

## 1 1. 水門等操作の自動化・遠隔化

## ポイント

- 水門等操作員の高齢化や確保困難、現地での操作員の安全確保を考慮し、機側操作と遠隔操作の並行運用を経て、遠隔主操作を導入。
- 水門、樋門・樋管について、これまで導入してきた遠隔操作監視システムを参考に、標準的な監視項目等を設定した上で、機器故障時の冗長性を確保した必要な機能及び機器の抽出、操作並びに監視システムの標準化の検討、遠隔操作を行う上での操作規則の作成、点検マニュアル等の策定を検討。
- 遠隔操作監視システムの導入・運用にあたっては、これらを整備した上で、実際の洪水を再現したシミュレーションを行い、施設の安全かつ確実な操作が担保され、誤動作の起こらない設備設計が必要である。機側操作と同程度の判断が可能な設備機器、遠隔操作の人員及び機器故障等のトラブルによる遠隔操作不能時に、現場周辺の安全確保を前提に現地対応者が現場に駆けつけ、迅速に復旧し機側操作できる管理体制の構築が必須である。
- 比較的小規模な樋門・樋管等については、フラップゲート等の採用による無動力化を推進し、操作員による現地での機側操作の解消を図るが、同時に不完全閉塞の対応について留意。
- 水門、樋門・樋管の遠隔操作監視システムの導入、運用の普及にあわせ、地方公共団体が管理する施設などを含め、全管理者が施設の状態を監視できる一元監視システムの開発、現場での実証試験を行い、状態監視・遠隔操作に必要な適切な人員体制の見直しや、実証試験における課題の抽出・解決策を検討。
- 将来的には、操作のフルオートメーション化の導入検討。

2

## 3 ○現状と課題

4 水門、樋門・樋管（以下、「水門等」という。）などの河川管理施設の運転  
5 操作は、河川管理者自らが実施する場合のほか、多くの施設では河川法第9  
6 9条に基づく地方公共団体等への委託により運転操作員を現地に配置し、機  
7 側で実施している。一方、流水の制御を目的とした大規模な「堰」や、船舶  
8 航行を目的としている「閘門」では、現地から離れた管理所等の場所に操作  
9 員を配置した遠隔操作が一般的である。

10 よって、今回議論の対象とするゲート設備は、河川用ゲート設備のうち、  
11 堰、閘門を除いた水門等とする。

12 近年、地域住民の高齢化により操作員の確保が困難な地域も存在し、河川

1 整備の進捗に伴う河川管理施設の増加を踏まえると、操作員の確保はさらに  
2 困難になることが懸念される。

3 国が管理する水門等では、これまで必要に応じて施設の新設や更新時に、  
4 遠隔地からの操作が可能となる遠隔操作監視システムを導入している。

5 令和2年3月時点において国が管理する水門等約9千施設のうち約10%  
6 が遠隔操作・監視が可能となっている。また、フラップゲート等による無動  
7 力化においては約16%が整備されており、既にハードについては3割程度  
8 の遠隔操作化・無動力化が進んでいる。

9 一般的な堤防機能を有する水門等は、洪水時に支川合流部において本川か  
10 ら支川に洪水が逆流する場合に、水門等を閉め逆流を防止する。

11 水門等の操作規則には、河川法に基づき河川管理者が、操作の基準となる  
12 水位等を定めているが、実運用としては逆流の開始時点を見極めて水門等を  
13 閉める判断を適切に行う必要がある。特に逆流の開始については、風雨の影  
14 響で表面は逆流しているように見えても水中部は順流であったりするため、  
15 条件によっては目視確認が困難であり、水門等の操作は現地の操作員の判断  
16 に委ねているのが実態であり、また、水門等が故障等のトラブルにより操作  
17 不能になった場合の対処（軽微な修理や予備動力への切替え）は現地で行う  
18 必要があることから水門等の主たる操作方法は現地での「機側操作」が主流  
19 となっている。

20 しかし、東日本大震災では現地の操作員が被災したことから、機側操作を  
21 安全に行えないと判断される場合に、操作員を退避させることや、さらにそ  
22 のような状況下においても自動的に、又は遠隔操作によりゲートの開閉を行  
23 うことの必要性が明らかになった。

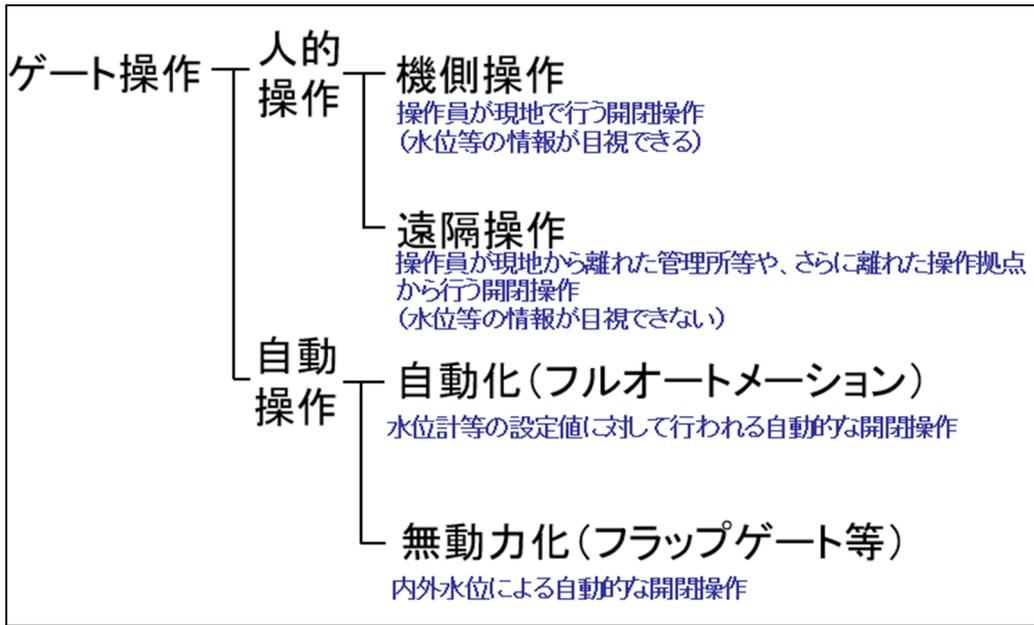
24 さらに、近年は、ゲリラ豪雨や線状降水帯による降水に伴う急激な水位上  
25 昇により、操作員の到着が間に合わない場合や、氾濫危険水位を上回る洪水  
26 により操作員が退避する場合もある。

27 これらの対策として、水門等操作の自動化（フラップゲート等による無動  
28 力化）、遠隔操作機能を有する水門等の整備を進めているところである。

29 水門等の操作方式区分を、操作員が直接操作スイッチを使って現地若しく  
30 は遠隔で手動で行う開閉等の操作を「人的操作」、水位計等の予め設定された  
31 値に対して自動的に開閉する操作や操作員が直接介入せず水位差により無動  
32 力で開閉するフラップゲート等を「自動操作」と定義すると以下の区分とな  
33 る。

1

図 1 操作方法の分類



2

(令和2年3月時点)

区分	操作の種類	施設規模		計
		小型水門 (~10m2)	中・大型水門 (10m2以上)	
人的操作	機側操作	67%	7%	74%
	遠隔操作 <small>(遠隔操作が可能な施設、主たる操作は機側で行っている)</small>	6%	4%	10%
自動操作	自動化 <small>(フルオートメーション)</small>	0%	0%	0%
	無動力化 <small>(フラップゲート)</small>	16%	0%	16%
計		89%	11%	100%

表 1 操作区分毎の施設数 (現状)

3

4

5

6

7

8

現在、水門等の主たる操作方法は現地での機側操作が主流だが、機側操作と遠隔操作で得られる情報が異なる中、遠隔操作に移行したとしても、施設の安全かつ確実な操作ができることが必要である。

現在多くの水門等の操作を地方公共団体等へ委託している実態に鑑みる

1 と、遠隔操作を主たる操作（当該施設外の離れた操作室（事務所等）において、CCTV カメラ映像や水位計のデータ等を確認しながら行う操作。以下「遠隔主操作」という。）とする際の操作拠点、故障時のバックアップを含めた操作体制等の構築が課題である。

2 また、特に小規模な樋門・樋管にはフラップゲートによる無動力化の整備を進めているが、開閉情報の把握と不完全閉鎖時の対応に留意する必要がある。

3 これら、ゲート設備の遠隔化・自動化を進める上で、機器故障等のトラブルによる操作不能時に現場周辺の安全確保を前提に現地対応者を現場に派遣し、迅速に復旧し、操作できるバックアップ体制の構築も必要である。

4 さらに、将来において地域住民の高齢化や操作員の担い手不足などを考慮すると、操作員が直接操作に介入しない自動化（フルオートメーション）の導入について検討し、課題を整理する必要がある。

#### 15 ○対応方針の考え方

16 水門等の操作は、現状の内外水位や河川利用、背後地の状況等を現場において目視等で確認しながら行う「機側操作」から脱却し、当該施設外の離れた操作室（事務所等）において、一人の操作員でCCTVカメラ映像や水位計データ等を確認しながら複数施設のゲート開閉操作が可能な「遠隔主操作」へ段階的に移行すべきである。

21 遠隔監視操作設備は、遠隔から監視操作するために現場の操作員が操作する場合と同様に安全かつ確実な操作ができるよう、監視機器類の配備を進める必要がある。

24 具体的には、これまで導入してきた遠隔操作監視システムを参考に、標準的な監視項目等を設定した上で、機器故障時の冗長性を確保した必要な機能及び機器の抽出、操作並びに監視システムの標準化を検討し、水位計の設置、順流・逆流が判断できるセンサー、夜間でも確認可能な監視カメラ（暗視カメラ等）、操作を告知する放送設備、視認性の高い量水板（蛍光・蓄光仕様等）への変更など、遠隔監視操作のための監視機器類の設置基準を定める必要がある。

31 これらを整理した上で、実際の洪水を再現したシミュレーションを行い、一人の操作員でCCTVカメラ映像や水位計データ等確認しながら、複数施設のゲート開閉操作が可能であると判断できる場合には、操作規則などの変更により、遠隔操作を主たる操作に位置付けることとする。

35 また、遠隔操作監視システムの導入・運用にあたっては、誤動作の起こらない設備設計、機側操作と同等の判断が可能な設備機器、遠隔操作の人員及

1 び機器故障等のトラブルにより遠隔操作不能時に現場周辺の安全確保を前提  
2 に現地対応者を現場に駆けつけ、迅速に復旧し機側操作できる管理体制の構  
3 築が必須である。

4 操作員の高齢化、担い手不足を考慮すれば、一人の操作員が複数の施設を  
5 同時に操作・状態監視できる環境である遠隔操作の方が的確な操作を行える  
6 ともいえ、段階的に主たる操作方法を「機側操作」から「遠隔操作」に移行  
7 すべきである。

8 以上の考えの下、遠隔操作による水門等の操作を確実なものとするため、  
9 既に遠隔操作・監視機能を有する水門等についても、次の観点から機器の機  
10 能面、人員の体制面から十分な検討を行う必要がある。

### 11 12 1) ゲート遠隔操作監視のための観測・安全監視機能の充実

13 ゲリラ豪雨などによる急激な水位上昇などに対処するため、遠隔操作に  
14 より機側が無人であっても、ゲートの遠隔主操作が可能な初動体制を検  
15 討すべきである。

16 遠隔主操作においては、施設周辺の安全確認や警告を確実に行う必要が  
17 あるため、現状の現場操作員の目視による「水路廻り」、「ゲート設備廻  
18 り」の安全確認を遠隔側で行う必要がある。特に、川表側・川裏側の施  
19 設周辺の第三者の有無確認では、夜間や降雨条件下でも確認可能な監視  
20 カメラ（暗視カメラ等）や操作を告知する放送設備、回転灯等により周  
21 辺の安全に対して必要な措置を講じ、遠隔主操作が可能な条件を整える  
22 べきである。

### 23 24 2) 遠隔操作の操作規則への位置付け

25 現在、水門等の操作規則には、ゲートの閉操作水位及び開操作水位、主  
26 たる操作場所等について示している。遠隔操作を行うためには、操作水位  
27 などだけでなく、遠隔地からの安全確認方法等の手順についても検討すべ  
28 きである。

### 29 30 3) 遠隔主操作化の運用管理体制の検討

#### 31 ①システム上の対策

32 操作が必要となる施設が複数あり、ゲート操作が集中する場合があ  
33 る。また、操作前には監視機器（CCTVカメラ、水位計等）を用い  
34 て、水位の監視、安全確認等の操作判断を行うため、安全で確実な操  
35 作が必要である。

36 これらの対応として、施設数に見合った操作端末の台数、遠隔操作員

1 の人数等を実際の洪水パターンを基にシミュレーションを実施し検討  
2 するものとする。また、操作水位に達した施設については画面上で操  
3 作員に注意喚起を促すとともに、監視画面、操作画面を表示させるこ  
4 とにより、安全・確実に操作を行うことができる対策を講じる必要が  
5 ある。なお、遠隔操作時は誤操作を防止するために操作手順を対話方  
6 式とするなど、人的ミスを防止する措置を図るものとする。

## 7 8 ②遠隔主操作化の実施拠点

9 遠隔操作監視を実施する拠点については、洪水時において速やかな遠  
10 隔操作監視体制の構築が可能な場所とし、施設数や拠点の立地状況、水  
11 門等へのアクセス、電源、光ケーブル等設備の整備状況、行政区域、地  
12 域特性等を踏まえて設定するものとする。実施拠点の例としては、河川  
13 事務所・出張所、市町村単位での拠点施設（市役所、町役場）、集中管  
14 理センター（新設）などが考えられる。

## 15 16 ③遠隔主操作化での不測事態のバックアップ体制

17 遠隔主操作化へ移行した際に、施設に何らかの異常が発生した場合、  
18 遠隔又は機側で緊急対応を行い、異常状態を解消し遠隔操作監視を可能  
19 な状態に復旧する必要がある。発生頻度の高い軽微な故障（軽故障）に  
20 ついては遠隔側で復旧できるものとし、重大な機器故障発生時、停電、  
21 システムダウン等のトラブルにより遠隔操作不能になった場合の対処と  
22 して、十分なバックアップ体制を構築する必要がある。

23 バックアップ体制の構築にあたっては、施設数や距離などでエリア分  
24 けをし、現場周辺の安全確保を前提に現地対応者を派遣できる体制など  
25 の検討が必要である。

## 26 27 4) セキュリティ確保とインターフェースの統一

28 遠隔主操作化の導入にあたっては、外部からの不正アクセスやコンピ  
29 ュータウィルス、ネットワークの脆弱性などサイバーセキュリティの確  
30 保を前提に導入を検討すべきである。

31 また、現状の遠隔監視システムは、メーカーや機器構成によって操作  
32 方法が異なり統一されていない。遠隔主操作化に伴い、不統一なインター  
33 フェースは、操作員による誤認識や誤操作を誘発する恐れがあるた  
34 め、誰でも確実に操作できるよう、操作設備仕様の標準化、マニュアル  
35 の標準化及び操作方法の共通化を進めるべきである。

## 5) 地方公共団体管理施設を含む広域的な一元監視

地方公共団体管理施設を含めた水門等の開閉情報の首長への集約による避難情報の的確な発令と電源喪失時の確実な水門等閉鎖を低コストで実現するための一元監視システムとして、危機管理型水門の技術開発を国が行っている。

現状では、首長が避難指示等発令の意思決定を行う際に、多様な水門等管理者間の情報集約（開閉情報）ができていない。閉鎖（蟻の一穴をつくらない）による氾濫の防止が求められる。

危機管理型水門の特長は、LPWA 通信：[Low Power Wide Area]低消費電力で長距離の通信ができる無線通信技術であり、電池で年単位の稼働が可能となる。

これらの技術を用い、国管理施設の遠隔主操作化の導入、運用の普及にあわせ、地方公共団体等が管理する施設などを含めた施設の状態を全管理者が監視できる一元監視システムの開発、現場実証を実施し、システムの導入について検討すべきである。

## 6) 自動化（フルオートメーション）の導入検討

これらの課題を解決しながら、遠隔主操作化へ移行、現場試行・検証を実施し、遠隔主操作化の本格的な導入を推進する。

また、将来的には通常の利用規則どおりの操作を行う場合には、遠隔からの監視体制や現場周辺の安全確保を前提とした不測事態のバックアップ体制を確保しつつ、水門等操作の自動化（フルオートメーション化）の導入について検討すべきである。

1 2. 「診断」の実施等による老朽化対策

ポイント

- 現在、ゲート設備の概ね5割が設置から40年を経過しており、10年後には7割に達する。老朽化の進行に伴い健全度の低下が懸念される。
- 適切な維持管理のもとで、設備の信頼性を確保するためには、点検結果等を踏まえ適切な時期に補修や修繕を実施することが重要。
- 補修計画の立案に際しては、当初の設計思想や点検で得られた情報による劣化傾向などを踏まえ、健全度を評価するとともに、想定される損傷発生メカニズムに応じた補修の必要性を判断する必要がある。これらを「診断」と位置づけ、これを適切に行うためには、必要な知識と技能を有する「専門技術者等」により実施する必要がある。
- 「専門技術者等」による「診断」を位置付けた維持管理サイクル（点検、診断、記録、措置）を目指す、そのメンテナンス体制の確立が課題。

2

3 ○現状と課題

4 機械設備の故障率の変化は、バスタブ曲線（故障率曲線）に示される様  
5 に、設置当初に初期故障が発生する「初期故障期」、その後、ごく稀にしか故  
6 障しない安定した時期である「偶発故障期」、最後には摩耗して再び故障が発  
7 生する「摩耗故障期」の3つに分類される。初期故障期には、設計や製造に  
8 おける潜在的な欠陥や製造設備の操作に不慣れなことで起こる得る操作ミス  
9 などによって故障が発生し、一般的には修理や修正によって、若しくは時間  
10 の経過とともになじみ、減少していく傾向にある。その後、安定的な稼働に  
11 入ってからは、故障は起こりにくいとされるが、維持管理を怠れば機能停止  
12 を招く可能性は残る。さらに長期間の稼働を経て、内部部品の摩耗や疲労、  
13 腐食の進行により故障が増加する時期を「摩耗故障期」と呼ぶが、この期間  
14 が来る前に消耗品や機器の更新を行うなど適切に措置することで「偶発故障  
15 期」を延伸することが可能である。

16 ゲート設備は、比較的構造がシンプルであり機能を喪失する重大な故障は  
17 比較的少ないが、ひとたび機能を失うと甚大な被害を招くことから、定期点  
18 検や計画的な補修・修繕等を実施し信頼性を確保することとされている。

19 河川法および施行令では、河川管理者の責務として河川管理施設等を良好  
20 な状態に保つように維持修繕することが定められており（法15条および令  
21 9条3）、点検の実施とともに劣化の兆候があった場合の健全性確認、劣化状  
22 況把握を確実にし、修繕、更新等の措置を的確に行うことが求められてい

1 る（法15条および令9条4）。

2 現在、ゲート設備の概ね5割が設置から40年を経過しており、10年後  
3 には7割に達することから、今後は、多くの設備が「偶発故障期」から「摩  
4 耗故障期」へ移行することにより設備の健全度の低下が懸念される。

5 ゲート設備の定期点検においては、実際に開閉操作を行い正常な動作を確  
6 認する「月点検」と、構成する機器や装置・配管やケーブル等の部品類まで  
7 を確認する「年点検」を行いその状態を記録している。ゲート設備には、水  
8 門や樋門樋管のように常時全開状態にあるものと、堰ゲートのように常時全  
9 閉状態にありローラ部等の機器類が常時水中部にあるものがあり、設置条件  
10 や使用状態も大きく異なる。

11 ゲート設備には、全閉全開操作のみ行う単純なプレートガーダー構造のス  
12 ライドゲートや、水位調整を行うシェル構造のライジングセクターゲート等  
13 の複雑なものが混在し、その駆動メカニズムや使用材料、制御方式の違いか  
14 ら、点検や診断にあたって要求される知識や技能にも様々な違いがある。ゲ  
15 ート設備の健全度評価に際しては、設備の設計思想や過去の点検履歴を踏ま  
16 え、必要な知識を有するものが補修の要否を適切に判断すべきである。

17 特に堰ゲートは常時全閉状態であることから、常時没水部にローラ部など  
18 点検が困難な部位が存在する。点検に際しては、扉体を引き上げる必要があ  
19 ることから、仮設ゲート等を設置するなど大掛かりな準備作業が必要とな  
20 る。そのため、補修工事のタイミングにのみ、点検が行われているのが実情  
21 である。

22 近年では、低コストで効果的な維持管理を行うことが求められており、そ  
23 の具体的対策として、設備の状態を正確に診断し、的確な整備時期を判断す  
24 る状態監視技術の重要性が注目されている。これは平成23年6月に策定さ  
25 れた河川構造物長寿命化及び更新マスタープランにおいて、当面取り組むべ  
26 き方向として示されている。

27 状態監視型予防保全の推進を目的として改定された「河川用ゲート設備点  
28 検・整備・更新マニュアル（案）（平成27年3月国土交通省）」（以下「点  
29 検マニュアル」という）において、「点検の結果、異常の傾向が認められる場  
30 合、あるいは信頼性による取替・更新の標準年数を超えた場合必要に応じて  
31 診断を実施する」とされているが、近年では、点検が困難な常時没水してい  
32 る部位や、状態監視が困難な部位において、突然機能を喪失（ゲート開閉困  
33 難となる事象）するような故障が発生している。

34 これら水中部のボルト腐食やワイヤーロープの素線切れ等、目視できない  
35 部分での事象に起因する不具合が発生している状況を踏まえれば、定期点検  
36 のみで、費用の嵩む部品交換や補修工事の要否を判断することは難しく、点

1 検結果に基づく劣化傾向を踏まえつつ、今後は、状況に応じて知識と技能を  
2 有する「専門技術者等」による技術的判断を実施する必要があると考えられ  
3 る。

4 点検マニュアルは、ゲート設備の定期点検において、機械設備を構成する  
5 機器や装置、部材等の状態（健全度）を、○（良好）、△（異常傾向有り）、  
6 ×（故障あるいは機能が低下している状態）に区分して判定するとともに、  
7 適切な保全措置を行うこととしている。健全度の評価において△となった機  
8 器、あるいは維持管理計画上、整備・更新が近づいている機器等について  
9 は、施設管理者が必要に応じて設備全体としての総合的な健全度評価を実施  
10 するものとし、その結果に基づいて整備・更新の優先度を評価するなど補修  
11 計画を立案することとしている。

12 これらの補修計画の立案に際しては、施設管理者が実施することとされる  
13 ため、必ずしも必要な知識と技能を有する「専門技術者等」により行われて  
14 いない状況にある。一方、道路橋については法令に基づき、「損傷、腐食そ  
15 の他の劣化その他の異状が生じた場合に道路の構造又は交通に大きな支障を  
16 及ぼすおそれがあるものの点検は、点検を適正に行うために必要な知識及び  
17 技能を有する者が行うこと」としているので、参照に値する。

18 道路橋では、道路法第2条第1項に基づき、5年に1回の頻度で必要な知識  
19 及び技能を有する者による定期点検を実施することを基本としている。定期  
20 点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を近接目視  
21 により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診  
22 断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければ  
23 ならないとされ、点検および健全性の診断を行う者に専門知識に基づく技術  
24 的判断を求めている。

25 河川機械設備に対する「健全度の評価」は、橋梁に対する「健全性の診断」  
26 と同様に、損傷や腐食の劣化の進行が設備の機能に重大な支障を及ぼす恐れ  
27 がある点で共通しているが、動的な設備であることから、外観目視や打音や  
28 触診だけでは、可動部の機能等を十分に判断ができない点において異なる。  
29 この点を考慮した上で、橋梁と同じく設備の規模や構造、機能に応じて、知  
30 識と技能を有する「専門技術者等」が施設毎に健全度を評価する体制を検討  
31 する必要があるのではないか。

### 32 33 ○対応方針の考え方

34 突然の機能喪失を防止するために、従来実施している「点検整備」に加  
35 え、マニュアルで定義されている「専門技術者」あるいは「専門技術者」と  
36 同等の技術力を有する「専門技術者等」による「診断」を定期的実施でき

1 る体制づくりの検討が必要である。ここで、「専門技術者等」とは設備の保全  
2 を行うにあたって、必要にして十分な知識及び実施能力を有する技術者をい  
3 う。

4 なお、「診断」とは、通常の保全サイクルでは把握できない劣化の状況及び  
5 劣化原因等を「専門技術者等」が特定し、今後の運用に関する適用性を評価  
6 することをいう。また、「健全度」とは、設備の稼働及び経年に伴い発生する  
7 材料の物理的劣化や、機器等の性能低下・故障の増加等、機器各部品の状態  
8 を表すものである。点検、診断等により確認・評価され、その結果に応じ整備  
9 ・取替を実施する。「健全度評価」は、点検、診断等の結果、設備・装置・  
10 機器・部品の機能に支障が生じる可能性があり、予防保全の観点から緊急に  
11 若しくは早急に若しくは、2～3年以内に措置（整備・更新・取替）を行う  
12 べき状態他を評価するものである。併せて、状態監視保全が困難な部位の時  
13 間計画保全の適用や点検項目の見直しを検討し、老朽化が進行する設備の故  
14 障リスクに対応するためのメンテサイクル体制確立を確認するものとする。

15 「診断」の導入に伴い、突然の機能喪失がなくなることが期待できる一方、  
16 コストが増加する一面があるが、設備の劣化傾向をより適正に把握でき、劣  
17 化が顕著な部分をいち早く措置することで、また、劣化や故障が見られない  
18 部分は交換時期を最適化することができるため、メンテナンスの質を下げず  
19 にライフサイクルコスト面での負荷を減らせる可能性がある。

20 このように、河川機械設備においても「専門技術者等」による「診断」を  
21 位置付けた維持管理サイクル（点検、診断、記録、措置）を目指すこととす  
22 るが、そのメンテナンス体制の確立が課題である。

23 なお、設置数が多い「樋門・樋管」は、その構造が比較的簡素なため、必  
24 要に応じ「診断」の対象とする。

1 3. 危機管理対策

ポイント

- ゲート設備の危機管理対策は、これまでに「ゲート設備の危機管理対策の推進について（提言）」、「河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン」が示され、ハード対策に加え、施設毎に緊急時の応急復旧方針などの危機管理行動が定められている。
- 気候変動による影響や近年の激甚な水災害や大規模停電を踏まえ、数週間にわたって燃料や電力、動力、通信が途絶する状況下においても、被害の拡大を最小化するための機能を確保する必要がある。
- 電力供給等がない状況において、閉鎖した水門、樋門等の開操作を行う手段として、フラップ機能を内蔵したゲートや手動の油圧ジャッキ機能を付加したゲート、回生エネルギー回収機構を付加したゲートなどの採用があげられる。
- 遠隔主操作を行う水門、樋門等では、遠隔操作のための確認手段や通信の多重化を行うとともに、現場周辺の安全確保を前提に機側操作によるバックアップ体制の構築が必要である。

2

3 ○現状と課題

4 堰や水門、樋門等の河川用ゲート設備は、洪水の防御や常時の利水供給の  
5 ために設置される重要な設備であるため、設備そのものの故障や事故の発生  
6 を未然に防止するとともに、大規模災害時など燃料や電力の供給等が途絶し  
7 た場合にも施設の重要度に応じて機能確保に努める必要がある。

8 ゲート設備の危機管理対策については、平成19年8月に「ゲート設備の  
9 危機管理対策の推進について（提言）」で、ゲート設備が最小限確保すべき機  
10 能を確実に果たすために、事前に設計段階で配慮すべき事項や管理運用段階  
11 で配慮すべき事項、さらには、ゲートが操作不能に陥った場合の次善の対策  
12 について検討され、具体的な対策として予備電力や予備動力の確保、設備仕  
13 様の汎用品等の活用、小規模な樋門等設備でのフラップゲートの採用などが  
14 提言としてとりまとめられた。

15 また、故障や災害などの危機発生時においても機械設備が本来の機能を確  
16 実に果たせるように、臨機の対応を即座に判断・実行し、被害の拡大を防止  
17 することが求められる。このため、想定される危機に対し、操作員及び職員  
18 自らが緊急的に適切な操作、運用（初期対応）できるよう、機械設備の故障  
19 等が発生した際の施設操作や応急復旧方針等の危機管理行動をあらかじめ定  
20 めておくことが、「河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン（平成23年

1 6月)」に明記され、施設毎に取組が進められている。

2 これらを背景とし、災害時等における不作動を防ぐため、比較的大規模な  
3 堰や水門等においては、予備電力や予備動力の確保、システムの二重化など  
4 が進められてきた。今後は、ゲート操作が遠隔主操作に移行していくことか  
5 ら、遠隔操作のバックアップ等についても検討する必要がある。また、小規  
6 模な樋門などはコスト等の観点からすべての設備が予備電力等を備えている  
7 わけではなく、動力を用いた閉操作ができない場合には扉体の自重降下によ  
8 る閉操作方法を採用しているものもある。

9 一方で、近年、気候変動による大型台風の襲来や豪雨に伴う激甚な水災害  
10 により、施設の周辺が浸水して施設に到着できない事態や、令和元年の台風  
11 15号では、千葉県で2週間にも及ぶ長期間の大規模停電が発生しており、こ  
12 のような状況における危機管理対策として、長期間の燃料供給途絶や、大規  
13 模停電など電力や動力、通信が長期間遮断される状況下においても、被害の  
14 拡大を最小化するための機能確保について検討する必要がある。

## 15 ○対応方針の考え方

16 大規模停電時に水門、樋門等を自重降下で閉操作したとしても、燃料や電  
17 力、動力、通信などの途絶が長期間継続したまま、本川への排水を行う必要  
18 が生じる場合がある。わずかに開操作するだけでも効果的に排水することが  
19 可能となるため、例えば、「フラップ機能を内蔵したゲート」や「手動の油圧  
20 ジャッキ機能」、制振装置の回生エネルギーを停電時の電力として蓄電し、バ  
21 ックアップとして活用する「回生エネルギー回収機構」を採用するなど、被  
22 害を最小化する機能確保が必要である。

23 今後、遠隔主操作へ移行する水門、樋門等においては、施設の重要度に応  
24 じて、電力等が遮断されても遠隔操作を継続できるように複数の手法による  
25 通信の多重化等のハード対策を行うとともに、遠隔操作が困難となった状況  
26 に備え、運用面からも現場周辺の安全確保を前提に現地対応者を現場に派遣  
27 し、機側にて操作できるバックアップ体制の構築といったソフト面での対策  
28 についても検討する必要がある。

29 現在、大規模停電による情報通信網や電力供給の遮断といった災害時のリ  
30 スクに対応するため、そのような危機的状況下でも洪水や高潮等の浸水被害  
31 を最小化すべく、内閣府のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）にお  
32 いて危機管理型水門管理システムの開発が進められている。様々な水門管理  
33 者が管理する水門の開閉状況を一元監視し、地方公共団体等と共有するた  
34 め、わずかな電力消費で長距離通信が可能なLPWA（Low Power Wide Area）を  
35 活用したシステムの開発や、多様な施設管理者が連携し水門の開閉情報等の  
36

1 一元管理を行うための通信フォーマットの標準化、さらには大型水門の自重  
2 降下を可能とする技術の開発が進められている。近年開発された危機管理型  
3 水位計などからの情報と水門の開閉情報から、故障等により操作できていな  
4 い水門等の把握が可能となるなど危機管理体制の強化に繋げることが期待で  
5 きる。これらの導入に向け現場実証を進めるとともに、適切な操作ができな  
6 い事態に対して的確にバックアップするための体制の確保を検討すべきであ  
7 る。あわせて、自重降下機能が未実装となっている大型水門（2M2D型）  
8 についても、自重降下機能を付加するための技術について、現場実証を行う  
9 ことも検討すべきである。

10 また、危機管理対策を進めるにあたり、河川機械設備の遠隔主操作への移  
11 行に伴い必要となるサイバーセキュリティ対策や電源喪失時の通信確保とい  
12 った技術の積極的導入を図るためのリクワイヤメントを検討するなど、ニー  
13 ズに対応する幅広い産業分野からの技術活用を検討すべきである。特に情報  
14 通信分野の技術革新はめざましい速度で進むことから、技術の陳腐化を考慮  
15 し、そのリクワイヤメント設定に際しては、機能拡張や基本ソフトウェアの  
16 バージョンアップの簡易化などについて十分検討する必要がある。

17 さらに不測の事態に備え技術者が現地に出向けない場合など、現地操作員  
18 に適切な操作手順や故障対応をガイダンスするため、制御システム、構造に  
19 関するデータや点検履歴データを活用したソフトウェアの運用を考慮した設  
20 計思想や仕組みについても検討すべきであり、さらに、相互運用性を考慮し  
21 たシステムアーキテクチャについても検討すべきである。

## 1 4. 地方公共団体への支援

### ポイント

- 多くの地方公共団体は予算や人員の不足等から計画的な点検、補修・修繕、メンテナンスサイクルの維持が難しい状況にあり、トラブル防止にも限界があると感じている。
- 地方公共団体ごとに管理設備数、技術職員数、点検体制に差があるため、管理の実態に即した支援等が必要である。
- 地方公共団体がメンテナンスサイクルを実施できる体制を確保のため、技術職員、民間技術者等の担い手の育成を検討する必要がある。
- 機械設備の維持管理に必要な知識を有する技術者の不足が課題。他の管理者やメーカー等の民間企業との技術情報の共有を進める必要がある。
- 操作員不足への対応として、今後は地方公共団体においても、フラップゲートによる無動力化の整備や複数の施設を一カ所から集約して操作を行う「操作の遠隔化・自動化」の導入の必要性が高まるが、そのために、国が検討する遠隔操作のためのシステム構築手法などを情報提供すべきである。

2

### 3 ○現況と課題

4 多くの地方公共団体では、老朽化が進行する機械設備の補修・更新に関し  
5 て、予算の不足等から計画的な実施が難しい状況にある。

6 また、河川機械設備に関する本格的な補修・修繕がわかる人材の育成・確  
7 保を課題として抱えつつ、さらに、技術の継承・育成の対象となる職員や技  
8 術者を確保できず、今後のトラブル防止に必要な体制の確保を困難としてい  
9 る地方公共団体が多数を占める。

10 特に、設備の老朽化に伴い、専門知識が必要な「年点検」や「健全性の診  
11 断」、「補修の判断」などを実施可能な人材の確保が課題である。機械設備の  
12 機能を維持するためには、専門知識を持つ技術者等による年点検の実施、さ  
13 らにその結果を踏まえた診断による適切な補修・修繕が必要不可欠である。  
14 このような点検から診断・補修・修繕までのメンテナンスサイクルを実施で  
15 きる体制を確保するためにも、技術職員や民間技術者等の担い手の育成を検  
16 討する必要がある。

17 さらに水門等の機械操作の多くが地域住民によって支えられているもの  
18 の、操作員の多くは専門知識を有さないため、重故障等のトラブル対応は、  
19 常に専門知識を持つ技術者によるバックアップ体制の確保を検討する必要が  
20 ある。

1 一方で、様々な形式の水門が存在することからも、人的資源に限りがある  
2 地方公共団体において、全てのトラブルに備えることは難しいとも言える。

3 経済成長期に整備された河川機械設備の多くが老朽化する中において、現  
4 在の体制では、他の管理者における不具合対処事例などの情報収集や、各種  
5 の計画立案が適切になされず、重大な故障リスクに対する予防措置がなされ  
6 ないなどの課題がある。

### 7 8 ○対応方針の考え方

9 地方公共団体ごとに管理する河川機械設備数や技術職員数が異なり、ま  
10 た、地域の状況に応じた点検体制となっていることから、地方公共団体の機  
11 械設備のメンテナンスサイクルを確立するためにも、メンテナンス体制を確  
12 保する取組みや国による支援策を各地域の管理の実態に即して検討する必要  
13 がある。

14 例えば、機械設備に対応する技術者を育成するため、機械設備分野のME  
15 （メンテナンスエキスパート）の養成講座などを整備するとともに、国や地  
16 方公共団体を越えて若手技術者を点検診断業務に立会わせるなど、技術継承  
17 支援策を検討する必要がある。

18 さらに施設の維持管理に必要な知識を有する技術者不足に対応しつつ、効  
19 率的な施設運用を実現するために「不具合への対処方法」「効果的な予防保  
20 全」「不具合への診断と補修」に関して、他の管理者やメーカー等の民間企業  
21 との技術情報の共有を進めるとともに、重要施設の不具合の診断について  
22 は、地方公共団体に対する技術的支援についても検討する必要がある。

23 また、操作員不足への対応として、今後は地方公共団体においても、フラ  
24 ップゲートによる無動力化の整備や、複数の施設を一カ所から集約して操作  
25 を行う「操作の遠隔化・自動化」の導入の必要性が高まるが、そのために、  
26 国が検討する遠隔操作のためのシステム構築手法などを情報提供すべきであ  
27 る。合わせて、水位の把握や水門の開閉状態の一元監視体制に必要な技術的  
28 手法をまとめ、地方公共団体に共有を図るべきである。

1 5. 企業の技術力の維持・向上

ポイント

- 河川機械設備は、複数の装置が連動して機能を発揮するプラント施設であるといえる。その設計・製造・施工・維持管理・更新においては、各専門分野の技術を結びつけ機械設備全体についてバランスを考慮した総合信頼性の高いシステムを構築するエンジニアリング技術が必要である。
- 河川機械設備は、長期間にわたり供用されるため、その維持管理・補修・更新にあたっては、当初の設計思想を踏まえつつ最新の技術を持ってエンジニアリング技術を発揮する必要がある。
- この20年間市場規模が縮小傾向にある中で、企業のエンジニアリング技術の維持が困難な状況になることが危惧されている。そのために、エンジニアリング技術を維持・向上させることが重要である。
- さらに、機械設備を担う専門技術者は、むこう10年で大量退職が見込まれることから若手技術者への技術継承とその育成が急務。
- 水門の更新サイクルは、40年程度以上であり、今後高度成長期に新設された施設の更新需要が発生する。
- 企業の技術力の維持向上には、積極的に企業からの技術提案に対応する姿勢が重要である。高度な設計・製造・据付技術を必要とする施設の工事事例が少なく技術の断絶が懸念される案件については、熟練技術者の下に若手技術者を配置することなどが必要である。
- 新しい技術の開発、導入を促進することで、技術者の技術力向上のみならず、工事における生産性向上や気候変動等による激甚化・頻発化する災害への対応、河川機械設備を支える技術の発展、担い手の確保等が期待される。
- 民間により開発された新技術が活用可能であることを技術基準類に位置づけ、積極的に活用促進を図ることが必要であり、国が現場ニーズを踏まえて技術公募を行い、国の責任の下で実施する現場実証により有用性が確認された技術に対して、技術基準類を改定する仕組みの構築を検討すべき。

2

3 ○現況と課題

4 河川機械設備は、エンジン等の駆動装置、動力伝達装置、制御システムと  
5 いった複数の装置が連動して機能を発揮するプラント施設である。その設  
6 計・製造・施工・維持管理・更新においては、機械工学、電気工学、制御工  
7 学、材料工学、土木工学など各専門分野の技術を結集し機械設備全体につ  
8 てトータルバランスを考慮した総合信頼性の高いシステムの構築を可能とす

1 るエンジニアリング技術が必要とされる。

2 さらに河川機械設備は、長期間にわたり供用されるため、その維持管理・  
3 補修・更新にあたっては、建設時の技術基準に基づく当初の設計思想を踏ま  
4 えつつ、最新技術を駆使し最適なエンジニアリング技術を総動員して実施す  
5 る必要がある。

6 したがって、地域の生命や財産を守る上で必要な河川機械設備に携わるメ  
7 ーカーの持つエンジニアリング技術が不可欠であり、それらの維持・向上を  
8 図る必要がある。さらに、これらのエンジニアリング技術は、実際に機械設  
9 備を設計・製造・据付・補修等に携わる民間技術者によって支えられてい  
10 る。民間技術者は、受注した河川機械設備工事でのOJT等を通じ、その技術  
11 力を継承し切磋琢磨するとともに、それらの実績の積み重ねにより、企業に  
12 知財を遺し研究開発力を涵養している。

13 過去20年間継続した市場規模の縮小は、企業の技術力の研鑽機会の減少  
14 に影響し、発注量の少ないゲート形式においては、技術者の世代交代ととも  
15 に設計・製作・据付に関する技術力の低下が危惧される。加えて、大規模な  
16 堰や特殊設備の修繕、更新工事等の高度な設計、製造、施工技術が必要な工  
17 事については、経験する機会が少ないことから特にその傾向が強い。

18 公共工事では入札時に配置予定技術者の実績を求めていることから、企業  
19 において技術者の減少は、受注機会の減少に直結すると言える。このことか  
20 らも技術者育成は事業継続上も重要課題であり、全体事業量の減少は、一時  
21 的であっても直ちに他分野への技術者の流出を招くことになり、結果的にエ  
22 ンジニアリング技術力の低下につながることになる。

23 また、市場規模の縮小に伴い、主要メーカーの数が半減しており、メーカ  
24 ーの技術開発に対する機運の低下が懸念されるが、今後大更新時代を迎える  
25 ことから、新しい技術の開発、導入を促進することで、技術者の技術力向上  
26 のみならず、工事における生産性向上や気候変動等による激甚化・頻発化す  
27 る災害への対応、河川機械設備を支える技術の発展、担い手の確保等が期待  
28 される。

### 30 ○対応方針の考え方

31 河川機械設備に係る企業の技術力の維持向上を図るには、担い手となる専  
32 門技術者の育成が必要である。大規模な堰などに採用されているシェル構造  
33 ゲートなど高度な設計・製造・据付技術を必要とする施設の工事事例が少な  
34 く技術の断絶が懸念される案件については、熟練技術者の下に若手技術者を  
35 配置し、若手技術者の育成を図ることが必要である。

36 水門の更新サイクルは、40年程度以上であり、今後高度成長期に新設さ

1 れた施設の更新需要が発生することから、地域の防災・減災を支える企業の  
2 エンジニアリング技術を維持・向上させるためには、企業経営の観点からも  
3 地域にとって必要な機械設備の新設・更新事業の推進が必要である。さら  
4 に、機械設備を担う専門技術者は、むこう10年で大量退職が見込まれるこ  
5 とからも若手技術者への技術継承とその育成が急務である。

6 また、現在は、大規模な堰や特殊設備の修繕工事等においても、一般競争  
7 入札を行っているが、当該設備の設計・製造や据付時の施工を行った元施工  
8 メーカー特有の技術的ノウハウを活用することが、設備の機能維持やエンジ  
9 ニアリング上のリスクの観点から必要である。そのため、公募手続きを経た  
10 元施工メーカーとの特命随意契約方式を活用すべきであり、このことは企業  
11 の技術力を維持する観点からも必要である。

12 一方で、難易度のさほど高くない工事に対しては、若手技術者を主任技術  
13 者として配置し、熟練技術者が複数の若手技術者をサポートする役割を果た  
14 すことで、若手技術者に責任感をもって工事全体を監理させることで育成を  
15 図るような仕組みの活用も進めるべきではないか。

16 また、企業の技術力の維持向上には、技術者育成にあわせ、新しい技術の  
17 開発、導入を促進することが必要であり、それには企業からの技術提案に積  
18 極的に対応する姿勢が必要である。

19 ただし、企業が開発する技術については、現行の技術基準類から逸脱する  
20 ような革新的な技術も想定されるが、企業が新技術の開発を行ったとしても  
21 そのまま導入することができないことから、国が企業により開発された新し  
22 い技術の活用可能性を早期に確認し、技術基準類に位置づける仕組みを検討  
23 することなどを通して、積極的に活用促進を図ることが必要である。

24 新しい技術の導入を加速化するため、例えば国が現場ニーズを踏まえた技  
25 術公募を行い、応募のあった企業の技術に対し、機能検証のために必要な実  
26 証現場を提供し、現場実証により有用性が確認できた技術に対して技術基準  
27 類を改定する仕組みの構築を検討すべきではないか。

28 現場実証にあたっては、企業は新技術導入に対するリスクが取れないこと  
29 から、河川管理者としての国の責任の下で現場実証することが必要である。  
30 現場実証においては、新しい技術の活用によって、通常の管理が適切に行え  
31 ないなど、国が管理者としての責任を果たせない場合を除き、積極的に実証  
32 現場を提供していく必要があるのではないか。

33 また、河川機械設備の更新のタイミングで新技術を導入する方が、効率的  
34 であるといえるが、現在の技術革新のスピードを踏まえ、今後の新技術導入  
35 にあたっては、施設管理者に新技術導入のメリットがあることを前提に、既  
36 存設備やシステムの改造において、有用な新技術を活用する試行実証も検討

1 すべきである。

2 例えば、気候変動などの対応においては、河川機械設備の改良だけで対応  
3 し、門柱など既設土木構造物を極力そのまま活用できるような軽量化したゲ  
4 ートを導入することによる既存の開閉装置等の活用によるコスト縮減や耐震  
5 対策の合理化の観点での試行実証などが考えられるのではないか。

6 また、地方公共団体など専門技術を有する職員のいない設備管理者におい  
7 ては、操作や定期点検、診断、補修計画立案など、多くの場面で民間企業へ  
8 の業務委託により施設管理を行う必要がある。

9 国において実施した新しい有用な技術の現場実証評価結果等を地方公共団  
10 体に展開を図ることで、企業側にも開発した技術が活用される機会が増え、  
11 さらに技術開発が促進されるという好循環が期待される。

12

13

14

## 1 6. 河川機械設備の情報収集・管理・分析体制の構築

### ポイント

- 機械設備の故障・不具合および関連する点検実績や補修事例などの情報について、管理者間での情報共有とデータベース化を推進
- 社会的影響が大きい事故・インシデントについては専門家による集中的な調査の実施、関係者へ迅速に水平展開、同種トラブルの再発防止を講じる体制の構築が必要。
- データベース化した故障・不具合情報、ならびに補修対策事例等の情報の中から選別し、専門技術者育成に活用、さらにはメーカーやコンサルタント等の技術開発を担う産業界へのフィードバックに活用
- 施設管理者が実施する年点検や補修履歴、稼働状況について、故障履歴・点検補修履歴など情報と合わせて分析・蓄積することで、故障等の予防保全に役立てる体制の構築

2

### 3 ○現況と課題

4 河川機械設備の故障情報は、類似トラブルの再発防止や予防保全の観点から、維持管理上の有益な情報である。さらに各施設管理者は、様々な形式の  
5 設備について、年1回以上の頻度で定期点検を実施し、設備を構成する部品  
6 機器の損傷や劣化状況を記録し、膨大な点検データとして保管している。

7 機械設備の補修や部品交換は、定期点検の結果に基づき行われることから、  
8 データベース化された点検データを分析することで使用条件の違い等による劣化傾向や部品交換時期を検証することも可能になると期待される。

9 その一方、現状では機械設備の点検データや故障トラブルについて異なる  
10 管理者間で共有されておらず、一部の管理者においては認識不足から運転操作時の故障や不具合発生している場合でも、必要な予算確保を含め管理者による適切な措置がなされず放置されていることが懸念される。

11 とりわけ機械設備に重大なトラブルが発生した場合、管理者はメーカーと  
12 原因分析を行い、必要な再発防止策を措置する必要があるが、特定のメーカーが製作した設備のみに関わる場合、管理者も必要以上の情報共有を控えることから、他の管理者に必要な改善措置についての情報提供がなされない懸念もある。

13 特注品が多くを占める河川機械設備は、自動車のリコール制度の様に法令  
14 に基づく届出や勧告などが行われず、類似型式の設備に対する改善措置の要否についてメーカーの自主的判断に委ねられている。このような背景から、  
15 重大なトラブルについて異なる管理者間での情報共有は十分行われていると



1 供できるよう努めるべきである。

2 さらに、情報収集に過度な負担が生じないように、収集すべき情報について  
3 将来のデータベース化を考慮しつつ、定期的に情報収集を行うとともに、定  
4 形化を図るなどの工夫が必要である。収集したデータの取扱いに係る「公  
5 開」または「非公開」の仕分けについては、施設名称を伏せるなど基本原則  
6 を示した上で、情報提供に際して各管理者の意思表示を求めることが考えら  
7 れる。

8 これら過去の河川機械設備の故障やトラブル事例等を管理者間で共有する  
9 ことは、維持管理に必要な技術力確保や技能継承の側面からも有効であるこ  
10 とから、単なるデータベース化にとどめることなく、適切な情報管理のもと  
11 で、研究機関や民間企業等にもフィードバックし人材育成や技術開発促進に  
12 供するなどにより、さらなる維持管理の効率化への寄与が望まれる。

13  
14  
15  
16  
17