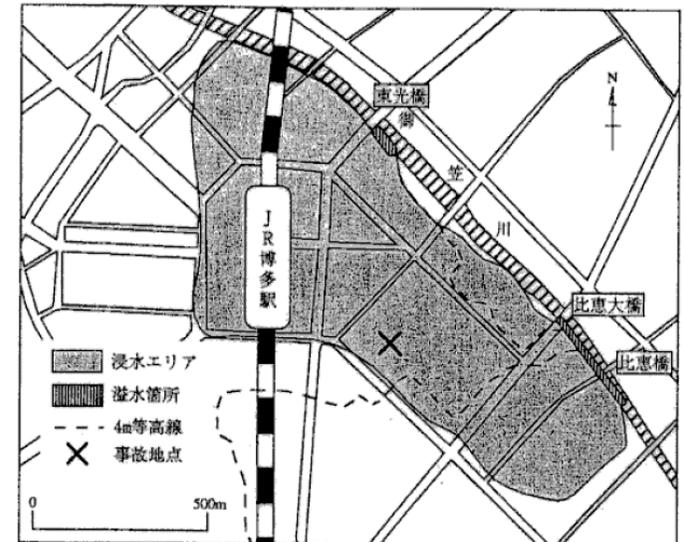
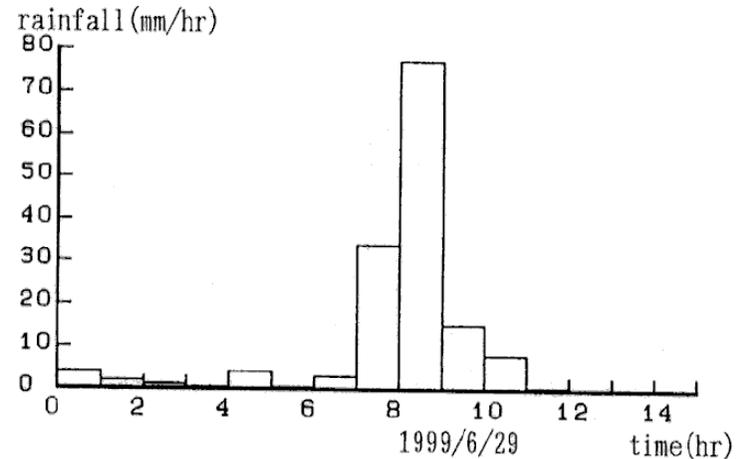


関係団体等へのヒアリング結果

平成11年6月福岡豪雨の被害概要

- 福岡市では、平成11年6月29日午前中に時間雨量77mmを含む集中豪雨に見舞われた。福岡市内各地での内水氾濫の発生の後、市内を流れる御笠川が増水してその一部が溢水し、外水氾濫が発生。御笠川の氾濫水は、地盤の低いJR博多駅周辺地下階に浸水し電気室等も被災。

- 福岡市内各地での内水氾濫の発生の後、市内を流れる御笠川が増水してその一部が溢水し外水氾濫が発生。御笠川の氾濫水は、地盤の低いJR博多駅周辺に流下。JR博多駅東側の筑紫口には、駅の外に5箇所、駅構内に2箇所、福岡市営地下鉄「博多駅」に通じる地下鉄の入口があり、**博多駅の筑紫口まで達した氾濫水は、これら地下鉄入口から、階段を落ちていく段落ち流れとなって改札口のフロア(B1F)に流入**。排水作業にあたっては、排水能力6m³/minのポンプを午後3時30分まで動かし続けた。駅構内の天井部の破損やエスカレータのモーター部分を損傷。筑紫口では、地下鉄構内に隣接する**地下1階の商店街にも複数の階段、エスカレータから氾濫水が流入**。天井からの漏水も加わり、**商店街の一部では浸水深が25cmにも達し、筑紫口周辺のホテルでは、地下室への浸水の影響で電気設備(空調設備, 発電機など)や電話回線の故障が発生**。
- 御笠川の比恵橋～比恵大橋の溢水区間とJR博多駅のほぼ中間に位置する博多駅東2丁目のビルで、地下の飲食店にいた女性従業員が、**流れ込んできた氾濫水により水死**。飲食店の隣は駐車場となっており、**スロープのある駐車場入口と地表近くに位置する通気口から短時間のうちに氾濫水が流入し地下空間がすぐに満杯となり避難できなくなった**。



出典：戸田圭一(2013)「地下浸水とその備え」

平成11年6月福岡豪雨の被害概要

<p>被害や実験等から把握された知見</p>	<ul style="list-style-type: none">● 洪水時には平面部で水深が成人男性で70cm以上、成人女性で50cm以上、小学校5～6年生で20cm以上になると歩行困難。● 地下空間内で水深が上昇し平面部では歩行が困難。ドアが閉まっている部屋にいとドア前面の水圧によって開けるのは容易でない。● 実験の結果、地上水深が30cm相当での流入流量で成人が階段を上れる限界状況。水深35cmで成人女性が、そして40cmを超えると成人男性でもドアを開けることが困難。
<p>必要な浸水対策</p>	<ul style="list-style-type: none">● 下水道網やポンプの排水能力の向上だけでなく、一旦雨水を貯留する大小様々な規模の雨水貯留施設を併用する。● 「都市水害ハザードマップ」を作成し、住民に地下空間を含む氾濫危険箇所らびに避難を含めた水害時の対処法を知らせておく。● 階段などの地下への入口に止水板を設置したり、通路面よりも高くした段差（ステップ）を設置したりすることが考えられる。土のうによる対応もこれに含まれる。地上の浸水深がこれらの高さまでであれば流入を防ぐことができるとともに、これらを超えた浸水が生じたとしても、浸水量を減らし、かつ浸水を遅らせる効果が期待。● ビルの地下室には電気系統設備、情報通信設備などが集中しているが、それらについてもかさ上げを行ったり、材質に配慮したりして、耐水性、防水性に十分注意を払う必要。● 地下への情報伝達と避難システムの整備が重要。● 避難については、地上への避難経路を決めておき、地上への出口までの避難経路図や避難指示機器をわかりやすいものにしておくこと、浸水時の停電に備えて非常用の電源を確保しておく。

関西国際空港の浸水被害と対策

- 平成30年9月4日、台風21号による影響で関西国際空港（ターミナル地区・貨物地区・給油地区）が浸水。**地下に設置されていた各種設備室に浸水し大規模な停電が発生。**

ターミナル地区	<p>第1ターミナルビルの南北に縦断する地下通路があり、各種設備室（電気室、防災センター、中央監視室、通信設備室、機械室等）がある。島内への電力供給は継続されていたものの、島内に流入した海水が斜路を通り地下階にある電気室などの設備室に浸水したため大規模な停電が発生した。</p>
貨物地区の状況	<p>一期島の南に位置する国際貨物地区には、関西エアポート株式会社（KAP）が管理する貨物上屋の他、各事業者が管理する上屋や機内食施設がある。ここでは、強風による屋根飛散・シャッター破損や、浸水により貨物・フォークリフトなどの業務上必要な車両や設備が水損した。また、貨物上屋の地下および1Fにある受変電設備等も水損し、電源供給が途絶えた上屋もある。</p>
給油地区の状況	<p>関西国際空港（KIX）では、燃料を海上輸送にてバース地区で受入れ、給油地区のタンクに貯油し、埋設配管を通じてエプロン地区の各スポットへ送るハイランド式である。主な被害は、給油地区の浸水によるタンク底板の錆や、エプロン地区のハイランドピット（燃料取出口を囲っているピット）内への浸水・緊急停止装置の倒壊などであった。なお、今回の台風では燃料を送るポンプや給油地区の電源供給を賄う電気室棟が、浸水したものの水損被害は受けなかった。</p>



第1ターミナルビル斜路前



第1ターミナルビル地下電気室



貨物上屋の屋根まくれ



貨物地区浸水



給油地区浸水

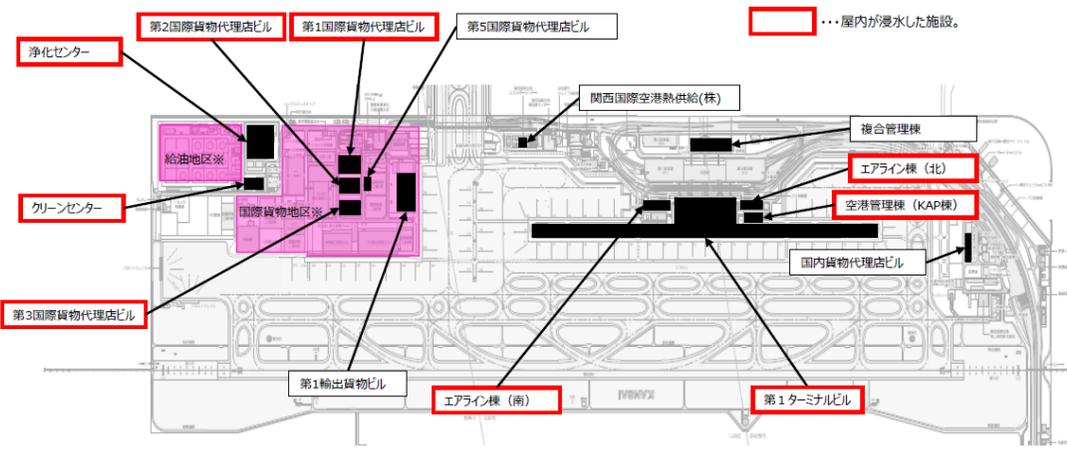


緊急停止装置倒壊

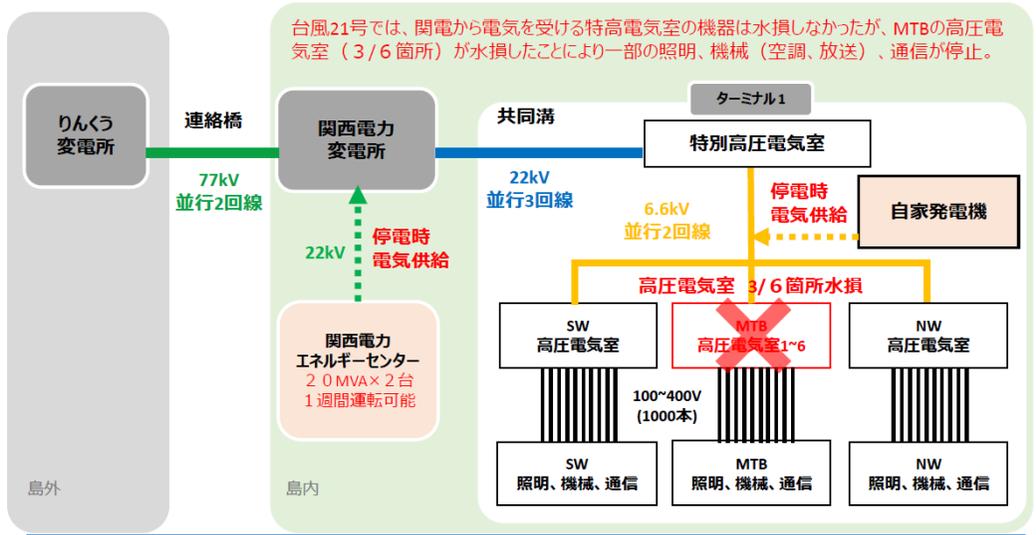
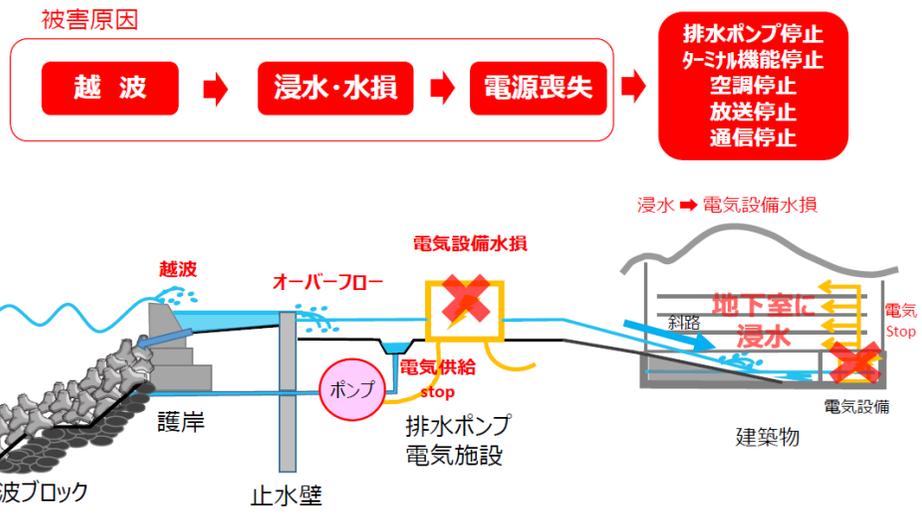
出典：災害対策について KANSAI AIRPORT 2018.12.13

関西国際空港の浸水被害と対策

- 島内の建築物139箇所のうち22箇所（うちKAPグループが所有する施設は14箇所）に地下室があり（2期島は地下室を有する施設なし）浸水箇所は右図。
- 台風21号では、**関西電力から電気を受ける特高電気室の機器は水損しなかったが、旅客ターミナル本館の高压電気室（3/6箇所）が水損した**ことにより一部の照明、機械（空調、放送）、通信が停止。



※ 給油地区（地下施設無し）及び国際貨物地区は全体的に地盤が低く大部分が浸水。



MTB：旅客ターミナルビル本館 NW：北ウイング SW：南ウイング

浸水対策（ハード面）の考え方

基本的な考え方

- ◆ 台風（高潮・高波）・津波などに対し、空港島周囲を囲む護岸や防潮壁により島内への浸水を防ぐ
- ◆ 万一、なんらかの事象により浸水した場合に備え、減災対策、復旧対策を実施

予防 (Prevent)

- 島内に浸水させないための対策
⇒1.消波ブロックの設置 2.護岸高上げ 3.防潮壁高上げ 4.排水ポンプ浸水対策

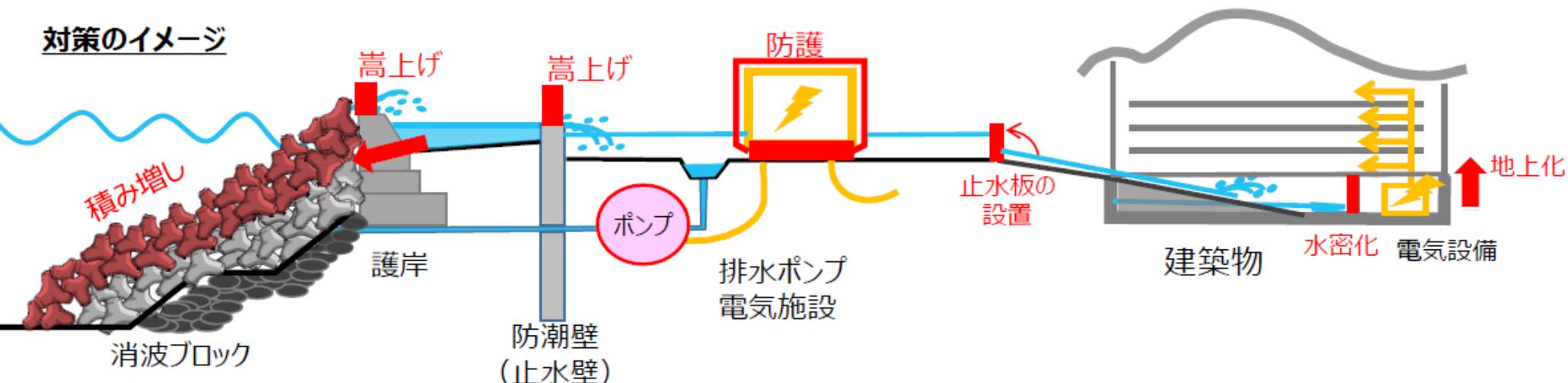
減災 (Resist)

- 万一、浸水してしまった場合の対策
⇒1.止水板の設置 2.制御盤高上げ等 3.電気施設等浸水対策（水密化） 4.電気設備等の地上化

復旧 (Restart)

- 早期復旧のための対策
⇒1.大型排水ポンプ車配備 2.小型排水ポンプ調達 3.非常用滑走路灯調達

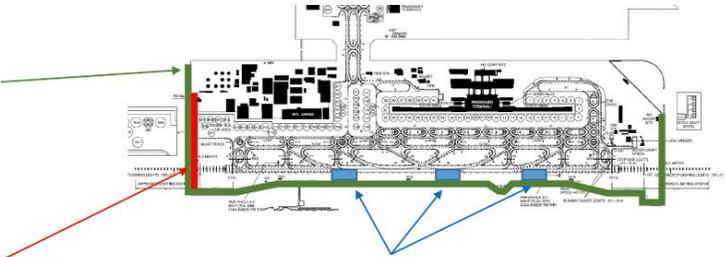
対策のイメージ



関西国際空港の浸水被害と対策

主な浸水対策—予防対策

○護岸の嵩上げ



○防潮壁の嵩上げ



護岸

○排水ポンプ浸水対策



電気施設の防護

主な浸水対策—復旧対策

○大型ポンプ車



○小型排水ポンプ



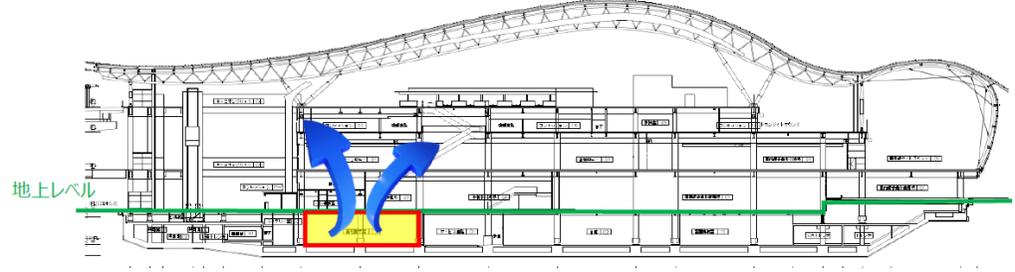
○非常用滑走路灯



主な浸水対策—減災対策

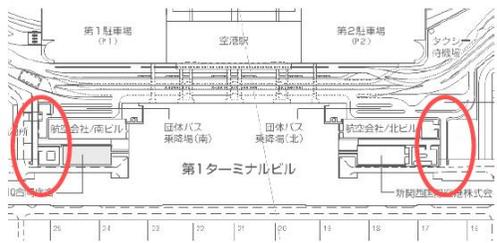
○電気設備等の地上化

第1ターミナルビル本館 断面図



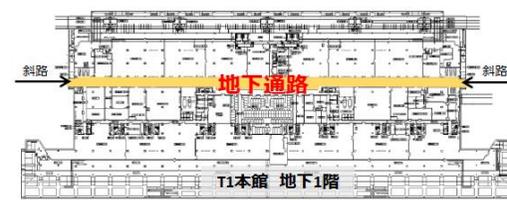
T1地下にある電気室等（特別高圧電気室、高圧電気室、中央監視室・警備防災センター・自動放送機器室）を地上化

○止水板の設置



T1への流入経路上に自動起伏式の止水板を設置

○電気施設等浸水対策（水密化）



ドアの水密化

浸水

T1地下室以外の重要施設についても順次、水密化を実施

自治体の浸水対策

■ 条例、要綱、指針等で建築物の規制・指導を行っている事例

(各自治体ウェブサイトで開催されている情報に基づき整理)

自治体名	手法			対象	浸水対策												
	条例	要綱	指針・ガイドライン		浸水の未然防止		床上浸水への対応			地下空間への浸水の防止					早期復旧	対策の担保	
					嵩上げ、高床等	建物の構造・高さ等の制限	分電盤を1階と地の会の回路の分離	コンセント高さの考慮	想定水位より上に設備機器設置	出入口のマウントアップ	止水板の設置	土嚢の準備	からぼり周囲の立上げ	換気口、明り取り窓等の立上げ	逆流しない排水口の構造	排水ポンプの設置	浸水対策内容の届出・確認
草津市	●		●	市内で建築されるすべての建築物(新築・既存)	●		●	●	●	●	●	●	●	●			●
新宿区		●	●	地下室を有する建築物(新築・既存)						●	●					●	●
世田谷区		●	●	浸水のおそれのある建築物(新築・既存)						●	●					●	●
杉並区		●	●	地下室を設置する建築物(新築・既存)						●	●					●	●
練馬区		●	●	地下室等の設置をする建築物(新築・既存)						●	●					●	●
名古屋市	●			臨海部防災区域内の建築物	●	●											●

■ 浸水対策工事費用の助成事例

自治体名	助成内容
杉並区	助成対象地域内において、住宅等の高床化工事を行う場合に、 【新築、増改築の場合】工事にかかる高床部分の床面積に、標準工事費単価を乗じた額の2分の1 【揚家の場合】工事に要した費用の2分の1 を助成(限度額:いずれも200万円)
新潟市	所定期間内に床上浸水被害があった区域で、浸水対策として住宅の嵩上げ工事を行う場合に、揚家、床上げ、盛土などの工事費用の2分の1を助成(限度額:100万円)
宮崎市	災害危険区域における既存建築物の改築や、建築の際の測量等について、助成を実施 (限度額:①~③いずれも100万円) ①設定水位以下に居住室を有する既存の専用住宅、併用住宅… 測量費、解体費、改修費の2分の1を助成 ②既に所定期間内に床面を設定水位以上にする工事をした専用住宅、併用住宅… 測量費、解体費の2分の1を助成 ③専用住宅、併用住宅の新築… 測量費の2分の1を助成

■ 防水板設置費用の助成事例

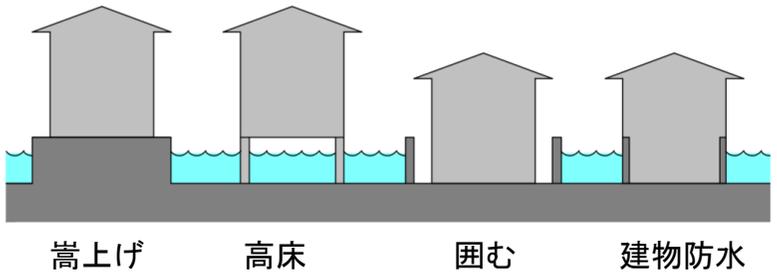
自治体名	助成割合	限度額
品川区	4分の3	100万円
杉並区	2分の1	50万円
北区	2分の1	50万円
板橋区	2分の1	50万円
千葉市	2分の1	75万円
新潟市	2分の1	50万円
岡崎市	2分の1	50万円
吹田市	2分の1	30万円
枚方市	2分の1	50万円
西宮市	2分の1	50万円
岡山市	2分の1	50万円

自治体の浸水対策(草津市)

- 草津市では、平成18年9月1日より草津市建築物の浸水対策に関する条例を施行。
- 浸水のおそれのある区域に、建物を新築、改築したり設備の改修等を行う際に、市民・事業者に対して自らの責任において安全性の確保その他の浸水対策を行うことを求めている。

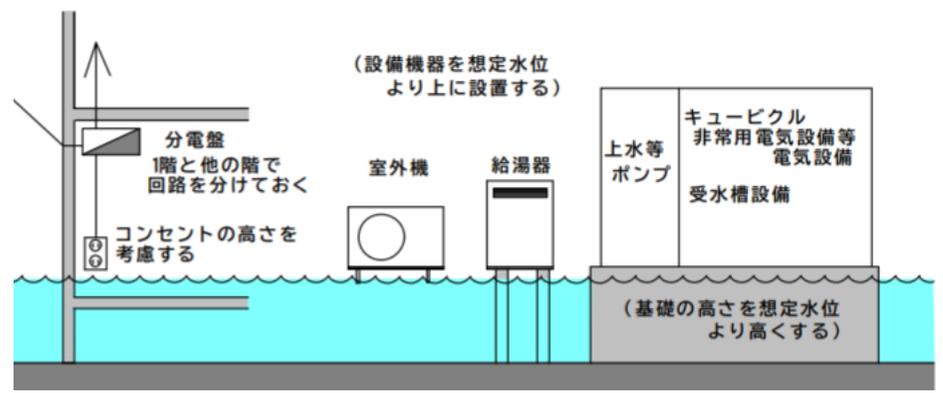
浸水対策（浸水対策整備指針より）

①床上浸水を未然に防ぐ



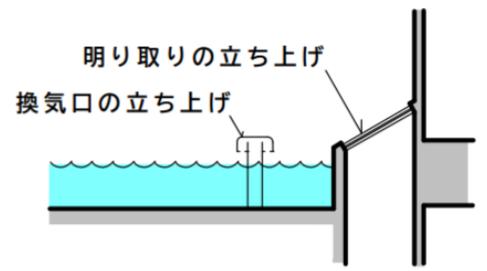
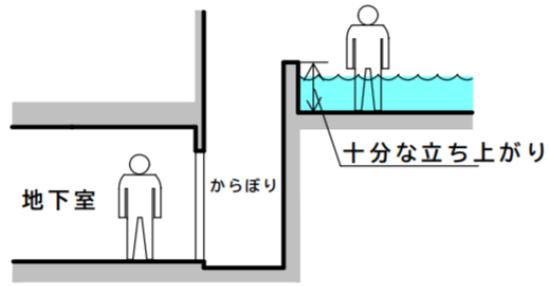
②床上浸水に備える

- i 人命を守る ii 生活を守る
- iii 財産を守る iv 設備を守る



③地下空間への浸水による被害を未然に防ぐ

- i 出入口をマウンドアップする
- ii 防水板を設置する
- iii 土嚢等の準備をする
- iv からぼり周囲を立ち上げる
- v 換気口、明り取り窓等を立ち上げる



デベロッパーの浸水対策例(マンション等)(A社)

- 過去の浸水被害の経験を踏まえ、内水対策のフローチャートを作成し、土地の仕入れ段階から厳格にチェック。住戸に影響があり、対応策を設けられない用地の場合、住宅の開発は行わない。
- 水防ラインを確保することを原則に対応。

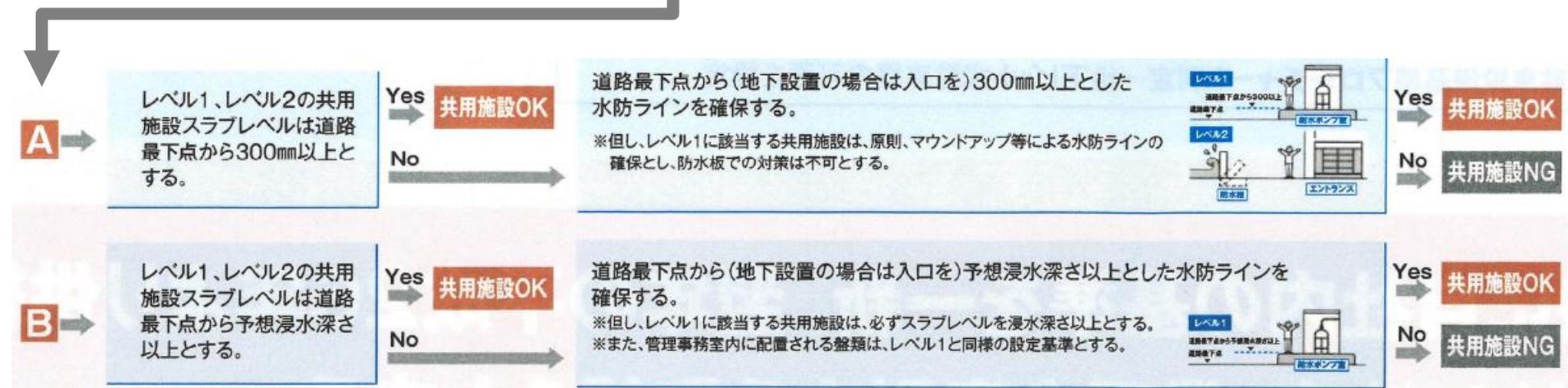
実施してきた対策	新築	<ul style="list-style-type: none"> ● 水防ラインを設定し、浸水高さは浸水歴やハザードマップを基に、マウンドアップや防水板の浸水対策基準を策定（住戸・共用施設・駐車場）。 ● 排水経路に逆止弁を設け外からの浸水を防ぐとともに、水防ラインの内側の水を貯留する緊急用貯留槽を設置。 ● 一部の物件では太陽光パネルと蓄電池を設置し、災害時には照明やエレベーター、給水ポンプなどに電力を供給し、稼働時間をタイマー制御でコントロール。備蓄品や防災訓練等も実施。また、各住戸に電力を供給できる自家発電システムを入れている事例、井戸を設けている事例もある。
	既存	● 大雨や台風時に浸水のおそれがある物件では、現場待機し、土嚢を積み、水防ラインを確保
今後の対策	新築	● 電気設備が地下にあるか否かが問題ではなく、水防ラインがきちり確保されているか否かで判断すべき。止水板のみでの対策は不可。
	既存	<ul style="list-style-type: none"> ● マウンドアップがメインの浸水対策と考えているが、既存物件では実現しづらい。 ● 排水ポンプに逆止弁を後付けするのは、大工事になり難しい。設備修繕時の対応は考えられる。 ● 古い物件だと地下ピットがない場合もあり、あとから緊急用貯留槽を設けることはできない。 ● 大規模修繕の際に外構にコンクリートを立てる考えはこれまではなかった。近隣との調整、法律への適合、誰が出資するかといった課題があり難しいと考えられる。
復旧対応		<ul style="list-style-type: none"> ● 管理会社が主に対応。既存物件のうち、ここが危ないという物件はわかるので、管理会社の社員が現場待機し対応（契約外での対応ではある）。 ● 災害時のマニュアルについては、震災対応のものであり、水害に特化したものはない ● 浸水後の対策としては、危機管理のチャットで状況を共有したり、給水車の手配、備品を確保 ● ポータブル発電機にて、管理室から外に電源を通せる穴を空けておいて、携帯電話を充電できるようにしている。 ● 停電時の電気供給としては、電源車というよりも、基本的には太陽光＋蓄電池という考え方。

デベロッパーの浸水対策例(マンション等)(A社)

● フローチャート詳細 (共用施設版)

共用施設 重要度レベル	レベル1	ライフラインを保つ要となる施設	増圧給水ポンプ、受変電室、配電盤室(その他盤類含む)、 <u>自家発電電気室、蓄電池室、防災倉庫</u>
	レベル2	被災しても防災拠点としての機能を保つ施設	エントランス、管理事務室、受水槽室(加圧給水ポンプ含む)、消火ポンプ室、 その他機械室(ディスポーザーブローアール室等)、集会室、トランクルーム、共用トイレ
	レベル3	通常の生活を維持する施設	その他共用施設(ごみ置き場、駐輪場、管理倉庫、植栽等) ※レベル3の施設については、水防ライン外でも可とする。

行政ハザードマップ上で 浸水の恐れがある地域	有	有	無	無
冠水履歴がある (周辺含む)	有	無	有 ※2	無
判定	B ※1	B	B	A



デベロッパーの浸水対策例(マンション、オフィスビル等)

- ハザードマップや過去の浸水履歴を踏まえて計画している。
- 地下階に電気室を設けることが一般的。

		B社	C社	D社
実施してきた対策・課題	新築	<ul style="list-style-type: none"> ● ハザードマップや過去の浸水履歴を調べて、かさ上げや防水板の設置を計画してきたが、電気設備の上階設置までは行っていない。 ● 重要事項説明書に、ハザードマップや浸水履歴について記載 	<ul style="list-style-type: none"> ● ハザードマップや浸水履歴等から個別に判断 ● 止水板や土嚢を準備して対策する手動の操作が基本になる ● 事業性、構造、騒音・振動、メンテナンス、設備の入れ替え等から電気室の上階設置は課題 ● 雨水貯留槽を設ける場合がある。 ● 電力融通を事前に計画している例はない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画時点のハザードマップや浸水履歴を確認して計画 ● 建物の出入口や主要な出入口に止水板を設置 ● オフィスでは電気設備を上階にあげる例がある
	既存	<ul style="list-style-type: none"> ● 具体的な事例は把握していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理会社に相談がいくので掌握していない。 	
今後の対策	新築	<ul style="list-style-type: none"> ● 敷地内もしくは建物内に入らないようにする ● 2階への電気設備の設置を必要に応じて検討する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 浸水を100%回避することは難しい ● 例えば、地上階に中継の分電盤を設けておき、緊急時に途中から接続できれば便利(法的な問題は要検討) ● 電気を引き込む配管部分の止水の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常的に開ける扉だと、水密扉にするのは工夫が必要 ● 止水板の後付け、防水シートを備蓄として準備する等を検討中
	既存			

ゼネコンの浸水対策例(マンション、オフィスビル等)

- ゼネコン各社では、都市や建築物の浸水シミュレーション技術の開発が進んでいるほか、非常用発電機の高層階設置、植栽空間を活用した雨水貯留、施主への止水扉設置提案など浸水対策につながる取り組みも行われている。

シミュレーションの実施	<ul style="list-style-type: none">• 洪水発生からの時刻歴を考慮したシミュレーションを実施（A社）• 地表面、下水管路網、河川の水の流れを総合的に解析し、都市型水害を予測（B社）• 建築物のCADデータ・BIMデータを活用して浸水予測を実施することで、シミュレーションにかかる手間を軽減（D社）• 津波による建物への浸水経路を、3Dでシミュレーション（E社）
チェック表の作成	<ul style="list-style-type: none">• 設計時に、敷地条件や1階の構造形式に関するチェック表を作成することで、浸水対策を確認（A社）
非常時の電力供給	<ul style="list-style-type: none">• 施工したオフィスビルにおいて、非常用発電機とその燃料（3日分）、サブ電気室を最上階に設置することで、地下階の特高電気室が浸水した場合でも必要な負荷への電力供給を可能にした（C社）• 太陽光発電設備と蓄電池を用いて、停電してから非常用発電機が起動するまでの間も無瞬断で電力供給を継続（C社）
植栽空間を活用した雨水貯留・浸透	<ul style="list-style-type: none">• 屋外の植栽空間を活用し、雨水の地下浸透や、浄化・貯留・活用を行う実験を実施（E社）
止水扉設置などの提案	<ul style="list-style-type: none">• 台風19号をうけて、今後施工する新築マンションでは、電気室への止水ドア設置を提案。自社が管理する既存物件についても浸水対策を提案する（F社）

電気設備関係団体へのヒアリング概要

(一社) 日本内燃力発電設備協会

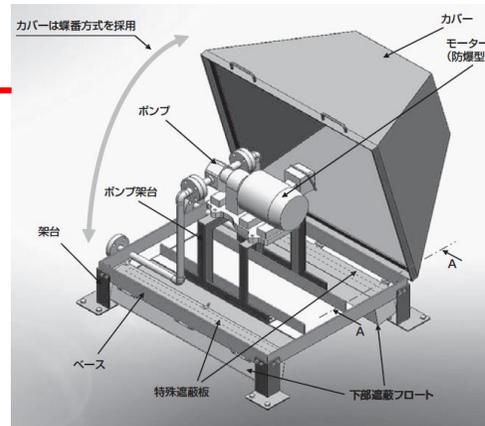
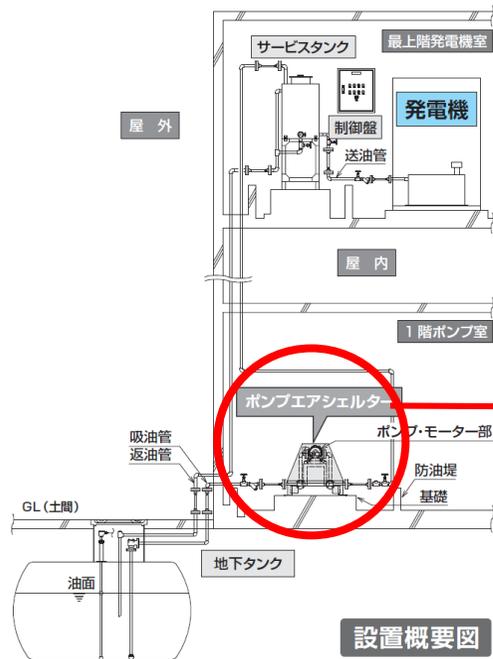
- 燃料輸送ポンプに蓋をかける、周囲をコンクリートの壁で囲うといった浸水対策がある。
- 非常用発電機の設置位置について、発電機の側から具体的な規制や基準は設定されていない。
- 非常用発電機室の給排気口・換気口の浸水対策について、具体的な基準や対策事例はない。

被害状況	<ul style="list-style-type: none">● 台風19号による発電機の被害状況については、協会ですりまとめ一般公表する予定
給排気口、換気口の浸水対策	<ul style="list-style-type: none">● 防火や発電装置の性能確保のために給排気口に関する規制（防火ダンパー、ガラリの通過風速、煙突口径など）がかかる場合はあるが、浸水対策を念頭に置いた規制はない● 換気口は雨水の流入を防止するよう措置されているが、浸水時に水の流入を防ぐ構造とはなっていない● 給排気口の設置位置について基準はなく、建築物の設計者によって思想が異なるので一概には言えない
LPガスを利用した可搬式の非常用電源装置	<ul style="list-style-type: none">● 非常用発電機の燃料はA重油か軽油が一般的。LPガスを用いる場合、容量が大きいものでも約50kVAまでで、小容量・可搬型のものでは1～3kVA。持続時間も短く（50kgのボンベで5時間程度）、大規模な建築物には向いていない● 都市ガスを利用した常用非常用兼用の発電機はある
浸水被害を防ぐための工夫	<ul style="list-style-type: none">● マンションの場合は、排気が課題となり、煙突の設置スペースも確保しづらいため中間階に発電機を設置するのは難しい● オフィスビルの場合、BCPの観点から発電機を4～5階の高さに設置する例も出てきている● 上階に設置した非常用発電機へ燃料を移送するポンプに覆いを設けて耐浸水性が付与されたもの又は油中ポンプを設けることができれば、ポンプ室が浸水しても継続して使用できる（次頁参照）● 常総市役所では上階に非常用発電設備を移動できず、周りにコンクリートの壁を設置して対策している（次頁参照）
指針、ガイドライン	<ul style="list-style-type: none">● 東日本大震災のあと、津波被害による停止があったことをうけて、被害が想定される地域では津波想定高さを考慮して設置していくことが望ましいという判断を協会の報告書で示している● 「病院電気設備の安全基準」では「水害などに耐えるような有効な措置を講じる」ことを規定

電気設備の浸水対策事例

【事例1】ポンプエアシェルター

- 地表面に近い高さに設置される油ポンプを覆うことにより、洪水や津波による冠水時においても、**ポンプ・モーター部の水没防止**を図ることができる。それにより、**非常用発電設備の機能保全**を図ることができる。



出典：内発協ニュース2013年9月号

【事例2】常総市役所の浸水対策

- 平成27年の関東・東北豪災害により、常総市若宮戸地先で鬼怒川が溢水、鬼怒川堤防が約200mにわたって決壊。市役所も浸水。
- 浸水対策として、**屋外キュービクルと非常用発電設備の周囲をコンクリート壁で囲い、庁内1階に設置してあった蓄電池を2階に移設。**



コンクリート壁で浸水対策を施した非常用発電設備

出典：「防災先進都市を目指して」常総資料

建築ガスケット工業会・（一社）日本サッシ協会

- 止水板、配管と建物躯体の間、配管の継ぎ目などにパッキン、ガスケットを挟むことで、**止水・水密効果が期待**できる。
- 扉には**水密性と排水性能の両方**が求められるが、全く水を浸入させないことは現実的でない。**浸水対策により避難時間を確保する効果は期待**できる。

建築ガスケット
工業会

- ・ **止水板に取り付けるパッキン**は今回の洪水でも効果があった。
- ・ 上水道の鋳鉄管の接続部分に**水膨張性のゴムを使ったガスケット**を使っている。
- ・ 配電管はネジで繋げる形が一般的で、管径に合わせた**水膨張性ゴムをボルトの間にかませることで、止水効果**が期待できる。
- ・ また、管と建物躯体の間に**耐久性ゴムや水膨張性ゴム**でできたパッキンを噛ませることで、**水密性を高める**ことができる。

日本サッシ協会

- ・ **水密性と併せて排水性能が求められる**。サッシの水切で排水経路をつくる。
- ・ 台風21号や15号の強風で窓が割れる被害もあり、主に強風対策について取り組んでいる。
- ・ 全く水を浸入させないということは現実的でない。**浸水対策により避難時間等の時間を確保**することは考えられる。
- ・ 水圧による閉じ込めで避難困難となる。いかに水を抜くかも大事。