

地球化学検層ユニット（高温環境型）の製作

（核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書）

1998年11月

株式会社 環境技術研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合には、下記にお問い合わせ
ください。

〒509-5102 岐阜県土岐市定林寺 959-31

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター 調査技術研究グループ

地球化学検層ユニット(高温環境型)の製作

島崎 智[※]、山本泰司[※]

要 旨

地層科学研究の一環として進められている広域地下水流動研究における試錐孔調査を円滑に進めるために、試錐孔を利用して深度1,000mまでの地下水の地球化学パラメータを70℃までの高温環境にて、精度よく効率的に測定できる高温環境型の地球化学検層ユニットを2台製作した。

製作にあたっては、高温環境型の1台目製作時に取り入れた、小容量型高応答性のユニット構造と複合コネクタの遮水性能を有し、校正システムの機能付加も取り入れた。

本業務で製作した「高温環境型の地球化学検層ユニット」2台は、試錐孔による深層地下水の地球化学パラメータの計測調査を高い信頼性と持って対応できるとともに円滑に進められる。

本報告書は、株式会社環境技術研究所が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務の成果である。

契約番号 : 091-M-0058

機構担当部課室および担当者 : 東濃地科学センター 調査技術研究グループ 宮田初穂

※ : 株式会社環境技術研究所 分析技術部

COMMERCIAL PROPRIETARY
JNC TJ7440 98-005
NOVEMBER, 1998

Production of the Unit for the Geochemical Parameters of Groundwater
at High Temperature Zone

Satoru Shimazaki* and Taiji Yamamoto*

Abstract

For accurate efficacious acquisition of the physico-chemical data of deep rock, the unit that is capable of measuring the physico-chemical parameters of groundwater at depth of 1,000m in bore-hole has been produced two more units.

The production is made better by the results of the adaptable examination. The units succeed to first high temperature-type unit, and had the small volume sensor unit, the complex connector of water cut-off type and the proofreading system that is provided functions.

We have obtained good results to improve on these units. Those bring in high reliability and safety to measuring the physico-chemical parameters of groundwater.

Produced units are expected to have fully capability of measuring the groundwater at the depth of 1,000m.

This work was performed by Environmental Technical Laboratory Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute
JNC Liaison : Hatsuho Miyada, Characterization Technology Development Group, Tono Geoscience Center

* : Environmental Technical Laboratory Ltd.

目 次

	頁
1 はじめに	1
2 製作条件	2
3 ユニットの基本構成と機能	9
3.1 孔内システム	9
3.1.1 センサー部	10
3.1.2 アンプ部	13
3.1.3 データ処理部	14
3.1.4 外筒部	16
3.2 データ処理基板	17
3.3 校正システム	18
3.4 付属部品	21
4 ユニットの各部の仕様	22
4.1 概要	22
4.2 孔内システム	23
4.2.1 センサー部	23
4.2.2 アンプ部	39
4.2.3 データ処理部	49
4.2.4 外筒部	55
4.3 校正システム	60
4.4 付属部品	68
5 地球化学検層ユニット各部の基礎試験	70
5.1 センサー部	70
5.1.1 試験条件	70
5.1.2 試験結果	73
5.2 アンプ部	77
5.2.1 試験条件	77
5.2.2 試験結果	79

	頁
5.3 外筒部	81
5.3.1 試験条件	81
5.3.2 試験結果	83
6 地球化学検層ユニットの総合試験	84
6.1 耐圧性能試験	84
6.1.1 試験条件	84
6.1.2 試験結果	84
6.2 作動確認試験	85
6.2.1 試験条件	85
6.2.2 試験結果	86
7 まとめ	88

目 次

		頁
図 3-1	孔内システムの概要と各部の名称	9
図 3-2	センサー部の概要と各部の名称	10
図 3-3	センサーブロックの概要と各部の名称	11
図 3-4	アンプ部の概要（基板の配置）と各部の名称	13
図 3-5	データ処理部の概要と各部の名称	15
図 3-6	校正システム部の概要と構成各部の名称	18
図 3-7	校正システムの計測時の概要と校正各部の名称	19
図 4-1-1	pH電極の外形状と構造の概要	30
図 4-1-2	参照電極の外形状と構造の概要.....	31
図 4-1-3	Eh/ORP・pS作用電極の外形状と構造の概要	32
図 4-1-4	交流2電極式電極の外形状と構造の概要	33
図 4-1-5	電磁誘導式電極の外形状と構造の概要	34
図 4-1-6	温度電極の外形状と構造の概要	35
図 4-2	センサーブロックへの電極の装着状況図	37
図 4-3	センサーブロックの外形状と構造の概要	38
図 4-4	アンプ部の構造と各部の名称	40
図 4-5-1	pH用アンプ基板の外形状と構造の概要	42
図 4-5-2	ORP/Eh 1 (1ch)用アンプ基板の外形状と構造の概要	43
図 4-5-3	ORP/Eh 2 (2, 3ch)用アンプ基板の外形状と構造の概要	44
図 4-5-4	pS用アンプ基板の外形状と構造の概要	45
図 4-5-5	EC 1 (交流2電極式)用アンプ基板の外形状と構造の概要	46
図 4-5-6	EC 2 (電磁誘導式)用アンプ基板の外形状と構造の概要	47
図 4-5-7	温度用アンプ基板の外形状と構造の概要	48
図 4-6-1	データ処理部基板の概要(配置)	50
図 4-6-2	データ処理部の構造と各部の名称	51
図 4-7-1	複合コネクタの構成	54
図 4-7-2	複合コネクタとセンサー部の接続部分の構成	56
図 4-7-3	データ処理部とアンプ部の接続部分の構成	58
図 4-7-4	センサー部とアンプ部の接続部分の構成	59
図 4-8-1	校正時ユニット支持架台の形状	61
図 4-8-2	ユニット校正時の上端部用複合コネクタの形状	62

図 4-8-3	ユニット校正時の下端部用複合コネクタの形状	63
図 4-8-4	標準溶液の循環装置の構成	64
図 4-8-5	収納ラックの概要と装置類収納状況	67
図 5-1	耐圧、耐温度試験の概要	72
図 5-2	アンプ基板の耐温度試験の概要	78
図 5-3	外筒部の耐圧試験の概要	82

表 目 次

		頁
表 4-1	センサーの性能仕様の概要	27
表 4-2-1	アンプ基板の共通仕様	41
表 4-2-2	アンプ基板の個別仕様	41
表 4-3	データ処理基板の仕様	49
表 4-4-1	ソンスピルカプラの諸元	52
表 4-4-2	ソンスピルプラの機械的特性等	52
表 4-4-3	低接触抵抗端子の電気的特性等	53
表 5-1-1	センサーの耐圧試験結果その 1 (1 台目: No.2. 1)	73
表 5-1-2	センサーの耐圧試験結果その 2 (2 台目: No.2. 2)	74
表 5-2-1	センサーの耐温度試験結果その 1 (1 台目: No.2. 1)	75
表 5-2-2	センサーの耐温度試験結果その 2 (2 台目: No.2. 2)	76
表 5-3-1	アンプ基板の耐温度試験結果その 1 (1 台目: No.2. 1)	79
表 5-3-2	アンプ基板の耐温度試験結果その 2 (2 台目: No.2. 2)	80
表 6-1-1	センサーの動作確認試験 (校正操作) 結果 (1 台目: No.2. 1)	86
表 6-1-2	センサーの動作確認試験 (校正操作) 結果 (2 台目: No.2. 2)	87

1 はじめに

本業務は、地層科学研究の一環として進められている広域地下水流動研究における試錐調査を円滑に進めるために、1997年に70℃までの高温環境にて使用可能な設計変更を加えて製作した高温環境型の地球化学検層ユニットを2台製作したものである。

本業務で製作した2台の地球化学検層ユニット(高温環境型)は、試錐孔を利用して深度1,000mまでの地下水の地球化学パラメータを測定でき、深部岩盤中の地球化学的データを精度良くかつ効率的に取得する機能を有する。

この製作に際しては、設計報告書『地球化学検層ユニット(高温環境型)の設計』(PNC ZJ7422 96-001)と製作報告書『地球化学検層ユニット(高温環境型)の製作』(PNC ZJ7422 97-001)の各報告書に記載された諸条件に従った。

2 製作条件

(1) 基本仕様

平成9年度製作の「地球化学検層ユニット(高温環境型)」と同一の仕様部分にて、設計報告書「地球化学検層ユニット(高温環境型)の設計」(PNC ZJ7422 96-001)と製作報告書に「地球化学検層ユニット(高温環境型)の製作」(PNC ZJ7422 97-001)に従って製作した。

- ① 適応温度 : 0～70℃(凍結なし)
- ② 適応深度 : 深度1,000mまで
- ③ 適用試錐孔径 : φ75～130mm
- ④ 装置の外径 : φ57mm以内
- ⑤ 計測項目 : pH、Eh(ORP)、pS、ECおよび水温
- ⑥ 計測方式 : 電極式

(2) 全体構成

検層ユニットは次の2つのシステムと付属部品から構成される。

① 孔内システム

孔内システムは深度1,000mまでの地下水の地球化学パラメータを計測する地球化学検層ユニットの中心システムであり、以下の4ブロックからなる。

i. センサー部

センサー部は、ユニット内部に一時的に貯留される水量を少なくして装着した各センサーの応答速度を高めるために、空隙容積の減少と試料水流路の制御が可能な小容積化ユニット構造である。

また、センサー(電極)類は、70℃までの高温条件下においても仕様の性能を満たし、着脱が容易な耐圧性能を有するコネクタ方式に構造である。

センサー部は次の2個のセンサーブロック(測定部)から構成される。

a. 上部センサーブロック(測定部)

pH、Eh(ORP)およびpSを測定する3本の電極を装着したブロックであり、試料水の流れの下流側に位置する。

各項目の測定は、次のセンサー(電極)にて行なう。本ユニットに装着する各測定センサーの仕様を、個別に以下に記した。

ア. pH測定部

pH測定用の作用電極であるガラス電極1本と参照電極1本を一体化した複合電極1本からなる。同電極は検出電位を変換するプリアンプを内蔵しており、この内蔵プリアンプにより出力インピーダンスを低くして、高い操作性・安定性を有する。

参照電極には、銀/塩化銀電極を用いた。

pH測定部(pH複合電極)は、以下に示す形状および性能を有する。

- [形状]; 外径 : φ51mm以内
- 長さ : 200mm以内
- [性能]; 測定範囲 : 0～14pH
- 測定精度 : ±0.2pH

耐圧性能 : 150 kgf/cm²以上(外圧にて)

使用温度範囲 : 0 ~ 70 °C

イ. Eh (ORP)・pS測定部

酸化還元電位 (ORP) 測定用の金属作用電極 3種 (3本) と pS 測定用の作用電極 1本を一体化した作用電極 1本ならびに、参照電極 1本の計 2本 1組のセンサー (電極) にて構成する。

ORP 用の作用電極には、白金 (Pt)、金 (Au) およびグラシーカーボン (GC) の 3種類の金属電極を各 1本ずつ用い、pS 測定用の作用電極には硫化銀電極を使用する。参照電極は pH と同じく銀/塩化銀電極である。

ORP 測定値の Eh 値への変換は、地上に置くデータ処理装置にて行う。

同測定部は以下に示す形状および性能を有する。

[形状] ; 外径 : φ51mm 以内

長さ : 200mm 以内

[性能] ; 測定範囲 : -1 ~ 1V (ORP)

-1 ~ 0 V (pS)

測定精度 : ± 0.01 V

耐圧性能 : 150 kgf/cm² 以上(外圧にて)

使用温度範囲 : 0 ~ 70 °C

b. 下部センサーブロック (測定部)

2種類の電気伝導度 (EC) 測定センサー (電極) と水温 (温度) 測定センサー (電極) 1本の3本の電極を装着したブロックである。

各項目の測定は、次のセンサー (電極) にて行なう。本ユニットに装着する各測定センサーの仕様を、個別に以下に記した。

ア. EC測定部

EC 測定部は、低濃度測定用の交流 2 電極式センサー (電極) 1本と、高濃度測定用の電磁誘導式センサー (電極) 1本からなり、この 2種類 2本の電極にて構成する。

同測定部は以下に示す形状および性能を有する。

[形状] ; 外径 : φ51mm 以内

長さ : 150mm 以内

[性能] ; 測定範囲 : 0~2,000 μS/cm (交流 2 電極式 : 25 °C)

0~100,000 μS/cm (電磁誘導式 : 25 °C)

測定精度 : ± 0.01 V

耐圧性能 : 150 kgf/cm² 以上(外圧にて)

使用温度範囲 : 0 ~ 70 °C

イ. 水温測定部

水温測定部は、白金抵抗測温体式の温度センサー (電極) 1本からなる。ここ電極では、ブロック挿入部基部に熱伝導絶縁体を用い、校正時の指示安定性を向上させた。

同測定部は以下に示す形状および性能を有する。

[形状]; 外径 : $\phi 51\text{mm}$ 以内
長さ : 150mm 以内
[性能]; 測定範囲 : $0 \sim 100^\circ\text{C}$
測定精度 : $\pm 0.2^\circ\text{C}$
耐圧性能 : 150 kgf/cm^2 以上 (外圧にて)
使用温度範囲 : $0 \sim 70^\circ\text{C}$

ii. アンプ部

各測定部からの出力電圧を増幅できる機能を有する。以下の項目に対して、各々1枚ずつのアンプ基板を備える。

アンプ部に装着するアンプ基板は、pH、Eh 1 (白金)、Eh 2 (金とグラシーカーボン)、pS、水温、EC 1 (低濃度用: 交流2電極) および EC 2 (高濃度用: 電磁誘導式) の計7種・7枚である。

アンプ部は、以下に示す形状と性能を有する。

[形状]; 外径 : $\phi 51\text{mm}$ 以内
長さ : $1,000\text{mm}$ 以内 (アンプ部全長)
材質 : ステンレス鋼、アルミニウム鋼

また、アンプ基板に共通する形状と性能は次のとおりである。

[形状]; 基板の材質 : 積層ガラスファイバー入りエポキシ樹脂
部品の装着 : 両面実装
[性能]; 使用電源 : DC $12\text{V} \times 20\text{mA}$ /枚 (ISOLATE)
出力電圧 : DC $0 \sim 3\text{V}$ (ISOLATE 出力)
精度 : $\pm 1\%$ 以内
動作温度 : $0 \sim 50^\circ\text{C}$
動作湿度 : $0 \sim 90\%$ (結露なし)

上記の共通部以外では、装着した各アンプ基板の形状と性能は次のとおりである。

a. pH用アンプ基板

基板のサイズ : 縦 70mm \times 横 38mm
測定項目 : pH (ガラス電極-銀/塩化銀電極)
測定範囲 : $0 \sim 14\text{pH}$ (25°C)

b. ORP 1用アンプ基板

基板のサイズ : 縦 70mm \times 横 38mm
測定項目 : ORP $\times 1\text{ch}$ (Pt) と ORP 3種の共通電源部
Pt 作用電極-銀/塩化銀電極
測定範囲 : $-1,000 \sim 1,000\text{mV}$ (25°C)

c. ORP 2用アンプ基板

基板のサイズ : 縦 70mm \times 横 38mm
測定項目 : ORP $\times 2, 3\text{ch}$ (Au, GC) (Au, GC 作用電極-銀/塩化銀電極)
測定範囲 : $-1,000 \sim 1,000\text{mV}$ (25°C)

d. pS用アンプ基板

基板のサイズ：縦 70 mm×横 38 mm

測定項目 : pS (硫化銀作用電極－銀/塩化銀電極)

測定範囲 : -1,000 ~ 0 mV (25 °C)

e. EC1用アンプ基板

基板のサイズ：縦 70 mm×横 38 mm

測定項目 : EC1 (低濃度域電気伝導度；交流2電極式電極)

測定範囲 : 0 ~ 2,000 μ S/cm (25 °C)

f. EC2用アンプ基板

基板のサイズ：縦 40 mm×横 38 mm

測定項目 : EC2 (高濃度域電気伝導度；電磁誘導式電極)

測定範囲 : 0 ~ 100,000 μ S/cm (25 °C)

g. 水温用アンプ基板

基板のサイズ：縦 40 mm×横 38 mm

測定項目 : 水温 (白金抵抗測温体式電極)

測定範囲 : 0 ~ 100 °C

iii. データ処理部

データ処理部は、A/D 変換ボード(1台)、16BitCPU(1台)から構成し、アンプ部で増幅された電気信号を外部に取り出せる機能を持つ。

データ処理部は、以下に示す形状と性能を有する。

[形状]； 外径 : ϕ 51 mm 以内

長さ : 600 mm 以内

[性能]； 動作温度 : 0 ~ 70 °C

動作湿度 : 0 ~ 90 % (結露なし)

また、データ処理部に装着したデータ処理基板は、1,000m 対応の地球化学特性調査機器と共通であり、連結使用が行なえる機能を有する。

データ処理基板の形状と性能は、以下のとおりである。

[形状]； 大きさ : 250 mm × 45 mm

[性能]； CPU : 8bit H8/532 型

ROM : 32 kByt

RAM : 32 kByt

10bit 成分数 : 8ch 入力レンジ : 0 ~ 3 V

16bit 成分数 : 8ch 入力レンジ : 0 ~ \pm 3 V

アナログ出力ポート成分数 : 16 ch

出力ポート成分数 : 8 ch (ISOLATE 出力)

入力ポート成分数 : 8 ch (ISOLATE 入力)

電源 : DC 12V × 240 mA

動作温度 : 0 ~ 70 °C

動作湿度 : 0 ~ 90 % (結露なし)

[構造・構成]； CPU 回路 : 一式

A/D コンバータ回路 : 一式

iv. 外筒部

外筒部(1式)は、上記のセンサー部、アンプ部、データ処理部を収納できる構造であり、その上下に 1,000m 対応の地球化学特性調査機器のユニット類と連結するための複合コネクタを有する。この複合コネクタ部には、耐圧 150 kgf/cm² 以上の遮水機能を有する遮水構造を有する。

外筒部は以下に示す形状である。

[形状] ; 外径 : $\phi 57$ mm
内径 : $\phi 52$ mm
長さ : 3,000 mm 以内
材質 : ステンレス鋼他

また、複合コネクタの有する構造・機能は以下のものである。

[構造・機能] : 電気系と水路系の回路を同時に接続できる構造
(マルチカプラー方式)
: 水路系の接続部: 液漏れのない構造
(ノンスピルカプラー(平頭接合式カプラー、1回路))
: 電気系の接続部: 多面接触構造(接触抵抗; 1.0 Ω 以下)
DC12V 電源系 : 2回路
DC24V 電源系 : 2回路
RS-485 通信系 : 4回路

②校正システム

校正システム(1式)は、地球化学検層ユニットの各センサーを地上において、校正・動作チェックを行う機能と、孔内計測中の各センサーのデータを表示・記録できる性能を有する。

校正システムは、電源バックアップ装置、画面ハードコピーユニットと出力装置を有し、データ処理装置等とともに、その1式を収納ラックに収納・設置した。

校正システムの性能、構成は以下のとおりである。

[性能・特徴] ; 地球化学検層ユニットと結合できる構造である。

; 校正時には、ユニット本体と同規格の複合コネクタ(校正用複合コネクタ: 上下1式にて、電源供給、通信と通水ができる構造)を持つ。
; J I S法に準拠したセンサーの校正が行える。; 校正用コネクタにてユニット本体と各センサーを連結し、標準液による校正・チェックを実施できる。
; 標準液循環用の送液ポンプ1式を備える。; ユニット内通水の試験に用いる。

[構成・仕様] ; データ処理装置

CPU 性能 : 32 bit 200 MHz
OS 規格 : MS-DOS6.0 (Windows95 も収納)
ディスク : 2.0GB のHD (1台) と 3.5inchFD (1台)
ディスプレイ : 15 inch
通信機能 : RS-232C、RS-485 規格

- ; データ出力装置 (カラープリンター)
 - 印刷用紙 ; A4 サイズ対応
- ; 無停電電源 (電源バックアップ装置)
 - バックアップ方法 : バッテリー充電式
 - バックアップ能力 : 1.0 kw × 10 分
- ; 画面ハードコピーユニット
- ; 標準液循環装置
 - 送水速度 : 10 ~ 300 mL/分 (可変式)
- ; DC12V 電源供給装置
 - 供給能力 : DC2 ~ 18V × 2A (Max.)
- ; 校正用複合コネクタ (上・下端用 1 組)
- ; 校正用電極コネクタケーブル (2 本 1 組)
- ; 校正用支持架台 (組立作業台兼用)
- ; 収納ラック

③ 付属部品

特殊工具および器具類として、以下のものを 1 式製作する。

- ・ 地球化学検層ユニット収納箱 1 式
- ・ 複合コネクタ保護キャップ 上下各 1 組
- ・ 特殊工具類等 (含む工具箱) 1 式
- ・ 組立作業台 (校正時支持架台と兼用) 1 台

(3) 性能試験

1 製作した個々のセンサーまたは部品について、基本的な性能・機能が確保されていることを、組立作業にかかる前に室内において確認する。また、組立て終了後には通水確認試験ならびに総合試験を実施し、仕様の性能を有することを確認する。

試験項目および合格条件は以下のとおりである。

① 耐圧試験

i. 試験方法と条件

センサーを装着した圧力試験容器内に標準液を満たし、26℃、150kgf/cm²の条件下において、各センサーからの出力 (電圧) 値を 24 時間連続モニターする。

ii. 合格条件

標準液の基準値に対して、出力 (電圧) 値が各センサーの第 2 章 (2) に示す測定精度内であること。

② 耐温度試験

i. 試験方法と条件

センサーを装着した圧力試験容器内に標準液を満たし、70 ± 1℃、大気圧の条件下において、各センサーからの出力 (電圧) 値を 24 時間連続モニターする。

ii. 合格条件

標準液の基準値に対して、出力 (電圧) 値が各センサーの第 2 章 (2) に示す測定精度内であること。

③総合試験

i. 試験内容

検層ユニットを組立てて校正用複合コネクタを装着した状態にてユニット内に蒸留水を満たし、校正システム(データ処理装置)を用いて信号の送信・受信を行う。

ii. 合格条件

孔内システムと校正システムのデータ処理装置間にて、信号の送信・受信が異常なく行われること。

3 地球化学検層ユニット(高温環境型)の基本構成と機能

3.1 孔内システム

孔内システムは、図 3-1 の概要のように、試料水の流れを基準とすると[下部複合コネクタ] - [センサー部] - [アンプ部] - [データ処理部] - [上部複合コネクタ] の繋がりで構成され、各部分は外筒部で覆われている。試料水の流出入、電源の供給と信号の送・受信は上下端の複合コネクタを介して行われる。

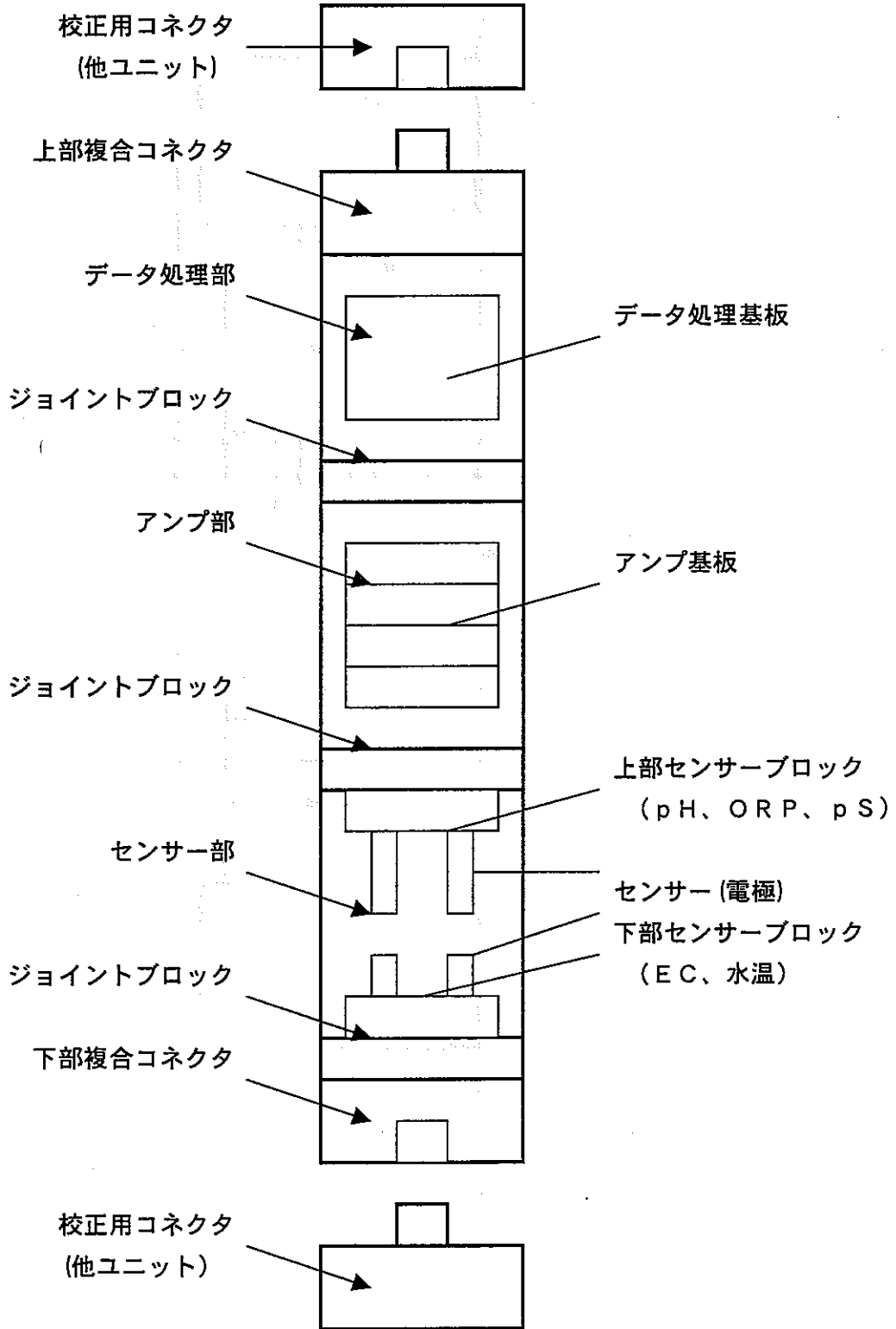


図 3-1 孔内システムの概要と各部の名称

3.1.1 センサー部

(1) センサー部の構成と配列

6種類6本の電極および上下2個の電極取付用のセンサーブロックからなり、図3-2に示した上下2段に配列・構成されている。

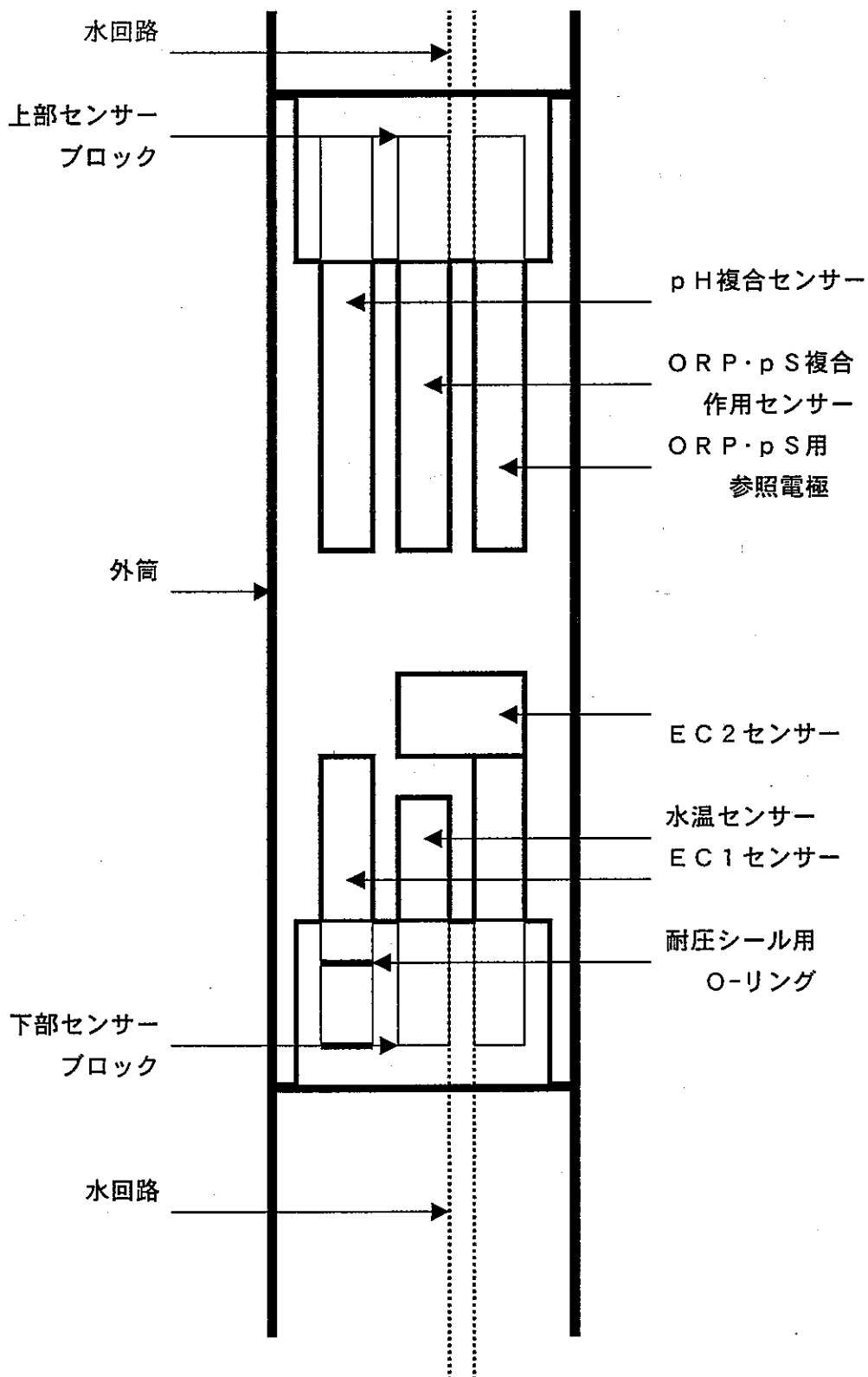


図 3-2 センサー部の概要と各部の名称

上下のセンサーブロックの計測項目と装着した電極の種類を以下に示した。電極の配列順序は、試料水が下部から上部へ流れるために、電極の内部液が滲出するものを後段に設置することと、内部液を有するものを整立とし、固体のみのもの(向きが性能に係わらないもの)を倒立に配した。

上部ブロック ; pH複合電極、ORP・pS作用電極、ORP・pS用参照電極

下部ブロック ; 交流2電極式EC電極、電磁誘導式EC電極と温度電極

(2) センサー部の耐圧構造

センサーおよびセンサーブロック部分の圧力対策には、次の構造で対応した。

① センサー取付部分(センサーブロック部)の構造を、次の図3-3に示した。

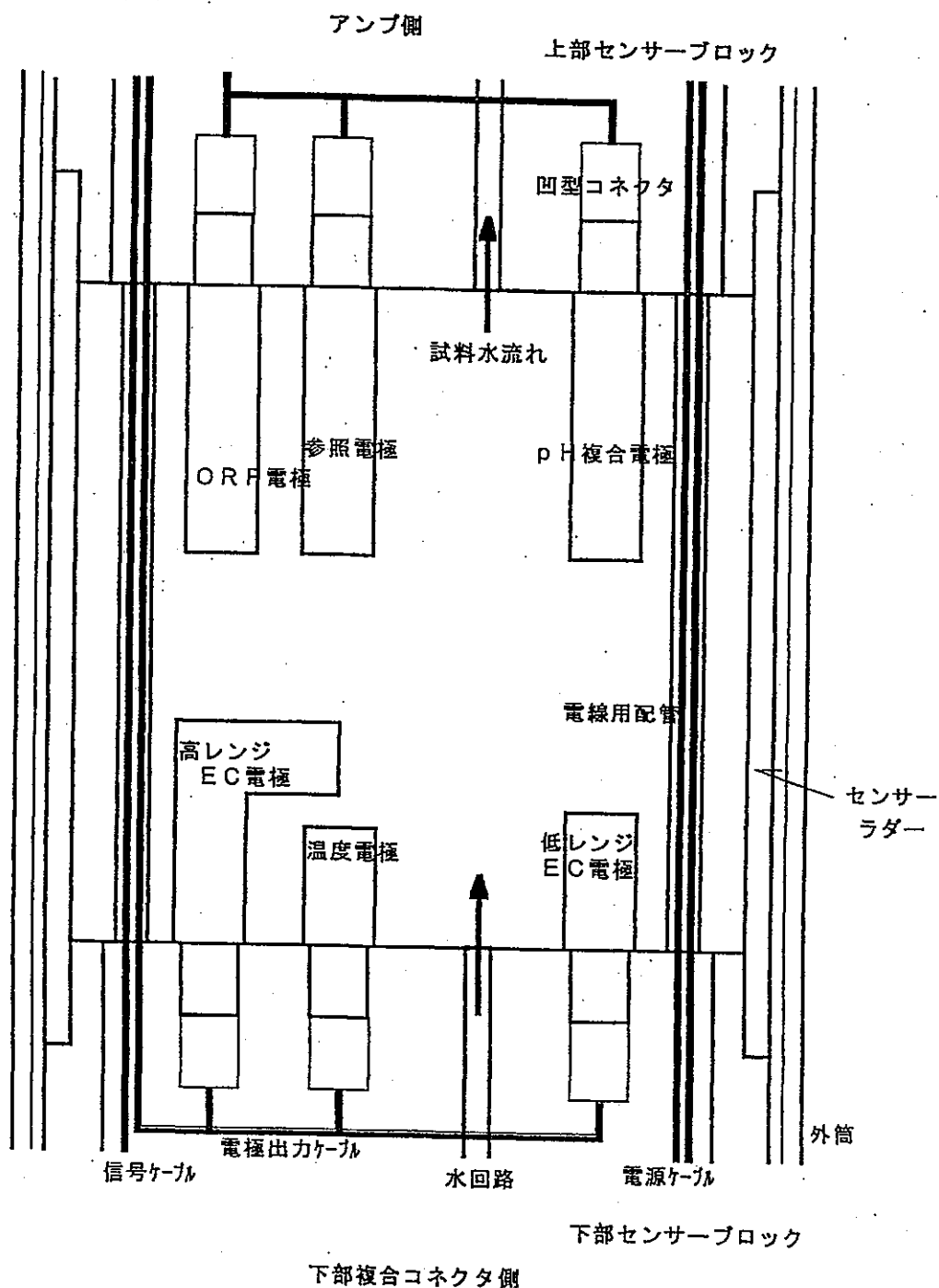


図 3-3 センサーブロックの概要と各部の名称

②電極本体の耐圧対策

電極の耐圧対策としては剛性材料を用いて対応する剛構造と、圧力平衡型の柔構造の2通りを用いており、電極の特性に応じて採用した。また、接続・差込み等の組立・連結構造部分には、圧力シール材としてはどちらの構造にもOリングを使用した。

i. 剛構造を採用した電極

下記の5種類の電極であり、使用した剛性材料の材質はPPS(ポリフェニルスルファイド)樹脂、エポキシ樹脂、フッ化ビニジデン樹脂、ステンレス鋼およびガラスである。

- (a) pH複合電極のうちガラス電極部分
- (b) Eh/ORP・pS作用電極
- (c) 交流2電極式EC電極(低レンジ用導電率測定電極)
- (d) 電磁誘導式EC電極(高レンジ用導電率測定電極)
- (e) 温度電極

ii. 圧力平衡型を採用した電極

参照電極の1種のみを採用しており、電極の外筒にテフロン樹脂を用いて外圧を外筒の変形で吸収する構造である。

③センサーブロックにおける耐圧対策

電極のセンサーブロックへの差し込み接続部は、Oリングを用いて150 kgf/cm²以上の耐圧性能を持たせた。また、Oリングのバックアップとして250 kgf/cm²以上の耐圧性能を有するセラミック製のハーメチックコネクタを設け、電極破損等による浸水の被害を内部の電装部分に及ぶことを防止する構造とした。

(3) センサー部用外筒

①外周との遮断

センサー部では、ユニットの内側を試料水が通過する構造であるので、ユニットの外周とは完全に遮断されている。外筒部の圧力シールにはOリングを用い、外圧と内圧のいずれに対しても150 kgf/cm²以上の耐圧性能を有する。

②外筒の着脱

センサーの校正・チェックとセンサーの交換・保守操作時に、外筒の着脱が容易に行える構造のため、当該作業を簡便化できる。

3.1.2 アンプ部

(1) アンプ部の機能

各センサーで検出した電位を、測定項目ごとの表示値に補正・変換し、送信用の直流電位に変換する機能を有する。

(2) アンプ部の構成と配置

①構成

両面に実装した7種類7枚のアンプ基板(ORP(Eh)3種については2枚に集約させた)を、図3-4に示したようにラダー上に直線に固定・配置した。

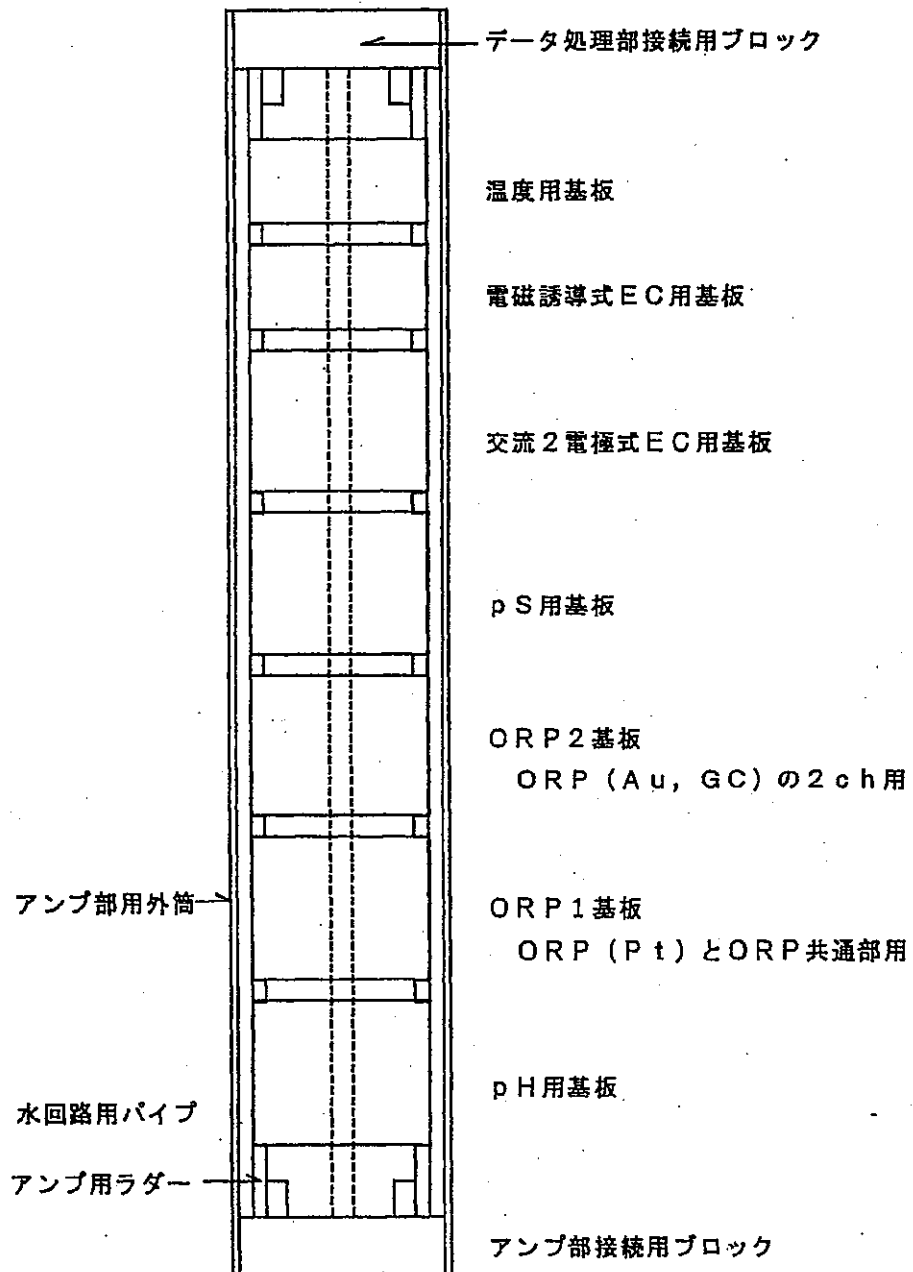


図 3-4 アンプ部の概要(基板の配置)と各部の名称

②配置

アンプ基板の配置は、センサーの入力インピーダンスが高いと入力ケーブル部分に外部ノイズの影響を受けやすいため、この点を考慮して以下の順に一例に配置した。アンプ部はセンサー部の直上に位置するので、アンプ基板の配置順序は下段からとした。

- (a) 1 段目； pH 用基板
- (b) 2 段目； Eh/ORP 用基板 1（ORP1；白金用と ORP 共通処理部分）
- (c) 3 段目； Eh/ORP 用基板 2（ORP2, 3；金用とグラシーカーボン用）
- (d) 4 段目； pS 用基板
- (e) 5 段目； EC1 用基板（交流 2 電極式 EC；低濃度用）
- (f) 6 段目； EC2 用基板（電磁誘導式 EC；高濃度用）
- (g) 7 段目；水温用基板

(3) アンプ部用外筒

①外周との遮断

アンプ基板保護のために筒内は大気圧であるので、外筒にて外部圧力に耐える構造であり、試料水はアンブラダーに平行に設けた SUS パイプ内を通る。外筒部の圧力シールには O-リングを用いており、150 kgf/cm² 以上の外圧に対して十分な耐圧性能を有する。

②外筒の着脱

アンプの調整・チェックと交換・保守操作時に、外筒の着脱が容易に行えることを考慮した構造としたので、当該作業を簡便化できる。

3.1.3 データ処理部

(1) データ処理部の機能

データ処理部は、アンプからの変換電位信号を地上に送信するものであり、アナログ電位をデジタル信号に変換処理する機能と、データ送信する機能を有する。

(2) データ処理部の構成と配置

①構成

データ処理部は、信号をデジタル化処理する A/D 変換回路、地上送信用の規格処理をする RS-485 回路とこれらを制御・処理する CPU 回路、およびこれらに電源を供給する電源回路を組み込んだ 1 対 2 枚の基板からなる。

②配置と構造

1 対 2 枚の基板を次頁の図 3-5 に示したように、試料水の導水管上に背中合わせに取り付けた。データ処理部の上方(上端)は結合コネクタがデータ処理部と一体化しており、下部は保管時にアンプ部以下と分離する必要があるためにガラスハーメチックコネクタを設け、分離・接続の簡便化と耐圧・耐水性を持たせた。データ処理部の概要を図 3-5 に示した。

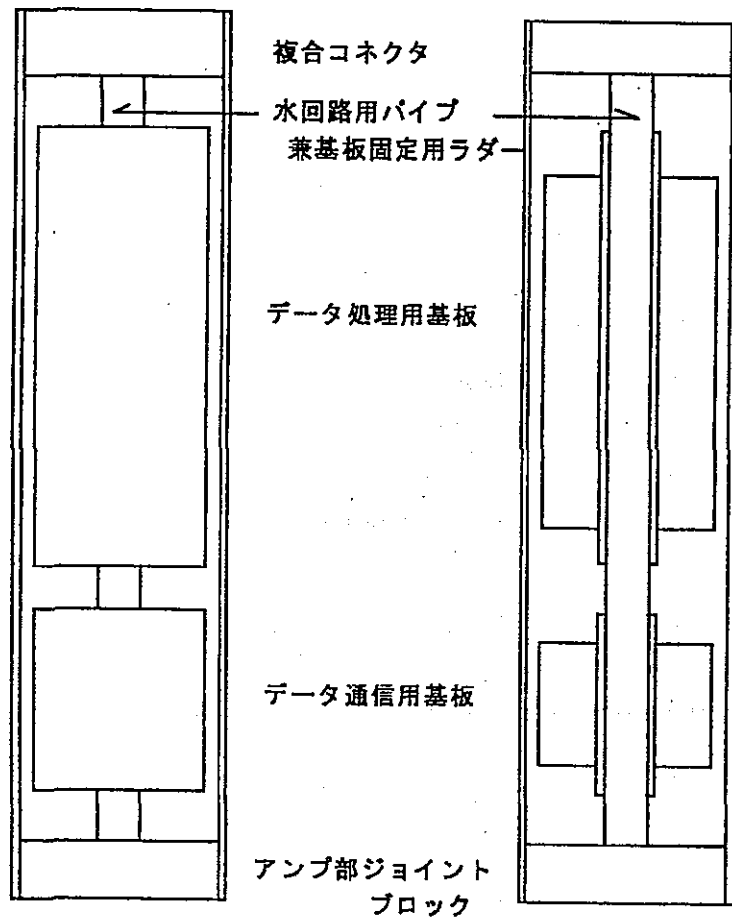


図 3-5 データ処理部の概要と各部の名称

(3) データ処理部外筒

データ処理部内は大気圧に保つ必要があるため、外筒に 150kgf/cm^2 以上の耐圧性能を持たせた。上部は上端の複合コネクタに、下部はアンプ部との連結ボディーに外筒を振込み、圧力シールにはOリングを用いた。

3.1.4 外筒部

(1) 外筒部の構成

外筒部とは、ユニットの内部に装着したセンサー部分、アンプ部分とデータ処理部分を除くユニットの外部構成部全体を指し、遮水構造を有する複合コネクタ(上下端1対)、結合・連結ブロック(3個)および外筒(3本)からなる。

(2) 各構成部分の機能

①複合コネクタ

測定用地下水試料の導入・排出口と測定用信号の取り出し、電源の供給のために孔内システムに設けたものであり、1,000m 対応の地球化学特性調査機器の各ユニットとも同規格であり、接続も可能である。

また、校正システムの接続部とも同規格であり、接続して使用する。

②結合・連結(ジョイント)ブロック

センサー、アンプ、データ処理の各部分を連結・組み立てるブロックであり、外筒を固定して 150 kgf/cm² 以上の耐圧性能を有する。センサー部とアンプ部の外筒を必要時に容易に着脱できるように固定用のリング等を設けた。

ブロックは各部別に3個あり、センサー下部とアンプ上部の2個には、分離・接続構造部の耐圧性能を維持するためにハーメチックコネクタを装着している。

③外筒

センサー部、アンプ部とデータ処理部の各部分に被せ、内部を外部圧から保護するものであり、各部分用に3本ある。

(3) 外筒部の概要と各部の名称

前出の図 3-1「検層ユニットの概要と各部の名称」に示したとおりである。

3.2 データ処理基板

このデータ処理基板は、本孔内システムを 1,000m 対応の地球化学特性調査の孔内システムと接続して、孔内にて地下水の物理化学パラメータを測定するときに、同規格にて計測値等の送受信が行なえるものであり、通常状態では本データ処理基板を孔内システムに装着している。

(1) データ処理基板の機能

地上部(地球化学特性調査の地上システム)からの指令メッセージと、校正システム(校正操作時のみ)からの指令メッセージに基づいて作動する、以下の機能を有する。

①プログラムの転送

地上または校正システムから送信される地球化学検層ユニットの作動プログラムを、データ処理基板上のメモリ内に格納する。

②測定開始

物理化学パラメータの測定を開始する。

③測定終了

物理化学パラメータの測定を終了する。

④非常停止

地球化学検層ユニットの動作を停止し、初期状態に戻す。

⑤データ要求

下記の測定データおよびユニットの情報を、デジタル信号にて指定された任意の時間間隔で送信する。

- (a) pH 1ch ; 水素イオン濃度指数
- (b) Eh/ORP 3ch : Pt, Au, GC 酸化還元電位
- (c) pS 1ch : 硫化物イオン濃度電位
- (d) EC 2ch : 低レンジ, 高レンジ 電気伝導度(導電率)
- (e) 水温 1ch : 温度
- (f) ユニット内データ処理基板部温度
- (d) ユニット内供給 DC12V 電源電圧

(2) 仕様・構成

データ処理基板には以下の各回路が装着されており、各回路の消費電力は極力少なく設計し、基板からの発熱量を抑制した。

- (a) CPU回路
- (b) A/Dコンバータ回路
- (c) RS-485規格通信回路
- (d) DC12V/DC5V電源回路

なお、データ処理基板はデータ処理関係の回路基板(メイン基板)1枚と、電源回路関係の補助基板(サブ基板)の2枚に分割した。

3.3 校正システム

校正システムは、孔内システム(検層ユニット)内に装着したセンサーの作動確認と、測定精度確保のために校正を行う時に用いるシステムである。これらの操作は、計測する直前と直後に行う必要があるために、使用する現場にて機能することを前提に製作した。

また、校正システムの一部であるデータ処理装置等については、測定時のデータのモニタリングとデータ出力装置となる。

(1) 校正システムの構成

① 校正システムの概要

校正システムの校正時使用の概要を、図 3-6 に示した。

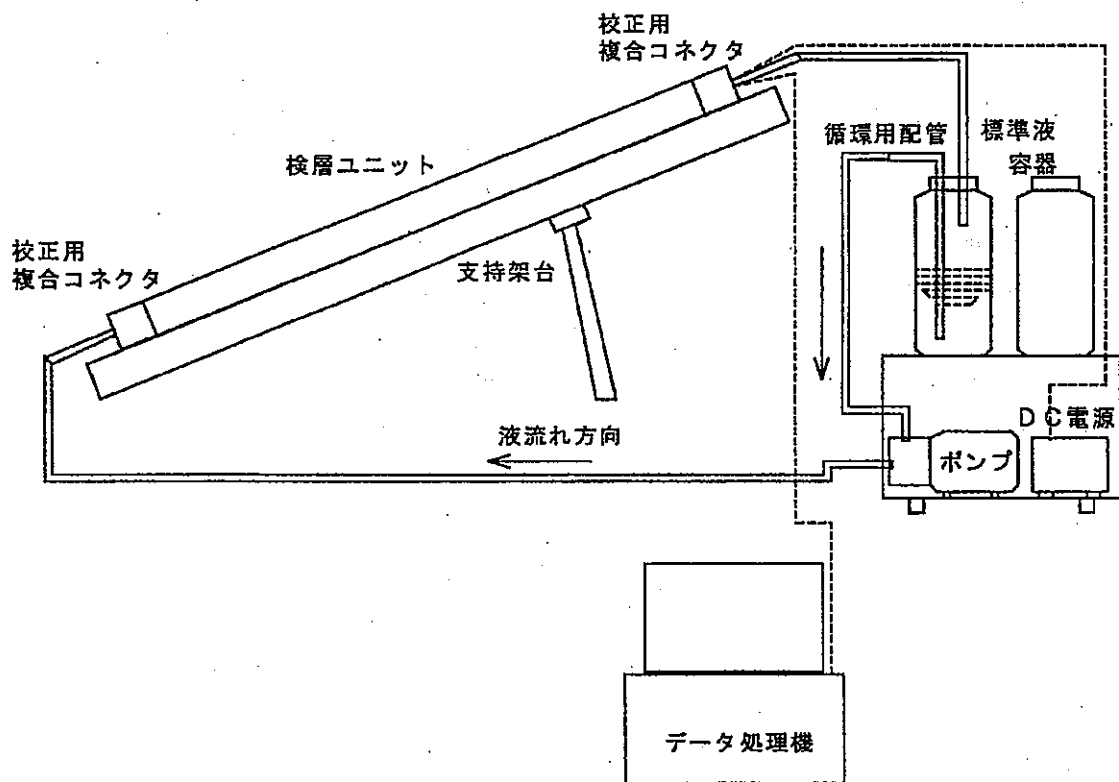


図 3-6 校正システムの校正時使用の概要と構成各部の名称

計測時のデータ処理等の概念図を、次の表 3-7 に示した。

試錐孔内にての計測は、1,000m 対応の地球化学特性調査機器と結合させて挿入し、データの収集を行なうことに基づいて示した。

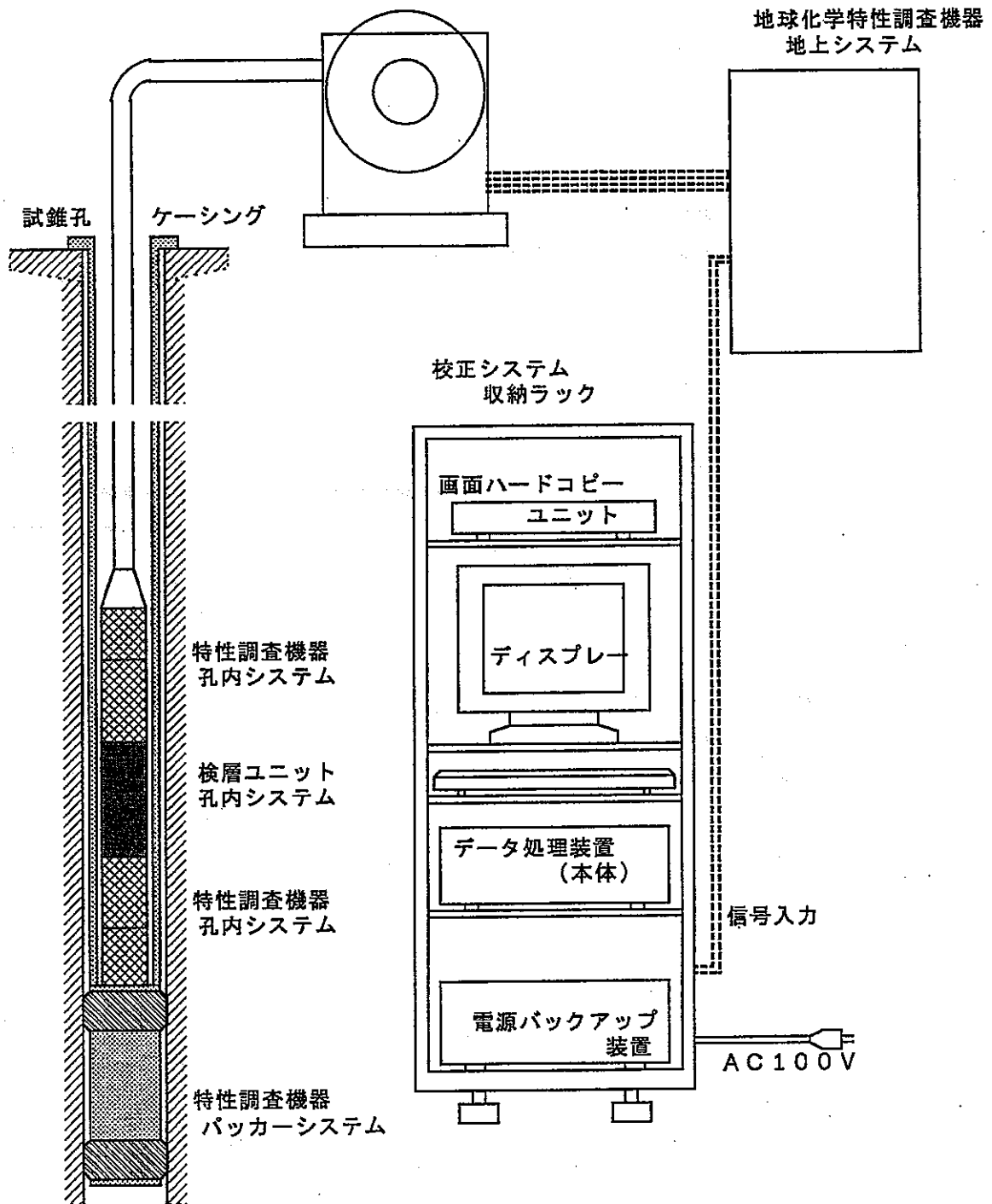


図 3-7 校正システムの計測時の概要と構成各部の名称

②校正システムを構成する各部

校正システムを構成する各部は次のとおりである。

- (a) 標準液循環装置
- (b) 校正用複合コネクタ (上端用、下端用)
- (c) 校正用減局コネクタケーブル
- (d) 孔内システム (検層ユニット) の校正用支持架台
- (e) データ処理装置
- (f) データ出力装置
- (g) 校正システムの電源バックアップ装置
- (h) 画面ハードコピーユニット
- (i) 配線ボード付き収納ラック
- (j) ユニット用直流 12V 電源
- (k) 配管、配線機材一式

(2) 校正システムの機能

①センサーの校正・チェック

計測を行う直前に、孔内システムに装着するセンサーを JIS 法に従って標準液を用いて行ない、その時の指示電位と標準液温度にて校正して計測時のデータを補正する機能と、必要に応じ標準液にて指示値の良否のチェックのみを行う機能を有する。

校正時にはセンサー部の外筒を取外し、支持架台上に整置固定した状態にて行う。

②孔内システムの校正・チェック

校正終了後に電極を装着してからユニットを組立て、孔内に挿入する前にユニットの作動を確認・チェックする機能であり、図 3-6 のようにユニットと校正システムを接続して標準液等を循環送液し、作動と指示値の確認を行う事ができる。この時の指示値が校正時と異なる場合には、校正結果を修正することもできる。

③組立台との兼用

センサーチェックと校正は、検層ユニットを孔内に挿入する直前に行う必要があるため、現場にてユニットの分解・組立を実施しなければならないために、支持架台は組立台としても使用できる兼用型である。

④計測時のデータ処理・モニタリング

試錐孔内での計測時に、1,000m 対応の地球化学特性調査機器とともに用い、計測データを連続して表示、記録および出力する機能を持つ。

3.4 付属部品

付属部品として以下のものを製作、用意した。

①特殊工具

- i. 検層ユニットの組立て、保守・点検時に使用する特殊工具類。
- ii. 工具の収納箱

②保護キャップ

保護キャップには、次の2種類のものがある。

i. 複合コネクタ保護キャップ

ユニット両端部の複合コネクタに、収納時と運搬時に被せておく上下1対の保護用の蓋である。上端用キャップには吊下げ時にフックを取り付けるリング状の孔を付けた。

ii. 収納時に用いる保護キャップ

ユニットを分割収納するために、分割面に被せる保護蓋である。

③検層ユニット収納箱

収納箱は2m長さのもの2個である。

i. 収納箱1；本体用

ユニットのアンプ部とセンサー部からなる本体を収納するもの。

ii. 収納箱2；付属物用

ユニットから分割した両端部の複合コネクタとデータ処理部、校正ユニット用の結合コネクタを収納するもの。

④ユニット組立作業台

校正用指示架台と共用できるタイプとして製作した。

校正用指示架台兼組立作業台を1台用意した。

4.2 孔内システム

孔内システムは次の4部分から構成される。

- ①センサー部
- ②アンプ部
- ③データ処理部
- ④外筒部

4.2.1 センサー部

(1) センサー部の構成

センサー部は次の2ブロックからなる。

各測定部は、電極と電極取付け用のセンサーブロックからなる。

①上部側測定部

測定項目；pH、Eh/ORP、pS

使用電極；pH用複合ガラス電極1本、Eh/ORP・pS用作用電極1本とEh/ORP・pS用参照電極の1本の3本からなる。

②下部側測定部

測定項目；EC1(低レンジ)、EC2(高レンジ)、水温用

使用電極；交流2電極式EC電極1本(低レンジ)、交流2電極式EC電極(高レンジ)1本と温度電極1本の3本からなる。

(2) センサー部の仕様

センサー部全体の仕様は、以下の通りである。

①センサー部の大きさ

(a) センサー格納部の長さ；558 mm

(b) センサー部の最大外径； $\phi 46$ mm

②センサー部の空隙容積

(a) 制水ブロック未装着；約430 mL

(b) 制水ブロック装着時；約220 mL

センサー部は、校正と計測のつど行なうセンサーの取外しの操作性を確保しなければならないので、空隙容積が大きくなり応答速度と充填水と試料水の入れ替わりに長時間を要する。

本ユニットでは、センサー部の空隙容積が小さいので計測時の99%レスポンスは非常に短時間であり、通水速度70mL/分では制水ブロック装着時で5分以内、非装着時で15分以内である。

③制水ブロックの装着

センサー間とセンサーと外筒部の空隙を、試料水がセンサー部を通る隙間を除いて塞ぐ目的で、校正終了後の組立て時に装着する。

試料水の通り道を制御しているため、応答速度を空隙容積の減少率よりも大きくする効果が生じる。

(3) 製作した各電極の前提とした仕様

①共通事項

本システムに装着するセンサーは、次の共通する事項(規格・方針)に従った。

i. 設計時の方針

本ユニット用のセンサーの仕様に係わる共通事項は、次のとおりである。

- a. 2個のセンサーブロックに必要な数の電極を装着できること。
- b. 70℃の温度条件下において、連続7日間以上の連続測定できる性能を有すること。
- c. pHとORP/Eh・pS測定用には、個別の参照電極を設ける。
- d. pH測定用電極については、電極内に入力インピーダンスを低下させるためのプリアンプを設け、取扱性の向上と構造の単純化を図るために、参照電極を内蔵した複合電極とする。
- e. EC電極については、高レンジ用と低レンジ用にそれぞれの電極を設け、高レンジ用は電磁誘導式、低レンジ用は交流2電極式とする。
- f. 温度電極(水温用)はEC用電極と共有せず、独立した電極とする。
- g. 電極の出力リード側をハーメチック構造のコネクタ式とし、センサーブロックへ差し込む方式とする。このコネクタは全電極で共通とし、ピン数は4本とする。

ii. 各電極に共通する事項

各電極に共通する事項は次のものである。

- a. センサーブロックと電極を接続するコネクタは、センサーブロック側をハーメチックコネクタとし、電極側はリングシール構造とする。
- b. 電極側のコネクターをオスピンとして、そのピンの外径を1.6mm、長さを12mmとする。ハーメチック構造のメス側にピンの遊び余裕がないため、スプリング構造として装着の操作性と接触性(確実性)を向上させる。
- c. コネクタ部の大きさは、挿入部の長さを31.6mm、直径をφ13.2mmとし、位置合わせリブを設ける。
- d. コネクタ部の外径がφ13.2mmであり、電極の外径を最大φ16mmとする。ただし、電磁式EC電極についてはコイルの大きさから、コイル部分についてはφ16mmを超えることを可とする。
- e. 上部のセンサーブロックと一緒に装着するpH複合電極、ORP/Eh・pS作用電極と参照電極の3本については、空隙率低下の施策の対応と取扱性の簡便化のために、電極の全長を同一とする。
- f. 2種類のEC電極と温度電極については、1個のセンサーブロックに取り付けるために、立体配置を考慮した長さや形状の組合せとする。
- g. センサー部の空隙容積を減少させる対策として、センサー部の組立時に試料水の流れを考慮した、スペーサーの装着を行なう。

(4) 製作した各電極の仕様、構造と特長

本地球化学検層ユニットに装着するために、製作した各電極の特長、構造と仕様を個別に記載した。

① pH複合電極

i. 特長

- a. ガラス電極と参照電極を一体化し、高い操作性と安定性を持つ。
- b. 電極内にプリアンプを設け、出力インピーダンスを大幅に低下させ、湿気による影響を取り除いた。

- c. ガラス電極膜自体は圧力平衡型であり、本電極に用いたφ6 mm ガラス電極膜は、150 kgf/cm²以上の耐圧性能を有する。
 - d. ガラス電極膜筒と電極基部材との連結部分をOリングでシールし、加工精度との組合せで対水圧150 kgf/cm²以上を確保。
 - e. 内部銀電極の銀線基部の銀ブロック化とOリングシールの組合せで、ガラス電極膜破損時の電極銀線の貫入による耐圧破壊を防止。
 - f. 参照電極部の内部液の交換(電極の再生)が可能である。
- ii. 仕様
- a. 測定方式 ; ガラス電極法
 - b. 参照電極 ; 銀-塩化銀電極(ダブルジャンクション型;仕様等は後述)
 - c. 測定範囲 ; 0~14 pH
 - d. 測定精度 ; ±0.2 pH
 - e. 使用温度範囲 ; 0~70℃(ただし、凍結しないこと)
 - f. 耐熱温度範囲 ; 0~70℃以上
 - g. 使用圧力範囲 ; 0~150 kgf/cm²(対水圧;max.150 kgf/cm²)
 - h. 接液部材質 ; PTFE(テフロン)、FPM(バイトン)、PPS(ポリフェニルサルファイド)、ガラス

iii. 構造

- a. 内部電極 ; ガラス電極:銀電極
参照電極 : イオン交換膜被覆銀/塩化銀電極
- b. 外筒 ; φ16 mm ポーラステフロン、テフロン樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 : 197.0 mm (ピン長除く:185.0 mm)
接液部:155.4 mm
- d. 耐圧機構 ; ガラス電極:剛構造型(ガラス筒)
参照電極 : 自己圧バランス型(テフロン樹脂製外筒)
- e. 取付部圧力シール ; JAS01013-Oリングシール
(対水圧;150 kgf/cm²規格)
- f. リード(出力) ; コネクタ(4ピン)リードアウト

iv. 形状

図4-1-1にpH複合電極の外形状と構造の概要を示した。

②参照電極

1. 特長

- a. 電極の外筒部の材質をテフロン樹脂にすることにより、自己圧バランス型構造となり対水圧性能150 kgf/cm²以上を有する。
- b. 接液ジャンクション部はポーラステフロン樹脂製であり、電極内部液の漏洩量を通常のセラミックスジャンクションの数10分の1に抑制しているが、接液面積を数10倍に大きくしている。このことにより内部液の漏洩が量を減じたにもかかわらずより確実になり、希薄な緩衝性の低い試料に対しても安定した指示が得られる。高温域での内部液の漏洩量の増大に対応するため、内部液量を増やし長時間の計測を可能とした。
- c. 内部液に用いるKCl液をペースト状(固溶化)にして、漏洩量を抑制しつつ安定

した応答性が維持できる内部液無補充型構造である。このことにより、KCl 内部液の試料液への漏洩速度を安定化させ、長期間安定した値が得られる。また、電極の寿命の長期化(70℃にて連続10日間以上)も同時に図れる。

- d. 内部電極(銀/塩化銀電極)から KCl 内部液への銀イオンの溶出を抑制するために、内部電極をイオン交換膜で被覆する構造とした。また、KCl 内部液へ溶出した銀イオンと試料水中の還元性雰囲気や還元性物質による反応を抑制し、かつ還元された微小な銀の析出・付着によるテフロンジャンクションの目詰まり防止するために、ペースト状 KCl 内部液に陽イオンと反応するキレート剤を混入している。

ii. 仕様

- a. 電極 ; 銀/塩化銀電極(ダブルジャンクション型)
(Ag/AgCl/KCl/試料溶液)
- b. 内部液 ; 内部電極: 飽和塩化銀(AgCl)溶液
外部電極: 飽和塩化カリウム(KCl)溶液(ゲル化処理)
キレート剤入ペースト状 KCl 添加
内部液量: 6.8 mL
- c. ジャンクション ; イオン交換膜、ポアラス状テフロン樹脂
- d. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70℃ (ただし、凍結しないこと)
- e. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70℃
- f. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm² (対水圧; max. 150 kgf/cm²)
- g. 接液部材質 ; PTFE(テフロン)、PPS(ポリフェニルサルファイド)

iii. 構造

- a. 内部電極 ; イオン交換膜被覆塩化銀電極
- b. 外筒 ; φ16 mm ポアラステフロン、テフロン樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 : 197.0 mm (ピン長除く: 185.0mm)
接液部: 155.4 mm
- d. 耐圧機構 ; 自己圧バランス型(テフロン樹脂製外筒)
- e. 取付部圧力シール ; JAS01013-0リングシール
(対水圧; 150 kgf/cm²規格)
- f. リード(出力) ; コネクタ(4ピン)リードアウト

iv. 形状

図 4-1-2 に参照電極の外形状と構造の概要を示した。

③ORP/Eh・pS作用電極

i. 特長

- a. 電極4種を一体化した。
- b. 剛構造で対水圧150 kgf/cm²以上を有する。
- c. 各金属電極をエポキシ樹脂接着剤で固定し、剛構造を強化した。
- d. 電極の接液部を平滑な平面にし、電極表面の清掃を容易にした。

ii. 仕様

ア. ORP作用電極

- a. 測定方式 ; 金属電極法(3種類)

- 白金 (Pt)、金 (Au)、グラシーカーボン (GC)
- b. 参照電極 ; 銀/塩化銀電極 (ダブルジャンクション型 ; 仕様は前述)
ORP/Eh 作用電極 3 種と pS 作用電極の共用
- c. 測定範囲 ; -1,000 ~ 1,000 mV
- d. 測定精度 ; ± 10 mV (等価入力にて)
- e. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70 °C (ただし、凍結しないこと)
- f. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70 °C 以上
- g. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm² (対水圧 ; max. 150 kgf/cm²)
- h. 接液部材質 ; Pt、Au、GC、PTFE (テフロン)、FPM (バイトン)、PPS (ポリフェニルサルファイト)、EP (エポキシ樹脂接着剤)
- ii. pS 作用電極
- a. 測定方式 ; イオン電極法
硫化銀電極
- b. 参照電極 ; 銀/塩化銀電極 (ダブルジャンクション型 ; 仕様は前述した)
pS 作用電極と ORP/Eh 作用電極 3 種の共用
- c. 測定範囲 ; 0 ~ -1,000 mV
- d. 測定精度 ; ± 5 mV (等価入力にて)
- e. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70 °C (ただし、凍結しないこと)
- f. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70 °C 以上
- g. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 gf/cm² (対水圧 ; max. 150 kgf/cm²)
- h. 接液部材質 ; Ag₂S、PTFE (テフロン)、FPM (バイトン)、PPS (ポリフェニルサルファイト)、EP (エポキシ樹脂接着剤)
- iii. 構造
- a. 内部電極 ; ガラス電極 : 銀電極
参照電極 : イオン交換膜被覆銀/塩化銀電極
- b. 外筒 ; φ16 mm ポーラステフロン、テフロン樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 : 197.0 mm (ピン長除く : 185.0 mm)
接液部 : 155.4 mm
- d. 耐圧機構 ; ガラス電極 : 剛構造型 (ガラス筒)
参照電極 : 自己圧バランス型 (テフロン樹脂製外筒)
- e. 取付部圧力シール ; JAS01013-リングシール
(対水圧 ; 150 kgf/cm² 規格)
- f. リード (出力) ; コネクタ (4ピン) リードアウト

iv. 形状

図 4-1-3 に ORP/Eh-pS 作用電極の外形状と構造の概要を示した。

④低レンジ用 EC 電極

i. 特長

- a. 精度・強度を保ったまま、電極の小型化をなした。
- b. 0 ~ 2,000 μS/cm (0 ~ 200mS/m) の範囲を所定の精度で測定できる。

ii. 仕様

- a. 測定方式 ; 交流 2 電極式
- b. セル定数 ; 0.5
- c. 測定範囲 ; 0 ~ 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25℃として)
- d. 測定精度 ; $\pm 2\%$ FS (常温 ; 0.002mol/L-KCl 標準液にて)
- e. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70 ℃ (ただし、凍結しないこと)
- f. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70 ℃以上
- g. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm^2 (対水圧 ; max. 150 kgf/cm^2)
- h. 接液部材質 ; SUS316、PPS (ポリアエチレンスルファイド)

iii. 構造

- a. 電極 ; $\phi 16$ mm のエポキシ樹脂内に埋込
- b. 外筒 (軸部) ; $\phi 16$ mm PPS 樹脂製外筒
検出部に PPS 樹脂製窓付きカバーを装着
- c. 長さ ; 全長 : 102.0 mm (ピン除く : 90.0 mm)
接液部 : 60.0 mm
- d. 耐圧機構 ; 剛構造型
- e. 取付部圧力シール ; JAS01013-オリングシール

iv. 形状

図 4-1-4 に低レンジ用 (交流 2 電極式) EC 電極の外形状と構造の概要を示した。

⑤高レンジ用 EC 電極

i. 特長

- a. 電磁式電極の耐久性能を向上させる。
- b. 0 ~ 100,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0 ~ 10,000 mS/m) の範囲を所定の精度で測定できる。

ii. 仕様

- a. 測定方式 ; 電磁誘導方式
- b. セル定数 ; 25
- c. 測定範囲 ; 0 ~ 100,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25℃として)
- d. 測定精度 ; $\pm 2\%$ FS (常温 ; 0.5mol/L-KCl 標準液にて)
- e. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70 ℃ (ただし、凍結しないこと)
- f. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70 ℃以上
- g. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm^2 (対水圧 ; max. 150 kgf/cm^2)
- h. 接液部材質 ; PPS (ポリアエチレンスルファイド)、PVDF (フッ化ビニリデン)

iii. 構造

- a. 電極 ; $\phi 26$ mm のエポキシ樹脂内埋込、PVDF 樹脂被覆
- b. 外筒 (軸部) ; $\phi 18$ mm PPS 樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 : 133.0 mm (ピン除く : 121.0 mm)
接液部 : 91.4 mm
- d. 耐圧機構 ; 剛構造型
- e. 取付部圧力シール ; JAS01013-オリングシール

iv. 形状

図 4-1-5 に高レンジ (電磁誘導式) EC 電極の外形状と構造の概要を示した。

⑥温度電極

i. 特長

- a. 剛構造にて 150 kgf/cm²以上の耐圧性能を有する。
- b. 仕様を満たす性能を有する。
- c. 校正時の本体部の熱伝導性が小さく、指示安定性と応答性が高い。

ii. 仕様

- a. 測定方式 ; 白金抵抗測温体 (Pt100Ω)
基準抵抗素子の R₁₀₀/R₀ 値 ; 1.3850
階級 ; A 級
導線方式 ; 3 導線式
測定電流 ; 2 mA
- b. 測定範囲 ; 100.0 ~ 138.5 Ω (0 ~ 100℃)
- c. 測定精度 ; ± 0.2 °C
- d. 使用温度範囲 ; 0 ~ 70 °C (ただし、凍結しないこと)
- e. 耐熱温度範囲 ; 0 ~ 70 °C 以上
- f. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm² (対水圧 ; max. 150 kgf/cm²)
- g. 接液部材質 ; SUS316、PPS

iii. 構造

- a. 電極 ; 切削成型した SUS316 棒内に内蔵。
φ 2 mm の孔内に導電性シリコングリースで封入。
- b. 外筒 (軸部) ; φ 18 mm PPS 樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 : 92.0 mm (ピン除く : 80.0 mm)
接液部 : 50.4 mm
- e. 耐圧機構 ; 剛構造型
- f. 取付部圧力シール ; JAS01013-Oリングシール

iv. 形状

図 4-1-6 に温度電極の外形状と構造の概要を示した。

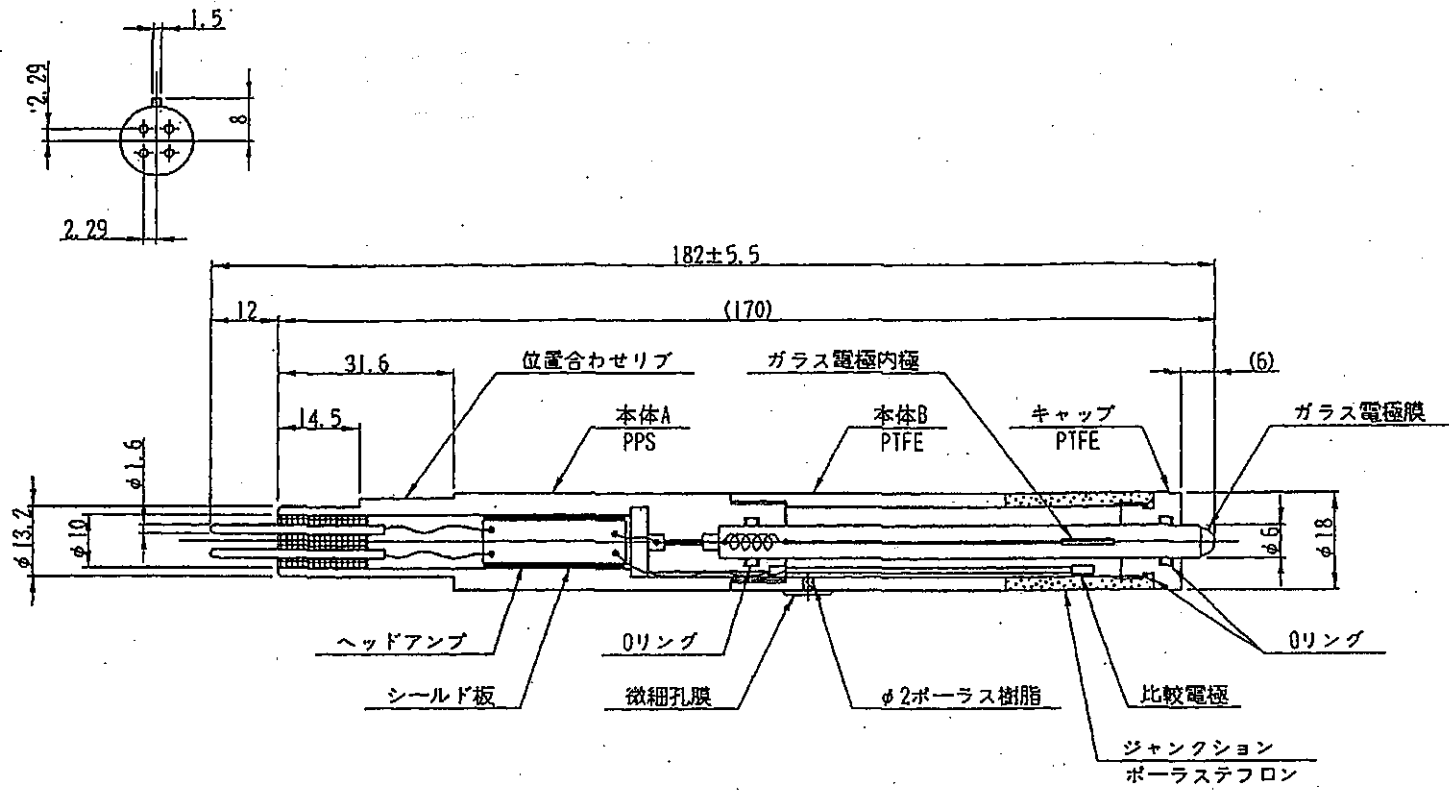


図 4-1-1 pH電極の外形状と構造の概要

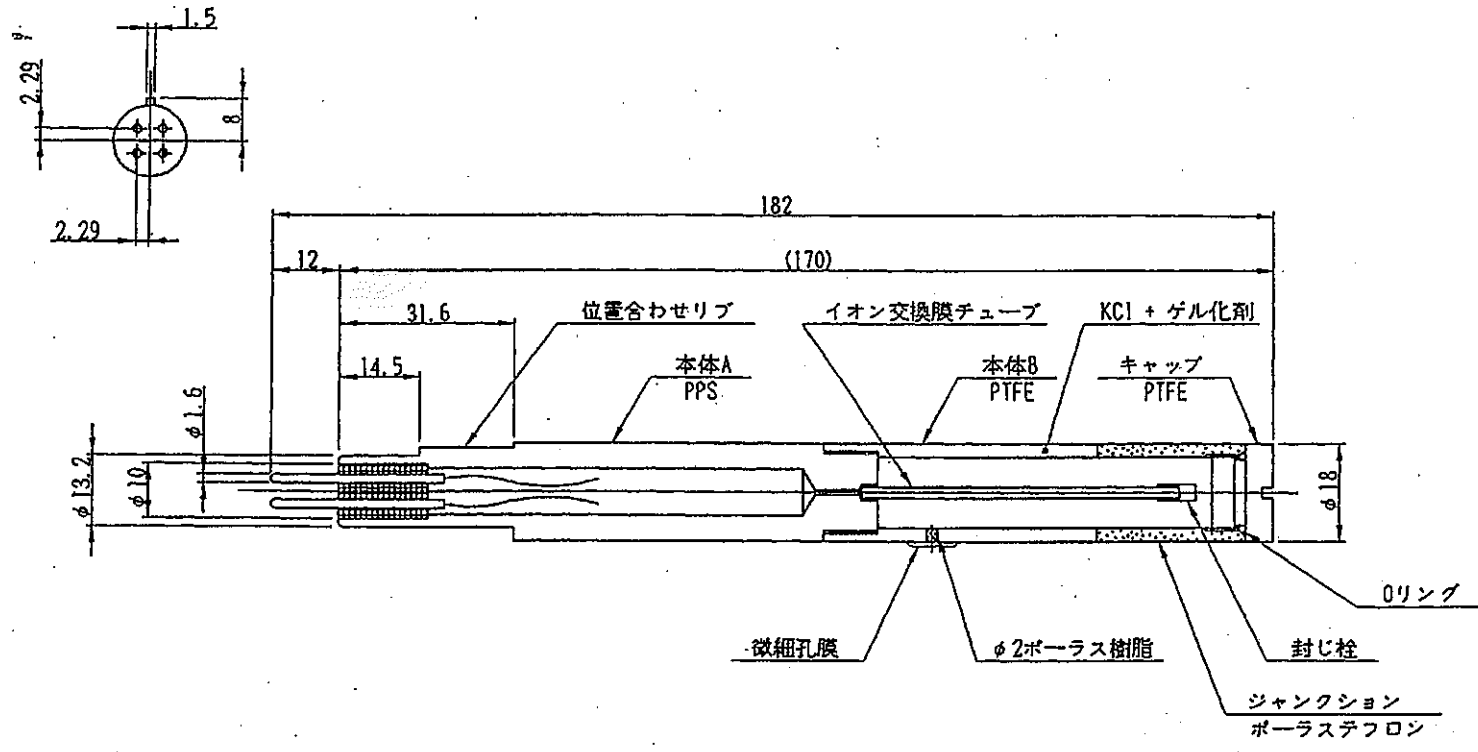


図 4-1-2 参照電極の外形状と構造の概要

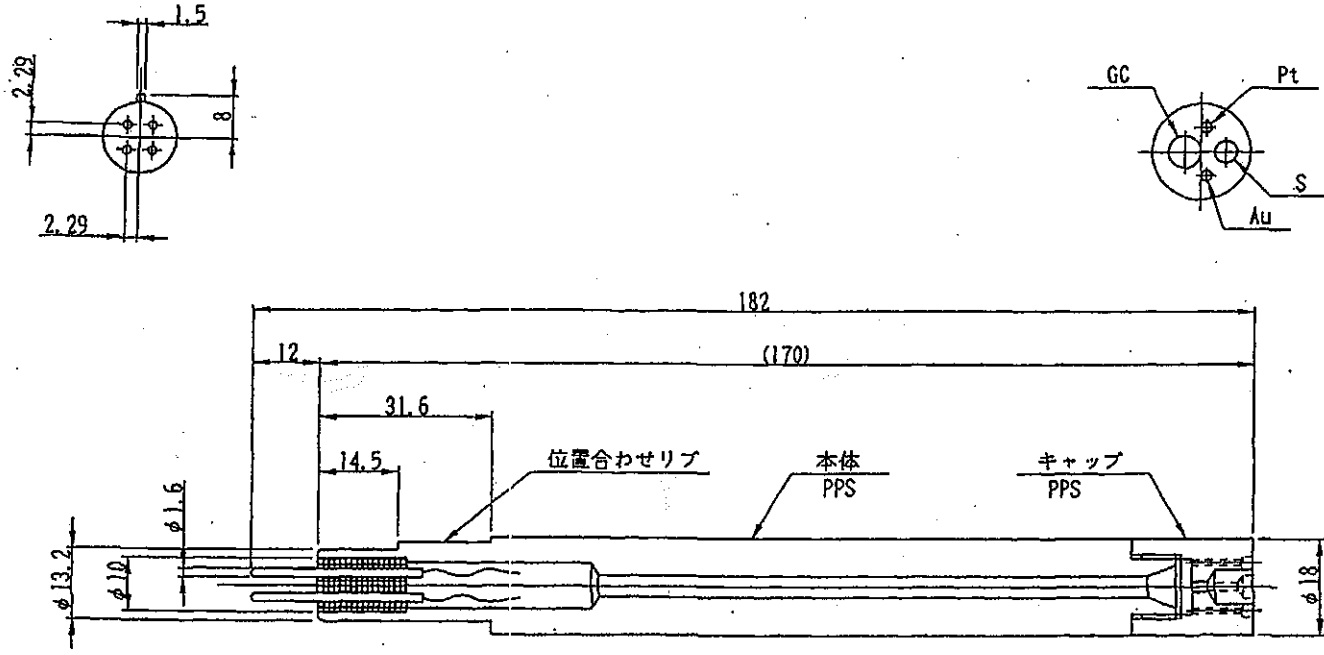


図 4-1-3 ORP/Eh·p·S作用電極の外形状と構造の概要

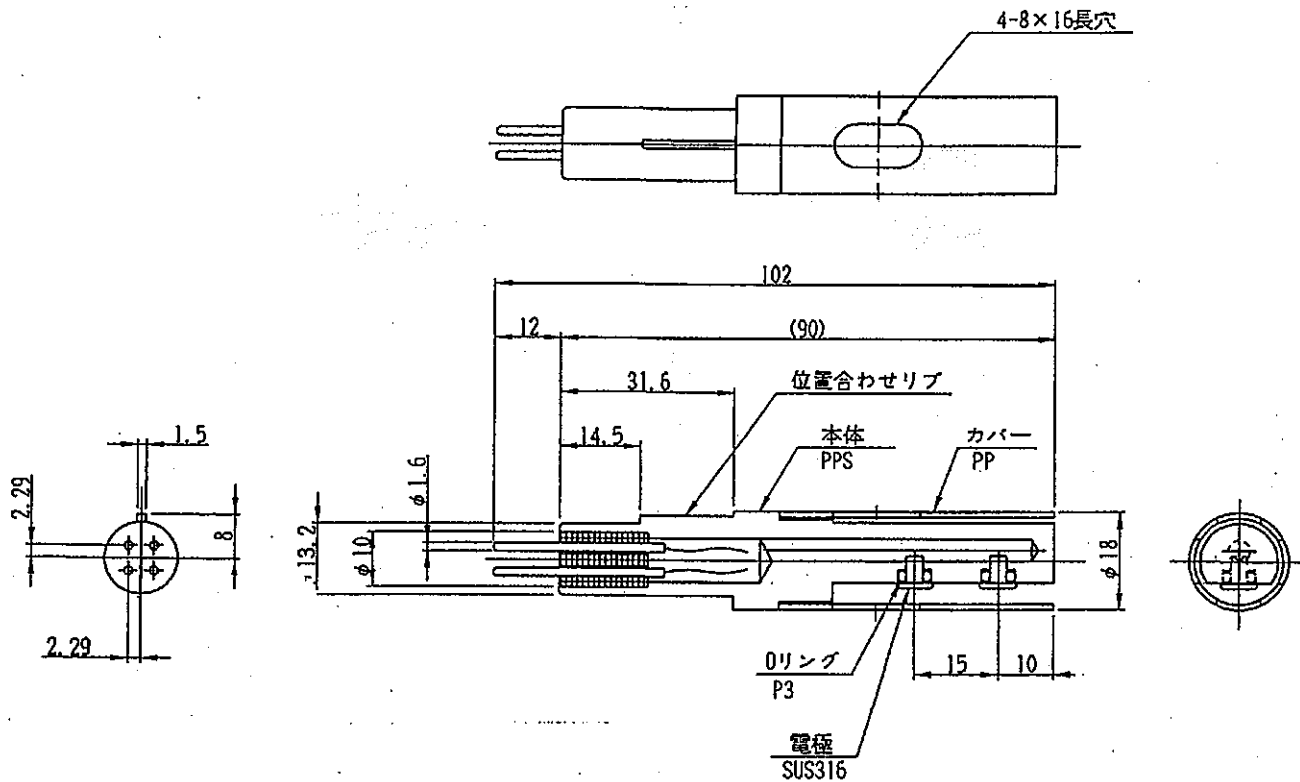


図 4-1-4 交流2電極式電極の外形状と構造の概要

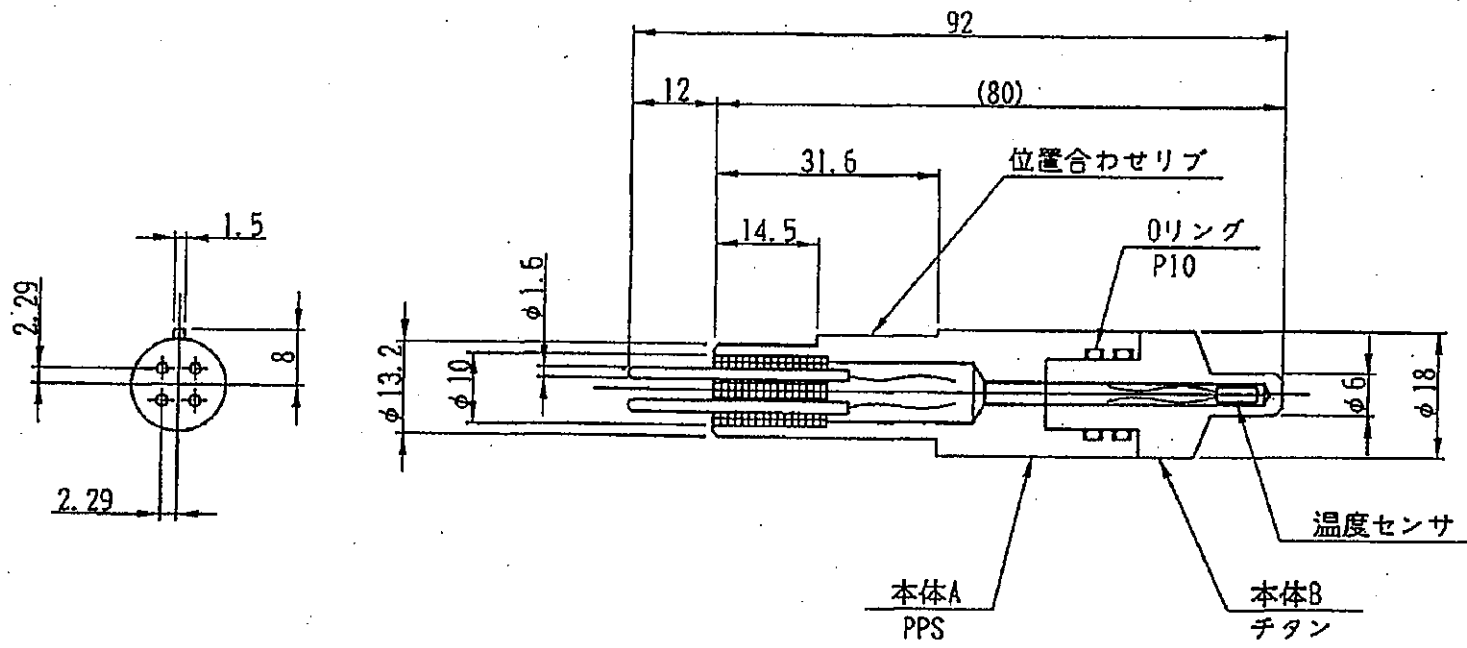


図 4-1-6 温度電極の外形状と構造の概要

(5) 製作したセンサーブロックの仕様、構造と特長

①センサーブロックの形状と構造

- a. 電極を装着するセンサーブロックの個数を2個とし、上部と下部のそれぞれから電極を向かい合わせで装着する形状とした。
- b. 電極のセンサーブロックへの装着部は、4ピンのセラミック製のハーメチックコネクタとし、ブロック側をハーメチック構造として電装部分を隔離、シールする方式とした。また、ブロック側を凹型のコネクタとし、凸型の電極側のピンも固定されて遊びがないため、装着操作と接触性を高めるために凹型ピンをスプリング方式とした。
- c. 1個のセンサーに3本の電極を挿入・固定することとし、上下の各ブロックにはそれぞれ次の電極を装着する。
 - i. 上側；電極内に内部液を要する電極とそれと対をなす次の電極とした。

(a) pH複合電極	1本
(b) ORP/Eh・pS作用電極	1本
(c) 参照電極	1本
 - ii. 下側；電極内に液体を持たない固体電極とした。

(a) 高レンジ用EC電極	1本
(b) 低レンジ用EC電極	1本
(c) 温度電極	1本

センサーブロックと電極との圧力シールには、2段のOリングを用いる。

②電極の装着の方法

- a. 上部センサーブロックに装着される3本の電極は、いずれも外径がφ16mmと一定であるので、装着の順序等の制約はない。しかし、コネクタピンの位置が決められているので、誤接続防止のためにガイド溝を設けた。
- b. 下部センサーブロックに装着される3本の電極のうち、高レンジ用EC電極の検出部が軸部分よりも大きく片側につき出ているため、この電極は最後に装着し、最初の取り外すこととなる。上部と同じく、誤接続防止のためにガイド溝を設けた。
- c. 装着の状況を次の図4-2に示した。

③センサー部の構造

i. ケーブル類の配線

- a. 電源供給ラインであるDC24VとDC12Vの4本の電源ケーブルについては、2個のセンサーブロック間をSUSパイプ(外径φ8mm、内径φ6mm)内を通す。このパイプは溶接にて両側のブロックに接続している。
- b. 通信用ケーブル4本と下部ブロック側の電極からの出力用ケーブル10本は、電源とは別のもう1本のSUSパイプ(外径φ8mm、内径φ6mm)内を通してアンプ側に渡す。

ii. センサーブロック間の固定

- a. 上下2個のセンサーブロックについては、配線用パイプの他2本のセンサーラダーにて固定され、パイプ接続部の保護とセンサー部の強度維持に用いる。

b. 測定時には、外筒がセンサー部の強度支持材となる。

(c) スペーサーの装着

a. センサー部内の空隙容積の減少と試料水流の制御のために、PPS樹脂製のスペーサーを電極装着後の空隙部に装着固定する。

b. 装着するスペーサーには、試料水流が電極の検出部を通過するように、流水路を設ける。このスペーサーは、センサーラダーにビスにて固定する。

iii. 形状

センサーブロックの概要図を図 4-3 に示した。

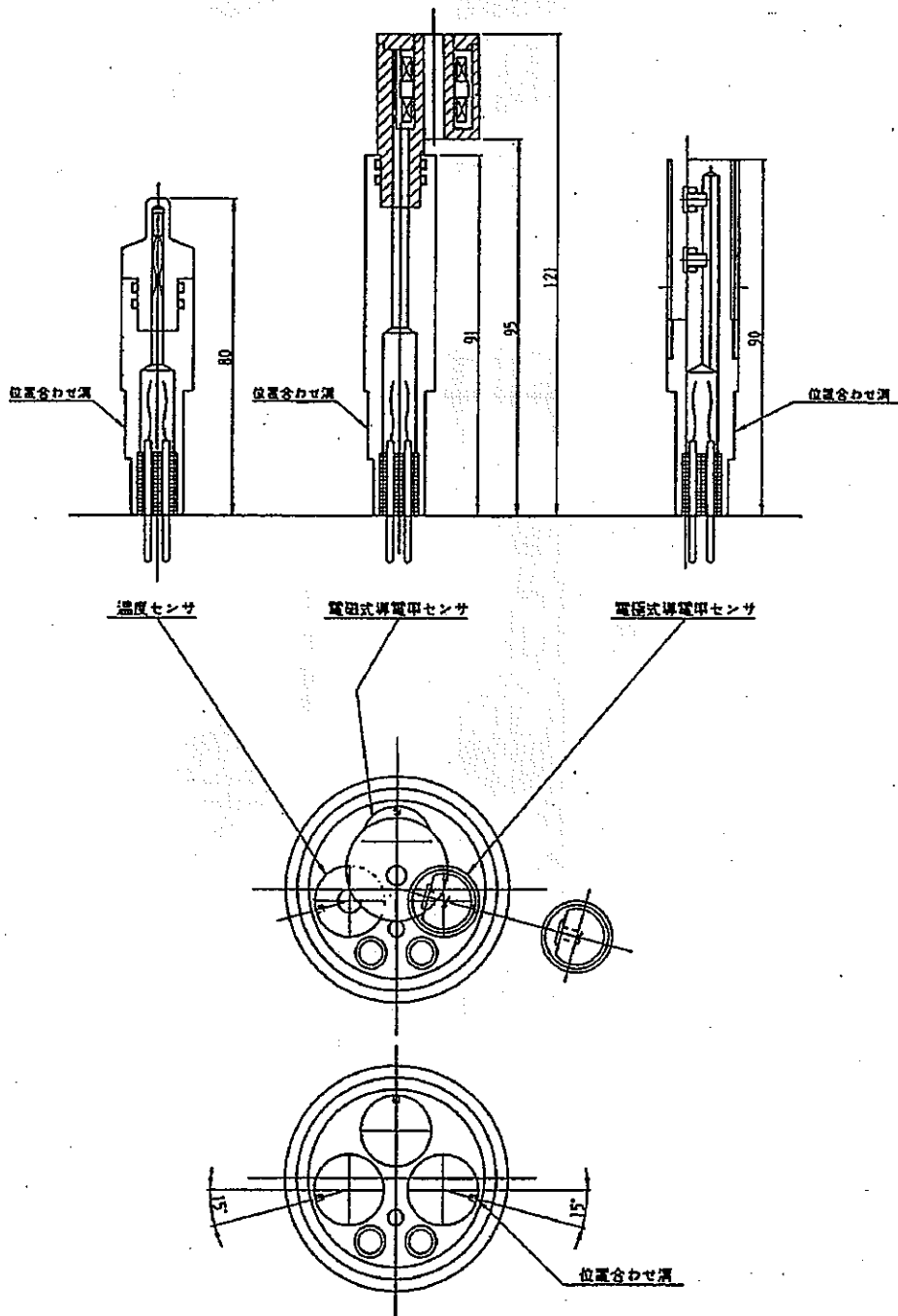


図 4-2 センサーブロックへの電極の装着状況図

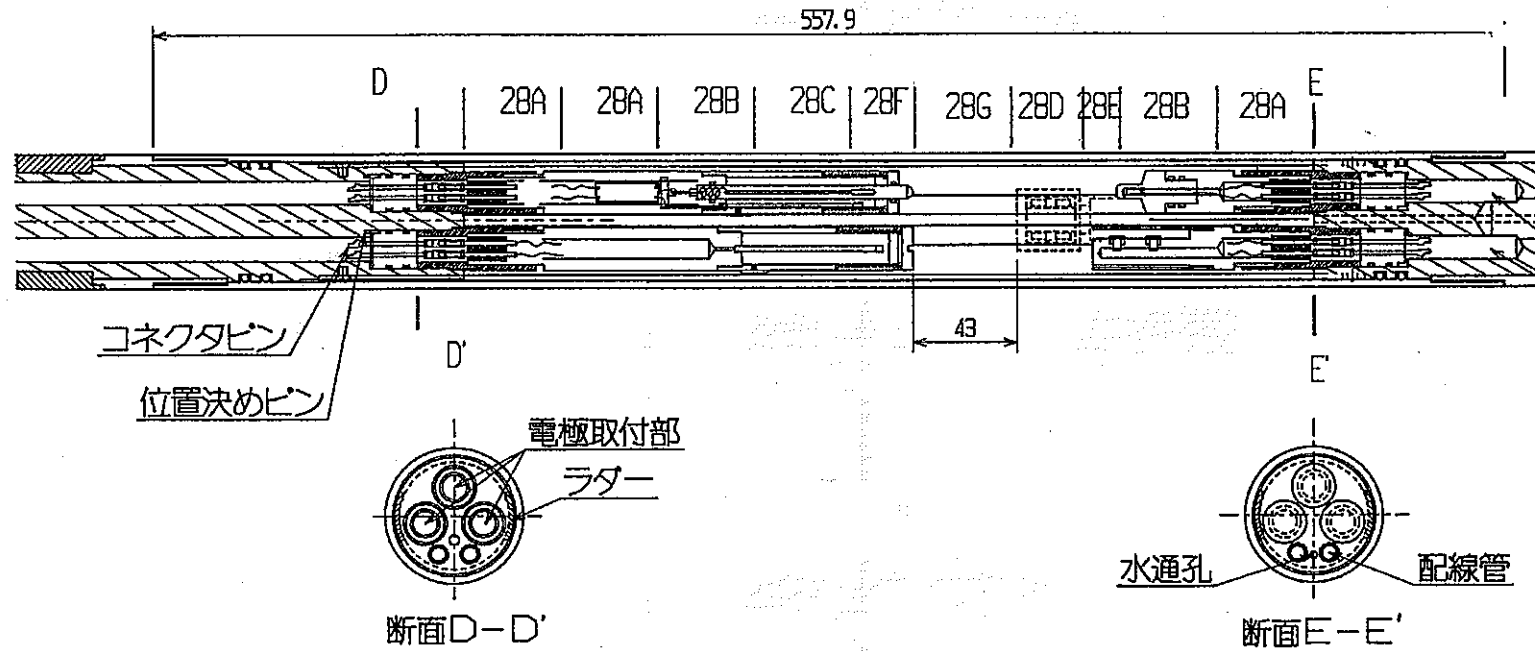


図 4-3 センサー部の構造概要図

4.2.2 アンプ部

(1) アンプ部の構成

アンプ部は次の7枚のアンプ基板からなる。

- ① pH用アンプ基板
- ② Eh/ORP (Pt) およびORP/Eh用共通部アンプ基板 (Eh/ORP1 ; 1ch)
- ③ Eh/ORP (Au) およびORP/Eh (GC) 用アンプ基板 (Eh/ORP2 ; 2, 3ch)
- ④ pS用アンプ基板
- ⑤ 交流2電極式EC用アンプ基板 (EC1)
- ⑥ 電磁誘導式EC用アンプ基板 (EC2)
- ⑦ 温度用アンプ基板

(2) アンプ部の仕様

アンプ部全体の仕様は以下の通りである。

① アンプ部の大きさ

- (a) アンプ格納部の長さ ; 610 mm
- (b) アンプ部の最大外径 ; $\phi 46$ mm

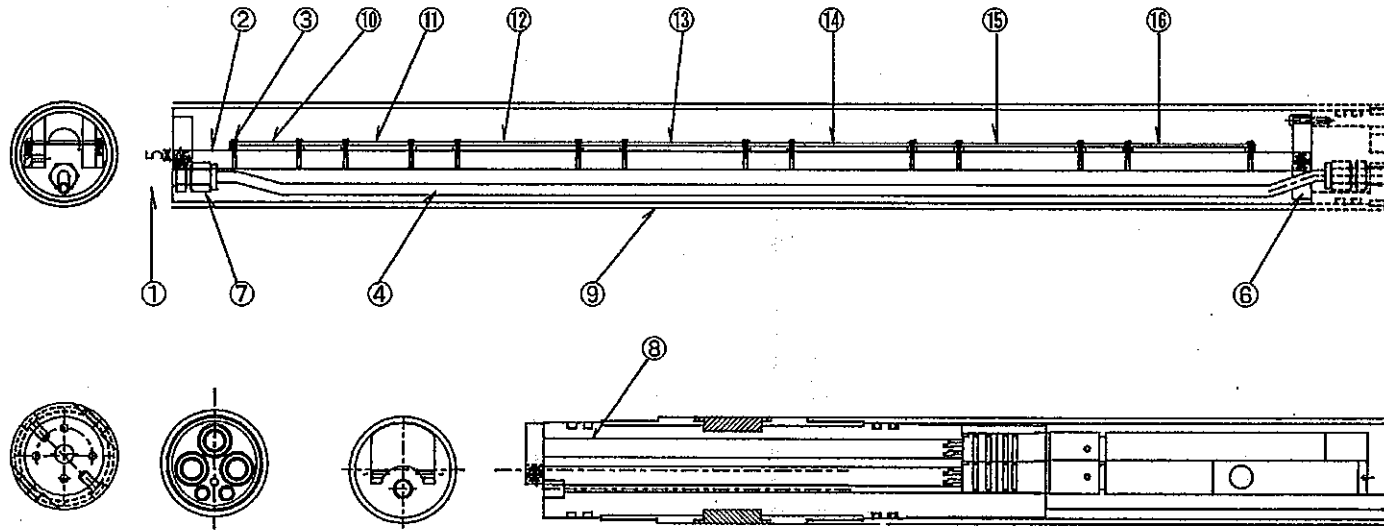
② アンプ部の構造と各部の名称

アンプ部の構造図と各部の名称を、図4-4に示した。

アンプ部は、センサー部との仕切りである切り替えボディと、データ処理部との仕切りであるアンプ上部ボディとに挟まれた、全長610mmの部分である。

この部分の中央に、長さ70mmの基板5枚と長さ40mmの基板2枚の計7枚のアンプ基板が、結線用の20mm間隔をあけてアンブラダー上に一列に並び、試料水用配管であるSUS管がアンプ基板と並行して通る構造である。

電極からの検出電位は、個別に専用のシールドケーブルにて各アンプ基板に入力され、各センサーの測定範囲に応じた0~3Vの直流電圧に変換し、データ処理部に出力される。アンプの電源には、外部(地上)から送られるDC12Vの約150mAを用いる。



番号	名 称	番号	名 称	番号	名 称
1	アンプ上部ブロック	7	スウェットロック式ハーフユニオン	12	交流2電極式EC用基板
2	アンブラダー	8	切り替えボディ	13	pS用基板
3	アンプ基板固定ビス	9	アンブケーシング	14	ORP2(2ch)用基板
4	水ラインSUSパイプ	10	温度用基板	15	ORP1(1ch)用基板
5	アンプ基板ブレ止め	11	電磁誘導式EC用基板	16	pH用基板
6	アンブラダー取付け金具				

図4-4 アンプ部の構造と各部の名称

(3) アンプ基板の仕様

製作し、ユニットに装着したアンプ基板の仕様を共通仕様と個別仕様に分け、次の表 4-2-1 と表 4-2-2 に、形状については図 4-5-1～図 4-5-7 に示した。

表 4-2-1 アンプ基板の共通仕様

項目	仕様
基板の大きさ	縦：70 mm×横：41 mm 縦：40 mm×横：41 mm
基板の厚さ	1.6 mm
基板の材質	エポキシ樹脂
部品の実装	両面実装
実装部の最高高さ	表側；13 mm、裏側；16 mm
使用電源	DC 12V × 20 mA/枚 DC/DC コンバーターにて各電源をアイソレート
入力インピーダンス	100kΩ以上
出力	DC 0 ～ 3 V DC/DC コンバーターにて各出力をアイソレート
精度	±1%以内
使用温度範囲	0 ～ 70 ℃
使用湿度範囲	0 ～ 90 % (結露しないこと)
保存温度範囲	0 ～ 70 ℃

表 4-2-2 アンプ基板の個別仕様

基板の種類	仕様	形状
pH	項目、範囲； pH 0 ～ 14 pH 大きさ； 70 mm × 41 mm	図 4-5-1 参照
Eh/ORP 1ch	項目； Eh/ORP×1ch (Pt) 測定範囲； -1,000 ～ +1,000 mV 大きさ； 70 mm × 41 mm	図 4-5-2 参照
Eh/ORP 2, 3ch	項目； Eh/ORP×2, 3ch (Au, GC) 測定範囲； -1,000 ～ +1,000 mV 大きさ； 70 mm × 41 mm	図 4-5-3 参照
pS	項目、範囲； pS -1,000 ～ 0 mV 大きさ； 70 mm × 41 mm	図 4-5-4 参照
EC1 (2電極式)	項目、範囲； EC 0 ～ 2,000 μS/cm 大きさ； 70 mm × 41 mm	図 4-5-5 参照
EC2 (電磁式)	項目、範囲； EC 0 ～ 100,000 μS/cm 大きさ； 40 mm × 41 mm	図 4-5-6 参照
温度	項目、範囲； 水温 0 ～ 100 ℃ 大きさ； 40 mm × 41 mm	図 4-5-7 参照

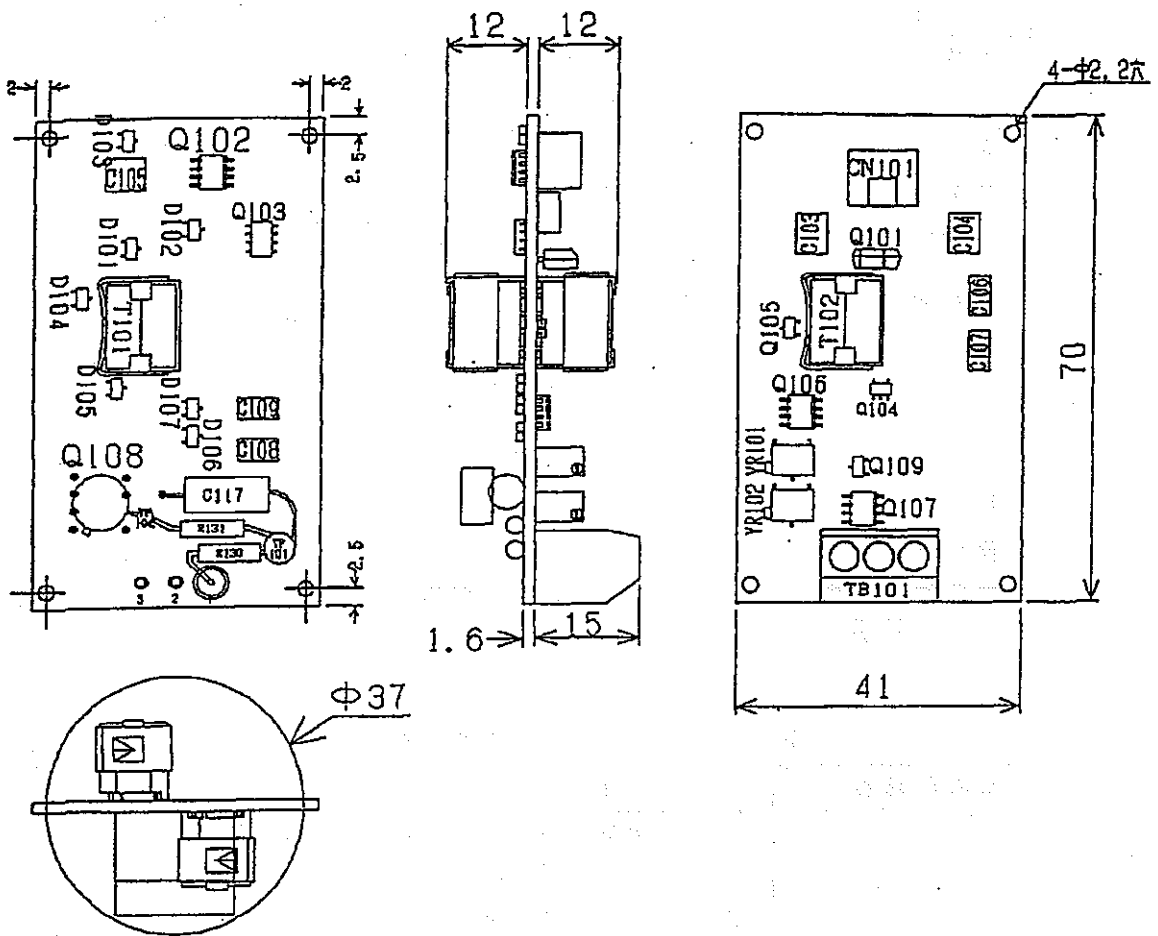


図 4-5-1 pH用アンプ基板の外形状と構造の概要

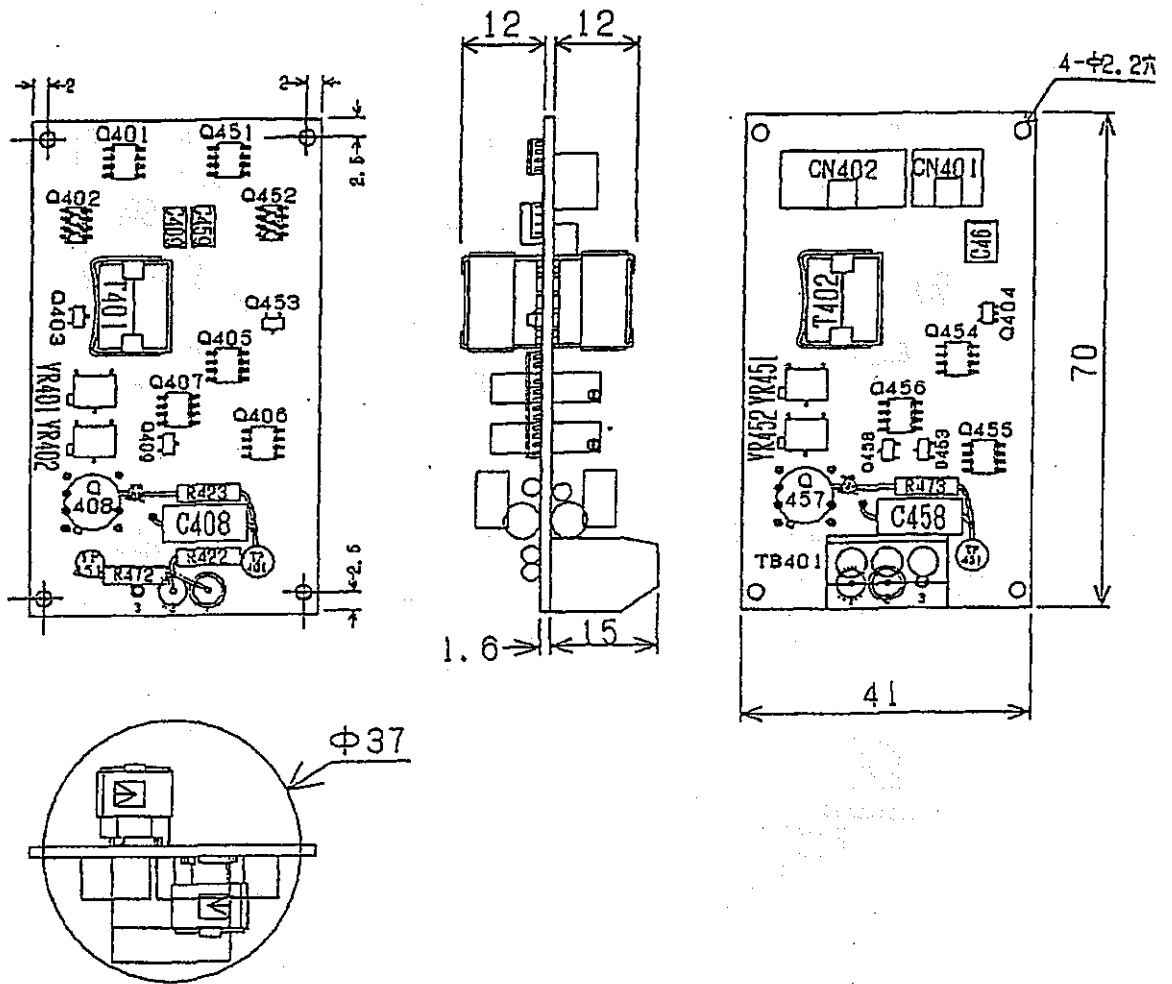


図 4-5-3 ORP/Eh 2 (2, 3ch) 用アンプ基板の外形状と構造の概要

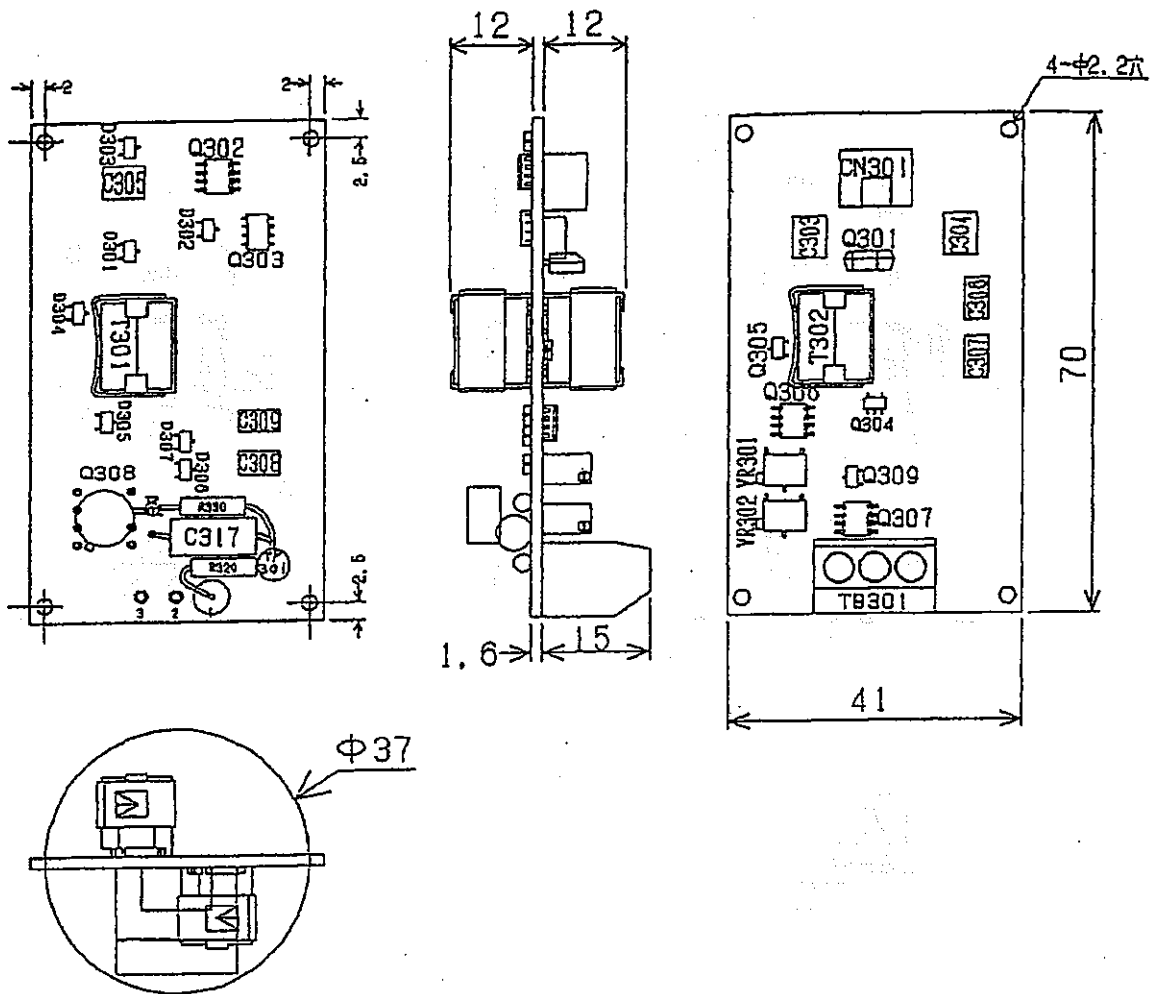


図 4-5-4 p S用アンプ基板の外形状と構造の概要

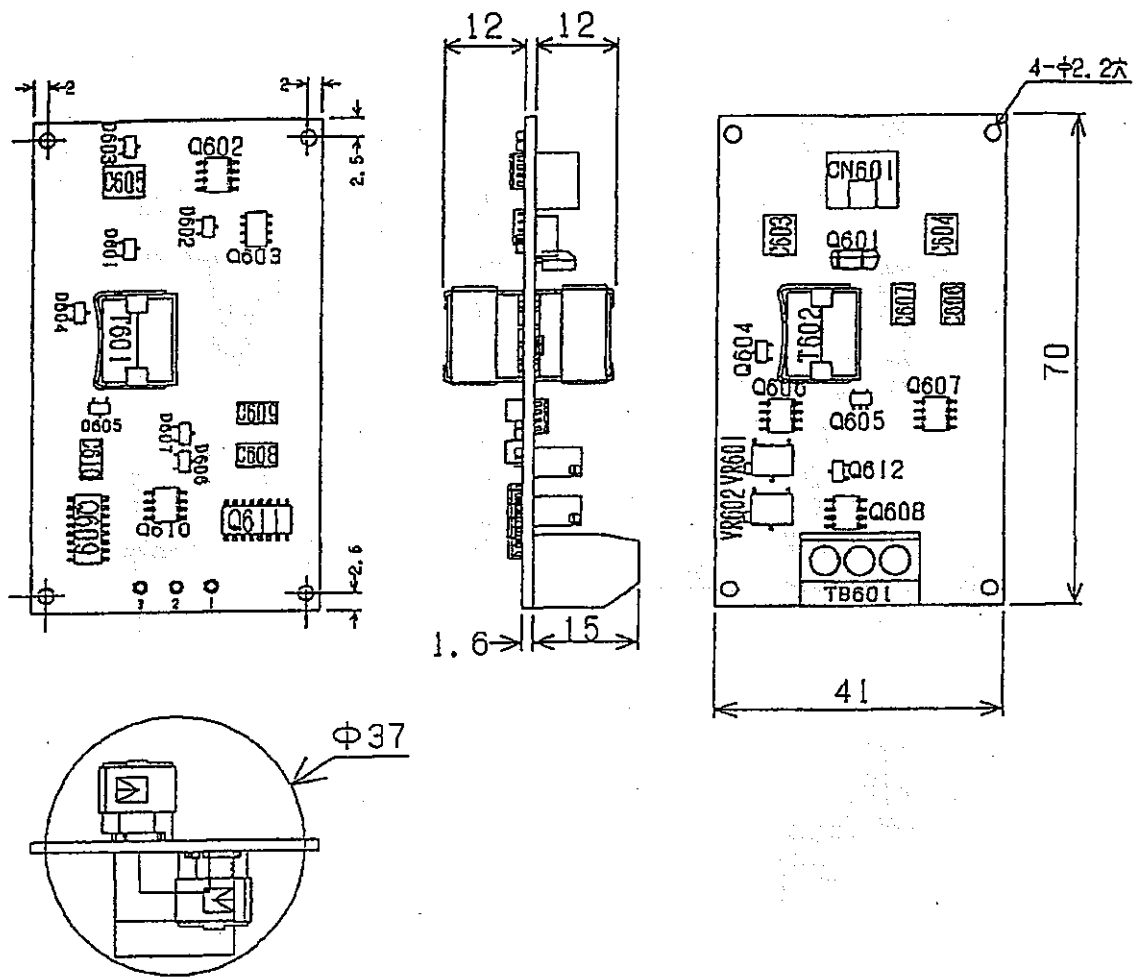


図 4-5-5 EC1 (交流 2 電極式) 用アンプ基板の外形状と構造の概要

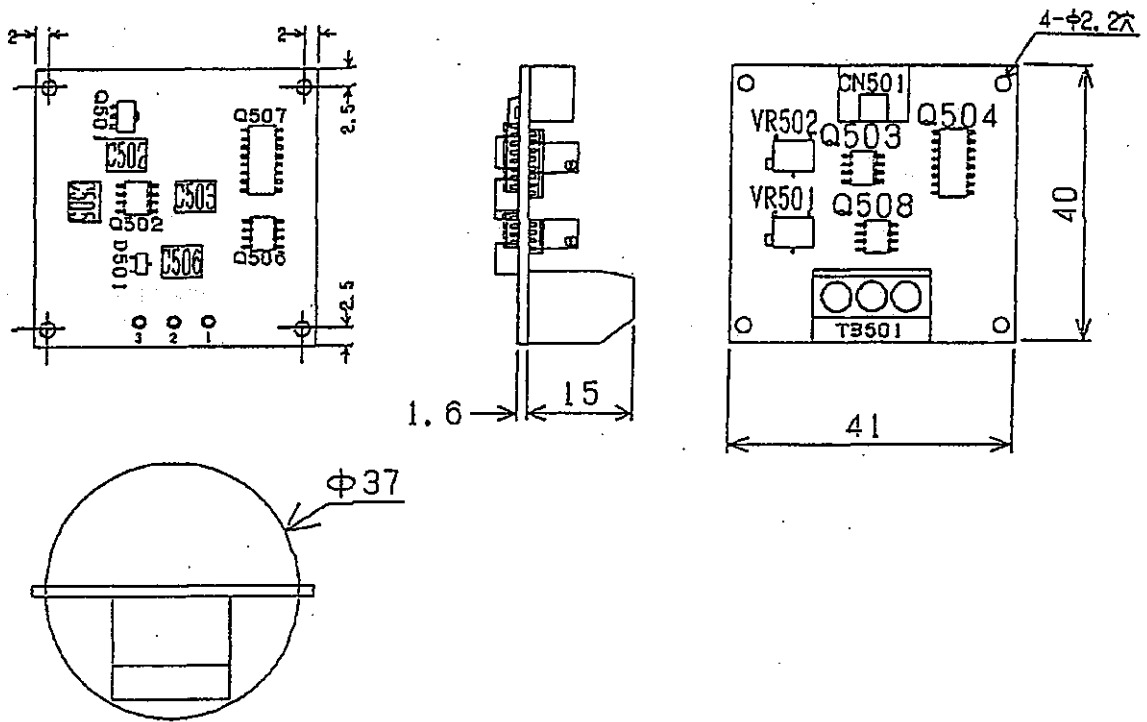


図 4-5-6 EC2 (電磁誘導式) 用アンプ基板の外形状と構造の概要

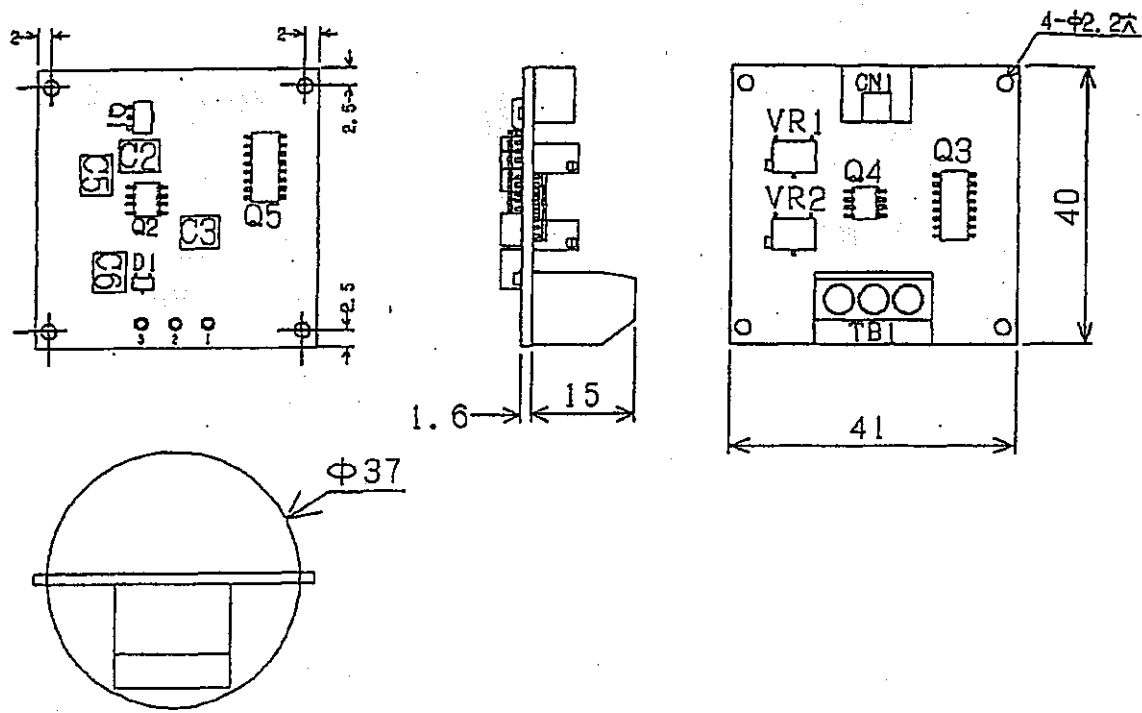


図 4-5-7 温度用アンプ基板の外形状と構造の概要

4.2.3 データ処理部

(1) データ処理部の構成

データ処理部は、測定電位処理装置である入力絶縁型の 8ch-A/D コンバータ回路と CPU 回路各 1 台ずつを装着した基板と、データ送信装置である RS-485 回路 1 基を装着した基板の 2 種類からなる。各基板は、各処理機能部を配したメイン基板と、絶縁型の DC/DC コンバータの電源部と信号入力ターミナルを配したサブ基板からなる。これらの 1 対 2 枚になった 2 種類の基板で構成されている。

(2) データ処理部の機能と仕様

① 基板の機能

データ処理基板では、アンプからの 8 種の測定変換電位を、順次アナログ電位からデジタル値に変換して処理する機能とともに、地上部への長距離データ送信する機能を有する。

② 基板の仕様

データ処理機能部からなるメイン基板と、電源部を構成するサブ基板のいずれも片面のみの部品実装であり、1 対にして使用する。

基板の仕様を表 4-3 に、概要を図 4-6-1 に示した。

表 4-3 データ処理基板の仕様

項目	仕様
CPU ROM RAM	H8/538 (日立) 16bit 32 kByt 32 kByt
A/Dコンバータ	10 bit 成分数 : 8 ch 入力レンジ : 0 ~ 3 V 16 bit 成分数 : 8 ch 入力レンジ : 0 ~ ±3 V
アナログ出力ポート 出力ポート 入力ポート	成分数 : 16 ch 成分数 : 8 ch (ISOLATE 出力) 成分数 : 8 ch (ISOLATE 入力) (接点信号入力・パルス入力不可)
通信部	成分数 : 1 ch (子局アドレスは 0 ~ 15 の 16 局設定可能) 電氣的仕様 : RS-485 1 : N マルチバス構成、4 本
電源	DC 12 V 1A
動作環境	温度 : -20 ~ 85 °C 湿度 : 0 ~ 90 % (結露なし)
大きさ	データ処理基板 : 200 mm × 45 mm × 2 枚

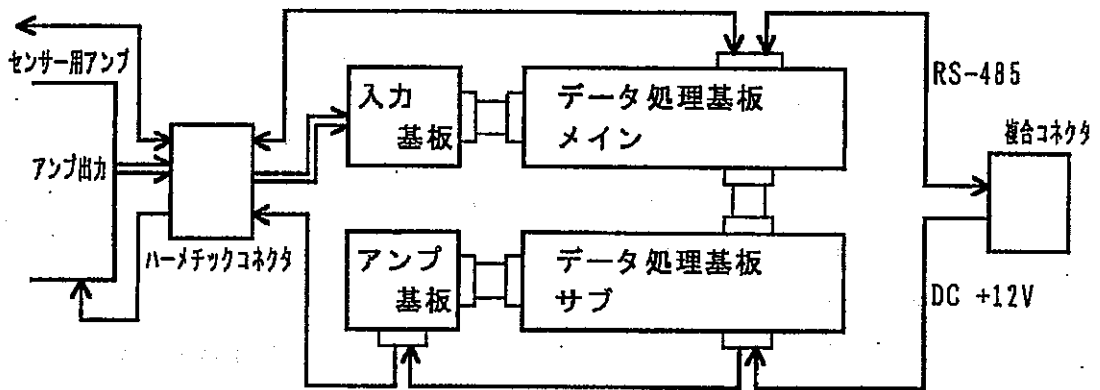


図 4-6-1 データ処理部基板の概要（配置）

(3) データ処理部の構造と各部の名称

データ処理部の構造図と各部の名称を、図 4-6-2 に示した。

データ処理部は、アンプ部との仕切りである切り替えボディと、上部複合コネクタ部とに挟まれた全長 280 mm の部分であり、検層ユニットの上部に位置する。

アンプ部の外筒を調整時に引き抜く構造であるため、データ処理部は上部複合コネクタとともに取り外すが、電極アンプからの出力ケーブルとアンプ用の電源ケーブルの接続に、切り替えボディのデータ処理部側に 26 ピンのガラスハーメチックコネクタを設け、アンプ部とデータ処理部の脱着が容易に行なえるようにした。

制御基板等の取付けは、データ処理部の中央に水回路を兼ねた基板取付けシャフトを置き、メイン基板とサブ基板を対にして装着・固定した。外筒は 150 kgf/cm² 以上の耐圧性能を有し、基板部はほぼ大気圧に保たれる。

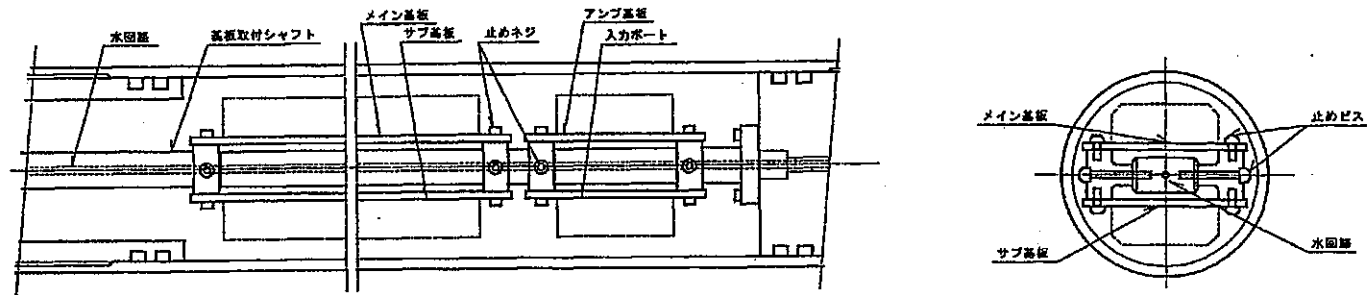
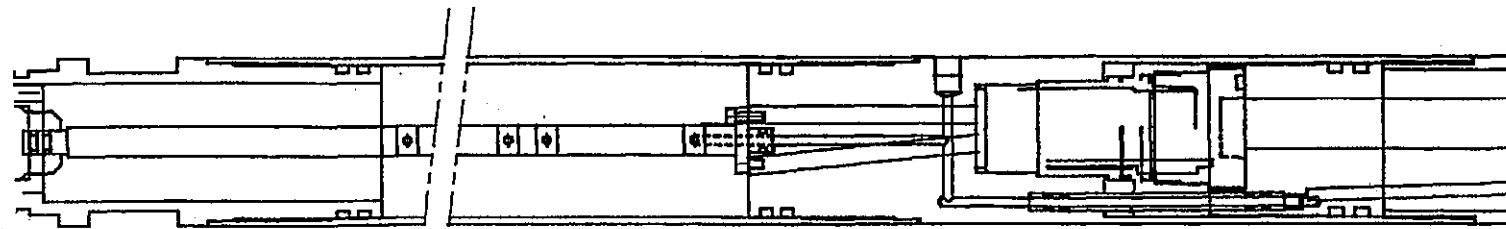


図 4-6-2 データ処理部の構造と各部の名称

4.2.4 外筒部

(1) 外筒部の構成

外筒部は検層ユニットのセンサー、アンプ等を保護する耐圧容器であり、試料水の通水と電源の供給及び測定信号の取り出し機能を有する、ユニットの外側部分全体の総称である。

外筒部は、両端部の複合コネクタ、各構成部を接続するジョイントブロック、外圧から保護する外筒と内部に設けた水とケーブル用の配管類、その他の取付け具等からなる。構成の概要は前出の図 3-1 の孔内システムの概要図を参照。

(2) 各部位の構造

①複合コネクタ部

電気系と水路系を同時に着脱するコネクタである。

i. 水路系の接続

水路系のコネクタとしては、平頭接合型のカプラーで液漏れが少なく、着脱が容易なノンスピルカプラを使用した。このノンスピルカプラ自身にはロック機構がないので、接続する連結部のねじ込み力で保持する。

ノンスピルカプラの諸元、機械的特性を表 4-4-1 と表 4-4-2 に示した。

表 4-4-1 ノンスピルカプラの諸元

方 式	平頭接合
	両端閉合
型 式	SPH04
記 号	5101 (p)
	2101 (s)
外 径	25.0 mm
内 径	5/32 インチ (4 mm)
断 面 積	12.5 mm ²
最大圧力	160 kgf/cm ²
バネ力	7.9 kg

表 4-4-2 マルチカプラの機械的特性等

項 目	仕 様
最大使用圧力	160 kgf/cm ²
漏れの量	0.02 cm ³
スプリング力	約 7.9 kg (ダブル)
バルブ機構	ダブル-シャット-オフ-バルブ
結合保持力	100 ~ 150 kgf
着脱力	70 kgf/cm ² 負荷時 ; 約 69 kgf

ii. 電気回路の接続

電気系のコネクタには、多面接触構造(マルチ-ラム-バンド)で接触抵抗が少ないため、接触不良が防げる耐久性の高いものを使用した。この低接触抵抗端子のマルチ-ラム-バンドの材質はベリリウム銅であり、スプリング特性を備えた優れたコンタクト素子である。低接触抵抗端子の径はφ 2 mm のものを使用した。

この低接触抵抗端子の電気的特性を表 4-4-3 に示した

表 4-4-3 低接触抵抗端子の電気的特性等

項 目		仕 様
電気的特性	連続通電電流	10 A
	テスト電圧	2 kV
	破壊電圧	5 kV
	接触抵抗	プラグ
ソケット		0.8 mΩ
許容温度		-20 ~ 80 ℃
通電可能温度範囲		-268 ~ 180 ℃

iii. 複合コネクタの遮水構造

本検層ユニットの複合コネクタには、100 kgf/cm² までの遮水機能を持たせることになっており、上・下部の各複合コネクタに以下の遮水構造を設けた。

a. 下部複合コネクタの遮水構造

本検層ユニットの下部複合コネクタには、収納時の長さの問題から3分割できる構造であり、下部複合コネクタの検層ユニットセンサー部側の連結部には、150 kgf/cm² 以上の耐圧性能を有するハーメチックコネクタが装着されており、既に仕様を満足する遮水構造を有するので設計変更等の処置を取らない。

b. 上部複合コネクタの遮水構造

データ処理基板格納部とユニット本体との間には、上記の下部複合コネクタと同じくハーメチックコネクタが装着されているが、上部複合コネクタとデータ処理基板格納部の間には、遮水構造がないために、次のように遮水ブロックを設けた。

ア. データ処理基板取付けシャフトの上部に、マルチカプラーを固定した遮水ブロックを設け、Oリングシールにて外筒部の内側との遮水耐圧力性を 100 kgf/cm² 以上持たせる構造とした。

イ. 電気系統については、上記の遮水ブロック内にポリアセタール樹脂で絶縁された接続ソケットをOリングでシールして埋込み、上端側はマルチ-ラム-バンドの電極ピンを挿し込む構造とした。下部側は接続ソケットに配線した端子を同様に挿し込んだ。

ウ. この遮水ブロックの設置により、電極部分の耐圧力性能がノンスピルカプラー部分よりもやや劣るが、 100 kgf/cm^2 の遮水耐圧性能を有することを試作品の試験にて確認した。

iv. 複合コネクタの構成

複合コネクタの構成図を図 4-7-1 に示した。

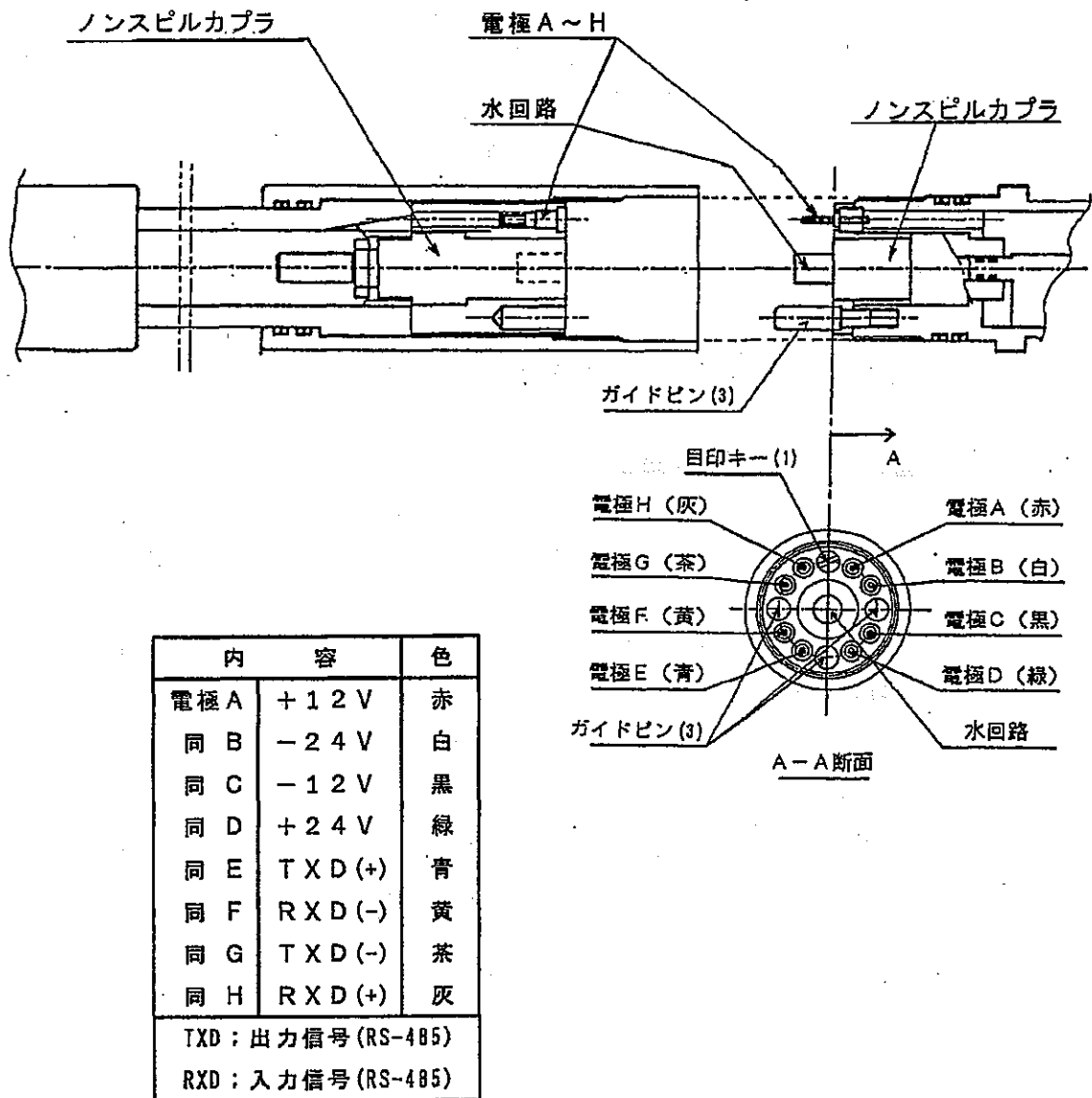


図 4-7-1 複合コネクタの構成

②複合コネクタとセンサー部の接続部分

センサーの交換や作動チェック時に、センサー部の外筒を取り除いて作業する必然性から、ユニット下部の複合コネクタとアンプ部を容易に着脱できる構造とした。

i. 接続部分の構成

接続部分の構成を図 4-7-2 に示した。

ii. 外筒の結合

下部の連結ボディ(下部複合コネクタと結合組立て)とアンプ部の外筒は、センサー下部ブロック部でOリングにより圧力シールされて接続する。両外筒の連結固定には、2分割のロックナットを複合コネクタとアンプ部の外筒のそれぞれにねじ込み、両ロックナットの間と同じく2分割したロックリングにて固定する。この2分割ロックリングには、ロックナット部分の脱落を防止するために、5mmの重なり部分(つば)を設けた。また、2分割ロックリングはお互いを固定ビスにて保持している。接続部の回転(ねじれ)を防止するために、外筒とセンサー下部ブロックを接続終了後に、5mmのセットボルト(ビス)にて固定する。

センサー部の外筒の引き抜きは、センサー部下部の2分割ロックリングとロックナットを外して、下部複合コネクタ部を取外した後、同様に上部でセンサー部とアンプ部を結合させている2分割ロックリングとロックナットを取外し、外筒を上部にずらしてセンサー下部ブロックのOリングを取り外し、その後外筒を下にずらしながら引き抜く。Oリングの取外しは、外筒の着脱時に、傷をつけ耐圧シール力を損なわないためである。

iii. 電気回路の着脱

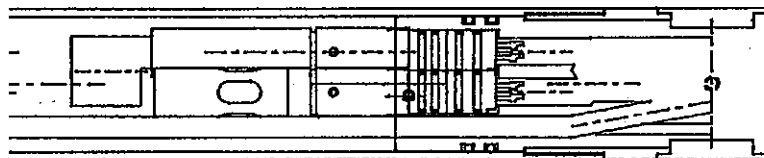
外筒の着脱は比較的頻繁に行なうので、電気回路についても着実な着脱と耐圧力性能の維持の為に、センサー下部ブロック側に、セラミック製の8ピンハーメチックコネクタを設けた。このハーメチックコネクタは、150 kgf/cm²以上の耐圧性と、1,000GΩ以上の絶縁抵抗を持つ。コネクタの着脱はガイドピンに沿って行なうので簡便で確実にこなせる。

iv. 水回路の着脱

ハーメチックコネクタと並んで設けた、水連結パイプの引き抜きで行なう。

このパイプのセンサー部側先端にねじが切っており固定されている。このパイプの圧力シールにはOリングを使用している。

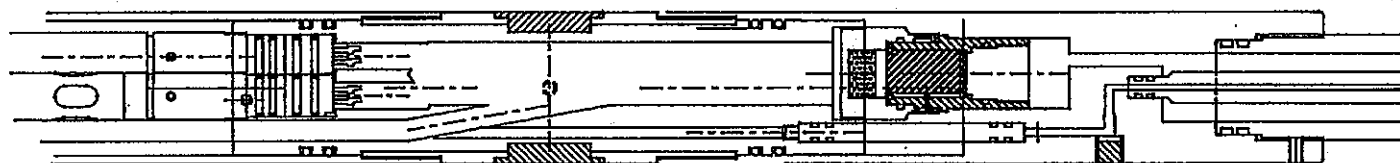
下部センサー(EC1, EC2, 水温) センサー下部ブロック



センサー下部ブロック

8ピンハーフィコネクタ

下部連結ボディー



下部複合コネクタ

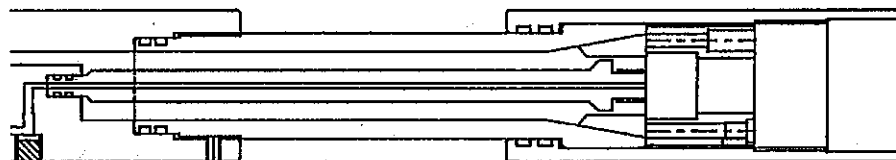


図 4-7-2 複合コネクタとセンサー部の接続部分の構成

③データ処理部とアンプ部の接続部分

上部複合コネクタ、データ処理部及び上部連結ボディは、通常は連結して組立ててあり、アンプ部のチェック等で外筒を取り外す時には、上部連結ボディとアンプ部上部ブロックとの接続部分を外す。

i. 接続部の構造

接続部の構造を図4-7-3に示した。

ii. 外筒の結合

基本的には、前出の複合コネクタとセンサー部の接続部分と同一の構造である。2分割ロックナットにて両部の外筒を結合し、2分割のロックリングにて固定している。外筒の着脱も、データ処理部側を外した後にアンプ部とセンサー部をつなぐロックを外し、Oリングを外してから外筒をスライドさせて引抜く構造である。

iii. 電気回路の着脱

電気回路についても着実な着脱と耐圧力性能の維持の為に、上部連結ボディ側にアンプ出力信号と電源用に、線数が多いので26ピンのガラスハーメチックコネクタを設けた。このハーメチックコネクタは、セラミック製と同じく150kgf/cm²以上の耐圧性と、1,000GΩ以上の絶縁抵抗を持つ。コネクタの着脱はガイドピンに沿って行なうので簡便で確実に行なえる。

iv. 水回路の着脱

ハーメチックコネクタと並んで設けた、水連結パイプの引き抜きで行なう。

このパイプのアンプ部側先端にねじが切っており固定されている。このパイプの圧力シールにはOリングを使用している。

④センサー部とアンプ部の接続部分

この部分はセンサー部とアンプ部の外筒を切り替えボディで接続している部分であり、他の外筒部の接続と同一の構造・方法である。

接続の構造図を図4-6-4に示した。

⑤ケーブル用、水回路用配管の接続部分

ケーブル用、水回路用配管にはSUS304パイプ(外径6mm、内径4mm)を使用し、各ジョイントブロック部で接続・切り替えている。この接続・固定には、スウェッジロック構造のハーフユニオン(SUS316製、φ6mm-PT1/4)を使用した。

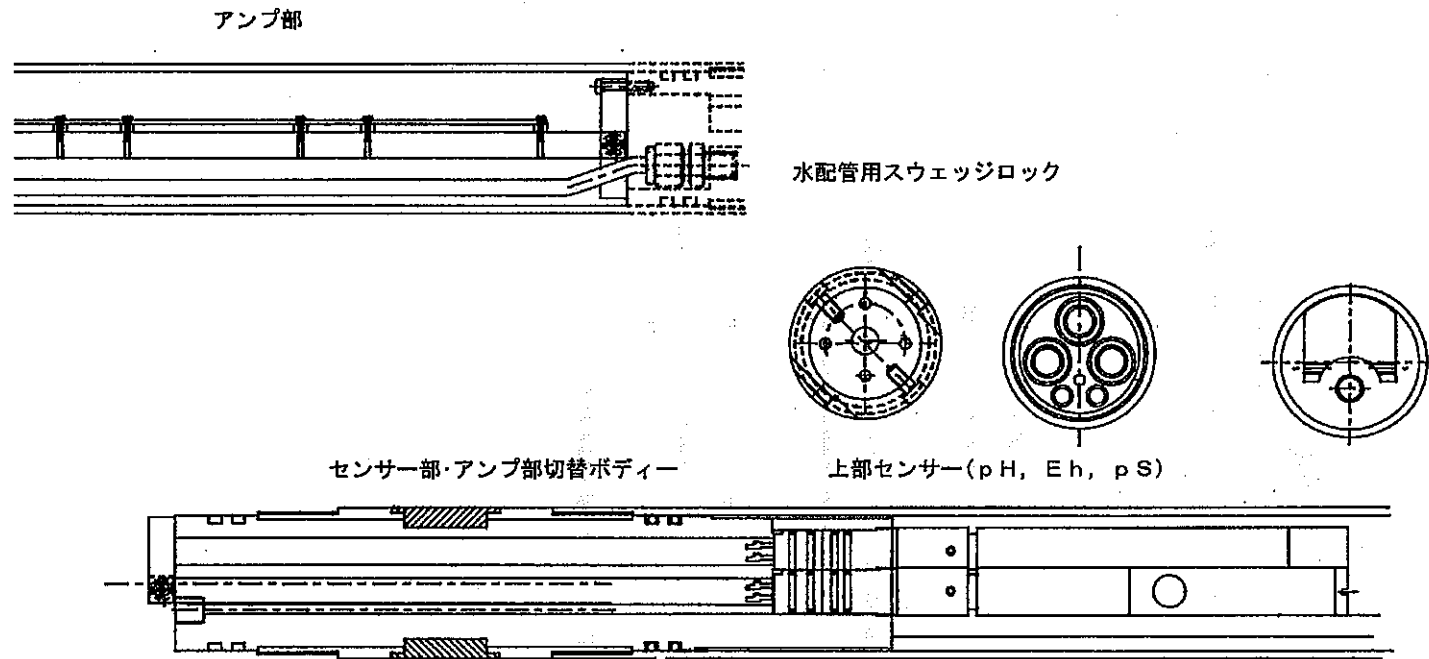


図 4-7-3 センサー部とアンプ部の接続部分の構成

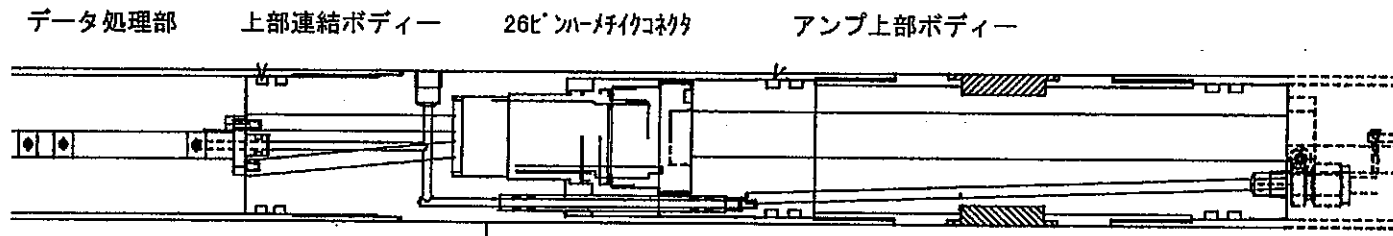


図 4-7-4 データ処理部とアンプ部の接続部分の構成

4.3 校正システム

(1) 校正システムの構成

校正システムは、製作した地球化学検層ユニット1台につき、次の9台(式)の装置類1式から構成される。

①校正時支持架台

校正時に検層ユニットを固定・支持する架台1台。

本ユニットでは、付属部品であるユニット組み立て作業台と兼用できる架台として製作した。

②校正用複合コネクタ

校正時に検層ユニットに接続するコネクタで、上・下端部用1組。

(a) 校正用の上端部複合コネクタ

(b) 校正用の下端部複合コネクタ

③校正用電極コネクタケーブル

電極の校正時に検層ユニット本体と電極を接続する、コード付きコネクタ1組。

④標準液の循環装置

組み立てた検層ユニットの作動確認のために、標準液等を検層ユニット本体に循環供給する装置1式。

(a) 送液ポンプ

(b) 送液チューブ

⑤データ処理装置

校正時のデータ処理・表示とデータ出力に使用する装置1式。

(a) 信号変換器

(b) データ処理器

(c) 接続ケーブル

⑥DC12V 電源供給装置

校正時に検層ユニット本体に、DC12V 電源を供給する装置1台。

⑦校正システムの電源バックアップ装置

校正システムに安定電源を供給するとともに、停電時に一定時間電源を自動的に供給する装置1台。

⑧画面ハードコピーユニット

計測時にデータ処理装置に表示されている画面を、ハードコピーする装置1台。

⑨校正システム収納ラック

上記校正システムの構成装置類のうち、データ処理装置、データ出力装置、電源バックアップ装置と画面ハードコピー装置を収納し、配線系を一元的に接続する配電ボードを備えた防塵性に優れた収納ラック1式。

(2) 校正システムを構成する装置類の仕様

各部分の構造等と仕様は以下の通りである。

①校正時支持架台

校正作業時に検層ユニットを保持・固定する支持架台であり、センサー等の交換・点検時とユニットの組立時には作業台としての機能を併せ持つものである。

i. 構造

図 4-8-1 に構造・外形図を示した。

検層ユニットを台上に乗せて組立等の作業をするために、円筒上のユニットの落下防止と作業性の確保のために、台の上部には半円形の溝を持つ台を取付けている。台の全長は 3.0 m である。

組み立てとセンサー、アンプ等の校正・チェック時には、水平の状態で作業机(台)上において使用するが、ユニット内への水の充填作業時や標準液の循環試験時等では、検層ユニットを乗せた状態で斜めに立てる必要があるので、床上において約 20° の角度に持ち上げ固定するアームとユニットの固定具を備えている。

②仕様

- (a) 支持・作業台の大きさ ; 長さ : 3,000 mm
幅 : 150 mm
高さ : 150 mm (水平時)
: 1,020 mm (傾斜時)
- (b) 作業台の傾斜角度 ; 組立・調整時 : 水平置き
通水試験時 : 傾斜約 20 度
- (c) 材質 ; 作業台本体 : アルミニウム
支持・固定用台 : ポリアセタール樹脂
- (d) 重量 ; 約 12 kg
- (e) ユニットの固定方法 ; 固定ブロックのボルト止め式
- (f) 個数 ; 1 台 (式)

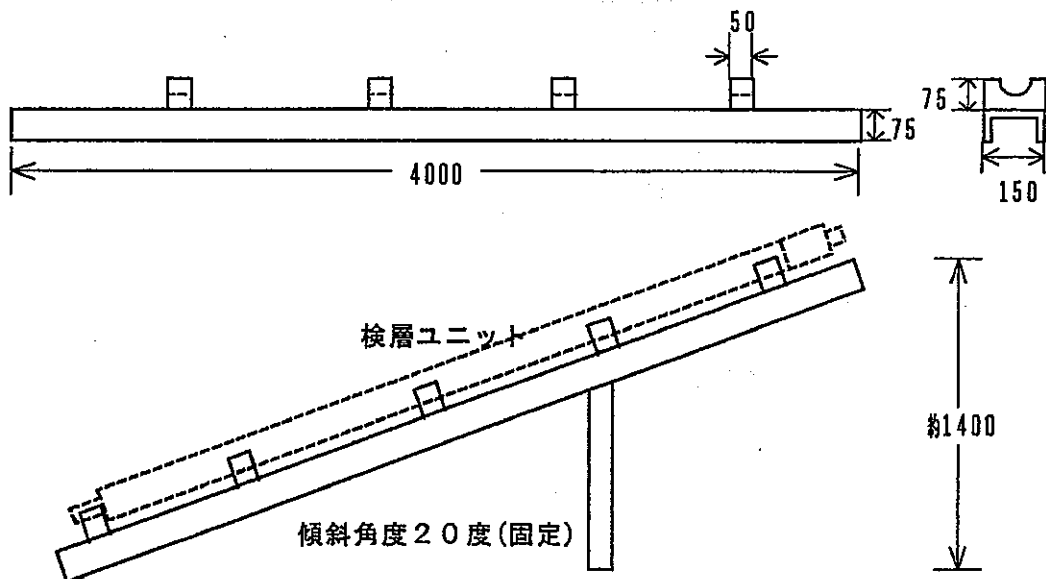


図 4-8-1 校正時ユニット支持架台の形状

(2) 校正用複合コネクタ

校正用時に使用するコネクタには、次の3種類がある。

i. ユニット校正時の上端部用複合コネクタ

ユニット組立て後に行なう標準溶液を循環させる校正時に、ユニットの上端部に接続する複合コネクタであり、標準溶液の出口用配管とデータ処理部からの出力配線コネクタ、DC12V電源供給用の配線コネクタが付いている。

ii. ユニット校正時の下端部用複合コネクタ

i. と対で使用するユニットの下端部に接続するコネクタで、標準溶液注入用の配管と、RS-485の末端モジュールがある。

iii. センサーチェック用コネクタ

センサーの交換・保守作業後に、センサーの作動確認のために行なうチェック時にアンプ部端のハーメチックコネクタ部分に接続するコネクタであり、電極用アンプの出力用と、DC12V電源供給用の配線コネクタが付いている。

①ユニット校正時の上端部用複合コネクタ

i. 形状

次の図4-8-2に示した。

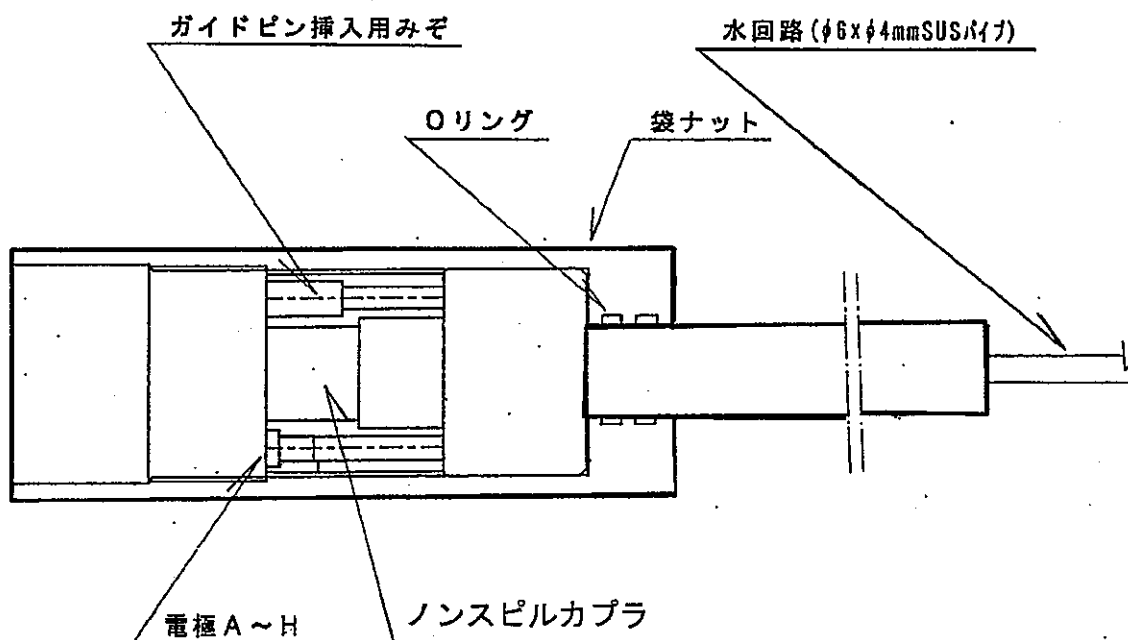


図 4-8-2 ユニット校正時の上端部用複合コネクタの形状

ii. 仕様

a. 水回路；ノンスピルカプラ

b. 電気回路接続部；多面接触構造

RS-485：4線

DC12V電源：2線

c. 出口用配管；SUS304パイプ

外径φ6mm、内径φ4mm

d. 材質；SUS304、SUS316

②ユニット校正時の下端部用複合コネクタ

i. 形状

次の図4-8-3に示した。

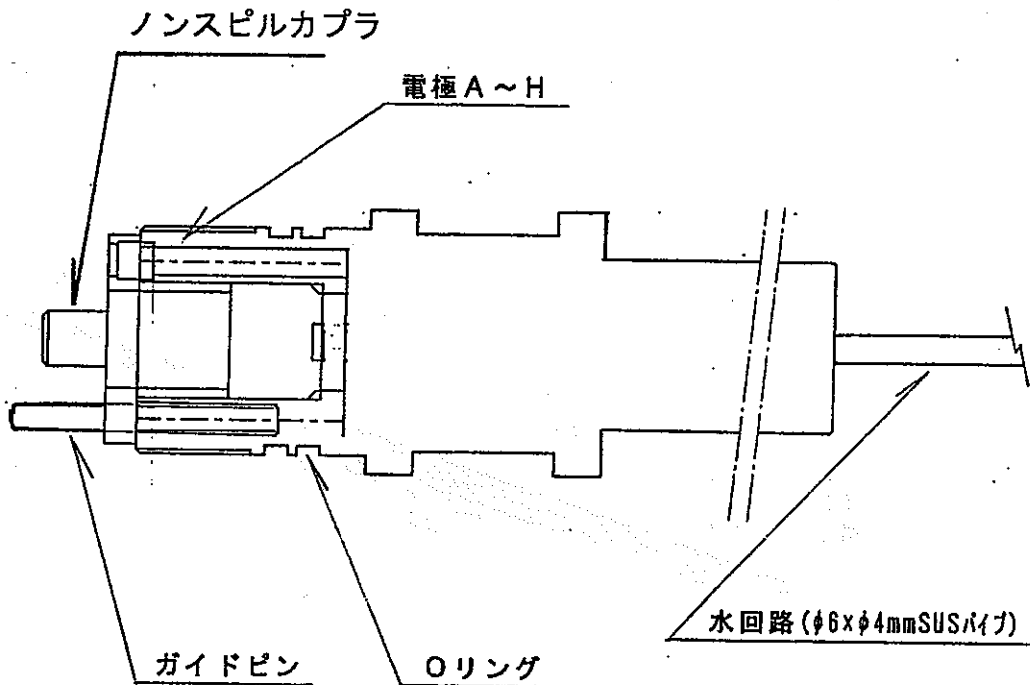


図4-8-3 ユニット校正時の下端部用複合コネクタの形状

ii. 仕様

a. 水回路；ノンスピルカプラ

b. RS-485 端モジュール；コネクタに内蔵

c. 注入用配管；SUS304パイプ

外径φ6mm、内径φ4mm

d. 材質；SUS304、SUS316

(3) 標準液の循環装置

次の機器・機材からなる

- i. 送液(溶液循環)ポンプ
- ii. 送液チューブ

塩化ビニル(PVC)チューブ

①構造・原理

循環装置の概要を図4-8-5に示した。

蒸留水または任意の濃度に調整した標準溶液を、送液ポンプにて校正用複合コネクタを付けた検層ユニットに下部から、50~100 mL/分の速度で注入する。上部のコネクタから流出する戻り液をチューブにて容器に戻す。この標準液の循環供給をセンサーの指示が安定するまで続ける。

安定した指示値を得た時点でその条件の校正を終了し、次の条件の校正にかかる。1溶液終了後に、蒸留水又は、イオン交換水を0.1~0.2 L/分で流し、ユニット内を洗浄する。センサーの種類と必要な標準溶液分を繰り返す。

試錐孔に挿入して計測する場合にも、組立て・チェック後に孔内に挿入する前に、本装置にてユニット内を蒸留水またはイオン交換水にて満たすときにも使用する。

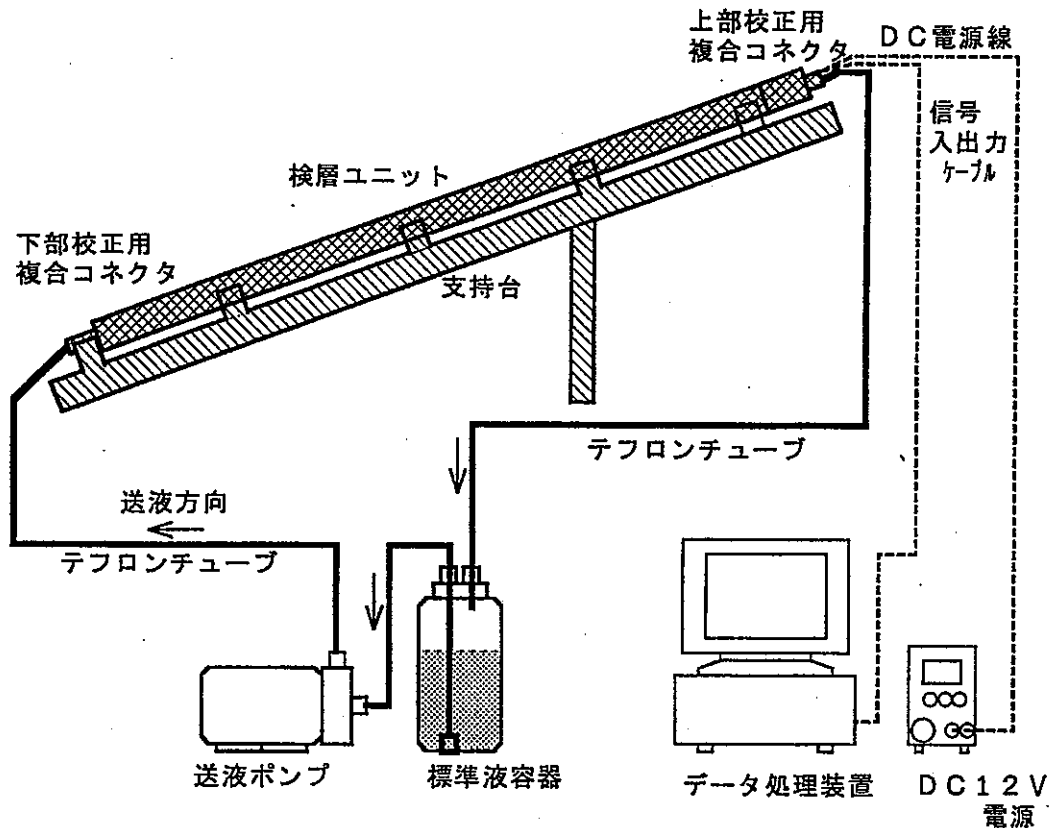


図 4-8-4 標準溶液の循環装置の構成

②仕様

- (a) 送液ポンプ ; 1式
 (株)タクミナ製 ; CX1-32-PECHWS-K-100-1
 流量 : 30~300 mL/分(可変)
 送液圧力 : Max. 5.0 kgf/cm²
- (b) 送液チューブ ; 1式
 外径 : φ11mm、内径φ6mm PVCチューブ

(5) データ処理装置

①構成と仕様

次の機器・機材からなる。

- (a) パーソナルコンピュータ ; 1式
 NEC : PC9821Xa200/W30R ; 1式
 CPU(本体)、ディスプレイ、キーボード ; 1式
 フロッピーディスクドライブ(内蔵) ; 1式
 ハードディスク 3.0 GB (内蔵) ; 1式
 光磁気ディスクドライブ 640 MB ; 1式
- (b) RS-485 通信用ボード(PC本体内挿入型) ; 1式
 インターフェイス : AZI-4102
- (c) 校正用、計測用ソフトウェア ; 1式
 既製作ユニットのソフトウェアをインストールした。
- (d) 校正用 DC12V 電源供給装置 ; 1式
 ケンウッド : PA18-3A
 入力電圧 : AC 100V
 出力電圧 : DC 0 ~ 18 V
 出力電流 : DC 0 ~ 3 A

②使用範囲

i. 検層ユニットの校正、センサーの動作チェック

装置の概要図を図 4-8-6 に示した。

標準液をスターラーで攪拌しながらセンサーを浸し、センサーの出力を計測指示値が安定した後に読み取る。2種類以上の標準溶液の指示を得た後に、理論値との差から補正値を算出し、計測時の計測結果の補正に使用する。この校正操作の制御と補正値の算出を行なう。

校正・チェックの状況・概要は、図 4-8-4 と図 4-8-5 を参照。

ii. 計測時のモニター

試錐孔内にて、1,000m 対応の地球化学特性機器の孔内ユニットと連結しての計測時に、地球化学パラメータの計測値を変換表示・モニターするとともに記録できる。

計測時の状況・概要は、図 3-7 参照。

(6) 校正システムの電源バックアップ装置

データ処理装置の停電時バックアップ電源システムとして、校正システムに設けた。

①仕様

無停電電源装置 1式

サンケン電気 : SHU102

給電方式 ; 商用同期常時インバータ給電方式

入力電源 ; AC 100V、11 A (最大入力電流)

定格出力容量 ; 1 kVA / 800W

出力周波数 ; 50 - 60 Hz ± 2%

バックアップ時間 ; 10分間 (+20℃、700Wにて)

使用環境 ; 周囲温度 : 0 ~ 40℃

相対湿度 ; 90%以下 (無結露のこと)

②使用(装備)条件

収納ラック内に収納、固定装着した。

(7) 画面ハードコピーユニット

データ処理装置の表示画面出力装置として、データ処理装置の作動を阻害せず任意に出力させる機能として設けた。

①仕様

ハードコピーユニット ; 1式

コンピュータテクニカ : HCU (PC98仕様)

消費電力 ; 20W (AC100V±10V 50/60Hz)

動作周囲温度 ; 0 ~ 40℃ (無結露のこと)

②使用(装備)条件

収納ラック内に収納、固定装着した。

(8) 収納ラック

防塵性を持つ下記の収納ラックに配線ボードを取付け、データ処理装置、電源バックアップ装置と画面ハードコピーユニットを装着した。

①仕様

ドア付きアルミラック : 1式

日東工業 : DARE63-15 (アクリル製ドア)

大きさ 高さ : 1,650 mm (1,500 mm ; 本体のみ)

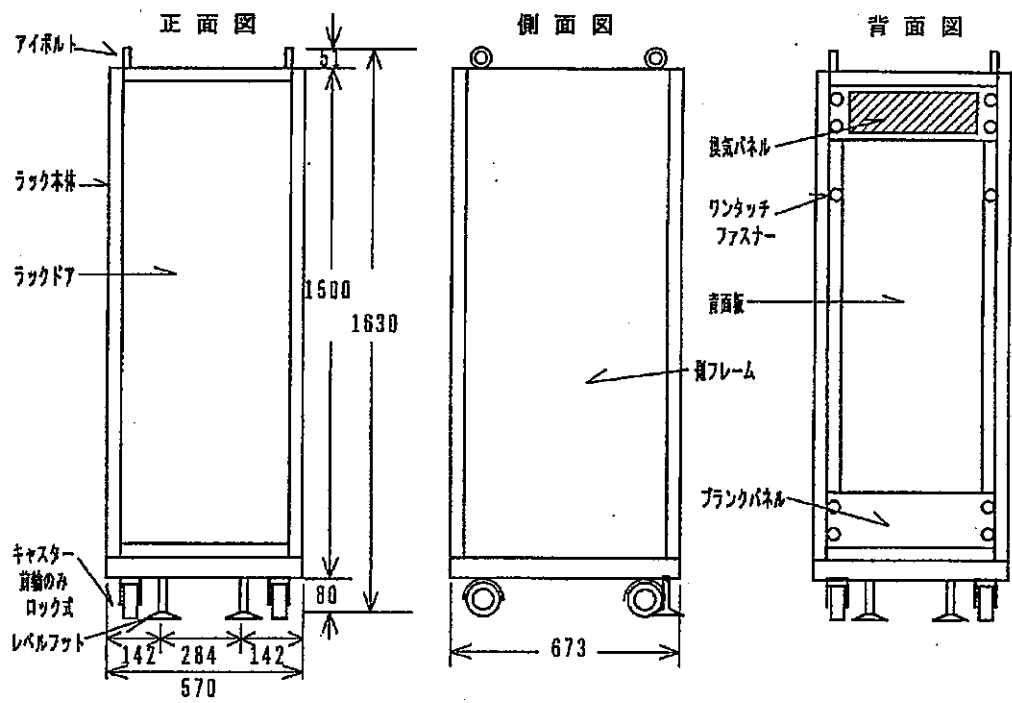
幅 : 570 mm

奥行 : 670 mm

重量 : 65 kg

②収納ラックの概要

データ処理装置等を装着した収納ラックの概要を、図 4-8-6 に示した。



収納ラック内の装置配置状況

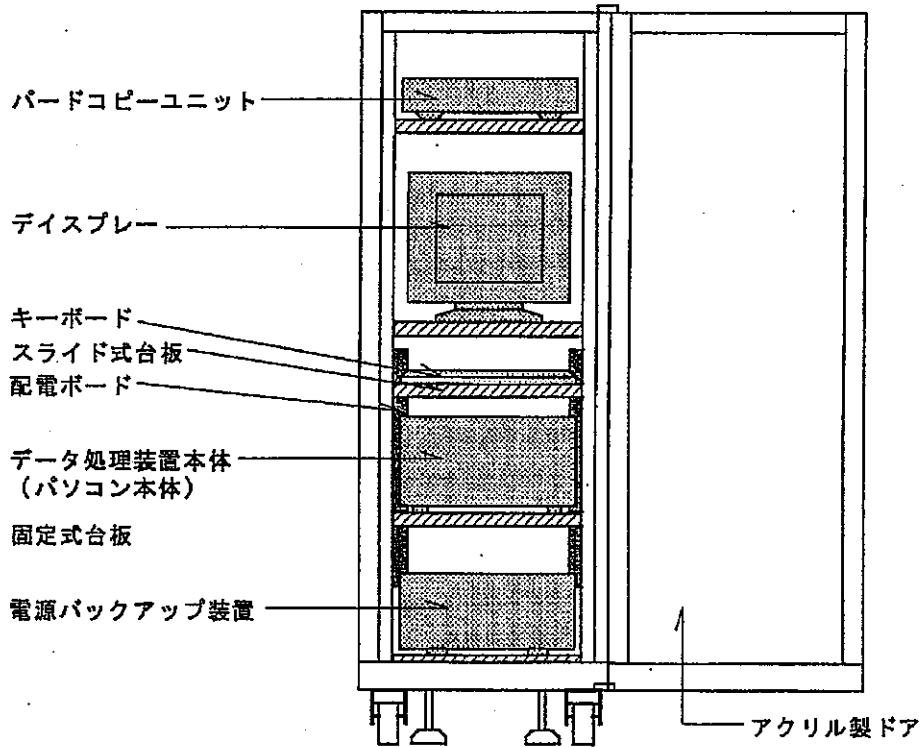


図 4-8-5 収納ラックの概要と装置類収納状況図

4.4 付属部品

付属部品は、製作した地球化学検層ユニット1台につき、次の4種類の装置類1式から構成される。

- ①特殊工具
- ②複合コネクタ保護キャップ
- ③地球化学検層ユニット収納箱
- ④ユニット組み立て作業台

(1) 特殊工具

検層ユニットの保守・点検、センサー等の交換時に用いる専用の特殊工具類であり、次のものからなる。

- (a) 2分割ナット用着脱器
- (b) 六角レンチ(各サイズ)
- (c) アンプ調整用小型ドライバー(各サイズ)
- (d) 特殊部品用スパナ
- (e) その他工具
- (f) 工具収納箱

(2) 複合コネクタ保護キャップ

検層ユニットの複合コネクタ用の保護キャップ上下1式と、収納運搬時に検層ユニットを3分割するために、各分割部に用いる運搬用キャップ2式からなる。

①複合コネクタ用保護キャップ

複合コネクタ部分の保護のために使用し、上部用キャップには吊下げ用の丸リングがある。

仕様は以下の通りである。

- (a) 材質 ; SUS304
- (b) 大きさ ; 上部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 162 mm
下部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 107 mm
- (c) 吊下げリング ; 上部キャップに装備

②分割部用運搬キャップ

検層ユニットを分解収納・運搬するとき使用し、次の4個からなる。

- (a) データ処理部の上部連結ボディ部側(上部連結部)
- (b) 下部複合コネクタの下部連結ボディ部側(下部連結部)
- (c) アンプ上部ブロックのハーメチックコネクタ側(アンプ上部)
- (d) センサー下部ブロックのハーメチックコネクタ側(センサー下部)

仕様は以下の通りである。

- (a) 材質 ; SUS304
- (b) 大きさ ; 上部連結部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 50.0 mm
下部連結部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 50.0 mm
アンプ上部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 146.7 mm
センサー下部キャップ : $\phi 57 \text{ mm} \times$ 長さ 145.6 mm

(3) 地球化学検層ユニット収納箱

検層ユニットを分割し、校正ユニット部分とともに2個の収納箱に分離収納する。

① 収納箱 1

検層ユニットのセンサー部とアンプ部(検層部)を収納する。

両端部に収納・運搬用のキャップを付けると、収納する検層ユニットの全長は1,865 mmとなる。

② 収納箱 2

検層ユニットの両端の複合コネクタ部に保護キャップ、収納・運搬用キャップを付けた2個に、校正時に使用するコネクタ2個の計5個を収納する。

これらの合計収納長さは約1,900 mmとなる。

③ 収納箱の仕様

2個の箱を同規格で製作した。

- (a) 箱の外寸；長さ2,000 mm×横200 mm×高さ140 mm
- (b) 箱の内寸；長さ1,900 mm×φ60 mm
- (c) 箱の材質；木材、アルミによるコーナーの補強
- (d) 内部保護材；メルトン(硬質ウレタン樹脂)
- (e) 上部50 mm蝶番付きふた

(4) ユニット組み立て作業台

検層ユニットの組立てと分解・収納時に、ユニットの保護(損傷防止)と作業の確実性の確保のために使用する作業台である。

校正システムの校正時支持架台と共通部分が多く、作業が重なることがないため、組み立て作業台と校正時支持架台とは兼用型のものを製作した。

組み立て作業台としての仕様は、以下の通りである。

- (a) 材質；アルミニウム、ポリアミド樹脂
- (b) 大きさ；長さ：3,000 mm
幅：150 mm
高さ：150 mm

形状等については前出の図4-8-1を参照のこと。

5 地球化学検層ユニット各部の基礎試験

製作した各々のセンサー等の部品について、基本的な性能・機能が確保されていることを、各センサー、各アンプと外筒部について確認した。

5.1 センサー部

5.1.1 試験の内容と条件

(1) 耐圧試験

検層ユニット用に製作したセンサー(電極)の耐圧性能を確認するための試験であり、以下の試験内容・条件にて実施した。

試験は2台分のセンサーを、1台分ずつ2回に分けて行なった。

① 圧力条件

150 kgf/cm² (一定) : 150 kgf/cm² ± 3 kgf/cm² に保った。

蒸留水(試験液)を満たした圧力試験容器内に装着し、容器内を加圧した。

② 温度条件

圧力試験容器を25℃に温度調節した恒温水槽内に入れ、25℃(一定) : 25.0 ± 0.5℃に制御した。

③ 試験時間

24時間連続で加圧条件下に保った。

④ 指示値の測定方法

加圧試験前後のセンサーの指示値を測定した。

試験開始直前に標準溶液を用い各センサーを25℃で校正した。この時の指示値を試験前の測定値とした。

加圧試験終了後に、圧力試験容器内から各センサーを取外し試験によるドリフト値を求めるために、標準液にて25℃における指示値を測定した。この値を試験後の測定値とした。

温度については、試験の開始前と終了後に、標準ガラス温度計を用いて温度センサーとの比較をした。

⑤ センサーの校正と測定に使用した標準溶液の種類

試験はセンサーごとに以下の標準溶液にて行なった。

(a) pH : pH4、pH7、pH9の標準溶液

(b) Eh/ORP : pH4 キンヒドロソル標準溶液

(c) pS : 5×10⁻⁴、5×10⁻⁶ mol/L (pH13) の Na₂S 溶液

(d) EC : 0.002、0.005、0.5 mol/L の KCl 溶液

⑥ 結果の評価

センサーの外観に形状の変化や破損がなく、校正結果と試験後のドリフト測定結果との差が、以下のセンサーの性能仕様範囲に収まっていることを合格の条件とした。

(a) pH : ± 0.2 pH

(b) Eh/ORP : ± 0.01 V

(c) pS : ± 0.01 V

(d) EC : ± 2 % FS

(e) 温度(水温) : ± 0.2 °C

(2) 耐温度試験

検層ユニット用に製作したセンサー(電極)の耐温度性能を確認するための試験であり、以下の試験条件にて実施した。

センサーと同じく、2台分を台分ずつ分けて行った。

①温度条件

70 °C(一定) ; 70.0 ± 1.0 °Cに制御した。

蒸留水(試験液)を満たした圧力試験容器内に装着し、容器を70 °Cに温度調節した恒温水槽内に入れ、容器内の試験液を循環させて温度をできるだけ一定に保った。容器内の温度を一定に保つ容器内を加圧した。

②圧力条件

大気圧とした。

③試験時間

圧力試験と同一とし、24時間連続で実施した。

④指示値の測定方法

加圧試験前後のセンサーの指示値を測定した。

試験開始直前に標準溶液を用い各センサーを25°Cで校正した。この時の指示値を試験前の測定値とした。

加圧試験終了後に、圧力試験容器内から各センサーを外し試験によるドリフト値を求めるために、標準液にて25°Cにおける指示値を測定した。この値を試験後の測定値とした。

温度については、試験の開始前と終了後に、標準ガラス温度計を用いて温度センサーとの比較をした。

⑤センサーの校正と測定に使用した標準溶液の種類

試験はセンサーごとに以下の標準溶液にて行なった。

- (a) pH : pH4、pH7、pH9の標準溶液
- (b) Eh/ORP : pH4 キンヒドロソル標準溶液
- (c) pS : 5×10^{-4} 、 5×10^{-6} mol/L (pH13)- Na_2S 溶液
- (d) EC : 0.002、0.005、0.5 mol/L-KCl 溶液

⑥結果の評価

センサーの外観に形状の変化や破損がなく、校正結果と試験後のドリフト測定結果との差が、以下のセンサーの性能仕様範囲に収まっていることを合格の条件とした。

- (a) pH : ± 0.2 pH
- (b) Eh/ORP : ± 0.01 V
- (c) pS : ± 0.01 V
- (d) EC : ± 2 % FS
- (e) 温度(水温) : ± 0.2

(3) 試験装置の概要

センサーの耐圧試験、耐熱試験に用いた圧力容器および試験の概要を、図5-2に示

した。

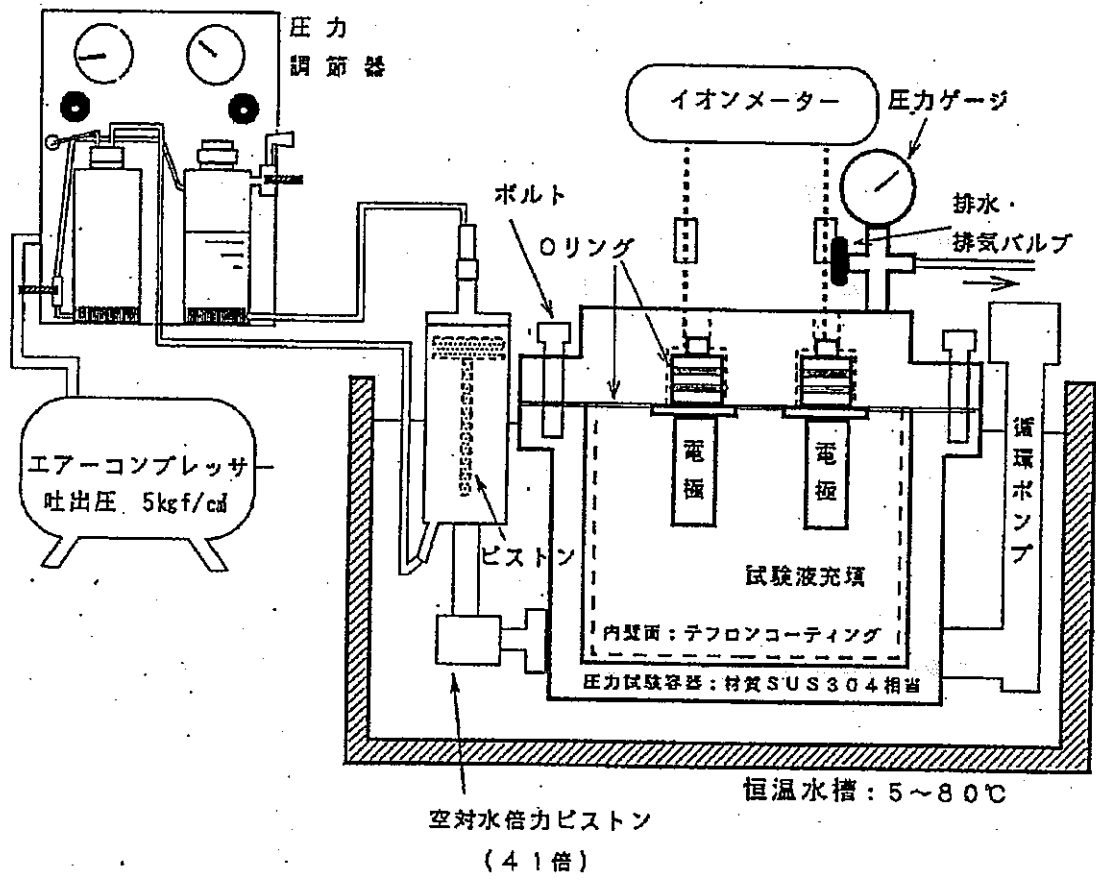


図 5-1 耐圧、耐温度試験の概要

5.1.2 試験結果

(1) 耐圧試験結果

いずれのセンサーにも、破損、形状の異常は認められず、標準溶液による確認結果も表 5-1-1 と表 5-1-2 に示したとおり、合格条件を満足するものであった。

表 5-1-1 センサーの耐圧試験結果その 1 (1 台目: No.2.1)

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果			
			開始前	終了後	差	
pH	pH	4.01	4.03	4.05	+ 0.02	
		6.86	6.88	6.91	+ 0.03	
		9.18	9.21	9.25	+ 0.04	
E.h	Pt	キンドロ (463)	470	468	- 2	
	Au		467	466	- 1	
	GC		462	464	+ 2	
pS	mV	5×10^{-4} mol/L- Na_2S (-771)	-762	-760	+ 2	
		5×10^{-6} mol/L- Na_2S (-712)	-701	-698	+ 3	
EC1	交流 2 電極式	$\mu\text{S/cm}$	0.002 mol/L-KCl (292)	297	302	+ 5 (0.2%)
			0.005 mol/L-KCl (718)	726	738	+ 12 (0.6%)
EC2	電磁 誘導式		0.005 mol/L-KCl (718)	688	664	- 12 (0.01%)
			0.5 mol/L-KCl (58600)	57800	56700	- 1100 (1.1%)
温度	℃	25.0	25.0	25.0	± 0.0	

耐圧試験中の温度と圧力の 2 時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始直後	2 時間後	4 時間後	6 時間後	8 時間後
温度 (℃)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
圧力 (kg/cm ²)	151.8	155.6	151.6	151.5	151.5
測定時間	10 時間後	12 時間後	14 時間後	16 時間後	18 時間後
温度 (℃)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
圧力 (kg/cm ²)	151.3	151.4	151.3	151.4	151.4
測定時間	20 時間後	22 時間後	終了時		
温度 (℃)	25.0	25.0	25.0		
圧力 (kg/cm ²)	151.3	151.4	151.4		

注；終了時点は試験開始から 24 時間経過した時点である。

表 5-1-2 センサーの耐圧試験結果その 1 (2 台目 : No.2.2)

試験項目		単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果		
				開始前	終了後	差
pH		pH	4.01	4.00	3.98	-0.02
			6.86	6.86	6.88	+0.02
			9.18	9.17	9.18	+0.01
Eh	Pt	mV (VS NHE)	キシトロン (463)	466	464	-2
	Au			462	465	+3
	GC			467	460	-7
pS		mV	5×10 ⁻⁴ mol/L-Na ₂ S (-771)	-766	-768	-2
			5×10 ⁻⁶ mol/L-Na ₂ S (-712)	-705	-709	-4
EC1	交流2 電極式	μS/cm	0.002mol/L-KCl (292)	299	303	+4 (0.2%)
			0.005mol/L-KCl (718)	740	748	+8 (0.4%)
EC2	電磁 誘導式		0.005mol/L-KCl (718)	820	872	+52 (0.1%)
			0.5mol/L-KCl (58600)	58100	58600	+500 (0.5%)
温度		℃	25.0	25.0	25.1	+0.1

耐圧試験中の温度と圧力の2時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始直後	2時間後	4時間後	6時間後	8時間後
温度 (℃)	25.1	25.1	25.1	25.1	25.0
圧力 (kg/cm ²)	152.3	151.9	151.8	151.8	151.6
測定時間	10時間後	12時間後	14時間後	16時間後	18時間後
温度 (℃)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
圧力 (kg/cm ²)	151.7	151.5	151.5	151.5	151.6
測定時間	20時間後	22時間後	終了時		
温度 (℃)	25.1	25.1	25.1		
圧力 (kg/cm ²)	151.6	151.4	151.5		

注 ; 終了時点は試験開始から 24 時間経過した時点である。

(2) 耐温度試験結果

いずれのセンサーにも、破損、形状の異常は認められず、標準溶液による確認結果も表 5-2-1 と表 5-2-2 に示したとおり、合格条件を満足するものであった。

表 5-2-1 センサーの耐温度試験結果 (1 台目: No.2.1)

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果			
			開始前	終了後	差	
pH	pH	4.01	4.04	3.98	-0.06	
		6.86	6.88	6.82	-0.06	
		9.18	9.20	9.12	-0.08	
E _h	Pt	キシトロン (463)	468	462	-6	
	Au		468	465	-3	
	GC		461	453	-8	
pS	mV	5×10 ⁻⁴ mol/L-Na ₂ S (-771)	-760	-768	-8	
		5×10 ⁻⁶ mol/L-Na ₂ S (-712)	-698	-704	-6	
EC1	交流2 電極式	μS/cm	0.002mol/L-KCl (292)	305	315	+10 (0.5%)
			0.005mol/L-KCl (718)	752	774	+22 (1.1%)
EC2	電磁 誘導式		0.005mol/L-KCl (718)	718	731	+13 (0.6%)
			0.5mol/L-KCl (58600)	59900	58600	-1300 (1.3%)
温度	℃	25.0	25.1	25.1	0.0	

耐温度試験中における温度の2時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始後	2時間後	4時間後	6時間後	8時間後
温度 (℃)	70.0	69.8	69.9	69.8	69.8
測定時間	10時間後	12時間後	14時間後	16時間後	18時間後
温度 (℃)	69.9	70.0	70.0	70.1	70.0
測定時間	20時間後	22時間後	終了時		
温度 (℃)	69.9	70.1	59.8		

注；終了時は試験開始から24時間経過した時点である。

表 5-2-2 センサーの耐温度試験結果(2台目:No.2)

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果			
			開始前	終了後	差	
pH	pH	4.01	4.01	3.97	-0.04	
		6.86	6.85	6.81	-0.04	
		9.18	9.16	9.09	-0.07	
Eh	Pt	キシトロン (463)	468	472	+4	
	Au		467	473	+3	
	GC		471	467	-4	
pS	mV	5×10 ⁻⁴ mol/L-Na ₂ S (-771)	-762	-756	+6	
		5×10 ⁻⁶ mol/L-Na ₂ S (-712)	-698	-690	+8	
EC1	交流2 電極式	μS/cm	0.002mol/L-KCl (292)	312	302	-10 (0.5%)
			0.005mol/L-KCl (718)	761	741	-20 (1.0%)
EC2	電磁 誘導式		0.005mol/L-KCl (718)	854	888	+34 (0.3%)
			0.5mol/L-KCl (58600)	59200	60500	+1300 (1.3%)
温度	℃	25.0	25.0	25.0	0.0	

耐温度試験中における温度の2時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始後	2時間後	4時間後	6時間後	8時間後
温度(℃)	70.0	70.1	70.1	70.1	70.1
測定時間	10時間後	12時間後	14時間後	16時間後	18時間後
温度(℃)	70.1	70.1	70.0	70.0	69.9
測定時間	20時間後	22時間後	終了時		
温度(℃)	69.9	69.9	69.9		

注; 終了時は試験開始から24時間経過した時点である。

5.2 アンブ部

5.2.1 試験条件

(1) 試験の目的

検層ユニット用に製作したセンサー用アンブ基板の耐温度性能を確認するために行なった試験であり、以下の試験条件にて実施した。

(2) 試験の条件

センサーに接続したアンブ基板を、一定の温度に調節した通風式恒温箱内に格納した状態で測定をし、高温度域におけるアンブの温度に対する安定性を評価した。

試験装置の概要を図 5-2 に示した。

①温度条件

70℃(一定) ; 70.0±1.0℃に制御した。

70℃一定に温度調節した恒温箱内に静置したアンブ基板に、センサーの出力コードとアンブ出力コードを接続して恒温箱外に出し、アンブ出力を測定した。

②センサーの測定条件

- i. 試験開始前と終了後に、標準溶液にて測定した。
- ii. 標準溶液温度は 25℃一定とした。
- iii. 標準溶液の種類もセンサーの耐圧、耐温度試験と同一とした。
 - (a) pH : pH4、pH7、pH9 の標準溶液
 - (b) ORP : pH4 キンヒドロソル標準溶液
 - (c) pS : 5×10^{-4} 、 5×10^{-6} mol/L (pH13)-Na₂S 溶液
 - (d) EC : 0.002、0.005、0.5mol/L-KCl 溶液
- iv. アンブを高温試験に供している間、センサーは室温(21~24℃)に 放置したイオン交換水に入れておいた。

③試験時間

24 時間連続とした。

④指示値の測定方法と手順

- i. アンブ基板を恒温箱内に格納し、温度を 25℃に設定した。
- ii. 25℃到達約 1 時間後に、標準溶液による校正を実施した。

校正後の指示値を試験開始前の指示値とした。
- iii. アンブを入れた恒温箱温度の設定を 70℃に設定変更した。
- iv. 恒温箱温度が 70℃に達した時点から 24 時間、70.0℃±1.0℃に保った。
- v. 24 時間経過後に、アンブの温度を 70℃に保ったままで標準溶液による計測をした。

この指示値を試験終了後の指示値とした。
- vi. 温度については、試験の開始前と終了後に、標準ガラス温度計を用いて温度センサーとの比較をした。

⑤結果の評価

アンブ基板に異常、形状の変化や破損がなく、かつ、試験前後の指示値の差が以下の範囲に収まることを合格の条件とした。

- (a) pH : ± 0.2 pH
- (b) Eh/ORP : ± 0.01 V

- (c) pS : ± 0.01 V
- (d) EC : ± 2 % FS
- (e) 温度 : ± 0.2 °C

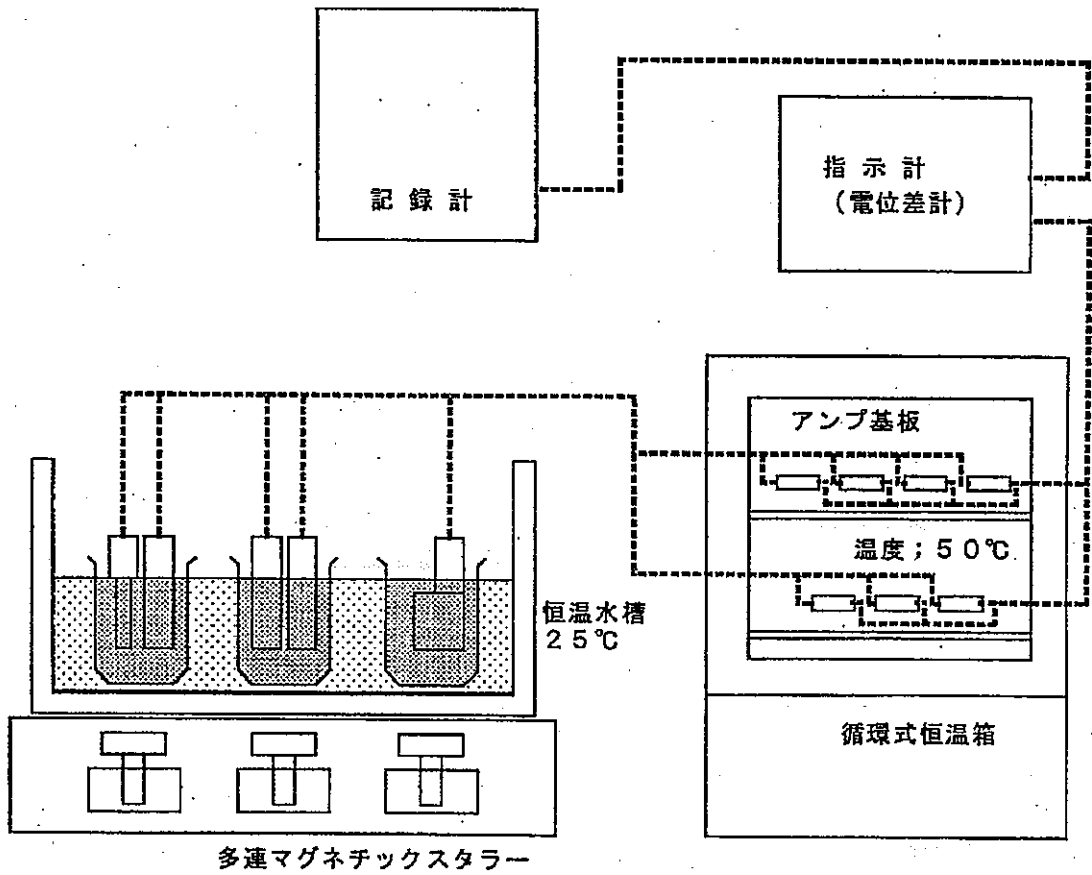


図 5-2 アンプ基板の耐温度試験の概要

5.2.2 試験結果

いずれのアンブ基板にも、破損、形状の異常は認められず、標準溶液による確認結果も表 5-3-1 表と 5-3-2 に示したとおり、合格条件を満足するものであった。

表 5-3-1 アンブ基板の耐温度試験結果 (2 台目: No.2.1)

試験項目		単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果		
				開始前	終了後	差
pH		pH	4.01	4.03	4.00	-0.03
			6.86	6.87	6.86	-0.01
			9.18	9.19	9.16	-0.03
Eh	Pt	mV (VS NHE)	キシトロン (463)	468	469	+1
	Au			466	467	+1
	GC			464	466	+2
pS		mV	5×10^{-4} mol/L- Na_2S (-771)	-761	-767	-6
			5×10^{-6} mol/L- Na_2S (-712)	-704	-708	-4
EC1	交流2 電極式	$\mu\text{S/cm}$	0.002 mol/L-KCl (292)	303	312	+9 (0.4%)
			0.005 mol/L-KCl (718)	737	749	+12 (0.6%)
EC2	電磁 誘導式		0.005 mol/L-KCl (718)	639	705	+66 (0.7%)
			0.5 mol/L-KCl (58600)	59300	59800	+500 (0.5%)
温度		℃	25.0	25.0	25.0	0.0

アンブ基板の耐温度圧試験中における基板(恒温槽)温度の2時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始時	2時間後	4時間後	6時間後	8時間後
基板温度(℃)	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
測定時間	10時間後	12時間後	14時間後	16時間後	18時間後
基板温度(℃)	70.1	70.0	70.1	70.0	70.0
測定時間	20時間後	22時間後	終了時		
基板温度(℃)	70.1	70.1	70.1		

注; 終了時は試験開始から24時間経過した時点である。

表 5-3-2 アンプ基板の耐温度試験結果(2台目:No.2)

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果			
			開始前	終了後	差	
pH	pH	4.01	4.00	4.02	+ 0.02	
		6.86	6.87	6.88	+ 0.01	
		9.18	9.20	9.21	+ 0.01	
Eh	Pt	キンヒドロン (463)	467	469	+ 2	
	Au		469	468	- 1	
	GC		464	467	+ 3	
pS	mV	5×10^{-4} mol/L- Na_2S (-771)	-767	-762	+ 5	
		5×10^{-6} mol/L- Na_2S (-712)	-705	-703	+ 2	
EC1	交流2 電極式	$\mu\text{S/cm}$	0.002 mol/L-KCl (292)	301	298	- 3 (0.2%)
			0.005 mol/L-KCl (718)	735	730	- 5 (0.2%)
EC2	電磁 誘導式		0.005 mol/L-KCl (718)	679	731	+ 51 (0.5%)
			0.5 mol/L-KCl (58600)	58800	57900	- 900 (0.4%)
温度	℃	25.0	25.0	25.0	0.0	

アンプ基板の耐温度圧試験中における基板(恒温槽)温度の2時間ごとの計測値は下表のとおりである。

測定時間	開始時	2時間後	4時間後	6時間後	8時間後
基板温度(℃)	70.1	70.1	70.1	70.1	70.2
測定時間	10時間後	12時間後	14時間後	16時間後	18時間後
基板温度(℃)	70.2	70.2	70.1	70.1	70.1
測定時間	20時間後	22時間後	終了時		
基板温度(℃)	70.0	70.0	70.1		

注; 終了時は試験開始から24時間経過した時点である。

5.3 外筒部

5.3.1 試験条件

(1) 試験の目的

検層ユニットの本組立て作業に入る前に、外筒部の仮組立てを行ない、外筒部の耐圧が所定の性能を有するか確認するために実施した。

(2) 試験の条件

電装部品とセンサーを除く外筒部の製作部品を、設計の仕様に従って組立て、図 5-3 に示した圧力試験装置にて行なった。

センサーの装着部分には、センサーの替りに同一耐圧規格のダミーを装着して試験を実施した。

試験条件の詳細は以下の通りである。

① 試験の対象

i. 外筒部の外部圧力試験

水を満たした圧力容器内に仮組立てした外筒部を入れ、検層ユニット内部への水漏れのないことを確認した。

ii. 外筒部の内部圧力試験

校正システム用のコネクタを取り付けて外筒部内の通水部に水を満たし、検層ユニット内部の水を外部から加圧して、通水部から電装部分等への水漏れのないことを確認した。

② 圧力条件

$150 \pm 3 \text{ kgf/cm}^2$

③ 温度条件

外部圧力試験；外部温度(試験孔内温度:地中)

内部圧力試験；室温(空調機にて $25 \pm 2^\circ\text{C}$ に制御した)

④ 加圧方法

水圧加圧方式

⑤ 加圧試験時間

所定圧力に達した後、24 時間連続で実施した。

試験中に圧力状況を監視した。

⑥ 結果の判定

試験中および 24 時間経過後に水漏れのないこと。

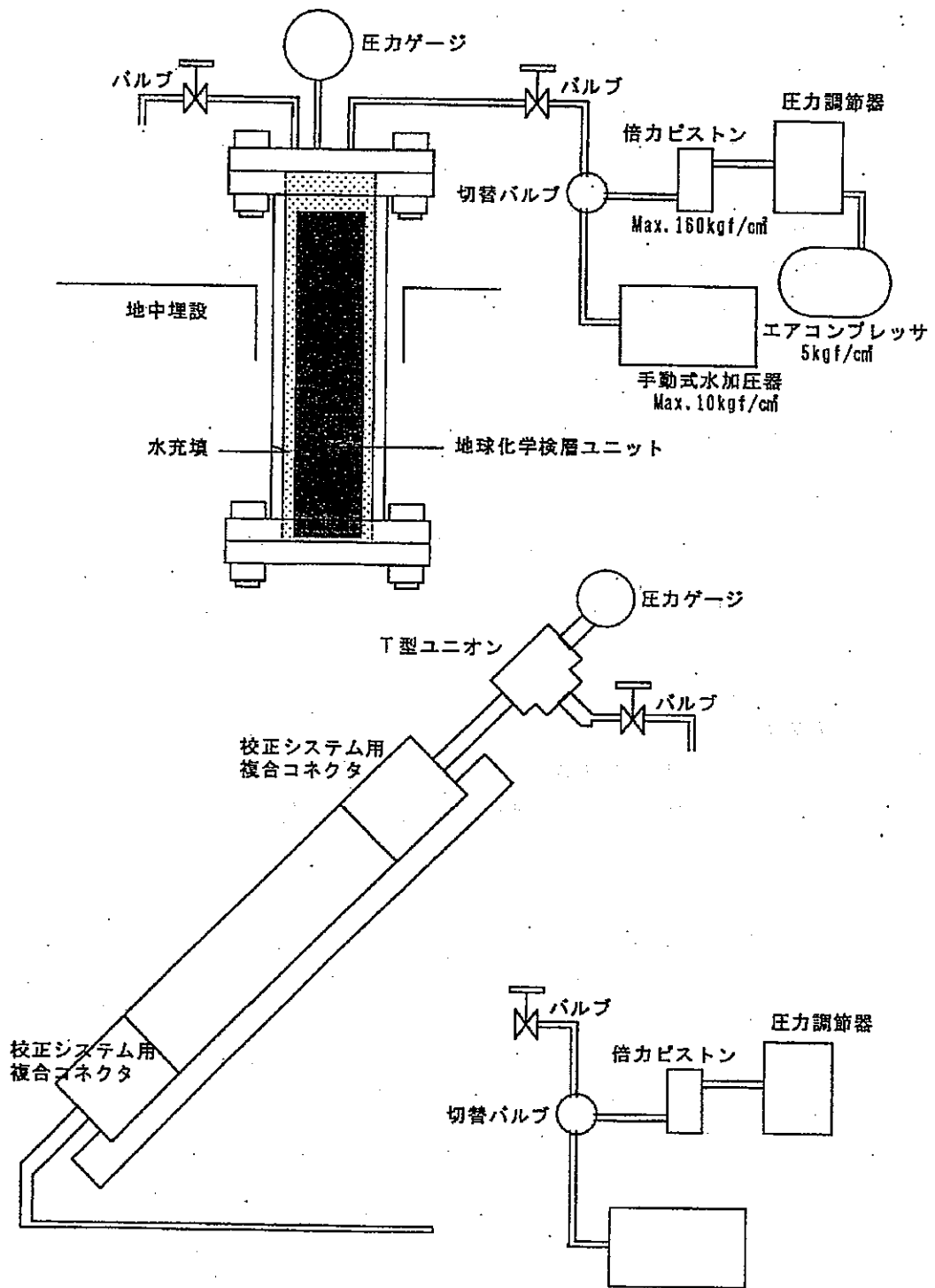


図 5-3 外筒部の耐圧試験の概要

5.3.2 試験結果

①外部圧力試験

外筒部の外部からの 150 kgf/cm^2 の加圧試験において、検層ユニット内への水の浸入は全く認められず、良好な結果であった。

②内部圧力試験

検層ユニットの内の通水部に対する 150 kgf/cm^2 の加圧試験においても、センサーの配線部、アンプ部、データ処理部と複合コネクタの配線部のいずれについても、水の浸入の痕跡は全く認められず、良好な結果であった。

③評価

製作した2台のいずれについても、外部圧力試験と内部圧力試験のどちらについても、 150 kgf/cm^2 以上の耐圧性能を有していることを確認できた。

6 地球化学検層ユニットの総合試験

6.1 耐圧性能確認試験

6.1.1 試験条件

組立ての終了した地球化学検層ユニットの、耐外圧性能と対内圧性能を確認するために行った。

(1) 試験の内容

①耐外圧性能試験

外筒部の仮組立て後に行なった耐圧試験と同様に、組立て完了後の地球化学検層ユニットを図 5-3 の圧力試験容器内に入れて、耐外圧についての性能を確認した。

試験条件は以下のとおりである。

- (a) 試験圧力； 150 kgf/cm²
- (b) 試験時間； 24 時間 (容器内温度； 22℃)
- (c) 合格条件； 試験中に圧力の低下が認められないこと。

試験後の分解目視試験にて、水漏れの無いこと。

②耐内圧性能試験

耐外圧試験後に、再度組立てた検層ユニットのセンサー部と水回路部に蒸留水を満たし、図 5-3 に示した加圧器にて加圧した状態にて耐内圧についての性能を確認した。

試験条件は以下のとおりである。

- (a) 試験圧力； 150 kgf/cm²
- (b) 試験時間； 24 時間 (室温； 25±2℃)
- (c) 合格条件； 検層ユニットへの通水が正常に行なえ、正常な測定・通信が行なえること。

試験中に圧力の低下が認められないこと。

加圧中および試験終了後において、正常にデータ処理装置との信号の送・受信が行なえること。

6.1.2 試験結果

①対外圧性能試験

i. 24 時間の試験時間中における圧力変動は次のとおりである。

試験対象 ユニット	開始直後		24 時間経過後	
	圧力 (kgf/cm ²)	温度 (℃)	圧力 (kgf/cm ²)	温度 (℃)
No.2.1	151	22.2	152	22.3
No.2.2	150	22.2	150	22.3

製作した 2 台のいずれについても ±1 kgf/cm² 以内であり、試験中に圧力変化は認められない。

ii. 試験終了後の分解検査 (目視) では、ユニット内のどの部分にも水漏れの痕跡は確認できなかった。

iii. 以上の結果から、製作した 2 台の検層ユニットが 150 kgf/cm² の外圧に対する耐圧性能を有することが確認された。

②対内圧性能試験

i. 24時間の試験時間中における圧力変動は次のとおりである。

試験対象 ユニット	開始直後		24時間経過後	
	圧力 (kgf/cm ²)	温度 (°C)	圧力 (kgf/cm ²)	温度 (°C)
No.2.1	150	24.9	155	25.2
No.2.2	150	25.1	154	25.3

試験終了時に4~5 kgf/cm²の圧力の上昇が見られるが、同時に計測したユニット内温度にも0.2~0.3°Cの上昇があるため、温度による影響が現れたものと判断した。製作した2台のいずれについても、試験中に圧力変化は認められない。

ii. 試験終了後の分解検査(目視)では、ユニット内のどの部分にも水漏れの痕跡は確認できなかった。

iii. 試験中および試験終了後においても、ユニット内のデータ処理基板との正常な通信は確保されており、作動プログラムのダウンロード操作(再設定にても正常に実施できた。

iv. 以上の結果から、本検層ユニットが150 kgf/cm²以上の内圧に対する耐圧力性能を有することと、正常な測定・通信が行なえることが確認された。

6.2 作動確認試験

6.2.1 試験条件

組立ての終了した地球化学検層ユニットにて、校正操作と測定操作等が正常に行なえることを確認するために行なった。

(1) 試験の内容

①センサーの校正操作の確認

検層ユニットの上端部に校正用の複合コネクタを連結し、更にデータ処理装置およびDC12V電源を接続して、センサーの校正操作が正常に行なえることを確認する。

i. センサーの校正に使用した標準溶液は以下の通りである。

- (a) pH : pH4 と pH9 の標準溶液
- (b) Eh/ORP : pH4 キンヒドロソル標準溶液
- (c) pS : 5×10^{-4} 、 5×10^{-6} mol/L (pH13) -Na₂S 溶液
- (d) EC : 0.002、0.005、0.5mol/L-KCl 溶液
- (e) 水温 : 25°C (EC用標準溶液)、氷冷水

ii. 試験の方法

センサーをユニットから外して校正用のコネクタケーブルで接続し、センサーを約200mLの標準液を入れたビーカーに浸けてスターラーで攪拌した。

指示電位が安定した時点でその指示値を読み取った。

1条件終了後には、イオン交換水にてセンサーを良く洗浄し付着水分を拭き取った後、別の標準溶液にて同様に標準溶液の条件数分を行った。

iii. 評価

指示電位を校正補正した結果が、標準溶液の基準値(電位)に対して下記の範囲にあることを、合格の条件とした。

- (a) pH : ± 0.2 pH
- (b) Eh/ORP : ± 0.01 V
- (c) pS : ± 0.01 V
- (d) EC : ± 2 %FS
- (e) 温度 : ± 0.2 °C

②信号の送・受信操作

検層ユニットの上下端の両端部にセンサー部に校正用の複合コネクタを連結して、標準液循環装置のポンプにて蒸留水を満たす。データ処理装置およびDC12V電源を接続し、センサーとアンプの作動とデータ処理基板との信号の送・受信が正常に動作することを確認する。

6.2.1 試験結果

①センサーの校正操作の確認

- i. 検層ユニット内のデータ処理基板とデータ処理装置間の信号の送・受信は正常に実施でき、標準溶液によるセンサーの校正についても正常に実施できた。
- ii. 校正結果は表 6-1-1 と表 6-1-2 のとおり、付表の校正有効範囲内の結果が得られた。製作した2台のユニットについて、正常な校正が行なえることを確認した。

表 6-1-1 センサーの動作確認試験(校正操作)結果 (1台目: No.2.1)

試験項目	標準溶液		試験結果			
	種類等	校正時標準出力(V)	データ処理装置出力(V)	出力差(V)	出力差換算値	
pH	pH 4.01	2.030	2.010	0.020	0.12 pH	
	pH 9.18	1.113	1.095	0.018	0.10 pH	
Eh/ORP	Pt Au GC pH4-キヒトロン (463 mV)	1.881	1.905	+0.024	16 mV	
			1.901	+0.020	13 mV	
			1.898	+0.017	11 mV	
pS	5×10 ⁻⁴ M-Na ₂ S (-771 mV)	2.313	2.263	-0.050	17 mV	
	5×10 ⁻⁶ M-Na ₂ S (-712 mV)	2.136	2.079	-0.057	19 mV	
EC	電極式	0.002M-KCl (292 μS/cm)	0.272	0.284	+0.012	12 μS/cm (0.4 %)
		0.005M-KCl (718 μS/cm)	0.669	0.691	+0.022	23 μS/cm (0.8 %)
	電磁式	0.005M-KCl (718 μS/cm)	0.014	0.018	0.004	200 μS/cm (0.1 %)
		0.5M-KCl (58600 μS/cm)	1.169	1.173	0.004	200 μS/cm (0.1 %)
温度	25.0	0.750	0.751	0.001	0.03°C	
	0.0	0.000	0.000	0.000	0.00°C	

表 6-1-2 センサーの動作確認試験(校正操作)結果(2台目:No.2.2)

試験項目	標準溶液		試験結果			
	種類等	校正時標準出力(V)	データ処理装置出力(V)	出力差(V)	出力差換算値	
pH	pH 4.01	2.030	1.997	-0.033	0.11 pH	
	pH 9.18	1.113	1.078	-0.035	0.12 pH	
Eh/ORP	Pt Au GC	pH4-キヒトロン (463 mV)	1.881	1.912	+0.031	21 mV
			1.908	+0.027	18 mV	
			1.907	+0.026	17 mV	
pS	5×10 ⁻⁴ M-Na ₂ S (-771 mV)	2.313	2.236	-0.077	26 mV	
	5×10 ⁻⁶ M-Na ₂ S (-712 mV)	2.136	2.054	-0.082	27 mV	
EC	電極式	0.002M-KCl (292 μS/cm)	0.272	0.286	+0.014	14 μS/cm (0.5%)
		0.005M-KCl (718 μS/cm)	0.669	0.696	+0.027	28 μS/cm (0.9%)
	電磁式	0.005M-KCl (718 μS/cm)	0.014	0.024	+0.010	500 μS/cm (0.3%)
		0.5M-KCl (58600 μS/cm)	1.169	1.197	+0.028	1400 μS/cm (0.9%)
温度	25.0	0.750	0.750	0.000	0.0 °C	
	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0 °C	

校正結果の有効範囲は、次の付表の通りである。

付表 校正結果の有効範囲一覧表

校正項目	指示結果の有効範囲	
pH	標準値 ± 1.0 pH	標準出力電位 ± 0.18 V
ORP	標準値 ± 100 mV	標準出力電位 ± 0.15 V
pS	標準値 ± 200 mV	標準出力電位 ± 0.60 V
EC	標準値 ± 13 %FS	標準出力電位 ± 0.54 V
温度	標準値 ± 3.3 °C	標準出力電位 ± 0.10 V

②信号の送・受信操作

- i. プログラムのダウンロードと信号の送・受信は、正常に実施できた。
- ii. センサーの指示値を正常に表示できた。
- iii. 信号の送・受信操作が正常に行えることが確認できた。

7 まとめ

本業務では、試錐孔を利用して深度 1,000mまでの深層岩盤中地下水の地球化学的データを効率的に取得するために、既製作の高温環境型「地球化学検層ユニット」を、もう2台製作した。

本製作のユニットは、昨年度製作した高温環境型と同一規格・設計であり、深度 1,000 mの深層地下水の測定に十分対応できる。製作にあたっては、設計報告書『地球化学検層ユニット(高温環境型)の設計』(PNC ZJ7422 96-001)と製作報告書『地球化学検層ユニット(高温環境型)の製作』(PNC ZJ7422 97-001)の各報告書に記載された条件に基づいた。

製作した2台の高温環境型検層ユニットの性能と仕様は、次のとおりである。

- 1) 適応温度範囲は、70℃までと高温環境に適応している。
- 2) センサー部の空隙容積は 430mL～220mL (制水スパーサー装着時) と少なく、センサーの応答速度 (99%レスポンス) は 5分 (制水スパーサー装着時) ～15分 (非装着時) と非常に短時間である。
- 3) 孔内ユニット (検層ユニット) の全長は 2,750mm であり、高い作業性と操作性を有する。
- 4) 昨年度製作した高温環境型検層ユニットと共通仕様にて製作しており、本製作の2台間とともに、部品の完全な互換性を有する。
- 5) 高温環境型の地球化学検層ユニットを3台にしたことにより、試錐孔における原位置測定での物理化学パラメータ測定体制を強化できた。

機器取扱説明書

機器名 ; 地球化学検層ユニット

型式 ; (高温環境型) Type2.1

1998年11月

株式会社 環境技術研究所

目 次

	頁
1 検層ユニットの概要	1
1.1 仕様	1
1.2 地球化学検層ユニットの構成	2
1.2.1 孔内システム	2
1.2.2 校正システム	5
1.2.3 付属部品	6
1.3 各部の名称	6
2 検層ユニットの組立て手順	13
2.1 使用の都度行なう組立て操作の手順	13
2.2 使用後に行なう分解、収納の手順	18
3 校正操作の手順	21
3.1 準備	21
3.2 校正の条件	21
3.3 校正の方法	24
3.4 校正終了後の組立てとチェック	30
3.5 チェック後の操作	36
4 測定操作の手順	38
4.1 準備	38
4.2 孔内挿入操作	38
4.3 測定データの表示、処理操作	39
4.4 測定終了後の操作	40
5 保守・管理	42
5.1 日常点検と保守	42
5.2 点検、保守の項目・と実施周期	45
5.3 故障対策	47
5.4 保守・交換用の部品リスト	50

図 表 目 次

	頁
図 1-1-1 孔内システムの構成と各部の名称(その 1)	7
図 1-1-2 孔内システムの構成と各部の名称(その 2)	8
図 1-2 センサー部の制水ブロックの装着状況図	9
図 1-3-1 校正システムの構成と各部の名称(その 1)	10
図 1-3-2 校正システムの構成と各部の名称(その 2)	11
図 1-3-3 校正システムの構成と各部の名称(その 2)	12
図 2-1 外筒を外す手順の解説図	13
図 2-2 センサー取付け手順の解説図	15
図 2-3 孔内システムの洗浄の状況	18
図 3-1 校正作業時の接続・構成状況図	24
図 3-2 組立て後の測定動作チェック時の状況図	32
図 3-3 圧力チェック時の加圧状況	33
図 3-4 チェック用モニターのセット状況	35
図 4-1 測定時の装置の構成図	39
表 3-1 校正に用いる標準液の種類	21
表 3-2 校正結果の有効範囲	23
表 3-3 データ処理器の校正結果(定数設定)の入力仕様	29
表 3-4 測定動作チェック時の表示値の正常範囲	31
表 3-5 指示安定の 25℃での変化量	32
表 5-1 消耗品および予備品リスト	50

地球化学検層ユニット機器取扱説明書

1 地球化学検層ユニットの概要

1.1 仕様

(1) 装置名、型式

名称；地球化学検層ユニット

型式；Type2.0

(2) 測定対象

試錐孔を利用した深層地下水の地球化学パラメータの原位置計測
測定項目；次の5項目である。

- 1) 水素イオン濃度指数(以下pHと略す)
- 2) 酸化還元電位(標準電位換算表示。以下Ehと略す)
- 3) 硫化物イオン電位(以下pSと略す)
- 4) 電気伝導度(導電率。以下ECと略す)
- 5) 水温

(3) 測定原理

電極法による

- ① pH；ガラス電極－銀/塩化銀参照電極法
- ② Eh；金属作用電極－銀/塩化銀参照電極法
作用金属電極には、白金、金、グラシーカーボンの3種類を装着している。
- ③ pS；硫化銀作用電極－銀/塩化銀参照電極法
- ④ EC；測定対象濃度の違いによる2種類を装着
低レンジ測定用：交流2電極式電極法
高レンジ測定用：電磁誘導式電極法
- ⑤ 水温；白金抵抗測温体式

(4) 測定範囲

- ① pH；0～14 pH
- ② Eh；-1,000～+1,000 mV (-1～+1 V)
- ③ pS；-1,000～0 mV (-1～0 V)
- ④ EC；低レンジ測定用：0～2,000 μ S/cm (0～200 mS/m)
高レンジ測定用：0～100,000 μ S/cm (0～10,000 mS/m)
- ⑤ 水温；0～100 $^{\circ}$ C

(5) 測定精度

- ① pH； ± 0.2 pH/日以内

- ② E h ; ±10 mV/日以内
- ③ p S ; ±10 mV/日以内
- ④ E C ; 低レンジ測定用 : ±2 % F S /日以内 (±40 μS/cm/日以内)
高レンジ測定用 : ±2 % F S /日以内 (±2,000 μS/cm/日以内)
- ⑤ 水温 ; ±0.2 °C/日以内
- (6) 伝送出力 ; RS-485 規格 (4線式) 出力
FS : DC0~3V 入力を A/D 変換後
- (7) 耐圧力性能 ; 150 kgf/cm² (1.5MP/m²) 以上
- (8) 使用温度範囲 : 0 ~ 80 °C
- (9) 動作環境等 (孔内システムの仕様)
 - ① 動作周囲温度 : 0 ~ 80 °C
 - ② 動作周囲湿度 : 0 ~ 90 % (結露なし)
 - ③ 保管温度範囲 : 0 ~ 80 °C
- (10) 所要電源
 - ① 孔内システム : DC12V × 0.3A (MAX.)
 - ② 校正システム : AC100V × 2A (電源バックアップ装置を除く)
電源バックアップ装置 : AC100V × 11A (MAX.)
- (11) 孔内システムの寸法、重量
 - ① 本体重量 : 約 48 kg
 - ② 本体外形寸法 : 長さ 2,748 mm × 外径 φ 57 mm
- (12) 校正システムの寸法、重量
 - ① 収納ラック重量 : 約 135 kg
データ処理装置、電源バックアップ装置とハードコピーユニット等を含む
 - ② 収納ラック外形寸法 : 高さ 1,630 mm × 幅 570 mm × 奥行 673 mm
 - ③ 作業台兼組立作業台重量 : 約 15 kg
 - ④ 作業台兼組立作業台外形寸法 : 長さ 3,000 mm × 幅 150mm × 高さ 140mm

1.2 地球化学検層ユニットの構成

1.2.1 孔内システム

次の4部分から構成される。

(1) センサー部

次の2測定部 (センサーブロック) から構成される。

① 上部センサーブロック

pH、E h と p S を測定する3本の電極と、電極を装着する耐圧コネクタ (ハーメチックコネクタ) で構成される。

3本の電極は次のものである。

- 1) pH複合電極 ; 作用電極としてのガラス電極1本と、参照電極としての銀/塩化銀電極 (ダブルジャンクション型) 1本を一体化した複合型電極で、検

出電位の前処理のためにプリアンプを内蔵する。

2) E h・p S作用電極；E h測定用の作用素子である白金(Pt)、金(Au)とグラシーカーボン(GC)の3種類(3本)の金属電極と硫化物測定素子である硫化銀電極1本を一体化した複合作用電極である。

3) 参照電極；E h・p S作用電極と対を組む、ダブルジャンクション型の銀/塩化銀電極である。

②下部センサーブロック

ECと水温を測定する3本(3種類)の電極と、電極を装着する耐圧コネクタ(ハーメチックコネクタ)で構成される。

3本の電極は次のものである。

1) 交流2電極式EC電極；低濃度域測定用のEC電極である。

2) 電磁誘導式EC電極；高濃度域測定用のEC電極である。

3) 温度電極；水温測定用の白金抵抗測温体式による電極である。

(2) アンプ部

センサーの検出電位、出力を電圧出力に変換する機能と、センサーに必要な信号、電源を供給する機能を有する、次の7種類・7枚のアンプ基板から構成される。

各アンプ基板の名称と機能を示した。

① pH用アンプ基板

pH複合電極内のプリアンプへの電源(DC5V×0.02A)供給と、pH検出電位のDC0～3Vへの出力変換の機能を有する。

② E h 1用アンプ基板

E h 1 (Pt電極)検出電位のDC0～3Vへの出力変換と、次のE h 2、3用アンプ基板への電源ならびに処理したE h共通参照電位の供給の機能を有する。

③ E h 2、3用アンプ基板

上記E h 1用アンプ基板と対を成して、E h 2 (Au電極)とE h 2 (GC電極)検出電位のDC0～3Vへの出力変換の機能を有する。

④ p S用アンプ基板

硫化物イオン電極と参照電極間の検出電位を、p S電位としてDC0～3Vへの出力変換の機能を有する。

⑤ EC 1用アンプ基板

交流2電極式EC電極の検出した電極間抵抗値を、電気伝導度(導電率)に変換し、更にDC0～3Vへ変換して出力する機能を有する。

⑥ EC 2用アンプ基板

電磁誘導式EC電極の2次側コイルで検出した誘導電流値を電気伝導度(導電率)に変換し、更にDC0～3Vへ変換して出力する機能を有する。

⑦ 温度用アンプ基板

温度電極内の白金抵抗測温体式に定格電流を供給するとともに、抵抗値の変化を温度に変換し、更にDC0～3Vへ変換して出力する機能を有する。

(3) データ処理部

各センサーにて計測された出力を、アナログ信号からデジタル信号に変換(A/D変換)して地上へ送信するための処理と、通信・監視の機能を有する部分であり、次の4枚の基板から構成される。

①データ処理用基板

データ処理部の取機能部分であり、センサー出力のA/D変換と地上通信機能(RS-485規格)を有する、1対2枚の次の基板にて構成される。

- 1) メイン基板；データの変換処理および通信用回路
- 2) サブ基板；電源供給回路

②補助機能基板

上記データ処理用基板の補助的機能を持つものであり、次の2枚からなる。

- 1) 入力ポート用基板；センサーアンプから入力ポート
- 2) 監視用アンプ基板；基板温度監視用

(4) 外筒部

孔内システムの内装品、電装品類を深度1,000mの圧力から保護するため設けた耐圧外筒部分と、他のユニットの孔内システムとの連結に必要な機能を持たせた部分からなる。

外筒部の構成要素は次のものである。

①遮水型複合コネクタ

孔内システムの上端部と下端部に有り、採水系の孔内システムとの連結を考慮した機能を持つ構造である。このコネクタは水回路を1回路と、電気・信号回路を8回路持つ複合構造であり、150kg/cm²以上の耐圧性能を持つ。

②ジョイント用ブロック

センサー部とアンプ部の間、アンプ部とデータ処理部との間等の連結部にあたる部分であり、水回路と電気・信号線収納回路を有する。次の外筒をねじ固定することで、耐圧力性を保つ。

③外筒

電装部品収納部とセンサー部を周辺から遮断するために、ジョイントブロック間に被せるステンレス鋼製の円筒である。次の連結用締結具で固定し、外圧(内圧)150kg/cm²以上の耐圧性能を持つ。

④外筒連結用締結具

外筒をジョイントブロックに固定するために用いるねじ構造の締結具であり、孔内システムの構造からと外筒の脱着の作業性を考慮して、2分割したナットと固定用(緩み防止)の2分割リングを用いている。

⑤水回路、電装ケーブル用配管

電装品装着部分の水回路とセンサー部のケーブル回路に、150kg/cm²以上の耐圧性能を持つステンレス鋼製のパイプを用いている。

⑥耐圧ハーメチックコネクタ

孔内システムを取扱上の構造から3分割しており、それぞれの連結部分の電源・信号回路に耐圧構造を有するハーメチックコネクタを設け、トラブル時に他箇所を保護する機能を持たせた。また、組立・分解時の着脱の操作性の向上にも役立つ。

⑦その他

孔内システム全体に柔軟性を持たせて、試錐孔の曲がりに対する対応を持たせるとともに、ねじれ防止用のねじ止めを設けた。

1.2.2 校正システム

孔内システムのチェック・調整やセンサーの校正、ドリフト測定時に使用するシステムであり、孔内における計測時には計測データの表示と処理・収録を行なう。

この校正システムは、次のものから構成される。

①孔内システム校正用の支持架台兼組立て作業台：1台

孔内システムの組立時に、作業性を保ち正常な仕上りにすることを目的とした専用の作業台である。この作業台はセンサーの校正時と耐圧力試験および通水試験を実施する時に、試験の準備作業と試験実施時の支持架台として兼用できるものである。

②校正用の複合コネクタ：上下1式

上部用のコネクタは、検層ユニットの孔内システムを校正するとき、電源の供給と信号の入・出力用として、上部の複合コネクタに接続するダミーコネクタである。下部用は、通水試験や耐圧試験時に試料水等の注入・流入用に、上部用のコネクタと対で使用されるダミーコネクタである。

③孔内システム供給用の直流電源装置(DC12V用)：1台

センサーの校正時や試験時に、孔内システムにDC12V電源を供給する装置である。

④センサー校正用コネクタ付きケーブル：1組(2本)

センサーの校正とドリフト測定などでセンサーを標準液に浸けて操作する場合に、電極とセンサーブロック間に挿入して用いる中継型のケーブルである。Eh・pS作用電極と参照電極は対で用いるので2本用意している。

⑤標準液循環装置(低流量送液ポンプ)：1式

孔内システムの通水試験にて、試験溶液や標準液を送液するポンプであり、循環用容器との併用で循環通水も行なうことができる。このポンプは流量を可変設定できる低流量型である。また、耐圧力試験時に蒸留水などの充填にも使用できる。

⑥データ処理装置：1式

孔内システムの地上での諸試験(作動確認試験・チェック、校正・ドリフト測定、通水試験など)にて、データの取込みや表示、出力用に用いる。また、孔内における計測時にはモニター装置として用い、計測データの処理、取込みと表示を行ない、必要に応じてデータ等の出力を行なうシステムを備えている。

⑦電源バックアップ装置：1台

計測・試験中の停電などの電源遮断時に、自動的に切替えて電源を供給するバック

アップシステムである。AC100V×9A を 10 分間供給できる能力を持つ。

⑧画面ハードコピーユニット：1台

データ処理装置のモニター画面を、計測中にデータ処理装置の負担なしでハードコピー出力できる装置であり、出力は次のプリンターにされる。

⑨カラープリンター：1台

上記ハードコピーユニットを介して出力された結果を印刷する。

⑩配線ボード付き防塵型収納ラック：1式

データ処理装置関連のシステム1式を収納するラックシステムであり、電源システム、配線等の設置がなされている。このラック内には上記⑥～⑨が装着できる。

1.2.3 付属部品

孔内システムと校正システムを保管する付属品類は、以下のものからなる。

①地球化学検層ユニット収納箱：1式(2個)

孔内ユニットの保管・運搬時に収納する専用の収納箱であり、同ユニットが3分割できることから次の2個からなる。

- 1) 孔内システム(地球化学検層ユニット)本体用
- 2) データ処理アンプ部・複合コネクタ部、付属コネクタ類用

②複合コネクタ保護キャップ：1対(2個)

孔内ユニットの保管・運搬時に複合コネクタ保護のために装着するもので、次の1対、2個からなる。

- 1) 上部複合コネクタ用
- 2) 下部複合コネクタ用

③孔内ユニット(地球化学検層ユニット)組立て用作業台：1台

校正用支持架台と兼用で用いる。

④特殊工具類：1式

地球化学検層ユニットの数条作業や保守・管理に専用で用いる工具類であり、一般工具とともに工具箱に1式を備えた。

1.3 各部の名称

(1) 孔内システム

孔内システムの各部の名称を次の図に示した。

図 1-1-1 ; 孔内システムその 1 (上部複合コネクタからセンサー部)

図 1-1-2 ; 孔内システムその 2 (センサー部から下部複合コネクタ)

またセンサー部に少容量化のために設けた制水ブロックの装着状況を示した図を、図 1-2 に示した。

(2) 校正システム

校正システムの各部の名称を次の図に示した。

図 1-3-1 ; センサーの校正時

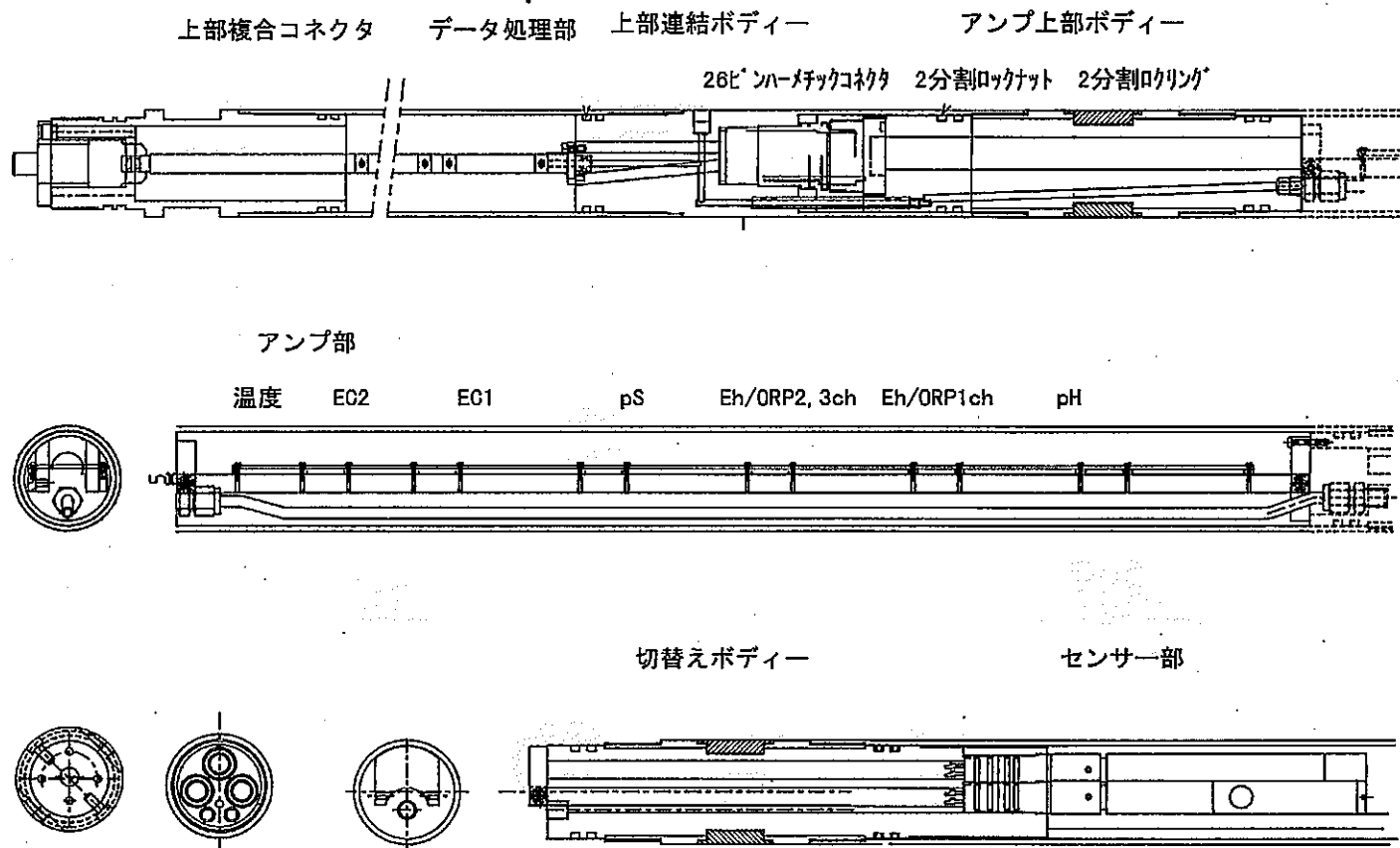


図 1-1-1 孔内システムの構造と各部の名称

図 1-3-2; 標準液等の循環方式による校正チェック時
 図 1-3-3; 試験孔内での計測時 (モニターとして)

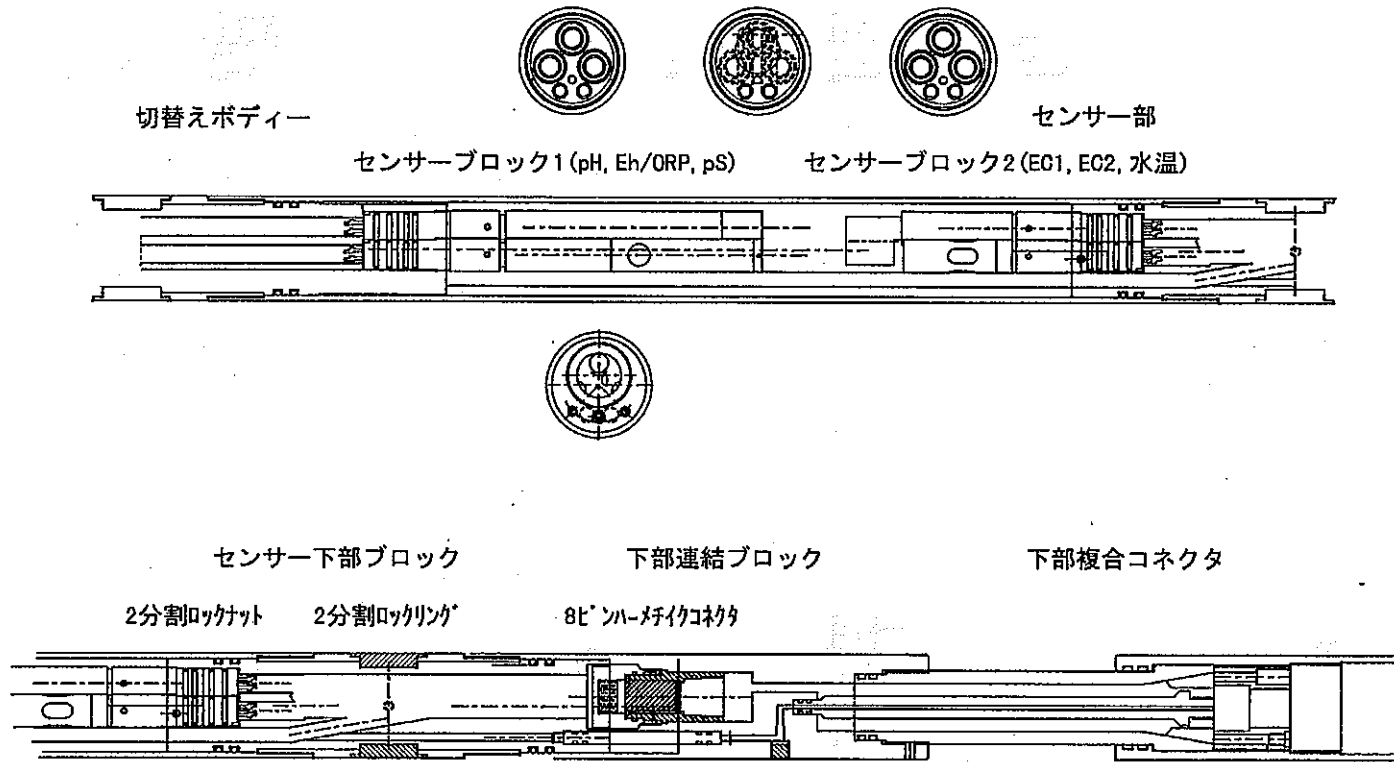


図 1-1-2 孔内システムの構成と各部の名称 その2

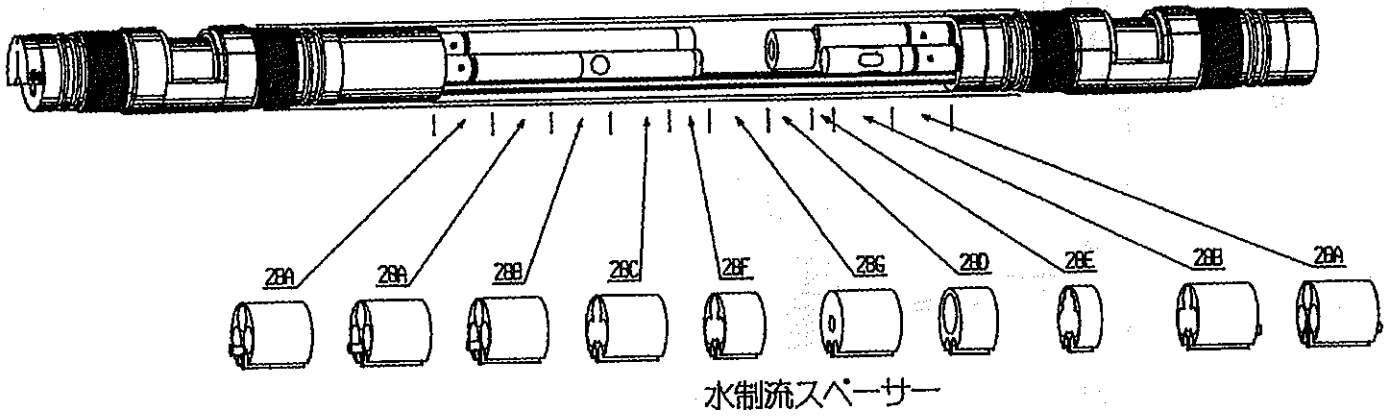


図 1-2

センサー部の制水ブロックの装着状況図

校正システム使用条件その1；センサーの校正時

センサー部の外筒を外した状態にて、個々のセンサーを個別に校正する条件であり、アンプのチェック・調整時にも同じ状態にて実施する。

この校正時のシステムの構成と接続状況における、各部の名称を示した。

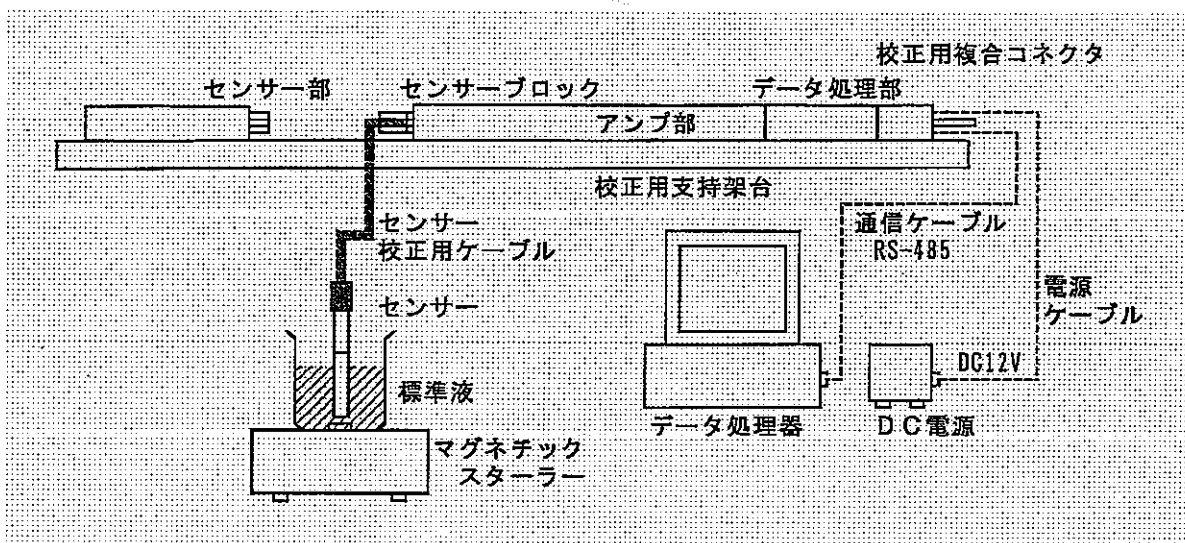


図 1-3-1 校正システムの構成と各部の名称 (その1)

校正システム使用条件その2；標準液等の循環方式による校正チェック時

検層ユニットを組み立てた後に、標準液等を循環させて行なう校正時のシステムの構成と接続状況における、各部の名称を示した。

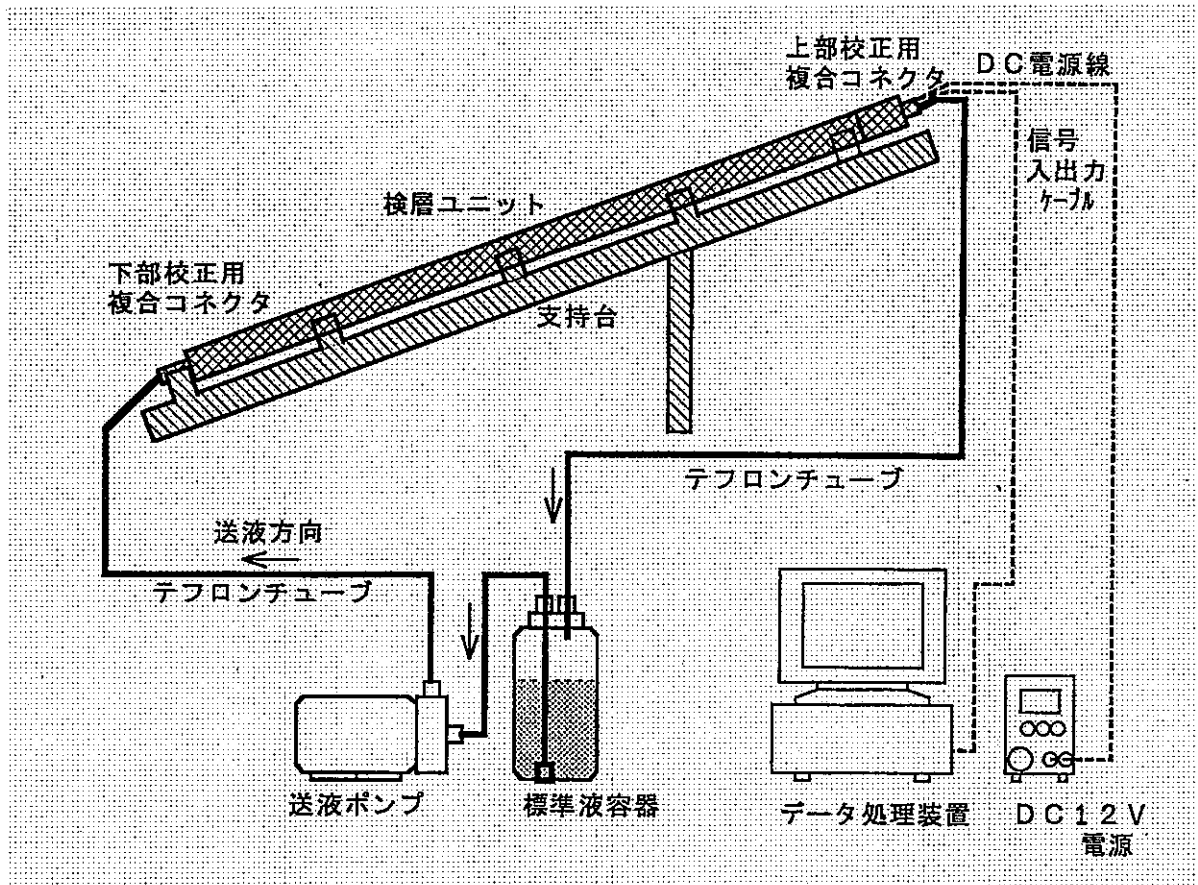


図 1-3-2 校正システムの構成と各部の名称 (その2)

校正システム使用条件その3；試錐孔における計測時の使用

検層ユニットと地球化学特性調査機器を組合せ、試錐孔にて地下水の地球化学パラメータを計測する時の、計測結果のモニターおよび記録目的で使用する場合の各構成装置類の状況と名称。

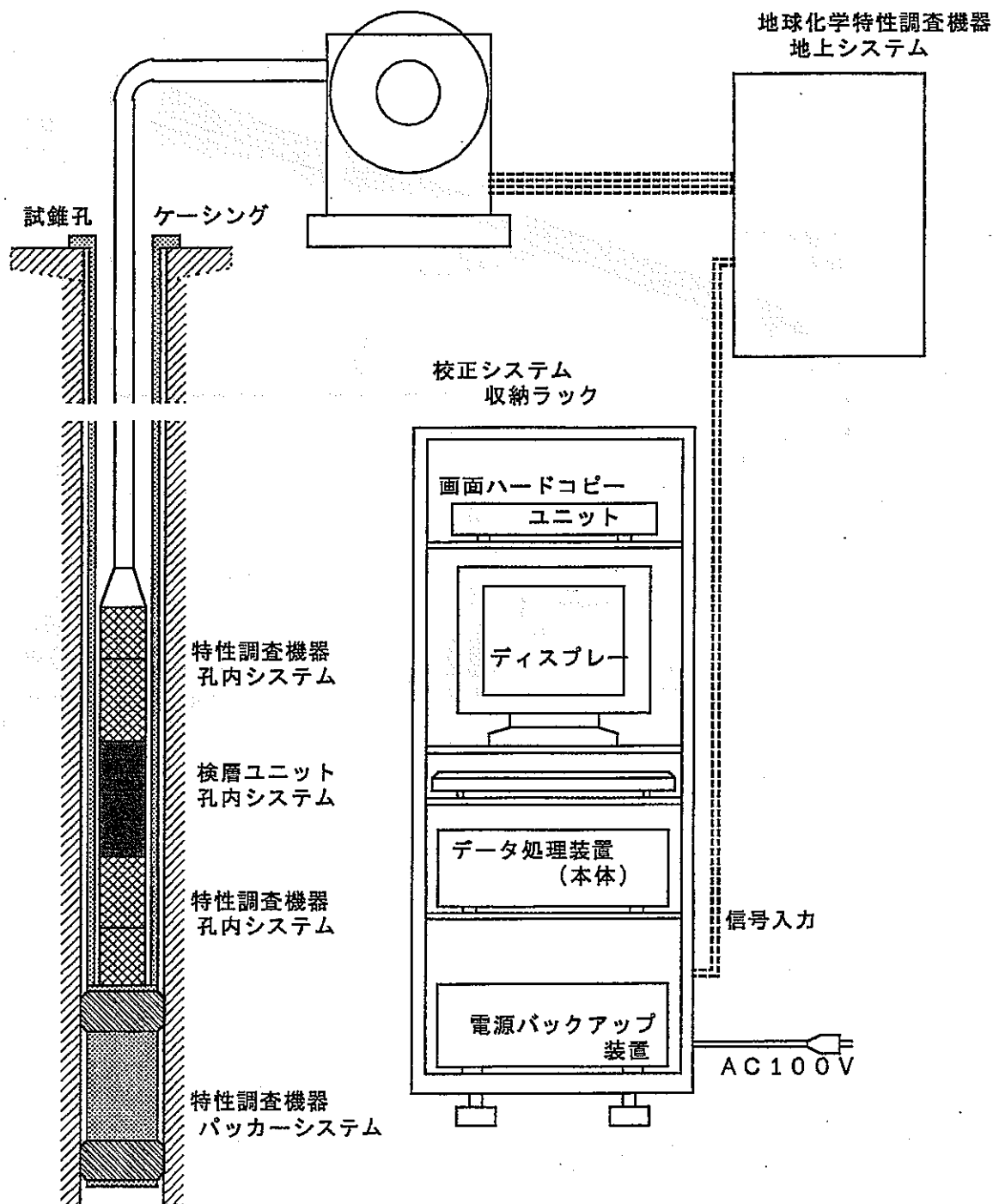


図 1-3-3 校正システムの構成と各部の名称 (その3)

2 検層ユニット (孔内システム) の組立て、収納の手順

2.1 使用の前に行なう組立て操作の手順

地球化学検層ユニットの孔内システムは、保管および運搬時には分割して2個の収納箱に分納してセンサーも取外してあるので、使用に際しては以下の手順に従って組立てる必要がある。

組立ての作業は、長さ3～4mで幅が45cm程度の表面が清浄・平滑な水平の作業台を用意し、その上に組立作業台を置いて行なうことが望ましい。また、ユニットの損傷を防止するために、組立て作業は必ず2人以上にて行なうことを遵守してください。

(1) 収納箱からの取出し

収納箱から孔内ユニットの本体部 (センサー部およびアンプ部部分) と、両端の複合コネクタ部分を取出す。

接続部に装着している収納・運搬用キャップと水回路保護プラグ、ハーメチックコネクタ保護キャップの3つを外し、外したキャップ類を収納箱中に保管する。この時に、複合コネクタ保護キャップは被せたままにしておいて下さい。

(2) センサーの装着

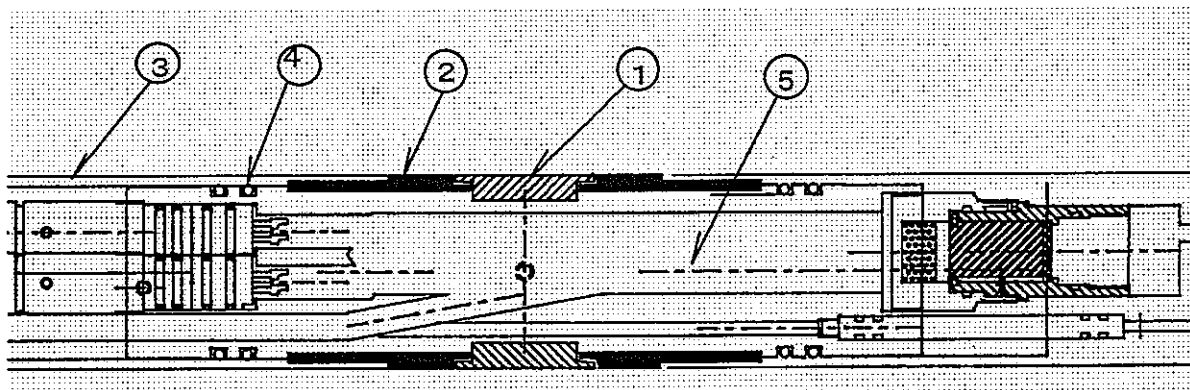
次の手順に従ってセンサー (電極) をセンサー部に装着する。

① 電極の馴らし

装着するセンサーのうち、pH複合電極、Eh・pS用作用電極と参照電極の3本については、1晩あるいは3時間以上の時間、電極の馴らしのために蒸留水中に先端部5cm程度以上を浸けておくこと。

② センサー部外筒の取外し

センサー部外筒を固定している上下2組の2分割ロックナット等と外筒を外す作業を、図2-1を参照にして次頁のa～fの順序で行う。



ア. ①の2分割ロックリングを、固定のビスを抜いて外す。

イ. ②の2分割ロックナットを、左に手で回して外す。

ウ. 同様にセンサー上部側も、の分割ロックリングとロックナットを外す。

エ. ③の外筒を左 (上側) 方向に一杯に移動する

オ. ④のOリングを⑤の下部ジョイントから外す

カ. ③の外筒を右 (下側) 方向にずらしながら引き抜く。

図2-1 センサー部の外筒を外す手順の解説図

- a. センサー下部ブロック部の2分割ロックリングを固定しているビス2本と締め付けビス2本を、+ドライバーと3mmの六角レンチにて外す。
 - b. 2分割ロックナットを緩めて取外す。外した2分割ロックナットには組番号が刻んであるので、輪ゴム等で組にまとめておく。
 - c. センサー部上部のアンプ部との切替えボディ部の2分割ロックリングと2分割ロックナットを、同様の手順で取外す。
 - d. センサー部用外筒をアンプ側にずらし、センサー下部ブロックにある2本のOリングを外す。(外筒を抜くときに傷を付けないために)
 - e. センサー部用外筒を、センサー下部ブロック側にゆっくりとずらしながら引き抜く。内部の装着品が擦れるか、きつい場合には、ユニット全体を回しながらゆっくり引抜くようにする。
 - f. センサーラダーを4本のビスを抜いて取外す。
- ③ 6本の電極(センサー)を順次装着する。
- a. 電極はセンサーブロックに直接差込む構造であり、6本全てが同一規格であるため、差込み位置を間違えぬよう注意を要する。電極の差込み側、コネクタ側のいずれにもキー溝があるのでピン位置を誤ることはない。
 - b. 電極の圧力シールはハーメチックコネクタの内側に装着したOリング2本にて保たれるので、電極の装着前にOリングに傷がないことの確認と、電極のOリングシール面が清浄であることを必ず確認する。
 - c. 各電極の差込み位置は次のとおりである。
 センサーブロックのコネクタとアンプ基板間の配線がセンサーごとに異なるため、センサー位置を変更することができないので注意を要する。
 - 1) コネクタ位置①；上部センサーブロック右側：pH複合電極
 - 2) コネクタ位置②；上部センサーブロック中央：Eh・pS作用電極
 - 3) コネクタ位置③；上部センサーブロック左側：参照電極
 - 4) コネクタ位置④；下部センサーブロック右側：温度電極
 - 5) コネクタ位置⑤；下部センサーブロック中央：EC2(電磁誘導式)電極
 - 6) コネクタ位置⑥；下部センサーブロック左側：EC1(交流2電極式)電極
 - d. 差込みの順序1(制水スペイサーを装着しない場合)
 制水スペイサーを装着しない場合には、EC2(電磁誘導式)電極を最後に差込みことを除けば、特に問題はない。
 - e. 差込みの順序2(制水スペイサーを装着する場合)
 - i. 上部センサーブロック側に、制水スペイサーのNo.28Aを2個センサーブロックに取り付ける。
 - ii. pH複合電極、Eh・pS作用電極と参照電極の3本を、所定のコネクタに差込む。(電極を差込む順序は問わない)
 - iii. 次にスペイサーのNo.28B、28Cと28F各1個をこの順序で電極の上に被せる。
 - iv. 下部センサーブロック側に、制水スペイサーのNo.28Aを1個センサーブロッ

クに取り付ける。

- v. EC1電極と温度電極を、所定のコネクタに差込む。(電極を差込む順序は問わない)
 - vi. 次にスペイサーのNo.28Bと28E各1個をこの順序で電極の上に被せる。
 - vii. EC2電極を差込み、その上にスペイサーのNo.28Dを被せる。
 - viii. 最後に、隙間にスペイサーのNo.28Gを挿入して終了する。
- f. センサーラダーを取付、皿ビス4本にて固定する。
- g. 電極の取付位置と制水スペイサーのNo.と装着位置を、次の図2-2に示したので組立順序の参考にして下さい。

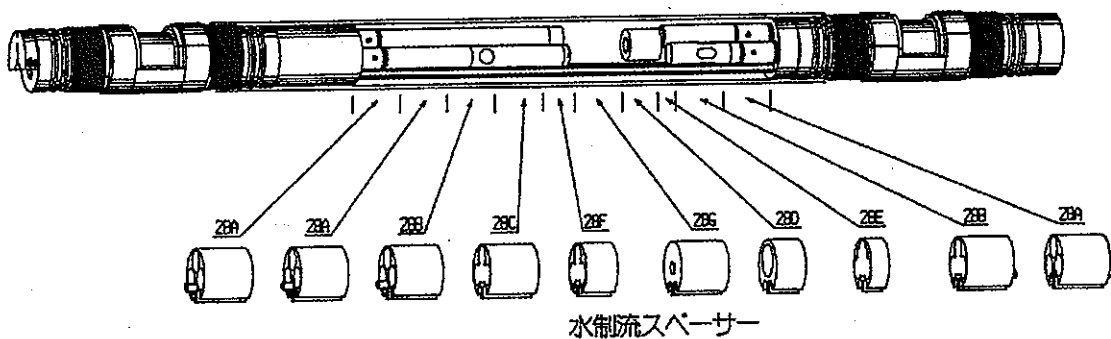


図 2-2 センサー取付け位置と制水スペイサー位置の解説図

(3) 外筒の装着

センサーを装着後次の手順にて外筒を装着する。外すときとは逆の手順となる。

- a. 上部センサーブロック側の外筒シール用の2本のOリング溝に、に新しいOリング(規格No.P45)を装着する。交換しない場合には、Oリングに傷のないことを必ず確認する。
- b. 外筒を下部センサー下部ブロック側から、センサーに接触しないようにゆっくりと装着する。
- c. 外筒をアンプ側一杯まで被せ、下部センサーブロック側に新品のOリング2本をはめてから、外筒を少し戻し中央位置にする。
- d. 外筒を被せ終わったら、孔内ユニットをアルミ製の組立作業台上に移し、ユニット全体を水平にしてから固定作業に入る。必ず2人にて行うこと。
- e. センサー上部側、センサー下部側の順に、番号を合わせた2分割ロックナットを軽く振じ込める状態で一杯まできっちりと振じ込み、ロックナット部とボディーに設けたセットボルト用の穴の位置を合わせてから、所定のセットボルト(5mmφ)にて確実に固定する。2分割ロックナットの回りが渋い場合にはねじ山を壊す恐れが高いため、ユニットを持上げ気味にして軽く回る状態を見つけ、その状態を保ちながら振じ込むことを必ず守ること。工具などを用いて強引に振じ込む行

為は絶対行ってはならない。

- f. 次にセンサー上部側のロックリングのみを装着しビスにて固定する。下部側は、下部側複合コネクタのブロックを接続・固定後に取り付ける。

(4) 下端側複合コネクタの接続

- a. 収納箱より下端側複合コネクタを取り出し、接続側の収納・運搬用キャップを外す。複合コネクタ用の保護キャップは、作業中の破損・変形を防止するために、付けたままで組立作業をすること。接続操作は、センサー部外筒を固定した組立作業台上にて行なうこと。
- b. センサー下部ブロック側に傷のないことを確認した規定のOリング(規格No.P45) 2本をはめる。センサー部側の水回路パイプの保護キャップを外し、Oリング(規格No.P4)の装着の有無と傷のないことを確認してから、ガイドピンに沿って下端側複合コネクタを、センサー下部ブロックへ確実に差し込む。
- c. 2分割ロックナットをセンサー下部ブロック側にはめ、複合コネクタ部の外筒内にゆっくり、確実に挿し込む。無理に挿し込まぬようセンサー部外筒の組立て手順に準じて行なうこと。
- d. 2分割のロックリングを2つのロックナットの間に入れ、ビスにて確実に固定する。

(5) データ処理部、上端側複合コネクタの接続

(4)と同じ手順にて行う。

- a. 収納箱よりデータ処理部の付いた上端側複合コネクタを取り出し、収納・運搬用キャップを外す。
- b. アンプ部上部ブロックの2分割のロックリングを外し、上部ブロック側にOリング(規格No.P46) 2本をはめる。アンプ側水回路パイプのOリングの装着と傷の有無を確認してから、ガイドピンに沿って複合コネクタ部分をセンサーアンプ部へ差し込む。
- c. 2分割ロックナットをアンプ上部ブロック側にはめ、データ処理部・複合コネクタ部の外筒内にゆっくり、確実に挿し込む。
- d. 2分割のロックリングを2つのロックナットの間に入れ、ビスにて確実に固定する。

作業中並びに作業後も複合コネクタの保護のために、保護キャップ(上端用)を被せておく。

(6) 組立ての確認操作

確実に組み立てたことを次の試験にて確認し、確認後に測定に供する。

① 通信確認の手順

次の順序にて組立てた孔内ユニットの通信確認チェックを行う。

- a. 上下端の複合コネクタの電極にて、電源および通信ラインが確実に接続されていることを、テスターにて導通試験と絶縁試験を行ない確認する。
- b. 導通不良の場合には、接触不良箇所または断線箇所をユニットを分解して確認

し、修理後に再度組み立ててから再度導通試験を実施し、正常に戻ったことを確認する。

- c. また、絶縁不良の場合には、導通不良時と同じくユニットを分解しながら接触箇所を探索し、不良箇所を修理した後に再度組み立てて絶縁試験を実施し、正常に戻ったことを確認する。
- d. 通信確認用に4 m程度の長さのチェック用コードを用意する必要がある。

② センサー、アンプの作動試験の手順

次の順序にて組立てた孔内ユニットのセンサー、アンプの作動確認チェックを行う。

- a. 組み立てた検層ユニットの両端部に校正用の複合コネクタを接続し、校正用の架台に移して5～20°程上部を持ち上げて固定してから、循環ポンプにて下部から蒸留水をユニット内に充填する。
- b. センサー、アンプの作動試験は、後述する校正操作の手順に準じて行なうこと。
- c. 上部コネクタの信号出力をデータ処理器に接続し、ユニット内のアンプ基板とデータ処理基板にDC12V電源を供給して作動させる。各センサーの出力がデータ処理機に出力されていることを確認する。正常であれば、表示はやや不安定ではあるが、ほぼ一定した値を表示する。
- d. 表示値が一定しない場合には、使用後の分解手順に従ってユニットを分解し、センサーの標準液による作動チェックとアンプの作動確認を、後述する校正手順とアンプの作動確認手順に従って実施する。再組立て後に、再度上記の作動試験を実施し、正常に作動することを確認する。

③ 耐圧力試験

次の順序にて組立てた孔内ユニットの耐圧力性能の確認チェックを行う。

- a. 循環ポンプに替えて、電極の加圧試験に使用したピストン式加圧器を用いて、検層ユニット内の蒸留水を100kgf/cm²に加圧し、正常な組立てと耐圧力性能をチェック・確認する。
- b. 加圧ポンプはユニットの下部に6 mmφのスウェッジロック式ユニオンにて接続し、加圧媒体には蒸留水を用いる。ユニットの上部には、ストッパーバルブを設け、圧力シールおよび圧力パーズ用とする。
- c. 20～40kgf/cm²程度に加圧してから、気泡抜きのために上部のバルブを開放する。この操作を2、3回繰り返した後に120kgf/cm²程度にまで加圧し、この圧力にて1時間程度放置して圧力漏れのないことを加圧器の圧力計にて確認する。
- d. 同時に、データ処理装置にてセンサー指示値を確認し、加圧前とほとんど変化のないことを確認する。
- e. 圧力の低下が生じた場合には、その原因を確認して欠陥品の交換か、再組立てを行なう。再度圧力試験を行ない、圧力の低下が生じないことを確認する。
- f. センサー指示に異常が生じた場合には、単独項目であればセンサーかアンプ基板部に、全項目であればデータ処理部かデータ配線部に異常があると思われるの

で、分解してからセンサーとアンプの作動をチェックして確認する。不良部品の交換、異常箇所の対策後に再度組立て、圧力試験と合わせて再度確認のための試験を行なう。

④測定への待機

加圧試験の終了した後に、検層ユニット内の圧力を抜き、蒸留水を充填したまま上下端部の校正用の複合コネクタを外し、保護キャップを被せて組立台上に水平に置いて試験まで待機させる。

2.2 使用後に行なう分解、収納の手順

基本的には組立て操作の逆の手順となる。

(1) 測定使用後の洗浄

孔内での計測に使用した孔内システムは、校正システムを用い使用後の洗浄作業を以下の手順にて行う。

洗浄操作の概要を図2-3に示す。

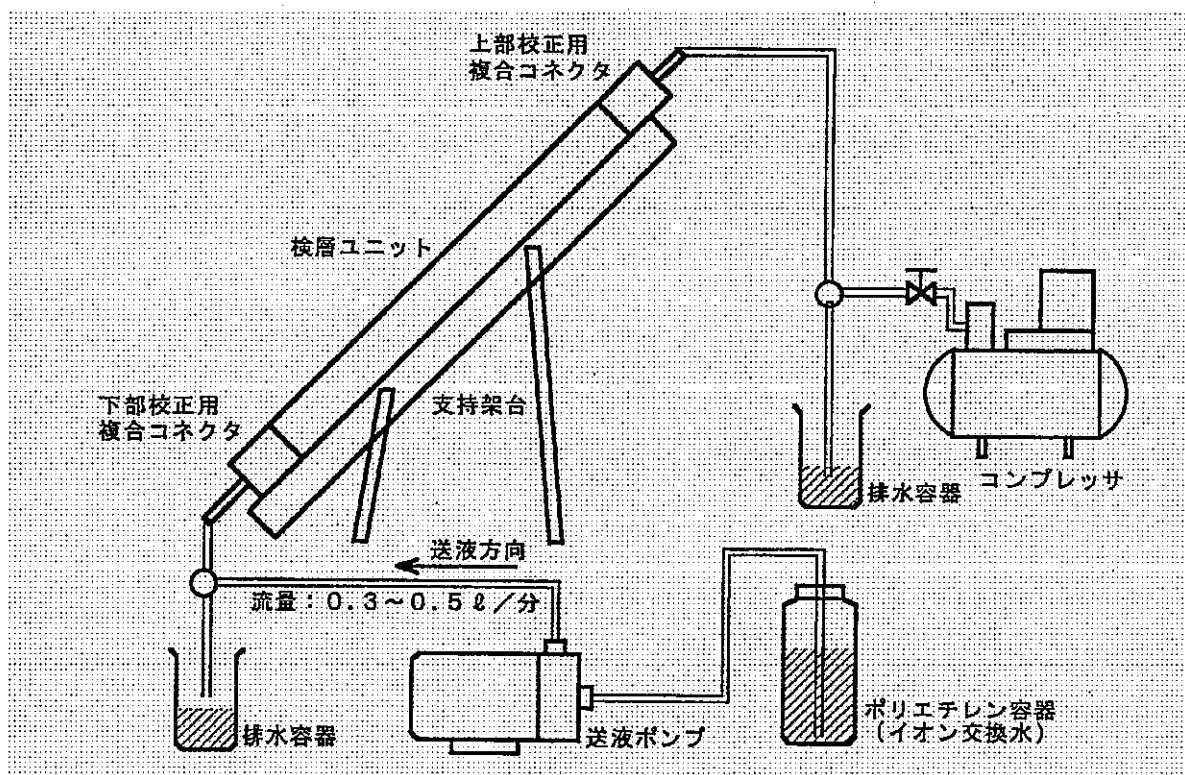


図 2-3 孔内システムの洗浄の状況

- a. 試錐孔から引き出した孔内システムを組立作業台上に固定し、テフロンチューブ等の配管を付けた校正用の複合コネクタを上下端部に装着(下端用には止水栓を付ける)後、10~45°の角度に立てる。
- b. 下部の止水栓を開け、検層ユニット内の残留水を自然流出にてできるだけ抜く。上部配管からコンプレッサーにて圧縮空気を送り、強制排水する。その後、送水

ポンプにて蒸留水又はイオン交換水を下部から注水し、上部から 1L 程溢れるまで続ける。この引き抜き、注水・洗浄の操作を 3 回ほど繰り返し、ユニット内を洗浄する。洗浄排水は捨てる。

- c. 洗浄終了時にはエアブローを十分に行ない、システム内の洗浄水をすべて排出する。

孔内システムから校正システムを取り外し、組立用作業台上に移す。作業台上にて洗浄・排水を行なったときには、作業台を水平に戻すこと。

(2) データ処理部、上部複合コネクタ部の取外し

- a. 取外しの作業・操作は、ねじ部分に負担をかけないために全て組立作業台上にて行なうこと。
- b. 校正用の複合コネクタを接続した状態で、データ処理部とアンプ部の連結部の複合コネクタ側ロックリングとロックナットを固定しているビスとセットボルトを外し、引き続きロックリングとロックナットを外す。
- c. データ処理部側を、ハーメチックコネクタに残留している水が懸からない用にゆっくりと引き抜き、データ処理部と複合コネクタの水回路内の水分をコンプレッサーエアにてブローし取り除く。また、接続部に付着している水分を丁寧に拭き取る。
- d. データ処理部側から校正用の複合コネクタを外して、データ処理部側とアンプ側のそれぞれに、運搬・保管用キャップを装着する。また、複合コネクタには保護キャップを装着する。
- e. データ処理部・上部複合コネクタ部を収納箱に収納する。

(3) 下部複合コネクタ部の取外し

- a. 取外しの作業・操作は、ねじ部分に負担をかけないために全て作業台上にて行なうこと。
- b. 校正用の複合コネクタを接続した状態で、連結部の複合コネクタ側ロックリングとロックナットを(1)と同様に取り外す。
- c. 下部複合コネクタ部をゆっくりと引き抜き、水回路内の水分をエアにてブローし接続部の水分を拭き取る。
- d. 複合コネクタ部のセンサー側に運搬・保管用キャップを、複合コネクタには保護キャップを装着する。
- e. 下部複合コネクタ部を収納箱に収納する。

(4) センサーの取外し

- a. ロックナット等の取外しの作業・操作は、ねじ部分に負担をかけないために全て作業台上にて行なうこと。
- b. センサー部とアンプ部の切り替えボディ部のビスを抜き、ロックリングを外す。センサー部外筒の両端のロックナットを外す。
- c. 孔内システム体を作業台から水平なテーブル上に移し、センサー部外筒をアンプ側にほぼ一杯までずらしてセンサー下部ブロック側の Oリングを外し、外筒を

- 下部ブロック側にゆっくりと引き抜く。引き抜いた外筒の内側を蒸留水にて良く洗浄し、エアブローにて水分を除いておく。外筒は破損・変形防止のため、収納箱中に保管しておくことが望ましい。
- d. センサー一部内部は蒸留水を洗ピン等で吹きかけながら十分に洗浄する。付着している水分をエアブローにてできるだけ吹き飛ばす。そのセンサーラダーに止めているビスを全て外す。
 - e. センサーラダーを取外し、制水スペサのうち電極装着後装着した2個を取外す。再度エアブローにて水分を払い、その後乾いた布等で拭き取る。
 - f. 残っている制水スペサを電極先端側にできるだけずらし、電極脱着用の専用器具にてセンサーブロックから3～5mm程引抜く。その後電極を1本ずつ手で抜き、電極表面ならびに接続ピン部に残存付着している水分を拭取る。
 - g. 制水スペサを装着していない場合には、d.の後電極脱着用の専用器具にてセンサーブロックから3～5mm程引抜き回収する。
 - h. 取外した電極のうちpH複合電極と参照電極については、電極先端部に専用の保護用ゴムキャップを必ず装着してから、他の電極とともに付属の収納箱に入れ保管する。
 - i. センサー一部に取外したセンサーラダーを取付け、外筒をゆっくりと注意して装着する。収納時にはOリングをはめずに外筒を被せることとする。外筒装着後は、検層ユニットを再度組立作業台状に移し、センサー部外筒の両端にロックナットを振じ込み、ロックリングで固定する。また、固定用のセットボルトとビス装着しておくことを忘れないように注意する。
 - j. センサー下部ブロック部とアンプ上部ブロック部のユニット両端に、水回路保護キャップと運搬・保管用キャップを装着・固定する。

(5) 収納

- a. 孔内ユニットの本体部（センサー部およびアンプ部）を収納箱に収納する。
- b. 複合コネクタ部は、本体部とは別の収納箱に分離収納する。
- c. センサーはセンサー用の収納箱に保管する。

(6) 保管・運搬

- a. 保管場所については高温・多湿の場所を避け、水平を保てる場所を選択すること。また、水分凍結による破損が生じる可能性があるため、室温が0℃以下に低下する恐れのある場所には保管しないこと。
- b. 運搬にあたっては、できるだけ水平な状態にて行えるように配慮すること。収納箱の長さが2mであるため、それ以上のスペースがある手段に運搬し、できるだけ衝撃を与えないように注意すること。運搬中についても、温度等に注意を払うこと。

3 校正操作の手順

3.1 準備

地球化学検層ユニットの搬入および組立ては、2章の組立て手順による。

この章の説明は、2.1(2)センサーの装着の終了後から始める。

3.2 校正の条件

検層ユニットの校正は、ユニットの組立て段階のセンサー(電極装着)前に、個々について実施する。校正済みのセンサーを装着後にユニットを組立て、正常に作動していることを確認するチェックを行ない、測定に供する。チェック時に異常が認められた場合には、再度異常があったものについて再校正と必要な処置を行なうこととする。

(1) 校正時のシステムの組立・構成

- ①図 1-2-2 の(組立・構成)状態にて、基本的に JIS 法に準拠して校正操作を行なう。
- ②検層ユニットのセンサー部の外筒を外し、アンプ部に上部複合コネクタ・データ処理部を接続、固定する。上部複合コネクタには校正用複合コネクタを接続し、付属ケーブルを DC12V 電源とデータ処理部に接続する。
- ③校正は次の図 3-1 のように、センサーは各センサーブロックに装着した状態にて、付属のセンサー校正用ケーブルでユニット側のコネクタと接続し、恒温槽にて約 25℃一定に保った標準液中にセンサー(電極)部を浸して、マグネチックスタラーにて溶液を攪拌しながら行なう。校正時には、標準液の温度をガラス温度計(0.2℃目盛付)にて計測し、読み値を校正時の温度とする。

(2) 校正時の標準液の種類

センサーの校正は、各センサーについて次表の標準液を用いて行なう。校正時には 1 回につき各標準液を、各々 200~500mL を用意する。

表 3-1 校正に用いる標準液の種類

校正項目	通常の校正時に使用する標準液	チェック等必要に応じて追加使用する標準液	備考
pH	pH4 標準液 pH9 標準液	pH7 標準液	市販の調製品を使用(検定付)
Eh/ORP	pH4 キンヒドロソル標準液	pH7 キンヒドロソル標準液	pH 標準液使用要時調製
pS	5×10^{-4} mol/L- Na_2S (pH13) 5×10^{-6} mol/L- Na_2S (pH13)	その他必要な濃度の Na_2S (pH13)	要時調製
EC1	0.002mol/L-KCl 標準液 0.005mol/L-KCl 標準液	その他必要な濃度の KCl 標準液	0.5mol/L-KCl 液を希釈し要時調製
EC2	0.005mol/L-KCl 標準液 0.5mol/L-KCl 標準液	その他必要な濃度の KCl 標準液	0.5mol/L-KCl 液は保存可
水温(温度)	0.5mol/L-KCl 標準液 氷冷水	任意に温度の水 (標準温度計にて計測必用)	EC2 と共用 十分に冷却要

校正に要する各標準液の詳細は、以下のとおりである。

① pH用

- i) 通常は pH4 と pH9 の標準液の 2 種類のみを用いる。
- ii) 必要に応じ、pH7 の標準液によるチェックを加える。
- iii) 使用する pH 標準液は、2 級検定品 (500mL 容器) の調製済のものを購入する。
- iv) pH9 標準液は当日開封品のみの使用に限定し、使用のつど確実に栓をしておくことを厳守する。

② Eh/ORP用

- i) 通常の校正には、キンヒドロソル標準溶液 (pH4) の 1 種類のみを使用する。
- ii) 調整やチェックなどの必要に応じ、pH7 キンヒドロソル標準液を加える。
- iii) pH の校正に使用した標準液にキンヒドロソル試薬を溶解させたものであり、使用のつど調製する。

③ pS用

- i) pH13 に調整した $5 \times 10^{-6} \text{mol/L}$ と $5 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ との 2 種類の Na_2S 標準液を用いる。
- ii) これらの標準液は、使用のつど pH13 に調整した 0.1mol/L - Na_2S の原液を逐次希釈して調製する。

調製する標準液の pH の調整には、別に調製した S-DIMAB 液 (妨害イオンマスクング緩衝液) を用い、調製時に 10% 容量加えることで行う。この S-DIMAB 液の 10% 希釈液は、校正前の pS 用電極のコンディショニングにも使用する。

- iii) 標準液の調製に用いる 0.1mol/L - Na_2S 原液は、使用する前に 0.1mol/L - AgNO_3 標定液にて滴定 (標定) し、原液のファクター (f) の確認をする。
- iv) S-DIMAB 緩衝液は次のように調製する。

NaOH の 40g、L-アスコルビン酸の 10g と EDTA-2Na の 9.3g を秤取り、グリセリン 500mL とともに純水 (蒸留水) にて溶解後、純水にて 1L に定容して調製する。調整後は暗所保管とする。調整後 1 か月程度は使用できる。

④ EC用

測定レンジに応じた次の 2 種類ずつの標準液にて、2 種類のセンサーを校正する。

交流 2 電極式 (低レンジ) : 0.002mol/L と 0.005mol/L -KCl 標準液

電磁誘導式 (高レンジ) : 0.005mol/L と 0.5mol/L -KCl 標準液

- i) 0.5mol/L -KCl 標準液は、秤量した KCl 試薬を所定量の蒸留水に溶解して調製する。この標準液は、1 週間から 1 か月程度室温にて保存できる。
- ii) 0.002mol/L と 0.005mol/L -KCl 標準液は、上記の調製した 0.5mol/L -KCl 標準液を希釈して使用のつど調製する。
- iii) 必要がある場合には、 0.01mol/L -KCl 標準液にて、2 種のセンサーをチェックする。この標準液も、 0.5mol/L -KCl 標準液から使用時調製する。

⑤ 水温用

- i) 通常の校正は、0℃と 25℃との 2 種類の温度の溶液(水)にて行なう。温度は校正液に挿入した標準温度計の指示値にて求める。
- ii) 0℃の校正は、多量に氷を加えた氷冷水を用い、センサーを挿入五重分後充分に冷却させて行なう。
- iii) 25℃の校正には、EC(電磁誘導式；高レンジ)センサー校正に用いた、0.5mol/L-KCl 標準液を使用する。この校正は EC と同時に行なっても良い。

(3) 校正の回数と結果の取扱い

①校正の実施時期

検層ユニットのセンサーの校正は、試錐孔内での測定のとどその直前に行なうことを原則とする。

②校正結果の判定と取扱い

- i) 校正時の指示電位結果が、下記の表 3-2 に記した有効範囲に納まっていることの場合にのみ、有効な校正結果であるとする。
- ii) 校正結果が有効範囲外である場合には、まず標準液の間違いの有無を確認して、取り違えが判明した場合には、正規の標準液にて再度校正する。
- iii) 標準液に取り違いがない場合には、センサー、アンプ等の劣化・故障等が考えられるので、5章の保守・管理の項を参照にして故障の原因の追求とその対応を行なう。対応処置の終了後に再度校正を行ない、校正結果が有効範囲内であることを確認する。
- iv) 校正時の指示電位が一方向に徐々にずれて安定しない場合には、センサー、アンプ等の劣化・故障等が考えられるので、5章の保守・管理の項を参照のこと。

表 3-2 校正結果の有効範囲

校正項目	標準液	指示電位の有効範囲 (V)	2種類の標準液指示電位差の有効範囲 (V)
pH 4	pH4	1.885 ~ 2.213	0.660 ~ 0.968
pH 9	pH9	0.932 ~ 1.290	
Eh/ORP1 (Pt)	pH4 キントロン	1.730 ~ 2.030	-
Eh/ORP2 (Au)			
Eh/ORP3 (GC)			
pS 1	5×10^{-6} mol/L- Na_2S	1.830 ~ 2.440	0.129 ~ 0.189
pS 2	5×10^{-4} mol/L- Na_2S	2.010 ~ 2.620	
EC 1 L	0.002mol/L-KCl	0.166 ~ 0.369	EC1H/EC1L=2.0~3.0
EC 1 H	0.005mol/L-KCl	0.415 ~ 0.923	
EC 2 L	0.005mol/L-KCl	-0.024 ~ 0.048	-
EC 2 H	0.5mol/L-KCl	0.758 ~ 1.582	
Ts 0	氷冷水	-0.050 ~ 0.050	0.725 ~ 0.775
Ts	0.5mol/L-KCl	0.700 ~ 0.800	

注；ただし、標準液温度(25℃)として示した。

(4) 校正結果の入力

校正で得た指示電位と校正時の液温度を、データ処理装置に入力し計測時データ補正のための係数を算出する。

補正係数の算出は、校正結果の入力により自動的に行なわれる。

3.3 校正の方法

検層ユニットの校正方法について、その作業手順を順序に従って以下に記した。

(1) 校正方法の概要

次の図 3-1 に校正方法の概要を示した。

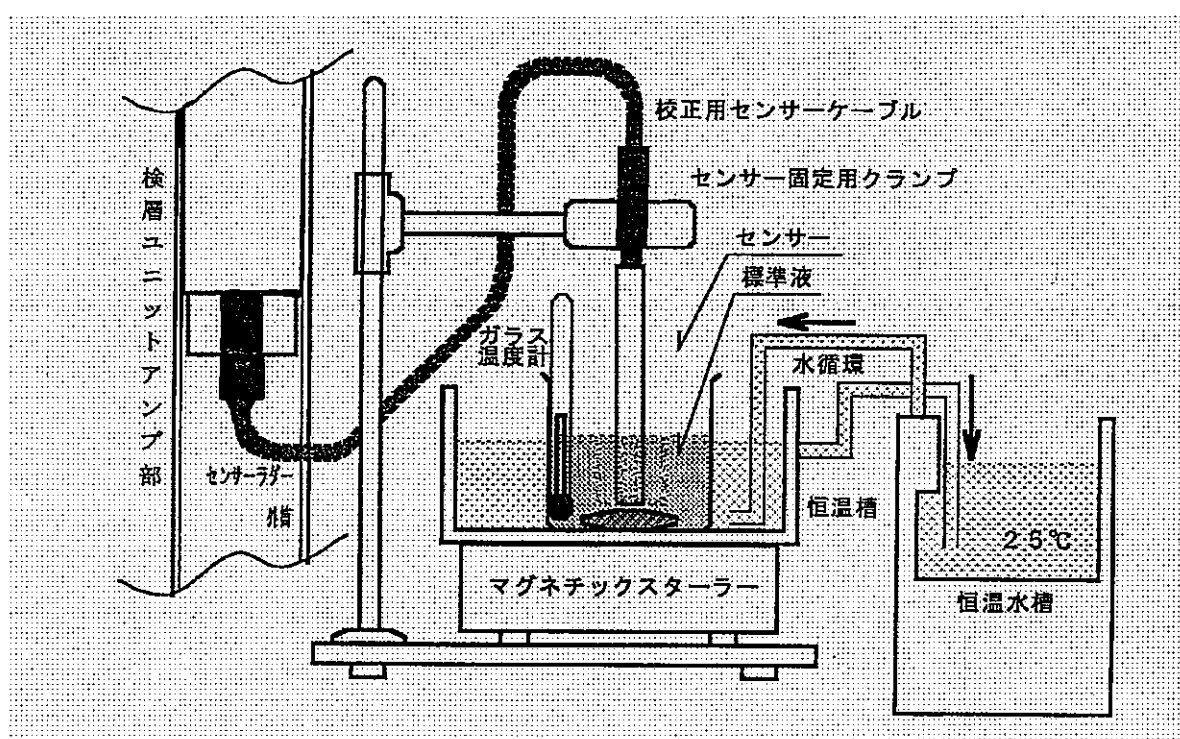


図 3-1 校正作業時の接続・構成状況図

(2) 電極のコンデショニング

次の電極(センサー)については、校正を的確に行うためにセンサーの事前調整(コンデショニング)を個々に必ず実施する。

① pH複合電極センサー

ガラス電極の表面と参照電極の液絡部の正常化(清浄化)のために、校正の1時間程度前に蒸留水中に電極先端部を浸しておく。

電極に被せている保護キャップは必ず外すこと。

② Eh/ORP・pS電極と参照電極

金属電極表面と参照電極の液絡部の正常化(清浄化)のために、校正の1時間程度前に蒸留水中に電極先端部を浸しておく。

参照電極に被せている保護キャップは必ず外すこと。

Eh/ORPの校正終了後に、pS電極の表面をコンデショニングし応答速度を早くするために、10%に希釈したS-DIMAB液または 5×10^{-6} mol/L- Na_2S 標準液中に30~60分程度浸してから、蒸留水にて十分洗浄して校正に供する。

③ EC電極・温度電極

電極表面が汚染している可能性があるため、アルコールまたは蒸留水にて表面全体を清浄化する。

(3) 校正の順序

センサーの校正は、次の順序・内容にて行うことを原則とする。

① データ処理装置の起動・準備

i) 検層ユニットとデータ処理装置との接続が、図1-3のとおりになっていることを確認し、ユニットに電源を供給して、センサーアンプとデータ処理部を起動させる。

ii) データ処理部からデータ処理基板へダウンロード(DL)を行ない、データ処理部を作動させるとともに、通信が正常に行われていることを確認する。

iii) データ処理装置のモードを校正モードにし、校正を行う項目をセレクトする。

校正項目のセレクトの順序は、原則として次のとおりとする。順序が異なっても支障はないが、この順序で行なうと効率が低い。

1) pH4 : pH4標準液によるpH計の校正その1

2) pH9 : pH9標準液によるpH計の校正その2

3) Eh/ORP : キンドロン(pH4)標準液による金属電極のEh/ORP計の校正
3種類の金属電極を同時に校正する。

4) pS1 : 5×10^{-6} mol/L- Na_2S 標準液によるpS計の校正その1

5) pS2 : 5×10^{-4} mol/L- Na_2S 標準液によるpS計の校正その2

6) EC1L : 0.002mol/L-KCl標準液による電極式EC計の校正その1

7) EC1H : 0.005mol/L-KCl標準液による電極式EC計の校正その2

8) EC2L : 0.005mol/L-KCl標準液による電磁式EC計の校正その1

9) EC2H : 0.5mol/L-KCl標準液による電磁式EC計の校正その2

10) Ts : 0.5mol/L-KCl標準液による電磁式EC計の25℃校正

11) Ts0 : 氷冷却水による温度計の0℃校正

iv) 校正開始モードにして校正作業に入る。

② pHの校正

i) pH4、pH9の順に以下の操作を繰り返す。

ii) 標準液の入った試薬容器(試薬ビン)を、約25℃に調節した恒温水槽に入れて予め 25 ± 1 ℃に調整しておく。

iii) 200mLのピーカーに調温しておいた標準液の約100mLを取り、図3-1に示したように恒温槽に入れてマグネチックスターラーにてゆっくり攪拌する。

ガラス温度計(標準温度計;測定範囲0.0~50.0℃または0.0~100.0℃)を標準液中に入れ、標準液の温度を計測する。

- iv) pH 複合電極を校正用コネクタにてセンサー部の pH 電極挿入部に接続し、電極の先端部を蒸留水にて洗浄後水分を拭き取って標準液中に浸ける。
- iv) データ処理の表示 (20 秒ごとにスクロール表示) を見て、0.002V/分 (0.01pH/分) 以下の変化率になった時を校正の終了とする。
- v) 校正終了時のデータ (指示電位) をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1 単位で読取り手入力する。この時の標準液温度が $25.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ (できれば $25.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$) の範囲に納まっていることが条件となる。
- vi) データ処理装置の校正值読取り操作をすると、校正項目にセレクトして同時に校正をしている場合には、その項目が校正終了時点に達しているか否かに係わらず、その項目についても校正を終了してしまうので、2 項目以上を同時に校正しているときには注意を要する。

③ Eh/ORP の校正

- i) 予め約 25°C に調整した pH4 標準液の約 100mL を 200mL ビーカーに取り、恒温槽中で比較的強く攪拌しながら、約 50mg のキンヒドロロン試薬を加えて溶解させる。
この時に使用する pH4 標準液には、上記の pH 校正に用いた標準液をそのまま転用しても構わない。
- ii) Eh/ORP・pS 作用電極と参照電極を、それぞれのセンサー用コネクタケーブルにてセンサー部の電極コネクタ部に接続する。Eh/ORP・pS 作用電極の 3 本の金属電極の表面をカッター等の刃物で軽く削り、表面皮膜を取り除き電極表面をフレッシュ化する。削り過ぎに注意するとともに、サンドペーパー等のヤスリ類で削ることは表面の平滑さを失うので避けねばならない。
- iii) 両電極の電極先端部を蒸留水にて洗浄後、水分を十分に拭き取ってから 2 本の電極を調製した標準液中に浸ける。
- iv) 校正開始処理の後、データ処理装置の表示 (20 秒ごとにスクロール表示) をみて、3 種類のそれぞれ指示電位のいずれもが、0.001V/分以下の変化率になったときを校正の終了点とする。
- v) 校正終了時のデータ (指示電位) をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1 単位で読取り手入力する。この時の標準液温度が $25.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ (できれば $25.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$) の範囲に納まっていることが条件となる。

④ pS の校正

- i) 次の手順にしたがって、校正に用いる標準液をセンサーの校正に取掛かる前に調製する。
 - ア. 標準液調製の原液である $0.1\text{mol/L-Na}_2\text{S}$ 溶液 (原液) を、 0.1mol/L-AgNO_3 標定液で滴定法にて標定し、 Na_2S 溶液のファクター (f) を求める。
 - イ. 100mL のメスフラスコに、標定した $0.1\text{mol/L-Na}_2\text{S}$ 溶液の $(10 \times 1/f)$ mL とり、pH 調整緩衝液である S-DIMAB 液の 10mL を加えてから蒸留水にて定容する。
 - ウ. イ. で調整した $0.01\text{mol/L-Na}_2\text{S}$ 溶液の 25mL を 500mL のメスフラスコに分取しから、S-DIMAB 液の 50mL を加えて蒸留水にて定容し、 $5 \times 10^{-4}\text{mol/L-Na}_2\text{S}$

標準液 (pS2 用校正標準液) を調整する。

エ. ウ. 調整した $5 \times 10^{-4} \text{ mol/L-Na}_2\text{S}$ 標準液の 5mL を 500mL のメスフラスコに分取しから、S-DIMAB 液の 50mL を加えて蒸留水にて定容し、 $5 \times 10^{-6} \text{ mol/L-Na}_2\text{S}$ 標準液 (pS1 用校正標準液) を調整する。

ii) 調製した 2 種類の標準液を恒温水槽中にて温度を約 25°C に調整しておく。

iii) 200mL のビーカーに $5 \times 10^{-6} \text{ mol/L-Na}_2\text{S}$ 標準液を約 100mL 取り、恒温槽中でマグネチックスターラーにてゆっくり攪拌する。標準液温度計測用のガラス温度計を標準液中に入れておく。

iv) コンデショニング液中にて予め調整しておいた Eh/ORP・pS 電極を出し、参照電極とともに、Eh/ORP の校正と同じく 2 本のセンサー校正用コネクタケーブルでセンサー部に接続する。2 本の電極先端部を蒸留水にて洗浄後水分を拭き取って、標準液中に浸ける。

v) データ処理の表示をみて、pS の表示電位が 0.001V/分 以下の変化率になったときを校正の終了点とする。

vi) 表示電位読み取り時に、標準液中にいている温度計の指示値を 0.1°C 単位にて読み取る。温度表示が安定していない場合には、安定するまで校正操作を継続し、表示電位も再度読み取ることにする。校正終了時のデータ (指示電位) をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1 単位で読み取り手入力する。

この時の標準液温度が $25.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ (できれば $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$) の範囲に納まっていることが条件となる。

vii) $5 \times 10^{-4} \text{ mol/L-Na}_2\text{S}$ 標準液にて、pS2 の校正を同様の手順にて引続き行なう。

⑤ EC1 (2 電極式：低濃度レンジ) の校正

i) 次の手順にて、EC校正用の標準液を調整する。

ア. 110°C で 2 時間乾燥後させた特級 KCl 試薬の 37.28g を正確に秤取り、1L のメスフラスコに入れて溶解し、蒸留水にて定容して 0.5 mol/L-KCl 標準液を調製する。

イ. 0.5 mol/L-KCl 標準液の 10mL を 1L のメスフラスコに分取し、蒸留水にて定容して 0.005 mol/L-KCl 標準液を調製する。

ウ. 0.5 mol/L-KCl 標準液の 20mL を 100mL のメスフラスコに分取し、蒸留水にて定容して 0.1 mol/L-KCl 溶液を調製する。この溶液の 10mL を 500mL のメスフラスコに分取し、蒸留水にて定容して 0.002 mol/L-KCl 標準液を調製する。

ii) 調製した 3 種類の標準液を恒温水槽中にて温度を約 25°C に調整しておく。

iii) 0.002 mol/L-KCl 標準液の約 150mL を 200mL のビーカーに取り、恒温槽中でマグネチックスターラーにてゆっくり攪拌する。標準液温度計測用のガラス温度計を標準液中に入れておく。

iv) EC1 (2 電極式：低濃度レンジ) 電極を校正用コネクタにてセンサー部の EC1 電極挿入部に接続し、電極の先端部を蒸留水にて洗浄後水分を拭き取って、上記の標準液中に電極全体が液中に入る様に入れる。

v) データ処理の表示をみて、EC1 の表示電位が 0.003V/分以下の変化率になったときを校正の終了点とする。

vi) 表示電位読み取り時に、標準液中にしている温度計の指示値を 0.1℃単位にて読み取る。温度表示が安定していない場合には、安定するまで校正操作を継続し、表示電位も再度読み取ることとする。校正終了時のデータ(指示電位)をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1℃で読取り手入力する。

この時の標準液温度が $25.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ (できれば $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$) の範囲に納まっていることが条件となる。

vii) 0.005mol/標準液にて、第 2 濃度の校正を同様の手順にて引続き行なう。

⑥ EC 2 (電磁誘導式：高濃度レンジ) の校正

i) 前出の EC1 (2 電極式：低濃度レンジ) の校正の項で調整した、0.005mol/L-KCL 標準液と 0.5mol/L-KCL 標準液のを用いて校正する。

ii) 使用する 2 種類の標準液を恒温水槽中にて温度を約 25℃に調整しておく。

iii) 0.005mol/L-KCL 標準液の約 150mL を 200mL のビーカーに取り、恒温槽中でマグネチックスターラーにてゆっくり攪拌する。標準液温度計測用のガラス温度計を標準液中に入れておく。

iv) EC2 (電磁誘導式：低濃度レンジ) 電極を校正用コネクタにてセンサー部の EC2 電極挿入部に接続し、電極の先端部を蒸留水にて洗浄後水分を拭き取って、上記の標準液中に電極先端部のコイル部分全体が液中に入る様に入れる。

v) データ処理の表示をみて、EC2 の表示電位が 0.003V/分以下の変化率になったときを校正の終了点とする。

vi) 表示電位読み取り時に、標準液中にしている温度計の指示値を 0.1℃単位にて読み取る。温度表示が安定していない場合には、安定するまで校正操作を継続し、表示電位も再度読み取ることとする。校正終了時のデータ(指示電位)をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1℃で読取り手入力する。

この時の標準液温度が $25.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ (できれば $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$) の範囲に納まっていることが条件となる。

vii) 0.5mol/L-KCl 標準液にて、第 2 濃度の校正を同様の手順にて引続き行なう。

⑦ 温度の校正

i) 温度電極の校正は、25℃と 0℃の 2 水準の温度にて校正する。25℃の校正には EC2 の校正に用いた 0.5mol/L-KCl 標準液を、0℃の校正には多量の氷を加えた氷冷水を用いる。

ii) 使用する EC2 電極を校正した 0.5mol/L-KCl 標準液を入れたビーカーを恒温水槽中にて温度を約 25℃に調整しておく。恒温槽中でマグネチックスターラーにてゆっくり攪拌する。標準液温度計測用のガラス温度計を標準液中に入れておく。

iii) 温度電極を校正用コネクタにてセンサー部の温度電極挿入部に接続し、上記の標準液中に電極のほぼ全体が液中に入る様に入れる。

v) データ処理の表示をみて、温度の表示電位が 0.003V/分以下の変化率になったと

きを校正の終了点とする。

- vi) 表示電位読み取り時に、標準液中にいている温度計の指示値を 0.1℃単位にて読み取る。温度表示が安定していない場合には、安定するまで校正操作を継続し、表示電位も再度読み取ることとする。校正終了時のデータ(指示電位)をデータ処理装置に取込み、合わせて温度計の指示値を 0.1℃で読み取り手入力する。

この時の標準液温度が 25.0±2.0℃(できれば 25.0±1.0℃)の範囲に納まっていることが条件となる。

- vii) 予め 1L のポリビーカー中に氷冷水を用意しておき、温度電極のほぼ全体が液中に入るようにし、小刻みに揺すりながら 0℃の校正を同様の手順にて引続き行なう。

⑧校正結果の入力

測定時のデータを補正処理・表示するために、校正結果の結果をデータ処理装置に呼びこませる処理を行ない、補正係数を算出してデータ処理器内にファイルする。

- i) データ処理装置を定数設定のモードにして、校正結果の電位と校正時の温度を次頁の表 3-3 の所定欄に入力する。測定の対象としない項目がある場合には、該当する項目の定数の設定欄を空欄にすることで、自動的に測定・表示されない機構である。
- ii) 入力値は有効桁数は、電位が 0.001V 単位で 0.001~3.000V の範囲で、温度は 0.1℃単位で 0.1~99.9℃の範囲で行う。入力終了後に入力値をチェックし、誤入力した場合には再度入力すれば訂正される。
- iii) 校正結果と測定時の補正係数は、再度入力されるまでデータ処理器中に保存される。

表 3-3 データ処理器の校正結果(定数設定)の入力仕様

項目	入力欄			入力欄		
	入力名	電位	温度名	温度	係数名	補正係数
pH	V0 (pH4)	2.052 V	t pH4	25.0 ℃	SL pH	-58.012
	V0 (pH9)	1.151 V	t pH9	24.9 ℃	OS pH	9.602
Eh/ORP 1	V0 (ORP1)	1.936 V	t s	24.9 ℃	OS ORP1	27.811
Eh/ORP 2	V0 (ORP2)	1.912 V			OS ORP2	7.788
Eh/ORP 3	V0 (ORP3)	1.895 V			OS ORP3	-5.503
pS	Vs1	2.131 V	t s1	25.0 ℃	OS pS	0.982
	Vs2	2.306 V	t s2	25.0 ℃		
EC 1	V0 (EC1)	0.465 V	t s (EC1)	24.8 ℃	SL EC1	1252.3
EC 2	V0 (EC2)	0.717 V	t s (EC2)	24.9 ℃	SL EC2	673124.6
温度	Vs0	0.007 V	t s0	0.1 ℃	OST	0.004
	Vs	0.754 V	t s	25.0 ℃	SLT	0.996

3.4 校正後の組立とチェック

校正の終了した検層ユニットを測定に供するために、以下の手順に従って組立を行ない、組立状態を確認のために作動状況等のチェックを行う。

(i) 校正終了後の組立て

校正の終了した検層ユニットを、以下の順序にて組立てる。

①センサーの装着

- i) センサー部に6本のセンサー(電極)を、第2章の組立ての手順に従って装着する。
- ii) 装着にあたっては、電極ブロックの電極挿入ソケット内のOリングに傷がなく、正規の位置に装着されていることを確認する。また、各電極の差込み部分のOリングシール箇所汚れや傷が無いことを確認する。
- iii) センサー(電極)のコネクタ部に結露・湿気を帯びていると、絶縁抵抗の低下を生じ正しい測定ができなくなるので、乾燥エアーによるブローまたはドライエアーによる乾燥を確実にを行うことを忘れてはならない。特に、梅雨時や夏季等の気温が高く、かつ絶対湿度の高い時期には、孔内挿入後に結露するので組立ての環境について十分に考慮しなければならない。
- iv) 6本のセンサーを装着後、確実に所定の位置に納まっていることをもう一度確認してから、図1-2を参考に制水スペーサーをセンサー部に装着する。制水スペーサーの装着は、両端部のものから順次行なうこと。
- v) 次にセンサーラダーを確実に取り付ける。センサーラダー固定ビスは緩みが生じない様に硬く占めつけること。センサーとセンサーラダーの取りつけは、ユニットに歪みを生じさせないために組立作業台を裏返してその中で行なうか、平坦な作業テーブル上で行なわなければならない。

②外筒の装着

- i) 第2章の組立て手順に従い、水平な台上にてアンプ側のみOリングを装着して下側から外筒の上下位置を確認してセンサー部に装着する。外筒の滑りが悪くスライドしにくい場合には、Oリングに蒸留水を少量かけると操作しやすくなる。
- ii) センサー部の外筒を被せた検層ユニットを組立て台上に移し、外筒をアンプ側一杯までずらして傷のないことを確認した新品のOリングを下側に装着し、外筒を正規の位置に戻してから切替えボディー部と下部連結ボディー部に付した番号と同じ番号の2分割ロックナットを、センサー部の上下端に無理をせず一杯まで振じ込む。ロックナットの捻じ込みは必ず手締めにて行ない、工具類は絶対に使用してはならない。手締めができない場合には、ネジ部に汚れが付着しているか歪みがあるかなので、掃除して再装着するか予備品と交換してから再度取り付ける。
- iii) アンプ側の連結部に、番号を合わせせた2分割のロックリングを装着し、ビスにて固定する。この止めビスは緩みが生じない様に確実に硬く締め付けること。

③複合コネクタ部の連結

- i) センサー部の下端に下部複合コネクタ部を、センサー側に被せている水回路保護キャップを外して連結する。連結時には、傷のないことを確認した新品のOリングを装着して薄くシリコングリースを塗る。2本のガイドピンの位置を合わせて、水平な状態にてゆっくりと下部複合コネクタ部を挿入する。ハーメチックコネクタのピンを破損させないために、入り方が渋い場合には無理に押し込まず、再度位置を合わせ直して行うようにする。
- ii) 連結部を2分割のロックナットとロックリングにて、センサー部外筒の固定と同様に固定する。
- iii) アンプ部の上端に校正時に連結している、上部複合コネクタ・データ処理部との接続状態について、確認するとともに固定部の増締めを行う。

(2) 組立て後の状態チェック

組立て後の検層ユニットの確実さの確認と測定機能の作動状態確認のために、検層ユニット内に蒸留水を注入・循環させる循環式校正・チェックシステムにて、測定値のチェックをする。このチェックシステムには、図3-2のように組立てた校正システムを用いて、注入と循環をさせる。この時は検層ユニットを組立て作業台に乗せたまま約10°程傾けた状態で行なうと良い。

① 検層ユニット内への蒸留水の注入

- i) 図3-2のようにユニット、システムをセットする。
- ii) ポンプにてユニットの下部より蒸留水を0.2~0.5L/分程度の速度にて注入する。
- ii) 検層ユニットの上下端に校正用の複合コネクタを接続し、データ処理部と電源に配線を接続する。電源の投入して、ダウンロード操作ならびに検層ユニットとデータ処理器を起動させる。
- iii) データ処理器を校正モードに設定し、全項目をセレクトして校正開始にする。
- iv) 測定表示値が下記の表3-4の範囲であれば、正常と判断する。ユニットの内部を標準液で汚染させないために蒸留水を用いたために、測定値の表示が不安定であるとともに、循環による汚染の付加や参照電極からの内部液(KCl)の溶出のために、EC値の上昇が生じるが故障ではない。

表3-4 測定動作チェック時の表示値の正常範囲

項目	表示値	表示電位	備考
pH	5.0~8.0 pH	1.2~1.9 V	やや不安定 変動幅; ±0.2pH
Eh/ORP	250~550 mV	1.8~2.4 V	不安定 変動幅; ±150mV
pS	±50 mV	-0.2~0.2 V	やや不安定 変動幅; ±30mV
EC1	10~200 μS/cm	0.0~0.2 V	汚染、温度の影響大
EC2	0~3000 μS/cm	0.0~0.15 V	汚染、温度の影響大
温度	20~30 °C	0.5~1.0 V	雰囲気温度の影響大

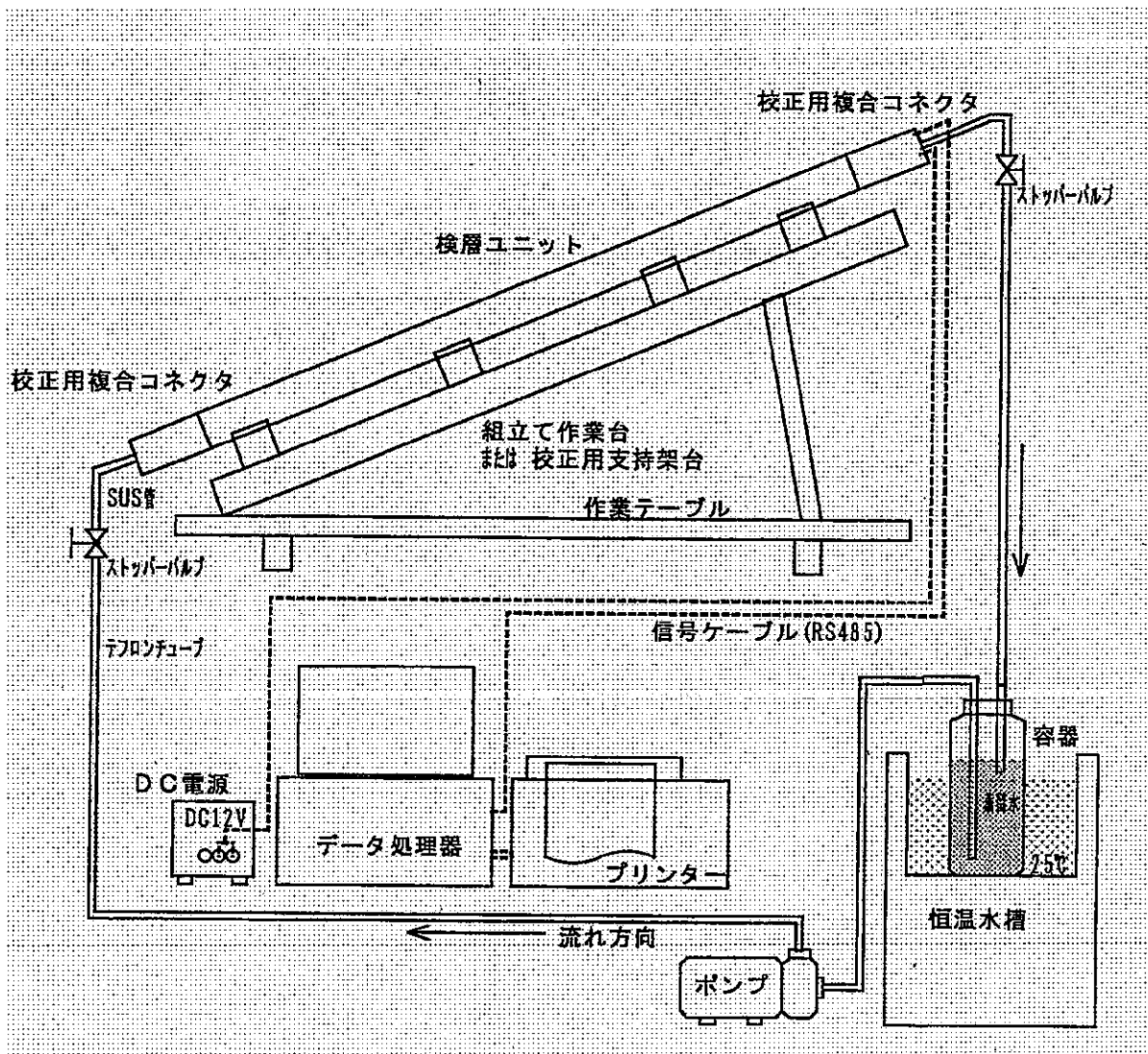


図 3-2 組立て後の測定動作チェック時の状況図

③ 圧力チェック

- i) 組立てた検層ユニットの耐圧力性能のチェックのために、ユニットの内圧を 100 ~ 120 kgf/cm² 程度にセットとして、ユニットの圧力漏れの無いことの確認と、センサーの高圧力下での正常な作動を確認する。この試験でのユニット内圧力は、孔内の測定対象深度で予想される圧力の 1.5 倍程度でも良い。

$$\text{試験ユニット内圧力} = \text{予定深度 (m)} \times 0.1 \times 1.5 \quad (\text{単位: kgf/cm}^2)$$

- ii) 図 3-2 のシステムのユニット上下のストッパーバルブを締め、循環ポンプをピストン型の加圧ポンプに交換して、ユニットに内圧をかける。加圧用には蒸留水を使用する。図 3-3 を参照のこと。

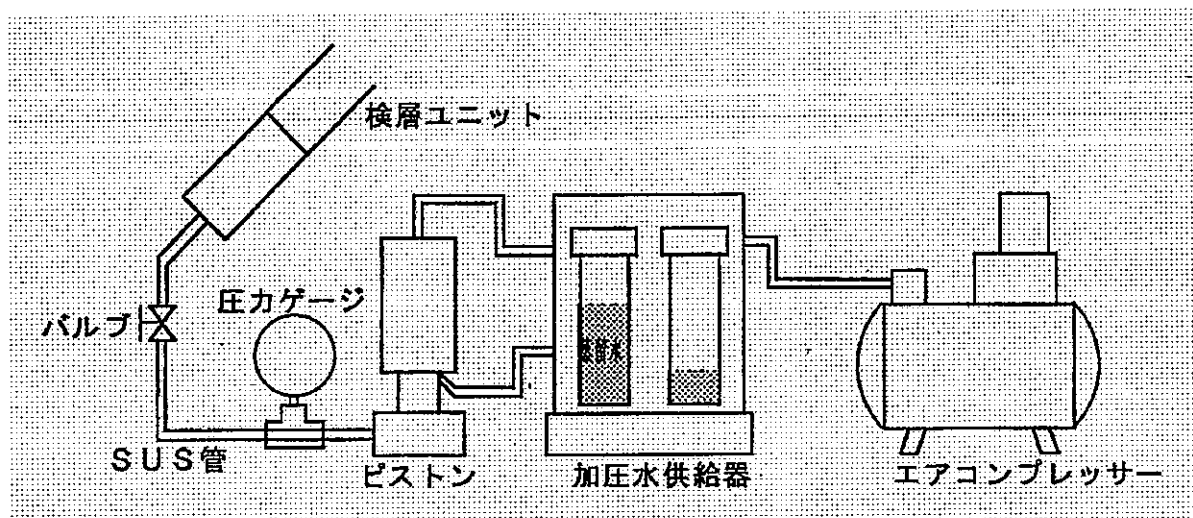


図 3-3 圧力チェック時の加圧状況

iii) ユニット内の加圧の手順としては、まず $30\sim 40\text{kgf/cm}^2$ 程度に一旦上げてから内部のエア抜きのために上部のバルブを開けて圧抜きをする。2回程度圧抜きを繰り返してから、所定の圧力(例えば： 100kgf/cm^2)まで昇圧する。ユニット内に空気が存在すると圧力の上昇が遅くなるためと、万一圧漏れが起きたときにダメージが大きくなるため、圧抜きは確実にを行う必要がある。

なお圧力は周囲温度により変化するため、温度差の少ない時間・場所にて実施する。

iv) ユニット内の圧力の変化を、加圧ラインに付けた圧力計にて1～2時間程度観察し、圧力低下を生じていないことを確認する。加圧後の初期の10～20分間に圧力バランスを取るためか $1\sim 2\text{kgf/cm}^2$ 程度低下する場合があるが、これは圧力漏れとは考えないこと。

v) 加圧時および、圧力の変化の観察中も、データ処理器にてセンサーの指示(計測)値をモニターし、表示値からセンサーに異常のないことも合わせて確認する。加圧時に表示値の一時的なシフトが生じるが、加圧終了後に徐々に戻っていくので異常ではない。加圧前と必ずしも同じ表示値にはならないが、ほぼ同程度までには復帰する。

v) 圧力低下が生じたときと測定値が大きくシフトした場合には、圧力漏れかセンサーの破損が生じているので、2.2章の分解・収納の手順に従って分解し、故障箇所の探索と対応を行う。

vi) 耐圧力性能の正常であることの判定は、昇圧直後の圧力低下が $1\sim 2\text{kgf/cm}^2$ 程度であり、終了時点(開始から2時間後)の変化も $\pm 2\text{kgf/cm}^2$ 程度であるとす。ただし、温度によるユニット本体と水の膨張率が異なるために、圧力は $2\text{kgf/cm}^2/\text{C}$ 程度で変化するので注意し、必要により補正して確認する。

(3) 標準液の循環による測定機能のチェック

循環式校正・チェックシステムにより、標準液を循環させて検層ユニットの測定機能をチェック・確認することができるので、必要に応じて行う。

①標準液循環式校正・チェックシステムの長所と短所

- i) 使用状態に組立てた状態の検層ユニットについて、直接標準液にて校正に準じたチェックを行える。
- ii) 標準液を検層ユニット内に循環させると、センサー部および水回路部分に付着汚染を生じる恐れが高く、その汚染を除去しにくいものは使用できない。そのため、pHが13であるpS用の標準液を用いたチェックを、現場にて行うことは避けるべきである。
- iii) 蒸留水で生じるように希薄な試料についても、循環することにより濃度等の変化を生じる恐れが高いのに加え、温度条件(外気温・周囲温度)に影も響を受け易いので、この方法は正式(JIS法準拠)の校正手法とはなりえない。

②チェックに用いる標準液

- i) センサー別の標準液を用いると非常に煩雑になるので、次に示す3種の複合標準液のいずれかか、複数をを用いることが最適であると考える。

(a) pH4 キンヒドロロン標準液 →→ pH、Eh/ORP、EC2、温度用

(b) pH7 キンヒドロロン標準液 →→ pH、Eh/ORP、EC2、温度用

(c) 0.005mol/L-KCl 標準液 →→ EC1、温度用

- ii) 標準液を循環させることで、標準液の濃度が徐々に変化していくと考えられるので、循環させている標準液を次のモニターにて常時チェックする必要がある。

(a) pH計(複合電極が望ましい)

(b) ORP計(複合電極が望ましい)

(c) 導電率計

(d) 温度計(pH、ORP、ECのいずれかとの複合電極が望ましい)

これらのモニターは、使用する前に標準液による校正を実施する。

- iii) チェック用モニターは次の図3-4のように、循環させる標準液中にセットし、一定間隔にて指示値を読み取り、標準液の値とする。

- iv) 標準液は1試験条件あたり5L程必要であり、以下の手順にて必要の直前に調製する。

ア. pH4 キンヒドロロン標準液

120℃で1時間乾燥させたフタル酸水素カリウムの51.05gを秤取り、蒸留水にて5L定容する。この溶液にキンヒドロロン試薬の約1.5g加え、良く攪拌して飽和溶液とする。この溶液を5Aの濾紙にて濾過する。この濾液をpH4キンヒドロロン標準液とする。

イ. pH7 キンヒドロロン標準液

110℃で5時間乾燥させた、リン酸二水素カリウムとリン酸水素二ナトリウムを各々17.00gと17.75gを秤取り、蒸留水にて5L定容する。この溶液にキ

ンヒドロン試薬の約 1.5g 加え、良く攪拌して飽和溶液とする。この溶液を 5A の濾紙にて濾過する。この濾液を pH7 キンヒドロン標準液とする。

ウ. 0.005mol/L-KCl 標準液

110℃で2時間乾燥させた KCl を 37.28g 秤取り、蒸留水にて 1L に定容して 0.5mol/L-KCl 溶液を調製する。この溶液の 50mL を分取し、蒸留水で 5L に定容して 0.5mol/L-KCl 標準液とする。

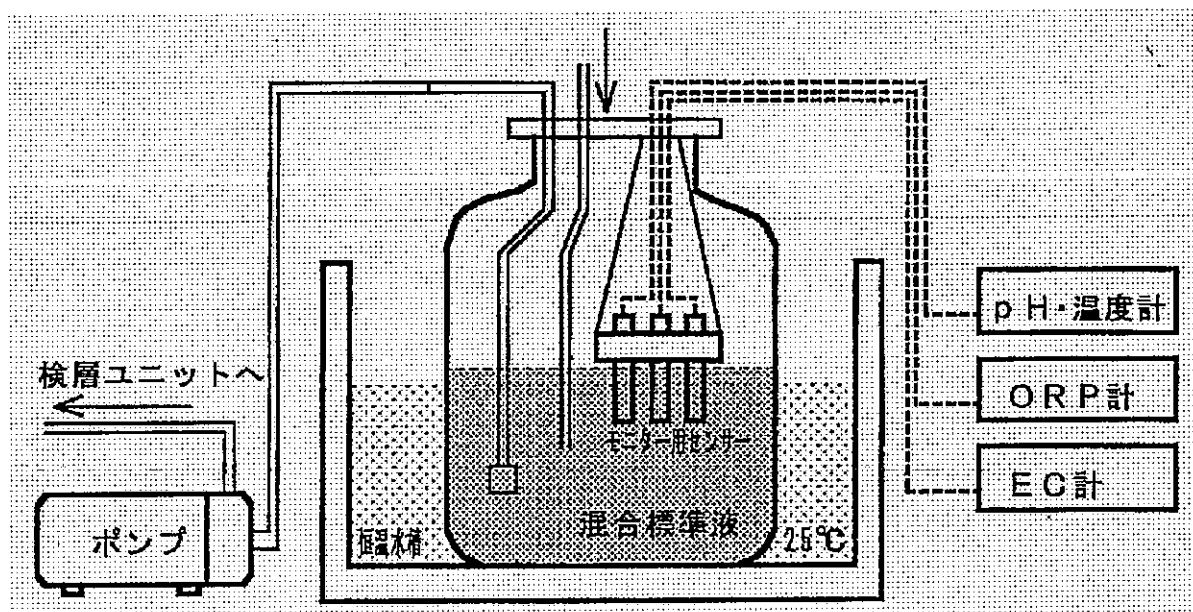


図 3-4 チェック用モニターのセット状況

③標準液の循環によるチェックの手順

標準液循環システムによる校正・チェックは、以下の手順に従って行う。

このチェックは、正規の校正後に必要に応じて行なう。

- i) 組立て後の機能チェック時のシステム(図 3-3)を用いて、検層ユニット内を蒸留水で十分に洗浄する。洗浄後ポンプを外して内部の蒸留水を抜き、残留水を上部から圧縮エアーを流して除く。

ポンプおよびシステムの配管中の水分も同様に取り除く。

- ii) 蒸留水タンクに替え、0.005mol/L-KCl 標準液 5L の入った容器を恒温水槽中に入れ、 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ に調整する。ポンプ内に標準液を送りこみ後、ポンプを稼働して検層ユニットに下部から標準液を送りこむ。

- iii) 標準液容器内に、図 3-4 のように校正済みのモニターセンサーを挿入し、モニターを開始する。検層ユニットのデータ処理装置についても、測定モード(単独)にして起動させ計測を開始する。

- iv) 検層ユニットのデータ処理装置の指示値とモニター指示計の測定データを、2～5分の一定間隔で読取りその変化を見る。

v) 検層ユニットの測定指示値が、下記の表 3-5 に示した変化量以下になった時点を安定したとみなし、チェック操作を終了する。循環チェック時間は通常は 1 時間程度であり、長くとも 2 時間程度で終了する。

2 時間経過時に安定しない場合には、ユニット、システムのいずれかに汚染等があると見られるので十分に再洗浄を行い、新しい標準液を調整して再度チェックを行うこととする。

表 3-5 指示安定の 25℃での変化量

項目	表示値	表示電位	標準液の種類
pH	0.02 pH/分	0.004 V	3 種類とも
ORP	2 mV/分	0.003 V	3 種類とも
Eh/EC1	20 μ S/cm/分	0.02 V	0.005M-KCl
EC2	1000 μ S/cm/分	0.02 V	pH4、pH7 キンキドロン
温度	0.2 $^{\circ}$ C/分	0.006 v	3 種類とも

vi) ポンプを止めた後、i)と同様の操作にて標準液を抜取り、その後蒸留水にて十分に洗浄する。洗浄液をモニターにてチェックし、蒸留水と同程度の指示濃度になるまで洗浄を続ける。蒸留水の通水洗浄で前の標準液を洗い切れない場合には、水抜きと洗浄の繰り返しをして洗う。

vii) 水抜きと除水後に、pH4 キンキドロン標準液にて ii)～vi)の操作を順次行い、チェックを実施する。

viii) さらに、pH7 キンキドロン標準液にて同様に ii)～vi)の操作を順次行い、チェックを実施する。終了後は十分に洗浄を行い、測定に供する場合は蒸留水を注水した状態で、収納する場合には収納の手順にしたがって分解・収納する。

3.5 チェック後の操作

チェック終了後は、次の操作をへて測定に供する。また、測定に供せず収納する場合には、第 2 章の使用後に行う分解、収納の手順に従う。

(1) 耐圧試験後に測定に供する場合

i) データ処理器、電源を止め、接続ケーブルを外してから、検層ユニットを乗せた作業台を水平に戻す。

ii) ユニット上端部側のストッパーバルブをゆっくり開き、ユニット内の圧力を徐々に下げる。この時数 10mL の水が出るので注意すること。

iii) 校正用の複合コネクタを上端部側から外し、収納用の保護キャップをすぐ被せる。続いて下部の複合コネクタを外し、同様に保護キャップをすぐ被せる。

iv) これらの操作では、圧抜き以外の水を抜かないように注意すること。

v) 検層ユニットの接合部の 2 分割ロックリングを固定しているビス類の抜け落ち防止のために、ビスにねじロックを塗り再度確実に締め直して、ねじロックが固

まり測定に供するまで静置して保管する。

(2) 標準液循環チェック後に測定に供する場合

- i) 十分洗浄した時点にてポンプを止め、下部のストッパバルブを締め上下の配管を外す。
- ii) データ処理器、電源を止め、接続ケーブルを外してから、検層ユニットを乗せた作業台または校正用架台を水平に戻す。校正用架台に乗せている場合には、組立て用架台上に移す。
- iii) 校正用の複合コネクタを上端部側から外し、収納用の保護キャップをすぐ被せる。続いて下部の複合コネクタを外し、同様に保護キャップをすぐ被せる。
- iv) これらの操作では、圧抜き以外の水を抜かないように注意すること。
- v) 検層ユニットの接合部の2分割ロックリングを固定しているビス類の抜け落ち防止のために、ビスにねじロックを塗り再度確実に締め直して、ねじロックが固まり測定に供するまで静置して保管する。

4 測定操作の手順

4.1 準備

第2章および第3章の手順に従い、組立て、校正とチェックを実施する。

4.2 孔内挿入操作

測定時の各装置の構成概要を次頁の図4-1に示した。

(1) 孔内挿入機器

① 検層ユニットの孔内システム

② 複合ケーブル

孔内システムを、複合ケーブルを備えた吊下げ装置により孔内に降ろし、測定とデータの通信を行う。

(2) 地上装置

① データ処理装置

② 吊下げ装置

(3) 操作手順

① 挿入操作

操作手順の詳細については、吊下げ装置の操作マニュアル(取扱説明書)の指示に従う。以下に操作の概略を述べる。

- i) 内部に水を入れた状態にて下部の保護キャップを外し、上部にストッパーを付けて孔内に挿入する。
- ii) 上部の保護キャップを外し、吊下げ装置の複合ケーブル先端の複合コネクタと接続する。
- iii) 後述の確認の諸操作を実施後、所定の深度まで孔内システムを降下する。降下速度は最初の50cmくらいまでは3~5m/分程度の低速にて行い、孔内システムの自重で安定した降下状態になってから、15~20m/分程度に速度を上げる。所定深度の20~30m手前で速度を下げ、深度を確認しながらゆっくりと所定の深度にまで降下させて停止する。
- iv) 所定の深度到達を確認したら、ケーブルを固定し吊下げ装置を停止させる。

② データ処理器の操作

データ処理器の操作の詳細については、検層ユニットのデータ処理器の操作マニュアル(取扱説明書)に従う。

- i) 孔内システムとの結合の前に、吊下げ装置の信号入出力端子とデータ処理器の信号入出力端子とを接続する。また、DC12V電源の配線も合わせて接続する。
- iii) 孔内システムと複合ケーブルを接続した時点にて、孔内システムに電源(DC12V)を供給し、データ処理器と孔内システムの通信確認試験を行う。試験後は測定モードに設定してセンサーの測定値をモニターする。
- iv) 通信試験、測定モニター結果に異常が認められたときには、孔内システムの挿入を中止して、故障箇所のチェック・確認と回復の処置を講じる。

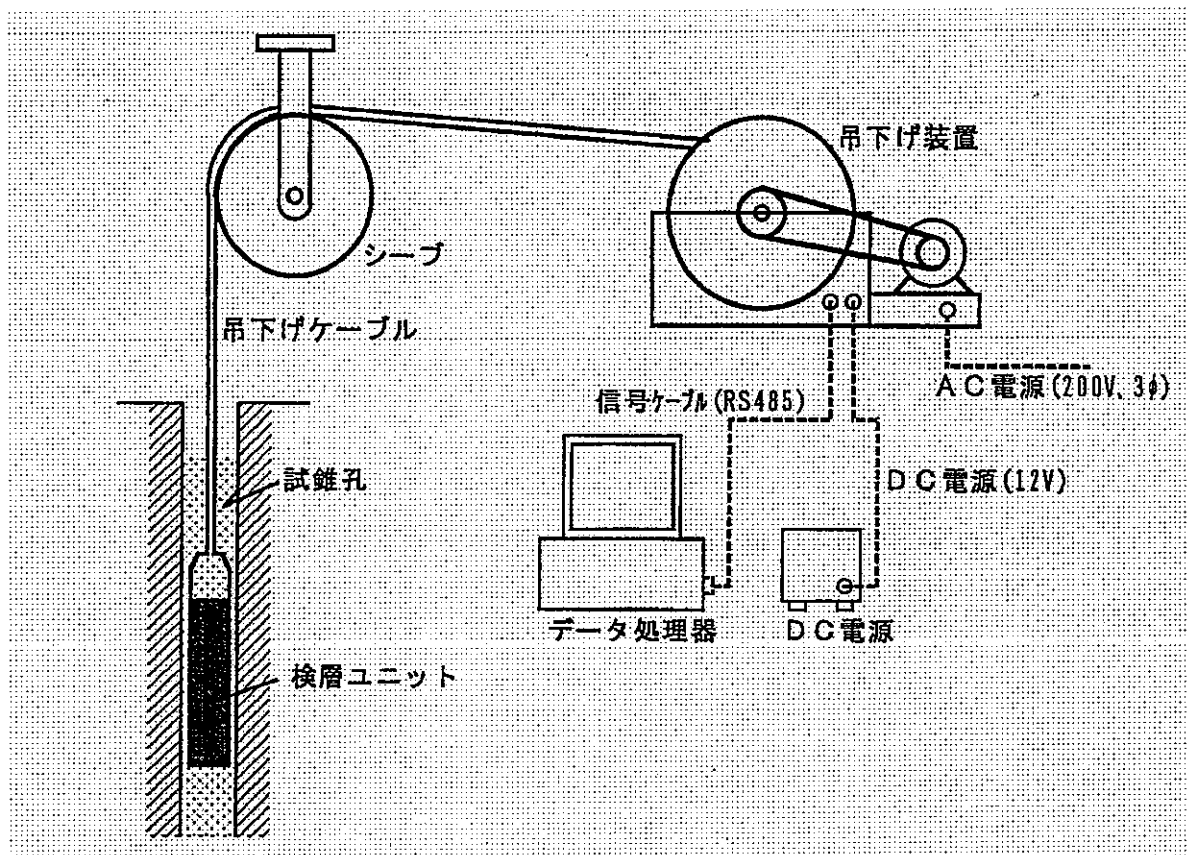


図 4-1 測定時の装置の構成概要図

4.3 測定データの表示、処理操作

データ処理・表示等の操作の詳細については、検層ユニットのデータ処理装置の操作マニュアル(取扱説明書)に従う。

(1) データ処理器との接続

吊下げ装置のデータ入出力端子と、校正システムのデータ処理器とを RS-485 規格のコネクタケーブルにて接続する。

(2) 測定の準備

以下の手順にて、測定準備の操作を行う。

① データ処理器の起動

孔内システムと複合ケーブルを接続後に、データ処理器の起動と孔内システムのデータ処理部・アンプ部の起動のため、電源を通电してからプログラムのダウンロード(DL)操作を行う。

採水系の諸ユニットと連結して使用する場合には、採水系のラインにて支持操作をすべた行なうため、検層ユニットからこの種の指令発信操作は誤作動や作動停止を生じるので、絶対に行なってはならない。

② 校正結果の入力確認

データ処理器を校正モードに設定し、校正結果が間違いなく入力されていることを確認する。誤りがある場合には再入力する。

③通信機能確認

データ処理機能の作動、通信回線の接続確認のために通信確認試験を行う。

④測定の開始

孔内への降下を始める前にデータ処理器を測定モード(連動)に設定し、降下中の測定指示値の変化をモニターする。

データ表示画面は原則として、トレンドグラフ表示とする。

⑤測定の一時的終了と再開

孔内システムが所定の深度に到達した時点で、測定を一時中断して再度開始させる場合には測定停止モードにする。測定再開時には再度測定開始の操作を行なう。

停止操作をすることで、測定したデータは別ファイルとして自動的に保存される。

(3) 所定深度における測定

①測定の開始

ファイルデータの処理後に、測定モードに戻して測定を開始する。孔内システムの降下時の測定を継続する場合には、特に操作する必要はない。

②表示モードの変更

トレンドグラフ表示にて、特定項目の選択表示、拡大表示等を選択できる。また、測定値と電位の数値表示も選択できる。

③測定データのファイル

測定したデータは、測定時刻とともにデータ処理器内のハードディスク(HD)に自動的に保存される。

④表示画面のコピー

データ初期から計測データの印字出力する機能はないが、測定中の任意の時間に表示画面のハードコピー出力をすることはできる。

(4) 測定終了時の操作

①測定終了

所定深度での測定終了時か、孔内システムを地上に回収した時点で、データ処理器を終了モードにして測定を停止する。

②測定データの保存

データ処理器のHDにファイルされているデータを、フロッピーディスクに出力し保存できる。

③データ処理器の停止

データの保存後、孔内システムへの電源供給とデータ処理器の作動を停止する。

4.4 測定終了後の操作

(1) 孔内システムの吊揚げ、回収

①吊揚げ操作

操作手順の詳細については、吊下げ装置の操作マニュアル(取扱説明書)の指示に従う。以下に操作の概略を述べる。

操作手順等は、吊り下げ装置のマニュアルに従う。

②回収

- i) 孔内から孔内システムの上部が引き上げられた状態にて、脱落防止のストッパーをはめ、複合ケーブルの接続を外す。
- ii) 孔内システムの上部複合コネクタに保護キャップを被せ、ホイスト、ウインチ等で上部に引き抜いた後の、下部にも保護キャップを被せて回収する。

(2) 孔内システムの点検と清掃

試錐孔内から回収した孔内システムについて、次の点検と清掃を行う。

①孔内システムの清掃と排水

- i) 吊下げ具から外した孔内システムを組立て作業台上に水平に置き、外筒部の表面に付着した汚れをブラシと布で拭き取る。ロックナットやロックリング等の接続部については、付着した土砂等でねじ部分を破損させる恐れが高いため、特に念入りに行う必要がある。
- ii) 上記の方法で汚れ等が取り除けない場合には、システムに水をかけながらブラシで擦り落しても良い。その後は乾いた布等で表面の水気を十分に拭き取る。
- iii) 校正用の複合コネクターを上・下端部に装着してから、孔内システムを 5～15 度程度傾けてシステム内の水を排出する。まだ残存している水をエアブローにて排出させてから、校正システムの送液ポンプにてシステム内に清浄水を注入してを洗浄、排水を繰り返して、十分に洗浄する。
- iv) 洗浄後内部をエアでブローし、残留水をできるだけ排出する。上下端部の校正用コネクタを取外して、複合コネクタに保護キャップを必ず被せる。

②外観の点検

孔内システムの外筒部に、へこみや大きな傷等が生じていないか念入りに目視観察する。異常が見出された場合には、第 5 章の保守・管理の手順に従って対処する。

(3) 孔内システムの分解、収納

第 2 章の孔内システムの分解、収納の手順に従って実施する。

(4) センサーの点検・収納

①センサーの取外し

孔内システムより分解、収納の手順に従って、センサーをハーメチックコネクタ部にて分解してから、順次取り外す。

②センサーの外観点検

取外した各々のセンサーを目視にて点検し、破損、ひび割れ、変色や変形の有無を確認する。

③センサーの収納

各センサー（電極）については、十分に洗浄後に表面の水分を拭き取ってセンサーブロックに装着状態のまま、破損防止のため専用の収納箱内に収納する。

ただし、参照電極については液絡部の乾燥防止のために、電極先端部に蒸留水を含ませた専用のゴムキャップを必ず被せてから、他の電極とともに収納する。

5 保守・管理

5.1 日常点検と保守

通常の使用のつど実施すべき点検と保守の項目・内容について、種別にその対応を以下に示した。

円滑に測定や点検・保守作業を進めるために、交換頻度の高い消耗品と部品については、予備品を常時準備しておく配慮が必要である。

(1) 外観および機能の点検

以下の項目の点検とチェックを、使用の前に必ず実施する。

①複合コネクタ部

- i) 上・下端の複合コネクタについて、水回路と電気回路の接触面が清浄であるか、歪みや傷がないか目視で詳細点検と確認をする。
- ii) 表面に異物や汚れの付着が認められたときには、綿棒かガーゼを被せた細い棒か、棒に蒸留水またはアルコールを付けて軽く擦り取る。
- iii) 歪みや圧力シールに係る部位（ねじ山のつぶれや破損）の損傷の有無を、目視と保護キャップの戻り具合にて確認する。異常が認められた場合には、無理に使用せずに早急に修理することを必要とする。

②外筒部

- i) 外筒の表面を目視および手で触りながら走査し、へこみや歪み等の変形がないことを確認する。
- ii) 外筒の繫目やロックナットとロックリング部分に、土砂等の異物が付着していないことを確認する。土砂等の付着物が認められた場合には、ねじの着脱時にねじ山部分を傷める原因になるので、ブラシ等で確実に取り除かねばならない。
- iii) 外筒の表面に大きなへこみや歪みが認められた場合には、耐圧性を低下させている恐れが高いため、使用せずに至急修理するか、その部分の交換品がある場合には交換をすべきである。

③センサー

- i) 電極部表面が清浄であることを目視にて詳細にチェックする。表面に異物や汚れの付着が認められたときには、綿棒かガーゼを被せた細い棒に蒸留水またはアルコールを付けて、軽く擦り取る。ORP作用電極の金と白金電極の表面には酸化皮膜が生じているので、カッターナイフ等で電極表面を軽く削り取る方が良い。
- ii) 電極部の外観に歪み、ひび割れや破損のないことを確認する。
- iii) 汚れがひどい場合や破損がある場合には、測定に影響を与えるので予備のセンサーと交換し、修理が可能であれば修理して予備品とする。
- iv) 参照電極の圧力調整口に、白い粉体が付着してしていることが多いが、内部液が自然流失し溶解している KCl が凝固したものであるため、水洗により取り除けば問題ない。

④センサーアンプ

- i) 通常の点検では、センサーアンプの点検を除外する。

- ii) アンプの作動が正常であることの確認は、センサーの校正結果から判断する。校正の結果が異常の場合には、まずセンサーを交換して再校正する。それでも異常が解消されない時は、アンプ基板に異常がある可能性が高いと考えられるので、5.2章に記載した点検時のアンプチェックの項を参照する。

⑤データ処理部

- i) 通常の点検では、データ処理部の点検を除外する。
- ii) データ処理部の作動が正常であることの確認は、センサーの校正結果から判断する。校正の結果が異常の時は、まずセンサーを交換して再校正する。それでも異常の時はアンプ基板、データ処理部の順に5.2章の点検時の項を参照する。

⑥外筒の内側

- i) 外筒の内側に傷や汚れがあるとOリングに傷を付け、ユニットの耐圧性能を著しく低下させるので、装着の前に目視確認と清掃をする。特にねじ部分については指で軽く擦り、異物のないことを確認する。
- ii) 通常は外側からの損傷のみ生じると考えられるが、外面の損傷が内側にまで及んでいることもあるのでチェックする。損傷がひどい場合には交換が必要である。

⑦2分割ロックナット、ロックリング

- i) 2分割ロックナットとのねじ部分に異物がなく、ねじ山も正常であることを、目視と指の触感で確認する。異物があればブラシ等で取り除き、ねじ山に異常があれば、修正するか予備品と交換する。
- ii) 交換する場合は、組になる2個をセットで交換し、交換後は速やかに修理する。
- iii) ロックリングについても、目視にて形状の歪みの有無を確認する。ねじ止め部分のねじ孔についても、ねじ山の正常さを点検し、異物の除去と必要によりねじ山の修正を行う。
- iv) ロックナットとロックリングを固定する本体ブロックのねじ止めの穴についても、ねじ山の清浄さを点検し、異物の除去と必要によりねじ山の修正を行う。

(2) 消耗品の交換

①Oリング

- i) 使用時に組立てる部分、接続部分にあるOリングは、原則として組立てのつど交換する。この常時交換するOリングを装着する箇所は次の4か所であるが、それぞれ規格が異なるため、表5-1の「交換用の部品リスト」を参照すること。

毎回Oリングを交換する箇所；外筒接続部

水回路接続部

センサーボディ

複合コネクタ

- ii) その他の箇所についても、点検時には傷の有無を確認して、不良箇所については、表5-1の「交換用の部品リスト」を参照して交換する。

②センサー

センサー(電極)は個別に構造・寿命が異なるために、交換時期については下記の

内容にて対応することとする。

ア. 参照電極およびPH複合電極の参照電極部

- a. 使用時に内部液が徐々に流出する構造であるとともに、外部圧を電極外筒の伸縮にて調節する圧力平衡型のために、加減圧の操作のたびに内部液が流出するとともに、使用温度(水温)が高いほど内部液の溶出量が多くなる性質を持っている。
- b. 内部液量の流出量が限度値を超える時が電極の交換時期(寿命)となるが、その時間は、約30℃の温度の連続使用で1ヶ月程度である。実際に使用では温度の違いや圧力の増減の影響があるので、実使用时间3週間程度が交換の周期とみなせる。
- c. 寿命のきた電極の内部液の交換は可能であるが、特殊な条件で挿入しているため、専用の設備を有する場所で交換を行なう必要がある。(参照電極の再生という)
- d. 参照電極の外筒の液絡部に黒ずんだ付着物が生じた場合には、内部電極の軍イオンが流出して雰囲気銀に還元されたものであり、再生は不可能である。
- e. 測定に際しては予備の電極を常時所持しておくことが望ましい。

イ. ガラス(pH複合)電極

- a. 使用前後の外観チェックにて、ガラス製筒先端部に破損、傷の有無を確認すること。破損や傷が認められた場合には使用不能である。
- b. 校正時に正常な指示値を示さずにアンブに異常が認められない(5.2章のアンブチェックの項にて)場合には、電極が不良であるとみなし交換する。
- c. ガラス電極の寿命は連続使用で1~2年程度、間欠的な使い方でも2~4年程度であり、定期的な交換が必要である。
- d. このpH電極は参照電極と一体化した複合電極であり、参照電極部分については、上記の項を参照のこと。

ウ. Eh/ORP・pS作用電極

- a. 原理的には劣化は生じないが、電極外筒部に亀裂等の破損の有無を目視にて確認する。亀裂等が認められたときには、圧力性能が低下していると判断されるので電極の交換が必要である。
- b. 使用にあたっては、ORP作用電極のうちの白金(pt)と金(Au)電極については、表面に生成した酸化皮膜を除くために、カッターナイフ等にて表面を軽く削ることを必ず行う。
- c. ガラス電極と同様に、校正結果とアンブチェック結果から作用電極の不良と判断されるときには、電極を交換する。

エ. EC電極、温度電極

- a. 原理的にはEh/ORP・pS作用電極劣化は生じないが、電極外筒部に亀裂等の破損と腐食の有無を目視にて確認する。亀裂等が認められたときには、圧力性能が劣化しているため電極の交換が必要となる。

- b. ガラス複合電極等と同様に、校正結果とアンプチェック結果から作用電極の不良と判断されるときには、電極を交換する。

オ. 電極のコネクタ部の点検

6種類の電極は全て上部の4本ピン部分をセンサーブロックに挿入して固定・圧力シールする構造であるので、使用前にピンの曲がりの有無とOリングシール部に傷がないか確実にチェックする。

ピンの曲がりはひどく負ければ直せるが、曲がりが酷い場合やOリングシール部に傷はある場合には使用液無いので交換する。

5.2 点検、保守の項目・内容と実施周期

検層ユニットの保守・点検は、前章で述べた日常点検に加え、定期的な機能チェックも必要であるので、これらの項目・内容と実施周期について記した。

(1) 日常点検

測定をつど行い、孔内システムの組立て時と校正時に5.1章に述べた手順、内容に従って実施する。

(2) 定期点検の項目と実施周期

日常点検とは別に、使用回数または1定期間ごとに検層ユニットの性能維持のために行う点検・整備である。

①定期点検の実施周期

- i) 5～10回程度の測定回数ごとか、1～2年程度の期間ごととする。
- ii) 機能低下が生じた場合、または重大な損傷を被ったと判断される場合には、必要に応じて適宜実施する。

②点検の項目

つぎに項目について実施する。

- i) 外筒部の探傷、腐食検査
- ii) 外筒部のオーバーホール、消耗品交換
- iii) アンプの調整、機能チェック
- iv) データ処理部の調整、機能チェック
- v) 校正システムの調整、機能チェック
- vi) 再組立て後の孔内システムの耐圧力性能チェック
- vii) 再組立て後の測定性能確認試験

(3) 定期点検の内容

①外筒部の探傷、腐食検査と消耗品交換

- i) 外筒表面のへこみや損傷の有無の確認と、損傷の程度が耐圧力性能へ与える影響の大きさを判断する。耐圧力性能へ与える影響が大きいと判断された場合には、外筒を交換のため製作する必要がある。
- ii) 外筒表面およびセンサー部外筒内側表面について、材料腐食の有無を確認する。腐食が認められたときには、可能な部分について腐食部の削取り等の補修処置を

する。

- iii) 外筒および2分割ロックナット部のねじ部分について、付着物の取り除きとねじのつぶれ部分等の修正の処置をする。
- iv) 複合コネクタ部については、組立て各部位に分解して電極の表面、配線状態のチェックとOリングの交換を行なった後に、再度組立てる。
- v) ボディーブロック部へ固定している配線、水回路管接続のハーフユニオンの締め付け状態の確認を行い、必要により増締めを行う。
- vi) 2分割ロックナットとロックリングの変形のチェックと、ビス止め穴の浚い清掃をする。ボディーブロック部のビス止め穴についても、同様に掃除する。

②アンプの調整と機能チェック

- i) 個々のアンプの入力端子から標準電圧または標準抵抗を入力して、出力端子に接続したを精密電圧計かデータ処理器にてモニターしながら、アンプの作動確認とゼロ・スパンの調整を行う。
- ii) ECと温度の基板には標準抵抗を入力するが、センサーを接続して標準液にてゼロ・スパン調整を行う方法でも良い。
- iii) アンプ基板の入出力端子の入出インピーダンスのチェックする。
- iv) この調整、チェック操作は、校正時にセンサー不良を判定する場合にも用いることができる。

③データ処理部の調整と機能チェック

- i) アンプ出力の代わりに標準電圧を、データ処理部のハーフメチックコネクタ部に付属のコネクタを接続して入力し、データ処理器にて出力電位をモニターすることで、データ変換と通信変換の動作を確認、チェックする。
- ii) データ処理の入ラインピーダンスのチェックする。

④校正システムの調整と機能チェック

- i) ③のデータ処理部の調整、機能チェック時に、データ処理器を測定モードに設定して入力した電圧が相当する測定値に変換されることと、校正モードにて入力した電圧に相当する補正係数が算出されることを確認する。

⑤再組立て後の孔内システムの耐圧力性能チェック

- i) 外筒部について、損傷の修正や部品の交換等の、耐圧力性能に関する主要部位の補修を行ったときには、150kgf/cm²の外部圧力による24時間の耐圧力試験を実施して、補修後の圧力性能を確認する。
- ii) センサー部等に水を注入した内部圧力による24時間の耐圧力試験は、校正等の測定性能確認試験にて行う。

⑥再組立て後の測定性能確認試験

- i) 補修後の検層ユニットについて測定性能確認のために、通信試験、校正試験、水循環測定試験と内圧の耐圧力試験を行う。

5.3 故障対策

この項では、使用者が現場にて点検・対処できる範囲の故障についてのみ説明しており、ここに明記していない対応範囲外の故障については、工場で行うこととする。

(1) 接続・装着ができない、または不完全

①組立て台上にて作業する。

耐圧力性能を保つために、各組立て部品間に寸法の余裕(公差)がほとんどないために、組立て作業は水平状態にて行わないと、接続・ねじ込みとも抵抗が大きく正常に行うことができない。

②接続部位の取り違いがないか確認する。

- i) 組合せの違いであれば、正規の組合せに戻して組み立てる。
- ii) それでも組合せできない場合には、ガイドピンの弛みか変形が生じていないか確認する。弛みの場合は締め直せるが、変形の場合は無理に直さず修理に出す方がよい。不完全な修理では、接続部の破損や耐圧力性能の低下をもたらす可能性がある。
- iii) 接続部分の1cm弱が入らない場合は、ハーメチックコネクタの固定が弛んでずれている可能性が高いので、無理に押し込むとコネクタピンを破損する恐れがある。接続を外し、オス側のコネクタが弛んでおれば、差し込み部を傷つけないようにテープ等で保護して、プラーヤー等で掘り込む。この処理でも接続できない場合には、メス側のコネクタの位置がずれたと考えられるが、この処置は孔内システムをを分解して調整せねばならないので、修理・調整を依頼する。

③装着したOリングが所定の位置に収まっているか確認する。

- i) Oリングが所定位置からずれている場合には、そのOリングが損傷している恐れが高いので交換したうえで、所定の位置に確実に装着する。
- ii) Oリングが規格が異なっていないか確認し、異なっている場合には規格のOリングと交換して装着くする。

④ねじ部分に異物が付着していないか、損傷がないか確認する。

- i) ねじ部分をブラシにて掃除し、異物を除去する。それでも取れない場合には、接続部を外し、外筒に2分割ロックナットのみを装着し、掘り込みと取外しを繰り返して付着物を取る。この操作が渋い場合には、ねじ部分に損傷があると考えられるので、直ちに中止する。
- ii) 外筒と2分割ロックナットのねじ部分を目視にて観察し、ロックナットに異常がある場合には予備品と交換して組立てる。外筒部に異常が認められた場合には、無理に現場にて対応せずに修理を依頼する。

⑤接続部が変形しているか確認する。

- i) 接続部の外筒とボディー部ロック部に、変形や損傷がないか確認する。変形か損傷が見出された場合には、その部分の部品の交換か修正が必要となるので、修理を依頼する。
- ii) 原因が不明の場合にも、修理・点検を依頼すること。

(2) 校正時、測定時に指示が出ない

①データ処理器が作動しない。

- i) 電源が入っていることを確認し、電源投入後にデータ処理器を再起動させる。
- ii) 再起動できない場合は、データ処理器(パーソナルコンピュータ)の取扱説明書、およびデータ処理ソフトの取扱説明書を参照する。

②データ処理器に通信不良のメッセージが表示されているか確認する。

表示されている場合には、以下の確認操作と対応を行う。

- i) 孔内システムとデータ処理器の通信回線が、正常に接続されているか確認する。接続されている場合にも、断線や接触不良が生じていないか導通試験を行い、不良箇所があれば修理・調整する。修理調整後にデータ処理システムを起動させ、作動・表示を確認する。
- ii) 孔内システムへの電源が供給されているか確認し、遮断されている場合には、接続の確認、電源の供給と再度のDL操作を行い、孔内システムのデータ処理部とデータ処理器を立上げて、作動・表示を確認する。

③指示の出ない症状の内容を確認する。

- i) データ処理器の表示にて、指示が出ない現象が、全項目についてか特定項目のみか確認する。
- ii) 全項目の指示が出ない場合には、孔内システムのデータ処理部の故障か、孔内システム内の電源回路の断線が原因と考えられるが、対応は困難なので修理を依頼する。
- iii) 特定項目のみの指示が出ない場合には、その測定項目のセンサーかアンプ、信号・電源配線のトラブルと考えられる。センサーのトラブル(故障)のみは、センサーの交換にて対処できるが、アンプと配線のトラブルには対応は困難なので、修理を依頼する。
- iv) 指示の出ない測定項目のセンサーを交換し、測定が正常に行えることを確認する。

(3) 試錐孔内にて測定中に測定不良になった時

①データ処理器上に通信不良の表示が出た時には、つぎの操作を行う。

- i) 孔内ユニットへのDC電源の供給のと電圧を確認し、電源の再投入か電圧の調整を行う。次にダウンロード(DL)操作を行い、測定モードにて表示を確認する。
- ii) i)の操作で回復しない場合には、データ処理部の故障か孔内システム内への浸水が生じたと考えられるので、早急に地上へ引き上げて回収する。
- iii) 地上に回収後、システム内への浸水の有無を確認し、浸水している場合には次項の操作にて対応する。アンプ部の故障とみられる場合には、修理を依頼する。

②孔内システム内に浸水を生じたときには、被害を最小に押さえるためにできるだけ短時間にて、システム内からの浸入水の排出と乾燥等を以下の手順にて行う。

- i) 引上げ後、組み立てよう作業台上に乗せ、上部に校正用のコネクタを結合させて、孔内システム内の圧力を下げる。

ii) 上部と下部の複合コネクタ部を取外し、浸水部分を確認する。分割した3部分はハーメチックコネクタにて遮断されているので、通常では3部分とも浸水することはない。上・下端の複合コネクタ部への浸水であれば、分割部から進入水が漏れ出すので確認できるが、アンプ部への浸水の場合にはアンプ部の外筒を外さなければ確認できない。

iii) 排水後の処置と対応は、3部位それぞれ異なるので以下に個別に示した。浸水を起こした原因の解明とその対策ができない限り、試験には供さずできるだけ早く修理を依頼すること。

a. 上部複合コネクタ部は、上部のガイドピン2本とビス1本を抜き取り、上部から順次配線を切らぬように注意しながら分解していく。外筒を外した後、内部のデータ処理基板に付着した水分を、エアブローにて丁寧に吹払い、基板に接続したコネクタと基板固定のビスを抜く。基板を取り出し再度エアブローして、できるだけ水分を取る。他の部品についても同様にエアブローにて付着水分を除き、基板とともに50℃以下の温度にて1晩程度乾燥させる。

十分に乾燥後に組立て、データ処理器との通信確認試験を行い、正常であればユニットに組み上げ測定性能を確認する。この処置は一時的なものであり、できるだけ早くチェックと修理等を依頼することが望ましい。

b. 下部複合コネクタ部についても、固定用のビス3本を抜き取り、複合コネクタ部の部品を上部から注意しながら分解していく。配線については分解時に、電極ピンの下部にて切り離す。各部品、特にハーメチックコネクタ部からエアブローにて付着水分を除き、50℃以下の温度にて1晩程度乾燥させた後、組立てる。

c. アンプ部へ浸水した場合には、センサーブロックのハーメチックコネクタ部分まで浸水していると考えられる。そのために、センサーの出力コードを収めた配管中にも水が入っているため、アンプ基板を入出力線を外してから取外し、引き続いてセンサーも外して、センサー部、アンプ部内の浸入水をできるだけエアブロー等で取り除く。

アンプ基板への入出力コードを端子部から外してから基板を取外し、外した基板に付着している水分を、強く当たらないように注意しながらエアブローしてできるだけ取除き、その後50℃以下の温度にて1晩程度乾燥させる。

現場での対応はほぼ不可能であるので、アンプ基板とともどもできるだけ早くチェックと修理を依頼する。

5.4 保守・交換用の部品リスト

一般消耗品および予備品について、品名と規格を次表に記した。

表 5-1 消耗品および予備品リスト

部 品 名	使 用 部 位	規 格
2分割ロックナット	外筒部	全箇所共通
2分割ロックリング	外筒部	全箇所共通
pH複合電極	上部センサーブロック	専用(特別規格)
Eh/ORP・pS電極	上部センサーブロック	専用(特別規格)
参照電極	上部センサーブロック	専用(特別規格)
EC1電極式導電率電極	下部センサーブロック	専用(特別規格)
EC2電磁式導電率電極	下部センサーブロック	専用(特別規格)
温度電極	下部センサーブロック	専用(特別規格)
Oリング	アンプ上部ブロック	P46
	上部連結ボディ	G45
	その他外筒接続部	P45
	電極装着部	P12
	データ処理部水回路管	S4
	その他水回路管	P4
	26ピン ハーメチックコネクタ	AS568-023 G30
	8ピン ハーメチックコネクタ	JASO-1020 JASO-1023 JASO-1026