

水没試験報告書

1. 試験目的

豪雨などで蓄電池システムが水没した際の現象を確認する。

2. 試験条件

2-1. 共通条件

今回の試験は、NITE で独自に規定した水没試験条件(NITE 検証試験(2021))を基に実施した。以下、条件を記す。

(1) 浸漬液

集中豪雨等に伴う住宅用蓄電池システムの水没を想定し、**真水(水道水)**で実施。

(2) 浸漬時の試験体に対する通電状態

蓄電池ユニットの充電状態は **100%(満充電状態)**とし、通常設置と異なる絶縁処理など実施せず、充放電可能な状態で浸漬させる。

(3) 浸漬レベル

床上浸水を想定基準とし、試験体底部から **50cm(土台、基礎分は含まず)**まで水没。

(4) 浸漬時間

水位変化にして毎分 **1cm~2cm** の速度で注水し、**水没状態で 48 時間浸漬**。

その後、同等の速度で排水し、**排水後さらに 48 時間の状態観察を実施**。

(5) 状態観察中の試験体に対する通電

(2)で設定した状態から新たに手を加えない。例えばシステムが水没を検知して何らかの安全機構が働いている場合は、その状態で観察を継続する。

2-2. 今回の試験実施のために独自に設定した条件

図 A に接続状態の概要、図 B に試験レイアウトを示す。今回の試験は3-1に記載の通り、住宅用定置型蓄電池システムが集中豪雨等に伴う床上浸水で水没した際の状態観察を目的としている。そのため、系統電力を模擬した電源を家庭用分電盤経由でパワーコンディショナー(PCS)に接続し、蓄電池システムを満充電待機モードで稼働させることで、実際に家庭内に設置された状況に近い状態で試験を実施した。水没対象は蓄電池ユニットのみ(PCS は床上浸水レベルでは水没しない高さに設置されるため試験対象から除外)とし、水槽内には蓄電池ユニットのみ設置した。また、試験結果に影響の出ない位置から温度測定用の熱電対と総電圧測定用の電圧検知線を蓄電池ユニット内部に挿入した。熱電対は 3 本挿入し、蓄電池ユニット内部 浸漬時の水高よりも低い位置の電池セル表面に 2 か所、水高よりも高い位置の空間に 1 か所設置した。電圧検知線は蓄電池ユニット内の総電圧をモニタリングできるように電池モジュール端子に直接接続し、外部測定機器で電圧を測定した。

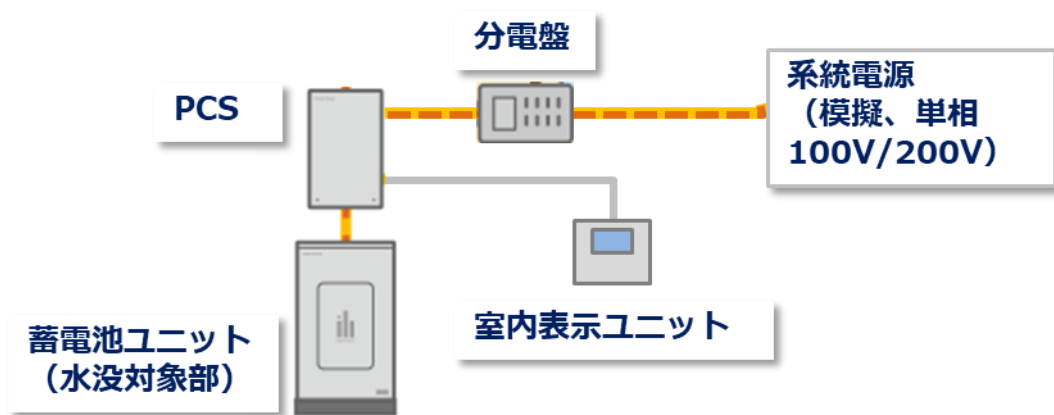


図 A 接続概要

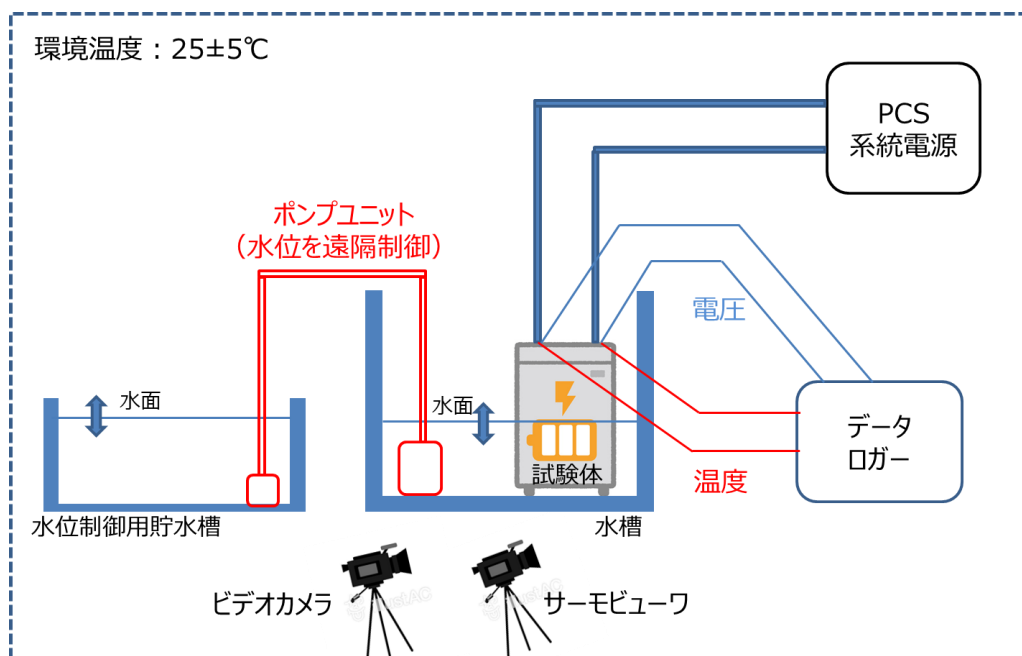


図 B 試験レイアウト(仮図)

3. 試験体仕様

今回の試験で使用した住宅用蓄電池システムの仕様を以下に示す。

製品名: パワーイエ・ファイブ・グリッド

仕様: 表 A 参照

表 A

パワー・イエ・ファイブ・グリッド			
項目			EPS-40S
リチウムイオン蓄電池ユニット数			1台(5.4kWh)
出力	定格出力可能時間	自立運転(停電時)	約50分
入力	充電時間		1~2時間程度
使用環境	周囲温度		-20~45°C
	湿度		90%RH以下
	使用場所		屋外
適合規格	蓄電システム		S-JET, 系統連系JET, ECHONET Lite AIF(Release M)
ハイブリッドパワーコンディショナ			
項目			EPS-40P
本体	寸法		幅445×奥行198×高さ698mm
	質量		33kg
出力	出力電圧	通常時	単相2線202V (単相3線式配電線に接続)
		停電時	単相3線202V / 101V×2
	定格出力	通常時	8.4kVA(8.0kW)
		停電時	5.5kVA(5.5kW)
周波数		50 / 60Hz	
入力(系統)	定格入力電圧		単相2線式 (単相3線に接続) 100V/200V
	定格周波数		50 / 60Hz
入力(太陽電池)	最大入力電力		8.6kW
	MPPT電圧範囲		DC 30 - 450V
	最大ストリング数		4
	最大入力電流		10.3A / 1回路
運転モード	節エネモード/スマートモード/ノーマルモード/蓄電モードの4種類		
運転音	運転音 40dB以下		
リチウムイオン蓄電池ユニット			
項目			EPS-40B
電池	電池容量		5.4kWh(1台あたり)
	電池種類		リン酸鉄リチウム
本体	寸法		幅610×奥行300×高さ991mm
	質量		125kg
外部インターフェース	LANポート		あり
適合規格	蓄電池		TUV-S、JISC8715-2

4. 試験手順

4-1. 実験棟への試験体搬入

2021年10月25日10:00 あらかじめ満充電状態にした蓄電池ユニットを始めとする各試験体を多目的大型実験棟(NLAB Large Chamber)へ搬入。

4-2. 蓄電池ユニットの水槽内への設置、配線接続(写真1)

クレーンで蓄電池ユニットを吊り上げ、水槽内に設置。総電圧検知線、熱電対、PCS表示ユニット、系統模擬電源など配線を接続。

4-3. 蓄電池システムの稼働

蓄電池システムを稼働し、満充電待機モード(蓄電モード)に設定。

4-4. 注水

2021年10月25日15:00 ポンプを使用して約1.6cm/分の速度で水位上昇するように注水開始。注水開始と同時に電圧、温度の計測開始。注水開始から約30分で水槽壁部の50cm目印まで注水完了。以降、試験中はLarge Chamberには入室せずモニター監視とした。

4-5. 浸漬状態観察(48hr)

2021年10月25日15:30～10月27日15:30まで、50cm浸漬状態を維持。24hr経過時点で数cmの水位低下がモニターで確認されたため、追加注水を実施した。その後48hr経過時点まで目立った水位低下は認められなかった。

4-6. 排水

2021年10月27日15:30 ポンプを使用して約1.6cm/分の速度で水位低下するように排水開始。排水開始から約30分で排水完了。今回の試験では排水時点でNITEメンバーがLarge Chamberに入室する機会があり、その際に試験体状態の目視確認も実施した。

4-7. 排水後状態観察(48hr)

2021年10月27日16:00～10月29日16:00まで、試験体の状態観察を継続。

4-8. 試験終了、片付け

2021年10月29日16:01 試験終了。測定を停止し、Large Chamber内に入室。試験体の状態を確認した後に電源を切り、各種配線を取り外した。その後クレーンで蓄電池ユニットを水槽より取り出し、電池モジュールなど取り外し、安全に搬送できる状態として搬出した。

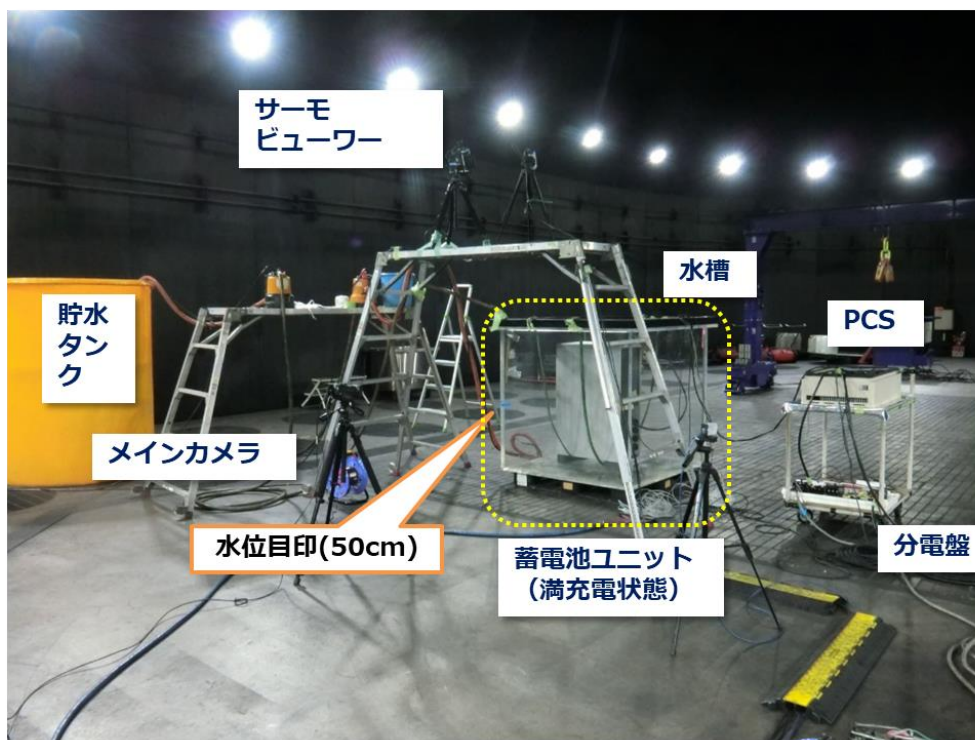


写真1

5. 試験結果

5-1. 注水～48hr 浸漬

写真2に注水前の試験体表示ユニットの画面を示す。試験体が系統模擬電源に接続されており、蓄電池は満充電待機モード(蓄電モード)であることが確認できた。注水時、および注水完了して浸漬カウント開始時のメインカメラ画像、サーモビューワー画像を写真3、4に示す。注水の間、蓄電池ユニットからの異常発熱、火花、発煙、発火は確認されなかった。



写真2

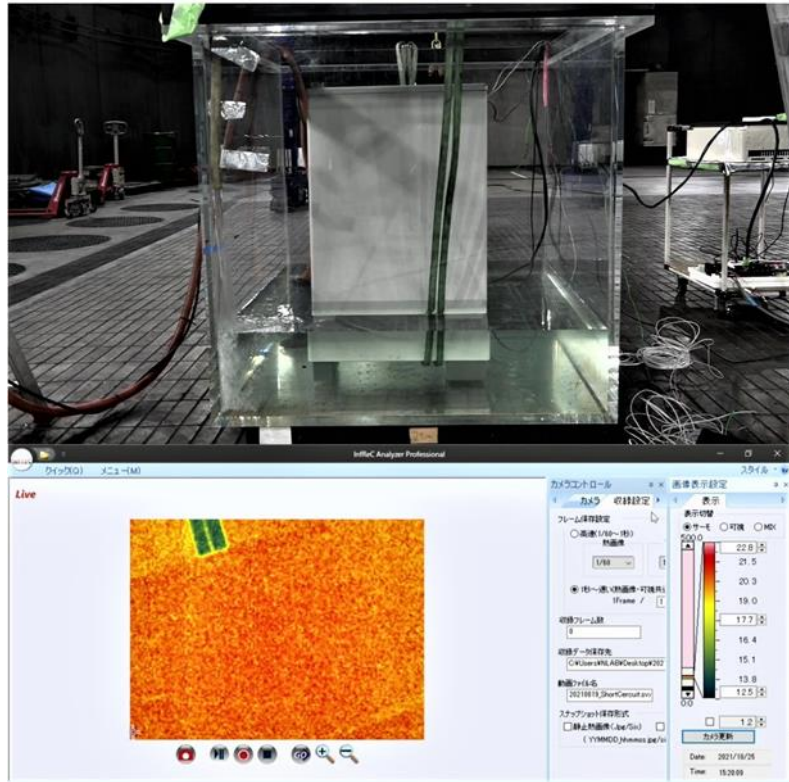


写真3 注水開始後 15 分(水位 約 25cm)

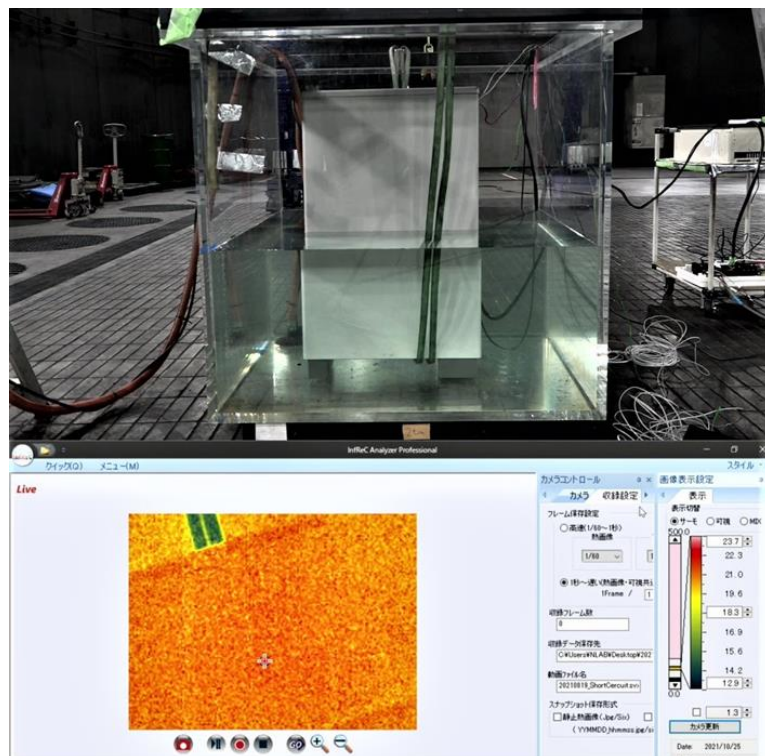


写真4 浸漬開始(水位 50cm)

浸漬開始後 24hr 経過時点での画像を写真5に示す。この時点で水位が注液完了時の 50cm 水位線よりも低くなっており、浸漬中に蓄電池システム内部に入り込んだと思われる分の水位低下が発生した。そのため、水位低下分の注水(約 17L)を実施した。その後、48hr 経過時点まで水位低下は認められなかった(写真6)。また、試験体からの気泡発生、異常発熱、試験体外部にある浸漬液の目立った濁りも観察されなかった。

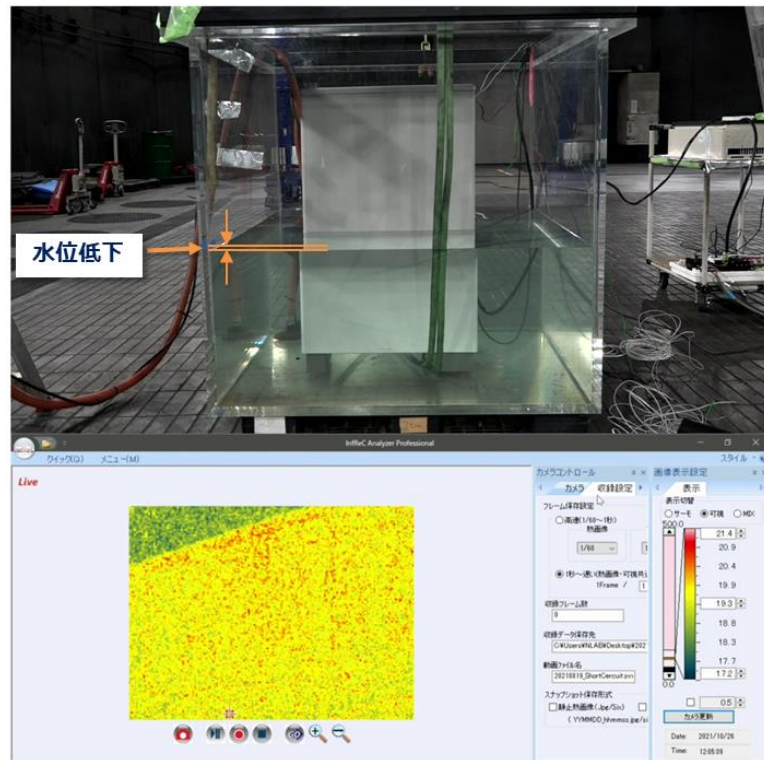


写真5 浸漬後 24hr

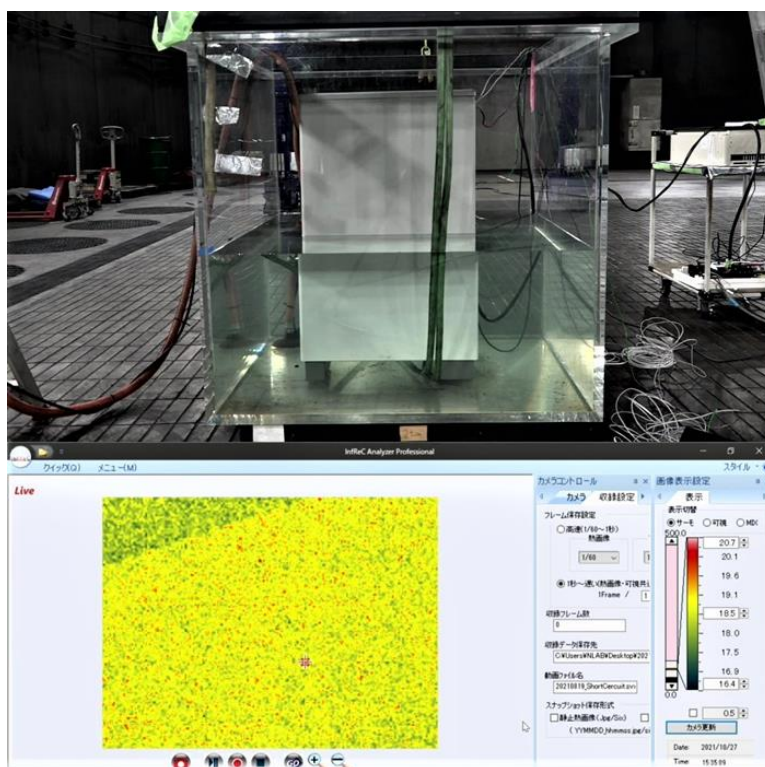


写真6 浸漬後 48hr

5-2. 排水～48hr 観察

写真7に排水完了時の画像、写真8に排水後 48hr(試験終了)時の画像を示す。排水後の観察においても試験体の異常発熱、火花、発煙、発火は認められなかった。

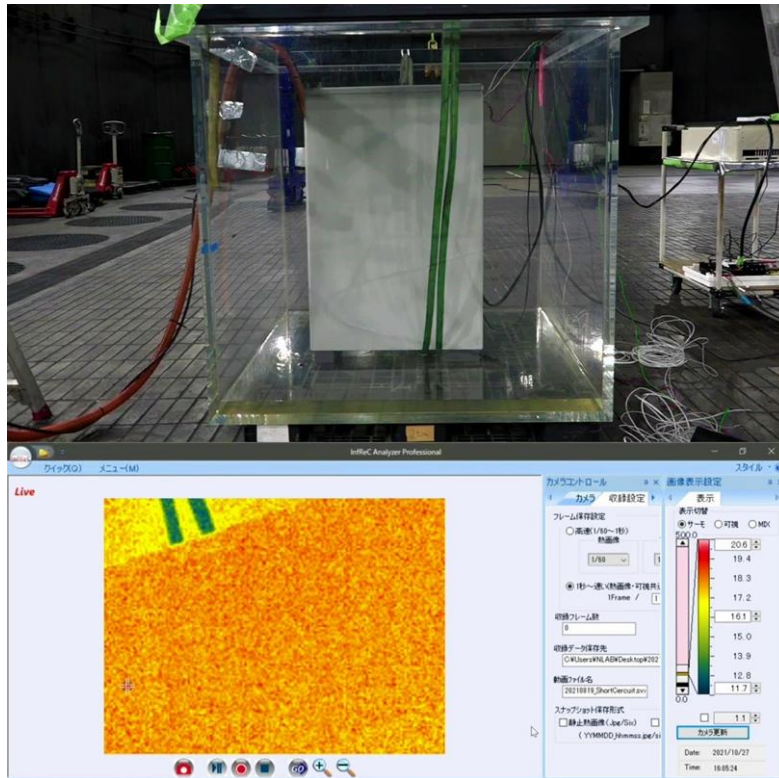


写真7 排水完了時

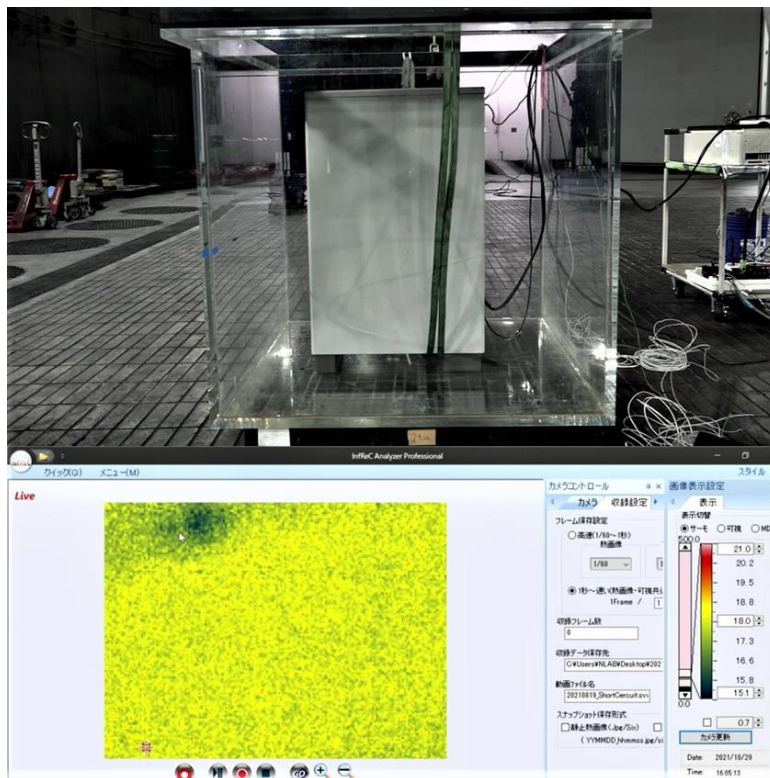


写真8 排水後 48hr

5-3. 試験中 電圧推移

図 C に試験開始～終了までの蓄電池ユニットの総電圧推移を示す。総電圧は試験開始時点では 107.70V、試験終了時では 106.02V と、1.6%程度の電圧降下が認められたが、注水浸漬期間、排水後の状態観察期間で過度な電圧降下は認められなかった。

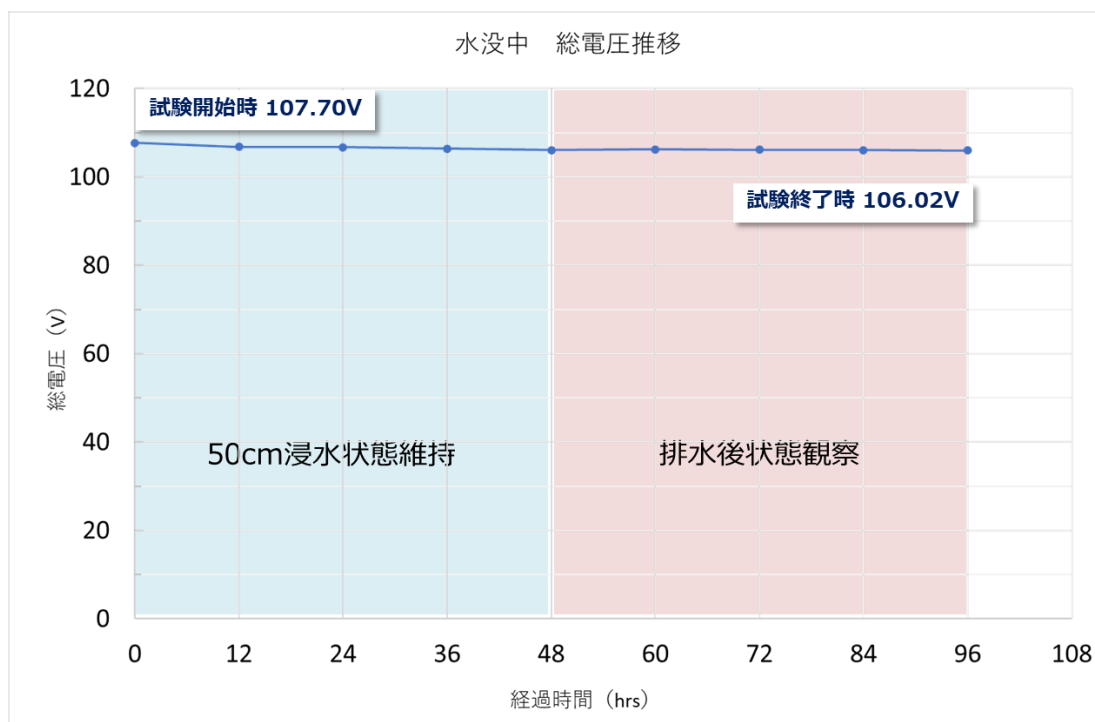


図 C

5-4. 試験中 温度推移

図 D に試験開始～終了までの温度計測結果を示す。水没した電池セルに貼付した熱電対 A と熱電対 B のうち熱電対 A の温度が浸漬期間の後半に上昇し、排水処理直前の時点で 24.6°Cを示した。その後、排水処理と同時に温度は低下し、熱電対 B とほぼ同じ温度推移を示した。試験後に確認したところ熱電対 A は水没状態にあり、排水で熱電対 A と B の温度差が無くなったことなどから、何らかの理由で温度上昇した周囲の水温を測定していたことが推測できる。周囲の水温が上昇した要因としては CMU からの発熱がひとつの要因と考えられる。排水処理後は熱電対 A、B とともに空間温度との挙動に差はなく、電池セルから過度の発熱はないことを確認した。

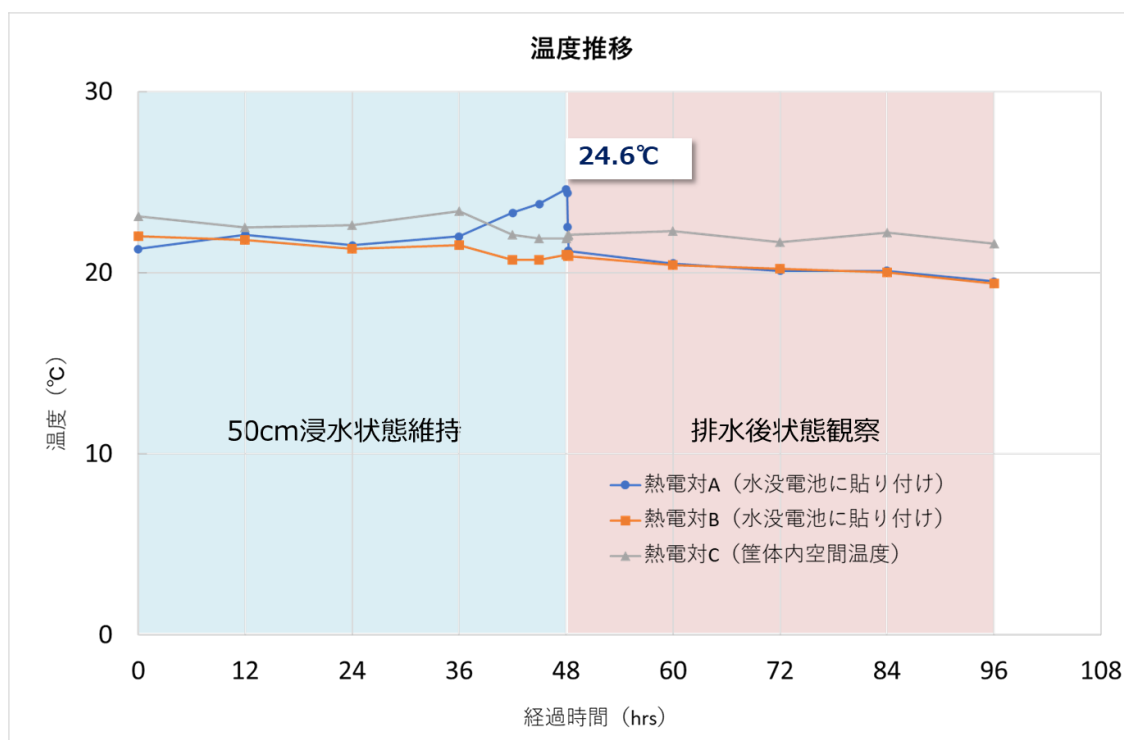


図 D

5-5. 表示ユニット上での試験体状態表示

写真9に試験終了後に確認した表示ユニット画面を示す。系統電源から PCS までの電力は維持されており、PCS は稼働していることが確認できた。表示画面には電池残量ゼロ、かつ S781 警報(蓄電池異常)が表示されており、これは蓄電池異常を示す警報であり、蓄電池ユニット側のブレーカーが遮断状態にあることを表している。この動作は試験前にエリーパワー株式会社側で想定していた異常停止モードであり、蓄電池ユニットの水没を検知して BMU が異常停止信号を発報し、それ以上の電力供給を停止するためにブレーカーを遮断させたものである。試験後の BMU 確認においてもブレーカートリップが確認できており、本試験の目的の一つである蓄電池システムの安全停止機構の発現が確認できた。



写真9

5-6. 試験後蓄電池ユニット状態観察

蓄電池ユニット内部の状況詳細は割愛するが、内部には水侵入の痕跡があり、部品交換なしに再利用は困難な状況であった。電池セルについては全てのセルにおいて開裂はなく、電解液の漏液はなかった。

6. 結言

本試験条件において、今回の試験体が、本試験で検証目的としている「蓄電池システム由来の二次災害が起きず、安全に停止」する製品であることを確認できた。