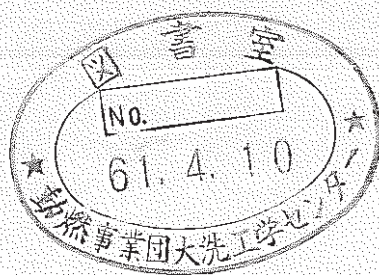


空気冷却熱過渡試験施設(ATTF)の概要



1986年2月

技術資料コード	
開示区分	レポート No.
T	N 9410 86-029
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

空気冷却熱過渡試験施設(ATTF)の概要

*	**
堀切守人	竹本正典
***	****
宇野哲老	青木忠雄
* 今津 彰	

要 旨

新しい試験施設として「空気冷却熱過渡試験施設」(ATTF)が大洗工学センターに建設された。本施設は高速増殖炉の蒸気発生器出口管板部の構造強度を評価する試験を第1の目的とし建設された装置である。管板構造モデル熱過渡試験の目的は(1)塑性域でのひずみ集中計算法の検討, 評価を行い, より合理的な解析法, 評価法を策定する。(2)「もんじゅ」の設計基準の妥当性を確認する。(3)設計評価法全体としてもつ破損に対する安全裕度の確認を行うことである。

本装置は厳しい熱過渡荷重(コールド・ショック)を試験体に負荷できるものである。その方法は, 圧縮空気(最大35 kg/cm²G)を2台の大型圧縮機により製造し, 貯蔵タンク(約60m³)に貯蔵する。供試体を所定の温度に昇温した後, 貯蔵タンクの圧縮空気を流調弁に通し, 一気に供試体内を通過させながら熱過渡を与え, 大気に放出する。主配管系は8インチで圧縮空気を最大10 kg/sの流量で流すことができ, 最高熱過渡条件としては約4分間で550℃~150℃(管板構造モデル)の温度変化を作り出すことができる。テストセクションは試験体形状により種々の構造に対応が可能である。但し, 耐圧性能は最大8 kg/cm²G, 気密構造が要求される。装置は2台のシーケンサー制御器により自動運転される。ATTFは, 試験流体が圧縮空気であることにより, ナトリウム中で使用不可能な各種センサーが使用可能で, 特に変形挙動を測定する上で必要なひずみゲージが使用でき, 詳細なひずみ分布, 局部ひずみ測定が可能な装置である。さらに試験体の破損箇所, 破損形態を明らかにする上で亀裂の発生検知, 進展の観察が容易に可能であるなどの特徴により, 各種構造物の試験を実施し, 変形挙動及び強度を評価するために有力な手段となる試験装置である。

本報告書で装置の概要, 運転方法, 安全対策等を述べる。

* 大洗工学センター 機器構造開発部 構造工学室
 ** 現在 川崎重工業㈱
 *** 現在 ㈱東芝
 **** 現在 本社 動力炉研究開発本部

Feb., 1986

Outline of Air-Cooling Thermal Transient Test Facility

M. Horikiri*, M. Takemoto**, T. Uno***
T. Aoki**** and A. Imazu*

Abstract

A new test facility "Air-Cooling Thermal Transient Test Facility" (ATTF) was constructed at O-arai Engineering Center. This test facility is utilized, in the first place, for evaluating the strength of outlet tube-sheets of steam generators of FBR plants. The objectives of the tube-sheet model tests are as follows. The first is to investigate and evaluate the strain concentration in the plastic region. The second is to confirm the adequacy of the design criteria for the prototype reactor MONJU. The third is to confirm the safety margin for failure incorporated in the design evaluation methods. ATTF can impose severe thermal loadings (only cold shock) on the test specimens. The facility produces compressed air (Max. 35 kg/cm²G) by two large-sized compressors, and stores it in a storage tank (about 60m³). After a test specimen is heated up to the aimed temperature the compressed air passes through the test specimens quickly by opening the valve to apply cold shock and is released in the atmosphere. Each main loop pipe is 8 inches in diameter and the flow rate is max. 10kg/s in compressed air. The most severe down thermal transient condition is from 550°C to 150°C (for tube-sheet model) in about 4 min. The test section can be modified for various kinds of structures, which should be air-tight and have the maximum pressure of

* Structural Engineering Section, Systems and Components Division, OEC.

** Presently with Kawasaki Heavy Industries Co., Ltd.

*** Presently with Toshiba Corporation.

**** Presently with Reactor Research and Development Project, Head Office.

8kg/cm²G. The facility is operated automatically by two sequencer controllers. One of the main features of ATTF is the adoption of compressed air instead of sodium as coolant. By using compressed air, various kinds of sensors which can not be used in the sodium environment can be used in ATTF; particularly strain gages can be used effectively to obtain strain distribution for thermal transient condition, and the location as well as the mode of failure of test specimens can be recognized easily through the detection of crack initiation and the observation of crack growth. ATTF is expected to be a powerful tool for various kinds of structural behavior and strength tests.

In this report the outline of the facility, operating method, safety measures are described.

目 次

1. 緒 言	1
2. 試験目的	4
3. 装置の概要	6
3-1 装置の構成，機能	6
(1) 圧縮空気供給系	6
(2) 主 系	7
(3) テストセクション	8
(4) 計装制御用空気系	8
(5) 制 御 系	8
(6) データ集録装置	9
3-2 装置の全体仕様	9
3-3 各機器の主要仕様	10
(1) 圧縮空気供給系	10
(2) 主 系	11
(3) テストセクション	13
(4) 計装制御用空気系	14
(5) 制 御 系	14
(6) データ集録装置	15
4. 装置の設計概要	17
4-1 適用規格，基準	17
(1) 高圧ガス取締法関係	17
(2) 第二種圧力容器構造規格関係	17
(3) その他規格，基準関係	18
4-2 装置設計関係	18
(1) 空気タンク疲労評価	18
(2) 配管系の応力解析	18
5. 運転方法の概要	20
6. 安全対策の概要	23
7. 設計，製作，据付工程	25
8. 試験内容	26
9. 期待される成果	28
10. 結 言	29

11. 謝 辞	3 0
参考文献	3 1

図 リ ス ト List of Figures

図 3 - 1	装置の鳥かん図	3 2
Fig. 3-1	Bird's Eye View of Test Facility	
図 3 - 2	ATTFループのフローダイアグラム	3 3
Fig.3-2	Flow Diagram of ATTF Loop	
図 3 - 3	圧縮機のブロックダイアグラム	3 4
Fig.3-3	Block Diagram of Compressor	
図 3 - 4	接続配管仕様図	3 5
Fig.3-4	Specification of pipes	
図 3 - 5	テストセクション	3 6
Fig.3-5	Test Section of Tubesheet Structure Model	
図 3 - 6	ヒーター組込図	3 7
Fig.3-6	Assembly of Heaters	
図 3 - 7	計測制御系統図	3 8
Fig.3-7	Instrumentation and Control Block Diagrams	
図 3 - 8	データ集録装置のブロックダイアグラム	3 9
Fig.3-8	Block Diagram of Data Acquisition System	
図 5 - 1(A)	自動運転フローシート	4 0
Fig.5-1(A)	Flow sheet of Automatic Operation	
図 5 - 1(B)	自動運転フローシート	4 1
Fig.5-1(B)	Flow sheet of Automatic Operation	

図 5 - 2	トリップフローシート	4 2
Fig.5-2	Flow Sheet of Trips	
図 6 - 1	トリップ系統図	4 3
Fig.6-1	System Diagram of Trips	
図 6 - 2	警報設定器配置図	4 4
Fig.6-2	Layout of Alarm Set Unit	
図 8 - 1	管板構造モデル試験体図	4 5
Fig.8-1	Tubesheet Structure Model	

表 リ ス ト List of Tables

表 4 - 1(A)	機器規格設計条件	4 6
Table 4-1(A)	Rules and Design Conditions of Components	
表 4 - 1(B)	機器規格設計条件	4 7
Table 4-1(B)	Rules and Design Conditions of Components	
表 4 - 2	機器規格設計条件	4 7
Table 4-2	Rules and Design Conditions of Components	
表 5 - 1(A)	弁開閉一覧表	4 8
Table 5-1(A)	List of Normal Conditions of Valves	
表 5 - 1(B)	弁開閉一覧表	4 9
Table 5-1(B)	List of Normal Conditions of Valves	
表 5 - 2(A)	警報設定値一覧表	5 0
Table 5-2(A)	Alarm set Table	
表 5 - 2(B)	警報設定値一覧表	5 1
Table 5-2(B)	Alarm set Table	
表 5 - 2(C)	警報設定値一覧表	5 2
Table 5-2(C)	Alarm set Table	
表 6 - 1	安全弁リスト	5 3
Table 6-1	List of Safety Valves	
表 6 - 2	高圧ガス日常点検シート	5 4
Table 6-2	Daily Check Sheet	

写 真 リ ス ト Photo. List

写真 3 - 1	施設外観	5 5
Photo.3-1	Appearance of ATTF	
写真 3 - 2	コンプレッサー外観	5 5
Photo.3-2	Appearance of Compressor	

1. 緒 言

高速増殖炉の構造機器は、軽水炉の構造機器に比べて運転温度がより高温域にあること、冷却又は熱交換媒体として液体金属ナトリウムを使用していること、ナトリウムバウンダリーは低圧であることなどの特徴を有している。このためこれらに起因する特有な現象が存在する。例えば、構造機器の使用温度が高温のためクリープ温度域でのスクラム等による熱過渡時の熱応力、さらに地震、自重、配管等に働く熱膨張荷重といった機械的荷重が重畳して作用する。高速増殖炉の構造機器は、これらを考慮した合理的な構造解析、設計法により設計、製作される必要がある。

高速増殖炉の構造機器の設計には動燃事業団が開発した構造設計基準「高速原型炉第1種機器の高温構造設計方針¹⁾」(以下「高温構造設計方針」という。)が原型炉を対象とし適用される。この基準は軽水炉で使用されている通産省告示501号およびASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec.Ⅲ,の使用温度領域を越えるクリープ温度領域まで適用範囲を拡張したものであるが、基本的には、世界に先がけて策定された米国の高温構造設計基準ASME Code Case N-47に基づきながらも部分的に一層の合理化をはかった設計基準となっている。

高温構造設計方針による設計の方法は、弾性解析による設計を基本とし、必要に応じて非弾性解析による設計が許容されており、高速増殖炉の一般の機器、配管に対しては一通りの設計評価法の指針がまとめられている。

しかし、特殊な形状の構造部については解析法および設計評価法が十分用意されているとは言えず、別途、これらを定めて補足するとともに、その妥当性を実験により確認しておく必要がある。

管板構造はこのような特殊な構造の1つであり、原型炉の場合、多数の穴をもつ厚肉管板の外側に比較的薄肉の円筒シェルが溶接により接続され、管板穴は伝熱管と溶接接続されている構造的に複雑なものである。特に蒸気発生器の管板は運転状態の変化にともなって種々の熱過渡を受け、設計解析が難しい部分である。クリープを伴わない管板構造の設計解析法としては、ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec.Ⅲ, Division 1, A-8000²⁾の方法が良く知られており、軽水炉等で多くの使用実績がある。しかし、高速増殖炉のようなクリープを伴う高温の厳しい熱過渡を受ける管板構造の場合、ひずみ範囲の拡大挙動の推定やクリープ疲労損傷評価法について詳細に確立したものはまだない。このような観点から動燃事業団において、従来のR&D成果を踏まえて管板構造系評価法³⁾の指針がまとめられてきたが、これら評価法は、詳細な実験データによって妥当性を確認するとともに、場合によっては、さらに合理的なものに改良する必要があると考えられる。このため、熱過渡時のひずみ挙動試験により、細部にわたる詳細な非弾性ひずみデータの計測を行って、解析によるひずみ推定法や簡易ひずみ推定法の妥当性の評価を行うとともに、強度試験を実施して評価法全体としての安全裕度の確認をしておく必要がある。

このような背景のもとで原型炉「もんじゅ」(以下、実機という。)の蒸気発生器蒸気出口管板部を対象とした蒸気発生器管板構造モデル熱過渡試験が計画された。空気冷却熱過渡試験装置ATTf(Air-

Cooling Thermal Transient Test Facility)は上述の試験を第1の目的として設計・製作されたものである。本装置を設計・製作するにあたり、供試体に熱過渡条件を与えるための空気、水、ナトリウムによる加熱・冷却法について種々の観点から仕様、特徴、問題点について検討した。その結果、本装置の第1の目的である蒸発器管板構造モデル熱過渡試験を実施するにあたり、その試験目的である詳細な弾塑性変形挙動の計測および強度試験に際しては、空気冷却がもっとも有利であると判断された。その他、種々の観点からの検討により、最終的に空気冷却を採用することとした。

ナトリウムの場合、実機で生じる温度、ひずみ挙動は模擬できるが、ひずみ計測に関してはナトリウム中で現在唯一使用可能である溶接型高温ひずみゲージ(スポット溶接、ゲージ長約10mm)では詳細なひずみ分布を測定することは不可能である。空気とした場合には、前記のひずみゲージと接着型高温箔ひずみゲージ(ゲージ長1~2mm、但し、使用温度max 250℃~350℃)が使用可能となる。水の場合も両者使用可能であるが、特に接着型高温箔ひずみゲージの場合、接着型のため絶縁低下が大きく防水処理を必要とする。しかし、計画されている試験条件下で使用可能な防水処理のコーティング技術が現在では確立されていない問題点があげられた。以上により、詳細な弾塑性変形挙動を計測する上では空気による場合が有利であると考えられた。強度試験については、空気による場合、ひずみ範囲の問題はあるがナトリウムと比べた場合にやや低い程度で確保できること、クリープ温度領域の試験が空気の場合でも可能であることがあげられた。水の場合にはクリープ温度領域の試験は不可能である。環境効果については水の場合が実機と同等であるが、空気の場合でも実機の水蒸気効果は材料試験により評価可能である。そして、破損箇所、破損形態を明らかにする上で亀裂の発生検知、進展の観察は空気の場合が容易に可能である点があげられた。その他、水やナトリウムによる熱過渡と比較して、空気の場合、コールドショック負荷のみとなること、熱伝達率が低いこと、高圧になる(水も同様。)ことなど劣る点はあるが蒸発器管板構造モデル熱過渡試験を実施する上では空気でも十分な熱過渡を与えられることが確認された。一方、試験装置としては、流体の流れの不均一性、流体力および特に空気や水の場合の騒音などについてはいずれも設計段階でそれぞれ対処可能であることが確認された。また、供試体破損時の危険性としては、空気の急速流出、水の高温蒸気急速流出およびナトリウム・リークなどあるが安全対策としてテストセルを設置することでいずれも対処可能である。その他、装置の特徴として空気の場合、試験体の交換、ループ補修等についてナトリウムの場合に必要な洗浄作業が不要であることもあげられる。

同時に管板構造モデル熱過渡試験のための、試験体の形状、寸法を決定するため、板厚、シェラウドの拘束および高さを変えた形状パラメータサーベイ、さらに温度差、温度変化速度、熱伝達率等の熱的パラメータ(空気、水、ナトリウム)を変えた予備解析⁴⁾を実施し、供試モデルの形状、寸法および必要な熱過渡条件を決定した。その結果、(1)実機の約1/2の寸法の4層、37本伝熱管をもつモデルを供試体とする。(2)空気冷却による熱過渡は実機の熱過渡と同様な応力分布を発生させる。また、空気冷却による熱過渡により発生する応力は実機の熱過渡により発生する応力よりも厳しい。(3)水の場合では発生応力が低すぎ、温度を上げるとすれば高圧で危険性が伴う。(4)応力集中部で発生する塑

性ひずみを詳細に測定するための高温箔ひずみゲージが使用できる。

以上を総合的に判断すると、空気冷却により熱過渡を与えることが適当であるとの結論が得られた。

本装置の第2の目的は、一部必要設備（例えば、機械荷重負荷装置等）を付加することにより、大型炉用の熱過渡荷重と機械的荷重を重畳した場合の構造物の変形挙動および強度に関する試験の内、以下に示す特徴をもつ試験を実施することにある。

- (1) 詳細なひずみ計測が可能である。
- (2) 破損に至るまでの試験が可能である。
- (3) 試験部の観察が容易である。
- (4) クリープ温度領域での試験が可能である。
- (5) 試験体の交換が容易である。
- (6) 複雑な構造形状の小型モデルを用いた熱過渡試験が可能である。

本装置を用いて上述のような試験を実施することにより、実機の構造物の変形挙動や強度を的確に把握できることから健全性の実証，設計基準の妥当性だけでなく，大型炉用の安全裕度を合理化した設計基準を開発することに大きく貢献することが期待できる。

本報告書は空気冷却熱過渡試験施設の概要をまとめたものであり，各試験の成果報告書は別途報告される予定である。

2. 試験目的

本空気冷却熱過渡試験施設は以下の目的の試験を実施するために建設された。

1. 管板構造モデル熱過渡試験

高速増殖炉機器は複雑な形状をした構造不連続部を有する構造物が数多く存在する。このような場所は原子炉のスクラム等による熱過渡荷重を受け、設計評価において強度的に厳しい箇所となる。本試験はその1つとして考えられている蒸発器蒸気出口管板部の熱過渡試験である。本管板部が熱過渡を受けた場合、伝熱管の穴まわりでは塑性変形を生じる。この塑性変形によるひずみ範囲の拡大挙動の推定やクリープ疲労損傷評価法については、高速原型炉の設計基準ワーキンググループの基本設計基準（BDS）ジョブグループ内で検討され、暫定的設計評価法が示された。しかし、この設計評価法を適用すると特にリム・リガメント遷移領域における伝熱管穴回りのクリープ疲労損傷が現状では厳しいものとなっている。このため設計評価法をさらに合理化しなければならない。そのため引き続き解析的検討を進めるとともに、実験によって、構造系全体としての挙動にもとずく、繰り返し荷重下での詳細なひずみデータを得て、ひずみ推定法合理化の有力な情報を提供する。さらにこのようにして合理化された設計解析法に基づいて行われた強度評価結果が、最終的に試験より示された破損に対して適切な安全裕度を持つかどうか把握することが本試験の目的である。すなわち、本試験の目的は以下に示す通りとなる。

(1) 管板の構造解析法の検討、評価を行う。

(a) 塑性域でのひずみ集中の計算法

リガメント部やリム・リガメント境界部の塑性域でのひずみ集中に関する現行の計算法の妥当性を評価する。

(b) 温度解析法

現在提案されている横スリットモデル、縦スリットモデルおよび境界分散モデル等の温度解析モデルの妥当性を評価する。

(c) 弾性応力解析法

リガメント部やリム・リガメント境界のリム側での（1次＋2次）応力とピーク応力の推定法の妥当性を評価する。

(2) 破損に至るまでの試験を行う。

(a) 現行の設計評価法で評価すれば破損に対して、どの程度の安全裕度があるか明らかにする。

(b) 実機と類似の荷重条件のもとで起るとすれば、どのような破損形態となるか明らかにする。

2. 構造物亀裂進展試験

高速増殖炉機器の構造健全性確立を目的とし実施するもので、各種構造物中に存在する表面亀裂

からの熱過渡荷重と機械荷重の重畳下での疲労亀裂進展挙動を明らかにするとともに、亀裂が板厚を貫通するメカニズムと貫通状況を実験的に把握する。また、破壊力学による評価手法の妥当性を確認する。すなわち、材料試験ベースで開発された解析手法を複雑な荷重下での構造物の亀裂進展解析に適用する場合の改良を行う。以上のように本試験は、供用期間中検査の許容欠陥寸法の策定等に必要な破壊力学的欠陥評価法の実験による把握および解析評価法の開発をし、構造健全性の基本的概念を確立することを目的としている。

3. 長時間のクリープ疲労試験

典型的な構造要素について長い保持時間のあるクリープ疲労試験を実施し、実機の使用条件により近い条件下での強度データを得て、大型炉用の設計基準の開発に役立てる。

3. 装置の概要

本装置は試験体に圧縮空気によるコールドショックのみの熱過渡を負荷し、熱過渡挙動および強度を調べる装置である。この章では装置の構成、機能、全体仕様等について述べる。

3-1 装置の構成、機能

本装置は大別して圧縮空気供給系、主系、テストセクション、計装制御用空気系の4つの系より構成され、それらを制御する制御装置および試験時のデータを記録するデータ集録装置とから成る。

装置の鳥かん図を図3-1に、本装置のフローダイアグラムを図3-2に示す。また、施設の外観、コンプレッサー外観を写真3-1、3-2に示す。

圧縮空気供給系は空気タンク圧力を2台の圧縮機により $35 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ まで昇圧し、A弁（遮断弁）より圧縮空気をテストセクションに供給する機能を有している。主系はA弁の下流側に設けてあるB弁（減圧弁）により、試験体を送る圧縮空気を制御する機能、試験体に熱過渡を加えた後の圧縮空気を大気に放出する大気放出系から構成されている。またB弁が何らかの原因により機能を喪失した場合、ラプチャーディスク（破裂板）を有する非常放出系により装置を安全に停止できる構造となっている。テストセクションは試験体を設置する部位であり、テストセクション全体を任意の構造とし交換することが可能である。計装空気制御系は計装用空気圧縮機により計装用空気タンクに各遮断弁、減圧弁、エアーシリンダー駆動用空気を供給するものである。これら4つの系を制御する制御系は各機器のON-OFF、各弁の開閉等の制御を電子式制御システムにより実施する機能を有している。データ集録装置は試験体の温度、ひずみおよび試験条件（空気圧力、空気温度等）を高速で集録可能な機能を有している。

(1) 圧縮空気供給系

本系統は大別して圧縮機2基、オイルセパレータ2基、空気タンク1基、A弁、D弁（遮断弁）および配管に大別される。圧縮機は最大 $35 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ までの圧縮空気を製造するものである。本圧縮機はV型空冷3段圧縮機を使用しており、1段にて $2.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ 、2段にて $12 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ 、3段目の圧縮にて $35 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ の圧縮空気を $673.3 \text{ m}^3/\text{hr}$ 吐出する機能を有している。圧力制御は空気タンク内圧力により制御され、規定圧力に達すると圧力スイッチが動作し、各段の自動アンロードを駆動する方法である。圧縮機が停止すると各段のドレン排出用電磁弁が開いて機内残圧を放出する。この時、吐出側の逆止弁により空気タンク内空気が圧縮機側に逆流しないようになっている。空気タンク内圧力が規定下限圧力になると圧力スイッチがONとなり圧縮機は起動、同時にアンロード操作用電磁弁が開となり、圧縮機の無負荷起動を助ける。その後、約10秒経過すると電磁弁は閉となる。同時に各段のドレン排出用電磁弁も閉となるので圧縮機は負荷状態となり、逆止弁が吐出圧により開かれて再度圧縮空気を空気タンク

に充填する。本圧縮機のブロック・ダイヤグラムを図3-3に示す。安全機構の構成としては各段に圧力スイッチ，吐出空気温度計，バネ式安全弁が取り付けられており，それらの警報は全て制御室にて監視できる。

オイルセパレータは圧縮機が強制給油式のため吐出空気に油分が含まれており，その油分をミスト状にし取り除く機能を有している。ミスト状になった排液はドレン配管より排出される。安全機構としてはバネ式安全弁が取り付けられている。

空気タンクは内容量60.52m³の横置き円筒形のタンクであり，本空気タンク内に35kg/cm²Gの圧縮空気を充填するためには，2台の圧縮機にて約2時間要する。安全機構としては圧力スイッチ，温度計，バネ式安全弁が取り付けられている。

A弁は主系側と空気タンク側を，D弁は空気タンク側と大気放出系を仕切る遮断弁であり，装置異常が発生した場合，A弁は閉，D弁は開となり主系への圧縮空気流出を防止し，圧縮空気供給系内の圧縮空気を全て大気に放出する。

接続配管類は圧縮機からの吐出空気が多湿であること，試験時には流出圧縮空気が断熱膨張変化により，マイナス温度になることなどを考慮し，全てSUS304製にした。接続配管仕様を図3-4に示す。

本圧縮空気供給系には圧縮機，オイルセパレータ，空気タンクのドレン排水を処理する機器として，油水分離処理装置が設置されている。本装置は各ドレン排水をフィルターにより，油分5ppm以下にし排水する機能を有している。

(2) 主 系

本系統は大別するとB弁（減圧弁），流量計，C弁（遮断弁），流量調整用絞り，サイレンサー，非常放出系および接続配管に大別される。

本系統は試験体に負荷する圧力をB弁により定値制御し，試験条件を設定する機能を有する。

B弁は空気作動のダイヤフラム駆動減圧弁で2次側圧力を検出し，任意の設定圧（2.5～6.5kg/cm²G）にて2次側圧力をコントロール可能な弁である。但し試験スタート時には，調節計にて任意の開度を強制的に保つ様にする必要がある。1次側圧力に対する2次側圧力設定精度はΔPがmin 1kg/cm²G以下になるまで設定値に対し±2%以内で，その場合，定値制御をバルブ開度の制御性の良い範囲20～80%で実施している。流量計はアニューバ流量検出器（差圧型）が検出器前後の直管部長さを必要長さ以上にとって設置されている。C弁（遮断弁）はテストセクション部とサイレンサー間を仕切っている弁である。試験時には必ず開となっていなければならない。流量調整絞りはC弁とサイレンサー間に設けられており，B弁設定圧と本調整絞りにより，試験体内流量，圧力および放出時間を設定する機能を有している。現在，3.5kg/cm²G，5.0kg/cm²G，6.5kg/cm²G用の流量調整絞りが用意されている。上記圧力の場合，放出時間（熱過渡負荷時間）は4分間である。サイレンサーは圧縮空気放出音を減音する機能を有している。本サイレンサーは放出圧縮空気を入口ノズル外孔部より分散噴出

させ、流体エネルギーを緩和、同時に騒音成分を処理し易い高音域に変換し吸音板間を通過させ減音しているものである。次に非常放出系であるが、本系は減圧弁が何らかの原因により機能を喪失した場合、主系およびテストセクションを保護するものでラプチャーディスク（破裂板）により構成されている。破裂した場合には本装置内の圧縮空気を瞬時に大気へ放出可能な口径を有している。現在の設定圧は $8 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ である。

(3) テストセクション

現在、本装置の第1の目的である“管板構造モデル熱過渡試験”に使用しているテストセクションを図3-5に示す。

本テストセクションは16Bの入口胴、上・下中間胴および上部胴より構成されている。図は管板構造モデル熱過渡試験体を組み込んだものである。入口胴には整流板が取り付けられており、試験体側へ均一な流量を導く。さらに試験体側においても伝熱管下部に流量調整オリフィスが取り付けられる。上・下中間胴内には試験体、加熱ヒーターおよび計装取り出しノズルが取り付けられている。本試験体の場合の加熱ヒーターを図3-6に示す。上部胴には可動式ヒーター、可動式予熱ヒーター駆動用エアシリンダーおよび試験体通過後の圧縮空気を大気放出に導くための分岐管、集合ヘッダーが取り付けられている。試験時は可動式予熱ヒーターがエアシリンダーにより上昇する。上・下中間胴内加熱ヒーターおよび可動式予熱ヒーターにより管板構造モデル試験体は550℃まで3時間で昇温可能である。

本テストセクション部は入口部の16Bまたは8B配管部、出口部C弁手前の8B配管部でフランジ取り合いとなっているため、その間には任意の構造でテストセクション部を製作可能である。

(4) 計装制御用空気系

本系統は大別すると計装用空気圧縮機、計装制御用空気タンク、配管に大別される。計装用空気圧縮機にはアフタークーラー、エアドライヤーが装備されている。計装制御用空気は計装用空気タンク内に貯蔵され、各空気作動弁や可動式予熱ヒーター駆動用エアシリンダーに使用される。本系統は装置が完全停止以外、常時動作していなければならない。

(5) 制御系

本装置の制御は、2台の演算制御器とループ操作器11台の電子式制御システムでシーケンス制御と連続制御が混在するプロセスの制御を行うマイクロ・プロセッサを内蔵したマルチループデジタルコントローラにより実施している。本装置は本システムにより自動運転が可能で無人運転を対象とし、シーケンスが組まれている。ループ操作器はヒーター回路用に予備も含めて10台、他1台はB弁制御用で全て演算制御器で制御されている。その他のシーケンスについてはリレー回路とタイマーの組み合わせにより制御を実施している。監視系は圧縮機の負荷電流、油圧、吐出圧および空気タンク圧力、流量差圧等を記録する電子式多ペン小形記録計と予熱ヒーターの電圧電流、ヒーター制御温度および装置各機器温度を記録しているアナログ記録機

能とデジタル記録機能をもつ30打点の高速打点記録計により実施している。警報機能としては自動運転装置によるものと非常停止系によるものがある。自動運転装置による警報とは、電子制御システムが自動的にトリップのシーケンスをスタートさせ装置を安全側に停止させる警報機能である。非常停止系による警報はリレー回路により、電子制御システムと同等のシーケンスで装置を停止させるものである。いずれも警報表示とブザーにより運転員に知らせる。緊急時は全ての装置を速やかに安全に停止可能な手動非常停止押ボタンが設けてある。

本装置における計測制御系統図を図3-7に示す。

操作および監視は制御室の制御盤において全て実施可能である。制御盤には装置全体の状態を表示するグラフィックパネル、警報表示灯、警報・監視用記録計類、電子制御システムおよび各弁、各機器の操作押ボタンが全て設けられており、集中監視操作が可能な構成となっている。また本装置の監視と一部の操作は本施設から500m離れた構造工学室2F制御室内のモニターテレビと非常停止押ボタンにより実施可能となっている。

(6) データ集録装置

本装置は試験体に取り付けられた熱電対、ひずみゲージおよび流体圧力、温度等を試験中に集録するミニ・コンピュータを使用したデータ集録装置である。熱電対からの温度信号は熱電対用直流増幅器にて、冷接点補償、リニアライズおよび増幅される。ひずみゲージの信号は動ひずみ計により増幅され、両者とも最大±10.0V.D.C.にて出力される。装置関係の流体圧力、温度、差圧等のデータは制御盤より出力されている。以上の出力信号は制御室内の集中端子盤に全て接続されている。集中端子盤ではデータ集録装置に出力する信号とモニター用の位相同期ペン・レコーダーに出力する信号が選択可能である。

本データ集録装置は集中端子盤からの信号を最大256チャンネル入力可能であり、256チャンネルのデータを最高200ms間隔にサンプリングし、ディスクに収納できる。本データ集録装置のブロックダイヤグラムを図3-8に示す。

本装置は中央処理装置(CPU)を中心に磁気テープ装置、磁気ディスク装置、CRT、プリンタ、A/D変換器および16I/Oから構成されている。

試験データが磁気ディスク容量に達すると、自動的に磁気テープに記録される。一方磁気ディスクに収納されたデータはプリンタにより出力可能である。試験データ集録は制御盤より出力される“MTスタート信号”を16I/OのEXT.TTLが受け、中央処理装置によりに設定されているデータ集録条件により開始される。磁気テープに記録させたデータは大洗工学センター技術管理室の大型計算機システムにより処理される。

3-2 装置の全体仕様

本装置の全体仕様を記す。各機器の主要仕様は3-3で述べる。

設計圧力 ; 39 kg/cm² G (圧縮機2段部 15 kg/cm² G)

常用圧力	； 3.5 kg/cm ² G (但し，主系は 8 kg/cm ² G)
設計温度	； 80℃ (圧縮機吐出部 200℃)
常用温度	； 80℃
主要配管径	； 8 インチ，但し，主系－テストセクション部は 1.6 インチ
貯蔵空気量	； 2625 kg (空気タンク内圧力 3.5 kg/cm ² G)
流量	； 最高 10 kg/s (但し，圧力 6.5 kg/cm ² G 以下の場合)
流体温度	； 40℃～－60℃ (流動時に変化)
熱過渡条件	； 550℃から 150℃までのコールドショックのみを約 4 分間で実施 (max 2℃/sec) (管板構造モデル試験体にて)
温度サイクル	； 上記の試験温度幅 400℃の場合，3 時間/サイクル
内圧	； 試験体部，テストセクション部にて最大 8 kg/cm ² G

3-3 各機器の主要仕様

(1) 圧縮空気供給系

(a) 圧縮機

基数	； 2 基
型式	； V 型 3 段圧縮空冷式
回転数	； 980 rpm
行程容積	； 673.3m ³ /hr
流体	； 空気
吐出圧力	； 3.5 kg/cm ² G
電動機	； 三相 420V，90kw

(b) オイルセパレータ

基数	； 2 基
型式	； 圧力容器
内容積	； 82ℓ
設計圧力	； 3.9 kg/cm ² G
常用圧力	； 3.5 kg/cm ² G
設計温度	； 80℃
材質	； SB42

(c) 空気タンク

基数	； 1 基
型式	； 横置円筒形貯槽
寸法	； 3000φ I.D.×9489L×34t

容積	; 6 0.5 2m³
設計圧力	; 3 9 kg/cm² G
常用圧力	; 3 5 kg/cm² G
設計温度	; 7 0 °C
材質	; SPV50Q
自重	; 2 7.4 ton

(d) A弁 (AOV-01)

基数	; 1 基
型式	; 正栓-逆作動型シリンダ弁
作動方式	; 空気作動式
口径	; 8 B
設計圧力	; 3 9 kg/cm² G
常用圧力	; 3 5 kg/cm² G
設計温度	; 3 0 °C
材質	; SCS13

(e) D弁 (AOV-03)

基数	; 1 基
型式	; 正栓-正作動型シリンダ弁
作動	; 空気作動式
口径	; 2 B
設計圧力	; 3 9 kg/cm² G
常用圧力	; 3 5 kg/cm² G
設計温度	; 2 0 °C
材質	; SCS13

(f) 油水分離処理装置

基数	; 1 基
処理方式	; フィルター方式
処理能力	; 6 0 ℓ/hr
排水油分	; 5 ppm以下 (n-ヘキサン値)

(2) 主 系

(a) B弁 (PCV-01)

基数	; 1 基
型式	; ダイヤフラム式調節弁
作動方式	; 空気作動式

口径 ; 8 B
 設計圧力 ; 3.9 kg/cm² G
 常用圧力 ; 3.5 kg/cm² G
 設計温度 ; 30 ℃
 材質 ; SCS13

(b) 流量計

基数 ; 1 基
 型式 ; 差圧型, アニューバ流量検出器
 測定範囲 ; 0 ~ 1.3 kg/sec
 材質 ; SUS316 相当

(c) C弁 (AOV-02)

基数 ; 1 基
 型式 ; 正栓 - 正作動型シリンダ弁
 作動方式 ; 空気作動式
 口径 ; 8 B
 設計圧力 ; 3.9 kg/cm² G
 常用圧力 ; 6.5 kg/cm² G
 設計温度 ; 30 ℃
 材質 ; SCPH2

(d) 流量調整用絞り

基数 ; 各 1 基
 型式 ; 末広ノズル
 圧力範囲 ; 3.5, 5.0, 6.5 kg/cm² G
 形状寸法 ; 115.8 ϕ × 57.5^L (3.5 kg/cm² G 用)
 92.1 ϕ × 110^L (5.0 kg/cm² G 用)
 79.8 ϕ × 141.7^L (6.5 kg/cm² G 用)
 材質 ; SUS304

(e) サイレンサー

基数 ; 1 基
 型式 ; パワーフローサイレンサー
 吸音材 ; ガラスウール
 騒音レベル ; 85 dB 以下
 形状寸法 ; 1125^W × 1200^D × 4580^H
 材質 ; SS41

(f) ラプチャーディスク

基数	; 1 基
型式	; 反転型
設定圧力	; 8 kg/cm ² G
口径	; 10 B
材質	; ニッケル鋼

(3) テストセクション (管板構造モデル熱過渡試験用)

(a) 全体容器

基数	; 1 基
型式	; 円筒形定置式
適用規格	; 第二種圧力容器構造規格
使用流体	; 圧縮空気
使用温度	; 最高 350℃
使用圧力	; 最高 8 kg/cm ² G
内容積	; 1.01 m ³
主要寸法	; 992φ I.D.×1000 L×12 t (入口管 16 B)
主要材質	; 胴部 SM41A, フランジ部 SF45A
重量	; 6.5 ton

(b) 試験体

基数	; 2 基
使用温度	; 挙動試験体 最高 350℃ 耐久試験体 最高 550℃
使用材質	; 管板部 SFHV 24B 伝熱管部 STBA 24

(c) 予熱ヒーター

定格	; 三相 210 V, 30 kw
回路数	; 7 回路 (H1~H7)
ヒーター種類	; シースヒーター
使用温度	; シース表面最高 800℃
昇温時間	; 3 時間 ((b)試験体 550℃)
外径	; 12φ (H2 回路 6.5φ)
材質	; シース部 NCF800TP

(d) エアーシリンダー

基数	; 2 基
----	-------

型式	； 複動型 (J I S B 8 3 7 7 - 1 9 8 1 規 格 品)
使用圧力	； 7 kg / cm ² G
ストローク	； 9 3 0 mm
スピード	； 1 0 0 mm / sec
周囲温度	； 最大 1 2 0 ℃
材質	； S T K M 1 3

(4) 計装制御用空気系

(a) 計装用空気圧縮機

基数	； 1 基
型式	； オイルフリー
作動方式	； 圧力開閉器式
作動圧力	； OFF 8.5 kg / cm ² G, ON 7.0 kg / cm ² G
タンク容積	； 8 0 ℓ
電動機	； 三相 4 4 0 V, 2.2 kw
付属機器	； 空冷式アフタークーラー 冷凍式エアードライヤー

(b) 計装制御用空気タンク

基数	； 1 基
型式	； 円筒型
使用圧力	； 最高 9.9 kg / cm ² G
内容積	； 1.0 m ³
形状寸法	； 9 4 8 φ I.D. × 1 2 2 0 L × 7.0 t
材質	； S S 5 0, S S 4 1

(5) 制 御 系

(a) 電子制御システム

① 演算制御器

基数	； 2 台
プロセッサ	； 1 6 ビット マイクロ・プロセッサ
メモリ	； ROM 8 K, RAM 2 K
表示部	； 1 6 セグメント LED, 8 桁 × 2 行

② ループ操作器

基数	； 1 1 台
入力信号	； 1 ~ 5 V D. C.
出力信号	； 4 ~ 2 0 m V D. C.

表示部 ; 豎形指示 90 mm, 0 ~ 100 %
 精度 ; $\pm 1 \%$
 操作部 ; 手動 / 自動運転の切換

③ システム・スペック

制御周期 ; 0.5 秒
 調節モジュール ; 8 個
 演算モジュール ; 32 個
 シーケンス・コマンド数 ; 200 個
 タイマー数 ; 8 個
 内部接点 ; 64 個

(b) 電子式多ペン小形記録計

基数 ; 5 台
 入力点数 ; 2, 4 点
 目盛 ; 比例目盛, 107 mm
 指示速度 ; 約 3 秒 / スパン
 入力信号 ; 1 ~ 5 V D.C., 4 ~ 20 m A D.C.
 警報 ; 設定範囲 0 ~ 100 %, 各点上・下限
 警報接点 ; 無電圧接点出力

(c) 高速打点記録計

基数 ; 3 台
 入力信号 ; 直流電圧差入力 30 点
 $\pm 20, \pm 200 \text{ mV}, \pm 2, \pm 20, \pm 50 \text{ V}$
 熱電対入力
 J I S Type K, J, E, T, R
 確度 ; $\pm 0.25 \%$ 以下 / スパン
 分解能 ; 0.1 % 以下 / スパン
 記録方式 ; ラスタースキャン方式 (6 色)
 記録紙幅 ; 250 mm
 スキャン間隔 ; 8 sec / 30 ch
 警報 ; 設定範囲 0 ~ 100 %, 各点上・下限

(6) データ集録装置

(a) 中央処理装置 (CPU)

基数 ; 1 台
 プロセッサ ; 16 ビット

メモリー ; 256KB(ECC付)

(b) 磁気テープ

基数 ; 1台

記録密度 ; 1600 bpi 位相変調

フォーマット ; 9トラック(12.7mm)

テープ・スピード ; 37.5 inch/sec

テープ操作 ; バキュームカラムバッファリング方式

(c) C R T

基数 ; 1台

鍵盤 ; ASCII 96キャラクタ

画面表示 ; 80キャラクタ×24ライン

画面サイズ ; 12 inch

(d) プリンタ

基数 ; 1台

印字速度 ; 150キャラクタ/秒, 双方向印字

記録方式 ; ワイヤマトリックス・プリントヘッド(インクリボン)

文字表示 ; ASCIIキャラクタセット

信号 ; RS-232C, 4800 bps

(e) A/D変換器

チャンネル数 ; 256ch(64ch×4枚)

入力ライン ; シングルエンド(ディファレンシャル可)

タイプ ; 12bit(バイナリ値で電圧表現)

スループット ; 27,500チャンネル/秒(シングルエンドの場合)

入力電圧 ; ±10.25VD. C.

(f) 16 I/O

型式 ; 16bit, 双方向パラレル・インターフェイス

入・出力 ; 16

4. 装置の設計概要

本装置は試験体に苛酷な熱過渡を与えるための冷却媒体に圧縮空気を使用している。圧縮空気は高圧にて製造され、高圧状態で貯蔵される。試験体に熱過渡を与える際には低圧に減圧し、試験を実施する。このため本施設は高圧側の各機器、配管等について高圧ガス取締法の規制を受け、高圧ガスの各規則に適合するよう製作された。また、低圧側のテストセクションについては、労働安全衛生法に基づくボイラー及び圧力容器安全規則の第二種圧力容器に該当するもので、本テストセクション部についても上記規則に適合するよう製作されている。

以下にその概要とその他装置設計上の概要を示す。

4-1 適用規格、基準

本装置に適用した規格、基準を次に示す。

高圧ガス取締法

一般高圧ガス保安規則

高圧ガス配管に関する基準 (KHK S0302-1978)

第2種圧力容器構造規格

建築基準法

電気設備技術基準

騒音規制法

ASME Sec.VIII, DIV.2 (1980)

ANSI B31.3 (1976)

(1) 高圧ガス取締法関係

本装置は圧縮空気の圧力が常温で35 kg/cm²Gに圧縮したものを使用している。このため高圧ガス取締法第2条の常用の温度において圧力が10 kg/cm²G以上となる圧縮ガスに該当し、規制を受ける高圧ガス設備となる。製造設備としては、一般高圧ガス保安規則第12条の定置式製造設備の基準が該当する。但し、本施設は圧縮空気を製造しているため、一般高圧ガス保安規則第12条の全ての条項を必ずしも満足する必要はない。高圧ガス設備に該当する各機器別の規格、設計条件を表4-1(A), (B)に示す。また、大半の機器については、認定製造者が製作した認定品を使用している。

空気タンクについては高圧ガスの貯槽に該当するため高圧ガス設備等耐震設計基準(通商産業省告示515号)により、耐震設計を実施し、製作している。設計に用いた重要度係数は0.5である。

(2) 第二種圧力容器構造規格関係

本規格に該当している機器関係は、管板構造モデル熱過渡試験テストセクションと計装制御

用空気圧縮機および空気タンクである。これらについても労働安全衛生法施行令第一条第七号に掲げられた第二種圧力容器に該当するため、その構造規格に基づいて製作している。各機器別の規格、設計条件を表4-2に示す。これら機器についても個別検定機関により合格したものを使用している。

(3) その他規格、基準関係

本施設は空気冷却熱過渡試験用に新たに建屋を新設したものであり、設計に際しては建築基準法に基づいている。電気盤類に関しても電気設備技術基準の中で建築基準法を引用しており、同法に基づいている。

その他として、本装置は圧縮機の運転時、試験時の圧縮空気放出音の騒音レベルが高いと考えられたので騒音規制法および茨城県公害防止条例施工規則（当センター周辺は第5種区域）に基づいて各種の防音処置を施した。その結果、本装置は夜間の規則基準65ホーンを若干であるが下回る64ホーンとなり、同規則を満足している。

4-2 装置設計関係

(1) 空気タンク疲労評価

(a) 12B主系出口ノズル部の熱応力疲労解析

本出口ノズル部は試験時において、圧縮空気の圧力変動（ $\Delta P = 35 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ ）と温度変動（ $\Delta T = 180^\circ\text{C}$ ）が3時間/cycleで、10,000 cycle繰り返し運転されとの条件（耐用年数10年間）により疲労評価を実施した。応力および疲労評価の基準はASME Sec. VIII, DIV. 2 (1980)に準じている。

評価基準は以下の通りとした。

- (イ) 一次膜応力+二次応力強さ（ $P_L + Q$ ）は許容応力（ S_m ）の3倍を越えてはならない。
- (ロ) 一次膜応力+二次応力+ピーク応力強さ（ $P_L + Q + F$ ）により計算された累積損傷係数(U)は1.0を越えてはならない。

その結果、(イ)の応力評価は内圧、熱荷重による（ $P_L + Q$ ）が 18.14 kg/cm^2 となり、許容応力値（ $3S_m$ ）の 48.12 kg/cm^2 を下回っていた。(ロ)の疲労評価については繰り返し運転による累積損傷係数が0.095となり、十分に耐えられることを示している。

(b) 20Bマンホール疲労解析

本空気タンクには内部点検用として胴体部にフランジ構造のマンホールが設けられている。本マンホールは圧力変動（ $\Delta P = 35 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ ）を主に受ける部位であり(a)と同様に疲労評価を実施した。但し、温度は 70°C 一定とした。その結果、応力評価は（ $P_L + Q$ ）が 17.21 kg/cm^2 、疲労評価の累積損傷係数0.024となり使用条件には充分耐えられることを示している。

(2) 配管系の応力解析

配管の応力解析および応力評価はANSI B31.3 "Chemical Plant Petroleum Refinery

Piping”(1976)および“高圧ガスの配管に関する基準”(KHK S0302-1978)に準拠した。また同時に地震力も最大水平加速度0.3 Gを考慮した。解析条件は空気タンクからB弁間において、温度-100℃、圧力35 kg/cm²Gとし、B弁から試験体入口まで温度は同様とし、圧力8 kg/cm²Gとした。テストセクション部の分岐管、集合ヘッダーに関しては圧力8 kg/cm²G、温度200℃とし解析を実施した。その結果、熱変位、内圧+自重および内圧+自重+地震力の計算値は許容値を充分下回り、運転上支障がないことを確認した。

5. 運転方法の概要

本装置の運転は電子制御システムにより自動的に行なわれる。装置の状態は制御盤のグラフィックパネル、各警報記録計により表示され、異常が生じた場合には運転員に警報として連絡される。同時に装置は安全側に速やかに停止する。各機器の操作は手動押ボタンにて、電子制御システムはキーボードにより行なわれる。また本装置は手動にて全て運転可能でもある。

この章ではこれらの運転概要を示す。

(1) 自動運転

試験体昇温、圧縮空気の蓄圧等の設定を電子制御システムの演算器に入力し、圧縮機起動時間、試験開始時刻および試験回数等を制御盤各設定器に設定することにより、設定回数分の試験を自動的に繰り返す運転方法である。自動運転のフローシートは図5-1(A),(B)に示した通りで以下の通り行なわれる。

1) 運転前準備作業

制御盤、予熱盤、圧縮機起動盤等の必要電源を全て投入する。

2) 起動前点検

各機器外観検査および各弁の開閉状態を確認する。本装置の弁開閉状態を表5-1(A),(B)に示す。

3) 警報記録計の設定

試験体温度条件により、試験体温度上限値、ヒーター表面温度および雰囲気温度等の制限値を設定する。装置関係では圧縮機の負荷電流、油圧、吐出圧および空気タンク圧力等の警報設定値を入力する。本装置の警報設定値一覧表を表5-2(A),(B),(C)に示す。

4) 制御系設定

電子制御システムについては、B弁P.I.D定数、初期開度およびコントロール遅延タイマーの設定、試験体昇温プログラムの初期温度、制御温度等を設定する。その他、各ドレン弁の開閉間隔の時間を設定する。これら設定値は自動運転に入った場合、設定変更が装置を初期状態にしないと不可能であるため十分な確認を必要とする。

制御盤側設定器については、圧縮機の選択、蓄圧時間タイマー設定（圧縮機1機運転の場合は4時間、2基運転は2時間）を行なう。次に試験開始時刻間隔タイマーの設定を実施する。この場合、試験体昇温完了時間と蓄圧完了時間を充分考慮し設定する。熱過渡開始初期温度550℃の場合、圧縮機2台運転で試験開始時間間隔は最大3時間である。その他、試験が単発か連続かの選択スイッチを試験条件により選択し、連続の場合はプリセットカウンタにより試験回数を設定する。

5) 機器の起動

自動運転時において電子制御システムに制御されていない計装用空気圧縮機、油水分離処理装

置等を起動する。その他、警報記録計をスタートさせる。

6) 運 転

運転モードスイッチを自動側に選択する。データ集録装置を設定し自動集録モードにてスタートして置く。以上の1)～5)までの準備が終了した後、試験スタートスイッチをONとすることにより自動運転が開始される。但し、準備作業の条件が全て整っていない場合は準備不良として警報が発生し、自動運転のシーケンスはスタートしない。自動運転が開始されると、可動式予熱ヒーター下降、機械室排風機起動、圧縮機起動、予熱ヒーター全数投入および昇温プログラムが自動的にスタートする。

7) 試 験

昇温プログラムにより、試験体が設定温度になると予熱ヒーターは個別にOFFとなる。全ての予熱ヒーターがOFFになると可動式予熱ヒーターが上昇し、昇温完了信号を発信する。また同時に運転が開始されている圧縮機により、空気タンク内の圧縮空気が規定圧力に達した場合、蓄圧信号が発信される。以上の完了信号が発信され、試験開始時間になりしだい試験がスタートする。但し、上記の2条件が試験開始時間までに整っていない場合、異常と見なし装置はトリップする。

試験は、データ集録装置スタート信号が発信されデータ集録が開始された時点で始まる。同時に装置は、C弁開、A弁開となり、圧縮空気がB弁により一定圧力で制御されテストセクション側に流れる。一定制御された圧縮空気が試験体を通る際、試験体に熱過渡を与える。その後、圧縮空気は大気に放出される。空気タンク内残圧が試験圧力以下になった時点でA弁が閉となり試験は終了する。試験条件により、単発モードを選択した場合は、D弁が開となり空気タンク内残圧を大気に開放、排風機を停止して終了する。連続モード選択の場合は、A弁閉後、6)の可動式予熱ヒーター下降、C弁閉、圧縮機起動、予熱ヒーター投入と自動的に動作し、次 cycle の試験準備を開始する。そして試験回数カウンタセット値になると連続モードにおける試験も終了し、単発モードと同様に停止する。

8) 試験完了

運転モードスイッチを手動側に選択する。手動にすることにより、各機器の操作が各手動押ボタンにより可能となる。自動運転時において本モードスイッチを手動側にすることにより、自動運転を解除することができる。空気タンクに残圧がある場合にはD弁を開とし、大気に開放する。その他、油水分離処理装置停止、圧縮機各段手動ドレン弁を開とし、水分等を排出させる。最後に、運転前準備作業時に投入した各機器の電源を遮断し完了する。

9) 自動運転によるトリップ

自動運転中に異常が発生した場合、第一原因である警報を表示し、図5-2に示すシーケンスにより装置は自動的に停止する。本シーケンスに異常があった場合には、手動非常停止押ボタンにより、リレー回路側でのシーケンスで自動的に装置を停止させることも可能である。その他、運転モードスイッチを手動側にし、各機器を単独で停止させることも可能である。

(2) 手動運転

手動運転は自動運転にて電子制御システムが実施している操作を全て手動操作により実施する運転方法である。運転モードスイッチを手動とし、制御盤の各機器手動押ボタンにより実施する。但し、電子制御システムに制御されているループ操作器関係の試験体昇温プログラム等については自動運転と同様な制御が可能である。

手動運転によるトリップは、異常が発生した場合、装置は自動的に停止せず、運転員が各機器の手動押ボタンにより停止させる。また、緊急時には、手動非常停止押ボタンを押すことにより、リレー回路のシーケンスにて自動的に装置を停止させる。

6. 安全対策の概要

本装置は試験体に苛酷な熱過渡を圧縮空気により負荷するものであり、圧縮空気を製造、貯蔵する各機器、配管には高い内圧が負荷されている。同様に試験体側には低圧ではあるが試験時に圧力が加わる。また、運転に際しては無人運転を考慮している。以上のことから本装置は安全に対して十分な対策がなされている。ここではこの対策について述べる。

(1) 制御系による保護機構

本装置の保護機構としては、自動運転装置によるトリップと非常停止系によるトリップの2系統の停止系を有している。それぞれの項目については図6-1に示す。自動運転装置によるトリップは電子制御システムにより、トリップのシーケンスをスタートさせ装置を安全かつ確実に停止させる。非常系によるトリップについてはリレー回路により、シーケンスをスタートし同様に装置を停止させる。両者はいずれもトリップが発生すると、圧縮機、加熱ヒータの電源を遮断、A弁を閉、C弁・D弁開となり、試験体を保護し、装置内の圧縮空気を全て大気に放出する。装置停止後は手動操作により、原因除去およびリセットしない限り運転のシーケンスは再スタートしないものとした。トリップのシーケンスは複雑な構成にせず、本装置が本質的に安全と考えられる以下の動作を確保するものとした。

- イ) 圧縮機が停止し、圧縮空気を製造していないこと。
- ロ) 予熱ヒーターが通電されていないこと。
- ハ) 装置内の圧力が大気圧であること。

トリップ時の警報表示は第一原因をフリッカ表示し、その後発生してくる警報表示に関しては点灯のみとして原因の明確化を行うものとしている。

自動運転装置によるトリップと非常停止系によるトリップの項目は大部分重複している。これにより、より信頼できる安全動作を確保している。両者の警報設定にはそれぞれ個々のセンサーを用いて設定値を設定している。これら警報設定に使用している計装品の配置図を図6-2に示す。これらの動作状況は警報記録計により記録され、常時監視可能である。これらの警報設定値は表5-2に示した通りである。基本的に自動運転装置によるトリップは通常の運転状態に近い値でトリップ設定値を設定し、非常停止系によるトリップはそれより若干高い値で設定している。以上の2段のトリップ設定による安全保護機能を持たせることにより、装置の安全性確保に万全を期した。

(2) 停電、瞬停に対する安全対策

停電および瞬時の停電に対しては非常停止系のリレー回路により、装置を安全側に停止させる。電源が復帰した場合、各機器の電磁接触器は接点がOFFとなっているため再起動しない。弁類についてはトリップ回路が動作状態であるため、トリップ時の開閉状態が維持される。電子制御システムの演算器に記憶されているプログラムはバッテリーにより、保護される。(約1年間補償)

(3) 地震、火災に対する安全対策

地震に対しては落球式感震計が取り付けられており、震度4～5（認定加速度125 Gal）程度で非常停止系のリレー回路を動作させ、装置を安全側に停止させることができる。

火災は建屋の煙感知器の信号が非常停止系のリレー回路に接続されており、動作した場合には上記と同様に装置を停止させる。

(4) その他異常、事故に対する安全対策

警報トリップ項目以外の異常および事故が発生した場合、非常停止手動押ボタンにより、自動運転時でも、また、手動運転時でも装置を安全に停止できる。

(5) 遠隔監視による安全確保と対策

監視設備は制御室内、圧縮機の設置されている機械室内およびテストセクションが設置されている試験室内にテレビカメラが設置されている。モニターは制御室内で実施できる。上記設置箇所をモニターで切換可能であり異常が発生した場合、運転員が速やかに対応できるものとしている。

本施設が無人運転を実施する際には、500m離れた構造工学室2F中央制御室にて、上記と同様な監視が可能である。また警報関係についてはATTF施設側でのトリップをブザーにより連絡する機能と非常停止を動作可能とする非常停止押ボタンが設置されている。

(6) 装置系の安全対策

圧縮空気供給系の圧縮機、オイルセパレータ、空気タンク等の高圧ガス該当機器には、規則で定められている安全装置を設置している。圧力異常が生じた場合、設備内の圧力を許容圧力以下にもどす安全弁および圧力計を設けている。温度異常に対しては常用温度を越えた場合、直ちに常用の温度範囲にもどす措置と温度計を定められた基準により設けている。これらの安全装置は本装置における最終的な安全確保に使用されるものである。本装置で使用されている安全弁のリストを表6-1に示す。

主系B弁の下流側にはラプチャーディスクが設けてある。これによりテストセクション部へ高圧負荷がかからないように保護している。設定圧力は8 kg/cm²Gである。本ラプチャーディスクが破裂した場合、ラプチャーディスク放出管のセンサーが空気流を検出し、装置を速やかにトリップさせることが可能である。以上の安全弁、ラプチャーディスクの吐出量は必要吐出量に対し、充分余裕のある放出が可能なものを使用している。

(7) 装置点検による安全確保

本装置は高圧ガス取締法の適用を受けている装置であるため、日常点検および定期自主検査、保安検査の実施が義務付けられている。そのため本施設は毎日3回の現場点検を実施し、装置の状況を常時把握している。本施設の日常点検シートを表6-2に示す。また半年毎に定期自主検査と保安検査を実施し、高圧ガス設備として規則上の基準を確保していることを確認している。

7. 設計，製作，据付工程

本空気冷却熱過渡試験装置は昭和56年11月から装置の予備設計を開始した。同時に試験条件，供試体形状を決定するための予備解析を実施し，昭和57年3月に終了した。本装置の製作設計は昭和57年4月より開始し，製作は昭和58年2月から58年9月に実施された。

本装置は高圧ガス取締法の適用を受けるものであり，そのための官庁検査を昭和58年10月に受け合格した。その後，調整運転，引き続き管板構造物モデル供試体の特性試験に入った。

8. 試験内容

本空気冷却熱過渡試験施設を用いて現在規定されている試験は以下の通りである。

(1) 蒸気発生器管板構造モデル熱過渡試験

「もんじゅ」蒸気発生器出口管板部の解析・設計手法の確立、および強度に関する設工認データを得るための試験である。試験体は「もんじゅ」蒸気発生器出口管板の1/2スケールで伝熱管を4層37本としたものである。試験体を図8-1に示す。

蒸気発生器の管板が熱過渡をうけると、多孔部と中実部では温度追従性が異なるため、構造的相互作用に基づくいわゆる“たが締め力”が発生する。さらに伝熱管穴まわりでは応力集中のため付加的に高い応力、ひずみが生じる。これらの解析は通常簡易解析法によらざるをえず、管板の設計評価もこの簡易解析法に基づいて行われているが、さらに設計評価法を合理化するため、特に穴まわりの繰り返し荷重下でのひずみ挙動の把握と、評価法全体としての破損に対する安全裕度が妥当であることを確認する。

熱過渡条件は初期温度250℃、350℃および550℃からのコールドショックのみを約4分間繰り返して温度変化を与えるものである。計測されるデータは圧縮空気温度、圧力等の条件設定データ、試験体の内外表面温度、試験体内温度およびひずみである。試験体温度計、ひずみ計については熱応力発生メカニズムの実験的解明のため各々100本以上取り付ける。

試験は昭和59年5月～9月に250℃の挙動試験Ⅰを終了し、現在350℃の挙動試験Ⅱの準備中であり、実施は昭和60年11月予定である。

(2) 構造物亀裂進展試験

本試験は高速増殖炉機器の供用前あるいは供用期間中検査において欠陥が検出された場合の評価基準を確立するため、評価手法の開発および構造物亀裂進展試験を実施するものである。試験体の案としては簡易モデルによる欠陥評価法確立のための切欠き付簡易円筒モデル供試体および構造物亀裂進展試験の場合の段付円筒供試体等が考えられている。これらの試験を通して得られたデータにより、破損形態を明らかにし、供用期間中の構造健全性を確立する。試験条件は本施設に機械荷重荷重装置を付加し、熱過渡荷重と機械的荷重の重畳により実施する予定である。

(3) 長期間のクリープ疲労試験

本試験は高速増殖炉の典型的な構造要素について、長い保持時間のあるクリープ疲労試験を実施するものであり、実機の使用条件により近い条件下にてクリープ疲労強度データを得るものである。これにより、高温における構造要素の変形挙動と強度データの収集、クリープという非線型挙動をも評価しうる構造解析手法の開発、実物モックアップ試験による総合的構造評価が可能となり、より合理的な大型炉用の設計基準の開発に役立てる。

試験としては実機に比べてかなり高い温度および荷重、片側でのみ保持時間を有し（実機の運転

状態に対応)，他方では保持時間を有さない（実機のシャットダウン時に対応）非対称型台形波等を採用し，実際にクリープ疲労損傷を生じさせる条件にて実施予定である。

9. 期待される成果

本空気冷却熱過渡試験装置を用いて行なわれる試験を通して期待される成果は以下の通りである。

- (1) 高速増殖炉機器の主要構造物である管板構造モデル試験から得られる詳細変形挙動および強度データは管板構造系の構造健全性を裏付ける設工認資料として使用できる。
- (2) 破壊に致る試験を実施することにより「高速原型炉第1種機器の高温構造設計方針」の総合的安全裕度を確認することができる。
- (3) 供試体細部の詳細なひずみ分布や局部ひずみの測定が可能であることから、合理的な解析法の策定、および解析手法の確認のためのデータが得られる。それらにより、より合理的な設計基準確立に寄与する。
- (4) 供試体の観察が容易であることから亀裂進展試験等実施により、亀裂の発生、進展による破損メカニズムが明らかとなり、高速増殖炉機器構造物の供用前あるいは供用期間中検査における欠陥評価基準の作成、評価手法の開発のためのデータを提供でき、各種機器の設計に対する信頼性の向上に寄与できる。

10. 緒 言

本試験装置は従来のナトリウムによる熱過渡試験装置と異なり圧縮空気を使用し熱過渡荷重(コールドショックのみ。)を供試体に負荷できるものである。本装置はナトリウムによる熱過渡試験では使用不可能の各種センサーが使用可能となっている。特に、供試体細部の詳細なひずみ分布や局部ひずみ測定可能なひずみゲージが使用できる。さらに供試体部の観察が容易に可能であり、亀裂発生検知や亀裂進展等の破損形態を明らかにすることが可能な装置である。

また、装置としては実機に近い板厚の供試体に実機相当、またはそれ以上の厳しい熱過渡荷重をクリープ温度域で負荷でき、将来、機械荷重負荷装置を付加することにより、熱過渡荷重と機械荷重を重ねすることも可能な熱過渡試験装置と言える。

以上により本装置は、各種構造物の詳細な変形挙動、亀裂観察による破損形態の把握、および強度に関する試験が実施できるものであり、高速増殖炉機器のより合理的な構造設計や構造解析手法等の確立、および信頼性の向上に大きな役割を果たすものと期待される。

11. 謝 辞

本施設の設計，建設に当り御尽力していただいた前高速炉機器開発部 厚母栄夫部長（現（株）日立製作所），前高速増殖炉開発本部構造材料グループ 加納茂機主任研究員（現大洗工学センター機器構造開発部材料開発室）に深甚な謝意を表すとともに，本施設の計画段階において，多大な御指導と御協力をいただいた前高速炉機器開発部システム設計開発室 福田達室長（現技術開発部研究管理 Gr.主幹），同じく武田正行主任研究員（現石川島播磨重工業（株））に深く感謝の意を表します。また，建設時において多大な協力を頂いた常陽産業職員 石川昌幸氏，松田卓也氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 高速原型炉高温第1種機器の構造設計方針，動力炉・核燃料開発事業団，昭和56年11月
PNC N241 81-25
- 2) Article A-8000 "Stresses in Perforated Flat Plates" ; ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Appendix A, pp. 463-476 (1981)
- 3) 管板構造系強度評価法の検討，動力炉・核燃料開発事業団，昭和57年4月
PNC SN241 82-17
- 4) 谷川雅之他，蒸気発生器管板構造モデル熱過渡試験の予備解析，昭和58年3月
PNC SN941 83-31

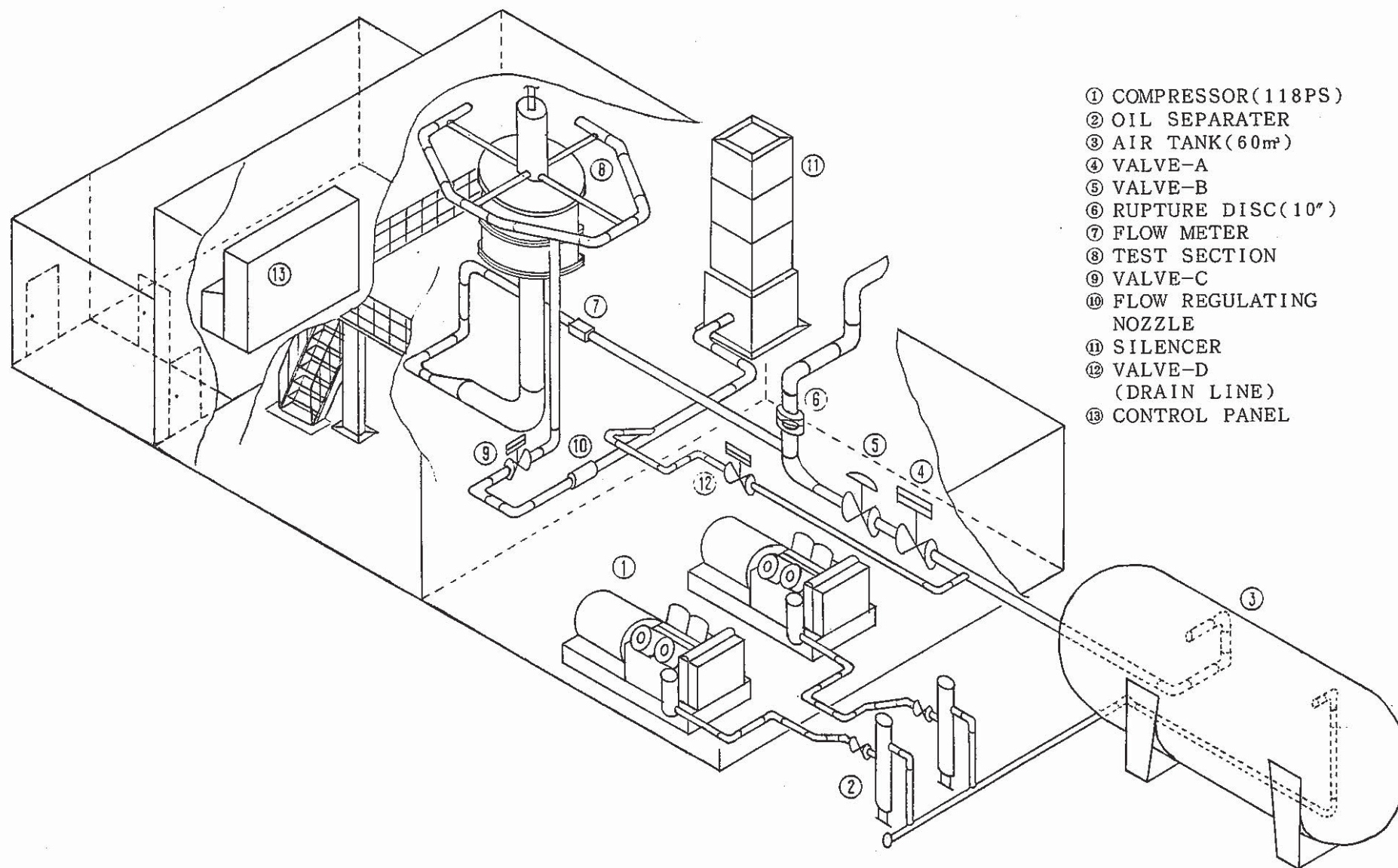


図3-1 装置の鳥かん図

Fig.3-1 Bird's Eye View of Test Facility

記 号 説 明

	安 全 弁		逆 止 弁		レデューサ (偏心)
	エアシリンダ弁(常用開)		電磁弁 (常用閉)		フィルタ
	エアシリンダ弁(常用閉)		玉形弁 (常用閉)		モーター
	ダイヤフラム弁		玉形弁 (常用開)		

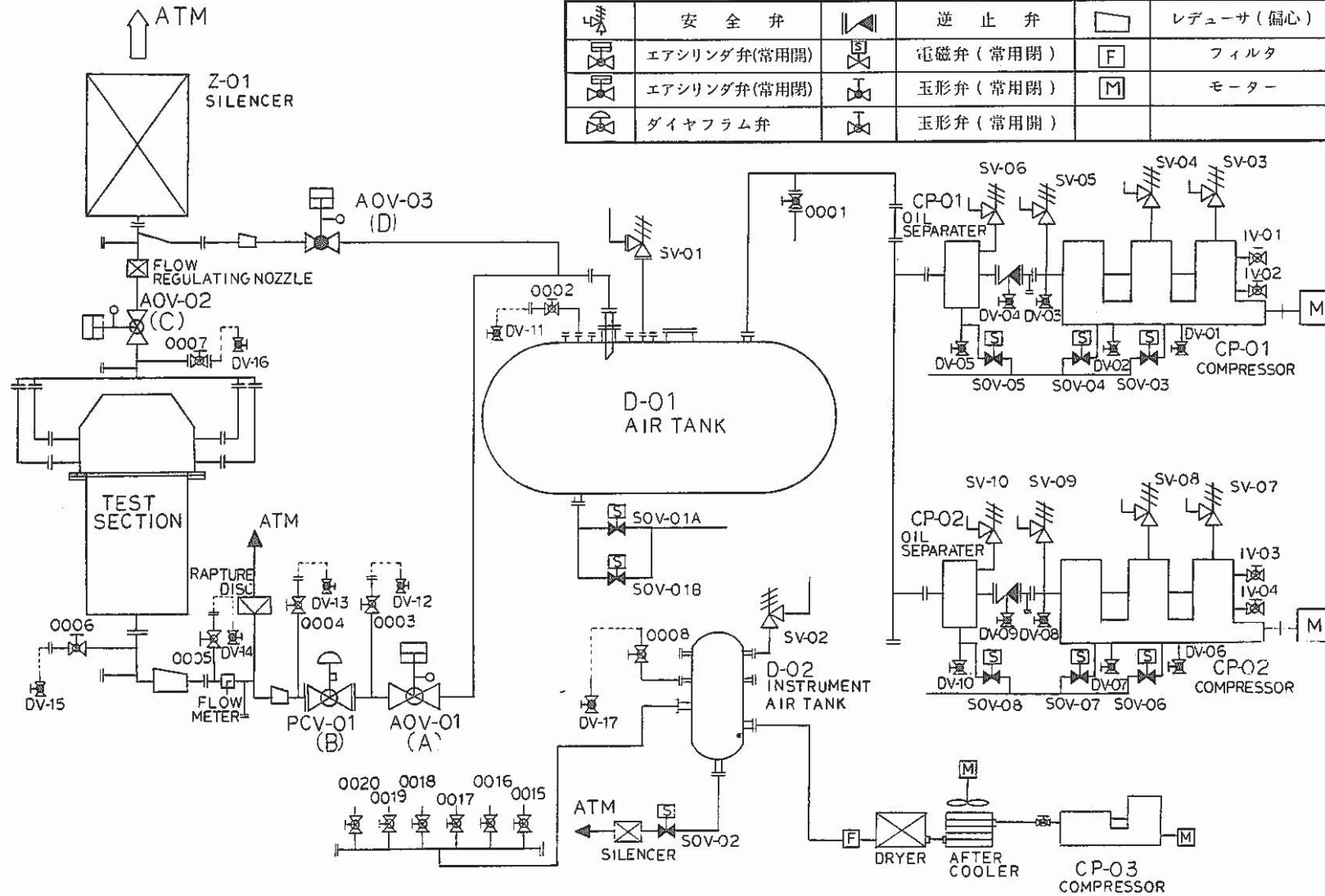


図 3 - 2 ATTF ループのフローダイアグラム

Fig.3 - 2 Flow Diagram of ATTF Loop

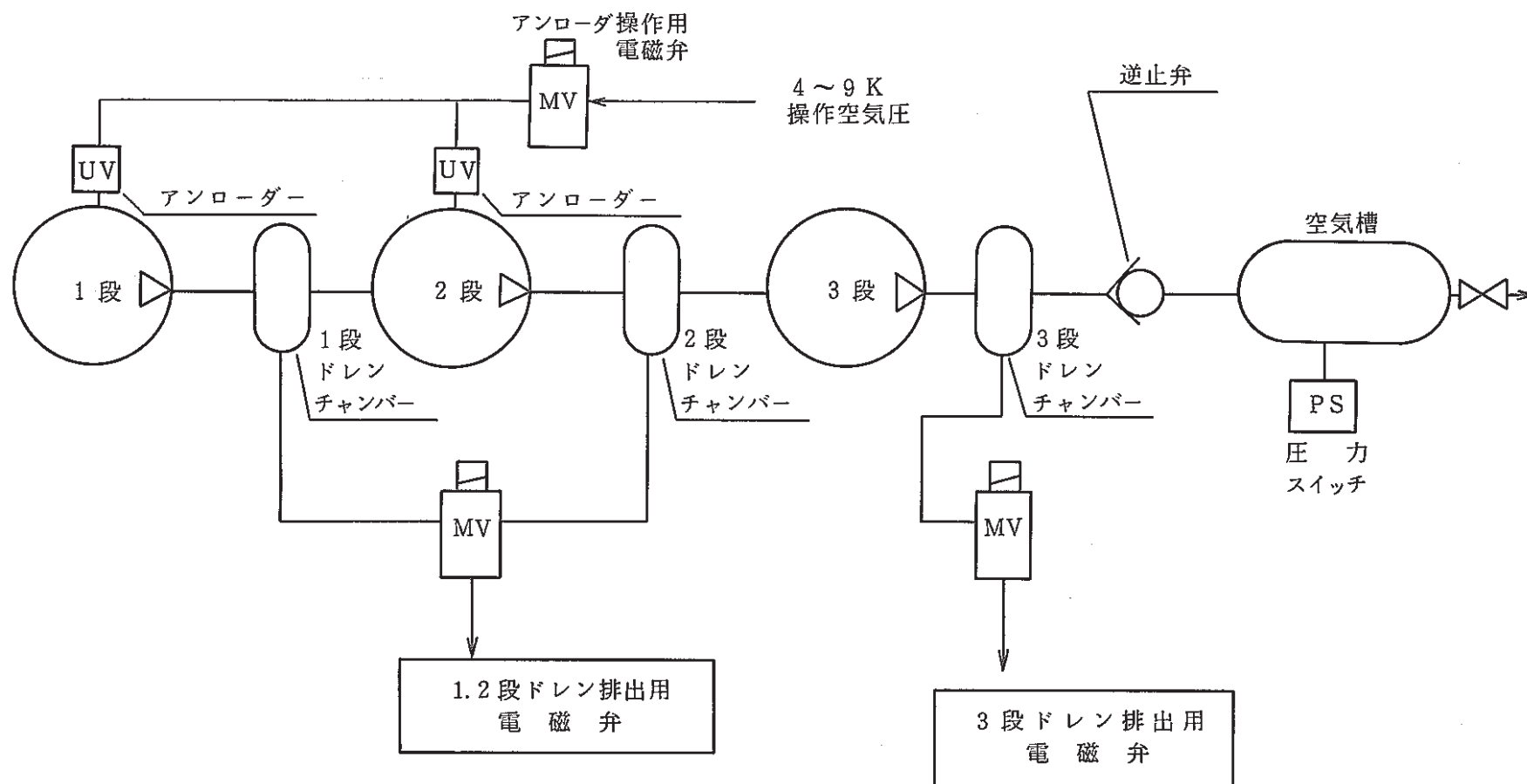


図 3 - 3 圧縮機のブロックダイヤグラム

Fig . 3 - 3 Block Diagram of Compressor

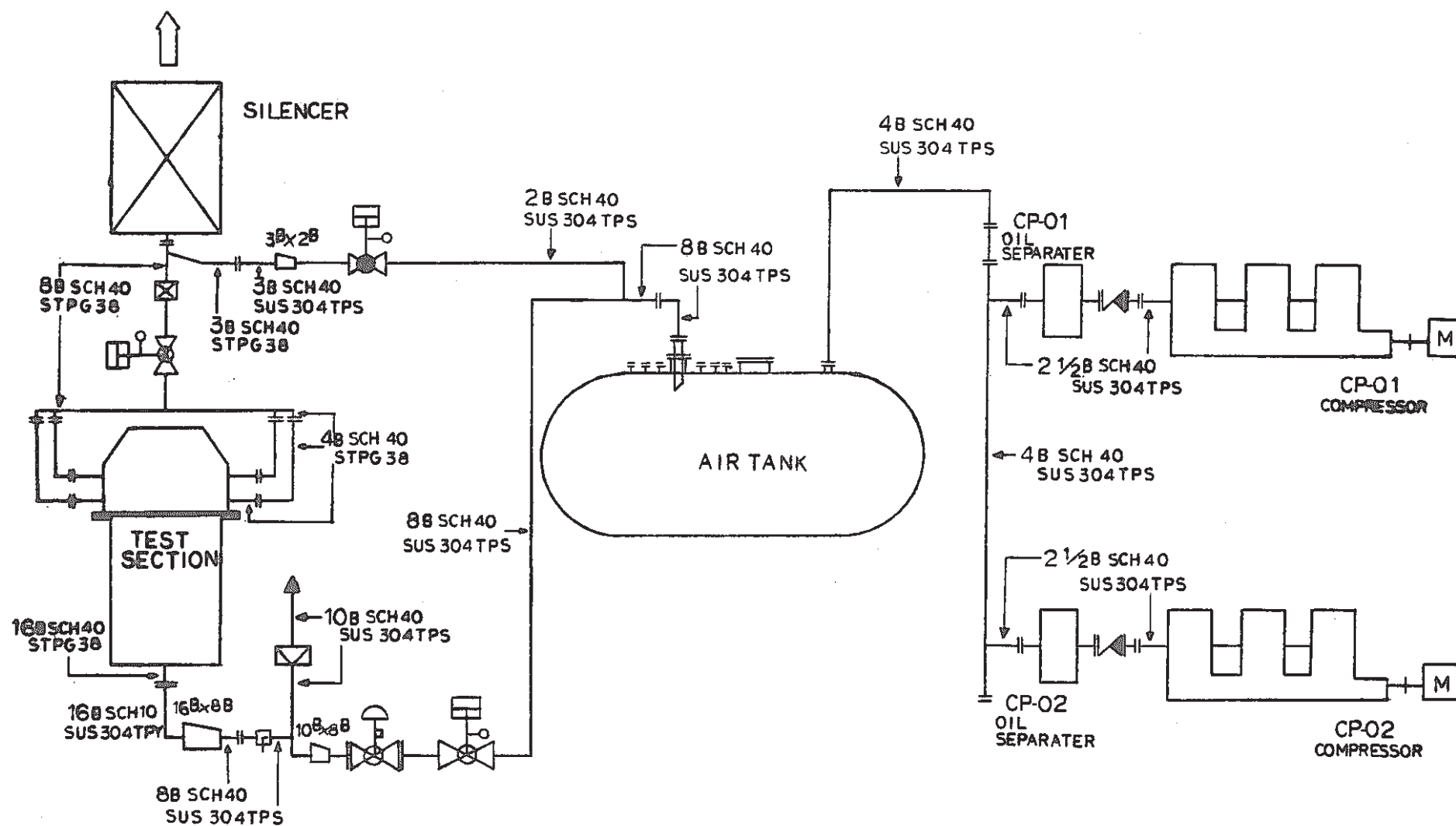


図 3-4 接続配管仕様図

Fig. 3-4 Specification of Pipes

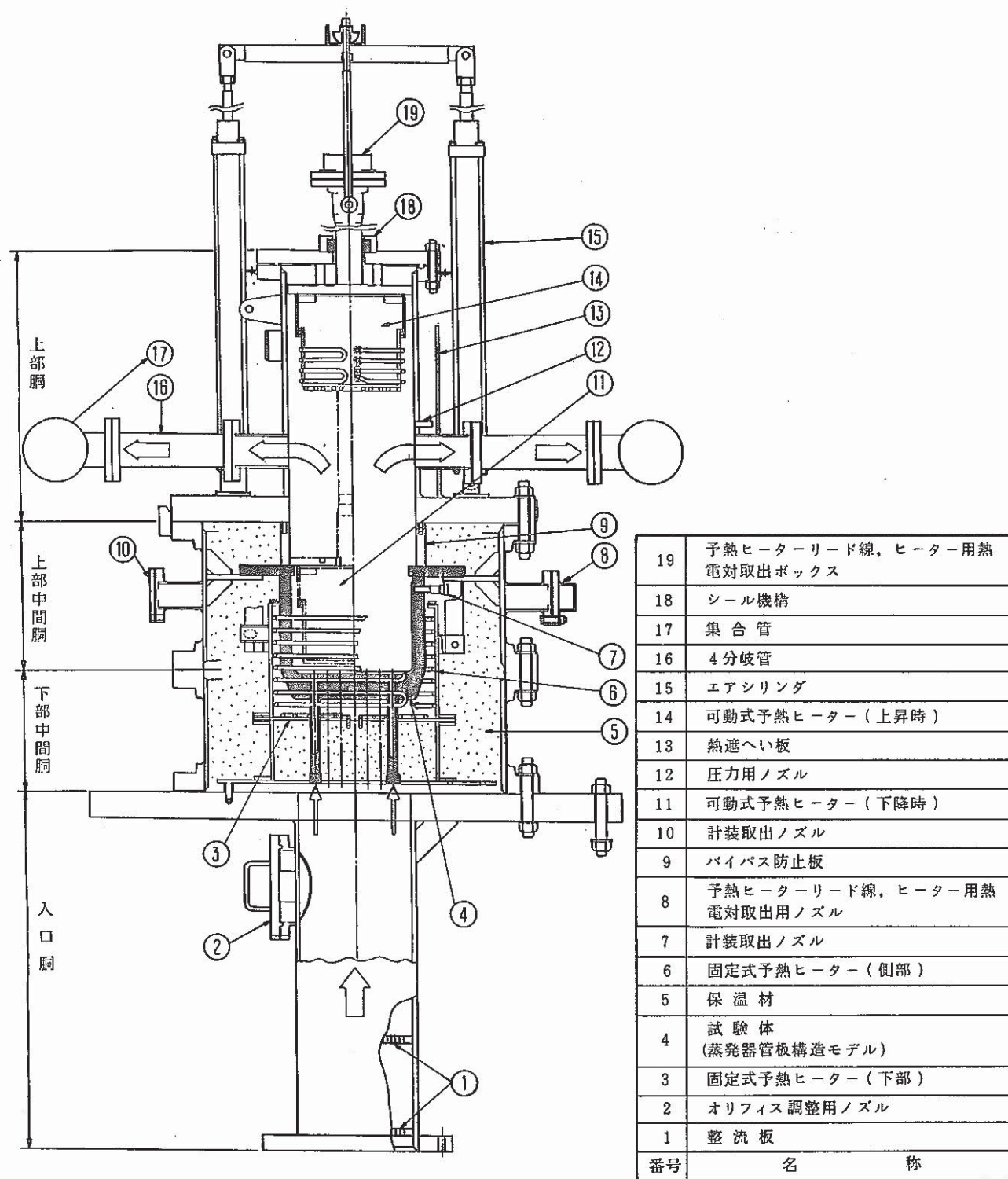


図 3-5 テストセクション

Fig. 3-5 Test Section of Tubesheet Structure Model

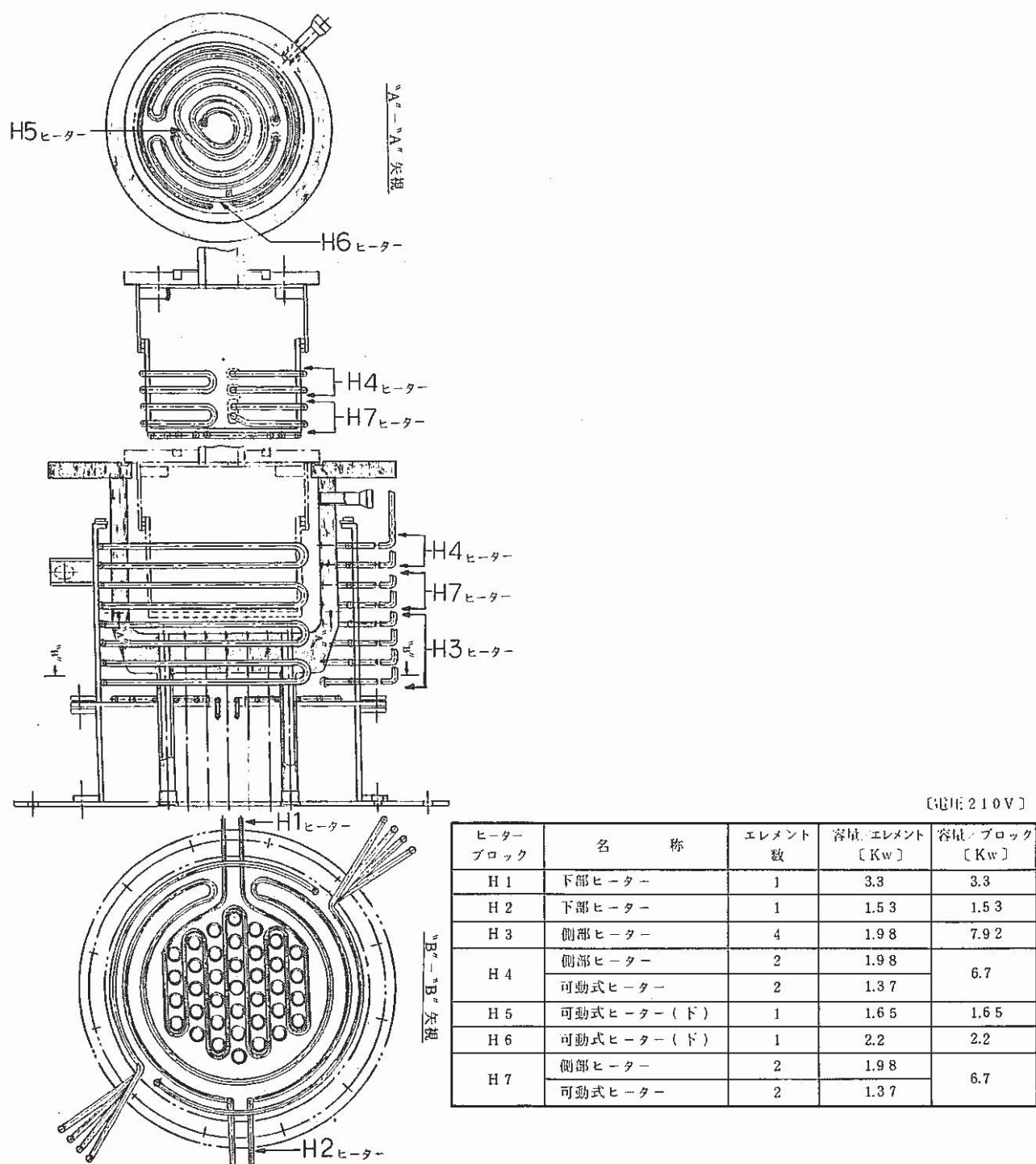


図 3-6 ヒーター組込図

Fig.3-6 Assembly of Heaters

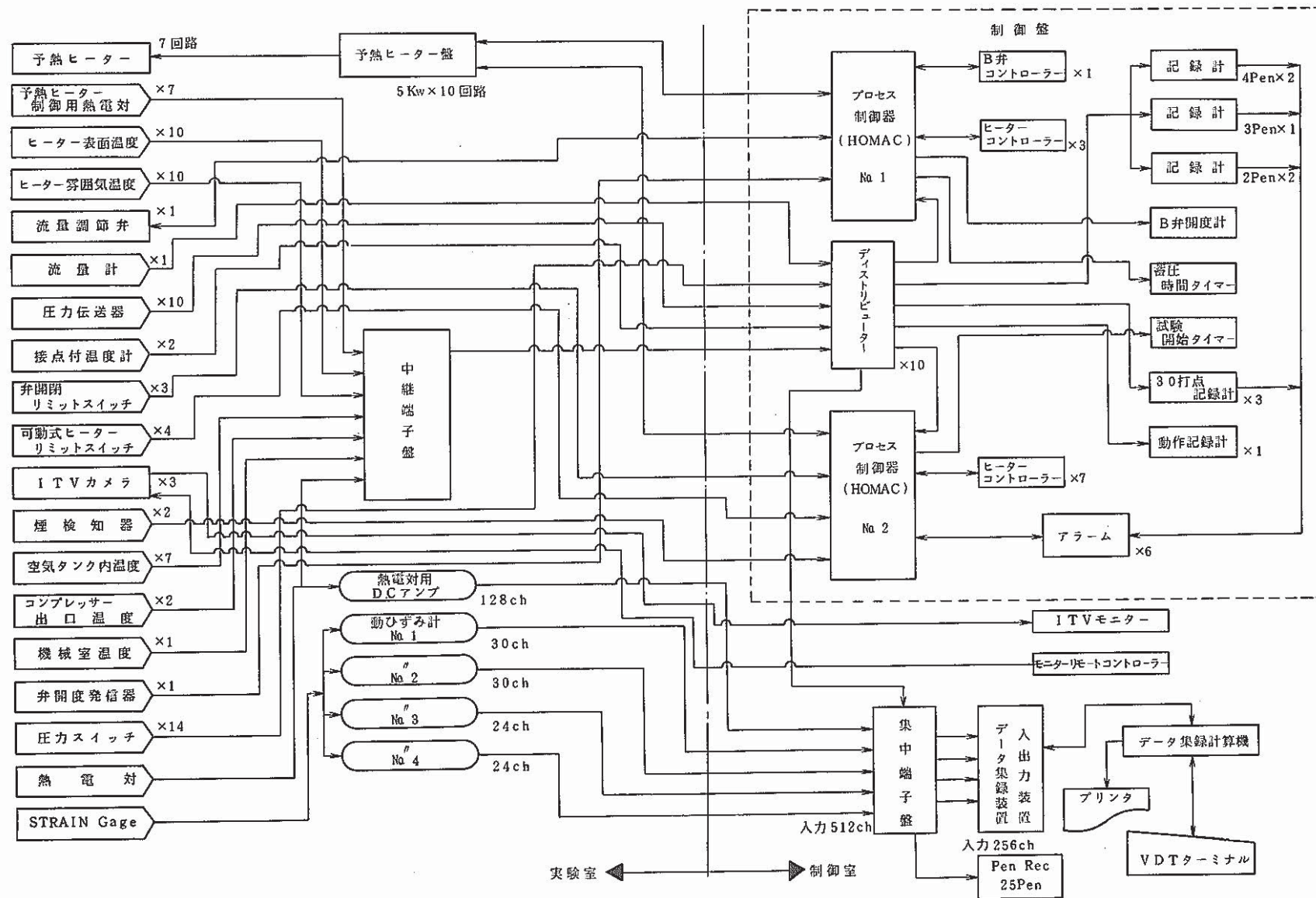


図 3-7 計測制御系統図

Fig. 3-7 Instrumentation and Control Block Diagrams

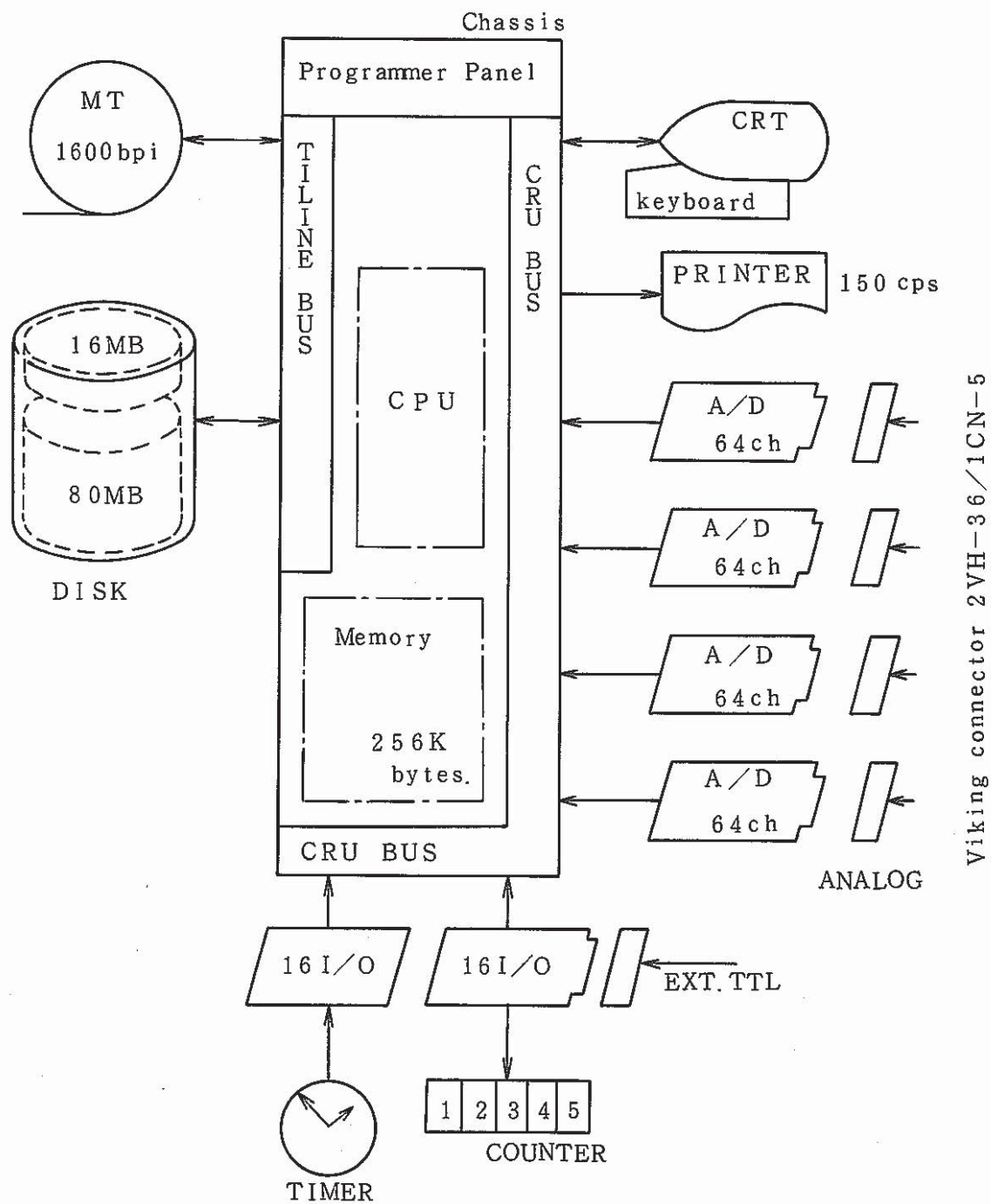


図 3-8 データ集録装置のブロックダイヤグラム
Fig. 3-8 Block Diagram of Data Acquisition System

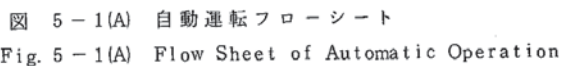


Fig. 5-1(A) Flow Sheet of Automatic Operation

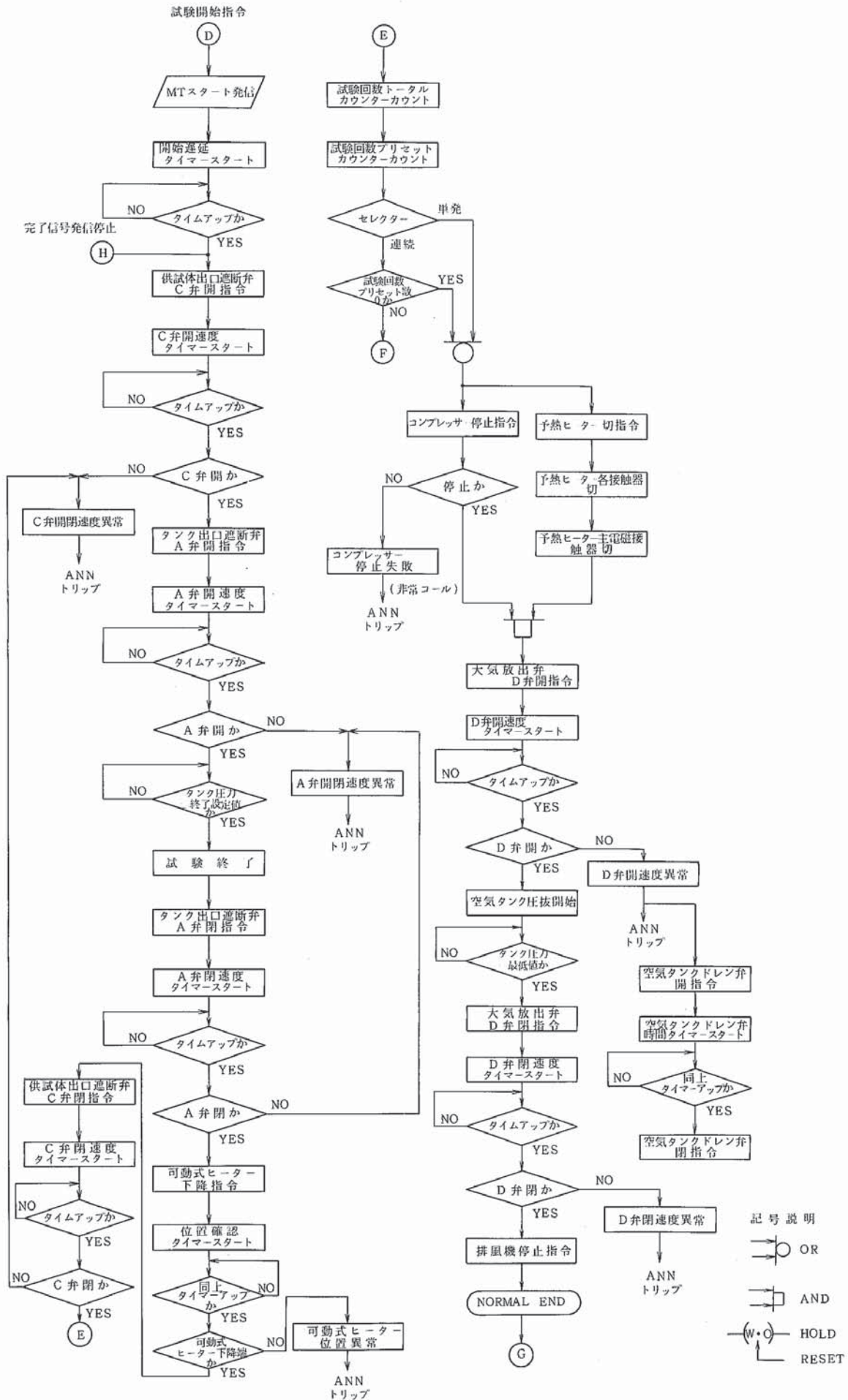


図 5-1(B) 自動運転フローシート
Fig. 5-1(B) Flow Sheet of Automatic Operation

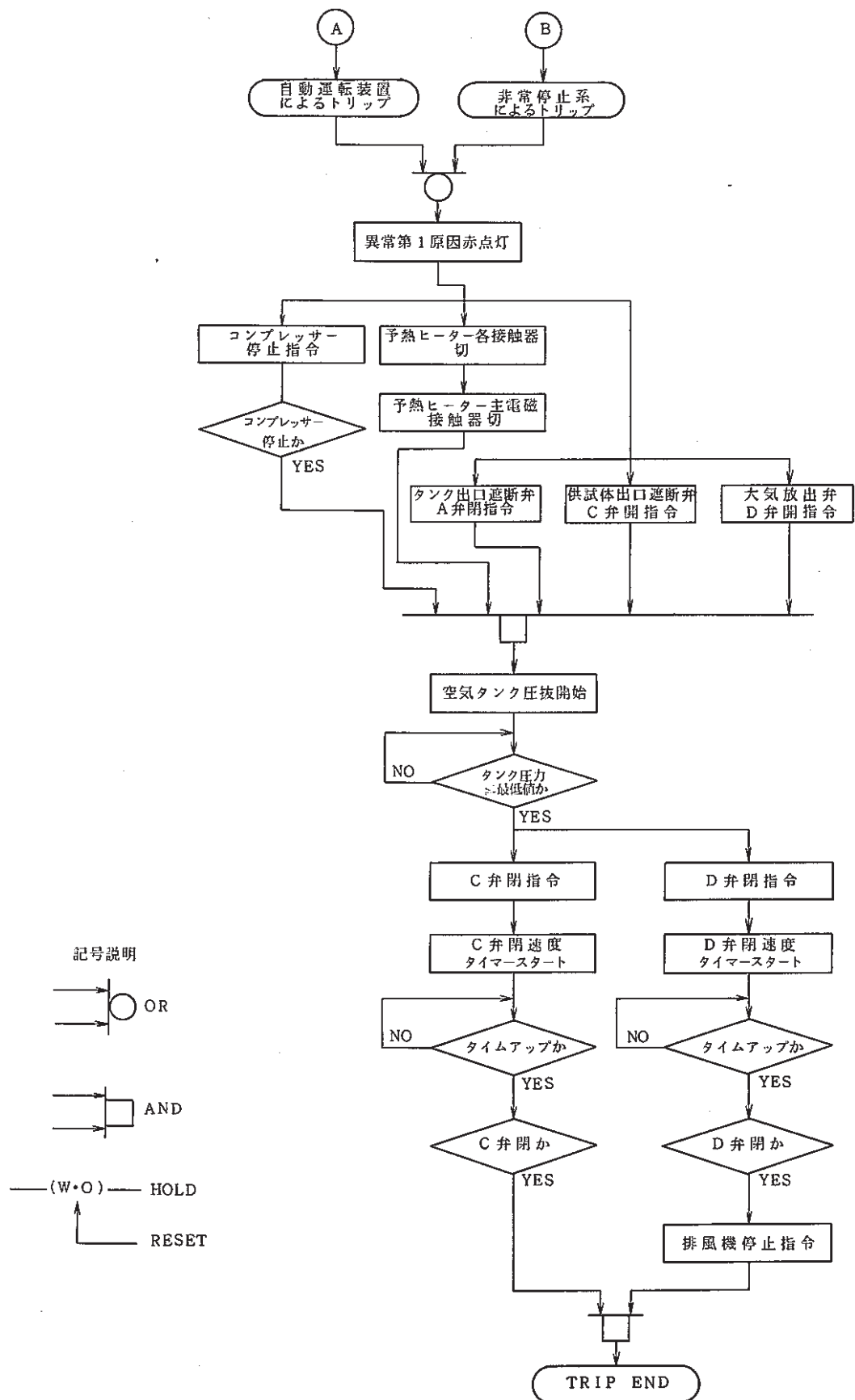


図 5-2 トリップフローシート

Fig. 5-2 Flow Sheet of Trips

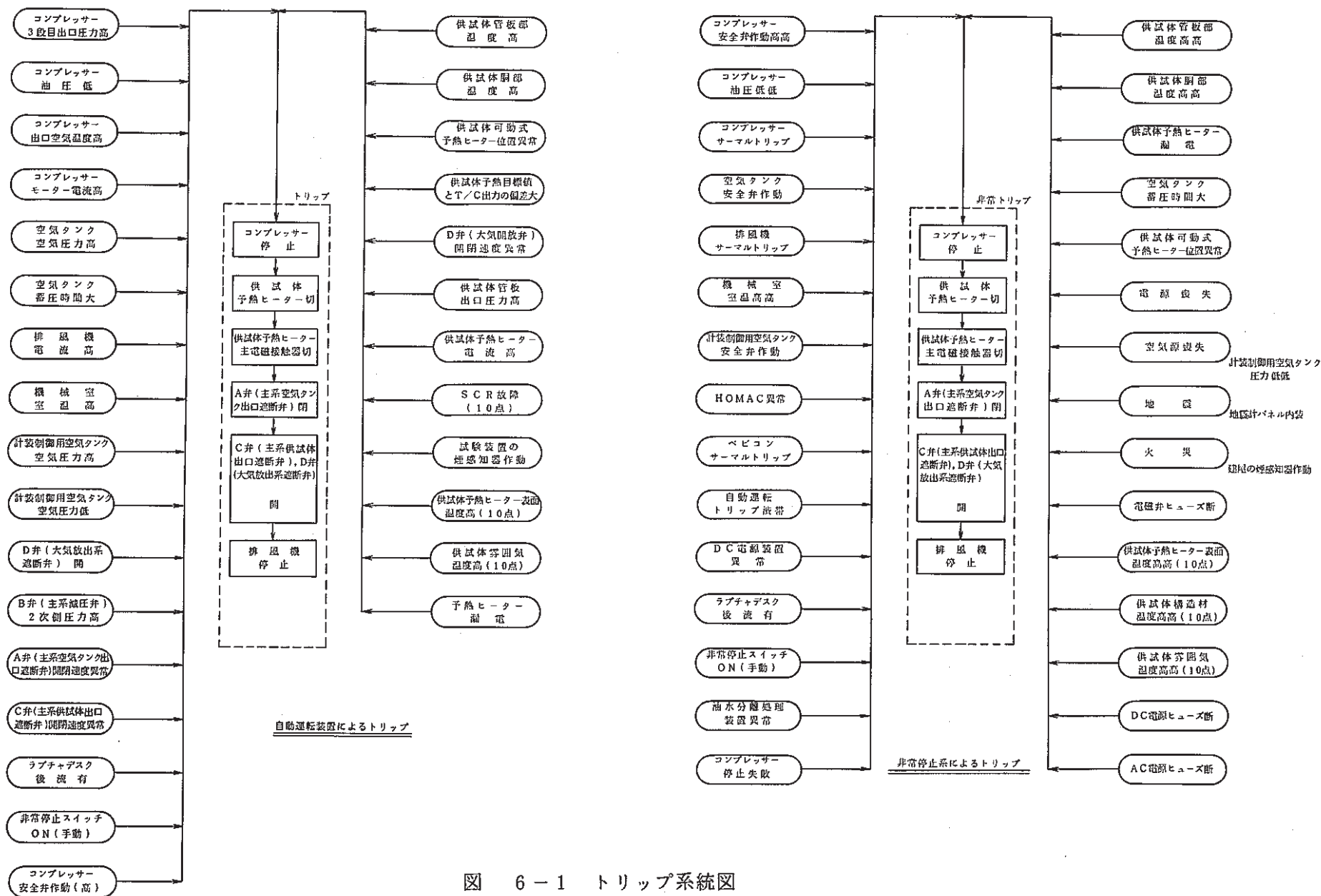
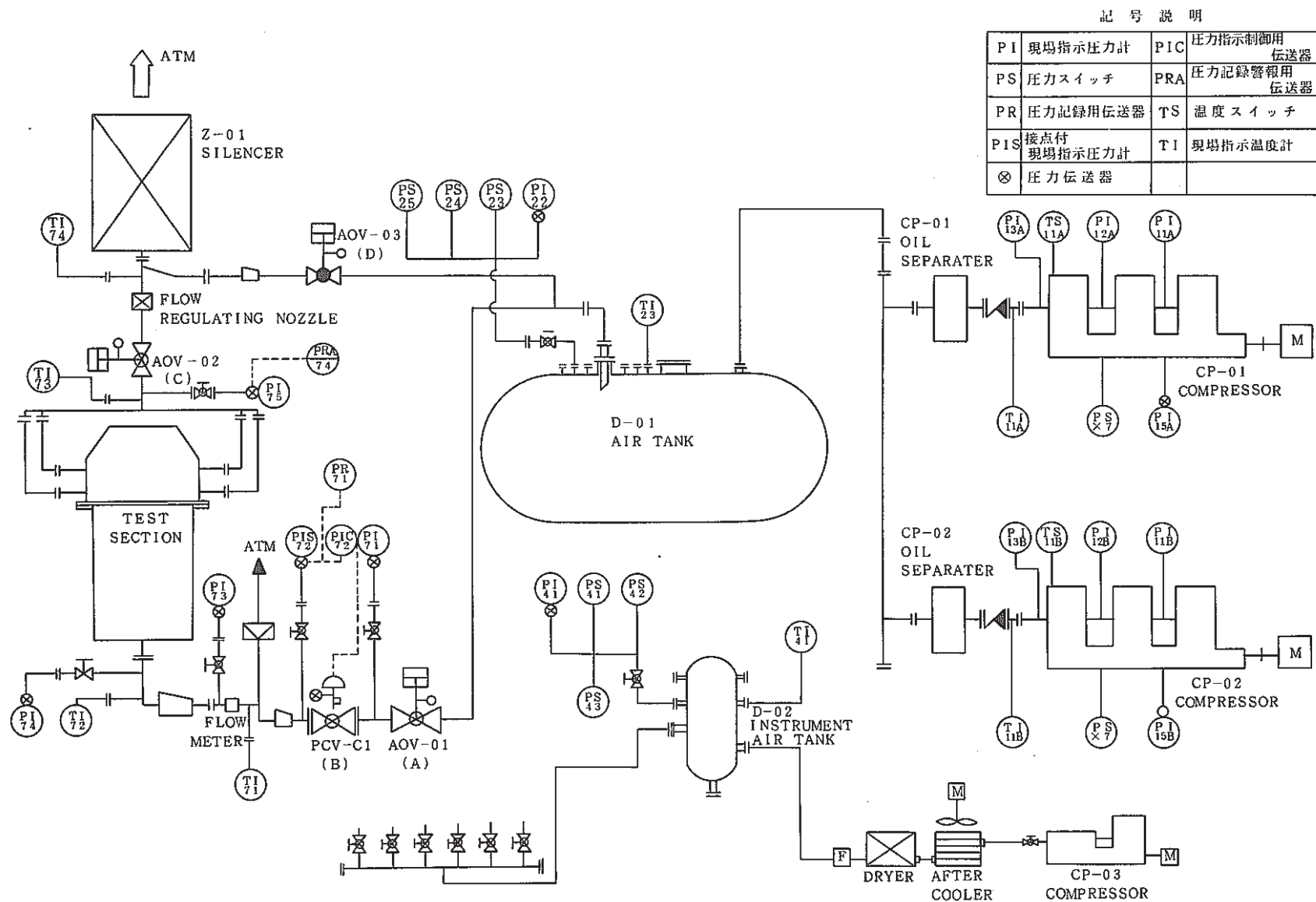


図 6-1 トリップ系統図

Fig. 6-1 System Diagram of Trips



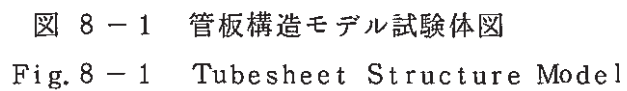


表 4-1(A) 機器規格設計条件
Table 4-1(A) Rules and Design Conditions of Components

区 分	機 器 名	高圧ガス設計基準	設 計 力 (kg/cm ² G)	常 用 力 (kg/cm ² G)	設 計 温 度 (°C)	常 用 温 度 (°C)	材 質
圧縮機	(1) 2, 3 段シリンダー	特定設備検査規則 第 1 2 条	39	35	200	200	FC25
	(2) 2 段吐出管	特定設備検査規則 第 1 4 条	15	12	200	200	STPG-38
	(3) 2 段クーラー出口管		15	12	80	80	STPG-38
	(4) 3 段吸入管		15	12	80	80	STPG-38
	(5) 3 段吐出管		39	35	200	200	STPG-38
	(6) アフタークーラー 出口管		39	35	200	200	STPG-38
	(7) 3 段電磁弁主配管		39	35	80	80	C1220T-0
	(8) 2 段計装配管		15	12	80	80	C1220T-0
	(9) 3 段計装配管		39	35	80	80	C1220T-0
	(10) 2 段電磁弁主配管		15	12	80	80	C1220T-0
	(11) 逆止弁ボディ		39	35	80	80	SC46
	(12) 逆止弁バルブフランジ		特定設備検査規則 第 2 4 条	39	35	80	80
	(13) ドレンバルブ (2 段)	特定設備検査規則 第 1 2 条	36	12	80	80	C3771B
	(14) ドレンバルブ (3 段) (逆止弁) (3 段圧力取出弁)		60	35	80	80	C3771B
	(15) 安 全 弁 (2 段)		15	12	80	80	SCS13
	(16) 安 全 弁 (3 段)	製造細目告示 第 7 条	39	35	80	80	SCS13
	(17) 2 段ドレン セパレーター	特定設備検査規則 第 1 4 条	15	12	80	80	STPG-38-S
	(18) アフタークーラー (冷却管)		39	35	200	200	C1220T-1/2H
	(19) アフタークーラー (本体の胴)		39	35	80	80	STPG-38-S
	(20) 熱交換器 (1~2 段クーラー)		15	12	200	200	A6061P-T6W
オイルセパレーター	(1) 胴 板	特定設備検査規則 第 1 2 条	39	35	80	80	SB42
	(2) 鏡 板		39	35	80	80	SB42
	(3) ドレンバルブ (オイルセパレーター)		250	35	80	80	SUS316
	(4) 安 全 弁	製造細目告示 第 7 条	39	35	80	80	SUS304

表 4-1(B) 機器規格設計条件

Table 4-1(B) Rules and Design Conditions of Components

区分	機器名	高圧ガス設計基準	設計圧力 (kg/cm ² G)	常圧力 (kg/cm ² G)	設計温度 (℃)	常用温度 (℃)	材質
空気タンク	(1) 胴板	特定設備検査規則 第12条	3.9	3.5	70	70	SPV50
	(2) 鏡板		3.9	3.5	70	70	SPV50
	(3) 安全弁	製造細目告示 第7条	3.9	3.5	50	50	SS41
弁類	(1) A弁	特定設備検査規則 第12条	3.9	3.5	30	30	SCS13
	(2) B弁		3.9	3.5	30	30	SCS13
	(3) D弁		3.9	3.5	20	20	SCS13
	(4) C弁		3.9	6.5	30	30	SCPH2
配管類	配管	特定設備検査規則 第12条	3.9	3.5	70	70	SUS304 TP-S STPG38

表 4-2 機器規格設計条件

Table 4-2 Rules and Design Conditions of Components

区分	機器名	設計基準	設計圧力 (kg/cm ² G)	常圧力 (kg/cm ² G)	設計温度 (℃)	常用温度 (℃)	材質
テストセクション	(1) 入口胴	第二種压力容器 構造規格	8	6.5	350	350	SM41A
	(2) 中間胴						
	(3) 上部胴						
計装制御系	(1) 計装空気タンク	第二種压力容器 構造規格	9.9	8.0	20	20	SS50+ SS41
	(2) 圧縮機		9.9	8.0	20	20	SS41

表 5-1(A) 弁開閉一覧表

Table 5-1(A) List of Normal Conditions of Valves

系	場 所	弁	TAG No	自動, 手動	開,閉	RUNNING LAMP	グラフ イック	備 考
圧縮 空気 供給 系	コンプレッサー 空気タンク	ド レ ン 弁	0001	手動弁	閉			
	空気タンク廻り	PI 22 元弁	0002	手動弁	開			
		空 気 タ ン ク ド レ ン 弁	SOV-01A	電磁弁	閉	○		通電 閉
		空 気 タ ン ク ド レ ン 弁	SOV-01B	電磁弁	閉	○		通電 閉
	空気タンク-A弁	A 弁	AOV-01	自動弁	閉	○	○	制御空気喪失 で閉
	空気タンク-D弁	D 弁	AOV-03	自動弁	閉	○	○	制御空気喪失 で開
主 系	A 弁 - 供試体	PI 71 元弁	0003	手動弁	開			
		PI S 72元弁	0004	手動弁	開			
		PI 73 元弁	0005	手動弁	開			
		PI 74 元弁	0006	手動弁	開			
		B 弁	PCV-01	制御弁	設定 開度			制御空気喪失 で閉
	供試体 - サイレンサー	PI 75 元弁	0007	手動弁	開			
		C 弁	AOV-02	自動弁	閉	○	○	制御空気喪失 で開
計 装 制 御 用 空 気 系	計装空気タンク 廻り	PI 41 元弁	—	手動弁	開			
		ブロー弁	SOV-02	電磁弁	閉	○		通電 開
	計装ヘッダー		0015	手動弁	開			
			0016	手動弁	開			
			0017	手動弁	開			
			0018	手動弁	開			
			0019	手動弁	開			
			0022	手動弁	開			
	計装用空気圧 縮廻り	計装用空気圧 縮機ドレン抜き	—	手 動	閉			
		アフタークーラー ドレン 排出口	—	自 動	閉			

表 5-1(B) 弁開閉一覽表

Table 5-1(B) List of Normal Conditions of Valves

系	場 所	弁	TAG No.	目動, 手動	開,閉	RUNNING LAMP	グラフ イック	備 考
圧縮 空 気 供 給 系	CP-01 機側	PI11A元弁	—	手動弁	開			
		PI12A元弁	—	手動弁	開			
		PI13A元弁	—	手動弁	開			
		1 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		2 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		3 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		3段圧力取出口弁	—	手動弁	開			
	CP-02 機側	PI11B元弁	—	手動弁	開			
		PI12B元弁	—	手動弁	開			
		PI13B元弁	—	手動弁	開			
		1 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		2 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		3 段ドレン弁	—	手動弁	閉			
		3段圧力取出口弁	—	手動弁	開			
	CP-01 機側	1,2段ドレン弁	—	電磁弁	閉	○		通電 閉
		3 段ドレン 弁	—	電磁弁	閉	○		通電 閉
	CP-02 機側	1,2段ドレン弁	—	電磁弁	閉	○		通電 閉
		3 段ドレン 弁	—	電磁弁	閉	○		通電 閉
	CP-01オイル セパレーター	逆止弁ドレン弁	—	手動弁	閉			
		オイルセパレー ター ドレン弁	—	手動弁	閉			
		オイルセパレー ター ドレン弁	—	電磁弁	閉			通電 閉
	CP-02オイル セパレーター	逆止弁ドレン弁	—	手動弁	閉			
		オイルセパレー ター ドレン弁	—	手動弁	閉			
		オイルセパレー ター ドレン弁	—	電磁弁	閉			通電 閉

表 5-2(A) 警報設定値一覧表
Table 5-2(A) Alarm Set Table

項目	表示名称	表示場所	※1. 種別	設定計器			設定値		常用値	設定 変更	備 考	
				接点	※2 設定場所	設定計器	設定値	設定範囲				
1	※1 コンプレッサー 電動機異常	ANN LAMP	1 自, 非	RX5 RC1	CP COMP	IRA-11 サーマル	110%	0~300A	182A	※3 ※5	コンプレッサー電流 記録計	
2	※1 コンプレッサー 油圧低	↑	2 自,	RX3	CP	PRA-14	1.3K	0~10K	25K	※3	コンプレッサー油圧 記録計	
3	※1 コンプレッサー 油圧低低		3 非	RX43	機械室	PS-11A	1.0K	0.5~10K	2.5K		機側プレッシャースイッチ	
4	※1 コンプレッサー 出口圧力高		4 自	RX1	CP	PRA-14	36.5K	0~40K	0~35K	※3	コンプレッサー出口 圧力記録計	
5	※1 コンプレッサー 出口温度高		5 自	RX15	CP 機械室	TA75-29 TS	180℃ 185℃		30~40℃ 160℃	※4	記録計 機側温度スイッチ	
6	※1 コンプレッサー 安全弁作動(高)		6 非	RX45	機械室	PS-16A1	3.0K	0.5~10K	0~2.5K		機側プレッシャースイッチ	
							"	"	2 13.5K	2~10K	0~12.5K	"
							"	"	3 37.0K	5~40K	0~35K	"
7	※2 コンプレッサー 電動機異常		7 自, 非	RX6 RC2	CP COMP	IRA-11 サーマル	110%	0~300A	182A	※3 ※5	コンプレッサー電流 記録計	
8	※2 コンプレッサー 油圧低		8 自	RX4	CP	PRA-14	1.3K	0~10K	2.5K	※3	コンプレッサー油圧 記録計	
9	※2 コンプレッサー 油圧低低		9 非	RX44	機械室	PS-11B	1.0K	0.5~10K	2.5K		機側 プレッシャースイッチ	
10	※2 コンプレッサー 出口圧力高		10 自	RX2	CP	PRA-14	36.5K	0~40K	0~35K	※3	コンプレッサー出口 圧力記録計	
11	※2 コンプレッサー 出口温度高		11 自	RX16	CP 機械室	TA75-30 TS	180℃ 185℃		30~40℃ 160℃	※4	記録計 機側温度スイッチ	
12	※2 コンプレッサー 安全弁作動(高)		12 非	RX46	機械室	PS-16B1	3.0K	0.5~10K	0~2.5K		機側 プレッシャースイッチ	
							"	"	2 13.5K	2~20K	0~12.5K	"
							"	"	3 37K	5~40K	0~35K	"
13	※1 排風機 電動機異常		13 自, 非	RX7 RX64	CP PNC	IRA-11 サーマル	9A	0~15A	8A	※3 ※5	排風機電流記録計	
14	※2 排風機 電動機異常		14 自, 非	RX8 RX65	CP PNC	IRA-11 サーマル	9A	0~15A	8A	※3 ※5	"	
15	空気タンク 蓄圧時間大		15 自, 非	RS2	CP	TMO タイマー	試験条件 による	0~6hr	—		蓄圧時間タイマー	
16	空気タンク 圧力高		16 自	RX9	CP	PRA-41	37K	0~40K	0~35K	※3	空気タンク圧力記録計	
17	空気タンク 安全弁作動		17 非	RX52	屋外	PS-25	38K	0~40K	0~35K		空気タンク廻り プレッシャースイッチ	
18	※1 コンプレッサー 安全弁作動(高)		18 非	RX69	機械室	PS-17A1	3.3K	0.5~10K	0~2.5K		機側 プレッシャースイッチ	
							"	"	2 13.8K	2~20K	0~12.5K	"
							"	"	3 37.5K	5~40K	0~35K	"
19	計装空気用ベピコン 電動機異常		19 非	RC3	COMP	サーマル	9A	7~11A	8A	※5		
20	計装空気タンク 圧力高		20 自	RX10	CP	PRA-41	9K	0~10K	7K	※3	計装空気タンク 圧力記録計	
21	計装空気タンク 圧力低		21 自	RX11	CP	"	4K	0~10K	7K	※3	"	
22	計装空気タンク 圧力低低		22 非	RX48	屋外	PS-42	3.5K	0~10K	7K		計装空気タンク廻り プレッシャースイッチ	
23	計装空気タンク 安全弁作動		23 非	RX49	"	PS-43	9K	0~10K	7K		"	
24	※2 コンプレッサー 安全弁作動(高)	ANN LAMP	24 非	RX70	機械室	PS-17B1	3.3K	0.5~10K	0~2.5K		機側 プレッシャースイッチ	
							"	"	2 13.8K	2~20K	0~12.5K	"
							"	"	3 37.5K	5~40K	0~35K	"
備考	※1 自: 自動運転系トリップ ※2 CP 制御盤 設定値変更 非: 非常停止系トリップ COMP コンプレッサー起動盤 ※3 多ベン小型記録計取説5-P5 HP 供試体予熱ヒーター盤 ※4 高速打点記録計 取説11-P6-7 PNC 動力盤 ※5 COMP or PNC 電磁開閉器											

表 5-2(B) 警報設定値一覧表
Table 5-2(B) Alarm Set Table

項目	表示名称	表示場所	※1 種別	設定計器			設定値		常用値	設定 変更	備 考
				接点	※2 接点場所	設定計器	設定値	設定範囲			
25	空気出口遮断弁 (A弁)開閉異常	ANN LAMP	25 自	RH24	CP		10秒		—		
26	主系減圧弁2次側 (B弁)圧力高	↑	26 自	RX13	CP	PRA71	7.5K	0~10K	0~6.5K	※3	B弁出口圧力記録計
27	供試体出口遮断弁 (C弁)開閉異常		27 自	RH22	CP		10秒		—		
28	大気放出遮断弁 (D弁)開		28 自	RX60-1	CP		—	—	—		
29	大気放出遮断弁 (D弁)開閉異常		29 自	RH26 RH32	CP		10秒		—		
30	可動式予熱ヒーター 位置異常		30 自,非	RH15	CP		30秒		10~15秒		
31	ラプチャーデスク 後流有		31 自,非	RX53	機械室	FS-71 FS-72	—	—	—		配管内フロースイッチ
32	供試体予熱ヒーター 漏電		32 自,非	RT11	HP		—	—	—		漏電遮断器
33	供試体予熱ヒーター 電流高		33 自	RX14	CP	TA-77- 11~20	各定格電 流+10%			※4	記録計
34	供試体予熱ヒーター 表面温度高		34	RX27	CP	TA-76- 11~20	試験条件 による	0~800℃	0~550℃	※4	温度記録計(1) RELAY NO11-20
35	供試体予熱ヒーター 表面温度高高		35 非	RX30	CP	TA-76- 11~20	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO41-50
36	供試体予熱ヒーター 電力調整器異常		36 自	RT13	HP		—	—	—	—	
37	供試体管板部 温度高		37 自	RX32	CP	TA-77- 1~11	試験条件 による	0~800℃	0~550℃	※4	温度記録計(2) RELAY NO1-11
38	供試体管板部 温度高高		38 非	RX35	CP	TA-77- 1~11	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO31-41
39	供試体胴部 温度高		39 自	RX33	CP	TA-77- 12~23	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO12-23
40	供試体胴部 温度高高		40 非	RX33	CP	TA-77- 12~23	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO32-53
41	供試体予熱ヒーター 偏差大		41 自	RH1	CP						
42	供試体構造材 温度高高		42 非	RX29	CP	TA-76- 1~10	試験条件 による	0~800℃	0~550℃	※4	温度記録計(1) RELAY NO31-40
43	供試体雰囲気 温度高		43 自	RX28	CP	TA-76- 21~30	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO21-30
44	供試体雰囲気 温度高高		44 非	RX31	CP	TA-76- 21~30	"	0~800℃	0~550℃	※4	" RELAY NO51-60
45	供試体管板部 出口圧力高		45 自	RX12	CP	PRA74	7.5K	0~10K	0~6.5K	※3	供試体出口圧力 記録計
46	機械室 室温高		46 自	RX34	CP	TA-77- 28	50℃	20℃	0~100℃	※4	温度記録計(2) RELAY NO28
47	機械室 室温高高		47 非	RX37	CP	TA-77- 28	60℃	20℃	0~100℃	※4	" RELAY NO58
48	油水分離処理装置 異常		48 非	RX68	機械室		—	—	—	—	
49	コンプレッサー盤 電源断		49 非	RC7	COMP		—	—	—	—	
50	予熱ヒーター盤 電源断		50 非	RT12	HP		—	—	—	—	
51	試験装置 煙感知器作動		51 自	RX54			—	—	—	—	
52	火災		52 非	RX55			—	—	—	—	
53	地震		53 非	RX38	CP	AJ8-2A	震度5	—	—	—	
54	非常停止スイッチ ON		54 自,非	RS18 REP1	中央 CP		—	—	—	—	
55	HOMAC 異常		55 非	RH47	CP		—	—	—	—	
56	DC電源装置異常	↓	56 非	RX39	CP		—	—	—	—	
57	DC電源ヒューズ断	ANN LAMP	57 非	RX41	CP	DS1~7	—	—	—	—	
備考											

表 5-2(C) 警報設定値一覽表
Table 5-2(C) Alarm Set Table

[illegible]

表 6-1 安全弁リスト
Table 6-1 List of Safety Valves

取 付 箇 所	弁座口径 (mm)	製造番号	設 備 機 器		設定圧力 (kg/cm ² G)
			常用圧力 (kg/cm ² G)	耐圧圧力 (kg/cm ² G)	
空気タンク	16	223491	35.5	86.0	39.0
CP-01 オイルセパレータ	20	374349	35.0	70.0	38.5
CP-02 オイルセパレータ	20	374351	35.0	70.0	38.5
CP-01 3段	20	374350	35.0	70.0	38.5
CP-02 3段	20	374348	35.0	70.0	38.5
CP-01 2段	32	3303501	12.5	31.0	14.0
CP-02 2段	32	3303502	12.5	31.0	14.0
(CP-01 1段)	50	8212	2.4	9.0	3.5
(CP-02 1段)	50	8212	2.4	9.0	3.5
計装空気タンク	32	8212	8.0	12.0	9.9

表 6-2 高圧ガス日常点検シート
Table 6-2 Daily Check Sheet

高圧ガス日常保安点検記録

実施年月日

1. 時 分 (氏名)

昭和 年 月 日

2. 時 分 (氏名)

(注) 点検結果について次の記号を記入すること。

異常なし
不 良×

3. 時 分 (氏名)

(施設名) 空気冷却乾燥試験施設
(設置名) 圧縮空気製造設備; 設備 第1730号

室長 管理官	交代	GL	保安 係員	保安係 員代理

点検区分	点検項目	判定 基準	点検結果			点検区分	点検項目	判定 基準	点検結果			点検区分	点検項目	判定 基準	点検結果		
			1	2	3				1	2	3				1	2	3
A C P ・ 01 オイル セパレ ータ	保安距離の確保状況	1				No1 コンプレッ サ	No1 コンプレッサー基礎の変形の有無	3				A 弁 廻り	配管の変形・亀裂等の有無	6			
	警戒線・標識の損傷の有無	2					安全弁外観の正常の有無	4					弁の開閉方向状態の確認	7			
							塗料不良・腐食の有無	5					弁駆動系の損傷の有無	16			
							配管の変形・亀裂等の有無	6									
							弁の開閉方向状態の確認	7									
							配管ガスの種類方向表示の有無	8									
							油圧; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							1段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							2段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							3段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
B C P ・ 02 オイル セパレ ータ	基礎の変形の有無	3				No2 コンプレッ サ	コンプレッサー出口温度 (℃)	11				D 弁 廻り	配管の変形・亀裂等の有無	6			
	安全弁外観の正常の有無	4					オイル量の確認	12					弁の開閉方向状態の確認	7			
	塗料不良・腐食の有無	5					オイル洩れの有無	13					弁駆動系の損傷の有無	16			
C 空 気 タ ン ク	基礎の変形の有無	3				No2 コンプレッ サ	No2 コンプレッサー基礎の変形の有無	3				E 弁 廻り	配管の変形・亀裂等の有無	6			
	安全弁外観の正常の有無	4					安全弁外観の正常の有無	4					弁の開閉方向状態の確認	7			
	塗料不良・腐食の有無	5					塗料不良・腐食の有無	5					弁駆動系の損傷の有無	16			
							配管の変形・亀裂等の有無	6									
							弁の開閉方向状態の確認	7									
							配管ガスの種類方向表示の有無	8									
							油圧; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							1段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							2段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
							3段目圧力; 圧力計指示値 (kg/cm ²)	10									
D 空 気 タ ン ク	基礎の変形の有無	3				No2 コンプレッ サ	コンプレッサー出口温度 (℃)	11				F 弁 廻り	配管の変形・亀裂等の有無	6			
	安全弁外観の正常の有無	4					オイル量の確認	12					弁の開閉方向状態の確認	7			
	塗料不良・腐食の有無	5					オイル洩れの有無	13					弁駆動系の損傷の有無	16			

構造工学会

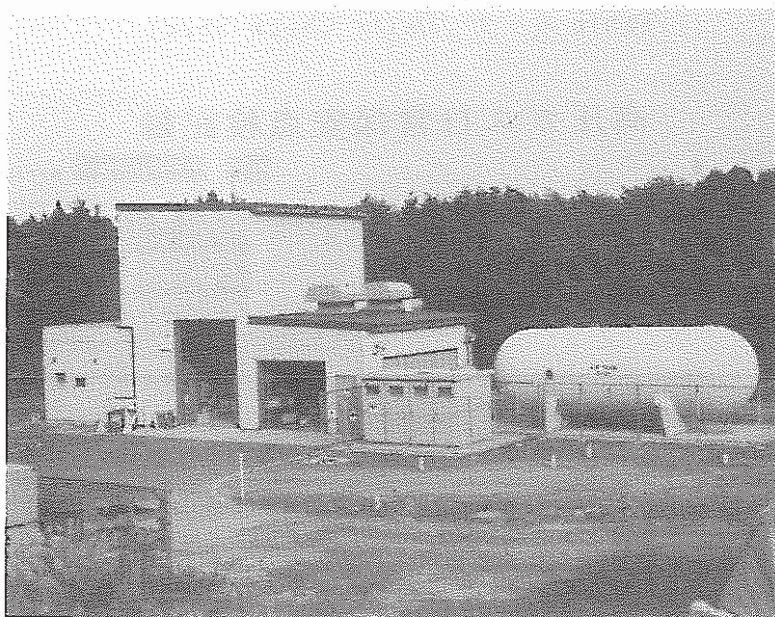


写真 3 - 1 施設外観

Photo. 3 - 1 Appearance of ATTF

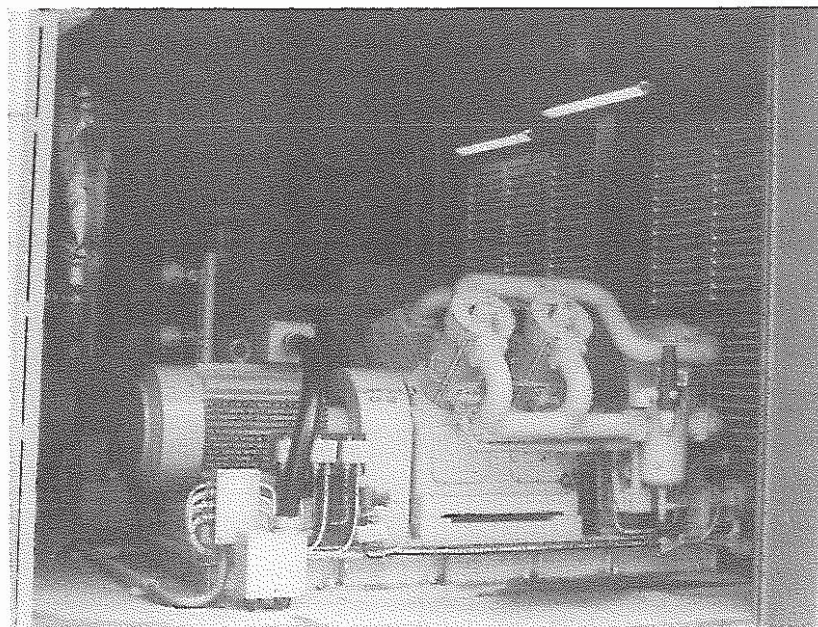


写真 3 - 2 コンプレッサー外観

Photo. 3 - 2 Appearance of Compressor