

令和4年度
新エネルギー等の保安規制高度化事業
(水力発電設備における保安高度化推進事業)

調 査 報 告 書

令和5年3月

一般社団法人 電力土木技術協会

目 次

1. 事業目的	3
2. 実施体制と調査実績	3
2.1 実施体制	3
2.2 委員会・作業部会名簿	4
2.3 調査実績	5
3. 委員会・作業部会の開催状況	6
4. 事業内容及び実施方法	10
4.1 事業内容	10
4.2 実施方法	12
5. 調査結果と課題	13
5.1 「外部委託制度」の見直しに係る検討	13
5.1.1 検討課題	13
5.1.2 点検を代替するスマート機器	16
5.1.3 「項目」と「頻度」	18
5.1.4 検討結果	20
5.2 工事計画書に係る検討	22
5.2.1 規定の変遷	22
5.2.2 河川法に基づく申請書類	44
5.2.3 アンケート結果の集約	54
5.2.4 検討結果	55

-添付図表-	58
図表 1 外部委託制度の枠組み	59
図表 2 「外部委託制度」の見直しに係る検討フロー図	60
図表 3 工事計画書に係る検討フロー図	61
図表 4 水力設備に係る主な設備別不具合事象と標準的な点検内容に関するスマート機器の導入性	62
図表 5 スマート保安技術の導入について	65
図表 6 スマート機器に係る課題と補完法に関する方向性及びソフトセンサーについての見解	67
図表 7 水力設備の保安管理を外部委託する場合の点検周期の比較	69
図表 8 工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に関する事業者からの要望・意見の集約と取扱い	70
図表 9 工事計画書の記載事項及び添付書類に係る改善の方向性について	73
-参考資料-	77
(1) 「外部委託制度」の検討に係るその他付帯的事項	78
(2) 自家用電気工作物保安管理規程(抄)	79
(3) 巡視・点検の有効性	82
(4) 保安管理業務に係るヒアリング結果	107
(5) 土木情報学の体系化(土木学会)関連資料	125
(6) 工事計画書に係るアンケート結果	128

1. 事業目的

FIT 制度の創設以来、我が国では再生可能エネルギーによる発電が増加の一途をたどっている。このうち、水力についても、従前の電力会社や公営電気事業者等に加え、新規発電事業者の参入により新規の水力発電設備の建設が進められており、今後も活発な導入拡大が期待されている。

こうした中で近年、水力発電設備の健全性評価等に係る点検・計測、解析・評価においては、進境著しいデジタル・AI 技術の導入が進み、これら業務の高度化が図られ、運転監視分野においても情報通信技術が積極的に活用されるなど、自動化・遠隔化が進んでいるところであるが、他方で、工事計画書の記載内容や添付すべき書類に関しても合理化が求められているところである。

本委託調査は、これら自動化・遠隔化を含む高度化技術の効果及び汎用性等を踏まえ、告示で定める保安全管理業務に関してダム水路管理技術者が行う点検の頻度及び項目の見直しなど保守管理業務の合理化を支援するとともに、工事計画書に関してもその合理化を図るための見直しを行い、水力発電設備の保安水準の向上を図ることを目的とするものである。

2. 実施体制と調査実績

2.1 実施体制

調査を効率的に実施するため学識経験者、関連団体、実務経験者等からなる委員会と、調査実務をアシストする役目を担う実務経験者等からなる作業部会を設置し一連の作業を実施した。

なお、委員会やその下部組織の委員については、あらかじめ産業保安グループ 電力安全課と協議のうえ選定した。実施体制を図 2.1、構成メンバーを表 2.1 に示す。

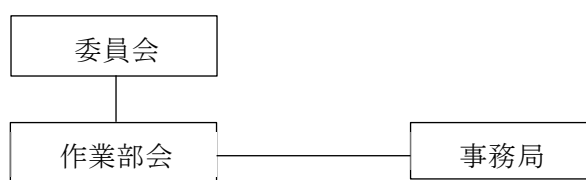


図 2.1 実施体制

表 2.1 構成メンバー

区分	職	組織	選定基準
委員会	委員長	学識経験者	大学教授、研究機関の参事・副参事級
	委員	学識経験者	〃
	〃	電気事業者	担当副部長、部筆頭課長級
	〃	関係団体	〃
作業部会	主査	電気事業者	実務担当課長、副長級
	部会員	研究機関	〃
	〃	電気事業	〃
	〃	関係団体	〃

2.2 委員会・作業部会名簿

<委員会> ※ 委員長

※田辺 眞一 (元 経済産業省 資源エネルギー庁 発電課長)
山本 隆三 (常葉大学 経営学部 名誉教授)
大串 葉子 (椙山女学園大学 現代マネジメント学部 教授)
喜田 勝彦 (公営電気事業経営者会議 事務局長)
日比野 悦久 (水力発電事業懇話会)
尾林 孝平 (電気事業連合会 立地電源環境部 副長)

計 6 名

<作業部会> ※主査

※佐藤 哲哉 (電源開発(株) 水力発電部水力土木室 総括マネージャー)
三沢 剛 (中部電力(株) 再生可能エネルギーカンパニー水力事業部
運営・技術グループ 副長)
安嶋 雅典 (群馬県企業局 発電課 補佐(ダム水路係長))
中沢 邦秀 (長野県企業局 電気事業課 担当係長)
田沢 拓也 (東京発電(株) 水力発電事業部 事業総括グループ 主任)

計 5 名

<オブザーバー>

日野 裕司 (経済産業省商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課 課長補佐)
清水 晶悟 (" 再エネ担当)

<事務局>

川原 修司 (一般社団法人 電力土木技術協会 専務理事)
伊豆 好弘 (" 事務局長兼技術部長)
高島 賢二 (" 特任技師長)
小松 俊夫 (" 特任調査役)
伴 至 (" 特任調査役)
斉木 英彦 (" 研究員)

(敬称略 順不同)

2.3 調査実績

実際の作業工程を表 2.2 に示すが、概ね当初計画どおりである。

表 2.2 調査実績工程

年 月 調 査 事 項	令和 4 年									令和 5 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
委託契約、経理事務												
調査方針、調査計画策定												
委員会等の運営管理												
委員等委嘱												
委員会					▲		▲		▲			▲
作業部会					▲	▲		▲			▲	
保安全管理業務の点検頻度及び項目に係る検討												
工事計画書に記載する事項や添付書類に係る検討												
ヒアリング調査												
調査結果のとりまとめ												

3. 委員会・作業部会の開催状況

委員会等の会合は、委員会 4 回、作業部会 4 回を開催した。各会合の開催状況は表 3.1 のとおりである。

表 3.1 会議開催状況

回	委員会	作業部会	備考
1	令和 4 年 8 月 1 日	令和 4 年 8 月 1 日	
2	令和 4 年 10 月 13 日	令和 4 年 9 月 29 日	
3	令和 4 年 12 月 14 日	令和 4 年 11 月 17 日	
4	令和 5 年 3 月 6 日	令和 5 年 2 月 16 日	

以下、各会合に係る開催概要を表 3.2 に示す。

(各会合に係る議事録は、参考資料(1)委員会・作業部会議事録のとおりである。)

表 3.2 委員会等開催概要

区 分	第 1 回 委員会・作業部会合同会議
日 時	令和 4 年 8 月 1 日 (月) 10 : 00 ~ 11 : 40
場 所	WEB 会議 (Cisco 社 Webex)
出席者	<委員 6 名> 田辺委員、山本委員、大串委員、喜田委員、日比野委員、尾林委員 <作業部会委員 5 名> 佐藤委員、三沢委員、安嶋委員、中沢委員、田沢委員 <オブザーバー 2 名> 日野課長補佐 (経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) 清水再エネ担当 (") <事務局 3 名> 伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、斉木研究員
議 題	第 1 号議案 委員長・主査の選任 第 2 号議案 実施計画 第 3 号議案 委員会・作業部会スケジュール 第 4 号議案 業務の検討方針 第 5 号議案 その他

区分	第 2 回 作業部会
日 時	令和 4 年 9 月 29 日 (木) 14 : 00～15 : 30
場 所	ビジョンセンター浜松町 4 階 I ルーム
出席者	〈作業部会委員 5 名〉 佐藤主査、三沢委員、安嶋委員、中沢委員、田沢委員 〈オブザーバー 1 名〉 清水再エネ担当(経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) 〈事務局 6 名〉 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録 (案) 第 2 号議題 実施方法の見直し 第 3 号議題 保安全管理業務に係る検討 第 4 号議題 工事計画書に係る検討 第 5 号議題 ヒアリング・現地調査に係る実施計画 第 6 号議題 その他

区 分	第 2 回 委員会
日 時	令和 4 年 10 月 13 日 (木) 10 : 00～11 : 40
場 所	WEB 会議 (Cisco 社 Webex)
出席者	〈委員 6 名〉 田辺委員長、山本委員、大串委員、喜田委員、日比野委員、尾林委員 〈オブザーバー 2 名〉 日野課長補佐 (経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) 清水再エネ担当 (〃) 〈事務局 6 名〉 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録(案) 第 2 号議題 実施方法の見直し 第 3 号議題 保安全管理業務に係る検討 第 4 号議題 工事計画書に係る検討 第 5 号議題 ヒアリング・現地調査に係る実施計画 第 6 号議題 その他

区 分	第 3 回 作業部会
日 時	令和 4 年 11 月 17 日 (木) 10 : 00～14 : 00
場 所	ビジョンセンター浜松町 4F K ルーム (WEB 参加併用)
出席者	〈作業部会委員 5 名〉 佐藤主査、三沢委員、安嶋委員、中沢委員、田沢委員 〈オブザーバー 2 名〉 日野課長補佐 (経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) 清水再エネ担当 (〃) 〈事務局 6 名〉 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録 (案) 第 2 号議題 保安管理業務に係る検討 第 3 号議題 工事計画書に係る検討 第 4 号議題 その他

区 分	第 3 回委員会
日 時	令和 4 年 12 月 14 日 (水) 10 : 00 ～ 12 : 15
場 所	WEB 会議 (Cisco 社 Webex)
出席者	〈委員 6 名〉 田辺委員長、山本委員、大串委員、喜田委員、日比野委員、尾林委員 〈作業部会委員 1 名〉 佐藤主査 〈オブザーバー 2 名〉 日野課長補佐 (経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) 清水再エネ担当 (〃) 〈事務局 6 名〉 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録 (案) 第 2 号議題 保安管理業務に係る検討 第 3 号議題 工事計画書に係る検討 第 4 号議題 その他

区 分	第 4 回 作業部会
日 時	令和 5 年 2 月 16 日 (木) 10 : 00～11 : 20
場 所	WEB 会議 (Cisco 社 Webex)
出席者	＜作業部会委員 5 名＞ 佐藤主査、三沢委員、安嶋委員、中沢委員、田沢委員 ＜オブザーバー 1 名＞ 清水再エネ担当(経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課) ＜事務局 6 名＞ 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録 (案) 第 2 号議題 「点検」の「項目」と「頻度」の見直し 第 3 号議題 工事計画書に係る検討

区 分	第 4 回委員会
日 時	令和 5 年 3 月 6 日（月） 10：00 ～ 11：30
場 所	WEB 会議（Cisco 社 Webex）
出席者	<委員 6 名> 田辺委員長、山本委員、大串委員、喜田委員、日比野委員、尾林委員 <作業部会 1 名> 佐藤主査 <オブザーバー 2 名> 日野課長補佐（経済産業省 商務情報政策局 産業保安グループ 電力安全課） 清水再エネ担当（ 〃 ） <事務局 6 名> 川原専務理事、伊豆事務局長兼技術部長、高島特任技師長、小松特任調査役、伴特任調査役、斉木研究員
議 題	第 1 号議題 前回議事録（案） 第 2 号議題 保安全管理業務に係る検討 第 3 号議題 工事計画書に係る検討

4. 事業内容及び実施方法

4.1 事業内容

電力安全課による指導の下、仕様書で定められた事業の実施方法等に基づき的確に進めることに配慮し、以下の業務を実施した。

(1) 水力発電設備に係る保安管理業務の点検の頻度及び項目に関する検討

水力発電設備に係る保安管理業務をダム水路管理技術者が行う際の点検の頻度及び項目については、『主任技術者制度の解釈及び運用（内規）』及び『平成十五年経済産業省告示第二百四十九号（電気事業法施行規則第五十二条の二第一号ロの要件等に関する告示）』に規定されているところである。

近年、水力発電設備の健全性評価等に係る点検や計測、解析評価において、デジタル技術を用いた保安の高度化技術（以下、「スマート保安技術」という）の導入が進み、水力発電設備の保安水準の向上が期待されていることから、こうしたスマート保安技術の導入によって当該保安管理業務をダム水路管理技術者が行う際の点検の頻度及び項目の見直しが可能なものであるか調査検討を行った。なお、実施にあたっては昨年度受託した「令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（ダム水路主任技術者資格の交付要件等に関する調査）」の成果も活用して以下の業務を実施した。

以下、本件については「外部委託制度」の見直しに係る検討」と称する。

- ① 現状の保安管理業務における点検の頻度及び項目について、改善すべき課題等を整理した。
- ② スマート保安技術については、経済産業省において作成、公表した『水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン』において示された技術や導入事例を参照するとともに、最新の技術動向等に係るヒアリングや現地調査を実施し、巡視点検の代替性、予防保全効果などの実態を確認した上で、具体的な仕様やシステム構成等を整理した。
- ③ 前項までの成果を踏まえ、当該保安管理業務をダム水路管理技術者が行う際の点検の頻度及び項目の見直しの可能性を検討し、『主任技術者制度の解釈及び運用（内規）』及び『平成十五年経済産業省告示第二百四十九号（電気事業法施行規則第五十二条の二第一号ロの要件等に関する告示）』の見直しに係る検討結果を取りまとめた。
- ④ 検討にあたっては、水力発電設備の保安管理業務を行っている法人や発電事業者等へのヒアリングを行い、実態を調査した上で、スマート保安技術を前提とした点検の頻度及び項目の見直しに係る検討を行った。

(2) 水力発電設備に係る工事計画書に記載する事項や添付書類に関する検討

工事計画書に記載する事項や添付資料について、その合理化を総合的に検討するため、以下の業務を実施した。

以下、本件については「工事計画書に係る検討」と称する。

- ① 電気事業法に関する規定の変遷を整理し、例えば「出力区分」、「設備」別に評価・検討を行い、記載事項や添付書類の見直しにあたって改善すべき課題等を整理した。

- ② 水力発電設備の設置に係る河川法に基づく申請書について、記載事項や添付書類について調査を行い、工事計画書と重複する項目や類似する添付書類について、書類の省略などを含む見直しが可能か検討を行った。
- ③ 検討にあたっては、発電事業者やメーカー等へのヒアリングを10者程度行い、実態を調査した上で、技術基準への適合性が審査可能であることや公衆災害の発生防止・拡大抑止等の観点を含めた総合的な検討を行った。

4.2 実施方法

各業務に係る具体的な実施方法を以下に示す。

(1) 「外部委託制度」の見直しに係る検討

① 背景

平成 15 年経済産業省告示第 249 号において、自家用電気工作物に係る「維持」及び「運用」の保安に関して、外部委託として委託契約書で定められる「ダム水路管理技術者」が実施する点検の頻度及び項目が定められている。また、近年、工作物の健全性評価等に係る点検業務全般に関してもデジタル技術を応用した所謂「スマート保安技術」の導入が進められている。

② 検討内容

技術開発中のツールを含め、「点検項目」毎に採用可能と目される機器やシステムを広範に調査し、関係事業者のヒアリング結果も尊重して、当該点検に求められる機能を充足していることと併せ、導入した際の「点検頻度」についても検討するものとした。

③ 成果のとりまとめ

水力発電所を構成する工作物ごとに、先進的な技術を導入した機器・システムを導入することが適切な「項目」を選定し、適切な「点検頻度」と併せ検討結果をとりまとめた。

④ 検討フロー

検討フローを添付図表 2 に示す。

(2) 工事計画書に係る検討

① 背景

水力発電所に係る工事計画を構成する図書については、従前から内容の簡素化等に関する要望がなされている。

② 検討内容

本文の記載事項のみならず、添付書類を含め「保安監督業務」に照らして、その必要性を改めて検討し、必要十分なコンテンツについて調査・検討した。併せて、関係事業者等に対するヒアリングを実施した。

③ 成果のとりまとめ

記載・添付すべき事項毎に、検討結果を整理して見直しの可能性についてとりまとめた。

④ 検討フロー

検討フローを添付図表 3 に示す。

5. 調査結果と課題

5.1 「外部委託制度」の見直しに係る検討

5.1.1 検討課題

検討課題は、『主任技術者制度の解釈及び運用（内規）』及び『平成十五年経済産業省告示第二百四十九号（電気事業法施行規則第五十二条の二第一号ロの要件等に関する告示）』に規定する水力発電設備に係る保安管理業務を「外部委託」する場合において、受託した側の「ダム水路管理技術者」が実施すべき点検の「項目」及び「頻度」に関し、「スマート保安技術」を導入することを想定した場合における、当該規定の見直しの可能性について調査・検討するものである。

(1) スマート保安の進捗

1) 政策の概要とスマート機器について

「スマート保安」は、経済産業省 産業保安グループが所掌する産業分野を対象として、2025年までにその社会実装を推進しようとしているものである。就中、電気設備については、経年劣化の進行、保安人材不足、気候変動に伴う自然災害の激甚化など、保安のあり方として構造的な課題や様々な環境変化への対応が求められている。

このため、電気保安分野において IoT（モノのインターネット）や AI（人工知能）、ドローン等の新技術を導入することで保安力の維持・向上と生産性の向上を両立することが重要とされ、具体的なアクションプランが「スマート保安官民協議会」において策定されている。

本検討では、水力発電設備における保安管理業務に係るアクションプランで示された技術例を参考に、次のものを「スマート機器」として取り扱うことにした。

- 「巡視」・「点検」に係る現場作業のうち画像を含むデータ等の「記録」をデジタル化するもの
タブレット、ウェアラブルカメラ等
- 「巡視」・「点検」/「監視」に関する「現地確認」等を機器に置き換えるもの
定置カメラ、センサー、ドローン、ロボット等
- 「巡視」・「点検」/「監視」及び「制御」に関して装置のコントロールを遠隔化するもの
IoT、遠隔監視/制御装置
- 発電支障や事故・災害の発生に係る事象の予測（進展を含む）と「停止」等の緊急的措置並びに判断を支援するもの
監視カメラ、画像処理技術、AI 等

(2) 電気工作物としての区分と検討対象

本件の対象は次の図 5.1 において斜線のスクリーンをかけた範囲のものであるが、「スマート保安技術」が順次導入されている「事業用」での実績と課題を整理することにより、検討するものとし、併せて、全ての水力発電所に関する「スマート保安技術」の展開に係る「方向性」についても展望するものである。

(背景)

「自主保安」

「スマート保安」の促進



図 5.1 電気工作物としての区分と検討対象

(3) 自家用水力発電所に関する保守の要点

水力発電所の保安に関する重点事項は

- ① 事故・災害の発生防止、拡大抑制 …特に第三者(人命・財産)に影響の及ぶもの
- ② 電力の供給支障

に大別できる。このうち、検討の対象である自家用 2,000 kW 未満のものについては、②電力の「供給支障」に関しては、他に大きく波及することのない自損的事象であるので検討対象外である。

①については、必要十分な保安水準を担保するための要求事項であることから、先行する10電力会社・公営電気事業者・自家発電事業者が政府の意向も勘案して実施している「スマート保安技術」の進捗を踏まえ詳細に検討するものであるが、基本的には、自家用電気工作物保安管理規定 JEAC(8021-2018)の規定に則ったものとする。

(4) スマート保安の基本的枠組み

スマート保安の基本的な要素である IoT や AI の進展により設備保全活動において、現在あらためて大きな注目を集めるようになったのが「CBM(状態基準保全)」である。ここでは「CBM」について、従前、主流であった「TBM」と対比して、その概要を述べるが、図 5.2 に示すとおり「事後保全」や「RBM」(リスクベースドメンテナンス)も適宜組み合わせて、合理的な保安活動を実施していくことが肝要である。

主な保全活動の種類は、故障が発生してから対応する「事後保全」(確保すべき安全レベルに対して余裕のあるものはこれで十分)と、故障が発生する以前の段階で行う「予防保全」に大きく分かれる。ここで、「CBM」とは「Condition Based Maintenance」の略語で、「状態基準保全」と称している。「CBM」は、関連する機械や設備そのものの「状態」や「使用状況」を基に保全活動を行う手法のことを指す。

「予防保全」は故障が起こる以前の段階で、点検や修理、部品交換などを行い、故障や不具合が発生しないようにする活動であるが、基準とするものによって大きく2つに分けられる。時間や期間を基準とする「TBM(時間基準保全)」と、機械や設備の状態を基準とする「CBM(状態基準保全)」である。

「TBM」は期間を決めて修理や部品交換などを行うという手法であって、定期メンテナンスなど、使用状況が多くても少なくても一定期間ごとに修理や部品交換などを行うものである。機械や設備などの使用状況が大きく変化しない場合は定期的なメンテナンスを行うことで、多くの場合は故障や不具合を防ぐことができるものの、一方でそれほど使用しておらずあまり劣化していない部品などの交換も定期的に行うことになるので、メンテナンスコストが高くなるというデメリットも伴う。

一方「CBM」は機械や設備、これらの部品の状況や稼働状況などを把握し、劣化状況などに合わせてメンテナンスする手法である。実際に不具合が起きそうな部分をメンテナンスするため、不要なコストを抑えることができるメリットがあるが、故障の兆候を見落とし、故障や不具合につながってしまうリスクに対しては、これらの状態を適確に把握できる技術者のスキルが求められるという点がポイントである。

TBM と CBM はそれぞれ弱みも内在しているため、適宜 TBM と CBM を組み合わせ、保全する対象毎に要求される品質や生産性に合わせ、バランスをとりながら保全活動を行うべきものとする。

他方、「RBM」 「Risk Based Maintenance」は、必要な情報が高い品質確度で得られれば、数学的アプローチが強靱なものとなり、理想的なシステムを構成することが期待できるものではあるが、その実状に応じて、Risk Based とは別に Risk Informed などといった手法に頼らざるを得ない現状にある。

ただし、不確定な条件の中で、相対比較が可能であることは特筆すべき側面であることから、メンテナンス計画の優先順位を検討する上では極めて有効である。

各種保全方式 (JIS Z 8115-2000)

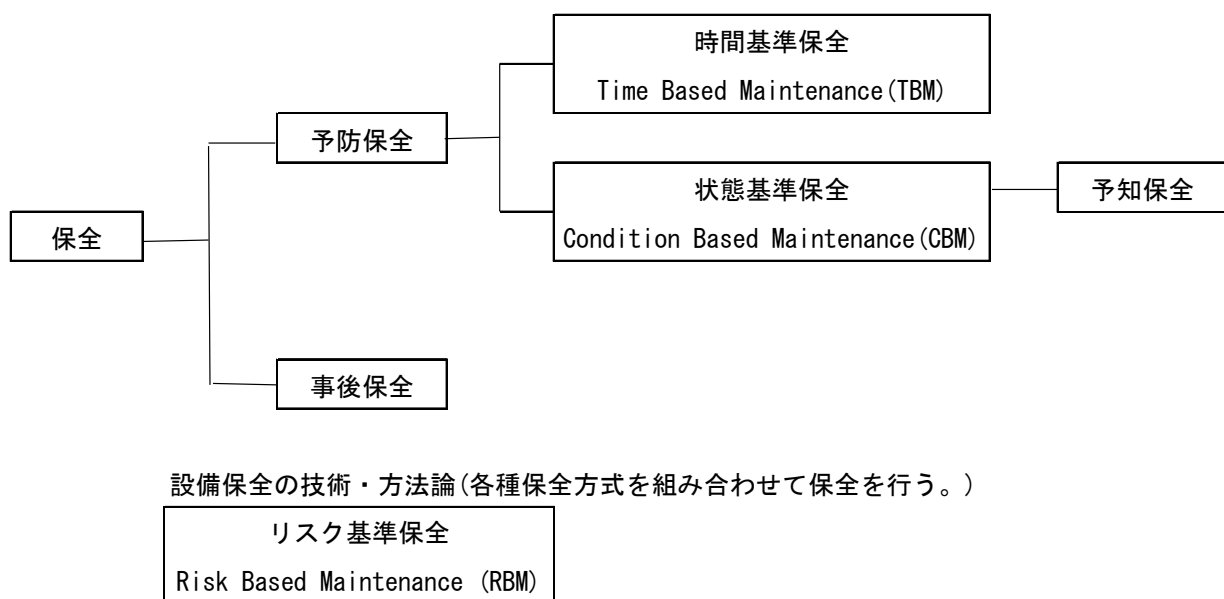


図 5.2 各種保全方式

5.1.2 点検を代替するスマート機器

水力発電設備は、「巡視」・「点検」により設備の「状態監視」が行われている。このスマート化を推進するためには、これらの各監視項目に係る全部又は一部を代替できるスマート機器を開発・導入する必要がある。このため、水力設備に係る監視項目に関する業務を代替するスマート機器の適用例について現況調査を行った。

調査に当たっては、水力設備の多種多様な形態、環境条件を踏まえ、専ら「スマート機器」によるものとは限定せず、所要の「状態監視」性能を全うするための補完的対策を適宜採用するものとして実施した。なお、この方針は、以下に掲げる自家用電気工作物保安管理規程(JEAC)の解釈に即したものである。

自家用電気工作物の状態を監視する装置による監視が行われており、その装置による監視が巡視、点検又は検査の項目の全部又は一部と同等と認められる場合は、状態監視をもって、その巡視、点検又は検査に替えることができる。

現時点で適切と考えられる「主なスマート機器の機能と推奨される付加機能」を表 5.1 に示す。

課題に対しては、これを基に水力発電所を構成する設備ごとに想定される不具合事象に応じて、その導入性に関して整理したものが、添付図表 4 に掲げる「水力設備に係る主な設備別不具合事象と標準的な点検内容に関するスマート機器の導入性」である。

さらに、スマート機器による「状態監視」の有効性を検証するとともに課題を抽出して一覧表にしたものが、添付図表 5 に示す「スマート保安技術の導入について」である。

以上の成果を集大成して、具体的に施設と監視項目ごとに取りまとめたものが、添付図表 6 に示す「スマート機器に係る課題と補完法に関する方向性及びソフトセンサーについての見解」である。これは本件のスコープ外ではあるが、「参考資料」として今後の更なるスマート機器が果たすべき機能の充実を図るために実施すべき調査・検討の方向性を示すものである。

表 5.1 主なスマート機器・装置に関する機能と推奨される付加機能

分野	名称	機能	推奨される付加機能
④	遠方（遠隔）監視装置	遠方（遠隔）で水位、流入量、放流量他ダム諸量を監視できる。	集中監視機能、欠測等異常状態表示機能、原始情報となる水位計測装置の多重化
④⑤⑥⑦	遠方（遠隔）監視制御装置	遠方（遠隔）からの指令による動作で洪水吐等の放流設備の開閉や警報サイレン吹鳴、発電所の運転・停止できる。	集中監視機能、動作監視機能、緊急停止（電源断）機能、警報個別操作機能、必要に応じ放送機能
⑤⑥	制水門の遠隔操作	遠方（遠隔）からの指令若しくは自律的なセンサー等の動作で当該ゲートを閉止できる。	集中監視機能、動作監視機能、水位計測装置の多様化、必要に応じ照明、緊急遮断機能
④⑦	自動計測機器	ダムの挙動、地滑り等の自動計測	集中監視機能、警報機能
①②③④	ITVカメラ webカメラ	設備の監視、異常の有無の確認、災害時の初期被害状況の確認	集中監視機能、首振り機能、遠近カメラ機能、必要に応じ警報・放送機能
⑧	通信ネットワーク	リアルタイムで情報通信できる。	動作監視機能、多重化（回線ループ化）
⑧	衛星電話 携帯電話	災害時においても円滑な通話が可能	データ（画像を含む）の伝達機能、関連箇所への通報
⑧	無線 携帯電話 専用電話 専用通信回線	災害時においても円滑な通話、通信が可能	データ（画像を含む）の伝達機能
①②③⑦	ドローン	設備の巡視、点検時の足場なしで近接撮影や災害時の被害状況把握	GPSによる制御、管理、飛行時間の延長

（注1）新たな新技術等及び機能に関しては、有効性について十分に検討の上、リストへの登載や変更等を適宜実施するものとする。

（注2）分野は以下による。（該当するものは複数列記）

- ① 設備の外観から不具合や異常の有無の確認
- ② ①では詳細が不明な部分について不具合や異常の有無の確認
- ③ 地震、台風等による被害状況の確認
- ④ 運転状態の異常の確認
- ⑤ 設備被害の防止
- ⑥ 第三者被害の防止
- ⑦ 運転停止期間における保全状況の確認
- ⑧ 通信の信頼性確保

5.1.3 「項目」と「頻度」

「点検」は、施設の異常を遅滞なく検出・認識する上で最も一般的な手段である。この「項目」に関しては、後述するとおり水力発電所の保安に係る施設・工作物ごとに適切に規定されたものであることから、特段の見直しは不要である。

「点検」の実施にあたっては、事故・トラブルに関して、図 5.3 に示すバスタブカーブ(故障率曲線)で示される属性が存在することを考慮すれば、供用開始後の時間経過も十分考慮すべきものと考えられるが、次頁に示す「ダム構造物管理基準」が「第一期」、「第二期」等と分別して規定している※以外は、社会的通念と実施する上での負担・諸条件等を考慮して、「月 1 回以上」としているものが多い。

このことについては、詳細な規定はしなくても竣工・改修工事直後の期間については、より密に点検すべきことも含めてこの表現となっているものと思料される。

また、当該施設のシーズナルな挙動や特性（貯水位サイクル、地下水位の高低、気温変化の影響等）を把握するためにもサイクリックかつ適切な間隔での実施が望まれるが、この成果として、緊急的に対応することが要請される事態の存在も認識していなくてはならない。

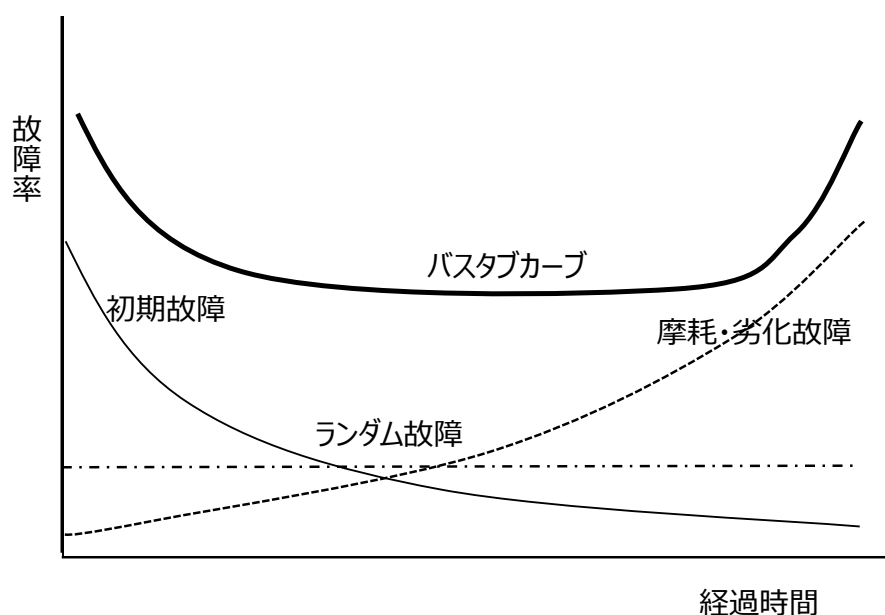


図 5.3 バスタブカーブ(故障率曲線) (模式図)

図 5.3 は、バスタブカーブに関して、①初期故障、②ランダム故障および、③摩耗・劣化故障の確率密度に分けて示したものである。前述のとおり、点検の頻度を定めるにあたっては、当該施設が供用された後の経過時間を踏まえ適切に勘案することが肝要である。

なお、水力発電所を構成する土木工作物(鉄鋼構造物を含む)に関しては、築造後の応力の再配分や可動部(ワイヤーロープ、水密ゴム、伸縮継手 等)のなじみ、潤滑システム等の挙動や状態変化についても適切に考慮して、点検の頻度やその評価を実施すべきである。

※ 「ダム構造物管理基準」（一般社団法人 日本大ダム会議）において、関連する規定は以下のとおりである。

第4条 管理の期間の区分

管理の期間の区分は次のとおり定める。

第1期：湛水開始から満水以後所要の時間を経過するまで

第2期：第1期経過以後ダムの挙動が定常状態に達するまで

第3期：第2期経過以降

〔解説〕

第1期は、湛水開始してから満水に至るまでの、荷重増加に伴うダムの挙動を監視する期間である。従って、満水後もある期間は満水までと同様の監視を続ける必要がある。この期間は2ヵ月以上とする。揚水発電、洪水調節等で水位の急速低下による影響を考慮する必要があるフィルダムについては、その期間を含む。

ここで満水とは貯水位が常時満水位に達したことをいう。ただし、サーチャージ方式により洪水調節を行うダムにおいては、サーチャージ水位に達したことをいう。なお、ゲート等により水位を上昇させることが困難な場合は、この限りでない。

第2期は第1期経過後、ダムの挙動が安定したと確認できるまでの期間である。挙動が安定するとは、貯水位等の変化に計測値が正常に追随し、その値が妥当と判断されることをいう。

この期間は、高さ100mを超えるダム又は特殊な設計のダムについては3年以上とする。第1期から第2期、第2期から第3期への移行は、それぞれ前期の計測データを整理検討して行う必要がある。

5.1.4 検討結果

スマート保安技術の導入によって保安管理業務を「ダム水路管理技術者」が行う際の点検の「頻度」及び「項目」の見直しが可能であるか、調査・検討した結果は以下のとおりである。

主任技術者制度の解釈と運用(内規)(委託契約書に明記された者による保安管理業務の実施等)においては、以下 表 5.2 のように定められている。

表 5.2 保安管理業務の外部委託制度に係る「月次点検」及び「年次点検」

月次点検及び年次点検（1回以上/年）

月次点検及び年次点検（1回以上/年）										
対象設備	ダム	取水口 取水ゲート	沈砂池	除塵機 スクリーン	導水路	水槽	水圧鉄管	水車	周辺地山	測定装置、警報装置、 監視装置
点検の項目 月次点検	(a) 水力設備の亀裂、変形、腐食、摩耗及び劣化等の状況 (b) 水力設備等の漏水及び湧水等の異常の有無 (c) 水力設備の損傷等を引き起こすおそれのある事象として周辺地山の崩壊及び崩壊のおそれの有無									
上記点検のほか、設置者及びその従事者に、日常巡視等において異常等がなかった否かの問診を行い、異常があった場合には、ダム水路管理技術者等としての観点から点検を行う。										

年次点検は、次の項目の確認その他必要に応じた測定・試験を行う。

(イ) ダム、取水ゲート等の可動部が正常に動作すること。

(ロ) 取水ゲートを閉めることにより、発電用水が遮水され、水車及び発電機が正常に停止すること。（入口弁が正常に閉止することを含む。）

前述のとおり、本件は上表で規定された「項目」と「頻度」について調査・検討するものであり、結果はそれぞれ以下に述べるとおりである。

① 「項目」について

「項目」に関しては、水力発電所を構成する施設・工作物ごとに自然外力の影響並びに設備の異常等に起因する不安定事象等を想定して規定されたものであり、また、「参考資料」の「(3)巡視・点検の有効性」において述べるように「人体・物件に係る影響度の大きな事象」としては、土木設備が大半であるが、これらについては、事象の発生は稀なものの巡視・点検で事前に検知される可能性は十分に高く、規定された項目の妥当性は十分なものであることから、「スマート保安技術」が導入された場合においても、規定された「項目」の内容について、手法如何に関係した差異はないことから特段の見直しは必要としないものと考えられる。

② 「頻度」について

「月次点検」の頻度に関して、適切な頻度を設定することの根拠となる事項等は調査することはできなかったが、「自家用電気工作物保安管理規定 JEAC(8021-2018)」に示されているように、次頁の表 5.3「水力発電所の「月次点検」を代替する「状態監視」に関するスマート保安技術」に掲げるスマート機器(補完方策を含む)によるものと同等なものであれば、当該装置による「状態監視」をもって「月次点検」に代替し得るものとして「頻度」について検討すべきものと考えられる。

なお、「年次点検」(1回/年以上)については、従前どおり実施するものとし、「月次点検」とは別に詳細に当該工作物に係る劣化の進行状況並びにゲートの動作・機能等を把握して、保安の万全を図ることが肝要である。

なお、本件スコープに含まれるものではないが、関連して調査・検討した事項に関する結果について、「参考資料」の「(1)「外部委託制度」の検討に係るその他付帯的事項」として示す。

表 5.3 水力発電所の「月次点検」を代替する「状態監視」に関するスマート保安技術

対象設備	「供用状態」と「作動状況」に関する監視項目		状態監視に適用できるスマート機器	状態監視の課題	補完法等の具体的内容
ダム	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	画像取得は表面的であり、内部診断ができない	二次診断として触診（打診）等の方法を用いる
		亀裂、変形、摩耗、劣化			
		顕著な発錆、腐食・漏水（ゲート）			
		ダム水位			
	作動状況	漏水量、揚圧力、ダム挙動	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	技術的には広範囲に導入されており大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		洪水吐きゲート（運転操作・放流量）			
		排砂ゲート（運転操作） 放流警報装置の吹鳴			
取水口 取水ゲート	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	スクリーンの塵芥を自動検知する技術の導入が望ましい
		亀裂、変形、摩耗、劣化			
		ゲート・スクリーンの巻上機等の異音、異臭、振動			
	作動状況	流入状況、スクリーン閉塞状況	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	広範囲に導入済、大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		取水口水位、取水量			
		取水口ゲート（運転操作） 取水口ゲート（無電源緊急遮断ゲート）			
沈砂池(除塵機・スクリーンを含む)	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	二次スクリーンの塵芥を自動検知する技術の導入が望ましい
		流下状況			
		排砂ゲート・巻上機等の異音（運転操作を含む）、（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）			
導水路・放水路	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視、部分的な導入に留まっている）	異常を自動検知する技術の導入が望ましい
		流下状況			
		水位			
水槽	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変形・変状、摩耗、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	異常を自動検知する技術の導入が望ましい
		水位、流量			
水圧鉄管	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（管路の顕著な発錆、漏水、振動、固定台等の顕著なクラック、変位）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	長大・急傾斜露出鉄管の外部点検に時間・労力を要す。転落・墜落等の危険度も高い	露出鉄管の外部点検にはドローンを活用。内部点検には鉄管ドローン等の導入が望ましい（一部導入済み）
水車及び揚水用ポンプ	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（コンクリート部の顕著なクラック、変状、漏水等）	ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		制水弁、水車回りの異常な摩耗・発錆、漏水			
		補機類の異常			
		出力、使用水量、回転数、軸受温度、振動、異音等	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		補機類の異常（圧油装置、漏油等） 起動、停止、出力調整			
周辺地山		地山の顕著なクラック	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITVカメラ等の監視を行っているが、詳しくは要現地調査	災害時は衛星地形判読や航空測量等を活用。迅速性に難点
		地すべり変位、地下水位、湧水	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視

※ 測定装置、警報装置、監視装置については、それぞれ関連対象設備に係る記述に含まれる。

5.2 工事計画に係る検討

5.2.1 規定の変遷

電気事業法施行規則の改正

電気事業法施行規則は、昭和 40 年 6 月 15 日付通商産業省令第 51 号をもって制定されたものであるが、近年では主に以下のような改正がなされている。

(1) 平成 7 年の見直し

背景として以下の事項があった。

ガスタービンや内燃力発電設備については、技術の進歩により、設備の小型化、パッケージ化が進んでおり、工場において量産され、現場では据付工事だけで設置が完了するようになっており、品質管理等も格段に向上していること、万一の事故の際にも周辺に被害を与える可能性が小さいこと等から、1,000kW 程度以下のものは認可・届出を行わなくても保安上問題はないものと考えられる。

汽力発電設備については、ボイラー部分は内部に高温・高圧の蒸気を有するため届出は必要であるが、認可は、超々臨界圧等の新技術が取り入れられている 70 万 kW 以上に限定しても十分に安全確保は可能と考えられる。

水力発電設備については、認可は、大規模ダムや地下発電所等において、新設計、新技術が取り入れられている 10 万 kW 以上のものに限定することが可能と考えられる。

送・変電設備については、電力需要の増大に伴い設備の大規模化が進展しており、また、送・配電網の整備が進んでいることから、最下位の送電電圧である 6～7 万 V 級以下の設備については配電設備と同様に届出不要としても安全上問題はないものと考えられる。また、認可は、我が国の基幹送電網を担う電力系統である 50 万 V 級以上の送・変電設備に限定しても十分に安全確保可能と考えられる。

需要設備については、波及事故の大半が需要設備が原因となって発生していることから、大口需要家である 500kW 以上の需要設備については引き続き最低限の届出は必要であるが、設備の品質向上等により、許可にかからしめるまでもないと考えられることから、全て届出としても十分に安全確保可能と思われる。

以上を踏まえ、工事計画の認可・届出の範囲は、従来どおり、設備の種類毎に、規模で規定することは変更しないものの、届出を原則とし、認可は、技術の成熟度、保安実績、事故が生じた場合の影響の程度等を考慮し、必要最小限度とし、また、記載事項、添付書類の簡素化も図っている。

これに合わせて、平成 7 年 10 月 12 日付け資源エネルギー庁文書において、「自己責任の明確化による保安規制の合理化」と題し、「技術進歩による保安実績の向上」、「自己責任の明確化による保安規制の要請等を踏まえ、国の直接的関与の必要最小限・重点化、開かれた規制体系の確保、機動的な保安の確保及び新エネルギー等の導入の基盤整備を目指し、保安規制を合理化」するものとして、工事計画について、届出を原則とし、特に必要なものについては認可を要することを規定するとしている。

(2) 平成 12 年の見直し

平成 12 年 6 月 30 日の改正では、基準・認証制度全体の見直しの中で、「自己責任」を原則としながら、国の関与を必要最小限の範囲・内容とすること等の統一的な観点から、制度の点検が行われ、原子力発電設備を除く事業用電気工作物については、工事計画認可が原則として廃止（届出化）された。

(3) 電気事業法施行規則の変遷

「電気事業法施行規則」別表第 3 並びに別表第 5 に係る規定の変遷を次頁の表 5.4 に示す。

電氣事業法施行規則 別表第3 水力発電所の工事計画に係る記載事項（設備別記載事項）及び添付書類の変遷

騒音規制法第3条第1項の規定により指定された地域内に同法第2条第1項の特定施設を設置する場合は、騒音の防止の方法に関する説明書

昭和 5 7 年	平成元年	平成 1 0 年	平成 2 3 年	現在
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
×	×	×	事業用電気工作物が電気の円滑な供給を確保するため技術上適切なものであることの説明書（電圧十七万ボルト以上の電力系統に係る事業用電気工作物であって、一般電気事業の特定対象事業に係るものにあつては特定対象事業実施区域内の主要工作物及び主要仮設備の配置図（水力発電所の場合は減衰区間の長さも併せて記載すること。）	同左
×	×	×	特定対象事業に係るものにあつては、その特定対象事業に係る法第 4 6 条の 1 7 第 2 項の規定による通知に係る評価書に従っている環境保全のための措置に関する説明書	同左
×	×	×	環境影響評価法第 2 条第 3 項に規定する第 2 種事業（特定対象事業を除く。）に係るものにあつては、同法第 4 条第 3 項第 2 号（同上第 4 項及び同法第 2 9 条第 2 項において準用大気汚染防止法第 2 条第 2 項のばい	同左
×	×	×	煙発生施設を設置する場合は、ばい煙に関する説明書	同左
×	×	×	（削除）	（削除）
×	×	自然条件及び社会環境に関する説明書	（削除）	（削除）
×	ばい煙に関する説明書	同左	（削除）	（削除）
同左	騒音規制法第 3 条第 1 項の規定により指定された地域内に同法第 2 条第 1 項の特定施設を設置する場合は、騒音に関する説明書	同左	同左	同左
×	振動規制法第 3 条第 1 項の規定により指定された地域内に同法第 2 条第 1 項の特定施設を設置する場合は、振動に関する説明書	同左	同左	同左
×	急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地（急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第 2 条第 1 項に規定するものをいう。以下同じ。）の崩壊の防止措置に関する説明書。	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
×	×	単線結線図（接地線（計器用変成器を除く）については電線の種類、太さ及び接地線の種類も併せて記載する。）	同左	同左
×	×	×	新技術の内容を十分に説明した書類	同左

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
(一) 水力設備	記載事項	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
	添付書類	流量資料 使用水量の決定に関する説明書 有効落差、理論水力および出力についての計算書 流量の調整方法および引水方法に関する説明書 揚水発電所の揚水量の決定に関する説明書 水車及び発電機を収容する施設であって地下に施設するものの周辺の地盤の地質および処理の方法ならびに周辺のゆう水の排除の方法に関する説明書	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左
1 ダム	記載事項	1 種類、高さ、余裕高、頂長、頂幅、越流頂標高、越流幅および越流水深 2 堤体の体積、最大敷幅ならびに上下流面こう配または中心角および半径 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 3 基礎地盤の処理方法 4 コンクリートの材料の種類、コンクリート1立法メートル当たりのセメントの使用量およびコンクリート以外の堤体材料の材料試験の結果 5 洪水吐きに係る次の事項 (1) 種類および容量 (2) ゲートの種類、主要寸法および門数 (3) ゲートの操作用動力設備の種類および容量(常用および予備の別に記載すること。) × (規定なし) (4) 水たたきの減勢方式 × (規定なし) 6 洪水吐き以外の放流設備の種類、主要寸法および設置箇所の標高	同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 × (規定なし) 同左	同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 × (規定なし) 同左	同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 × (規定なし) 同左
	添付書類	ダムの構造図 土砂たい積量計算書 計画洪水流量計算書 堤体の強度および安定度についての計算書 高さ15メートル以上のダムの基礎地盤の地質および処理の方法に関する説明書 高さ15メートル以上のダムの施工方法に関する説明書 洪水吐きの容量計算書 × (規定なし) × (規定なし) 水たたきの減勢計算書または水たたきの減勢についての水理模型実験の結果を記載した書類	同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 設計洪水流量計算書 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左

昭和57年	平成元年	平成10年	平成23年	現在
— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 (削除) (削除)	同左 同左 同左 同左 揚水発電所の揚水量の決定に関する説明書 (削除)
同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 × (規定なし) 同左	同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) × (規定なし) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 × (規定なし) 同左 (5) 大気汚染防止法第2条第2項に規定するばい煙発生施設（以下「ばい煙発生施設」という。）に該当するゲート操作作用動力設備にあっては原動機の種類、個数、燃料の種類、硫黄分、窒素分、灰分、発熱量及び使用量、排出ガス量、ばい煙量（大気汚染防止法第6条第2項に規定するものをいう。以下同じ。）、ばい煙濃度（同項に規定するものをいう。以下同じ。）、煙突の出口のガスの速度、出口のガスの温度、地表上の高さ及び有効高さ（大気汚染防止法第3条第2項に規定する排	同左 同左 3 高さ15m以上のダムに係る次の事項 (1) 基礎地盤の処理方法 (2) コンクリートの材料の種類、コンクリート1立法メートル当たりのセメントの使用量およびコンクリート以外の躯体材料の材料試験の結果 (削除) (削除) 4 洪水吐きに係る次の事項 同左 同左 同左 × (規定なし) 同左 (削除) 5 洪水吐き以外の放流設備の種類、主要寸法および設置箇所の標高	同左 同左 同左 同左 (削除) (削除) 同左 同左 (3) ゲート操作作用動力設備の種類及び容量並びに制御方法 (4) ゲート操作作用予備動力設備制御方法、常用との切換え方法の他（二）6、（二）7及び（六）1の中欄に準ずるもの (5) 水たたきの減勢方式 (削除) 同左	同左 同左 同左 同左 (削除) (削除) 同左 同左 同左 同左 同左 同左 同左 (削除) 同左
同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左 × (規定なし) × (規定なし) 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左 ゲートの制御の方法に関する説明書 ゲート操作作用予備動力装置の出力の決定に関する説明書の他、ガスタービン、内燃機関、電気設備（発電機）の工事計画の添付書類に準ずるもの 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左 ゲートの制御の方法に関する説明書 ゲート操作作用予備動力装置の出力の決定に関する説明書の他、（二）6、（二）7及び（六）1の下欄に準ずるもの 同左

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
2 取水設備	記載事項	1 取水する河川または湖沼の名称および取水地点の位置（都道府県市区町村字番地を記載すること。） 2 取水方法 3 取水口の主要寸法および取水口敷標高 4 スクリーンの主要寸法 5 制水門の種類および主要寸法	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左
	添付書類	取水設備の構造図 取水塔の構造計算書	同左 同左	同左 同左	同左 同左
3 沈砂池	記載事項	1 主要寸法 2 土砂の沈でんおよび沈でんした土砂の排除の方法	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	沈砂池の構造図	同左	同左	同左
4 導水路	記載事項	1 こう長（本水路および支水路の別ならびにトンネル、暗きよ、開きよ、水路橋、逆サイホンおよびその他の別に記載すること。）および圧力 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） 2 こう配、標準断面形、標準断面寸法、標準管厚および標準管厚（それぞれトンネル、暗きよ、開きよ、水路橋、逆サイホンおよびその他の別に記載すること。） 3 合流さうの主要寸法	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左
	添付書類	導水路の構造図 導水路定規図 通水容量計算書 水路橋および逆サイホンの構造計算書 圧力導水路のトンネルの経過地の地質および施工方法に関する説明書	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左
5 放水路	記載事項	1 放水する河川または湖沼の名称および放水地点の位置（都道府県市区町村字番地を記載すること。） ×（規定なし） ×（規定なし） 2 こう長、こう配、標準断面形、標準断面寸法および標準管厚（それぞれトンネル、暗きよ、開きよおよびその他の別に記載すること。）ならびに圧力 3 放水口の主要寸法および放水口敷標高 4 調圧水室の種類及び主要寸法 5 制水門の種類および主要寸法	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左 同左 同左	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左 同左 同左	同左 ×（規定なし） ×（規定なし） 同左 同左 同左 同左
	添付書類	放水路の構造図 放水路定規図 通水容量計算書 調圧水室のサージ計算書	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左
6 ヘッドタンクまたはサージタンク	記載事項	1 種類および圧力 2 水さうの主要寸法 3 スクリーンの主要寸法 4 制水門の種類および主要寸法 5 余水吐きの種類および主要寸法 6 余水路の種類および主要寸法	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左 同左
	添付書類	ヘッドタンクまたはサージタンクの構造図 サージタンクの水面振動の安定およびサージ計算書 露出したサージタンクの構造計算書 余水吐きの容量計算書 余水路の通水容量計算書	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
7 水 圧 管 路	記 載 事 項	1 圧力 2 管胴本体の長さ（本管および条管の別に記載すること。）、最大管厚、最小管厚、最大内径、最小内径、材料、接合方法および支持方法 3 アンカーブロックの個数および小支台の種類	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左
	添 付 書 類	水圧管路の構造図 圧力計算書 管胴本体の構造計算書 アンカーブロックの強度および安定度についての計算書	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左
8 水 車	記 載 事 項	1 種類、出力、回転数およびポンプ水車にあっては、揚水量、揚程および入力 2 调速機の種類 3 制水門または制水井の種類および主要寸法 4 吸出管の種類および吸出高 5 ポンプ水車の場合は、駆動装置の種類および出力	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左
	添 付 書 類	ポンプ水車の入力に関する説明書	同左	同左	同左
9 揚 水 用 の ポ ン プ	記 載 事 項	1 種類、揚水量、揚程、入力および回転 2 制水門又は制水井の種類および主要寸法 3 駆動装置の種類および出力	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左
	添 付 書 類	ポンプの入力の決定に関する説明書	同左	同左	同左
10 貯 水 池 ま た は 調 整 池	記 載 事 項	1 全容量、有効容量、サーチャージ容量、利用水深、常時満水位、最低水位、計画洪水水位、サーチャージ水位および制限水位 2 周辺部の補強方法	同左 同左	1 全容量、有効容量、サーチャージ容量、利用水深、常時満水位、最低水位、設計洪水水位、サーチャージ水位および制限水位 同左	同左 同左
	添 付 書 類	貯水池または調整池の縦断面図および横断面図 水位たん水面積曲線図 水位容量曲線図 背水位計算書	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左

昭和57年	平成元年	平成10年	平成23年	現在
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左	(削除) 同左 同左 同左	(削除) 同左 同左 同左	(削除) 同左 同左 同左
同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左
同左	同左	同左	(削除)	(削除)
同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左
同左	同左	同左	(削除)	(削除)
同左 同左	同左 同左	同左 同左	1 全容量、有効容量、サーチャージ容量、利用水深、常時満水位、最低水位、計画洪水位、サーチャージ水位、制限水位及びたん水面積 (削除)	同左 (削除)
同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左	同左 一 (空欄) 同左 同左	同左 水位たん水面積曲線図 同左 同左	同左 水位たん水面積曲線図 同左 同左

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
(六) 電気設備	記載事項	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
1 発電機	記載事項	1 種類、容量、力率、電圧、相、周波数、回転数、結線法および冷却法ならびに発電電動機の場合は、出力 2 励磁装置の種類、容量、回転数、駆動方法および負荷（常用および予備の別に記載すること。） 3 保護継電装置の種類 4 原動機との連結方法	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
2 変圧器	記載事項	1 種類、容量、電圧（一次、二次および三次の別に記載し、（負荷時）電圧調整装置を有するもの場合は、電圧調整範囲およびタップ数を付記すること。）、相、周波数、結線法、冷却法ならびに電気事業の用に供するものにあつては常用および予 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
3 時電圧位相調整器	記載事項	1 種類、容量、電圧（電圧調整範囲およびタップ数を付記すること。）、相、周波数、結線法および冷却法 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	1 種類、容量、電圧（電力調整範囲およびタップ数を付記すること。）、相、周波数、結線法および冷却法 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
4 調相機	記載事項	1 種類、容量（進相および遅相の別に記載すること。）、電圧、周波数、回転数および冷却法 2 励磁装置の種類および容量 3 保護継電装置の種類	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
5 電力用コンデンサ	記載事項	1 並列用および直列用の別、一群の容量、一群当たりの負荷、電圧ならび 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
6 分岐リアクトル または限流リアクトル	記載事項	1 容量、電圧、相、周波数、結線法および冷却法 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)	— (空欄)
7 整流機器	記載事項	1 種類、容量または出力、電圧、電流、相、周波数、回転数、結線法および励磁法 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	制御方法に関する説明書（電圧10万ボルト以上のものに限定する。） 電波障害の防止措置に関する説明書（電圧10万ボルト以上のものに限定する。）	同左 同左	同左 同左	同左 同左

昭和57年	平成元年	平成10年	平成23年	現在
－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	電磁誘導電圧計算書（電圧十七万ボルト以上の電力系統に係る中性点設置装置の工事を含む場合に限る。）
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左 同左	同左 同左	同左 同左	同左 同左	同左 同左
－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
同左	同左	同左	同左	第二号（一）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	
－（空欄）	－（空欄）	三相短絡容量計算書	短絡容量計算書	第二号（一）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	1 種規、容量、電圧（電圧調整範囲およびタップ数を付記すること。）、相、周波数、結線法および冷却法 同左	第二号（二）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	
－（空欄）	－（空欄）	設置計画についての説明書	同左	第二号（二）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	第二号（三）の中欄に準ずるもの
同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左	同左 同左 同左	
－（空欄）	－（空欄）	設置計画についての説明書 三相短絡容量計算書	同左 短絡容量計算書	第二号（三）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	第二号（四）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	
－（空欄）	－（空欄）	設置計画についての説明書	同左	第二号（四）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	第二号（五）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	
－（空欄）	－（空欄）	設置計画についての説明書	同左	第二号（五）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	第二号（六）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	
同左	同左	同左	同左	第二号（六）の下欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
8 しゃ断機	記載事項	1 種類、電圧、電流およびしゃ断容量 2 保護継電装置の種類	同左 同左	同左 同左	同左 同左
	添付書類	三相短絡容量計算書	同左	同左	同左
9 逆変換装置	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
9 中性点設置装置	記載事項	設置方式およびΩ数または容量	同左	同左	同左
	添付書類	電磁誘導電圧計算書 消弧リアクトル（電圧5万ボルト以上の電力系統に設置するものに限る。）の容量計算書	同左 同左	同左 同左	同左 同左
(七) 付帯設備	記載事項	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
	添付書類	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
1 送電所の運転を管理するための制御装置	記載事項	制御方式	同左	同左	同左
	添付書類	制御方法に関する説明書	同左	同左	同左
2 非常用予備発電装置	記載事項	常用電源装置との切換え方法	同左	同左	同左
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）

昭和57年	平成元年	平成10年	平成23年	現在
同左 同左	同左 同左	1 種類、電圧、電流、しゃ断容量及びしゃ断時間 同左	1 種類、電圧、電流、遮断電流及び遮断時間 同左	第二号（七）の中欄に準ずるもの
同左	同左	同左	同左	第二号（七）の下欄に準ずるもの
×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	1 種類、容量、電圧、電流、相、周波数、結線法及び個数 2 保護継電器の種類	同左 同左
×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	逆変換装置の用途に関する説明書	同左
同左	同左	同左	（削除）	（削除）
同左 同左	同左 同左	同左 同左	（削除）	（削除）
－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）	－（空欄）
同左	同左	同左	同左	同左
同左	同左	同左	同左	同左
同左 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし）	常用電源装置との切換えの方法のほか、電気事業法施行規則別表第3第1項発電所の項の（三）及び（四）の中 ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし） ×（規定なし）	常用電源装置との切換えの方法の他、（二）6、（二）8及び（七）1の中欄に準ずるもの ガスタービンについては 1 種類、出力、入口及び出口の圧力及び温度、設計外気温度、回転数、被動機一体の危険速度、排出ガス、ばい煙量、ばい煙濃度並びに常用又は非常用の別 2 管の主要寸法および材料 3 调速装置及び非常调速装置の種類 4 ガスタービンに付属する熱交換器の種類、入口及び出口の温度、最高使用圧力（一次側及び二次側の別に記載すること。）、最高使用温度（一次側及び二次側の別に記載すること。）、主要寸法、材料並びに個数 5 ガスタービンに付属する燃焼用空気予熱器の種類、入口及び出口の空気の温度並びに個数 6 ガスタービンに付属する煙突の種類、出口のガスの速度及び温度、口径、地表上の高さ、有効高さ並びに個数 7 ガスタービンに付属する空気圧縮機及びガス圧縮機に係る次の事項 （1）空気だめ及びガスだめの種類、容量、最高使用圧力、主要寸法、材料及び個数 （2）空気だめ及びガスだめの安全弁の種類、吹出圧力、個数及び取付箇所	（削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除）	（削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除） （削除）

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
2 非常用予備発電装置	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）

昭和57年	平成元年	平成10年	平成23年	現在
× (規定なし)	× (規定なし)	(3) 空気圧縮機及びガス圧縮機の種類、容量、吐出圧力及び個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(4) 空気圧縮機に付属する冷却塔又は冷却池の種類、容量、入口及び出口の冷却水標準温度、設計外気温度、設計外気湿度、主要寸法並びに個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	8 空気冷却器に係る次の事項	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(1) 種類、入口及び出口の温度並びに個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(2) 中間冷却器の最高使用圧力、主要寸法及び材料	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	9 ガスタービンに付属する管に係る次の事項	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(1) 外径三百ミリメートル以上の管の最高使用圧力、最高使用温度、外径、厚さ及び材料	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(2) 安全弁及び逃し弁の種類、吐出圧力、吹出量、個数及び取付箇所	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	10 微粉炭燃焼用機器に係る乾燥機、給炭機、粉砕機、輸送装置及びバーナーの種類、容量及び個数並びに微粉炭の発熱量、硫黄分、窒素分及び炭分	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	11 微粉炭以外の石炭の燃焼用機器に係るストーカの種類、燃焼容量、火床の幅及び長さ、個数並びに石炭の発熱量、硫黄分及び炭分	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	12 油燃焼用機器に係る次の事項	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(1) 原油用又は原油以外の石油（液化石油ガスを除く。）用の別	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(2) 輸送装置及びバーナーの種類、容量及び個数並びに原油及び原油以外の石油（液化石油ガスを除く。）の発熱量、硫黄分、窒素分及び炭分	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(3) 熱交換器の種類、入口及び出口の温度、最高使用圧力（一次側及び二次側の別に記載すること。）、最高使用温度（一次側及び二次側の別に記載すること。）、主要寸法、材料並びに個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	13 ガス燃焼用機器に係る輸送装置及びバーナーの種類、容量及び個数並びにガスの発熱量、硫黄分、窒素分及び炭分	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	14 液化ガス燃焼用機器に係る次の事項	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(1) 液化ガスに係るガスの種類、発熱量、硫黄分、窒素分及び炭分	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(2) バーナーの種類、容量及び個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(3) ガス又は液化ガス用の容器（熱交換器を除く。）の種類、最高使用圧力、最高使用温度、最低使用温度、主要寸法、材料及び個数	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(4) ガス又は液化ガス用の熱交換器の種類、入口及び出口の温度、最高使用圧力（一次側及び二次側の別に記載すること。）、最高使用温度（一次側及び二次側の別に記載すること。）、主要寸法、材料及び個数並びに当該容器及び熱交換器の安全弁の種類、吐出圧力、吹出量、個数及び材料	(削除)	(削除)
× (規定なし)	× (規定なし)	(5) ガス・液化ガス用配管の最高使用圧力、最高使用温度、最低使用温度、外径、厚さ及び材料	(削除)	(削除)

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
3 空気圧縮機（原動機の出力が7.5kW以上であって騒音規制法第3条第1項の規定により指定された地域内に設置する場合に限る。）	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	種類、容量及び個数	同左
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	－（空欄）	同左
4 送風機（原動機の出力が7.5kW以上であって騒音規制法第3条第1項の規定により指定された地域内に設置する場合に限る。）	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	種類、容量および個数	同左
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	－（空欄）	同左
5 騒音防止設備（騒音規制法第3条第1項の規定により指定された地域内に設置する同法第2条第1項の特定施設に係る場合に限る。）	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	種類	同左
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	騒音防止設備の構造図	同左
6 非常用動力装置	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）

昭和 5 7 年	平成元年	平成 1 0 年	平成 2 3 年	現在
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
同左	同左	(削除)	(削除)	(削除)
× (規定なし)	はい煙発生施設に該当するものにあつては、電気事業法施行規則別表第 3 第 1 号発電所の項 (三) 及び (四) の中欄に準ずるもの	(削除)	(削除)	(削除)
× (規定なし)	はい煙発生施設に該当するものにあつては、電気事業法施行規則別表第 3 第 1 号発電所の項 (三) 及び (四) の下欄に準ずるもの	(削除)	(削除)	(削除)

電気事業法施行規則 別表第5（第66条関係）（特に水力発電所に関わりのある環境関連施設について抜粋）

電気工作物の種類		昭和40年	昭和44年	昭和49年	昭和54年
一 環境関連	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
1 ばい煙発生施設	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
		×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
2 ダイオキシン類対策特別措置 法第2条第2項に規定する特 定施設	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
3 騒音発生施設	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
4 振動発生施設	記載事項	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）
	添付書類	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）	×（規定なし）

昭和 57 年	平成元年	平成 10 年	平成 23 年	現在
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	事業場の名称及び位置	同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	— (空欄)	— (空欄)
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	1 ばい煙発生施設の種類の、出力又は能力及び個数 2 伝熱面積及び有効火床面積 3 燃料の燃焼能力 (重油換算) 4 燃料の種類、硫黄分、窒素分、灰分、発熱量及び使用量	同左 同左 同左 同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	ばい煙に関する説明書	同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	1 廃棄物焼却炉に係る次の事項 (1) 廃棄物焼却炉の種類、火床面積、焼却能力及び個数 (2) 廃ガス洗浄施設の種類、容量及び個数 (3) 湿式集じん施設の種類、容量及び個数 (4) 灰の貯留施設の面積及び容量	同左 同左 同左 同左 同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	ダイオキシン類に関する説明書	同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	1 送風機、通風機、空気圧縮機、破砕機又は摩砕機の種類、容量及び個数 2 騒音防止設備の種類	同左 同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	騒音に関する説明書	同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	1 圧縮機、破砕機、粉砕機又は摩砕機の種類、容量及び個数 2 振動防止設備の種類	同左 同左
× (規定なし)	× (規定なし)	× (規定なし)	振動に関する説明書	同左

5.2.2 河川法に基づく申請書類

(1) 水力発電所に関する河川法上の許可の申請に必要な図書

河川法第 23 条（流水の占用）、第 24 条（土地の占用）及び第 26 条第 1 項（工作物の新築等）若しくは第 27 条第 1 項（土地の掘削等）に係る許可の申請に必要な図書は以下のとおりである。

（流水の占用の許可等の申請）

第十一条 水利使用に関する法第二十三条の許可又は法第二十四条、第二十六条第一項若しくは第二十七条第一項の許可（法第二十三条の二の登録の対象となる流水の占用に係る水利使用に関する許可を除く。）の申請は、別記様式第八の（甲）及び（乙の 1）による申請書の正本一部及び別表第一に掲げる部数の写しを提出して行うものとする。

2 前項の申請書には、次に掲げる図書を添付しなければならない。

一 次に掲げる事項を記載した図書

イ 水利使用に係る事業の計画の概要

ロ 使用水量の算出の根拠

ハ 河川の流量と申請に係る取水量及び関係河川使用者の取水量との関係を明らかにする計算

ニ 水利使用による影響で次に掲げる事項に関するもの及びその対策の概要

（イ）治水

（ロ）関係河川使用者（法第二十八条の規定による許可を受けた者並びに漁業権者及び入漁権者を除く。）の河川の使用

（ハ）竹木の流送又は舟若しくはいかだの通航

（ニ）漁業

（ホ）史跡、名勝及び天然記念物

ホ 法第四十四条第一項のダムを設置するときは、貯水池となるべき土地の現況及び当該ダムによる流水の貯留により損失を受ける者に対する措置の概要

二 工作物の新築、改築又は除却を伴う水利使用の許可の申請にあつては、工事計画に係る表 5.5 に掲げる図書（法第二十六条第一項の許可の申請が含まれていないときは、工事計画の概要を記載した図書）

表 5.5 水力発電所に関する河川法上の許可申請に必要な図書

区分	図書		備考
法第四十四条第一項のダムの新築又は改築に関する工事計画	別記様式第九による工事計画一覧表		
	計算書	計画洪水流量に関する計算書	

		ダムの安定に関する計算書	
		施設又は工作物に関する水理計算書	
		施設又は工作物に関する構造計算書	
		背水に関する計算書	
		貯水池容量計算書	
		占用面積計算書	
	付表	降水量表	日降水量、月降水量及び年降水量を記載するものとする。
		最高最低気温表	月の最高気温及び最低気温を記載するものとする。
		水位及び流量表	
		掘削土石処理計画表	
		工程表	
	図面	一般平面図	次の事項を記載した縮尺五万分の一の地形図とする。 イ 集水地域 ロ ダム、水路、法第四十五条の規定による観測施設その他水利使用に関する主要な施設又は工作物の位置 ハ 水利使用により影響を受ける施設又は工作物のうち、他の水利使用のためのもの、道路、橋その他主要なものの位置 ニ その他参考となるべき事項
		貯水池実測平面図	次の事項を記載した縮尺五千分の一以上の地形図とする。

			イ 湛水区域 ロ ダム及びこれに附属する施設又は工作物の位置 ハ 土捨場その他ダムに関する工事に附帯して設置する施設又は工作物で主要なものの位置 ニ 測点の番号及び位置 ホ その他参考となるべき事項
		貯水池実測縦断面図	次の事項を記載した縮尺縦二百分の一以上、横五千分の一以上のものとする。 イ 最低河床 ロ ダムの位置 ハ ダムの新築又は改築前における計画洪水位並びに新築又は改築後における計画洪水位、常時満水位及び最低の水位 ニ 推定堆砂面 ホ 測点の番号及び標高 ヘ 測点間の距離及び追加距離 ト その他参考となるべき事項
		貯水池実測横断面図	次の事項を記載した縮尺五百分の一以上のものとする。 イ 最高の水位から二十メートルの高さまでの地盤面 ロ 前欄ハからホまでに掲げる事項 ハ その他参考となるべき事項
		地質に関する図面	
		ダムの設計図	ダムの基礎処理に関するものを含む。
		ダムに関する工事を施行するための設備に関する図面	

		ダム以外の施設又は工作物の設計図	
		流況曲線図	
		流量累加曲線図	
		貯水量曲線図	
		貯水面積曲線図	
		占用する土地の丈量図	
	ダムの新築又は改築の場所をその上流側及び下流側から撮影した写真にダムの外形を記載したもの		
	工事費概算書		
	資金計画の概要を記載した書面		
	その他工事計画に関し参考となるべき事項を記載した図書		
法第四十四条第一項のダム以外の工作物の新築又は改築に関する工事計画	計算書	工作物に関する水理計算書	ダム又は堰以外の工作物については、作成することを要しない。
		工作物に関する構造計算書	
		計画洪水流量及び背水に関する計算書	
		占用面積計算書	
	付表	水位及び流量表	
		工程表	
	図面	位置図	縮尺五万分の一の地形図とする。

		実測平面図	ダム又は堰以外の工作物については、作成することを要しない。
		実測縦断面図	
		実測横断面図	
		工作物の設計図	
		占用する土地の丈量図	
	工事費概算書		
	その他工事計画に関し参考となるべき事項を記載した図書		
工作物の除却に関する工事計画	図面	位置図	縮尺五万分の一の地形図とする。
		工作物の構造図	
	工事の実施方法を記載した図書		
	工事費概算書		
	その他工事計画に関し参考となるべき事項を記載した図書		

三 法第三十八条ただし書の同意をした者があるときはその同意書の写し並びに同意をしない者があるときはその者の氏名及び住所（法人にあっては、その名称及び住所並びに代表者の氏名）並びに同意をするに至らない事情を記載した書面

四 河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地、施設若しくは工作物を使用して水利使用を行う場合又は河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する工作物を改築し、若しくは除却して水利使用を行う場合にあつては、その使用又は改築若しくは除却について申請者が権原を有すること又は権原を取得する見込みが十分であることを示す書面

五 水利使用に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面

六 第三十九条ただし書に該当するときは、同条ただし書の理由及び同条本文の規定により同時に行うべき他の許可の申請の経過又は予定を記載した書面

七 その他参考となるべき事項を記載した図書

第十二条 法第二十四条の許可（水利使用又は法第二十六条第一項の許可を受けることを要する工作物の新築若しくは改築に関するものを除く。）の申請は、別記様式第八の（甲）及び（乙の２）による申請書の正本一部及び別表第二に掲げる部数の写しを提出して行うものとする。

2 前項の申請書には、次の各号に掲げる図書を添付しなければならない。

- 一 土地の占用に係る事業の計画の概要を記載した図書
- 二 縮尺五万分の一の位置図
- 三 実測平面図
- 四 面積計算書及び丈量図
- 五 土地の占用に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面
- 六 その他参考となるべき事項を記載した図書

(河川の産出物の採取の許可の申請)

第十三条 土石その他の河川の産出物の採取に関する法第二十五条又は第二十七条第一項の許可（河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地に係るものを除く。）の申請は、別記様式第八の（甲）及び（乙の3）による申請書の正本一部及び別表第二に掲げる部数の写しを提出して行なうものとする。

2 前項の申請書には、次の各号に掲げる図書を添付しなければならない。

- 一 河川の産出物の採取に係る事業の計画の概要を記載した図書
- 二 河川の産出物の採取に係る土地の縮尺五万分の一の位置図
- 三 河川の産出物の採取に係る土地の実測平面図
- 四 土石の採取にあつては、当該採取に係る土地の実測縦断面図及び実測横断面図に当該採取に係る計画地盤面を記載したもの
- 五 河川の産出物の採取が他の事業に及ぼす影響及びその対策の概要を記載した図書
- 六 河川の産出物の採取に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面
- 七 その他参考となるべき事項を記載した図書

(工作物の新築等の許可の申請)

第十五条 工作物の新築等に関する法第二十四条又は第二十六条第一項の許可（水利使用に関するもの又は法第二十六条第一項の許可を受けることを要しない工作物の新築若しくは改築に関する法第二十四条の許可を除く。）の申請は、別記様式第八の（甲）及び（乙の4）による申請書の正本一部及び別表第二に掲げる部数の写しを提出して行なうものとする。

2 前項の申請書には、次の各号に掲げる図書を添付しなければならない。

- 一 新築等に係る事業の計画の概要を記載した図書
- 二 縮尺五万分の一の位置図
- 三 工作物の新築又は改築に係る土地の実測平面図
- 四 工作物の設計図（工作物の除却にあつては、構造図）
- 五 工事の実施方法を記載した図書
- 六 占用する土地の面積計算書及び丈量図

- 七 河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地において新築等を行う場合又は河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する工作物について改築若しくは除却を行う場合にあっては、当該新築等を行うことについて申請者が権原を有すること又は権原を取得する見込みが十分であることを示す書面
- 八 新築等に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面
- 九 その他参考となるべき事項を記載した図書

(土地の掘さく等の許可の申請)

第十六条 法第二十七条第一項の許可（水利使用又は河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地以外の土地における河川の産出物の採取に関するものを除く。）の申請は、別記様式第八の（甲）及び（乙の５）による申請書の正本一部及び別表第二に掲げる部数の写しを提出して行なうものとする。

２ 前項の申請書には、次の各号に掲げる図書を添付しなければならない。

- 一 土地の掘さく等に係る事業の計画の概要を記載した図書
- 二 縮尺五万分の一の位置図
- 三 土地の掘さく等に係る土地の実測平面図
- 四 土地の形状を変更する行為にあっては、当該行為に係る土地の実測縦断面図及び実測横断面図に当該行為に係る計画地盤面を記載したもの
- 五 土地の掘さく等が他の事業に及ぼす影響及びその対策の概要を記載した図書
- 六 河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地において土地の掘さく等を行なう場合にあっては、当該土地の掘さく等を行なうことについて申請者が権原を有すること又は権原を取得する見込みが十分であることを示す書面
- 七 土地の掘さく等に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面
- 八 その他参考となるべき事項を記載した図書

(2) 電気事業法と河川法に基づく申請書類の比較並びにその共用等に関する検討結果

以下に述べる事項は、別の場で調査・検討なされたものの抜粋であるが、再度、委託事業において検討した結果と相反するものではない。

1) 水力発電設備の工事計画記載事項と河川法許可書の記載事項

河川法の「水利使用の許可申請」や「工作物の新築等の許可申請」の記載内容・添付書欄には工事計画届と同様の項目も多いことから、電気事業法の趣旨に沿った内容であることを前提に極力河川法の許可申請に用いたものと同様のものをもって電気事業法の記載内容・添付書類とすることについて、記載内容から同様の内容と考えられる項目を表に併記しているが、法令の解釈についてまでは今回の事業の中で判断できないため、案件によっては必要な手続きが異なることも考えられる。

2) 工事計画届出について

関係する法令や監督官庁の所掌範囲を明確にした上で、社会経済および環境の変化等を踏まえ、法目的に照らして電気事業法に基づく規制を適確に執行するために、国として関与すべき範囲の重点化を図ることは、今後の検討に際して極めて重要である。

例えば、「事業用電気工作物が発電水力の有効な利用を確保するため技術上適切なものであること」を説明・審査する資料として、「流量資料」「使用水量の決定に関する説明書」などを求めているが、本件は、電力供給構造上水力発電が主力だった時代に創設された規定であり、当初計画の策定段階で必要な指導・勧告がなされてきたものであると考えられることから、今後工事計画の変更届出が伴う設備の変更等の段階では、電力供給構造等の変化に応じて審査をする上で必要最小限なものとするか、もしくは審査の合理化を検討することも一方策と考えられる。

(「令和3年度 電気関係報告等対象設備技術動向調査事業に関する調査報告書」(抜粋) 令和4年2月 一般社団法人日本電気協会)

3) 工事計画記載事項・添付書類と河川法許可申請図書との比較

電気事業法と河川法の比較を以下の表 5.6 に示す

表5.6 電気事業法と河川法の比較表

電気事業法 工事計画	河川法
《水力発電所 添付書類》 法令等に係るものにあつては、該当事項に関する説明書（大気汚染防止法第 2 条第 2 項のばい煙施設を設置する場合は、ばい煙に関する説明書、急傾斜地崩壊危険区域内において行なう制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書等）	《河川法 23 条》 水利使用に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、許可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面 《河川法 26 条》 新築等に係る行為又は事業に関し、他の行政庁の許可、認可その他の処分を受けることを必要とするときは、その処分を受けていることを示す書面又は受ける見込みに関する書面
発電所の概要を明示した縮尺 1/50,000 以上の地形図	《河川法 23 条》 一般平面図（次の事項を記載した縮尺 5 万分の 1 の地形図とする。イ. 集水地域、ロ. ダム、水路、法第四十五条の規定による観測施設その他水利使用に関する主要な施設又は工作物の位置等） 《河川法 26 条》 縮尺 5 万分の一の位置図
主要設備の主要寸法及び配置の状況を明示した平面図及び断面図	《河川法 23 条》 図面（貯水池実測平面・縦断面・横断面図、地質、ダムの設計図、ダムに関する工事を施工するための設備に関する図面、ダム以外の施設又は工作物の設計図） 《河川法 26 条》 工作物の設計図
《水力設備 添付書類》 流量資料	《河川法 23 条》 河川の流量と申請に係る取水量及び関係河川使用者の取水量との関係を明らかにする計算
使用水量の決定に関する説明書	《河川法 23 条》 使用水量の算出の根拠
有効落差、理論出力及び出力についての計算書	《河川法 23 条》 取水量等
流量の調整方法及び引水方法に関する説明書	《河川法 23 条》 取水の方法

電気事業法 工事計画	河川法
《ダム添付書類》 ダムの構造図	《河川法 26 条》 工作物の設計図
設計洪水流量計算書	《河川法 23 条》 計画洪水流量に関する計算書
土砂堆積量計算書	《河川法 23 条》 ダムの設計図，ダムの安定に関する計算書
堤体の強度及び安定度についての計算書	《河川法 23 条》 ダムの安定に関する計算書 《河川法 26 条》 工作物の構造又は能力
洪水吐きの構造図並びに容量，強度及び安定度についての計算書	《河川法 23 条》 工作物の設計図 工作物の構造又は能力 《河川法 26 条》 施設又は工作物に関する構造計算書
水たたきの減勢方法 水たたきの減勢計算書又は水たたきの減勢についての水利模型実験の結果を記載した書類	《河川法 23 条》 施設又は工作物に関する水利計算書 施設又は工作物に関する構造計算書
《取水設備 記載事項》 取水する河川又は湖沼の名称及び取水地点の位置	《河川法 23 条》 河川の名称 取水口，注水口又は放水口の位置
取水方法	《河川法 23 条》 取水の方法
《放水設備 記載事項》 放水する河川又は湖沼の名称及び放水地点の位置	《河川法 23 条》 河川の名称 取水口，注水口又は放水口の位置
《放水設備 記載事項及び添付書類》 こう長，こう配，標準断面形及び標準断面寸法放水口の主要寸法及び放水口敷標高 調圧水室の種類及び主要寸法水路定規図 通水容量計算書	《河川法 23 条》 ダム以外の施設又は工作物の設計図，工作物に関する水利計算書

5.2.3 アンケート結果の集約

アンケートの結果は、添付図表 8「工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に関する事業者からの要望・意見の集約と取扱い」に示すとおりであり、また、河川法の手続き上必要となる書類と工事計画届出に付すべき書類の共用化について整理した結果は表 5.7 に示すとおりである。

ここで、工事計画書（添付書類を含む）の見直しについては、以下のとおり改善すべき課題を整理して検討した。

1. 基本的な着目点

- ・ 審査における必要性
- ・ 負担軽減(必要十分な内容であること) … 河川法に係る書類との共用性

2. 取扱いの区分

- ・ 新たに規定すべきもの
- ・ 従前どおり必要なもの

なお、河川法に係る書類と共用できるものについては以下の区分とした。

- ① 従前どおりでよいもの
 - ② 名称を変更すべきもの
 - ③ 名称及び内容を変更すべきもの
- … 次頁 表 5.7 の「注 1」と同じ

この他、電気事業法の趣旨に照らして審査上の必要性を検討すべきものとして

- … 「常時せん頭出力」の取扱い、「使用水量等の決定根拠」等に関する課題があるが、これらに係る方向性の案については、「添付図表 9」に逐一示している。

5.2.4 検討結果

検討した結果は以下のとおりであり、告示の改定を必要とするような抜本的なものではなかったが、改善すべき余地のある事項等は添付図表 9 の「工事計画書の記載事項及び添付書類に係る改善の方向性について」に示すとおりである。

中で、主要な項目 2 件に係る事由は以下に示すとおりである。

① 通水容量計算書(導水路・放水路)

無圧水路のうち、トンネル又はがい渠については、最大流量前後で 2 つの水深を有する水理特性を示す場合が多いことから、適切な余裕を確保しておかないと水路内に空気塊が封入され不安定な流況を呈したり、その噴出時に衝撃波を発生することがある。従って、添付書類として「水理特性曲線」を付すべきである。

② 水圧管路の「材料」

近年、コストダウンの方策として、従前の鋼管に代えて高分子系を含む多様な材料が用いられるようになってきた。水力発電所の水圧管路は、上・工水や農業用水に係るものと異なり、非定常時には顕著な水撃圧が発生するものである。また、材質によっては耐久性に不安要素を有するものもある。従って、必要な「靱性」、「耐久性」を有することに関する説明書を付すべきものと考えられる。

その他、軽微なもので「事務処理」に係る「了解事項」的なものとしては、以下のものがある。

① 1/5 万地形図については、国土地理院発行のものに限定せず位置関係が明瞭に判るものであればよいものとする。

② 所在地に関して「番地」のない場合は…「地先」と表記すればよいものとする。

また、負担軽減の観点から実施した河川法に係る書類との共用・可能性について検討した結果は、次頁に示す表 5.7「工事計画書届出書に係る水利使用等許可申請書と重複する箇所の取扱い」に示すとおりである。

表 5.7 工事計画届出書に係る水利使用等許可申請書と重複する箇所の取扱い

	水利使用等許可申請書に必要な図書	電気事業法の工事計画届出書（電気事業法施行規則）	
	（河川法施行規則）	重複する添付書類	共用可能性と対応 ^{注1}
水力発電所	・ 次の事項を記載した縮尺 5 万分の一の地形図（集水地域、ダム、水路、水位・流量等の観測施設、その他水利使用に関する主要な施設又は工作物の位置、水利使用により影響を受ける施設又は工作物のうち他の水利使用のためのもの、道路、橋その他主要なものの位置、その他参考となるべき事項	・ 発電所の概要を明示した地形図（水力発電所の場合は、縮尺五万分の一以上の地形図）	① - 1
	・ 貯水池実測平面図・縦断面図・横断面図、ダムの設計図、地質図、ダムに関する工事を施工するための設備に関する図面、ダム以外の施設又は工作物の設計図	・ 主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図（水力発電所の場合は、各設備の主要寸法を記載すること。）	③ - 2
	・ 流況曲線図・流量累加曲線図	・ 流量資料	③ - 3
	・ 使用水量の算出の根拠を記載した図書	・ 使用水量の決定に関する説明書	② - 4
	・ 河川の流量と申請に係る取水量及び関係河川使用者の取水量との関係を明らかにする計算を記載した図書	・ 有効落差、理論水力及び出力についての計算書	③ - 5
	・ 水利使用の場所（別記様式第 9）	・ 流量の調整方法及び引水方法に関する説明書	③ - 6
ダム	・ ダムの設計図（基礎処理に関するものを含む）	・ ダムの構造図	② - 7
	・ ダムの安定に関する計算書	・ 土砂堆積量計算書	② - 8
	・ 計画洪水流量に関する計算書	・ 設計洪水流量計算書	② - 9
	・ ダムの安定に関する計算書	・ 堤体の強度及び安定度についての計算書	② -10
	・ 高さ十五メートル以上のダムの基礎地盤の地質及び処理の方法に関する説明書	・ ダムの設計図（基礎処理に関するものを含む）	② -11
	・ 工事の実施方法を記載した図書	・ 高さ十五メートル以上のダムの施工方法に関する説明書	② -12
	・ 施設又は工作物に関する構造計算書	・ 洪水吐きの構造図並びに容量、強度及び安定度についての計算書	③ -13
	・ 施設又は工作物に関する水理計算書	・ 水たたきの減勢計算書又は水たたきの減勢についての水理模型実験の結果を記載した書類	③ -14
導水路	・ ダム以外の工作物の設計図	・ 導水路定規図	③ -15
放水路	・ ダム以外の工作物の設計図	・ 放水路定規図	③ -16
貯水池又は調整池	・ 貯水池実測縦断面図及び貯水池実測横断面図	・ 貯水池又は調整池の縦断面図及び横断面図	② -17
	・ 貯水面積曲線図	・ 水位・たん水面積曲線図	② -18
	・ 貯水量曲線図	・ 水位・容量曲線図	② -19
	・ 背水に関する計算書	・ 背水位計算書	② -20

注 1：表記の区分は次のとおりであるが、続きの番号ごとに別表にて、対応すべき方向性やその事由等について述べる。

- ① 従前どおりでよいもの
- ② 名称を変更すべきもの
- ③ 名称及び内容を変更すべきもの

表 5.7 別表 共用可能性と対応に関する事由等

1	1/5万地形図については、国土地理院によるメンテナンス(時間経過に伴う修正)が行われなくなっていることから、国土地理院発行のものに限定することせず、位置関係が明瞭に判るものならばよいものとする。
2	河川法が規定する全てのものではなく、該当するもののみでよいが主要寸法は記載すること。
3	「使用水量の決定に関する説明書」において必要十分なものとする。「流れ込み式」、「調整池式」にあつては「流況曲線図」、「貯水池式」にあつては「流量累加曲線図」、揚水発電所にあつては、それを構成するものが「調整池」であるが「貯水池」であるかに応じて添付するものとする。
4	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
5	一部類似しているものの要求している内容が異なるので、別途に作成添付のこと。
6	一部類似しているものの要求している内容が異なるので、別途に作成添付のこと。
7	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
8	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
9	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。(河川法が規定する「計画洪水流量」は誤り)
10	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
11	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
12	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
13	要求範囲が異なるが、名称・内容を変更の上、必要箇所に係るものを添付すればよい
14	要求範囲が異なるが、名称・内容を変更の上、必要箇所に係るものを添付すればよい
15	要求範囲が異なるが、名称・内容を変更の上、必要箇所に係るものを添付すればよい
16	要求範囲が異なるが、名称・内容を変更の上、必要箇所に係るものを添付すればよい
17	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
18	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
19	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。
20	実質的に差異はないので、名称のみ変更すればよい。

-添付図表-

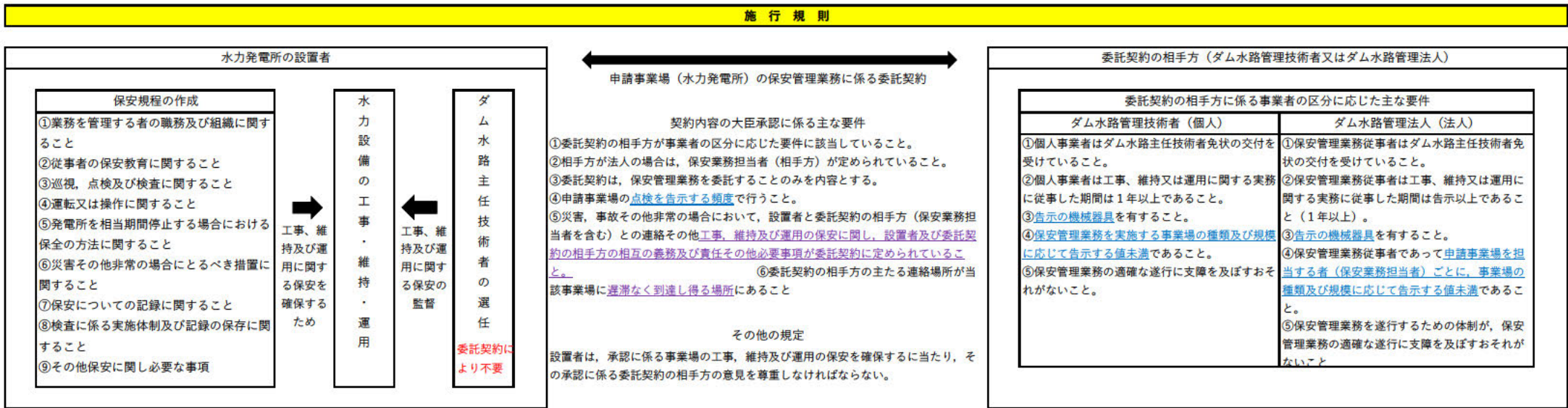
図表 1	外部委託制度の枠組み.....	59
図表 2	「外部委託制度」の見直しに係る検討フロー図.....	60
図表 3	工事計画書に係る検討フロー図.....	61
図表 4	水力設備に係る主な設備別不具合事象と標準的な点検内容に関するスマート機器の導入性..	62
図表 5	スマート保安技術の導入について.....	65
図表 6	スマート機器に係る課題と補完法に関する方向性及びソフトセンサーについての見解	67
図表 7	水力設備の保安管理を外部委託する場合の点検周期の比較.....	69
図表 8	工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に関する事業者からの要望・意見の集約と取扱い	70
図表 9	工事計画書の記載事項及び添付書類に係る改善の方向性について.....	73

図表1 外部委託制度の枠組み

図表1

水力発電所の水力設備に係る保安管理業務（水力設備の工事，維持及び運用に関する保安の監督に係る業務）の外部委託について

（出力2000kW未満の自家用水力発電所に限る）



発電所の出力と換算係数 ※1	
発電所の出力（KW）	換算係数
100未満	0.3
100以上200未満	0.4
200以上600未満	0.6
600以上1000未満	0.8
1000以上1500未満	1.0
1500以上2000未満	1.2
2000以上2500未満	1.4
2500以上3500未満	1.6
3500以上5000未満	1.8

平成15年経済産業省告示第249号

（機械器具） 巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器，膜厚計，超音波厚さ計，振動計

（点検頻度） 水力発電所の水力設備：毎月1回以上，発電所：毎月2回以上，設置，改造等の工事期間にあっては毎週1回以上

（保安管理業務を実施する事業場） 水力発電所の規模（100kW未満～5000kW未満までの9区分）に応じた発電所数と換算係数（0.3～1.8）を乗じた値が「33」未満。※1

主任技術者制度の解釈と運用（内規）：（委託契約書に明記された者による保安管理業務の実施等）

（5）「工事，維持及び運用の保安に関し，設置者及び委託契約の相手方の相互の義務及び責任その他必要事項が委託契約に定められていること」は，次の全ての事項を委託契約書等から確認できることとする。

① 外部委託に係る自家用電気工作物の工事，維持及び運用に関する保安の確保を，次に掲げる原則に従って行うこと。

イ ダム水路管理技術者又は保安業務担当者等（「ダム水路管理技術者等」）が，保安規程に基づき，保安管理業務を自ら実施する。

ロ 設置者が，事業場において保安管理業務を行う者（身分証を携帯）と面接等を行い，その者が委託契約書に明記された「ダム水路管理技術者等」であることを確認する。

ハ 設置者が，保安管理業務の結果について「ダム水路管理技術者等」から報告を受け，その記録を確認及び保存する。

ニ 「ダム水路管理技術者等」が，技術基準の適合状況を確認するため，工事期間中の点検，月次点検及び年次点検（主として発電設備を停止状態にして行う点検）を行う。

ホ 「ダム水路管理技術者等」が，工事期間中の点検，月次点検，年次点検，6か年点検，不定期点検又は臨時点検の結果から，技術基準への不適合又は不適合のおそれがあると判断した場合は，修理，改造等を設置者に指示又は助言する。

② 月次点検の要件（項目，対象設備）

対象設備	ダム	取水口 取水ゲート	沈砂池	除塵機 スクリーン	導水路	水槽	水圧鉄管	水車	周辺地山	測定装置、警報装置、 監視装置
外観点検の項目	(a) 水力設備の亀裂、変形、腐食、摩耗及び劣化等の状況									
月次点検	(b) 水力設備等の漏水及び湧水等の異常の有無									
年次点検	(c) 水力設備の損傷等を引き起こすおそれのある事象として周辺地山の崩壊及び崩壊のおそれの有無									
上記点検のほか、設置者及びその従事者に、日常巡視等において異常等がなかった否かの問診を行い、異常があった場合には、ダム水路管理技術者等としての観点から点検を行う。										

③ 年次点検は，次の項目の確認その他必要に応じた測定・試験を行う。

イ 1年に1回以上行う。

ロ 次に掲げる項目の確認その他必要に応じた測定・試験を行う。

（イ）ダム，取水ゲート等の可動部が正常に動作すること。

（ロ）取水ゲートを閉めることにより，発電用水が遮水され，水車及び発電機が正常に停止すること。（入口弁が正常に閉止することを含む。）

④ 6か年点検として，露出した水圧鉄管の板厚測定を6年に1回以上行うこと。

⑤ 不定期点検として，露出した水圧鉄管の振動測定を必要に応じ行うこと。

⑥ 臨時点検として，台風，豪雨，地震，雪等の発生後の水力設備の点検を必要に応じ行うこと。

⑦ 工事期間中は，上記②の外観点検を行い，施工状況及び技術基準への適合状況の確認を行うこと。

⑧ 事故または故障発生時に，次のイからニまでに掲げる処置を行うこと。

イ 事故または故障の発生や発生するおそれの連絡を設置者又はその従事者から受けた場合は，「ダム水路管理技術者等」が，現状の確認，取水停止等に関する指示を行う。

ロ 「ダム水路管理技術者等」が，事故又は故障の状況に応じて，臨時点検を行う。

ハ 事故・故障の原因が判明した場合は，「ダム水路管理技術者等」が，同様の事故・故障を再発させないための対策について，設置者に指示又は助言を行う。

ニ 報告規則に基づく事故報告を行う必要がある場合は，「ダム水路管理技術者等」が，設置者に対し，事故報告するよう指示を行う。

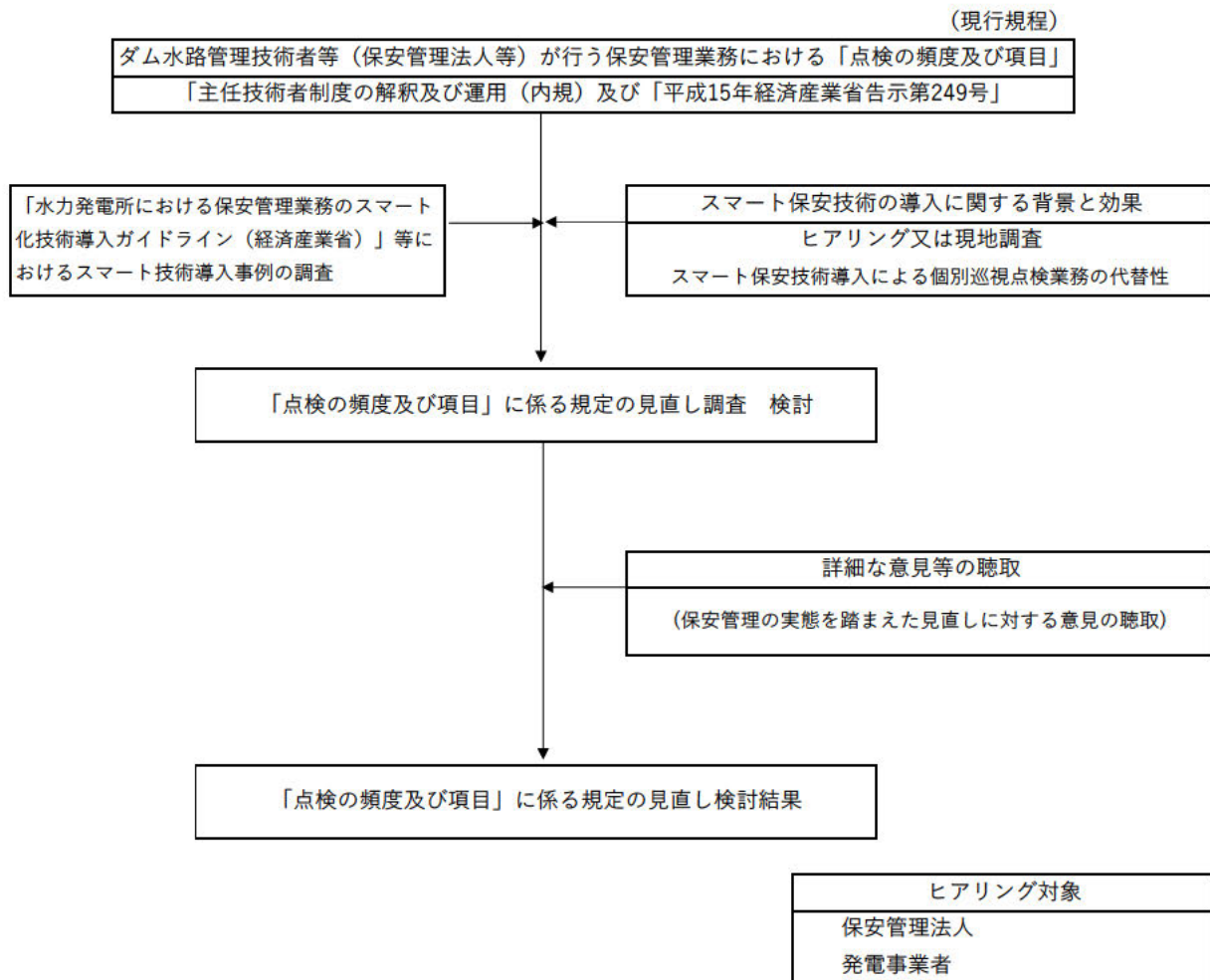
（6）「その他必要事項」とは，工事，維持及び運用に関する保安のために必要な事項を委託契約の相手方に連絡する責任者が選任されていることとする。

（7）「遅滞なく到達」とは，水力発電所が同一水系又は近傍水系にあり，かつ，2時間以内に到達すること。

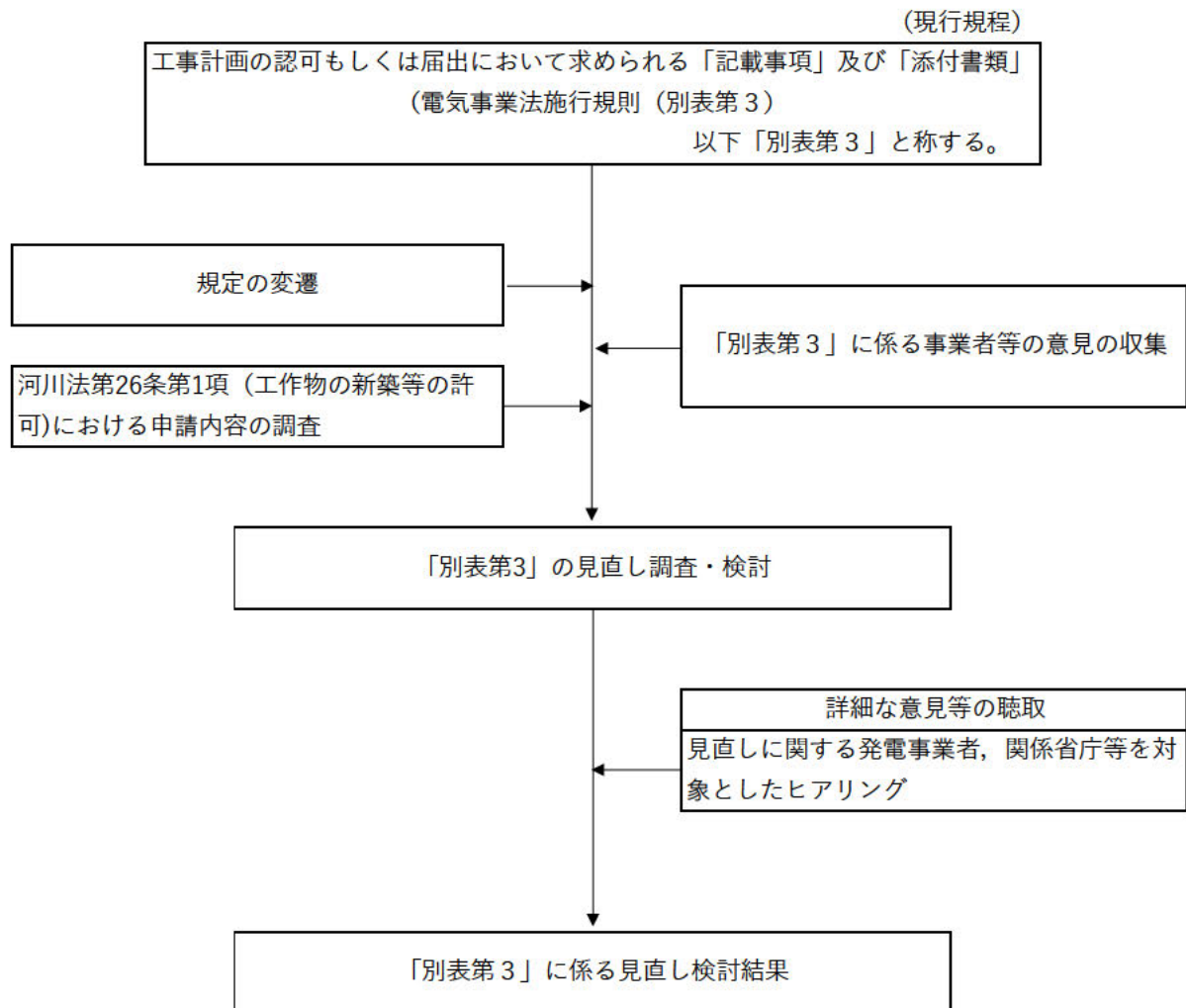
（8）水力発電所が過疎地域，離島振興対策実施地域又は離島に設置される場合は，当該申請の審査に当たっては保安管理業務の円滑かつ適切な実施に支障が生じないよう配慮すること。

図表 2

図表 2 「外部委託制度」の見直しに係る検討フロー図



図表 3 工事計画に係る検討フロー図



図表 4

図表 4 水力設備に係る主な設備別不具合事象と標準的な点検内容に関するスマート機器の導入性

水力発電所に係る主な設備別不具合事象と標準的な点検内容に関するスマート機器の導入性										
主な水力設備		不具合事象		不具合発生間隔 (注2)	標準的な点検状況（臨時点検を除く）			出典・根拠等	スマート機器による代替	
名称	部位	事象の内容	想定される人体・物件への影響の程度（注1）		区分	内容	頻度			
周辺地山	湛水地域の護岸	側壁・護岸のコンクリートのひび割れ、剥離による漏水、地山の滑り	大	Ⅴ	(1)	日常点検	目視観察などの簡易な調査	1回/月※	※従来の経験に基づく電気事業者の事例	ドローン、画像処理技術
						定期点検	日常点検では確認できない構造物や部材の状態を把握	1回/数年※	※コンクリート標準示方書	同上
取水ダム	堤体	コンクリートのひび割れ、剥離による漏水、貯水の流出	大	Ⅴ	(2)	巡視	概括的に状態把握	1回/月※	※従来の経験に基づく電気事業者の事例	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、画像処理技術
						日常点検※	目視等により状態把握	1回/年程度※	※国土交通省河川砂防技術基準（維持管理編）	同上
	排砂路	コンクリートのひび割れ、剥離による漏水、貯水の流出	小	Ⅴ	(2)と同じ			—	同上	
	排砂門	腐食、摩耗、強度低下、変形、漏水等	小	Ⅳ	(3)	巡視	目視により定期的に設備の異常の有無を確認し、調査や対策の必要性を検討	1回/月※	※水門扉管理要領	ITVカメラ、遠隔監視、タブレット
定期点検						巡視よりも詳細な各部の点検を定期的に行い、設備の異常の有無を確認し、調査や対策の必要性を検討	非浸水部：1回/年程度 浸水部：1回/3年程度	同上	同上	
取水設備	取水口	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊	中	Ⅴ	(4)	日常点検	目視観察などによる簡易な調査	1回/月※	※従来の経験に基づく電力事業者の事例	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、画像処理技術
						定期点検	日常点検では確認できない構造物や部材の状態を把握	1回/数年※	※コンクリート標準示方書	同上
	制水門	腐食、摩耗、強度低下、変形	小	Ⅳ	(3)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、タブレット、自動閉止装置	
沈砂池	沈砂池	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊	中	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、画像処理技術	
	制水門・排砂門	腐食、摩耗、強度低下、変形	小	Ⅳ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、タブレット、自動閉止装置	
除塵機 スクリーン	除塵機	機械故障、塵芥堆積、取水量低下	小	Ⅳ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、センサー	
	スクリーン	腐食、摩耗、強度低下、変形、塵芥・流木流入、水車等損傷	小	Ⅳ	(3)と同じ			—	同上	
導水路 放水路	開きよ/がいきよ	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊等による漏水、溢水等と地すべり誘発	大	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、画像処理技術	
	トンネル	覆工コンクリートの崩壊、トンネル崩壊による溢水	大	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、水面ドローン、タブレット、画像処理技術	
水槽	ヘッドタンク・サージタンク	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊	大	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、ドローン、タブレット、画像処理技術	
	余水路	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊	大	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、画像処理技術	
水圧管路	水圧管	腐食、摩耗、疲労、強度低下、破壊	大	Ⅴ	(3)と同じ 板厚測定の頻度に係る具体的な規定はない※			※水門扉管理要領	ITVカメラ、遠隔監視、ドローン、タブレット、鉄管内面点検ドローン	
	アンカーブロック	コンクリートの劣化、ひび割れ、剥落、安定性低下、水圧管脱落・破壊	大	Ⅴ	(2)と同じ			—	ITVカメラ、ドローン、タブレット、画像処理技術	
	小支台	コンクリートのひび割れ、剥離、損壊	中	Ⅴ	(2)と同じ			—	同上	

水車	制水弁	穴あきによる漏水，漏油，駆動部故障	小	Ⅳ	(5)	巡視	漏水，漏油状況	1回/週※	※従来の経験に基づく電気事業者の事例を参考	ITVカメラ，遠隔監視
						計測	動作時間，サーボモータ動作電流測定	1回/年※	同上	ITVカメラ，センサー，遠隔監視
						分解点検		1回/6年～10年※	同上	—
	ランナー	割れ，異常摩耗	小	Ⅴ	(6)	流水部目視点検		1回/1年～3年※	同上	—
						ランナー交換		1回/15年～20年※	同上	—
	ノズル，バケット (ベルトン水車のみ)	割れ，固着，摩耗	小	Ⅳ	(7)	流水部目視点検		1回/1年～3年	同上	—
						分解点検		1回/6年～10年※	同上	—
						バケットランナー交換		20年※	同上	—
	ケーシング，吸出管	腐食，割れ，漏水	小	Ⅴ	(8)	巡視	外観，漏水	1回/週※	同上	ITVカメラ，遠隔監視
						流水部目視点検		1回/1年～3年※	同上	同上
						ケーシング交換／吸出管 交換		30年～40年※	同上	—
	主軸	摩耗，腐食，主軸封水機能喪失	小	Ⅲ	(9)	巡視	封水・漏水状況，軸振れ	1回/週※	同上	ITVカメラ，遠隔監視，センサー
						巡視	発錆	1回/年※	同上	ITVカメラ，遠隔監視
						分解点検（スリーブ摩耗，非破壊検査）		1回/6年～10年※	同上	—
						主軸交換		30年毎※	同上	—
	调速装置	基盤故障又は電源故障による水車回転数異常	小	Ⅲ	(10)	巡視	漏油，計器故障	1回/週※	同上	ITVカメラ，遠隔監視，センサー
						点検	基盤抜出目視点検	1回/2年※	同上	—
						動作確認 機能確認	主配圧弁他 サーボモーター他	1回/年※	同上	—
						電解コンデンサー交換 调速機交換		8年毎※ 20年毎※	同上	—
	軸受け（冷却装置含む）	摺動材劣化，軸受け温度上昇，冷却水配管劣化・詰まり等	小	Ⅲ	(11)	巡視	漏油，油面状況，温度	1回/週※	同上	ITVカメラ，遠隔監視，センサー
						定期点検	潤滑油色相	1回/年※	同上	—
						分解点検		1回/6年～10年※	同上	—

	圧油装置（油ポンプ、油タンク、アンローダー、配管等）	漏油、油圧、油面、ポンプ吐出圧力等 ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	小	Ⅲ	(12)	巡視	漏油、油面状況、温度、過熱、異音、異臭、振動	1回/週※	同上	ITVカメラ、遠隔監視、センサー
						定期点検	グリース注油、油圧・油面計	1回/年※	同上	同上
						分解点検		1回/6年～10年※	同上	—

（注１）想定される人体・物件への影響の程度

区分	定義
大	・一般公衆の死亡、傷害 ・作業員の死亡、重度の傷害 ・構外物件の損傷 ・構内他設備への重度の損傷
中	・作業員の軽度の傷害 ・構内他設備の軽度の損傷（修理等により再使用が可能）
小	・上記以外

※設備の故障時に、近くに人がいることを前提に評価する。

（注２）不具合発生間隔

区分	定義	数値化
Ⅰ	5 年未満	5
Ⅱ	5 年以上～10 年未満	4
Ⅲ	10 年以上～20 年未満	3
Ⅳ	20 年以上～40 年未満	2
Ⅴ	40 年以上	1

※区分は、設計不良や製作不良は発生しないことを前提とし、設計寿命及び専門家の経験に基づく知見等から想定した機器の不具合発生間隔とした。

図表 5 スマート保安技術の導入について

スマート保安技術の導入について

1. 状態監視に適用できるスマート保安技術の導入と課題

対象設備	「供用状態」と「作動状況」に関する監視項目		状態監視に適用できるスマート機器	状態監視の課題	補完法等の具体的内容
ダム	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変状、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	画像取得は表面的であり、内部診断ができない	二次診断として触診（打診）等の方法を用いる
		顕著な発錆、漏水（ゲート）			
		ダム水位			
	作動状況	漏水量、揚圧力、ダム挙動	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	技術的には広範囲に導入されており大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		洪水吐きゲート（運転操作・放流量）			
		排砂ゲート（運転操作） 放流警報装置の吹鳴			
取水設備	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変状、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	スクリーンの塵芥を自動検知する技術の導入が望ましい
		ゲート・スクリーンの顕著な発錆、漏水			
	作動状況	流入状況、スクリーン閉塞状況	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	広範囲に導入済、大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		取水口水位、取水量 取水口ゲート（運転操作） 取水口ゲート（無電源緊急遮断ゲート）			
沈砂池	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変状、漏水等）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	二次スクリーンの塵芥を自動検知する技術の導入が望ましい
		流下状況			
		排砂ゲート（運転操作）			
導水路・放水路	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変状）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視、部分的な導入に留まっている）	異常を自動検知する技術の導入が望ましい
		流下状況			
		水位			
ヘッドタンクサージタンク	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（クラック等の顕著な変状）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITV（当直員等による手動遠隔監視に留まっている）	異常を自動検知する技術の導入が望ましい
		水位、流量			
水圧管路	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（管路の顕著な発錆、漏水、振動、固定台等の顕著なクラック）	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	長大・急傾斜露出鉄管の外部点検に時間・労力を要す。転落・墜落等の危険度も高い	露出鉄管の外部点検にはドローンを活用。内部点検には鉄管ドローン等の導入が望ましい（一部導入済み）
水車及び揚水用ポンプ	供用状態	目視、計測装置で認知できる設備の顕著な異常（コンクリート部のクラック等の顕著な変状、漏水等）	ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、画像処理技術、遠隔監視技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		制水弁、水車回りの異常な発錆、漏水			
		補器類の異常	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視制御技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視
		出力、使用水量、回転数、軸受温度、振動等			
		補器類の状態（圧油装置、漏油等） 起動、停止、出力調整			
周辺地山		地山の顕著なクラック	ドローン、ITV（WEB）カメラ、データ通信技術、遠隔監視技術	ITVカメラ等の監視を行っているが、詳しくは要現地調査	災害時は衛星地形判読や航空測量等を活用。迅速性に難点
		地すべり計、変位計、地下水位計	各種計測・センサー技術、データ通信技術、データ処理技術、遠隔監視技術	広範囲に導入済。大きな課題は少ない	ネットワークカメラで表示盤を撮影して遠隔データ監視

スマート機器導入効果	スマート機器による状態監視に係わる各設備共通の課題
・目視等による設備の巡視・点検と同様の効果が遠隔から安全かつ効率的に実施可能	・ITVカメラ、ドローンで確認できないところは従前の手法により補完
・状態の常時監視、異常時の迅速な確認と運転対応が可能	・監視能力の向上（データ通信網の拡充、AIの活用による診断技術、データ処理能力・通信網の拡充、ドローンの飛行時間の延長、カメラ・センサーの高性能化、非常用電源の確保）
	高速インターネット回線が供用されるようになり、従前キャリア回線が未達でIoT化できなかったものが接続できるなど、高度な状況把握が可能な時代となってきたことを踏まえた対応・性能アップ

2 定期点検に係るスマート保安技術の導入と課題

対象設備	スマート保安機器等	導入効果	現状及び課題	補完法等の具体的内容
ダム	気中・水中ドローン、高解像度カメラ、画像処理クラック診断技術	・安全かつ効率的な点検実施	適用に当たっては人間による点検結果とドローンによる点検結果の精度比較が必要	AI画像診断技術（従前データとの差異分析、詳細調査が必要なクラックの特定等）に係る機能導入
洪水吐きゲート	AE法を用いた洪水吐きゲートワイヤーロープ点検装置	・非破壊による適確な点検実施	ワイヤーロープについては水中部や端部の点検が困難	従前は潜水土による点検を実施していたが一部は水中ドローンで代替している
取水設備	スノージャム、落葉・塵芥の検出技術	・安定的な取水の確保	AIによる診断技術は高価である。	簡易なAI判定技術の導入
導水路，放水路，サージタンク，ヘッドタンク	水面ドローン，水中ドローン，高解像度カメラ，クラック診断技術	・放水作業の無い効率的な点検実施 ・安全な点検作業	従前の点検結果とドローンによる点検結果の精度比較が必要	AI画像判定技術（過去データとの比較分析、劣化事象自動判
水圧管路	鉄管内面点検ドローン	・効率的な点検実施 安全な点検作業	適用上の制約が多い＊	斜坑を安定的に移動できるロボット等の開発が望ましい
	コンクリート固定台・支台接触部の超音波評価システム	・視認不可能な場所での点検実施	未実施	未実施
	鉄管板厚測定ロボット	・仮設足場が不要	適用上の制約が多い＊	斜坑を安定的に移動できるロボット等の開発が望ましい
周辺地山	アンカーボルト劣化判定システム	・効率的にボルト内部の損傷等の劣化を点検	未実施	未実施

＊ 放水状態での内部点検は急傾斜である斜坑部の点検が困難である。長大な急傾斜鉄管では数百メートルの遠方となり無線操作が困難、有線に対応する必要あり。

図表 6 スマート機器に係る課題と補完法に関する方向性及びソフトセンサーについての見解

スマート機器に係る課題と補完法に関する方向性及びソフトセンサーについての見解

① 状態監視に適用できるスマート機器に係る課題と補完法に対する技術開発や解決策の方向性、機器の活用方法の高度化方策等についての見解

状態監視に適用できるスマート保安技術

状態監視に適用できる スマート機器	状態監視の課題	補完法等の具体的内容	技術開発や解決策の方向性、機器の活用方法の高度化等
ドローン、ITV（WEB）カメラ、 データ通信技術、画像処理技術、遠 隔監視技術	画像取得は表面的であり、内部診断が できない	二次診断として触診（打診）等の方法を用い る	UAVによる画像取得は従前の方法（クライミング調査等）に比較し安価であるた め、従前よりも頻度を増やして画像を取得するとともに、前回撮影データとの比較 や欠陥検出をアプリを用いて自動判定することにより、安全性の向上はもとより経 済性も向上する。
			現状は、事業者の規模等、費用対効果を勘案しながら、画像により状態監視をし、 定期点検で触診等の診断を実施するなど、複合的に異常の覚知をしているが、より 安価で高感度の画像取得が可能になれば、高度な機器の導入が拡大すると思われ る。
			コンクリートの内部診断装置の技術開発、簡素化、装置の軽量化を進める。
	ITV（当直員等による手動遠隔監視に 留まっている）	スクリーンの塵芥を自動検知する技術の導入 が望ましい	スクリーン前の塵芥浮遊状況を監視するAI技術が既に開発され運用されているもの の、現状ではメリット（取水量増）に対しコストが見合っていない状況。現況で は、スクリーン前後の水位差監視で事足りており、コストの低下状況等注視しなが ら対応していきたい。
			ITV監視に加え、スクリーン前後の水位差、取水量のリアルタイム監視など複合的に 監視することにより精度が高まるのではないかな。
			画像判断により塵芥判別ができることが必要。
	ITV（当直員等による手動遠隔監視、 部分的な導入に留まっている）	異常を自動検知する技術の導入が望ましい	監視カメラによるメータリング、ソフトセンシング等、新技術の動向を注視してい る。将来的には当直員の廃止も含め自動監視システムを構築していく方向性であ る。また、運転中でも、自動航行ができる異常検知ドローンの開発を進める。
			異常について、その事象の内容、判断要素（数値、温度、振動等）の検討が必要。
			安価で簡易なAI判定技術が一般化すれば、導入が進むのではないかな。
	長大・急傾斜露出鉄管の外部点検に時 間・労力を要す。転落・墜落等の危険 度も高い	露出鉄管の外部点検にはドローンを活用。内 部点検には鉄管ドローン等の導入が望ましい （一部導入済み）	鉄管外部点検に労力を要する場合は、UAV等による省力化を実施、将来的には設定 頻度にて自動点検（監視）を行っていく方向性。鉄管内部点検については、これま で難点検箇所として可能な範囲での点検であったものが、全線を確認することが可 能なり点検品質が向上された、今後も継続的に実施する方向性である。また、管底 部、固定台などの重要部位の点検を如何にに実施するか課題である。
	ITVカメラ等の監視を行っているが、 詳しくは要現地調査		災害時は衛星地形判読や航空測量等を活用。 迅速性に難点
		異常の程度や進展具合に応じて、左記のような対応が必要な場合と、現地に出向い て対応した方が安価で迅速な場合があり、対応のあり方について仕訳が必要。	
		スマホの利用が考えられる。	

定期点検に係るスマート保安技術

スマート保安機器等	現状及び課題	補完法等の具体的内容	技術開発や解決策の方向性、機器の活用方法の高度化等
気中・水中ドローン、高解像度カメラ、画像処理、クラック診断技術	適用に当たっては人間による点検結果とドローンによる点検結果の精度比較が必要	AI画像診断技術（従前データとの差異分析、詳細調査が必要なクラックの特定等）に係る機能導入	UAV等各種機器を活用した画像取得は従前の方法（クライミング調査等）に比較し安価かつ安全であるため、従前よりも頻度を増やして画像を取得するとともに、前回撮影データとの比較や欠陥検出をアプリを用いて自動判定することにより、安全性の向上はもとより経済性も向上する。
			初期状態及び異常状態との画像比較まで、システム上でできると高度化になる。
			安価で簡易なAI判定技術が一般化すれば、導入が進むのではないか。
AE法を用いた洪水吐きゲートワイヤーロープ点検装置	ワイヤーロープについては水中部や端部の点検が困難	従前は潜水士による点検を実施していたが一部は水中ドローンで代替している	水中部はドローンによる確認を実施しつつ、端部については点検が困難なことから交換時の破断試験によるデータを積み上げ、経年交換時期を設定する。
スノージャム、落葉・塵芥の検出技術	AIによる診断技術は高価である。	安価で簡易なAI判定技術の導入	AI判定技術導入に関するコスト状況について注視していくとともに、地点ごとに従来手法との比較を行いAI技術導入可否について判断していく。
鉄管内面点検ドローン	適用上の制約が多い＊	斜坑を安定的に移動できるロボット等の開発が望ましい	鉄管内面点検ドローンの試行運用を実施中、実績を積み重ね、信頼性向上につなげていく。
			ドローンの軽量化が望ましい。
水圧鉄管コンクリート固定台・支台接触部の超音波評価システム	コンクリート支台内部の鉄管の点検は抜水時に内部からでしか実施できないため制約が多い	鉄管外面から、コンクリート支台内部を診断するには、特に固定台では伝搬距離の大きい性能を有する弾性波や超音波が必要	超音波を用いた評価システムの試行運用を実施中、実績を積み重ね、信頼性向上につなげていく。
鉄管板厚測定ロボット	適用上の制約が多い＊	斜坑を安定的に移動できるロボット等の開発が望ましい	鉄管板厚測定ロボットの試行運用を実施中、実績を積み重ね、信頼性向上につなげていく。
			ロボットの軽量化が望ましい。
アンカーボルト劣化判定システム	コンクリート埋設部のアンカーボルト内部診断は、超音波探傷の有資格者など高度な技術が必要	超音波探傷で得られた面的な損傷状態を判定するAI判定技術の導入	道路設備（NEXICO）では本格導入されているが、電力設備では試行運用を実施し、実績を積み重ね、面的な損傷状況とボルト交換の関係性を蓄積し、AI判定への高度化を目指す。

＊ 抜水状態での内部点検は急傾斜である斜坑部の点検が困難である。長大な急傾斜鉄管では数百メートルの遠方となり無線操作が困難、有線に対応する必要あり。

② 保安管理に万全を図るソフトセンサーの開発・導入についてのご見解（その必要性を含む）

当社水力土木部門ではソフトセンサーの開発・導入にあたっての知見はありませんが、現状、プラント系で活用されており、いずれ河川等の外界・自然界においても活用が進んでいくものと思われることから、アンテナを高く情報収集していきたい。
ソフトセンサーに関しては、水力発電所の場合、水車・発電機に係るものが主であったが、今後は、第3者への影響を惹起させるおそれがある土木設備の保安管理上の重大事象の把握や対応措置の判断支援のために開発・導入を進めていきたい。（例：取水量と発電使用水量の顕著な差/導水路の途中からの大量漏水/導水路の破損/緊急取水停止）
常時モニタリングシステムは、コスト低減はもとより、取り扱いについてクラウドサービスの活用などで、「いつでも・どこでも」状態監視ができるデータシステムの構築が必要である。特に水力発電設備の場合、電力・通信環境が悪い導水路、水槽、水圧鉄管路などへのクラウドを活用したセンシングシステムの積極的な導入が望まれる。
スマート保安への取組みを進めるなかで、保安管理における要員数、安全面、コスト面などの課題を解決するための手段として開発・導入していきたい。
異常となる情報をどのようにして、どこに発報させるかが重要。また、電源がない、電波が入らない場所も存在するため、そのような状況に対応できる仕組みの構築が必要。
中小規模の事業者は費用対効果の観点から、自らソフトセンサーを開発することは難しい。ベンダー企業等で汎用性のあるセンサーソフトが開発され、安価に導入ができるようになれば普及するのではないか。

図表 7

図表 7 水力設備の保安管理を外部委託する場合の点検周期の比較

水力設備の保安管理を外部委託する場合の点検周期の比較

『自家用電気工作物保安管理規定（JEAC(8021-2018）「2301-1 維持運用に係る基本原則」）』における水力発電所の水力設備に関する点検周期と『「主任技術者制度の解釈及び運用（内規）」及び「平成15年経済産業省告示249号」』における出力2000kW未満の水路式発電所に係る水力設備の保安管理を外部委託する場合の点検周期の比較

「自家用電気工作物保安管理規定」					「内規及び告示」	
点検箇所・点検項目		点検要領	点検周期		点検周期	
			月次	年次	月次	年次
水力設備	水車及び付属装置	損傷，変形，変色	1回/月	－	1回/月 ^①	1回/年 ^②
	取水設備，沈砂池，導水路，放水路，ヘッドタンク又はサージタンク，水圧管路，ゲート，巻上機	損傷，汚損，変形，亀裂，腐食，発錆，変状箇所の継続監視・測定	1回/月	－	1回/月 ^①	1回/年 ^②
	試験	水車の摩耗量測定	－	1回/3年	－	－
		水圧管路管厚測定	－	1回/5年	－	1回/6年 ^②
		ゲート・巻上機動作試験	－	1回/1年	－	1回/1年 ^②

注) ①：告示に規程，②：内規に規定

図表 8

図表 8 工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に関する事業者からの要望・意見の集約と取扱い

工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に対する事業者からの要望・意見の集約と取扱い

電気工作物の種類	電気事業法施行規則		要望	要望に対する取扱い
	記載事項	添付書類		
水力発電所	1 発電所の名称及び位置（都道府県都市区町村字を記載すること。）	・送電関係一覧図	・発送電分社化により，発電事業者として送電関係の情報は限られるため，送電関係一覧図の提出は困難。このため，接続する送電線名だけは記載できるが，記載したとしても添付書類の「単線結線図」と同じものになるため，送電関係一覧図を省略。	・一覧図は所有又は管理する範囲とする。
	2 発電所の出力（水力発電所の場合は，常時出力及び常時せん頭出力を付記すること。）及び周波数	－	・記載すべき事項として，常時せん頭出力は不要であり，省略。	・現在，「常時出力」，「常時せん頭出力」は，設定しないため，不要とする。
	3 水力発電所の場合は，使用水量、有効落差及び理論水力（それぞれ最大、常時及び常時せん頭の別に記載すること。）		・工事計画に関して，常時及び常時せん頭の別に使用水量，有効落差及び理論水力は不要であり，省略。	・水利使用料に関しては「最大理論水力」，「常時理論水力」が用いられるが，ここでは，「最大出力」に係る「使用水量」，「有効落差」のみとする。
	4 特定対象事業に係るものにあつては，その特定対象事業に係る法第四十六条の十七第二項の規定による通知に係る評価書に従っている環境の保全のための措置－	－	－	－
	5 環境影響評価法第二条第三項に規定する第二種事業（特定対象事業を除く。）に係るものにあつては，同法第四条第三項第二号（同条第四項及び同法第二十九条第二項において準用する場合を含む。）の措置がとられたものである旨	－	・環境アセスの対象ではない22.5MW以下の水力発電所でも景観条例や自然公園法について明記する必要はないか。	・22.5MW以下の水力発電所は環境アセスの対象ではなく，記載事項の措置は不要のため，景観条例や自然公園法について明記する必要はない。
	－	・急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地（急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第二条第一項に規定するものをいう。以下同じ。）の崩壊の防止措置に関する説明書	・「急傾斜地崩壊区域内において行う制限工事」に係らない工事は，認可申請書の添付書類から省略。	・急傾斜地崩壊危険区域内において工作物の設置又は改造等の制限工事については，その工事計画についての認可申請書が必要である。区域外における工事については届出対象である。したがって，工事計画を認可申請と届出に分割する場合は，それぞれで必要な書類を添付することとなり，区域内及び区域外の全ての工事計画を一括で手続する場合は認可申請書に全ての書類の添付を要するものとする。
		・発電所の概要を明示した地形図（水力発電所の場合は，縮尺五万分の一以上の地形図。	・地形図は国土地理院発行のものに限定するののか。	・地形図は国土地理院発行のものに限定しない。
		・新技術の内容を十分に説明した書類	・「新技術」とは何か不明であるため，削除。	・添付書類から「新技術の内容を十分に説明した書類」を削除する。
（一）水力設備	－	・流量資料 ・使用水量の決定に関する説明書 ・有効落差，理論水力及び出力についての計算書 ・流量の調整方法および引水方法に関する説明書 ・揚水発電所の揚水量の決定に関する説明書	・これらの資料，説明書，計算書を削除。	・工事計画の届出等の時点では，使用水量，有効落差，出力等は既に決定している段階であるため，資料，説明書及び計算書は添付書類から削除する。
1 ダム	1 種類、高さ、余裕高、頂長、頂幅、越流頂標高、越流幅及び越流水深 2 堤体の体積、最大敷幅並びに上下流面こう配又は中心角及び半径 3 高さ十五メートル以上のダムに係る次の事項 （１） 基礎地盤の処理方法 （２） コンクリートの材料の種類、コンクリート一立方メートル当たりのセメント使用量及びコンクリート以外の堤体材料の材料試験の結果	・ダムの構造図 ・土砂堆積量計算書 ・設計洪水流量計算書 ・堤体の強度及び安定度についての計算書 ・高さ十五メートル以上のダムの基礎地盤の地質及び処理の方法に関する説明書 ・高さ十五メートル以上のダムの施工方法に関する説明書 ・洪水吐きの構造図並びに容量、強度及び安定度についての計算書	・「頂長」，「頂幅」は適切な語句に修正が必要。 ・語句の適正化（「ダムの構造図」） ・「土砂堆積量計算書」は「堤体の強度及び安定度についての計算書」における「堆泥圧」として含まれるため，削除。 ・文章の適正化。 ・文章の適正化。	・「堤頂長」，「堤頂幅」に修正する。 ・「ダムの設計図」に修正する。 ・「土砂堆積量計算書」は添付書類から削除する。 ・「高さ十五メートル以上のダムに関する基礎地盤の地質及び処理の方法に関する説明書」に修正する。 ・「洪水吐きの構造図並びに容量計算書，構造計算書」に修正する。

	4 洪水吐きに係る次の事項 (1) 種類及び容量 (2) ゲートの種類、主要寸法及び門数 (3) ゲート操作用常用動力設備の種類及び容量並びに制御方法 (4) ゲート操作用予備動力設備の制御方法、常用との切換方法 の他(二)6、(二)7及び(六)1の中欄に準ずるもの (5) 水たたきの減勢方式 5 洪水吐き以外の放流設備の種類、主要寸法及び設置箇所の標高	・ゲート制御の方法に関する説明書 ・ゲート操作用予備動力装置の出力の決定に関する説明書 の他(二)6、(二)7及び(六)1の下欄に準ずるもの ・水たたきの減勢計算書又は水たたきの減勢についての 水理模型実験の結果を記載した書類	・多目的ダムの場合においては、ダム関係の添付書類を省略。	・1～5：電気事業法施行規則第67条により、添付書類は要しないように対処がなされている。(多目的ダムの場合は、水力発電所における水力設備(二以上の者が管理するものであって、かつ、これらの者を代表する者と当該水力発電所の設置者が異なるものに限る。)のうち、①ダム(洪水吐きゲート操作用予備動力設備及び洪水吐きゲートの制御に係る設備を除く)、②取水設備、③貯水池又は調整池の設置又は変更の工事をしようとする者が届出をしようとする場合は、書類の添付を要しない。ただし、この場合において、河川法第二十六条第一項の許可に係る申請書の写しを添付しなければならない。)
2 取水設備	1 取水する河川又は湖沼の名称及び取水地点の位置(都道府県郡市区町村字番地を記載すること。)	—	・地番がない場合の記載方法が不明。	・地番がない場合は、「…地先」と記載するものとする。
4 導水路	1 こう長(本水路及び支水路の別並びにトンネル、暗きょ、開きょ、水路橋、サイホン及びその他の別に記載すること。)及び圧力 2 こう配、標準断面形及び標準断面寸法 3 水路橋、サイホンの標準巻厚及び標準断面寸法 4 合流その主要寸法	導水路定規図 通水容量計算書(取水設備を含む。) 水路橋及びサイホンの構造計算書	・水理特性曲線図の追加も必要。	・導水路(取水設備を含む。)の通水容量計算書(水理特性曲線図を含む。)に修正する。
5 放水路	1 放水する河川又は湖沼の名称及び放水地点の位置(都道府県郡市区町村字番地を記載すること。) 2 こう長(それぞれトンネル、暗きょ、開きょ及びその他の別に記載すること。)及び圧力 3 こう配、標準断面形及び標準断面寸法 4 放水口の主要寸法及び放水口数標高 5 調圧水室の種類及び主要寸法	放水路定規図 通水容量計算書	・地番がない場合の記載方法が不明。 ・水理特性曲線図の追加も必要。	・地番がない場合は、「…地先」と記載するものとする。 ・通水容量計算書(水理特性曲線図を含む。)に修正する。
7 水圧管路	1 圧力 2 管胴本体の長さ(本管及び条管の別に記載すること。)、最大管厚、最小管厚、最大内径、最小内径、材料、接合方法及び支持方法 3 アンカーブロックの個数及び小支台の種類	圧力計算書 管胴本体の構造計算書 アンカーブロックの強度及び安定度についての計算書	・材料として、多様なものが使用されるようになってきたことを踏まえた記載とすべき。	・添付書類として、「水圧管路としての材質について、必要な靱性、耐久性を有することに関する説明書」を追加する。
8 水車	1 種類、出力、回転速度並びにポンプ水車にあつては揚水量、揚程及び入力 2 调速機の種類 3 制水門又は制水弁の種類及び主要寸法 4 吸出管の種類及び吸出高 5 ポンプ水車の場合は、駆動装置の種類及び出力	—	・語句の適正化(「駆動装置」)。	・「起動装置」に修正する。
9 揚水式発電所における揚水用のポンプ	1 種類、揚水量、揚程、入力及び回転速度 2 制水門又は制水弁の種類及び主要寸法 3 駆動装置の種類及び出力	—	・「駆動装置の種類及び出力」は不要。	・添付書類から「駆動装置の種類及び出力」を削除する。
10 貯水池又は調整池	全容量、有効容量、サーチャージ容量、利用水深、常時満水位、最低水位、設計洪水位、サーチャージ水位、制限水位及びたん水面積	貯水池又は調整池の縦断面図及び横断面図 水位たん水面積曲線図 水位容量曲線図 背水位計算書	・語句の適正化(「全容量」,「有効容量」)。	・「総貯水容量」,「有効貯水容量」に修正する。

参考 ゲート操作用予備動力設備（二）火力設備 6. ガスタービン設備	1 種類、出力、入口及び出口の圧力及び温度、設計外気温度、回転速度、被動機一体の危険速度、排出ガス量、ばい煙量並びにばい煙濃度 2 主要な管の主要寸法及び材料 3 調速装置及び非常調速装置の種類 4 ガスタービンに附属する熱交換器の種類、入口及び出口の温度、最高使用圧力（一次側及び二次側の別に記載すること。）、最高使用温度（一次側及び二次側の別に記載すること。）、主要寸法、材料並びに個数 5 ガスタービンに附属する煙突の種類、出口のガスの速度及び温度、口径、地表上の高さ、有効高さ並びに個数 6 ガスタービンに附属する空気圧縮機及びガス圧縮機に係る次の事項 （１） 空気だめ及びガスだめの種類、容量、最高使用圧力、主要寸法、材料及び個数 （２） 空気だめ及びガスだめの安全弁の種類、吹出圧力、吹出量、個数及び取付箇所 （３） 空気圧縮機及びガス圧縮機の種類、容量、吐出圧力及び個数 （４） 空気圧縮器に附属する冷却塔又は冷却池の種類及び容量 7 空気冷却器に係る次の事項 （１） 種類、入口及び出口の温度並びに個数 （２） 中間冷却器の最高使用圧力、主要寸法及び材料 8 ガスタービンに附属する管に係る次の事項 （１） 主要な管の最高使用圧力、最高使用温度、外径、厚さ及び材料 （２） 安全弁及び逃がし弁の種類、吹出圧力、吹出量、個数及び取付箇所 9 （二） 2 の中欄 1 0 から 1 5 までに準ずるもの 1 0 ガスタービンの基本設計方針、適用基準及び適用規格 ガスタービンの構造図 制御方法に関する説明書 ガスタービンに附属する管の配置の概要を明示した図面	(略)	・全体として記載事項の簡素化を図るべき。	・火力と調整の要あり。
--	---	-----	----------------------	-------------

注：別表第五（第六十六条関係）に係る見直し要望はない。

電気工作物の種類	電気事業法施行規則 別表第三		意見	意見に対する取扱い
	記載事項	添付書類		
1. ダム	（４） ゲート操作用予備動力設備の制御方法、常用との切換方法 の他（二） 6、（二） 7 及び（六） 1 の中欄に準ずるもの	—	・ 4（４）：記載事項の見直し要望ではないが、ゲート操作用予備動力設備の取替については、安全管理審査の対象でなく、使用前自己確認の対象として簡素化。	・ 4（４）：ゲート操作用予備動力設備の取替については既に使用前自己確認の対象となっている。 （電気事業法第51条の2第2項，電気事業法施行規則第74条）
電気工作物の種類	電気事業法施行規則 別表第五		意見	意見に対する取扱い
	記載事項	添付書類		
（一） ばい煙発生施設	1 ばい煙発生施設の種類、出力又は能力及び個数 2 伝熱面積及び有効火床面積 3 燃料の燃焼能力（重油換算） 4 燃料の種類、硫黄分、窒素分、灰分、発熱量及び使用量	ばい煙に関する説明書	・ 仮設予備動力設備（ばい煙発生施設）については、定置期間が3か月未満の場合には届出を不要又は添付書類の簡素化。	・ 経済産業省と大気汚染防止法を所管する環境省との協議が必要。

図表 9

図表 9 工事計画書の記載事項及び添付書類に係る改善の方向性について

電気工作物の種類	記載事項	添付書類	「改善」の方向性
水力発電所	1 発電所の名称及び位置（都道府県郡市区町村字を記載すること。）	・送電関係一覧図	・所有・管理する範囲で十分なものとする。 (理由) 発送電分社化により、発電事業者として送電関係の情報は限られるため、従前のような送電関係一覧図の提出は困難。
	2 発電所の出力（水力発電所の場合は、常時出力及び常時せん頭出力を付記すること。）及び周波数	—	・当該発電所において「常時出力」、「常時せん頭出力」が設定されていない場合は、その記載を不要とする。
	3 水力発電所の場合は、使用水量、有効落差及び理論水力（それぞれ最大、常時及び常時せん頭の別に記載すること。）	—	—
	4 特定対象事業に係るものにあつては、その特定対象事業に係る法第四十六条の十七第二項の規定による通知に係る評価書に従っている環境の保全のための措置	—	—
	5 環境影響評価法第二条第三項に規定する第二種事業（特定対象事業を除く。）に係るものにあつては、同法第四条第三項第二号（同条第四項及び同法第二十九条第二項において準用する場合を含む。）の措置がとられたものである旨	—	—
	—	・急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地（急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律第二条第一項に規定するものをいう。以下同じ。）の崩壊の防止措置に関する説明書	・「急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事」に関係しない工事は、認可申請書の添付書類から省略する。 (理由) 急傾斜地崩壊危険区域内において工作物の設置又は改造等の制限工事については、その工事計画についての認可申請書が必要である。区域外における工事については届出対象である。したがって、工事計画を認可申請と届出に分割する場合は、それぞれで必要な書類を添付することとなり、区域内及び区域外の全ての工事計画を一括で手続する場合は認可申請書に全ての書類の添付を要するものとすることができるのではない。
	—	・発電所の概要を明示した地形図（水力発電所の場合は、縮尺五万分の一以上の地形図。 ・新技術の内容を十分に説明した書類	— ・「新技術」とは何か規定すべきである。

(一) 水力設備	—	・流量資料 ・使用水量の決定に関する説明書 ・有効落差，理論水力及び出力についての計算書 ・流量の調整方法および引水方法に関する説明書 ・揚水発電所の揚水量の決定に関する説明書	・工事計画の届出等の時点では，使用水量，有効落差，出力等は既に決定している段階であるため，資料，説明書及び計算書は添付書類から削除すべきではないか。
1 ダム	1 種類、高さ、余裕高、頂長、頂幅、越流頂標高、越流幅及び越流水深	・ダムの構造図	・表記を「堤頂長」，「堤頂幅」に適正化すべきではないか。
		・土砂堆積量計算書	・「土砂堆積量計算書」は「堤体の強度及び安定度についての計算書」における「堆泥圧」の計算に含まれるため，削除すべきではないか。
	2 堤体の体積、最大敷幅並びに上下流面こう配又は中心角及び半径	・設計洪水流量計算書 ・堤体の強度及び安定度についての計算書	—
		・高さ十五メートル以上のダムの基礎地盤の地質及び処理の方法に関する説明書	・「高さ十五メートル以上のダムに関する基礎地盤の地質及び処理の方法に関する説明書」とした表記に適正化すべきではないか。
	3 高さ十五メートル以上のダムに係る次の事項 (1) 基礎地盤の処理方法 (2) コンクリートの材料の種類、コンクリート一立方メートル当たりのセメント使用量及びコンクリート以外の堤体材料の材料試験の結果	・高さ十五メートル以上のダムの施工方法に関する説明書	—
		・洪水吐きの構造図並びに容量、強度及び安定度についての計算書	・「洪水吐きの構造図並びに容量計算書，構造計算書」とした表記に適正化すべきではないか。
	4 洪水吐きに係る次の事項 (1) 種類及び容量 (2) ゲートの種類、主要寸法及び門数 (3) ゲート操作作用常用動力設備の種類及び容量並びに制御方法 (4) ゲート操作作用予備動力設備の制御方法、常用との切換方法の他 (二) 6、(二) 7 及び (六) 1 の中欄に準ずるもの (5) 水たたきの減勢方式	・ゲート制御の方法に関する説明書	・多目的ダムの場合においては，ダム関係の添付書類を省略する。ただし，この場合、河川法第二十六条第一項の許可に係る申請書の写しを添付しなければならないこととする。 (理由) このことは、既に，電気事業法施行規則第67条に規定されている。
		・ゲート操作作用予備動力装置の出力の決定に関する説明書の他 (二) 6、(二) 7 及び (六) 1 の下欄に準ずるもの ・水たたきの減勢計算書又は水たたきの減勢についての水理模型実験の結果を記載した書類	—

	5 洪水吐き以外の放流設備の種類、主要寸法及び設置箇所の標高		
2 取水設備	1 取水する河川又は湖沼の名称及び取水地点の位置（都道府県郡市区町村字番地を記載すること。）	—	・地番がない場合は、「…地先」と記載すればよい。
4 導水路	1 こう長（本水路及び支水路の別並びにトンネル、暗きょ、開きょ、水路橋、サイホン及びその他の別に記載すること。）及び圧力	導水路定規図	—
	2 こう配、標準断面形及び標準断面寸法	通水容量計算書（取水設備を含む。）	・導水路（取水設備を含む。）の通水容量計算書に関して「水理特性曲線図」を含むものとする。
	3 水路橋、サイホンの標準巻厚及び標準断面寸	水路橋及びサイホンの構造計算書	—
	4 合流さうの主要寸法		
5 放水路	1 放水する河川又は湖沼の名称及び放水地点の位置（都道府県郡市区町村字番地を記載すること。）	放水路定規図	・地番がない場合は、「…地先」と記載すればよい。
	2 こう長（それぞれトンネル、暗きょ、開きょ及びその他の別に記載すること。）及び圧力	通水容量計算書	・通水容量計算書に関して「水理特性曲線図」を含むものとする。
	3 こう配、標準断面形及び標準断面寸法		
	4 放水口の主要寸法及び放水口敷標高		
	5 調圧水室の種類及び主要寸法		
7 水圧管路	1 圧力	圧力計算書	・添付書類として、「水圧管路としての材質について、必要な靱性、耐久性を有することに関する説明書」を追加する。 (理由)・材料として、多様なものが使用されるようになってきたことを踏まえた配慮として、説明書の追加を求めるべきである。
	2 管胴本体の長さ（本管及び条管の別に記載すること。）、最大管厚、最小管厚、最大内径、最小内径、材料、接合方法及び支持方法	管胴本体の構造計算書	
	3 アンカープロックの個数及び小支台の種類	アンカープロックの強度及び安定度についての計算書	
8 水車	1 種類、出力、回転速度並びにポンプ水車にあっては揚水量、揚程及び入力 2 调速機の種類 3 制水門又は制水弁の種類及び主要寸法 4 吸出管の種類及び吸出高 5 ポンプ水車の場合は、駆動装置の種類及び出力	—	・表記を「起動装置」とすべきである。

9 揚水式発電所における揚水用のポンプ	1 種類、揚水量、揚程、入力及び回転速度 2 制水門又は制水弁の種類及び主要寸法 3 駆動装置の種類及び出力	—	
10 貯水池又は調整池	全容量、有効容量、サーチャージ容量、利用水深、常時満水位、最低水位、設計洪水水位、サーチャージ水位、制限水位及びたん水面積	貯水池又は調整池の縦断図及び横断図 水位たん水面積曲線図 水位容量曲線図 背水位計算書	・表記を「総貯水容量」，「有効貯水容量」に適正化するべきである。

－参考資料－

(1) 「外部委託制度」の検討に係るその他付帯的事項	78
(2) 自家用電気工作物保安管理規程(抄)	79
(3) 巡視・点検の有効性	82
(4) 保安管理業務に係るヒアリング結果	107
(5) 土木情報学の体系化(土木学会)関連資料	125
(6) 工事計画書に係るアンケート結果	128

(1) 「外部委託制度」の検討に係るその他付帯的事項

①「外部委託」制度に適合する条件として付加すべき事項

- ・「一定の安定運転実績を要すること」

施設の供用開始から最初の１年程度の期間については、一般に「初期故障」として、材料の欠陥、設計ミス、製造エラー等に起因する故障・トラブルが多いことが知られている

水力発電所を構成する施設にあっても、水温、気温、地下水位の変動等を一巡して経験するとともに、工作物の微細な応力再配分等を含む「なじみ」な挙動(コンクリート構造物と基礎(岩盤を含む))、機械設備の給油・潤滑状況、ワイヤロープと滑車・シーブ、開度計、ゲートや伸縮継手の固定部と止水材等)が安定するには一定の時間を要することに立脚したものである。

即ち、当該発電施設が不安定な状況のまま「外部委託」することを避けると共に、「設備の異常」は、「定常的な安定状態」を基本としてその逸脱状態を客観的に評価して認知すべきものと考えられることによるものである。

②「機械器具」について

装備しておくべき機械器具として、「巻尺、すきまゲージ、ハンマー、漏水計量器、膜厚計、超音波厚さ計、振動計」と規定されているが、個別に標記の機械器具を備えていなくても、工夫やスマート器材を導入することにより、所要の精度で当該欠陥の長さや間隙の測定、打音(ハンマーリング)による健全性評価、水量(湧水・漏水)の計量、塗膜の厚さ、部材の板厚ならびに工作物の振動(振動数・振幅)の計測が可能なものを有していれば、本規定を満足するものとみなすべきではないか。

③「仕業点検」

洪水吐ゲート、下流警報装置、非常用予備電源装置ならびに迅速な作動が求められる機器等にあっては、その円滑な動作を担保すべく適時に必要個所の点検・手入れ(部品・消耗品の交換、潤滑油の交換・補給等)が適切に行われなければならない。当然これらの業務は、本件「外部委託契約」に含まれるものではないので、別途、適確に実施することが肝要である。

(2) 自家用電気工作物保安管理規程(抄)

JEAC-8021-2018(日本電気協会)

① 維持・運用に係る基本原則

230-1

1. 設置者は、自家用電気工作物の巡視、点検及び検査の実施の基準となる方法、頻度を保安規程に定めること。

この場合、自家用電気工作物の状態を監視する装置による監視が行われており、その装置による監視が巡視、点検又は検査の項目の全部又は一部と同等と認められる場合には、状態監視をもって、その巡視、点検又は検査に替えることができる。

2. 電気主任技術者等は、自家用電気工作物の巡視、点検及び検査の結果に基づき、技術基準への不適合又は不適合のおそれがあると判断した場合は、設置者に修理・改造を指示又は助言すること。
3. 設置者は、電気主任技術者等より、自家用電気工作物の修理・改造の指導又は助言を受けたときには、それに従い、迅速に修理・改造等の対策を行うこと。

②「巡視」、「点検」の取扱い及びその実施すべき頻度

自家用電気工作物保安管理規程（JEAC8021-2018）、電気事業者等が現に実施している保安活動の実態及び『令和3年度産業保安等技術基準策定研究開発等（電気関係報告等対象設備技術動向調査事業）』における調査結果に基づき、以下のとおり整理した。

1) 実施すべき「月次点検」及び「年次点検」の頻度は、「対象設備」、「不具合事象の内容や発生間隔」、「人命や物件への影響の程度」に応じて定めるべきものであるが、これを告示や内規で規定する場合は、以下の方法があると考ええる。

① 安全上重要な設備の点検頻度で代表させ、緩和規定を定める。

② 最低限度の頻度を設定し、安全確保のために必要な対応を求める。

何れにしても、自主保安を原則すること及び第3者の影響を重視することを前提とすべきであり、人命や物件への影響が大きい設備の点検頻度をベースとするのが適当と考える。

なお、本件調査においては以下の表のとおり「用語」として整理している。

表 巡視・点検の種別と内容

種別	目的	内容
巡視	内部に充水された状態における異常の有無を確認	対象工作物について、巡回しつつ、点検者の視覚（目視）、聴覚、臭覚、触覚等により異常の有無を判定する。日常巡視は、1日～1週間の周期で実施される。
点検	内部に充水された状態における異常の有無を確認	対象工作物について、主として携帯用測定器や点検者の視覚（目視）、聴覚、臭覚、触覚等により異常の有無を判定する。日常点検は、1週間～1月の周期で実施される。
定期点検	性能の確認、維持	対象工作物について、1月から1年程度の周期で主として電気設備を点検、判定及び試験を行うものをいう。（月次、年次）
精密点検	機能の確認、維持	対象工作物について、2～5年程度の周期で、年次点検より精密な点検を行い、部品交換を含む補修を行う。
臨時点検	出水、地震の発生による異常の有無の確認	予め定められたレベルを超える出水や地震動を受けた際に、緊急に、対象工作物の健全性を確認する。

JEAC8021によると

「巡視」とは … 電気設備を巡回しつつ目視等により異常の有無を確認することをいう。

このうち、日常随時構内を巡視して、運転中の電気設備について目視等により異常の有無を確認することを「日常巡視」という。

ここで、日常巡視における「目視等により異常の有無を確認」とは、肉眼で設備の外観の変化等を確認するほか、五感を活用しながら異臭や異音等を確認することをいう。

「点検」とは … 電気設備について目視や測定器具等を用いて異常の有無を判定することをいう。

〔注〕頻度に応じて「日常点検」、「月次点検」、「年次点検」等に分けられる。

「日常点検」とは、短期間の周期で主として運転中の電気設備を目視等により点検することをいい、日常巡視は通常1日から1週間の周期で実施するのに対し、日常点検は1週間から1ヵ月の周期で実施する。

また、「定期点検」とは、比較的長期間(1ヵ月から1年程度)の周期で主として電気設備を停止し、点検、測定及び試験を行うことをいい、設備が運転中の状態において概観点検、測定器による諸測定や状態確認等を行う月次点検や、主として停電により設備を停止状態にして施設の内部点検、諸測定及びゲートや装置の動作試験等を行う年次点検に大別される。

なお、年次点検には、長期間(2年から5年程度)の周期で電気設備を必要に応じ分解する等、点検、測定及び試験を行うものも含む。

「臨時点検」とは … 電気事故その他異常が発生したときの点検と、異常が発生するおそれがあると判断したときに行う点検をいう。

(3) 巡視・点検の有効性

水力発電所の保安・管理に係るリスク分析データ*に基づいて、水力発電所の巡視・点検業務に関する分析を行った。

I. データの内容

電気事業法に基づく「事故報告制度」を合理化するために、電源別に事故トラブルの発生状況（影響度、発生間隔及び検知可能性）をパラメーターとして簡易評価を行ったものである。

水力発電所に関しては、一般水力を①200kW未満、②200kW～5,000kW未満、及び③5,000kW以上とし、④揚水発電所についても分析・評価を行っている。

「設備」に関しては、「主たる設備」とそれを構成する「機器」とに分類し、事象として《故障・事故》の内容ごとにその影響を評価している。「評価表の構成・内容」については、134～135ページに示す。

先述の「簡易評価」の詳細は、(附表－3.3～3.6)に掲げるとおりである。

II. 分析の方法

本調査の趣旨に則り、「評価水準」については以下の取扱いとし、該当する事項を抽出した。

- ・影響度（人体・物件）：S1
区分「大」のみを対象
- ・影響度（供給）：S2
区分「中」以上を対象
- ・不具合発生間隔：0
区分「Ⅱ」以下を対象
- ・検出可能性（検出しにくさ）：D
区分「⑤」以外を対象 …実態として③が稀で、④・⑤は該当なし

III. 結果

設定した「評価水準」により分析した結果は以下のとおりである。

- ・不具合の発生間隔と検出可能性
不具合の発生間隔が「Ⅱ」以下とは、10年未満の周期で生じる事象であるということであるが、出力や一般・揚水の区分なく、ダム・水路関係では、殆どが「Ⅱ」のゲートに装着する「水密ゴムの機能喪失」であり、水車・発電機関係では、制動機のブレーキシュー消失「Ⅱ」とスリップリングのカーボンブラシ消失「Ⅰ」が該当している。

*令和3年度 産業保安等技術基準策定研究開発等（電気関係報告等対象設備技術動向調査事業）に関する報告書

検出可能性については④以上 …巡視・点検により「ほとんど発見できない」か「多くの場合発見できない」とされているものは皆無である。

以上のことから、巡視・点検で殆どの設備とそれを構成する機器類の異常を検知することが可能であること、また、比較的支障の生じやすいもの（生起間隔が10年未満）としては、ゲートの「止水ゴム」と水車/発電機の「ブレーキシュー」と発電機スリップリングのカーボンブラシ消失のみであることが判明した。これらは「消耗品」に該当するものであり、巡視・点検においては劣化度の進行程度に着目すべきである。

- ・ 人体・物件に係る影響度の大きな事象

これに該当するのは、土木設備が大半であり、ダムや水路系の躯体コンクリートのひび割れ、剥離、崩壊である。また、水圧管路を構成する管胴とアンカーブロックの不具合も含まれている。

これらについては、事象の発生は稀なものの巡視・点検で検知される可能性は十分に高い。湧水・漏水や肌落ち等の現象に潜む「健全性」に十分な注意を払うことが肝要であろう。

- ・ 供給への影響

揚水発電所はもちろん、当然出力が大きくなるにつれ影響度は高くなる。基本的には主機の停止に直結する事象の評価が高くなるが、極めて大出力のプラント以外については、その社会的影響は小さく専ら「自主保安」の範疇で対応すれば良いものと考えられる。

IV. 結論

巡視・点検が事故・トラブルにつながる諸事象を検知する上で極めて効果的であることが判った。

特に消耗品の劣化の進行は重要な着目点であるが、水圧管路を含む土木工作物においても、単に健全性が保たれていることの確認に終始せず、クラックの進行や摩耗、材質の劣化等の進行を把握して中長期的な補修・修繕計画の合理的な策定へとつなげていくことが肝要である。

評価表の構成・内容

記載事項	記載内容
設備構成（設備、機器）	検討対象となっている規制（工事計画、電気事故報告等）で定められている主要電気工作物の定義や分類を基に記載
事象	“機器”に生じる事象（経年劣化が進展した場合に，“機器”が最終的にどうなるのか）を記載 ※“腐食”“摩耗”“疲労”は劣化の進展途中であり、最終的に“穴あき”や“割れ”に至る。この場合、事象には“穴あき”や“割れ”を記載
影響	“機器”に生じる事象によって，“設備”，更には発電システムや周囲に与える影響を記載
影響評価	類型化した設備に対して、次項「a．影響評価の区分と数値化」に基づく評価結果を記載
備考	特記すべき事項を記載

a．影響評価の区分と数値化

影響度（人体・物件）影響度（供給）不具合発生間隔，検出可能性（検出しにくさ）の影響評価の区分を下表のとおり数値化し評価した。

また，“不具合発生間隔”は，製造者，事業者の専門家から構成される作業会で，設計寿命及び専門家の経験に基づく知見等から想定した機器の不具合発生までの間隔である。

【影響度（人体・物件）: S1】

区分	定義
大	・一般公衆の死亡，傷害 ・作業員の死亡，重度の傷害 ・構外物件の損傷 ・構内他設備への重度の損傷
中	・作業員の軽度の傷害 ・構内他設備の軽度の損傷（修理等により再使用が可能）
小	・上記以外

※設備の故障時に，近くに人がいることを前提に評価する。

【影響度（供給）: S2】

区分	定義
大	・供給へ影響する電力量：1 億kWh 以上 調相設備については7,500 万kvarh 以上 ※50 万kW の発電機又は変圧器等が 1 週間以上停止（8,400 万kWh）相当
中	・供給へ影響する電力量：3 千万 kWh 以上～1 億kWh 未満 調相設備については，2,250 万 kvarh 以上～7,500 万 kvarh 未満 ※50 万kW の発電機又は変圧器等が 2 日間停止（2,400 万kWh）相当
小	・上記以外（発電・送電継続も含む。）

※供給へ影響する電力量とは供給支障電力量とは異なり，設備が停止したことによって系統運用に影響を及ぼす電力量とした。

調相設備については，有効電力と一律に評価するため，力率を 0.8 として算出した。

【不具合発生間隔：0】

区分	定義	数値化
I	5 年未満	5
II	5 年以上～10 年未満	4
III	10 年以上～20 年未満	3
IV	20 年以上～40 年未満	2
V	40 年以上	1

※区分は，設計不良や製作不良は発生しないことを前提とし，設計寿命及び専門家の経験に基づく知見等から想定した機器の不具合発生間隔とした。

【検出可能性（検出しにくさ）: D】

区分	定義	発見できる割合の目安	数値化
⑤	巡視・点検等によりほとんど発見不可能	1 割未満	5
④	巡視・点検等により多くの場合発見できない	1 割以上，3 割未満	4
③	巡視・点検等により発見可能だが時々発見できない	3 割以上，7 割未満	3
②	巡視・点検等により多くの場合発見できる	7 割以上，9 割未満	2
①	巡視・点検等によりほぼ発見できる	9 割以上	1

※発見とは，重大な事故に至る前の段階で検出することを言う。

水力発電設備(一般水力、200kW未満)の評価表

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
貯水池・調整池	101	側壁、底面、湛水地域の護岸	側壁、護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	②	・側壁、護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	102	余水吐門扉、余水路	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	103		門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	104		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	105		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	106		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・排砂不能で土砂堆積が継続、発電所運転不能に至る
	107	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	108	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水	
	109	開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
ダム	110	ダム本体	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	111	副ダム	コンクリートひび割れ・剥離	下流河川護岸斜面崩壊	V	大	小	①	・副ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水→基盤機能喪失→下流河川護岸斜面崩壊
	112	洪水吐き、洪水吐きゲート	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	①	
	113		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	小	①	・全ゲートの開閉機故障を想定 ・発電所停止もしくは、ダムに発電所取水量以上の流入があった場合、ダムの越流に至る
	114		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	
	115	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	116		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	117		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	118		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	119	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	120		門扉(鋼構造)変形	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	121		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	122	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	123	流木路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・流木路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	124	舟筏路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・舟筏路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	125	洪水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・洪水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	126	魚道	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・魚道(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	127	ダムに直接関係ある護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	128	渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	ダム取水流量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	129	予備電源装置	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、ダム取水流量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	130		電源装置(機械類)故障	なし	Ⅲ	小	小	①	・電源装置(機械類)腐食劣化→故障→洪水及び電源喪失時操作不能 ・商用電源喪失時に洪水調節不能

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
取水設備	201 202 203 204 205	取水口、取水口にある制水門扉	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	小	②	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
			門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
			門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
			門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研第30条)により過大な負圧は回避される。
			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
	206 207 208 209	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
			門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
			水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	210	余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	211	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	212	土砂吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・土砂吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→排砂路へ大量漏水
	213	表面取水設備	表面取水設備(鋼構造)変形	取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・表面取水設備(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形
	214	取水口護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	215 216 217 218	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
			電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
			コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
			スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
沈砂池 ※水路式のみ 該当	219 220 221 222 223	沈砂池、沈砂池にある制水門扉	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
			門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
			門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
			門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研第30条)により過大な負圧は回避される。
			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
	224 225 226 227	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
			門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
			水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	228	余水吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	229	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	230 231	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
			電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	232	沈砂池の護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	233	側水路	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	大	小	①	・側水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	234 235	溪流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
			スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
導水路	301	開きよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・側壁、底面(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	302	がいきよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	②	・側壁、底面(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	303	トンネル	覆工(コンクリート)崩壊・トンネル崩壊	導水不能、発電所運転停止	V	大	小	②	・覆工(コンクリート)劣化・摩耗→覆工崩壊・トンネル崩壊
	304	水路橋	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	溢水	V	大	小	①	・橋台、橋脚(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊
	305	水路管	穴あき	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	②	・水路管(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→大量漏水
導水路	306		門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水
	307	とい又は導水路にある制水門扉	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
	308		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
	309		門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	310	排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	311		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	312		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	313	余水扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	314		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	315		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	316		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	317	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、導水路損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	318		電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	319	深流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	320		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
321	揚水用設備	ポンプ等(機械類)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・ポンプ等(機械類)腐食劣化→故障・操作不能	
ヘッドタンク・サージタンク	401	ヘッドタンク・サージタンク又はヘッドタンク・サージタンクにある制水門扉	ヘッドタンク等(鋼構造)変形	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	小	①	・ヘッドタンク等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→大量漏水
	402		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・ヘッドタンク等(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	403		門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンクの点検不能
	404		門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研第30条)により過大な負圧は回避される。 ・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形→大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンクの点検不能
	405		門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形→大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンクの点検不能
	406		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	407	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	408		門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	409		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	410		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	411	余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	412	余水路若しくはちりよけ装置	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	溢水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	413		スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	414		電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	415	ヘッドタンク・サージタンクの護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	416	深流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	417		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のし にくさ	備考
設備	機器				人体・物件 への影響	供給の影響		
水圧管路	418 水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	②	水圧管(鋼構造)腐食 摩耗 疲労一強度低下→破壊
	419 水圧管にある制水弁	制水弁(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	②	制水弁(鋼構造)腐食 摩耗 疲労一強度低下→漏水
	420	パッキン機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	III	小	小	②	
	421 空気管(空気弁含む)	穴あき	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	②	空気管(鋼構造)腐食一強度低下→破壊
	422	固着	なし	V	小	小	②	
	423 排水管(排水弁含む)	パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	III	小	小	②	排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	424	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	小	②	排水管(鋼構造)腐食一強度低下→破壊 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	425 アンカールック	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・破壊、溢水、発電所運転停止	V	大	小	①	アンカールック(コンクリート)劣化→ひび割れ 剥離→安定性低下→水圧管脱落 破壊
	426 小支台	小支台(リングガータ等鋼構造)損傷	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	IV	中	小	①	小支台(リングガータ等鋼構造)腐食 疲労一強度低下→水圧管脱落 損傷
	427	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	V	中	小	①	小支台(コンクリート)劣化→ひび割れ 剥離→支持力低下→水圧管脱落 損傷
	428 水圧管路の路面若しくは側壁	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	V	小	小	①	側壁(コンクリート)劣化→ひび割れ 剥離→崩壊→水圧管損傷→漏水
放水路	501	放水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	河川へ溢水	V	中	小	②	放水路(コンクリート)劣化 摩耗→ひび割れ 剥離→崩壊 河川までの距離が長い場合、公衆への影響も考えられる
	502	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	小	①	門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 漏水不能は発電所の運転への影響はないが、水車、ドラフト等の点検不能
	503 放水路、放水路にある制水門扉	門扉操作作用ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	小	①	
	504	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	小	①	門扉(鋼構造)腐食 摩耗一強度低下→閉鎖時に変形 大量漏水 漏水不能は発電所の運転への影響はないが、水車、ドラフト等の点検不能
	505	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	開閉機等(機械)腐食劣化→故障 操作不能
	506 調圧室	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	放水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	調圧室(コンクリート)劣化→ひび割れ 剥離→崩壊
	507 放水路の護岸等	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	河川へ溢水	V	中	小	①	護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ 剥離→漏水 地山流失→崩壊
水車	制水弁(主弁、側路弁、サーボモータ)	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	IV	小	小	①	排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
		駆動部故障	運転不能	IV	小	小	②	制御装置部品故障によるもの
		固着	運転不能	IV	小	小	②	腐食、潤滑油切れによるもの
	ランナー	割れ	運転停止	V	小	小	①	キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
		異常摩耗	運転停止	V	小	小	①	摩耗 腐食→割れ(経年劣化) 運転不能となる程度の摩耗を想定
	ノズル ※ベルトン水車のみ該当	割れ	運転停止	IV	小	小	①	摩耗 腐食(経年劣化)
		固着	運転停止	IV	小	小	①	
	バケット ※ベルトン水車のみ該当	割れ	運転停止	IV	小	小	①	キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
		異常摩耗	運転停止	IV	小	小	①	摩耗 腐食(経年劣化) 運転不能となる程度の摩耗を想定
	ケーシング	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	小	①	腐食→割れ(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
		割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	小	①	腐食→割れ(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	吸出管	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	小	①	腐食→割れ(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
		割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	小	①	腐食→割れ(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	主軸	主軸封水機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	III	小	小	①	摩耗 腐食(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
		主軸封水機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	III	小	小	①	摩耗 腐食(経年劣化) 排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	軸受(冷却装置を含む)	バビット損傷	運転停止	III	小	小	③	バビット損傷(潤滑材劣化) 軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	III	小	小	②	軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
		冷却水配管穴あき	運転停止	III	小	小	③	バビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) 軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
		冷却水配管閉塞	運転停止	III	小	小	②	バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) 軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	調速装置	基板故障	運転停止	III	小	小	②	制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
		電源故障	運転停止	III	小	小	②	制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
水車	619	制圧機	固着	不動作により鉄管水圧上昇	V	小	小	①	
	620	圧油装置(油ポンプ、油タンク、アンローダ、配管等)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・漏油→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	621		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	622		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	623		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	624		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・漏油→潤滑油不足・送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	625	潤滑油装置(油ポンプ、油タンク、配管等)	ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	626		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	627		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	628	継手	パッキン機能喪失	漏油、漏水、漏気、運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	629		継手損傷	漏油、漏水、漏気、運転停止	V	小	小	②	
	630	自動制御装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	631		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
給排水装置	701	冷却水装置	パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能 ・発電機浸水又は、軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により運転停止
	702		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	703		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水過水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	704		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水過水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	705		水槽損傷	漏水、運転停止	V	小	小	②	・水源喪失で冷却水過水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	706	排水装置	配管閉塞	運転停止	Ⅳ	小	小	①	・軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により運転停止
	707		パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	③	・排水不能→所内浸水→運転不能
	708		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・排水不能→所内浸水→運転不能
	709		ポンプ軸受損傷	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能
	710		ポンプ電動機 地絡・短絡	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能
	711		排水ピット水位計故障	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・ポンプ起動不能→所内浸水→運転不能
発電機	801	電機子巻線(出口線及び端子を含む)	地絡・短絡	運転停止	Ⅳ	小	小	②	・絶縁劣化によるもの
	802		断線	運転停止	V	小	小	②	
	803	界磁巻線	地絡・短絡	運転停止	V	小	小	②	・絶縁劣化、レアショット
	804		断線	運転停止	V	小	小	②	
	805	軸受(冷却装置を含む)	ハビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・ハビット損傷(振動材料劣化) ・軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により停止
	806		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により停止
	807		冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・ハビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により停止
	808		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ハビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)により停止
	809	励磁装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・制御不能(電気品経年劣化)
	810		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	811	主軸	なし	—	V	小	小	①	
	812	固定子鉄心	変形	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②	・変形(締め付け力低下)
	813		くさび脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②	・ずれ・ゆるみ(締め付け力低下)
	814	回転子鉄心、磁極、制動巻線	割れ・損傷	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②	
	815		締付ボルト折損・脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	V	小	小	②	・鉄心のずれ・ゆるみ
	816	制動機	ブレーキシュー消失(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅱ	小	小	①	・ブレーキシュー摩耗
	817		ブレーキピストン固着(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅲ	小	小	②	・不動作(ブレーキピストンの潤滑)

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ	
					人体・物件 への影響	供給の影響		
発電機	818 スリップリング、 819 ブラシ保持器	カーボンブラシ消失	運転停止	I	小	小	①	磨耗によるもの 界磁喪失により運転停止
		ブラシ保持器損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	①	ブラシ保持器異常(疲労) 界磁喪失により運転停止
	820 空気冷却装置	水管穴あき	漏水、運転停止	Ⅲ	小	小	③	水管の磨耗・汚れ 根本的には固定子コイル温度上昇を検出し 運転停止
	821	水管閉塞	発電機温度上昇、運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	822 中性点接地装置	なし	—	V	小	小	①	—

附表-3. 4

水力発電設備（一般水力、200kW以上～5,000kW未満）の評価表

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のし にくさ	備考
設備	機器				人体・物件 への影響	供給の 影響		
貯水池・調整池	101 側壁、底面、湛水地域の護岸	側壁、護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	②	・側壁、護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	102	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	103 余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	104	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	105	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	106	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・排砂不能で土砂堆積が続けば、発電所運転不能に至る
	107 排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	108	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	109	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
ダム	110 ダム本体	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	111 副ダム	コンクリートひび割れ・剥離	下流河川護岸斜面崩壊	V	大	小	①	・副ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水→護岸機能喪失→下流河川護岸斜面崩壊
	112	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	
	113 洪水吐き、洪水吐きゲート	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	小	①	・全ゲートの開閉機故障を想定 ・発電所停止若しくは、ダムに発電所取水量以上の流入があった場合、ダムの越流に至る
	114	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	
	115 余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	116	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	117	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	118	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	119 排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	120	門扉(鋼構造)変形	漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	121	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	122	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	123 流木路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・流木路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	124 舟筏路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・舟筏路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	125 洪水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・洪水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	126 魚道	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・魚道(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	127 ダムに直接関係ある護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	128 渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	ダム取水流量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	129	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、ダム取水流量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	130 予備電源装置	電源装置(機械類)故障	なし	III	小	小	①	・電源装置(機械類)腐食劣化→故障→洪水及び電源喪失時操作不能 ・商用電源喪失時に洪水調節不能

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の 影響			
取水設備	201	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	小	②	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	202	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	203	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	204	門扉操作用ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研取第30条)により過大な負圧は回避される。	
	205	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	206	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水	
	207	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水	
	208	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
	209	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	210	余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	211	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	212	土砂吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・土砂吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→排砂路へ大量漏水
	213	表面取水設備	表面取水設備(鋼構造)変形	取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・表面取水設備(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形
	214	取水口護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	215	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	216		電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	217		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	218	溪流取水設備	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
沈砂池 ※水路式のみ 該当	219	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	220	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	221	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	222	門扉操作用ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研取第30条)により過大な負圧は回避される。	
	223	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	224	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水	
	225	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水	
	226	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
	227	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	228	余水吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	229	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	230	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	231		電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	232	沈砂池の護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	233	側水路	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	大	小	①	・側水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の 影響			
沈砂池 ※水路式のみ 該当	234	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	235	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入	
導水路 ※水路式のみ 該当	301	開きよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・側壁、底面(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	302	がいきよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・側壁、底面(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	303	トンネル	覆工(コンクリート)崩壊・トンネル崩壊	導水不能、発電所運転停止	V	大	小	①	・覆工(コンクリート)劣化・摩耗→覆工崩壊・トンネル崩壊
	304	水路橋	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	溢水	V	大	小	①	・橋台、橋脚(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊
	305	水路管	穴あき	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	・水路管(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→大量漏水
	306	とい又は導水路にある制水門扉	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水
	307		門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形 ・遮水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
	308		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・遮水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
	309	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	310		門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	311		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	312	余水扉、余水路	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	313		門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	314		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	315	ちりよけ装置	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
316	門扉止水ゴム機能喪失		漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水	
317	スクリーン(鋼構造)変形		塵芥・流木等流入、導水路損傷、発電所運転停止	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入	
318	導水路取水設備	電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり	
319		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
320		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入	
321	揚水用設備	ポンプ等(機械類)故障	なし	IV	小	小	①	・ポンプ等(機械類)腐食劣化→故障・操作不能	
ヘッドタンク・サージタンク ※水路式のみ 該当	401	ヘッドタンク・サージタンク又はヘッドタンク・サージタンクにある制水門扉	ヘッドタンク等(鋼構造)変形	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	大	小	①	・ヘッドタンク等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→大量漏水
	402		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	小	①	・ヘッドタンク等(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	403	ヘッドタンク・サージタンク又はヘッドタンク・サージタンクにある制水門扉	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水 ・遮水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンク等の点検不能
	404		門扉操作用ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管側に設置された空気管(水圧鉄管第30条)により過大な負圧は回避される
	405	排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形・大量漏水 ・遮水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンク等の点検不能
	406		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	407		門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	408	余水吐き	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	409		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	410		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	411	余水路若しくはちりよけ装置	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	小	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	412		スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水重損傷、発電所運転停止	IV	小	小	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	413								・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入

設備構成			影響	簡易評価				備考
設備	機器	事象 (故障・事故)		不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ	
					人体・物件 への影響	供給の 影響		
	414 余水路若しくはちりよ げ装置	電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低 下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の 詰まり
	415 ヘッドタンク・ サージタンクの	護岸(コンクリート)ひび割 れ・剥離	取水不能、発電所運転停止	Ⅴ	中	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥落 →漏水・地山流失→崩壊
	416 深流取水設備	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	取水量低下	Ⅴ	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび 割れ・剥落→崩壊
	417	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低 下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度 低下→変形→塵芥・流木等流入
水圧管路	418 水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発 電所運転停止	Ⅴ	大	小	①	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度 低下→破壊
	419 小水車用水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発 電所運転停止	Ⅴ	大	小	②	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度 低下→破壊
	420 水圧管にある制 水弁	制水弁(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発 電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・制水弁(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度 低下→漏水
	421	バックシ機能喪失	大量漏水、取水量低下、発 電所運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	422 空気管(空気弁 含む)	穴あき	大量漏水、取水量低下、発 電所運転停止	Ⅴ	小	小	①	・空気管(鋼構造)腐食→強度低下→崩壊
	423	固着	なし	Ⅴ	小	小	①	・水圧管制水弁動作時に不動作となると、 水圧鉄管が負圧となり損傷の恐れあり
	424 排水管(排水弁 含む)	バックシ機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	②	・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能
	425	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅴ	小	小	②	・排水管(鋼構造)腐食→強度低下→崩壊 ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能
	426 アンカブロック	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	水圧管脱落・破壊、溢水、 発電所運転停止	Ⅴ	大	小	①	・アンカブロック(コンクリート)劣化→ひび 割れ・剥落→不安定性低下→水圧管脱落・破 壊
	427 小支台	小支台(リングガータ等鋼 構造)損傷	水圧管脱落・損傷、漏水、 発電所運転停止	Ⅳ	中	小	①	・小支台(リングガータ等鋼構造)腐食・疲 労→強度低下→水圧管脱落・損傷
428	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、 発電所運転停止	Ⅴ	中	小	①	・小支台(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥 落→支持力低下→水圧管脱落・損傷	
429	水圧管路の路面 若しくは側壁	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、 発電所運転停止	Ⅴ	小	小	①	・側壁(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥落 →崩壊→水圧管損傷→漏水
放水路	501	放水路(コンクリート)ひび 割れ・剥離・崩壊	河川へ溢水	Ⅴ	大	小	①	・放水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割 れ・剥離→崩壊 ・河川までの距離が長い場合、公衆への影 響も考えられる
	502	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時 に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はな いが、水害、ドラフト等の点検不能
	503 放水路、放水路 にある制水門扉	門扉操作ワイヤー断線、 取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	
	504	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→ 閉塞時に変形・大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はな いが、水害、ドラフト等の点検不能
	505	開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作 不能
	506 調圧室	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	放水不能、発電所運転停止	Ⅴ	中	小	①	・調圧室(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥 離→崩壊
	507 放水路の護岸等	コンクリートひび割れ・剥 離・崩壊	河川へ溢水・	Ⅴ	大	小	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥落 →漏水・地山流失→崩壊
水車	601	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅳ	小	小	①	・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能
	602 制水弁(主弁、 側路弁、サーボ モータ)	駆動部故障	運転不能	Ⅳ	小	小	②	・制御装置部品故障によるもの
	603	固着	運転不能	Ⅳ	小	小	②	・腐食、潤滑油切れによるもの
	604 ランナー	割れ	運転停止	Ⅴ	小	小	①	・キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
	605	異常摩耗	運転停止	Ⅴ	小	小	①	・摩耗・腐食→割れ(経年劣化) ・運転不能となる程度の摩耗を想定
	606 ノズル ※ベルトン水車 のみ該当	割れ	運転停止	Ⅳ	小	中	①	・摩耗・腐食(経年劣化)
	607	固着	運転停止	Ⅳ	小	中	①	
	608 バケット ※ベルトン水車 のみ該当	割れ	運転停止	Ⅳ	小	中	①	・キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
	609	異常摩耗	運転停止	Ⅳ	小	中	①	・摩耗・腐食(経年劣化) ・運転不能となる程度の摩耗を想定
	610 ケーシング	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅴ	小	中	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能
	611 吸出管	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅴ	小	中	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能
	612 主軸	主軸封水機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	①	・摩耗・腐食(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の 影響			
水車	613	バビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・バビット損傷(摺動材劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止	
	614	軸受(冷却装置を含む)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	615		冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・バビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	616		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	617		調速装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②
	618	電源故障		運転停止	Ⅲ	小	小	②	・制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
	619	制圧機	固着	不動作により鉄管水圧上昇	Ⅴ	小	中	①	
	620	圧油装置(油ポンプ、油タンク、アンローダ、配管等)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・漏油→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	621		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	622		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	623		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	624	潤滑油装置(油ポンプ、油タンク、配管等)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・漏油→潤滑油不足・送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	625		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	626		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	627		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	628	継手	パッキン機能喪失	漏油、漏水、漏気、運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	629		継手損傷	漏油、漏水、漏気、運転停止	Ⅴ	小	小	②	
	630	自動制御装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	631		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
給排水装置	701	冷却水装置	パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能 ・発電機浸水又は、軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により運転停止
	702		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	703		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	704		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	705	排水装置	水槽損傷	漏水、運転停止	Ⅴ	小	小	②	・水源喪失で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	706		配管閉塞	運転停止	Ⅳ	小	小	①	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により運転停止
	707		パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	③	・排水不能→所内浸水→運転不能
	708	配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・排水不能→所内浸水→運転不能	
	709	ポンプ軸受損傷	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能	
	710	ポンプ電動機 地絡・短絡	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能	
	711	排水ピット水位計故障	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・ポンプ起動不能→所内浸水→運転不能	

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の 影響			
発電機	801	電機子巻線(出口線及び端子を含む)	地絡・短絡	運転停止	Ⅳ	小	小	②	・絶縁劣化によるもの
	802		断線	運転停止	Ⅴ	小	小	②	
	803	界磁巻線	地絡・短絡	運転停止	Ⅴ	小	小	②	・絶縁劣化、レアショート
	804			断線	運転停止	Ⅴ	小	小	②
	805	軸受(冷却装置を含む)	パビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・パビット損傷(潤滑材劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	806		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	807		冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	小	③	・パビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	808		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・パビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	809		励磁装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②
	810			電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②
	811	主軸	なし	－	Ⅴ	小	小	①	
	812	固定子鉄心	変形	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②	・変形(締め付け力低下)
	813			くさび脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②
	814	回転子鉄心、磁極、制動巻線	割れ・損傷	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	小	②	
	815			締付ボルト折損・脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅴ	小	小	②
	816	制動機	ブレーキシュー消失(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅱ	小	小	①	・ブレーキシュー摩耗
	817			ブレーキピストン固着(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅲ	小	小	②
	818	スリップリング、ブラシ保持器	カーボンブラシ消失	運転停止	Ⅰ	小	小	①	・摩耗によるもの ・界磁喪失により運転停止
	819			ブラシ保持器損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	①
	820	空気冷却装置	水管穴あき	漏水、運転停止	Ⅲ	小	小	③	・水管の磨耗・汚れ ・基本的には固定子コイル温度上昇を検出し運転停止
	821			水管閉塞	発電機温度上昇、運転停止	Ⅲ	小	小	①
	822	中性点接地装置	なし	－	Ⅴ	小	小	①	－

附表-3. 5

水力発電設備(一般水力、5,000kW以上)の評価表

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のしにくさ	備考
設備	機器				人体・物件 への影響	供給の影響		
貯水池・調整池	101 側壁、底面、湛水地域の護岸	側壁、護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	大	中	②	・側壁、護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	102	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	中	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	103	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	IV	大	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	104	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	105	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	106	排砂門扉、排砂路	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	V	大	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・排砂不能で土砂堆積が続けば、発電所運転不能に至る
	107	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	108	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	109	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
ダム	110 ダム本体	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	①	・ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	111 副ダム	コンクリートひび割れ・剥離	下流河川護岸斜面崩壊	V	大	中	①	・副ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水→減勢機能喪失→下流河川護岸斜面崩壊
	112	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	中	①	
	113 洪水吐き、洪水吐きゲート	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	中	①	・全ゲートの開閉機故障を想定 ・発電所停止若しくは、ダムに発電所取水量以上の流入があった場合、ダムの越流に至る
	114	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	中	①	
	115	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	116 余水吐門扉、余水路	開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	117	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	中	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	118	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	119	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	120 排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	121	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	122	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	123 流木路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・流木路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	124 舟筏路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・舟筏路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	125 洪水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・洪水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	126 魚道	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・魚道(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	127 ダムに直接関係ある護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	中	中	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	128 渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	ダム取水水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	129	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、ダム取水水量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	130 予備電源装置	電源装置(機械類)故障	なし	III	小	小	①	・電源装置(機械類)腐食劣化→故障→洪水及び電源喪失時操作不能 ・商用電源喪失時に洪水調節不能
取水設備	201	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	中	②	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	202	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 ・取水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
	203	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・取水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
	204	門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	中	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研第30条)により過大な負圧は回避される。

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のしにく さ	備考	
設備	機器				人体・物件 への影響	供給の影響			
取水設備	205	取水口、取水口にある制水門扉	開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・遡水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能
	206	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	207		門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	208		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	209		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	Ⅴ	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	210	余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅴ	小	中	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	211	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	Ⅴ	大	中	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	212	土砂吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅴ	小	中	①	・土砂吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→排砂路へ大量漏水
	213	表面取水設備	表面取水設備(鋼構造)変形	取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	中	①	・表面取水設備(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形
取水設備	214	取水口護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	Ⅴ	中	中	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	215	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	中	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	216		電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
	217	渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	Ⅴ	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	218		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	導水路 ※水路式のみ該当	301	開きよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅴ	大	中	①
302		がいきよ	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅴ	大	中	①	・側壁、底面(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
303		トンネル	覆工(コンクリート)崩壊・トンネル崩壊	導水不能、発電所運転停止	Ⅴ	大	大	①	・覆工(コンクリート)劣化・摩耗→覆工崩壊・トンネル崩壊
304		水路橋	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	溢水	Ⅴ	大	大	①	・橋台、橋脚(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊
305		水路管	穴あき	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	中	①	・水路管(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→大量漏水
306		とい又は導水路にある制水門扉	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水
307			門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・遡水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
308			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・遡水不能は発電所の運転への影響はないが、導水路の点検不能
309			門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
310		排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
311			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
312			水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	Ⅴ	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
313		余水扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
314			開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
315			水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	Ⅴ	大	中	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
316			門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
317		ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、導水路損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	中	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
318			電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
319		渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	Ⅴ	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
320			スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
321		揚水用設備	ポンプ等(機械類)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・ポンプ等(機械類)腐食劣化→故障・操作不能

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価		検出のしやすさ	備考
設備	機器				被害規模	供給の影響		
					人体・物件 への影響			
ヘッドタンク・サージタンク※水路式のみ該当	401	ヘッドタンク等(鋼構造)変形	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	中	①	ヘッドタンク等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→大量漏水
	402	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅴ	大	中	①	ヘッドタンク等(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	403	ヘッドタンク・サージタンク又はヘッドタンク・サージタンクにある制水門扉	門扉止水ゴム機能喪失	Ⅱ	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水 ・進水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンク等の点検不能
	404	門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	中	①	・門扉全閉鎖により水圧放散が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技規第30条)により過大な負圧は回避される。
	405	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形・大量漏水 ・進水不能は発電所の運転への影響はないが、ヘッドタンク等の点検不能
	406	開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	407	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	408	門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	409	開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	410	水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	Ⅴ	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	411	余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	Ⅴ	小	中	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	412	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	溢水	Ⅴ	大	中	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	413	余水路若しくはちりよけ装置	塵芥・流木等流入、水圧跳管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	中	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	414	電動機・機械故障	塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり
水圧管路	415	ヘッドタンク・サージタンクの護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	Ⅴ	中	中	①	護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	416	渓流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	Ⅴ	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	417	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入
	418	水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	Ⅴ	大	大	①	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→破壊
	419	小水車用水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	Ⅴ	大	大	①	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→破壊
	420	水圧管にある制水弁	制水弁(鋼構造)破壊	Ⅳ	小	中	①	・制水弁(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→漏水
	421	パッキン機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	422	空気管(空気弁含む)	穴あき	Ⅴ	小	中	①	・空気管(鋼構造)腐食→強度低下→崩壊
	423	固着	なし	Ⅴ	小	小	①	・水圧管制水弁動作時に不動作となると、水圧跳管が負圧となり損傷の恐れあり
	424	排水管(排水弁含む)	パッキン機能喪失	Ⅲ	小	小	②	・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	425	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅴ	小	中	②	・排水管(鋼構造)腐食→強度低下→崩壊 ・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	426	アンカーブロック	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	Ⅴ	大	大	①	・アンカーブロック(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→安定性低下→水圧管脱落・破壊
	427	小支台	小支台(リングガータ等鋼構造)損傷	Ⅳ	中	大	①	・小支台(リングガータ等鋼構造)腐食・疲労→強度低下→水圧管脱落・損傷
	428	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	Ⅴ	中	大	①	・小支台(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→支持力低下→水圧管脱落・損傷
	429	水圧管路の路面若しくは側壁	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	Ⅴ	小	中	①	・側壁(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊→水圧管損傷→漏水

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のしやすさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
放水路	501	放水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	河川へ溢水	V	大	中	①	・放水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・河川までの距離が長い場合、公衆への影響も考えられる	
	502	門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	II	小	中	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉塞時に大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、水車、ドラフト等の点検不能	
	503	門扉操作用ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	IV	小	中	①		
	504	門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	IV	小	中	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉塞時に変形・大量漏水 ・漏水不能は発電所の運転への影響はないが、水車、ドラフト等の点検不能	
	505	開閉機(機械)故障	なし	IV	小	中	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
	506	調圧室	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	放水不能、発電所運転停止	V	中	中	①	・調圧室(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊
	507	放水路の護岸等	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	河川へ溢水・	V	大	中	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
水車	601	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	IV	小	大	①	・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能	
	602	駆動部故障	運転不能	IV	小	小	②	・制御装置部品故障によるもの	
	603	固着	運転不能	IV	小	小	②	・腐食、潤滑油切れによるもの	
	604	ランナー	割れ	運転停止	V	小	大	①	・キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
	605		異常摩耗	運転停止	V	小	大	①	・摩耗・腐食→割れ(経年劣化) ・運転不能となる程度の摩耗を想定
	606	ノズル ※ベルトン水車のみ該当	割れ	運転停止	IV	小	大	①	・摩耗・腐食(経年劣化)
	607	固着	運転停止	IV	小	大	①		
	608	バケット ※ベルトン水車のみ該当	割れ	運転停止	IV	小	大	①	・キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
	609	異常摩耗	運転停止	IV	小	大	①	・摩耗・腐食(経年劣化) ・運転不能となる程度の摩耗を想定	
	610	ケーシング	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	大	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	611	吸出管	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	大	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	612	主軸	主軸封水機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	III	小	小	①	・摩耗・腐食(経年劣化) ・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	613	軸受(冷却装置を含む)	バビット損傷	運転停止	III	小	大	③	・バビット損傷(摺動材劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	614		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	III	小	小	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	615		冷却水配管穴あき	運転停止	III	小	大	③	・バビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	616		冷却水配管閉塞	運転停止	III	小	大	②	・バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	617	調速装置	基板故障	運転停止	III	小	小	②	・制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
	618		電源故障	運転停止	III	小	小	②	・制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
	619	制圧機	固着	不動作により鉄管水圧上昇	V	小	大	①	
	620	圧油装置(油ポンプ、油タンク、アンローダ、配管等)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	III	小	小	②	・漏油→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	621		ポンプ軸受損傷	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	622		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	623		電装品故障	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	624	潤滑油装置(油ポンプ、油タンク、配管等)	パッキン機能喪失	漏油、運転停止	III	小	小	②	・漏油→潤滑油不足・送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	625		ポンプ軸受損傷	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	626		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	627		電装品故障	運転停止	III	小	小	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	628	継手	パッキン機能喪失	漏油、漏水、漏気、運転停止	III	小	小	②	
	629		継手損傷	漏油、漏水、漏気、運転停止	V	小	小	②	

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のしにく さ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
水車	630 自動制御装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②		
	631	電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②		
給排水装置	701	パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	①	・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水 に至るが、作業員は避難可能 ・発電機浸水又は、軸受温度上昇検出(水 技解釈第41条)により運転停止	
	702	配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	①		
	703	ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受 冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解 釈第41条)し、運転停止	
	704	ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受 冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解 釈第41条)し、運転停止	
	705	水槽損傷	漏水、運転停止	Ⅴ	小	小	②	・水漏れ発生で冷却水通水不能→軸受冷却 不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第 41条)し、運転停止	
	706	配管閉塞	運転停止	Ⅳ	小	小	①	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)に より運転停止	
	707	排水装置	パッキン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	③	・排水不能→所内浸水→運転不能
	708		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運 転停止	Ⅲ	小	小	①	・排水不能→所内浸水→運転不能
	709		ポンプ軸受損傷	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→ 運転不能
	710		ポンプ電動機 地絡・短絡	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→ 運転不能
	711		排水ピット水位計故障	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	①	・ポンプ起動不能→所内浸水→運転不能
発電機	801	電機子巻線(出 口線及び端子を 含む)	地絡・短絡	運転停止	Ⅳ	小	大	②	・絶縁劣化によるもの
	802		断線	運転停止	Ⅴ	小	大	②	
	803	界磁巻線	地絡・短絡	運転停止	Ⅴ	小	大	②	・絶縁劣化、レアショート
	804		断線	運転停止	Ⅴ	小	大	②	
	805	軸受(冷却装置 を含む)	バビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(振動材変化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)に より停止
	806		パッキン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)に より停止
	807		冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(漏水、冷却水配管変化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)に より停止
	808		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	大	②	・バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰ま り) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)に より停止
	809	励磁装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	・制御不能(電気品経年劣化)
	810		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	小	②	
	811	主軸	なし	－	Ⅴ	小	小	①	
	812	固定子鉄心	変形	電機子巻線地絡・短絡、運 転停止	Ⅳ	小	大	②	・変形(締め付け力低下)
	813		くさび脱落	電機子巻線地絡・短絡、運 転停止	Ⅳ	小	大	②	・ずれ・ゆるみ(締め付け力低下)
	814	回転子鉄心、磁 極、制動巻線	割れ・損傷	電機子巻線地絡・短絡、運 転停止	Ⅳ	小	大	②	
	815		締付ボルト折損・脱落	電機子巻線地絡・短絡、運 転停止	Ⅴ	小	大	②	・鉄心のずれ・ゆるみ
	816	制動機	ブレーキシュー消失(制動 不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅱ	小	中	①	・ブレーキシュー摩耗
	817		ブレーキピストン固着(制動 不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅲ	小	中	②	・不動作(ブレーキピストンの固着)
	818	スリップリング、 ブラシ保持器	カーボンブラシ消失	運転停止	Ⅰ	小	小	①	・摩耗によるもの ・界磁喪失により運転停止
	819		ブラシ保持器損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	①	・ブラシ保持器異常(直劣) ・界磁喪失により運転停止
	820	空気冷却装置	水管穴あき	漏水、運転停止	Ⅲ	小	大	③	・水管の磨耗・汚れ ・基本的に固定子コイル温度上昇を検出し 運転停止
	821		水管閉塞	発電機温度上昇、運転停止	Ⅲ	小	大	①	
	822	中性点接地装置	なし	－	Ⅴ	小	小	①	－

附表-3. 6

水力発電設備(揚水)の評価表

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のし にくさ	備考	
設備	機器				被害規模				
					人体・物件 への影響	供給の影響			
貯水池・調整池 ※上部	101	側壁、底面、湛水地域の護岸	側壁、護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	②	・側壁、護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	102		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	大	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	103	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	大	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	104		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	大	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	105		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	大	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	106		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・排砂不能で土砂堆積が続けば、発電所運転不能に至る
	107	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	108		門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	109		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
貯水池・調整池 ※下部	110	側壁、底面、湛水地域の護岸	側壁、護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	②	・側壁、護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	111		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	大	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	112	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	大	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	113		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	大	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	114		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	大	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	115		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害	V	大	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊 ・排砂不能で土砂堆積が続けば、発電所運転不能に至る
	116	排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	117		門扉(鋼構造)変形	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	118		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
ダム ※上部	119	ダム本体	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	①	・ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水
	120	副ダム	コンクリートひび割れ・剥離	下流河川護岸斜面崩壊	V	大	大	①	・副ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水→減勢機能喪失→下流河川護岸斜面崩壊
	121	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	IV	大	大	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水
	122		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	IV	大	大	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	123		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	124		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	大	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水
	125		門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	II	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	126	排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	漏水、水位低下、発電所運転停止	IV	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	127		開閉機(機械)故障	なし	IV	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	128		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	129	流木路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・流木路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	130	舟筏路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・舟筏路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	131	洪水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・洪水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	132	魚道	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・魚道(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水
	133	ダムに直接関係ある護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	中	大	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊
	134	取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	ダム取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
135	スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、ダム取水量低下	IV	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入		
136	予備電源装置	電源装置(機械類)故障	なし	III	小	小	①	・電源装置(機械類)腐食劣化→故障→洪水及び電源喪失時操作不能 ・商用電源喪失時に洪水調節不能	

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考		
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ			
					人体・物件 への影響	供給の影響				
ダム ※下部	137	ダム本体	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	①	・ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→大量漏水	
	138	副ダム	コンクリートひび割れ・剥離	下流河川護岸斜面崩壊	V	大	大	①	・副ダム(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水→減勢機能喪失→下流河川護岸斜面崩壊	
	139	余水吐門扉、余水路	門扉(鋼構造)変形	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	大	大	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→余水路へ大量漏水	
	140		開閉機(機械)故障	ダム越流、河川危害	Ⅳ	大	大	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
	141		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水、河川危害、水位低下、発電所運転停止	V	大	大	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	142		門扉止水ゴム機能喪失	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	大	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→余水路へ大量漏水	
	143		門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水	
	144		排砂門扉、排砂路	門扉(鋼構造)変形	漏水、水位低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	145		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能	
	146		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	147		流木路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・流木路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	148		舟筏路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・舟筏路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊
	149	洪水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・洪水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	150	魚道	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・魚道(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→大量漏水	
	151	ダムに直接関係ある護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、水位低下、発電所運転停止	V	中	大	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊	
152	深流取水設備	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	ダム取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊		
153		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、ダム取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入		
154		予備電源装置	電源装置(機械類)故障	なし	Ⅲ	小	小	①	・電源装置(機械類)腐食劣化→故障→洪水及び電源喪失時操作不能 ・商用電源喪失時に洪水調節不能	
取水設備	201	取水口、取水口にある制水門扉	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水不能、発電所運転停止	V	中	大	②	・取水口(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	202		門扉止水ゴム機能喪失	閉鎖時大量漏水	Ⅱ	小	大	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→閉鎖時に大量漏水 ・止水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	203		門扉(鋼構造)変形	閉鎖時大量漏水	Ⅳ	小	大	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→閉鎖時に変形 ・止水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	204		門扉操作ワイヤー断線、取付部破断	発電所運転停止	Ⅳ	小	大	①	・門扉急閉鎖により水圧鉄管が負圧になるが、管路に設置された空気管(水技研規第30条)により過大な負圧は回避される。	
	205		開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	大	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能 ・止水不能は発電所の運転への影響はないが、鉄管や水車発電機の点検不能	
	206		排砂門扉、排砂路	門扉止水ゴム機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅱ	小	小	①	・門扉止水ゴム等(ゴム材)劣化→排砂路へ大量漏水
	207			門扉(鋼構造)変形	漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・門扉(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下・変形→排砂路へ大量漏水
	208			開閉機(機械)故障	なし	Ⅳ	小	小	①	・開閉機等(機械)腐食劣化→故障・操作不能
	209		水路(コンクリート)ひび割れ・剥離・崩壊	なし	V	小	小	①	・排砂路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	210		余水吐き	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	大	①	・余水吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→余水路へ大量漏水
	211	余水路	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	大量漏水	V	大	大	①	・余水路(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
	212	土砂吐	コンクリートひび割れ・剥離	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	大	①	・土砂吐(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→排砂路へ大量漏水	
	213	表面取水設備	表面取水設備(鋼構造)変形	取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	大	①	・表面取水設備(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形	
	214	取水口護岸	護岸(コンクリート)ひび割れ・剥離	大量漏水、取水不能、発電所運転停止	V	中	大	①	・護岸(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→漏水・地山流失→崩壊	
	215	ちりよけ装置	スクリーン(鋼構造)変形	塵芥・流木等流入、水圧鉄管・水車損傷、発電所運転停止	Ⅳ	小	大	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入	
216	電動機・機械故障		塵芥堆積により取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	小	①	・電動機・機械等の劣化→故障→塵芥等の詰まり		
217	深流取水設備		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	取水量低下	V	中	小	①	・取水設備(コンクリート)劣化・摩耗→ひび割れ・剥離→崩壊	
218		スクリーン等(鋼構造)変形	塵芥・流木流入、取水量低下	Ⅳ	小	小	①	・スクリーン等(鋼構造)腐食・摩耗→強度低下→変形→塵芥・流木等流入		

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	不具合 発生間隔	簡易評価 被害規模		検出のし にくさ	備考	
設備	機器				人体・物件 への影響	供給の影響			
水圧管路	401	水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	大	②	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→破壊
	402	小水車用水圧管	水圧管(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	大	大	②	・水圧管(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→破壊
	403	水圧管にある制水弁	制水弁(鋼構造)破壊	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅳ	小	大	①	・制水弁(鋼構造)腐食・摩耗・疲労→強度低下→漏水
	404		バックシン機能喪失	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	Ⅲ	小	小	①	
	405	空気管(空気弁含む)	穴あき	大量漏水、取水量低下、発電所運転停止	V	小	大	①	・空気管(鋼構造)腐食→強度低下→崩壊
	406		固着	なし	V	小	小	①	・水圧管制水弁動作時に不動作となると水圧数値が負圧となり損傷の恐れあり
	407	排水管(排水弁含む)	穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	大	②	・排水管(鋼構造)腐食→強度低下→破壊 ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	408		バックシン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	小	②	・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	409	アンカールブロック	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・破壊、溢水、発電所運転停止	V	大	大	①	・アンカールブロック(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→安定性低下→水圧管脱落・破壊
	410	小支台	小支台(リングガータ等鋼構造)損傷	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	Ⅳ	中	大	①	・小支台(リングガータ等鋼構造)腐食・疲労→強度低下→水圧管脱落・損傷
	411		コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	V	中	大	①	・小支台(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→支持力低下→水圧管脱落・損傷
	412	水圧管路の路面若しくは側壁	コンクリートひび割れ・剥離・崩壊	水圧管脱落・損傷、漏水、発電所運転停止	V	小	大	①	・側壁(コンクリート)劣化→ひび割れ・剥離→崩壊→水圧管損傷→漏水
水車	601		穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅳ	小	大	①	・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	602	制水弁(主弁、側路弁、サーボモータ)	駆動部故障	運転不能	Ⅳ	小	大	②	・制御装置部品故障によるもの
	603		固着	運転不能	Ⅳ	小	大	②	・腐食、潤滑油切れによるもの
	604	ランナー	割れ	運転停止	V	小	大	①	・キャビテーション発生→割れ(経年劣化)
	605		異常摩耗	運転停止	V	小	大	①	・摩耗・腐食→割れ(経年劣化) ・運転不能となる程度の摩耗を想定
	606	ケーシング	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	大	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	607	吸出管	割れ	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	V	小	大	①	・腐食→割れ(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	608	主軸	主軸封水機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	①	・摩耗・腐食(経年劣化) ・排水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能
	609		バビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(磨粒材劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	610		バックシン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	611	軸受(冷却装置を含む)	冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	612		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	大	②	・バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	613	调速装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
	614		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・制御不能により水車回転数が異常上昇した場合、回転速度上昇を検出(水技解釈第41条)し運転停止
	615	制圧機	固着	不動作により鉄管水圧上昇	V	小	大	①	
	616		バックシン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・漏油→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	617	圧油装置(油ポンプ、油タンク、アンローダ、配管等)	ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	618		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	619		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で圧油生成不能→油圧低下を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	620		バックシン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・漏油→潤滑油不足・送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	621	潤滑油装置(油ポンプ、油タンク、配管等)	ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	622		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	623		電装品故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で潤滑油送油不能→軸受潤滑不良→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	624		バックシン機能喪失	漏油、漏水、漏気、運転停止	Ⅲ	小	中	②	
	625	継手	継手損傷	漏油、漏水、漏気、運転停止	V	小	中	②	

設備構成		事象 (故障・事故)	影響	簡易評価				備考	
設備	機器			不具合 発生間隔	被害規模		検出のし にくさ		
					人体・物件 への影響	供給の影響			
水車	626	自動制御装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	
	627		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	
給排水装置	701	冷却水装置	バックシン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	①	・漏水量が排水能力を上回れば建屋浸水に至るが、作業員は避難可能 ・発電機浸水又は、軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により運転停止
	702		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	①	
	703		ポンプ軸受損傷	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	704		ポンプ電動機 地絡・短絡	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	705		水槽損傷	漏水、運転停止	Ⅴ	小	中	②	・水源喪失で冷却水通水不能→軸受冷却不能→軸受温度上昇を検出(水技解釈第41条)し、運転停止
	706		配管閉塞	運転停止	Ⅳ	小	中	①	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により運転停止
	707	排水装置	バックシン機能喪失	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	③	・排水不能→所内浸水→運転不能
	708		配管穴あき	漏水、発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	①	・排水不能→所内浸水→運転不能
	709		ポンプ軸受損傷	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能
	710		ポンプ電動機 地絡・短絡	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・ポンプ全台停止で排水不能→所内浸水→運転不能
	711		排水ピット水位計故障	発電所建屋浸水、運転停止	Ⅲ	小	中	①	・ポンプ起動不能→所内浸水→運転不能
発電機	801	電機子巻線(出口線及び端子を含む)	地絡・短絡	運転停止	Ⅳ	小	大	②	・絶縁劣化によるもの
	802		断線	運転停止	Ⅴ	小	大	②	
	803	界磁巻線	地絡・短絡	運転停止	Ⅴ	小	大	②	・絶縁劣化、レアショート
	804		断線	運転停止	Ⅴ	小	大	②	
	805	軸受(冷却装置を含む)	バビット損傷	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(磨粒材劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	806		バックシン機能喪失	漏油、運転停止	Ⅲ	小	中	②	・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	807		冷却水配管穴あき	運転停止	Ⅲ	小	大	③	・バビット損傷(漏水、冷却水配管劣化) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	808		冷却水配管閉塞	運転停止	Ⅲ	小	大	②	・バビット損傷(冷却水流量低下、配管詰まり) ・軸受温度上昇検出(水技解釈第41条)により停止
	809	励磁装置	基板故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	・制御不能(電気品経年劣化)
	810		電源故障	運転停止	Ⅲ	小	中	②	
	811	主軸	なし	—	Ⅴ	小	小	①	
	812	固定子鉄心	変形	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	大	②	・変形(締め付け力低下)
	813		くさび脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	大	②	・ずれ・ゆるみ(締め付け力低下)
	814	回転子鉄心、磁極、制動巻線	割れ・損傷	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅳ	小	大	②	
	815		締付ボルト折損・脱落	電機子巻線地絡・短絡、運転停止	Ⅴ	小	大	②	・鉄心のずれ・ゆるみ
	816	制動機	ブレーキシュー消失(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅱ	小	大	①	・ブレーキシュー摩耗
	817		ブレーキピストン固着(制動不能)	水車発電機停止時間延長	Ⅲ	小	大	②	・不動作(ブレーキピストンの固着)
	818	スリップリング、ブラシ保持器	カーボンブラシ消失	運転停止	Ⅰ	小	小	①	・摩耗によるもの ・界磁喪失により運転停止
	819		ブラシ保持器損傷	運転停止	Ⅲ	小	小	①	・ブラシ保持器異常(虚劣) ・界磁喪失により運転停止
	820	空気冷却装置	水管穴あき	漏水、運転停止	Ⅲ	小	大	③	・水管の磨耗・汚れ ・基本的には固定子コイル温度上昇を検出し運転停止
	821		水管閉塞	発電機温度上昇、運転停止	Ⅲ	小	大	①	
	822	中性点接地装置	なし	—	Ⅴ	小	小	①	—

(4) 保安全管理業務に係るヒアリング結果

保安全管理業務に係るヒアリング結果(要旨)

①【事業者 J 実施日：9月12日】

発電所	ダム水路主任 技術者	保安 要員	外観点 検A	外観点 検B	備 考
1	1名（許可選 任）	1名	4回／ 週	1回／ 年	
2	1名（許可選 任）	3名	3回／ 週	1回／ 年	
3	1名（資格者）	2名	2回／ 月	1回／ 年	塵芥を考慮した設計。他発電所より巡視 回数少ない

1) 「発電所 1」は、取水口～沈砂池・ヘッドタンクまで水路長は 100m 以下、水車は目視できる範囲が少なく、保安要員は少ない。

2) 外観点検 A は、巡視のたびに実施。（取水口～放水口までできる範囲）目視と異音、除塵機の動作状況確認等。

3) 点検における最新スマート機器の導入（ドローンやロボット等）は無く、今後の導入も難しい。（原資を確保できる収入が得られない。）

リアルタイムの状態モニタリングシステムを導入。（水車・発電機（温度・油量）／ゲート（開閉状態）／除塵機（稼働／停止））状態監視のみで、制御はできない。（遠隔制御はしない）

インターネットで状況確認。異常があれば、関係者へ一斉メール通知のみ。（その他の通知、警報は無し）

ネットワークカメラを取水口、沈砂池、放水路に設置。（発電機が停止した際に除塵機に塵芥が詰まっていないか、制水門が閉まっているか等の状況を確認できる程度）

4) 塵芥、土砂流入の対応（除去、防止）をする必要があり、人が行くことが必須のため点検・巡視の効率化を図る余裕がない。

小水力のため塵芥がスクリーン・水車に詰まり出力が半減、除塵機が過負荷で止まるなどが悩みの種。人海戦術でないと対応できず、最新スマート機器の導入はできない。

5) 外観点検 B は、年次点検として実施。発電機を停止させ、発電機、水車をある程度分解して点検する。点検項目は多い。

停止期間は、1～2 日。ゲートの開閉試験も 1 回／年実施。（発電機停止時）異音、戸当たりのチェック等。

6) 緊急事態発生時（発電機停止等）は、メール情報でおよその原因はわかるが、現地のダム水路主任技術者が現地で状況を確認し、対応を検討することになっている。

7) 「設備重要度の設定」、「補修基準」は設けてない。“事後保全”が基本。

②【事業者Ⅰ 実施日：9月12日】

所有している6か所の発電所のうち点検頻度の高い2発電所を選定（6か所で5名のダム水路主任技術者）

発電所	ダム水路主任技術者	保安要員	外観点検A	外観点検B	備考
1	1名（許可選任）	3名（2発電所兼務）	1回／月	1回／年	・2発電所間距離 約1km
2	1名（許可選任）		1回／月	1回／年	

1) 外観点検Aは、基本的に1回／月の目視点検。

外観点検Bは、内規では、「1回／2年」としていたが、上記2発電所は、塵芥が多いこと、トラブルも多いことから「1回／年」実施。

外観点検Bの際は、放水し、水車の分解点検（約3日）、入れる場所での目視点検、打音検査、クラック検査を実施。

ダムゲート動作試験は、1回／年、観点検Bの際に実施。

取水口、取水ゲート、除塵機、スクリーンは一体になっている。毎日、塵芥処理しており、目視点検は、毎日実施。

除塵機などの機械類は、業者点検を1回／年実施。

水圧管路は、全て埋設管（道路下）のため、道路への漏水は、見ているが、管路自体の外観点検、板厚測定はできていない。

周辺地山は、大雨、台風時に点検。外観点検Bは、2回／年の草刈り時に立ち合い、その際に目視点検。

2) 点検における最新スマート機器の導入については、水圧管路内を水中ドローンで1回／5年ないし1回／10年程度の点検ができないか検討中。他は、考えていない。

3) ダム、取水口、沈砂池、除塵機・スクリーンおよび導水路の全体が見られる遠隔監視カメラを設置しており、関係者はスマホで確認できる。

非常時には、スマホから「操作」もできるシステム。見るだけのパスワードと非常時のパスワードが別に設定されており、非常時のパスワードは、ダム水路主任技術者と保安要員に限定して与えられている。非常時（台風時等で現地に行けない等）の際には、パソコンでもスマホでも水車の停止、ゲートの閉鎖等機械類の「操作」は、遠隔でできる。

4) 発電所内への侵入者があった場合は、委託先の警備会社にカメラの映像と警報がいく。（6か所の発電所全て）

5) 緊急事態発生時には、ダム水路主任技術者を含め社員（6名）に携帯と社のパソコンにメール配信される。メールで状況がわかるので、遠隔で停止させるとか現地確認に行くといった相応の対応をする。（対応は、内規で定めている。）

19時～6時までは、発電所で何か起こっても（火事、第三者被害は対象外）遠隔で発電機停止、ゲート閉鎖し、立ち入らず、夜間作業はしない。

6) ダム水路主任技術者の外部委託は、県外（遠隔地）の発電所には有効かと思うが、コスト面が課題。（電気主任技術者は、保安協会に委託しているが安価）

③【事業者 E 実施日：10 月 18 日】

1) 水力設備の点検項目、標準的な点検頻度、点検方法等

保安規程上 巡視⇒外観点検 A、点検⇒外観点検 B

基本的に巡視は 1 回/年、点検は定期的な工作物を 1 回/3 年、日常監視は遠隔で状況を把握することで点検に替えている。(月次点検は実施していない。「遠方監視制御装置で代替」)

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1 回/1 年	主として五感や各機器・装置に設置されている計測器等により、設備および周辺の異常の有無を確認・調査するとともに記録の収集、機器の動作試験および軽微な手入れ等を行う。(外観点検 A 共通)
	外観点検 B	1 回/3 年	ダム・水路・水車を抜水し、コンクリート構造物および鋼構造物を目視・打音等により、異常の有無および進行性を確認する。 ただし、抜水困難な箇所および目視によることが難しい場合は、潜水士または水中カメラ等による点検。(外観点検 B 共通)
	ゲート動作試験	1 回/1～6 年	外観点検 A,B の機会に現地での実動作試験(有水無水はその時の状況による。)
取水口	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/3 年	外観点検 A,B の機会に現地での実動作試験(有水無水はその時の状況による。)
	ゲート動作試験	1 回/1～6 年	
沈砂池	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/3～6 年	
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/1～6 年	
導 水 路 (開渠, 暗渠, トンネルの別)	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/3～6 年	
水槽	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/3～6 年	
水圧管路	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/3～6 年	
	板厚測定	1 回/15～18 年	「水門鉄管技術基準」に基づき実施。
	振動測定	必要に応じて	同上
水車	外観点検 A	1 回/2 か月	設備を目視により異常有無の確認のほか、必要に応じ工具・器具・測定器等を用い、機能性能の維持に必要な分解・調整手入れおよび計測。
	外観点検 B	1 回/1～6 年	同上
周辺地山	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	未実施	
上記対象設備に 附属する測定・警 報装置, 周辺地山の 監視装置	外観点検 A	1 回/1 年	
	外観点検 B	1 回/1 年	

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

最新点検機器の名称: ドローン

最新点検機器の概略機能: ダム背面自律飛行 (一部運用)

(独自に自立飛行が可能なアプリを開発)

導入効果: アクセス困難箇所の視認、現地出向要員削減

その他: 導水路の内部点検、AI 画像診断(水路内部に係る作業のオートメーション化を検討中)

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては、その成果

遠隔監視制御所: 異常時警報、通報 (当直員対応)

DS 常駐箇所: 状態監視 (都度確認)

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

ドローンを導入したが、衛星測位システム (GNSS) の受信が前提のため、アプリ動作に制限がある。その他、連続飛行時間確保・操縦者の育成等。

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

データの取得方法: 専用回線によるデータ伝送、データの活用方法: 現地対応判断指標

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

「水車・発電機」は様々なセンサーを取り付け遠隔地でデータを取得することによって、現地に行かなくても対応できるようにしている。このように、課題(公衆保安確保・増電・要員効率化・人材育成等)の対応手段のひとつとして積極的に取り組んでいる。

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

設備損壊として捉えた場合、ハード面は、設備損壊時の影響度に応じて、遠隔(自動・任意)で取水停止する機能を具備するなどの対策。ソフト面は、地域との定期的なリスクコミュニケーションによる減災対策、取り組みへの理解獲得。

8) 設備保全に関するルール(設備重要度の設定、補修基準等)

設備損壊時に与える公衆保安(人的・物的)・第三者影響、発電停止影響度などから設備重要度を判断。補修基準については、設備ごとに各種技術基準等を参考に社内基準を整備し対応。

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

安全性向上、業務効率化(要員・時間・費用)に繋がる技術があれば、積極的に導入を検討していく予定。

④【事業者 F 実施日：10 月 18 日】

1) 水力設備の点検項目、標準的な点検頻度、点検方法等

基本的に土木工作物は 1 回/月の点検を実施している。

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1 回/月	目視またはドローン
	外観点検 B	1 回/年	目視またはドローン
	ゲート動作試験	1 回/6 月	目視、操作盤電圧計等(メカ点検兼務あり)
取水口 取水口ゲート	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、湧水・漏水・変状計測
	ゲート動作試験	1 回/6 月	目視、操作盤電圧計等(メカ点検兼務あり)
沈砂池	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、ハンマー、湧水・漏水・変状計測
除塵機 スクリーン	外観点検 A	1 回/月	目視、実起動(除塵機)
	外観点検 B	1 回/3 年	目視(スクリーン)
導水路 (開渠, 暗渠, トンネルの別)	外観点検 A	1 回/月	目視(開渠)
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、ハンマー(暗渠・蓋渠・トンネル) 湧水・漏水・変状計測
水槽	外観点検 A	1 回/月	目視、ドローン
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、ハンマー、湧水・漏水・変状計測
水圧管路(露出管)	外観点検 A	1 回/月	目視、ドローン
	外観点検 B	1 回/3 年	目視(内面)、水中ドローン(目視の代替)
	板厚測定	1 回/6 年	板厚計
	振動測定	—	顕著な振動発生時に実施
水車	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、シクネスゲージ
周辺地山	外観点検 A	1 回/月	目視またはドローン
	外観点検 B	—	—
上記対象設備に附属する測定・警報装置, 周辺地山の監視装置	外観点検 A	1 回/月	目視、定時吹鳴確認(警報装置)
	外観点検 B	1 回/年	出水期前に諸装置等のメーカー点検

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

最新点検機器の名称: ITV, ドローン

最新点検機器の概略機能: 一般的な製品

導入効果: 地震時等の異常有無の確認が早期に可能、作業性向上等

その他: 導水路は基本的に人間系で対応(タブレットを活用)

「水車・発電機」はリアルタイムで保守拠点から状態監視を実施(一か所のみ)

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては、その成果

遠隔監視制御所(一部): 異常時警報、ITV 操作

DS 常駐箇所(一部): 異常時警報、ITV 操作

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

ドローン・設備の設置環境により利用できない箇所あり

5) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

要員の確保⇒状態(事態)の確認⇒被害拡大防止措置⇒関係機関の連絡・報告⇒協力要請⇒
応急復旧措置⇒原因分析

6) 設備保全に関するルール(設備重要度の設定、補修基準等)

補修基準は、毎年、設備の実態調査を実施し、評価・ランク付けを行い、ランクの高いもの
から補修・取替計画を策定し補修等を実施。(設備重要度の設定は特になし)

7) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

保安の高度化というより、現行の保安レベルを維持するため、試行結果を踏まえた評価が必要

8) ご意見・ご要望

自然災害の激甚化に対し、デジタル技術は早期情報収集等に効果的と考えているが通信網の
整備が大きな課題。

⑤【事業者D 実施日：10月18日】

1) 水力設備の点検項目、標準的な点検頻度、点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検 スタッフ、コンベックス等用いた測定、漏水測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、距離計、テープ等用いた測定
	ゲート動作試験	1 回/4 月	実動作試験
取水口	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定、漏水測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、距離計、テープ等用いた測定
	ゲート動作試験	1 回/年	実動作試験
沈砂池	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定、漏水測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、距離計、テープ等用いた測定
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、接地線確認
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による外観点検、内部点検（手入れ、測定試験等）
導 水 路 （開渠、暗渠、トンネルの別）	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定、漏水量測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検 距離計、テープ等用いた測定、打音ハンマーによる確認
水槽	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検 スタッフ、コンベックス等用いた測定、漏水量測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検 スタッフ、コンベックス等用いた測定、打音ハンマーによる確認
余水路	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、コンベックス等用いた測定 打音ハンマーによる確認
水圧管路	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検
	板厚測定	1 回/5 年	超音波厚さ計による測定

	振動測定	必要の際	振動測定器による測定
水車	外観点検 A	1 回/6 年	外部点検及び内部点検 すきま測定、摩耗測定、振動測定、出力開度試験、 自動起動停止試験
	外観点検 B	適宜（個別設定）	外部点検及び内部点検（分解点検） すきま測定（分解前後）、摩耗測定（分解点検分含む）、軸ブレ測定、メタルヒートラン、負荷遮断試験
放水路	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定 漏水量測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、コンベックス等用いた測定 打音ハンマーによる確認
放水口	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検、コンベックス等用いた測定
	外観点検 B	1 回/6 年	目視による内部点検、コンベックス等用いた測定 打音ハンマーによる確認
周辺地山	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外部点検
	外観点検 B	必要の際	地質調査、岩級調査
上記対象設備に 附属する測定・警 報装置、周辺地山 の監視装置	外観点検 A	1 回/4 月	目視による外観点検 テスター、メガー等用いた測定
	外観点検 B	－	

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

ドローン導入予定

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては、その成果

遠隔監視制御所・DS 常駐箇所において取水口等のゲートの開閉操作、設備状態等の監視

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

無し

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

データの取得方法: 巡視・点検

データの活用方法: 進行把握と原因想定保守計画反映等

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

技術者不足であることから、効率的に維持運用していけるよう取り組んでいる。

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

事象発生時、事業所工務課長に監視制御箇所から連絡→事象確認後、運転状況や道路状況等複合的に確認→対応方針検討、周知→現場確認後、関係各所連絡→仮 or 復旧対応

8) 設備保全に関するルール（設備重要度の設定、補修基準等）

社内にてマニュアルを定め実施。（例：点数法による、修繕要否判定）

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

ドローンによる巡視の代替検討や、タブレット等導入による効率化

⑥【事業者 B 実施日：10月18日 】】

1) 水力設備の点検項目，標準的な点検頻度，点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	五感による
	ゲート動作試験	1 回/年	五感及び稼働状況の確認
取水口	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	水路抜水内部点検は 1 回/3 年が標準
	ゲート動作試験	3 年/回	五感及び稼働状況の確認
沈砂池	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	水路抜水内部点検は 1 回/3 年が標準
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1 回/月	五感および稼働状況の確認
	外観点検 B	1 回/年	五感および稼働状況の確認
導 水 路 (開渠，暗渠，トンネルの別)	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	水路抜水内部点検は 1 回/3 年が標準
水槽	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	水路抜水内部点検は 1 回/3 年が標準
水圧管路	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	水路抜水内部点検は 1 回/3 年が標準
	板厚測定	1 回/6 年	超音波板厚計による
	振動測定	規定なし	劣化診断と合わせて実施の場合あり
水車	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/3 年	抜水状態で行う内部点検
周辺地山	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	五感による
上記対象設備に附属する測定・警報装置，周辺地山の監視装置	外観点検 A	1 回/月	五感による
	外観点検 B	1 回/年	五感及び計測器稼働状況の確認

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

UAV、水中ドローン(水車 AI)

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては，その成果

遠隔監視制御所 異常時警報（当直員対応）

DS 常駐箇所 状態監視（都度確認）

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

UAV ⇒ 操縦者の確保（教育、外注）

水中ドローン⇒濁度が高い場所では使用不可

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

データの取得方法 変位計（自動計測・遠隔監視）揚圧力計（自動計測・遠隔監視）

漏水量（自動計測・遠隔監視）ITV カメラ（遠隔監視）

地震計（自動計測・遠隔監視）

データの活用方法 計測データをトレンド確認し異常判断

状態監視し異常判断

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

遠隔監視：IOT 化、AI 活用：劣化事象の画像判断、UAV 活用：難点検・未点検箇所(point)の点検、
水中ドローンの活用による安全性向上（潜水作業の減少）

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

常時監視は各地域制御が実施しており、緊急事態発生時は制御所からダム水路主任技術者
へ連絡が入り、現地機関にて必要箇所へ急行し必要な対応を実施する。

8) 設備保全に関するルール(設備重要度の設定、補修基準等)

水力土木設備にRBM（リスクベースメンテナンス）を導入している。各構造物ごとに設備
重要度を評価し、発生確率と組み合わせたリスクマトリクスにてリスクの大小に応じた優
先順位判断を行っている。

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

各種設備の IOT 化、AI 活用、UAV の導入を積極的に進めている。

⑦【事業者C 実施日：10月18日】

1) 水力設備の点検項目、標準的な点検頻度、点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1回／3月	計測値の記録等による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
	ゲート動作試験	1回／1年	開閉速度、補修・手入れ、消耗部品交換
取水口	外観点検 A	1回／3月	計測値の記録等による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
	ゲート動作試験	1回／1年	開閉速度、補修・手入れ、消耗部品交換
沈砂池	外観点検 A	1回／3月	目視による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1回／3月	計測値の記録等による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
導 水 路 (開渠, 暗渠, トンネルの別)	外観点検 A	1回／3月	目視による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
水槽	外観点検 A	1回／3月	目視による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
水圧管路	外観点検 A	1回／3月	目視による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
	板厚測定	適宜	各部の板厚測定
	振動測定	適宜	各部の振動測定
水車	外観点検 A	1回／3月	計測値の記録等による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
周辺地山	外観点検 A	1回／3月	目視による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無
上記対象設備に附属する測定・警報装置, 周辺地山の監視装置	外観点検 A	1回／3月	計測値の記録等による全般的な異常の有無
	外観点検 B	1回／1年	上記より念入りな各部の異常の有無

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

ITV カメラ、センサー、タブレット、アナログメータ画像自動読み取りカメラ

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては、その成果

リアルタイム監視は遠隔監視制御所並びに DS 常駐箇所の一部導入している。

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

アナログアナログメータ画像自動読み取りカメラでは、季節や日射時間による影響は少なかったが、一部メータでデータ取得失敗がごくまれに発生した。

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

データの取得方法 超音波レベル計、油圧リレー等

データの活用方法 ゲートに異常発生の有無等

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

五感に頼ることなく、新たにセンサー類やカメラ等を導入し、設備の状況を把握するとともに、収集したデータを解析等により傾向管理を強化するなど、保守管理のスマート化を図っている。

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

第三者等の公衆への被害発生を最小限とするため、遠隔による取水停止を行うとともに、速やかに現場に駆け付け、被害拡大を防ぐ。

8) 設備保全に関するルール(設備重要度の設定、補修基準等)

事故発生時の公衆への影響や発電所での故障発生頻度、発電所が長期停止した場合の収入への影響などを総合的に勘案し、発電所ごとに A、B、C とランク分けし、巡視頻度を緩和している。

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

センサー等による運転データの取得を進め、データをトレンド管理することで、故障予知分析等を行い、保守の効率化・高度化を目指す。

⑧【事業者 A 実施日：10 月 19 日】

1) 水力設備の点検項目，標準的な点検頻度，点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
	ゲート動作試験	1 回/年	目視、動作、絶縁抵抗測定、給油
取水口	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
	ゲート動作試験	1 回/年	目視、動作、絶縁抵抗測定、給油
沈砂池	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視、動作
導 水 路 (開渠，暗渠，トンネルの別)	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
水槽	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
水圧管路	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	目視
	板厚測定	1 回/6 年	超音波厚さ計
	振動測定	適宜	振動計
水車	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/3 年	外部点検
周辺地山	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	適宜	大雨、地震後等
上記対象設備に附属 する測定・警報装置， 周辺地山の監視装置	外観点検 A	1 回/月	目視
	外観点検 B	1 回/年	動作確認、測定試験等

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

水中ドローン、空中ドローン

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては，その成果

遠隔監視制御内容または警報・通報機能を導入している。

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

水中ドローン⇒水流があると流され、点検ができない。(操縦者の技術によるが、習得するのに時間がかかる)

空中ドローン ⇒バッテリー駆動時間が短い、DID 地区の飛行等に申請が必要

- 5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法
水車 データの取得方法 流量計、集中制御所
データの活用方法 傾向予測、上限管理
- 6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み
発電所に無線 LAN を整備、タブレットを用いた巡視・ウェアラブルカメラの導入を予定
- 7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応
- ・常駐箇所における警報の確認または、集中制御所からダム水路主任技術者に連絡があり、状況を確認。
 - ・職員の参集及び対応、必要に応じ関係機関（国、県、用水関係者等）へ連絡。
- 8) 設備保全に関するルール（設備重要度の設定、補修基準等）
- ・設備重要度は設定していないが、発電所復旧順位を定めている。
 - ・発電所点検手入基準を定めている。
 - ・修繕・更新計画の策定（10 ヶ年）
- 9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等
- 6) と同じ

⑨【事業者 G 実施日：10月26日】

1) 水力設備の点検項目，標準的な点検頻度，点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	—	—
	外観点検 B	—	—
	ゲート動作試験	—	—
取水口	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視
	ゲート動作試験	1 回／3 年	目視、動作確認、電気計測
沈砂池	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視、動作確認、電気計測
導 水 路 (開渠，暗渠，トンネルの別)	外観点検 A	1 回／1 月 (開渠のみ)	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視
水槽	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視
水圧管路	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視 (内部目視含む)
	板厚測定	1 回／6 年 (20 年経過後)	計測
	振動測定	適宜	計測
水車	外観点検 A	2 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視、ギャップ測定、動作確認
周辺地山	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	—	—
上記対象設備に附属 する測定・警報装置， 周辺地山の監視装置	外観点検 A	1 回／1 月	目視
	外観点検 B	1 回／3 年	目視、動作確認

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

ITV カメラ、タブレット、ウェアラブルカメラ、ITV カメラ、遠隔監視制御装置

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては，その成果

DS 常駐箇所遠は警報・通報機能が概ね整備させている。

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

導入なし

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

水車 操作機器の電流値、軸受温度、故障警報に係る各種センサ、故障信号を制御装置に
取込 機器停止させる。

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

遠隔監視による巡回の効率化（塵芥状況に応じた巡回作業の実施）

定期巡視時に異常を発見した場合の遠隔サポートによる即時対応

軽微な故障（過負荷、化トルク）等の遠隔監視制御による遠方からの復旧対応

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

大規模地震（震度6弱以上）の発生時、民家が近い発電所（あらかじめ設定）は停止する。

8) 設備保全に関するルール（設備重要度の設定、補修基準等）

なし

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

特になし

⑩【事業者 H 実施日：10 月 26 日】

1) 水力設備の点検項目，標準的な点検頻度，点検方法等

対象設備等	点検項目	点検頻度	具体的点検方法
ダム	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
	ゲート動作試験	6 か月	ロープゆるみの範囲内で可動
取水口	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
	ゲート動作試験	無	
沈砂池	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
除 塵 機 スクリーン	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
導 水 路 （開渠，暗渠，トンネルの別）	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
水槽	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
水圧管路	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
	板厚測定	6～12 年	超音波測定
	振動測定	必要に応じ	動ひずみ測定器等による測定
水車	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	適宜※	外観目視、寸法等測定 （シックネスゲージ、インサイドマイクロメータ）
周辺地山	外観点検 A	2 か月	外観目視
	外観点検 B	1 年	外観目視、寸法等測定（巻尺，すきまゲージ，ハンマー，漏水計量器）
	外観点検 A	2 か月	外観目視

上記対象設備に附属する測定・警報装置, 周辺地山の監視装置	外観点検 B	4 年	外観目視、電流電圧、動作試験等 (警報装置)
-------------------------------	--------	-----	---------------------------

2) 点検における最新点検機器等の導入状況

AE 法ワイヤロープ点検、塵芥、スノージャム検知器、ウェアラブルカメラ、水面ドローン、点検タブレット

3) 遠隔監視制御装置を導入している場合にあっては、その成果

遠隔監視制御所に概ね警報・通報機能あり

4) 最近導入した点検機器に係る改善すべきポイントと運用上の課題

点検用タブレット 重いので軽量化が必要。GPS 位置情報が取れない箇所が多い。

反応に時間がかかる。

5) 水力設備の不具合事象を検知ないし、その管理に用いるデータの取得と活用方法

検知すべきデータの内容 ダム変位量

データの取得方法 リアルタイムな GIS による位置測定

データの活用方法 対応要否判断

6) 発電事業者としての「スマート保安」の取り組み

- ・進んだ DX 技術の効果的な導入による生産性向上。
- ・AI 導入による大量の設備状態データの迅速な整理判定。

7) 水力設備に緊急事態が発生した場合における具体的な対応

第三者被害防止を最優先に必要な措置を実施する。

8) 設備保全に関するルール(設備重要度の設定、補修基準等)

- ・故障・損壊による第三者影響度と発電支障度から設備重要度を設定し、補修時期を決定している。

9) 今後の方針として、更なる保安高度化、特に点検項目・頻度に係る計画等

- ・空中ドローンの長時間かつ自立飛行による効率化、迅速化。(緊急時点検、ダム放流前の河川パトロール)
- ・AI による設備状態の評価。画像撮影のみで設備状態を評価。(社内基準のどのランクなのかを評価)
- ・点検タブレットの軽量化・高度化。

(5) 土木情報学の体系化(土木学会)関連資料

「スマート保安」の更なる高度化に係る検討等に当たって参照したものである。

「土木情報学の体系化：適用マップ」出典：「土木情報学の体系化に関する報告書 2011 年 12 月 土木学会情報利用技術委員会 土木情報学体系化特別小委員会」を次表に示す。

土木情報学体系化:適用マップ

土木工学軸 情報技術軸		A 構造	B 水理	C 地盤	D 計画
		構造工学 応用力学 地震工学 風工学	水 理 学 水 工 学 海岸工学 海洋工学	土質力学 岩盤工学 地質学 基礎工学	土木計画学 交通工学 景観・デザイン 土木史
1 計測 通信 制御	センサー センサーネットワークリ モートセンシング GNSS〔GPS・GLONASS・Galileo〕 測量機器〔TS他〕 コンピュータネットワーク RFID〔ICカード、ICタグ他〕 モバイル機器〔携帯電話、PDA他〕 ロボティクス	光ファイバーセンサーを用いた橋梁モニタリング SIセンサーを用いた地震動モニタリング センサーを用いたアクティブ制振制御 コンピュータネットワークを用いた橋梁の遠隔モニタリング PDAを用いた橋梁点検 圧電素子を用いた制振制御	GPSを用いた波浪計測 リモートセンシングを用いた河口拡散調査 リモートセンシングを用いた海浜流循環観測 ADCP 多層流向流速計を用いた流況モニタリング 人工衛星データを用いた沿岸流速分布解析 人工衛星データを用いた津波観測 ICタグを用いた砂礫移動に関するトレーサ調査 ビデオカメラを用いた海表面流計測 ビデオカメラを用いた開水路画像解析	無線センサー杭を用いた斜面災害監視 磁気センサーを用いた埋設物探査 光ファイバーを用いた岩盤挙動計測 リモートセンシングを用いた斜面崩壊予測 マイクロ波リモートセンシングを用いた土壌水分計測 GPSを用いた地盤・法面監視 AE法を用いた深礎杭の応力推定 MMSを用いた落石解析 デジタルビデオカメラを用いた斜面変位計測	航空レーザー計測を用いた鉄道網計画策定 距離画像センサーを用いた交通流検知 赤外線センサーを用いた交通量計測 無線センサネットワークを用いた軌道変位監視 GPSを用いた交通流計測 情報通信システムを用いた地域防災活動支援 ICカードを活用した公共交通利用実態調査 モバイル機器を用いた道路施設管理システム GPSを用いた自動運転
2 画像処理 図形処理	CAD CG VR(仮想現実) AR(拡張現実) CHI(HCI) GIS 画 像 解 析 DTM(数値地形モデル)	VRを用いた鋼橋設計 GISを用いた地震被害分析 GISを用いた地震危険度評価 GISを用いた風力発電向け適地選定	CADを用いた分水路設計 GISを用いた河川氾濫状況の再現 GISを用いた洪水予測 GISを用いた災害ハザードマップの作成 GISを用いた海岸環境評価 画像解析技術を用いた河床粒度分析 画像解析技術を用いた砕波帯内流体運動機構解析	GISを用いた造成地被害把握 GISを用いた広域液状化危険度予測 GISを用いた斜面維持管理 画像解析技術を用いた地形解析 画像解析技術を用いたダム岩盤判定	CADを用いた都市計画 CADを用いた道路設計 道路・鉄道設計CADシステム VRを用いた事業計画 GISを用いた交通・土地利用施策検討 GISを用いた路線選定システム 画像解析技術を用いた車両番号解析
3 数値解析 確率・統計	FEM(有限要素法) 差 分 法 BEM(境界要素法) フーリエ変換 ウェーブレット変換 モンテカルロ法 多変量解析 数量化理論	FEMを用いた構造解析 BEMを用いた地震波伝播解析 ウェーブレット変換を用いた地震波解析 モンテカルロ法を用いた破壊現象シミュレーション 回帰分析を用いた橋梁劣化予測解析 数量化理論を用いた橋梁維持点検評価 確率モデルを用いた構造物の耐震信頼性評価	差分法を用いた温排水解析 差分法を用いた津波解析 粒子法を用いた砕波過程シミュレーション フーリエ変換を用いた砕波内部流速場測定 モンテカルロ法を用いた消波ブロックの期待被災度解析 多変量解析法を用いた水質データ解析 確率モデルを用いた流れシミュレーション	FEMを用いた浸透流解析 FEMを用いた移流拡散解析 DEMを用いた岩盤解析 モンテカルロ法を用いた液状化リスク分析 統計手法を用いた凍上災害分析	FEMを用いた交通振動解析 統計解析を用いた交通需要予測
4 計画数理 知的情報処理	数理計画法〔線形計画法他〕 待ち行列論 グラフ理論〔ペトリネット他〕 オートマトン〔セルオートマトン他〕 最適化手法〔GA他〕 ファジィ理論 マルチェージェント ニューラルネットワーク エキスパートシステム	GAを用いた骨組構造物最適設 計GAを用いたRC橋脚耐震設計 ニューラルネットワークを用いた橋梁健全度評価 ニューラルネットワークを用いたRC床板の耐用性評価	GAを用いた治水対策最適化 ファジィ理論を用いた海岸環境評価 ファジィ理論を用いた水文情報サービス ニューラルネットワークを用いた流出解析 ニューラルネットワークを用いた観測井配置最適化 ニューラルネットワークを用いたダム操作支援 ダム操作支援エキスパートシステム 水害予測エキスパートシステム	GAを用いた鋼管杭基礎構造配置の最適化 ファジィ理論を用いた岩盤分類 ニューラルネットワークを用いた間隙水圧観測データ解析 ニューラルネットワークを用いた斜面崩壊予測 斜面崩壊予測エキスパートシステム オブジェクト指向のり面設計支援エキスパートシステム	待ち行列理論を用いた車両運行管理 待ち行列理論を用いた交通流解析 セルオートマトンを用いた緊急避難時の群衆流解析 GAを用いた施設配置計画 GAを用いた道路・ライフラインのネットワーク計画 GAを用いた新交通・輸送システムの路線建設最適化 マルチェージェントを用いた交通流シミュレーション マルチェージェントを用いた歩行者シミュレーション
5 データベース	データベース プロダクトモデル データマイニング	プロダクトモデルを用いた橋梁点検 橋梁点検データベースを用いた補修計画支 援橋梁データモデル 橋梁オブジェクト指向データベース	津波波高データベースを用いた浸水域簡易推定 海岸保全施設データベース (GIS) 津波災害情報データベース (GIS) 河川構造物被害データベース 河川基幹データベース	データベースを用いた地すべり発生危険度分級 岩盤データベースを用いたNATM設計 高密度地盤情報データベース 地盤データモデル	データベースを用いた交通影響評価 道路構造データモデル
6 統合システム マネジメント 他	統合システム HPC〔グリッド、クラスタ他〕 オレッジマネジメント 言語情報処理〔オントロジー、テキストマイニング他〕コ ラボレーション 情報セキュリティ	橋梁アセットマネジメントシステ ム鋼橋製作システム オブジェクト指向橋梁計画・設計システ ムオブジェクト指向構造解析システム 協調的分散オブジェクト技術を用いたFEM解析システム FEMのためのグリッドコンピューティング PCクラスタを用いた構造解析	統一河川情報システム オブジェクト指向プログラミングを用いた開水路網解析 オブジェクト指向プログラミングを用いた河川不定流解析	オブジェクト指向言語を用いたシールド掘削シミュレーション	ITS(高度道路交通システム) VICS(道路交通情報通信システム) 街中観光ナビシステム オブジェクト指向型交通流シミュレーション オブジェクト指向型地震時行動シミュレーション
関連が深い施設・構造物		橋梁	河川構造物 海岸港湾構造物 海洋構造物	基礎構造物 土地造成	道路 鉄道

土木情報学体系化:適用マップ

土木工学軸 情報技術軸		E コンクリート	F 建設	G 環境	Z 一 般 他
		土木材料学 コンクリート工 学舗装工学	施工技術 建設マネジメント安全問題	環境工 学衛生 工学地 球環境 廃棄物	
1 計測 通信 制御	センサー センサーネットワークリ モートセンシング GNSS[GPS・GLONASS・Galileo] 測量機器[TS他] コンピュータネットワーク RFID[ICカード、ICタグ他] モバイル機器[携帯電話、PDA他] ロボティクス	写真測量を用いた供試体変形計 測光波測量器を用いたひび割れ 点検 弾性波センサーを用いたコンクリート強度管理 IP温度センサーを用いたコンクリート品質管理 レーダー計測法を用いたコンクリート強度推定法 3次元レーザスキャナーを用いたトンネル覆工巻き厚管理 デジタルカメラを用いたひび割れ計測 RFIDを用いたコンクリート強度管理	TSを用いた出来形管理 レーザスキャナーを用いた出来形計測 レーダーを用いた路面下空洞探査・覆工背面空洞探査 GPSを用いた施工自動化・施工管理 ZigBeeネットワークシステムを用いた生産性管理 RFIDを用いた入退場管理 魚眼カメラを用いた重機安全確認 携帯電話を用いた車両リアルタイム速度監視 ロボティクスを用いた自動化施工	センサーネットワークを用いた大気汚染モニタリング リモートセンシングを用いた海洋汚染調査 リモートセンシングを用いた環境評価 各種計測装置を用いた環境動態モニタリング GPSを用いた天気短期予測 RFIDを用いた廃棄物管理 ハンディターミナルを用いた廃棄物管理	センサーを用いた土木構造物モニタリングセ ンサーネットワークを用いた動態観測 レーザスキャナーを用いた地形計測 リ モートセンシングを用いた被害予測 準天頂衛星システム(高精度位置情報)の活用 RTK-GPSを用いた移動体計測 エアタグを用いた施設管理
2 画像処理 図形処理	CAD CG VR(仮想現実) AR(拡張現実) CHI(HCI) GIS 画 像 解 析 DTM(数値地形モデル)	画像解析技術を用いたひび割れ検出 画像解析技術を用いたコンクリート診断 画像解析技術を用いたトンネル変状診断	CADを用いた空港点検管理 CADを用いた施工計画策定支援 ARを用いた配筋施工支援 GISを用いた設備維持管理 画像処理技術を用いた耐候性鋼材さび外観評価	VRアバターを用いた屋外温熱環境体験 GISを用いた音環境管理 GISを用いた植生解析 GISを用いた穀物生産量・経済価値推計 GISを用いた炭素排出量評価 4次元GISを用いた都市内資源循環性評価 画像解析技術を用いた土地利用判定	多次元CADを用いた設計支援 VRを用いた計画・施工時シミュレーション 建設分野における計測画像の特徴抽出 GISを用いた施設管理 色彩解析を用いた人工物抽出
3 数値解析確 率・統計	FEM(有限要素法) 差 分 法 BEM(境界要素法) フーリエ変換 ウェーブレット変換 モンテカルロ法 多変量解析 数量化理論	FEMを用いたコンクリート構造解析 FEMを用いた下水道管渠健全度評 価BEMを用いた熱伝導解析 離散ひび割れモデルを用いた覆工ひび割れ解析 モンテカルロ法を用いたアスファルト舗装劣化予測 確率モデルを用いた舗装構造物劣化予測 統計手法を用いたコンクリート劣化予測 マルコフ劣化モデルを用いた舗装構造劣化予測	FEM逆解析を用いた計測施工 FEMを用いたトンネル施工時解 析 地盤統計学手法を用いた建設コスト推定	FEMを用いた地下水汚染解 析BEMを用いた騒音解析 気象・生態系統合モデルを用いた炭素循環モデリング 気象モデルを用いたリスク推定・影響評価 統計検定を用いた環境配慮行動の促進要因特定 統計検定を用いた環境保全コミュニティ形成過程の評価 確率モデルを用いたCO2排出量予測 因子分析を用いた環境配慮型消費者行動モデリング	フーリエ変換を用いた波形解析 ウェーブレット変換を用いた波形解析統 計・確率論を用いた品質管理 社会資本整備のための事業評価モデル
4 計画数理 知的情報処理	数理計画法[線形計画法他] 待ち行列論 グラフ理論[ベトリネット他] オートマトン[セルオートマトン他] 最適化手法[GA他] ファジィ理論 マルチエージェント ニューラルネットワーク エキスパートシステム	GAを用いたコンクリート変状検出 ファジィ理論を用いた舗装状態アセスメント ニューラルネットワークを用いた凍結予測システム ニューラルネットワークによるコンクリート材料の損傷検知 ニューラルネットワークを用いたコンクリート製造管理 コンクリート構造物の劣化診断システム SVMを用いたコンクリート構造物損傷度評価 水路トンネル診断エキスパートシステム ひび割れ診断エキスパートシステム	ベトリネットを用いた避難シミュレーション ベトリネットを用いた延焼シミュレーション セルオートマトンを用いた避難シミュレーション GAを用いた被災ネットワーク復旧計画策定 マルチエージェントを用いた建設情報の統合化 ニューラルネットワークを用いた土壌汚染浄化費用評価 AIを用いたダム打設工程計画 エージェントシミュレーションを用いた地震時避難行動予測	線形計画法を用いたバイオマス利用最適化 セルオートマトンを用いた土壌拡散シミュレーション GAを用いたごみ収集輸送計画 ベイズ系最適化モデルを用いた魚類の生息分布推定 マルチエージェントを用いた生態系ネットワーク解析 ニューラルネットワークを用いた環境予測 環境アセスメント支援エキスパートシステム	GAを用いた多目的最適化 GAを用いた施設管理 ファジィ理論を用いたFEM自動メッシュ作成 マルチエージェントを用いた建設情報の統合化 エキスパートシステムを用いた解析モデル作成支援
5 データベース	データベース プロダクトモデル データマイニング	経年変状データベースを用いた老朽水路トンネル管理 路面性状評価図データベース	プロダクトモデルを用いた土工事施工支援 シールドプロダクトモデル 事故・災害事例データベース 業務実績データベース(TECRIS) 工事実績データベース (CORINS) 新技術情報提供シス テム(NETIS)	LCAデータベースを用いた二酸化炭素排出原単位推計 環境総合データベース	情報活用のための各種データベース 土木構造物プロダクトモデル 建設分野におけるデータ交換標準 ダブリンコアを用いた分散・協調型データベース
6 統合システム マネジメント 他	統合システム HPC[グリッド、クラスタ他] ナレッジマネジメント 言語情報処理[オントロジー、テキストマイニング他]コ ラボレーション 情報セキュリティ	水路トンネル管理支援システム	情報化施工 機械施工システム(MC・ MG) 盛土品質管理支援シ ステム オブジェクト指向プログラミングを用いた工程ネットワーク オブジェクト指向型地震時行動シミュレーション	下水処理を対象としたオブジェクト指向シミュレーション WEBシステムを用いた住民参加支援	ナレッジマネジメントを用いた業務支援マ イニング技術を用いた知識獲得
関連が深い施設・構造物		舗装 コンクリート構造物		廃棄物処分場	

(6) 工事計画書に係るアンケート結果

工事計画書に係るアンケートヒアリング結果(要旨)

ヒアリング結果の要旨は以下のとおりである。対象である 10 者のうち 5 者については、第 3 回作業部会議事録参照(第 3 号議案「工事計画書に係る検討」)「事業者 A. B. C. D. E」

配布・説明資料

1. 「工事計画の届出書の記載事項及び添付書類に対する事業者からの要望・意見の集約と取扱い(案)」
2. 「水利使用等許可申請書と工事計画届出書において重複する添付書類とその共用化について(案)」

①【事業者 J 実施日:11 月 28 日】

質疑応答の要旨は以下とおり。

質問 1 「共用」とは、同じものを添付すればよいという意味でよろしいか。

⇒ 従前どおりでよいものと、変更すべきものがあると考えている。

なお、「河川法第 26 条第 1 項の許可に係る申請書の写しを添付しなければならない。」とあるのは、電気事業法施行規則第 62 条第 2 項は総合開発ダムに係る規定であり、法令の目的、所管する大臣も違うため同じ取扱いをすることはできないと考えている。

質問 2 発電所の新設とスクラップアンドビルドの場合で提出内容について違いはあるか?

⇒ 分ける必要性があるとするると具体的にどのようなケースが考えられるか?

質問 2-2 例えば、既設ダムを流用するような場合において、建設当時の資料がない場合は、安定性に関してゼロからの再検討が必要となるか?

⇒ 大規模な工事を伴わない限り「遡及」されない。

質問 3 環境関連の項目として、今後「PCB・鉛・クロム等」といった有害物質の調査項目が増える可能性はあるか?

⇒ 目下、その動きはない。

質問 4 環境アセスメントの対象外となっている小規模な水力発電所について、景観条例や自然公園法を明記する必要はないか?

⇒ 電気事業法において必要はないと考えている。

②【事業者 K 実施日:11 月 29 日】

主な意見・要望

事務局(案)に対し特段の異議はない。

質疑応答の要旨は以下のとおり。

質問 1 資料 2「共用可能性」の資料は、双方に同じ資料を提出するという意味か？

⇒ 基本的な考え方として、一つは審査における必要性の観点、二つ目として負担軽減を考えている。具体的には河川法に係る書類の共用性を指している。分類すると電気事業法の趣旨に照らし、「不要なもの」、「新たに明記すべきもの」、そして「従前どおり必要なもの」つまり河川法に係る書類と共用できるものがあり、この「従前どおり必要なもの」については更に三つに区分され、「名称含めて従前どおりのもの」、「名称は変更すべきもの」、「名称及び内容も変更すべきもの」と考えている。

質問 1-1 「従前どおり必要なもの」については、より審査段階で分かりやすく、また資料の作成段階においても混同が少なくなるよう名称の変更や内容の変更を進めてほしい。

⇒ その他として、「事務処理上の了解事項」としてよいものも考えられるため、その点も配慮して進めていきたい。

③【事業者Ⅱ 実施日:11月29日】

質疑応答の要旨は以下のとおり。

質問 1 電気事業法施行規則第 67 条 2 項に、共用設備に関しては河川法の資料で代替できるとの記載があるので、可能であれば、この「共用設備に限る」という箇所を削除することができれば、河川法の書類で全てを代替できると考えるが、この点についてはいかがお考えか？

⇒ 双方の法の趣旨に照らし判断すべきものと考えている。
(前年度に実施された類似事業の検討結果においては、ペンディングとなっている。)

質問 2 例えば、「放水路」に係る共用可能性について、「通水容量計算書」の記載がないが、それは省略ができないという意味か？

⇒ 資料 2 は、河川法で提出された図書の中で共用できるものを整理したものであり、「通水容量計算書」は従前どおりの取扱いとなる。なお、共用可能としたものについても名称の変更する必要があるものも存在すると考えている。

④【事業者Ⅰ 実施日:11月29日】

主な意見・要望

土木に係る図面や水に係る計算書は双方で重複するものも多く簡略化されるとよいが、電気事業法で水利権の根拠を求める場合において、すべて簡略化できるかどうかについては疑問が残る。いずれにしても、電気関連の書類が工事計画届出書のメインとなる方向で進めてもらいたい。

質疑応答の要旨は以下のとおり。

質問 1 電気事業法と河川法の双方でそれぞれの呼び名が異なる点については、今後整

理してもらいたい。

⇒ 審査における必要十分な範囲があり、それぞれにおいて要求されている図書の内容を吟味した上で、本調査の趣旨に沿って整理していきたい。

⑤【事業者 M 実施日:11 月 29 日】

主な意見・要望

現時点においても、資料で示された共用できるものは共用して提出している。

河川法に係る許可を申請する段階において、発電所の工事計画はほぼ決まっており、その後提出することとなるため、本案について特段の意見はない。

(地番の件についても、当局の指導により「地先」という表記で対応している)

質問(事務局)

水圧管路の材料として鉄管以外の場合、使用制限のあるものを採用し使わせてはいけない。第 3 者被害を惹起せぬよう、当局においては使用可能な材料リストと照合することができる等の方策が必要と考えるが、その点についての見解を伺いたい。

⇒ 当方において「水圧管路」は鋼で造ることを基本としている。圧力の少ないところは FRP(M)を採用しコスト削減を図るところはあるが、その場合においても技術的な根拠はしっかりと担保されたもので対応している。

以上