

# 中間報告（案）説明資料

---

# 論点1 「N+1」の導入

## N+1の考え方について

- 動作に必要な数より1つ設備を余分に用意しておくことで、故障に伴う稼働停止を防止し、信頼性を高める考え方は、「N+1」冗長と呼ばれる。
- N+1の考え方は、海外でのデータセンター、原子力発電所の設備設計等でも用いられている。

※ N+1の例: 3600Wの電力で動作するサーバへ電力を供給する場合  
 サーバは1200kWの電源ユニット3台で動作するが、1台追加して計4台の構成にする。(N+1)

電源ユニットが3台で動作している場合

サーバ			
電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット
1200W	1200W	1200W	待機

電源1台が故障すると、システムダウン発生

サーバ			
電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット
1500W	1500W	<del>待機</del>	待機

電力の供給まで時間がかかる

3台の電源ユニットから電力供給  
1台は待機

電源ユニットが1台壊れると、待機していた電源ユニットに電源が入って稼働するまで電力不足となる。

電源ユニットが3+1台で動作している場合

サーバ			
電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット
900W	900W	900W	900W

電源1台が故障しても継続運用可

サーバ			
電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット	電源ユニット
1200W	1200W	1200W	<del>待機</del>

日頃より4台の電源ユニットから電力供給

1台壊れても、残りの3台で電力を供給できるので、サーバが停止しない。

## ■ 点検記録

【現状】

別表 1-3 点検・整備総括表

別表 1-4 点検・整備詳細記録表

別表 1-5 故障・整備記録表 (図面、写真等)

2 主ポンプ設備  
2-1 立軸ポンプ

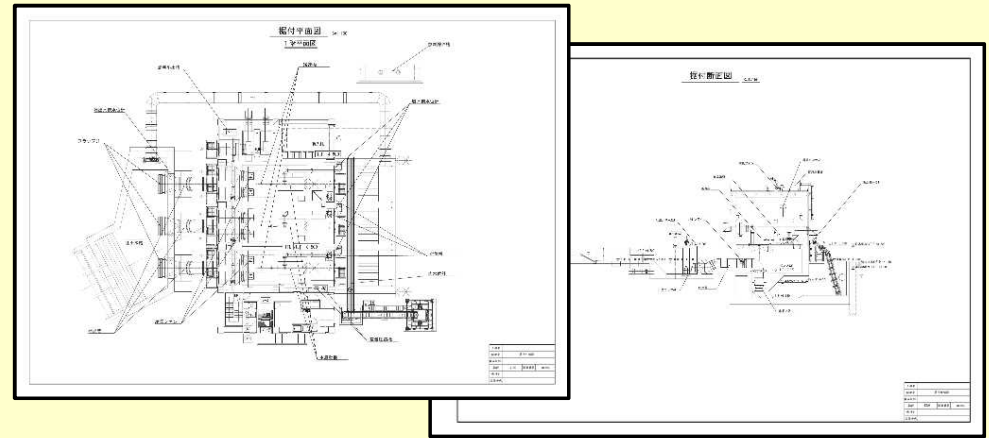
機器名	点検項目	点検方法				判定方法	点検結果	備考
		目視点検	管理点検	運転点検	定期点検			
金取	主ポンプ全般	E	E	E	E	E	異常及び損傷がないこと。	
	異常音	S	(S)	S	S	S	異常音がないこと。	
本体	吐出レベンド	-	H	(M)	-	M	異常な潤滑油や劣化がないこと。 潤滑油に異常がないこと。	
	インペラ	-	-	-	-	E	異常な腐食がないこと。 異常な摩耗がないこと。 異常な欠損がないこと。	
装置	駆動ボールナット	-	H	-	-	H	駆動ボールナットに緩みがないこと。	
	吐出し	-	-	-	-	M	吐出し量に異常がないこと。 吐出し管内に異音・異振がないこと。	
	潤滑	-	-	E	-	C	異常な潤滑油がないこと。	
	摩耗	-	-	E	-	M	摩耗していないこと。	
	潤滑剤	-	H	-	-	H	潤滑剤の残量・品質が正常範囲内であること。	
	回転速度	-	M	(M)	M	M	規定値の範囲内であること。	
外部	振動	-	(M)	-	-	M	異常な振動が発生していないこと。	○ 計測可能な場合
	温度	H	(M)	H	M	M	異常な温度上昇がないこと。 異常な温度低下がないこと。	

点検時に部位は記録しないため、図面との照合が必要。

不測の状況において、故障情報と CIM モデルとの比較検証が可能になり、従来の 2 次元図面による検証・検討より迅速かつ確実な状況把握・対応策の立案が可能になる。

## ■ 完成図書 (施工図, 機器詳細図, 部品表等)

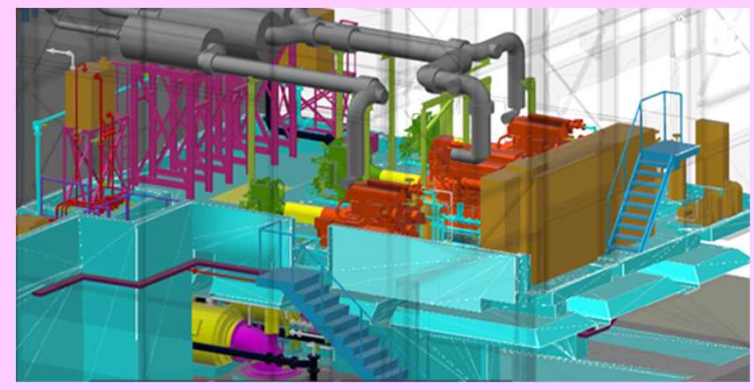
【現状】



部品交換後の変更記録は作成されるが竣工図面へ反映されない。

## ■ 3次元モデルと維持管理データの連結

【CIM導入後】

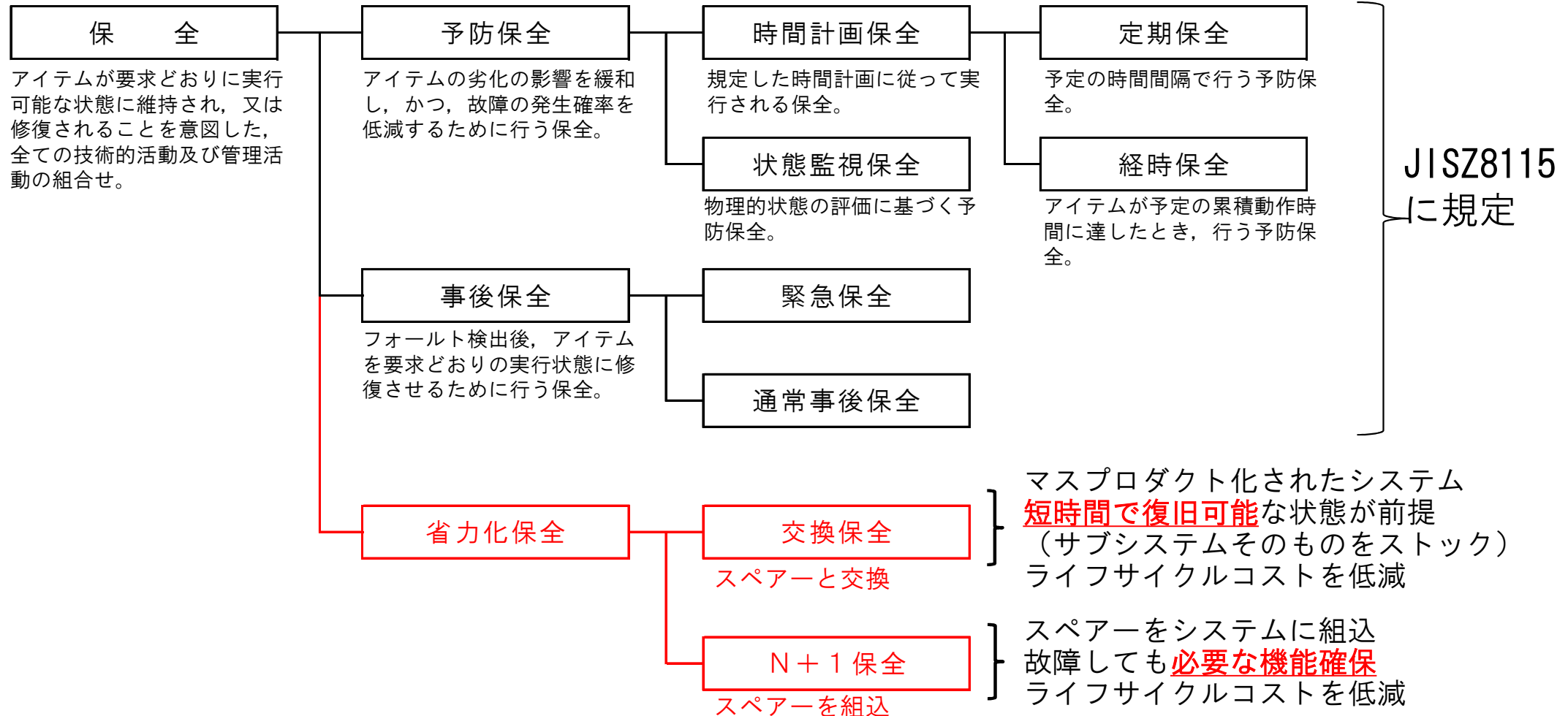


- 構成する機器・部品等に対する属性情報の付与
  - ・ 機器仕様
  - ・ 品質管理記録
  - ・ 維持管理記録 (点検結果, 故障・不具合経過等)

# 論点5 「省力化保全」の導入

- 機能停止・低下を防ぐために保全を実施
- しかし一定程度の故障が発生。復旧に時間を要している
- 河川機械設備は緊急時に確実に稼働することが第一義であり、このため、システム自体を交換するという発想
- 故障時に交換することを前提とし、「省力化保全」という新たな考え方を導入

## ○新たな考え方



# 論点6 ポンプ設備の設計手順

## ■設計図書（仕様書、図面等）

【準拠基準】（共通仕様書で規定）「揚排水ポンプ設備技術基準」（国土交通省）

（特記仕様書で規定）「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）

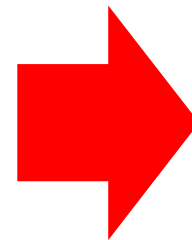
（国土交通省）

（一社 河川ポンプ施設技術協会）

### 揚排水ポンプ設備技術基準

ポンプ口径（参考値）

容量区分		陸上ポンプ					
吐出し量 m <sup>3</sup> /s		低揚程ポンプ		高揚程ポンプ			
超	以下	軸流形 全揚程		斜流形 全揚程		斜流形 全揚程	渦巻形 全揚程
		2.5m超	5m以下	3.2m超	9m以下	9m超	15m超
		I型	II型	I型	II型	20m以下	80m以下
0.08	0.20	—	—	—	—	—	—
0.20	0.38	400	350	400	350	400	400
0.38	0.60	500	450	500	450	500	500
0.60	0.83	600	500	600	500	600	600
0.83	1.17	700	600	700	600	700	700
1.17	1.50	800	700	800	700	800	800
1.50	1.92	900	800	900	800	900	900
1.92	2.50	1,000	900	1,000	900	1,000	1,000
2.50	3.33	1,200	1,000	1,200	1,000	1,200	1,200
3.33	4.25	1,350	1,200	1,350	1,200	—	—
4.25	5.42	1,500	1,350	1,500	1,350	—	—
5.42	6.67	1,650	1,500	1,650	1,500	—	—
6.67	8.00	1,800	1,650	1,800	1,650	—	—
8.00	10.00	2,000	1,800	2,000	1,800	—	—

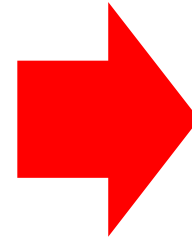


技術基準で定める  
各種仕様に関して、  
同解説では詳細に  
仕様を規定

### 主ポンプの主要部材料（例）

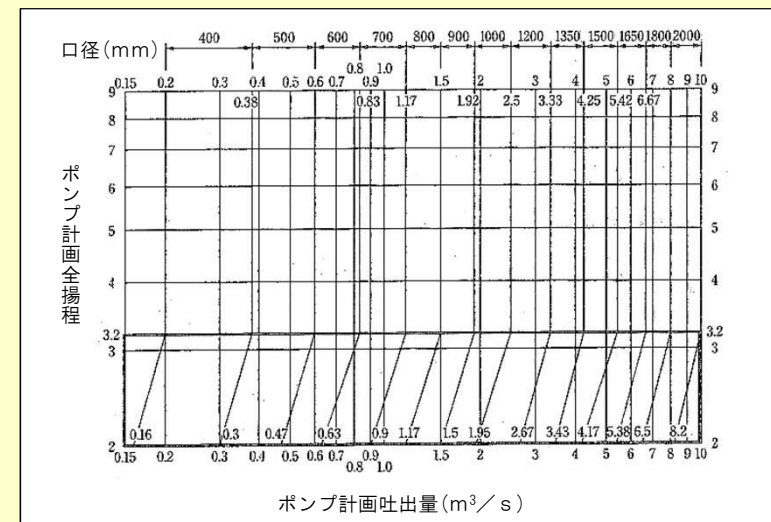
凡例：○選択範囲 —該当部品なし

部品名称	材料名称	規格記号	適用		
			横軸形	立軸形	渦巻形
ケーシング	ねずみ鋳鉄品	JISG5501 FC	○	○	○
	球状黒鉛鋳鉄品	JISG5502 FCD	—	—	○
羽根車	炭素鋼鋳鉄品	JISG5101 SC	○	○	○
	ステンレス鋼鋳鋼品	JISG5121 SCS	○	○	○
主軸	青銅鋳物	JISH5120 CAC	—	○	○
	ステンレス鋼棒	JISG4303 SUS-B	○	○	○
水中軸受	機械構造用炭素鋼鋼材	JISG4051 S**C	○	○	○
	セラミックス	—	—	○	—
樹脂	—	—	—	○	—
	鉛青銅鋳物	JISH5120 CAC	○	—	—
青銅鋳物	—	—	○	—	—
	青銅鋳物	JISH5120 CAC	○	—	—
ホワイトメタル	—	—	○	—	—
	青銅鋳物	JISH5401 WJ	○	—	—
中間軸	機械構造用炭素鋼鋼材	JISG4051 S**C	—	○	○
	一般構造用炭素鋼鋼管	JISG3444 STK	—	○	○
スリーブ	超硬合金	—	—	○	○
	ステンレス棒鋼	JISG4303 SUS-B	○	○	○
ステンレス鋼鋳鋼品	—	—	○	○	○
	ステンレス鋼鋳鋼品	JISG5121 SCS	○	○	○
青銅鋳物	JISH5120 CAC	○	○	○	



### 揚排水ポンプ設備技術基準・同解説

解説図 ポンプ口径選定図（低揚程斜流ポンプーI型）



解説表 立軸斜流ポンプ及び立軸軸流ポンプの主要部材料

部品名	材 料 名	材料記号
吸込ベル	ねずみ鋳鉄品	FC250
吐出しポウル	ねずみ鋳鉄品	FC250
揚水管	ねずみ鋳鉄品	FC250
吐出しエルボ	ねずみ鋳鉄品	FC250
羽根車	炭素鋼鋳鋼品, ステンレス鋼鋳鋼品	SC450, SC480, SCS13
主 軸	ステンレス鋼棒	SUS403
水中軸受	セラミックス	—
中間軸	機械構造用炭素鋼鋼材, 一般構造用炭素鋼鋼管	S35C, S45C, STK
スリーブ	超硬合金	—
減速機台	一般構造用圧延鋼材, ねずみ鋳鉄品	SS400, FC250

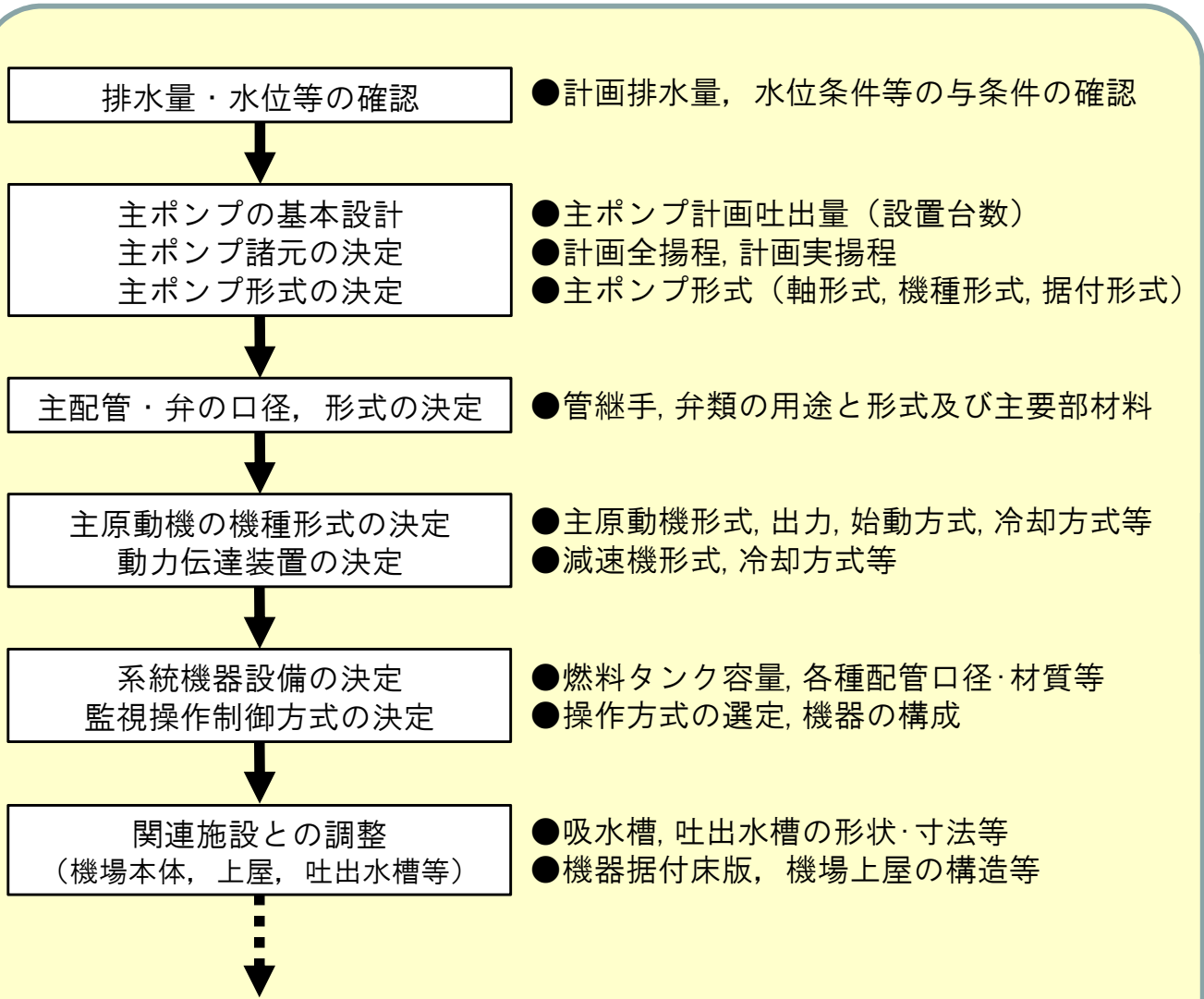
注：立軸ポンプの水中軸受はセラミックス軸受の他に、ゴム軸受や樹脂軸受を用いる場合もある。



設計図書（特記仕様書等）に反映

# 論点6 ポンプ設備の設計手順

## ■ ポンプ設備の設計手順



- 計画排水量, 水位条件等の与条件の確認
- 主ポンプ計画吐出量 (設置台数)
- 計画全揚程, 計画実揚程
- 主ポンプ形式 (軸形式, 機種形式, 据付形式)
- 管継手, 弁類の用途と形式及び主要部材料
- 主原動機形式, 出力, 始動方式, 冷却方式等
- 減速機形式, 冷却方式等
- 燃料タンク容量, 各種配管口径・材質等
- 操作方式の選定, 機器の構成
- 吸水槽, 吐出水槽の形状・寸法等
- 機器据付床版, 機場上屋の構造等

『揚排水ポンプ設備技術基準』及び  
『揚排水ポンプ設備技術基準・同解説』に基づき、標準仕様決定

## ■ 特記仕様書 (設計図書) の記載例

- 主ポンプ (機器仕様)
 

数	量	3台	
形	式	立軸斜流ポンプ(Ⅱ型・標準)	
口	径	1,500mm	
駆	動	方式	ディーゼル機関駆動
計	画	吐出量	6.7m <sup>3</sup> /s×3台
計	画	実揚程	4.5m
計	画	全揚程	5.8m
軸	封	装置	無給水式
- 主原動機 (機器仕様)
 

数	量	3台		
形	式	4サイクルディーゼル機関		
出	力	550kW以上		
燃	料	消費率	0.25kg/kW・h以下	
使	用	燃	料	重油
始	動	方	式	空気式
冷	却	方	式	水冷(管内クーラー方式)
換	気	方	式	排気管による単独排気方式
- 燃料小出槽
 

数	量	1基		
形	式	鋼板製角形		
容	量	1,970リットル		
貯	留	燃	料	A重油
材	料	本	体	: SS400, 架台類: SS400
付	属	品	油面計	1基分
			フロートスイッチ	1式
			基礎ボルトナット	1基分



# 論点6 排水ポンプ設備工事の発注実績

## ■排水ポンプ設備工事（新設・改修・更新）の発注実績

総合評価方式	施工能力評価型 施工能力を評価する		技術提案評価型 施工能力に加え、技術提案を求めて評価する			
	Ⅱ型	Ⅰ型	S型	AⅢ型	AⅡ型	AⅠ型
発注仕様	発注仕様に基づき、適切で確実な施工を行う能力を有しているかを、企業・技術者の能力等で確認	発注仕様に基づき、適切で確実な施工を行う能力を有しているかを、施工計画を求めて確認	施工上の特定の課題等に関して、施工上の工夫等に係る提案を求めて総合的なコストの縮減や品質の向上等を図る場合	部分的な設計変更を含む工事目的物に対する提案、高度な施工技術等により社会的便益の相当程度の向上を期待する場合	有力な構造・工法が複数あり、技術提案で最適案を選定する場合	通常の構造・工法では制約条件を満足できない場合
標準案	有			有	無	
発注形態（目安）	設計・施工分離			設計・施工分離	設計・施工一括	
提案内容	求めない（実績で評価）	施工計画	施工上の工夫等に係る提案	部分的な設計変更や高度な施工技術等に係る提案	施工方法に加え、工事目的物そのものに係る提案	
評価方法	2段階審査（可・不可）			点数化		
発注実績（N=40）	13	11	16	0	0	0

標準案に基づく施工  
（仕様変更なし）

技術提案に基づく施工  
（提案による仕様変更）

全ての工事で設計図書で定める『標準案』に基づき施工する総合評価方式を採用

※発注実績は「国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用ガイドライン（2013.3月）」に基づく実績件数（H25年度以降）

# 論点6 ポンプ場(下水道)における性能発注事例

## ◆事業目的

既設ポンプ場の老朽化に伴い、PFI手法を導入して、新たにポンプ場を建設。

## ◆事業内容

- PFI方式を参考にしたDBO方式
- ポンプ場の撤去、設計・建設及び維持管理（運転業務を含む）
- 契約期間  
維持管理20年を含む28年間

## ◆瑕疵担保及び保証（主な項目(抜粋)）

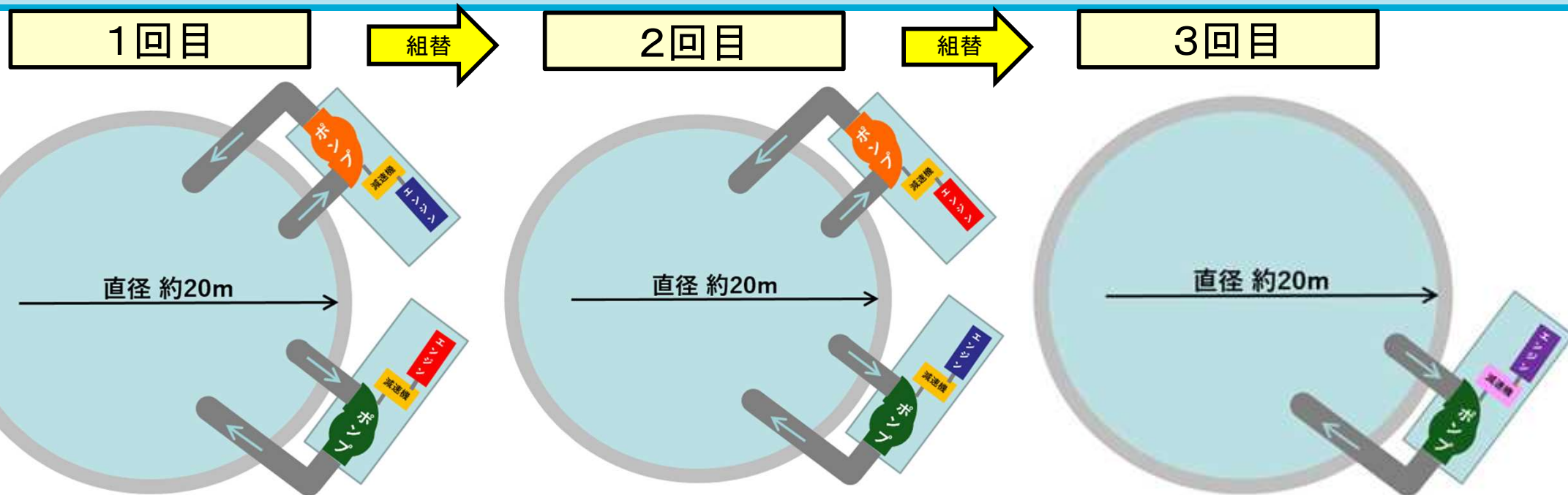
- 設計の瑕疵担保  
要求水準書、実施設計図書及び提案書等に記載した施設の性能及び機能は、全て事業者の責任において保証
- 施工の瑕疵担保（瑕疵担保期間）
  - 1) コンクリート躯体部分 : 10年
  - 2) その他の部分 : 5年
- 性能保証期間
  - 1) 土木・建築施設 : 2年
  - 2) 機械・電気設備 : 1年
  - 3) 防水工事等 : 5年 or 10年

## ◆要求水準（主な項目(抜粋)）

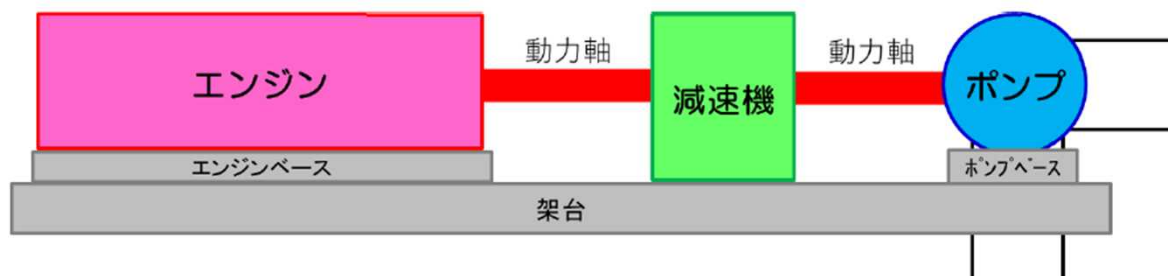
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ポンプ場揚水能力           <ul style="list-style-type: none"> <li>・雨天時の送水量で規定</li> <li>・計画下水量で規定</li> </ul> </li> <li>○汚水ポンプ設備<br/>(前提条件)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・時間最大水量をもとにポンプ容量の設定を行うこと</li> <li>・浸水時でもポンプ運転が可能</li> </ul> </li> <li>(ポンプ吐出量・台数)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・常用機2台以上、予備機1台</li> <li>・電動駆動</li> <li>・ポンプの間欠運転がないこと</li> <li>・運転時間の平準化</li> </ul> </li> <li>(ポンプ形式)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・搬出入時を考慮した維持管理性を考慮</li> <li>・建屋のレイアウトを考慮</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○雨水ポンプ設備<br/>(前提条件)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・流入水量の合流雨水を排水</li> <li>・所轄消防署の条件を考慮</li> <li>・浸水時でもポンプ運転が可能</li> </ul> </li> <li>(ポンプ吐出量・台数)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・常用機2台以上、予備機1台</li> <li>・電動駆動</li> <li>・ポンプの間欠運転がないこと</li> <li>・運転時間の平準化</li> </ul> </li> <li>(ポンプ・原動機・吸水槽等の形式)           <ul style="list-style-type: none"> <li>・採用実績</li> <li>省スペース化</li> <li>信頼性の高さ</li> <li>施工性等 を考慮</li> </ul> </li> </ul> |
|--|---|



# 論点7 マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験(イメージ)



【マスプロダクツ型排水ポンプ 機器構成イメージ】



主要計測項目一覧表

計測項目	計測方法	使用機器	備考
始動特性	回転速度・エンジン側とポンプ側2箇所で計測・経過時間と回転速度を同時記録	回転速度センサ(非接触式)	始動操作～定格回転速度到達時
始動特性	トルク・エンジン側とポンプ側2箇所で計測・経過時間とトルクを同時記録	トルクセンサ(非接触型)	回転速度と同時刻計測
エンジン負荷特性	負荷変動時のエンジン回転速度・負荷はポンプ揚程(流量)で変更	回転速度センサ(非接触式)	負荷変動の前後
ポンプ負荷	吸込、吐出し圧	連成計	始動時、負荷変動時
冷却水温度	入口、出口温度	水温計	連続運転時温度上昇
運転時の振動	振動	振動計	始動時、連続運転中
キャビテーションの発生	振動、騒音、流量等	振動計	定格運転時

※連続運転時間72時間の性能確認含む

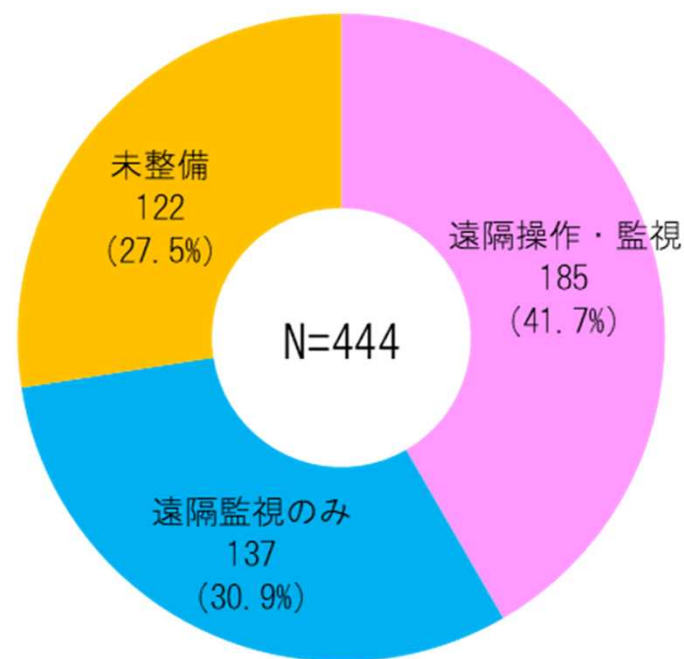
# 論点7 実証試験に係る基本協定(≒PoC契約)

モデル契約書ver1.0 (PoC契約書) ※	マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験 基本協定書
<u>第3条 (本検証)</u> 技術検証の位置付けを規定。 ・対象技術の導入・適用による開発可否や妥当性の評価を行うもの。 ・一定の成果物を完成させるのではなく、検証のための業務実施を目的としたもの。	<u>第4条 (実証試験の役割)</u> 実証試験における協定各社の役割 (実施事項) を規定。  <u>第7条 (実証試験の詳細)</u> 実証試験の詳細手順等の詳細について規定。
<u>第4条 (委託料および費用)</u> 検証に係る業務の委託金額等を規定。	<u>第6条 (費用負担)</u> 実証試験に関わる費用負担について規定。
<u>第6条 (共同研究開発契約の締結)</u> 技術検証から共同研究開発契約への移行について規定。	※規定しない。 実証試験後の製品化に向けた開発は企業側が担う。
<u>第8条 (秘密情報、データおよび素材等の取扱い)</u> 相手から提供を受けた秘密情報等の管理方法について規定。	<u>第9条 (秘密保持義務)</u> 秘密情報等の管理方法について規定。(=NDA)
<u>第9条 (本報告書等の知的財産権)</u> 技術検証により生じた知的財産権の取扱い・利用条件について規定。	<u>第8条 (知的財産権)</u> 実証試験の過程で発生した成果等の帰属について規定。
<u>第10条 (損害賠償)</u> 契約の履行に関して違反が生じた場合の損害賠償責任について規定。	<u>第10条 (損害賠償責任)</u> 協定違反により生じた、他者への損害賠償責任について規定。
<u>第11条 (解除)</u> 契約解除に関する一般的規定。	<u>第12条 (解除)</u> 協定解除に関する規定。
<u>第12条 (期間)</u> 契約の有効期間を定めた一般的規定。	<u>第14条 (有効期限)</u> 協定書の有効期限を定めた規定。
<u>第13条 (残存条項)</u> 契約終了後も効力が存続すべき条項に関する規定。	<u>第16条 (残存条項)</u> 協定終了後も引き続き有効とする条項に関する規定。
<u>第14条 (準拠法および管轄裁判所)</u> 紛争解決手続きに関して裁判管轄を定める規定。	<u>第15条 (管轄裁判所)</u> 協定に関する紛争解決手続きに関して裁判管轄を定める規定。
<u>第15条 (協議解決)</u> 一般的な協議解決に関する規定。	<u>第17条 (協議)</u> 一般的な協議解決に関する規定。
<u>第●条 (権利義務の譲渡の禁止) ※追加条項として例示</u> 契約上の地位については相手方の承諾なく譲渡できないとする一般的規定。	<u>第13条 (権利義務の譲渡禁止)</u> 協定上の地位若しくは権利義務を他の協定各社からの承諾なく譲渡できないとする規定。

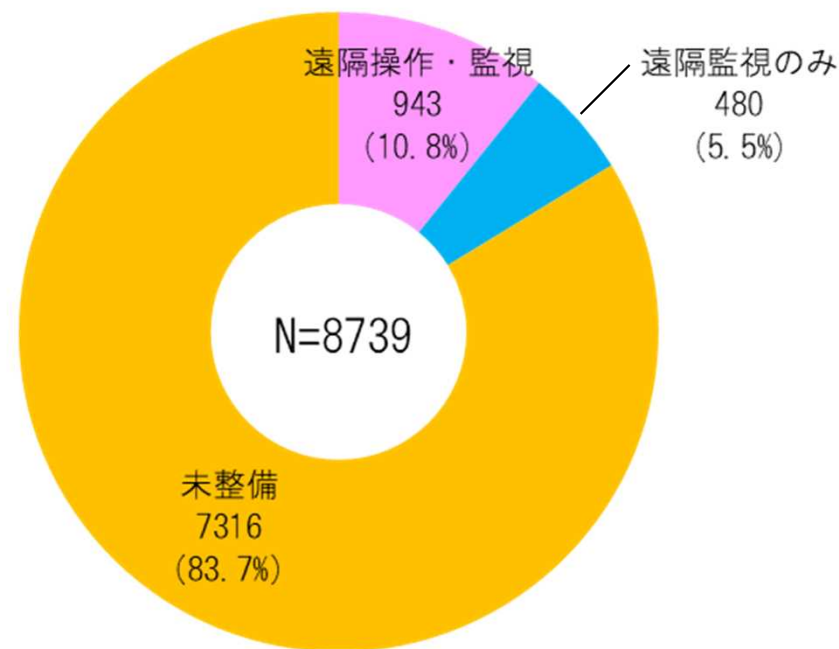
## ■国が管理する施設の現状

遠隔操作のためのハード整備については、一定程度進んでいる

〔排水機場〕



〔水門・樋門樋管〕



### ●排水機場（444機場）

- ・ 185機場で遠隔操作・監視が可能
- ・ 137機場で遠隔監視のみ可能

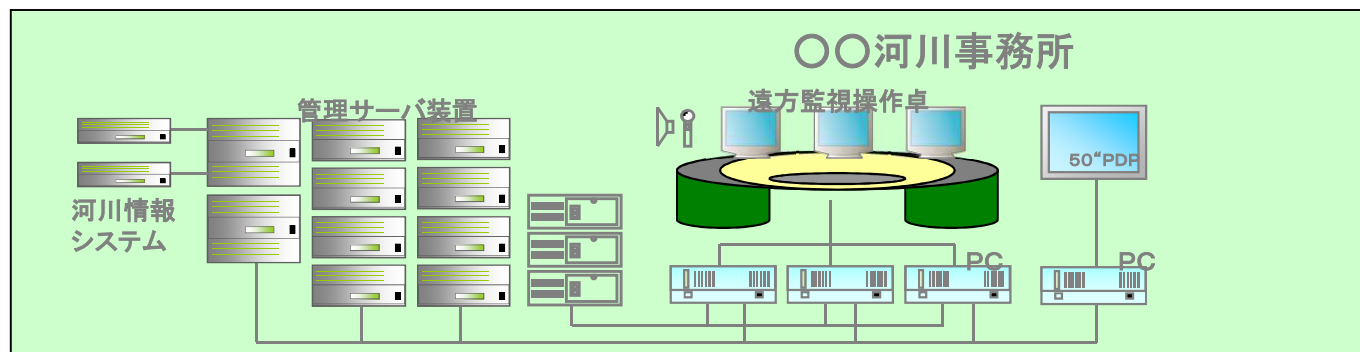
### ●水門・樋門樋管（8,739箇所）

- ・ 943箇所で遠隔操作・監視が可能
- ・ 480箇所で遠隔監視のみ可能

# 論点8 機械設備の遠隔操作の導入

## 遠隔監視操作システム構成（例）

事務所



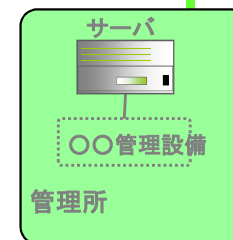
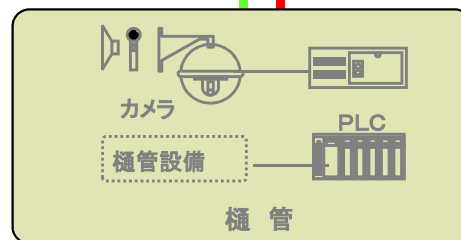
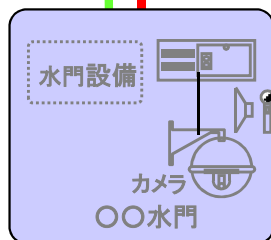
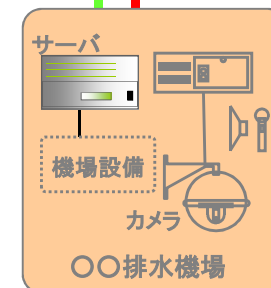
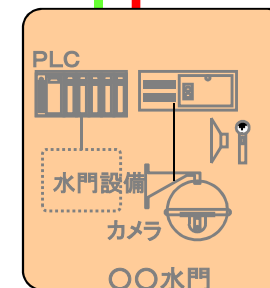
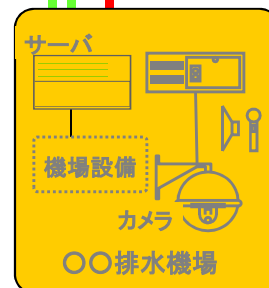
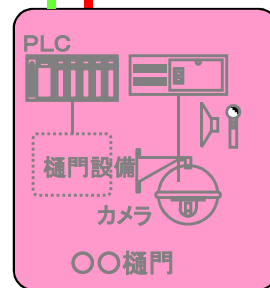
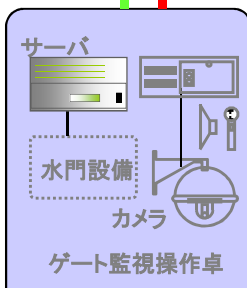
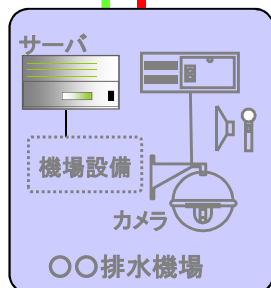
制御 映像

河川管理専用の光ケーブルネットワーク(多重化)

出張所



排水機場／水門



光ネットワーク



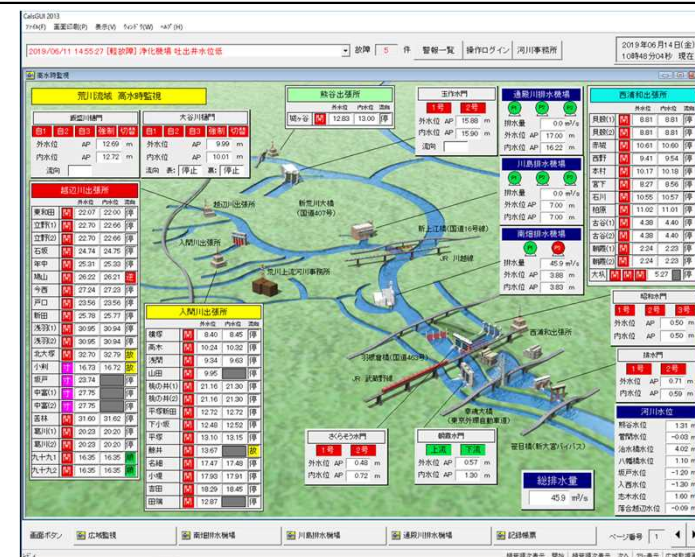


# 論点8 機械設備の遠隔操作の導入

## 遠隔監視操作システム構成（河川事務所・出張所への設置事例）



機械設備の遠隔監視・操作装置



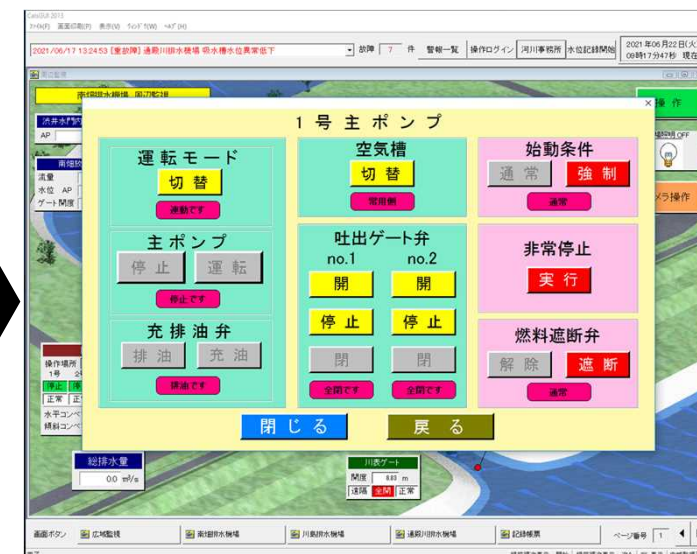
広域監視画面



排水機場監視画面



排水機場操作画面（装置選択画面）



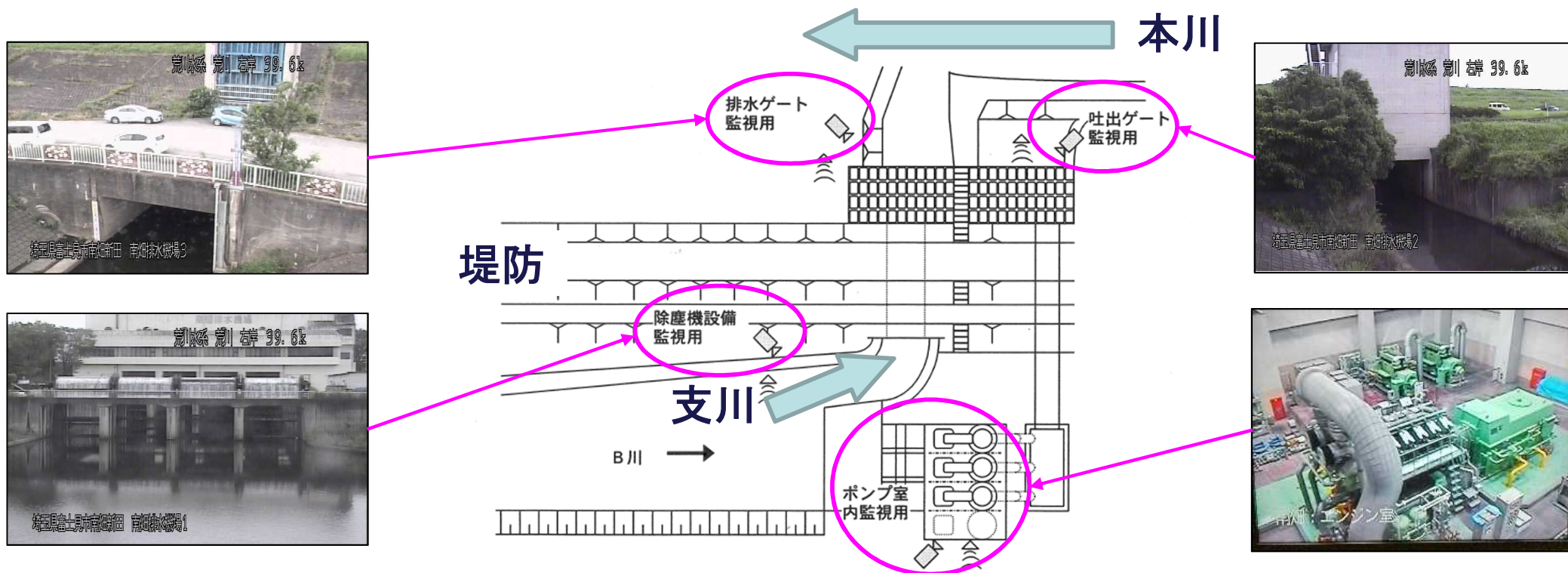
排水機場操作画面（運転操作画面）



# 論点8 機械設備の遠隔操作の導入

## 遠隔操作に必要な監視カメラ・警報機器の配置例、運転時の安全確認対象（例）

- ・ 吐出ゲート周辺の侵入者、大型ゴミ等の施設運転に支障となる要因の早期発見
- ・ 釣り人、機側の補助員等にポンプ運転開始時の警報・注意喚起



## ○河川ポンプの運転フロー

0. 【平常時】



本川水位 < 支川水位 順流

1. 【洪水時】



本川水位 > 支川水位 逆流

2. 【洪水時】



ゲート閉操作

3. 【洪水時】



ポンプで強制排水



# 論点8 機械設備の遠隔操作の導入

## 現地での故障対応事例

### ① 除塵機ゴミ詰まり等

吸水槽水位の異常低下による主ポンプ停止  
【重故障】

除塵機ゴミ詰まり、水位計異常等の解消

機側操作で運転再開(再起動)



### ② 冷却水ポンプ故障

冷却水温度異常上昇により主エンジン停止  
【重故障】

冷却水ポンプ故障、検出器異常等

機側操作での予備機器への切替

冷却水温度が異常に高くないか確認ください

ディーゼル機関の計器板

