

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 : 合同会社ひおき発電
製品名・型番 : クロスフロー水車
実証試験実施場所 : 鹿児島県日置市東市来町伊作田 玉田小水力発電所
実証番号 : 120-1501



地球温暖化対策技術分野
中小水力発電技術

実証番号 No.120-1501

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 試験設備の概要	5
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
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	14
5-2-5 測定方法	14
5-2-6 試験成績書	15
6 実証試験場所の概要	16
7 データとして活用する前年度調査結果	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	その他の測定項目	18
9	実証試験で得られたデータ	19
9-1	測定値と分析に使用するデータのまとめ	19
9-2	有効落差の算出	20
9-3	軸動力の算出	21
9-4	水車効率の算出	22
10	実証試験の結果と考察	23
10-1	出力と効率に関する評価と考察	23
10-1-1	性能一般に関する考察	23
10-1-2	試験結果とメーカー公表値との比較	24
10-2	総合評価	25
11	用語集	26
12	参考情報	27
	巻末資料	28

【中小水力発電分野】
合同会社ひおき発電 クロスフロー水車

【 全 体 概 要 】

[1] 実証対象技術の概要

実証対象製品は、農業用水などゴミが入らないように管理された水の落差 15m 程度において、一年を通じて一定の使用水量で運転することを想定し、水車製作、制御盤製作および、施工までを一貫して自社で行うために開発されたクロスフロー水車である。実証対象範囲は水車のみだが、試験設備は水車発電機が一体となっており、発電機までの性能が公表されている。設備の主要諸元は、流量流量 $0.01\text{m}^3/\text{s} \sim 0.04 \text{m}^3/\text{s}$ 、有効落差約 15 m、出力3kW、ガイドベーン固定のクロスフロー水車である。システム全体の出力組立図を下図に示す。

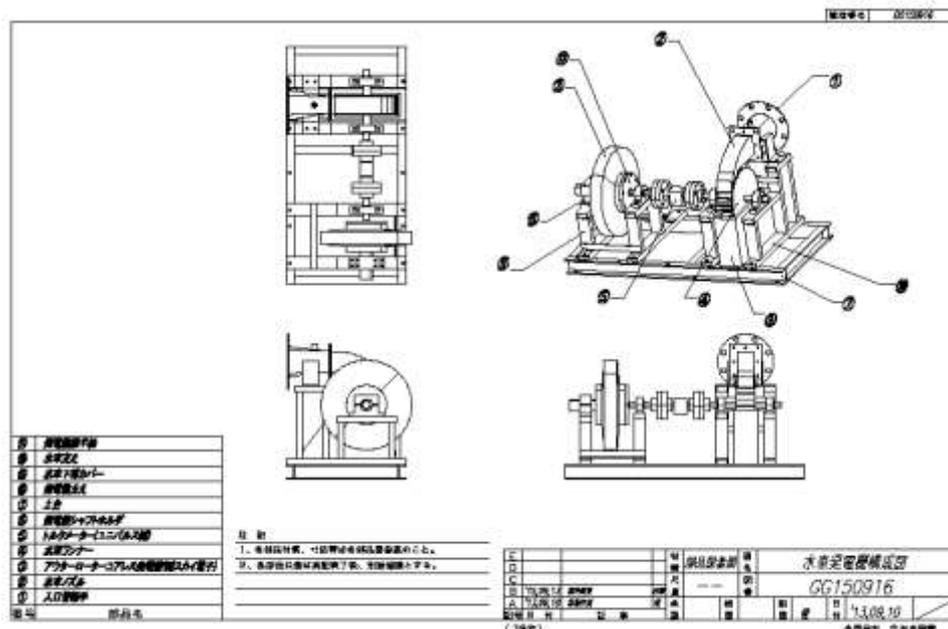


図 1 水車発電機組立図

[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。

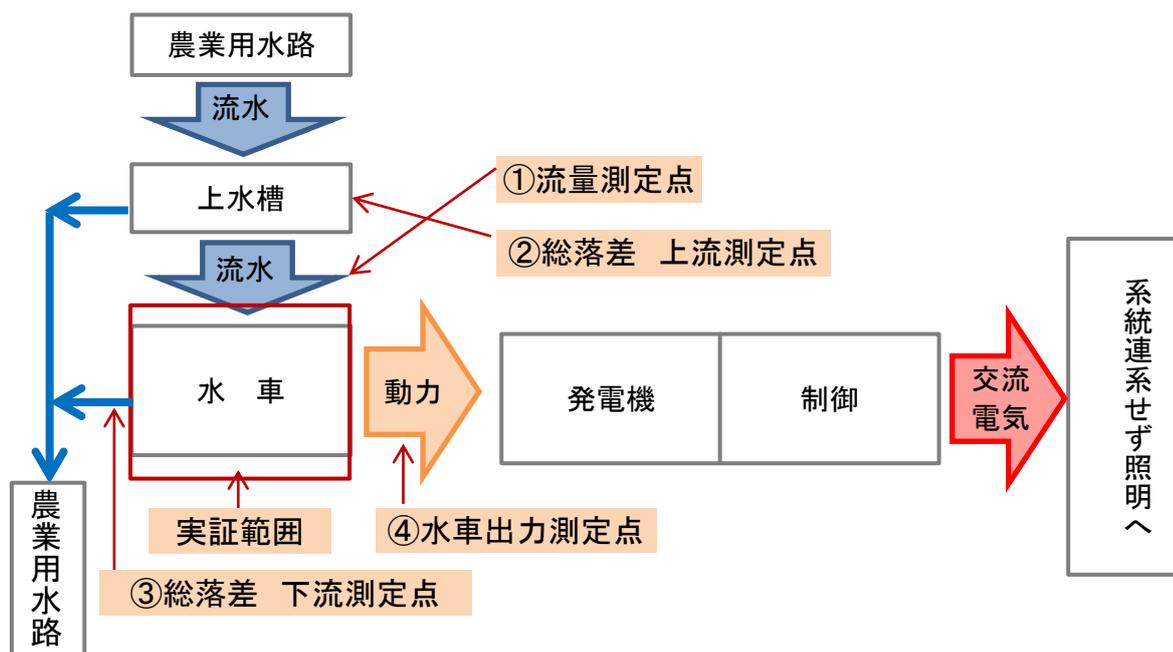


図 2 全体システムと性能測定対象システム

【3】実証試験結果

2015年11月16日に計測した水車の流量－出力曲線と流量－効率曲線を図3試験結果に示す。

試験の結果、流量 0.011m³/s～0.031m³/s の範囲で水車出力 0.10kW～1.94kW、水車効率 5.1%～42.7%であった。また、参考項目として計測した電気出力と総合効率はメーカー公表値と比較して出力、総合効率ともに性能の向上が認められたが、メーカー公表値の条件に比べて落差は-0.44m～2.8m（-3%～19%）高く、流量は同程度の条件であるため、水車の出力や効率が設計条件よりも高かったのは、水車性能が高いと考えるのが合理的で妥当である。なお、100kW以下の一般的な発電機効率は91%程度であり、実証対象製品のように発電機と直結するシステム全体の発電出力が想定できる。また、伝達装置を介する場合は伝達装置の効率を考慮すれば、システム全体の発電出力を検討できる。

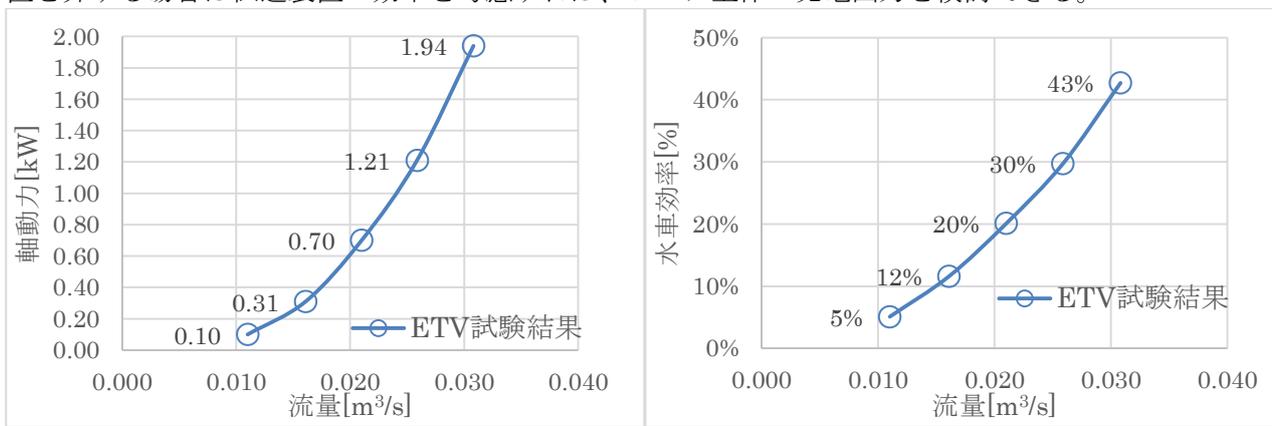


図3 試験結果

【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 H.C.F Waterwheel		
製造(販売)企業名	合同会社ひおき発電 Hioki-Hatsuden LLC.		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 099-248-7200 FAX : 099-248-7201	
	ウェブサイト	なし	
	E-mail	yoshidome@kobira.co.jp	
設置条件	0°C～40°C、使用流体：清水又は除塵された河川水		
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等	5年毎点検整備（現地）：300,000円 10年整備（工場）：800,000円		
施工性	技術指導を受け、かつ、資材・機器の支援を受ければ、ユーザー自身での施工も可能		
コスト概算	イニシャルコスト		
	機 器	数 量	
	水車	1式	600,000円
	発電機	1式	650,000円
	土木構造物	1式	注1
	その他（制御盤、計器、電気工事）	1式	2,590,000円
合 計		3,840,000円	

注1 土木構造物については設置場所における諸条件により個別に計上する。

【 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、5m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。クロスフロー水車はガイドベーンを通る水の速度と圧力によりランナーを回転させる仕組みで、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、一般的にはガイドベーンの幅を 1:2 の割合で分割することで、幅広い流量変動に対応して効率を維持して運転できる範囲が広い特徴があるが実証対象製品は固定ガイドベーンとし、一年を通じて一定流量の運転を想定している。

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は、下図に示すとおり。

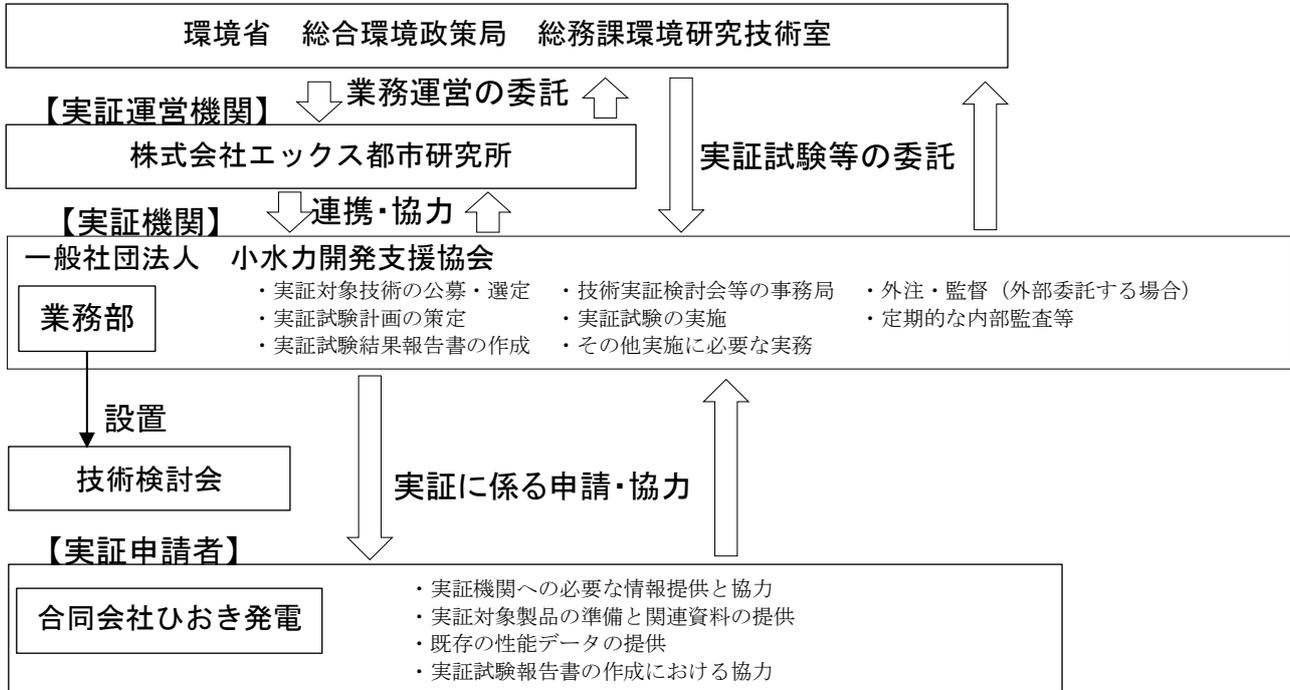


図 2-1 実施体制

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 松尾壽裕
		実証試験対象技術の公募・審査	
		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	
		中島 大	データの品質管理
			実証試験の監査
ロガーデータの確認			
実証申請者	合同会社ひおき発電	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	吉留広大

3 実証対象技術（機器等）の概要

3-1 水車の概要

水車製作、制御盤製作および、施工までを一貫して自社で行うために開発された製品である。主要諸元は、流量0.01m³/s～0.04m³/s、有効落差約15m、出力3kW、ガイドベーンを固定したクロスフロー水車である。水車構造図を下に示す。

表 3-1 水車仕様

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	0.04 m ³ /s	15 m	3kW	30枚、幅80mm、直径310mm	固定

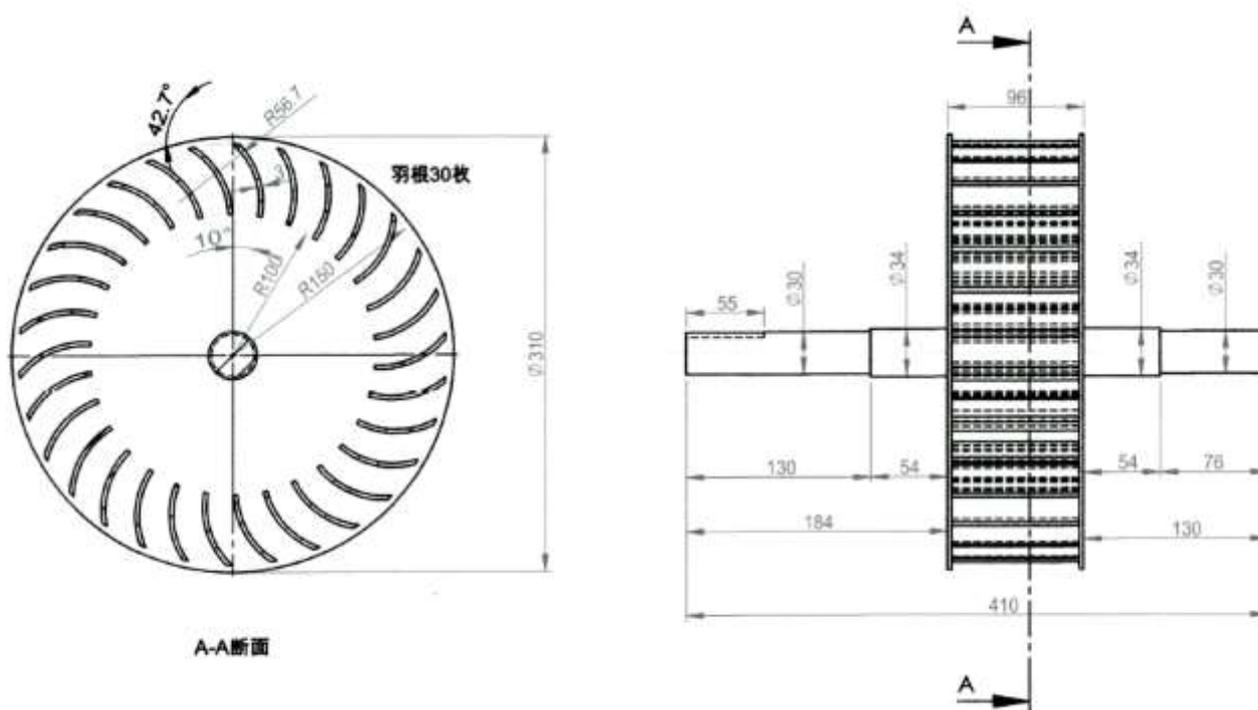


図 3-1 水車構造図

3-2 試験設備の概要

実証対象製品は農業用水などの落差 15m 程度において、総合効率 60%~70%、設備利用率 95%以上、メンテナンスコスト低減を目指して開発された発電設備である。実証対象範囲は水車のみだが、水力発電設備組立図及び設備外観を下に示す。

表 3-2 発電設備仕様

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
スカイ電子 アウターコアレス 発電機	SKY- HG450	100min ⁻¹ ~300min ⁻¹	3.5kW	オムロン KP44M	4.4kW

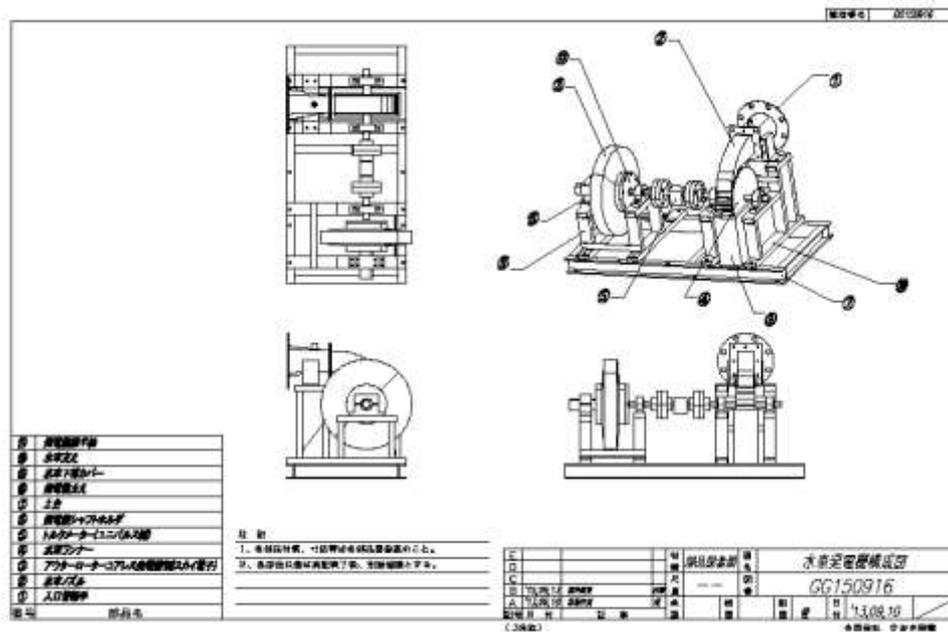


図 3-2 試験設備組立図



写真 3-1 試験設備の様子

3-3 実証範囲と測定点

全体システムと、実証試験において実証範囲とする実証単位である水車の関係を図 3-3 に示す。

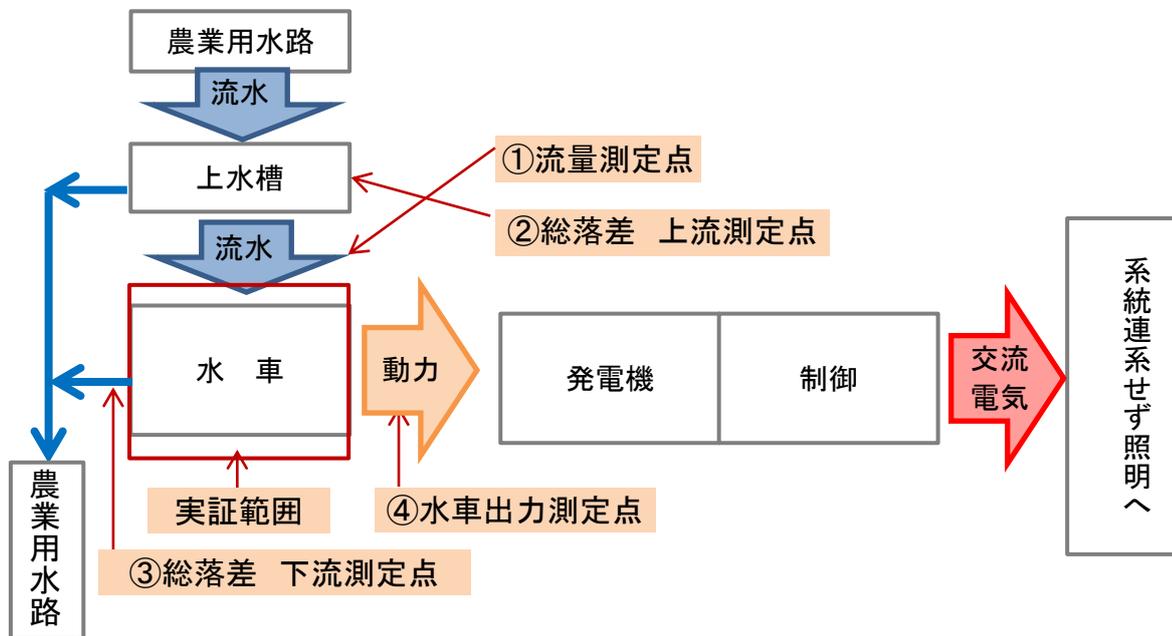


図 3-3 全体システムと性能測定対象システム

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図 3-4 と表 3-2 に、主な測定器の使用を表 3-3 に示す。

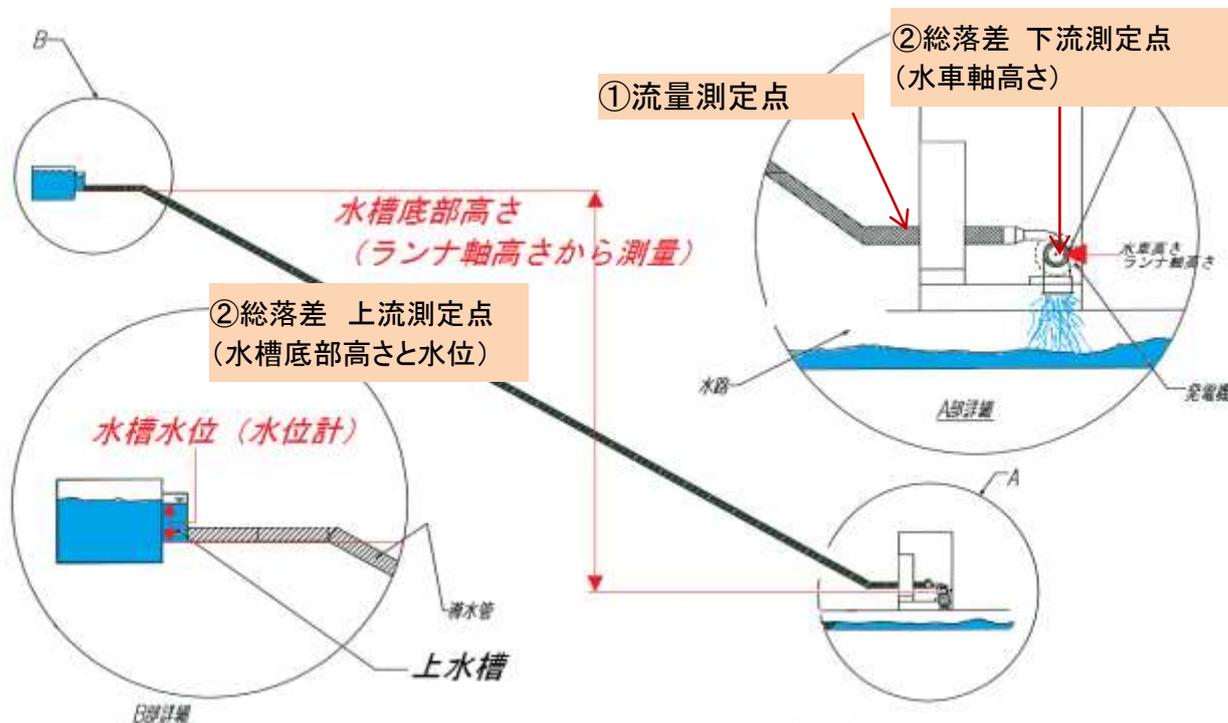


図 3-4 測定点と測定器の対応

表 3-3 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 3-3、図 3-4「①流量測定点」は水車入口前直管部	超音波流量計
総落差 上流測定点	図 3-3、図 3-4「②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 3-3、図 3-4「②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
動力	図 3-3「④水車出力測定点」は水車ランナ軸における軸動力と回転速度	トルクメータ、タコメータ

表 3-4 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	富士電機	FSCS10A1-10J	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
トルクメータ	ユニパルス	UTM II	±200Nm	非直線性±0.03%FS 零点の温度特性 ±0.01%FS/°C
タコメータ	小野測器	HT-5500	6～99999r/min	±0.02%

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 3-5 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、トルクメータ、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。
水圧式水位計	1 秒間の平均値を内部ロガーに記録する。

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	超音波流量の測定値（1 秒間平均流量）をそのまま使用する。
② 有効落差	上流測定点と下流測定点の水位差から摩擦損失水頭を減じて算出する。 摩擦損失は①流量測定点の水路断面積と流速から算出する。
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 軸動力	トルクメータの測定値とタコメータの測定値を乗じて軸動力とし、他の測定と同時刻の軸動力とする。
⑤ 水車効率	④ ÷ ③ で算出する。

4 実証すべき内容

4-1 メーカーが公表している性能

メーカーが公表している性能資料は図 4-1 流量－出力曲線と図 4-2 の流量－効率曲線のシステム全体の性能資料であり、本実証の対象範囲は水車効率である。水車の設計目標は、総落差 15m、流量 $0.014\text{m}^3/\text{s} \sim 0.040\text{m}^3/\text{s}$ 、回転速度 400min^{-1} の条件でシステム全体の最大出力を 3kW としていた。これは最大使用水量 $0.040\text{m}^3/\text{s}$ における水車効率 51% を目標としていたといえる。

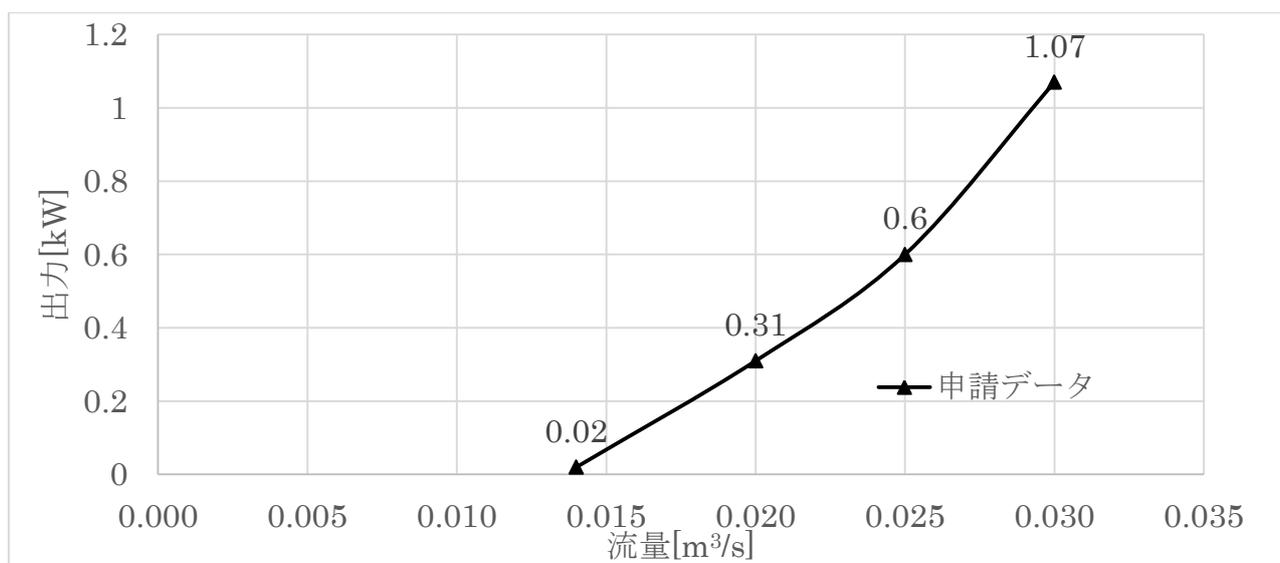


図 4-1 メーカーが公表している流量－出力曲線

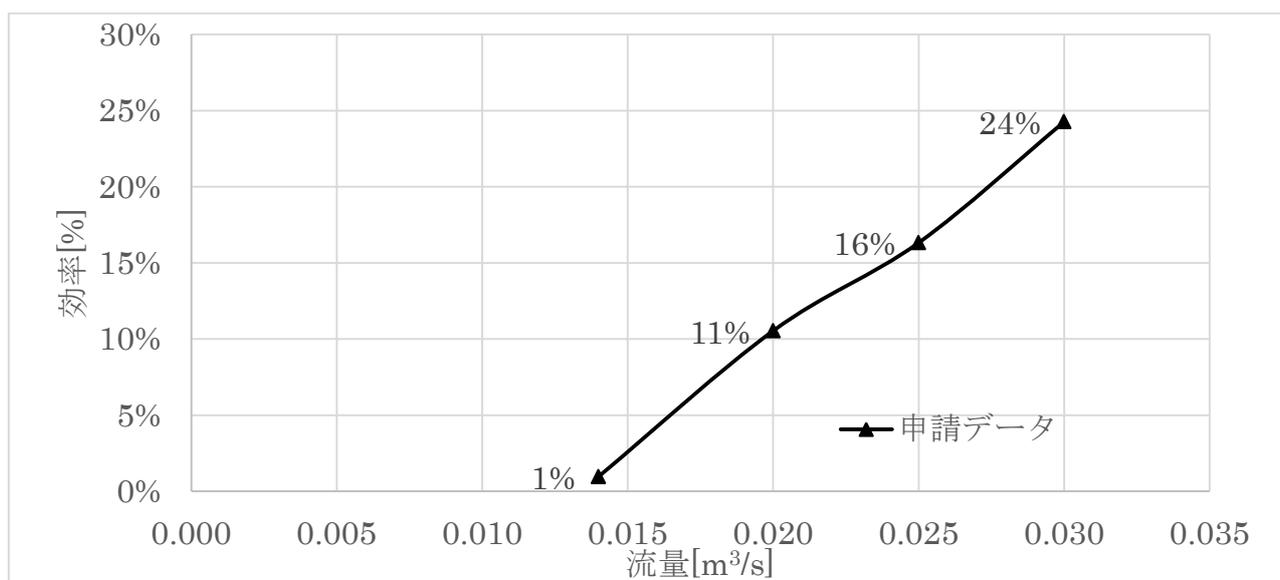


図 4-2 メーカーが公表している流量－効率曲線

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。実証対象製品は固定ガイドベーンのカロスフロー水車であり、ユーザーに重要な性能としては最適な落差流量条件における最高効率よりも、対応する流量範囲とその際の出力であると考えられるため、流量－効率と流量－出力を水車性能として実証とする。

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、メーカー公表値と同程度の流量範囲とする。すなわち、最大流量から最少流量までを含む曲線を示すために5点の試験を行う。

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対象製品は 3kW 程度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、実証対象製品は水車のみであり、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最大流量、最高効率流量、最小流量の状況が推計できるよう 5 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 0.2m、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 $1.00[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、重力加速度は $9.8[\text{m}/\text{s}^2]$ 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合と判定」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

JEC 規格では出力は電力により測定としているが、実証対象製品は水車のみであり、出力としては軸動力を対象としトルクと回転速度を測定した。

(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いるが、水車入口の圧力計が利用できないため、総落差から損失落差として摩擦損失、入口損失を差し引くことで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。

6 実証試験場所の概要

玉田小水力発電所（〒899-2203 鹿児島県日置市東市来町伊作田 788 下方棚田内）にて実証試験を行った。



写真 6-1 試験設備の外観

7 データとして活用する前年度調査結果

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11月13日測量、2016年2月27日試験）以外に調査を行わなかった。

8 実証試験の実施方法

8-1 流量測定

超音波流量計、水車出力トルク計、回転計を設置し外付ロガーに記録した。



写真 8-1 超音波流量計の設置

8-2 その他の測定項目

超音波流量計と同様に、トルク計、タコメータを外付ロガーに記録した。

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

実施日時 2015年11月13日10時～17時測量、2月27日10時～11時試験

9-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ

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	22°C(11月16日11:00)	24°C
②水温	温度計の目視測定値	17.5°C(11月16日11:00)	17.5°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	総落差である上流測定点と下流測定点の水位差から摩擦損失を減じて算出する。 摩擦損失は①流量測定点の水路断面積と流速から算出する。	水位計の内部ロガーに1秒間の平均値を記録 ③から算出	9-2に記載
⑤トルク	トルクメータから1秒間の平均値を出力	外付けロガーに記録	
⑥回転速度	タコメータから1秒間隔で瞬時値を出力	外付けロガーに記録	
⑦軸動力		⑤・⑥から算出	9-3に記載
⑧水車効率	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

9-2 有効落差の算出

水車入口水圧が計測できないため、上水槽水位に上水槽高さを加えた総落差から損失水頭を減じて有効落差を求める。損失水頭は摩擦損失とし、管路長と流速から算出する。

有効落差＝総落差（上水槽水位＋上水槽高さ）－損失水頭（摩擦損失＋入口損失）

ここで、摩擦損失 h_f は、VU 管の管路長 $L=188\text{m}$ 、管径 $D=0.2\text{m}$ 、粗度係数 $n=0.010$ とし、次式の通り摩擦損失係数 f に速度水頭を乗じて求めた。

$$\text{摩擦損失 } h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (\text{水理公式集 式 4-3.1})$$

$$\text{摩擦損失係数 } f = \frac{8gn^2}{(D/4)^3} \quad (\text{水理公式集 式 4-3.12})$$

入口損失 h_e は、入口形状と損失係数の関係式から損失係数 f_e (角端 0.5) に速度水頭を乗じて求めた。

$$\text{入口損失 } h_e = f_e \frac{v^2}{2g} \quad (\text{水理公式集 式 4-3.13})$$

5つの流量条件において約5分間にわたり10秒間平均値、最小値～最大値を表9-2に示す。

表 9-2 有効落差の算出

		総落差	流速	速度水頭	損失水頭	入口損失	有効落差
		[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]
Q=0.011	Average	18.24	0.65	0.02	0.43	0.01	17.80
	MIN	18.236	0.640	0.021	0.418	0.010	17.767
	MAX	18.239	0.670	0.023	0.458	0.011	17.810
Q=0.016	Average	18.14	0.92	0.04	0.86	0.02	17.26
	MIN	18.13	0.90	0.04	0.83	0.02	17.21
	MAX	18.14	0.94	0.05	0.90	0.02	17.29
Q=0.021	Average	18.10	1.22	0.08	1.53	0.04	16.53
	MIN	18.09	1.20	0.07	1.47	0.04	16.46
	MAX	18.10	1.25	0.08	1.60	0.04	16.59
Q=0.026	Average	18.05	1.51	0.12	2.31	0.06	15.68
	MIN	18.03	1.48	0.11	2.24	0.06	15.61
	MAX	18.06	1.52	0.12	2.36	0.06	15.75
Q=0.031	Average	18.00	1.81	0.17	3.35	0.08	14.56
	MIN	17.97	1.79	0.16	3.27	0.08	14.49
	MAX	18.01	1.83	0.17	3.42	0.09	14.65

9-3 軸動力の算出

水車の動力はトルクメータの記録とタコメータの記録から軸動力を算出し表 9-3 に示す。5 つの流量条件において約 5 分間以上にわたり 10 秒間平均値の最小値～最大値を下表に示し、巻末資料に 10 秒間平均値を示す。

軸動力 = トルク × ①単位変換係数 × 回転速度 × ②単位変換係数

単位変換係数は、① 1 N = 0.101972 kgf、② 1 kW = (1 kgf・m × 1 min⁻¹) / 974

表 9-3 軸動力の算出

		回転数	トルク	水車動力
		[min ⁻¹]	[Nm]	[kW]
Q=0.011	Average	137.87	6.97	0.10
	MIN	132.000	6.00	0.086
	MAX	141.000	7.00	0.103
Q=0.016	Average	299.20	10.03	0.31
	MIN	294.00	9.00	0.28
	MAX	304.00	11.00	0.35
Q=0.021	Average	310.03	21.58	0.70
	MIN	260.00	20.00	0.62
	MAX	323.00	25.00	0.75
Q=0.026	Average	323.64	35.71	1.21
	MIN	305.00	33.00	1.14
	MAX	352.00	39.00	1.26
Q=0.031	Average	339.21	54.75	1.94
	MIN	305.00	53.00	1.83
	MAX	362.00	58.00	2.06

9-4 水車効率の算出

水車効率は理論出力に対する軸動力の割合であり、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軸動力を示し、④理論出力、⑤水車効率、総合効率は下式で算出した。また、試験要領の規定を満たさない計測方法による参考値として、発電機損失とパワーコンディショナ損失を経たシステム全体の電気出力を示し、総合効率を算出した。

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

$$\text{⑤水車効率} = \text{③軸動力} \div \text{④理論出力}$$

この算出に際して、①有効落差、②流量、③軸動力は 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 水車効率の算出

		有効落差	水車動力	理論出力	水車効率	電気出力 (参考項目)	総合効率 (参考項目)
		[m]	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Q=0.011	Average	17.80	0.10	1.97	5.1%	※ND	ND
	MIN	17.77	0.086	1.918	4.4%	ND	ND
	MAX	17.81	0.103	2.025	5.3%	ND	ND
Q=0.016	Average	17.26	0.31	2.72	11.6%	0.082	3%
	MIN	17.21	0.28	2.67	10.1%	0.08	3%
	MAX	17.29	0.35	2.78	12.7%	0.085	3%
Q=0.021	Average	16.53	0.70	3.47	20.1%	0.48	14%
	MIN	16.46	0.62	3.39	17.9%	0.47	14%
	MAX	16.59	0.75	3.53	21.7%	0.48	14%
Q=0.026	Average	15.68	1.21	4.07	29.7%	0.96	24%
	MIN	15.61	1.14	3.98	27.9%	0.90	23%
	MAX	15.75	1.26	4.13	31.1%	1.00	24%
Q=0.031	Average	14.56	1.94	4.55	42.7%	1.62	36%
	MIN	14.49	1.83	4.49	39.7%	1.50	33%
	MAX	14.65	2.06	4.62	45.4%	1.71	37%

※最小流量 0.011m³/s では、電気出力は記録されなかった。

10 実証試験の結果と考察

10-1 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

水車のみを対象範囲とした実証試験結果と、システム全体を対象範囲としたメーカー公表値を比較した図10-1 流量-出力曲線、図10-2 流量-効率曲線を示す。設計最大流量である0.040m³/sを確保できなかったため試験はメーカー公表値と同程度の流量範囲で最小流量0.011m³/sから最大流量0.031m³/sの流量範囲で5つの流量条件の試験を行った。

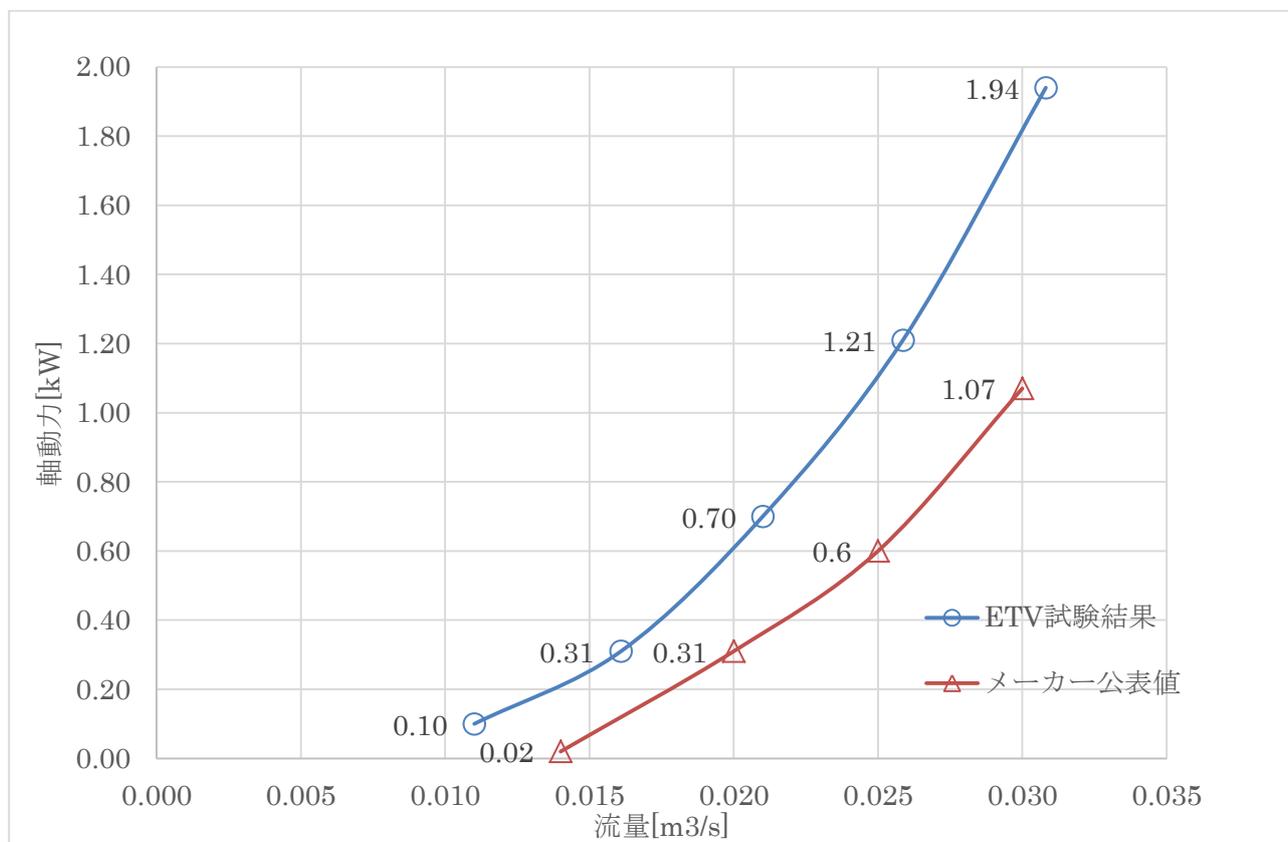


図10-1 流量-出力曲線の申請データと試験結果

表10-1 試験結果とメーカー公表値の流量-出力表

ETV 試験結果(水車のみ)	流量[m³/s]	0.011	0.016	0.021	0.026	0.031
	水車出力[kW]	0.10	0.31	0.70	1.21	1.94
	有効落差[m]	17.80	17.26	16.53	15.68	14.56
	電気出力[kW] (参考値)	ND	ND	0.48	0.96	1.62
メーカー公表値(システム全体)	流量[m³/s]	0.014	0.020	0.025	0.030	
	電気出力[kW]	0.02	0.31	0.6	1.07	
	有効落差[m]	15.00				

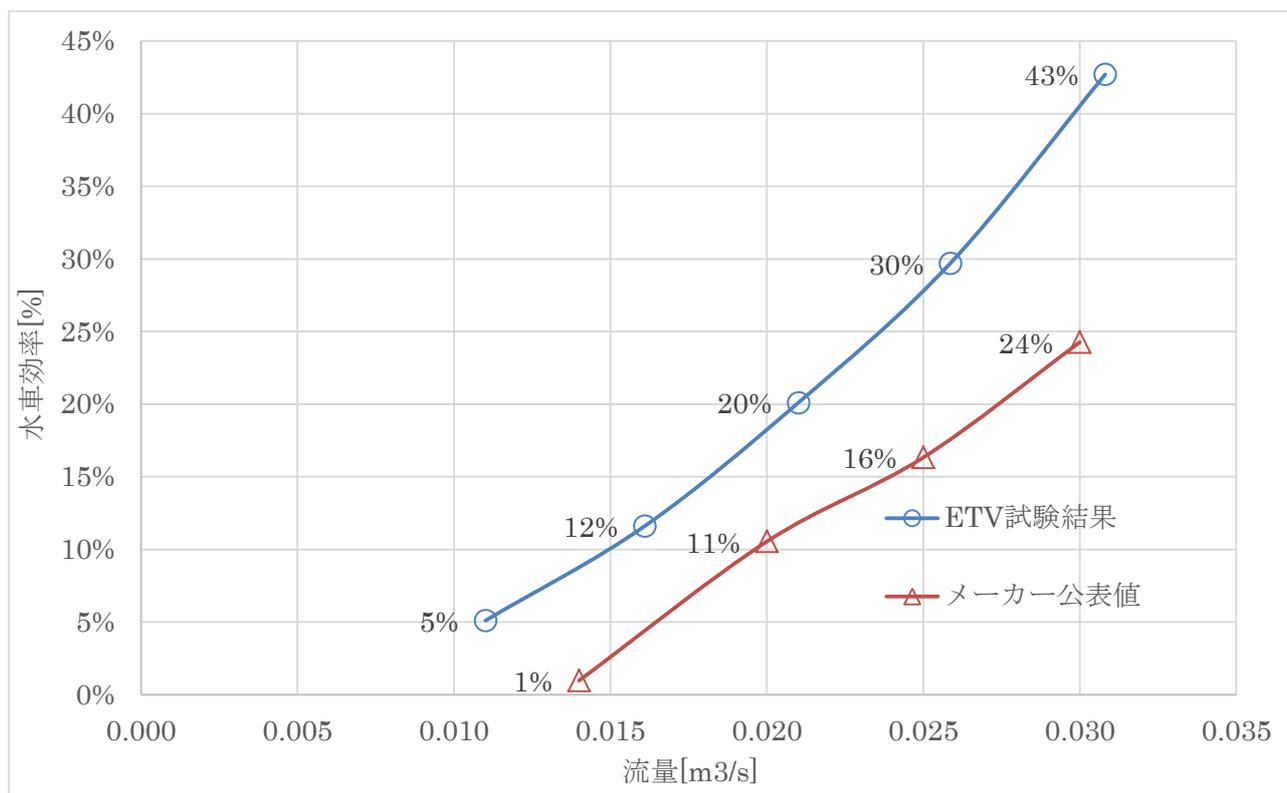


図 10-2 実証した流量－効率曲線とメーカー公表値

表 10-2 試験結果とメーカー公表値の流量－効率表

ETV 試験結果(水車のみ)	流量[m³/s]	0.011	0.016	0.021	0.026	0.031
	水車効率[%]	5%	12%	20%	30%	43%
	有効落差[m]	17.80	17.26	16.53	15.68	14.56
	総合効率[%]	ND	ND	14%	24%	36%
メーカー公表値(システム全体)	流量[m³/s]	0.014	0.020	0.025	0.030	
	総合効率[%] (参考値)	1%	11%	16%	24%	
	有効落差[m]	15.00				

10-1-2 試験結果とメーカー公表値との比較

メーカー公表値として図 10-1 に示した流量-出力曲線と、図 10-2 に示した流量-効率曲線は、システム全体の総合効率であるのに対し、試験結果は、水車のみを対象範囲としている。試験結果は、落差 14.56m～17.8m、流量 0.011m³/s～0.031m³/s、回転速度 137min⁻¹～339min⁻¹、水車出力 0.10kW～1.94kW、水車効率 5.1%～42.7%であった。

参考値として計測した電気出力と総合効率をメーカー公表値と比較すると、出力、総合効率ともに性能の向上が認められた。メーカー公表値の条件に比べて試験の落差は-0.44m～2.8m (-3%～19%) 高く、流量は同程度の条件であるため、水車性能が設計時に想定した性能よりも高くなっていたと考えられる。本実証では水車効率のみを実証したものであり、メーカー公表値のシステム全体の総合効率

を実証したものではない。

10-2 総合評価

実証対象製品は、農業用水などの落差 15m 程度において、年間を通じた一定の使用水量による安定した運転を想定して開発されたクロスフロー水車である。主要諸元は、使用水量流量 $0.010\text{m}^3/\text{s} \sim 0.040\text{m}^3/\text{s}$ 、有効落差 15m、回転速度 400min^{-1} の条件で発電出力 3kW として設計された。実証試験の結果、使用水量流量 $0.011\text{m}^3/\text{s} \sim 0.031\text{m}^3/\text{s}$ の範囲で水車出力 0.10kW \sim 1.94kW、水車効率 5.1% \sim 42.7%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。

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 H.C.F Waterwheel		
製造(販売)企業名	合同会社ひおき発電 Hioki-Hatsuden LLC.		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 099-248-7200 FAX : 099-248-7201	
	ウェブサイト	なし	
	E-mail	yoshidome@kobira.co.jp	
設置条件	0℃～40℃、使用流体:清水又は除塵された河川水		
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等	5年毎点検整備(現地):300,000円 10年整備(工場):800,000円		
施工性	技術指導を受け、かつ、資材・機器の支援を受ければ、ユーザー自身での施工も可能		
コスト概算	イニシャルコスト		
	機 器	数 量	
	水車	1 式	600,000 円
	発電機	1 式	650,000 円
	土木構造物	1 式	注 1
	その他(制御盤、計器、電気工事)	1 式	2,590,000 円
合 計		3,840,000 円	

注1 土木構造物については設置場所における諸条件により個別に計上する。

本 編

【中小水力発電分野】 合同会社ひおき発電 クロスフロー水車



巻末資料

Q=0.011	総落差	流速	速度水頭	損失水頭	入口損失	有効落差	回転数	トルク	水車動力	理論出力	水車効率
	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[min ⁻¹]	[Nm]	[kW]	[kW]	[%]
Average	18.24	0.65	0.02	0.43	0.01	17.80	137.87	6.97	0.10	1.97	5.1%
MIN	18.236	0.640	0.021	0.418	0.010	17.767	132	6.0	0.09	1.918	4.4%
MAX	18.239	0.670	0.023	0.458	0.011	17.810	141	7.0	0.10	2.025	5.3%
10:07:00	18.236	0.660	0.022	0.445	0.011	17.780	132	7.0	0.10	1.980	4.9%
10:07:10	18.238	0.660	0.022	0.445	0.011	17.782	136	7.0	0.10	1.985	5.0%
10:07:20	18.237	0.640	0.021	0.418	0.010	17.808	140	7.0	0.10	1.951	5.3%
10:07:30	18.238	0.660	0.022	0.445	0.011	17.782	139	7.0	0.10	1.968	5.2%
10:07:40	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.795	139	7.0	0.10	1.952	5.2%
10:07:50	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.797	139	7.0	0.10	1.965	5.2%
10:08:00	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	137	7.0	0.10	1.974	5.1%
10:08:10	18.239	0.640	0.021	0.418	0.010	17.810	138	7.0	0.10	2.025	5.0%
10:08:20	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.797	140	7.0	0.10	1.972	5.2%
10:08:30	18.238	0.640	0.021	0.418	0.010	17.809	139	7.0	0.10	2.000	5.1%
10:08:40	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.797	141	7.0	0.10	1.966	5.3%
10:08:50	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.797	139	7.0	0.10	1.973	5.2%
10:09:00	18.237	0.670	0.023	0.458	0.011	17.767	140	7.0	0.10	1.976	5.2%
10:09:10	18.238	0.640	0.021	0.418	0.010	17.810	141	7.0	0.10	1.994	5.2%
10:09:20	18.239	0.660	0.022	0.445	0.011	17.783	141	7.0	0.10	1.951	5.3%
10:09:30	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	141	7.0	0.10	1.960	5.3%
10:09:40	18.237	0.640	0.021	0.418	0.010	17.808	138	7.0	0.10	1.955	5.2%
10:09:50	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	139	7.0	0.10	1.991	5.1%
10:10:00	18.236	0.640	0.021	0.418	0.010	17.808	138	7.0	0.10	1.993	5.1%
10:10:10	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	139	7.0	0.10	1.993	5.1%
10:10:20	18.238	0.640	0.021	0.418	0.010	17.810	137	6.0	0.09	1.967	4.4%
10:10:30	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	136	7.0	0.10	1.982	5.0%
10:10:40	18.237	0.660	0.022	0.445	0.011	17.781	136	7.0	0.10	1.987	5.0%
10:10:50	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	137	7.0	0.10	1.945	5.2%
10:11:00	18.238	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	135	7.0	0.10	1.998	5.0%
10:11:10	18.239	0.640	0.021	0.418	0.010	17.810	136	7.0	0.10	1.956	5.1%
10:11:20	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.796	137	7.0	0.10	1.952	5.1%
10:11:30	18.239	0.650	0.022	0.431	0.011	17.797	137	7.0	0.10	1.964	5.1%
10:11:40	18.239	0.640	0.021	0.418	0.010	17.810	134	7.0	0.10	1.966	5.0%
10:11:50	18.238	0.660	0.022	0.445	0.011	17.782	135	7.0	0.10	1.918	5.2%

Q=0.016	総落差	流速	速度水頭	損失水頭	入口損失	有効落差	回転数	トルク	水車動力	理論出力	水車効率
	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[min ⁻¹]	[Nm]	[kW]	[kW]	[%]
Average	18.14	0.92	0.04	0.86	0.02	17.26	299	10	0.31	2.72	11.6%
MIN	18.13	0.90	0.04	0.83	0.02	17.21	294	9	0.28	2.67	10.1%
MAX	18.14	0.94	0.05	0.90	0.02	17.29	304	11	0.35	2.78	12.7%
10:20:00	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.274	295	10	0.31	2.727	11.3%

本 編

【中小水力発電分野】 合同会社ひおき発電 クロスフロー水車



10:20:10	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.251	294	11	0.34	2.733	12.4%
10:20:20	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.272	296	10	0.31	2.691	11.5%
10:20:30	18.14	0.93	0.04	0.883	0.02	17.235	297	10	0.31	2.752	11.3%
10:20:40	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.253	296	10	0.31	2.687	11.5%
10:20:50	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.271	296	10	0.31	2.673	11.6%
10:21:00	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.252	295	11	0.34	2.701	12.6%
10:21:10	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.252	296	10	0.31	2.735	11.3%
10:21:20	18.14	0.94	0.05	0.902	0.02	17.213	296	10	0.31	2.744	11.3%
10:21:30	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.272	297	10	0.31	2.719	11.4%
10:21:40	18.14	0.9	0.04	0.827	0.02	17.294	298	10	0.31	2.734	11.4%
10:21:50	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.255	297	11	0.34	2.754	12.4%
10:22:00	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.253	300	10	0.31	2.690	11.7%
10:22:10	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.251	299	9	0.28	2.778	10.1%
10:22:20	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.274	300	11	0.35	2.713	12.7%
10:22:30	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.254	300	10	0.31	2.704	11.6%
10:22:40	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.253	302	10	0.32	2.711	11.7%
10:22:50	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.273	301	10	0.32	2.745	11.5%
10:23:00	18.14	0.93	0.04	0.883	0.02	17.235	301	10	0.32	2.704	11.7%
10:23:10	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.254	303	10	0.32	2.755	11.5%
10:23:20	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.253	303	10	0.32	2.715	11.7%
10:23:30	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.252	301	10	0.32	2.698	11.7%
10:23:40	18.13	0.92	0.04	0.864	0.02	17.249	300	10	0.31	2.731	11.5%
10:23:50	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.270	300	10	0.31	2.681	11.7%
10:24:00	18.14	0.93	0.04	0.883	0.02	17.234	301	9	0.28	2.710	10.5%
10:24:10	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.252	304	10	0.32	2.761	11.5%
10:24:20	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.257	302	9	0.28	2.759	10.3%
10:24:30	18.14	0.93	0.04	0.883	0.02	17.233	303	10	0.32	2.710	11.7%
10:24:40	18.14	0.91	0.04	0.845	0.02	17.271	302	10	0.32	2.729	11.6%
10:24:50	18.14	0.92	0.04	0.864	0.02	17.250	301	10	0.32	2.697	11.7%

Q=0.021	総落差	流速	速度	損失	入口	有効	回転数	トルク	水車	理論	水車
			水頭	水頭	損失	落差			動力	出力	効率
	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[min ⁻¹]	[Nm]	[kW]	[kW]	[%]
Average	18.10	1.22	0.08	1.53	0.04	16.53	310	22	0.70	3.47	20.1%
MIN	18.09	1.20	0.07	1.47	0.04	16.46	260	20	0.62	3.39	17.9%
MAX	18.10	1.25	0.08	1.60	0.04	16.59	323	25	0.75	3.53	21.7%
10:31:00	18.10	1.21	0.07	1.495	0.04	16.568	260	25	0.68	3.461	19.7%
10:31:10	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.516	270	22	0.62	3.479	17.9%
10:31:20	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.541	292	22	0.67	3.474	19.4%
10:31:30	18.10	1.25	0.08	1.595	0.04	16.460	306	21	0.67	3.427	19.6%
10:31:40	18.10	1.2	0.07	1.470	0.04	16.590	301	22	0.69	3.450	20.1%
10:31:50	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.541	304	22	0.70	3.468	20.2%
10:32:00	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.541	303	22	0.70	3.489	20.0%
10:32:10	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.538	308	22	0.71	3.478	20.4%
10:32:20	18.10	1.21	0.07	1.495	0.04	16.568	298	22	0.69	3.483	19.7%

本 編

【中小水力発電分野】 合同会社ひおき発電 クロスフロー水車



10:32:30	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.541	303	22	0.70	3.501	19.9%
10:32:40	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.543	311	21	0.68	3.454	19.8%
10:32:50	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.539	313	21	0.69	3.474	19.8%
10:33:00	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.512	308	22	0.71	3.524	20.1%
10:33:10	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.538	315	22	0.73	3.439	21.1%
10:33:20	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.513	312	21	0.69	3.500	19.6%
10:33:30	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.543	318	21	0.70	3.501	20.0%
10:33:40	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.520	321	20	0.67	3.390	19.8%
10:33:50	18.09	1.24	0.08	1.570	0.04	16.481	322	21	0.71	3.494	20.3%
10:34:00	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.516	323	21	0.71	3.471	20.5%
10:34:10	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.514	318	21	0.70	3.467	20.2%
10:34:20	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.516	323	22	0.74	3.455	21.5%
10:34:30	18.10	1.21	0.07	1.495	0.04	16.566	322	22	0.74	3.474	21.4%
10:34:40	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.515	317	21	0.70	3.486	20.0%
10:34:50	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.514	322	21	0.71	3.471	20.4%
10:35:00	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.542	323	21	0.71	3.532	20.1%
10:35:10	18.10	1.2	0.07	1.470	0.04	16.591	322	22	0.74	3.533	21.0%
10:35:20	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.516	323	21	0.71	3.479	20.4%
10:35:30	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.518	313	22	0.72	3.461	20.8%
10:35:40	18.10	1.22	0.08	1.520	0.04	16.543	312	20	0.65	3.449	18.9%
10:35:50	18.10	1.24	0.08	1.570	0.04	16.493	310	23	0.75	3.445	21.7%
10:36:00	18.10	1.23	0.08	1.545	0.04	16.517	318	21	0.70	3.464	20.2%

Q=0.026	総落差 [m]	流速 [m/s]	速度	損失	入口	有効	回転数 [min ⁻¹]	トルク [Nm]	水車 動力 [kW]	理論 出力 [kW]	水車 効率 [%]
			水頭 [m]	水頭 [m]	損失 [m]	落差 [m]					
Average	18.045	1.51	0.12	2.31	6%	15.67	324	36	1.21	4.07	29.8%
MIN	18.0307	1.480	0.112	2.236	5.6%	15.613	305	33	1.14	3.978	27.9%
MAX	18.0553	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.750	352	39	1.27	4.145	31.1%
10:45:00	18.0469	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.661	329	35	1.21	4.074	29.6%
10:45:10	18.0481	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.630	329	36	1.24	3.988	31.1%
10:45:20	18.0511	1.490	0.113	2.267	5.7%	15.728	329	36	1.24	4.080	30.4%
10:45:30	18.0495	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.664	330	35	1.21	4.057	29.8%
10:45:40	18.0545	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.700	318	36	1.20	4.076	29.4%
10:45:50	18.0553	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.669	323	36	1.22	4.047	30.1%
10:46:00	18.0473	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.693	334	36	1.26	4.090	30.8%
10:46:10	18.0465	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.661	305	36	1.15	4.111	28.0%
10:46:20	18.0497	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.664	352	33	1.22	4.008	30.3%
10:46:30	18.0443	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.690	330	35	1.21	4.097	29.5%
10:46:40	18.0505	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.696	339	34	1.21	4.094	29.5%
10:46:50	18.0483	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.694	313	36	1.18	4.049	29.1%
10:47:00	18.0453	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.691	315	35	1.15	4.001	28.9%
10:47:10	18.0481	1.490	0.113	2.267	5.7%	15.725	330	36	1.24	4.130	30.1%
10:47:20	18.0433	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.626	309	37	1.20	3.978	30.1%
10:47:30	18.0441	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.626	332	35	1.22	4.085	29.8%

本 編

【中小水力発電分野】 合同会社ひおき発電 クロスフロー水車



10:47:40	18.0485	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.663	307	38	1.22	4.043	30.2%
10:47:50	18.0425	1.480	0.112	2.236	5.6%	15.750	309	39	1.26	4.072	31.0%
10:48:00	18.0477	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.630	311	35	1.14	4.087	27.9%
10:48:10	18.0423	1.480	0.112	2.236	5.6%	15.750	323	36	1.22	4.103	29.7%
10:48:20	18.0481	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.694	305	37	1.18	4.094	28.9%
10:48:30	18.0541	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.700	334	35	1.22	4.089	29.9%
10:48:40	18.0353	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.681	334	35	1.22	4.068	30.1%
10:48:50	18.0395	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.622	322	36	1.21	4.044	30.0%
10:49:00	18.0363	1.500	0.115	2.297	5.7%	15.682	327	36	1.23	4.092	30.1%
10:49:10	18.0307	1.520	0.118	2.359	5.9%	15.613	319	35	1.17	4.035	29.0%
10:49:20	18.0475	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.662	327	35	1.20	4.083	29.4%
10:49:30	18.0377	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.652	327	36	1.23	4.069	30.3%
10:49:40	18.0331	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.647	336	36	1.27	4.098	30.9%
10:49:50	18.0439	1.510	0.116	2.328	5.8%	15.658	326	36	1.23	4.145	29.6%

Q=0.031	総落差	流速	速度	損失	入口	有効	回転数	トルク	水車	理論	水車
			水頭	水頭	損失	落差			動力	出力	効率
	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[min ⁻¹]	[Nm]	[kW]	[kW]	[%]
Average	18.00	1.81	0.17	3.36	0.08	14.56	339	54.8	1.94	4.55	42.7%
MIN	17.97	1.79	0.16	3.27	0.08	14.49	305	53.0	1.83	4.49	39.7%
MAX	18.01	1.83	0.17	3.42	0.09	14.65	362	58.0	2.06	4.62	45.4%
10:55:00	17.99	1.81	0.17	3.345	0.08	14.563	350	54	1.98	4.58	43.2%
10:55:10	18.00	1.83	0.17	3.419	0.09	14.495	347	54	1.96	4.57	42.9%
10:55:20	18.00	1.82	0.17	3.382	0.08	14.530	326	56	1.91	4.52	42.3%
10:55:30	17.98	1.81	0.17	3.345	0.08	14.550	331	55	1.91	4.52	42.2%
10:55:40	17.99	1.81	0.17	3.345	0.08	14.561	336	55	1.94	4.56	42.4%
10:55:50	17.99	1.81	0.17	3.345	0.08	14.565	344	54	1.95	4.52	43.0%
10:56:00	17.99	1.82	0.17	3.382	0.08	14.523	331	56	1.94	4.57	42.5%
10:56:10	18.00	1.79	0.16	3.271	0.08	14.650	331	56	1.94	4.58	42.4%
10:56:20	18.00	1.8	0.17	3.308	0.08	14.610	329	58	2.00	4.62	43.3%
10:56:30	18.01	1.82	0.17	3.382	0.08	14.541	332	54	1.88	4.59	40.9%
10:56:40	17.99	1.8	0.17	3.308	0.08	14.600	342	53	1.90	4.55	41.8%
10:56:50	17.98	1.82	0.17	3.382	0.08	14.517	354	55	2.04	4.49	45.4%
10:57:00	18.00	1.82	0.17	3.382	0.08	14.531	357	55	2.06	4.53	45.4%
10:57:10	18.01	1.82	0.17	3.382	0.08	14.542	362	54	2.05	4.54	45.1%
10:57:20	18.01	1.83	0.17	3.419	0.09	14.502	327	55	1.88	4.55	41.4%
10:57:30	18.00	1.79	0.16	3.271	0.08	14.648	356	55	2.05	4.62	44.4%
10:57:40	18.01	1.82	0.17	3.382	0.08	14.542	322	56	1.89	4.53	41.7%
10:57:50	18.01	1.81	0.17	3.345	0.08	14.578	354	53	1.96	4.55	43.2%
10:58:00	18.01	1.82	0.17	3.382	0.08	14.545	305	58	1.85	4.60	40.3%
10:58:10	18.01	1.82	0.17	3.382	0.08	14.541	355	53	1.97	4.54	43.4%
10:58:20	18.00	1.83	0.17	3.419	0.09	14.494	325	55	1.87	4.49	41.6%
10:58:30	18.01	1.8	0.17	3.308	0.08	14.616	342	54	1.93	4.54	42.6%
10:58:40	18.01	1.81	0.17	3.345	0.08	14.577	334	55	1.92	4.49	42.8%
10:58:50	18.00	1.83	0.17	3.419	0.09	14.496	334	56	1.96	4.56	42.9%

本 編

【中小水力発電分野】
合同会社ひおき発電 クロスフロー水車



10:59:00	17.98	1.8	0.17	3.308	0.08	14.589	323	54	1.83	4.60	39.7%
10:59:10	17.98	1.81	0.17	3.345	0.08	14.548	355	53	1.97	4.54	43.4%
10:59:20	17.97	1.81	0.17	3.345	0.08	14.544	347	54	1.96	4.58	42.8%
10:59:30	17.99	1.79	0.16	3.271	0.08	14.636	347	53	1.93	4.55	42.3%
10:59:40	17.98	1.82	0.17	3.382	0.08	14.513	344	55	1.98	4.51	43.9%
10:59:50	18.00	1.82	0.17	3.382	0.08	14.530	330	55	1.90	4.57	41.6%

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。