

第8章 災害拠点建築物の建築設備の設計…適用技術⑥

＊建築設備を対象にした、災害拠点建築物として必要となる設計上の配慮事項

8.1 災害の種別・規模に対応した設備計画

地震、津波による浸水、電力・上水・下水機能の途絶等による被害を想定し、コミュニケーションシート等を活用して、事業運営者との共通認識に基づき被災後における機能水準を設定し、建築設備を計画する。

また、暴風及び竜巻への対応については、拠点機能を維持するために必要な設備を防御できる有効な対策を講ずるものとする。

被災後における信頼性向上のため、設備システムの並列冗長化についても検討する。

8.2 耐震性の確保

被災後における機能継続、円滑な復旧を実現するため、建物導入部における変形追従対策や、可撓性を有する配管・配線、緊急遮断弁による漏水対策など、電気設備、給排水・衛生設備、空調・換気設備、昇降機設備における耐震対策技術を適用する。

設備システム全体、システムの耐震安全性、信頼性を向上させるため、建築物における免震技術、制振技術等の導入についても検討する。

8.3 浸水への対応性の確保

被災後における機能継続、円滑な復旧を実現するため、浸水深より高い位置や浸水に耐えられる区画への設置、浸水に耐えられる設備の構造、浸水後の復旧工事の負担を軽減する設備計画等を基本として、電気設備、給排水・衛生設備、空調・換気設備、昇降機設備における浸水対策技術を適用する。

8.4 ライフライン途絶への対応性の確保

大規模災害に伴うライフラインの途絶時（電力、ガス、上下水道等）の機能継続、円滑な復旧を実現するため、エネルギー源・水源の確保のほか、システムの並列冗長化、分散化、仮設設備・補給への対応、補修性の向上、備蓄等を基本として、電気設備、給排水・衛生設備、空調・換気設備、昇降機設備等におけるライフライン途絶対策技術を適用する。

8.5 機能継続のための運用・管理技術

被災後における機能継続を実現するため、継続使用の可否判断手順の明確化・周知、補修用部材・工具による簡易な補修、設備の運転方法・手順の明確化、代替設備との接続・連携など、電気設備、給排水・衛生設備、空調・換気設備、昇降機設備等における運用・管理技術を適用する。

8.6 被災後の活用を踏まえた防災設備の活用可能性の検討

建築基準法令等に位置づけられている防災設備（非常用照明設備、予備電源、消火設備等）を被災後有効に活用する可能性について検討を行う。

8.7 機能継続に有効な新技術導入の検討

防災型超々節水衛生設備システム、エネルギー自立技術等、被災後における機能継続を実

現するために有益で、適用可能な新技術の導入可能性について検討を行う。

○総プロ関連成果・・・⑥建築設備の機能維持技術

災害拠点建築物として必要となる建築設備の計画・設計手法について、地震対策、津波対策、ライフライン途絶対策、機能維持に有効な新技術などの観点から検討した。

【解説】

8.1 災害の種別・規模に対応した設備計画

南海トラフ巨大地震や首都直下地震等の大規模災害の被害想定における地震、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、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する。

ただし建築設備の計画においては、上記の想定を超えた災害や、想定外の故障等が発生した際にもある程度の対応性を発揮できるレジリエントな構成とすることを基本とし、具体的には、①一部位の不具合が全体的な機能に波及しにくい構成、②代替設備の導入が容易な構成、③節約による長期間の運用が容易な構成等を考慮するものとする。

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、コミュニケーションシートを用いてニーズを抽出し、建築設備の計画・設計に反映させる（被災後における機能維持の水準、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）。

なお、暴風及び竜巻への対応については、拠点機能を維持するために必要な設備を風圧力及び飛来物から有効に防御できるよう、設備の周辺に防護壁を設ける等、建築的対策を講ずるものとする。

1) 災害拠点建築物等の設備容量等の設定

日常時と災害時とでは施設機能の優先順位や重みづけが変化する。また、災害拠点は日常時も業務の中心的な重要施設であるため、日常の業務機能も軽視することはできない。そのため、災害拠点の設備計画は日常時の業務機能・生活機能を満足させつつ、災害時の業務機能を満たす必要がある。一方、大地震後には各インフラが長期間にわたって途絶する可能性があるため、インフラ途絶を前提とした設備計画が求められ、その両立が求められる。以下に施設の性能を日常生活・災害時生活の特徴から示す。

日常生活：「人がいる」ことによる様々な需要に関する配慮が必要

災害時生活：電気・ガス・水道・下水の途絶（あって当たり前がなくなる。）

日常業務：本来業務（固有業務）に関する配慮等

災害時業務：機能継続に必要な最低限の性能確保

災害拠点建築物等の設備容量設定のためには、機能継続に必要な最低限の課題の整理（洗い出し作業）が必要である。特に事業運営者に緊急時の事業内容を“考えさせる”“気づかせる”必要がある。

2) 災害拠点建築物等の設備容量等の構築のための諸条件の抽出と入力例

事業運営者に緊急時の事業内容を“考えさせる”“気づかせる”には、事業運営者と施設の設備

容量等を設定する技術者のコミュニケーションが必要である。そのために、事業運営者と施設の設備容量等を設定する技術者の共通認識を持つためのコミュニケーションシートを作成する。

コミュニケーションシートでは、災害拠点建築物等の設備容量等設定のために必要な諸条件に関して、日常に対しての災害時の負荷率（日常比）を決定することで災害時の設備容量を決定することとしている。

災害拠点施設等の設備容量等設定のために必要な諸条件は以下である。

- ・ 日常業務の設備性能
室別に入力
面積・日常データ（人員数・照明・コンセント・動力）
- ・ 災害時の設備性能
日常比（注 1（人員数・照明・コンセント・動力）・日使用時間・使用継続日数
注 1：日常比(・)は日常使用に対する災害時の負荷率であり 0.3～0.7 を入力
(たとえば照明半分なら 0.5、コンセント回路 4 分の 1 なら 0.25)
- ・ インフラ（電力・上水・下水）等の断絶期間の想定
断絶期間：3 日、7 日、2 週間、1 か月、それ以上
- ・ 発電機については、非常発電機容量を法規に従い決定したのちに、設備容量等設定シート（表 8-1）中の保安負荷を選定し日常比と運転時間を設定する。保安負荷発電機を非常発電機と別置きにするか共用にするかを決めたのちに発電機台数・容量・オイルタンク容量を決定する（図 8-1）。
- ・ 給水システムについては、設備容量等設定シート（表 8-1）にて常時の使用人数と非常時の使用人数を決定し、常時の使用水量と非常時の必要水量を算定する。一系統給水とするか二系統給水とするか決めたのちにそれぞれの水槽容量を決定する（図 8-2）。

設計例においては、電気設備に関しては、発電機の運転時間は 10 日間を想定し、間欠運転や節電等を考慮して定格運転での 7 日分の燃料備蓄をすることや、太陽光発電によるバックアップ利用を独立運転できるようにすること、災害時仮設電源を接続できるようにすること等により必要な容量を確保することとしている。給水については、上水・雑用水の 2 系統給水とし、災害時の 10 日間分の水の確保のため、上水はペットボトルで、雑用水は高置水槽で必要水量を確保し、また敷地内で井水を確保している。

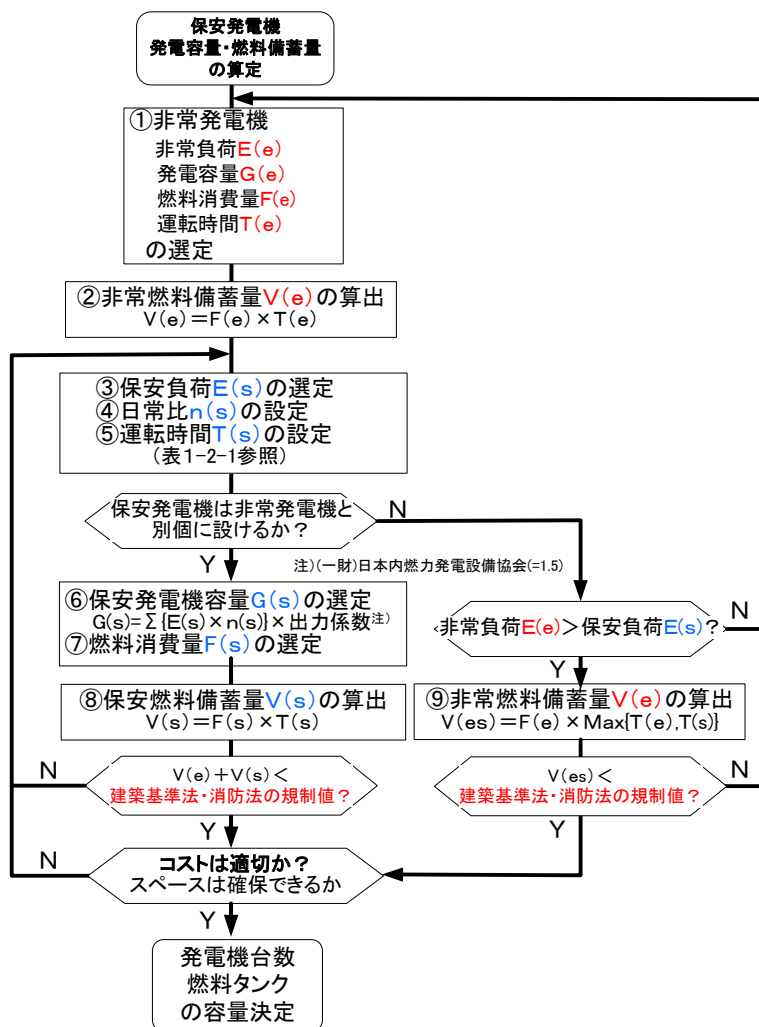


図 8-1 保安負荷発電機の計画フロー

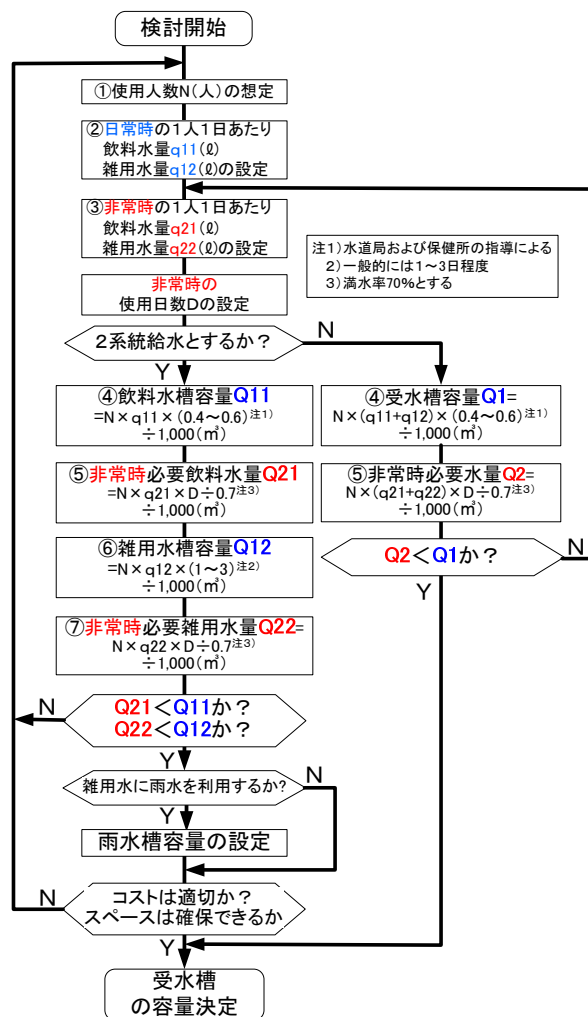


図 8-2 給水システムの計画フロー

表 8-1 建物内各室の日常業務時の仕様と災害時の性能決定のためのコミュニケーションシート

階	室名	エリア種別	室面積 (㎡)	日常業務時				災害時 (注1)							備考		
				職員数 (人)	外来 者数 (人)	照明 (W/㎡)	コンセ ント (W/㎡)	動力 (kW)	職員 数 (人)	収容避難者 数 (人)	照明 (W/㎡)	① (kW)	日常比 (%)	コンセント (W/㎡)		② (kW)	③ (kW)
1	駐車場	避難所	215.6	-	-	5	-	-	108	0	0	-	0	0	-	-	-
	エントランス	避難所	70.0	-	-	10	-	-	35	0	0	-	0	0	-	-	-
	共用会議室	避難所	90.0	-	36	15	10	4.5	-	45	0.5	0.675	0.5	5	0.45	0	0
	屋内階段		20.5	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	衛生機械室		50.0	-	-	10	-	13.4	-	-	0	0	0	0	1	13.4	-
2	WC		22.4	-	-	10	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	官署A (1)		180.0	36	-	15	20	9.0	18	-	0.5	1.35	0.5	10	1.8	0.5	4.5
	官署A (2)		45.0	9	-	15	20	2.3	5	-	0.5	0.3375	0.5	10	0.45	0.5	1.125
	官署E		100.0	20	-	15	20	5.0	10	-	0.5	0.75	0.5	10	1	0.5	2.5
	共用会議室		45.0	-	18	15	10	2.3	-	23	0.5	0.3375	0.5	5	0.225	0.5	1.125
	廊下		68.8	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	屋内階段		20.5	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	WC		16.0	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	WC 湯沸し		12.8	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	官署B		75.0	15	-	15	20	3.8	8	-	0.5	0.5625	0.5	10	0.75	0	0
3	官署C		200.0	40	-	15	20	10.0	20	-	0.5	1.5	0.5	10	2	0	0
	官署D		135.0	27	-	15	20	6.8	14	-	0.5	1.0125	0.5	10	1.35	0	0
	廊下		68.8	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	屋内階段		20.5	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	WC		16.0	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4	WC 湯沸し		12.8	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	官署E (1)		200.0	40	-	15	20	10.0	20	-	0.5	1.5	0.5	10	2	0.5	5
	官署E (2)		210.0	42	-	15	20	10.5	21	-	0.5	1.575	0.5	10	2.1	0.5	5.25
	廊下		68.8	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
	屋内階段		20.5	-	-	5	-	-	-	0	0	-	0	0	-	-	-
5	WC		16.0	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	WC 湯沸し		12.8	-	-	5	-	0.2	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	官署A		50.0	10	-	15	20	2.5	5	-	0.5	0.375	0.5	10	0.5	1.25	0.5
	官署C		15.0	3	-	15	20	0.8	2	-	0.5	0.1125	0.5	10	0.15	0.375	0.5
	官署E		80.0	16	-	15	20	4.0	8	-	0.5	0.6	0.5	10	0.8	0.5	2
R	共用会議室		135.0	-	54	15	10	6.8	-	68	0.5	1.0125	0.5	5	0.675	0.5	3.375
	発電機室・電気室		130.0	-	-	5	-	1.9	-	-	0	0	0	0	0	1	1.85
	廊下		68.8	-	-	5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-
	屋内階段		20.5	-	-	5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-
	WC		16.0	-	-	5	-	0.2	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	WC 湯沸し		12.8	-	-	5	-	0.2	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	備蓄品倉庫		60.0	-	-	5	-	0.4	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	機械室		50.0	-	-	5	-	0.8	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	EV機械室		10.0	-	-	5	-	15	-	-	0	0	0	0	0	1	15
	廊下		24.4	-	-	5	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-
	一時退避スペース		335.0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-
											0	0	0	0	0	0	0
総計				258	108			111.55			11.7			14.25		56.75	

(注1) 日常比 (・) は日常使用に対する負荷率 (0.3～0.7) を入力 (たとえば照明半分なら0.5)
(注2) : (一財) 日本内燃力発電設備協会の出力係数を使用する

：事業運営者が記載する欄

$$\begin{aligned}
 \text{保安用発電機容量} &= \Sigma \text{災害時電力負荷 (照明負荷①+コンセント負荷②+動力③)} \times 1.5 \quad (\text{注2}) \\
 &= (11.7 + 14.25 + 1.5) \times 1.5 \\
 &= 82.7 \times 1.5 \\
 &= 124 \text{ (kW)} \rightarrow 150 \text{ (kW)} \\
 &= 18 \text{ (㎡)}
 \end{aligned}$$

受水槽容量(日常時)=

8.2 耐震性の確保

建築設備の耐震性については、3.1(3)で示した目標性能の検討を行うこととなるが、構造性能としては拠点部分とその他の部分に対して特に差はなく、検討にあたっては日本建築センター「建築設備耐震設計・施工指針〈2014年版〉」等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。したがって、拠点部分の機能の維持に必要となる配管や設備機器については、地震による入力や変形が少ない部位に設ける、緊結に用いるアンカー等の配置や個数、変形への追従性等について十分な余裕を持たせる等、計画・設計上の対策を講ずることが基本的な方針となる。その他、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次の通り記載した。

なお、建築設備は基本的に直列に接続して機能を発揮するものであるため、系統を構成する1部分に支障が生ずると、システム全体の機能が損なわれる。

このため、設備システムの並列冗長化は有効な対策となるが、建築物全体で考えると、設備システムの耐震安全性・信頼性を向上させる上で、適切な免震技術（建物全体、部位）、制振技術等の導入が合理的である（免震、制振技術の適用により、什器、パソコン等、業務に必要な物品類の被害抑制が期待できる点も機能継続という観点から見て大変有効である）。

（1）電気設備

1）建物導入部・エキスパンション部における変形追従対策

建物の導入部分やエキスパンションジョイントの部分は、地震時に建築物と地盤との変位により、設備が被害を受ける可能性が高い。このため、導入部分に十分な可撓性・変位対応性を持たせる等、適切な対策を講ずるものとする。

2）トランスの耐震対策等

高電圧が印加されているトランスは、地震に伴う振動により本体とトランスの外装材が接触した場合、短絡を起こして破損してしまう可能性がある。このため、トランス本体と外装材が接触しないよう、適切な支持材を設けるものとする。

3）天井と取り合いのある設備の設置方法

照明器具等、天井と取り合いのある設備は、地震時に天井との衝突、天井の動きに伴う配管・配線の切断等により、破損するおそれがある。このため、有効に天井との衝突を抑制できる支持方法、天井の動きに伴う配管・配線の切断に対応できる可撓性・変位対応性を有する配管・配線を用いるものとする。

（2）給排水・衛生設備（消火設備を含む）

1）建物導入部・エキスパンション部における変形追従対策

建物の導入部分やエキスパンションジョイントの部分は、地震時に建築物と地盤との変位により、設備が被害を受ける可能性が高い。このため、導入部分等に十分な可撓性・変位対応性を持たせる等、適切な対策を講ずるものとするとともに、破損した場合における復旧措置を迅速に実施できるよう、破損を想定する部位にピットを設ける等の対策を講ずるものとする。

2）水槽のスロッシング対策等

受水槽、高置水槽等については、有効なスロッシング対策を講ずること。

3) 漏水対策

給水・給湯配管系統の破損による漏水を有効に防止できる位置に、地震を感知して作動する緊急遮断弁を設置すること。

4) 天井と取り合いのある設備の設置方法

スプリンクラーのヘッド等、天井との取り合いのある設備については、十分な可撓性を有する配管で接続すること。

(3) 空調・換気設備

1) 漏水対策

可能な限り居室等の天井内に冷温水配管を設けない計画とするとともに、ファンコイル等を設ける場合は、地震によってファンコイル等への配管が破損しないよう、ファンコイルを十分な強度で固定するとともに、冷温水配管は可撓性を有する配管で接続すること。

2) エキスパンション部等における変形追従対策

エキスパンションジョイントの部分は、地震時に建築物と地盤との変位により、設備が被害を受ける可能性がある。このため、エキスパンション部には十分な可撓性・変位対応性を持たせる等、適切な対策を講ずるものとする。

3) 天井と取り合いのある設備の設置方法

地震に伴う天井の変位に追従できるよう、適切に機器、配管類の支持を行うものとする。

(4) 昇降機設備

エレベータについては、関係法令における最新の技術基準に適合するものとするとともに、地震管制運転、自動仮復旧、振れ止め対策を講ずるものとする。

内陸型建築物の設計例においては、電気設備として、受変電設備、自家発電機を、地震による加速度の影響を受けにくい地下1階に設置し、発電機の燃焼空気用の煙突は飛来物から防御するシャフトを通し、頂部も保護する計画としている。給排水・衛生設備については、主たる上水受水槽を、地震による加速度の影響を受けにくい地下1階に設置し、これに加え電力途絶時においても給水可能となるよう、6階に感震器連動の緊急遮断弁を備えた重力給水方式の高置水槽を設置している。

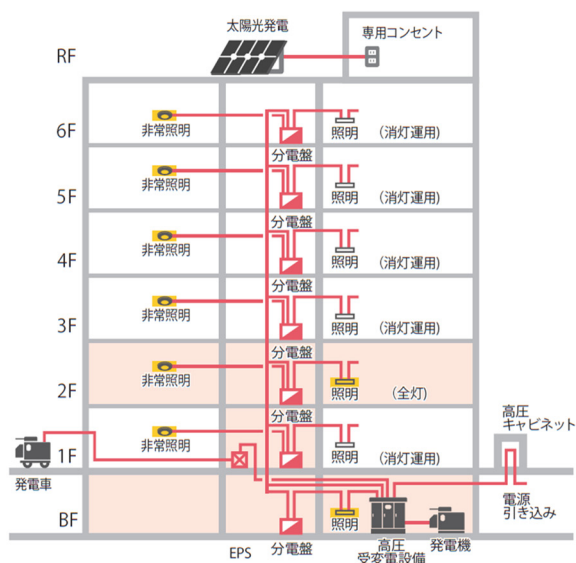


図 8-3 電気幹線系統図（内陸型建築物）

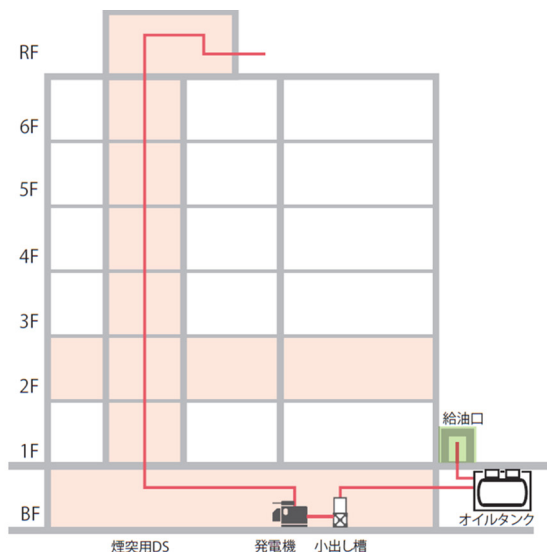


図 8-4 オイル配管、煙突系統図（内陸型建築物）

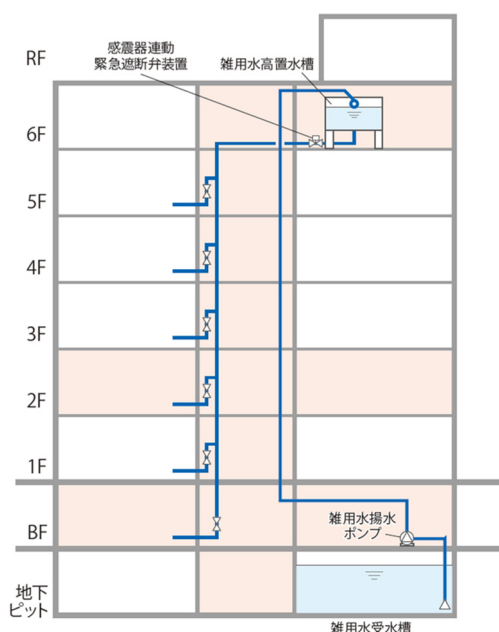


図 8-5 給水系統図（雑用水）（内陸型建築物）

8.3 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、次のいずれかの対策を講ずる（設備を機能させるために必要なエネルギー・水等に係る系統全体に適用）。

- ① 設備を浸水深よりも高い位置に設置する。
- ② 設備を浸水に耐えられる構造の部位（室、区画等）に設置する。
- ③ 浸水に耐えられる構造の設備を設置する。

また、浸水後における復旧工事の負担をなるべく軽減する上で有効な設備計画上の配慮を行うものとし、具体的には、

- ① 外部からの仮設的な供給のためのルート、接続方法の確保（電力、上水等）
- ② 浸水部分の設備における波力、漂流物の衝突等による破損防止（エレベーター等）

等について、検討する。

ガイドラインでは、上記を実現する上で有効な対策技術について記載した。

(1) 電気設備（低層階の浸水を想定したシステムの構成）

津波等により、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、又は電源復旧後、浸水した低層階の修理等が実施される前に浸水していない階の機能復旧を可能とするため、次のような対策を講ずる。

- ・ 受変電設備等を浸水深よりも高い位置に設置する。
- ・ 設備を浸水に耐えられる部位（室、区画等）に設置する。
- ・ 浸水部分を切り離すことができる回路構成とする。
- ・ 浸水深よりも高い位置に設置しがたいオイルタンク、油ポンプ等については、浸水に耐えられる構造とする。

(2) 給排水・衛生設備（消火設備を含む）（低層階の浸水を想定したシステムの構成）

津波等により、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、又は上下水道の復旧後、浸水した低層階の修理等が実施される前に浸水していない階の機能復旧を可能とするため、次のような対策を講ずる。

- ・ 水槽類を浸水深よりも高い位置に設置する等、低層階の浸水を想定したシステムの構成とする。
- ・ 設備を浸水に耐えられる部位（室、区画等）に設置する。
- ・ 浸水深よりも高い位置に設置しがたい水槽、ポンプ等については、浸水に耐えられる構造とする。
- ・ 浸水部分をシステムから切り離した状態でも機能を継続できる構成とする等の対策を講ずる。

(3) 空調・換気設備

1) 低層階の浸水を想定したシステムの構成

津波等により、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、又は水が引いた後浸水した低層階の修理等が実施される前に浸水していない階の機能復旧を可能とするため、次のような対策を講ずる。

- ・ 熱源機器類やエアコンの屋外機を屋上等の浸水深よりも高い位置に設置する。
- ・ 浸水階以下の階と浸水階以上の階のシステムを独立したシステムとする。

2) 機器類の浸水対策

浸水深よりも高い位置に設置しがたい機器類については、浸水に耐えられる構造とする、浸水時にシステムから切り離した状態でも機能を継続できる構成とする等の対策を講ずる。

- ・ 浸水階以下の階と浸水階以上の階のシステムの配管を分離する等の対策により、浸水部分をシステムから切り離した状態でも機能を継続できる構成とする等の対策を講ずる。

(4) 昇降機設備（低層階の浸水を想定した設置計画）

低層階が浸水した場合においても、拠点機能の継続が可能な設置計画とする。

- ・ 浸水階以下の階と浸水階以上の階のエレベータを分離する等の対策を考慮する。

沿岸型建築物の設計例は、津波による浸水被害から拠点部分を設けた4F以上の拠点部分を守る構成となっており、排水の貯留機能を除き、災害応急活動に必要な設備は4F以上の階に配置する計画としている（防災センター等、3F以下の部位に設けられた機能は喪失することを想定）。

1F～3Fに設置された設備は津波によって破損するものと想定しているが、BF～3F部分の中央コア部には水密性の確保された鉄板コアシャフトが設けられており、被災後、使用が必要がある拠点部分のための污水配管等をこの中に収め、防御する計画としている（地下の污水槽は水密型マンホール等により浸水時にも外部から水が侵入しない構成としているが、鉄板コアシャフトと直接接続した場合、地震時の挙動によって水密が確保できない可能性があるため、同一の防水区画としていない）。津波による被害の状況によっては利用できる可能性がある非常用発電機用油配管、井水配管、道路の復旧状況によっては利用できる可能性がある電源車による電力供給に対応した電源車接続盤（4Fに加えて1Fにも設置）及び電源ケーブルについても、この鉄板コアシャフト内に収め、津波から防御している。

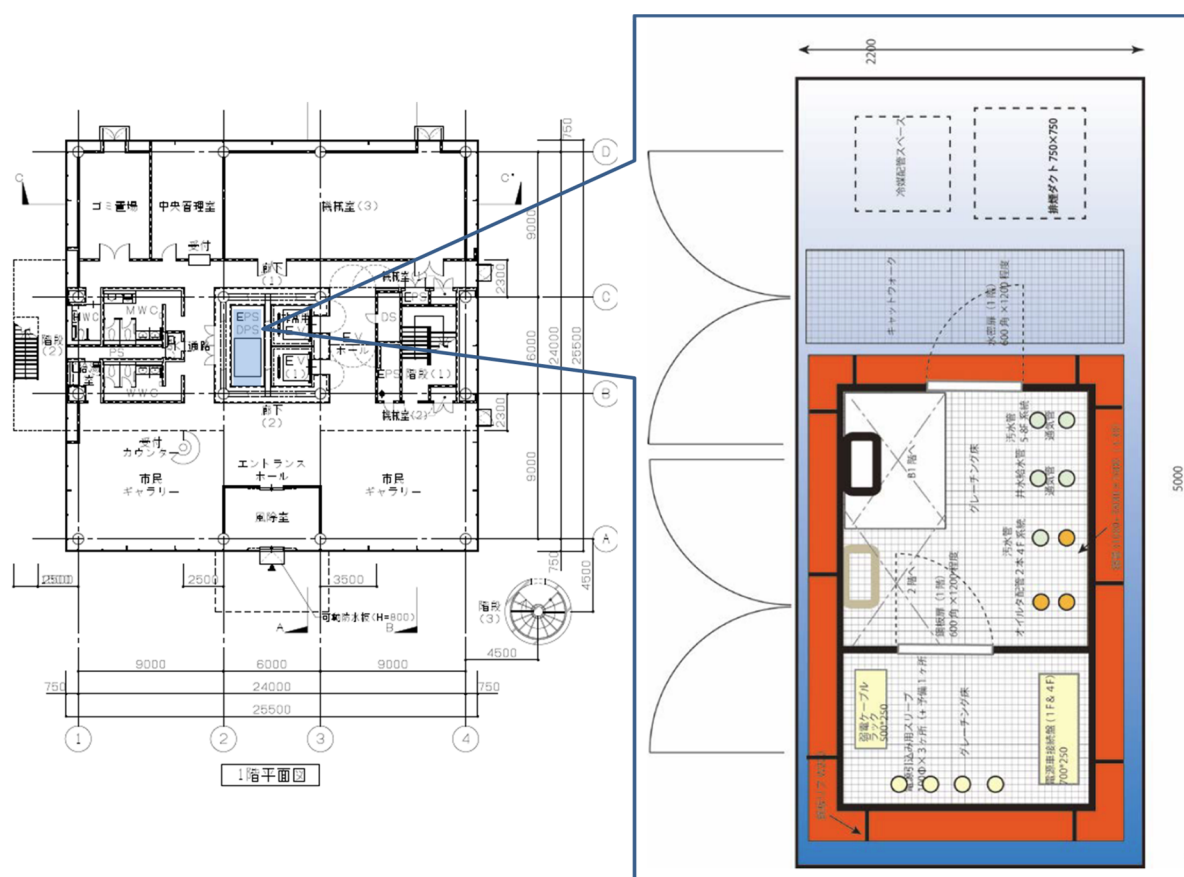


図 8-6 鉄板コアシャフト（沿岸型建築物）

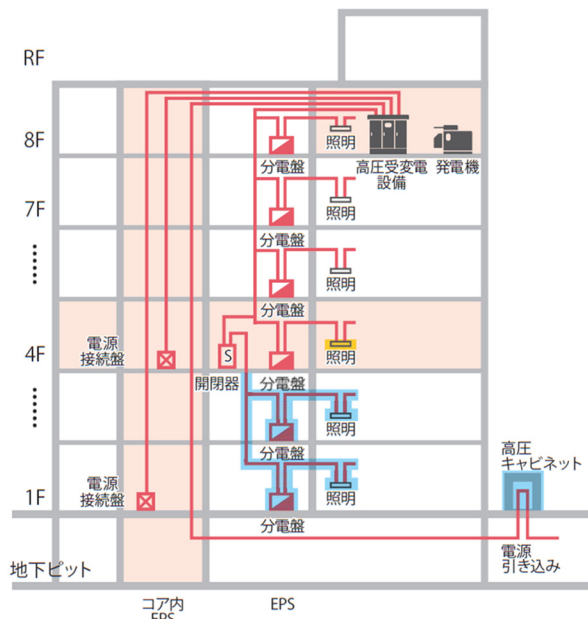


図 8-7 電気幹線系統図（津波浸水時）（沿岸型建築物）

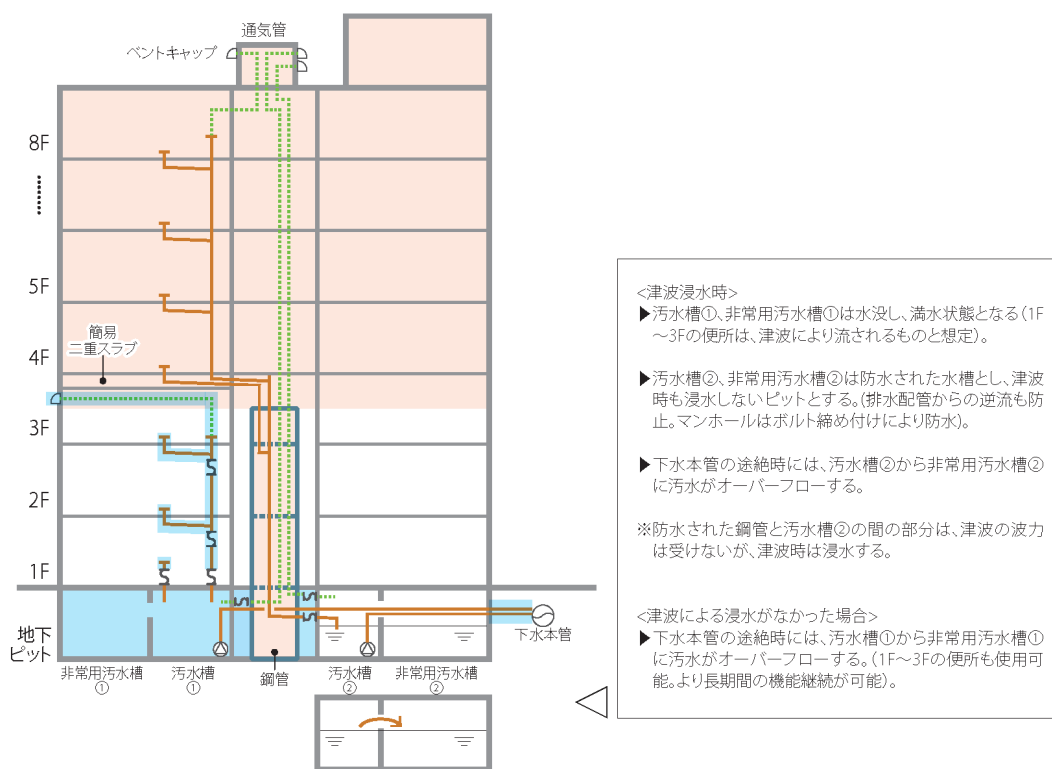


図 8-8 排水系統図（津波浸水時）（沿岸型建築物）

8.4 ライフライン途絶への対応性の確保

ライフライン途絶への対応性を確保するためには、エネルギー源・水源の確保は必須であるが、システムの並列冗長化、分散化、仮設設備・補給への対応性、補修性の向上、備蓄等も重要である。

（１）電気設備（被災後の機能維持に配慮した電力系統の設定）

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電氣的機能を確保するため、次のような対策を講ずる。

- ① 長時間運転可能な防災用電源の設置
- ② 中圧ガスを活用した防災用電源の設置
- ③ 太陽光等を活用した防災用電源による自立化
- ④ 非常用電源を活用した機能継続
(十分な防災用燃料の備蓄、間欠運転に耐える回路構成等)
- ④ 電源系統の多重化
- ⑤ 仮設電源導入を想定した設備計画 (仮設電源導入を想定した回路構成等)
- ⑥ 備蓄品や代替機器等による機能の確保
(可搬型発電機及び燃料の備蓄による電源確保、可搬型蓄電装置による電源確保、懐中電灯の備蓄等)

(2) 給排水・衛生設備 (消火設備を含む)

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給排水機能を確保するため、次のような対策を講ずる

- ① 水源の多様化 (防災用井戸、雨水利用等による自立化)
- ② 機能維持に有効な負荷の低減 (節水化等)
- ③ 被災後の機能維持に配慮した給排水系統の設定 (二系統給水)
- ④ 備蓄品や代替機器等による機能の確保 (給水車による補給水の上階への搬送、可搬型浄水装置、携帯トイレ等の備蓄等)
- ⑤ 非常用の設備を活用した機能継続
(防火水槽の水源としての利用、連結送水管の活用による上階への水搬送等)
- ⑥ 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

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居住環境を確保するため、次のような対策を講ずる

- ① 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)
- ② 非常用設備を活用した機能継続 (排煙設備を活用した通風・換気)
- ③ 被災後の機能維持に配慮した系統の設定 (分散空調システム等)
- ④ 備蓄品や代替機器等による温熱環境の確保 (可搬式ヒーター等)

(4) 昇降機設備 (機能維持に配慮した配置計画、ゾーニング)

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、エレベータについては、次のような対策を講ずる

- ① 関係法令における最新の技術基準に適合するものとともに、地震管制運転、自動仮復旧、振れ止め対策を講ずるとともに、リスタート機能を設ける。
- ② 必要な期間、機能を維持できる電源を確保する。

③ 備蓄品や代替機器等による運搬手段の確保（電動階段運搬車による重量物の搬送等）

設計例においては、電気設備として非常用発電機の燃料がなくなった場合に備えた電源車接続盤や、自立運転可能な太陽光発電設備の設置し、また、非常用発電機の燃料消費を少しでも抑えるための節電対策を行えるよう照明制御や中央監視にて節電モードをとれる想定としている。給排水・衛生設備としては、感震器連動の緊急遮断弁を設置した重力給水方式による高置水槽の設置や井水の確保の他、排水についても通常の汚水槽とは別に非常用汚水槽を設置して 10 日分の排水を建物内に貯留できるようにしている。また、超々節水型トイレ（8.7（1）参照）を採用し、被災時の水洗トイレ水使用量を極力削減することとしている。

8.5 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、次のような運用・管理上の対策を講ずる

1) 被災後の継続使用の可否判定

被災後における設備の継続使用の可否を判定するための手順を明確化し、施設の管理者、使用者等に周知する。

2) 設備を継続使用するための簡易な補修（補修用部材、工具等）

被災後における設備の継続使用のために必要となる軽微な補修・調整等に必要な補修用部材、工具等を現場に常備する。

3) 被災後における継続使用のための設備の運転管理

被災によりライフラインが途絶した場合における設備の運転方法、手順を明確化し、施設の管理者、使用者等に周知する。

4) 代替設備等の設置、建築設備との接続・連携

被災によりライフラインが途絶した後、本復旧までの間に仮設電源、水源等を確保する場合、建築設備の不具合が発生した場合の代替措置を講ずる場合における具体的方法、手順等を明確化し、施設の管理者、使用者等に周知する。

5) 被災後のオペレーションを実現するためのソフト対策

上記のオペレーションを実現する上で必要となる施設の運営、保守管理等に係る事項や権利関係の調整については、あらかじめ契約上、明記する。

8.6 被災後の活用を踏まえた防災設備の活用可能性の検討

建築基準法令等にもとづき建築物に設置が義務付けられる防災設備（非常用照明装置、排煙設備、予備電源、消火設備等）は、そもそも火災への対応を目的とするものである。

このため、ライフライン途絶時における建築物の機能継続（LCP、BCP）において、これら設備を活用するためには、「火災への対応」という本来の目的に齟齬が生じないようにするだけでなく、設備の特性について、注意する必要があるので、これら防災設備の有効活用と課題について、次の通りとりまとめた。

1) 予備電源システムの有効活用

①非常用発電機の間欠運転

- ・非常用発電機の燃料を長期間持たせるために、非常用発電機の運転時間を朝夕 2 時間に限定する。
- ・発電機の発停には電気主任技術者が必要となる。

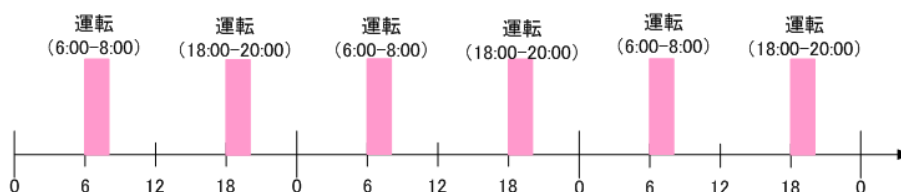


図 8-9 非常発電機の間欠運転パターンのイメージ

【課題】

- ・起動と停止を繰り返すことによる起動用のバッテリーの放電や発電機の寿命低下に留意する必要がある（機器の選定、充電用回路の設計等における配慮が必要）。

2) 消防用設備（連結送水管・消火用補助水槽・屋内消火栓）の有効活用

連結送水管はある規模以上建物（延面積 $\geq 6,000 \text{ m}^2$ かつ ≥ 5 階建て、あるいは ≥ 7 階建て）に設置する必要がある、3階以上の階に吐出口があるため、高揚程・小容量の仮設ポンプを準備し、連結送水管を臨時給水の堅配管として使用すれば高層階の共用部への臨時給水が可能となる。

【設計上の配慮】

- ・ポンプの吐出側には消防用送水口に接続できるアタッチメント付ホースが必要となる。
- ・屋上にある消火用補助水槽に高置水槽を接続することでより安定した給水が可能となる。

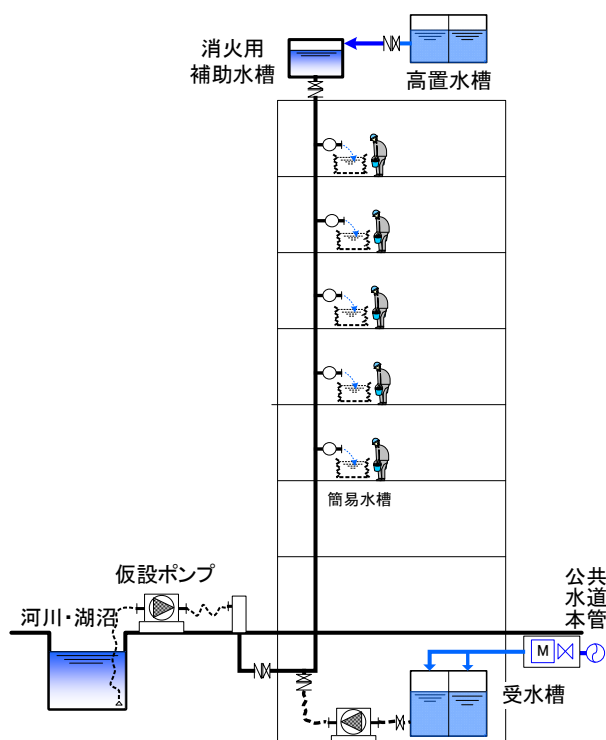


図 8-10 河川水利用と連結送水管のイメージ

【課題】

連結送水管は火災時に本格消防隊が消火活動のために利用する配管であるため、地震後の給水ライフライン断水時に臨時に連結送水管や連結送水管内や消火用補助水槽内の充填水を利用する可能性を所轄消防と協議する必要がある。

3) 非常用照明の有効活用

非常用照明とは、建築物内に居住する人たちの避難のため地震・火災・その他の災害・事故などの発生により停電などしたとき、予備電源で点灯し最低限避難行動に必要な明るさを確保するものである。

【課題と諸条件】

- ・非常照明は、被災状況や人の有無に関わらず停電すると自動的に点灯し、予備電源がなくなると消灯し、明るさを確保できなくなる。
- ・非常照明の非常電源の取り方には、蓄電池内臓型と蓄電池別置型がある。
蓄電池内臓型は、個別点灯であり、非常照明としてしか使い道がない。
蓄電池別置型の電源は、非常照明用として使用しない場合は、その分、発電機起動電源として使用するなど、他の電源に流用できる可能性がある。
しかし、現行の技術基準では上記のような設備の構成・運用は想定されていない。

【課題】

- ・停電した時に、被災状況、人の有無等を判断して合理的に点灯できるシステムが実装できれば、火災時のみならず、大災害に伴う広域停電への対応性向上等、メリットが大きい。非常照明の設置基準、構造基準の見直しが必要となる。

8.7 機能継続に有効な新技術導入の検討

被災後における機能維持に有効な各種新技術の導入事例（特徴、課題等）について記載する。詳細については技術資料⑥建築設備の機能維持技術において、個々の事例とともに解説している。

（1）大災害におけるインフラの途絶に対応した超々節水型衛生設備システム

被災者の生活を保全し、的確な復旧を支援する上で、衛生的な排泄物の処理は最重要課題の一つであるが、南海トラフ巨大地震のように大規模・広域的な災害を想定した場合、対応すべき人口はあまりにも多く、期間も長期にわたることが想定されるため、仮設トイレ等での対応には限界がある。

この問題に対応するため、建築研究所は、「大災害に伴うインフラ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(H26' -27')」を実施し、被災後、電力、上下水が途絶した場合であっても、数ヶ月以上に渡って、衛生的な排泄物の処理を継続できる防災型超々節水衛生設備システムを構築した。このシステムは、洗浄水量を 0.6L/回以下程度とすることが出来る超々節水型便器*とこれに対応した給排水システムによって構成されるものである（被災後は、更に洗浄水量を減らすことが可能）。

図 8-11 に超々節水型便器の例を示す。

この超々節水型便器では、封水式の排水トラップを設けず機械的な機構によって排水配管からの汚物、臭気、衛生害虫による被害を防止しており、通常の水洗便器の 1/20、節水便器の 1/10 程度の洗浄水量で、衛生性を確保している。

通常の水洗便器では、雨水による運用が困難であり、例えば通常の戸建て住宅程度の面積では、300L の雨水貯留槽を設置しても 1~3 日程度しか便所の洗浄水を賄うことができないが、超々節水便器を用いた場合、同じ条件下で 1 ヶ月以上、洗浄水を賄うことが期待できる（降水によって雨水が補給される効果を見込んだ場合、1 ヶ月を超える期間、雨水によって洗浄水を賄うことも期待できる）。

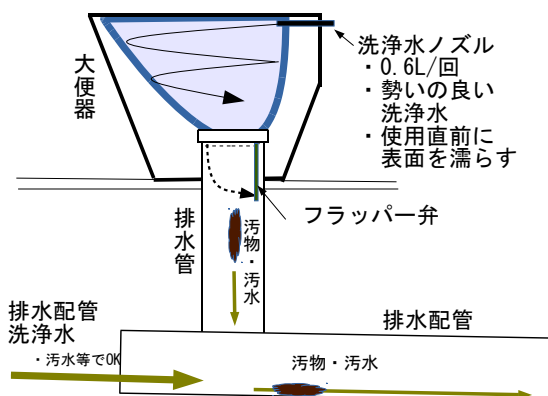


図 8-11 超々節水型大便器の構造（例）

図 8-12 に超々節水便器とこれに対応した給排水システムによって構築した防災型超々節水衛生設備システムの例を示す。

このシステムでは、便器の近傍では少水量急勾配配管、横主管ではサイホン作用を活用した追い水によって排水管内の汚物流動性を確保すること等により、便器そのものの洗浄水量が僅少であっても、排水配管内部での汚物の流動性が確保できるシステムとなっており、非最後 1 ヶ月以上、雨水によって洗浄水を賄い、発生した汚水を貯留できる構成とすることが容易である（貯留槽の直上に超々節水便器を設ける計画や、横枝管、横主管を短距離な急勾配配管とできる場合等は、追い水は不要となる）。

* 必要な洗浄水量を 1~0.6L/回以下程度とすることができる便器を超々節水型便器としている。

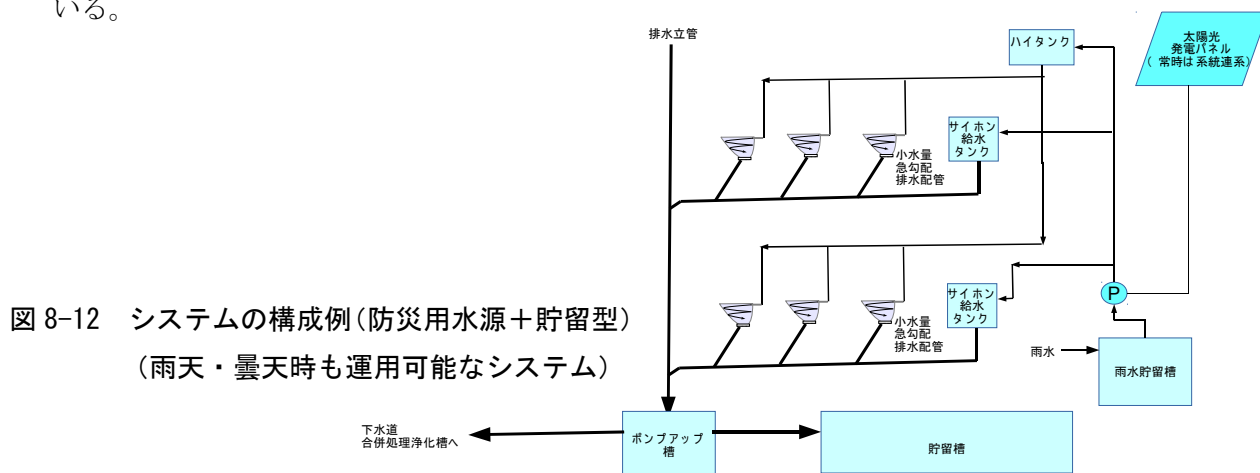


図 8-12 システムの構成例（防災用水源+貯留型）
（雨天・曇天時も運用可能なシステム）

(2) 被災後におけるエネルギー自立技術

国土交通省では、平成 20 年度より、建築物における一層の省エネ・省 CO₂ を推進することを目的として、先導的な省エネ・省 CO₂ 技術を導入した建築物を対象とした補助事業を実施している（省 CO₂ 先導事業、サステナブル建築物等先導事業（省 CO₂ 型））。

この事業における助成対象には、災害時におけるエネルギー自立について有効なものとして評価された事例があり、これらの概要は表 8-2 に示とおりである。

震災等の災害時には電力や上水などのインフラが被害を受けている可能性が高いため、電力や上水などのエネルギーを大量に消費する設備システムを使用することは困難である。そのため、日常仕様する設備システムの省エネルギー化を図ることは、災害時のエネルギー需要量の削減にもつながることになる。

そのため、災害拠点建物は積極的に省エネルギー・CO₂ 削減技術を取り入れる検討を行う必要がある。

各種の省エネルギー・CO₂ 削減技術のなかでも自然換気・自然採光等の自然エネルギー利用技術や太陽光発電・風力発電等の再生可能エネルギー技術・雨水利用等の省資源、日射遮蔽・防災兼用のコジェネレーション技術は災害時のエネルギー削減・エネルギー確保に有効な技術である。

表 8-2 災害対応設備技術の整理一覧表

設備新技術例一覧表											
建物名称	自然エネルギー利用			再生可能エネルギー			省資源			その他	
	自然換気	自然採光	クールヒートレンチ	太陽光発電	風力発電	井水利用	井水利用	雨水利用	下水利用	日射遮蔽	コジェネ
北里大学病院	○			○		○					
大伝馬ビル	○									○	
TODA Building		○									
尾西信用金庫事務センター							○				
京橋三丁目1 地区										○	
佐久総合病院			○			○	○				
茅場町計画	○										
電算新本社						○	○				
三谷産業グループ新社屋				○	○						
東京ガス平沼ビル	○	○									
柏の葉キャンパスシティプロジェクト	○	○	○	○			○				
阿南市新庁舎	○										
イオン大阪SC											○
明治安田生命新東陽町ビル	○	○		○				○			
東京経済大学	○	○								○	
新潟日報社新社屋メディアシップ	○			○				○			
北九州総合病院							○	○			○
芝浦二丁目計画											○
イオンモール沖縄ライカム											○
堺鉄砲町地区									○		
常翔学園				○							○