

2 大規模災害時にも機能する安全性の高い施設計画 (1/2)

建物自体に大きな損傷を受けない施設計画

1 免震構造の採用

西宮市地域防災計画では、市域へ最も大きな被害をもたらす地震災害を上町断層帯地震 (M7.5 / 直下型) と南海トラフ地震 (M9.0 / 海溝型) とし、市内全域で震度5弱から震度7の地震動による被害が発生することを想定しています。

第二庁舎 (危機管理センター) は、これら巨大地震による大規模災害時においても防災・危機管理の中枢拠点としての機能を確実に維持する必要があるため、本市の公共施設では初めて、構造体について最大級の耐震安全性を確保できる免震構造を採用します。

構造型式	免震構造	制震構造	耐震構造
概要図	<p>ゆっくり揺れる 大地震動時でも躯体はもちろん、 什器などの被害は少ない</p>	<p>揺れの激しさ (加速度) は耐震構造よりも 小さくできるが、限界がある</p>	<p>揺れの激しさ (加速度) の制御は困難 大地震動後、躯体は大丈夫だが、設備や コンピュータ室などの復旧に手間取る可能性がある</p>
構造の概要	上部構造を支持するアイソレータと地震時のエネルギーを吸収し揺れを軽減するダンパーで構成地震時の揺れを免震層に集中させることにより、上部構造の揺れを小さくし構造体の被害をなくすることができる	柱、梁の構造体に制震装置を組み込むことで、地震時のエネルギーを制震装置 (ダンパー等) が吸収し、建物の揺れを小さくする	一般的な構造で、構造体 (柱、梁、耐力壁、ブレース) により、地震時の揺れに対する耐震安全性を確保する
耐震安全性	大地震動後においても構造体の補修を行わず継続使用が可能 最大級の耐震安全性 (重要度係数 ^{*1} I = 1.5 相当) の確保が可能	大地震動後においても継続使用が可能 構造体の補修は軽微となる	大地震動後は、大規模な補修が必要になる可能性があるが、継続使用は可能
評価	◎	○	△

■構造形式の比較

*1 建築基準法で要求される構造耐力の割増係数

2 敷地条件と建築プランに適した「中間層免震構造 (2階床下)」を採用

地下1階及び1階部分を駐車場やエントランス等の共用スペースで構成する今回の建築プランにおいては、1階と2階の間に免震装置を設置することで2階から上階にある危機管理センターほか庁舎機能 (災害対策重要諸室等) を保護するとともに、限られた敷地スペースを有効に活用することができる中間層免震構造の採用を検討します。

- ① 地盤レベルでの建物の変位が生じないためエキスパンションジョイント^{*2}が不要となり、敷地スペースを有効に活用することができます。
- ② 地下工事 (掘削・基礎) を最小化することによりコスト縮減と工期短縮を図るとともに、保護樹木や地下水に与える影響を抑えることができます。
- ③ 万一の洪水時でも、浸水による免震装置への影響を防ぐことができます。

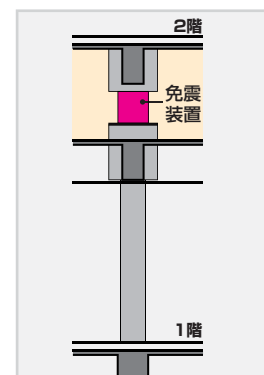
*2 建物の揺れによる変位に対応するために必要なクリアランス (空きスペース) を塞ぐ変位追従性のある仕上げ金物

免震層の位置	基礎免震		中間層免震	
	B1階床下 (基礎上部)	1階床下 (B1階上部)	2階床下 (1階上部)	
概要図	<p>建物最下部の基礎部分が免震層</p>	<p>1階床下 (B1階上部) が免震層</p>	<p>2階床下 (1階上部) が免震層</p>	
耐震性能	耐震安全性	◎ すべての階において、免震構造による高い耐震安全性の確保ができる	○ 地上部分は免震構造、地下部分は耐震構造となる	○ 2階より上部は免震構造、1階より下部は耐震構造となる
	災害対策重要諸室の保全	◎ 災害対策重要諸室と重要機器及び事務室は免震構造で守られる	◎ 災害対策重要諸室と重要機器及び事務室は免震構造で守られる	◎ 災害対策重要諸室と重要機器及び事務室は免震構造で守られる
計画敷地への適用性	保護樹木	△ 建築面積の制限が最も大きい	○ 建築面積の制限が基礎免震よりは小さい	◎ 建築面積の制限が最も小さい
	地下水	△ 地下掘削深度と地下工事期間の面で影響が大きい	○ 地下掘削深度と地下工事期間において、基礎免震と比べ条件が良くなる	◎ 地下掘削深度と地下工事期間の面で最も影響が小さい
	浸水被害	△ 万一、免震層が浸水した場合、免震機能が低下する恐れがある	△ 万一、免震層が浸水した場合、免震機能が低下する恐れがある	◎ 免震層を想定浸水高さ以上とすることで、免震層が守られる
工期 躯体工事費指数 (RC造の耐震構造との比較)	△ 地盤の掘削量が最も多く、大規模な擁壁の築造が必要となる 施工工期+3.5ヶ月 躯体工事費指数 (1.23)	○ 地盤の掘削や擁壁の築造において、基礎免震と比べコストの縮減と工期短縮が可能 施工工期+3.0ヶ月 躯体工事費指数 (1.17)	○ 基礎部分の掘削量が最も少ない縦シャフト部分及び免震層外壁部分にコストがかかる 施工工期+2.0ヶ月 躯体工事費指数 (1.16)	
総合評価	△	○	◎	

■免震装置の位置の比較

官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 / 国土交通省大臣官房官庁営繕部

部位	分類	耐震安全性の目標
構造体	I類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建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 (重要度係数 I = 1.5)
建築非構造部材 (天井・外壁・建具・内装材等)	A類	大地震動後、災害応急対策活動や被災者の受け入れの円滑な実施、又は危険物の管理のうえ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
建築設備	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



■免震装置断面イメージ



■免震建物 外観 (例)



■免震装置 外観 (例)



■免震装置 外観 (例: アイソレータと耐火パネル)



■免震層内の鋼材ダンパー (例)

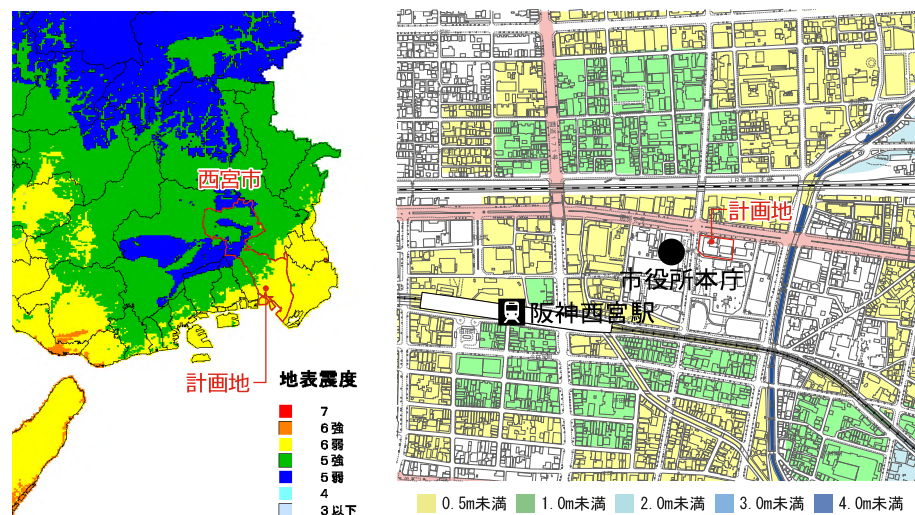
2 大規模災害時にも機能する安全性の高い施設計画 (2/2)

2-1 自然災害リスクへの対応

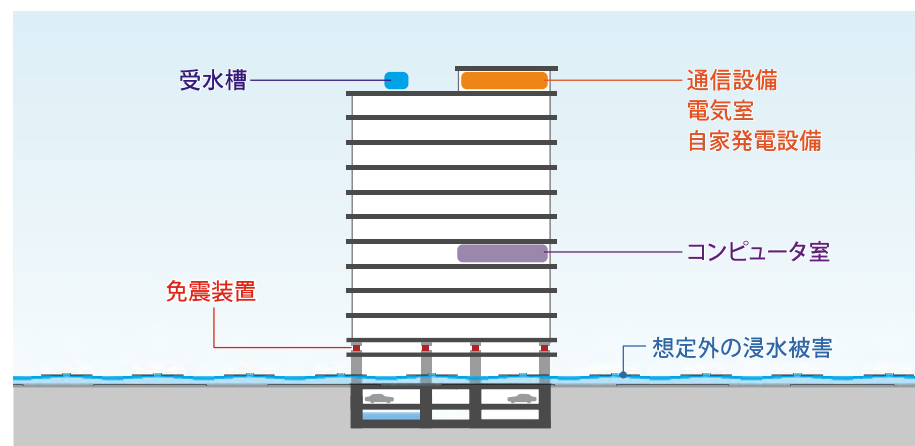
防災・危機管理の中核拠点として、計画地が抱える自然災害リスクの解消を図ります。

1 重要設備機器の地震・浸水対策

1 通信設備や電気室、自家発電設備などの重要設備機器は、地震災害や浸水被害を想定し、免震構造で保護された建物の上層階に配置します。

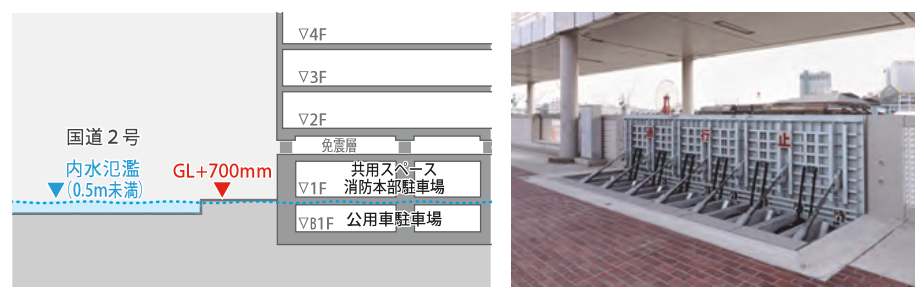


■南海トラフ地震震度分布（内閣府） ■洪水ハザードマップ（西宮市）



■重要設備の上層階配置イメージ

2 建物1階の床レベルを国道2号より約700mm高く設定するとともに、地上面にある開口部に止水板を設置するなど、想定外の河川の氾濫に対応した浸水対策を行います。



■1階床レベルの設定

■止水板のイメージ

2-2 安全性の高い設備システムの構築

1 大規模災害時のライフラインの確保

大規模災害時においても、防災・危機管理の中核拠点としての機能を確実に維持し、業務の継続が可能となるよう、電力・ガス・給排水・通信設備などのライフラインを確保します。

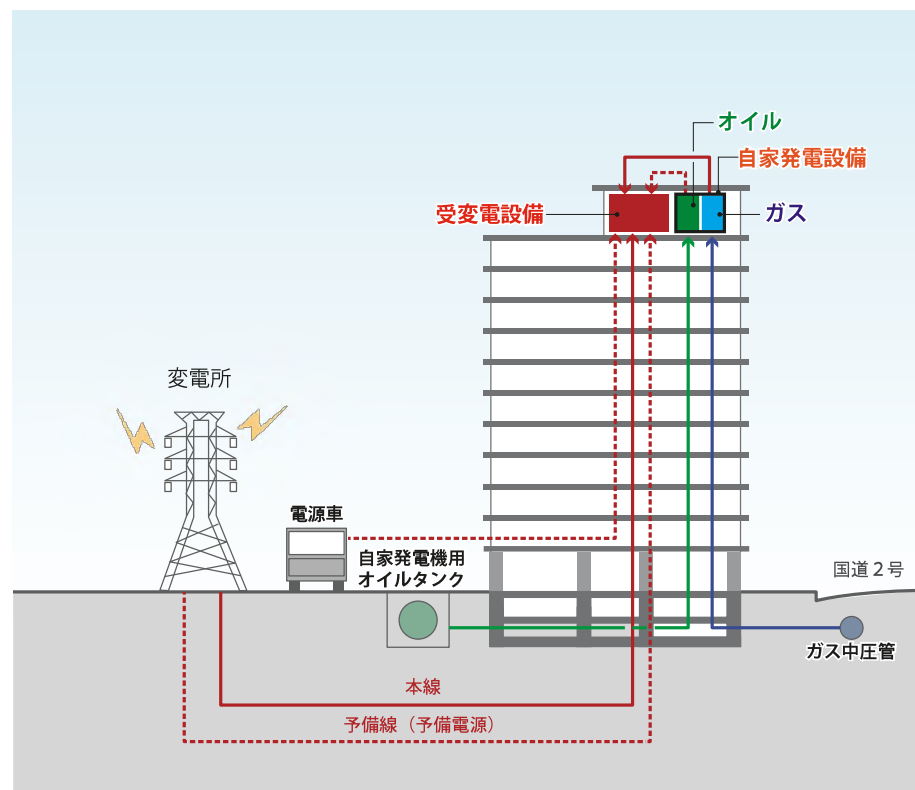
「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」より

都市人口	200万人以下	200万人超
自家発電設備の連続運転可能時間	7日間	7日間
自家発電設備の燃料備蓄時間	3日間	3日間
飲用水 (4L/人)	4日間	7日間
雑用水 (30L/人)	4日間	7日間
排水量 (30L/人)	7日間	7日間

1 電力の確保

- 複数の送電ルートからの受電など、電力供給ルートの多重化を検討します。
- 燃料の備蓄や無停電電源装置^{※1}の設置など、商用電力の供給が途絶した場合においても業務が継続できるよう、エネルギーの自立化を図ります。
- 燃料備蓄型の自家発電設備に加え、国道2号に敷設されている耐震性の高いガス中圧管^{※2}に直結した自家発電設備の導入など、エネルギー源の多様化を検討します。
- 万一、自家発電設備が故障した場合でも、電源車からの引き込み及び接続により、電力の供給を可能とします。
- 防災情報システム、消防指令システム・住民情報系システムなどコンピュータ室に設置される重要な情報システム類については、空調・電源を系統分けしたうえで多重化し、大規模災害時においても停止しない計画とします。

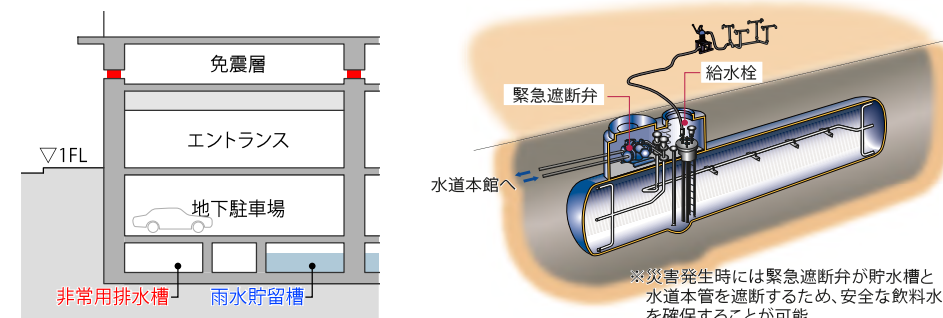
- ※1 無停電電源装置 : 電力を蓄積する装置を内蔵し、外部からの電力供給が途絶えても一定時間決められた出力で外部に電力を供給することができる装置
- ※2 ガス中圧管 : 非常用発電機対応ガス中圧管（ガス専燃発電設備用ガス供給系統評価委員会により認定を受けた都市ガス中圧管）の認定予定



■電力確保のイメージ

2 給排水設備

- 受水槽方式の採用や備蓄により、危機事案対応要員^{※3}4日分の飲用水を確保します。
- 非常用ろ過設備による雑用水からの飲用水確保を検討します。
- 第二庁舎への複数の配水ルート確保と水道管路の早期耐震化を目指すとともに、敷地周辺に緊急用貯水槽の設置を検討します。
- 雨水貯留槽を地下ピット部に確保し、危機事案対応要員4日分の雑用水としてトイレ排水等に利用します。
- 危機事案対応要員7日分の非常用排水槽を地下ピット部に確保します。



■地下ピット部のイメージ

■緊急用貯水槽のイメージ

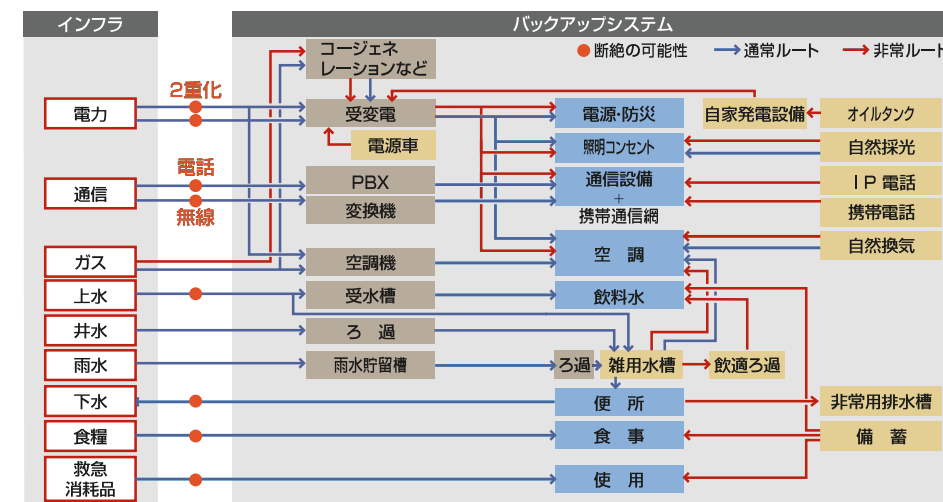
※3 危機事案対応要員：約800人を想定

3 通信設備

- コンピュータ室に設置される重要な情報システム類については、複数の通信事業者と回線契約可能な複数管路化を検討し、ネットワークの冗長化や機器の省エネルギー化など、大規模災害時においても通信が停止することがない計画とします。
- 本庁舎との接続線や支所、学校、公民館などを繋ぐ地域イントラネット網引込線の多重化に加え、災害現場や避難所との緊急連絡網などに利用する独自無線網の整備を検討します。

4 非常用物資の備蓄

- 本庁舎での対応要員を含め3,000人分の食糧、防寒具及び衛生用品などの備蓄を検討します。



■災害時のライフライン確保のイメージ

3 環境にやさしい長寿命化に配慮した施設計画

3-1 省エネ (eco) と業務継続 (BCP) を両立する建築・設備計画

第二庁舎 (危機管理センター) は、大規模災害時においても十分な機能を発揮することが求められることや24時間稼働のゾーンがあることなど、一般の庁舎とは異なる特性を有します。これらの特性を踏まえながら、環境面において、平常時の節電・省エネ (eco) と大規模災害時の業務継続 (BCP) を両立する合理的な建築プラン・設備システムを構築し、最小のエネルギーで最高の機能を発揮できる庁舎づくりを目指します。

1 再生可能エネルギーの有効活用

再生可能エネルギー等を活用することで、平常時の光熱水費の抑制だけでなく、大規模災害時の対応にも配慮した設備計画とします。

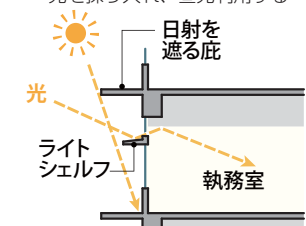
1 太陽光発電システム

- 太陽光発電による電力を蓄電することで、大規模災害時の補完電力としての活用を検討します。(約20KW:約800㎡程度の照明エネルギーに相当)

2 自然採光の利用

- メンテナンスバルコニー (庇) やライトシェルフ^{※1}を検討し、日中の照明負荷の低減を図ります。

※1窓にライトシェルフ (庇) を設けることで、直射日光を遮蔽しつつ、窓の上部から反射光を採り入れ、昼光利用する



■ライトシェルフのイメージ

3 自然換気

- 換気窓の設置による自然換気を検討します。
- 階段室を利用した重力換気による自然換気システムの導入を検討します。

4 雨水・井水利用

- 屋上降雨を地下ピットに貯留し、ろ過後、雑用水としてトイレ洗浄水や植栽散水へ利用するほか、大規模災害時でも、貴重な飲用水を使うことなく排水等が行えるよう検討します。
- 敷地内に井戸を設け、ろ過後、雑用水としての利用を検討します。

2 空調負荷の抑制

外部からの影響による負荷を建物自体で低減することで、空調負荷の抑制を図ります。

1 方位に応じた日射負荷の低減

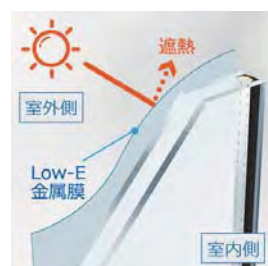
- 東西面は壁を主体に構成し、開口部には縦ルーバーを設けるなど、日射負荷の低減を図ります。
- 南北面はメンテナンスバルコニー (庇)、ルーバー、ブラインド等の配置を検討し、直射日光による不快感と日射負荷の低減を図ります。

2 建物の高断熱化

- 建物自体を高断熱化することで空調負荷の抑制を図ります。

3 Low-e 複層ガラス^{※2} の採用

- 自然採光を確保しつつ、日射による負荷の低減を検討します。



■Low-e複層ガラスイメージ

※2ガラスに遠赤外線を反射する特殊金属膜をコーティングし、ガラスを複層とすることで遮熱性能、断熱性能を高める

3 エネルギーの高効率利用

エネルギーを無駄なく使用することで、大規模災害時にも最小のエネルギーで機能する庁舎を計画します。

1 省エネルギー機器及びシステムの採用

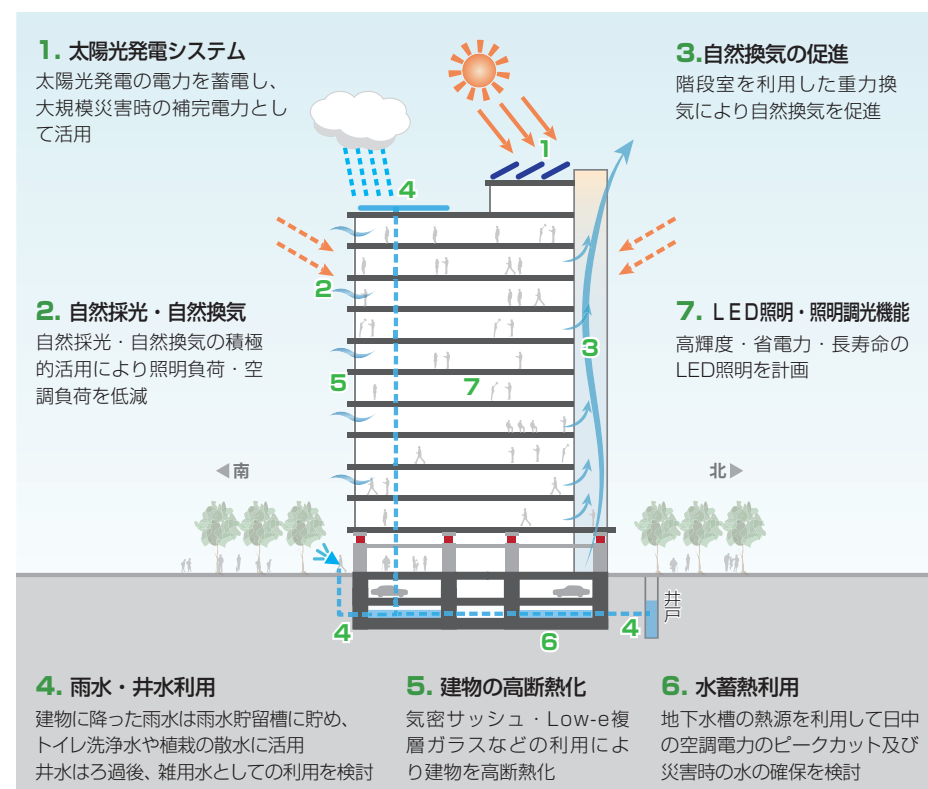
- 省エネルギー、ライフサイクルコスト、災害対応機能確保の観点から、より優位性の高い機器及びシステムを採用します。
- コージェネレーションシステムの発電電力と廃熱エネルギー利用による高効率なエネルギーシステムの導入を検討します。
- 水蓄熱による空調電力のピークカット及び大規模災害時に利用できる水の確保を検討します。

2 照明計画の合理化

- LED照明器具、各種センサー、反射率の高い内部仕上げ材を採用することで照明負荷の低減を図ります。

3 無駄をなくす設備方式

- 人感センサー、CO2センサーによる換気量制御システムを採用し、換気ファンの電気使用量の削減及び空調負荷の抑制を図ります。
- BEMS (ビルエネルギー管理システム) の導入により、エネルギー管理・設備保全管理の一元化、見える化を図り、供用開始後における省エネルギーの検討、維持保全業務の簡素化を可能とします。
- 照度制御システム (スケジュール制御、調光、各種センサー (人感、照度) 及びタブレット端末による点滅制御) の導入を検討します。



■ecoとBCPを両立する施設づくりのイメージ

3-2 将来の改修・更新への「対応力」の高い建築・設備計画

建物を長く使い続けられるよう、オープンフロアの執務空間や、ゆとりのある設備スペースを確保し、将来の組織の改編や設備機器の改修・更新にも柔軟に対応できる「対応力」の高い施設づくり (長寿命化) を目指します。

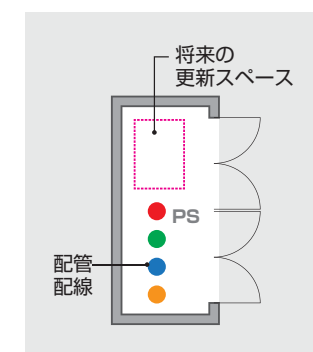
- 1 耐用年数による更新時期に配慮した仕上材や配管類の採用により、ライフサイクルコストの削減を図ります。

- 2 管理用庇、管理用スペースの確保及び清掃・点検・補修等の保全業務の簡素化により、建物のメンテナンス性を高めます。

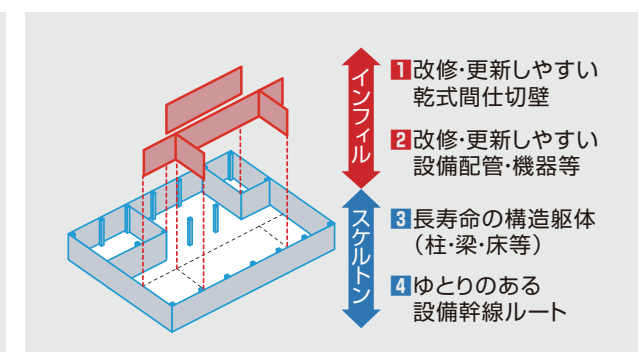
- 天井内のふとところを十分に確保し、メンテナンス性の向上を図ります。
- 配管スペース内に将来の配管スペースを確保するなど、設備機器の改修・更新が容易な計画とします。

3 「スケルトン・インフィル」の明確化

- 建設時点から変化することのない構造体等の「スケルトン」部分と、時代ごとのニーズにより変化する設備機器や間仕切壁等の「インフィル」を明確に分けて計画します。スケルトンは高い耐久性でつくり、インフィルは改修・更新が容易な計画とします。



■ゆとりのある設備スペース



■「スケルトン・インフィル」のイメージ

1 組織の改編に無駄なく対応できる平面計画

- 基準階フロアは東西にヘビーデューティーゾーンを設けることで、中央にまとまった執務空間を確保します。組織改編があった場合でも、間仕切壁を移設することなく容易に対応でき、レイアウト変更に伴うコストを削減します。
- 執務空間はすべてOAフロア (フリーアクセスフロア) を採用し、機器の配線にとらわれることなくレイアウトの更新に対応できる計画とします。また、ヘビーデューティーゾーンにもOAフロアを採用することで、より自由度の高いレイアウトを可能とします。



■OAフロアのイメージ

