

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 : 株式会社 松本鉄工所
製品名・型番 : 低落差用小水力発電設備
実証試験実施場所 : 梓川左岸幹線小水力発電所
(長野県松本市梓川倭 1 6 5 9 地先)
実証番号 : 120-1504



地球温暖化対策技術分野
中小水力発電技術

実証番号 No.120-1504

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.....	2
[3] 実証試験結果.....	3
[4] 参考情報.....	3

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.....	2
3 実証対象技術（機器等）の概要.....	3
3-1 水車の概要.....	3
3-2 電気回路の概要.....	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.....	9
4 実証すべき内容.....	10
4-1 メーカーが公表している性能.....	10
4-2 本実証試験で実証する内容と範囲.....	11
4-2-1 実証する内容.....	11
4-2-2 試験を行う流量の範囲.....	11
4-3 有効落差.....	11
5 準拠する試験方法と実際の試験方法.....	12
5-1 準拠する試験方法.....	12
5-2 本実証試験方法と JEC 規格の異同.....	12
5-2-1 一般事項.....	12
5-2-2 試験条件.....	12
5-2-3 試験の実施範囲.....	12
5-2-4 試験結果の計算及び判定.....	12
5-2-5 測定方法.....	13
5-2-6 試験成績書.....	14
6 実証試験場所の概要.....	15
7 実証試験のスケジュール.....	16
7-1 試験に要した工程.....	16
7-2 データとして使用する前年度調査結果.....	16
8 実証試験の実施方法.....	17
8-1 流量測定.....	17
8-2 電気出力測定.....	18
8-3 騒音測定.....	19
8-4 その他の測定項目.....	20

9	実証試験で得られたデータ	21
9-1	測定値と分析に使用するデータのまとめ	21
9-2	流量の算出	22
9-3	有効落差の算出	23
9-4	電気出力	24
9-5	総合効率の算出	25
9-6	騒音測定結果	26
9-7	気象条件等	28
9-8	連続運転	29
10	実証試験の結果と考察	30
10-1	発電出力と効率に関する評価と考察	30
10-1-1	性能一般に関する考察	30
10-1-2	流量-出力曲線におけるメーカー公表値との比較	31
10-1-3	流量-効率曲線におけるメーカー公表値との比較	32
10-2	騒音に関する評価	32
10-3	総合評価	32
11	用語集	33
12	参考情報	34
	巻末資料	35

【中小水力発電分野】
株式会社松本鉄工所
梓川左岸幹線用水小水力発電所

【 全 体 概 要 】

[1] 実証対象技術の概要

農業用水の落差工 2m 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小水力発電設備である。主要諸元は、流量 $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差約 2 m、水車出力 14 kW、ランナペーン 4 枚のプロペラ水車(可変翼・速度調整機構付)である。水力発電設備構造図を下に示す。

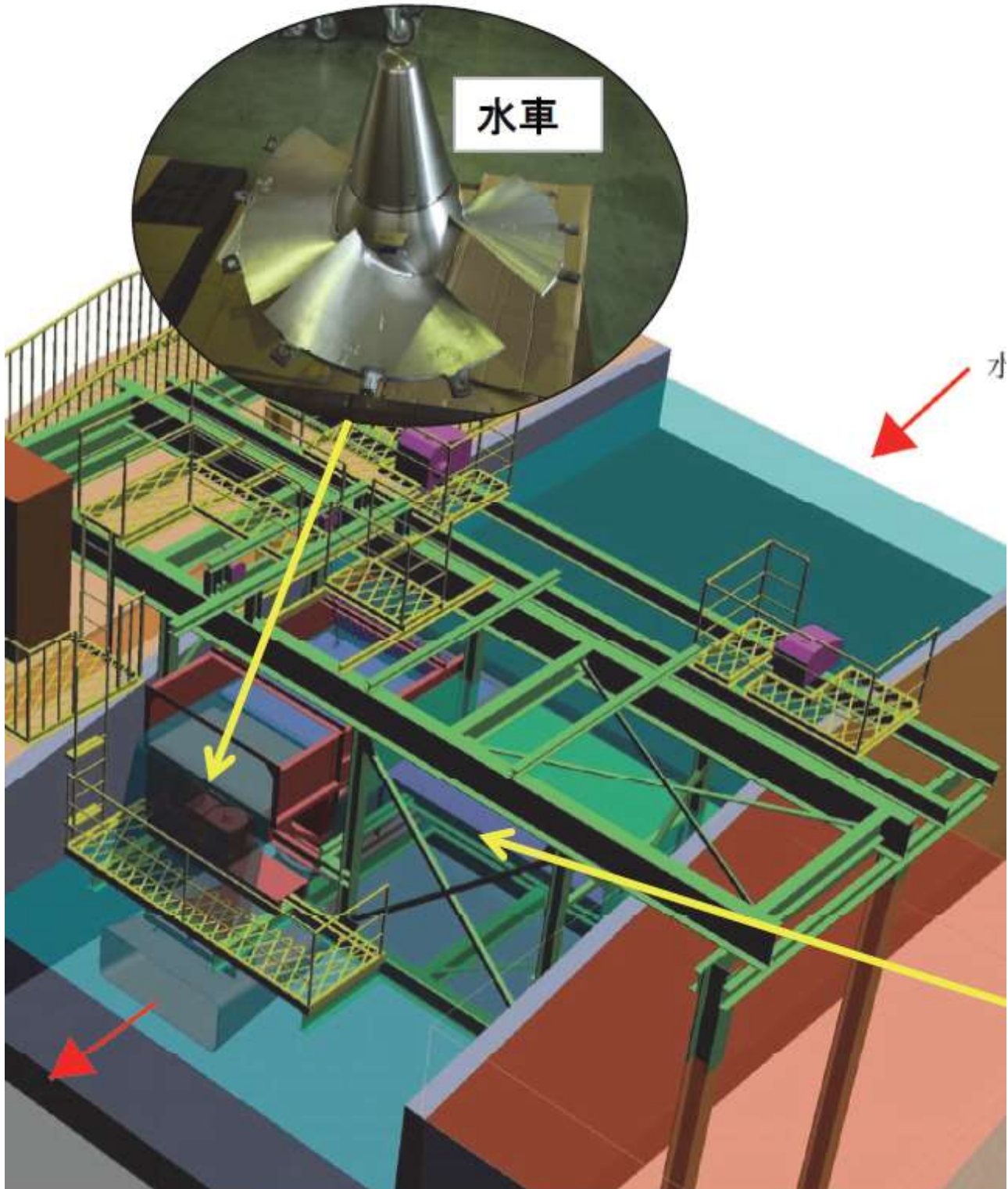


図 1 水車構造図

〔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。

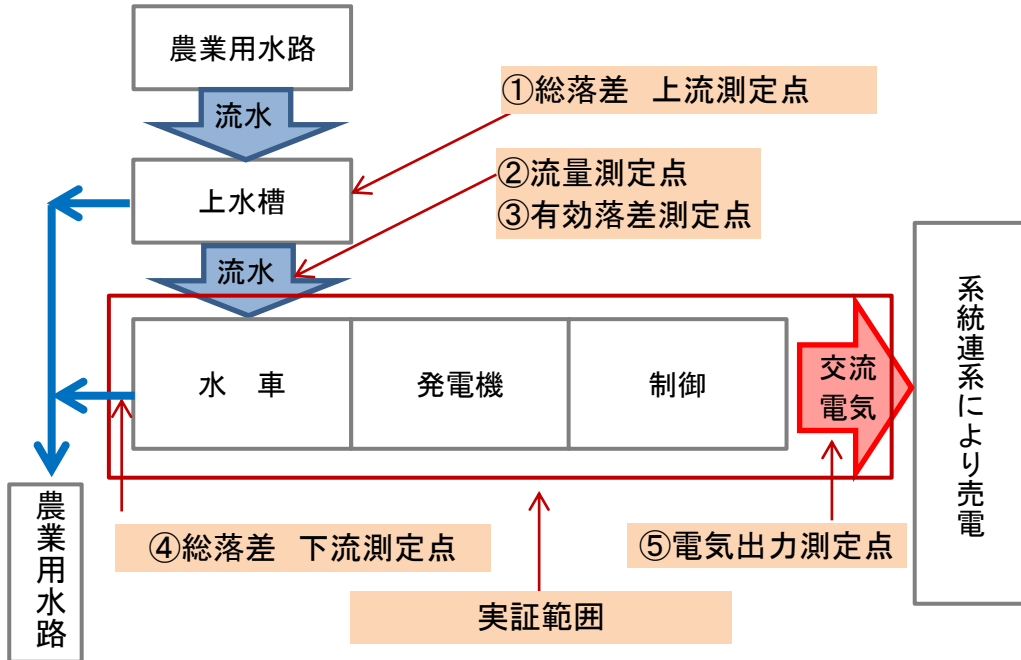


図2 全体システムと実証範囲における測定点



写真1 実証対象製品の外観

【3】実証試験結果

2016年2月4日に行った実証試験の結果、設計条件と同じく1.00m³/s未満、使用水量0.900m³/s、0.911m³/s、0.952m³/sの3条件で、出力と効率についてメーカー公表値より高い性能を示す結果を得た。実証対象製品は本事業により設計時に比べて出力増大と効率向上が実証された。

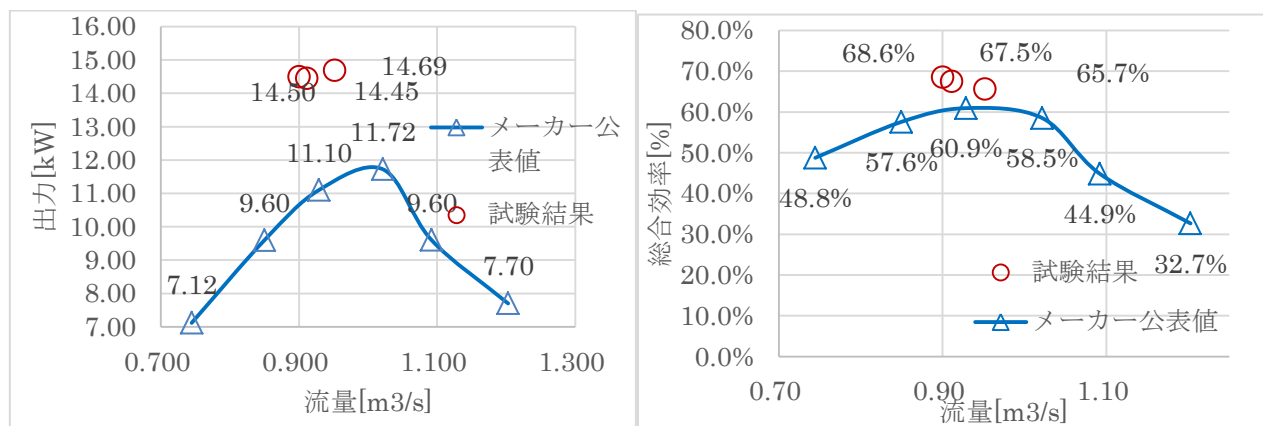


図3 試験結果とメーカー公表値

【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		低落差用小水力発電設備 Low head tubine system	
製造(販売)企業名		株式会社松本鉄工所 Matsumoto iron works	
連絡先	TEL/FAX	TEL:0263-87-5061 FAX:0263-87-5071	
	ウェブサイトアドレス	http://www.k-miw.co.jp	
	E-mail	kodaira@k-miw.co.jp	
設置条件		農業用水路などに設置される2m程度の落差工	
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):1,600,000円(年次点検含む) 10年整備(工場):5,000,000円(電気設備更新等)	
施工性		水路管理者とともに十分な安全評価を行うこと	
コスト概算	イニシャルコスト		
	機器	数量	
	水車発電機	1式	27,000,000円
	土木構造物	1式	注1参照
	電気設備工事	1式	13,000,000円
合計		40,000,000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、2 m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、水圧がかかった水の利用として、低落差において高効率を得やすい軸流水車としてプロペラ水車がある。

実証対象製品の性能が明らかになることで導入検討に役立つと考えられる。

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を図 2-1 に示す。実証試験の実施体制は、下図に示す。

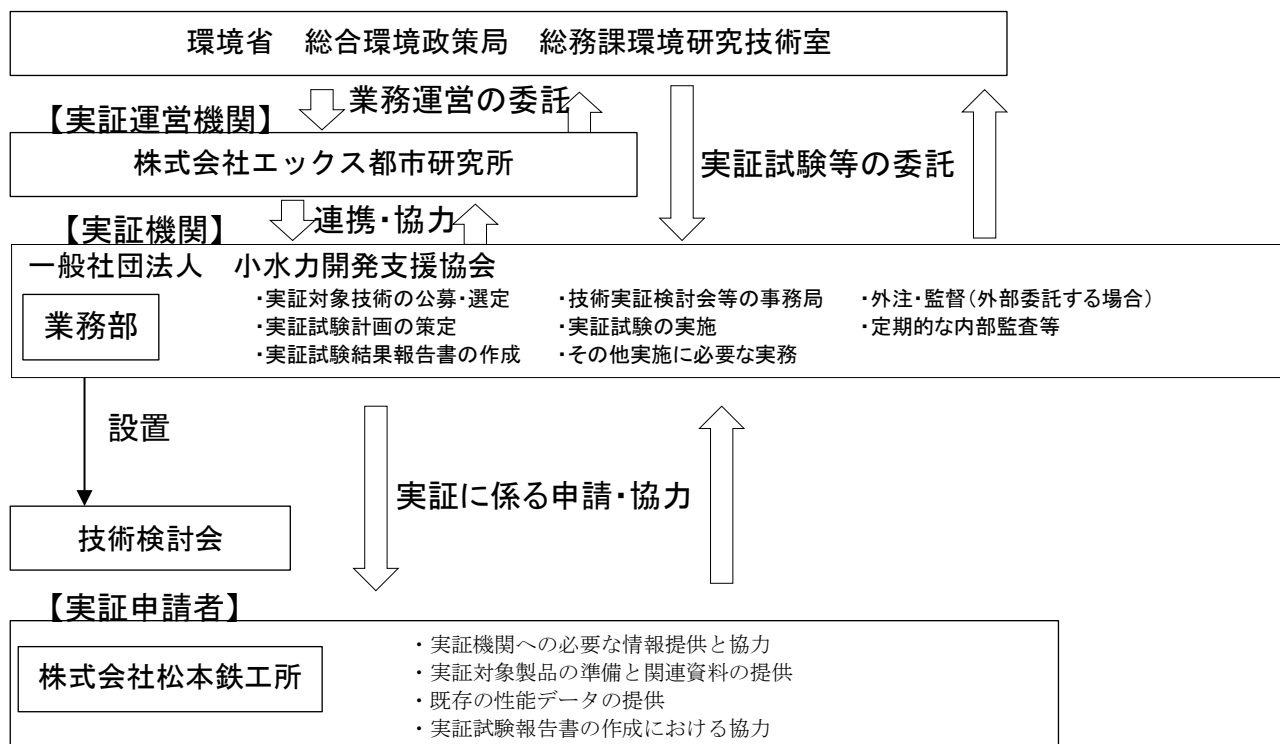


図 2-1 実施体制

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

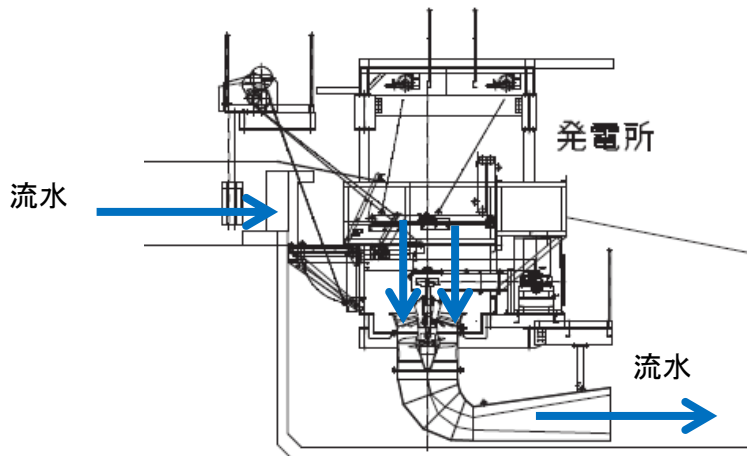
区分	実証試験参加機関	責任分掌	責任者名
実証機関	(一社)小水力開発支援協会	実証試験の運営管理	中島 大
		実証試験対象技術の公募・審査	松尾壽裕
		技術実証検討会の設置・運営	
		実証試験計画の策定	松尾壽裕
		実証試験の実施	
		実証試験結果報告書の作成	
		データの品質管理	中島 大
		実証試験の監査	
		ロガーデータの確認	
実証申請者	株式会社松本鉄工所	実証機関への必要な情報提供と協力 実証対象製品の準備と関連資料の提供 既存の性能データの提供 実証試験報告書の作成における協力	古平正男

3 実証対象技術（機器等）の概要

3-1 水車の概要

農業用水の落差工 2m 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製品である。

主要諸元は、流量 0.99 m³/s、有効落差約 2 m、水車出力 19 kW、ランナペーン 4 枚（固定）のプロペラ水車である。水力発電設備構造図及び設備外観を下に示す。



横断面図

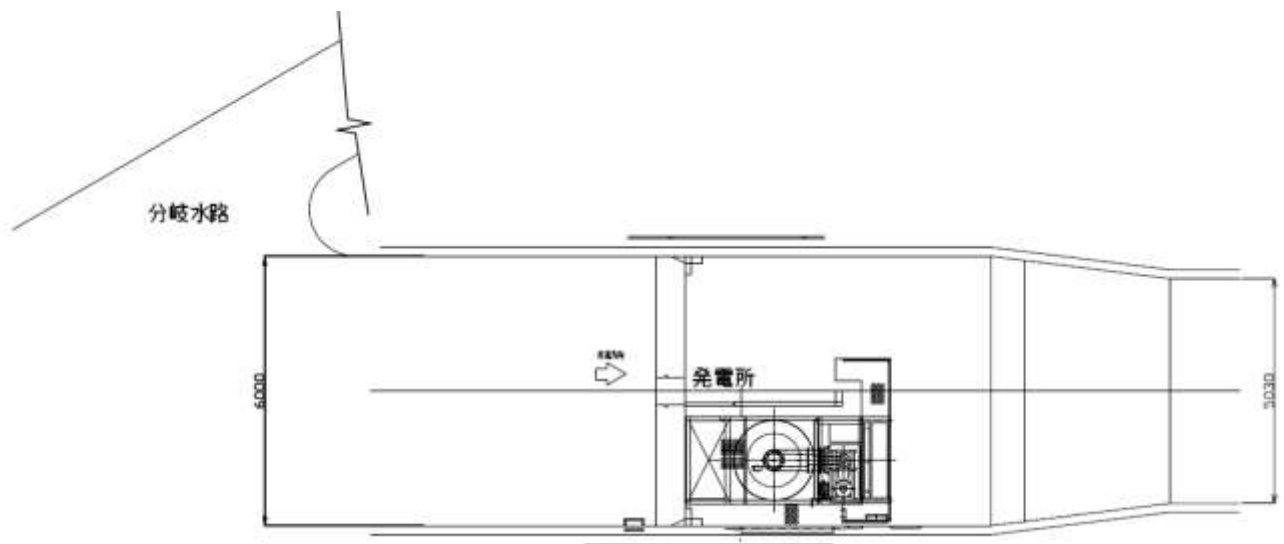


図 3-1 水力発電設備構造図

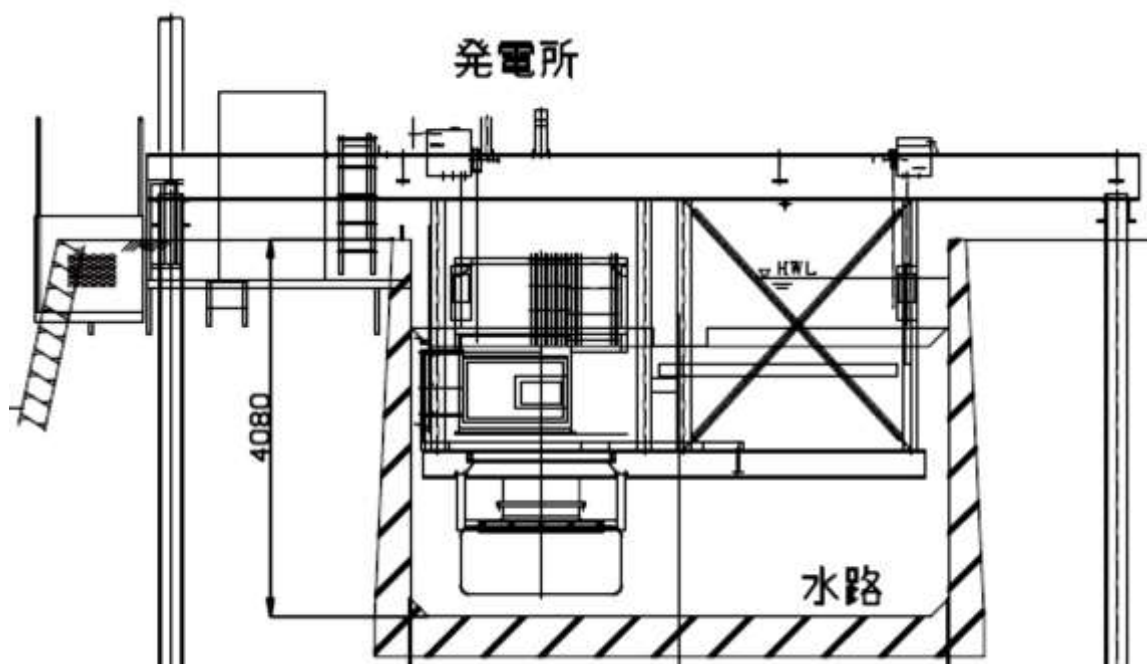


図 3-2 設備横断面図



写真 3-1 設備外観（下流から見た発電設備）

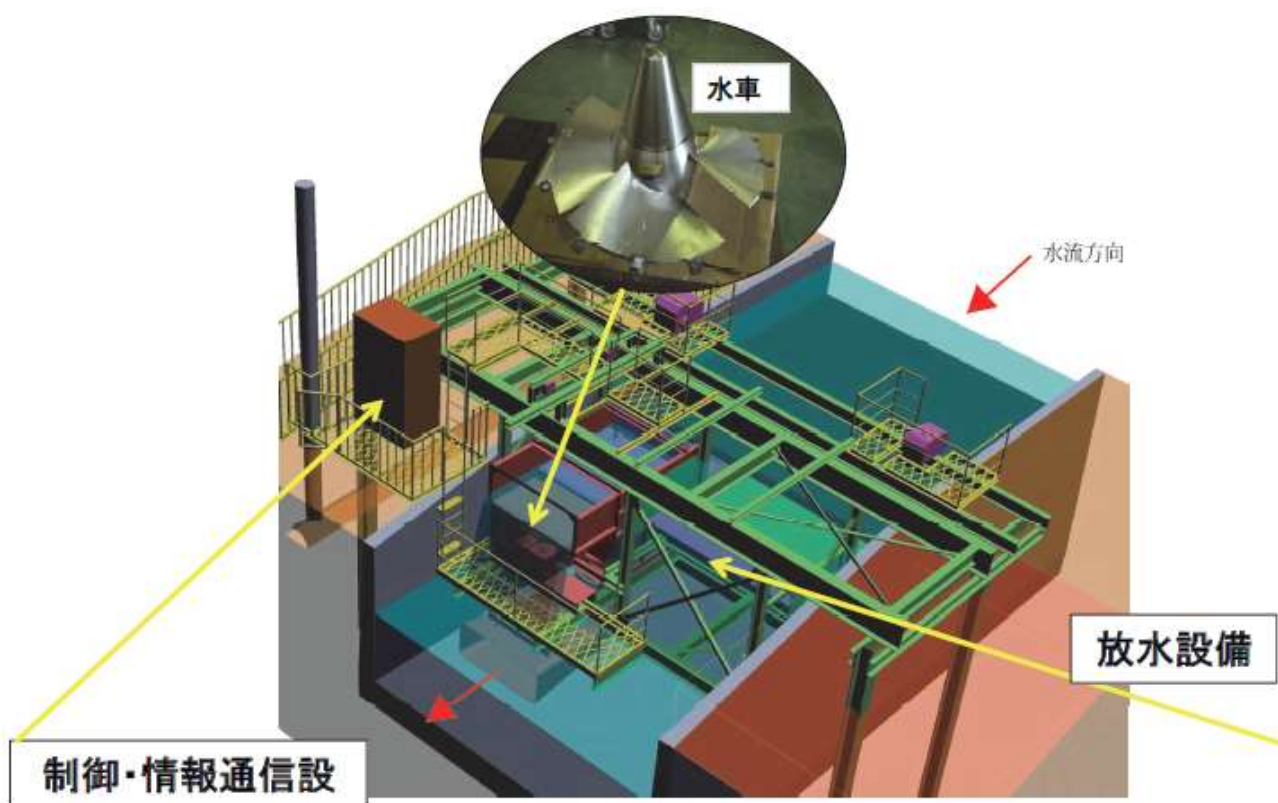


図 3-3 水力発電設備概要図

3-2 電気回路の概要

単線結線図を図 3-4 に示す。

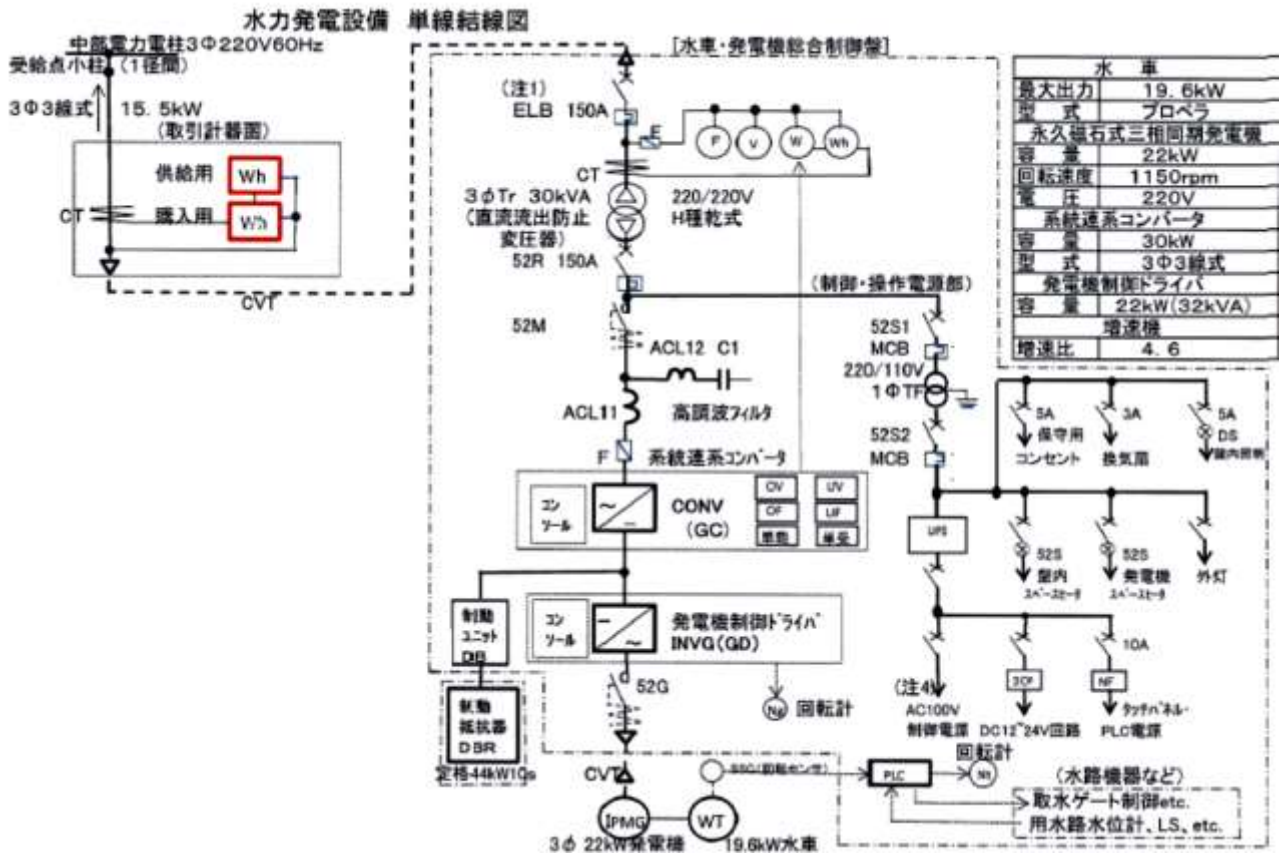


図 3-4 単線結線図

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。

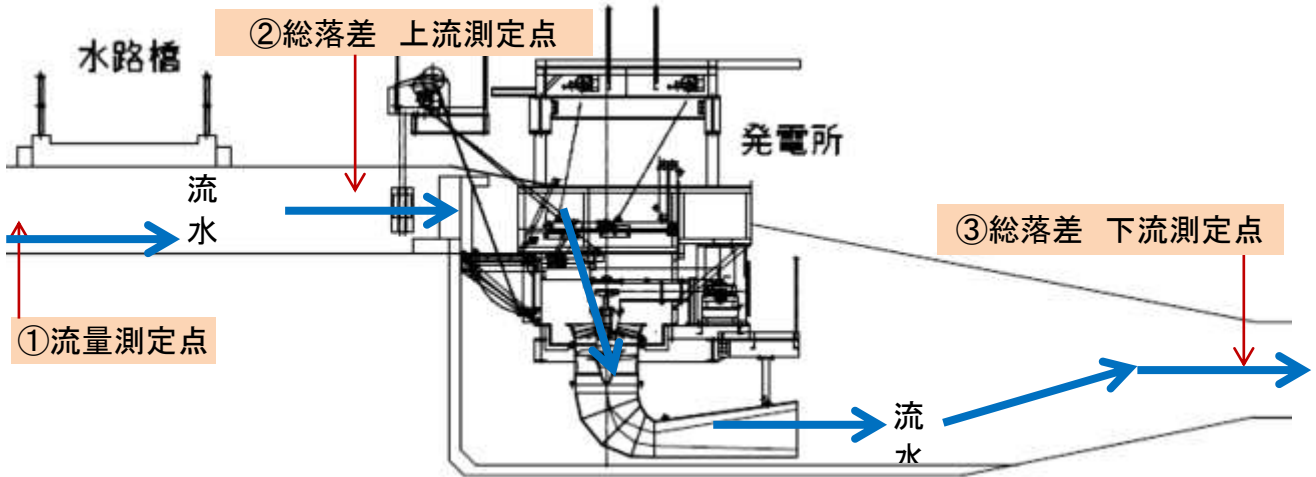


図 3-5 縦断面図

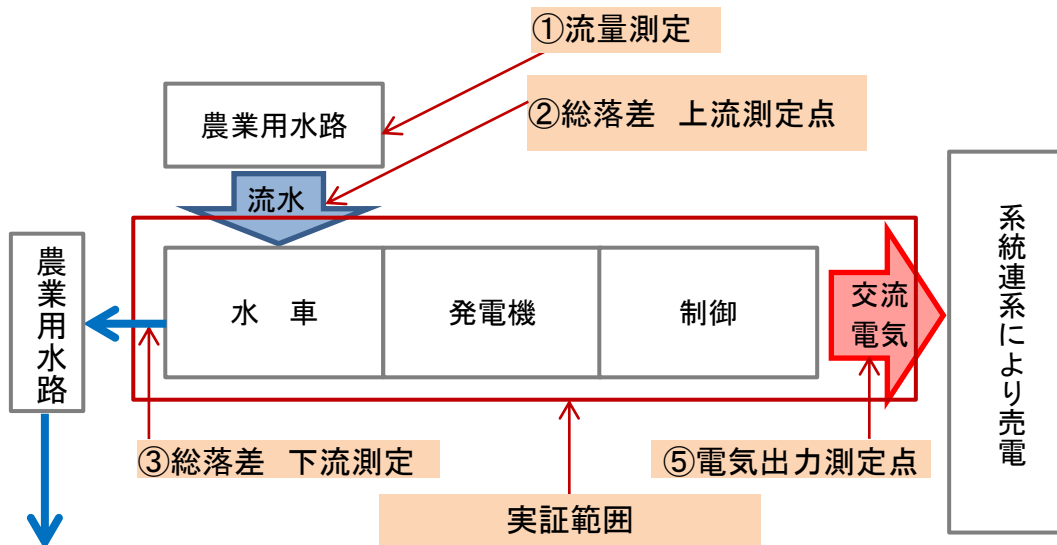


図 3-6 全体システムと実証範囲における測定点

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。

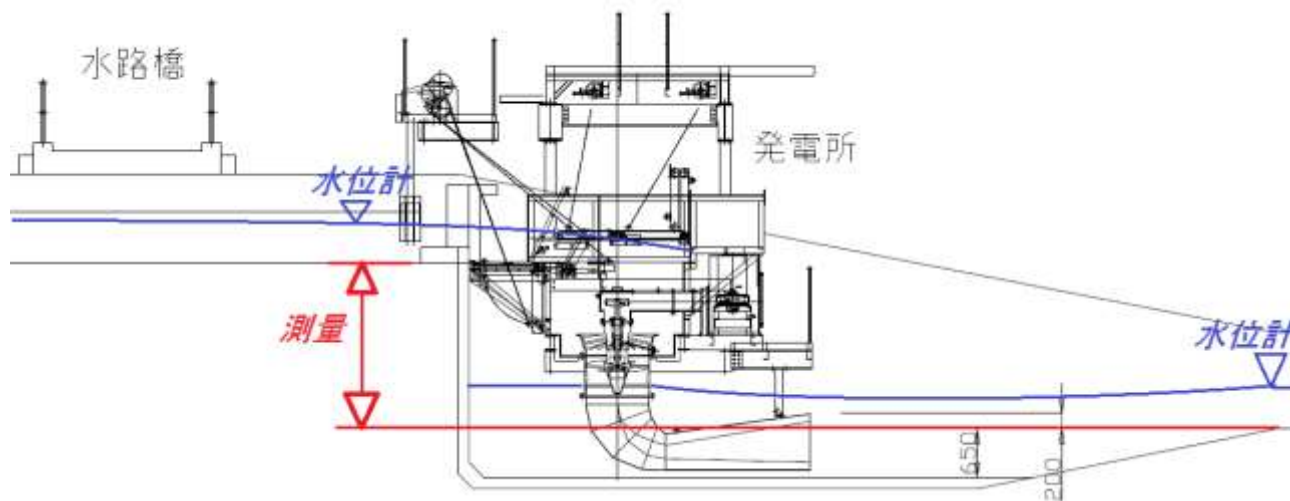


表 3-2 測定項目・測定点と使用する機器

測定項目	測定点	測定器
①流量	図 3-5、図 3-6「①流量測定点」は上流側水路の安定水面とした。	超音波流量計
②総落差 上流測定点	図 3-5、図 3-6「②総落差上流測定点」は水車入口の水路床に水位計を設置し、水深を計測した。	水圧式水深計
③総落差 下流測定点	図 3-5、図 3-6「③総落差下流測定点」は水車出口水面が不安定なため下流側の安定水面とした。	測量、水圧式水深計
電気出力	図 3-5、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(A 特性 1m, 3m, 5m、G 特性 1m,10m,100m)	精密騒音計

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	ケネック	LP-30 センサ:LPT-325	流速 0~3m/s	流速±2%
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
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-62	20~140dB	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
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。
精密騒音計	騒音計の 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	総落差である上流と下流の水位差を有効落差とする。
③理論出力	①流量×②有効落差×9.8(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	騒音計の 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、有効落差に相違があるため、分析する際に注意が必要である。

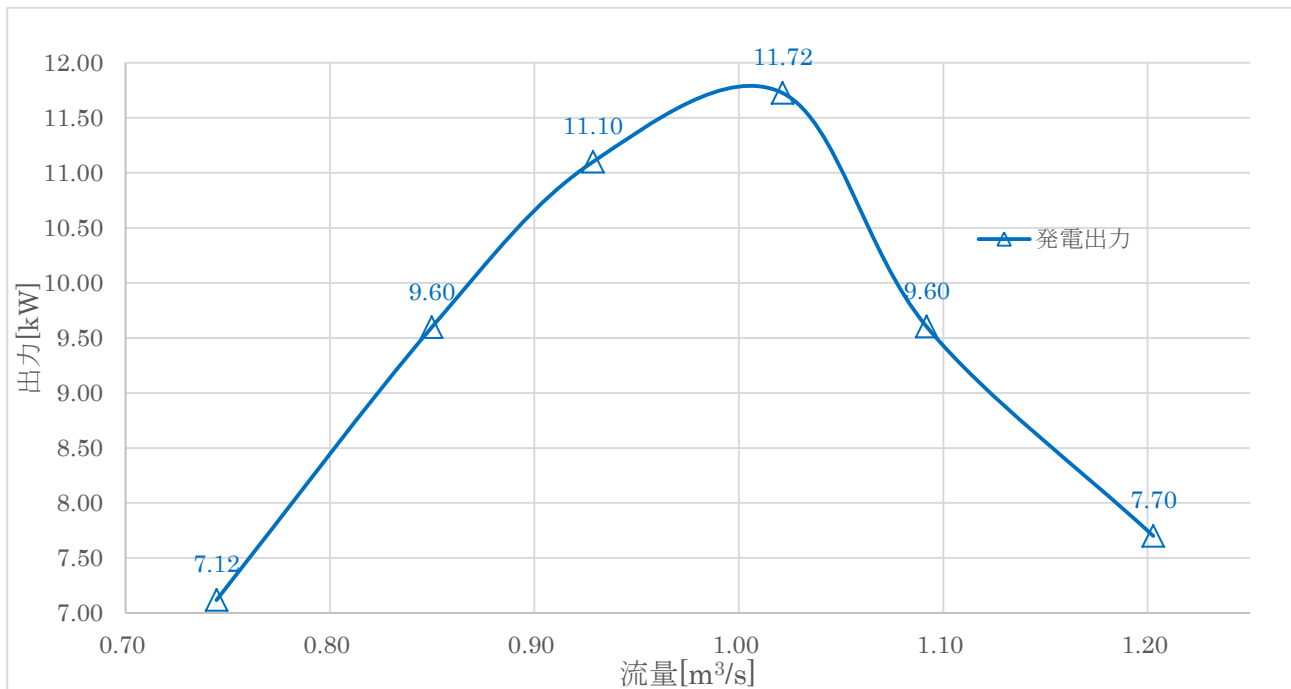


図 4-1 メーカーが公表している流量－出力曲線

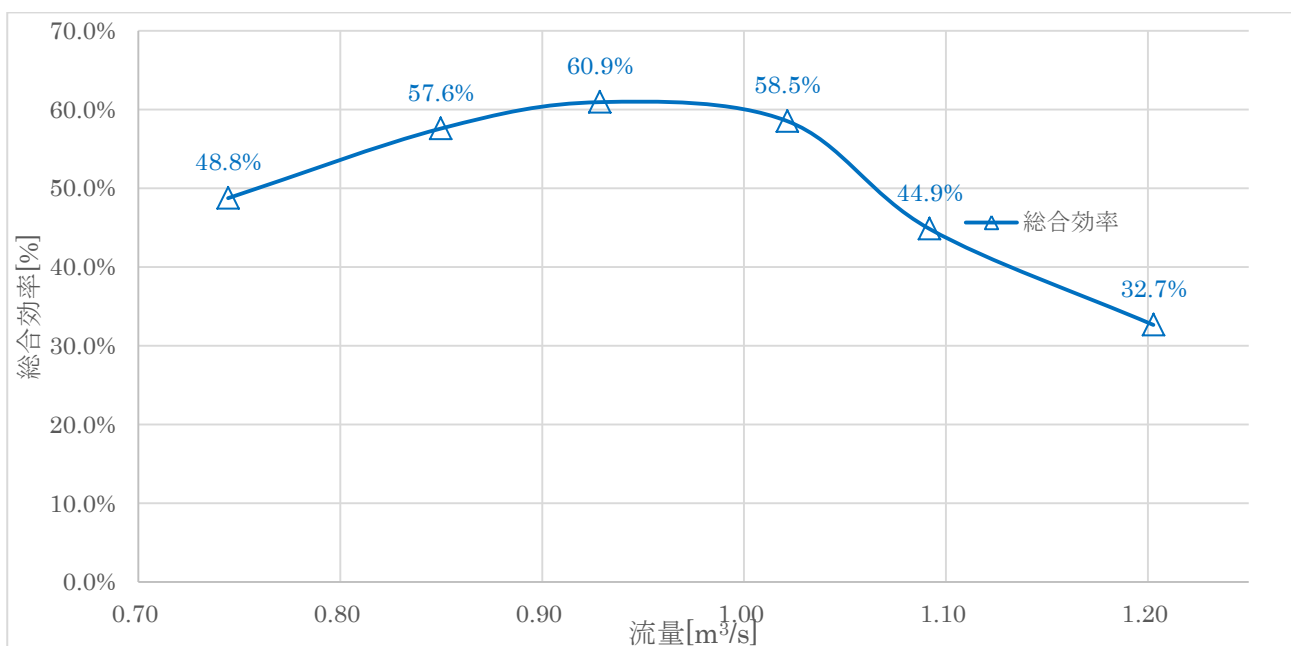


図 4-2 メーカーが公表している流量－効率曲線

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、メーカー試験より少ない流量から多い流量までをカバーすることとしているが、実証対象製品は流量を管理できない幹線農業用水において一定流量における定格運転を前提としていることから、実際の運転条件と同じ 1.00m³/s 未満の条件のみで試験を行った。

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が、本実証試験では上流の水車入口水位と下流安定水面の水位を計測し、総落差を有効落差とみなした。

設計の落差条件と試験における落差が異なるため、仮に同一の流量で同一出力が得られても、効率の算出値の前提条件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 2 年が経過していた、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」することを求めているが、実証対象製品は構造的に流量変化に対応しないことと、試験中の流量調整に危険があることから本実証試験では最大流量のみを対象とした。

(2) 測定回数

JEC 規格では、流速計法による測定回数について定めがあり、回数の条件は満たすものの測定方法が条件に満たなかった。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個別に点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いるが、総落差を有効落差とした。

(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、流速計計による測定について定めがあるが、流速 $0.4\text{m}/\text{s}$ 以上であることや測定点の水深 0.8m 以上を確保するという条件は両方とも満たさなかった。

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

梓川左岸幹線小水力発電所（長野県松本市梓川倭地先）に設置された機器を用いて実証試験を行った。



写真 6-1 運転停止状態の設備外観

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前年度のデータは私用せず、測定（2016年1月22日）、試験（2016年2月4日）、連続運転（2016年2月17日~2月24日）、騒音測定（2016年2月24日）の結果を使用した。

8 実証試験の実施方法

8-1 流量測定

開水路で流速計を用いて測定する場合の測定点数・配置は、河川砂防技術基準や水文観測業務規定の定めに基づいて水深側線、流速側線等を定め、水路を横断方向に7分割し、各断面を2割水深と8割水深の平均流速を計測する2点法により測定した。

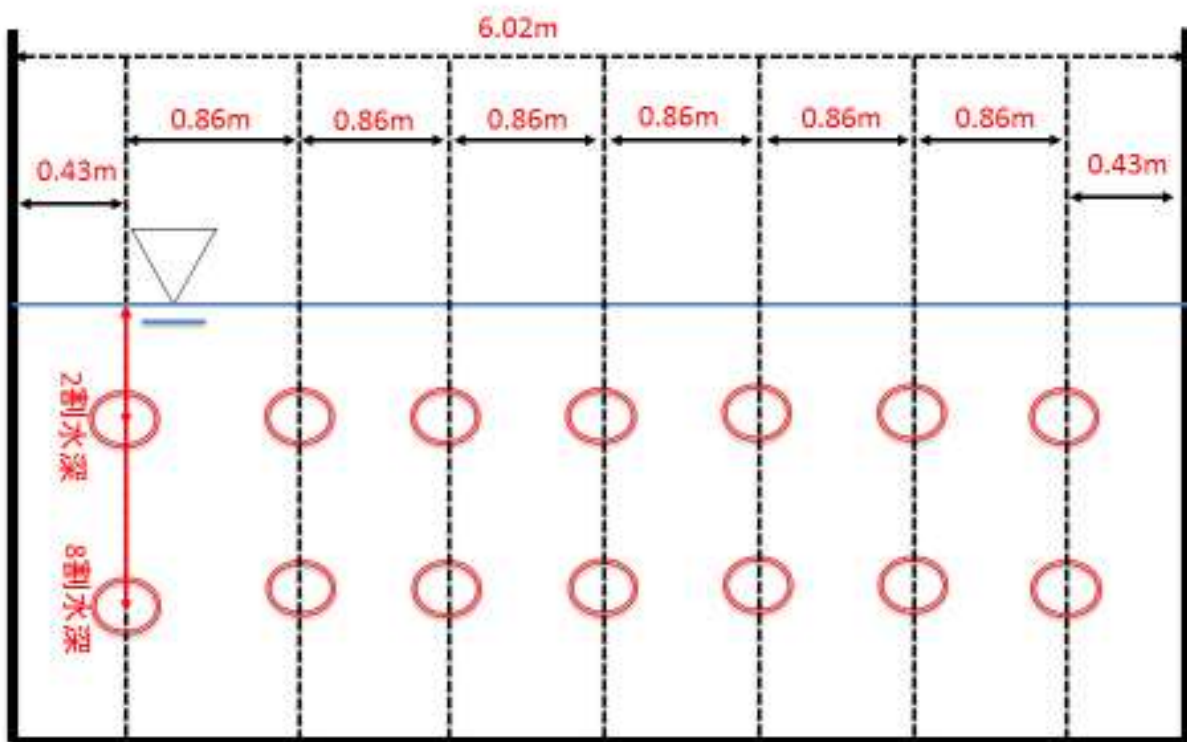


図 8-1 流量観測

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より電流と電圧を計測し 10 秒間の平均値として記録した。

8-3 騒音測定

普通騒音 A 特性と、低周波騒音 G 特性が計測可能な精密騒音計を用いて、放水路方向へ 2 方向（他の方向は音波が遮られるため）の騒音を測定した。また、直近の民家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。

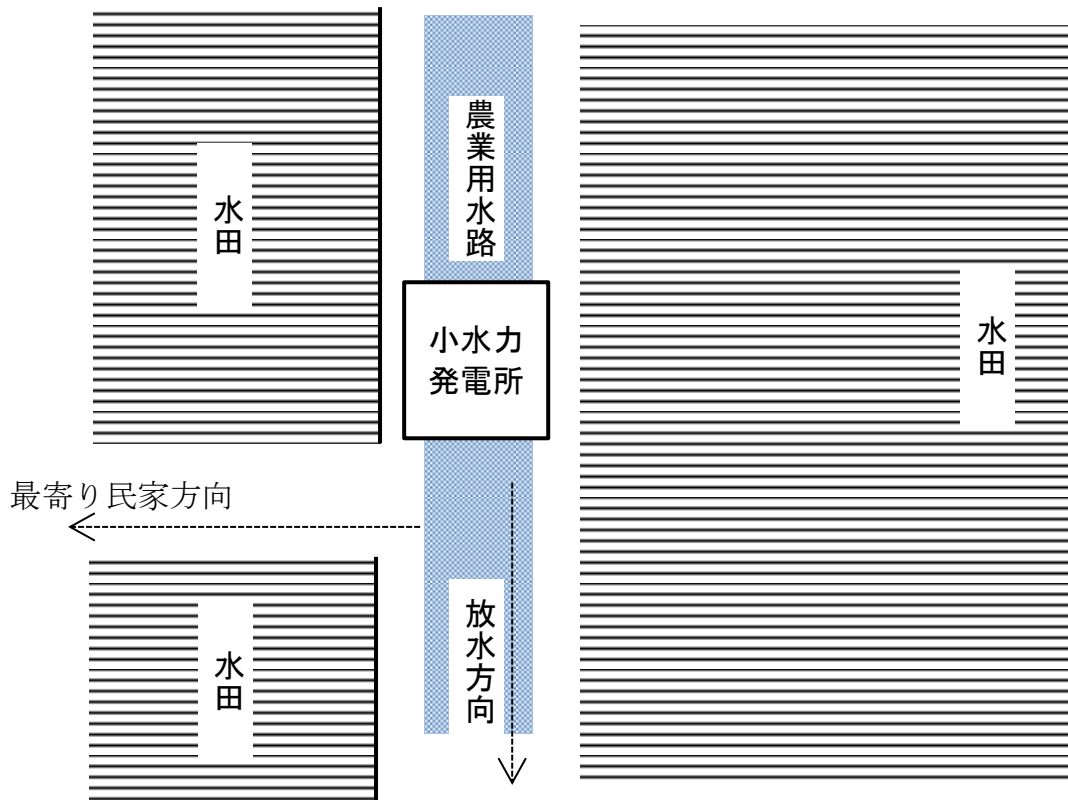


図 8-1 水車周辺の状況と騒音の測定方向

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 2016年1月22日14時～17時測量、2月4日14時～16時試験、2月17日～24日連続運転及び騒音測定。

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(14:20)~4.0°C(16:20)	5.0°C
②水温	温度計の目視測定値	3.5°C(14:20) 3.0°C(16:20)	3.5°C
③流量	2点法による流量観測	14:17~14:33、14:35~14:53、14:54~15:10 の計3回測定	9-2 に記載
④有効落差	総落差とした		9-3 に記載
⑤回転速度	タコメータの目視測定値	試験中一定 496min ⁻¹	496min ⁻¹
⑥電気出力	電源品質アナライザ測定値	10秒間平均値を内部メモリに記録	9-4 に記載
⑦総合効率	③流量と④有効落差に重力加速度を乗じて理論出力を算出し、電気出力を除す	③・④・⑥から算出	9-5 に記載
⑧騒音	騒音計で測定した1分間平均値	測定点を変えて計28回測定	9-6 に記載

9-2 流量の算出

水路を7分割し2点法による流量観測を11:39~15:10の間に6回測定をおこなった。1回の観測に18分程度かかるため、観測中に水位が±2cm以上変動したものは採用せず、観測中の水位が±1cm以内に安定していた3回の流量を算出した。

表 9-2 流量の算出

時刻	14:17~14:33	14:35~14:53	14:54~15:10
流量[m ³ /s]	0.952	0.900	0.911
水深[cm]	64	64	63
平均流速[m/s]	0.25	0.23	0.24



写真 9-1 流量観測の様子

9-3 有効落差の算出

開放式水車の場合は水車上流側と下流側の水位差に上流側速度水頭を加えた落差を有効落差相当の落差として定義しているが、実証対象製品は水圧を利用する反動水車であり水車入口の流速が計測できないため、総落差を有効落差とした。

表 9-3 有効落差の算出

流量[m ³ /s]	時刻	有効落差[m]
0.952	14:17～14:33	平均値 2.40 最小値 2.393 ～ 最大値 2.404
0.900	14:35～14:53	平均値 2.40 最小値 2.392 ～ 最大値 2.401
0.911	14:54～15:10	平均値 2.40 最小値 2.393 ～ 最大値 2.403

9-4 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 9-4 電気出力の計測値

流量[m ³ /s]	時刻	電気出力[kW]
0.952	14:17～14:33	平均値 14.69 最小値 14.422 ～ 最大値 14.988
0.900	14:35～14:53	14.50 14.296～14.812
0.911	14:54～15:10	14.45 14.278～14.776

9-5 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流量、②有効落差流量、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。

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

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

この算出に際して、①流量、②有効落差流量は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 9-5 総合効率の算出

①流量 [m ³ /s]	②有効落差 [m]	③電気出力 [kW]	④理論出力 [kW]	⑤総合効率 [%]
0.952	2.40 2.393~2.404	14.69 14.422~14.988	22.36 22.31~22.42	65.7 64.5~67.0
0.900	2.40 2.392~2.401	14.50 14.296~14.812	21.13 21.09~21.18	68.6 67.6~70.1
0.911	2.40 2.393~2.403	14.45 14.278~14.776	21.41 21.37~21.45	67.5 66.7~69.1

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、2~9dB 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と推測される。

表 9-9 普通騒音（A 特性）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
【水車停止中(14:30~14:50)】				
放水路方向	81.5	81.1	78.9	73.9(10m 地点)
民家方向 +90° 方向	81.5	71.7	63.9	58.5 (民家直近、距離約 20m)
【水車稼働中(15:10~15:30)】				
放水路方向	73.7	73.9	72.8	68.9(10m 地点)
民家方向 +90° 方向	72.6	66.2	63.2	56.6 (民家直近、距離約 20m)

※ 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

表 9-11 低周波騒音（G 特性）の測定値

騒音の単位：dB

方向・地点	1m 地点	10m 地点	100m 地点	その他の地点
【水車停止中(14:30~14:50)】				
放水路方向	90.8	84.4	80.1	
民家方向 +90° 方向	90.8	75.4		89.6
【水車稼働中(15:10~15:30)】				
放水路方向	81.3	85.3	73.0	
民家方向 +90° 方向	77.7	77.6		87.8 (民家直近、距離約 20m)

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位と発電電力量について1週間の変化を表9-7に示す。

表9-7 運転状況 (3/3~11)

日付	上水位[cm]	発電電力量[kWh]
2/17	平均値 65.75 最小値 62 ~ 最大値 70	日発電電力量 286.7 時間発電電力量 最小値 9.6 ~ 最大値 14.1
2/18	62.6 61 ~ 64	313.8 12.6 ~ 14.7
2/19	62.3 61 ~ 64	306.5 11.6 ~ 13.5
2/20	64.3 62 ~ 67	301 10.5 ~ 13.9
2/21	65.8 65 ~ 67	265.9 9.7 ~ 12.4
2/22	64.3 58 ~ 68	239.7 5.9 ~ 12.8
2/23	61.4 57 ~ 66	284.7 10.4 ~ 13.6
2/24	62 51 ~ 65	296.3 ※0 ~ 13.3
合計	平均値 63.4	2294.6 時間平均 13.66

※2/24に騒音測定を行ったため、運転を停止した時間があった。

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、メーカー試験より少ない流量から多い流量までをカバーすることとしているが、実証対象製品は流量を管理できない幹線農業用水において一定流量における定格運転を前提としていることから、実際の運転条件と同じ1.00m³/s未満の条件のみで試験を行った。

実証試験結果の流量-出力曲線を図10-1、流量-効率曲線を図10-2に示す。流量は0.900m³/s、0.911m³/s、0.952m³/sの3条件で、出力と効率についてメーカー公表値より高い性能を示す結果を得た。最大出力14.69kW（総合効率65.7%、流量0.952m³/s）、最高総合効率68.6%（出力14.5kW、流量0.900m³/s）であった。

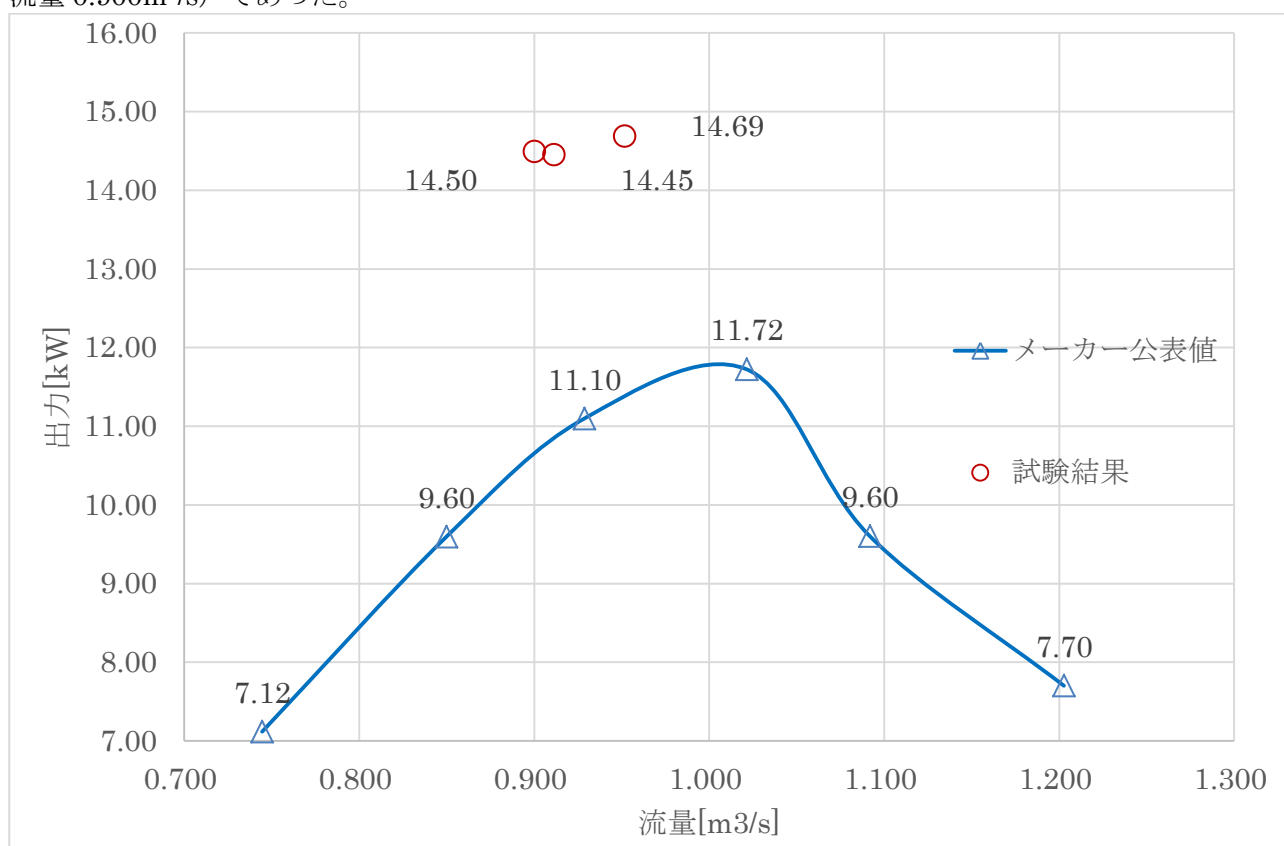


図 10-1 実証した流量-出力曲線とメーカー公表値

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]	0.745	0.850	0.929	1.021	1.092	1.203
	有効落差 [m]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	出力 [kW]	7.12	9.60	11.10	11.72	9.60	7.70
試験結果	流量 [m ³ /s]	0.900	0.911	0.952			
	有効落差 [m]	2.40	2.40	2.40			
	出力 [kW]	14.50	14.45	14.69			

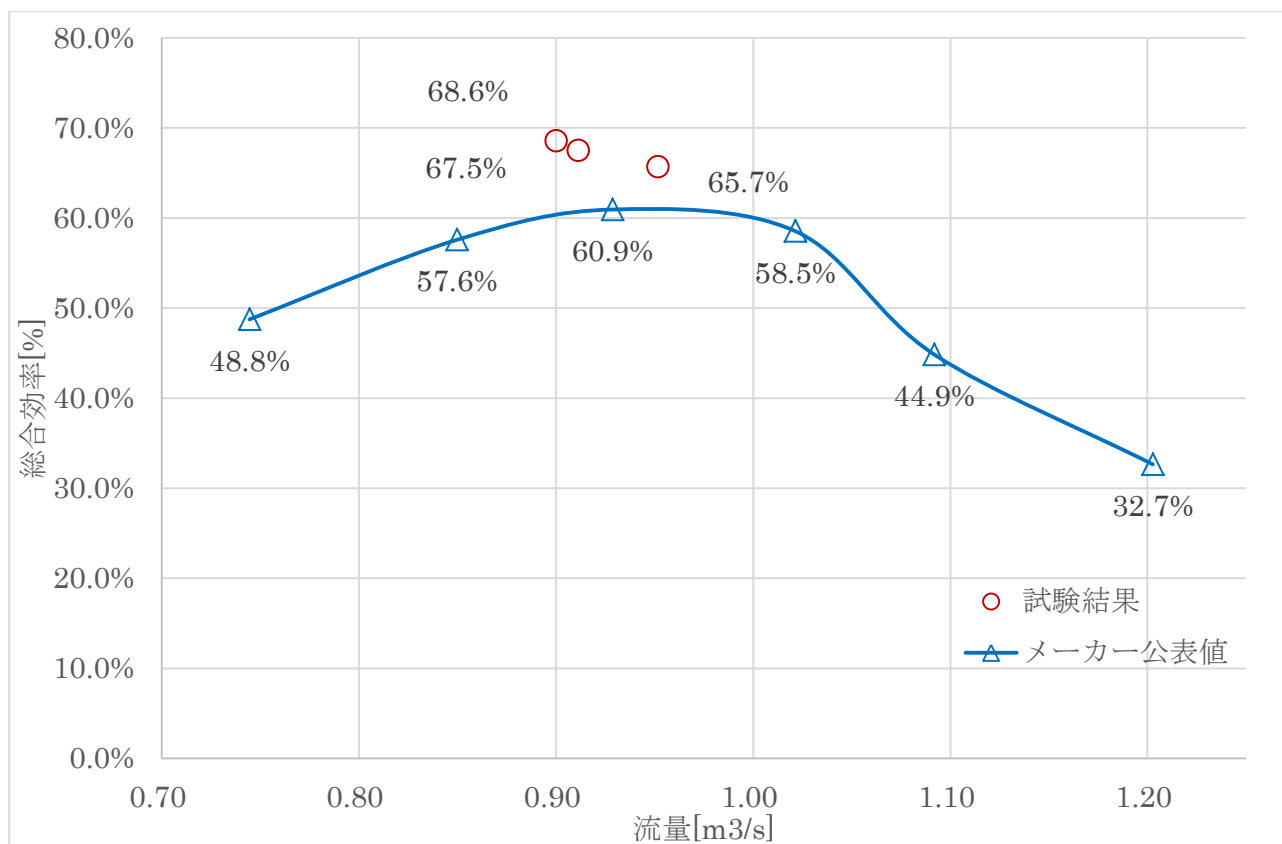


図 10-2 実証した流量－効率曲線とメーカー公表値

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]	0.745	0.850	0.929	1.021	1.092	1.203
	有効落差 [m]	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	総合効率 [%]	48.8%	57.6%	60.9%	58.5%	44.9%	32.7%
試験結果	流量 [m³/s]	0.900	0.911	0.952			
	有効落差 [m]	2.40	2.40	2.40			
	総合効率 [%]	68.6%	67.5%	65.7%			

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の違いは有効落差である。メーカー公表値の設計条件は有効落差 2.0m に対し、試験結果の有効落差は 2.4m であり、メーカー公表値の条件より 20% 大きな値となっており、3.5kW 程度出力が増加している。これは運用段階において高い取水位の安定確保や、最適な回転数制御の工夫を重ねた結果であり、設計段階と実証試験結果の相違は合理的に説明でき妥当である。

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 おいてメーカー公表値と試験結果は 5%~8% 程度の相違であり概ね一致している。運用段階の工夫によって、設計段階の性能であるメーカー公表値に比べて効率が向上していることが確認できた。

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。

10-3 総合評価

実証試験の結果、使用水量 $0.900\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.911\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.952\text{m}^3/\text{s}$ の 3 条件で、出力と効率についてメーカー公表値より高い性能を示す結果を得た。実証対象製品は本事業によりメーカー公表値である設計時の性能に比べて出力増大と効率向上が確認できた。

なお、実証対象製品のように水路断面に水車を設置して水位を堰上げて発電を行う場合、水路の流下機能を阻害する恐れのあるため、流量が安全に管理できる条件で設置する必要がある。実証対象製品は 1 年を通じて使用水量 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 未満における運転を行う想定で設計されており、水車が何らかの理由で閉塞し、水位を 35cm 堰上げている取水板も何らかの理由により転倒しなくなってしまう重複事故の場合にも、水路の構造余裕高を 5cm 下回る範囲で $7.33\text{m}^3/\text{s}$ の流下能力を持ち、灌漑期の最大流量 $5.624\text{m}^3/\text{s}$ の 1.33 倍を確保している。

既存の農業用水路に設置する場合は水路管理者とともに十分な安全評価を行うことが重要であり、安全評価や検討の際には放水時の水面振動の共振なども含め、模型試験を行うことが望ましい。また、バイパス水路など水やごみの混入が管理できる条件が整えば設置や維持管理は容易に行うことができる。

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		低落差用小水力発電設備 Low head tubine system		
製造(販売)企業名		株式会社松本鉄工所 Matsumoto iron works		
連絡先	TEL/FAX	TEL:0263-87-5061 FAX:0263-87-5071		
	ウェブサイトアドレス	http://www.k-miw.co.jp		
	E-mail	kodaira@k-miw.co.jp		
設置条件		農業用水路などに設置される 2m 程度の落差工		
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):1,600,000円(年次点検含む) 10年整備(工場):5,000,000円(電気設備更新等)		
施工性		水路管理者とともに十分な安全評価を行うこと		
コスト概算	イニシャルコスト			
		機 器	数 量	
		水車発電機	1 式	27,000,000 円
		土木構造物	1 式	注 1 参照
		電気設備工事	1 式	13,000,000 円
	合 計		40,000,000 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。

巻末資料

Q=0.952	出力	取水位	放水位	総落差	流量	理論出力	総合効率
	[kW]	[m]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[kW]	[%]
Average	14.69	0.53	0.33	2.40	0.95	22.36	65.7%
MIN	14.42	0.52	0.33	2.39	0.95	22.31	64.5%
MAX	14.99	0.53	0.33	2.40	0.95	22.42	67.0%
14:17:00	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.4%
14:17:10	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.4%
14:17:20	15.0	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.8%
14:17:30	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.6%
14:17:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:17:50	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.5%
14:18:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:18:10	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.6%
14:18:20	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.2%
14:18:30	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:18:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:18:50	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.6%
14:19:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:19:10	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:19:20	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:19:30	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.2%
14:19:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:19:50	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:20:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:20:10	15.0	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.8%
14:20:20	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:20:30	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.4%
14:20:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:20:50	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.7%
14:21:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:21:10	15.0	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	67.0%
14:21:20	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:21:30	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.3%
14:21:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:21:50	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:22:00	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.8%
14:22:10	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	66.3%
14:22:20	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:22:30	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.9%
14:22:40	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:22:50	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.7%
14:23:00	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.8%
14:23:10	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.9%
14:23:20	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:23:30	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.5%

本 編

【中小水力発電分野】
株式会社松本鉄工所 梓川左岸幹線用水小水力発電所



14:23:40	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.5%
14:23:50	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.9%
14:24:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.2%
14:24:10	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.1%
14:24:20	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.8%
14:24:30	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.6%
14:24:40	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.6%
14:24:50	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	66.0%
14:25:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.0%
14:25:10	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.5%
14:25:20	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.4%
14:25:30	14.9	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.5%
14:25:40	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.7%
14:25:50	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.1%
14:26:00	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.3%
14:26:10	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.7%
14:26:20	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.4%
14:26:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.0%
14:26:40	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.3%
14:26:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.0%
14:27:00	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.5%
14:27:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.7%
14:27:20	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.7%
14:27:30	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.8%
14:27:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.0%
14:27:50	14.5	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.0%
14:28:00	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.4%
14:28:10	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.3%
14:28:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.0%
14:28:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.1%
14:28:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.1%
14:28:50	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.6%
14:29:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	66.1%
14:29:10	14.7	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.8%
14:29:20	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.7%
14:29:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.5%
14:29:40	14.7	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.7%
14:29:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.0%
14:30:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.0%
14:30:10	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.2%
14:30:20	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.1%
14:30:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.4%
14:30:40	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.3%
14:30:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.1%
14:31:00	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.2%
14:31:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.6%
14:31:20	14.4	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.5%

14:31:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	64.8%
14:31:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.8%
14:31:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.7%
14:32:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.1%
14:32:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.9%
14:32:20	14.5	0.52	0.33	2.39	0.952	22.3	64.8%
14:32:30	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.5%
14:32:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	64.7%
14:32:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.0%
14:33:00	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.4%
14:33:10	14.6	0.52	0.33	2.40	0.952	22.4	65.4%
14:33:20	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.3%
14:33:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	64.9%
14:33:40	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.3	65.1%
14:33:50	14.6	0.53	0.33	2.40	0.952	22.4	65.2%
14:34:00	14.6	0.53	0.33	2.39	0.952	22.3	65.3%

Q=0.900	出力	取水位	放水位	総落差	流量	理論出力	総合効率
	[kW]	[m]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[kW]	[%]
Average	14.50	0.53	0.33	2.40	0.90	21.13	68.6%
MIN	14.30	0.52	0.32	2.39	0.90	21.09	67.6%
MAX	14.81	0.53	0.33	2.40	0.90	21.18	70.1%
14:35:00	14.7	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	69.7%
14:35:10	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.8%
14:35:20	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.9%
14:35:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.9%
14:35:40	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:35:50	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.5%
14:36:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:36:10	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:36:20	14.6	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	69.1%
14:36:30	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.9%
14:36:40	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.8%
14:36:50	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	69.1%
14:37:00	14.5	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	68.7%
14:37:10	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	69.2%
14:37:20	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:37:30	14.5	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	68.5%
14:37:40	14.6	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	69.3%
14:37:50	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.9%
14:38:00	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	69.2%
14:38:10	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:38:20	14.7	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.4%
14:38:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.1%
14:38:40	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.1%
14:38:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%

本 編

【中小水力発電分野】 株式会社松本鉄工所 梓川左岸幹線用水小水力発電所



14:39:00	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	69.1%
14:39:10	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.8%
14:39:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.9%
14:39:30	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.9%
14:39:40	14.4	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	68.4%
14:39:50	14.5	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	68.7%
14:40:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.4%
14:40:10	14.3	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.8%
14:40:20	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.0%
14:40:30	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.4%
14:40:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.5%
14:40:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:41:00	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.5%
14:41:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:41:20	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.8%
14:41:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:41:40	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.0%
14:41:50	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.8%
14:42:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.5%
14:42:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.4%
14:42:20	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.8%
14:42:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:42:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.3%
14:42:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.9%
14:43:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.2	67.9%
14:43:10	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	67.9%
14:43:20	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.2%
14:43:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.1%
14:43:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.0%
14:43:50	14.4	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.3%
14:44:00	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.1%
14:44:10	14.4	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	68.0%
14:44:20	14.4	0.52	0.32	2.39	0.900	21.1	68.3%
14:44:30	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:44:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.4%
14:44:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.5%
14:45:00	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.5%
14:45:10	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.7%
14:45:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.2	68.7%
14:45:30	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.3%
14:45:40	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.5%
14:45:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.2%
14:46:00	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.1%
14:46:10	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:46:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.4%
14:46:30	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.1%
14:46:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.8%

14:46:50	14.4	0.52	0.32	2.40	0.900	21.1	68.0%
14:47:00	14.5	0.52	0.32	2.40	0.900	21.2	68.5%
14:47:10	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	69.0%
14:47:20	14.4	0.52	0.32	2.40	0.900	21.1	68.3%
14:47:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.9%
14:47:40	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.8%
14:47:50	14.6	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	69.2%
14:48:00	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.2%
14:48:10	14.7	0.52	0.32	2.40	0.900	21.1	69.7%
14:48:20	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.2%
14:48:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.1%
14:48:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:48:50	14.8	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.7%
14:49:00	14.8	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	69.8%
14:49:10	14.8	0.53	0.32	2.40	0.900	21.1	70.1%
14:49:20	14.8	0.53	0.32	2.40	0.900	21.2	69.8%
14:49:30	14.7	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	69.3%
14:49:40	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.5%
14:49:50	14.5	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.5%
14:50:00	14.3	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.8%
14:50:10	14.6	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.9%
14:50:20	14.4	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.3%
14:50:30	14.3	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	67.8%
14:50:40	14.4	0.53	0.33	2.39	0.900	21.1	68.2%
14:50:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.9%
14:51:00	14.3	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	67.6%
14:51:10	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.3%
14:51:20	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.0%
14:51:30	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.3%
14:51:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.2%
14:51:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.2	68.1%
14:52:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.7%
14:52:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.1	68.1%
14:52:20	14.5	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.6%
14:52:30	14.6	0.52	0.33	2.39	0.900	21.1	69.0%
14:52:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.1	68.2%
14:52:50	14.5	0.53	0.32	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:53:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.2	68.1%
14:53:10	14.3	0.52	0.32	2.40	0.900	21.1	67.8%
14:53:20	14.4	0.53	0.33	2.40	0.900	21.2	67.9%
14:53:30	14.5	0.53	0.32	2.40	0.900	21.1	68.6%
14:53:40	14.3	0.53	0.32	2.40	0.900	21.2	67.7%
14:53:50	14.4	0.52	0.33	2.40	0.900	21.2	68.0%

Q=0.911	出力	取水位	放水位	総落差	流量	理論出力	総合効率
	[kW]	[m]	[m]	[m]	[m ³ /s]	[kW]	[%]

本 編

【中小水力発電分野】 株式会社松本鉄工所 梓川左岸幹線用水小水力発電所



Average	14.45	0.53	0.33	2.40	0.91	21.41	67.5%
MIN	14.28	0.52	0.32	2.39	0.91	21.37	66.7%
MAX	14.78	0.53	0.33	2.40	0.91	21.45	69.1%
14:54:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:54:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:54:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
14:54:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:54:50	14.7	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.4%
14:55:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
14:55:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.9%
14:55:20	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:55:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:55:40	14.5	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.5%
14:55:50	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.5%
14:56:00	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.8%
14:56:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.0%
14:56:20	14.3	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	66.8%
14:56:30	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
14:56:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.4%
14:56:50	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
14:57:00	14.6	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.1%
14:57:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:57:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:57:30	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.5%
14:57:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
14:57:50	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:58:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.8%
14:58:10	14.6	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	68.2%
14:58:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:58:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.1%
14:58:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:58:50	14.6	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	68.2%
14:59:00	14.5	0.53	0.33	2.39	0.911	21.4	67.8%
14:59:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.8%
14:59:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:59:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
14:59:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
14:59:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:00:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
15:00:10	14.5	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.9%
15:00:20	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.1%
15:00:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:00:40	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.5%
15:00:50	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
15:01:00	14.5	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:01:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.5	67.6%
15:01:20	14.3	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	66.8%

15:01:30	14.6	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.0%
15:01:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.4%
15:01:50	14.4	0.53	0.33	2.39	0.911	21.4	67.6%
15:02:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.4%
15:02:10	14.6	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	68.0%
15:02:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:02:30	14.3	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.0%
15:02:40	14.3	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	66.9%
15:02:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:03:00	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:03:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:03:20	14.3	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	66.7%
15:03:30	14.3	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	66.9%
15:03:40	14.4	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:03:50	14.3	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.0%
15:04:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:04:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:04:20	14.5	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.5%
15:04:30	14.4	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.1%
15:04:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:04:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:05:00	14.4	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.4%
15:05:10	14.4	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:05:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:05:30	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:05:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.4%
15:05:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.4%
15:06:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.5%
15:06:10	14.5	0.53	0.33	2.39	0.911	21.4	67.8%
15:06:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:06:30	14.5	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
15:06:40	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.6%
15:06:50	14.4	0.53	0.32	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:07:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.7%
15:07:10	14.7	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	68.7%
15:07:20	14.7	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	68.9%
15:07:30	14.7	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.7%
15:07:40	14.7	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	68.4%
15:07:50	14.8	0.53	0.33	2.39	0.911	21.4	69.1%
15:08:00	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	68.0%
15:08:10	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.8%
15:08:20	14.3	0.52	0.32	2.40	0.911	21.4	66.9%
15:08:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:08:40	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.0%
15:08:50	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%
15:09:00	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:09:10	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.3%

15:09:20	14.5	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.8%
15:09:30	14.4	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	67.2%
15:09:40	14.3	0.53	0.33	2.40	0.911	21.4	66.9%
15:09:50	14.3	0.52	0.33	2.40	0.911	21.4	67.0%

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。