

本資料は2000年 3月 31日付けで登録区分
変更する。

東濃地科学センター【研究調整グループ】

原位置比抵抗測定用電極プローブの設計・製作

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1994年3月

株式会社 ダイヤコンサルタント

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

©核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1994

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。~~

~~本資料についての問い合わせは下記に願います。~~

~~〒509-51 岐阜県土岐市泉町定林寺字園戸959-31~~

~~動力炉・核燃料開発事業団~~

~~中部事業所 技術開発課~~



原位置比抵抗測定用電極プローブの設計・製作

西田 薫*, 是石康則*

要 旨

坑道周辺に発達する不飽和領域の広がりを明らかにするために、水理学的環境を損なうことなく原位置の電気比抵抗を測定できる電極プローブの設計および製作を実施した。製作した電極プローブは次の特徴を有している。

- ① 孔内水のないボーリング孔でも、測定が実施できる。
- ② ボーリング孔内への湧水を押え、かつボーリング孔内の残留空気を孔外へ排出することによって岩盤中の水理学的環境を乱さないで測定が実施できる。

電極プローブの構造上の特徴を次に示す。

- ・伸縮性の電極としてスプリング電極を用いた。
- ・マンドレルを高圧ガスの注入管として用いた。このことでエアチューブの取り回しが必要なくなった。
- ・パッカーによってガスの流入量に差を持たせて、膨張速度に時間差が生じるようにした。
- ・エアチューブを用いて、先端部からのエア抜き機能を持たせた。

本報告書は、株式会社ダイヤコンサルタントが動力炉、核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号 : 05M0973

事業団担当部課室および担当者 : 中部事業所技術開発課 長谷川健

* 株式会社ダイヤコンサルタント東京事業本部物理探査部技術開発課

MARCH, 1994

Development of the Resistivity Probe for Borehole Measurement

Kaoru Nishida*

Yasunori Koreishi*

Abstract

Development of the resistivity probe for borehole measurement was conducted. The purpose of the resistivity measurement with this probe is to describe the spreading of an unsaturated zone in the proximity of the tunnel. This probe has the following features and structures.

- This probe is possible to use in a borehole without water.
- It is possible to conduct the measurement without disturbing the hydrogeological circumstances in a rock mass. This is achieved to cut off the water into a borehole and to exhaust the remaining air out of borehole.
- This probe has the flexible spring electrodes.
- High pressure gas is injected into the rubber packer through a mandrel. This omits the troublesome treatment of air tube.
- The probes have four kinds of expansion speed of rubber packers by the mechanism of differential air injection volume rate.
- The remaining air in a forwarding space of a borehole is exhausted through 4-2mm air tube in a mandrel.

Work performed by DIA CONSULTANTS CO.,LTD. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation(PNC).

PNC Liaison: Ken Hasegawa, Chubu Works

* Geophysical Prospecting Department of DIA CONSULTANTS CO.,LTD.

目 次

1. 業務の目的及び範囲	1
1. 1 目的	1
1. 2 業務受託の範囲	1
1. 3 納入品と数量	1
2. 設計の考え方	2
3. 電極プローブの設計	4
3. 1 組立図と分解図	4
3. 2 部品リスト	19
4. 電極プローブの構造	21
4. 1 構造の特徴	21
4. 2 構造の説明	23
4. 3 組立て方法	29
4. 4 操作方法	32
4. 5 注意事項	34
5. 性能試験の実施	35
5. 1 室内性能試験	35
5. 2 原位置性能試験	37
6. 記録写真	40
7. 取扱説明書	51
電子式圧力伝送器	54
圧力調整器	65
8. 議事録	69

目 次

図3-1	I型電極プローブ全体図	5
図3-2	I型電極プローブ分解図 ノズルB	6
図3-3	I型電極プローブ分解図 アダプター	7
図3-4	I型電極プローブ分解図 プロテクター	8
図3-5	I型電極プローブ分解図 クラウン	9
図3-6	I型電極プローブ分解図 ノズルA	10
図3-7	I型電極プローブ分解図 パッカーゴム	11
図3-8	I型電極プローブ分解図 スプリング電極	12
図3-9	I型電極プローブ分解図 マンドレル	13
図3-10	I型電極プローブ分解図 口元装置	14
図3-11	I型電極プローブ分解図 P40リングボックス	15
図3-12	I型電極プローブ分解図 異径カップリング(木-木)	16
図3-13	I型電極プローブ分解図 異径カップリング(ス-ス)	17
図3-14	電極間隔0.1mおよび0.2mの電極プローブの外形見取図	18
図4-1	電極プローブ設置状況	31
図6-1	記録写真 電極プローブ	41
図6-2	記録写真 クラウンおよび口元装置	41
図6-3	記録写真 レギュレーターおよび予備部品	43
図6-4	記録写真 電極接続ボックスおよび間隙水圧計	43
図6-5	記録写真 信号ケーブル	45
図6-6	記録写真 室内性能試験の状況	45
図6-7	記録写真 室内性能試験 窒素ガス圧力16kg/cm ²	47
図6-8	記録写真 室内性能試験 水圧ポンプゲージ圧力11.5kg/cm ²	47
図6-9	記録写真 原位置性能試験 0.1m間隔電極プローブ	49
図6-10	記録写真 原位置性能試験 ボーリング孔口元部の状況	49

表 目 次

表 3-1	原位置比抵抗測定用電極プローブ作成数量(1/2)	19
表 3-2	原位置比抵抗測定用電極プローブ作成数量(2/2)	20
表 4-1	吹き出し口の大きさと流入量の関係	25
表 5-1	沈澱池の水の比抵抗の測定	38
表 5-2	電極の坑道壁面からの深度	38
表 5-3	地山の比抵抗測定結果	39

1. 業務の目的及び範囲

1. 1 目的

地層科学研究の調査技術及び機器開発の一環として、岩盤の含水率と密接な関係にある電気比抵抗値を用いて、坑道周辺に発達する不飽和領域の広がりを明らかにするために、水理学的環境を損なうことなく原位置の電気比抵抗を測定できる電極プローブの設計ならびに製作を実施する。

1. 2 業務受託の範囲

- ①設計に係わる情報の収集と検討
- ②設計の実施
- ③プローブの製作（パッカー拡張用レギュレータを含む）
- ④プローブの耐圧に関する室内性能試験の実施
- ⑤プローブの耐圧に関する原位置（東濃鉱山）性能試験の実施
- ⑥報告書の作成

1. 3 納入品と数量

電極プローブ		1 式
内容	先端部	1 本
	中間部	10 本
	終端部	1 本
	レギュレータ	1 個
	収納箱	3 箱
	部品類	1 式

2. 設計の考え方

普通、電気検層によって原位置で地山の比抵抗を計測する場合には電極と岩盤とを電氣的に接続するための孔内水または泥水がボーリング孔内に必要である。しかし、坑道から水平あるいは上向きに掘削されたボーリング孔内には孔内水を貯めることは殆ど不可能であり、このような位置での測定はこれまで殆ど実施されていない。

まれに実施された例もあるが、その場合には電極ケーブルをセメンテイングによってボーリング孔内に埋め込む方法が取られている。しかし、これではボーリング孔は他の目的にはもはや利用出来ないし、また孔壁周辺の岩盤はセメンテイングによって水理学的な環境が乱された可能性も生じる。

今回製作した電極プローブの基本構造を検討するにあたって意図した点は次のとおりである。

- ・ ボーリング孔を他の目的にも繰り返し利用のできるように、ボーリング孔に何の影響も及ぼさない構造であること。
- ・ 原位置の水理学的環境を乱すことなく測定を実施できること。

上記の意図を満足させるために電極プローブの設計にあたって以下の構造を採用することとした。

① 遮水用のエアパッカー

エアパッカーを膨らませることで伸縮性の電極を孔壁に圧着すると同時に岩盤からボーリング孔内への浸出水を押さえる。

② スプリング電極

伸縮性の電極として、スプリングをリング状にした構造を採用する。

電極は環状の構造を有しているので測定値の補正などの際に理論的な取扱いが可能である。

③ 先端部からのエア抜き機能

ボーリング孔内の先端部に残留空気が圧縮されて残り、パッカーの膨張に伴い岩盤中に圧入されることで岩盤の水理学的特性が変化することを防ぐために、先端部にエア抜きチューブを口元から挿入する。

④ パッカーの膨張速度に差をつける。

ボーリング孔内の残留空気を圧縮しないでボーリング孔外に自然排出するためにパッカーの膨張速度に差をつける。具体的にはガスの吹き出し口の大きさを換え、パッカーへのガスの流入量に差を持たせる。

⑤ 電線の保護機能

電線を保護し、しかもパッカー表面と岩盤との圧着がなるべく滑らかになるように電極からの電線とパッカーを同時に上から覆うゴムカバーを製作する。

3. 電極プローブの設計

3. 1 組立図と分解図

図3-1～図3-13に組立図および各部分の分解図を示す。

なお、ここに示した図は電極間隔が0.5m、プローブ長が1.0mのものである。

今回、同時に電極間隔が0.1mおよび0.2m、プローブ長約2mのものをそれぞれ1本ずつ製作した。これらについては電極間隔とプローブ長が異なることを除けば基本的な設計図はここに示したものと全く同じである。

電極間隔が0.1mおよび0.2mの電極プローブの見取図を図3-14に示す。

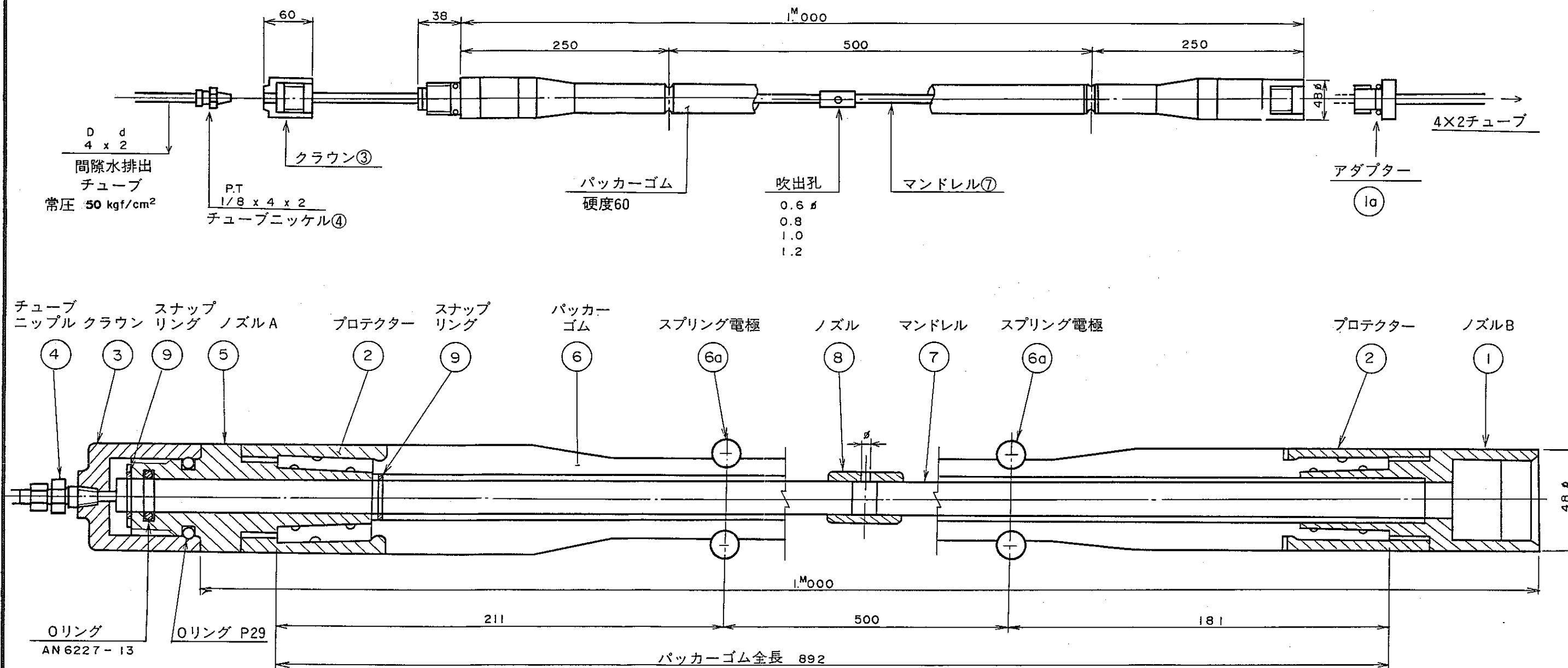


図3-1

記号	名称	材質	数	記事
				電極間隔 0.5m
I型電極プローブ全体図				1 / 11
1994年3月10日				

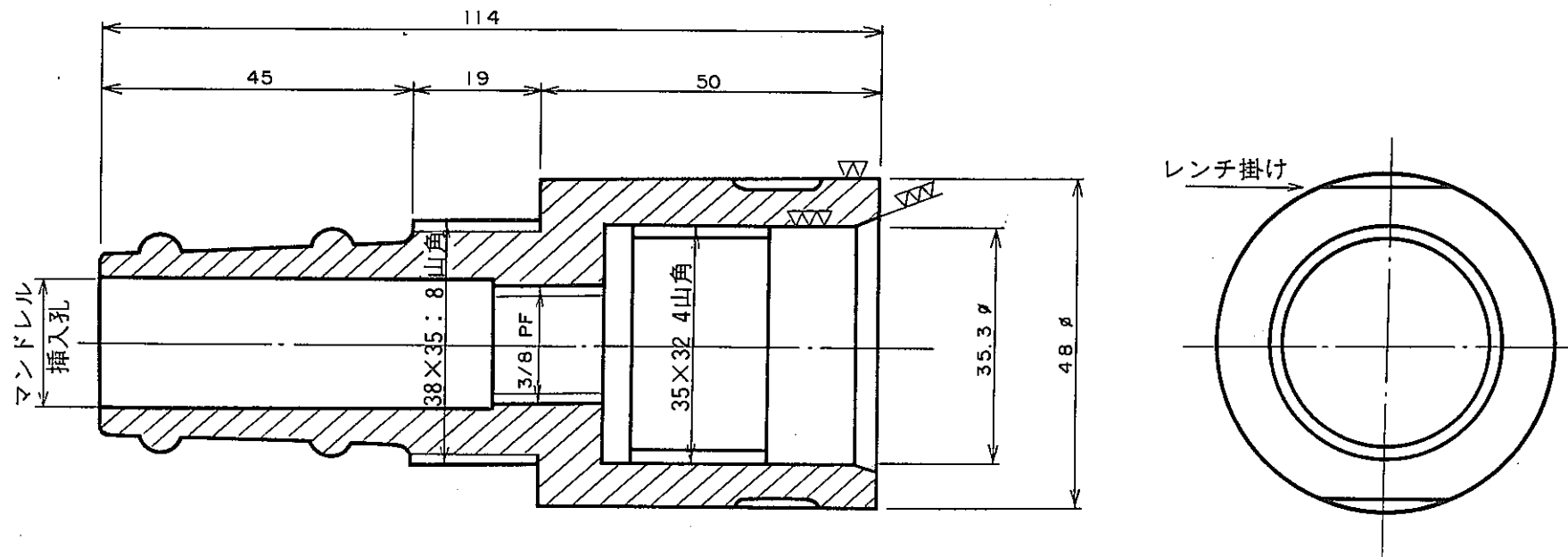


図 3-2

記号	名 称	材 質	数	記 事
ト	ノズル B	SUS304	1	
I 型電極プローブ分解図			2 / 11	
1994年 3 月 10 日				

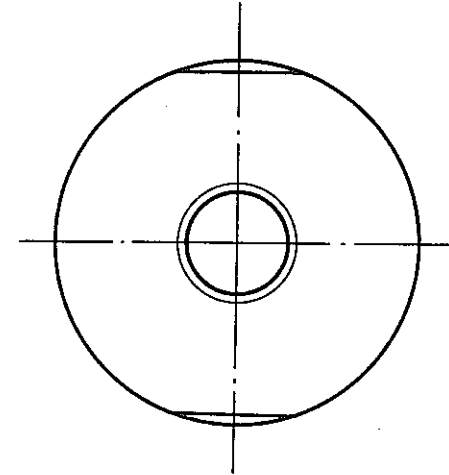
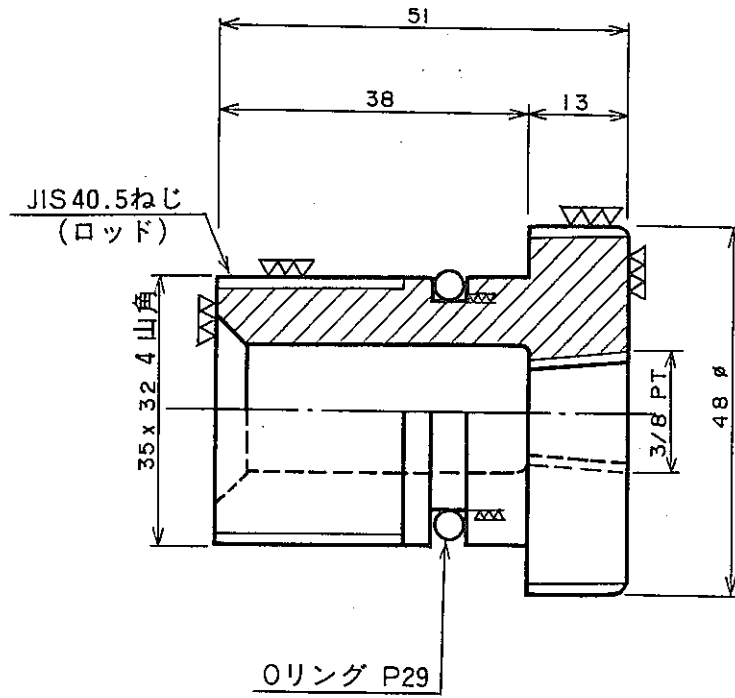


図 3-3

記号	名称	材質	数	記事
	Oリング	P29	1	A 種
la	アダプター	SUS304	1	
I 型電極プローブ分解図			3 / 11	
1994年 3 月 10 日				

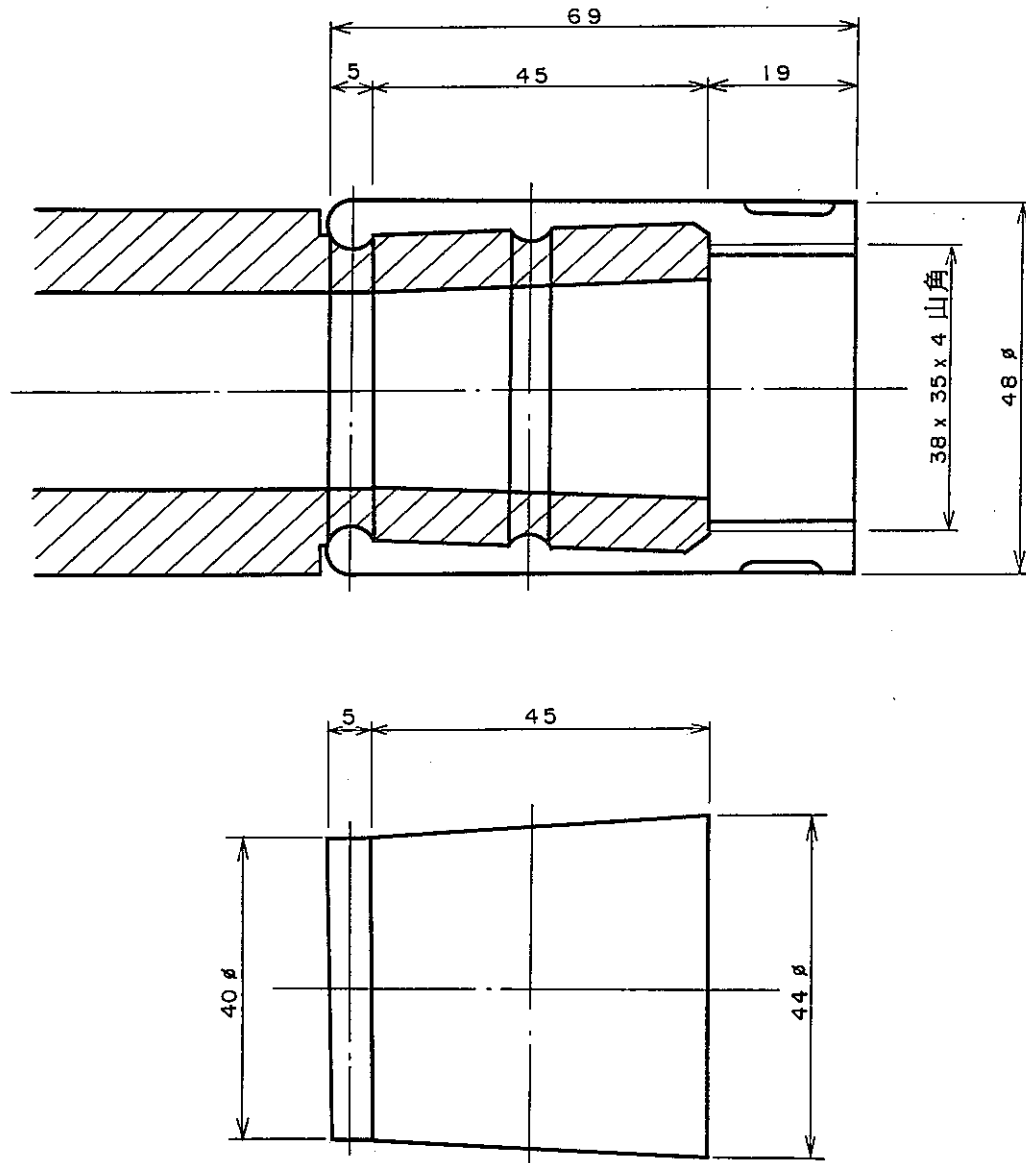


図 3-4

記号	記号	材質	数	記事
2	プロテクター	SUS304	2	
I 型電極プローブ分解図				4 / 11
1994年 3 月 10 日				

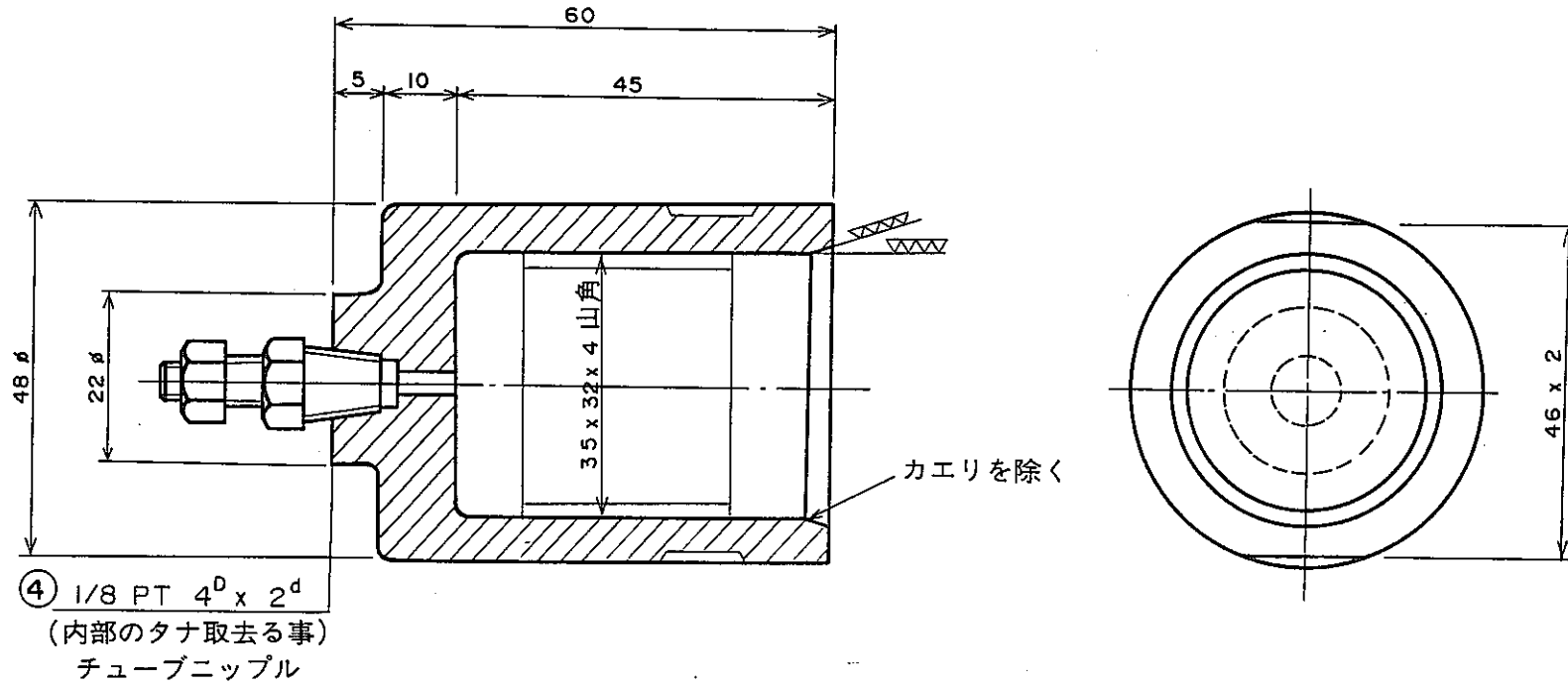


図 3-5

記号	名 称	材 質	数	記 事
4	Pニップル	1/8×4×2	1	
3	クラウン	SUS304	1	
I 型電極ブローブ分解図				5 / 11
1994年 3 月 10 日				

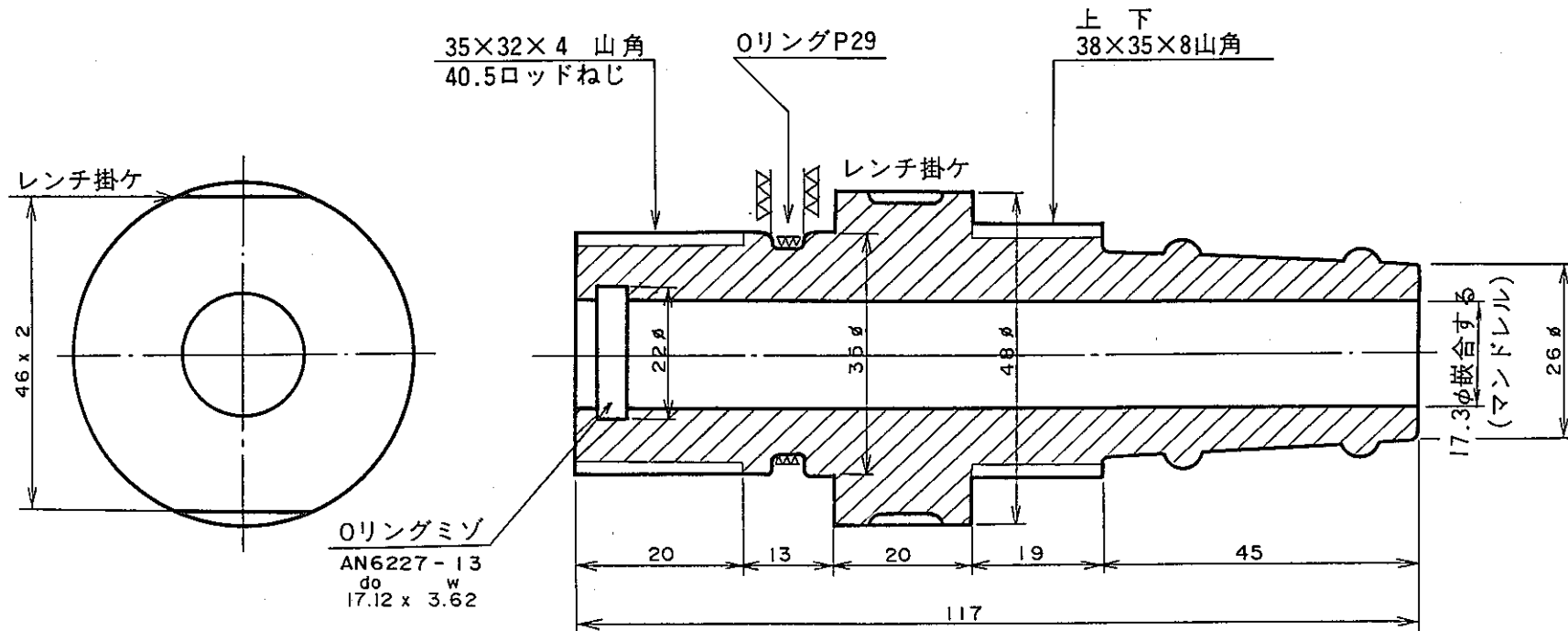


図 3-6

記号	名称	材質	数	記事
5	ノズルA	SUS304	1	
I型電極プローブ分解図			6 / 11	
1994年3月10日				

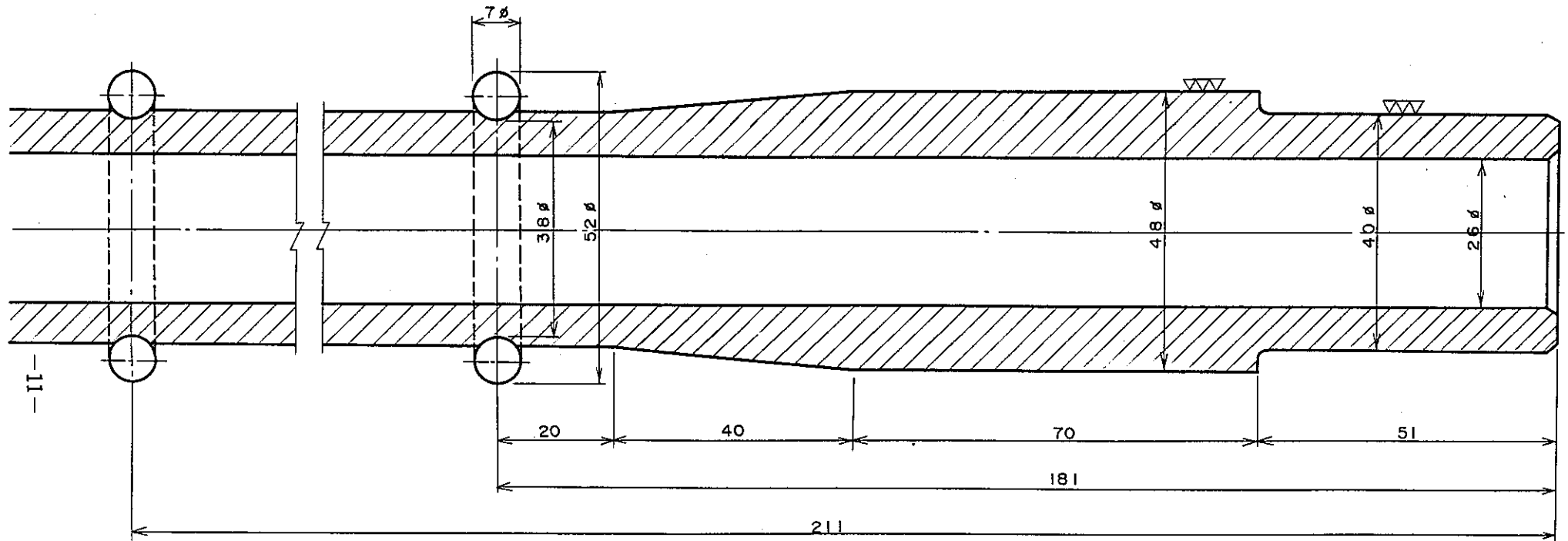


図 3-7

記号	名称	材質	数	記事
6	パッカーゴム	天然ゴム	1	
I型電極プローブ分解図				7 / 11
1994年 3月10日				

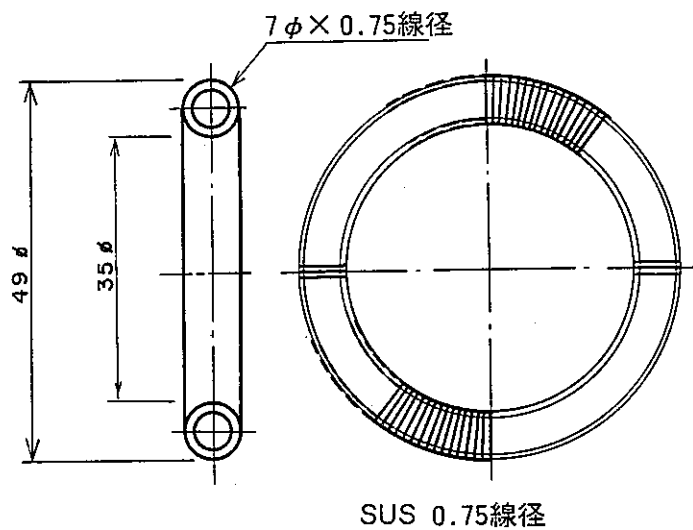
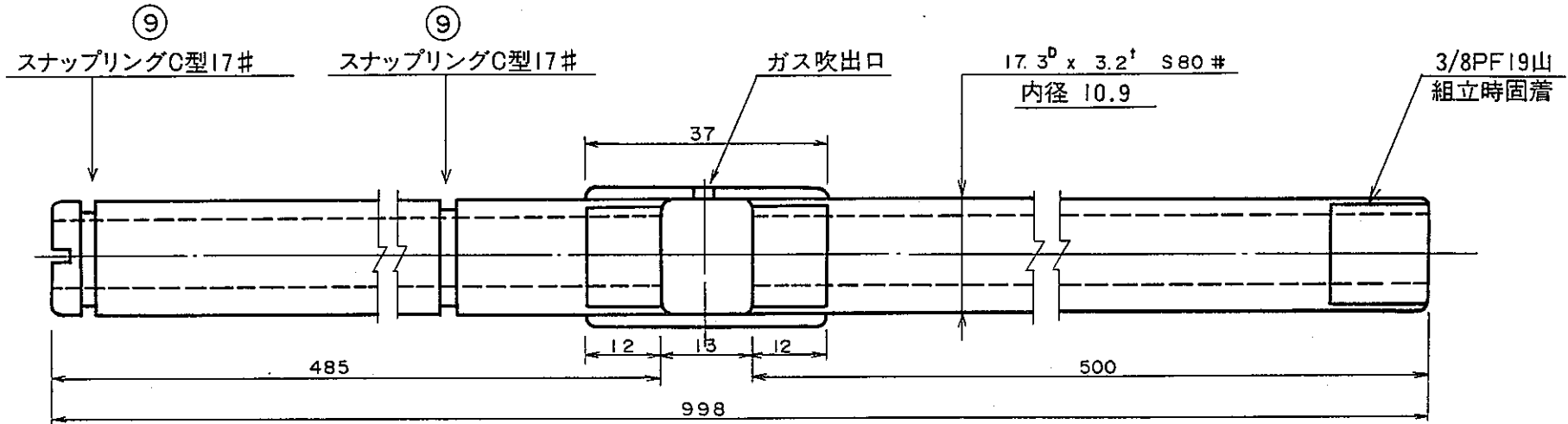


図 3-8

記号	名 称	材 質	数	記 事
6a	スプリング 電 極	SUS304	2	
I 型電極プローブ分解図				8 / 11
1994年 3 月 10 日				



-13-

ガス吹出口
空気圧 6.5kg/cm²

dφ	流出量 ℓ/分	数
0.6	20	3ヶ
0.8	40	3ヶ
1.0	50	3ヶ
1.2	88	3ヶ

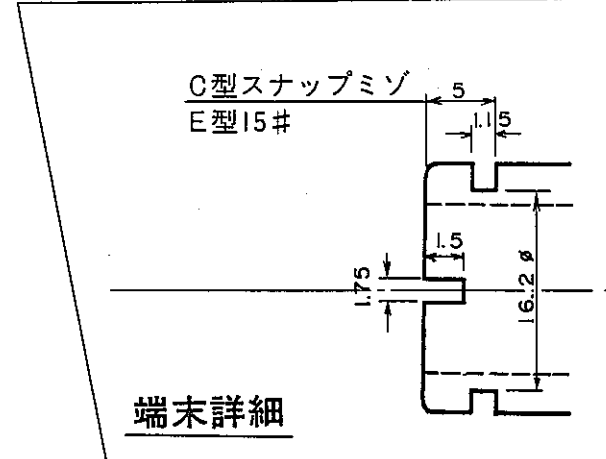
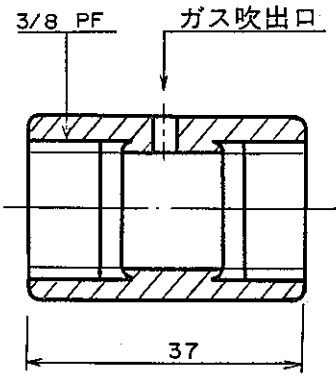


図3-9

記号	名 称	材 質	数	記 事
7	マンドレル	SUS304 パイプ	1組	
8	ノズル	Bs黄銅	1	
I型電極プローブ分解図				9/11
1994年3月10日				

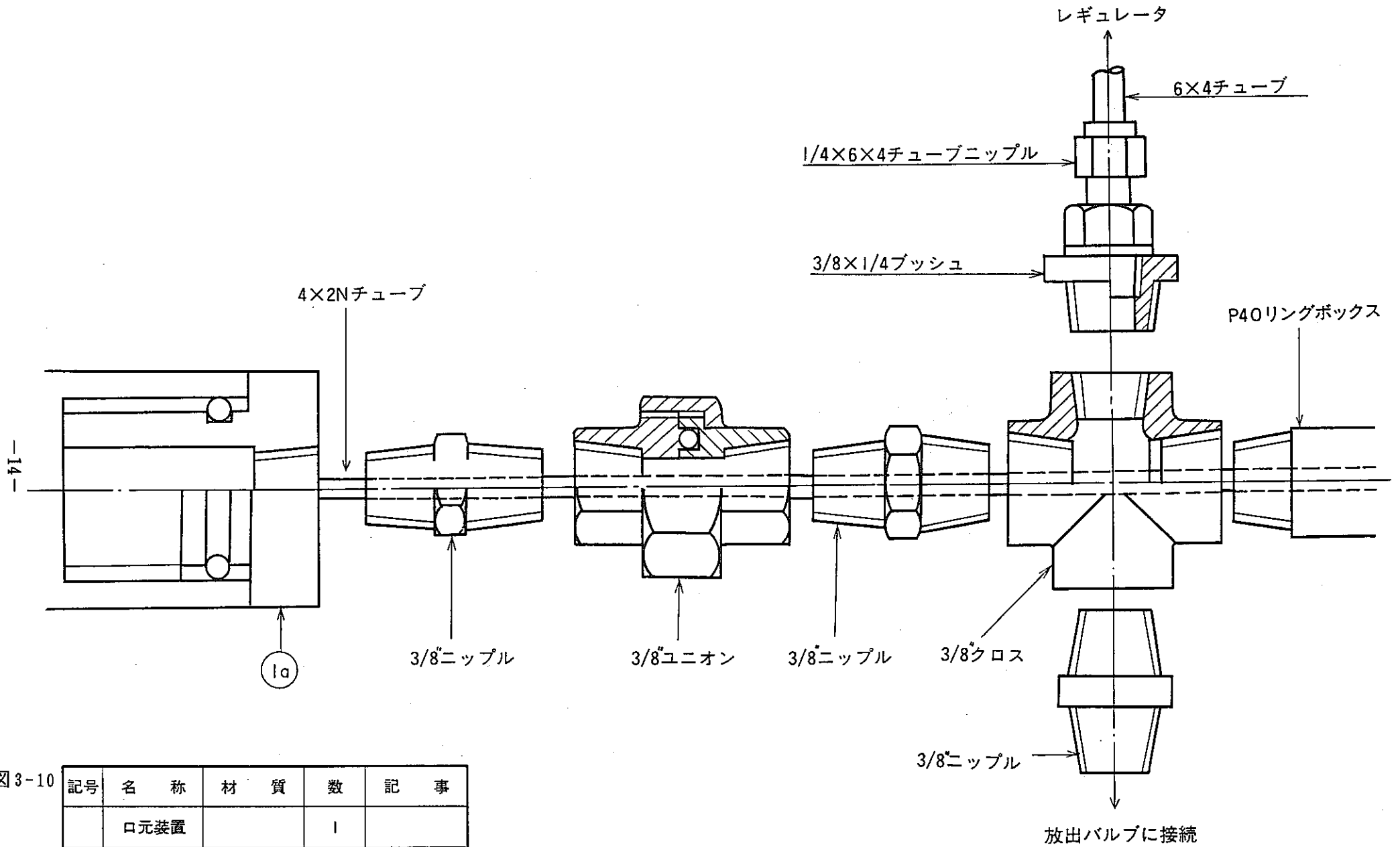
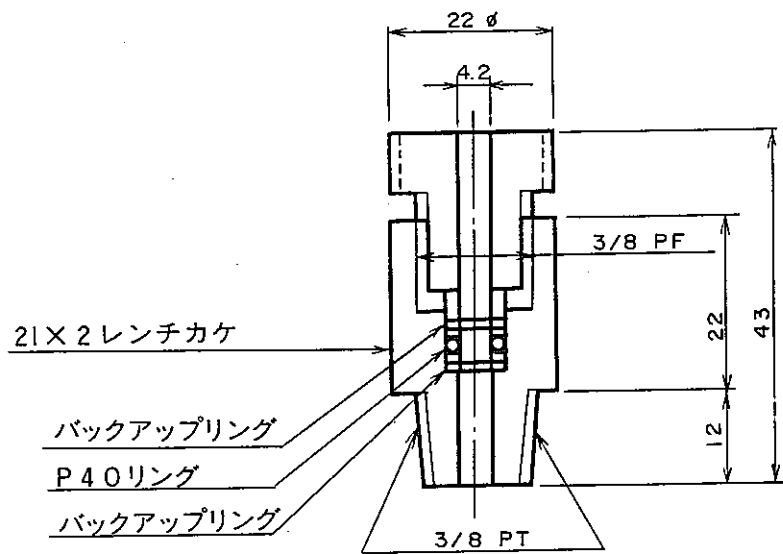


図 3-10

記号	名称	材質	数	記事
	口元装置		1	
I型電極プローブ分解図			10/11	
1994年3月10日				

○リングボックス
組立図



分解図

材質……Bs

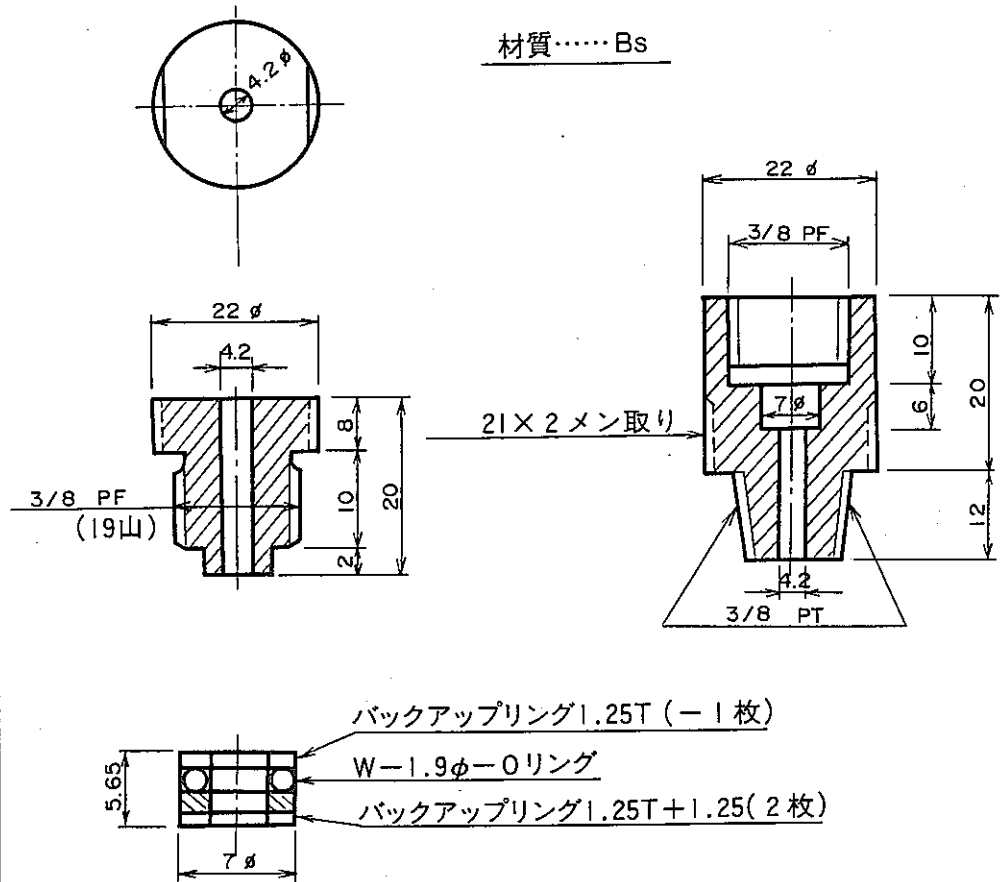
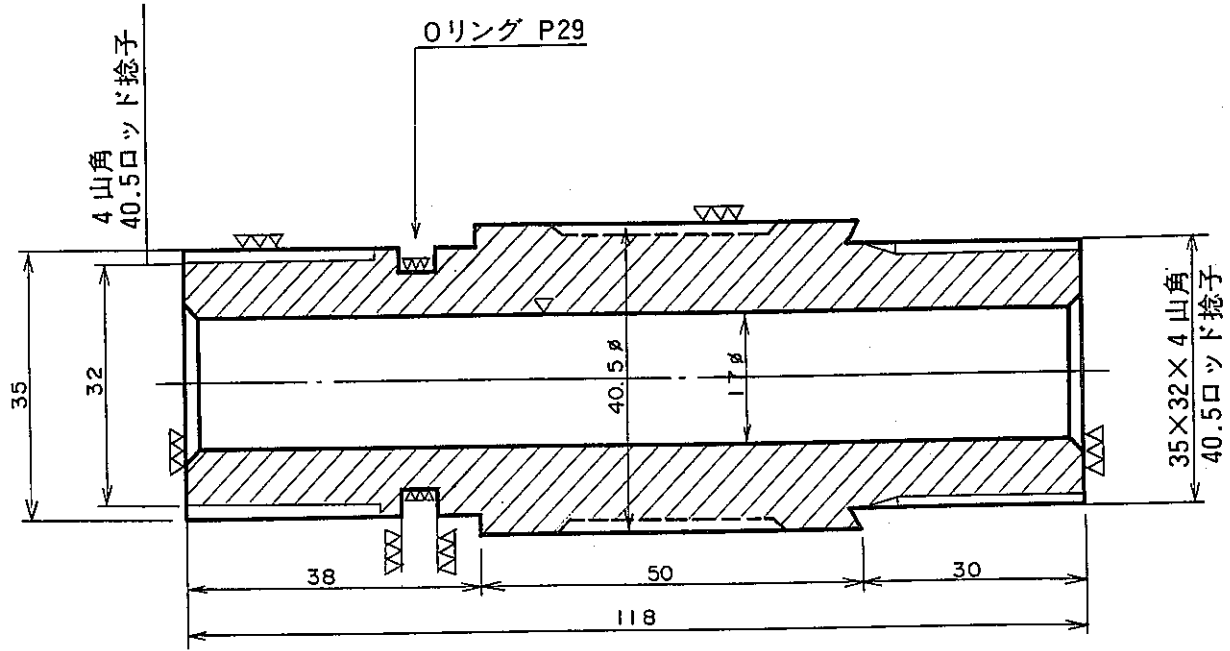


図3-11

記号	名称	材質	数	記事
	P4 Oリング ボックス	黄銅	1	
I型電極ブローブ分解図				11 / 11
1994年3月10日				

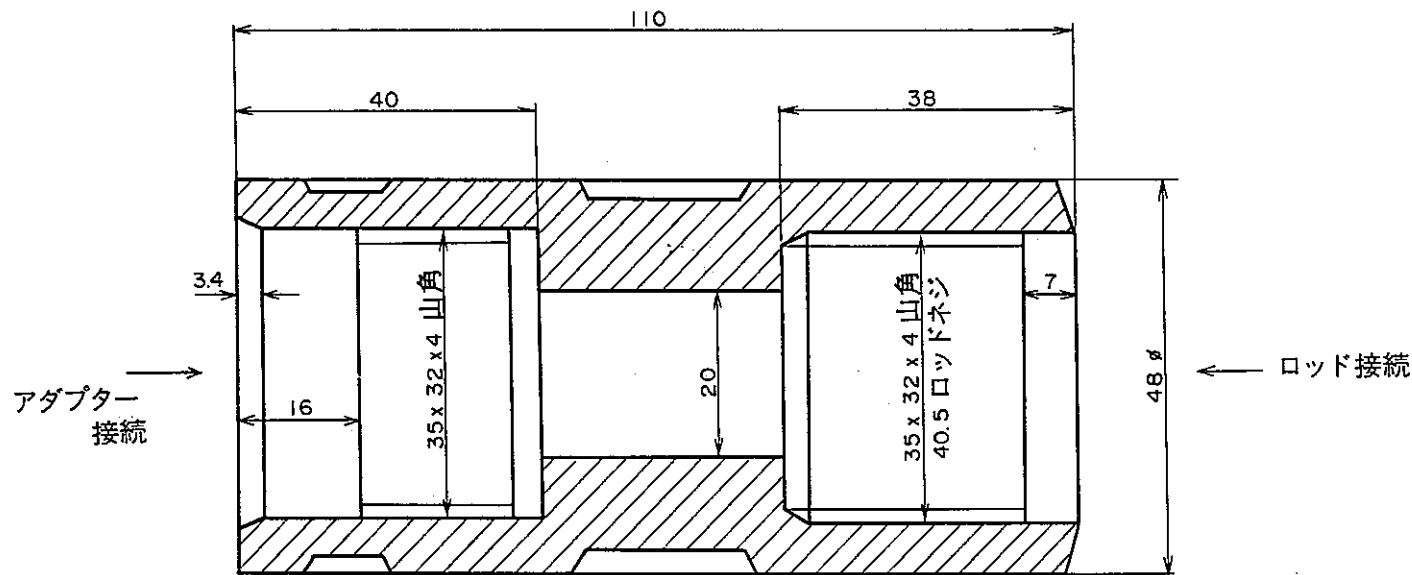


異径カップリング

[パッカーとロッド]
 [パッカー押し込み]
 時に使用する

図3-12

記号	名称	材質	数	記事
	異径 カップリング	SUS304	1	オス-オス
I型電極プローブ分解図				
1994年3月10日				

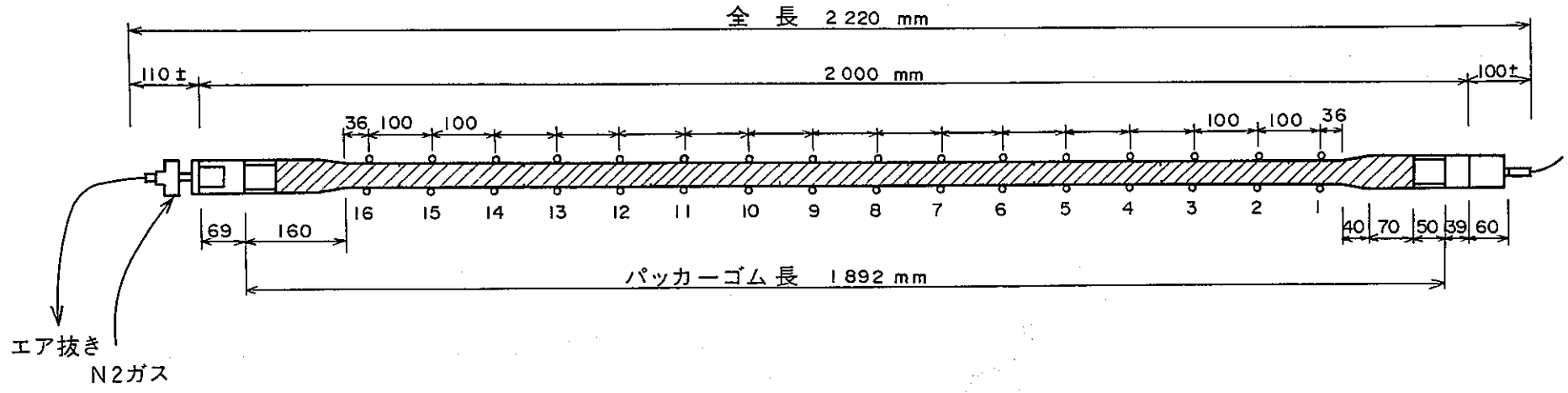


口元装置とロッド(40.5mm)の
接続カップリング

図 3-13

記号	名称	材質	数	記事
	異径 カップリング	SUS304	1	メス-メス
I 型電極プローブ分解図				
1994年 3 月 10 日				

電極間隔100mm型



電極間隔200mm型

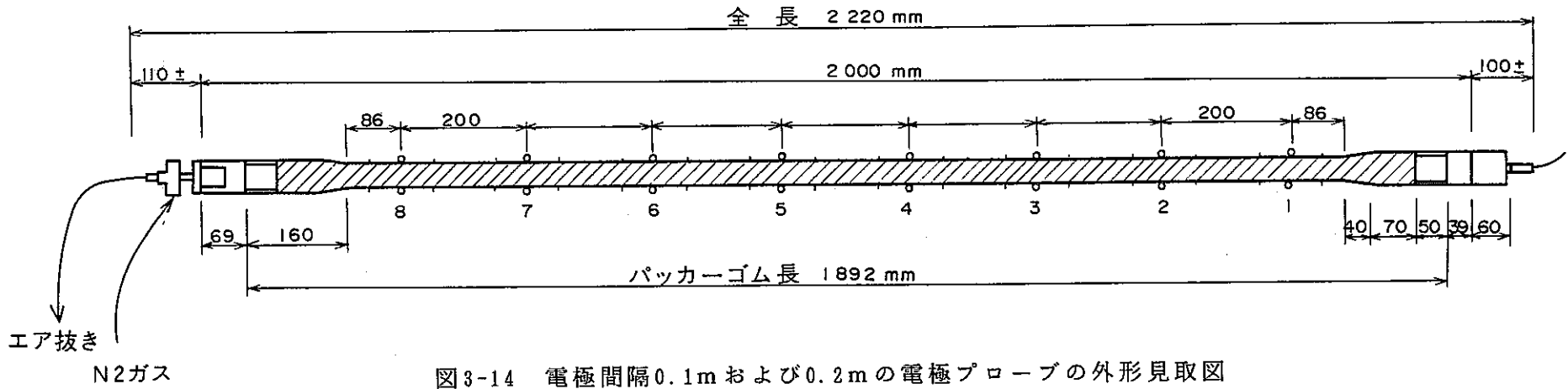


図3-14 電極間隔0.1mおよび0.2mの電極プローブの外形見取図

3. 2 部品リスト

表3-1および表3-2に部品の一覧表を示す。

表 3 - 1 原位置比抵抗測定用電極プローブ作成数量 (1/2)

名 称	番号	数 量	仕 様	記 事
クラウン	3	2		ハッカ-電極先端部, SUS304
チューブニップル	4	2	1/8インチ×4×2	スリーブ20ヶ先端部クラウン付属
ハッカ-ゴム 1m用	6	12	1/1台	電極間隔50cm, ゴム硬度60
ハッカ-ゴム 2m用	6	1	1/1台	電極間隔10cm, ゴム硬度60
ハッカ-ゴム 2m用	6	1	1/1台	電極間隔20cm, ゴム硬度60
ノズル A	5	14	1/1台	SUS304製
ノズル B	1	14	1/1台	SUS304製
プロテクター	2	28	2/1台	SUS304製
カバーゴム		1式	49cm, 19cm, 9cm長	ゴム硬度50
エア吹出口+マントレール	8	3	空気孔0.6φ	マントレール接続長1m 1/1台
エア吹出口+マントレール	8	3	空気孔0.8φ	マントレール接続長1m 1/1台
エア吹出口+マントレール	8	3	空気孔1.0φ	マントレール接続長1m 1/1台
エア吹出口+マントレール	8	3	空気孔1.2φ	マントレール接続長1m 1/1台
エア吹出口+マントレール	8	2	空気孔1.0φ	マントレール接続長2m 1/1台
スプリング電極	6 a	24	スプリング 巻径7mm 線形0.75mm	電極間隔0.5m SUS 2/1台
スプリング電極	6 a	16	スプリング 巻径7mm	〃 0.1m SUS304 16/1台
スプリング電極	6 a	8	スプリング 巻径7mm	〃 0.2m SUS304 8/1台
Oリング P29		16		1 a分含む 1/1台
Oリング AN6227-13		14		1/1台
スナップリング	9	28	0型-17	2/1台

表 3 - 2 原位置比抵抗測定用電極プローブ作成数量 (2/2)

名 称	番号	数量	仕 様	記 事
口元装置		2 式		
アダプター	1 a	2	Oリング P29付	口元部 , SUS304製
クロス接ぎ手		2	3/8インチ メッキ	
ユニオン		2	3/8インチ	高圧用 (Oリング 止)
ニップル		4	3/8インチ メッキ	高圧用
ブッシュ		2	3/8インチ×1/4インチ	
チューブニップル		2	1/4インチ×6-4	
P4Oリングボックス		2	3/8インチ 黄銅製	ハックアップリング付き
ニードルバルブ		2	3/8インチ	耐圧20kg/cm ²
エアチューブ		1 式	6-4×20m 常用耐圧30kg/cm ²	ナイロン2チューブ, N ₂ ガス注入 ソフロックチューブ
エアチューブ		1 式	4-2×20m 常用耐圧50kg/cm ²	ナイロン2チューブ, 17抜き用 ソフロックチューブ
レギュレーター		1	Crown 圧力計 YUTAKA ENGINEERING CO.,	ゲージ 250kg/cm ² -50kg/cm ²
電線		3 式	24芯(0.5m用), 16芯(0.1m用), 8芯(0.2m用)	
電極接続 Box		1		コネクター NK-27-21C-1/2 コネクター NK-27-32S
間隙水圧計		1	Model PT3011A10100 NO. 1TB459202	0~50kg/cm ² , 大倉電気
プローブ収納箱		3 箱		
部品収納箱		2		
異径カップリング		1 式	P29 Oリング付	プローブとホ-リングロッド間の 接続
組立用レンチ		1 式		

4. 電極プローブの構造

4. 1 構造の特徴

本業務で製作した電極プローブは次の点に特徴を有する。

(1) 機能の特徴

- ・ 孔内水のないボーリング孔でも、電気検層を実施できる。同じ機能としては石油分野でよく用いられているインダクション検層が知られているが、これは電磁誘導現象を利用するもので原理は全く異なる。電流を流すことによって岩盤の比抵抗値を計測する手法としては今回のものは、初めての試みと思われる。
- ・ ボーリング孔内への湧水を押さえ、かつボーリング孔内の残留空気は孔外へ排出することによって岩盤中の水理学的環境を乱さないで計測ができるようにしたことも重要な特徴である。

(2) スプリング電極の採用

伸縮性の電極としてスプリング電極を採用した。同じような伸縮性の電極を用いた例は知られていない。

(3) パッカーの構造

- ・ マンドレルを高圧ガスの注入管として用いた。ガス注入用にはエアチューブを採用している例が殆どである。マンドレルを注入パイプとして用いることでエアチューブの取り回しが必要なくなった。
- ・ パッカーによってガスの流入量に差をもたせて、膨張速度に時間差が生じるようにした。
- ・ エアチューブを用いて、先端部からのエア抜き機能を持たせた。

上記2つの特徴によって岩盤中の水理環境が変わらないようにしている。

(4) 各部の仕様

① パッカー

構造

エアパッカー

耐圧

差圧15kg/cm²以上

材質

ラバー部	天然ゴム（非電導性）
マンドレル部	ステンレス（SUS304），一部しんちゅうを含む
適用ボーリング孔径	66 mm
長さ	1 m
② 電極および電線	
電極の構造	スプリング電極
電極の間隔	0.5 m
信号用電線	0.3mm ² 平列カラーコード（電流量500mA以上）
③ 電線カバー	
構造	筒状（切りかき入り）
材質	天然ゴム（硬度50）

4. 2 構造の説明

(1) ノズルB

電極プローブのボーリング孔口に近い方の端部を構成し、プロテクターとの間にパッカーゴムを固定保持する。内部ではマンドレルとネジ接続される。次の電極プローブと接続するためにメスネジが切っている。

(2) プロテクター

ノズルAおよびノズルBとの間でパッカーゴム端を両端側から固定保持する。ノズルA側とノズルB側とは構造は全く同じである。

(3) クラウン

連結した電極プローブの先端部（ボーリング孔の最奥部）を構成する。エア抜き用の4-2ナイロンチューブ（外形4mm-内径2mm、耐圧50kg/cm²）を取り付けるためのチューブニップルが取り付けられる構造になっている。

チューブニップルの取付け箇所にはシールテープが必要である。

(4) チューブニップル

クラウンに取り付けて電極プローブ先端部で、エア抜き用のナイロンチューブを保持するとともに、クラウン内部の注入ガスの洩れを防ぐ。

チューブニップル（1/8インチPT4-2）の内部はエア抜き用のナイロンチューブを通すために4.2mmの小孔が開いている。

(5) ノズルA

電極プローブのボーリング孔奥に近い方の端部を構成し、プロテクターとの間にパッカーゴムを固定保持する。内部にはマンドレルが挿入される。次の電極プローブと接続するためにオスネジが切っている。

マンドレルとノズルAの間にはOリングAN6227-13があり、ガス洩れを防いでいる。また、ノズルAを挟む両側にはスナップリングがはめ込んであり、パッカーが膨らむことでマンドレルがノズルAから外れるのを防いでいる。

また、ノズルAのオスネジ部にはOリングP29がはめ込んであり、ガス洩れを

防いでいる。

(6) パッカーゴム

パッカーゴムは天然ゴム（マート12）を用い、最適の硬度のものを決めるために数多く試作した。アクリルパイプの中での加圧試験によって、膨らむ状況を観測し、最終的に硬度60を採用した。

形状についても複数の試作品の比較試験によって、図面に示す最終的な形状を決定した。

パッカーゴムは機能上、電気絶縁性を有していなければならない。一般的にゴムは耐圧強度を増すためにカーボンを混入するが、カーボンを多量に含むほどゴムは導電性を有するようになる。今回用いたゴムでは常圧状態で1cmの間隔で2MΩをはるかに越える電気絶縁性を確認している。

ゴムの物性試験の結果は次のとおりである。

加硫物性（150℃×10分）

硬度	60
引張強さ	250kg/cm ²
伸び	500%

パッカーゴスをノズルA、Bおよびプロテクターに装着することは工場外では無理であるので、電極プローブは単体としての扱いをする。

(7) マンドレル

マンドレルは電極プローブの心棒であると同時にパッカーを膨らませるための高圧ガスの輸送パイプの役割も有している。

マンドレルの中央部に高圧ガスの吹き出し口を1個有したノズルがある。

またマンドレルの中には先端部のクラウンから口元まで戻るエア抜き用のナイロンチューブが通過するようになっている。

高圧ガスの吹き出し口の孔径は表4-1に示す4種類を用意し、パッカーによってガスの流入量に差が生じるように配慮した。2本連結したときの室内実験によれば同一の孔径であれば先端側のパッカーが先に膨らむ傾向が認められた。従って、高圧ガスの流入量の多い孔径の大きいプローブを先端側に連結するよ

うにすれば、パッカーはボーリング孔の奥の方から順番に膨らむことが期待できる。

表 4-1 吹き出し口の大きさと流入量の関係

吹き出し口の直径mm	流入量リッター/分	個数
0.6	20	3
0.8	40	3
1.0	60	3
1.2	88	3

空気圧 6.5 kg/cm²

マンドレルとノズル A およびノズル B との接続部については既に記述したとおりである。

(8) スナップリング

ノズル A を挟む位置のマンドレルに 2ヶ所はめ込んであり、パッカーが膨らむことでマンドレルがノズル A から外れるのを防いでいる。スナップリングの取り付けおよび取り外しには専用のスナップ付き工具が必要である。

(9) スプリング電極

パッカーの膨張および収縮に伴い、伸縮可能な電極としてスプリングをリング状に巻いたスプリング電極を作成した。

いくつか試作品を作成し、比較試験をした結果で図面に示す構造のものを採用した。線径は 0.75 mm、スプリングの巻径は 7 mm とした。材質は SUS304 である。

(10) 信号ケーブル

スプリング電極に電流を流すためとスプリング電極からの電位信号を取り出すための信号ケーブルには断面積 0.3 mm² (許容電流 1 A 程度) の平行カラーコードを用いた。各電極間隔に応じて 3 式を製作し、電極側の電線端部は直径

うにすれば、パッカーはボーリング孔の奥の方から順番に膨らむことが期待できる。

表 4 - 1 吹き出し口の大きさと流入量の関係

吹き出し口の直径mm	流入量リッター/分	個数
0. 6	2 0	3
0. 8	4 0	3
1. 0	6 0	3
1. 2	8 8	3

空気圧 6.5 kg/cm²

マンドレルとノズル A およびノズル B との接続部については既に記述したとおりである。

(8) スナップリング

ノズル A を挟む位置のマンドレルに 2 ヶ所はめ込んであり、パッカーが膨らむことでマンドレルがノズル A から外れるのを防いでいる。スナップリングの取り付けおよび取り外しには専用のスナップ付き工具が必要である。

(9) スプリング電極

パッカーの膨張および収縮に伴い、伸縮可能な電極としてスプリングをリング状に巻いたスプリング電極を作成した。

いくつか試作品を作成し、比較試験をした結果で図面に示す構造のものを採用した。線径は 0.75 mm、スプリングの巻径は 7 mm とした。材質は SUS304 である。

(1 0) 信号ケーブル

スプリング電極に電流を流すためとスプリング電極からの電位信号を取り出すための信号ケーブルには断面積 0.3 mm² (許容電流 1 A 程度) の平行カラーコードを用いた。各電極間隔に応じて 3 式を製作し、電極側の電線端部は直径

kg/cm²， 2次側ゲージは50kg/cm²としてある。

(14) 接続ボックス

電極に接続された信号線から信号を取り出すための接続ボックス。信号線の入力には27ピンのコネクタ（Cannon NK-27-32S， オス・プレート固着型）を用いた。また， 間隙水圧計も組み込んだ。

信号ケーブルの配線は次の通りである。

ピンNO.	ターミナルNO.
1	1
2	2
⋮	⋮
27.....	27

(15) 間隙水圧計

先端部からのエア抜き用に設けた4-2ナイロンチューブを用いて， 先端部における間隙水圧が計測可能なように間隙水圧計を接続ボックスに組み込んだ。

間隙水圧計は大倉電気機製で0～50kg/cm²仕様のModel PT3011A10100 である。電源はAC100ボルトおよびDC12ボルトのいずれでも用いることができる。

接続ボックスの出力コネクタからフルスケール（50kg/cm²）で5ボルトのアナログ出力を得ることが出来る。

(16) カバーゴム

信号線およびパッカーを上から覆うためにカバーゴムを作成した。カバーゴムの機能は次の3点である。

- ・ 信号線の保護
- ・ パッカーと孔壁面の圧着を滑らかにすること
- ・ スプリング電極のズレ防止

いくつかの試作品の比較試験結果から， ゴム硬度は50， ゴムの肉厚3mm， 内径49mm， 外径55mmの筒状のものを製作し， 一方に長軸方向の切れ目を入れた。

長さは電極間隔 50 cm のプローブ用には 49 cm, 電極間隔 20 cm 用には 19 cm, 電極間隔 10 cm 用には 9 cm 長とした。

ゴムの物性試験の結果は次のとおりである。

加硫物性 (150°C × 10分)

硬度	50
引張強さ	295 kg/cm ²
伸び	580%

(17) 異径カップリング

ボーリ孔が深くて、ボーリングロッドを用いないと所定の深度まで電極プローブが到達しない時のことを考えて、ノズルBとボーリングロッド(40.5 mm サイズ)間およびボーリングロッドとアダプター間の接ぎ手をそれぞれ1個づつ製作した。これらの接ぎ手を用いればボーリングロッドを間に用いて孔奥部まで電極プローブを挿入可能であるが、ロッドの接続部でのガス洩れについては保証はできない。

シリコングリースおよびシールテープによる処置で短期間であれば7 kg/cm²程度の圧力に対しては、ガス洩れを防げる可能性はあるが、基本的にはOリングを有するロッドを製作することが望ましい。

(18) 金属部の材質

ボーリング孔内での錆の発生を極力抑えるために、金属部分は1部しんちゅう製である他は基本的にはステンレス(SUS304)製とした。しんちゅう製の部分はマンドレル中のガス吹き出しノズル部、クラウン先端部のチューブニップルおよび口元装置の1部である。口元装置のクロス、ニップル、ユニオンは鍛造鋼を用いた。

4. 3 組立方法

電極プローブの単体は分解は可能であるが、パッカーゴムをノズルAおよびBに装着することが工場外では困難なので、ノズルにパッカーゴムを装着した状態で単体としての扱いをすることを基本とする。

従って、ここでは現地でボーリング孔に設置する時の組立て方について述べる。

測定に用いるボーリング孔は孔内状況が良好であることを何らかの方法で確認をしておくことは重要なことである。もし、孔内状況が悪化しているのであれば、製作した電極プローブを用いた測定は避けるべきである。

電極プローブを設置した状況を模式的に図4-1に示す。

- ① 電極プローブを連結する長さおよび測定機器の設置場所を考慮して先端部からのエア抜き用の4-2ナイロンチューブを必要な長さ分用意する。
- ② 4-2ナイロンチューブをクラウンにチューブニップルを用いて固定する。この時、クラウンの先に出るナイロンチューブの長さは適当に選べば良いが10cm程度で十分と考えられる。
- ③ 4-2ナイロンチューブを最初に挿入する電極プローブ1の中を通して、クラウンを電極プローブ1の先端部にねじ込む。ネジ部にはシリコングリースを塗着し、またガス洩れ防止のためのOリングの摩耗状態を点検する。Oリングが摩耗している場合にはすみやかに交換する。

クラウンおよびプロテクター等の金属部分はどの部分からも電流が流れ込まないようにビニールテープで十分にテーピングする。ここから電流が流れ込むとマンドレルと接続されているために電位分布が乱される可能性が生じ、測定値の信頼性が脅かされるので、極めて重要である。

- ④ 電極プローブ1にスプリング電極をはめ込んだ後、信号ケーブル端部の対応するリングをスプリング電極に噛み合わせようにして接続する。信号ケーブルはパッカーゴム表面に沿わせ、その上からカバーゴムを覆った後ビニールテープでテーピングする。

カバーゴムはスプリング電極の間に挟み込み、電極表面は覆わないように気をつける。この時、カバーゴムの切れ込みの端は2重に重ねてテーピングをしても構わない。カバーゴムは電極間隔が50cmのプローブでは49cm長のもの

を使用する。

また、電線が次の電極部を通過するときは電極の上を通るようにする（この点に関しては、環状電極の前提を満足させるためには作業性は劣るが電線をスプリング電極とゴムパッカーの間に通すべきである）。

- ⑤ 電極プローブ1をクラウンの側を先頭にして、ボーリング孔（必ず孔径 66 mm でなければならない）に挿入する。
- ⑥ 電極プローブ2に4-2ナイロンチューブを通してから電極プローブ2を電極プローブ1に接続する。接続の際にはネジ部にシリコングリースを塗着し、リングを点検することは前述したとおりである。

接続部の金属部分は外部との電氣的な絶縁性を確保するために十分なテーピングをする。

- ⑦ 必要な本数だけ電極プローブを接続しながら、ボーリング孔内に挿入する。
- ⑧ 挿入が終わったら、口元装置を電極プローブに取り付ける。この時4-2ナイロンチューブをP40リングボックスの中を通すことが多少難しいかもしれない。リングボックスはリングとバックアップリングとでナイロンチューブの周囲からのエア洩れを防いでいる。難しい場合にはリングボックスを分解し、4-2ナイロンチューブを通してから組み立てれば容易にできる。この時、部品をなくさないように注意が必要である。
- ⑨ チューブニップルを用いて、6-4ナイロンチューブ（外形6mm、内径4mm）を口元装置に接続する。

この6-4ナイロンチューブは高圧ガスの注入用である。6-4ナイロンチューブは必要な長さを用意しておき、口元装置から高圧150kg/cm²窒素ポンペに接続されたレギュレーターに接続する。

- ⑩ スプリング電極からの信号用電線は電極接続ボックスに接続する。

電極接続ボックスにはエア抜き用の4-2ナイロンチューブを用いて電極プローブ先端部から先のボーリング孔内の間隙水圧が計測出来るように間隙水圧計を装着してある。

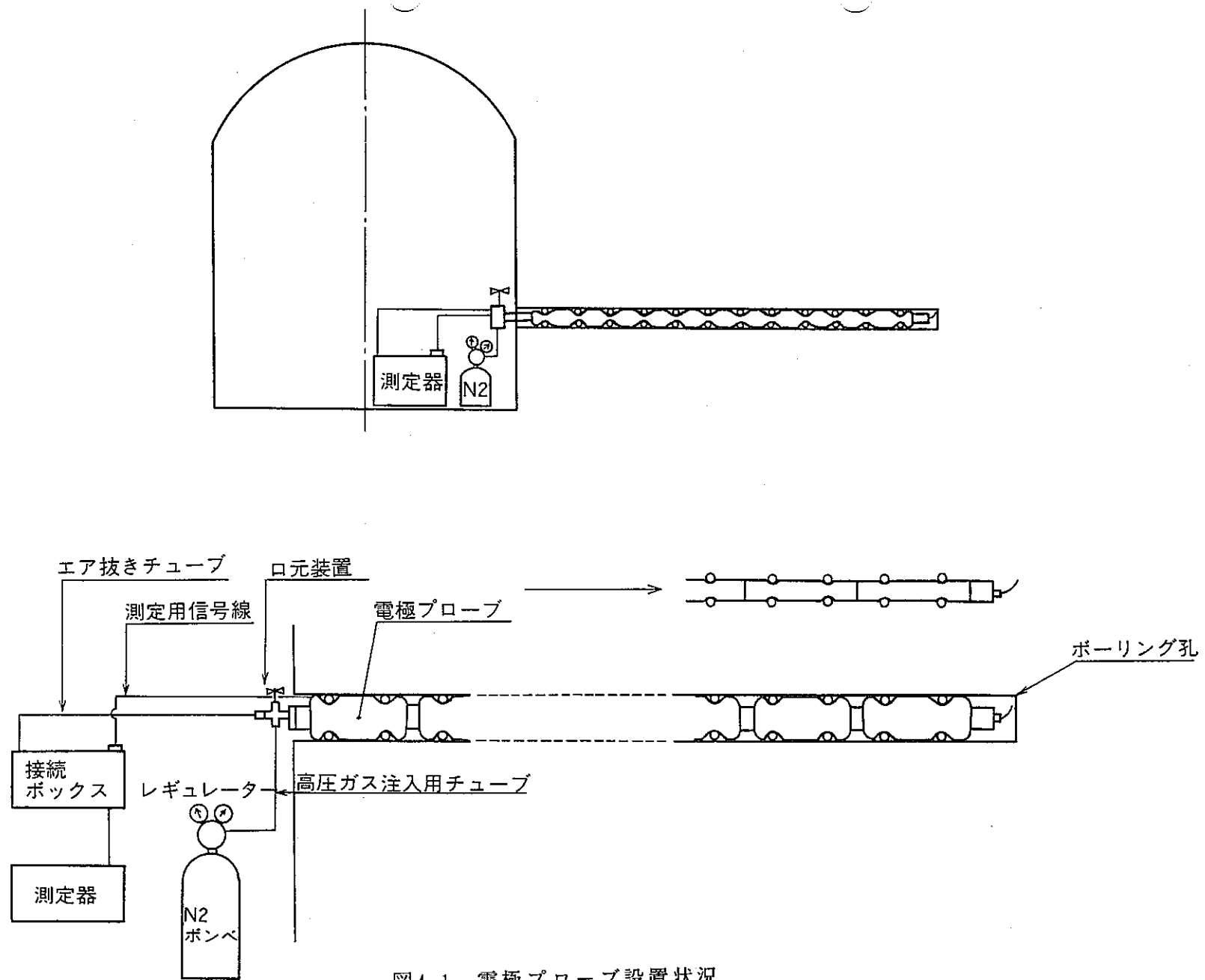


図4-1 電極プローブ設置状況

4. 4 操作方法

- ① 電極プローブの設置が終了したことを確認する。
ネジ部の締め忘れがないか確認する。
- ② レギュレーターのメインバルブを戻して、1次側と2次側を切り放しておく。
エア抜き用のバルブを閉めておく。

- ③ 高圧窒素ガスボンベの口元ネジを開放する。

- ④ レギュレーターのメインバルブをゆっくりと右に回して2次側の圧力を高める。一度にパッカーに送るガス圧は 3 kg/cm^2 程度ずつ上昇させ急激にパッカーを膨らまさないように注意する。ガス圧は段階的に高めていき時間をかけて所定のガス圧に到達するようにする。

この時にボーリング孔内の残留空気圧あるいは水圧が高まって、電極プローブがボーリング孔から押し戻される可能性があるので注意が必要である。またゴムパッカーの破裂によっても飛び出しの危険性があるので十分な注意が必要である。

所定のガス圧（設計耐圧は 15 kg/cm^2 ）に達したらレギュレーターのメインバルブを戻し、1次側と2次側を切り離しておく。

- ⑤ 信号線のコネクタを電極接続ボックスに接続する。スプリング電極が岩盤に接地したかどうかは、各電極に接続されている電極接続ボックス上のターミナル同士の接地抵抗を計測することで確認ができる。

- ⑥ 電極接続ボックスのターミナルを用いて必要な測定を実施する。

ターミナル番号は電極プローブの先端部から数えた時の電極番号に対応している。

- ⑦ 電極プローブから先のボーリング孔内の間隙水圧を測定するためには、エア抜き用の4-2ナイロンチューブを間隙水圧計に接続する。

間隙水圧計を用いるときには接続ボックスに電源が必要である。電源はAC 100ボルトまたはDC 12ボルトのいずれでも用いることが可能である。また、アナログの出力信号が取り出せるのでペン出力（フルスケール5ボルト）もできる。

- ⑧ 測定が終了したらエア抜き用のバルブをすこしづつ開放し、ガス圧を下げてパッカーを縮小させる。この時もゆっくりとガス圧を下げるように注意する。

- ⑨ 電極プローブをボーリング孔内から回収する時には、組立方法と逆の順番をたどって回収をすれば良い。

4.2.5 注意事項

以下の点に十分に気をつける。

① 高圧ガスの取扱い

高圧ガスを用いるので、取扱いを間違えるとプローブの破裂等の危険がある。

電極プローブはボーリング孔内または十分な強度を有するパイプ（孔径 66 mm）内以外では高圧ガスを送り込んで서는ならない。

設計耐圧は 15kg/cm^2 である。

② 金属部分の電気絶縁性

ノズル A、B およびプロテクターはマンドレルと電氣的に導通されているので、金属部分とボーリング孔壁との電気絶縁性には細心の注意を払う必要がある。

③ 電極プローブ間等のネジ込み接続

エア洩れがあるとせっかく電極プローブを連結して設置してもやり直しになり、設置作業が無駄になるので Oリングの摩耗の見過ごしやネジ部の締め忘れなどのないよう注意が必要である。

④ 電極プローブの飛び出しなど

パッカーの膨張に伴い、ボーリング孔内の残留空気圧あるいは水圧が高まると、電極プローブがボーリング孔から押し戻される可能性があるので注意が必要である。またゴムパッカーの破裂によっても飛び出しの危険性があるので十分な注意が必要である。危険防止のため電極プローブを設置したボーリング孔の前には立たないことが肝心である。

⑤ 適用ボーリング孔径

適用ボーリング孔径は 66 mm であるので、孔径の異なるボーリング孔で用いてはならない。

また、電極プローブを挿入するボーリング孔はジャミング等の事故を防ぐために内部の状況が良好であることを確認しておく必要がある。

5. 性能試験の実施

5. 1 室内性能試験

(1) アクリルパイプの中での長期加圧試験

先端の閉じた透明なアクリルパイプに電極間隔0.5mの電極プローブを2連にして挿入し、長期加圧試験を実施した。

アクリルパイプは長さ2.52m、内径66mm、厚さ12mm、公称耐圧強度 60 kg/cm²のものを用いた。

平成6年1月22日から2月8日までの18日間、16kg/cm²の加圧状態においたがエア洩れ等の問題点は全く認められなかった。

(2) 水圧ポンプを用いた試験

上と同じアクリルパイプを用いて次の試験を実施した。

- ・ アクリルパイプ中に電極プローブを2連にして挿入し、16kg/cm²のガス圧でパッカーを拡張した。当然電極プローブはアクリルパイプの内部で一杯に拡張している。
- ・ エア抜き用のチューブに水圧ポンプ（公称耐圧50kg/cm²）を接続し、アクリルパイプの先端部に水を圧入した。
- ・ 圧入圧を徐々に高めて、パッカーとアクリルパイプとの間から水が洩れ出す圧力を確認した。

11.5kg/cm²の水圧で圧入水はアクリルパイプとパッカーの間を通り抜けることを確認した。

- ・ この試験は2月24日、動力炉・核燃料開発事業団中部事業所東濃鉦山内 NATM 坑道において実施した。

(3) アクリルパイプの中での絶縁抵抗の測定

非導電性のアクリルパイプ中でパッカーを拡張した状態で各電極間の絶縁抵抗を測定した。用いたテスターの最大目盛りは2MΩである。

測定結果は次のとおりであった。

- ① 15kg/cm²のガス圧およびパイプ中に水のない乾燥状態ではメーターの振れは全く認められなかった。従って絶縁抵抗は2MΩよりはるかに大きい。

② 15 kg/cm^2 のガス圧およびパイプ中に水のある状態ではメーターのわずかな振れが確認できたが、絶縁抵抗は $2 \text{ M}\Omega$ よりはるかに大きかった。

③ 5 kg/cm^2 のガス圧およびパイプ中に水のある状態では各電極間の絶縁抵抗は概ね $2 \text{ M}\Omega$ であった。

5. 2 原位置性能試験

2月24日および25日、東濃鉾山内NATM坑道および沈澱池において以下に述べる原位置性能試験を実施した。

(1) 水圧ポンプを用いた試験

孔径66mm、掘進長12mの水平ボーリング孔(MC-1孔)を用いて次の試験を実施した。

- ・ ボーリング孔中の最奥部まで水道ホースを挿入しておき、同時に電極間隔0.1m長の電極プローブ(長さ約2m)を口元付近に挿入した。
- ・ 水道ホースを用いてボーリング孔内を満水状態にしておいて、16kg/cm²のガス圧でパッカーを拡張した。
- ・ エア抜き用のチューブ内を排気した後、水圧ポンプ(公称耐圧50kg/cm²)と接続し、ボーリング孔内に水を圧入した。
- ・ 定常状態に達したと判断した後、エア抜きチューブを接続ボックス付属の間隙水圧計に接続して、電極プローブより奥部に封入したボーリング孔内水の圧力を確認した。

この時の間隙水圧計は0.12~0.10kg/cm²を表示し、近くのボーリング孔を用いた間隙水圧の測定結果と整合的な値を示した。

(2) 電極間の絶縁抵抗の測定

電極間隔0.1m長の電極プローブをプラスチックケースの上において、常圧での電極間の絶縁抵抗をテスターを用いて測定した。いずれの電極間でも用いたテスターで計測可能な2MΩよりはるかに大きい絶縁抵抗を示した。

(3) 地山における接地抵抗の測定

MC-1孔内において、電極間隔0.1m長の電極プローブをパッカー圧力12kg/cm²で地山に圧着した状態で電極間の抵抗を測定した。この抵抗値はそれぞれの電極の接地抵抗の和に等しいと考えて良いが、概ね1~2kΩの値を示した。

なおパッカーに圧力をかけない状態での接地抵抗は10kΩ程度であった。

地山の地質は新第三系の砂岩泥岩の互層であり、ほぼ妥当な値と言って良い。

(4) 沈澱池に於ける水の比抵抗の測定

東濃鉱山内の沈澱池の水比抵抗を、電極間隔0.1m長の電極プローブを水面付近においた状態でウェンナー法を用いて測定した。

測定結果は表5-1の通りである。

表5-1 沈澱池の水の比抵抗の測定

電極間隔 (m)	抵抗 R (Ω)	比抵抗 $2\pi a R$ ($\Omega \cdot m$)
0.1	56.80	35.67
0.2	35.78	44.94
0.3	25.75	48.51
0.4	19.60	49.24

用いた電流量は10mAである。

なお、電気伝導度計（東亜電波(株)製、MODEL CM-1K）を用いて測定した水の比抵抗は55 $\Omega \cdot m$ であった。

(5) 地山の比抵抗の測定

MC-1孔内において、電極間隔0.1m長の電極プローブをパッカー圧力15kg/cm²で地山に圧着した状態で地山の抵抗をウェンナー法を用いて測定した。

電極は全部で16極あり、坑道壁面からの深度位置は表5-1に示す通りである。

表5-2 電極の坑道壁面からの深度

電極番号	坑道壁面からの深度 (m)
1	1.765
2	1.665
⋮	⋮
⋮	⋮
⋮	⋮
16	0.265

測定結果を表5-3に示す。

製作した電極プローブを用いて地山の比抵抗が計測できることを確認した。

表5-3 地山の比抵抗測定結果

電極番号				電流量 (mA)	抵抗 R (Ω)	比抵抗 (Ω・m) $4\pi a R$
C1	P1	P2	C2			
1	2	3	4	100	2.809	3.53
2	3	4	5	100	2.762	3.47
3	4	5	6	100	2.679	3.37
4	5	6	7	100	2.644	3.32
5	6	7	8	100	2.575	3.24
6	7	8	9	100	2.642	3.32
7	8	9	10	100	2.630	3.30
8	9	10	11	100	2.685	3.37
9	10	11	12	100	2.680	3.37
10	11	12	13	100	2.697	3.39
11	12	13	14	100	2.801	3.52
12	13	14	15	100	2.713	3.41
13	14	15	16	100	2.566	3.22
1	6	11	16	100	0.827	5.20
1	2			5	3.377	4.24
1	16			5	0.488	9.20
16	15			10	3.601	4.53

ここで示した比抵抗は真の比抵抗ではないことに注意する必要がある。電極の形状補正、坑道壁の測定値に与える影響補正等の補正計算が必要であることを指摘しておく。

また、今回製作した電極プローブを用いて地山の比抵抗値を計測する場合には、地山に応力を付加しながら測定をすることになるので、応力による比抵抗の変化が有り得ることも考慮しておかなければならない。

未公開資料であるが堆積軟岩において、応力の増加に伴って比抵抗が減少する傾向が認められた報告がある。

6. 記録写真

電極プローブ

クラウンおよび口元装置

レギュレーターおよび予備部品

電極接続ボックスおよび間隙水圧計

信号ケーブル

室内性能試験の状況

室内性能試験 窒素ガス圧力 16kg/cm^2

室内性能試験 水圧ポンプゲージ圧力 11.5kg/cm^2

原位置性能試験 0.1m間隔電極プローブ

原位置性能試験 ボーリング孔口元部の状況

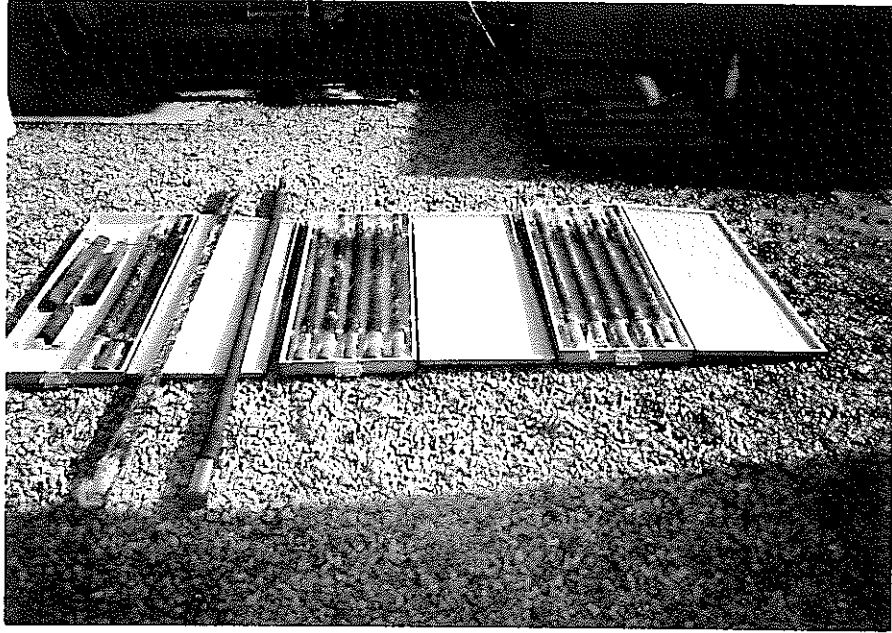


図6-1 電極プローブ

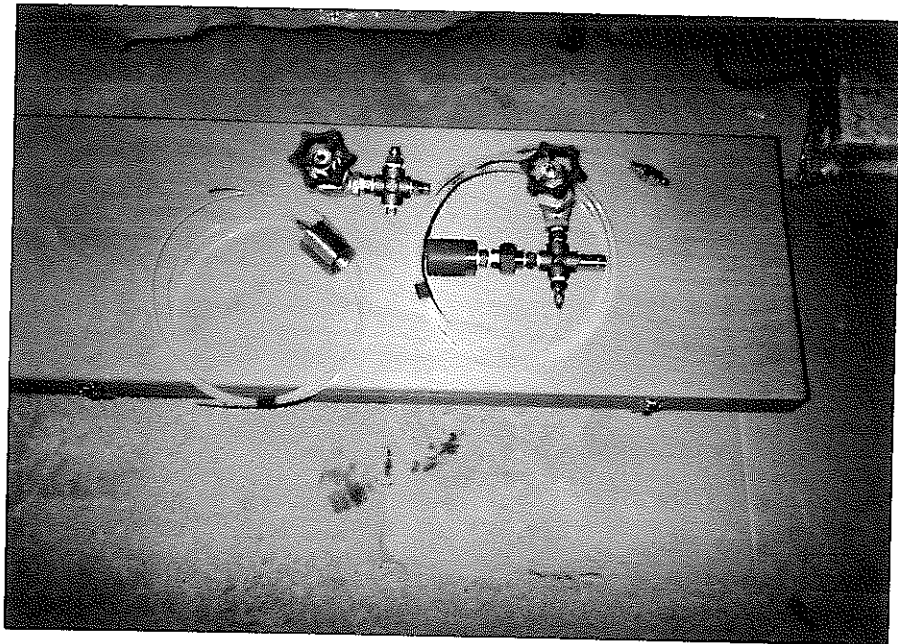


図6-2 クラウンおよび口元装置



図6-3 レギュレーターおよび予備部品



図6-4 電極接続ボックスおよび間隙水圧計

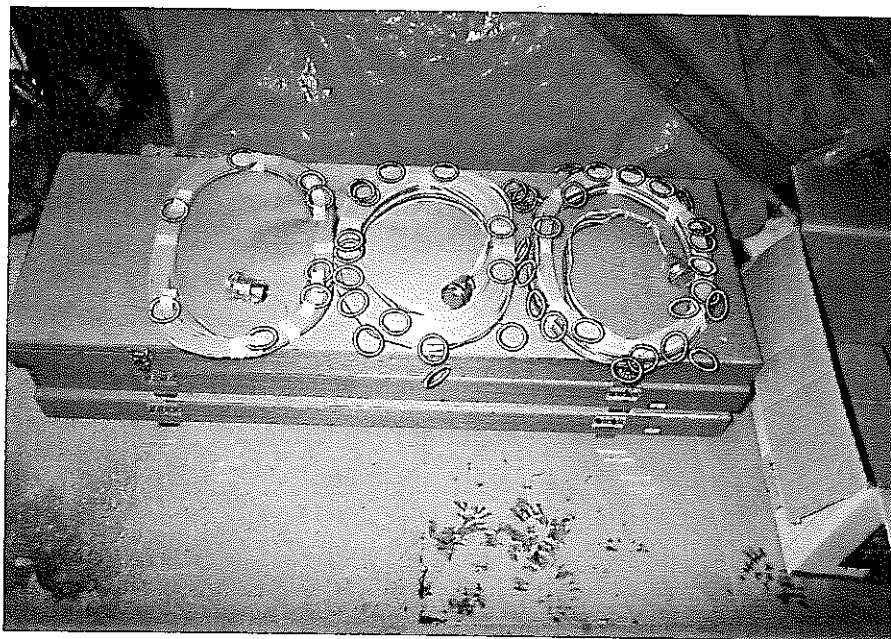


図6-5 信号ケーブル

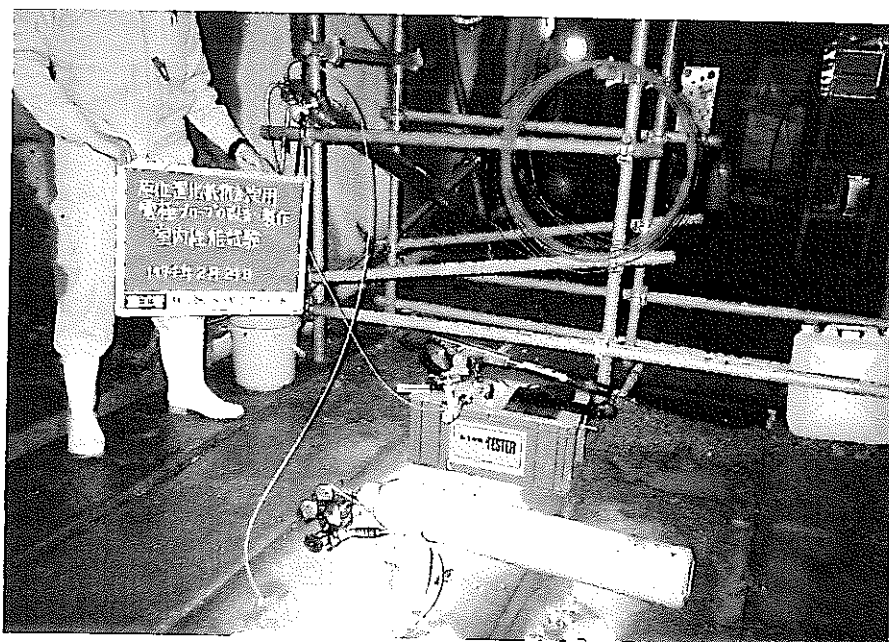


図6-6 室内性能試験の状況

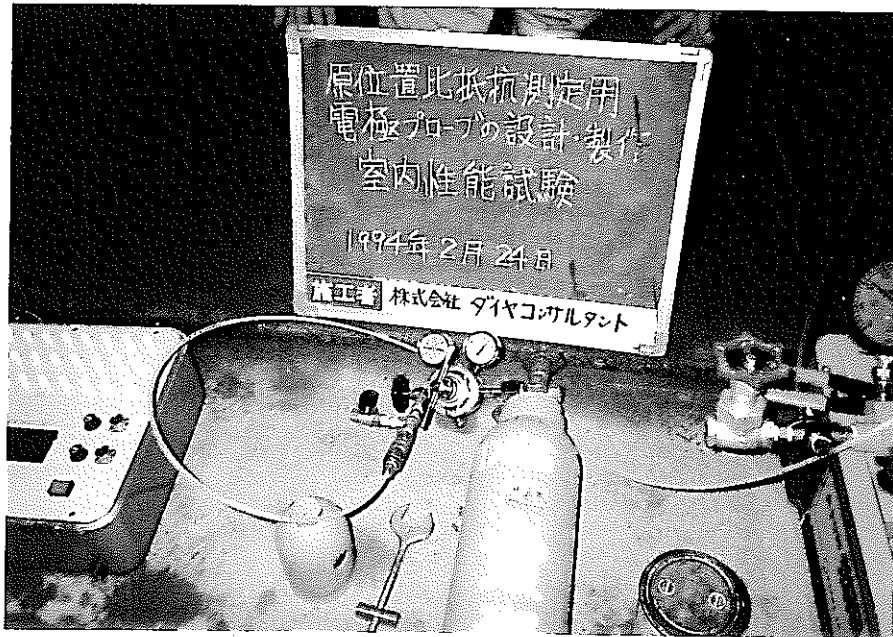


図6-7 室内性能試験 窒素ガス圧力16kg/cm²

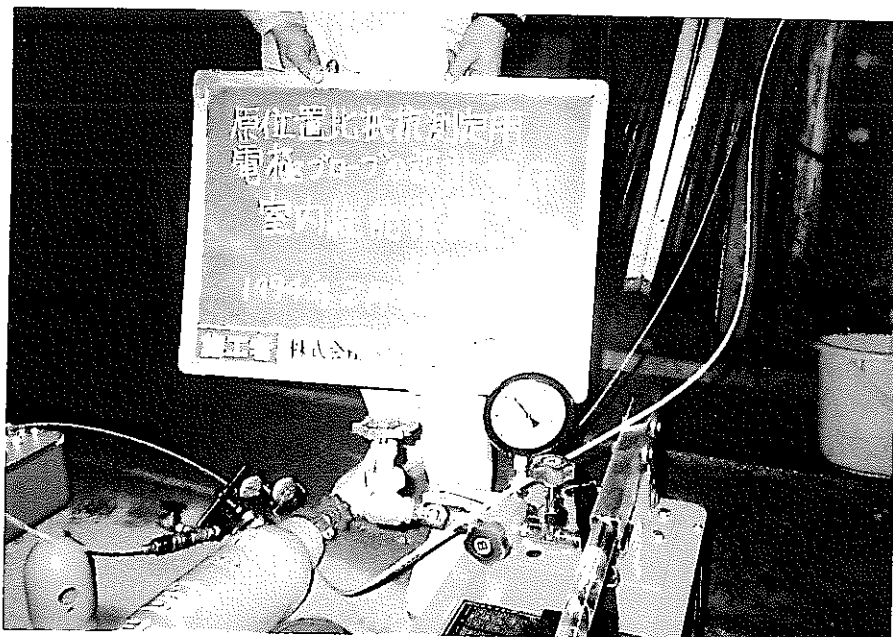


図6-8 室内性能試験 水圧ポンプゲージ圧力11.5kg/cm²

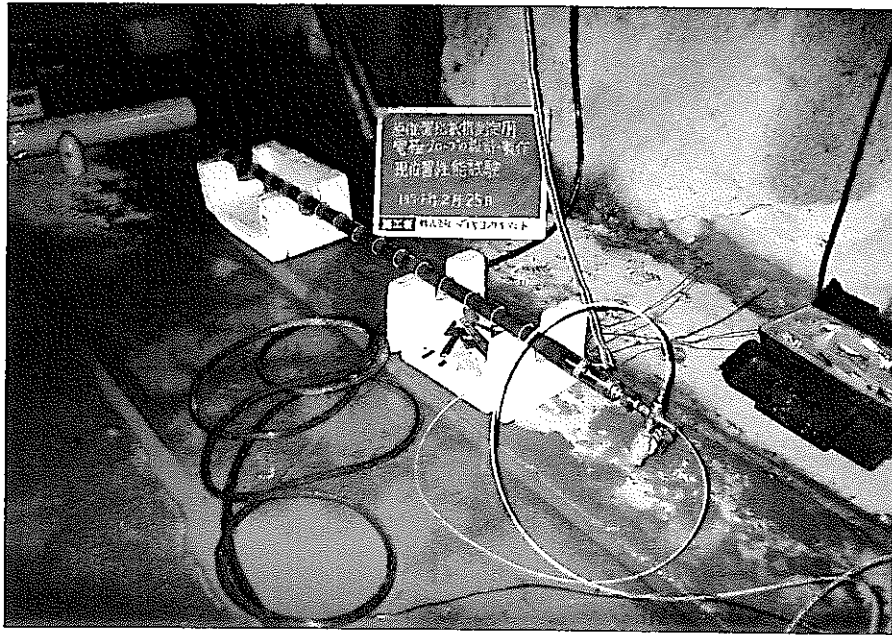


図6-9 原位置性能試験 0.1m間隔電極プローブ

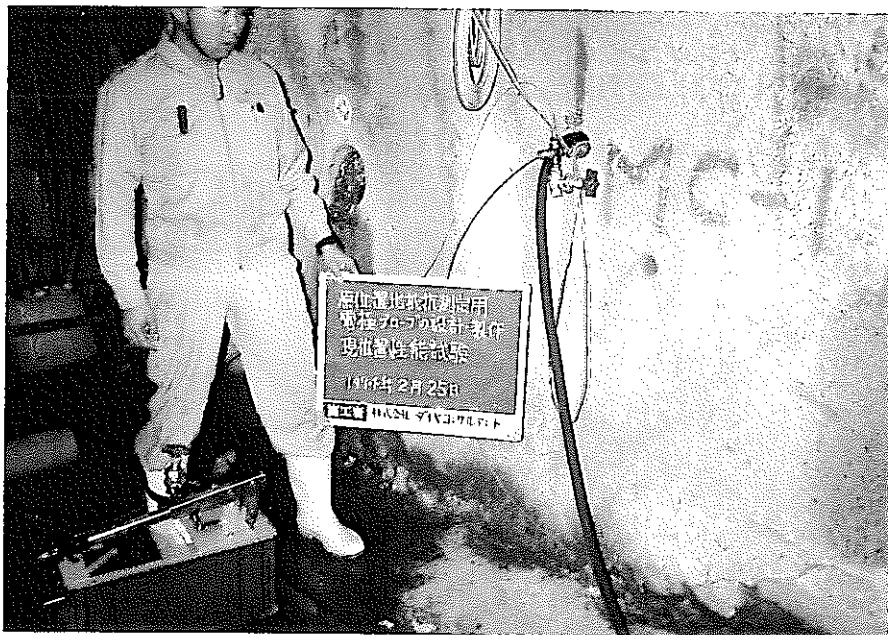
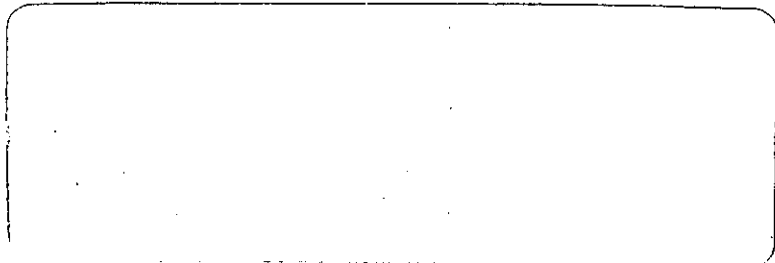


図6-10 原位置性能試験 ボーリング孔口元部の状況

7. 取扱説明書

- ・電子式圧力伝送器, 大倉電気株式会社
- ・圧力調整器, YUTAKA ENGINEERING CO.,



取扱説明書

Ohkura 大倉電気株式会社

2. 概 要

PT3000型電子式圧力伝送器は、感圧素子にシリコンストレインゲージを使用した、高精度・高信頼の圧力伝送器でフルスケール $0.1\text{ kgf/cm}^2\sim 500\text{ kgf/cm}^2\text{ G}$ までの高範囲の測定が可能です。また空電変換器として $0.2\sim 1\text{ kgf/cm}^2\text{ G}$ のレンジも用意してあります。

2-1 特 長

1. 分解能が高く、ヒステリシス、不感帯のない極めて信頼性の高い製品です。
2. 可動部がないので耐衝撃性、耐振性が非常に優れています。
3. 取付け位置、姿勢に制限がなく取り扱いが簡単です。
4. 伝送方式に2線式と3線式を採用しており広い用途に適合します。
5. 小形軽量でかつアンプを内蔵し耐雑音性を向上しています。

3. 仕様

測定レンジ：0~500kgf/cm²G迄 裏の表を参照下さい。

許容過大圧力：最大スパンの200%

(但し0~500kgf/cm²Gの時は150%)

電気特性：

	2線式	3線式
電源	DC24V±2V	DC12V~24V
出力	4~20mA DC	0~5mA DC
負荷抵抗	500Ω MAX	2KΩ MAX at 24V
消費電力	約0.5W	約0.5W

精度：±0.25% F.S (直線性, ヒステリシス, 再現性含む)

直線性 ±0.2% F.S

ヒステリシス 0.05% F.S

使用温度範囲：-30~80℃

温度特性：零点変化, ±0.015% F.S/℃以下
(-10~50℃)

(但し 0~0.2kgf/cm²レンジは±0.03%FS/℃以下
0~0.1kgf/cm²レンジは±0.06%FS/℃以下)

スパン変化, ±0.02% F.S/℃以下

湿度範囲：0~100%RH

応答性：1mS以下

振動影響：5~500Hz 10Gにて指示に影響なし

プロセス接続：PF¼ (標準)

材質：接液部 シールダイヤフラム SUS316L
シールリング SUS316L
Oリング フッ素ゴム
受圧ヘッド SUS304
ケース SUS304

ケース構造：防滴構造

重量：150g

4-2
外部接続例

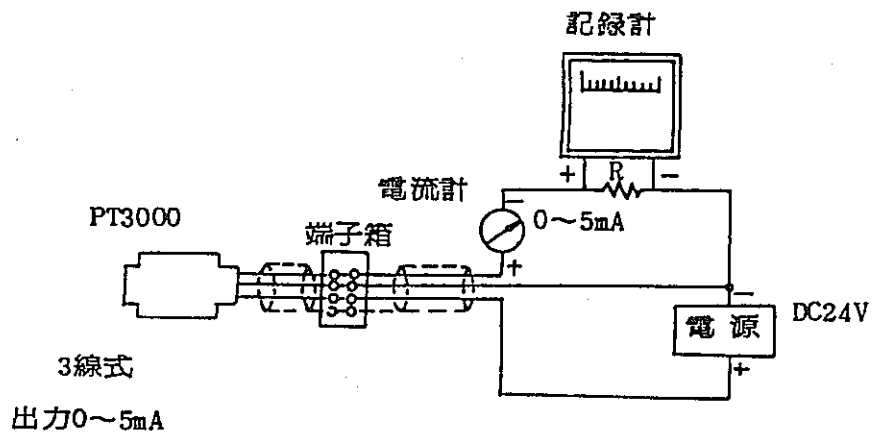
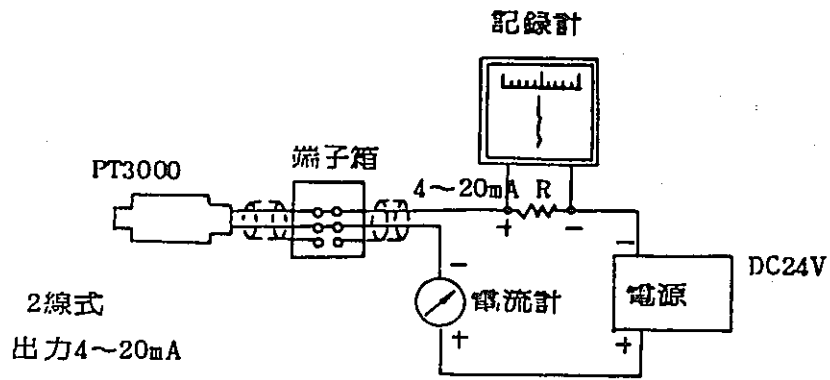


図 - 2

版	1
年月日	1991.12.9
設計	相良
承認	相良
変更	
事項	
II	III

HXP PT3000
6頁 / 9頁

5. 調 整

調整は、ガイドキャップをはずしコネクタガイドをケースより引き抜いて行ないません。(図2) コネクタガイドのコネクタは、内部のアンブとリード線で接続されていますので、強く引かないようご注意ください。

コネクタガイドをケースより引き抜くと内部にボリュームが2個あります。(図2) ケースに貼り付けられている銘板の指定によりZERO調ボリューム, SPAN調ボリュームとなっています。(図2)

(ZERO調)

本伝送器のZERO出力調整は、無加圧開放で4mADC(2線式)または、0mADC(3線式)に調整してあります。なお、ZERO調ボリュームは、上面図(図2)に於て時計方向に回した場合に増加します。

(SPAN調)

SPAN調は、精密に調整をしておりますので標準圧力基準器がない場合は、一切操作をしないで下さい。

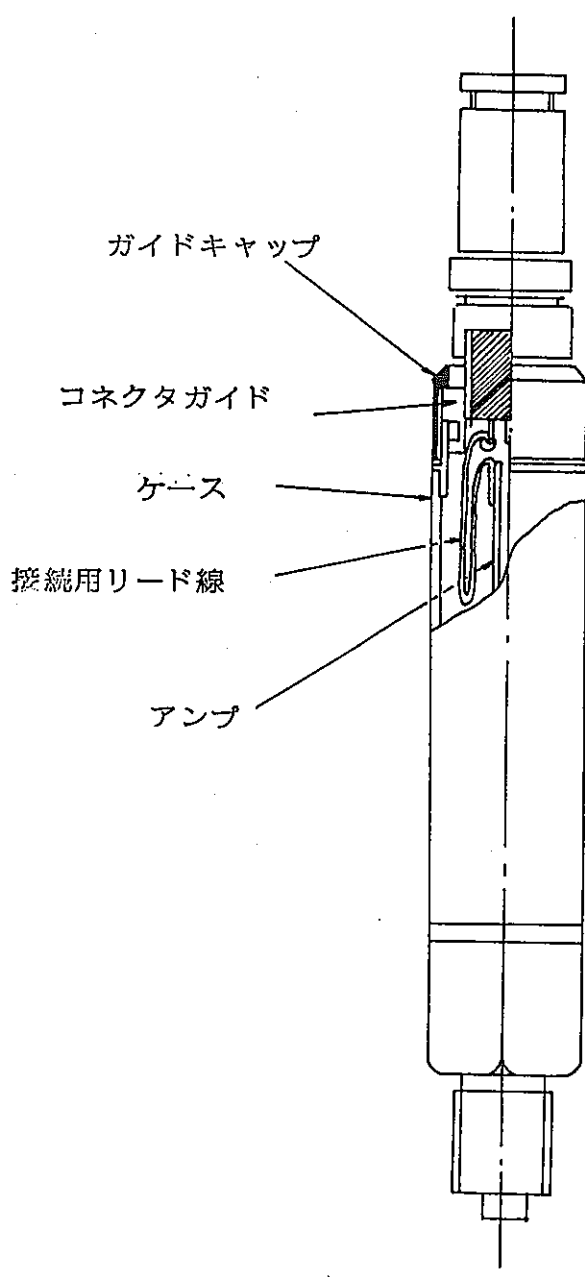
標準圧力基準器を用いてSPAN調をする場合の要領は次の通りです。なお、ZERO調ボリュームを操作しますと、SPAN点出力値もZERO出力値の増減と同量の変化をします。これによりZEROからSPANまでの出力変化幅を変えることなく全体がシフトします。

また、SPAN調ボリュームを操作しますと、それにつれてZERO点出力値も増減しますが、この場合のZERO点出力値への干渉量はSPAN調ボリューム操作量の約1/5です。以上の性質を充分ご理解頂いたうえで、下記の手順に従って確実な調整をお願い致します。

- (1) 無加圧開放状態(連成計を除く)でZERO調整ボリュームを操作して出力電流値を4mADC(2線式), 0mADC(3線式)に調整します。
- (2) 規定圧力値(SPAN値)を印加してSPAN調整ボリュームを操作して出力電流値を20mADC(2線式), 5mADC(3線式)に調整します。
- (3) 上記(1), (2)の操作を交互に数回繰り返してSPAN調整を完了します。

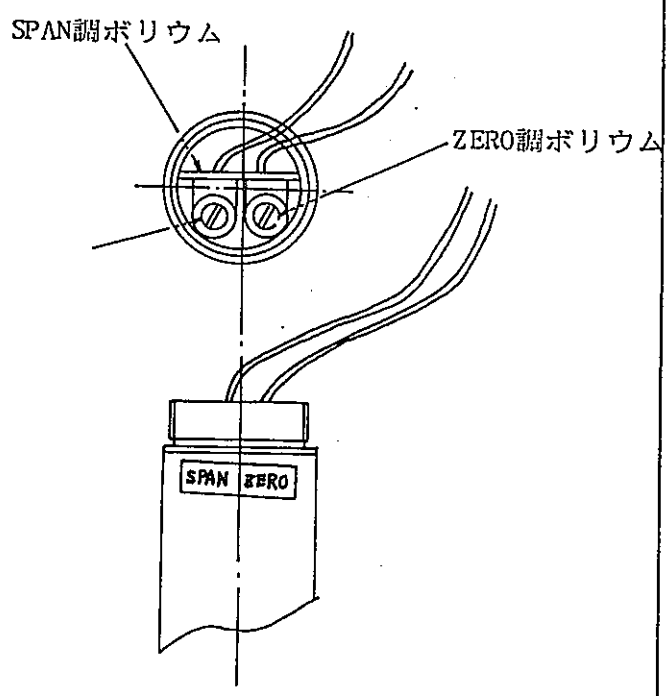
なお、(1)のZERO点調整で3線式の場合、ZERO調整ボリュームを操作しても構造上0mADC以下(マイナス)の出力は出ませんのでご注意ください。

IV 186.12.12.14 相長 1377 262-1
II III
項 事 更 変 承 認 設 計 年 月 日 版 I
HXPPT3000 7 頁 9



☒ - 3

上面



側面

☒ - 4

TAG No.
 MODEL PT3011A 10100
 NO. 1TB459202
 RANGE 0 ~ 50 kgf/cm²
 DATE 12, 1991

この計器についての御問合せは計器内部（又はケース表面）にある銘板に記された計器形式・製造番号・製造年月日を御知らせ下さい。

Ohkura 大倉電気株式会社

本社 〒166 東京都杉並区成田西3-20-8 TEL (03) 3398-5111(代)
 営業本部 第一営業部 第二営業部 第三営業部
 (03)3398-1911 (03)3398-1921 (03)3398-1931

大阪支店	〒532	大阪市淀川区西中島3-9-13	大北ビル9F	TEL (06) 303-3681(代)
名古屋営業所	〒460	名古屋市中区葵1-27-31	古庄ビル	TEL (052) 935-5837(代)
九州営業所	〒812	福岡市博多区博多駅前2-11-16	第二大西ビル2F	TEL (092) 413-1101(代)
広島営業所	〒730	広島市中区大手町4-6-16	山陽ビル8F	TEL (0822) 43-6383(代)
千葉営業所	〒280	千葉市白旗1-1-3		TEL (0472) 63-5551(代)
水戸営業所	〒310	水戸市千波町728-1	レイクサイドビル	TEL (0292)41-7717~8
東北営業所	〒980	宮城県仙台市青葉区1番町1丁目1番8号		TEL (022) 266-5102
北海道事業所・営業所	〒061-14	北海道恵庭市戸磯345-14		TEL (0123) 32-1676(代)
坂戸工場	〒350-02	埼玉県坂戸市千代田2-6-72		TEL (0492) 83-2255(代)
秩父工場	〒369-14	埼玉県秩父郡皆野町2076番地		TEL (0494) 62-1301(代)
美里工場	〒367-02	埼玉県児玉郡美里町大字猪又1028-2		TEL (0495) 76-2811

圧力調整器

お取扱の葉

OI-7392

このたびはCrown圧力調整器をお買い上げいただきありがとうございます。

本器のご使用にあたっては、この説明書をよくお読みいただき、正しい取扱い方法のもとに本器の機能を十分に生かしてご使用くださいますよう、お願い申し上げます。

1. 一般的な知識

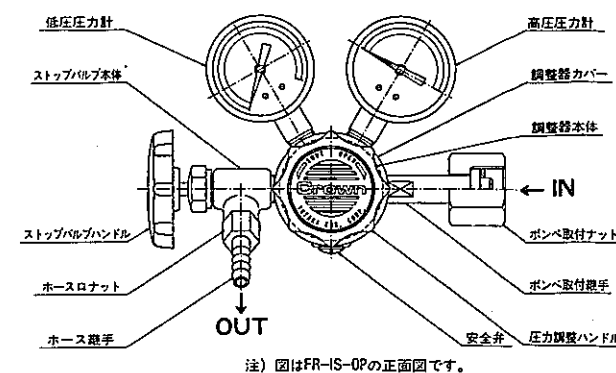
- (1) 本器は高圧ガスを低圧に減圧調整して、定圧力、定流量のガスを放出する圧力調整器です。
- (2) 圧力調整器には、油、水や塵埃等が大敵です。これらのものが内部に入りますと、腐蝕したり、リークすることがありますので注意が必要です。
- (3) 異種ガスの共通使用は避けること。ガスによっては混合すると燃発したり、特殊なガスに変化したりする場合がありますので、共通使用はしないでください。
- (4) 使用ガスと本器の材質の適合性について確認してください。

USER'S MANUAL FOR Crown GAS REGULATOR

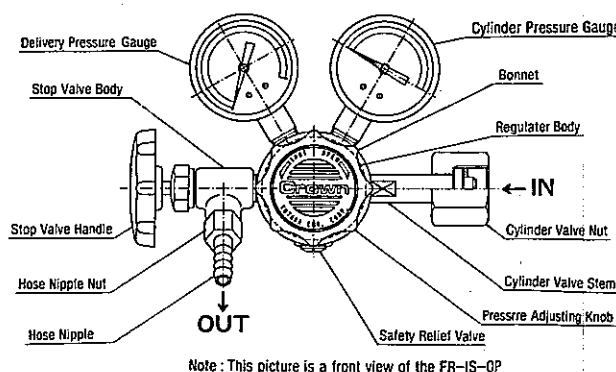
Thank you very much for purchasing Crown Gas Regulator. Before using the unit, read this manual thoroughly and master correct and safety operation procedures. No responsibility will be taken by us, if a trouble happens with the unit, by improper handling other than the stated hereunder.

[1] GENERAL INFORMATION

- (1) The unit is designed to regulate high pressure gas and deliver it at fixed pressure and flowrate, to suit your application.
- (2) The unit is not compatible with dust, oil and water, etc. Be careful not to let in these substances inside, which may cause leakage or corrosion.
- (3) Avoid to use one regulator for two gases, even alternatively. Because two gases, if blended, may cause explosion or chemical reaction.



注) 図はFR-IS-OPの正面図です。



Note: This picture is a front view of the FR-IS-OP

ないように保管してください。

- (6) 危険防止のため調整器の漏洩検査は定期的を実施し、特にHC₁、C₂等の強腐蝕性ガスに使用する場合は、一定期間毎に分解点検し、圧力計、ダイヤフラム等の重点部品は、交換するようにしてください。

5. 異常の場合

(1) 出流れ

容器や配管に取付け、加圧中においてガスを止めたとき、低圧側の圧力計の指示が圧力調整ハンドルを動かさないのに自然上昇する現象を出流れといいます。これは減圧部の弁シート（ケレップ）が傷んだり、ゴミを噛んでリークを起しているためです。このままにしておくと圧力が異常上昇して非常に危険です。分解修理の必要があります。修理は、安易に自分で行わず、販売店、又は専門の修理工場に依頼してください。

(2) 安全弁の作動

安全弁は、異常圧力により、機器が破損することを防ぐ大事な装置です。安全弁が作動する場合には次のような原因が考えられますので、安全弁が作動した場合は必ず(1)と同様の処置を行って下さい。

[5] INSTANCES OF TROUBLE

(1) Out-Flow

When the stopvalve is closed and the pressure handle is not operated, if the hand of outlet pressure gauge rises gradually, it is regarded as "Out-Flow", which is caused by damaged valve sheet or dust entered inside. In such case, send the unit to us or our dealers for repair.

(2) Actuation of Safety Valve.

A safety valve is designed to let out abnormally high pressure gas from chamber, to protect the body from breakage.

If the safety valve actuated, send the unit to us or our dealers for repair, same as (1).

The safety valve actuates in the following instances.

- (a) Pressure rise by "out-flow"
- (b) When the pressure adjusting handle is turned too far.
- (c) When the safety valve sheet is damaged.

(3) Clogging of Filter and Shortage of Gas Volume

If the filter fitted at the inlet is clogged by foreign substances or if gas flow is not sufficient, clean up the filter yourselves, or send the unit to us or our dealers, to replace the filter.

- 6 -

(イ) 出流れによる故障

(ロ) 圧力調整ハンドルの押し込み過ぎ

(ハ) 安全弁シートの傷み（形式選定の誤りによるシート材質の不適）

(3) フィルターの目詰まり、流量不足

入口にはフィルターが組込まれています。

フィルターの目詰まり、又は調整器のガス放出能力不足の場合、フィルターをチェックし、ゴミを取除くか、継手を交換のため修理を要請してください。能力不足の場合は、大形の器種に交換してください。

(4) ガス洩れチェックは、石鹼水又は、洩れ検知液で実施してください。

洩れている場合は、増締めで直る場合もありますが、部品消耗、傷みによる場合には、純正部品を使用して修理するため、サービス工場に修理を依頼してください。

(4) Soap Water and Leak Detecting Liquid.

Check gas leakage of the unit periodically, with the above liquids. If any leakage found, send the unit to us or our dealers for repair.

** Copying this manual is strictly prohibited. **

YUTAKA ENGINEERING CORPORATION

17-5 Kugahara 5-Chome, Ohta-Ku, Tokyo 146, Japan
Tel: 81-3-3753-1651 Fax: 81-3-3751-5177

93.12.10.000A

- 7 -

- 8 -

- 1 -

腐蝕性ガスには、ステンレスやアルミ製の調整器をご使用ください。

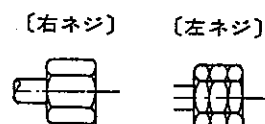
適合性は **Crown** 総合カタログで調べるか、又は弊社にお問い合わせください。

- (5) 圧力調整器内には、高圧ガスが入ります。耐圧力が十分な機種を使用し、定期的に点検して、正常な状態でご使用ください。

又、万一故障の際は、安易に自分で分解修理せず、販売店、専門の修理工場、又は弊社に依頼してください。

2. ご使用準備

- (1) 圧力調整器と容器バルブの接続は、ガスの種類によって形状・サイズが異なります。ガスの種類に適した入口側継手を確認してください。ボンベ取付ナットは、N₂、Ar、O₂等は右ネジですが、H₂等の可燃性ガスのネジは左ネジとなっており、ナットに識別溝が付いております。



- (2) 圧力調整器内にゴミが入りますと故障の原因（ガス洩れ、ガス通路の閉塞など）になります。ガス容器

に取付けのときは、ボンベの口金部分の清掃を完全に行ってください。又、新設配管に取付けの際は、油、ゴミ、水、洗浄液等を除いてから取付けてください。

- (3) 圧力調整器に出入口の継手等をネジ込む場合は調整器カバー（ボンネット）を固定せず、本体を固定してください。
調整器カバーが緩み、ガス洩れすることがありますので注意してください。
- (4) パッキンを使用する出入口の継手の場合、取付前にパッキンが挿入されていることを確認してください。挿入されていないか、傷んでいるときは、予備パッキンを入れてください。
- (5) 圧力調整器のボンベ等への取付けは、サイズの合ったスパナを使用し、確実に締付けてください。又、取付後は洩れチェックを実施してください。
- (6) 毒性ガスや可燃性ガス用の圧力調整器の場合、安全弁の吹出しに注意し、必要に応じて危険のない場所へ排出する措置を講じてください。

3. 操 作

- (1) 圧力調整ハンドル付器種の場合、ガスを入れる前にこのハンドルを閉又はSHUTの方向（時計の針の逆転方向）に回して緩めてください。

When connecting the unit to cylinder or pipeline, clean up the connecting parts completely, in particular, connecting to newly built pipeline.

- (3) When thrusting the connection into the unit, hold the body firmly, instead of the regulator cover.
- (4) When connecting the unit to cylinder or pipeline, make sure a packing is inserted in the inlet fixing nut. If it is gone, use spare one.
- (5) Install the unit firmly to the connection of cylinder, with correct spanner. Check gas leakage, simultaneously.
- (6) In case of poisonous gas or flammable gas, pay attention not to emit it in hazardous place, watching gas leakage at the safety valves, naturally.

[3] OPERATION

- (1) In case of the unit with pressure handle fitted, before letting in gas, turn the handle in "SHUT" direction, and close the stopvalve at outlet.

又、出口側のバルブを閉じてガスの流れを止めてください。

注) 器内にガスが入っていないときや取り外したとき、圧力調整ハンドルを開又はOPENの方向（時計の針の回転方向）に無理に押し込まないでください。

- (2) 容器バルブ、又は入口側のバルブを初めゆっくり少し開き、ガスが器内に完全に入ったら、バルブを大きく開く。
バルブ開閉の際には作業者は圧力計の真正面を避けた位置で行ってください。
- (3) 高圧側圧力計付の器種の場合は、入口側の圧力が指示されます。
これを見て、入口圧力を確認してください。
- (4) 出口圧力可変式器種の場合、正面の圧力調整ハンドル、又はネジを開、又はOPENの方向（時計の針の回転方向）に回すと、2次圧力が上昇します。ご使用圧力に設定してください。
調整圧力範囲は低圧側圧力計の最大目盛の60~70%以内です。80%以上になると、安全弁が吹くことがありますので、それ以上あげないでください。
- (5) 出口圧力固定式の場合は、自動的に圧力が上昇します。

- (2) Open the cylinder valves slowly at first, and after gas is filled up inside, then widely. When opening the cylinder valve, do not stand in front of the pressure gauge(s).
- (3) If the inlet gas pressure gauge is fitted, watch if inlet gas pressure is normal.
- (4) For the unit of variable pressure type, turn the front pressure handle in "OPEN" direction, to obtain the desired secondary pressure.
Pressure is adjustable within the range of 60-70% of maximum calibrations of the pressure gauge. Do not raise pressure beyond this range.
- (5) In case of the unit with delivery pressure preset, outlet gas pressure rises automatically to this level. For other delivery pressure than this, contact us otherwise.
- to be continued —
- (6) Open the stopvalve at the outlet, for letting out gas.
- (7) When your work is over, close the cylinder valve and leave the stopvalve opened to purge remaining gas completely from inside.

圧力をどうしても変えたい場合は弊社にご相談ください。

- (6) 出口側のバルブを開き、ガスを放出してください。
- (7) 作業終了時は、容器バルブ、又は、入口側バルブを閉じ器内のガスを完全に抜いてください。

4. ご注意事項

- (1) 圧力調整器の器種選択を十分に行い、間違っていないことをご確認ください。
- (2) 安全弁は常用圧力を考慮し、安全な圧力に設定してあります。絶対に触れないでください。
- (3) 可燃性ガス、毒性ガスに使用している圧力調整器をボンベや配管から取外すときは、器内のガスを完全に排出してから行ってください。
- (4) 強腐蝕性ガスにご使用のときは、その都度N₂等不活性ガスによるパージを励行してください。又、水分量の多い強腐蝕性ガスにはステンレス製圧力調整器を使用しても、短時間で腐蝕する場合があります。この場合には再度器種選定のため、弊社にご相談ください。
- (5) 可燃性ガスや強腐蝕性ガスを使用後、本器を取外す場合は、N₂ガス等で置換後、空気中の水分等が付か

[4] PRECAUTIONS

- (1) Be careful to choose an appropriate unit for your application.
- (2) Do not touch the safety valves, because they are adjusted at safety pressure respectively, considering normal working conditions.
- (3) When dismantling the unit from cylinder or pipeline for poisonous gas or flammable gas, make sure remaining gas has been completely purged out.
- (4) When highly corrosive gas is used, purge every time remaining gas from inside, using N₂ or inertia gas.
Highly corrosive gas with moisture may corrode even stainless steel regulator in a short period. In such case, contact us for selection of correct material and surface treatment.
- (5) After flammable gas or poisonous gas is purged and the unit is dismantled from cylinder or pipeline, store it with Nitrogen filled inside, to keep it from moisture in the atmosphere.
- (6) To prevent danger, check leakage periodically with the unit, in particular, for HC1 and Cl₂ of highly corrosive gases. Disassemble the unit also periodically and replace important parts such as pressure gauge and diaphragm, as necessary.

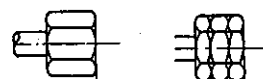
- (4) Make sure material of the unit is suitable for your gas. For corrosive gases, stainless steel or aluminium regulators are recommendable.

- (5) Examine the unit for gas leakage periodically, for safety operation.

(2) PREPARATIONS

- (1) The connection of the unit varies, in accordance with gas used. Make sure the connection is fittable to the connection of gas cylinder to be used.

[Right-hand thread] [Left-hand thread]



- (2) Dust and foreign matter, if entered inside, may make a cause of troubles (gas leakage or clogging in gas passage, etc.).

8. 議事録

会議打ち合せ 議事録		確認	長谷川 健	西田 勲									
		配布先											
		作成者	ダイヤコンサルタント 西田 薫										
件名	原位置比抵抗測定用電極プローブの設計・製作												
日時	1994年11月12日, 13時～16時												
出席者	(技術開発課) 長谷川主査			場所	動燃中部事業 所会議室								
	(ダイヤ) 西田, 是石												
議事要旨	<p>1 基本仕様の検討。 仕様書に盛り込まれている基本仕様について質疑応答。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ パッカーの耐圧強度15kg/cm² ・ 適用孔径66mm ・ 空気抜きパイプの構造をどうすれば良いか。 ・ ゴムの材質, 非導電性であること ・ スプリング電極の構造 ・ 連結の方法について ・ カバーゴムの構造 <p>2 パッカーの2重構造が可能かどうか検討を加える。</p> <p>3 岩盤の水理学的条件を変えないための方法および構造について検討 エア抜きチューブの他にパッカーの膨らむ速度に順番をつけるこ とが出来ないか検討を加える。</p> <p>4 作業工程</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">設計</td> <td style="padding-left: 100px;">12月末</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">製作</td> <td style="padding-left: 100px;">1月～2月</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">原位置性能試験</td> <td style="padding-left: 100px;">2月末</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">報告書提出</td> <td style="padding-left: 100px;">3月10日</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">以上</p>					設計	12月末	製作	1月～2月	原位置性能試験	2月末	報告書提出	3月10日
設計	12月末												
製作	1月～2月												
原位置性能試験	2月末												
報告書提出	3月10日												
添付資料	なし												

会議打ち合せ 議事録		確認	長谷川健	西田 薫	
		配布先			
		作成者	ダイヤコンサルタント 西田薫		
件名	原位置比抵抗測定用電極プローブの設計・製作				
日時	1994年12月24日, 13時～16時				
出席者	(技術開発課) 長谷川主査			場所	動燃中部事業 所会議室
	(ダイヤ) 西田, 是石				
議事要旨	<p>電極プローブの最終仕様について検討した。</p> <p>1 パッカーゴム サイズおよび形状の決定, 肉厚は7mm, 天然ゴムに近い材質および硬度60を採用する。 パッカーの2重構造は現時点では作成が困難。</p> <p>2 マンドレルの構造 ボーリング孔内の水理条件を変えないようにするために次の2方法を採用する。 ・エアの流入口の孔径を変えて, パッカーの膨らむ速度を変える。 ・エア抜きチューブを先端部に設備する。 パッカーゴムの厚みを変える方法は取り付け方法を変えなければならず現実にはきわめて難しい。</p> <p>3 カバーゴムの構造および材質 硬度50の天然ゴムを用いる。カバーゴムはビニールテープでのテーピングによって固定する。</p> <p>4 電極間隔は0.5mで作成する。</p> <p>5 接続ボックスを作成する。構造について検討した。</p> <p>6 間隙水圧計を装備する。</p> <p>7 その他 原位置性能試験の実施方法と日程について検討した。 準備品目の検討。 高圧ガスの取扱いについての検討。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>				
添付資料	なし				