

水力発電所における保守・保全業務の 効率化に関する技術調査報告

水力発電所における保守・保全業務の効率化に関する技術
調査専門委員会編

目 次

1. まえがき	3	4. 新たな技術開発の動向	60
1.1 調査範囲と目的	3	4.1 マンパワーの省力化に寄与する新技術	60
1.2 報告書で使用している用語	3	4.2 設備延命化に寄与する新技術	62
1.3 対象範囲	4	4.3 設備簡素化に寄与する新技術	64
2. 水力発電設備の保守・保全の実態	4	4.4 品質・信頼性向上に寄与する新技術	67
2.1 水力発電設備の巡視	4	4.5 工程短縮に寄与する新技術	67
2.2 水力発電設備の普通点検	7	4.6 環境対策に関する新技術	71
2.3 水力発電設備の細密点検	14	4.7 海外で導入された保守・保全業務の効率化 に寄与する技術開発	72
2.4 主要機器の取替え・改修	25	5. 設備維持管理方法の展望	76
2.5 主要機器の事故障害	30	6. あとがき	77
3. これまでに採用された保守・保全業務の効率 化に寄与する技術の変遷	31		
3.1 1996年～2018年までで効率化に寄与する 紹介技術の採用実績・適用範囲	31		
3.2 1996年～2018年までで効率化に寄与する 紹介技術の効果の検証	50		

水力発電所における保守・保全業務の効率化に関する技術 調査専門委員会委員

委員長	太田 俊彦(関 西 電 力)	途中退任 委 員	清水 晃雄(北 海 道 電 力)
幹 事	境 秀樹(関 西 電 力)		山田 実(北 海 道 電 力)
	今井 秀昭(日 立 三 菱 水 力)		齋藤 健一(東 北 電 力)
幹事補佐	下方 智徳(関 西 電 力)		鮫島 匠臣(東京電力リニューアブルパワー)
委 員	中島 慶人(電力中央研究所)		中村 智和(北 陸 電 力)
	高峰 尚(北 海 道 電 力)		栃井 和彦(中 部 電 力)
	田名部 幹雄(東 北 電 力)		西原 誠(中 国 電 力)
	梅田 成実(東京電力リニューアブルパワー)		金岡 伸治(四 国 電 力)
	牧野 歳宏(北 陸 電 力)		國松 和明(九 州 電 力)
	築山 由明(中 部 電 力)		豊田 常国(九 州 電 力)
	平松 克志(中 国 電 力)		稲森 誠之郎(電 源 開 発)
	岩田 康伸(四 国 電 力)	主 な 参 加 者	益富 和之(電力中央研究所)
	永友 憲士(九 州 電 力)		宮森 直樹(北 海 道 電 力)
	林 義一郎(電 源 開 発)		佐竹 秀俊(東 北 電 力)
	森 淳二(東芝エネルギーシステムズ)		飯島 純(東京電力リニューアブルパワー)
	戸崎 尚(富 士 電 機)		高島 啓佑(北 陸 電 力)
	井上 重夫(明 電 舎)		寺内 直樹(中 部 電 力)
	河村 直紀(日 本 工 営)		高岡 宗平(中 国 電 力)
	大川 雅博(日 立 三 菱 水 力)		藤田 智久(四 国 電 力)
途中退任 委 員 長	宇野 真(関 西 電 力)		坂井 康明(九 州 電 力)
途中退任 幹 事	鷺平 潔(関 西 電 力)		堀川 祥吾(電 源 開 発)
途中退任 幹事補佐	伊藤 寿昭(関 西 電 力)		木下 賢太郎(東芝エネルギーシステムズ)
			金岡 和裕(東芝エネルギーシステムズ)
			及川 恒明(富 士 電 機)
			佐々木 健治(明 電 舎)
			岡田 健(日 本 工 営)
		途中退任 参 加 者	安井 伸輝(北 海 道 電 力)
			岡山 天丞(北 海 道 電 力)
			麓 俊洋(北 陸 電 力)
			吉岡 修(中 国 電 力)
			笹島 敏弘(電 源 開 発)

1. まえがき

水力発電は、発電規模の大きい火力発電や原子力発電を主力とする現在においても、国内資源でまかなえる貴重な電源として、着実な技術開発が進んできている。地球温暖化が叫ばれている昨今では、国内で「枯渇しない」、「広く存在する」、「CO₂を排出しない」再生可能エネルギーの一つとして水力発電が位置付けられている。水力発電は、太陽光発電や風力発電などに比べて最も長い技術開発の歴史と発電実績があり、電力需要変動への即応性が高く、季節や時間帯に左右されない安定した電源として社会を支える存在となっている。そのため、今後も再生可能エネルギーの一翼として電力の需給調整と安定供給に資することが期待されている。

当初、水力発電所は、河川から得られる水量を前提に、可能な限り高い出力を得る視点で技術開発や設計・保守・保全業務が進められていた。その後、火力発電や原子力発電が主力となった段階で、水力発電は電力需要変動への即応性の高さを活かした支援役も担うこととなり、昨今では太陽光発電や風力発電など激しく変化するエネルギーの調整役の視点も重視されている。一方、電力自由化による電力会社の送配電部門の分社化などで、水力発電事業者の体制や意識も大きく変化している。現在、水力発電事業者は、発生電力量だけでなく保守・保全業務にかかるすべての費用を含んだトータルの発電コストを低減する技術の獲得に、より関心が移っており、人口減少に伴う人材確保への危惧に対応するためにも、さらなる省力化が必要とされている。さらに、発電設備の製造者は、大規模な水力発電所の開発が一段落している日本国内から、経済発展が著しく需要拡大が見込まれる海外へ積極的に進出しており、世界的な競争の中で技術開発を進めなければならない状況におかれている。

さまざまな時代変化の中で、電気学会は国内の水力発電所に導入された新技術を調査する活動を継続的に実施し、調査結果を1996年および2011年に技術報告にとりまとめている。1996年の電気学会技術報告第605号「中小水力発電所の新技術適用に関する調査報告」（1996年9月発刊）では、日本経済の景気拡大期（バブル経済）から景気後退期（バブル崩壊）頃の約10年間に水力発電所で取り入れた新技術をまとめている。2011年の電気学会技術報告第1226号「中小水力発電所の新技術の動向に関する調査報告」（2011年6月発刊）では、1997年の京都議定書での温室効果ガス排出量の削減目標値の設定からはじまり、太陽光発電などの再生可能エネルギーの大量導入に向けた政策が実施された約15年間に導入された新技術をまとめている。その15年の間には、2008年のリーマンショックによる世界経済の混乱、地球規模の環境問題に対する認識の広がりなど、世界的な視点での協調体制が強く意識され始めた時期でも

あった。なお、2011年の技術報告は、東日本大震災の3ヵ月後に発刊していることから、震災で国内のエネルギー産業に大きな変化が始まる直前までの新技術導入の状況を記録に残す貴重な資料となっている。

1996年および2011年の技術報告では、水力発電所の保守性向上および保全業務省力化に寄与する技術が提案され、採用実績が報告されているが、その期待効果の検証はまだ報告されていない。2011年の技術報告からの約10年間で、太陽光発電や風力発電の増加にとまない再生可能エネルギーの出力抑制が開始されたり、地震による国内初のブラックアウトに対し水力発電をスタート電源とした復旧がなされたりするなど、これまで想定に留まっていたことが現実になりはじめており、効率化・省力化のみならず、電力の品質・信頼性の確保への取組みも、より重要となってきた。また、近年急速に発展しているデジタル技術の活用は、エネルギー産業においても注目されており、将来的には、水力発電もデジタル技術の活用が進み、IoT（Internet of Things）・ビッグデータ・AI（Artificial Intelligence）による発電所の自動運転や設備の異常予兆発見だけでなく、現在よりも効率的な保守・保全業務が実現できていることも十分考えられる。

そこで、今回の技術報告では、各ユーザの点検実態の調査とこれまで繰り返し調査してきた新技術の採用実態の調査を引き続き継続するとともに、その効果を検証する。これらの技術の効果的な活用を資するとともに、今後の技術者育成と知識継承の一助となることを目指す。

1.1 調査範囲と目的

現状の水力発電所の保守・保全業務の実態を整理し、これまで保守性向上、保全業務省力化のために採用されてきた技術の変遷や採用実態を調査し、その効果を検証する。また、今後、水力発電所への展開が期待できる技術の開発動向や将来展望を調査し、さらなる保守・保全業務の効率化へ向けた新技術の開発・導入を促すことを目的とする。

1.2 報告書で使用している用語

報告書で使用している用語の定義を以下に示す。

- (1) 保全 機器の部品取替えや修繕，設備更新を行い機能を回復させる行為をいう。
- (2) 保守 保全以外の点検や手入れなどの行為をいう。
- (3) 主要機器 水車，発電機，入口弁，调速機，制圧機，圧油装置，潤滑油装置，空気圧縮機，給水装置，排水装置，励磁装置，配電盤などをいう。
- (4) ユーザ 本委員会を構成する発電事業者の10社をいう。具体的には以下のとおり。

北海道電力，東北電力，東京電力リニューアブルパワー，中部電力，北陸電力，関西電力，中国電力，四国電力，九