

# 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

## 報告書(概要版)

### 1. 業務概要

本調査事業は、(1)中小水力発電設備の標準化、モジュール化に関する調査、(2)海外製品導入に係る調査、(3)水力発電の事業性評価(FS)前に必要な情報の整理及び(4)その他水力開発促進検討に必要な情報収集及び資料作成の4業務を対象とした。(4)については、発注者との協議により、①発電所のオンライン制御、②調整力の発揮、③土木工事の標準化の3テーマを対象とした。

### 2. 中小水力発電設備の標準化、モジュール化に関する調査

#### 2.1 発電事業者における標準仕様書の活用状況

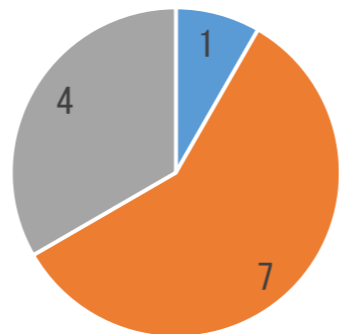
- ・発注者においては、電気協同研究(以下、電協研という)の仕様標準を適用している(発注仕様書の根拠等として参考としている、仕様標準に準じた仕様内容を定めている。)との回答は75%であった。
- ・電協研の仕様標準を活用していない発注者にその理由を尋ねたところ、知らなかったという回答は全体の10%以下であり、発注者に電協研の仕様標準は広く認知されていることが明らかとなった。

#### 2.2 国内水車メーカーの動向

##### (1) 国内水車メーカーにおける発注仕様書の現状

- ・発注者からの仕様書の書式は、小水力発電においても電協研ベースが半数を占めており、他は一部変更や全く異なる仕様での発注であることが確認された。
- ・発注者からの発注仕様書に対して、仕様や規格の変化によりコスト削減を行った事例又はコスト削減となり得る点としては、約半数のメーカーが変更によりコスト削減が図られる可能性があると回答した。
- ・電協研ベースやその他の書式にかかわらず、発注者から明確な発注仕様書が明示されなかった場合、どのような対応方針をとるかを確認した。約70%がメーカー独自のフォーマットで契約した実績があると回答し、30%程度が電協研ベースの仕様書を発注者に提示したことがあると回答した。
- ・仮に、小水力発電に特化した標準仕様書ができた場合、水車メーカー各社が同仕様書に準じるかを確認した。速やかに移行すると回答した企業は2社のみで、大多数は条件次第での移行を想定している。対応しないとの回答は無かったため、水車メーカーにおいても、小水力発電

の標準仕様書の必要性についてはある程度認識があるものと推測される。



- a:そのまま契約
- b.自社独自フォーマットの仕様書を発注者へ提示して契約する
- c.電協研ベースの仕様書を発注者へ提示して契約する

図 発注者から発注仕様書が明示されていなかった場合の対応方針

##### (2) 製造・備品の調達傾向

- ・水車、発電機、制御盤、その他機器の4区分において、外部調達の部品点数比率とコスト比率について調査した。国内においては、水車は自社製造に力を入れている一方で、発電機や制御盤については外部調達等の依存度が大きいことが明らかとなった。
- ・水車メーカーの約70%が外部調達のコストが下がれば製品コストも下がると回答した。また、製造コストを抑えるために外部調達を止めて自社製造に切り替えたものはあるかとの設問に、約40%が自社製造に切り替えたと回答し、また同じく約40%が海外へ発注する事でコストを抑える様に切り替えたと回答した。
- ・水車ラインナップ化については、実施によるコストダウンが想定される一方で約同数の製造の課題があると回答があり、期待感はあるつつも進んでいないことが明らかとなった。

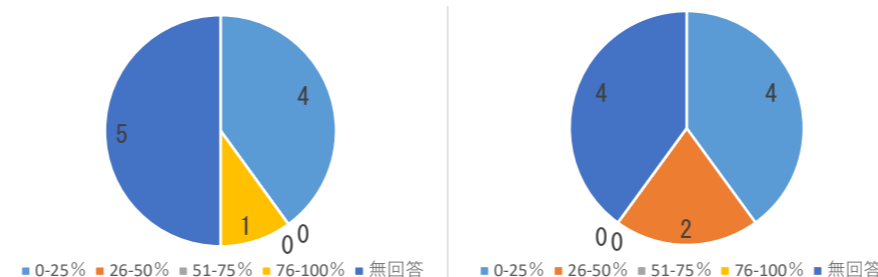


図 水車における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

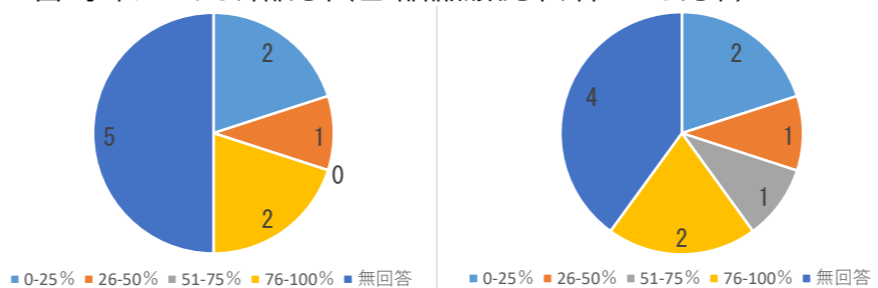


図 発電機における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

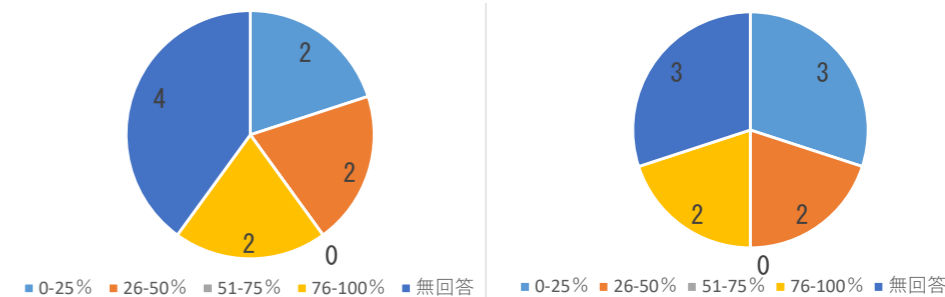


図 制御盤における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

##### (3) 保証・予備品の対応傾向

- ・保証期間は全体の30%が引き渡し後1年という回答であった。70%が2年以上という回答であったが、2年以上の保証の具体的な例としては、3年という事案があるが、極まれなケースであり、大多数が2年となっている。一方で、保証期間3ヶ月という特殊な事例も存在している。
- ・2017年民法改正の影響としては2社より保証期間が2年以上となった例があると回答があったが、具体的には3年という内容である。
- ・保証期間の変更は、契約金額にも直結することから、その影響について確認した。影響が無いと回答したのは全体の60%程度であり、電協研ベースの仕様では、耐久性があるという理由もある。
- ・予備品について、25%のメーカーは予備品を納品しなかったことがあると回答した。また、契約後に追加で予備品を納入するように発注者から依頼を受けたことはあるかとの問いには、1社が契約金額内で追加納品対応し、3社は契約変更して追加納品対応したと回答した。

##### (4) 品質、検査に関する動向

- ・品質、検査については、一部省略や定型化によるコスト削減について、約80%の企業が対応できると回答しており、今後のコスト削減の方策として注目される点と言える。
- ・海外部品を利用しているのは5社である。この内、検査、試運転で適合できなかった事例があると回答したのは2社であった。コスト削減のために海外製の部品を導入しても相応の手間がかかっていることが窺える。

##### (5) 国内水車メーカーにおける独自発注仕様書

- ・メーカー独自の発注仕様書について以下のことが挙げられる。
  - ①水車や発電機に関する要求性能は電協研と同等となっている。
  - ②鋼材の材質はメーカー(水車の型式)によって異なることもある。
  - ③提出する図面や計算書は、明確には提示していない。
  - ④品質、検査はメーカー独自の考え方で記載されている場合もあるが、

# 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

## 報告書(概要版)

明確な提示ができていないこともある。  
 ・発注者から見れば、コストに含まれているのか否かが曖昧になっており、コスト低下となるか増加となるかが定かではない項目がある。

### 3. 海外製品導入に係る調査

#### 3.1 発電事業者における海外製品の導入状況

・所有している水力発電所に海外製品を導入している、又は導入が決定していると回答した発電事業者は回答者の23%であった。  
 ・海外製品の導入に当たり懸念される事項について、93%の発電事業者が保守管理等のメンテナンス体制(部品調達、技術員の手配、期間、費用等)を懸念しているとの回答であった。他にも半数以上の回答者が工事発注仕様書の記載内容(国内規格、基準との整合性等)、言葉の壁(外国語の書類、外国語でのコミュニケーション等)、国内代理店の信頼性に懸念を示した。

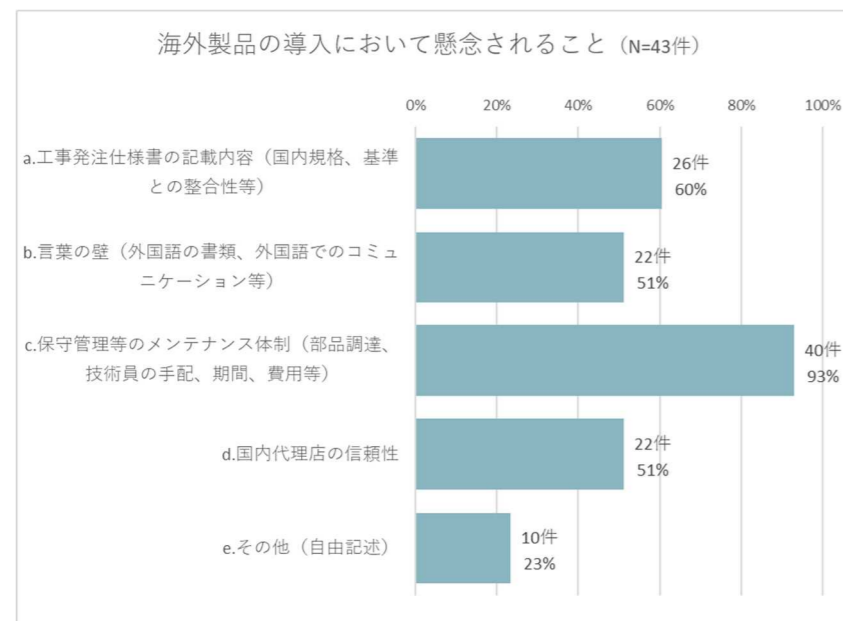


図 海外製品の導入において懸念されること

海外製品に対する懸念事項として最も多いメンテナンス体制について、次項と同じ海外水車メーカーにヒアリングを実施した。

・水車発電機の発注から納入までの所要期間は、12 か月以内が3件、24 か月以内が2件の回答であった。  
 ・補修部品・交換部品の国内在庫状況は、消耗品をストックしているが3件、国内ではストックしていないが2件で、全備品をストックしているは1件もなかった。  
 ・補修部品・交換部品の発注から納入までの所要期間は、1 か月以内が3件、3 か月以内が1件、6 か月以内が1件であった。

・国外技術員の駐在状況、国内技術員が対応できる業務範囲については、水車メーカー又は自社で国内に技術員が居て、基本的なメンテナンスは対応できるとした回答が3件、国内に技術員はいるが、所見を見る程度の対応とした回答が2件、国内に技術員はいないとする回答はなかった。

#### 3.2 海外水車メーカーの動向

##### (1) 海外水車メーカーにおける発注仕様書の現状

・発注者からの仕様書の書式について、電協研ベース以外の仕様で受注した実績があると回答した企業は70%であり、国内水車メーカーと比べて電協研ベースでの契約には課題がある場合が多いことが推測された。  
 ・発注者から明確な発注仕様書が明示されなかった場合、全社がメーカー独自のフォーマットで契約した実績があると回答した。  
 ・仮に、小水力発電に特化した標準仕様書ができた場合、水車メーカー各社が同仕様書に準拠するかを確認した。速やかに移行すると回答した企業はなく、大多数は条件次第での移行を想定している。  
 ・海外水車を輸入する際に発注仕様書に準拠するために改造やコストアップになっている事例を確認したところ、80%において何らかの対応を行っているとの回答があった。



図 発注者から発注仕様書が明示されていない場合の対応方針

##### (2) 製造・備品の調達傾向

・水車、発電機、制御盤、その他機器の4区分において、外部調達の部品点数比率とコスト比率について調査した。海外においては、水車は自社製造に力を入れている一方で、発電機や制御盤については外部調達等の依存度が大きいことが明らかとなった。  
 ・中国等の第三国からの外部調達の状況を確認したところ、調達してい

るとの回答は1社であった。なお欧州域内での外部調達は実施されており、サプライチェーンが確立している。

・海外メーカーの強みについて、他国へ輸出する事に対する強みを調査した。コスト面、納期期間いずれにおいてもほぼ強みがあると回答した。  
 ・輸入に対する日本仕様の対応については、日本仕様へ改造している、日本国内で対応しているがそれぞれ30%程度を占めている。  
 ・低コストや早期納品の特徴において、日本国内メーカーにおいても適用できる方法や知見があるかを確認した。約75%において何らかの推奨ができると回答があり、具体例では、水車と発電機の一体軸という方法や、発電機、PLC等といった部品輸入が挙げられた。

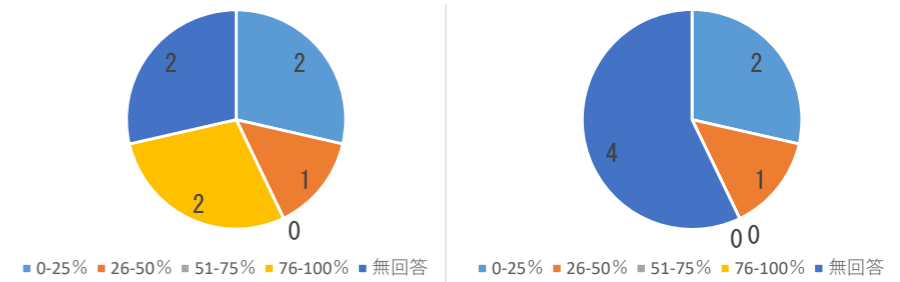


図 水車における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

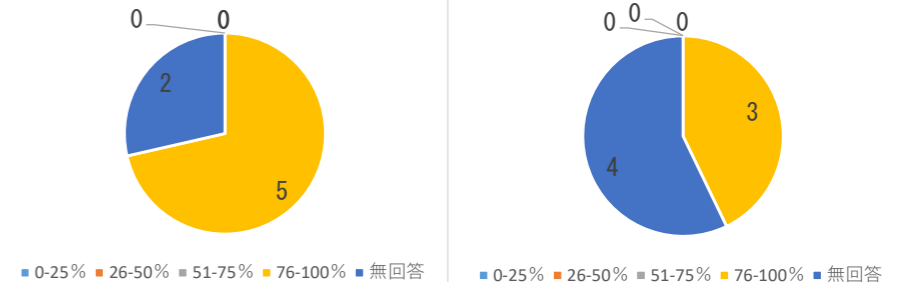


図 発電機における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

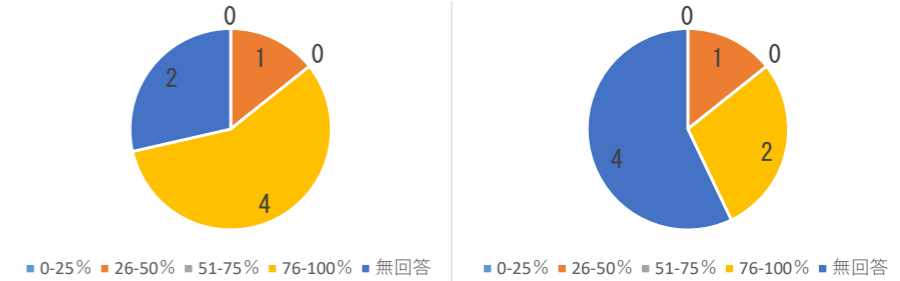


図 制御盤における外部比率(左:部品点数比率、右:コスト比率)

##### (3) 保証・予備品の対応傾向

・保証期間は全体の30%が引き渡し後2年という回答であり、70%が2年以上という回答であった。  
 ・民法改正による影響は、全社において現時点で無いという回答であった。  
 ・保証期間の変更については、影響が無いと回答したのは全体の75%程度であった。  
 ・予備品について、25%のメーカーは予備品を納品しなかったことがあ

## 報告書(概要版)

ると回答した。

- ・契約後に追加で予備品を納入するように発注者から依頼を受けたこと  
はあるかとの問いには、2社は契約変更して追加納品対応したと回答した。
- ・海外メーカーということで、輸送時間の観点から予備品を要求されたものとしては電動サーボモータとオイル類が挙げられた。

### (4) 品質、検査に関する動向

- ・品質、検査について、一部省略や定型化によるコスト縮減については、約70%の企業が対応できると回答した。新型コロナウイルス(COVID-19)の影響により工場立ち会い検査ができなかった影響が出ている。
- ・規格の違いによる影響について、ISOやIECで製造し輸入後にJISでの確認データを求められる他、発注者特有の色指定等により変更が生じた事例が挙げられた。
- ・ISOやIEC、又はそれらを基本とした各法令・条例・認証制度があり、汎用性が高いことが調査により明らかとなり、EU内のサプライチェーンが確立することで安価な発電機や制御盤の備品が調達可能になってい  
ると思われる。

### (5) 製造国における法令等について

- ・製造国における品質や安全確保に関する法令・条例等の整備については、全メーカーが製造国にて整備されていると回答した。またこれらはIECやISOの規格に相当する内容が多く、国際規格を準用している傾向にある。
- ・製造国における品質や安全確保に向けた認証団体については、約60%が、認証団体があると回答した。
- ・製造国における品質や安全確保に向けた認証制度について約70%が、認証制度があると回答した。

## 4. 水力発電の事業性評価(FS)前に必要な情報の整理

- ・FS前に収集する情報として、「国・地方自治体の規制・法令等の公布状況」「特別地域、特別地区、特別鳥獣保護地区、砂防指定地、地すべり防止地区等の指定状況」「地権者」「管理者、水利権者」「水利用状況(用途、利用者)」「発電対象地点の流量・流況」「系統連系許可の見通し」の8項目を不可欠な情報あるいは、特に重要な情報と挙げる発電事業者が9割前後を占めた。
- ・特に重要と挙げた発電事業者が多かった上位2つの情報は、「発電対

象地点の流量・流況」と「周辺電力施設の状況(送電線までの距離、休廃止水力発電所の有無)であった。

- ・FS前に必要な情報の収集、検討に当たり、金銭的な支援以外で求めている支援として、水利用者情報の提供、水利用者との交渉支援、自治体の協力、FIP適用による事業採算性評価の際の収入算定手法の情報提供が挙げられた。

## 5. その他水力開発促進検討に必要なとなる情報収集及び資料作成

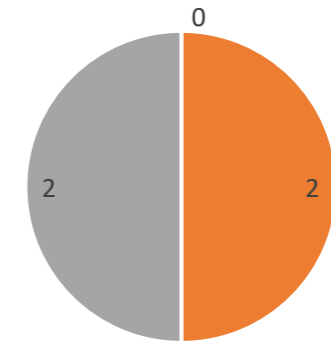
### 5.1 オンライン制御(ノンファーム型接続)の可能性等について

#### (1) 発電事業者における実態

- ・発電事業者に、オンライン制御の導入が前提となるノンファーム型接続による接続契約の締結状況・締結予定を確認したところ、締結済み・予定が12%、予定はないが、検討してみたいを含めると締結に前向きな回答は30%であった。
- ・ノンファーム型接続による接続契約締結済み・予定の事業者に対して、出力制御機器の調達方法、調達費用を尋ねたところ、出力制御機能を擁する制御盤等の導入との回答もあったが、現状では発電事業者に出力制御機器の調達方法、調達費用のイメージはできていない現状と推察される。

#### (2) 国内外の水車メーカーの対応状況

- ・国内水車メーカーにおいて、現時点で設備導入したメーカーはないが対応中の企業はあり、送配電事業者と協議を進めているとの回答があった。
- ・水力発電は水量調整等で出力調整が可能のため、PCSの導入については各社で方針が分かれる結果となった。今後国内において水力発電におけるノンファーム接続の事案が出てくると考えられるため、それらに応じて、ある程度方針が定まってくるものと思われる。
- ・海外メーカーは、他国での実績は無く、国内メーカーと同様に対応方針又は回答が均等に分散しており定まっていない。



- ①資料にあるようにPCSを設けるべきだ
  - ②水力発電であるためPCSにこだわる必要はないと考える
  - ③送配電事業者と協議して決定する
- 図 オンライン制御に対する国内水車メーカーの方針

### 5.2 発電事業者における調整力の発揮の可能性等

- ・発電事業者における調整力の活用状況を確認したところ、活用している事業者は7%、活用しない事業者が88%であった。活用している水力発電所の発電方式は調整池式が主で、発電所の最大出力は6,000kW~30,000kW、最低出力はいずれも1,000kW以上で、遠隔制御可能な発電所であった。
- ・調整力を活用できない技術的要因として、流れ込み式水力発電所に関しては、調整余力不足との回答が一番多くを占めたのに対して、調整池式・貯水池式水力発電所に関しては、出力が小さいこと、それに次いで運用上の制約との回答が多かった。このほか、公衆安全、河川管理者との調整、遠隔制御不可といった水力発電に特徴的な要因と思われる回答が挙げられていた。
- ・一次調整力相当を確保するための具体的方法を発電事業者に尋ねたところ、水槽、導水路の拡張・拡幅が挙げられた。二次調整力相当を確保するための具体的方法についても尋ねたが、一次調整力についての回答に加え、調整力確保の義務化という方法の提案があった。調整力確保のための費用の使途としては水槽・導水路等の改修工事費・土地取得費用に加えて、遠隔制御機器追加費用、溢水補償費が挙げられた。
- ・流れ込み式水力発電所での調整力確保の可能性ありと回答のあった発電事業者に実現できる調整力の規模を確認したところ、流れ込み式は他の発電方式に比べ出力が小さく、費用対効果の観点から、実現できる調整力は極めて限定的。調整力の規模を具体的に明示することは難しいとの回答であった。
- ・また、余水路と主管路が並行に走っており、河川への放水位置が共通している発電所では、溢水補償など運用面や公衆安全に関わる懸念がないとの指摘があった。

# 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

## 報告書(概要版)

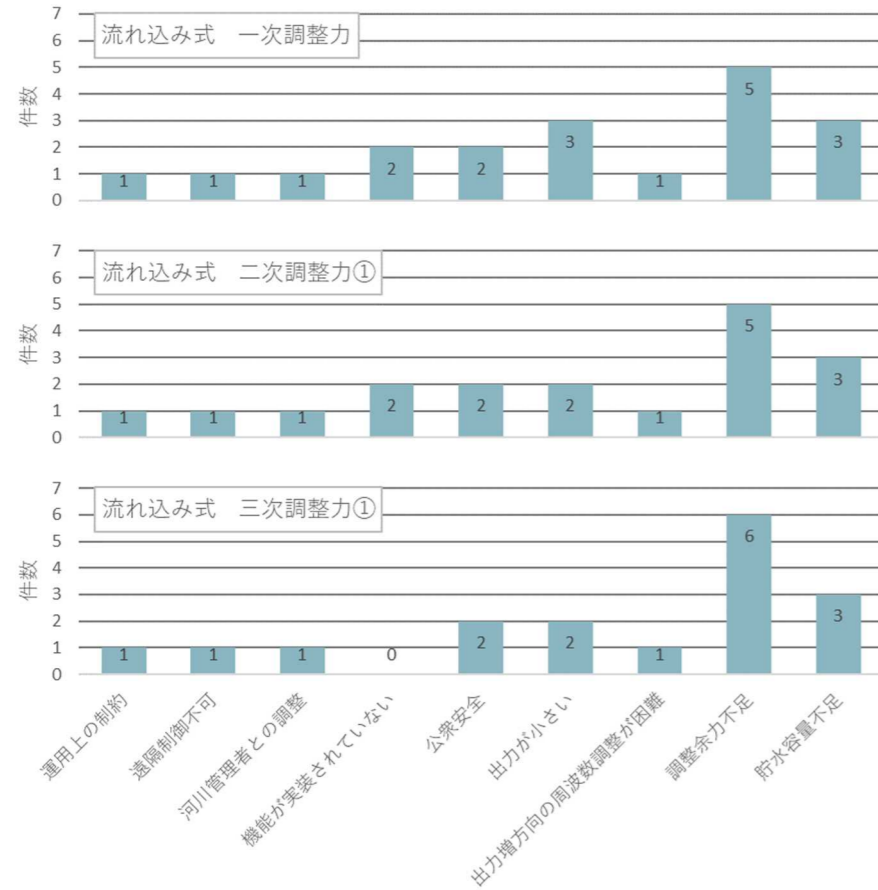


図 調整力を活用できない技術的要因(流れ込み式)

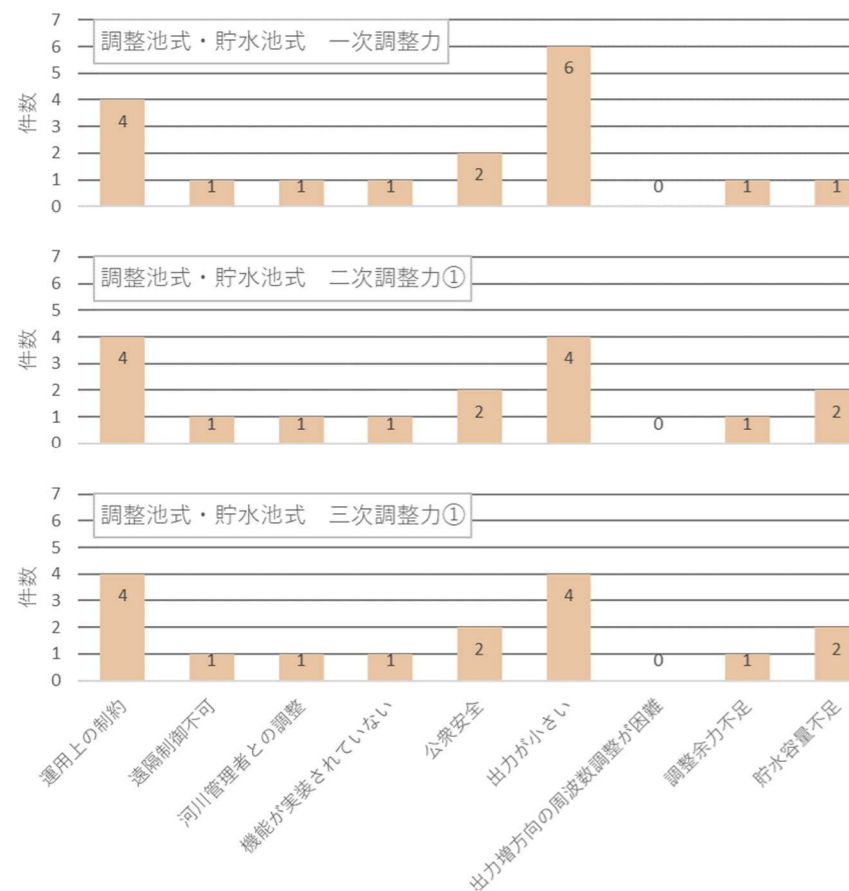


図 調整力を活用できない技術的要因(調整池式・貯水池式)

### 5.3 土木施工の標準化について

#### (1) 土木設備・土木工事における標準化の事例

- 標準化やコスト削減の余地については、設計のプレキャスト化や資材の見直しなど発注仕様書の段階において変更の余地が大きいとの回答が80%以上であった。
- 汎用的な二次製品や土木建材を中小水力発電の工事に適用した事例としては、40%の企業が実績ありと回答した。
- 発注仕様書の変更について、約60%が水路改修や河川護岸工事などは発注仕様書において変更になりやすい内容であると回答した。

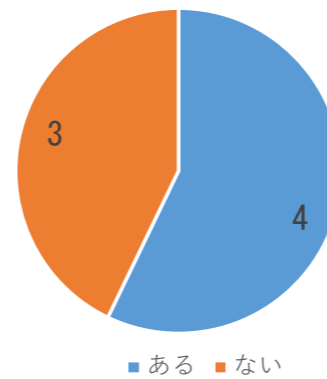


図 土木工事の発注仕様書において変更となりやすい事項の実例

#### (2) 施工計画・仮設備におけるコスト削減

- 約60%の企業が、施行手順の変更や仮設の変更によりコスト削減になった事例があると回答した。また冬期休業期間や洪水期を有効活用して工期短縮やコスト削減を実施した事例があるかとの回答には、約30%の企業が、実績があると回答した。

#### (3) 新技術・新工法等の取入れ

- 新技術・新工法の提案により工期短縮やコスト削減を図った事例については約50%の企業が、実績があると回答した。特に導水路、水圧管路に対して実績がある。

#### (4) 土木施工の標準化について

- 土木施工では以下の点が着目されている。
  - ①軽量資材やコンクリート二次製品の採用
  - ②導水路や水圧管路のプレキャスト化や標準設計の導入
  - ③仮設重機の変更や工法の見直し
  - ④洪水期の施工や漁協関係等の関係者との合意形成
- これらについては、調査・計画・設計段階において取入れや、関係者と

の合意形成を図ることで、遅延無く施工を進める体制を構築することが必要と思われる。

### 6. 本調査を受けて、発注者・受注者の相互による中小水力発電の推進に向けて

本調査では、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ため、中小水力発電の標準化・モジュール化に対して、発注者・各受注者双方にアンケートによるヒアリングを実施して業界の状態や課題を分析した。

電協研の仕様標準が、今後1,000W未満を対象出力範囲外とすることで、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る。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は、中小水力発電の推進に向けて必要な段階にあると考えられる。電協研の取組を参考に、本調査結果を加味して、以下の様な体制が望まれる。

- 仕様書作成には、発注者側と受注者側(メーカー等)が同席のもとで作り上げる。
- 委員会形式のように、制作には会合形式で対応する。
- 1,000kW未満の小水力発電をターゲットとして、省略や簡素化できる箇所はコスト削減を図りつつ、電協研の仕様標準のように全体を網羅して、発注者が不利益を受けない仕様書に留意する必要がある。
- これまでの製造経緯に留意してJIS等の国内規格を基準としつつ、ISOやIECと言った国際規格への適用を広げ、輸入の際には製造国の認証を付ける等により、選択肢を広げることでコスト削減や発注者の整備の機会を促進させる。
- 国内外において明らかとなった発電機や制御盤の調達に外部コストがかかっている点については、同仕様書の整備により、安価な備品調達を可能とし、国内水車メーカーの製造コストを抑えることも視野に入れる必要がある。
- 今後我が国においてはオンライン制御や調整力市場の始まりにより、国内外における水車メーカーは影響を受けるが、現時点では方針が定まっていないため、同仕様書の整備により、小水力発電として持つべき機能を整理することで標準化し、整備コストを低減化することが必要と思われる。

(以上)