

原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ 安全技術管理官殿

平成 27 年度 事故時ボイド挙動解明試験

成果報告書

平成 28 年 3 月

一般財団法人 電力中央研究所

原子力技術研究所



CRIEPI

**Central Research Institute of
Electric Power Industry**

目次

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 緒言 | 1 |
| 2. 実験装置の設計及び製作 | 2 |
| 2.1 高速応答大電流直流電源 | 2 |
| 2.2 時系列二次元流速・温度計測システム | 9 |
| 2.3 模擬燃料棒（ヒータロッド） | 21 |
| 2.4 光学計測対応非加熱ロッド | 28 |
| 2.5 試験部 | 30 |
| 2.6 電源盤・計測盤 | 43 |
| 2.7 ボイド率計測システム | 57 |
| 2.7.1 信号処理システム WMS200..... | 57 |
| 2.7.2 信号収録機器 | 57 |
| 3. まとめ | 59 |
| 付録 | 63 |

表目次

| | | |
|-----|-------------------|----|
| 表 1 | 試験部検出器・計器一覧 1 | 35 |
| 表 2 | 試験部検出器・計器一覧 2 | 36 |
| 表 3 | 試験部検出器・計器一覧 3 | 37 |
| 表 4 | 試験部構成機器・部材の概略 | 38 |
| 表 5 | 事故時ボイド挙動解明試験の主な仕様 | 60 |

図目次

| | | |
|------|-------------------------|----|
| 図 1 | 銅帯（出力側）の概略図 | 4 |
| 図 2 | 配置概観図 | 5 |
| 図 3 | 背面図 | 6 |
| 図 4 | ブロック線図 | 7 |
| 図 5 | 直流電源外観写真 | 8 |
| 図 6 | 可視化計測システム概要 | 14 |
| 図 7 | トラバース装置図 | 15 |
| 図 8 | トラバース装置主要部寸法 | 16 |
| 図 9 | 計測光学系外観 | 17 |
| 図 10 | レーザー装置電源本体 | 18 |
| 図 11 | シート光学系外観 | 19 |
| 図 12 | 非常ボタン固定設置 | 19 |
| 図 13 | トラバース機構外観写真 | 20 |
| 図 14 | 試験部全体構成 | 24 |
| 図 15 | バンドル試験体形状及び計測位置 | 25 |
| 図 16 | 加熱ロッド/非加熱ロッドの形状寸法及び配置 | 26 |
| 図 17 | 加熱ロッドの組立て計画図 | 27 |
| 図 18 | 非加熱ロッド FEP 据付イメージ | 29 |
| 図 19 | 試験部配計装図 | 39 |
| 図 20 | 丸セル模擬試験スペーサの形状寸法 | 40 |
| 図 21 | 気水分離槽の形状寸法図 | 41 |
| 図 22 | 試験設備の配管系統計装図 | 42 |
| 図 23 | 出力制御・操作/試験計測の接続展開図 | 50 |
| 図 24 | 試験体の流動状態監視グラフィック図（表示例） | 51 |
| 図 25 | 試験体バンドル温度監視グラフィック図（表示例） | 52 |
| 図 26 | 試験計測の時系列データグラフィック図（表示例） | 53 |

| | | |
|------|-------------------------|----|
| 図 27 | 電源出力の制御設定の入力画面（表示例） | 54 |
| 図 28 | 試験電源操作/監視表示画面（表示例） | 55 |
| 図 29 | 警報表 | 56 |
| 図 30 | WMS200 外観 | 58 |
| 図 31 | ボイド率計測用データ収録機器外観 | 58 |
| 図 32 | ヒータロッド局所出力ピーキング設計比率 | 61 |
| 図 35 | 温度計測用熱電対・試験成績 2 | 65 |
| 図 36 | 温度計測用熱電対・試験成績 3 | 66 |
| 図 37 | 温度計測用熱電対・試験成績 4 | 67 |
| 図 38 | 温度計測用熱電対・試験成績 5 | 68 |
| 図 39 | 温度計測用熱電対・寸法検査 1 | 69 |
| 図 40 | 温度計測用熱電対・寸法検査 2 | 70 |
| 図 41 | 温度計測用熱電対・寸法測定位置概要 | 71 |
| 図 42 | 温度計測用熱電対・絶縁抵抗及び導通抵抗検査 1 | 72 |
| 図 43 | 温度計測用熱電対・絶縁抵抗及び導通抵抗検査 2 | 73 |
| 図 44 | 加熱用ロッド・寸法検査 1 | 74 |
| 図 45 | 加熱用ロッド・寸法測定位置 | 75 |
| 図 46 | 加熱用ロッド・導通検査 | 76 |
| 図 47 | 非加熱ロッド・寸法検査 | 77 |
| 図 48 | 非加熱ロッド・寸法測定位置 | 78 |
| 図 49 | 高速応答直流大電流電源 | 79 |
| 図 50 | 流動可視化計測システム | 80 |
| 図 51 | 可視化試験体・バンドル試験体用模擬燃料棒 | 81 |
| 図 52 | 制御盤及び計測盤 | 82 |
| 図 53 | ボイド計測装置 | 83 |
| 図 54 | ボイド計測用信号収録機器 | 84 |
| 図 55 | 時間相互相関法・PIV ソフトウェア | 85 |

1. 緒言

沸騰水型原子炉において発熱量が急速に変化した際の集合体断面内でのボイドの横方向伝播挙動に関してはボイド挙動が把握されていない。このため、急速発熱時における減速材密度反応度フィードバック特性を始めとする三次元核熱結合特性の評価や不確かさを裏付ける技術的知見は不十分な状況にある。

急速発熱事故時における安全対策の有効性を適確に評価するためには、三次元核熱結合解析コードを一層高度化する必要がある。そのため未解明なボイド挙動に関する実験データの拡充が重要であり、とりわけ横方向のボイド伝播挙動に関する実験データを拡充する必要がある。

平成 27 年度は、大気圧条件下の急速発熱時の燃料集合体内ボイド挙動、特に断面内での横方向伝播を定量的に評価するための基礎データの取得を目的とした急速発熱時熱流動実験装置を設計し製作する。

2. 実験装置の設計及び製作

本章では、模擬燃料集合体、熱水力実験ループ及びボイド率などの計測部からなる急速発熱時熱流動実験装置の設計仕様及び製作結果を記述する。

2.1 高速応答大電流直流電源

製作仕様を以下に示し、外観写真を図 5 に示した。電源は 2 筐体で構成され、銅製の電源接続バーを介して試験体に電流を供給する。

① 基本仕様

1) 電源仕様

| | |
|--------|-------------------------|
| 電源筐体 | 屋内型自立筐体 |
| 入力電圧 | 三相 400V \pm 7.5% 50Hz |
| 変圧トランス | 乾式仕様 |
| 冷却方式 | 強制空冷 |

2) 出力仕様

| | |
|------|------------------------------------------------|
| 制御方式 | シーズレギュレータ方式 |
| 出力電圧 | DC0V \sim DC40V 以上 (連続定格 : DC0 \sim DC20V) |
| 出力電流 | 最大 20000A(10 秒以下) 連続定格 : 8000A 以上 |
| 出力電力 | 最大 800kW(10 秒以下) 連続定格 : 160kW 以上 |
| 通電時間 | 瞬時運転(最大 10 秒) 連続定格運転(最大電流 8000A) |
| 出力遮断 | 非常停止/外部入力にて遮断 (手動操作/遠隔操作可能) |

3) 寸法及び製作台数

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 外形寸法幅 | 3200mm \times 高さ 2500mm \times 奥行 1100mm 以内 |
| 製作台数 | 1 式 (2 筐体) |
| 考慮事項 | 2 筐体を電源設置区画 (約 3.2m \times 3m) に収納 入力側は既設の屋内分電盤へ配線 出力は筐体間を銅バーで連結し、既設銅帯へ接続 (図 1) |

② 制御仕様

1) 制御モード

定電圧/定電流/定電力制御の 3 モードより 1 モード選択制御

2) 制御方法

ローカルによる手動操作及び遠隔操作の切替

リモート DC4 \sim 20mA 入力信号にて制御

ローカル 10 回転ポテンシオメータもしくはタッチパネルにて制御

3) 応答速度

10ms 以下(定電圧/定電流制御のみ)

※定電圧/定電流制御において、制御指令入力から出力目標値の 90%に

達する時間

4) 制御精度・リップル

リップル 100mVrms 以下

制御精度 定電圧制御：設定値± (0.5%+100mV) 以下
定電流制御：設定値± (0.5%+10A) 以下
定電力制御：設定値± (1.0%+500W) 以下

③ 保護機能

1) 過負荷

過電圧 設定範囲 0~40V (応答速度 5ms 以内)
過電流 設定範囲 0~20000A (応答速度 5ms 以内)
過電力 設定範囲 0~800kW (応答速度 10ms 以内)
設定方法 デジタル表示(電圧/電流/電力)にて設定

2) 過温度

変圧器，整流素子，抵抗体，コンデンサ等の温度異常にて出力停止，
または入力断（入力ブレーカの強制トリップ）

3) 非常停止、外部警報

パネル面 押し釦スイッチにて入力断
外部 外部非常停止 接点マークにて入力断
ロット温度高 接点マークにて出力停止

4) 警報表示

外部警報 非常停止：電源遮断，ロット温度トリップ：出力停止
警報出力 保護機能に係わる警報出力

5) 復帰

入力ブレーカトリップ時は，リセットボタンを押し，手動にて復帰操作
出力停止時は，制御信号の下限値にて外部リセット信号にて復帰

④ その他

1. 使用条件屋内設置：温度:0~40°C，湿度:85%以下
 2. 高調波対策高調波抑制対策がIEC規格を遵守
 3. 放射ノイズ対策一般財団法人 VCCI 協会が定めるクラス A 情報技術装置に準拠したノイズ防止策を実施
 4. 絶縁抵抗 DC500V 毎にて 10MΩ 以上
 5. 絶縁抵抗 AC50Hz_2.0kV にて 1 分間異常なし
 6. 外部出力出力電圧 0-40V に対して 4-20mA モタ出力
出力電流 0-20kA に対して 4-20mA モタ出力
- ※モタ遅れ 1ms 以下、精度は制御精度と同等以上

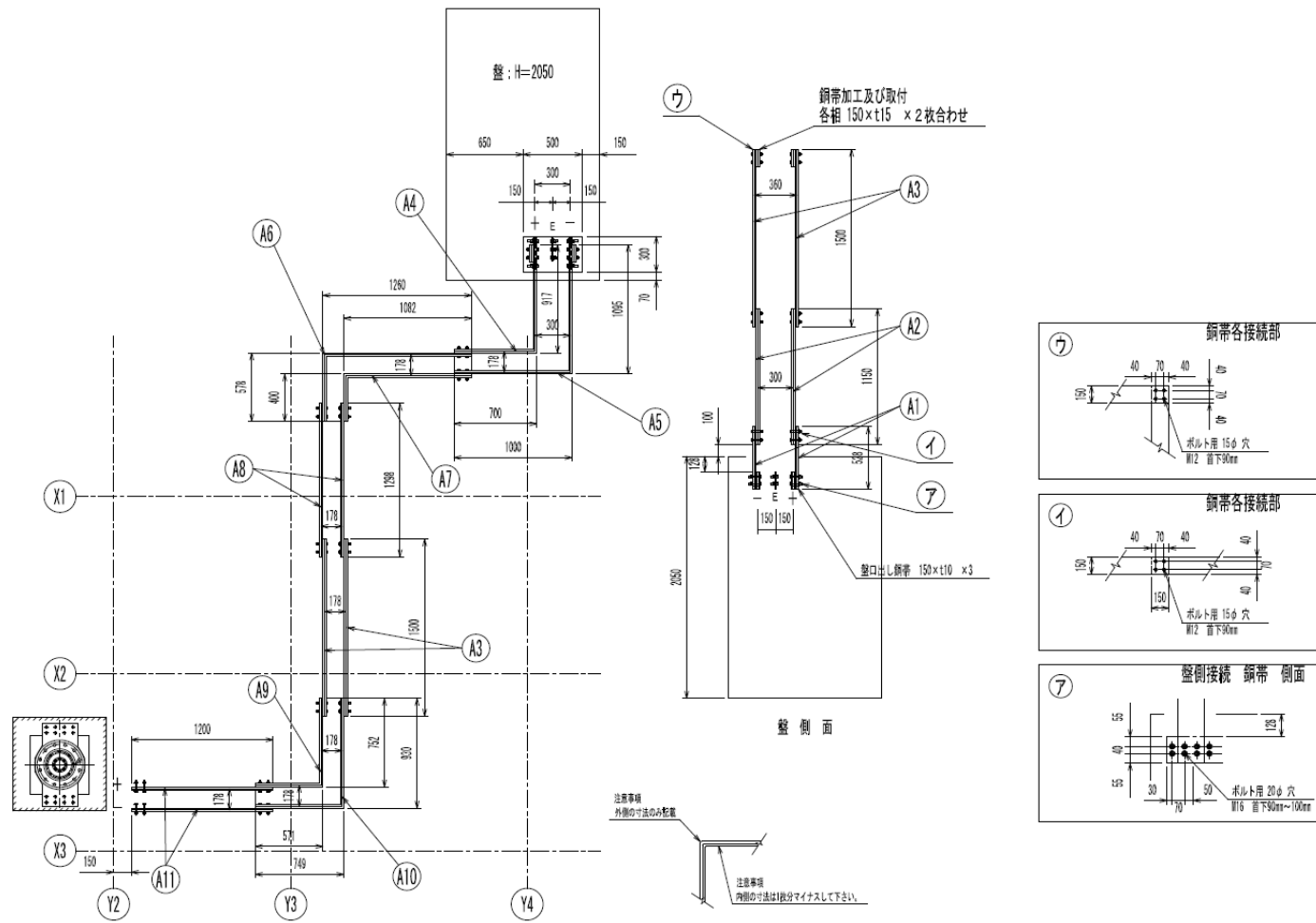
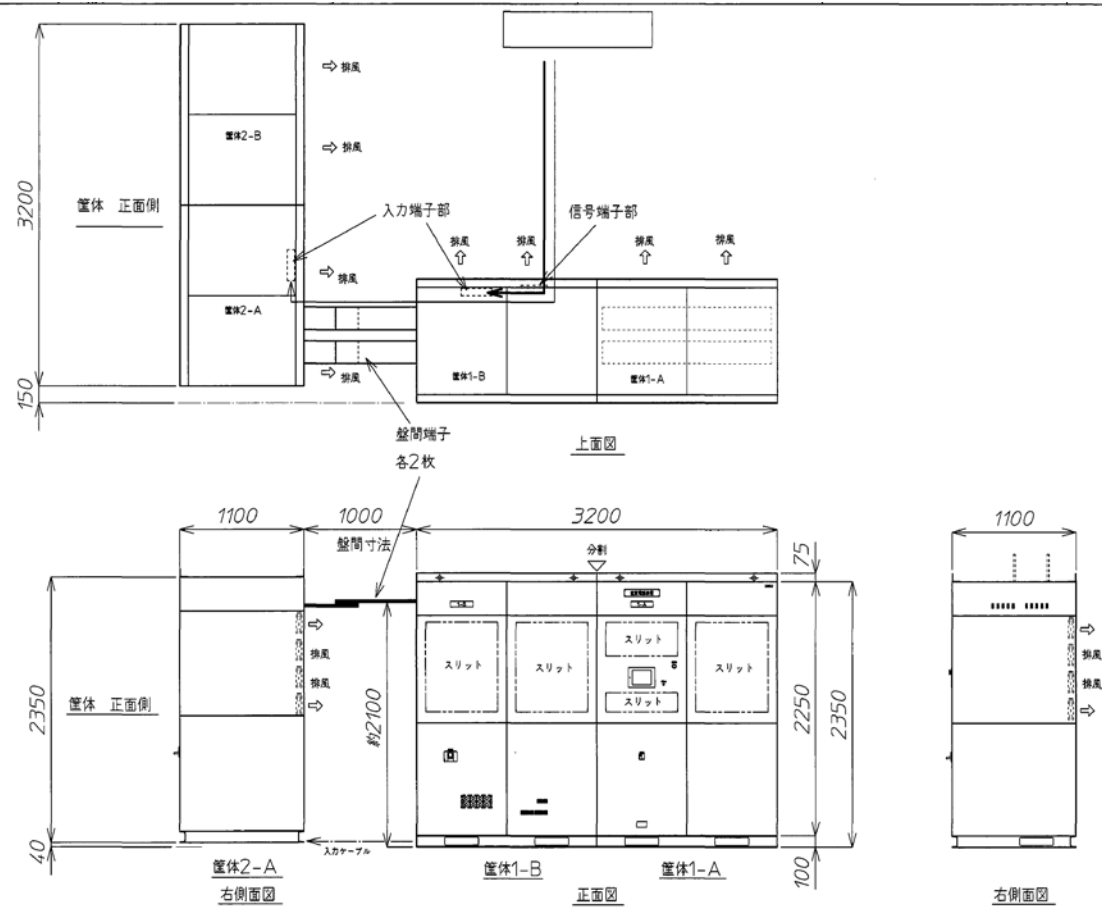


図 1 銅帯（出力側）の概略図



| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|---------|------------------|
| △ | | | | 材料 | - | 処理 | - | 備考 | |
| △ | | | | Material | | Disposal | | Note | |
| △ | | | | 検図 | 設計 | 製図 | 号 | 個数 | 数 |
| △ | | | | 池内 | 藤本 | 藤本 | 単位 | Article | 台 |
| △ | | | | | | | m / m | 名称 | YTR-40-20000N10X |
| △ | | | | | | | 3角画法 3rd Angle Projection | 図番 | TP-047431M |
| 番号 | 年月日 | 訂正記事 | 担当 | '15.12.03 | '15.12.03 | '15.12.03 | | 尺度 | |
| | | | | | | | | Scale | |

図 2 配置概観図

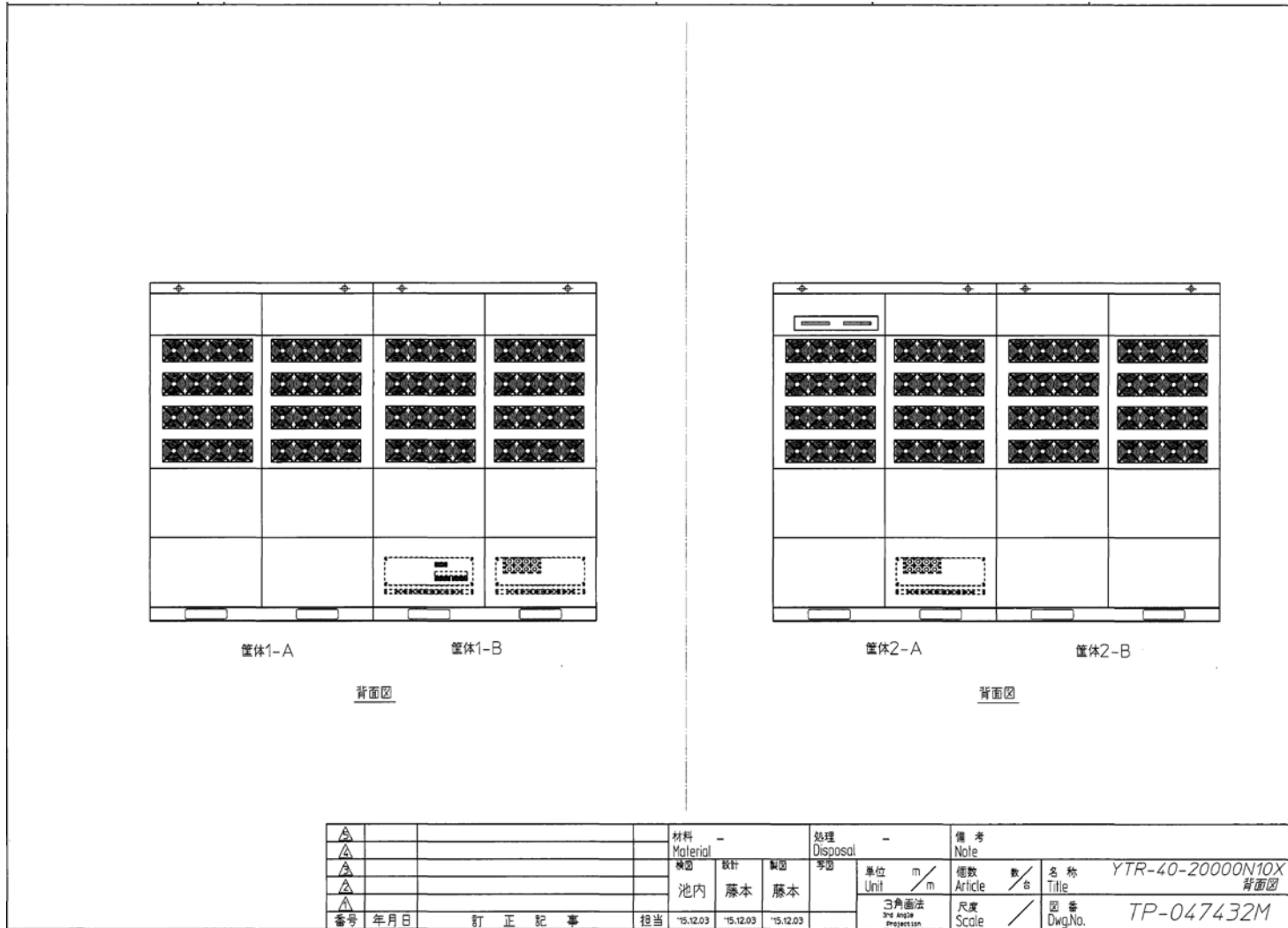
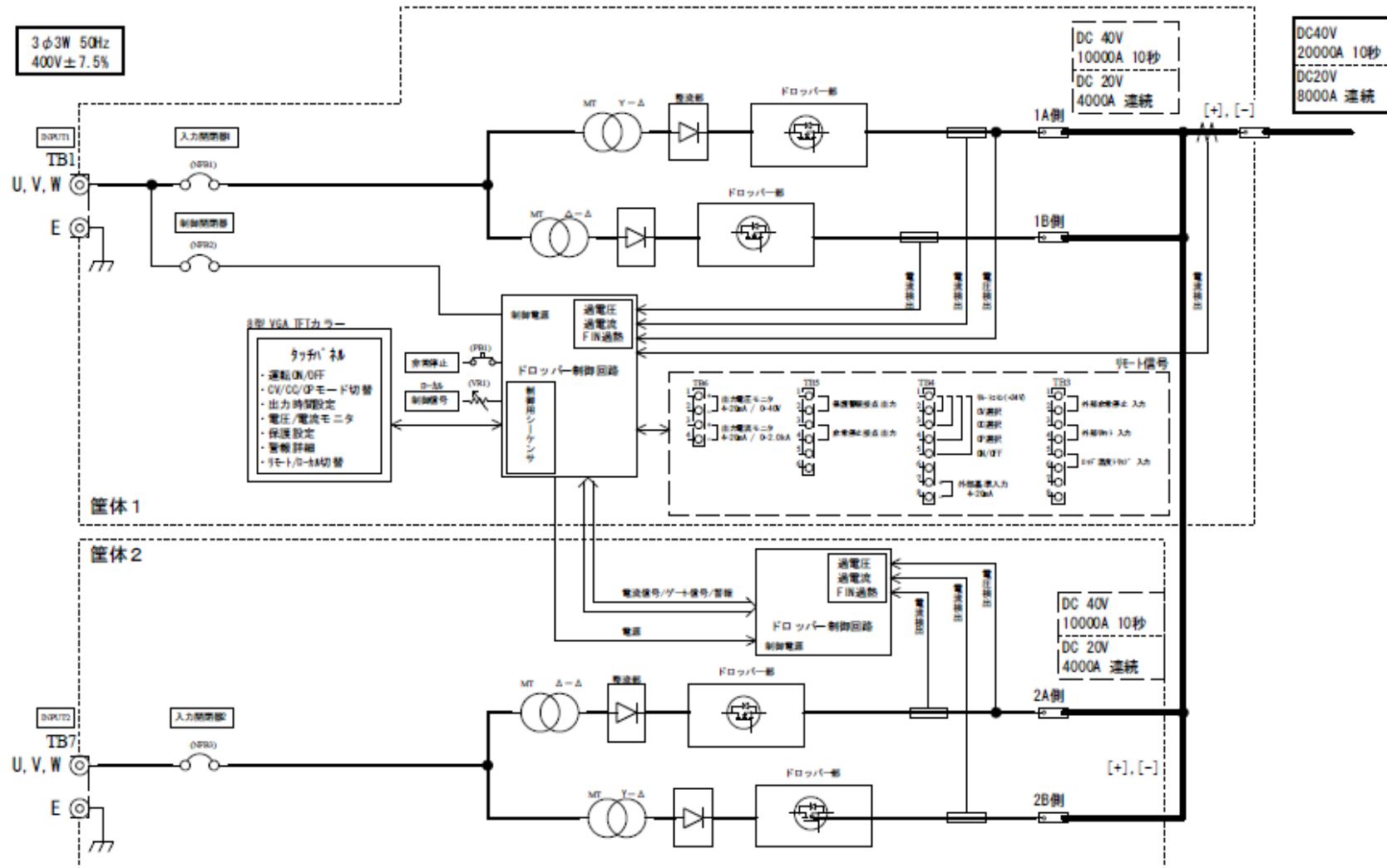


图 3 背面图



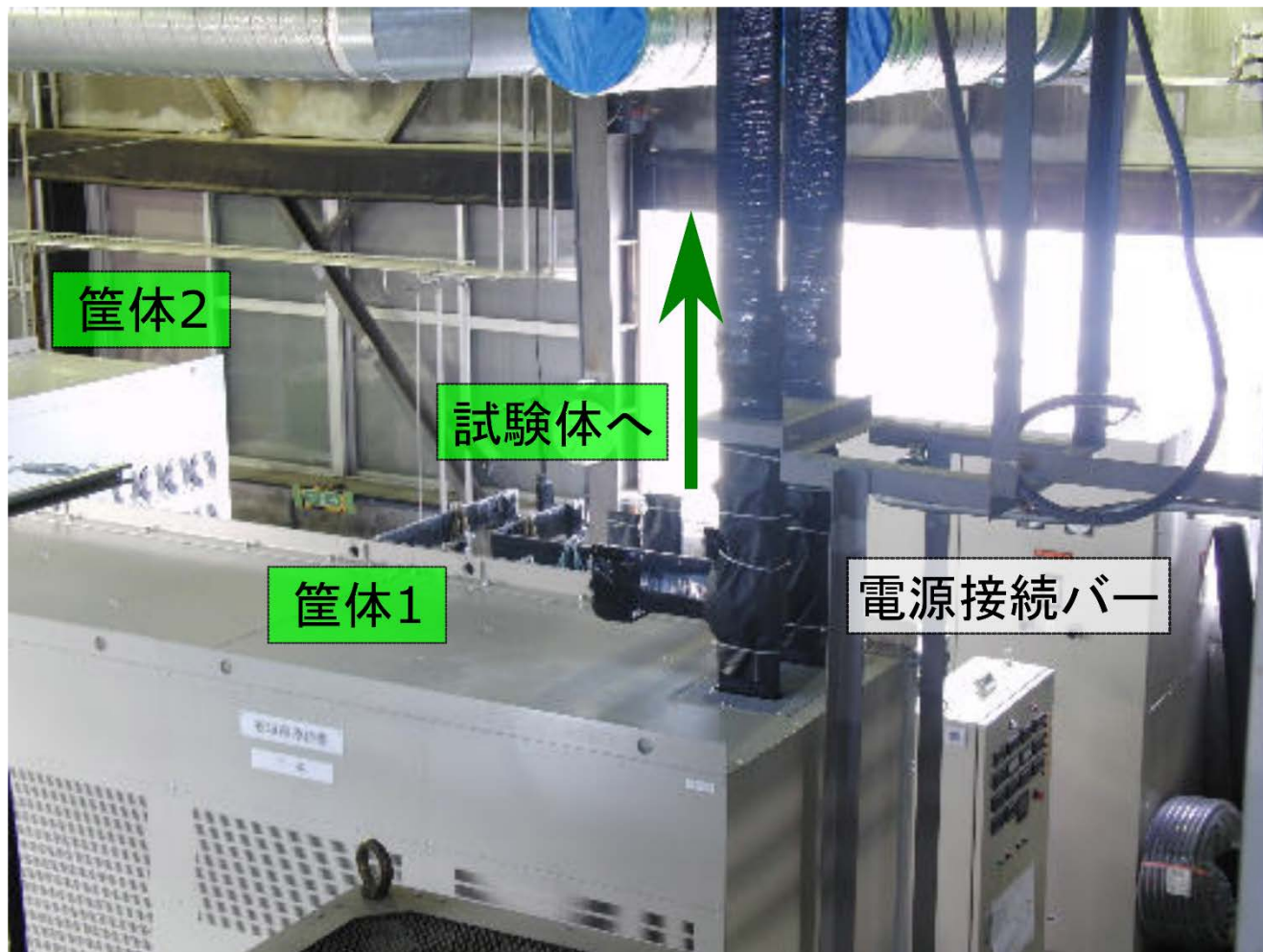


図 5 直流電源外観写真

2.2 時系列二次元流速・温度計測システム

製作仕様を以下にまとめた。外観説明図及び写真は図 6～13 に示した。

① 高繰返しダブルパルス YAG レーザー

| | |
|----------|-------------------------------------------------|
| 型式 | HFYA-19S/西華デジタルイメージ社 |
| 数量 | 1 |
| 平均出力 | 50W@10kHz |
| キャビティ | シングルキャビティ |
| 励起波長 | 532nm (可視：緑色) |
| ビーム径 | 3.0mm |
| ビーム拡り角 | 4.0mrad |
| 繰返し周波数 | 0.5kHz-40kHz 程度 (20kHz 以上) |
| パルスエネルギー | 8mJ@5kHz, 5mJ@10kHz |
| パルス幅 | 200ns@10kHz |
| 冷却水 | チラーユニット装備 (外部冷却水不要) |
| 光伝送 | 光ファイバーを用いた光伝送 (動作温度範囲を考慮したシステム設計と据付を実施) |
| 制御方式 | 制御用 PC から出力強度, 発信周波数, シャッター開閉, パルスモード等を一括コントロール |
| 発振方式 | シングル及びダブルパルス発振が可能 |
| ダブルパルス間隔 | 最小間隔 1 マイクロ秒 |
| 電源仕様 | 単相 200V20A 専用配電盤を設置 |
| 付属品 | 光遮蔽カバー, レーザー用ベースおよび設置用架台 |

② 流速用高速度ビデオカメラ

| | |
|-----------|--------------------|
| 型式 | MEMRECAM HX-3/ナック社 |
| 数量 | 1 |
| 最大解像度 | 縦 2560×横 1920 画素 |
| 撮影速度 | 上記画素条件時に 2000 コマ毎秒 |
| PIV 撮影機能 | フレームストラドリング機能 |
| 最短ストラドリング | 500 ナノ秒 |
| メモリ容量 | 64GB |
| 通信方式 | ギガイーサーネットに対応 |
| レンズマウント | F マウント |
| トリガ信号 | 外部入力が可能 |
| 階調 | モノクロ 12bit |
| 電源仕様 | 100V, 50Hz |

③ 温度計測用高速度ビデオカメラ

| | |
|-----------|---------------------------|
| 型式 | FASTCAM SA-Z/フotron社 |
| 数量 | 1 |
| 最大解像度縦 | 1024×横 1024 画素 |
| 撮影速度 | 上記画素条件時に 20,000 コマ毎秒 |
| 画素サイズ | 縦 20 μ m×横 20 μ m |
| PIV 撮影機能 | ランダムリセット機能 |
| 最短ストラドリング | 1 マイクロ秒 |
| メモリ容量 | 64GB |
| 通信方式 | ギガイーサネットに対応可能 |
| レンズマウント | Fマウント |
| トリガ信号 | 外部入力が可能 |
| 階調 | モノクロ 12bit |
| 電源仕様 | 100V, 50Hz |

④ PIV ソフトウェア

| | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 型式 | Koncerto2/西華デジタルイメージ社 |
| 数量 | 1 |
| 仕様 | 解析領域は 2D2C |
| 制御方式 | ソフトウェアの指令によりタイミングコントローラを通じて、レーザーとカメラの制御が可能 また、制御、画像保存、解析までの一連の作業が 1 つのソフトウェアで実現でき、リアルタイムに原画像と PIV 解析が可能 |
| 解析方式 | 画像相関法で FFT 相関、再起相関、階層相関およびディフォーメーションコリレーション解析が可能 |
| バッチ処理 | 複数枚画像の平均化処理が可能 |
| 出力データ | 速度ベクトル分布、速度コンター図、渦度、流線、乱流エネルギーおよびレイノルズ応力が出力可能 |
| 評価機能 | 相関係数、輝度 |
| 空間バリデーション機能 | 標準偏差フィルタ、メジアンフィルタ、最大移動フィルタ等 |
| スキャタービュー | 各ベクトルの移動量の一括表示が可能 |
| マスク機能 | 解析不要範囲に任意形状のマスクを設定可能 |
| アルゴリズム | 各グリッドにおける時間空間の速度変動スペクトル解析をし、当該時刻における理論最適値を計算 その際、時空間バリデーションにおいて、この最適値を自動的に代入可能 |

フーリエ変換した変動スペクトルの高周波ノイズ成分を除去したものを逆フーリエ変換により時空間データに戻す機能を有する

→以上の処理を制御解析ソフトウェア内で対応可能

OS Windows7 に対応可能
メニュー表示 日本語または英語で表示可能
PIV トリガ スタート, エンド, センターが選択可能

⑤ 温度計測ソフトウェア

型式 **Koncerto2LIF/西華デジタルイメージ社**
数量 1
制御方式 ソフトウェアの指令により, タイミングコントローラを通じてレーザーとカメラの制御が可能
また, 制御, 画像保存, 解析までの一連の作業が1つのソフトウェアで実現でき, 原画像と輝度観察が可能
画像回転 90° , 180° , 270° の回転が可能
画像演算 画像間にて四則演算が可能
輝度分解能 12bit (計測温度分解能に相当)
表示 グレースケールおよびコンター表示可能

⑥ タイミングコントローラ

型式 **LC880/ラボスミス社**
数量 1
入出力 入力, 出力各8チャンネル以上の独立したタイミング出力機能を有する
時間分解能 10 ナノ秒
タイミング精度 100 ピコ秒
電源仕様 100V, 50Hz

⑦ カメラ用レンズ

型式 マイクロニッコール/ニコン社
数量 下記各種1; 計5局所撮影用
マイクロニッコール 105mm (f2.8, Fマウント), テレセントリックレンズ (WD220), 全体撮影用 50mm (f1.2, Fマウント), 35mm, 85mm (f1.4)

⑧ ライトシート光学系

型式 **BZ-60/西華デジタルイメージ社**
数量 1
コリメータ 2倍コリメータを有する
シート厚み 1mm

- 開き角 5度～30度（交換レンズ式）
- ⑨ 光ファイバー
- 型式 OF-300S/西華デジタルイメージ社
- 数量 2
- コア径 300 ミクロン
- 長さ 20m 以上（レーザー本体から試験装置までに十分な長さを有する）
- 接続 ライトシート光学系に専用治具にて接続可能
- ⑩ 解析用 PC
- 型式 T5810/デル社
- 数量 1
- メモリ 8GB
- HDD 4TB
- OS Windows7 日本語版
- モニタ 24 インチワイド液晶
- 付属品 キーボード，マウス，OFFICE
- 考慮事項 流速・温度計測ソフトウェアへの互換性
- 電源仕様 100V，50Hz
- ⑪ 計測用レーザー・カメラ用フィルタ
- ナイロン粒子 平均粒径 10 ミクロン，比重 1.02，供給量 100g
- 蛍光粒子 平均粒径 15 ミクロン，励起波長 532nm に対応可能であり，フィルタを介し分光可能，供給量 5g
- 感温粒子 LIF2 色法に対応可能
- 温度に対して感度のある蛍光色素と感度のない蛍光色素を同一のマイクロカプセル内もしくはそれ相当に存在させる
- 励起波長 532nm に対応可能であり，フィルタを介し分光可能，供給量 100g
- フィルタ 532nm を中心とする緑領域をカットし，発光波長帯である赤色領域を透過させるカメラ用フィルタ
- 2 色法の際は，赤色領域内で分光できるフィルタ
- ⑫ トラバース装置
- 型式 DCK100/西華デジタルイメージ社
- 数量 1
- 外形寸法 X 軸 500mm，Y 軸 500mm 以内
- Z 軸 1m の可動範囲を有する

軸 Z 軸 1m 電動（カメラ，ライトシート光学系微調装置付とする．X 軸および Y 軸は手動にて微調整でき，かつトラバースに固定設置できる）

| | |
|---------------|-----------------------|
| X 軸・Y 軸移動分解能 | 200 μ m |
| X 軸・Y 軸移動可能範囲 | 100mm |
| Z 軸移動分解能 | 50 μ m |
| 移動速度 | 最大 1cm/秒 |
| 耐荷重 | 10kg 以上 |
| 電源仕様 | 100V～240V， 50～60Hz |
| 監視 | 操作スペースにてリモートコントロールが可能 |

⑬ 接続ケーブル

| | |
|----------|--------|
| Ethernet | 数量 4 本 |
| BNC | 数量 3 本 |
| RS232C | 数量 1 本 |

その他 本システムの機器・計測器の稼動に必要な専用ケーブル一式

Ethernet, BNC, RS232C の各ケーブルは，レーザー本体から試験部の実験機器に接続するために十分なケーブル長を満足する．また，PIV・温度計測システムが適切に動作するための機能を十分に果たす

⑭ 非常スイッチ

トラバース装置周辺，レーザー本体周辺および PC 周辺に非常停止の文字を記載したスイッチをねじ止め固定する．

非常スイッチは，レーザーおよびトラバースに対して作動し，非常スイッチを押した際は，レーザー光およびトラバース装置が停止する．

⑮ 金属板ならびに暗幕

有害光線の安全対策を講ずる．試験体可視化部から側面方向への光を遮蔽するための金属板ならびに暗幕（遮光 1 級・難燃素材カーテン）を据付する．

〔暗幕〕 カメラ側，レーザー側は左右に開閉可能とし，マジックテープなどで閉める．カーテンは，カーテンレールに取り付け，シャコ万や束などで H 鋼に固定する．暗幕で囲った状態で光を照射し，光の漏れの有無を確認し構造上カーテンでの遮光が難しい箇所や上下方向の遮蔽については，フェルトやスポンジ等を用いて光の漏れがないよう施工・確認試験を行う．（合否判断は，目視確認で光の漏れが確認できないこととした．）

〔金属板〕 試験体リグに取り付ける金属板により，シート光学系からの光が直接の対策を講ずる．

⑯ レーザー保護用メガネ

保護用メガネは，眼を保護するために試験時には必ず装着する

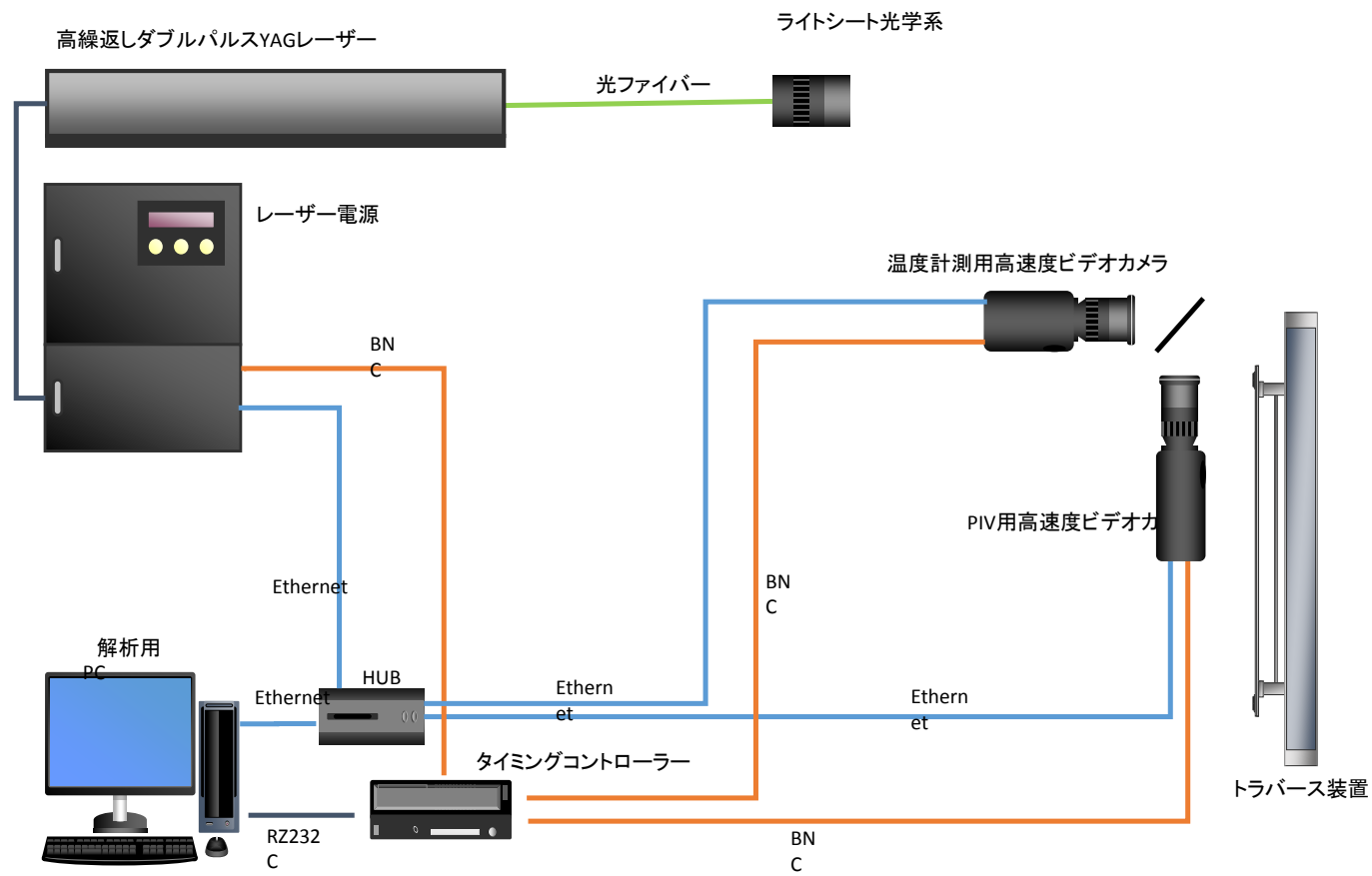


図 6 可視化計測システム概要

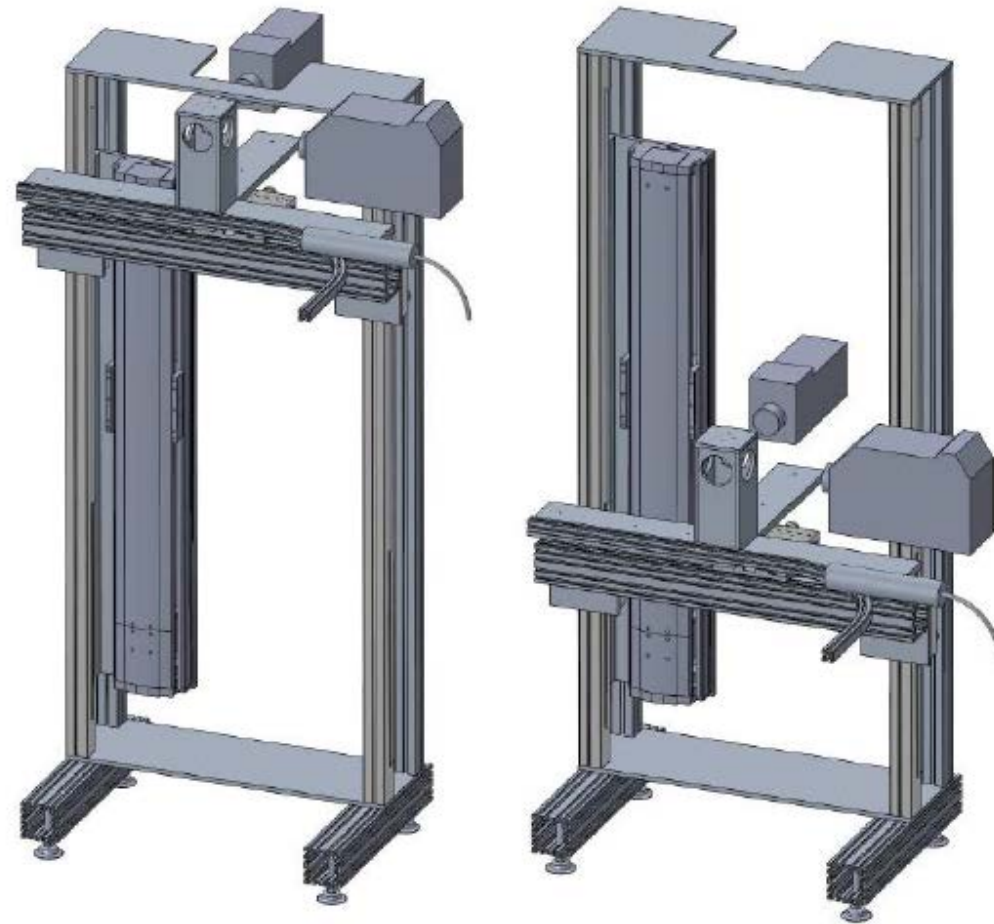


図 7 トラバース装置図

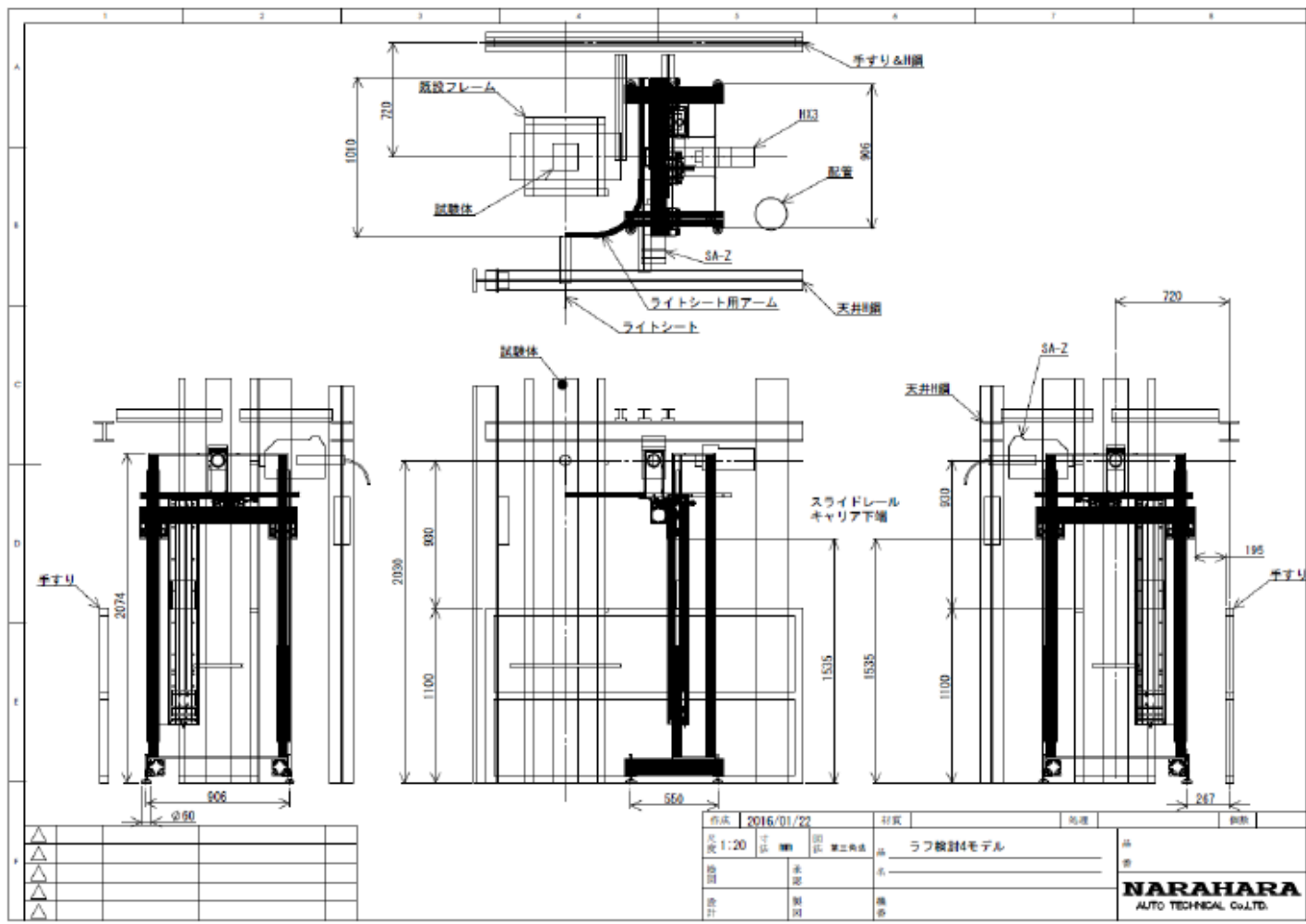


図 8 トラバース装置主要部寸法

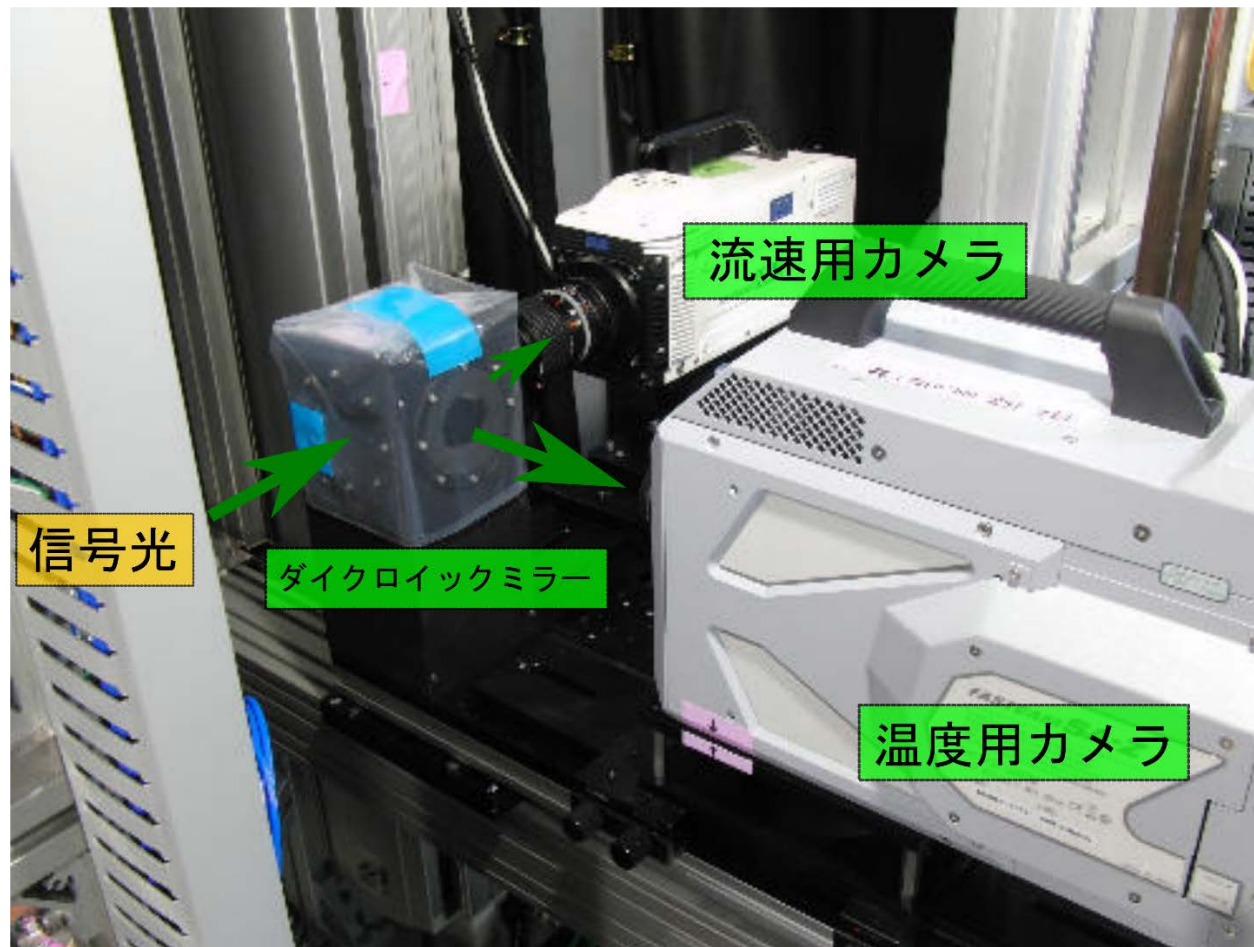


図 9 計測光学系外観

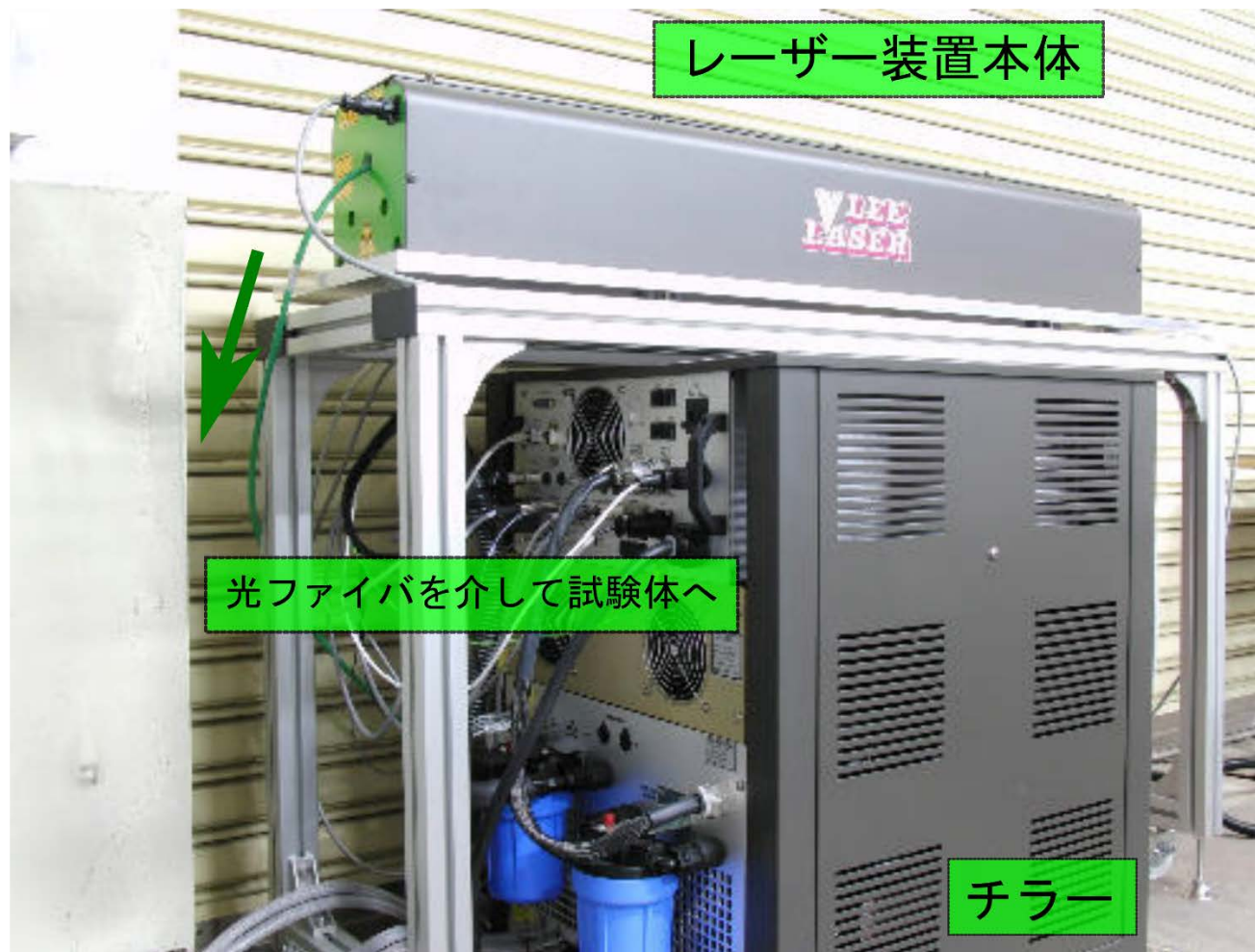


図 10 レーザー装置電源本体

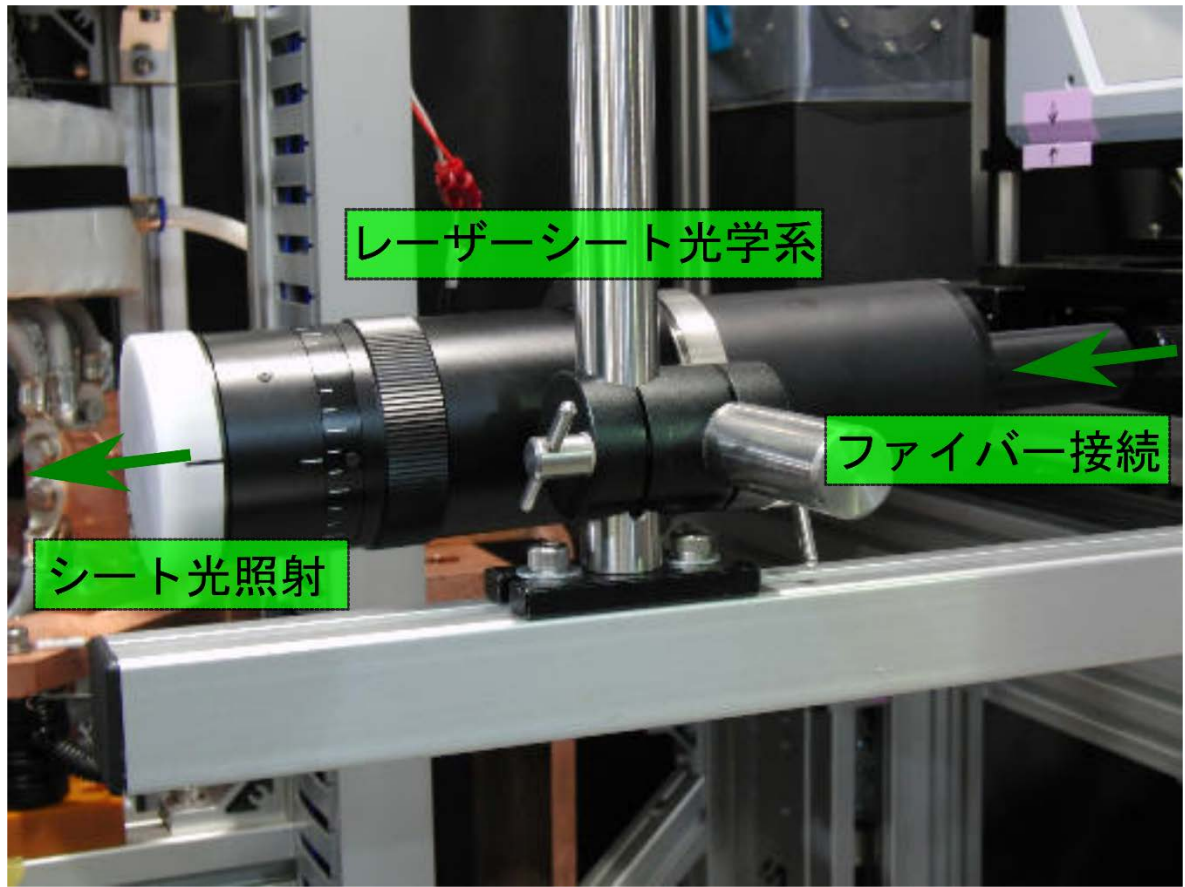


図 11 シート光学系外観



図 12 非常ボタン固定設置

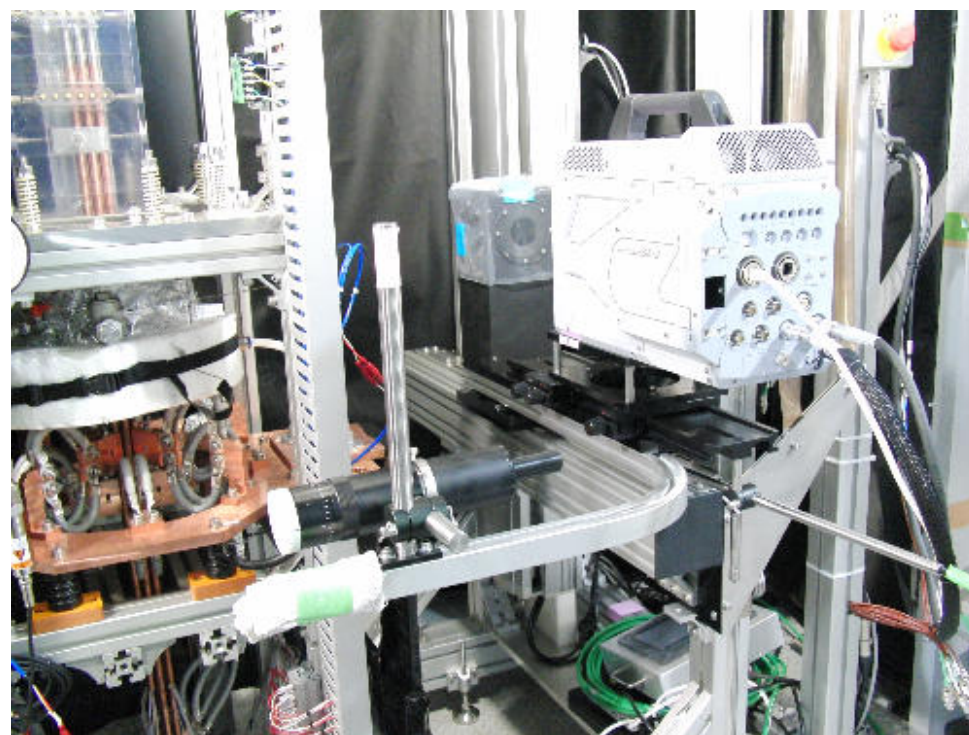
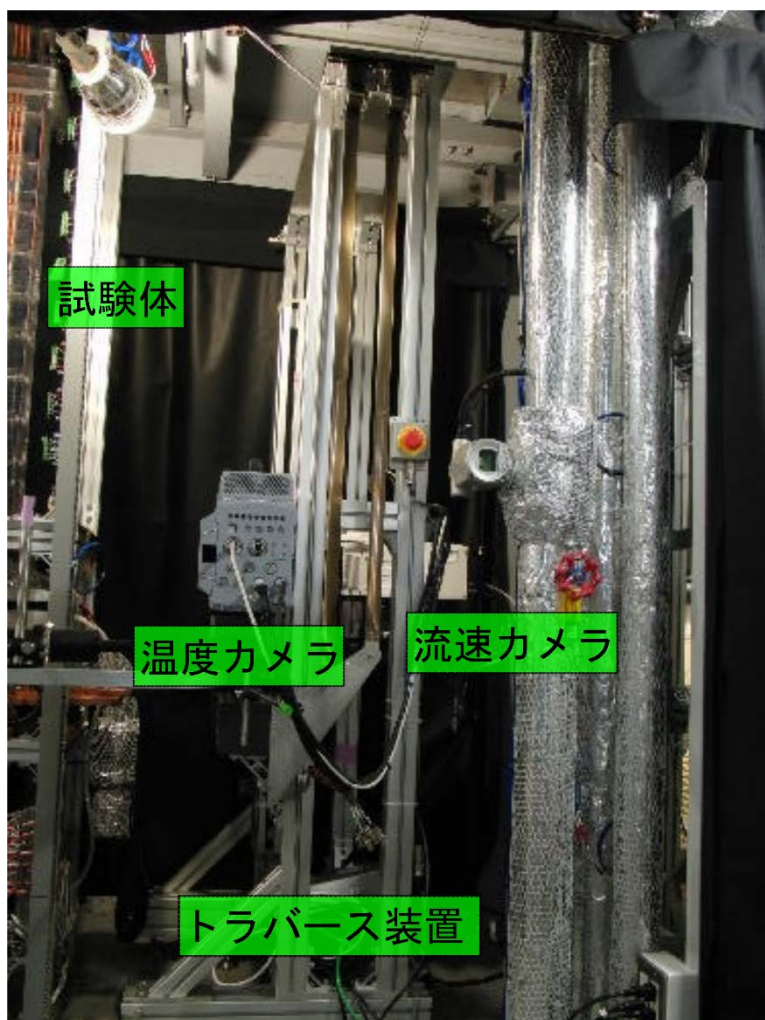


図 13 トラバース機構外観写真

2.3 模擬燃料棒（ヒータロッド）

図 14 に事故時ボイド挙動解明試験の試験部全体構成を示す。試験部は、可視部容器、バンドル試験体、上下部容器、及び電極部から構成される。

バンドル試験体は、9本の加熱ロッドと16本の非加熱ロッドを5x5格子配列に束ねており、加熱ロッドは3x3格子配列にてバンドルコーナー部に配置している。加熱ロッドは径方向出力分布を模擬するために5種類の出力を有する。また、加熱ロッドの加熱部表面には、熱的に厳しいと予測される位置にロッド表面温度を測定するための熱電対を取り付ける。図 15 にバンドル試験体のロッド配列、出力分布、及び熱電対位置等を示した。加熱ロッド及び非加熱ロッドの上端部は、一括接続する接続板に全数を接続し、上部容器に配置される集合電極板((-)電極)の上に据付ける構成とする。非加熱ロッドは絶縁部材にて構成するため、接続板とは電氣的に絶縁される。加熱ロッドへの給電は、ロッドの一方端が下部容器底部の圧力シール部を貫通し、フレキ導体にて各々のヒーターピン伝導棒を(+)極電極部に接続する構造である。

バンドル試験体の主な仕様を以下に示す。

- バンドル構成 5x5 正方格子配列 (図.15(a)参照)
加熱ロッド 9本 (左上コーナー部に(3x3)配列)
非加熱ロッド 16本
- バンドル出力 最大 600 k W (約 DC35 V 印加時/最大 10sec)
- ロッド形状寸法 外径； ϕ 11.2mm、発熱長；450mm
管肉厚；5種/0.86,0.82,0.78,0.74,0.70mm
- 出力分布 軸方向；一様分布,
径方向；図.15(a)の相対出力分布を参照
- ロッド間ギャップ 3.1mm
- 模擬チャンネル 矩形チャンネル(□75.4mm/コーナー R10mm)
- スペーサ 丸セルスペーサ模擬 (加熱部両端に各々1個)
保持用格子スペーサ バンドル上下部各々1個
- 使用流体 純水 (飽和水及び蒸気)
- 温度計測位置 図 15(b)及び図 16 参照
- 温度計測数 図 16 参照

本仕様では、バンドル試験体を構成する加熱ロッド及び非加熱ロッドを設計した。以下に技術仕様を示す。

① 加熱ロッド仕様

直接通電により加熱されるロッドは、加熱部である薄肉管(0.7~0.9mm 厚)の両端に電導棒(一般銅)を接続した構造とする。電導棒と薄肉管との接続は Ni 材

の継手部材を介して高温ロー付した構成とする。バンドル試験体の径方向出力分布を模擬するため、加熱部の薄肉管肉厚が異なるロッドを配置する。

ロッド表面の温度計測として、 $\phi 0.5\text{mm}$ 径のシース熱電対を薄肉管内部から埋め込みリード線を出している。熱電対リード線はヒーターピンの管内部をセラミック管、テフロンチューブ等で絶縁し、電導棒端部より大気へ引き出す構成とする。

- 設計圧力 0.2 (MPa)
- 設計温度 120 (°C)
- 主要材質 加熱部は NCF600, 他は Cu, Ni 等
- 発熱方式 直接通電加熱型
- 形状寸法 図 16 の形状寸法図, 図 17 の組立計画図を参照
 - 外径 $\phi 11.2\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ (有効発熱部のみ)
 - 有効発熱長 $450\text{mm} \pm 1\%$ 以下 (目標 1.5mm 以下)
 - 表面粗さ 6.3S
 - 全長

| | | |
|-----------------|-----------------------|-------|
| L_リード (下部電導棒_L) | $2225 \pm 5\text{mm}$ | x 1 本 |
| M_リード (下部電導棒_M) | $2175 \pm 5\text{mm}$ | x 4 本 |
| S_リード (下部電導棒_S) | $2125 \pm 5\text{mm}$ | x 4 本 |
- 軸方向出力 一様分布
- 径方向出力

| | |
|--------------------------------------|--------|
| G_ロッド (出力比;1.00)管肉厚; 0.86 ± 0.01 | x 1 カ所 |
| H_ロッド (出力比;0.96)管肉厚; 0.82 ± 0.01 | x 2 カ所 |
| M_ロッド (出力比;0.91) | |
| 管肉厚; 0.78 ± 0.01 | x 3 カ所 |
| L_ロッド (出力比;0.87)管肉厚; 0.74 ± 0.01 | x 2 カ所 |
| S_ロッド (出力比;0.83)管肉厚; 0.70 ± 0.01 | x 1 カ所 |
- ロッド計装

| | | |
|---------|-----------|----------------------|
| 計装ピン(a) | 温度計装 x6 本 | → Rad_11/_12/_21/_22 |
| 計装ピン(b) | 温度計装 x6 本 | → Rad_13/_32/_33 |
| 計装ピン(c) | 電圧計装 x2 本 | → Rad_23/_31 |
- 加熱部材質 NCF600
- 加熱部温度 最大 600°C
- 温度計装仕様
 - 形式 非接地全長埋込型熱電対
 - 等級 JIS クラス 1(0.4 級) ($\phi 0.5\text{mm}$) /校正データ付
 - 補償導線 約 2m (端末部はピン端子取付け)
 - リード線 引出し方向 加熱管/電導棒内部を下部方向へリード線引出し

- リード線長さ約 1200mm
- 電圧計装仕様
 - 線材 Ni 線 (φ 0.4mm)
 - 取付本数 2 本/ロッド (発熱量端部近傍の電極棒に接続)
 - リード線 加熱管/電導棒内部を下部方向へリード線引出し
 - リード線長さ 約 1200mm
- 製作数量 1 式 (9 本)
- 考慮事項 フレキ導電継手 (9 本) と加熱部交換部材 (9 式) を付属.
フレキ導電継手の仕様は以下のとおり.
 - 連続 700A(15V) /本
 - フレキ長さ : 150~200mm
 - ロッド接続径;φ11mm、電極部接続;M8 ボルト x4 本
 - 接触幅 50mm 程度
 - ロッドを下方向より締付可能な構造.

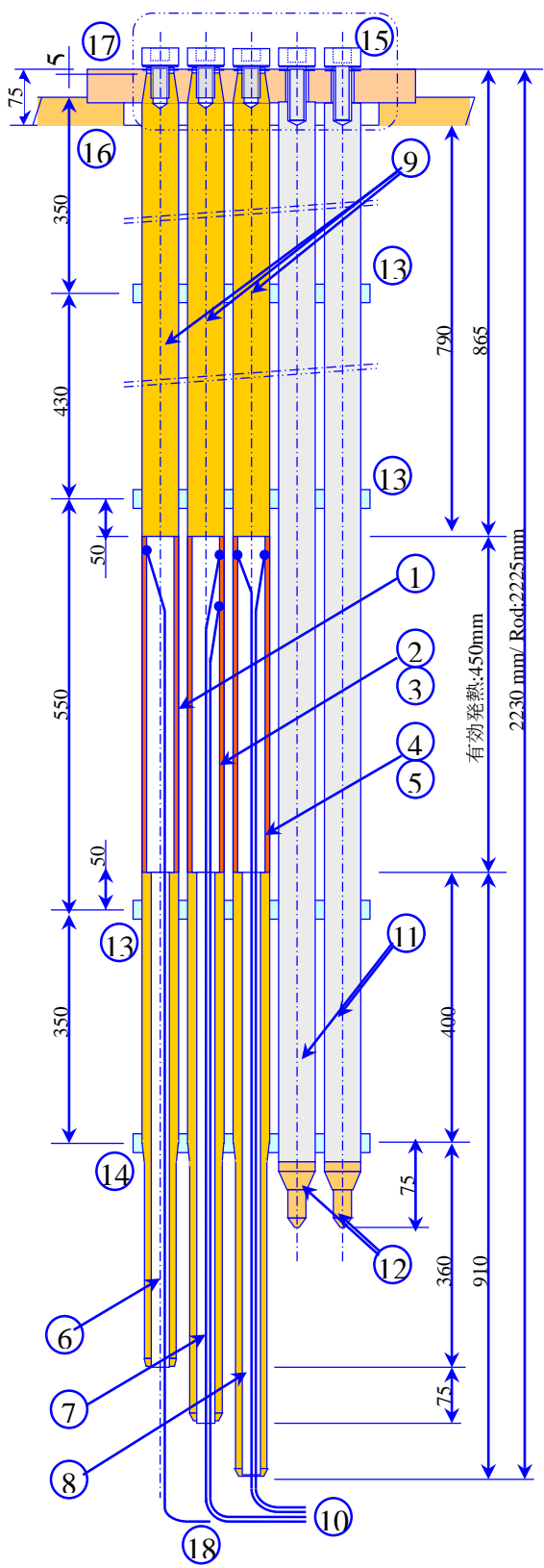
② 非加熱ロッド仕様

- 設計仕様 最大温度 130°C以上
- 形状寸法 図 16 参照
 - 外径 φ 11.2mm±0.05mm 以下
 - 表面粗さ 6.3S
 - 全長 1640±2mm 以下
- ロッド材料 ポリカーボネート相当品(耐熱性部材)

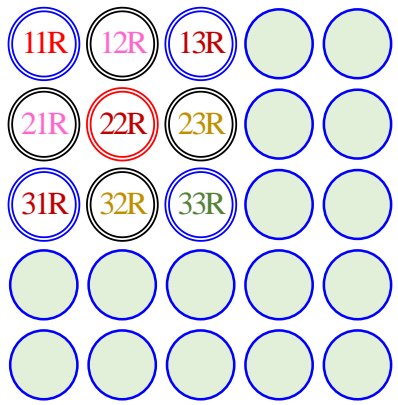
(発熱部位置は透明性の良いもの)

- 上端部取付 M5 ネジ x 深さ 20mm
- 下端部形状 φ 11.2x φ 8mm x 長さ 75mm/取付ネジ;M6
- 製作数量 1 式 (16 本)

上記に示した仕様の確認は、加熱ロッド及び非加熱ロッドの寸法検査ならびに加熱ロッドの抵抗検査を通じて実施した。詳細は、付録を参照されたい。



注記) 数値はロッド番号を示す



ヒーターロッド配置図

○ : 加熱ロッド
○ : 非加熱ロッド

| | | | | |
|--------|------------|-------------|-----------------|----------------|
| 33_rod | 0.83 | 0.70 | 760 / 2075 | 温度計装 x6 本 |
| 32_rod | 0.87 | 0.74 | 835 / 2150 | 温度計装 x6 本 |
| 31_rod | 0.91 | 0.78 | 760 / 2075 | 電圧計装 x2 本 |
| 23_rod | 0.87 | 0.74 | 835 / 2150 | 電圧計装 x2 本 |
| 22_rod | 0.91 | 0.78 | 910 / 2225 | 温度計装 x6 本 |
| 21_rod | 0.96 | 0.82 | 835 / 2150 | 温度計装 x6 本 |
| 13_rod | 0.91 | 0.78 | 760 / 2075 | 温度計装 x6 本 |
| 12_rod | 0.96 | 0.82 | 835 / 2150 | 温度計装 x6 本 |
| 11_rod | 1.00 | 0.86 | 760 / 2075 | 温度計装 x6 本 |
| Rod No | 出力比 (-) | 管肉厚 (mm) | 下部電導/全長 (mm) | 計装線 (温度/電圧) |

ロッド別における管肉厚/ロッド全長/計

| | | | | |
|----|-------------|-----|------|----------------|
| 18 | 電圧計測線 | Ni | 4 本 | 計装線は絶縁 |
| 17 | ロッド接続板 | Ni | 1 枚 | 製作対象外 |
| 16 | 上部電極板 | Cu | 1 枚 | 製作対象外 |
| 15 | ロッド取付ボルト | SUS | 16 個 | 製作対象外 |
| 14 | 格子板 | SUS | 1 個 | 製作対象外 |
| 13 | 丸セル模擬スペーサ | SUS | 3 個 | 製作対象外 |
| 12 | 下部端栓 | SUS | 16 個 | φ11.2x φ7xL75 |
| 11 | 非加熱ロッド(ダミー) | | 16 本 | 絶縁材にて製作 |
| 10 | 熱電対(φ0.5) | NCF | 33 本 | リード線は絶縁 |
| 9 | 上部電導棒 | Cu | 9 本 | φ11.2x860 |
| 8 | 下部電導棒(L) | Cu | 1 本 | φ11.2x φ6x910 |
| 7 | 下部電導棒(M) | Cu | 4 本 | φ11.2x φ6x835 |
| 6 | 下部電導棒(S) | Cu | 4 本 | φ11.2x φ6x760 |
| 5 | 加熱管(S_ロッド) | NCF | 1 本 | φ11.2x0.70x450 |
| 4 | 加熱管(L_ロッド) | " | 2 本 | φ11.2x0.74x450 |
| 3 | 加熱管(M_ロッド) | " | 3 本 | φ11.2x0.78x450 |
| 2 | 加熱管(H_ロッド) | " | 2 本 | φ11.2x0.82x450 |
| 1 | 加熱管(G_ロッド) | NCF | 1 本 | φ11.2x0.86x450 |
| No | 部品名称 | 材料 | 員数 | 概略仕様 |

図 16 加熱ロッド/非加熱ロッドの形状寸法及び配置

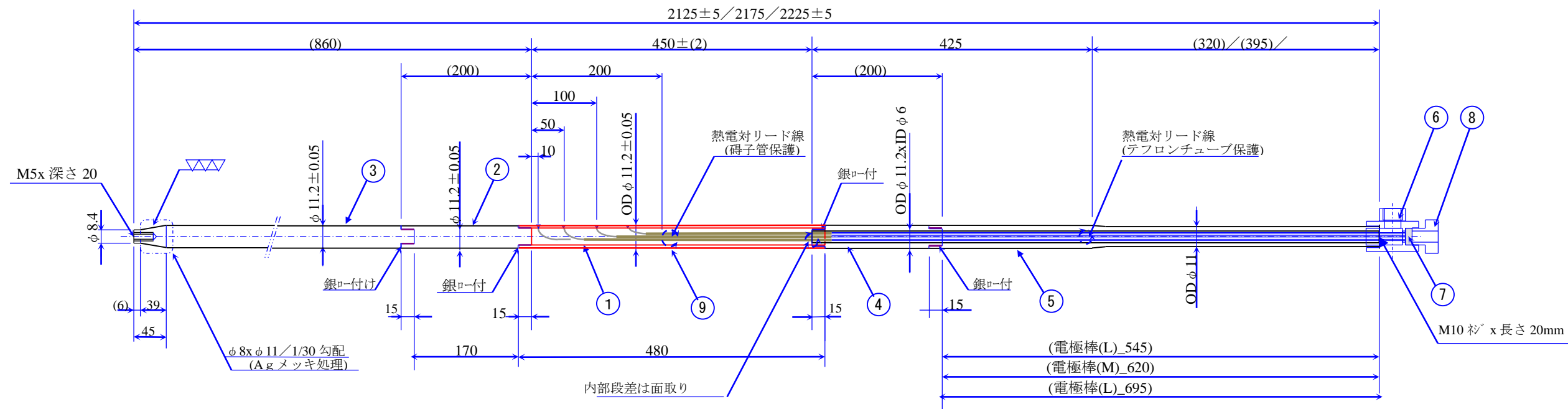
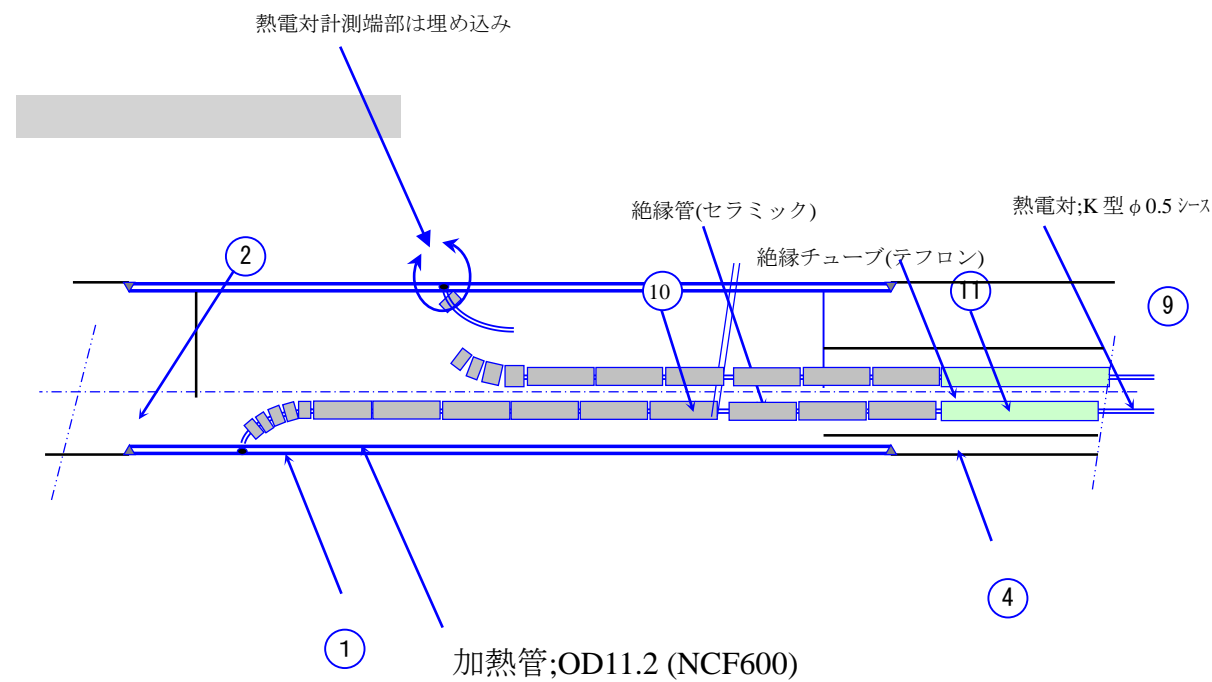


図 17 加熱ロッドの組立て計画図



単位:mm

| | | | | | |
|----|----------|------------------------|--------|-----|-----------------------|
| 11 | テフロンチューブ | OD1.2xID0.7xL1300 | PTFE | 6本 | |
| 10 | 絶縁管 | OD1.2xID0.8xL100 | セラミック | 30本 | |
| 9 | 熱電対 | K型φ0.5mm 非接地型 | SUS | 6本 | 取付数:3~6本 |
| 8 | 押しネジ | | SUS | 1個 | |
| 7 | シール材 | | フッ素ゴム | 1個 | |
| 6 | リード線引出継手 | | SUS | 1個 | |
| 5 | 下部電導棒 | OD φ 11.2/11.0xMax.700 | 一般銅 | 1個 | |
| 4 | 下部側継手 | OD φ1.2xL200 | Ni | 1本 | 内径φ6mm |
| 3 | 上部電導棒 | OD φ1.2xL660 | 一般銅 | 1本 | 先端部接続テーパー、M5 ねじ |
| 2 | 上部側継手 | OD φ1.2xL200 | Ni | 1本 | |
| 1 | 加熱管 | OD φ1.2xL480 | NCF600 | 1本 | 発熱部:450mm、肉厚:0.7~0.86 |

2.4 光学計測対応非加熱ロッド

非加熱ロッドは絶縁部材にて構成し、接続板とは電氣的に絶縁される。光学計測対応非加熱ロッドは、試験部付近をテフロン材である FEP(厚み 0.5mm 程度) 製とし、計測の際に水と屈折率が同等となるものとした。

ロッドは、加熱ロッドの発熱部を含む想定可視化領域 930mm の範囲で対強度的観点から可能な限り長く FEP 製チューブを配置し、両端に端栓を兼ねた SUS 製丸棒で構成する。上部端栓部もしくはチューブ任意箇所には、給水できる機能を有し FEP チューブ内を水で満たすことができる構造とする。

設計圧力 0.2 (MPa)

設計温度 120 (°C)

主要材質 光学対応部 FEP, 他は SUS

形状寸法 図 18 形状寸法図を参照

外径 $\phi 11.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 以下

有効対応部 $500\text{mm} \pm 1\%$ 以下 (目標は、可視化領域 930mm)

全長 軸方向出力

ロッド材料 FEP (テフロン材料)

製作数量 1 式 (16 本)

考慮事項

チューブ内に外部から給水可能であり、加圧状態で保持できるようにし、ロッド接続版などを利用してロッド自体を引っ張り、試験中も外圧の影響を受けにくくする。

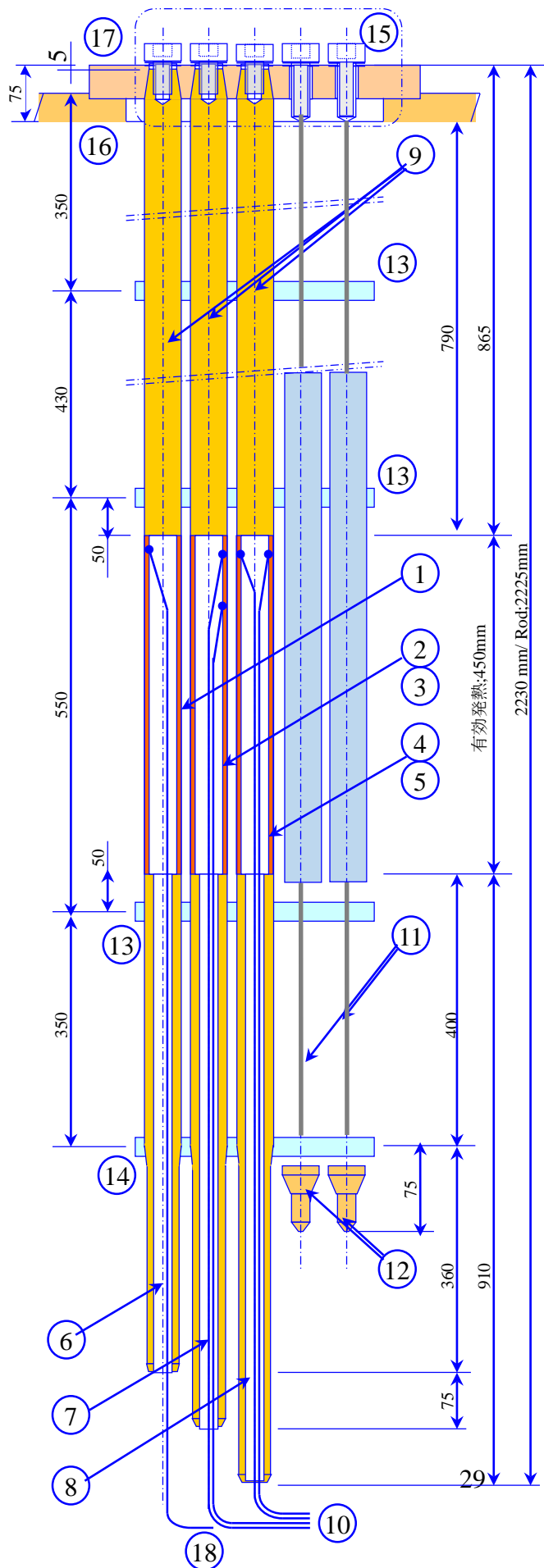


図 18 非加熱ロッドFEP据付イメージ

2.5 試験部

既設の低圧実験設備に試験部容器を併設する事故時ボイド挙動解明試験の配管計装図を図 19 に示す。また、表 1～4 に試験計測の検出・計器一覧を示す。

以下に、本試験設備の概略仕様を示す。

- 設計圧力 0.2 MPa (大気圧試験)
- 設計温度 120 °C
- 試験出力 最大 800kW DC40V/20kA/瞬時;最大 10sec
- バンドル 5x5 バンドル 3x3;加熱/他は非加熱、加熱長;450mm
- 試験流量 最大 160ℓ/min 流入部配管; 25A
- 材質 ポリカーボネート/SUS 材を基本とする
- 使用流体 純水

試験部は、可視化容器、バンドル試験体、上下部容器、及び試験電源から構成され、図 14 及び 15 に試験部の概略構造図を、表 4 に図番の名称、概略仕様を示した。バンドル試験体は、9 本の加熱ロッドと 16 本の非加熱ロッドを 5x5 格子配列に束ねており、加熱ロッドは 3x3 格子配列にてバンドルコーナー部に配置している。加熱ロッドは径方向出力分布を模擬するために 5 種類の出力を有する。

試験部での主な計測として、直接通電加熱用ボイドセンサによるボイド挙動、ロッド表面温度、軸方向局所差圧、流体温度、及び試験部電力(電圧/電流)等である。直接通電加熱用ボイドセンサ計測は、可視化容器に交差するワイヤを複数カ所に直接取り付けの構造とする。

ロッド表面温度の計測は、ロッド表面に熱電対先端を高温ロー付けにて取付し、熱電対のリード線はヒータロッド内部を絶縁被覆にてロッド下端より引出す構造とし、熱的に厳しいと予測されるヒータロッドに熱電対が取り付けられている。試験バンドル各位置での局所差圧は、可視化容器側面に計装孔を設けて、これに導圧管を接続して差圧計に導き計測する。

① 試験部機器

1) 可視部容器

- 設計圧力 0.2MPa.G
- 設計温度 120°C
- 形式 縦型矩形管
- 内幅寸法 75.4mm +0/+0.8mm 以下
- コーナー形状 約 R10mm +0/-1mm

- 長さ 全長 ; 約 1450mm
(可視部容器;1300mm、収縮管 ; 150mm)
(可視部容器は 2 分割構造;下部 930mm,上部 370mm)
 - 流路管接続 JIS5K 異径フランジ接続 (芯出し構造)
 - 収縮管 胴部形状;管内部□75.4x150mm、両端部;JIS5K-FF
収縮長; 約 5mm/100℃時
 - 材質 ポリカーボネート(可視部)、SUS(耐熱ゴム/収縮管)
 - スペーサ 軸方向 x3 カ所、押しネジ(M4 程度)x4 方向
 - W/M 計測 ワイヤ配列;6x6 格子配列/縦横 13mm 間隔(縦横キヤップ° 3mm)
軸方向 ;x8 カ所 (各箇所 2 段計測/上下段間隔;30mm)
 - 温度計測 軸方向 x5 カ所
 - 圧力計測 圧力 ;x5 カ所、差圧 ;x3 カ所
 - 製作数 1 体
- 2) 下部容器
- 形状寸法 胴部;125A x 長さ;180mm/上下端フランジ構造
 - 主要部仕様
 - ・ 容器接続孔

| | |
|--------|-------------------------|
| 循環水流入孔 | 32A-JIS10K-FF |
| 空気流入孔 | 10A-PT3/8 ネジ(チャッキ弁/止弁付) |
| ドレーン孔 | 10A-PT3/8,ネジ(止弁付) |
 - ・ 下部流路管

| | |
|--------|------------------------------------------------|
| 形状寸法 | □75.4xL160mm |
| 下部格子板 | 下端面に非加熱ロッド固定の支持板取付 (加熱ロッド位置は貫通孔とする。) |
| 循環水流入孔 | 流路管下端側面に φ 20mm 穴 x24 カ所 (径 4 列 x 縦 6 列にて千鳥配列) |
| その他 | テフロンコーティングにて絶縁. |
 - ・ 内管振れ止 整流管振れ止め
 - ・ 計測孔 圧力/温度計測 x3 カ所
 - 圧力シール
 - リング°シール構造
 - 部材構成 ; シールフランジ°/O リング/押え板(印籠構造にて芯出し)
 - シール; O リング φ 10mm/ 3x3
 - 引張り機構 ス°リング°取付構造

- 4) 試験スペーサ
- 形式 丸セルスペーサ (詳細形状は図 18 参照)
 - 形状寸法 5x5 正方格子配列、内幅寸法;72.6x72.6mm
 - セル形状 9x9 燃料形状模擬 ; セル外形 14.3mm、セル厚約 0.4mm
 - 材 質 SUS 材
 - その他 スプリングは電磁力にてつぶれない様に補強.
 - 製作数 4 個
- 5) 下部電極板
- 電極板寸法 幅 330mmx700mm(x 厚さ 15mm)/貫通孔 ϕ 250mm
 - フレキ接続 貫通孔内周にフレキ導体(支給)接続ボルト穴
; ϕ 10 キリ x 18 個
 - 電線接続穴 仕様 ; ϕ 13 キリ x4 x3 本/片側 x2(両端部)
 - 電極板据付穴 仕様 ; 電極板四隅に ϕ 12 キリ x4 カ所
 - 材 質 Cu
 - 製作数 1 枚
- 6) その他
- 可視部容器及び上下部接続孔とは、嵌め合い構造
 - 上部電極板の据付は絶縁構造.
 - 上部電極板、接続、及び上部容器とは芯出し構造とし、捩じれ角を修正出来るようにする
- ② 気水分離槽
- 型 式 円筒縦型容器 (詳細形状は図.19 参照)
 - 設計圧力 0.5 MPa (使用圧;大気圧)
 - 設計温度 120 °C (使用温度;大気飽和温度)
 - 形状寸法 400AxSch40xH800mm (両端部はフランジ構造)
 - 内部構造 旋回型の蒸気/水分離管内蔵 (流入径;65A、流出径 100A)
 - 接続孔 流入孔; 65A-JIS10K (容器側面下部位置に取付、
内部分離管下部側に接続)
 - 蒸気孔 ; 100A-JIS10K 容器上部フランジより取出し
 - 温水孔 ; 50A-JIS10K 容器下部フランジより取出し
 - 計測孔 水位計測 x4 カ所(2 式)
(計測距離 500mm の水位計取付)
 - 圧力温度計測孔 PT1/4 ネジ ボス x3 カ所

- その他 給水孔;15A、ドレーン孔;15A、大気開放孔;25A 各 1 カ所
- 材料 SUS 材
- 基数 1 基

表 1 試験部検出器・計器一覧 1

H27/06/10 Rev27.06

| Tag No | 測定対象 | 検出器 | 仕様・変換器 | 計測範囲 | 調節・指示 | 指示 | 警報 | 収録 | 備考 |
|-----------|------------|--------------|-----------|-------------|-------|----|----|-------|-------------------|
| PI -111 | 試験部 入口圧力 | ブルドン管 | | 0-0.50 MPa | 現場指示 | ○ | | | |
| PI -112 | 試験部 出口圧力 | 〃 | | 0-0.50 MPa | 現場指示 | ○ | | | |
| PT -115 | 試験部 入口圧力 | 歪み式(電流型) | アンプ内蔵 | 0.0-500 kPa | | ○ | | U1_01 | 共和/ PAL-10KB |
| PT -116_a | 試験部 局所圧力 | 小型圧力検出器 | チャージアンプ接続 | 0 - 2 MPa | アンプ指示 | ○ | | U1_03 | 共和/PGL-A-1MP-B |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | ↓ | ↓ |
| PT -116_e | 試験部 局所圧力 | 小型圧力検出器 | チャージアンプ接続 | 0 - 2 MPa | アンプ指示 | ○ | | U1_07 | 共和/PGL-A-1MP-B |
| PT -117 | 試験部 出口圧力 | 歪み式(電流型) | アンプ内蔵 | 0.0-500 kPa | | ○ | | U1_02 | 共和/PAL-10KB |
| | | | | | | | | | |
| dPT-121 | 加熱部入口差圧 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | -5 - 20 kPa | 検出指示 | ○ | | U1_09 | 横河EJX119J/0.2sec |
| dPT-122 | 加熱部上流側差圧 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | -2 - 8 kPa | 検出指示 | ○ | | U1_10 | 〃 |
| dPT-123 | 加熱部下流側差圧 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | -2 - 8 kPa | 検出指示 | ○ | | U1_11 | 〃 |
| dPT-124 | 加熱部出口差圧 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | -5 - 20 kPa | 検出指示 | ○ | | U1_12 | 〃 |
| dPT-125 | 試験部全体差圧 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | -10- 40 kPa | 検出指示 | ○ | | U1_13 | 〃 |
| | | | | | | | | | |
| TE -132 | 試験部入口温度(B) | K型熱電対(φ1.6S) | D/Lに直接入力 | 0-160 °C | | | | U1_29 | シース長:200mm/継手R1/4 |
| TE -133 | 試験部入口温度(U) | 〃 | 〃 | 〃 | | | | U1_30 | 〃 |
| TE -134 | 試験部出口温度(E) | 〃 | 〃 | 〃 | | | | U1_31 | 〃 |
| TE -135 | 試験部出口温度(B) | 〃 | 〃 | 〃 | | | | U1_32 | 〃 |
| TE -136 | 試験部出口温度(U) | 〃 | 〃 | 〃 | | | | U1_33 | 〃 |
| TE -137_a | 加熱部局所温度(a) | K型熱電対(φ1.0) | 〃 | 0-160 °C | | | | U1_34 | シース長:100mm/継手R1/8 |
| TE -137_b | 加熱部局所温度(b) | K型熱電対(φ1.0) | 〃 | 〃 | | | | U1_35 | 〃 |
| TE -137_c | 加熱部局所温度(c) | K型熱電対(φ1.0) | 〃 | 〃 | | | | U1_36 | 〃 |
| TE -137_d | 加熱部局所温度(d) | K型熱電対(φ1.0) | 〃 | 〃 | | | | U1_37 | 〃 |

注) 収録欄の数値はデータロガー接続チャンネルを示す

表 2 試験部検出器・計器一覧 2

H27/06/10 Rev27.06

| Tag No | 測定対象 | 検出器 | 仕様・変換器 | 計測範囲 | 調節・指示 | 指示 | 警報 | 収録 | 備考 |
|-----------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------|----|----|-------|------------------|
| TE -138_a | 加熱表面温度 (a) x8 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#01-08 | 0 - 800 °C | BT温度計測 | ○ | ○ | U2_01 | ～ 08 |
| TE -138_b | 加熱表面温度 (b) x8 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#09-16 | 〃 | 〃 | ○ | ○ | U2_09 | ～16 |
| TE -138_c | 加熱表面温度 (c) x8 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#17-24 | 〃 | 〃 | ○ | ○ | U2_17 | ～24 |
| TE -138_d | 加熱表面温度 (d) x8 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#25-32 | 〃 | 〃 | ○ | ○ | U2_25 | ～32 |
| TE -138_e | 加熱表面温度 (e) x4 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#33-36 | 〃 | 〃 | ○ | ○ | U2_33 | ～36 |
| TE -138_f | 加熱表面温度 (f) x4 | K型熱電対(φ0.5) | TC/I_#19-40 | 〃 | 〃 | ○ | ○ | U2_37 | ～40 |
| TE -139 | 電極部温度 | K型熱電対(φ1.6) | D/Lに直接入力 | 0 - 160 °C | | ○ | ○ | U1_38 | |
| | | | | | | | | | |
| FE -151 | 試験部流量 | 電磁流量計 | 一体型変換器 | 0-100 l/min | 変換器指示 | ○ | ○ | U1_17 | |
| FE -052 | パルス部流量 | 電磁流量計 | 一体型変換器 | 0-200 l/min | 変換器指示 | ○ | ○ | U2_18 | |
| | | | | | | | | | |
| WM -161_T | WMS TRS計装信号 x6 | WMS印加電圧(T1) | W/M計測器 | 0-10 V | MWS 計測器_T1 | | | ○ | 計装線/16芯_D-Sub |
| WM -161_R | WMS REC計装信号 x6 | WMS計測電圧(R1) | 〃 | 0-10 V | MWS 計測器_R1 | | | ○ | 計装線/16芯_D-Sub |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | ↓ | ↓ |
| WM -168_T | WMS TRS計装信号 x6 | WMS印加電圧(T8) | W/M計測器 | 0-10 V | MWS 計測器_T8 | | | ○ | 計装線/16芯_D-Sub |
| WM -168_R | WMS REC計装信号 x6 | WMS計測電圧(R8) | 〃 | 0-10 V | MWS 計測器_R8 | | | ○ | 計装線/16芯_D-Sub |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LT-177 | 試験部水位 | 差圧伝送器 | R250Ω抵抗 | 0-10 kPa | 操作盤表示 | ○ | ○ | U1_15 | 横河EJX119J/0.2sec |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

注) 収録欄の数値はデータロガー接続チャンネルを示す

表 3 試験部検出器・計器一覧 3

H27/06/10 Rev27.06

| Tag No | 測定対象 | 検出器 | 仕様・変換器 | 計測範囲 | 調節・指示 | 指示 | 警報 | 収録 | 備考 |
|---------|-----------|-------------------|-----------------|-------------|-------|----|----|-------|--------------|
| VE -181 | 試験電源出力電圧 | 電源入力端子に接続 | | DC0 - 40V | | | | | 試験部電極に接続 |
| VE -182 | " | I/S変換器 | | DC0 - 40V | | | ○ | U1-19 | 試験部電極に接続 |
| AE -183 | 試験部漏洩電流 | シャント、mV/I変換(10mV) | DC0-20A /0-50mV | DC0 - 2A | 操作盤指示 | ○ | ○ | U1_20 | 横河製シャント |
| VE -184 | 有効発熱部電圧 | I/S変換器 | DC0-40V /DC0-5V | DC0 - 40V | | | ○ | U1_21 | 横河;DC-DC_I/S |
| VE -185 | 有効発熱部電圧 | I/S変換器 | " | DC0 - 40V | | | ○ | U1_22 | " |
| VT -186 | 試験部印加電圧 | 試験電源電圧出力 | 250Ω抵抗、 | DC0 - 30V | 操作盤指示 | ○ | ○ | U1_23 | |
| AT -187 | 試験部ヒータ電流 | 試験電源電流出力 | 250Ω抵抗、 | DC0 - 20kA | 操作盤指示 | ○ | ○ | U1_24 | |
| WT -188 | 試験部電力 | 試験電源電力出力 | 250Ω抵抗、 | DC0 - 600kW | 操作盤表示 | ○ | ○ | U1_25 | |
| RMS-191 | 操作器_非常停止 | 操作盤 非常停止 | トリップ リレ_B接点 | | | | ○ | | |
| RMS-192 | 試験電源_故障 | 操作盤トリップ出力 | トリップ リレ_B接点 | | | | ○ | | |
| RMS-193 | 試験電源_非常停止 | 操作盤トリップ出力 | トリップ リレ_B接点 | | | | ○ | | |
| RMC-194 | リセット_SW | 異常時リセット | | | | | | | |
| RMC-195 | 電源出力制御 | 手動設定器出力 | 0-100%/DC1-5V | 0-100% | | ○ | ○ | U1_26 | 手動設定器 |
| RMC-196 | 電源制御出力 | 電源制御出力 | 0-100%/ 4-20mA | 0-100% | | ○ | ○ | U1-27 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

注) 収録欄の数値はデータロガー接続チャンネルを示す

表 4 試験部構成機器・部材の概略

| | | | | | |
|----|----------|-------|----------|-------------------------|---------------------|
| 23 | 格子スペーサ | 2 個 | SUS304 | (5x5) 格子板/バンド付 | 絶縁コーティング処理 |
| 22 | 電導棒引張コイル | 14 個 | SUS304 | ID12xL75mm_引張力 10kg/本 | 加熱 x9 箇所、非加熱 x5 箇所 |
| 21 | 水流入孔 | 1 箇所 | SUS304 | 32A-PT1 ねじ/ユニオン取付 | ユニオン仕様;O リングシール型 |
| 20 | ロッド接続板 | 1 枚 | Cu(一般銅) | φ140xt50mm_10x8 テーパ x25 | UTP 流出孔模擬形状 |
| 19 | ロッド熱電対 | 9 ロッド | SUS304 | K 型 φ0.5mm シース/テフロン被覆 | 熱電対:最大 6 本/ロッド |
| 18 | 蒸気流出孔 | 1 箇所 | SUS304 | 65A-JIS5K-FF | |
| 17 | 飽和水流出孔 | 1 箇所 | SUS304 | 40A-JIS5K-FF | |
| 16 | パイパス管接続孔 | 1 箇所 | SUS304 | 40A-JIS5K-FF | |
| 15 | 下部電極板 | 1 枚 | Cu(一般) | B330xL500xt15mm_φ150 穴 | 連続:5kA/瞬時 18kA/10 秒 |
| 14 | Oリング押え板 | 1 式 | ヘースポリマー | φ120xt15mm_φ9mm 孔 x9 | Oリング:φ9xt3mm |
| 13 | 下部容器底板 | 1 枚 | ヘースポリマー | 200Axt30_JIS5K-FF | Oリング溝加工 x9 箇所 |
| 12 | 下部流路管 | 1 個 | SUS304 | □75.4mmxL160mm/絶縁処理 | 上端接続:異型フランジ xt10 |
| 11 | 下部円筒容器 | 1 基 | SUS304 | 150Ax180mm_JIS5K-FF | 接続板:90A-JIS5K-FF |
| 10 | 上部収縮管 | 1 個 | SUS304 | 90AxH200mm-JIS5K-FF | 内部管:□75.4mm |
| 9 | 上部流路管 | 1 個 | SUS304 | 150AxSch20xH750mm_ | 容器底部/内壁に円筒管固定 |
| 8 | 上部電極板 | 1 枚 | Cu(一般) | B300xL700xt15mm_φ250 穴 | |
| 7 | 上部円筒容器 | 1 枚 | SUS304 | 300AxH1000_JIS5K-FF | |
| 6 | 上部接続支持板 | 1 枚 | SUS304 | 300Axt25mm_φ100mm 流出孔 | |
| 5 | 可視化試験容器 | 1 体 | ホリカーホネイト | □75.4mmx1300mm /2 分割 | 接続:90A-JIS10K-FF |
| 4 | 模擬スペーサ | 3 個 | SUS304 | (5x5) 格子丸セル模擬 | 絶縁コーティング処理 |
| 3 | 非加熱ロッド | 16 本 | ホリカーホネイト | o. d. 11.2x 約 1700mm | 加熱部可視化形状 |
| 2 | ヒータロッド | 9 本 | NCF600 | o. d. 11.2x 加熱長 450mm | 全長約 2100~2250mm |
| 1 | ヒータバンドル | 1 体 | | (3x3)/(5x5) 配列バンドル | 加熱 x9 本、非加熱 x16 本 |
| 番号 | 品名 | 員数 | 材質 | 概略仕様 | 備考 (付属部材) |

試験装置仕様

(1) 基本仕様

- 設計圧力 0.2 Mpa.A (大気圧)
- 設計温度 120 °C
- 最大流量 120 ℓ/min
- サイクル度 70 K
- 主要材料 SUS/ポリカーボネイト

(2) 試験部仕様

- 試験バンドル 5x5 バンドル/加熱部 3x3 正方格子
- 試験スペース 丸セル模擬
- 模擬ロッド
 - ロッド径 : $\phi 11.2\text{mm}$
 - 加熱長 : 450mm
- 加熱方式 直接通電加熱
- 試験電源
 - 電源容量 : DC40V/18kA
 - 瞬時出力 : 最大 700kw
 - 連続出力 : 最大 100kw

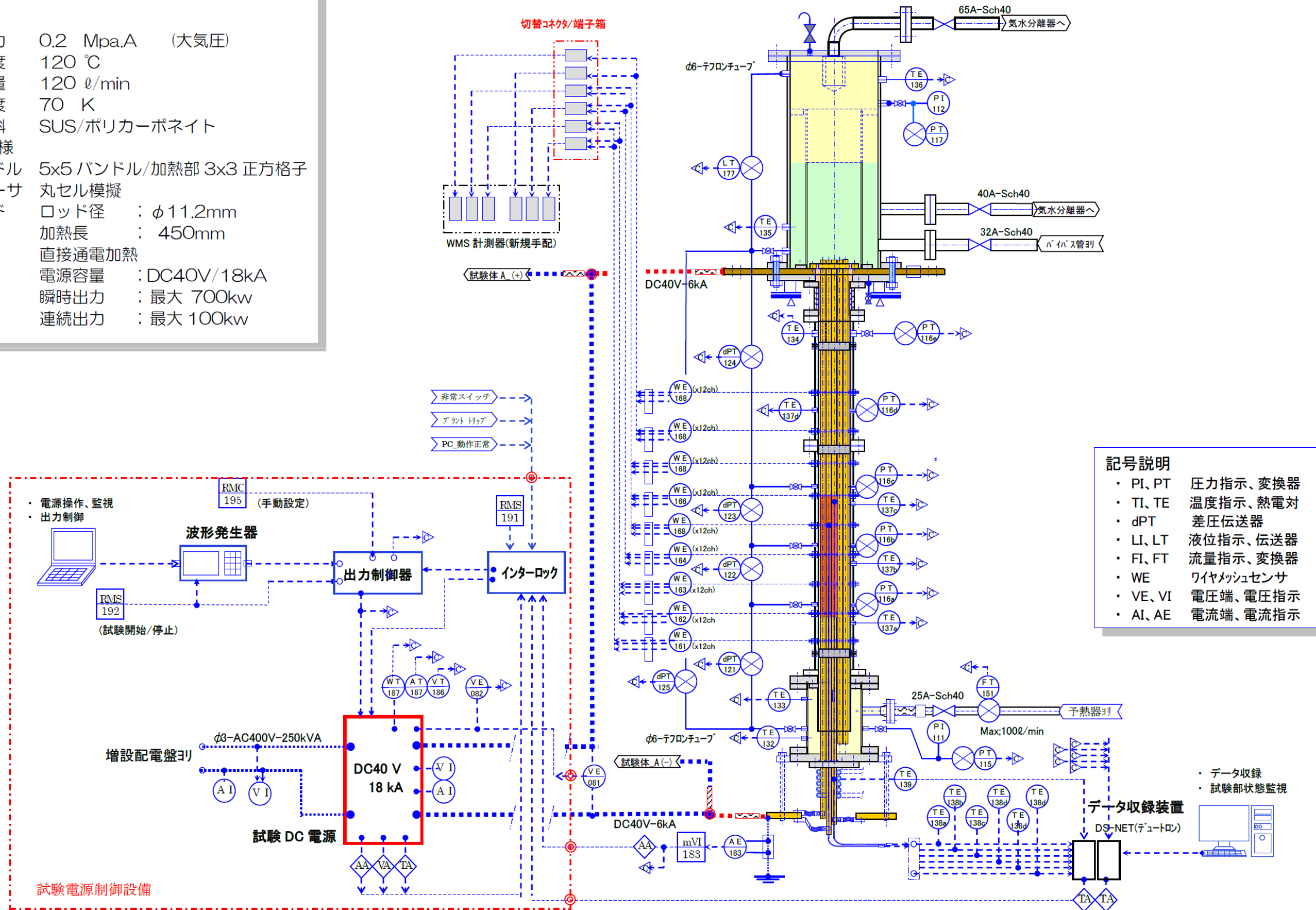
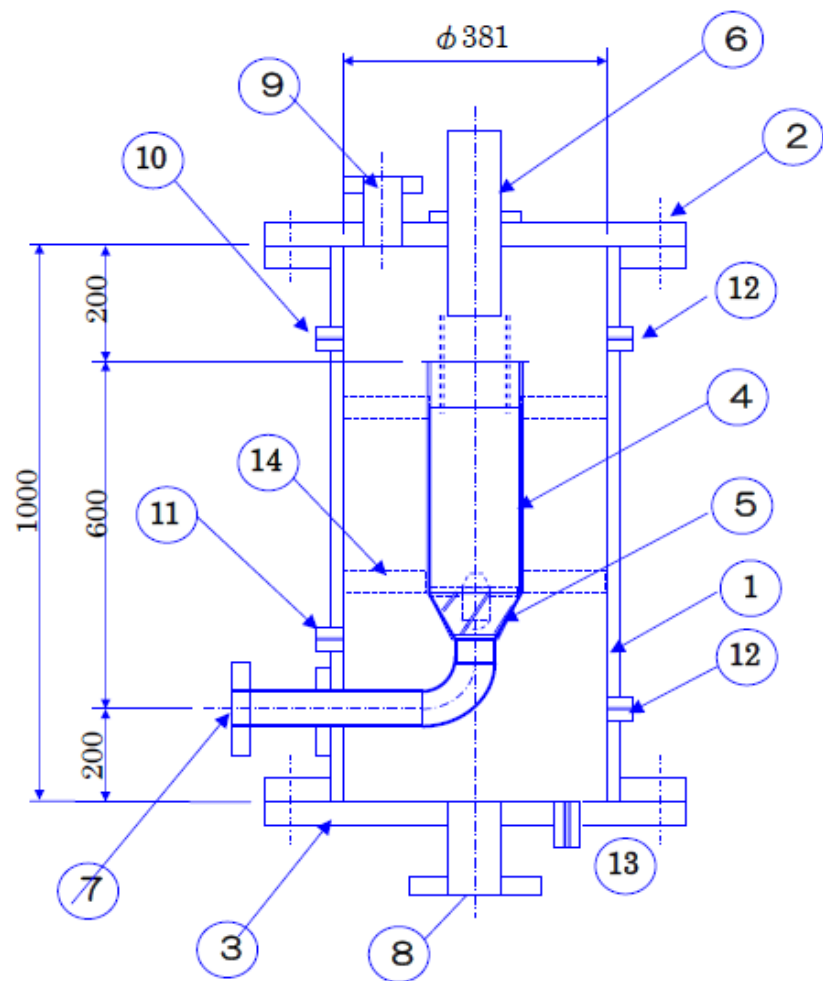


図 19 試験部配計装図



| 番号 | 名称 | 概略仕様 | 材質 | 員数 | 備考 |
|----|---------|------------------|-----|-----|--------|
| 15 | | | | | |
| 14 | 支持板 | | | 4カ所 | 2式 |
| 13 | ドレーン孔 | 15AxH30-PT1/2ネジ | SUS | 1カ所 | |
| 12 | 水位計測孔 | PT1/4ボス xH30 | SUS | 4カ所 | 2式 |
| 11 | 温度計測孔 | PT1/4ボス xH30 | SUS | 1カ所 | |
| 10 | 圧力計測孔 | PT1/4ボス xH30 | SUS | 1カ所 | |
| 9 | 大気開放孔 | 40A-JIS10K | SUS | 1カ所 | |
| 8 | 温水ノズル | 50A-JIS10K | SUS | 1カ所 | |
| 7 | 流入ノズル | 65A-JIS10K | SUS | 1カ所 | |
| 6 | 排気管 | 100AxSch20S | SUS | 1 | |
| 5 | 回転翼 | 65Ax125AxH75 | SUS | 1 | 板羽根 4枚 |
| 4 | 分離間内筒 | 100AxSch20XH400 | SUS | 1 | |
| 3 | 下端部フランジ | 16B-JIS5K | SUS | 1 | |
| 2 | 上端部フランジ | 16B-JIS5K | SUS | 1 | |
| 1 | 分離槽容器 | 400AxSch40xH1000 | SUS | 1 | |
| 番号 | 名称 | 概略仕様 | 材質 | 員数 | 備考 |

図 21 気水分離槽の形状寸法図

試験装置仕様

- 試験圧力 大気圧
- 試験温度 100°C (飽和近傍)
- 温水流量 最大 180ℓ/min、常用:120ℓ/min
- 試験冷却 最大 300kw (冷却塔仕様)
- 水質 純水 1μS/cm 以下

計測記号

- ・ P 圧力
- ・ T 温度
- ・ dP 差圧
- ・ L 水位
- ・ V 電圧
- ・ A 電流
- ・ WM ワイヤメッシュ
- ・ RM 遠隔

Sub

- ・ I 指示
- ・ E 検出端
- ・ S スイッチ
- ・ C コントロール

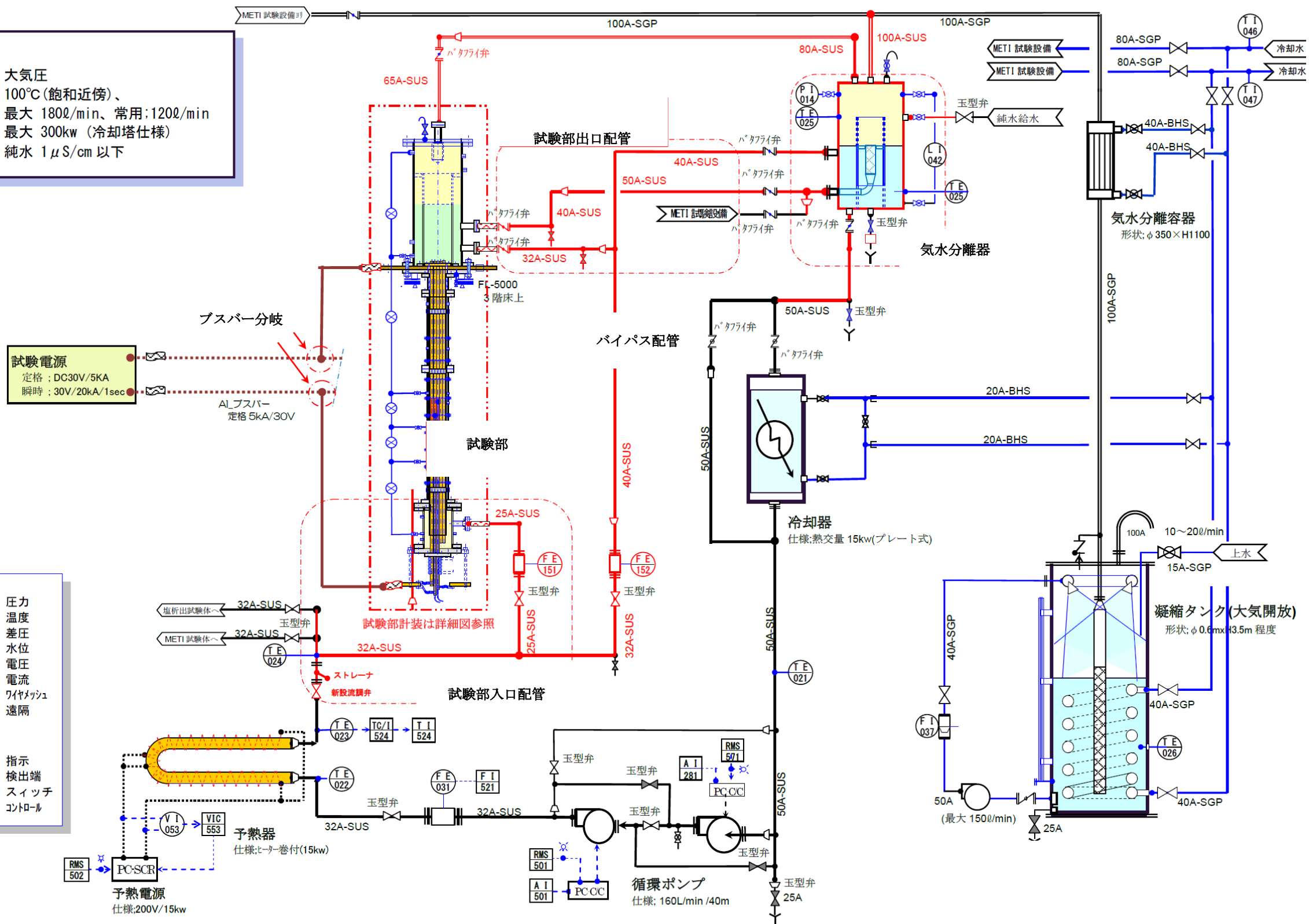


図. 沸騰二相流実験設備の配管系統計装図

図 22 試験設備の配管系統計装図

2.6 電源盤・計測盤

本節では、試験電源制御、試験計測の操作盤/計測盤の設計に関してまとめる。

① 試験計測

試験部計測は、図 15 の計測位置図に示すように、試験バンドル出力、バンドル内圧力、流体温度、ロッド表面温度、軸方向でのボイド挙動及び局所差圧を計測する。

以下に本試験計装の基本仕様を示す。

| | | |
|----------|-----------------|---------------|
| 1) 試験出力 | 電圧/試験電流(分圧/分流器) | FS600V±0.2% |
| | 漏洩電流/シャント | FS20A±0.2% |
| 2) 温度計測 | ロッド温度/K 型 TC | FS600°C±0.5% |
| | 流体温度/K 型 TC | FS120°C±0.5°C |
| 3) 圧力計測 | 流体圧力/半導体式 | FS250kPa±0.5% |
| | 局所圧力/歪式 | FS2MPa±0.5%以下 |
| 4) 差圧計測 | 局所差圧/差圧伝送器 | FS20kPa±0.5% |
| 5) ボイド計測 | 直接通電加熱用ボイドセンサ | |

② 監視・制御

試験時の状態監視、及び試験部電源操作は、試験部の状態表示・監視、警報表示、及び試験電力の出力設定、出力制御、インタロック機能を有するものとし、汎用の計測制御システムを用いて、警報設定・表示、試験条件設定・表示、及び出力設定・操作を PC 画面上にて行えるものとする。

③ 検出器・計器

本試験装置の配管系統配線計装図を図 22 に示す。検出器・計器の概略仕様を表 4 に示した。

1) 圧力検出計器

○ 現場圧力計

- ・ 計器仕様 ブルドン管式 φ 100mm 径/G3/8 ネジ
- ・ レンジ、個数 レンジ;0-0.5MPa 個数; x2 台 (PT1/4 継手付)

○ 圧力変換器(歪式)

- ・ 検出器仕様 歪式電流出力型 共和計測/PAL-10KB 相当品
- ・ レンジ、個数 レンジ;0-1MPa x2 台
- ・ 付属品 PT1/4 継手、試験成績書

○ 圧力検出器(歪式)

- ・ 検出器仕様 歪式小型センサ ミネベア/PRO-2MP
- ・ レンジ、個数 レンジ;0-2MPa 個数; x4 台

- ・ 接続仕様 PT1/8 ネジまたは M8
 - ・ 付属計器 シグナルコンデショ 1ch 相当品 x4 台
 - ・ その他 専用ケーブル 10mx4 本 試験成績書付
- 2) 差圧検出器
- 差圧伝送器
 - ・ 検出器仕様 横河電機/EJX110J/0.2sec 相当品
 - ・ レンジ、個数 レンジ;0-10~20kPa x4 台
レンジ;0-50kPa~100kPa x2 台
 - ・ その他 試験成績書付/校正証明書付
- 3) 温度検出器
- 流体温度計測
 - ・ 検出器仕様 K 型シース熱電対 ϕ 1.6mm 径/スエッジロック継手付
 - ・ リード線, 数量 ビニル被覆補償導線 シングル x6 本, ダブル; x2 本
 - ・ その他 校正データ付
 - 局所温度計測
 - ・ 検出器仕様 K 型シース熱電対 ϕ 1.0mm 径/先端部 5mm
リード部両端に ϕ 1.6mm スエッジロック継手付(テフロンコマ)
 - ・ リード線, 数量 ビニル被覆補償導線 x5 セット
 - ・ その他 校正データ付
- 3) 流量検出器
- 試験部流量計測
 - ・ 検出器仕様 電磁流量計/キーエンス相当品
型式;TD-UH25G/接続 JIS10K-FF
 - ・ 計測範囲, 台数 0-160 ℓ /min/DC4-20mA 出力 x1 台
 - ・ その他 校正データ付

④ 電源操作盤・計測盤

試験電源の操作・監視、出力制御機器、インタロック機器を収納するの電源操作盤、及び試験計測計器、データ収録機器を収納する計測盤を標準ラック型の盤仕様にて設計した。

1) 操作盤

操作盤の盤表示・操作、出力制御・監視機能、及びインタロックについて、以下に詳細仕様を示した。また、図 23 に操作盤・計測器、電源機器、及び試験装置との操作、警報、計装等についての接続展開を示した。

1)-1 盤仕様

操作盤には、下記の計測について表示計器を設け、表示レンジ、警報出力の設定

- 操作盤警報 圧力、温度、流量、非常停止 (新設盤警報出力)
- 電源警報 過負荷、故障、非常停止 (電源盤警報出力)
- 試験装置警報 装置警報、非常停止 (既設盤警報出力)
- 試験計装 ロッド温度上限、漏洩電流上限 (データ収録器出力)
- 計装線断線 ロッド温度/ロッド電圧) (データ収録器出力)
- 制御機器異常 PC 故障、制御機器故障, データログ故障

4)-2 警報設定

インターロックの警報接点は、下記の計測機器、検出器より出力されるものとし、PC 画面上で上下限值設定や警報設定が任意に設定出来る。

- シーケンサ 試験電源故障/過負荷、外部非常停止、
新設盤警報、既設盤警報、盤内非常停止
出力制御器の制御器異常、初期値同期、制御値上限
- データ収録器 ロッド温度上限/BT、ロッド電圧上限、計装線断線
圧力上限、流量下限、電圧/電流上限、漏洩電流上限

⑤ データ収録、試験監視システム

高速型のデータ収録器を導入し、試験部計測のデータ収録、試験部の状態監視、及び時刻歴表示等を PC 画面上に表示、警報出力させるシステムを設計した。

1) 計測収録機器

試験装置稼働中に装置全体の状態監視を目的とした低速でのデータ収録、及び試験部に熱出力を印加したときの試験部データ取得を目的として高速データ収録が可能なものとし、以下に収録器の仕様を示す。

- 計測システム キーエンス/プログラマブルコントローラ KV シリーズ
- 収録周期・時間 収録周期；2msec 以下
収録時間；任意可変
- 警報出力 計測値上限/下限設定、計装線 BT
警報出力 ロッド温度、電圧/電流、流量/圧力
- 計測表示
 - ・ 時系列表示 表示データ、時間軸/レンジが任意可変
 - ・ 状態表示 試験体図表示にて計測値表示 (表示設定可能)
- 制御設定 機器制御の時系列データ表の作成、編集、出力
- 外部トリガ出力 外部計測機器への起動/停止のトリガ出力
- 電圧入力 DC0～±10V 応答性;2msec 以下
(レンジ可変) x24ch
- 電流出力 DC4～20mA 応答性;2msec 以下
x4ch

- 温度入力 K 型熱電対(温度補償付) 応答性;2msec 以下
(計測レンジ可変) x56ch
- ファイル形式 EXCEL ファイル形式、データファイルに収録情報付加
- 収録容量 高速収録時のデータ保存 1GB 以上
- データ収録 任意の監視、設定 PC 画面を作成できるデータ収録ソフトを利用する

2) データ収録用 PC

状態監視データ収録及び試験部データ収録の PC をそれぞれ手配する。PC の仕様は以下のとおりである。

- PC 型式 デスクトップ (タワー型)
Inspiron 3650 /DELL 相当品
 - ・ OS Windows8.1 64bit(日本語版)
 - ・ CPU インテル Core i5 3.4Ghz 以上
 - ・ メモリ 8GB 以上
 - ・ 内蔵 HDD 1TB 以上(C ドライブ)、2TB 以上(D ドライブ) 計 2 台
 - ・ 光学ドライブ DVD スーパーマルチドライブ
 - ・ LAN 10/100/1000BASE-T GigaBit-Ethernet LAN
 - ・ 液晶モニタ 24 型以上 (1920x1200 以上、ノングレア) x2 台
 - ・ 付属 キーボード、光学マウス、バックアップ用メディア、取扱説明書、OFFICE
 - ・ 数量 2 式

3) 監視・設定画面の作成

PLC データ収録システムに接続して操作可能なソフトウェアを用いて、PC 画面にて電源機器の出力制御設定、及び試験体計測をデジタル表示した状態監視画面を作成する。また、監視表示画面にてデータ収録開始、出力監視等を行う。

3)-1 試験部状態監視

図 24 に示す試験体の抽象画を表示し、計測位置近傍に以下の計測データをデジタル表示し、試験部の状態監視が出来る画面を構築する。

- 試験部出力 印加電圧、電量、漏洩電流、電力
- 試験部状態 上部下部容器の圧力/温度、試験体出口の圧力/温度
- 流体温度 径方向(横方向 x4)、軸方向(縦方向 x4)
- 試験流量 試験流量、バイパス流量

3)-2 バンドル試験体監視

図 25 に示す試験バンドルの抽象画を表示し、計測位置近傍に以下の計測データをデジタル表示し、試験バンドルの状態監視が出来る監視画面を構築する。

- ロッド温度 軸方向温度(縦配列 x6)、表示ロッド(横配列 x5)

- 局所差圧 バンドル内局所差圧(x4)、全体差圧、
- 局所圧力 バンドル内局所圧力(x4)
- 試験部出力 電力、漏洩電流

3)-3 状態量履歴表示

図 26 を参照し、以下の仕様に沿って任意計測データの時刻歴表示画面を構築する。

- 表示データ数 任意、または 2ch/4ch/8ch/12ch/16ch
- 表示データ 任意チャンネル設定
- 表示時間 任意設定(1sec/div～100sec/div)
- 表示範囲 下限値/上限値、または下限値/表示間隔を任意設定

3)-4 試験電源の制御設定，出力操作表示

図 25，26 に示す試験部電源制御出力の設定入力，編集，及び試験電源の遠隔操作，警報表示画面を構築する。

- 制御パターン設定 電源出力制御の設定入力，編集，保存が可能なデータ入力画面を作成する。
 - ・ 入力範囲 最小入力 10msec、最大入力 300sec
 - ・ 設定数 最大 100 点(縦 25 点 x 横 x4 列)、
出力時は設定データ間を補間して出力
 - ・ 設定警報 下限/上限値以上，設定勾配以上の入力データはエラー表示，及び入力設定不可とする。
- 試験電源出力操作 試験電源の遠隔操作，装置状態の警報表示，試験の開始・停止操作の画面を作成する。
 - ・ 遠隔操作 試験電源の ON/OFF 操作，電源操作切替，非常停止
 - ・ 警報表示 電源機器、操作盤の警報表示
出力時は設定データ間を補間して出力する
 - ・ 出力操作 初期設定，設定確認，試験の開始/停止

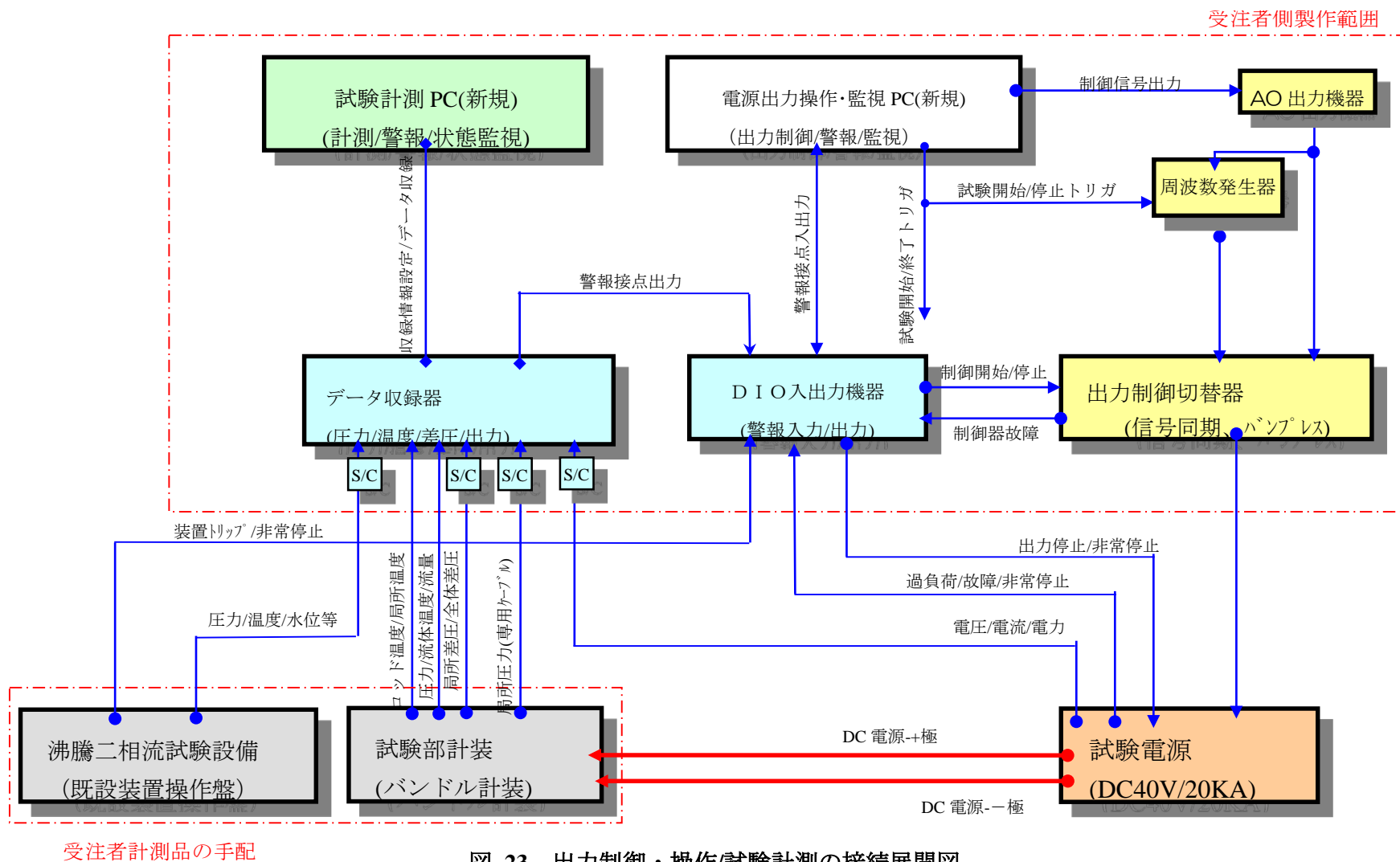


図 23 出力制御・操作/試験計測の接続展開図

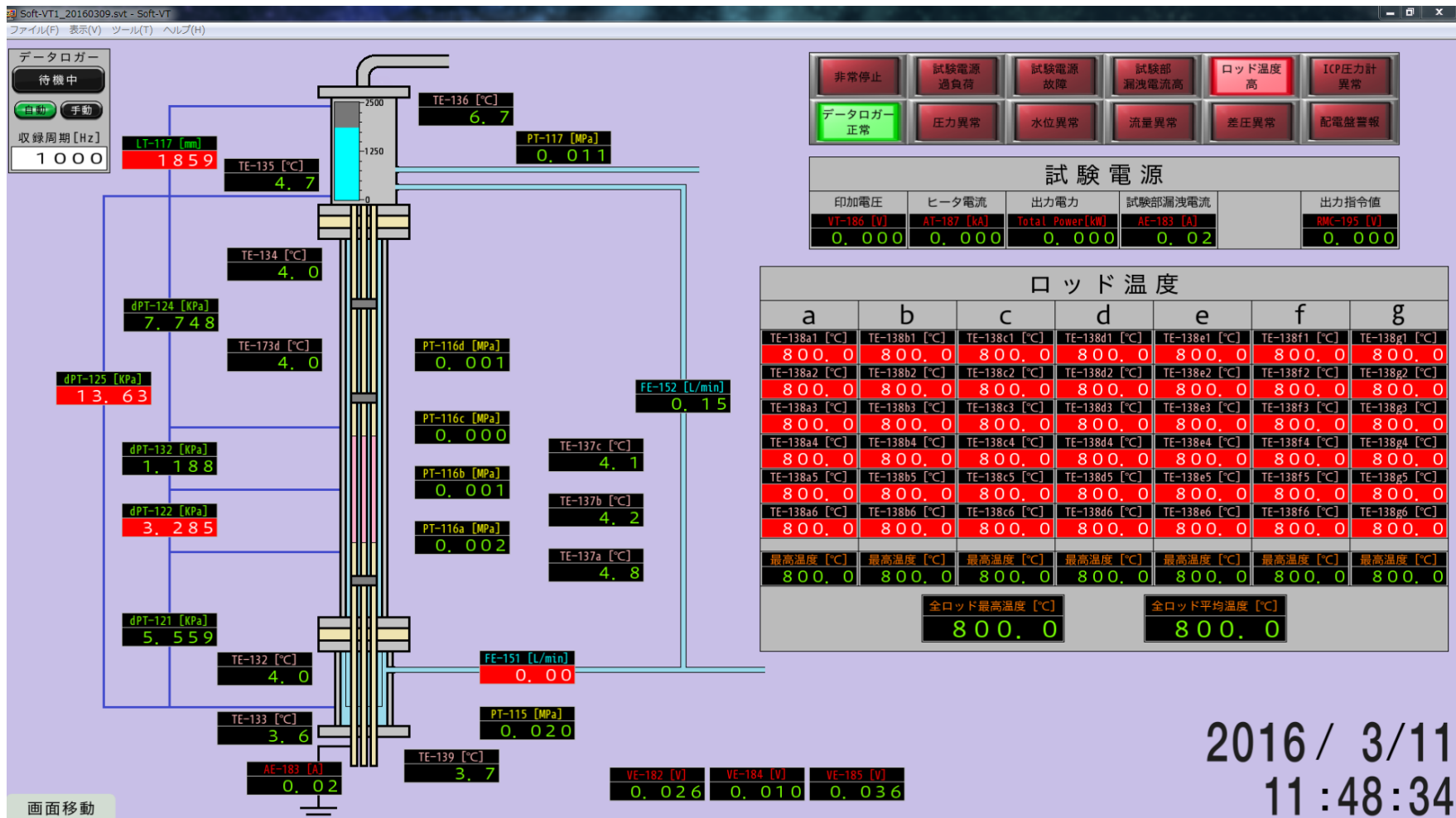


図 24 試験体の流動状態監視グラフィック図 (表示例)

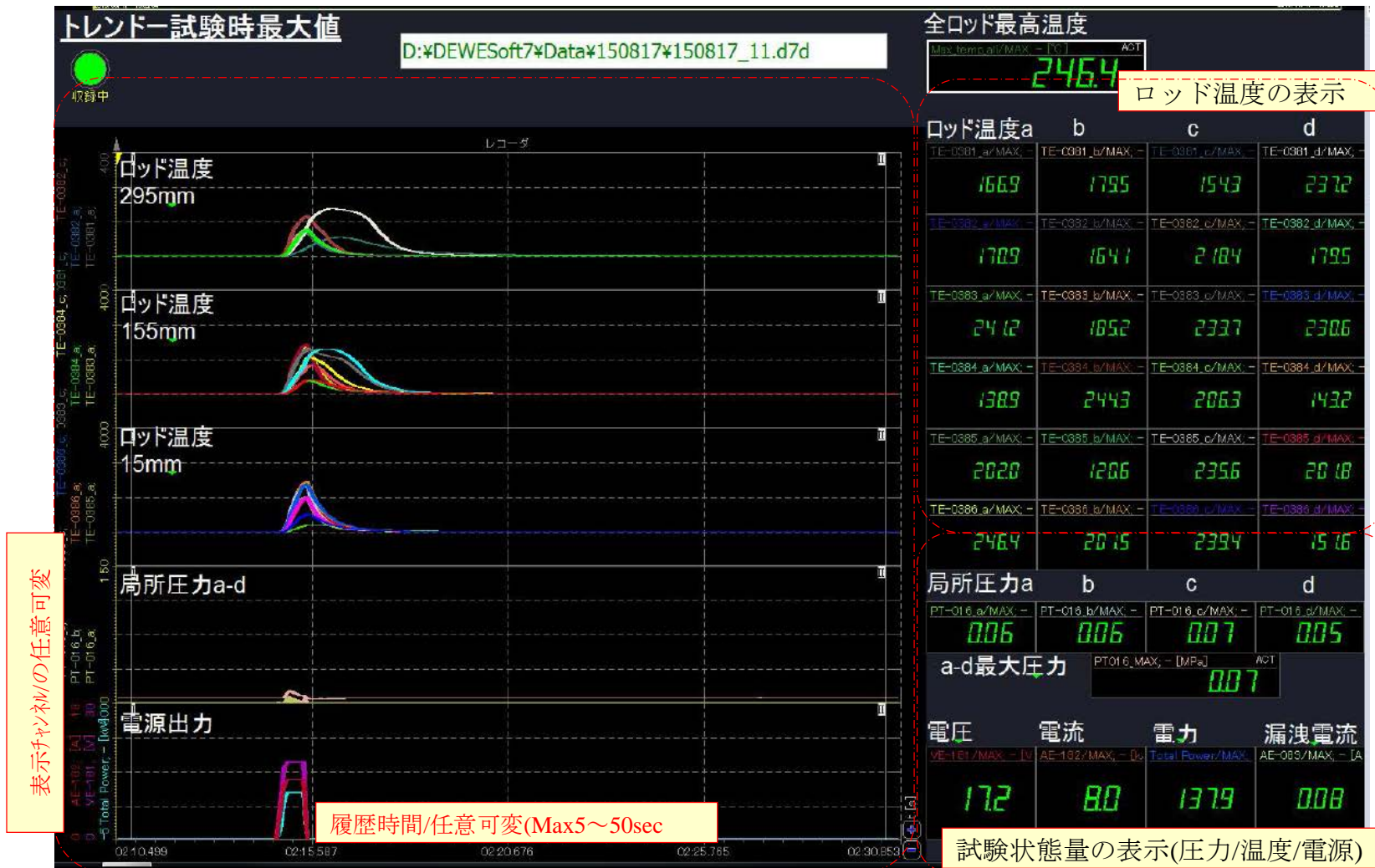


図 25 試験体バンドル温度監視グラフィック図 (表示例)

試験部局所圧力・入口圧力



表示チャンネル/レンジの任意可変

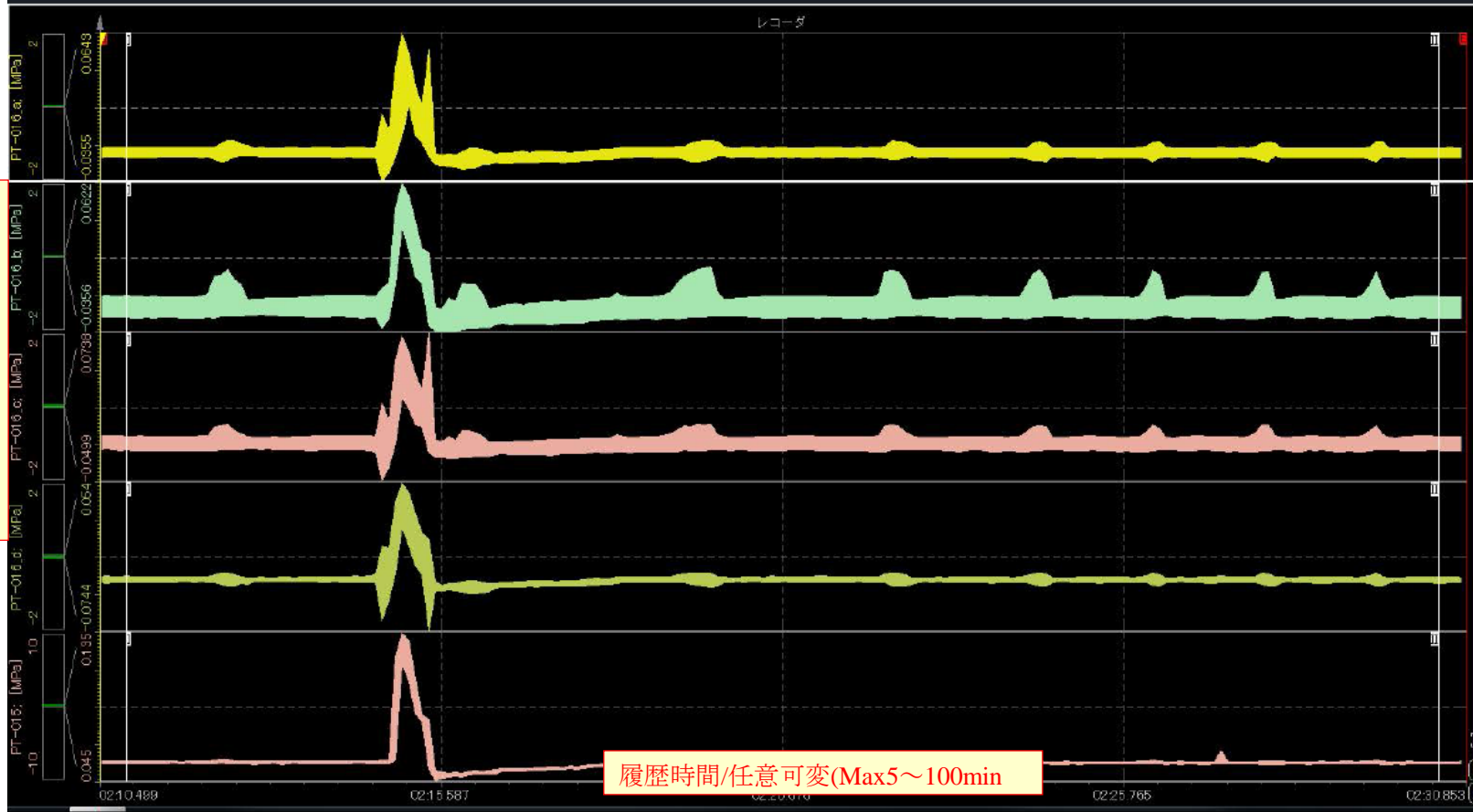


図 26 試験計測の時系列データグラフィック図 (表示例)

試験条件計測表示

試験電源電圧(V)
0.028

試験電源電流(kA)
0.003

漏洩電流(A)
0.00

試験流量(L/min)
25.21

| STEP | 時間 msec | 出力電圧 V | STEP | 時間 msec | 出力電圧 V | STEP | 時間 msec | 出力電圧 V | STEP | 時間 msec | 出力電圧 V |
|------|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|
| 1 | 0 | 0 | 26 | | | 51 | | | 76 | | |
| 2 | 4000 | 0 | 27 | | | 52 | | | 77 | | |
| 3 | 4100 | 2 | 28 | | | 53 | | | 78 | | |
| 4 | 4200 | 2 | 29 | | | | | | | | |
| 5 | 4300 | 10 | 30 | | | | | | | | |
| 6 | 4400 | 10 | 31 | | | | | | | | |
| 7 | 4401 | 0 | 32 | | | | | | | | |
| 8 | 5401 | 0 | 33 | | | | | | | | |
| 9 | | | 34 | | | | | | | | |
| 10 | | | 35 | | | | | | | | |
| 11 | | | 36 | | | | | | | | |
| 12 | | | 37 | | | | | | | | |
| 13 | | | 38 | | | | | | | | |
| 14 | | | 39 | | | | | | | | |
| 15 | | | 40 | | | | | | | | |
| 16 | | | 41 | | | | | | | | |
| 17 | | | 42 | | | | | | | | |
| 18 | | | 43 | | | | | | | | |
| 19 | | | 44 | | | | | | | | |
| 20 | | | 45 | | | 70 | | | 95 | | |
| 21 | | | 46 | | | 71 | | | 96 | | |
| 22 | | | 47 | | | 72 | | | 97 | | |
| 23 | | | 48 | | | 73 | | | 98 | | |
| 24 | | | 49 | | | 74 | | | 99 | | |
| 25 | | | 50 | | | 75 | | | 100 | | |

電源出力設定入力表

上限電圧[V] 20

下限電圧[V] 0

勾配リミット[V/sec] 400000

トリップ時
ホールド電圧[V]以下 0

初期電圧[V] 0 ± 0.1

初期流量[L/min] 49

入力データの上限設定

装置/機器の状態表示

自動モードの選択

- 初期電圧
- 初期流量
- 圧力
- 温度
- 各種アラーム状態

自動モード波形選択

PO波形 発生器波形

試験電源OFF

各種アラーム状態

-
-
-
-
-

図 27 電源出力の制御設定の入力画面（表示例）

Soft-VT2_20160309.svt - Soft-VT
 ファイル(F) 表示(V) ツール(T) ヘルプ(H)

データロガー
 待機中
 1000 Hz

非常停止
 データロガー正常

試験電源過負荷
 圧力異常

試験電源故障
 水位異常

試験部漏洩電流高
 流量異常

ロッド温度高
 差圧異常

ICP圧力計異常
 配電盤警報

試験電源

| | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 印加電圧 VT-186 [V] 0.000 | ヒータ電流 AT-187 [kA] 0.000 | 出力電力 Total Power [kW] 0.000 | 試験部漏洩電流 AE-183 [A] 0.02 | 出力指令値 RMC-195 [V] 0.000 |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

出力パターン設定

| STEP | 時間 [sec] | 出力電圧 [V] | STEP | 時間 [sec] | 出力電圧 [V] | STEP | 時間 [sec] | 出力電圧 [V] | STEP | 時間 [sec] | 出力電圧 [V] |
|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 26 | 0.000 | 0.000 | 51 | 0.000 | 0.000 | 76 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 5.000 | 0.000 | 27 | 0.000 | 0.000 | 52 | 0.000 | 0.000 | 77 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 7.000 | 5.000 | 28 | 0.000 | 0.000 | 53 | 0.000 | 0.000 | 78 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 10.000 | 10.000 | 29 | 0.000 | 0.000 | 54 | 0.000 | 0.000 | 79 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 13.000 | 2.000 | 30 | 0.000 | 0.000 | 55 | 0.000 | 0.000 | 80 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 21.000 | 0.000 | 31 | 0.000 | 0.000 | 56 | 0.000 | 0.000 | 81 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 32 | 0.000 | 0.000 | 57 | 0.000 | 0.000 | 82 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 33 | 0.000 | 0.000 | 58 | 0.000 | 0.000 | 83 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 34 | 0.000 | 0.000 | 59 | 0.000 | 0.000 | 84 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 35 | 0.000 | 0.000 | 60 | 0.000 | 0.000 | 85 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | 0.000 | 36 | 0.000 | 0.000 | 61 | 0.000 | 0.000 | 86 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 37 | 0.000 | 0.000 | 62 | 0.000 | 0.000 | 87 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 38 | 0.000 | 0.000 | 63 | 0.000 | 0.000 | 88 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 0.000 | 0.000 | 39 | 0.000 | 0.000 | 64 | 0.000 | 0.000 | 89 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 40 | 0.000 | 0.000 | 65 | 0.000 | 0.000 | 90 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.000 | 0.000 | 41 | 0.000 | 0.000 | 66 | 0.000 | 0.000 | 91 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 42 | 0.000 | 0.000 | 67 | 0.000 | 0.000 | 92 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 43 | 0.000 | 0.000 | 68 | 0.000 | 0.000 | 93 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 0.000 | 0.000 | 44 | 0.000 | 0.000 | 69 | 0.000 | 0.000 | 94 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 0.000 | 0.000 | 45 | 0.000 | 0.000 | 70 | 0.000 | 0.000 | 95 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 46 | 0.000 | 0.000 | 71 | 0.000 | 0.000 | 96 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 47 | 0.000 | 0.000 | 72 | 0.000 | 0.000 | 97 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 0.000 | 0.000 | 48 | 0.000 | 0.000 | 73 | 0.000 | 0.000 | 98 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 0.000 | 0.000 | 49 | 0.000 | 0.000 | 74 | 0.000 | 0.000 | 99 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 0.000 | 0.000 | 50 | 0.000 | 0.000 | 75 | 0.000 | 0.000 | 100 | 0.000 | 0.000 |

各ロッドの最高温度 [°C]

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a | b | c | d | e | f | g |
| 800.0 | 800.0 | 800.0 | 800.0 | 800.0 | 800.0 | 800.0 |

全ロッド最高温度 [°C] 800.0 全ロッド平均温度 [°C] 800.0

試験開始許可

試験条件設定

| | | | |
|-------|------------------------------------------------|--------|------------------------|
| 上限電圧 | 45.000 V | 勾配リミット | 40.000 V/sec |
| 下限電圧 | 0.000 V | 初期流量 | 0 ± 0 L/min |
| 初期電圧 | 0.0 ± 0.0 V | 開始条件 | 初期電圧 初期流量 圧力 温度 各種アラーム |
| 出力モード | PC作成波形出力モード 発生器波形出力モード 手動モード パルスジェネレータ波形モニタ | | |

試験スタート 試験ストップ 試験電源OFF

2016 / 3 / 11
11:48:34

画面移動

図 28 試験電源操作/監視表示画面 (表示例)

Soft-VT2_20160309.svt - Soft-VT
 ファイル(F) 表示(V) ツール(T) ヘルプ(H)

データロガー 正常
非常停止
試験電源 過負荷
試験電源 故障
試験部 漏洩電流高
ロッド温度 高
ICP圧力計 異常
圧力異常
水位異常
流量異常
差圧異常
配電盤警報

リアルタイム表示

| 発生日時 | アラーム名称 |
|----------------|------------------------|
| 03/11 11:41:49 | TE-138g6_加熱器表面温度g6アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138g5_加熱器表面温度g5アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138g4_加熱器表面温度g4アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138g3_加熱器表面温度g3アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138g2_加熱器表面温度g2アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138g1_加熱器表面温度g1アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f6_加熱器表面温度f6アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f5_加熱器表面温度f5アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f4_加熱器表面温度f4アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f3_加熱器表面温度f3アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f2_加熱器表面温度f2アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138f1_加熱器表面温度f1アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e6_加熱器表面温度e6アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e5_加熱器表面温度e5アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e4_加熱器表面温度e4アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e3_加熱器表面温度e3アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e2_加熱器表面温度e2アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138e1_加熱器表面温度e1アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138d6_加熱器表面温度d6アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138d5_加熱器表面温度d5アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138d4_加熱器表面温度d4アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138d3_加熱器表面温度d3アラーム |
| 03/11 11:41:49 | TE-138d2_加熱器表面温度d2アラーム |

アラームログ表示

| 発生日時 | 復旧日時 | アラーム名称 |
|-------------|------|------------------------|
| 03/11 11:41 | | TE-138g6_加熱器表面温度g6アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138g5_加熱器表面温度g5アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138g4_加熱器表面温度g4アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138g3_加熱器表面温度g3アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138g2_加熱器表面温度g2アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138g1_加熱器表面温度g1アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f6_加熱器表面温度f6アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f5_加熱器表面温度f5アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f4_加熱器表面温度f4アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f3_加熱器表面温度f3アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f2_加熱器表面温度f2アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138f1_加熱器表面温度f1アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e6_加熱器表面温度e6アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e5_加熱器表面温度e5アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e4_加熱器表面温度e4アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e3_加熱器表面温度e3アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e2_加熱器表面温度e2アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138e1_加熱器表面温度e1アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138d6_加熱器表面温度d6アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138d5_加熱器表面温度d5アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138d4_加熱器表面温度d4アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138d3_加熱器表面温度d3アラーム |
| 03/11 11:41 | | TE-138d2_加熱器表面温度d2アラーム |

画面移動

アラームログ クリア

アラームログ オールクリア

図 29 警報表

2.7 ボイド率計測システム

本節では、事故時ボイド挙動解明試験においてバンドル試験体部でのサブクール沸騰二相流のボイド計測に必要となる、ワイヤメッシュセンサ計測システムの仕様について記載する。

本システムに導入した機器は、励起信号の送信ために WMS200 を、計測信号取得のためにスコープコーダ (DL850E) を使用する。WMS200 によって送信されパルス励起信号は、DL850E によって収録する仕組みであり、得られた時系列データに対して直接通電加熱に起因した電気外乱を除去する信号処理を実施した上でボイド率を算出する。

2.7.1 信号処理システム WMS200

本試験は、ヒータロッドを直接通電しサブクール沸騰のボイド挙動を観察する必要がある。その際、瞬間的に最大 40V 程度の電位をかけるため、耐電圧性が必須仕様となる。仕様を以下にまとめた。

- トランスミッタ電極数 128
- レシーバ電極数 128
- 計測周波数 10 kHz (トランスミッタ電極数 : 16)
1.25 kHz (トランスミッタ電極数 : 128)
- 内部メモリ 8×8GB
- 最長測定時間 30 分
- PC インターフェース USB2.0
- トランスミッタアンプユニット (耐電圧 40V 以上) 8 個
- プリアンプユニット (耐電圧 40V 以上) 8 個
- 接続ケーブル (本体-トランスミッタアンプ) 1 個
- 接続ケーブル (トランスミッタ間) 7 個
- 接続ケーブル (本体-プリアンプ) 8 個
- ターミネータ 1 個
- USB ケーブル 1 個
- 電源ケーブル 1 個
- ID-chip ディアクティブーション 1 式

2.7.2 信号収録機器

本試験では、前節で記載した直接通電加熱用ボイドセンサを用いて励起信号を送り、本節で示す信号収録機器により計測信号を記録する仕組みとした。データ収録機器の仕様を以下にまとめた。ボイド率計測点の都合上、計 4 台納入し

た (図 31).

① スコープコーダ DL850E (横河メータ&インスツルメンツ株式会社製)

型名 DL850E-D-HJ/M2

メモリ 2G ポイントメモリ拡張

数量 4 台

② 高速 10Mps12 ビット絶縁モジュール (横河メータ&インスツルメンツ株式会社製)

型名 701250

数量 32 台



図 30 WMS200 外観



図 31 ボイド率計測用データ収録機器外観

3. まとめ

大気圧条件下の急速発熱時の燃料集合体内ボイド挙動，とりわけ断面内での沸騰・凝縮流れにおける横方向伝播を定量的に評価するための基礎データの取得を目的とした急速発熱時熱流動実験装置を設計製作した。

主な仕様を表 5 に，試験体及び実験ループの外観を図 32 に示した。

(1) 5×5 バンドル試験ループ

直接発熱ヒータロッド 9 本及び非加熱ロッド 16 本から構成される 5×5 バンドル試験体を含む実験ループを製作した。ヒータロッドは，実際の事故時の典型的なピーキングパターンに従い，ヒータの肉厚を変えて発熱分布を決定した。加熱部長さ 0.45 m 及び全長 1.45 m で試験体を構成した。試験体はレーザー光による可視化計測の安全上の都合上，暗幕で遮光対策を施し，実験運転時の非常時の安全性を高めるために非常ボタンを制御室，レーザー装置及びトラバース装置に固定して据付した。

(2) 可視化計測装置

本試験では，発熱部下端より設定した可視化計測領域（約 930 mm）を可視化計測するために，差圧計，熱電対，ワイヤメッシュセンサ，高速度カメラ及びレーザーを用いた PIV，LIF，寿命法の計 7 種の計測器ならびに手法を導入した。熱電対による計測では，極細シース K 型熱電対を用い，発熱部の金属薄肉管に埋め込む構造を採用した。レーザー装置は，連続運転が可能な場所に固定設置し，光ファイバで試験部まで引き込む仕組みとした。高速度カメラ，光ファイバー及びレーザーシート光学系から構成される光計測設備は試験体に隣接してトラバース機構に固定した。

表 5 事故時ボイド挙動解明試験の主な仕様

| 項目 | 内容 | 備考 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 装置構成 | 5 行5 列の模擬燃料集合体 (9 本の直接発熱ヒータロッド, 16 本の非加熱ロッド) ;冷却水循環ポンプ, 直流電源, 予熱器, 凝縮器, 実験部 容器, 配管, 制御装置, 計測器, データ取得装置から構 成される実験ループ | 大気圧条件下で常温から飽 和温度まで制御可能, かつ 冷却水質量流束が最大600 kg/m ² /sの範囲で制御可能な 試験ループ並びに直流電源 を製作した |
| 計測機器 | 高速度カメラ, ワイヤメッシュボイド率計, 熱電対, 差圧 計, PIVシステム | レーザーを用いた温度計測 手法として, 新たにLIF及び 寿命法を提案した |
| 実験条件 | 圧力: 大気圧 冷却水温度: 常温~373K 冷却水質量流束: 0~600 kg/m ² -s 熱流束: 最大3 MW/m ² (10秒維持が可能) 軸方向分布: 一様 局所出力ピーキング: 5 段階 (図 32 参照) | 複数のサブクール度でのサブ クール沸騰可視化計測試験を 実施する予定 |
| 作動流体 | 水-蒸気, 水は純水 | |
| 実験 パラメータ | • 熱流束をステップ的及びランプ状に制御して事故時 の急速加熱を模擬 | ノイズ低減シリーズレギュレ ータ電源を導入 |
| 計測項目 | • ボイド率分布 (サブチャンネルレベル) (可視化領域に等間隔に9断面配備) • 伝熱面温度 (発熱部伝熱面を軸方向に3箇所配備) • 可視化画像 (高速度カメラを使用) • 液相場流速分布, 温度分布 (PIV, LIF, 寿命法) | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------|------|------|------|------|
| 1 | 1.00 | 0.96 | 0.91 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.96 | 0.91 | 0.87 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.91 | 0.87 | 0.83 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

図 32 ヒータロッド局所出力ピーキング設計比率

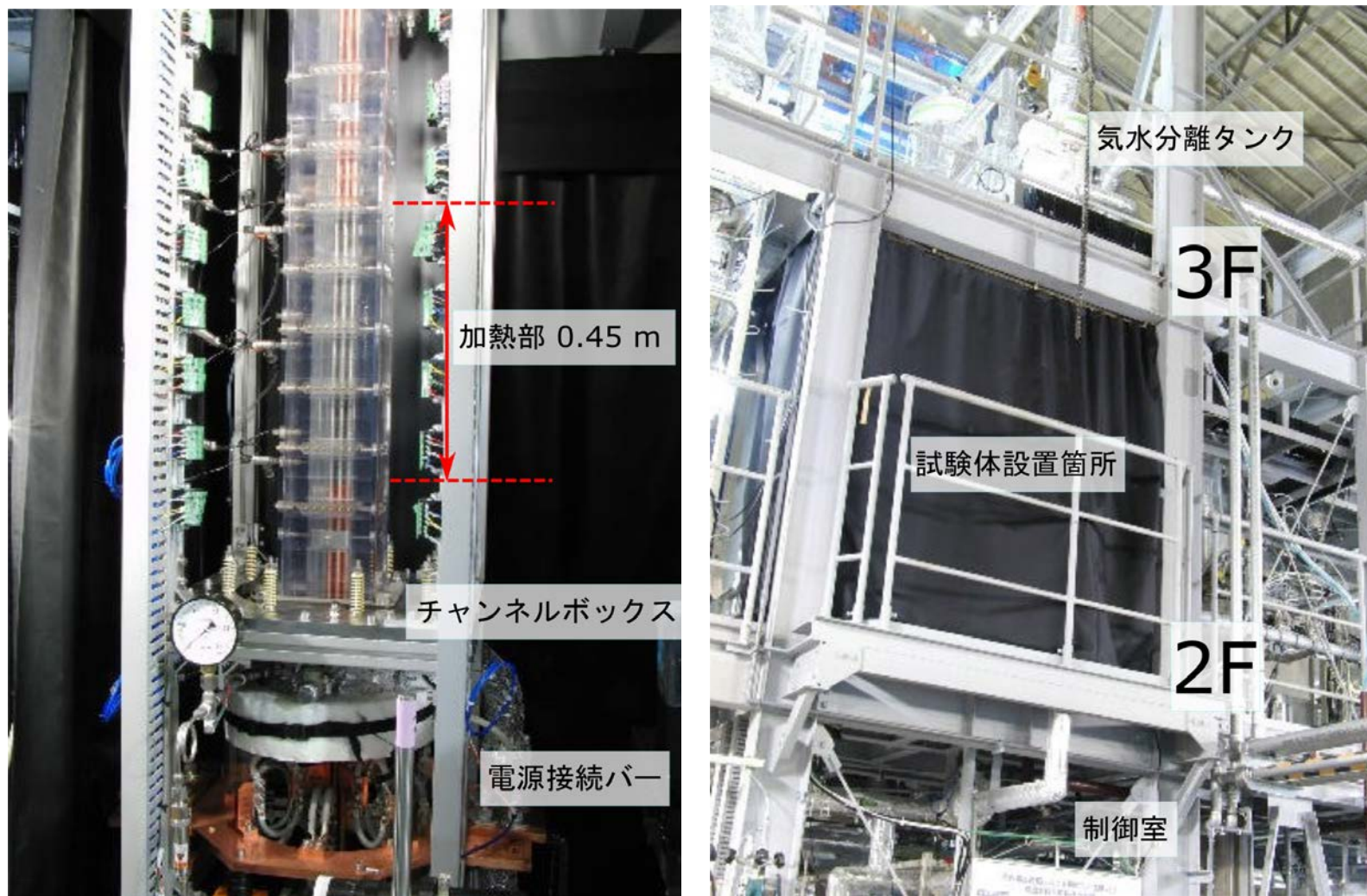


図 33 試験体及び実験ループ外観

付録

| 顧客 Messrs | | <i>Nimblox.</i> | | | | | P. 1 | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | シース熱電対試験成績書 | | | | | DATE: '15. 12. 22 | | | |
| | | MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE TEST RECORD SHEET | | | | | | | | |
| プロジェクト名 Name of Project | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | | 図面番号 D.W.G. No. | DC-011-985 | | | |
| 熱電対種類 Thermo element | SK | シース外径 Sheath Diameter | φ 0.5 mm | シース材質 Sheath Material | NCF600 | 数量 Quantity | 9 | 測温接点形状 Hot Junction | 非接地型 | |
| 型式 Type | T14 | 規格及び階級 Standard & Class | | JIS C1605-1995 クラス1 | | 室温及び湿度 Room Temp. & Humidity | | 21 °C | 57 % | |
| 製造番号 Serial No. | 計器番号 TAG No. | 熱起電力試験(ロットのサンプル試験) Electro Motive Force (mV) | | | | 種類 Element | 寸法 Dimension (mm) | 絶縁抵抗 Insulation Resistance (MΩ) | 導通 Loop Resistance (Ω) | 外観及び構造 Appearance & Construction |
| | | 100 °C | 300 °C | 500 °C | ℃ | (100℃にて確認) | | | | |
| ロット値 Tested value | (lot No.63807) | 4.102 | 12.193 | 20.642 | | | | | | |
| — | 11R-A1 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 674.9 | 良 |
| — | 11R-A2 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 648.0 | 良 |
| — | 11R-B1 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 672.3 | 良 |
| — | 11R-B2 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 665.8 | 良 |
| — | 11R-C1 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 673.5 | 良 |
| — | 11R-C2 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 672.7 | 良 |
| — | 12R-A1 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 673.7 | 良 |
| — | 12R-A2 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 673.2 | 良 |
| ロット値 Tested value | (lot No.63946) | 4.102 | 12.187 | 20.630 | | | | | | |
| — | 12R-B1 | | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 679.2 | 良 |
| 備考 Remark | 極性検査: 良 耐水圧試験: 良 (7.8MPa・G、30分間) | | 付属品: Accessories | | | 客先検査員 Customer's Inspector | | | | |
| 上記熱起電力試験は、同一ロットのサンプル値です。 Thermal EMF is the tested value of the test piece sampling from the lot of this product. | | | | | | 承認 Approved | 高部 | | | |
| | | | | | | 審査 Checked | | | | |
| | | | | | | 担当 Prepared | 潮田 | | | |
| | | | | | | JOB No. | | | | |
| 助川電気工業株式会社 SUKEGAWA ELECTRIC Co.,LTD | | | | | | | | | | |

6

図 34 温度計測用熱電対・試験成績 1

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 顧客 Messrs | | <i>Nimblox.</i> | | | | | P. 2 | | | |
| 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | シース熱電対試験成績書 | | | | | DATE: '15.12.22 | | | |
| MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE TEST RECORD SHEET | | | | | | | | | | |
| プロジェクト名 Name of Project | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | 図面番号 D.W.G. No. | DC-011-985 | | | | |
| 熱電対種類 Thermo element | SK | シース外径 Sheath Diameter | φ 0.5 mm | シース材質 Sheath Material | NCF600 | 数量 Quantity | 10 | 測温接点形状 Hot Junction | 非接地型 | |
| 型式 Type | T14 | 規格及び階級 Standard & Class | | JIS C1605-1995 クラス1 | | 室温及び湿度 Room Temp. & Humidity | | 21 °C | 57 % | |
| 製造番号 Serial No. | 計器番号 TAG No. | 熱起電力試験(ロットのサンプル試験) Electro Motive Force (mV) | | | | 種類 Element | 寸法 Dimension | 絶縁抵抗 Insulation Resistance | 導通 Loop Resistance | 外観及び構造 Appearance & Construction |
| ロット値 Tested value | (lot No.63946) | 100 °C | 300 °C | 500 °C | °C | (100°Cにて確認) | (mm) | (MΩ) | (Ω) | |
| — | 12R-B2 | 4.096 | 12.209 | 20.644 | | | | | | |
| — | 12R-C1 | | | | | | | | | |
| — | 12R-C2 | | | | | | | | | |
| — | 21R-A1 | | | | | | | | | |
| — | 21R-A2 | | | | | | | | | |
| — | 21R-B1 | | | | | | | | | |
| — | 21R-B2 | | | | | | | | | |
| — | 21R-C1 | | | | | | | | | |
| — | 21R-C2 | | | | | | | | | |
| — | 13R-A1 | | | | | | | | | |
| 備考 Remark | 極性検査: 良 耐水圧試験: 良 (7.8MPa・G、30分間) | | 付属品: | | Accessories | | 客先検査員 Customer's Inspector | | | |
| 上記熱起電力試験は、同一ロットのサンプル値です。 Thermal EMF is the tested value of the test piece sampling from the lot of this product. | | | | | | | 承認 Approved | | 高部 | |
| | | | | | | | 審査 Checked | | | |
| | | | | | | | 担当 Prepared | | 潮田 | |
| | | | | | | | JOB No. | | | |
| (Form-029) | | 助川電気工業株式会社 SUKEGAWA ELECTRIC Co.,LTD | | | | | | | | |

図 35 温度計測用熱電対・試験成績 2

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|
| 顧客 Messrs | | Nimblox | | | | P. 3 | | | | |
| 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | シース熱電対試験成績書 | | | | DATE: '15. 12. 22 | | | | |
| | | MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE TEST RECORD SHEET | | | | | | | | |
| プロジェクト名 Name of Project | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | 図面番号 D.W.G. No. | DC-011-985 | | | | |
| 熱電対種類 Thermo element | SK | シース外径 Sheath Diameter | φ 0.5 mm | シース材質 Sheath Material | NCF600 | 数量 Quantity | 10 | 測温接点形状 Hot Junction | 非接地型 | |
| 型式 Type | T14 | 規格及び階級 Standard & Class | | JIS C1605-1995 クラス1 | | 室温及び湿度 Room Temp. & Humidity | | 21 °C | 57 % | |
| 製造番号 Serial No. | 計器番号 TAG No. | 熱起電力試験(ロットのサンプル試験) Electro Motive Force (mV) | | | | 種類 Element (100°Cにて確認) | 寸法 Dimension (mm) | 絶縁抵抗 Insulation Resistance (MΩ) | 導通 Loop Resistance (Ω) | 外観及び構造 Appearance & Construction |
| ロット値 Tested value | (lot No.63946) | 100 °C | 300 °C | 500 °C | | | | | | |
| — | 13R-A2 | 4.096 | 12.209 | 20.644 | | | | | | |
| — | 13R-B1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 659.8 | 良 | |
| — | 13R-B2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 682.9 | 良 | |
| — | 13R-C1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 680.7 | 良 | |
| — | 13R-C2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 674.1 | 良 | |
| — | 22R-A1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 681.4 | 良 | |
| — | 22R-A2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 679.6 | 良 | |
| — | 22R-B1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 680.3 | 良 | |
| — | 22R-B2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 666.9 | 良 | |
| — | 22R-C1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 676.0 | 良 | |
| — | 22R-C1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 681.2 | 良 | |
| 備考 Remark | 極性検査: 良 耐水圧試験: 良 (7.8MPa・G、30分間) | | 付属品: Accessories | | 客先検査員 Customer's Inspector | | | | | |
| 上記熱起電力試験は、同一ロットのサンプル値です。 Thermal EMF is the tested value of the test piece sampling from the lot of this product. (Form-029) | | | | | 承認 Approved | | 高部 菅 潮田 | | | |
| | | | | | 審査 Checked | | | | | |
| | | | | | 担当 Prepared | | | | | |
| | | | | | JOB No. | | | | | N176656 |
| 助川電気工業株式会社 SUKEGAWA ELECTRIC Co.,LTD | | | | | | | | | | |

図 36 温度計測用熱電対・試験成績 3

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 顧客 Messrs | | <i>Nimblox.</i> | | | | P. 4 | | | |
| 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | シース熱電対試験成績書 | | | | DATE: '15. 12. 22 | | | |
| | | MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE TEST RECORD SHEET | | | | | | | |
| プロジェクト名 Name of Project | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | 図面番号 D.W.G. No. | DC-011-985 | | | |
| 熱電対種類 Thermo element | SK | シース外径 Sheath Diameter | φ 0.5 mm | シース材質 Sheath Material | NCF600 | 数量 Quantity | 10 | 測温接点形状 Hot Junction | 非接地型 |
| 型式 Type | T14 | 規格及び階級 Standard & Class | JIS C1605-1995 クラス1 | | 室温及び湿度 Room Temp. & Humidity | | 21 °C 57 % | | |
| 製造番号 Serial No. | 計器番号 TAG No. | 熱起電力試験(ロットのサンプル試験) Electro Motive Force (mV) | | | 種類 Element | 寸法 Dimension (mm) | 絶縁抵抗 Insulation Resistance (MΩ) | 導通 Loop Resistance (Ω) | 外観及び構造 Appearance & Construction |
| | | 100 °C | 300 °C | 500 °C | (100°Cにて確認) | | | | |
| ロット値 Tested value | (lot No.63946) | 4.102 | 12.187 | 20.630 | | | | | |
| — | 22R-C2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 665.7 | 良 |
| — | 32R-A1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 669.2 | 良 |
| — | 32R-A2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 652.3 | 良 |
| — | 32R-B1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 673.9 | 良 |
| — | 32R-B2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 681.4 | 良 |
| — | 32R-C1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 676.5 | 良 |
| — | 32R-C2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 658.7 | 良 |
| — | 33R-A1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 675.3 | 良 |
| — | 33R-A2 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 676.9 | 良 |
| — | 33R-B1 | | | | 良 | 4000 | 20以上 | 678.5 | 良 |
| 備考 Remark | 極性検査: 良 耐水圧試験: 良 (7.8MPa・G、30分間) | | 付属品: Accessories | | 客先検査員 Customer's Inspector | | | | |
| 上記熱起電力試験は、同一ロットのサンプル値です。 Thermal EMF is the tested value of the test piece sampling from the lot of this product. | | | | | 承認 Approved | | 高部 | | |
| | | | | | 審査 Checked | | 滝 | | |
| | | | | | 担当 Prepared | | 潮田 | | |
| | | | | | JOB No. | | N176656 | | |

図 37 温度計測用熱電対・試験成績 4

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|
| 顧客 Messrs 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | <i>Nimblox.</i> シース熱電対試験成績書 MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE TEST RECORD SHEET | | | | P. 5 | | DATE: '15. 12. 22 | |
| プロジェクト名 Name of Project | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | 図面番号 D.W.G. No. | DC-011-985 | | | |
| 熱電対種類 Thermo element | SK | シース外径 Sheath Diameter | φ 0.5 mm | シース材質 Sheath Material | NCF600 | 数量 Quantity | 3 | 測温接点形状 Hot Junction | 非接地型 |
| 型式 Type | T14 | 規格及び階級 Standard & Class | JIS C1605-1995 クラス1 | | 室温及び湿度 Room Temp. & Humidity | | 21℃ 57% | | |
| 製造番号 Serial No. | 計器番号 TAG No. | 熱起電力試験(ロットのサンプル試験) Electro Motive Force (mV) | | | 種類 Element (100℃にて確認) | 寸法 Dimension (mm) | 絶縁抵抗 Insulation Resistance (MΩ) | 導通 Loop Resistance (Ω) | 外観及び構造 Appearance & Construction |
| ロット値 Tested value | (lot No.63946) | 100℃ | 300℃ | 500℃ | | | | | |
| | | 4.096 | 12.209 | 20.644 | | | | | |
| — | 33R-B2 | | | | | | | | |
| — | 33R-C1 | | | | | | | | |
| — | 33R-C2 | | | | | | | | |
| | | 以 | 下 | 余 | 白 | | | | |
| 備考 Remark | 極性検査: 良 耐水圧試験: 良 (7.8MPa・G、30分間) | | 付属品: Accessories | | 客先検査員 Customer's Inspector | | | | |
| 上記熱起電力試験は、同一ロットのサンプル値です。 Thermal EMF is the tested value of the test piece sampling from the lot of this product. (Form-029) | | | | | 承認 Approved | | 高部 灌 潮田 | | |
| | | | | | 審査 Checked | | | | |
| | | | | | 担当 Prepared | | | | |
| | | | | | JOB No. | | | | |
| 助川電気工業株式会社 SUKEGAWA ELECTRIC Co.,LTD | | | | | | | | | |

図 38 温度計測用熱電対・試験成績 5

Nimblex. 寸法検査記録

| | | | | | | | | | | | |
|------|----------------|--|--|--|--|------|---------------------|--|--|--|--|
| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | | | | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | | | |
| 部品名 | 加熱ロッド(温度計装ピン) | | | | | 施設名 | — | | | | |
| 図面番号 | DC-011-985 | | | | | 検査員 | — | | | | |
| — | — | | | | | 立会月日 | — | | | | |

・寸法検査 …………… 図示公差内のこと。
 測定箇所詳細は、寸法測定位置図参照。
 軸方向: A、B、C: ± 2mm以内
 角度: ± 10° 以内(上方よりの矢視)

単位:mm

ヒータNo.:11R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|----------------|---------------|----|
| 設計値 | 2245 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | +0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2246 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.19 11.19 | 11.20 11.20 | 11.19 11.19 | 9.99 10.00 | 良 |

ヒータNo.:12R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 設計値 | 2345 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | +0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2346 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.19 11.19 | 11.21 11.21 | 11.18 11.18 | 10.01 10.01 | 良 |

ヒータNo.:21R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| 設計値 | 2345 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | +0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2345 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.19 11.19 | 11.20 11.19 | 11.18 11.18 | 10.02 10.02 | 良 |

ヒータNo.:13R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|----------------|--------------|----|
| 設計値 | 2245 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | +0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2246 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.20 11.19 | 11.19 11.20 | 11.19 11.19 | 9.98 9.98 | 良 |

検査日: 2016. 2. 8 判定: 合格

| | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----|---------|---|----|----|----|
| 備考 ・取付角度は次頁による。 *:光明丹を塗布し、接触面を目視で確認する。(メッキ前に実施) | 温度 | 22 | ℃ | 承認 | 審査 | 担当 |
| | 湿度 | 47 | % | 高部 | 中尾 | 潮田 |
| | 作番 | N176656 | | | | |

図 39 温度計測用熱電対・寸法検査 1

Nimblox 寸法検査記録

| | | | | | |
|------|----------------|--|------|---------------------|--|
| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | |
| 部品名 | 加熱ロッド(温度計装ピン) | | 施設名 | — | |
| 図面番号 | DC-011-985 | | 検査員 | — | |
| — | — | | 立会月日 | — | |

・寸法検査 …………… 図示公差内のこと。
 測定箇所詳細は、寸法測定位置図参照。
 軸方向: A、B、C: ± 2mm以内
 角度: ± 10° 以内(上方よりの矢視)

単位:mm

ヒータNo.: 22R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|------------------------|--------------|----|
| 設計値 | 2445 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | ⁺⁰ -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2447 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.20 11.19 | 11.20 11.20 | 11.19 11.19 | 9.97 9.97 | 良 |

ヒータNo.: 32R

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|-----|-----|----|----|-----|----------------|----------------|------------------------|--------------|----|
| 設計値 | 2345 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | ⁺⁰ -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2345 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.18 11.19 | 11.20 11.20 | 11.18 11.18 | 9.96 9.96 | 良 |

ヒータNo.: 33R(タブ付)

| 測定箇所 | L | Ls | Lw | A | B | C | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
|------|------|------|------|------|------|-----|----------------|----------------|------------------------|--------------|----|
| 設計値 | 2245 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10.0 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | ⁺⁰ -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2246 | 905 | 450 | 15 | 35 | 215 | 11.20 11.20 | 11.20 11.20 | 11.18 11.18 | 9.99 9.99 | 良 |
| 測定箇所 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | | | | | | |
| 設計値 | 26 | 26 | 26 | 493 | 87 | | | | | | |
| 許容値 | ±1.7 | ±1.7 | ±1.7 | ±4.9 | ±2.7 | | | | | | |
| 測定値 | 26.6 | 26.7 | 26.3 | 496 | 87 | | | | | | |

検査日: 2016. 2. 8 判定: 合格

| | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----|---------|---|----|----|----|
| 備考 ・取付角度は次頁による。 *：光明丹を塗布し、接触面を目視で確認する。(メッキ前に実施) | 温度 | 22 | ℃ | 承認 | 審査 | 担当 |
| | 湿度 | 47 | % | 高部 | 菅 | 潮田 |
| | 作番 | N176656 | | | | |

図 40 温度計測用熱電対・寸法検査 2

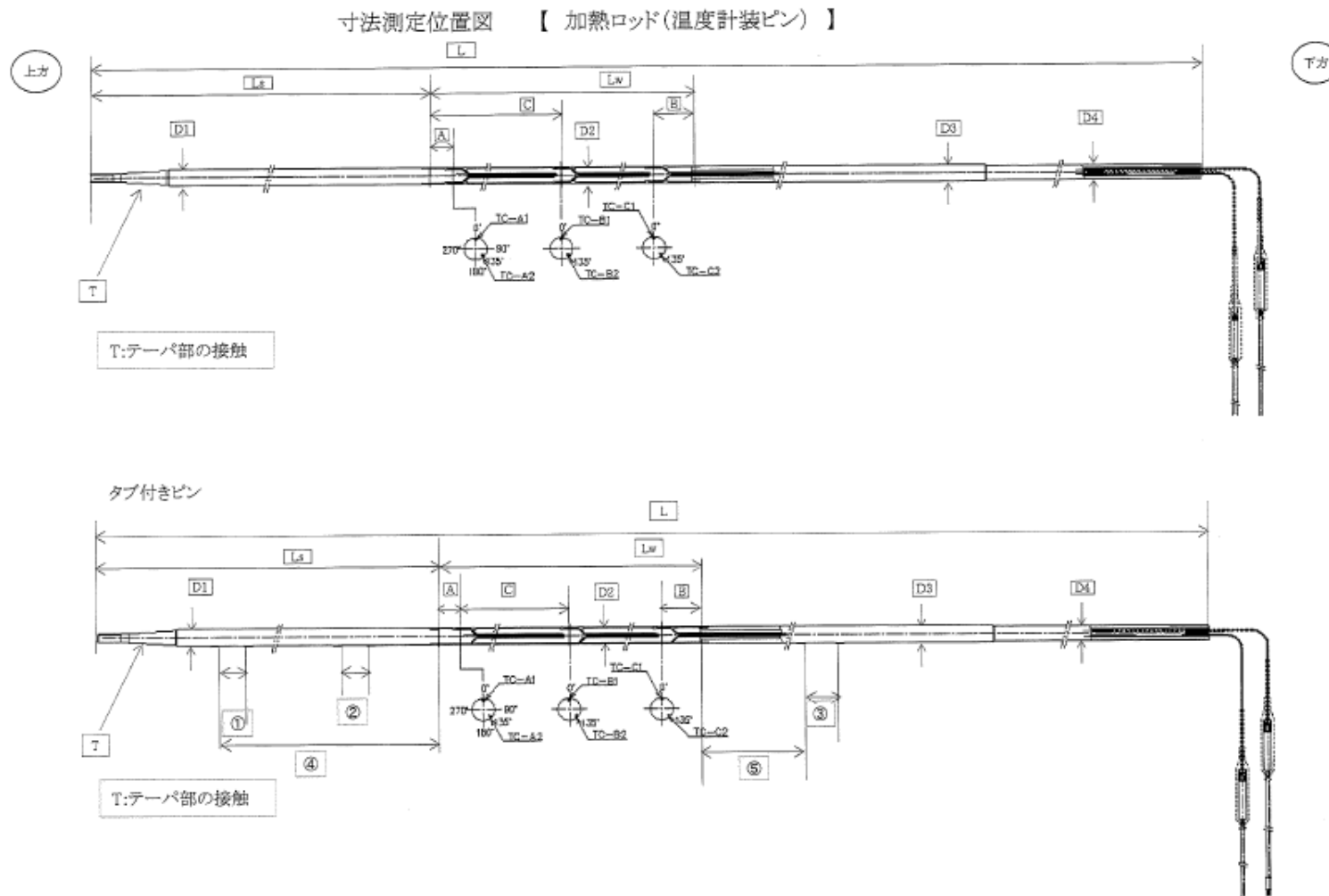


図 41 温度計測用熱電対・寸法測定位置概要

Nimblox.

外觀・寸法・極性・絶縁抵抗・導通抵抗検査記録

| | | | |
|------|----------------------|------|---------------------|
| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 |
| 部品名 | 加熱ロッド(温度計装ピン) 熱電対 | 施設名 | — |
| 図面番号 | DC-011-985 | 検査員 | — |
| — | — | 立会月日 | — |

- ・外觀検査 …… 機能を害する欠陥のないこと。
- ・寸法検査 …… 図示寸法に相違ないこと。
- ・極性検査 …… +側: 赤色、-側: 白色
- ・絶縁抵抗試験 …… 100V DCにて、20MΩ以上のこと。
- ・導通抵抗検査 …… 断線、短絡のないこと。

| ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) | ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) |
|------------|----------------|----|----|----|--------------|-------------|------------|----------------|----|----|----|--------------|-------------|
| 11R | 11R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 465 | 21R | 21R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 486 |
| | 11R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 463 | | 21R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 500 |
| | 11R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 462 | | 21R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 486 |
| | 11R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 471 | | 21R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 499 |
| | 11R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 463 | | 21R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 483 |
| | 11R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 481 | | 21R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 499 |
| ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) | ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) |
| 12R | 12R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 483 | 13R | 13R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 465 |
| | 12R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 497 | | 13R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 469 |
| | 12R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 485 | | 13R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 467 |
| | 12R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 498 | | 13R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 484 |
| | 12R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 483 | | 13R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 462 |
| | 12R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 498 | | 13R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 487 |

検査日: 2016. 2. 8

判定: 合格

| | | | | | |
|----|----|---------|----|----|----|
| 備考 | 温度 | 22 °C | 承認 | 審査 | 担当 |
| | 湿度 | 47 % | 高部 | 菅 | 潮田 |
| | 作番 | N176656 | | | |

図 42 温度計測用熱電対・絶縁抵抗及び導通抵抗検査 1

Nimblox.

外觀・寸法・極性・絶縁抵抗・導通抵抗検査記録

| | | | |
|------|----------------------|------|---------------------|
| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 |
| 部品名 | 加熱ロッド(温度計装ピン) 熱電対 | 施設名 | — |
| 図面番号 | DC-011-985 | 検査員 | — |
| — | — | 立会月日 | — |

- ・外觀検査 …… 機能を害する欠陥のないこと。
- ・寸法検査 …… 図示寸法に相違ないこと。
- ・極性検査 …… +側: 赤色、-側: 白色
- ・絶縁抵抗試験 …… 100V DCにて、20MΩ以上のこと。
- ・導通抵抗検査 …… 断線、短絡のないこと。

| ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) | ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) |
|---------|-------------|----|----|----|-----------|----------|---------|-------------|----|----|----|-----------|----------|
| 22R | 22R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 504 | 33R | 33R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 465 |
| | 22R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 519 | | 33R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 482 |
| | 22R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 492 | | 33R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 468 |
| | 22R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 512 | | 33R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 482 |
| | 22R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 499 | | 33R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 464 |
| | 22R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 505 | | 33R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 484 |
| ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) | ヒータ No. | 熱電対 Tag No. | 外觀 | 寸法 | 極性 | 絶縁抵抗 (MΩ) | 導通抵抗 (Ω) |
| 32R | 32R-A1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 479 | | | | | | | |
| | 32R-A2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 475 | | | | | | | |
| | 32R-B1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 481 | | | | | | | |
| | 32R-B2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 501 | | | | | | | |
| | 32R-C1 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 484 | | | | | | | |
| | 32R-C2 | 良 | 良 | 良 | 20MΩ以上 | 489 | | | | | | | |

検査日: 2016. 2. 8

判定: 合格

| | | | | | |
|----|----|---------|----|----|----|
| 備考 | 温度 | 22 °C | 承認 | 審査 | 担当 |
| | 湿度 | 47 % | 高部 | 菅 | 潮田 |
| | 作番 | N176656 | | | |

図 43 温度計測用熱電対・絶縁抵抗及び導通抵抗検査 2

Nimblox
外観・員数・寸法検査記録

| | | | | | |
|------|----------------|------|---------------------|--|--|
| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | |
| 部品名 | 加熱ロッド(電圧計装ピン) | 施設名 | — | | |
| 図面番号 | DC-011-986 | 検査員 | — | | |
| — | — | 立会月日 | — | | |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------|
| <p>・外観検査 …………… 下記、欠陥のないこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・錆、傷、塗料付着、極端な曲がりの有無 ・刻印・ヒータピン番号の鮮明度合 ・その他機能を害する欠陥の有無 <p style="margin-left: 20px;">検査日: 2016. 2. 8</p> | 結果 | 良 <hr/> 良 <hr/> 良 |
| <p>・員数検査 …………… 員数不足のないこと</p> <p style="margin-left: 40px;">加熱ロッド(電圧計装ピン) : 2本</p> | 結果 | 良 <hr/> |
| <p>・寸法検査 …………… 図示公差内のこと。 測定箇所詳細は、寸法測定位置図参照。</p> | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|------|--------|-----|----------------|----------------|----------------|--------------|----|
| ヒータNo.: 23R | | 単位: mm | | | | | | |
| 測定箇所 | L | Ls | Lw | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
| 設計値 | 2345 | 905 | 450 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | 0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2347 | 905 | 450 | 11.19 11.19 | 11.20 11.20 | 11.18 11.19 | 9.97 9.97 | 良 |

| | | | | | | | | |
|-------------|------|-----|-----|----------------|----------------|----------------|--------------|----|
| ヒータNo.: 31R | | | | | | | | |
| 測定箇所 | L | Ls | Lw | D1 | D2 | D3 | D4 | *T |
| 設計値 | 2245 | 905 | 450 | φ11.2 | φ11.2 | φ11.2 | φ10 | — |
| 許容値 | ±5 | ±2 | ±2 | ±0.05 | ±0.05 | 0 -0.05 | ±0.5 | — |
| 測定値 | 2246 | 905 | 450 | 11.19 11.20 | 11.20 11.20 | 11.19 11.19 | 9.98 9.98 | 良 |

判定: 合格

検査日: 2016. 2. 8

| | | | | | | |
|----------------------------------------|----|---------|---|----|----|----|
| 備考 *: 光明丹を塗布し、接触面を目視で確認する。(メッキ前に実施) | 温度 | 24 | ℃ | 承認 | 審査 | 担当 |
| | 湿度 | 38 | % | 高部 | 世 | 潮田 |
| | 作番 | N176656 | | | | |

図 44 加熱用ロッド・寸法検査 1

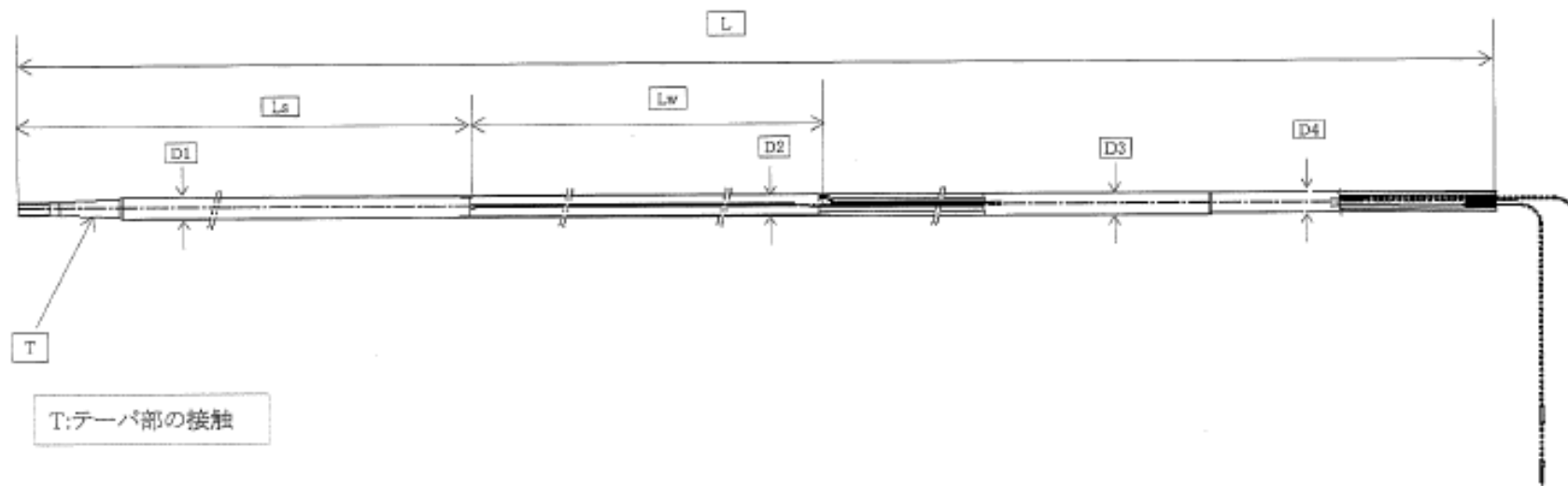


図 45 加熱用ロッド・寸法測定位置

Nimblox
導通検査検査記録

| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|---------------------|----|----|----------|--------|--------|--------|----|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|-----|---|--------|---------|--|
| 部品名 | 加熱ロッド(温度計装ピン) 加熱ロッド(電圧計装ピン) | 施設名 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図面番号 | DC-011-985 DC-011-986 | 検査員 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — | — | 立会月日 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>・導通検査 …… 実測値 (目標値:設計値±10%以内)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">ヒータピンNo.</th> <th style="width: 15%;">ヒータタイプ</th> <th style="width: 15%;">設計値(Ω)</th> <th style="width: 15%;">測定値(Ω)</th> <th style="width: 40%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11R</td><td>G</td><td>0.0168</td><td>0.01723</td><td></td></tr> <tr><td>12R</td><td>H</td><td>0.0175</td><td>0.01765</td><td></td></tr> <tr><td>21R</td><td>H</td><td>0.0175</td><td>0.01783</td><td></td></tr> <tr><td>13R</td><td>M</td><td>0.0183</td><td>0.01845</td><td></td></tr> <tr><td>22R</td><td>M</td><td>0.0183</td><td>0.01822</td><td></td></tr> <tr><td>32R</td><td>L</td><td>0.0192</td><td>0.01929</td><td></td></tr> <tr><td>33R</td><td>S</td><td>0.0203</td><td>0.02027</td><td></td></tr> <tr><td>23R</td><td>L</td><td>0.0192</td><td>0.01938</td><td></td></tr> <tr><td>31R</td><td>M</td><td>0.0183</td><td>0.01813</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 20px;">検査日: <u>2016. 2. 8</u> 判定: <u>合格</u></p> | | | | | | ヒータピンNo. | ヒータタイプ | 設計値(Ω) | 測定値(Ω) | 備考 | 11R | G | 0.0168 | 0.01723 | | 12R | H | 0.0175 | 0.01765 | | 21R | H | 0.0175 | 0.01783 | | 13R | M | 0.0183 | 0.01845 | | 22R | M | 0.0183 | 0.01822 | | 32R | L | 0.0192 | 0.01929 | | 33R | S | 0.0203 | 0.02027 | | 23R | L | 0.0192 | 0.01938 | | 31R | M | 0.0183 | 0.01813 | |
| ヒータピンNo. | ヒータタイプ | 設計値(Ω) | 測定値(Ω) | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11R | G | 0.0168 | 0.01723 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12R | H | 0.0175 | 0.01765 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21R | H | 0.0175 | 0.01783 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13R | M | 0.0183 | 0.01845 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22R | M | 0.0183 | 0.01822 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32R | L | 0.0192 | 0.01929 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33R | S | 0.0203 | 0.02027 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23R | L | 0.0192 | 0.01938 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31R | M | 0.0183 | 0.01813 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 備考 | | 温度 | 22 °C | 承認 | 審査 | 担当 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 湿度 | 47 % | 高部 | 中 | 潮田 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 作番 | N176656 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 46 加熱用ロッド・導通検査

Nimblox
外観・員数・寸法検査記録

| 品名 | バンドル試験体用燃料棒の製作 | 顧客 | 一般財団法人 電力中央研究所 殿 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|---------------------|--------|--------|--------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|------|-----|------|--------|--------|--------|----|----|-----|----|------|----|------|------|------|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 部品名 | 非加熱ロッド | 施設名 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図面番号 | DC-011-987 | 検査員 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — | — | 立会月日 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>・外観検査 …………… 下記、欠陥のないこと ・錆、傷、塗料付着、極端な曲がりの有無 検査日: 2016. 2. 8</p> <p style="text-align: right;">結果 <u>良</u></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>・員数検査 …………… 員数不足のないこと ・フレキ導体継手…………… : 16本 検査日: 2016. 2. 8</p> <p style="text-align: right;">結果 <u>良</u></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>・寸法検査 …………… 図示公差内のこと。 測定箇所詳細は、寸法測定位置図参照。</p> <p style="text-align: center;">結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>測定箇所</th> <th>L</th> <th>Lw1</th> <th>Lw2</th> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> <th>*A</th> <th>*B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計値</td> <td>1742</td> <td>392</td> <td>1000</td> <td>φ 11.2</td> <td>φ 11.2</td> <td>φ 11.2</td> <td>M5</td> <td>M5</td> </tr> <tr> <td>許容値</td> <td>±5</td> <td>±4.5</td> <td>±7</td> <td>±0.1</td> <td>±0.1</td> <td>±0.1</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>結果</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> <td>良</td> </tr> </tbody> </table> <p>*:市販ネジによる勘合検査とする。</p> <p>検査日: 2016. 2. 8</p> <p style="text-align: right;">判定: <u>合格</u></p> | | | | | 測定箇所 | L | Lw1 | Lw2 | D1 | D2 | D3 | *A | *B | 設計値 | 1742 | 392 | 1000 | φ 11.2 | φ 11.2 | φ 11.2 | M5 | M5 | 許容値 | ±5 | ±4.5 | ±7 | ±0.1 | ±0.1 | ±0.1 | — | — | 結果 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 測定箇所 | L | Lw1 | Lw2 | D1 | D2 | D3 | *A | *B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計値 | 1742 | 392 | 1000 | φ 11.2 | φ 11.2 | φ 11.2 | M5 | M5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 許容値 | ±5 | ±4.5 | ±7 | ±0.1 | ±0.1 | ±0.1 | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 結果 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 備考 | | 温度 | 25 | ℃ | 承認 | 審査 | 担当 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 湿度 | 36 | % | 高部 | | 菅 | | 潮田 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 作番 | N161454 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 47 非加熱ロッド・寸法検査

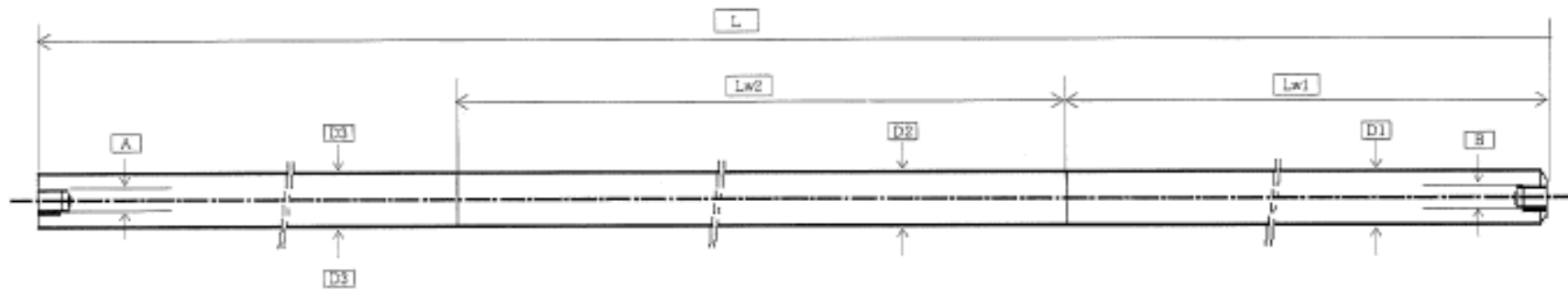


図 48 非加熱ロッド・寸法測定位置



图 49 高速応答直流大電流電源

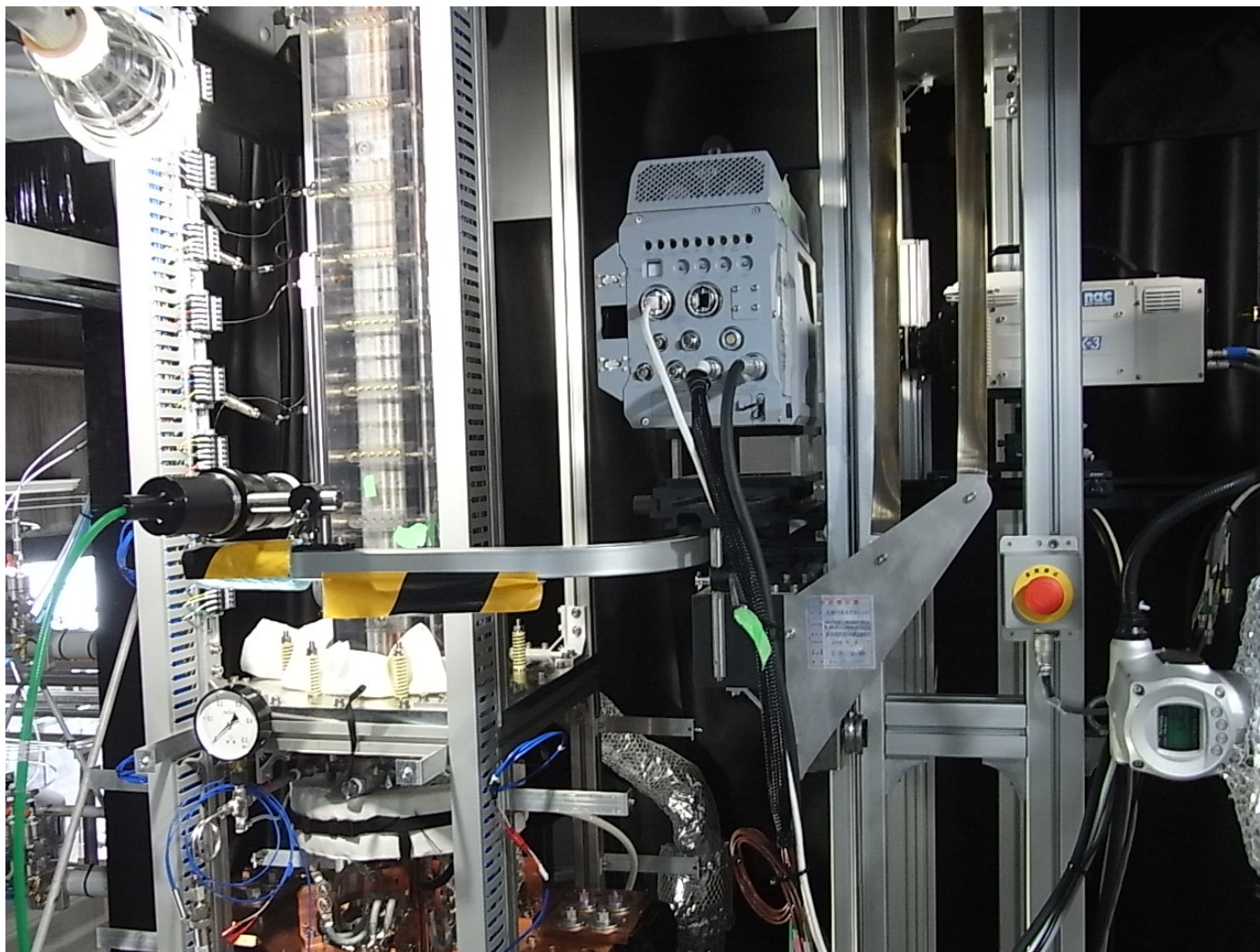


図 50 流動可視化計測システム

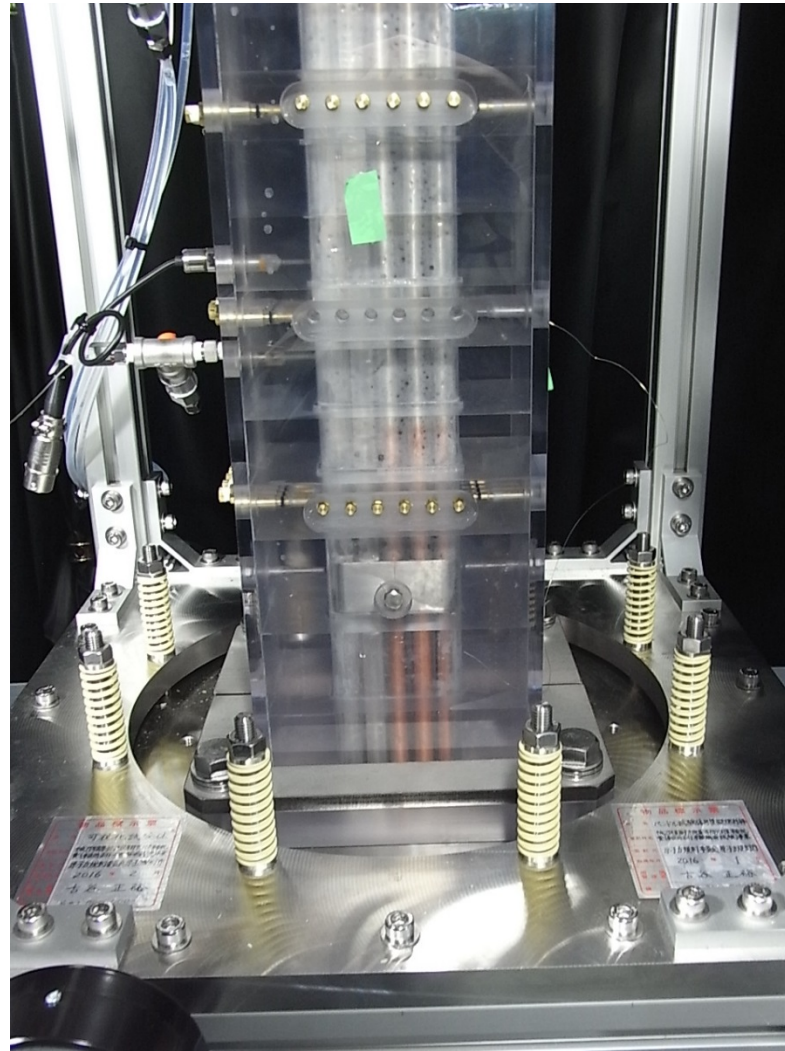


図 51 可視化試験体・バンドル試験体用模擬燃料棒



図 52 制御盤及び計測盤



図 53 ボード計測装置



図 54 ボイド計測用信号収録機器



図 55 時間相互関連法・PIV ソフトウェア