

大規模災害による被災後における建築物の機能継続

環境研究グループ グループ長 山海 敏弘

I はじめに

平成25年3月18日に公表された「南海トラフ巨大地震の被害想定（二次報告）」では、被災後、約2710万人が電力、3440万人が上水インフラ、3210万人が下水インフラの途絶に見舞われることが想定されており、その復旧については、最も厳しい地域で、電源について約2週間で95%復旧（電源調整、電信柱）、上水については約7週間で9割復旧、下水については約5週間で9割復旧（下水処理場のみ）との見込みが示されている。現在、国土強靱化の一環として実施されているライフラインの強化は重要であるが、この進展には相応の時間が必要であり、想定を超えた外力によるライフラインの機能障害なども想定しておく必要がある。このため、災害後の活動拠点や住宅におけるライフライン代替機能については、住宅・建築物のレジリエンス向上（LCP、BCP）のための基盤的技術として、様々な検討が進められているが、本稿においては、建築研究所が取り組んできた住宅・建築物のレジリエンス向上技術（LCP、BCP）に関して概説する。

II 総合技術開発プロジェクト「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」の成果物（ガイドライン）の概要

国土交通省は、平成25年度から28年度に渡り、標記総合技術開発プロジェクトを実施したが、建築研究所はこのプロジェクトに共同研究者として参画し、研究開発を実施した。このプロジェクトでは、地震、津波等に対する拠点建築物の機能継続性を向上させるための総合的な技術開発が実施され、建築設備については、地震、地震に伴う津波、これらによるライフラインの途絶への対応性を高めることを目的として、建築設備の計画・設計、運用管理等について検討が実施された。成果物は、標記のガイドラインとして国土技術政策総合研究所によって公表されているが、本稿では建築設備に関する成果の概要を紹介する。

1. 災害の種類・規模に対応した設備計画

「南海トラフ巨大地震の被害想定（二次報告）」における地震、津波による浸水、電力、上水、下水機能の途絶を想定し、建築設備を計画するものとしており、具体的には、建築物に適用される地域防災計画、地区防災計画に基づくものとしている。また、対象とする建築物に要求される機能維持水準については、使用者と設計者の意思疎通を図るためのツール（コミュニケーションシート）を提案している（被災後の機能維持水準、期間等について、より詳細に建築物におけるニーズを把握）。

2. 耐震性の確保

建築設備の耐震性については、建築設備耐震設計・施工指針（2014年版）、官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（平成8年版）によることを基本とし、これらに記載されている対策技術を活用することを前提とするが、最近の被災事例から見て特に留意すべき事項について、各設備毎に対策技術を記載している（①建物導入部等における変形追従対策、破損対応対策、②トランスの耐震対策等、③天井と取り合いのある設備の設置方法、④破損を想定する部位への対策等）。

3. 浸水への対応性の確保

「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」（平成25年）によるほか、拠点機能を維持するために必要な設備が浸水によって機能を喪失しないよう、

- ・設備を浸水深よりも高い位置に設置
- ・設備を水密性を有する部位に設置
- ・浸水に耐えられる構造の設備を設置

を基本として、津波等によって低層階が浸水した場合においても浸水していない階の機能を保持すること、電源・上下水等の復旧後浸水階の修理が完了していなくても浸水していない階の機能復旧を可能とすること等を実現するための具体的な対策を記載している（①浸水を想定し、浸水部分を切り離すことができる構成、浸水深よりも高い位置に設置しがたい設備は浸水に耐えられる構造とする、昇降機については浸水した場合でも拠点機能

の継続が可能な設置計画とすること等)。

4. ライフライン途絶への対応性の確保

ライフライン途絶時においても災害拠点に必要な機能を確保するため、代替機器等を想定した設備計画や系統の設定も含めて、次のような対策を講ずることとしている。

- ① 電気設備
 - ・防災用電源の活用(長時間化、間欠運転、中圧ガス、系統分け、非常用発電と防災用発電の連携等)
 - ・太陽光等を活用した防災用電源による自立化
- ② 給排水・衛生設備(消防設備を含む)
 - ・水源多様化(防災用井戸、雨水利用等による自立化)
 - ・機能維持に有効な負荷低減(節水化、超々節水化等)
 - ・排水機能の維持(排水の一時貯留、排水再利用等)
- ③ 空調・換気設備
 - ・機能維持に有効な設備の負荷低減(窓による通風・換気、パッシブデザイン等)

5. 機能維持のための運用・管理技術

被災によりライフラインが途絶することを想定し、ライフライン途絶時においても災害拠点に必要な機能を確保するため、①継続使用の可否判定手順の明確化、②簡易な補修用品(補修用部材、工具等)の常備、③継続使用のための運転管理手順の明確化、④代替設備等の設置、連携手順の明確化、⑤ソフト対策(契約による運営、権利関係等の明確化)等の措置を講ずることとしている。

6. 機能継続に有効な新技術

機能継続に有効な新技術として、建築研究所が開発した防災型超々節水衛生設備システムや、被災後におけるエネルギー自立技術の導入事例を紹介している。

III 建築研究所による防災型超々節水衛生設備システム

建築研究所は、前述の総プロと並行して、「ライフラインの途絶に対応した超々節水型衛生設備システムに関する研究」(平成26年度～27年度)、「既存建築物を対象とした広域災害によるライフライン途絶への対応性向上技術に関する研究-ライフライン途絶対応型設備システムに関する研究-」(平成28年度～30年度)を実施し、ライフライン途絶に対応した技術に関する研究に取り組んでいる。本稿では、上記研究の成果のうちガイドラインに引用されている「防災型超々節水衛生設備システム」の構成について概説する。

1. 防災型超々節水衛生設備システムの構成

このシステムは、超々節水型大便器、この便器に対応した排水配管システムとライフライン途絶後の機能継続に必要な水源(防災用井戸、雨水利用設備等)、汚水貯留設備、必要に応じて設ける防災用電源等によって構成される。超々節水型大便器は、洗浄水1L/回以下(被災時は更に少量とすることが可能)の便器であり、機械式の密閉機構を設けていること、少量でも汚物の流動性を確保できる対策技術等により大幅な節水化を可能としている。システムの具体的な構成例を図2に示す。このシステムを適用することにより、例えば4人居住の住宅に300Lの雨水貯留槽を導入したケースでは、被災により電力、上下水が途絶した場合であっても約1～2ヶ月程度以上の間、機能継続することが期待でき、防災上の便益は極めて大きい。

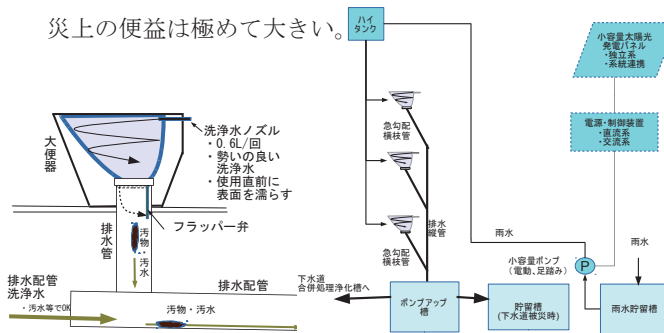


図1 超々節水型便器の構造(例)

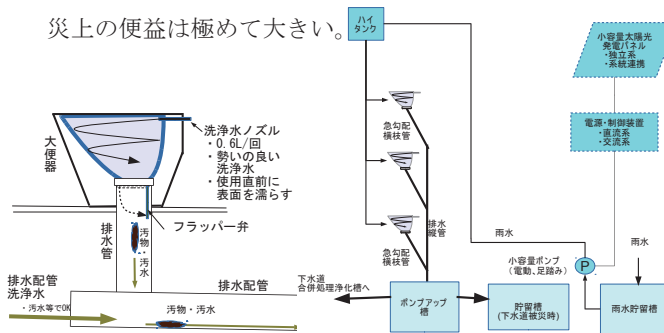


図2 システムの構成例(急勾配横枝管方式)

IV 課題等

大規模災害による被災後、重篤・危機的な状態にある被災者に対してマンパワーを集中するうえでも建築物におけるライフライン途絶への対応は非常に重要であり、また、支援が必要な被災者の発生を一定限度に収めることは、病院や指揮機能を担う拠点的な庁舎等を有効に機能させるための必要条件の一つである。このため、市街地全域でのレジリエンス向上が極めて重要であるが、これを実現するためには、既存建築物に対する有効な対策技術の構築が課題となっている。現在建築研究所では、既存建築物への適用性が高いライフライン途絶対応技術の開発に取り組んでおり、非常時の機能継続に必要なリソース(エネルギー、水等)を最小化する、というコンセプトを基本として、法令によって設置が義務付けられる防災設備やパッシブ技術の有効活用も含めて、検討を進めているところである。