

6. 防災庁舎の構造・設備

(1) 防災庁舎の構造

防災庁舎は、平常時における在庁者の安全確保だけでなく、災害発生直後から災害対策拠点施設として、防災対策機能を十分に発揮させる必要があることから、国土交通省が定めた「官庁施設の総合耐震計画基準における耐震安全性の目標」における最高水準の安全性（Ⅰ類・A類・甲類）を確保することとします。

耐震構造のパターンとしては、「耐震工法」「制震工法」「免震工法」の3つの工法があります。防災庁舎の整備にあたっては、地震発生時において、揺れによる建物本体への損傷や設備へのダメージを大幅に抑制し、在庁者の行動にも支障の少ない「免震工法」を導入することとします。（P.26 参照）

なお、空間形成の自由度、耐震構造との相性等を踏まえ、合理的な構造形式を選択するものとします。

【表－7】 官庁施設の総合耐震計画基準における耐震安全性の目標（国土交通省ホームページより）

部 位	分 類	耐震安全性の目標
構造体 （梁、柱、床、壁など建物に加わる力を支える部位）	Ⅰ類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を利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。
	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。
	Ⅲ類	大地震動により、構造体の部分的な損傷は生じるが、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。
非構造部材 （屋根、外壁、天井、内装材など構造体に取り付ける部材）	A類	大地震動後、災害応急対策活動や被害者の受入れの円滑な実施、または危険物の管理の上で支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、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。
	B類	大地震動により、建築非構造部材の損傷、移動等が発生する場合でも、人命の安全確保と二次災害の防止が図られている。
建築設備 （電気、通信、給排水、消火、空調など建物に付帯する設備）	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られているとともに、大きな補修をすることなく、必要な設備機能を相当期間継続できる。
	乙類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られている。

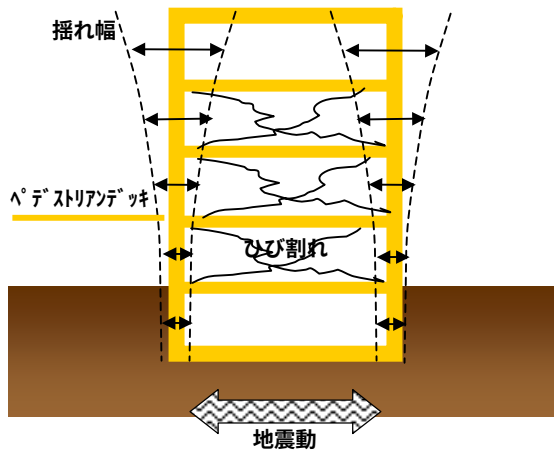
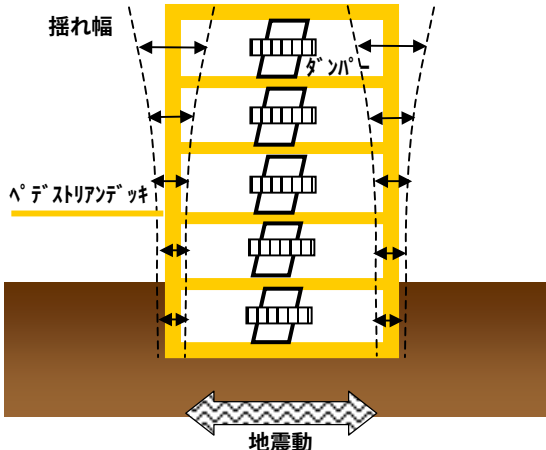
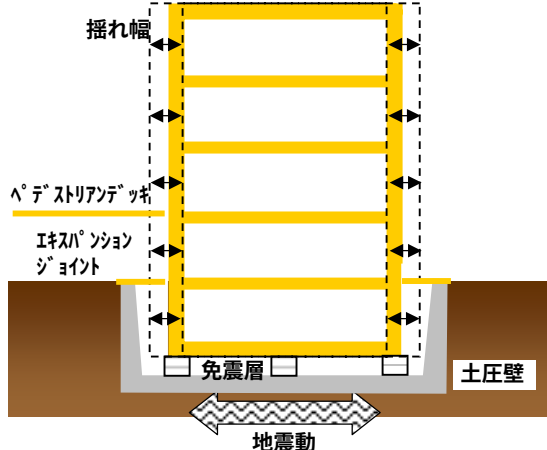
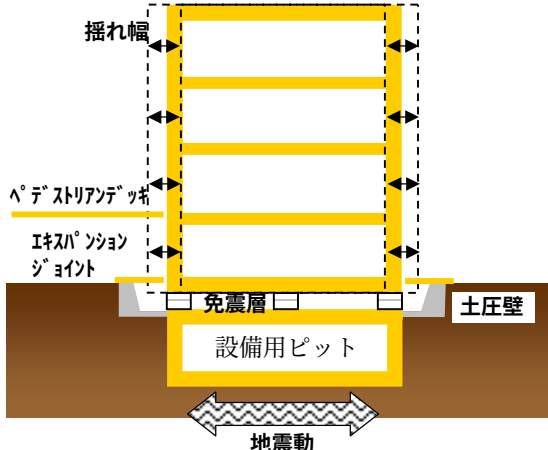
【表－8】 構造形式の比較

		鉄筋コンクリート造 (RC)	鉄骨鉄筋コンクリート造 (SRC)	鉄骨造 (S)
空間形成の自由度		△	○	○
長寿命化		△	○	○
躯体・外装工事費*		0.6～0.9	1.0	0.8～1.1
省エネ性（外断熱）		○	○	△
工 期*		0.9～1.0	1.0	0.9
と 耐 の 震 相 構 性 造	制 震	△	△	○
	耐 震	○	○	○
	免 震	○	○	○**

*躯体・外装工事費、工期は鉄骨鉄筋コンクリート造を 1.0 とした時の相対値。ただし、仕様や労務単価、材料費等の高騰による変動あり。

**高層建築の場合、風の影響等をあわせて考慮すると、制震や耐震が有利な場合もあり。

【表－9】耐震構造体の比較検討

	耐震工法	制震工法	免震工法	
			(基礎免震)	(中間層免震)
構造形式	大地震時に柱、梁、壁などが塑性化することで地震エネルギーを吸収する方法。 	耐震構造の架構に制震部材（ダンパー）を組み込んで、地震エネルギーの一部を分担させる方法。 	基礎と建物の間に免震部材を設置し、地震エネルギーを吸収させることで、建物の揺れを低減させる方法。 	免震層を中間階に配置して、建物の揺れを低減させる方法。 
大地震時の揺れと室内の状況	・上層階ほど揺れの加速度が大きく、自分の意志では行動できない程度の大きな揺れが生じる。 ・什器等の移動や転倒は避けられない。	・上層階ほど揺れの加速度が大きく、自分の意志では行動できない程度の大きな揺れが生じる。 ・固定されていない什器等は移動や転倒が生じる。	・各階とも揺れの加速度は同じ。多くの人が恐怖を感じる程度の揺れが生じる。 ・什器等の移動や転倒はほとんどない。	・地下階は非免震となり、大きな揺れが生じる。 ・地上階は各階とも揺れの加速度は同じで、多くの人が恐怖を感じる程度の揺れが生じる。 ・什器等の移動や転倒はほとんどない。
大地震時の躯体変形や損傷	・層間変形角*1/150～1/100 程度。 (*)地震時における建物の水平変位を階高で割った値。 ・主要構造部材にひび割れが生じることで、地震エネルギーを吸収するため、損傷は避けられない。	・層間変形角 1/200～1/100 程度。 ・主要構造部材の損傷の程度は、制震部材が地震エネルギーを吸収する分、低減する。	・層間変形角 1/400～1/300 程度。(耐震構造の半分) ・主要構造部材の被害はない。	・層間変形角 1/400～1/300 程度。(耐震構造の半分) ・主要構造部材は無被害。(地階含む)
建物の維持管理	・一般的な維持管理を行う。		・一般的な管理の他に、目視点検（毎年）、定期点検（10 年毎）が必要である。	
構造上の留意点	・一般的な耐震構造。 ・柱や梁の断面は、比較の中で最大となる。	・制震部材以外は一般的な耐震構造。 ・固有周期の長い架構で制震効果が得られるため、高層の鉄骨造に適する。	・建物周囲に 60cm 程度のクリアランスが必要。 ・GL と建物を結ぶエクspansionジョイントが必要である。 ・地階を計画する場合は、ピット周囲に大型の土圧壁が必要となる。	・建物周囲に 60cm 程度のクリアランスが必要。 ・GL と建物を結ぶエクspansionジョイントが必要である。 ・地階は耐震構造なので、土圧壁が基礎免震に比べ小さくできる。
建物形態との関係	・上層階ほど揺れが大きくなるため、高層の建物には不利である。		・建築面積が大きいほど、免震層の数が増えるため、割高になる。	
コスト※	1.00	1.03～1.06	1.07～1.09	1.05～1.07
工 程※	1.00	1.00	1.10	1.05
防災庁舎への適用	▲ ・大地震時には揺れが大きく、防災拠点としての機能が維持できない可能性があり、望ましくない。	▲ ・コストに関しても免震構造とそれほど差はないが、大地震時には揺れが大きく、防災拠点としての機能が維持できない可能性があり、望ましくない。	△ ・地下階を設ける場合は、中間層免震と比較してピット分の費用が嵩む。 ・ペデストリアンデッキ部の接続が課題。	○ ・耐震構造と比較して、コスト、工期ともに 5% 程度嵩むが、防災庁舎としての機能を維持するためには効果が期待できる。 ・ペデストリアンデッキ部の接続が課題。

(2) 防災庁舎の設備

① 防災庁舎へのエネルギー供給

現在、本庁舎棟及び議会厚生棟、消防局庁舎、市民会館へ給湯や空調、電気等は、エネルギーセンターからの一括供給（一部を除く）が行われていますが、これらの設備機器は、昭和47年のエネルギーセンター設置以来、大規模な設備更新を実施しておらず、標準耐用年数を超えている設備も多くあります。このため、システムの老朽化からエネルギー効率が低いなど、省エネルギーの観点からも課題が生じています。

そこで、設備機器の入れ替えや供給ラインの新設及び耐震化等を防災庁舎整備と一体的に行うことで、安定的なエネルギー供給システムを目指すとともに、再生可能エネルギー等の積極的な活用により、トータルの視点でのLCCO₂（ライフサイクルCO₂）削減を図ります。

② コージェネレーションシステムの導入

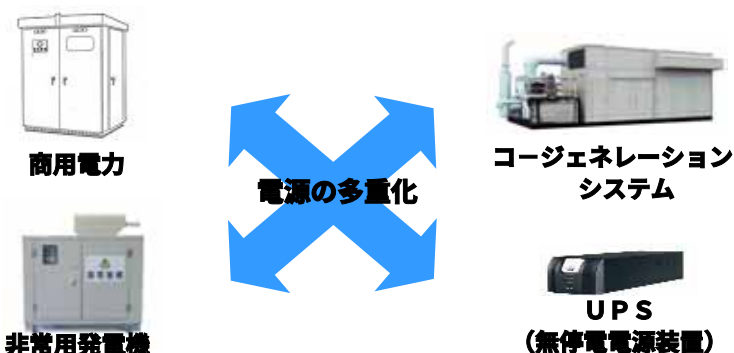
災害対応を担う庁舎等については、災害時に商用電力の供給が長期間にわたり停止した場合においても、災害対応を継続していくエネルギー確保が不可欠です。

コージェネレーションシステムは、熱源を電気エネルギーに転換するとともに、その際に発生する廃熱を利用し、冷暖房や給湯に利用するシステムであり、利用する施設内での発電が可能なおことから送電ロスも少なく、高効率なエネルギー供給システムとされています。

また、本庁舎敷地内には、強靱で地震災害にも強い中圧ガス管が使用されており、非常時においても安定的なエネルギー供給が可能であることから、ガスコージェネレーションシステムを導入するとともに、災害時における電源の多重化を図ります。

なお、コージェネレーションシステムの導入にあたっては、設備機器の更新や新たな供給ラインの新設等に多額の財政負担が生じる恐れもあることから、特定財源の活用のほか、民間資金の活用（ESCO事業*）についても検討します。

【図-9】電源の多重化イメージ

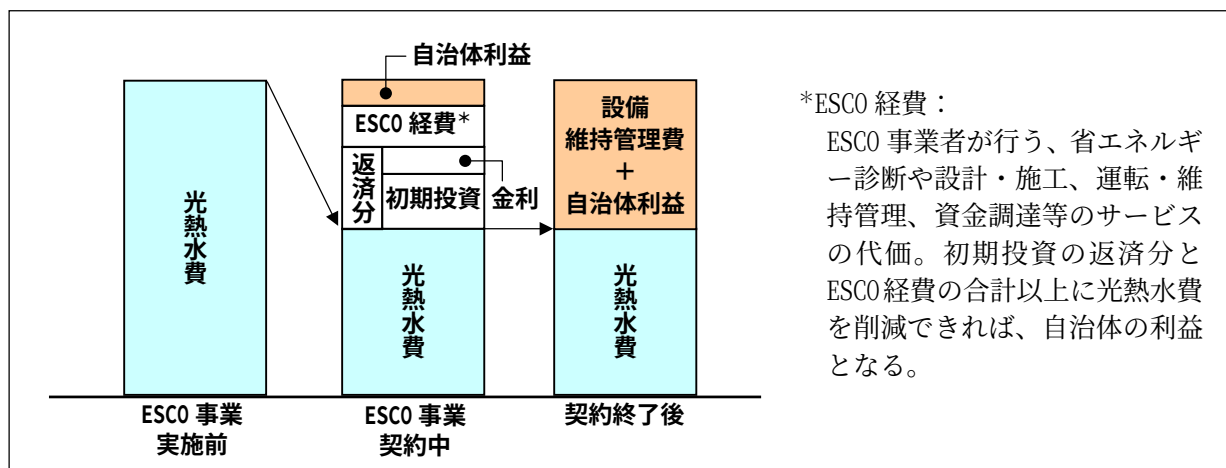


【表-10】コージェネレーションシステム導入のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
コージェネレーションシステム	・電源セキュリティが向上する。 ・電力のピークカットが見込める。 ・商用電力のみの場合と比較すると、CO₂排出削減が可能。 ・中圧管使用により商用電力と比べ、被災後の復旧が早く、非常時に有利。	・イニシャルコストがかかる。 ・常時、有効な廃熱投入先がない場合は、省エネ効果は小さい。 ・非常用電源として利用するためには消防法等との調整が必要。

*ESCO事業：事業者が自治体に対し、CO₂削減に効果的な設計、施工、維持管理の包括的なサービスを提供し、その結果、得られる省エネルギー効果を保証する契約形態。

【図－10】 E S C O事業のイメージ



③ エネルギーセンター内設備の耐震化

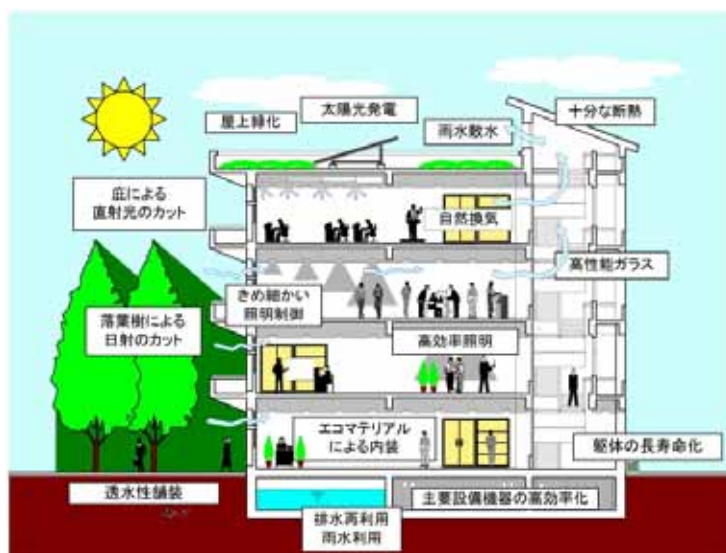
エネルギーセンターの建築本体は、耐震診断の結果、機能確保に十分な耐震性を有していますが、内部に設置してある設備については、十分な耐震対策が施されていないことから、設備の改修に併せて耐震化を行い、災害発生時にエネルギーの供給が絶たれないようにします。

④ 省エネルギー化と自然エネルギーの有効活用

太陽光を有効活用した採光や発電設備、建物の形状を利用した通風や換気による空調設備の負荷低減、雨水や井戸水等の中水利用によるトイレ排水など、省エネルギー化と併せて、自然エネルギーを積極的に活用するとともに、木質化を推進するなど、地球環境への負荷軽減を図ります。

そこで、(財)建築環境・省エネルギー機構による建築環境総合性能評価システム(CASBEE)に基づいた評価を設計段階で行い、防災庁舎の環境品質を高める一方で、環境負荷の軽減と省エネルギー性能の向上を図ります。

【図－11】 環境負荷軽減イメージ



(国土交通省ホームページより)

⑤ 「見える化」による省エネルギー制御

使用エネルギーの可視化システムを導入し、年間を通じて効率的な設備の運転制御を行うとともに、省電力で高効率な照明システムを使用することでランニングコストの低減を図ります。

(3) 長寿命化と維持管理

① 物理的耐久性の向上と機能的可変性の確保

防災庁舎は、少子高齢化・人口減少社会の到来を見据え、80年から100年といった長期的な使用期間に十分耐えうる物理的な耐久性を持った構造体と、将来において社会的なニーズに対応できるよう、内外装や設備、間取りの変更が柔軟に行えるメンテナンス性や可変性に優れた空間構成にします。

② 計画的保全と維持管理がしやすい建物構成

建物を構成する材料の物理的な耐用年数が異なることから、交換頻度が高いものや材料寿命が短いものを手前に配置するなど、ランニングコストを低減し、効率的に更新・改修が行えるよう計画的保全や維持管理がしやすい建物にします。