

# 1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器 (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)

1999年1月

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

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  
岐阜県土岐市泉町定林寺 959-31  
核燃料サイクル開発機構  
東濃地化学センター 調査技術研究グループ

## 1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作

中嶋 幸房\*，酒井 幸雄\*，笹尾 昌靖\*

### 要旨

深部の岩盤中に存在する地下水の地球化学的特性を把握するために、ボーリング孔を利用して70℃までの高温環境下にある深度1,000mまでの地下水（地層水）を被圧不活性状態で採水することができる装置を2台製作した。

本装置は①孔内部、②中継部、および③地上部で構成される。

孔内部はパッカーシステムと孔内システムで構成される。パッカーシステムは結合ユニットの結合を行うガイドケーシングユニットと採水区間を遮水するパッカユニットから成る。孔内システムは主要な機器を収納し、下側から、パッカユニットとの結合機構を中心とした結合ユニット、バッチ式採水機構と採水容器格納機構を中心とした採水ユニット、およびパッカーの拡張・収縮や連続採水のためのポンプ機構を中心とした連続採水ユニットの順に連結される。

中継部は複合ケーブルシステムとケーシングシステムで構成される。複合ケーブルシステムは複合ケーブルとその巻き取り装置から成る。複合ケーブルは採水パイプを中央に配置し、その周囲に光ファイバー3本と電源線8本を配列、3層のアラミド繊維で強化し、外装をナイロンで被覆して1本に複合化されている。ケーシングシステムはパッカーシステムを採水深度まで降ろし、孔内ユニットを直接ボーリング孔壁に接触させないための保護管の役割がある。

地上部は制御装置、電源装置、データ管理・解析システムで構成され、孔内部および中継部の制御・管理とデータ収集・保存を行う。

今回の製作にあたり適応環境の拡大を図るために、連続採水ユニット（吸排水部）・結合ユニット（結合部）・主シープ・反転シープ・反転シープ台・パッカーシステム（パッカ一部）等の一部改良を実施した。

これらの改良を踏まえて、当初仕様を満たす採水装置の製作を完了した。

---

本報告書は、基礎地盤コンサルタンツ株式会社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：No.091-M-0059

サイクル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

\*：基礎地盤コンサルタンツ株式会社

## Groundwater Sampling System Recovers Uncontaminated Samples from 1,000m Depth

Yukifusa Nakashima\*, Yukio Sakai\*, and Masayasu Sasao\*

### Abstract

Two sets of a groundwater sampling system have been manufactured, which was developed to collect uncontaminated groundwater samples from depths down to 1000m, at temperatures up to 70°C. The system, which operates in a borehole, employs two packers to isolate groundwater at the sampling depth. The samples, which are collected by the batch method, are contained such that the in-situ pressure and gas content are preserved and maintained as the samples are brought to the surface.

The sampling system consists of (1) the down hole components, (2) the relay components, and (3) the surface control components.

There are three major down hole components : (1) A pair of packers isolate the borehole section to be sampled, (2) the stacked sampling assembly comprising the pump, the sampler and the docking unit (listed from top to bottom) continuously evacuates water from the isolated borehole, captures and encapsulates the samples, and provides the mechanical mating to the packers, and (3) the guide unit is used to guide the stacked sampling assembly down the borehole and into the docking location at the packers. The samples are retrieved by physically raising the stacked sampling assembly to the surface.

The two major relay components comprise a specialist winch using hybrid cable and a casing system. The hybrid cable was developed to perform four functions : (1) provide the physical means to lift and position the stacked sampling assembly, (2) provide electrical power to the stacked sampling assembly, (3) relay instructions and data between the surface control unit and the stacked sampling assembly, and (4) provide a passage to the surface to evacuate water pumped out of the borehole. The resultant cable has a drain hose in the center. Around this are arranged 3 optical fibers and 8 power cables. This core is enclosed by three layers of aramid fiber to provide strength. The outer sheath of the cable is vinyl.

The casing system allows for the packers to be positioned at the correct sampling depth, and also protects the stacked sampling assembly from making contact with the borehole during raising and lowering.

The two major surface components are a control unit and a control software. The control unit comprises a computer and a power unit. The control software regulates communication between the down hole components and the computer in order to control and monitor (1) the expansion and contraction of the packers, and (2) the continuous drain and the batch sampling operations.

To extend the applicability of this system, packer, docking and pump units and cable pulley sheaves have been improved in the course of manufacturing.

These sampling systems have been manufactured to meet the specifications of the Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC).

---

Work performed by Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd. under contract to the Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Hatsuhiko Miyada, Characterization Technology Development Group, Tono Geoscience Center

\* : Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd.

## 目 次

	ページ
1. はじめに .....	1
2. 本装置の概要 .....	3
2.1 孔内部 .....	5
2.1.1 パッカーシステム .....	5
2.1.2 孔内システム .....	18
2.2 中継部 .....	51
2.2.1 ケーシングシステム .....	51
2.2.2 複合ケーブルシステム .....	57
2.3 地上部 .....	75
2.3.1 制御システム .....	78
2.3.2 電源システム .....	78
2.3.3 データ管理・解析システム .....	79
2.3.4 地上部収納ラック .....	79
2.3.5 専用ソフトウェア .....	80
2.4 付属品 .....	85
2.4.1 孔内システム用吊り下げ金具（兼複合コネクタ保護キャップ、凸用） ..	85
2.4.2 複合コネクタ保護キャップ（凹用） .....	85
2.4.3 ロジックテスター .....	86
2.4.4 ケーシング用レンチ .....	86
2.4.5 採水容器の地下水採取アダプター .....	86
2.4.6 収納箱 .....	86
3. 調査機器の改良 .....	88
3.1 連続採水ユニット .....	89
3.1.1 吸排水部の変更 .....	89
3.1.2 水回路切替バルブの構造変更 .....	89
3.2 結合ユニット .....	92
3.2.1 結合部からの異物侵入の低減 .....	92
3.2.2 結合計の損傷低減 .....	92
3.2.3 水回路切替バルブの構造変更 .....	92
3.3 パッカーシステム .....	95
3.3.1 結合部からの異物侵入の低減 .....	95
3.3.2 フィルターの損傷低減 .....	95
3.3.3 パッカーゴムの損傷低減及びゴムの引き抜け防止 .....	97
3.4 シープ .....	99

3. 4. 1 主シープの構造変更	99
3. 4. 2 反転シープ及び反転シープ台の構造変更	99
 4. 製作	102
4. 1 実績工程	102
4. 1. 1 孔内部の製作	102
4. 1. 2 中継部の製作	102
4. 1. 3 地上部の製作	102
4. 1. 4 付属品の製作	102
4. 2 製作品目及び数量	102
 5. 室内性能試験	106
5. 1 孔内部	110
5. 1. 1 パッカーシステム	110
5. 1. 2 孔内システム	114
5. 2 中継部	152
5. 2. 1 ケーシングシステム	152
5. 2. 2 複合ケーブルシステム	155
5. 3 地上部	179
5. 3. 1 制御装置	179
5. 3. 2 電源装置	181
5. 3. 3 データ管理・解析装置	182
5. 3. 4 地上部収納ラック	183
5. 4 付属品	186
5. 4. 1 吊り下げ金具及び保護キャップ	186
5. 4. 2 ロジックテスター	186
5. 4. 3 保持プレート	186
5. 4. 4 ケーシング用レンチ	187
5. 4. 5 採水ボトルの地下水採取アダプター	187
5. 4. 6 収納箱	188
 6. 孔内性能試験	189
6. 1 試験条件	189
6. 2 孔内性能試験の実績工程	189
6. 3 試験場所	191
6. 4 孔内性能試験の詳細	192
6. 4. 1 地上作業	193
6. 4. 2 孔内作業	208
6. 4. 3 点検・洗浄・搬出作業	236

7.まとめ ..... 243

\*写真集

## 図 目 次

	ページ
図 2-1 採水装置の全体構成概念図	4
図 2-1-1 パッカーシステムの構成	7
図 2-1-2 パッカーユニットの構造	9
図 2-1-3 パッカーの構造	10
図 2-1-4 フィルターカプセルの構造	12
図 2-1-5 採水区間延長カプセルの構造	13
図 2-1-6 ガイドケーシングユニットの構成	15
図 2-1-7 ガイドケーシングAの構造	16
図 2-1-8 ガイドケーシングBの構造	17
図 2-1-9 孔内システムの構成	19
図 2-1-10 孔内システムの水回路構成	20
図 2-1-11 結合ユニットの回路構成	23
図 2-1-12 結合部の詳細	24
図 2-1-13 結合ユニットとパッカーシステムとの結合機構	25
図 2-1-14 採水ユニットの回路構成	30
図 2-1-15 採水ユニットの採水機構	31
図 2-1-16 連続採水ユニットの回路構成	34
図 2-1-17 両方向ポンプの作動原理	35
図 2-1-18 両方向ポンプの機構	36
図 2-1-19 複合コネクタの構造	38
図 2-1-20 ノンスピルカプラの形状	39
図 2-1-21 電子制御機構の概要	43
図 2-1-22 基板の構成と配置	44
図 2-1-23 基板の固定方法	45
図 2-2-1 ケーシングシステムの構成	52
図 2-2-2 ケーシングパイプの構造	54
図 2-2-3 ケーシングホルダの構造	55
図 2-2-4 ホイスティングスイベルの構造	56
図 2-2-5 複合ケーブルシステムの構成	58
図 2-2-6 複合ケーブルの構造	60
図 2-2-7 ケーブル先端部の回路構成	65
図 2-2-8 ケーブル先端部の構造	66
図 2-2-9 巻き取り装置の構造	68
図 2-2-10 巻き取り装置の回路構成	69
図 2-2-11 主シープの構造	73
図 2-2-12 反転シープの構造	74

図 2－3－1	制御ソフトウェアの機能構造	77
図 2－3－2	収納ラックの概要	79
図 2－3－3	採水作業のフロー	81
図 2－4－1	採水アダプターの概要	87
図 3－1－1	連続採水ユニット吸排水部変更図	90
図 3－1－2	水回路切替バルブ構造変更部	91
図 3－2－1	結合ユニット(結合部)ラインフィルター設置状況図	93
図 3－2－2	結合ユニット結合計の構造変更図	94
図 3－3－1	上部パッカ一部ラインフィルター設置状況図	96
図 3－3－2	パッカーゴムの構造変更図	97
図 3－3－3	パッカー固定部の構造変更図	98
図 3－4－1	主シーブ構造変更図・シーブ収納台	100
図 3－4－2	反転シーブ・反転シーブ収納台構造変更図	101
 図 5－1－1	パッカー耐圧試験の概要	110
図 5－1－2	採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル 耐圧試験の概要	111
図 5－1－3	結合機構検査の概要	113
図 5－1－4	磁気リング反応検査の概要	113
図 5－1－5	防水ブロック耐圧試験の概要	114
図 5－1－6	防水ブロック耐圧試験結果	115
図 5－1－7	複合コネクタ耐圧試験の概要	116
図 5－1－8	複合コネクタ耐圧試験結果	117
図 5－1－9	バルブ切替位置検出機構の検査	118
図 5－1－10	バルブ回転方向検査の概要	120
図 5－1－11	両方向ポンプ変位計検定の概要	122
図 5－1－12	リミットスイッチ検査の概要	123
図 5－1－13	両方向ポンプ作動試験の概要	124
図 5－1－14	ポンプスピードと吐出量の関係	124
図 5－1－15	採水駆動検査の概要	125
図 5－1－16	採水駆動部変位計検定の概要	128
図 5－1－17	採水駆動部変位計検定結果	128
図 5－1－18	結合ユニット圧力計検定の概要	129
図 5－1－19	採水ユニット圧力計検定の概要	129
図 5－1－20	孔内圧力計検定結果	130
図 5－1－21	パッカー圧力計検定結果	130
図 5－1－22	採水圧力計検定結果	131
図 5－1－23	結合計検定の概要	132
図 5－1－24	結合計検定結果	132

図 5－1－2 5	近接計検査の概要	133
図 5－1－2 6	導通・絶縁検査の概要	134
図 5－1－2 7	通信検査の概要	141
図 5－1－2 8	水回路切替機構検査の概要	142
図 5－1－2 9	温度計検定の概要	143
図 5－1－3 0	連続採水ユニットポンプモータ温度計検定結果	144
図 5－1－3 1	連続採水ユニットポンプバルブ BV－P 1 モータ温度計検定結果	144
図 5－1－3 2	連続採水ユニットポンプバルブ BV－P 2 モータ温度計検定結果	145
図 5－1－3 3	連続採水ユニット水回路切替バルブ BV－1 モータ温度計検定結果	145
図 5－1－3 4	連続採水ユニット監視温度計検定結果	146
図 5－1－3 5	採水ユニットモータ温度計検定結果	146
図 5－1－3 6	採水ユニット監視温度計検定結果	147
図 5－1－3 7	結合ユニット水回路切替バルブ BV－2 モータ温度計検定結果	147
図 5－1－3 8	結合ユニット監視温度計検定結果	148
図 5－1－3 9	結合ユニット採水区間監視温度計検定結果	148
図 5－1－4 0	孔内各ユニット耐圧試験の概要	150
図 5－1－4 1	孔内各ユニット耐圧試験結果	150
図 5－1－4 2	孔内各ユニット耐温試験の概要	151
図 5－2－1	ケーシングパイプ引張試験の概要	152
図 5－2－2	ケーシングホルダ保持能力検査の概要	153
図 5－2－3	ホイスティングスイベル引張能力検査の概要	154
図 5－2－4	複合ケーブル試作品外観検査	155
図 5－2－5	複合ケーブル試作品内部温度上昇試験の概要	157
図 5－2－6	複合ケーブル試作品内部温度上昇試験結果	158
図 5－2－7	複合ケーブル試作品引張試験の概要	159
図 5－2－8	複合ケーブル試作品引張試験結果	160
図 5－2－9	複合ケーブル試作品しごき試験の概要	162
図 5－2－1 0	先端部および複合ケーブル試作品耐温度・水圧試験の概要	163
図 5－2－1 1	複合ケーブル外観検査の概要	165
図 5－2－1 2	複合ケーブル電気性能検査の概要	166
図 5－2－1 3	複合ケーブル光減衰検査の概要	167
図 5－2－1 4	複合ケーブル採水ホース耐圧検査の概要	168
図 5－2－1 5	複合ケーブル通信検査の概要	169
図 5－2－1 6	線長計検定の概要	170
図 5－2－1 7	巻き上げ能力検査の概要	171

図 5－2－1 8	巻き上げ速度検定の概要	172
図 5－2－1 9	巻き取り装置速度設定	173
図 5－2－2 0	自動制御検査の概要	174
図 5－2－2 1	遠隔操作検査の概要	175
図 5－2－2 2	張力計検定の概要	176
図 5－2－2 3	反転シーブ設置検査の概要	177
図 5－2－2 4	複合ケーブルシステム巻取・繰出検査の概要	178
図 5－3－1	地上部各装置間の配線概念	185
図 5－3－2	巻き取り装置関連の配線概念	185
図 6－3－1	孔内性能試験孔位置図	191
図 6－4－1	孔内性能試験フローチャート	192
図 6－4－2	孔内性能試験用試錐孔の概要	193
図 6－4－3	孔内性能試験における各装置の配置	195
図 6－4－4	パッカーシステム設置状況	198
図 6－4－5	孔内システム插入	209
図 6－4－6	パッカー有効圧力自動制御のフローチャート	213
図 6－4－7	パッカー拡張（1）	214
図 6－4－8	パッカー拡張（2）	215
図 6－4－9	連続採水	219
図 6－4－1 0	バッチ採水	224
図 6－4－1 1	孔内システム引上	228
図 6－4－1 2	パッカー収縮	232

## 表 目 次

	ページ
表2－1 本装置の全体構成と主な機能 .....	3
表2－1－1 パッカーシステムの構成と主な機能 .....	5
表2－1－2 パッカーシステムの主な仕様 .....	6
表2－1－3 孔内システムの構成と主な機能 .....	18
表2－1－4 孔内システムの主な仕様 .....	18
表2－1－5 結合ユニットの機器構成と仕様 .....	22
表2－1－6 採水ユニットの機器構成と仕様 .....	29
表2－1－7 連続採水ユニットの機器構成と仕様 .....	33
表2－1－8 両方向ポンプとボールバルブの動き .....	35
表2－1－9 両方向ポンプのピストンの動きと水回路切替パターン .....	36
表2－1－10 ノンスピルカプラの機械的特性等 .....	37
表2－1－11 低接触抵抗端子の電気的特性等 .....	40
表2－1－12 水回路切替装置の部品 .....	40
表2－1－13 水回路切替装置のポート配分 .....	41
表2－1－14 デジタル・アナログ信号回路構成 .....	42
表2－1－15 制御基板のハードウェア仕様 .....	46
表2－1－16 制御基板の主な機能 .....	47
表2－1－17 孔内システムのアンプ構成 .....	49
表2－1－18 アンプ基板のハードウェア仕様 .....	49
表2－1－19 I/O基板の仕様 .....	50
表2－2－1 ケーシングシステムの構成と主な機能 .....	51
表2－2－2 ケーシングシステムの主な仕様 .....	51
表2－2－3 複合ケーブルシステムの構成と主な機能 .....	57
表2－2－4 複合ケーブルシステムの主な仕様 .....	59
表2－2－5 複合ケーブルの諸元 .....	61
表2－2－6 巻き取り装置の諸元 .....	67
表2－3－1 地上部の構成と主な機能 .....	75
表2－3－2 地上部の構成と主な仕様 .....	76
表2－3－3 採水制御機能におけるコマンドの種類 .....	82
表2－3－4 対孔内システム通信仕様 .....	83
表2－3－5 制御システム用専用ソフトウェアの作動環境 .....	83
表2－4－1 付属品一覧表 .....	85
 表3－1 調査機器改良の対象と主な目的及び改良内容 .....	 88
表3－1－1 フィルター構造の変更 .....	89
表3－2－1 ラインフィルターの仕様 .....	92

表3－3－1	ラインフィルターの仕様	95
表3－3－2	フィルター構造の変更	95
表3－3－3	パッカーゴムの構造変更	97
 表4－1	製作実績工程表	103
表4－2	製作品目数量表 (1/2)	104
表4－2	製作品目数量表 (2/2)	105
 表5－1	室内性能試験の項目と目的一覧表 (1/3)	107
表5－1	室内性能試験の項目と目的一覧表 (2/3)	108
表5－1	室内性能試験の項目と目的一覧表 (3/3)	109
表5－1－1	採水区間延長カプセル／フィルターカプセル耐圧試験結果	112
表5－1－2	磁気リング反応検査結果	112
表5－1－3	バルブ位置検出機構検査結果	119
表5－1－4	バルブ回転方向検査結果	121
表5－1－5	両方向ポンプピストン変位計検査結果	122
表5－1－6	リミットスイッチ検査結果	123
表5－1－7	採水機構駆動検査結果	126
表5－1－8	近接計検査結果	133
表5－1－9 (1)	2.1号機連続採水ユニット導通・絶縁検査結果	135
表5－1－9 (2)	2.2号機連続採水ユニット導通・絶縁検査結果	136
表5－1－10 (1)	2.1号機採水ユニット導通・絶縁検査結果	137
表5－1－10 (2)	2.2号機採水ユニット導通・絶縁検査結果	138
表5－1－11 (1)	2.1号機結合ユニット導通・絶縁検査結果	139
表5－1－11 (2)	2.2号機結合ユニット導通・絶縁検査結果	140
表5－1－12	通信検査結果	141
表5－1－13	水回路切替機構検査結果	142
表5－1－14	検定の対象とする温度計	143
表5－1－15	孔内システム各ユニット耐圧試験結果	149
表5－1－16	孔内システム各ユニット耐温試験結果	151
表5－2－1	試作品外観検査	156
表5－2－2	複合ケーブル引張特性試験結果	161
表5－2－3	複合ケーブル試作品しごき試験結果	162
表5－2－4	複合ケーブル試作品耐温度・圧力変形試験結果	164
表5－2－5	複合ケーブル外観検査	165
表5－2－6	複合ケーブル電気性能検査結果	166
表5－2－7	光減衰検査結果	167
表5－2－8	線長計検定結果	170

表 6－1－1	孔内性能試験の基本的な条件	189
表 6－2－1	孔内性能試験の実績工程	190
表 6－4－1 (1)	装置の搬入・設置に伴う検査の結果(2.1号機)	196
表 6－4－1 (2)	装置の搬入・設置に伴う検査の結果(2.2号機)	196
表 6－4－2 (1)	パッカーシステムの組立・調整に伴う検査の結果(2.1号機)	197
表 6－4－2 (2)	パッカーシステムの組立・調整に伴う検査の結果(2.2号機)	197
表 6－4－3 (1)	パッカーシステムの挿入・設置に伴う検査の結果(2.1号機)	199
表 6－4－3 (2)	パッカーシステムの挿入・設置に伴う検査の結果(2.2号機)	200
表 6－4－4 (1)	孔内システムの準備・調整に伴う検査の結果(2.1号機)	201
表 6－4－4 (2)	孔内システムの準備・調整に伴う検査の結果(2.2号機)	201
表 6－4－5 (1)	複合ケーブルシステムの準備・調整に伴う検査の結果(2.1号機)	202
表 6－4－5 (2)	複合ケーブルシステムの準備・調整に伴う検査の結果(2.2号機)	202
表 6－4－6 (1)	制御システムの準備・調整に伴う検査の結果(2.1号機)	203
表 6－4－6 (2)	制御システムの準備・調整に伴う検査の結果(2.2号機)	203
表 6－4－7 (1)	孔内システムの組立・調整に伴う検査の結果(2.1号機)	204
表 6－4－7 (2)	孔内システムの組立・調整に伴う検査の結果(2.2号機)	204
表 6－4－8 (1)	地上通信・作動確認に伴う検査の結果(2.1号機)	206
表 6－4－8 (2)	地上通信・作動確認に伴う検査の結果(2.2号機)	207
表 6－4－9 (1)	孔内システムの挿入・結合に伴う検査の結果(2.1号機)	210
表 6－4－9 (2)	孔内システムの挿入・結合に伴う検査の結果(2.2号機)	211
表 6－4－10 (1)	パッカー拡張に伴う検査の結果(2.1号機)	216
表 6－4－10 (2)	パッcker拡張に伴う検査の結果(2.2号機)	217
表 6－4－11 (1)	連続採水の実績(2.1号機)	218
表 6－4－11 (2)	連続採水の実績(2.2号機)	218
表 6－4－12 (1)	連続採水に伴う検査の結果(2.1号機)	220
表 6－4－12 (2)	連続採水に伴う検査の結果(2.2号機)	221
表 6－4－13 (1)	バッチ式採水の実績(2.1号機)	223
表 6－4－13 (2)	バッチ式採水の実績(2.2号機)	223
表 6－4－14 (1)	バッチ式採水に伴う検査の結果(2.1号機)	225
表 6－4－14 (2)	バッチ式採水に伴う検査の結果(2.2号機)	226
表 6－4－15 (1)	孔内システム引上げに伴う検査の結果(2.1号機)	229
表 6－4－15 (2)	孔内システム引上げに伴う検査の結果(2.2号機)	230
表 6－4－16 (1)	パッカー収縮作業に伴う検査の結果(2.1号機)	233
表 6－4－16 (2)	パッcker収縮作業に伴う検査の結果(2.2号機)	234
表 6－4－17 (1)	パッカーシステムの回収に伴う検査の結果(2.1号機)	235
表 6－4－17 (2)	パッカーシステムの回収に伴う検査の結果(2.2号機)	235
表 6－4－18 (1)	装置の外観目視検査結果(2.1号機)	237
表 6－4－18 (2)	装置の外観目視検査結果(2.2号機)	238
表 6－4－19 (1)	孔内システムの内部目視検査の結果(2.1号機)	239

表6－4－19(2)	孔内システムの内部目視検査の結果(2.2号機) .....	239
表6－4－20(1)	装置の洗浄方法一覧表(2.1号機) .....	241
表6－4－20(2)	装置の洗浄方法一覧表(2.2号機) .....	242

## 1. はじめに

本件は、深部の岩盤中に存在する地下水（地層水）の地球化学的特性を把握するために、深度1,000mまで対応可能なパッカ式採水装置（以下「採水装置」と呼ぶ）を2台製作するものである。

この採水装置は、地下深部において地下水を被圧不活性状態で採取するために、所定の深さにケーシングパイプで吊り下げられたダブルパッカで閉鎖区間（採水区間）を設けておき、その間の地層中に存在する地下水をバッチ式採水法（ボトル式）で採取するものである。

この採水装置は、パッカーシステムと孔内システムからなる孔内部、この孔内システムを昇降・駆動させる複合ケーブルシステムと昇降のガイドとなるケーシングシステムの中継部、およびこのシステム全体を制御・監視し、計測データを収録する制御装置と電源装置の地上部によって構成される。

本装置の製作に当たり、従来の孔内部の適応環境条件の拡大を図るために、連続採水ユニット（吸排水部）・結合ユニット（結合部）・主シープ・反転シープ・反転シープ台・パッカーシステム（パッカ一部）等の一部改良を実施して採水装置の製作を行い、室内性能試験及び孔内性能試験を経て業務を完了した。

この装置の製作は契約仕様書に基づき、以下の報告書を参照するとともに、必要な仕様変更及び改良を行って実施した。

- ① 設計報告書 (PNC ZJ7411 96-002)

「1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の設計」

- ② 製作報告書 (PNC ZJ7411 97-002)

「1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作」

本報告書は、以下に示す3分冊で構成する。

- ① 報告書 (JNC TJ7440 98-010 Vol. 1)

「1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作」

- ② 性能確認書 (JNC TJ7440 98-010 Vol. 2)

「1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作」

- ③ 取扱説明書 (JNC TJ7440 98-010 Vol. 3)

「1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作」

この報告書 Vol. 1 は第2章にこの装置の概要、第3章には今回行った仕様変更及び改良について、第4章には製作についてまとめている。

さらに、第5章には室内性能試験、第6章には孔内性能試験の方法と結果についてそれぞれとりまとめ、第7章は全体についてのまとめとし、最後に性能試験関連の写真を写真集としてまとめた。

なお、本報告書では仕様書で用いられていた重力単位系を使用しているが、参考までに関係するS I 単位系との換算式を以下に示す。

圧力 : 1 kgf/cm<sup>2</sup> ≈ 98,066.5Pa = 9.80665kPa

張力 : 1 kgf ≈ 9.80665N

## 2. 本装置の概要

この章では、本装置の概要について述べる。調査機器の改良については次章で詳しく述べる。本装置の全体構成を図2-1に、全体構成と主な機能を表2-1に示す。この本装置は①孔内部、②中継部、③地上部および④付属品で構成する。

表2-1 本装置の全体構成と主な機能

機 器 の 構 成	主 な 機 能	参照図表
孔 内 部	パッカーシステム 採水区間の設定 採水区間の水の孔内システムへの誘導 孔内システムとパッカーシステムとの結合時のガイド	図2-1-1 表2-1-1 表2-1-2
	孔内システム 採水区間内の孔内水の排除 地層水の採取と地上への運搬 (地上への運搬は複合ケーブルとの組み合わせで行う)	図2-1-9 表2-1-3 表2-1-4
中 継 部	ケーシングシステム パッカーシステムの挿入・保持・引き上げ 孔内システムが昇降する際のガイドパイプ 孔壁の不陸や崩壊によるトラブルからの孔内システムの保護	図2-2-1 表2-2-1 表2-2-2
	複合ケーブルシステム 複合ケーブルの巻き取り・送り出し 孔内システムの挿入・引き上げ 採取した地層水の地上への運搬 (孔内システムとの組み合わせで行う) 電源装置から孔内システムへの送電 制御装置と孔内システムの光通信の中継と光／電気信号の相互交換 採水区間の孔内水を連続して地上で採取するための中継水回路	図2-2-5 表2-2-3 表2-2-4
地 上 部	制御システム 各システムの作動制御 各システムの監視 計測データの収録 計測データの保管・印刷	
	電源システム 孔内システム、複合ケーブルシステム制御部および制御システムへの電源供給と停電時のバックアップ	図2-3-1 表2-3-1 表2-3-2
	データ管理・解析システム 制御項目の管理・解析 データの加工・グラフ表示 加工したデータの収録・出力	
	収納ラック 地上部全システムの収納	図2-3-2
付 属 品	本装置の収納・運搬および運用を効率的に行うための物品	表2-4-1

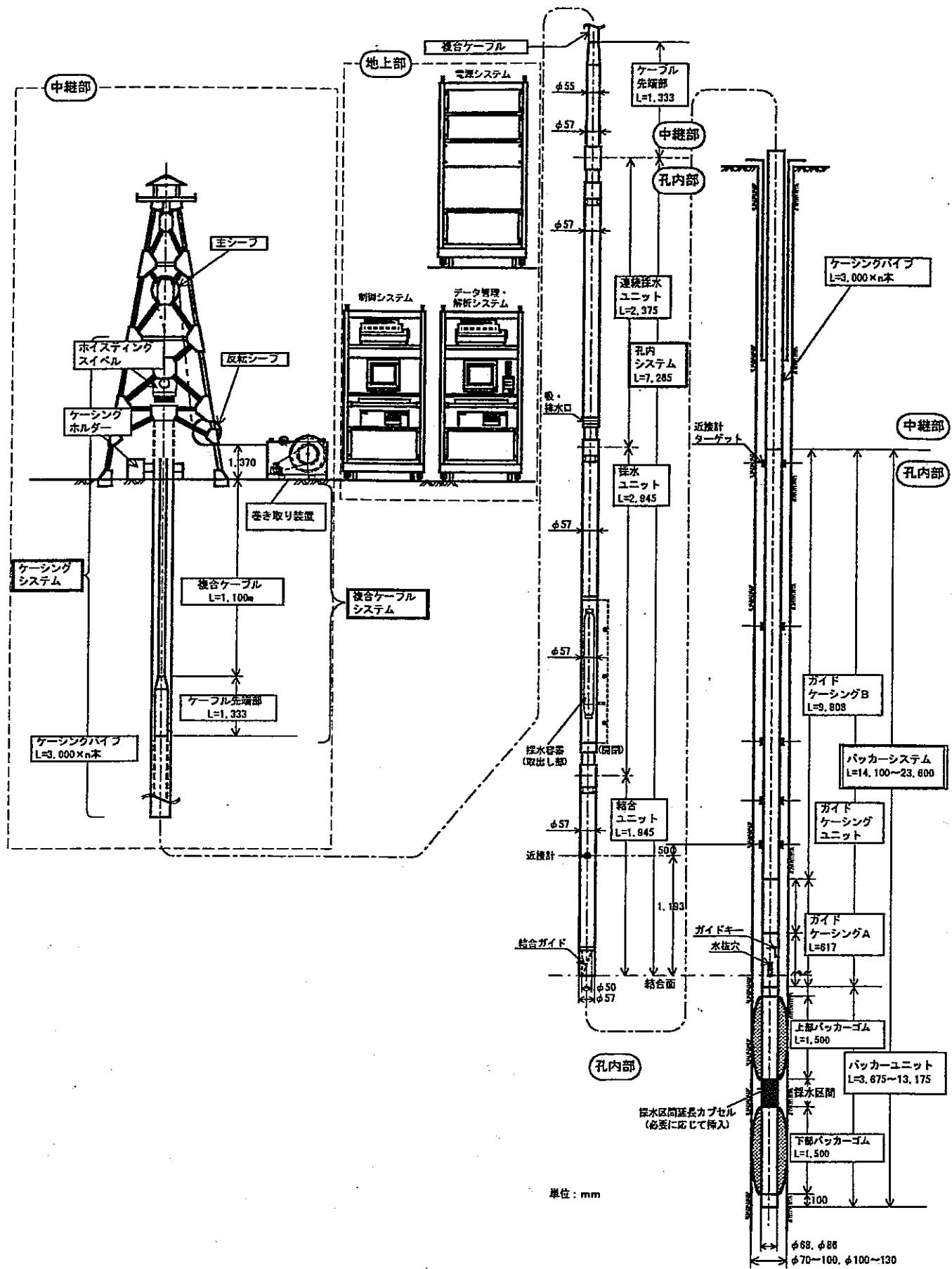


図 2-1 採水装置の全体構成概念図

## 2.1 孔内部

孔内部はパッカーシステムと孔内システムによって構成される。

### 2.1.1 パッカーシステム

パッカーシステムは(1)パッカーユニットと(2)ガイドケーシングユニットで構成される。パッカーシステムの構成を図2-1-1に、構成と主な機能を表2-1-1に、主な仕様を表2-1-2に示す。

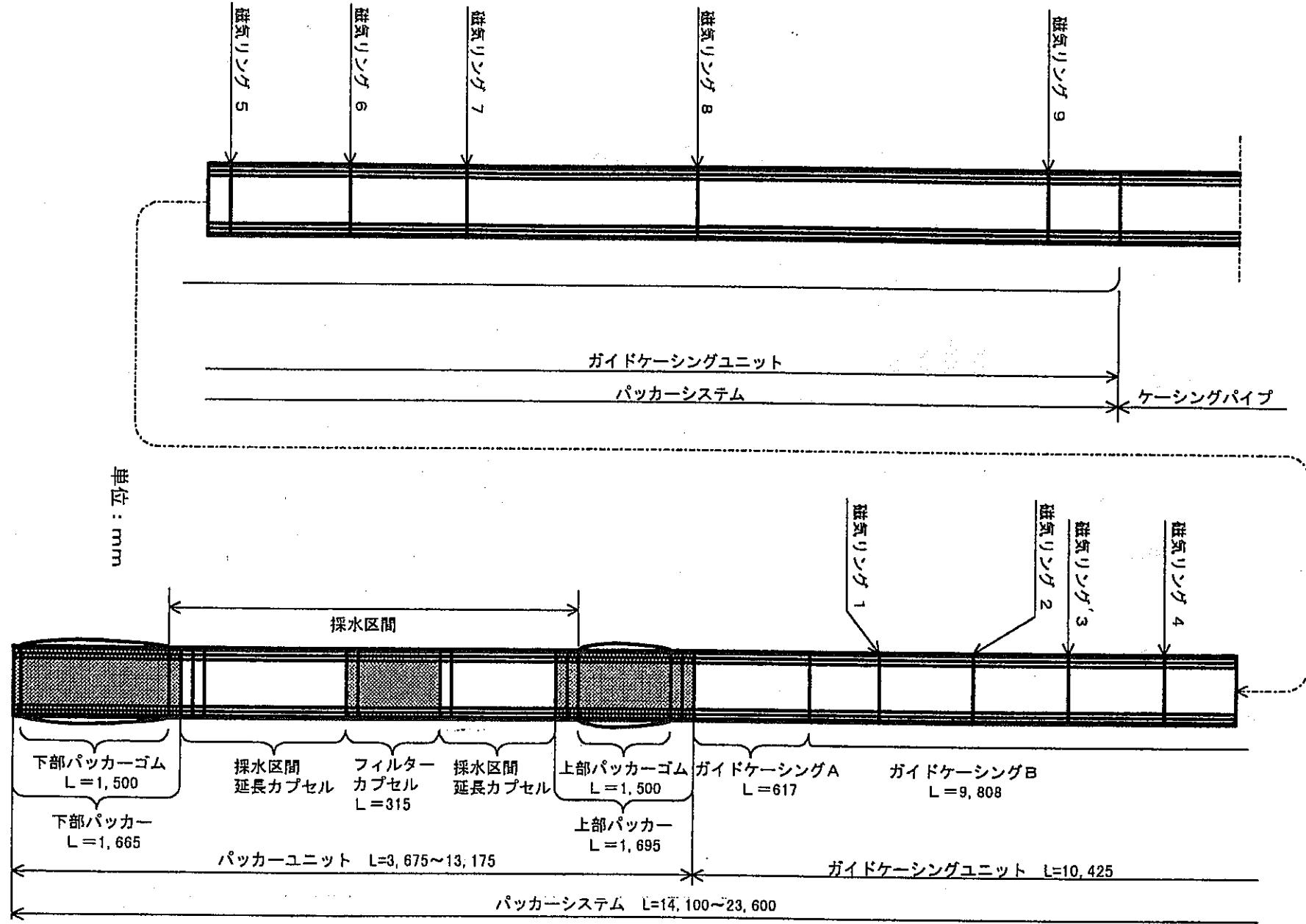
表2-1-1 パッカーシステムの構成と主な機能

構 成		主 な 機 能
ガイ ド ユ ニ ッ ト シ ン グ	ガイド ケーシングA	ケーシング内部に凸部（位置決めキー）を設け、孔内システム下端には側面下方に広がる扇形の凹部を設け、結合直前に両者の2個のノンスピルカプラの円周方向の位置を正確に合わせる。
	ガイド ケーシングB	孔内システムの降下速度を調整するために深度方向の9箇所に磁気リングを取り付け、孔内システムの近接計でこれを感知する。
パ ッ カ ー ユ ニ ッ ト	パッカー	上部パッカーと下部パッカーで構成し、ボーリング孔内の任意の深度に採水区間を設ける。
	フィルター カプセル	上部パッカーと下部パッカーの間に接続し、採水区間の孔内水を流入させる。
	採水区間 延長カプセル	上部パッカーと下部パッカーの間にフィルターかプセルを挟んで接続し、採水区間の長さを調整する。0.5m～10.0mまで0.5mピッチで調整できる。

表 2-1-2 パッカーシステムの主な仕様

装置名称		仕 様			
ガイドケーリングユニット	ガイド ケーリングA	外 径	69.9mm		
		内 径	58.0mm		
		長 さ	617mm (ガイドキー付き)		
		重 量	3 kg		
		材 質	ステンレス鋼 (SUS329)		
	ガイド ケーリングB	外 径	69.9mm		
		内 径	60.3mm		
		本 体	515mm×1本	合 計 9,808mm	
			3,000mm×1本		
			2,000mm×1本		
			1,000mm×1本		
			500mm×4本		
	磁気リング (近接計ターゲット)		450mm×1本		
			843mm×1本		
	重 量	80 kg			
	材 質	ステンレス鋼 (SUS329)			
	磁気リング (近接計ターゲット)	外 径	63.5mm		
		内 径	60.5mm		
		幅	10.0mm		
		数 量	9個		
		材 質	サマリウム系		
パッカーユニット	パッカ-	適応孔径	75~100mm	100~130mm	
		外 径	68mm	86mm	
		全 長	上部	1,695mm	
			下部	1,665mm	
		有 効 長	上部、下部とも 1,500mm		
		重 量	20 kg	30 kg	
		シリンドー材質	ステンレス鋼 (SUS304)		
	フィルター カプセル	ゴム材質	天然ゴム		
		本 体	外 径	68mm	
			長 さ	315mm (採水区間は 500mm)	
			重 量	5 kg	
			材 質	ステンレス鋼 (SUS304)	
		エフ レイ メル ント ー	外 径	66mm	
			内 径	62mm	
			長 さ	244mm	
			ポーラスサイズ	20 μm	
			材 質	ステンレス鋼焼結体	
	採水区間 延長カプセル	外 径	68mm	86mm	
		有 効 長	500mm×1本	合 計 9,500mm	
			1,000mm×9本		
		重 量 (9.5m)	120 kg	180 kg	
		材 質	ステンレス鋼 (SUS304)		

図 2-1-1 パッカーシステムの構成



## (1) パッカーユニット

パッカーユニットは、ボーリング孔内の任意の深度において採水を行うための採水区間を設けて、同区間から湧出する地層水をパッカー上端の孔内システムまで導く装置である。パッカーユニットの構造を図2-1-2に示す。

### 1) 上部・下部パッカー

パッカーは、ダブルパッカー方式で上部パッカーと下部パッカーで構成される。これらの構造を図2-1-3に示す。パッカーの構造は以下のとおりとする。

- a. パッカーはステンレス製シリンダーにパッカーゴムを覆ぶせ、パッカーゴムの両端を金具で固定する。
- b. 適応ボーリング孔径 75mm～130mm に対応するために、パッカーの最大外径が 68mm と 86mm の 2 種類のものを製作する。パッカーゴムの有効長は、1,500mm である。
- c. パッカーゴムの材質は、(既存の本装置でも)使用実績のある天然ゴムを使用する。
- d. 上部パッカーの上端には、孔内システムの水回路と接続するために 2 個のノンスピルカプラを取付ける。1 個はパッカー水回路を、もう 1 個は採水区間への水回路を開く。
- e. 上部パッカーシリンダー内には、採水区間への水回路を開くノンスピルカプラにつながる 1 本の導水管が通る。
- f. 上部パッカー上端には、ガイドケーシング A と接続するために、外周にネジ加工を施す。
- g. 上部パッカーアダプター下端には、採水区間延長カプセルを接続するために、外周にネジ加工を施す。
- h. 下部パッカー上端には、採水区間延長カプセルを接続するために、外周にネジ加工を施す。下端には先端キャップを取付ける。
- i. パッカーゴムの交換は、専用工具を用いて行う。

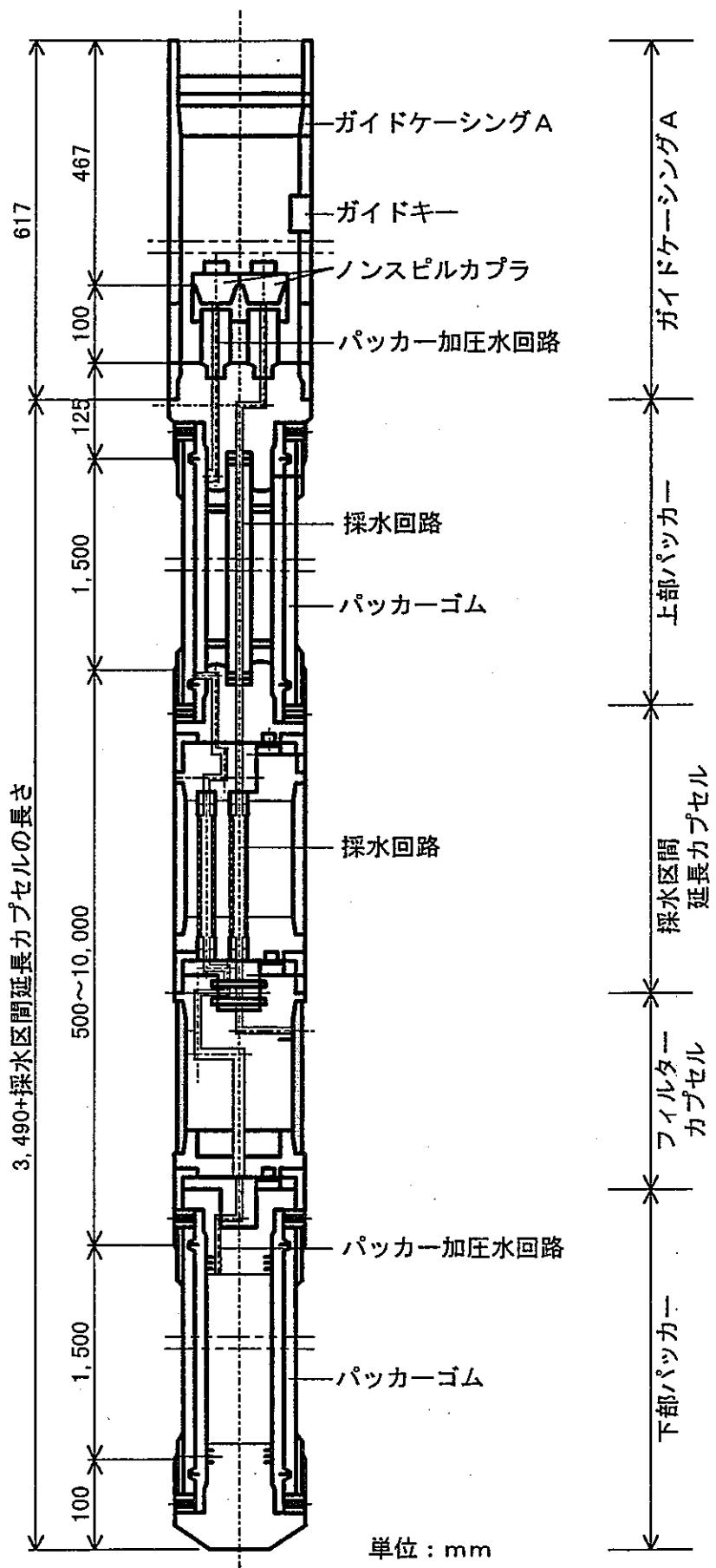
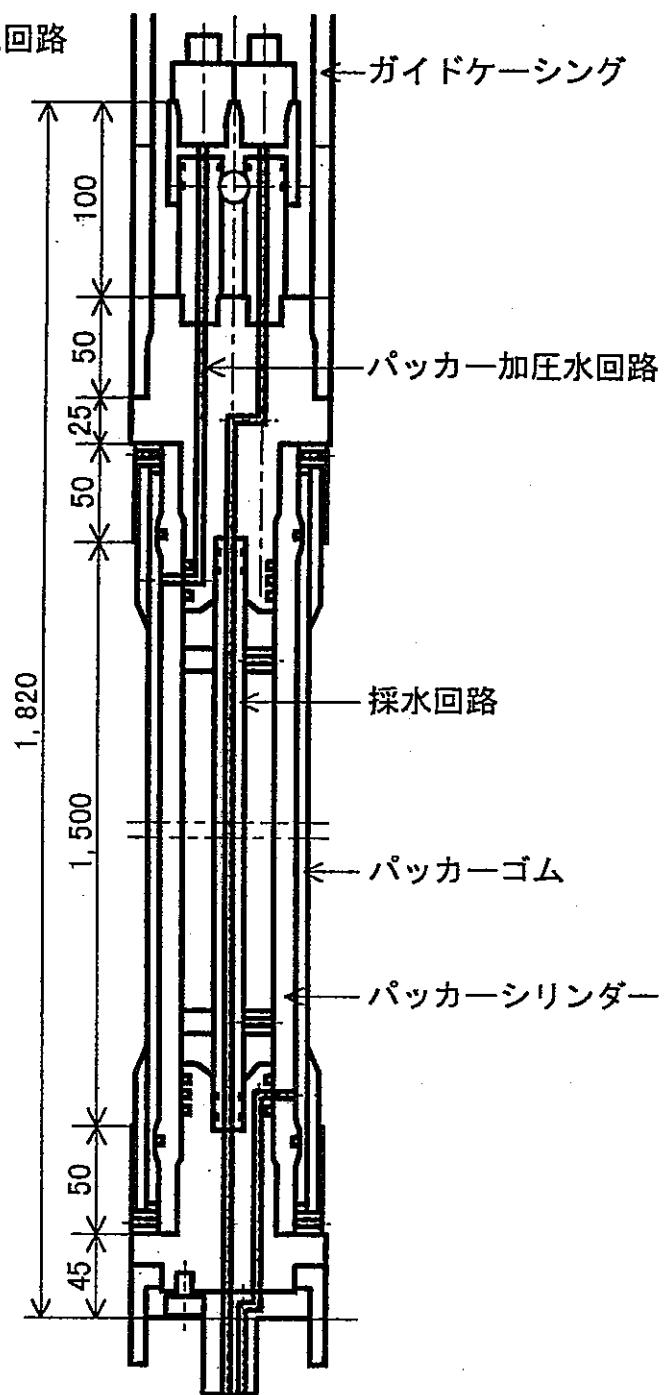
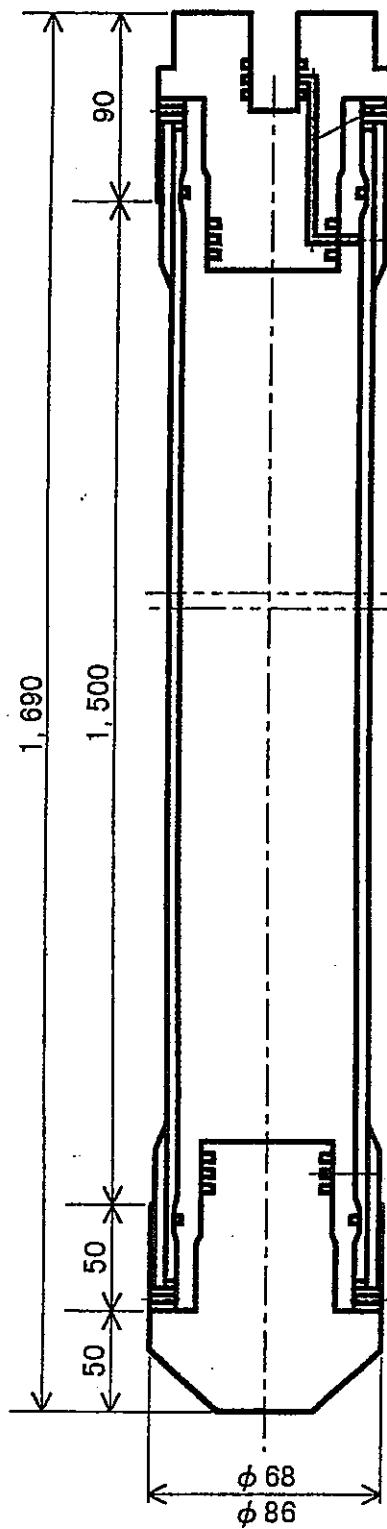


図 2-1-2 パッカーユニットの構造



単位 : mm

図 2-1-3 パッカーの構造

## 2) フィルターカプセル

フィルターカプセルは、上部パッカーと下部パッカーの間に接続され、採水区間の孔内水を流入させる部分である。フィルターカプセルの構造を図2-1-4に示す。

フィルターカプセルの構造は以下のとおりとする。

- a. フィルターカプセルは、孔内水中の土粒子等が採水回路への進入を防ぐためのフィルターエレメントと、上下パッカーの水回路を結ぶ導管、さらにそれらを防護するストレーナシリンダーによって構成する。
- b. フィルターカプセルの本体の材質はステンレス鋼で、フィルターエレメントの材質はステンレス焼結体とする。
- c. フィルターカプセルの両端には、パッカーまたは採水区間延長カプセルが接続できるように、延長カプセルと同規格の接続ネジを加工する。

## 3) 採水区間延長カプセル

採水区間延長カプセルは、上部パッカーと下部パッカーの間にフィルターカプセルを挟んで接続し、採水区間の長さを調整する。採水区間延長カプセルの構造を図2-1-5に示す。採水区間延長カプセルの構造は以下のとおりとする。

- a. 採水区間延長カプセルには、上下のパッカー、またはフィルターカプセルと接続するために、下端が凹型で上端が凸型のネジ加工を施す。
- b. 採水区間延長カプセルには、フィルターカプセルおよび上・下部パッカー水回路を結ぶ導水管が通る。
- c. 採水区間の長さは、フィルターカプセルとの組み合わせによって500mmを最小として、10,000mmまで500mmピッチで調整できる。
- d. 採水区間延長カプセルの外径は、パッカーの外径と同じく68mm、86mmの2種類を製作する。

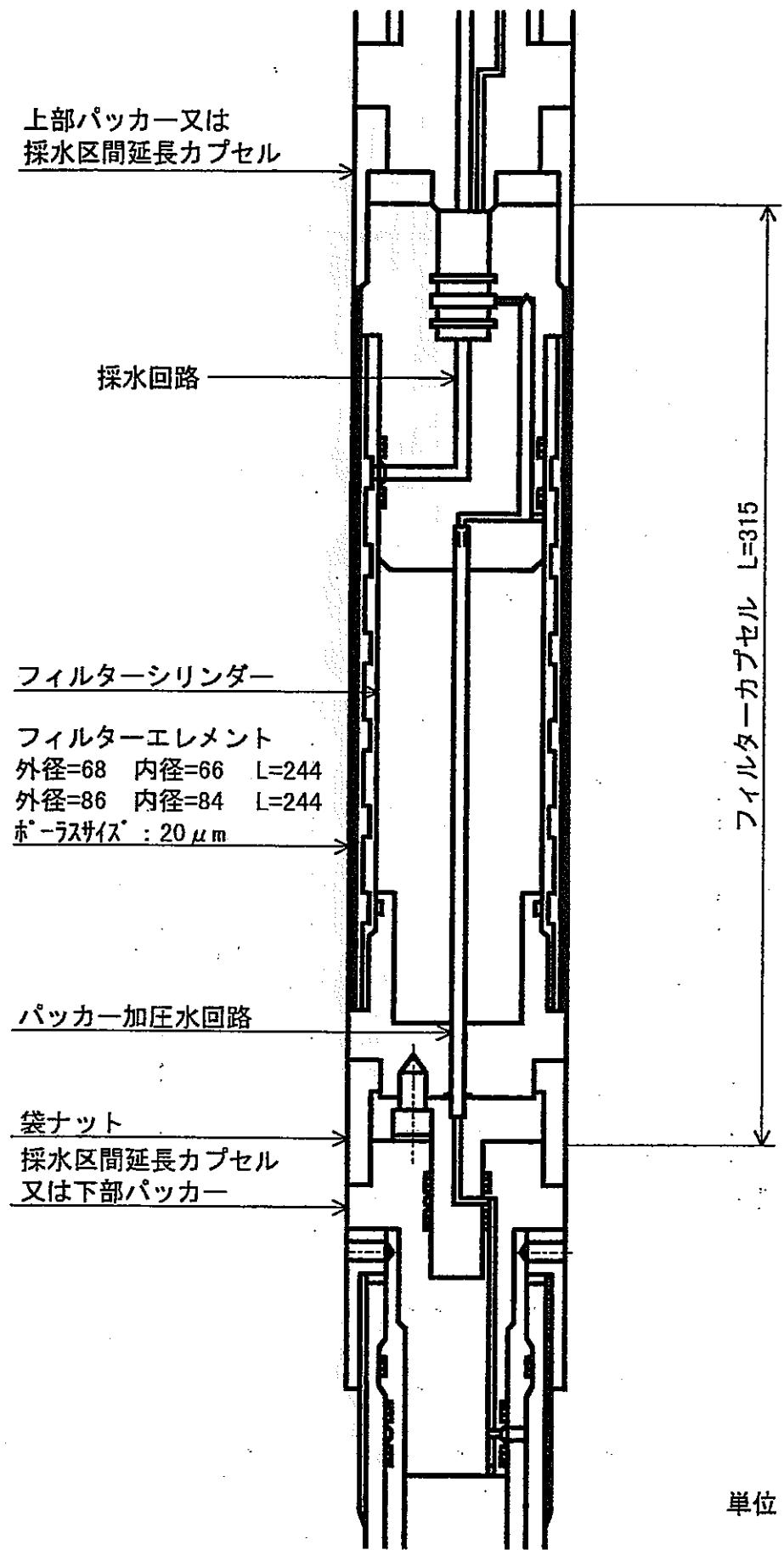


図 2-1-4 フィルターカプセルの構造

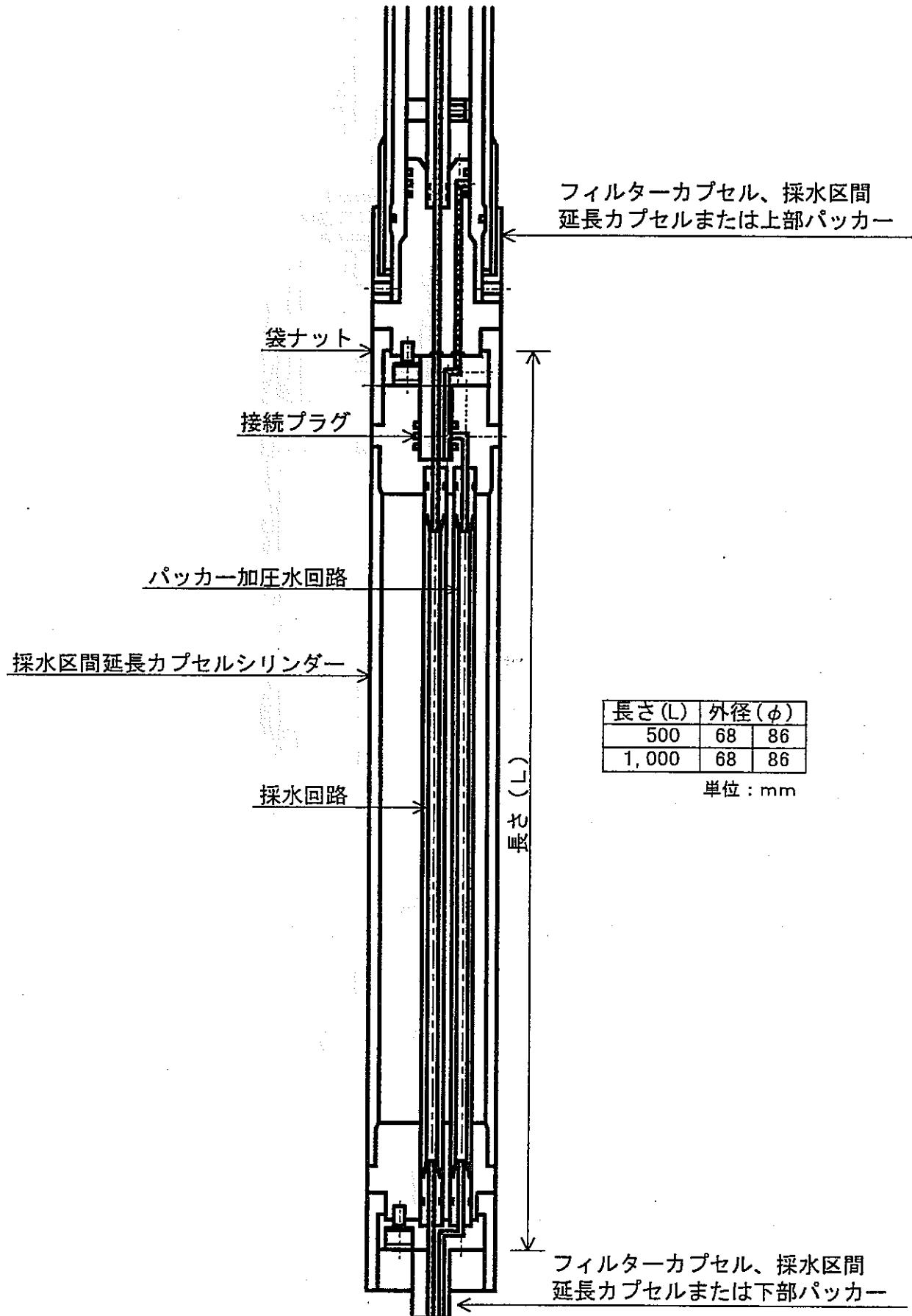


図 2-1-5 採水区間延長カプセルの構造

## (2) ガイドケーシングユニット

ガイドケーシングユニットは、パッカーユニットとケーシングパイプとの間に接続され、孔内システムがパッカーユニットに結合する時にこれをガイドする。ガイドケーシングユニットの構成を図 2-1-6 に示す。

### 1) ガイドケーシングA

ガイドケーシングAは、上部パッカーの上端に接続され、パッカーユニット上端の2個のノンスピルカプラと孔内システム（結合ユニット）との円周方向の結合位置を合わせる。

ガイドケーシングAの構造を図 2-1-7 に示す。ガイドケーシングAの構造は以下のとおりとする。

- a. ガイドケーシングAの内径は、ガイドケーシングBより細く 58mm とし、結合ユニットとの隙間を両側で 1mm として結合の確実性を図っている。
- b. ガイドケーシングAには、ケーシング内側に凸部（位置決めキー）を設ける。この位置決めキーと孔内システム下端の側面（結合ユニットの側面）に設けられた下方に広がる扇形の凹部が組み合わさることによって、結合直前に正確に上部パッカー上端の2個のノンスピルカプラの位置に、孔内システムの円周方向の位置を合わせることができる（詳細は結合ユニットの項を参照）。
- c. 孔内システムの結合位置の調整を行う範囲は、結合位置から上約 300mm の区間において、円周方向 ±180° である。
- d. ガイドケーシングAの材質はステンレス鋼で、ガイドケーシングBとの接続部には、挿入用ケーシングパイプのネジ部と同規格のネジ加工を施す。

### 2) ガイドケーシングB

ガイドケーシングBには、孔内システムの降下速度を調整するために、深度方向の同システムの位置を検知するためのターゲットを設ける（詳細は結合ユニットの項を参照）。

ガイドケーシングBの構造を図 2-1-8 に示す。ガイドケーシングBの構造の概要は以下のとおりとする。

- a. ガイドケーシングBは、外径 69.9mm、内径 60.3mm のステンレス鋼製で、表 2-1-2 に示す合計 10 本で構成し、全長約 9,808mm とする。
- b. 各ガイドケーシングBの上・下端には、挿入用ケーシングパイプのネジ部と同規格のネジ加工を施す。
- c. ガイドケーシングBは、孔内システムとパッカーユニットとを結合する際に孔内システムの降下速度を調整するための、深度方向位置検出用のターゲット（磁気リング）を 9 箇所に装備する。
- d. 磁気リングの取り付け範囲および取り付け位置は、降下速度制御が充分に余裕を持って行えるように、ケーブルの送り出し速度（低速約 2 m/min）から決めた。

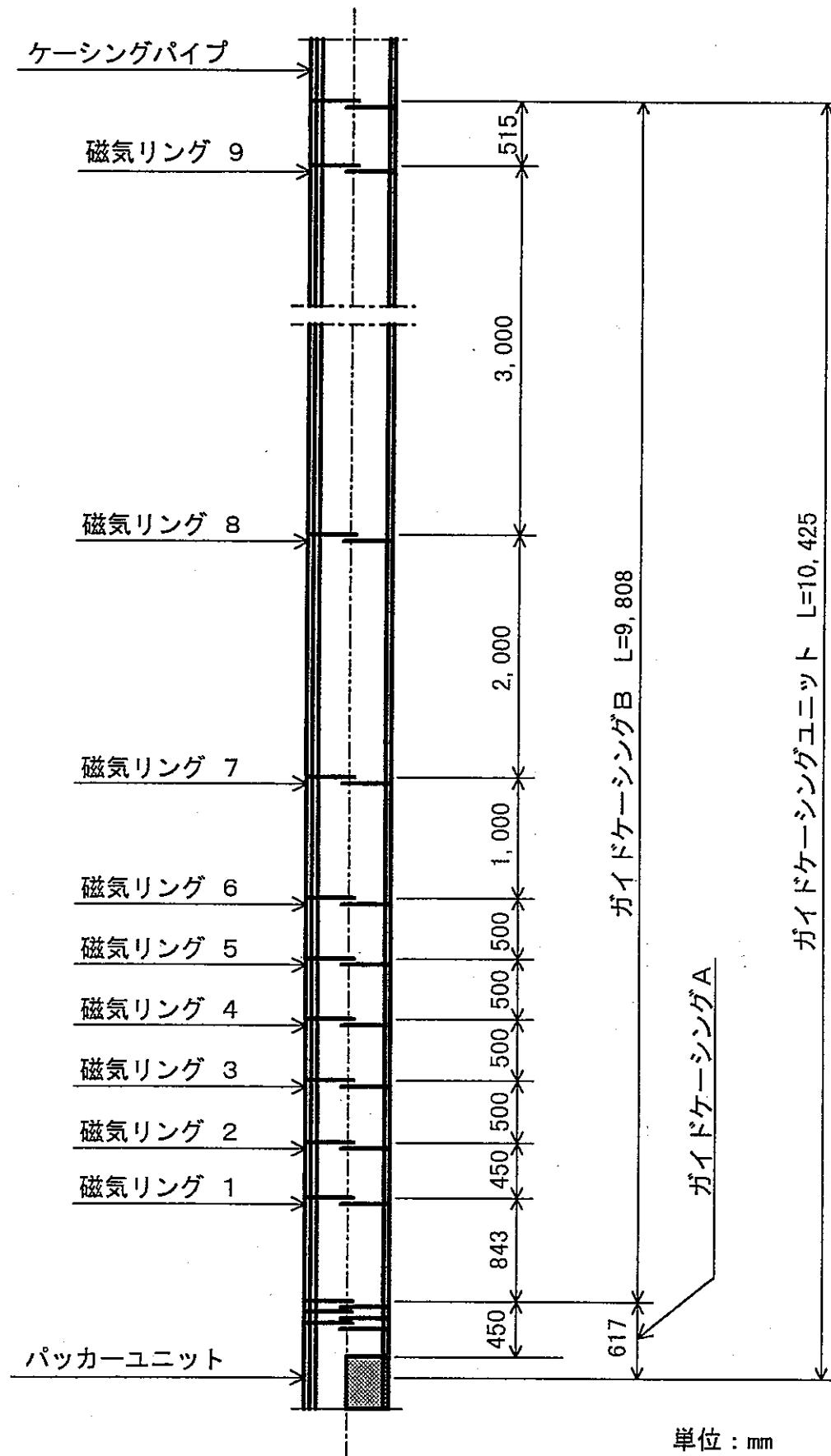


図 2-1-6 ガイドケーシングユニットの構成

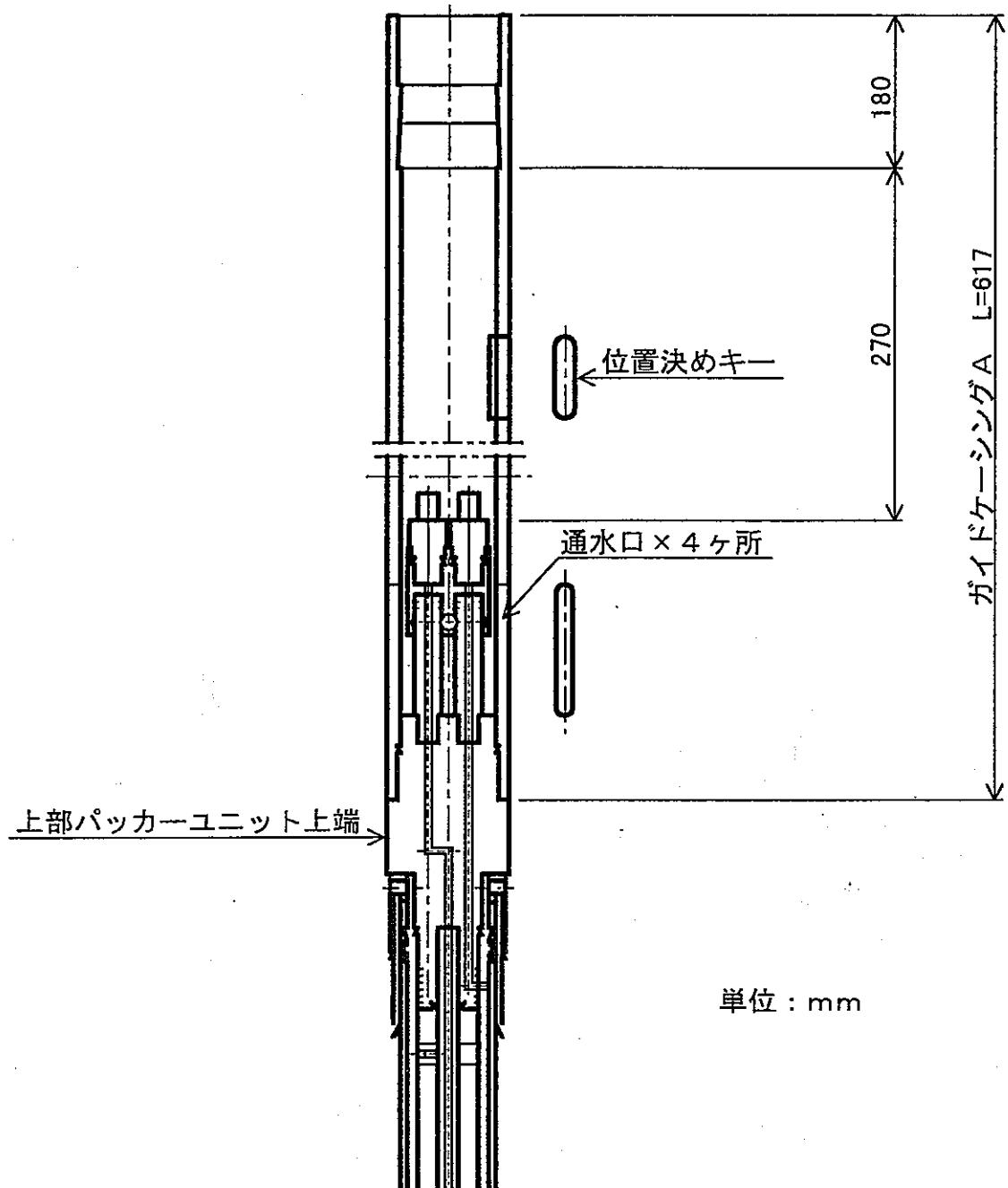


図 2-1-7 ガイドケーシングAの構造

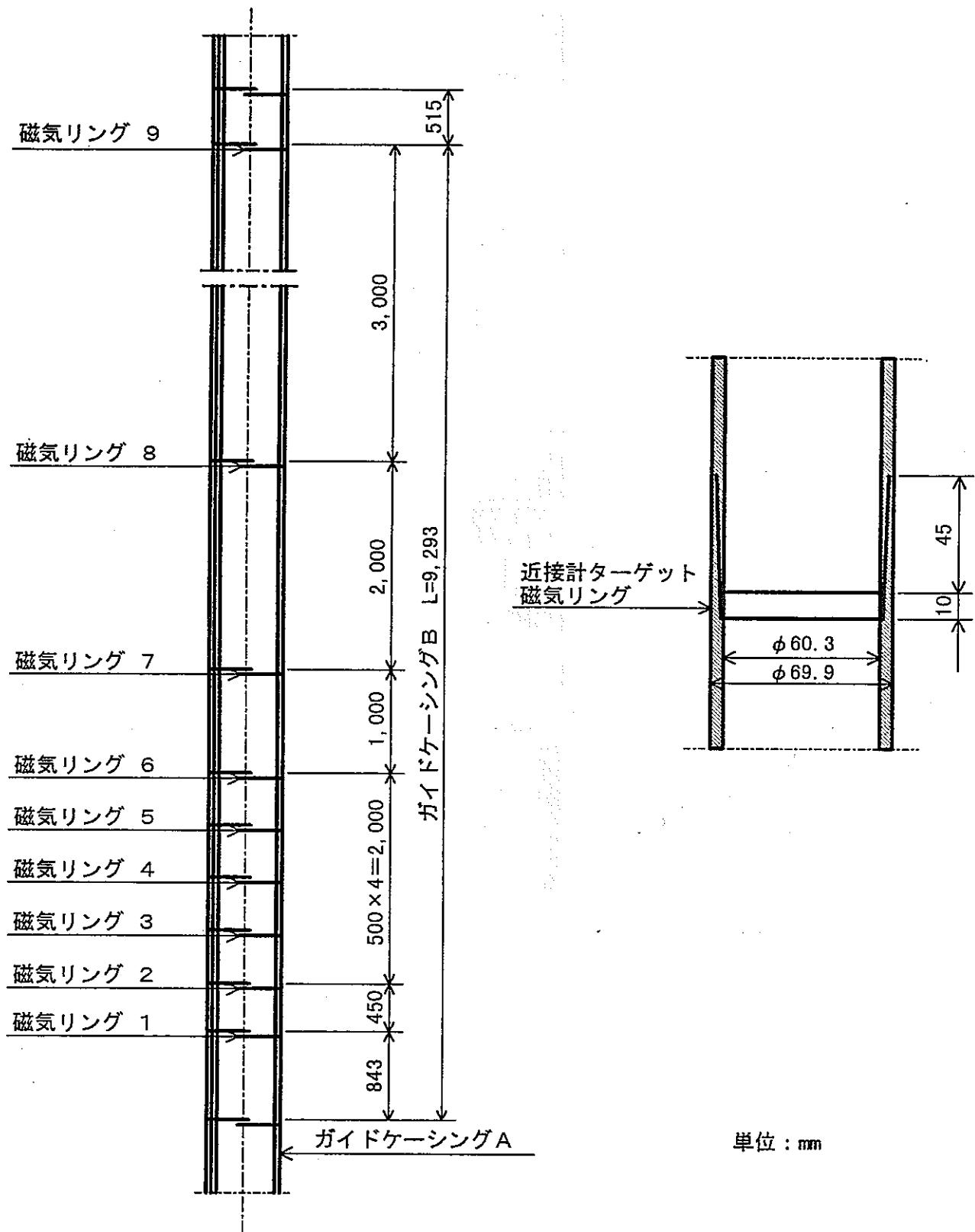


図 2-1-8 ガイドケーシングBの構造

## 2.1.2 孔内システム

孔内システムには、地層水を採取し回収する本装置の主要な機構が収まっている。孔内システムはケーシングパイプ内を複合ケーブルによって降下し、孔内でパッカーユニットに結合する。孔内システムの構成を図2-1-9に、各ユニットの主な機能を表2-1-3に、主な仕様を表2-1-4に示す。孔内システムの水回路構成を図2-1-10に示す。

表2-1-3 孔内システムの構成と主な機能

ユニット	主な機能
連続採水ユニット	採水区間からの連続採水機能 (最大採水速度 100ml/min程度)
	パッカーを拡張・収縮させる機能
	回路切替機能(孔内、地上)
	結合部を洗浄する機能
採水ユニット	被圧不活性状態で地層水を採取する機能 (1回あたり採水容量 500ml(採水容器容量))
結合ユニット	パッカーユニットと結合・分離する機能
	回路切替機能(採水、パッカー、洗浄)
	孔内環境の計測(水温、圧力)

表2-1-4 孔内システムの主な仕様

装置名称	仕 様		詳細仕様
連続採水ユニット	外 径	57mm	表2-1-7
	長 さ	2,375mm	
	重 量	31kg	
	材 質	ステンレス鋼(SUS304)	
採水ユニット	本 体	外 径	57mm
		長 さ	2,945mm
		重 量	39kg
		材 質	ステンレス鋼(SUS304)
	採水容器容量	500ml	表2-1-6
結合ユニット	本 体	外 径	57mm
		長 さ	1,945mm
		重 量	26kg
	材 質	ステンレス鋼(SUS304)	

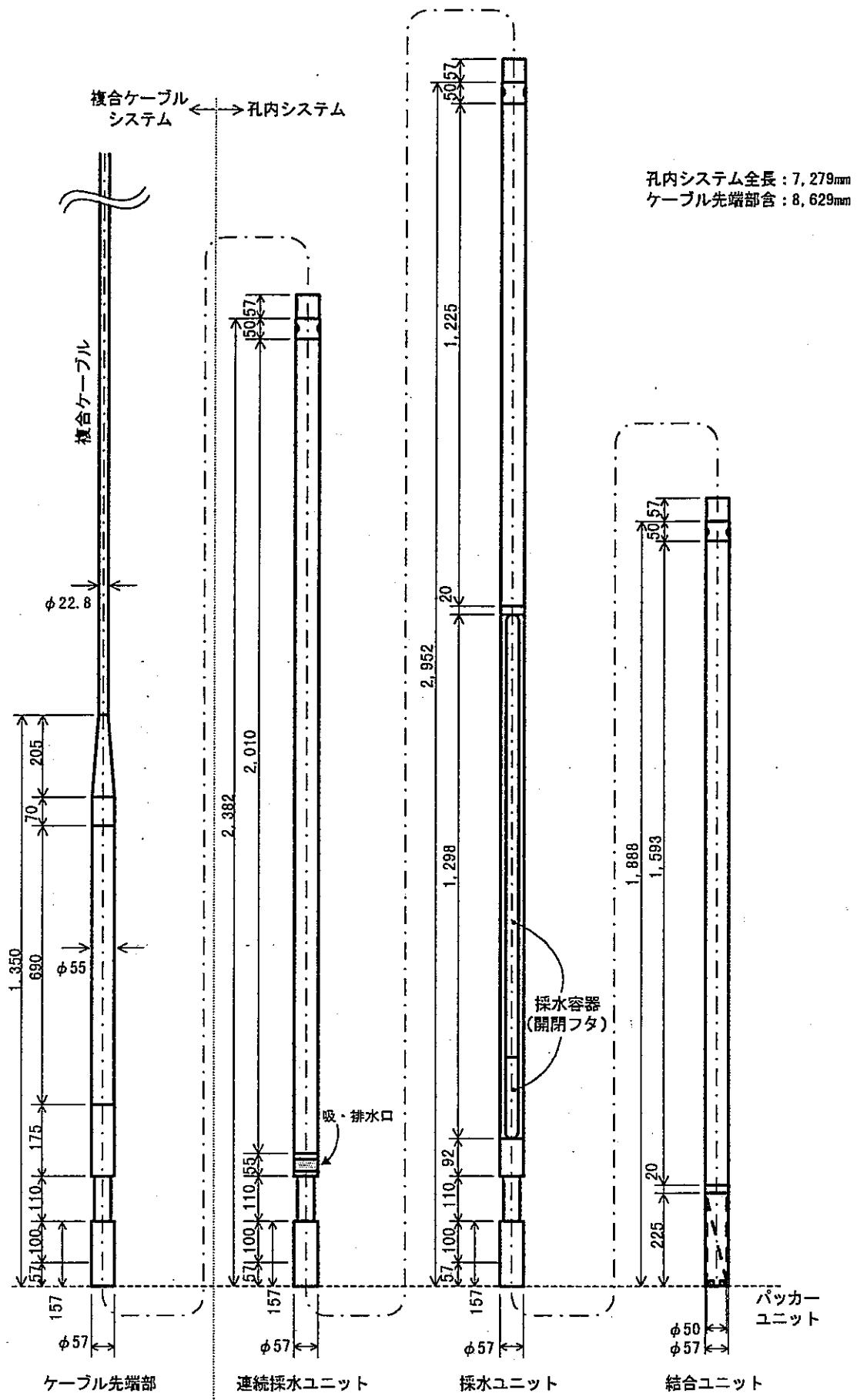
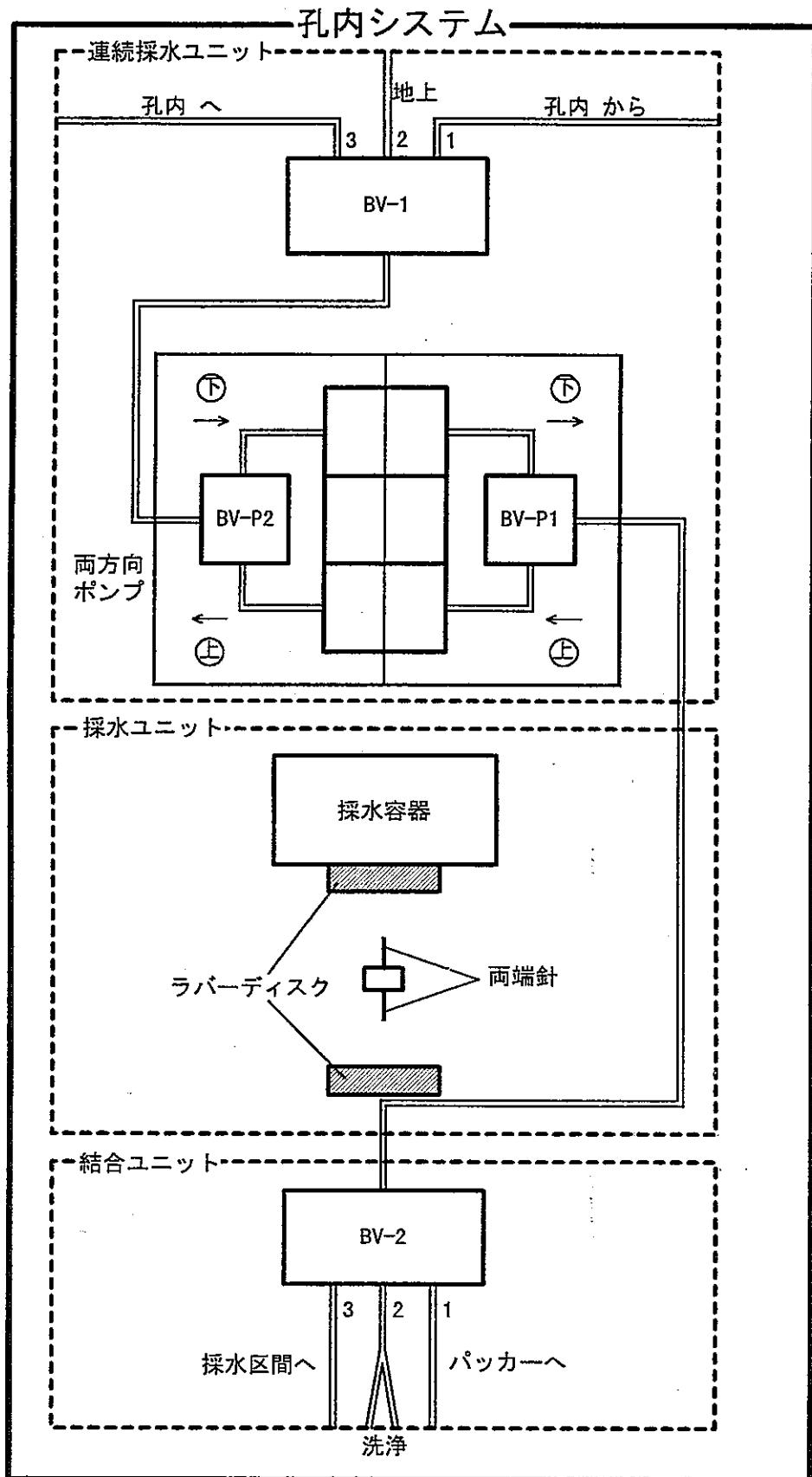


図 2-1-9 孔内システムの構成



BV : 水回路切替装置

図 2-1-10 孔内システムの水回路構成

孔内システムは、下位から(1)結合ユニット、(2)採水ユニット、(3)連続採水ユニットの3つのユニットで構成される。孔内システムの各ユニットの接続は、各ユニット間やケーブル先端部と、電気回路系・水回路系が同時に着脱できる複合コネクタ方式を採用し、新たなユニットが追加された場合でも対応がとれる構造とする。

### (1) 結合ユニット

結合ユニットは、孔内システムが複合ケーブルに吊り下げられた状態で孔内システムの最下部に位置する。結合ユニットには地上の巻き取り装置を操作することで、あらかじめ試錐孔内に設置してあるパッカーユニットと結合・分離する機構とパッカーの圧力と採水区間の環境状態を計測する温度計や圧力計、また、水回路切替装置および機内の監視を行うセンサー類などの機器が収納されている。

結合ユニットの中に収納されている機器の構成と仕様を表2-1-5に、結合ユニットの回路構成を図2-1-11に示す。

#### 1) パッカーユニットとの結合部

結合部の詳細を図2-1-12に、結合ユニットとパッカーユニットとの結合機構を図2-1-13に示す。結合機構は以下のようになっている。

- a. 結合ユニットの最下部の外側には角度約20°、長さ約140mmの下に開いた扇状の溝（テーパ部）に続いて幅約10mm、長さ約60mmのキー溝部が設けてある。
- b. 相方のガイドケーシングAには位置決めキーと呼ぶ突起部があり、これらが遭遇して接触し、円周方向の結合位置を決める。
- c. また、ガイドケーシングAはカプラの結合中心軸を精度良く位置決めするために、結合ユニットとの隙間を片側0.5mmと上位のケーシングより小さくしてある。
- d. 結合部には、着脱時に水回路の液漏れや孔内水の流入が少ない機構のノンスピルカプラを選択した。ノンスピルカプラの諸元等は(4)複合コネクタの節で詳述する。
- e. 結合時にノンスピルカプラを保持するのに必要な荷重は、孔内システムの自重、ケーブル先端部および複合ケーブルの自重を利用し、実際の結合力は地上部の主シーブに取り付けてある荷重計によってモニターされる。

表2-1-5 結合ユニットの機器構成と仕様

名称・項目		仕様
本体 (1)	外径	57mm
	全長	1,945mm
	保護パイプ	長さ 肉厚 材質 1,034mm+595mm 2.5mm SUS304
	複合コネクタ (上端1)	電気系 マルチラムバンド方式, 低接触抵抗(約0.8mΩ) 電源 12V系(2極), 24V系(2極), RS-485(4極), 合計8極
	水回路系	平頭接合式カプラ, 耐圧160kgf/cm <sup>2</sup> , 1系統
結合カプラ (下端2)	水回路系	平頭接合式カプラ, 耐圧160kgf/cm <sup>2</sup> パッカー水回路, 探水区間回路, 各1系統
水回路 切替装置 [BV-2] (1)	DCモータ	DC 24V, 6W
	多方口切替弁	ボールバルブ(4方向弁)
	減速ギヤー	減速比 1/100
制御基板 (1)	CPU	8bit, H8/534[日立], Clock=19.6608MHz
	通信構成	RS-485, 信号線: 4本線
	基板寸法	幅45mm×長さ200mm, 2枚組, 両面配置
I/O基板 (1)	水回路切替用制御信号	開始・停止, 正転・逆転制御, リレー信号
	近接計信号	磁性体対応スイッチ
	基板寸法	幅45mm×長さ100mm, 1枚, 片面配置
アンプ 基板 (1)	測定用	対応センサー 白金測温計, 探水区間圧力計, パッカー圧力計, 切替位置検出計
		出力 0~±3V (16bit A/D変換)
	監視用	対応センサー 結合計, モータ温度計, 機内温度計, 電源電圧計
		出力 0~3V (10bit A/D変換)
		基板寸法 幅45mm×長さ150mm, 2枚組, 両面配置
測定用 センサー	白金測温計	-50~150°C, SUS304
	探水区間圧力計	ストレインゲージ式, -1~+150kgf/cm <sup>2</sup> , PGR-150KA
	パッカー圧力計	ストレインゲージ式, -1~+150kgf/cm <sup>2</sup> , PGR-150KA
	切替位置検出計	非接触型変位計
監視用 センサー	近接計 (2)	型式 VS-2-12
		電源電圧 DC 12V ±10%
		消費電流 10mA以下
		作動距離 10±2mm
		直 径 3mm
		長 さ 16.5mm
		絶縁抵抗 DC 500Vにて100MΩ以上
	結合計 (2)	方 式 過電流方式ギャップセンサー
		種 類 普通型
		型 式 AEC-5505/PU-05
		測定範囲 約3mm
		初期距離 0.8mm
		直 径 5mm
		長 さ 35mm
	モータ温度計	2端子IC式, -50~+150°C, R903(JIS C1604)
	機内温度計	2端子IC式, -50~+150°C, R903(JIS C1604)
	電源電圧計	12V系用, 24V系用

( ) : 1セット当たり製作数量

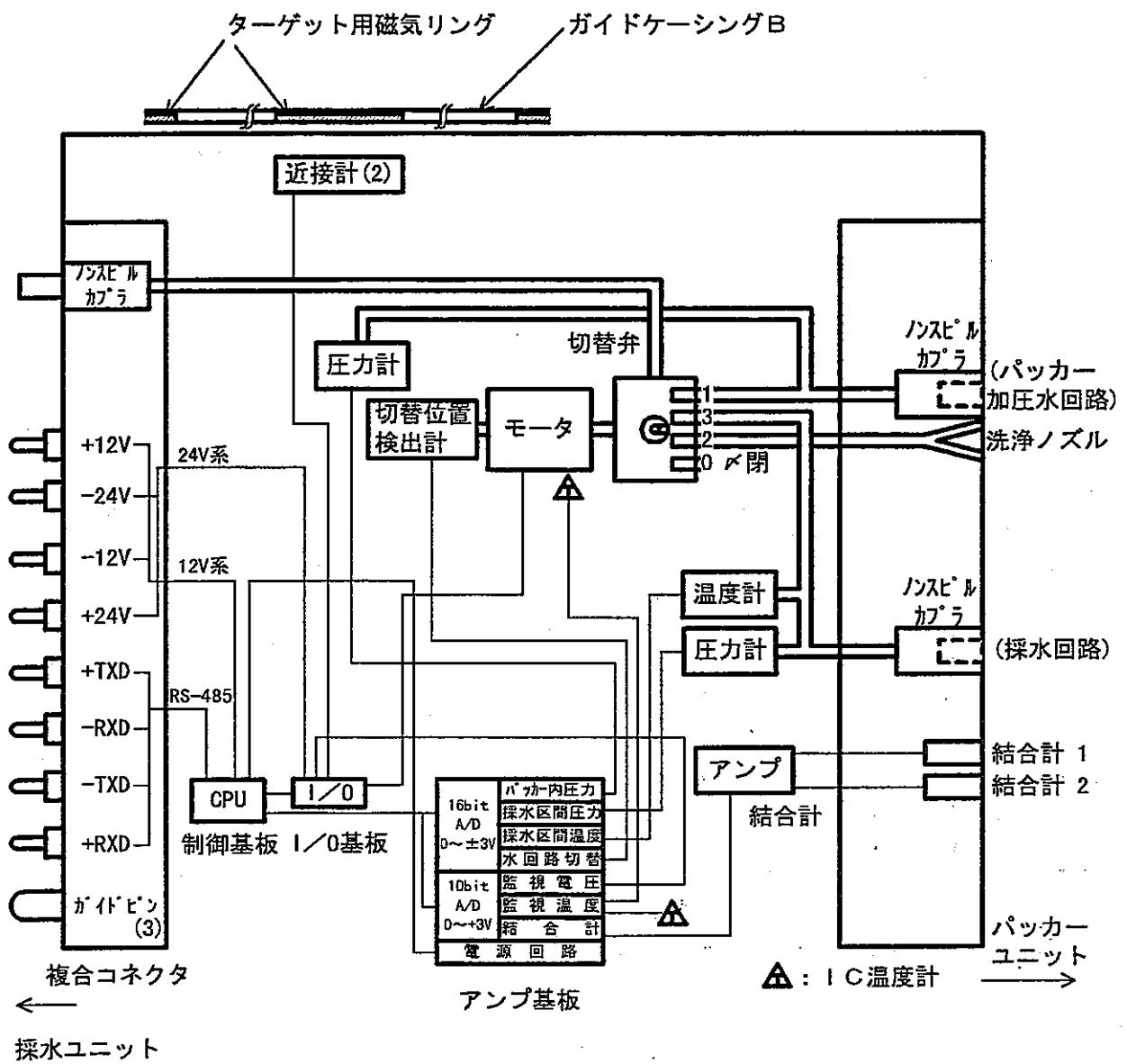


図 2-1-11 結合ユニットの回路構成

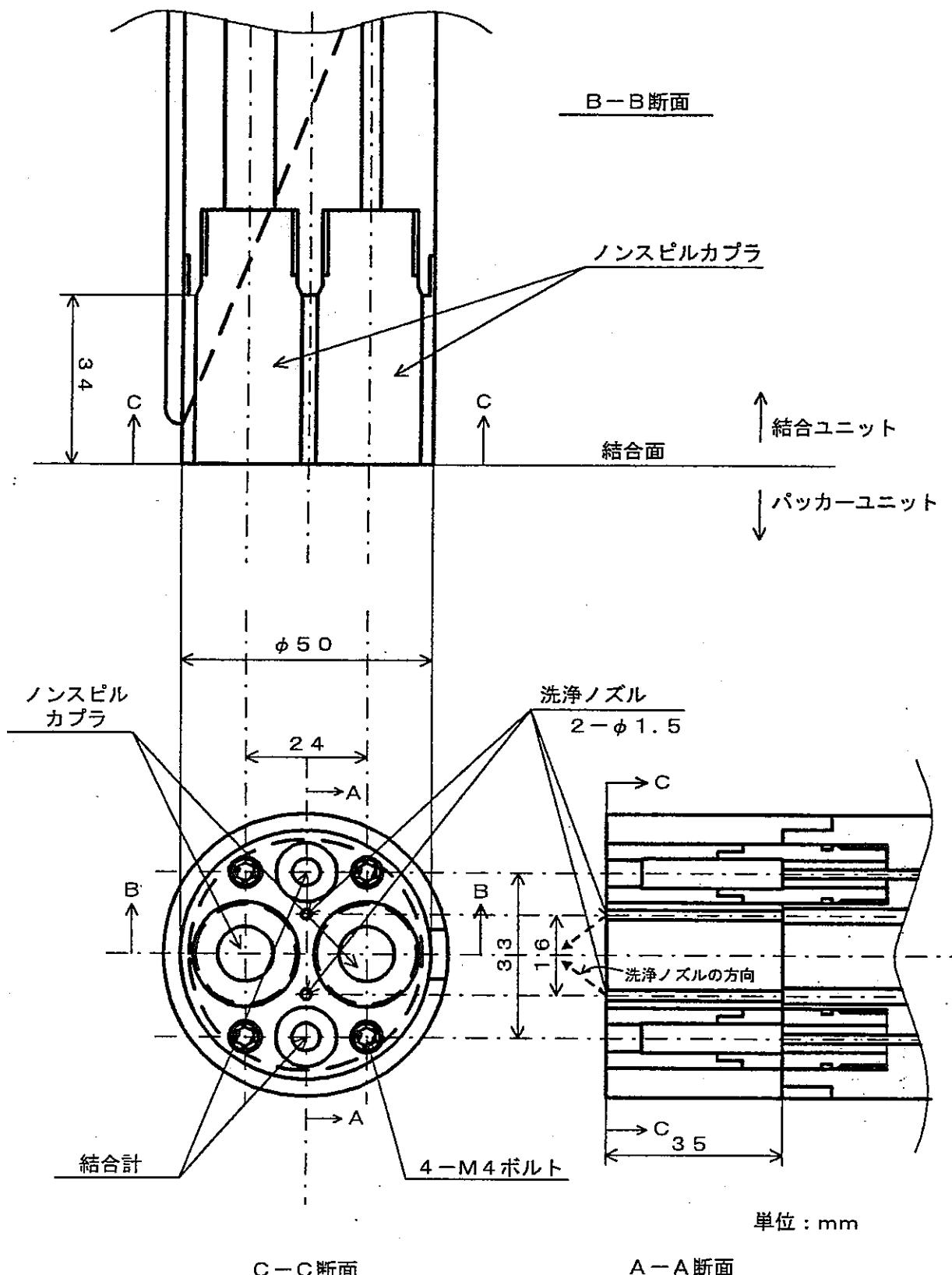


図 2-1-12 結合部の詳細

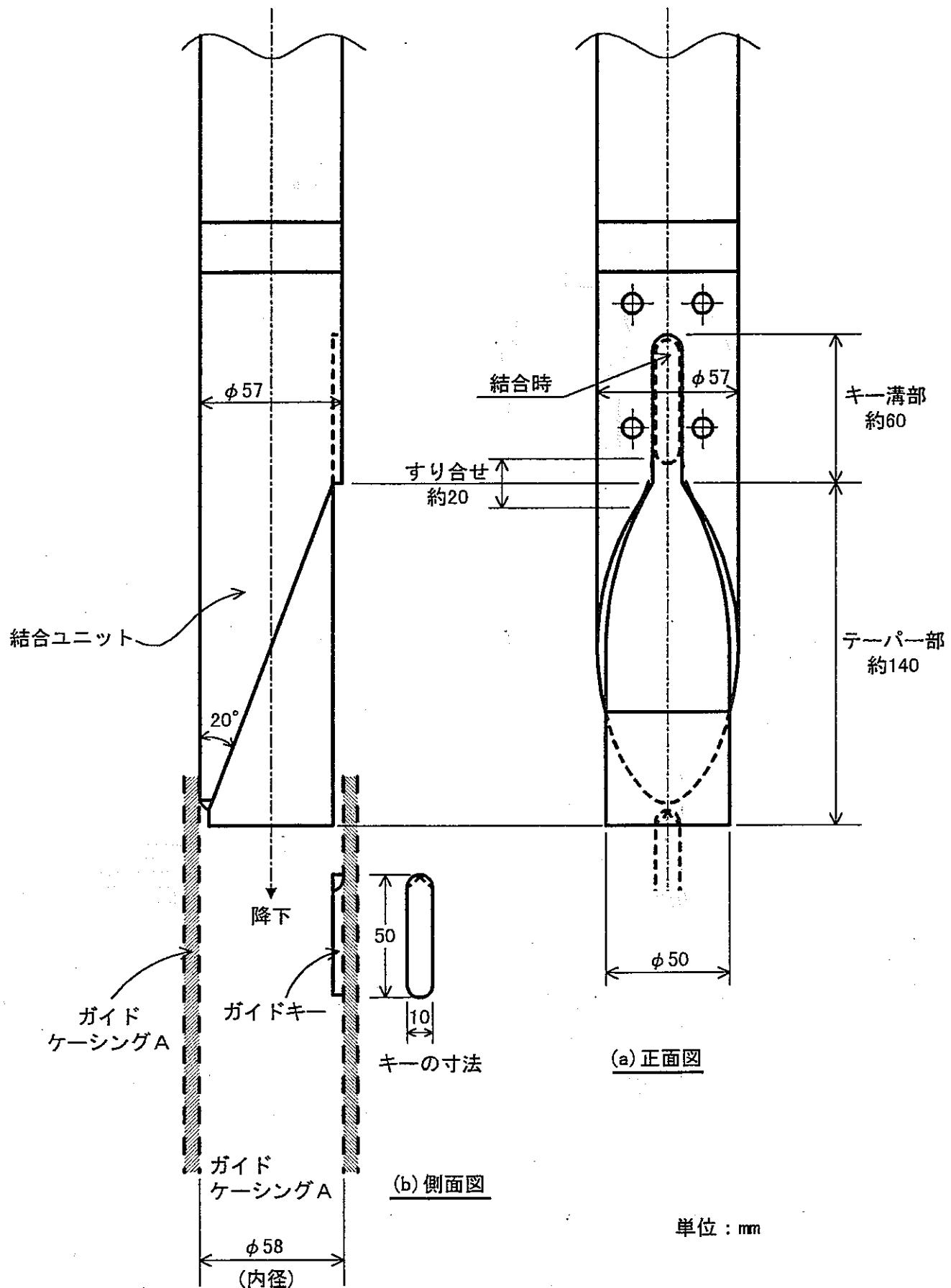


図2-1-13 結合ユニットとパッカーシステムとの結合機構

## 2) 圧力計

圧力計は、①採水区間の水圧と、②パッカーにかかる圧力を監視するもので、それぞれの結合ユニット内の水回路上に取付ける。

この圧力計は、感受部に金属製ダイヤフラムを用いた破壊圧力が高い高耐圧型のストレインゲージ式圧力変換器とした。この圧力計の特長を以下に示す。

- a. 許容過負荷が300%、限界過負荷が $1,200\text{Kgf/cm}^2$ 以上である。
- b. 高耐圧型のために過酷な使用条件の過負荷に対して耐え得る。
- c. 高精度で直線性、再現性が0.1%以下である。
- d.  $100^\circ\text{C}$ の高温下でも連続使用が可能である。

これらの圧力計の測定範囲は、採水区間用、パッカー用とも $-1 \sim 150\text{kgf/cm}^2$ とした。市販品では適合した仕様の製品は無いために、特別に製造した。

## 3) 溫度計

温度計は、結合ユニット内の水回路上にあり、連続採水中やバッチ式採水中の水温の測定を行う。この温度計は、多くの基準センサーと耐振・防水構造センサーの中から実績のある土中埋設用測温抵抗体とした。この温度計の特長を以下に示す。

- a. 測温抵抗体は「土中埋設用」で耐振、防水構造となっている。
- b. J I Sの測温抵抗体として規定されている（JIS-C1604）。
- c. 抵抗素子の材質は白金とし、 $0^\circ\text{C}$ における電気抵抗は $100\Omega$ 、3線式である。
- d. センサーの階級はJ I S A級（ $\pm 0.15^\circ\text{C}$ ）で規定電流は $1\text{mA}$ である。

温度計の測定範囲としては、以下の点を考慮の上、市販品の中から測定範囲 $-50 \sim +150^\circ\text{C}$ のものを選択した。

- ① 使用する地域を国内とすれば、地上の最低気温は概ね $-20^\circ\text{C}$ 程度である。
- ② 地温勾配を $+3^\circ\text{C}/100\text{m}$ と仮定すると、 $1,000\text{m}$ 相当で $+30^\circ\text{C}$ になる。
- ③ 平均地表温度を $15^\circ\text{C}$ とすると地温勾配による増加を加えた地下 $1,000\text{m}$ での温度は $45^\circ\text{C}$ となる。
- ④ 本製作業務での作動環境の仕様は $70^\circ\text{C}$ である。

## 4) 結合計

結合計は、結合ユニット下端のパッカーユニットとの結合部に2個装備する。この結合計は、小型で耐水圧に優れ、故障しにくい過電流方式の非接触変位計（ギャップセンサー）とした。

## 5) 近接計

近接計は、結合ユニットの内壁に2個装備する。この近接計は、結合ユニットがパッカーユニットと結合する約10m手前の深度から、降下速度を調整するために、その通過位置（深度）を検知して信号を発信するものである。この近接計のターゲットである磁気リングは、パッカーユニットの上位に設けるガイドケーシングBに内蔵する。

## 6) 結合部の洗浄機構

結合部の洗浄機構として、結合ユニットの下端に水を噴射するノズルを2孔設けている。洗浄機構は、結合ユニットとパッカーユニットの結合に際して、ケーシングパイプ内の最下部すなわち、パッカーユニットの直上部に溜まった汚れた水や浮遊物質が結合時に水回路に流入することを防止する。

また、カプラの保護のために、結合する直前に下側のカプラ付近の洗浄を行う。洗浄ノズルの内径は1.5mm程度とする。

## 7) パッカーを拡張・収縮させる機構

パッカーの拡張・収縮は、連続採水ユニット内の両方向ポンプと結合ユニットに内蔵されている水回路切替装置を用いて行う。パッカーの拡張は、採水区間より上の試錐孔内水を用いるか、または採水ホースを通して地上から送水して行う。また、パッカーの収縮は、パッカーに充填した水を試錐孔内または採水ホースを通して地上に排出して行う。

## (2) 採水ユニット

採水ユニットは孔内システムの中央部に位置し、連続採水ユニットによる採水区間からの連続採水が行われた後、そこの地層水を被圧不活性状態で採取する装置である。機器の構成と仕様を表2-1-6に、採水ユニットの回路構成を図2-1-14に示す。

地層水を被圧不活性状態で採取する機構として、採水容器の両端にラバーディスクを取付け、採水時にこの下端に両端針を刺して水回路を開けて採水し、その後これを引き抜いた状態を保持して回収するというB A Tシステムの機構を採用した。このためにこの採水ユニットには、任意に交換可能な採水容器（ボトル）、水回路と採水容器を着脱するための両端針、採水容器内の圧力をモニタするための圧力センサー、採水容器駆動用モータ等を内蔵している。

採水時の採水量のモニターは、採水容器上端に付けた圧力計によって、採水容器内の圧力を測定することにより行う。

採水時の採水容器内の圧力は最終的に $100\text{kgf/cm}^2$ 程度になるため、結合ユニット内の水圧測定用の圧力センサーと同じく測定範囲 $-1 \sim 150\text{kgf/cm}^2$ のものを採用する。採水量はボイルの法則（一定温下では気体の体積と圧力の積は一定である）を利用して算定する。

### 1) 採水機構

採水は、採水容器の上側にある電動モータで駆動するピストン機構によって圧力計および採水容器ごと下方向へ押し出すことにより、採水容器下端部にある両端針が採水容器下端と採水回路上端を閉鎖したラバーディスクを貫通させて行う。採水機構を図2-1-15に示す。

採水が完了したら、電動モータを逆回転することでピストンが上がり、両端針部のバネの力をを利用して圧力計及び採水容器が元の位置までせり上がり、両端針が両ラバーディスクから抜き取られ、採水回路が閉鎖される。

### 2) 採水容器

採水容器は、ステンレス鋼製で、内圧、外圧ともに $150\text{kgf/cm}^2$ の耐圧を保持できる。採水容器容量は500mlを確保するため、内径25mm、内空長1,019mm、全長1,120mmとした。

採水容器の両端は、ラバーディスクでシールし、下端は両端針によって採水回路と、上端は片端針で圧力センサーと接続される。

表 2-1-6 採水ユニットの機器構成と仕様

名 称・項 目		仕 様
本 体 (1)	外 径	57mm
	全 長	2,945mm
	保護パイプ	長さ=642mm+545mm, t=2.5mm, SUS304
複合コネクタ (上部 1) (下部 1)	電 気 系	マルチラムバンド方式, 低接触抵抗(約0.8mΩ), 電源 12V系(2極), 24V系(2極), RS-485(4極), 合計 8極
	水 回 路 系	平頭接合式カプラ, 耐圧160kgf/cm <sup>2</sup> , 1系統
採水容器 (1)	外 径	33mm
	内 径	25mm
	容 器 長 さ	1,080mm(キャップ長さ含まず)
	容 量	500ml
	耐 圧	150kgf/cm <sup>2</sup>
採水駆動装置 (1)	D C モータ	D C 24V, 8W
	シリンダー長	60mm
	減 速 機	ポールスクリュー式
	シリンダー端部検出	ギャップセンサー, (停止反転信号出力)
	シリンダー作動検出	変位計, 75mmストローク
制御基板 (1)	C P U	8bit, H8/534[日立], Clock=19.6608MHz
	通 信 構 成	RS-485, 信号線:4本線
	基 板 尺 法	幅45mm×長さ200mm, 2枚組, 両面配置
I/O基板 (1)	採水制御信号	開始・停止, 正転・逆転制御, リレー信号
	駆動部端部信号	マイクロリミットスイッチ, 2成分組
	基 板 尺 法	幅45mm×長さ100mm, 1枚, 片面配置
アンプ基板 (1)	測定用 センサー	対応センサー 採水圧力計, 駆動部作動検出計
	出 力	0~±3V(16bit A/D変換)
	監視用 センサー	対応センサー モータ温度計, 機内温度計, 電源電圧計
	出 力	0~3V(10bit A/D変換)
	基 板 尺 法	幅45mm×長さ100mm, 2枚組, 両面配置
測定用センサー	採水圧力計(1)	ストレインゲージ式, -1~+150kgf/cm <sup>2</sup>
	駆動部作動検出計(1)	直線変位計[ポテンショメータ], 4.7kΩ
監視用センサー	モータ温度計(1)	2端子 I C式, -50~+150°C
	機内温度計(1)	2端子 I C式, -50~+150°C
	電源電圧計(1)	12V系用, 24V系用

( ) : 1 セット当たり製作数量

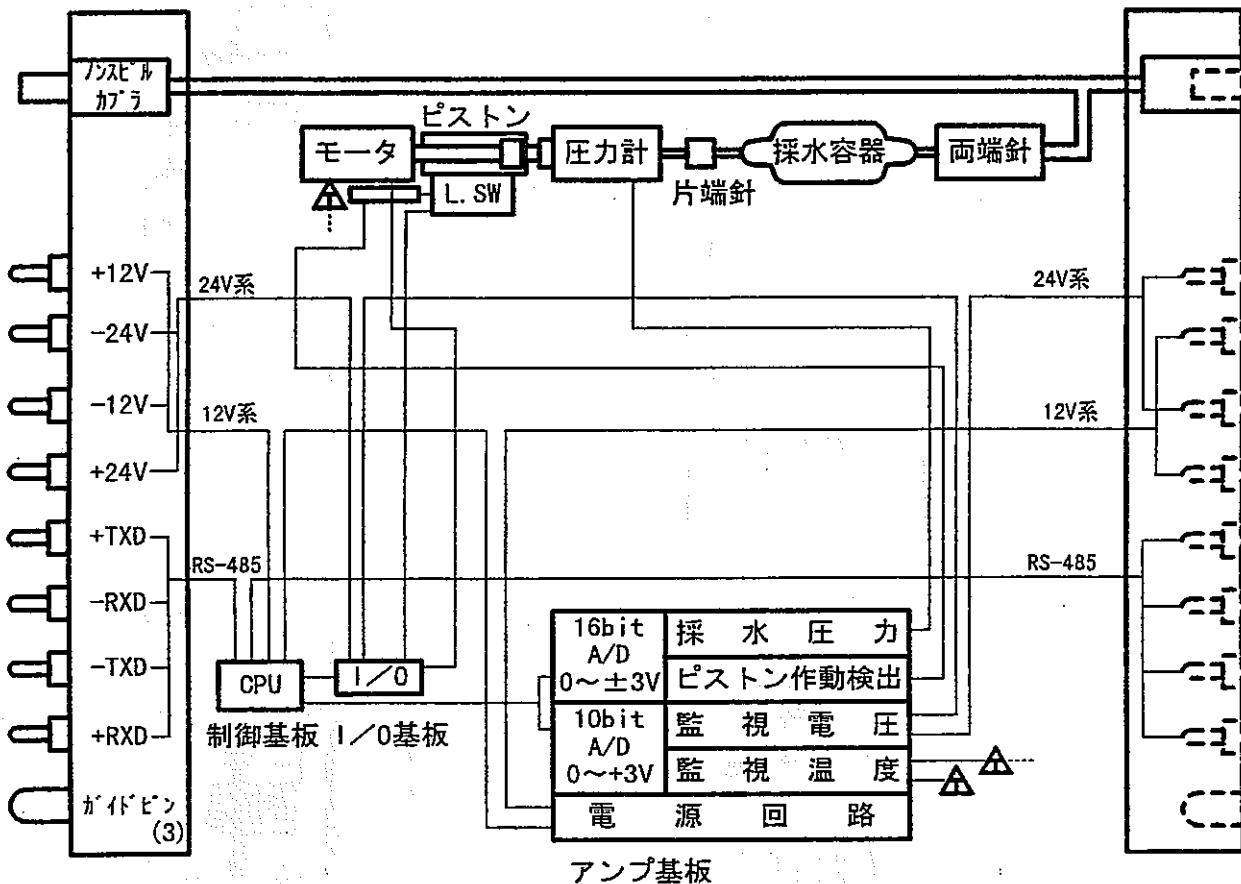


図2-1-14 採水ユニットの回路構成

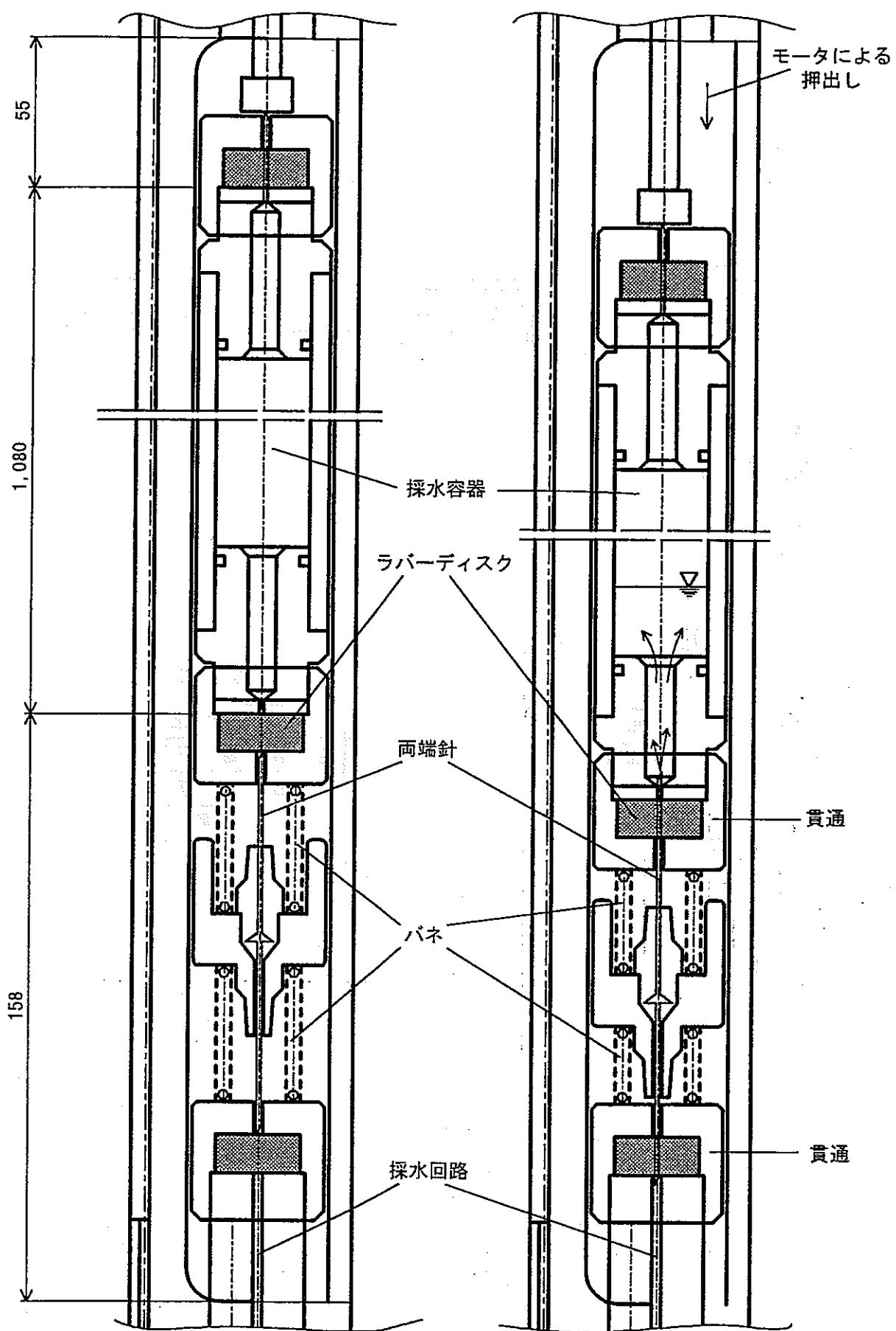


図 2-1-15 採水ユニットの採水機構

### (3) 連続採水ユニット

連続採水ユニットは孔内システムの最上部に位置し、複合ケーブル先端部に接続される。小型モータによって往復運動を行う両方向ポンプと水回路切替装置などの機器が収納されている。

連続採水ユニットの機器構成と仕様を表2-1-7に、回路構成を図2-1-16に示す。連続採水ユニットの主な機能は以下のとおりである。

- a. 採水区間の初期孔内水を孔内、又は地上へ連続採水する。
- b. パッカーを拡張・収縮する。
- c. 孔内システムとパッカーユニットを結合する際にカプラ周辺を洗浄する。

#### 1) 両方向ポンプ

両方向ポンプは、本装置のために特別に開発した往復運動のピストンポンプである。両方向ポンプの作動原理を図2-1-17に示す。また、両方向ポンプとボールバルブの動きを表2-1-8に示す。

- a. 両方向ポンプは、モータの回転力をボールスクリューで直進運動に変換し、モータの回転方向を「正回転」、「逆回転」に切り替えて往復運動をさせ、ピストンを駆動し送水する機構とする。
- b. ピストンの動きに連動させて、2つの水回路切替装置BV-P1とBV-P2を作動させることにより、往復両方向の駆動によって一定方向に水を送ることができる。
- c. また、水回路の切替タイミングを変えることにより、送水方向を任意に選択できる。表2-1-9に送水方向によるピストンの動きと水回路切替のパターンをまとめた。
- d. ここで用いている水回路切替装置は、電動式のボールバルブで、結合ユニットに用いている水回路切替装置と同一である。
- e. モータの回転方向の切替および電動ボールバルブの切替は、ユニット内のコントローラにより行う。
- f. 両方向ポンプの詳細な機構は図2-1-18に示した。
- g. 両方向ポンプのモータは、長期間の連続使用に際してのモータ自体の発熱による効率の低下を見込んで、市販の小型モータで外径寸法が同じものの中から余裕のある90W型を選択した。
- h. 両方向ポンプの減速機（ギヤ）は、ボールスクリューを通じてピストンを駆動するために正転・逆転するもので、あそび等の極力少ない構造とした。
- i. 減速機の減速比は、およそ1/100程度で小型のものとした。
- j. 両方向ポンプの作動状態のうちモータの回転は、回転計（ポテンショメータ）により検知する。
- k. ピストンの作動位置は、始端と終端を非接触型ギャップセンサーで検知する。

表 2-1-7 連続採水ユニットの機器構成と仕様

名 称・項 目		仕 様	
本 体 (1)	外 径	57mm	
	全 長	2,375mm	
	保護パイプ	長さ=1,378mm+595mm, t=2.5mm, SUS304	
	吸水・排水口	幅=25mm, 全周, SUS, ポア径=20μm, 2つ割	
複合コネクタ (上端 1) (下端 1)	電 気 系	マルチラムバンド方式, 低接触抵抗(約0.8mΩ), 電源 12V系(2極), 24V系(2極), RS-485(4極), 合計8極	
	水 回 路 系	平頭接合式カプラ, 耐圧160kgf/cm <sup>2</sup> , 1系統	
両方向ポンプ (1)	DCモータ	DC 24V, 90W	
	ピストン形状	シリンダー外径	44mm
		シリンダー内径	32mm
		ピストン外径	20mm
		有効断面積	約 4.9cm <sup>2</sup>
		1動作長	100mm
		1動作吐出量	約 49ml
	吐 出 能 力	圧力=300m水頭以上, 吐出量=約 100ml/min	
	減速ギヤ	ハーモニック式, 減速比 1/100	
	モータ作動検出計	回転計	
	水回路 切替装置 [BV-P1, BV-P2] (2)	DCモータ	DC 24V, 6W
		多方口切替弁	3方ボールバルブ
		減速ギヤ	減速比 1/100
		切替位置検出計	非接触型変位計
水回路切替装置 [BV-1] (1)	DCモータ	DC 24V, 6W	
	多方口切替弁	4方ボールバルブ	
	減速ギヤ	減速比 1/100	
	切替位置検出計	非接触型変位計	
制御基板 (1)	C P U	8bit, H8/534[日立], Clock=19.6608MHz	
	通信構成	RS-485, 信号線: 4本線	
	基板寸法	幅 45mm×長さ 200mm, 2枚組, 両面配置	
I/O基板 (1)	連続採水制御信号	開始・停止, 正転・逆転制御, リレー信号	
	連続採水ポンプ切替	バルブ BV-P1, P2 用	
	連続採水回路切替	バルブ BV-1 用	
	シリンドル端部信号	マイクロリミットスイッチ, 2成分	
	基板寸法	幅 45mm×長さ 200mm, 2枚組, 両面配置	
	測定用センサー	モータ温度計, 機内温度計, 電源電圧計	
アンプ基板 (1)	出 力	0~±3V (16bit A/D変換)	
	監視用センサー	モータ作動検出計, BV切替位置検出計	
	出 力	0~3V (10bit A/D変換)	
	基板寸法	幅 45mm×長さ 100mm, 2枚組, 両面配置	
	モータ作動検出計	回転計 [ポテンショメータ], 10回転式, 2kΩ	
測定用センサー	切替位置検出計	非接触型変位計	
	モータ温度計	2端子 I C式, -50~+150°C	
	機内温度計	2端子 I C式, -50~+150°C	
監視用センサー	電源電圧計	12V系用, 24V系用	

( ) : 1セット当たり製作数量

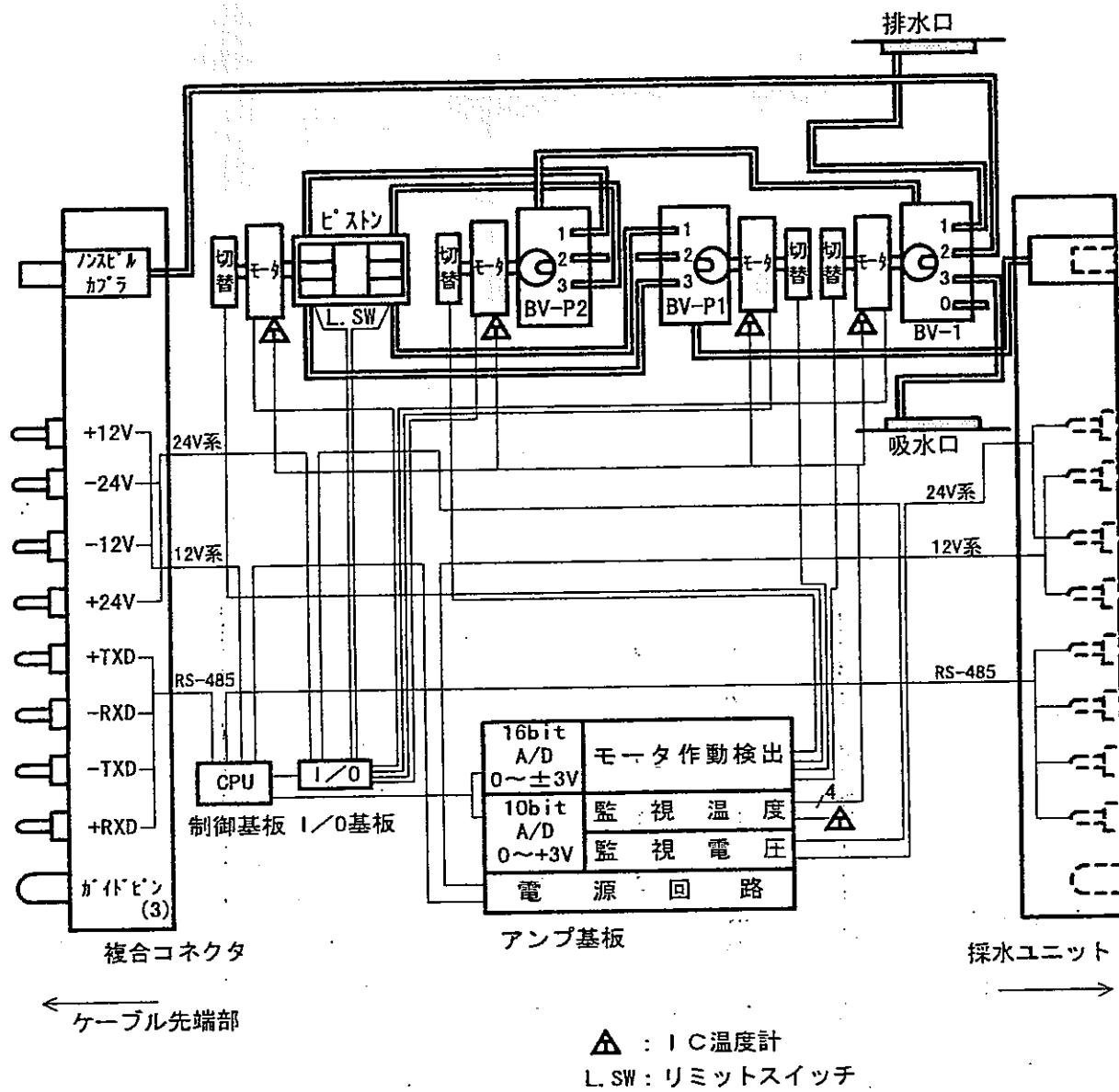


図 2-1-16 連続採水ユニットの回路構成

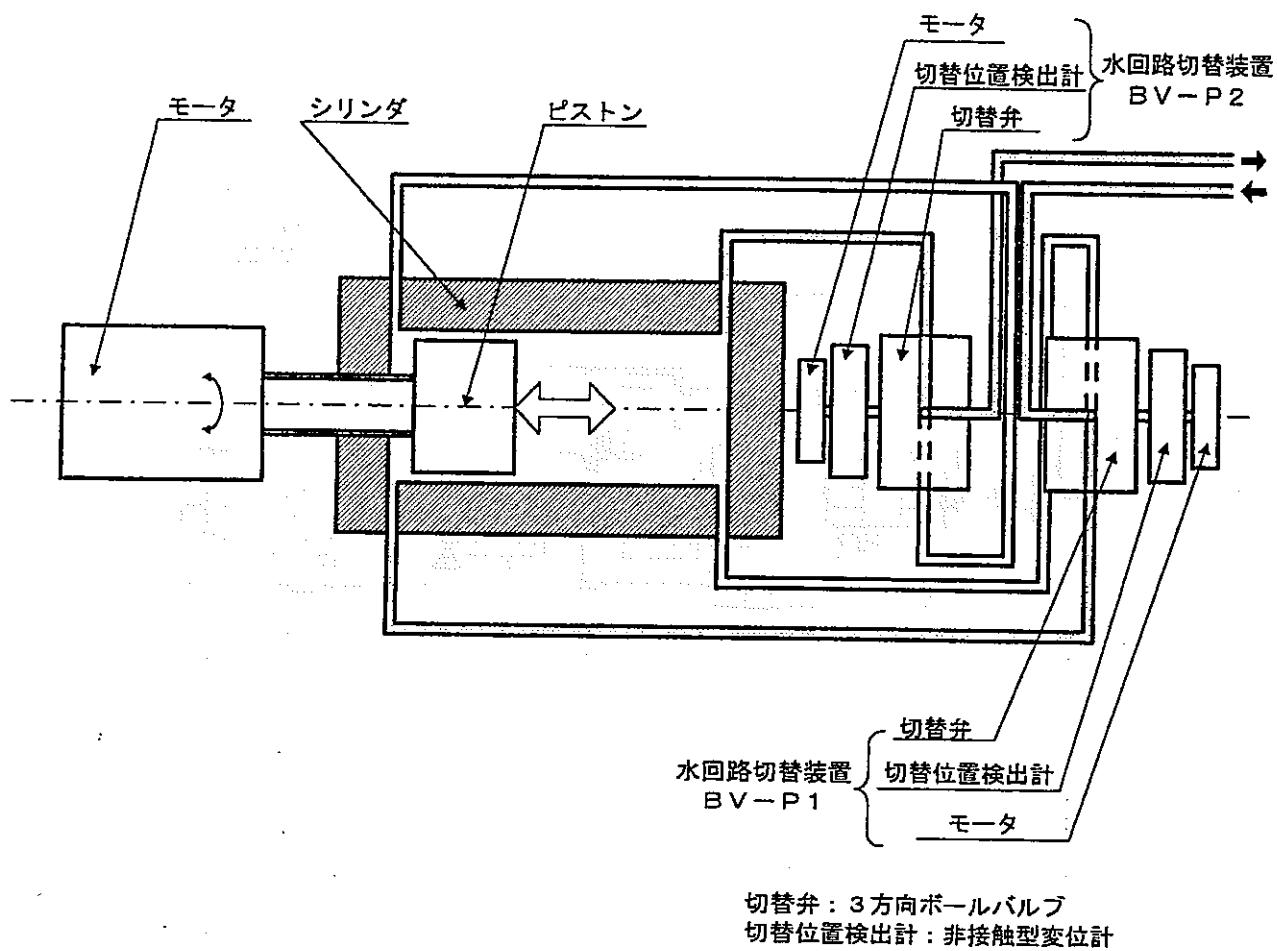


図2-1-17 両方向ポンプの作動原理

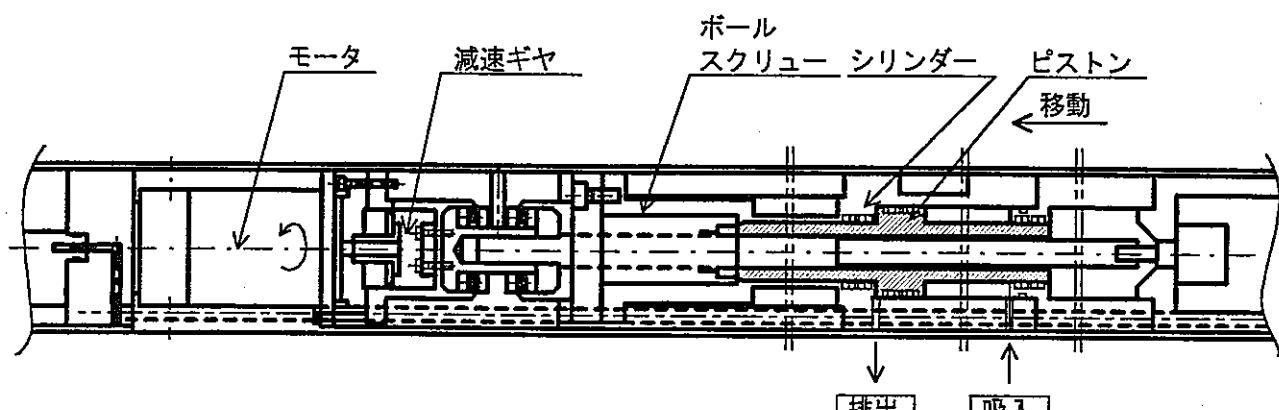
表2-1-8 両方向ポンプとボールバルブの動き

作業ステップ	両方向ポンプ 送水方向	ボールバルブの接続位置		動作の概要
		BV-1	BV-2	
パッカーユニット 上部のノンスピル カブラ部の洗浄	下 向	1 or 2 孔内または 地上から	2 洗浄へ	孔内または地上からノンスピル カブラ部に水を噴射し洗浄する。
パッカーの拡張	下 向	1 or 2 孔内または 地上から	1 パッカーへ	孔内または地上からパッカーへ 送水する。
探水区間の孔内水 の排水	上 向	2 or 3 地上または 孔内へ	3 探水区間から	探水区間から地上または孔内へ 探水区間内の水を排水する。
地層水の採取	停 止	0 閉 塞	3 探水区間から	探水ユニットを作動させて地層 水の採取を行う。
パッカーの収縮	上 向	2 or 3 地上または 孔内へ	1 パッカーから	パッカー内の水を地上または孔 内に排水する。

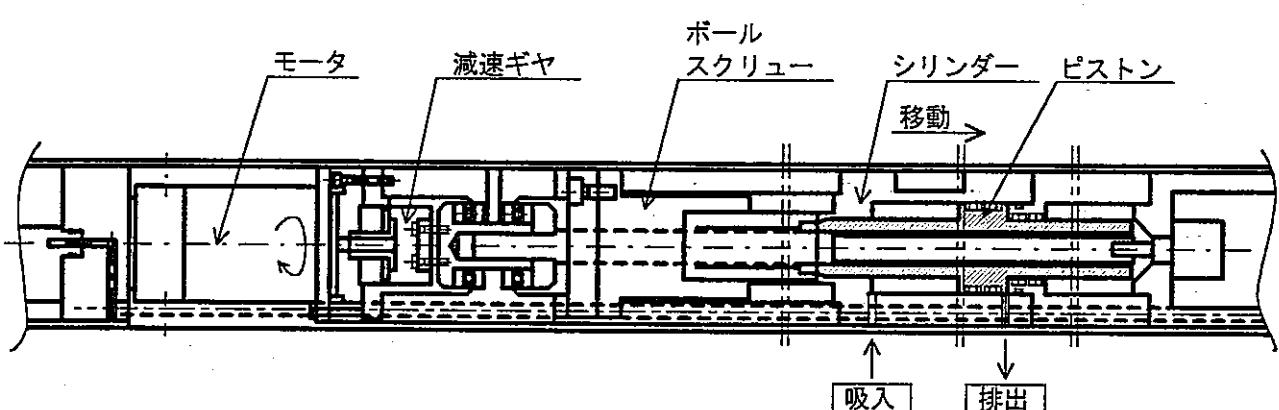
表 2-1-9 両方向ポンプのピストンの動きと水回路切替パターン

送水方向	ピストンの方向	水回路切替位置	
		B V - P 1	B V - P 2
A (孔内へ)	上	1	1
	下	3	3
B (地上へ)	上	3	3
	下	1	1

\* 図 2-1-16 参照



(a) ピストン上昇時状態



(b) ピストン下降時状態

図 2-1-18 両方向ポンプの機構

#### (4) 孔内システム各ユニット共通機構

ここでは、孔内システム各ユニットの機構のうち、それぞれに共通して用いる①複合コネクタ、②水回路切替装置、③電子制御機構について述べる。

##### 1) 複合コネクタ

複合コネクタは、ケーブル先端部と各孔内ユニット間の接続を行う部品である。このコネクタは水回路1本、電源回路2系統4本、通信系電気回路4本を同時に着脱する。

複合コネクタの構造を図2-1-19に示す。

###### a. 水回路の接続

水回路の接続にはノンスピルカプラを使用する。ノンスピルカプラの外形寸法を図2-2-20に、機械的特性等を表2-1-10に示す。このノンスピルカプラは、平頭接合型のカプラで液漏れが少なく、また、着脱が簡単にできる。このカプラ自身には保持機構は備えていないので、結合時の保持力は、ここでは上下に接続される各ユニットの連結部のネジの締め込み力で維持する。

表2-1-10 ノンスピルカプラの機械的特性等

項目	仕様
方式	平頭接合／両端閉合
型式	SPH-04
外径	25.0mm
内径	5/32 inch (約4mm)
通水断面積	約12.5 mm <sup>2</sup>
最大使用圧力	160kgf/cm <sup>2</sup>
漏れの量	0.02ml
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	100~150kgf
着脱力	70kgf/cm <sup>2</sup> の時、約69kgf

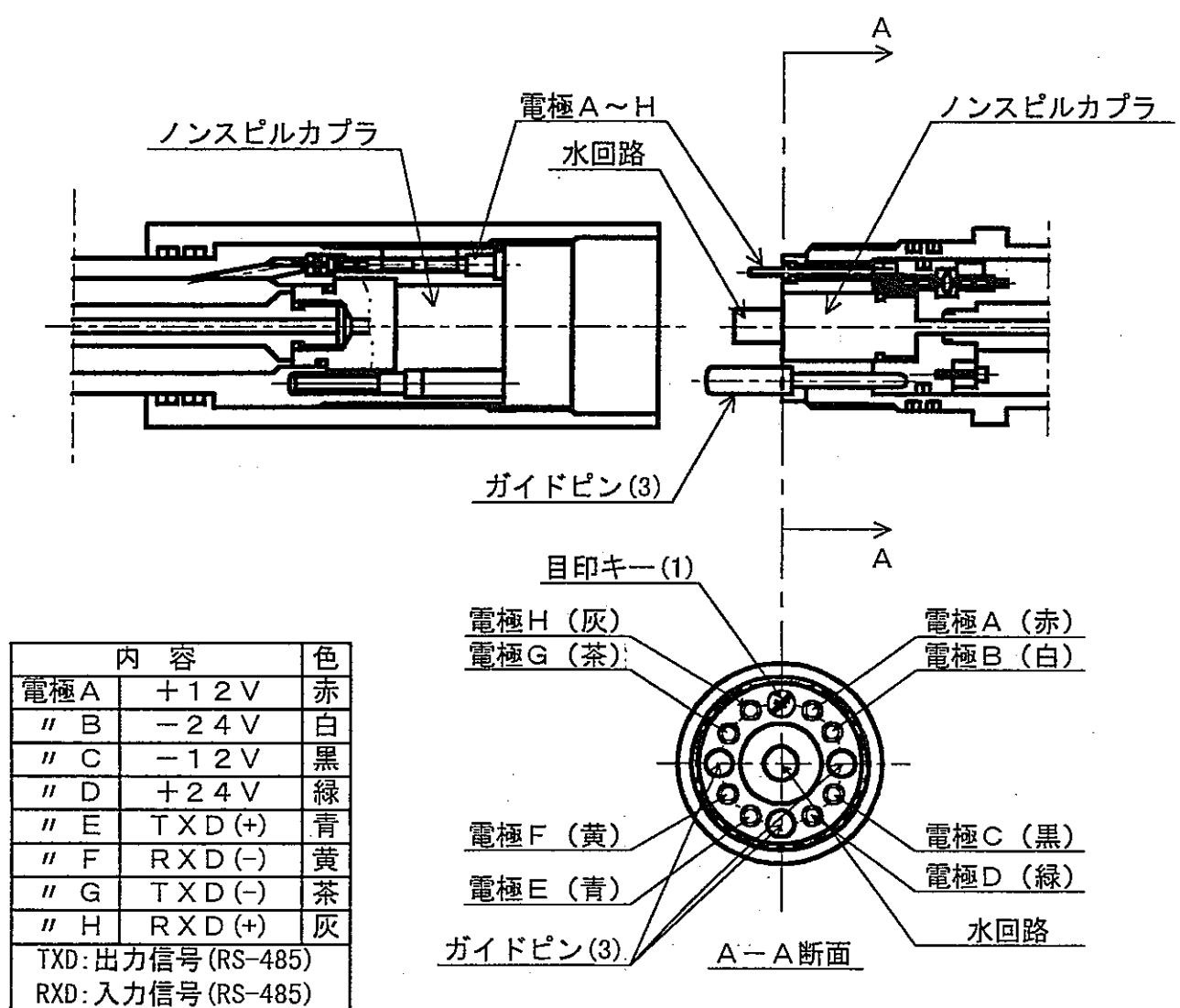


図2-1-19 複合コネクタの構造

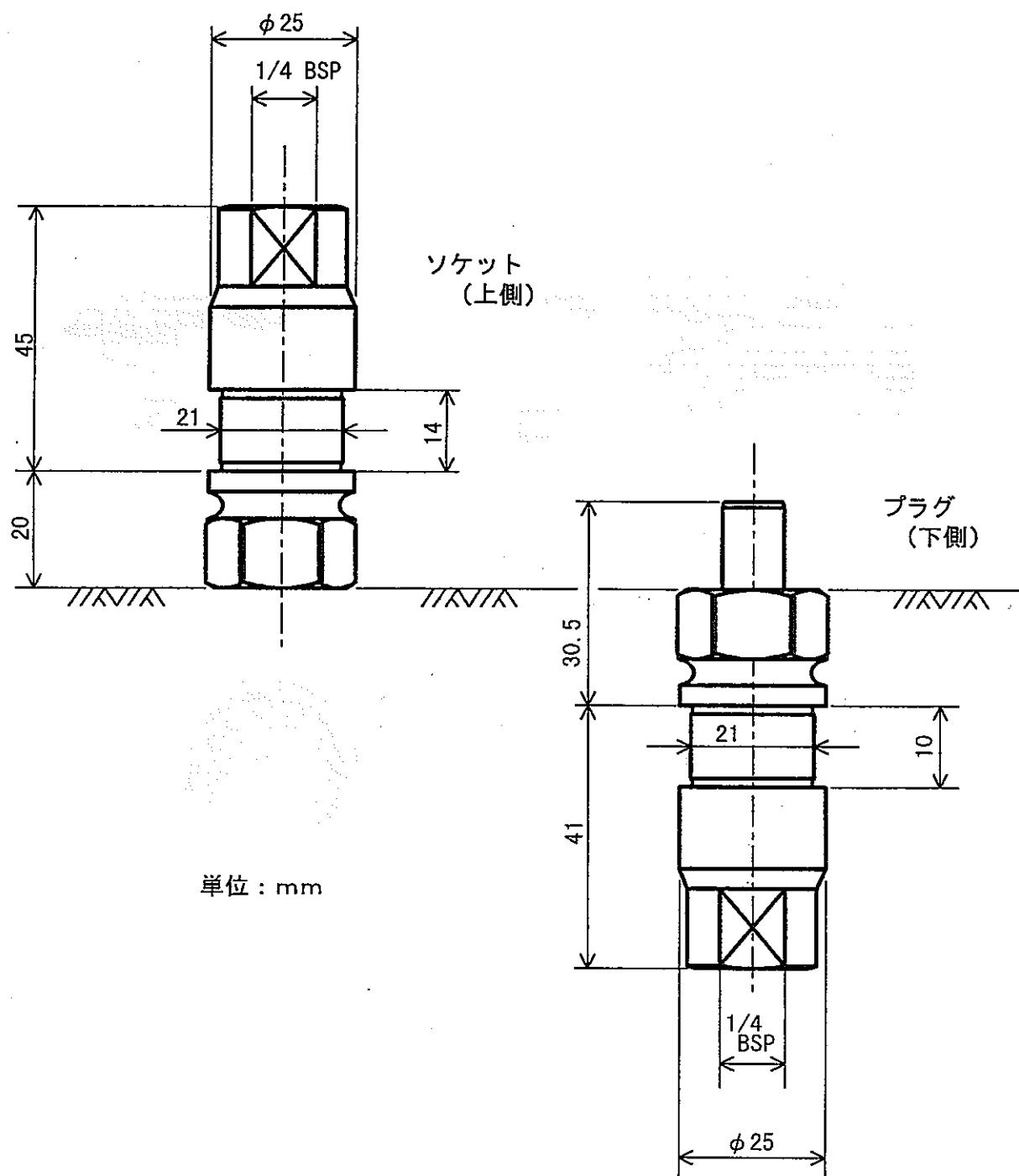


図 2-1-20 ノンスピルカプラの形状

### b. 電気回路の接続

電気回路の接続は、多面接触構造（マルチラムバンド方式）で接触抵抗が少なく、その結果において接触不良を防ぐことができ、さらに耐久性のあるマルチコンタクトピンを選択した。低接触抵抗端子の電気的特性等を表2-1-1に示す。

低接触抵抗端子のマルチラムバンドは、ベリリウム銅で焼き入れがなされており、スプリング特性を持ったコンタクト素子である。

表2-1-1 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	10A
	テスト電圧	2kV
	破壊電圧	5kV
	接触抵抗 接觸抵抗	プラグ 0.6mΩ ソケット 0.8mΩ
	許容温度	-20~+80°C、ただしマルチラム自体の通電可能範囲は-268~+180°C
ソケットの色		赤、白、黒、緑、青、黄、茶、灰

### 2) 水回路切替装置

各孔内ユニット内の水回路切替装置は、モータ駆動方式とした。水回路切替装置に採用する部品を表2-1-12に示す。

表2-1-12 水回路切替装置の部品

名 称	メー カー	型 式	備 考
ボールバルブ	立川機械製作所	—	4方弁、SUS
切替用モータ	マクソン	2322-982	DC24V 6W
切替位置検出器	オムロン	—	非接触型変位計
減速機	マクソン	134188	1/1000回転

- a. 水回路の切替は、回路から3方向に分岐切替ができる4方向ボールバルブを用いる。
- b. このボールバルブは、中心軸を90度回転させる毎に水回路が切り替わる。
- c. ボールバルブの回転にはDC24V、6Wの直流小型モータを用い、減速機を介して回転力を伝達する。
- d. 回転は、1回転型のポテンショメータで監視する。ボールバルブの切替位置検出器は、90度毎の方向が分かる非接触型スイッチを4個使用する。

- e. モータに正回転／逆回転を指示して、所定のポートに切り替える。
- f. 水回路切替のポート配分を表2-1-13に示す。
- g. モータは正回転／逆回転の両方向に駆動ができるので、所定のポートへ近い方向へ回転して到達させることができる。
- h. 減速機は、正回転／逆回転するので、あそびの極力少ない構造のもので、減速比はおよそ1/100程度のマクソンギアを選択する。
- i. この水回路切替装置は、連続採水ユニットの両方向ポンプの部品としても共通である。

表2-1-13 水回路切替装置のポート配分

水回路切替装置		主ポート	分歧側ポート			
収納部位	番号		ポート1	ポート2	ポート3	ポート0
連続採水ユニット	BV-1	ポンプ	孔内取込	地上ホース	孔内排水	常時閉*
結合ユニット	BV-2	ポンプ	パッカー	洗浄	採水	常時閉*

\* 常時閉：閉端プラグで閉栓されている。

## (5) 電子制御機構

孔内システムの電子制御機構の概要を図2-1-21に示す。

孔内システムの各ユニットには、制御機能が組み込まれ、地上部にある制御装置からの指令を受けて、モータ駆動で連続採水やパッカーの加圧・収縮、水回路切替、採水を行うとともに各ユニットでの計測データの転送を行う。

### a. 基板の構成と配置

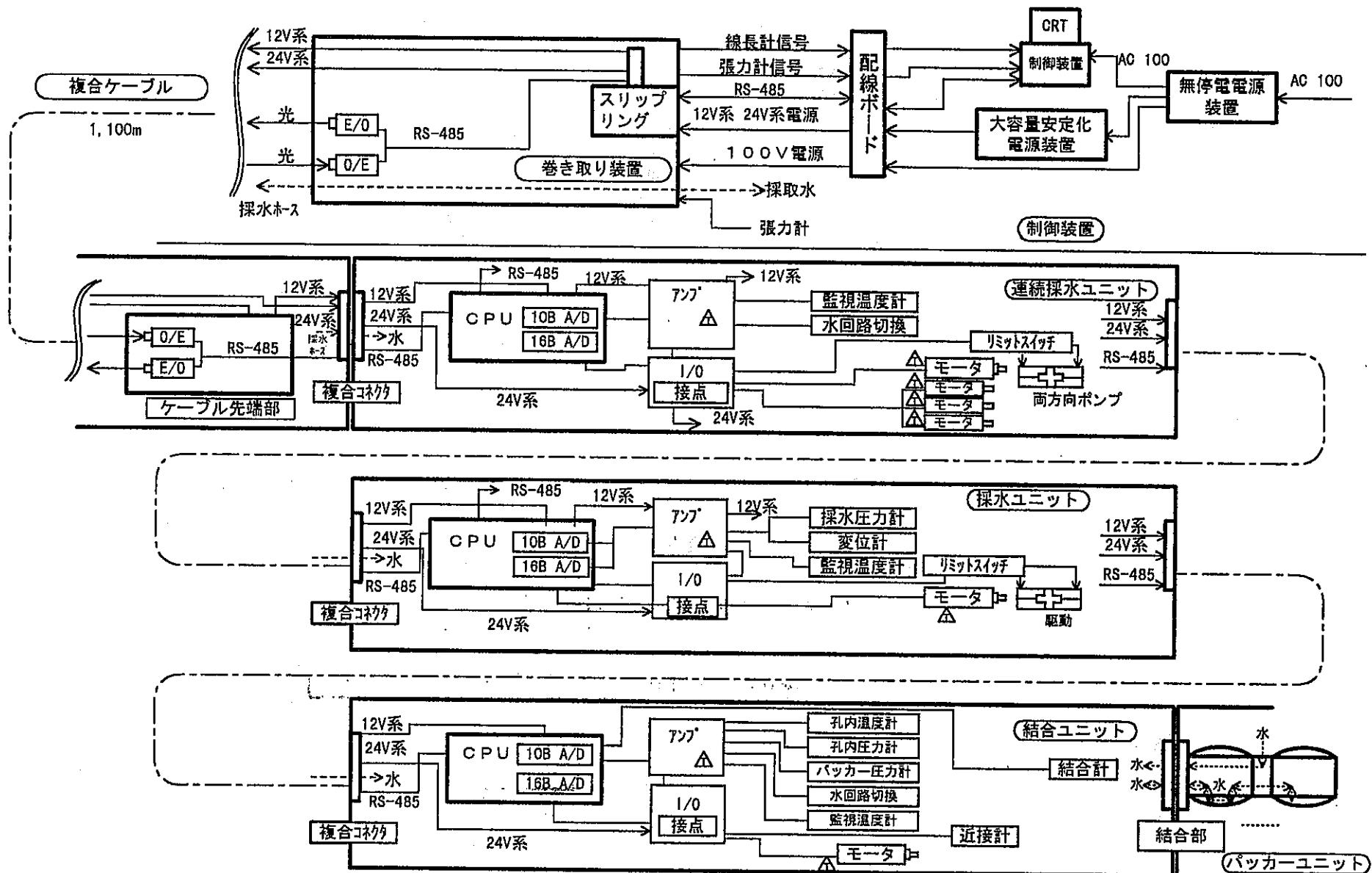
孔内システムの電子制御回路は、各ユニット毎に図2-1-22に示すように制御・アンプ・I/Oの各基板で構成する。

各基板は収納長さを短く抑えるために、メイン及びサブ基板を両側に配置する2枚構成とする。ただし、結合及び採水ユニットのI/O基板はメインのみとする。デジタル・アナログ信号回路構成を表2-1-14に、基板の固定方法を図2-1-23に示す。

表2-1-14 デジタル・アナログ信号回路構成

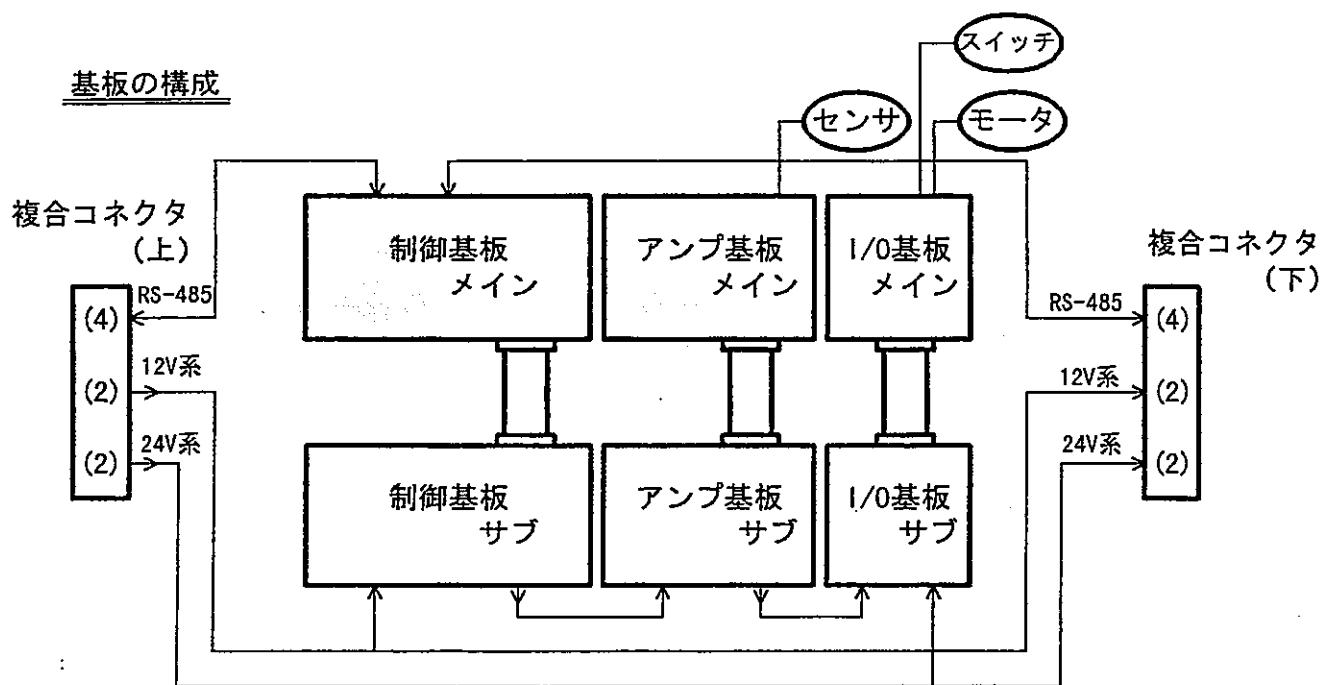
ユニット名	モータ系の制御信号	接点信号	センサー系アナログ信号
連続採水ユニット	両方向ポンプ用モータ [DC24V, 90W] ポンプ水回路切替用 モータ [DC24V, 6W] ポンプ水回路切替用 モータ [DC24V, 6W]	—	水回路切替位置検出(3) [16bit A/D] シリンダー位置検出(1) [16bit A/D]
	水回路切替用モータ [DC24V, 6W]	リミットスイッチ (2)	モータ温度計(4) 機内温度計 (1) 電源電圧計 (2) [10bit A/D]
採水ユニット	採水用モータ [DC24V, 8W]	—	ピストン位置検出(1) 採水圧力計(1) [16bit A/D]
		リミットスイッチ(2)	モータ温度計(1) 機内温度計 (1) 電源電圧計 (2) [10bit A/D]
結合ユニット	水回路切替用モータ [DC24V, 6W]	—	水回路切替位置検出(1) 採水温度計 (1) 採水区間圧力計(1) パッカーパー圧力計(1) [16bit A/D]
		近接計 (2)	結合計(2) モータ温度計(1) 機内温度計 (1) 電源電圧計 (2) [10bit A/D]

( ) : 1セット当たり製作数量

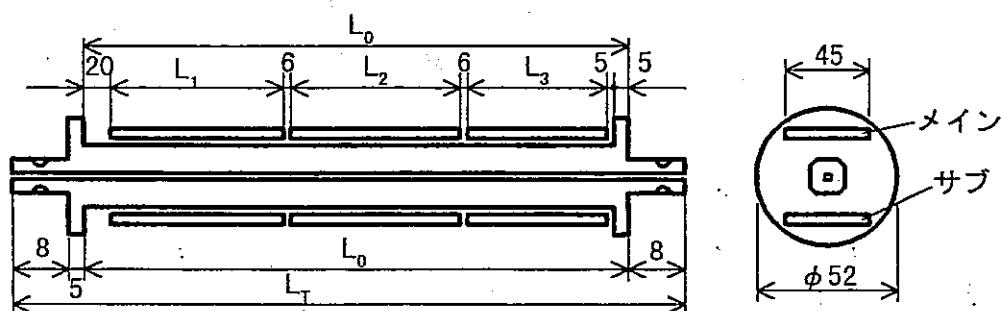


## 図 2-1-21 電子制御機構の概要

### 基板の構成



### 基板の配置

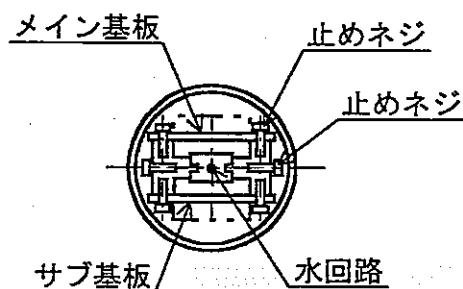
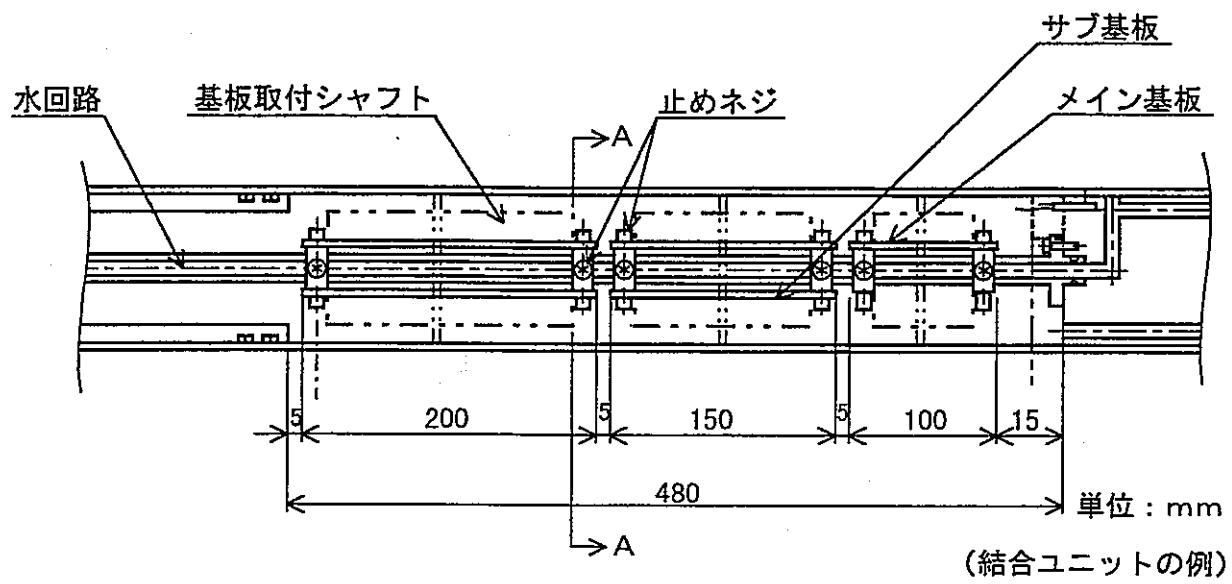


単位 : mm

### 基板の長さ

項目	制御基板 L <sub>1</sub>	アンプ基板 L <sub>2</sub>	I/O基板 L <sub>3</sub>	L <sub>0</sub>	L <sub>T</sub>	
結合ユニット	メイン基板	200	150	100	480	606
	サブ基板	200	150	無し		
採水ユニット	メイン基板	200	100	100	430	556
	サブ基板	200	100	無し		
連続採水ユニット	メイン基板	200	100	150	480	606
	サブ基板	200	100	150		

図 2-1-22 基板の構成と配置



A-A 断面

図 2-1-23 基板の固定方法

## b. 制御基板

孔内システムの制御は、地上の制御装置からの指令により、各ユニットに内蔵される制御基板で行う。孔内システムの制御基板のハードウェアの仕様を表2-1-15に、その主な機能を表2-1-16に示す。

制御基板は、CPUを内蔵した主基板で、各センサーで計測したアナログ値をデジタル値に変換したり、地上部と各ユニット間の通信に用いるRS-485信号に変換する回路などを内蔵している。これらの機能により、地上の制御装置からの指令の受入れと同時に計測データ及びユニット内各装置の作動状態監視データなどの応答メッセージの送信などを行う。また、これらの制御基板は、各ユニットに内蔵している水回路切替装置用、採水容器の駆動用、両方向ポンプ駆動用のモータの制御を行う。

表2-1-15 制御基板のハードウェア仕様

項目		仕様
CPU		H8/534(日立) 8bit
ROM		32 kbyt
RAM		32 kbyt
A/D コンバーター	10 bit	成分数 入力レンジ
		8ch 0~3V
	16 bit	成分数 入力レンジ
		8ch 0~±3V
アナログ入力ポート		16ch
デジタル	出力ポート	成分数 出力
		8ch ISOLATE出力
	入力ポート	成分数 入力
		8ch ISOLATE入力 (接点信号入力・パルス入力カウントは不可)
通信部	成 分 数	
	電気的仕様	
電 源		DC12V 1A
動 作 環 境		0~+70°C

表 2-1-16 制御基板の主な機能

項目		機能
連続採水ユニット	指令メッセージ	プログラム受入／実行 地上の制御装置からこのユニットを作動させるプログラムを受信し、メモリ内に格納する。格納後そのプログラムを実行する。
		地上に連続採水 水回路切替装置 BV-1 を「地上へ」のポートに、結合ユニットの水回路切替装置 BV-2 を「採水」のポートにセットし、両方向ポンプを「上向き」送水に作動させる。
		孔内に連続排水 BV-1 を「孔内へ」のポートに、結合ユニットの BV-2 を「採水」のポートにセットし、両方向ポンプを「上向き」送水に作動させる。
		パッカー拡張 BV-1 を「孔内から」or「地上」のポートに、結合ユニットの BV-2 を「パッカー」のポートにセットし、両方向ポンプを「下向き」送水に作動させる。
		パッカー収縮 BV-1 を「孔内へ」or「地上」のポートに、結合ユニットの BV-2 を「パッカー」のポートにセットし、両方向ポンプを「上向き」送水に作動させる。
		洗浄 BV-1 を「孔内から」or「地上」のポートに、結合ユニットの BV-2 を「洗浄」のポートにセットし、両方向ポンプを「下向き」送水に作動させる。
		データ要求 下記の計測データとモニタ情報を要求する。 BV-1 の接続ポート位置、ポンプ送水量、監視温度（5 点）、アラーム情報（動作異常、電圧異常）
		非常停止 動作を中止し、初期状態に戻す。
応答メッセージ		「データ要求」に対し計測データとモニタ情報を返す。
採水ユニット	指令メッセージ	プログラム受入／実行 地上の制御装置からこのユニットを作動させるプログラムを受信し、メモリ内に格納する。格納後そのプログラムを実行する。
		採水開始 採水シリンダーを進ませ、採水容器に両端針を刺し、採水する。
		採水終了 採水シリンダーを原点復帰、両端針から引抜き、採水を終了する。
		データ要求 下記の計測データとモニタ情報を要求する。 圧力センサー、採水ポンプショーメータ（変位）、リミットスイッチ（ON/OFF）、監視温度（2 点）、アラーム情報（動作異常、電圧異常）
		非常停止 動作を中止し、初期状態に戻す。
		応答メッセージ 「データ要求」に対し計測データとモニタ情報を返す。
結合ユニット	指令メッセージ	プログラム受入／実行 地上の制御装置からこのユニットを作動させるプログラムを受信し、メモリ内に格納する。格納後そのプログラムを実行する。
		水回路切替 連続採水ユニットと連動して水回路切替装置 BV-2 をパッカー／洗浄／採水／閉鎖のいずれかのポートにセットする。
		データ要求 下記の計測データとモニタ情報を要求する。 圧力センサー（2 点）、BV-2 の接続ポート位置、監視温度（3 点）、近接計（ON/OFF）、結合計、アラーム情報（動作異常、電圧異常）
		非常停止 動作を中止し、初期状態に戻す。
		応答メッセージ 「データ要求」に対し計測データとモニタ情報を返す。

### c. アンプ基板

孔内システムの各ユニットには、それぞれの目的に応じたセンサーが内蔵しており、各センサー出力（作動電圧 0～3V）を増幅したり、A／D変換器に入力するために電圧レベルを合わせるためのアンプ（増幅回路）が必要になる。このために、各ユニットのアンプ基板はそれぞれ異なった構成になる。孔内システムのアンプ構成を表2-1-17に、アンプ基板のハードウェア仕様を表2-1-18に示す。アンプ基板には各ユニットの安定した動作を得るために以下の工夫を加える。

- \* 同ユニット内の各基板毎の電源を共通にすると、信号基準電位（グランド電位）差が 16bit 系 A／D 変換器の測定精度に悪影響を与える場合があるので、アンプ回路基板のサブ基板に絶縁型DC／DCコンバータを導入して各基板毎に独立した電源回路を設ける。
- \* リファレンス電圧は、例えば圧力計のブリッジ印加電圧は A／D 変換器のリファレンス電圧と共に用することがレシオメトリック動作のために必要なので、A／D 変換器側から受け入れる。
- \* その際、センサー出力をアンプ基板側で差動入力することによって、グランド電位差の影響を取り除いた。

表 2-1-17 孔内システムのアンプ構成

対応するセンサー類	計測項目	出力
連続採水ユニット	回転式ポテンショメータ	両方向ポンプ作動検出
	非接触型変位計	BV-P1 ポンプ切替位置検出
	"	BV-P2 ポンプ切替位置検出
	"	BV-1 水回路切替位置検出
	監視用温度計	両方向ポンプモータ温度
	"	BV-P1 モータ温度
	"	BV-P2 モータ温度
	"	BV-1 水回路切替モータ温度
	"	ユニット内温度
	監視用電圧計	12V 系電源電圧
採水ユニット	"	24V 系電源電圧
	変位計	採水シリンダー位置検出
	ストレインゲージ式圧力計	採水圧力
	監視用温度計	採水モータ温度
	"	ユニット内温度
結合ユニット	監視用電圧計	12V 系電源電圧
	"	24V 系電源電圧
	非接触型変位計	BV-2 水回路切替位置検出
	白金抵抗線温度計	採水区間温度
	ストレインゲージ式圧力計	採水区間圧力
結合計	"	パッカーワーク
	結合計 1	結合距離
	結合計 2	結合距離
	監視用温度計	BV-2 水回路切替モータ温度
	"	ユニット内温度
	監視用電圧計	12V 系電源電圧
	"	24V 系電源電圧

表 2-1-18 アンプ基板のハードウェア仕様

項目	仕様
入力電圧 (+12V 系)	+9V ~ +15V
動作環境	0 ~ +70°C
保存温度	-40 ~ +100°C
保存および動作時湿度	0 ~ 90%, 結露なし

d. I/O 基板

I/O 基板は、モータ系の制御信号、リミットスイッチ・近接計などの接点信号、温度計・パッカー圧力計・採水区間圧力計・水回路切替位置検出器などのセンサー系アナログ信号の受け渡しを行う。

I/O 基板の仕様を表 2-1-19 に示す。

表 2-1-19 I/O 基板の仕様

項目		仕様
接点入力		8ch
モータ制御	成分数	4ch (1chにつき出力ポート2ch使用)
	動作	正転、逆転、停止
	連続採水ユニット	4ch 24V 5A max
	採水ユニット	2~4ch 24V 1A max
	結合ユニット	2~4ch 24V 1A max
電源		制御基板 TTL 信号により作動
動作環境		0 ~ +70°C

## 2.2 中継部

中継部はケーシングシステム、および複合ケーブルシステムで構成される。

### 2.2.1 ケーシングシステム

ケーシングシステムはその主要部分である(1)ケーシングパイプと、(2)これを地表で固定保持するケーシングホルダおよび(3)ケーシングパイプを吊るホイステイングスイベルからなる。ケーシングシステムの構成を図2-2-1に、構成と主な機能を表2-2-1に、主な仕様を表2-2-2に示す。

表2-2-1 ケーシングシステムの構成と主な機能

構成	主な機能
ケーシングパイプ	パッカーシステムの挿入・保持・引き上げの中継を行う。また、孔内システムが昇降する際のガイドとなり、試錐孔壁との接触から保護する。
ケーシングホルダ	パッカーシステム／ケーシングパイプの挿入・引き上げ時にケーシングパイプを接続または切り離しを行うが、その際にそれらの重量を保持する。保持解除を容易にして作業性を高めている。
ホイステイングスイベル	パッカーシステム／ケーシングパイプの挿入・引き上げ時にこれらをワインチのワイヤ等と接続し、昇降させる。

表2-2-2 ケーシングシステムの主な仕様

装置名称	仕様	
ケーシングパイプ	長さ	3,000mm×330本
	×	2,000mm×2本
	本数	1,000mm×2本
		500mm×2本
	外径	69.9mm
	内径	60.3mm
	耐力	22ton(ネジ部)
ケーシングホルダ	材質	ステンレス鋼(SUS329)
	重量	8.1kg/m
	保持力	12ton
ホイステイングスイベル	保持解除	足踏ペタル
	重量	約200kg
ホイステイングスイベル	吊荷重	15ton
	重量	20kg

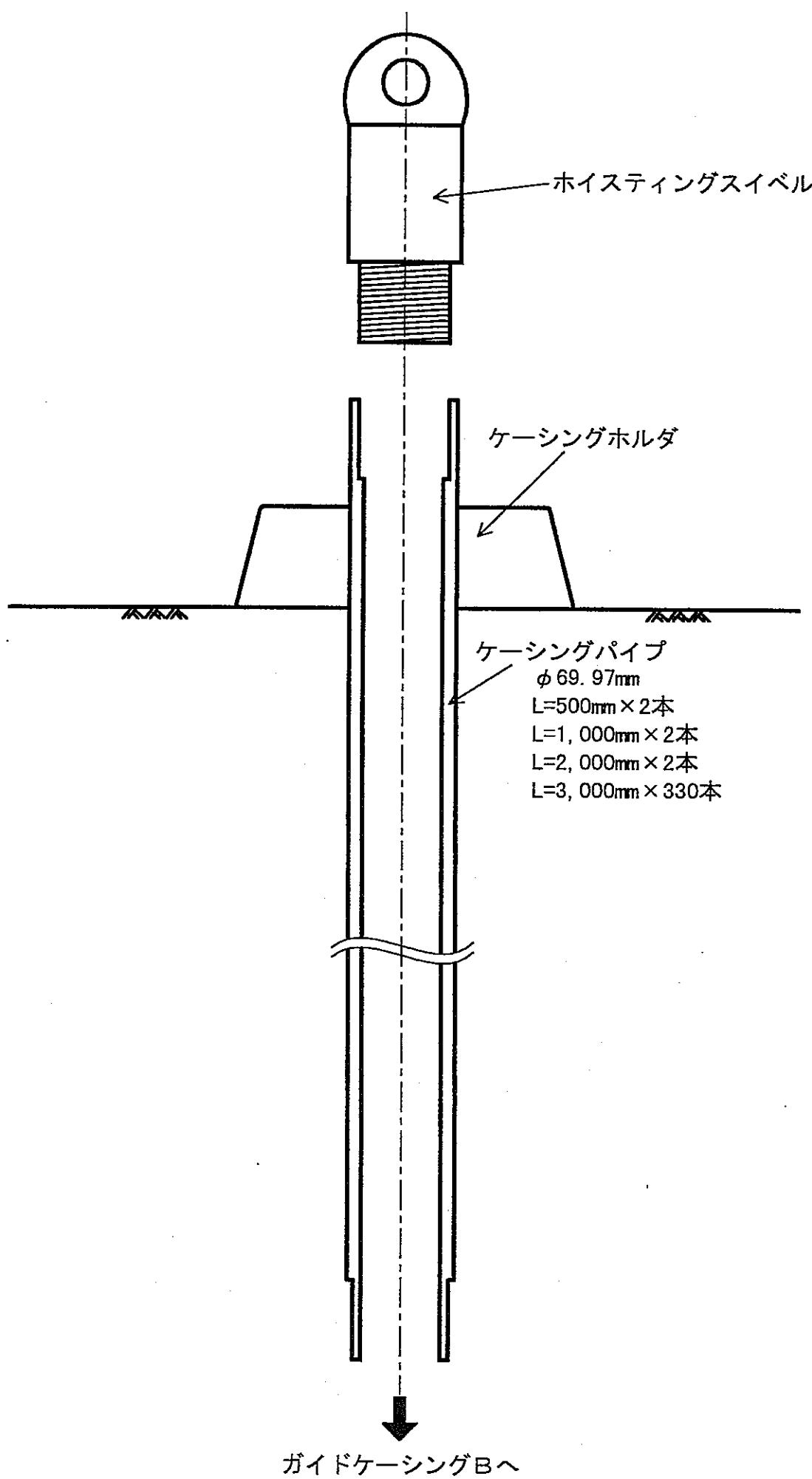


図 2-2-1 ケーシングシステムの構成

### (1) ケーシングパイプ

ケーシングパイプはその下端にパッカーシステムを接続し、これを試錐孔内の任意の深度まで挿入・保持し、採水作業終了後これの引上げを行う。また、その内部に降ろす孔内システムの挿入・保持・引上げを行う際のガイド、および保護管となる。ケーシングパイプの構造を図2-2-2に示す。同図には、運搬・保管時に使用するネジ部の保護キャップも示している。

- a. ケーシングパイプの材質は、加工性および耐環境性を考慮してステンレス鋼(SUS329)とした。
- b. ケーシングパイプのネジ部は、カップリングなしで接続するフラッシュジョイント型で、ネジの規格は使用実績を考慮してNQサイズの規格とした。
- c. ケーシングパイプは、パッカーシステムの重量、孔内システムの重量、複合ケーブルの一部の重量、さらにケーシングパイプの自重の合計約8,000kgに耐えられる構造とし、ネジ部では抑留時の強制引抜きの可能性も考慮して、約22tonの破断強度を確保する。

### (2) ケーシングホルダ

ケーシングホルダはケーシングパイプの挿入・引上げ時にケーシングパイプを支える器具である。すなわち、ケーシングパイプを接続、または切り離しを行う際に、その重量と先端に取り付けるパッカーシステムの重量および孔内システムが結合する場合には、この重量の合計を支える保持能力を必要とする。ケーシングパイプに働くこれらの全重量は、約8,000kgとなるので、保持力は約1.5倍の12tonとする。

このケーシングホルダの保持機構は、薄肉のケーシングパイプの変形を軽減するために、3点支持型とする。なお、このケーシングホルダの重量は約200kgとなる。

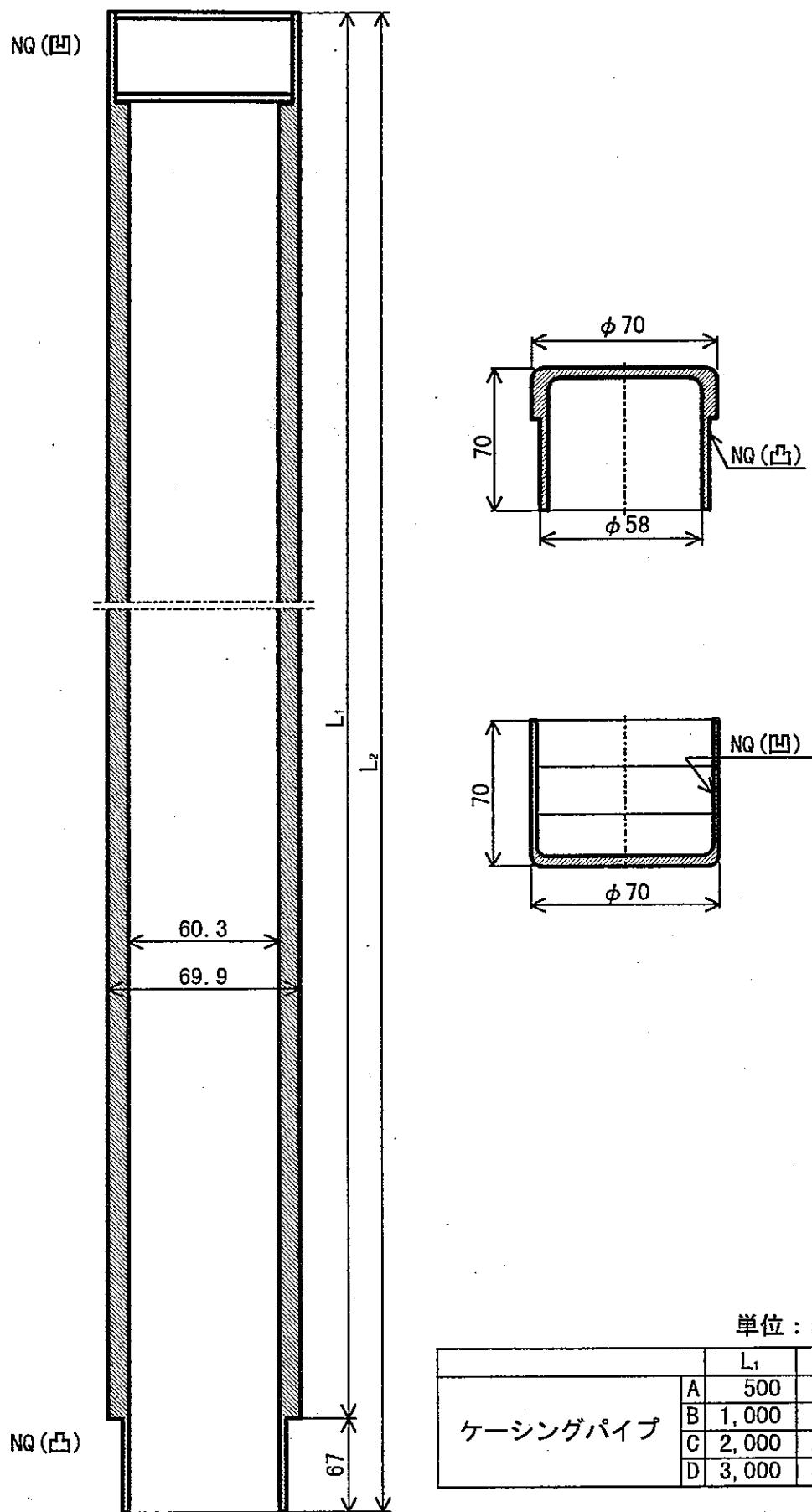
このケーシングホルダの構造を図2-2-3に示す。

### (3) ホイスティングスイベル

ホイスティングスイベルは、ケーシングパイプとパッカーシステムを孔内に挿入またはこれから引上げる際に、ケーシングパイプをワインチのワイヤ等と接続し、これらを昇降させる接続器具である。

ホイスティングスイベルに働く孔内部の全重量は、前述のとおり約8,000kgであるが、抑留時の強制的な引上げの可能性も考慮して保持力は15tonとする。なお、このホイスティングスイベルの重量は約20kgとなる。

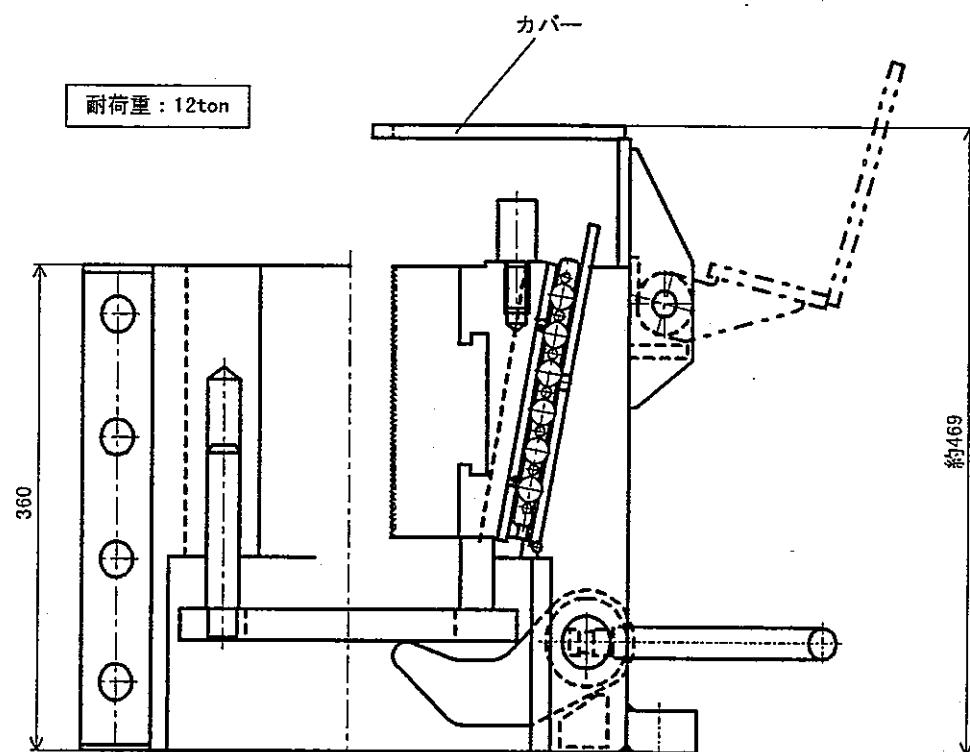
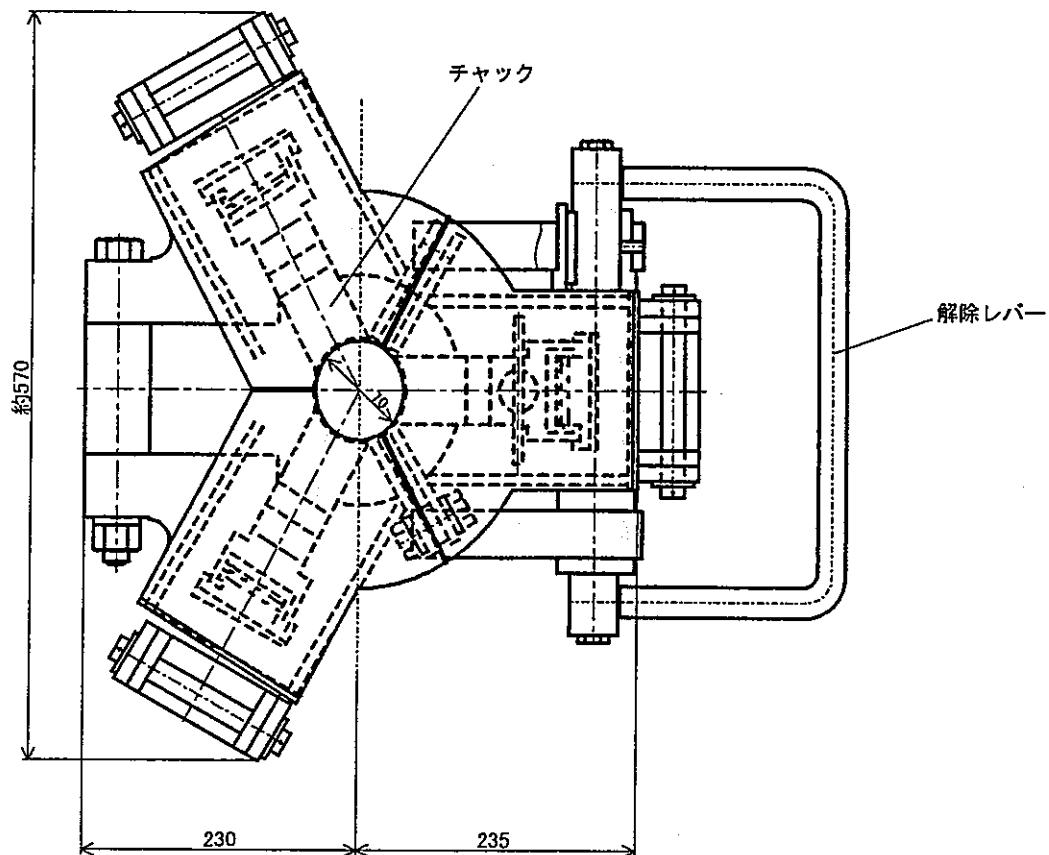
このホイスティングスイベルの構造を図2-2-4に示す。



単位: mm

	$L_1$	$L_2$
A	500	567
B	1,000	1,067
C	2,000	2,067
D	3,000	3,067

図 2-2-2 ケーシングパイプの構造



側面断面図

図 2-2-3 ケーシングホルダの構造

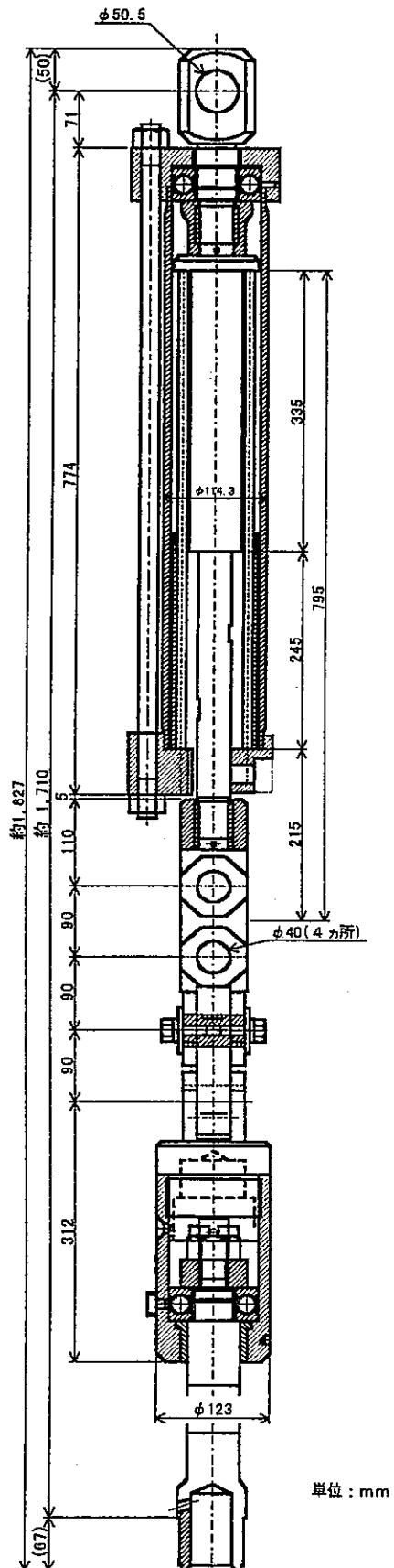


図2-2-4 ホイスティングスイベルの構造

## 2.2.2 複合ケーブルシステム

複合ケーブルシステムは複合ケーブルと巻き取り装置および専用シーブからなる。複合ケーブルシステムの構成を図2-2-5に、構成と主な機能を表2-2-3に、主な仕様を表2-2-4に示す。

表2-2-3 複合ケーブルシステムの構成と主な機能

構 成		機 能
複合ケーブル	巻き取り装置	内蔵された直流モータを用いて、複合ケーブルの巻き取り、送り出しを行って孔内システムの昇降を行う。運転は手動・自動切替が可能である。
	採水ホース	ステンレス製ホースで採水区間の孔内水を地上へ中継する。
	電気ケーブル A	孔内システムの両方向ポンプ、水回路切替装置などのモータ駆動用の電源(24V)を電源装置から中継する。
	電気ケーブル B	孔内システムの計測用および監視用の各センサーやアンプの電源(12V)を電源装置から中継する。
	光ファイバケーブル	制御装置からの制御信号や孔内システムの各センサーからのデータ等を中継する。
	抗張力体	所定の引張力を確保する。
	外部被覆	ケーブルを外傷から保護する。
専用シーブ	ケーブル先端部	ケーブル先端において抗張力体を固定するとともに、光／電気信号の相互交換を行う。
	主シーブ	複合ケーブルに吊り下げられた孔内システムをケーシングパイプ内に挿入し降下させる際に、これをケーシングパイプ中心に降ろすための複合ケーブルの案内輪である。
	反転シーブ	巻き取り装置からほぼ水平に送り出された複合ケーブルをほぼ鉛直に立ち上げて主シーブへガイドする案内輪である。
反転シーブ台	反転シーブを取り付け、保持する。	
	反転シーブ台	巻き取り装置から送り出される複合ケーブルをほぼ水平に保つように高さ90mm程度、傾き15°程度の調整を可能にしている。

### (1) 複合ケーブル

複合ケーブルは採水ホース、電気ケーブルと光ファイバケーブル及び抗張力体からなり、これらを押え巻きテープと被覆材により1本に複合化している。先端には孔内システムに接合するための光／電気変換基板を内蔵したケーブル先端部を取り付ける。

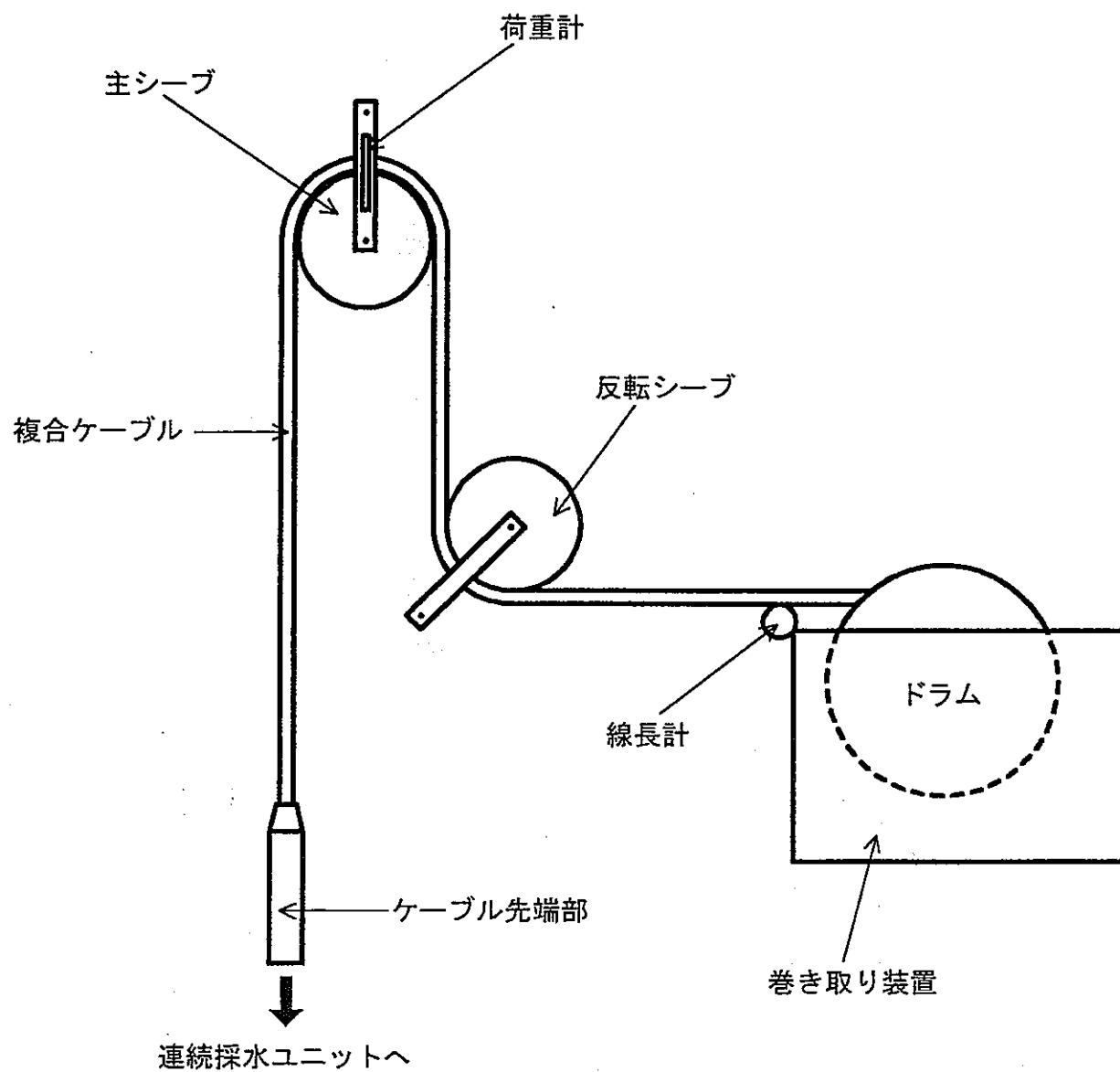


図 2-2-5 複合ケーブルシステムの構成

表 2-2-4 複合ケーブルシステムの主な仕様

装置名称		仕 様	
複合ケーブル巻き取り装置	巻き取り装置	外 形 寸 法	幅 1.8m 奥行 2.3m 高さ 1.7m
		材 質	普通鋼材 (S S)
		重 量	約 3,000kg (ケーブル重量含まず)
		巻取り量	1,140m (22.8mm ケーブル)
		制 御	S C R 制御 サイリスタ、速度一定制御
			電動機 DCモータ 7.5kW-200V
			運転性能 0.3~27m/min
		保護構造	防雨形 (JIS C 0920)
		作動環境	大気温度 -5~+40°C
			湿度 0~90%
			振動衝撃性 自動車 (トラック) に搭載して、通常の輸送に十分耐える。
		そ の 他	
		フォークリフト用溝、吊りフック、外部固定用アンカーボルト穴あり	
複合ケーブル	複合ケーブル	外 径	22.8mm
		長 さ	1,100m
		ケーブル耐力	約 2.3ton
		機械的特性	破断張力 約 4,500kgf
			許容張力 約 790kgf
			最小曲げ半径 400mm
		重 量	空中 約 595kg/km
			水中 約 191kg/km
		光ファイバ ケーブル	光損失 2.59db/km (0.85 μ m)
			伝送帯域 1100MHz·km (0.85 μ m)
		電気ケーブル	電気 ケーブル A (モータ用) 導体抵抗 9.11Ω/km/本
			電気 ケーブル B (制御・通信用) 耐電圧 AC 1,000V に 1 分間
			絶縁抵抗 27,000MΩ·km (20°C)
			探水ホース 外径 4.00mm, ステンレス鋼
		抗張力体	アラミド繊維
		被覆材	ナイロン (青)
ケーブル先端部	ケーブル先端部	本 体	外 径 55mm (一部除く)
			長 さ 約 1.3m
			材 質 ステンレス鋼 (SUS304)
		モジュール	R S - 4 8 5
		変換部	光/電気変換モジュール内蔵
		重量 (空中)	約 30 kg
専用シーブ	主シーブ	外 径	890mm
		長 さ	1,420mm
	反転シーブ	外 径	890mm
		長 さ	1,320mm
	反転シーブ台	外 形 寸 法	幅 600mm
			長さ 900mm
			高さ 800mm

1) 複合ケーブルの構成および構造  
複合ケーブルの断面構造を図 2-2-6 に、その諸元を表 2-2-3、表 2-  
2-5 に示す。

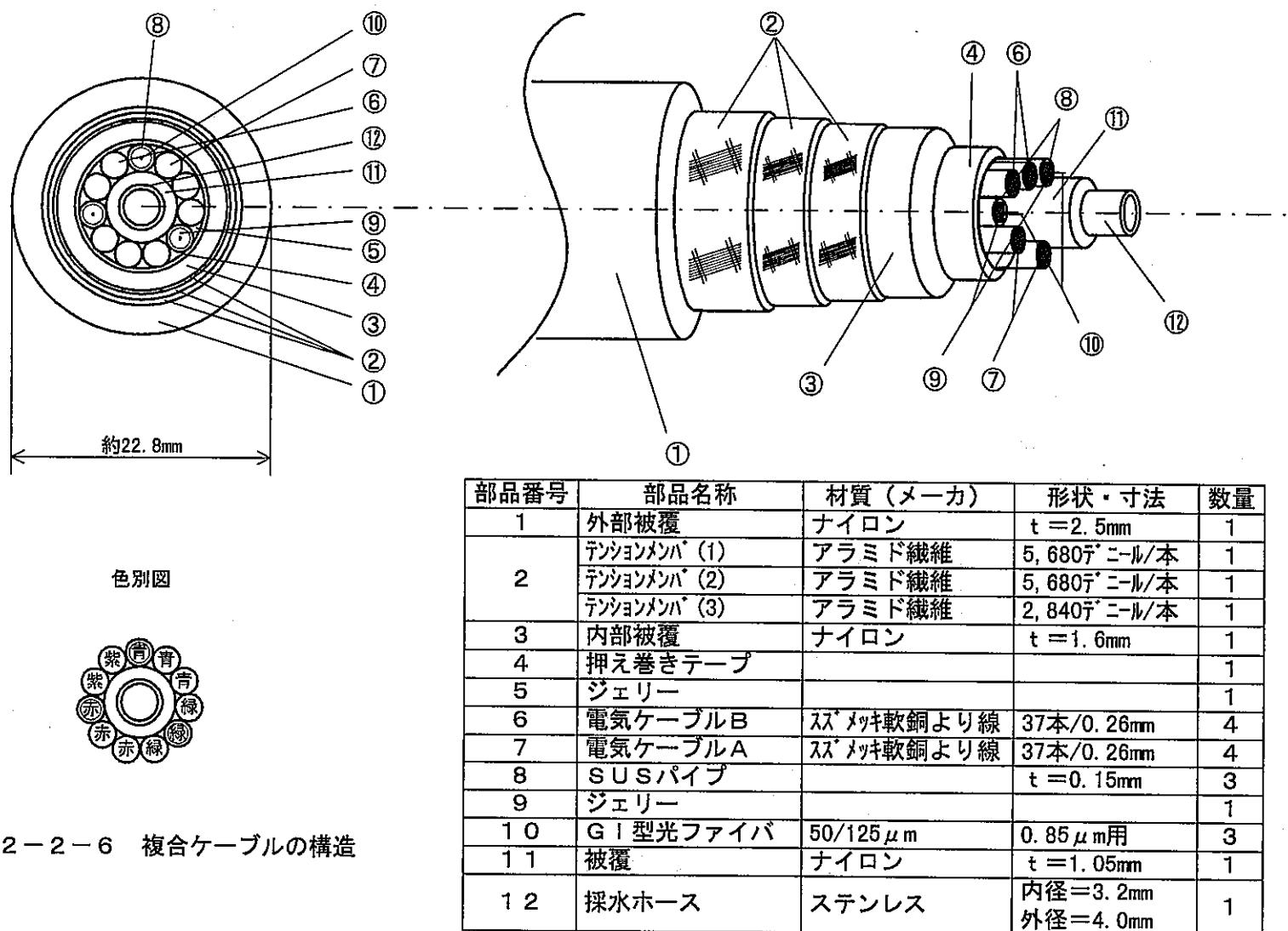


図 2-2-6 複合ケーブルの構造

表2-2-5 複合ケーブルの諸元

項目		材質	寸法諸元		備考	
探水ホース	探水ホース	ステンレス	内径	3.18mm	常圧: 200kgf/cm <sup>2</sup>	
			外径	4.0mm		
			最大常用圧力	200kgf/cm <sup>2</sup>		
			試験圧力	270kgf/cm <sup>2</sup>		
			最小曲げ半径	40mm		
			パイプ重量	36g/m		
			流体温度	-40°C ~ +100°C		
			推奨 雰囲気温度	-40°C ~ +80°C		
	被覆	ナイロン	外径	約 6.23mm	色: 黒	
電気ケーブル A × 4	導体	スズメッキ銅	構成	37本 / 0.26mm	軟銅より線	
	絶縁体		外径	約 1.8mm		
	導体	フッ素樹脂	厚さ	0.3mm	色: 白, 緑	
	絶縁体		外径	約 2.4mm		
電気ケーブル B × 4	導体	スズメッキ銅	構成	37本 / 0.26mm	軟銅より線	
	絶縁体		外径	約 1.8mm		
	導体	フッ素樹脂	厚さ	0.3mm	色: 赤, 黒	
	絶縁体		外径	約 2.4mm		
光ファイバーケーブル × 3	G I型 ファイバ	石英ガラス/ シリコン/テフロン	構成	50 / 125 μm	0.85 μm用	
	被覆(1)	PFA樹脂	外径	0.7mm	色: 緑, 赤, 青	
	被覆(2)	ステンレス管	厚さ	0.15mm	ジェリー充填	
	被覆(3)		外径	約 1.8mm		
	被覆(3)	ナイロン	厚さ	約 0.3mm	色: 自然色	
	被覆(3)	ナイロン	外径	2.4mm		
	集合構成		中心	1P		
押え巻きテープ		ナイロン	1層	4A+4B+3F		
内部被覆			構成	横巻き	ジェリー充填 色: 黒	
抗張力体(1)		アラミド繊維	厚さ	約 1.6mm		
抗張力体(1)			外径	15.0mm	2,840 テニール/本	
押え巻きテープ		アラミド繊維	構成	約 28 本		
抗張力体(2)			外径	約 15.6mm	5,680 テニール/本	
押え巻きテープ		アラミド繊維	構成	約 22 本		
抗張力体(3)			外径	約 16.6mm		
押え巻きテープ		アラミド繊維	構成	約 24 本	5,680 テニール/本	
外部被覆			外径	約 17.6mm		
仕上がり外径		ナイロン	構成	横巻き	色: 青	
概算重量			厚さ	約 2.5mm		
		—	外径	22.8mm		
			空中	595 kg/km		
			水中	191 kg/km		

## 2) 採水ホース

採水ホースは、その内部洗浄を容易に出来る構造で、かつ採水したり、送り込む水の水質に影響を与えないようにステンレス鋼製のホースを採用する。

## 3) 電気ケーブル

電気ケーブルは、使用可能な温度範囲を $-20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 程度として選択する。このために絶縁体はフッ素樹脂(ETFE)を用いたハイフロン電気ケーブル(EFN-2)とする。

この電気ケーブルは、耐熱性や耐寒性に優れ、電気的・機械的に極めて良好な特性を持ち、最高温度 $150^{\circ}\text{C}$ まで連続使用が可能である。

電気ケーブルは、電気ケーブルA及び電気ケーブルBとも2本を対にして複合ケーブル中央の採水パイプ外周に添わせて2組ずつ配置する。このケーブルは、A, Bいずれも外径 $2.4\text{mm}$ とする。電気ケーブルAは白色と緑色、電気ケーブルBは赤色と黒色に色分けする。

## 4) 光ファイバケーブル

光ファイバケーブルは、G I(グレーテッドインデックス)石英光ファイバ(G · 50/125 · 3002 · PFA)とし、本装置の仕様に適合するように加工した。光ファイバケーブルの構造を以下に示す。

- a. 光ファイバのコア径は約 $50\mu\text{m}$ 、その外側にクラッドと称する外被があり、外被までの外径は $125\mu\text{m}$ で、またその周りにPFA樹脂(パーフルオロアルコキシ)で被覆する。
- b. さらに、電気ケーブルとの擦り合わせ構造に耐えるようにステンレス管(厚さ $0.15\text{mm}$ )で被覆保護する。ここまで外径は約 $1.8\text{mm}$ となる。
- c. さらにその外側をナイロンで被覆加工し、外径 $2.4\text{mm}$ に仕上げる。
- d. 水侵入防止のために、ステンレス管とPFA樹脂の間にジェリーを充填する。
- e. 各ファイバはそれぞれの識別のために緑、赤、青と色分けする。

## 5) ケーブル外装

### a. 押え巻きテープ

押え巻きテープは自己粘着性のテープで、一定の力で巻き付けることによりゴム状になる。

この押え巻きテープを巻くことにより、採水ホースを中心にその外周に添わせて電気ケーブルA・Bおよび光ファイバケーブルを1本に複合化させる。

また、抗張力体であるアラミド繊維を3層に巻き込む際の各層毎の抑えとしても使用する。

b. 内部被覆（ナイロン／ジェリー充填）

採水ホース、電気ケーブルA・B、光ファイバケーブルを集合構成され押え巻きテープにて1本に複合化されたケーブルを、ジェリーを充填しながら外側をナイロンにて被覆加工（厚さ約1.6mm）外径15.0mmに仕上げる。

これらは万一、最外層の被覆が破れても、内部配線まで影響を及ぼさないための被覆である。

c. 抗張力体

複合ケーブルの抗張力体にはアラミド繊維を採用する。複合ケーブルの技術仕様上の破断強度 2000kgf 以上を確保するために3層構造とする。このアラミド繊維3層による破断強度は約 5,280kgf である。しかし、ケーブル引留め部分では、加工時にアラミド繊維へ被覆樹脂が含浸するために 45% 程度に強度低下することから、実際の破断強度は約 2,380kgf となる。これに光ファイバの許容伸び率などから決まる安全率 0.3 を乗じて、この複合ケーブルの許容張力を約 790kgf 程度とする。

d. 外部被覆（ナイロン）

内部被覆された複合ケーブル及び抗張力体の外側をナイロンにて被覆加工（厚さ約2.5mm）し、外径約22.8mmに仕上げる。これは、ケーブル及び抗張力体を外傷から保護するためのものである。

e. 仕上げ外径

外部被覆までの仕上げ外径は22.8mmとなる。従って、複合ケーブルの収納最小曲げ半径をケーブル直径の15倍以上とするためには、巻き取り装置のドラム径および孔口に設置する主シープと反転シープの半径は342mm以上とする必要がある。

#### f. ケーブル先端部

ケーブル先端部には、複合ケーブルの引留め部と電気および光を相互に変換する光／電気変換基板を内蔵する。ケーブル先端部の回路構成を図2-2-7に示す。また、ケーブル先端部の構造を図2-2-8に示す。ケーブル先端部の構造を以下に示す。

- ① ケーブル先端部の外径は、孔内システムの最大外径 57mm より少し細く、55mm とする。ただし、下端部の孔内システムとの接合部分では、孔内システムの外径にすり合わせるために外径 57mm とする。
- ② ケーブル先端部での複合ケーブル引留め加工は、抗張力体であるアラミド繊維をエポキシ系接着剤で固定する。
- ③ 水密処理として、ウレタンープラスチック、金属筐体－プラスチック、プラスチック－プラスチックの各境界部分はテープ処理とする。
- ④ これらは万一、最外層の被覆が破れても、各境界部分のテープの水密で止まる構造で、金属筐体同士の接合面はOリングによる水密機構とする。
- ⑤ 光ファイバの端末部は、FCコネクタ付き光ファイバの機械研磨取り付けの際に必要な長さを確保するために、約300mm～約500mm程度とステンレス管を取り除く。
- ⑥ 光送受信モジュール基板のデジタル信号伝送速度は、DC～20Mbps程度とし、外形は長さ17.4342mm、幅12.0mm、高さ8.5mmの小型で短波長仕様の光デジタルリンク(TOED100/TORX100)とする。
- ⑦ 光コネクタは、上記の光デジタルリンクに合うマルチモード用のFCプラグ(SAP-5)とする。
- ⑧ 光コネクタアダプタは、上記の光コネクタに合うマルチモード用のアダプタ(SAA-2)とする。

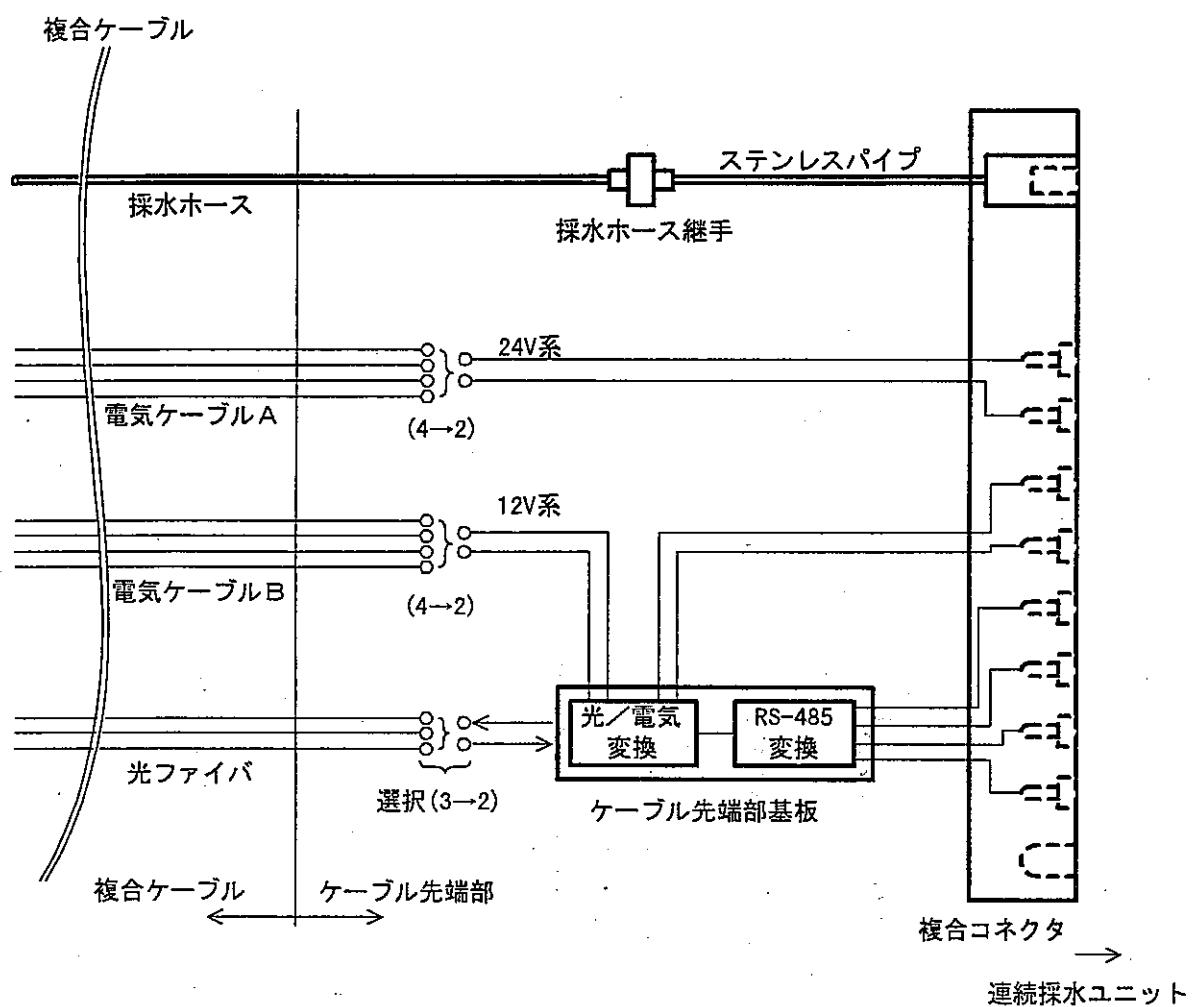
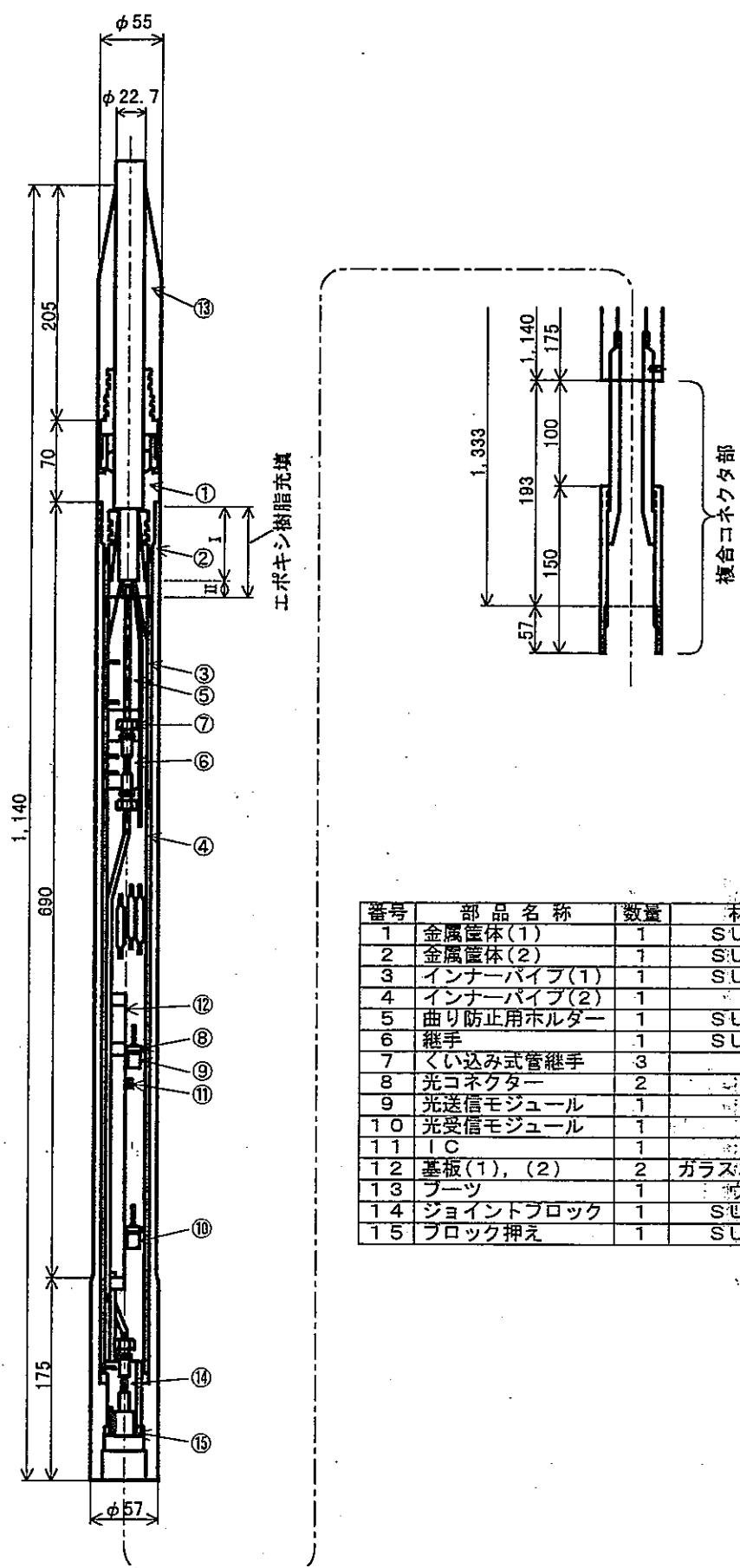


図2-2-7 ケーブル先端部の回路構成



番号	部品名称	数量	材質
1	金属管体(1)	1	SUS304
2	金属管体(2)	1	SUS304
3	インナーバイプ(1)	1	SUS304
4	インナーバイプ(2)	1	
5	曲り防止用ホルダー	1	SUS304
6	継手	1	SUS304
7	くい込み式管継手	3	
8	光コネクター	2	
9	光送信モジュール	1	
10	光受信モジュール	1	
11	IC	1	
12	基板(1), (2)	2	ガラスエポキシ樹脂
13	ブーツ	1	ウレタン
14	ジョイントプロック	1	SUS304
15	プロック押え	1	SUS304

図2-2-8 ケーブル先端部の構造

## (2) 巻き取り装置

巻き取り装置は、内蔵された直流モータを用いて、複合ケーブルの巻取、送出しを行って孔内システムの昇降を行う。運転は手動・自動切替が可能である。

巻取りドラム内部には、制御装置と孔内システムが複合ケーブルを通じて行う光通信の信号を電気信号と変換する光／電気変換基板を内蔵している。ここで変換した電気信号は、スリップリングを介して制御装置へ送信または制御装置からこれを介して受信する。

巻き取り装置の諸元を表2-2-6に、組立図を図2-2-9に示す。また、回路構成を図2-2-10に示す。

表2-2-6 巻き取り装置の諸元

項目		機能・仕様
制御	SCR制御	サイリスタ、速度一定制御
	電動機	DCモータ 7.5kW-200V
	運転性能	0.3~27m/min
寸法	幅：1.8m 長さ：2.3m 高さ：1.7m	フォークリフト用溝あり 吊りフック付 外部固定用アンカーボルト穴あり
重量	約3.0ton	
保護構造	防雨形	(JIS C 0920)
作動環境	大気温度 湿度 振動衝撃性	-5~+40°C 0~90% 自動車（トラック）に搭載して通常の輸送に十分耐える。

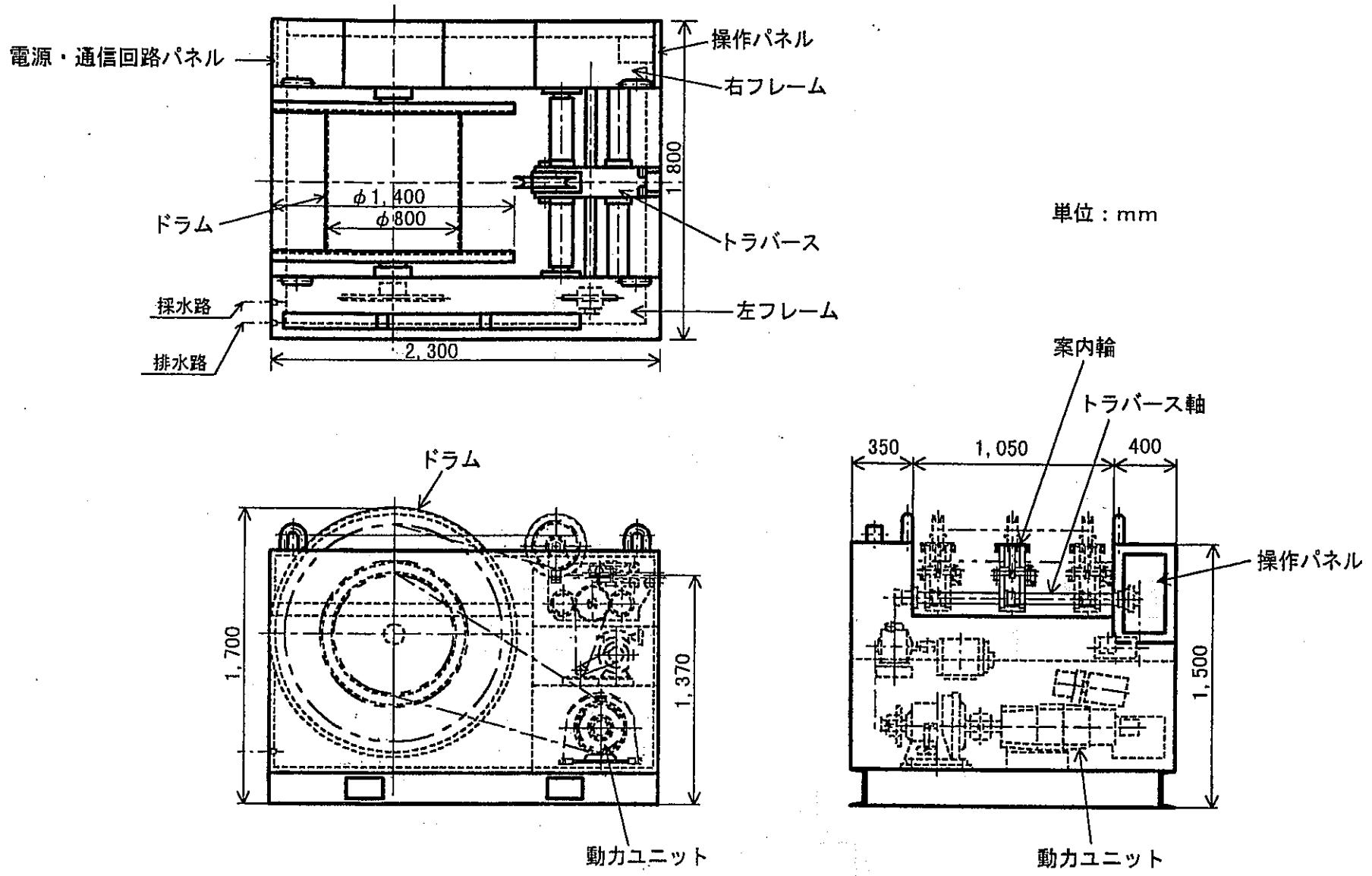


図2-2-9 卷き取り装置の構造

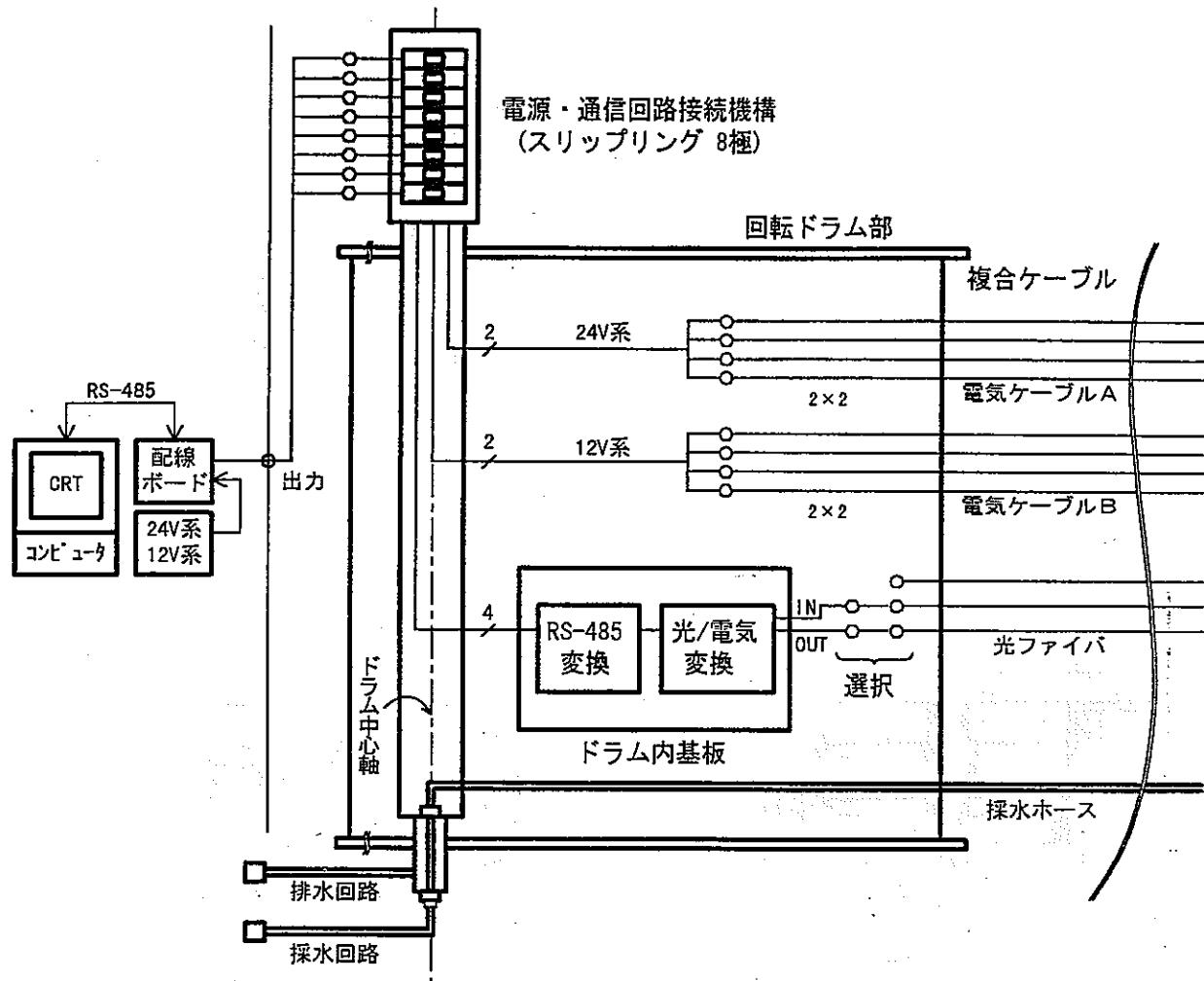


図2-2-10 巻き取り装置の回路構成

## 1) ベースおよびフレーム

ベースおよびフレームは、鋼板および形鋼を溶接して製作する。フレームは左右および中間フレームからなる。ここではケーブル送り出し側から見て右側のフレームを右フレーム、左側を左フレームと呼ぶ。ベースおよび各フレーム同士は鋼製ボルトで組み立てる。ベースおよびフレームの構造を以下に示す。

- a. ベースは、左右方向に角穴を設けて、フォークリフトでの移動を容易にする。
- b. 左右のフレームは巻き取りドラムおよびトラバース装置の軸受けを構成する。
- c. 軸受けは防塵・防水のため外側をオイルシールで防護する。
- d. 中間フレームは、電動機と減速機を内蔵する。
- e. フレームは、パッキンを介して蓋で覆う。
- f. 蓋は点検保守が、容易なように開閉を簡便にし、左右のフレームの外側と中間フレームの前後と上面をネジ止めとする。
- g. 右フレームと中間フレームの底面に通気孔を設ける。
- h. 左右フレームの前後には、吊り上げ金具を取り付ける。

## 2) 巻き取りドラム

巻き取りドラムは幅 892mm、内径 800mm、外径 1,400mm で、直径 22.8mm、長さ 1,140 m の複合ケーブルを 12 段で巻き取ることができる。

- a. この巻き取りドラムは複合ケーブルをその胴端部より半径方向に導入し胴鏡部で引留める。
- b. ホースは、回転ホースジョイントから外部に取り出す。
- c. 電気ケーブルは回転電気接点（スリップリング）を介して外部と接続する。
- d. 光ファイバは光／電気変換基板を介してスリップリングに接続する。

## 3) 電動モータおよびその制御装置

電動モータおよびその制御装置は、直流式モータ（DPVB 型、7.5kW、無励磁ブレーキ付き）とその制御装置（DS-700SR）とする。モータおよび制動装置の構成を以下に示す。

- a. 電動モータへの電源入力は 3 相、AC200V、周波数は 50/60Hz とする。
- b. 電動モータの回転は、減速機およびチェンで巻き取りドラムに伝導し、これを駆動する。
- c. 巻き取りドラムの最内層における駆動出力は、巻き取り速度 0.3～27m/min、巻き取り張力は 1,000kgf である。
- d. 制動装置として無励磁作動形の電磁ブレーキを採用し、電動機の起動・停止に

応じて自動的に解除・作動し、停電等非常時も電源切断により作動する。

- e. 送り出しおよび巻き取りは、あらかじめプログラム設定された深度までの自動制御が可能である。
- f. 重量は複合ケーブルを含めて約 3,600 kg になる。

#### 4) トラバース機構

トラバース機構は、複合ケーブルを整頓して巻き込むガイド装置である。機械式の往復ネジ機構を採用し、ドラム軸とチェーンで連動する。

- a. このトラバース機構は通常のトラバース機能（通常走行中方向反転可）に加え、段落ちを修正する早送り機能を有し、ネジ軸一端の電磁クラッチでその機能を切り替える。
- b. 通常は正逆転電磁クラッチで左右に切り替えトラバースする。電動機・変速機・正逆転電磁クラッチ・ネジ軸チェーンで連結し作動する。
- c. トラバースヘッドは早送り機能で容易に任意の位置へ移動できる。
- d. 巻き取りピッチは 22~28mm の間で容易に変更できる。
- e. 段落ち修正は別駆動を有し、早送りによりそれを修正できる。（手動運転による目視操作）
- f. 往復ネジおよびガイドバーは硬鋼製とする。
- g. ロール台部に線長計のセンサー部を取り付ける。
- h. ガイドロールと鋼製軸受は、防塵と防水のため外側をオイルシールで防護する。

#### 5) スリップリング

スリップリングは、回転している巻き取り装置のドラム中央軸部分から、電気信号を投入または取り出す装置で、右フレームの内部に取り付けてある。

スリップリングのリング側は、ドラム側面の接続箱の端子台に、又ブラッシュ側は右フレーム後下部の接続パネルに設けたコネクタに接続する。

#### 6) 複合ケーブル線長計

複合ケーブル線長計は、巻き取り装置からの複合ケーブル送出し量をロータリーエンコーダー式センサーで計測し、これをカウンタに表示する。このカウンタは、巻き取り装置の制御箱内に収納する。また、同時に制御装置の C R T 画面にも表示する。

#### 7) 光／電気変換基板

巻き取り装置のドラムの中には光信号と電気信号を相互に変換する光／電気変換基板を内蔵する。これは、ケーブル先端部内と同じ仕様の基板とする。

### (3) 専用シーブ

専用シーブは、主シーブと反転シーブおよび反転シーブ台で構成する。主シーブの構造を図2-2-11に、反転シーブの構造を図2-2-12に示す。

主シーブは複合ケーブルに吊り下げられた孔内システムをケーシングパイプ内に挿入し降下させる際に、これをケーシングパイプ中心に降ろすための複合ケーブルの案内輪である。主シーブの構造を以下に示す。

- a. 主シーブは、直径800mmの案内輪で、ケーブル張力を計るためのケーブル張力計を内蔵する。
- b. ケーブル張力計の容量は、ケーブルの許容張力790kgfに対して、主シーブ案内輪による反転によって2倍となるために、2,000kgfまで計測する必要がある。このために5,000kgf用を採用する。
- c. ウインチの過巻き防止は、張力計の出力が2,000kgfを示す値に設定する。
- d. ケーブル張力計の表示部は、巻き取り装置の制御箱内に収納する。また同時に制御装置のC R T画面にも表示する。

反転シーブは、巻き取り装置からほぼ水平に送り出された複合ケーブルをほぼ鉛直に立ち上げて主シーブへガイドする案内輪である。

反転シーブ台は、反転シーブを巻き取り装置から繰り出されている複合ケーブルがほぼ水平となるような高さに取り付け、保持するためのものである。また、反転シーブの振れ調整を行う役割も果たす。

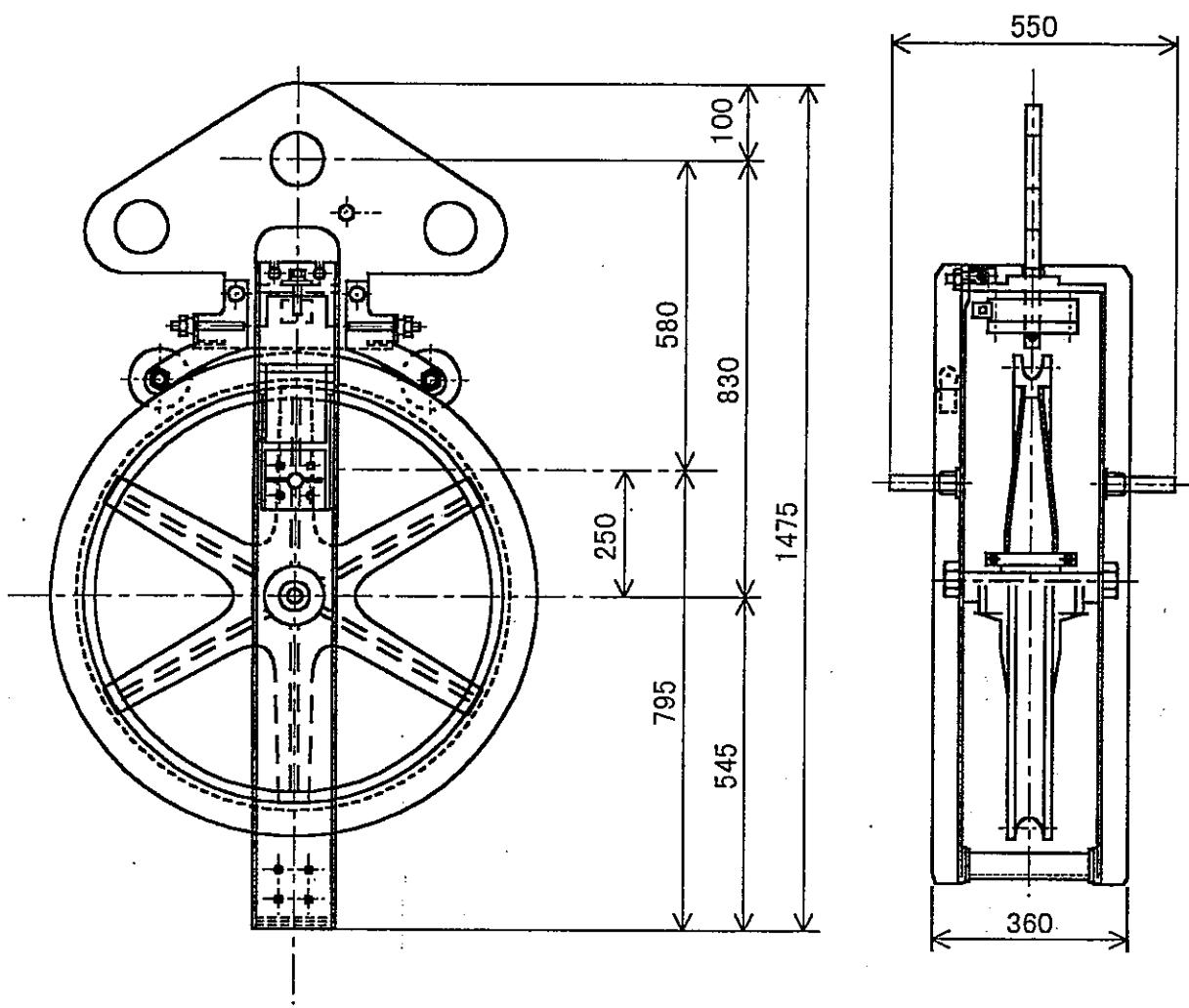


図 2-2-11 主シーブの構造

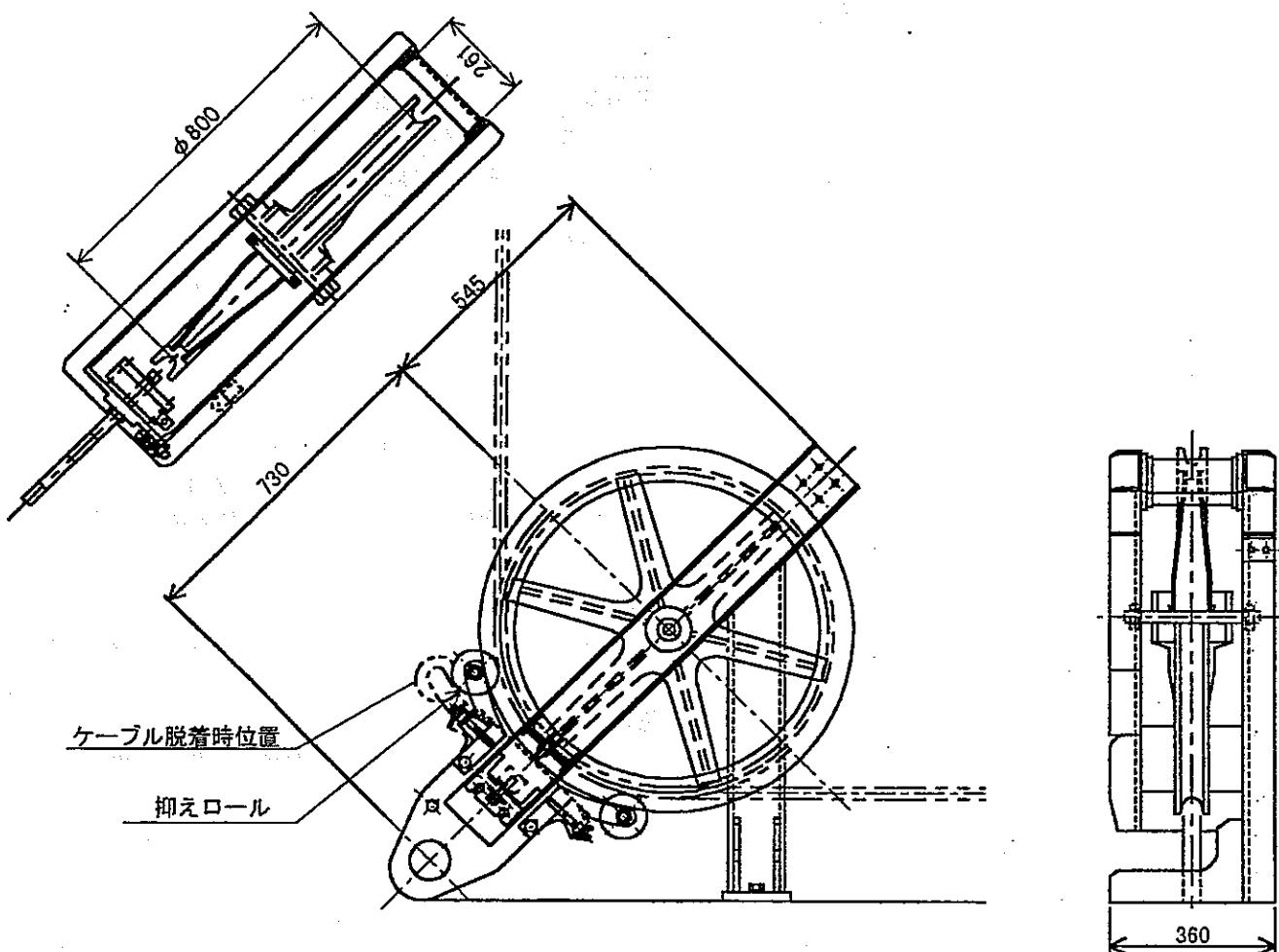


図2—2—12 反転シーブの構造

### 2.3 地上部

地上部は、制御システムと電源システムおよびデータ管理・解析システムで構成し、孔内部および中継部の作動の制御、状況の監視および計測データの収録・保存を行う。孔内システムの結合・採水・連続採水を制御する役目を担っていて、単独または孔内システムとの組み合わせで、孔内システム各機能の作動および確認を行う。

地上部の構成と主な機能を表2-3-1に、主な仕様を表2-3-2に示す。また、制御ソフトウェアの機能構造を図2-3-1に示す。

表2-3-1 地上部の構成と主な機能

システム区分	ユニット区分／名称		機能
制御システム	コンピュータユニット(A)		孔内システムの作動状況の制御および管理 孔内システムおよび巻き取り装置からのデータ収集 表示データ収録および表示データの出力
	周辺機器	アラーム出力用プリンタ	採水作業中、孔内システムに異常が発生した時、異常内容を印刷出力。
		ハードコピーユニット	CRT画面をアナログRGB信号より瞬時に取り込みハードコピーデータを出力。
		ハードコピーユニット用プリンタ	ハードコピーユニットから出力されたハードコピーデータから印刷出力。
	プリンタ切替機	制御システム、データ管理・解析システムのハードコピーユニットから出力されるデータを蓄積し、プリンターへ出力。切替機能は3ライン自動切替可能。	
電源システム	大容量安定化電源ユニット	孔内システムに安定した電源を供給し、その時の電圧や電流を表示する。	
	無停電電源ユニット	100V系の停電発生時に生じるデータ欠損や作業・試験の非連續性を避けるために制御システムや孔内ユニットの電源供給をバックアップする。	
データ管理・解析システム	コンピュータユニット(B)		専用ソフトウェアにより各制御項目の管理、解析を行う。 制御装置の収録データファイル選択とデータ処理 処理データのグラフ表示 処理データの収録および出力
	周辺機器	ハードコピーユニット	CRT画面を介してRGB信号により瞬時に取り込みハードコピーを行う。
		MOドライブ	処理データの収録
収納ラック	—		地上部の全システムを収納し、一元配線を可能とする。
専用ソフトウェア	—	孔内システムの昇降の監視	
		孔内システムのパッカーユニットとの結合状態監視	
		孔内システムの作動状況の常時モニター	
		孔内システムおよび巻き取り装置からのデータの収録	

表2-3-2 地上部の構成と主な仕様

システム区分	ユニット区分／名称	仕 様	
制御システム	コンピュータ ユニット (A)	C P U	486系, 32bit
		クロック	66MHz
		O S	MS-DOS 6.2
		R A M	640 kB
		C R T	15 inch
		操作部	キーボード
		ハードディスク	200MB
		フロッピーディスク	3.5 inch (×2)
		対応信号	RS-232C, RS-485, BCD出力信号 およびアナログ信号
		耐久性	24時間連続使用可能
周辺機器	周辺機器	アラーム出力用プリンター	白黒(シリアル)
		ハードコピー用プリンター	カラー
		ハードコピーユニット	
		プリンタ一切替機	バッファー
電源システム	大容量安定化電源 ユニット	孔内システム供給電源	12V, 24V
	無停電電源 ユニット	バックアップ10分以上	
データ管理・解 析システム	コンピュータ ユニット (B)	C P U	486系, 32bit
		クロック	66MHz
		O S	MS-DOS 6.2
		R A M	640 kB
		C R T	15 inch
		操作部	キーボード
		ハードディスク	200 MB
		フロッピーディスク	3.5 inch
		対応信号	RS-232C, RS-485
		耐久性	24時間連続使用可能
周辺機器	周辺機器	ハードコピーユニット	
		磁気ディスク	230 MB
収納ラック(3)	-	配線ボード	6コネクタ(×3), AC100V電源 コンセント
		その他	防塵機能付
専用ソフト ウェア	-	制御システム用(NFC) データ管理・解析システム用(NPC)	

( ) : 1セット当たり製作数量

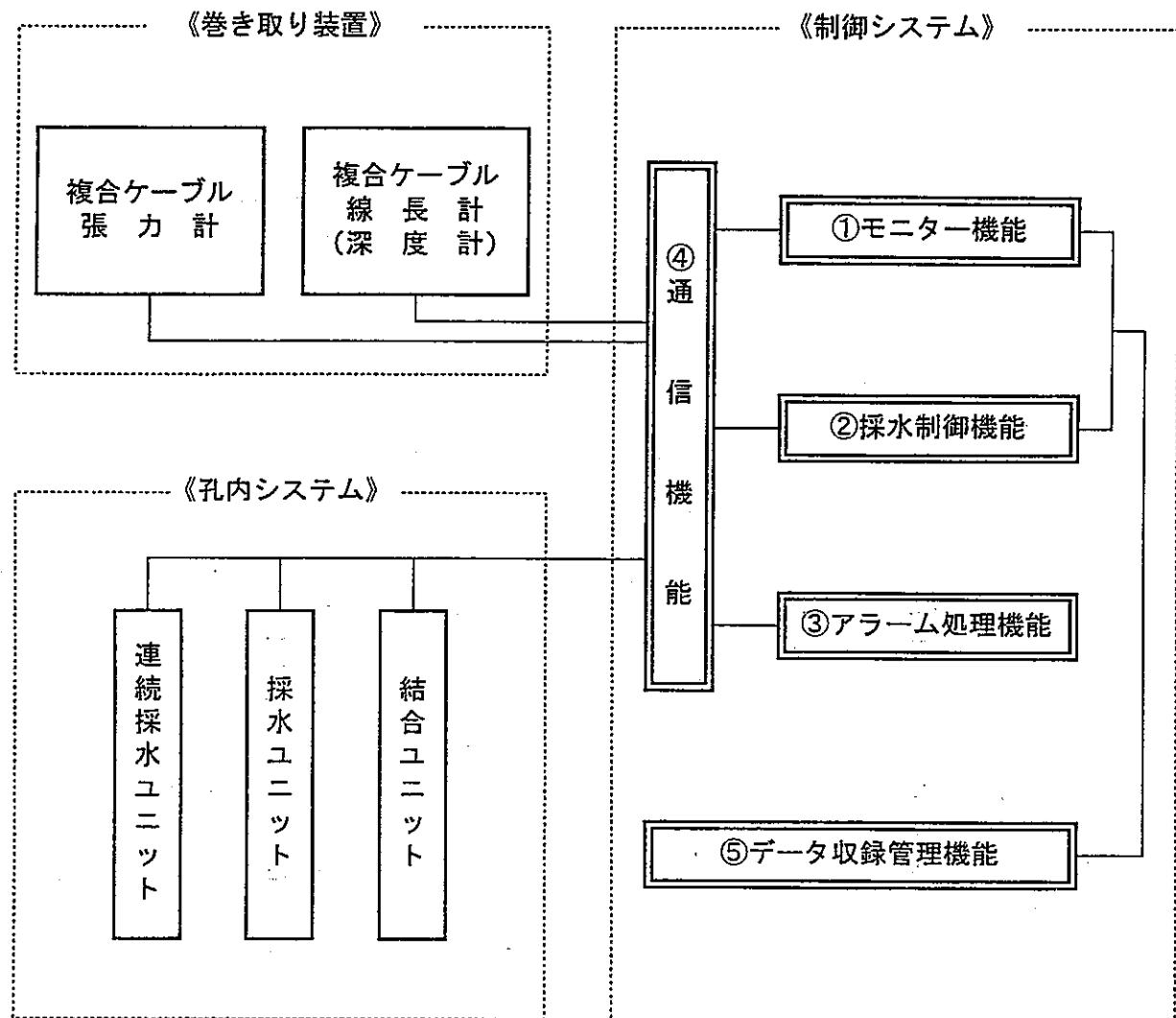


図 2-3-1 制御ソフトウェアの機能構造

### 2.3.1 制御システム

制御システムはコンピュータユニット(A)と周辺機器からなる。

#### (1) コンピュータユニット(A)

コンピュータユニット(A)は、2.3.5「専用ソフトウェア」の節に示す制御項目に十分対応でき、現状で広く普及している機種を採用するものとし、24時間の連続使用が可能で耐環境性の優れている工場仕様(FA用)を採用する。このコンピュータユニットには専用のソフトウェアをロードする。このソフトウェアについては2.3.5「専用ソフトウェア」に詳述する。

制御システムと孔内システム間の通信は、拡張性を優先してRS-485規格とする。

この規格は、延長1,000mクラスの通信に優れており、マルチバス方式で最大32対の対応が可能であるので、今後ユニットの追加や変更が発生しても支障なく対応できる。

#### (2) 周辺機器

周辺機器は、アラーム出力用プリンター、ハードコピーユニット、ハードコピー用プリンター、プリンタ切替機で構成される。

アラーム出力用プリンターは、採水作業中、孔内システムに異常が発生した時にその異常内容を印刷出力するものである。

ハードコピーユニットは、CRT画面をアナログRGB信号より瞬時に取り込み、ハードコピーデータの出力を行うものである。

ハードコピー用プリンターは、フルカラー印刷が可能であり、ハードコピーユニット、プリンタ切替機を介して、CRT画面を印刷する。

プリンタ切替機は3ライン自動切替できる機能を有する。

### 2.3.2 電源システム

電源システムは、大容量安定化電源ユニットと無停電電源ユニットで構成する。

大容量安定化電源ユニットは、複合ケーブル(1,100m)を経由して、孔内システムの各ユニットへ安定したDC12V系およびDC24V系電源を供給し、その時の電圧や電流などを監視する。

この大容量安定化電源ユニットは、孔内システムでの定格電圧であるDC+12VおよびDC+24Vに対して、複合ケーブル内での電圧低下分を上乗せして送電する。この地上から供給する電圧は、DC12V系は+10V～+36V、DC24V系は+22V～+72Vの範囲で調整して使用する。

無停電電源ユニットは、100V系の停電発生時に生じる可能性のある、データ欠損や作業・試験の不連続性を避けるために、制御装置の本体であるコンピュータや孔内システムへの供給電源をバックアップする装置である。この無停電電源ユニットは、蓄電池式の自己電源回路から得た電源を基に常時給電しており、電池容量で決まる保持時間能力は10分以上を有している。

### 2.3.3 データ管理・解析システム

データ管理・解析システムのハードウェアは、コンピュータユニット(B)およびその周辺機器で構成する。

データ管理・解析システムは、2.3.5「専用ソフトウェア」の節に示す制御項目に十分対応でき、現状で広く普及している機種を採用する。このシステムの構成は表2-3-1に、機能は表2-3-2に示した。

### 2.3.4 地上部収納ラック

地上部収納ラックは、地上部の制御装置、電源装置、データ管理・解析システムを全て収納するために、防塵機能と一元的な配線が行える配線ボードを備えた収納ラックとした。この収納ラックの概要を図2-3-2に示す。

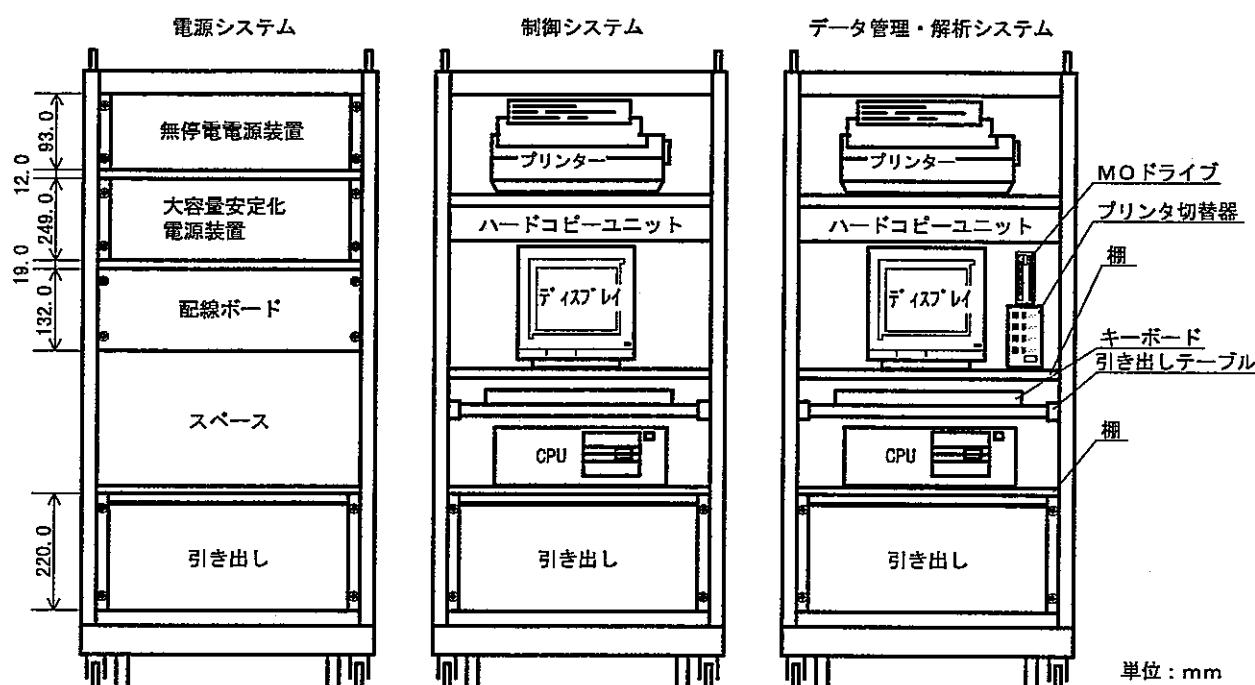


図2-3-2 収納ラックの概要

### 2.3.5 専用ソフトウェア

専用ソフトウェアは、制御システム用と、データ管理・解析システム用の2種類の制御プログラムがあり、各々のコンピュータユニットに内蔵する。

#### (1) 制御システム用専用ソフトウェア

制御システム用専用ソフトウェアの機能は、大きく①モニター機能、②採水制御機能、③アラーム処理機能、④通信機能、⑤データ収録管理機能に分けられる。

制御システム用専用ソフトウェアの機能構造を図2-3-1に示す。

##### 1) モニター機能

モニター機能では、孔内システム各ユニットの作動状況を確認するためにユニット内の状態の表示を行う。モニター機能には以下のものがある。

###### a. 圧力の経時変化

採水容器・パッカー・採水区間の3つの圧力計からの信号を受け取り、その圧力をグラフおよび数値表示する。

###### b. 温度の経時変化

連続採水ユニット・採水ユニット・結合ユニット内の温度計からの信号を受け取り、その温度をグラフおよび数値表示する。

###### c. 水回路表示

各ユニットの水回路切替装置（ボールバルブ）や水流などの状態を回路表示する。

##### 2) 採水制御機能

一連の採水作業は図2-3-3に示すとおり、フェーズ1の「準備」からフェーズ4の「孔内システム引上」までの4つのフェーズからなる。各フェーズでは1つまたは複数の作業を行う。フェーズの選択および作業開始の指示は制御システムを操作する人が行う。

採水制御機能では、各ユニットに向けてコマンドを発信し、孔内システム内の採水作業の制御を行う。採水制御機能のコマンドには表2-3-3に示すようなものがある。

##### 3) アラーム処理機能

アラーム処理機能では、各ユニット内の圧力変化や温度変化から、あらかじめ設定してある数値に照らして異常を判断し、警告を発生させる。さらに、異常が発生した場合には、その内容をディスプレイおよびプリンターに出力する機能を備える。

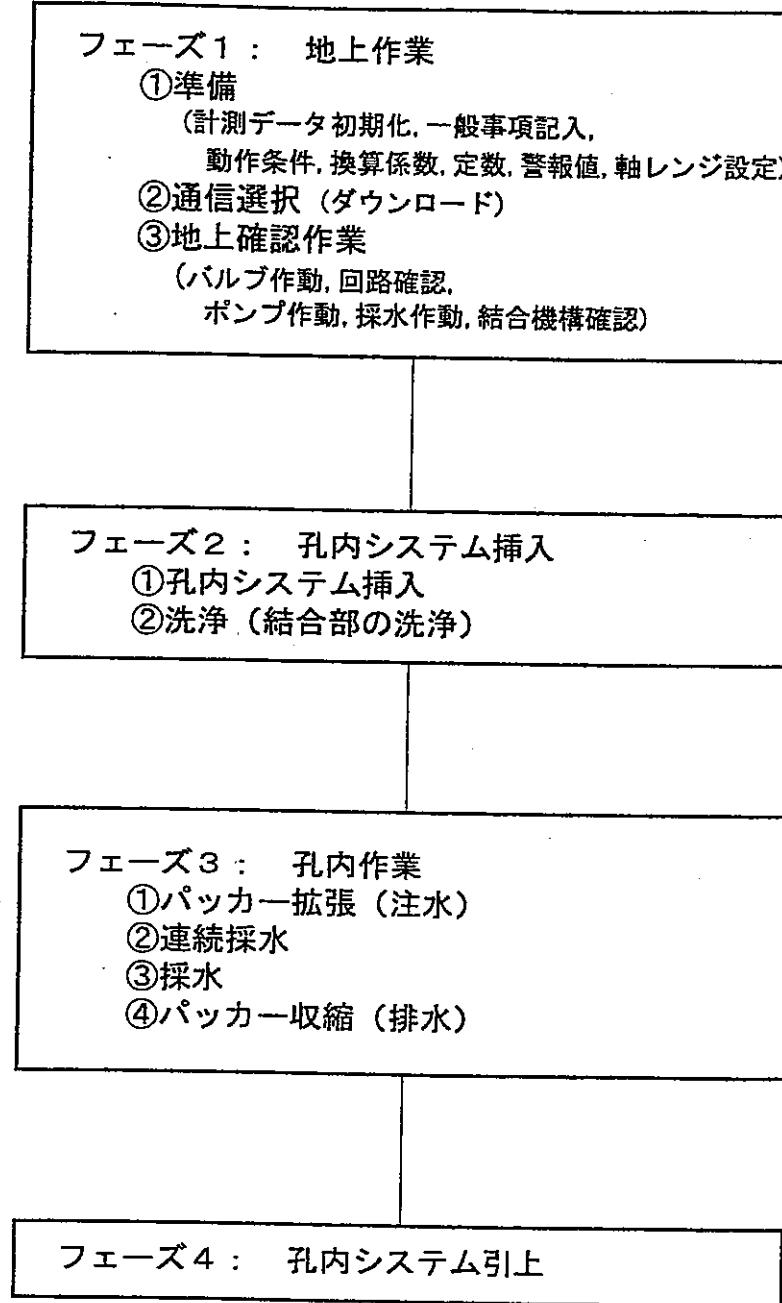


図 2-3-3 採水作業のフロー

表 2-3-3 採水制御機能におけるコマンドの種類

対応ユニット	コマンドの種類
連続採水ユニット	① バルブ切替 ② 地上に連続採水 ③ 孔内に排水 ④ パッカ一拡張 ⑤ パッカ一収縮 ⑥ 洗浄（結合部の洗浄） ⑦ データ要求 ⑧ 非常停止（ポンプ） ⑨ プログラム・ダウンロード要求
採水ユニット	① 採水開始 ② 採水終了 ③ データ要求 ④ 非常停止（採水駆動） ⑤ プログラム・ダウンロード要求
結合ユニット	① 水回路切替（ポート 0, 1, 2, 3） ② データ要求 ③ プログラム・ダウンロード要求

#### 4) 通信機能

通信機能では、RS-485 を介して各ユニットとのデータ交換を行う。制御システムから孔内システム各ユニットへ送るデータには、各ユニットの制御に必要なダウンロードプログラムや各種指令（コマンド）のデータがある。一方、各ユニットからコンピュータへ送るデータは、指令に対応する計測データを含む応答メッセージである。

#### 5) データ収録管理機能

データ収録管理機能では、計測データを計測データファイルに保存する。

計測されたデータは、設定された任意の時間毎にデータファイルに保存される。

#### 6) 画面仕様

CRTの画面は、メインメニューから採水作業のフローに示した4つのフェーズに合わせたサブメニューの選択を行い、更に個々の作業メニューの選択を行って目的の処理を行う。

## 7) 対孔内システム通信仕様

地上の制御装置と孔内システム間の通信は、制御装置から孔内システムの各ユニットごとに指令メッセージを送り出し、該当するユニットが対応した応答メッセージを返送するまでの処理を1サイクルとする。対孔内システムの通信仕様を表2-3-4に示す。

表2-3-4 対孔内システム通信仕様

対応ユニット名		データ項目
指令メッセージ	全ユニット	① 指令先ユニット識別 ② コマンド識別 ③ パラメータ (指令メッセージの種類は表2-3-1に示した採水制御機能の「コマンドの種類」と同じ)
応答メッセージ	連続採水ユニット	① 水回路切替位置(ポテンショメータ)(4ch) ② 送水量(カウント)通知後クリア ③ 監視温度計(5ch):基板(1ch), モータ(4ch) ④ リミットスイッチ(2ch) ⑤ アラーム情報
	採水ユニット	① 圧力計 ② 採水シリンダー送出(ポテンショメータ) ③ 上限、下限リミットスイッチ ④ 監視温度計(2ch):基板(1ch), モータ(1ch) ⑤ アラーム情報
	結合ユニット	① 圧力計(2ch) ② 採水区間温度計(1ch) ③ 水回路切替位置(ポテンショメータ)(1ch) ④ 近接計(2ch) ⑤ 結合計(2ch) ⑥ 監視温度計(2ch):基板(1ch), モータ(1ch) ⑦ アラーム情報

## 8) 動作環境

この制御ソフトウェアは表2-3-5に示す環境で作動する。

表2-3-5 制御システム用専用ソフトウェアの作動環境

耐久性	24時間連続運転
電源ダウン監視機能付き	バックアップ電源:10分以上
メモリ	640 kB
ハードディスク	空容量200MB
プリンター	15inch日本語シリアルプリンター
オペレーションシステム	MS-DOS(Ver.3.3以上)

## (2) データ管理・解析システム用専用ソフトウェア

データ管理・解析システムは、制御システムからの出力データを受信して処理を行う。制御ソフトウェアの機能は、大きく①制御システムの収録データファイル選択とデータ処理、②処理データのグラフ表示、③処理データ出力、④処理データの収録に分けられる。

### 1) 制御システムの収録データファイル選択とデータ処理

「制御システムの収録データファイル選択とデータ処理」機能では、制御システムに収録された計測データファイルから任意のファイルを選択、選択したデータファイル内のデータを任意に削除、並び替え処理ができるものとする。

### 2) 処理データのグラフ表示

「処理データのグラフ表示機能」では、以下に示す9項目の経時変化グラフを表示できる。

- ① ユニット温度
- ② 12V 系電圧
- ③ 採水区間（孔内）圧力
- ④ パッカー圧力
- ⑤ パッカー有効圧力
- ⑥ 孔内温度
- ⑦ 連続採水量
- ⑧ 採水量
- ⑨ 深度

これら各項目を経過時間に対してグラフ表示することを基本とし、必要に応じて最大4項目を同一グラフ上に表示できるものとする。

各グラフの横軸（時間軸）の起点はデータ収録開始時を基本とし、自動および手動でスクロールできるものとする。また、この横軸の時間幅は可変式とする。

### 3) 処理データ出力

「処理データ出力」機能では、グラフ表示をする上記9項目の計測データの一覧表を出力する。

### 4) 処理データの収録

「処理データの収録」機能で収録するデータファイルのフォーマットは、データとデータの間にタブを挿入したテキストファイルとする。一連の作業終了後、このデータファイルをフロッピーディスクおよび光磁気ディスクに収録できる機能を持たせる。

## 2.4 付属品

付属品は、各種の吊り下げ金具や保護キャップ、ロジックテスタ、レンチ、採水容器の地下水採取アダプター、そして収納箱および地上部収納ラックからなる。これらの付属品の一覧表を表2-4-1に示す。

表2-4-1 付属品一覧表

品 目		数量
孔内システム用吊り下げ金具（兼複合コネクタ保護キャップ、凸用）		1式
複合コネクタ保護キャップ（凹用）		1式
ロジックテスタ		1式
ケーシングパイプ用レンチ		1式
採水容器の地下水採取アダプター		1式
収 納 箱	連続採水ユニット用	1台
	採水ユニット用	1台
	結合ユニット用	1台
	パッカー・フィルターカプセル用	68mm用 1台
	採水区間延長カプセル用	86mm用 1台
	ガイドケーシングおよびケーシングパイプ用	12台
地上部収納ラック		3台

\* 1セット当たりの製作数量

### 2.4.1 孔内システム用吊り下げ金具（兼複合コネクタ保護キャップ、凸用）

孔口でユニットを連結する際にフックやシャックルを用いて吊り下げるためのものである。また、ユニット保管時にはネジ部やOリングを保護するために用いる。

### 2.4.2 複合コネクタ保護キャップ（凹用）

複合コネクタ保護キャップは、ユニット保管時にネジ部や電気ソケット等の連結部を保護するために用いる。

#### 2.4.3 ロジックテスタ

ロジックテスタは、複合コネクタダミー（凸、凹）、結合時回路確認ダミー、近接計作動確認用磁石、結合計作動確認用ターゲット及びアクリル板で構成される。

複合コネクタダミーは、地上試験において水回路、電源及び通信ケーブルを同時に接続可能にするものである。

結合時回路確認ダミーは、地上試験において結合時に回路が接続され、回路が通じていることを確認するのに用いる。

近接計作動確認用磁石は、地上試験において磁石を結合ユニットに添って動かした時に近接計が正常に作動するかを確認するのに用いる。

結合計作動確認用ターゲット及びアクリル板は、地上試験時において結合計が正常に作動するかを確認するためのものである。アクリル板には、厚さ1mm、2mm、のものがあり、結合計の検定にも使用できる。

#### 2.4.4 ケーシング用レンチ

ケーシングパイプの連結時の締め込み、切り離し時に用いるものである。

#### 2.4.5 採水容器の地下水採取アダプター

これは、容器内（気体部分）の洗浄及び採取した水の取り出しに用いるものである。この地下水採取アダプターの概要を図2-4-1に示す。

#### 2.4.6 収納箱

孔内システム、パッカーシステム、ケーシング類を効率的に運搬、保管するための箱で、運搬時、もしくは保管時に衝撃が加わらないようにクッション材（ポリウレタン、木材等）が入っている。

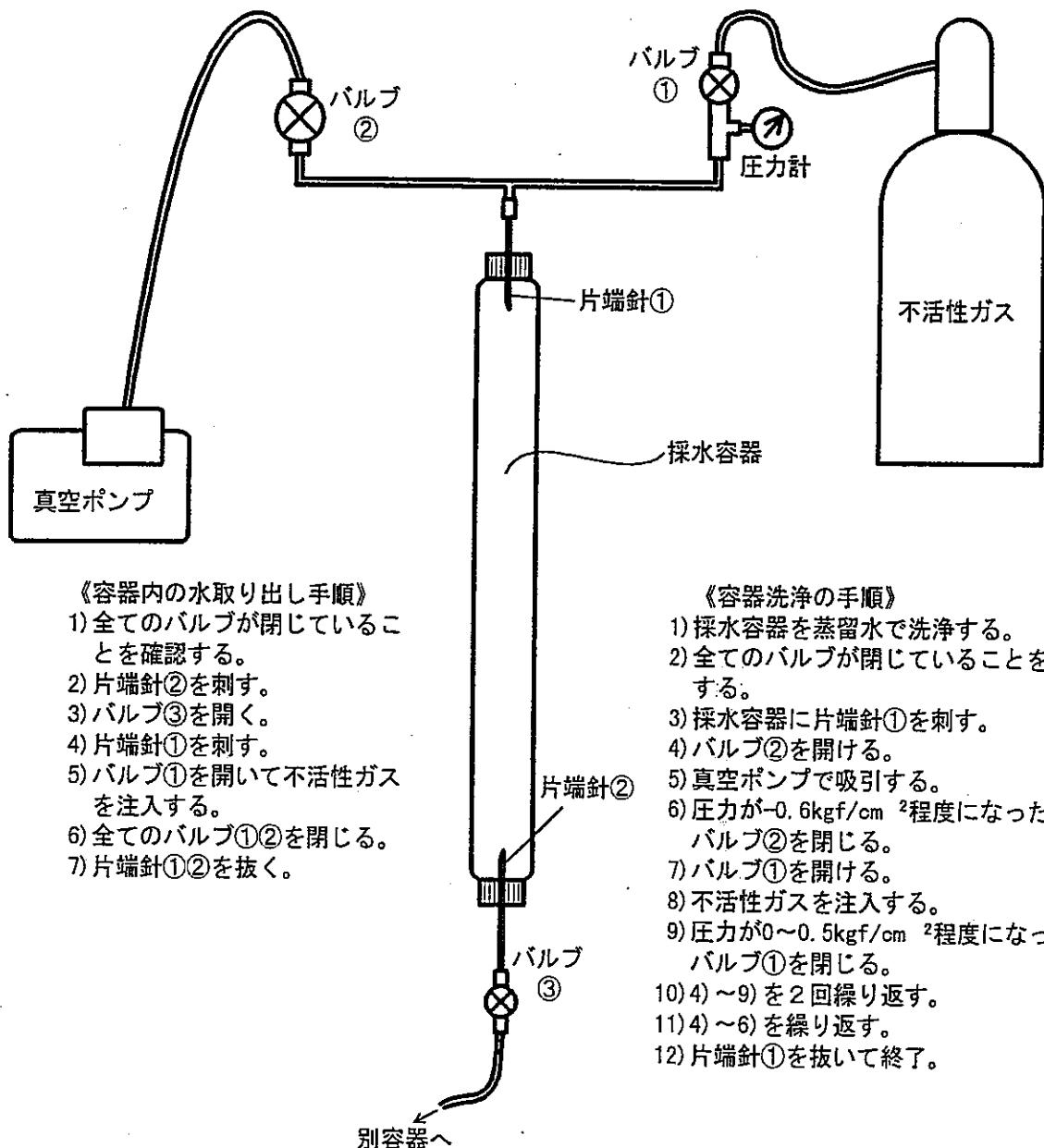


図2-4-1 採水アダプターの概要

### 3. 調査機器の改良

調査機器製作に当たり、適応環境条件の拡大と採水機能の確実性および操作性の向上を図るために表3-1に示す改良を行った。

表3-1 調査機器改良の対象と主な目的及び改良内容

改良の対象		目的	改良内容
孔内部	1)連続採水ユニット	吸排水部の変更	流量計(2個)を取り外し 半割フィルターの構造変更
		水回路切替バルブのシール性向上	バルブシート面をステンレスに変更するとともに、弁構造をボール弁構造からコマ型の弁に変更
	2)結合ユニット	結合部からの異物侵入低減	結合部水回路内にラインフィルターを内臓し、ユニット内部に外部からの異物の混入を防ぐ
		結合計の損傷低減	結合計の設置方法を直接計測型から間接計測型に変更
	3)パッカーシステム	水回路切替バルブのシール性向上	バルブシート面をステンレスに変更するとともに、弁構造をボール弁構造からコマ片の弁に変更
		結合部からの異物侵入低減	パッカーシステム(上部パッカー)内部にスライム溜りを設置する
		フィルターの損傷低減(ガイドケーシングA)	フィルター(スリット)の位置を、ノンスピルカプラ下方からノンスピルカプラ側方に変更するとともに強度の強い物にする
	4)主シーブ	パッカーゴムの損傷低減。ゴムの引き抜けを防止	パッカーゴムの構造変更およびパッカーゴム固定方法の改良
		複合ケーブルの設置を容易に行える機構	従来の振れ止め機構を取り除き、吊り下げ部に張り出し穴を追加 収納時、運搬時用に専用収納台の製作
中継部	5)反転シーブ 反転シーブ台	複合ケーブルを側方から容易に設置できる機構	反転シーブの固定を両端固定から片端固定とする シーブの傾き調整は、ターンバックルから角度調整用器具にて行う

### 3.1 連続採水ユニット

#### 3.1.1 吸排水部の変更

吸排水部に内蔵されている流量計（2個）は損傷が激しいことから取り外し、変わりに同形の筒を設置する。図3-1-1に変更図面を示す。

また、2つ割りフィルター（ステンレス鋼焼結体）は1枚ものに変更し、摩耗を防ぐため設置時外径を57mmから55mmとした。表3-1-1に変更内容を示す。

表3-1-1 フィルター構造の変更

変更前	変更後
2つ割り	1枚もの
ステンレス鋼焼結体	耐食鋼多層焼結金網
設置時外径：57mm	設置時外径：55mm

#### 3.1.2 水回路切替バルブの構造変更

##### ①水回路切替バルブ軸のシール性向上

水回路切替バルブ軸のシール性能を向上させるために、内側の周動部分をバックアップリング付きのダブルOリング構造とする。

##### ②バルブポート間の耐圧低下防止

シート面の変形、キレツを防止するために、ボール弁構造をコマ型構造の弁に変更し、耐圧低下を防止する。

図3-1-2に構造変更図を示す。

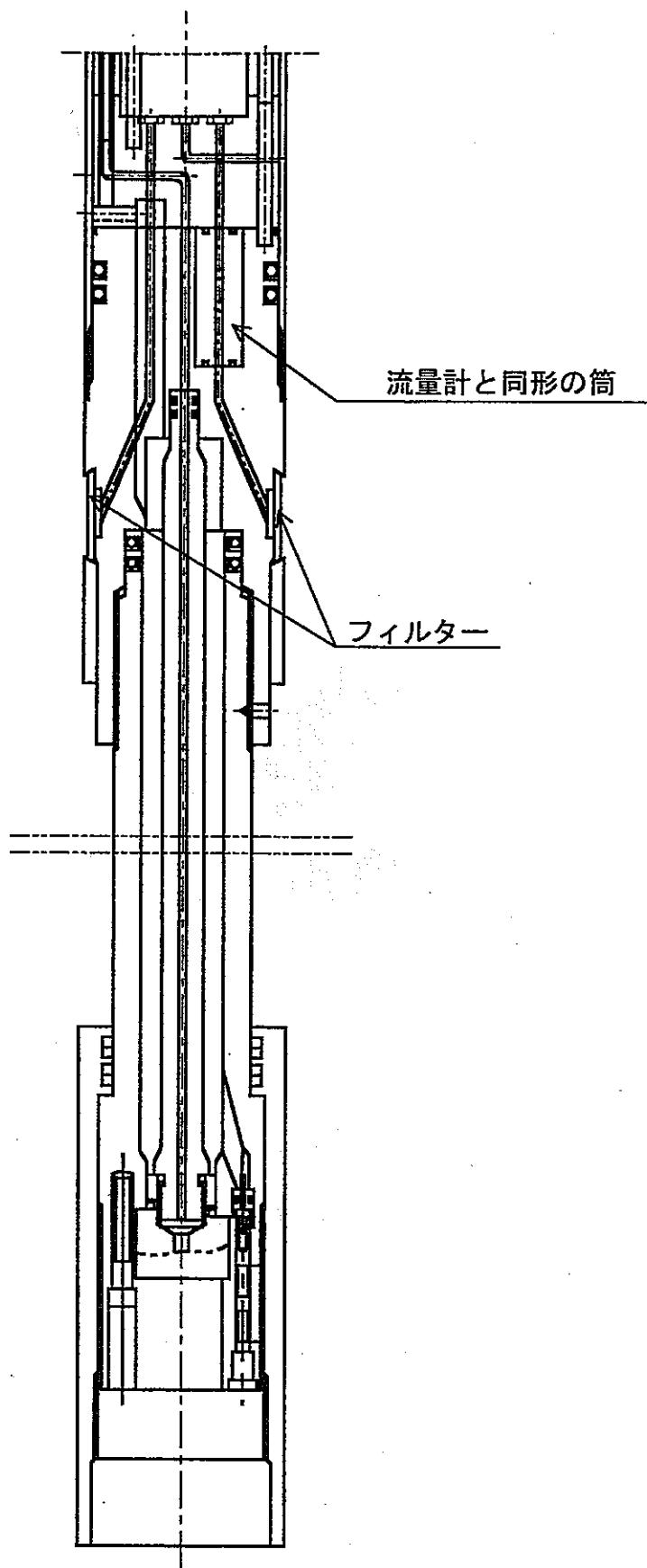


図 3-1-1 連続採水ユニット吸排水部変更図

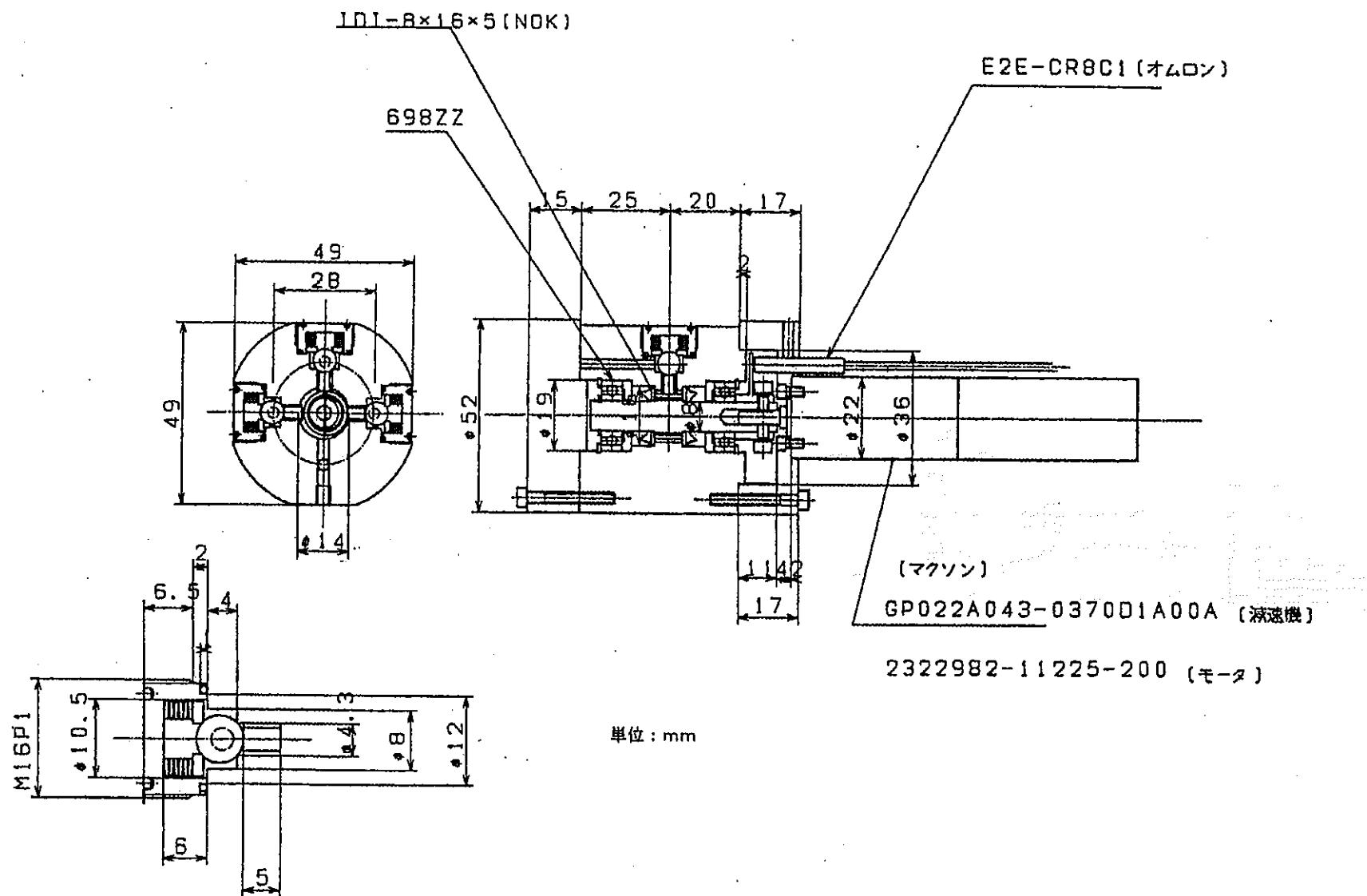


図 3-1-2 水回路切替バルブ構造変更図(連続採水ユニット・結合ユニット)

### 3.2 結合ユニット

#### 3.2.1 結合部からの異物侵入の低減

孔内システムの水回路には結合部を始め、採水区間などから異物（スライム・金属片等）が侵入する可能性がある。水回路及び両方向ポンプの運転をより長時間安定させるため、結合部（採水・パッカー回路）内にラインフィルターを設置し、ユニット内に外部からの異物の混入を防止する。

表3-2-1にラインフィルターの仕様を示す。

表3-2-1 ラインフィルターの仕様

方 式	アタッチメント型
カートリッジ寸法	直径：15mm、長さ：90mm
フィルター寸法	幅：13mm、長さ：70mm、厚さ：1.7mm
フィルターポアーサイズ	200 μm
設置位置	採水回路・パッカー回路

ラインフィルターは、メンテナンスを容易にするために、簡単に交換可能な独立したアタッチメント型とした。ラインフィルターのフィルターポアーサイズは水回路の水流を阻害しないように、フィルターカプセル及び連続採水ユニットから孔内に通じる回路のフィルターポアーサイズ（40 μm）より粗いサイズ（200 μm）とした。図3-2-1にラインフィルターの設置状況を示す。

#### 3.2.2 結合計の損傷低減

結合を繰り返すことにより、結合計のセラミック外とう部にキレツ損傷が起こり、結合計内部に水がしみ込み電子回路（コイル部）が漏電、短絡して通信異常が発生する可能性がある。結合計セラミック外とう部のキレツ発生の要因として、①結合計とターゲットとの間に異物、特に硬い物が挟まつた場合、これを介して孔内システムの全荷重を衝撃的に受ける事になる。

②ターゲットとの間に硬い物ではなくても異物が挟まる場合には、その繰り返しによる蓄積疲労が生じる事がある。

③結合計自信が直接衝撃を受ける可能性がある。

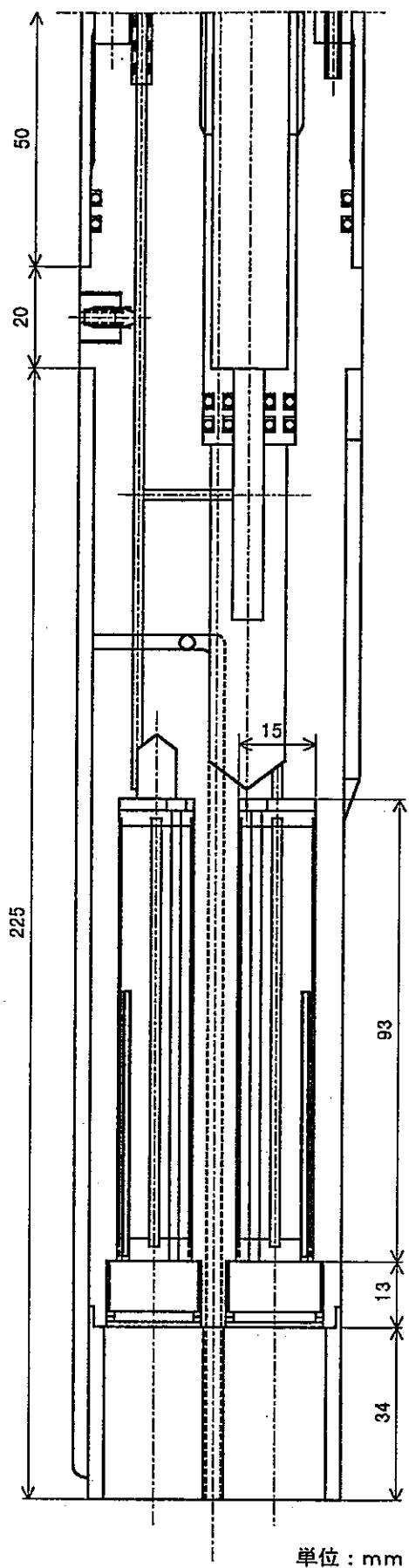
以上の点を低減するために下記に示す構造変更を行った。

- ①結合計の構造を直接型から間接型に変更する。
- ②ターゲットの形状も変更し、異物が載っても滑り落ちるように先端部を丸くする。

図3-2-2に結合計の構造変更図を示す。

#### 3.2.3 水回路切替バルブの構造変更

水回路切替バルブの構造は、連続採水ユニットの水回路切替バルブの構造と同じとする。



単位: mm

図3-2-1 複合ユニット(結合部) ラインフィルター設置状況図

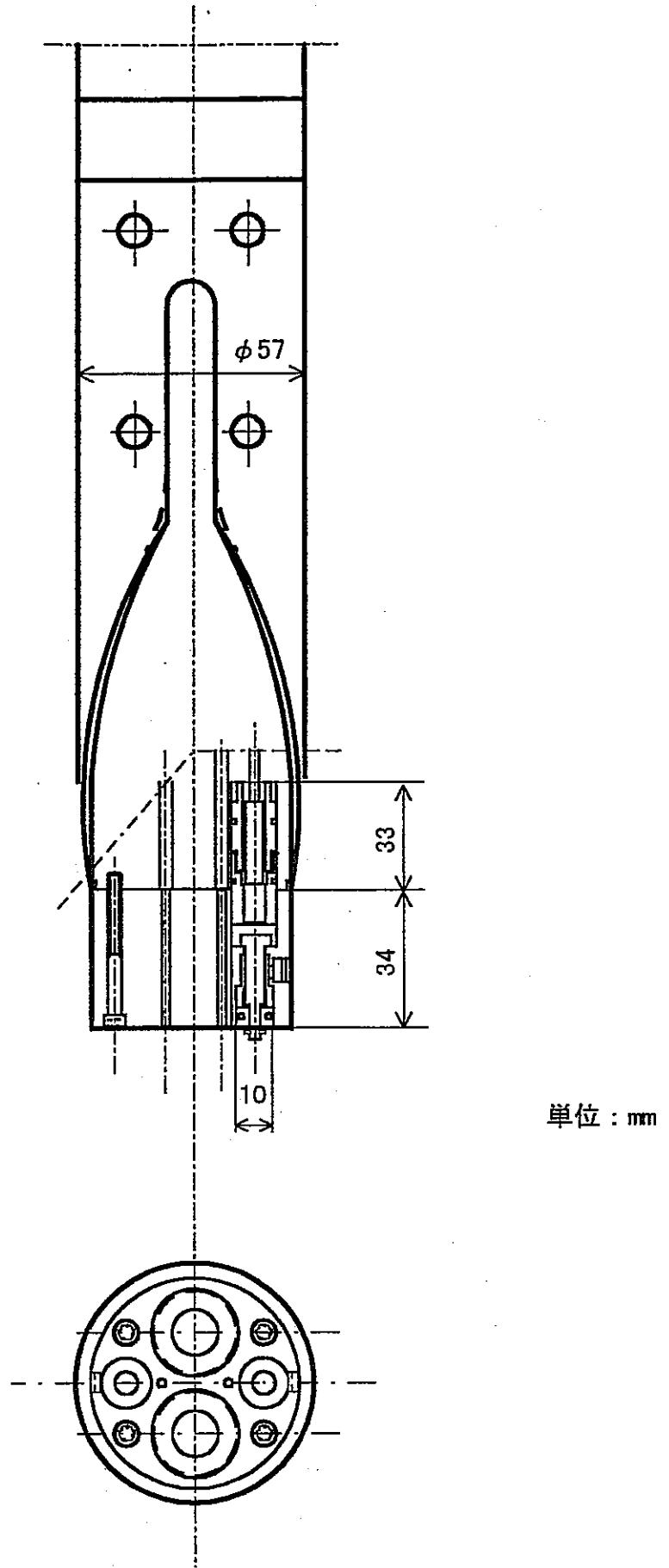


図 3-2-2 結合ユニット結合計の構造変更図

### 3.3 パッカーシステム

#### 3.3.1 結合部からの異物侵入の低減

結合時に異物の侵入を低減するために、上部パッカ一部の結合部（ノンスピルカプラ下方）にセジメント型のラインフィルター（スライム溜め）を設置した。

表3-3-1にラインフィルターの仕様を、図3-3-1に設置位置状況を示す。

表3-3-1 ラインフィルターの仕様

方 式	セジメント型
トラップ寸法	直径：12mm、高さ：33mm、容積：3.39cm <sup>3</sup>
設置位置	採水回路・パッカー回路

#### 3.3.2 フィルターの損傷低減

パッカーシステム挿入時の水圧によりガイドケーシングAに取り付けてあるフィルター（4枚）の損傷が発生し、孔内の浮遊物（スライム・金属片等）が結合部に混入し、結合の妨げになる可能性がある。フィルターの損傷を低減するために、フィルター設置位置を変更するとともにフィルターの形状を変更する。表3-3-2に変更内容を示す。

また、フィルターの設置位置をノンスピルカプラ下方からノンスピルカプラ側方に変更し、孔内水の出入りによるフラッシングにより結合部から異物を払いのけて、ノンスピルカプラ上に残る確率を低減する。

表3-3-2 フィルター構造の変更

変 更 前	変 更 後
4枚を設置 幅：20mm 長さ：100mm 厚さ：2mm	1枚（幅：100mm 厚さ：2mm）をガイド ケーシングA周囲に巻 き付ける
ステンレス鋼焼結体	耐食鋼多層焼結金網

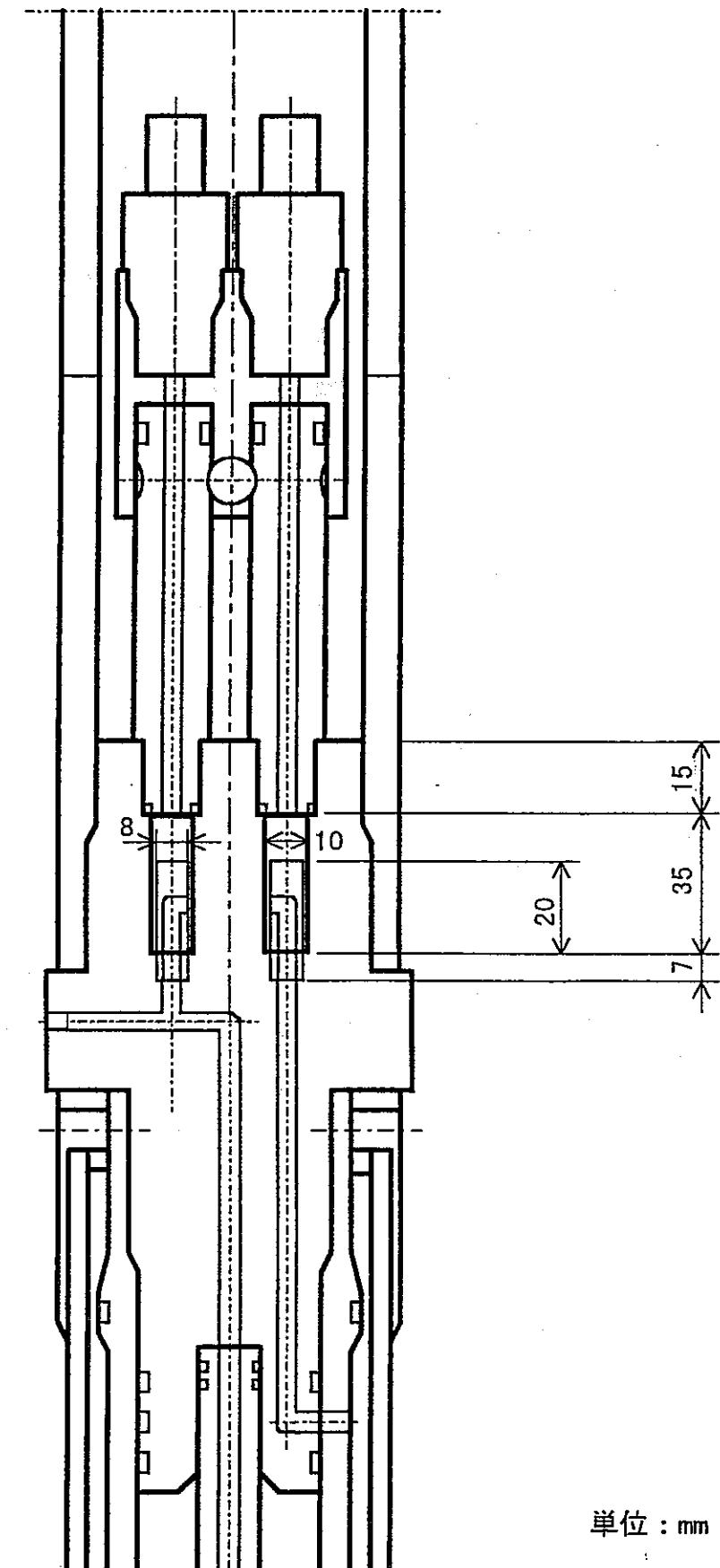


図3-3-1 上部パッカ一部ラインフィルター設置状況図

### 3.3.3 パッカーゴムの損傷低減及びゴムの引き抜け防止

#### 1) パッカーゴムの損傷低減

パッカーシステム降下中に孔壁とパッカーゴムが接触し、パッカーゴムの損傷が発生する恐れがある。パッカーゴムの損傷を低減するために、パッカーゴムの構造を変更する。

表3-3-3に変更内容を示し、図3-3-2にゴムの構造変更図を示す。

表3-3-3 パッカーゴムの構造変更

変更前	変更後
ゴムの厚さ：5mm	ゴムの厚さ：8mm
ゴムの硬度：70° (1種類)	ゴムの硬度（2種類） 内側：70° 外側：40°

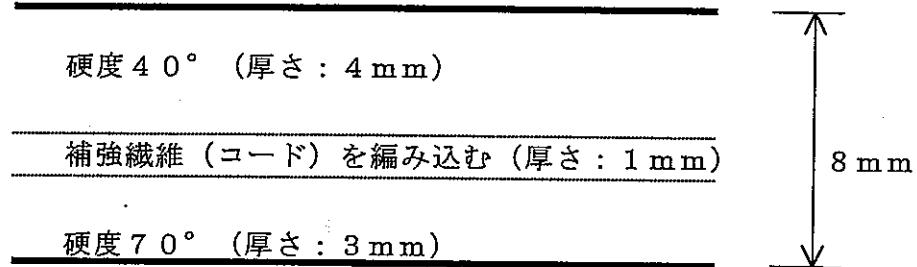


図3-3-2 パッカーゴムの構造変更図

#### 2) ゴムの引き抜け防止

パッカー拡張時のゴムの引き抜けを防止するために、ゴム固定部の構造変更を行った。  
図3-3-3に構造変更図を示す。

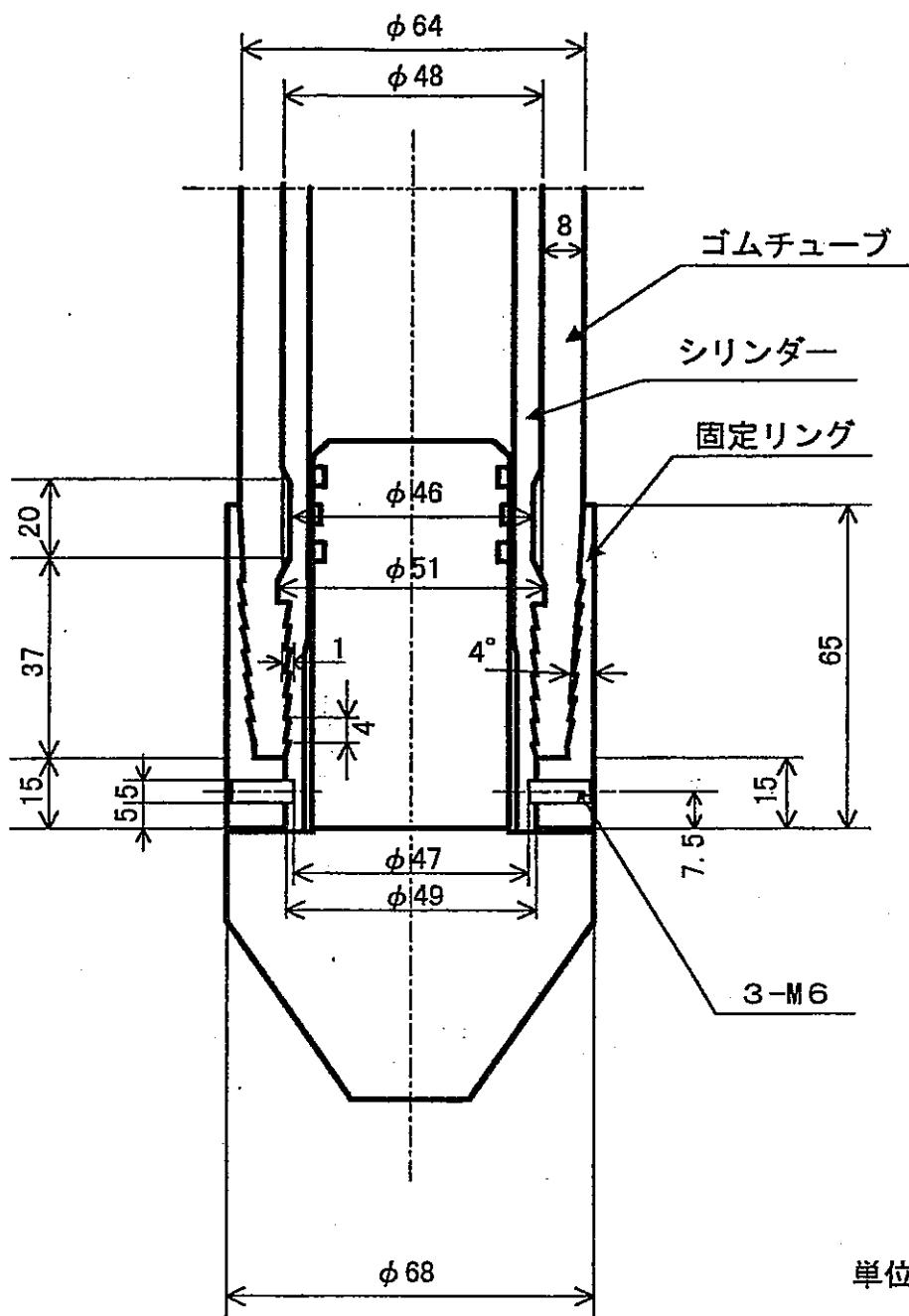


図 3-3-3 パッカーゴム固定部の構造変更図

### 3.4 シーブ

#### 3.4.1 主シーブの構造変更

主シーブに設置されているシーブ振れ止めが、複合ケーブルの設置及び取り外しの際に下記に示す問題が生じることが判明した。

- ①振れ止めの固定方法（状態）により張力計の値が正確な数字を示さないことが起きる。
- ②複合ケーブルの設置及び取り外しの際に、複合ケーブル表面を損傷する危険性が起こる。
- ③吊り下げ部に取り付けている抑えロールとシーブとは固定されていないため、シーブが動いて抑えロールと接触し、シーブが回転することにより抑えロールとシーブが擦れあう。（ロールまたはシーブの摩耗する）

以上の点を改良するために主シーブの構造を変更した。

- ①振れ止めを取り除き、吊り下げ部に張り出し穴を追加し所定位置に固定できる機構とする。
- ②改良により複合ケーブルの設置が容易となる。
- ③シーブと抑えロールとが接触し擦れあわないよう吊り下げ部でボルト等でシーブを固定する機構とする。
- ④主シーブ専用の収納台を製作する。

図3-4-1に構造変更図面を示す。

#### 3.4.2 反転シーブ及び反転シーブ台の構造変更

##### 1) 反転シーブ

反転シーブには、シーブの両脇にシーブ固定のためのスタンドが取り付けられているが、使用の際に下記に示す問題が判明した。

- ①スタンドは、取り外しが不可能なため複合ケーブルの設置・取り外しの作業効率が非常に悪い。
- ②スタンドとシーブの間を複合ケーブルを通すため複合ケーブルの被覆を損傷する恐れがある。

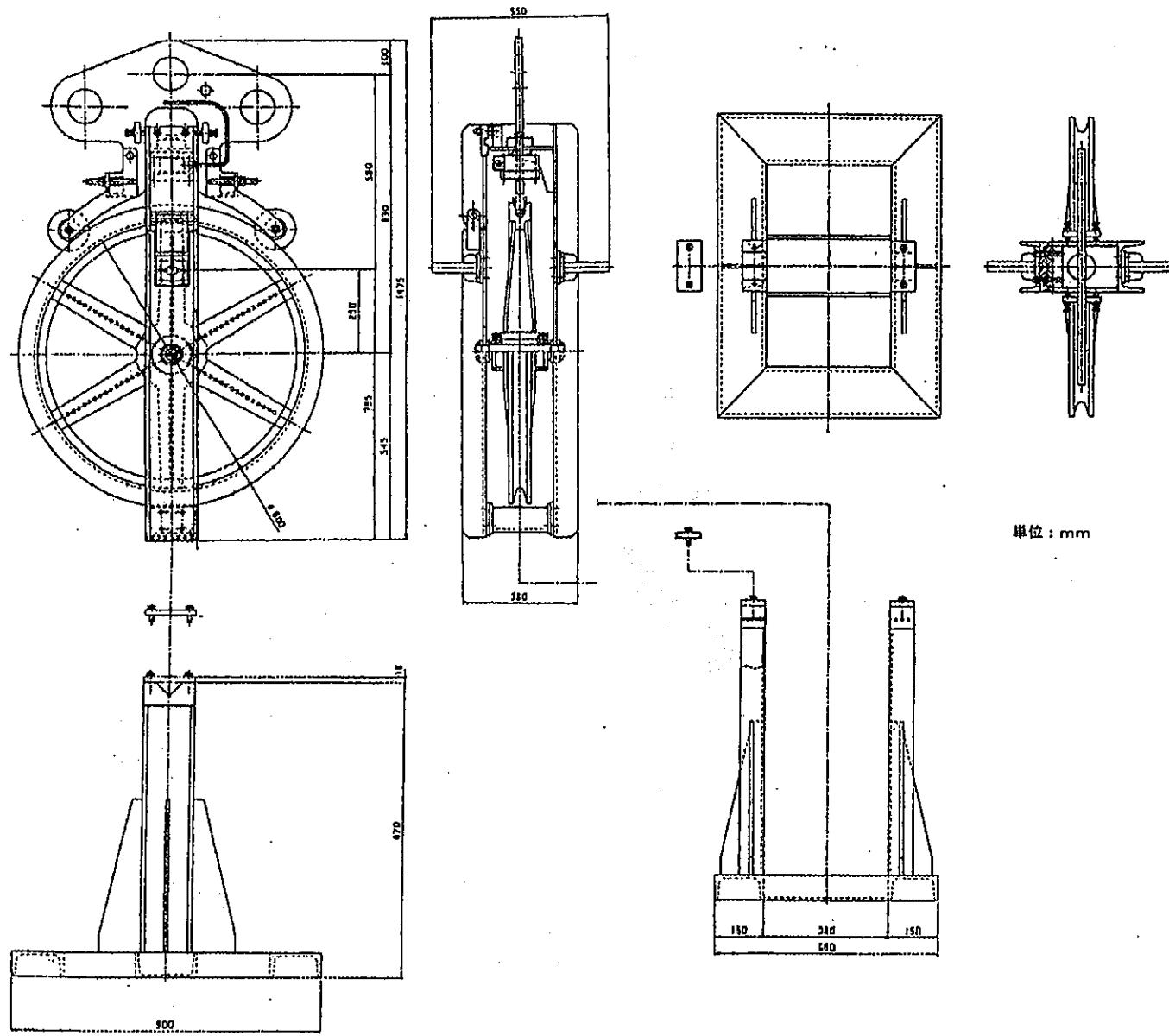
以上の点を改良するために反転シーブの構造を変更した。

- ①シーブの固定を両端固定から片端固定とする。
- ②改良することにより複合ケーブルは側方より設置できるようになる。

##### 2) 反転シーブ台

反転シーブ台に台座を追加加工し、反転シーブを台座に固定するように構造変更を行った。また、反転シーブの傾きを調整するための、角度調整器具（角度調整±15°）を取り付ける。

図3-4-2に構造変更図面を示す。



単位: mm

図 3-4-1 主シーブ構造変更図・シーブ収納台

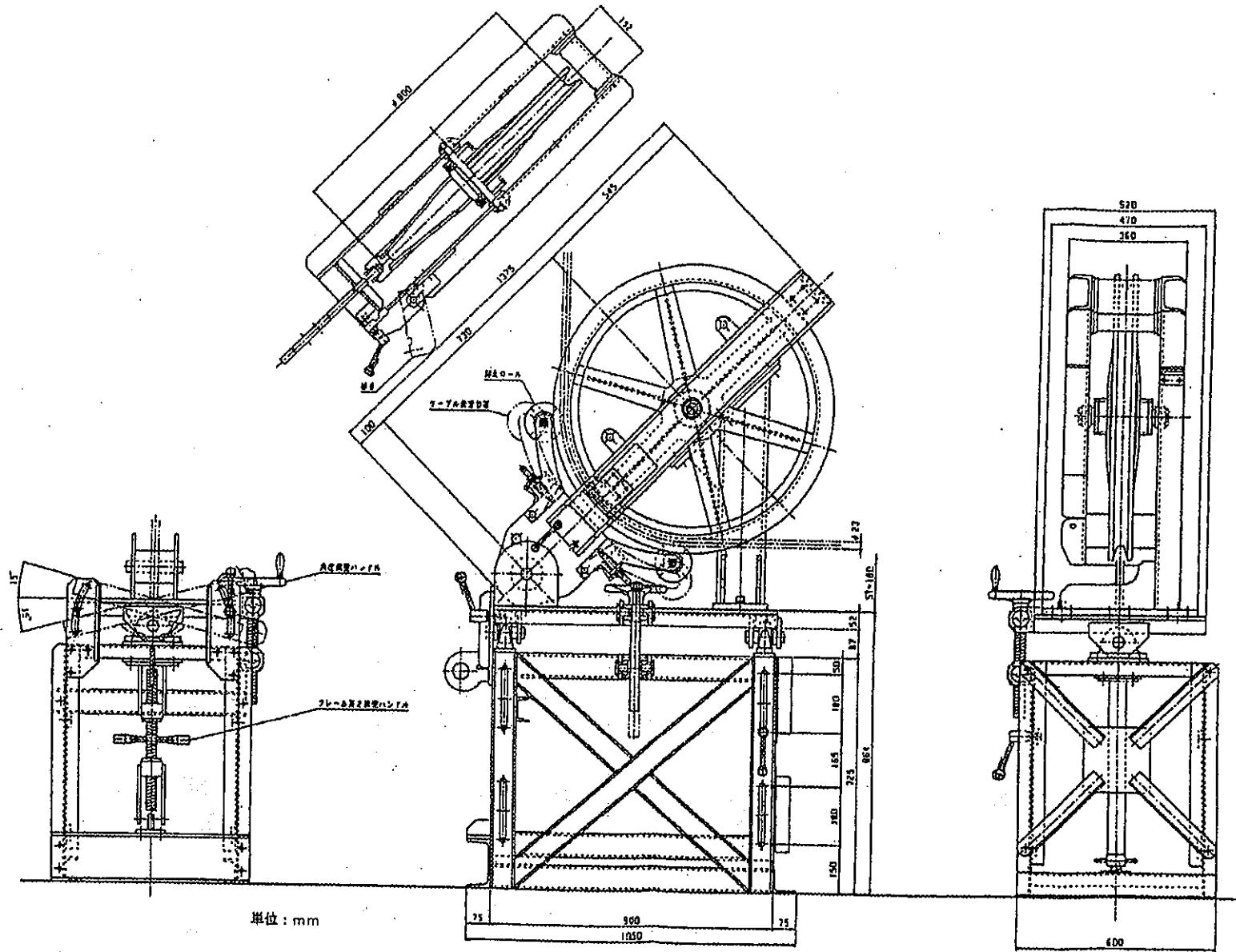


図3-4-2 反転シーブ・反転シーブ収納台構造変更図

## 4. 製作

2章の概要に示した装置に、3章に示した調査機器の改良を加えて2台の製作を行った。製作した装置は5章および6章に示すとおり、各種検査・検定・試験により性能を確認の上、工期内に納品した。

### 4.1 実績工程

1, 000m対応地下水の地球化学特性調査機器（高温環境型）の製作に関する実績工程を表4-1に示す。

#### 4.1.1 孔内部の製作

孔内システム及びパッカーシステムからなる孔内部の製作に関しては、材料発注・機械加工・組立等順調に作業が進行した。組立ては室内性能試験と並行し、複合コネクタ部・水回路切替バルブ等の遮水性能の確認と調整を始め、温度計、圧力計などの検定を行いながら実施し、順調に製作を終了した。

#### 4.1.2 中継部の製作

複合ケーブルシステム及びケーシングシステムからなる中継部には特殊な素材を必要とし、この素材の製作には最低6ヶ月必要とする。全体工程に支障を出さないためには手戻りが許されないので、十分注意を払い作業を進めた。特に複合ケーブルについては試作品を製作し、技術仕様を満たすことを室内性能試験で確認の上、本製作を行った。試作品及び製品いずれも順調に製作を終了した。

#### 4.1.3 地上部の製作

制御装置、電源装置及びデータ管理・解析システムなどからなる地上部の製作に関しては、孔内部及び中継部の性能試験を実施するためにもこれが必要であるため、かなり早い時期の完成を目指した。作業は順調に進行し、製作を終了した。

#### 4.1.4 付属品の製作

付属品の製作に関しても順調に進行し、問題なく作業を終了した。

### 4.2 製作品目及び数量

製作品目及び各々の数量を表4-2にまとめて示す。いずれの製作品目とも仕様と数量を十分満たすものである。

表4-1 製作実績工程表

		12	H10. 1	2	8	4	5	6	7	8	9	10	11	12	H11. 1
		1 10 20 31	1 10 20 31	1 10 20 28	1 10 20 31	1 10 20 30	1 10 20 31	1 10 20 31	1 10 20 31						
孔内システム	材料／部品調達														
	連続保水ユニット	機械加工 組立・配線・調整													
		室内性能試験													
	保水ユニット	機械加工 組立・配線・調整													
		室内性能試験													
	結合ユニット	機械加工 組立・配線・調整													
		室内性能試験													
	3ユニット連結室内性能試験														
	材料／部品調達														
	パッカーユニット	機械加工 組立・調整 室内性能試験													
中核部	ガイドケーシングユニット	機械加工 組立・調整 室内性能試験													
	材料／部品調達														
	複合ケーブルシステム	機械加工 組立・配線・調整 室内性能試験													
	ケーシングシステム	機械加工 組立・調整 室内性能試験													
地上部	材料／部品調達														
	制御装置	組立・配線・調整 室内性能試験													
	データ管理・解析システム	組立・配線・調整 室内性能試験													
	電源装置	機械加工 組立・配線・調整 室内性能試験													
付属品	地上部収納ラック	組立・配線・調整 室内性能試験													
	材料／部品調達														
	機械加工 組立・配線・調整 室内性能試験														
孔内性能試験															
サイクル機構職員会議															
報告書作成															

(工期：平成9年12月10日～平成11年1月29日)

表4-2 製作品目数量表(1/2)

品 目		仕 様・寸 法	数 量
孔 内 部	ス テ ム 内 孔 ミ ム	連続採水ユニット	長さ: 2375mm 1式
		採水ユニット	長さ: 2945mm (採水容器10本含む) 1式
		結合ユニット	長さ: 1945mm 1式
	パッカーユニット	パッカー	パッカーφ68mm、上部・下部 1組
			ゴムチューブ、ゴム材質: 天然ゴム 2本
			パッカーφ86mm、上部・下部 1組
			ゴムチューブ、ゴム材質: 天然ゴム 2本
		採水区間延長カプセル	φ68mm用、1.0m×9本+0.5m×1本 1組
			φ86mm用、1.0m×9本+0.5m×1本 1組
	パッカーシステム	フィルターカプセル	φ68mm用、長さ: 0.315m 1本
			φ86mm用、長さ: 0.315m 1本
中 繙 部	複合ケーブルシステム	ガイドケーシング A	長さ: 0.617m、ガイドキー付 1本
			長さ: 0.843m 1本
			長さ: 0.450m 1本
			長さ: 0.500m 4本
			長さ: 1,000m 1本
			長さ: 2,000m 1本
			長さ: 3,000m 1本
			長さ: 0.515m、ターゲット無 1本
			磁気リング 9個
地 上 部	制御装置	複合ケーブル	電気ケーブルA・B、光ファイバーケーブル、採水ホース: 各1,100m 1本
		ケーブル先端部	長さ: 1.333m 1本
		巻取り装置	巻き取り量: 1,140m 1台
		主シーブ	張力計付 1式
		反転シーブ	 1式
		反転シーブ固定台	反転シーブ固定機能 1台
		ケーシングパイプ	3.00m 330本
			2.00m 2本
			1.00m 2本
			0.50m 2本
	データ管理・解析システム	ケーシング保護キャップ	雄ネジ用 350個
			雌ネジ用 350個
		軽量ケーシングホルダ	保持能力: 12ト 1台
		軽量ホイスティングスイベル	吊り荷重: 15ト 1台

\* 1セット当たり製作数量

表4-2 製作品目数量表(2/2)

品 目		仕様・寸法	数量
付属品	保持トープ	φ68mm パッカーユニット用	1個
		φ86mm パッカーユニット用	1個
		孔内ユニット用	1個
	吊下げ金具	連続採水ユニット用	1個
		採水ユニット用	1個
		結合ユニット用	1個
	パッカーシステム吊下げ金具	φ68mm パッカー用	1個
		φ86mm パッカー用	1個
		φ68mm 延長カプセル／フィルターカプセル用	4個
		φ86mm 延長カプセル／フィルターカプセル用	4個
	保護キャップ	結合ユニット用	1個
		採水ユニット用	1個
		連続採水ユニット用	1個
		ケーブル先端用	1個
	パッカーシステム保護キャップ	φ68mm パッカー用	1個
		φ86mm パッカー用	1個
		φ68mm 延長カプセル／フィルターカプセル用	5個
		φ86mm 延長カプセル／フィルターカプセル用	5個
ロジックテスター	孔内システム共通テスター	ダミー回路複合コネクタ凸用	1式
		ダミー回路複合コネクタ凹用	1式
	連続採水ユニットテスター	フィルタ一部水回路試験用	1式
		両端針位置決め用	1式
	採水ユニットテスター	針押込み・引き抜き用	1式
		結合時ライン圧力試験用	1式
		近接計試験用	1式
	結合ユニットテスター	結合計試験用	1式
		パッカー拡張回路、耐圧試験接続用	1式
		パッカー耐圧試験用パイプ	1式
	ケーシング用レンチ	パーマルレンチ	1組
	採水ボトルの地下水採取アダプター	採水ボトル固定機能、地下水試料取出機能	1箱
収納箱	結合ユニット収納箱	L=2,300mm	1箱
	採水ユニット収納箱	L=3,300mm	1箱
	連続採水ユニット収納箱	L=2,700mm	1箱
	パッカーユニット収納箱	φ68mm 用、上部・下部パッカー、フィルターカプセル・採水区間延長カプセル	1箱
		φ86mm 用、上部・下部パッcker、フィルターカプセル・採水区間延長カプセル	1箱
	ケーシング収納箱		12箱
	採水ボトルの地下水採取アダプタ一収納箱		1箱

\* 1セット当たり製作数量

## 5. 室内性能試験

1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器を製作するに当たり、パーツレベル、各ユニットレベル、各システムレベル、全システムレベルなどの各段階においてその基本的な性能・機能が確保されていることを室内で確認するために室内性能試験を実施した。なお、特に室内性能試験を行わない製作品も、全品目視による検査を行った。

室内性能試験で確認した主な性能は以下のとおりである。

### ① 新規設計部分の性能

新規設計された部分が技術仕様を満たしていること。

### ② 耐圧性能

孔内部及び中継部が大気圧から  $150 \text{ kg/cm}^2$  までの圧力条件下で正常に機能すること。

### ③ 耐温性能

孔内部及び中継部が温度  $0^\circ\text{C}$  から  $70^\circ\text{C}$  までの温度条件下で正常に機能すること。

### ④ 機械的性能

中継部の機械的機能が技術仕様に記載されている機能を確保していること。

### ⑤ 電気的性能

システム全体の通信・制御及び電源の供給などの電気的機能が正常に機能すること。

本業務で実施した室内性能試験の各項目とその内容を表5-1に示した。本報ではこれらの試験方法とその結果を同表の項目順に記述した。

なお、本章で述べる試験項目の名称の検査・検定・試験は大略以下の定義により使い分けた。

検査：目視あるいは簡単な装置による単純な計測によって製作品の合否を判断するもの。

検定：2つの対をなすパラメータ（物理値と実測値）の計測によって製作した計器類の精度を評価するもの。

試験：2つ以上のパラメータの計測によって製作品の性能を評価するもの。

表5-1 室内性能試験の項目と目的一覧表 (1/3)

対象	試験項目	目的
孔内部	5.1.1 パッカーシステム	(1) パッカー耐圧試験 パッカーシステム組立後、パッカー圧力を約 $8.0\text{kgf/cm}^2$ まで加え、12時間後にこれが $5.0\text{kgf/cm}^2$ 以上であることを確認する。
		(2) 採水区間延長カプセル及びフィルタカプセル耐圧試験 各カプセル内の導水管に水圧 $150\text{kgf/cm}^2$ 以上を加え、これを12時間保持し、内部漏洩のないことを確認する。
		(3) 結合機構検査 パッカー上端と結合ユニット先端部のスムーズな結合と離脱を確認する。
		(4) 磁気リング反応検査 地面にガイドケーシングBを立てて固定し、上から吊した結合ユニットを降下させ、磁気リング設置箇所での反応を確認する。
	5.1.2 孔内システム	(1) 防水ブロック耐圧試験 基板収納部を保護する防水ブロックを単体として耐圧性能 $150\text{kgf/cm}^2$ を確認する。
		(2) 複合コネクタ耐圧試験 凸、凹部それぞれ単体の耐圧性能 $150\text{kgf/cm}^2$ を確認する。
		(3) バルブ切替位置検出機構検査 連続採水・結合ユニット内のバルブが制御装置からの指示通りの角度で停止し、ギャップセンサーがこれを正しく感知していることを目視及び制御装置で確認する。
		(4) バルブ回転方向検査 連続採水・結合各ユニットを仮組みした状態で制御装置からの指令でバルブを作動させ、指令した位置に向かって小さい方の角度で回転していることを確認する。
		(5) 両方向ポンプピストン変位計検査 連続採水ユニットを仮組みし、両方向ポンプピストンを駆動させ、その正方向・逆方向の変位量が正常に出力されていることを確認する。
		(6) リミットスイッチ検査 連続採水・採水各ユニットを仮組みし、採水機構駆動部及びポンプシリンダーを動かした時に、それぞれの上端、下端のリミットスイッチが正常にこれを感知し、停止あるいは方向転換が正常に行われていることを確認する。
		(7) 両方向ポンプ作動試験 連続採水ユニットを仮組みした状態で制御装置から送水方向を指定し、ポンプを駆動させて、ポンプスピードと吐出圧、吐出量の関係を確認する。
		(8) 採水機構駆動検査 採水ユニットを仮組みした状態で、制御装置からの指令により採水機構駆動部を駆動させ、これが正常の電流値で、正常な距離を駆動することを確認する。
		(9) 採水機構駆動部変位計検定 採水ユニットを仮組みした状態で、制御装置からの指令により採水機構駆動部を駆動させ、実測変位量とセンサー出力値から換算係数を得る。
		(10) 圧力計検定 採水・結合各ユニットを組み立てた状態で水回路に割り込む形で圧力計を取り付ける。最大約 $150\text{kgf/cm}^2$ まで段階的に加圧・減圧を実施し、実測値とセンサー出力値から換算係数を得る。
		(11) 結合計検定 結合ユニット下端の結合計と金属ターゲットの間に隙間計を挟み、センサー出力値を記録して換算係数を得る。
		(12) 近接計検査 内側に磁気リングを貼り付けたガイドケーシングB(ダミー)の中に結合ユニットを降下させ、これを近接計で感知できることを確認する。
		(13) 導通・絶縁検査 各線、各線間及びボディーとの間の抵抗を測定し、標準の抵抗値と比較して断線・ショートの有無及びセンサーや電気基板が正常な状態にあることを確認する。
		(14) 通信検査 組立完了したユニット本体の凸部と制御装置。電源装置を接続し、ダウンロード及び通信が正常に行われることを確認する。
		(15) 水回路切替機構検査 連続採水・結合の各ユニットを組み立てた状態で制御装置からの指令でバルブを切り替えて通水し、正常にバルブが切り替わり、指定の水回路が形成されていることを確認する。
		(16) 温度計検定 各ユニットを組み立てた状態で恒温槽内に入れ、温度を約 $70^\circ\text{C}$ まで上昇させ、実測値とセンサー出力値から換算係数を得る。
		(17) 孔内各ユニット耐圧試験 各ユニットごとに外圧 $150\text{kgf/cm}^2$ を12時間保持し、試験中及び試験後に内部への漏水がないことと、通信・作動に異常がないことを確認する。
		(18) 孔内各ユニット耐温試験 各ユニットごとに温度を $70^\circ\text{C}$ 以上まで上昇させたときに、機器に異常がないことを確認する。また、 $70^\circ\text{C}$ 環境下においてバルブ作動、ポンプ作動、採水駆動が正常に行われることを確認する。

注：対象及び試験項目の番号はこの章での各説明の節・項等に対応している。

表5-1 室内性能試験の項目と目的一覧表 (2/3)

対象	試験項目	目的
5.2 中継部 複合ケーブルシステム	5.2.1 ケーシングシステム	(1) ケーシングパイプ引張試験 ネジ部の引張による破断強度が製作仕様の 22ton 以上であることと、試験後にネジかじりがないことを確認する。
		(2) ケーシング保護キャップ取付け検査 ケーシング保護キャップをケーシングパイプに正常に取付けできることを確認する。
		(3) ケーシングホルダ保持能力検査 保持能力が 12ton 以上であることを確認する。
		(4) ホイスティングスイベル引張能力検査 引張能力が 15ton 以上であることを確認する。
	5.2.2 複合ケーブル試作品	(1) 外観検査 ケーブル全長にわたる外観検査（外径測定及び傷の有無）を行い、製造工程の適否を総合的に判断する。
		(2) 内部温度上昇試験 通電時のケーブル内部温度上昇が 15°C を越えないことを確認する。
		(3) 引張試験 引張による複合ケーブル全体と光ファイバの伸びの度合いを測定する。また、複合ケーブル破断張力が 2.3ton 以上、端末引留部の引留力が過巻き防止設定値 (1.2ton) 以上確保されていることを確認する。
		(4) しごき試験 繰り返ししごき (11,000 往復) による電気及び光ケーブルの導通に異常がないことを確認する。
		(5) 耐温度・圧力変形試験 先端部および複合ケーブル試作品を繰り返し加温加圧後に、著しい変形がないこと、水密が確保されていることを確認する。
		(6) 外観検査 目視により傷のないことを、外径を計測して許容値内にあることを確認する。
複合ケーブルシステム	複合ケーブル	(7) 電気性能検査 電気ケーブルの抵抗及び絶縁性を測定し、通信・作動に伴う電気的性状に異常のないことを確認する。
		(8) 光減衰検査 光ケーブルの光損失が規格内にあることを確認する。
		(9) 採水ホース耐圧検査 ケーブル先端部・複合ケーブル及び巻き取り装置内配管の耐圧性能を確認する。
		(10) 通信検査 光／電気基板を取り付けて通信を行い、光ケーブル・電気ケーブル (A・B) を用いて通信が可能なことを確認する。
		(11) 線長計検定 線長計の出力と実測値の差が許容値内にあることを確認する。
	巻き取り装置	(12) 巻き上げ能力検査 巻き上げ能力が技術仕様 1.0ton 以上あることを確認する。
		(13) 巻き上げ速度検定 巻き取り・繰り出し速度が技術仕様 20m/min 以上あることを確認する。
		(14) 自動制御検査 自動停止機能により指定のケーブル線長で停止することを確認する。
		(15) 遠隔操作検査 遠隔操作機能（リモコン）が正常に作動することを確認する。
	シーブ	(16) 張力計検定 主シーブの張力計が正常に機能することを確認する。
		(17) 反転シーブ設置検査 反転シーブを反転シーブ台に設置できることを確認する。
	(18) 複合ケーブルシステム 巻き取り・繰り出し検査 複合ケーブルシステムの巻上げ機能が正常に機能し、スムーズな巻き取り・繰り出しができることを確認する。また、反転シーブを傾けた場合でも可能なこと、その際に各シーブのガイドローラーが機能していることを確認する。	

注：対象及び試験項目の番号はこの章での各説明の節・項等に対応している。

表5－1 室内性能試験の項目と目的一覧表 (3/3)

対象	試験項目	目的
5.3 地上部	5.3.1 制御装置	(1) 通信検査 孔内各ユニットへのプログラムのダウンロードとデータ通信が正常なことを確認する。
		(2) 巻き取り装置 データ表示検査 巻き取り装置から送られてくるデータを正常に表示していることを確認する。
		(3) データ保存機能検査 孔内各ユニットからのデータをハードディスクに正常に保存していることを確認する。
		(4) ハードコピー機能検査 制御装置のディスプレイ画面をカラー及びモノクロで正常に印刷できることを確認する。
		(5) アラーム出力機能検査 データが設定した警報値を超えた場合、シリアルプリンターにアラームの種類と数値を正常に印刷できることを確認する。
	5.3.2 電源装置	(1) 供給電圧補正機能検査 大容量安定化電源装置に可変抵抗器を実装し、これを変化させる。消費電力に応じて供給電圧補正を正常に行っていることを確認する。
		(2) 過電流防止機能検査 大容量安定化電源装置に可変抵抗器を実装し、これを変化させる。過電流状態を人為的に生じさせ、24V系で4A、12V系で2A以上の電流を供給しないことを確認する。
		(3) 無停電電源装置機能検査 無停電電源装置のバッテリー電源が10分以上確保されていることを確認する。
	5.3.3 データ管理・解析装置	(1) データ表示機能検査 指定したデータを指定した形の数値及びグラフ表示することを確認する。
		(2) データファイル設定検査 指定したディレクトリに計測されたデータを保存していることを確認する。
		(3) データ保存機能検査 指定したデータを指定したサンプリング間隔で指定したディレクトリに保存していることを確認する。
		(4) ハードコピー機能検査 データ管理・解析装置のディスプレイ画面をカラー及びモノクロで正常に印刷できることを確認する。
5.3.4 納地上部収	(1) 収納機構検査 制御装置、電源装置、データ管理・解析装置を地上部収納ラック内にすべて収納でき、防塵機能を持っていることを確認する。	
	(2) 一元配線機構検査 地上部収納ラックに収納された各装置間及び巻き取り装置からの配線が入出力装置を介して一元的に配線できることを確認する。	
5.4 付属品	5.4.1 吊り下げ金具及び保護キャップ 孔内各ユニット及びパッカーユニットの吊り下げ金具及び保護キャップが正常に取り付けられ、ネジ部を保護していることを確認する。また、吊り下げ金具(上側凸用キャップ)が吊り下げ機能を有していることを確認する。	
	5.4.2 ロジックテスタ 各ロジックテスタが室内及び孔内性能試験で正常な機能を発揮し、使用できることを確認する。	
	5.4.3 保持プレート 外径68mm パッカー用、外径86mm パッカー用、孔内ユニット用の各保持プレートがそれぞれの保持用溝部に正常に設置できることを確認する。	
	5.4.4 ケーシング用レンチ ケーシングパイプの締め込み・取り外しが正常にできることを確認する。	
	5.4.5 採水容器の地下水採取アダプター 配管の耐圧性能が150kgf/cm <sup>2</sup> であること、被圧不活性状態で採取した地下水を容器外部に取り出すことができること、アルゴンガスなどの気体を容器内に封入できることを確認する。	
	5.4.6 収納箱 孔内各ユニット、パッカーユニット、ケーシングパイプ、地下水採取アダプター、がそれぞれの収納箱に確実に収納できることを確認する。	

注：対象及び試験項目の番号はこの章での各説明の節・項等に対応している。

## 5.1 孔内部

### 5.1.1 パッカーシステム

#### (1) パッカー耐圧試験

##### 1) 試験方法

パッカー耐圧試験の概要を図5-1-1に示す。パッカーの耐圧試験は採水区間延長カプセル1本(50cm)と上下パッカーを用いて実施する。パッカーを組み立てた後、上部パッカーのパッカー水回路より送水し、パッカー有効圧力約 $8.0\text{kgf/cm}^2$ まで加圧し、回路を閉じる。12時間経過後にパッカー有効圧力を計測する。

##### 2) 試験結果

外径68mmパッカーの有効圧力は、約12時間経過時に $6.5\text{kgf/cm}^2$ に減圧していた。漏水等の異常は認められなかつたので、この減圧はパッカーゴムのクリープ変形によるものと考えられる。この結果から、このパッカーは $5.0\text{kgf/cm}^2$ 以上の有効圧力を12時間保持できると判断し、合格とした。

また、外径86mmパッカー・2.2号機パッカーシステム(外径:68mm, 86mm)でも同様に $5.0\text{kgf/cm}^2$ 以上の有効圧力を保持することを確認した。

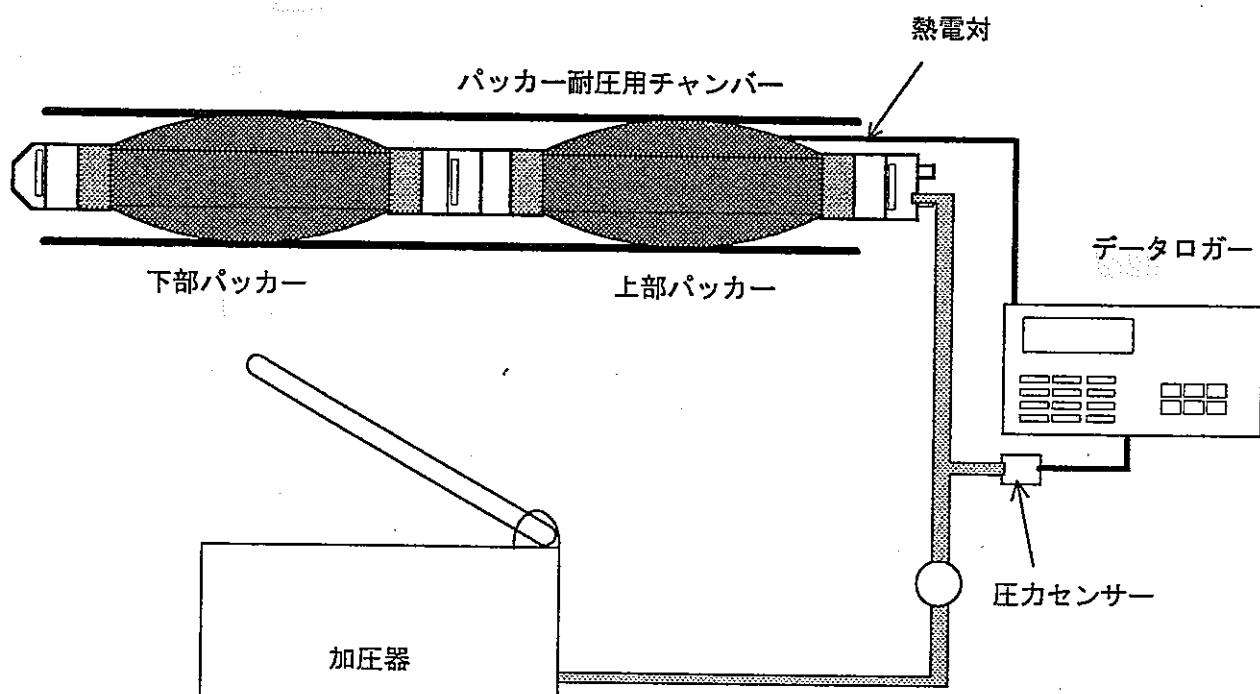


図5-1-1 パッcker耐圧試験概要

## (2) 採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル耐圧試験

### 1) 試験方法

採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル耐圧試験の概要を図 5-1-2 に示す。採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル耐圧試験では、それぞれのカプセル内の導水パイプに  $150\text{kgf/cm}^2$  以上の水圧をかけ、24 時間保持し、内部漏洩の無いことを確認する。

パッカー水回路及び採水水回路へ同時に水圧（約  $160\text{kgf/cm}^2$ ）を加え、それぞれの水回路にあるバルブを閉じる。バルブを閉じてから 24 時間後の圧力を測定し、 $150\text{kgf/cm}^2$  以上を保っていることを確認する。

### 2) 試験結果

試験結果を表 5-1-1 に示す。この耐圧試験の結果、採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル内の導水パイプはパッカー外径 86mm 用、68mm 用共にすべて  $150\text{kgf/cm}^2$  以上を 24 時間保持し、耐圧性能を満たすことを確認した。

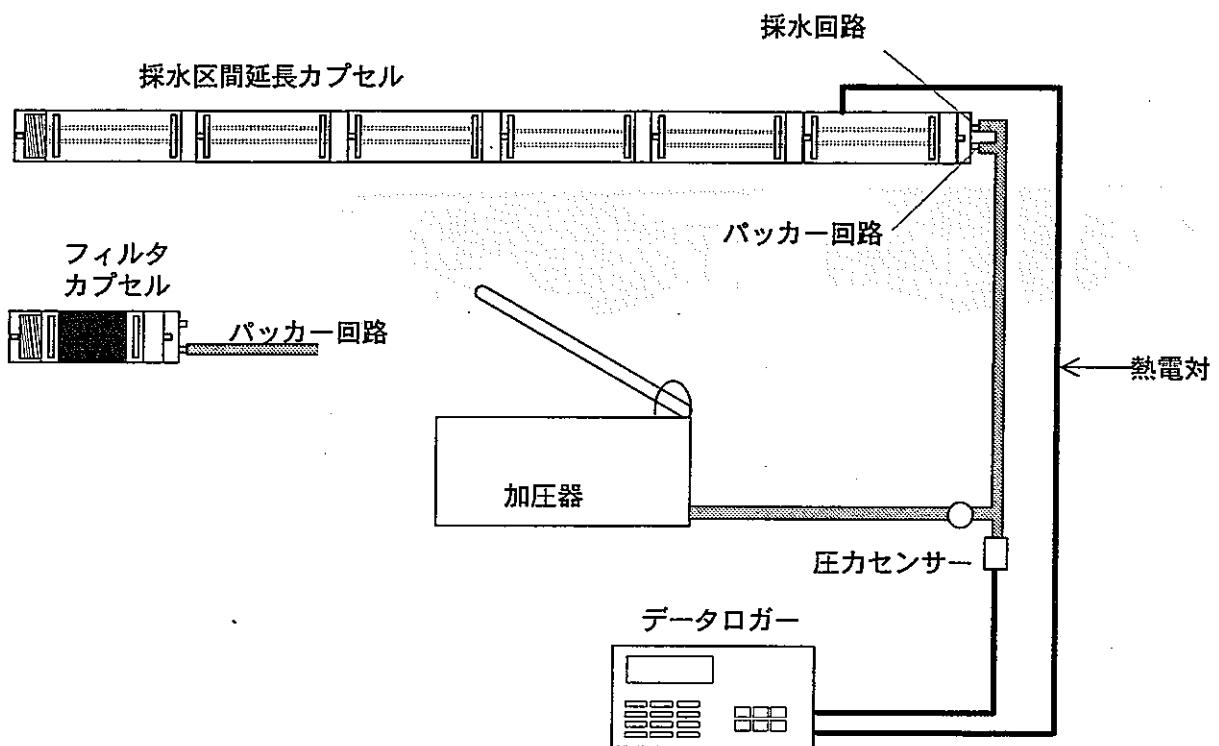


図 5-1-2 採水区間延長カプセル及びフィルターカプセル耐圧試験の概要

5-1-1 採水区間延長カプセル／フィルターカプセル耐圧試験結果

パッcker径	カプセル	対象回路	2. 1号機	2. 2号機
φ 86 mm 用	100cm(9本)	パッカーレンジ	合 格	合 格
		採水回路	合 格	合 格
	50cm(1本)	パッカーレンジ	合 格	合 格
		採水回路	合 格	合 格
	フィルター	パッカーレンジ	合 格	合 格
φ 68 mm 用	100cm(9本)	パッカーレンジ	合 格	合 格
		採水回路	合 格	合 格
	50cm(1本)	パッカーレンジ	合 格	合 格
		採水回路	合 格	合 格
	フィルター	パッカーレンジ	合 格	合 格

(3) 結合機構検査

1) 検査方法

結合機構検査の概要を図 5-1-3 に示す。地面にガイドケーシング A を鉛直に固定し、上から吊した結合ユニットを昇降させ、パッカーユニット上端と結合ユニット下端部がスムーズに結合し、離脱をすることを確認する。

2) 検査結果

数回の昇降を繰り返し実施し、スムーズに結合し、離脱することを確認した。

(4) 磁気リング反応検査

1) 検査方法

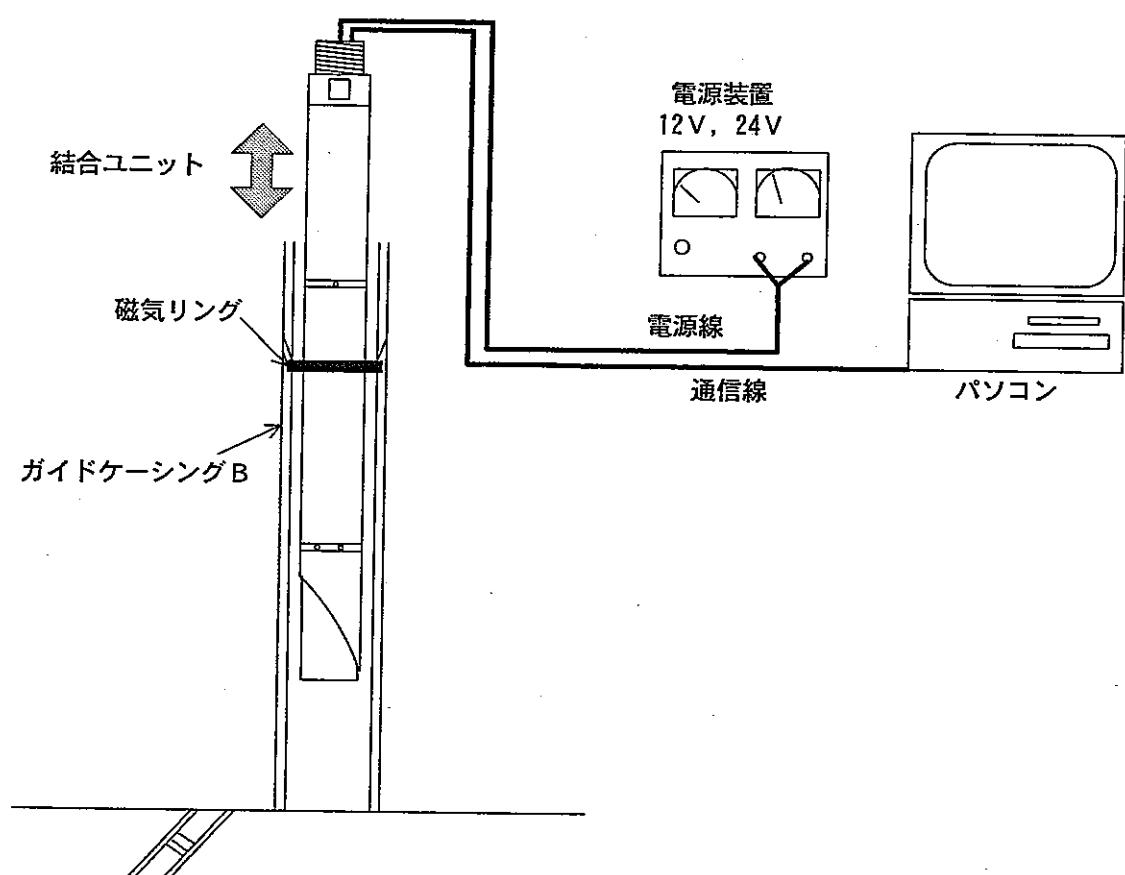
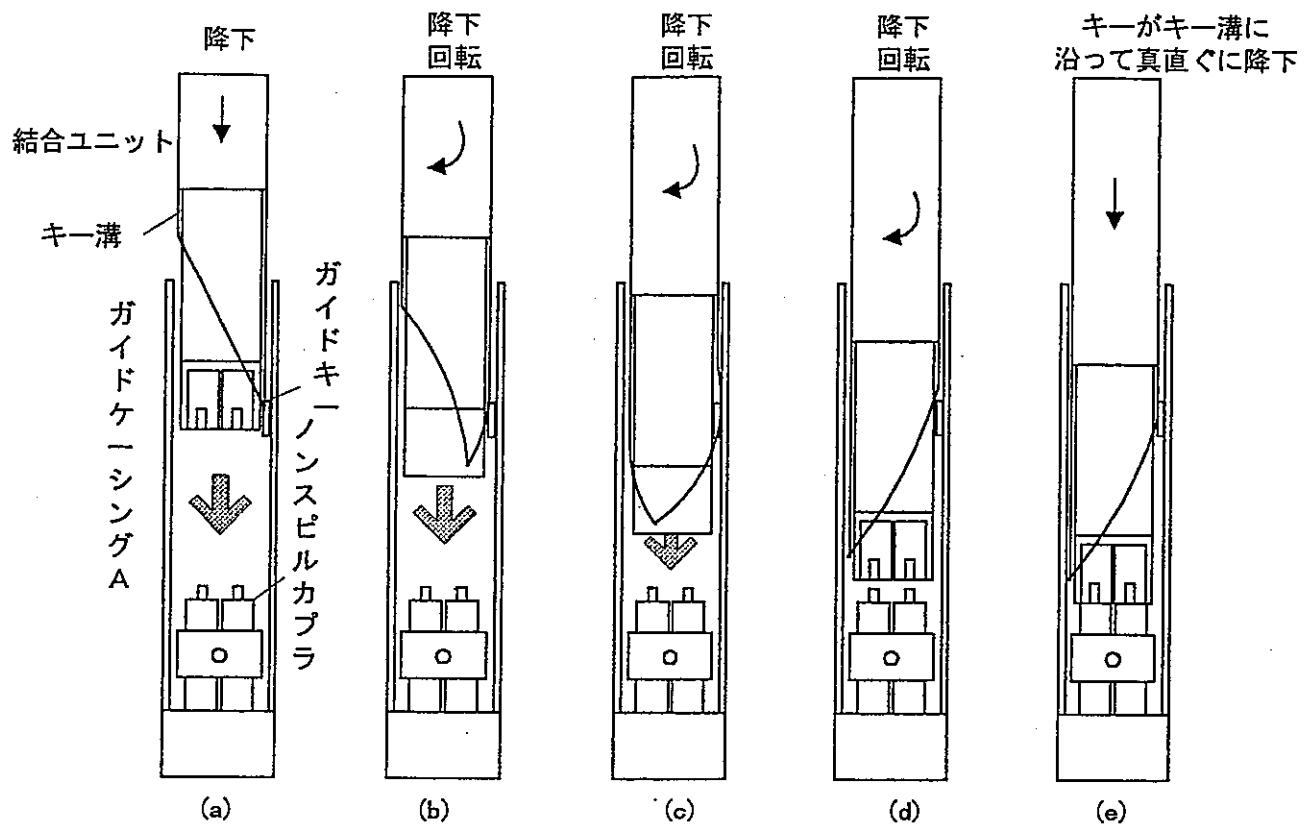
磁気リング反応検査の概要を図 5-1-4 に示す。地面にガイドケーシング B を鉛直に固定し、上から吊した結合ユニットをゆっくりと降下させ、磁気リング設置箇所でこれにセンサーが反応し、制御システムでこれを確認する。

2) 検査結果

検査結果を表 5-1-2 に示す。10 回の降下を行い、磁気リングを設置した 9 箇所に対し、すべて反応したことを確認した。

表 5-1-2 磁気リング反応検査結果

2. 1号機	磁気リング No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	判 定
	降下回数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	合 格
	反応回数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	合 格
2. 2号機	磁気リング No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	判 定
	降下回数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	合 格
	反応回数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	合 格



## 5.1.2 孔内システム

### (1) 防水ブロック耐圧試験

#### 1) 試験方法

防水ブロック耐圧試験の概要を図5-1-5に示す。複合コネクタ凸の一部と耐圧治具を用いて防水ブロックに水圧をかけ、防水ブロック単体としての耐圧性能を確認する。

#### 2) 試験結果

試験結果の一例を図5-1-6に示す。図に示すように温度変化による圧力変動が見られるが、防水ブロックが耐圧性能  $150\text{kgf/cm}^2$  (6時間以上) を有していることを確認した。

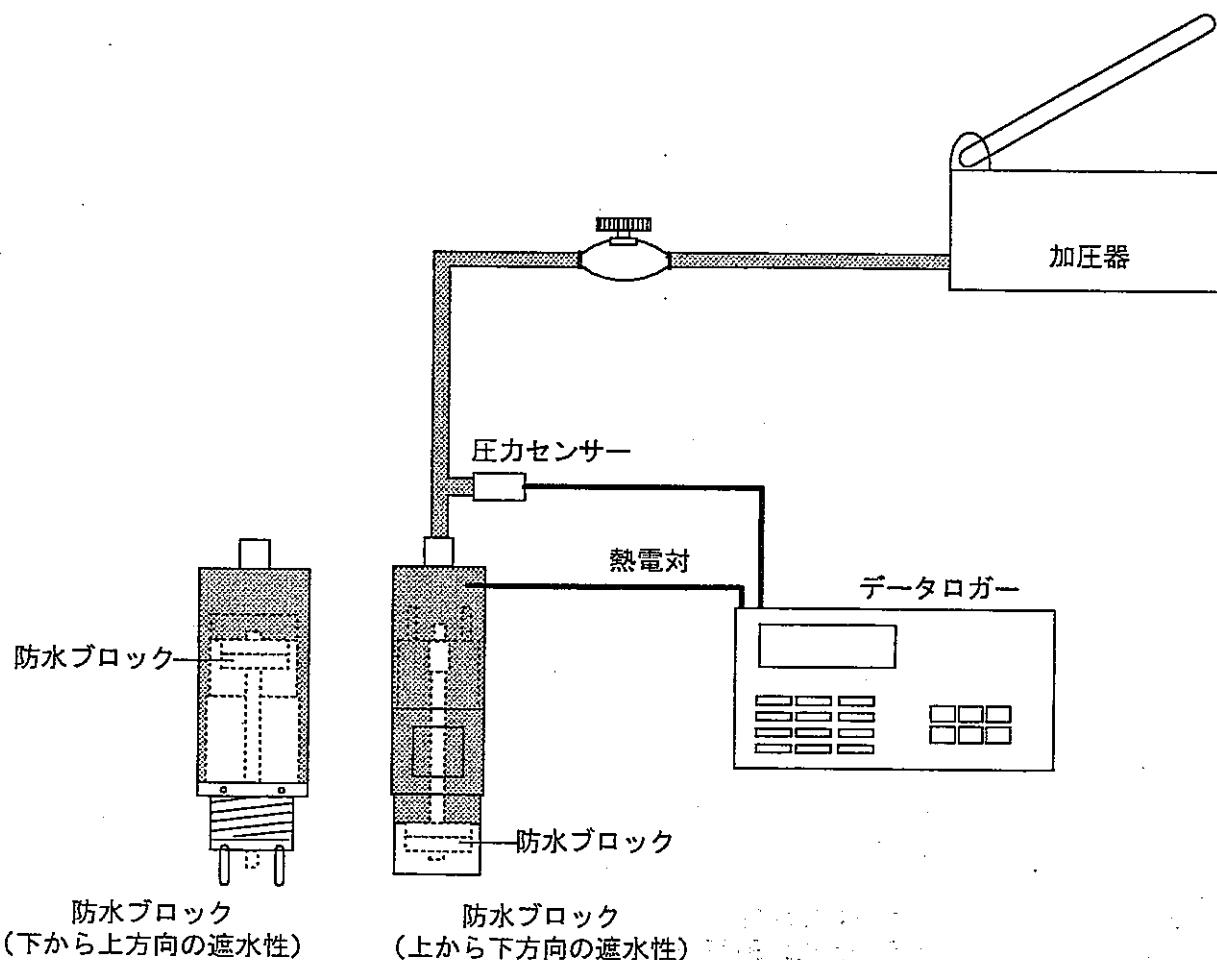
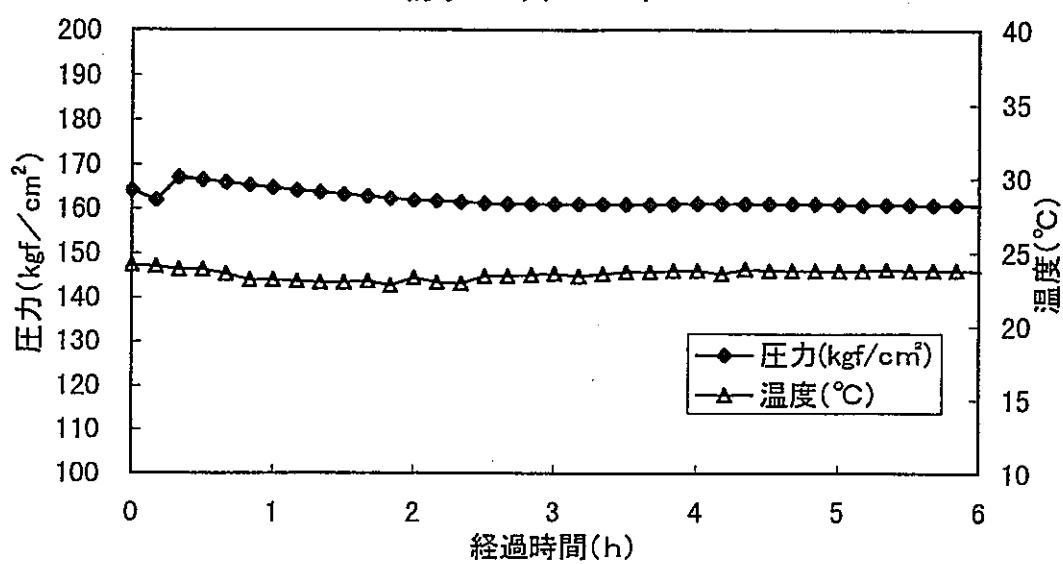


図5-1-5 防水ブロック耐圧試験の概要

防水ブロック 上→下



防水ブロック 下→上

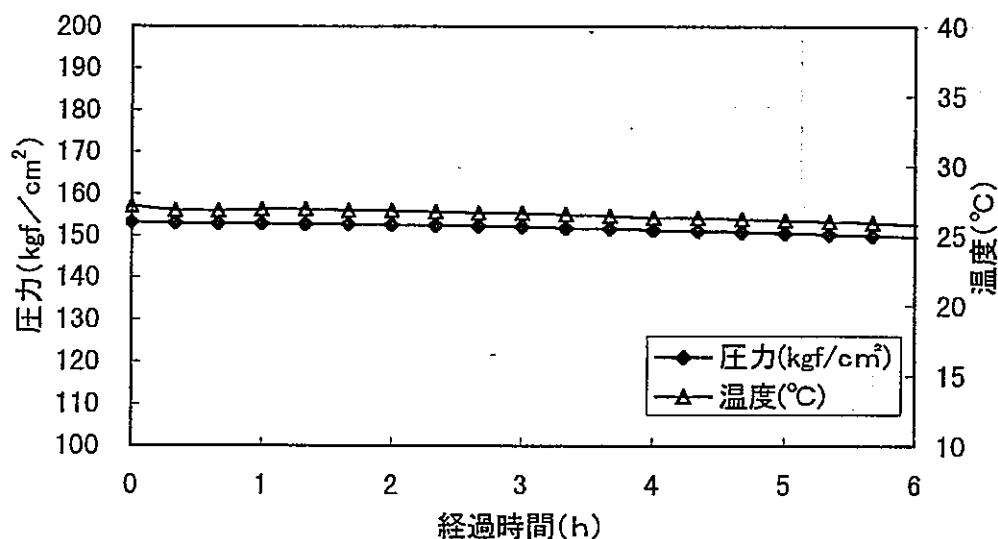


図5－1－6 防水ブロック耐圧試験結果

## (2) 複合コネクタ耐圧試験

### 1) 試験方法

複合コネクタ耐圧試験の概要を図 5-1-7 に示す。遮水型複合コネクタ（凸、凹部）単体の耐圧性能を確認する。

### 2) 試験結果

試験結果の一例を図 5-1-8 に示す。図に示すように温度変化による圧力変化が認められるが、耐圧性能  $150\text{kgf/cm}^2$  (6 時間以上) を有していることを確認した。

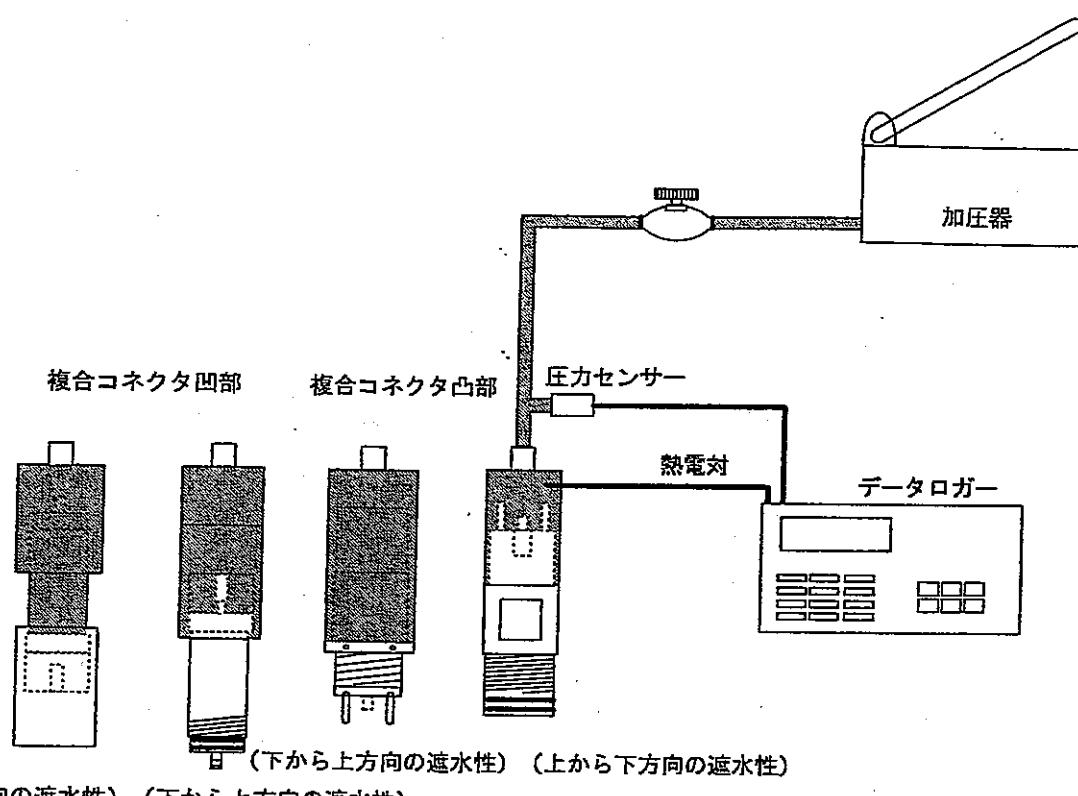
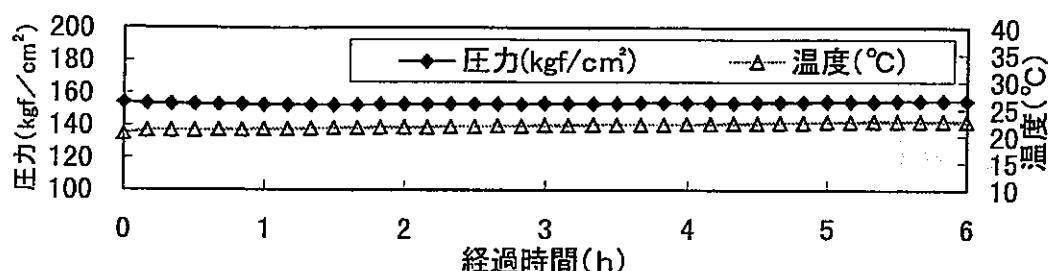
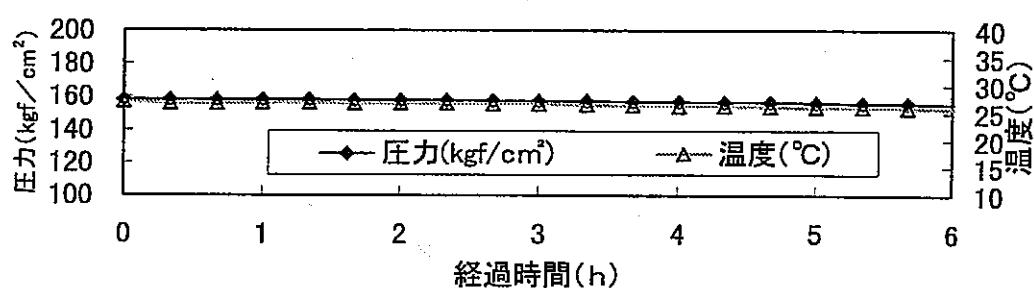


図 5-1-7 複合コネクタ耐圧試験の概要

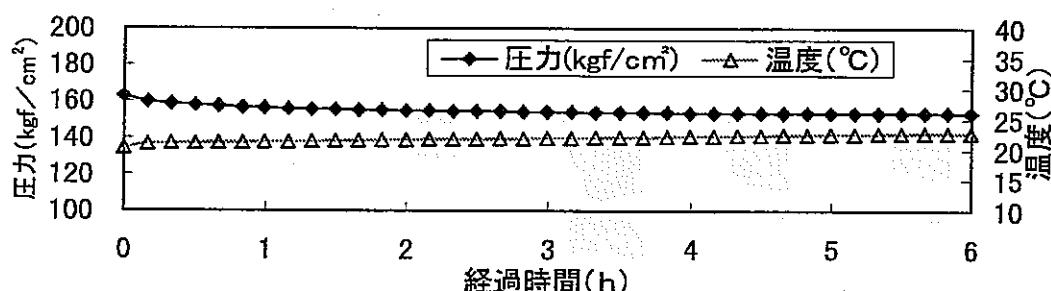
複合コネクタ(凸) 上→下



複合コネクタ(凸) 下→上



複合コネクタ(凹) 上→下



複合コネクタ(凹) 下→上

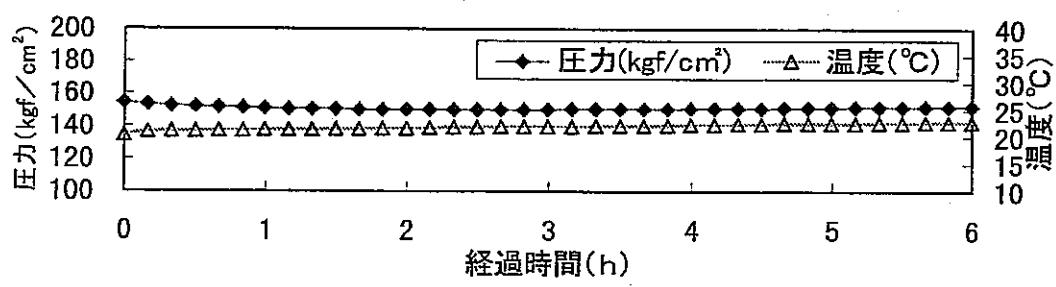


図 5-1-8 複合コネクタ耐圧試験結果

### (3) バルブ切替位置検出機構検査

#### 1) 検査方法

バルブ切替位置検出機構検査の概要を図 5-1-9 に示す。連続採水及び結合の各ユニットを仮組立した（外筒パイプをはずした）状態で、制御装置からの指令でバルブを作動させる。連続採水及び結合の各ユニット内に設置してあるバルブが指示通りに停止していることをギャップセンサーランプの指示位置（ポート）により目視及び制御装置の画面で確認する。

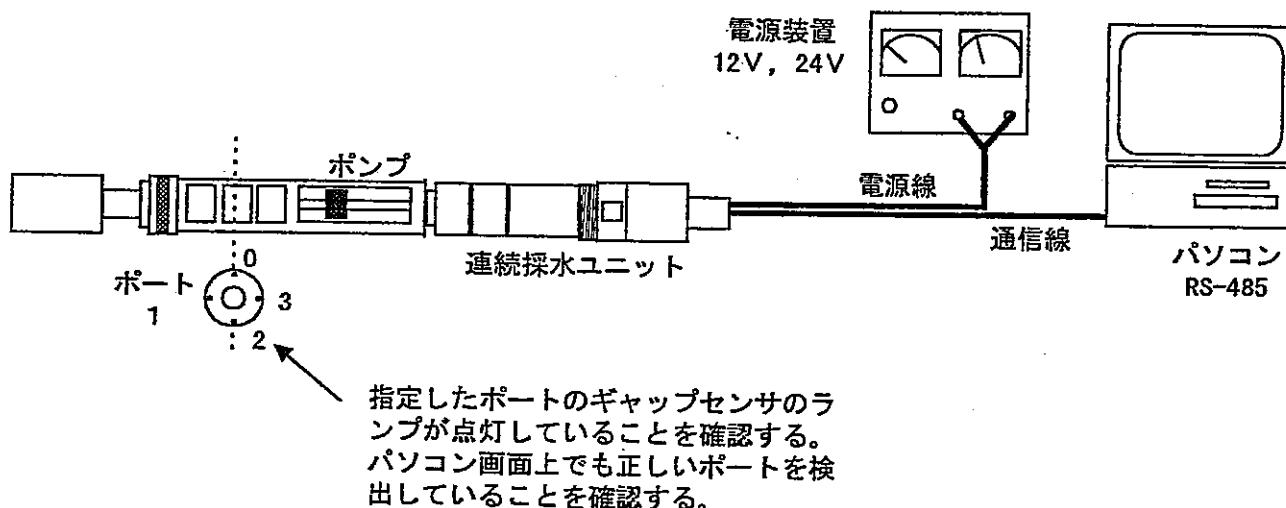


図 5-1-9 バルブ切替位置検出機構の検査

## 2) 検査結果

検査結果を表 5-1-3 に示す。表に示すように、各バルブの切替位置を検出するギャップセンサーは指令した位置を感知し、指示通りにバルブが切り替わっていることを感知していることを確認した。

表 5-1-3 バルブ位置検出機構検査結果

ユニット	バルブ	指令位置	対応位置	判定	
				2. 1号機	2. 2号機
連続採水	BV-P1	ポート0	ポート0	合 格	合 格
		ポート1	ポート1	合 格	合 格
		ポート2	ポート2	合 格	合 格
		ポート3	ポート3	合 格	合 格
	BV-P2	ポート0	ポート0	合 格	合 格
		ポート1	ポート1	合 格	合 格
		ポート2	ポート2	合 格	合 格
		ポート3	ポート3	合 格	合 格
	BV-1	ポート0	ポート0	合 格	合 格
		ポート1	ポート1	合 格	合 格
		ポート2	ポート2	合 格	合 格
		ポート3	ポート3	合 格	合 格
結合	BV-2	ポート0	ポート0	合 格	合 格
		ポート1	ポート1	合 格	合 格
		ポート2	ポート2	合 格	合 格
		ポート3	ポート3	合 格	合 格

#### (4) バルブ回転方向検査

##### 1) 検査方法

バルブ回転方向検査の概要を図5-1-10に示す。連続採水及び結合の各ユニットを仮組みした状態で、制御装置からの指令でバルブを作動させ、バルブ回転が指令した位置に最小角度の方向に回転していることを確認する。ギャップセンサーのランプの点灯順位を見て、回転方向を判定する。

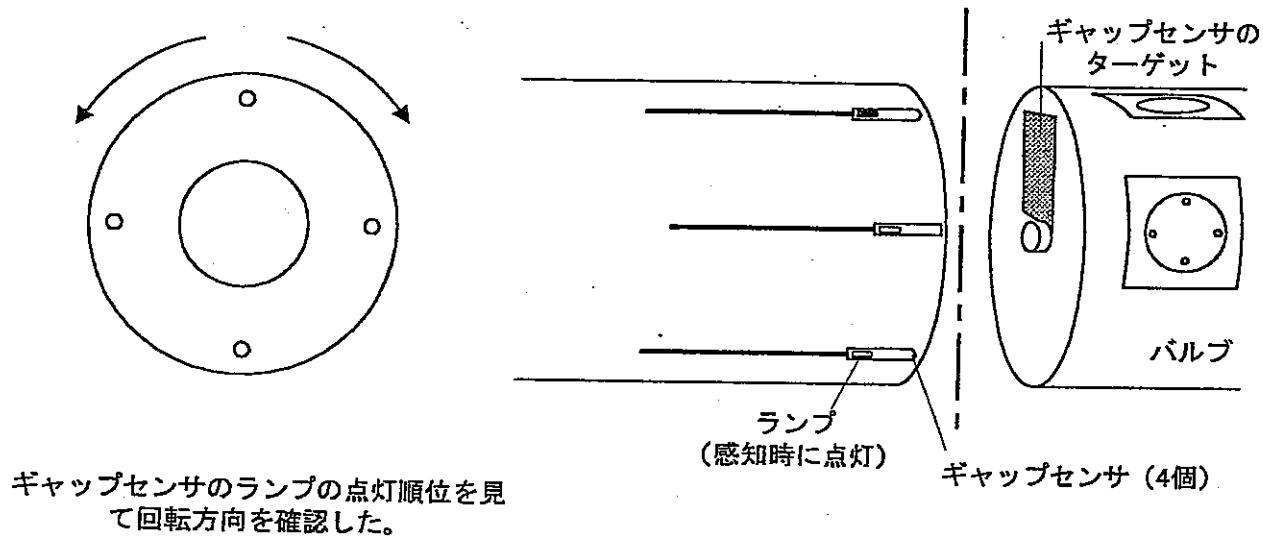


図5-1-10 バルブ回転方向検査の概要

## 2) 検査結果

検査結果を表 5-1-4 に示す。表に示すように各バルブの回転方向はすべて指令位置に最小角度の方向に回転していることを確認した。

表 5-1-4 バルブ回転方向検査結果

ユニット	バルブ	指令切替	対応切替	判定	
				2. 1号機	2. 2号機
連続採水	BV-P1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト2	ホ°-ト1→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト3	ホ°-ト2→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト0	ホ°-ト3→ホ°-ト0	合 格	合 格
		ホ°-ト0→ホ°-ト3	ホ°-ト0→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト2	ホ°-ト3→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト1	ホ°-ト2→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト0	ホ°-ト1→ホ°-ト0	合 格	合 格
	BV-P2	ホ°-ト0→ホ°-ト1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト2	ホ°-ト1→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト3	ホ°-ト2→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト0	ホ°-ト3→ホ°-ト0	合 格	合 格
		ホ°-ト0→ホ°-ト3	ホ°-ト0→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト2	ホ°-ト3→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト1	ホ°-ト2→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト0	ホ°-ト1→ホ°-ト0	合 格	合 格
BV-1	BV-1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト2	ホ°-ト1→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト3	ホ°-ト2→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト0	ホ°-ト3→ホ°-ト0	合 格	合 格
		ホ°-ト0→ホ°-ト3	ホ°-ト0→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト2	ホ°-ト3→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト1	ホ°-ト2→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト0	ホ°-ト1→ホ°-ト0	合 格	合 格
結合	BV-2	ホ°-ト0→ホ°-ト1	ホ°-ト0→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト2	ホ°-ト1→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト3	ホ°-ト2→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト0	ホ°-ト3→ホ°-ト0	合 格	合 格
		ホ°-ト0→ホ°-ト3	ホ°-ト0→ホ°-ト3	合 格	合 格
		ホ°-ト3→ホ°-ト2	ホ°-ト3→ホ°-ト2	合 格	合 格
		ホ°-ト2→ホ°-ト1	ホ°-ト2→ホ°-ト1	合 格	合 格
		ホ°-ト1→ホ°-ト0	ホ°-ト1→ホ°-ト0	合 格	合 格

## (5) 両方向ポンプピストン変位計検査

### 1) 検査方法

両方向ポンプピストン変位計検査の概要を図5-1-11に示す。連続採水ユニットを仮組みし、両方向ポンプピストンを移動させ、正方向・逆方向の移動量が正常に出力されていることを確認する。

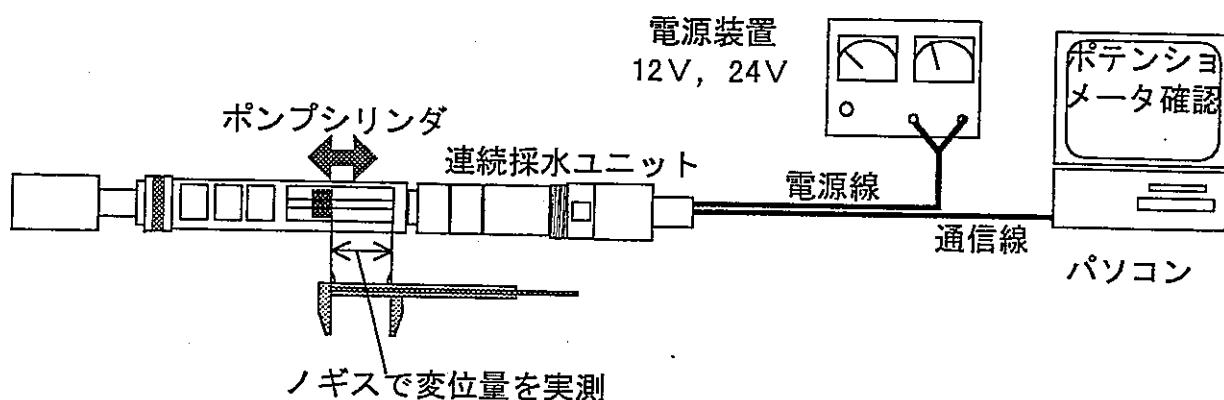


図5-1-11 両方向ポンプ変位計検定の概要

### 2) 検査結果

検査結果を表5-1-5に示す。表に示すようにポテンショメータの正常な出力を確認した。

表5-1-5 両方向ポンプピストン変位計検査結果 単位：変位量（mm）

2. 1号機	測 定	1	2	3	4	5	判 定
	正方向	0→90	0→90	0→90	0→90	0→90	合 格
	逆方向	90→0	90→0	90→0	90→0	90→0	
2. 2号機	測 定	1	2	3	4	5	判 定
	正方向	0→90	0→90	0→90	0→90	0→90	合 格
	逆方向	90→0	90→0	90→0	90→0	90→0	

## (6) リミットスイッチ検査

### 1) 検査内容

リミットスイッチ検査の概要を図 5-1-12 に示す。連続採水及び採水の各ユニットを仮組みし、モータを駆動させ採水機構駆動部及びポンプシリンダーを作動させる。それぞれの上端及び下端のリミットスイッチがこれらの運動を正常に感知し、方向変換が正常に行われることを目視により確認する。

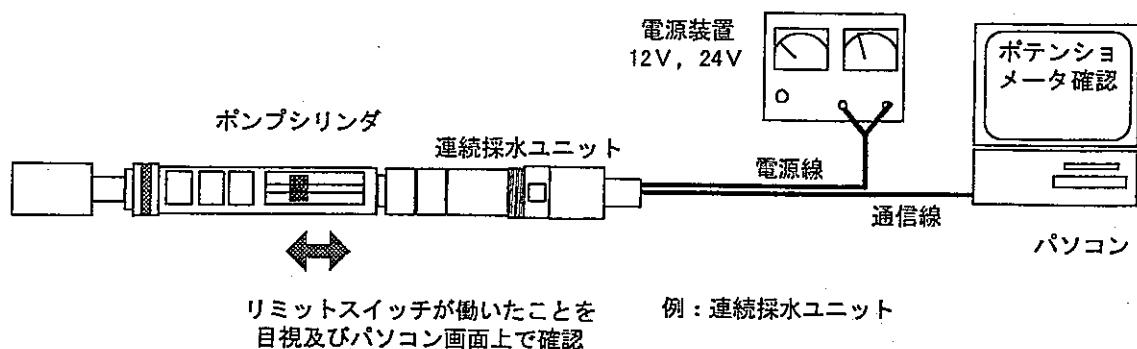


図5-1-12 リミットスイッチ検査の概要

### 2) 検査結果

検査結果を表 5-1-6 に示す。表に示すように各センサーとも正常に作動することを確認した。

表 5-1-6 リミットスイッチ検査結果

2. 1号機	ユニット	センサー		結果			判定
				開始時 ON	方向変換時 ON	停止時 ON	
連続採水	ポンプ制御 リミットスイッチ	上端	正常	正常	正常	正常	合格
		下端	—	正常	—	—	
	採水駆動機構 制御リミットスイッチ	上端	正常	—	正常	正常	
		下端	正常	—	正常	正常	
2. 2号機	ユニット	センサー		結果			判定
				開始時 ON	方向変換時 ON	停止時 ON	
	連続採水	ポンプ制御 リミットスイッチ	上端	正常	正常	正常	合格
			下端	—	正常	—	
	採水	採水駆動機構 制御リミットスイッチ	上端	正常	—	正常	
			下端	正常	—	正常	

## (7) 両方向ポンプ作動試験

### 1) 試験方法

両方向ポンプ作動試験の概要を図5-1-13に示す。連続採水ユニットを仮組みした状態で制御装置からの指令により水回路の開放方向及び送水方向を指定してからポンプを作動し、各差圧におけるポンプスピードと吐出量の関係を確認する。

### 2) 試験結果

各差圧におけるポンプスピードと吐出量の関係を図5-1-14に示す。

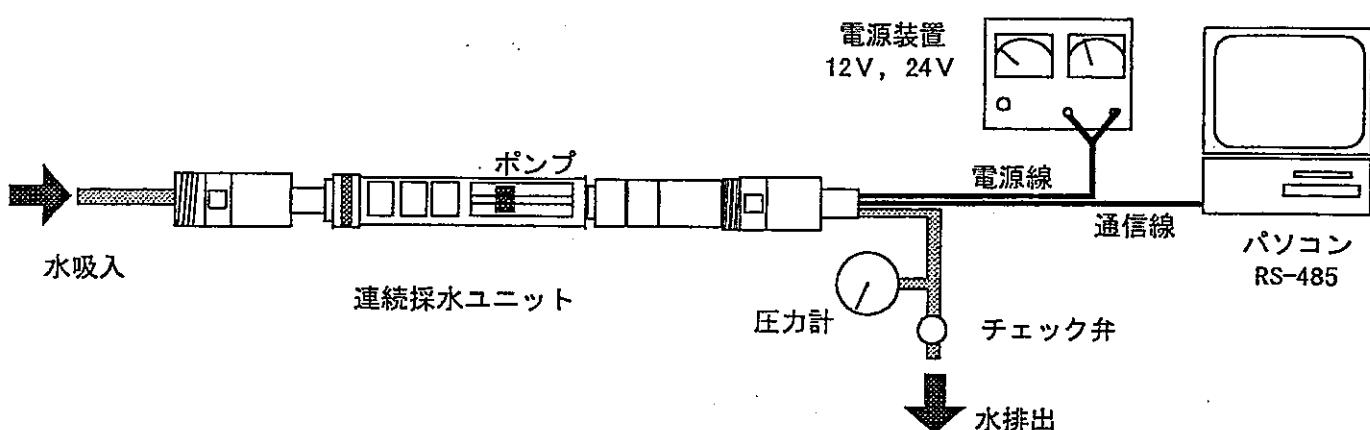
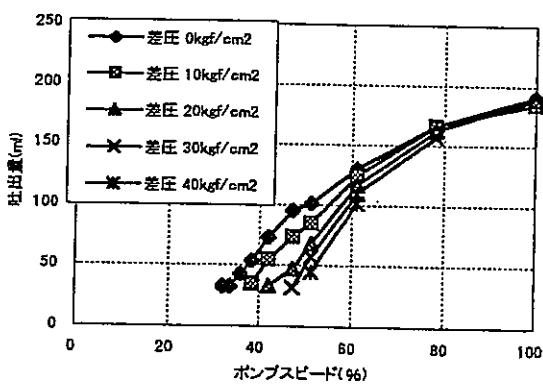


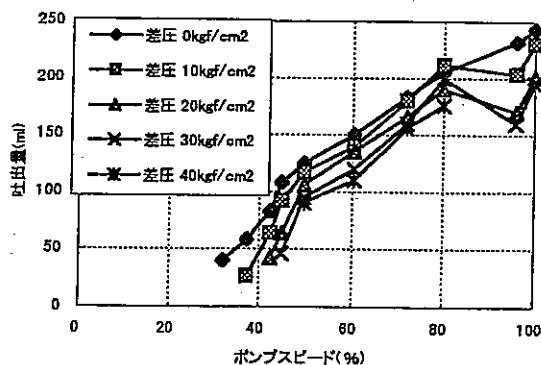
図5-1-13 両方向ポンプ作動試験の概要

ポンプ スピード	差圧(kgf/cm <sup>2</sup> )					16進	10進	供給電圧率 (%)
	0	10	20	30	40			
0	32.25					50	80	32.0
1	32.15					54	84	33.8
2	42.70					5A	90	36.0
3	53.35	34.45				60	96	38.4
4	72.85	54.55	32.85			69	105	42.0
5	94.90	73.30	48.95	31.65		76	118	47.2
6	101.05	84.55	68.15	57.00	44.85	80	128	51.2
7	130.15	124.00	118.80	109.70	101.35	99	153	61.2
8	166.20	168.20	181.80	157.25		C3	195	78.0
9	190.40	184.30	188.35			FA	250	100.0

ポンプ スピード	差圧(kgf/cm <sup>2</sup> )					16進	10進	供給電圧率 (%)
	0	10	20	30	40			
0	40.00					50	80	32.0
1	58.00	28.00				54	84	37.2
2	83.00	84.00	42.00			5A	90	42.4
3	108.00	92.00	64.00	48.00		60	96	44.8
4	125.00	117.00	108.00	85.00	90.00	69	105	49.6
5	150.00	140.00	135.00	120.00	110.00	76	118	60.4
6	183.00	180.00	165.00	160.00	156.00	80	128	72.0
7	205.00	211.00	190.00	200.00	176.00	89	153	80.0
8	232.00	203.00	170.00	180.00		C3	195	96.0
9	243.00	230.00	201.00	195.00		FA	250	100.0



2. 1号機



2. 2号機

図5-1-14 ポンプスピードと吐出量の関係

## (8) 採水機構駆動検査

### 1) 検査方法

採水機構駆動検査の概要を図 5-1-15 に示す。採水ユニットを仮組みした状態で、制御装置からの指令により採水モータを駆動させ、採水機構駆動部が正常に作動することを目視により確認する。

### 2) 検査結果

検査結果を表 5-1-7 に示す。各々の指令による作動はスムーズであり、正常な制御が行われたことを示している。なお、各作動状態において、電流値は 0.2~0.4A の範囲にあった。

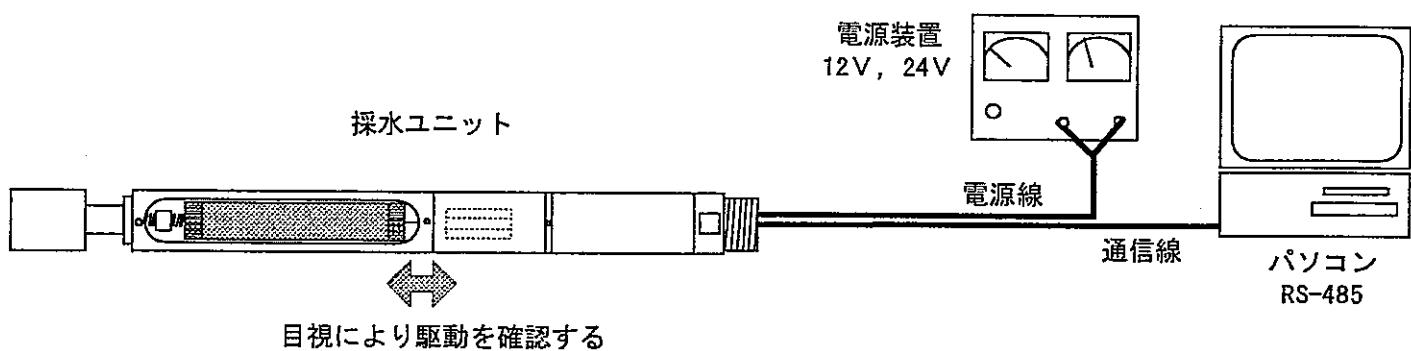


図 5-1-15 採水駆動検査の概要

表 5-1-7 採水機構駆動検査結果

作業回数	作業項目	電流値(A)	リミット制御	判定	
				2. 1号機	2. 2号機
1	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
2	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
3	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
4	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
5	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
6	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
7	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
8	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
9	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
10	採水開始	0.2~0.4	正常	合格	合格
	採水停止	0.2~0.4	正常	合格	合格
1	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
2	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
3	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
4	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
5	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
6	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
7	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
8	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
9	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格
10	微動+	0.2~0.4	—	合格	合格
	微動-	0.2~0.4	—	合格	合格

## (9) 採水機構駆動部変位計検定

### 1) 検定方法

採水機構駆動部変位計検定の概要を図5-1-16に示す。採水ユニットを仮組みした状態で、制御装置からの指令により採水モータを駆動させ、採水機構駆動部の実測変位量とセンサーの出力値を比較する。

### 2) 検定結果

検定結果を図5-1-17に示す。この検定結果は直線近似として以下のとおり処理した。

$$Y = \alpha X + \beta \quad \text{直線式}$$

Y : 測定値 X : 物理値  $\alpha$  : 傾き (校正係数)  $\beta$  : 切片 (補正係数)

$R^2$  : 相関係数 (直線性の良否を示す。 $R^2$ が1に近いほど直線性がよい。)

結果に示すとおり変位の実測値とセンサーの出力値にはよい直線性が認められる。従って、実際の採水業務ではこれらの校正係数及び補正係数を用いることとし、換算係数設定画面からこれらを入力する。

なお、検定結果の処理方法及び採水業務での利用方法は以下に述べる検定についても同様である。

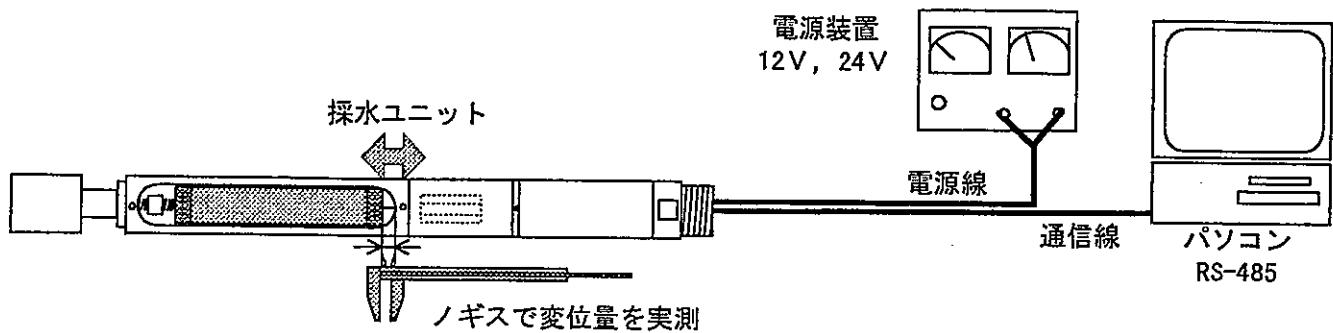
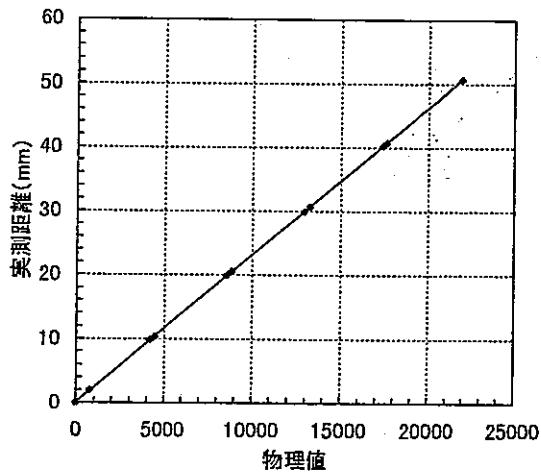
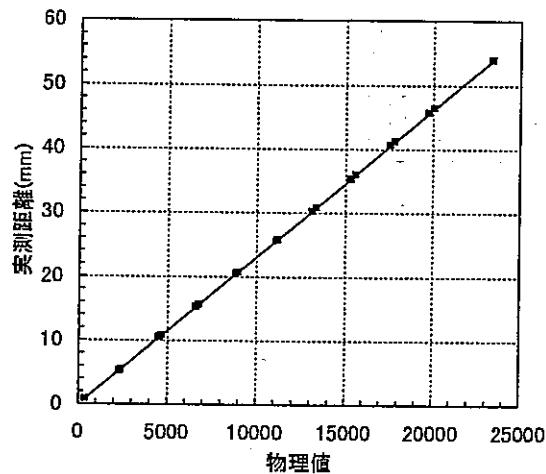


図5-1-16 採水駆動部変位計検定の概要



測定番号 n	物理値 x	実測距離 y(mm)	傾き(校正係数)切片(補正係数)	相関係数(R <sup>2</sup> )	
1	3771	0.86	0.0023	-0.0501	0.99999
2	2308	5.16			
3	4539	10.46			
4	6758	15.66			
5	8979	20.86			
6	11188	25.66			
7	13120	30.26			
8	15327	35.36			
9	17556	40.56			
10	19763	45.66			
11	23386	52.96			
12	20063	46.36			
13	17843	41.16			
14	15601	36.06			
15	13361	30.86			
16	11126	25.66			
17	8871	20.46			
18	6623	15.26			
19	4657	10.76			
20	2383	5.46			
21	371	0.86			

<備考>

2. 1号機

測定番号 n	物理値 x	実測距離 y(mm)	傾き(校正係数)切片(補正係数)	相関係数(R <sup>2</sup> )	
1	1	0.0	0.0023	0.1022	1.0008
2	4478	10.4			
3	8852	20.5			
4	13257	30.7			
5	17593	40.7			
6	21945	50.7			
7	17361	40.2			
8	12954	29.9			
9	8576	19.9			
10	4207	9.8			
11	762	2			

<備考>

2. 2号機

図5-1-17 採水駆動部変位計検定結果

## (10) 圧力計検定

### 1) 検定方法

圧力計検定の概要を図5-1-18及び19に示す。採水及び結合の各ユニットを組み立てた状態で、パッカー、採水区間及び採水容器の各水ライン上に検定用の圧力計を取り付け、それぞれの圧力計に水圧が加わるように送水・加圧する。最大約  $150\text{kgf/cm}^2$ まで段階ごとに加圧・減圧を実施し、実測値と各センサーの出力値からの換算係数を求める。

### 2) 検定結果

各圧力計の検定結果を図5-1-20～22に示す。図に示すように圧力の実測値とセンサーの出力にはよい直線性が認められることを確認した。

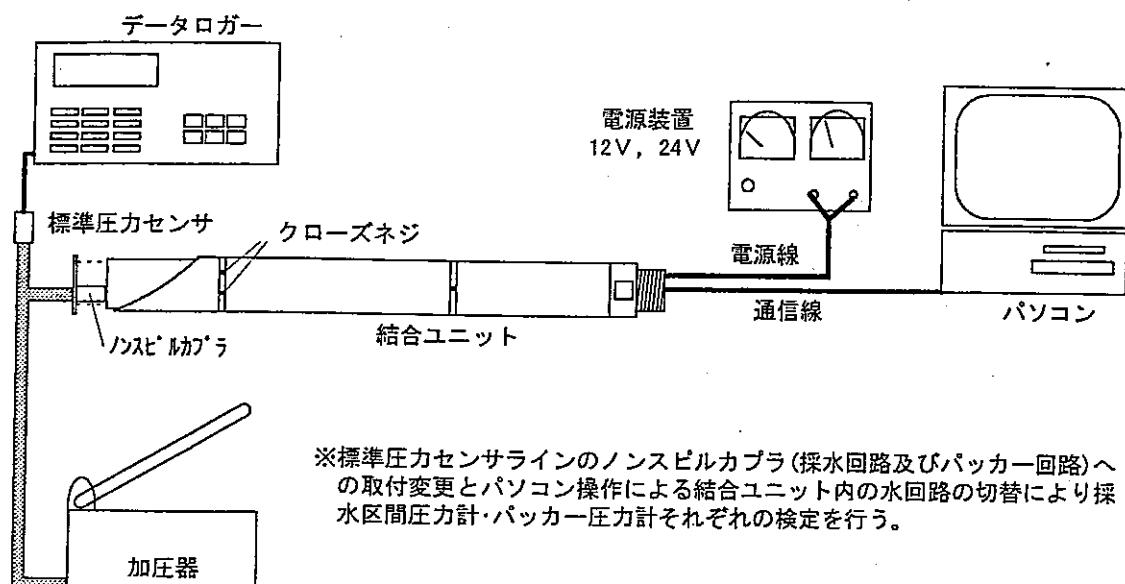


図5-1-18 結合ユニット圧力計検定の概要

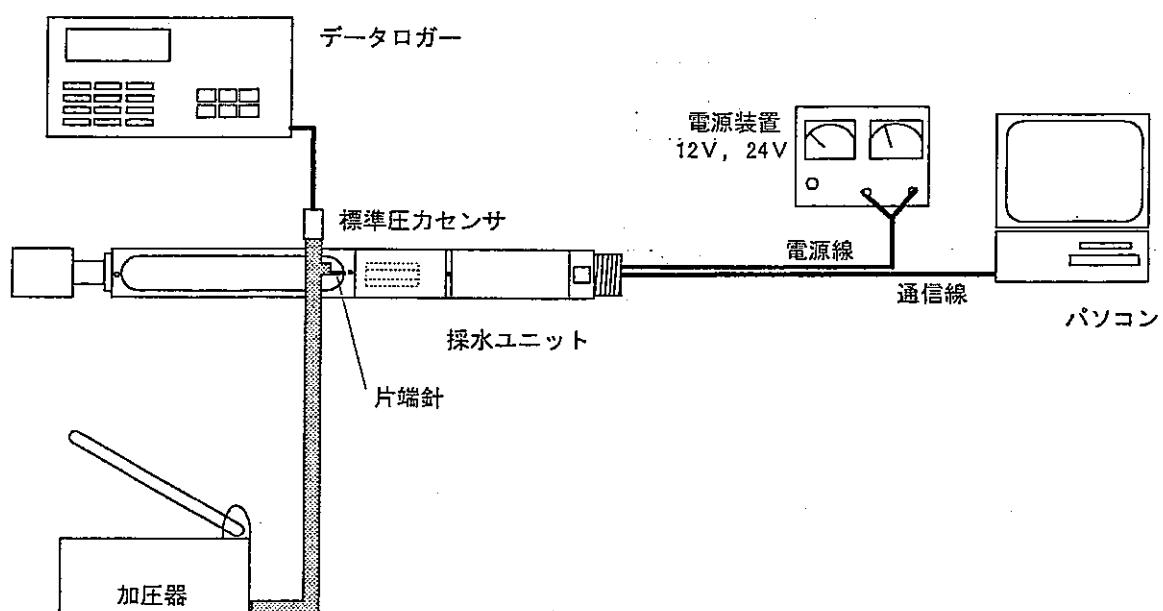
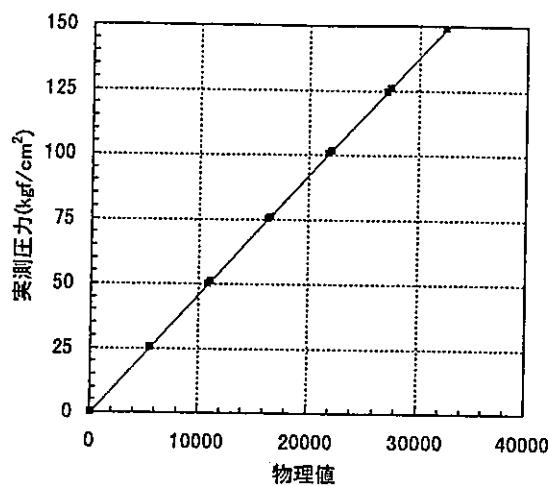
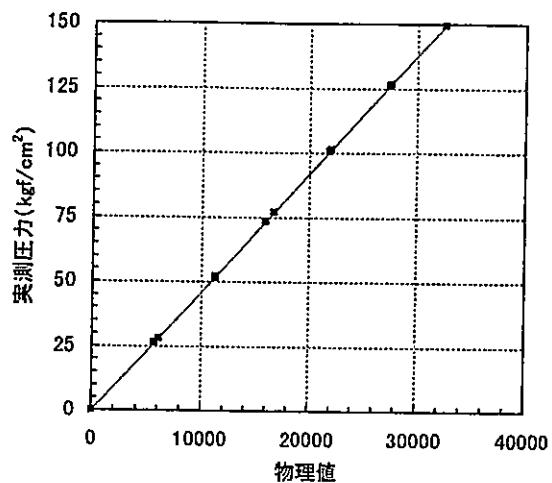


図5-1-19 採水ユニット圧力計検定の概要



測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	110	0.35
2	5590	25.47
3	11123	50.90
4	16545	75.77
5	22169	101.60
6	27164	124.49
7	32492	148.95
8	27458	125.89
9	21904	100.41
10	16376	75.02
11	10909	49.94
12	5515	25.14
13	106	0.35
14		
15		

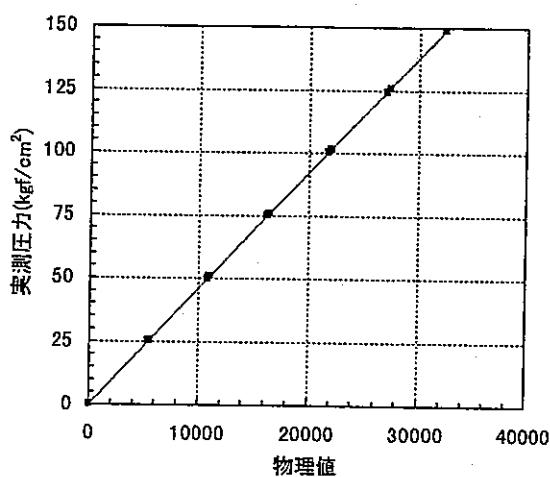
2. 1号機



測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	1	0.00
2	5710	26.31
3	11299	51.96
4	16985	73.31
5	22052	101.16
6	27469	126.02
7	32989	149.57
8	27609	126.63
9	21898	100.41
10	16747	76.91
11	11235	51.61
12	6081	27.88
13	2	0.00
14		
15		

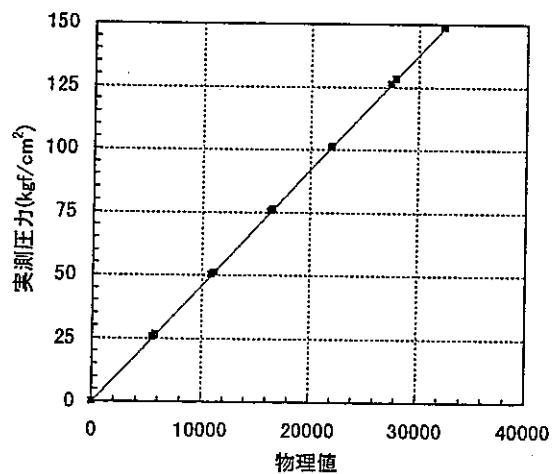
2. 2号機

図5-1-20 孔内圧力計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.35
2	5482	25.47
3	11026	50.90
4	16454	75.77
5	22089	101.60
6	27090	124.49
7	32427	148.95
8	27382	125.89
9	21623	100.41
10	16287	75.02
11	10812	49.94
12	5411	25.14
13	-6	0.35
14		
15		

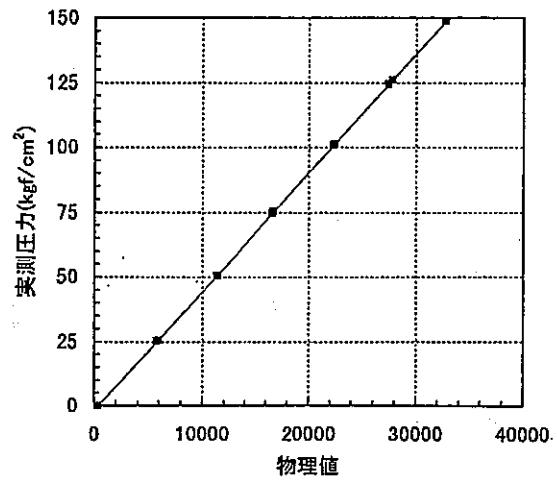
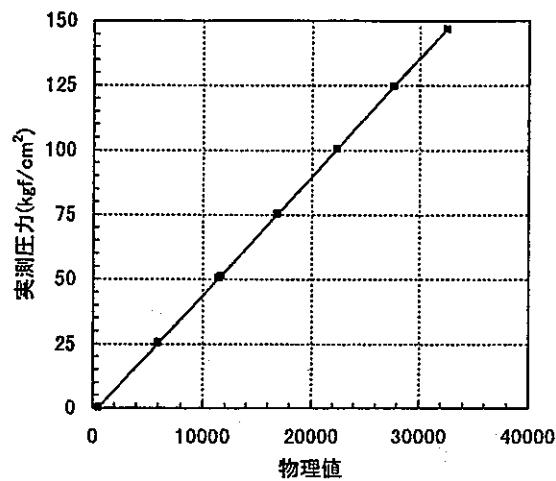
2. 1号機



測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	27	0.04
2	5529	25.38
3	10909	50.20
4	16404	75.37
5	22091	101.33
6	27509	126.20
7	32385	148.69
8	27920	128.16
9	21978	100.76
10	16582	76.03
11	11108	50.90
12	5751	25.39
13	1	0.00
14		
15		

2. 2号機

図5-1-21 パッカーワークス



測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm²)	傾き(校正係数) 0.004581	切片(補正係数) -1.976935	相關係数(R²) 1.000000
1	516	0.39			
2	5920	26.12			
3	11648	51.34			
4	16846	75.20			
5	22376	100.50			
6	27663	124.75			
7	32511	146.94			
8	27631	124.62			
9	22366	100.50			
10	16897	75.46			
11	11484	50.69			
12	6008	25.56			
13	514	0.35			
14					
15					

2. 1号機

測定番号 n	物理値 x	実測圧力 y(kgf/cm²)	傾き(校正係数) 0.004459	切片(補正係数) -1.66651	相關係数(R²) 1.0000
1	372	0.04			
2	5914	26.49			
3	11399	50.63			
4	16605	74.55			
5	22435	101.35			
6	27781	125.88			
7	32742	148.67			
8	27416	124.31			
9	22301	100.83			
10	16768	75.42			
11	11331	50.41			
12	6803	25.01			
13	351	-0.08			
14					
15					

<備考>

2. 2号機

図5-1-22 採水圧力計検定結果

## (1.1) 結合計検定

### 1) 検定方法

結合計検定の概要を図5-1-23に示す。結合ユニットを組み立てた状態で、結合計ターゲットと本体の間に隙間計（アクリル板：3種）を挟みながら、センサーの出力値と実測値とを比較する。

### 2) 検定結果

検定結果を図5-1-24に示す。これらよりこの結合計のセンサーとターゲット間の隙間の実測値とセンサーの出力にはよい直線性が認められることを確認した。

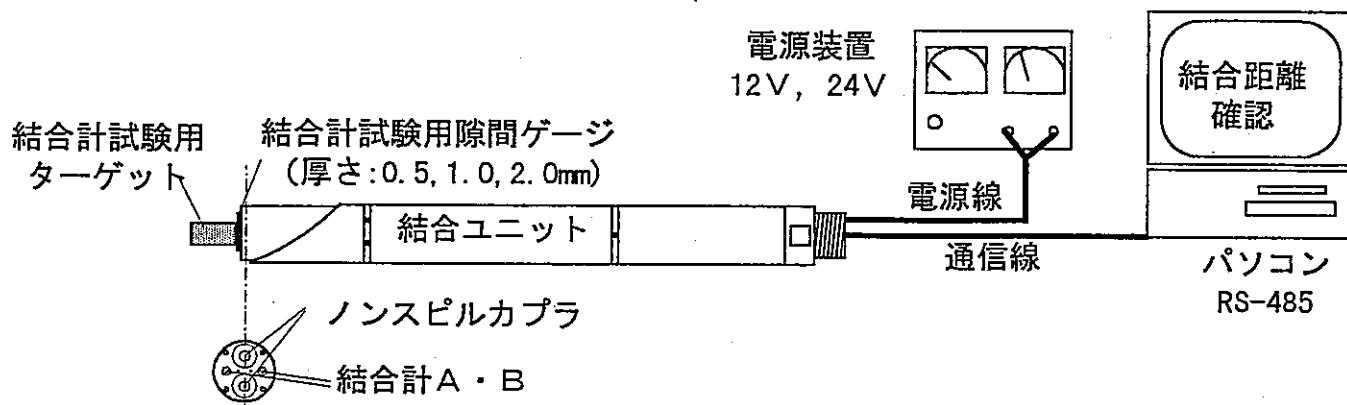
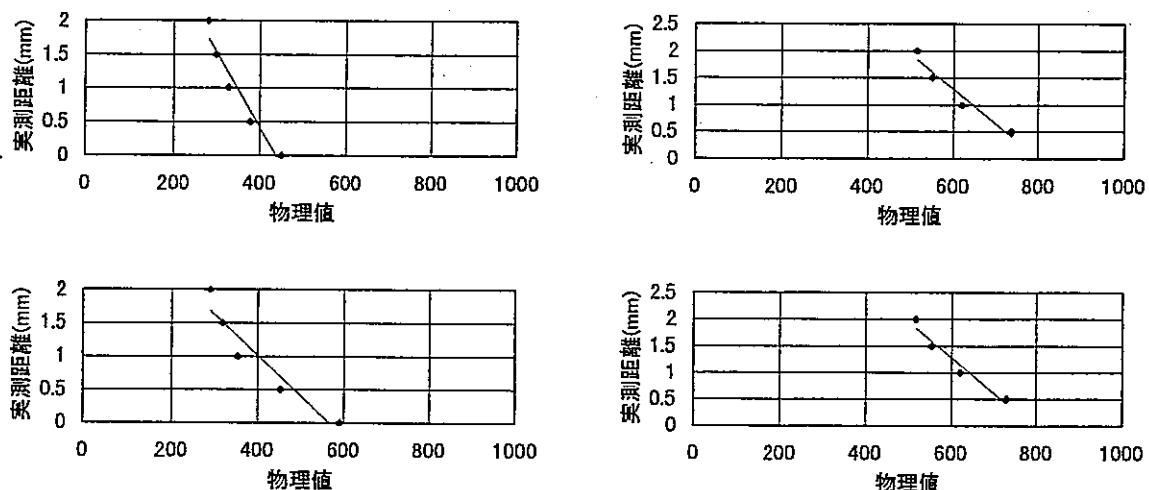


図5-1-23 結合計検定の概要



測定番号 n	物理値 x	実測距離 y/mm
A-1	451	0.00
A-2	379	0.50
A-3	328	1.00
A-4	300	1.50
A-5	283	2.00
B-1	691	0.00
B-2	453	0.50
B-3	356	1.00
B-4	319	1.50
B-5	292	2.00

2. 1号機

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
-0.0112	4.9057	0.9310
-0.0062	3.4771	0.9017

<備考>  
上段:結合計A  
下段:結合計B

測定番号 n	物理値 x	実測距離 y/mm
A-1	737	0.50
A-2	620	1.00
A-3	552	1.50
A-4	515	2.00
B-1	731	0.50
B-2	620	1.00
B-3	564	1.50
B-4	517	2.00

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
-0.0064	5.1444	0.9434
-0.0067	5.3027	0.9477

<備考>  
上段:結合計A  
下段:結合計B

2. 2号機

図5-1-24 結合計検定結果

## (12) 近接計検査

### 1) 検査方法

近接計検査の概要を図5-1-25に示す。結合ユニットを組み立てた状態で制御装置と通信しながら、内側に磁気リングを取り付けたガイドケーシングBのダミーを結合ユニットにかぶせて上下にスライドさせる。この磁気リングの通過を結合ユニット内の近接計で感知できることを確認する。

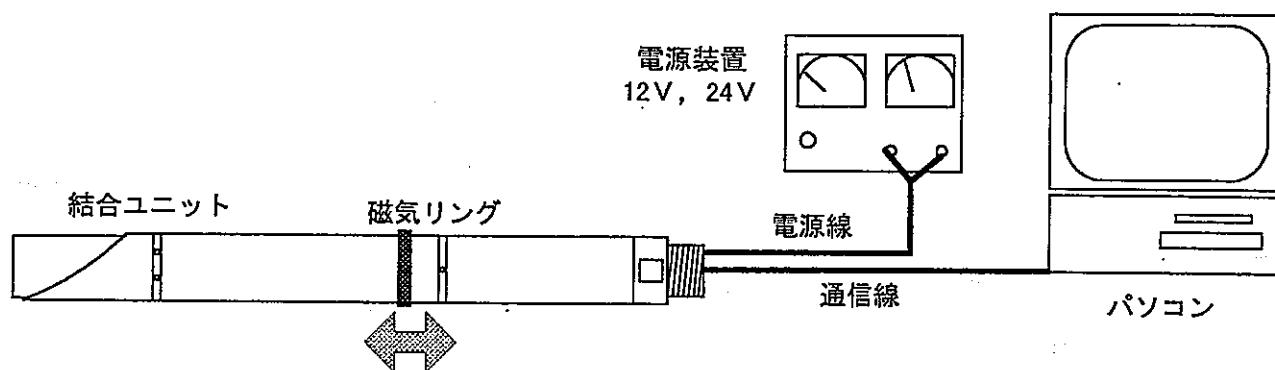


図5-1-25 近接計検査の概要

### 2) 検査結果

検査結果を表5-1-8に示す。表に示すようにA・Bいずれの近接計も全て正常に磁気リングを感知反応することを確認した。

表5-1-8 近接計検査結果

磁気リングスライド回数	通信データ(カウント)		判 定	
	近接計A	近接計B	2. 1号機	2. 2号機
1 (上へ)	1	1	合 格	合 格
2 (下へ)	2	2	合 格	合 格
3 (上へ)	3	3	合 格	合 格
4 (下へ)	4	4	合 格	合 格
5 (上へ)	5	5	合 格	合 格
6 (下へ)	6	6	合 格	合 格
7 (上へ)	7	7	合 格	合 格
8 (下へ)	8	8	合 格	合 格
9 (上へ)	9	9	合 格	合 格
10 (下へ)	10	10	合 格	合 格

### (13) 導通・絶縁検査

#### 1) 検査方法

導通・絶縁検査の概要を図5-1-26に示す。電気配線の導通及び絶縁検査は各ユニット単体毎に①ガイドパイプ組込み前、②ガイドパイプ組込み後、③組立て完了後の合計3回実施する。

各電気配線の導通と各線間及びボディーとの絶縁についてテスターを用いて電気抵抗を測定して行う。使用するテスターの点検・検査としてテスター端子間の抵抗を各検査前に測定し記録する。

#### 2) 検査結果

検査結果を表5-1-9～11に示す。いずれの結果も、概算による回路の抵抗値と比較して正常な範囲にあり、これらの電気配線が適正に行われたことを確認した。

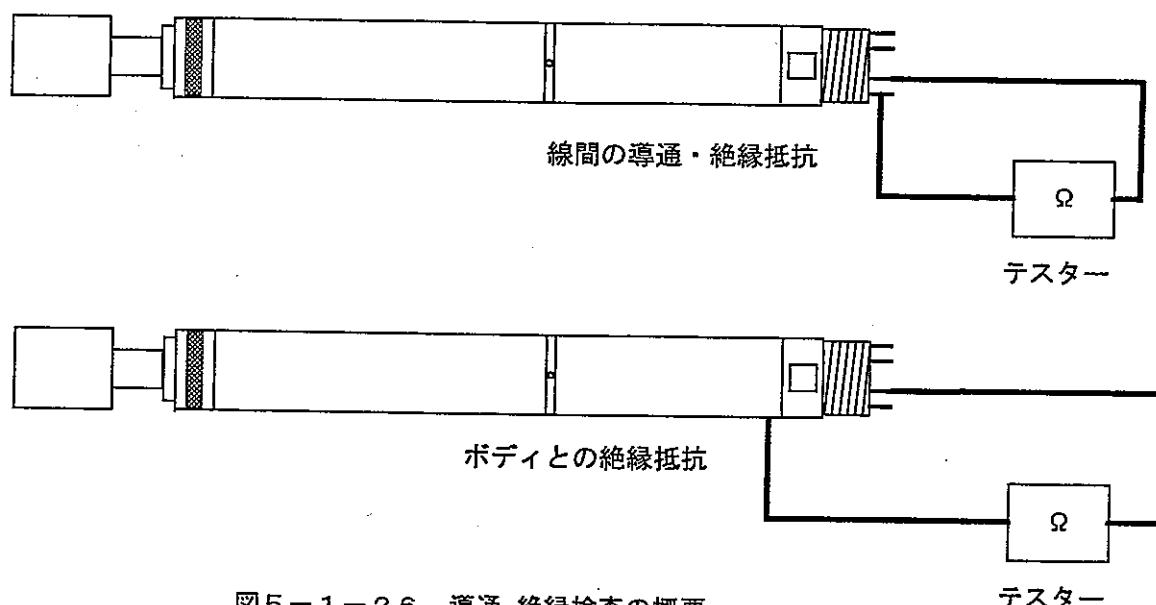


表 5-1-9 (1) 2. 1号機連続採水ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニットの状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.3
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	48.9k	>20M					
	青	>20M	32k	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k			
	茶	>20M	32k	>20M	17k	>20M	34k	27k		
	灰	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k	20k	27k	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.3
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	48.9k	>20M					
	青	>20M	32k	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k			
	茶	>20M	32k	>20M	17k	>20M	34k	27k		
	灰	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k	20k	27k	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.3
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	48k	>20M					
	青	>20M	32k	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k			
	茶	>20M	32k	>20M	17k	>20M	34k	27k		
	灰	>20M	25k	>20M	10k	>20M	27k	20k	27k	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15±5k	>10M						
	緑	>10M	>10M	<10M	1±5M					
	青	>10M	33±5k	>10M	17±5k	>10M				
	黄	>10M	25±5k	>10M	10±5k	>10M	28±5k			
	茶	>10M	33±5k	>10M	17±5k	>10M	35±5k	28±5k		
	灰	>10M	26±5k	>10M	10±5k	>10M	28±5k	21±5k	28±5k	

表5-1-9(2) 2. 2号機連続採水ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニット の状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.0
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	7M	>20M	17k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	43k	>20M	11k	>20M	28k	21k	28k	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.0
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	7M	>20M	17k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	43k	>20M	11k	>20M	28k	21k	28k	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.0
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	17k	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	7M	>20M	17k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	43k	>20M	11k	>20M	28k	21k	28k	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15±5k	>10M						
	緑	>10M	>10M	>10M	1M					
	青	>10M	7±3M	>10M	17±5k	>10M				
	黄	>10M	39±5k	>10M	10±5k	>10M	28±5k			
	茶	>10M	7±3M	>10M	17±5k	>10M	35±5k	28±5k		
	灰	>10M	43±5k	>10M	10±5k	>10M	28±5k	21±5k	28±5k	

表5-1-10(1) 2. 1号機採水ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニット の状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	2.5M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	24k	>20M	6M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	18M	7M		
	灰	>20M	42k	>20M	27k	>20M	6M	51k	6M	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	3M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	24k	>20M	6M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	18M	7M		
	灰	>20M	42k	>20M	27k	>20M	6M	51k	6M	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	2M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	39k	>20M	24k	>20M	6M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	18M	7M		
	灰	>20M	42k	>20M	27k	>20M	6M	51k	6M	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15±5k	>10M						
	緑	>10M	>10M	2±1k	1M					
	青	>10M	32±5k	>10M	17±5k	>10M				
	黄	>10M	25±5k	>10M	10±5k	>10M	27±5k			
	茶	>10M	32±5k	>10M	17±5k	>10M	34±5k	27±5k		
	灰	>10M	25±5k	>10M	10±5k	>10M	27±5k	20±5k	27±5k	

表 5-1-10 (2) 2. 2号機採水ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニット の状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1.2M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	100	7M		
	灰	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M	100	5M	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	100	7M		
	灰	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M	100	5M	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1M	>20M					
	青	>20M	7M	>20M	7M	>20M				
	黄	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M			
	茶	>20M	7M	>20M	7M	>20M	100	7M		
	灰	>20M	28k	>20M	13k	>20M	5M	100	5M	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15±5k	>10M						
	緑	>10M	>10M	3±1M	>10M					
	青	>10M	7±3M	>10M	7±3M	>10M				
	黄	>10M	39±3M	>10M	24±5k	>10M	7±3M			
	茶	>10M	7±3M	>10M	7±3M	>10M	30±3M	7±3M		
	灰	>10M	40±5k	>10M	27±5k	>10M	7±3M	50±5k	7±3M	

表5-1-11(1) 2. 1号機結合ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニット の状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	33k	>20M	18k	>20M				
	黄	>20M	25M	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	33k	>20M	18k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	25.49k	>20M	10.55k	>20M	>20M	20.65k	28.3k	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	33k	>20M	18k	>20M				
	黄	>20M	25M	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	33k	>20M	18k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	25k	>20M	11k	>20M	>20M	21k	28k	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 0.9
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	1~20M	>20M					
	青	>20M	33k	>20M	18k	>20M				
	黄	>20M	25M	>20M	10k	>20M	28k			
	茶	>20M	33k	>20M	18k	>20M	35k	28k		
	灰	>20M	25k	>20M	11k	>20M	>20M	21k	28k	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15k	>10M						
	緑	>10M	>10M	>10M	>10M					
	青	>10M	33±5k	>10M	17±5k	>10M				
	黄	>10M	25±5k	>10M	10±5k	>10M	27±5k			
	茶	>10M	33±5k	>10M	17±5k	>10M	34±5k	27±5k		
	灰	>10M	25±5k	>10M	10±5k	>10M	27±5k	20±5k	27±5k	

表 5-1-11 (2) 2. 2号機結合ユニット導通・絶縁検査結果

(単位: Ω)

ユニット の状態		ボディ	赤	白	黒	緑	青	黄	茶	備考
ガイドパイプ組込前	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.1
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	4M	>20M					
	青	>20M	24k	>20M	10k	>20M				
	黄	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k			
	茶	>20M	24k	>20M	9k	>20M	17k	14k		
	灰	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k	17k	4k	
ガイドパイプ組込後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.1
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	4M	>20M					
	青	>20M	24k	>20M	10k	>20M				
	黄	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k			
	茶	>20M	24k	>20M	9k	>20M	17k	14k		
	灰	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k	17k	4k	
組立完成後	赤	>20M								テスター +端子: 固定 -端子: 接触 テスター間 1.1
	白	>20M	>20M							
	黒	>20M	15k	>20M						
	緑	>20M	>20M	4M	>20M					
	青	>20M	24k	>20M	10k	>20M				
	黄	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k			
	茶	>20M	24k	>20M	9k	>20M	17k	14k		
	灰	>20M	20k	>20M	5k	>20M	14k	17k	4k	
正常値(概算)	赤	>10M								
	白	>10M	>10M							
	黒	>10M	15±5k	>10M						
	緑	>10M	>10M	>10M	>10M					
	青	>10M	24±5k	>10M	10±5k	>10M				
	黄	>10M	20±5k	>10M	5±5k	>10M	14±5k			
	茶	>10M	24±5k	>10M	9±5k	>10M	17±5k	14±5k		
	灰	>10M	20±5k	>10M	5±5k	>10M	14±5k	20±5k	4±3k	

## (14) 通信検査

### 1) 検査方法

通信検査の概要を図5-1-27に示す。組立完了したユニット本体(凸部)と制御装置・電源装置を接続し、「通信確認」を実施する。「通信確認」は「ダウンロード」により通信プログラムの正常な読み込み終了によって判定する。

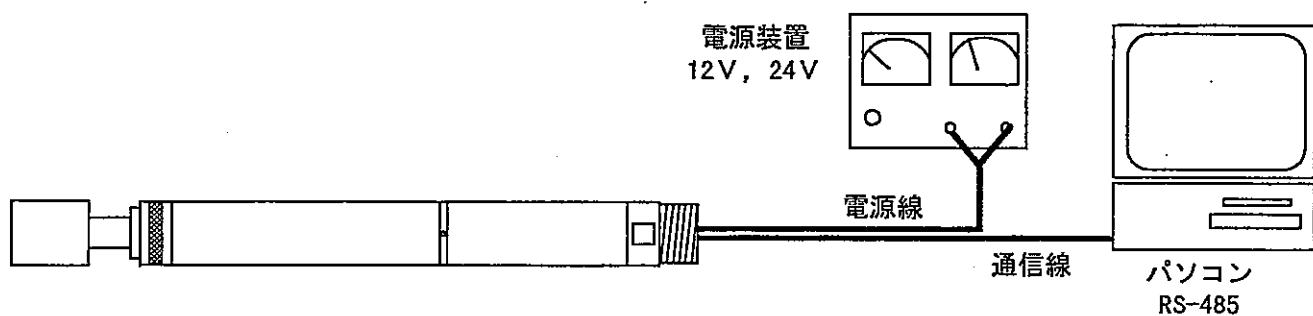


図5-1-27 通信検査の概要

### 2) 検査結果

検査結果を表5-1-12に示す。表に示すように各ユニットとも「ダウンロード」が正常に終了することを確認した。

表5-1-12 通信検査結果

ユニット	確認事項	結 果	判 定	
			2. 1号機	2. 2号機
連続採水ユニット	ダウンロード正常読み込み	正常終了	合 格	合 格
採水ユニット	ダウンロード正常読み込み	正常終了	合 格	合 格
結合ユニット	ダウンロード正常読み込み	正常終了	合 格	合 格

## (15) 水回路切替機構検査

### 1) 検査方法

水回路切替機構検査の概要を図5-1-28に示す。連続採水・結合ユニットを組み立てた状態で、制御装置からの指令によりバルブを作動させ、各回路をそれぞれにOPENにしてから通水し、正常にバルブが切り替わること、水回路が正常に確保されていることを確認する。

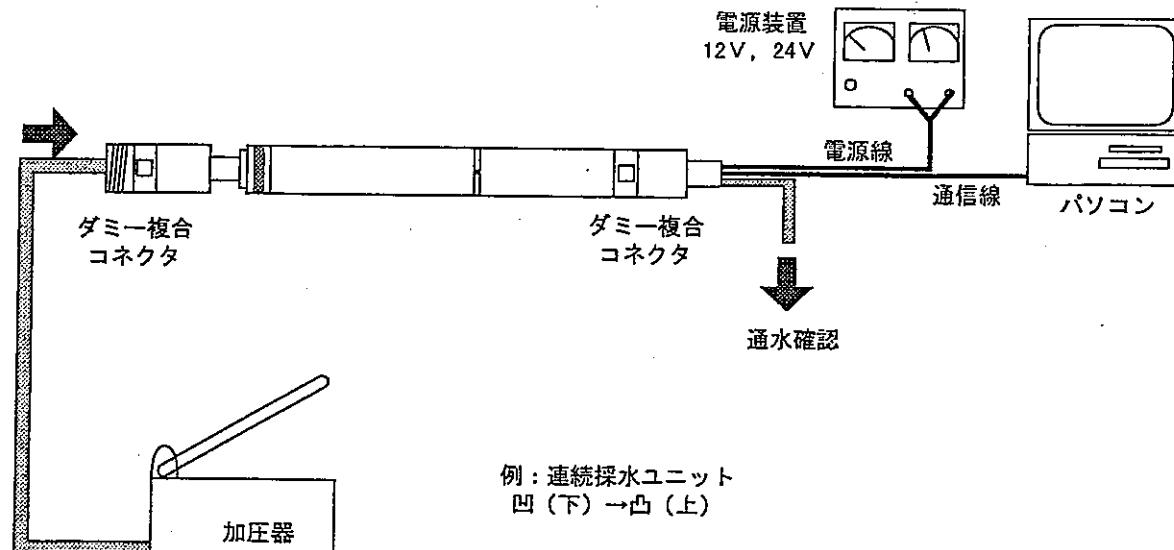


図5-1-28 水回路切替機構検査の概要

### 2) 検査結果

検査結果を表5-1-13に示す。表に示すように各指令による水回路の切替作動終了後に正常な通水が行われることを確認した。

表5-1-13 水回路切替機構検査結果

ユニット	通水区間	結果	判定	
			2. 1号機	2. 2号機
連続採水ユニット	凸～凹	詰まりナシ	合格	合格
	凸～凹	詰まりナシ	合格	合格
	凹～フィルタ	詰まりナシ	合格	合格
	凹～フィルタ	詰まりナシ	合格	合格
	凹～フィルタ	詰まりナシ	合格	合格
	凹～フィルタ	詰まりナシ	合格	合格
結合ユニット	凸～パッカー	詰まりナシ	合格	合格
	凸～洗浄	詰まりナシ	合格	合格
	凸～孔内	詰まりナシ	合格	合格

## (16) 温度計検定

### 1) 検定方法

温度計検定の概要を図5-1-29に示す。孔内システム各ユニットを組み立てた状態で恒温槽内に設置し、恒温槽の温度を段階的に上昇させ、各段階における恒温槽温度実測値と各温度計の測定結果を比較する。検定の対象とする温度計は表5-1-14のとおりである。

表5-1-14 検定の対象とする温度計

ユニット	温度計
連続採水ユニット	ポンプモータ温度計
	BV-P1 モータ温度計
	BV-P2 モータ温度計
	BV-1 モータ温度計
	ユニット温度計
採水ユニット	採水モータ温度計
	ユニット温度計
結合ユニット	BV-2 モータ温度計
	ユニット温度計
	採水区間温度計

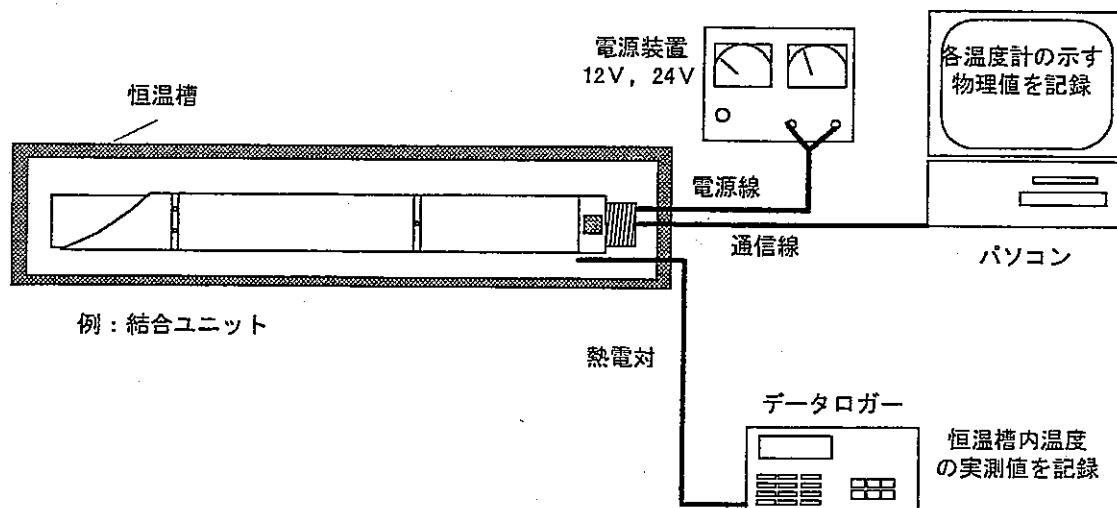
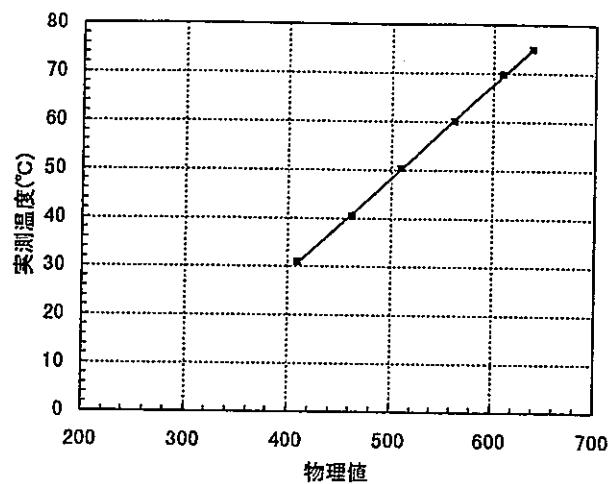


図5-1-29 温度計検定の概要

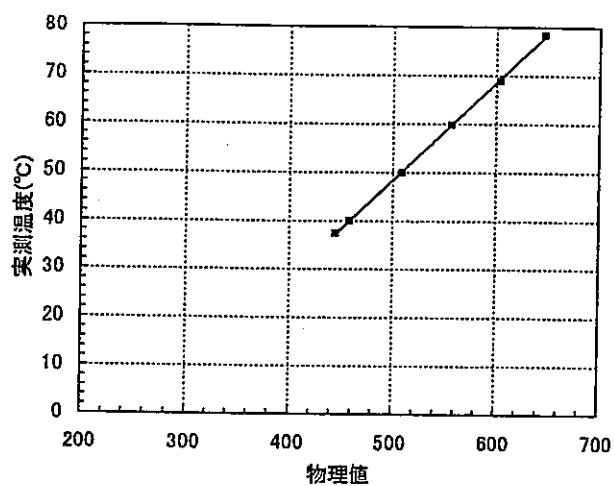
### 2) 検定結果

各温度計の検定結果を図5-1-30～39に示す。各温度計とも良好な直線性を有し、正常に機能することを確認した。



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	410	30.9
2	462	40.4
3	510	50.2
4	563	60.0
5	610	69.7
6	639	74.9
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

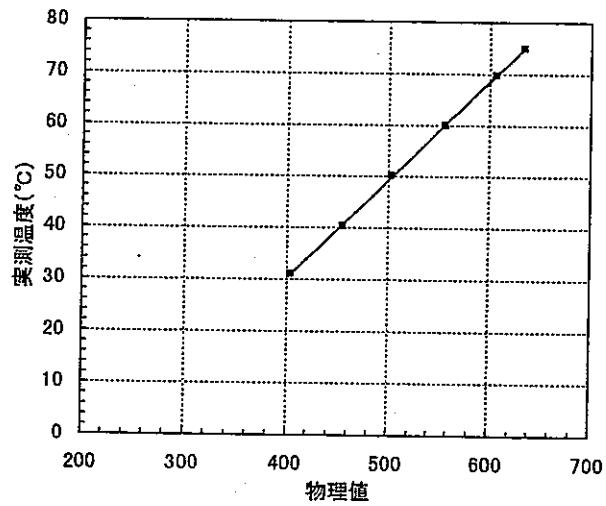
2. 1号機



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	445	37.4
2	458	40.0
3	509	49.8
4	557	59.7
5	604	68.8
6	647	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

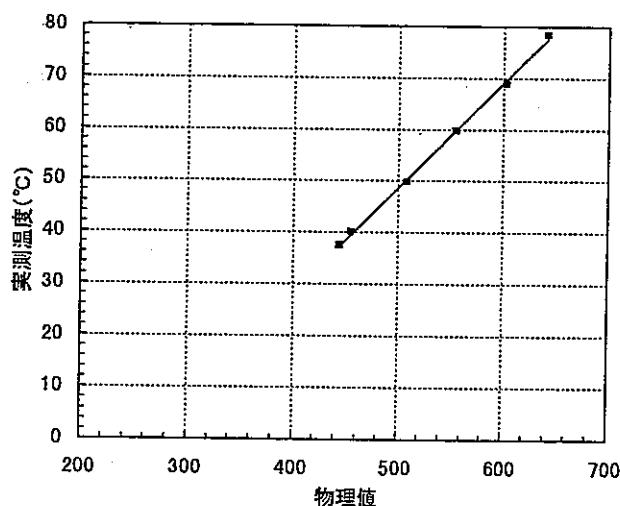
2. 2号機

図5-1-30 連続採水ユニットポンプモータ温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	404	30.9
2	455	40.4
3	503	50.2
4	557	60.0
5	606	69.7
6	634	74.9
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

2. 1号機

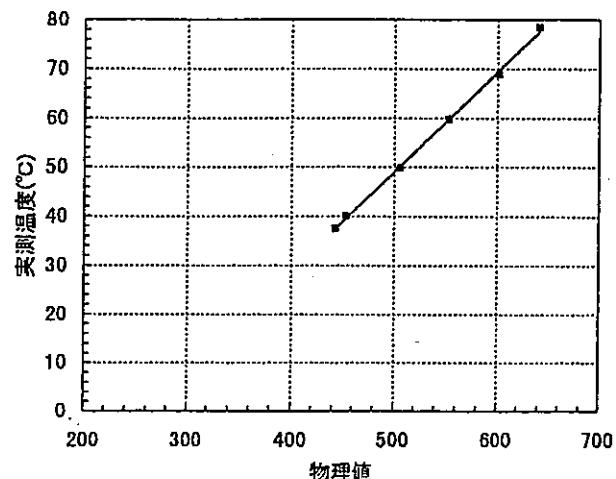
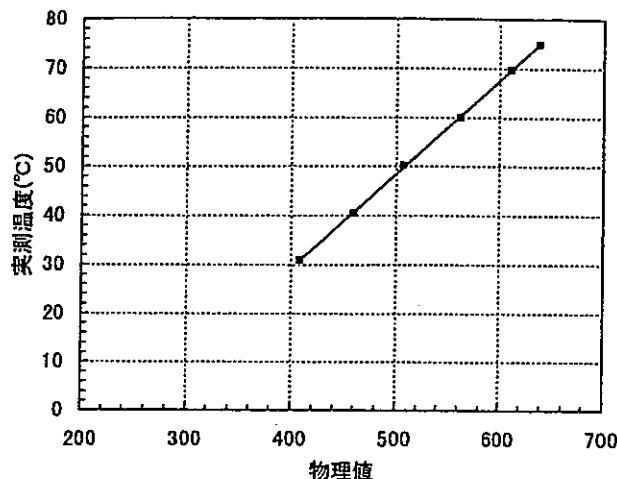


測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	444	37.4
2	455	40.0
3	508	49.8
4	565	59.7
5	603	68.8
6	642	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	403	37.4
2	455	40.0
3	508	49.8
4	565	59.7
5	603	68.8
6	642	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

2. 2号機

図5-1-31 連続採水ユニットポンプバルブBV-P1モータ温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	409	30.9
2	460	40.4
3	507	50.2
4	562	60.0
5	611	69.7
6	639	74.9
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.1916	-47.4595	0.9997

<備考>

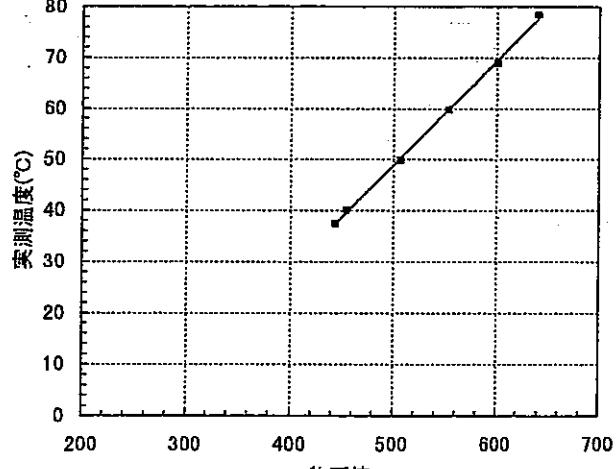
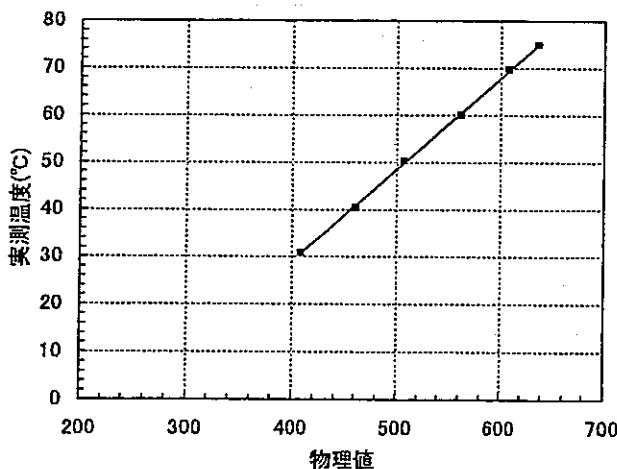
測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	443	37.4
2	454	40.0
3	506	49.8
4	553	59.7
5	602	68.8
6	641	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.2032	-52.674	0.9987

<備考>

2. 1号機

図5-1-32 連続採水ユニットポンプバルブBV-P2モータ温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	409	30.9
2	461	40.4
3	507	50.2
4	561	60.0
5	608	69.7
6	637	74.9
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.1943	-48.741	0.9996

<備考>

測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	444	37.4
2	455	40.0
3	507	49.8
4	553	59.7
5	601	68.8
6	640	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

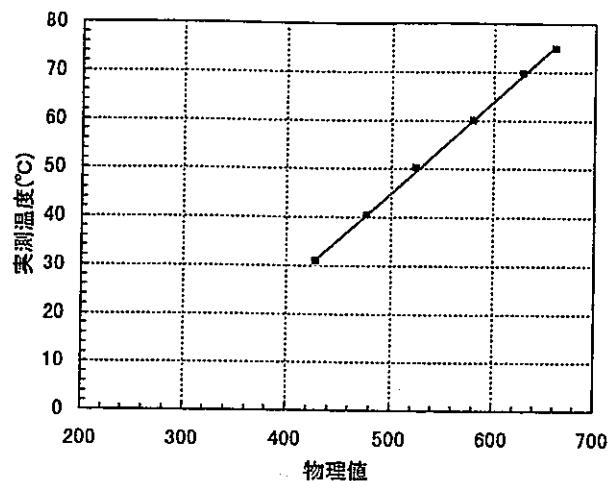
傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.2055	-53.992	0.9987

<備考>

2. 1号機

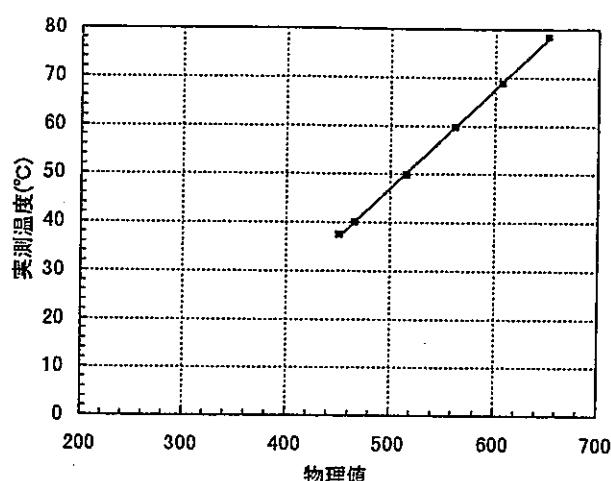
2. 2号機

図5-1-33 連続採水ユニット水回路切替バルブBV-1モータ温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	428	30.9
2	477	40.4
3	524	50.2
4	560	60.0
5	629	69.7
6	661	74.9
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

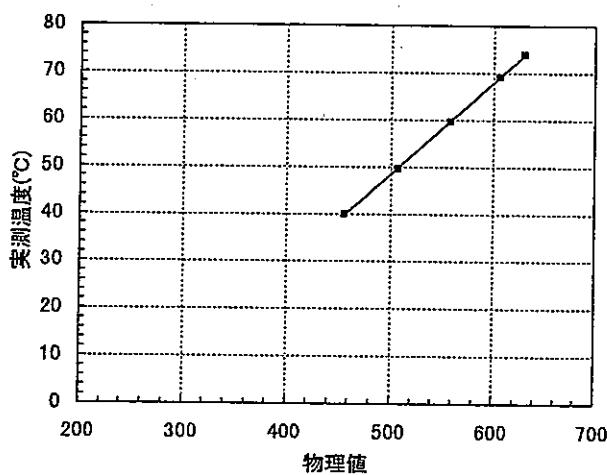
2. 1号機



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	451	37.4
2	466	40.0
3	518	49.8
4	562	59.7
5	608	69.8
6	652	78.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

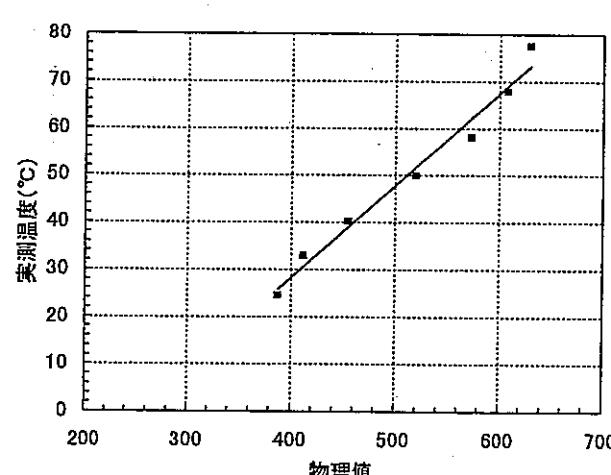
2. 2号機

図5-1-34 連続採水ユニット監視温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	456	40.0
2	507	49.6
3	558	59.5
4	606	69.1
5	630	73.9
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

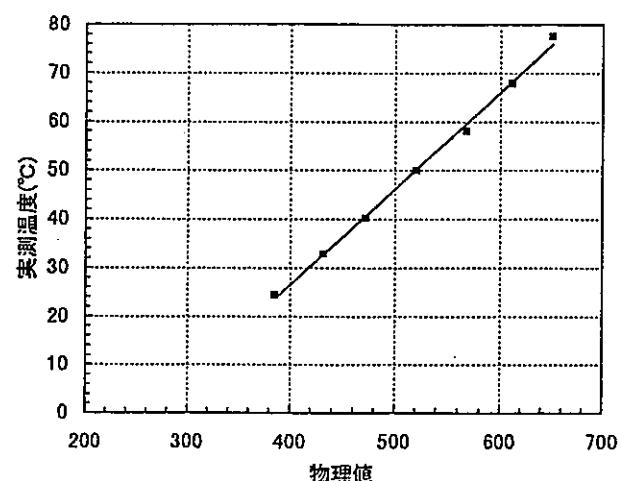
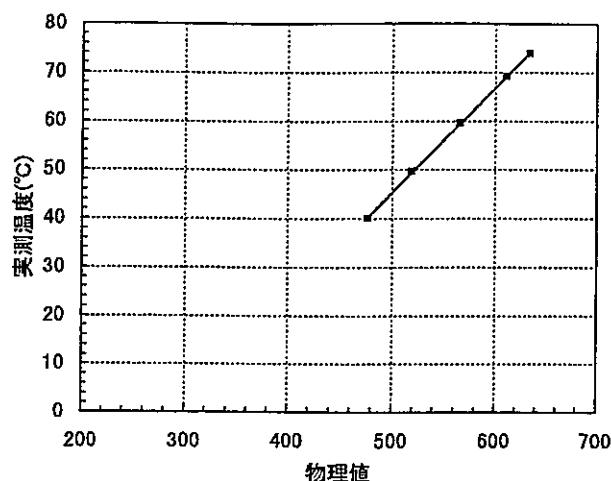
2. 1号機



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(°C)
1	388	24.4
2	412	32.8
3	455	40.2
4	520	49.9
5	573	58.0
6	608	67.8
7	630	77.6
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

2. 2号機

図5-1-35 採水ユニットモータ温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(℃)
1	477	40.0
2	519	49.6
3	556	59.5
4	511	69.1
5	634	73.9
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.2151	-62.363	0.9998

<備考>

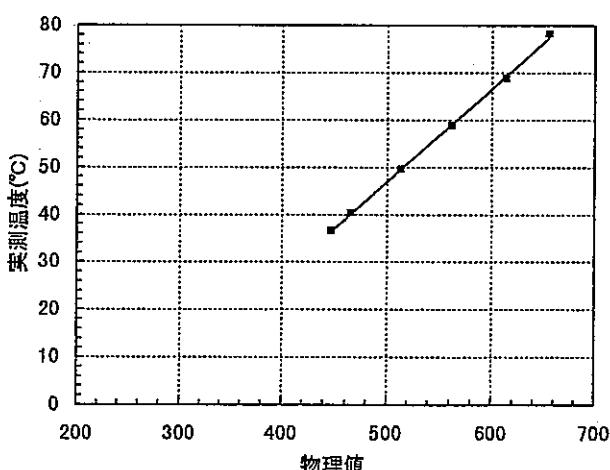
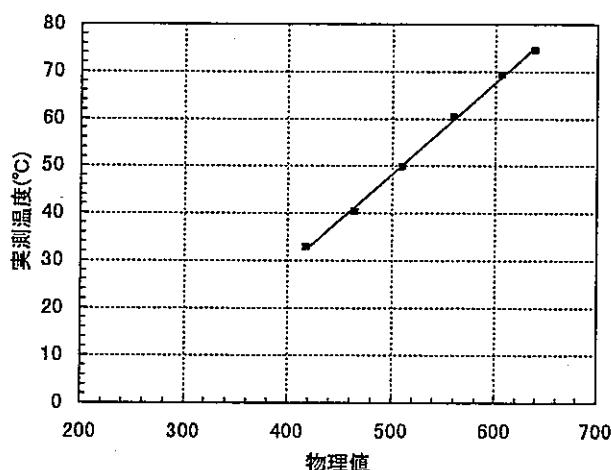
測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(℃)
1	386	24.4
2	432	32.8
3	472	40.2
4	521	49.9
5	568	58.0
6	612	67.8
7	651	77.6
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.19758	-52.6978	0.99714

<備考>

2. 1号機

図5-1-36 採水ユニット監視温度計検定結果



測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(℃)
1	418	32.8
2	464	40.3
3	510	49.8
4	560	60.3
5	606	69.3
6	639	74.5
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.1938	-48.773	0.9984

<備考>

測定番号 n	物理値 x	実測温度 y(℃)
1	447	36.5
2	466	40.4
3	514	49.5
4	562	58.7
5	614	68.8
6	655	78.2
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

傾き(校正係数)	切片(補正係数)	相関係数( $R^2$ )
0.197412	-51.828306	0.999134

<備考>

2. 1号機

図5-1-37 結合ユニット水回路切替バルブBV-2モータ温度計検定結果

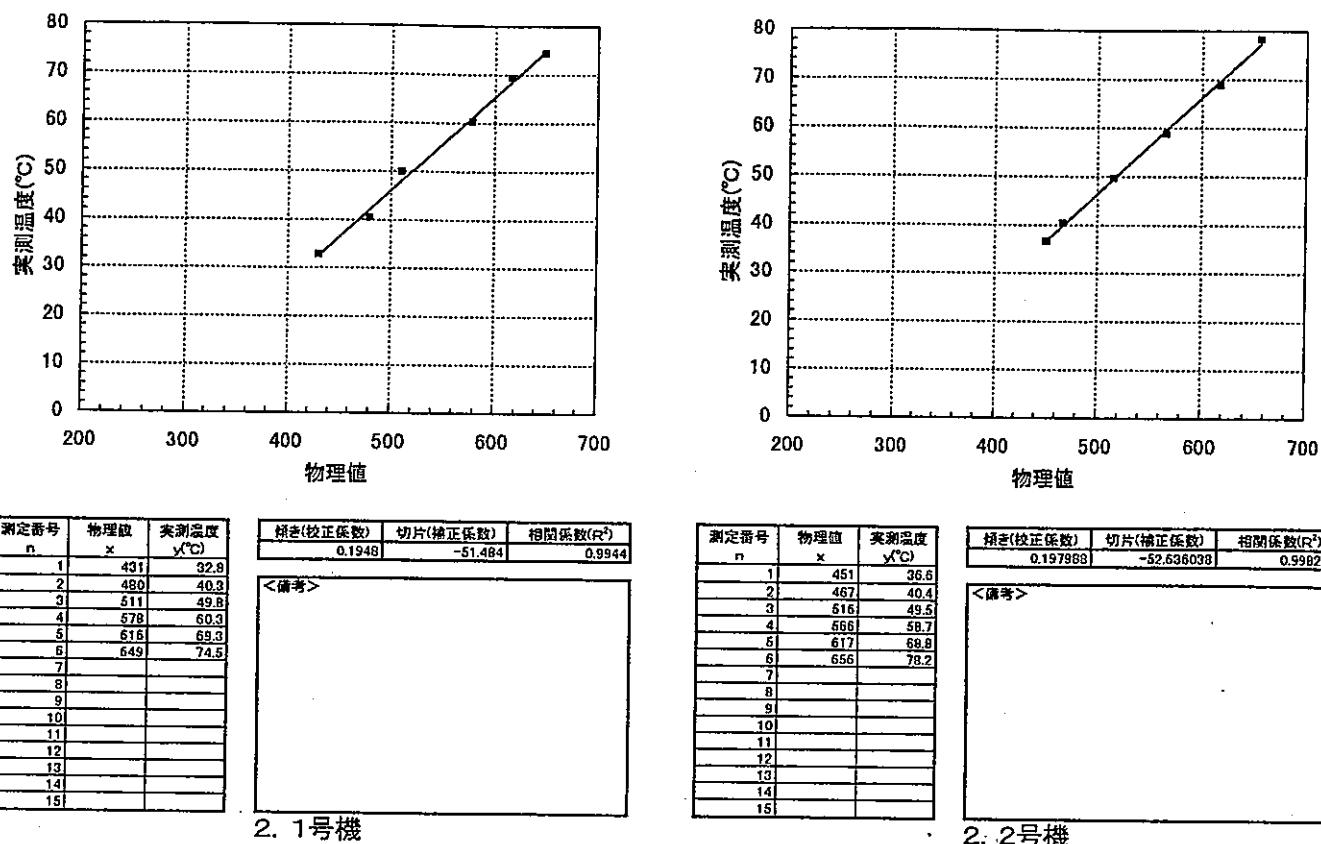


図5-1-38 結合ユニット監視温度計検定結果

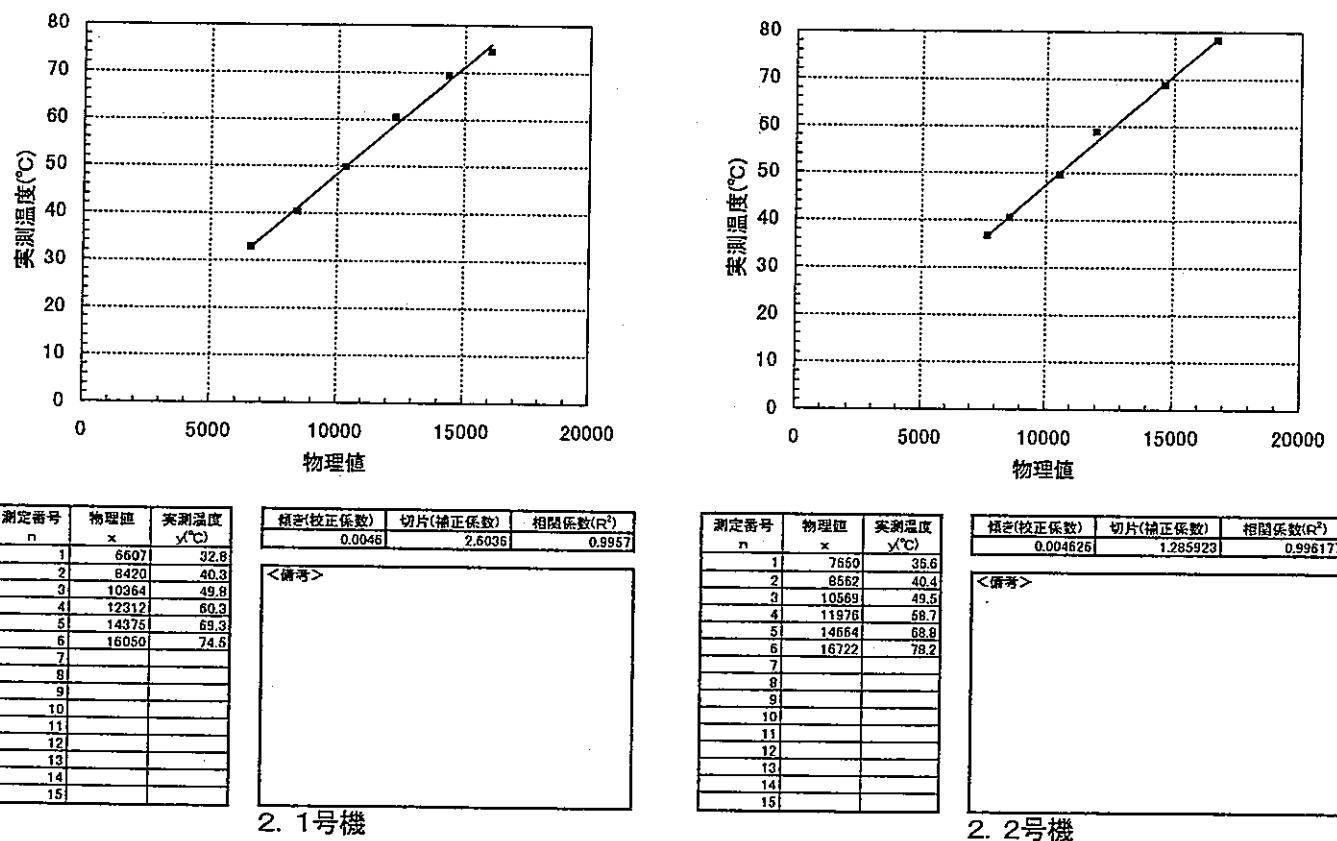


図5-1-39 結合ユニット採水区間監視温度計検定結果

## (17) 各ユニット耐圧試験

### 1) 試験方法

各ユニット耐圧試験の概要を図5-1-40に示す。孔内システム各ユニットを組み立てた状態で、それぞれ単体ごとに耐圧チャンバー内に設置し、内部ライン及びチャンバー本体から交互に送水し、水ライン内の空気を除去しながら $150\text{kgf/cm}^2$ 以上になるまで加圧する。加圧終了後、自動計測により、水圧及び環境温度の変化を12時間計測する。計測中の内部漏水については、任意の時点において複合コネクタ凸側の電気系ピン間の抵抗により内部漏水の有無を確認する。試験終了後にユニットを分解し、内部漏水の有無を目視により確認する。

### 2) 試験結果

試験結果を表5-1-15及び図5-1-41に示す。これらの結果から、孔内システム各ユニットの単体ごとの耐圧性能は、①水圧 $150\text{kgf/cm}^2$ を12時間保持できること、②計測中の電気系ピン間の抵抗値に変化がないこと、及び③ユニットを分解しての目視による内部漏水観察で異常がないことのすべてにおいて正常であることを確認した。

表5-1-15 孔内システム各ユニット耐圧試験結果

ユニット	連続採水ユニット	採水ユニット	結合ユニット
150kgf/cm <sup>2</sup> ・12時間保持	異常なし	異常なし	異常なし
試験中の抵抗値の変化	無	無	無
漏水の有無(分解後)	無	無	無
判 定	2. 1号機	合 格	合 格
	2. 2号機	合 格	合 格

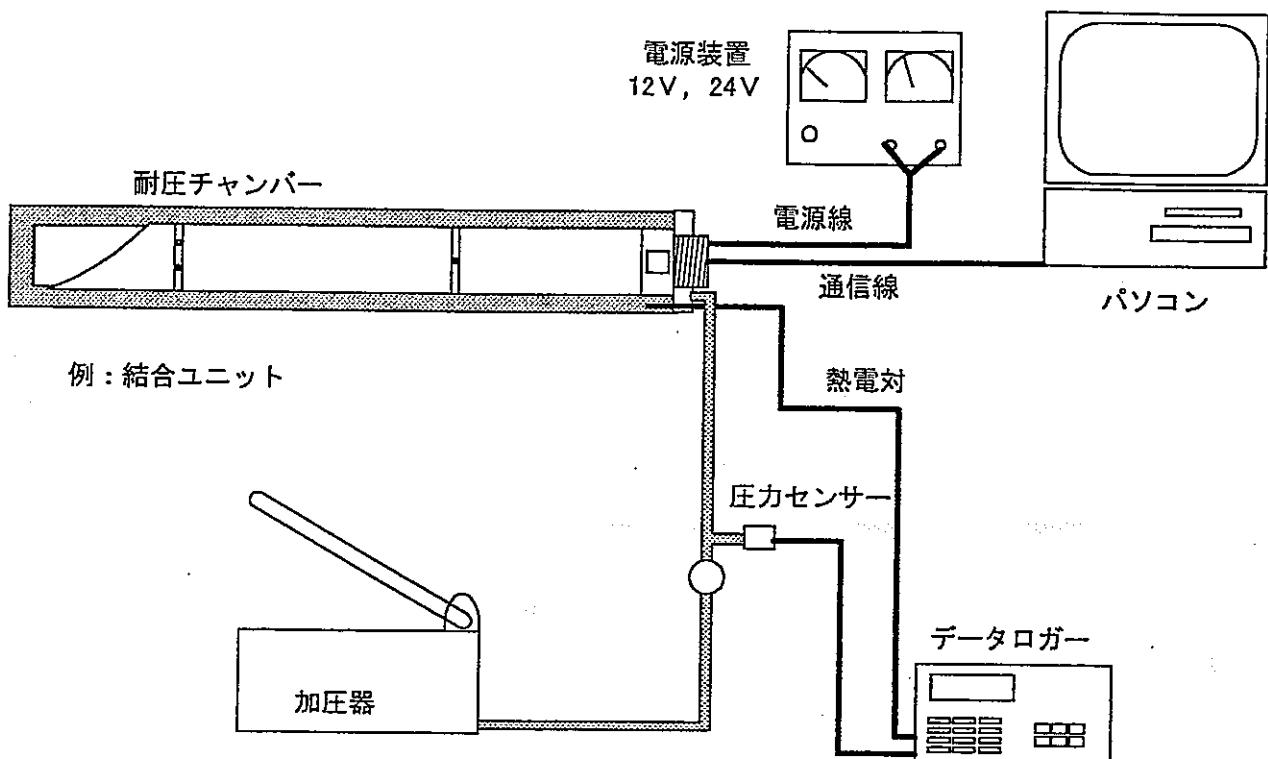


図5-1-40 孔内各ユニット耐圧試験の概要

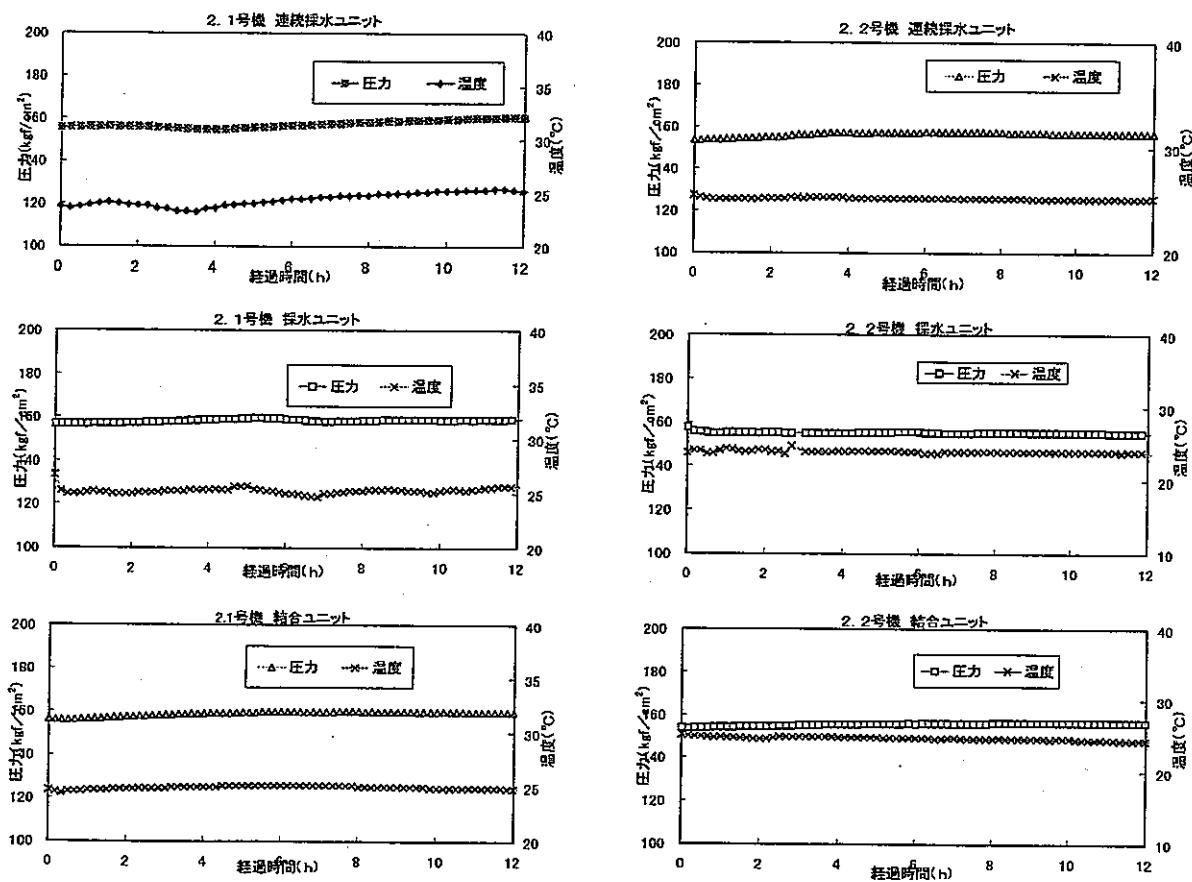


図5-1-41 孔内各ユニット耐圧試験結果

## (18) 各ユニット耐温試験

### 1) 試験方法

各ユニット耐温試験の概要を図5-1-42に示す。孔内システム各ユニットを組み立てた状態で、それぞれ単体ごとに恒温槽に設置し、温度を70°C以上まで上昇させ機器に異常がないかを通信データの送受信で確認する。また、バルブ作動、ポンプ作動、採水機構の駆動についても正常に行われることを確認する。

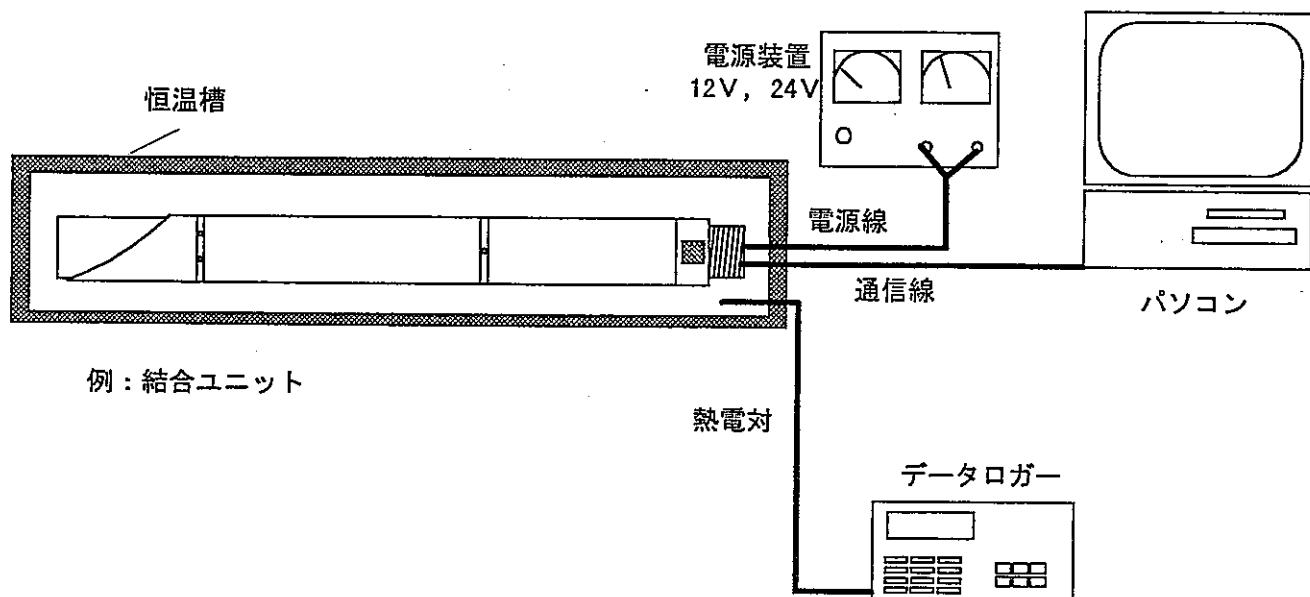


図5-1-42 孔内各ユニット耐温試験の概要

### 2) 試験結果

試験結果を表5-1-16に示す。表に示すように70°C以上の環境下で、通信5時間、各作動共に正常に行われることを確認した。

表5-1-16 孔内システム各ユニット耐温試験結果

確認項目	連続採水ユニット	採水ユニット	結合ユニット
通信（5時間）	異常なし	異常なし	異常なし
①バルブ作動	異常なし	—	異常なし
②ポンプ作動	異常なし	—	—
③採水機構駆動	—	異常なし	—
判 定	2. 1号機 合格	合 格	合 格
	2. 2号機 合格	合 格	合 格

## 5.2 中継部

### 5.2.1 ケーシングシステム

#### (1) ケーシングパイプ引張試験

ケーシングパイプのネジ部の引張による破断強度が製作仕様の 22ton 以上であることを確認する。

##### 1) 試験方法

ケーシングパイプ引張試験の概要を図 5-2-1 に示す。試作したネジ部（凹凸）の供試体を引張試験機にセットし、引張力を 0 から順次最大 29 ton まで増加させる。この試験を 3 供試体について実施する。

##### 2) 試験結果

このケーシングパイプのネジ部は引張力が 28ton 以上でも破断せず、技術仕様である破断強度が 22ton 以上であることが確認できた。また、試験後の目視観察によれば、ネジのかじりも生じなかった。

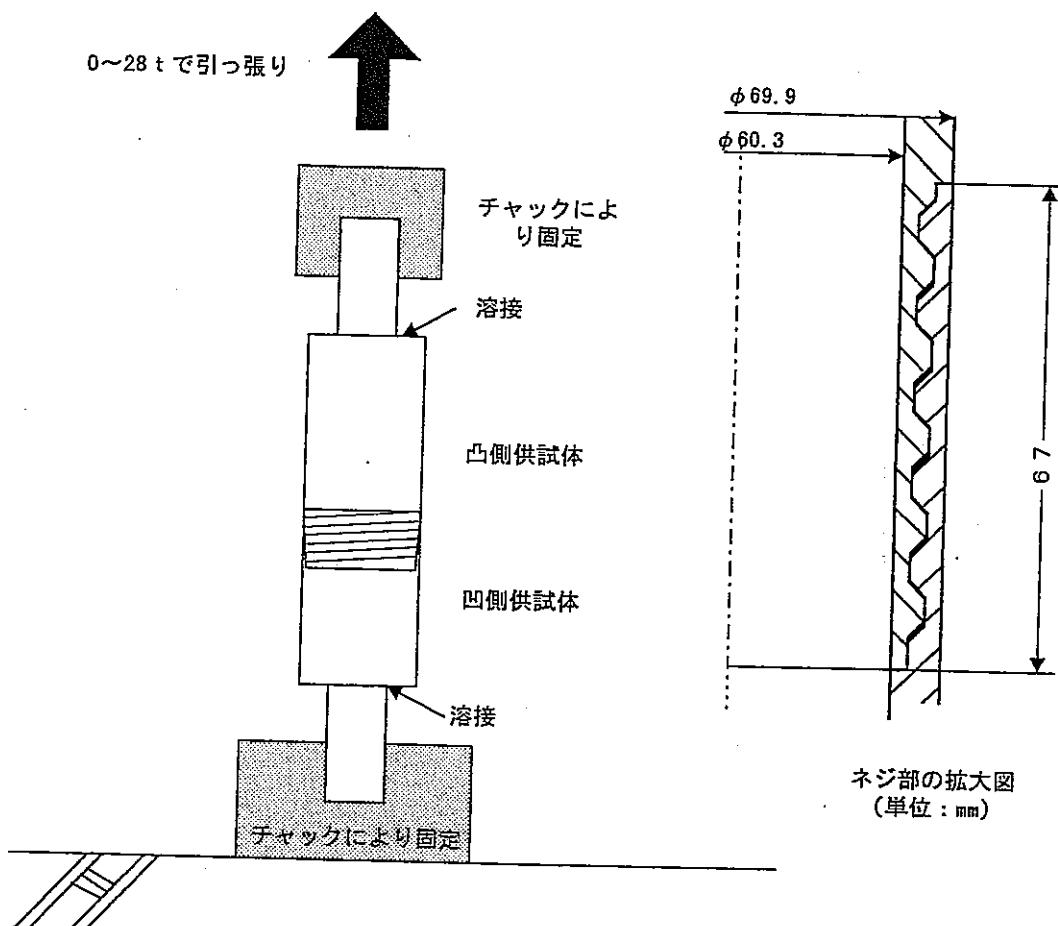


図 5-2-1 ケーシングパイプ引張試験の概要

## (2) ケーシング保護キャップ取付検査

ケーシング保護キャップをケーシングパイプに正常に取り付けられ、ネジ部を保護していることを確認する。

### 1) 検査方法

ケーシング保護キャップをケーシングパイプに正常に取り付け、ネジ部を保護していることを確認する。

### 2) 検査結果

ケーシング保護キャップがケーシングパイプに正常に取り付けられ、ネジ部を保護していることを確認した。

## (3) ケーシングホルダ保持能力検査

ケーシングパイプの挿入時及び固定時にケーシングパイプを保持するケーシングホルダの保持能力が 12ton 以上あることを確認する。

### 1) 検査方法

ケーシングホルダ保持能力検査の概要を図 5-2-2 に示す。製作したケーシングホルダに重量 18ton のおもりを取り付けたケーシングパイプを保持させ、ケーシングパイプが確実に保持されて滑り落ちないことを確認する。

### 2) 検査結果

製作したケーシングホルダは重量 18ton のおもりを取り付けたケーシングパイプを確実に保持し、これが滑り落ちないことを確認できた。

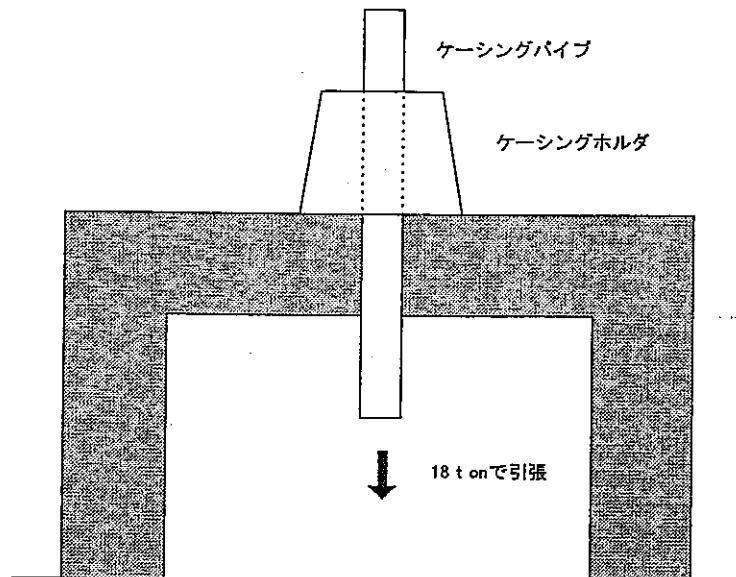


図 5-2-2 ケーシングホルダ保持能力検査の概要

#### (4) ホイスティングスイベル引張能力検査

製作したホイスティングスイベルの引張能力が 15ton 以上であることを確認する。

##### 1) 検査方法

ホイスティングスイベル引張能力検査の概要を図 5-2-3 に示す。製作したホイスティングスイベルに重量 18ton のおもりをつけたケーシングパイプをセットし、これを吊して昇降ができるかを確認する。

##### 2) 検査結果

製作したホイスティングスイベルは重量 18ton のおもりをつけたケーシングパイプを吊して、これを昇降することができるかを確認した。

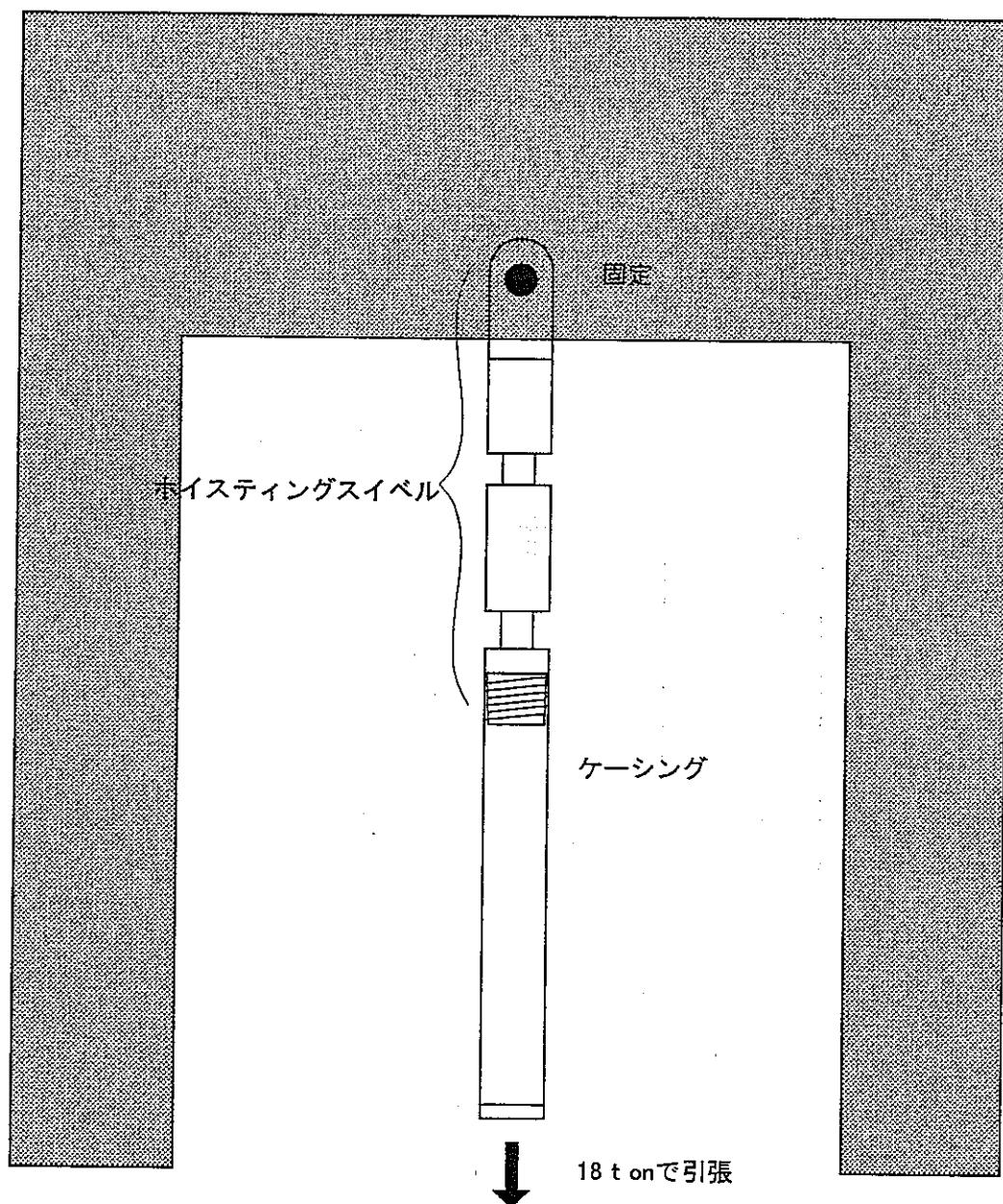


図5-2-3 ホイスティングスイベル引張能力検査の概要

## 5.2.2 複合ケーブルシステム

複合ケーブルシステムの室内性能試験は①複合ケーブル試作品の性能試験と②実機の性能試験に分かれる。前者は以下の(1)～(9)の項目について行い、技術仕様を満たすことを確認したので実機の製作を行った。実機については(10)～(22)の項目について実施した。

### (1) 複合ケーブル試作品外観検査

#### 1) 検査方法

複合ケーブル試作品外観検査の概要を図5-2-4に示す。複合ケーブル製造工程の適否を判断するために、複合ケーブルを試作して、その全長にわたり、外観に問題のないことを確認する。この外観検査では複合ケーブルの採水ホース、電気ケーブル、光ファイバケーブルなどの各メンバー及び仕上がり外径の計測及び目視による外傷の有無の確認を行う。試作長は約510mとする。

#### 2) 検査結果

複合ケーブルの採水ホース・電気ケーブル・光ファイバケーブルの各メンバー及び仕上がり外径などの設計仕様及び製作実績を表5-2-1に示す。

表中に示すように試作品の各メンバーの外観に問題がないことを確認した。以降の試作品に関する性能試験にはこのケーブルを使用した。

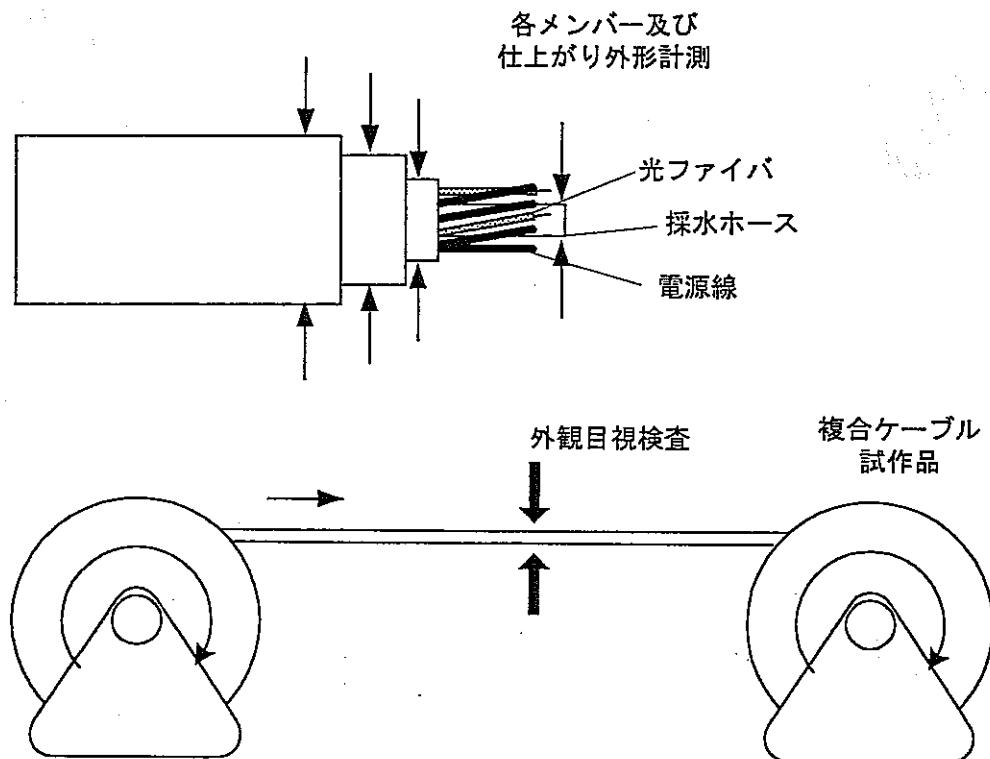


図5-2-4 複合ケーブル試作品外観検査

表5-2-1 試作品外観検査

項目		単位	設計仕様	製作実績
パイプP	採水ホース (ステンレス)	内 径 mm	3.2	3.21
		外 径 mm	4.0	3.90
電源線A × 4	被覆 (ナイロン)	厚 さ mm	1.05	1.07
		外 径 mm	約 6.1	6.05
電源線B × 4	導体 (スズメッキ軟銅より線)	構 成 本/mm	37/0.26	37/0.258
		外 径 mm	約 1.8	1.80
	絶縁体 (フッ素樹脂)	厚 さ mm	0.30	0.30
		外 径 mm	約 2.4	2.41
光ファイバ F × 3	導体 (スズメッキ軟銅より線)	構 成 本/mm	37/0.26	37/0.258
		外 径 mm	約 1.8	1.80
	絶縁体 (フッ素樹脂)	厚 さ mm	0.30	0.30
		外 径 mm	約 2.4	2.41
集合	G I型光ファイバ	構 成 $\mu$ mm	50/125	48.0/125.3
	被覆 (1) (パーフルオロアルコキシ)	外 径 mm	0.70	0.70
	被覆 (2) (パーフルオロアルコキシ)	厚 さ mm	0.15	0.15
		外 径 mm	約 1.8	1.80
	被覆 (3) (ナイロン)	厚 さ mm	約 0.3	0.30
		外 径 mm	2.4	2.40
押え巻きテープ	中心層	—	1P	1P
	第1層	—	4A+4B+3F	4A+4B+3F
内部被覆 (ナイロン)	構 成	—	横巻き	横巻き
	厚 さ mm	約 1.6	1.58	
	外 径 mm	15.0	15.0	
アラミド繊維 (1層)	構 成 本	28	28	
	外 径 mm	約 15	15.8	
押え巻きテープ	構 成	—	横巻き	横巻き
	構 成 本	23	23	
アラミド繊維 (2層)	外 径 mm	約 16	16.0	
	構 成	—	横巻き	横巻き
押え巻きテープ	構 成 本	25	25	
	外 径 mm	約 17	17.0	
押え巻きテープ	構 成	—	横巻き	横巻き
	外部被覆 (ナイロン)	厚 さ mm	約 2.5	2.60
仕上がり外径		mm	約 22.7	22.7
概算重量	空 中	kgf/km	600	592
	水 中	kgf/km	200	190

## (2) 複合ケーブル試作品内部温度上昇試験

通電時のケーブル内部温度上昇が  $15^{\circ}\text{C}$  を越えないことを確認する。

### 1) 試験方法

複合ケーブル試作品内部温度上昇試験の概要を図 5-2-5 に示す。約 510m の試作複合ケーブルの胴部、ケーブル集合線中央の採水ホース内、ケーブル外の 3 点に熱電対をセットし、実際の使用条件と同等の 39V、4A で 11 時間通電し、その時の温度上昇を測定する。

### 2) 試験結果

内部温度上昇試験の結果を図 5-2-6 に示す。連続 11 時間、39V、4A で通電した結果、温度上昇は  $15^{\circ}\text{C}$  未満であることを確認した。

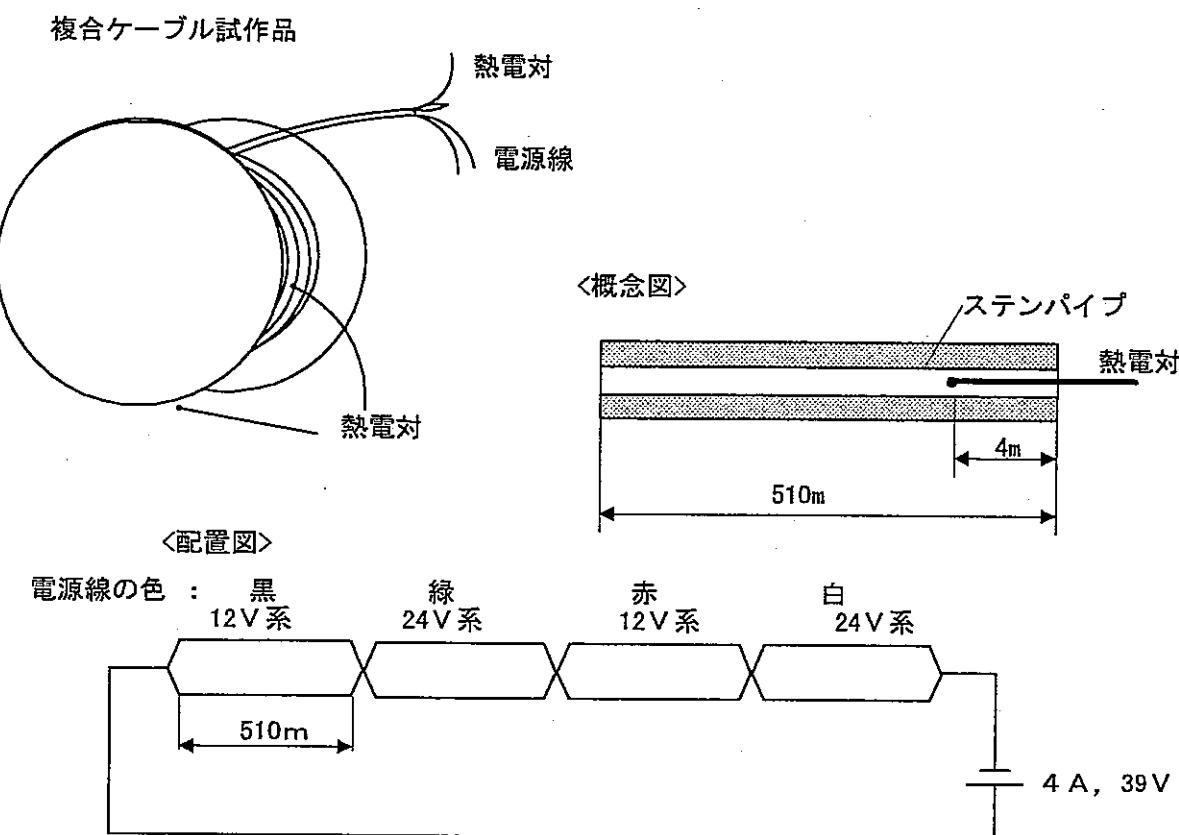


図 5-2-5 複合ケーブル試作品 内部温度上昇試験の概要

測定時刻	経過時間(h)	ケーブル内温度 B(°C)	室内温度 C(°C)	温度差 B-C (°C)
8:00	0	23.3	24.0	-0.7
9:00	1	23.7	25.2	-1.5
10:00	2	24.3	25.9	-1.6
11:00	3	25.5	27.2	-1.7
12:00	4	26.1	28.1	-2.0
13:00	5	27.0	28.8	-1.8
14:00	6	27.0	28.6	-1.6
15:00	7	27.3	28.5	-1.2
16:00	8	27.5	28.4	-0.9
17:00	9	27.5	27.8	-0.3
19:00	10	27.2	26.3	0.9
20:00	11	26.6	26.3	0.3

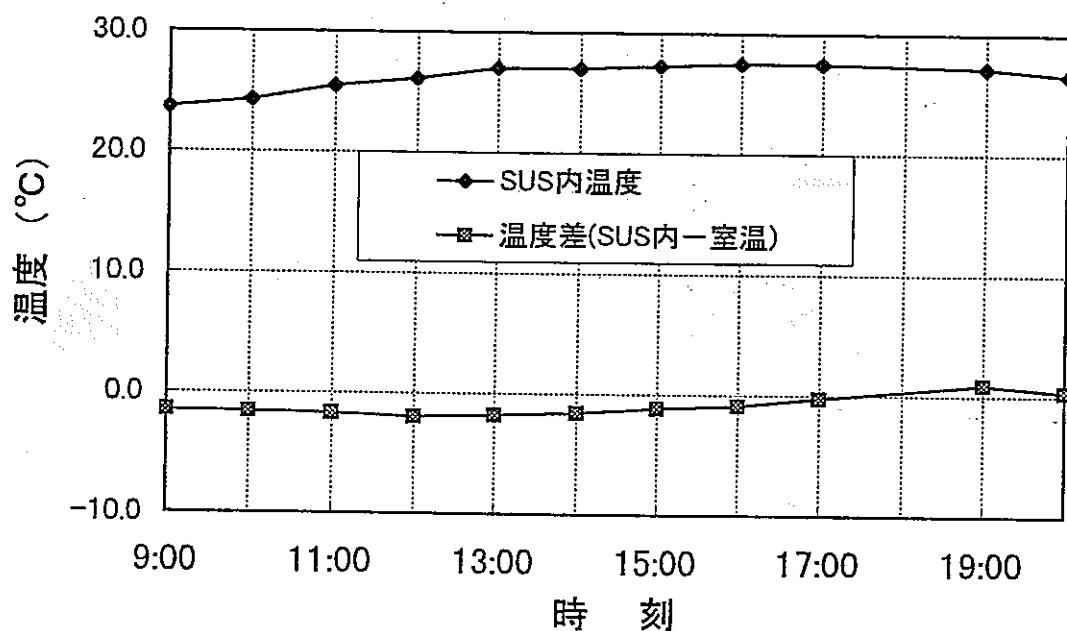


図5-2-6 複合ケーブル試作品内部温度上昇試験結果

### (3) 複合ケーブル試作品引張試験

複合ケーブル試作品引張試験は以下の点を確認するために実施する。

- ① 引張荷重によるケーブルの伸び率。
- ② 引張による光ファイバの引込み量。
- ③ 引張による採水ホースの引込み量。
- ④ 端末引留部の引留力が過巻き防止設定値の 1.2ton 以上確保されていること。
- ⑤ 引張力 1.2ton 時のケーブル伸びが、光ファイバの伸び率（ファイバ引込み量）の限界 0.2% 以下であること。
- ⑥ ケーブル破断張力が 2.3ton 以上あること。

#### 1) 試験方法

複合ケーブル試作品引張試験の概要を図 5-2-7 に示す。複合ケーブル試作品から約 5 m の供試体 2 本を切り出し、その両端にケーブル先端部と同様の治具を取り付け、一端を固定して他の端を引張る。この間の引張力とケーブルの伸び、ケーブル外径、光ファイバ引込量及び採水ホース引込量を測定する。

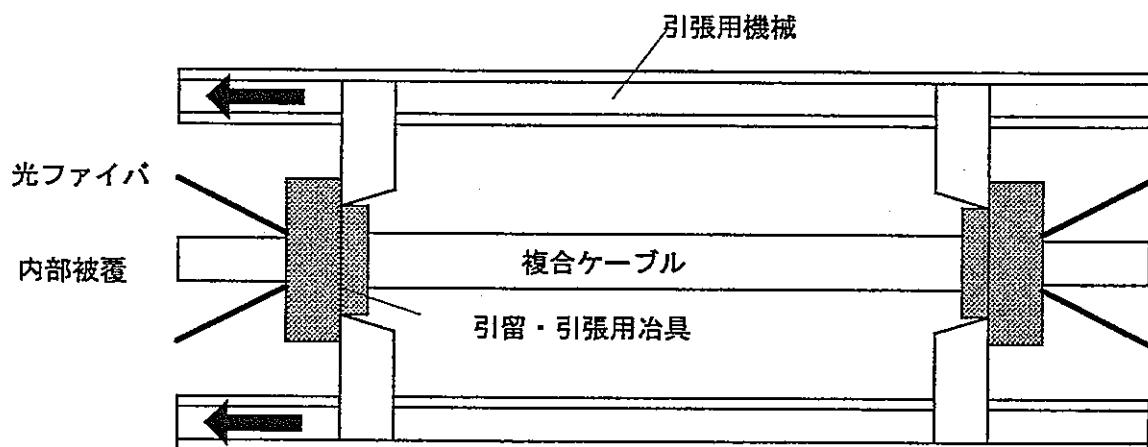


図 5-2-7 複合ケーブル試作品 引張試験の概要

## 2) 試験結果

試験結果を表 5-2-2 及び図 5-2-8 に示す。この結果端末引留部に過巻き防止設定値 1.2ton 以上の引張力を加えても、ファイバ引込み量はすべて 0.2% 以下におさえられた。また、その時のケーブル伸び率も 0.5% 以下であり、探水ホース引込み量は 0.32ないし 0.42% であることを確認した。さらに複合ケーブル破断張力は (4.4ton 以上) という結果を得た。

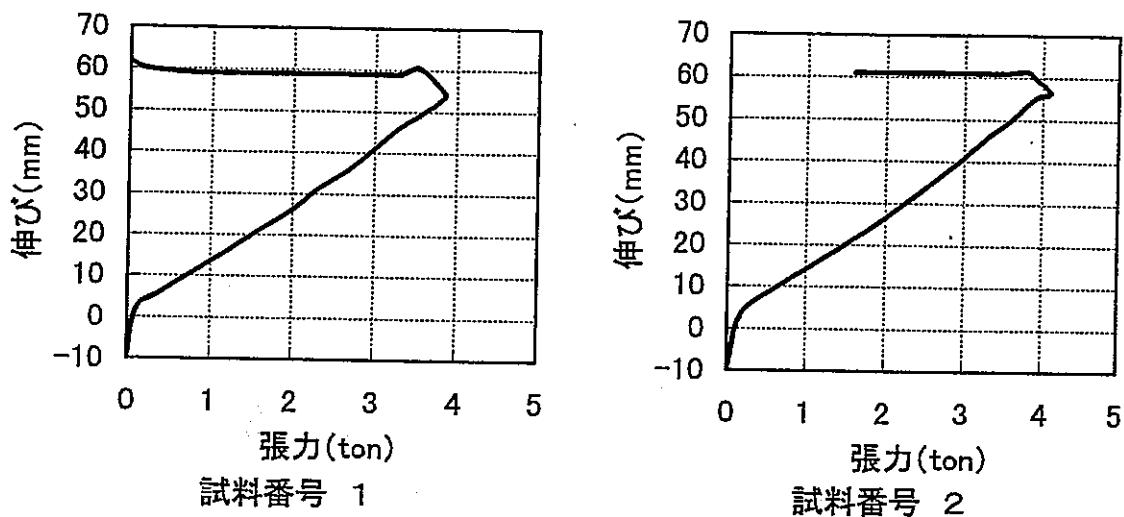


図5-2-8 複合ケーブル試作品引張試験結果

表 5-2-2 複合ケーブル引張特性試験結果

試料番号：1

端末引留間長さ： 4678m

ファイバ間長さ： 6624 mm

SUSパイプ間長さ： 5238 mm

S-Sチャート番号： 1, 2

張力	ケーブル伸び	ケーブル外径		ファイバ引込量						採水 ホース引込	
				緑ファイバ		赤ファイバ		青ファイバ			
		量	率	外径	変化量	量	率	量	率	量	率
ton	mm	%	mm	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm
実測	0	0	0	22.85	0	0	0	0	0	0.02	0
	0.2	7	0.15	22.85	0	0	0	0	1	0.02	0
	0.4	14	0.30	22.85	0	0	0	0	1	0.02	0
	0.6	17	0.36	22.83	-0.02	0	0	0	1	0.02	14
	0.8	23	0.49	22.83	-0.02	1	0.02	1	0.02	1	0.02
	1.0	25	0.53	22.83	-0.02	2	0.03	2	0.03	1	0.02
	1.2	28	0.60	22.83	-0.02	2	0.03	2	0.03	1	0.02
実測	破断 3.86	54	1.15								

試料番号：2

端末引留間長さ： 4593 mm

ファイバ間長さ： 5153 mm

SUSパイプ間長さ： 5153 mm

S-Sチャート番号： 3, 4

張力	ケーブル伸び	ケーブル外径		ファイバ引込量						採水 ホース引込	
				緑ファイバ		赤ファイバ		青ファイバ			
		量	率	外径	変化量	量	率	量	率	量	率
ton	mm	%	mm	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm
実測	0	0	0	22.70	0	0	0	0	0	0	0
	0.2	4	0.09	22.65	-0.05	0	0	0	0	0	1
	0.4	12	0.26	22.65	-0.05	0	0	0	0	0	5
	0.6	17	0.37	22.63	-0.07	2	0.04	0	0	3	0.06
	0.8	19	0.41	22.63	-0.07	4	0.08	1	0.02	4	0.08
	1.0	22	0.48	22.63	-0.07	3	0.06	2	0.04	5	0.10
	1.2	24	0.52	22.63	-0.07	4	0.08	2	0.04	7	0.14
実測	破断 4.10	56	1.22								

#### (4) 複合ケーブル試作品しごき試験

複合ケーブルの挿入・引き上げにより巻き取り装置及びシープにより繰り返しごきが与えられる。その繰り返しのしごきを経験することによる電気及び光ケーブルの導通に異常が出ないことを確認する。

##### 1) 試験方法

複合ケーブル試作品しごき試験の概要を図5-2-9に示す。試験装置に試料長約4mの複合ケーブル試料をセットし、電気及び光ケーブルの導通をモニターする。シープ径は800mm、しごき角度は90°、ストロークは1m、張力は500kgfとする。

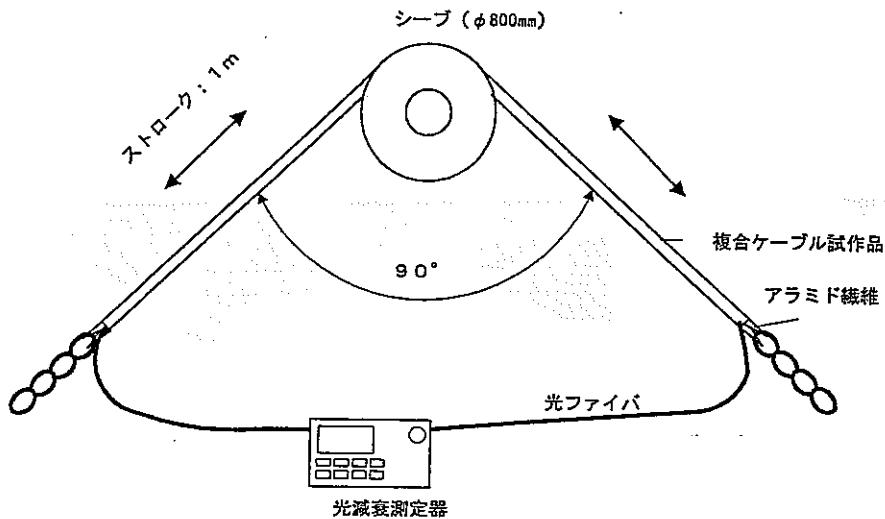


図5-2-9 複合ケーブル試作品 しごき試験の概要

##### 2) 試験結果

複合ケーブル試作品しごき試験の結果を表5-2-3に示す。しごき回数は10,000往復でも、複合ケーブル内の電気ケーブル及び光ケーブルの断線も無く、導通は良好であった。

表5-2-3 複合ケーブル試作品しごき試験結果

シーブ径 : φ800 mm しごき角度 : 90°  
ストローク : 1 m 張力 : 500kgf

試料 No.	しごき回数	導 通		備 考
		メタル線	ファイバ線	
No. 1	11,000 往復	良	良	アラミド繊維が一部破損したが、機能は保持している。
No. 2	11,000 往復	良	良	アラミド繊維が一部破損したが、機能は保持している。

## (5) 先端部及び複合ケーブル試作品耐温度・圧力変形試験

先端部及び複合ケーブルが加温・加圧後に、著しい変形をしないこと、水密性が確保されていることを確認する。

### 1) 試験方法

先端部及び複合ケーブル試作品耐温度・圧力変形試験の概要を図5-2-10に示す。以下の手順で試験を行った。

- ① 先端部に複合ケーブル試作品(長さ約500mm)を取り付け、片端を水密処理する。
- ② この供試体を温度・圧力チャンバーに入れ、温度・圧力を室温・大気圧から80°C、150kgf/cm<sup>2</sup>まで上昇させた後、室温・大気圧まで戻す。
- ③ ①～②を合計3回繰り返す。
- ④ 供試体を取り出し、ノギスにより外径を計測する。

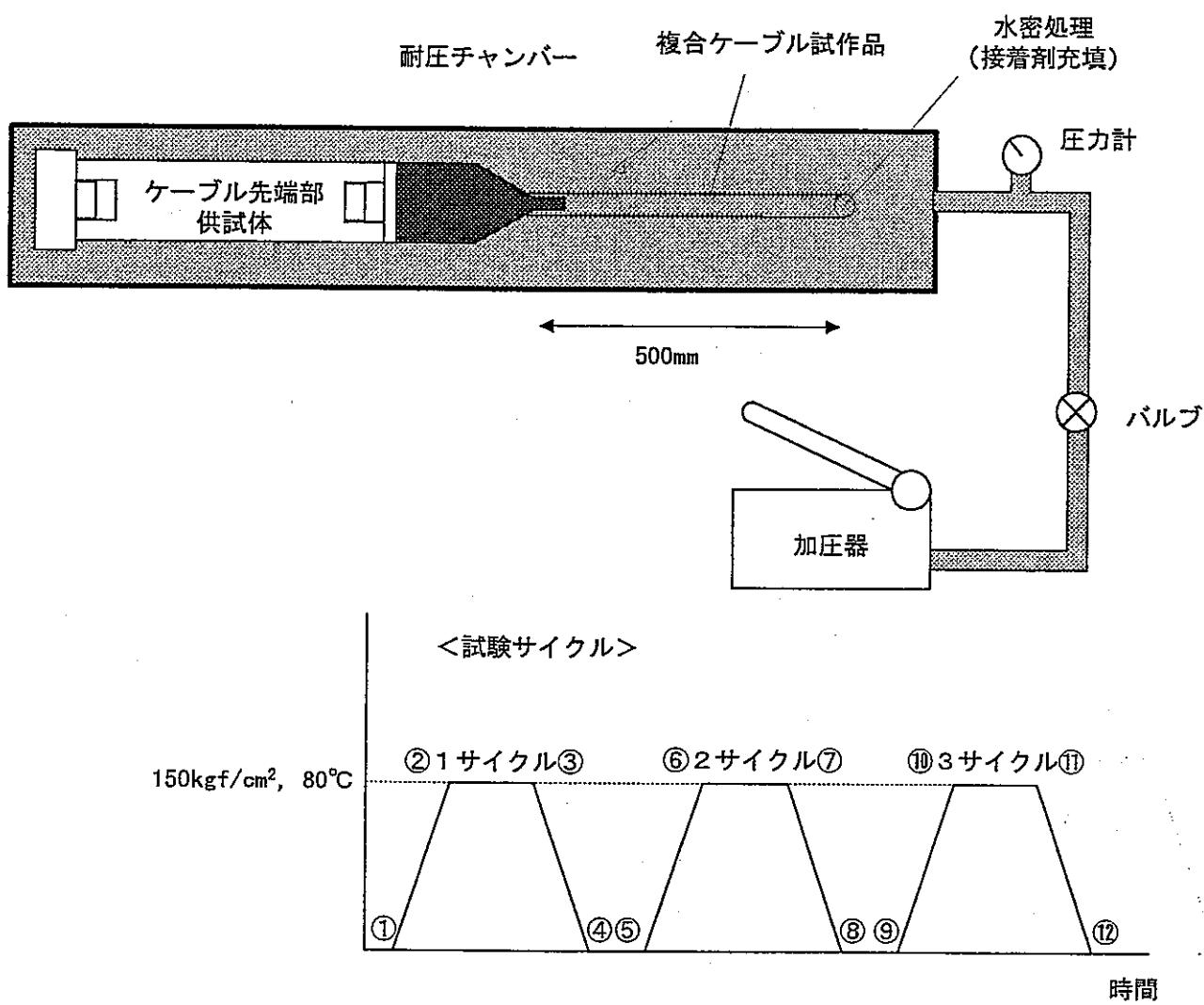


図5-2-10 先端部および複合ケーブル試作品 耐温度・水圧試験の概要

## 2) 試験結果

先端部及び複合ケーブル試作品耐温度・圧力変形試験の結果を表5-2-4に示す。試験結果からケーブル外径はほとんど変化しないことが判明した。また、目視による点検でも外観上の異常は認められなかった。よって、複合ケーブルは150kgf/cm<sup>2</sup>、80°Cでの使用環境に耐えうると判断した。

表5-2-4 複合ケーブル試作品耐温度・圧力変形試験結果

試料	水圧サイクル	ケーブル外径(mm)			水密性	
		X	Y	平均	ケーブル部	先端部
No.1	加圧前	23.14	22.99	23.07	—	—
	3サイクル後	22.64	22.60	22.62	良	良
No.2	加圧前	22.69	22.73	22.71	—	—
	3サイクル後	22.20	22.28	22.24	良	良

## (6) 複合ケーブル外観検査

製作した複合ケーブルの外観検査を実施し、外傷の有無と外径が許容値内にあることを確認する。

### 1) 検査方法

複合ケーブル外観検査の概要を図5-2-11に示す。製作した複合ケーブルを巻き取り装置に巻き取りながら、全長にわたり目視によって傷の有無を確認するとともに、200mごとに外径を測定し、技術仕様通りに製作されていることを確認する。

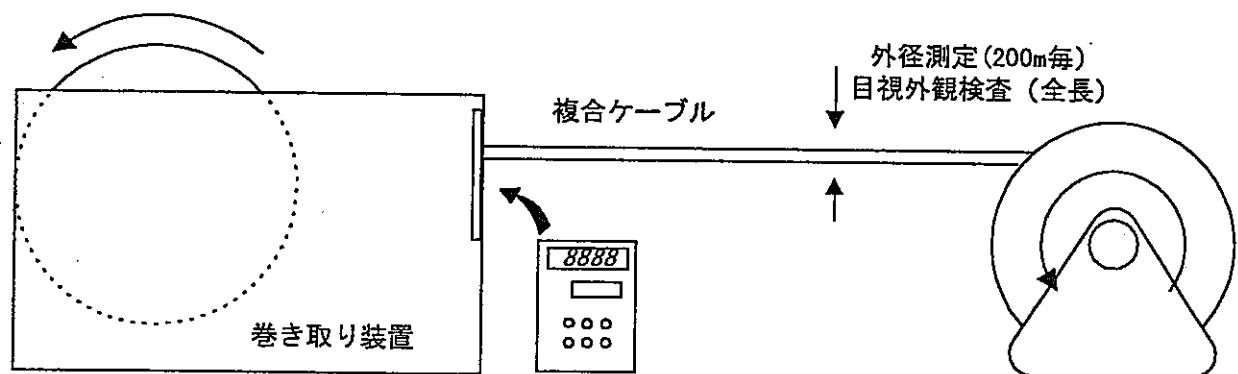


図5-2-11 複合ケーブル 外観検査の概要

### 2) 検査結果

製作した複合ケーブルは全長にわたり外傷の無いことを確認した。また、ケーブル外径の測定結果は、表5-2-5に示すとおり、このケーブルが仕様通りに製作されていることを示している。

表5-2-5 複合ケーブル外観検査

ケーブル位置 [m] *		0	200	400	600	800	1000	技術仕様	判定
ケーブル径 [mm]	2. 1号機	22.80	22.60	22.90	22.75	22.75	22.70	25 以下	合格
	2. 2号機	22.75	22.70	22.80	22.80	22.80	22.90	25 以下	合格

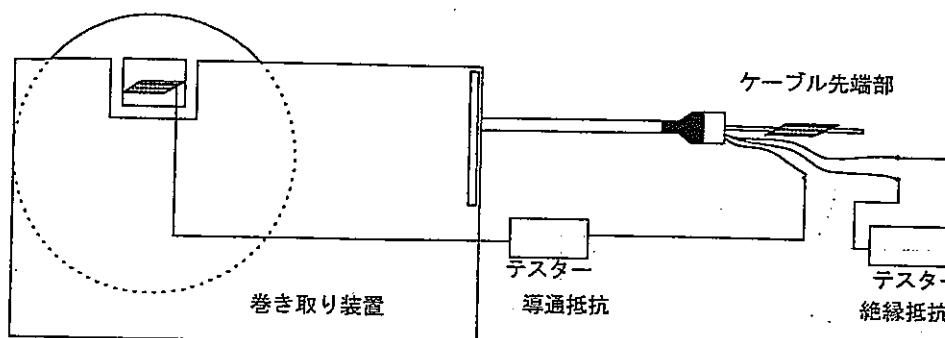
\* ケーブル巻取側からの長さ

## (7) 複合ケーブル電気性能検査

製作した複合ケーブル内の電気ケーブルの抵抗及び絶縁性を測定し、電気的性状に異常がないことを確認する。

### 1) 検査方法

複合ケーブル電気性能検査の概要を図5-2-12に示す。巻き取り装置側の12V系（複合ケーブル：赤、黒 複合コネクタ：赤、黒）、24V系（複合ケーブル：白、緑 複合コネクタ：白、緑）それぞれの電気ケーブルをループさせ、各仕様電圧での抵抗値を測定した。また、各電気ケーブル（赤、黒、白、緑）及び複合ケーブル先端部ボディとの絶縁性も測定した。



### 2) 検査結果

図5-2-12 複合ケーブル電気性能検査の概要

複合ケーブル電気性能検査の結果を表5-2-6に示す。この検査結果より各電気ケーブルの抵抗値は規格を満たしていることが確認された。また、各電気ケーブルと複合ケーブル先端部との間の絶縁が確認された。

表5-2-6 複合ケーブル電気性能検査結果

（単位：Ω）

	巻き取り装置側 電気ケーブル	ボディ	複合コネクタ				ループ回路での 抵抗値	判定	
			赤	黒	白	緑			
2. 1号機	赤	>1G		>1G	>1G	>1G	11.25	合格	
	黒	>1G	-		>1G	>1G			
	白	>1G	-	-		>1G	11.33		
	緑	>1G	-	-	-				
2. 2号機	巻き取り装置側 電気ケーブル	ボディ	複合コネクタ				ループ回路での 抵抗値	判定	
	赤		>1G		>1G	>1G			
	黒	>1G	-		>1G	>1G	11.28		
	白	>1G	-	-		>1G			
	緑	>1G	-	-	-		11.31		

## (8) 複合ケーブル光減衰検査

製作した複合ケーブル内の光ファイバの光損失が規格内にあることを確認する。

### 1) 検査方法

複合ケーブル光減衰検査の概要を図5-2-13に示す。光損失計測用オシロスコープを用いて、巻き取り装置側及びケーブル先端部側よりこれを測定する。

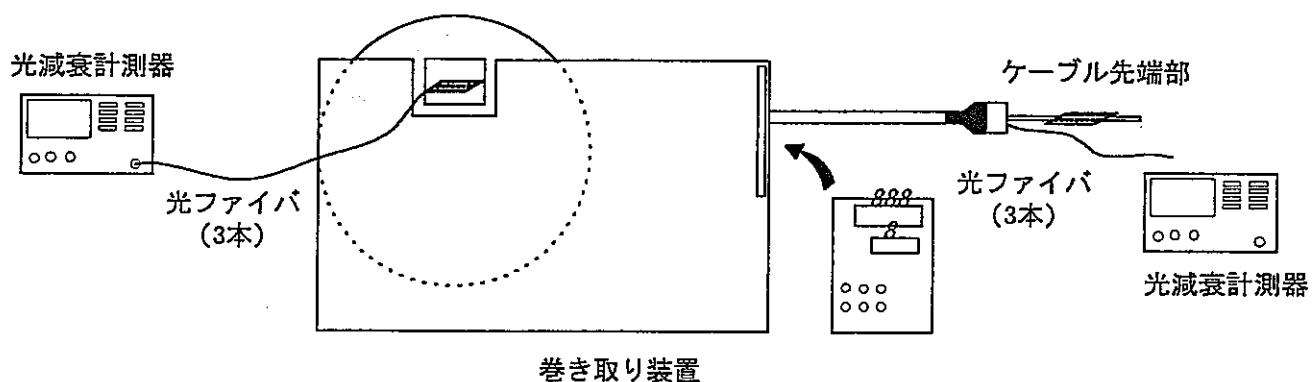


図5-2-13 複合ケーブル光減衰検査の概要

### 2) 検査結果

複合ケーブル光減衰検査の結果を表5-2-7に示す。この検査結果より、各光ファイバケーブルとともに設計値3.2dB/km以下を満たしていることが確認できた。

表5-2-7 光減衰検査結果

	光損失 ( $\lambda=0.85 \mu\text{m}$ ) 単位: dB/km					
号機	2. 1号機			2. 2号機		
光ファイバケーブル	青	緑	赤	青	緑	赤
巻き取り装置	2.2	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3
ケーブル先端側	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3
判定	合 格			合 格		

## (9) 複合ケーブル採水ホース耐圧検査

製作したケーブル先端部・複合ケーブル及び巻き取り装置内配管の耐圧性能を確認する。

### 1) 検査方法

複合ケーブル採水ホース耐圧検査の概要を図 5-2-14 に示す。複合ケーブル先端部を仮組みし、先端部配管が見える状態で、巻き取り装置側採水配管から  $150\text{kgf/cm}^2$  を加圧器で加圧する。加圧した状態で回路を閉鎖し、60 分後の配管内圧力を測定する。

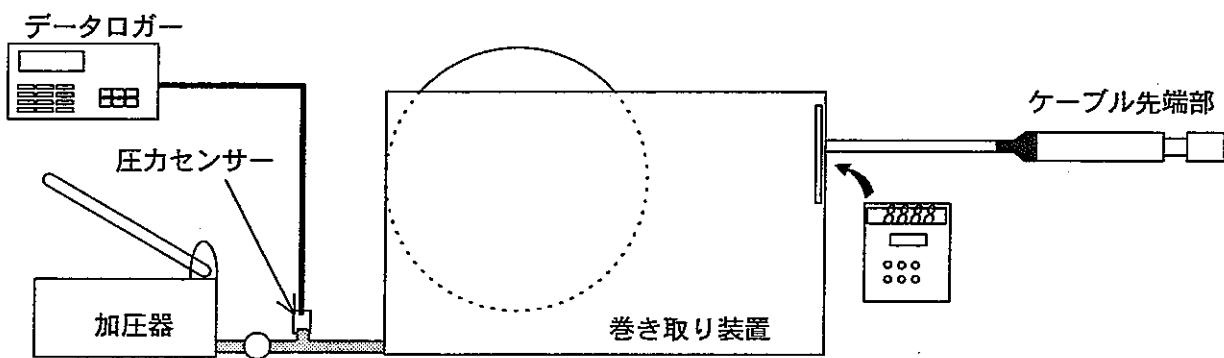


図 5-2-14 複合ケーブル 採水ホース耐圧検査の概要

### 2) 検査結果

加圧終了 60 分後の圧力は  $150\text{kgf/cm}^2$  以上保持しており、漏水も認められなかった。

## (10) 複合ケーブル通信検査

製作した複合ケーブルに光／電気基板を取り付けて通信を行い、光ケーブル・電気ケーブル（A・B）を用いて通信が可能なことを確認する。

### 1) 検査方法

複合ケーブル通信検査の概要を図5-2-15に示す。巻き取り装置及び複合ケーブル先端側に光／電気基板を取り組みし、CPU基板及び制御装置を用いて通信を行った。通信が正常に行われることは制御プログラムを通信によってCPU基板へダウンロードし、これが正常に終了し、データを要求してくることで確認した。

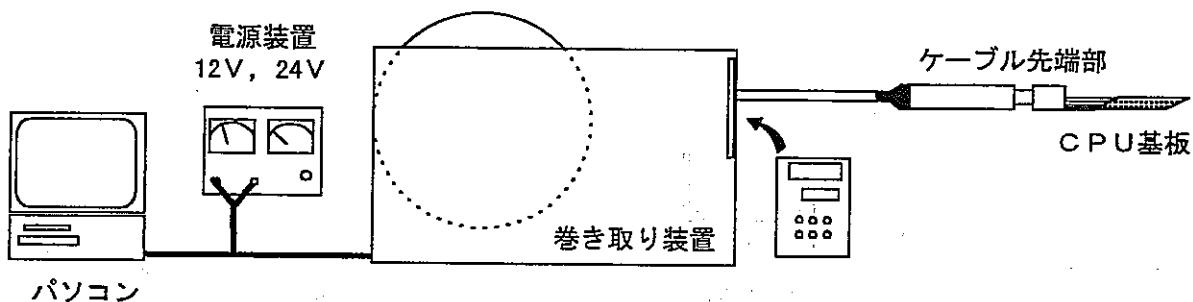


図5-2-15 複合ケーブル 通信検査の概要

### 2) 検査結果

制御プログラムのダウンロードが正常に終了し、データを要求してきたので正常な通信を行っていることを確認した。

### (11) 線長計検定

製作した巻き取り装置内の線長計の出力と実測値との差が許容値内にあることを確認する。

#### 1) 検定方法

線長計検定の概要を図5-2-16に示す。製作した複合ケーブルを巻き取る際に線長計カウンターをリセットし、巻き取る際の実測長と線長計カウンターに表示される数値とを比較し、その差が0.5%以内であることを確認する。

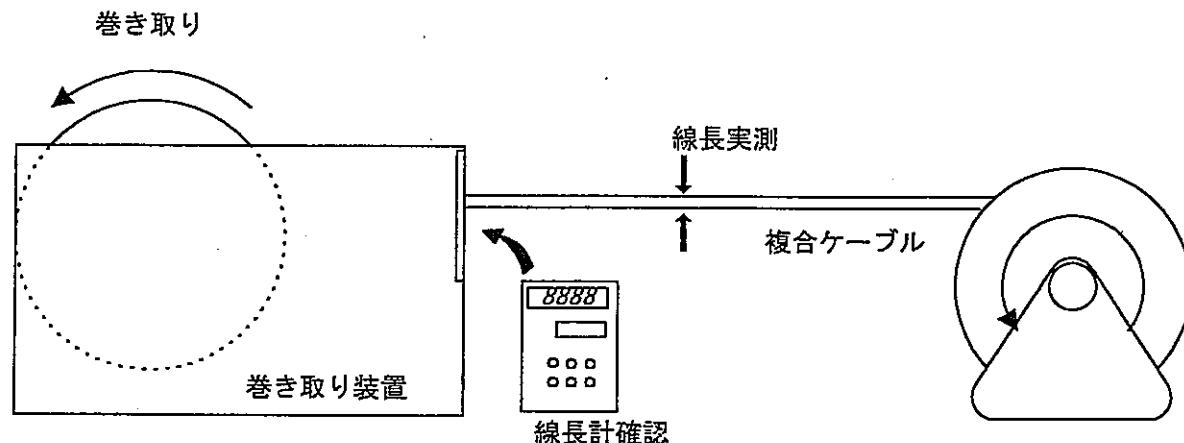


図5-2-16 線長計検定の概要

#### 2) 検定結果

検定結果を表5-2-8に示す。各100m間での線長計の誤差は0.33%以下を示し、線長計出力が正常であることが確認できた。

表5-2-8 線長計検定結果

2. 1号機	線長計表示値 (m)	900.00	800.000	700.00	600.00	500.00	100.00
	表示値の差 (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	実測長 (m)	100.21	100.11	100.28	100.32	100.17	100.24
	誤差 (%)	0.21	0.11	0.28	0.32	0.17	0.24
2. 2号機	線長計表示値 (m)	900.00	800.000	700.00	600.00	500.00	100.00
	表示値の差 (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	実測長 (m)	100.14	100.26	100.19	100.23	100.33	100.22
	誤差 (%)	0.14	0.26	0.19	0.23	0.33	0.22

## (12) 巻き上げ能力検査

製作した巻き取り装置が 1.0ton 以上（技術仕様）の巻き上げ能力があることを確認する。

### 1) 検査方法

巻き上げ能力検査の概要を図 5-2-17 に示す。巻き取り装置にワイヤーロープを数回巻き付け、主シーブ・反転シーブを設置し、ワイヤーロープを取り付ける。ワイヤーロープの先には 2 ton の重りを取り付け、これを昇降させることができることを確認する。

### 2) 検査結果

巻き取り装置の操作により、2 ton の重りを引き上げることができたので、巻き上げ能力 1.0ton 以上有することが確認できた。

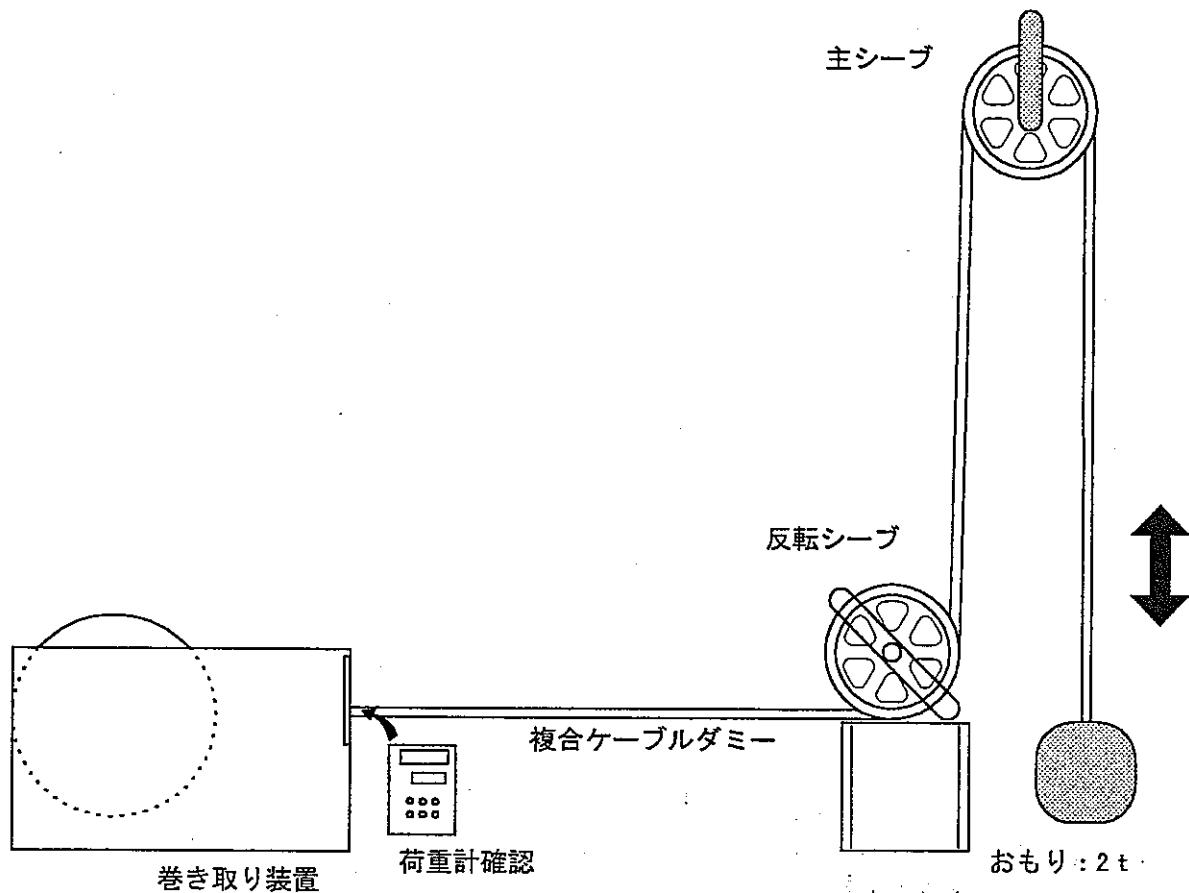


図 5-2-17 巻き上げ能力検査の概要

### (13) 巻き上げ速度検定

製作した巻き取り装置の巻き取り・繰り返し速度が最大で  $20\text{m/min}$  (技術仕様) 以上あることを確認する。

#### 1) 検定方法

巻き上げ速度検定の概要を図 5-2-18 に示す。製作した巻き取り装置に数回ロープを巻き付け、単位時間当たりの巻き取り及び繰り返し速度を線長計で確認する。

#### 2) 測定結果

測定結果から計算した巻き取り速度を図 5-2-19 にグラフで示す。

巻き取り装置に巻き取られている複合ケーブルの総数によって速度が異なるが、主速度設定：最大  $41.39\text{m/min}$ 、低速度設定：最大  $27.15\text{m/min}$  となり、技術仕様の最大  $20\text{m/min}$  以上であることが確認できた。

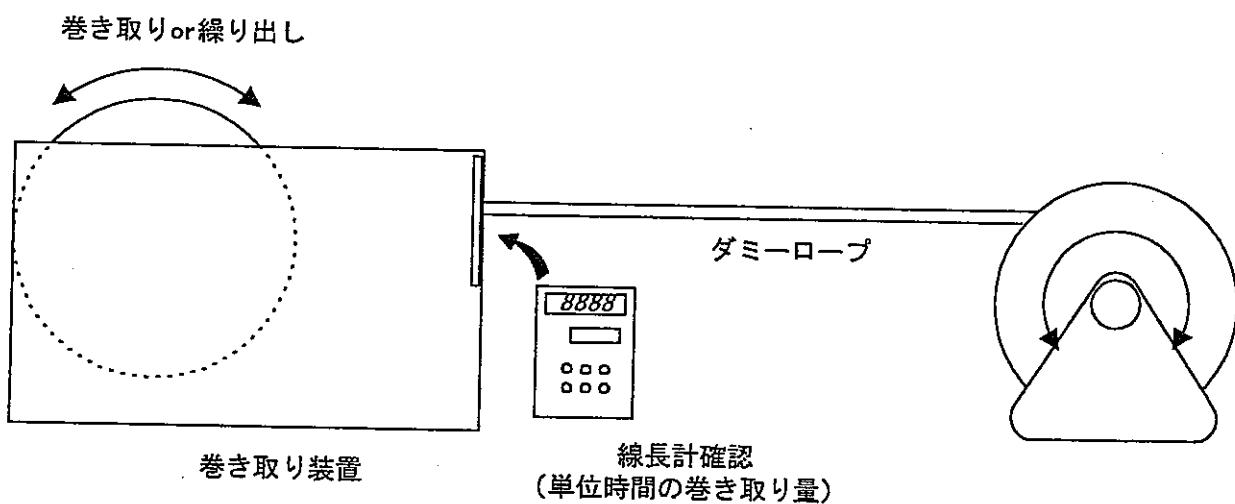


図5-2-18 巻き上げ速度検定の概要

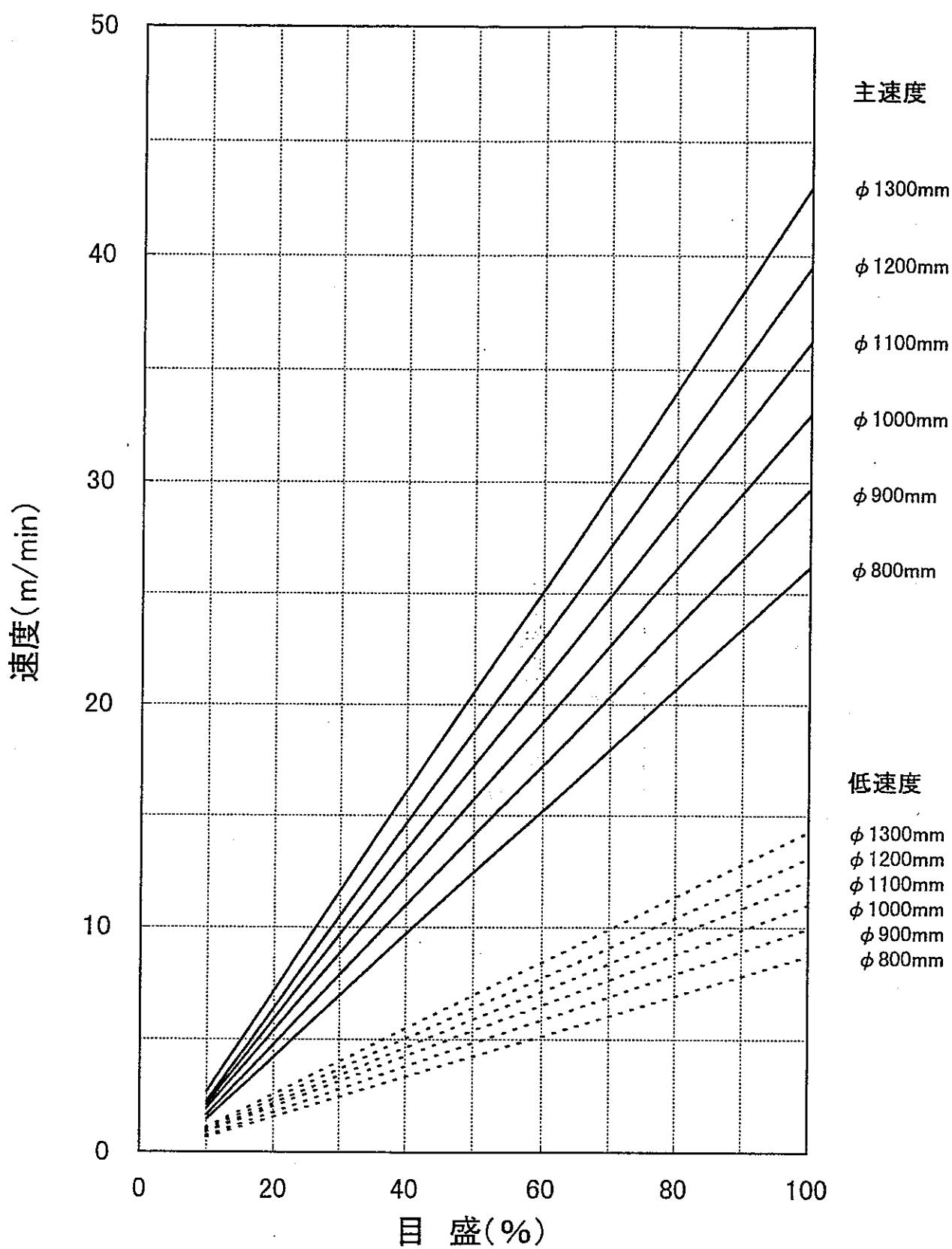


図5-2-19 巻き取り装置速度設定

#### (14) 自動制御検査

製作した巻き取り装置の自動停止機能を確認する。

##### 1) 検査方法

自動制御検査の概要を図5-2-20に示す。製作した巻き取り装置のドラムに数回ロープを巻き付け、自動繰り出し及び自動巻き取りを実施し、設定した線量計出力値で自動停止することを確認する。

ロープは約200mのものを使用し、線長計出力値で繰り出し時：80m、巻き取り時：20mで停止するように設置した。

##### 2) 検査結果

繰り返し時及び巻き取り時に設定した線長計出力値で自動停止することを確認した。

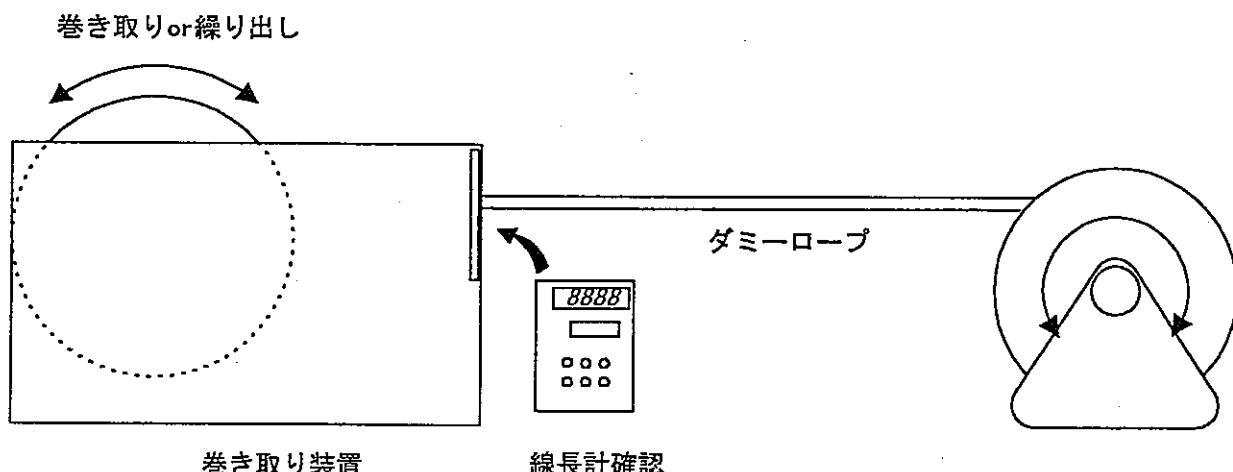


図5-2-20 自動制御検査の概要

## (15) 遠隔操作検査

製作した巻き取り装置遠隔操作機能が正常に機能することを確認する。

### 1) 検査方法

遠隔操作検査の概要を図5-2-21に示す。巻き取り装置の遠隔操作機（リモコン）を用い、複合ケーブルの繰り出し・巻き取り・停止ができることを、巻き取りドラムの回転により確認する。

### 2) 検査結果

巻き取りドラムの回転は遠隔操作機の操作通りに作動することを確認した。

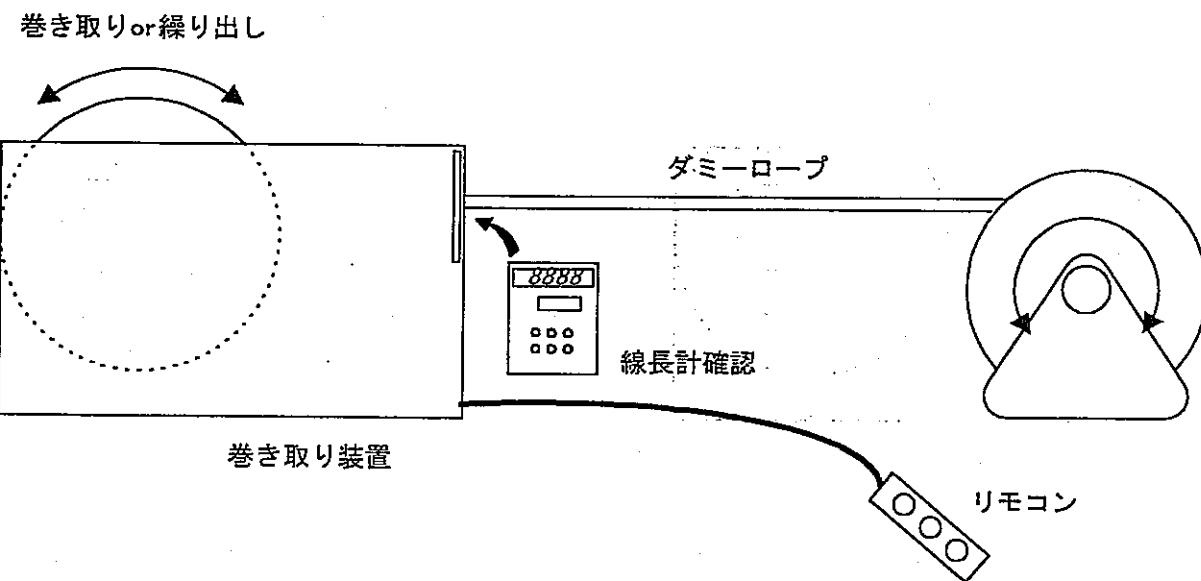


図5-2-21 遠隔操作検査の概要

## (16) 張力計検定

主シープに設置されている複合ケーブル張力計が正常に機能することを確認する。

### 1) 検査方法

張力計検定の概要を図5-2-22に示す。主シープにワイヤーを通し、天井クレーンで吊り下げる。ワイヤーの片端は地面に固定し、他方はおもりをセットした。この状態で主シープを吊り上げて張力計の出力値をセットしたおもりの重量を比較した。

おもりの重量は100kg及び63.5kgの2種類を用いた。

### 2) 検査結果

ワインチに出力された張力はおもりの重量(100kg及び63.5kg)の丁度2倍の値を表示し、張力計出力が正常なことを確認した。

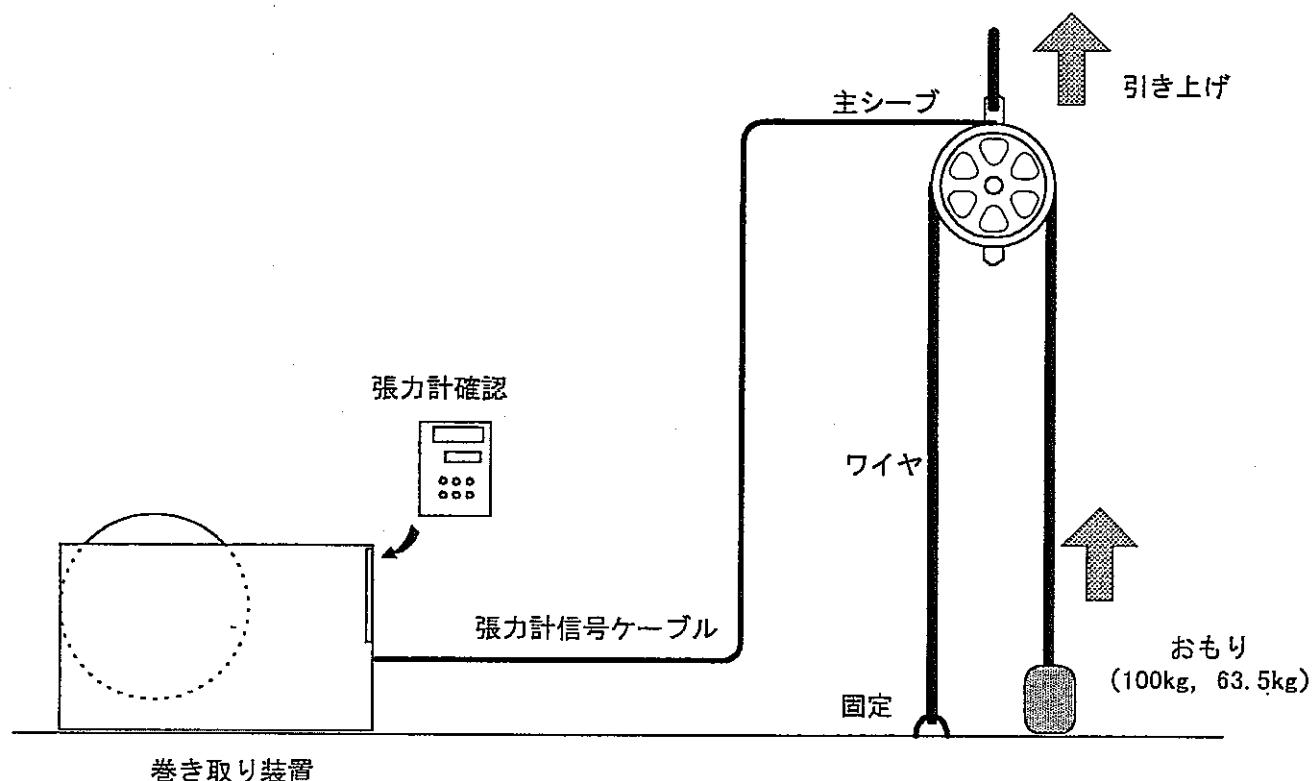


図5-2-22 張力計検定の概要

### (17) 反転シーブ設置検査

製作した反転シーブを反転シーブ台に設置できることを確認する。

#### 1) 検査方法

反転シーブ設置検査の概要を図 5-2-23 に示す。反転シーブ台の上に反転シーブを載せ、固定可能なことを確認する。また、現場での設置状況を想定して反転シーブを  $15^{\circ}$  程度傾けて設置できることも確認する。

#### 2) 検査結果

反転シーブを反転シーブ台に設置できることが確認できた。また、反転シーブは、角度調整器具を用いて  $15^{\circ}$  程度傾斜させて設置できることが確認できた。

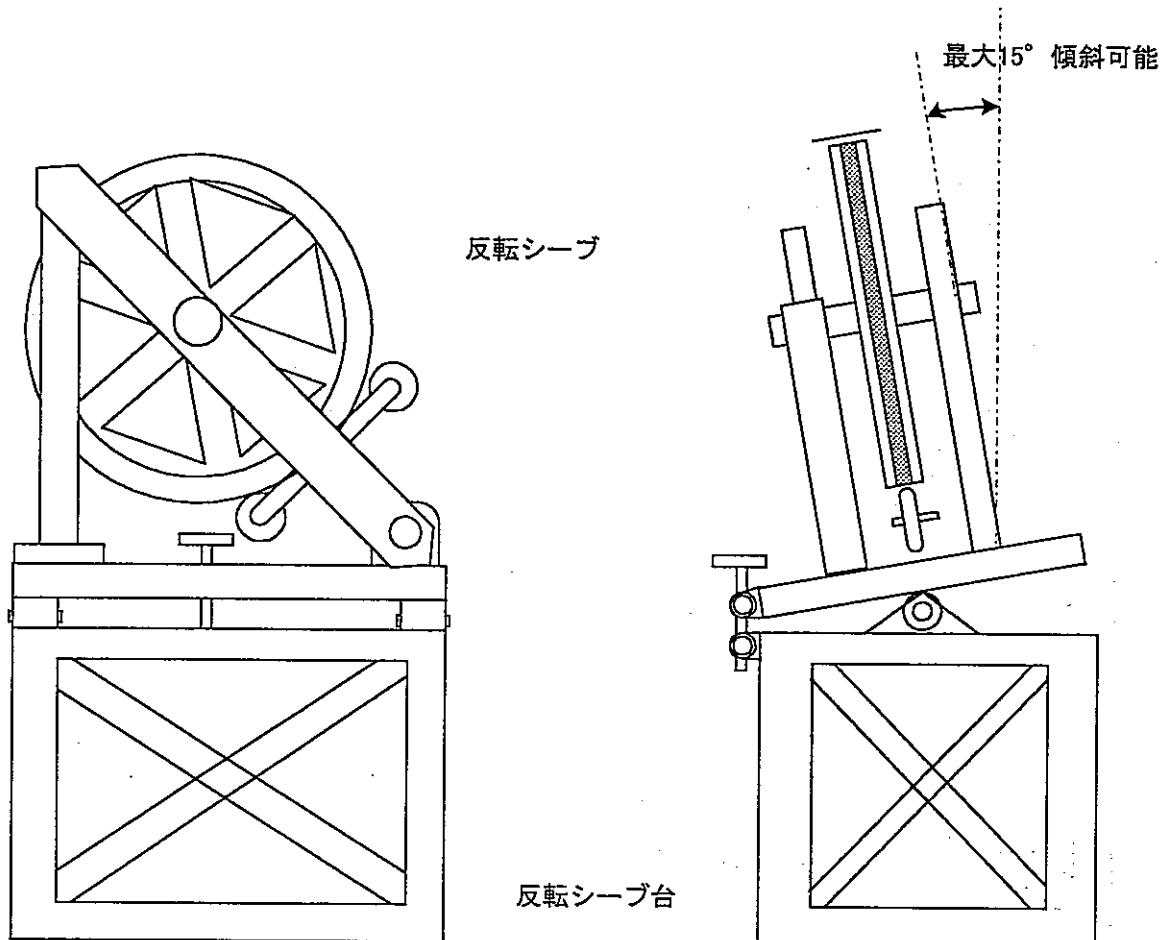


図 5-2-23 反転シーブ設置検査の概要

### (18) 複合ケーブルシステム巻き取り・繰り出し検査

製作した複合ケーブルシステムの巻き上げ機能が正常に機能し、スムーズな巻き取り・繰り出しができることを確認する。

#### 1) 検査方法

複合ケーブルシステム巻き取り・繰り出し検査の概要を図5-2-24に示す。巻き取り装置・反転シープ台・反転シープ・主シープを設置し、各シープに複合ケーブルを通して複合ケーブルの巻き取り・繰り出しを行う。この際、反転シープを傾けた場合でもこれが可能なことを確認する。その際に各シープに取り付けられているガイドローラーが複合ケーブルを押さえて脱輪を防止していることを確認する。

#### 2) 検査結果

複合ケーブルのスムーズな繰り出し・巻き取りが可能なことが確認できた。また、主シープのガイドローラーが複合ケーブルを押さえており、反転シープが傾いている場合でもケーブルがはずれることがないことを確認した。

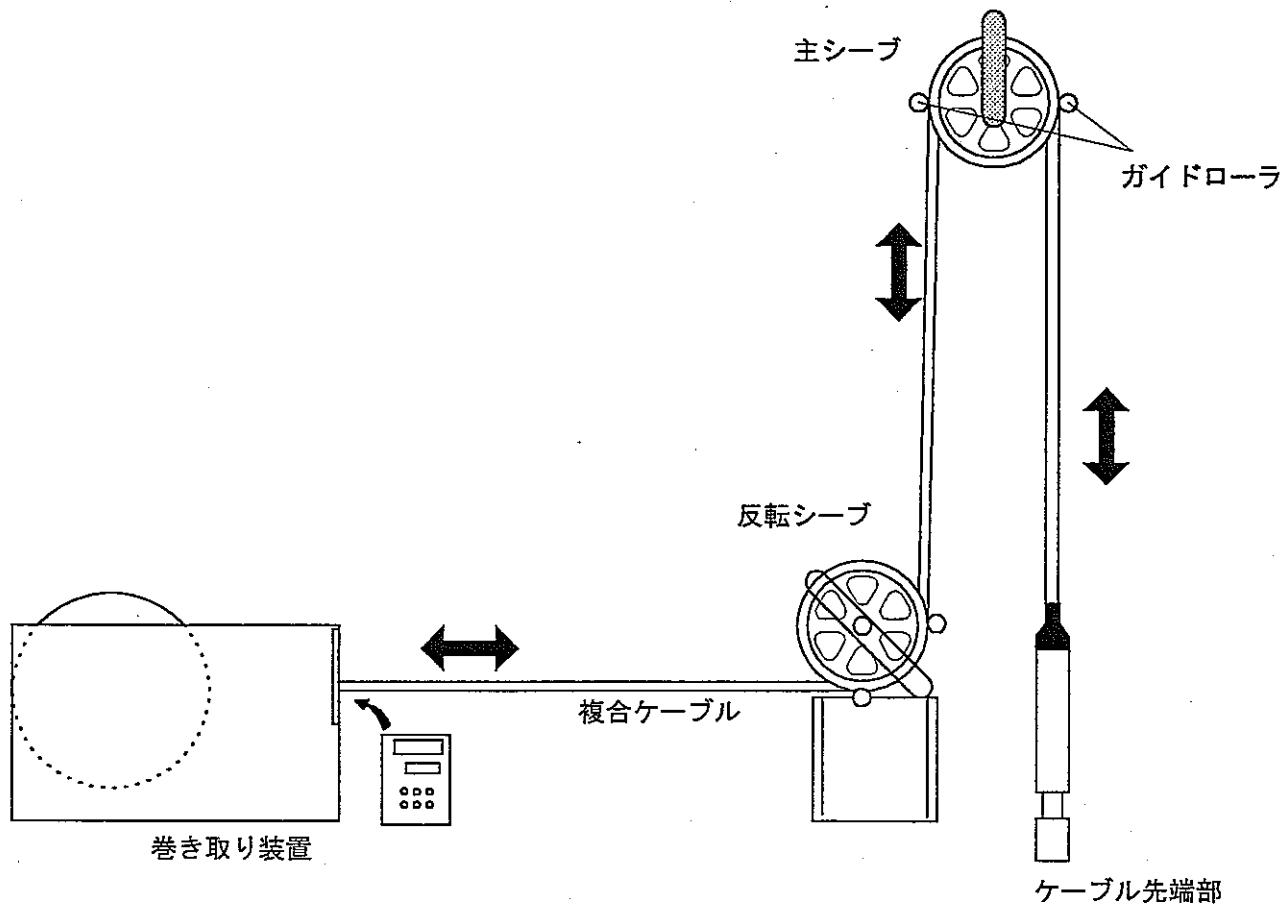


図5-2-24 複合ケーブルシステム巻取・繰出検査の概要

## 5.3 地上部

### 5.3.1 制御装置

#### (1) 通信検査

孔内各ユニットのC P U基板への制御ソフトウェアのダウンロード及び通信が正常に行われることを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① 制御装置の通信ボード（R S - 4 8 5）及び定電圧供給電源装置（1 2 V及び2 4 V）と孔内ユニットを接続する。
- ② 制御装置から制御ソフトウェアをダウンロードし、通信を行う。
- ③ 制御装置のディスプレイ表示に、ダウンロード異常・通信異常など通信系のアラームが表示されないことを目視確認する。

##### 2) 検査結果

ダウンロード及び通信時に通信系のアラームが発生しないことを確認した。

#### (2) 巻き取り装置データ表示検査

制御装置が巻き取り装置から送られてくるデータを正常に表示していることを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① 制御装置の張力計A／D変換基板を巻き取り装置の張力計出力コネクタに接続する。
- ② 制御装置の線長計デジタル基板を巻き取り装置の線長計出力コネクタに接続する。
- ③ 巻き取り装置に交流2 0 0 Vの電源を入れ、張力計および線長計の出力値が巻き取り装置のディスプレイに正常に表示されていることを目視確認する。
- ④ 巻き取り装置からのデータが正常に制御装置ディスプレイにも表示されていることを目視確認する。

##### 2) 検査結果

制御装置のディスプレイ及び巻き取り装置のディスプレイ共に、張力及び線長のデータを正常に表示していることを目視確認した。

### (3) データ保存機能検査

孔内各ユニットからのデータがハードディスクに正常に保存されていることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 制御装置から制御ソフトウェアを孔内各ユニットへダウンロードし、数分間の通信及び作動を行う。
- ② システムを終了し、通信・作動で得られたデータがハードディスクに保存されていることをMS-DOS画面で確認する。
- ③ システムを起動し、「データ保存」を行う。
- ④ 指定したディレクトリにテキストあるいはバイナリの指定した書式で保存されていることを確認する。

#### 2) 検査結果

データがハードディスクの指定ディレクトリに指定書式で保存されていることを目視確認した。

### (4) ハードコピー機能検査

制御装置ディスプレイ画面をカラー及びモノクロで正常に出力できることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「ダウンロード」を実施し、「通信確認」画面を表示する。
- ② 「通信確認」画面をカラー及びモノクロでカラープリンターに出力させる。
- ③ ハードコピーが正常に行われていることをディスプレイ画面と出力物を比較して確認する。

#### 2) 検査結果

出力されたハードコピーがディスプレイ表示と同じであることを確認した。

### (5) アラーム出力機能検査

測定データが設定した警報値を越えた場合、アラームの種類・数値をシリアルプリンターに印刷できることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「ダウンロード」を実施し、システム「孔内作業」 - 「システム挿入」に設定する。
- ② 24V系電源を故意に切断する。
- ③ 電源の切断によるアラームの種類・測定値がシリアルプリンターに印刷されることを目視確認する。

#### 2) 検査結果

アラームの種類・測定値がシリアルプリンターに印刷されることを確認した。

### 5.3.2 電源装置

#### (1) 供給電圧補正機能検査

電源装置の出力が消費電力に応じて電圧補正を行っていることを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① 電源装置の12V系及び24V系各々の直流電圧出力コネクタにキャリブレーション装置（可変抵抗器）を接続する。
- ② キャリブレーション装置で抵抗を手動によって変化させ、電流を変化させる。
- ③ 電源装置の供給電圧出力が消費電力の変化によって変動することを確認する。
- ④ また、キャリブレーション装置への入力電圧は12V系及び24V系それぞれ12V及び24Vと消費電力が変化しても一定であることを確認する。

##### 2) 検査結果

電源装置の電圧出力がキャリブレーション装置での消費電力の変化に応じて電圧補正を行い、キャリブレーション装置へ入力電圧を12V系は12V、24V系は24Vに一定に保つことを確認した。

#### (2) 過電流防止機能検査

電源装置が24V系では4A、12V系では2A以上の電流を出力しないことを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① 電源装置の12V系及び24V系各々の直流電圧出力コネクタにキャリブレーション装置（可変抵抗器）を接続する。
- ② キャリブレーション装置で抵抗を手動によって変化させ、電流を変化させる。
- ③ 電源装置が24V系では4A、12V系では2A以上の電流を出力しないことを確認する。

##### 2) 検査結果

電源装置が24V系では4A、12V系では2A以上の電流を出力しないことを確認した。

### (3) 無停電電源装置機器検査

無停電電源装置の電源が10分以上確保されていることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 孔内システム（連続採水・採水・結合ユニット）、巻き取り装置、制御装置を接続する。
- ② 「ダウンロード」を実施し、「通信確認」画面を表示させる。
- ③ 無停電電源装置の交流100V電源を故意に切断する。
- ④ 無停電電源装置の電源確保時間が10分以上であることを確認する。

#### 2) 検査結果

無停電電源装置の電源確保時間が10分以上であることを確認した。

### 5.3.3 データ管理・解析装置

#### (1) データ表示機能検査

データ管理・解析装置が指定したデータを数値及び指定したグラフ軸でグラフ表示していることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「ダウンロード」を実施し、データ通信を行う。
- ② 表示データの指定及び軸設定を行い、指定したデータを正常に表示することを確認する。

#### 2) 検査結果

データ管理・解析装置が指定したデータを数値及び指定したグラフ軸でグラフ表示していることを確認した。

#### (2) データファイル設定検査

データ管理・解析装置がそのハードディスクの指定したディレクトリに計測されたデータを正常に保存していることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「ダウンロード」を実施し、数分間の通信及び作動を行う。
- ② システムを終了し、ハードディスクにデータが保存されていることをMS-DOS画面で確認する。

#### 2) 検査結果

データ管理・解析装置が指定したデータを数値及び指定したグラフ軸でグラフ表示していることを確認した。

### (3) データ保存機能検査

データ管理・解析装置が指定したデータを指定時間で指定ディレクトリに保存していることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「データ保存」でデータ及び時刻を設定し、データを保存する。
- ② システムを終了し、MS-DOS画面でカンマ区切りのテキスト形式でデータを保存していることを確認する。

#### 2) 検査結果

指定データが指定時刻で正常に保存されていることを確認した。

### (4) ハードコピー機能検査

データ管理・解析装置のディスプレイ画面をカラー及びモノクロで正常に出力できることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 「ダウンロード」を実施し、「通信確認」画面を表示する。
- ② 「通信確認」画面をカラー及びモノクロでカラープリンターに出力させる。
- ③ ハードコピーが正常に行われていることをディスプレイ画面と出力物を比較して確認する。

#### 2) 検査結果

出力されたハードコピーがディスプレイ表示と同じであることを確認した。

### 5.3.4 地上部収納ラック

#### (1) 収納機構検査

地上部のすべての装置を地上部収納ラック内に収納でき、防塵機能を持っていることを確認する。

#### 1) 検査方法

地上部の制御装置、電源装置、データ管理・解析装置をすべて地上部収納ラック内に収納でき、防塵機能を持っていることを確認する。

#### 2) 検査結果

地上部の制御装置、電源装置、データ管理・解析装置をすべて地上部収納ラック内に収納でき、防塵機能を持っていることを確認した。

## (2) 一元配線機構検査

地上部収納ラックに収納された各装置及び巻き取り装置間の配線を電源システムの地上部収納ラックに設置した入出力装置を介して一元的配線ができるることを確認する。地上部各装置間の配線を図5-3-1に、巻き取り装置-地上部間の配線を図5-3-2に示す。

### 1) 検査方法

- ① 無停電電源装置から AC100V 電源を入出力装置、大容量安定化電源装置、制御装置、データ管理・解析システム、プリンター、ハードコピーユニット等の全機器に正常に配線出来ることを確認する。
- ② 大容量安定化電源装置から 12V 系及び 24V 系の電源を入出力装置に正常に配線できることを確認する。
- ③ 制御装置からプリンター、ハードコピーユニット等の周辺機器及び入出力装置にそれぞれケーブルを正常に配線出来ることを確認する。
- ④ データ管理・解析装置からプリンター、ハードコピーユニット等の周辺機器及び入出力装置にそれぞれケーブルを正常に配線できることを確認する。
- ⑤ 巷き取り装置から入出力装置へそれぞれの配線を正常にできることを確認する。

### 2) 検査結果

地上部収納ラックに収納された各装置間及び巻き取り装置間の配線を地上部収納ラックに設置した入出力装置を介して一元的にできることを確認した。

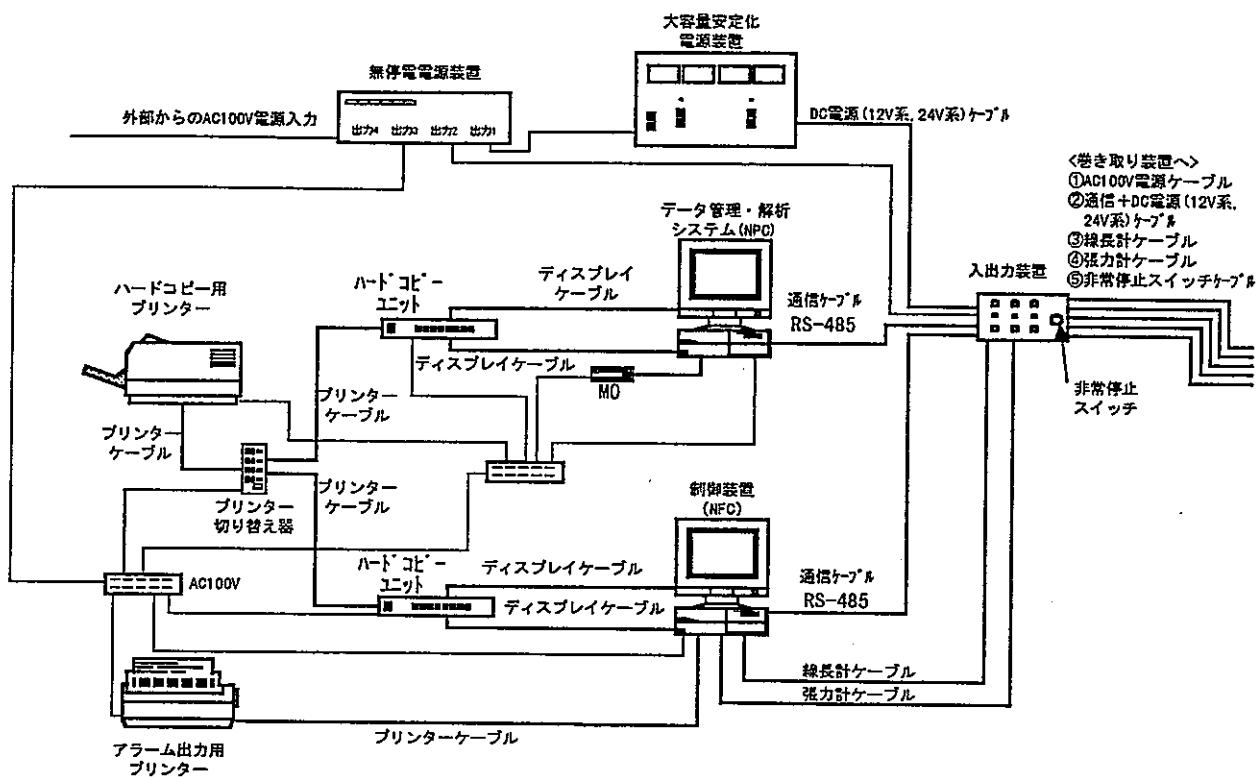


図 5-3-1 地上部各装置間の配線概念

### 〈入出力装置へ〉

- ①AC100V電源ケーブル
  - ②DC電源(12V系、24V系)ケーブル
  - ③通信ケーブル(制御装置)
  - ④通信ケーブル(データ管理・解析システム)
  - ⑤線長計ケーブル
  - ⑥張力計ケーブル

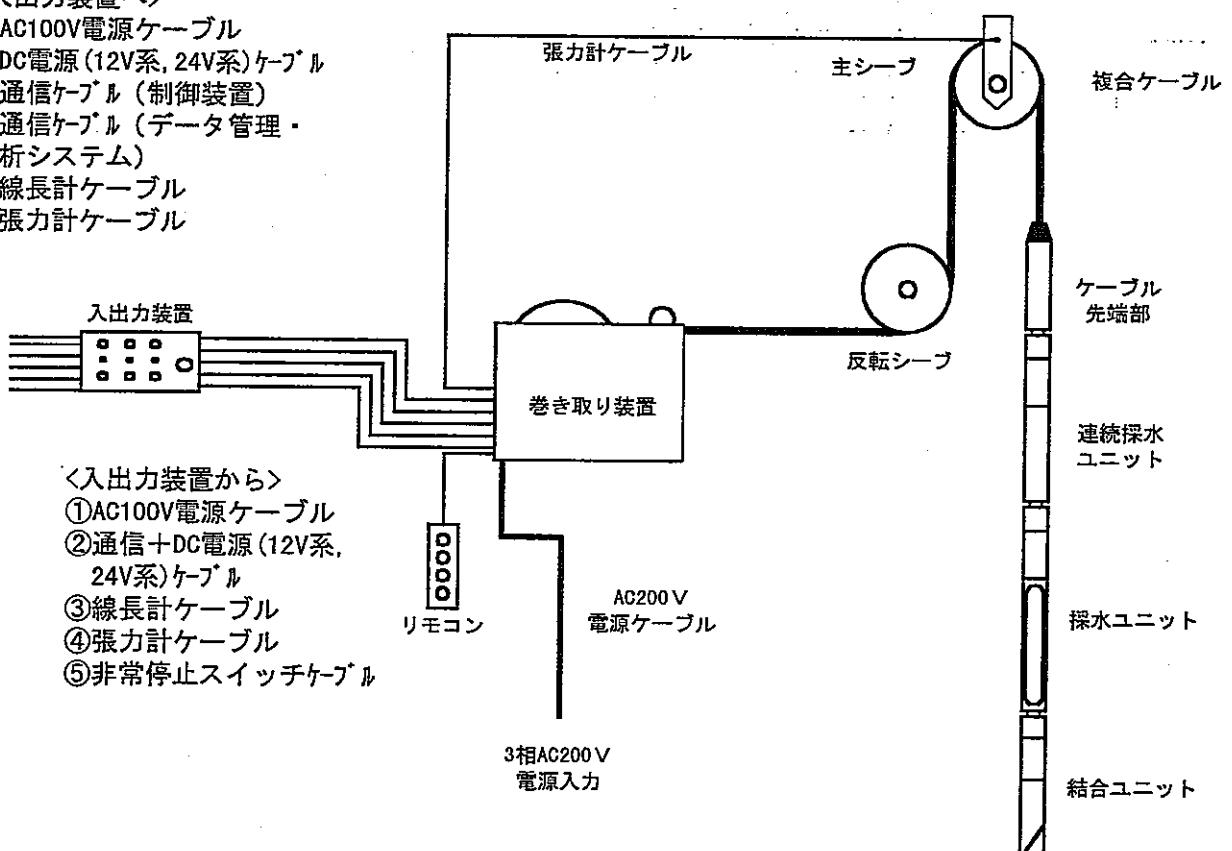


図5-3-2 卷き取り装置関連の配線概念

## 5.4 付属品

### 5.4.1 吊り下げ金具及び保護キャップ

孔内システム及びパッカーシステムの各ユニットの吊り下げ金具及び保護キャップが正常に取り付けられ、ネジ部を保護していることを確認する。また、吊り下げ金具（凸用キャップ）が吊り下げ機能を有していることを確認する。

#### 1) 検査方法

- ① 吊り下げ金具及び保護キャップが正常に取り付けられ、ネジ部を正常に保護していることを目視確認する。
- ② 吊り下げ金具（凸用キャップ）が吊り下げ機能を有していることを目視確認する。

#### 2) 検査結果

吊り下げ金具及び保護キャップが正常に取り付けられ、ネジ部を保護していること、また吊り下げ金具（凸用キャップ）が吊り下げ機能を有していることを確認した。

### 5.4.2 ロジックテスタ

各ロジックテスタが室内性能試験で正常な機能を発揮し、使用できることを確認する。

#### 1) 検査方法

ロジックテスタを孔内システム及びパッカーシステムの各ユニットの室内性能試験で使用し、正常な機能を発揮できることを確認する。

#### 2) 検査結果

各ロジックテスタが室内性能試験で正常な機能を発揮し、使用できることを確認した。

### 5.4.3 保持プレート

外径 68mm パッカー、外径 86mm パッカー、孔内システムの各ユニットに対し、それぞれの保持用溝部に保持プレートを正常に設置できることを確認する。

#### 1) 検査方法

外径 68mm パッカー、外径 86mm パッカー、孔内システムの各ユニットの保持用溝部に保持プレートを正常に設置できることを目視確認する。

#### 2) 検査結果

外径 68mm パッカー、外径 86mm パッカー、孔内システムの各ユニットの保持用溝部に保持プレートを正常に設置できることを目視確認した。

#### 5.4.4 ケーシング用レンチ

ケーシング用レンチを用いてケーシングパイプの締め込み・取り外しを正常にできることを確認する。

##### 1) 検査方法

ケーシングパイプを倒した状態で接続し、締め込み時にケーシング用レンチを用いて締め込みができること、及び取り外しができることを確認する。

##### 2) 検査結果

ケーシングパイプを倒した状態で接続し、締め込み時にケーシング用レンチを用いて締め込みができること、及び取り外しができることを確認した。

#### 5.4.5 採水容器の地下水採取アダプター

採水容器の地下水採取アダプター配管の耐圧性能が  $150\text{kgf/cm}^2$  であること、被圧不活性状態で採取した地下水を容器外部に取り出すことが出来ること、及びアルゴンガスなどの気体を容器内に封入できることを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① ラバーディスクをセットした採水容器を地下水採取アダプターにセットする。
- ② 下側から送水ポンプで水を送り、上側から水が溢れ出るまで送水する。
- ③ 上側のバルブを閉め、 $150\text{kgf/cm}^2$  まで加圧する。
- ④ 下側のバルブを閉め、圧力の変化を目視確認する（耐圧性能確認）。
- ⑤ 下側のバルブを開き、圧力を解放する。
- ⑥ 上側からガスを送り、下側から水を出す（外部取り出し）。
- ⑦ 上側のバルブの開閉により気体の圧力を調整しながらこれを封入できることを確認する（気体封入）。

##### 2) 検査結果

耐圧性能は  $150\text{kgf/cm}^2$  を確保し、採水容器内に採取した地下水の外部取り出し、気体の容器内への封入とともに正常に行えることを確認した。

#### 5.4.6 収納箱

孔内システム各ユニット、パッカーユニットの各ユニット及びケーシングパイプ、地下水採取アダプターをそれぞれの収納箱に確実に収納できることを確認する。

また、パッカーシステムとケーシングパイプの収納箱はそれぞれ積み重ねができるることを確認する。

##### 1) 検査方法

- ① それぞれの機器をそれぞれの収納箱に収納できることを確認する。
- ② パッカーシステム及びケーシングパイプの収納箱は積み重ねができ、安定していることを確認する。

##### 2) 検査結果

孔内システム各ユニット、パッカーユニットの各ユニット及びケーシングパイプ、地下水採取アダプターをそれぞれの収納箱に確実に収納できることを確認した。

また、パッカーシステムとケーシングパイプの収納箱はそれぞれ積み重ねができるることを確認した。

## 6. 孔内性能試験

本件で製作した2台の調査機器の総合的な性能を確認することを目的として、一連の装置（地上部・中継部・孔内部）を連結し、試錐孔を用いて孔内性能試験を実施した。

### 6.1 試験条件

実施した孔内性能試験の基本的な試験条件は表6-1-1の通りとした。

表6-1-1 孔内性能試験の基本的な条件

項目	条件
採水区間深度	GL-100m以深
採水区間長	10.0m
使用パッカー	φ68mmパッカーシステム(2式)
パッカーの拡張	パッカー有効圧：5kgf/cm <sup>2</sup> 以上試験期間中保持
連續採水	デッドボリュームの5倍(211リットル)以上
バッチ式採水	5リットル(10本)以上

### 6.2 孔内性能試験の実績工程

孔内性能試験の全体の実績工程は、以下の通りであった。

試験期間：1998年9月26日～1999年1月25日

- ①準備・搬入・設置：1998年9月26日～10月9日
- ②2.1号機(地上・孔内作業)：1998年10月12日～11月27日
- ③2.2号機(地上・孔内作業)：1998年11月30日～12月18日
- ④装置の点検・整備：1998年11月30日～1999年1月22日

\*核燃料サイクル開発機構職員立会：1998年12月16日～17日

孔内性能試験の実績工程を表6-2-1に示す。

表6-2-1 孔内性能試験の実績工程

61

* 準 備	: 試錐孔・樁等の準備 (2式共通)
装 置 搬 入・設 置	: 採水装置の搬入・設置 (2式共通)
地 上 作 業	: 地上での作業
孔 内 確 認	: 孔内作業のための予備試験
孔 内 作 業	: 試錐孔内の作業
機 器 の 点 検・整 備	: 使用した機器の洗浄・点検 (2式共通)

### 6.3 試験場所

千葉市稻毛区長沼原町51番地

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

ジオ・エンジニアリングセンター

TEL : 043-250-5369 FAX : 043-250-5129

孔内性能試験に使用した試験孔位置を図 6-3-1 に示す。

試錐孔はジオ・エンジニアリングセンター建物内に掘削されている。

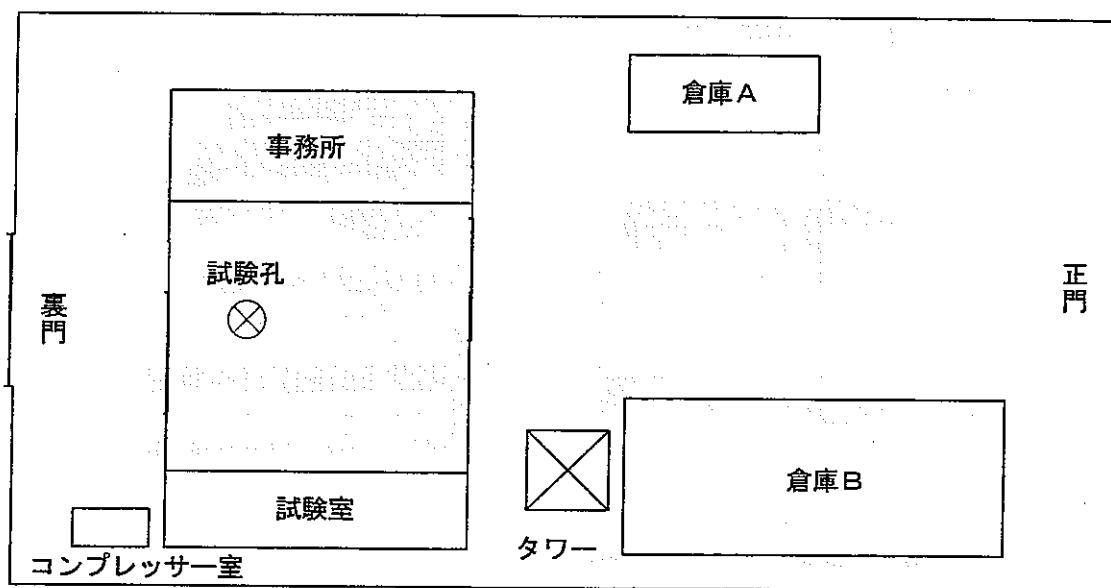


図 6-3-1 孔内性能試験孔位置図

#### 6.4 孔内性能試験の詳細

孔内性能試験は、大きく①地上作業、②孔内作業、③点検・洗浄・搬出作業の3つに分けられる。図6-4-1に孔内性能試験のフローチャートを示す。

地上作業はSTEP-1～9、孔内作業はSTEP-10～16、点検・洗浄・搬出作業はSTEP-17～20の各ステップを行った。以下はここで実施した孔内性能試験の詳細について、このフローチャートに示したSTEP順に述べる。

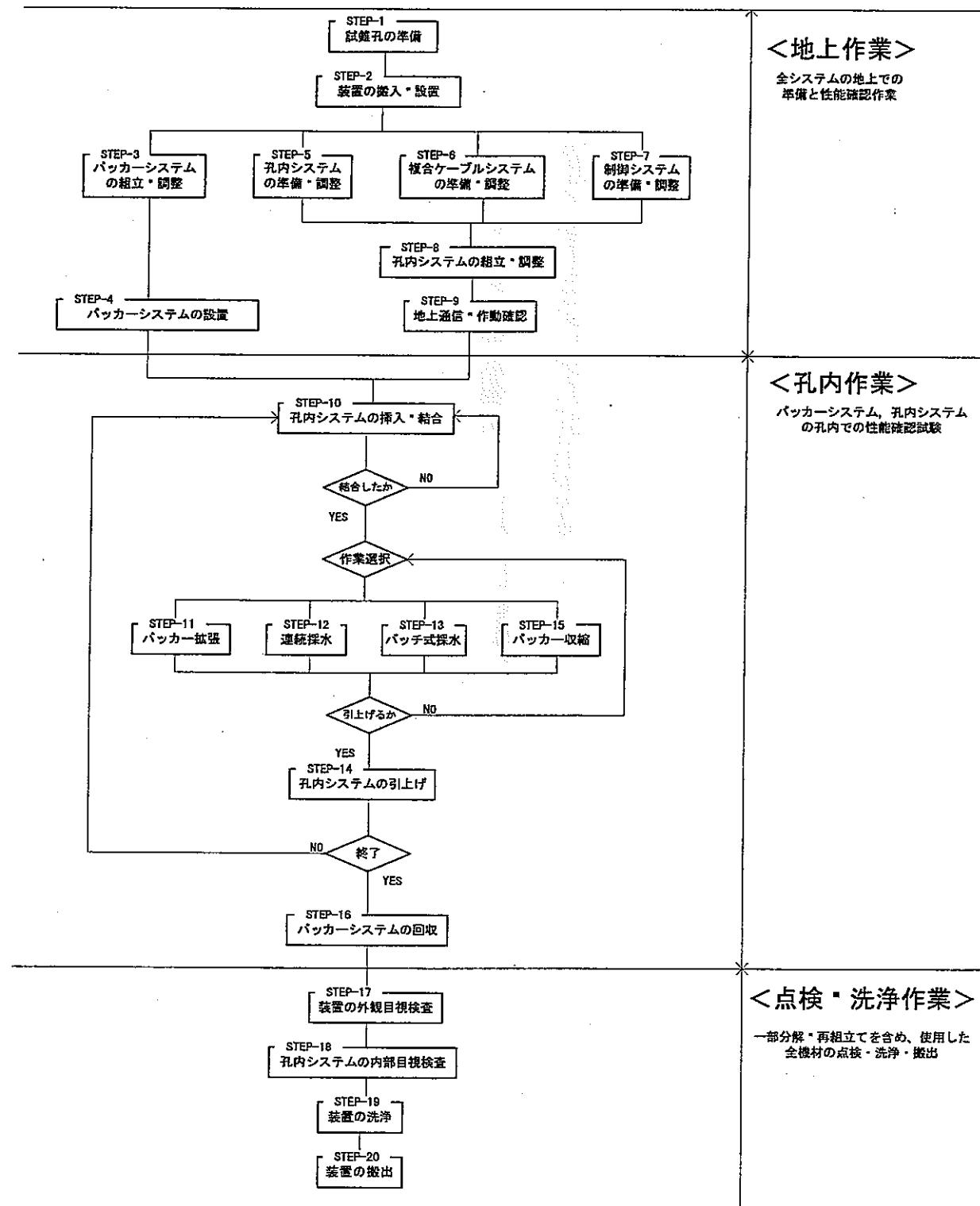


図6-4-1 孔内性能試験フローチャート

#### 6.4.1 地上作業

全システムの地上での準備と性能確認作業を地上作業とした。

##### (1) 試錐孔の準備 (STEP-1)

試錐孔は基礎地盤コンサルタント株式会社保有の深度 1,031mまで掘削された試錐孔を使用した。

この試錐孔は、図 6-4-2 に示すように 4 インチケーシングパイプが孔底深度 1,031mまで挿入・設置され、孔壁の崩壊を防護している。

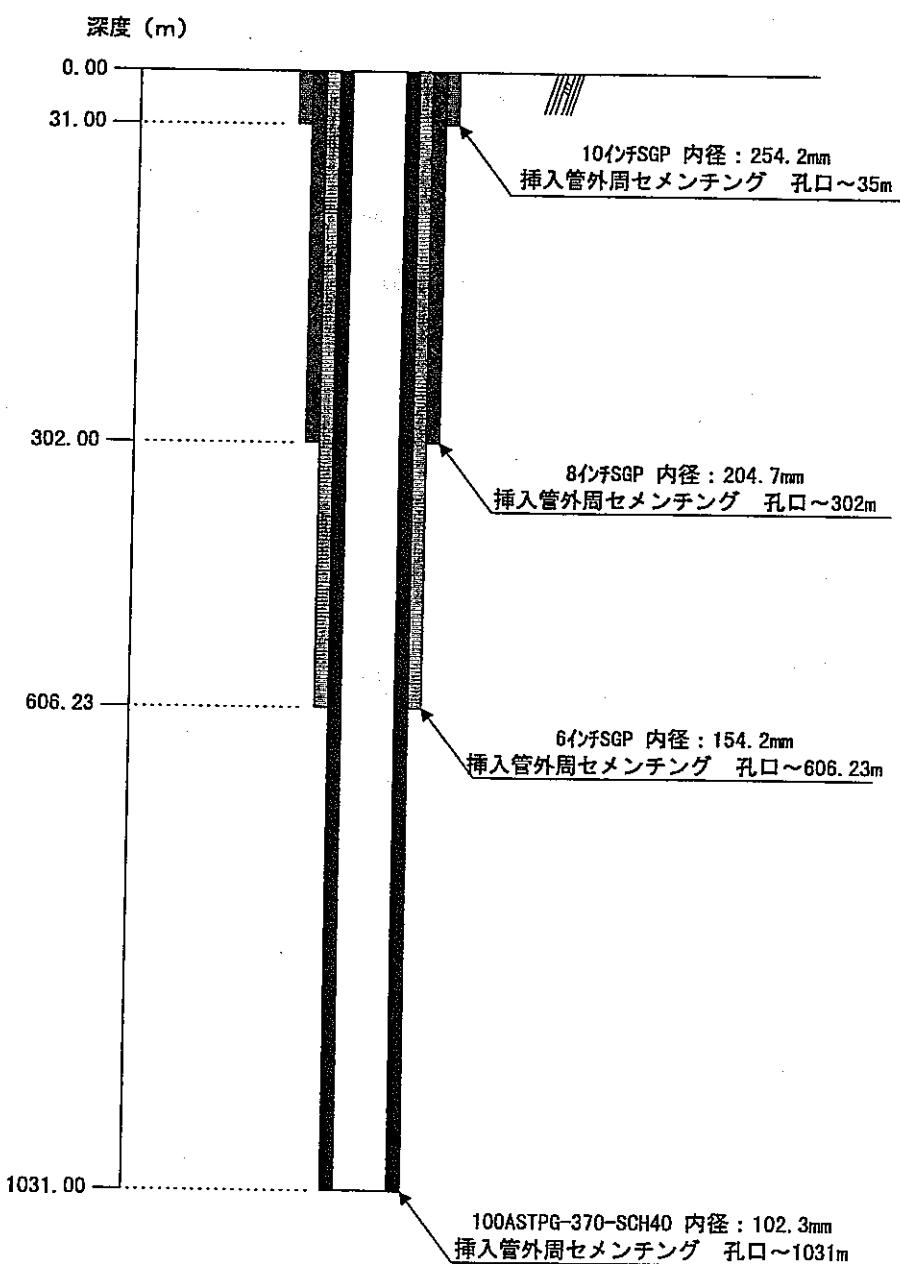


図 6-4-2 孔内性能試験用試験孔の概要

## (2) 装置の搬入・設置 (S T E P - 2)

装置の搬入・設置は図 6-4-3 に示す各装置の配置図の通り行った。地上部制御装置は室内に配置した。作業の手順は以下の通りである。

### ① 試錐櫓および試錐機の搬入・設置

準備された試錐孔に対し、これを利用するため試錐櫓及び試錐機を搬入・設置した。

### ② 採水装置の搬入

複合ケーブルシステム、ケーシングシステム・パッカーシステム等を試錐孔周辺にトラック等により搬入・仮置きした。

### ③ 巻き取り装置の設置

巻き取り装置を反転シープ設置位置より約 10m 離れた地点に天井クレーンを用いて設置した。

### ④ 地上部の設置

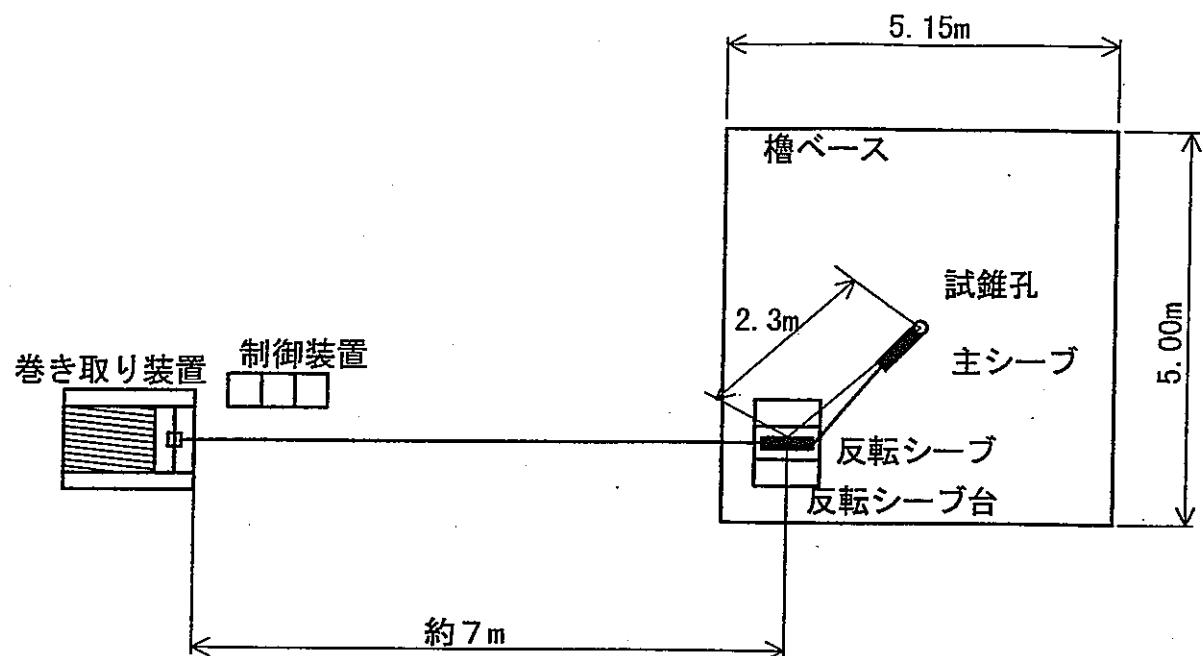
制御装置、電源装置、データ管理・解析システム等の地上部制御装置類は、作業性向上のために巻き取り装置横に設置した。

### ⑤ 反転シープ台・反転シープの設置

反転シープ台・反転シープをユニック車により設置し、C クランプにより櫓に固定した。

### ⑥ 主シープの設置

主シープの設置はパッカーシステム挿入後 S T E P - 6 で行った。



平面図

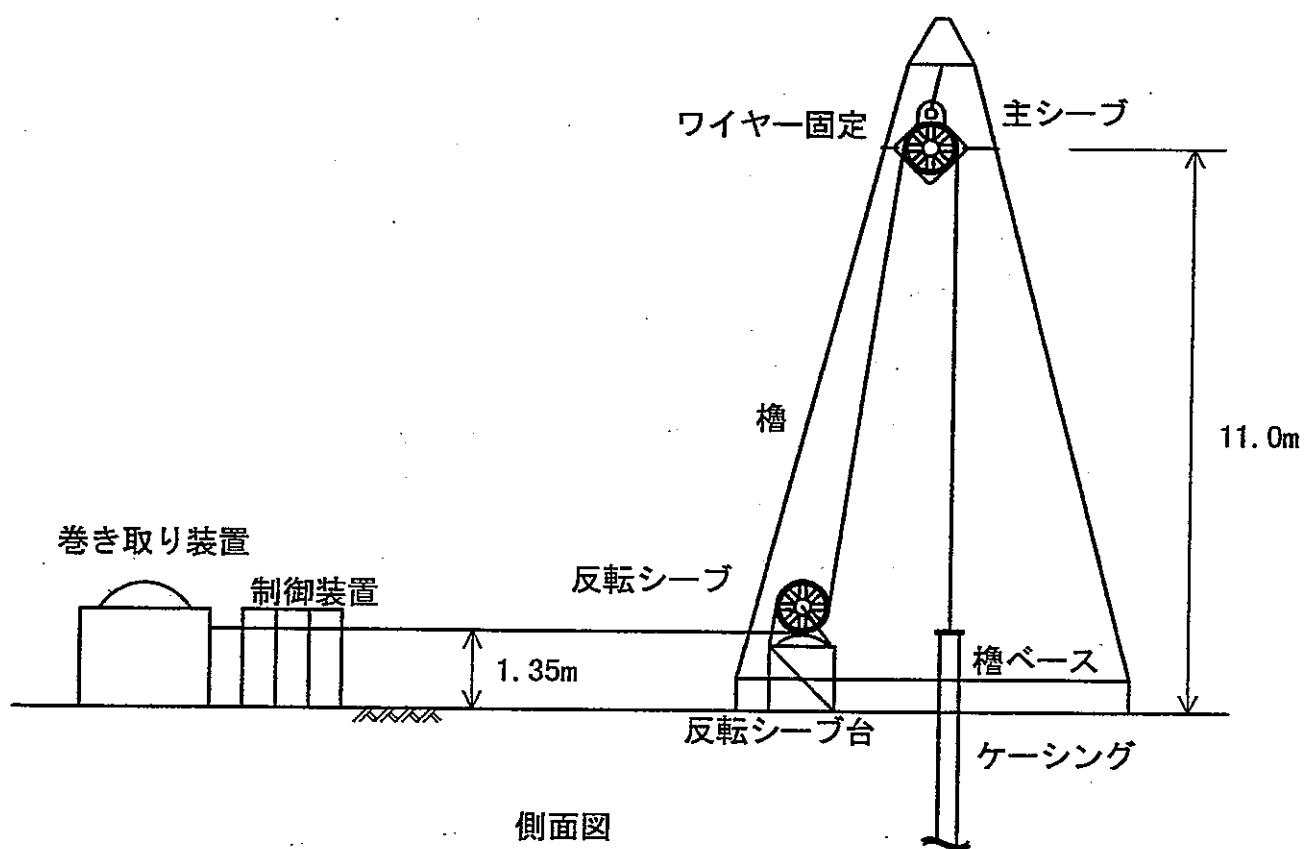


図6-4-3 孔内性能試験における各装置の配置

装置の搬入・設置に伴う検査の結果を表6-4-1に示す。この表に示す通り、全て良好であった。

表6-4-1(1) 装置の搬入・設置に伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①巻き取り装置の設置状況	安定設置	良好	
②地上部設置および収納状況 (制御装置、データ管理・解析装置、電源装置等)	安定設置	良好	
③反転シーブ・反転シーブ台設置状況	安定設置	良好	
④主シーブ設置状況 (張力計ケーブル設置状況)	安定設置	良好	
合格条件：各機材の安定設置および正常収納が出来ること。	合 格		

表6-4-1(2) 装置の搬入・設置に伴う検査の結果

確認項目(2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①巻き取り装置の設置状況	安定設置	良好	
②地上部設置および収納状況 (制御装置、データ管理・解析装置、電源装置等)	安定設置	良好	
③反転シーブ・反転シーブ台設置状況	安定設置	良好	
④主シーブ設置状況 (張力計ケーブル設置状況)	安定設置	良好	
合格条件：各機材の安定設置および正常収納が出来ること。	合 格		

### (3) パッカーシステムの組立・調整 (S T E P - 3)

パッカーシステムの組立・調整は以下の手順で実施した。

- ① パッカーシステムを組み立て、パッカーゴム部に試験パイプを設置した。  
この試験パイプは設置したまま試験孔内に挿入するように外径：80mmとした。本試験孔内は孔壁が鋼管であるため、パッカー拡張により採水区間が閉塞され、連続採水・バッチ採水作業等の孔内作業が実施できなくなるためである。
- ② エアードライブポンプにて約 7 kgf/cm<sup>2</sup>まで送水・加圧した。
- ③ 6時間以上放置してパッカー圧力の保持状態を確認した。
- ④ 所要の 5.0 kg f/cm<sup>2</sup>以上を保持していたことを圧力計により確認した。
- ⑤ パッカーシステムを孔内に挿入しやすい長さに分解した。

パッカーシステムの組立・調整に伴う検査の結果を表 6-4-2 に示す。この表に示す通り、全て正常／良好であった。

表 6-4-2 (1) パッカーシステムの組立・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
① パッカーシステムの組立	正常接続	正常	
② パッカー圧力保持	5.0 kg f/cm <sup>2</sup> 保持 (6時間以上)	良好	
③ パッカーシステム分解(挿入・設置目的)	正常分解	正常	
合格条件：パッカーの組立・分解が正常に出来、耐圧性能があること。			合格

表 6-4-2 (2) パッカーシステムの組立・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
① パッカーシステムの組立	正常接続	正常	
② パッカー圧力保持	5.0 kg f/cm <sup>2</sup> 保持 (6時間以上)	良好	
③ パッカーシステム分解(挿入・設置目的)	正常分解	正常	
合格条件：パッカーの組立・分解が正常に出来、耐圧性能があること。			合格

#### (4) パッカーシステムの挿入・設置 (STEP-4)

パッカーシステムの設置状況を図6-4-4に示す。パッカーシステムの挿入・設置は以下の手順で実施した。

- ① パッカーシステムの挿入前に検査表に沿ってシステムの長さを確認した。
- ② ガイドケーシングBに近接計のターゲット用磁気リングをセットした。
- ③ パッカーユニットの各パーツを試験機のメインドラムを用いて吊り上げ、パッカーユニット専用ホルダー及びベルトレンチを用いて順次接続して挿入した。
- ④ ガイドケーシングA・Bはケーシングパイプと同じネジ加工が施されているので、挿入はホイスティングスイベルを用いて行った。
- ⑤ ケーシングパイプを油圧シリンダーとホイスティングスイベルを用いて吊り上げ、継ぎ足しながらパッカーシステムを所定の深度まで降ろし、ケーシングホルダーで固定した。継ぎ足し時の保持にはケーシングホルダーを使用し、ケーシングパイプの連結・締め込みにはケーシング用レンチを用いた。

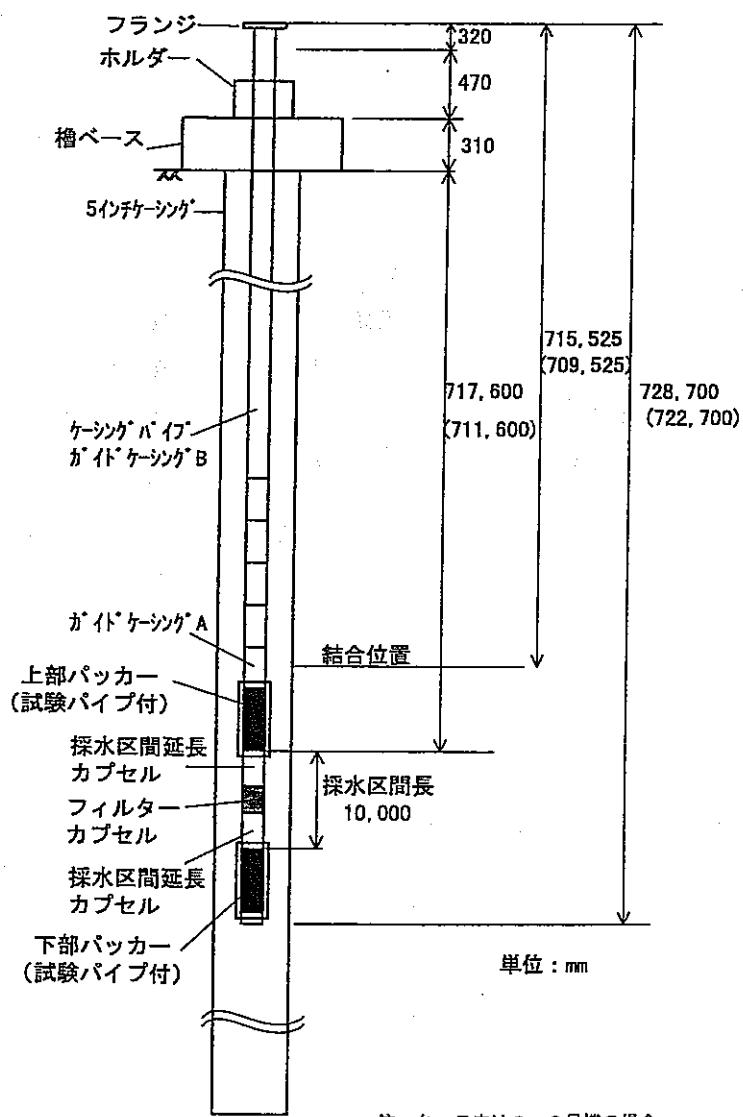


図6-4-4 パッカーシステム設置状況

パッカーシステムの挿入・設置に伴う検査の結果を表6-4-3に示す。この表に示す通り、全て良好であった。

表6-4-3(1) パッカーシステムの挿入・設置に伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)		結果	備考
① 下部パッカー(Φ68mm用)	1本(1.665m)	1.665m	
② 採水区間延長カプセル	1.0m×9本	1.000m	9本
	0.5m×1本	0.500m	
③ フィルタカプセル	0.315m×1本	0.315m	
④ 上部パッカー	1本(1.695m)	1.695m	
⑤ ガイドケーシングA	0.620m×1本	0.620m	
⑥ ガイドケーシングB 及び磁気リングの取り付け状況	0.843m×1本	0.843m	磁気リングの設置良好
	0.45m×1本	0.450m	磁気リングの設置良好
	0.50m×4本	0.500m	磁気リングの設置良好 4本とも
	1.00m×1本	1.000m	磁気リングの設置良好
	2.00m×1本	2.000m	磁気リングの設置良好
	3.00m×1本	3.000m	磁気リングの設置良好
	0.515m×1本	0.515m	
⑦ ケーシングパイプ	3.00m×235本	3.000m	
⑧ 孔内ユニット挿入用フランジ	0.10m×1本	0.10m	
⑨ ケーシングホルダー保持状態	安定保持	良好	
⑩ ケーシングスイベル支持状態	安定支持	良好	
⑪ ケーシング用レンチ正常作動	正常作動	良好	
⑫ パッカーシステムの正常な設置	正常設置	良好	
合格条件：寸法、数量検査およびパッカーシステムを所定の深度に正常に設置できること。		合格	

表 6-4-3 (2) パッカーシステムの挿入・設置に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)		結果	備考
① 下部パッカー ( $\phi 68$ mm用)	1本 (1.665m)	1.665m	
② 採水区間延長カプセル	1.0m×9本	1.000m	9本
	0.5m×1本	0.500m	
③ フィルタカプセル	0.315m×1本	0.315m	
④ 上部パッカー	1本 (1.695m)	1.695m	
⑤ ガイドケーシングA	0.620m×1本	0.620m	
⑥ ガイドケーシングB 及び磁気リングの取り付け状況	0.843m×1本	0.843m	磁気リングの設置良好
	0.45m×1本	0.450m	磁気リングの設置良好
	0.50m×4本	0.500m	磁気リングの設置良好 4本とも
	1.00m×1本	1.000m	磁気リングの設置良好
	2.00m×1本	2.000m	磁気リングの設置良好
	3.00m×233本	3.000m	磁気リングの設置良好
	0.515m×1本	0.515m	
⑦ ケーシングパイプ	3.00m×233本	3.000m	
⑧ 孔内ユニット挿入用フランジ	0.10m×1本	0.10m	
⑨ ケーシングホルダー保持状態	安定保持	良 好	
⑩ ケーシングスイベル支持状態	安定支持	良 好	
⑪ ケーシング用レンチ正常作動	正常作動	良 好	
⑫ パッカーシステムの正常な設置	正常設置	良 好	
合格条件：寸法、数量検査およびパッカーシステムを所定の深度に正常に設置できること。		合 格	

## (5) 孔内システムの準備・調整 (S T E P - 5)

孔内システムの準備・調整は以下の手順で実施した。

- ① 孔内各ユニット単体でボディ～電源系・通信系の絶縁抵抗値を測定する。
- ② 電源系～通信系の線間抵抗値を測定する。

孔内システムの準備・調整に伴う検査の結果を表 6-4-4 に示す。この表に示す通り、全て良好であった。

表 6-4-4 (1) 孔内システムの準備・調整に伴う検査の結果

測定項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
① ボディ～電源系・通信系の絶縁抵抗値測定	正常値 (20MΩ以上)	正常	
② 電源系～通信系の線間抵抗値測定	正常値	正常	
合格条件：各抵抗値に異常がないこと。		合 格	

表 6-4-4 (2) 孔内システムの準備・調整に伴う検査の結果

測定項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
① ボディ～電源系・通信系の絶縁抵抗値測定	正常値 (20MΩ以上)	正常	
② 電源系～通信系の線間抵抗値測定	正常値	正常	
合格条件：各抵抗値に異常がないこと。		合 格	

## (6) 複合ケーブルシステムの準備・調整 (S T E P - 6)

複合ケーブルシステムの準備・調整は以下の手順で実施した。

- ① 複合ケーブルを送り出せるように 200V 電源・非常停止信号線を巻き取り装置に接続した。
- ② 主シープを試錐機にて高さ 2m 程度に吊り上げた。
- ③ ケーブル先端部の付いた複合ケーブルを反転シープ・主シープの順に通した。
- ④ 複合ケーブルを送り出しながら、主シープを所定高さ約 10m まで吊り上げた。
- ⑤ 吊り下げたケーブル先端部を試錐孔のセンターになるように主シープの位置を調整して樁にワイヤーで固定した。
- ⑥ 反転シープを約 15° 傾け、複合ケーブルがスムーズに動くように調整した。
- ⑦ 主シープの張力計と巻き取り装置間のケーブルを接続した。

複合ケーブルシステムの準備・調整を表 6-4-5 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表 6-4-5 (1) 複合ケーブルシステムの準備・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①複合ケーブルの送り出し	正常	正常	
②主シープ吊り下げ	正常	正常	
③ケーブル先端シープ通し	正常	正常	
④主シープ固定	正常	正常	
⑤反転シープ傾斜	正常	正常	
⑥張力計ケーブル接続	正常	正常	
合格条件：複合ケーブルシステムを正常に設置できること。	合格		

表 6-4-5 (2) 複合ケーブルシステムの準備・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①複合ケーブルの送り出し	正常	正常	
②主シープ吊り下げ	正常	正常	
③ケーブル先端シープ通し	正常	正常	
④主シープ固定	正常	正常	
⑤反転シープ傾斜	正常	正常	
⑥張力計ケーブル接続	正常	正常	
合格条件：複合ケーブルシステムを正常に設置できること。	合格		

### (7) 制御システムの準備・調整 (S T E P - 7)

制御システム（地上部）の準備・調整は以下の手順で実施した。

- ① 地上部各装置の配線を行った。
- ② 巻き取り装置から地上部への配線を行った。

制御システムの準備・調整に伴う検査の結果を表 6-4-6 に示す。この表に示す通り、全て適正であった。

表 6-4-6 (1) 制御システムの準備・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
① 地上部各装置の配線状況	適正配線	適正	
② 巻き取り装置から地上部への配線状況	適正配線	適正	
合格条件：各配線の長さ、コネクタ部等に異常がなく、地上部の準備・調整を正常に終了すること。		合 格	

表 6-4-6 (2) 制御システムの準備・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
③ 地上部各装置の配線状況	適正配線	適正	
④ 巻き取り装置から地上部への配線状況	適正配線	適正	
合格条件：各配線の長さ、コネクタ部等に異常がなく、地上部の準備・調整を正常に終了すること。		合 格	

### (8) 孔内システムの組立・調整 (STEP-8)

孔内システムの組立・調整は以下の手順で実施した。

- ① 孔内システム挿入用フランジをケーシングパイプに取り付けた。
- ② 卷き取り装置を用いて結合ユニットを吊り下げ孔内に挿入し、孔内システム用ホルダーで孔口に保持した。
- ③ 採水ユニットを吊り下げ結合ユニットに接続し、孔内に挿入し、専用ホルダーで保持した。
- ④ 連続採水ユニットを吊り下げ、採水ユニットと接続し、孔内に挿入し、専用ホルダーで保持した。
- ⑤ ケーブル先端部を連続採水ユニットと接続した。
- ⑥ 孔内システムが、ケーシングパイプ直上に来るよう主シーブの固定位置を調整した。

孔内システムの組立・調整に伴う検査の結果を表6-4-7に示す。この表に示す通り、全て正常／安定であった。

表6-4-7(1) 孔内システムの組立・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①ユニット吊り下げ (複合ケーブル・吊り金具による昇降)	正常作業	正 常	
②巻き取り装置遠隔操作 (遠隔操作機能を用いた繰出し・巻取り・停止)	正常作業	正 常	
③孔内ユニットの連結	正常作業	正 常	
④孔内ユニットの締め込み (締め込み治具を用いた締め込み)	正常作業	正 常	
⑤孔内ユニット保持 (孔内ユニット用ホルダーによる保持)	安定保持	安 定	
合格条件：孔内ユニット組立・調整が正常に終了すること。	合 格		

表6-4-7(2) 孔内システムの組立・調整に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①ユニット吊り下げ (複合ケーブル・吊り金具による昇降)	正常作業	正 常	
②巻き取り装置遠隔操作 (遠隔操作機能を用いた繰出し・巻取り・停止)	正常作業	正 常	
③孔内ユニットの連結	正常作業	正 常	
④孔内ユニットの締め込み (締め込み治具を用いた締め込み)	正常作業	正 常	
⑤孔内ユニット保持 (孔内ユニット用ホルダーによる保持)	安定保持	安 定	
合格条件：孔内ユニット組立・調整が正常に終了すること。	合 格		

## (9) 地上通信・作動確認 (S T E P - 9)

地上通信・作動確認は以下の手順で実施した。

- ① 電源装置から供給する電圧 (12V 系は 22V、24V 系は 26V) を調整・通電した。
- ② 制御プログラムを孔内各ユニットにダウンロードした。
- ③ 各ユニットおよび巻き取り装置から送られてくる通信データの確認を行った。
- ④ 結合ユニット先端部を地上で確認できる高さまで複合ケーブルを巻き上げた。
- ⑤ 以下に示す各部の作動確認を行った。
  - \* バルブ作動
  - \* ポンプ作動
  - \* 採水駆動
  - \* 結合計出力
  - \* 近接計出力
- ⑥ 制御装置からの指令によるバルブ操作で巻き取り装置と結合ユニットの洗浄回路を通じさせた。
- ⑦ 巷き取り装置の水回路にエア一駆動ポンプにより送水し、結合ユニット下端部の洗浄回路からの水の出具合を見て水回路の導通の確認を行った。

地上通信・作動確認に伴う検査の結果を表 6-4-8 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表 6-4-8 (1) 地上通信・作動確認に伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)		合格条件	結果	備考
①システム消費電流確認 (全システムで消費される電流確認)	12V系	2A以下	1.2 A 正常	
	24V系	4A以下	0.1A 正常	
②電源装置供給電圧 (複合ケーブル抵抗を考慮した電圧確認)	12V系	36V以下	25V 正常	
	24V系	72V以下	26V 正常	
③ダウンロード (制御プログラムによるダウンロード確認)		正常終了	正 常	
④通信確認 (制御プログラムによる通信データ確認)		正常データ値	正 常	
⑤バルブ作動確認 (バルブ手動操作によるバルブ制御確認)		正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正 常 (0.3A, 23.5V, 10sec)	
⑥ポンプ作動確認 (ポンプ作動の制御確認)		正常作動 (4A以下、24V、60sec以内)	正 常 (0.4A, 24V, 60sec)	
⑦採水駆動確認 (採水駆動機構の制御確認)		正常作動 (2A以下、24V、90sec以内、50mm)	正 常 (0.2A, 24V, 90sec 50mm)	
⑧結合計作動確認 (ターゲットダミーによる結合計作動確認)		正常作動 (No.1, 2 ON, OFF)	正 常 (No.1, 2 ON, OFF)	
⑨近接計作動確認 (ダミー磁石による近接計作動確認)		正常作動 (No.1, 2 ON, OFF)	正 常 (No.1, 2 ON, OFF)	
⑩通水確認 (結合ユニット洗浄回路までの通水確認)		巻き取り装置側よりエア～駆動ポンプにて送水し洗浄回路より出水すること。	正 常	
合格条件：孔内システム(連続採水・採水・結合)が正常に通信し、作動が正常に終了すること。			合 格	

表 6-4-8 (2) 地上通信・作動確認に伴う検査の結果

確認項目(2. 2号機)		合格条件	結果	備考
①システム消費電流確認 (全システムで消費される電流確認)	12V系	2A 以下	1.1 A 正常	
	24V系	4A 以下	0.1A 正常	
②電源装置供給電圧 (複合ケーブル抵抗を考慮した電圧確認)	12V系	36V 以下	25V 正常	
	24V系	72V 以下	26V 正常	
③ダウンロード (制御プログラムによるダウンロード確認)		正常終了	正常	
④通信確認 (制御プログラムによる通信データ確認)		正常データ値	正常	
⑤バルブ作動確認 (バルブ手動操作によるバルブ制御確認)		正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.3A, 24V, 10sec)	
⑥ポンプ作動確認 (ポンプ作動の制御確認)		正常作動 (4A 以下、24V、60sec 以内)	正常 (0.8A, 24V, 60sec)	
⑦採水駆動確認 (採水駆動機構の制御確認)		正常作動 (2A 以下、24V、90sec 以内、50mm)	正常 (0.3A, 24V, 90sec 50 mm)	
⑧結合計作動確認 (ターゲットダミーによる結合計作動確認)		正常作動 (No.1, 2 ON, OFF)	正常 (No.1, 2 ON, OFF)	
⑨近接計作動確認 (ダミー磁石による近接計作動確認)		正常作動 (No.1, 2 ON, OFF)	正常 (No.1, 2 ON, OFF)	
⑩通水確認 (結合ユニット洗浄回路までの通水確認)		巻き取り装置側よりエア駆動ポンプにて送水し洗浄回路より出水すること。	正常	
合格条件：孔内システム(連続採水・採水・結合)が正常に通信し、作動が正常に終了すること。			合格	

#### 6.4.2 孔内作業

パッカーシステム・孔内システムの孔内での性能を確認する一連の作業を孔内作業とした。

孔内作業中は孔内水を孔口で一定に保つように時々水道水を補充した。なお、各作業日の作業終了後、孔内システムはケーブル先端部までケーシングパイプ内に入れた状態で保持し、ケーシングパイプ内に異物が入らないように注意深く養生した。

##### (1) 孔内システムの挿入・結合 (STEP-10)

孔内システムの挿入・結合は以下の手順で実施した。

- ① 手動遠隔操作にてゆっくりと複合ケーブルを繰り出し、孔内システム全体をケーシングパイプ内に挿入した。巻き取り装置の送り出し速度は低速度設定目盛30%（約3m/min）程度とした。
- ② ケーブル先端部がケーシングパイプ内に挿入された時点で一時停止し、複合ケーブル用センタライザーを取り付けた。
- ③ センタライザーを取り付けた後、挿入速度13m/min（主速度の35%）で自動操作により挿入を再開した。
- ④ パッカーシステムとの結合深度は、GL-709m以深であるため、自動繰り出し停止深度を700mに設定し、一旦自動停止させた。
- ⑤ その後、手動遠隔操作にてゆっくりと降下させ、近接計により結合深度までの距離を確認しながらパッカーシステムと結合させた。
- ⑥ パッカーシステムとの結合直前約5cm程からは、孔内システムの洗浄機能を作動させて結合部の洗浄作業を行った。

孔内システムの挿入・結合に伴う検査の結果を図6-4-5及び表6-4-9に示す。この図表に示す通り、全て正常であった。

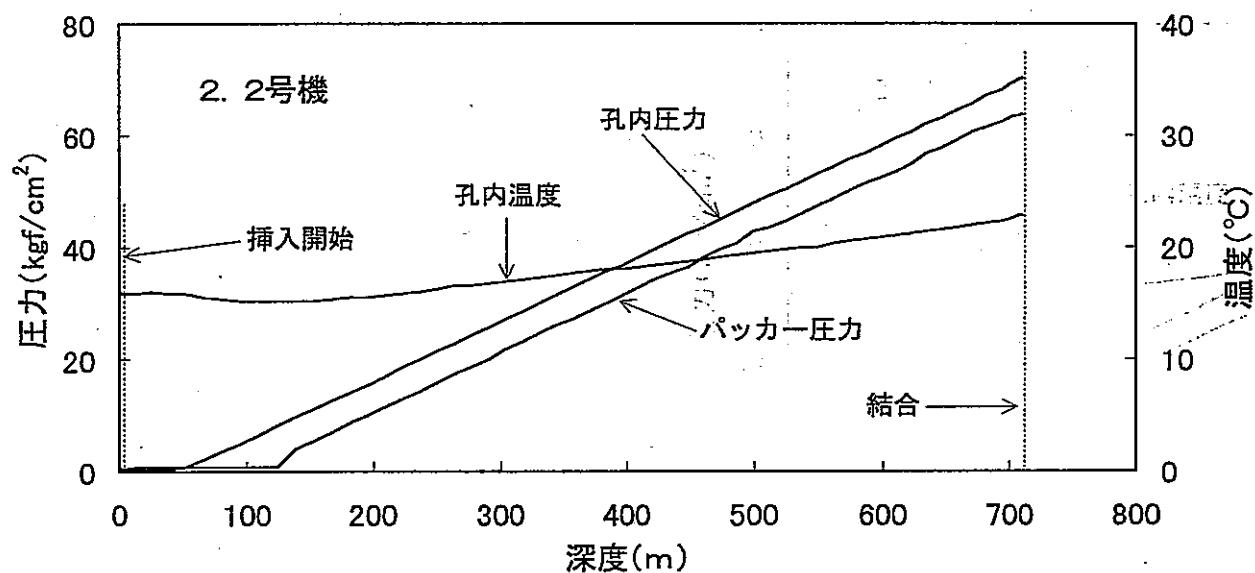
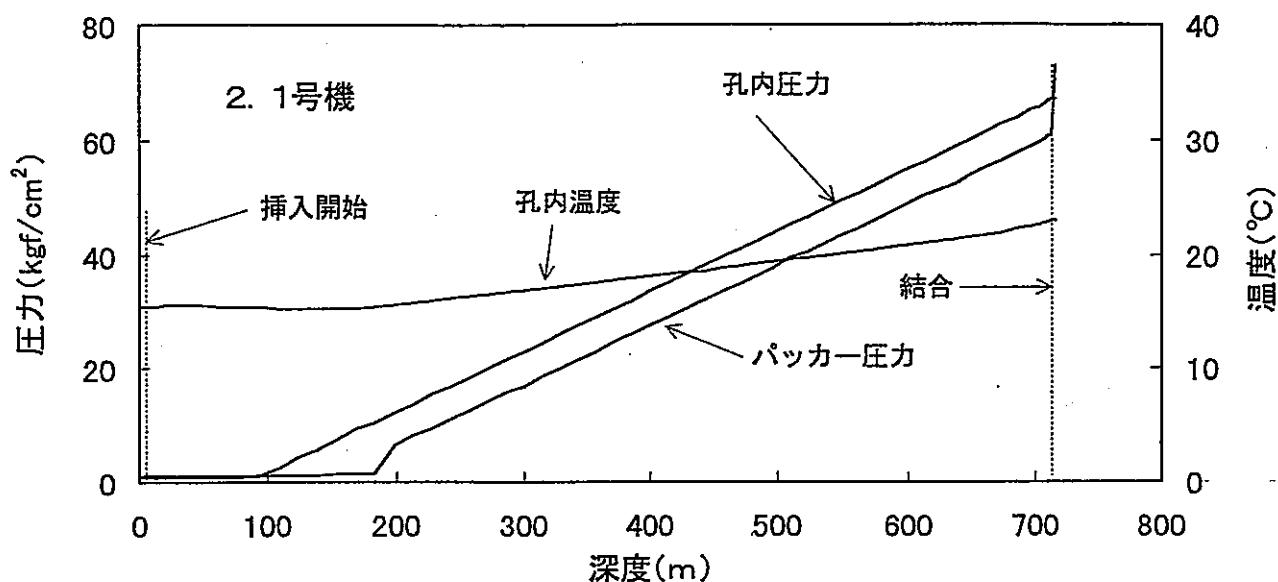


図 6-4-5 孔内システム挿入

表 6-4-9 (1) 孔内システムの挿入・結合に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①センタライザー設置 (フランジ・センタライザーの設置確認)	安定保持・正常設置	正 常	
②孔内システム繰出 (シーブ・トラバースの機能確認)	正常作動	正 常	
③自動挿入・自動停止 (自動挿入による繰出しおよび自動停止の確認)	正常作動	正 常	深度 700mにて設定通りに停止
④張力計・線長計 (挿入による張力計・線長計の増加確認)	正常作動	正 常	
⑤挿入開始 (開始コマンドによるバルブ制御の確認)	正常作動	正 常	
⑥孔内圧力計 (深度増加による孔内圧力の変化)	正常作動	正 常	
⑦孔内温度計 (深度増加による孔内温度の変化)	正常作動	正 常	
⑧近接計 (ターゲット通過による反応)	正常作動 (Na1, 2 ON)	正 常	9箇所ともに正常反応
⑨結合計 (結合による結合距離の確認)	正常作動 (NaA, B ON)	正 常	
⑩洗浄 (孔内水を用いた洗浄作業: ポンプ作動)	正常作動	正 常	
⑪圧力逃がし弁 (結合時の圧力上昇解消)	正常作動	正 常	
合格条件: システム挿入・結合が正常に終了すること。	合 格		

表 6-4-9 (2) 孔内システムの挿入・結合に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①センタライザー設置 (フランジ・センタライザーの設置確認)	安定保持・正常設置	正 常	
②孔内システム繰出 (シーブ・トラバースの機能確認)	正常作動	正 常	
③自動挿入・自動停止 (自動挿入による繰出しおよび自動停止の確認)	正常作動	正 常	深度 700mにて設定通りに停止
④張力計・線長計 (挿入による張力計・線長計の増加確認)	正常作動	正 常	
⑤挿入開始 (開始コマンドによるバルブ制御の確認)	正常作動	正 常	
⑥孔内圧力計 (深度増加による孔内圧力の変化)	正常作動	正 常	
⑦孔内温度計 (深度増加による孔内温度の変化)	正常作動	正 常	
⑧近接計 (ターゲット通過による反応)	正常作動 (No1, 2 ON)	正 常	9箇所ともに正常反応
⑨結合計 (結合による結合距離の確認)	正常作動 (NoA, B ON)	正 常	
⑩洗浄 (孔内水を用いた洗浄作業: ポンプ作動)	正常作動	正 常	
⑪圧力逃がし弁 (結合時の圧力上昇解消)	正常作動	正 常	
合格条件: システム挿入・結合が正常に終了すること。		合 格	

## (2) パッカー拡張 (S T E P - 1 1)

パッカー拡張は以下の手順で実施した。

- ① 結合を確認した後、孔内システムのポンプを用いて上部パッカーより上側の孔内水を吸引してパッカーの拡張を行った。
- ② パッカー拡張は「パッカー有効圧力制御」モードを用いて行った。パッカー有効圧力自動制御のフローを図 6-4-6 に示す。パッカー有効圧力制御モードの条件は以下に示すとおりとした。

- \* パッカー拡張開始時のポンプ速度は「4」で実施
- \* パッカー有効圧力制御上限値は、 $12 \text{ kgf/cm}^2$  (判定回数は 2 回 / 8 sec)
- \* パッカー有効圧力制御下限値は  $6 \text{ kgf/cm}^2$

パッカー有効圧力が  $12 \text{ kgf/cm}^2$  に達した時点で自動停止した。その後、複数回パッカー有効圧力が下限値の  $6 \text{ kgf/cm}^2$  以下を示し、自動的にポンプ速度を 1 段階遅くして拡張を自動開始した。これによってパッcker拡張時の有効圧力制御は、正常に作動することが確認できた。

- ③ パッcker有効圧力がほぼ一定になったこと、各種の機器・センサーが正常に作動出力されていることを確認し、作業を終了した。
  - ④ パッcker拡張時には各センサーの作動状況および電流及び電圧の監視を行った。有効圧力・圧力・温度の経時変化を図 6-4-7, 8 に示す。
- \* パッcker拡張時の孔内圧力はほとんど変化がなかった。
  - \* 地上の電源装置からの供給電力はポンプ速度 4 の場合で約 34V、約 1A が供給され、孔内ユニットでは約 24V の電圧が加えられていることを確認した。
  - \* ポンプ作動前後の各温度を比較すると、ポンプ作動によりポンプモータの温度が上昇することが確認された。

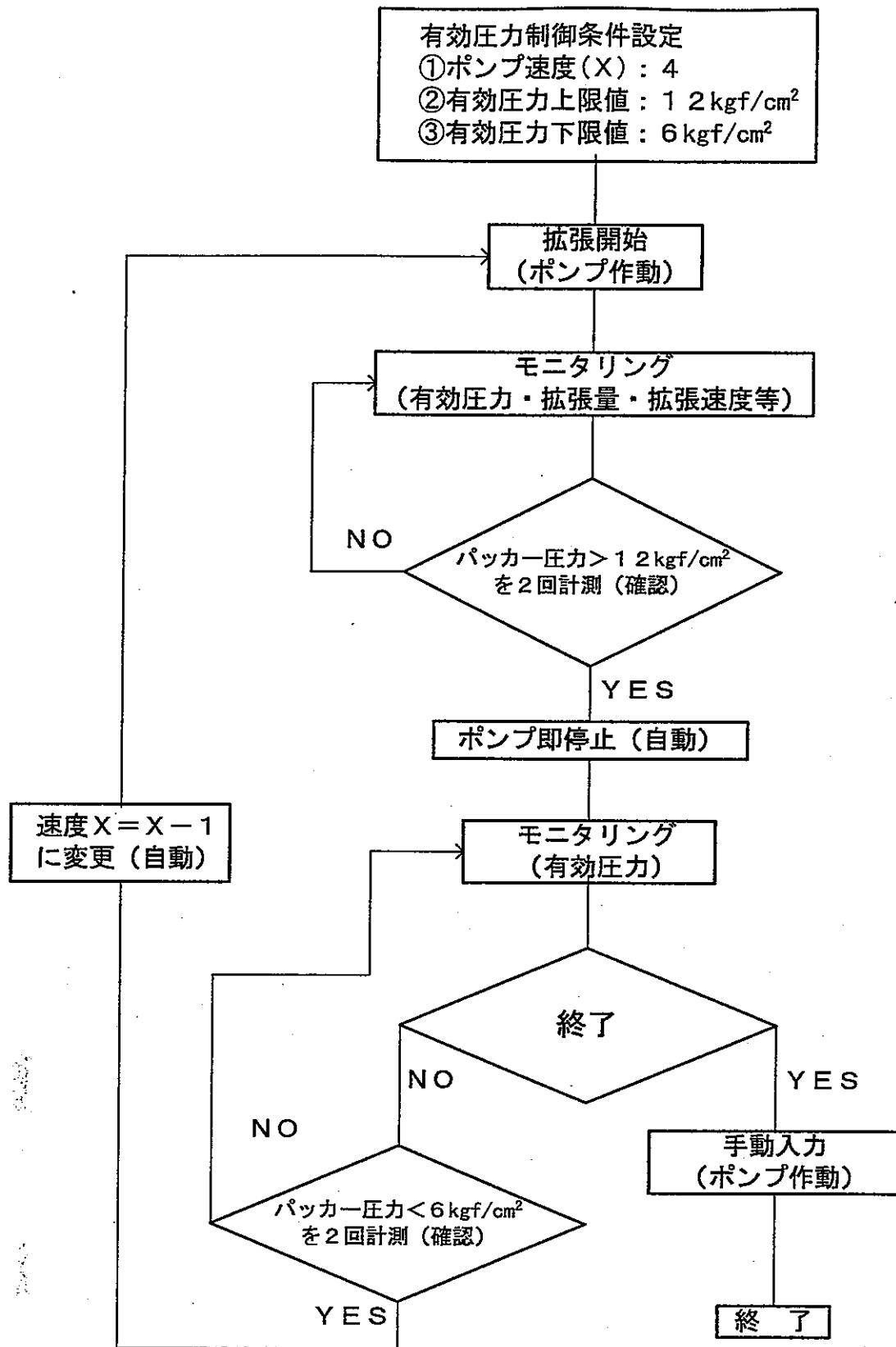


図6-4-6 パッカー有効圧力制御フローチャート

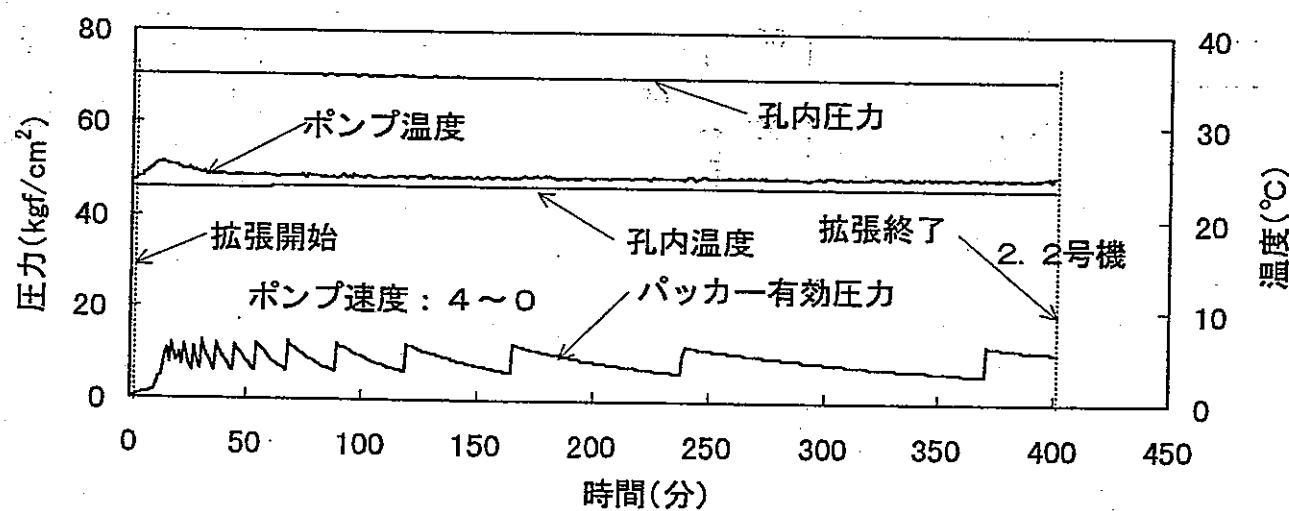
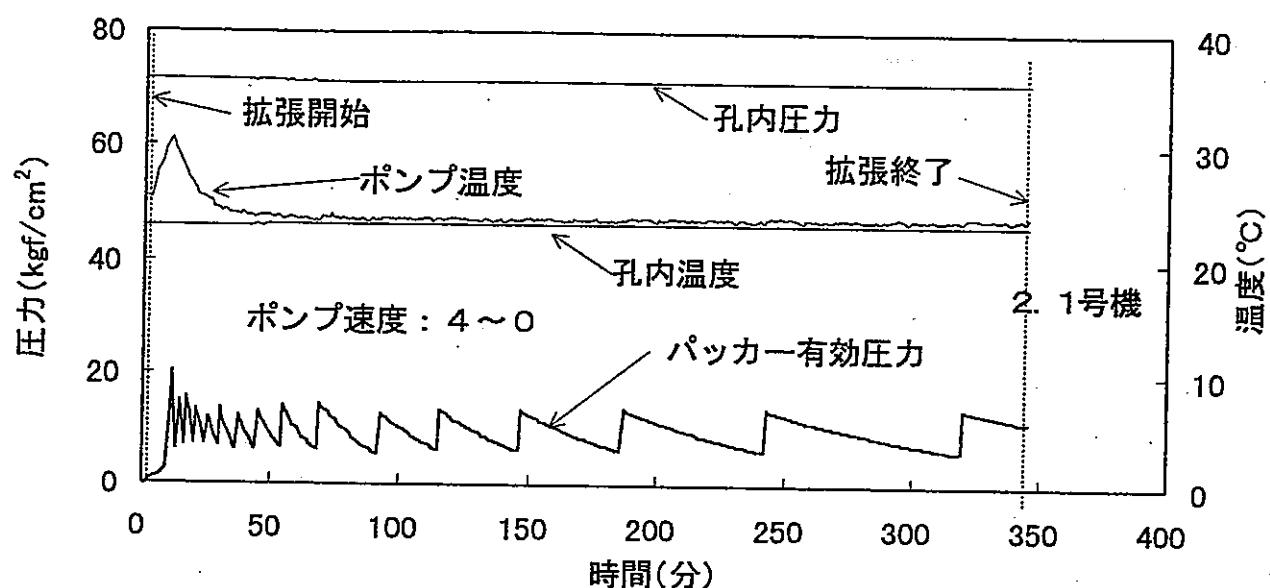


図6-4-7 パッカ一拡張 (1)

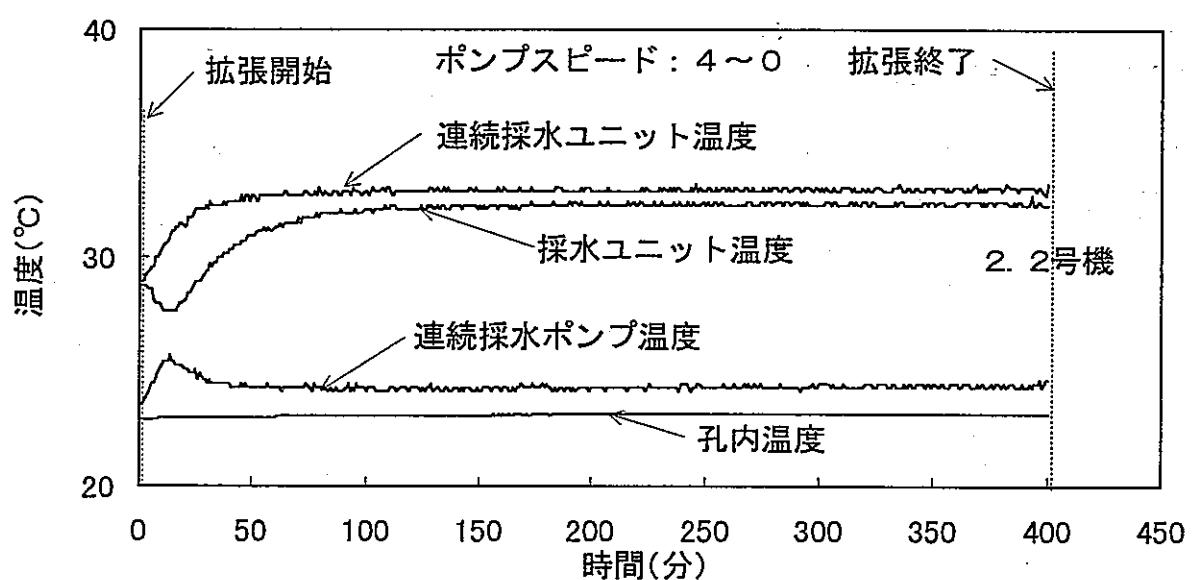
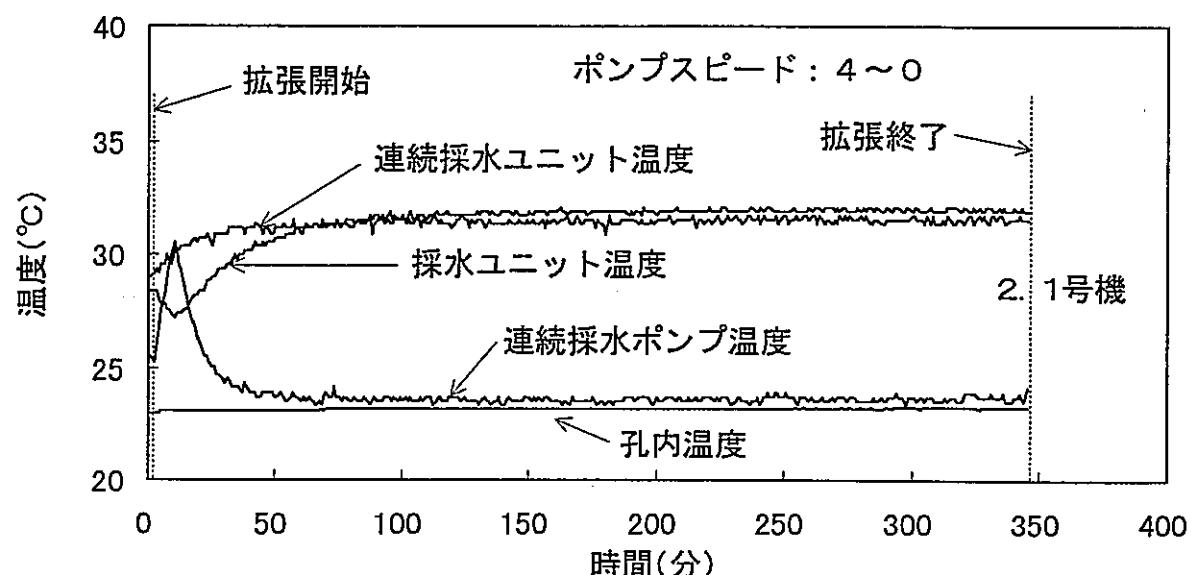


図6-4-8 パッカー拡張(2)

パッカー拡張に伴う検査の結果を表6-4-10に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表6-4-10(1) パッカー拡張に伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①ポンプ作動 (パッカー拡張の作動確認) (消費電力・供給電圧・ポンプ1ストロークに要する時間の確認)	正常作動 (4A以下、24V、60sec以内)	正常 (1.1A、23.8V、60sec)	供給電圧 38V
②ポンプ速度 (パッカー拡張速度の選択・定圧力駆動制御)	正常作動	正常	ポンプ速度 4
③ポンプ回路 (パッカー拡張水の選択)	正常作動	正常	孔内から
④拡張開始 (開始コマンドによるバルブ制御・微動操作による拡張) (消費電力・供給電圧・切替時間の確認)	正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正常 (0.9A、23.9V、10sec)	供給電圧 36V
⑤拡張停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (消費電力・供給電圧・切替時間の確認)	正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正常 (0.5A、23.9V、10sec)	供給電圧 30V
⑥パッカー圧力計 (パッカー拡張に伴う圧力上昇)	正常作動	正常	
⑦パッカー (パッcker拡張時の圧力保持)	安定保持	安定	
⑧ポンプ温度計 (ポンプ作動に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
⑨ポンプバルブ温度計 (ポンプ作動に伴うバルブ温度変化)	正常作動	正常	
⑩ユニット温度計 (連続採水と他のユニットの比較)	正常作動	正常	
⑪ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンタのカウント)	正常作動	正常	
合格条件：パッcker拡張時の各孔内ユニットの機能及び各センサー類が正常に作動すること（目視・作動確認）。	合格	拡張量： 1.33リットル	

表 6-4-10 (2) パッカー拡張に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①ポンプ作動 (パッカー拡張の作動確認) (消費電力・供給電圧・ポンプ1ストロークに要する時間の確認)	正常作動 (4A 以下、24V、60sec 以内)	正常 (0.8A、24V、60sec)	供給電圧 38V
②ポンプ速度 (パッカー拡張速度の選択・定圧力駆動制御)	正常作動	正常	ポンプ速度 4
③ポンプ回路 (パッカー拡張水の選択)	正常作動	正常	孔内から
④拡張開始 (開始コマンドによるバルブ制御・微動操作による拡張) (消費電力・供給電圧・切替時間の確認)	正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.4A、23.9V、10sec)	供給電圧 36V
⑤拡張停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (消費電力・供給電圧・切替時間の確認)	正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.8A、23.9V、10sec)	供給電圧 30V
⑥パッカー圧力計 (パッカー拡張に伴う圧力上昇)	正常作動	正常	
⑦パッカー (パッcker拡張時の圧力保持)	安定保持	安定	
⑧ポンプ温度計 (ポンプ作動に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
⑨ポンプバルブ温度計 (ポンプ作動に伴うバルブ温度変化)	正常作動	正常	
⑩ユニット温度計 (連続採水と他のユニットの比較)	正常作動	正常	
⑪ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンタのカウント)	正常作動	正常	
合格条件：パッcker拡張時の各孔内ユニットの機能及び各センサー類が正常に作動すること（目視・作動確認）。	合格		拡張量： 0.90リットル

### (3) 連続採水 (S T E P - 1 2)

連続採水は以下の手順で実施した。

- ① パッカーの有効圧力が安定した後に地上連続採水作業を開始した。
- ② 連続採水作業開始からポンプ速度は0～4まで1時間ずつ実施し、ポンプ速度の変更を正常に行えることも確認した。
- ③ その後は作業終了までポンプ速度4で実施した。
- ④ 連続採水した孔内水は地上に回収し、地上回収量と計算値をモニタリングした。
- ⑤ 30時間以上の連続採水作業を実施し、合計260リットル以上の水を連続で採取した。採水装置と孔壁及び上下パッカーで仕切られた採水区間の体積が約40リットルなので、これはその6倍以上の孔内水を連続採水したことになる。連続採水の実績を表6-4-11に示す。
- ⑥ 連続採水中のパッカー有効圧力は作業日数の進行に伴い低下した。また、連続採水時にも複数回5.0kgf/cm<sup>2</sup>を下回ったため、追加拡張を行った。
- ⑦ 連続採水時にも各種の機器・センサーが正常に作動出力していることが確認された。連続採水時のグラフを図6-4-9に示す。

表6-4-11(1) 連続採水の実績

#### 2. 1号機

ポンプ速度 (ml/min)	0 (44)	1 (63)	2 (78)	3 (96)	4 (114～125)	計
消費電流 (A)	0.5	0.8	0.9	1.0	1.2	
ストローク数	30	40	50	60	2868	3048
連続採水量 (計算値)	2.70	3.60	4.50	5.40	258.12	274.32
連続採水量 (実測値)	2.63	3.48	4.41	5.26	252.15	267.93

表6-4-11(2) 連続採水の実績

#### 2. 2号機

ポンプ速度 (ml/min)	0 (35～42)	1 (52～53)	2 (76～78)	3 (105～108)	4 (120～130)	計
消費電流 (A)	0.4～0.5	0.7～0.8	0.9～1.0	1.1～1.2	1.1～1.3	
ストローク数	35	34	51	69	2820	3009
連続採水量 (計算値)	3.09	3.00	4.48	6.08	252.11	267.69
連続採水量 (実測値)	2.77	2.99	3.79	6.03	248.20	264.85

計算値：ストローク数×0.089

実測値：地上で採取した孔内水の実測量

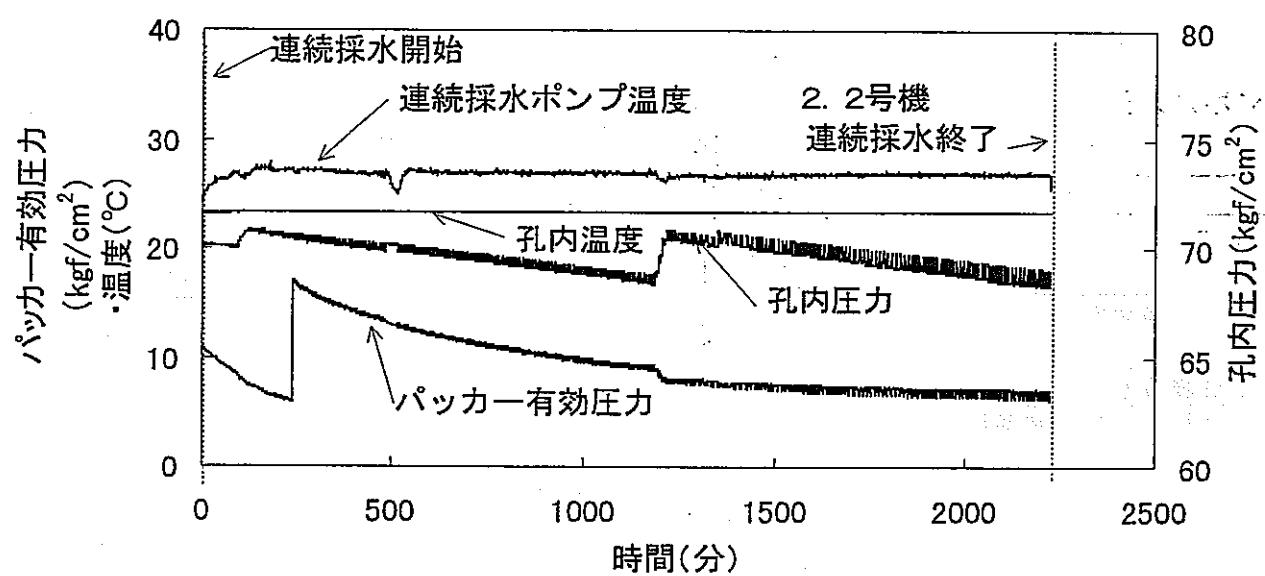
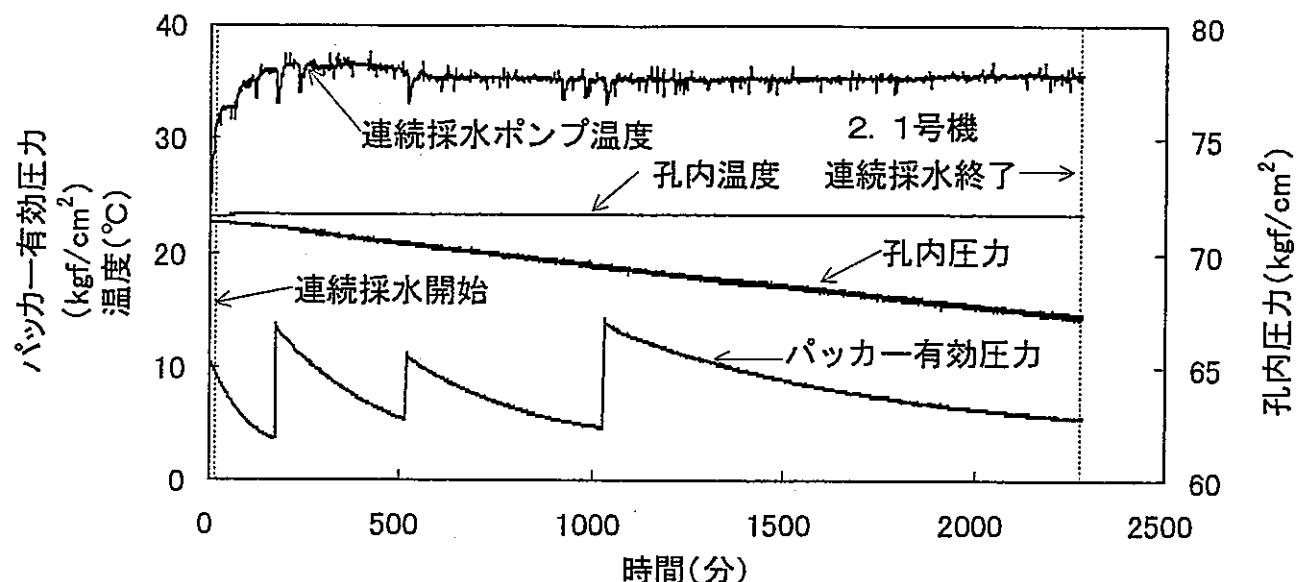


図 6-4-9 連続採水

連続採水に伴う検査の結果を表 6-4-12 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表 6-4-12 (1) 連続採水に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①ポンプ作動 (連続採水作業の作動確認) (消費電力・供給電圧・作動時間の確認)	正常作動 (4A以下、24V、60sec以内)	正常 (1.1A、23.8V、60sec)	供給電圧 38V
②ポンプ回路 (連続採水回路の選択:地上へ)	正常作動	正常	
③連続採水開始 (開始コマンドによるバルブ制御)	正常作動	正常	
④連続採水停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (作動停止機能) (定圧力制御に伴う作動停止および再作動機能)	正常作動	正常	
⑤パッカー圧力計 (連続採水作業による圧力変化無し)	正常作動	正常	
⑥パッカー (パッカー拡張時の圧力保持)	安定保持	安定	
⑦ポンプ温度計 (ポンプ作動に伴うバルブ温度変化)	正常作動	正常	
⑧ポンプバルブ温度計 (ポンプ作動に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
⑨ユニット温度計 (連続採水ユニットと他のユニットの比較)	正常作動	正常	
⑩ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンタのカウント)	正常作動	正常	
⑪総連続採水 (ストロークカウンタによる総連続採水量)	実測値との比較	正常	表 6-4-11(1) 参照
合格条件: 連続採水が正常に終了すること。 総採水量がデッドボリュームの5倍以上であること。	合 格		

表 6-4-12 (2) 連続採水に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①ポンプ作動 (連続採水作業の作動確認) (消費電力・供給電圧・作動時間の確認)	正常作動 (4A 以下、24V、60sec 以内)	正常 (1.2A、23.9V、60sec)	
②ポンプ回路 (連続採水回路の選択：地上へ)	正常作動	正常	
③連続採水開始 (開始コマンドによるバルブ制御)	正常作動	正常	
④連続採水停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (作動停止機能) (定圧力制御に伴う作動停止および再作動機能)	正常作動	正常	
⑤パッカ一圧力計 (連続採水作業による圧力変化無し)	正常作動	正常	
⑥パッカ一 (パッカ一拡張時の圧力保持)	安定保持	安定	
⑦ポンプ温度計 (ポンプ作動に伴うバルブ温度変化)	正常作動	正常	
⑧ポンプバルブ温度計 (ポンプ作動に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
⑨ユニット温度計 (連続採水ユニットと他のユニットの比較)	正常作動	正常	
⑩ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンタのカウント)	正常作動	正常	
⑪総連続採水 (ストロークカウンタによる総連続採水量)	実測値との比較	正常	表 6-4-11(2) 参照
合格条件：連続採水が正常に終了すること。 総採水量がデッドボリュームの5倍以上であること。	合 格		

#### (4) バッチ式採水 (S T E P - 1 3)

バッチ式採水は以下の手順で実施した。

- ① バッチ式採水開始に伴い各バルブが正常な回路を形成していることを確認した。
- ② 変位量制御により自動的に採水駆動が停止することを確認した。
- ③ 採水容器内の圧力をモニターし、初期圧力（今回は大気圧）から孔内圧力に等しい圧力へ上昇することを確認した。
- ④ 巻き取り装置を操作して S T E P - 1 4 の操作を行い、孔内システムを引き上げ、採水容器を取り出した。
- ⑤ 採取した水は、地下水採取アダプターを用いて取り出した。採水量を計量し、計算値と比較した結果、ほぼ一致していることが確認された。
- ⑥ 採水容器を入れ替え、S T E P - 1 0 の操作を行い、②～⑤の作業を繰り返した。2. 2号機性能試験では採水回数3及び5回目は取り付けた両端針の曲がり及び交換した針の寸法が若干短かったため正常な採水が出来なかつた。バッチ式採水の実績を表6-4-13に示す。また、バッチ採水の一例を図6-4-10に示す。
- ⑦ 採水時にも各種の機器・センサーは正常に作動し、出力していることが確認された。

表 6-4-13(1) バッヂ式採水の実績

## 2. 1号機

回数	孔内圧力 (kg f/cm <sup>2</sup> )	採水圧力 (kg f/cm <sup>2</sup> )		採水量 (cc)		備考
		採水終了時	地上回収時	計算値	実測値	
1	67.15	66.43	58.28	493.72	480.00	
2	66.45	66.35	59.06	493.67	490.00	
3	71.43	70.42	62.34	494.26	463.00	
4	71.37	70.42	62.56	494.54	486.50	
5	71.66	70.67	60.83	492.50	476.00	
6	71.58	70.47	62.58	494.00	486.30	
7	71.52	70.45	65.52	493.06	476.80	
8	71.47	70.34	62.56	494.19	486.30	
9	71.34	70.34	62.33	493.92	483.40	
10	71.30	70.20	62.42	494.09	485.70	
11	71.07	70.24	62.11	493.13	463.50	
合 計				5431.08	5277.50	

表 6-4-13(2) バッヂ式採水の実績

## 2. 2号機

回数	孔内圧力 (kg f/cm <sup>2</sup> )	採水圧力 (kg f/cm <sup>2</sup> )		採水量 (cc)		備考
		採水終了時	地上回収時	計算値	実測値	
1	69.16	68.08	60.42	493.04	483.10	
2	69.22	68.27	60.75	492.57	481.60	
3	-	-	-	-	-	針貫通せず
4	69.99	69.56	61.42	488.84	481.60	
5	-	-	-	-	-	針貫通せず
6	70.05	69.27	61.76	492.33	481.60	
7	69.98	69.66	61.47	492.13	467.50	
8	69.96	68.93	61.50	491.83	480.09	
9	69.93	69.59	61.33	491.28	479.60	
10	69.91	69.21	32.49	491.36	468.70	
11	69.85	69.55	60.89	492.17	481.20	
12	69.84	68.92	61.25	491.68	484.60	
13	69.93	68.75	60.79	492.44	479.20	
14	69.86	69.36	20.97	491.66	465.60	
合 計				5901.33	5734.5	

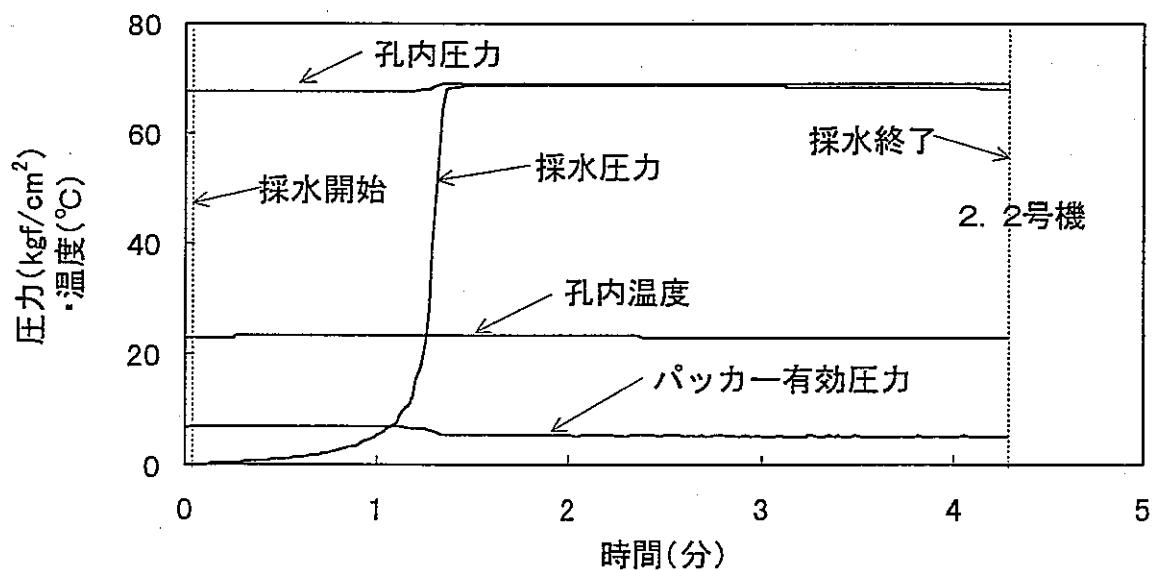
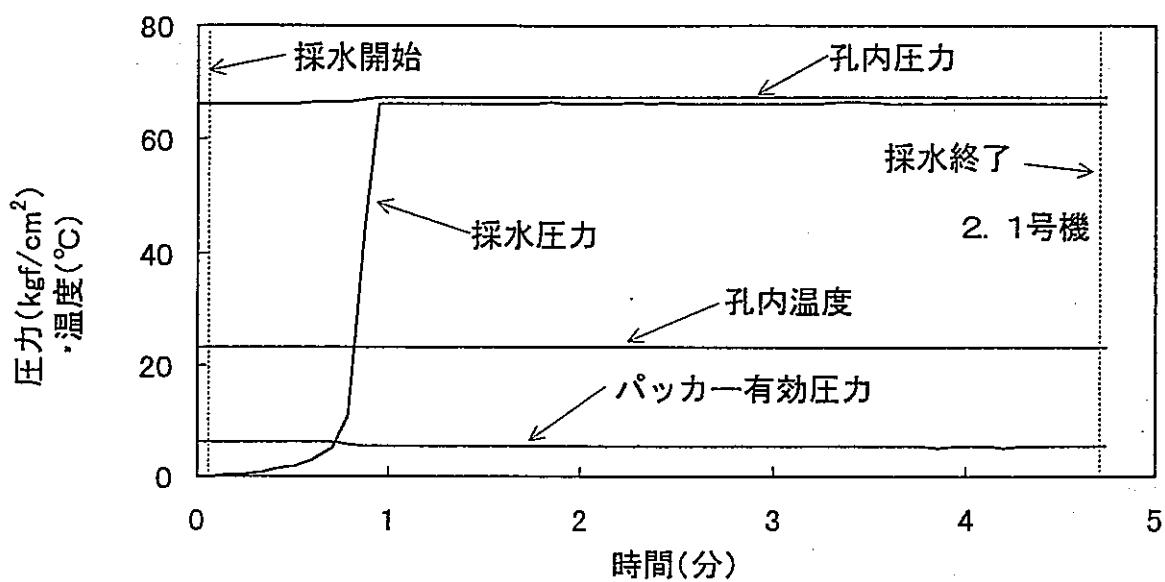


図6-4-10 バッチ採水

バッチ式採水に伴う検査の結果を表 6-4-14 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表 6-4-14 (1) バッチ式採水に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①回路 (採水回路の確認) (バルブ操作時の消費電流・供給電圧確認)	正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.3A、23.9V、10sec)	供給電圧 28V
②採水開始 (開始コマンドによる採水駆動開始) (バルブ操作時の消費電流・供給電圧確認)	正常作動 (4A 以下、24V、90sec 以内)	正常 (0.3A、23.9V、90sec)	供給電圧 28V
③採水駆動 (採水駆動による変位計・リミットスイッチの作動) (採水駆動時の消費電流・供給電圧、採水駆動変位量) (微動操作による採水駆動)	正常作動 (2A 以下、24V、90sec 以内、50 mm)	正常 (1A、23.9V、90sec、50 mm) (3~51 mm)	供給電圧 32V
④採水駆動停止 (リミットスイッチによる採水駆動自動停止)	正常作動	正常	
⑤採水圧力計 (採水回路開通による圧力計の上昇)	正常作動	正常	
⑥採水停止 (採水停止による変位計・リミットスイッチの作動)	正常作動停止	正常	
⑦採水終了 (採水終了時の駆動自動停止)	正常駆動停止	正常	
⑧採水回数 (採水回数の自動計算表示)	実測回数との比較	正常	
⑨採水総量 (採水作業による採水総量の計算)	実測値との比較	正常	表 6-4-13 参照
合格条件：バッチ採水が正常に終了すること。 総採水量が 5 リットル以上であること。		合 格	

表 6-4-14 (2) バッヂ式採水に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①回路 (採水回路の確認) (バルブ操作時の消費電流・供給電圧確認)	正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正常 (0.4A、23.9V、10sec)	供給電圧 30V
②採水開始 (開始コマンドによる採水駆動開始) (バルブ操作時の消費電流・供給電圧確認)	正常作動 (4A以下、24V、90sec以内)	正常 (0.5A、23.8V、90sec)	
③採水駆動 (採水駆動による変位計・リミットスイッチの作動) (採水駆動時の消費電流・供給電圧、採水駆動変位量) (微動操作による採水駆動)	正常作動 (2A以下、24V、90sec以内、50mm) (3~51mm)	正常 (0.5A、23.9V、90sec、50mm) (3~51mm)	
④採水駆動停止 (リミットスイッチによる採水駆動自動停止)	正常作動	正常	
⑤採水圧力計 (採水回路開通による圧力計の上昇)	正常作動	正常	
⑥採水停止 (採水停止による変位計・リミットスイッチの作動)	正常作動停止	正常	
⑦採水終了 (採水終了時の駆動自動停止)	正常駆動停止	正常	
⑧採水回数 (採水回数の自動計算表示)	実測回数との比較	正常	
⑨採水総量 (採水作業による採水総量の計算)	実測値との比較	正常	表 6-4-13 参照
合格条件：バッヂ採水が正常に終了すること。 総採水量が5リットル以上であること。		合 格	

### (5) 孔内システムの引上げ (S T E P - 1 4)

各孔内作業を終了後、孔内システムの引き上げを実施した。孔内システムの引上げは以下の手順で実施した。

- ① 巻き取り装置を操作して巻き上げを開始した。
- ② 近接計がターゲットの全設置数9個分に反応するまで通信データを制御装置で確認しながら遠隔操作によって巻き取りを制御した。
- ③ その後深度20mに自動停止を設定して自動巻き取りにより巻き上げた。
- ④ 深度20mで自動停止した後、センタライザーをはずし、孔口で遠隔操作により手動巻き取りを行い、採水ユニットがすべて地上に出るまで引き上げた。
- ⑤ バッチ式採水を行った場合には、ここで採水容器を回収した。
- ⑥ 巻き上げ時には両シーブ・トラバース機構・巻き取りドラム・センタライザーが正常に機能し、スムーズな引き上げが出来ることを確認した。また、トラバース機構により巻き取り時の段落ちもなかったことを確認した。
- ⑦ 巻き上げに伴い線長計及び張力計の表示も正常に小さくなることが確認された。

図6-4-11に孔内システム引上げの一例を示す。

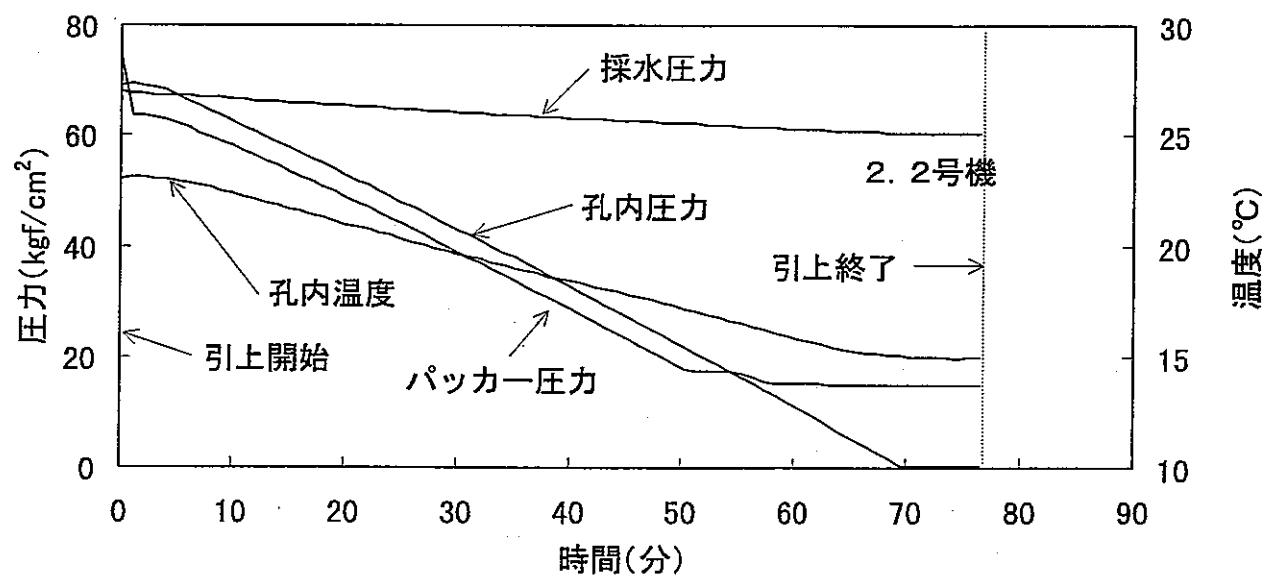
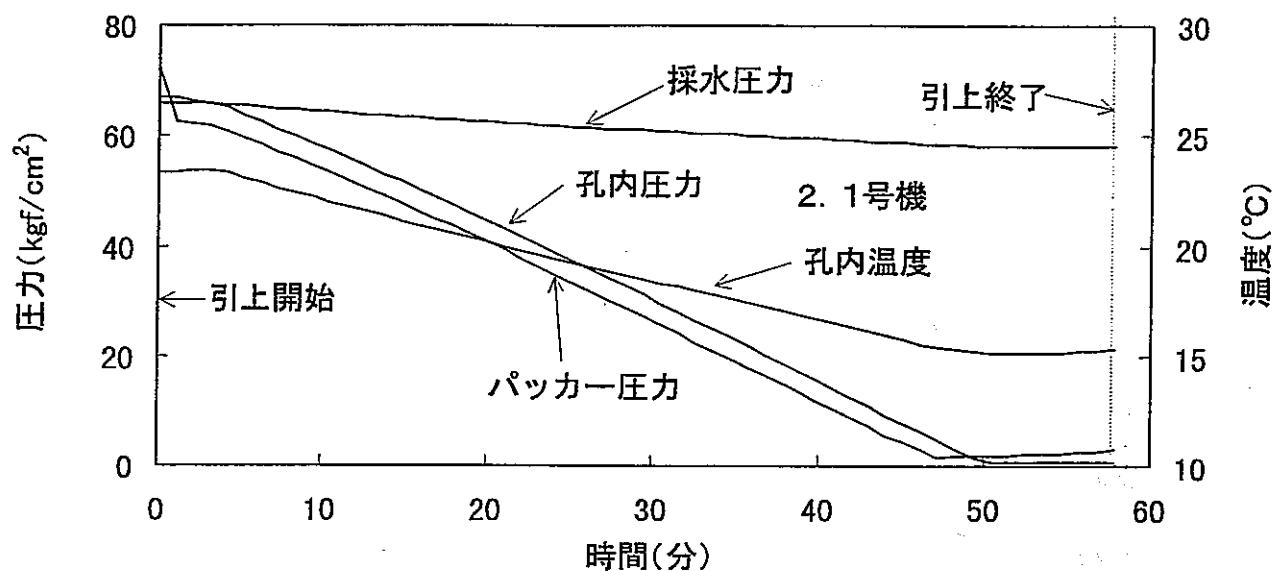


図6-4-11 孔内システム引上

孔内システム引き上げに伴う検査の結果を表6-4-15に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表6-4-15(1) 孔内システム引上げに伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①センタライザー設置 (フランジ・センタライザの設置確認)	安定保持・正常作動	安 定	
②孔内システムの繰出 (シーブ・トラバースの機能確認)	正 常 作 動	正 常	
③自動巻取・自動停止 (自動巻取および自動停止の確認)	正 常 作 動	正 常	
④張力計・線長計 (巻取による張力計・線長計の減少確認)	正 常 作 動	正 常	
⑤引上げ開始 (開始コマンドによるバルブ制御の確認)	正 常 作 動	正 常	
⑥パッカ一圧力計 (深度減少によるパッカ一圧力の変化)	正 常 作 動	正 常	
⑦孔内圧力計 (深度減少による孔内圧力の変化)	正 常 作 動	正 常	
⑧孔内温度計 (深度減少による孔内温度の変化)	正 常 作 動	正 常	
⑨近接計 (ターゲット通過による反応)	正 常 作 動 (No.1, 2 ON)	正 常 (No.1, 2 ON)	
⑩結合計 (結合離脱による結合距離の確認)	正 常 作 動 (No.A, B ON)	正 常 (No.A, B ON)	
合格条件：孔内システム引き上げが正常に終了すること。		合 格	

表 6-4-15 (2) 孔内システム引上げに伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①センタライザー設置 (フランジ・センタライザの設置確認)	安定保持・正常作動	安 定	
②孔内システムの繰出 (シーブ・トラバースの機能確認)	正常作動	正 常	
③自動巻取・自動停止 (自動巻取および自動停止の確認)	正常作動	正 常	
④張力計・線長計 (巻取による張力計・線長計の減少確認)	正常作動	正 常	
⑤引上げ開始 (開始コマンドによるバルブ制御の確認)	正常作動	正 常	
⑥パッカー圧力計 (深度減少によるパッカー圧力の変化)	正常作動	正 常	
⑦孔内圧力計 (深度減少による孔内圧力の変化)	正常作動	正 常	
⑧孔内温度計 (深度減少による孔内温度の変化)	正常作動	正 常	
⑨近接計 (ターゲット通過による反応)	正常作動 (No.1, 2 ON)	正 常 (No.1, 2 ON)	
⑩結合計 (結合離脱による結合距離の確認)	正常作動 (No.A, B ON)	正 常 (No.A, B ON)	
合格条件 : 孔内システム引き上げが正常に終了すること。		合 格	

## (6) パッカー収縮 (STEP-15)

STEP-14までの全作業を終了した後、パッカーの収縮を行った。パッカー収縮は以下の手順で実施した。

- ① パッカー収縮作業は、まず「パッカー有効圧力制御モード」で以下に示す作業条件でパッカー内の水を孔内へ排水した。
  - \*パッカー収縮作業開始時のポンプ速度は「4」とした。
  - \*パッcker収縮有効圧力制御終了条件（自動停止）は、パッcker圧力が孔内圧力と等しくなった時点とした。
- ② 有効圧力制御終了後、「ポンプ微動モード」を用いて「パッcker圧力」が「孔内圧力」より小さくなるまでパッcker内の水を孔内へ排水した。
- ③ 採水容器内にパッcker拡張水を採取し、パッckerの収縮状態を「孔内圧力」より「採水容器の圧力」が小さいことを確認して作業を終了した。

図6-4-12にパッcker収縮のデータを示す。

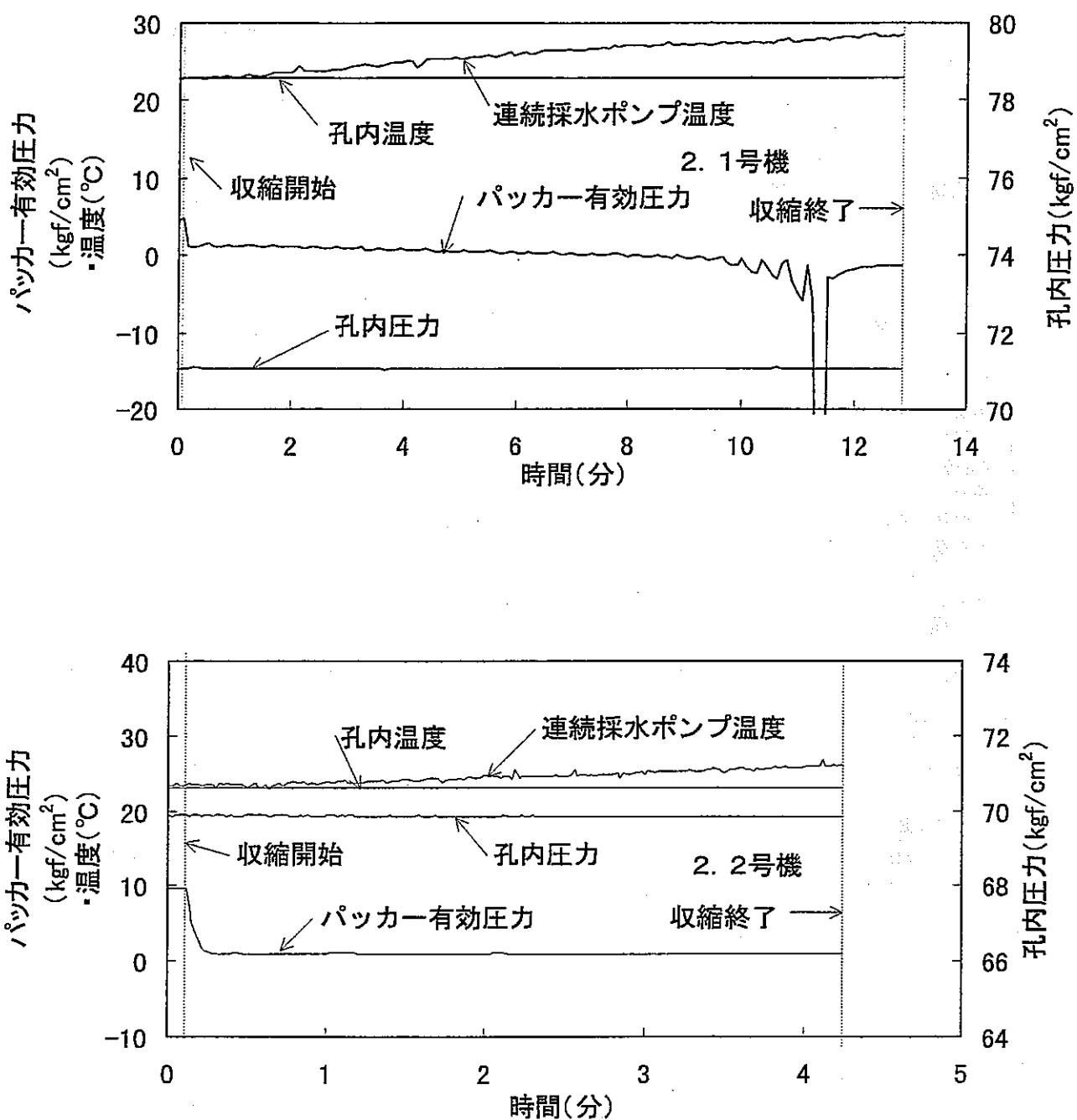


図6-4-12 パッカー収縮

パッカー収縮作業に伴う検査の結果を表6-4-16に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表6-4-16(1) パッカー収縮作業に伴う検査の結果

確認項目(2. 1号機)	合格条件	結果	備考
ポンプ作動 (パッカー収縮の作動確認) (消費電流・供給電圧の確認)	正常作動 (4A以下、24V、60sec以内)	正常 (0.6A、23.8V、60sec)	供給電圧 36V
ポンプ速度 (パッカー収縮速度の選択) (定圧力駆動制御)	正常作動	正常	ポンプ速度 4→3→2→1→0
ポンプ回路 (パッカー収縮回路の選択：孔内へ)	正常作動	正常	
収縮開始 (開始コマンドによるバルブ制御) (消費電流・供給電圧の確認) (微動操作による収縮)	正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正常 (0.3A、23.9V、10sec)	供給電圧 36V
収縮停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (作動停止機能) (消費電流・供給電圧の確認)	正常作動 (1A以下、24V、10sec以内)	正常 (0.3A、23.9V、10sec)	供給電圧 36V
パッカー圧力計 (パッカー収縮に伴う圧力減少)	正常作動	正常	
ポンプ温度計 (ポンプ収縮に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
ポンプバルブ温度計 (ポンプ収縮に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
ユニット温度計 (連続採水と他のユニットの比較)	正常作動	正常	
ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンターの変化)	正常作動	正常	
パッカー収縮量 (パッカー拡張量との比較)	拡張量との比較	正常	拡張量：1.33リットル 収縮量：1.32リットル
合格条件：パッカー収縮が正常に終了すること。		合格	

表 6-4-16 (2) パッカー収縮作業に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
ポンプ作動 (パッカー収縮の作動確認) (消費電流・供給電圧の確認)	正常作動 (4A 以下、24V、60sec 以内)	正常 (0.5A、23.8V、60sec)	供給電圧 30V
ポンプ速度 (パッカー収縮速度の選択) (定圧力駆動制御)	正常作動	正常	ポンプ速度 4→3→2→1→0
ポンプ回路 (パッcker収縮回路の選択：孔内へ)	正常作動	正常	
収縮開始 (開始コマンドによるバルブ制御) (消費電流・供給電圧の確認) (微動操作による収縮)	正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.5A、23.9V、10sec)	供給電圧 36V
収縮停止 (停止コマンドによるバルブ制御) (作動停止機能) (消費電流・供給電圧の確認)	正常作動 (1A 以下、24V、10sec 以内)	正常 (0.4A、23.9V、10sec)	供給電圧 30V
パッcker圧力計 (パッcker収縮に伴う圧力減少)	正常作動	正常	
ポンプ温度計 (ポンプ収縮に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
ポンプバルブ温度計 (ポンプ収縮に伴うポンプ温度変化)	正常作動	正常	
ユニット温度計 (連続採水と他のユニットの比較)	正常作動	正常	
ポンプストロークカウンタ (ポンプ作動によるカウンターの変化)	正常作動	正常	
パッcker収縮量 (パッcker拡張量との比較)	拡張量との比較	正常	拡張量：0.90リットル 収縮量：0.89リットル
合格条件：パッcker収縮が正常に終了すること。		合格	

(7) パッカーシステムの回収 (S T E P - 1 6)

パッカーシステムの回収は「パッカーシステム挿入・設置」(S T E P - 4) の逆の手順（以下に示す）で実施し、問題なく回収することができた。

- ① 主シーブを試錐機により吊り下げゆっくりと降下させながら、複合ケーブルを巻き取り装置に巻き取った。
- ② 油圧シリンダーにホイスティングスイベルを取り付け、ケーシングパイプを回収した。
- ③ 試錐機のメインドラムのワイヤーにシャックルを取り付けパッカーシステムを回収した。

パッカーシステムの回収に伴う検査の結果を表 6 - 4 - 1 7 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表 6 - 4 - 1 7 (1) パッカーシステムの回収に伴う検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	合格条件	結果	備考
①ケーシングパイプの回収 (ネジ部の確認・数量確認)	正常状態	正 常	
②ガイドケーシングBの回収 (磁気リングの確認)	正常状態	正 常	
③上部パッカーの回収 (パッカーゴムの確認)	正常状態	正 常	
④延長カプセルの回収 (外観の汚れ確認)	正常状態	正 常	
⑤フィルタカプセルの回収 (フィルタの汚れ確認)	正常状態	正 常	
⑥下部パッカーの回収 (パッカーゴムの確認)	正常状態	正 常	
⑦ケーシングホルダー (保持力の確認)	正常状態	正 常	
⑧ホイスティングスイベル (支持力の確認)	正常状態	正 常	
合格条件：パッカーシステムが正常な状態で回収されること。	合 格		

表 6 - 4 - 1 7 (2) パッカーシステムの回収に伴う検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	合格条件	結果	備考
①ケーシングパイプの回収 (ネジ部の確認・数量確認)	正常状態	正 常	
②ガイドケーシングBの回収 (磁気リングの確認)	正常状態	正 常	
③上部パッカーの回収 (パッカーゴムの確認)	正常状態	正 常	
④延長カプセルの回収 (外観の汚れ確認)	正常状態	正 常	
⑤フィルタカプセルの回収 (フィルタの汚れ確認)	正常状態	正 常	
⑥下部パッckerの回収 (パッカーゴムの確認)	正常状態	正 常	
⑦ケーシングホルダー (保持力の確認)	正常状態	正 常	
⑧ホイスティングスイベル (支持力の確認)	正常状態	正 常	
合格条件：パッカーシステムが正常な状態で回収されること。	合 格		

### 6.4.3 点検・洗浄・搬出作業

使用した全機材について点検と洗浄を行い、一部の機材については内部の点検・浄化のために分解、再組立を行って搬出するまでの一連の作業を点検・洗浄・搬出作業とした。

#### (1) 装置の外観目視検査 (S T E P - 1 7)

孔内作業終了後、装置の外観目視検査を使用した全機材を対象に実施した。

- ① 全機材とともに本来の性能に影響するような損傷は全く認められなかった。
- ② パッカーシステム、ケーシングシステム、複合ケーブルシステムの汚れはウエスでふき取れる程度のものであった。
- ③ 地上部は薄く埃を被っている程度であった。

装置の外観目視検査の結果を表 6 - 4 - 1 8 に示す。この表に示す通り、全て正常であった。

表6-4-18(1) 装置の外観目視検査結果

機器名称(2. 1号機)	数量	目視観察結果	備考
バッカーシステム・ケーシングシステム	①下部パッカー(Φ68mm用)	1本(1.665m)	正常
	②延長(中間)カプセル	1.0m×9本	正常
		0.5m×1本	正常
	③フィルタカプセル	0.315m×1本	正常
	④上部パッカー	1本(1.695m)	正常
	⑤ガイドケーシングA	0.617m×1本	正常
	⑥ガイドケーシングB	0.843m×1本	正常
		0.45m×1本	正常 磁気リング設置
		0.50m×4本	正常 磁気リング設置
		1.00m×1本	正常 磁気リング設置
		2.00m×1本	正常 磁気リング設置
		3.00m×1本	正常 磁気リング設置
		0.515m×1本	正常
複合ケーブルシステム	⑦ケーシングパイプ	3.00m×235本	正常
	⑧孔内ユニット挿入用フランジ	0.10m×1本	正常
	⑨ケーシングホルダ		正常
	⑩ケーシングスイベル		正常
地上制御部	⑪ケーシング用レンチ		正常
	①巻き取り装置		正常
	②複合ケーブル外被の状態		正常
	③反転シープ・反転シープ台		正常
孔内ユニット	④主シープ(張力計ケーブル)		正常
	①地上制御装置		正常
	②地上制御装置間の配線		正常
	③巻き取り装置から地上制御部の配線		正常
合 格 条 件	④主シープから巻き取り装置の配線		正常
	：装置の性能に支障をきたす損傷がないこと。	合 格	

表 6-4-18 (2) 装置の外観目視検査結果

機器名称(2.2号機)	数量	目視観察結果	備考
パッカーシステム・ケーシングシステム	①下部パッカー(Φ68mm用) 1本(1.665m)	正常	
	②延長(中間)カプセル 1.0m×9本	正常	
	0.5m×1本	正常	
	③フィルタカプセル 0.315m×1本	正常	
	④上部パッカー 1本(1.695m)	正常	
	⑤ガイドケーリングA 0.617m×1本	正常	
	⑥ガイドケーリングB 0.843m×1本	正常	
	0.45m×1本	正常	磁気リング設置
	0.50m×4本	正常	磁気リング設置
	1.00m×1本	正常	磁気リング設置
	2.00m×1本	正常	磁気リング設置
	3.00m×1本	正常	磁気リング設置
	0.515m×1本	正常	
⑦ケーリングパイプ ⑧孔内ユニット挿入用フランジ ⑨ケーリングホルダ ⑩ケーリングスイベル ⑪ケーリング用レンチ	3.00m×233本 0.10m×1本	正常 正常	
ル複合ケーブル	①巻き取り装置	正常	
	②複合ケーブル外被の状態	正常	
	③反転シープ・反転シープ台	正常	
	④主シープ(張力計ケーブル)	正常	
地上制御部	①地上制御装置	正常	
	②地上制御装置間の配線	正常	
	③巻き取り装置から地上制御部の配線	正常	
	④主シープから巻き取り装置の配線	正常	
ツ孔内ユニット	①連続採水ユニット	正常	
	②採水ユニット	正常	
	③結合ユニット	正常	
合格条件：装置の性能に支障をきたす損傷がないこと。		合格	

## (2) 孔内システムの内部目視検査 (S T E P - 1 8)

孔内システムの内部目視検査は以下の手順で実施した。

- ① 孔内作業終了後、室内で孔内システム各ユニットの外筒を外し、ユニット内部への水漏れおよび配線状況、Oリング等の損傷を目視により検査した。
- ② 3ユニットとも内部への漏水は確認されなかった。
- ③ 通信および作動も正常に機能することを確認した。
- ④ 各ユニットを調整し組み立てた後、耐圧試験を実施した。耐圧試験は室内性能試験の試験条件と同様にして実施した。試験結果は3ユニット共に良好であった。

孔内システムの内部目視検査の結果を表6-4-19に示す。この表に示す通り、全て合格であった。

表6-4-19(1) 孔内システムの内部目視検査の結果

確認項目 (2. 1号機)	目視観察結果	再組立後の耐圧検査	備考
① 連続採水ユニット	漏水無	合 格	
② 採水ユニット	漏水無	合 格	
③ 結合ユニット	漏水無	合 格	
合格条件：孔内ユニット（連続採水・採水・結合）を分解し、ユニット内部に漏水がないことを確認し組み立て、耐圧性能を確認する。		合 格	

表6-4-19(2) 孔内システムの内部目視検査の結果

確認項目 (2. 2号機)	目視観察結果	再組立後の耐圧検査	備考
① 連続採水ユニット	漏水無	合 格	
② 採水ユニット	漏水無	合 格	
③ 結合ユニット	漏水無	合 格	
合格条件：孔内ユニット（連続採水・採水・結合）を分解し、ユニット内部に漏水がないことを確認し組み立て、耐圧性能を確認する。		合 格	

### (3) 装置の洗浄 (S T E P - 1 9 )

孔内性能試験終了後、全装置を洗浄した。各装置の洗浄方法を表 6 - 4 - 2 3 に示す。洗浄は以下の手順で実施した。

- ① ガイドケーシングA・B、ケーシングパイプ、ケーシングホルダ、ホイスティングスイベル等は、高圧スチームウォッシャにより洗浄し、乾燥させた。
- ② パッカーシステムはパッカーゴムを取り外しスチームハイウォッシャにより外管及び内管の洗浄を行い、乾燥後パッカーゴムを再度取り付け組み立てた。
- ③ 採水区間延長カプセルも高圧スチームウォッシャにより外管及び内管の洗浄を行い、乾燥させた。
- ④ 全システムの水回路にエアー駆動ポンプにより蒸留水を送水し、その後さらに不活性ガス（アルゴンガス）を送って蒸留水を排除した。
- ⑤ 巻き取り装置、地上部の制御装置、配線類はふき取りを行った。

表 6-4-20 (1) 装置の洗浄方法一覧表

装置の名称 (2. 1号機)	数 量	洗浄方法			備 考
		ふき取り	HPSW 洗浄 *1)	水回路洗浄 *2)	
①ガイドケーシングA	0.617m × 1本		○		
②ガイドケーシングB	0.843m × 1本		○		
	0.45m × 1本		○		
	0.50m × 4本		○		
	1.00m × 1本		○		
	2.00m × 1本		○		
	3.00m × 1本		○		
	0.515m × 1本		○		
③上部・下部パッカー (φ68 mm用)	2本 (各1本)		○	○	
④採水区間延長カプセル	1.00m × 9本		○	○	
	0.50m × 1本		○	○	
⑤フィルターカプセル	0.315m × 1本		○		
⑥ケーシングパイプ	3.00m × 235本		○		
⑦ケーシングホルダ	1台	○			
⑧ホイスティングスイベル	1本	○			
⑨ケーシング関連付属品	1組	○			
⑩連続採水ユニット			○	○	
⑪採水ユニット			○	○	
⑫結合ユニット			○	○	
⑬巻き取り装置		○		○	
⑭複合ケーブル		○		○	損傷なし
⑮主シーブから巻き取り装置への配線	○				
⑯主シーブ	○				
⑰反転シーブ・反転シーブ台	○				
⑲地上部 (制御装置、データ管理・解析装置、電源装置、プリンター等)	○				
⑳地上制御装置間の配線	○				
㉑巻き取り装置から地上制御部の配線	○				

\* 1) 高圧スチームウォッシャによる洗浄後、乾燥。

\* 2) 蒸留水送水後、アルゴンガスによるフラッシング。

表 6-4-20 (2) 装置の洗浄方法一覧表

装置の名称 (2. 2号機)	数 量	洗浄方法			備 考
		ふき取り	HPSW 洗浄 *1)	水回路洗浄 *2)	
①ガイドケーシングA	0.617m×1本		○		
②ガイドケーシングB	0.843m×1本		○		
	0.45m×1本		○		
	0.50m×4本		○		
	1.00m×1本		○		
	2.00m×1本		○		
	3.00m×1本		○		
	0.515m×1本		○		
④ 上部・下部パッカー (φ68 mm用)	2本 (各1本)		○	○	
④採水区間延長カプセル	1.00m×9本		○	○	
	0.50m×1本		○	○	
⑤フィルターカプセル	0.315m×1本		○		
⑥ケーシングパイプ	3.00m×233本		○		
⑦ケーシングホルダ	1台	○			
⑧ホイスティングスイベル	1本	○			
⑨ケーシング関連付属品	1組	○			
⑩連続採水ユニット			○	○	
⑪採水ユニット			○	○	
⑫結合ユニット			○	○	
⑬巻き取り装置		○		○	
⑭複合ケーブル		○		○	損傷なし
⑮主シーブから巻き取り装置への配線		○			
⑯主シーブ		○			
⑰反転シーブ・反転シーブ台		○			
⑱地上部 (制御装置、データ管理・解析装置、電源装置、プリンター等)		○			
⑲地上制御装置間の配線		○			
⑳巻き取り装置から地上制御部の配線		○			

\* 1) 高圧スチームウォッシャによる洗浄後、乾燥。

\* 2) 蒸留水送水後、アルゴンガスによるフラッシング。

#### (4) 装置の搬出 (S T E P - 2 0 )

試験に用いた全ての機材を孔内性能試験孔付近から搬出し、整備工場内まで移動した。  
搬出・移動は搬入と逆の手順で実施し、問題なく作業を終えることができた。

## 7. まとめ

本装置は、契約仕様書に基づいて2台の製作を実施した。各装置は室内性能試験を経て調整の上、孔内性能試験を行った。孔内性能試験の結果から、本装置の総合的な性能が契約仕様を十分満たすものであることを確認した。孔内性能試験の内容は以下の通りである。

- (1) 試錐孔の準備 (STEP-1)
- (2) 装置の搬入・据え付け (STEP-2)
- (3) パッカーシステムの組立・調整 (STEP-3)
- (4) パッカーシステムの挿入・設置 (STEP-4)
- (5) 孔内システムの準備・調整 (STEP-5)
- (6) 複合ケーブルシステムの準備・調整 (STEP-6)
- (7) 制御システムの準備・調整 (STEP-7)
- (8) 孔内システムの組立・調整 (STEP-8)
- (9) 地上通信・作動確認 (STEP-9)
- (10) 孔内システムの挿入・結合 (STEP-10)
- (11) パッカー拡張 (STEP-11)
- (12) 連続採水 (STEP-12)
- (13) バッチ式採水 (STEP-13)
- (14) 孔内システム引上げ (STEP-14)
- (15) パッカー収縮 (STEP-15)
- (16) 孔内システムの回収 (STEP-16)
- (17) パッカーシステムの回収 (STEP-17)
- (18) 装置の外観目視検査 (STEP-18)
- (19) 孔内システム内部目視検査 (STEP-19)
- (20) 装置の洗浄 (STEP-20)
- (21) 装置の搬出 (STEP-21)

これらの一連の作業を通じて確認した主な項目について、以下にまとめる。

### 7.1 巻き取り装置の作動確認

700mレベルまで繰出し・巻取り作業を実施し、小型巻き取り装置の作動確認を行った。繰出し・巻取りとも自動制御（自動停止機能）が可能であり、自動巻取りをする際の段落ちもトラバースによる調整が正常に行われ、スムーズな繰出し・巻取りができることも確認した。

また、遠隔操作による手動操作でも正常にこれが機能することを確認出来た。

挿入深度の増加に伴い、線長計および張力計の値の正常な上昇も確認した。

線長計と近接計のいずれは、深度700mレベルで150cm程度であった。

## 7.2 結合機構の動作確認

孔内システムを挿入し、パッカーシステムと確実に結合することを確認した。その際に、両者の正確な距離を近接計及び結合計を用いて確認できることを確認できた。近接計は孔内システムの通過速度を低速度設定目盛20%：約2m/min以下に設定して繰出し・巻取りを実施すれば確実に反応することを確認した。また、結合時の結合計の機能も正常に機能していることを確認出来た。

## 7.3 パッカーシステムの作動確認

パッカーの拡張・収縮作業では、これが正常に拡張・収縮することを確認出来た。

また、パッカーの有効圧力制御による拡張・収縮も正常に行われていることが確認出来た。

## 7.4 連続採水動作の確認

連続採水動作は、連続40時間継続して行い、採水区間体積の5倍以上（約211㍑以上）採水した。ポンプストローク数は3000回以上に達した。これによってこのポンプの性能は仕様を満たしていることを確認した。

## 7.5 バッチ式採水動作の確認

バッチ式採水動作によって被圧不活性状態で地層水を採取出来ることを確認した。採水容器の初期圧力は大気圧とし、採水は孔内圧力と採水容器内の圧力がほぼ等しくなった時点で終了した。採取した水は地下水採取アダプターを用いて取り出し、計量した。採取水量を計算値と比較した結果、ほぼ等しいことが判明し、一連の機器が正常に機能していることを確認出来た。

また、採水容器内の圧力も採水終了時と地上に引き上げた時に1.0kgf/cm<sup>2</sup>以上の圧力変化はなく、正常に密封されていることが確認出来た。

## 7.6 付属品等の機能の確認

それぞれの付属品等の機能を確認した。

以上の結果、本調査機器は契約書に示された仕様を十分満足するものであることを確認した。

# 写真集

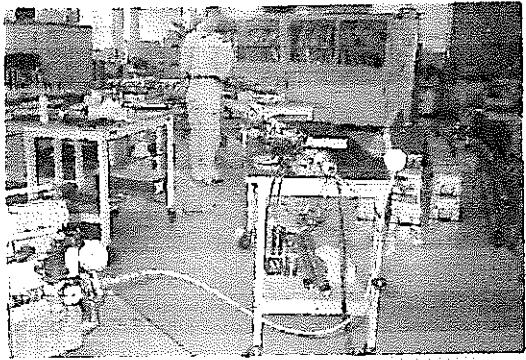


写真-1 孔内ユニット室内性能試験

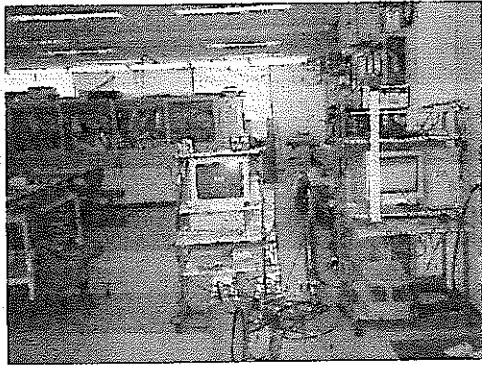


写真-2 孔内ユニット耐圧試験

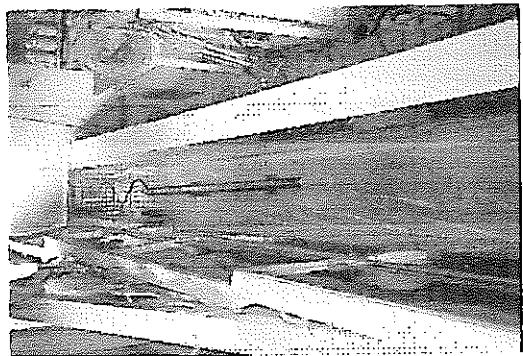


写真-3 孔内ユニット耐温試験

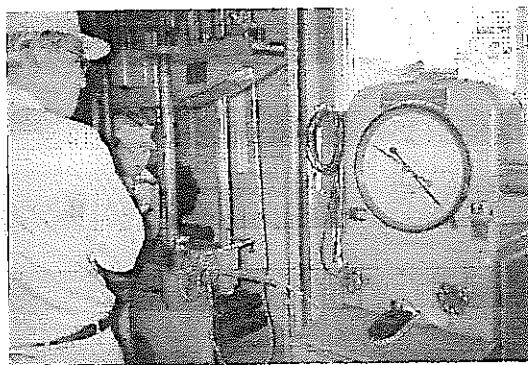


写真-4 ケーシング引張試験

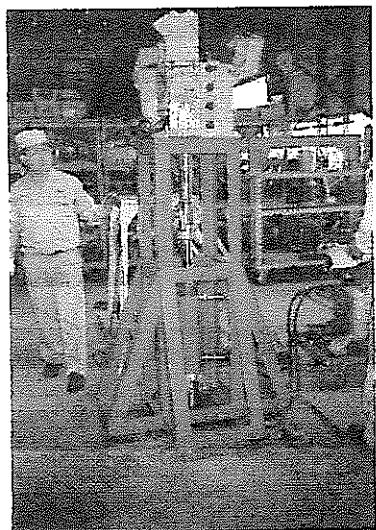


写真-5 ホルダー引張試験



写真-6 採水ホース耐圧試験

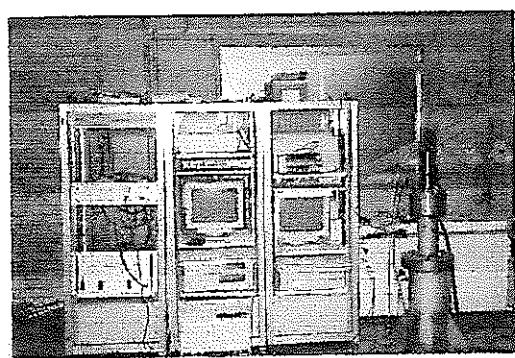


写真-7 地上部室内性能試験

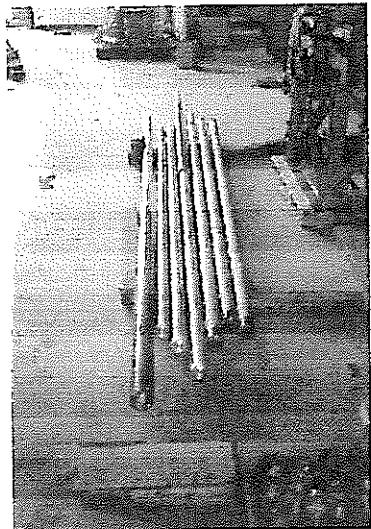


写真-8 パッカーシステム(設置前)

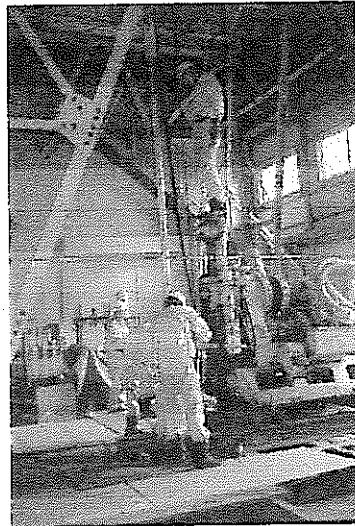


写真-9 パッカー設置作業

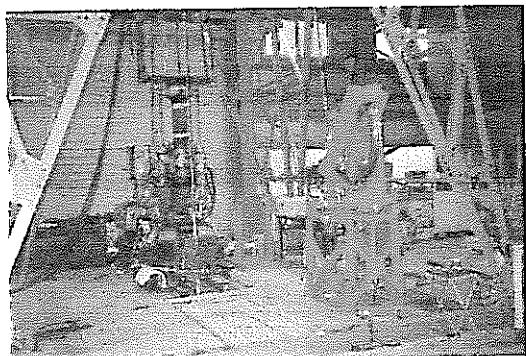


写真-10 装置設置(設置後)

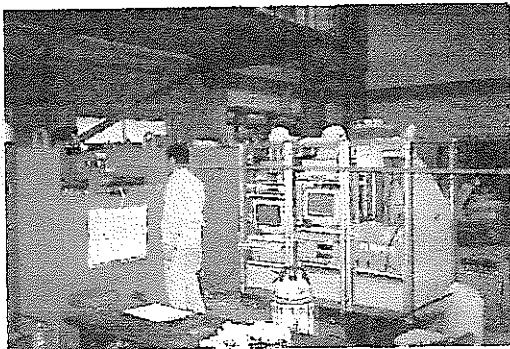


写真-11 連続採水作業

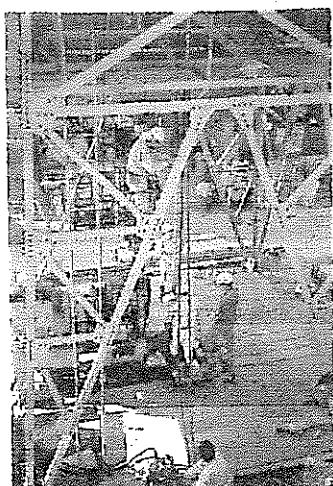


写真-12 パッカー回収作業

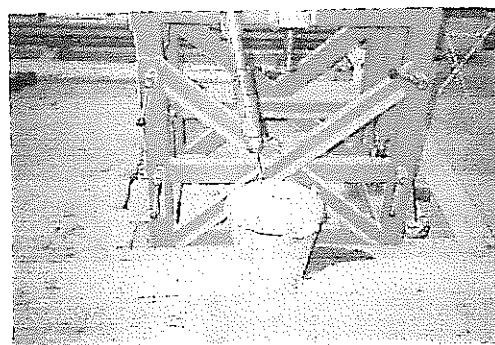


写真-13 複合ケーブル採水ホース洗浄

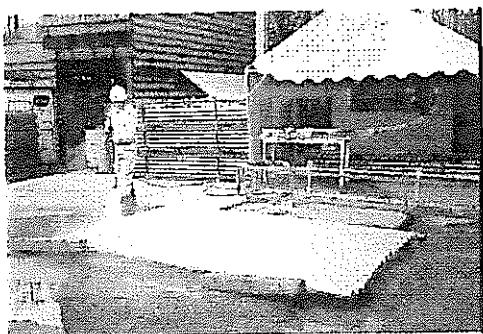


写真-14 ケーシングパイプ洗浄作業