

香川県庁舎東館耐震化工法について

平成26年12月

総務部

1 県庁舎東館の耐震化の必要性

- 平成 26 年 1 月に政府の地震調査委員会が発表した長期評価による地震発生確率では、今後 30 年以内に南海トラフ地震（最大震度 7）が発生する可能性は約 70%とされている。
- こうした中、県では、「県有施設耐震改修基本方針」において、①災害応急対策指揮・実行、情報伝達等施設、②避難収容施設、③救護施設、④要援護者施設を防災拠点施設として位置付け、計画的に耐震改修に取り組んできた。その結果、平成 27 年度中に 459 棟の耐震化等が、平成 28 年度中には統廃合される県立高校に関する耐震化等が完了する見込みであり、現在、県庁舎東館（昭和 33 年竣工）外 1 棟のみ耐震化の方針が決まっていない。
- 県庁舎東館は、防災拠点施設（災害応急対策指揮・実行、情報伝達等施設）として位置付けられた施設であるが、現行の耐震基準を満たしておらず、現時点では耐震化の方針も決まっていないことから、耐震化が喫緊の課題となっている。

2 県庁舎東館の耐震性能等

- 県庁舎東館の耐震性能は、平成 24 年度の耐震診断の結果、 I_s 値（構造耐震性の指標。建物の強さ、粘り、形状、経年状況により算定）※1は、高層棟が 0.18、低層棟が 0.27 であり、過去の被災に基づけば、大地震（震度 6 強～7 に達する程度）の震動及び衝撃に対し倒壊し、又は崩壊する危険性が高い（ I_s 値 0.3 未満）※2とされている範囲にある。
- なお、東日本大震災の地震動により全壊・使用不能の被害を受けた主な官公庁施設等 9 事例の I_s 値は、0.3 未満が 5 施設、0.3 以上 0.6 未満が 2 施設、不明が 2 施設となっている。
- 一方、コンクリートの状況については、圧縮強度試験の結果、コンクリート強度は、設計基準強度 180 kgf/cm²以上あり問題はなく、また、コンクリートの中性化※3にかかる状況調査の結果、適切な維持管理により今後 50 年以上利用可能とされている。

※1：Is 値

構造耐震性の指標。建物の強さ、粘り、形状、経年状況により算定。建物の各階について算定し、そのうち最も低い値がその建物の Is 値となる。

※2：Is 値の評価

$0.6 \leq I_s$: 地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が低い。

$0.3 \leq I_s < 0.6$: 地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある。

$I_s < 0.3$: 地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が高い。

※3：コンクリートの中性化

アルカリ性のコンクリートが空気中のCO₂の作用を受けて中性化する現象で、進行によって鉄筋の錆の発生、曝裂等につながるもの。なお、中性化によりコンクリート強度の低下は生じない。

3 検討する耐震化工法

○ 耐震改修工法として、耐震補強は、鉄筋コンクリートの耐震壁を増設したり、柱を補強すること等により建築物の強度を高め、地震の揺れに耐える工法であり、また、基礎免震は、建築物の基礎と上部構造を切り離し、その間に免震装置を取り付けて、地震の揺れが上部構造に直接伝わらないようにする工法であり、それぞれを組み合わせた工法も含め、検討することとしている。また、改築案については、現本館と同様の鉄骨造及び基礎免震によるものを検討することとしている。

○ なお、免震改修は、上部構造を大きく改修せずに耐震化できるため、平成8年頃から施工されはじめ、改修工事中も継続して使用する必要のある行政庁舎等の耐震改修に採用されるなど、技術的にも耐震改修工法の一つとして確立されているものである。

また、全国では12道府県で17棟の庁舎を免震改修により耐震化しており、その理由として、居ながらの改修ができることや、建替えより経済的であること、施工中の騒音・振動等が抑えられること等があげられている。(参考資料1)

4 県庁舎東館の文化的価値

○ 県庁舎東館は、伝統的な日本の木造建築をコンクリートで表現したことや、県民に開かれた空間を積極的に採用していること、芸術家との協働、センター・コア・システム、地域色豊かな空間等が高い評価を受けるなど、高い文化的価値を有している。

- また、戦後まだ権威的な庁舎が主流だった昭和 30 年代前半に、県民が気軽に立ち寄りくつろぐことができる、民主的で「開かれた庁舎」を確立し、その後の我が国の庁舎建築のモデルとなったとも言われている。(参考資料 2)

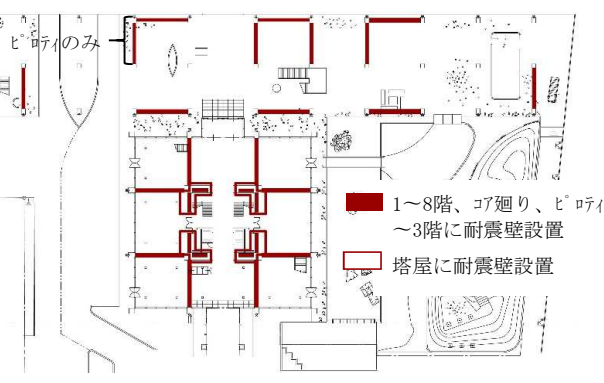
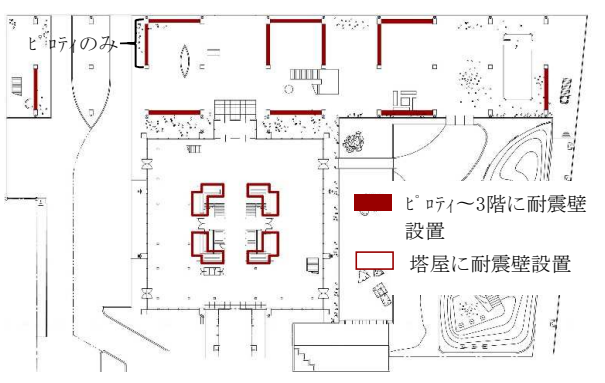
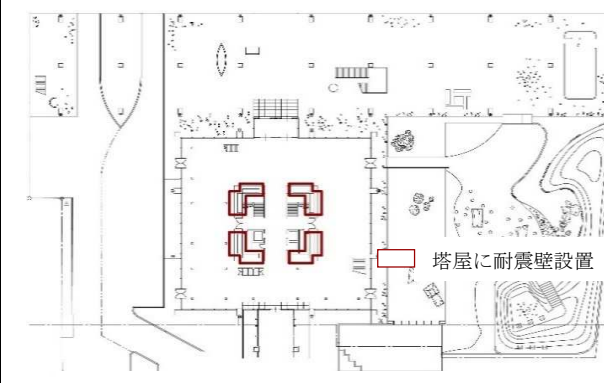
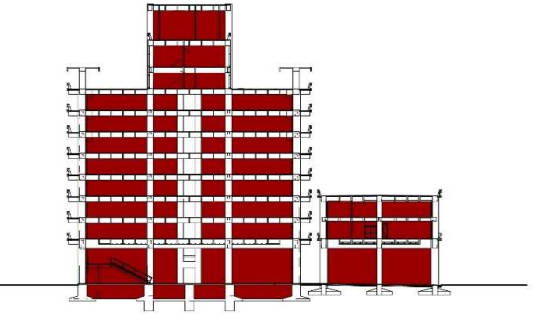
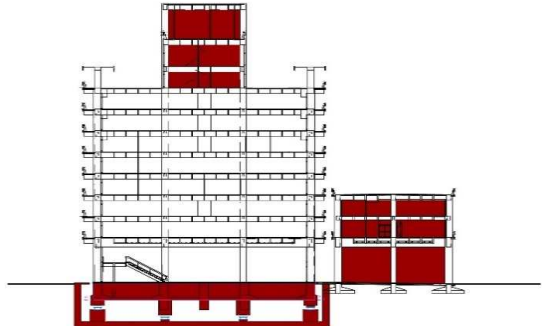
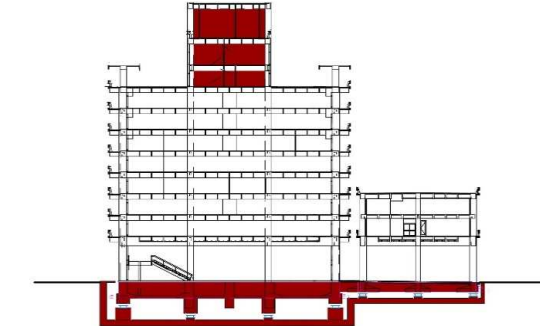
5 耐震化工法の選定について

- 耐震化工法の選定に当たっては、高層棟、低層棟とも耐震補強による①案、高層棟は基礎免震、低層棟は耐震補強により、高層棟塔屋を耐震補強する②案、高層棟、低層棟とも基礎免震により、高層棟塔屋を耐震補強する③案及び改築案を評価対象※4とし、評価項目を重要度に応じて区分した上で総合評価を行った。
- まず、防災拠点施設としての耐震性能の確保が喫緊の課題であること、庁舎としての執務機能の確保が最重要であること及び本県の財政状況を考慮し、「耐震性能」、「完成後の機能性の確保」及び「工事費等」を最も重視すべき重要度 A に区分し、「工事費等」の評価項目では、今後 100 年間の建設費及び維持管理費を含めたライフサイクルコストの試算の比較も併せて行った。(参考資料 3)
- 次に、行政機能の継続性の観点及び東館の文化的価値を考慮し、「入居者に対する施工中の制限」、「工期」及び「文化的価値の保存」を 2 番目に重視する重要度 B に区分した。
- その他、施工に関する項目である「施工性」、「施工の技術的難易度」及び「施工中の環境負荷」を 3 番目に重視する重要度 C に区分した。
- 以上の評価項目について、総合評価を行った結果、別表のとおり、すべての重要度の区分においてそれぞれ最も評価が高い③案が、耐震化工法として最も適当であるとの結論に至ったものである。

※4：本年 9 月に公表した耐震化工法案のうち、高層棟、低層棟とも基礎免震とし、さらに高層棟の 6 階以上のコア廻りを耐震補強する④案については、構造計算を精査、検討したところ、6 階から 8 階のコア廻りの耐震補強は不要となったことから、また、東館の設計図を活かした改築案については、杉型枠の再現など手仕事の再現が困難であり、歴史的価値の継続もできないことから、それぞれ評価対象から除外した。

香川県庁舎東館耐震化工法案総合評価比較表

評価：高い順に◎、○、△ 重要度：高い順にA、B、C

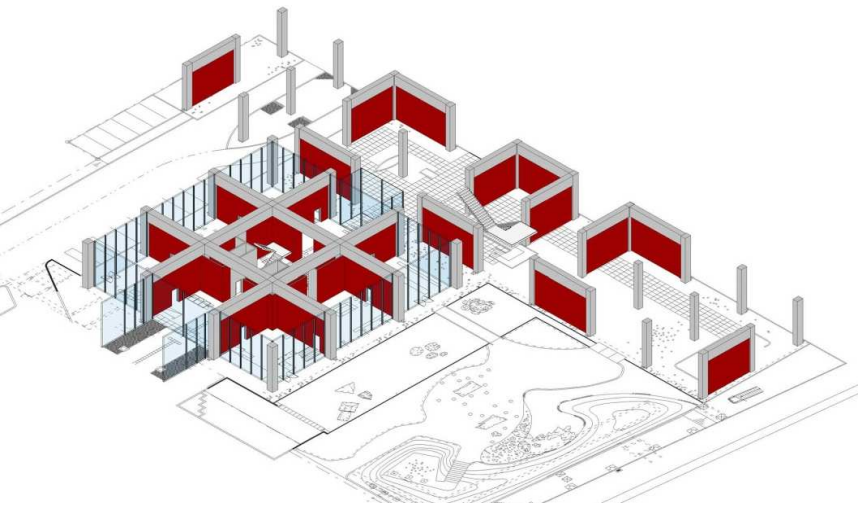

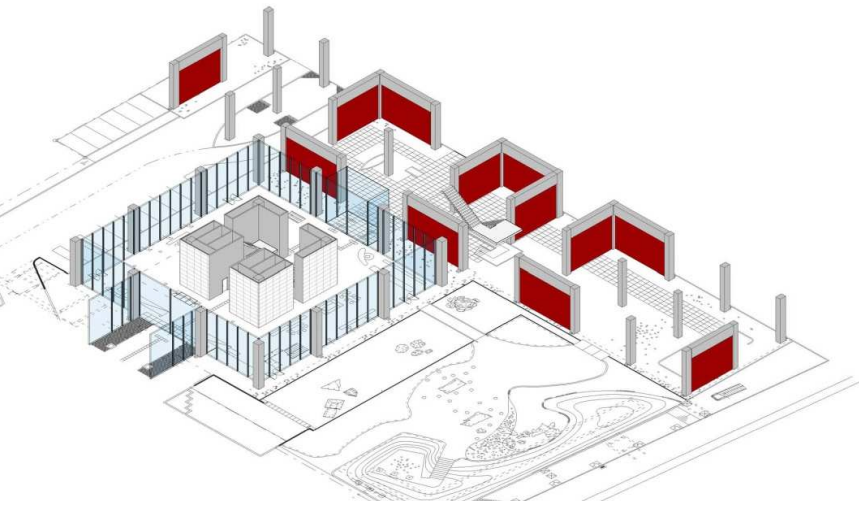

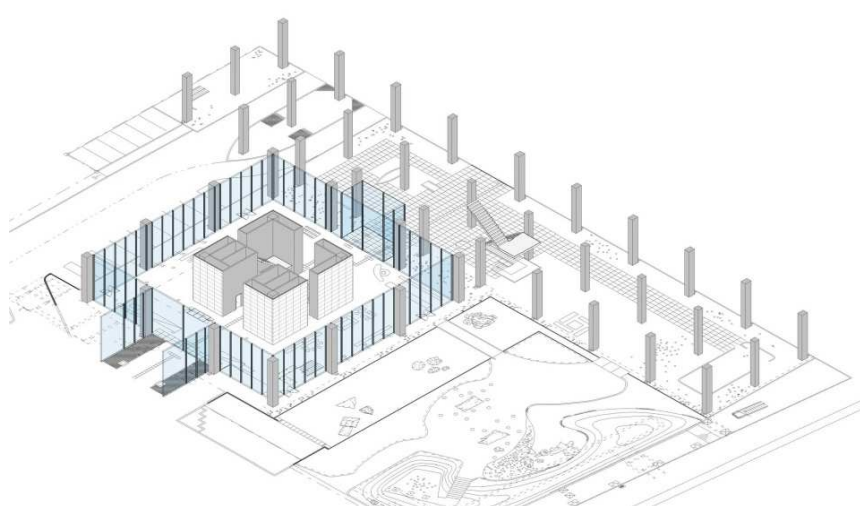

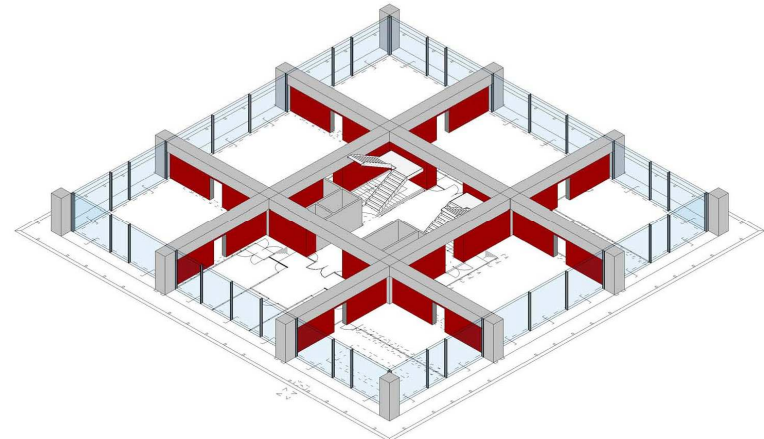

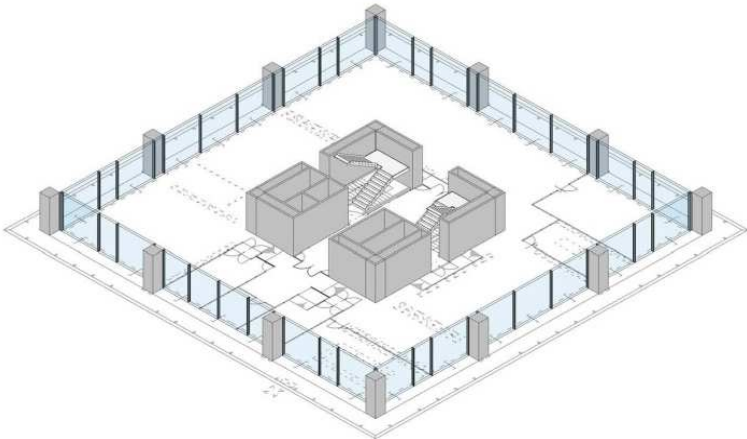

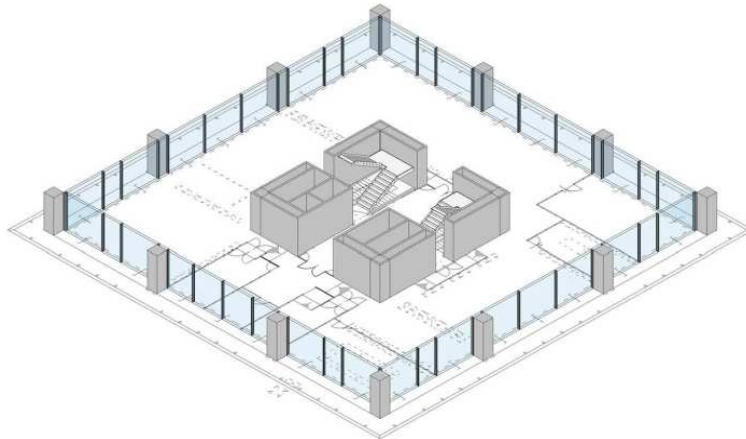

工法		耐震改修工法案			改築案
項目		①案 高層棟：耐震補強 低層棟：耐震補強	②案 高層棟：基礎免震＋耐震補強 低層棟：耐震補強	③案 高層棟：基礎免震＋耐震補強 低層棟：基礎免震	
概要図					東館と同規模の庁舎に改築 〔現本館と同程度の仕様 鉄骨造・基礎免震〕
※別紙パース図					
改修案の概要		高層棟：1～8階内部の柱間、コア廻り及び塔屋（屋上の3層部）に耐震壁を設置 低層棟：ピロティ・2、3階に耐震壁を設置※2	高層棟：基礎下に免震層を新設 塔屋に耐震壁を設置 低層棟：ピロティ、2、3階に耐震壁を設置※2	高層棟：基礎下に免震層を新設 塔屋に耐震壁を設置 低層棟：基礎下に免震層を新設	東館を解体し、改築
重要度	評価項目	評価	評価	評価	評価
A	耐震性能※1	◎ 防災拠点施設としての機能が確保される。構造体 I類	◎ 防災拠点施設としての機能が確保される。構造体 I類	◎ 防災拠点施設としての機能が確保される。構造体 I類	◎ 防災拠点施設としての機能が確保される。構造体 I類
	完成後の機能性の確保	△ 耐震壁が内部柱間に設置されるため、ロビーや執務室が分割され、ロビー・執務機能が大きく低下する。また、ピロティとしての機能も大きく低下する。	△ 高層棟の執務スペース等、執務機能は現状と変わらず確保できるが、低層棟は耐震壁により執務スペースが狭くなり、執務機能が低下する。また、ピロティとしての機能も大きく低下する。	◎ 執務スペース等、執務機能は現状と変わらず確保できる。	◎ 建替えることから、執務スペース等は現状と変わらず確保(向上)できる。
	工事費等	◎ 約3.7億円(工事34億・仮庁舎3億) LCC 約1.80億円(▲15～▲60億円)※3	◎ 約3.6億円(工事35億・仮庁舎1億) LCC 約1.80億円(▲15～▲60億円)	○ 約4.2億円(工事42億) LCC 約1.86億円(▲9～▲54億円)	△ 約7.5億円(解体工事6億・改築工事62億・仮庁舎7億) LCC 約1.95～2.40億円
B	入居者に対する施工中の制限	△ 高層棟、低層棟ともに工事中使用できず、仮庁舎が必要。	○ 高層棟は居ながらの施工が可能であるが、低層棟及び低層棟に面する高層棟の一部は工事中使用できず、仮庁舎が必要。	◎ 高層棟、低層棟ともに居ながらの施工が可能。	△ 解体から竣工までの期間、仮庁舎が必要。
	工期	◎ 約1年半	○ 約2年	○ 約2年	△ 約3年半
C	文化的価値の保存	△ 高層棟の外観は変わらないが、耐震壁により特徴の一つである広く見渡せるロビーがなくなるため内観が大きく変わり、低層棟は耐震壁により内観・外観とも大きく変わる。	△ 高層棟の外観は変わらない。低層棟は、耐震補強により内観・外観とも大きく変わる。	◎ 高層棟、低層棟ともに、外観・内観とも変わらない。	△ 建替えることから、外観・内観は大きく変わる。
	施工性	△ 基礎免震に比べ、騒音、振動、粉塵による周辺への影響をより考慮する必要がある。	○ 耐震補強のみに比べ、騒音、振動、粉塵による影響を考慮する必要が小さい。	◎ 騒音、振動、粉塵による影響が最も少ない。	△ 解体するため、騒音、振動、粉塵による周辺への影響が最も大きい。
	施工の技術的難易度	◎ 耐震補強による改修事例は多く、施工も一般的。	○ 基礎免震の改修事例は耐震補強に比べ少ないが、耐震工法としては確立されている。	○ 基礎免震の改修事例は耐震補強に比べ少ないが、耐震工法としては確立されている。	◎ 現本館と同程度の新築事例は多い。
C	施工中の環境負荷	△ 基礎免震に比べ、産業廃棄物が多く発生する。	○ 耐震補強のみに比べ、産業廃棄物の発生が少ない。	○ 耐震補強のみに比べ、産業廃棄物の発生が少ない。	△ 解体するため、産業廃棄物の発生が最も多くなる。
	総合評価	○	○	◎	△

※1：県有施設耐震改修基本方針において、施設区分毎に必要とされる「官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説（建設大臣官房官庁営繕部監修）」による構造上の耐震性能。
 「防災拠点施設（災害応急対策施設）、救護施設」：I類 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ている。
 「避難収容施設、学校施設、多数利用施設」：II類 大地震動後、構造体の大きな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機能確保が図られている。
 「その他施設」：III類 大地震動により構造体の部分的な損傷は生ずるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られている。

※2：建築基準法上の制約（公開空地等）について特定行政庁と精査が必要。

※3：ライフサイクルコスト（LCC）について、耐震改修案は改修後50年後に改築し100年間使用する前提で、改築案は改築後100年間使用する前提及び改築後50年毎に改築する前提で今後100年間に要する費用を試算し比較。

香川県庁舎東館耐震化工法案パース

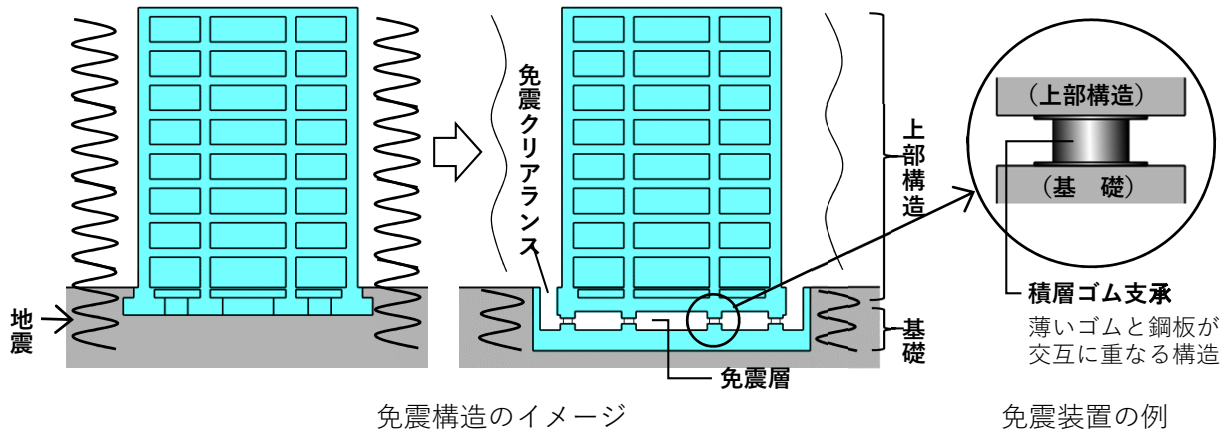
工法 階	①案 高層棟：耐震補強 低層棟：耐震補強	②案 高層棟：基礎免震＋耐震補強 低層棟：耐震補強	③案 高層棟：基礎免震＋耐震補強 低層棟：基礎免震
高層棟ロビー・ 低層棟ピロティ (1階)	  <p data-bbox="593 1102 949 1134">ロビー・ピロティに耐震壁を設置</p>	  <p data-bbox="1484 1102 1721 1134">ピロティに耐震壁を設置</p>	  <p data-bbox="2374 1102 2552 1134">現状と変わらず</p>
高層棟基準階 (2～8階)	  <p data-bbox="563 1942 979 1974">執務室内及びコア廻りに耐震壁を設置</p>	  <p data-bbox="1528 1942 1721 1974">現状と変わらず</p>	  <p data-bbox="2374 1942 2567 1974">現状と変わらず</p>

免震工法について

1 免震構造とは

免震構造とは、建築物の基礎と上部構造を切り離し、その間に免震装置を取り付けて、地震の横方向の揺れが、上部構造に直接伝わらないようにする構造です。

免震装置には、上部構造を支えて地震の揺れができるだけ伝わらないようにする支承材（アイソレーター）やエネルギーを吸収して揺れを抑える減衰材（ダンパー）等があり、組み合わせて使います。



免震構造のイメージ

免震装置の例

2 免震工法の特徴

一般的なメリットとしては、

- ・ 免震建築物は、極めてまれに起こる大地震動に対しても建物の機能が維持できます。
- ・ 建物を使用しながら改修（居ながら改修）することができます。
- ・ 室内に耐震壁等を設けないため、利用スペースを確保することができます。
- ・ 建物の内観・外観等を変えずに改修することができます。

一般的なデメリットとしては、

- ・ 免震建築物は、地震時に上部構造が横方向に移動するため、敷地の余裕（免震クリアランス）が必要とされます。
- ・ 完成後も性能を維持するために免震層・免震材料の維持管理点検が必要とされます。
- ・ 他の耐震工法に比べ、一般的に工事費がかかるとされます。

3 免震改修の事例

免震改修は、平成8年頃から上部構造を大きく改修せずに耐震化できるために施工されはじめ、改修工事中も継続して使用する必要のある行政庁舎等の耐震改修にも採用されるなど、技術的にも耐震改修工法の一つとして確立されています。

具体的には、文化的に価値のある建物を保存・改修する場合だけでなく、都道府県庁舎の事例では、次のようになっています。

(表) 道府県庁舎の免震改修事例の棟数（竣工年毎）

竣工年	計 17 棟	道府県名 (12 道府県)
S30 以前	2 棟	大阪府(T15)、愛知県(13)
S31~40	6 棟	高知県(37)、鳥取県(37)、大分県(37)、山梨県(38)、三重県(39)、愛知県(39)
S41~50	8 棟	長野県(42・43)、北海道(43)、岡山県(46)、静岡県(47・49)、三重県(48・49)
S51 以降	1 棟	愛媛県(55)

採用理由

- 施設利用上の理由（居ながら改修できる、改修後も執務面積が確保できる） 13 件
- 経済的な理由（建替えや他の耐震工法よりも経済的である） 9 件
- 技術的な理由（耐震補強に比べ騒音・振動・粉塵等が抑えられる、耐震性能が確保できる） 8 件
- 文化的な理由（登録文化財として景観を維持するため） 1 件

(平成 26 年 5 月 香川県調べ)

道府県行政庁舎の主な免震改修事例（建築年順）

建物名	写真	構造・規模	工期 (年度)	建築年
大阪府本館 (東館)		鉄筋コンクリート造一部鉄骨鉄筋コンクリート造 6階・地下1階 延べ面積 25,000 m ² 建築面積 4,000 m ²	2年8ヶ月 (H25~28)	大正15年
愛知県本庁舎		鉄骨鉄筋コンクリート造 6階・地下1階 延べ面積 28,314 m ² 建築面積 4,666 m ²	3年8ヶ月 (H18~21)	昭和13年
高知県本庁舎		鉄筋コンクリート造 6階・地下1階 延べ面積 17,988 m ² 建築面積 2,629 m ²	1年4ヶ月 (H21~22)	昭和37年
鳥取県本庁舎		鉄筋コンクリート造 7階・地下1階 延べ面積 16,811 m ² 建築面積 2,223 m ²	2年3ヶ月 (H21~23)	昭和37年
山梨県本館		鉄筋コンクリート造 8階・地下1階 延べ面積 10,188 m ² 建築面積 1,174 m ²	1年4ヶ月 (H13~14)	昭和38年
三重県本庁舎		鉄骨鉄筋コンクリート造 8階・地下1階 延べ面積 23,128 m ² 建築面積 2,768 m ²	1年6ヶ月 (H13~14)	昭和39年
長野県本館棟		鉄骨鉄筋コンクリート造一部鉄筋コンクリート造 10階・地下1階 延べ面積 35,964 m ² 建築面積 3,426 m ²	3年 (H22~25)	昭和42年
北海道本庁舎		鉄骨鉄筋コンクリート造 12階・地下2階 延べ面積 57,793 m ² 建築面積 3,586 m ²	3年2ヶ月 (H24~27)	昭和43年
愛媛県庁 第一別館		鉄骨鉄筋コンクリート造 11階・地下3階 延べ面積 20,462 m ² 建築面積 1,652 m ²	2年4ヶ月 (H24~26)	昭和55年

香川県庁舎東館の文化的価値について

1 概要

香川県庁舎東館(昭和33年竣工)は、伝統的な日本の木造建築をコンクリートで表現したことや、県民に開かれた空間を積極的に採用していること、芸術家との協働、センター・コア・システム等が高く評価されるなど、高い文化的価値を有しています。

また、戦後まだ権威的な庁舎が主流だった昭和30年代前半に、県民が気軽に立ち寄り、くつろぐことができる民主的で「開かれた庁舎」を確立しました。その後の我が国の庁舎建築のモデルとなったとも言われています。

2 文化的価値の主な要素

(1) 県民に開かれたオープン・スペース

開放的なピロティやロビー、築山の舞台をもつ南庭が緩やかにつながる、豊かな空間の構成。



(2) 伝統からの創造

木造建築をイメージさせる柱と梁の組み合わせ、また勾欄(手摺)付のベランダなど、伝統的な日本の木造建築をコンクリートという近代的な素材で表現。その前には、人々の豊かな暮らしへの願いが込められた、日本庭園としての南庭が展開。



(3) 芸術の総合

全面ガラス張りの開放的なロビーと調和した、本県出身の洋画家 猪熊弦一郎 の壁画「和敬清寂」。日本の伝統的な意匠と近代的な素材・技術を組み合わせ、インテリアデザイナー 剣持勇 の手による家具デザイン。



(4) 国内初のセンター・コア・システム

高層棟の中央に、コンクリートの耐震壁を置くことで、構造的に建築の「背骨」とする、国内初の試み。コア内部に階段・エレベーター・トイレなどの共用施設を収めることで、間仕切り自由な執務空間が実現。



(5) 地域色豊かな空間

庵治石や小豆島、坂出などの石材を使用した床石・庭石・灯籠。後藤塗の県庁ホールの扉。また、地元職人の手仕事(型枠組)による端正なコンクリート面の実現。



3 主な受賞歴

第1回BCS賞(建築業協会賞)、公共建築百選(※1)、DOCOMOMOJapan(※2)20選

※1 建設省設立50周年を記念して選定した100件のすぐれた公共建築物

※2 ドコモモ・ジャパン:近代建築の記録と保存を目的とする国際組織の日本支部

県庁舎東館の耐震化のライフサイクルコストの試算について

香川県庁舎東館耐震化工法案総合評価比較表の耐震改修工法案（①～③案）と改築案について、（一財）建築保全センターが開発したシステム※等により、平成 27 年度から改修又は改築後の建物の供用が開始されるものとして、同年度からの 100 年間の負担額を比較する。

※ 参考文献「改定 建築物のライフサイクルコスト」編集・発行：（一財）建築保全センター、監修：国土交通省官庁営繕部

1 試算結果

（単位：億円）

	耐震改修工法案 （①～③案） （改修後50年後に 改築し100年間使用） （A）	改築案		差額	
		パターン1 （改築後50年毎 に改築） （B）	パターン2 （改築後100年 間使用） （C）	パターン1 （A-B）	パターン2 （A-C）
当初の耐震改修又は改築工事費	36 ～ 42	75	75	▲33 ～ ▲39	▲33 ～ ▲39
維持管理費 （修繕費、保守管理経費、光熱水費 等）※免震装置分を含む	105 ～ 106	90	112	15 ～ 16	▲6 ～ ▲7
小計	142 ～ 148	165	187	▲17 ～ ▲23	▲39 ～ ▲45
期中の改築費・大規模改修 （解体費、仮庁舎費含む）	38	75	8	▲37	30
合計	180 ～ 186	240	195	▲54 ～ ▲60	▲9 ～ ▲15

※（A）の「期中の改築費・大規模修繕費」の38億円については、改築費75億円に係る期中の50年分（100年使用）を計上

- 耐震改修工法案（①～③案）については、当初の改修と維持管理費の合計では、改築案（パターン1）と比較して▲17～▲23 億円、期中の改築費・大規模修繕費との合計との比較では、▲54～▲60 億円となる。
- 改築案（パターン2）と比較した場合、当初の改修と維持管理費の合計では、▲39～▲45 億円、期中の改築費・大規模修繕費との合計との比較では、▲9～▲15 億円となる。

2 その他の試算条件

- 設備については、耐用年数に応じて更新することを前提に試算する。
- 改築後の建物については、東館と同規模のものとし、現本館と同程度の仕様（鉄骨造・基礎免震）とする。
- 光熱水費については、改築前は東館の平成 25 年度実績額で試算し、改築後は設備更新実績を踏まえ平成 25 年度実績額から 10%の削減が図られるものとして試算する。
- 設備保守点検業務等の保守管理経費については、東館の平成 25 年度実績額で試算する。