

2-3 地震・津波対策に対する対応方針

地震、津波対策については、「下水道施設の耐震対策指針と解説 -2014年版- 公益社団法人日本下水道協会」（以下、「耐震対策指針」という）に基づき計画する。

2-3-1 耐津波対策におけるリスク対応レベルについて

津波災害に対する各機能のリスク対応レベルについては、「耐震対策指針」において表2-3-1のとおりを設定例が示されているが、リスク対応レベルは下水道管理者が選定できるものである。リスク回避は重点化範囲内の「耐水化、防水化」を行うものであり、リスク低減は「耐水化、防水化、およびソフト対策」の組合せ、リスク保有は主にソフト対策や震後の復旧による対応を行うものである。

表 2-3-1 リスク対応レベルの設定例

| 要求機能 | 揚水機能・消毒機能 | 沈殿機能・脱水機能 | その他の水処理・汚泥処理機能 |
|------------------|---|-----------|----------------|
| リスク対応レベル | リスク回避 | リスク低減 | リスク保有 |
| 対 策 | 重点化範囲内 : 耐水化・防水化 重点化範囲以外 : 被害の最小化・二次災害防止（流出防止対策等）・ソフト対策 | | |
| 構造設計で 求められる状態 | 耐津波性能1：耐水化において、柱・梁・壁が津波荷重に耐えられ、浸水しない 耐津波性能2：防水化において、重要な装置（防水扉等）が津波荷重に耐えられる 耐津波性能3：被水しても構造物全体系が崩壊しない | | |

出典：「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版- 公益社団法人日本下水道協会 P80」

①リスク回避

現状では災害リスクが高いまたは中程度であり、リスクを回避しなければならないレベルである。地震・津波が発生した場合でも確保しておく必要がある要求機能に設定される。

②リスク低減

現状では災害リスクが高いまたは中程度であり、リスクを一定程度低減すべきレベルである。地震・津波が発生した場合は一時的に機能停止しても迅速に回復すべき要求機能に設定される。

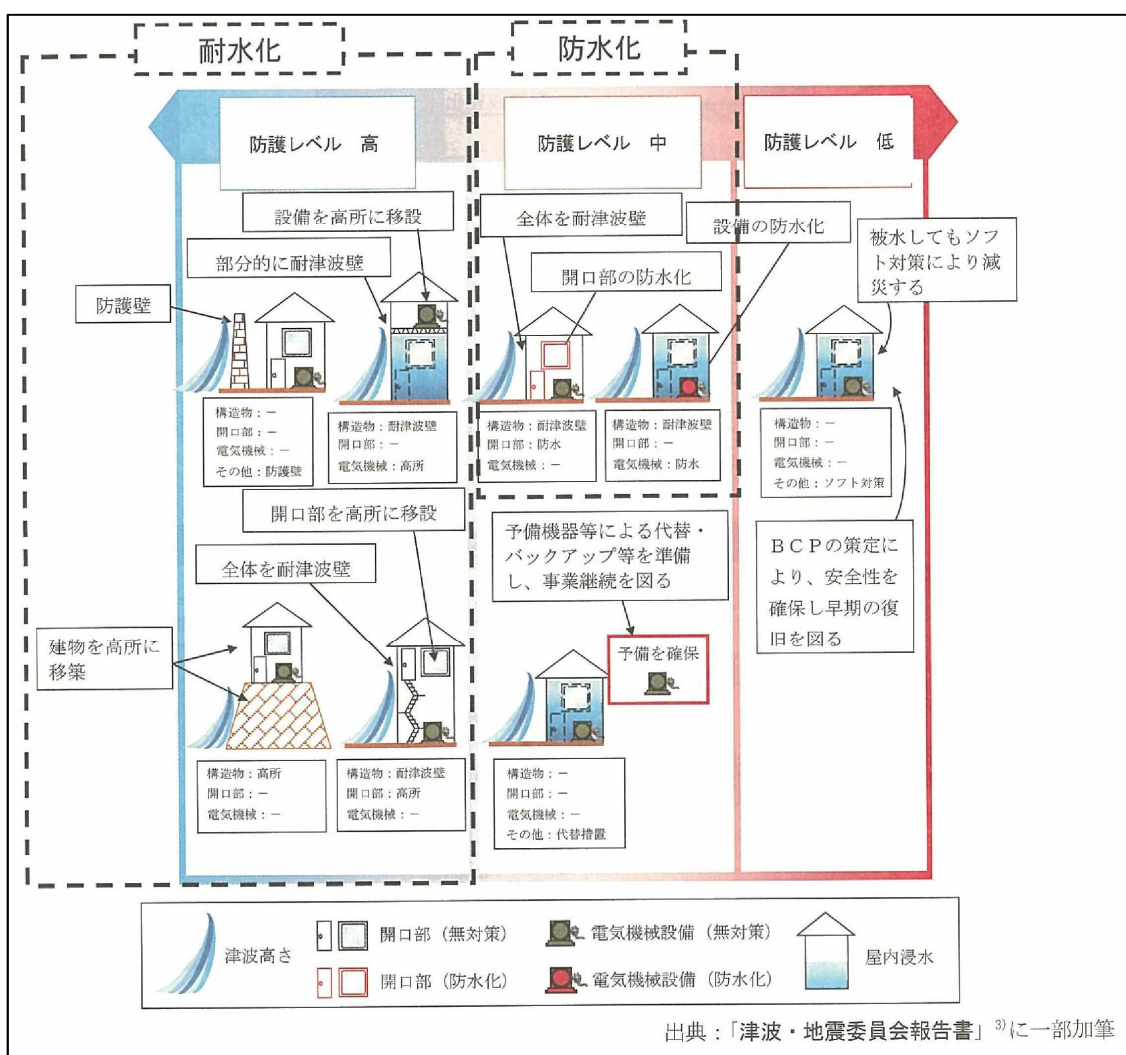
③リスク保有

現状では災害リスクが中程度または低く、ある程度リスクを保有することも許容するレベルである。地震・津波が発生した場合は、一時的に機能停止しても早期に復旧すべき要求機能に設定される。

なお、地震対策は、レベル2地震動に対して、リスク回避として設計を行う。

耐津波対策においても、今回計画は各機能を**新施設として計画することから、原則、下水道施設の各機能すべてについて津波被災後も機能を確保できるリスク回避として計画する。**

耐津波対策の手法としては、耐水化、防水化の2手法が定義されており、耐水化とは、構造物本体の補強、開口部の閉塞、設備機器等の高所への移設等により、施設周辺が浸水や被水にみまわれても施設内に水が侵入しない状態にすることである。防水化とは、防水扉の設置や設備機器本体の防水化等により、施設内に水が侵入しない状態にすることである。



出典: 「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版- 公益社団法人日本下水道協会 P75」

図 2-3-1 「下水道の機能の確保」のための津波対策

耐水化は防水化と比較するとより安全性に優れる。ただし、「耐震対策指針」においては、

耐水化と防水化による対応を組合せることにより、重点化範囲（区画）内のハード対策の実効性を高め、下水道機能（要求機能）を確保するものとされている。

よって、本計画においては、下水処理機能のうち特に重要度の高い揚水機能について耐水化を図ることとし、これ以外の機能については、配置スペースの制約がある中で維持管理性を考慮して防水化を図ることとする。

表 2-3-2 今回計画する施設のリスク対応レベル

| 要求機能 | | 揚水機能・消毒機能 | 沈殿機能・脱水機能 | その他の水処理・汚泥処理機能 |
|----------|------|-----------------------------------|------------|----------------|
| リスク対応レベル | 設定例 | リスク回避 | リスク低減 | リスク保有 |
| | 今回計画 | リスク回避 ・揚水機能（耐水化） ・消毒機能（防水化） | リスク回避（防水化） | リスク回避（防水化） |

※リスク回避は、重点化範囲内を耐水化・防水化により浸水しない計画とする。

次に、浄水管理センターの施設のうち、揚水機能が含まれる管理機械棟の浸水防護レベルを以下に示す。

「人命を守る（避難機能の確保）」、「下水道機能の確保」としての揚水機能については耐水化とする。その他の機能については、防水扉（常時閉）によって防水化を基本とする。ただし、浸水時においても速やかに最低限の機能を回復できる一部の機能については浸水を許容する計画とする。

表 2-3-3 管理機械棟の浸水防護レベル

| 機能 | 階数 | 浸水防護レベル | | | 備考 |
|-------|-------|----------|----------------|--------|----------------------------------|
| | | 耐水化 | 防水化 | 浸水許容 | |
| 揚水 | B2F | ポンプ室 | | | |
| | B1F | ポンプ搬入室 | | | 用水槽を含む |
| 受配電 | 2F、3F | 電気室 | | | |
| | 2F | 自家発電機室 | | | |
| | 3F | 監視室 | | | |
| 脱水 | B1F | | 機械室、汚泥貯留槽 | | |
| | 1F | | 脱水機・ポンプ室、薬品投入室 | | |
| | 1F | | | ケーキ搬出室 | 操作盤が水没した場合には、交換が必要 |
| | 2F | | | ホッパー室 | ホッパー駆動モータ、操作盤が水没した場合には、交換が必要 |
| 居室 | 3F | 維持管理スペース | | | |
| 脱臭 | 1F | | 脱臭機室 | | |
| 流入ゲート | 1F | | ゲート室 | | |
| 沈砂 | B1F | | | 沈砂機械室 | |
| 主玄関 | B1F | | 玄関ホール等 | | 玄関ホール等の防水扉を常時開とする場合には浸水許容の扱いとなる。 |

注) 防水化は防水扉を常時閉とする。

2-3-3 防水扉について

新設建物については、防水化により防水扉を設置する。防水扉については日常の施設運用上の大きな障害となるため、留意事項を以下に記載する。



- ① 防水扉の形式：開き戸、引き戸、シャッターなど各種形式があるが、防水シャッターについては浸水深 3m 以下までの適用であり、また中柱も必要なため、採用出来ない。

表 2-3-4 防水扉の形式

| 形式 | 開き戸形式 | 引き戸形式 | シャッター形式 |
|----|---|--|--|
| 姿図 |  |  |  |
| 特徴 | 省スペースでの配置が可能であるが、屋外設置の場合、風にあおられるため危険。また、床面の前後に段差を生じる。 | 引き代部分が必要であるが、特に屋外では運用上、常時開放が可能である。また、床面の前後に段差を生じない。 | 浸水深 3m 以下までの適用であり、また補強用の中柱も必要となる。 |

- ②開閉操作については、レバー式、ハンドル式があるが、浸水深さが深い場合、および大開口になる場合にはハンドル式とする必要があり、開閉に時間を要する。ハンドル式となる場合には2人以上で2~3分程度の開閉作業時間が必要となる。また、大型の開き戸の場合には扉があおられるため、原則、強風時の開閉作業は不可となる。

表 2-3-5 防水扉の開閉形式

| 形式 | レバー式 | ハンドル式 |
|----|---|--|
| 姿図 |  |  |

③大型の防水扉については機構上、防火設備として扱うことが出来ないため、実施設計の際には計画上の配慮、関係機関との協議を要する。

④防水扉の点検については、毎年の定期検査による動作確認、および必要に応じて 1～2 年程度を目安にゴムパッキンの交換を行う必要がある。

2-3-4 水処理施設の耐津波方針

浄水管理センターの敷地内での改築手法の検討、水処理方式の検討、付加価値向上策等の検討を進める前提条件として、構造物の耐津波対策の方針を定めておく必要がある。

水処理施設については、津波対策として複数の対策手法が考えられるため、維持管理性、景観性、経済性等の各種項目を設定して比較検討を行い、最適な対策手法を選定する。浄水管理センターの再整備にあたっての新設構造物の耐津波対策は、最大クラスの津波である「最大想定浸水深 6.84m」に対しての対策を検討する。

案①：擁壁設置

案②：構造物防水化

案③：構造物防水化（上部は浸水許容）

案④：地下式構造

案⑤：水処理施設嵩上げ

比較検討においては、各項目に点数をつけ、総評点の合計および「×」とした項目の数で案を決定する。

比較検討の結果、「案③：構造物防水化（上部は浸水許容）」が経済性、施工性、景観性において優れるが、施設高が低く、浸水を許容する構造となっている。上部利用スペースの安全確保のため、水処理施設の上部利用スペースを浸水高以上として計画する場合には、「案②：構造物防水化」が推奨案となる。

※深層式反応タンクまたは多階層式沈殿池を採用する場合は、案②：構造物防水化の場合、岩盤掘削が必要となる。一方で案⑤：水処理施設嵩上げの場合には、水処理施設を嵩上げすることで岩盤掘削が不要となり、基礎杭の長さも短くなることから、案②よりも経済性で有利となることから「案⑤：水処理施設嵩上げ」が推奨案となる。

表 2-3-6 水処理施設の耐津波方針比較表

| | 案①：擁壁設置 | 案②：構造物防水化 | 案③：構造物防水化（上部は浸水許容） | 案④：地下式構造 | 案⑤：水処理施設嵩上げ |
|---------------|--|---|---|--|---|
| 概要図 | | | | | |
| 概要 | 浄水管理センターの周囲に耐津波対策用の擁壁を設置する。ただし、浄水管理センターへの入口は防水ゲートを取り付ける。擁壁の高さはせき上げ高よりも高くし、擁壁の内側に水が浸入しないよう、放流渠や雨水渠の吐き口にはフラップゲートを設置して逆流を防止する必要がある。 | 擁壁は設置せず、構造物を津波に耐えられる構造とする。水処理施設は、上部利用を行うことを考慮し、構造物の天端は堰上げ高さよりも高くする。また、窓は設けず、出入口には防水扉等を設置する。 | 擁壁は設置せず、構造物を津波に耐えられる構造とする。ただし、上部については施設高を上げずに浸水を許容する。また、窓は設けず、出入口には防水扉等を設置する。 | 管理棟を除く構造物を全て地中に築造することで耐津波化を図る。ただし、換気塔は必要となる。 | 水処理施設自体を嵩上げすることで浸水を防ぐ。水処理施設は、上部利用を行うことを考慮し、構造物の天端は堰上げ高さよりも高くする。また、窓は設けず、出入口には防水扉等を設置する。 |
| 地震対策（側方流動対策） | 躯体築造および擁壁設置前に地盤改良を行う。 | 躯体築造前に地盤改良を行う。 | 躯体築造前に地盤改良を行う。 | 躯体築造前に地盤改良を行う。 | 躯体築造前に地盤改良を行う。 |
| 防護レベル | 完全耐水化のため、防護の信頼性は高い。 (◎：3点) | 防水化を併用するため、止水性の確保、維持管理による各種対応が必要となるが防護可能である。 (○：2点) | 構造物自体は津波により浸水するため、止水性の確保、維持管理による各種対応が必要となる。また、上部は浸水を許容する。 (△：1点) | 防水化を併用するため、止水性の確保、維持管理による各種対応が必要となるが防護可能である。 (○：2点) | 防水化を併用するため、止水性の確保、維持管理による各種対応が必要となるが防護可能である。 (○：2点) |
| 施工性 | 擁壁を築造するため工期を要する。擁壁の規模が大きく、敷地スペースが小さいことや埋設管が存在することを考慮すると、施工難易度は極めて高い。 (△：1点) | 擁壁等の付帯構造物を築造しないため、施工性・工期に優れる。 (○：2点) | 擁壁等の付帯構造物を築造せず、かつ施設高が小さいため、施工性・工期に最も優れる。 (◎：3点) | 南側は基礎層が浅く、基礎層の掘削が必要であり、騒音の発生が懸念される。 (△：1点) | 擁壁等の付帯構造物を築造しないため、施工性・工期に優れる。 (○：2点) |
| 維持管理性 | 維持管理性は良い。 (○：2点) | 耐水化、防水化により、動線が複雑になり、また防水扉の開閉など、維持管理性は現状より少し劣る。ただし嵩上げ部分の空間を活用することが出来る。 (△：1点) | 耐水化、防水化により、動線が複雑になり、また防水扉の開閉など、維持管理性は現状より少し劣る。 (△：1点) | 地下式構造のため、維持管理動線が長くなること、設備の搬入が煩雑になることから、案①・②と比較すると維持管理性に劣る。 (×：0点) | 水処理施設は1階の床高さが高くなり、現状よりやや劣るが、大きな支障は無い。 (△：1点) |
| 景観性 | 敷地全長に擁壁を設置するため、景観性に劣る。 (×：0点) | 水処理施設が高くなるため、現状に比べて劣る。 (△：1点) | 現状と同じ施設高さとなる。 (○：2点) | 水処理施設が地下化されるため、景観性に優れる。 (○：2点) | 水処理施設が嵩上げされるため、現状に比べて劣る。 (△：1点) |
| 上部利用性 | 水処理の覆蓋上部のみ、上部利用が可能。 (○：2点) | 水処理の覆蓋上部のみ、上部利用が可能。15mの高さ制限のため、高さ方向における利用には他案と比べて制限があるが、津波に対する安全性の確保が可能である。 (○：2点) | 水処理の覆蓋上部のみ、上部利用が可能であるが、津波の浸水を許容するため、避難所としては活用できない。 (×：0点) | 管理機械棟を除くスペースの有効利用が可能 (◎：3点) | 水処理の覆蓋上部のみ、上部利用が可能15mの高さ制限のため、高さ方向における利用には他案と比べて制限があるが、津波に対する安全性の確保が可能である。 (○：2点) |
| 経済性 | 擁壁の建設費により、最も高額となる。 (×：0点) | 躯体建設費・基礎杭の打設費用が増加し、防水扉建設費が増加するが、比較的安価である。 (○：2点) | 防水扉建設費が増加するが、他案に比べて最も安価である。 (◎：3点) | 基礎層掘削による地下化の為、建設費は高額となる。 (×：0点) | ②案と比較して杭径（または杭本数）は小さくなるが、水処理施設の底版高が高くなることで基礎杭の長さが長くなるため、基礎の費用が増加する。既存施設撤去後に埋め戻しが発生する。 (△：1点) |
| 総評点 | 8点（×：2つ） | 10点（×：無し） | 10点（×：1つ） | 7点（×：2つ） | 9点（×：無し） |
| 総評（点数と×の数で決定） | 経済性、施工性に劣る。景観が損なわれる。 (×) | 経済性、施工性に優れる。 (○：推奨案) | 経済性、施工性、景観性に優れるが、避難施設として活用できない。 (△) | 経済性・維持管理性に劣り、施工時の騒音が懸念される。 (×) | 防護レベル、施工性が優れるが、経済性にやや劣る。ただし、深層式反応タンクや多階層式沈殿池を築造する場合には本案が推奨案となる。 (△) |