

# 地球化学検層ユニット（1号機）の改良

（核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書）

1999年3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(1号機)の改良

島崎 智<sup>※</sup>、山本泰司<sup>※</sup>

### 要 旨

地球化学検層ユニットは、1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器と組合せて、地下深部の地下水の地球化学パラメータを試錐孔内の原位置で計測している。しかし、この調査機器は深度誤差の低減と孔内抑留の回避のためにパイプシステムを基本構造としており、傾斜掘削された試錐孔では適応範囲が限定されていた。

本業務では、傾斜掘削された試錐孔への適応範囲の拡大を図るためにおき、地球化学検層ユニット(1号機)のユニット長を約 800mm 短縮した短縮型に改良し、傾斜に対する柔軟性を要するシステムとした。改良はセンサー部を中心に行ない、先に製作した高温環境型と同等の構造・構成とした。

この1号機の改良により、傾斜掘削項を含む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、精度よく効率的に測定できる。

---

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 : 10M9821

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 99-014

MARCH, 1999

Improvement of the Unit for the Geo-chemical Parameters of Groundwater  
at The 1st. Model

Satoru Shimazaki<sub>※</sub> and Taiji Yamamoto<sub>※</sub>

Abstract

The unit for the geo-chemical parameters of groundwater has actual results of measuring the physico-chemical parameters of groundwater in bore-hole, together with the equipment of geo-chemical investigation. But this system that is constructed pipe-system has narrow adaptability for inclined bore-hole.

For taking off this week point, we improved the 1st model to the short length model that make equal to high-temperature model. This improvement was put the sensor block in practice mainly.

We are obtained a new measuring potential that have high accuracy and efficiency for measuring the physico-chemical parameters of groundwater in inclined bore-hole.

---

This work was performed by Environmental Technical Laboratory Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute

JNC Liaison : Hatsuho Miyata, Characterization Technology Development Group, Tono Geoscience Center

※ : Environmental Technical Laboratory Ltd.

# 目 次

	頁
1 はじめに .....	1
2 改良条件 .....	2
3 改良した地球化学検層ユニット(1号機)の基本構成と機能 .....	6
3.1 孔内システム .....	6
3.1.1 センサー部 .....	7
3.1.2 アンプ部 .....	10
3.1.3 データ処理部 .....	11
3.1.4 外筒部 .....	13
3.2 校正システム .....	14
3.3 付属部品 .....	17
4 地球化学ユニットの各部の仕様 .....	18
4.1 概要 .....	18
4.2 改良したセンサー部 .....	19
4.3 改良したアンプ部 .....	34
4.4 外筒部 .....	36
4.5 校正システム .....	40
4.6 付属部品 .....	41
5 改良した地球化学検層ユニットの室内試験 .....	42
5.1 製作部品類の試験 .....	42
5.1.1 センサーの耐圧試験 .....	42
5.1.2 センサーの耐温度試験 .....	43
5.1.3 アンプの耐温度試験 .....	47
5.2 改良した地球化学検層ユニットの総合試験 .....	48
5.2.1 耐圧性能確認試験 .....	48
7 まとめ .....	88

## 図 表 目 次

		頁
図 3-1	孔内システムの概要と各部の名称と改良部分 .....	6
図 3-2	センサー部の概要と各部の名称 .....	7
図 3-3	センサーブロックの概要と各部の名称 .....	8
図 3-4	アンプ部の概要（基板の配置）と各部の名称 .....	10
図 3-5	データ処理部の概要と各部の名称 .....	12
図 3-6	校正システム部の概要と構成各部の名称 .....	14
図 3-7	校正システムの計測時の概要と校正各部の名称 .....	17
図 4-1-1	pH電極の外形状と構造の概要 .....	25
図 4-1-2	参照電極の外形状と構造の概要 .....	26
図 4-1-3	Eh/ORP・pS作用電極の外形状と構造の概要 .....	27
図 4-1-4	交流2電極式電極の外形状と構造の概要 .....	28
図 4-1-5	電磁誘導式電極の外形状と構造の概要 .....	29
図 4-1-6	温度電極の外形状と構造の概要 .....	30
図 4-2	センサーブロックへの電極の装着状況図 .....	32
図 4-3	センサーブロックの外形状と構造の概要 .....	33
図 4-4	pH用アンプ基板の外形状と構造の概要 .....	35
図 4-5-1	複合コネクタとセンサー部の接続部分の構成 .....	37
図 4-5-2	データ処理部とアンプ部の接続部分の構成 .....	39
図 5-1	耐圧、耐温度試験の概要 .....	43
図 5-2	外筒部の耐圧試験の概要 .....	50
表 5-1-1	センサーの耐圧試験結果 .....	45
表 5-1-2	センサーの耐温度試験結果 .....	46
表 5-1-3	pHアンプ基板の耐温度試験結果 .....	47

## 1 はじめに

地球化学検層ユニットは、1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器と組合せて使用することにより、地下深部の地下水の物理化学パラメータを試錐孔内の原位置で計測できることを実証し、現在では現場調査で稼動している。

この1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器は、孔内抑留の回避および深度誤差の低減に優れた効果を持つパイプシステムを基本構造として構築されているために、傾斜掘削された試錐孔ではその適応範囲が限定されており、傾斜に対する柔軟性を持たせることが主要な課題になっている。そのために、1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器と組合せて使用する地球化学検層ユニットについても、傾斜掘削された試錐孔での適応範囲の拡大が課題となっている。

よって、本業務では上記の課題に応えるために、地球化学検層ユニット（1号機）の内部構造を変更することによりユニット長を短縮して、傾斜孔にも対応できるユニットに改造した。改造の具体的内容は、同ユニットのセンサー部を平成9年度に製作した地球化学検層ユニット（高温環境型）のセンサー部と同等の構造・構成に改良したことである。

本業務で改良を施した地球化学検層ユニット（1号機改良型）は、傾斜掘削された試錐孔にて深度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。

この改良に際しては、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 改良条件

### (1) 改良実施箇所

本件で地球化学検層ユニット(1号機)で改良を施した部分は、以下のとおりである。

#### ①センサー部

センサーブロックとセンサーの全ての製作と交換。

#### ②アンプ部

pH用アンプ基板のみの製作、交換。

センサー部改良・交換に伴うセンサー出力等の配線コード類の交換。

#### ③外筒部

センサー部を構成する、外筒、センサーアンプ部切替ポディーとセンサー下部ブロックの製作、交換。

#### ④校正システム

センサー校正用ケーブルの製作、交換。

#### ⑤付属部品

地球化学検層ユニット収納箱の製作、交換。

### (2) 改良部の基本仕様

改良を行なったセンサー部、アンプ基板と外筒部等については、平成9年度、10年度製作の「地球化学検層ユニット(高温環境型)」と同一の仕様として、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

### (3) 改良部分の構成

地球化学検層ユニットは、孔内システムと校正システムの2つのシステムと付属部品から構成される。これらの構成要素のうち、今回の改良の主たる対象である孔内システムの改良部分について記した。

#### ①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。

##### i. 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	: $\phi 51\text{mm}$ 以内
長さ	: 200mm 以内
[性能]; 測定範囲	: 0 ~ 14 pH
測定精度	: $\pm 0.2$ pH
耐圧性能	: 150 kgf/cm <sup>2</sup> 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 本ずつ使い、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	: $\phi 51\text{mm}$ 以内
長さ	: 200mm 以内
[性能]; 測定範囲	: -1 ~ 1V (ORP)
	: -1 ~ 0 V (pS)
測定精度	: $\pm 0.01$ V
耐圧性能	: 150 kgf/cm <sup>2</sup> 以上 (外圧にて)
使用温度範囲	: 0 ~ 70 °C

ii. 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 :  $\phi 51\text{mm}$  以内  
長さ : 150mm 以内  
[性能] ; 測定範囲 : 0~2,000  $\mu\text{S/cm}$  (交流 2 電極式 : 25℃)  
0~100,000  $\mu\text{S/cm}$  (電磁誘導式 : 25℃)  
測定精度 :  $\pm 0.01\text{V}$   
耐圧性能 : 150  $\text{kgf/cm}^2$  以上 (外圧にて)  
使用温度範囲 : 0 ~ 70℃

#### 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 ~ 100℃  
測定精度 :  $\pm 0.2\text{℃}$   
耐圧性能 : 150  $\text{kgf/cm}^2$  以上 (外圧にて)  
使用温度範囲 : 0 ~ 70℃

#### ②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し、個々の項目に対して各々 1 枚ずつ計 7 種・7 枚のアンプ基板を備える。

本改良では、センサー部の改良に伴い処理方法も異なる pH についてのみアンプ基板を交換したため、その内容について記した。

pH 用アンプ基板の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  
基板のサイズ : 縦 70 mm × 横 38 mm  
[性能] ; 測定項目 : pH (ガラス電極 - 銀/塩化銀電極)  
測定範囲 : 0 ~ 14 pH (25℃)  
使用電源 : DC 12 V × 20 mA (ISOLATE)  
出力電圧 : DC 0 ~ 3 V (ISOLATE 出力)  
精度 :  $\pm 1\%$  以内  
アンプ用電源供給 : DC 5 V  
動作温度 : 0 ~ 70℃  
動作湿度 : 0 ~ 90% (結露なし)

#### ③外筒部

外筒部はセンサー部、アンプ部と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。

センサー部の改良により、外筒部は以下に示す形状である。

[性能] ; 耐圧力 : 150 kgf/cm<sup>2</sup>以上

[形状] ; 外径 : φ57 mm

内径 : φ52 mm

長さ : 3,000 mm 以内

材質 : ステンレス鋼、他

#### (4) 性能試験

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、25℃、150kgf/cm<sup>2</sup>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、校正用複合コネクター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とともに、送水した蒸留水がスムーズに循環すること。

### 3 改良した地球化学検層ユニット (1号機) 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、[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] 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。本件で改良して部分を下図にマスキングして示した。

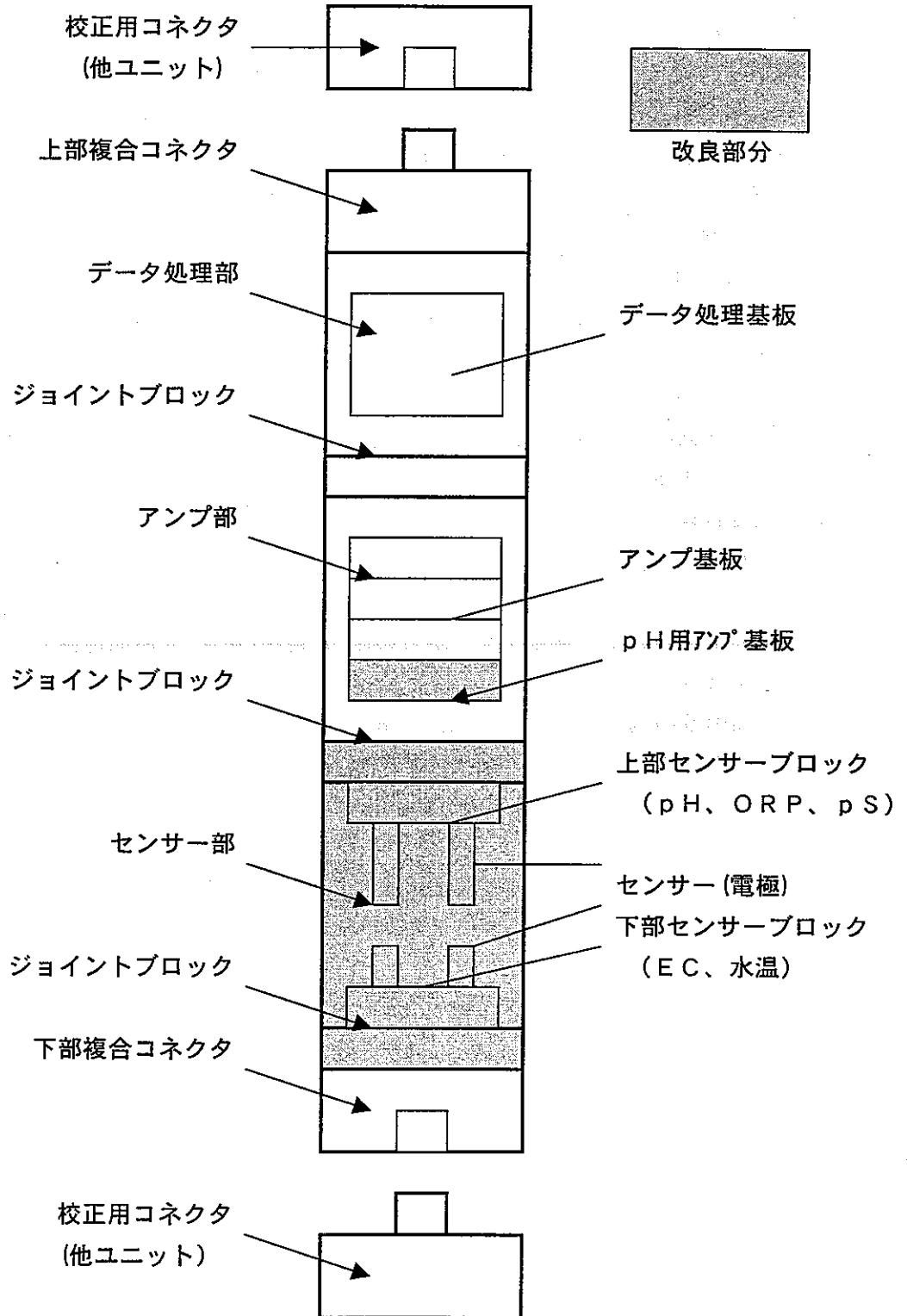


図 3-1 孔内システムの概要と各部の名称と改良部分

### 3.1.1 センサー部

#### (1) センサー部の構成と配列

本件で改良したセンサー部は、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。

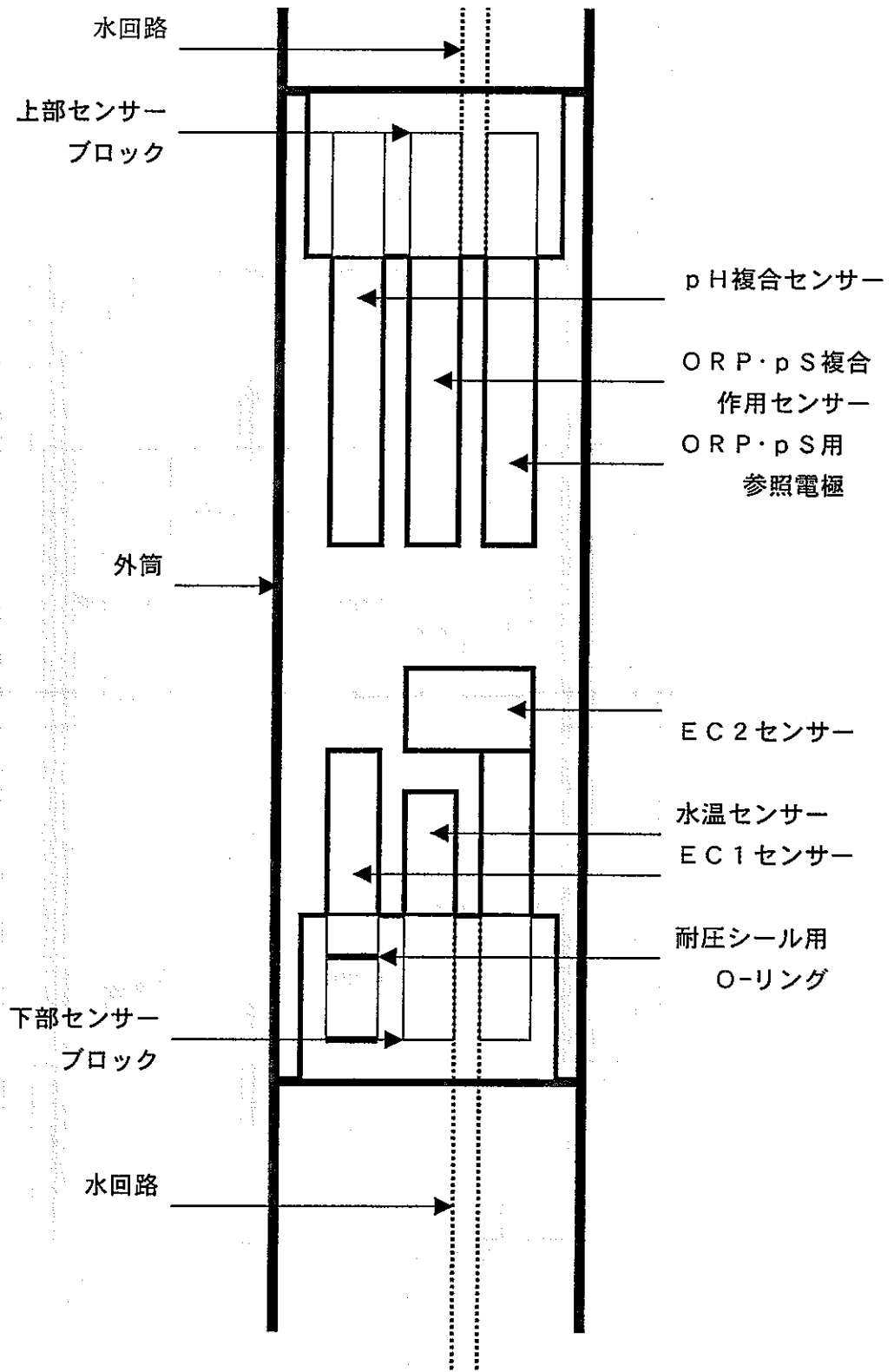


図 3-2 センサー部の概要と各部の名称

各測定段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、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。

上段；pH複合電極、ORP・pS作用電極、ORP・pS用参照電極

下段；交流2電極式EC電極、電磁誘導式EC電極と温度電極、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。

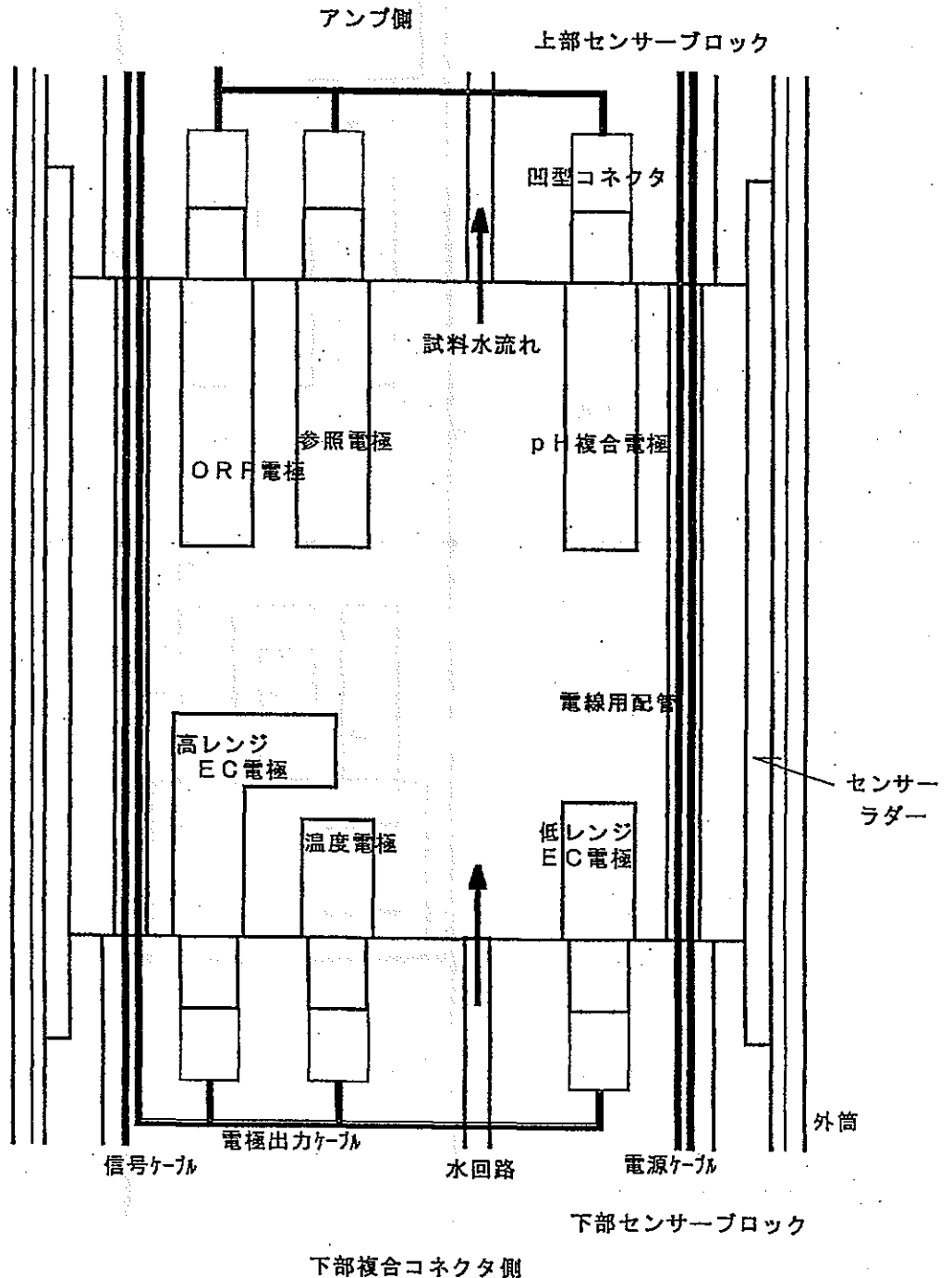


図 3-3 センサーブロックの概要と各部の名称

## 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つきも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(ポリアフェニルスルファイド)樹脂、エポキシ樹脂、フッ化ビニリデン樹脂、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/cm<sup>2</sup>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/cm<sup>2</sup>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まで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/cm<sup>2</sup>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 アンブ部

#### (1) アンブ部の機能

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) アンブ部の構成と配置

##### ①構成

両面に実装した7種類7枚のアンブ基板(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。

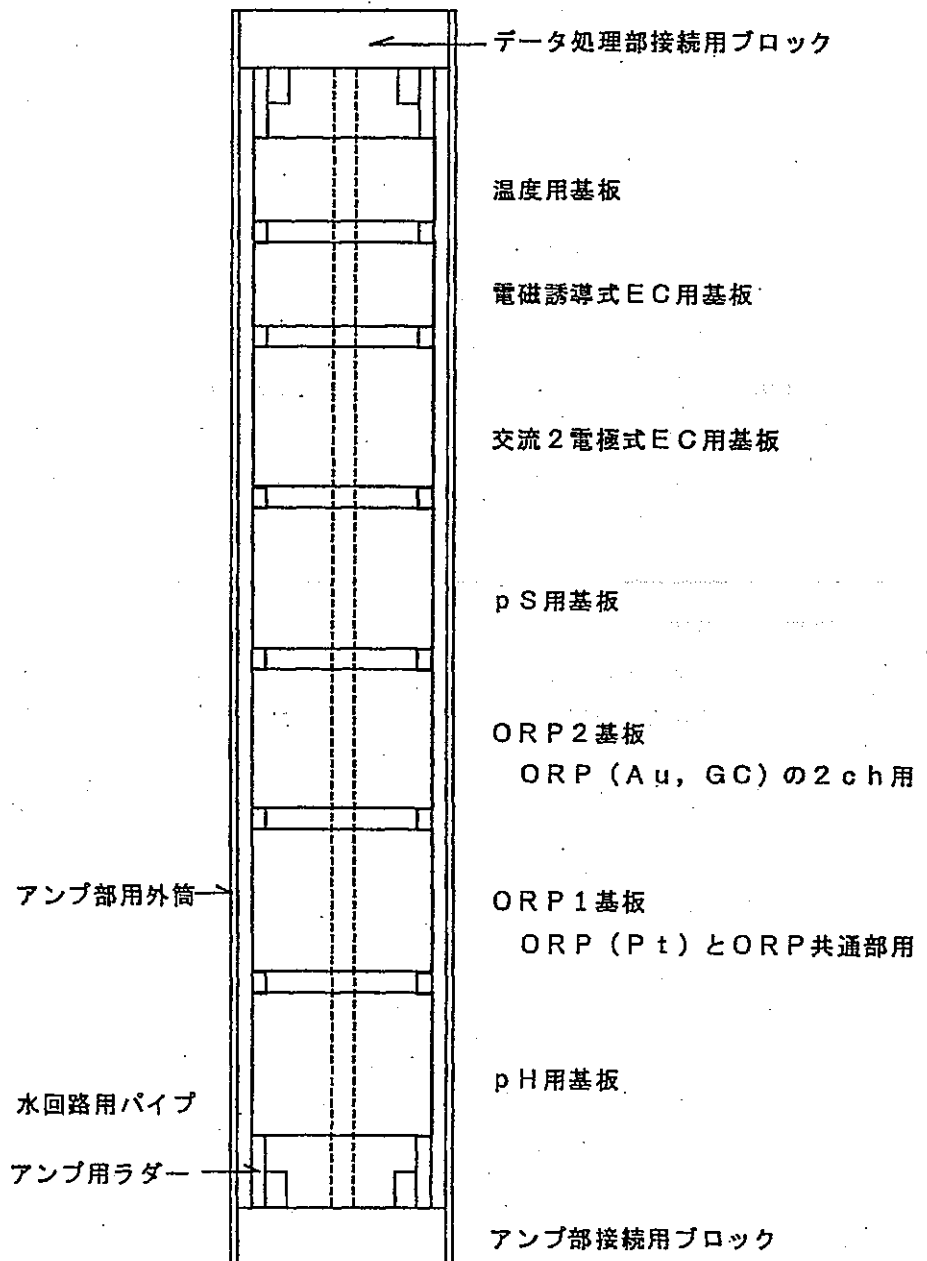


図 3-4 アンブ部の概要(基板の配置)と各部の名称



## ②配置

アンプ基板の配置は、センサーの入ラ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に、この点を考慮して以下の順に一系列に配置した。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/cm<sup>2</sup> 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であり、当該作業を簡便化できる。

## (4) 改良した箇所と内容

### ①pH用アンプ基板の交換

センサーである pH 電極を、参照電極とプリアンプを内蔵した複合電極に改良・交換したために、プリアンプ用の DC 電源供給機能の追加と、入ラインピーダンス低下に伴う変換機構の変更をした、高温環境型用の pH アンプ基板を製作し、既設の pH アンプ基板と交換した。

### ②入力用配線の交換

センサー部の改良交換に伴い、センサーからの出力をアンプ基板に入力する信号配線を、高温環境型と同一規格にて全て交換・新設した。

## 3.1.3 データ処理部

本件ではデータ処理部の改良は行なっておらず、全てオリジナルのままである。

### (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。

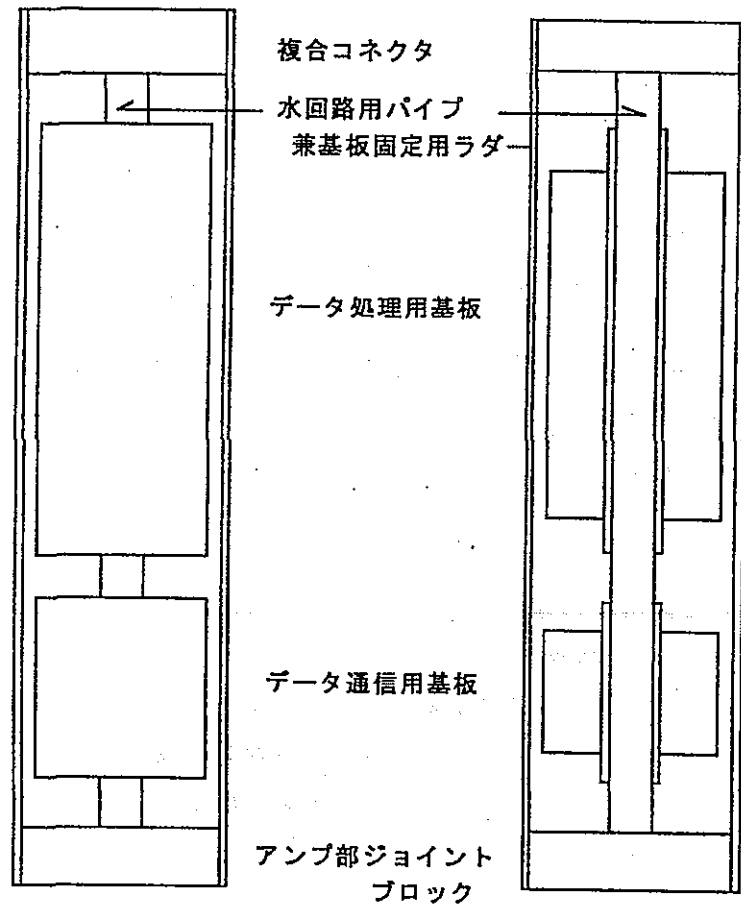


図 3-5 データ処理部の概要と各部の名称

(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<sup>2</sup>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。

本件では、センサー部の上下に当るセンサー部アンプ部切替ブロックとセンサー下部ブロックを、高温環境型と同一規格のものに改良・交換した。

#### (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/cm<sup>2</sup> 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 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。

本件では、基本的な部分の改良はなく、次の2点のみの改良を加えた。

- ①センサー部の改良に伴い、校正用センサーケーブルを新規製作して交換した。
- ②データ出力装置の処理ソフトを、高温環境型製作時に更新した「Version 2」に変更するため、インストールした。

#### (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。

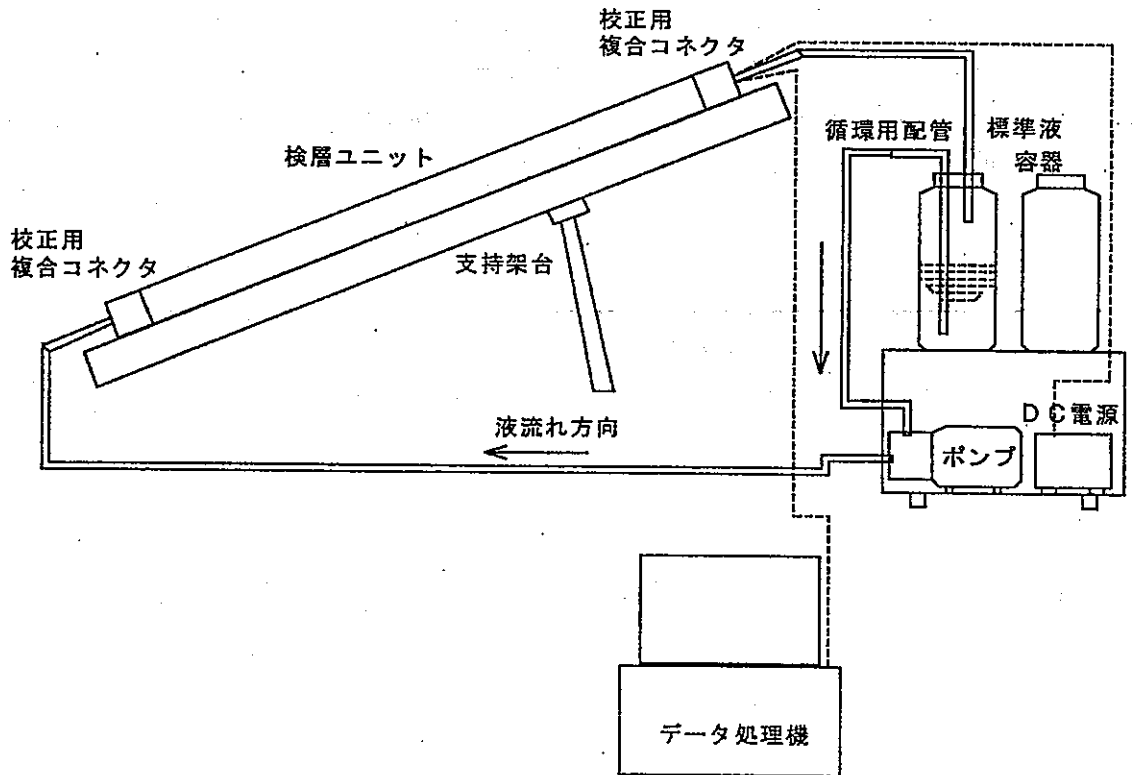


図 3-6 校正システムの校正時使用の概要と構成各部の名称

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。

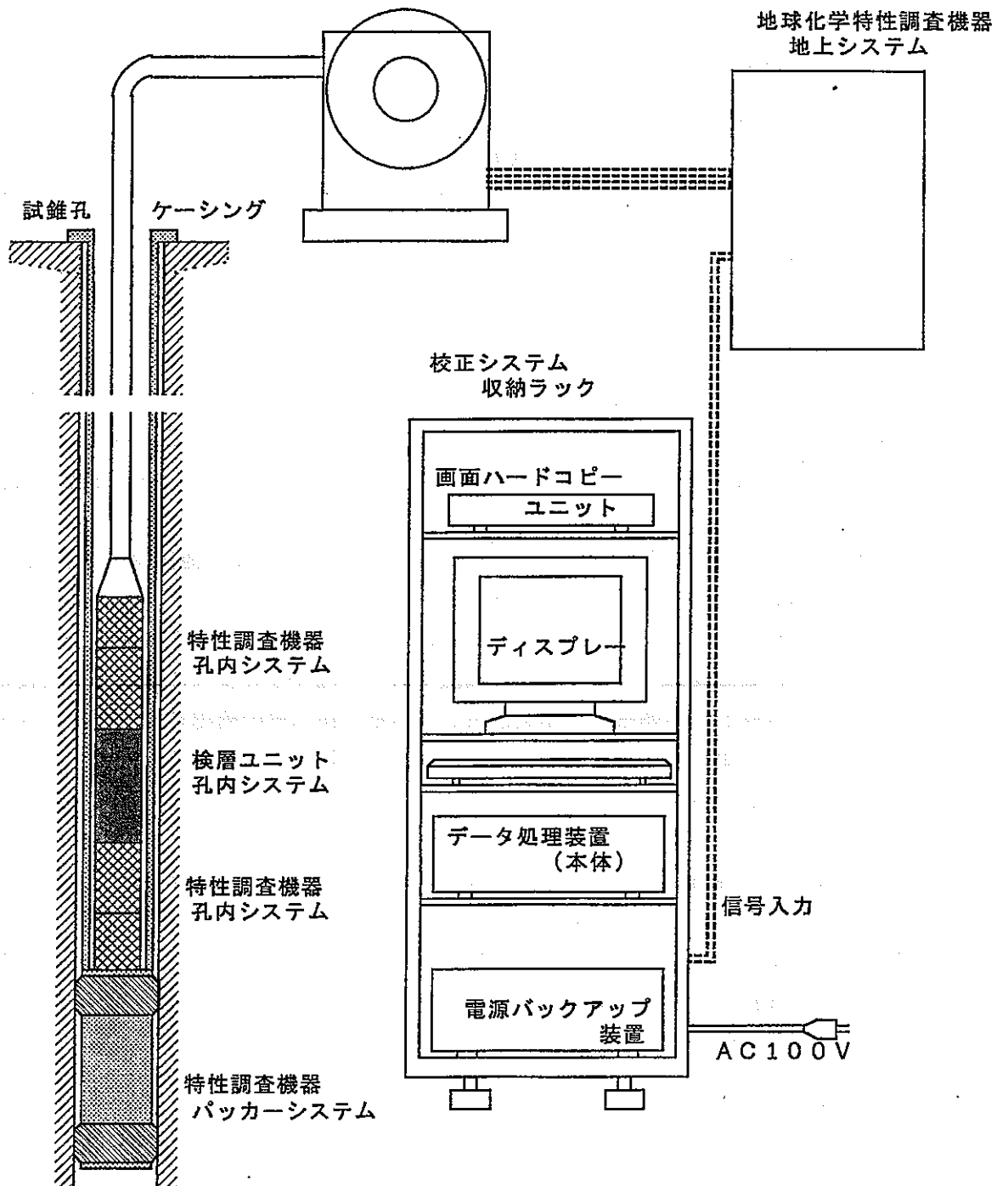


図 3-7 校正システムの計測時の概要と構成各部の名称

## 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) ユニット用直流 12V 電源
- (j) 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。

### 3.3 付属部品

付属部品として以下のものがある。

#### 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

孔内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

孔内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

孔内ユニット長の短縮化に伴い、従来の収納箱が3mと長く、取扱難いため、高温環境型と同長である2m長さのもの2個に変更した。

##### 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、校正用作業台

校正用指示架台1台と組立作業台の各1台からなる。

## 4 地球化学検層ユニット各部の改良部の仕様

### 4.1 概要

#### (1) 構成

地球化学検層ユニット(1号機)について、改良を加えた部分は孔内システムが主であり、その内容は次のとおりである。

##### ① センサー部

センサー部のサイズ縮小のために、高温環境型と同一規格に改良した。

センサー部の規格改良にともない、センサー(電極)の全てを高温環境型と同一規格に変更するために、新規に製作して交換した。

外筒部についても、センサー部の上下を占めるセンサー部アンプ部切替ブロックとセンサー下部ブロックならびに外筒を高温環境型と同一規格に変更するために、新規に製作して交換した。

センサー校正用コネクタケーブルについても、高温環境型と同一規格で1式2本を製作して交換した。

##### ② アンプ部

pH センサーをガラス電極と参照電極を一体化したプリアンプ内蔵の複合電極(高温環境型)に交換することに伴い、pH 用アンプ基板を高温環境型と同一規格で製作して交換した。

他のアンプ基板については、高温環境型センサーと仕様が合致するため、必要に応じた調整のみにて使用した。

センサーブロックの改良に伴い、センサーからの信号入力ケーブル1式を高温環境型と同一規格に交換した。

##### ③ その他

孔内ユニット収納箱を、高温環境型と同一の2m長さにした。

校正システムのデータ出力装置の処理ソフトを、高温環境型製作時に更新した「Version2」に変更するため、インストールした。

#### (2) 基本仕様

改良した地球化学検層ユニット(1号機)の孔内システムの基本仕様は、次の通りである。

##### ① 適用深度等

- (a) 適用温度 : 0 ~ 50 ℃
- (b) 適用深度 : 1,000 m まで
- (c) 耐圧力性能 : 150 kgf/cm<sup>2</sup> 以上

##### ② 適用試錐孔径

75 ~ 130mm まで

##### ③ 孔内システムの大きさ

- (a) 長さ ; 使用時(組立実長) : 2,748 mm
- 収納時 : センサー・アンプ部(ユニット本体) : 1,825 mm
- : データ処理部・上部複合コネクタ部 : 810 mm
- : 下部複合コネクタ部 : 645 mm



(b) 外径 ;  $\phi 57$  mm

(c) 重量 ; 28 kg

④測定項目

(a) pH

(b) 酸化還元電位 (Eh/ORP)

(c) イオン濃度 (pS)

(d) 電気伝導度 (EC)

(e) 水温

⑤測定方法

電極式

4.2 改良したセンサー部

(1) 改良したセンサー部の構成

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) 改良したセンサー部の仕様

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。

本改良業務では、この制水ブロックは新規製作していないが、既製作納入した高温環境型 3 式の制水ブロックを使用することができる。

### (3) 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 1 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  $\phi 6$  mm ガラス電極膜は、 $150 \text{ kgf/cm}^2$  以上耐圧性能を有する。
- 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  $150 \text{ kgf/cm}^2$  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 ;  $0 \sim 14 \text{ pH}$
- d. 測定精度 ;  $\pm 0.2 \text{ pH}$
- e. 使用温度範囲 ;  $0 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$  (ただし、凍結しないこと)
- f. 耐熱温度範囲 ;  $0 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$  以上
- g. 使用圧力範囲 ;  $0 \sim 150 \text{ kgf/cm}^2$  (対水圧; max.  $150 \text{ kgf/cm}^2$ )
- 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 ;  $\phi 16 \text{ mm}$  ポーラステフロン、テフロン樹脂製外筒
- c. 長さ ; 全長 :  $197.0 \text{ mm}$  (ピン長除く :  $185.0 \text{ mm}$ )  
接液部 :  $155.4 \text{ mm}$
- 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 ;  $150 \text{ kgf/cm}^2$  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/cm<sup>2</sup> 以上を有する。
- b. 接液ジャンクション部はポ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（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/cm<sup>2</sup> (対水圧 ; max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- 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 ; φ 16 mm ポラステフロン、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-Oリングシール  
(対水圧 ; 150 kgf/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> (対水圧；max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- 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ド)、EP (エポキシ樹脂接着剤)

##### イ. 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/cm<sup>2</sup> (対水圧；max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- h. 接液部材質 ; Ag<sub>2</sub>S、PTFE (テフロン)、FPM (バイトン)、PPS (ポリフェニルサルファイド)、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 ; JAS01013-〇リングシール  
(対水圧 ; 150 kgf/cm<sup>2</sup>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 μS/cm(25℃として)
- d. 測定精度 ; ±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<sup>2</sup>(対水圧 ; max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- h. 接液部材質 ; SUS316、PPS(ポリフェニルスルファイド)

iii. 構造

- a. 電極 ; φ16 mmのエポキシ樹脂内に埋込
- b. 外筒(軸部) ; φ16 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 ; JAS01013-〇リングシール

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 μS/cm(0～10,000mS/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 μS/cm(25℃として)
- d. 測定精度 ; ±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 °C 以上
- g. 使用圧力範囲 ; 0 ~ 150 kgf/cm<sup>2</sup> (対水圧 ; max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- h. 接液部材質 ; PPS (ポリフェニルサルファイド)、PVDF (フッ化ビニリデン)

iii. 構造

- a. 電極 ; φ26 mm のエポキシ樹脂内埋込、PVDF 樹脂被覆
- b. 外筒 (軸部) ; φ18 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-O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/cm<sup>2</sup> 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 R<sub>100</sub>/R<sub>0</sub> 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 °C (0 ~ 100°C)
- 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/cm<sup>2</sup> (対水圧 ; max. 150 kgf/cm<sup>2</sup>)
- 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。  
φ2 mm の孔内に導電性シリコングリースで封入。
- b. 外筒 (軸部) ; φ18 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。

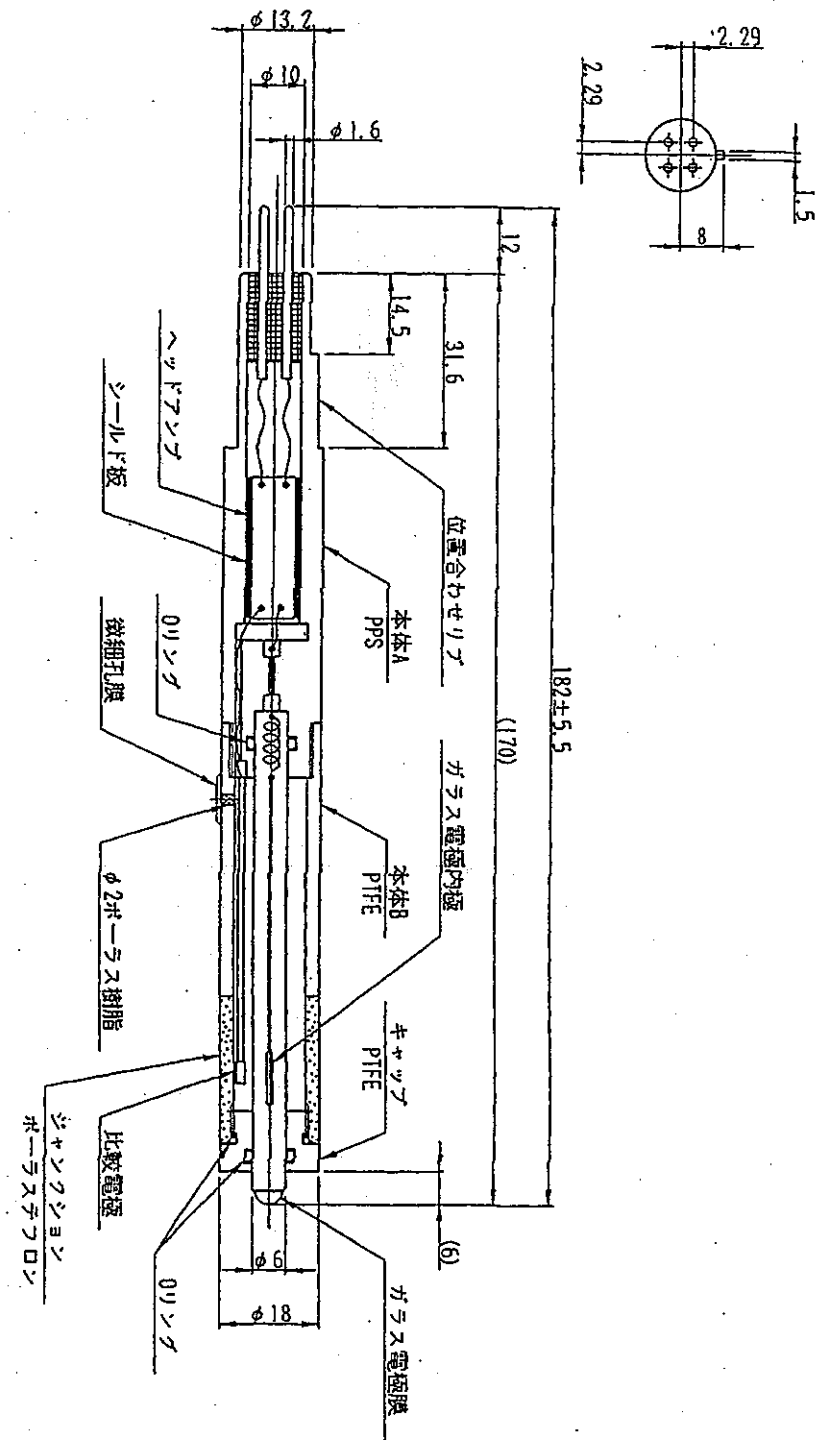


図 4-1-1 pH電極の外形状と構造の概要

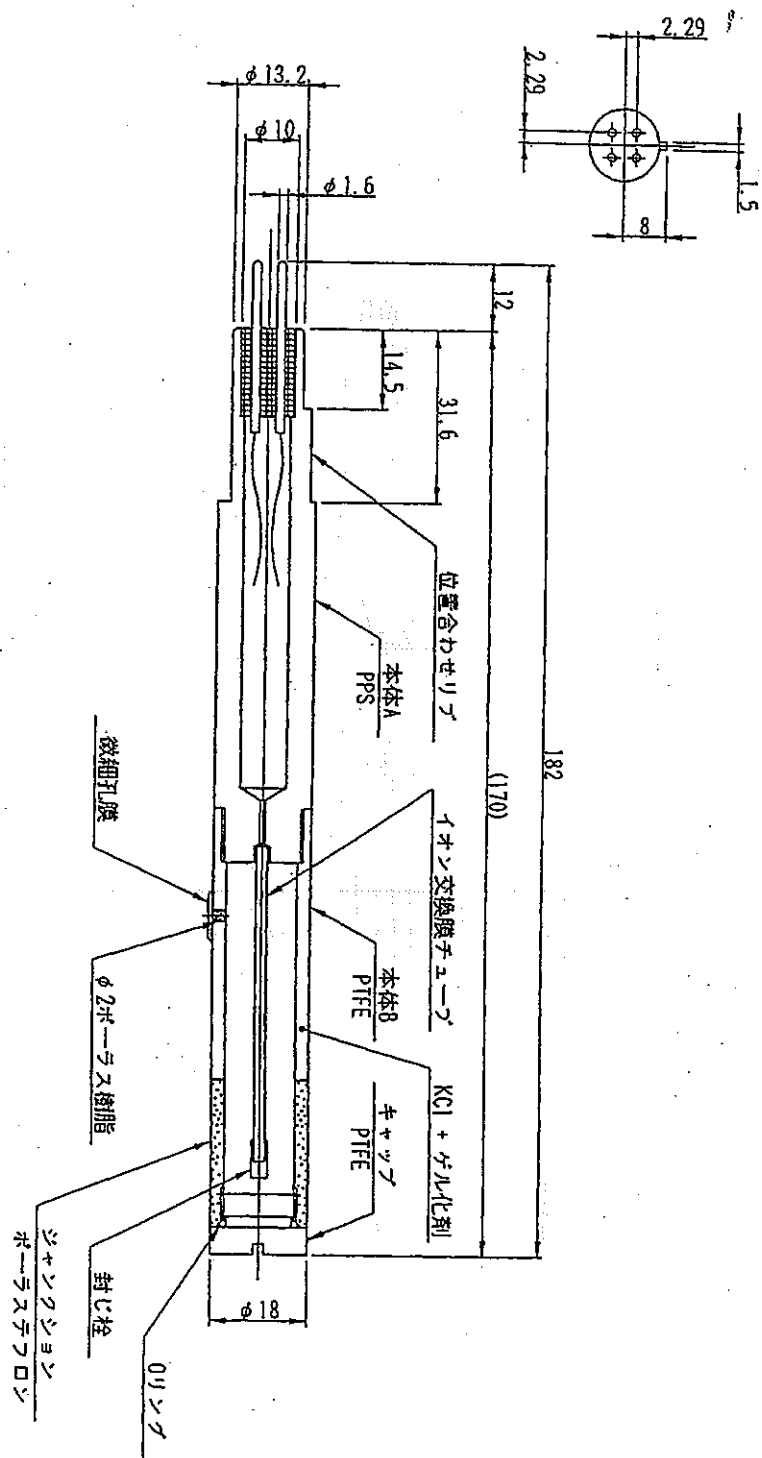


図 4-1-2 参照電極の外形状と構造の概要



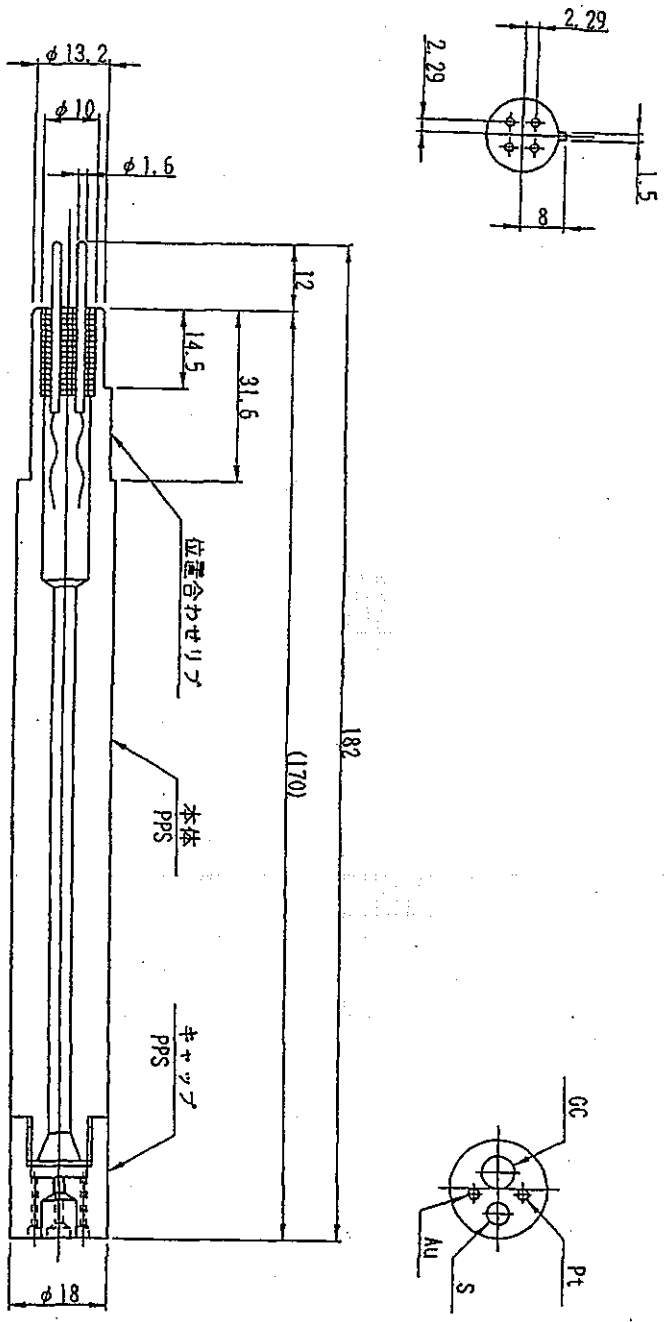


図 4-1-3 ORP/Eh·pS作用電極の外形状と構造の概要

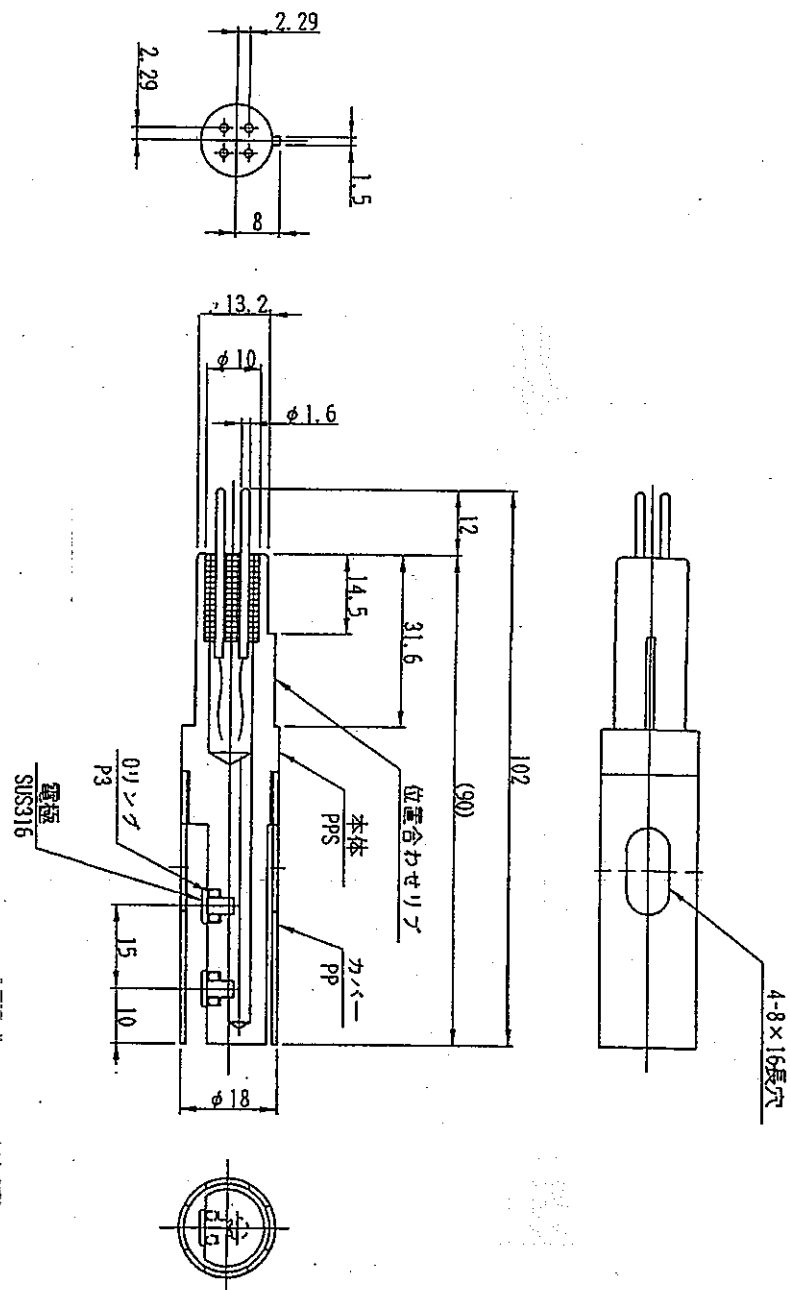


図 4-1-4 交流 2 電極式電極の外形状と構造の概要

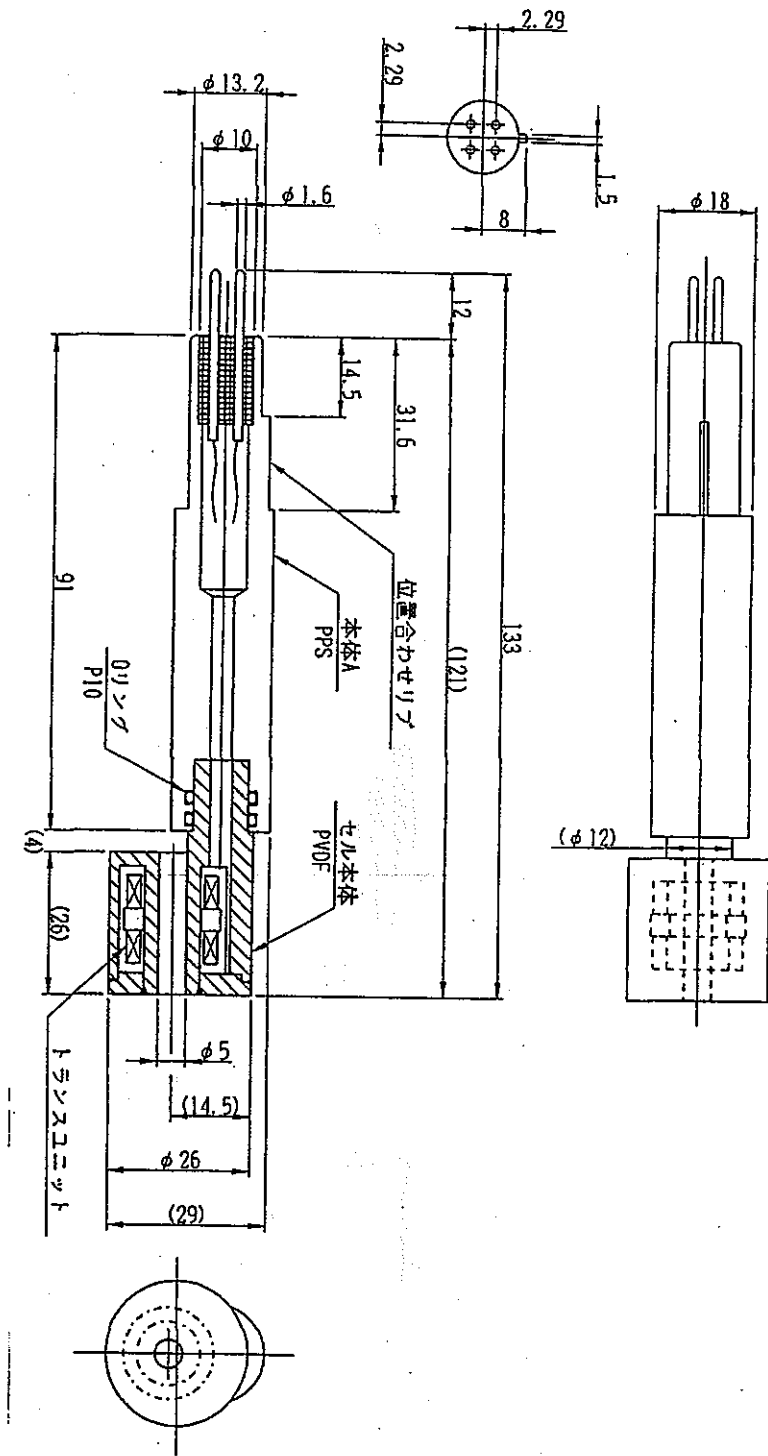


図 4-1-5 電磁誘導式 EC 電極の外形状と構造の概要

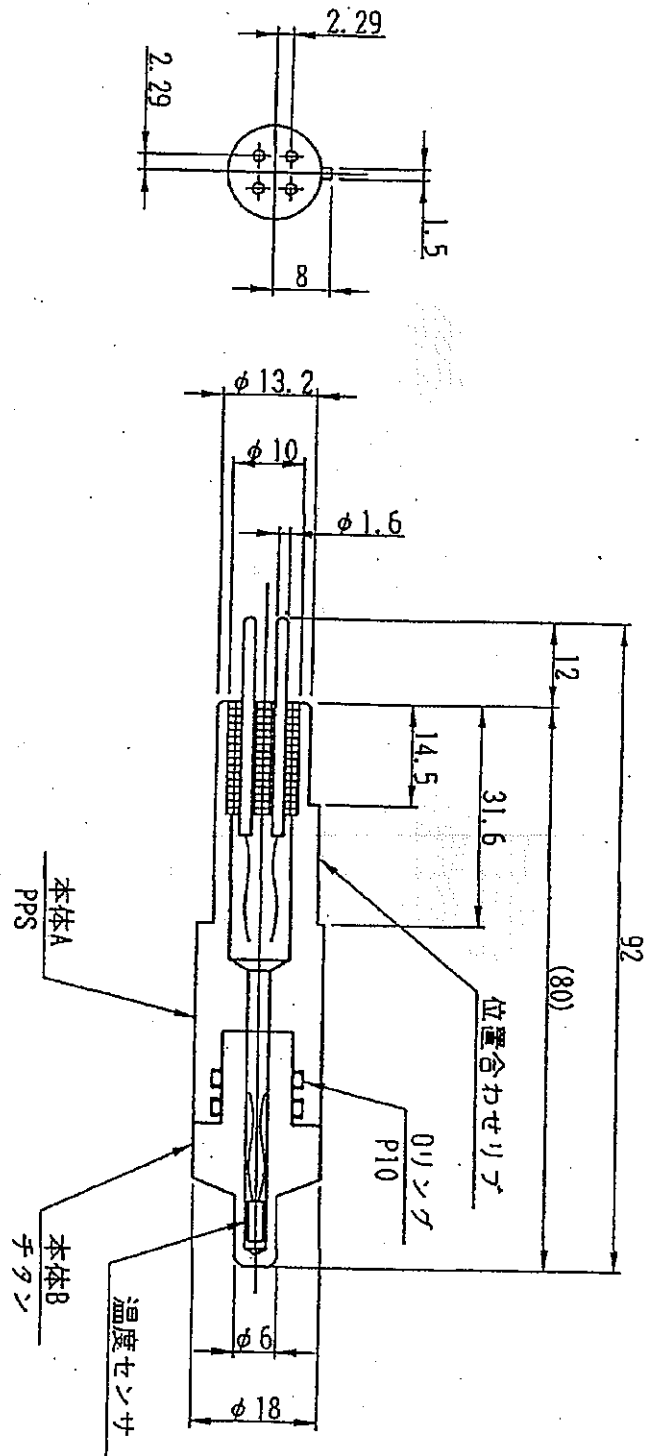


図 4-1-6 温度電極の外形状と構造の概要

#### (4) 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、取外すときには最初に外すこととなる。上部ブロックと同じく、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。

iii. 形状

センサーブロックの概要図を図 4-3 に示した。

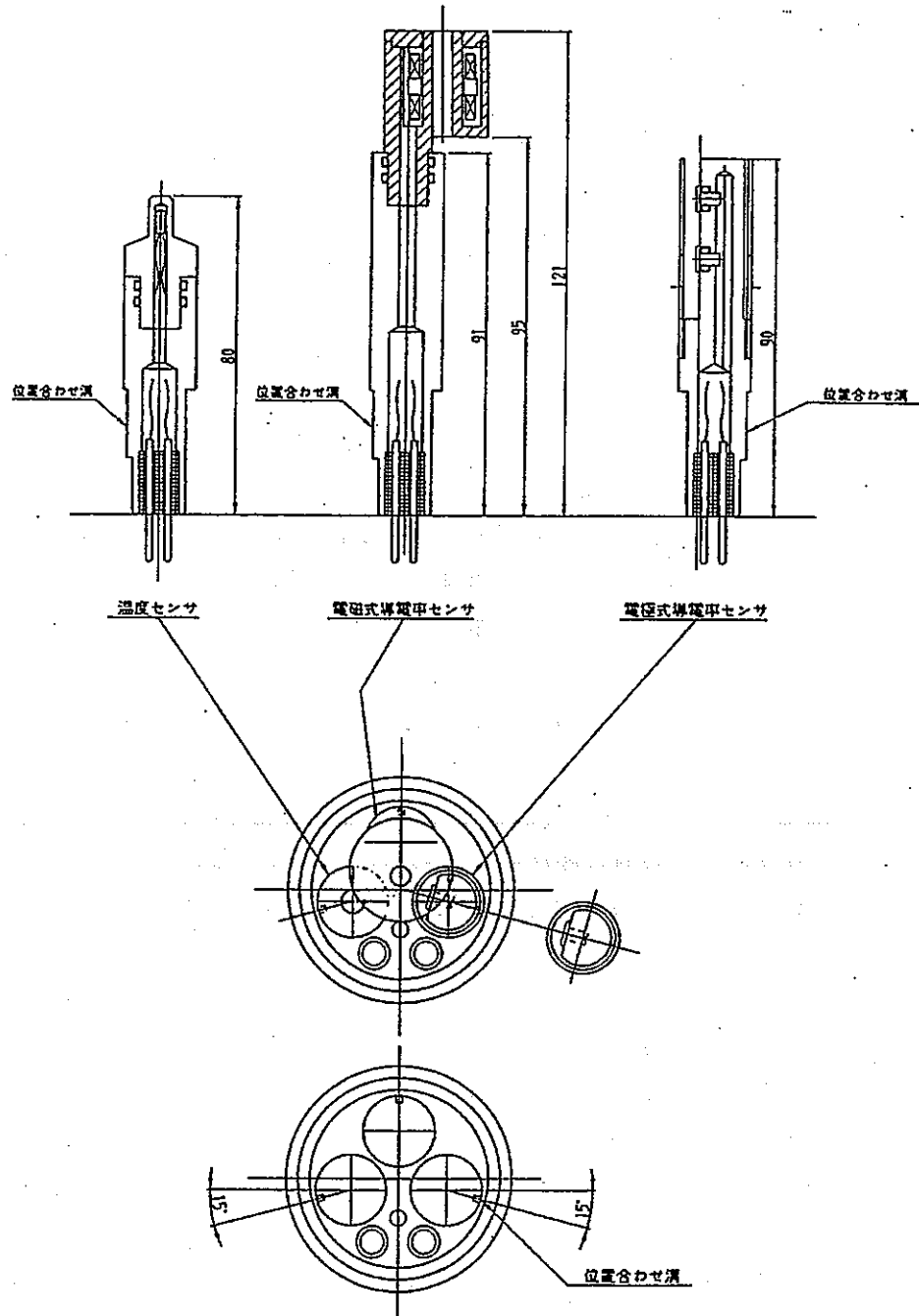


図 4-2 センサーブロックへの電極の装着状況図

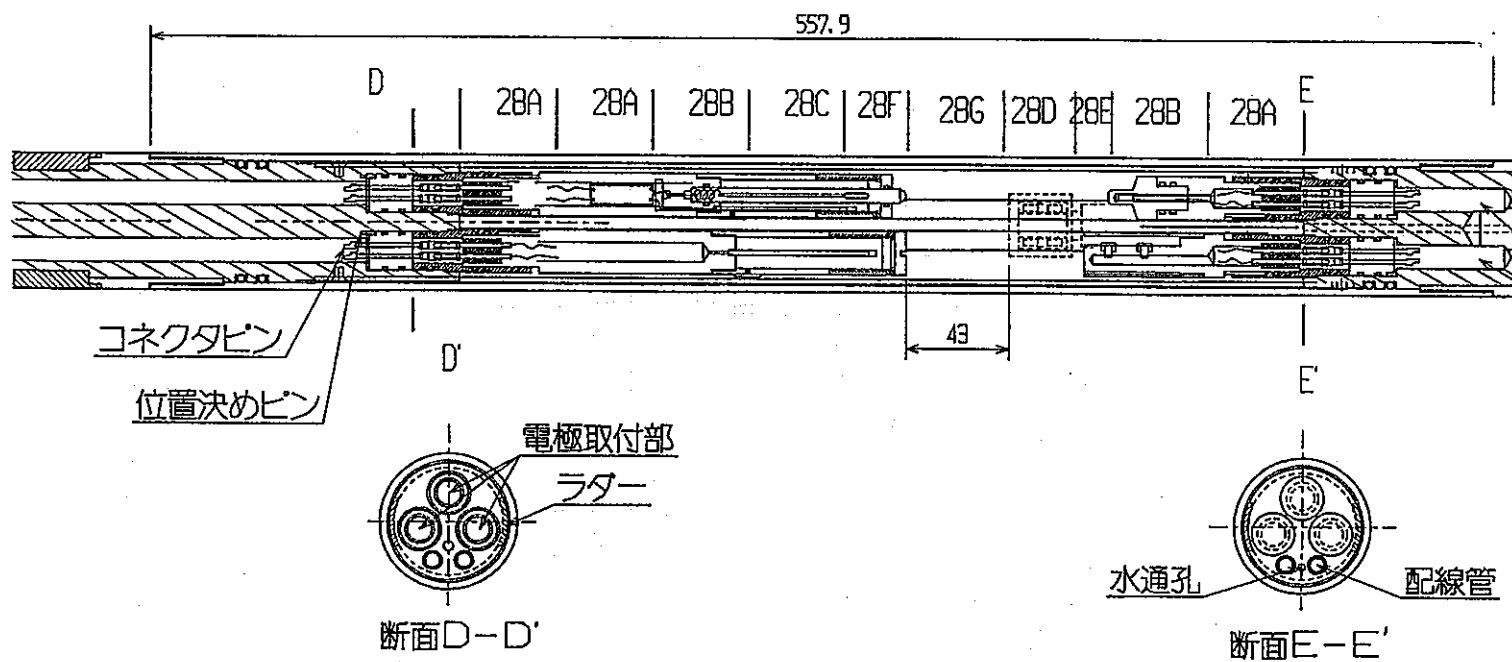


図 4-3 センサー部の構造概要図

### 4.3 改良したアンプ部

#### (1) 改良したアンプ部の構成

アンプ部は次の7枚のアンプ基板からなり、pH用アンプ基板のみを製作、交換した。

- 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、基本的には改良を加えておらず以下の通りである。

##### 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

アンプ部は、センサー部との仕切りである切替ボディと、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610 mmの部分である。

この部分の中央に、長さ70 mmの基板5枚と長さ40 mmの基板2枚の計7枚のアンプ基板が、結線用の20 mm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150 mAを用いる。

#### (3) 製作・交換装着したpH用アンプ基板の仕様

製作し、ユニットに装着したpH用アンプ基板の構造と仕様は、次のとおりである。

- a. 測定項目 : pH
- b. 測定範囲 : 0 ~ 14 pH
- c. 出力 : DC 0~3 V、DC/DCコンバータにて出力をアイソレート
- d. 精度 :  $\pm 1\%$ 以内
- e. 入力インピーダンス : 100k $\Omega$ 以上
- f. アンプ用供給電源 : DC 5V $\times$ 3mA
- g. 基板の大きさ : 縦 : 70 mm $\times$ 横 : 41 mm
- h. 基板の厚さ : 1.6 mm
- i. 基板の材質 : エポキシ樹脂
- j. 部品の実装 : 両面実装
- k. 実装部の最高高さ : 表側 ; 13 mm、裏側 ; 16 mm
- l. 使用電源 : DC 12V $\times$ 20 mA、DC/DCコンバータにて電源をアイソレート



- m. 使用温度範囲 0 ~ 70 °C
- n. 使用湿度範囲 0 ~ 90 % (結露しないこと)
- o. 保存温度範囲 0 ~ 70 °C

図 4-4 に pH アンプ基板の外形形状の概要を示した。

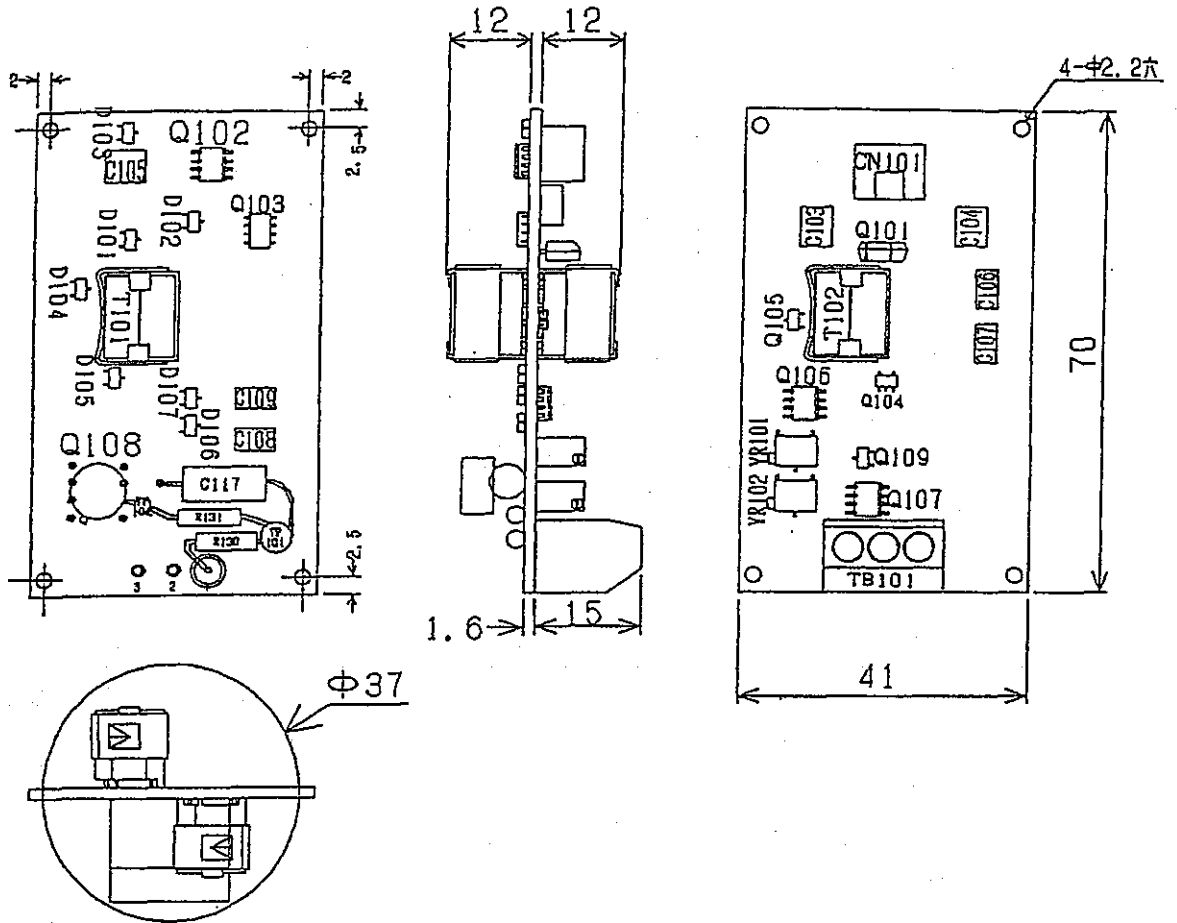


図 4-4 pH用アンプ基板の外形形状と構造の概要

#### 4.4 外筒部

##### (1) 改良した外筒部の構成

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。構成の概要は前出した図 3-1 の孔内システムの概要図を参照。

本件で改良した外筒部の部位は、次に述べるセンサー部に係わる部分のみである。

##### (2) 改良した各部位の構造

###### ① センサー下部ブロック

下部複合コネクタとセンサー部の接続部分であり、センサー部を高温環境型と同一規格にしたために、新規製作して交換した。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は従来とおりであり、未改造の下部複合コネクタ部をそのまま用いることができる。

###### i. 接続部分の構成

接続部分の構成を図 4-5-1 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)とセンサー部の外筒は、センサー下部ブロック部に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に同じく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/cm<sup>2</sup>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。

本改良にあたり、センサー下部ブロック側のセラミック製の8ピンハーメチック

クネクタを高温環境型規格のものと交換した。

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。このパイプの圧カシールにはOリングを使用している。

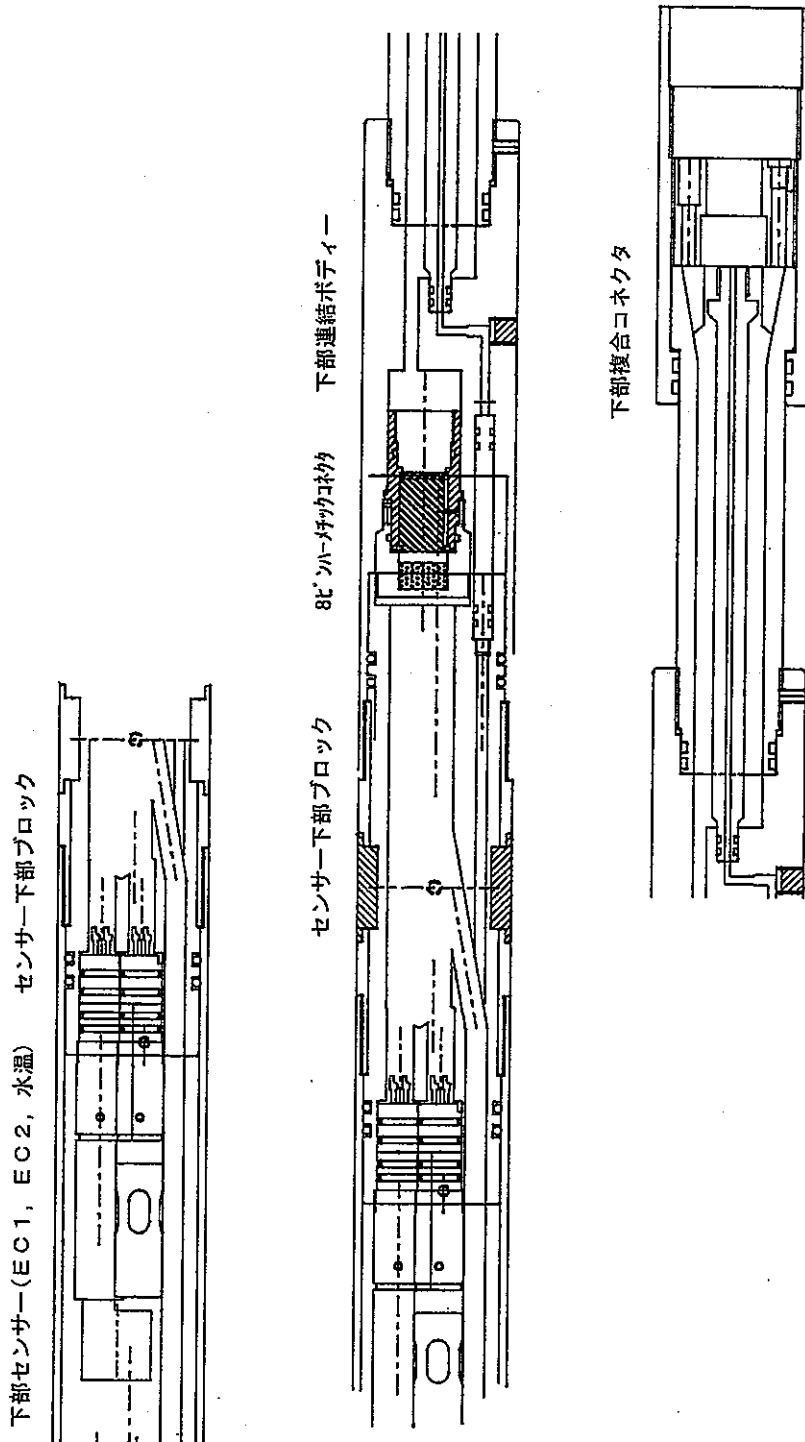


図 4-7-2 複合コネクタとセンサー部の接続部分の構成

## ②センサー部アンプ部切替ブロック

センサー部とアンプ部を連結するとともに、センサー部を通過した試料水を水回路パイプに切替えるブロックである。また、センサーを装着するセンサー上部ブロックでもある。

センサー部を高温環境型と同一規格にしたために、新規製作して交換した。アンプ部に収納するアンプ基板を装着するアンプラダーを従来とおり取り付ける構造である。

### i. 接続部分の構成

接続部分の構成を図 4-5-2 に示した。

### ii. 外筒の結合

このセンサー部アンプ部切替ブロックで、センサー部の外筒とアンプ部の外筒は、Oリングにより圧カシールされて接続できる。両外筒の連結固定には、センサー下部ブロックと同様に2分割のロックナットと2分割したロックリングを用いる。

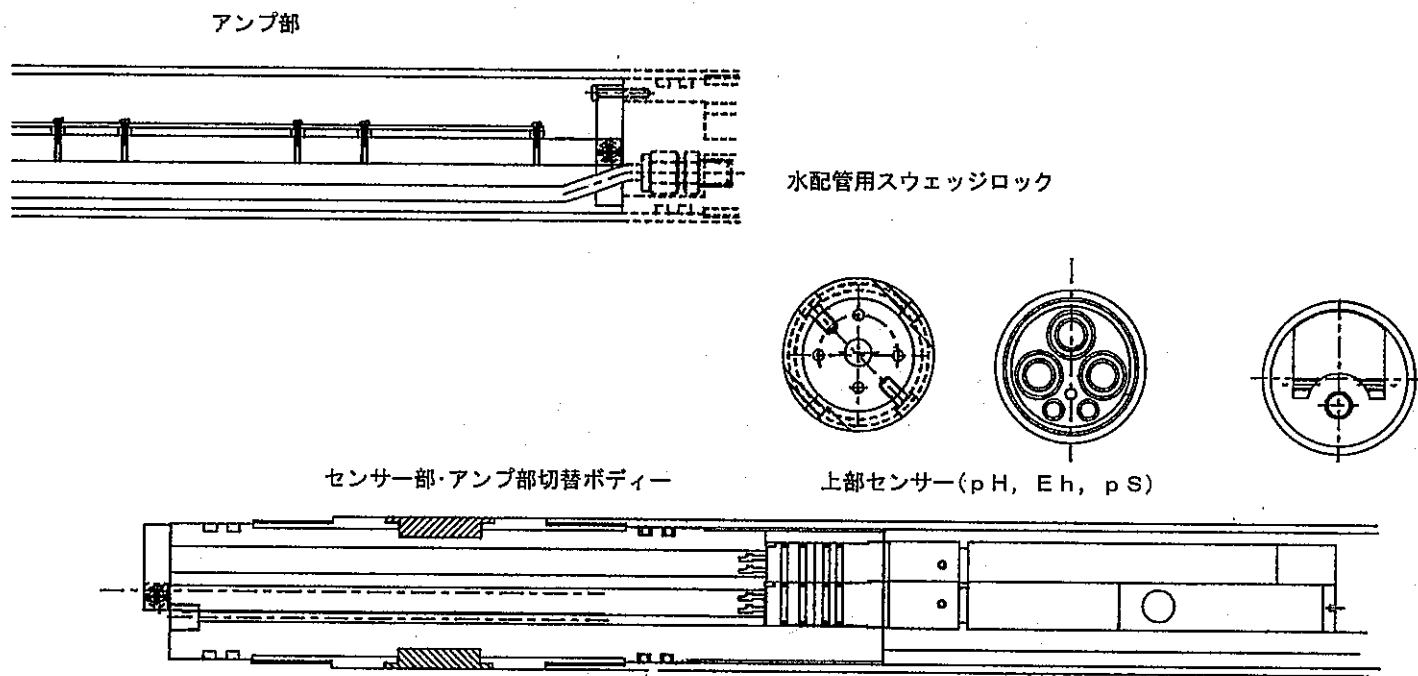


図 4-7-3 センサー部とアンブ部の接続部分の構成

#### 4.5 校正システム

##### (1) 校正システムの改良した部分

地球化学検層ユニットの校正システムについては、9台(式)の装置類1式から構成されるが、本件で改良した部分は次の2点である。

##### ①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。

##### ②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。

##### (2) 改良した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校正用電極コネクタケーブル

地球化学検層ユニットを測定に供する前のセンサーの校正時と、測定終了後に行なうセンサーのドリフト測定時に、標準液中に浸漬したセンサー(電極)と検層ユニットのセンサーブロックを接続するコネクタつきケーブルであり、2本1組からなる。

このケーブルは、センサーブロックに装着した電極挿入用の4ピンハーメチックコネクタを備え、計測時と同様の条件でセンサーの校正を行なうことができる。

##### ②データ処理装置

センサーの校正とドリフト測定時のデータの取込・表示と、連続計測時に計測データの取込と校正結果に基づくデータの変換と表示を行なうモニター装置であり、別途製作されたソフトにて作動させている。

従来のソフトが1号機製作に合わせて作成されたものであり、高温環境型では発展型の「Version2」がインストールされ測定で使用されている。本件で改良したこの1号機についても、高温環境型と同じバージョンのソフトで作動させることとし、「Version2」ソフトをインストールした。

## 4.6 付属部品

### (1) 改良した付属部品

付属部品のうち、本改良にともなって短縮した孔内ユニットを収納する収納箱を、ユニット長に合わせて改良した。

### (2) 改良した付属部品の仕様

孔内ユニットを分割収納する長さが、本体部分で 1,825mm と改良前に比べて大幅に短縮されたために、従前の 3m 長さの収納箱では空スペースが大きい上に取扱い難いので、高温環境型と同サイズの 2m 長さの収納箱にして収納した。また、同サイズの複合コネクタ等の収納箱についても同様に 2m 長さにした。

#### 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 4 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×φ 60 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

## 5 改良した地球化学検層ユニットの室内試験

### 5.1 製作部品類の試験

本件用に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、アンプと外筒部について確認した。

#### 5.1.1 センサーの耐圧試験

##### (1) 試験条件

地球化学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。

##### ① 圧力条件

150 kgf/cm<sup>2</sup> (一定) : 150 kgf/cm<sup>2</sup> ± 3 kgf/cm<sup>2</sup> に保った。

各々のセンサー校正用の標準液を満たした圧力試験容器内に装着して、出力値をモニターしながら容器内を加圧した。

##### ② 温度条件

圧力試験容器を 25.0 ± 0.2℃ に温度調節した恒温水槽内に入れ、一定に制御した。

##### ③ 試験時間

加圧後の指示が安定するまでとし、30分～1時間連続で加圧条件下に保った。

##### ④ 指示値の測定方法

加圧前と加圧中のセンサーの指示値を測定した。

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、pH9 の標準溶液
- (b) Eh/ORP : pH4 キンヒドロン標準溶液
- (c) pS :  $5 \times 10^{-4}$ 、 $5 \times 10^{-6}$  mol/L (pH13) の Na<sub>2</sub>S 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、加圧前と加圧中との指示値の差が、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) 試験装置の概要

センサーの耐圧試験に用いた圧力容器および試験の概要を、図 5-1 に示した。

##### (3) 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 に示したとおり、合格条件を満足するものであった。



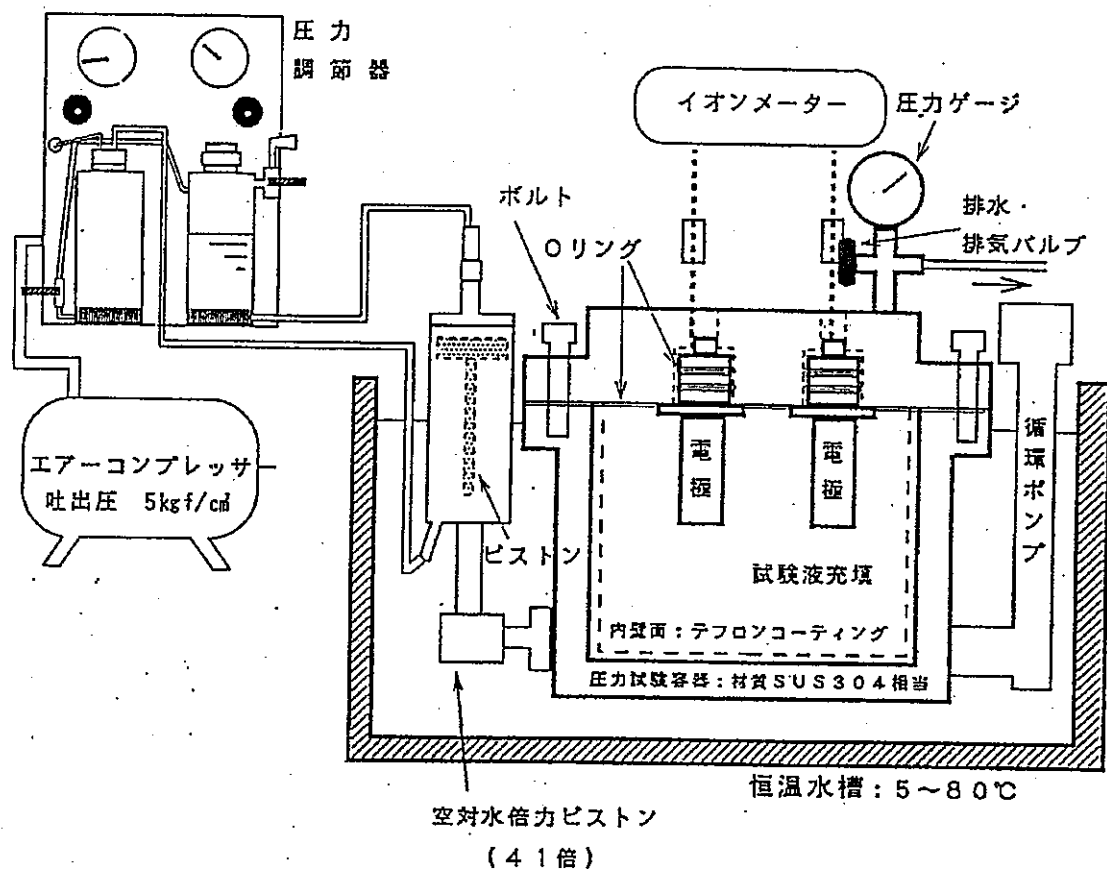


図 5-1 耐圧、耐温度試験の概要

### 5.1.2 センサーの耐温度試験

#### (1) 試験条件

地球化学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、耐圧試験と合わせて以下の試験内容・条件にて実施した。

#### ① 圧力条件

大気圧(一定)：

加圧試験終了後に圧力容器内圧を大気圧に戻し、各々のセンサー校正用の標準液を満たした圧力試験容器内に装着した状態で出力値をモニターした。

#### ② 温度条件

圧力試験容器を  $70.0 \pm 1^\circ\text{C}$  に温度調節した恒温水槽内に入れ、一定に制御した。

#### ③ 試験時間

加温後の指示が安定するまでとし、30分～1時間連続で一定温度条件下に保った。

#### ④ 指示値の測定方法

加温前(25°C)と加温中(70°C)のセンサーの指示値を測定した。

温度については、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、圧力試験と同じく、センサーごとに以下の標準溶液にて行なった。

- (a) pH : pH4、pH9 の標準溶液
- (b) Eh/ORP : pH4 キンヒドロン標準溶液
- (c) pS :  $5 \times 10^{-4}$ 、 $5 \times 10^{-6}$  mol/L (pH13) の  $\text{Na}_2\text{S}$  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、加温前と加温中との指示値の差が、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。

ただし、70℃の結果については、標準温度(25℃)に換算した結果を用いた。

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

(2) 試験装置の概要

センサーの耐温度試験に用いた圧力容器および試験の概要は耐圧試験と同一であり、図 5-1 を参照のこと。

(3) 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 5-1-2 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

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値)	試験結果			
			開始前	加圧時	差	
pH	pH	4.01	4.05	4.08	+ 0.03	
		9.18	9.22	9.16	- 0.06	
Eh	Pt	pH4 キンヒドロン ( 463 )	472	476	+ 4	
	Au		475	479	+ 4	
	GC		473	474	+ 1	
pS	mV	$5 \times 10^{-4}$ mol/L- $\text{Na}_2\text{S}$ ( -771 )	-754	-751	+ 3	
		$5 \times 10^{-6}$ mol/L- $\text{Na}_2\text{S}$ ( -712 )	-698	-691	+ 7	
EC1	交流 2 電極式	$\mu\text{S/cm}$	0.002 mol/L-KCl ( 292 )	293	297	+ 4 ( 0.1 % )
			0.005 mol/L-KCl ( 718 )	721	734	+ 13 ( 0.4 % )
EC2	電磁 誘導式		0.005 mol/L-KCl ( 718 )	1260	2480	+1220 ( 0.8 % )
			0.5 mol/L-KCl ( 58600 )	57800	59700	+1900 ( 1.3 % )
温度	℃	25.0	25.0	25.0	± 0.0	

耐圧試験時の温度と圧力の計測値は下表のとおりであった。

項目	標準液の種類	圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	標準液温度 (℃)
pH	4.01 pH	151.2	25.0
	9.14 pH	150.6	25.0
Eh	pH4 キンヒドロン	151.0	24.9
pS	$5 \times 10^{-4}$ mol/L- $\text{Na}_2\text{S}$	151.2	25.1
	$5 \times 10^{-6}$ mol/L- $\text{Na}_2\text{S}$	151.0	25.0
EC1	0.002 mol/L-KCl	150.6	25.0
	0.005 mol/L-KCl	150.8	25.0
EC2	0.005 mol/L-KCl	150.8	25.0
	0.5 mol/L-KCl	151.0	25.0
温度	25.0℃	150.9	25.0

表 5-1-2 センサーの耐温度試験結果

試験項目	単位	標準溶液 (25℃値 70℃値)	試験結果				
			25℃		70℃		差
			測定値	測定値	補正值		
pH	pH	pH4 (4.01 4.13)	4.08	4.16	4.04	-0.04	
		pH9 (9.18 8.92)	9.16	8.88	9.14	-0.02	
Eh	Pt	pH4 キンヒドロン (463 385)	476	397	475	-1	
	Au		479	398	476	-3	
	GC		474	396	474	0	
pS	mV	5×10 <sup>-4</sup> mol/L-Na <sub>2</sub> S (-771 -773)	-751	-750	-752	-1	
		5×10 <sup>-6</sup> mol/L-Na <sub>2</sub> S (-712 -704)	-691	-680	-688	+3	
EC1	交流2 電極式	μS/cm	0.002mol/L-KCl (292 540)	297	541	293	-4 (0.1%)
			0.005mol/L-KCl (718 1329)	734	1342	725	-9 (0.3%)
EC2	電磁 誘導式		0.005mol/L-KCl (718 1329)	2480	4870	2630	+150 (0.1%)
			0.5mol/L-KCl (58600 105100)	59700	108200	60300	+600 (0.4%)
温度	℃	25.0 70.0	25.0	70.1	25.0	+0.1	

耐温度試験時の温度の計測値は下表のとおりであった。

項目	標準液の種類	標準液温度(℃)	
		25℃試験時	70℃試験時
pH	4.01 pH	25.0	69.8
	9.14 pH	25.0	70.0
Eh	pH4 キンヒドロン	24.9	69.9
pS	5×10 <sup>-4</sup> mol/L-Na <sub>2</sub> S	25.1	70.1
	5×10 <sup>-6</sup> mol/L-Na <sub>2</sub> S	25.0	69.8
EC1	0.002mol/L-KCl	25.0	70.1
	0.005mol/L-KCl	25.0	69.9
EC2	0.005mol/L-KCl	25.0	69.9
	0.5mol/L-KCl	25.0	70.0
温度	25.0℃	25.0	70.0

### 5.1.3 アンプの耐温度試験

#### (1) 試験条件

地球化学検層ユニット用に製作した、pH用アンプ基板の耐温度性能を確認するための試験である。

##### ①温度条件

アンプ基板を  $70.0 \pm 1^\circ\text{C}$  に温度調節した恒温槽内に入れ、一定に制御した。

##### ②試験時間

加温後の指示が安定するまでとし、30分～1時間連続で一定温度条件下に保った。

##### ③指示値の測定方法

加温前 (25℃) と加温中 (70℃) のアンプに標準電圧を入力し、アンプの出力電位を測定した。

恒温槽内温度については、標準ガラス温度計を用いた。

##### ⑥結果の評価

アンプ基板の外観に形状の変化や破損がなく、加温前と加温中との出力電位の差が、 $\pm 1\%$  以内であることを合格の条件とした。

#### (2) 試験結果

階間にも破損、形状の異常は認められず、確認結果も表 5-1-3 に示したとおり、合格条件を満足するものであった。

表 5-1-3 pHアンプ基板の耐温度試験結果

入力電圧 (V)	標準出力 (V)	出力電位 (V)		25℃と70℃の差	
		25℃試験時	70℃試験時	(V)	(%FS)
0.500	0.000	0.003	0.005	0.002	0.07
0.400	0.300	0.302	0.305	0.003	0.10
0.300	0.600	0.602	0.604	0.002	0.07
0.200	0.900	0.902	0.904	0.002	0.07
0.100	1.200	1.201	1.204	0.003	0.10
0.000	1.500	1.501	1.503	0.002	0.07
-0.100	1.800	1.801	1.803	0.002	0.07
-0.200	2.100	2.101	2.103	0.002	0.07
-0.300	2.400	2.400	2.402	0.002	0.07
-0.400	2.700	2.700	2.702	0.002	0.07
-0.500	3.000	3.000	3.002	0.002	0.07

## 5.2 改良した地球化学検層ユニットの総合試験

改良・組立が完了した孔内ユニットについて、耐圧性能と作動確認のために以下の試験を実施した。

### 5.2.1 耐圧性能確認試験

#### (1) 試験の内容

##### ①耐外圧性能試験

組立て完了後の地球化学検層ユニットを図 5-2 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/cm<sup>2</sup>
- (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、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 5-2 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/cm<sup>2</sup>
- (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。

##### ③通水確認試験

検層ユニット(孔内ユニット)を 10° ~45° に段階的に傾斜角度を変えて、調整した標準液と蒸留水を交互に通水し、送水がスムーズにユニット内を通過することを確認した。

試験条件は以下のとおりである。

- (a) 試験圧力 ; 大気圧+送水圧 (0.1kgf/cm<sup>2</sup> 以下)
- (b) 送水速度 ; 約 100 mL/分 (一定)
- (c) 傾斜角度 ; 10°、20°、30°、45° の 4 条件
- (d) 送水液 ; pH 9.5、EC 120mS/m 水温 室温 (24℃) の調製標準液  
蒸留水
- (e) 通水時間 ; 1 条件当り、蒸留水と調製標準液を各々 20 分ずつ
- (b) 試験温度 ; 室温 ; 24±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。

送水した蒸留水と調製標準液の入替わりによる計測指示値

の変化が確認できること。

(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。

経過時間	確認結果	
	対外圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	温度 (°C)
加圧直後	153.2	22.3
開始1時間後	151.4	22.4
2時間後	151.4	22.4
10時間後	151.4	22.4
18時間後	151.4	22.4
24時間後	151.4	22.4

初期に若干の圧力変化はあったが、その後は全く変動は認められない。

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/cm<sup>2</sup>の外圧に対する耐圧力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。

経過時間	確認結果	
	対外圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	温度 (°C)
加圧直後	153.5	25.1
開始1時間後	152.4	25.2
2時間後	152.2	25.2
10時間後	149.5	24.5
18時間後	152.5	25.4
24時間後	153.3	25.6

試験中に圧力変化はほとんど認められない。

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/cm<sup>2</sup>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。

③ 通水確認試験

10°～45°のどの傾斜角度においても送水がスムーズに行なえることを確認した。送水液の切替え後の指示安定には5～10分程度で十分であることも確認でき、センサー部の試料液の入替わり時間も確認できた。

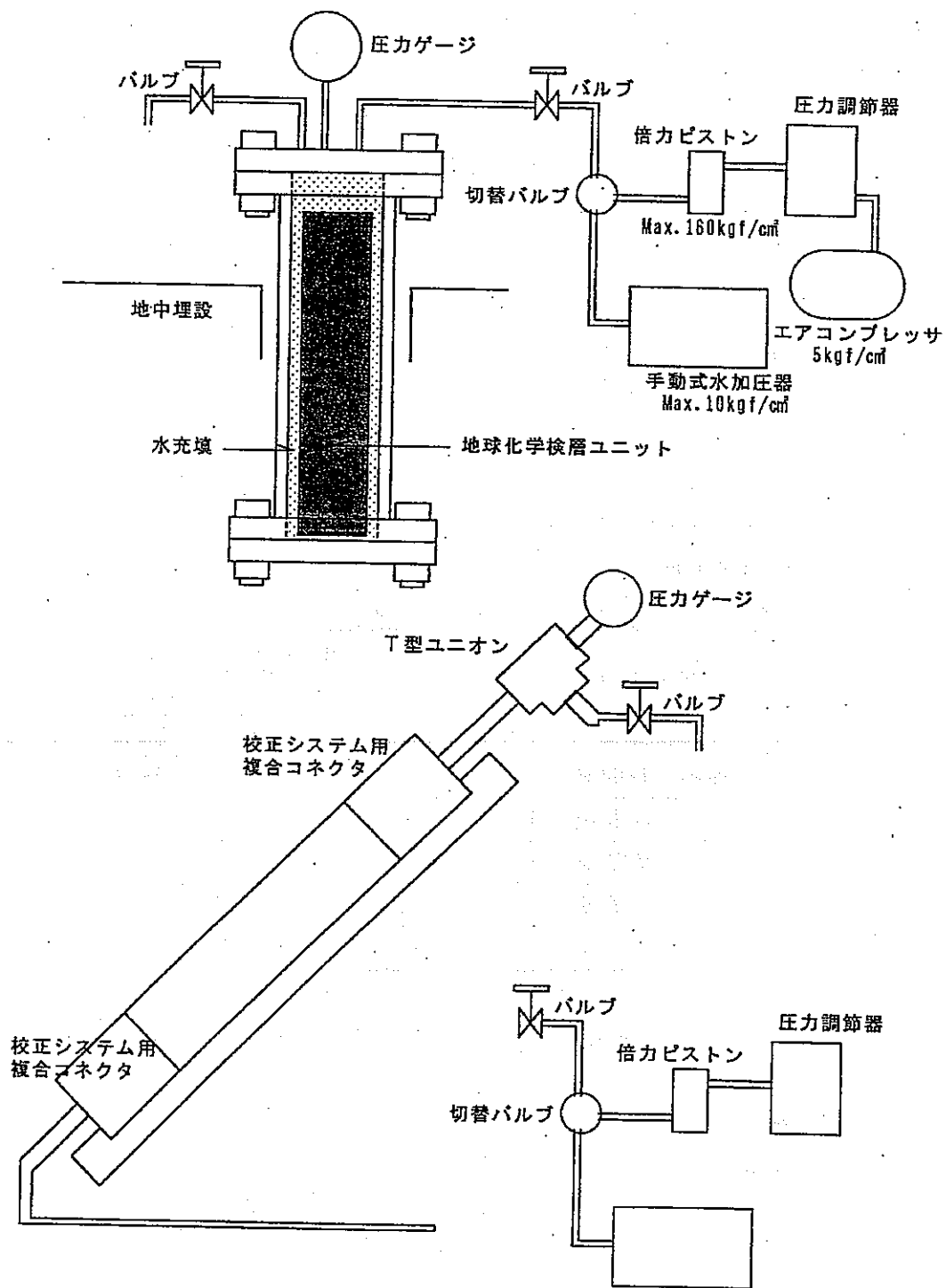


図 5-2 外筒部の耐圧試験の概要



## 6 まとめ

平成5年度に製作した地球化学検層ユニット(1号機)のセンサー部を、高温環境型と同規格に改良することによりユニット長を約800mm短縮し、全長を2,750mmにした。また、傾斜状態でも正常に作動・測定できることを確認し、本業務の目的である傾斜掘削された試錐孔にも対応できる適応拡大を果たした。

本業務にて改良した地球化学検層ユニットは、昨年度らい製作した高温環境型とセンサー部が同一規格・設計であり、センサー等の部品。消耗品類が共通使用できるとともに、深度1,000mの深層地下水の測定に十分対応できる。

本改良業務にあたっては、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いた。

改良した地球化学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) 傾斜状態での計測使用が可能であり、傾斜掘削された試錐孔にも対応できる。
- 2) 孔内ユニット(検層ユニット)の全長が2,750mmと短縮され、高い作業性と操作性を有する。
- 3) 適応温度範囲を、70℃までと高温環境と同一に適応している。
- 4) 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。
- 5) 昨年度以降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、センサー類については部品の完全な互換性を有する。