

河川機械設備小委員会中間報告（たたき台案）
～河川排水ポンプにかかる考察～

（6）機械設備における性能規定の導入（論点 6）

ポイント

- ・性能規定化により多くの責任を民間側（受注者側）に委ねることについて、河川機械設備が担う災害対応等の責任を民間側が担いきれるのか見極めが重要
- ・新技術導入を目指すためには一定程度のリスクヘッジを官側（発注者側）で担うことも検討
- ・性能規定化の目的・対象を明確にし、官側・民間側の責任の範囲を明確化する、マスプロダクツ型排水ポンプのように開発プロセスにおいて一定の責任を官側が担うなど入口段階でのリスクヘッジを検討
- ・性能規定への適合を検証方法（試験）として定めること、審査を行う等により出口段階でのリスクヘッジを検討
- ・新技術導入を図る場合は技術競争による入札方式を採用、適正に評価できる体制の構築が重要

○現況と課題

河川機械設備にかかる技術基準には、「揚排水ポンプ設備技術基準」、「ダム・堰施設技術基準（案）」等があり、それぞれ「揚排水ポンプ設備技術基準・同解説」（一社河川ポンプ施設技術協会）、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編マニュアル編）」（一社ダム・堰施設技術協会）において基準と解説を合わせて発刊され、事実上運用されている。

例えばポンプでは、使用部材の規格、ポンプの口径、エンジンの回転数等細かく規定されており、ポンプの発注仕様書においては、「下記に示す基準等に準じて施工しなければならない。」とし、「揚排水ポンプ設備技術基準・同解説（一社河川ポンプ施設技術協会）」等を示しており、これにより施工されるようになっている。

このような仕様規定は、受注者の設計に対する発注者の承諾行為が容易であるように双方の共通の取り決めとして整備が円滑に進むだけでなく、機械設備の信頼性の確保の面でも大きな役割を果たしてきたと言える。

一方で、仕様を細かく決め、技術提案を伴わない入札が多数となっている現状では、仕様外の技術の導入を妨げてきたことも否めない。

性能規定化については、過去、国土交通省の事業では、道路、建築、鉄道、港湾において、基準類の性能規定化がなされてきた。道路では、平成14年3月、道路橋示方書において、「性能規定型の技術基準を目指して、要求する事項とそれを満たす従来からの規定とを併記」と改訂された。その具体例として、コンクリート橋において、従前「鋼材のかぶりは3cm以上」との記載から、「コンクリートと鋼材との付着を確保し、鋼材の腐食を防ぎ、火災に対して鋼材を保護するために、必要な被りを確保しなければならない」と改訂された。これにより、従前の規定値によらず、塗装鉄筋や電気防食、その他新技術の採用が可能となった。その他、建築基準法が平成12年6月、鉄道に関する技術基準を定める省令が平成14年3月、港湾空港の施設の技術基準を定める省令が平成18年度に改正され、性能規定が導入されている。

また、電気工作物に関しては、平成9年3月、経済産業省所管の電気事業法に係る技術基準の改正により、性能規定化がなされた。そこでは、「保安上必要な性能のみを規定。性能を実現するための材料の規格、数値、計算式等、具体の仕様は規定しない。」との基本方針により、「①技術進歩への迅速かつ柔軟な対応が可能。②資材の選択の幅が拡大。③事業者による創意工夫の増大。④規格等の国際整合化の促進。」を図ることとされた。

これらの性能規定の導入にあたっては、試験方法を定め、求める性能への適合を確認する。もしくは、発注者が行政機関の場合は、その評価を自らが、発注者が建築物のように民間主体の場合は性能評価を行う機関を指定し、これが性能への適合の確認を行っている。

河川機械設備の場合は、ほとんどが行政機関の発注であり、発注者自らが評価を行うこととなるが、地方自治体の場合、機械を専門とする職員がいない場合もあることから、こういった自治体において性能規定による発注を行う場合の評価体制をどう確立するのか課題がある。

また、基準類の性能規定化とは別に、PFI事業において性能規定化を図っている事例も散見される。

具体的な事業において、PFI方式により、ポンプの寸法、台数、形式を規定せずに、定める計画水量以上のポンプ容量となることを求め、約25年の維持管理を含む（運転含む）発注を行っているものがある。このPFI契約においては、性能規定化を理由に、瑕疵担保期間を長くとる傾向にあり、この期間内に発生した設計の瑕疵について「①要求水準書、実施設計図書及び提案書等に記載した施設の性能及び機能は、全て建設事業者の責において保証する。②引渡し後、施設の性能及び機能について、疑義が生じた場合は

試験要領を作成し、市の指定する時期に性能及び機能の確認試験を事業者の負担において行う。③確認試験の結果、所定の性能及び機能を満足できなかった場合は、事業者の責任において速やかに改善する。④実施設計時に提出する実施設計図書に対して、市がこれを確認したことをもって事業者の設計の瑕疵に係る責任の全部又は一部を回避し得ないものとする。」と明記し、責任の多くを建設事業者側に委ねている。

このような条件下では、果敢に新技術の導入を行うのか、手堅い技術（従来技術）によるのか、判断が難しいと思われる。

複数の他事業における性能規定化の取組を踏まえ、河川機械設備においても、仕様規定の果たしている役割を踏まえつつも、新技術導入を促進するための性能規定の導入について、その具体的な手法を検討すべきである。その際、課題となる事項について検討しておく必要がある。

○対応方針の考え方

性能規定化も、方法（PFIでの採用、技術基準での採用）、対象範囲（システムの構成といった基本的な設計、各部材）、目的などにより様々なパターンに分類が可能である。

PFI事業においては、性能規定の範囲を大きくとることがあるが、多くの権限と責任を民間企業側に委ねることが、災害対応に係る責任が大きい河川機械設備において、民間側が担いきれるのかどうかの見極めが重要である。

性能規定化のもと、多くの責任を民間側に委ねることは、かえって信頼性の確立した従来からの技術（いわゆる手堅い技術）に留まる可能性を意味し、本来、性能規定化が目的とする技術進歩への迅速かつ柔軟な対応、民間の創意工夫の増大、技術競争の導入などが果たせない可能性がある。

新技術の導入等技術革新を目指すために性能規定化を図るためには、例えば検証方法を定め、これに適合すれば検証側の責任にするなど、一定程度のリスクヘッジを官側で担うことについても検討が必要である。

性能規定化する目的・対象を明確にし、発注者側・受注者側の責任の範囲を明確にするマスプロダクツ型排水ポンプの開発過程のように、開発体制構築、実証試験等を官側が主導するなど、開発プロセスにおいて一定の責任を官側が担うことで、入口段階でリスクヘッジを行うことが考えられる。

また、性能規定に適合するかどうかの検証方法（試験）を定めること、性能規定への適合性を審査するスキームの構築により、性能規定の担保を民間側から官側に移し、出口段階でリスクヘッジを行うことも考えられる。

なお、性能規定化により新技術の導入を図る場合等においては、価格競争ではなく、技術競争による入札方式を採用すべきであり、その際、これを適正に評価できる体制を構築することが重要であり、特に、機械の専門家が不足している地方自治体への支援が必要である。

さらに、性能規定は、技術の進歩、性能規定の目的、対象に合わせて、レベルアップしていくような動態的な性能規定化を目指すべきである。

建築や電気工作物の性能規定のように、その施設を構成する各要素の重要度等に応じて目的・対象を定め、検証方法や技術基準の適合性を審査するスキームを構築し、リスクヘッジを行っている事例もあることから、これらも参考にすべきである。

(7) 新たな技術開発手法の導入（論点7）

- ・「パラダイムシフト型技術開発（マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験）」は、システムインテグレーション及びP○C（技術検証:Proof of concept）を官側が積極的に担う、従来とは異なる技術開発手法
- ・ニーズを熟知する官側がシステムインテグレーション、P○Cを主導的に担う「パラダイムシフト型技術開発（仮称）」は、社会実装を前提とした効率的・効果的な技術開発手法といえる
- ・技術開発→調達の一連の過程の中で、システムインテグレーションの責任と権限の所在を明確にすることは安全かつ確実なシステム構築・運用には重要
- ・システムインテグレーションの責任と権限については、発注仕様としての設計にかかる責任は官側、設計図書に基づく製品の設計にかかる責任は民間側と区分する必要がある
- ・調達においては、公正・透明な競争環境が確保され、適切な競争が行われるよう、知的財産との関係に留意しつつもP○C等にかかる積極的な情報公開、開発に参画していない企業の開発環境の提供等に努める必要がある

○現況と課題

排水機場の機械設備は、大きくポンプ、減速機、原動機等から構成されており、その技術開発は、システム全体をポンプメーカーが主体となり進められてきた。

前述の通り、仕様規定による価格競争を主体とした調達が行われており、官側からの調達の仕様の変更がない限りにおいては、新技術の開発・導入が

図られることは見込まれない。

通常、民間側が開発した技術については、仕様としてまとめられてから、発注に採用されており、民間側で開発された技術をキャッチアップしながら、技術革新が進んでいるのが実態である。

河川ポンプの場合は、システムインテグレーションを担っているポンプ会社が担当するポンプ分野では、軸受けの無水化、高流速化等の技術開発が進み、技術基準にも採用され普及しつつあるが、この他の原動機、減速機、自家発電施設等については、独自の技術革新が進んでこなかったといえる。

今回、大更新時代の到来、気候変動の進展を踏まえ、従来の考えからパラダイムシフトを図り、システム構成企業から見直しを図ったマスプロダクツ型排水ポンプの開発を進めている。

この開発過程においては、国が主導し、システムを構成する企業の組み合わせから大きく変え、今まで河川ポンプにかかわってこなかった企業の参画を促しながら、従来の発想を大きく変えたポンプの開発を進めている。

従来見られなかった開発手法であり、開発過程の公正性・透明性の確保、参加する企業相互の知的財産権・機密保持（NDA）の整理、導入するシステムに対する責任分担（システムインテグレーションの権限と責任の所在）、社会実装（調達）段階におけるP o Cに参加していない企業への配慮などが課題となっている。

○対応方針の考え方

ニーズ側主導で、従来の発想を超えて技術開発・社会実装を目指す取組を「パラダイムシフト型技術開発（仮称）」と定義した場合、マスプロダクツを採用したポンプの開発を目指す「マスプロダクツ型排水ポンプ開発」もこれに属する。また、革新的河川開発技術により開発を行った危機管理型水位計も類似の開発手法と言える。

現在までの進捗状況と今後の開発の道筋を示すと以下の図の通りである。

① アイデア検討（R2. 8月下旬～9月上旬）

国が発案したアイデアが実現可能かどうか、自動車メーカー1社とポンプ協会に加盟する企業8社と意見交換を行い、実現の可能性があることを確認

② 予備検討(フィージビリティ検討)(R2. 10月下旬～R2. 12月上旬)

マスプロダクツ型排水ポンプ開発に関心を持つ企業を公募し、参加を表明した企業23社との意見交換の中で、実現可能性等を精査し、P o C

を行うポンプの諸元、仕様を作成、この仕様等に基づき、P o C参画企業を公募

③ P o C参画公募・選定 (R 3. 1 / 1 2 ~ R 3. 3 / 1 0)

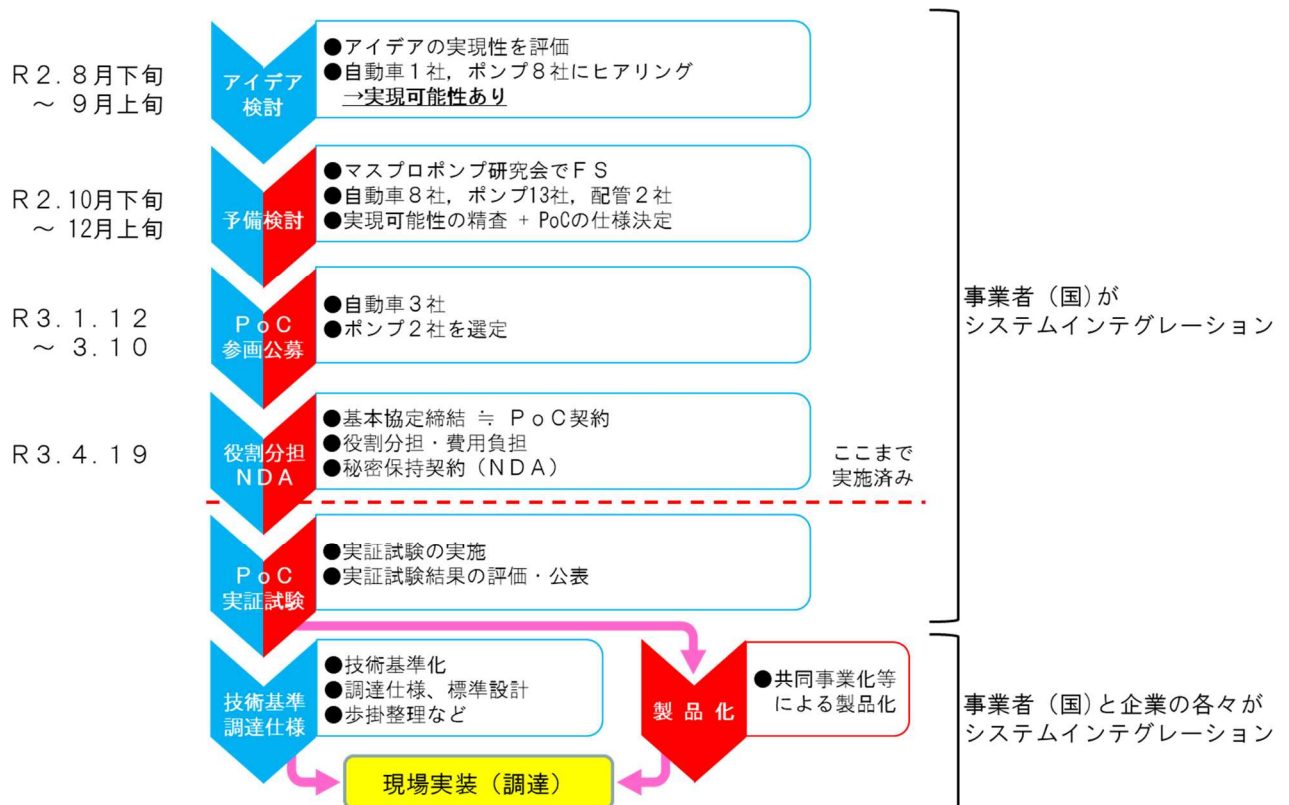
ポンプメーカー、自動車メーカーそれぞれ2社程度について公募を実施。ポンプメーカー2社、自動車メーカー3社を選定

④ 基本協定締結 (4 / 1 9)

国交省と各企業との間で、P o Cにおける役割分担、費用負担、知的財産権の帰属等について基本協定 (≒ P o C契約) を締結

R 3. 6. 2 9 現在は、この時点まで終了しており、協定締結5社に、減速機メーカー1社、艀装メーカー3社を加えた9社について、3グループ体制を構築し、実証試験を実施すべく調整中。今後、製造着手、現場配備、実証試験へ進む予定。

実証試験後は、事業者 (国) において、技術基準化等を進め、具体的な発注図書としての標準設計、歩掛り等の準備を行うとともに、企業側は製品化を進め、社会実装を行うこととなる。



官民連携による開発においては、例えば不具合が生じた場合の責任がどちらに帰属するか等の問題が発生することが想定される。

マスプロダクツ型排水ポンプの場合は、サブシステムの組み合わせなど、国が主導して開発を進めており、実質的にシステムインテグレーターの役割を果たしていることから、国に相当の責任があると言える。

一方、実証試験に参画していない企業からの調達を考えると、製品設計に関わる部分などは民間側の責任であり、国の責任は一定の範囲にとどまることと考えられる。

今回の実証試験では、P o Cを実施し、それを踏まえた技術基準、標準設計等を定めることを想定しており、この範囲までは、国の責任の範囲とし、これに基づき具体的な製品化を図る範囲については、企業の責任と解することが適切ではないか。

P o C以降の社会実装については、「次も一緒に協業したい」と思えるような関係を構築することができるかどうかにかかっており、今回の実証試験においてもこの点に留意しつつ、官民の責任範囲だけでなく、民間企業間の責任の範囲についても、実証試験を通じて明らかにしていく必要がある。

なお、個別事案において、不具合が生じた場合、発注仕様としての設計側、製品化における設計側のいずれに原因があるのか明確にする必要が生じた場合には、第三者による調査・判断といった公正・透明な手続きが必要と考える。

また、公正・透明な競争環境を構築する必要があり、P o Cで得られた知見については、知的財産の扱いにも留意しつつ、積極的に公開するとともに、テストベッドの提供等を行うなど後発企業の開発環境にも配慮する必要がある。

官側が開発に強く関与し、主導する手法は、ニーズを踏まえた社会実装への道筋が明確なことから、効率的・効果的な開発手法であり、今後、新たな開発手法として積極的に取り組むべき手法と考えている。

なお、今回のマスプロダクツ型排水ポンプの開発において締結した基本協定、契約等が今後の類似の開発において参考になるものとする。

(8) 機械設備の遠隔操作の導入 (論点8)

ポイント

- ・排水機場の役割の重要性、機械の特性から、現場の操作員による操作を原則として、遠隔操作は操作員の到着前操作、退避後操作等に活用
- ・機側と遠隔の操作の同一性を担保するための監視機器類の設置基準及び

現場での同一性の確認が必要

- ・ N + 1 化及び小口化した排水機場については、緊急時の対応に時間的余裕があることから、排水機場の規模、不稼働時の影響の程度などを踏まえつつ、本格的な遠隔操作化の検討についても開始すべき
- ・ 遠隔操作における不測の事態への対応体制、操作性の向上のためのインターフェースの統一が必要
- ・ 機側と遠隔側と同時に違う指示が出た場合等も含め、遠隔操作の権限と責任の明確化を図るため操作規則を定める必要

○現況と課題

排水機場などの河川管理施設の運転操作は河川法第 99 条に基づき、河川管理者が地方公共団体等へ委任、又は操作員を直接任命し運転操作を実施している。

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困難になることが懸念される。

国が管理する河川管理施設では、これまで必要に応じて施設の新設や更新時に、遠隔地からの操作が可能となる遠隔操作システムを導入している。

現時点において国が管理する排水機場 444 機場のうち、185 機場（41.7%）が遠隔操作・監視が可能であり、137 機場が遠隔監視のみ可能となっており、既に多くの機場で遠隔操作が可能となっている。

水門・樋門樋管については、率が下がるものの、国が管理する水門・樋門樋管 8739 か所のうち、943 か所（10.8%）が遠隔制御・監視が可能、480 か所が遠隔監視のみ可能となっており、既にハードについては、一定程度の遠隔操作化が進んでいる。

洪水時に支川合流部において本川から支川に洪水が逆流する場合に、本川と支川を分離する水門を閉め、ポンプにより支川の洪水を本川に排水する。

排水機場の操作規則には、河川法に基づき河川管理者が、操作の基準となる水位、流量などを定めているが、実運用としては、逆流の開始時点を見極めて水門を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、風雨の影響で表面は逆流しているように見えても内部は順流であったりするため、条件によっては目視確認が困難であり、排水機場の運転は現地の操作員の五感を含めた判断に委ねているのが実態である。

一方、ポンプを操作規則通り運用することは、水害の防止・軽減の観点から極めて重要であり、操作実態を巡り訴訟となった事例もある。

また、運転中の排水機場が故障等のトラブルにより運転停止した場合の対処（軽微な修理やバックアップシステムへの切替え）は、排水機場内で機側操作により行う必要がある。

このような実態から、排水機場の運転は現地での操作によらざるを得ず、人員配置や操作規則は「機側操作」を基本とし、「遠隔操作」による運転を想定したものになっていない。

一方、気象の激甚化・頻発化を鑑みれば、急激な水位上昇等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により操作員が退避した場合等、遠隔操作によらざるを得ない場合もあり、操作におけるリダンダンシーを確保する観点から、遠隔操作機能を有する排水機場の整備を進めているところである。

操作の種別については、以下の表のとおりに区分できるが、機側操作と遠隔操作で情報量が異なる中、遠隔操作に移行したとしても、同一時刻に同一操作が担保できることが課題といえる。

操作の種類	操作場所	操作者	必要な情報	得られる情報
機側操作	機側	操作員	<ul style="list-style-type: none"> 操作規則が示す情報 	<ul style="list-style-type: none"> 観測水位(量水標目視) 現場の五感
機場集中操作 (※一般的)	操作室 (機場内)	操作員	<ul style="list-style-type: none"> 操作規則が示す情報 監視員からの安全確認 	<ul style="list-style-type: none"> 観測水位(データ) 監視カメラ画像 現場の五感(監視員報告)
遠隔操作	遠隔 (管理所)	オペレータ	<ul style="list-style-type: none"> 操作規則が示す情報 安全確認情報 機械状態(データ) 	<ul style="list-style-type: none"> 観測水位(データ) 監視カメラ画像
自動運転	—	システム	<ul style="list-style-type: none"> 機械状態(データ) 安全確認情報 	<ul style="list-style-type: none"> 観測水位(データ)

○対応方針の考え方

排水機場の停止が地域に与える影響、複雑なシステムである排水機場の故障・トラブル時等の即時の対応が必要なことを考えると、排水機場については、引き続き現場の操作員による操作を原則とし、遠隔操作については、操作員が到着する前や操作員が危険回避のため退避した場合などに活用するものとする。

機側操作において使用する排水機場の監視機器は、機場集中操作を前提に、水門の内外の水位を測定する水位計、各所をモニターする監視カメラ、機器の運転状況の表示装置等から構成される。

遠隔操作の場合も、機側操作と同じ監視機器を使用するが、人の有無や水流の確認、騒音・振動など、現場の操作員の五感による情報は不足しがちである。これを補い、同一時刻に同一操作（判断）できるよう、必要に応じて遠隔操作のための監視機器類の配備を進める必要がある。

具体的には、水門の開閉については、順流・逆流が判断できるセンサー、ポンプ運転の始動・停止については、それを適切に観測できる場所への水位計の設置、監視カメラについては、夜間でも確認可能な光量の確保、量水板についても電光タイプへの変更など、遠隔操作のための監視機器類の設置基準を定めるべきである。

これを整備した上で、実際の洪水を再現したシミュレーションを行い、同一時刻に同一操作（判断）が担保できるか確認することが重要である。

同一時刻の同一操作（判断）が担保されると判断できる場合には、操作規則などの変更により、遠隔操作を位置付けることとする。

操作員の高齢化、なり手の確保難を考慮すれば、複数の者が相互に確認しつつ操作ができる環境である遠隔操作の方が的確な操作を行えるともいえ、操作の実績を比較しながら遠隔操作化を進めるべきである。

以上の考え方の下、遠隔操作による排水作業を確実なものとするため、既に遠隔制御・監視機能を有する機場についても、次の観点からハード・ソフト両面から十分な検討を行う必要がある。

1) 遠隔操作による排水ポンプ運用のための観測・安全監視機能の充実

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、遠隔操作により無人であっても、排水を開始できる初動体制を検討すべきである。遠隔操作においても、機場周辺の安全確認や警告を確実に行う必要があるため、現状の監視員の目視による「自然流下水門の全閉操作」、「吐出水門の全開操作」、「除塵機の運転」および「流入水路廻り」の安全確認を遠隔地で行う必要がある。特に、機場周辺の第三者の有無確認では、夜間や降雨条件下での運転や、支川水位が短時間で上昇するような場合もあることから、吐出側水門周辺への立入禁止措置など、必要に応じて物理的なリスク排除により遠隔操作運転が可能な条件を整えるべきである。

①遠隔操作の操作規則への位置づけ

現在、排水機場の操作規則には、ポンプの運転開始条件および停止条件、操作場所について示している。遠隔操作を行うためには、どのような状況下において遠隔操作を行うのか、操作水位などだけではなく、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きである。

②遠隔操作時に必要な監視機能

遠隔操作化の導入に際しては、起動前の最終安全確認（吐出水門周辺の安全確認）や不測の事態への対応を行うために必要な監視機器と配置について検討すべきである。

2) N+1化及び小口化による遠隔操作の本格的な導入の検討

一方で、排水ポンプのN+1化及び小口化により、故障時等でも必要な機能が確保され対応に時間的な余裕を有することとなる。このような機場については、故障に備え操作員を機場内に常時待機させることなく運用が可能となる。

将来、地域によっては担い手不足が深刻化することを見越し、N+1化または小口化した排水機場について、排水機場の規模、不稼働時の影響の程度を踏まえつつ、操作の同一性の確保を前提に、操作員を機側に配置しない完全な遠隔操作を行うことを検討すべきである。

なお、不測の事態も想定した技術者の派遣等の運用体制を構築する必要がある。

3) 遠隔操作のためのインターフェースの統一

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表示項目や表示方法が異なり統一されていない。遠隔操作化に伴い複数機場を集中管理する場合において、不統一なインターフェースは、操作員による誤認識や誤操作を誘発し重大な過失を招く危険がある。表示方法の共通化を進めるべきである。

4) 遠隔操作における責任の明確化

これまでの操作規則では、機側操作を基本としているが、今後、遠隔操作による排水運転を行う場合は、その操作にあたっては、遠隔地において操作に必要な状況判断を行う者が責任をもって、必要な安全確認、運転条件を確認する必要がある。

また、現在、遠隔操作を想定した操作規則は定められていない。権限と責任を明確化する上でも、機側側と遠隔側で操作の指示が異なった場合や無人でのポンプ始動、操作員退避後の操作といったシチュエーションを想定しつつ、早急に操作規則を定める必要がある。

Ⅱ. 河川機械設備の諸課題への対応 (次回以降検討)

(9) 地方自治体への支援

(10) 企業の技術力の維持・向上

中間報告後において審議

(11) 河川機械設備の情報収集・分析体制の構築