災害時における庁舎の機能確保のための設備設計手法の検証 ～湘南海上保安署における成果～

山岸　大高

関東地方整備局　営繕部　整備課　（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

官庁施設のうち災害活動拠点施設は、万一の災害時においても災害応急対策活動を支える拠点の役割を担うが、大規模災害時に施設がダメージを受けると、行政機能の継続や災害応急対策活動の展開に著しい支障が生じる場合がある。機能停止を防ぐためには、建築物の構造体の耐震化のみならず、建築設備等の対策として、災害時の庁舎の機能維持と防災機能の強化が重要となる。そこで、湘南海上保安署の新築工事において、対津波・浸水対策を考慮し、施設の業務継続を可能とするために様々な創意工夫を盛り込んだ施設整備を実施した。また、施設完成後に台風による高潮被害を受けた際の事例を紹介し、設計の成果と今後の展望を考察する。

キーワード　災害活動拠点施設、業務継続、対津波対策、浸水対策

1. 研究背景

(1) 官庁施設に求められる防災機能

官庁施設のうち、災害活動拠点施設は、地震や水害及び津波などの災害時において、災害対策の指揮や情報伝達、応急復旧活動など、災害対策における拠点施設としての機能が求められている。このため、国土交通省では「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」において、構造体、建築非構造部材、建築設備等の安全性を分類し、を定めることで計画的かつ重点的に整備を行っている。建築設備においては甲類、乙類に分類され、災害活動拠点施設は甲類に分類される（表-1）。甲類は乙類の機能に加え、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ことが求められている。

表-1　建築設備における耐震安全性の分類と目標.

分類	耐震安全性の目標
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共に、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。

(2) 災害の激甚化

近年は地震だけでなく大津波や大雨による洪水など、想定を超えた規模の災害が増加している現状を踏まえ、施設構造体の耐震化だけでなく、建築設備における対策として、災害時の機能維持や防災機能の強化が重要となっている。特に電気設備は業務継続の生命線であり、機能維持において重要な役割を担うため、より慎重な計画が必要である。

2011年の東日本大震災において、石巻港湾合同庁舎をはじめとする臨海部の庁舎は、津波の被害により庁舎としての機能を失い、業務が一切できなくなる事例が相次いだ。これを機に、耐震だけでなく津波及びそれによる浸水対策が急務であることが明らかになった。

2. 官庁施設における津波対策の考え方

津波に対する官庁施設の機能確保の実現のためには、ソフト及びハードの一体的な対策によって、津波のレベルに応じた業務上の機能確保の目標を達成することが重要である。ソフト及びハード対策を必要に応じて組み合わせ、地域の自治体等との連携を図ることにより、災害時の行政機能の維持が可能になり、減災や早期復旧に貢献することができる。

津波のレベルは、想定できる最大クラスの津波（レベ

ル２津波：以下L2とする）と、レベル２津波よりも高さは低いが、発生頻度の高い津波（レベル１津波：以下L1とする）に分類され、L2に対しては施設利用者の安全を最大限確保し、津波発生時の災害応急対策活動を可能とするものとし、L1に対しては、津波が引いた後も早期に通常業務を再開できることを目標とする。

(1) ソフト対策

ソフト対策とは、施設管理上の対策である。災害対策活動の計画を制定し、施設の高さと同等か、それ以上の津波が想定される場合は、より高所の代替拠点に防災拠点室等を設置することを検討する。また、避難計画を制定し、それを入居者や施設利用者に周知・徹底する。営繕部は、施設利用の手引きを作成し、完成した施設の利用方法などを周知し、随時フォローを行う役割を担う。

(2) ハード対策

ハード対策とは施設整備上の対策である。ハード面での津波対策を行った官庁施設のイメージ図を図-1に示す。業務上主要な室はL1より上階へ配置する。活動拠点室、自家発電設備や受変電設備を収容する設備室等の活動支援室など、防災上重要な諸室はL2よりも上階へ配置する必要がある。さらに、電力・通信システムの機能確保のため、浸水が想定される階は系統分離し、系統の遮断を行う盤類を上階に設置することで、浸水しても庁舎全体が機能停止に陥らないような配置が重要である。

また、自治体から津波避難ビルの指定を受ける場合は、表示看板の設置や、屋上避難スペースとそこへ繋がる屋外階段の整備が必要となる。

これらの対策を設計に盛り込むためには、地域のハザードマップ等により津波想定浸水深を把握し、各階にどのように諸室を配置するか、入居官署と綿密な協議を行うことが重要である。

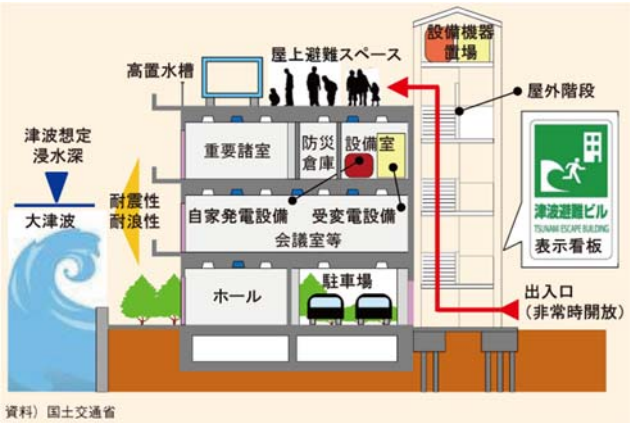

図-1 官庁施設におけるハード面での津波対策（イメージ）.

3. 湘南海上保安署

(1) 建物概要

湘南海上保安署は、神奈川県藤沢市江の島にある海上保安庁の施設である(図-2・表-2)。海上保安業務の特性上、海に隣接して建てられた施設である。地域の津波浸水想定（図-3）によると、庁舎周辺は最大で10mの津波浸水が想定されている。

津波・高潮等による浸水被害を受けた場合であっても、施設の業務継続を可能とするため、様々な創意工夫を盛り込んだ設計としている。

図-2 庁舎外観.

表-2 建物概要.

項目	内　　容
施設名称	湘南海上保安署
所在地	神奈川県藤沢市江の島1-12-2
構造	鉄筋コンクリート造
延べ面積	918.06㎡（建築基準法）
階数	地上３階
高さ	14.953m
完成年月日	2017年3月

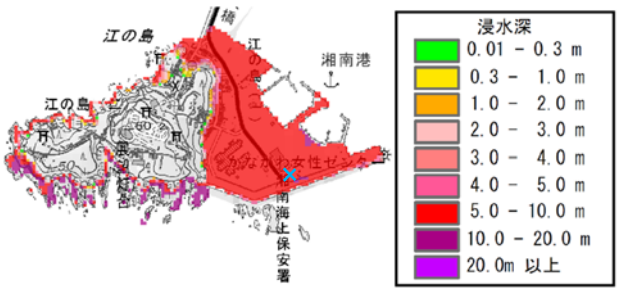

図-3 湘南海上保安署周辺の津波浸水想定。×印が庁舎所在地（神奈川県津波浸水想定図より抜粋）.

⑵ 湘南海上保安署の主な浸水対策

a) 建築計画

前述のとおり、最大で10mの津波浸水が想定されるため、一般的な庁舎の場合は3階部分まで浸水する可能性がある。そのため、本庁舎では1階の階高を約6.3mとし車庫等に充て、L1クラスの5m級津波に対しては2階以上を非浸水階とした。また、2階まで約10mの階高を確保することで、L2クラスの最大10m（基準水位10.22m）の津波に対しては3階を非浸水階とした（図-4）。これらを踏まえ、3階は単独で最低限の機能が継続できるように、機能停止が許されない室を配置し、2階以上に機能継続に重要な室の配置を行う計画とした。

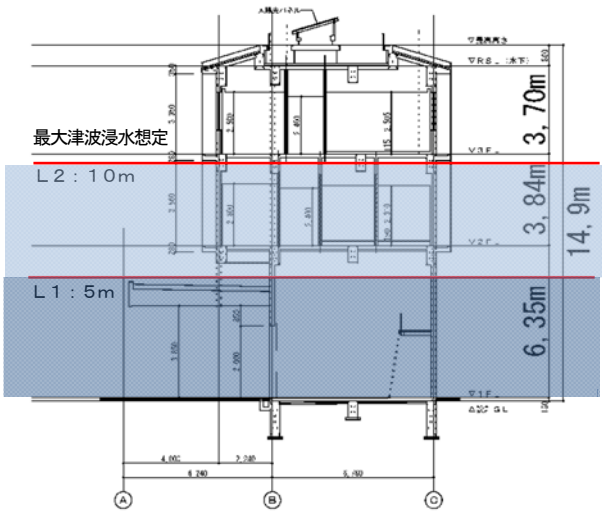

図-4 湘南海上保安署　断面図.

b) 諸室計画

基本設計のゾーニング段階に、活動拠点室である対策室及び活動支援室である設備室（受変電を収容する電気室・非常用発電機を収容する発電機室）等を非浸水階に配置し、災害復旧活動に必要な電力の確保を行った。

c) 電力・幹線系統の対策

電力を引き込み、各フロアへ電力を分配する受変電設備は、地下階や1階部分に配置するのが一般的であるが、浸水階に配置した場合は浸水により復旧に時間を要する。また、受変電設備を非浸水階に配置しても、浸水階の系統分離を行わなければ、浸水階で短絡が起きた場合、同系統の非浸水階も機能が停止するリスクがある(図-5)。電力・幹線系統はこれらを踏まえた上で設計をする必要がある。

本庁舎の電源設備対策を図-6に示す。電力インフラは地中から電気配線シャフトを経由し途中に接続点を設けず立上げ、３階の電気室に引き込んでいる。幹線系統は浸水想定階と非浸水階で分離し、L2クラスの津波が来ても3階のSW盤(図-7)により1、2階の系統遮断が手動で行えるようになっている。また、電源接続盤により、仮設での電源車接続にも対応している。

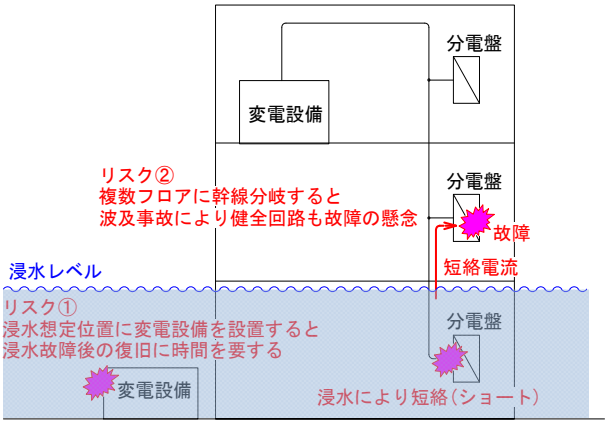

図-5 電源設備の被災リスク.

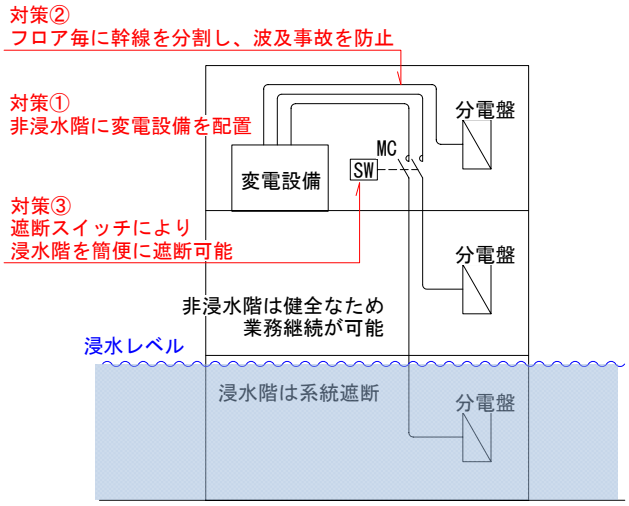

図-6 湘南海上保安署の電源設備対策.

図-7 SW盤.

d) 発電設備

停電してから復旧するまで電力を供給する発電設備は、津波・浸水被害に遭うとオイルタンクへの浸水、配管や

発電機・ポンプの浸水や破損などにより機能停止に陥る可能性がある（図-8）。

本庁舎の発電設備対策を図-9に示す。発電機は前述のとおり非浸水階である3階に設置している。また、補給水が不要なディーゼル式ラジエータ方式としている。給気口のガラリには除塩フィルターを設置し、塩害による故障対策を行っている。燃料タンクは、電力復旧までの時間を考慮し、72時間程度運転できる容量としている。

発電機用の燃料タンクは地中に配置しているため、多くの対策を施している。燃料をタンクから発電機に送るポンプは、地上１階や屋外にポンプ制御盤とともに配置するのが一般的である。しかし、このままでは津波・高潮による浸水で使用不能となるため、本庁舎では油中ポンプ(図-10)を採用した。油中ポンプは燃料タンク内にあるため、浸水や漂流物の衝突を防ぐことができる。その反面、日常の目視点検が困難であることから、故障のリスクを考慮し、二重化構成としている。地上に面したマンホール部分は、海水侵入を予防するためにテーパ・パッキン式中ふた付密閉形マンホールとしている。これは、パッキンをふた側面のテーパ（先細り）部に装着し、ふたの自重により密閉構造を確保したものである。軽微な作業を行う際は、中ふたを外して行う。パッキンの素材は通常のニトリルゴムではなく、より耐候性に優れたクロロプレンゴムとしている。

燃料配管及び通気管は非浸水階である屋上まで、屋内のパイプシャフトで立上げを行い、漂流物の衝突などによる断裂を防止する対策を行っている(図-11)。通気管は通常4m程度であるが、浸水防止のため、屋上までの高さとなっている。給油口は1階PS内、ポンプ制御盤は3階発電機室内に設置し、浸水やポンプ停止対策を行っている。

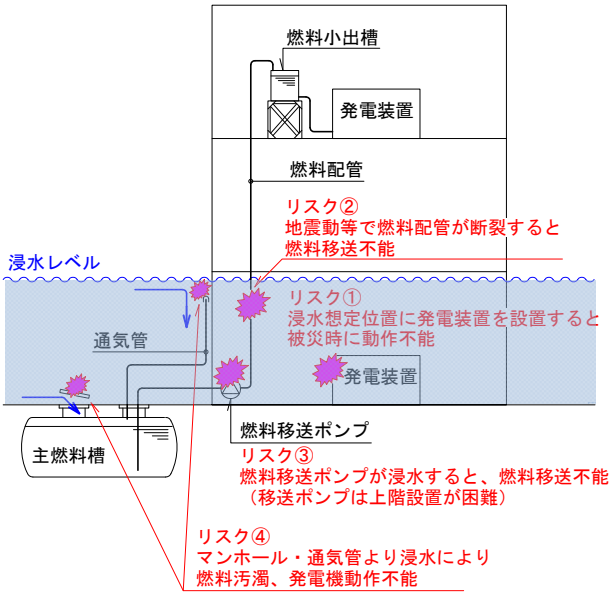

図-8 発電設備の被災リスク.

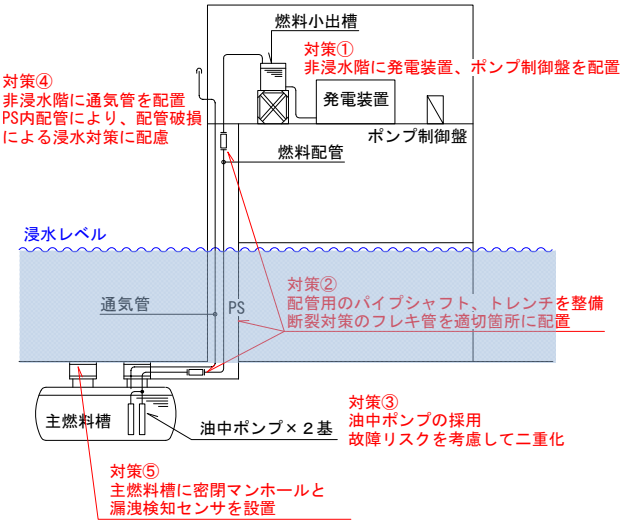

図-9 湘南海上保安署の発電設備対策.

図-10 油中ポンプ.

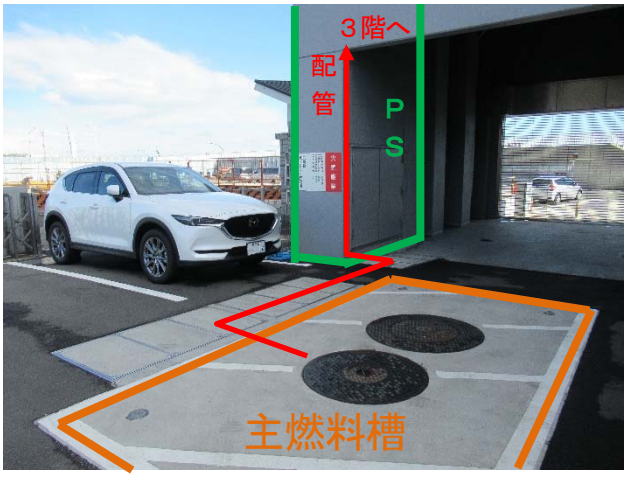

図-11 主燃料槽とPS.

e) 通信設備

通信機器類は、電話交換機等の重要機器を非浸水階に配置している。

f) 給排水設備

非常時の給水機能確保を考慮し、受水槽、雑用受水槽、排水槽のサイズを選定及び配置を行っている。災害発生から外部より給水が得られるようになるまで4日と想定

している。通常時使用する水量は、非常時に比べて少ないことが予想されるため、水槽内で滞留し、劣化するおそれがあることから、上水系統（主に飲料用）と雑用水系統（トイレ等）に分けている。受水槽（上水系統）は3階とし、給水ポンプは自家発回路としている。地震時に配管破断等による水槽内の水の流出を防ぐため、緊急遮断弁を設置している。

4. 考察

(1) 成果

2017年3月に完成した後、同年10月22～23日に超大型の台風21号が接近し、江の島地区は強風と観測史上最大クラスの高潮被害に見舞われた（図-12）。その際の周辺及び庁舎の被災状況を紹介する。

庁舎南側の防波堤より越波し、一帯が冠水、周辺地域が停電した（図-13）。新庁舎を建設する際に近隣に建てた仮庁舎は、1階部分に大きな被害を受けた(図-14)。新庁舎もシャッターや門扉の破損、植栽の倒木や冠水などに見舞われたが、停電後に自家発電装置が起動し、業務継続が可能であった。施設機能や燃料タンク、配管等に問題は発生しなかった。

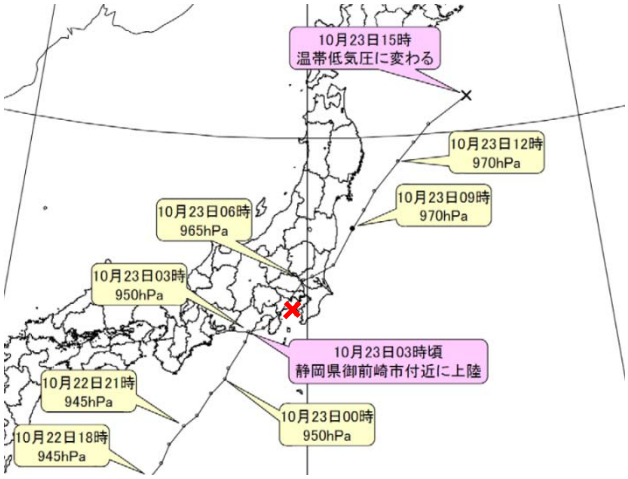

図-12　台風２１号の経路図。×印が庁舎所在地
(横浜地方気象台速報より抜粋).

図-13　庁舎南側の冠水状況（左）と平常時（右）.

図-14　仮庁舎の被害状況.

(2) 今後の課題・展望

本庁舎は対津波・高潮対策が中心であるが、洪水等による激甚な災害の対策に共通し、今後の設計においてさらに考えられる対策としては、以下の事項が挙げられる。

a)発電設備

本庁舎では、主燃料槽に密閉マンホールを採用しているが、パッキンの劣化や摩耗、キズ又は砂や異物の巻き込みにより漏水する可能性がある(図-15)。そこで、浸水対策を行った防水プロテクターを採用する(図-16・図-17)。これは、完全防水層を設けることで浸水を防ぐものである。マンホールより漏れた水は完全防水層の外側を流れ、スラブの隙間から水が流れ出るため、水が溜まることはない。プロテクターのふたは冠水しても浮き上がらないようパッキンを用いてボルトで固定し、ふたの取り外しも容易に行うことができる。基本的には雨水の侵入による腐食を防ぐためのものであるが、浸水による水圧を考慮した耐圧型もある。

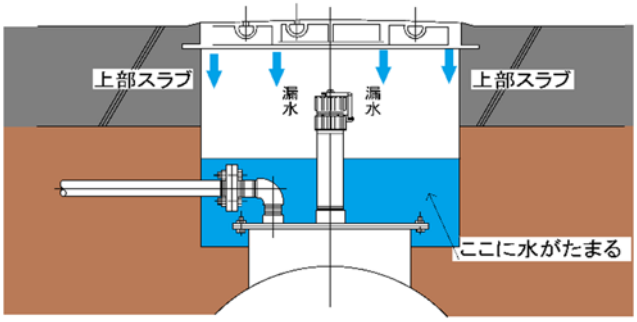

図-15　従来型のプロテクター.

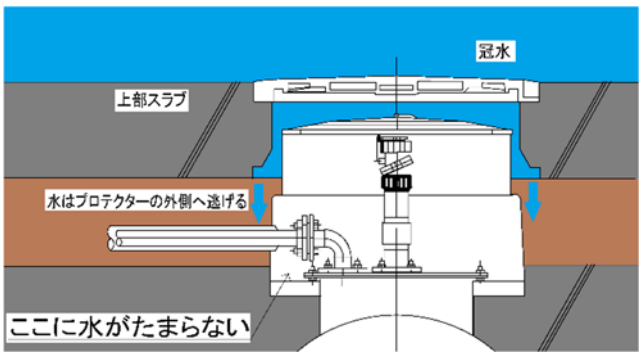

図-16　防水プロテクター.

図-17　防水プロテクターの外観.

b) 地震動・液状化対応

地震動や液状化による変位への対応のため、電力の地下引込みや引込み多重化の検討を行う。また、変位に対応できる可とう性管材を採用する。

c) 弱電機器のシステム分離

情報通信設備を中心とした通信機器も、電力と同様に浸水想定階と非浸水階でシステム分離を行う。アイソレータ（短絡信号検出器）を設置することで浸水階の遮断を容易に行うことが可能となる。

d) システムの信頼性向上対策

情報通信機器など業務継続において重要なシステムの冗長化、機能の分散化により、一部の不具合が全体に支障を及ぼさないようなシステム設計手法を検討する。

e) 太陽光発電設備の活用

太陽光発電装置と蓄電池の連係により、災害時の自立運転が可能となる。

f) 雨水利用

雨水貯留槽の導入により、トイレなどに用いる中水に雨水を活用する。

g) マンホールトイレの設置

災害時にトイレが使用不能となったり、避難所や仮設トイレが混雑することにより、衛生状況の悪化や健康被害の事例が見受けられる。下水道管路上のマンホールに簡易トイレを設置する事により、非常時にトイレとして使用することが可能となる。下水マンホールは路上にあるのが一般的であるため、マンホールトイレ用のマンホールをあらかじめ整備する必要があるが、阪神大震災後に、大都市圏の避難所を中心に整備が進められている。

h) ソフト対策の向上

被災後の業務継続のため、適切の復旧体制の手順や取り扱い説明、施設の使用・保全に関する説明書を拡充するなど、平時からソフト面でのフォローを行う。

i) 改修時の検討

湘南海上保安署は新築工事であったが、既存施設に浸水対策を盛り込む改修工事を行うことも想定される。既存改修を行う場合は、既存の居室等を活動拠点室や活動支援室（電気室等）、配管配線スペースに転用するため、既存スペースの工夫や設備機器の荷重検討、入居官署との綿密な調整が重要となる。庁舎によっては調整が困難となる可能性があるが、その場合はさらなる創意工夫が必要となる。

5. まとめ

今回の手法で設計を行った湘南海上保安署においては、災害時において一定の成果が得られた。しかし近年は災害の激甚化が著しく、今後も想定を超えた災害に襲われる可能性がある。建築物に関する法律も、大きな災害を経て改正されてきた経緯がある。過去の災害を教訓に手法を見直し、今後の設計に役立てることが重要である。今回の対策が最良であるとは考えず、常により良い対策を考えていかなければならない。

災害に強い官庁施設を整備した成果は災害時に発揮される。災害時でも業務継続が可能となり、施設の災害応急対策活動により、国民の生命を守ることに直結する。今後も設計手法の改良を重ね、より災害に強い官庁施設を整備していきたい。

参考文献

1)　官庁施設の総合耐震･対津波計画基準　平成 25 年版（国土交通省大臣官房官庁営繕部）
2)　大津波等を想定した官庁施設の機能確保の在り方について　平成 25 年 2 月 18 日（社会資本整備審議会）
3)　防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン　平成 30 年 5 月（国土交通省住宅局）
4)　災害拠点の設計ガイドライン(案)　平成 30 年 1 月（国土技術政策総合研究所）
5)　建築設備耐震設計･施工指針　2014 年版（日本建築センター）