

令和4年度 水力発電の導入加速化補助金(調査事業)のうち小水力発電向け機器の購入仕様標準に係る調査事業

報告書(概要版)

1. 業務概要

再生可能エネルギーの普及を促進するため、固定価格買取制度等の支援策が講じられており、中小水力発電についても開発が増加しているものの、新規地点の開発が十分に進んでいるとは言いがたい状況である。その要因として新規開発に伴う初期リスクという課題があり、課題の一つに設備費をはじめとしたイニシャルコストの高さが問題として挙げられる。

本事業では、1,000kW 程度未満の小水力発電機器を対象として標準的な機器購入仕様を調査検討し、発電事業者、機器製作者ともに合理的な購入仕様を示すことにより、イニシャルコストの低減に資することを目的とした。

2. 専門委員会・分科会の設置

本調査では、調査目的の達成に向けて、高度な識見を有する学識経験者、小水力発電事業の開発及び維持管理に従事する発電事業者、発電に必要な機器・サービス提供に従事する実務経験者に検討いただくことを目的として、「小水力発電 1,000kW 未満仕様標準 委員会」を設置した。委員会の下には、機器に関する専門的な検討を担当する分科会1(水車関連)、分科会2(発電機関連)も設置し、検討内容を委員会へ反映するものとした。

委員会・分科会それぞれの役割は以下とした。

- ・委員会:発注者(発電事業者)が仕様標準を活用することに着眼し、主に完成図書の提出、品質確保、試験等について議論を実施する。設備への議題については、各分科会へ検討の依頼を行う。
- ・分科会1:仕様標準のうち水車設備及び関連制御盤に着眼し、主に水車に関する要求性能、品質確保、コスト縮減の議題について検討し、委員会へ反映案をとりまとめる。
- ・分科会2:仕様標準のうち発電機設備及び関連制御盤に着眼し、主に発電機に関する要求性能、品質確保、コスト縮減の議題について検討し、委員会へ反映案をとりまとめる。

表1 専門委員会・分科会の開催一覧

開催日	委員会
令和4年10月11日	第1回 委員会
令和4年11月2日	第1回 分科会1
令和4年11月4日	第1回 分科会2
令和4年11月25日	第2回 委員会
令和4年12月14日	第2回 分科会1
令和4年12月23日	第2回 分科会2
令和5年1月30日	第3回 委員会

3. 小水力発電 1,000kW 未満仕様標準に関する事前調査

3.1 1,000kW 未満仕様標準の必要性

「令和3年度 水力発電の導入加速化補助金(調査事業)のうち中小水力発電向け機器等に係る調査事業(以下、令和3年度調査と記す)」の調査では、電気協同研究(以下、電協研と記す)の仕様標準の存在や活用方法についてアンケート調査が行われている。ここでは、電協研仕様標準を利用していない事業者が23%程度と多く見られ、また利用している事業者も参考にしていることが多く、発注仕様に電協研仕様標準を用いているのは全体の75%程度であった(図1)。電協研の仕様標準による1,000kW 未満の小水力発電においては仕様が過大となることが一般的に言われてきた。他方で、電協研の仕様標準が、今後1,000W 未満を対象出力範囲外となり、1,000kW 未満の小水力発電においては共通性のない独自仕様書による発注や受注者側が対応できないといった事案が発生し、中小水力発電の推進に影響が出ることも考えられた。このため、発注者・受注者の相互による1,000kW 未満の標準仕様書の整備が必要であり、またイニシャルコストの縮減を図っていく必要があるとされた。

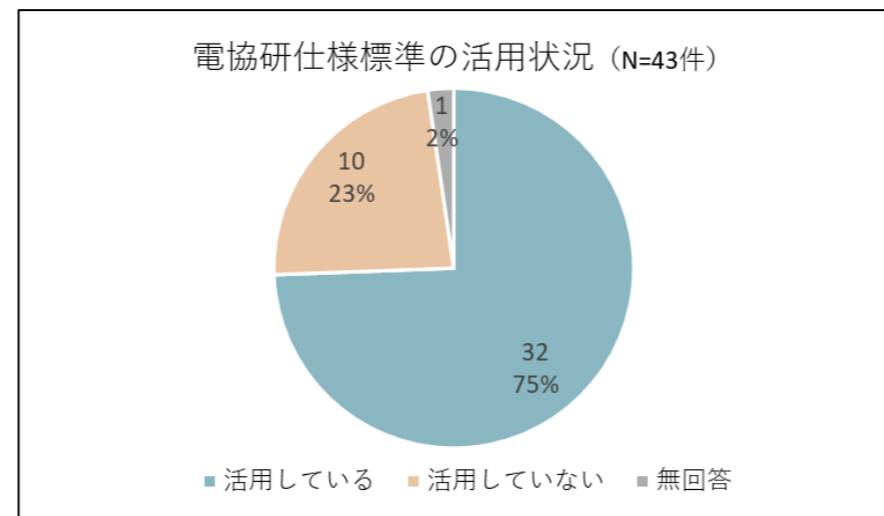


図1 電協研仕様標準の活用状況(令和3年度調査結果より抜粋)

3.2 仕様標準に関連する資料の整理

本業務の実施期間である2022年において、これまでの電協研仕様標準 No.54-1 が No.78-1 として改訂出版され、出力1,000kW 未満の小水力発電は対象外となった。

電協研以外の関連資料としては、機能保証や仕様数値を検討している参考文献を表2に示す。またコスト縮減を目的として、製品または備品の海

外調達を視野に入れて検討を行う必要があるため、関連する規格図書を表3にまとめた。

表2 電協研以外の参考図書

No.	文献名	著者・発行者名
1	水力発電機器の計画・設計[標準化と簡素化]	新エネルギー財団
2	水門鉄管技術基準	電力土木技術協会
3	JEC-4001(2018)水車及びポンプ水車	電気規格調査会標準規格
4	JEC-TR-40008(2015)小規模水車	電気規格調査会標準規格
5	JEC-4002(1992)水車およびポンプ水車の試験方法	電気規格調査会標準規格
6	JEC-2130(2016)同期機	電気規格調査会標準規格
7	JEC-2110(2017)誘導機	電気規格調査会標準規格
8	JEC-2100(2008)回転電気機械一般	電気規格調査会標準規格

表3 海外調達の検討で関連する規格図書

No.	文献名	著者・発行者名
1	IEC-60609 Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump turbines	国際電気標準会議
2	IEC-60193 Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines-Model acceptance tests	国際電気標準会議
3	IEC-60041 Fields acceptance tests to determine the hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines	国際電気標準会議
4	IEC-60034 Rotating electrical machines	国際電気標準会議
5	IEC-61116 Electromechanical equipment guide for small hydroelectric installations	国際電気標準会議

4. 発電事業者・機器メーカーへのアンケート調査

中小水力発電の普及を阻む課題の一つに、設備費をはじめとしたイニシャルコストの高さが挙げられている。コスト低減に向けた方策を検討した令和3年度調査で、発電事業者にはアンケート調査を行っている。その結果によれば、メーカーの半数がコスト縮減となる変更点や削減点があると回答している(図2)。このため、1,000kW 程度未満の小水力発電機器を対象とした仕様標準によりコスト縮減の可能性は高いと思われる。

本調査では、1,000kW 未満の小水力発電仕様標準の作成と並行し、作成する仕様標準において盛り込むコスト縮減案について発電事業者・機器メーカーにアンケート調査を実施した。発電事業者にはコスト縮減案を盛り込むことによる発注・維持管理面での実現性、機器メーカーにはコスト縮減がどれぐらい効果があるか、または仕様標準にどのように記載すれば効果的かを確認する目的で実施した。

令和4年度 水力発電の導入加速化補助金(調査事業)のうち小水力発電向け機器の購入仕様標準に係る調査事業

報告書(概要版)

問1-2.これまでの発注仕様書において、小水力発電設備を受託・製造するにあたり、コスト縮減となる変更点や削減点など、お気づきの部分がありますか。

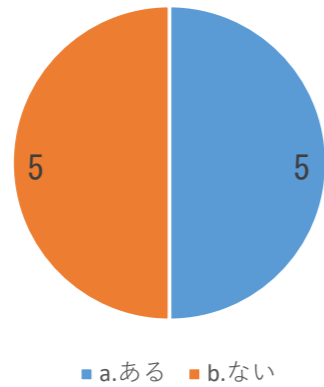


図2 発注仕様書におけるコスト縮減となる内容の実数
(令和3年度調査より抜粋)

発電事業者による電協研仕様標準(No.54-1)の活用状況では、1,000kW未満の場合でも活用していることが多いことが明らかとなった(図3)。また仕様標準を見直すことでコスト縮減に繋がると回答したのは36%である一方で、わからないと回答したのは48%と最も多かった(図4)。

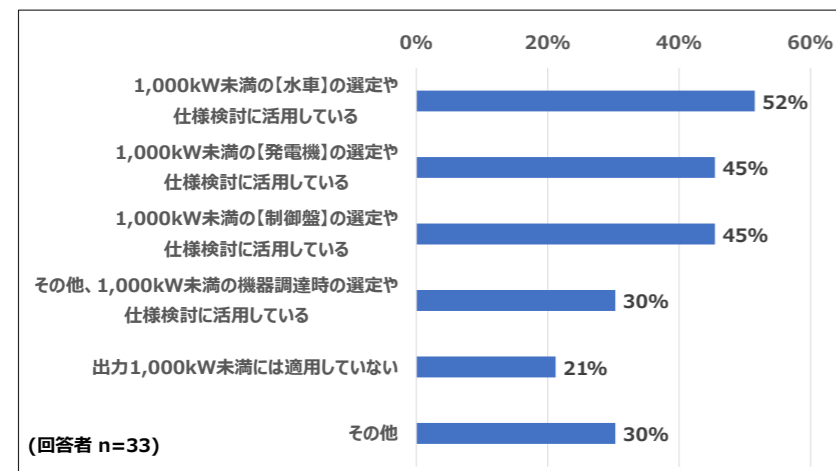


図3 発電事業者による電協研 No.54-1 の活用状況

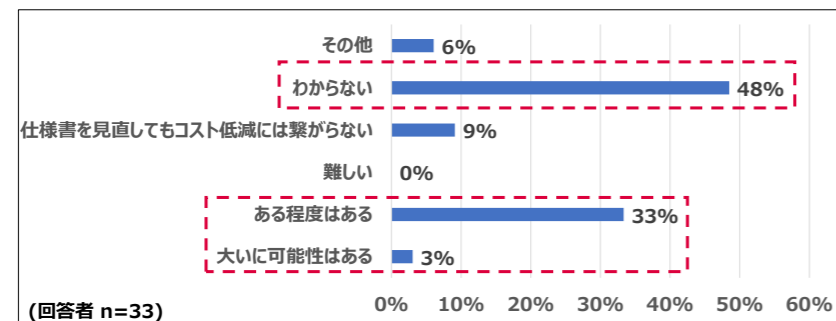


図4 発電事業者による仕様標準の見直しでのコスト縮減の可能性

また発電事業者から求められる仕様標準については、記載項目の網羅性や、取りうる選択肢の幅の広さが挙げられ、コスト低減の方策としては発注仕様書の作成の短縮や使用部材の簡素化、海外製品の導入が挙げられた(図5・図6)。

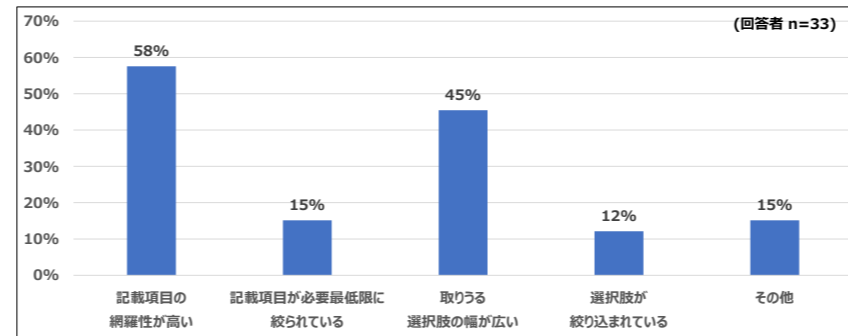


図5 発電事業者から求められる1,000kW未満仕様標準の有用性

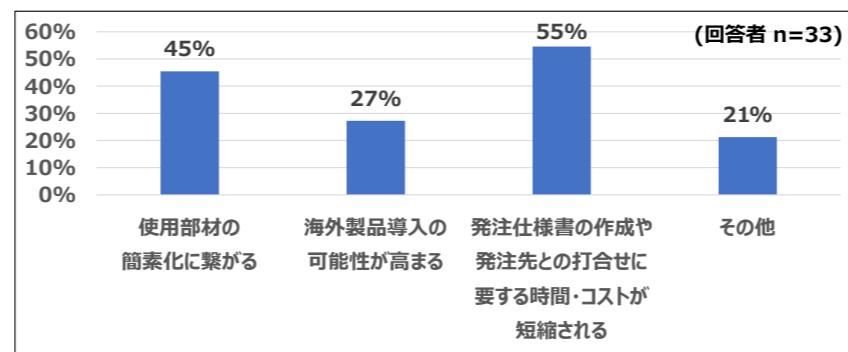


図6 発電事業者が想定するコスト低減に繋がる条件

他方で、1,000kW未満の仕様標準を策定する上での懸念点としては、品質低下、建設・管理体制への影響、業界全体の普及が挙げられた(図7)。本仕様標準の策定に対しては、これら発注者の課題に対応する形で検討を行った。

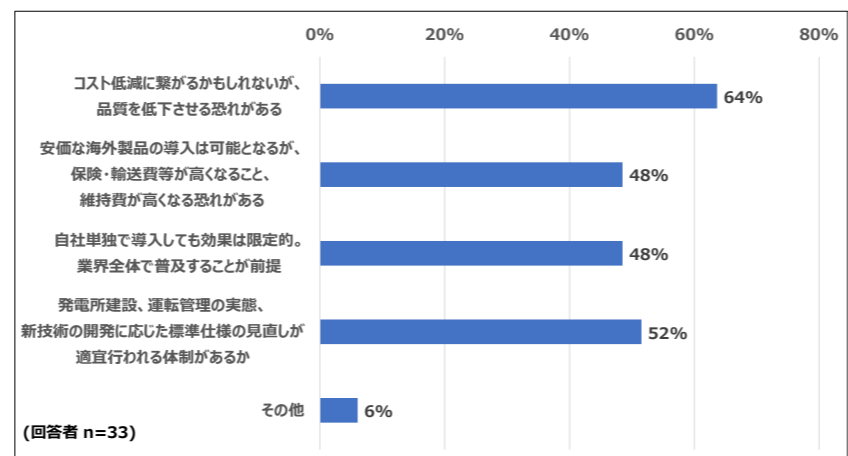


図7 1,000kW未満仕様標準の普及に対する発電事業者の懸念点

一方、水車発電設備を製造する機器メーカーの回答では、提出図面や計算書の簡略化によるコスト縮減の可能性があるとしたのは8割にのぼり(図8)、提出するものとして図面では点検やオーバーホールができる図面、計算書では設備強度や容量が確認できる計算書が今後も必要であるとされた(図9・図10)。

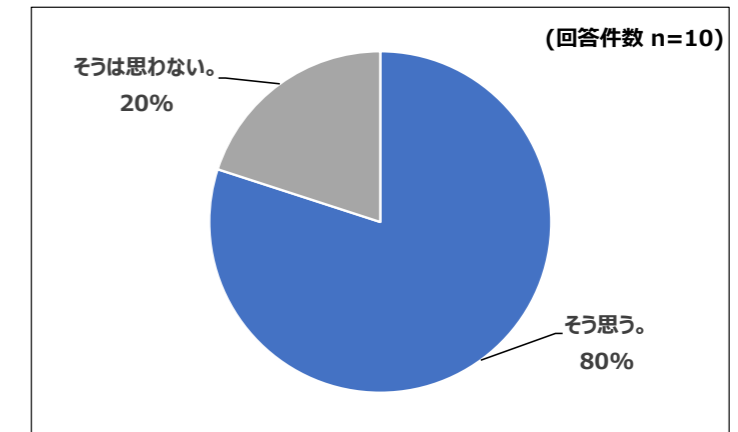


図8 メーカーの提出図面の削減がコスト低減に資する可能性の有無

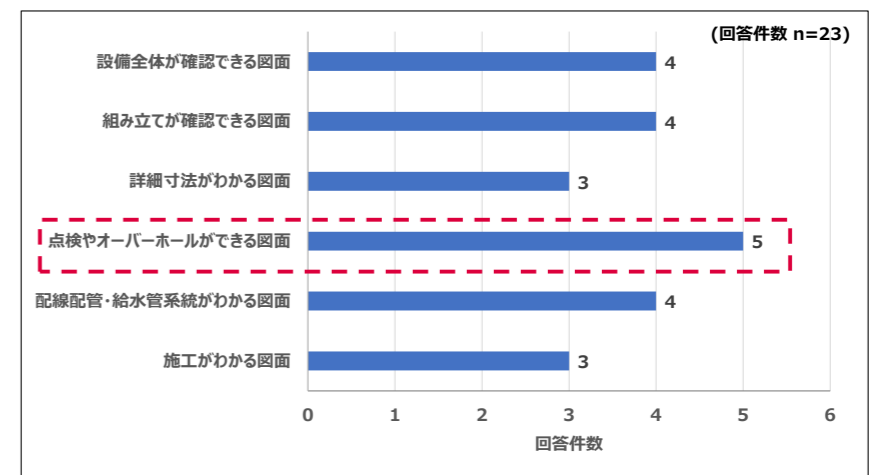


図9 機器メーカーが必要と考える提出図面

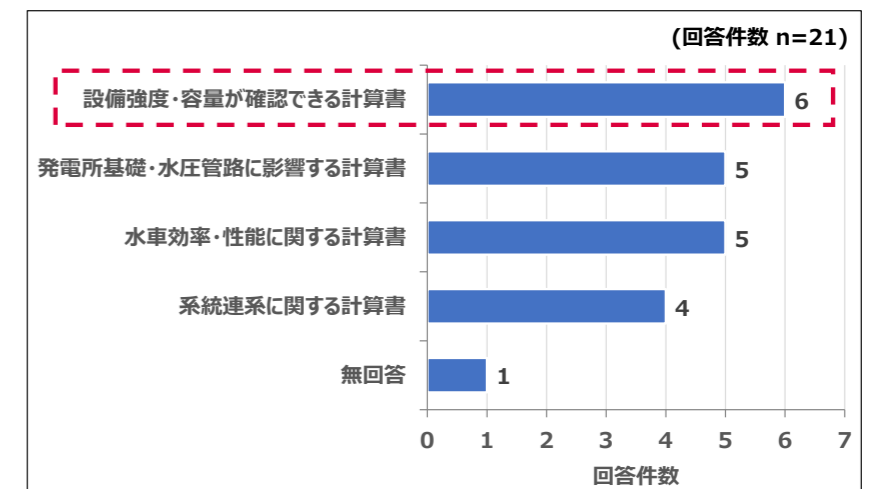


図10 機器メーカーが必要と考える提出計算書

令和4年度 水力発電の導入加速化補助金(調査事業)のうち小水力発電向け機器の購入仕様標準に係る調査事業

報告書(概要版)

発注仕様書を性能発注型に移行することによるコスト削減の可能性について、機器メーカーに確認したところ、水車ではサーボモータ、主軸受、ケーシングと続き、発電機ではスラスト軸受・ガイド軸受、回転子、固定子、主軸と続いた(図11・図12)。これにより性能発注型へ移行することによるコスト低減の可能性が示唆された。

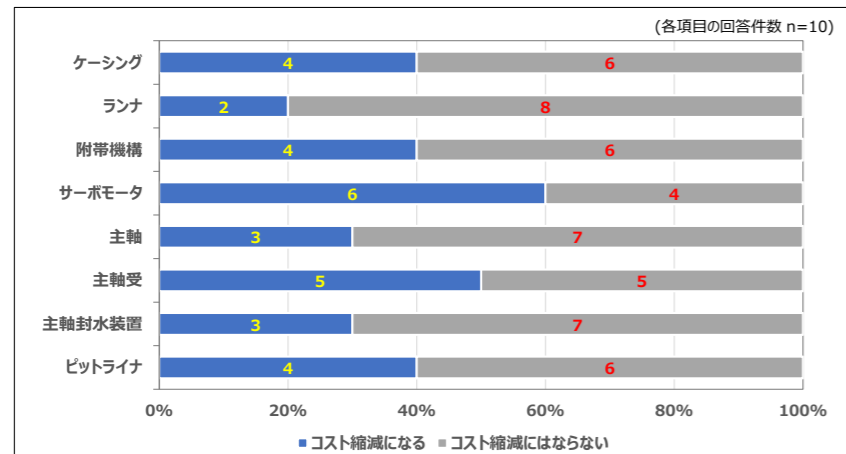


図11 機器メーカーが想定する性能発注型に移行した場合の水車のコスト低下の可能性

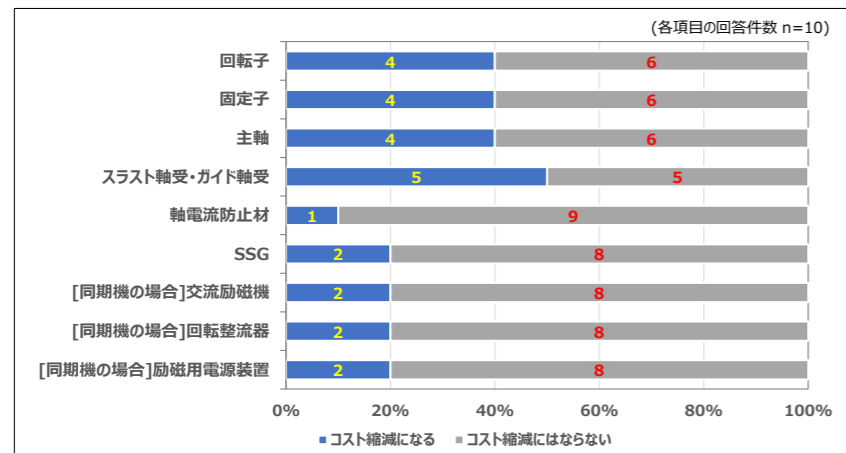


図12 機器メーカーが想定する性能発注型に移行した場合の発電機のコスト低下の可能性

5. 検討委員会による 1,000kW 未満仕様標準の考えの整理

5.1 1,000kW 未満仕様標準の基本骨子

1,000kW 未満仕様標準の作成については、以下の3点の方針を骨子として作成した。

①仕様標準の利用者

以下の2区分を想定した。

- ・電協研仕様標準を普段から活用している事業者
- ・新規事業者等のこれまで電協研仕様標準をあまり活用した経験のない事業者

②仕様標準の構成

電協研仕様標準を見慣れた事業者が多いことを考慮し、以下の方針とした。

- ・基本的な構成は電協研仕様標準に合わせた。
- ・対象を 1,000kW 未満の小水力発電として項目を加筆・選定・簡略化した。

③仕様標準の作り方

これまでと同様に仕様標準から発注仕様書を作成することは、新規事業者にはハードルが高いと想定し、以下の方針とした。

- ・発注仕様書の形式で作成し、利用する事業者の負担を少なくした。
- ・見解や技術情報、コスト削減方法については、仕様標準(案)にコメント等で補足することで、事業者に多くの情報を提供し取捨選択できる仕組みとした。

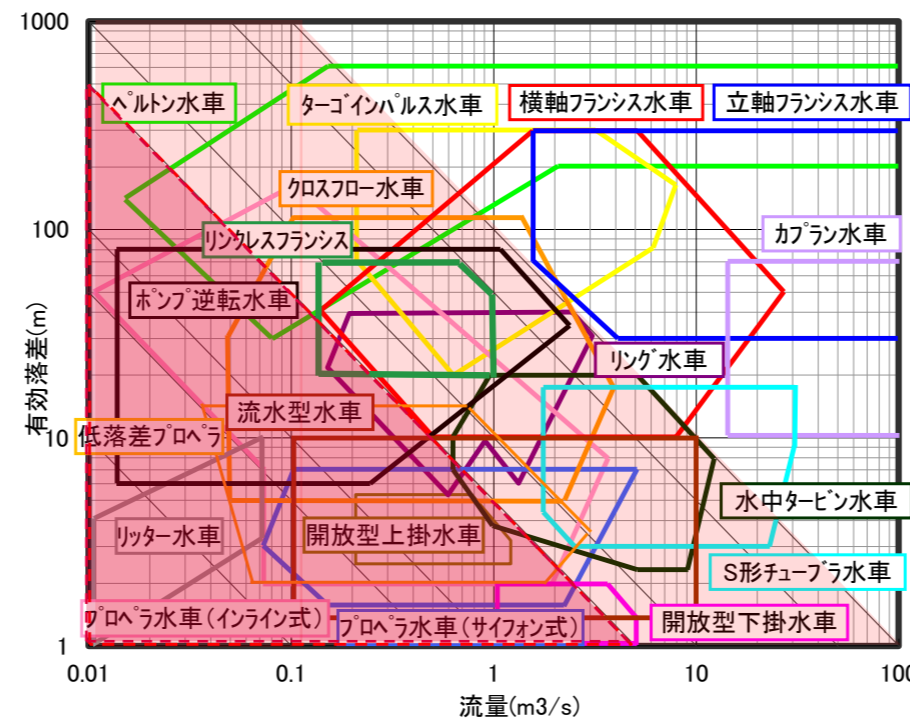


図13 水車選定図

薄い赤領域が50~1,000kW未満、濃い赤領域が50kW未満

5.2 仕様標準で扱う水車形式、発電機形式

1,000kW 未満仕様標準では、適用頻度の多い、ペルトン、フランシス、クロスフロー、プロペラ(チューブラ)、ポンプ逆転の5種を記載することとした。50kW 未満の低圧連系用では水車形式は指定しないものとした(図13)。

発電機は誘導発電機、同期発電機とし、50kW 未満の低圧連系用においては永久磁石同期発電機とした。

5.3 電協研仕様標準からの追加項目

電協研仕様標準では、変圧器、保護制御装置、開閉装置、非常電源装置、遠方監視制御装置、引込注・構内配電線路の記載はないが、発注仕様書としては必要となるため、新たに項目を設けた。

5.4 各項目における考え方の整理

電協研仕様標準(No.78-1)を基本として、1,000kW 未満の小水力発電を踏まえた加筆・選定・簡略化を実施した。

主たる変更点の基本的な考え方を以下に記載する。

① 受注者提出書類

- ・受注者提出図面は、メーカー側の負担軽減によるコスト削減、海外メーカーの参入を見越して変更した。他方で、水車、発電設備以外に変圧器や開閉装置等を項目として追記した。
- ・計算書は、契約後に提出するよう変更し、解析・シミュレーションによる算定結果を計算書として代用することも可能とした。また提出する計算書は、土木工事や建築工事、系統連系等で必要となるもののみとして種類を限定した。

②機能維持の保証

- ・機能維持の保証は、横軸水車を想定して項目を選定した。また実態に即して模型試験を削除し、効率試験を出力開度試験による代替方法でも可能とした。
- ・各試験における裕度については、国内のJIS、JECに加えIECも併記していずれかを適用することで、国内・海外いずれのメーカーにも適用できるものとした。
- ・保証期間については、明確な数値は入れないものとしたが3ヶ月~2年程度が一般的であることを補足説明として記載した。

令和4年度 水力発電の導入加速化補助金(調査事業)のうち小水力発電向け機器の購入仕様標準に係る調査事業

報告書(概要版)

③一般仕様に関する特記事項

- ・電協研仕様標準においては詳細事項が記載されているが、コスト削減のため適用基準を参照し、数値を記載することを省略したことで適用基準の幅が広がり、国内・海外いずれのメーカーでも幅広い技術適用を可能とした。
- ・事業者独自の指定事項がある場合を想定して、記載できる項目のみを残すこととした。

④水車本体

- ・水車形式は前項にある5種の水車を想定して記載した。参考として水車の形式を指定せずに受注者推奨とする場合の補足説明を記載した。
- ・指定事項には供給範囲を明記するようにした。
- ・性能に関する要求事項については、出力範囲について電力量を保証値とした。また軸受温度は小水力発電の実態を加味して保証温度を緩和した。
- ・構造及び材質に関する特記事項については、数値の記載を省略し、性能発注方式とした。一方で、事業者によって独自の指定事項等がある場合を想定して、記載できる項目のみを残すこととした。利用の際に不要であれば同項目を削除して利用することを可能とした。
- ・付属品については、付属品の定義がわかりにくかったため、「維持管理に必要な工具等」とした。
- ・予備品については、コスト増大の要因となるため、「保証期間内で調達に時間を要する消耗品(ただし市販品を除く)」と定義した。

⑤入口弁

- ・入口弁については形式等について、事業者側が種類の違いや構造の違いを明確に把握していない可能性があることから、形式・口径、バイパス弁については製造者推奨とした。
- ・構造に関する特記事項については、数値の記載を省略し、性能発注方式とした。一方で、事業者によって独自の指定事項等がある場合を想定して、記載できる項目のみを残すこととした。利用の際に不要であれば同項目を削除して利用することを可能とした。

⑥発電機本体

- ・発電機形式は誘導機と同期機を想定して記載した。
- ・性能に関する要求事項については、横軸発電機を想定した事項を記載するとともに、系統連系に必要な定数について整理した。また軸受温度は小水力発電の実態を加味して保証温度を緩和した。さらに最近では地域活用要件において自立運転を求めることがあるため、特殊運転の項目を設けた。
- ・構造及び材質に関する特記事項については、数値の記載を省略し、性能発

注方式とした。一方で、事業者によって独自の指定事項等がある場合を想定して、記載できる項目のみを残すこととした。

・付属品については、付属品の定義がわかりにくかったため、「維持管理に必要な工具等」とした。

・予備品については、コスト増大の要因となるため、「保証期間内で調達に時間を要する消耗品(ただし市販品を除く)」と定義した。

⑦試験及び検査

- ・工場検査及び現地試験項目は、項目数が多くメーカー側で方法も異なり、ばらつきがあることが想定されるため、実施項目をメーカー側が見積段階で提案し価格に反映することとした。
- ・項目の基本案については、選定した5種の水車別に記載した。
- ・据付中の試験については、工場で組み立てた状態で現場搬入・据付を行う場合に省略できる項目を指定した。
- ・据付完了後の試験については、工場検査で代用できるものはできるだけ検査結果を併用できるようにした。
- ・発電機においては小水力発電の場合、誘導発電機を適用することがあるため、誘導機の場合と同期機の場合がわかるように記載した。

⑧参考書式

- ・本仕様標準を用いて、事業者側がメーカー側へ見積を依頼する際の標準フォーマットを作成した。また海外メーカーの場合は、仕様が一致しないことも考えられるため、公営電気事業者で用いられた海外仕様受入書を参考に、海外メーカーも受け入れられる書式を作成した。

取制度により大きく普及し、新しいメーカーや海外メーカーの参入が現れ、またこれまで経験していない事業者も急激に増えた。このような状況下においては、技術の革新や省略化、また事業者の慣れもこれから続いていくと思われるため、見直しや改訂を実施していくことが、今後の課題として挙げられる。

(以上)



委員会 開催状況 (第2回委員会)

6. 今後の普及と課題について

6.1 今後の普及について

本業務で作成した仕様標準は、今後国内で小水力発電を実施する事業者幅広く利用され、コスト削減の効果をもって、小水力発電が国内でさらに普及することが期待される。このためには本資料の公開とともに、関係事業者へ周知する機会を作ることが重要であると考えます。

新エネルギー財団が実施する水力実務者研修会など、水力発電事業者が集う機会を利用し、周知していくことが肝要と考えます。

6.2 課題について

電気協同研究では、20~30年のサイクルで資料が更新されている。これは、対象とする水車や発電機の技術論が確立しているためと推測する。

一方、1,000kW未満の小水力発電は、再生可能エネルギー固定価格買