

更新・改築・増強に求める観点 (リダンダンシー・メンテナビリティ等) について

第3章 河川施設の機能喪失リスクを低減するための対応方策

(4)施設マネジメントの実施に当たって重視すべき観点

①更新・改築・増強に対して求める観点 (リダンダンシー・メンテナビリティ等)

「更新・改築・増強に対して求める観点」 についてのご意見

■ リダンダンシーの向上

- ・ 更新・改築・増強にあたっては、単純な設備のリプレイスにとどまらず、一部設備の故障や操作不能が施設全体の機能喪失につながらない構成とすることが重要
- ・ 更新時には施設全体としての余力確保、多層的な冗長性確保（予備機・予備品、可搬設備・排水ポンプ車・仮設電源、系統二重化、複数操作の併用等）、高速ポンプ導入、ポンプの二重化等による機能維持が必要。また、急所施設では**N+1**の考え方（予備機導入等）を基本に置くことが必要
- ・ 大規模停電時には自重降下だけでなく、河川水位低下後の内水排除のための開操作機能（フラップゲート化、手動油圧ジャッキ等）も想定被害に応じて検討する
- ・ 長時間洪水に対応するため、燃料保管量の増加、浸水下でも燃料補給可能なルート確保が必要
- ・ 個別施設だけでなく、同一水系・地域内の施設群や可搬設備の広域運用、流域治水施策との連携も視野に入れ、広域的に冗長性を確保していくことが重要

「更新・改築・増強に対して求める観点」 についてのご意見

■メンテナビリティの向上

- ・点検・補修がしやすい機器構成へ変更する（例：ガスタービン→ディーゼル）。また、汎用品・標準品・国内調達可能な機器へ転換していく
- ・燃料費の高騰に影響を受けづらく、他設備との統合管理がしやすくなるように、主原動機を電動化していく
- ・部品の耐食性向上などを行い、維持管理負担を軽減する
- ・フラップゲートなどにより無動力化を推進し、維持管理負担と出水時の人的負担を軽減する
- ・部品交換や点検が必要な箇所へのアクセスを容易にできる構造を採用し、ロボット等の点検を前提とした仕様でシステムを構築する
- ・AIによる傾向管理・故障予知、IoTによる常時データ取得等、故障予知技術の精度を上げることで、軽微な段階で保全を実施し、修繕コストと復旧期間の低減を図る

■その他

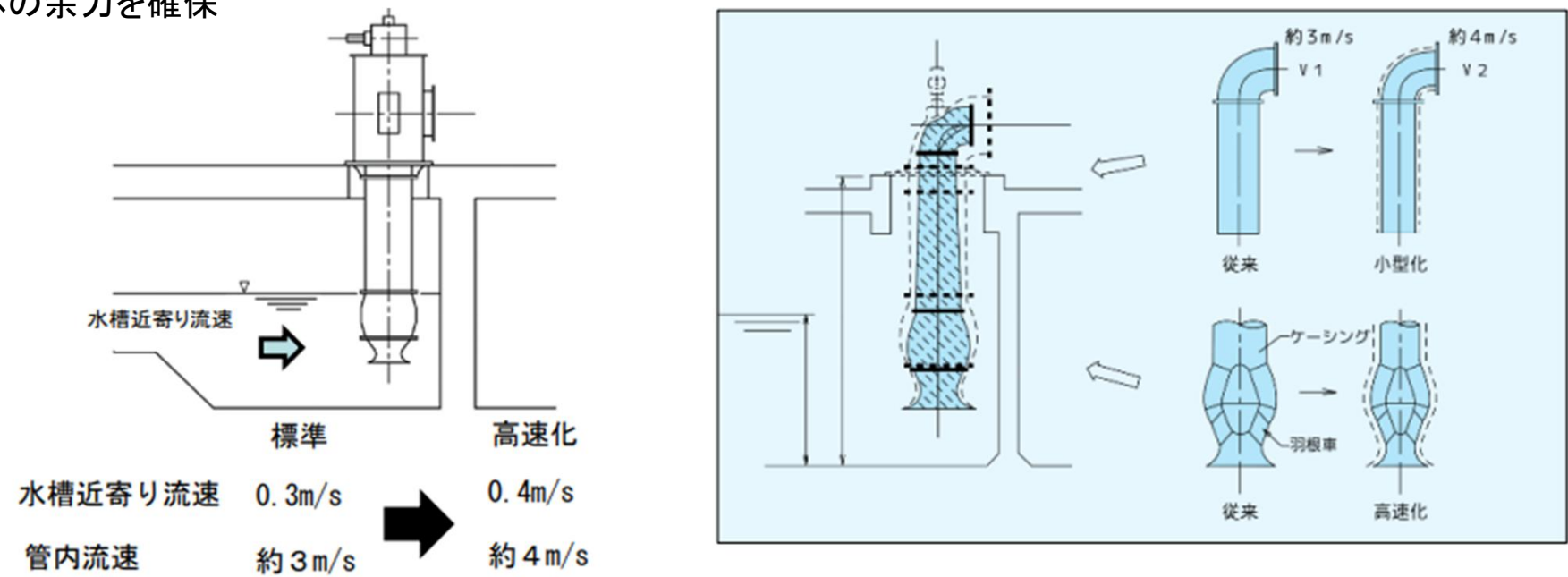
- ・将来の降雨・高潮・外水位等の変化を踏まえて施設能力を見直す。
- ・能力増強は外水や流域治水の貯留・遊水機能、内外水一体運用と整合させる
- ・将来の段階的増強に備え、増設スペース・基礎・電源・用地を確保する
- ・統廃合の判定基準や検討義務化、協議体・予算・制度を整え、統廃合可能な流域を特定する

更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】(リダンダンシー・冗長性)

○ 更新・改築を機に、機能アップによる施設全体の余力確保を図る。

事例)ポンプの高速化による冗長性の確保

排水ポンプの更新に併せて、従来型のポンプから高速化したポンプに変更することで、ポンプ1台当たりの流量をアップし、施設全体の余力を確保

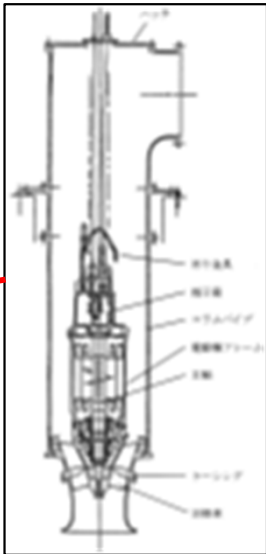


	I 型(従来流速)⇒II 型(高速化)
ポンプ効率	立軸ポンプでは I 型より4～8%低い
全揚程	損失水頭の増加により I 型より高い
原動機出力	効率低下、全揚程増加により大きくなる
質量	小型化され I 型より軽量

更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】(リダンダンシー・冗長性)

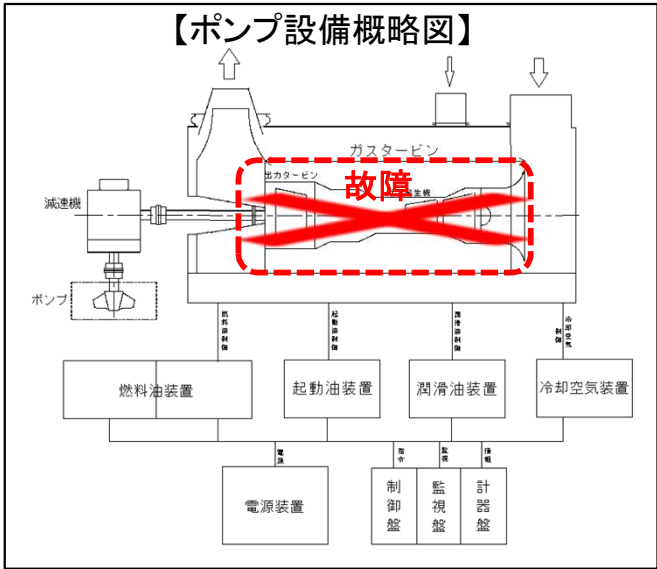
- 更新・改築時に、コラム型水中ポンプを予備機として導入するにより、リダンダンシー向上を図る。
- 調達に時間を要する機器を予備品として保管することにより、リダンダンシー向上を図る。

事例)コラム型水中ポンプ設備を予備機として設置



主ポンプ故障時の代替機能として、排水ポンプ車での対応が厳しい場合等については、コラム型水中ポンプを予備機として導入する。
なお、現地にはコラムパイプ、排水管を設置し、ポンプユニット、発電機、操作盤については、複数施設間で共有する。

事例)予備機(ガスタービン)の導入



予備機の確保(ガスタービン本体)

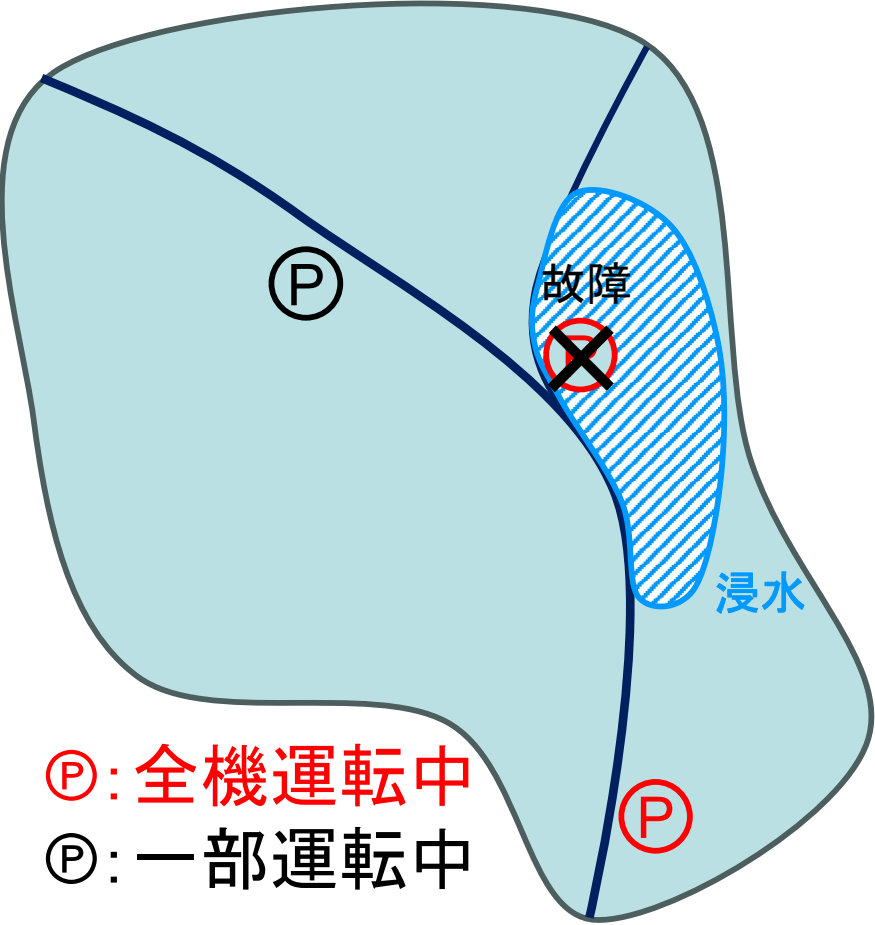
排水機場内にガスタービンの予備機を確保することにより、故障時において予備機に切り替える対応が可能となり早期復旧が実現できる。

更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】(リダンダンシー・冗長性)

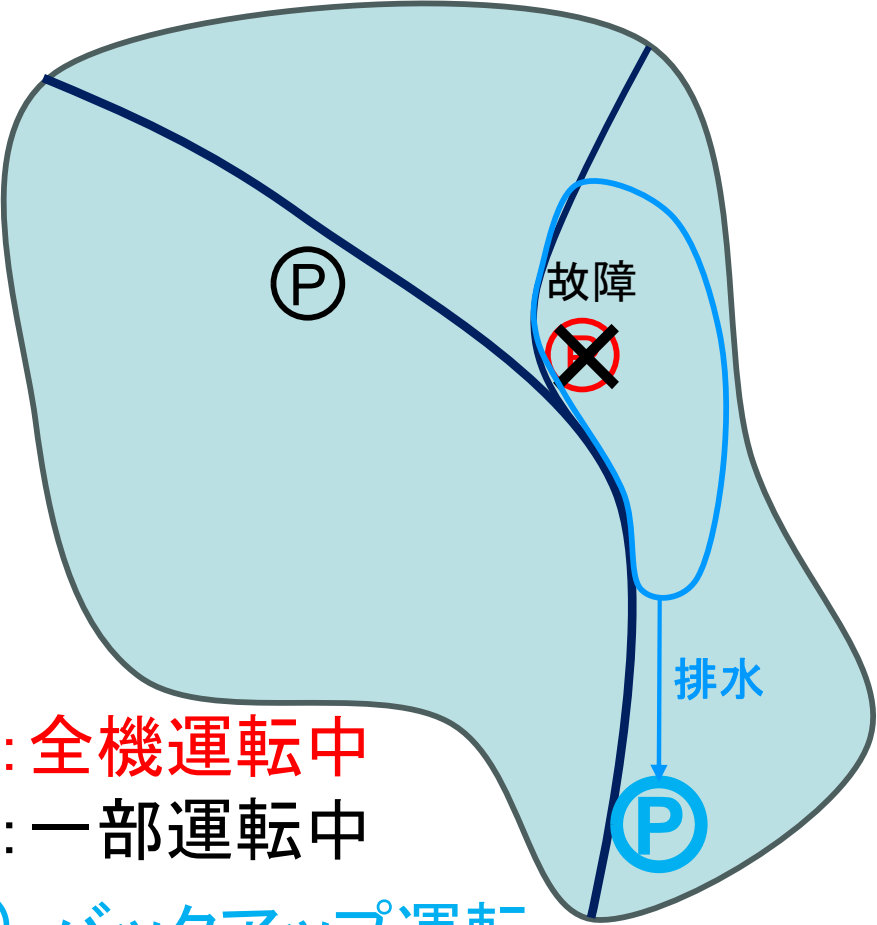
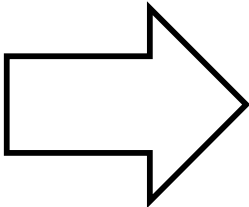
- 同一水系・地域内の施設群や可搬設備の広域運用、流域治水施策との連携を推進する。
- 個別施設だけでなく、広域的に冗長性を確保していく。

従来) 流域内の排水機場が運転停止した場合、バックアップ能力がないため浸水被害発生。

今後) 流域内での運転停止を想定し、更新時に機能を増強し、浸水被害を抑制する。



Ⓟ: 全機運転中
Ⓟ: 一部運転中



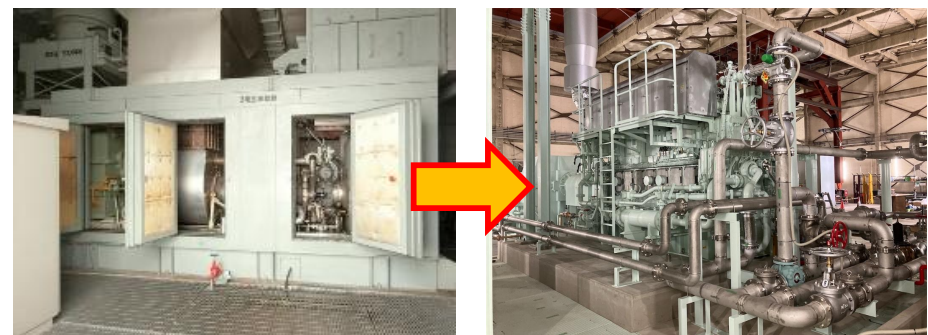
Ⓟ: 全機運転中
Ⓟ: 一部運転中
Ⓟ: バックアップ運転
(全機+α)

更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】（メンテナビリティ）

- 点検・補修・更新が容易となる構造・設備方式への転換を基本とする。
- 設備の簡素化、系統整理、段階更新が可能な構成等により、将来の維持管理負担を軽減する。

<機械設備の例>

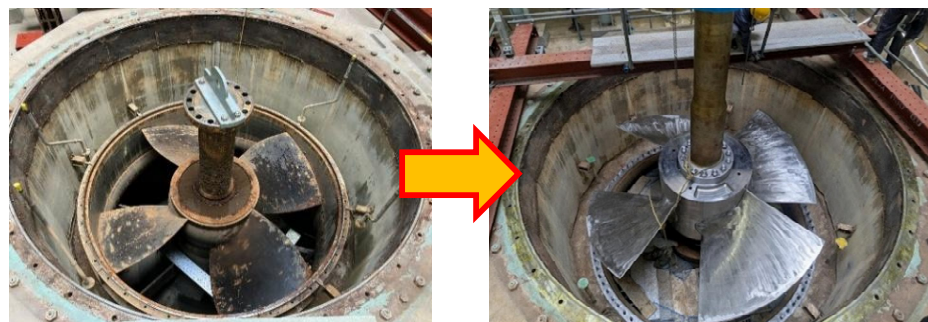
事例：（ポンプ設備）主原動機の形式変更



変更前（ガスタービン） 変更後（ディーゼル）

主原動機の形式をガスタービンエンジンから点検・補修等の対応が容易なディーゼルエンジンに変更する。

事例：（ポンプ設備）部品の材質変更



材質変更前（鋳鉄製） 材質変更後（SUS製）

主ポンプの羽根車（インペラ）の材質を耐食性に優れるステンレス製に変更する。

事例：（ポンプ設備）主原動機の電動化

<イメージ例>



変更前（内燃機関） 変更後（電動機）

ディーゼルエンジンやガスタービンエンジンを用いた内燃機関の主原動機を電動化し、部品点数が少ない駆動方式へ変更する。

事例：（ゲート設備）無動力化



樋管ゲートの無動力化（フラップ化）

動力式ゲートを無動力式ゲートに簡略化し、部品点数が少ない構造へ変更する。

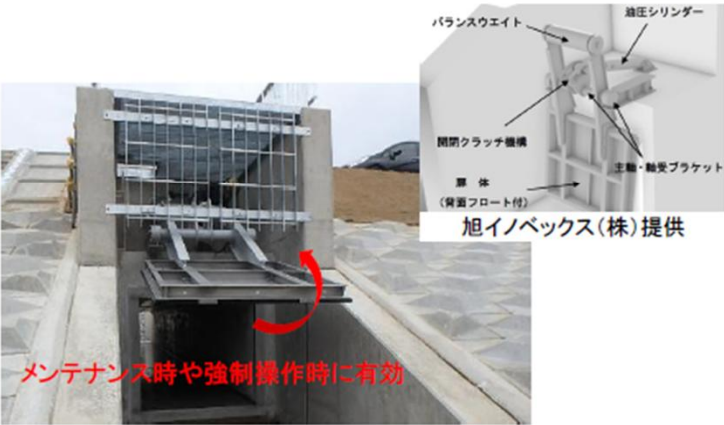
更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】（省人化）

- 更新に合わせて、省人化（自動化・操作支援）を容易にする構造等を組み込む。
- 自動操作、遠隔操作化により、操作員の常時対応不要や、夜間・出水時の人的に対応削減が期待できる。

【自動操作（フラップ化）のイメージ】



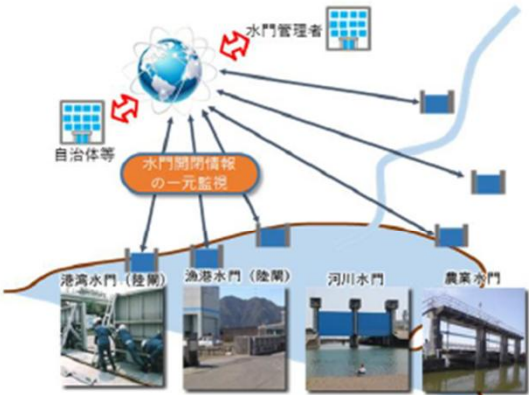
外水位側の水圧により、扉体が閉塞



油圧シリンダを付加することで、水位差以外でも操作可

【遠隔監視操作のイメージ】

- 監視カメラ、水位計等により、施設周辺の状況を確認しながらの施設操作。複数の施設を少人数で広域的な施設監視、運転が可能。
- 遠隔操作の導入にあたっては、通信回線のセキュリティ対策の他、機側操作との操作権限等のルール作りが必要。



遠隔操作システムのイメージ

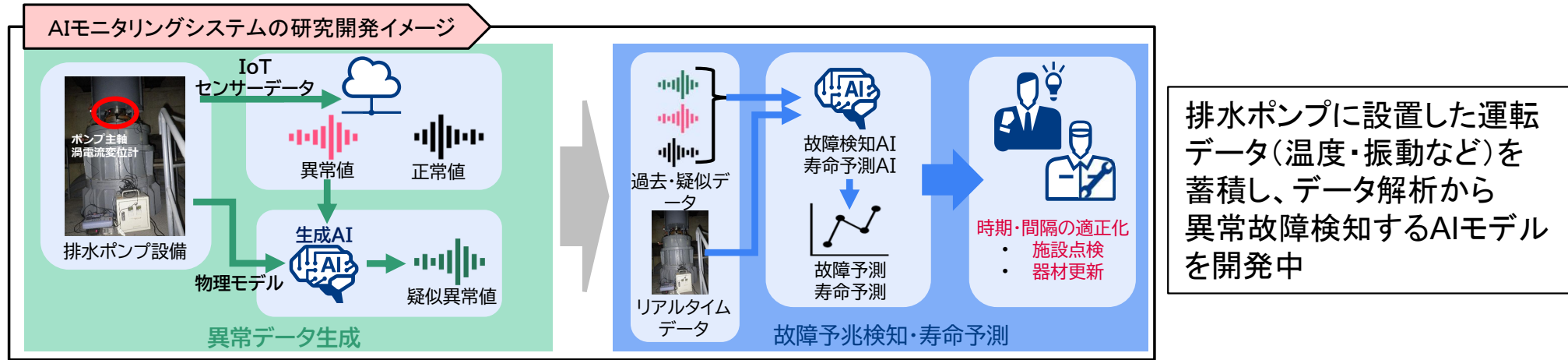


事務所等からの施設操作

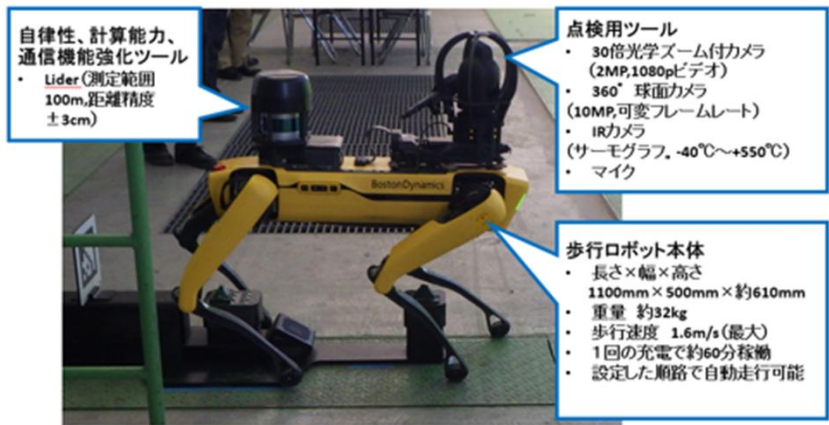
更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】（その他）

○ 点検の効率化等に寄与する、新技術（AIやロボット等）を活用しやすい構造等を採用

・AIを活用した機械設備の傾向管理（研究開発中）



・設備点検へのロボットの活用実証



令和8年5月に九州地整と合同で実際の年次点検で四足歩行ロボットを試行的導入。(内田川排水機場(熊本))
作業員とロボットの共働作業について検証を予定。

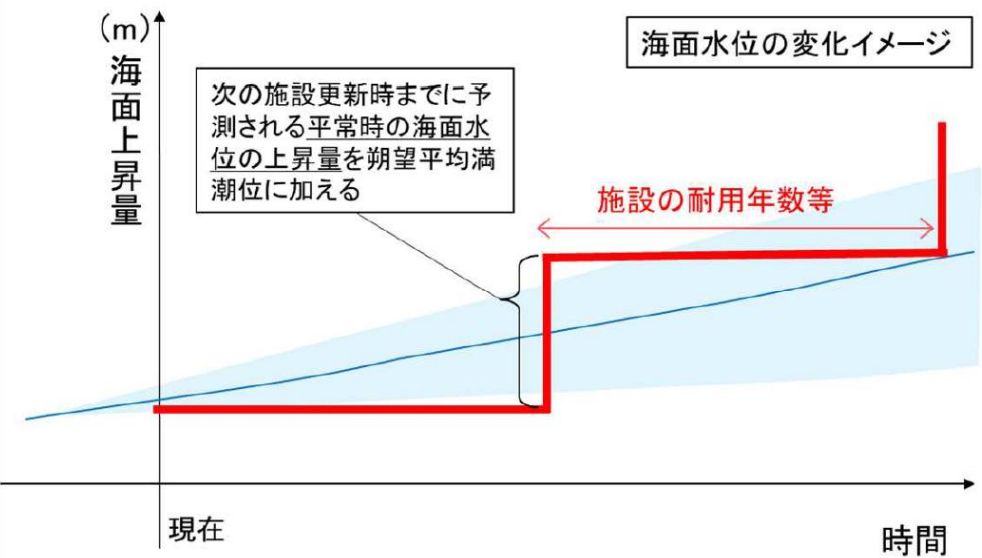
更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】（その他）

- 将来の降雨・高潮・外水位等の変化を踏まえて施設能力を見直す。
- 能力増強は外水や流域治水の貯留・遊水機能、内外水一体運用と整合させる

増加外力をあらかじめ見込む設計の考え方

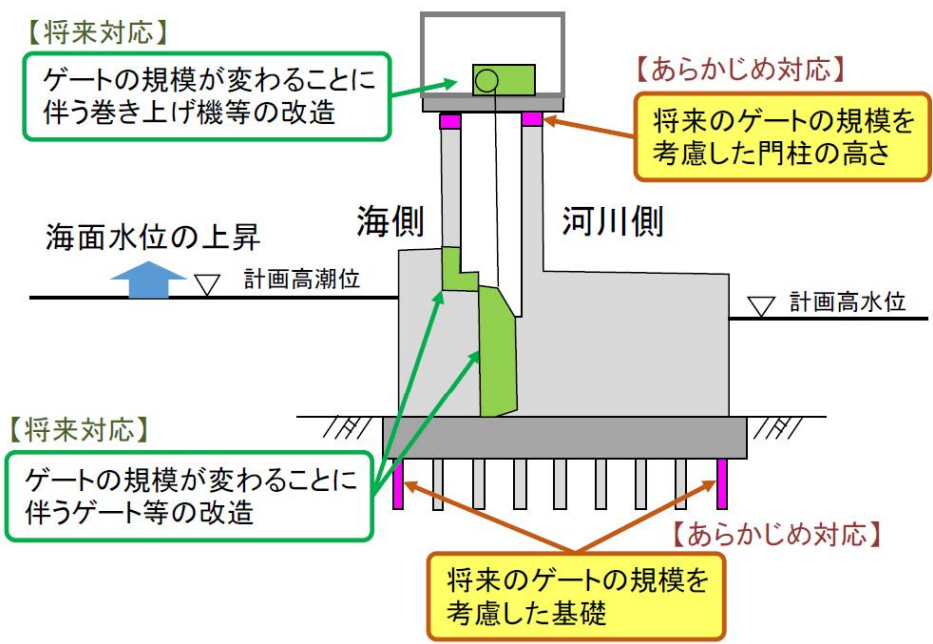
◆個別施設の整備にあたっては、少なくとも海岸保全施設（堤防、護岸、離岸堤等）の更新時期までに予測される海面上昇量等を見込む。

※潮位偏差、波浪の将来予測については、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」において今後、議論を進めていく。



増加外力をあらかじめ見込む設計のイメージ

◆設計段階で気候変動により増加する外力をあらかじめ見込んで設計し、施設や設備のライフサイクルコスト等を勘案しながら、施工面・経済面での“手戻り”をなるべく抑えた構造・施工を検討。



気候変動の影響を見込んだ設計・施工の対応イメージ

更新・改築・増強に対して求める観点【機能向上】（その他）

- 統廃合の判定基準や検討義務化、協議体・予算・制度を整え、統廃合可能な流域を特定する

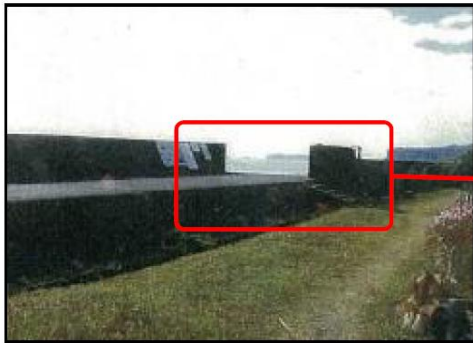
・河川分野以外での参考事例

海岸保全施設

津波襲来時の水門・陸閘等の安全な閉鎖に加えて、維持管理費の削減を図るため、装置や設備の更新時期等において、水門・陸閘等の統廃合を検討。

＜廃止前＞

＜廃止後＞



和歌山県
(スロープを設置し陸間を廃止)

＜廃止前＞

＜廃止後＞



高知県
(集約化により利用が少ない陸間を廃止)

下水道処理場

老朽化する秋田市の公共処理場の改築更新を行わず、秋田県の流域下水道の処理場で汚水を処理。



◆八橋終末処理場(八橋処理区)
供用開始46年経過、改築更新
に多額の費用が必要

統合

◆秋田臨海処理センター(臨海処理区)
人口減少に伴う流入水量の減少により施設の稼働が非効率

処理区を統合し効率的な事業運営を目指す

「更新・改築・増強に対して求める観点」の記載案

326 ① 更新・改築・増強に対して求める観点

327 施設の更新・改築・増強に当たっては、単なる老朽化した施設の機能回復にとどまらず、
328 将来の担い手不足や水害の激甚化を見据え、以下に示すリダンダンシー（冗長化）やメンテ
329 ナビリティー（維持管理の容易性）等の機能向上を計画的に組み込んでいくことが望ましい。
330 なお、急所施設の更新等に当たっては、以下の観点を特に留意すべきである。

331

332 ○リダンダンシー（冗長化）の向上（非常時の対応力確保を含む）

333 一部の故障が施設全体の停止に直結しないよう、ポンプ設備の構成の工夫による冗長性の
334 確保、コラム型水中ポンプの設置、予備機の導入、電源・通信系統の多重化等の考え方を取
335 り入れ、施設全体としての余力を確保していくことが望ましい。

336 また、停電や長時間の出水、浸水に備え、燃料備蓄や補給ルートのあり方や、ゲートの自
337 重降下による閉操作のみならず、内水排除のための開操作機能の付加、耐水化についても検
338 討していくことが考えられる。さらに、単一施設に依存せず、広域可搬設備等との連携も視
339 野に入れていくこと、比較的小規模な排水能力を対象とする場合には、小型ポンプの組合せ
340 による構成も検討することが適当である。

「更新・改築・増強に対して求める観点」の記載案

342 ○メンテナビリティ（維持管理の容易性）の向上

343 限られた人員で迅速な対応を可能とする観点から、「点検できる、交換できる、調達でき
344 る」といった考え方を施設設計に取り入れていくことが重要である。

345 また、ガスタービンエンジンからディーゼルエンジンへの転換など、海外依存度の高い機
346 器から国内調達可能な機器への転換、標準品・汎用品の活用等を進めることが望ましい。さ
347 らに、部品数の削減や維持管理負担の軽減の観点から、無動力化（フラップゲート等）や排
348 水機場の主原動機に電動機を採用することも考えられる。加えて、AI を活用した機械設備
349 の傾向管理、部品のモジュール化、ロボット等による点検・修繕を想定した施設設計や設備
350 配置の考慮、点検・交換箇所へのアクセス性の向上、BIM/CIM 等を活用した施設情報の蓄積、
351 設備の復旧時間短縮のための予備品確保等についても検討していくことが適当である。

352 加えて、軽微な段階でのメンテナンスを可能とする観点から、AI を活用した故障予測の
353 精度向上に資する技術開発も期待される。これらの取組を進め、故障の予兆段階で保全を行
354 うことで、「故障による停止が発生しない施設」を目指すことが望ましい。

「更新・改築・増強に対して求める観点」の記載案

357 ○気候変動対応と統廃合の推進

358 施設を設計する際には、将来の外力増大を見据え、施設全体の余力の確保や段階的増強が
359 可能なスペースの確保など、手戻りの少ない計画としていくことが望ましい。また、「水を
360 さばく能力」の増強だけでなく、「過酷な環境でも機能を発揮できる施設」という観点にも
361 配慮していくことが重要である。

362 さらに、土地利用や人口の変化も踏まえ、施設更新の機会を活用して、機能集約や統廃合
363 の可能性について検討していくことが適当である。機能集約や統廃合の検討に当たっては、
364 統廃合による潜在リスクの有無等について配慮することが必要と考える。