

環境省
平成 26 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
《詳細版》

平成 27 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 : 株式会社篠田製作所
製品名・型番 : らせん水車 (直径 : 0m900)
実証試験実施場所 : NPO 法人やすらぎの里いとしろ前農業用水路
実証番号 : 120-1402



地球温暖化対策技術分野
中小水力発電技術
実証番号 No.120-1402

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

【中小水力発電分野】

株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

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	6
3 - 4 測定に使用する機器	9
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	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 有効落差の定義	13
5 準拠する試験方法と実際の試験方法	14
5 - 1 準拠する試験方法	14
5 - 2 本実証試験方法と JEC 規格の異同	14
5 - 2 - 1 一般事項	14
5 - 2 - 2 試験条件	14
5 - 2 - 3 試験の実施範囲	15
5 - 2 - 4 試験結果の計算及び判定	15
5 - 2 - 5 測定方法	16
5 - 2 - 6 試験成績書	16
6 実証試験場所の概要	17
7 データとして使用する過去の調査結果	17
8 実証試験の実施方法	18
8 - 1 流量・水位測定	18

8 - 1 - 1	流量・水位に関する測定項目	18
8 - 1 - 2	水路状態の確認と測定器の設置	18
8 - 1 - 3	水路断面の測定	19
8 - 1 - 4	水深センサとロガーの起動とオフセット測定	19
8 - 1 - 5	水車上流・下流水位測定点への水深センサ設置	20
8 - 1 - 6	流量の測定点の状態	20
8 - 1 - 7	流量の測定方法	21
8 - 2	電気測定	22
8 - 2 - 1	電気に関する測定項目	22
8 - 2 - 2	測定器の接続と記録	23
8 - 3	騒音測定	24
8 - 3 - 1	騒音に関する測定項目	24
8 - 3 - 2	測定の実施	25
8 - 4	その他の測定項目	25
9	実証試験で得られたデータ	26
9 - 1	測定値と分析に使用するデータのまとめ	26
9 - 2	流量の算出	27
9 - 2 - 1	水路断面形状の測定結果	27
9 - 2 - 2	水深と流路断面積の関係式の作成	28
9 - 2 - 3	水深と流速	29
9 - 2 - 4	流量の算出	30
9 - 3	有効落差の算出	31
9 - 4	発電出力と総合効率の算出	32
9 - 4 - 1	データの算出	32
9 - 4 - 2	異常データの評価	33
9 - 5	実証試験実施中の出力電圧と電力	34
9 - 6	測定値のばらつきと誤差・偏差の検討	35
9 - 6 - 1	確率的誤差の検討	35
9 - 6 - 2	系統的偏差の検討	35
9 - 7	騒音測定結果	36
9 - 8	気象条件等	37
10	実証試験の結果と考察	38
10 - 1	発電出力と効率に関する評価と考察	38
10 - 2	騒音に関する評価	39
10 - 3	総合評価	39
11	用語集	40
12	参考情報	41

もくじ

【中小水力発電分野】

株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

【中小水力発電分野】

株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

【 全 体 概 要 】

全体概要

【中小水力発電分野】

株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

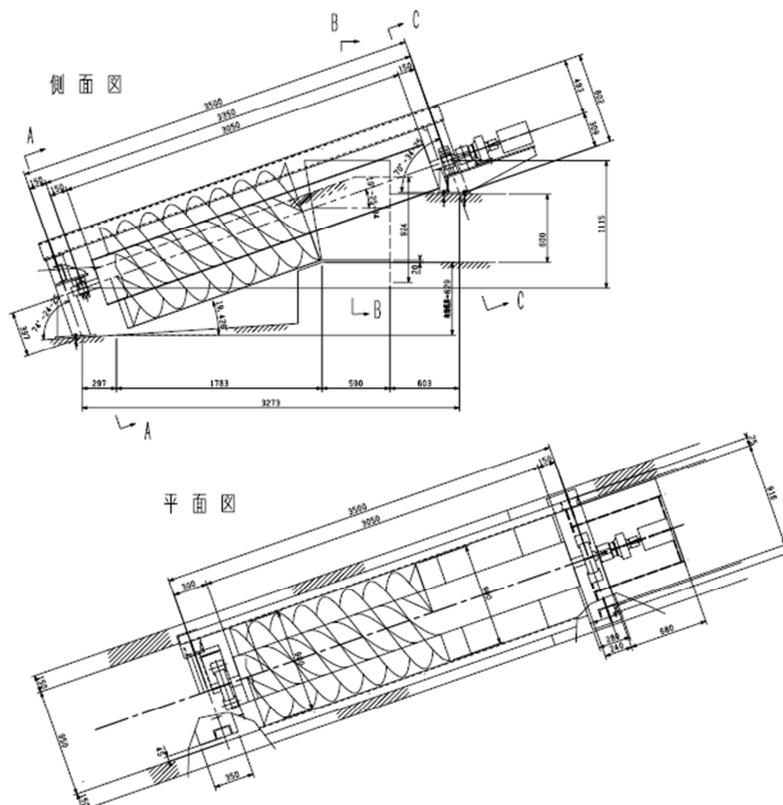
[1] 実証対象技術の概要

開放型水車は数 kW 程度の小規模発電の場合、小型でも効率が低下しにくいこと、流量変動による効率変化も少ないこと、ごみに強いこと、修理が容易なことなどの利点を持っている。

その中でらせん水車は低落差、大流量に向けた水車である。短い水路延長で作った低落差が使えるので農業用水路周辺のスペースにコンパクトに設置することができる。

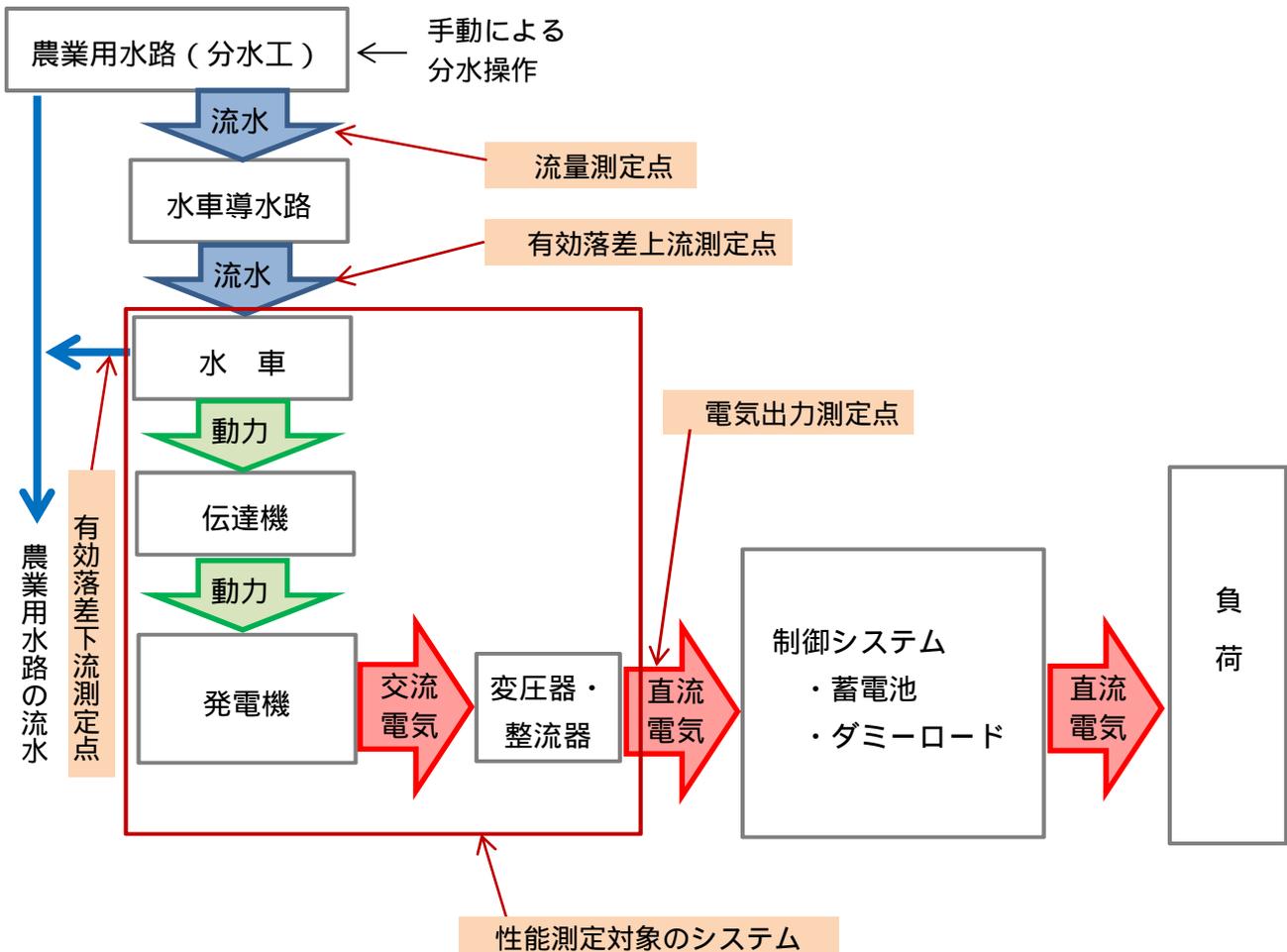
本実証試験対象機器は、このような特徴を持つらせん水車で永久磁石型発電機を駆動し、整流器・蓄電池を使った電圧制御と組み合わせることで、比較的安価に制御系を含めた独立電源システムとして組み上げたものである。

主要諸元は、直径 900mm、長さ 3050mm、羽根枚数 4 である。設置写真と一般図を下に示す。



[2] 実証試験の概要

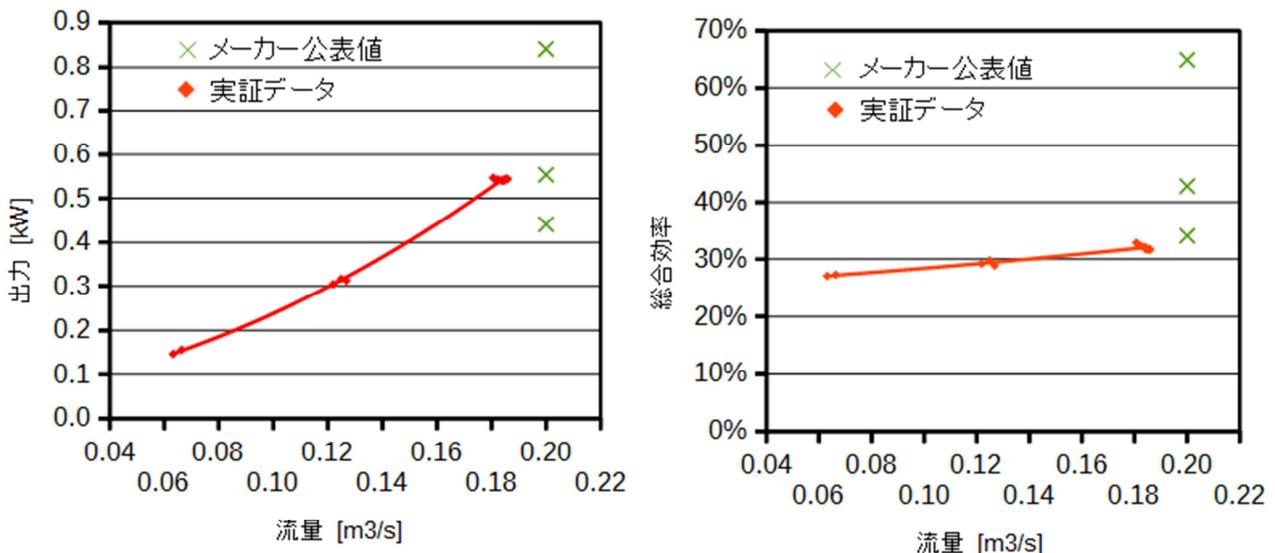
下図 で流量を、また ・ で有効落差を測定し、水車に伝達された動力を算出した。一方 で電圧・電流を測定し、性能測定対象システムから得られる電力を算出した。そして、流量と出力電力の関係および流量と効率の関係を図示し、メーカーが公表している性能との比較考察を行った。



全体概要

[3] 実証試験結果

2014年10月9日に行った実証試験結果として、流量 - 出力曲線と、流量 - 効率曲線を下図に示す。メーカー公表値は同じ流量条件（0.2m³/s）で負荷条件を3通りに変化させて測定したもので、負荷条件によって出力電力（総合効率）が大きく変わることが確認されている。実証試験設備の出力電圧はバッテリー電圧（24～28V程度）で制御されており、最高効率点での運転になっていない。なお、メーカーと本実証試験で有効落差の定義が異なる（メーカーは水理条件を考慮していない、本編 4-1 および 4-3 参照）ため、メーカー公表値の効率は実証試験結果の約1.4倍の値になっている



[4] 参考情報

製品データ（申請者の内容であり、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	らせん水車（直径：0m900） Screw Water Wheel		
製造（販売）企業名	株式会社篠田製作所（SHINODA Co.,Ltd）		
連絡先	TEL/FAX	TEL 058-266-8433 FAX 058-266-4126	
	ウェブサイト	http://www.shinoda-eng.co.jp/company/index.html	
	E-mail	mizuno@shinoda-eng.co.jp	
設置条件	緊急及び増水時対策として、水路本線の設置ではなくバイパス水路に設置する。		
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等	24時間連続稼動するため、軸受け・増速機等の維持管理が必要です。 3年程度で交換する消耗品のコスト 増速機 5万円、軸受け（2箇所）15万円、チェーンカップリング（2箇所）6万円 但し、適時のグリス注入が必要です。		
施工性	現場組立作業が少ないため、現場据付作業が容易である。		
コスト概算	イニシャルコスト		
	機 器	数 量	
	水車制作・据付工	1 式	4,500,000 円
	基礎工事、導水路工事	1 式	4,000,000 円
	電気制御盤工	1 式	1,000,000 円
	合 計	9,500,000 円	

【中小水力発電分野】
株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

【 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、管路を流れる水圧がかかった水の利用、その他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には、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。ごみの影響を受けにくく除塵装置に費用を要しないことや、低落差としては比較的高効率が得やすいことなどによる。その中でもらせん水車は特に小さな落差に対応できるという利点がある。

毎秒百数十リットル程度の水を流し 1m 程度の地形落差が得られる農業用水路は、中山間地を中心に多数存在しており、製品を標準化し量産することで価格を低下させ維持管理を容易にする可能性がある。

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、下図にすとおりの。

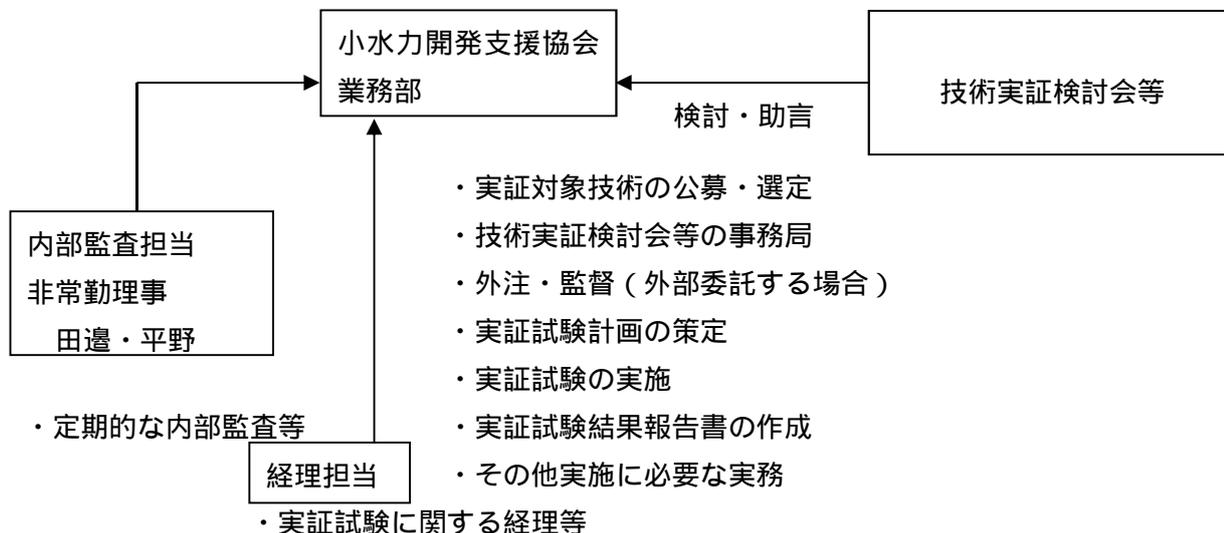


図 2-1 実施体制

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	中島 大
		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	沖 武宏
		実証試験の監査	松尾壽裕
		ロガーデータの確認	
実証申請者	株式会社篠田製作所	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	水野 勇



写真 3-1 上流側からの水車設置状況

写真 3-2 下流側からの水車設置状況

3 - 2 電気回路の概要

電気回路（制御システム）のブロック図を図3-2に示す。

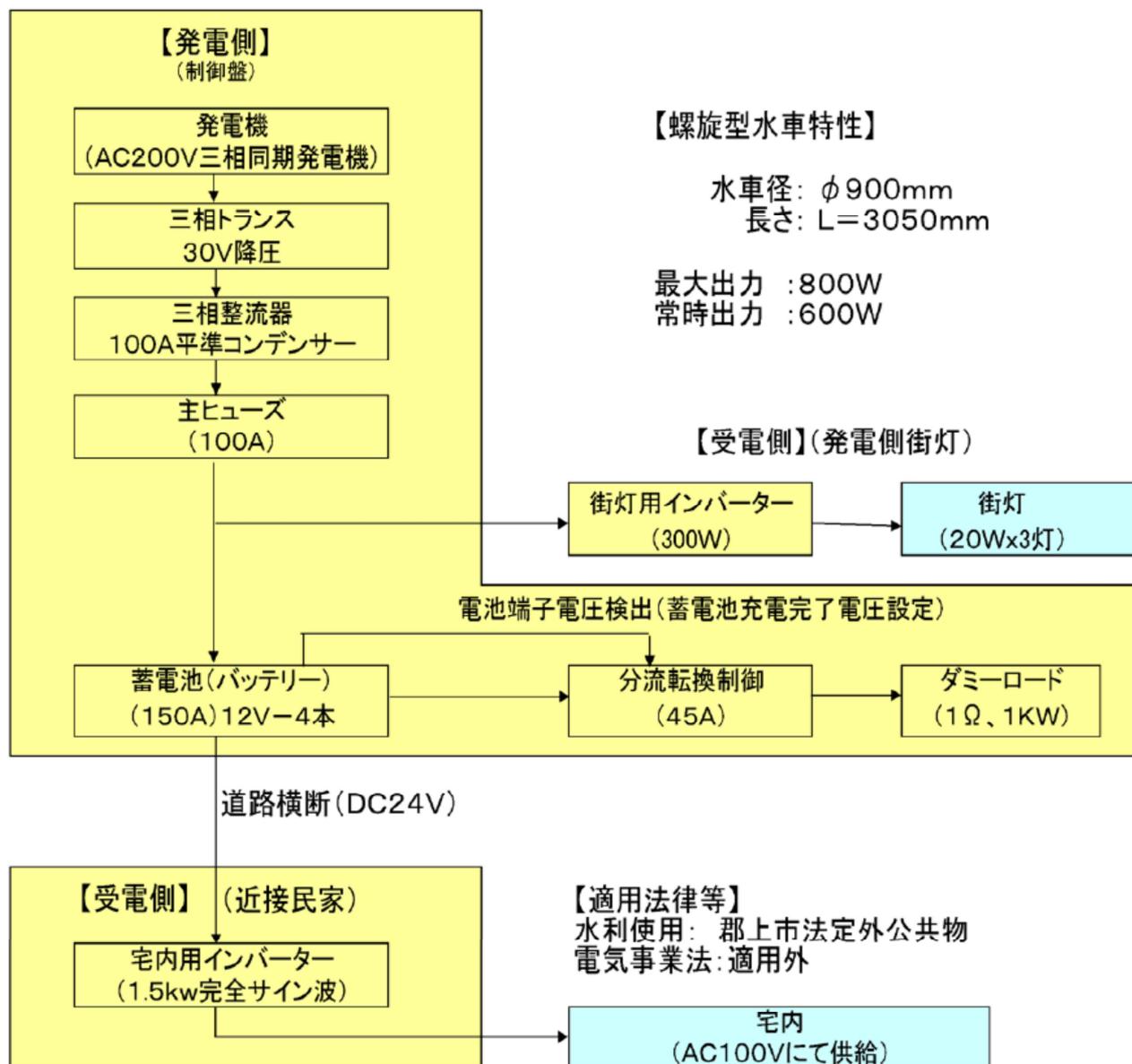


図3-2 電気回路ブロック図

3 - 3 実証範囲と測定点

全体システムと、本実証試験において実証範囲とする性能測定対象システムの関係を図 3-3 に示す。また、同図 流量測定点の測定位置を写真 3-3 に、 有効落差上流測定点・ 有効落差下流測定点の測定点を図 3-4・写真 3-4～3-5 に示す。 電気出力測定点については直流電圧と直流電流に分けて測定しており、それぞれの測定点を図 3-5 に示す。

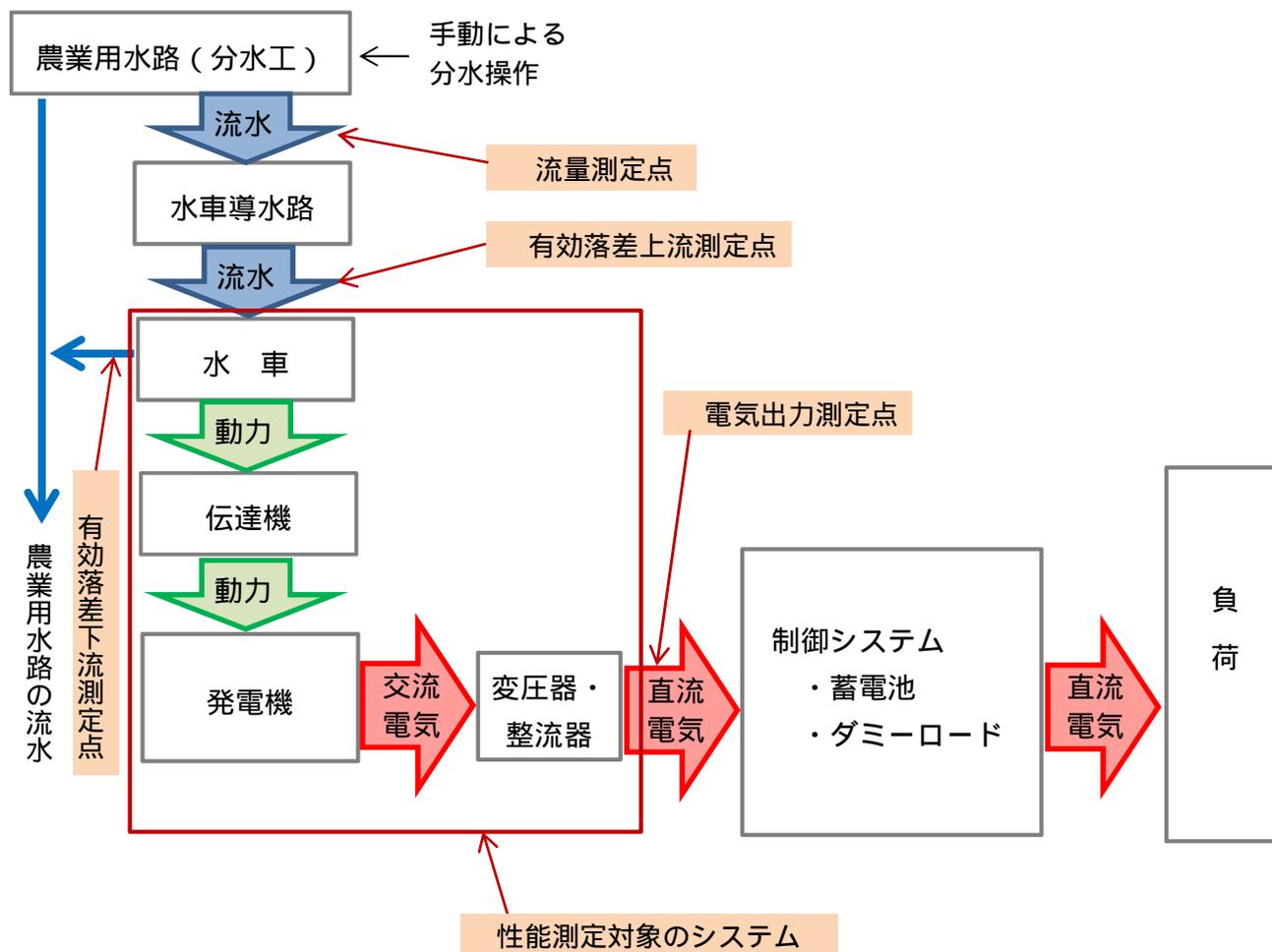


図 3-3 全体システムと性能測定対象システム



写真 3-3 流量測定点の様子

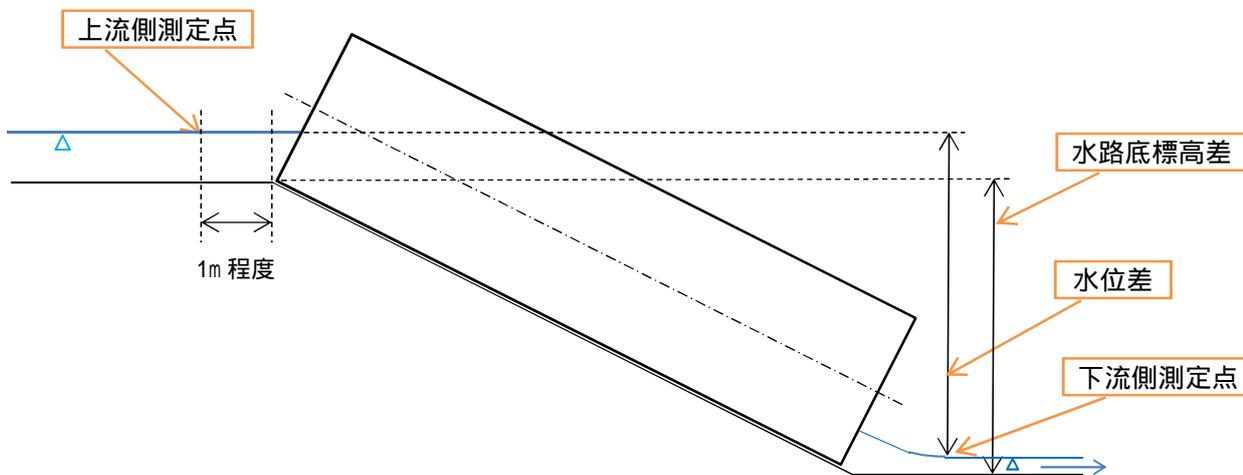


図 3-4 有効落差を測定するための上流側と下流側の測定点



水深センサ

写真 3-4 有効落差上流測定点



水深センサ

写真 3-5 有効落差下流測定点

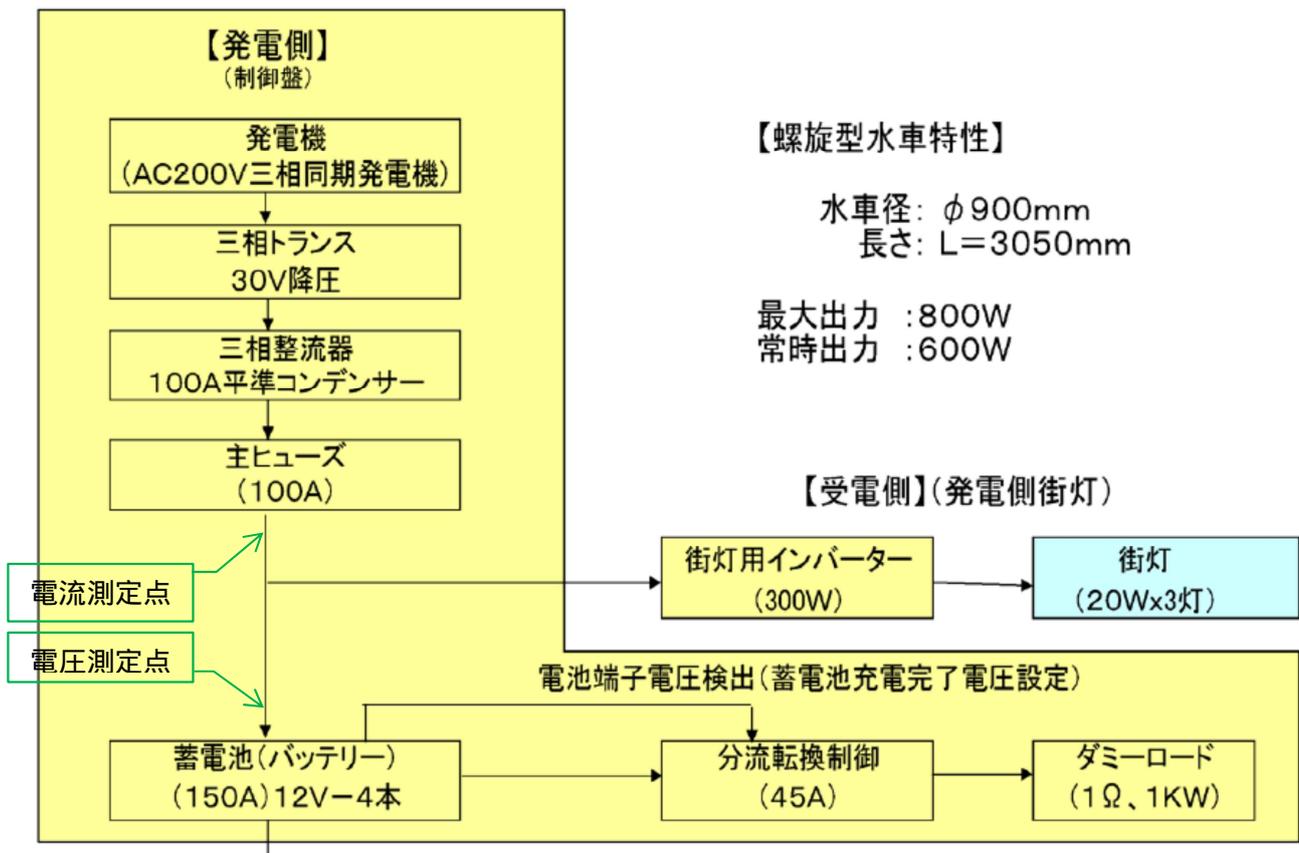


図 3-5 電気出力測定点 (電圧と電流に分けて測定)

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、主な測定器の仕様を表 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
流量	図 3-3 「 流量測定点」、写真 3-3	プロペラ式流速計
上流側測定点水深	図 3-3 「 有効落差上流測定点」 図 3-4 「上流側測定点」	水圧式水深計
上流側測定点水路幅	同上	コンベックス
下流側測定点水深	図 3-3 「 有効落差下流測定点」 図 3-4 「下流側測定点」	水圧式水深計
出力電圧	図 3-3 「 電気出力測定点」 図 3-5 「電圧測定点」	デジタルマルチメータ
出力電流	図 3-3 「 電気出力測定点」 図 3-5 「電流測定点」	シャント抵抗 デジタルマルチメータ
騒音	水車周辺（「8-3 騒音測定」で後述する）	普通騒音計

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
プロペラ式流速計	(株)ケネック	センサ：VR3T-2-20N ロガー：VR-301	3～200cm/s	±3cm/s
水圧式水深計	(株)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/
電圧測定用デジタルマルチメータ	三和電気計器 (株)	PC720M	0～99.99V	±0.08% rdg ± 2dgt
電流測定用デジタルマルチメータ ¹	同上	同上	±60.00mV ±600.0mV	±0.12% rdg ± 2 dgt ±0.06% rdg ± 2 dgt
普通騒音計 (A 特性)	日置電機(株)	FT3432	20～8kHz 30～130dB	JIS C1509-1:2005 クラス 2

1 シャント抵抗両端電圧を測定したものである。

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
プロペラ式流速計	流量計自身の平均化機能を使い、20 秒間平均値を直読、記録する。
水圧式水深計	内蔵ロガーにサンプリング周期 2 秒で連続記録し、流速データと同時刻の 20 秒間（データ 10 点）平均値を算出する。
電圧測定用デジタルマルチメータ	パソコンにサンプリング周期 1 秒で連続記録する（平均化方法については後述の表 3-5 参照）。
電流測定用デジタルマルチメータ	同上
普通騒音計 （A 特性）	騒音計自身の平均化機能を使い、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
流量	流量の測定値（20 秒間平均流量）をそのまま使用する。
有効落差	水車上流・下流の水位差に速度水頭を加算して 有効落差を算出する（速度水頭は考慮しない）。 （「4-3 有効落差の定義」参照）。
理論出力	流量 × 有効落差 × 9.8（地表での重力加速度）で算出する
出力電力	出力電圧と出力電流の瞬時測定値を乗じて瞬時電力とし、それを流量測定と同時刻の 20 秒間で平均して各時刻の出力電力を算出する
総合効率	÷ で算出する。
騒音	普通騒音計の 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

メーカーでは、「流量 0.2m³/s、落差 0.66m（上下流の水路底標高差）」という条件の下で、3通りの負荷条件に対する発電出力を測定して 0.84kW、0.55kW、0.44kW とし、その最大値を取って「定格出力 0.84kW、定格効率 65%」としている。

この際のメーカー測定値を表 4-1 に示す。発電機出力に直接抵抗負荷を接続して測定した電圧・電流（交流）であり本実証試験と測定条件が異なるので、この値に関する検証はおこなわないこととした。

表 4-1 メーカーによる測定値（参考）

負荷抵抗器[Ω]	回転速度[rpm]	電圧[V]	電流[A]	電力出力[W]
	77	190	0	0
100	71	205	2.15	440.75
75	67	205	2.7	553.5
25	51	145	5.8	841

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

（1）実証するデータ

水車発電機の性能は、単体の水車発電機に対する落差・流量と出力電力から効率を算出し評価するのが一般的である。しかし、特定のらせん水車製品（水車の長さが一定で、設置角度が定められた）単体の効率よりも、実際の設置地点（水車が必用とする最適落差より大きな総落差が得られる）において得られる出力（流量で決まる）が重要な意味を持つケースが少なくないと予想される。

そこで本実証事業では流量 - 出力曲線と流量 - 効率曲線の両方を実証対象とする。

（2）実証に当たっての測定条件

4 - 1 に記したとおり、メーカーは水車の最高効率点における特性をもって「定格値」としているが、本実証試験では 24V 用バッテリー（使用電圧は 24～28V 程度）で定電圧制御したシステム全体を試験対象とした。したがって水車としての最高効率点でない電圧での測定となりメーカー「定格値」と乖離した値になる可能性がある。この点については、試験結果をもとに考察する。

4 - 2 - 2 試験を行う流量の範囲

実証試験当日に得ることができた流量範囲で試験を行う。

【中小水力発電分野】

株式会社篠田製作所 らせん水車（直径：0m900）

4 - 3 有効落差の定義

らせん水車のような開放型水車に関しては有効落差の定義が明確でない。

4-1 に記したように設置地点の水利条件を検討して合理的な測定方法により定める必要があるが、この実証試験対象機器では水車下流側が射流となっており、反動水車的な要素をどのように反映させるかの判断が難しく、また安定的に水位・流速を測定できる地点が限られていた。

このような制約の下で本実証試験では、水車直上の水路における水位を入口水位、放流直下の水路における水位を出口水位として有効落差を定義し、速度水頭は考慮しないこととした。

なお、同一流量で同一出力が得られても、有効落差の定義が異なれば効率の算出値が異なることに注意されたい。

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 2kW 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 5 年が経過しており、性能が多少劣化している可能性がある。しかし、メーカーが申請した機器であるので、上記事実を明記した上で本実証試験対象として支障のない機器として取扱うこととする。

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) 水車回転数

JEC 規格の試験条件では水車回転数に関する規定がある。しかし本実証試験対象機器は永久磁石式発電機を使用しており、かつ出力電圧を変動させる制御を行っているため、発電時の回転数は不安定である。そこで JEC 規格に準拠せず、水車回転数は測定対象外とした。

(2) 水車の出口水位

JEC 規格では反動水車と衝動水車について水車出口水位に関する規定があるが、らせん水車については規定がない。そもそもらせん水車の入口・出口水位についての定義は明確に定められていない。そこで本実証試験では、技術実証検討会に諮った上で入口・出口水位に相当する内容を独自に定義して評価に使用することとした（具体的な定義は 4-3 に記したとおり）。

(3) 安定状態

JEC 規格では水車その他の機器が充分安定した状態で測定するよう定められている。しかし農業用水の流れには乱れがあり、また(1)に記載したとおり負荷側に起因する不安定さもあることから、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。

（４）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。

しかし今回の農業用水の分土工では細かい流量調整ができないので、現地で実施可能な測定点数でよいこととした。

（２）測定回数

JEC 規格では、流速計法により測定する場合には 5 分間以上の連続測定を 2 回以上繰り返すこととなっている。

しかし現場の農業用水路には落ち葉などのごみが流れており、長時間連続測定は困難であった。また、水路の流量自体も長時間安定しているものではなかった。

そこで、効率（出力）を評価する試験点に対して 20 秒間の流量測定を 3 回ずつ行うこととした。ただし、最大流量に関してはそれを 10 回行った。

（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た。ただし測定精度が低いことから、水の密度は $1000[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、重力加速度は $9.8[\text{m}/\text{s}^2]$ で一定とした。また有効落差については定義が不明確なので 5-2-2(2)に記載したとおりの扱いとした。

（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、測定方法の精度が JEC 規格の要求より低いことから、1.5%以上離れたデータを一律に除外するのではなく、個々に検討することとした。

（３）測定誤差

測定方法の精度が JEC 規格の要求より低いことから、独自に検討することとした。

（４）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 - 5 測定方法

（１）測定一般

測定一般に関する試験方法は JEC 規格に準拠した。ただし、効率測定の回数に関する考え方は 5-2-3 に記したとおり JEC 規格と異なっている。

（２）出力測定（電力測定）

電気測定（直流電圧・直流電流）については、もっとも誤差の大きい測定値でも $\pm 0.3\%$ 以下であり、JEC 規格の条件（JIS0.5 級以内）を満たしている。

一方 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（3-3 参照）を実証することとしており、出力としては直流出力電力のみを測定対象とした。

それ以外は JEC 規格に準拠している。

（３）有効落差

有効落差を測定するために使用した水圧（水深）測定装置は JEC 規格を外れたものを使用しており、測定精度も JEC 規格より低い。現場の状況や本事業の制約上 JEC 規格に準拠した方法を採用できなかったからである。ただし測定中の運転状態のばらつきが大きいため有効落差の測定精度よりもデータのばらつきが大きいため、実証の目的上の支障は生じなかった。

（４）回転速度

回転速度は本実証試験の測定対象項目とはしなかった。

（５）流量

流量測定を行った水路は JEC 規格が定める寸法条件を満たしていない。ただし JEC 規格の定め（流速 0.4m/s 以上、幅 0.8m 以上、水深 0.8m 以上）はもともと出力 100kW 以上の水車を想定したものであり、本実証試験がその範囲外にあることは本節冒頭に記したとおりである。

また、JEC 規格に定めのある整流板は設置せず、測定点配置等も異なっていた。

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、(3)にも記したとおり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 規格に言う「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

NPO 法人やすらぎの里いとしろ（岐阜県郡上市白鳥町石徹白 7-64-1）前の農業用水路に設置された機器を用いて実証試験を行った。

使用した水は、上記施設前を通る農業用水路から分土工で取水し、発電後に同じ水路に放水されている。

7 データとして使用する過去の調査結果

本実証試験結果において、本実証試験以外で過去に得られたデータは参照していない。

8 実証試験の実施方法

8 - 1 流量・水位測定

8 - 1 - 1 流量・水位に関する測定項目

流量に関しては、水車水路の上流側に流速計を設置し、水路を 3 分割した上で 1 点法により流速を測定し、流量を算出した。

したがって測定項目は、水路の形状（測定期間中不変）、水深（各測定時間に 1 データ）、流速（各測定時間に 3 データ）である。流速計で測定する流速は、20 秒間平均値（流速計の設定により内部演算で算出される値）とした。

一方水位に関しては、上流・下流の水深データと、上流・下流水路の水路底標高差データが必要になる。

上流・下流の水深データについては、流量と同時刻の値が必要になることから、水深センサで測定した値を時刻合わせをした水位ロガーにより記録した。サンプリング周期はいずれも 2 秒間とし、16:00:02～16:00:20 の 10 点データの平均値を 16:00:00～16:00:20 の平均値とする、といった処理で 20 秒平均値を算出した。

水路底標高差データに関しては、地元建設会社に委託して測量士補の有資格者による水準測量を行った。

8 - 1 - 2 水路状態の確認と測定器の設置

水路から水車に導水する分水工を操作し、水車に導かれる流量ができる限り多くなるようにした。また、分水工から水車までの水路と水車直下の水路を点検し、流水に支障がないことを確認した（写真 8-1～8-3）。



2014 年 10 月 9 日 16:03 撮影

写真 8-1 分水工の状態



2014年10月9日 16:03 撮影

写真 8-2 水車上流側の状態



2014年10月9日 17:29 撮影

写真 8-3 水車下流側の状態

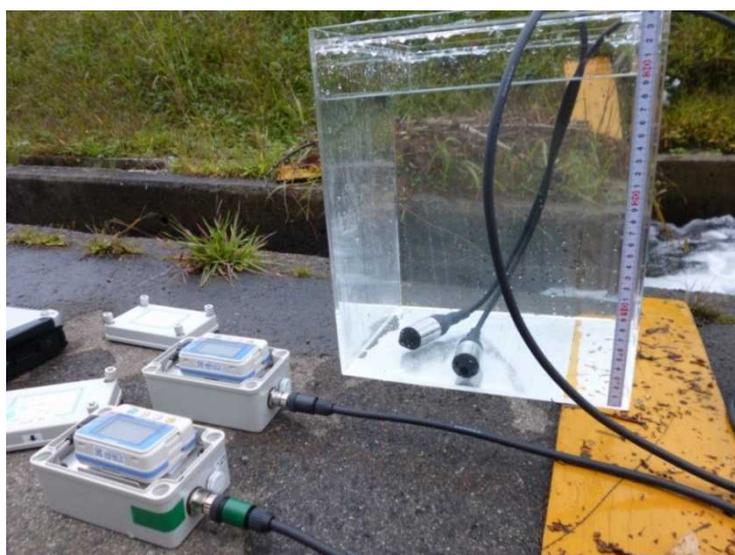
8 - 1 - 3 水路断面の測定

流量測定地点にて、水路断面を測定した。

8 - 1 - 4 水深センサとロガーの起動とオフセット測定

水深センサとロガーを接続し、ロガーの時刻を電機計測用パソコンに合わせた。

ロガーの記録を開始した上で、水深センサを静置した水槽に沈め、水槽の水位を測定した（ロガーに記録された水位計の水位との差を算出してオフセット値とするため）。設置状態を写真 8-4 に示す。



2014年10月9日 16:08 撮影

写真 8-4 水深センサのオフセット測定状態

8 - 1 - 5 水車上流・下流水位測定点への水深センサ設置

8-1-4 で水槽に沈めた水深センサのデータがロガーに適切に記録されたことを確認した後、水深センサを移動し、水車水路に設置した。上流側の設置状態を写真 8-5 に、下流側を写真 8-6 に示す。



2014年10月9日 17:31 撮影

写真 8-5 上流側の水深センサ設置状態



2014年10月9日 17:30 撮影

写真 8-6 下流側の水深センサ設置状態

8 - 1 - 6 流量の測定点の状態

流量を測定した導水路の状況を写真 8-7 に示す。分土工から測定点までの距離が短いため、流れにやや乱れがある（「9-6 測定値のばらつきと誤差・偏差の検討」において検討する）。



2014年10月9日 16:43 撮影

写真 8-7 流量測定地点の状況

8 - 1 - 7 流量の測定方法

まず流量をできるだけ多くした状態で、水深を測定し、また 20 秒間の平均流速を 10 回測定した。

次に、流量を減少させて水深を測定し、20 秒間の平均流量を 3 回測定した。そしてこれを 2 回繰り返した。

各データの測定時刻は、あらかじめテスターデータを記録するパソコン（後述）の時計、水車水路の水位ロガー（同）の時計と時刻合わせした時計の読みを記録した。

8 - 2 電気測定

8 - 2 - 1 電気に関する測定項目

必用なのは直流電力データであり、直流電圧・電流の測定値から電力を算出することとした。測定点は図 8-1 に示すとおりである。

電流に関しては、電流測定点にシャント抵抗を挿入し、その両端電圧を測定、記録して電流に換算した。電圧は蓄電池の端子電圧を測定、記録した。サンプリング周期はいずれも 1 秒間とし、14:00:01～14:00:20 の 20 点データの平均値を 14:00:00～14:00:20 の平均値とする、といった処理で 20 秒平均値を算出した。

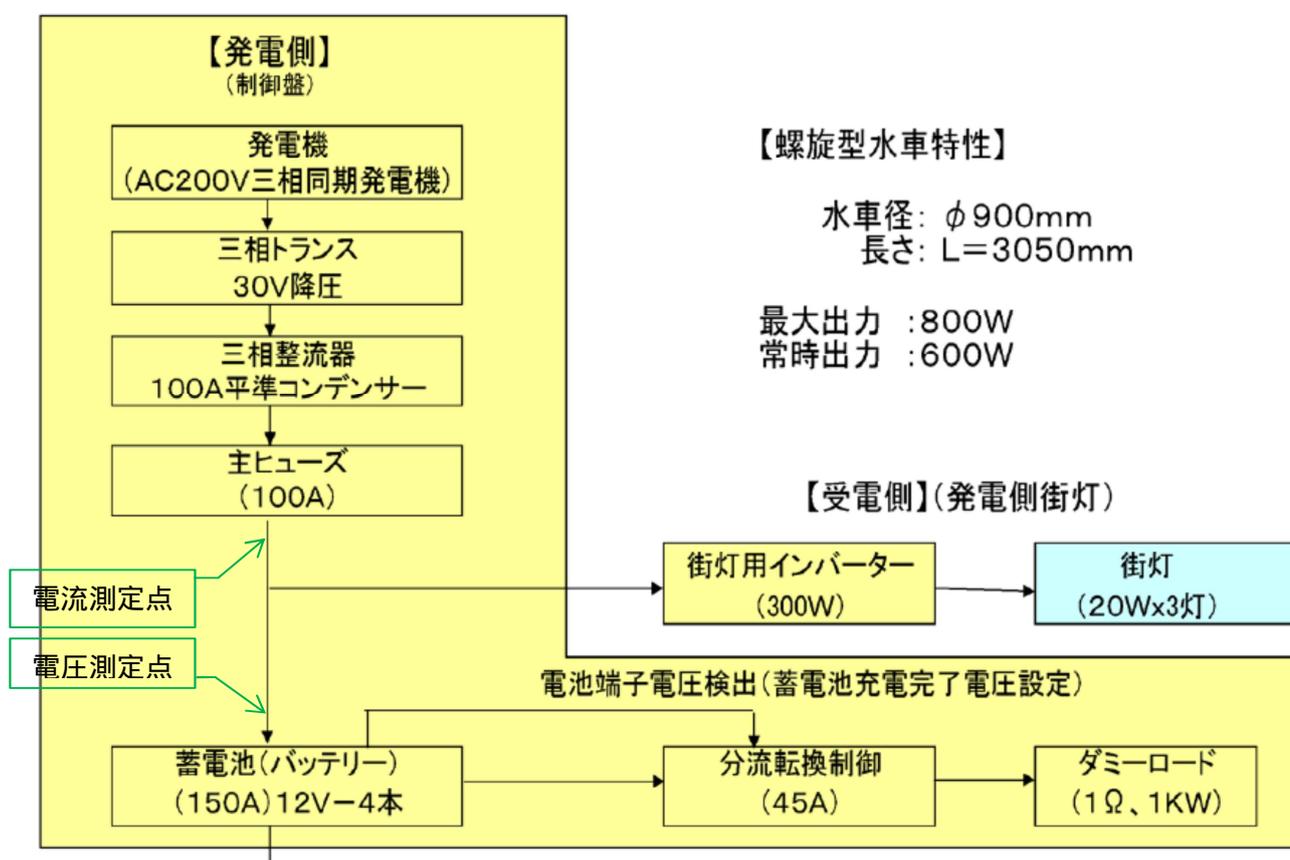


図 8-1 電流、電圧の測定点

8 - 2 - 2 測定器の接続と記録

流量・水位測定に関する測定器類の設置と前後して、電気に関する測定機器類の接続を行った。

まず制御盤にテスト等の測定器を接続し、テストは USB ケーブルでパソコンにも接続した。パソコンの時刻は他の測定に使用した時計やロガーとあらかじめ合わせておいた。

その後パソコン上の記録ソフトを起動し、正常に作動していることを確認した。接続状態を写真 8-8 に示す。



2014年10月9日 17:31 撮影

写真 8-8 テスタ、パソコン等の接続状態

8 - 3 騒音測定

8 - 3 - 1 騒音に関する測定項目

普通騒音計を用いて、水車から 3 方向（水田側は法面になっており、騒音測定に適さないと判断した）に 5m の距離を置いて可聴域の騒音を測定した。測定点を図 8-2 に示す。

距離測定の起点は、水車本体（発電機ボックスを含み、最も騒音計に近い点を起点）とした。

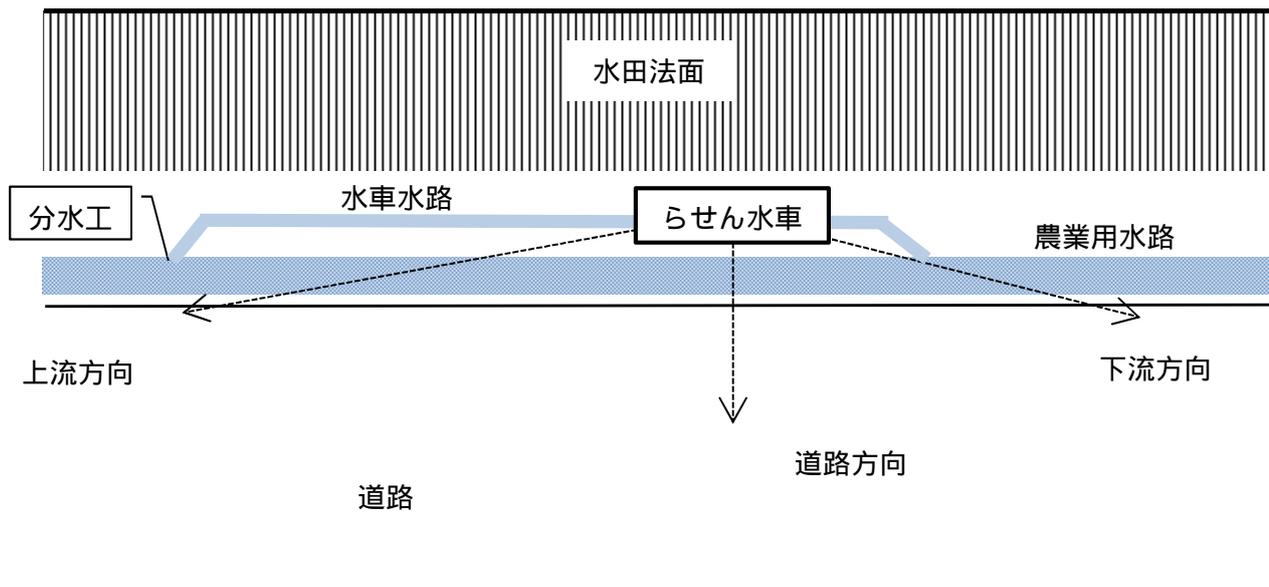


図 8-2 水車周辺の状況と騒音の測定方向

8 - 3 - 2 測定の実施

騒音測定は、最大流量時と停止時の2回、上記3方向で測定した。実施状況を写真8-9に示す。



2014年10月9日 17:26 撮影

写真 8-9 騒音測定の様子

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

測定値と分析に使用するデータをまとめたのが表 9-1 である。

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
実施日時	2014 年 10 月 9 日	16:00 頃～17:40 頃	16:40～17:05
気温	温度計の目視測定値	16.6 (16:25)	16.6
水温	温度計の目視測定値	12.9 (16:28)	12.9
水深計オフセット測定用水槽水深	水槽に取り付けたメジャーの目視測定値	296mm	-
水深計による水槽水深	水槽の水深ロガー記録値	上流側水深計：284mm（一定） 下流側水深計：284mm～286mm （平均値：284.2mm） （16:04:08～16:09:04 測定）	-
水深計オフセット値		と の 差	上流側：12mm 下流側：12mm
水路断面形状	コンベックスで採寸		9-2-1 に記載
水深と流速	コンベックスおよび流速計の測定値	16:40:00～17:05:10 の間に 20 秒間の測定を 16 回実施。	9-2-3 に記載
流量		・ から算出	9-2-4 に記載
水車上流水路の水深	水車上流水路の水深ロガー記録値	の測定と同一時刻の 20 秒間データ 16 セットを使用する	9-3-1 に記載
水車下流水路の水深	水車下流水路の水深ロガー記録値	同上	同上
水車上下流水路底標高差	水準測量	0.657m	0.657m
有効落差		～ から算出	9-3-2 に記載
出力電圧	パソコンソフトで記録したバッテリー電圧	の測定と同一時刻の 20 秒間データ 16 セットを使用する	9-4-1 に記載
出力電流	シャント抵抗両端電圧	同上	同上
出力電力		・ から算出	同上
総合効率		・ ・ から算出	同上
騒音	騒音計で測定した 1 分間平均値	17:21:30～17:39:00 の間に 2 流量×3 地点の計 6 回測定	9-6 に記載

9 - 2 流量の算出

9 - 2 - 1 水路断面形状の測定結果

水路断面の測定結果を図 9-1 に示す。ただし、水路底付近の直線部分と曲線部分の境界は曖昧であり、測定精度は高くない。この結果は図 9-2 に示した JIS 規格の寸法とほぼ一致しているので、本実証試験では JIS 規格（図 9-2）に従って水深と流路断面の関係式を定めることとする。

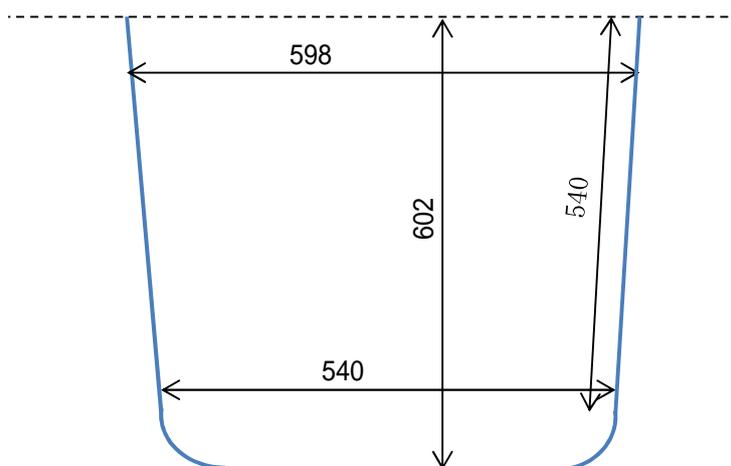
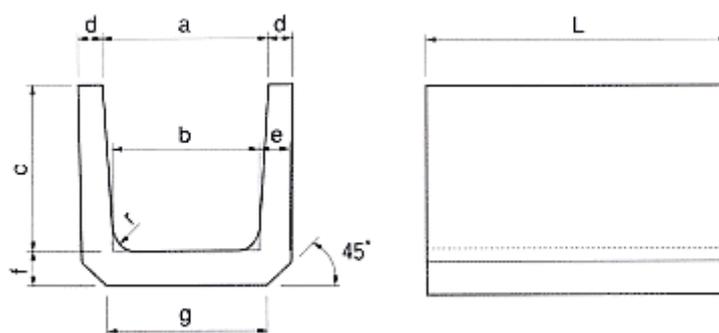


図 9-1 水路断面の測定結果（数量の単位は mm）



a	b	c	d	e	f	g	r
600	540	600	70	80	80	600	70

図 9-2 U字溝の JIS 規格（数量の単位は mm）

9 - 2 - 2 水深と流路断面積の関係式の作成

流速測定では図 9-2 "a" 部分を図 9-3 のように 3 分割し左岸側・中央・右岸側の流速を測定したので、それぞれの流路面積は以下のように求められる。

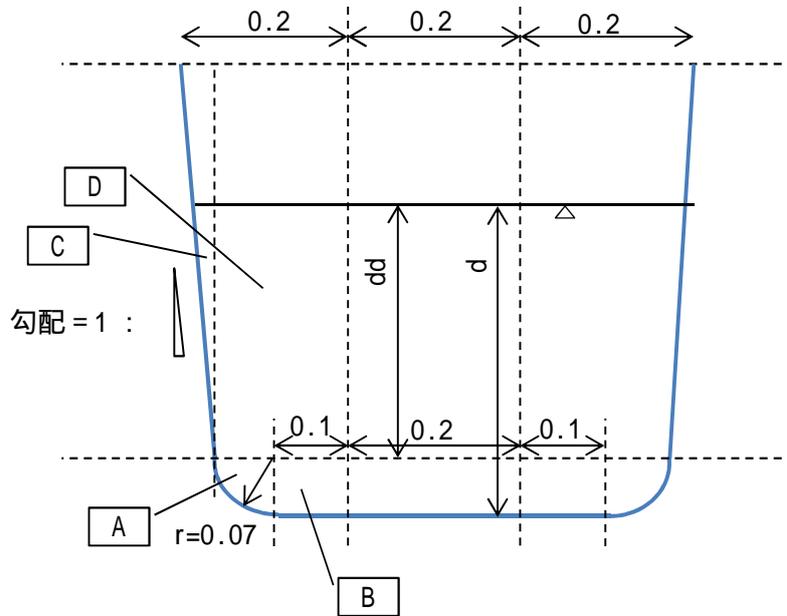


図 9-3 水路断面の分割（数量の単位は m）

中央

水深が d のとき、流路断面積は次式で算出される。

$$\text{中央部の流路断面積} = 0.2 \times d$$

左岸側および右岸側

水深が d のとき、 $dd = d - 0.07$ （ただし $d > 0.07$ ）として、左岸側および右岸側の流路断面積は次式で算出される。

$$\begin{aligned} &\text{左岸側（右岸側）の流路断面積} = A + B + C + D \\ &\cdot A \text{（1/4 円部）} \quad \times 0.07^2 \div 4 \quad 0.003848 \text{ [m}^2\text{]} \text{（一定）} \\ &\cdot B \text{（底部長方形）} = 0.1 \times 0.07 = 0.007 \text{ [m}^2\text{]} \text{（一定）} \\ &\cdot C \text{（側部三角形）} = 0.05 \times dd^2 \div 2 \text{ [m}^2\text{]} \\ &\cdot D \text{（中心部長方形）} = 0.17 \times dd \text{ [m}^2\text{]} \end{aligned}$$

9 - 2 - 3 水深と流速

分水工を操作して、4通りの流量区分で1点法による流量測定を行った。

水深の測定は各流量区分ごとに1回ずつ、流速（20秒間平均値）は最大流量区分で10回、それ以外の3区分で3回ずつ測定した。

各流量区分ごとに、9-2-2の算出式を用いて算出した流路断面積を表9-2に、流速の測定値を表9-3に示す。

表9-2 流路断面積の算出

流量区分	流量測定時刻	水深 [m]	流路断面積 [m ²]		
			左岸側	中央	右岸側
1	16:40:00 ~ 16:51:00	0.350	0.0604	0.0700	0.0604
2	16:56:00 ~ 16:58:50	0.264	0.0448	0.0528	0.0448
3	17:02:20 ~ 17:05:10	0.184	0.0306	0.0368	0.0306

表9-3 流速の測定値

流量区分	時刻	流速（20秒間平均） [m/s]		
		左岸側	中央	右岸側
1	~ 16:40:20	0.989	1.021	0.875
	~ 16:41:40	1.012	1.033	0.830
	~ 16:43:00	1.000	1.057	0.826
	~ 16:44:00	1.050	1.057	0.779
	~ 16:45:10	0.983	1.005	0.856
	~ 16:46:10	1.012	1.024	0.864
	~ 16:47:10	1.036	1.055	0.814
	~ 16:48:10	1.037	1.060	0.812
	~ 16:50:10	0.965	1.046	0.813
	~ 16:51:00	1.059	1.040	0.755
2	~ 16:56:20	0.950	0.835	0.787
	~ 16:57:40	0.941	0.899	0.787
	~ 16:58:50	0.937	0.916	0.814
3	~ 17:02:40	0.656	0.684	0.604
	~ 17:04:00	0.633	0.675	0.726
	~ 17:05:10	0.602	0.645	0.688

9 - 2 - 4 流量の算出

表 9-2 と表 9-3 から算出した導水路の流量を表 9-4 に示す。平均流量の「合計」（右端列の値）が算出した流量である。

表 9-4 導水路流量の算出

時刻	平均流速 [m/s]			流路断面積 [m ²]			平均流量 [m ³ /s]			
	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	合計
流量区分 1										
~ 16:40:20	0.989	1.021	0.875	0.0604	0.0700	0.0604	0.0597	0.0715	0.0529	0.1841
~ 16:41:40	1.012	1.033	0.830	0.0604	0.0700	0.0604	0.0611	0.0723	0.0501	0.1836
~ 16:43:00	1.000	1.057	0.826	0.0604	0.0700	0.0604	0.0604	0.0740	0.0499	0.1843
~ 16:44:00	1.050	1.057	0.779	0.0604	0.0700	0.0604	0.0634	0.0740	0.0471	0.1845
~ 16:45:10	0.983	1.005	0.856	0.0604	0.0700	0.0604	0.0594	0.0704	0.0517	0.1814
~ 16:46:10	1.012	1.024	0.864	0.0604	0.0700	0.0604	0.0611	0.0717	0.0522	0.1850
~ 16:47:10	1.036	1.055	0.814	0.0604	0.0700	0.0604	0.0626	0.0739	0.0492	0.1856
~ 16:48:10	1.037	1.060	0.812	0.0604	0.0700	0.0604	0.0626	0.0742	0.0491	0.1859
~ 16:50:10	0.965	1.046	0.813	0.0604	0.0700	0.0604	0.0583	0.0732	0.0491	0.1806
~ 16:51:00	1.059	1.040	0.755	0.0604	0.0700	0.0604	0.0640	0.0728	0.0456	0.1824
~ 16:56:20	0.950	0.835	0.787	0.0448	0.0528	0.0448	0.0425	0.0441	0.0352	0.1219
~ 16:57:40	0.941	0.899	0.787	0.0448	0.0528	0.0448	0.0421	0.0475	0.0352	0.1248
~ 16:58:50	0.937	0.916	0.814	0.0448	0.0528	0.0448	0.0419	0.0484	0.0364	0.1268
流量区分 2										
~ 17:02:40	0.656	0.684	0.604	0.0306	0.0368	0.0306	0.0200	0.0252	0.0185	0.0637
~ 17:04:00	0.633	0.675	0.726	0.0306	0.0368	0.0306	0.0193	0.0248	0.0222	0.0664
~ 17:05:10	0.602	0.645	0.688	0.0306	0.0368	0.0306	0.0184	0.0237	0.0210	0.0631
流量区分 3										
~ 16:40:20	0.989	1.021	0.875	0.0604	0.0700	0.0604	0.0597	0.0715	0.0529	0.1841
~ 16:41:40	1.012	1.033	0.830	0.0604	0.0700	0.0604	0.0611	0.0723	0.0501	0.1836
~ 16:43:00	1.000	1.057	0.826	0.0604	0.0700	0.0604	0.0604	0.0740	0.0499	0.1843

9 - 3 有効落差の算出

水車上流水路の水深（表 9-5 ）、水車下流水路の水深（表 9-5 ）、水車上下流水路底の標高差 0.657m（表 9-1 ）から、以下の式で 有効落差を算出し、結果を表 9-5 にまとめた。

$$\text{有効落差} = \quad + \quad -$$

表 9-5 有効落差の算出

流量 区分	時刻	水車上流水路の 水深 [m]	水車下流水路の 水深 [m]	有効落差 [m]
1	~ 16:40:20	0.390	0.112	0.936
	~ 16:41:40	0.393	0.111	0.939
	~ 16:43:00	0.393	0.108	0.942
	~ 16:44:00	0.393	0.111	0.940
	~ 16:45:10	0.392	0.109	0.940
	~ 16:46:10	0.396	0.110	0.942
	~ 16:47:10	0.396	0.109	0.945
	~ 16:48:10	0.393	0.108	0.942
	~ 16:50:10	0.391	0.108	0.940
	~ 16:51:00	0.394	0.111	0.941
2	~ 16:56:20	0.298	0.083	0.872
	~ 16:57:40	0.298	0.086	0.870
	~ 16:58:50	0.296	0.081	0.872
3	~ 17:02:40	0.199	0.016	0.840
	~ 17:04:00	0.241	0.014	0.883
	~ 17:05:10	0.235	0.015	0.877

9 - 4 発電出力と総合効率の算出

9 - 4 - 1 データの算出

表 9-6 では、表 9-5 で算出した有効落差を に、表 9-4 で算出した流量を に、 と から下式で算出される理論出力を に示した。また、電圧と電流の測定記録値から流量測定と同時刻のデータ（16 点）を抽出し、下式により算出した発電出力を に示した。総合効率は と から下式で算出した値である。

$$\text{理論出力} = \quad \times \quad \times 9.8$$

$$\text{発電出力} = \text{電圧} \times \text{電流} \quad (\text{20 秒間の各サンプリングデータから算出した瞬時出力を平均した})$$

$$\text{総合効率} = \quad \div$$

表 9-6 総合効率の算出

流量区分	時刻	有効落差 [m]	流量 [m/s]	理論出力 [kW]	発電出力 [kW]	総合効率
1	～ 16:40:20	0.936	0.1841	1.688	0.541	32.1%
	～ 16:41:40	0.939	0.1836	1.689	0.542	32.1%
	～ 16:43:00	0.942	0.1843	1.702	0.540	31.7%
	～ 16:44:00	0.940	0.1845	1.699	0.542	31.9%
	～ 16:45:10	0.940	0.1814	1.671	0.542	32.5%
	～ 16:46:10	0.942	0.1850	1.709	0.543	31.8%
	～ 16:47:10	0.945	0.1856	1.718	0.544	31.6%
	～ 16:48:10	0.942	0.1859	1.716	0.545	31.7%
	～ 16:50:10	0.940	0.1806	1.664	0.547	32.9%
	～ 16:51:00	0.941	0.1824	1.682	0.543	32.3%
	平均値	0.941	0.1837	1.694	0.543	32.1%
2	～ 16:56:20	0.872	0.1219	1.041	0.304	29.2%
	～ 16:57:40	0.870	0.1248	1.064	0.317	29.8%
	～ 16:58:50	0.872	0.1268	1.084	0.313	28.9%
	平均値	0.871	0.1245	1.063	0.311	29.3%
3	～ 17:02:40	0.840	0.0637	0.524	0.060 ¹	11.4% ¹
	～ 17:04:00	0.883	0.0664	0.575	0.157	27.3%
	～ 17:05:10	0.877	0.0631	0.543	0.147	27.1%
	平均値	0.880	0.0648	0.559	0.152	27.2%

1 後述の 9-4-2 参照

9 - 4 - 2 異常データの評価

表 9-6 で、流量区分 3 の第 1 データ（ 1 ）が他と大きく離れている。後述の 9-5 で検討するように流量が不安定であったとみられることから、このデータは異常値と判断し、分析には使用しないこととする。

9 - 5 実証試験実施中の出力電圧と電力

実証試験実施中の出力電圧と電力を図 9-4 に示す。

16:59:30 頃から 17:02:00 頃にかけて分土工の操作で流量を減らしたが、流入量がなかなか安定せず、操作に時間を要した。この間、出力が大きく低下している。また、負荷を接続した状態で操作したため、バッテリー電圧も低下している。

電力に関するパルス状の増減は電流（シャント抵抗両端電圧）にノイズが入ったためと考えられる。20 秒間電流データ（サンプルレート 1 秒）のデータ中にこれが原因とみられる異常値が 1 点あり、削除した。

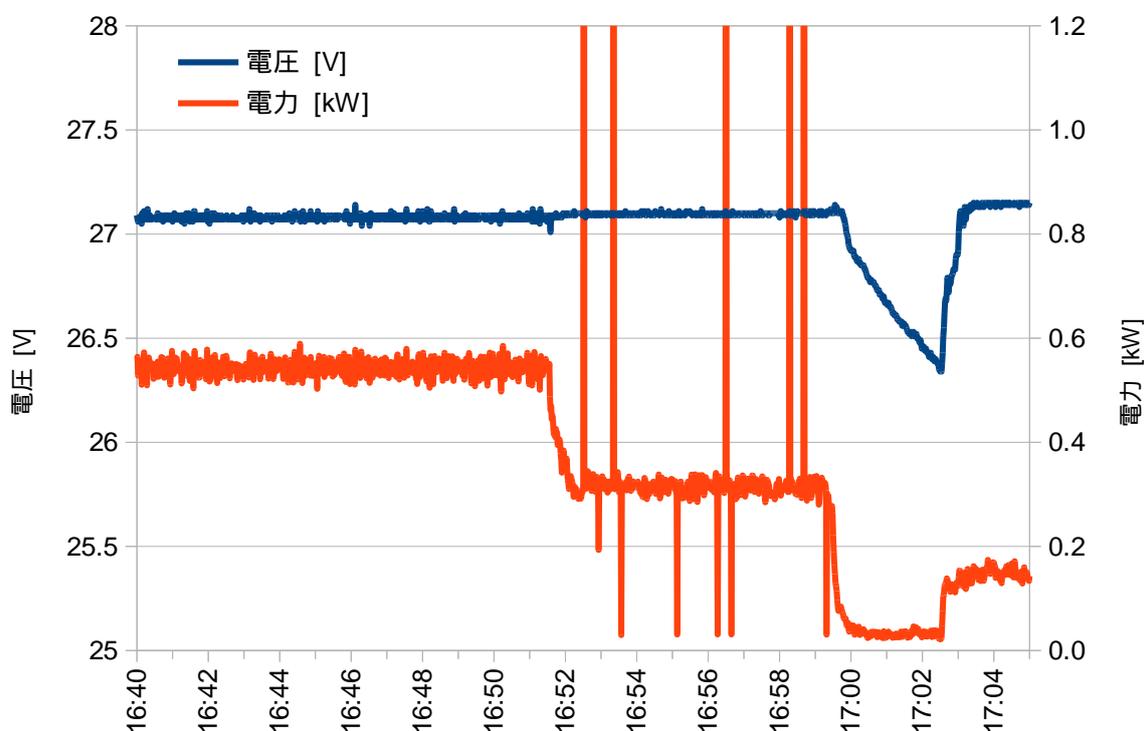


図 9-4 試験実施中の出力電圧・電力の推移

9 - 6 測定値のばらつきと誤差・偏差の検討

9 - 6 - 1 確率的誤差の検討

総合効率の値に誤差をもたらす測定値として、バッテリー電圧、シャント抵抗電圧、水槽スケール読み取り誤差、水深測定誤差、流量測定誤差（流速計の誤差を除いた文）が考えられる。それを一覧にしたものを表 9-7 にまとめた。ここからわかるように、総合効率のばらつきは測定誤差よりも小さい。

ただし、流量測定には(2)に示すように系統的偏差があり得るので、確率的誤差の評価だけでデータの信頼性とするわけにはいかない。

表 9-7 総合効率の値に誤差をもたらす測定値とそれぞれの誤差

測定項目	測定器の誤差 ¹ および測定結果	およその 測定値	測定誤差
バッテリー電圧	$\pm 0.08\% \text{ rdg} \pm 2\text{dgt}$	27V	$\pm 0.16\% (0.042\text{V})$
シャント抵抗電圧	$\pm 0.06\% \text{ rdg} \pm 2\text{dgt}$	100mV	$\pm 0.26\% (0.26\text{mV})$
水槽スケール	スケール： $\pm 0.2\text{mm} \pm 0.01\%$ 目視誤差： $\pm 0.1\text{mm}$	300mm	$\pm 0.11\% (0.33\text{mm})$
水深	$\pm 0.2\% \text{ FS}$	FS = 2m	$\pm 0.2\% (4\text{mm})$
流量	流速計： $\pm 3\text{cm/s}$ 一点法での測定による誤差が加わる	100cm/s	$\pm 3\%$
合成誤差 ²	以上測定誤差の二乗和の平方根 ¹		$\pm 3.02\%$
総合効率のばらつき	平均 32.1%、最大 32.9%、最小 31.6%		$\pm 1.03\%$ 未満

1 第3章表 3-3 に記載

2 JEC 規格による

9 - 6 - 2 系統的偏差の検討

写真 8-6 に示したように、分水工からの距離が短いため流水にやや乱れがあり、系統的偏差の原因となり得るが、定量化は困難である。

9 - 7 騒音測定結果

各地点の測定値を表 9-8 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」に記したとおり水車本体（発電機を含み、最も騒音計に近い点を起点）とした。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 9-9 に示した。

表 9-8 からわかるように、各地点の稼働中と停止時の差よりも地点間の差の方が大きい。上流方向・下流方向が同レベルで道路方向より大きくなっていることから、水路の水音の影響と考えられる。すなわち、水車の騒音よりも水路の水音の方が顕著に大きいことがわかる。また運転時に上流方向より下流方向の方がやや騒音が大きくなっているのは、水車出口での水流の乱れが原因しているとみられる。

表 9-8 騒音の測定値

方向・地点	上流方向	道路方向	下流方向
最大出力時	70.3	65.6	71.7
運転停止時	70.1	65.6	70.3

単位：dB

測定高は約 1.2m、測定時間は 1 分間。

表 9-9 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

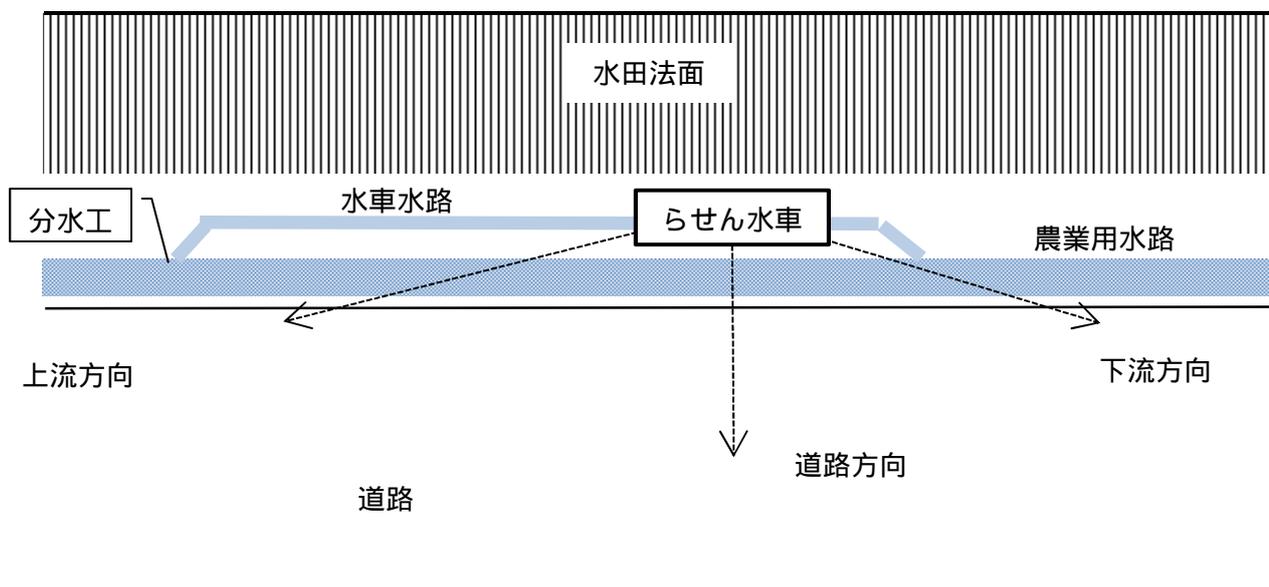


図 9-5 水車周辺の状況と騒音の測定方向

9 - 8 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。

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

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。両図ともメーカーが公表している性能を「×」印でプロットした。

4-1 および 4-3 に記したとおり、本実証試験とメーカーの有効落差の定義に約 1.4 倍の開きがあり、同一流量・同一出力の時の効率値に約 1.4 倍の差（メーカー公表値が大きい）が生じている点に、まず注意いただきたい。

「4 実証すべき内容」に記述したとおり、この水車（らせん水車）は出力電圧（回転数）によって同一流量時の効率が大きく変化する性質を持ち、図 10-1・図 10-2 のメーカー公表値（電圧を 3 通りに変えて測定した値）にそのことが現れている。そして本実証結果は最高効率点よりも相当程度低い電圧条件での測定になったと推測される。

ただし、これも「4 実証すべき内容」に記述したとおり、この製品は 24V バッテリーにより電圧制御されたシステムとして使用されるという前提に立ち、その状態での性能を実証したのが本実証試験である。

最大出力に関しては、当日の農業用水流量が充分でなかったため、メーカー公表値の条件とは異なってしまったが、測定結果の最大値（最高効率値でもある）において、流量 0.184m³/s の条件で、出力 0.543kW、効率 32.1%の結果を得た。

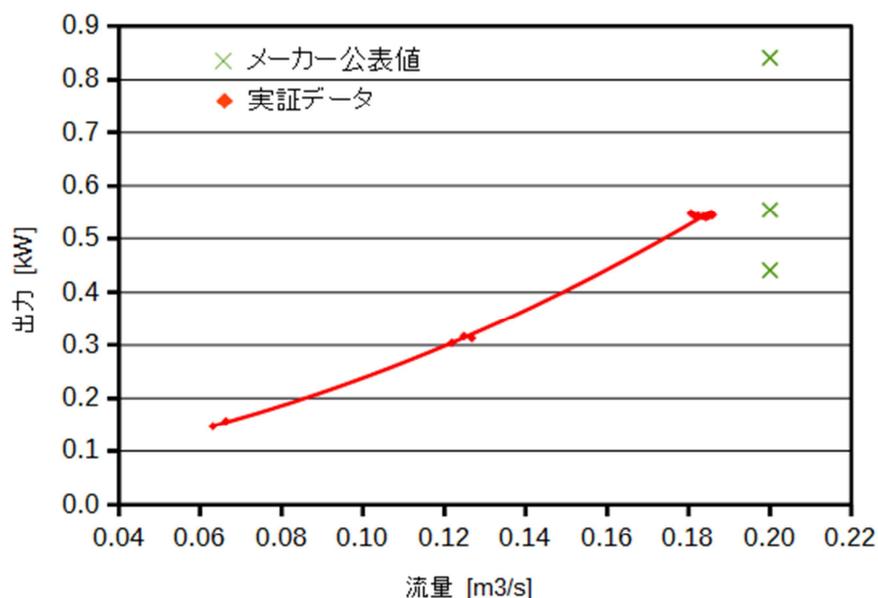


図 10-1 実証した流量 - 出力曲線

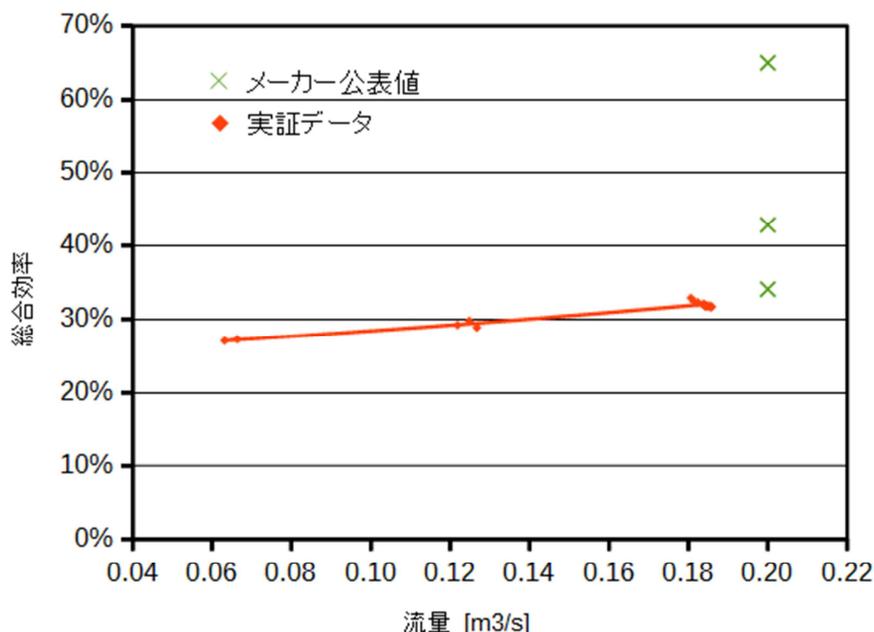


図 10-2 実証した流量 - 効率曲線

10 - 2 騒音に関する評価

水車設置による騒音問題の多くは、設置前後で騒音レベルと質が変化することによって、地域住民に違和感を与えることである。今回の計測では、機械音の抽出など詳細な結果が得られていないものの、最大出力時と運転停止時（水路には水が流れている）で騒音レベルに差は少なく、水車設置による騒音レベル、騒音の質の違いは少ないと判断できる。9-6 に記したとおり、水車のすぐ近くに民家や施設がある場合、あるいはとくに静穏を必用とする地域を除けば、騒音が問題になる可能性は低いといえる。

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、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

総合効率が 30% 程度であり、数百ワット規模の水力発電システムとして効率が高いとは言い難い。ただし、1m 未満の低落差を利用できる実用的な水車は種類が少なく、そのような条件に適合した水車の中で効率を比較できる状況ではない。また、設置方法の工夫やトランスの変圧比調整などにより実使用条件での水車効率を高められる可能性もある。

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		らせん水車（直径：0m900） Screw Water Wheel		
製造（販売）企業名		株式会社篠田製作所（SHINODA Co.,Ltd）		
連絡先	TEL / FAX	TEL 058-266-8433 FAX 058-266-4126		
	ウェブサイト	http://www.shinoda-eng.co.jp/company/index.html		
	E-mail	mizuno@shinoda-eng.co.jp		
設置条件		緊急及び増水時対策として、水路本線の設置ではなくバイパス水路に設置する。		
メンテナンスの 必要性・コスト 耐候性・製品寿命等		24 時間連続稼動するため、軸受け・増速機等の維持管理が必要です。 3 年程度で交換する消耗品のコスト 増速機 5 万円、軸受け（2 箇所）15 万円、チェーンカップリング（2 箇所）6 万円 但し、適時のグリス注入が必要です。		
施工性		現場組立作業が少ないため、現場据付作業が容易である。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数 量	
		水車制作・据付工	1 式	4,500,000 円
		基礎工事、導水路工事	1 式	4,000,000 円
		電気制御盤工	1 式	1,000,000 円
		合 計	9,500,000 円	