

動燃式低水圧制御水理試験装置の改良
(バルブ機構の改良、その2)

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1996年12月

大成基礎設計株式会社

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959-31

動力炉・核燃料開発事業団

東濃地科学センター

技術開発課

目 次

1. 概要	1
1. 1 目的	1
1. 2 孔内水を用いたパッカー拡張機能の概念	1
2. 設計・製作	1
2. 1 メインバルブの改良	1
2. 2 パッカーバルブの製作	2
2. 3 パッカー圧力監視用水圧計の製作	2
2. 4 加圧ヘッドの製作	3
2. 5 圧力制御装置の設計・製作	3
3. 室内性能試験	4
3. 1 バルブの作動検査	4
3. 1. 1 耐圧試験	4
3. 1. 2 メインバルブの作動検査	5
3. 1. 3 パッカーバルブの作動検査	7
3. 2 総合作動検査（パッカー拡張試験）	8
4. 孔内性能試験	10
4. 1 一般事項	10
4. 2 パッカー拡張・収縮試験	10
5. 操作マニュアル	11
5. 1 概要	11
5. 2 孔内部の組立および設置	11
5. 3 地上部の設置	14
5. 4 計測	14
5. 4. 1 遮水パッカー拡張・収縮	14
5. 4. 2 計測システムソフトについて	16
6. 設計図面	巻末
・メインバルブ変更図	
・パッカーバルブ組立図	
・パッカー圧力計用ケーブルドラム組立図	
・圧力制御装置パネル加工図	
<検査結果表・保証書>	
・作動検査表（室内）	
・孔内性能試験検査表	
・保証書	

1. 概要

1. 1 目的

動燃式低水圧制御水理試験装置（深度500m対応型）の旧型バルブは、構造上

- ・パッカー圧が地上の気温変動の影響を受け、その結果試験区間の圧力が変動し、試験に多大な時間がかかる。
- ・冬季の試験において凍結防止のためにパッカー拡張水に不凍液を用いるため、パッカー収縮時に孔内に直接不凍液を排出することとなり、孔内の地下水を汚染する。

等の問題を抱えていた。

また、今後揚水機能を付加した1000m対応の装置と互換を持たせるため、バルブ下に500m分のロッドを吊り下げられる強度をもたせた新型バルブに変更し、このバルブ変更を伴うことによって関連するパッカー圧力監視用圧力計等を製作することを目的とする。

1. 2 孔内水を用いたパッカー拡張機能の概念

孔内水を用いたパッカー拡張方法は、深度1,000m対応の水理試験装置に採用されたパッカー拡張方法で以下の特長を有している。

- ・JFTロッドがパッカー拡張用タンクおよび送水チューブの役割をする。
- ・地下水下のJFTロッド内に導いた地下水でパッカーを拡張するため、排水時の汚染および地上気温に左右されない。
- ・JFTロッドで送水するため送水流量が多くパッカー拡張時間が短縮できる。

2. 設計・製作

2. 1 メインバルブの改良

改良項目は、上下端のロッド取り付けネジの材質およびネジ寸法の変更である。設計荷重は、装置（下端500m）重量の1.7tに加えジャーミング等の異常事態を考慮し、10tとした。今回の材質とネジ寸法は、実際に引っ張りテストを行い降伏荷重が13～14tであるJFT1000用ネジ形式を採用した。

また、メインバルブ下端ネジの変更に伴いパッカー上端のネジ部も同様に変更した。

仕様

材質 : SUS603（熱処理）

降伏荷重 : 13～14tf

設計図面は巻末に記載する。

2. 2 パッカーバルブの製作

特徴

- a) 剪断力の強化
- b) バルブ駆動は開閉共に水圧方式
- c) JFTロッド内の地下水によるパッカー拡張方式
- d) パッカー圧力計内蔵

仕様

- 材質 : SUS304
- 最大駆動圧力 : 10 kgf/cm²
- 降伏荷重 : 11 tf
- 駆動方式 : 開閉共に水圧方式
- 最大外径 : φ65 mm

設計図面は巻末袋に添付する。

2. 3 パッカー圧力監視用水圧計の製作

特徴

- a) 小型・高性能・完全防水型圧力計
- b) 小型軽量のケーブルドラム
- c) 圧力インジケータ (RS232C通信付き)

仕様

- ・パッカー用圧力計
 - 名称 : PTX161 (ドラック社製)
 - 圧力レンジ : 60 kgf/cm²
 - 精度 : ±0.1% FS (試験成績書は5章に記載)
 - 防水性能 : 完全防水 IP68 規格
 - その他 : G1/4継ぎ手加工
- ・圧力計ケーブル
 - 名称 : PTX161 専用ケーブル (ドラック社製)
 - 外径×全長 : φ8 mm×550 m
 - 規格 : 水深用
- ・ケーブルドラム
 - 外径 : 694 cm×660 cm×660 cm

材質 : アルミ
巻取り方式 : 手動
付属機能 : キャスター、吊り下げフック

・圧力インジケータ

名称 : D P I 2 6 7 (ドラック社製)
外部電源 : A C 1 0 0 V (5 0 ~ 6 0 H z)
精度 : ± 0 . 1 % F S
表示 : L S D 表示
通信 : R S 2 3 2 C

2. 4 加圧ヘッドの製作

加圧ヘッドは、J F T 1 0 0 0 V e r 1 . 1 の加圧ヘッドと共通とした。

仕様

材質 : S U S 3 0 4
耐圧 : 1 5 kgf/cm²
手動バルブ : ボールバルブ (SS-63XTF8RT)

2. 5 圧力制御装置の設計・製作

圧力制御装置は、今回のバルブ仕様に合わせ装置は以下の項目を変更した。

- ・パッカーの拡張方式の変更に伴い高圧 (3 5 kgf/cm²) レギュレーターから中圧 (1 6 kgf/cm²) レギュレーターに変更
- ・パッカーバルブ制御バルブの追加に伴う内部配管の変更
- ・制御パネルのレイアウト変更

仕様

材質 : アルミ製トランク
最大入力圧力 : 1 5 kgf/cm²
圧力計 : 4 台
駆動方式 : 手動式ボールバルブ
制御系 : インナーパッカー拡張系、メインバルブ開閉系
パッカーバルブ拡張・保持系、パルステスト系

設計図面は巻末袋に添付する。

3. 室内性能試験

3. 1 バルブの作動検査

メインバルブおよびパッカーバルブの耐圧検査および作動検査を実施した。

以下に検査方法と結果を示す。

3. 1. 1 耐圧試験

<各バルブピストン部>

以下の4枚の図で示すように各々のピストン駆動側に15 kgf/cm²の空圧で加圧し、他の給圧口およびバルブ間の接続箇所からの漏洩を検査し全て漏洩しないことを確認した。よって、各バルブピストン部は耐圧検査に合格した。

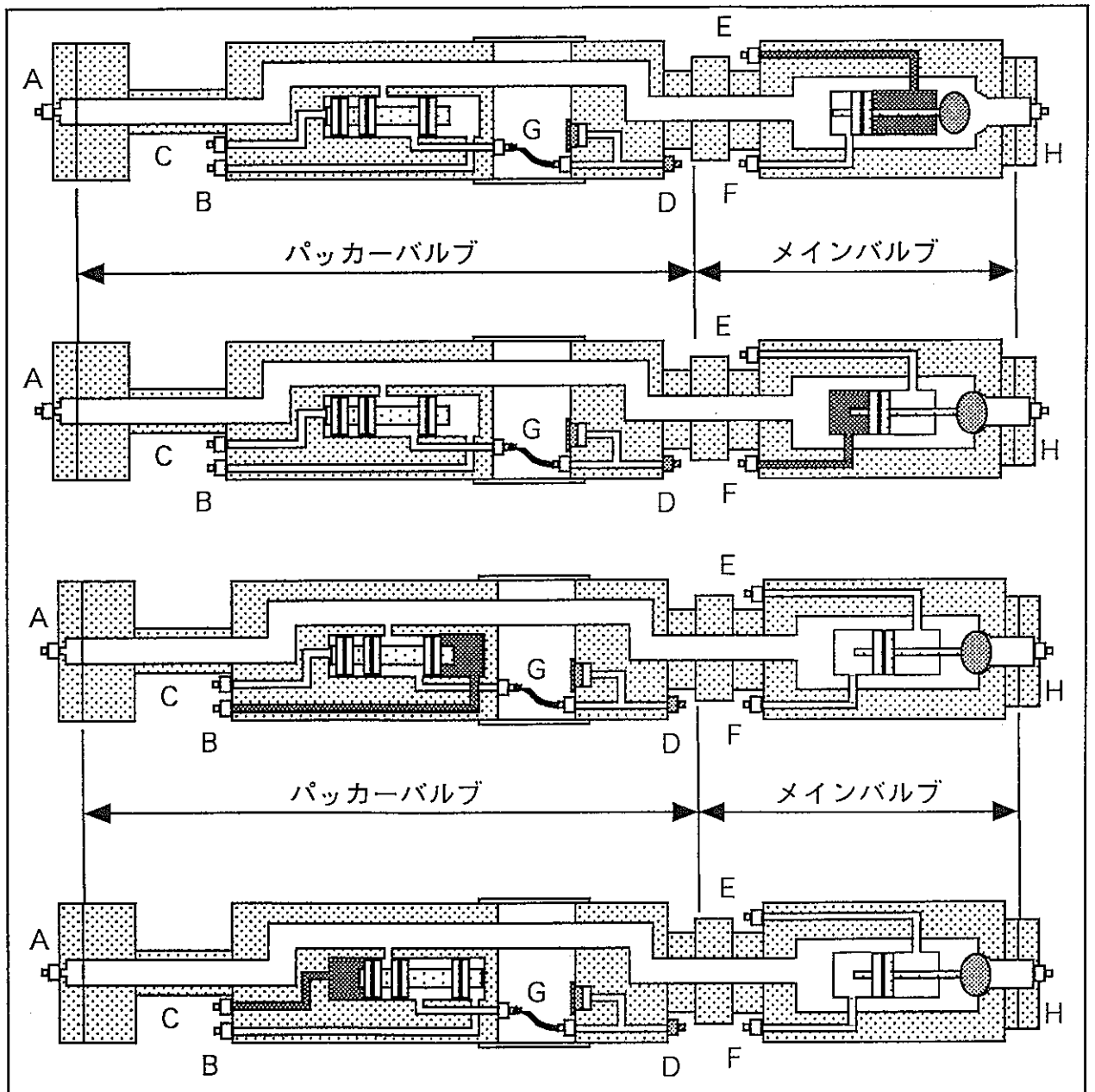


図3. 1 各バルブピストン部の耐圧検査

<各バルブ内部>

下図で示すように各バルブを開放し、D、H口を閉鎖してAより15 kgf/cm²の空圧で加圧し、他の給圧口およびバルブ間の接続箇所からの漏洩を検査し全ての箇所で漏洩しないことを確認した。よって、各バルブ内部は耐圧検査に合格した。

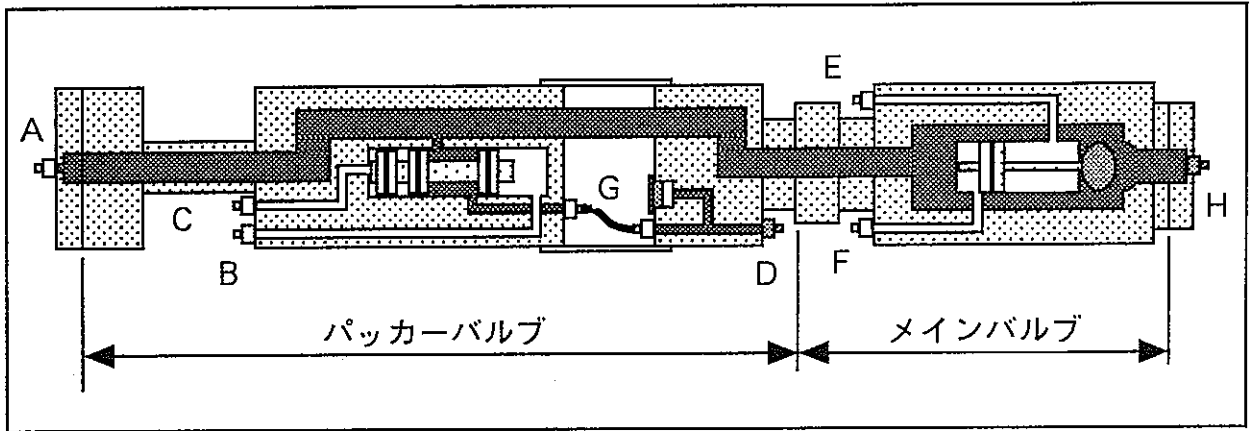


図3. 2 バルブ内部の耐圧検査

3. 1. 2メインバルブの作動検査

両バルブを接続した後、以下の図で示すようにパッカーバルブを保持状態にしロッド内区間を10 kgf/cm²の空圧で加圧したままメインバルブの開閉を100回以上繰り返したのち作動検査をした。

検査方法および結果

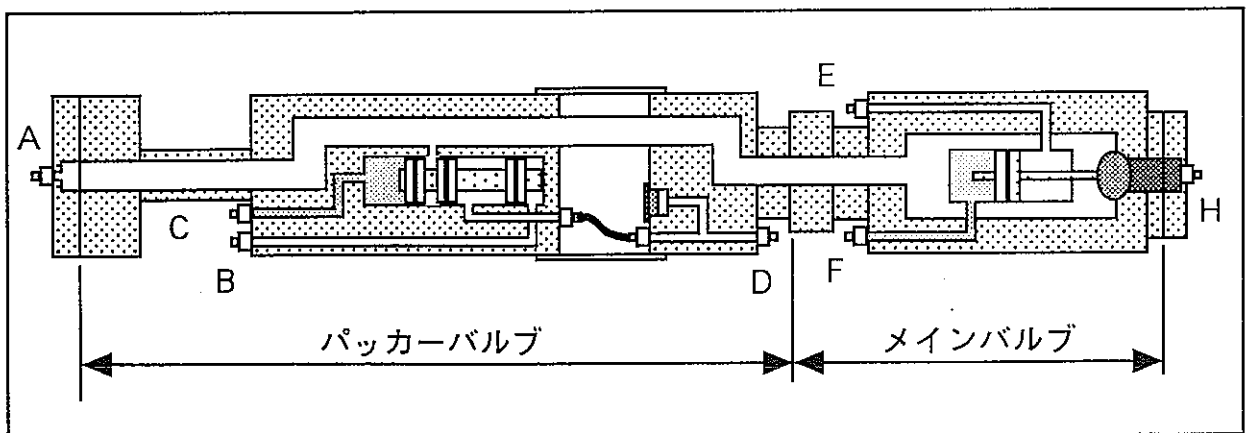


図3. 3 メインバルブ閉鎖検査（試験区間側）

Hから4.5 kgf/cm²の空圧で加圧したまま、Fから10 kgf/cm²の空圧で加圧しメインバルブを閉鎖させ、Aから漏洩しないことを確認した。よって、メインバルブの試験区間側からの閉鎖検査は合格した。

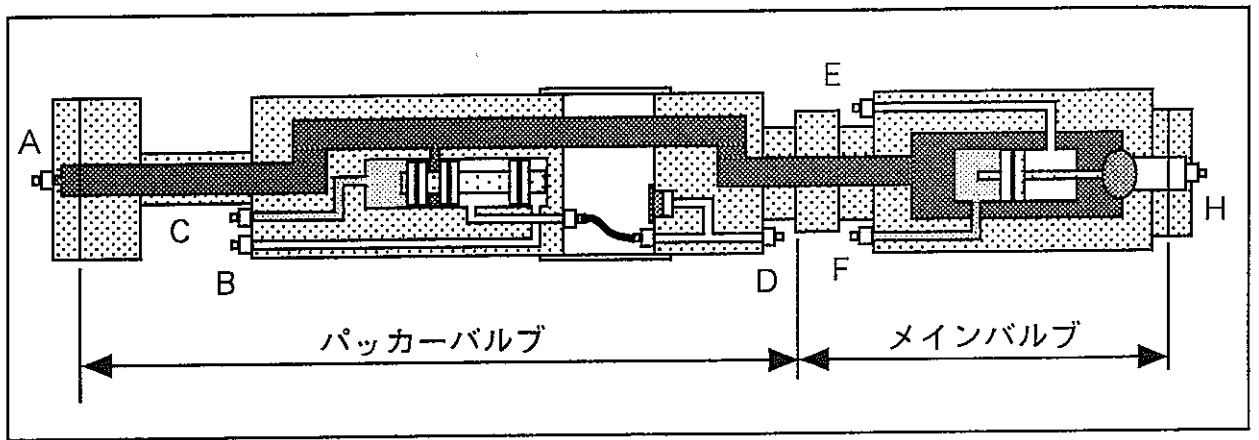


図3. 4 メインバルブ閉鎖検査（ロッド側）

Aから10 kgf/cm²の空圧で加圧したまま、Fから10 kgf/cm²の空圧で加圧しメインバルブを閉鎖させ、Hから漏洩しないことを確認した。よって、メインバルブのロッド側からの閉鎖検査は合格した。

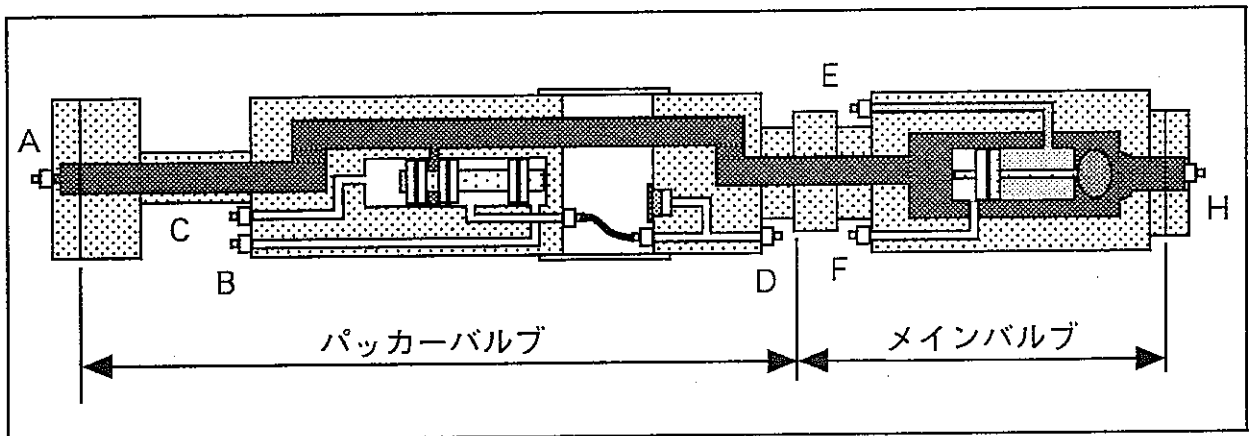


図3. 5 メインバルブ開放検査

Aから10 kgf/cm²の空圧で加圧したまま、Eから10 kgf/cm²の空圧で加圧しメインバルブを開放させ、Hからエアーが噴出することを確認した。また、逆にHから10 kgf/cm²の空圧で加圧しメインバルブが開放することを確認した。

よって、メインバルブの開放検査は合格した。

3. 1. 3 パッカーバルブの作動検査

両バルブを接続した後、以下の図で示すようにメインバルブを閉鎖状態にしロッド内区間を 10 kgf/cm^2 の空圧で加圧したままパッカーバルブの開閉を100回以上繰り返したのち作動検査をした。

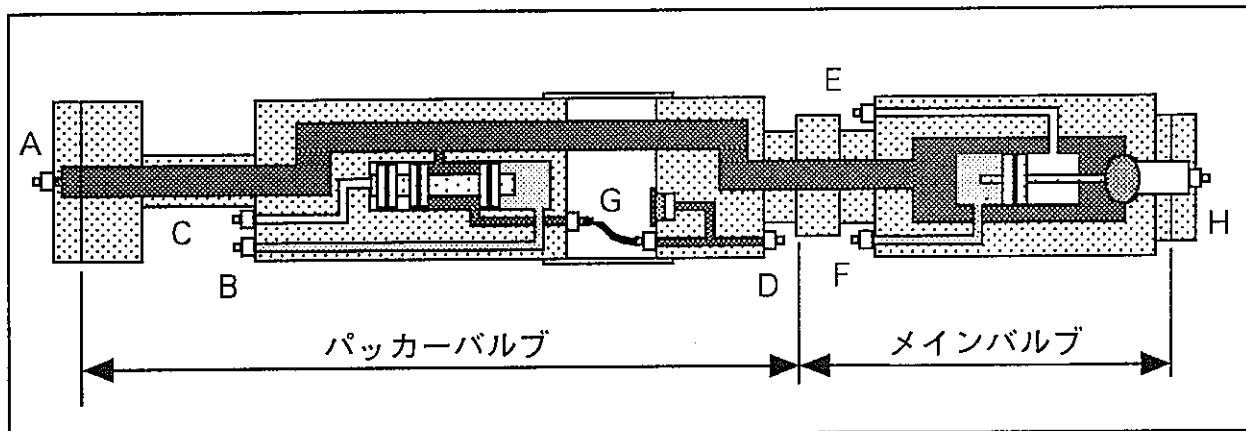


図3. 1. 6 パッカーバルブ開放検査

Aから 10 kgf/cm^2 の空圧で加圧したまま、Bから 10 kgf/cm^2 の空圧で加圧しパッカーバルブを開放させ、Dからエアーが噴出することを確認した。よって、パッカーバルブの開放検査は合格した。

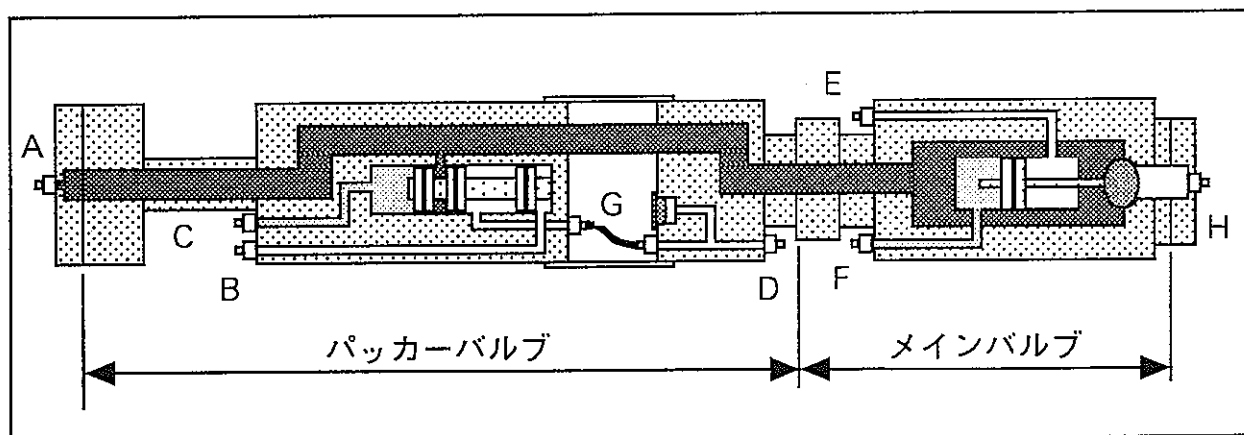


図3. 1. 7 パッカーバルブ閉鎖検査

Aから 10 kgf/cm^2 の空圧で加圧したまま、Cから 10 kgf/cm^2 の空圧で加圧しパッカーバルブを閉鎖させ、Dから漏洩しないことを確認した。よって、パッカーバルブの閉鎖検査は合格した。

3. 2 総合作動検査（パッカー拡張試験）

検査は、下図に示すように圧力チャンバー内に装置を挿入して実施した。作動検査項目および構造検査項目を以下に示す。

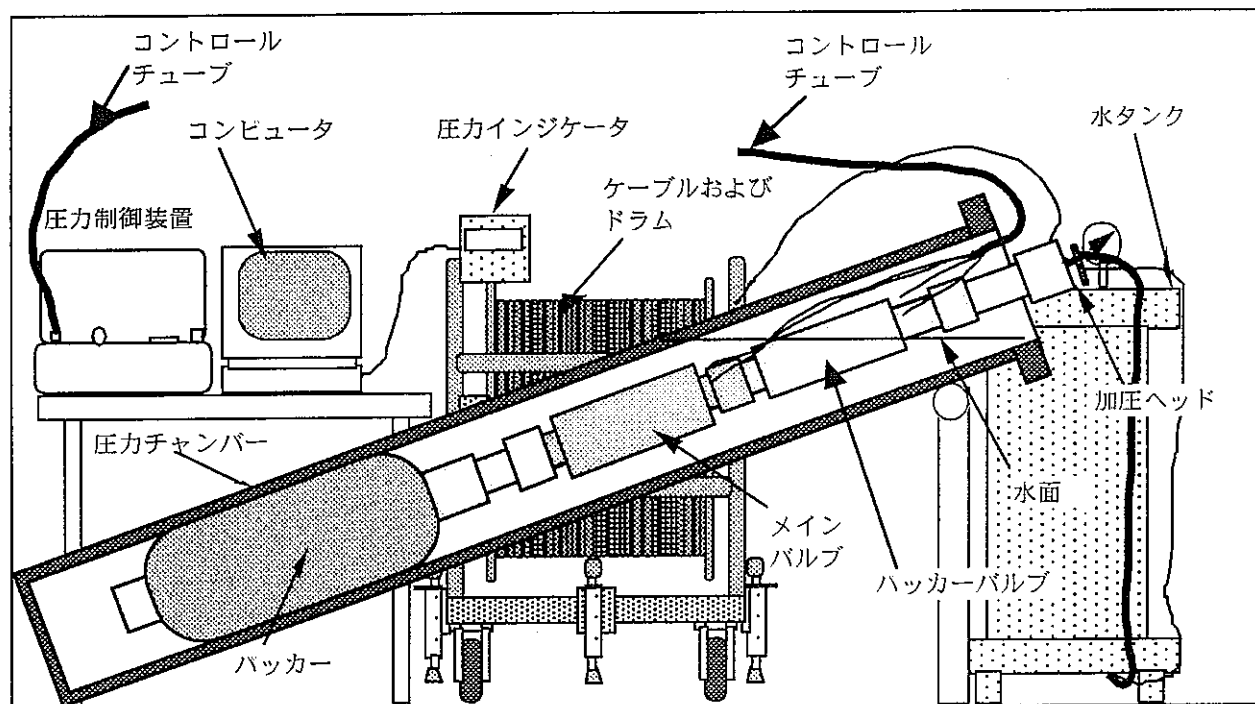


図3・7 検査模式図

<試験手順>

- ・メインバルブ閉鎖
- ・ロッド内に注水
- ・パッカーバルブ開放によるパッカーの拡張
- ・パッカーバルブ閉鎖
- ・ロッド内を開放
- ・メインバルブの開放
- ・パッカーの拡張保持
- ・パッカーバルブ開放によるパッカーの収縮

<確認項目>

- ・ロッド内注水時にメインバルブ、パッカーバルブが閉鎖していること
- ・パッカーバルブ開放時にパッカーが拡張すること
- ・パッカーバルブ閉鎖時にパッカー圧力が維持すること
- ・パッカーバルブ開放時にパッカーが収縮すること
- ・データロガーにデータが記録されること

パッカー拡張圧力 10kgf/cm^2 で試験手順で示した動作試験を実施した結果を以下に示す。

- ・メインバルブ、パッカーバルブを閉鎖してロッド内に注水圧 10kgf/cm^2 で加圧し、加圧した圧力が維持していたことから、漏洩しないことを確認した。
- ・上記状態からパッカーバルブ開放してパッカーが拡張することを確認した。
- ・充分パッカーを拡張した後にパッカーバルブ閉鎖し、データロガーにデータが収録され、3時間 10kgf/cm^2 以上でパッカー圧力が維持したことを確認した。
- ・上記状態からパッカーバルブ開放しパッカーが収縮することを確認した。
- ・上記全ての制御は圧力制御装置を用い確実に制御できることを確認した。

よって、パッカーの拡張検査は全ての項目に対し合格した。

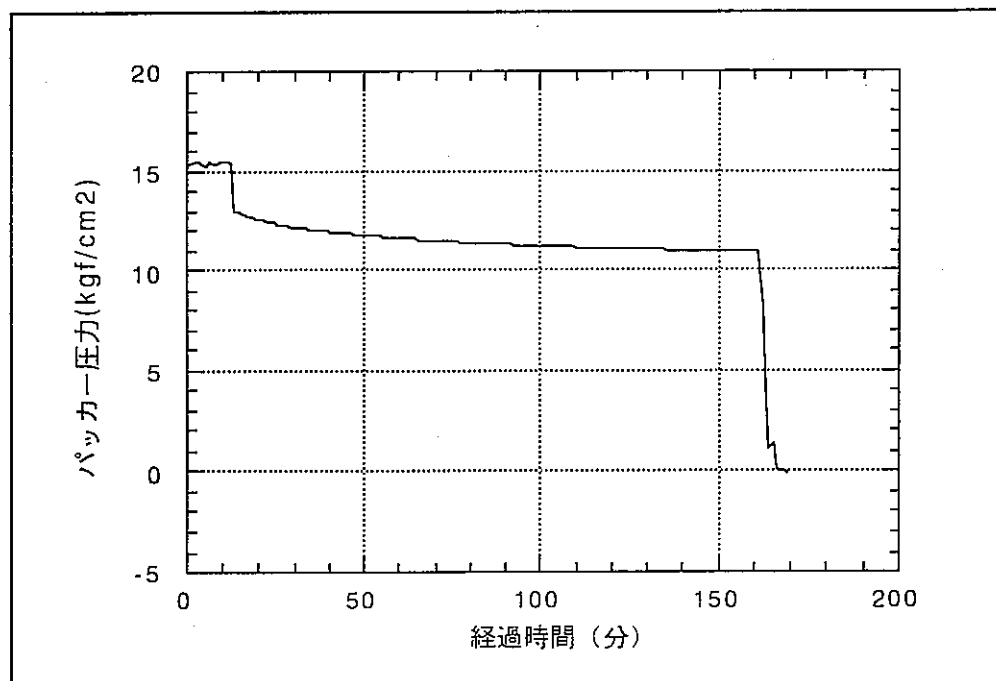


図3. 8 パッカー圧力経時変化

4. 孔内性能試験

4. 1 一般事項

今回製作した装置を実際の試錐孔内で検査した。以下に試験概要を記す。

- ・試験年月日 : 平成8年12月12日～12月14日
- ・試験場所 : 大成基礎設計(株) 上野原原位置試験場(山梨県)
- ・試錐孔 : 200m検査孔
- ・試験深度 : GL-185m
- ・地下水位 : GL-2m付近
- ・試験担当者 : 大成基礎設計株式会社 研究開発部

井上勝好、後藤和幸、井原哲夫、李子一郎

4. 2 パッカーの拡張・収縮試験

孔内装置(上部パッカー、メインバルブ、パッカーバルブ、パッカー圧力監視用水圧計)は、地上で組み立て中継部のコントロールチューブを接続して作動検査を実施した。作動および圧力表示共に良好であった。また、各バルブの作動に要する時間は、制御圧力8kgf/cm²の場合に約30秒である。

パッカーは、ロッド内に地下水が充分満たされたことを確認後2度に分けて拡張させた。最初は、コンプレッサーで加圧(9.8kgf/cm²)し、次に窒素ガス圧(13kgf/cm²)で加圧した。パッカーの拡張時間は約42分であった。パッカー拡張後のパッカー圧力は安定しており、パッカー収縮も良好であることが確認できた。以上のパッカー拡張試験の過程は、パッカー圧力グラフによって示す。

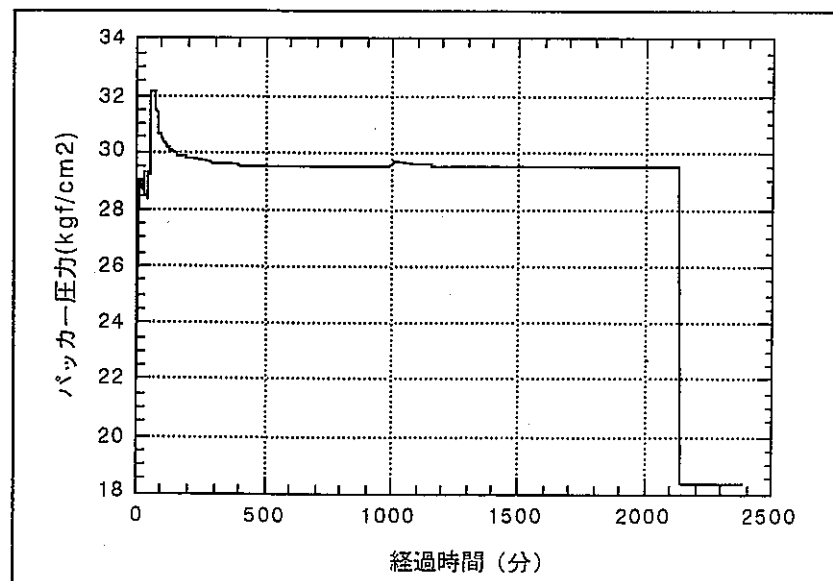


図4. 1 パッカー圧力経時変化図

5. 操作マニュアル

5. 1 概要

本装置は、従来の500m対応低水圧制御水理試験装置(PNC-JFT500)に新型パッカーバルブを装備したものである。本稿では、改良したバルブの使用法を中心に述べる。

5. 2 孔内部の組立および設置

孔内部の組立は、基本的には従来のPNC-JFT500に準ずる。ここでは、改良したパッカーバルブの組立と、孔内部の挿入手順について述べる。

(1)パッカーバルブの組立

図5. 1にパッカーバルブ組立図を示し、以下に組立の手順を述べる。

①パッカー圧計の接続

パッカー圧計はあらかじめ外筒に通しておく。ロアボディーのパッカー圧計接続部(メスネジ)に皮パッキンを入れ、パッカー圧計のねじ込みは、ロアボディーを回転させることによりおこなう。締め込みは、手締めにておこなうこと。

②チューブ(遮水パッカー用)およびステンレスパイプの接続

チューブおよびステンレスパイプはあらかじめ外筒に通しておく。チューブは、ロアボディー側のチューブニップル②に確実に接続する。ステンレスパイプは、両端のリングを確認し、ロアボディー側のステンレスパイプ接続部に押し込む。

③外筒の接続

ロアボディーに外筒を通し、セン断プレートを取り付ける。セン断プレートは、刻印された数字がセン断プレートみぞの数字と同じものを使用し、ビスで確実に固定する。

④アッパーボディーの接続

アッパーボディーには、あらかじめリングを通して置く。アッパーボディーは、チューブニップル①にチューブを接続してから外筒にはめ込む。この際、パッカー圧計のケーブルを切り込みから逃がしておき、ステンレスパイプを接続部に押し込む。ボディーに通したリングを外筒に入れてセン断プレートを取り付ける。セン断プレートは、③の場合と同様に固定する。

以上でパッカーバルブの組立は完了である。

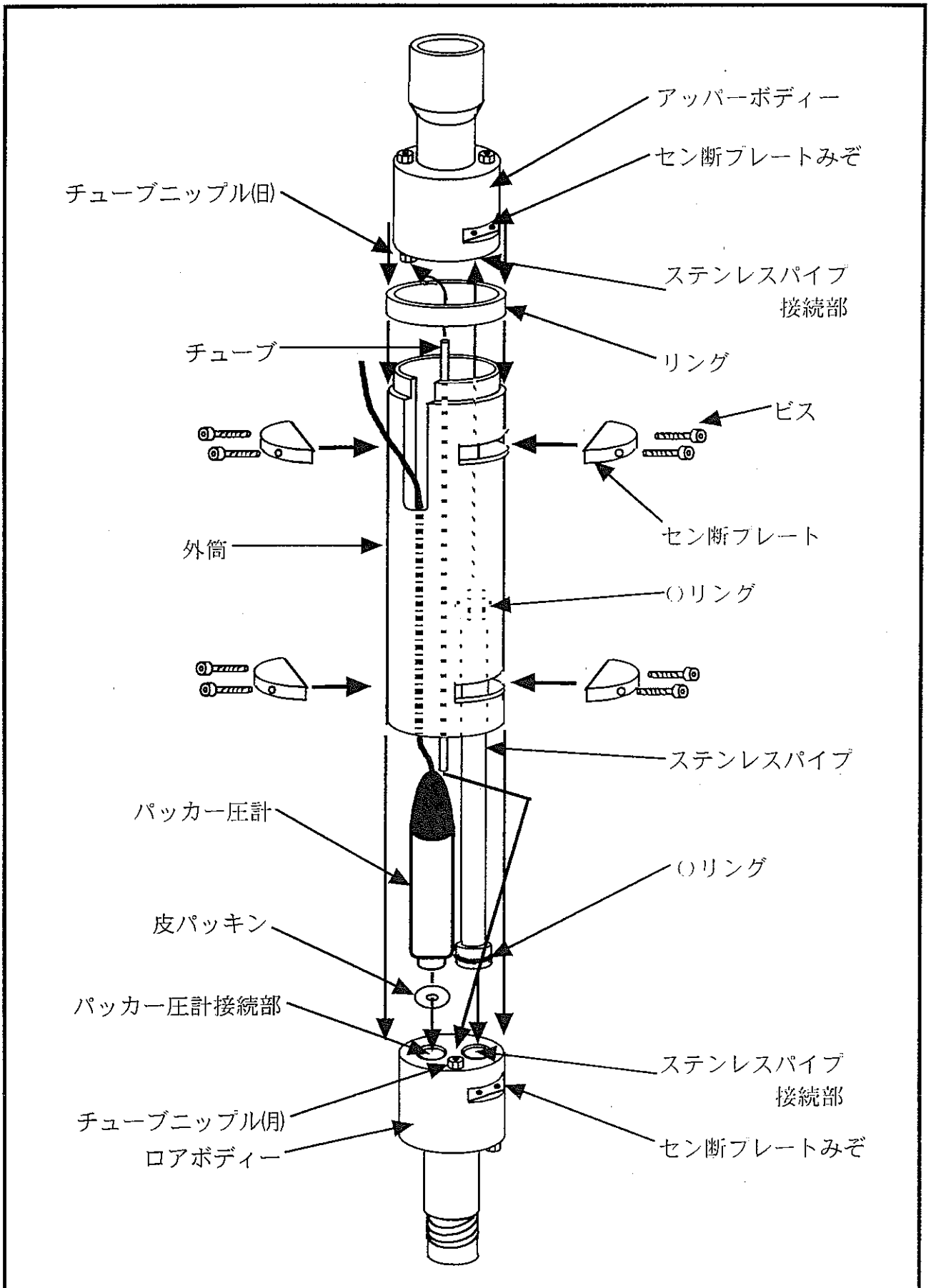


図5. 1 パッカーバルブ組立図

(2)孔内部の挿入

以下に、孔内部の挿入手順について述べる。

- ① メインバルブをパッカーバルブの下部に取り付け、上部パッカーに接続する。
- ② メインバルブおよびパッカーバルブの上部のチューブニップルにコントロールチューブを接続する。コントロールチューブはあらかじめエア抜きをしておく。
メインバルブは、開放と閉鎖の2つの系統を持ち、パッカーバルブは、拡張・排水と保持の2つの系統を持つ。それぞれのバルブには、OPENの刻印があり、刻印のある側のチューブニップルにメインバルブでは開放ラインを、パッカーバルブでは拡張・排水ラインを接続する。コントロールチューブはあらかじめラインを確認し、接続ミスのないよう注意すること。
- ③ 上部パッカーの給排水用チューブを、パッカーバルブの下部にあるチューブニップルに接続する。
- ④ パッカーバルブにJFTロッドを接続し、スイベルを用いてつり上げる。
- ⑤ 下部パッカーに給排水用チューブを接続し、落とさないよう配慮しながら孔内に降ろし、必要な長さのストレーナーを接続する。
- ⑥ ストレーナーと上部パッカーとを接続する。この際、ストレーナー側を回転させ、上部パッカーにねじ込む。落とさないよう注意すること。接続終了後、下部パッカーからの給排水用チューブを上部パッカーに接続する。
- ⑦ 装置を孔内に挿入する。JFTロッドが孔口まで降りたら、ロッドホルダーをケーシングホルダーに乗せ、JFTロッドを保持する。
- ⑧ 所定の本数のJFTロッドを、接続・挿入する。コントロールチューブおよびパッカー圧計のケーブルは、JFTロッドにビニールテープで固定する。JFTロッドの本数は、試験深度を考慮の上決定する。
以上で孔内部の挿入は完了である。

5. 3 地上部の設置

地上部は、パッカー圧観測部および圧力制御部の、大きく2つの部で構成される。
以下に各部について概説し、設置および取扱いについて述べる。

(1) パッカー拡張圧力表示計の設置

パッカー拡張圧力表示計は、圧力計用ケーブルドラムの上に設置し、ケーブルドラムからでるケーブル末端のコネクターを表示計背面に繋ぎ、表示計の電源(AC100V)をいれることでパッカー拡張圧力を表示する。また、表示計背面のRS232Cコネクターとデータロガー(PC)を接続し、専用のプログラムを立ち上げることで圧力データはデータロガーに記録およびグラフとして表示する。

(2) 圧力制御装置と圧力コントロールチューブドラムの接続

圧力制御装置の右側のワンタッチカップラーに接続用チューブを繋ぎチューブドラムの水スリッピングと接続することで、各バルブを制御することができる。

以上で設置は完了である。

5. 4 計測

5. 4. 1 遮水パッカー拡張・収縮

本装置は、ロッド内の水を使って遮水パッカーを拡張させる。また、収縮時は、ロッド内に排水する。以下に、遮水パッカーの拡張および収縮の手順を示す。

(1) パッカー拡張用加圧ヘッドの取り付け

揚水試験用ケーシングのヘッドにレギュレーターを接続し、加圧ヘッドを取り付ける。
加圧ヘッドのオスカップラーにチューブを接続する。

(2) 圧力制御装置によるパッカー拡張操作

圧力制御装置を用いて、パッカーバルブは開放、メインバルブは閉鎖の状態にする。
操作は、図5.2に示すように、パッカーバルブは「パッカー拡張・収縮」側、メインバルブは「バルブ閉」側にして、圧力を8kgf/cm²に調圧して送圧する。この時、「インターパッカー」と「パルステスト」は排気状態にしておく。

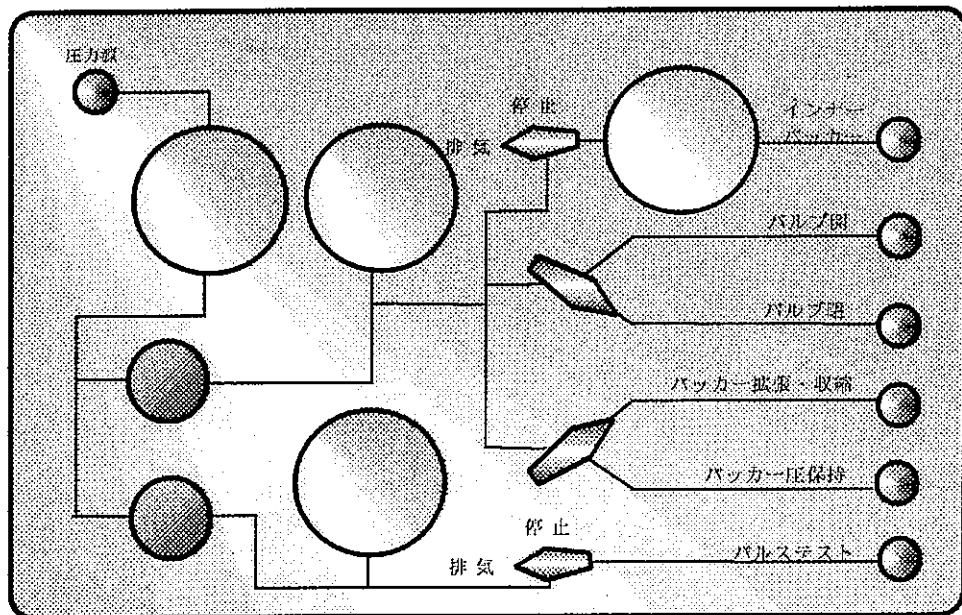


図 5. 2 遮水パッカー拡張時の圧力制御装置の状態

(3) 遮水パッカーの拡張

加圧ヘッドの三方バルブを送圧側にして送圧を開始する。はじめはコンプレッサーで加圧し、パッカーに十分水を送り込む。パッカーに十分水が入ったと判断されたら、圧力源を窒素ボンベに切り替え、圧力を15kgf/cm²に調圧して加圧する。

加圧によりロッド内の水位が低下し、パッカーの拡張効率が悪くなる場合は、圧力制御装置でパッカーバルブを「パッカー圧保持」に切り替え、ロッド内の圧力を抜いてから水を補給する。なお、この場合ボーリング孔内に異質な水を混入することになるので、事前に担当者と協議する必要がある。

パッカーの拡張完了は、パッカーの圧力をパッカー圧観測部で監視し、その状況から判断する。拡張完了後は圧力制御装置で「パッカー圧保持」に切り替え、ロッド内の圧力を徐々に抜いていく。パッカーの拡張圧力は、10kgf/cm²を長時間保持するよう努めること。

(4) 遮水パッカーの収縮

遮水パッカーの収縮は、ロッド内を加圧しない状態で、パッカーバルブを「パッカー拡張・収縮」に切り替える。この時、メインバルブは開放でも閉鎖でも良い。

5. 4. 2 計測システムソフトについて

本装置を使用した計測では、パッカー計測システムソフトを使用する。

パッカー圧力計測システムは、パッカー圧力計で計測されるパッカー圧力値のサンプリングをおこないグラフ表示するとともに、データの保存をおこなう。

以下使用方法について述べる。

<パッカー圧力計測システム>

基本的な操作は透水試験ソフトと同様である。

パッカー圧力計測システムの初期データ入力画面を図5. 3に示す。パッカー圧力計測システムの初期データ入力は、拡張前のパッカー圧力を入力する点と、ここでもサンプリングインターバルの入力ができる点で、他のシステムとは異なる。

測定中の設定は他のシステムと同様であるが、時間軸の最大値は、サンプリングインターバルの500倍となる。

(1)---	調査年月日 (例 960315)	年	月	日
(2)---	件名、試験No.、等	PACKER-SYSTEM		
(3)---	試験深度	GL- 70	m ~ - 80	m
(4)---	初期水圧	0.2	kgf/cm ²	
	パッカー圧指示値を数値で入力			
(5)---	サンプリングタイム	10	min	
	最小1~最大60分(整数)			

訂正番号の入力! 無ければ 999
No. =

図5. 3 パッカー圧力計測システム初期データ入力画面

6. 設計図面

- ・メインバルブ変更図
- ・パッカーバルブ組立図
- ・パッカー圧力計用ケーブルドラム組立図
- ・圧力制御装置パネル加工図

<検査結果表・保証書>

- ・作動検査表（室内）
- ・孔内性能試験検査表
- ・保証書

お客様控え

保証書

WARRANTY CARD

製品名 Product	動燃式低水圧制御水理試験装置の改良 (バルブ機構改良の改良、その2)	式
保証期間 Purchase Date	お買い上げ日 1996年 12月 20日から1年間	
ご芳名 Customer	動力炉・核燃料開発事業団 様	
ご住所 Address	〒501-51 岐阜県 土岐市 泉町 定林寺 園戸 959-31 TEL 0457 (53) 0211	

本保証書は上記製品について保証期間内に装置全体または個々の製品の機能低下が発生した場合、無償で補修または、交換等の保証サービスをご提供申し上げます。

本保証書は、再発行致しませんので、紛失しないよう大切に保管して下さい。

大成基礎建設株式会社

〒151



東京都渋谷区代々木1-57-1 代々木センタービル5F

TEL 03 (5351) 7811

担当 後藤 和幸