

環境省
平成 27 年度環境技術実証事業
中小水力発電技術分野

実証試験結果報告書

平成 28 年 3 月

実証機関 : 一般社団法人 小水力開発支援協会
実証申請者 : エネフォレスト株式会社
製品名・型番 : クロスフロー水車 TBHC-1R1G31
実証試験実施場所 : 越生小水力発電所 (大分県豊後大野市緒方町越生字桑迫地先)
実証番号 : 120-1503



地球温暖化対策技術分野
中小水力発電技術

実証番号 No.120-1503

第三者機関が実証した性能を
web上で公開しています

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

— も く じ —

全体概要

[1] 実証対象技術の概要	1
[2] 実証試験の概要	1
[3] 実証試験結果	2
[4] 参考情報	2

本編

1 実証試験の概要と目的	1
2 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	2
2-1 実施体制	2
2-2 実証試験参加者の責任分掌	3
3 実証対象技術（機器等）の概要	4
3-1 水車の概要	4
3-2 電気回路の概要	6
3-3 実証範囲と測定点	7
3-4 測定に使用する機器	8
3-5 測定値の加工方法	10
4 実証すべき内容	11
4-1 メーカーが公表している性能	11
4-2 本実証試験で実証する内容と範囲	12
4-2-1 実証する内容	12
4-2-2 試験を行う流量の範囲	12
4-3 有効落差	12
5 準拠する試験方法と実際の試験方法	13
5-1 準拠する試験方法	13
5-2 本実証試験方法と JEC 規格の異同	13
5-2-1 一般事項	13
5-2-2 試験条件	13
5-2-3 試験の実施範囲	13
5-2-4 試験結果の計算及び判定	13
5-2-5 測定方法	14
5-2-6 試験成績書	14
6 実証試験場所の概要	16
7 実証試験のスケジュール	17
7-1 試験に要した工程	17
7-2 データとして使用する前年度調査結果	17
8 実証試験の実施方法	18
8-1 流量測定	18
8-2 電気出力測定	19
8-3 騒音測定	20
8-4 その他の測定項目	21
9 実証試験で得られたデータ	22
9-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ	22
9-2 有効落差の算出	23
9-3 電気出力	24
9-4 総合効率の算出	25

9-6	騒音測定結果.....	26
9-7	気象条件等.....	27
9-8	連続運転.....	28
10	実証試験の結果と考察.....	29
10-1	発電出力と効率に関する評価と考察.....	29
10-1-1	性能一般に関する考察.....	29
10-1-2	流量-出力曲線におけるメーカー公表値との比較.....	30
10-1-3	流量-効率曲線におけるメーカー公表値との比較.....	30
10-2	騒音に関する評価.....	31
10-3	総合評価.....	31
11	用語集.....	32
12	参考情報.....	33
	巻末資料.....	34

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

【 全 体 概 要 】

〔1〕実証対象技術の概要

灌漑期と非灌漑期の水量が大きく変化する水量の変化に対応するため、ランナベーン（回転羽根）に水圧と水流を導くガイドベーン（案内羽根）を幅 1:2 の割合で 2 枚設けることで小流量における効率維持を図っている。主要諸元は、流量 0.2m³/s、有効落差約 20m、出力 19kW、手動ガイドベーン 2 枚のクロスフロー水車である。

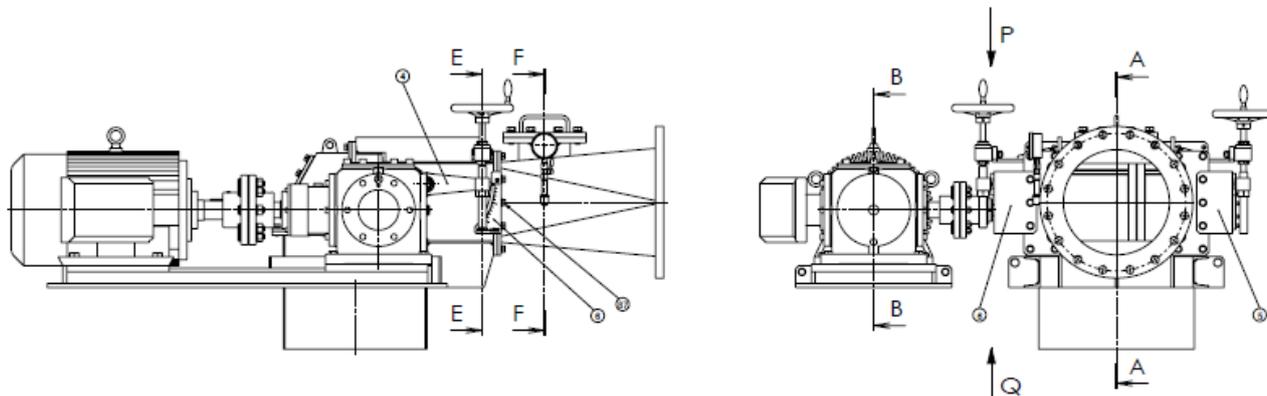


図 1 水車構造図

〔2〕実証試験の概要

全体システムと実証範囲における測定点の関係を図 2 に示す。

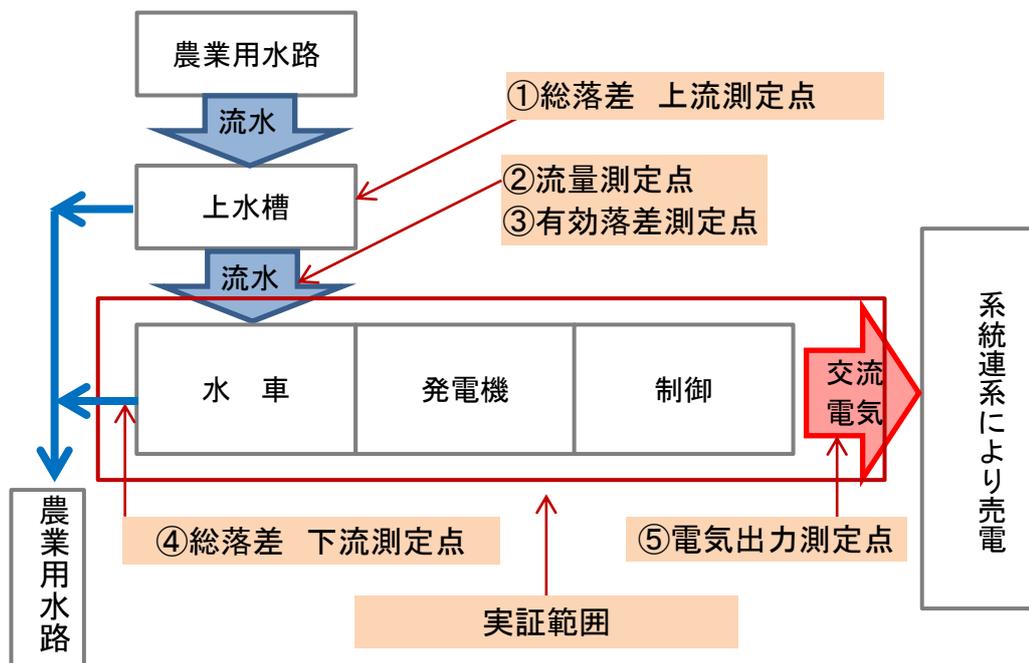


図 2 全体システムと実証範囲における測定点

[3] 実証試験結果

2015年12月16日、17日に行った実証試験の結果、使用水量 0.112m³/s から 0.200m³/s までの範囲で、出力と効率についてメーカー公表値と同程度の結果を得た。メーカー公表値と本実証試験結果に相違があるものの、試験条件の相違から合理的に説明でき妥当である。また、大小のガイドベーン開度を個別に調整することで 0.17 m³/s 未満の流量域における出力と効率向上を確認できた。実証対象製品は、電気事業法の一般用電気工作物として標準的な性能を満たしているが、中流量域のガイドベーン開度を最適化することで出力増大と効率の向上が期待できる。

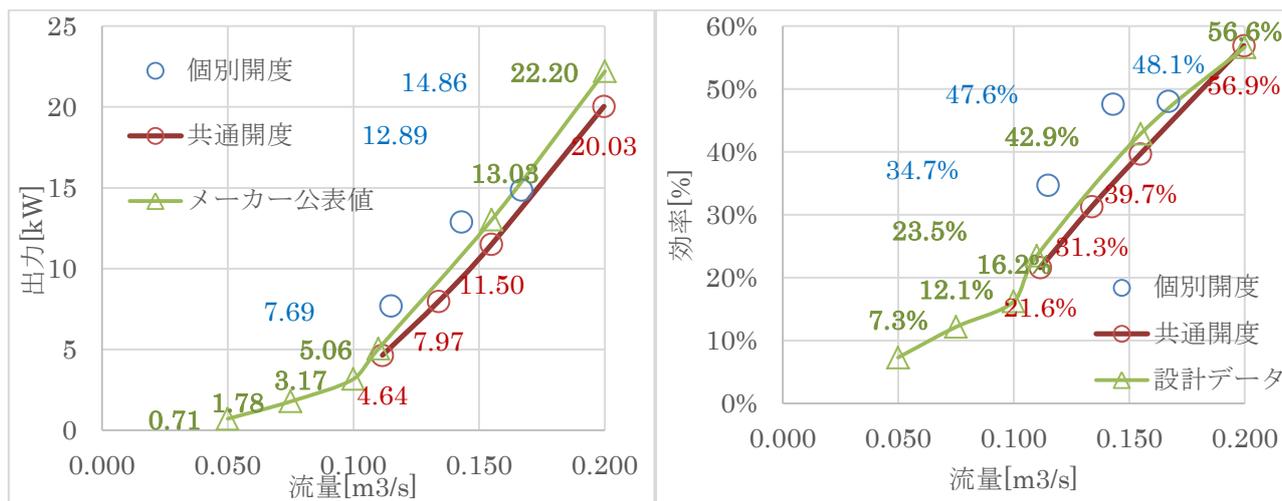


図3 試験結果とメーカー公表値

[4] 参考情報

○製品データ（申請された内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません）

項目	実証申請者または開発者 記入欄		
製品名・型番	クロスフロー水車 TBHC-1R1G31		
製造（販売）企業名	エネフォレスト株式会社 Eneforest. co., Ltd.		
連絡先	TEL/FAX TEL : 097-588-8120 FAX : 097-588-8119		
	ウェブサイト http://www.eneforest. co. jp/		
	E-mail info@eneforest. co. jp		
設置条件	周囲温度 : 0°C ~ 40°C 使用場所 : 清水又は除塵された農業水路等における河川水路 緊急及び増水時に浸水しない場所 耐候性 : 屋外設置の場合は屋根が必要		
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等	毎月の目視点検（グリス注入・水漏れ等）お施主様 年1回の現地における点検整備（水車及び発電機の点検・発電機絶縁抵抗測定・軸受け、増速機グリスアップ等の点検）で約15万円 3年程度で交換する部品（増速機・軸受け・シール・パッキン等）で約20万円（内訳：部品代15万円・工賃5万円）		
施工性	中型ポンプ等の設置経験が有り電気設備と機械設備工事ができる業者であれば施工可能		
コスト概算	イニシャルコスト		
	機 器	数 量	
	水車発電機	1 式	20,450,000 円
	土木構造物	1 式	9,100,000 円
	電気設備工事	1 式	6,400,000 円
合 計		35,950,000 円	

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

【 本 編 】

1 実証試験の概要と目的

小水力発電の立地条件（使用する水の分類）は、河川からの取水、農業用水等開放水路からの取水があり、取水した後にエネルギーを取り出す際は、開放型のまま利用する場合と管路を流れる水圧がかかった水の利用に大別することができる。

農業用水を利用する発電のうち、支線や小規模幹線の低落差を利用する場合、5 m 未満の程度の落差であれば開放型水車（上掛け、下掛け、らせん等）が用いられることも多いが、それ以上の落差が得られる場合に、水圧がかかった水の利用として、低落差でも比較的高効率が得やすい水車がクロスフロー水車である。フランシス水車やペルトン水車などに比べて簡単な構造であり、流量変動に対応して運転できる範囲が広い。

実証対象製品の性能が、最大流量や最大出力のだけでなく小流量域においても明らかになることで導入検討に役立つと考えられる。

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

2 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

2-1 実施体制

実証試験の実施体制を図 2-1 に示す。

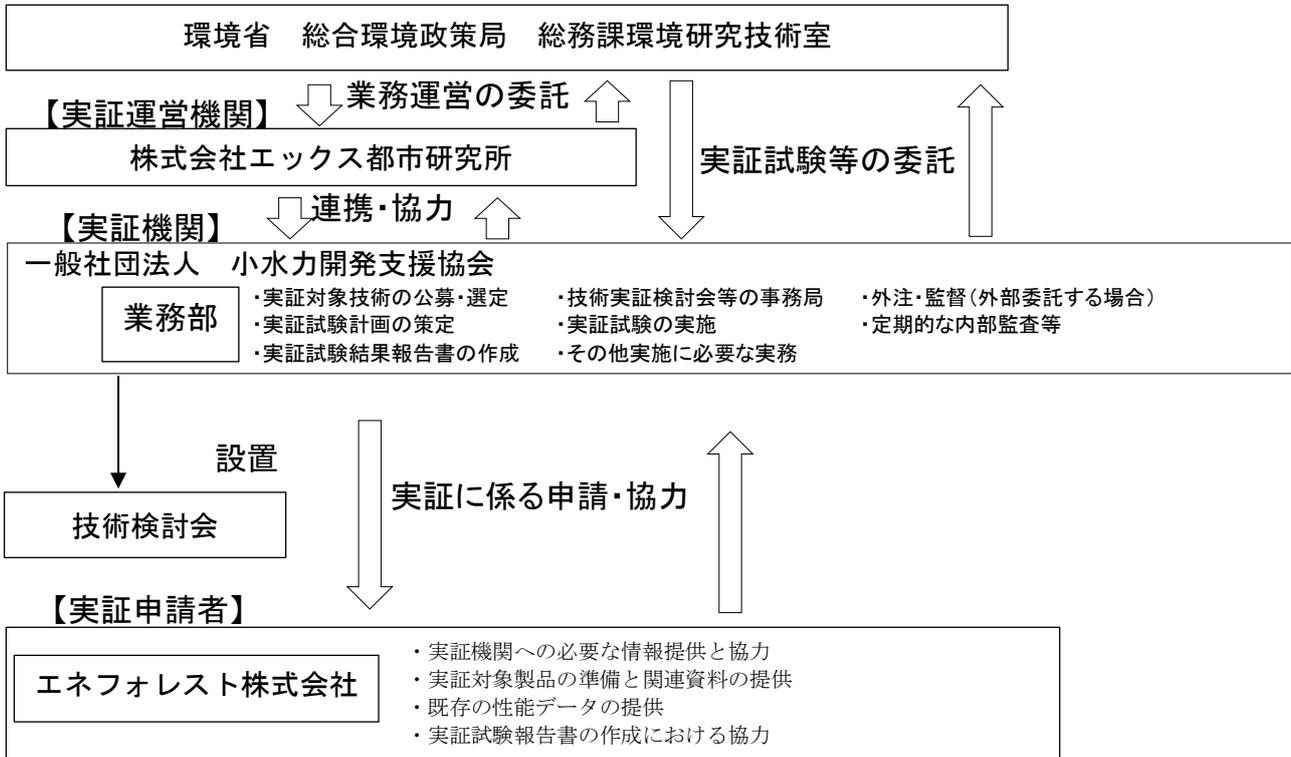


図 2-1 実施体制

2-2 実証試験参加者の責任分掌

実証試験参加者の責任分掌を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証試験参加者の責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	責任者名
実証機関	(一社)小水力開発支援協会	実証試験の運営管理	中島 大
		実証試験対象技術の公募・審査	松尾壽裕
		技術実証検討会の設置・運営	
		実証試験計画の策定	松尾壽裕
		実証試験の実施	
		実証試験結果報告書の作成	
		データの品質管理	中島 大
		実証試験の監査	
		ロガーデータの確認	
実証申請者	エネフォレスト株式会社	実証機関への必要な情報提供と協力 実証対象製品の準備と関連資料の提供 既存の性能データの提供 実証試験報告書の作成における協力	木原寿彦

3 実証対象技術（機器等）の概要

3-1 水車の概要

かんがい期と非かんがい期の水量が大きく変化する水量の変化に対応するため、ガイドベーンを2/3と1/3の幅で分割している。

主要諸元は、流量0.2m³/s、有効落差約20m、出力22kW、手動ガイドベーン2枚のクロスフロー水車である。

表 3-1 実証対象技術の概要

水車型式	流量	有効落差	水車出力	ランナベーン	ガイドベーン
クロスフロー水車	0.04m ³ /s ~0.2m ³ /s	20 m	27kW	26 枚、直径 263mm、 幅 466mm、2/3 と 1/3 の幅で 分割	手動 2 枚
発電機	型式型番	回転速度	発電機出力	パワーコンディショナー	パワコン出力
安川電機 IPM 発電機全閉外扇型	SSGX-2022CFN-SOX	1150min ⁻¹	22kW	安川電機 CEPT-R1AA20022AMA	30kW

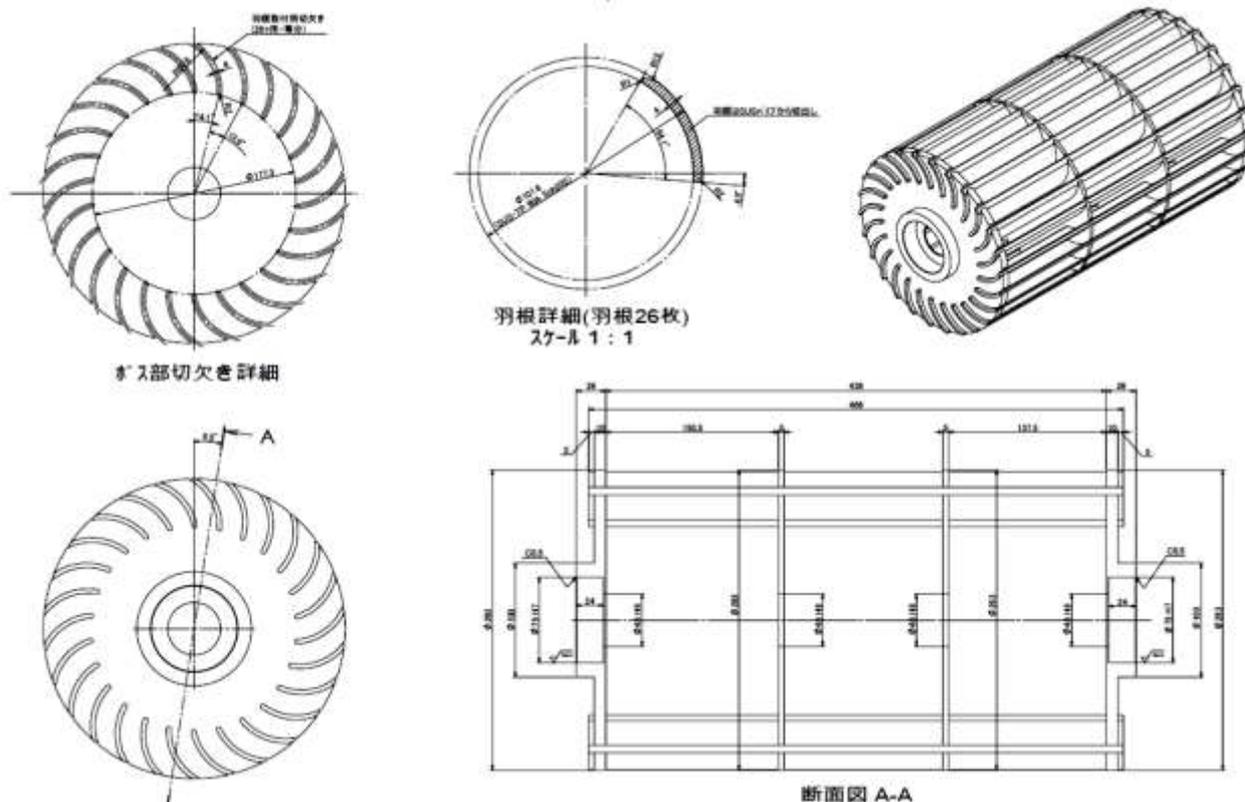


図 3-1 水車側面図および平面図

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

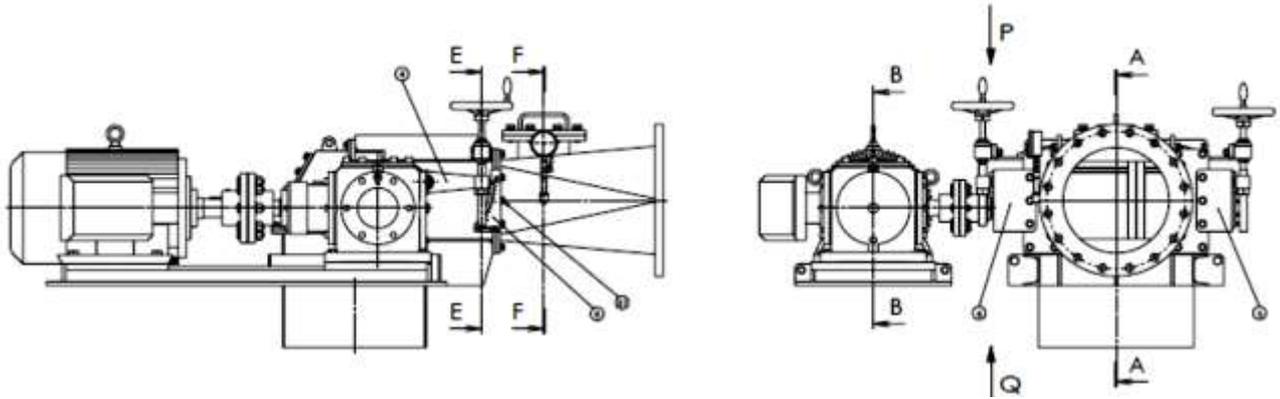


図 3-2 水車発電機組立図



図 3-3 水力発電所平面図

3-2 電気回路の概要

単線結線図を図 3-4 に示す。

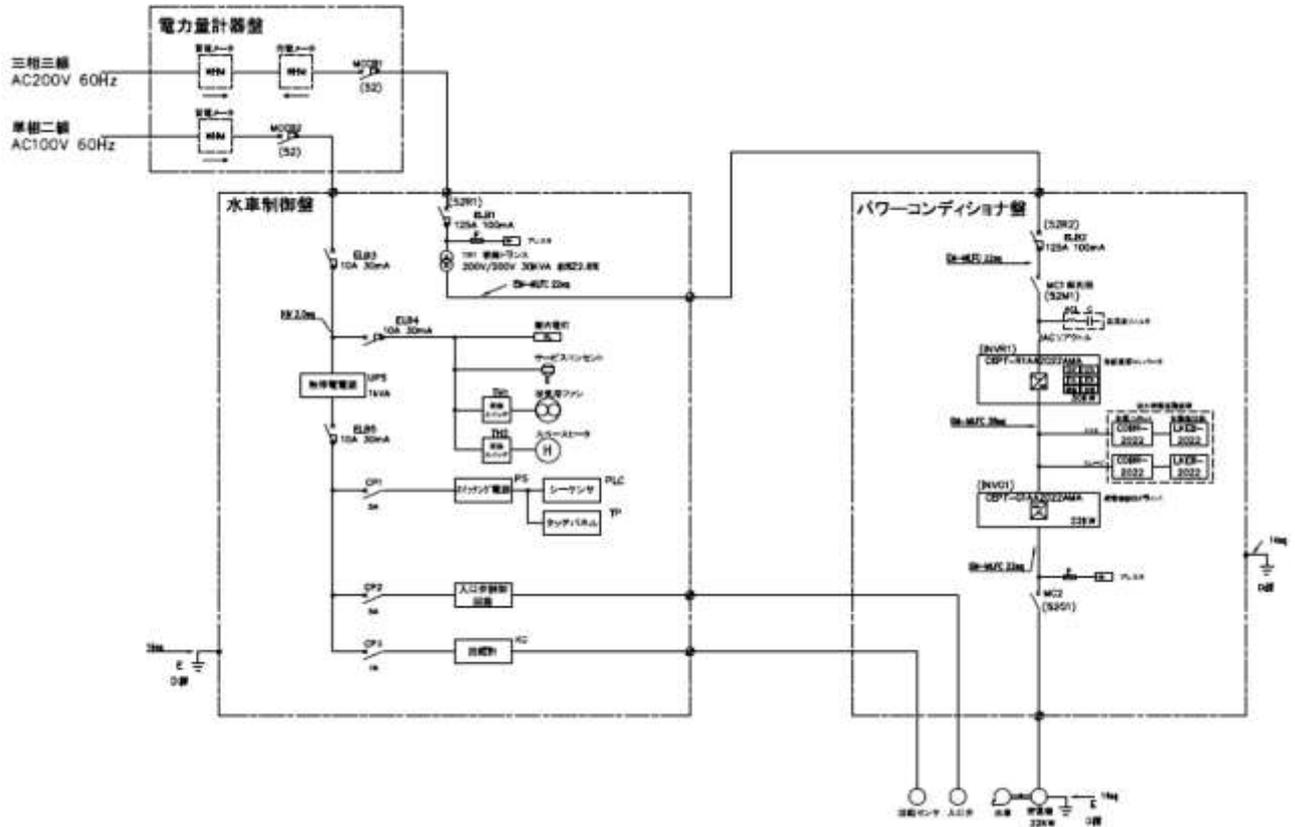


図 3-4 単線結線図

3-3 実証範囲と測定点

全体システムと実証範囲における測定点の関係を図 3-5 および図 3-6 に示す。

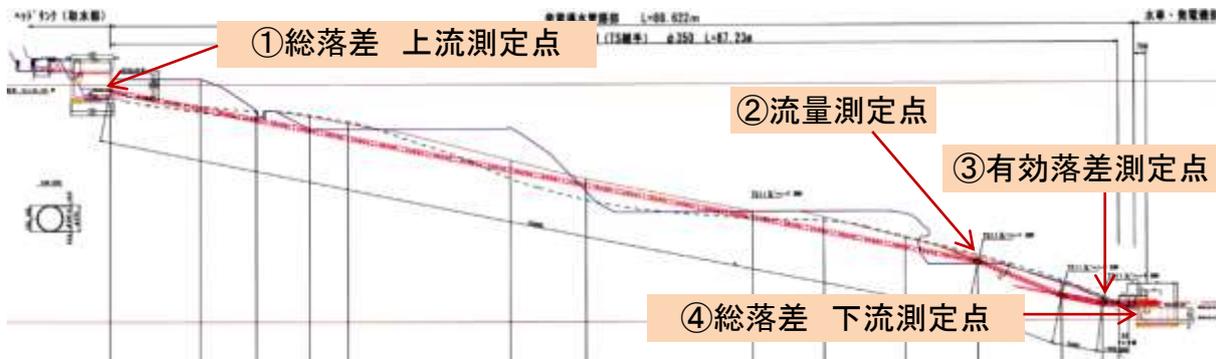


図 3-5 縦断面図

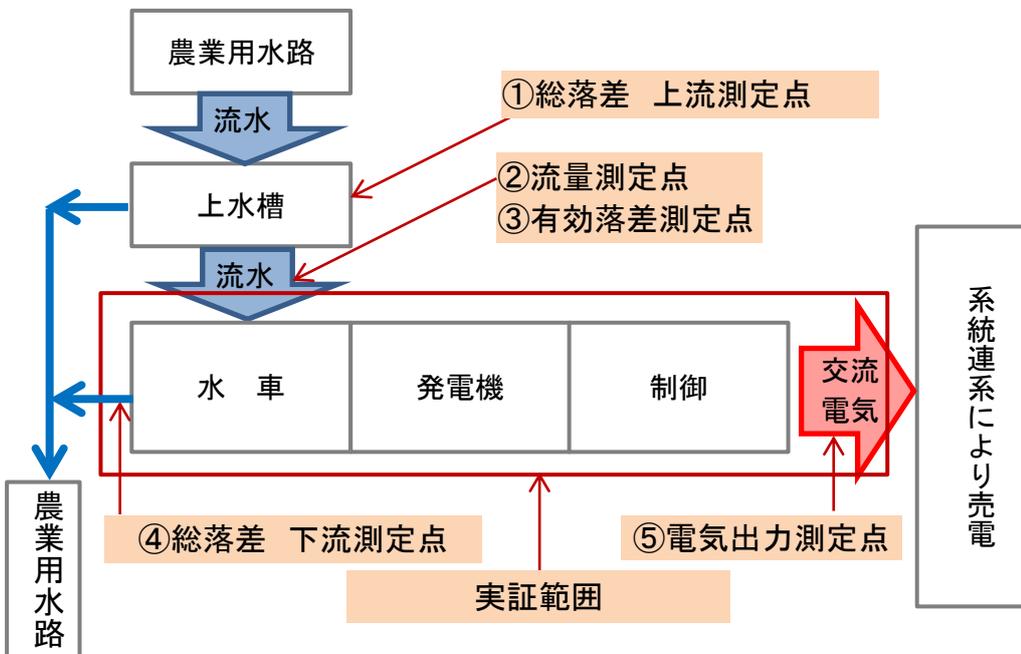


図 3-6 全体システムと実証範囲における測定点

3-4 測定に使用する機器

測定項目、測定点と測定器の対応を表 3-2 に、主な測定器の使用を表 3-3 に示す。測定項目、測定点と測定器の対応を図 3-6 と表 3-2 に、主な測定器の使用を表 3-3 に示す。

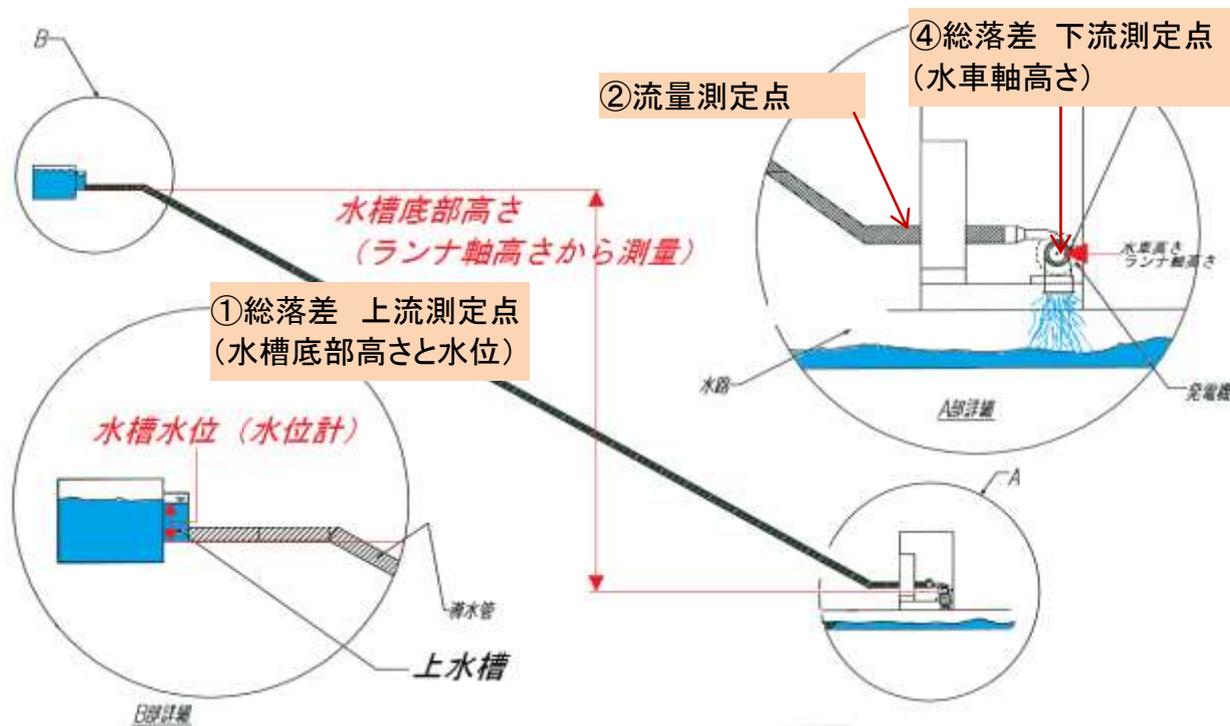


図 3-7 測定点と測定器の対応

表 3-2 測定項目・測定点と使用する機器

測定項目	測定点	測定器
流量	図 3-5、図 3-6「②流量測定点」は水車入口前直管部	超音波流量計
水車入口水圧	図 3-5、図 3-6「③有効落差測定点」は水車入口圧力計	デジタル圧力計
総落差 上流測定点	図 3-5、図 3-6「①総落差上流測定点」は上水槽水位	測量、水圧式水深計
総落差 下流測定点	図 3-5、図 3-6「④総落差下流測定点」は水車ランナ軸高さ	測量、コンベックス
電力	図 3-6「⑤電気出力測定点」は売電用普通電力計直前の電流と電圧	電源品質アナライザ
騒音	水車周辺1m, 3m, 5m	普通騒音計

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

表 3-3 主な測定器の仕様

測定器	メーカー名	形式	測定範囲	測定精度
超音波流量計	東京計器	UFP-20 センサ:UP10AST	流速±30m/s	流速±2cm/s
水圧式水深計	センシズ	センサ:HM-910-02-20 ロガー:LM-1	0~2m	直線性±0.2%FS 零点の温度特性 ±0.015%FS/°C
圧力計	横河	MT220 767305	0~700kPa	±0.02%+3digits
タコメータ	小野測器	HT-5500	6~99999r/min	±0.02%
電源品質アナライザ	日置電機	3197	500mA~5kA 600V 300W~9MW	±0.3% rdg.
普通騒音計	リオン	NL-21	A 特性 20~ 100dB	0.1dB 以下

3-5 測定値の加工方法

ロガー（パソコンソフトによる記録を含む）による記録値のサンプリングと処理方法を表 3-4 に、分析に使用するデータを測定値から算出する方法を表 3-5 に示す。

なお、記録値の平均化に当たっては、例えば 14:00:01～14:00:20 にサンプリングした 20 点データの平均値を、14:00:00～14:00:20 の 20 秒間平均値として扱う。

表 3-4 ロガー等による記録値のサンプリングと処理方法

測定器	サンプリングと処理の方法
超音波流量計、圧力計、タコメータ	1 秒間の平均値を同時刻の外付ロガーに記録する。
水圧式水深計	1 秒間の平均値を内部ロガーに記録する。
電源品質アナライザ	10 秒間の平均値を内部ロガーに記録する。
普通騒音計	騒音計(A 特性)の 1 分間平均値を直読、記録する。

表 3-5 測定値から算出するデータ

分析に使用するデータ	算出方法
①流量	流量の測定値(1 秒間平均流量)をそのまま使用する。
②有効落差	圧力計の計測値から圧力水頭に換算する。
③理論出力	①流量 × ②有効落差 × 9.8(地表での重力加速度)で算出する
④電気出力	電源品質アナライザの測定値(10 秒平均値)をそのまま使用する。
⑤総合効率	④ ÷ ③で算出する。
⑥騒音	普通騒音計 A 特性の 1 分間平均値を用いる。

4 実証すべき内容

4-1 メーカーが公表している性能

メーカー公表値の性能資料は図 4-1 流量-出力曲線と、図 4-2 流量-効率曲線である。設計段階の性能であり、ガイドベーン調整は2つとも同一開度とした場合の性能である。実証対象製品は一般用電気工作物として運用できる範囲内の流量および出力に抑えているため、最大出力や最高効率の試験は行うことができないが、中流量から小流量域の範囲が実証範囲となる。

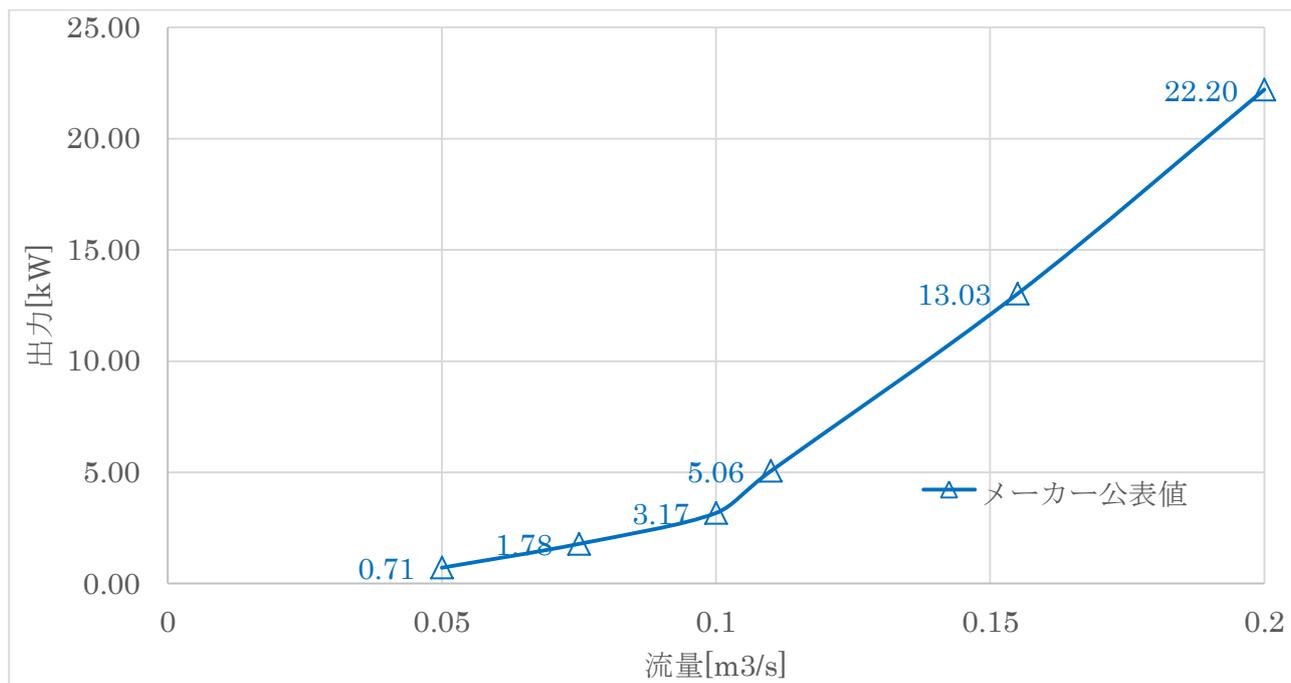


図 4-1 メーカーが公表している流量-出力曲線

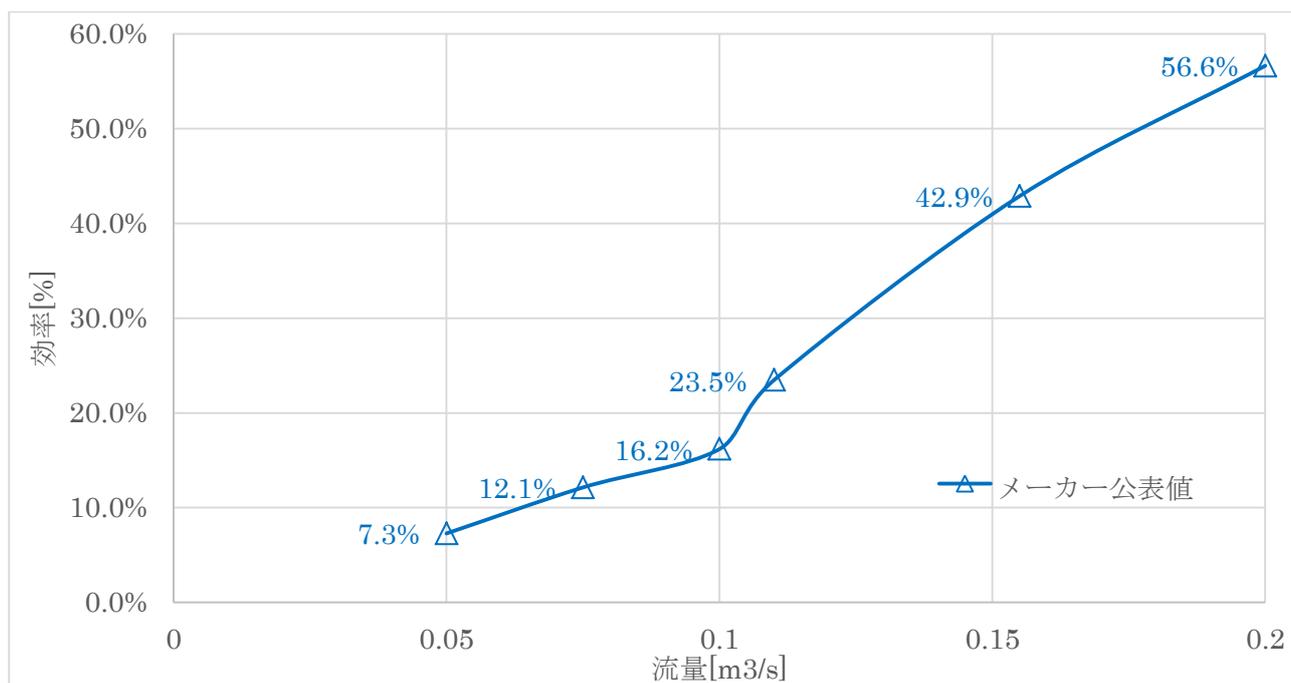


図 4-2 メーカーが公表している流量-効率曲線

4-2 本実証試験で実証する内容と範囲

4-2-1 実証する内容

水車発電機の性能は、落差・流量に応じた効率で評価されるのが一般的である。

また設計上の観点からは、定められた候補地点の地形と使用可能流量の範囲で得られる出力の方が効率よりも重要な意味を持つケースが少なくないため、流量-出力曲線と流量-効率曲線を実証対象とする。

4-2-2 試験を行う流量の範囲

実証試験を行う流量の範囲は、メーカー公表値の流量範囲より広く取ることを原則としているが、流量が多い状態でガイドベーン操作により小流量に制御した際 0.110m³/s 未満では異音と振動が増大したため、実証試験の安全を考慮して 0.110m³/s 未満の試験は行わなかった。

4-3 有効落差

総落差から損失水頭を減じた値として定義される有効落差は、計画や設計の段階では静的な数値として扱われるが、本実証試験では水車入口直管部において圧力を計測し、有効落差を随時算出したため、一定の変動をする値となる。

同一の流量で同一出力が得られても、有効落差が異なれば効率の算出値が異なることに留意が必要である。

5 準拠する試験方法と実際の試験方法

5-1 準拠する試験方法

本実証試験では、電気学会電気規格調査会標準規格『水車およびポンプ水車の効率試験方法』（JEC-4002-1992、以下「JEC規格」とよぶ）を基準とする。

ただし同基準は水車出力 100kW 以上を対象にしているのに対して本実証試験対象は 20kW 程度以下の水車出力であることや、現場の状況や使用可能な測定器により JEC 規格どおりの測定が困難な部分もある。

JEC 規格でも 100kW 未満の水車については「この規格の準用を推奨する」とされているので、実態に応じて準用、あるいは独自の測定方法を採用した。具体的な異同について次節に示す。

5-2 本実証試験方法と JEC 規格の異同

5-2-1 一般事項

JEC 規格では営業運転開始前に試験を行うこととしているが、本実証試験では実用運転開始後約 3 か月が経過していた、その他の一般事項においても本実証試験の実情と一致しない部分があるが、実証内容に影響するものとして特記すべきものはない。

5-2-2 試験条件

(1) 試験状態の変動

JEC 規格では試験状態の変動の範囲が定められている。しかし、本実証試験では顕著な不安定が生じない限り支障がないものとして試験を実施した。

(2) その他

上記以外の点では JEC 規格に準拠して試験を実施した。

5-2-3 試験の実施範囲

(1) 効率試験点の選定

JEC 規格では「効率を保証するすべての範囲が確認できること」と「効率試験点は原則として 5 点以上とし、効率曲線を描くのに十分なものと」することを求めており、本実証試験では実証対象製品のガイドベーン開度を変えながら 7 点の測定点とした。

(2) 測定回数

JEC 規格では、超音波流量計による測定について定めがあるが、内径 1 メートル以上かつ、測定点の上流側に内径の 15 倍、下流側に 5 倍以上の直管部分を確保するという条件は内径、直管部分の距離の両方とも満たさなかった。測定時間については JEC 規格の定める通り 5 分以上の間に 10 回以上の流量を測定した。

(3) その他の規定

本項に関する JEC 規格のその他の規定は、本実証試験に直接関係していない。

5-2-4 試験結果の計算及び判定

(1) 効率の算出

効率の算出式は JEC 規格のものを使用し、水の密度は 1.00[kg/m³]、重力加速度は 9.8[m/s²]で一定とした。

(2) 効率データのばらつき

JEC 規格では「効率曲線から 1.5%以上離れた効率測定値は不適格と判定」と定めているが、実証試験で得られたデータの多くは 1.5%以上の変動やばらつきがあっても有効値として採用することとした。

(3) 効率曲線の作成方法

(2)に記載したとおり測定方法の誤差よりも運転状態の変動によるデータのばらつきが大きいと見られることから、効率曲線（および出力曲線）については測定データを滑らかな曲線として描くこととした。

(4) 効率の判定方法

流量－出力曲線と、効率に関する考察を加えた上で判定を行わず、公表することとした。

(5) 測定誤差

「試験がこの規格によって注意深く行われる場合の」測定誤差に関する規定があるが、流量・落差に関してはこの規格通りに測定できなかったことや、測定誤差より運転状態のばらつきの方が大きいとみられたことから、本実証試験では測定誤差に関する分析評価は行わないこととした。

5-2-5 測定方法

(1) 測定一般

測定一般に関する方法は JEC 規格に準拠した。

(2) 出力測定(電力測定)

JEC 規格では「ケーブルなどの損失」「増速機など連結装置の損失」などといった項目が出力測定の対象となっているが、本実証試験ではシステム全体を実証することとしており、出力としては売電用普通電力計に出力される電気出力を電源品質アナライザによって測定した。

(3) 有効落差

有効落差の測定について、JEC 規格では圧力水頭を水圧測定装置を用いて計測することが求められており、測定ラインは条件を満たすが測定装置としては認められていたにデジタルマノメータを使用した。測定値の圧力を水頭に換算して有効落差を算出した。

(4) 軸速度

JEC 規格が定める光学的方法により軸速度を計測した。

(5) 流量

JEC 規格では、超音波流量計による測定について定めがあるが、内径 1.4メートル以上かつ、測定点の上流側に内径の 20 倍、下流側に 5 倍以上の直管部分を確保するという条件は両方とも満たさなかった。測定時間については JEC 規格の定める通り 5 分以上の間に 10 回以上の流量を測定した。

以上のことから、流量に関して JEC 規格が求める測定精度を本実証試験は満たしていないが、実証の目的に支障をきたすことはなかった。

5-2-6 試験成績書

JEC 規格における「試験成績書」は本実証試験における本報告書に相当するものである。これに関しては技術実証検討会に諮った上で本実証試験独自の書式で作成した。

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所

6 実証試験場所の概要

越生小水力発電所（大分県豊後大野市緒方町越生字桑迫地先）に設置された機器を用いて実証試験を行った。



写真 6-1 発電設備の概観



写真 6-2 発電所から上水槽を見上げる

7 実証試験のスケジュール

7-1 試験に要した工程

使用水量の確保や試験方法の協議などで、実証機関と申請者との協議や検討会の日程を以下に示す。

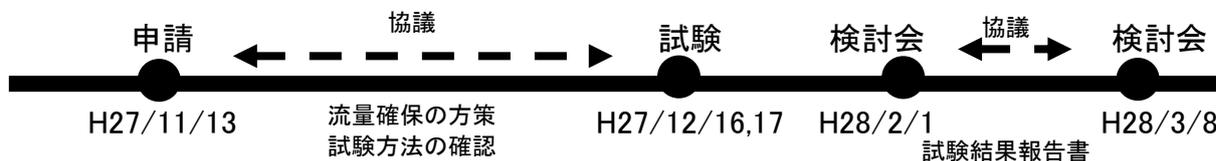


図 7-1 実証に要した工程

7-2 データとして使用する前年度調査結果

本実証試験対象設備については、試験日（2015年12月16日、17日）以外に計測した数値は使用していない。

8 実証試験の実施方法

8-1 流量測定

超音波流量計、圧力計、タコメータを設置し外付の共通ロガーに記録した。



写真 8-1 ロガーへの配線

8-2 電気出力測定

売電用普通電力計の直前において、電源品質アナライザに電流電圧を計測し、10秒間の平均値として記録した。



写真 8-2 電源品質アナライザの配線

8-3 騒音測定

普通騒音計を用いて、放水路方向へ2方向（他の方向は法面に遮られるため）に1m、2m、3m、5mの距離を置いて可聴域の騒音を測定した。また、直近の民家付近（道路との境界付近）の騒音も測定した。距離測定の起点については、音源と考えられる放水口を起点とした。

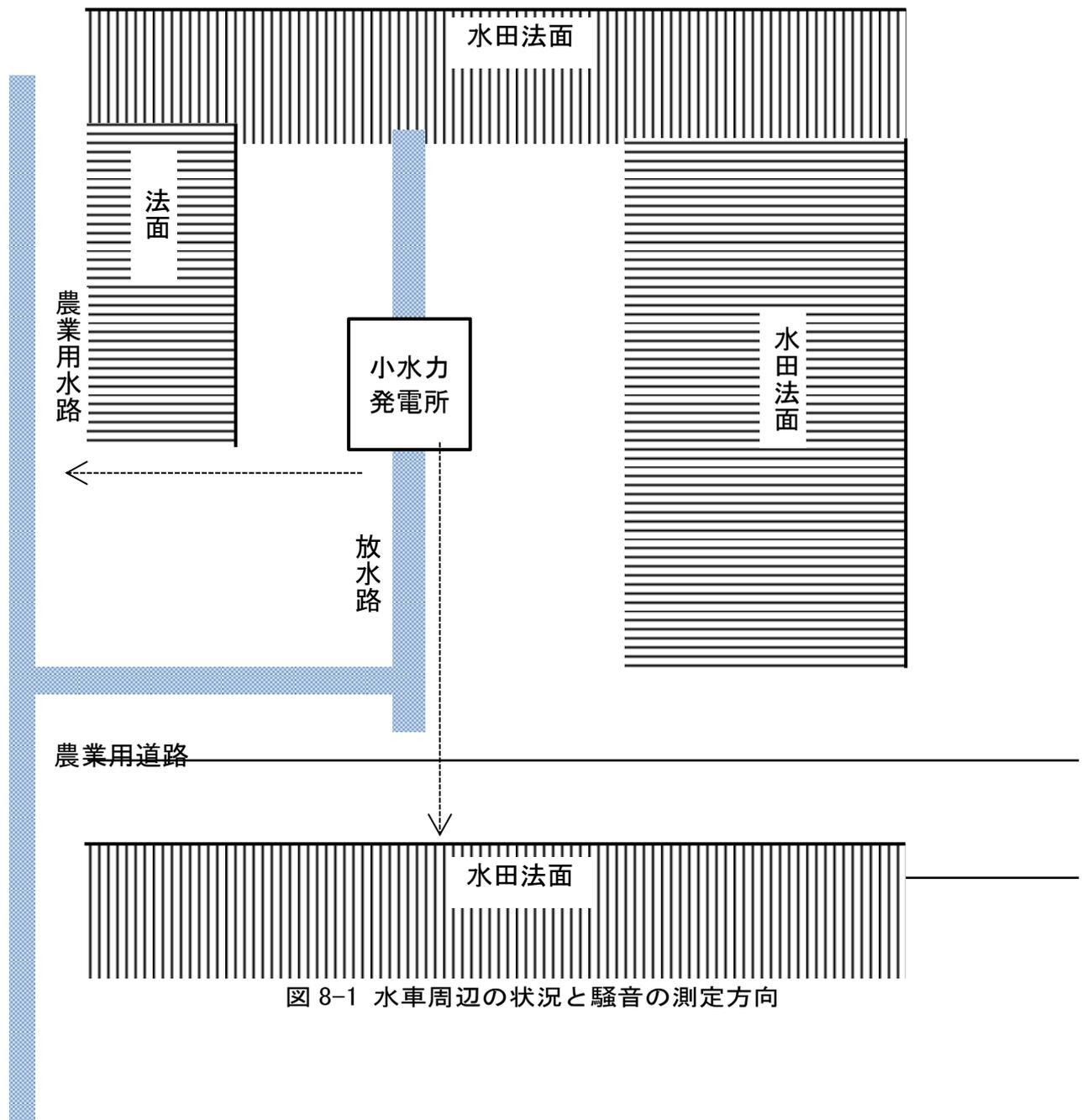


図 8-1 水車周辺の状況と騒音の測定方向

8-4 その他の測定項目

その他、気温・水温をデジタル温度計を用いて適時に測定し、記録した。

9 実証試験で得られたデータ

9-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ

実施日時 2015年12月16日14時～17時測量、17日8時～15時試験

表 9-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ

測定項目	記録内容	測定値	分析に使用するデータ
①気温	温度計の目視測定値	5.0°C(8:50)7.8°C(14:50)	7.8°C
②水温	温度計の目視測定値	9.7°C(8:55)、9.8°C(14:45)	9.8°C
③流量	超音波流量計の1秒間の平均値を出力	外付けロガーに記録	-
④有効落差	圧力計の1秒間の計測値を出力		9-2 に記載
⑥回転速度	タコメータの目視測定値	試験中一定 575min ⁻¹	575min ⁻¹
⑧総合効率	③流量と④有効落差に自由落下速度を乗じて理論出力を算出し、軸動力を除す	③・④・⑦から算出	9-4 に記載
⑩騒音	騒音計で測定した1分間平均値	10:20～10:50、15:00～15:10の間に測定点を変えて計9回測定	9-6 に記載

9-2 有効落差の算出

水車入口水圧から有効落差を求める。

7つの流量条件において約5分間にわたり毎秒の記録があるため、平均値、最小値～最大値を表9-2に示す。

有効落差 = 入口水圧 × 単位変換係数

単位変換係数は 0.0101972 とした。1 kPa = 0.0101972 mH₂O

表 9-2 有効落差の算出

ガイドベーン開度	流量[m ³ /s]	時刻	有効落差[m]
開度共通	0.200	12:04:10～12:12:50	平均値 18.00 最小値 17.96 ~ 最大値 18.01
	0.155	12:17:10～12:27:40	19.09 19.05～19.26
	0.134	13:10:10～13:15:30	19.43 19.40～19.46
	0.112	12:29:20～12:37:40	19.71 19.68～19.76
開度個別 A	0.167	13:03:00～13:09:10	18.91 18.85～18.93
開度個別 B	0.143	12:52:40～13:02:20	19.32 19.28～19.34
開度個別 C	0.115	11:59:10～12:05:00	19.69 19.64～19.70

9-3 電気出力

電源品質アナライザによる 10 秒間平均値を表 9-3 に示す。

7つの流量条件において約 5 分間にわたり毎秒の記録があるが、平均値、最小値～最大値を示す。

表 9-3 電気出力の計測値

ガイドベーン 開度設定	流量[m ³ /s]	時刻	電気出力[kW]
開度共通	0.200	12:04:10～12:12:50	平均値 20.3 最小値 19.98 ~ 最大値 20.31
	0.155	12:17:10～12:27:40	11.5 11.30～12.23
	0.134	13:10:10～13:15:30	8.0 7.82～8.03
	0.112	12:29:20～12:37:40	4.64 4.33～4.74
開度個別 A	0.167	13:03:00～13:09:10	14.9 14.83～14.96
開度個別 B	0.143	12:52:40～13:02:20	12.9 12.73～13.20
開度個別 C	0.115	11:59:10～12:05:00	7.69 7.64～7.74

9-4 総合効率の算出

総合効率は理論出力に対する電気出力の割合であり、理論出力は 9-2 で算出した有効落差に流量を乗じて算出する。表 9-4 に①有効落差、②流量、③電気出力を示す。④理論出力および⑤総合効率は下式で算出した。

$$\text{④理論出力} = \text{①有効落差} \times \text{②流量} \times 9.8$$

$$\text{⑤総合効率} = \text{③電気出力} \div \text{④理論出力}$$

この算出に際して、①有効落差、②流量は 1 秒毎の値であるが、運転状態の変動によるデータのばらつきの影響を抑えるために③電気出力、④理論出力、⑤水車効率については 10 秒毎の平均値を用いて算出した。

表 9-4 総合効率の算出

ガイドベーン開度設定	①有効落差 [m]	②流量 [m³/s]	③電気出力 [kW]	④理論出力 [kW]	⑤総合効率 [%]
開度共通	18.00	0.200	20.3	35.22	56.9
	17.96~18.01		19.98~20.31	34.92~35.62	56.3~57.6
	19.09	0.155	11.5	28.97	39.7
	19.05~19.26		11.30~12.23	28.68~29.35	38.9~41.9
	19.43	0.134	8.0	25.48	31.3
19.40~19.46	7.82~8.03		25.10~25.88	30.6~31.8	
開度個別 A	19.71	0.112	4.64	21.54	21.6
	19.68~19.76		4.33~4.74	21.22~21.94	20.4~22.1
開度個別 B	18.91	0.167	14.9	30.93	48.1
	18.85~18.93		14.83~14.96	30.60~31.26	47.6~48.6
開度個別 C	19.32	0.143	12.9	27.08	47.6
	19.28~19.34		12.73~13.20	26.65~27.38	47.1~48.3
開度個別 C	19.69	0.115	7.69	22.17	34.7
	19.64~19.70		7.64~7.74	21.84~22.41	34.3~35.3

9-6 騒音測定結果

各地点の測定値を表 9-9 に示す。方向については図 9-5 を参照。距離は「8-3 騒音測定」に記したとおり放水口から測定した。比較のため、騒音に関する環境基準（環境省告示、平成 24 年 3 月 30 日環告 54）を表 9-10 に示す。

稼働中と停止時の騒音を比較すると、5dB 程度稼働中の方が小さくなっており、発電所周辺の水路や落差工からの騒音が強く影響しているため、発電所の影響を測定できていないと推測される。

表 9-9 騒音の測定値

騒音の単位: dB

方向・地点	1m 地点	3m 地点	5m 地点	その他の地点
【水車稼働中(15:00~15:30)】				
放水路方向	74.5	70.9	69.5	60.5 (民家直近、距離約 20m)
放水路 +90° 方向	78.8	77.1	81.4	
【水車停止中(10:20~10:50)】				
民家方向	77.2	73.3	68.2	65.1
放水路 +90° 方向	81.7	80.8	79.8	

※ 測定高は約 1.2m、測定時間は 1 分間。

※ 網掛け部分は障害物等により測定が困難、その他の空欄部分は測定を省略した。

表 9-10 騒音に関する環境基準

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50デシベル以下	40デシベル以下
A及びB	55デシベル以下	45デシベル以下
C	60デシベル以下	50デシベル以下

※ 地域の類型

- ・ AA: 特に静穏を要する地域
- ・ B: 主として住居の用に供される地域
- ・ A: 専ら住居の用に供される地域
- ・ C: 相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域

9-7 気象条件等

測定日の天候は晴れ、気温・水温は表 9-1 に記したとおりであった。

9-8 連続運転

試験日以外の連続運転状態を確認するため、上水槽水位と発電電力量について1週間の変化を表9-7に示す。1週間を通じて安定して発電していることが確認された。なお、連続運転は原則1カ月行うことが望ましい。また、発電電力量は、実証機関が設置した計測器ではなく、制御装置の記録から読取ったため、参考項目として扱うこととする。

表 9-7 運転状況

	日発電電力量 [kWh]	時間平均 [kWh]	平均水位 [m]	最大値	最小値
3月6日	456.9	19.04	0.48	0.486	0.468
3月7日	455.7	18.99	0.48	0.486	0.464
3月8日	455.7	18.99	0.48	0.492	0.474
3月9日	457.5	19.06	0.50	0.508	0.482
3月10日	457.1	19.05	0.49	0.506	0.482
3月11日	455.1	18.96	0.48	0.492	0.476
3月12日	455.8	18.99	0.49	0.498	0.474
1週間合計	3193.8	19.01			

10 実証試験の結果と考察

10-1 発電出力と効率に関する評価と考察

10-1-1 性能一般に関する考察

実証試験結果の流量-出力曲線を図 10-1 に、流量-効率曲線を図 10-2 に示す。最大出力 20kW における総合効率 57%が最高効率である。また、大小のガイドベーンを共通開度で運転する場合に比べてガイドベーンを個別に調整することで出力 15kW 未満、もしくは流量 0.17m³/s 以下の中流量域における性能を向上できることが確認できた。

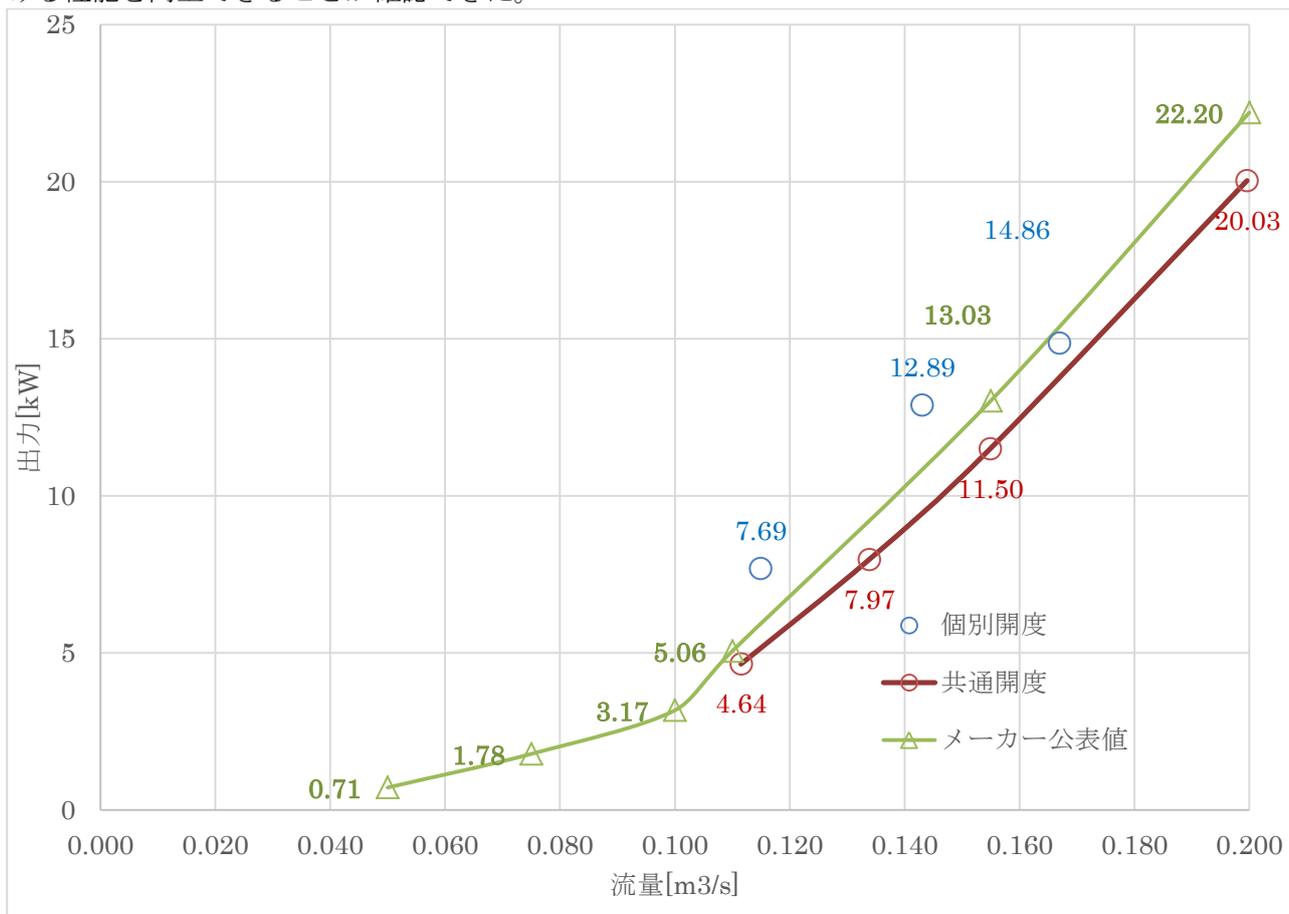


図 10-1 実証した流量-出力曲線とメーカー公表値

表 10-1 試験結果とメーカー公表値の流量-出力表

メーカー公表値	流量[m ³ /s]	0.050	0.075	0.100	0.110	0.155	0.200	
	発電出力[kW]	0.71	1.78	3.17	5.06	13.03	22.20	
	有効落差[m]	20.00						
試験結果	ガイドベーン開度	A	B	C	共通開度			
	流量[m ³ /s]	0.115	0.143	0.167	0.112	0.134	0.155	0.200
	発電出力[kW]	7.69	12.89	14.86	4.64	7.97	11.50	20.03
	有効落差[m]	19.689	19.321	18.908	19.711	19.426	19.09	18.00

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所

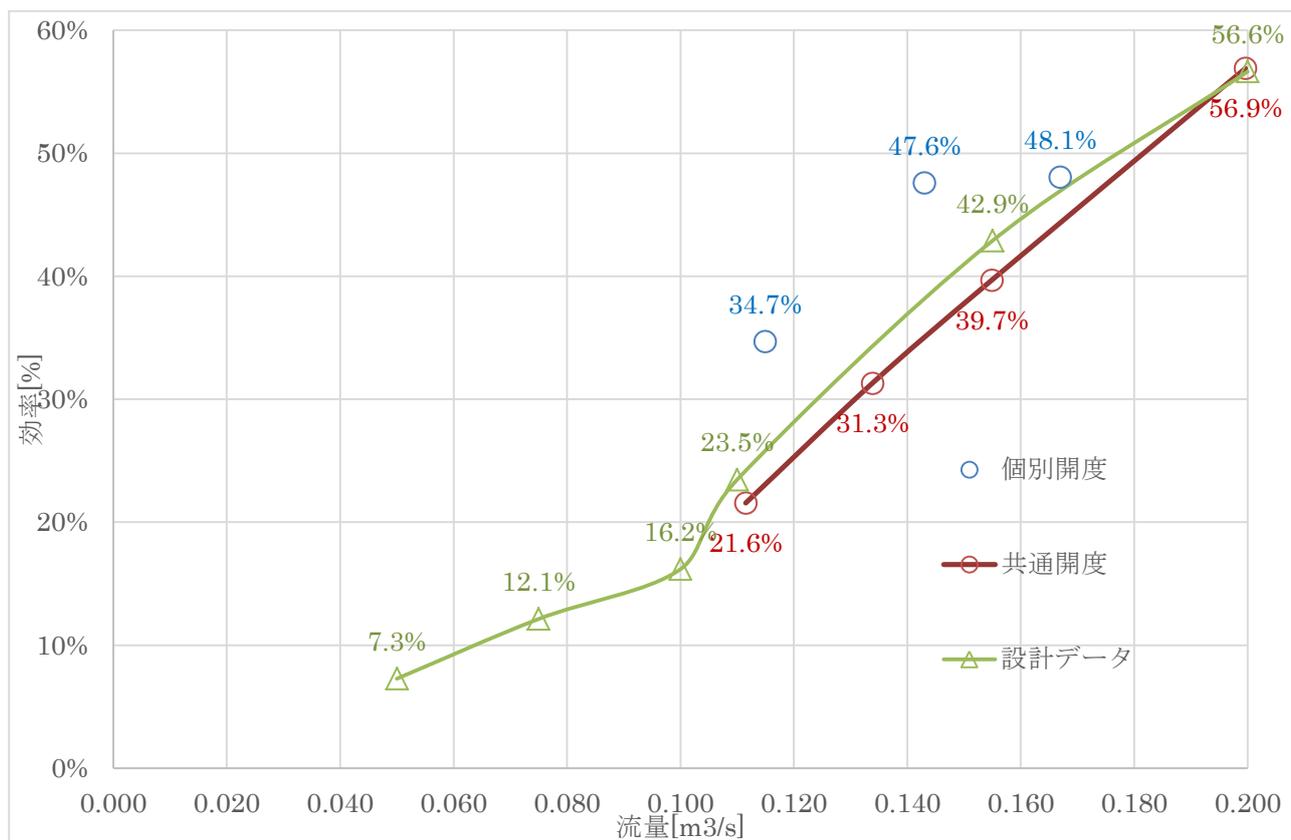


図 10-2 実証した流量-効率曲線とメーカー公表値

表 10-2 試験結果とメーカー公表値の流量-効率表

メーカー 公表値	流量[m³/s]	0.05	0.075	0.1	0.11	0.155	0.200	
	総合効率[%]	7.3%	12.1%	16.2%	23.5%	42.9%	56.6%	
	有効落差[m]	20.00						
試験 結果	ガイドベーン開度	A	B	C	共通開度			
	流量[m³/s]	0.115	0.143	0.167	0.112	0.134	0.155	0.200
	総合効率[%]	34.7%	47.6%	48.1%	21.6%	31.3%	39.7%	56.9%
	有効落差[m]	19.689	19.321	18.908	19.711	19.426	19.09	18.00

10-1-2 流量-出力曲線におけるメーカー公表値との比較

図 10-1 においてメーカー公表値と試験結果は、最大流量 0.2m³/s でメーカー公表値 22kW を 2kW 程度下回っている。メーカー公表値と試験における条件の違いは有効落差であり、設計条件の有効落差 20m に対し、試験結果の有効落差は 18m~19.6m であり、メーカー公表値の条件より 2%~10%小さな値となっていることから、相違は合理的に説明でき妥当である。

また、出力 15kW 未満においてはガイドベーン開度を個別に設定することで、共通開度の設定よりも 1~3kW 程度の増出力が確認できた。

10-1-3 流量-効率曲線におけるメーカー公表値との比較

図 10-2 においてメーカーが公表値と試験結果は 1%~2% 程度の相違であり概ね一致している。また、流量 0.17m³/s 未満において開度を個別に調整することにより最大約 10% 程度の効率向上を確認し

た。

10-2 騒音に関する評価

発電停止時は水路や落差工からの騒音が増大し、運転中のほうが騒音は小さい結果となったが、水車建設予定地の近くに民家・公共施設・商店等騒音の影響を受ける施設がある場合には、あらかじめ騒音に対する検討が必要といえる。

本実証試験ではある程度距離を取れば水車設置前の水路の騒音と大差ないレベルまで低下することが確認できたが、どの程度の離隔距離を確保すれば環境基準を下回るかを定量的に示したものではない。また、検討の際には、水路の水音と水車の騒音には質の違いがあることにも注意が必要である。

なお、近年低周波騒音が問題として取り上げられる場面が増えてきており、本製品の設置にあたっては低周波騒音についても注意が必要である（測定は実施しなかった）。

10-3 総合評価

実証試験の結果、使用水量 $0.112\text{m}^3/\text{s}$ から、 $0.200\text{m}^3/\text{s}$ までの範囲で、出力と効率についてメーカー公表値と同程度の結果を得た。メーカー公表値と本実証試験結果に相違があるものの、試験条件の相違から合理的に説明でき妥当である。また、大小のガイドベーン開度を個別に調整することで流量 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ 未満の中流量域における出力と効率の向上が確認できた。

参考項目として1週間の連続運転実績は $3,193.8\text{kWh}$ であった。

1.1 用語集

本実証試験報告書における用語の定義を表 11-1 に示す。

表 11-1 用語の定義

用語	定義
実証	環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を試験等に基づき客観的なデータとして示すこと。一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。
実証対象技術	実証試験の対象となる技術は中小水力発電技術とする。
実証対象製品	実証対象技術を製品として具現化したもののうち、実証試験で実際に適用するもの。
実証項目	実証対象技術の性能を測るための項目として、発電出力、総落差、水位、流速など。
参考項目	実証対象技術の性能を測るうえで、参考となる項目。
実証運営機関	環境技術実証事業に設置される各技術分野の事業の取りまとめを行う機関。
実証機関	実証対象技術の企業等からの公募、実証対象とする技術の審査、実証試験計画の策定、技術の実証(実証試験の実施等)、実証試験結果報告書の作成を行う機関。
試験実施機関	実証機関からの外注により、実証試験を実施する機関を指す。
技術実証検討会	実証機関により設置される検討会。技術の実証にかかる審査等について実証機関に助言を行う。
実証申請者	技術の実証を受けることを希望する者及びその後実証対象技術として選定され実証を受けた者。(具体的にはメーカー)
技術開発企業	実証対象技術の開発者。
有効落差(m)	全水頭から指定点における水頭を差し引いて求める。使用状態において水車の運転に利用される全水頭で、水車の高圧側指定点と低圧側指定点との全水頭の差。
流量(m ³ /s)	断面平均流速と断面積の積に補正係数を乗じて求める。ある断面を通る単位時間当たりの水の体積。

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所



1.2 参考情報

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目	実証申請者または開発者 記入欄			
製品名・型番	クロスフロー水車 TBHC-1R1G31			
製造（販売）企業名	エネフォレスト株式会社 Eneforest. co., Ltd.			
連絡先	TEL/FAX	TEL : 097-588-8120 FAX : 097-588-8119		
	ウェブサイト	http://www.eneforest. co. jp/		
	E-mail	info@eneforest. co. jp		
設置条件	周囲温度 : 0°C ~ 40°C 使用場所 : 清水又は除塵された農業水路等における河川水路 緊急及び増水時に浸水しない場所 耐候性 : 屋外設置の場合は屋根が必要			
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等	毎月の目視点検（グリス注入・水漏れ等）お施主様 年1回の現地における点検整備（水車及び発電機の点検・発電機絶縁抵抗測定・軸受け、増速機グリスアップ等の点検）で約15万円 3年程度で交換する部品（増速機・軸受け・シール・パッキン等）で約20万円（内訳：部品代15万円・工賃5万円）			
施工性	中型ポンプ等の設置経験が有り電気設備と機械設備工事ができる業者であれば施工可能			
コスト概算	イニシャルコスト			
		機 器	数 量	
		水車発電機	1 式	20,450,000 円
		土木構造物	1 式	9,100,000 円
		電気設備工事	1 式	6,400,000 円
	合 計		35,950,000 円	

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



巻末資料

Q=0.115	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
Average	0.115	19.69	7.69	22.17	34.7%
MIN	0.1132	19.640	7.64	21.837	34.3%
MAX	0.1161	19.701	7.74	22.408	35.3%
12:39:40	0.1148	19.700	7.67	22.156	34.6%
12:39:50	0.1148	19.697	7.66	22.167	34.6%
12:40:00	0.1148	19.692	7.64	22.154	34.5%
12:40:10	0.1156	19.701	7.65	22.315	34.3%
12:40:20	0.1138	19.694	7.65	21.959	34.8%
12:40:30	0.1148	19.693	7.65	22.153	34.5%
12:40:40	0.1154	19.693	7.65	22.262	34.4%
12:40:50	0.1152	19.700	7.67	22.236	34.5%
12:41:00	0.1153	19.692	7.66	22.257	34.4%
12:41:10	0.1149	19.692	7.66	22.164	34.6%
12:41:20	0.1141	19.693	7.66	22.021	34.8%
12:41:30	0.1154	19.699	7.66	22.271	34.4%
12:41:40	0.1153	19.698	7.66	22.259	34.4%
12:41:50	0.1135	19.693	7.66	21.905	35.0%
12:42:00	0.1143	19.692	7.66	22.052	34.7%
12:42:10	0.1159	19.692	7.67	22.363	34.3%
12:42:20	0.1143	19.688	7.66	22.055	34.7%
12:42:30	0.1145	19.693	7.66	22.103	34.7%
12:42:40	0.1137	19.686	7.67	21.932	35.0%
12:42:50	0.1148	19.696	7.67	22.166	34.6%
12:43:00	0.1153	19.697	7.68	22.256	34.5%
12:43:10	0.1147	19.694	7.69	22.144	34.7%
12:43:20	0.1135	19.687	7.69	21.896	35.1%
12:43:30	0.1151	19.689	7.68	22.207	34.6%
12:43:40	0.1152	19.690	7.68	22.232	34.5%
12:43:50	0.1138	19.689	7.68	21.954	35.0%
12:44:00	0.1135	19.697	7.69	21.906	35.1%
12:44:10	0.1157	19.694	7.69	22.334	34.4%
12:44:20	0.1155	19.695	7.69	22.300	34.5%
12:44:30	0.1136	19.698	7.68	21.927	35.0%
12:44:40	0.1142	19.695	7.69	22.049	34.9%
12:44:50	0.1150	19.696	7.69	22.191	34.7%
12:45:00	0.1151	19.698	7.69	22.222	34.6%
12:45:10	0.1146	19.695	7.69	22.123	34.8%
12:45:20	0.1136	19.680	7.69	21.900	35.1%
12:45:30	0.1141	19.683	7.70	22.018	35.0%
12:45:40	0.1154	19.690	7.72	22.277	34.7%
12:45:50	0.1150	19.685	7.70	22.179	34.7%
12:46:00	0.1159	19.684	7.70	22.357	34.4%
12:46:10	0.1147	19.686	7.71	22.129	34.8%
12:46:20	0.1151	19.688	7.72	22.215	34.8%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所



12:46:30	0.1153	19.689	7.72	22.250	34.7%
12:46:40	0.1148	19.683	7.72	22.136	34.9%
12:46:50	0.1156	19.679	7.72	22.299	34.6%
12:47:00	0.1151	19.682	7.72	22.205	34.8%
12:47:10	0.1159	19.684	7.72	22.359	34.5%
12:47:20	0.1161	19.687	7.73	22.406	34.5%
12:47:30	0.1138	19.685	7.74	21.947	35.3%
12:47:40	0.1161	19.686	7.74	22.397	34.6%
12:47:50	0.1159	19.689	7.73	22.368	34.6%
12:48:00	0.1156	19.684	7.74	22.294	34.7%
12:48:10	0.1138	19.682	7.74	21.942	35.3%
12:48:20	0.1151	19.684	7.73	22.195	34.8%
12:48:30	0.1154	19.685	7.73	22.268	34.7%
12:48:40	0.1147	19.692	7.72	22.133	34.9%
12:48:50	0.1156	19.683	7.71	22.293	34.6%
12:49:00	0.1154	19.692	7.70	22.271	34.6%
12:49:10	0.1157	19.693	7.72	22.331	34.6%
12:49:20	0.1140	19.682	7.72	21.998	35.1%
12:49:30	0.1151	19.687	7.72	22.199	34.8%
12:49:40	0.1146	19.686	7.68	22.116	34.7%
12:49:50	0.1151	19.688	7.68	22.208	34.6%
12:50:00	0.1161	19.689	7.68	22.408	34.3%
12:50:10	0.1155	19.691	7.68	22.279	34.5%
12:50:20	0.1145	19.692	7.68	22.093	34.8%
12:50:30	0.1150	19.685	7.67	22.192	34.6%
12:50:40	0.1132	19.686	7.67	21.837	35.1%
12:50:50	0.1157	19.688	7.67	22.326	34.4%
12:51:00	0.1153	19.689	7.67	22.248	34.5%
12:51:10	0.1156	19.686	7.67	22.298	34.4%
12:51:20	0.1151	19.694	7.66	22.209	34.5%
12:51:30	0.1150	19.640	7.66	22.136	34.6%

Q=0.143	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
Average	0.143	19.32	12.89	27.08	47.6%
MIN	0.141	19.28	12.73	26.65	47.1%
MAX	0.145	19.34	13.20	27.38	48.3%
12:52:40	0.144	19.31	13.2	27.32	48.3%
12:52:50	0.144	19.34	13	27.37	47.5%
12:53:00	0.142	19.32	12.9	26.97	47.8%
12:53:10	0.143	19.31	12.9	27.03	47.7%
12:53:20	0.144	19.33	12.9	27.27	47.3%
12:53:30	0.144	19.31	12.91	27.28	47.3%
12:53:40	0.144	19.32	12.91	27.33	47.2%
12:53:50	0.144	19.33	12.91	27.30	47.3%
12:54:00	0.141	19.34	12.84	26.76	48.0%
12:54:10	0.141	19.33	12.74	26.74	47.6%
12:54:20	0.141	19.34	12.74	26.65	47.8%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



12:54:30	0.142	19.34	12.73	26.95	47.2%
12:54:40	0.142	19.33	12.73	26.86	47.4%
12:54:50	0.143	19.34	12.74	27.03	47.1%
12:55:00	0.142	19.33	12.73	26.91	47.3%
12:55:10	0.141	19.34	12.75	26.79	47.6%
12:55:20	0.143	19.34	12.76	27.03	47.2%
12:55:30	0.141	19.33	12.76	26.80	47.6%
12:55:40	0.142	19.31	12.77	26.83	47.6%
12:55:50	0.143	19.32	12.9	27.11	47.6%
12:56:00	0.143	19.33	12.91	27.11	47.6%
12:56:10	0.142	19.31	12.93	26.95	48.0%
12:56:20	0.143	19.32	12.94	27.06	47.8%
12:56:30	0.143	19.32	12.91	27.00	47.8%
12:56:40	0.144	19.32	12.92	27.18	47.5%
12:56:50	0.144	19.32	12.92	27.27	47.4%
12:57:00	0.143	19.32	12.92	26.99	47.9%
12:57:10	0.145	19.31	12.92	27.37	47.2%
12:57:20	0.143	19.33	12.92	27.06	47.8%
12:57:30	0.143	19.32	12.91	27.03	47.8%
12:57:40	0.145	19.33	12.91	27.38	47.1%
12:57:50	0.143	19.31	12.9	27.06	47.7%
12:58:00	0.143	19.32	12.92	27.08	47.7%
12:58:10	0.143	19.32	12.92	27.07	47.7%
12:58:20	0.143	19.32	12.91	27.15	47.5%
12:58:30	0.142	19.32	12.92	26.82	48.2%
12:58:40	0.143	19.33	12.91	27.01	47.8%
12:58:50	0.143	19.32	12.92	27.09	47.7%
12:59:00	0.143	19.31	12.9	27.08	47.6%
12:59:10	0.143	19.32	12.89	27.11	47.5%
12:59:20	0.144	19.32	12.9	27.26	47.3%
12:59:30	0.143	19.31	12.9	27.04	47.7%
12:59:40	0.143	19.33	12.91	27.06	47.7%
12:59:50	0.143	19.31	12.91	26.97	47.9%
13:00:00	0.143	19.30	12.91	27.05	47.7%
13:00:10	0.144	19.32	12.92	27.17	47.6%
13:00:20	0.143	19.32	12.92	27.09	47.7%
13:00:30	0.142	19.32	12.92	26.93	48.0%
13:00:40	0.143	19.32	12.91	27.15	47.5%
13:00:50	0.143	19.32	12.91	27.11	47.6%
13:01:00	0.143	19.31	12.9	27.08	47.6%
13:01:10	0.142	19.31	12.91	26.93	47.9%
13:01:20	0.145	19.31	12.89	27.38	47.1%
13:01:30	0.143	19.32	12.89	27.12	47.5%
13:01:40	0.144	19.31	12.9	27.27	47.3%
13:01:50	0.144	19.31	12.9	27.23	47.4%
13:02:00	0.144	19.31	12.9	27.35	47.2%
13:02:10	0.143	19.32	12.90	27.10	47.6%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所



13:02:20	0.143	19.28	12.89	27.06	47.6%
----------	-------	-------	-------	-------	-------

Q=0.167	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
Average	0.167	18.91	14.86	30.93	48.1%
MIN	0.1656	18.853	14.83	30.600	47.6%
MAX	0.1687	18.926	14.90	31.264	48.6%
13:03:00	0.1667	18.911	14.86	30.891	48.1%
13:03:10	0.1659	18.907	14.87	30.731	48.4%
13:03:20	0.1671	18.901	14.86	30.952	48.0%
13:03:30	0.1661	18.910	14.88	30.773	48.4%
13:03:40	0.1682	18.919	14.87	31.195	47.7%
13:03:50	0.1667	18.906	14.87	30.883	48.1%
13:04:00	0.1668	18.906	14.85	30.906	48.0%
13:04:10	0.1667	18.906	14.87	30.895	48.1%
13:04:20	0.1673	18.926	14.85	31.023	47.9%
13:04:30	0.1662	18.911	14.86	30.805	48.2%
13:04:40	0.1677	18.911	14.86	31.086	47.8%
13:04:50	0.1675	18.906	14.86	31.029	47.9%
13:05:00	0.1678	18.905	14.87	31.096	47.8%
13:05:10	0.1679	18.904	14.85	31.098	47.8%
13:05:20	0.1683	18.899	14.84	31.179	47.6%
13:05:30	0.1667	18.906	14.83	30.881	48.0%
13:05:40	0.1662	18.911	14.85	30.795	48.2%
13:05:50	0.1667	18.917	14.83	30.908	48.0%
13:06:00	0.1676	18.903	14.88	31.045	47.9%
13:06:10	0.1667	18.923	14.86	30.912	48.1%
13:06:20	0.1659	18.914	14.87	30.757	48.3%
13:06:30	0.1659	18.916	14.87	30.752	48.4%
13:06:40	0.1668	18.904	14.86	30.908	48.1%
13:06:50	0.1666	18.901	14.87	30.859	48.2%
13:07:00	0.1658	18.911	14.85	30.723	48.3%
13:07:10	0.1677	18.911	14.86	31.082	47.8%
13:07:20	0.1677	18.909	14.85	31.085	47.8%
13:07:30	0.1659	18.914	14.88	30.749	48.4%
13:07:40	0.1663	18.906	14.85	30.811	48.2%
13:07:50	0.1661	18.903	14.86	30.774	48.3%
13:08:00	0.1682	18.916	14.88	31.188	47.7%
13:08:10	0.1667	18.903	14.87	30.887	48.1%
13:08:20	0.1679	18.889	14.84	31.073	47.8%
13:08:30	0.1677	18.914	14.89	31.080	47.9%
13:08:40	0.1669	18.916	14.88	30.940	48.1%
13:08:50	0.1687	18.915	14.9	31.264	47.7%
13:09:00	0.1661	18.914	14.86	30.791	48.3%
13:09:10	0.1656	18.853	14.87	30.600	48.6%

Q=0.112	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
---------	----------	---------	--------	----------	-------

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



Average	0.112	19.71	4.64	21.54	21.6%
MIN	0.1099	19.677	4.33	21.218	20.40%
MAX	0.1135	19.760	4.74	21.941	22.12%
12:29:20	0.1099	19.702	4.33	21.226	20.40%
12:29:30	0.1122	19.724	4.68	21.681	21.59%
12:29:40	0.1112	19.716	4.69	21.495	21.82%
12:29:50	0.1114	19.702	4.67	21.503	21.72%
12:30:00	0.1121	19.707	4.72	21.645	21.81%
12:30:10	0.1108	19.705	4.73	21.387	22.12%
12:30:20	0.1115	19.713	4.71	21.549	21.86%
12:30:30	0.1123	19.733	4.72	21.709	21.74%
12:30:40	0.1115	19.691	4.70	21.519	21.84%
12:30:50	0.1115	19.702	4.70	21.533	21.83%
12:31:00	0.1116	19.717	4.71	21.573	21.83%
12:31:10	0.1111	19.707	4.69	21.461	21.85%
12:31:20	0.1119	19.692	4.71	21.604	21.80%
12:31:30	0.1123	19.703	4.72	21.680	21.77%
12:31:40	0.1122	19.702	4.74	21.669	21.87%
12:31:50	0.1128	19.694	4.73	21.777	21.72%
12:32:00	0.1123	19.714	4.73	21.691	21.81%
12:32:10	0.1110	19.716	4.61	21.453	21.49%
12:32:20	0.1111	19.705	4.62	21.454	21.53%
12:32:30	0.1120	19.725	4.64	21.641	21.44%
12:32:40	0.1113	19.721	4.61	21.518	21.42%
12:32:50	0.1110	19.695	4.60	21.420	21.48%
12:33:00	0.1122	19.680	4.64	21.648	21.43%
12:33:10	0.1126	19.737	4.72	21.770	21.68%
12:33:20	0.1117	19.704	4.64	21.574	21.51%
12:33:30	0.1119	19.711	4.60	21.619	21.28%
12:33:40	0.1108	19.707	4.61	21.395	21.55%
12:33:50	0.1115	19.698	4.61	21.521	21.42%
12:34:00	0.1120	19.731	4.68	21.651	21.62%
12:34:10	0.1103	19.714	4.60	21.319	21.58%
12:34:20	0.1119	19.699	4.62	21.611	21.38%
12:34:30	0.1112	19.715	4.70	21.478	21.88%
12:34:40	0.1115	19.709	4.59	21.530	21.32%
12:34:50	0.1106	19.689	4.59	21.336	21.51%
12:35:00	0.1122	19.760	4.63	21.721	21.32%
12:35:10	0.1103	19.707	4.56	21.311	21.40%
12:35:20	0.1113	19.735	4.60	21.522	21.37%
12:35:30	0.1105	19.677	4.61	21.304	21.64%
12:35:40	0.1112	19.736	4.66	21.507	21.67%
12:35:50	0.1115	19.715	4.63	21.540	21.49%
12:36:00	0.1099	19.698	4.59	21.218	21.63%
12:36:10	0.1135	19.718	4.67	21.941	21.28%
12:36:20	0.1111	19.710	4.64	21.454	21.63%
12:36:30	0.1119	19.682	4.58	21.575	21.23%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



12:36:40	0.1127	19.721	4.68	21.783	21.48%
12:36:50	0.1112	19.725	4.60	21.501	21.39%
12:37:00	0.1113	19.677	4.57	21.471	21.28%
12:37:10	0.1124	19.724	4.66	21.732	21.44%
12:37:20	0.1116	19.724	4.67	21.572	21.65%
12:37:30	0.1104	19.719	4.59	21.339	21.51%
12:37:40	0.1106	19.725	4.58	21.384	21.42%

Q=0.134	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
Average	0.134	19.43	7.97	25.48	31.3%
MIN	0.1317	19.396	7.82	25.099	30.59%
MAX	0.1361	19.462	8.03	25.879	31.82%
13:10:10	0.1323	19.437	7.82	25.206	31.02%
13:10:20	0.1317	19.448	7.85	25.099	31.28%
13:10:30	0.1344	19.458	7.84	25.632	30.59%
13:10:40	0.1336	19.439	7.90	25.449	31.04%
13:10:50	0.1332	19.408	7.94	25.329	31.35%
13:11:00	0.1326	19.423	7.91	25.236	31.34%
13:11:10	0.1345	19.432	7.93	25.614	30.96%
13:11:20	0.1323	19.418	7.92	25.171	31.46%
13:11:30	0.1326	19.433	7.96	25.249	31.53%
13:11:40	0.1325	19.450	7.95	25.247	31.49%
13:11:50	0.1325	19.433	7.95	25.233	31.51%
13:12:00	0.1337	19.415	7.99	25.433	31.42%
13:12:10	0.1326	19.462	8.02	25.290	31.71%
13:12:20	0.1343	19.440	8.01	25.579	31.31%
13:12:30	0.1344	19.419	8.03	25.569	31.40%
13:12:40	0.1338	19.424	8.00	25.461	31.42%
13:12:50	0.1340	19.443	8.01	25.529	31.38%
13:13:00	0.1347	19.419	8.00	25.626	31.22%
13:13:10	0.1341	19.440	8.01	25.540	31.36%
13:13:20	0.1353	19.430	8.01	25.754	31.10%
13:13:30	0.1361	19.408	8.01	25.879	30.95%
13:13:40	0.1319	19.423	7.99	25.109	31.82%
13:13:50	0.1343	19.398	8.00	25.528	31.34%
13:14:00	0.1345	19.428	8.02	25.602	31.33%
13:14:10	0.1344	19.428	7.99	25.590	31.22%
13:14:20	0.1351	19.411	7.99	25.697	31.09%
13:14:30	0.1348	19.396	8.00	25.620	31.23%
13:14:40	0.1344	19.416	7.99	25.566	31.25%
13:14:50	0.1342	19.411	8.03	25.528	31.46%
13:15:00	0.1353	19.421	8.03	25.753	31.18%
13:15:10	0.1351	19.427	8.02	25.725	31.18%
13:15:20	0.1339	19.430	8.02	25.495	31.46%
13:15:30	0.1338	19.407	7.99	25.440	31.41%

Q=0.155	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
---------	----------	---------	--------	----------	-------

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



Average	0.155	19.09	11.50	28.97	39.7%
MIN	0.1533	19.047	11.30	28.676	38.93%
MAX	0.1572	19.263	12.23	29.346	41.95%
12:17:10	0.1558	19.095	11.63	29.153	39.89%
12:17:20	0.1548	19.090	11.38	28.957	39.30%
12:17:30	0.1548	19.090	11.37	28.960	39.26%
12:17:40	0.1549	19.093	11.34	28.990	39.12%
12:17:50	0.1540	19.092	11.37	28.816	39.46%
12:18:00	0.1552	19.094	11.39	29.035	39.23%
12:18:10	0.1553	19.086	11.39	29.042	39.22%
12:18:20	0.1536	19.090	11.38	28.738	39.60%
12:18:30	0.1544	19.094	11.38	28.897	39.38%
12:18:40	0.1543	19.093	11.39	28.867	39.46%
12:18:50	0.1546	19.088	11.39	28.915	39.39%
12:19:00	0.1538	19.089	11.4	28.776	39.62%
12:19:10	0.1541	19.092	11.4	28.835	39.54%
12:19:20	0.1538	19.088	11.41	28.773	39.66%
12:19:30	0.1550	19.088	11.42	28.989	39.39%
12:19:40	0.1546	19.090	11.42	28.924	39.48%
12:19:50	0.1540	19.097	11.41	28.818	39.59%
12:20:00	0.1554	19.083	11.38	29.057	39.16%
12:20:10	0.1547	19.086	11.39	28.929	39.37%
12:20:20	0.1539	19.086	11.38	28.778	39.54%
12:20:30	0.1547	19.087	11.4	28.932	39.40%
12:20:40	0.1551	19.083	11.39	29.001	39.27%
12:20:50	0.1546	19.082	11.38	28.919	39.35%
12:21:00	0.1552	19.088	11.37	29.034	39.16%
12:21:10	0.1549	19.092	11.36	28.984	39.19%
12:21:20	0.1552	19.091	11.33	29.030	39.03%
12:21:30	0.1551	19.094	11.3	29.017	38.94%
12:21:40	0.1543	19.092	11.32	28.879	39.20%
12:21:50	0.1533	19.091	11.32	28.676	39.47%
12:22:00	0.1542	19.082	11.34	28.831	39.33%
12:22:10	0.1536	19.088	11.36	28.726	39.55%
12:22:20	0.1550	19.084	11.35	28.986	39.16%
12:22:30	0.1555	19.086	11.37	29.094	39.08%
12:22:40	0.1561	19.092	11.37	29.208	38.93%
12:22:50	0.1551	19.089	11.39	29.011	39.26%
12:23:00	0.1551	19.089	11.38	29.009	39.23%
12:23:10	0.1550	19.096	11.39	29.001	39.27%
12:23:20	0.1535	19.091	11.4	28.720	39.69%
12:23:30	0.1545	19.094	11.38	28.912	39.36%
12:23:40	0.1546	19.090	11.41	28.918	39.46%
12:23:50	0.1547	19.095	11.42	28.953	39.44%
12:24:00	0.1545	19.091	11.41	28.909	39.47%
12:24:10	0.1550	19.096	11.44	29.009	39.44%
12:24:20	0.1553	19.091	11.42	29.052	39.31%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフオレスト株式会社 越生小水力発電所



12:24:30	0.1546	19.089	11.42	28.926	39.48%
12:24:40	0.1562	19.088	11.39	29.229	38.97%
12:24:50	0.1557	19.082	11.41	29.118	39.19%
12:25:00	0.1546	19.088	11.45	28.928	39.58%
12:25:10	0.1545	19.088	11.47	28.907	39.68%
12:25:20	0.1544	19.088	11.47	28.879	39.72%
12:25:30	0.1534	19.081	11.47	28.686	39.98%
12:25:40	0.1561	19.075	11.5	29.178	39.41%
12:25:50	0.1553	19.082	11.51	29.041	39.63%
12:26:00	0.1538	19.077	11.51	28.748	40.04%
12:26:10	0.1540	19.063	11.53	28.773	40.07%
12:26:20	0.1553	19.063	11.69	29.019	40.28%
12:26:30	0.1555	19.047	11.8	29.024	40.66%
12:26:40	0.1562	19.049	12.23	29.157	41.95%
12:26:50	0.1565	19.050	12.23	29.212	41.87%
12:27:00	0.1572	19.053	12.23	29.346	41.67%
12:27:10	0.1568	19.050	12.2	29.265	41.69%
12:27:20	0.1568	19.055	12.22	29.275	41.74%
12:27:30	0.1560	19.107	12.21	29.218	41.79%
12:27:40	0.1550	19.263	11.87	29.254	40.58%

Q=0.200	流量[m3/s]	有効落差[m]	出力[kW]	理論出力[kW]	効率[%]
Average	0.200	18.00	20.03	35.22	56.9%
MIN	0.1981	17.961	19.98	34.918	56.31%
MAX	0.2018	18.013	20.31	35.621	57.64%
12:04:10	0.2002	17.961	20.31	35.238	57.64%
12:04:20	0.2007	18.002	20.21	35.407	57.08%
12:04:30	0.1990	17.988	20.08	35.078	57.24%
12:04:40	0.2001	17.999	20	35.292	56.67%
12:04:50	0.1995	18.006	20.02	35.198	56.88%
12:05:00	0.1987	17.994	20.07	35.030	57.29%
12:05:10	0.1984	18.003	20.01	34.999	57.17%
12:05:20	0.1992	18.003	20.01	35.153	56.92%
12:05:30	0.1997	17.997	20.03	35.220	56.87%
12:05:40	0.1996	18.004	20.02	35.220	56.84%
12:05:50	0.2009	17.999	20.02	35.433	56.50%
12:06:00	0.1985	17.997	20.04	35.010	57.24%
12:06:10	0.2001	18.003	20.03	35.311	56.73%
12:06:20	0.2005	18.009	20.05	35.387	56.66%
12:06:30	0.1982	18.010	20.04	34.984	57.28%
12:06:40	0.1996	18.008	20.02	35.227	56.83%
12:06:50	0.1991	18.003	20.01	35.120	56.98%
12:07:00	0.1986	17.996	20.01	35.020	57.14%
12:07:10	0.1996	18.011	20	35.225	56.78%
12:07:20	0.1984	18.010	20.02	35.021	57.16%

全体概要

【中小水力発電分野】
エネフォレスト株式会社 越生小水力発電所



12:07:30	0.1995	18.006	20.04	35.210	56.92%
12:07:40	0.1981	18.006	20.02	34.958	57.27%
12:07:50	0.2002	18.011	20.03	35.337	56.68%
12:08:00	0.1998	18.008	20.04	35.256	56.84%
12:08:10	0.2018	18.013	20.06	35.621	56.31%
12:08:20	0.1985	18.011	20.03	35.036	57.17%
12:08:30	0.1981	17.990	20.04	34.918	57.39%
12:08:40	0.1990	17.997	20.02	35.098	57.04%
12:08:50	0.2000	18.006	20.03	35.293	56.75%
12:09:00	0.2001	18.000	20.04	35.291	56.78%
12:09:10	0.1998	18.004	20.02	35.251	56.79%
12:09:20	0.1989	18.006	20.03	35.089	57.08%
12:09:30	0.1998	18.008	20.01	35.261	56.75%
12:09:40	0.1995	18.005	20.04	35.204	56.93%
12:09:50	0.2003	18.001	20.03	35.339	56.68%
12:10:00	0.1994	17.995	20.04	35.167	56.98%
12:10:10	0.1996	18.003	20.01	35.209	56.83%
12:10:20	0.2005	18.009	20.05	35.385	56.66%
12:10:30	0.2004	18.011	20.02	35.373	56.60%
12:10:40	0.2014	18.008	20.04	35.539	56.39%
12:10:50	0.1997	18.008	20.02	35.244	56.80%
12:11:00	0.1991	18.008	20.03	35.129	57.02%
12:11:10	0.2004	17.996	20.03	35.350	56.66%
12:11:20	0.2001	18.003	20.01	35.308	56.67%
12:11:30	0.1998	18.008	20.02	35.265	56.77%
12:11:40	0.1995	17.997	20.01	35.186	56.87%
12:11:50	0.1982	17.991	19.99	34.947	57.20%
12:12:00	0.2001	18.001	19.98	35.300	56.60%
12:12:10	0.2010	18.008	20.04	35.475	56.49%
12:12:20	0.1992	17.996	20.02	35.131	56.99%
12:12:30	0.1996	18.003	20.01	35.219	56.82%
12:12:40	0.1996	18.004	20.03	35.224	56.86%
12:12:50	0.1997	17.996	20.02	35.224	56.84%

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。