

防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン

防災拠点等となる建築物の機能継続に係る事例集

【既存建築物編】

令和元年6月

目 次

第1編 防災拠点建築物の事例.....	3
第2編 設備・システムに関する要素技術と要素技術を採用した事例.....	19

第1編 防災拠点建築物の事例



1. プロジェクト事例の一覧

用途種別	事例	ページ
庁舎	青森県庁舎（南棟、東棟、議会棟） —— 減築により耐震性能を確保し、隣接する各棟で防災拠点機能を分担	6
	神奈川県庁舎 —— 各庁舎の構造特性に応じた改修等を実施した防災拠点建築物の整備	8
	武蔵野市防災・安全センター —— 既存建築物の増築と合わせた免震化による防災拠点建築物の整備	10
	静岡県庁舎 —— 東海地震に備え、行政機能を維持するための防災拠点建築物の整備	12
	香川県庁舎東館 —— 免震改修で防災拠点としての性能を高めつつ、庁舎の持つ歴史的価値を受け継ぐ	14
病院	地方独立行政法人 桑名市総合医療センター —— 既存棟を活かし、新棟と一体的に地域の中核となる病院を構成	16

※各事例シートは、ヒアリング等で把握した当該事例の設計意図をとりまとめている。なお、掲載されている図は、個別に注記があるものを除いて、当該防災拠点施設の所有者や設計者等から提供を受けたものである。

2. 具体の事例 — 庁舎

青森県庁舎（南棟、東棟、議会棟）

— 減築により耐震性能を確保し、隣接する各棟で防災拠点機能を分担

青森県庁舎は5棟で構成され、うち3棟について耐震性不足が判明し、耐震・長寿命化工事を実施。減築により耐震補強量や改修工事費を削減したことや、災害対策本部室のある棟にインフラ関係部局を集約し、各棟の耐震性能に応じて防災拠点機能を分担させたことが特徴。

■施設計画の経緯と概要

青森県庁舎は、南棟・東棟・議会棟・西棟・北棟（北棟は別敷地。）で構成される。このうち、南棟・東棟・議会棟は、平成23年に耐震性不足が判明し、県有資産の保有総量縮小や長寿命化といった基本的方針を踏まえつつ、災害応急対策として必要な耐震性の確保と、老朽化対策として改修後40年程度の使用を目標とした改修工事を実施。

改修にあたっては、コンクリートの中性化と鉄筋の腐食が進行していないことや、南棟6階のコンクリート強度が低いこと等を踏まえ、南棟・東棟の減築も含めた改修方法が検討され、耐震補強量や改修工事費、維持管理費を削減でき、減築部分の床面積が執務室の削減可能面積の範囲内であることから、減築と耐震補強を組み合わせた改修方法を採用するに至る。



【改修前】

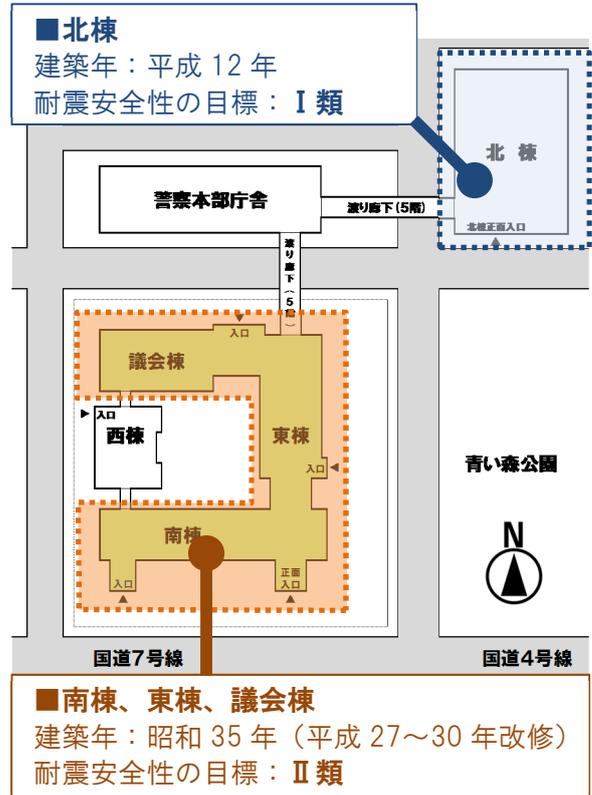
階数：地上8階
地下1階
延床面積：約28,000㎡
構造：SRC造



【改修後】

階数：地上6階
地下1階
延床面積：約25,000㎡
構造：SRC造

写真・図一 改修前後の比較



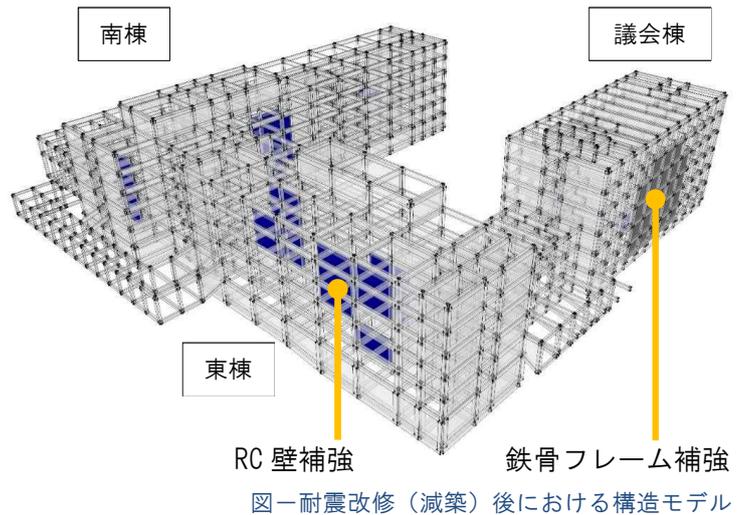
■防災拠点建築物の計画概要

□建築計画

- 災害対策本部室のある北棟（耐震安全性の目標：I類（重要度係数=1.5））にインフラ関係部局を集約。他の棟（耐震安全性の目標：II類（重要度係数=1.25））との間で防災拠点機能を分担させて整備。
- 工事期間中も本庁各部局の機能を維持するため、正面玄関ホールのエレベーターは、工事期間中も利用できるように移設。移設前のエレベーターシャフトについては、設備配管スペースとして活用。

□構造体の耐震性能

- 南棟、東棟、議会棟では、耐震安全性の目標をⅡ類として改修を計画。
- 南棟と東棟では、6階以上の減築により建物重量を低減。必要補強量を約70%削減し、補強による執務空間の分断が生じることなく耐震性の向上を図る。
- 鉄筋コンクリートの耐力壁（一部既存耐力壁の増打ち）と鉄骨フレームにより耐震性能目標を満足。
- 基礎構造及び基礎杭については、構造計算により構造安全性を確認。



□非構造部材の耐震性能

- 正面玄関及び議場の天井は、構造体と天井支持部材を一体化（準構造化）して耐震性能を確保。
- 一般執務室・地階廊下等は吊天井をやめて直天井とした。



□建築設備の耐震設計

- 改修済みの污水配管を除き、設備をすべて更新。耐震設計については、「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」及び「建築設備耐震設計・施工指針」をもとに実施。



□ライフラインの途絶等に対応した建築設備機能確保

- 非常用発電機とコジェネレーションシステムにより、非常時も72時間以上の電力供給が可能。電力の供給制限を行うと1週間程度供給可能。
- BEMS全館導入、夜間冷房（ナイトページ）の実施、外壁や窓の断熱改修などにより、平常時からエネルギー使用量を削減。また、大規模災害時の燃料供給について、関係団体と協定を締結。
- 受水槽を使用するほか、トイレ洗浄水は地下水を利用。職員用の飲料水の備蓄も進める。



外壁はガラスと断熱材、窓ガラスにはLow-Eガラスを採用し、断熱性向上。外装材には県産ヒバ材料（一部、議場天井を再利用）を使用。

■施設概要（改修前）

	北棟	南棟	東棟	議会棟	西棟
所在地	青森県青森市 新町2丁目4-30	青森県青森市 長島一丁目1-1			
建築年	平成12年	昭和35年（平成27～30年改修）			平成5年
階数	地上8階、地下2階	地上8階、地下1階	地上6階、地下1階	地上6階	地上8階、地下1階
延床面積	26,331.37㎡	13,551.57㎡	9,183.49㎡	5,278.04㎡	9,457.67㎡
建築面積	2,950.72㎡	2,336.66㎡	1,377.26㎡	1,274.35㎡	1,039.17㎡
主要構造	SRC造（制振）	SRC造	SRC造	SRC造	SRC造
目標の設定	Ⅰ類	Ⅱ類			

青森県庁舎（南棟、東棟、議会棟）の耐震・長寿命化改修事業の詳しい経緯等については、下記資料を参照。
 ・一般財団法人建築保全センター(2018)「公共建築のリノベーション・コンバージョン」pp14-23
 ・一般社団法人公共建築協会(2018)「超グリーン公共建築ガイドブック」pp234-243

神奈川県庁舎

(本庁舎：耐震改修、新庁舎：免震改修・増築、第二分庁舎：制震改修)

—— 各庁舎の構造特性に応じた改修等を実施した防災拠点建築物の整備

神奈川県庁は4庁舎で構成され、各庁舎の構造特性に応じて耐震・免震・制震改修、建替えを行い、各庁舎に防災拠点機能を分担させて整備。津波被災時にも防災拠点として機能できるように、エネルギーセンター棟の増築や電気設備等の移設を実施。

■施設計画の経緯と概要

本庁舎は昭和3年建設の歴史的建築物、新庁舎は昭和41年建設の坂倉準三の設計による建築物、第二分庁舎は平成5年建設の建築物。大地震時・津波災害時における業務継続性を強化するにあたり、特に東日本大震災を機に津波対策が急務となったため、新庁舎の敷地(駐車場)にエネルギーセンター棟(免震構造)を増築し、新庁舎については、地下1階の柱頭免震化を行い、地下1階を駐車場に用途変更。併せて地上階の既存不適格部分について現行法規に準ずる改修及び設備更新を実施。

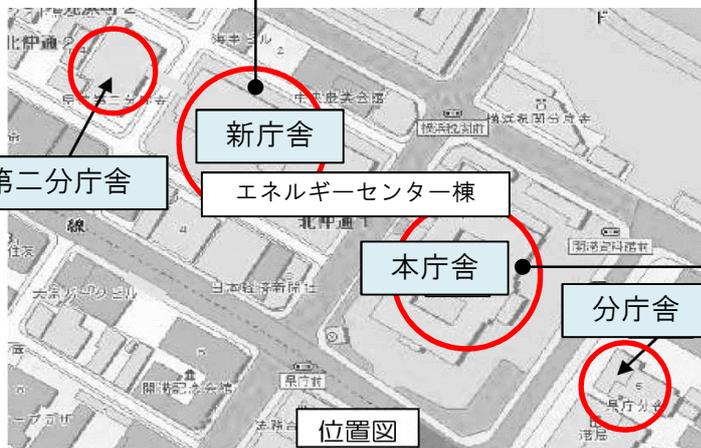
第二分庁舎

既存の建築物に制震ブレースを設置し、構造を補強



新庁舎

既存建築物を地下1階柱頭免震化。駐車場跡地にエネルギーセンター棟を増築



本庁舎

歴史的建築物であるため、外観等の意匠に影響を及ぼさないように耐震改修



分庁舎

建替え中
(2020年9月完成予定)

図一神奈川県庁舎配置図

■防災拠点建築物の計画概要

□大地震時の機能継続にかかる目標の設定

- 本庁舎：重要度係数 1.0、新庁舎：重要度係数 1.5 程度、第二分庁舎：重要度係数 1.5
- 分庁舎：重要度係数 1.5 程度

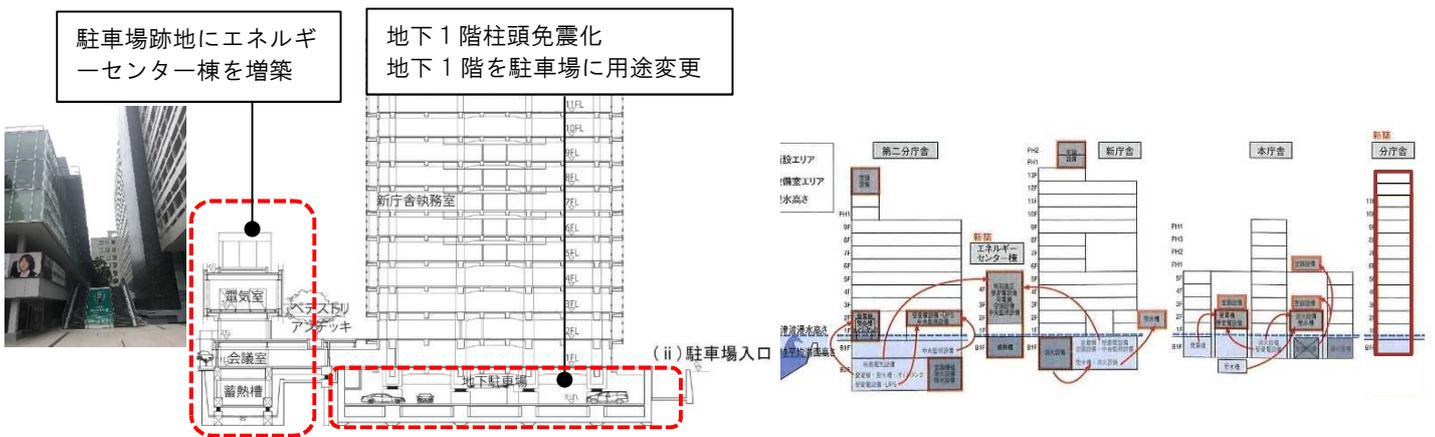
□改修等計画

- 本庁舎：歴史的建築物であるため、外観に影響を及ぼさないように必要最低限の耐震改修で対応。
- 新庁舎：本庁舎と跨道橋で接続された新庁舎を免震改修し、本庁舎の機能を補完。

- 第二分庁舎：災害対策本部が設置される建築物。東日本大震災時、サーバー室の免震床が想定以上に揺れたため、破損。サーバー室を災害実働部隊のスペースに変更し、直上にある災害対策本部と一体として活用できるようにした。元のサーバー室は第二分庁舎外に移設。
- 各庁舎：地下階に配置されていた受変電設備、非常用自家発電設備、受水槽、消火設備を2階以上に移設し、津波浸水対策を実施。

□構造体の耐震性能

- 本庁舎：昭和3年建設の国登録有形文化財。外観等の意匠に影響を及ぼさないことを最優先とし、 $I_s \geq 0.6$ を満足する耐震改修を実施。
- 新庁舎：免震改修。
- 第二分庁舎：制震改修。



写真一エネルギーセンター棟

図一新庁舎断面図

図一電気室等の津波対策概念図

□非構造部材の耐震性能

- 新庁舎：議会の天井は、特定天井であるが、当初の意匠を継承することに配慮して耐震化。

□ライフラインの途絶等に対応した建築設備機能確保

- 新庁舎：敷地内の駐車場にエネルギーセンター棟を増築し、新庁舎の地下1階にあった電気室等をエネルギーセンター棟へ移設。エネルギーセンター棟の電気経路を複数ルートで3庁舎に接続し、バックアップ電源としている。

エネルギーセンター棟においては、津波浸水を考慮し、電気室等を3、4階に配置し、2階のペデストリアンデッキを一時避難場所として活用。地下階の受水槽を2階レベルに移設。受水槽を2箇所に分けて配置、別システムにしている。

■施設概要

	第二分庁舎	新庁舎	本庁舎	分庁舎
所在地	神奈川県横浜市中区日本大通1他			
建築年	平成5年	昭和41年	昭和3年	建替え中
延床面積	14,244.66㎡	42,081.05㎡ (エネルギーセンター棟を含む)	18,444.60㎡	12,053.80㎡
敷地面積	2,005.92㎡	6,447.57㎡	11,241.07㎡	1,320.90㎡
主要構造	SRC造	SRC造(一部S造)	SRC造	S造(一部SRC造)
目標の設定	重要度係数1.5	重要度係数1.5相当	重要度係数1.0	重要度係数1.5相当

武蔵野市防災・安全センター

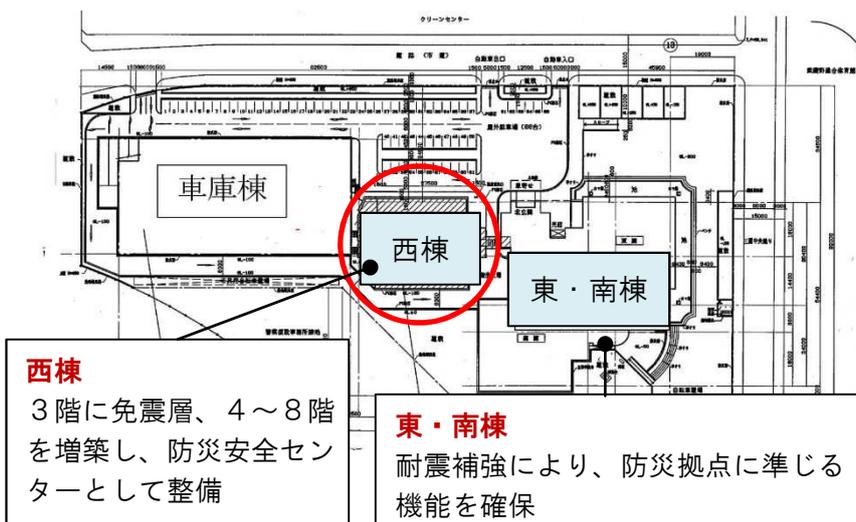
(西棟：増築・免震改修、東・南棟：耐震改修)

—— 既存建築物の増築と合わせた免震化による防災拠点建築物の整備

武蔵野市庁舎は、東・南棟、西棟、車庫棟で構成される、1980年竣工の建築物である。西棟は、将来8階建てに増築することが想定されていたSRC造の2階建物であり、2007年の西棟上部の増築工事（3階に免震層、4～8階部分を増築）により、防災・安全センター（災害対策本部等）機能を確保し、防災拠点化した。

■施設計画の経緯と概要

建設当初（1980年）、将来増築を想定していた西棟においては、防災・安全センターとしての機能を想定していなかったが、阪神淡路大震災後、防災・安全センターの構築が庁内で検討された。防災・安全センターを設置する棟については、「①耐震補強した東・南棟」、「②解体後新築した西棟」、「③上部を増築した西棟」の場合が検討された。①の場合は、下階（1階市民ホールの大空間）に相当程度の耐震壁が必要になるため、庁舎機能への影響が大きいと判断され、②の場合は、1階中央管理室の機械室の移設が課題となり、③に決定された。



■防災拠点建築物の計画概要

図一 武蔵野市庁舎配置図

写真一 西棟改修前後の外観

□大地震時の機能継続にかかる目標の設定

西棟の増築にあたり、発注者（武蔵野市）から設計者に次の①～④の設計条件が示された。①既存部・増築部とも防災拠点にふさわしい耐震性能を確保すること、②防災・安全センターの心臓部となる6階のコンピュータ室（情報管理課）は大地震時の水平方向床応答加速度を250gal以下とすること、③工事期間中に執務を継続できること（執務回りの補強を行わないこと）、④既存建物群と調和したデザインとすること。

□立地計画

西棟の上部の増築が完了した際に、西棟については、防災拠点の機能を、東・南棟については、防災拠点に準ずる機能を確保するものとし、各棟に防災拠点の優先順位を設定した。西棟の増築工事と平行し、東・南棟の耐震補強を実施。

□建築計画

増築については、免震化により地震荷重を低減することができた結果、増築部へのブレース補強が不要となり、建築計画の自由度が高まった。

静岡県庁舎（本館：耐震補強、東館：制振改修、西館：免震改修）

— 東海地震に備え、行政機能を維持するための防災拠点建築物の整備

逼迫する東海地震に対応して行政機能の維持を図るため、本館を耐震改修。その後、防災拠点となる別館を新築。別館の機能を補完するため、東館と西館を改修し、防災拠点建築物を整備。

■施設計画の経緯と概要

静岡県では、昭和 51 年 8 月の東海地震説発表以来、地震対策及び耐震対策を推進。静岡県本庁舎においては、本館の耐震改修、災害対策本部となる別館の新築、災害対策本部を補完・支援する東館、西館の耐震対策を実施。

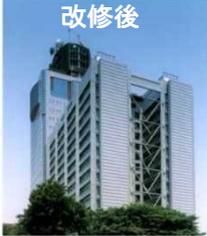
西館
1階を免震改修



東館
日本初の高層庁舎建築物で、外装に大スパンラーメン架構を採用
制振ブレースによる改修



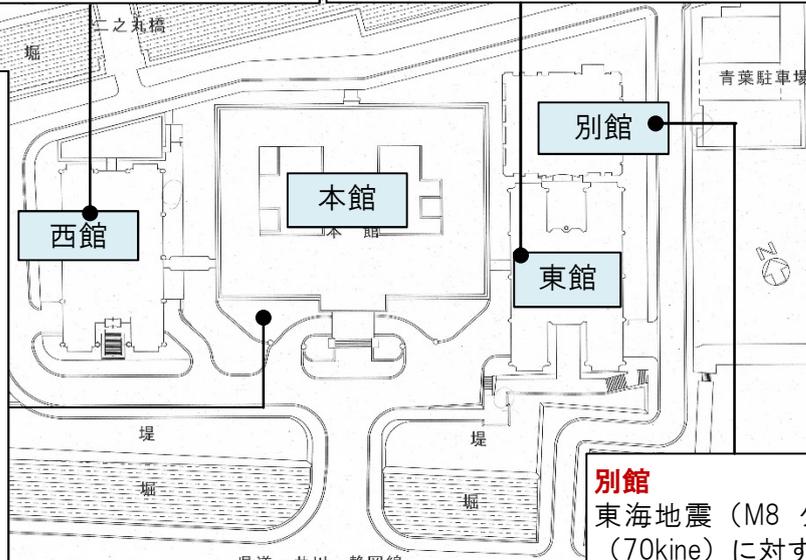
改修前



改修後

本館
RC 耐震壁の増設による強度型改修





県道 井川・静岡線

別館
東海地震（M8 クラス）の地震動（70kine）に対する耐震性を確保



図一静岡県庁舎配置図

■防災拠点建築物の計画概要

□立地計画

- 本館（改修）：耐震改修（昭和 57～58 年）され、平成 8 年に別館が建設するまでの間、災害対策本部を本館に設置。
- 別館（耐震構造、平成 8 年建設）：東館、西館の改修工事前に東館に隣接させて建設。防災拠点建築物（行政中枢機能、県警機能）として計画され、緊急車両が接近しやすい道路側に配置。
- 東館・西館（改修）：東館を制振改修、西館を免震改修し、別館の防災拠点機能を補完。

□構造体の耐震性能

【改修】

- 本館（改修）：歴史的建築物であるため、耐震壁を増設するが、外観に影響を及ぼさないように改修。東海地震対策として、県が定めた判定値 $E_T=1.19$ を満足。

●東館（制振改修）：構造体の耐震性能目標については、架構の損傷低減と内外装の変形追従性を考慮して層間変形角1/150～1/100程度以下とし、層の塑性率を2～3程度以下としている。既存のSRC造ラーメン構造の意匠を損なわないように、スレンダーに見える二重鋼管ブレースを採用。



写真－東館制振ブレース

●西館（免震改修）：構造体の耐震性能目標については、躯体の応力は短期許容応力度以下。被災後の県庁機能の維持、工事期間中も執務が行えるように、中間層免震を採用。免震層の位置は、工事内容や建築計画への影響（駐車場機能の維持）等を比較検討し、決定。



写真－西館 免震層

●東館・西館：基礎構造は直接基礎で補強不要。

□非構造体の耐震性能

●東館：外装サッシ、外装PCa板、内装ALC間仕切については、大地震時の層間変形角に追従できるように改修。天井も耐震性を高めた仕様。

●西館：免震改修を採用した結果、外装サッシの改修は不要となった。中間層免震としたため、1階の廊下や執務室に免震スリットが露出することとなるが、意匠的にも機能的にも満足している。

□建築設備の耐震設計

●本館：防災拠点に見合った諸設備の耐震化・大規模改修・更新。

●東館：水槽の耐震性向上、機器や配管の耐震据付け、主堅配管の耐震支持（振れ止め）、給排水・ガスの建物導入部やスプリンクラーヘッド周りの継手の変位吸収対策も含めて改修。

●西館：各階設置の水熱源ヒートポンプエアコンは、耐震固定。

□ライフラインの途絶等に対応した建築設備機能確保

●本館：発電機設備の容量をアップし、72時間供給可能。

●東館：発電機設備は72時間供給可能。別館へ高圧配電を新設し、別館の電源を東館のバックアップ電源として利用可能。別館へ冷温水配管を新設し、別館の冷温水を東館のバックアップ空調熱源として利用可能。給水は、上水と雑用水の2系統方式（いずれも県庁敷地内の3箇所井戸水が水源）とし、非常時には相互のバックアップとしている。



写真－別館に設置されているバックアップ電源

●西館：給水方式は、高置水槽方式から加圧給水方式へ変更。受水槽・加圧給水ポンプシステムを上水と雑用水の2系統方式（いずれも井戸水が水源）としている。各階湯沸室の給湯は、ガス式から電気式へ変更。執務室は、照明及びコンセントの4分の1を発電機電源化している。

□大地震時の円滑な機能継続のための平時からの準備

●地震時に制振ブレース、免震層を効果的に活用できるように日常的な維持管理、点検要領を整理。

■施設概要

	本館	東館	西館	別館
所在地	静岡市葵区追手町 9-6			
建築年	昭和 12 年(昭和 57・58 年改修)	昭和 45 年(平成 11 年改修)	昭和 49 年(平成 17 年改修)	平成 8 年
延床面積	15,849 m ²	25,159 m ²	17,253 m ²	26,549 m ²
主要構造	RC 造（耐震改修）	SRC 造（制振改修）	SRC 造（免震改修）	S 造
目標の設定	東海地震対策として、県が定めた判定値 $E_T=1.19$ を満足。	東海地震の地震動(70kine)に対して、層間変形角は、1/150～1/100程度以下。層の塑性率を2～3程度以下。	極めて稀に発生する地震動(75kine)に対して、上部構造は短期許容応力度以下。	東海地震の地震動(70kine)に対して、層間変形角1/125～1/100程度以下。層の塑性率を1.5～2程度以下。

静岡県庁舎の防災拠点化についての詳細な検討の経緯、プロセスについては、下記の資料を参照。

- ・岩田俊昭「静岡県庁舎の地震防災対策」、『建築防災』2004年3月、財団法人日本建築防災協会
- ・佐野孝「静岡県庁舎の耐震改修事例」、『建築防災』2005年12月、財団法人日本建築防災協会

香川県庁舎 東館

— 免震改修で防災拠点としての性能を高めつつ、庁舎の持つ歴史的価値を受け継ぐ

香川県庁舎の東館は、代表的な日本の戦後モダニズム建築であり、重要な防災拠点施設としての耐震安全性を確保するため、免震改修を実施。免震レトロフィット工法により、上部躯体の改変を減らし、建築物が持つ高い歴史・文化的価値を保全した。構造的に独立していた高層棟と低層棟の基礎を一体化し、基礎下に免震層を設けることで、棟間のエキスパンションジョイントが不要になった。特定天井や設備配管などの改修もあわせて実施。

■施設計画の経緯と概要

香川県庁舎は、東館、本館、警察本部庁舎、議会庁舎などで構成されるが、このうち東館（1958年竣工）は丹下健三の設計による日本の戦後モダニズム建築を象徴する建築物であり、高い歴史・文化的価値を有する。重要な防災拠点施設である東館の耐震安全性を確保するために免震改修を実施。免震レトロフィット工法により、上部躯体の改変を減らし、建築物が持つ歴史・文化的価値を保全でき、工事期間中も執務を継続することができた。



写真 — 改修工事中の香川県庁舎東館（低層棟）

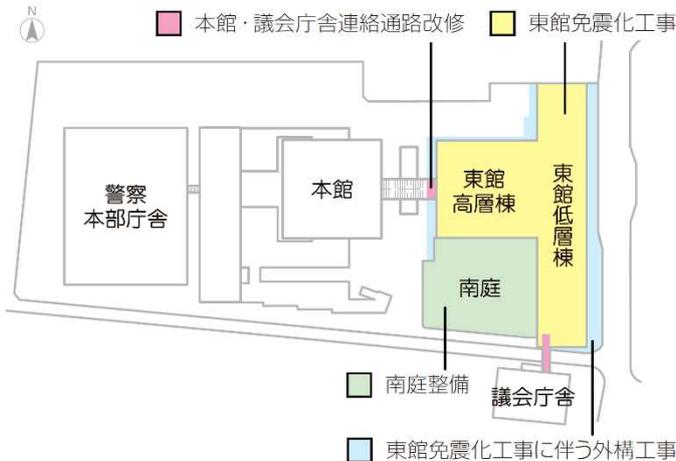


図 — 香川県庁舎東館改修工事の概要（配置図）

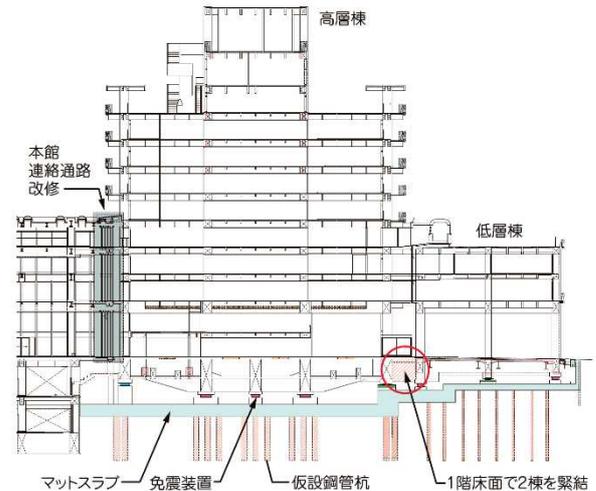


図 — 香川県庁舎東館改修工事の概要（断面図）

■防災拠点建築物の計画概要

□大地震時の機能継続にかかる目標の設定

- 東館が構造的に低層棟と高層棟に分かれているほか、敷地内に本館、警察本部庁舎、隣接する敷地に議会庁舎があるが、これらの棟間においては優先順位を設定しておらず、全体で一つの防災拠点として捉えている。
- 災害対策本部室は本館に設けられている。

□立地計画

- 仮庁舎の確保には費用が発生すること、コンクリートの中性化が進行していないこと、建物の文化的価値も高いことから、原位置での改修を行うこととした。
- 地下水位が高く、大地震発生時に地盤の液状化の可能性があるため、液状化を抑制する対策工事（薬液注入工法）を実施し、建物の傾斜や免震効果の低下を防ぐ。

□構造体の耐震性能

- 「官庁施設の総合耐震診断・対津波計画基準」による構造体の耐震安全性の分類をⅠ類として計画。
- 平成 24 年度に耐震診断を実施し、耐震性能の確認を行った上で、高層棟・低層棟とも耐震補強による案、高層棟は基礎免震、低層棟は耐震補強による案、高層棟・低層棟とも基礎免震による案、東館全体を建て替える案を比較検討し、耐震性能や完成後の機能確保、工事費などを評価対象として総合評価を行い、高層棟・低層棟とも基礎免震改修を行う結果となった。
- 高層棟と低層棟は構造的に独立しており、個別に免震化すると幅広いクリアランスを設けるなどの対応が必要となるため、高層棟と低層棟の基礎を一体化させ、基礎下に免震層を設けることとしている。重さの異なる 2 棟の一体化にあたっては、免震層に偏心を生じさせないことに留意している。
- 高層棟の塔屋について、耐震補強を実施している。
- 東館の基礎は全て直接基礎となっている。上部構造を免震化したことで地震荷重が減少し、大きな補強が不要となったが、工事に伴う地下掘削時の安全性確保や建物沈下防止のために、直接基礎下の地盤にグラウト剤を注入して強度を高める工法を用いている。

□非構造部材の耐震性能

- 「官庁施設の総合耐震診断・対津波計画基準」による非構造部材の耐震安全性の分類を A 類として計画。高層棟 1 階ロビーにある木製ルーバーの特定天井の改修や、高層棟バルコニーの手すりの取替えを実施。
- 東館については、隣接する本館や議会庁舎とは地震時の挙動が大きく異なるため、接続部をエキスパンションジョイントとしている。



写真 ー 高層棟ロビーの特定天井の改修工事

□建築設備の耐震設計

- 「官庁施設の総合耐震診断・対津波計画基準」による建築設備の耐震安全性の分類を甲類として計画。設備機器（給排水配管の更新）及びエレベーターの耐震改修（かごの脱落防止対策）を実施。平成 30 年度に防水、建具塗装及びトイレ改修を実施し、平成 31 年度に空調設備改修を予定している。
- 東館に接続する設備配管やダクト類については、変形に追従できる免震継手を採用。

□ライフラインの途絶等に対応した建築設備機能確保

- 本館においては、非常用発電機を設置し、72 時間分の燃料を備蓄しているほか、65 トンの上水を貯留しており、外部のライフライン途絶時も本館から各棟へ電気や水が供給される計画となっている。
- 雨水、雑排水、井戸水の再生水を地下に 200 トン以上貯留しており、中水として利用している。

■施設概要

	東館	本館	警察本部庁舎	議会庁舎
所在地	香川県高松市番町 4-1-10			香川県高松市番町 5-1-1
建築年	1958(昭和 33)年 2016~2019 年改修	2000(平成 12)年	1997(平成 9)年	1986(昭和 61)年
階数	高層棟：地上 9 階、塔屋 3 階 低層棟：地上 3 階	地上 22 階、地下 2 階、 塔屋 4 階	地上 6 階、地下 2 階、 塔屋 2 階	地上 7 階、地下 1 階、 塔屋 2 階
延べ面積	11,871.99 ㎡	41,464.34 ㎡	26,871.79 ㎡	7,214.66 ㎡
建築面積	2,876.06 ㎡	3,001.72 ㎡	3,658.71 ㎡	1,292.30 ㎡
主要構造	RC 造	S 造（一部 SRC 造）	S 造（一部 SRC 造）	SRC 造
目標の設定	Ⅰ類	耐震性能Ⅰ類相当	耐震性能Ⅰ類相当	-

3. 具体の事例 — 病院

地方独立行政法人 桑名市総合医療センター

— 既存棟を活用し、新棟と一体的に地域の中核となる病院を構成

桑名市総合医療センターでは、3つの病院の機能を集約するために隣接敷地に新棟を建設。新棟については、大地震時に構造体を補修することなく継続使用できる計画。既存棟については、耐震性を確保し、継続的に活用。

■施設計画の経緯と概要

桑名市総合医療センターは、平成24年4月、市民病院と2つの民間病院が統合され誕生した地方独立行政法人である。統合後しばらくは3院体制で診療を続けてきたが、中心市街地に立地する桑名東医療センターの隣接敷地に2つの新棟を建設し、1つの病院に集約する形で平成30年4月に開院。

建替え計画においては、桑名東医療センターの既存棟のうち、新耐震基準に基づき建築された棟について、継続的に活用するが、旧耐震基準のものについては、解体予定。

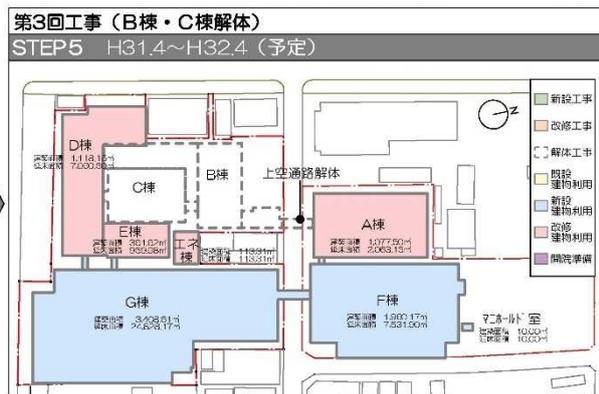
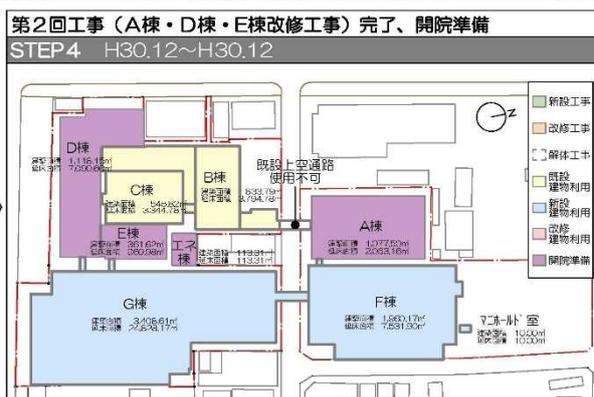
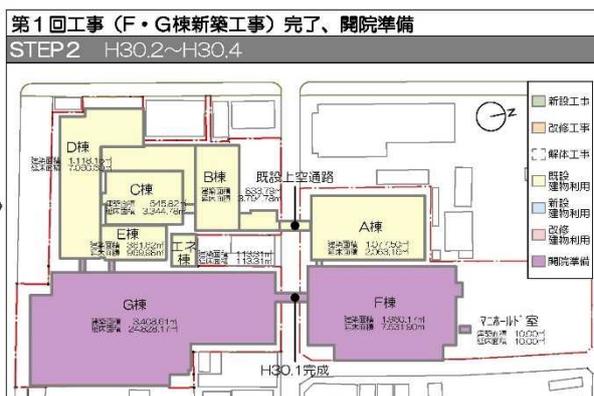
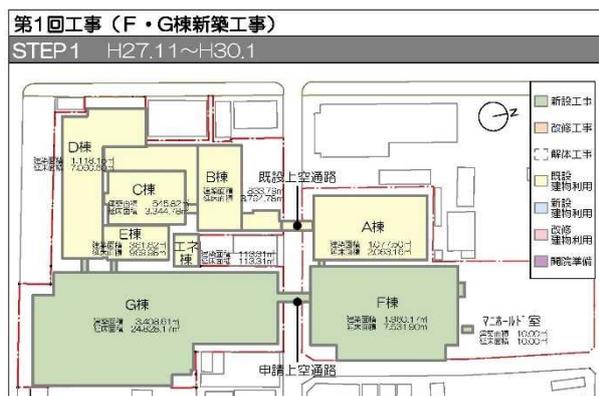
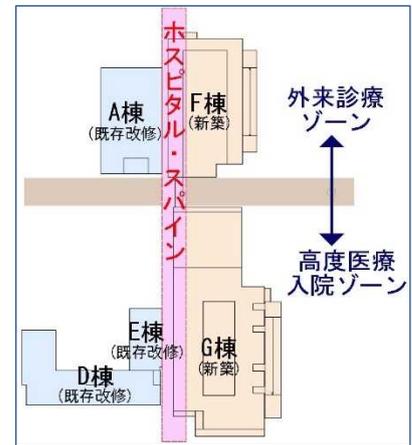


図 一 桑名市総合医療センター 建替え計画の流れ

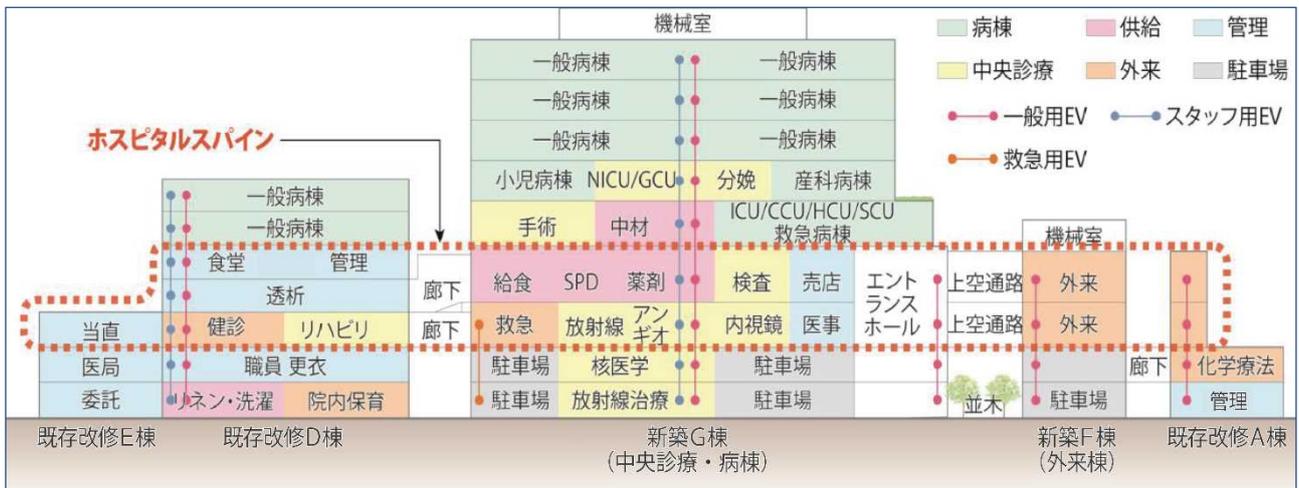
■防災拠点建築物の計画概要

□建築計画

- 新棟の建設に伴って、既存棟も含めて各機能を再配置。
- 水害の多い地域であり、津波浸水も想定されているため、診療機能は原則として3階以上の階に配置。1、2階は駐車場などの用途に使用。
- 2つの新棟において、3、4階の既存棟側に「ホスピタル・スパイン」と呼ばれる通路を配置し、全ての既存棟と空中通路で接続。新棟と既存棟が一体的に運用され、災害時にも安全性の高い棟に避難しやすい計画。



図一 ホスピタル・スパインのイメージ



図一 機能配置図(断面図)

□構造体の耐震性能

- 2つの新棟については、耐震安全性のⅡ類を満足し、制振構造を採用してⅠ類を目指す計画。
- 継続使用する既存棟については、新耐震基準に基づき建築されており、耐震性を確保。旧耐震基準のものについては、解体予定。

□非構造部材の耐震性能

- 継続使用する既存棟については、外壁を改修予定。継続使用する既存棟については、雨漏りが確認される外壁を改修し、新築部に外壁色を統一する予定。

□ライフラインの途絶等に対応した建築設備機能確保

- 非常用発電機の燃料や水については、稼動部分を重要なものに制限することを想定し、72時間分を備蓄。
- 給水については、2系統を確保し、それぞれに受水槽を設けることで、リスクを分散。

■施設概要

	D棟	E棟	A棟	G棟	F棟
所在地	三重県桑名市寿町三丁目11番地				
建築年	1994(平成6年)	1994(平成6年)	2000(平成12年)	2018(平成30年)	2018(平成30年)
階数	地上7階	地上3階	地上4階	地上10階	地上5階
延床面積	7,090.60㎡	969.98㎡	2,063.16㎡	24,828.17㎡	7,531.90㎡
建築面積	1,118.15㎡	361.62㎡	1,077.50㎡	3,408.61㎡	1,960.17㎡
主要構造	SRC造	RC造	S造	SRC造(一部S造) 制振構造	RC造 制振構造
目標の設定	耐震性を満足			Ⅰ類	



**第2編 設備・システムに関する要素技術と
要素技術を採用した事例**



1. 要素技術・紹介事例の一覧 (追補版) 既存建築物向け追加内容

この章では、既存建築物のみに該当する要素技術を示す。新築建築物と既存建築物で共通する要素技術については、「防災拠点等となる建築物の機能継続に係る事例集」(平成30年5月18日公表)を参照されたい。

【設備関連】 「要素技術の例」の凡例 ○：新築建築物向けの要素技術と共通 ●：既存建築物向けの要素技術で示す内容

分類		要素技術の例	導入事例			
地震揺れ対策	天井吊り設備	○軽量の機器も対象とした耐震対策 ○天井材とのクリアランスの確保				
	変電設備	○頭部へのストッパーの追加設置 ○変圧器の揺れ対策 ○継電器の揺れ対策				
		エレベーター	○エレベーターの耐震性能の向上 ○長尺物揺れ管制運転の採用 ○発災後の速やかな復旧のための仕組み構築			
			変電設備・発電機設備	●津波の到達想定高さを踏まえた受変電・発電設備の配置計画	高知県東洋町	
	水損防止(津波対策)	水槽等	○高置水槽の設置 ○塩素滅菌装置等の設置			
		浸水対策	○機械室の気密化 ○設備機器の浸水防止			
ライフライン途絶対策	負荷低減	自然エネルギー利用 ○パッシブデザインの導入 ○創エネルギーの実施				
		節水技術	●トイレの節水化	節水型トイレ		
	並列化・冗長化	電力・ガス	○受電系統の多重化 ○発電設備・燃料供給の二重化対応 ○中圧ガスを活用した保安用電源の設置 ○保安負荷用の小容量発電機の設置 ○災害時に対応可能な太陽光発電設備の設置 ○保安負荷用のコージェネレーションシステムの設置			
			通信	○衛星電話の設置 ○防災行政無線の利用 ○移動系地域防災無線の利用 ○緊急時も活用可能なWi-Fiの設置		
				飲料水・雑用水	○水源の多様化 ○被害後の機能継続に配慮した給水系統 ○浄水設備による飲料水の確保	
					排水	○緊急汚水槽の設置
			空調・冷暖房	○被災後の機能継続に配慮した系統の設定		
			備蓄	電力・ガス	●燃料の備蓄 ○間欠運転に耐える回路の設定	LPガス 重油 ハイブリッド
	飲料水・雑用水	●飲料水用水槽、雑用水用水槽の大型化		柘野小学校		
	補給	電力・ガス	○仮設電源の導入を想定した設備計画			
		飲料水・雑用水	○給水車の接続を想定した設備計画			
	備品・仮設設備	電力・ガス	○可搬型発電機の用意			
		排水	○マンホールトイレの設置			
		冷暖房	○扇風機、可搬式ヒーターの用意			
	被災状況の見える化		●構造ヘルスマニタリングシステムの導入			

※「要素技術の例」に掲載している図は、個別に注記があるものを除いて、国土交通省国土技術政策総合研究所「災害拠点建築物の設計ガイドライン(案)」技術資料⑥から引用したものである。

※「事例」に掲載している内容は、個別に注記があるものを除いて、当該防災拠点施設の所有者や設計者等から提供を受けたものである。

【構造体・非構造部材等関連】

「要素技術の例」の凡例 ○：新築建築物向けの要素技術と共通 ●：既存建築物向けの要素技術で示す内容

分類		要素技術の例	導入事例
構造体	耐震性能	● 割り増しを考慮した地震動に対する耐震性能の確保	
	免震化対応	● 免震クリアランスが確保できない場合の対応	香川県庁舎東館
	地盤・基礎	● 液状化対策	香川県庁舎東館
● 増杭		武蔵野市防災・安全センター	
その他	執務室等の天井対応	● 直天井化	南関第4小学校屋内運動場
	被災対応機能の付加	● 防災拠点を補完する機能の増設	石巻赤十字病院 南関第4小学校屋内運動場

3. 水損防止（津波対策）

重要設備機器は、地震時に揺れの少ない低層階に設置することが考えられるが、津波等の浸水が想定される地域では、浸水想定高さを考慮する必要がある。受変電設備や発電機、空調熱源機器等は、原則、津波浸水階以上の階への移設を検討する。以下に、具体的な対策例を示す。

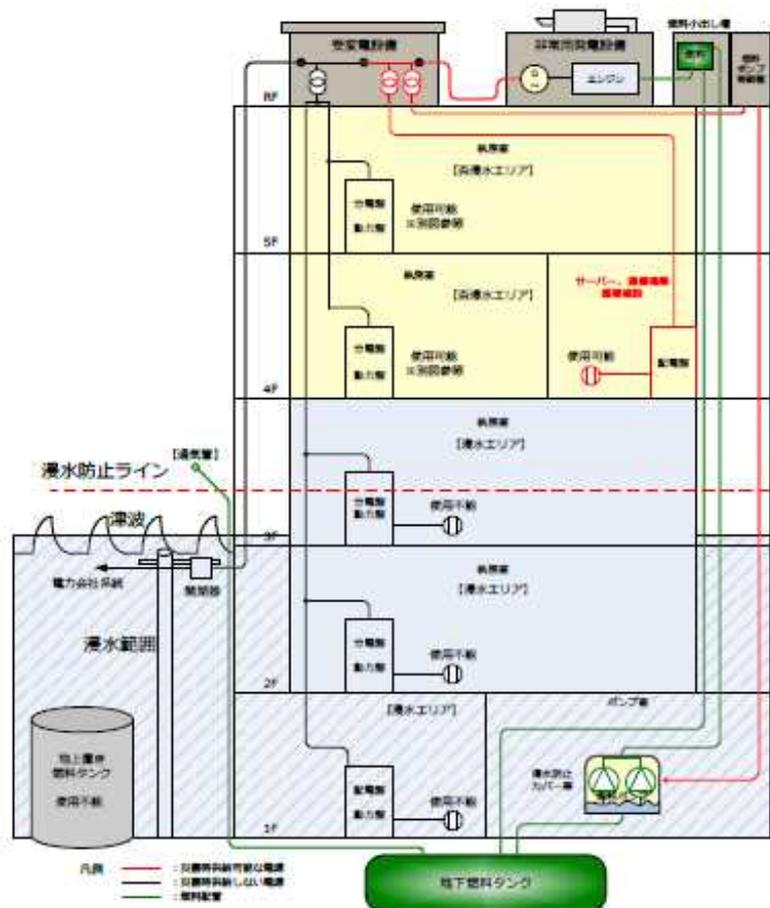
3-1 変電設備・発電機設備

東日本大震災では、庁舎において、停電により自家発電設備が起動したが、自家発電設備が津波浸水により停止した事例があった。また西日本豪雨では、非常用の電源が水没した事例があった。電力供給維持のため、受変電設備、自家発電設備を高層階へ設置すること等の対応が必要である。

【要素技術の例】〈再掲〉

●津波の到達想定高さを踏まえた受変電・発電設備の配置計画

- ・津波被害後も施設に電源供給する受変電設備、発電機設備は、津波による浸水深以上の階に設置する。（下図）
- ・電源については、浸水被害を受ける系統と受けない系統に分ける。
- ・発電設備に燃料を供給する地下タンクを設置する場合、移送ポンプは浸水防止型とし、ポンプ制御盤は発電設備と同じ階に設置、地下タンクの通気管も浸水深以上まで立ち上げる。



図一 設備機器の浸水深以上の階への設置例

【事例1】高知県東洋町ー既存庁舎に隣接して「防災センター」を建設

- ・高知県南海トラフ巨大地震では、約5mの浸水が想定され、庁舎に隣接する防災センターを建設。災害対策本部の設置に必要な機能である行政無線、衛星電話、テレビ、県庁舎と繋ぐパソコン等や個人情報サーバーをセンターに設置予定。
- ・72時間稼働の発電機を屋上に設置。飲料水を備蓄し、簡易トイレ等を設置。



東洋町地域防災センター概要

- 構造：鉄筋コンクリート3階建
(延床面積：700.50㎡)
 - 建物高さ：14.3m
(地面から屋上避難場所までの高さ)
※2階部分は地面から6.3mかさ上げ
津波浸水想定：約5m
 - 整備施設
 - ・2F 防災学習室(避難所)、資料室(避難所)、和室(避難所)、防災備蓄倉庫2室
 - ・3F 災害対策本部、無線室、サーバー室、防災備蓄倉庫、避難所
 - ・R F 避難場所スペース(114㎡)、自家発電機等
- ※避難所スペース合計：217㎡(約100人収容可能)2㎡/1人あたりで計算

写真ー東洋町防災センター

4. ライフライン途絶対策

4-1 負荷低減

平時から、省エネ化や節水化対策を行うことで、エネルギーや水の量の確保が限られるような非常時においても、機能継続を図ることができる。以下に、自然エネルギー利用と節水化の観点から、対策例を示す。

(1) 自然エネルギー利用

エネルギー消費量の削減のためには、建築物自体の性能を高め、そもそも必要なエネルギー消費量を抑制すること、再生可能エネルギーを活用すること等が有効である。以下に、建築物自体の取り組みとしてのパッシブデザインと、再生可能エネルギーによる創エネルギーの具体的な例を示す。

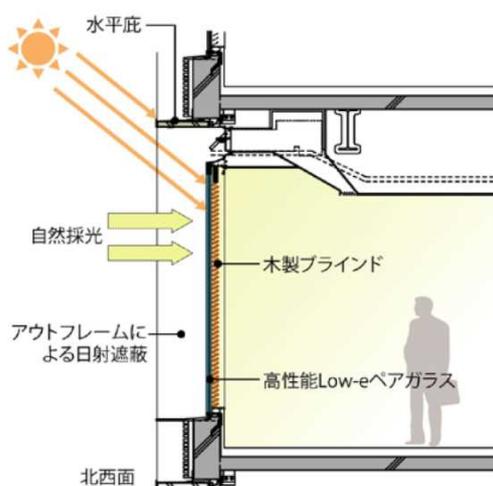
【要素技術の例】<再掲>

●パッシブデザインの導入

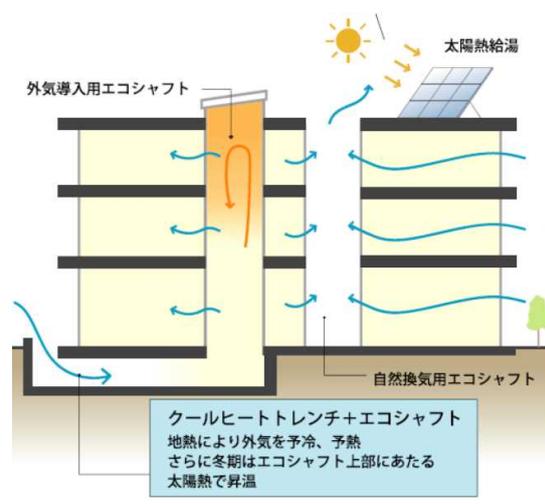
- ・外壁や屋根、開口部の断熱性を高め、熱負荷を小さくする。
- ・庇やブラインド、窓ガラス等によって開口部からの日射流入をコントロールし、災害時の空調熱源停止時でも、日射による執務空間の温度上昇を最小限に止める。(下左図)
- ・天窗等による自然採光の採用により、電力途絶時も施設内の照度環境を執務可能な状態に維持する。
- ・自然換気を採用することで中間期にエネルギーを消費せずに快適な執務環境を維持する。
- ・クールヒートトレンチ (下右図) など、地中熱や大気熱を活用した予冷・予熱によってエネルギー消費量を抑制する。

●創エネルギーの実施

- ・太陽光発電や風力発電など、再生可能エネルギーを活用することにより、災害時に電力が途絶した際の電力利用を可能とする。



図一 日射遮蔽の外装イメージ



図二 クールヒートトレンチの採用例

【事例1】自然エネルギーの利用

- ・パッシブデザインの導入や省エネ等の事例については、下記資料を参照することができる。

https://www.kenken.go.jp/shouco2/past_sympo.html

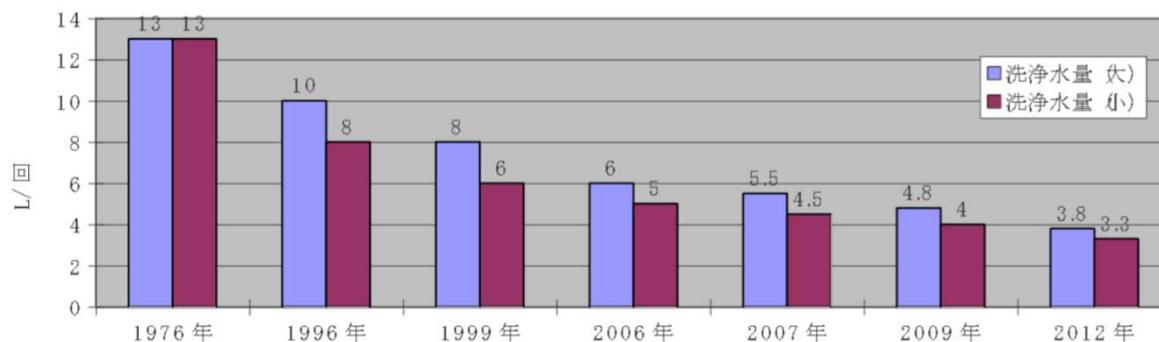
(2) 節水技術

【要素技術の例】 <再掲>

●トイレの節水化

・ 洗浄水量の少ない便器を導入し、水の使用量を削減する。

* 通常の便器は、便器の表面を衛生的に保つためだけでなく、排水トラップ内の汚物を排出し、排水管内での搬送性を確保できる洗浄水量を設定しているため、多量の洗浄水を必要とすることとなるが、メーカーは、この汚物搬送性を確保しつつ便器の節水化を進めてきた。(下図)



図一水洗便器における節水化の現状
(「災害拠点建築物の設計ガイドライン(案)」技術資料⑥に掲載の図を一部編集)

【事例1】節水型トイレ

・ 「節水型トイレ」は、使用水量の節水効果を期待でき、日常生活の節水だけでなく、被災時に受水槽の水量の使用削減を期待できる。

4-3 備蓄

(1) 電力・ガス

発電機を長時間にわたって運転可能とするための対策例として、燃料を備蓄することや、間欠運転に耐える回路構成とする等が挙げられる。

【要素技術の例】<再掲>

●燃料の備蓄

- ・発電機用の燃料を備蓄しておき、長時間の運転が可能にする。

●間欠運転に耐える回路の設定

- ・発電機の運転時にバッテリーの充電で可能な回路構成にし、複数回の再起動を可能にする。
 - * 発電機が稼動したが、点検後に再稼動できなかった例や、燃料節約のためにこまめに電源を切った結果、再起動できなくなった例があり、発電機のバッテリー容量によって再起動できる回数が限られていることが原因。

【事例1】LPガスの活用

- ・LPガスは個別に供給可能な「分散型エネルギー」であり、災害時にガスの供給が遮断された場合には、個別に調査・点検することで、都市ガスや電力に比べ、相対的に早く復旧できる。災害時には給湯、煮炊きに加え、冷暖房、発電などのエネルギー源として、避難所や仮設住宅等にも迅速に供給可能。
- ・東日本大震災では、岩手県、宮城県、福島県において、津波で建物が損壊又は流されたもの等を除き、地震発生後3週間程度で大方の復旧が完了し、都市ガス及び電力よりも早期に全面復旧。



図一被災3県における各インフラの供給不能戸数の推移（推計を含む）

- ・災害時にLPガスを迅速かつ安全に供給することができる「災害対応型LPガスバルク供給システム」を始め、発電機や炊き出しセットなど、LPガスには災害時に活躍する機器が多数ラインナップされている。

●災害対応型LPガスバルク供給システム（バルク貯槽ユニット）

- ・バルク貯槽ユニットには、災害時にすぐ使用できるように、マイコンメーターやガス栓ユニットが標準装備され、コンロや暖房機器などを簡単に接続可能。
- ・平常時は通常のバルク貯槽として、LPガス供給設備に接続して利用可能。

（出所：日本LPガス協会）



図一バルク貯槽ユニット

【事例2】重油によるディーゼル発電機

- ・非常用発電機としてディーゼル発電機などがある。

【事例3】山形県医学部附属病院—異種燃料の併用による電力供給体制の構築

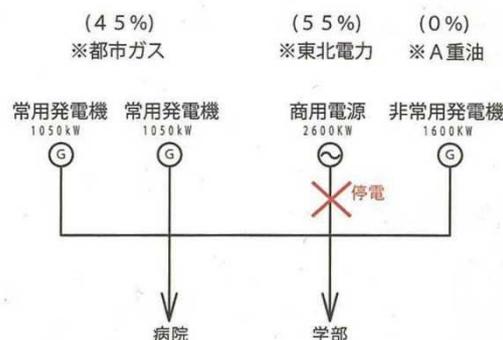
- ・平成20年からESCO事業で運用し始めた常用発電機と平成21年に更新した非常用発電機を連系運転可能とし、停電時でも災害時の最大需要電力の約78%が供給可能な電力供給体制を構築。

＜異種燃料の併用によるリスク回避＞

- ・非常用発電機はA重油、常用発電機は都市ガスという、異種燃料を併用することでリスク回避を図っている。非常用発電機の冷却方式を空冷式とすることで断水時にも電力供給が可能。非常用発電機から常用発電機の補機電源に電源供給することで災害時も運転が可能。

＜燃料枯渇時のバックアップ体制＞

- ・山形県と石油連盟による「災害時の重要施設に係る情報共有に関する覚書」締結により、災害時には附属病院にA重油が優先的に供給される体制を整えている。
- ・常用発電機により通常電力負荷の約半分を供給すると共に、コージェネレーションシステムにより廃熱を有効利用している。



図—異種燃料併用による発電の概念図

【事例4】東北大学病院—電気の継続供給が可能なガスと重油のハイブリッド発電機

- ・災害時に、病院機能と大学機能を喪失させることなく、医療・教育・研究環境を確保することを目的として平成23年～平成26年に自家発電設備の機能強化。

＜発電機増設による発電容量の強化＞

- ・東日本大震災時にも病院への電力供給は確保できていたが、新たにガスと重油を燃料とするハイブリッド2,000kVAと重油を燃料とする500kVAの発電機を整備することにより、病院通常負荷のほぼ100%の電力の確保が可能。

＜燃料の多重化と優先供給＞

- ・2,000kVA発電機の燃料を、ガスと重油のハイブリッドとすることにより、災害時に一方の燃料の供給が停止した場合でも72時間の電力供給が可能。ガス会社と協議し、災害時の中圧ガスの優先復旧・供給を依頼。



図—ガス・重油ハイブリッドによる発電の概念図

(2) 飲料水・雑用水

東日本大震災では、給水ライフラインの断水の長期化により、給水ライフラインの復旧以前に早期に受水槽の水を使い切った例が多くあった。対策例として、非常時対応を含めた容量設定や、外部からの給水などが考えられる。

【要素技術の例】 <再掲>

●飲料水用水槽、雑用水用水槽の大型化

- ・受水槽等の容量について、常時ばかりでなく非常時の使用水量を確認し、非常時には使用水量の制限を前提に計画する。

※上水受水槽の貯水量は、原則、常時の使用量の半日分が目安となっている。庁舎における一人一日使用量は80~100ℓとされており、貯水量は40~50ℓとなる。非常時の一人一日使用量は33ℓ（飲料水3ℓ，雑用水30ℓ）で貯水量は約1~1.5日分となる。

- ・常時に使用する一日分以上の上水を貯留する場合に、大容量の雑用水槽を設置する。

【事例1】京都市柘野小学校—避難施設の耐震改修、ライフライン途絶対策、避難生活環境の確保

- ・耐震改修の際、停電対応として、太陽光発電機と停電時対応型蓄電池を設置。管理室をはじめ、アリーナ、ステージ、館外に蓄電池系統コンセントを設置。
- ・アリーナについては、照明を光束の低い器具としている。また、真夏や真冬でも避難生活ができるように外断熱・遮熱高断熱輻輳ガラスに改修し、冷暖房器具を使用できるように、電気・ガスコンセントを設置。
- ・災害時の雑用水については、雨水流出対策も兼ねて雨水タンクを設置。防災備蓄用の収納スペースを舞台袖の床下に新設し、避難生活に備え、約3日分の飲料水・非常食を保管。



写真—改修後の体育館



写真—雨水タンク



写真—蓄電池設備

5. 被災状況の見える化

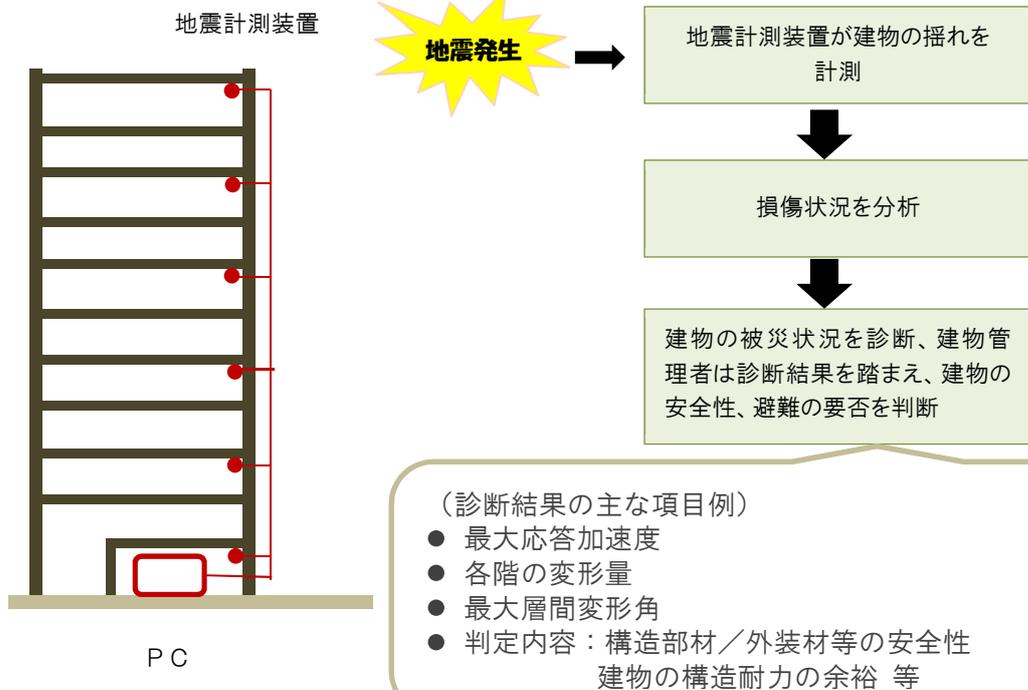
過去の大地震では、建物管理者が建物の被災状況を迅速に把握できず、初動対応が遅れる事例が多く見られた。

地震による建物の被災状況は、通常は構造設計者等の専門家が分析しなければ評価が難しいが、被災状況をリアルタイムに「見える化」することで、地震発生時に即座に建物の被災状況が把握でき、建物管理者は、被災後の避難の要否や建物の継続使用の可否等の判断に役立てることができる。

【要素技術の例】 <再掲>

●構造ヘルスマモニタリングシステムの導入

- ・構造ヘルスマモニタリングシステムでは、建物に設置した地震計測装置から大地震時における建物の揺れや変形量等を迅速に把握して損傷状況を分析することにより、建物の被災状況や耐震安全性に関する情報を提供している。本システムの活用により、建物管理者による安全性の把握、避難対応等に役立てることができる。



図一構造ヘルスマモニタリングシステムの概要

【事例1】大地震時の円滑な機能継続のための平時からの準備の事例

- ・建物内に設置した地震計測装置により、地震時の建物挙動を把握する地震モニタリングシステムを採用。
- ・実際の建物被害の確認等については、自衛消防隊による現地確認体制を確保。



図一 地震モニタリングシステムの表示イメージ

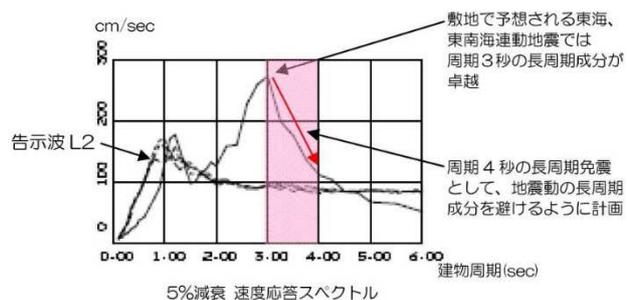
6. 耐震性能

(1) 割り増しを考慮した地震動に対する耐震性能の確保

存在が確認されている活断層に近い地域や、南海トラフ沿いの地域のように、近い将来に大地震発生が想定される地域では、耐震設計にあたり、地震力の割り増しを行うことが考えられる。また将来発生が予測される大地震動を耐震設計に用いることも考えられる。

【事例1】直下型地震による地震動への対応の事例

- ・直下型地震による地震動に対する耐震性能目標を満足。
- ・極めて稀に発生する地震動を超える地震動に対しても支持地盤が液状化することのないように、地盤改良を実施。



図一 直下型地震による地震動に対する長周期免震の概念図

7. 免震化対応

(1) 免震クリアランスが確保できない場合の免震化対応

既存建築物を免震改修する際、対象建築物と周辺建築物の間のクリアランスが確保できない場合の対策例を示す。

【事例1】香川県庁舎東館

一 個別免震化では棟間の免震クリアランスが十分に確保できないため、棟の基礎を一体化で対応

- ・香川県庁舎東館は高層棟と低層棟からなるが、これらは構造的に独立した建物で、個別に免震化すると棟間に幅広なクリアランスを設けるなどの対応が必要。
- ・高層棟と低層棟を、1階床下の基礎と一体化させて、基礎下に免震層を設ける計画とすることで、合理的なクリアランスの確保ができた。
- ・2棟の重さが異なるため、免震層の偏心を生じさせないことに留意。

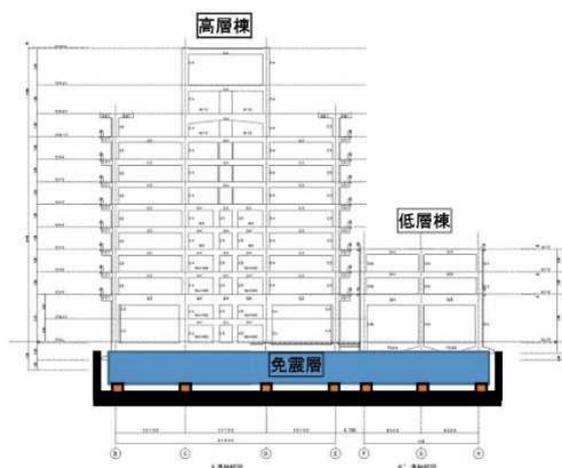


図 - 2棟の一体化のイメージ

【事例2】周辺建物とのクリアランス確保できないため、曳家に対応

- ・既存建物の基礎下に免震ピットを設ける基礎免震により、耐震性能を確保。隣接する建物との離隔が不足するため、対象建築物を曳家によって移動させ、免震クリアランスを確保。

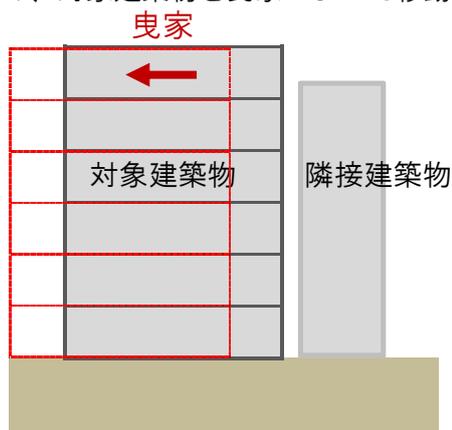


図 - 曳家による建物移動（断面図）

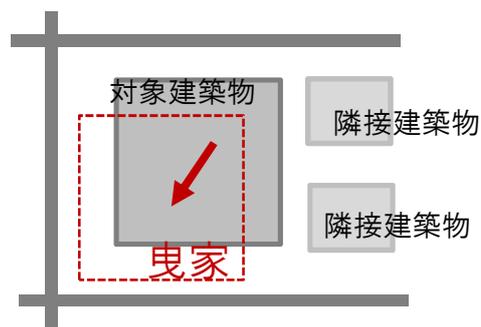


図 - 曳家による建物移動（平面図）

8. 地盤・基礎

(1) 液状化対策

液状化が想定されている地域では、地盤改良等の液状化対策や、敷地外のインフラが液状化の影響を受けることを想定し、建物側の対策が必要となる。

【事例1】香川県庁舎東館 — 地下水位が高く、地盤の液状化に対する地盤改良を実施

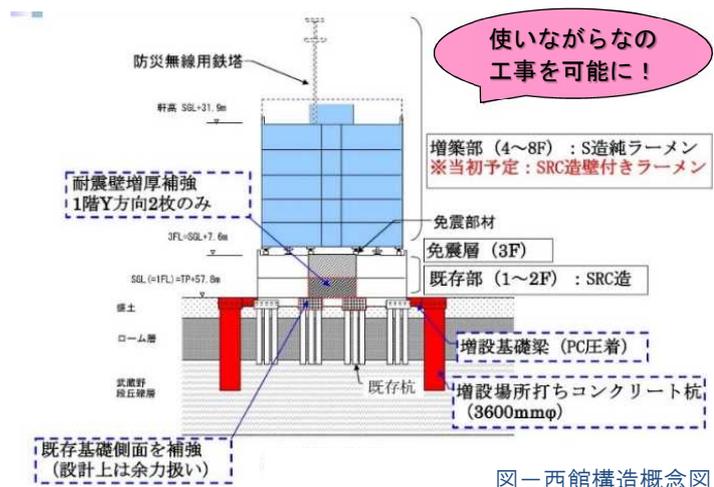
・地下水位が高く、大地震時に地盤の液状化の可能性があるため、液状化の対策工事（薬液注入工法）を実施し、液状化による建物の傾斜や免震効果の低下を抑制する。

(2) 増杭

既存建築物の基礎は地中に存在するため、改修や補強は一般的に困難であるが、上層階の減築や軽量化、または免震改修によって基礎に作用する地震荷重を減らす方法が考えられる。また、既存杭の負担せん断力を減らすため、増杭による方法も考えられる。

【事例1】武蔵野市防災・安全センター — 既存建物の増築にあわせた増杭の設置

西棟は、8階建ての当初計画であったが、2階まで工事を実施。既存杭については8階建てに対して設計されていたため、鉛直支持力は確保されていたが、耐震性は不足。西棟の建物周辺敷地を活用し、太径の場所打ちコンクリート杭による増杭を行い、既存杭に作用する地震荷重を低減。増杭と既存部の接合はPC圧着工法を採用。



9. 執務室等の天井対応

(1) 直天井化

既存天井の耐震性が確保できない場合、既存天井の撤去や直天井に改修する方法がある。

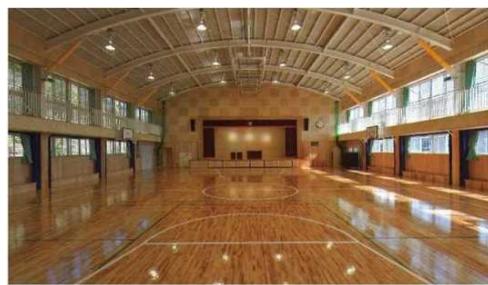
【事例1】南関第4小学校屋内運動場—アリーナの天井を全て撤去し、天井材などの仕上げと工夫

- ・屋内運動場の内外装材を全て撤去して躯体のみにし、耐震改修、大規模改修、増築工事を実施。漏水による破損等が進行していたため、全般的に屋根材、壁、床材等の取替えを実施。
- ・アリーナ天井はカラー木毛板表しとすることで鋼製天井を設置せず、耐震化を簡易な形で実現しながら吸音効果を与えた。

改修前



改修後



写真—アリーナの天井改修

10. 被災対応機能の付加

(1) 防災拠点を補完する機能の増設

既存建築物の改修に併せて、防災拠点を補完する機能を増築し、防災拠点としての機能強化する方法が考えられる。

【事例1】石巻赤十字病院 — トリアージに活用できる屋根つき空間を増設

- ・石巻赤十字病院では、本棟（平成18年竣工）に隣接する形で、平成27年に北棟と災害医療センターを増築。東日本大震災の被災経験に基づいて本棟の計画を検証し、北棟と災害医療センターの増築計画に反映した。
- ・東日本大震災では、本棟のエントランスに設けられていた大庇が雨除けとなり、トリアージスペース※として活用できた。また、外来エリアに医療ガスのアウトレットを設置しており、簡易な救急医療行為も実施できた。
- ・上記の経験を踏まえ、増築部においても、医療ガスや非常用コンセントを備え、トリアージスペースや救護スペースとして利用可能な屋根付きの空間を設けている。



写真 — 本棟の大庇下でのトリアージ（東日本大震災時）

※トリアージスペース…患者の重篤度に応じて優先順位を識別するスペース

【事例2】南関第4小学校屋内運動場—避難場所としての機能の増築

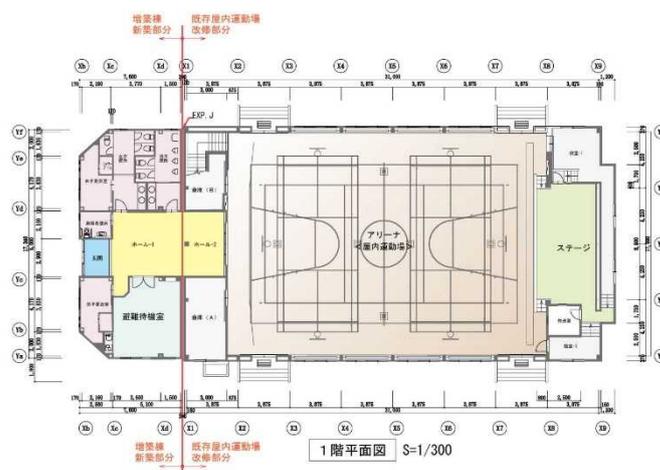
- ・耐震改修にあたり、災害時の避難場所としての機能を増築。
- ・特別教室棟側に、屋外廊下（既存校舎と接続する軒下空間、校舎からの避難時落下物等から防ぐ）、避難待機室（キッチンを備えた地域住民の一時避難施設）、防災備蓄倉庫（床面積が生じないように、ロフト部分を災害備蓄倉庫として活用）、更衣室（温水シャワー室を設け衛生面に配慮）を増築。



避難待機室



防災備蓄倉庫



写真・図 — 南関町第4小学校屋内運動場の改修内容