

JNC TJ7400 2005-041

# 1,000m対応水理試験機の改良

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2003年3月



本資料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ください。

〒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)  
2003

2003年3月

## 1, 000m対応水理試験機の改良

平田 洋一\*、小川 賢\*

### 要 旨

本業務では、核燃料サイクル開発機構が所有する 1,000m 対応水理試験装置（高温環境型）を適応深度 1,000m 以深まで拡大するとともにデータの品質確保や試験の効率性の向上等を目的とし改良した。

改良した主な項目を以下に示す。

- ・適応深度を 1,000m から 1,500m まで拡大
- ・測定範囲を高透水性側にするために主配管系の内径を拡大
- ・試験区間の前後区間における圧力と温度の連続測定機能の付加
- ・遮水性・耐久性・耐圧性に優れたスライド式パッカーの採用
- ・パッカーは上部、下部それぞれに拡張用、収縮用の配管を設け、個別に拡張・収縮が可能な構造
- ・安定流量制御および高揚程揚水が可能なポンプの採用
- ・試験と並行して試験結果を解析できる機能を付加

上記のことにより、深度 1,500m までの水理試験装置に改造するとともに試験データの信頼性向上および試験の効率化が図られている。

---

本報告書は、大成基礎設計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：

核燃料サイクル開発機構担当部課室および担当者：東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所

研究グループ 竹内 真司

\*大成基礎設計株式会社 技術研究所

# The Improvement on the 1,000m Type Hydraulic Tester

Youichi Hirata\*,Ken Ogawa\*

## Abstract

In this service, the 1,000m Type Hydraulic Tester owned by Japan Nuclear Cycle Development Institute was improved for 1,500m hydraulic test. The test also improved on the quality of data and the efficiency of test.

Main improved items are as follows.

- 1) The test depth was increased to 1,500m from 1,000m
- 2) The inner diameters of main testing tubes were increased for sifting the targeted permeability to the higher permeability zone.
- 3) The continuous measuring function of pressure and temperature in both sides of test section were added.
- 4) The slide end type packers were adopted because of its excellent watertight quality, durability and pressure resistance.
- 5) The expansion and contraction of the upper and lower packer can be controlled individually, through the independent system for both packers.
- 6) The pump system that can provide stable flow control and deep draft water pumping was adopted.
- 7) The simultaneous analysis system was added.

By the improvement on the above, the 1,000m Type Hydraulic Tester was remodeled for 1,500m and improved on the quality of data and the efficiency of test.

---

This work was performed by Taisei Kiso Sekkei Co.,LTD under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison: Shinji Takeuchi

Underground Research Group Mizunami Underground Research Laboratory (MIU)  
Tono Geoscience Centre (TGC)

\*Taisei Kiso Sekkei Co.,LTD Technical Laboratory

## 目 次

1. まえがき	1
2. 試験装置の改良	2
2. 1 試験装置の基本仕様	2
2. 2 試験装置の構成	3
2. 3 試験装置の設計・改良仕様	5
2. 3. 1 地上部	5
2. 3. 2 中継部	6
2. 3. 3 孔内部	7
2. 3. 4 付属品	8
2. 4 試験装置の詳細	10
2. 4. 1 地上部	10
2. 4. 2 中継部	17
2. 4. 3 孔内部	19
2. 4. 4 付属品	22
3. 室内性能試験	25
3. 1 耐圧試験	25
3. 1. 1 試験方法	25
3. 1. 2 試験結果	24
3. 2 漏洩試験	34
3. 2. 1 試験方法	34
3. 2. 2 試験結果	34
3. 3 耐温度試験	41
3. 3. 1 試験方法	41
3. 3. 2 試験結果	41
3. 4 電気的試験	43
3. 4. 1 試験方法	43
3. 4. 2 試験結果	43
3. 5 パッカ一弾性に関わる変形係数の測定	45
3. 5. 1 試験方法	45
3. 5. 2 試験結果	45
3. 6 電動バルブ性能試験	47
3. 6. 1 試験方法	47
3. 6. 2 試験結果	48

3. 7 電磁バルブ性能試験	49
3. 7. 1 試験方法	49
3. 7. 2 試験結果	50
4. 孔内適用試験	51
4. 1 実施条件	51
4. 2 試験シーケンス	51
4. 3 パッカーの拡張・収縮	52
4. 3. 1 試験方法	52
4. 3. 2 試験結果	53
4. 4 パッカーの再拡張・水圧測定（間隙水圧測定）	54
4. 4. 1 試験方法	54
4. 4. 2 試験結果	55
4. 5 透水試験（スラグ試験）	56
4. 5. 1 試験方法	56
4. 5. 2 試験結果	57
4. 6 透水試験（バルス試験）	61
4. 6. 1 試験方法	61
4. 6. 2 試験結果	62
4. 7 パッカーの収縮	65
4. 7. 1 試験方法	65
4. 7. 2 試験結果	66
4. 8 揚水試験（アンプ内蔵型ポンプ）	67
4. 8. 1 試験方法	67
4. 8. 2 試験結果	68
4. 9 揚水試験（トップドライブ型ポンプ）	69
4. 9. 1 試験方法	69
4. 9. 2 試験結果	70
5. あとがき	72
6. 謝辞	73

JNC

## 巻末資料

- ・圧力計校正データ
- ・電磁流量計検査成績書
- ・電気回路ブロック図

## 図 目 次

図-2.2.1 試験装置構成概念図	-----	3
図-2.2.2 孔内部寸法図	-----	4
図-2.4.1 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 1）	-----	10
図-2.4.2 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 2）	-----	12
図-2.4.3 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 3）	-----	13
図-2.4.4 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 4）	-----	15
図-2.4.5 コントロールケーブル断面概念図	-----	17
図-2.4.6 揚水ケーシング概念図	-----	18
図-2.4.7 I ユニット概念図	-----	19
図-2.4.8 II ユニット概念図	-----	20
図-2.4.9 パッカーユニット概念図	-----	21
図-2.4.10 ポンプ性能図	-----	22
図-2.4.11 ポンプ仕様	-----	22
図-2.4.12 PC ポンプ性能図	-----	23
図-3.1.1 耐圧試験概念図	-----	25
図-3.1.2 ケーブルコネクタ部耐圧試験結果図	-----	26
図-3.1.3 I ユニット耐圧試験結果図	-----	27
図-3.1.4 II ユニット耐圧試験検査図	-----	28
図-3.1.5 上部パッカーユニット耐圧試験結果図	-----	30
図-3.1.6 下部パッカーユニット耐圧試験結果図	-----	31
図-3.1.7 温度センサーケーブルコネクタ部耐圧試験結果図	-----	32
図-3.1.8 温度センサー中継ブロック部耐圧試験結果図	-----	33
図-3.2.1 漏洩試験概念図	-----	34
図-3.2.2 先端ロッド部漏洩試験結果図	-----	35
図-3.2.3 I ユニット漏洩試験結果図	-----	36
図-3.2.4 II ユニット漏洩試験検査図	-----	37
図-3.2.5 上部パッカーユニット漏洩試験結果図	-----	39
図-3.2.6 下部パッカーユニット漏洩試験結果図	-----	40
図-3.3.1 耐温度試験概念図	-----	41
図-3.3.2 耐温度試験結果図	-----	42
図-3.4.1 電気的試験概念図	-----	43
図-3.4.2 電気的試験結果図	-----	44
図-3.5.1 変形係数測定試験概念図	-----	45

図-3.6.1 電動バルブ性能試験概念図	47
図-3.7.1 電磁バルブ性能試験概念図	49
図-4.3.1 パッカー拡張・収縮試験概念図	52
図-4.3.2 パッカー拡張過程グラフ	53
図-4.4.1 水圧測定（間隙水圧測定）試験概念図	54
図-4.4.2 間隙水圧測定グラフ	55
図-4.5.1 透水試験（スラグ法）概念図	56
図-4.5.2 経時変化図	57
図-4.5.3 Hvorslev	58
図-4.5.4 Cooper	58
図-4.5.5 Derivative	59
図-4.5.6 Agarwal	59
図-4.5.7 Derivative (Agarwal)	60
図-4.6.1 透水試験（パルス法）概念図	61
図-4.6.2 経時変化図	62
図-4.6.3 Hvorslev	63
図-4.6.4 Cooper	63
図-4.6.5 Derivative	64
図-4.7.1 パッカー収縮試験概念図	65
図-4.7.2 パッcker収縮時グラフ	66
図-4.8.1 揚水試験（アンプ内蔵型ポンプ）概念図	67
図-4.8.2 アンプ内蔵型試験結果図	68
図-4.9.1 揚水試験（トップドライブ型ポンプ）概念図	69
図-4.9.2 回転数と揚水量との相関図(大口径ブーリ)	70
図-4.9.3 回転数と揚水量との相関図(大口径ブーリ)	71

## 表 目 次

表-3.1.1 IIユニット耐圧試験結果表	-----29
表-3.2.1 IIユニット漏洩試験結果表	-----38
表-3.5.1 変形係数表（シングルパッカー・スライド側）	-----46
表-3.5.2 変形係数表（シングルパッcker・固定側）	-----46
表-3.5.3 変形係数表（ダブルパッcker）	-----46
表-3.6.1 電動バルブ性能試験結果表	-----48
表-3.7.1 電磁バルブ性能試験結果表	-----50

## 1. まえがき

本業務では、1,000m 対応水理試験装置を改良することにより、適応深度を 1,500m まで拡大するとともに、内部配管の拡大、全区間における圧力と温度の連続測定機能、スライド式パッカーの採用、安定流量制御が可能なポンプの採用等により試験データの信頼性の向上および試験の効率化を図ることを目的とした。

本報告書では、改良した試験装置の構成と仕様、室内性能試験結果、適用試験結果について述べる。

## 2. 試験装置の改良

### 2. 1 試験装置の基本仕様

本試験装置の基本仕様を以下に示す。

- (1) 適応深度 : 孔口より深度 1,500m まで
- (2) 適応孔径 :  $\phi$  150~200mm
- (3) 耐温度性能 : 摂氏 70°C
- (4) 耐圧性能 : 外圧 20MPa、ライン圧 20MPa
- (5) 孔内部の最大外径 :  $\phi$  145mm
- (6) 挿入方法 : ロッドシステム
- (7) 試験区間の設定方式 : パッカー方式
- (8) 水理試験項目 : ①間隙水圧測定  
                      ②透水試験  
                      ③揚水試験
- (9) 透水試験方法 : 透水試験→スラグ法、パルス法  
                      : 揚水試験→定流量揚水
- (10) 透水試験測定範囲 :  $10^{-12} \sim 10^{-5}$  (cm/sec) オーダー
- (10) 地下水低下限界 : GL-300m

## 2. 2 試験装置の構成

試験装置は、地上部、中継部、孔内部および付属品の4つから構成されている。

図-2.2.1に試験装置構成概念図、図-2.2.2に孔内部詳細寸法図を示す。

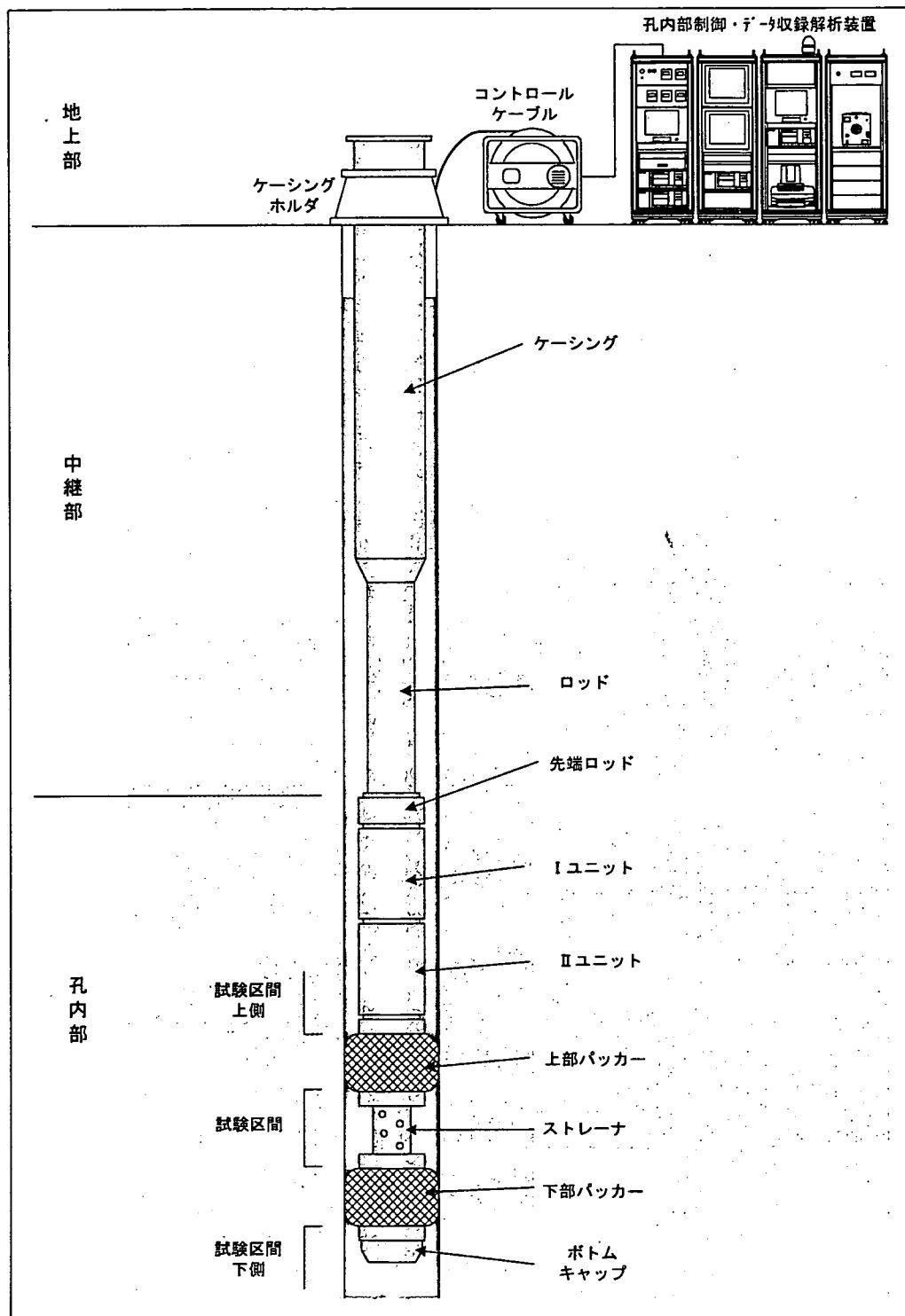


図-2.2.1 試験装置構成概念図

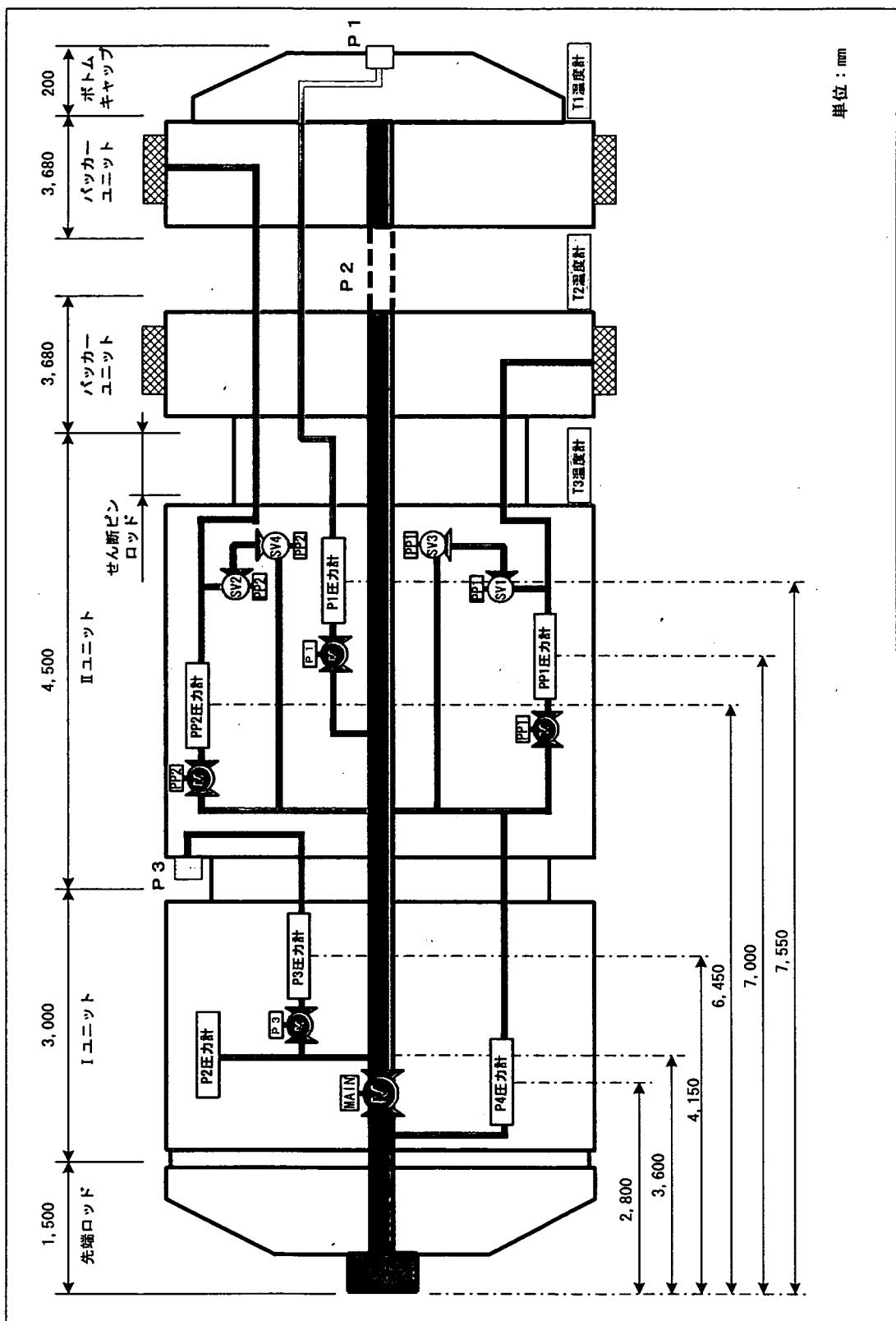


図-2.2.2 孔内部寸法図

## 2. 3 試験装置の設計・改良仕様

試験装置は、以下の項目につき設計・改良・製作を実施した。

### 2. 3. 1 地上部

#### (1) コントロールケーブルドラム

巻き取り長 : 約 1,600m  
巻き上げ速度 : 0 ~ 20m/min 程度 (回転速度調整機能付き)  
回転機能 : 正転、逆転、停止  
電 源 : AC3P200V (ドラム回転電源用)  
特殊機能 : 可変式トラバース機構  
: ブレーキ手動解除機構  
: 光/電気信号変換基板  
(制御・観測デジタル信号用)

#### (2) ユニット制御・データ収録関係機器

##### (a) ユニット通信・データ収録用コンピュータ

: 孔内部ユニットとの通信および全測定データ  
の保存

##### (b) ユニット制御用コンピュータ

: 孔内部ユニットの制御とその監視

##### (c) グラフ表示用コンピュータ

: 全測定データのグラフ表示および測定データ  
の保存

##### (d) データ解析用コンピュータ

: 測定データの解析および解析データの保存

##### (e) 電源表示器 : 孔内部ユニットへ供給される電源の監視

##### (f) 孔内部ユニット用電源

: 孔内部ユニットへの電源供給 (260Vmax)

##### (g) 圧力制御装置 : パッカー拡縮およびパルス試験 (インジェクション時) 用の圧力調整器

##### (h) 孔内水位計表示器

: 孔内水位計データの表示

##### (i) 無停電電源装置

: 停電時における装置への電源供給

##### (j) インナープローブ制御装置

: インナープローブへの電源供給およびデータ  
の表示、バルブの操作

## 2. 3. 2 中継部

### (1) コントロールケーブル

#### (a) コントロールケーブル

ケーブル長 : 1,600m

光ファイバ : 3本 (ステンレス管入り)

電源線 : 12本

外装 : ステンレス編組

#### (b) ケーブルコネクター

構成 : 光 -3芯

電気-3芯

耐圧 : 20MPa

### (2) 揚水ケーシング

構成 : 3m用×63本

2m用×2本

1m用×2本

連結方法 : カップリングによる連結

内径 : φ90.2mm

最大外径 : φ101.6mm (ケーシング部)

: φ114.3mm (カップリング部)

シール方法 : Oリング

材質 : ステンレス

### (3) 揚水ポンプ用ステータ

全長 : 1305mm

外径 : 70mm

材質 : 鉄

## 2. 3. 3 孔内部

### (1) メインバルブユニット

電気基板	: 1式
メインバルブ	: 1台
P3 圧力リリースバルブ	: 1台
圧力計(P4,P3,P2)	: 3台

### (2) バルブユニット

電気基板	: 1式
P1 圧力リリースバルブ	: 1台
PP1用バルブ	: 1台
PP2用バルブ	: 1台
PP1用リリースバルブ	: 1組 (2台)
PP2用リリースバルブ	: 1組 (2台)
圧力計(P1,PP1,PP2)	: 3台
水温度計(T3)	: 1台

### (3) 上部パッカーユニット

スライド式パッカー	: 1本
水温度計(T2)	: 1台

### (4) 下部パッカーユニット

スライド式パッcker	: 1本
水温度計(T1)	: 1台

## 2. 3. 4 付属品

### (1) 揚水ポンプ (アンプ内蔵型)

全揚程 : 140m 程度  
最小流量 : 10L/min 程度  
最大流量 : 40L/min 以上  
電源ケーブル : 160m

### (2) 揚水ポンプ (トップドライブ型)

全揚程 : 200m 程度  
最小流量 : 0.1L/min 程度  
最大流量 : 20L/min 以上

### (3) 孔内貯留低減装置

耐圧性能 : 2.0MPa 程度  
最大遮水圧 : 2.0MPa 程度

### (4) 流量計および流量調整器

#### 流量計①

流量測定範囲 : 0.1~2L/min  
流量調整範囲 : 機能なし  
流量制御精度 : 設定流量の±5%以内

#### 流量計②

流量測定範囲 : 1.5~20L/min  
流量調整範囲 : 機能なし  
流量制御精度 : 設定流量の±5%以内

#### 流量計③

流量測定範囲 : 10~40L/min  
流量調整範囲 : 10~40L/min  
流量制御精度 : 設定流量の±5%以内

### (6) 揚水口元装置・配管

: ケーシング口元から流量調節器までの配管

### (7) スイベル

耐荷重 : 10t 以上

### (8) 交換用パッカーラバー

仕様 : 上・下部パッカーユニットに取り付け可能

### (9) 検査用マルチコネクタ

仕様 :

### (10) マルチコネクタ保護キャップ

(11) 収納箱

仕様 : 箱内に孔内部ユニットを固定、収納を  
材質 : アルミ製

(12) ケーシングホルダ

(13) サッカーロッドホルダ

(14) ケーシング保護キャップ

(15) ケーシングパレット

(16) 下部パッカーおよびP1圧力測定用チューブ

## 2. 4 試験装置の詳細

本業務で設計・改良・製作した機器の詳細について以下に示す。

### 2. 4. 1 地上部

#### (1) ユニット制御・データ収録関係機器

##### (a) ラック 1

ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 1）を図-2.4.1 に示す。

ラック 1 には、上図に示す機器類が収納されている。以下に、今回の仕様によって追加もしくは改良となった個々の機器類の役割および機能を示す。

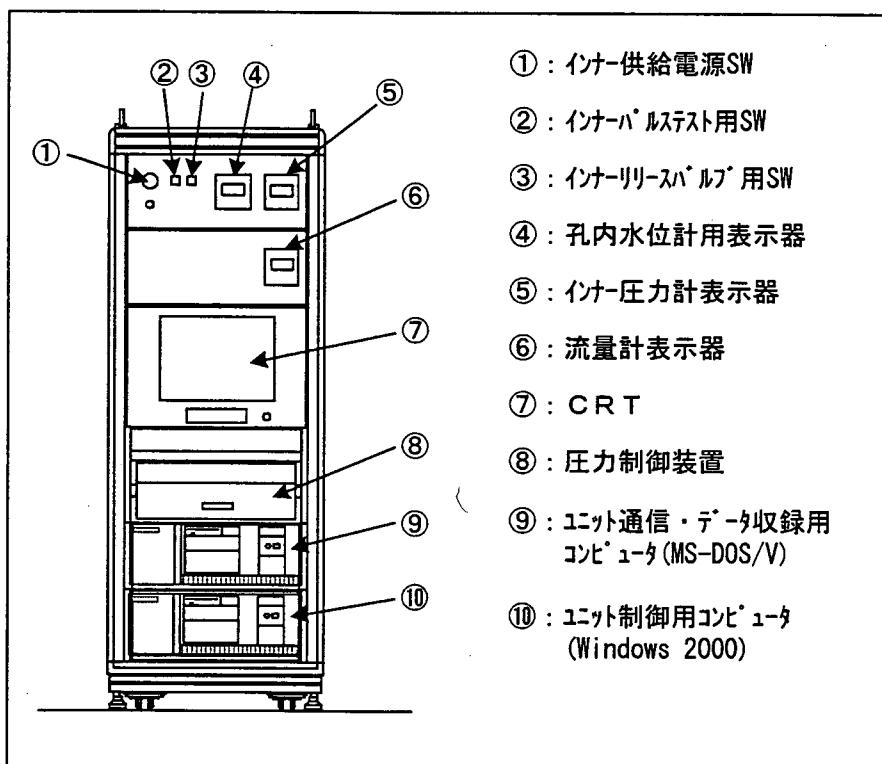


図-2.4.1 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 1）

④孔内水位計表示器

従来機の孔内水位計を接続することにより、水位計の値を表示する。

⑦C R T

ユニット通信・データ収録用コンピュータおよびユニット制御用コンピュータの表示画面をC R T切り替え機を介し表示する。

⑧圧力制御装置

圧力制御装置を介すことにより、パッカー拡張圧、インナーパッカー圧およびパルステスト用圧力を調圧する。

⑨ユニット通信・データ収録用コンピュータ

ユニット通信・データ収録用コンピュータは、ケーブルを介し孔内部ユニット、地上部の各センサーおよびユニット制御用コンピュータと接続される。プログラムは、コンピュータの動作を安定させるためにDOSベースとしている。また、このコンピュータではサンプリング間隔を1秒に固定し全データを1時間ごとのファイルとし保存する。

⑩ユニット制御用コンピュータ

ユニット制御用コンピュータは、ユニット通信・データ収録用コンピュータ、グラフ表示用コンピュータおよびデータ解析用コンピュータと接続され、ユニット通信・データ収録用コンピュータに収録しているデータをグラフ表示用コンピュータおよびデータ解析用コンピュータに引き渡す役割をする。

また、孔内部ユニットのバルブ操作および各センサーの現時点での値を表示する。

(b) ラック 2

ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 2）を図-2.4.2 に示す。

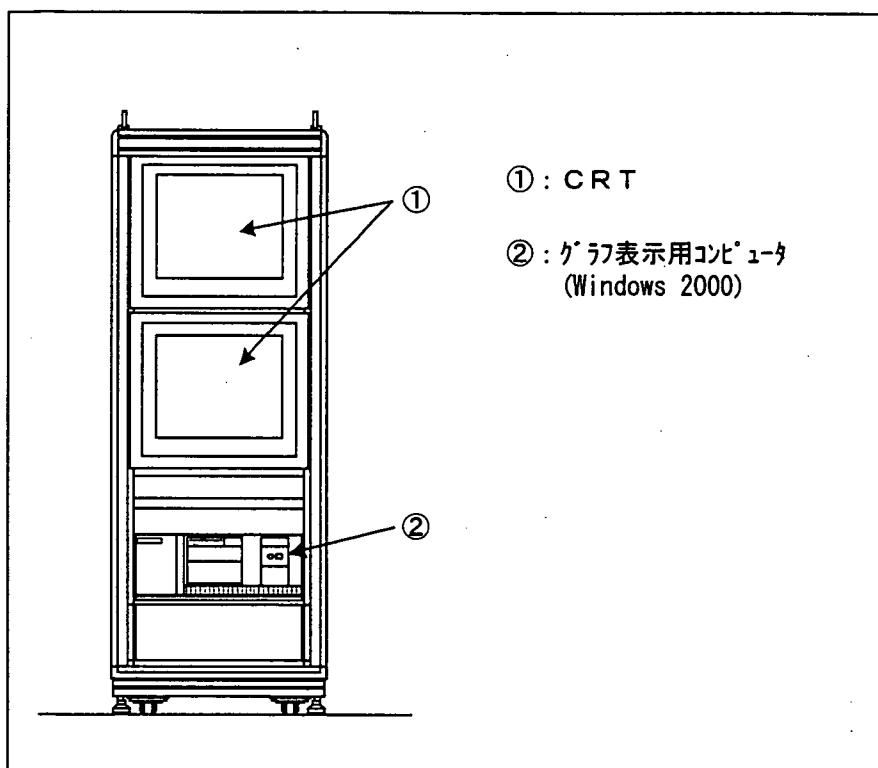


図-2.4.2 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 2）

①CRT

2台のCRTを使用することにより各CRTに1枚ずつのグラフを表示するようにしている。

②グラフ表示用コンピュータ

グラフ表示用コンピュータは、各センサーの経時変化グラフを描画する。各グラフともに任意にデータの種類を選びグラフ描画をさせることができる。

(c) ラック3

ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック3）を図-2.4.3に示す。

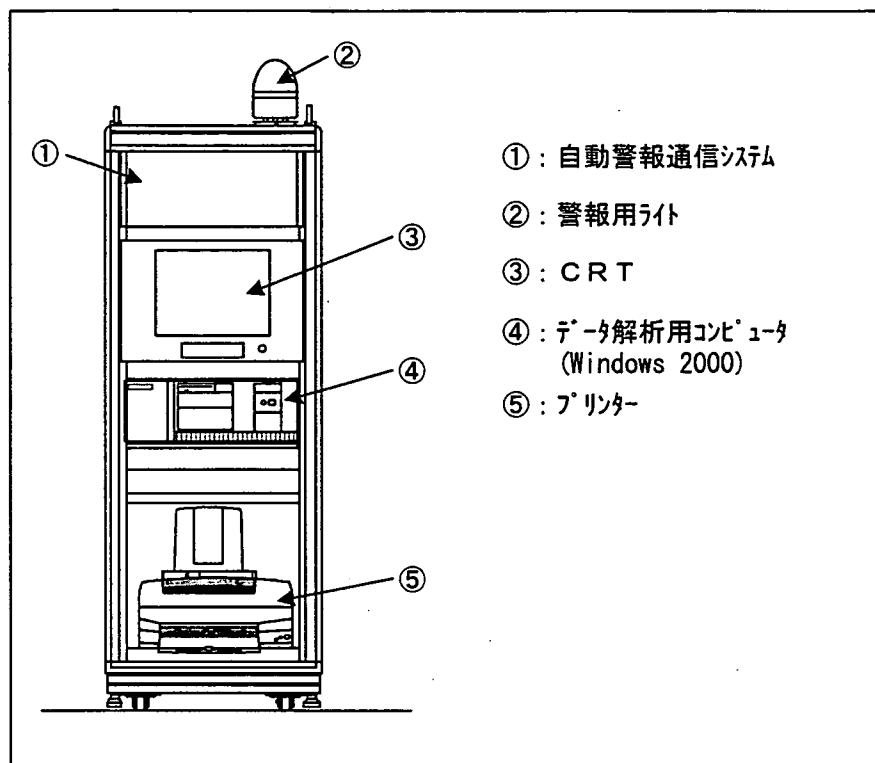


図-2.4.3 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック3）

①自動警報通信システム

停電等により無停電電源装置が作動した際、電話回線を介し特定の電話機に異常が発生していることを自動で連絡する。

②警報用ライト

無停電電源装置が作動した際、警報用ライトおよびブザー音により周囲の作業員に異常が発生していることを知らせる。

③C R T

データ解析用コンピュータのグラフ表示用画面として使用する。

④データ解析用コンピュータ

データ解析用コンピュータは、収録したデータを元にデリバティップ曲線表示と自動移動平均計算、非定常試験解析および揚水試験解析を行う。

⑤プリンター

プリンターサーバを介しラック 1～ラック 3までのC R T画面に表示されているグラフ等を印字する。

(d) ラック 4

ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 4）を図-2.4.4  
に示す。

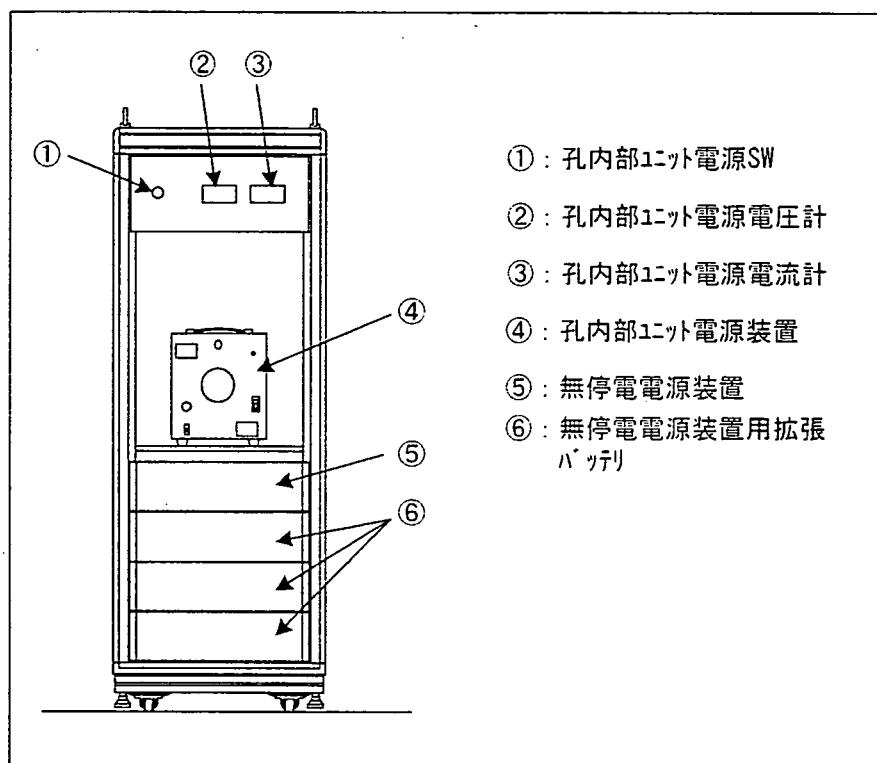


図-2.4.4 ユニット制御・データ収録関係機器概念図（ラック 4）

①孔内部ユニット電源 SW

孔内部ユニットに電源を供給するためのメインスイッチとして使用する。

②孔内部ユニット電源電圧計

孔内部ユニット電源装置の出力電源電圧値を表示する。

③孔内部ユニット電源電流値

孔内部ユニット電源装置の出力電源電流値を表示する。

④孔内部ユニット電源装置

孔内部ユニットに供給するための電源装置として使用する。

最大出力 AC260V。

⑤無停電電源装置

停電等により電源が供給されなくなった場合、ラック 1～3、孔内部ユニットおよび地上部センサーに電源を供給する。

ただし、ラック 1 内のユニット通信・データ収録装置、C R T、C R T 切り替え機、孔内部ユニット、地上部センサー以外は 5 分程度で電源を遮断する。

⑥無停電電源装置用拡張バッテリ

無停電電源装置用の容量を増やすために増設する。

## 2. 4. 2 中継部

### (1) コントロールケーブル

コントロールケーブル断面概念図を図-2.4.5に示す。

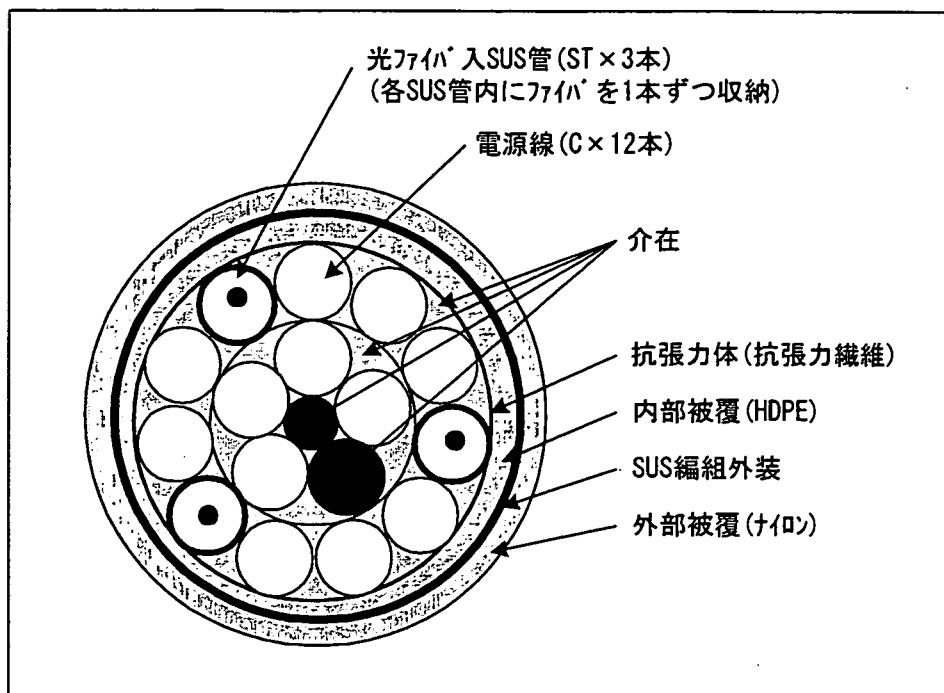


図-2.4.5 コントロールケーブル断面概念図

コントロールケーブルは、3本の光ファイバと12本の電源線で構成されている。光ファイバは、ステンレス管内に1本ずつ収納されている。また、ステンレス管内にはジェリーコンパウンドを充填している。電源線は、4本を1組として使用する。外側から突起物等が刺さり内部の電源線等が破損しないよう外部被覆の内側にステンレス製編組を内蔵している。

## (2) 揚水ケーシング

揚水ケーシング概念図を図-2.4.6に示す。

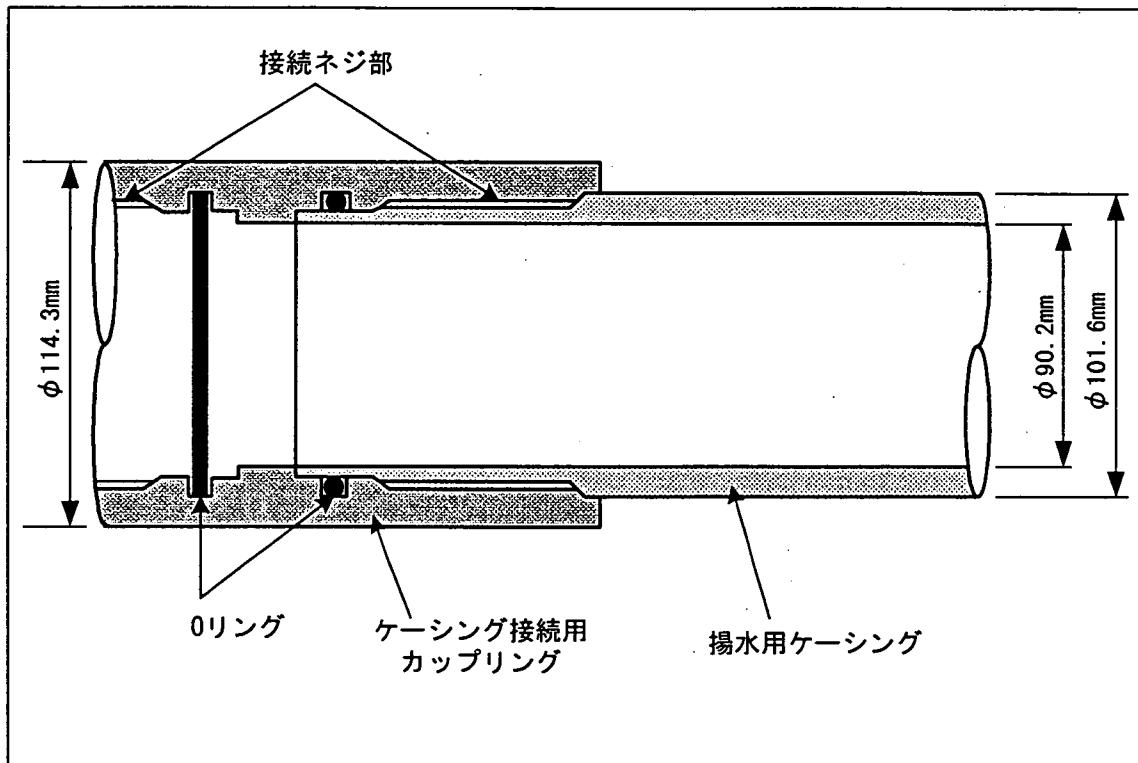


図-2.4.6 揚水ケーシング概念図

揚水ケーシングはカップリングを介し、接続することができる。接続部は、O リングシールによりケーシング内の地下水を外部へ漏洩しない構造としている。内径は、付属の揚水ポンプが挿入できるよう  $\phi 90.2\text{mm}$  としている。

## 2. 4. 3 孔内部

### (1) I ユニット

I ユニット概念図を図-2.4.7 に示す。

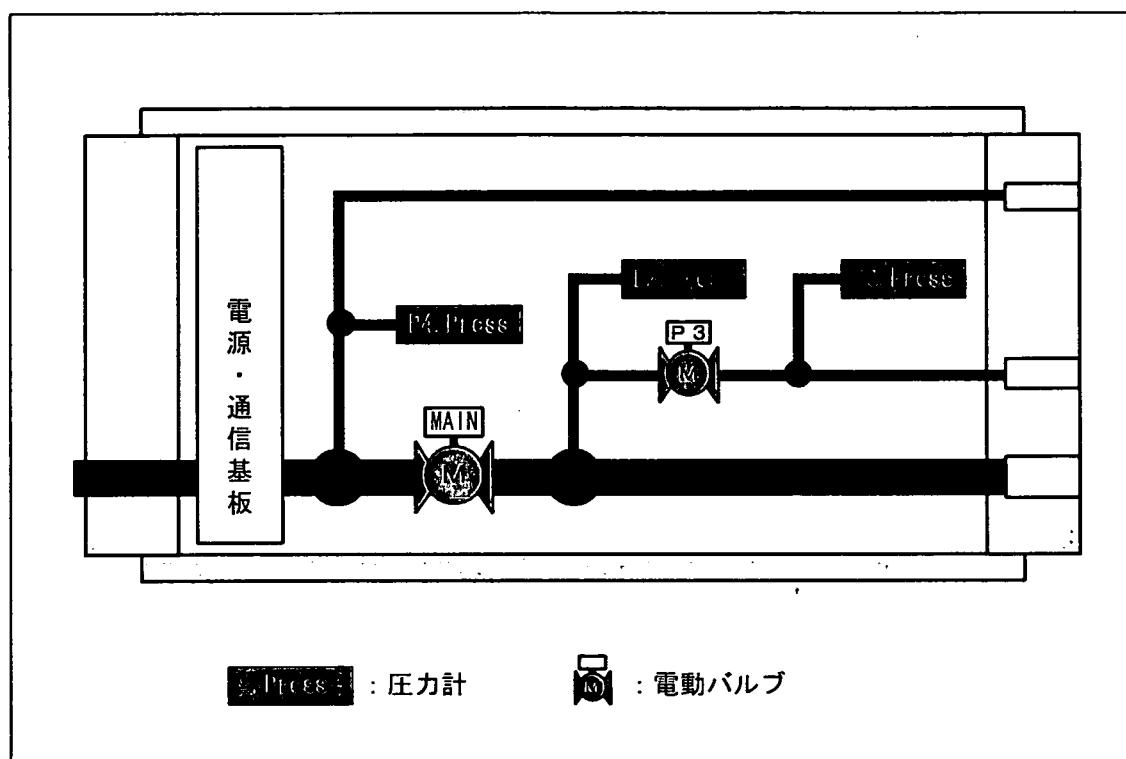


図-2.4.7 I ユニット概念図

I ユニットには、電源・通信基板、圧力計、電動バルブを内蔵している。

電源・通信基板は、地上から送られてくる電源をモータ、圧力計等へ供給するための電圧の変換および地上とのデータ通信の役割を果たす。

圧力計は、3 台内蔵しており P4、P3 および P2 区間の水圧を測定する。電動バルブは、メイン配管用のバルブおよび P3 配管内の空気を抜くためのバルブの 2 台である。メイン配管用のバルブは、パルス試験でも使用するため 2 秒以内に開閉することができる。

## (2) IIユニット

IIユニット概念図を図-2.4.8に示す。

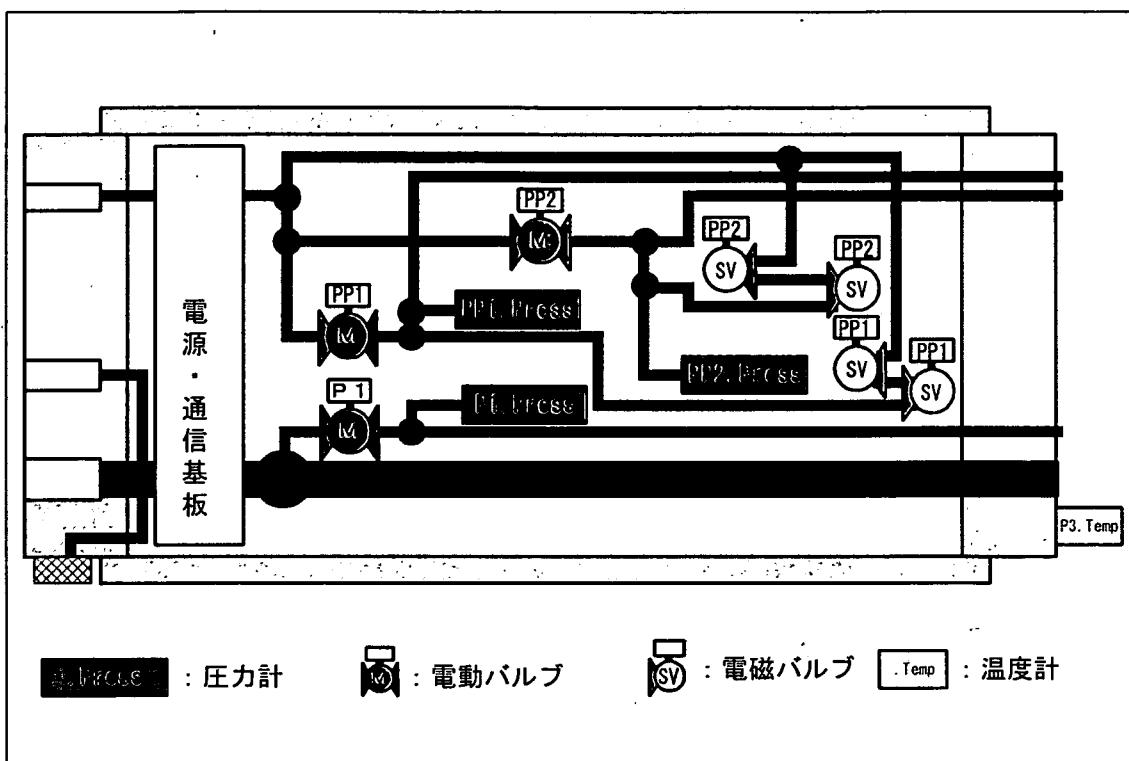


図-2.4.8 IIユニット概念図

IIユニットは、電源・通信基板、圧力計、電動バルブ、電磁バルブを内蔵している。

電源・通信基板は、地上から送られてくる電源をモータ、圧力計等へ供給するための電圧の変換および地上とのデータ通信の役割を果たす。

圧力計は、3台内蔵しておりP4、P3およびP2区間の水圧を測定する。電動バルブは2台あり、それぞれメイン配管用のバルブおよびP3配管内の空気を抜くためのバルブである。メイン配管用のバルブは、パルス試験でも使用するため2秒以内に開閉することができる。

### (3) パッカーユニット

パッカーユニット概念図を図-2.4.9 に示す。

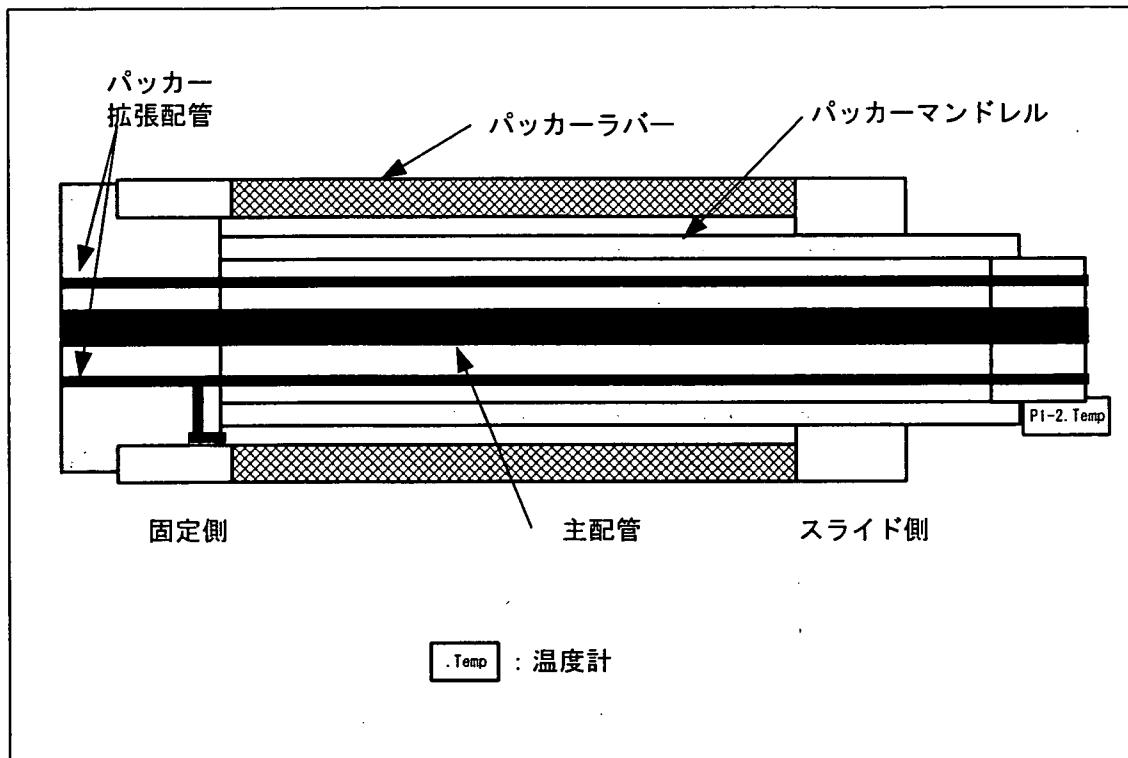


図-2.4.9 パッカーユニット概念図

パッカーユニットは、パッカーマンドレル 1 本につき水温計を 1 台設置している。

また、パッカーユニットを連続して接続できる構造としているため例えば 2 本ずつのダブルパッカーという構成を可能としている。1 本ずつのダブルパッカーで構成する場合は、各パッカー拡張ラインを PT1/8 のプラグで塞ぐことで使用することができる。

## 2. 4. 4 付属品

### (1) 揚水ポンプ (アンプ内蔵型)

アンプ内蔵型の揚水ポンプは Grundfos 社製の SQE2-115 とした。

図-2.4.10 にポンプ性能図、図 2.4.11 にポンプ仕様を示す。

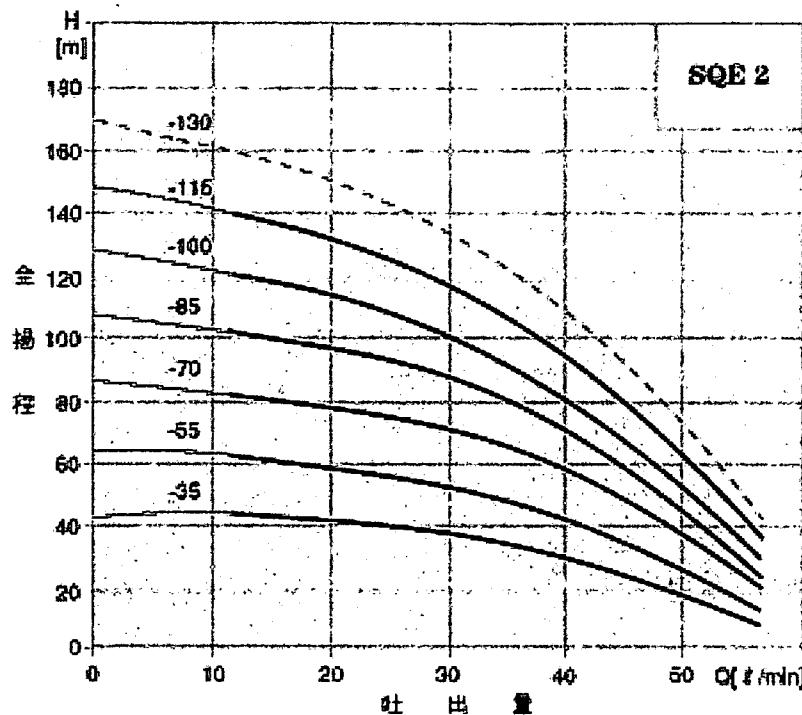
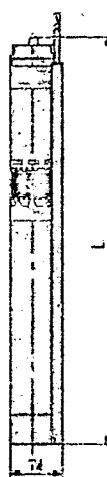


図-2.4.10 ポンプ性能図

## ■外形寸法図 ■仕様



機器名	口径	段数	出力 [kW]	定格電流値 [A] (200V時)	モータ 型式	出力範囲 [kW]	寸法[mm]	質量 [kg]
SQE2-35	Rp 1	2	0.4	3.4	MSE3	0.1~0.63	747	5
SQE2-55	Rp 1	3	0.8	4.8	MSE3	0.1~0.63	747	5
SQE2-70	Rp 1	4	0.8	6.1	MSE3	0.7~1.05	774	5.5
SQE2-85	Rp 1	5	1.0	7.6	MSE3	0.7~1.05	820	5.5
SQE2-100	Rp 1	6	1.2	9.9	MSE3	1.1~1.73	864	6.5
SQE2-115	Rp 1	7	1.4	10.0	MSE3	1.1~1.73	891	6.5

\*ポンプ、モータ、1.5mケーブル、およびケーブル+ガードを含みます。

図-2.4.11 ポンプ仕様

定流量揚水時に使用する場合は、流量調整器を介し定流量調整を行う。また、孔内貯留低減装置が取り付けられる構造となっている。

## (2) 揚水ポンプ（トップドライブ型）

トップドライブ式の揚水ポンプは、地上部の油圧システム、回転制御装置、油圧モータ付きブーリー、中継部のサッカーロッド、ロータ、ステータで構成している。本ポンプは、ステータ内にロータを挿入しロータに接続されているサッカーロッドを回転させることにより地下水を汲み上げる構造となっている。また、揚水量はロッドの回転数により制御することができる。ロッドの回転数は、油圧システムの送油量および回転制御装置により制御することができる。

図-2.4.12 に PC ポンプ性能図を示す。

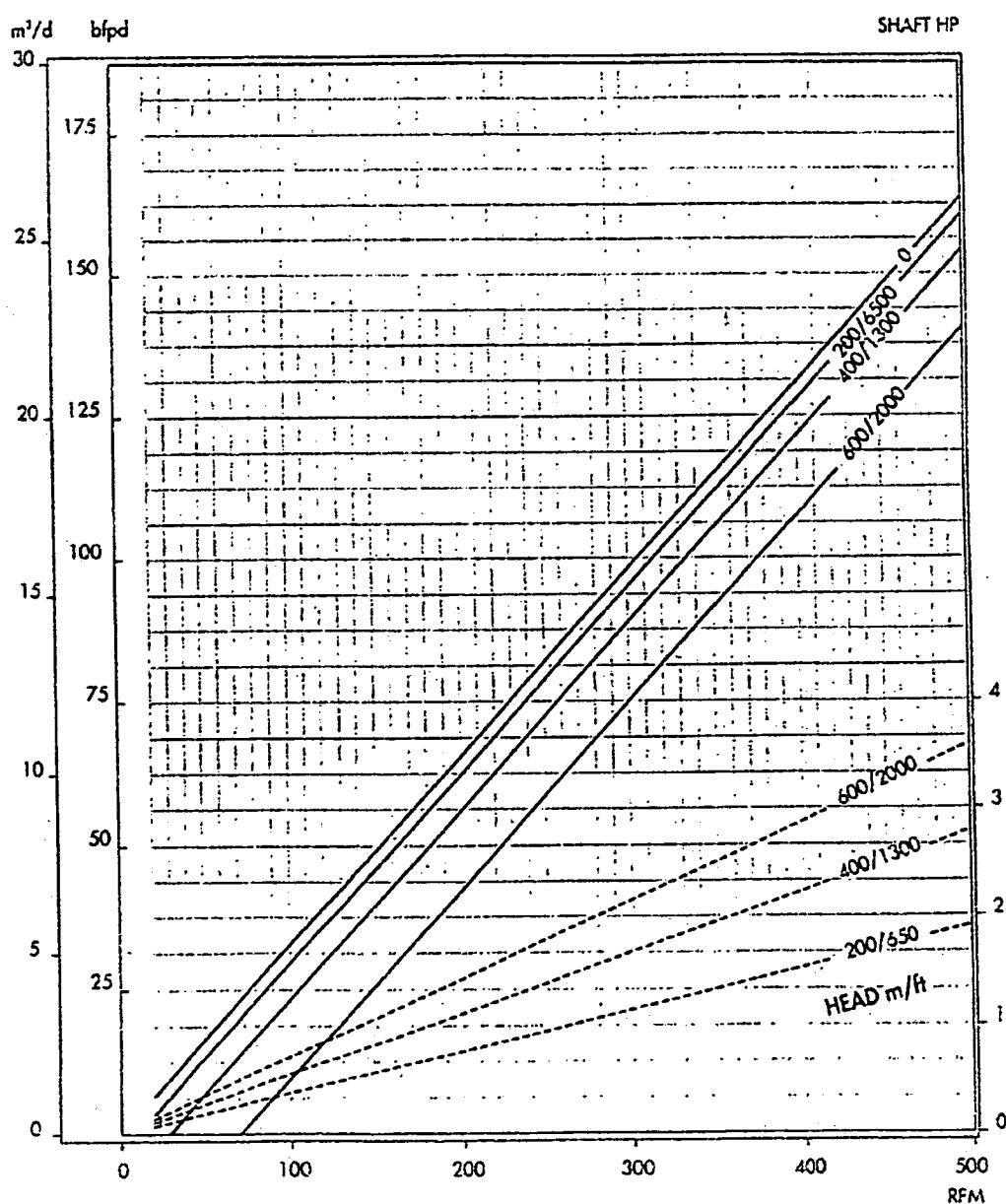


図-2.4.12 PC ポンプ性能図

### (3) 孔内貯留低減装置

孔内貯留低減装置として、アンプ内蔵型揚水ポンプに接続することができるパッカーを製作した。揚水ポンプにパッカーを接続し、揚水ケーシング内に挿入する。任意の深度においてパッカーを拡張することにより、揚水ポンプを挿入した深度（ポンプ用パッカー設置深度）から測定区間までを閉鎖区間とすることができます。

ポンプ用パッカーは、パッカ一本体にチューブを接続しポンプと一緒に揚水ケーシング内に挿入する。

ポンプ用パッカーの拡張は、地上にて約 1MPa の空気圧をチューブ内に送り込むことにより拡張することができる。

### (4) 流量調整器

流量調整器は、アンプ内蔵型揚水ポンプで定流量揚水を行うときに使用する。流量調整範囲は、10~40l/min の範囲である。

また、流量調整はラック 1 に取り付けられている VFV ユニットで行う。

### (5) 揚水口元・配管

揚水口元は、トップドライブ型揚水ポンプの油圧モータ付きブリームに取り付けられている。

また、揚水口元に付属の配管を接続することにより、3種類の電磁流量計が接続できる構造となっている。

### 3. 室内試験

室内試験として、製作した部品を組みあげた状態で各部の基本的な性能・機能を確保していることを確認する。

#### 3. 1 耐圧試験

##### 3. 1. 1 試験方法

個々の部品について、水圧 20MPa の条件下において 24 時間放置し変形および溶接部分からの漏洩等の異常の有無を確認した。

変形は目視、漏洩は圧力計の変化および目視により判断する。

図-3.1.1 に耐圧試験概念図を示す。

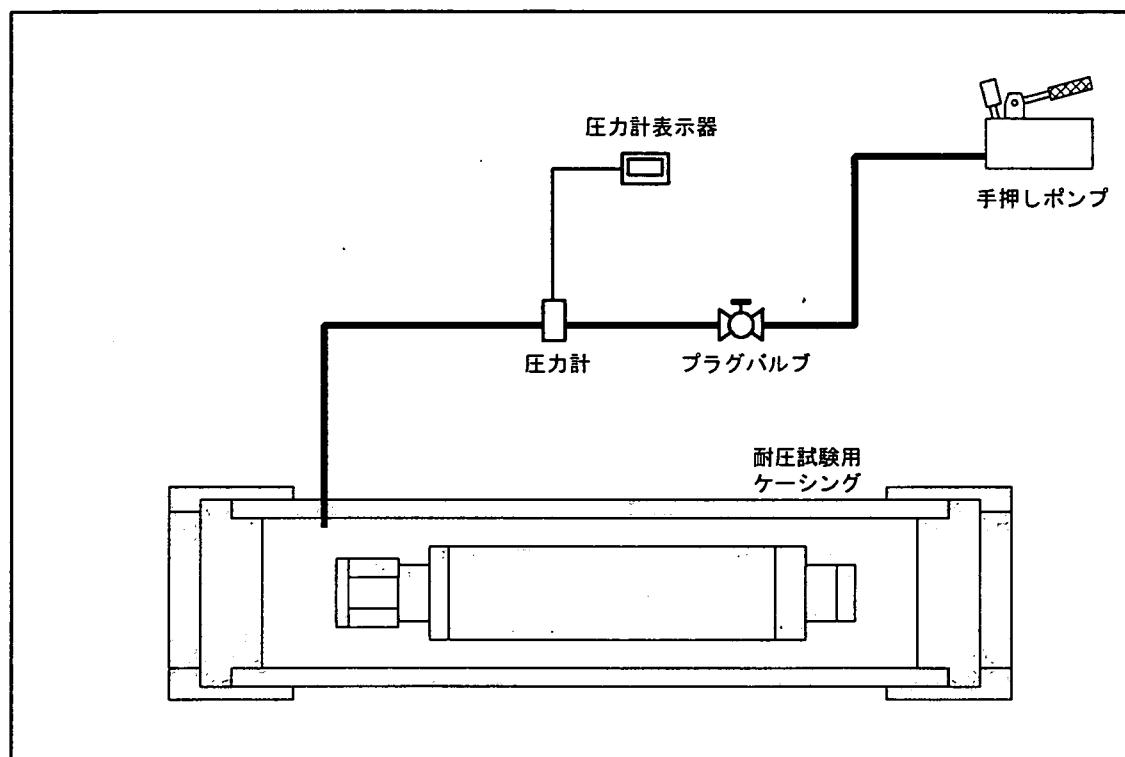


図-3.1.1 耐圧試験概念図

##### 3. 1. 2 試験結果

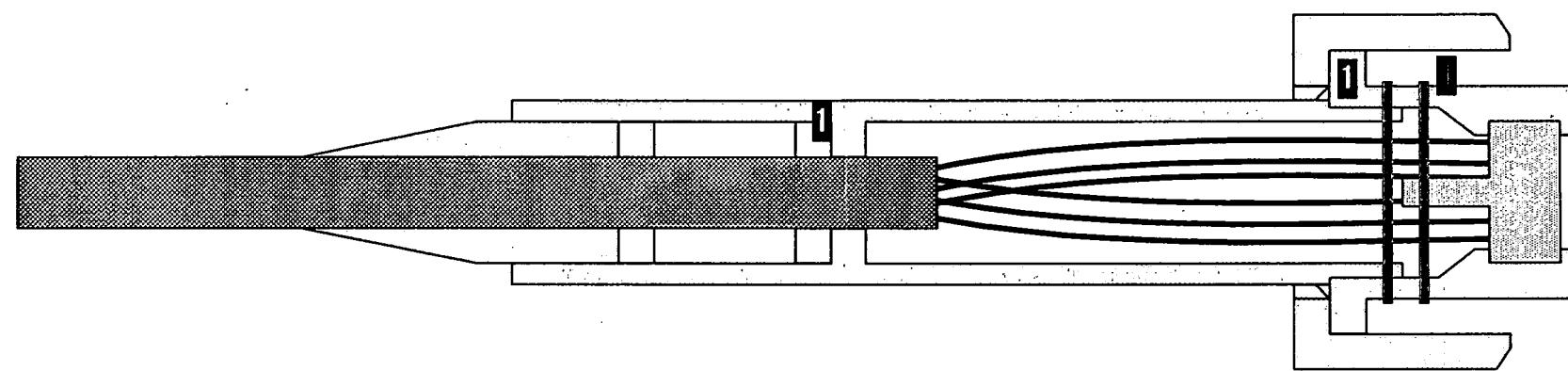
試験の結果、いずれの部品についても、漏洩および変形は確認されなかった。このことより、いずれの部品も本装置の性能を満たしているもの判断する。

図-3.1.2 にケーブルコネクタ部耐圧試験結果図、図-3.1.3 に I ユニット耐圧試験結果図、図-3.1.4 に II ユニット耐圧試験検査図、表-3.1.1 に II ユニット耐圧試験結果表、図-3.1.5 に上部パッカーユニット耐圧試験結果図、図-3.1.6 に下部パッカーネクタ部耐圧試験結果図、図-3.1.7 に温度センサーケーブルコネクタ部耐圧試験結果図、図-3.1.8 に温度センサー中継プロック部耐圧試験結果図を示す。

ケーブルコネクタ部 耐圧試験

検査日： 2003/03/03

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



耐圧試験結果

溶接部

1 ○

○リング部

1 ○

ゴムブッシュ部

1 ○

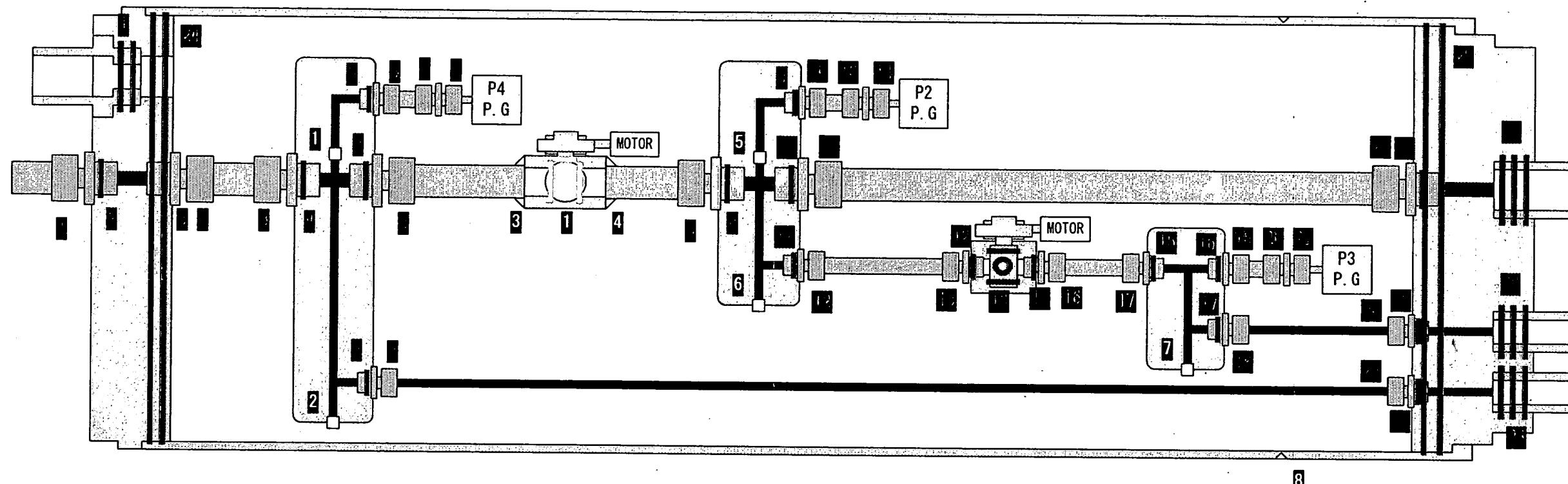
○印：耐圧試験合格

図-3.1.2 ケーブルコネクタ部 耐圧試験結果図

I ユニット 耐圧試験

検査日： 2003/03/04

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



漏洩試験結果

□ 溶接部

1	○
2	○
3	○
4	○
5	○
6	○
7	○
8	○

● Oリング部

1	○
2	○
3	○
4	○
5	○
6	○
7	○
8	○

□ パルブシール部

1	○
2	○
3	○
4	○
5	○
6	○
7	○
8	○

■ Swagelok部

1	○
2	○
3	○
4	○
5	○
6	○
7	○
8	○

○印：耐圧試験合格

図-3.1.3 I ユニット 耐圧試験結果図

IIユニット 耐圧試験

検査条件：20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと

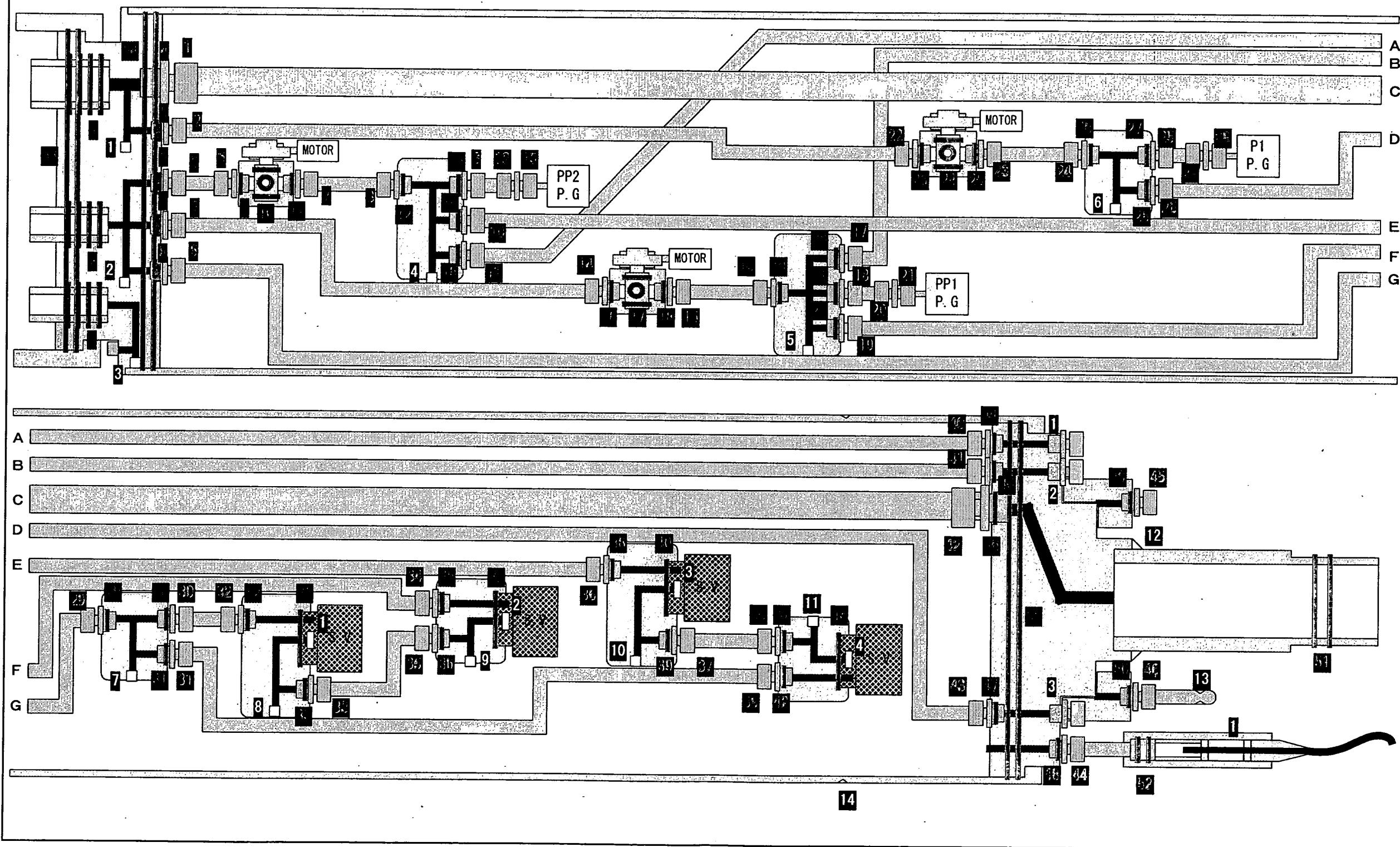


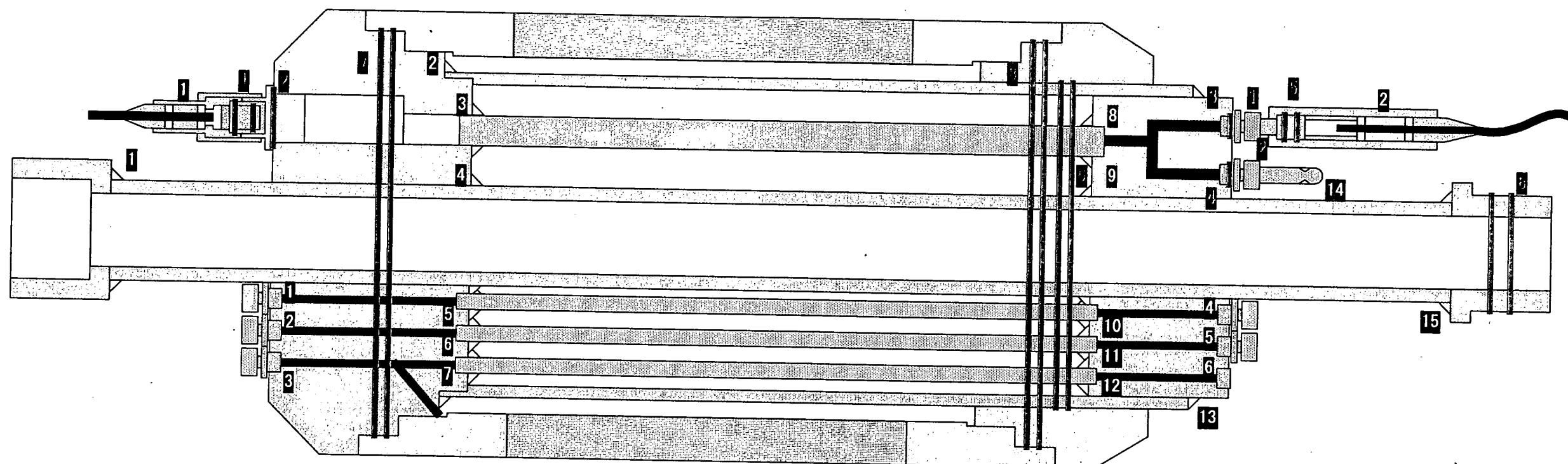
表-3.1.1 IIユニット 耐圧試験結果表

IIユニット 耐圧試験結果				検査日 : 2003/03/04
<input type="checkbox"/> 溶接部		<input type="checkbox"/> パルプシート部		<input checked="" type="checkbox"/> ネジシール部
1 2 3 4 5 6 7 8	9 10 11 12 13 14	1 2 3 4		1 2 3
<input checked="" type="checkbox"/> ○リング部				<input type="checkbox"/> ゴムブッシュ部
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22	23 24 25 26 27 28 29 30	31 32 33 34 35 36 37 38	39 40 41 42 43 44 45 46
<input checked="" type="checkbox"/> Swagelok部				
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	
○印 : 耐圧試験合格				

上部パッカーユニット 耐圧試験

検査日： 2003/03/03

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと  
ただし、パッカーラバー部分については5MPaとする



耐圧試験結果

□ 溶接部	▣ ○ リング部	▣ ゴムブッシュ部	■ Swagelok部	□ ○ リング部
1 ○	9 ○	1 ○	1 ○	1 ○
2 ○	10 ○	2 ○	2 ○	2 ○
3 ○	11 ○	3 ○	3 ○	3 ○
4 ○	12 ○	4 ○	4 ○	4 ○
5 ○	13 ○	5 ○	5 ○	5 ○
6 ○	14 ○	6 ○	6 ○	6 ○
7 ○	15 ○	7 ○		
8 ○				

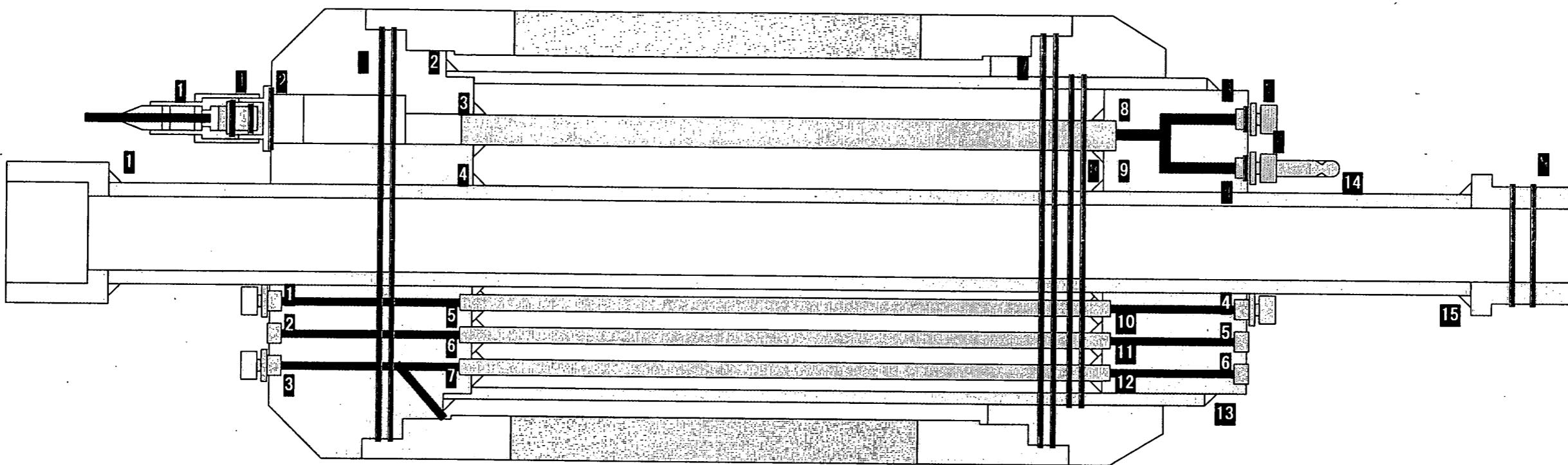
○印：耐圧試験合格

図-3.1.5 上部パッカーユニット 耐圧試験結果図

下部パッカーユニット 耐圧試験

検査日 : 2003/03/03

検査条件 : 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと  
ただし、パッカーラバー部分については5MPaとする



耐圧試験結果

溶接部

- |   |                          |    |                          |
|---|--------------------------|----|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | 9  | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> | 11 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> | 12 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | <input type="checkbox"/> | 13 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | <input type="checkbox"/> | 14 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | <input type="checkbox"/> | 15 | <input type="checkbox"/> |
| 8 | <input type="checkbox"/> |    |                          |

○リング部

- |   |                                     |    |                                     |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 9  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | 10 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | 12 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | <input checked="" type="checkbox"/> | 13 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | 14 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7 | <input checked="" type="checkbox"/> | 15 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 | <input checked="" type="checkbox"/> |    |                                     |

ゴムブッシュ部

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | <input type="checkbox"/> |

Swagelok部

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | <input checked="" type="checkbox"/> |

○リング部

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> |
| 2 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | <input type="checkbox"/> |

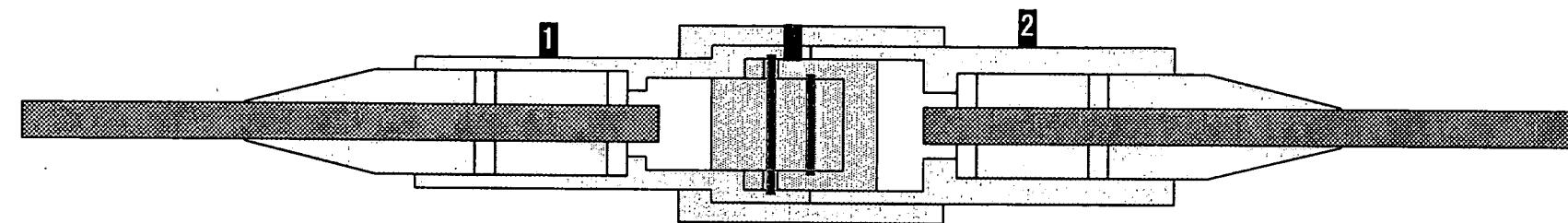
○印 : 耐圧試験合格

図-3.1.6 下部パッカーユニット 耐圧試験結果図

温度センサーケーブルコネクタ部 耐圧試験

検査日 : 2003/03/03

検査条件 : 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



耐圧試験結果

上部パッカユニット～中継ケーブル用

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> ○リング部 | <input type="checkbox"/> □ゴムブッシュ部 |
| 1 <input type="checkbox"/>                | 1 <input type="checkbox"/>        |
| 2 <input type="checkbox"/>                | 2 <input type="checkbox"/>        |

中継ケーブル～下部パッカユニット用

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> ○リング部 | <input type="checkbox"/> □ゴムブッシュ部 |
| 1 <input type="checkbox"/>                | 1 <input type="checkbox"/>        |
| 2 <input type="checkbox"/>                | 2 <input type="checkbox"/>        |

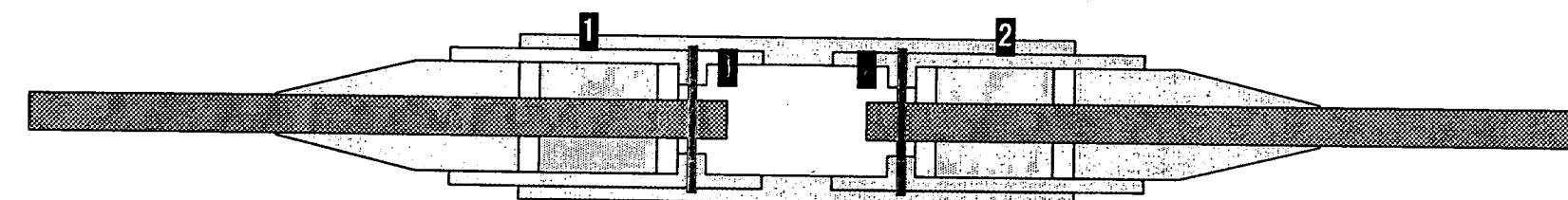
○印：耐圧試験合格

図-3.1.7 温度センサーケーブルコネクタ部 耐圧試験結果図

温度センサー中継ブロック部 耐圧試験

検査日： 2003/03/03

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



耐圧試験結果

①

Oリング部

ゴムブッシュ部

1

1

2

2

③

Oリング部

ゴムブッシュ部

1

1

2

2

⑤

Oリング部

ゴムブッシュ部

1

1

2

2

②

Oリング部

ゴムブッシュ部

1

1

2

2

④

Oリング部

ゴムブッシュ部

1

1

2

2

○印：耐圧試験合格

図-3.1.8 温度センサー中継ブロック部 耐圧試験結果図

### 3. 2 漏洩試験

#### 3. 2. 1 試験方法

個々の配管について、水圧 20MPa の条件下において 24 時間放置しつなぎ目等からの漏洩の有無を確認する。

漏洩は圧力計の変化および目視により判断した。

図-3.2.1 に漏洩試験概念図を示す。

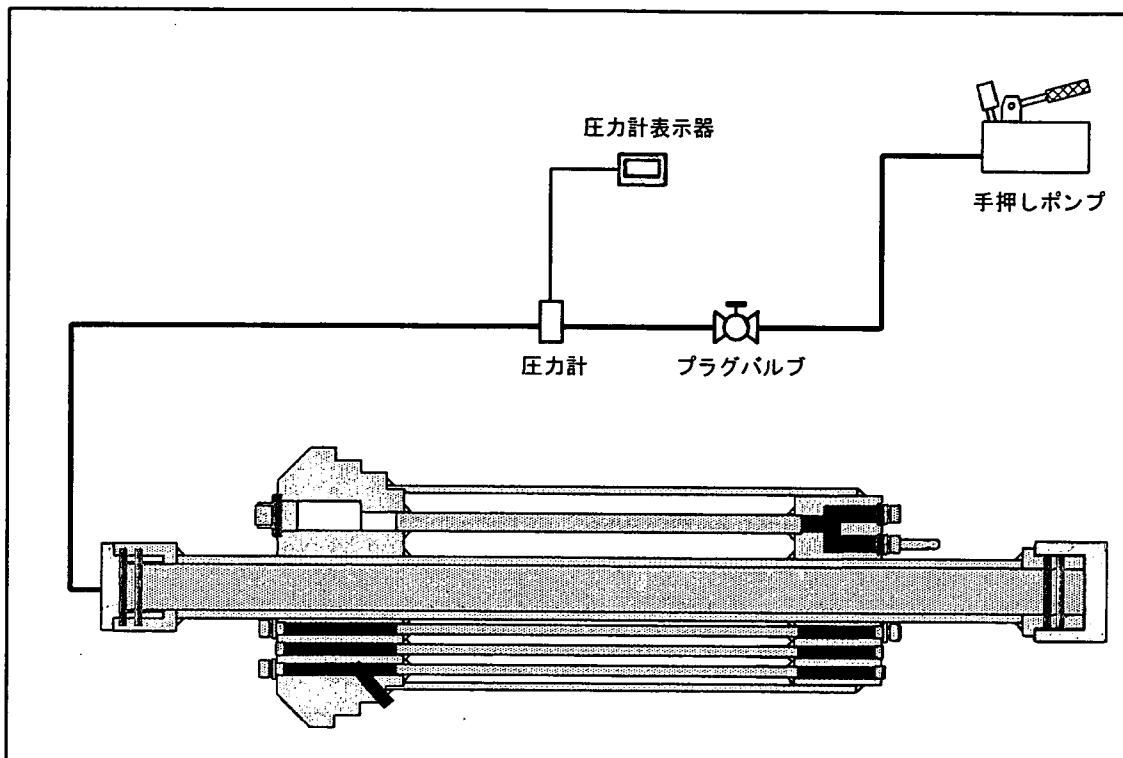


図-3.2.1 漏洩試験概念図

#### 3. 2. 2 試験結果

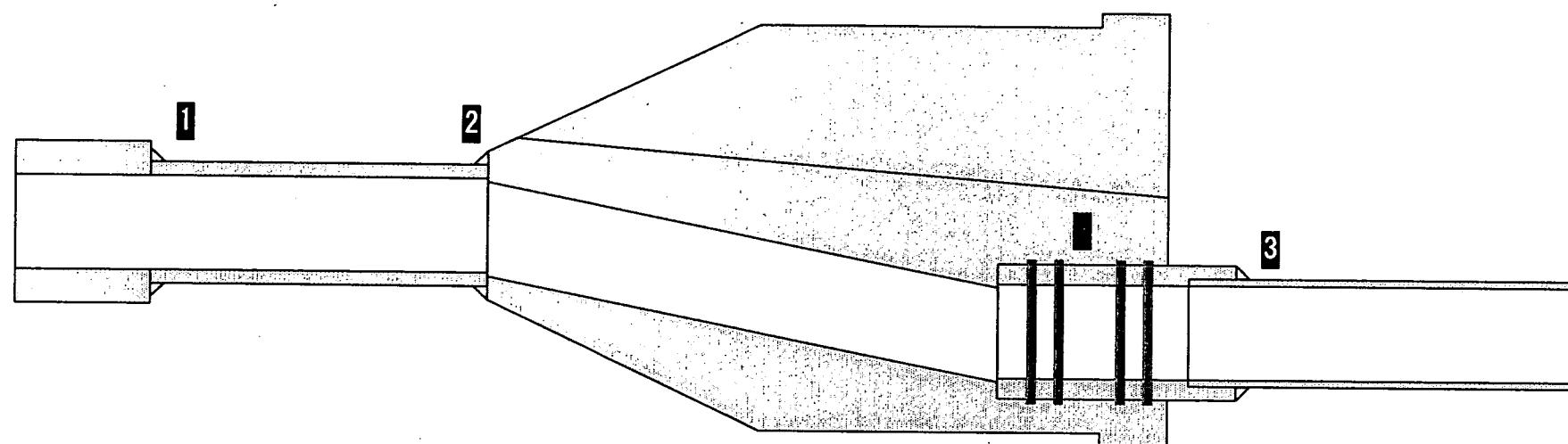
試験の結果、いずれの配管についても、漏洩は確認されなかった。このことより、いずれの配管も本装置の性能を満たしているもの判断する。

図-3.2.2 に先端ロッド部漏洩試験結果図、図-3.2.3 に I ユニット漏洩試験結果図、図-3.2.4 に II ユニット漏洩試験検査図、表-3.2.1 に II ユニット漏洩試験結果表、図-3.2.5 に上部パッカーユニット漏洩試験結果図、図-3.2.6 に下部パッカーユニット漏洩試験結果図を示す。

先端ロッド部 漏洩試験

検査日 : 2003/03/04

検査条件 : 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



漏洩試験結果

溶接部

○ リング部

1

2

3

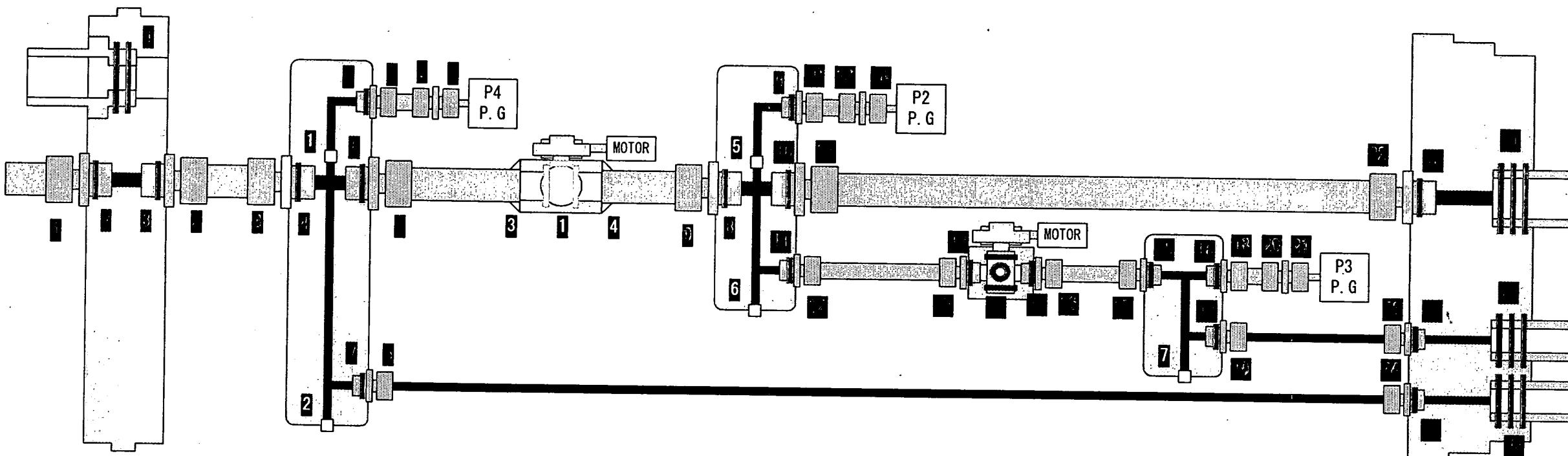
○印 : 漏洩試験合格

図-3.2.2 先端ロッド部 漏洩試験結果図

I ユニット 漏洩試験

検査日 : 2003/03/04

検査条件 : 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



漏洩試験結果

溶接部  ○リング部

1	○	1	○	3	○	15	○	22	○
2	○	2	○	9	○	16	○	23	○
3	○	3	○	10	○	17	○		
4	○	4	○	11	○	18	○		
5	○	5	○	12	○	19	○		
6	○	6	○	13	○	20	○		
7	○	7	○	14	○	21	○		

バルブシール部  Swagelok部

1	○	2	○	3	○	4	○	5	○
6	○	7	○	8	○	9	○	10	○
11	○	12	○	13	○	14	○	15	○
16	○	17	○	18	○	19	○	20	○
21	○	22	○	23	○	24	○	25	○

○印 : 漏洩試験合格

図-3.2.3 I ユニット 漏洩試験結果図

IIユニット 漏洩試験

検査条件：20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと

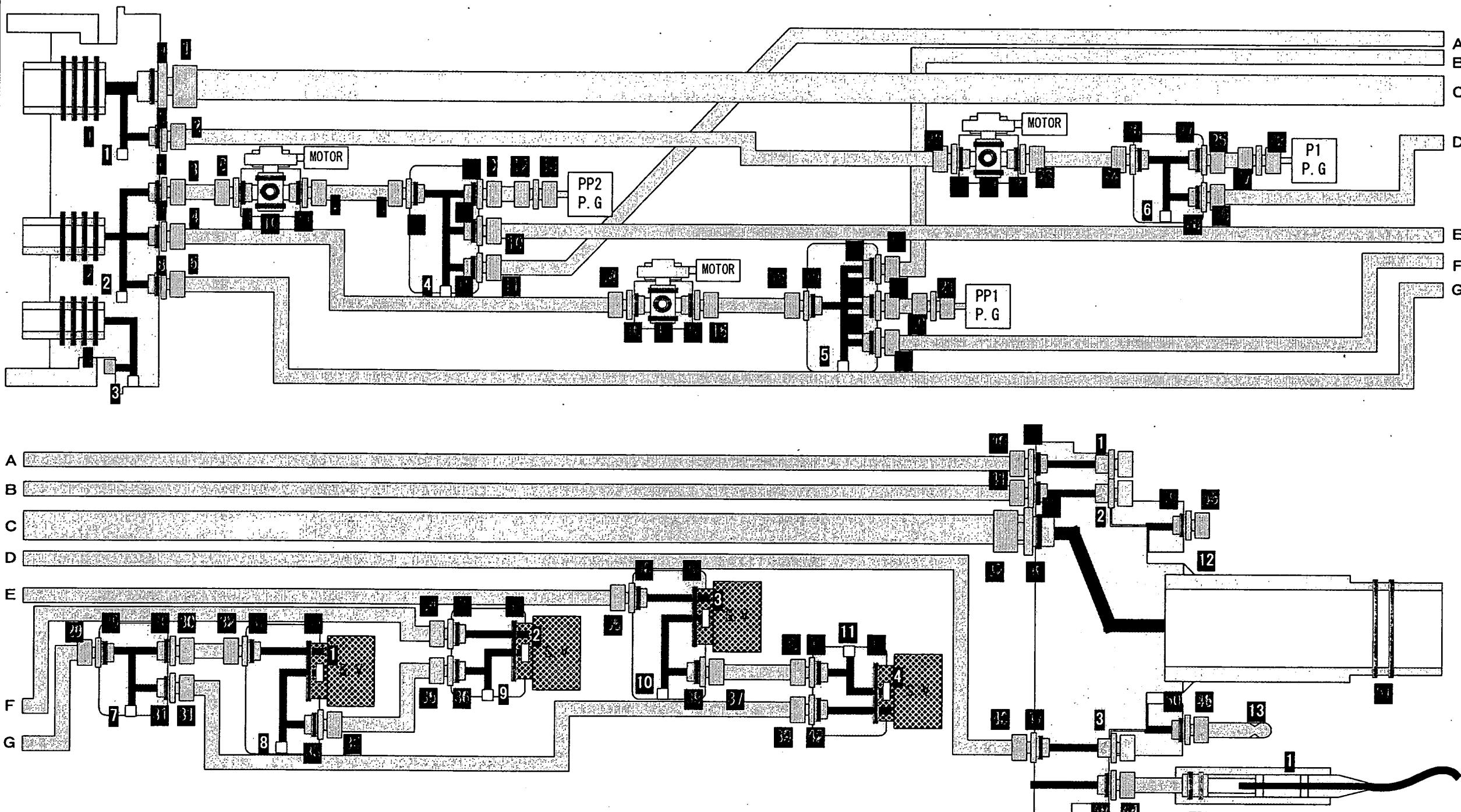


図-3.2.4 IIユニット 漏洩試験検査図

表-3.2.1 IIユニット 漏洩試験結果表

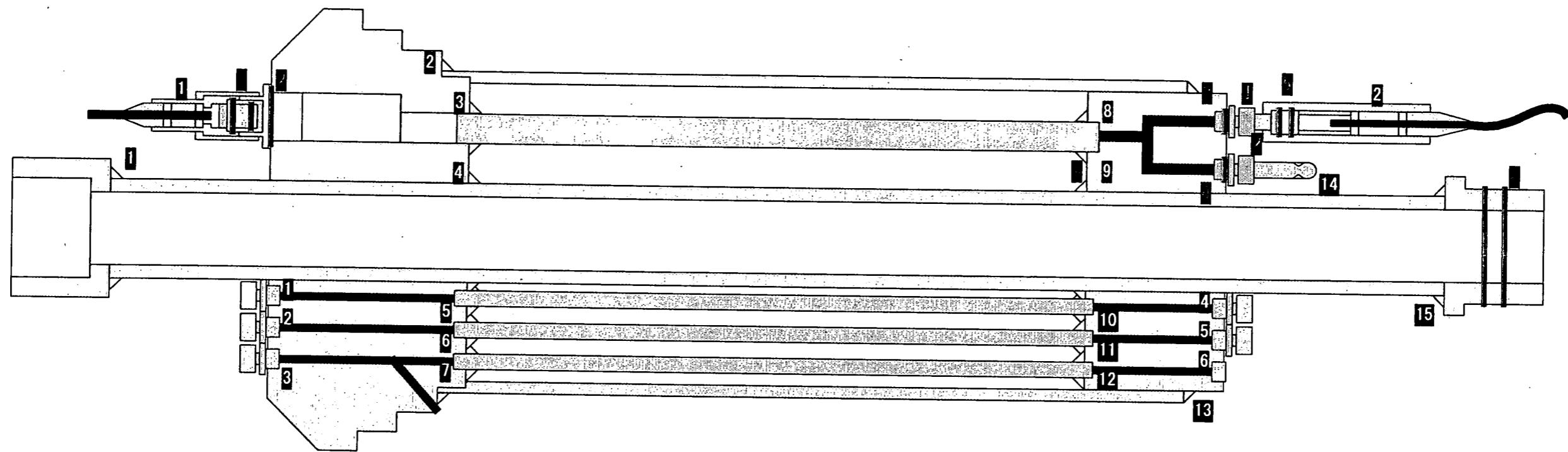
IIユニット 漏洩試験結果		検査日： 2003/03/04			
<input type="checkbox"/> 溶接部		<input type="checkbox"/> パルプシート部		<input type="checkbox"/> ネジシール部	
1	<input type="radio"/>	9	<input type="radio"/>	1	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	10	<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>	3	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	4	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>		<input type="checkbox"/> ゴムブッシュ部
6	<input type="radio"/>			1	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>				
8	<input type="radio"/>				
<input checked="" type="checkbox"/> ○リング部					
1	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	23	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>	24	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	25	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	26	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	16	<input type="radio"/>	27	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	17	<input type="radio"/>	28	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	18	<input type="radio"/>	29	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	19	<input type="radio"/>	30	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	20	<input type="radio"/>	31	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>	21	<input type="radio"/>	32	<input type="radio"/>
11	<input type="radio"/>	22	<input type="radio"/>	33	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Swagelok部					
1	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	21	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	22	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	16	<input type="radio"/>	23	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	17	<input type="radio"/>	24	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	18	<input type="radio"/>	25	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	19	<input type="radio"/>	26	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	20	<input type="radio"/>	27	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	21	<input type="radio"/>	28	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	22	<input type="radio"/>	29	<input type="radio"/>
10	<input type="radio"/>	23	<input type="radio"/>	30	<input type="radio"/>

○印：漏洩試験合格

上部パッカーユニット 漏洩試験

検査日： 2003/03/03

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと



漏洩試験結果

溶接部

1	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>		

○リング部

<input checked="" type="checkbox"/>

ゴムブッシュ部

<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>

Swagelok部

<input checked="" type="checkbox"/>

○リング部

<input type="checkbox"/>

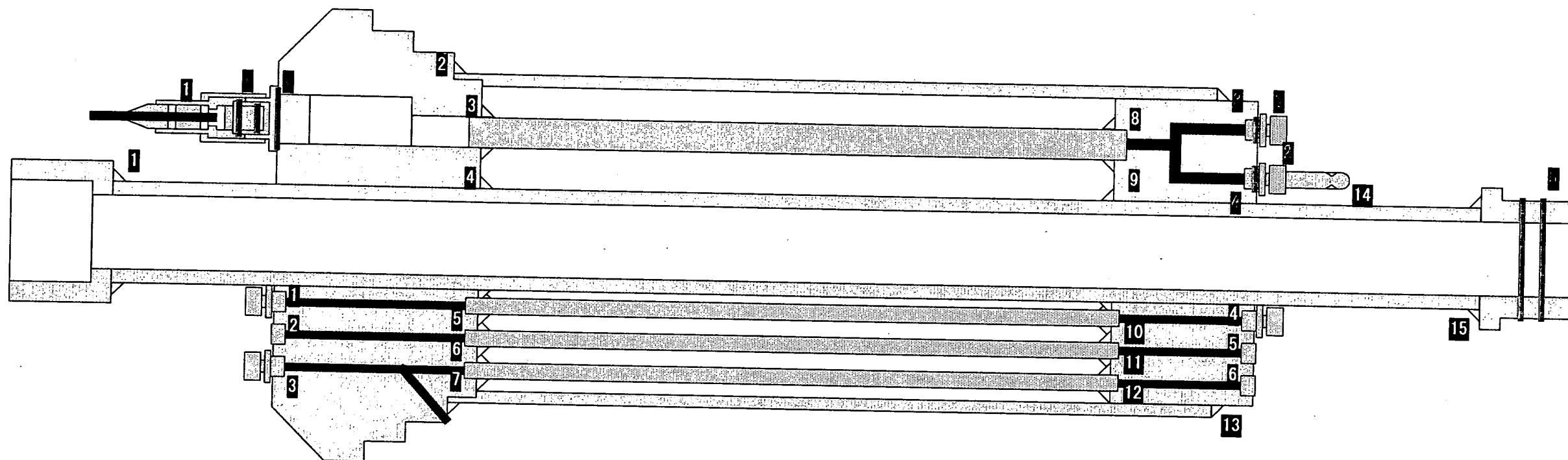
○印：漏洩試験合格

図-3.2.5 上部パッカーユニット 漏洩試験結果図

下部パッカーユニット 漏洩試験

検査日： 2003/03/03

検査条件： 20MPaの水圧にて形状の変化および漏洩がないこと  
ただし、パッカーラバー部分について5MPaとする



漏洩試験結果

溶接部	Oリング部	ゴムブッシュ部	Swagelok部	Oリング部
1 ○	9 ○	1 ○	1 ○	1 ○
2 ○	10 ○	2 ○	2 ○	2 ○
3 ○	11 ○	3 ○	3 ○	3 ○
4 ○	12 ○	4 ○	4 ○	4 ○
5 ○	13 ○	5 ○	5 ○	5 ○
6 ○	14 ○			
7 ○	15 ○			
8 ○				

○印：漏洩試験合格

図-3.2.6 下部パッカーユニット 漏洩試験結果図

### 3. 3 耐温度試験

#### 3. 3. 1 試験方法

孔内部ユニットが摂氏 70°Cの条件下で正常に機能するかを確認する。

図-3.3.1 に耐温度試験概念図を示す。

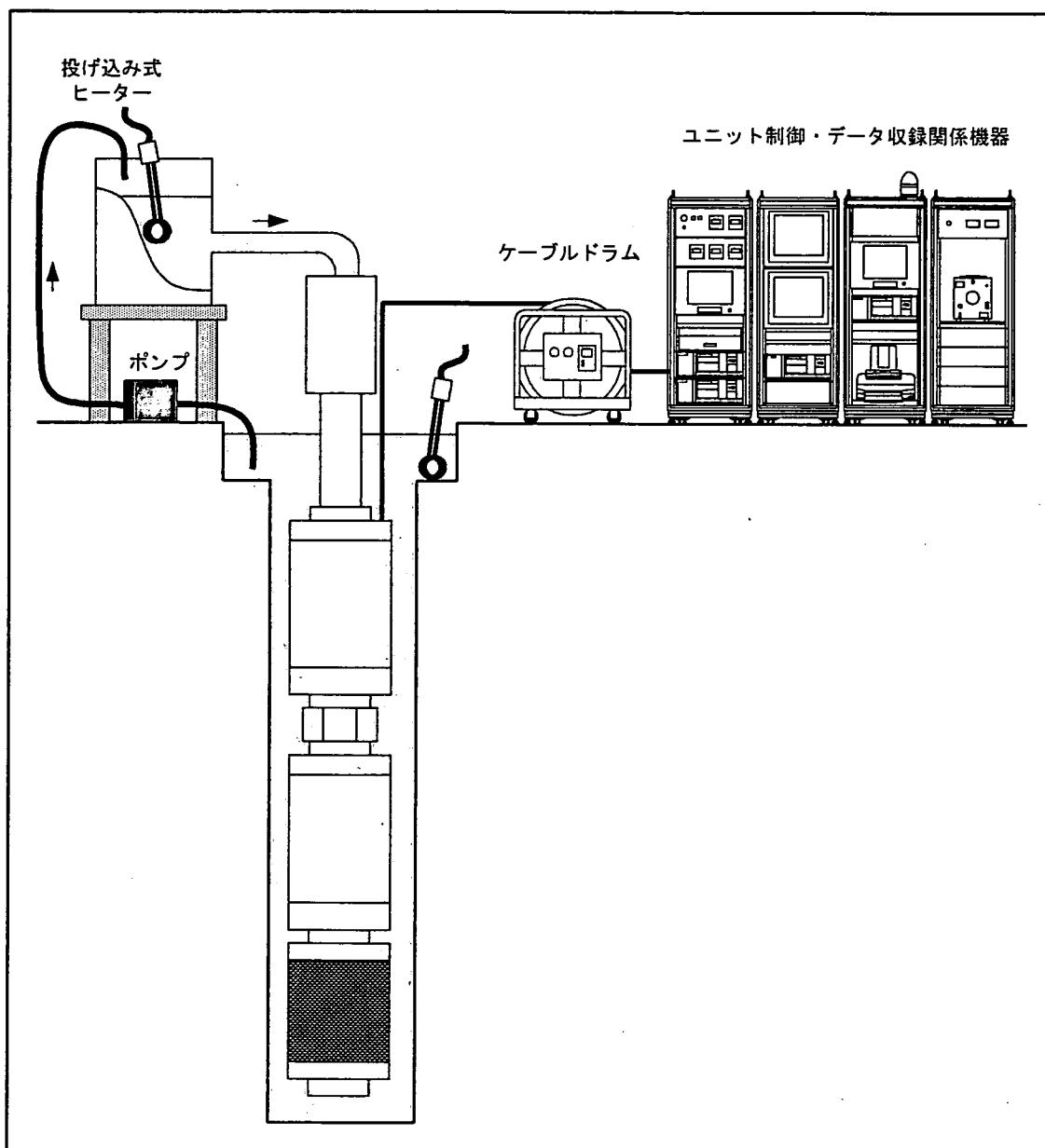


図-3.3.1 耐温度試験概念図

#### 3. 3. 2 試験結果

いずれの孔内部ユニットについても、正常に機能することを確認した。このことより、いずれの孔内部ユニットも本装置の性能を満たしているもの判断する。

図-3.3.2 に耐温度試験結果図を示す。

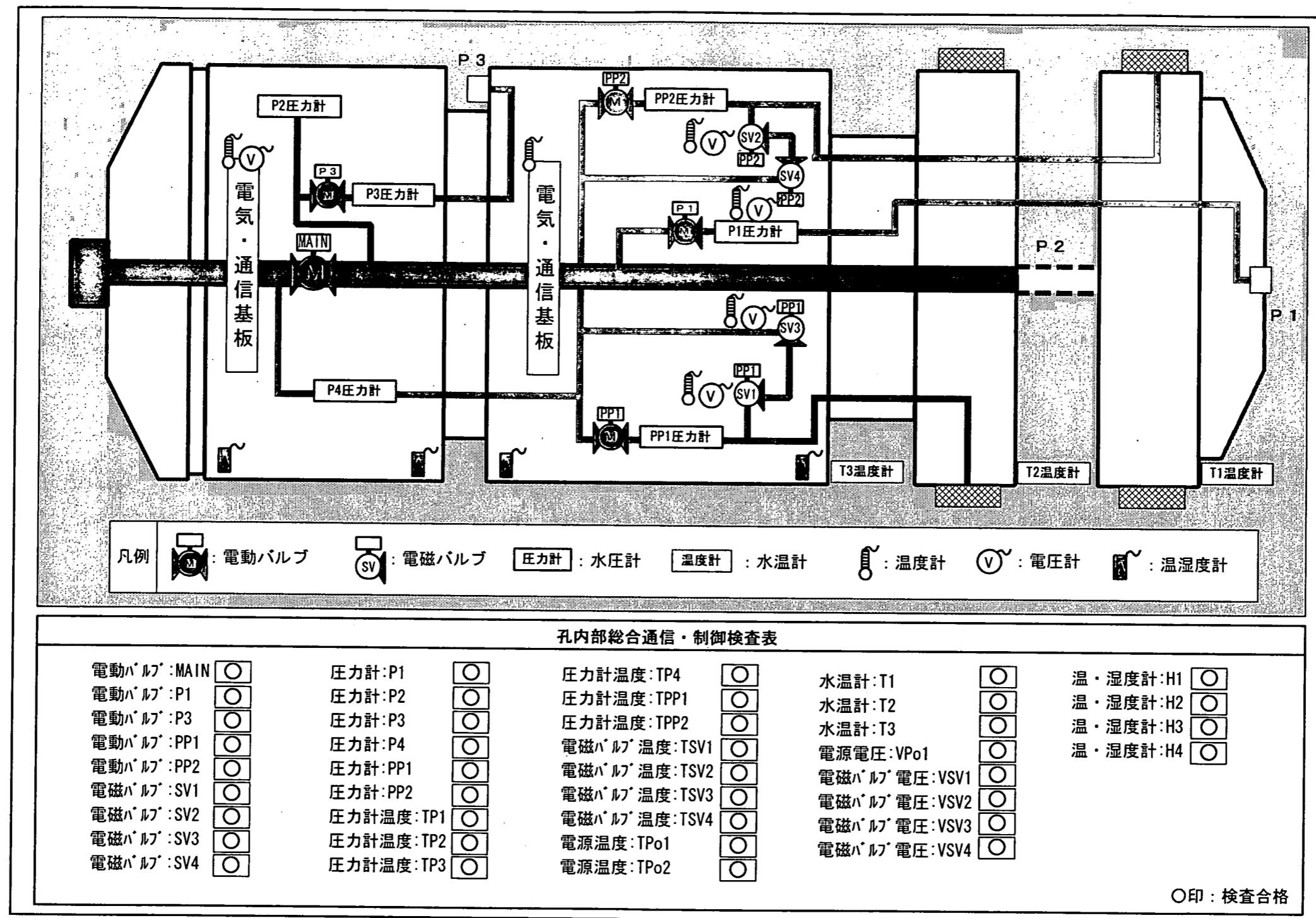


図-3.3.2 耐温度試験結果図

### 3. 4 電気的試験

#### 3. 4. 1 試験方法

地上部、中継部および孔内部装置を接続した状態での信号の送受信、電源の供給、孔内部の制御が正常に行われるかの確認をする。

図-3.4.1に電気的試験概念図を示す。

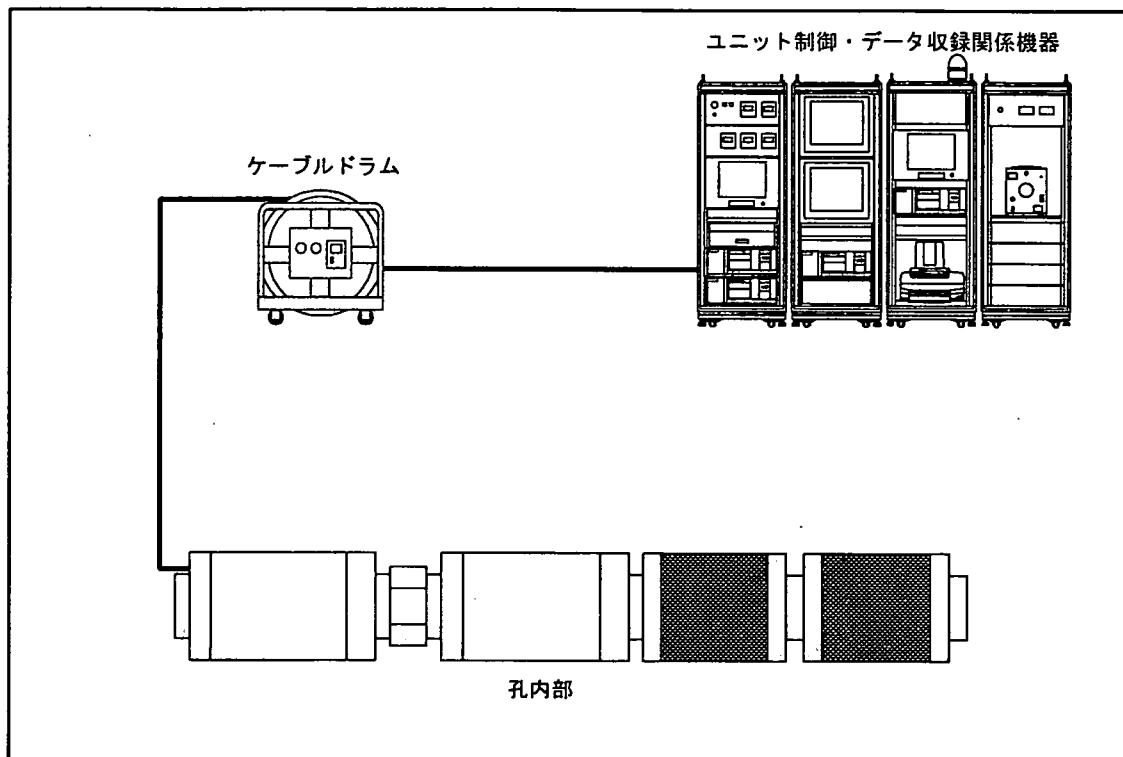


図-3.4.1 電気的試験概念図

#### 3. 4. 2 試験結果

いずれのセンサーおよびバルブについても、正常に機能または作動することを確認した。このことより、いずれの孔内部ユニットも本装置の性能を満たしているもの判断する。

図-3.4.2に電気的試験結果図を示す。

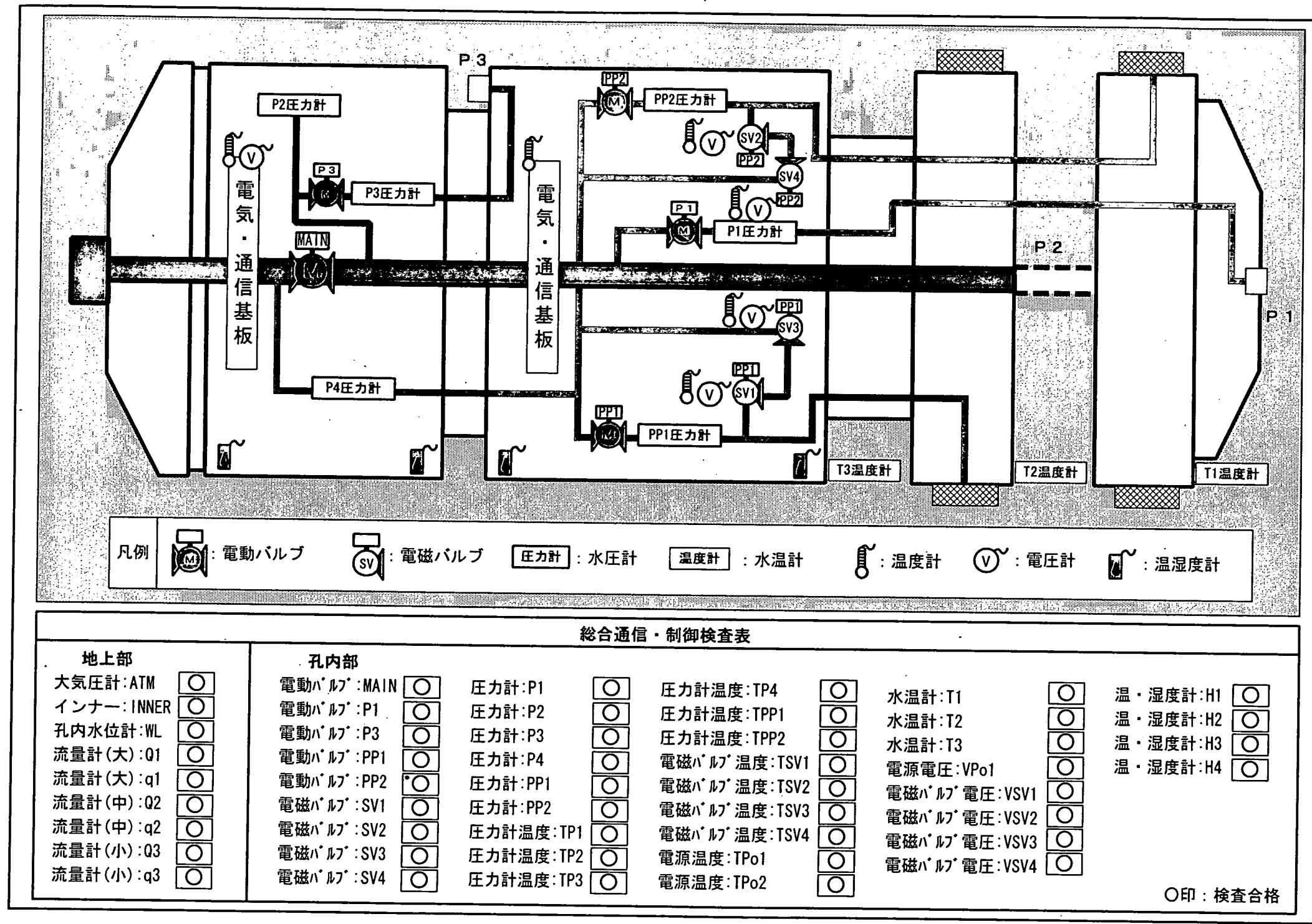


図-3.4.2 電気的試験結果図

### 3. 5 パッカー弾性に関する変形係数の測定

#### 3. 5. 1 試験方法

製作したパッカーを拡張孔径  $\phi$  150mm、拡張圧 3MPa、温度 10、30、50、70°C、水圧 1、3、5、7、9、11、13、15MPa の条件下において弾性に関する変形係数を求める。

図-3.5.1 に変形係数測定試験概念図を示す。

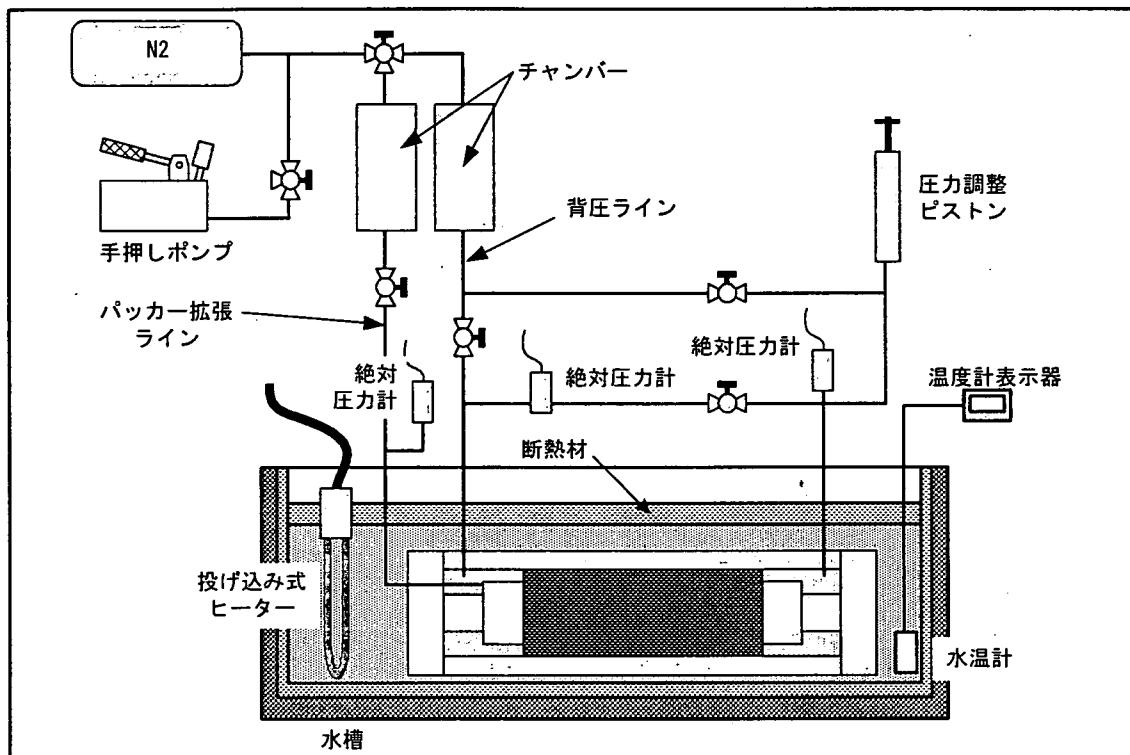


図-3.5.1 変形係数測定試験概念図

#### 3. 5. 2 試験結果

測定の結果を表-3.5.1 に変形係数表 (シングルパッカー・スライド側)、表-3.5.2 に変形係数表 (シングルパッcker・固定側)、表-3.5.3 に変形係数 (ダブルパッcker) を示す。

表-3.5.1 変形係数表（シングルパッカー・スライド側）

B.P (MPa)	温度 (°C)				
	21.5	30.0	40.7	50.7	70.9
2	8.1289E-14	1.2424E-13	1.3467E-13	1.3883E-13	1.2783E-13
4	6.6559E-14	9.6100E-14	1.2866E-13	1.4238E-13	1.1488E-13
6	8.3846E-14	1.1040E-13	1.3334E-13	1.1265E-13	1.0253E-13
8	7.9759E-14	1.1240E-13	1.1465E-13	1.1031E-13	1.0877E-13
10	8.0094E-14	1.1224E-13	1.2880E-13	1.0254E-13	1.2574E-13
12	7.9888E-14	1.1385E-13	1.2943E-13	1.1695E-13	1.0173E-13
15	8.4539E-14	1.0139E-13	1.0487E-13	1.3499E-13	1.0405E-13

(m<sup>5</sup>/gf)

表-3.5.2 変形係数表（シングルパッカー・固定側）

B.P (MPa)	温度 (°C)				
	21.5	30.0	40.7	50.7	70.9
2	9.4242E-14	1.1180E-13	1.0613E-13	1.3852E-13	8.6468E-14
4	9.4049E-14	8.4892E-14	1.1072E-13	1.3166E-13	1.2443E-13
6	8.7381E-14	9.5099E-14	1.2851E-13	1.2192E-13	1.1565E-13
8	8.3763E-14	9.1634E-14	1.2070E-13	1.0520E-13	1.1354E-13
10	8.3358E-14	8.5053E-14	1.1957E-13	1.3253E-13	1.0787E-13
12	8.2919E-14	9.9487E-14	1.2160E-13	1.0520E-13	1.0975E-13
15	9.2933E-14	7.8391E-14	1.1505E-13	1.1330E-13	1.1132E-13

(m<sup>5</sup>/gf)

表-3.5.3 変形係数表（ダブルパッカー）

B.P (MPa)	温度 (°C)				
	21.5	30.0	40.7	50.7	70.9
2	8.7766E-14	1.1802E-13	1.2040E-13	1.3868E-13	1.0715E-13
4	8.0304E-14	9.0496E-14	1.1969E-13	1.3702E-13	1.1966E-13
6	8.5614E-14	1.0275E-13	1.3093E-13	1.1729E-13	1.0909E-13
8	8.1761E-14	1.0202E-13	1.1768E-13	1.0776E-13	1.1116E-13
10	8.1726E-14	9.8647E-14	1.2419E-13	1.1754E-13	1.1681E-13
12	8.1404E-14	1.0667E-13	1.2552E-13	1.1108E-13	1.0574E-13
15	8.8736E-14	8.9891E-14	1.0996E-13	1.2415E-13	1.0769E-13

(m<sup>5</sup>/gf)

### 3. 6 電動バルブ性能試験

#### 3. 6. 1 試験方法

個々の電動バルブについて、遮水性能および開閉時間の確認をする。

図-3.6.1に電動バルブ性能試験概念図を示す。

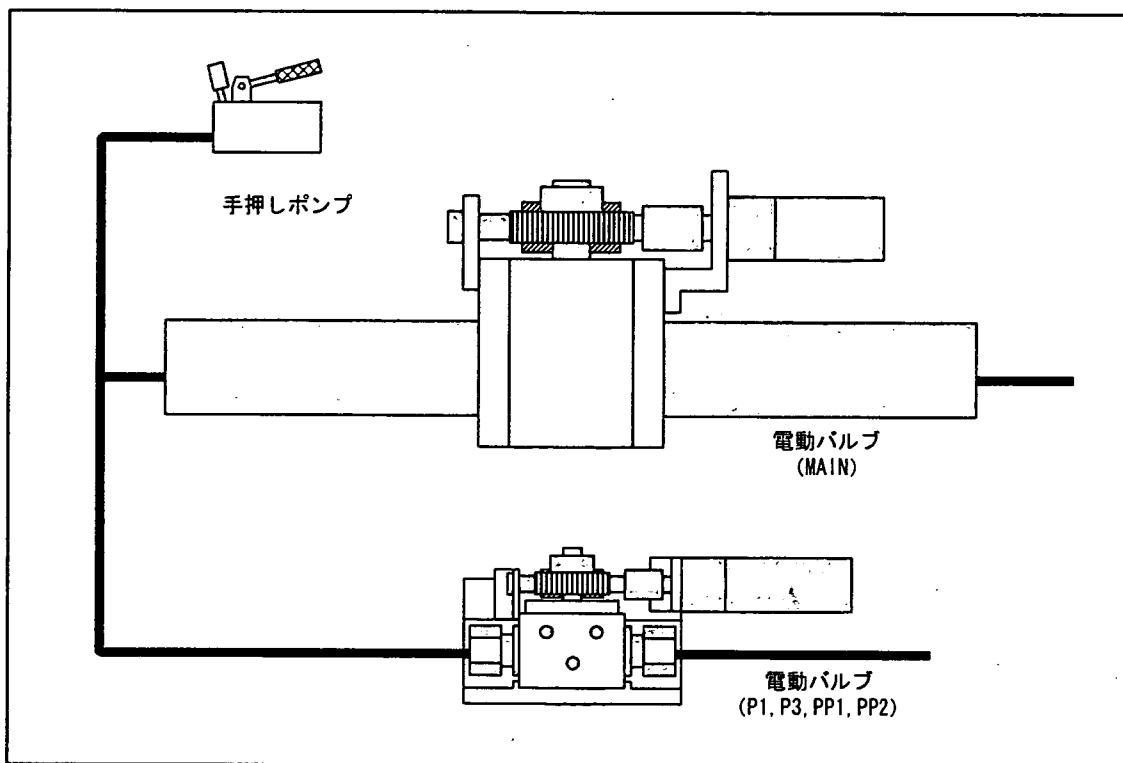


図-3.6.1 電動バルブ性能試験概念図

### 3. 6. 2 試験結果

性能試験の結果、いずれの電動バルブも遮水性能に問題がないことを確認した。また、開閉時間についてもメインバルブは2秒以内、その他のバルブについても5秒以内に開閉することを確認した。このことより、いずれの電動バルブも本装置の性能を満たしているもの判断する。

表-3.6.1に電動バルブ性能試験結果表を示す。

表-3.6.1 電動バルブ性能試験結果表

M A I N バルブ	
全開～全閉時間 (2秒以内)	: 合格
全閉～全開時間 (2秒以内)	: 合格
全閉～半開～全閉時間 (1秒以内)	: 合格
最大遮水圧 (5 MPa)	: 合格
連続作動後の遮水性能 (連続1000回作動後-5 MPa)	: 合格
P 1 バルブ	
全開～全閉時間 (5秒以内)	: 合格
全閉～全開時間 (5秒以内)	: 合格
最大遮水圧 (20MPa)	: 合格
連続作動後の遮水性能 (連続1000回作動後-20MPa)	: 合格
P 3 バルブ	
全開～全閉時間 (5秒以内)	: 合格
全閉～全開時間 (5秒以内)	: 合格
最大遮水圧 (20MPa)	: 合格
連続作動後の遮水性能 (連続1000回作動後-20MPa)	: 合格
PP1 バルブ	
全開～全閉時間 (5秒以内)	: 合格
全閉～全開時間 (5秒以内)	: 合格
最大遮水圧 (20MPa)	: 合格
連続作動後の遮水性能 (連続1000回作動後-20MPa)	: 合格
PP2 バルブ	
全開～全閉時間 (5秒以内)	: 合格
全閉～全開時間 (5秒以内)	: 合格
最大遮水圧 (20MPa)	: 合格
連続作動後の遮水性能 (連続1000回作動後-20MPa)	: 合格

### 3. 7 電磁バルブ性能試験

#### 3. 7. 1 試験方法

個々の電磁バルブについて、遮水性能および発熱性の確認をする。

ただし、電磁バルブに供給する電圧は、初期は AC200V とするが、最終的には電磁バルブが遮水性能を維持できる電圧まで下げる。

図-3.7.1 電磁バルブ性能試験概念図を示す。

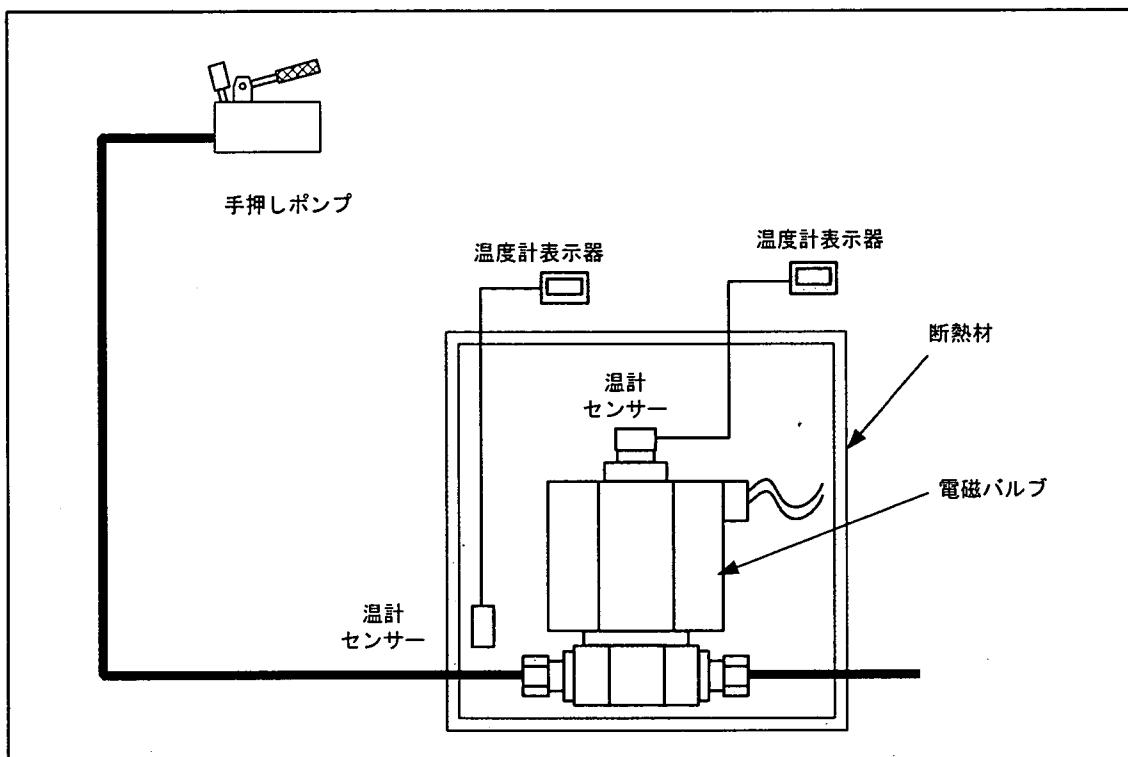


図-3.7.1 電磁バルブ性能試験概念図

### 3. 7. 2 試験結果

性能試験の結果、AC100Vまで電圧を降下させても 5MPa（パッカ一拡張最高圧）を維持することを確認した。また、電圧を降下させたことにより発熱もほぼ無く、孔内部ユニット内の配管に影響を与えない程度のものと判断される。

表-3.7.1 に電磁バルブ性能試験結果表を示す。

表-3.7.1 電磁バルブ性能試験結果表

S V 1	
AC200V時の遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC200V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-40~50°C以内)	: 合格
AC100Vまで電圧降下させた時の保持遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC100V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-10~20°C以内)	: 合格
S V 2	
AC200V時の遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC200V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-40~50°C以内)	: 合格
AC100Vまで電圧降下させた時の保持遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC100V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-10~20°C以内)	: 合格
S V 3	
AC200V時の遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC200V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-40~50°C以内)	: 合格
AC100Vまで電圧降下させた時の保持遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC100V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-10~20°C以内)	: 合格
S V 4	
AC200V時の遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC200V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-40~50°C以内)	: 合格
AC100Vまで電圧降下させた時の保持遮水圧 (5 MPa)	: 合格
AC100V時の発熱温度 (庫内とバルブとの温度差-10~20°C以内)	: 合格

#### 4. 孔内適用試験

##### 4. 1 実施条件

設置条件：パッカーの拡張・収縮、水圧測定、透水試験については地上にて行う。揚水ポンプ性能試験については、孔内部を使用せず試験孔内に揚水ポンプ単体のみ設置して行う。

区間数：1 区間

パッカーレイアウト：ダブルパッカーワン式

##### 4. 2 試験シーケンス

試験は、パッカー拡張・収縮→パッカー再拡張→水圧測定（間隙水圧測定）→透水試験（スラグ・パルス試験）→パッカー収縮、揚水ポンプ性能試験を行う。

#### 4. 3 パッカーの拡張・収縮

各パッカーがそれぞれ正常に拡張した後、電磁バルブを介し収縮することを以下の手順で確認する。図-4.3.1にパッカー拡張・収縮試験概念図を示す。

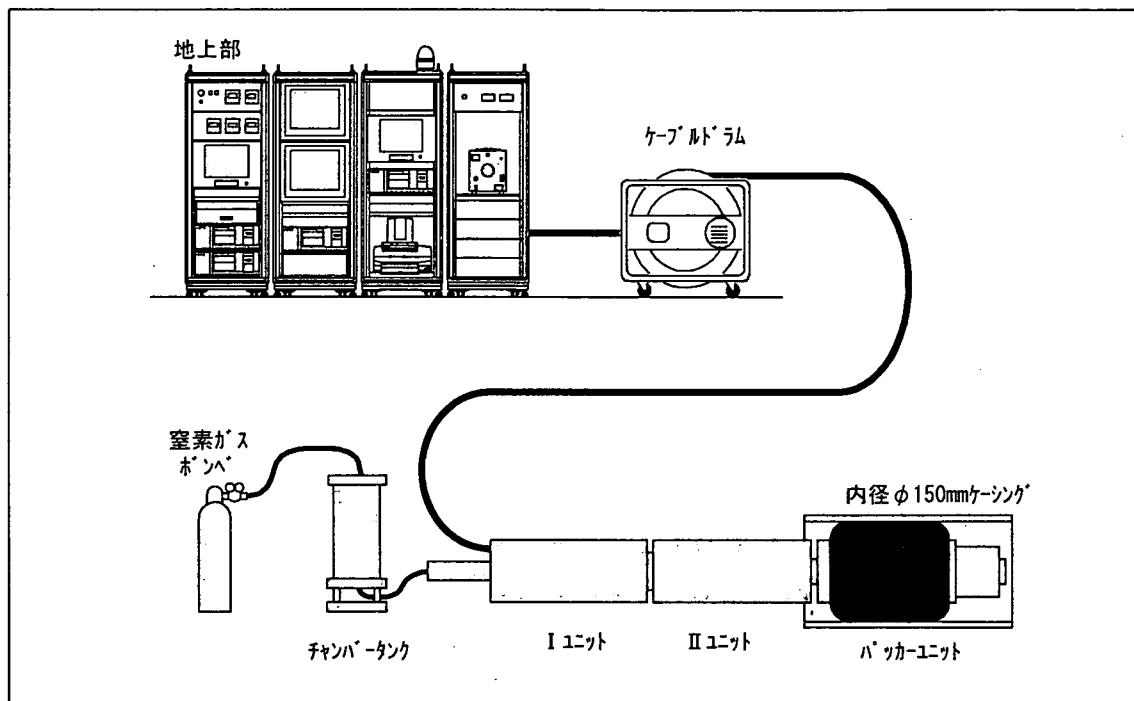


図-4.3.1 パッカー拡張・収縮試験概念図

#### 4. 3. 1 試験方法

- 地上部、中継部、孔内部を接続する。
- パッカ一部の内径  $\phi 150\text{mm}$  程度のケーシングに挿入する。
- Iユニット先端部より水を満水にしたチャンバータンクを接続し窒素ガスボンベを用いて 3MPa で加圧する。
- 上部パッカーバルブを開き、上部パッカーを拡張する。
- 上部パッカーバルブを閉鎖した後、下部パッカーバルブを開き、下部パッカーを拡張する。
- それぞれのパッカーが目視にて十分に拡張することの確認および地上部にてパッカーリングの値が正常に表示・記録でき妥当と判断できる安定した値が得られることを確認する。
- Iユニットに接続されているチャンバータンク内を大気圧解放し、上部パッカー用電磁バルブを解放し、上部パッカーを収縮する。
- 下部パッカー用電磁バルブを解放し、下部パッカーを収縮する。
- 目視によりそれぞれパッカーが収縮し元の外径に戻ることを確認するとともに、地上部にてパッカーリングの値が下がることを確認する。

#### 4. 3. 2 試験結果

パッカーの拡張・収縮試験の結果、いずれのパッカーも正常に拡張することを確認した。また、電磁バルブを介しての収縮も正常に行われることを確認した。パッカー拡張過程のグラフを図-4.3.2 に示す。

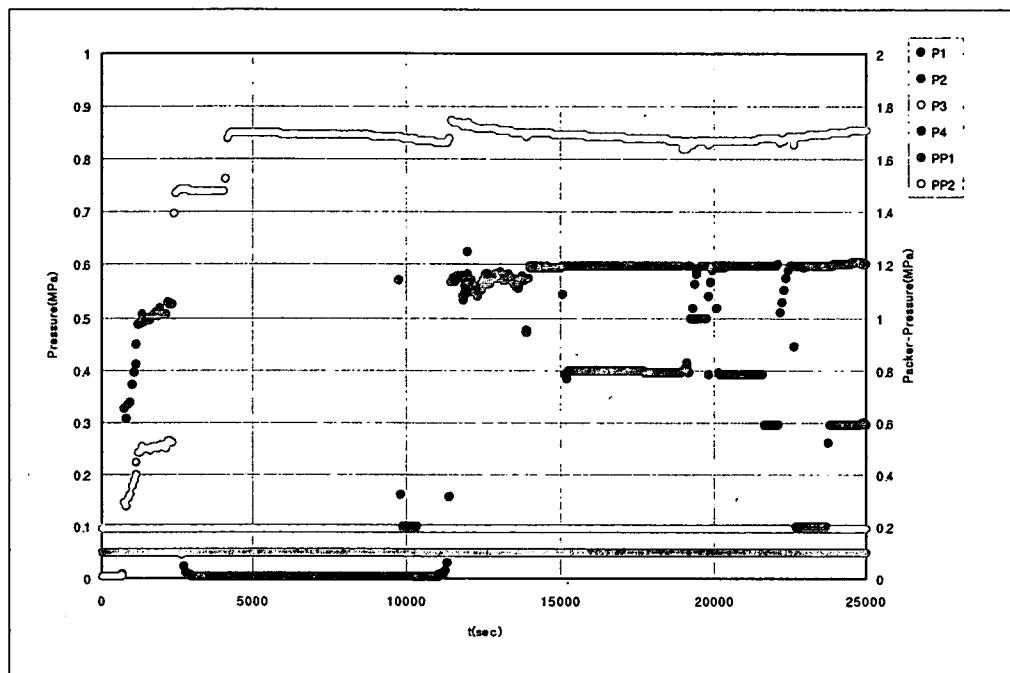


図-4.3.2 パッカー拡張過程グラフ

#### 4. 4 パッカーの再拡張・水圧測定（間隙水圧測定）

P2（試験区間）用圧力計により正常に水圧を測定できることを以下の手順で確認する。図-4.4.1に水圧測定（間隙水圧測定）試験概念図を示す。

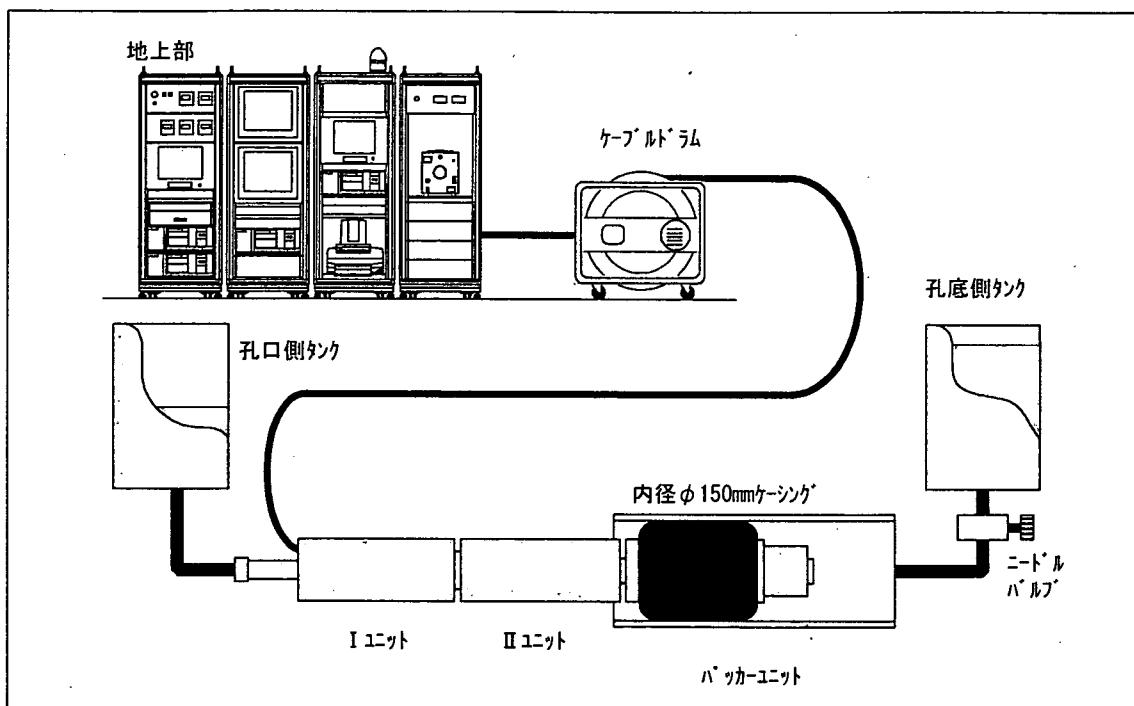


図-4.4.1 水圧測定（間隙水圧測定）試験概念図

#### 4. 4. 1 試験方法

- パッカーを再拡張する。
- チャンバータンク内を大気圧解放し、メインバルブを解放する。
- 下部パッカユニット孔底側より主配管内に注水し、配管内の空気を除去する。
- メインバルブを閉鎖し、主配管内を適当に加圧する。
- P3（試験区間上方水圧）圧力計およびP1（試験区間下方水圧）圧力計のフィルター部より直接適当な水圧を加える。
- T1、T3 水温度計部分に直接適当な温度変化を与える。
- 地上部にて、P1、P2（測定区間水圧）、P3、P4（ロッド内水圧）圧力計、PP2 パッカー圧計、T1、T3 水温度計が正常に表示・記録できると共に、妥当と判断できる安定した値が得られることを確認する。

#### 4. 4. 2 試験結果

水圧測定（間隙水圧測定）試験の結果、地上部にて P1、P2（測定区間水圧）、P3、P4（ロッド内水圧）圧力計、PP2 パッカーワーク、T1、T3 水温度計が正常に表示・記録できると共に、妥当と判断できる安定した値が得られることを確認した。間隙水圧測定時のグラフを図-4.4.2 に示す。

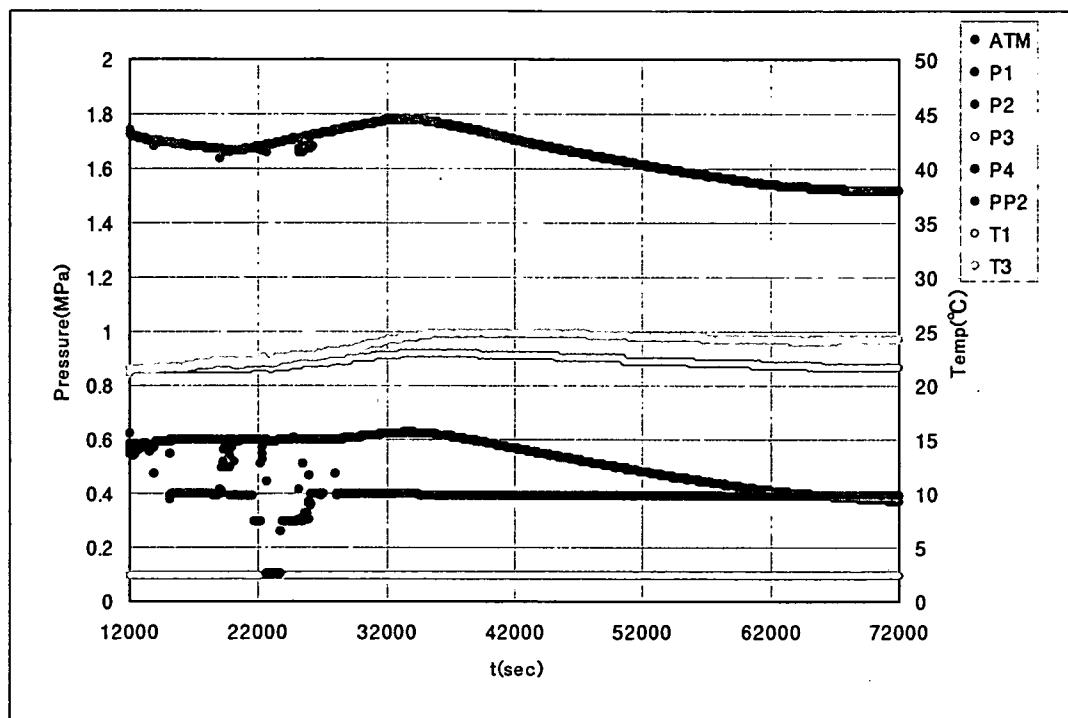


図-4.4.2 間隙水圧測定グラフ

#### 4. 5 透水試験（スラグ法）

スラグ法の透水試験を実施し、個々の機器が正常に機能することを以下の手順で確認する。図-4.5.1に透水試験（スラグ法）概念図を示す。

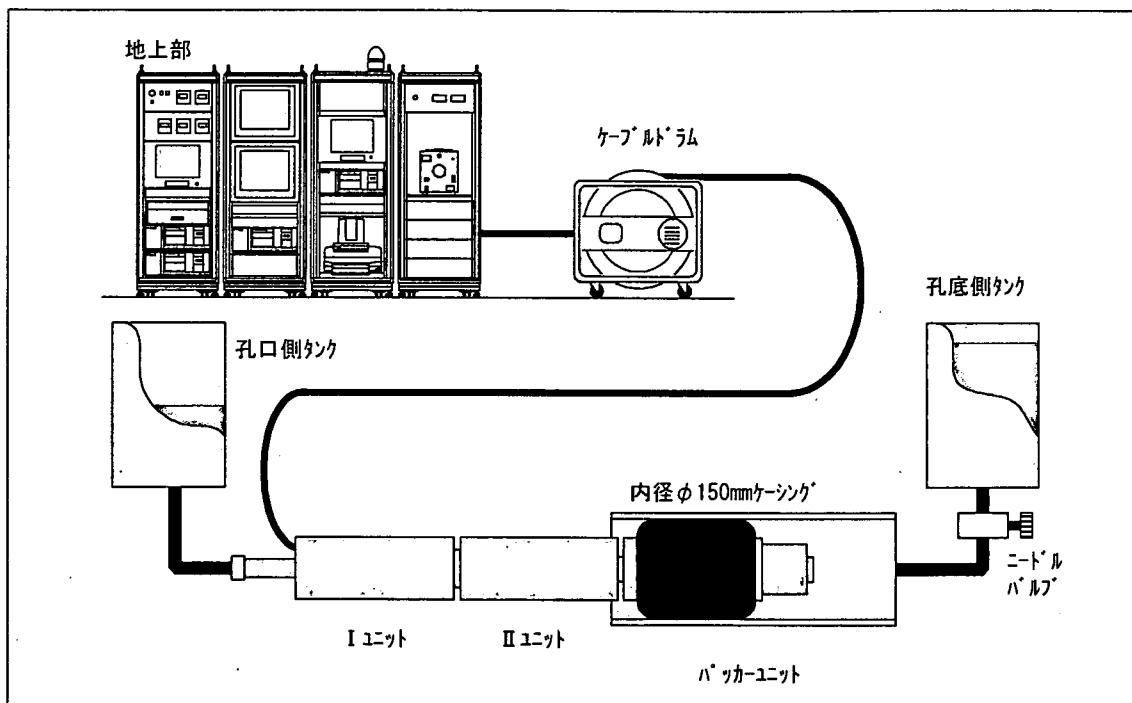


図-4.5.1 透水試験（スラグ法）概念図

#### 4. 5. 1 試験方法

- メインバルブを閉鎖し、孔口側・孔底側タンクに水頭差ができるように水を入れる。
- メインバルブを解放し、孔底側タンクより孔内部を介し孔口側タンクに水を流す。このとき、ニードルバルブを用いて流量を調整する。
- 地上部にて、試験データ（P2圧力値）が正常に表示・記録・解析できることと共に、妥当と判断できる水圧変化値が得られることを確認する。

#### 4. 5. 2 試験結果

スラグ法の透水試験の結果、地上部にて試験データ（P2 圧力値）が正常に表示・記録・解析できると共に、妥当と判断できる水圧変化値が得られることを確認した。図-4.5.2 に経時変化図、図-4.5.3 に Hvorslev、図-4.5.4 に Cooper、図-4.5.5 に Derivative、図-4.5.6 に Agarwal、図-4.5.7 に Derivative (Agarwal) を示す。

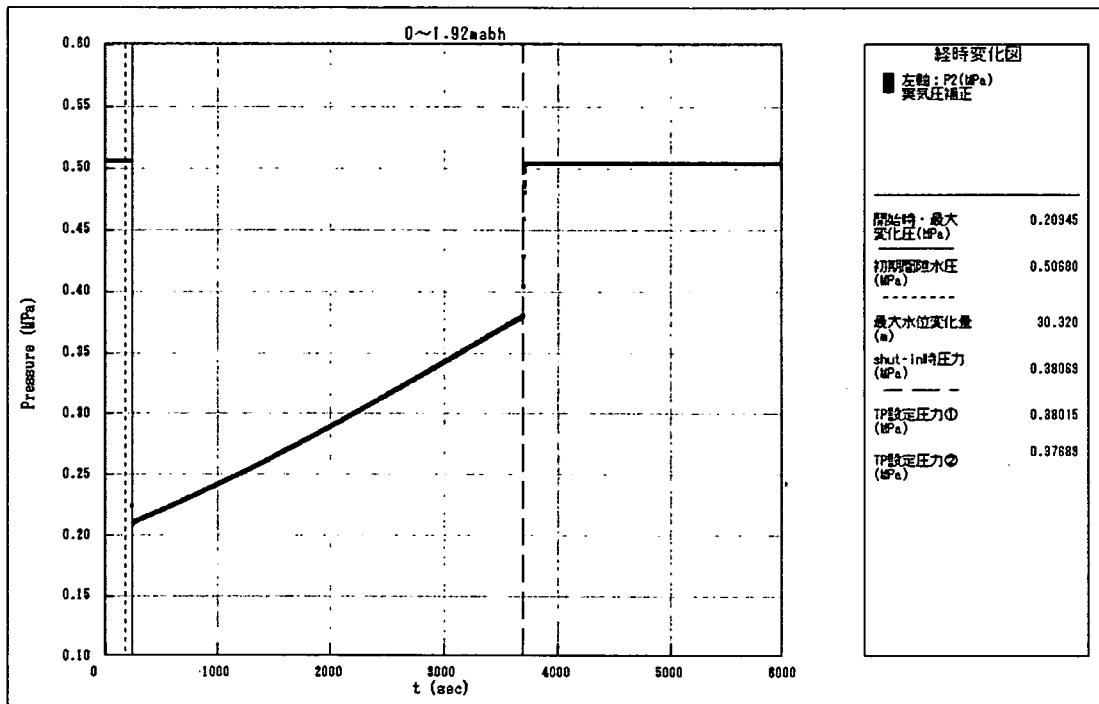


図-4.5.2 経時変化図

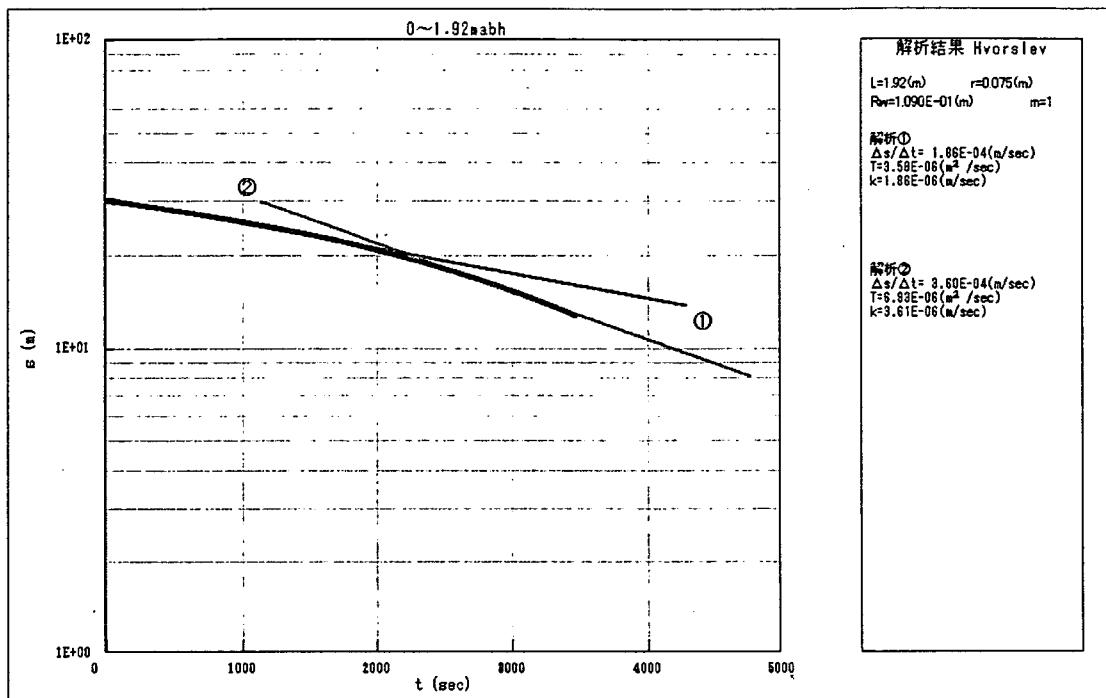


図-4.5.3 Hvorslev

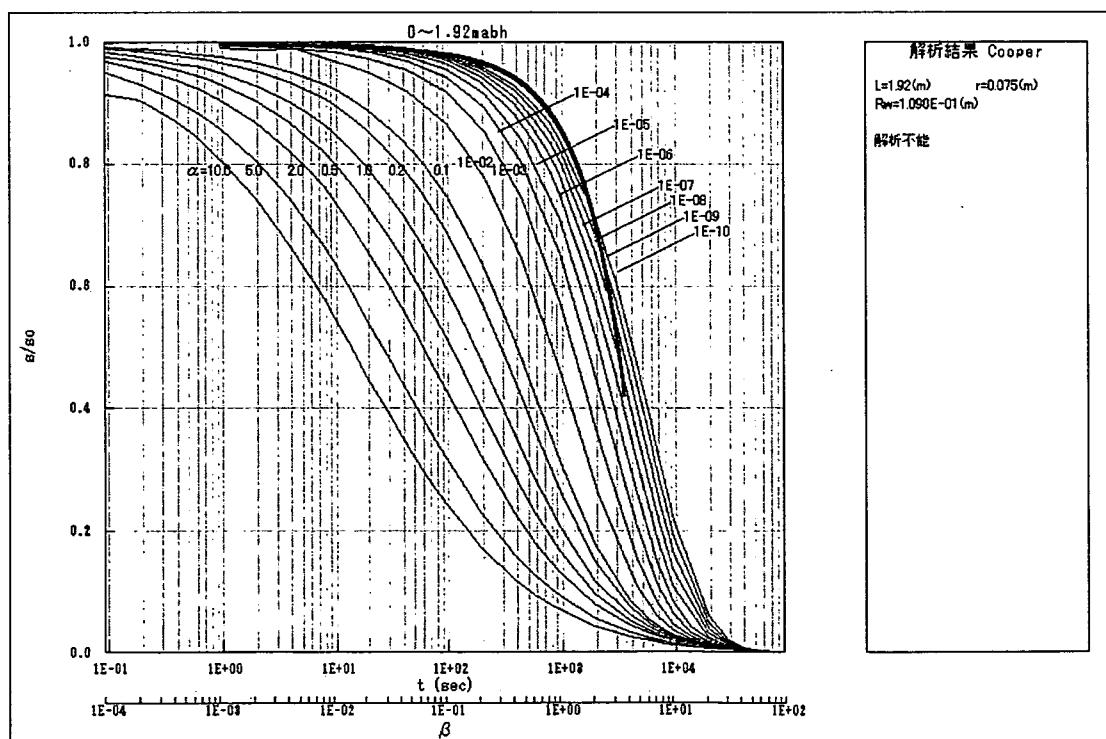


図-4.5.4 Cooper

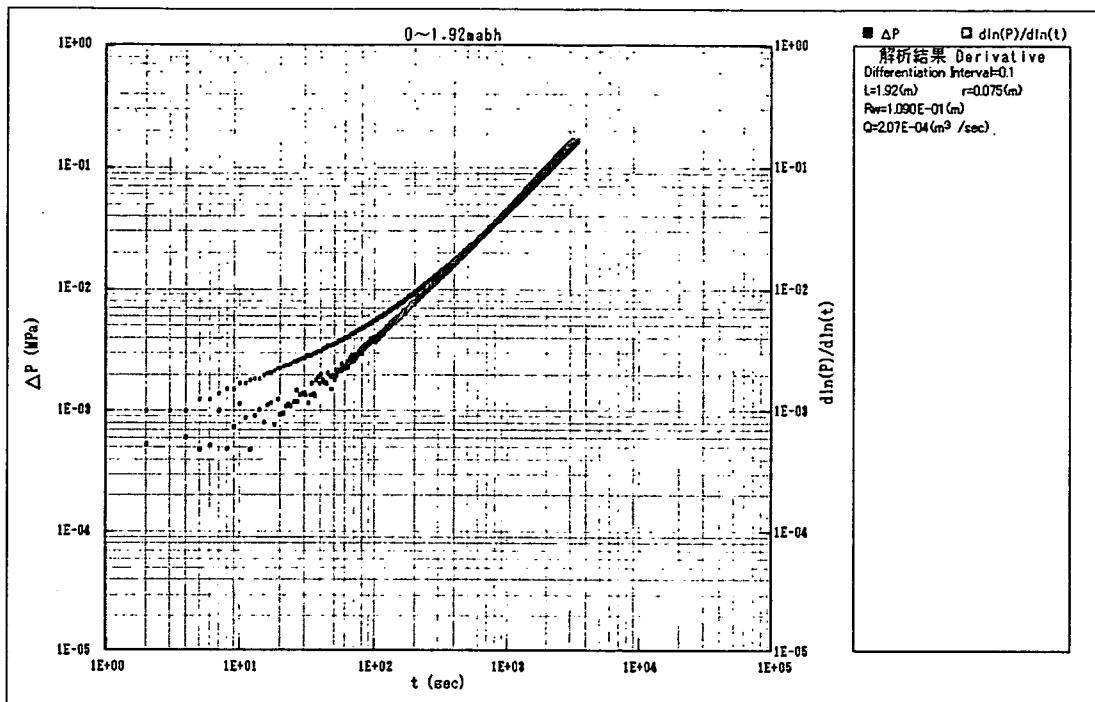


図-4.5.5 Derivative

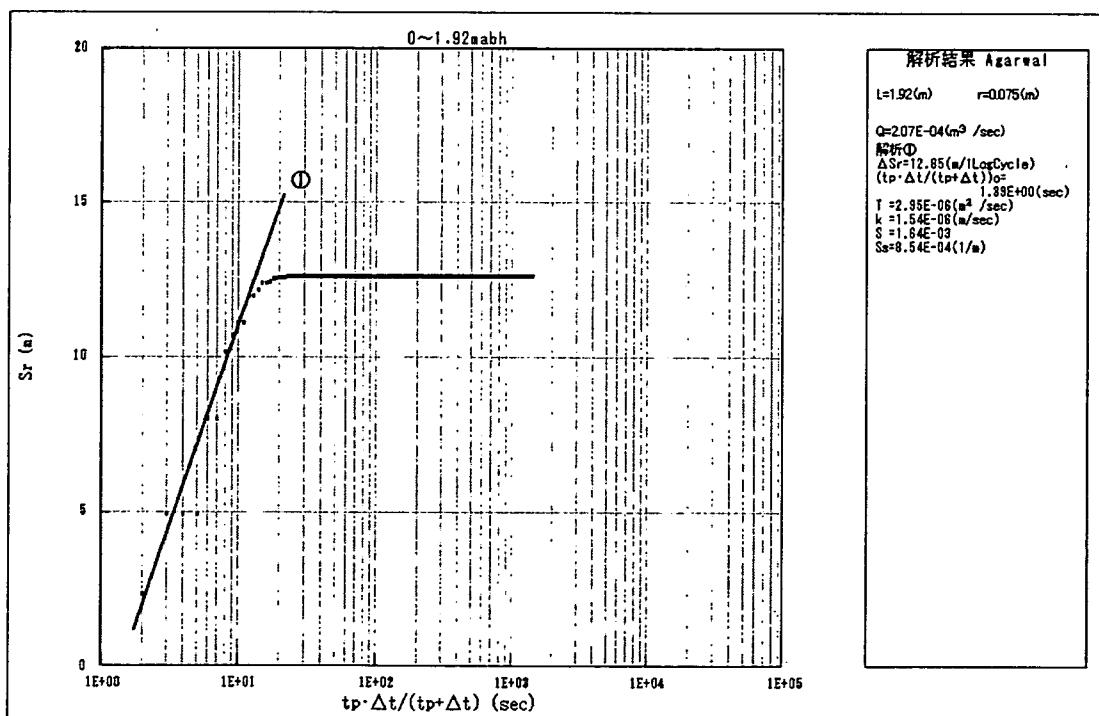


図-4.5.6 Agarwal

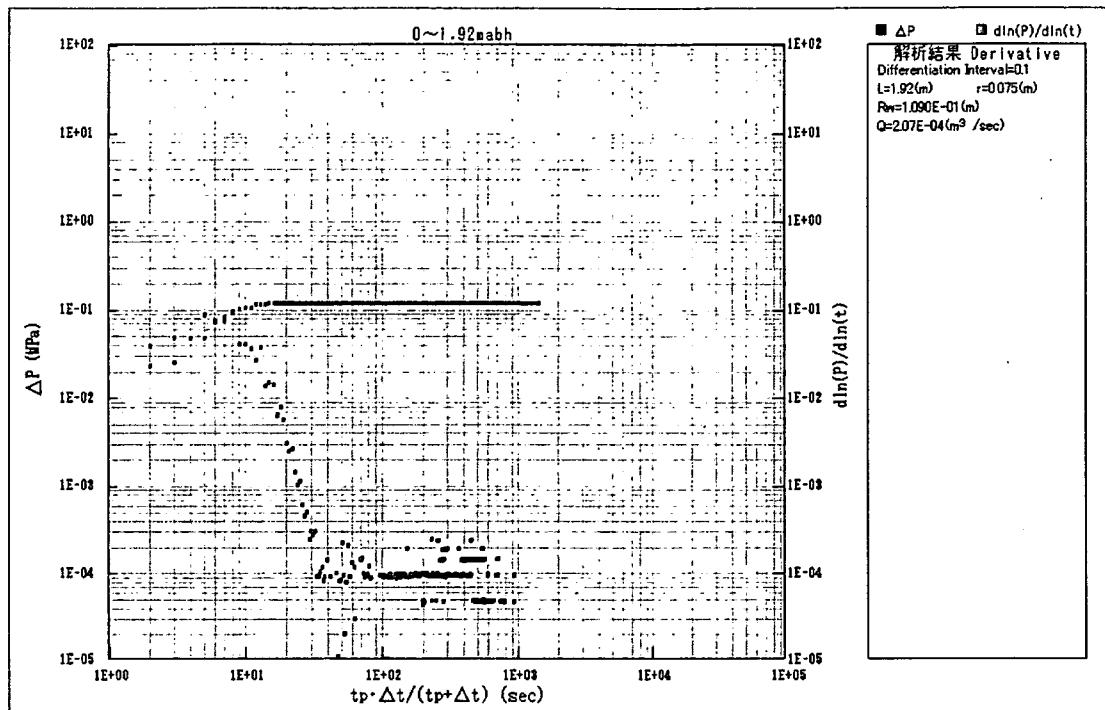


図-4.5.7 Drivative (Agarwal)

#### 4. 6 透水試験（パルス法）

パルス法の透水試験を実施し、個々の機器が正常に機能することを以下の手順で確認する。図-4.6.1に透水試験（パルス法）概念図を示す。

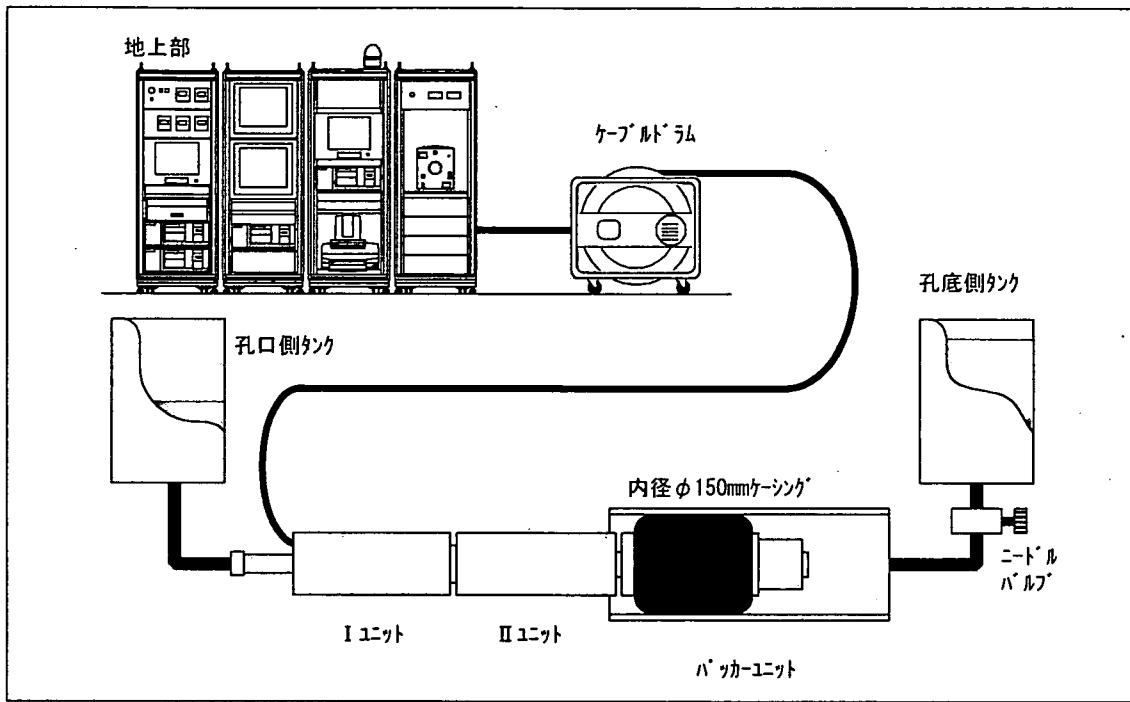


図-4.6.1 透水試験（パルス法）概念図

#### 4. 6. 1 試験方法

- メインバルブを閉鎖し、孔口側・孔底側タンクに水頭差ができるように水を入れる。ニードルバルブを用いて流量を調整する。
- 孔底側タンクに窒素ガスを用いて適当に加圧する。
- メインバルブを開閉することにより、バッファタンク内の水位を変化させる。
- 地上部にて、試験データ（P2圧力値）が正常に表示・記録・解析できることと共に、妥当と判断できる水圧変化値が得られることを確認する。

#### 4. 6. 2 試験結果

パルス法の透水試験の結果、地上部にて、試験データ（P2 圧力値）が正常に表示・記録・解析できると共に、妥当と判断できる水圧変化値が得られることを確認した。図-4.6.2 に経時変化図、図-4.6.3 に Hvorslev、図-4.6.4 に Cooper、図-4.6.5 に Derivative を示す。

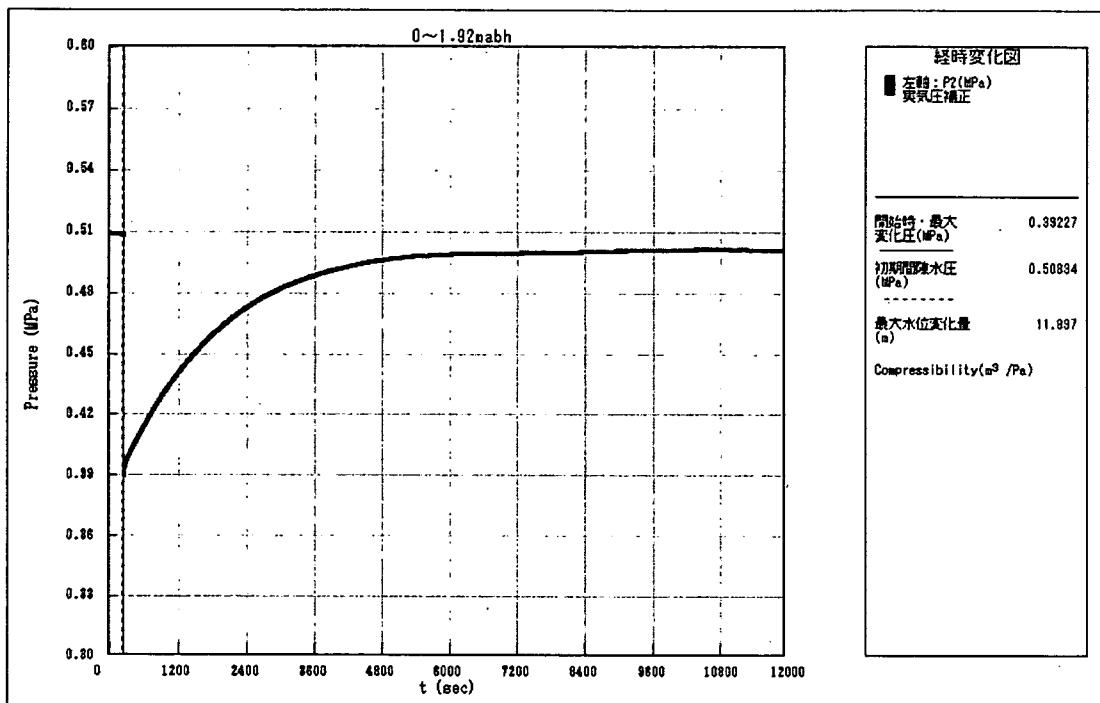


図-4.6.2 経時変化図

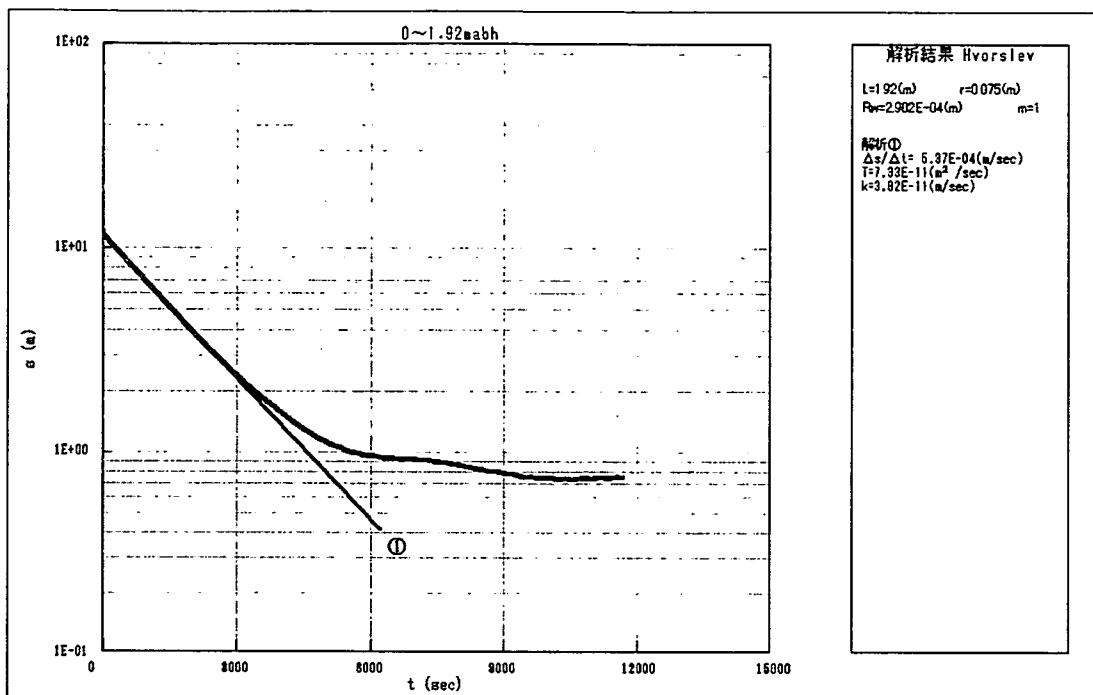


図-4.6.3 Hvorslev

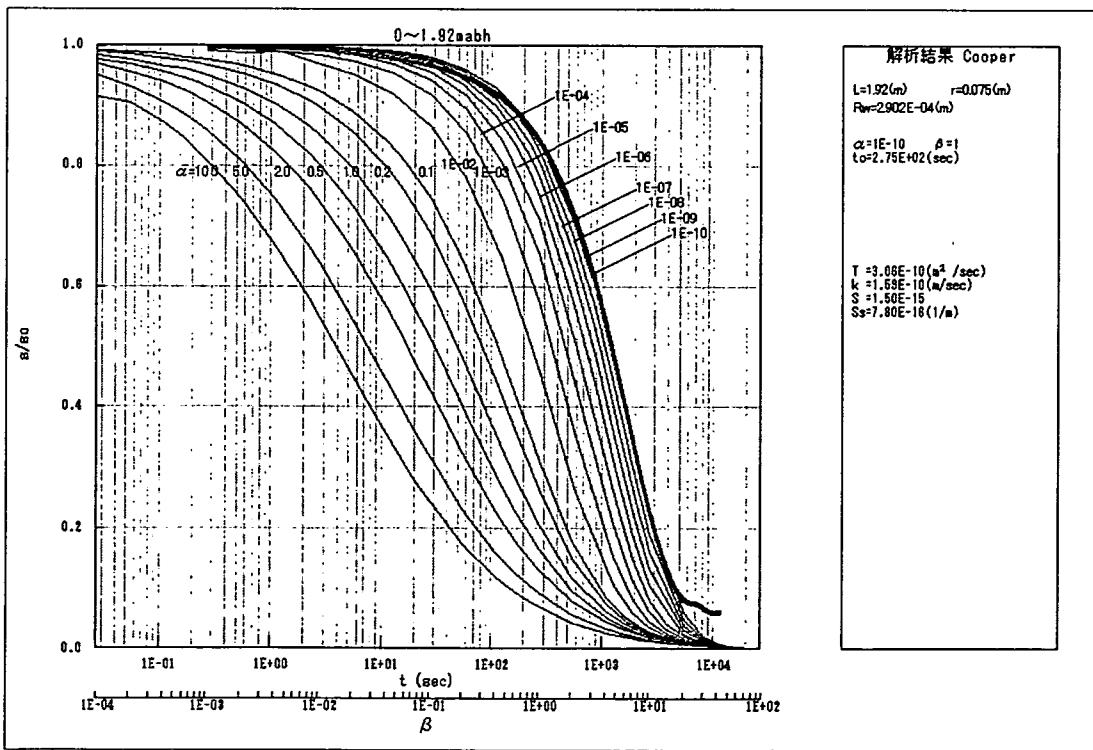


図-4.6.4 Cooper

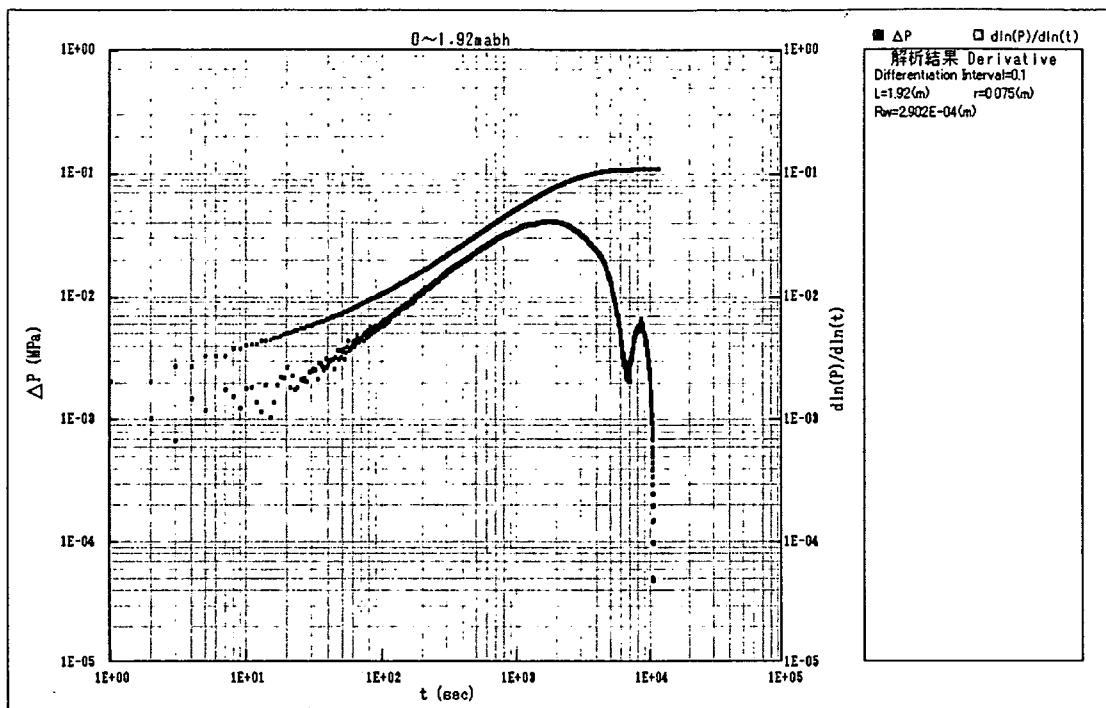


図-4.6.5 Derivative

#### 4. 7 パッカーの収縮

各パッカーバルブを開放することによりパッカーが正常に収縮することを以下の手順で確認する。図-4.7.1にパッカー収縮試験概念図を示す。

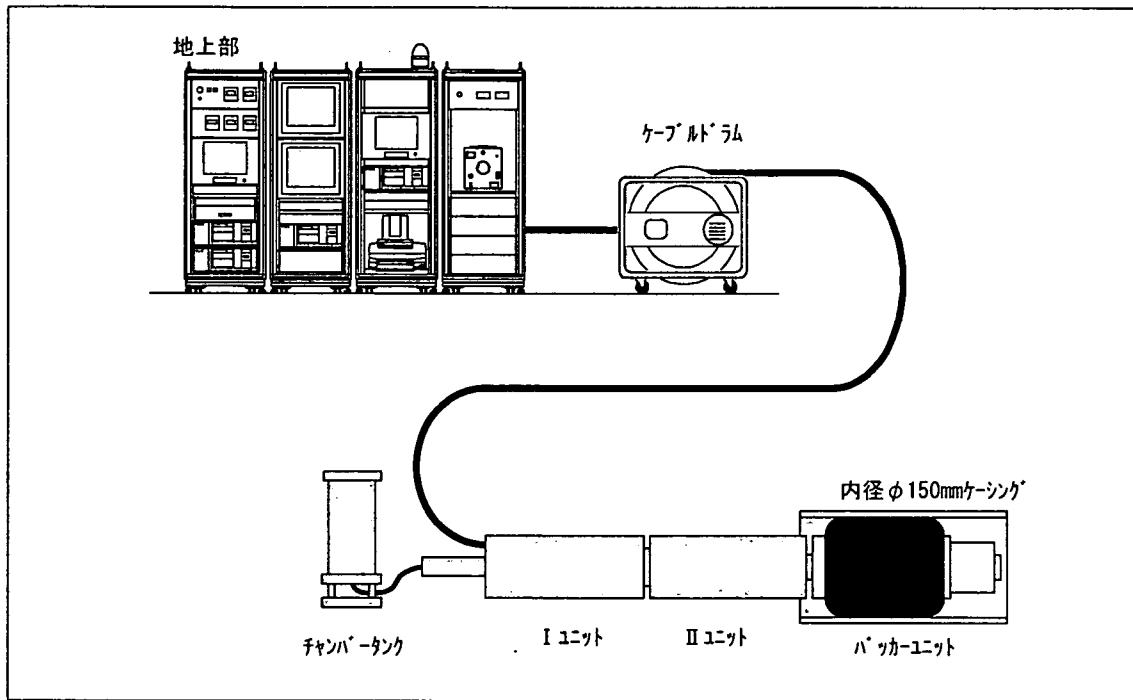


図-4.7.1 パッカー収縮試験概念図

#### 4. 7. 1 試験方法

- 上部パッカーバルブを解放し、上部パッカーを収縮する。
- 下部パッカーバルブを解放し、下部パッカーを収縮する。
- 目視によりそれぞれパッカーが収縮し元の外径に戻ることを確認するとともに、地上部にてパッカー圧計の値が下がることを確認する。

#### 4. 7. 2 試験結果

パッカー収縮試験の結果、目視により下部パッカー（PP2）が収縮し元の外径に戻ることを確認した。また、地上部にてパッカー圧計の値が下がることを確認した。パッカー収縮時のグラフを図-4.7.2に示す。

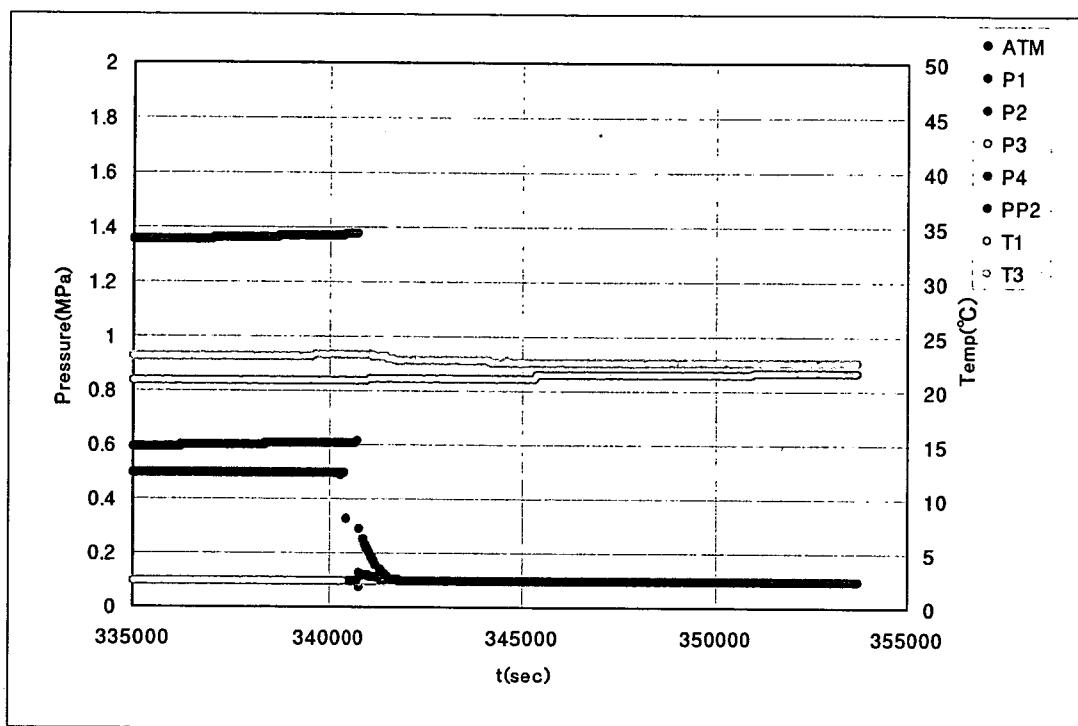


図-4.7.2 パッカー収縮時グラフ

#### 4. 8 揚水試験（アンプ内蔵型ポンプ）

アンプ内蔵型の揚水ポンプが正常に定流量揚水できることを以下の手順で確認する。図-4.8.1に揚水試験（アンプ内蔵型ポンプ）概念図を示す。

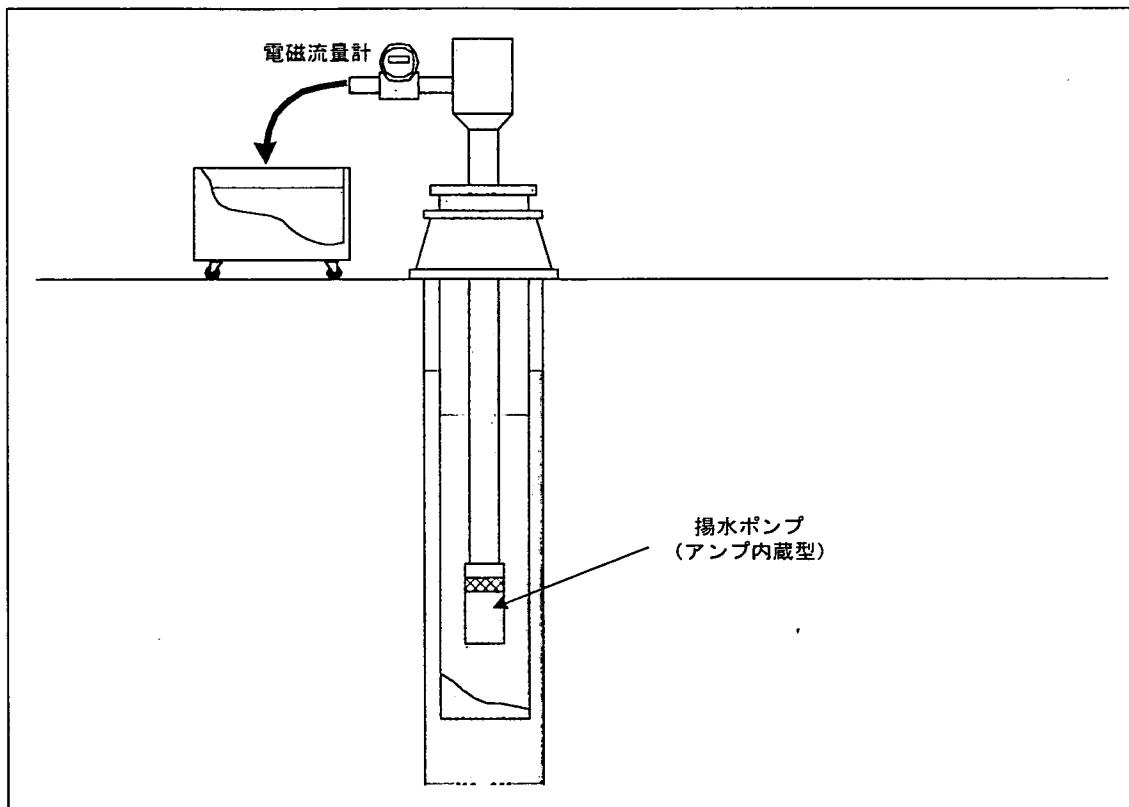


図-4.8.1 揚水試験（アンプ内蔵型ポンプ）概念図

##### 4. 8. 1 試験方法

- (a)孔内にアンプ内蔵型揚水ポンプを挿入、設置する。
- (b)孔内の適当な深度に孔内水位計を設置する。
- (c)揚水ポンプを作動し、電磁流量計および流量制御器を介し排水する。このとき、揚水流量は適当に3段階の流量を設定しそれぞれの流量で1時間以上の連続稼働をさせる。
- (d)それぞれの流量設定時の揚水流量をメスシリンダ等により計測する。
- (e)地上部にて、流量制御器が正常に作動し流量計および孔内水位計の値が正常に表示・記録できると共に、メスシリンダ等で計測した値と比較し妥当と判断できる値が得られることを確認する。

#### 4. 8. 2 試験結果

アンプ内蔵型ポンプの揚水試験の結果、地上部にて、流量制御器が正常に作動し流量計および孔内水位計の値が正常に表示・記録できると共に、メスシリンダで計測した値と比較し妥当と判断できる値が得られることを確認した。図-4.8.2 にアンプ内蔵型ポンプ試験結果を示す。

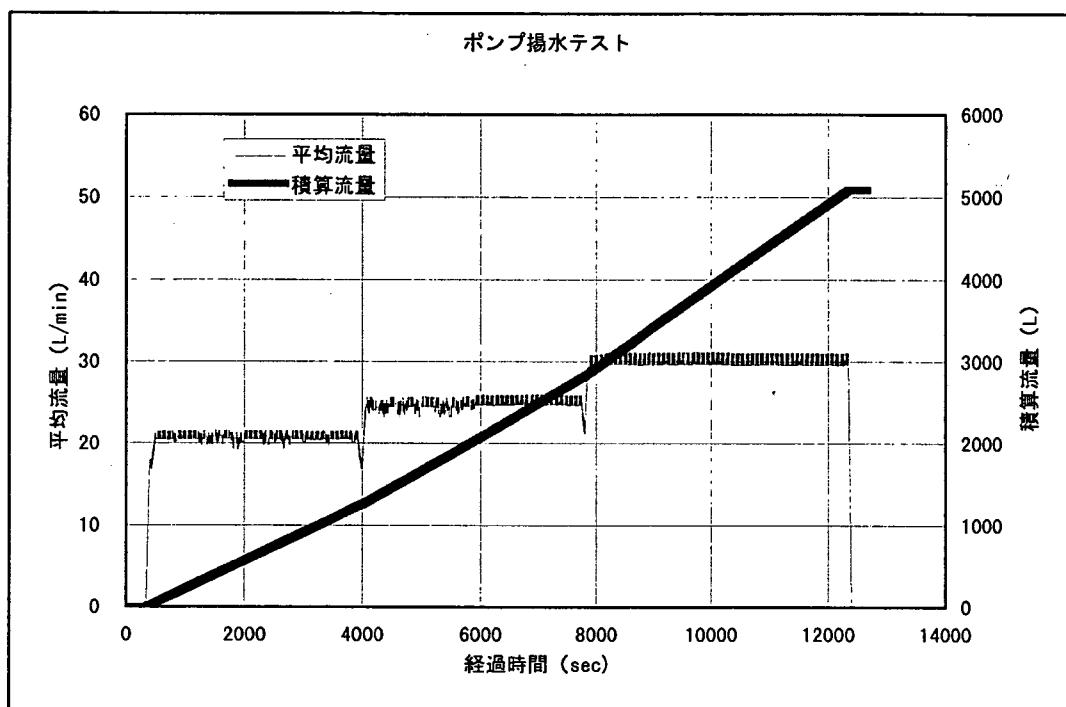


図-4.8.2 アンプ内蔵型試験結果図

#### 4. 9 揚水試験（トップドライブ型ポンプ）

トップドライブ型の揚水ポンプが正常に定流量揚水できることを以下の手順で確認する。図-4.9.1に揚水試験（トップドライブ型ポンプ）概念図を示す。

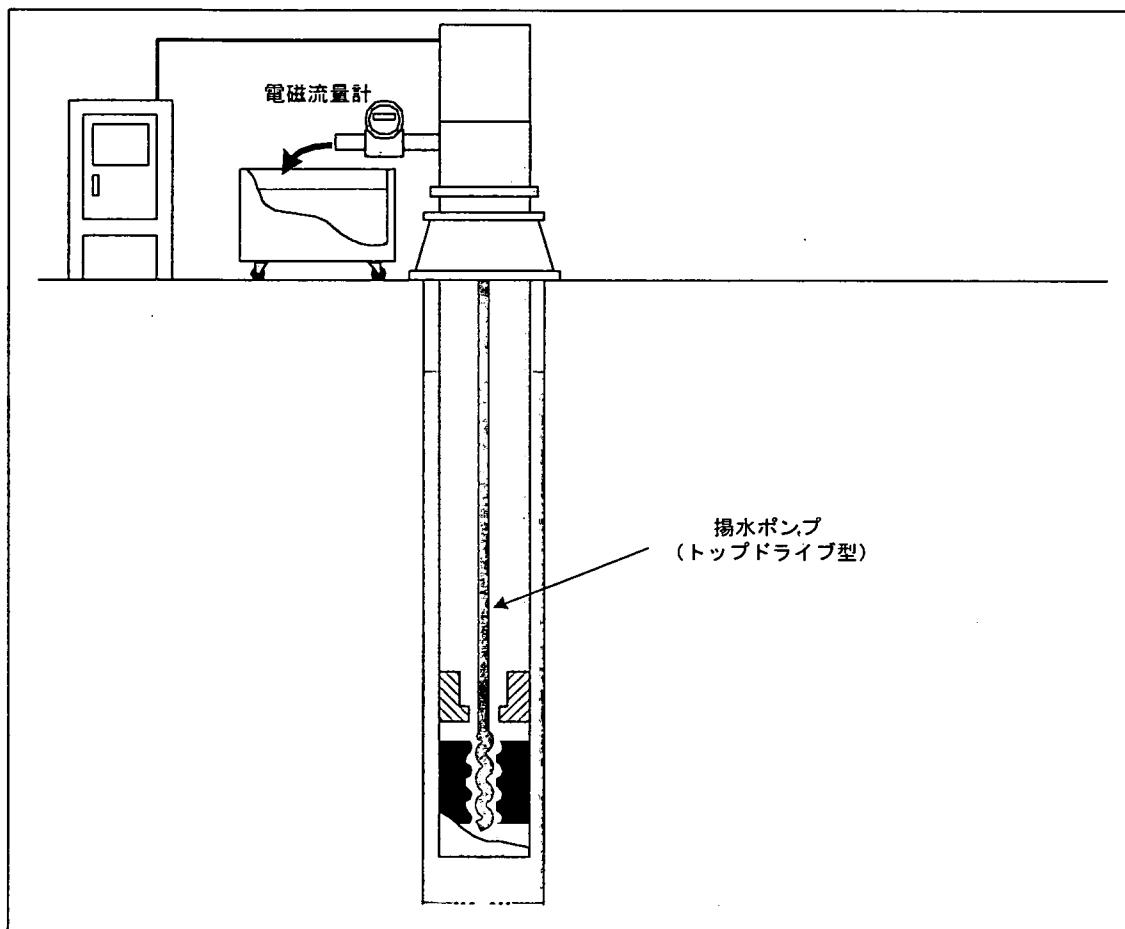


図-4.9.1 揚水試験（トップドライブ型ポンプ）概念図

##### 4. 9. 1 試験方法

- 孔内に揚水ケーシングを挿入、設置する。
- 揚水ケーシング内の所定の位置にロータを挿入し、揚水ポンプ制御機器等を設置する。
- 孔内の適当な深度に孔内水位計を設置する。
- 油圧システムを作動し、電磁流量計を介し排水する。このとき、ポンプの回転数に対する揚水量をメスシリンダ等で確認する。
- 地上部にて、流量計および孔内水位計の値が正常に表示・記録できると共に、メスシリンダ等で計測した値と比較し妥当と判断できる値が得られることを確認する。

#### 4. 9. 2 試験結果

トップドライブ型ポンプの揚水試験の結果、地上部にて流量計および孔内水位計の値が正常に表示・記録できると共に、メスシリンダで計測した値と比較し妥当と判断できる値が得られることを確認した。図-4.9.2 に大口径プーリ使用時の回転数と揚水量の相関図、図-4.9.3 に小口径プーリ使用時の回転数と揚水量の相関図を示す。

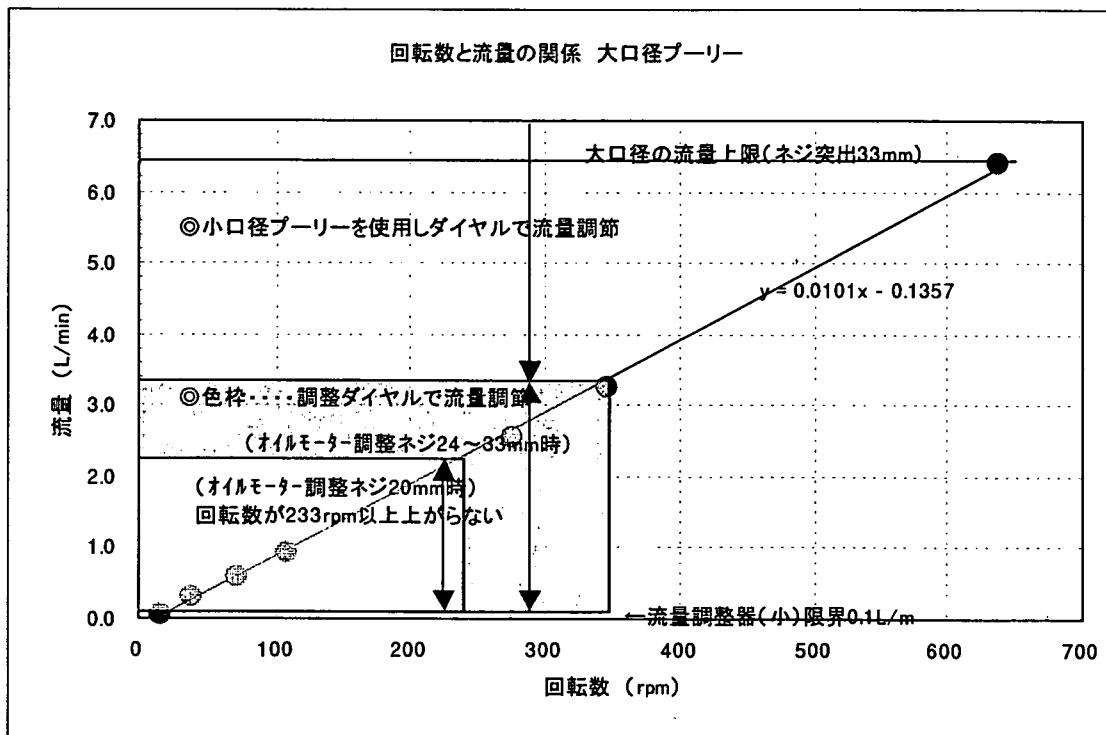


図-4.9.2 回転数と揚水量との相関図（大口径プーリ）

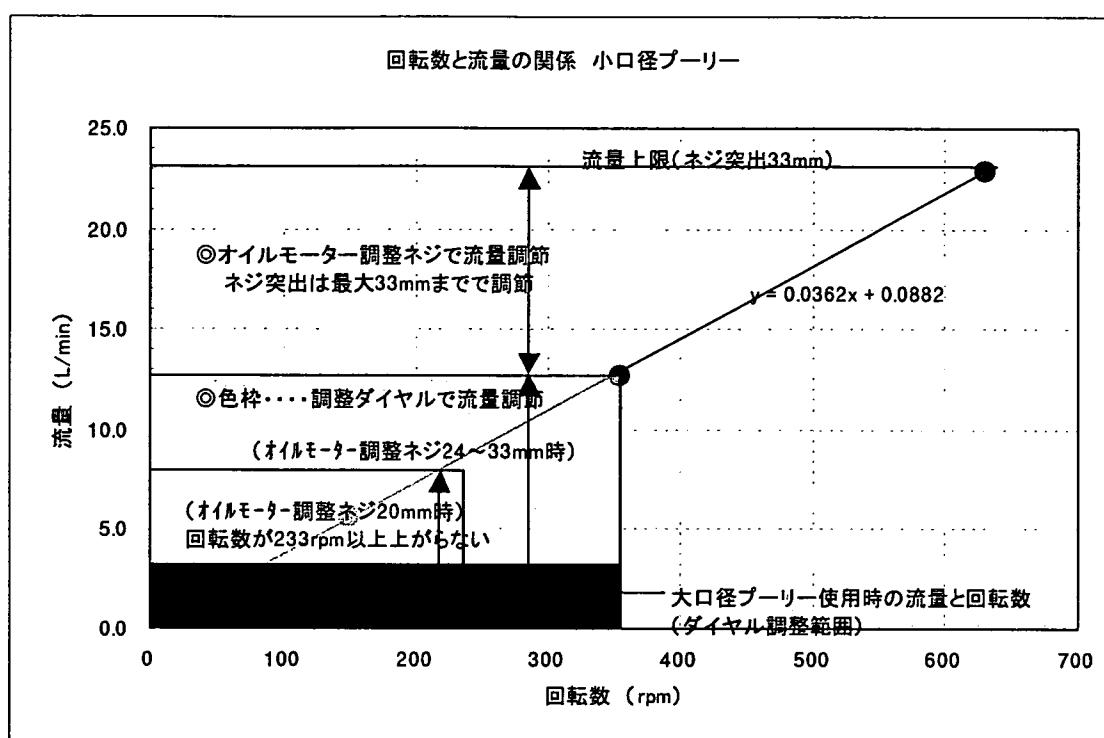


図-4.9.3 回転数と揚水量との相関図（小口径ブーリ）

## 5. あとがき

本業務で実施した 1,000m 対応水理試験機の改良により、適応深度が 1,000m だったものを適応深度 1,500m まで拡大した。また、これまでの調査研究により改善案としてあげられてきた事項を本試験機で改良および付加した。これらのことにより、これまでの試験機と比べ性能が向上した試験機とすることができた。

## 6. 謝辞

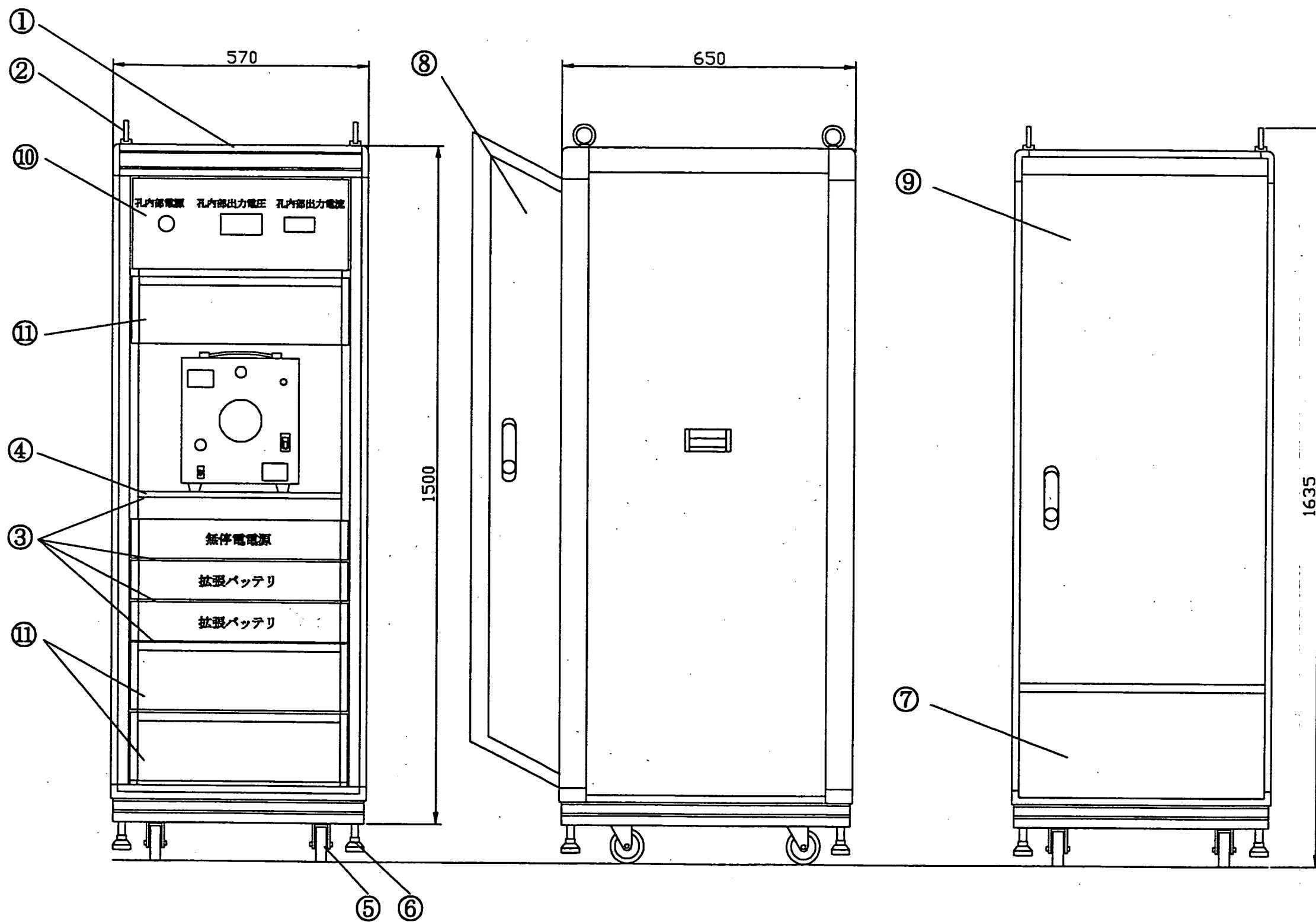
本試験機の改良に際して、核燃料サイクル開発機構の関係者各位に多くの助言および便宜を図っていただいた。

ここに、感謝の意を表す次第である。

## 卷末資料

符号・箇所	変更記事	年月日	訂正者	変更通知番号
△-				
△-				
△-				

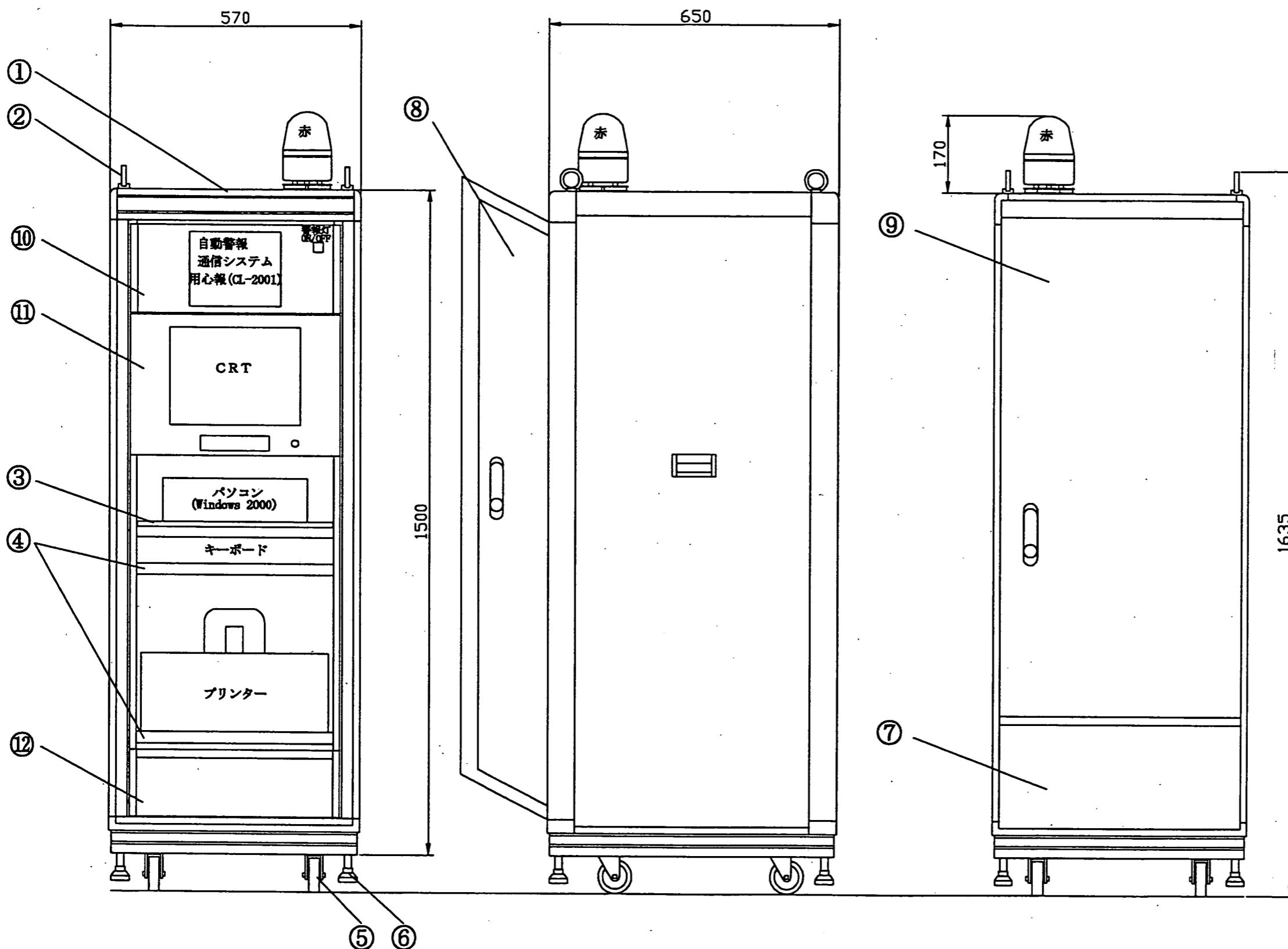
No.	名 称	数 量
①	19インチJISラック	1
②	Iボルト	2
③	サポートアングル	4組
④	収納棚	1
⑤	キャスター	4
⑥	フロアレベラ	4
⑦	背面パネル	1
⑧	フロントドア	1
⑨	リヤドア	1
⑩	前面パネル1	1
⑪	引出ユニット	3



記入の ない 箇所	寸法	10 以下	10~ 30	30~ 100	100~ 300	300~ 1000	1000~ 2000	適用
		0. 1	0. 2	0. 3	0. 5	0. 7	1. 0	
	寸 法 差 士	0. 15	0. 25	0. 4	0. 7	1. 5	板打抜・丸穴・穴位置	
		0. 25	0. 45	0. 6	1. 1	1. 8	折曲げ・絞り・切断・結合	
	角度許容差 士	表面アラサ			鏡角除去 C ~		Size A3	

符号	部品名称	図面番号	材料	個数	備考
設計	富田	材料 19インチJISラック	製品形名	JFT1500	
検査		表面処理	一		
承認		個数	1		名称 ラック4外形図
		三角法	尺度 1/10		図番 TS0734-1410-01

符号・箇所	変更記事	年月日	訂正者	変更通知番号
△-△-	-	-	-	-
△-△-	-	-	-	-
△-△-	-	-	-	-

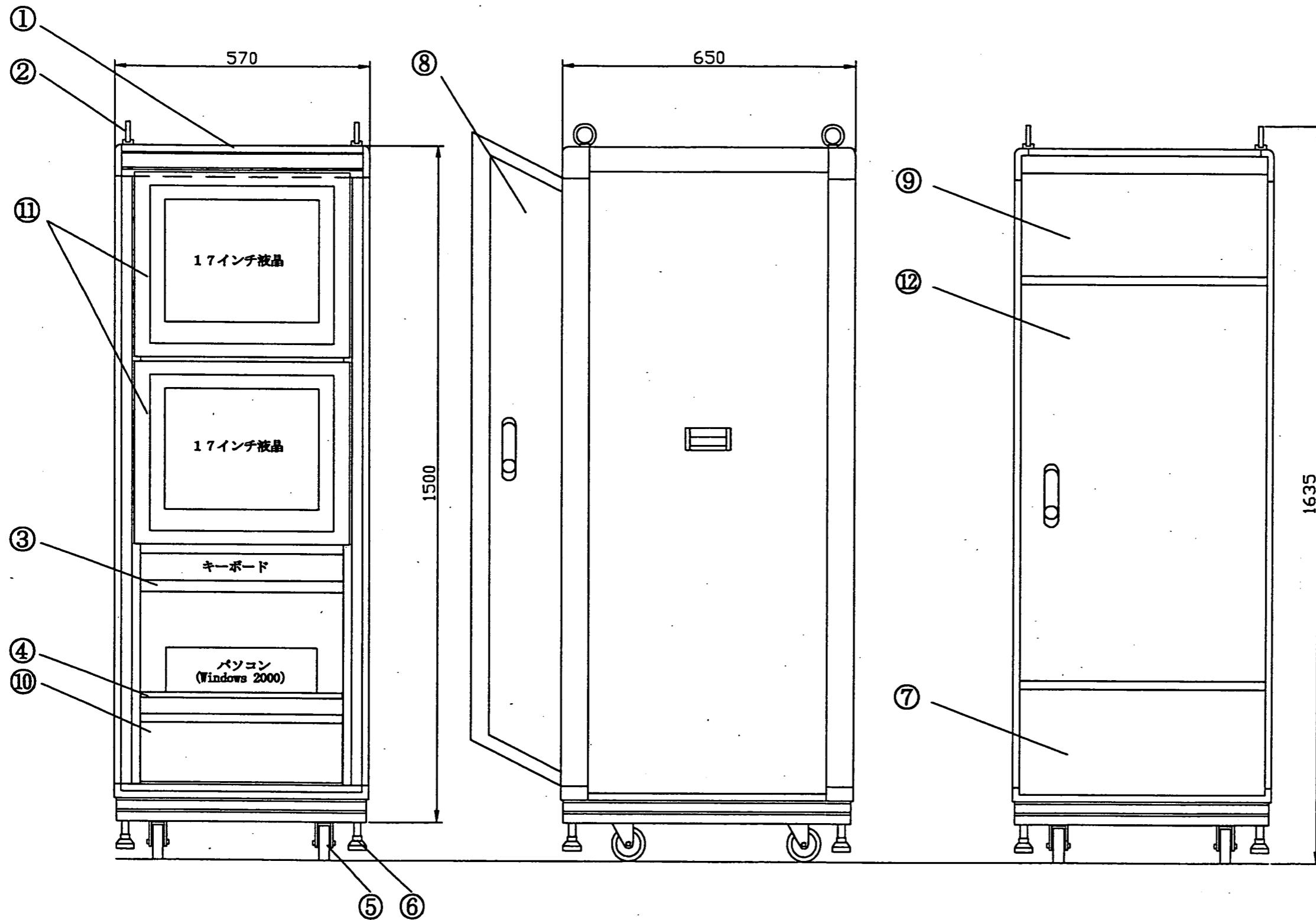


NO.	名称	数量
①	19インチJISラック	1
②	Iボルト	4
③	収納棚+サポートアングル	1式
④	引出テーブル+スライドレール	2組
⑤	キャスター	4
⑥	フロアレベラ	4
⑦	背面パネル	1
⑧	フロントドア	1
⑨	リヤドア	1
⑩	前面パネル1	1
⑪	表示器取付パネル	1
⑫	引出ユニット	1

記入の ない 箇所	寸法	1.0 以下	1.0~ 3.0	3.0~ 10.0	10.0~ 30.0	30.0~ 100.0	100.0~ 300.0	300.0~ 1000.0	1000.0~ 2000.0	適用
	寸法 差 士	0. 1	0. 2	0. 3	0. 5	0. 7	1. 0	削り・穴位置		
		0. 15	0. 25	0. 4	0. 7	1. 5	板打抜・丸穴・穴位置			
		0. 25	0. 45	0. 6	1. 1	1. 8	折曲げ・絞り・切断・結合			
	角度許容差 士	表面アラサ			銳角除去 C ~			Size A3		

符号	部品名称	図面番号	材料	個数	備考
設計	富田	材料 19インチJISラック	製品形名	JFT1500	
検査		表面処理	名称	ラック3外形図	
承認		個数 1	図番	TS0734-1310-01	
		三角法 尺度 1/10			

符号・箇所	変更記事	年月日	訂正者	変更通知番号
△ -				
△ -				
△ -				



NO.	名 称	数 量
①	19インチJISラック	1
②	Iボルト	4
③	引出テーブル+ストライドレール	1式
④	収納棚+サポートアングル	1
⑤	キャスター	4
⑥	フロアレベラ	4
⑦	背面パネル	1
⑧	フロントドア	1
⑨	ファンユニット	1
⑩	引出ユニット	1
⑪	前面パネル1	2
⑫	リヤドア	1

記入の ない箇所	寸法	1.0 以下	1.0~ 3.0	3.0~ 10.0	100~ 300	300~ 1000	1000~ 2000	適用
	寸 法 差 士	0. 1	0. 2	0. 3	0. 5	0. 7	1. 0	
		0. 15	0. 25	0. 4	0. 7	1. 5	板打抜・丸穴・穴位置	
		0. 25	0. 45	0. 6	1. 1	1. 8	折曲げ・絞り・切断・結合	

角度許容差  
士

表面アラサ

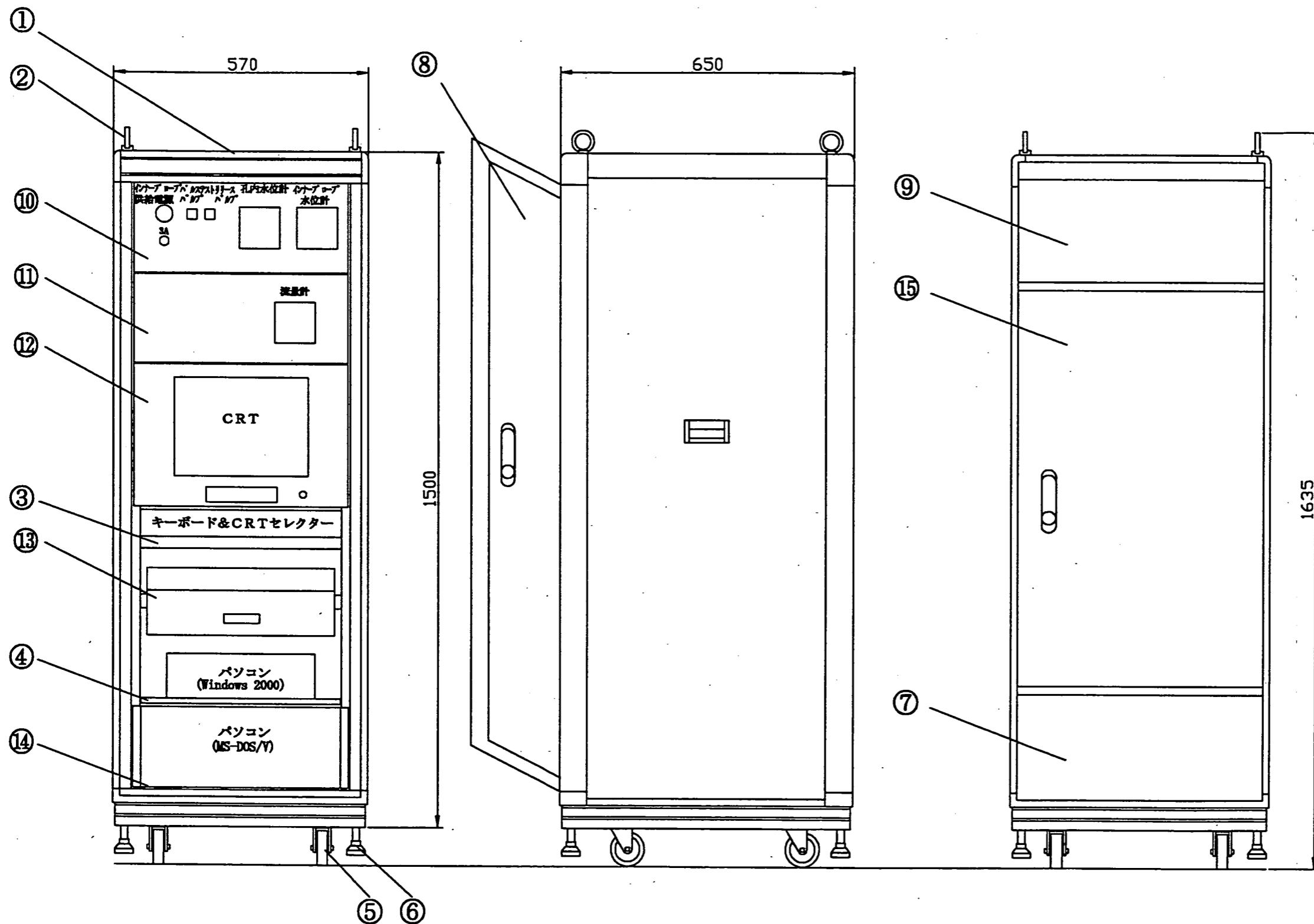
鏡角除去  
C ~

Size  
A3

符号	部品名称	図面番号	材料	個数	備考
設計	富田	材料 19インチJISラック	製品形名	JFT1500	
検査		表面処理	-		名称 ラック 2外形図
承認		個数	1		図番 TS0734-1210-01

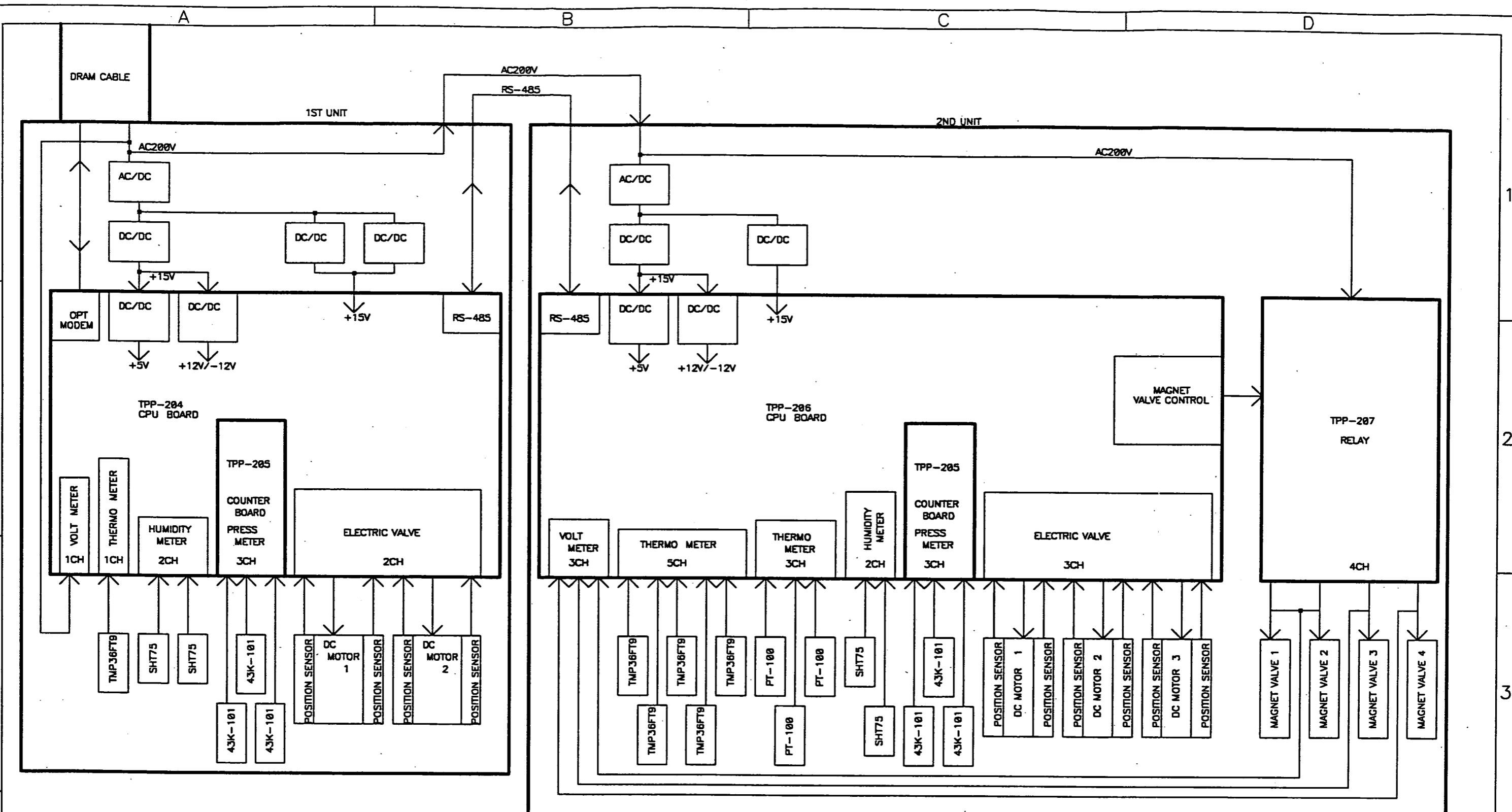
符号・箇所	変更記事	年月日	訂正者	変更通知番号
△-				
△-				
△-				

No.	名 称	数 量
①	19インチJISラック	1
②	Iボルト	4
③	引出テーブル+スライドレール	1式
④	収納棚+サポートアングル	1
⑤	キャスター	4
⑥	フロアレベラ	4
⑦	背面パネル	1
⑧	フロントドア	1
⑨	ファンユニット	1
⑩	前面パネル1	1
⑪	前面パネル2	1
⑫	表示器取付パネル	1
⑬	圧力コントロールBOX	1
⑭	サポートアングル	1組
⑮	リヤドア	1

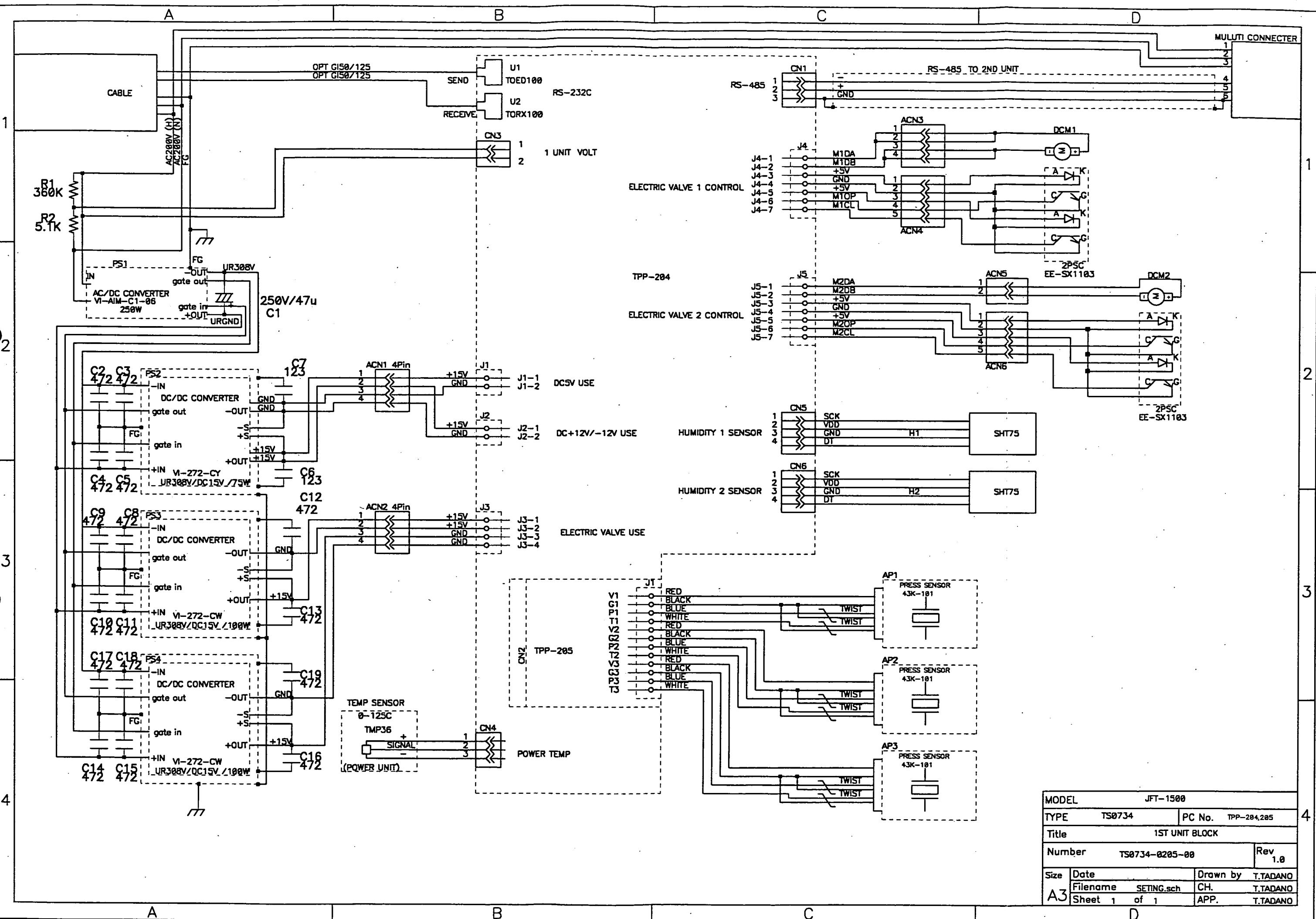


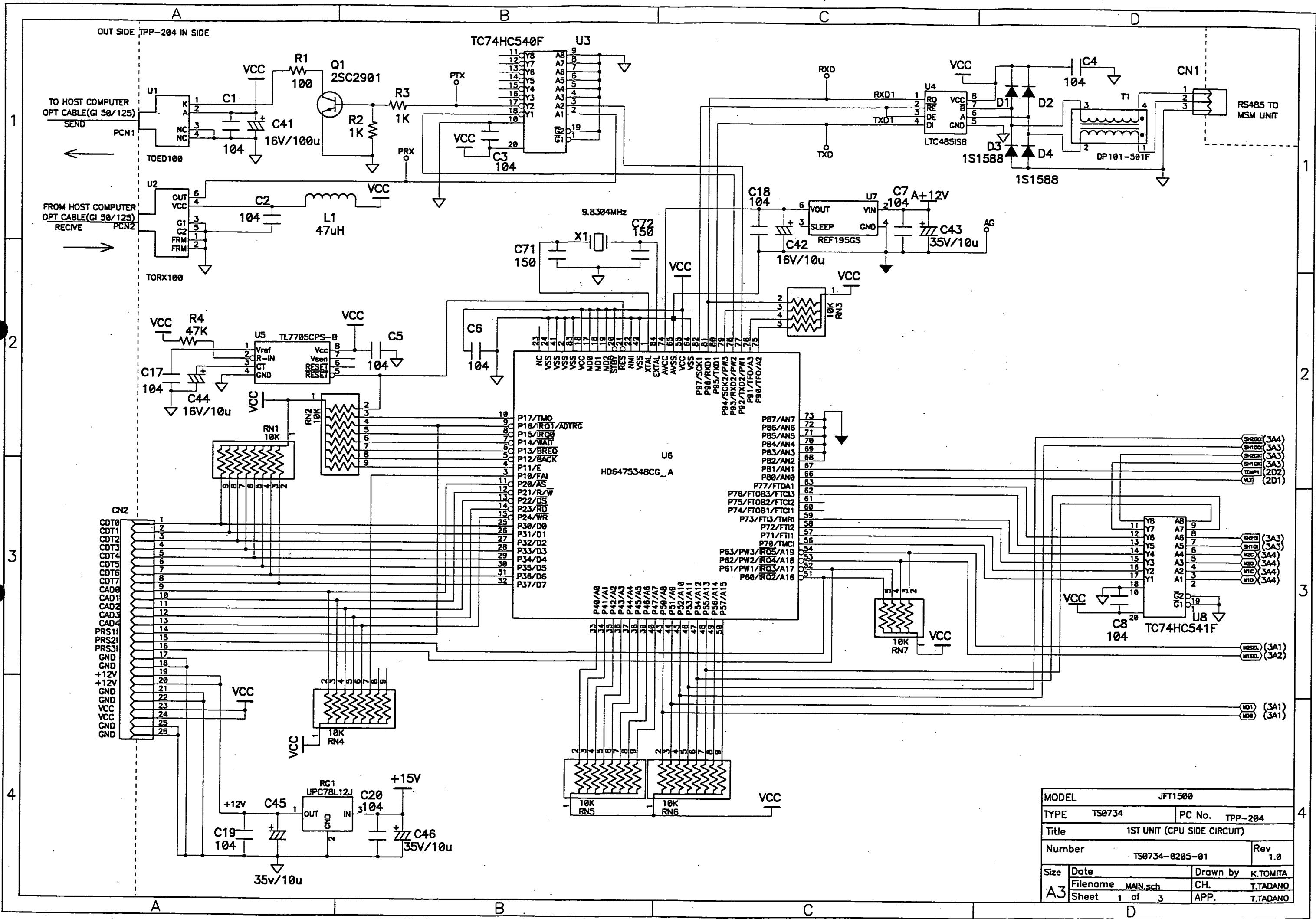
記入のない箇所	寸法	10 以下	10~ 30	30~ 100	100~ 300	300~ 1000	1000~ 2000	適用
		0. 1	0. 2	0. 3	0. 5	0. 7	1. 0	
	寸 法 差 士	0. 15	0. 25	0. 4	0. 7	1. 5	板打抜・丸穴・穴位置	
		0. 25	0. 45	0. 6	1. 1	1. 8	折曲げ・絞り・切断・結合	
	角度許容差 士	表面アラサ		銳角除去		Size C ~	A3	

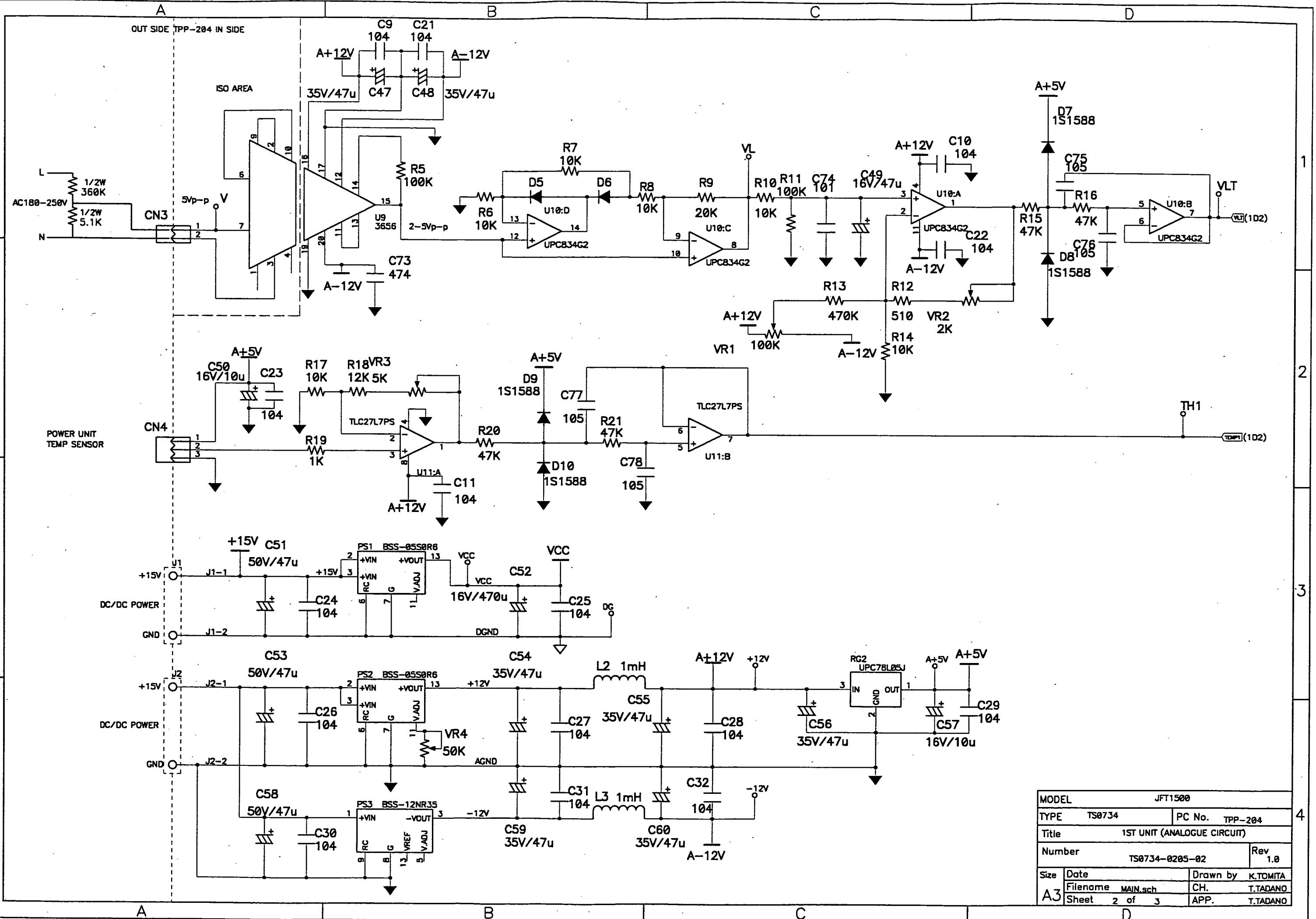
符号	部品名称	図面番号	材料	個数	備考
設計	富田	材料 19インチJISラック	製品形名	JFT1500	
検図		表面処理	一	名称	ラック1外形図
承認		個数	1	図番	TS0734-1110-01

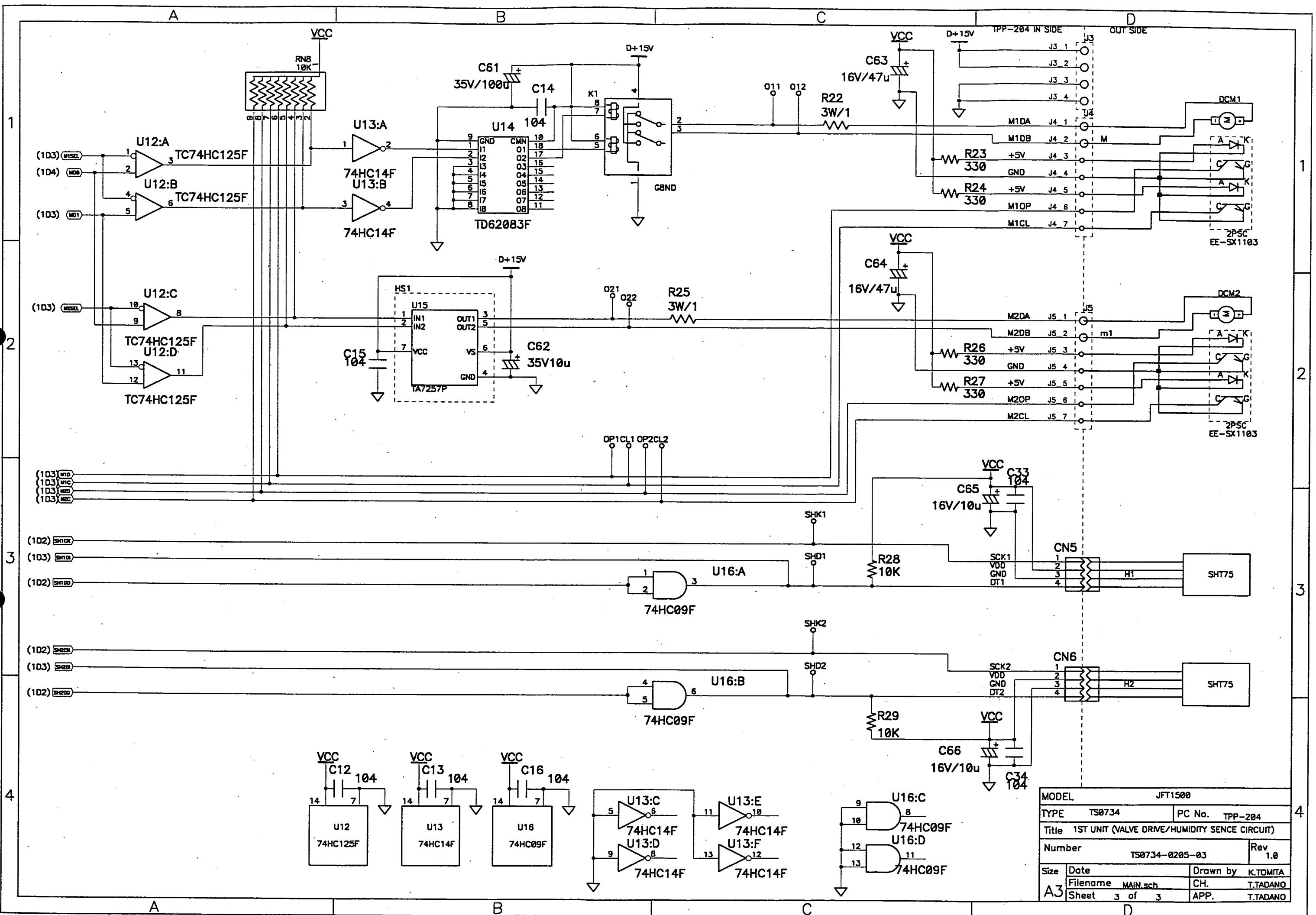


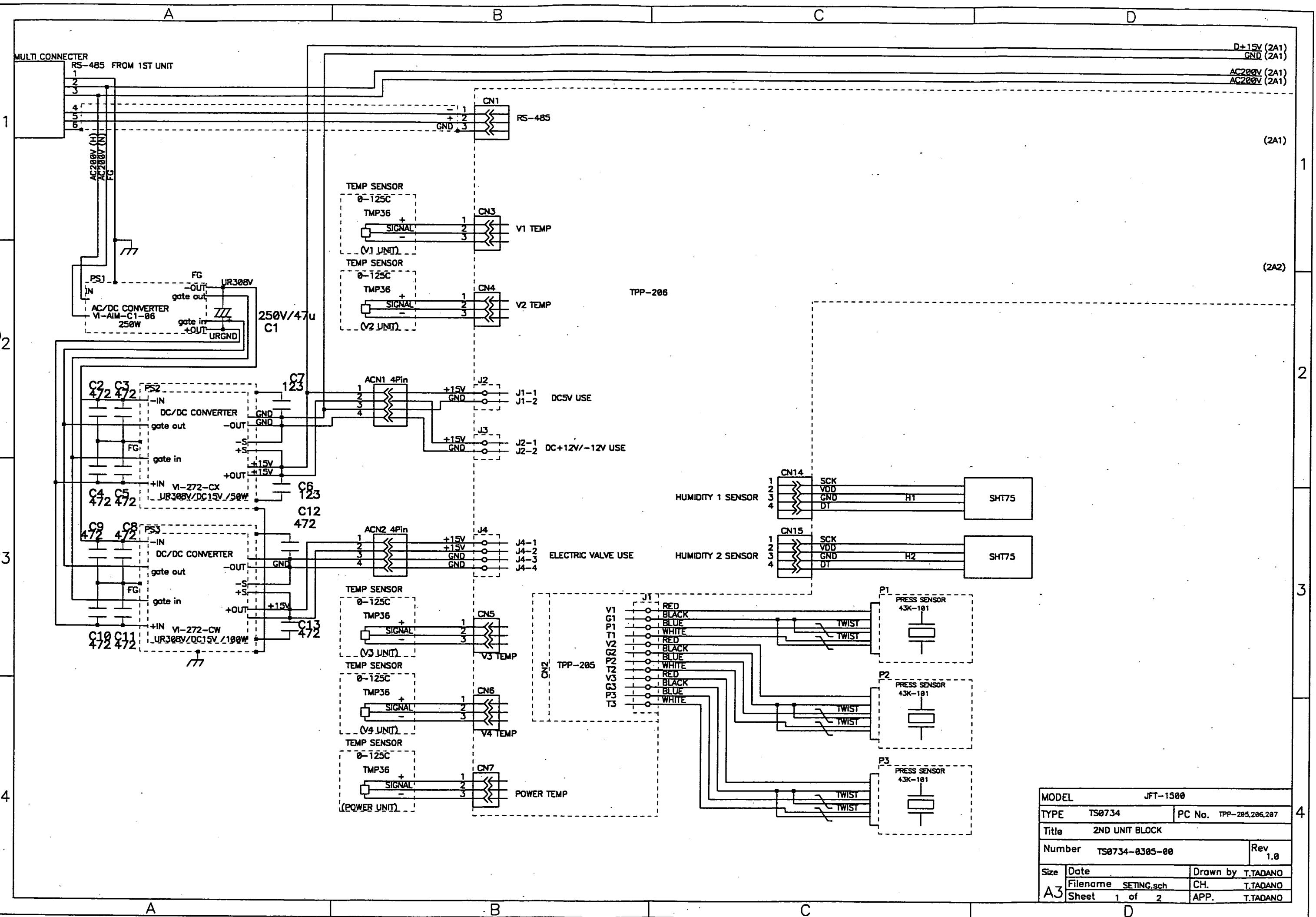
MODEL JFT-1500		
TYPE	TS0734	PC No. TPP-204,205,206,207
Title	BLOCK	
Number	TS0734-0105-01	Rev 1.0
Size	Date	Drawn by T.TADANO
A3	Filename BLOCK.sch	CH. T.TADANO
	Sheet 1 of 1	APP. T.TADANO

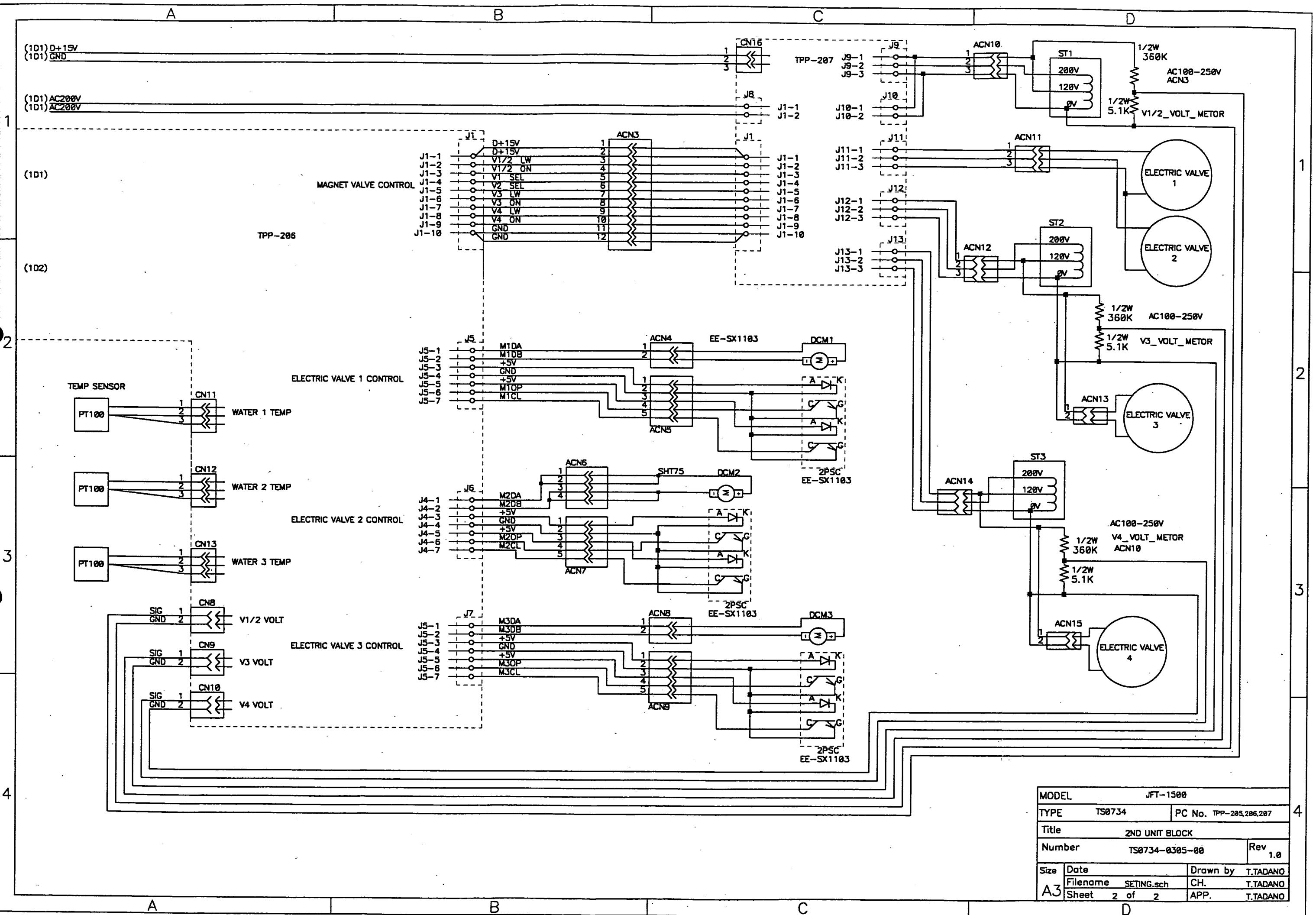


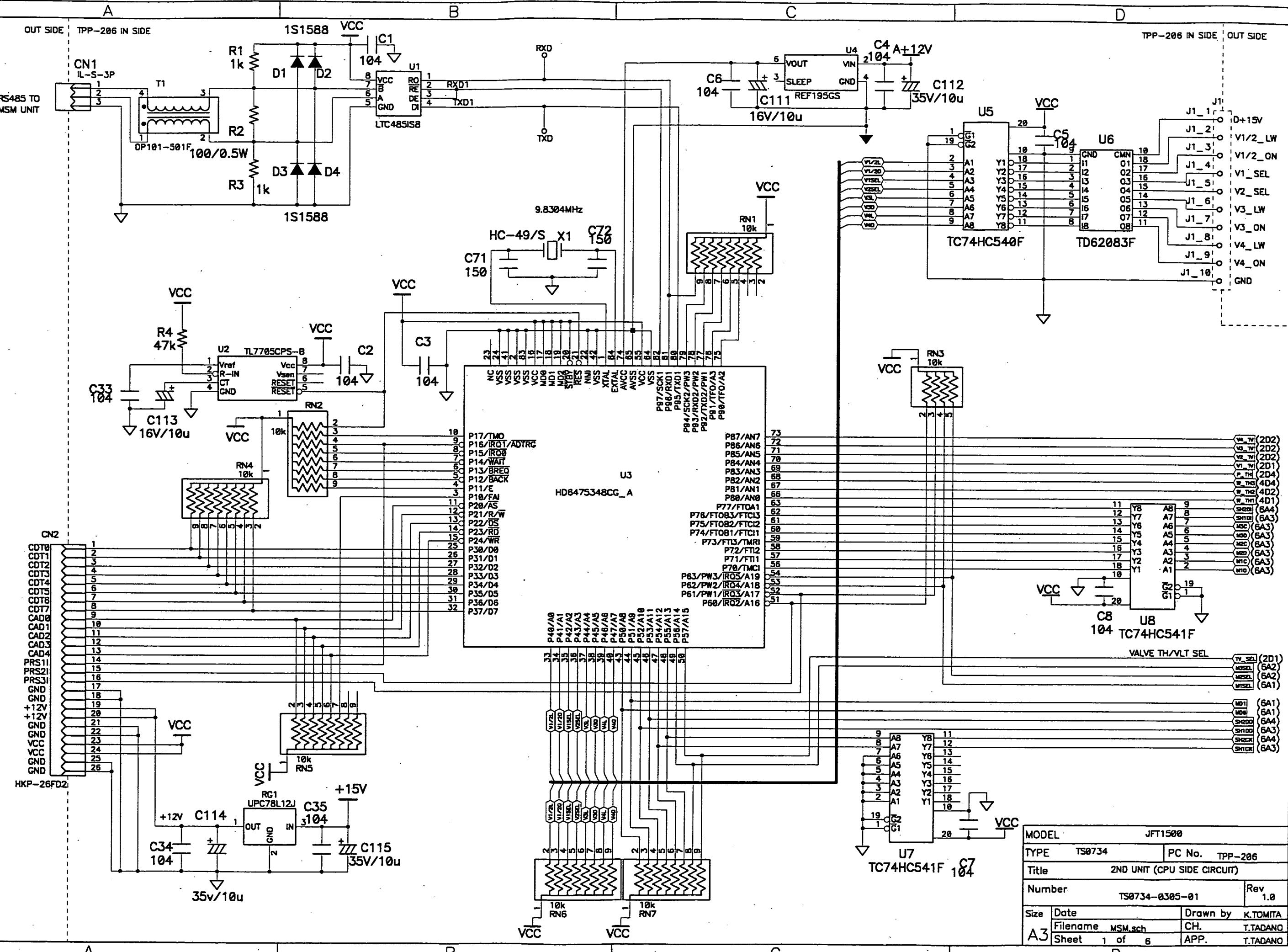


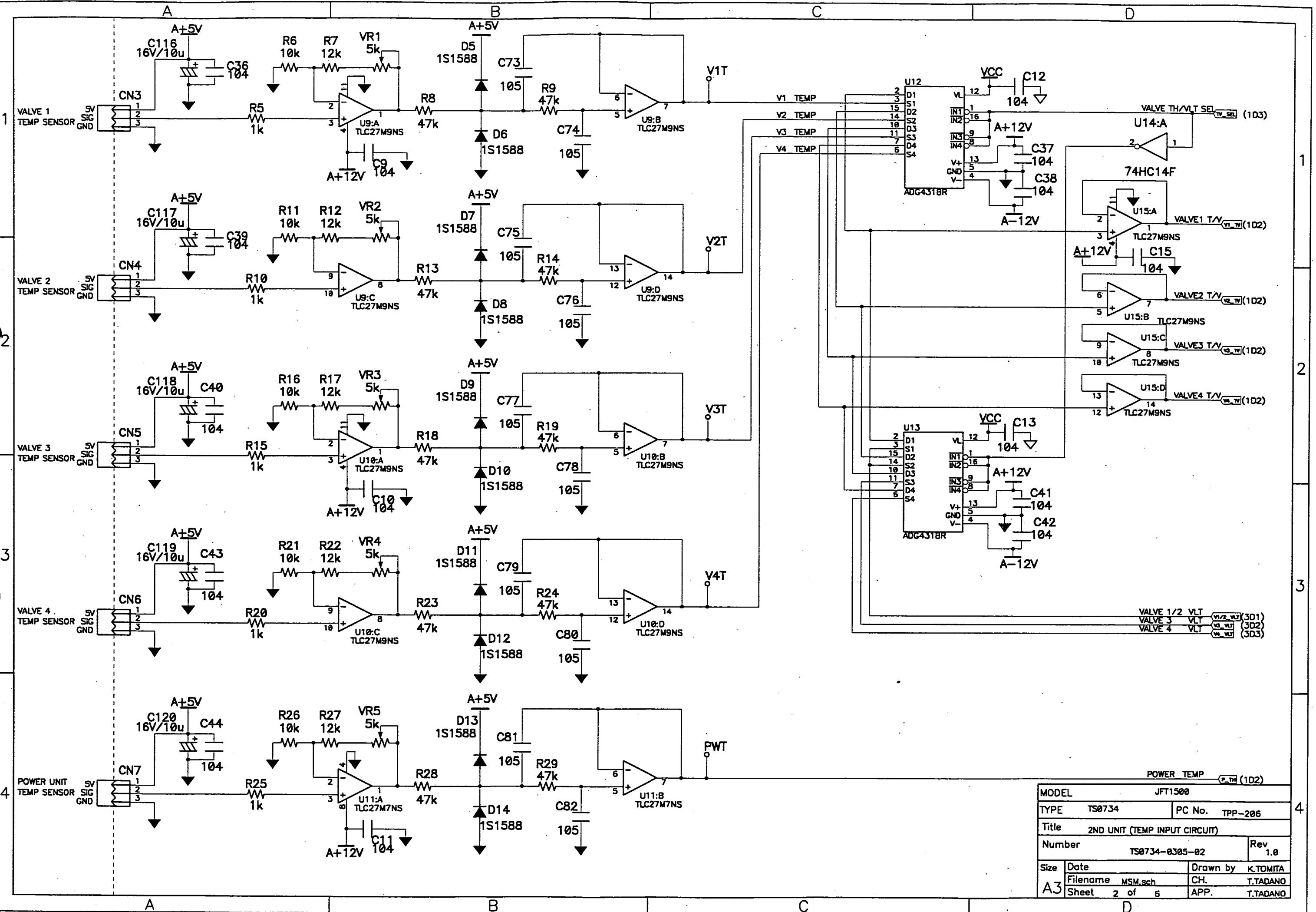


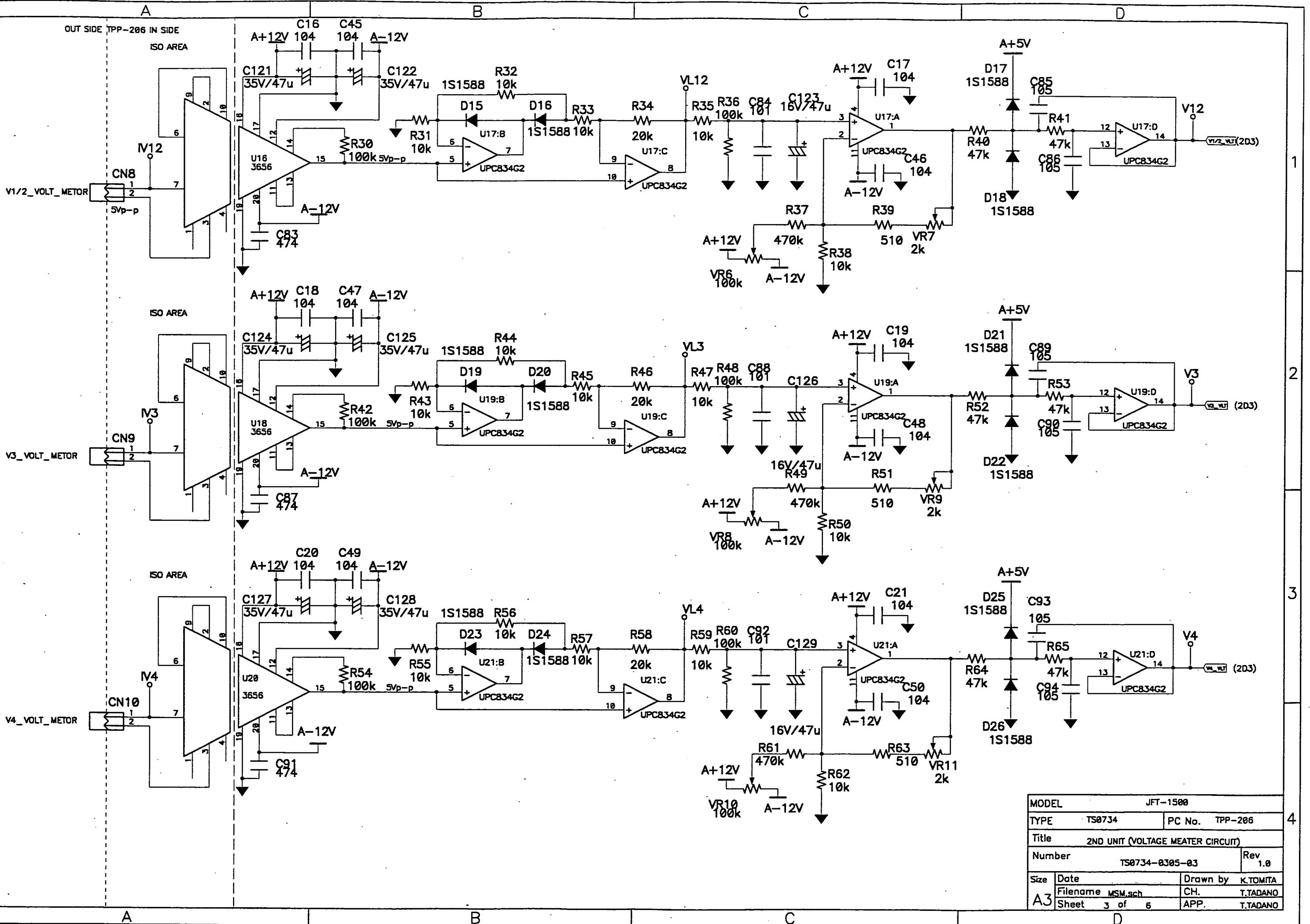


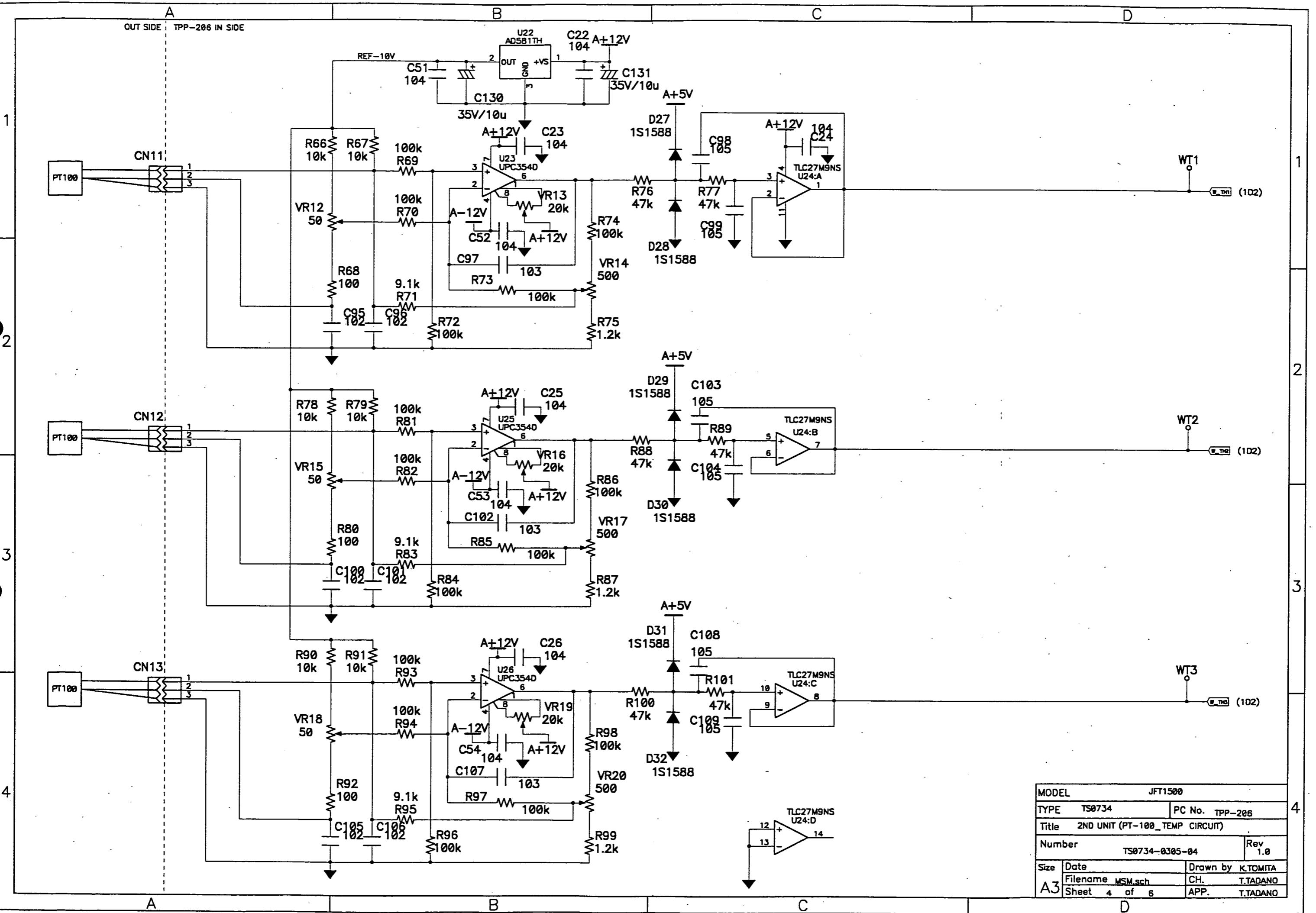




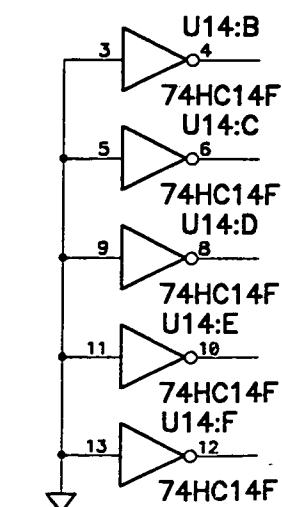
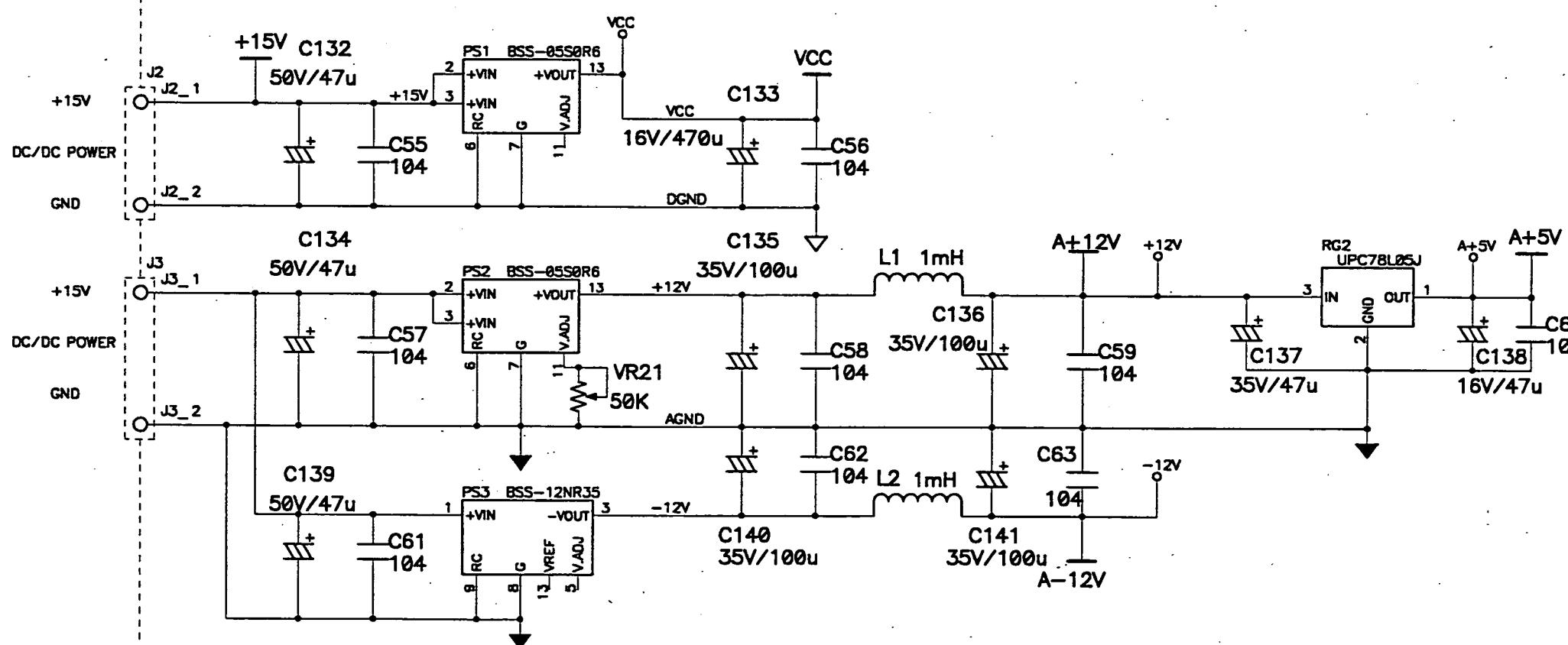




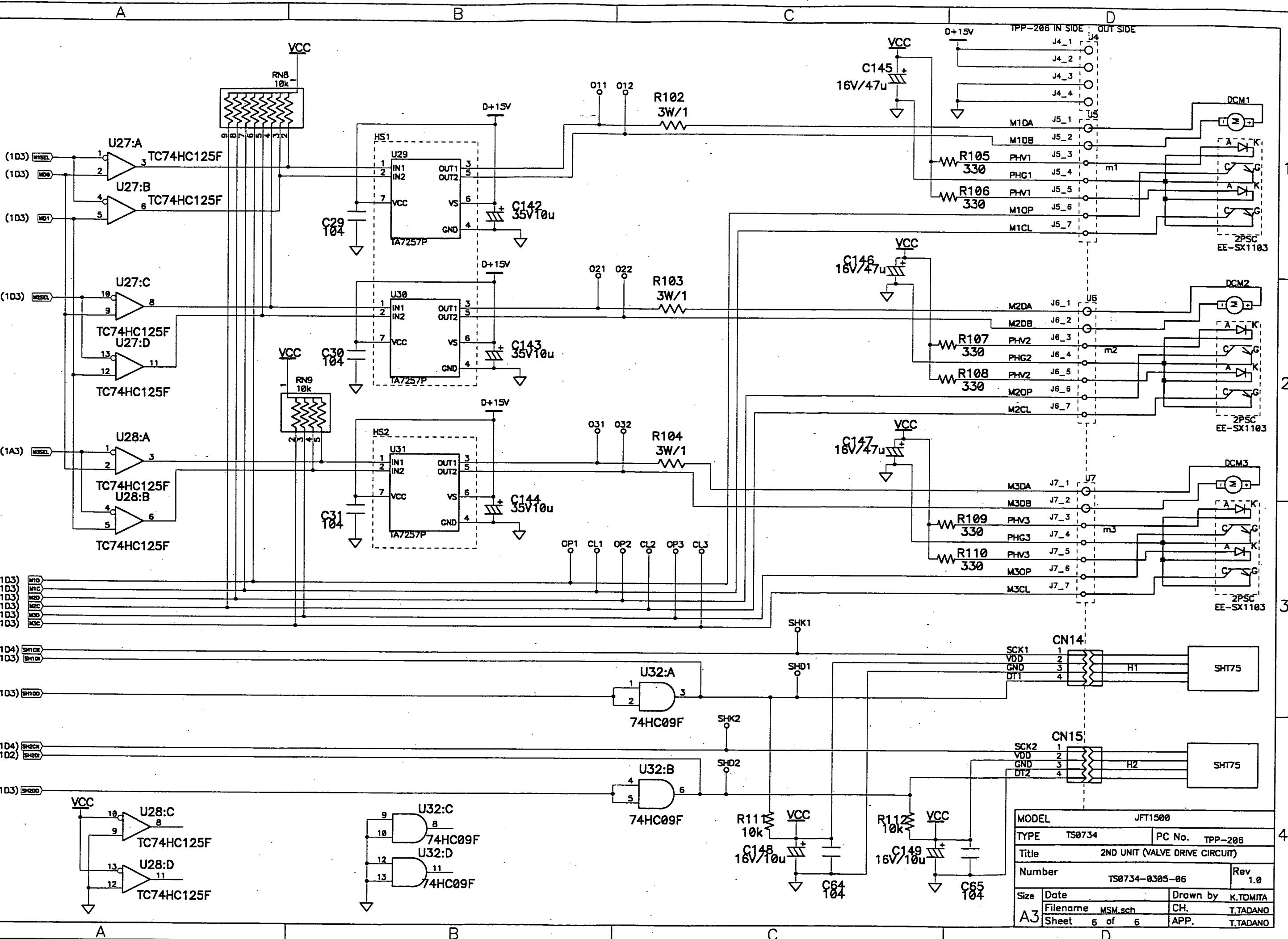


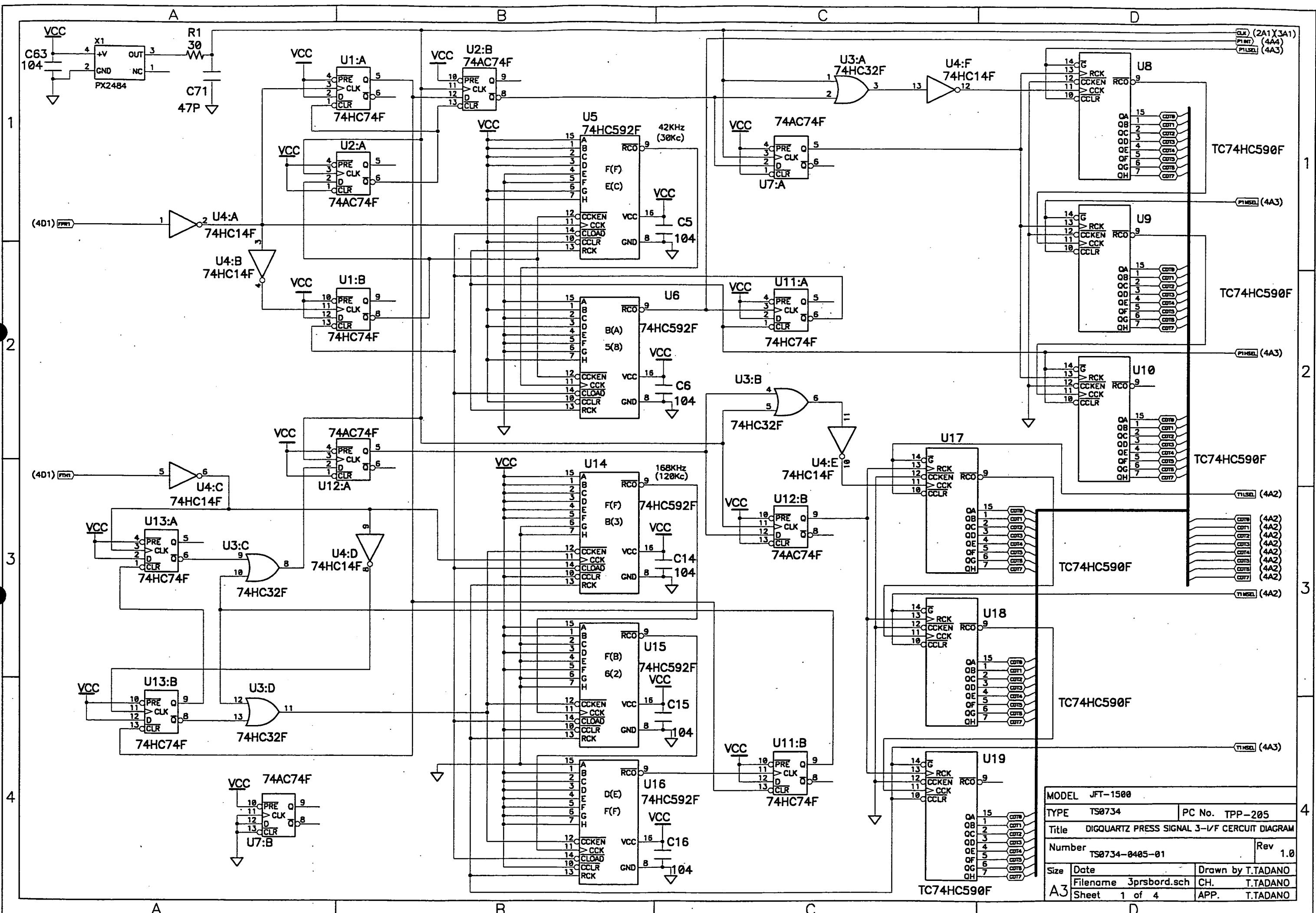


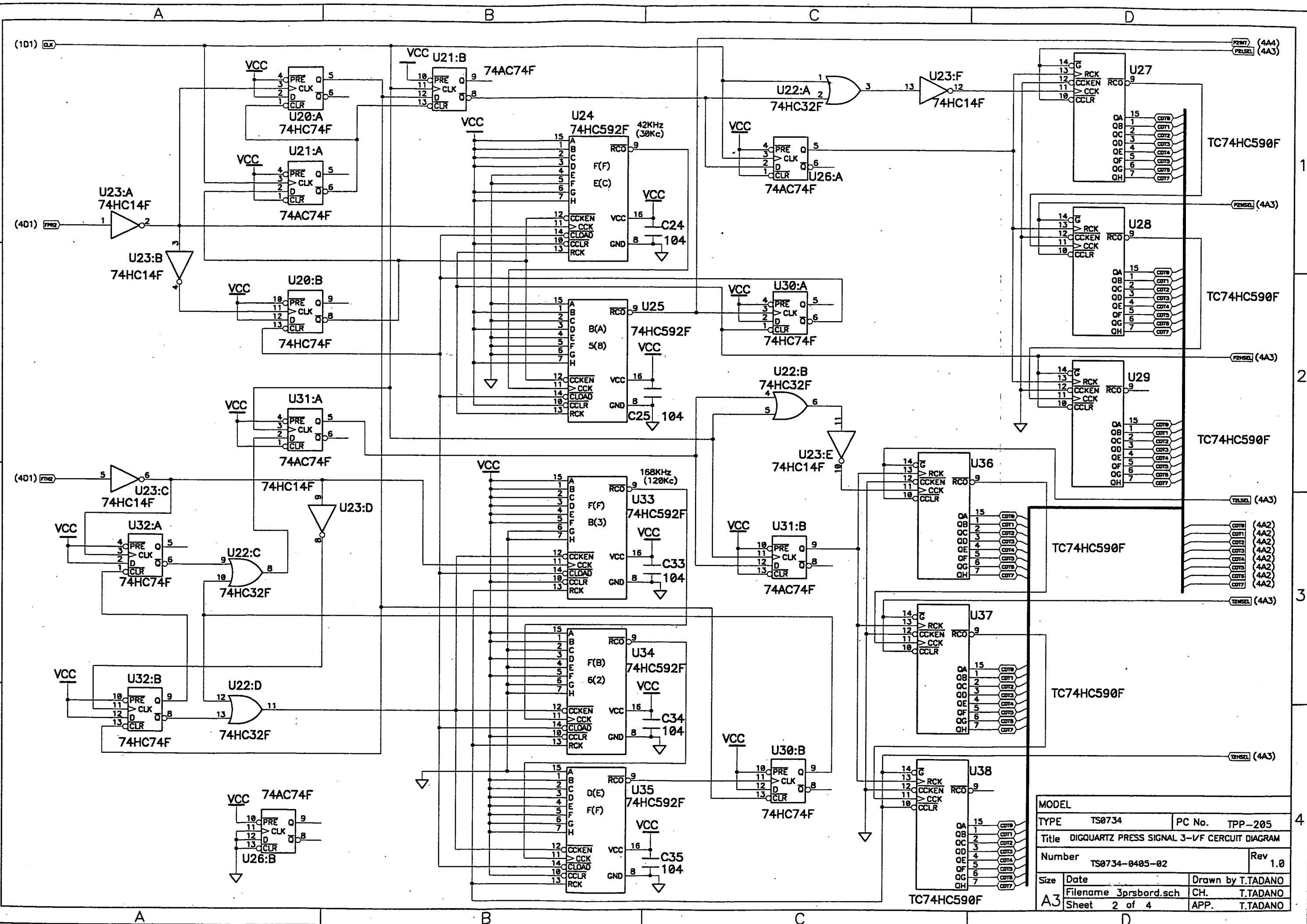
OUT SIDE TPP-206 IN SIDE

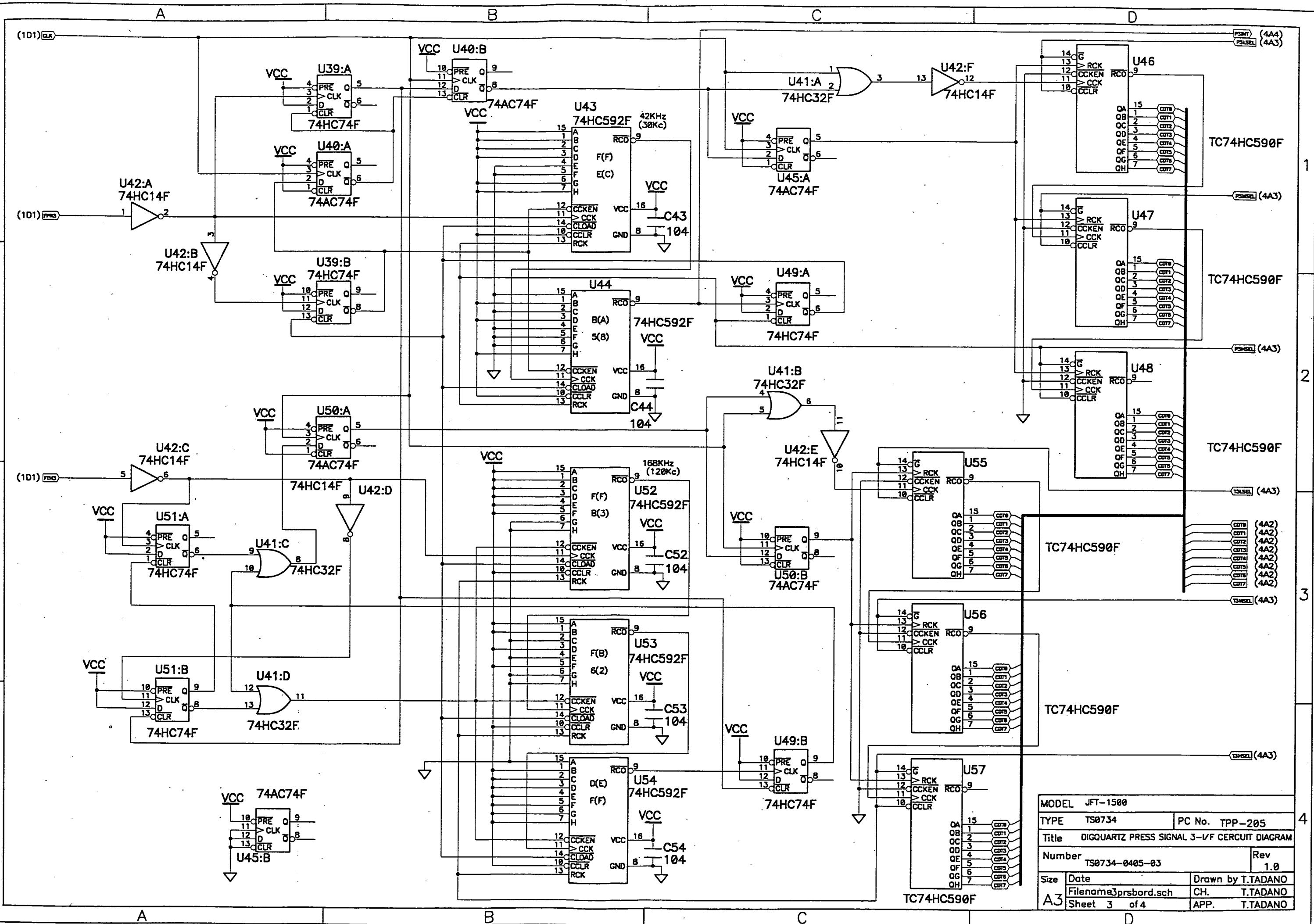


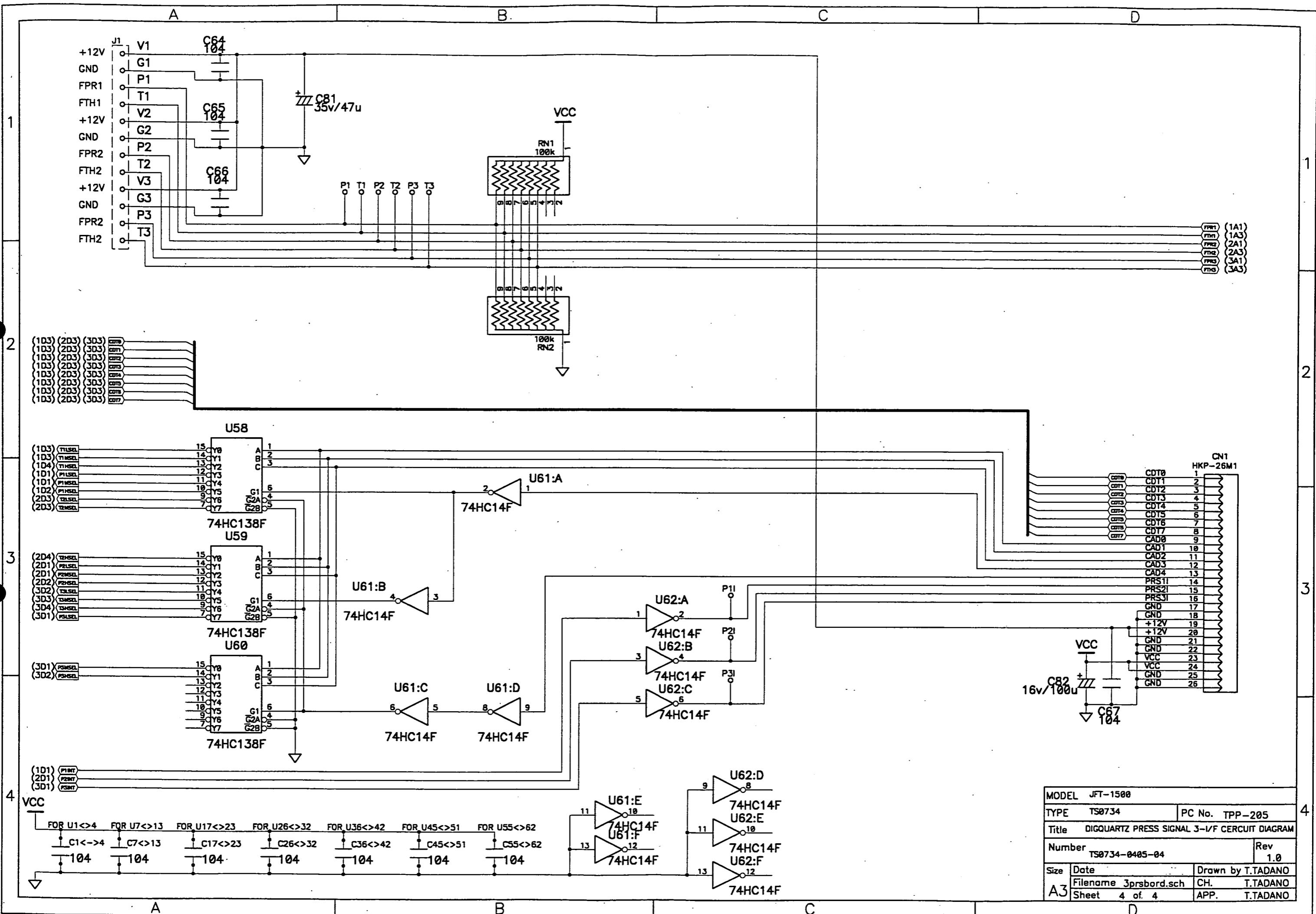
MODEL	JFT1500	
TYPE	TS0734	PC No. TPP-206
Title	2ND UNIT (POWER INPUT CIRCUIT)	
Number	TS0734-0305-05	Rev 1.0
Size	Date	Drawn by K.TOMITA
A3	Filename MSM.sch	CH. T.TADANO
	Sheet 5 of 6	APP. T.TADANO

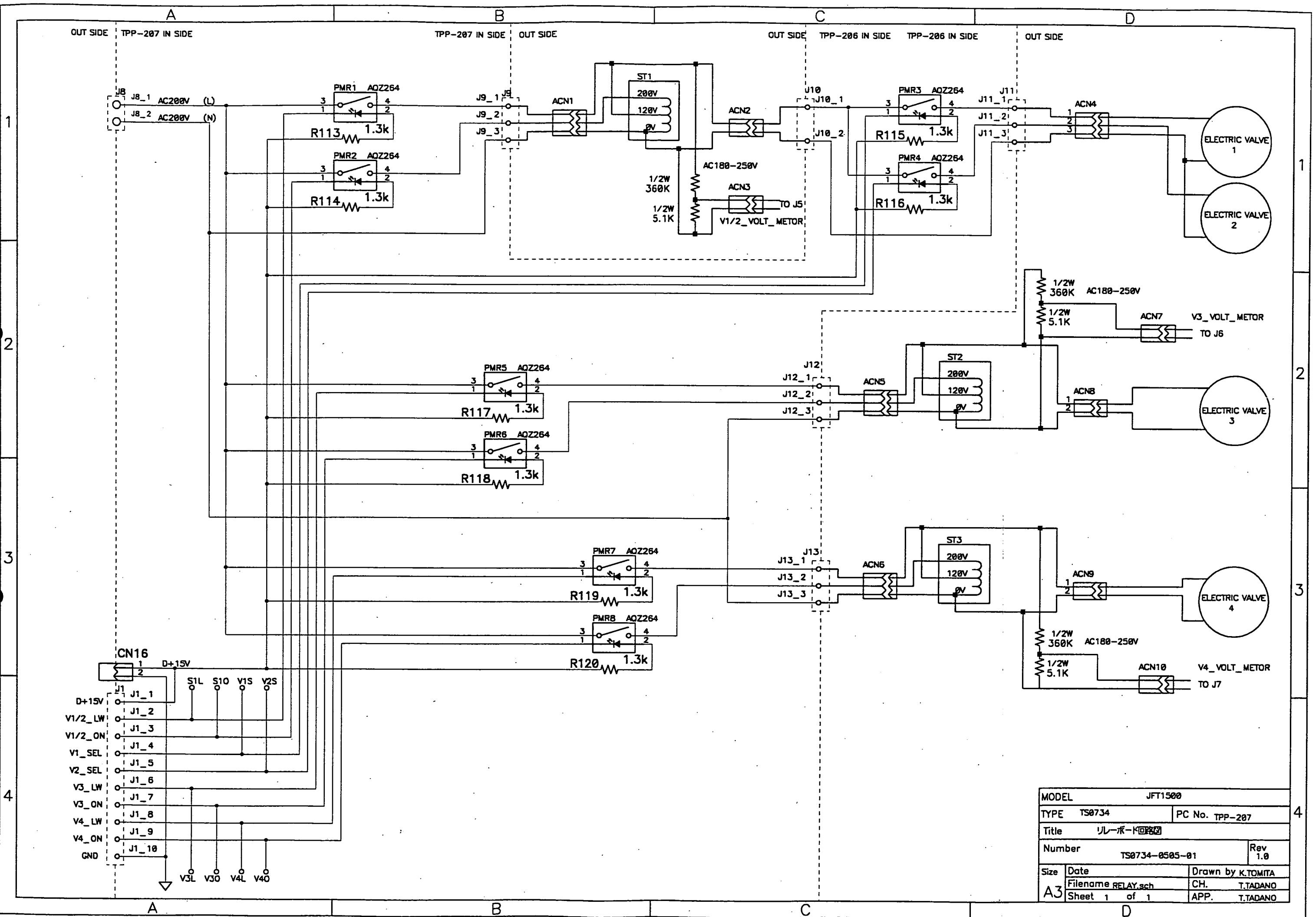


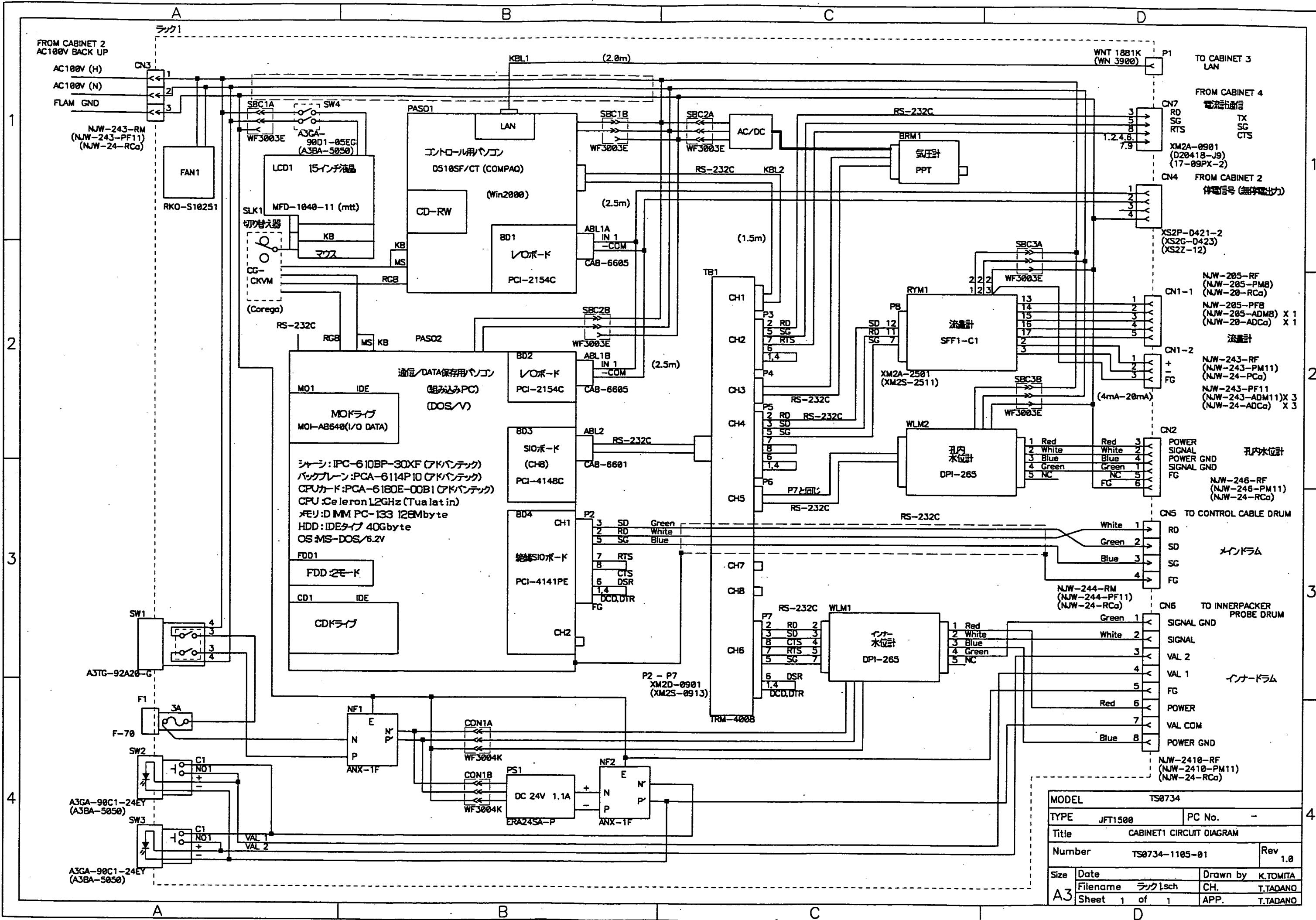


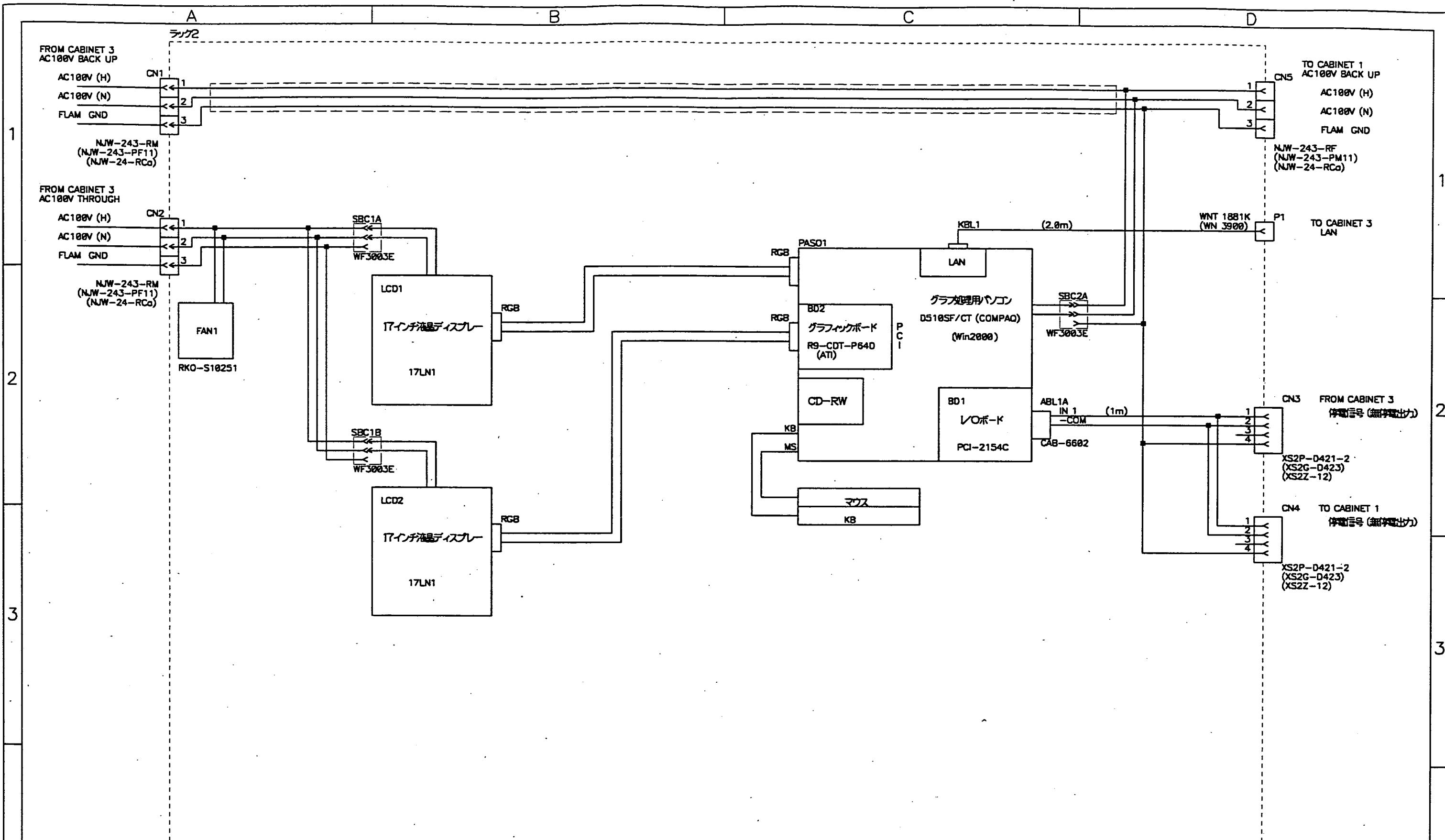






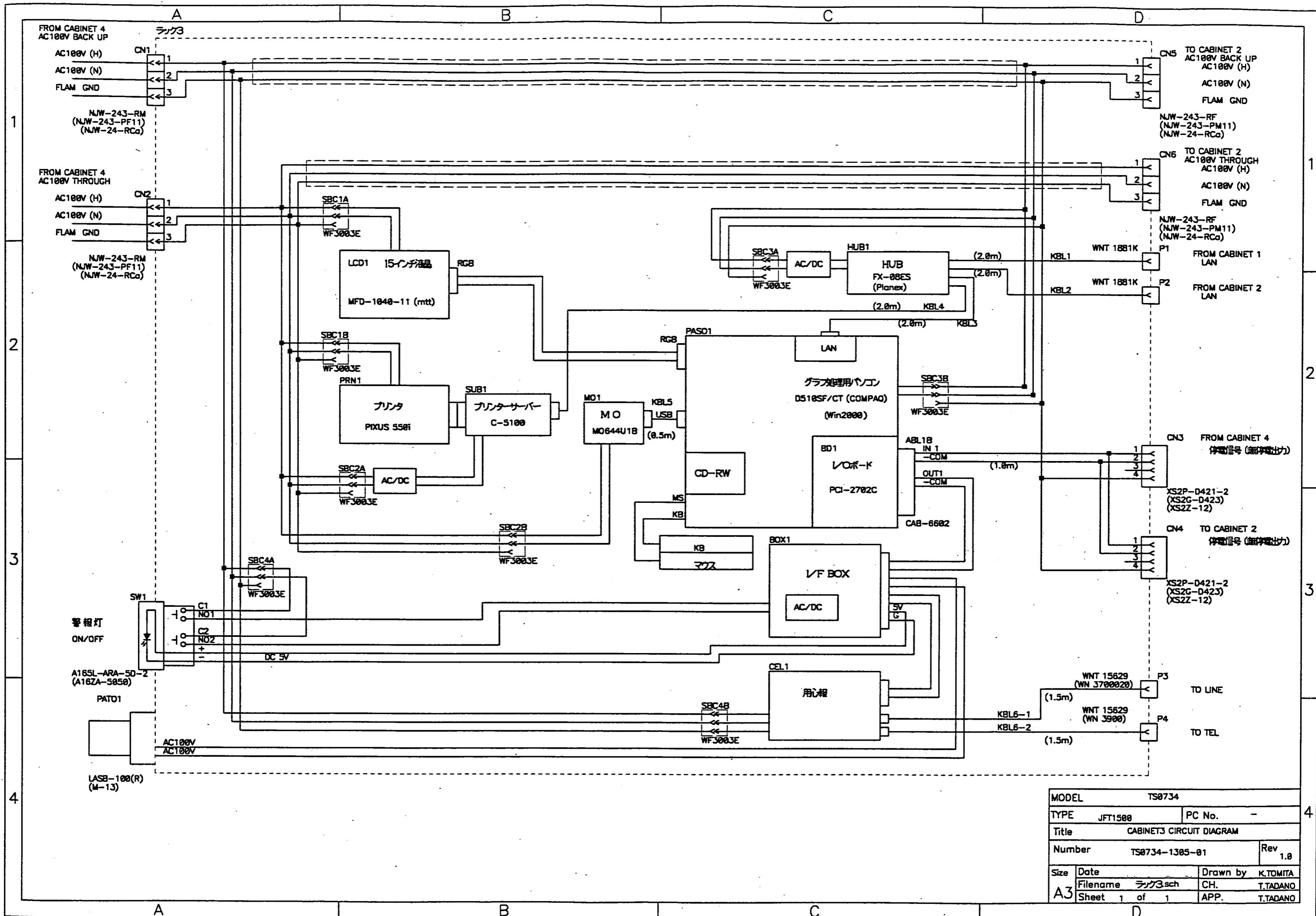


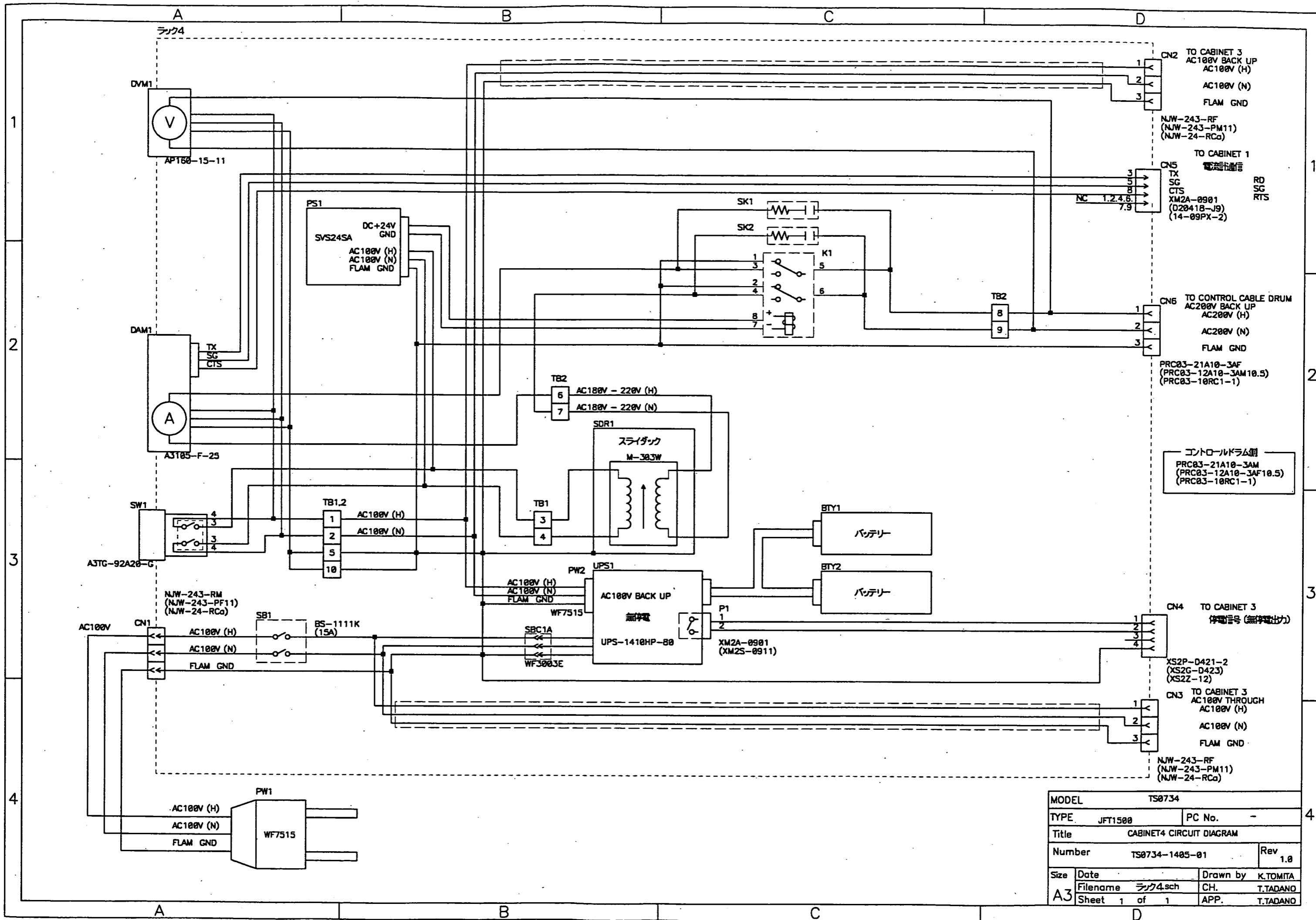


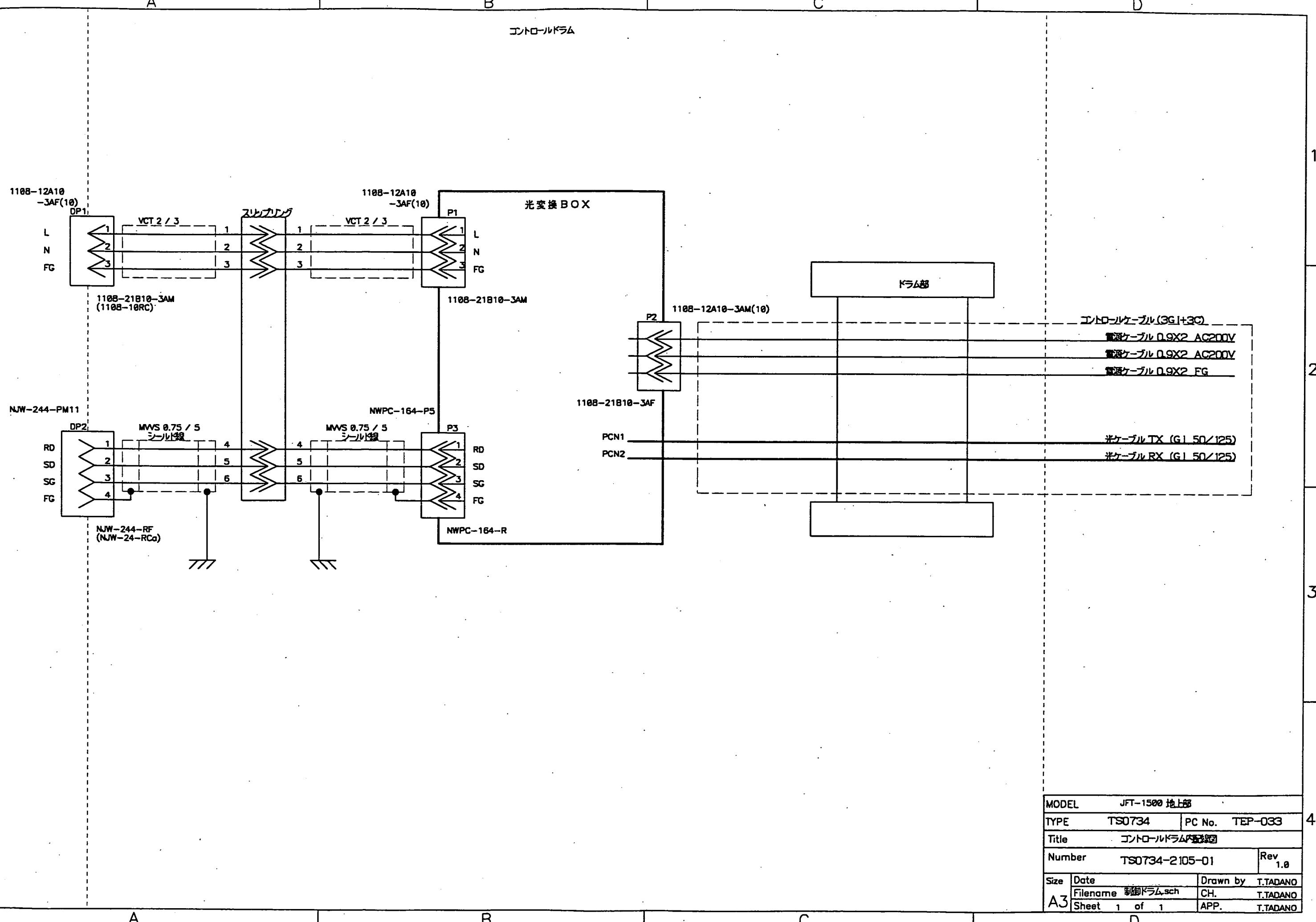


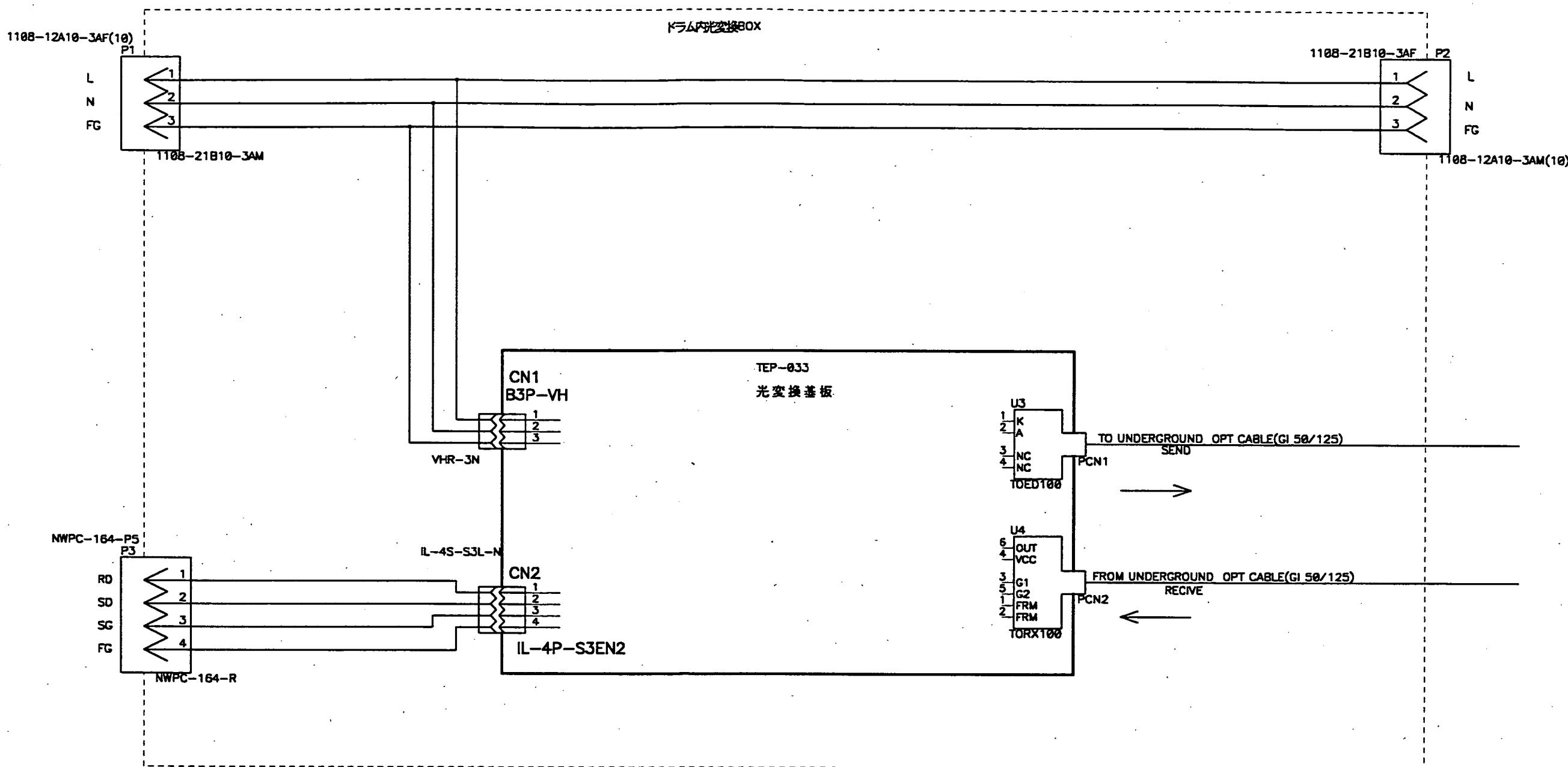
MODEL	TS0734	
TYPE	JFT1500	PC No. -
Title	CABINET2 CIRCUIT DIAGRAM	
Number	TS0734-1205-01	Rev 1.0
Size	Date	Drawn by K.TOMITA
Filename	ラック2.sch	CH. T.TADANO
Sheet	1 of 1	APP. T.TADANO

**A****B****C****D**

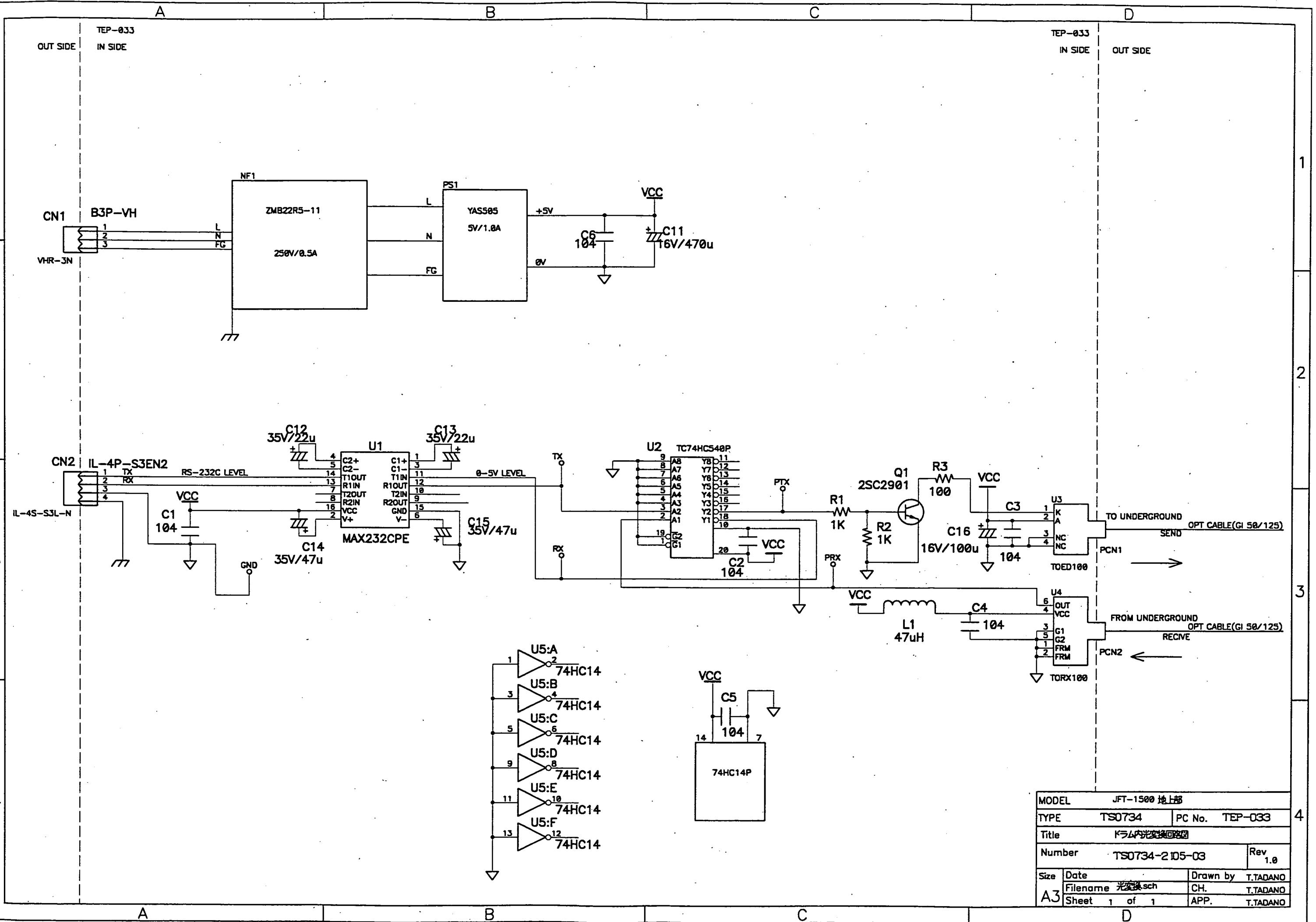








MODEL	JFT-1500 地上部		
TYPE	TS0734.	PC No.	TEP-033
Title	Fトム内装機BOX配線図		
Number	TS0734-2105-02	Rev.	1.0
Size	Date	Drawn by	T.TADANO
A3	Filename <del>TS0734</del> .sch	CH.	T.TADANO
	Sheet 1 of 1	APP.	T.TADANO



A

B

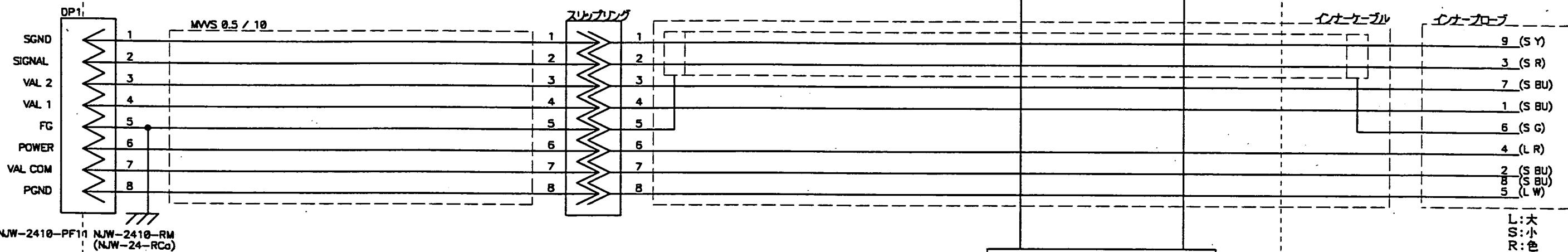
C

D

インナードラム

1

1



2

2

(NJW-24-RCo)

3

3

4

4

MODEL	JFT-1500 地上部	
TYPE	TS0734	PC No. TEP-033
Title	インナードラム内部接続図	
Number	TS0734-2205-01	Rev. 1.0
Size	Date	Drawn by T.TADANO
A3	Filename インナードラム.sch	CH. T.TADANO
	Sheet 1 of 1	APP. T.TADANO

A

B

C

D

