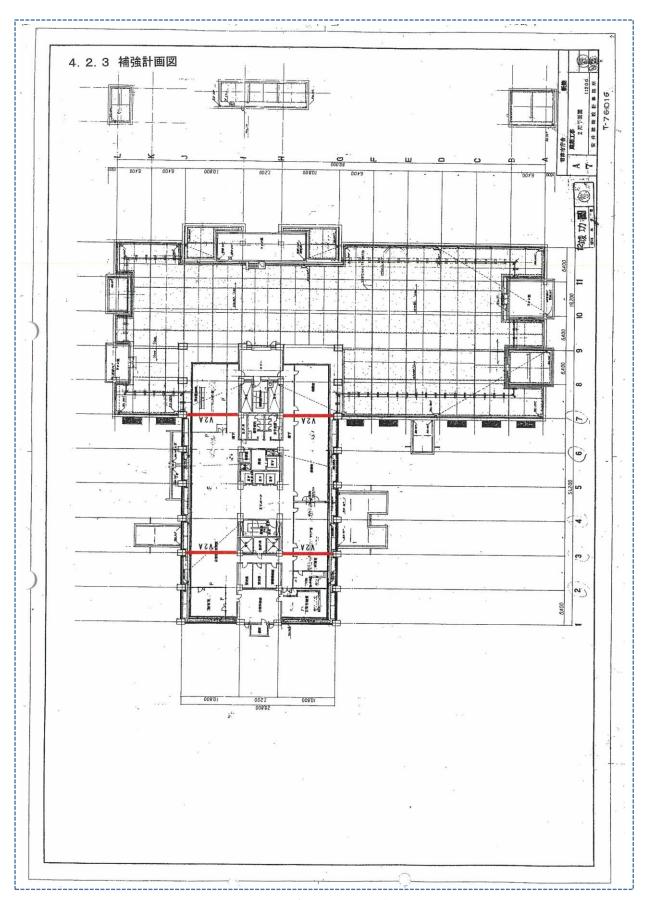
## <Y方向>

- ・3 通の 2~7 階に K 形ブレースを増設する。
- 5 通、7 通の 3~9 階に K 形ブレースを増設する。
- ・6 通の 10~11 階に K 形ブレースを増設する。

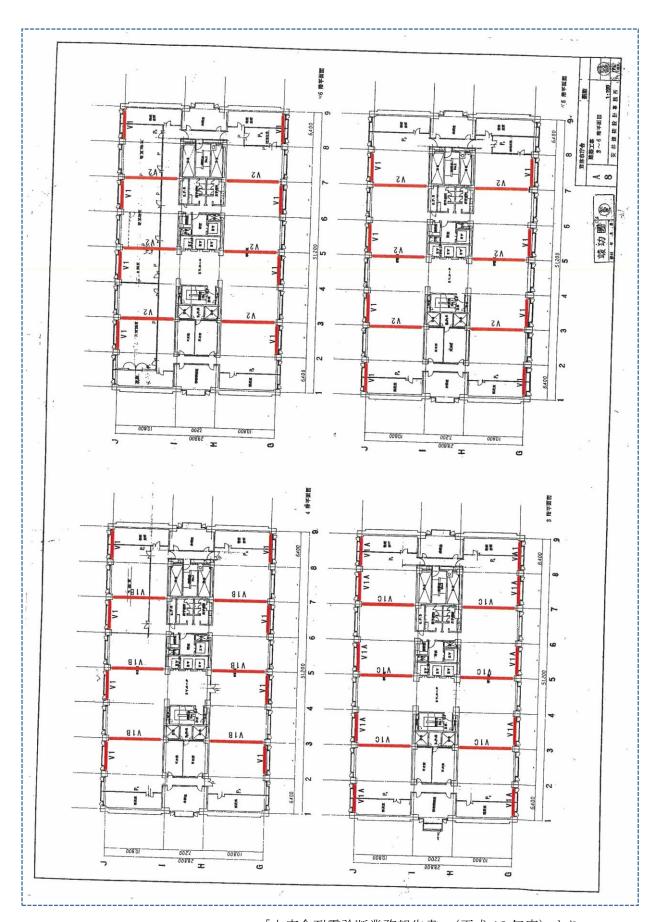
#### 補強箇所数

mts.	X方向		Y方向	
階	ブレース部材	箇所数	ブレース部材	箇所数
11	UB490-350	2	UB490-300	1
10	UB490-350	2	UB490-300	
9	UB490-350	2	UB490-300	4
8	UB490-350	6	UB490-300	4
7	UB490-350	6	UB490-300	6
6	UB490-350	8	UB490-300	6
5	UB490-350	8	UB490-300	6
4	UB490-350	8	UB490-350	6
3	UB490-350	10	UB490-350	6
2		0	UB490-300	4
合計		52		44

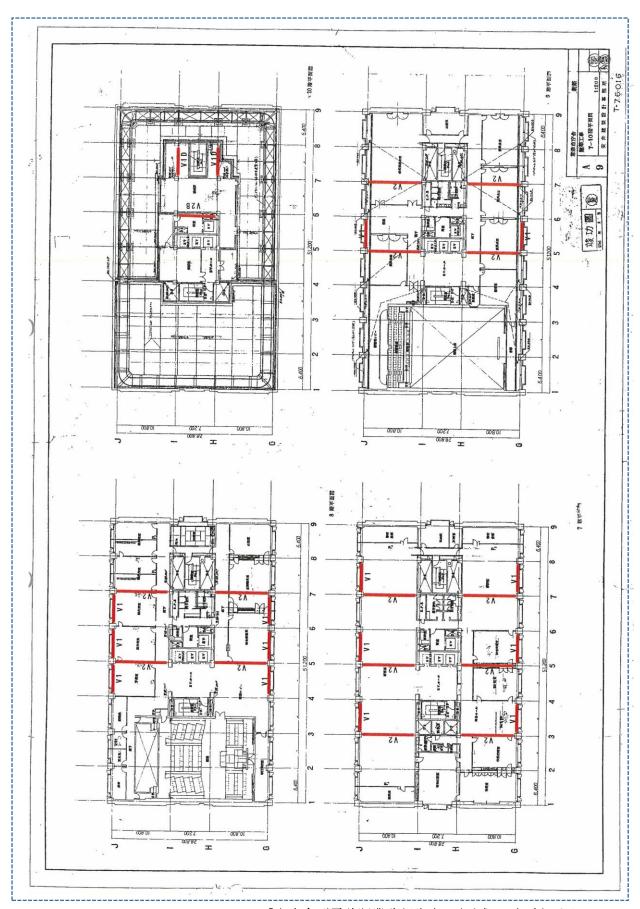
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



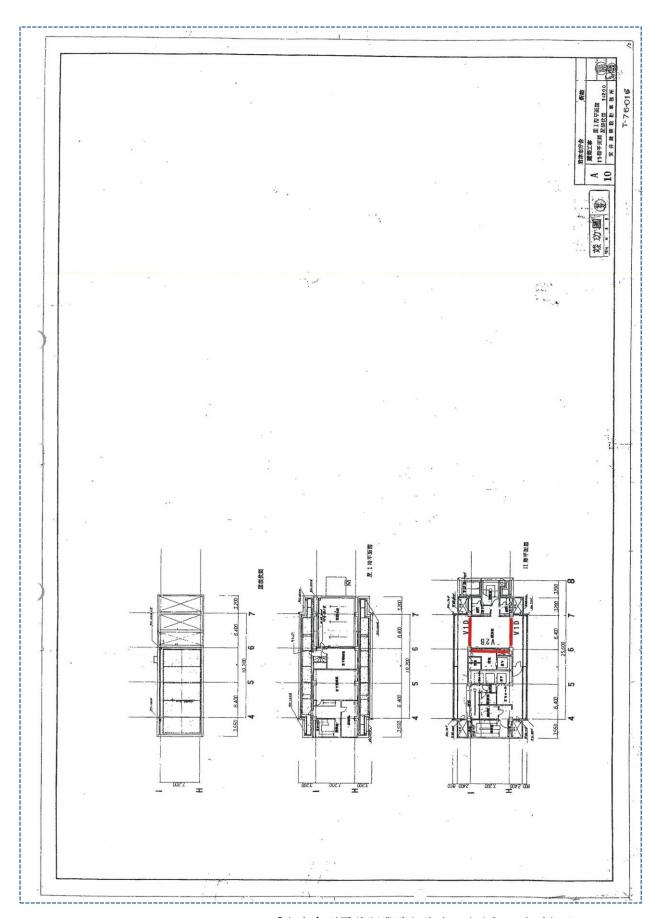
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



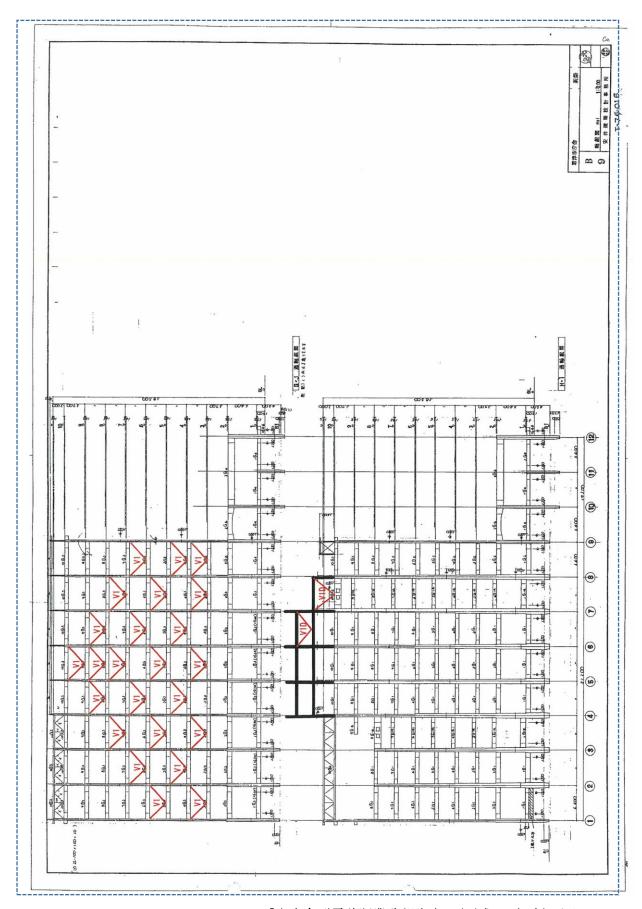
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



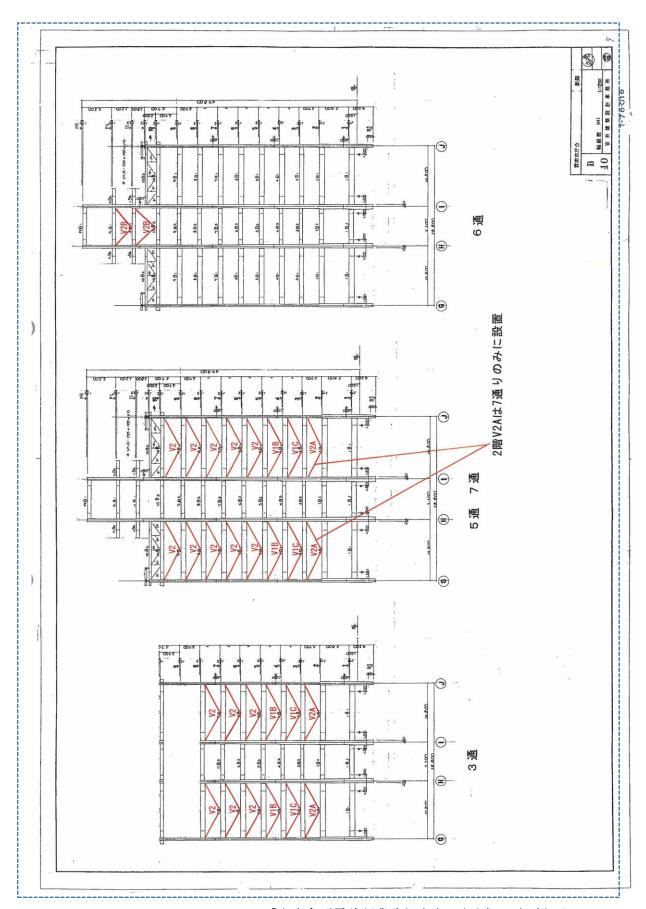
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



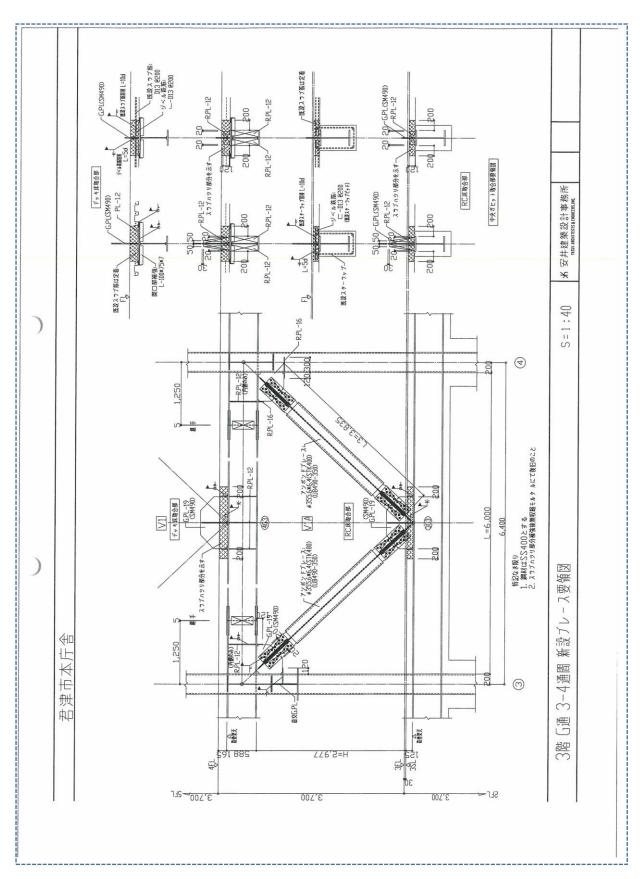
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成 18 年度) より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より

## (イ) 耐震補強計画案 (制震補強工法)

耐震診断の方法は地震に対する建物の強度をもとに算定するため、在来補強工法では、 補強部材が地震力に対抗する補強として適用されます。一方で、制震補強工法は補強部材 が地震力のエネルギーを吸収する工法であり、耐力が算定されるものではなく、耐震診断 の方法が適用できないため、制震補強工法の場合は、動的解析手法により検討することが 妥当とされています。本年度においてもその考えを妥当として同じ位置づけを行います。

#### 4. 3. 1 検討方法

建物の質量、剛性、耐力を振動系にモデル化し、置換振動系にレベル2地震波(大地震時を想定)を入力し、振動方程式を解く時刻歴応答解析法による。

## 4. 3. 2 入力地震動と設計クライテリア

①入力地震動は、50cm/sec に基準化された代表的な観測波3波(エルセントロ NS、タフト EW、 八戸 NS)および観測波位相により作成した告示波2波の地震波の計5波を用いた。

	記録地震動		レベル 2		応答継続
地震動名	最 大 速 度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s²)	最 大 速 度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s²)	時間(秒)
告示波 (八戸位相)	_	_	48.1	142.4	120
告示波 (神戸位相)	_	_	61.9	186.5	120
ELCENTRO 1940NS	33.45	341.70	50.0	510.8	15.0
TAFT 1952EW	17.71	175.95	50.0	496.8	15.0
HACHINOHE 1968NS	34.08	225.00	50.0	330.1	50.0

採用地震波と入力レベル

②設計のクライテリアとしては、最大応答層間変形角 1/150rad 以下とした。

本建物では、SRC 耐震診断基準にある SRC 耐震壁のせん断破壊限界変形角(1/150)および、建物の機能確保にとって重要である非構造部材の変形追随性の観点より、目標層間変形角を 1/150 として検討を行う。

「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より

(1)質点数	·Y方向共通) ・ 12 質点
	· 1 階床位置
(2)地震動 入力位置	・「陌床世直
(3)振動系	・ X方向Y方向共に、架構は連層の耐力壁とラーメンフレームからなる。耐力壁は、
モデル	<ul> <li>・ スカドケースに、未得は建度の耐力量とプーブンプレームからなる。耐力量は、 層間変形角R=1/250程度でせん断降伏し、ラーメンフレームは、S造部材の曲け破壊が支配的となっている。</li> <li>・ 建物のモデルは、増分解析によって得られた各層等価せん断モデルとし、制震装置は付加減衰としてせん断ばねに並列に配置した。 モデル図を下図に示す。</li> </ul>
	構造体制震部材モデル
(4)入力位置	固定
以下の変形	7.
(5)復元力	建物構造体: •Volgt モデル
特性	・履歴特性は修正武田モデルとする。
	制震装置:・ダンパー減衰モデルは Maxwell 型 ・減衰係数の履歴モデルは折れ線型とする。
	F 个 C1:1 次勾配(KN·sec/cm)
	Fy C2:2 次勾配(KN·sec/cm)
	Fy:リリーフ時減衰力(KN)  C <sub>1</sub> V
(6)減衰 マトリックス	・建物構造体の減衰は瞬間剛性比例型の内部粘性減衰系とし、1 次減衰定数h1は 3%とする。 ・振動方程式を解く際に、制震装置のダンパーの減衰係数は直接、減衰マトリックスに

「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成 18 年度) より

# 4.3.3 補強計画案(耐震改修計画案の詳細については「添付資料 4」を参照のこと。) < X 方向>

・G 通り、J 通りの 3~7 階に V 型ブレース付きオイルダンパーを増設する。 <Y 方向>

- 1通り、9通りの 3~9 階に V 型ブレース付きオイルダンパーを増設する。
- ・当該部位に現存する既存ブレースは、撤去する。

## 補強箇所数

階	X 方向		Y方向		
	ダンパー数	構面数	ダンパー数	構面数	
7	100tダンパー×8基	4	100tダンパ-×12 基	6	
6	100tダンパー×8基	4	100tダンパ-×12 基	6	
5	100tダンパー×12 基	8	100tダンパ-×12 基	6	
4	100tダンパ-×12 基	8	100tダンパ-×12 基	6	
3	100tダンパ-×12 基	8	100tダンパ-×12 基	6	
計	100tダンパ-×52 基	30	100tダンパ-×60 基	30	

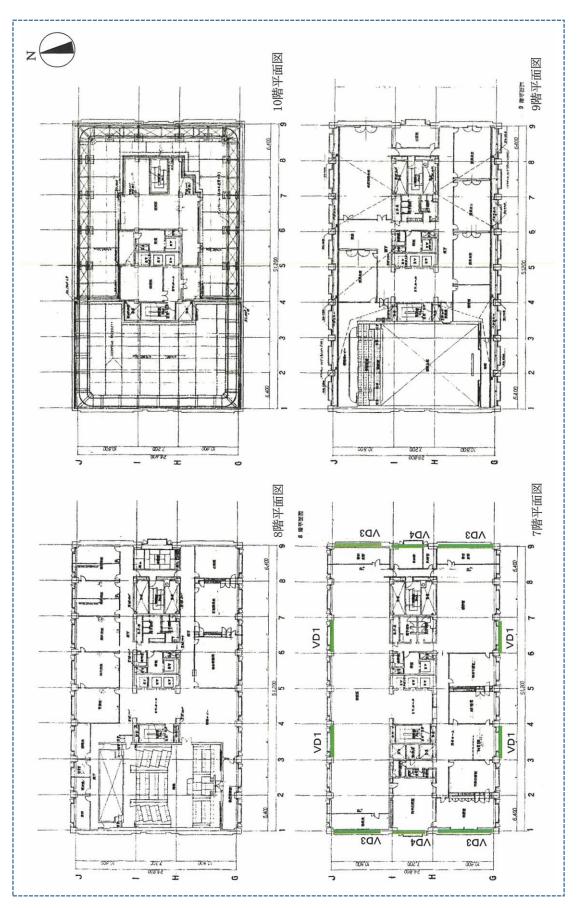
## オイルダンパー仕様(X、Y方向共通)

名称	剛性	減衰係数	減衰2次	最大減衰力	リリーフ時
H 10	(kN/cm)	(kN·s/cm)	勾置北	(KN)	減衰力(kN)
100t ダンパー	4000	250	0.068	1000	800

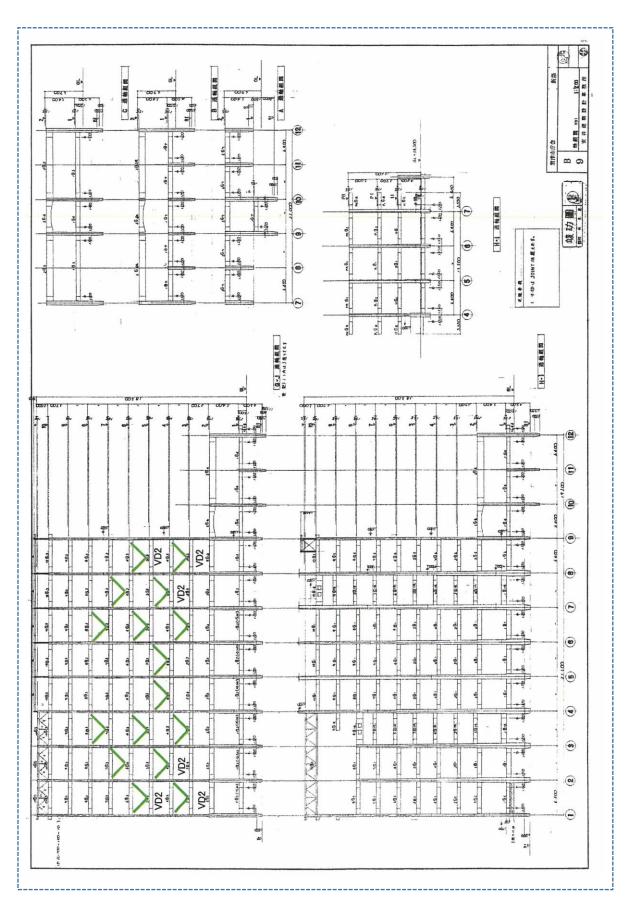
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



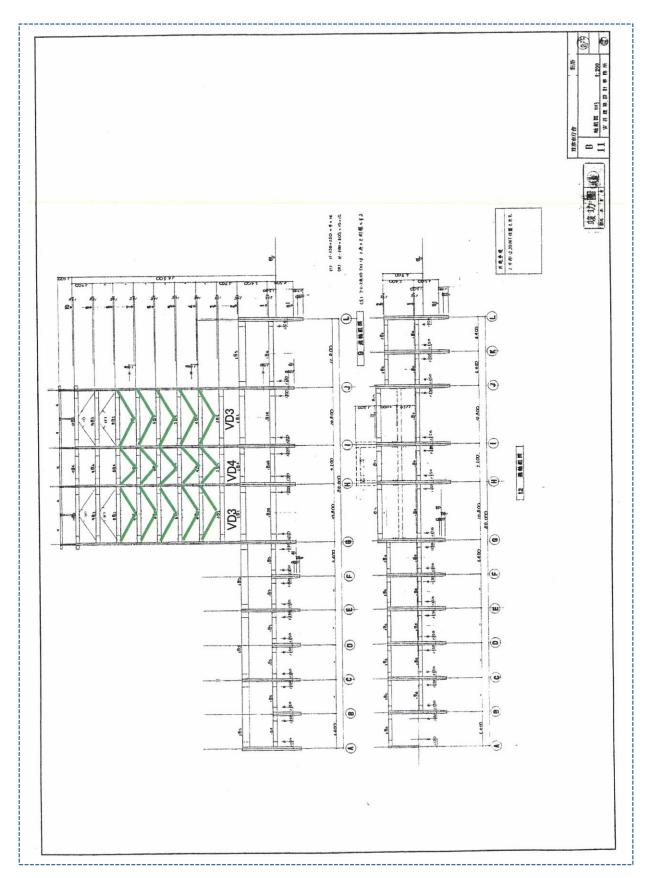
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



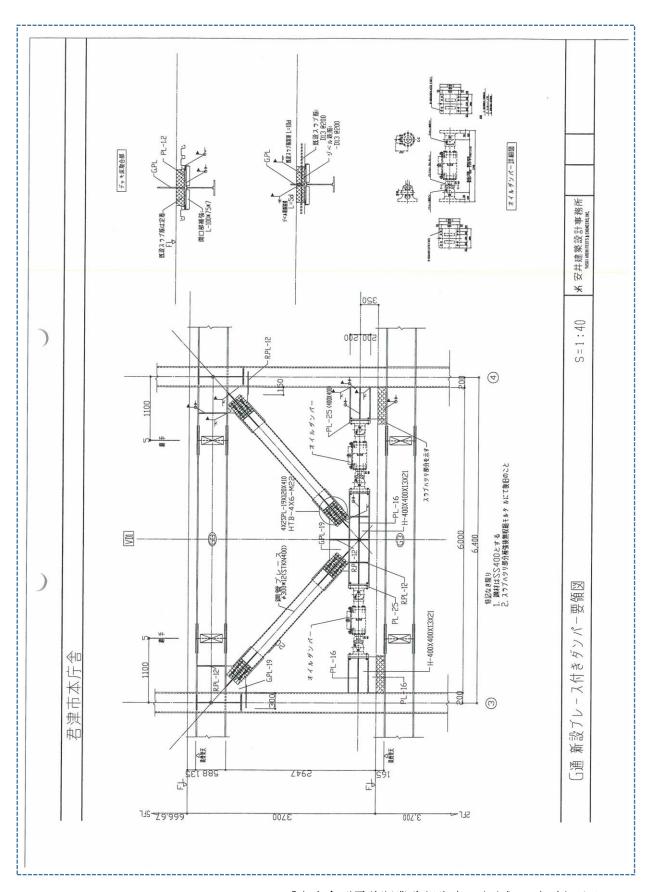
「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より

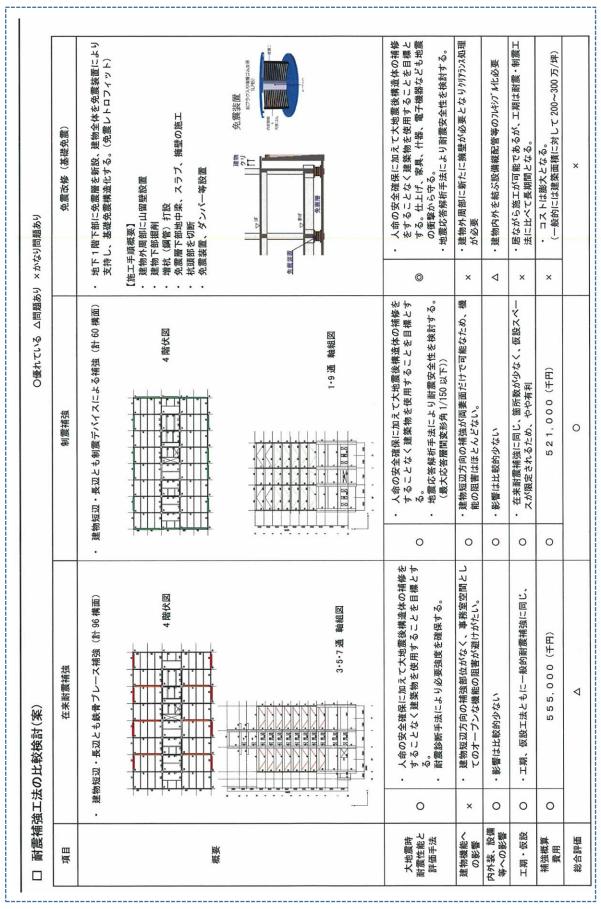
## (ウ) 耐震補強計画案のまとめ

過年度の耐震補強計画案においては、

- ○強度抵抗型工法(在来工法である鉄骨ブレース工法)
- ○応答制御型工法(制震工法としてオイルダンパー付きブレース工法)

の比較検討の結果、在来工法である鉄骨ブレース補強では、現状の事務室空間の機能の 阻害が避けがたく、コスト面においても同等であり、機能阻害が最小限にとどめられる制 震工法が優れていると判断しています。

本年度においても強度抵抗型工法(在来工法である鉄骨ブレース工法)と応答制御型工法 (制震工法としてオイルダンパー付きブレース工法)を比較検討した場合、執務空間の機能障害が最小限にとどめられる応答制御型工法 (制震工法としてオイルダンパー付きブレース工法) が妥当であると考えます。



「本庁舎耐震診断業務報告書」(平成18年度)より