

# 大規模建築物の給排水設備等における 防災対策技術

山海 敏弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人建築研究所 環境研究グループ（〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地）

都市・建築物が大規模な地震によって被災した場合、都市インフラ（電気、上下水、ガス等）はある程度の期間途絶することを想定する必要がある。特に大規模な建築物については、当該建築物において、在館者の一時的な退避や最低限の避難生活を担保することができない場合、大きな社会的混乱が予想されるため、特にトイレ、生活水の確保は、最も重要な課題となっている。本報においては、大規模建築物、超高層マンション等の給排水設備等を対象として、大規模地震の被災後におけるトイレ、生活水の確保等を図るための防災技術について報告する。

キーワード 防災対策、機能維持、給排水設備、トイレ、生活水

## 1. 検討の背景及び目的

都市・建築物が大規模な地震等の災害によって被災した場合、都市インフラ（電気、上水、下水、ガス等）はある程度の期間途絶することを想定する必要がある。

しかし都市インフラが途絶した場合においても、超高層建築物等、大規模な建築物については、当該建築物において在館者等の一時的な退避や最低限の避難生活を担保することができない場合、大きな社会的混乱が予想され、特に、トイレ、生活水の確保は、最も重要な課題となる。

このため独立行政法人建築研究所は、災害後の建築物の機能維持・早期回復を目的として実施した個別重点研究課題「災害後の建築物の機能の維持・早期回復を目指した技術開発（2008年度～2009年度）」の一環として、災害後の建築物の機能維持・早期回復を目指した給排水設備等に関する技術開発を実施した。

この技術開発においては、地震等の災害によって上水、下水、電気、ガス等のインフラが途絶した場合においても、在館者の一時的な退避や最低限の避難生活を担保することができる、給排水設備等に関する防災対策技術の構築を目標として検討を実施した。

また、この技術開発と並行して、国土交通省は、建築基準整備促進補助金事業の課題「超高層建築物等の安全対策に関する検討」のサブテーマとして「大規模建築物の給排水設備等の防災対策に関する基準の検討」を設定し、公募により実施主体として選定された(株)ジェスが建築研究所と共同し、調査を行った。

本報では、この研究及び調査の成果である、大規模建築物、超高層マンション等の給排水設備等を対象とした防災技術に関して概説する。

## 2. 大規模建築物の給排水設備等に関する防災技術

### 2.1 給排水設備等の設置・構造に関する対策

#### (1) 生活水の確保に関する対策

##### ① 避難生活に必要な飲料水の確保

飲料水 3L/人・日を、各住戸内に3日分、共用の倉庫等に4日分を備蓄し、合計7日分を確保、備蓄する。

##### ② 建築物内に設置された水槽等からの水の流出防止

給水設備の貯水槽系統、配管系統などの貯留水の有効活用のために、貯水槽の給水管取出部および給水配管の主要分岐部に感震器付き緊急遮断弁を設置し、貯留水の流出を防ぐ。

表1 必要とされる水量（提案値）

用途	第一段階	第二段階		第三段階	第四段階
	被災～3日目	4日目～	8(11)日目～	14(20)日目～	29日目(5週目)以降
飲用炊事	3	3	3	21	40.6～67.1
洗面	—	6	6	6	8.9～21.7
入浴	—	—	9	38	37.6～64.6
洗濯	—	—	10	19	35.7～71.5
トイレ	—	11～16	11～16	14	30.4～46.8
その他	—	—	—	2	18.6～21.6
合計	3	約20	約40	100	173.3～294.8

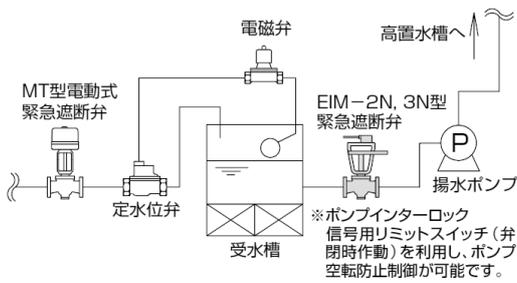


図1 緊急遮断弁の設置例

(2) 生活用水の送水に関する対策

① トイレの洗浄水の独立系統化

トイレの洗浄水用の給水系統は、飲料水等の上水系統と分離する。

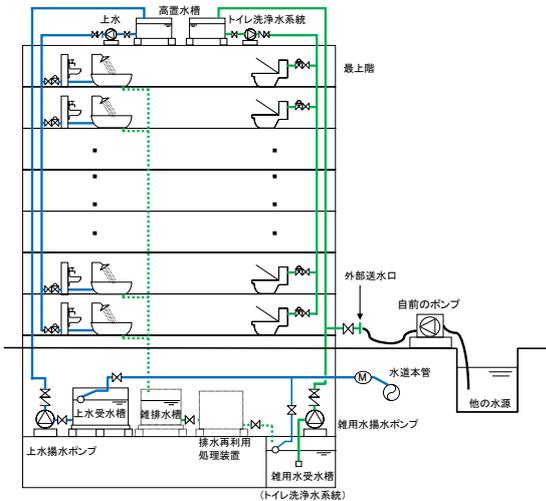


図2 トイレ洗浄水系統の独立系統化(例)

② トイレ用洗浄水等を外部から上層階に送水できる設備の設置

トイレ用洗浄水等を外部から上層階に送水できる非常時の配管設備、および貯留する水槽設備を設ける

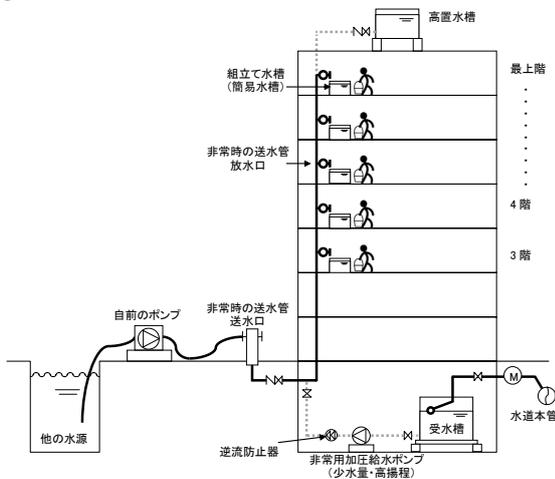


図3 外部からの送水(例)

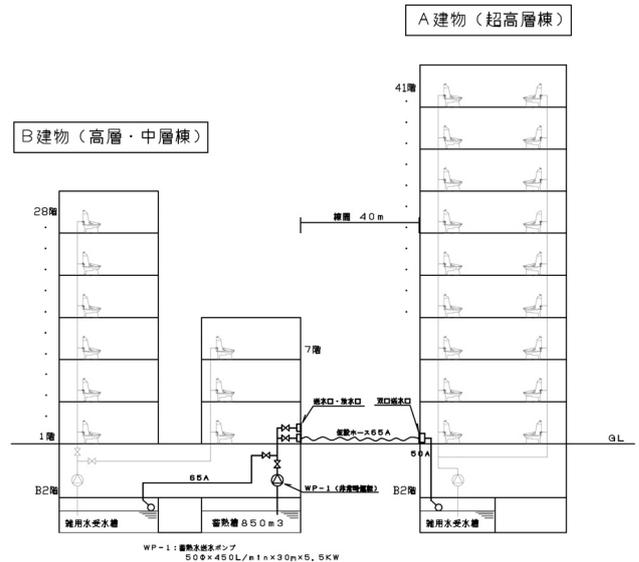


図4 蓄熱槽水の利用(例)

(3) 給排水設備等の電源確保に関する対策

① 給排水用ポンプ電力の確保

非常用発電機とは別に保安用発電機を設置し、非常用発電機用の燃料 1,950Lを共用し、非火災時に間欠運転を行うことで7日分の給排水用電力を確保する。

② 住戸用保安電力の確保

非常用発電機とは別に保安用発電機を設置し、非常用発電機用の燃料 1,950Lを共用し、非火災時に間欠運転を行うことで7日分の住戸内保安電灯電力を確保する。

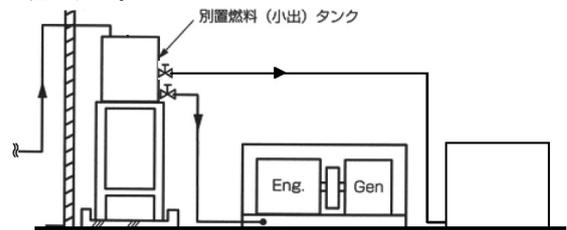


図5 非常用発電機+保安用発電機の設置イメージ

(4) 給排水設備の機能維持に関する対策

① 給水設備の機能を維持するための信頼性の向上

配管系統の複数化、バイパス化により破損リスクを分散し、給水機能を維持する。

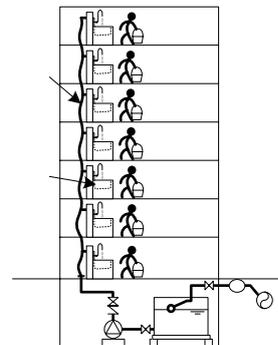


図6 給水機能の維持

② 湧水槽を非常時の汚水槽として利用する。

下水道施設の損壊により排水が放流できない場合、トイレの排水系統を一時的に湧水槽に接続し、一定期間汚水を貯留する。なお、湧水槽を汚水槽として利用する場合は、利用後汚水を排出するため、当初から汚物ポンプを設置する。

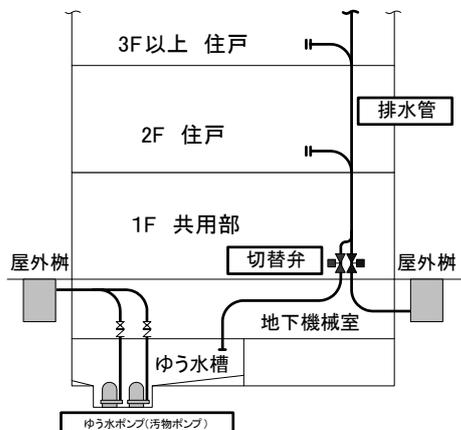


図7 湧水槽を汚水槽として利用

③ 地下の主要な給排水設備および電気設備等への浸水を防止する。

地下に設置した主要な受変電設備、配電設備、非常用発電設備、給排水ポンプ設備、水槽等の浸水対策を講じる。

## (5) 給排水設備の復旧の迅速化に関する対策

都市インフラとの接続復旧を迅速化できる配管方法を用いる。液状化現象等により、給排水設備配管の破断が予想される導入部に対して、十分に伸縮吸収できる方法を採用すると共に、迅速な復旧をはかるため破断位置を特定しやすくした配管方法を採用する。

## 2.2 給排水設備等の運用に関する対策

### (1) 生活用水の保全と配分に関する対策

- ① 貯留水の水質保全と衛生管理を実施する。
- ② 生活用水の公平配分方法を整備する
- ③ 生活用水の使用を制限する。

### (2) 保安用発電機の運転方法に関する対策

非常用発電機と併設した保安用発電機の運転計画を事前に整備する。

### (3) 発災後の給排水設備等を使用可能にするための対策

給排水設備の損壊状況診断と使用可否判定方法を整備する。

## 3. まとめ

本検討の結果、本報告の通りの成果を得ることができたが、次の点については、更に検討が必要と考えられる。

### (1) 被災後の給排水設備等の迅速な復旧

被災後の給排水設備の復旧を迅速化するためには、応急判定（被害箇所の使用可否判定）を円滑に行う体制の整備が必要となる。給排水設備等の遮断弁の解除、漏水の確認、復電の確認、ポンプ運転確認など、自助、共助、公助の原則に基づき、居住者や滞留者、管理会社や組合、資格専門家がそれぞれ判断すべき事項などの仕分けと判断基準の作成と、個別の契約、標準契約等民事上の規範への反映が必要である。

### (2) 被災後の給排水設備と消防設備の連携使用

被災後、既存建築物の通常の配管設備が使用不可能の状態にあり、他に手段がない場合は、連結送水管等の消防用設備の使用により、外部から非常用生活用水を自前の外部動力（ポンプ）によって上層階に送水できる対策は有効と考えられるため、消防設備としての性能確保を前提として、更に技術的、制度的検討が必要である。

### (3) 被災後の非常用電源の有効活用

非常用発電機及び燃料小出槽は、現行では建築物の火災発生時に対応した仕様で設置されているが、被災後において火災が発生していない条件下では、居住者や滞留者への給水や照明などへの使用や小容量の保安発電機を設置して燃料小出槽を共用できる可能性があることから、非常用発電機等の多目的利用のための検討を進める必要がある。

### (4) 公的対応における課題

本検討では、被災後においても飲用、トイレ等に必要水源の確保、住戸等への給水と排水を可能とする給排水システムについて、「自助」、「共助」の領域での対応を基本として検討したが、都市が大規模な災害に見舞われ、インフラ、交通網が機能不全となった場合、建築物管理者等がメンテナンス業者等と災害後のオペレーションに関して契約を結んでいたとしても、これを実行することが現実問題として困難な局面が多発することが想定される。

このため、次の事項等については、災害後における直接的な公的支援について検討する必要があると考えられる。

- ① 給排水設備の応急判定（使用の可否判定）
- ② 建築物導入部分で破断した給排水設備配管の復旧

表2 給排水設備等における防災対策

給排水設備等の設置に関する防災対策	生活用水の確保に関する対策	避難生活に必要な飲料水を確保する。 建築物内に設置された水槽等からの貯留水の流出を防止する。	飲料水3L/人・日を、各住戸内に3日分、共用の倉庫等に4日分を備蓄し、合計7日分を確保、備蓄する。 給水設備の貯水槽系統、配管系統などの貯留水の有効活用のために、貯水槽の給水管取出口および給水配管の主要分岐部に感震器付き緊急遮断弁を設置し、貯留水の流出を防ぐ。
	生活用水の送水に関する対策	トイレの洗浄用水の給水系統は、飲料水等の上水系統と分離する。 トイレ用洗浄水等を外部から上層階に送水できる配管設備、および貯留する水槽設備を設ける。	トイレ洗浄水系統を飲料水等の上水系統とは分離する。これにより、トイレ系統に非常時に他の水源からの雑用水を流すことが可能となる。 被災後、既存建築物の通常の配管設備が使用不可能の状態にあり、あらゆる手を尽くした結果、他に手段がない場合は連結送水管等の消防用設備の使用により、自前の外部動力（ポンプ）を利用して、雑用水を上層階に送水できるようにする。また、上層階には雑用水を受けるための簡易水槽等を備蓄する。外部水源としては、河川水、大型蓄槽槽等を利用する。
	給排水設備用等の電源確保に関する対策	非常用発電機と保安用発電機を併設し給排水用ポンプ電力を確保する。 非常用発電機と保安用発電機を併設し住戸用保安電灯電力を確保する。	非常用発電機とは別に保安用発電機を設置し、非常用発電機用の燃料1,950Lを共用し、非火災時に間欠運転を行い、7日分の給排水用電力を確保する。 非常用発電機とは別に保安用発電機を設置し、非常用発電機用の燃料1,950Lを共用し、非火災時に間欠運転を行うことで7日分の住戸内保安電灯電力を確保する。
	給排水設備の機能維持に関する対策	給水設備の機能を維持するための信頼性の向上をはかる。 湧水槽を非常時の汚水槽として利用する。 地下の主要な給排水設備および電気設備等への浸水を防止する。	配管系統の複数化、バイパス化により破損リスクを分散し、給水機能を維持する。 下水道施設の損壊により排水が放流できない場合、トイレの排水系統を一時的に湧水槽に接続し、一定の期間汚水を貯留する。なお、湧水槽を汚水槽として利用する場合は、利用後汚水を排出するため、当初から汚物ポンプを設置する。 地下に設置した主要な受変電設備、配電設備、非常用発電設備、給排水ポンプ設備、水槽等の浸水対策を講じる。
	給排水設備の復旧の迅速化に関する対策	都市インフラとの接続復旧を迅速化する配管方法を採用する。	液化現象等により、給排水設備配管の破断が予想される導入部に対して、十分に伸縮吸収できる方法を採用すると共に、迅速な復旧をはかるため破断位置を特定しやすくした配管方法を採用する。
	給排水設備等の運用に関する防災対策	生活用水の保全と配分に関する対策	貯留水の水質保全と衛生管理を実施する。 生活用水の公平配分方法を整備する。 生活用水の使用を制限する。
保安用発電機の運転方法に関する対策		非常用発電機と併設した保安用発電機の運転計画を事前に整備する。	非常用発電機に保安用発電機を併設した場合、間欠運転などの運転方法ならびにスケジュールを管理規約等により予め定めておく。また、燃料供給事業者と災害時調達に関する契約等について整備する。
被災後の給排水設備等を使用可能にする対策		給排水設備の損壊状況診断と使用可否判定方法を整備する。	被災後の給排水設備の損壊状況を診断し、設備の使用可否判定をするためのマニュアルを整備する。設備の復旧始動のための専門知識を有する技術者の確保を行う。また、居住者が最低限可能な給排水設備の使用可否判定についてルールを整備する。

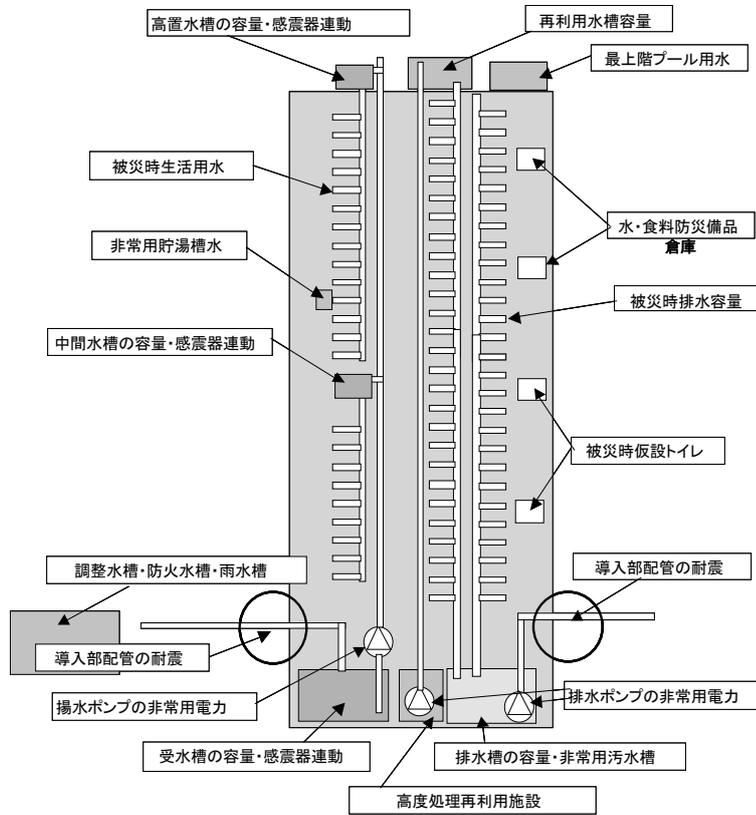


図8 本検討の概要