

区分変更	
変更履歴番号	〃
決裁年月日	平成13年7月31日

高速実験炉「常陽」第4回定期点検報告

冷却系機器配管の供用期間中検査



1985年5月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
S	N 941 85-84
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

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大字村松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

配

1

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

配 布 限 定

PNC^T941 85-84

1985年 5月

高速実験炉「常陽」第4回定期点検報告

冷却系機器配管の供用期間中検査



富田 直樹* 水谷 友律**

要 旨

高速実験炉「常陽」第4回定期点検期間中に、供用期間中検査として以下に示す7項目の検査を実施した。

1. 1次主配管内管目視検査
2. 1次系機器配管外観目視検査
3. 配管支持装置の点検
4. 2次主配管異材継手体積検査
5. 空気冷却器伝熱管表面検査、板厚測定
6. 1次主循環ポンプA号機アウターケーシング内面遠隔目視検査
7. 安全容器溶接部漏洩率試験

本報告書では1～4の結果について報告するもので6については既報を参照されたい。検査方法とその判定は基本的にはASME SEC. XIに準拠しており、今回報告する検査項目のうち4を除いて、いずれも目視検査によるものである。検査の結果、欠陥は認められず、冷却系を構成する機器配管および冷却材バウンダリの健全性を確認した。ただし、「常陽」自体が据付後約10年経過していることから、一部保温の損壊、干渉、および一部配管支持装置の発錆等の劣化が認められたが、これらは緊急に保修を要するような深刻なものではない。

* 大洗工学センター 実験炉部 高速増殖炉第2課

** 現 " " 照射課



NOT FOR PUBLICATION

PNC TON941 85-84

May 1985

Experimental Fast Reactor "JOYO"
The 4th Annual Inspection Report

In-Service Inspection of the Cooling
System Components and Pipings

N. Tomita* and T. Mizutani**

Abstract

During the 4th annual inspection of "JOYO", in-service inspections (ISI) of the cooling system components and pipings were carried out to confirm integrity of coolant boundary. The items as follows,

1. Visual examination of primary main pipings.
2. Visual examination of primary cooling system components and Pipings.
3. Visual examination of piping and component supports.
4. Volumetric examination of dissimilar metal welds in secondary main pipings.
5. Surface examination and measuring wall thickness of DHX fin tubes.
6. Remotary visual examination of primary main pump (A) inner surface.
7. Leak rate test of safety vessel welds.

This report describes examination results of the above mentained items.

The ISI program including method and Judgement was determined based on ASME SEC, XI DIV, 3. The examination results showed no indication of degradation of heat transport system integrity, through local minor damages of thermal insulation and start of rust on piping supports were found.

* JOYO Maintenance engineering Secrton

** Irradiation Technology Section

目 次

1. 緒 言	1
2. 設備の概要	2
2.1 1次主配管	2
2.2 2次主配管	2
2.3 ISI 検査孔	3
2.4 配管支持装置	3
3. 検査方法	10
3.1 1次主配管内管目視検査	10
3.2 1次系機器配管目視検査	11
3.3 1次系配管支持装置の点検	11
3.4 2次主配管異材継手体積検査	12
4. 検査結果および検討	18
4.1 1次主配管内管目視検査	18
4.2 1次系機器配管目視検査	18
4.3 1次系配管支持装置の点検	19
4.4 2次主配管異材継手体積検査	20
5. 結 言	88
6. 参考文献	89

LIST OF TABLES

Table 2.1	List of Primary System Piping Supports 1次系配管支持装置一覧
Table 3.1	Examination Procedure for Radiography Testing 撮影条件
Table 4.1	Visual Inspection Results for Primary System Components and Pipings 1次系機器配管点検表 (1/35 ~ 35/35)
Table 4.2	Poor Condition piping Supports (Primary Systems) 配管支持装置一覧
Table 4.3(1)	Radiography Testing Result of FW-B-101 FW-B-101のRT結果
Table 4.3(2)	Radiography Testing Results of FW-B-109 FW-B-109のRT結果
Table 4.3(3)	Radiography Testing Result of FW-B-111 FW-B-111のRT結果
Table 4.3(4)	Radiography Testing Result of FW-B-107 FW-B-107のRT結果
Table 4.3(5)	Radiography Testing Result of FW-B-115 FW-B-115のRT結果

LIST OF FIGURES

- Fig. 2.1 Diagram of Primary Main Cooling System Pipings
1次主冷却系配管図
- Fig. 2.2 Diagram of Secondary Heat Transport System
2次主冷却系配管図
- Fig. 2.3 Location of ISI
ISI 実施箇所
- Fig. 2.4 Detail of ISI Hole (Hot Leg Piping)
ホットレグ外管に設けられた検査孔構造
- Fig. 3.1 Air Exchange and Cooling of Double-Walled Piping Annulus
2重管アニュラス部の冷却と空気置換方法
- Fig. 3.2 Location of Dissimilar Welds on IHX's
主IH×出入口配管の異材継手位置
- Fig. 3.3 Weld Shape of Dissimilar Welds
異材継手の溶接部形状
- Fig. 4.1(1)~(4) Primary Heat Transport System
1次主冷却系 (1/4~4/4)
- Fig. 4.2 Auxiliary Cooling System
1次補助冷却系
- Fig. 4.3 Over Flow System
オーバフロ系
- Fig. 4.4(1)~(2) Purification System
1次Na純化系 (1/2~2/2)
- Fig. 4.5(1)~(2) Charge Drain System
1次Na充填ドレン系 (1/2~2/2)
- Fig. 4.6(1)~(4) Covergas System
1次アルゴンガス系
- Fig. 4.7(1)~(4) Nitrogen Pre Heat System
予熱N₂ガス系 (1/4~4/4)
- Fig. 4.8 Safety Vessel Breathing System
安全容器呼吸系
- Fig. 4.9 Typical Insulation Method for Bellows and Valves
ベローズと弁の保温施工要領
- Fig. 4.10 Typical Insulation Method for Primary Pipings
配管保温施工要領
- Fig. 4.11 Abnormal Indication for Piping Supports
充填ドレン配管の異常 (炉容器ベーパーラップドレン配管)

LIST OF PHOTOGRAPHS

- Photo. 4.1 Surface of A20
- Photo. 4.2 Surface of A12
- Photo. 4.3 Surface of B20
- Photo. 4.4 Surface of B12

1. 緒 言

高速実験炉「常陽」では昭和58年度の第4回定期点検期間中に供用期間中検査（In-Service Inspection：以下ISIと略）として以下の7項目について検査を実施した。

- (1) 1次主配管内管目視検査
- (2) 1次系機器配管外観検査
- (3) 配管支持装置の点検
- (4) 2次主配管異材継手体積検査
- (5) 空気冷却器伝熱管表面検査，板厚測定
- (6) 1次主循環ポンプA号機アウターケーシング内面遠隔目視検査
- (7) 安全容器漏洩率試験

これらISI項目は、「常陽」における従来のISI計画⁽¹⁾および今後「常陽」で進めて行くべきISI方針⁽²⁾より策定されたものであり、以下に述べることを目的としている。

- (1) 1次冷却材バウンダリ，放射性カバーガスバウンダリの健全性を確認する。
- (2) 1次系機器，配管の保温，機器の相互干渉，ケーブルの劣化等の総合的な機器配管の据付状態を確認する。
- (3) プラントの機械的機能を持つ設備および機器の運転性を維持するためにこれを管理する設備すなわち配管支持装置および支持構造物の健全性を確認する。
- (4) 2次主冷却系に存在する異材継手（ $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo+SUS304）のうち主IHXと2次主配管継手部分について健全性を確認する。
- (5) 2次主冷却系のバウンダリの中で設置場所周辺の使用環境（特に塩害）から考えて最も脆弱であると思われる主空気冷却器伝熱管の健全性を確認する。
- (6) 1次冷却材バウンダリとなる1次主循環ポンプアウターケーシング溶接線の健全性および従来見ることのできなかつた「常陽」のNa機器配管のドレン後のNa付着状況を確認する。
- (7) 炉容器のNa漏洩時にNa保持バウンダリとなる安全容器溶接部の健全性を確認する。

本報告書はこれらISIのうち，検査項目(1)～(4)の結果についてまとめたものである。なお，検査項目(6)については既報⁽³⁾を参照されたい。(5)，(7)は別途報告する予定である。

2. 設備の概要

2.1 1次主配管

1次主冷却系配管は大別して炉容器～主中間熱交換器、主中間熱交換器～主循環ポンプ、主循環ポンプ～炉容器の3つの部分からなる。配管は全て2重構造となっており、内管径はそれぞれ20^B、18^B、12^Bである。内外管ともSUS 27 HPの溶接管で、内管と外管はスペーサーにより同心に保持される。配管は内管に取付けられたラグ部で、ハンガー、ダンパー等で据付固定されるが、ラグ部は2重管外管をも貫通するため、内外管はこの部分で固定とし、両者の熱膨張差を逃げるため、外管にはベローズを入れる。外管は炉容器・主中間熱交換器・主循環ポンプのリークジャケットとつながって、漏洩ナトリウムの検知・保持、予熱窒素ガスの通路形成等の役割を成している。

また、主循環ポンプ入口配管には、ポンプオーバーフローコラムがつながり、ここにポンプのオーバーフローナトリウム・炉容器入口配管部分から分枝したサイフォンブレイクラインからのナトリウムが流れ込んで来る。炉容器入口配管には鞍型の電磁流量計、逆止弁、サイフォンブレイク配管が取付けられる。逆止弁は2ループある1次主冷却系のうちどちらかのポンプが故障した場合、又は漏洩した場合、健全ループからのナトリウム流が故障ループに逆流し、炉心の冷却材流量が減少するのを防ぐために設け、サイフォンブレイクラインは配管の低部で漏洩（万一内外管ともに漏洩した場合のみ）した場合サイフォン効果で炉容器内ナトリウムが抜け出してしまうのを防ぐために設ける。

1次主冷却系配管は原子炉建家BM1（GL-3400）以下の窒素ガス雰囲気中に据付けられる。

Fig. 2.1に1次主冷却系配管図を示す。

2.2 2次主配管

2次主冷却系を構成する配管は、

2次主冷却系循環ポンプ～主中間熱交換器

主中間熱交換器～主冷却器

主冷却器～2次主冷却系循環ポンプ

の主配管と

2次主冷却系循環ポンプ～2次主冷却系ポンプオーバフロタンク

2次主冷却ポンプオーバフロタンク～2次主冷却系配管

2次主冷却系配管～2次補助系充填ライン止弁

の付属配管である。

本系統は非放射性であり、主中間熱交換器と格納容器を結ぶ経路を除き、格納容器外に設置され、全て一重管である。

2次冷却系配管は、格納容器を貫通するため、格納容器貫通金物が設置される。これは格納容器バウンダリーを形成し、またアニュラス部にナトリウムが落ちるのを防ぐ機能を有し、型式はメタルベローズ式である。

格納容器貫通金物は、貫通部機器と固定金具より構成される。

貫通部機器は、格納容器圧力バウンダリーを構成するスリーブ、フランジ、メタルベローズ及び貫通配管と格納容器圧力バウンダリーを構成しない付属のスリーブ及びベローズより成っている。

固定金具は、格納容器貫通配管を2次遮蔽壁に固定する機能を有し、プレート、フランジ及び冷却ジャケットより成っている。

なお2次主冷却系ホットレグ配管には、材料のナトリウム効果に関するサーベイランス計画の一環として試験片が挿入される。

ここで、2次主冷却系のSUS 304と2 $\frac{1}{4}$ -1Mo異材継手は、主IHX-2次主配管（5ヶ所）、電磁流量計-2次主配管（4ヶ所）、2次主循環ポンプ-2次主配管（4ヶ所）に存在する。Fig. 2.2に2次主冷却系配管図を示す。

2.3 ISI 検査孔

1次主配管のISIを実施するには1次主配管が2重管構造であるため、冷却材バウンダリーである内管への接近性が悪く、検査対象の場所と検査方法が限定される。このため内管のISI部分は限定され、検査対象個所の選定にあたっては、配管応力評価の結果、最大応力発生個所となる応力集中度の高いエルボ部とし、更に配管口径と作業性を加味して、A、Bループ炉容器出口、主ポンプ出口の4ヶ所に限定して検査対象部分の外管に検査孔を設けることとした。

Fig. 2.3にISI対象個所を示す。検査孔は通常は2重管バウンダリーを形成させるため、金属Oリングでシールされたフランジ構造とし、ISIを行う時はフランジを取外すことが可能としている。検査孔はエルボ横面に設けられているので、軽水炉で行われているような溶接部については間接肉眼検査法以外は、構造上実施することができない。

Fig. 2.4に検査孔の詳細構造を示す。

2.4 配管支持装置

1次系を構成する機器の多くはフランジ構造にて建物床面に据付けられる。配管は機器ノズルにて固定される他に耐震支持、自重支持、熱膨張吸収等々の要求される機能に合せ、メカニカルスナップ、バネ式防振器、コンスタントハンガー、スプリングハンガー、ロッドハンガ

ー、アンカー、レストレイント等が使い分けられて建物に支持されている。自重はハンガー類やレストレイント、アンカー等のサポートにより、地震荷重はメカニカルスナップにより支持される。またバネ式防振器は配管の防振用として使用される。

特に地震荷重を但うメカニカルスナップは、地震時等の急激な変位に対し規定の拘束力を生じ、熱膨張等の緩慢な移動に対しては拘束力を発生しない構造となっている。「常陽」では当初オイルスナップが使用されていたが、保守点検時の作業員被曝低減化を図るため、作動油やOリング類を使用せず耐震支持性能上在来のオイルスナップと同等なメカニカルスナップに昭和57年度までに全数交換した。Table 2.1に1次系に使用されている配管支持装置一覧を示す。

Table 2.1 List of Primary System Piping Supports
1次系配管支持装置一覧

系 統 型 式	1次主冷却系	1次補助冷却系	オーバーフロー系	1次Na純化系	1次Na充填 ドレン系	1次Arガス系	予熱N ₂ ガス系	安全容器呼吸系	FFDCG法	合 計
メカニカル スナッパ	58	28	15	11	17	5	—	—	—	134
バネ式防振器	6	26	30	62	120	51	25	4	3	327
コンスタント ハンガー	32	8	4	9	16	7	—	—	1	77
スプリング ハンガー	20	21	26	92	101	42	60	6	—	368
ロッド ハンガー	—	—	—	18	—	15	29	11	2	75
レストレント	4	9	3	25	28	15	67	16	15	182
U ボ ル ト	—	—	1	17	—	80	15	6	—	119
ア ン カ ー	—	3	—	3	2	8	40	4	6	66
合 計	120	95	79	237	284	223	236	47	27	1348

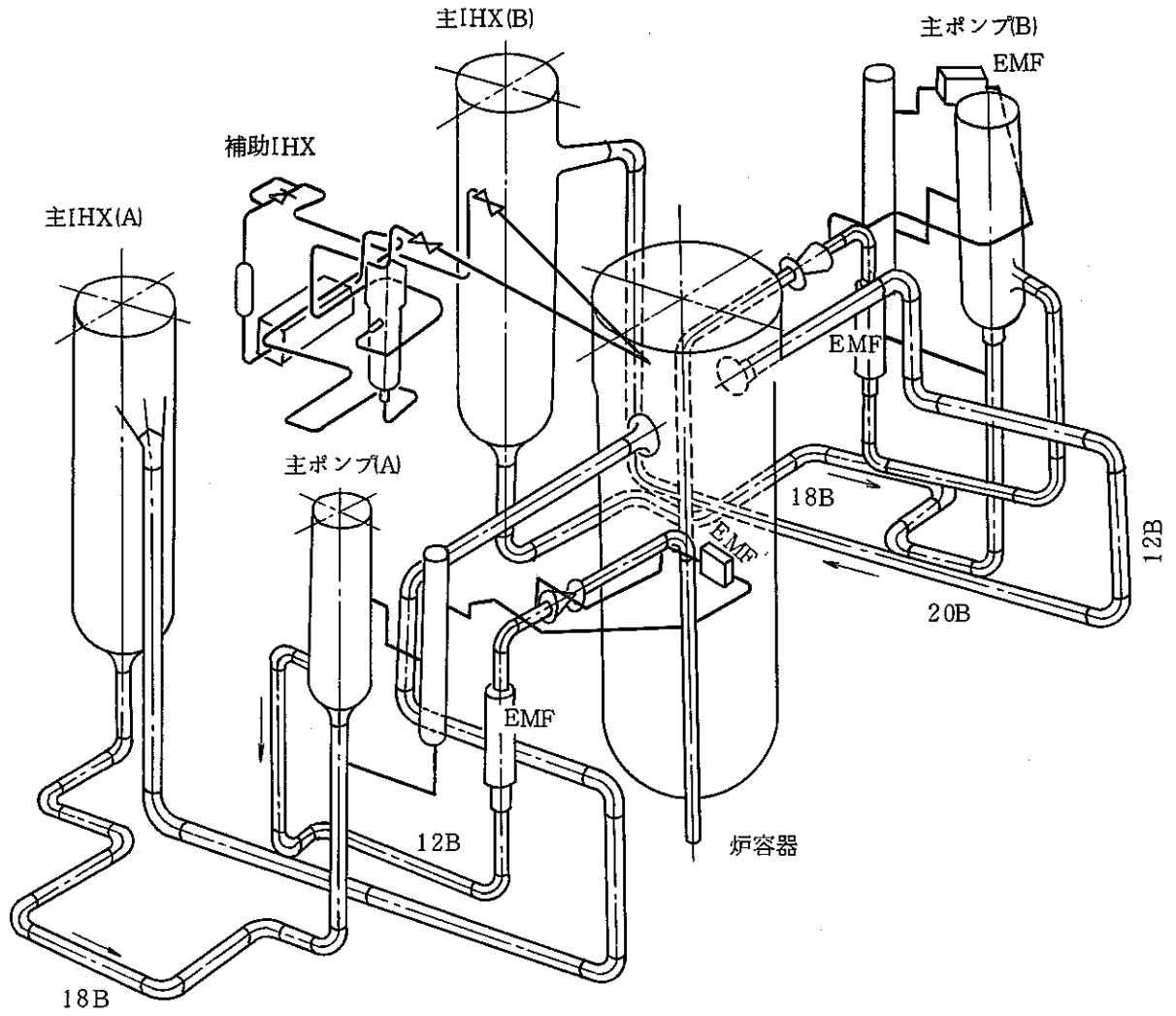


Fig. 2.1 Diagram of Primary Main Cooling System Pipings
1次主冷却系配管図

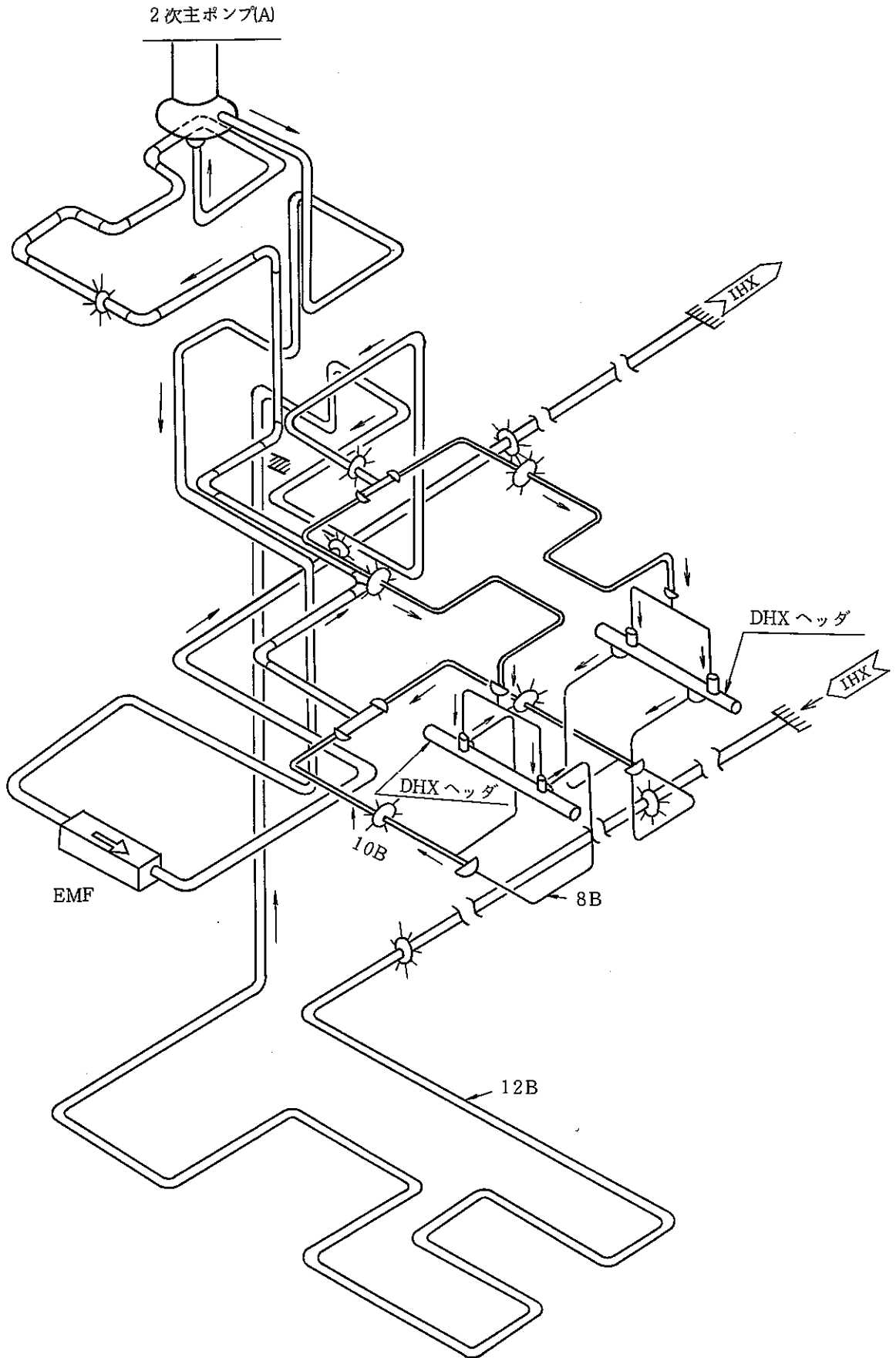


Fig. 2.2 Diagram of Secondary Heat Transport System
2次主冷却系配管図

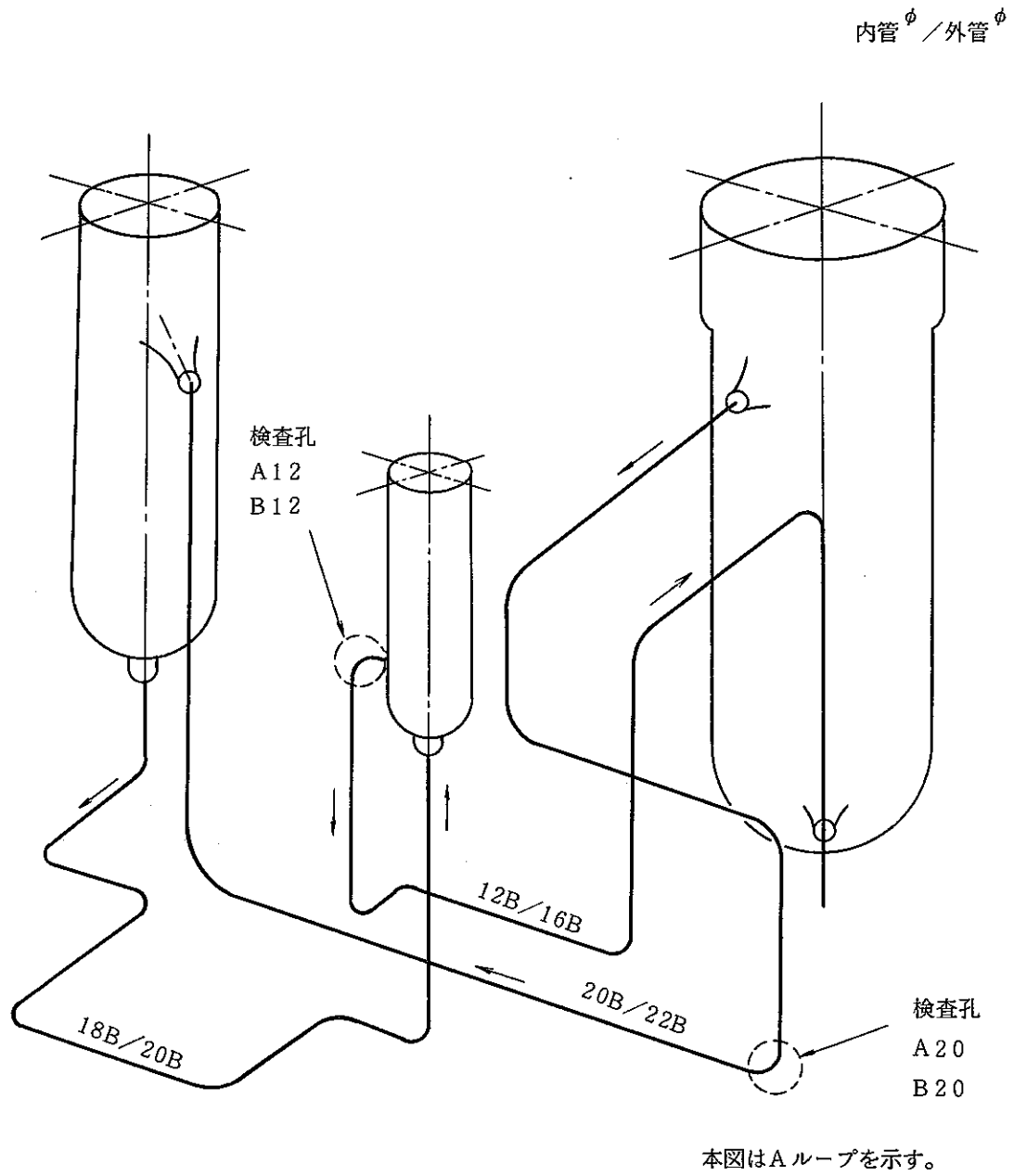


Fig. 2.3 Location of ISI (this figure shows A loop)
ISI 実施箇所

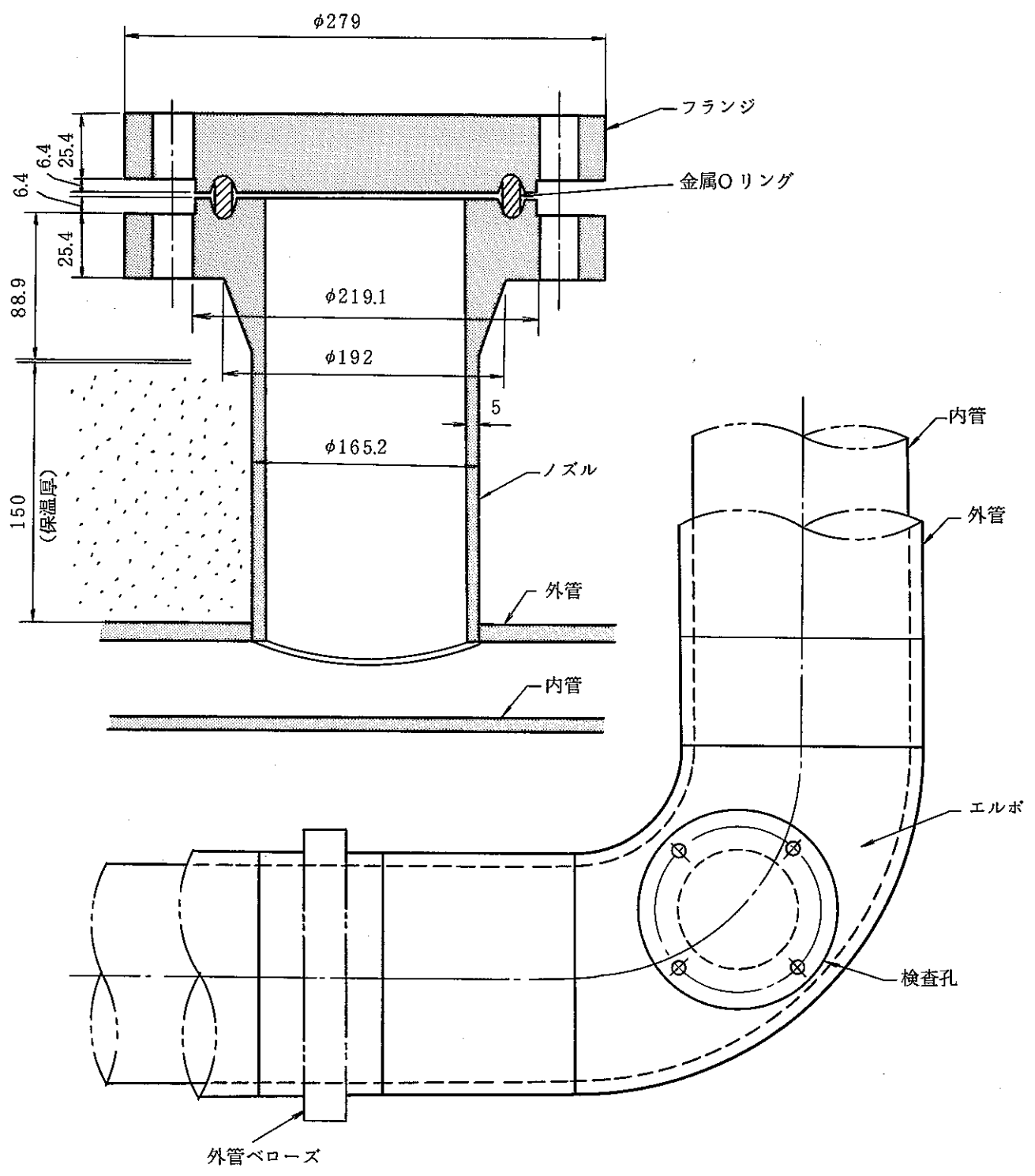


Fig. 2.4 Detail of ISI Hole (Hot Leg Piping)
 ホットレグ外管に設けられた検査孔構造

3. 検査方法

本報告書で述べる検査は、2次主配管異材継手体積検査を除いて、基本的に外観目視検査であり、1次主配管内管目視検査はASME SEC. XIの目視検査のカテゴリ-の内VTM-1に相当する。同様に1次系機器・配管目視検査はVTM-2に、配管支持装置点検はVTM-4に各々相当するものである。2次主配管体積検査には、放射線透過試験（Radiography Testing：RT）を採用した。これはUTを採用した場合、溶接部形状（シンニング、裏波等）によって判定が阻害されやすいこと、溶着金属が大きな林状組織となっていて、その擬似エコーによりS/N比が悪いこと等から判定が困難なためであるが、もっとも大きな理由は、RTを据付時に行っていて、ISI結果との比較が容易なためである。以下に、今回行われた各項目の検査方法を述べる。

3.1 1次主配管内管目視検査

(1) プラント操作、検査前準備

被検部が内管表面であるため、外管の検査孔を開放する必要があり予熱N₂ガス系は、主配管側の高温N₂ガスによる通気を停止し、炉容器内Naの保熱および補助系予熱のみを行うよう運転した。また、予熱N₂ガス系通気停止と並行して、検査孔A12、B12に近い主循環ポンプへの入熱要因となるポンプオーバフロコラム、ポンプオーバフロ配管、カバーガス配管、サイフォンブレイク配管、ベ-パトラップドレン配管のヒータをOFFとし、被検面の表面温度を降下させる操作を行った。ただし、検査に先立って、1次主循環ポンプA号機の分解点検を行っていて、Aループ側の予熱は停止されていたのでこのような操作が必要であったのはBループだけであった。2重管アニュラス部は通常運転時N₂ガス雰囲気となっており、また、主配管側アニュラス部のみを空気置換することが本設系統では不可能なので、検査孔開放後、Fig. 3.1に示すよう仮設排気設備を設置し、格納容器周辺雰囲気の空気を吸込み、R303にある床上空調環気口へ排出することによって、アニュラス部の空気置換を行った。この仮設設備の空気吸込口にはプレフィルタを、排気側には高性能フィルタ（ヘパフィルタ）を置き、塵埃の吸入およびアニュラス部内の汚染物の流出を防止した。

(2) 検査内容

アニュラス部を約1週間に渡って十分に空気置換した後、ダクト、フィルター類を撤去して、目視および写真撮影を行って、クラック、Na漏洩痕、腐食、等の有無を含めた内管表面状態を確認し、過去2回のISI結果と比較した。ここで、内管表面の今までの供用状態を確認するために被検面の清掃は行なわない。

3.2 1次系機器配管目視検査

(1) 検査内容

1次系機器、配管、弁類（これには、弁の他に駆動部、エクステンションロッドを含む）、ヒータ端末部、ケーブル（電線管含む）、現場計装品等、格納容器床下および付属建物内にある1次系を構成する設備全てについて目視により検査した。この場合、VTM-2相当の検査なので保温材等の取外しは行わず、外表面から検査した。

(2) 検査項目

冷却材バウンダリ、放射性カバーガスバウンダリについてNa漏洩の有無および放射性ガス漏洩の有無を目視にて確認する他に、1次系設備の据付が終了してほぼ10年経過していることを考慮して、

- 保温材劣化の程度
- 機器、配管相互の干渉の有無
- アンカーボルトの固定状態
- ダンプタンク、オーバフロタンクアンカーボルトスライド跡の確認
- ケーブル、ヒータ端子の劣化の有無
- 炭素鋼製タンク類（保温材なし）の発錆の有無

等、総合的な据付状態についても目視にて確認した。

3.3 1次系配管支持装置の点検

各点検支持装置について以下の項目について目視にて点検を行った。

(1) メカニカルスナッパ

- インジケータ位置
- 塗装、錆等の外観状態、本体の変形、損傷の有無
- 取付ボルト等のゆるみ、変形の有無

(2) コンスタントハンガー

- インジケータ位置
- 塗装、錆等の外観状態
- ターンバックル、取付ボルト等のゆるみの有無
- 本体、吊りボルト等の曲り、損傷の有無

(3) スプリングハンガ

- インジケータ位置
- 塗装、錆等の外観状態
- ターンバックル、取付ボルト等のゆるみの有無
- 本体、吊りボルト等の曲り、損傷の有無

- バネの密着の有無
- (4) バネ式防振器
 - インジケータ位置
 - 塗装, 錆等の外観状態
 - 取付ボルト等のゆるみの有無
 - バネの密着の有無
 - 本体および付属品の損傷の有無
- (5) レストレント, アンカー, ロッドハンガー
 - 溶接部の割れ, 損傷の有無
 - 塗装, 錆等の外観状態
 - ロッド, ボルト等の変形, 損傷, ゆるみの有無

ここで各支持装置のストロークインジケータについては, 指示がインデックスプレート内にあり, 検査時の状態から冷間時もしくは運転時ストロークまで移動できるだけの余裕があることを確認する。この場合点検時に配管が予熱されており, かつNaがドレンされているので, 配管系の温度によっては, その分の熱膨張量が検査時のストロークに含まれていることおよびNaがドレンされているので, その分自重が軽くなっていることに考慮する必要がある, これらを総合的に判断しなくてはならない。

3.4 2次主配管異材継手体積検査

(1) 検査前準備

最初に主 IHX 鏡板およびノズル部は, 2次系ヒータ (SCI-72~75, SCII-70.71) をOFFとして降温した。他の2次主配管用ヒータは定検のためにOFFとなっていた。また, 特に格納容器内の2次主配管は, たとえ2次系のヒータをOFFとしていても, 予熱N₂ガス系により主 IHX が予熱されていれば, 配管内 Ar ガスの対流により加熱されるが, この時は, 主ポンプ分解点検, 1次主配管 ISI のために, 予熱は停止されていた。その後, 検査対象部の保温, カバーシート, ヒータ, Na 漏洩検出器等を撤去した。配管部は主 IHX 鏡板を含めて同一のヒータで予熱されているので, ヒータそのものは撤去することはできず, ヒータ締付バンドを取外し, フィルムが挿入できるスペースを作るようにした。なお, 解体時 Na 漏洩検出器がヒータ締付バンドとのこすれによると思われる被覆の損傷が発見されたので, 復旧時に補修した。

(2) 検査内容

Fig.3.2に示す2次主配管と主 IHX の異材継手 (SUS 27^注+インコネル+STPA24) 5ヶ所についてRTを行い, 建設時に行ったRT記録と照合することにより欠陥が進展していないかどうか, また, 新たな欠陥が認められるか否かを確認した。対象溶接線の詳細構造

を Fig.3.3 に示す。RT の条件は、据付時と同じになるようにイリジウムを使用し、フィルム分割枚数も同一とした。Table 3.1 に今回の RT 撮影条件を示す。

しかし、据付時に行った配管外周上のフィルム振り分け位置が今となっては判らないので、撮影後予め検知されている欠陥位置と合せて照合した。また、RT と平行して溶接線の液体浸透探傷試験（PT）を実施した。

注) 建設当時の各称で現在の SUS 304

Table 3.1 Examination Procedure for Radiography Testing
撮影条件

1. 線 源	^{192}Ir
2. 焦点の大きさ	2 × 2 mm
3. 線源-フィルム間距離	500 mm
4. 照射時間	10 分 (8 分)
5. 使用フィルム	コダック AA 12"
6. 鉛スクリーンの厚み	0.1 mm
7. 現象条件	20 °C, 5 分, タンク
8. 母材材質	STPA 24 + インコネル - SUS 27
9. 板 厚	10.3 mm (9.3 mm)
10. 透過度計	No. 10 (No. 7) ASME 有孔形
11. 透過度計の位置	フィルム側

() 内は 10^B, その他は 12^B

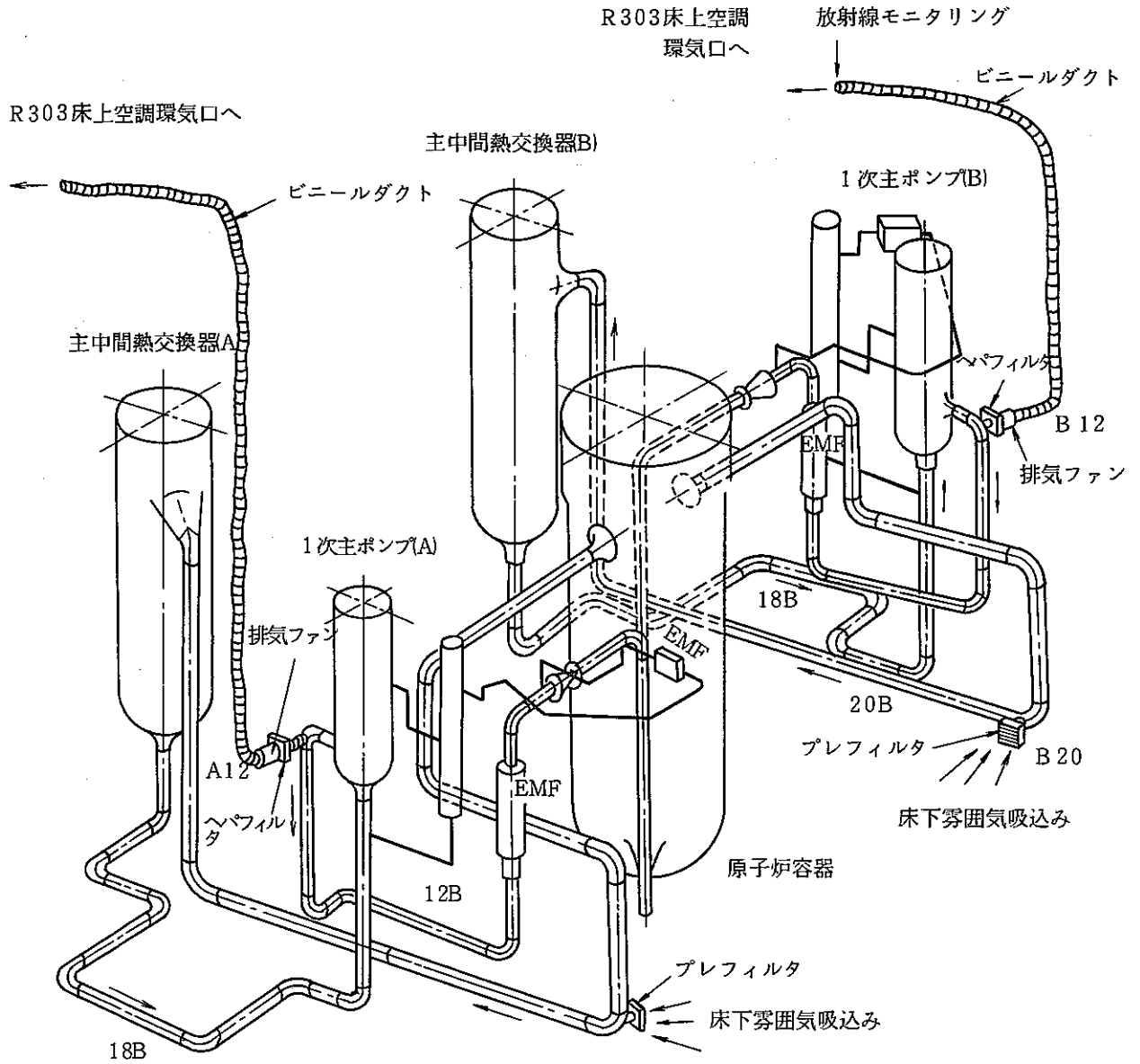


Fig. 3.1 Air Exchange and Cooling of Double-Walled Piping Annulus

2重管アニュラス部の冷却と空気置換方法

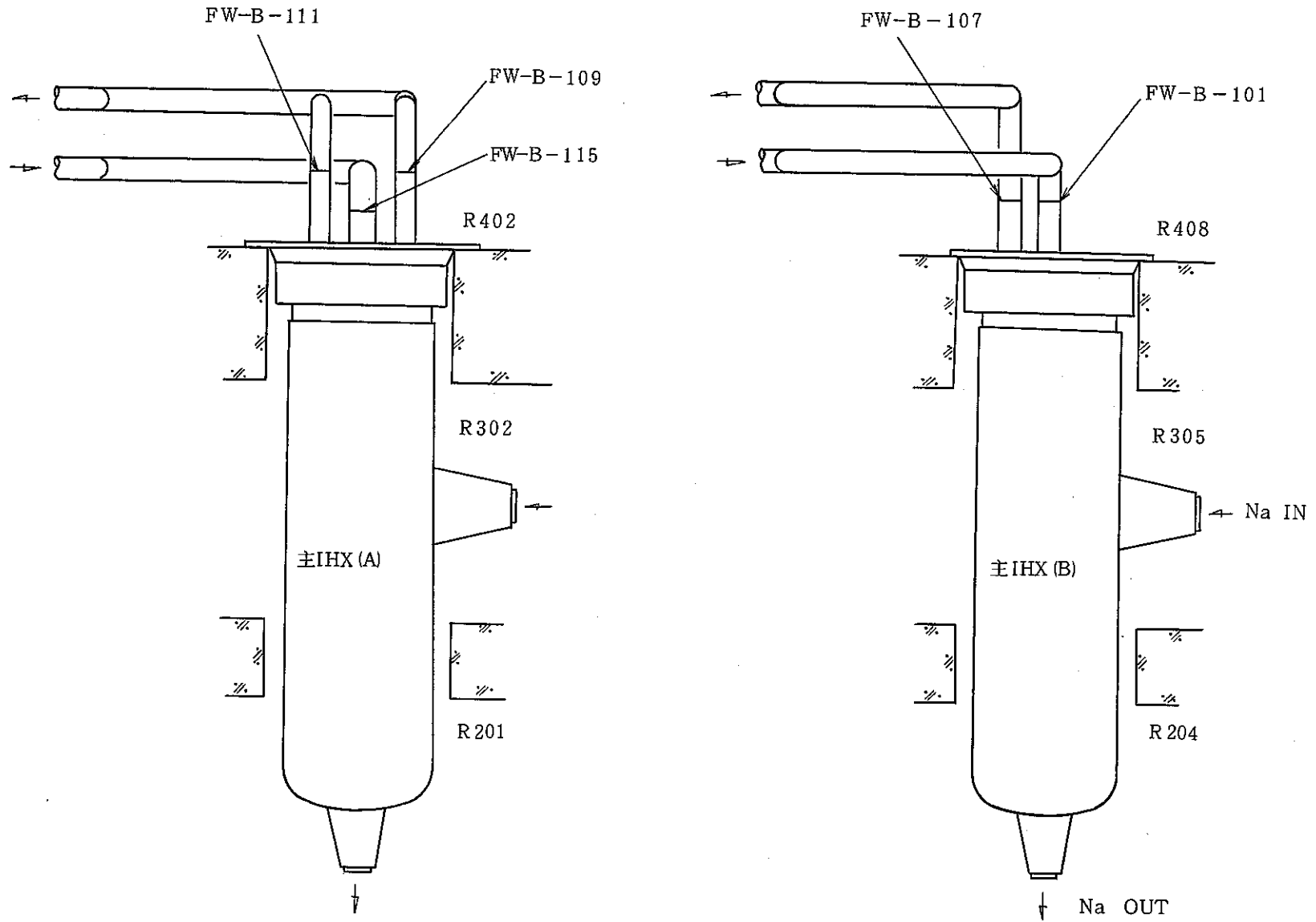
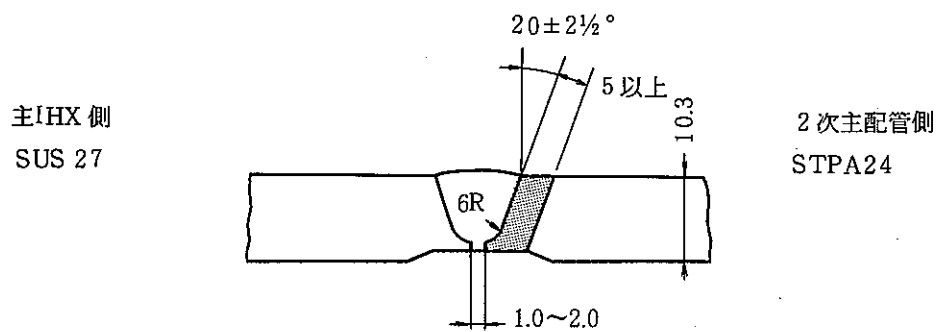
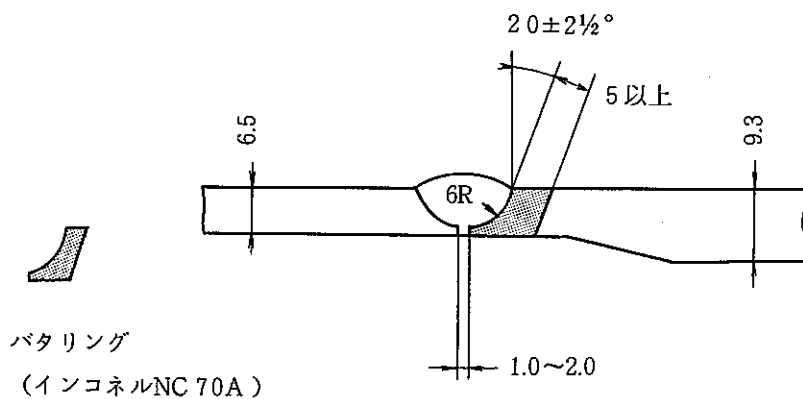


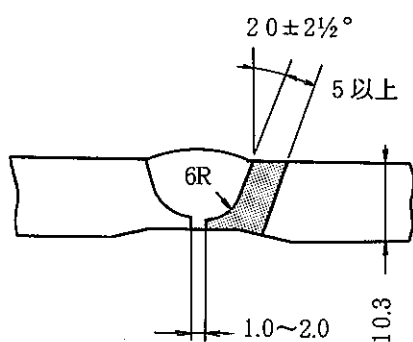
Fig. 3.2 Location of Dissimilar Welds on IHX's
主 IH× 出入口配管の異材継手位置



FW-B-101



FW-B-109, 111



FW-B-107, 115

Fig. 3.3 Weld Shape of Dissimilar Welds
異材継手の溶接部形状

4. 検査結果および検討

4.1 1次主配管内管目視検査

被検面の写真をPhoto.4.1～4.4に示す。各々の表面は、グラインダ仕上げ、なし地仕上げの相方があるが、このうちグラインダ仕上げ部分は溶接ビートを仕上げたものではない。12^Bと20^Bのエルボの場合、12^Bのもの溶接線はエルボの腹の部分に、20^Bのもの溶接線は腹と背の部分にあって、エルボ横面を検査するような位置では溶接線を直接肉眼で見ることができないので、グラインダ仕上げの跡は配管製作時の傷等を工場で補修したものである。写真を見ても判るとおり、被検部表面には、打ち傷、スクラッチおよびスパッタの痕跡が多く認められたが、これら表面傷の大きさ、位置は、今までに行われた供用前検査、2回のISI結果と比較して何ら変わるものではなかった。また、新たな欠陥も認められなかったことから、今回の目視検査の写真で見られる表面傷は、従来から存在するものであって進展性のものでなく、これら表面部が1次主配管内管の全表面を代表するとすれば、その冷却材バウンダリは健全性であると判断できる。

4.2 1次系機器配管目視検査

Table 4.1 (1/35～35/35)に部屋別に整理した1次系機器配管の目視検査結果を示す。また、検査の結果、保温材の損傷や干渉等、外観上異常の認められたものの位置を配管スケルトン上に示したものがFig.4.1～4.8である。これらの結果から以下に述べる事が明らかとなった。

- (1) 1次系全系統に渡って保温材が損傷を受けていた。保温材の損傷はペローズ部、弁部にて顕著であった。ペローズ、弁の保温施工要領をFig.4.9に示す。相方とも対象物の複雑な形状に合わせて保温施工するために、ファインフレックスやMGフェルトのようなウール状の保温材を取付け、これらを外装板で保持させているので、潰れ易い構造となっている。Fig.4.1で示したとおり、1次主配管ペローズ部の保温損傷が著しいが、これは格納容器床下へ立入った作業員が足場としてしまうためである。同様のことが弁保温についても言うことができるが、弁の場合この他にも外装板が保温材容量に比べて大きく内部空間が存在することおよび弁と保温材自体が弁と固定されていないこと等から据付以来時間を経るにつれて保温材が外装板下部へずり落ちてしまう現象も見られた。
- (2) ペローズや弁の保温だけでなく配管部保温についても異常が認められた。Fig.4.10に配管の保温施工要領を示す。今回の目視検査では、保温機能劣化として従来より指摘⁽⁴⁾されていたエルボ部放熱量大については、保温材の潰れ、保温材間のギャップの存在というような

直接目視できる損傷は認められなかった。ただし、垂直配管では、保温材が全体的にずり落ちて内部配管が露出しているものが認められた。（主冷却系、補助系の一部）これは、配管が熱変位で移動しても、保温材がこれに完全には追従せず、次第に配管と保温材とのギャップが拡がりついにはずり落ちてしまったものと思われる。水平配管においても同様に配管と保温材とが相対変位を起していることは十分考えられる。1次主配管の水平配管の保温材では上部が下部に比べて薄くなっている、いわゆる保温材の垂れ下がった状態が観察されたが、これも作業員が足場としてしまう以外に、相対変位によるギャップの発生が原因と思われる。

- (3) これら保温材の劣化の対策であるが、異常と判断したもの全てを対象として全面的に保修することは、コスト、作業員被曝を考えると不可能に近いので前述の配管露出部に対してはファイフレックスのような保温材を充填する等の部分的な保修とならざるを得ないが性能試験⁽⁵⁾の結果では75 MWと100 MWの床下雰囲気調整系における熱負荷の推移を見るとほとんど変化は認められないので、急激な保温材の損壊（これはほとんど考えられない。）が発生しない限りは、部分的な保修で充分対処が可能であると判断する。
- (4) 機器配管相互の干渉として配管と電線管、壁床貫通部における配管との接触、弁遠隔操作用エクステンションロッドとNaK圧力計および配管との接触、配管支持装置と配管および支持構造物との接触、ヒータ端子と床下足場の手摺りとの接触、配管とケーブルトレイの接触等が認められたが、これらは直ちに接触している機器配管の破損に結びつくものとは考えられないので、特に対策は施さず毎定検時に監視していく。

4.3 配管支持装置の点検

- (1) 各々の配管支持装置共、インジケータ位置は設計値と比べて大きな変化はなく、許容できるものであった。本点検は第2回定期より毎定検ごとに実施しているが過去の点検と比較してほぼ一致する結果が得られ、特に注目すべき異常な点も(4)で述べる以外認められないため、正常な作動をしていたと考える。また、測定したインジケータ位置は熱移動量を満たすだけのトラベルを有している。
- (2) 外観目視検査においては、ネジ部のゆるみ、各 부품の損傷、錆、割れ等も認められなかった。支持装置の点検と同時に、支持構造物の目視検査も行い、損傷、錆、割れ等もなく十分機能を満足していることを確認した。
- (3) Table 4.2に今回の点検で発見された配管支持装置の不具合品について示す。このうち2台は接近性の問題なので、装置本体に異常はない。ARD-3-2（バネ式防振器）は、バネに錆が認められたが、過去2回の点検と比較しても錆の進行はない。建設時に一時的（現地保管の不適切さ）に発生した残錆と思われる。また、バネ線径に減肉等の損傷は認められないので、以後の使用に差しつかえないと判断した。

- (4) 1次充填ドレン系配管（炉容器ベーパーラップドレン R 201～R 203）にてFig.4.11に示したような現象が認められた。Fig.4.11でA部がR 201～R 203 壁貫通スリーブと干渉している。R 201側では接触しているがR 203側では20 mmのギャップがある。本来、本配管は炉容器、熱交換器カバーガス配管およびベーパーラップに溜ったNaをダンプタンクヘドレンするラインなので、図のように配管が逆勾配になった状態では正常なNaドレンが行えない。

Fig.4.11でDRH-44からDRH-47間での各スパンの合計重量は

$$W_t = LW_p + A$$

L：スパン合計長さ (m)

W_p：単位長さあたりの配管重量 (kg/m)

A：ラグの重量 (1 kg/枚)

$$L = 0.64 + 1.12 + 0.25 + 2 + 1.6 + 2.7 = 8.31 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} W_p &= 2.3 \text{ kg/m (管)} + 2.9 \text{ kg/m (保温材)} + 2.0 \text{ kg/m (ヒータ)} \\ &= 7.2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_t &= (8.31 \text{ m} \times 7.2 \text{ kg/m}) + 5 \text{ kg} \\ &= 65 \text{ kg} \end{aligned}$$

となる。これに対してDRH 44, 45, 46, 47 の4ポイントの合計支持荷重は

$$23 \text{ kg} + 25 \text{ kg} + 2 \text{ kg} + 8 \text{ kg} = 58 \text{ kg}$$

しかなく、しかもDRH-45では設計インジケータ位置1 mmに対して34 mm下降していることから、このような配管の下降原因は、ハンガーの容量不足である。以上の検討結果から前に述べた4ポイントのハンガーの容量だけでなく、当既配管全スプールについてハンガーの見直しを行う予定である。

4.4 2次主配管異材継手体積検査

検査対象であるFW-B-101, 109, 111, 107, 115についてRTを行い、製作時の記録と比較した。

Table 4.3にRT記録を示す。検査の結果、建設時と比較して割れ等の新しい欠陥は発見されなかった。また製作時より確認されていたインジケーションについてはその後の運転による進展も認められなかった。

ASME SEC.XIによればクラス2機器の異材継手でNaを内包する配管の周溶接は、1回の検査にて溶接線の33%について体積検査を行うよう記述されている (Table IMC-2500-1 EXAMINATION CATEGORY C-F DISSIMILAR METAL WELDS)

今回RTを実施した5ヶ所の周溶接は2次主配管に存在する異材継手13ヶ所のほぼ38%に相当しており、これらの検査結果から、上述した如くの結果が得られたことは、異材継手部の

健全性は十分確認されたと言うことができる。

この他に表面検査として液体浸透探傷試験も実施したが、欠陥は認められなかった。

Table 4.1 Visual Inspection Results for Primary System Components and Pipings

1次系機器・配管点検表 (1 / 35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R - 206

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主循環ポンプ (A)	1次冷却系	無	良	無	吸入配管の保温材脱落	
2	オーバフロカラム (A)	"	"	"	"	戻りライン第1, 第2ベローズ用保温板金の凹み有	
3	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	ベローズ用保温板金の著しい凹み有	
4	主配管 (IHX~P)	"	"	"	"	ポンプより第3ベローズ用保温板金の凹み有	
5	主配管 (P~RV)	"	"	"	"	EMF から第2ベローズ用保温材の潰れ	
6	12 B 逆止弁	"	"	"	"	上部保温材の崩れ有	
7	12 B EMF	"	"	"	"	EMF 上端カバーに破損有	
8	サイフォンブレイク配管	"	"	"	メカニカルスナップ (SYAD-5) がサポートと干渉	保温材に凹み有	
9	サイフォンブレイク EMF	"	"	"	無	異状無し	
10	NaK 圧力計及び導管	"	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (2 / 35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R - 206

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	V31・1-80 A	1次主冷却系	無	良	無	異常無し	
12	ポンプ (A) ベーパートラップ	1次Arガス系	〃	〃	〃	〃	
13	カバーガス配管	〃	〃	〃	〃	〃	
14	ドレン系配管	1次充填ドレン系	〃	〃	〃	主配管(ポンプ~IHX)のドレンライン中, ベローズ部の保温材凹み有	
15	V71 - 6 A	予熱N ₂ ガス系	-	〃	〃	異常無し	
16	- 7 A	〃	-	〃	〃	〃	
17	- 46 A	〃	-	〃	〃	弁本体用と, ベローズ用保温板金の潰れ大	
18	- 47 A	〃	-	グラウンド・ピース部よりの油漏れ跡有	〃	異常無し	
19	- 48 A	〃	-	〃	〃	保温材脱落	
20	- 49 A	〃	-	〃	〃	ベローズ用保温材脱落	

備考: ① V84 - 125 弁の前後ラインにおいて, 保温材の著しい崩れ有。

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (3 / 35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R - 206

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
21	予熱N ₂ ガス系配管	予熱N ₂ ガス系	-	良	無	異状無し	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (4 / 35)

点検日: 59. 2.14

部屋No : R-201

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主 IHX (A)	1次主冷却系	無	良	無	異常無し	
2	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	"	
3	主配管 (IHX~P)	"	"	"	"	IHXより第2, 第3ベローズ部の保温板金に濡れ有	
4	オーバフロ戻り配管	オーバフロ系	"	"	"	異常無し	
5	ドレン配管	1次充填ドレン系	"	"	有 (備考参照)	"	
6	カバーガス配管	1次 Ar ガス系	-	"	無	"	
7	予熱 N ₂ ガス系配管	予熱 N ₂ ガス系	-	"	"	"	
8	安全容器呼吸系配管	安全容器呼吸系	-	"	"	排気ラインにおいて R-302 室から R-201 室の貫通部に保温材が接触	

備考: R-302 室よりの炉容器ベーパーラップドレンライン (1B-SS-Na-35.1-9) において, R-202 室との貫通部に, 配管が垂れ下がり接触しているため, ラインのスプリングハンガ (DRH-45) が作用せず。

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (5 / 35)

点検日: 59. 2. 15

部屋No. : R - 204

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主IHX (B)	1次主冷却系	無	良	無	異常無し	
2	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	"	
3	主配管 (IHX~P)	"	"	"	"	第2ベローズ部の保温板金に著しい凹み有	
4	補助 IHX	1次補助系	"	"	"	胴部保温材の垂れ下がりが有	
5	補助配管 (IHX~EMP)	"	"	"	"	IHX 出口ラインのベローズ用保温材に潰れ有	
6	補助配管 (EMP~IHX)	"	"	"	"	異常無し	
7	NaK 圧力計, 導管	オーバフロー系	"	"	"	"	
8	ドレン配管	1次充填ドレン系	"	"	"	"	
9	カバーガス配管	1次Ar ガス系	"	"	"	"	
10	予熱N ₂ ガス配管	予熱N ₂ ガス系	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (6 / 35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R-203

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	補助EMP	1次補助冷却系	無	良	無	異常無し	
2	補助EMF	"	"	"	"	"	
3	3 ^B 逆止弁	"	"	"	"	"	
4	補助配管 (IHX~EMP)	"	"	"	"	"	
5	補助配管 (EMP~RV)	"	"	"	"	EMF 出口ラインの保温板金が垂れ下がり内部配管の露出が見られる。	
6	NaK圧力導管	"	"	"	"	異常無し	
7	コールドトラップ (A)	1次純化系	"	"	"	"	
8	コールドトラップ (B)	"	"	"	"	"	
9	純化系配管 (ECO~CT)	"	"	"	C/T立上り部でコンジットパイプと干渉	"	
10	純化系配管 (CT~ECO)	"	"	"	無	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表(7/35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R-203

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	コールドトラップ N ₂ ガス配管	1次純化系	無	良	BC/T 出口ラインのエルボ部がケーブルトレイと干渉している。	C/T 出口部のペローズ用保温板金に破損有	
12	V34・1-23 A	"	"	"	無	異状無し	
13	-23 B	"	"	"	"	"	
14	-34	"	"	据付方向が逆である。	"	保温材に著しい潰れ有。	
15	-35	"	"	良	"	異状無し	
16	カバーガス配管	1次 Ar ガス系	"	"	"	"	
17	予熱 N ₂ ガス配管	予熱 N ₂ ガス系	"	"	有 (備考②参照)	備考①参照	
18	V71-8	"	"	グラウンド・ピース部より油漏れ跡有。	無	"	
19	-42	"	"	良	"	"	
20	-41	"	"	"	"	"	

備考: ①B 側戻りライン (12B-CS-N₂-71-28) PCV 壁側より 1 つめのペローズ用保温材に著しい潰れ有。
②リークジャケット N₂ 供給ライン (3B-CS-N₂-71-51) において, R-202 室との貫通部に接触部有。

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (8 / 35)

点検日: 59. 2. 15.

部屋No. : R-205

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主循環ポンプ (B)	1次主冷却系	無	良	無	異常無し	
2	オーバフロコラム (B)	"	"	"	"	"	
3	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	備考①参照	
4	主配管 (IHX ~P)	"	"	"	"	備考②参照	
5	主配管 (P~RV)	"	"	"	"	ポンプ吐出側より第2, 第3ベロー部の保温板金に著しい汚れ有	
6	12 ^B 逆止弁	"	"	"	"	異常無し	
7	12 ^B EMF	"	"	"	"	EMF 上端部の保温カバーに破損有	
8	サイフォンブレイク 配管	"	"	"	"	異常無し	
9	サイフォンブレイク EMF	"	"	"	"	"	
10	NaK 圧力計 導管	"	"	"	"	本体側保温板金に凹み有	
備考: ①第1ベロー部と, 20B ISI検査孔よりIHX側への第1ベロー部において保温板金の破損。 ②ポンプサクシオンより第1, 第2ベロー部の保温材脱落, 及び第3ベロー部の保温板金に著しい汚れ有。							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (9 / 35)

点検日: 59. 2. 15.

部屋No. : R - 205

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	V31・1 - 80 B	1次主冷却系	無	良	無	異常無し	
12	ポンプ (B) ベーパートラップ	1次Arガス系	"	"	"	"	
13	カバーガス配管	"	"	"	"	"	
14	ドレン配管	1次充填ドレン系	"	"	"	"	
15	V71 - 6 B	予熱N ₂ ガス系	-	グラウンド・ピース部 より油漏れ跡有	"	"	
16	- 7 B	"	-	良	"	"	
17	- 46 B	"	-	"	"	"	
18	- 47 B	"	-	"	"	"	
19	- 49 B	"	-	グラウンド・ピース部 より油漏れ跡有	"	"	
20	予熱N ₂ ガス配管	"	-	良	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (10 / 35)

点検日: 59. 2. 15.

部屋No. : R-205

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
21	V35・1-21	1次充填ドレン弁	無	良	無	異常無し	
22	FFDサンプリング配管	FFDCG法	〃	〃	〃	〃	
23	オーバフロ汲上配管	オーバフロー法	〃	〃	〃	〃	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表(11/35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R-202

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	プラグング計	1次純化系	無	良	無	異状無し	
2	コールドトラップ エコノマイザ	"	"	"	"	"	
3	プラグング計 エコノマイザ	"	"	"	"	"	
4	コールドトラップ EMF	"	"	"	"	"	
5	プラグング計 EMF	"	"	"	"	"	
6	純化系配管	"	"	備考参照	"	"	
7	V34・1-4A	"	"	エクステンション ロッドが, D/T B	"	"	
8	-4B	"	"	NaK 圧力計導圧ラ インと接触している	"	"	
9	-5A	"	"	(建設時からのものと 思われる)	"	"	
10	-5B	"	"		"	"	
備考: 緊急汲上ライン(2B-SS-Na-34.1-19)が, R-201室側の壁と接触している。							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (12 / 35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No : R - 202

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	V34・1-6	1次純化系	無	良	無	異常無し	
12	- 7	"	"	"	"	"	
13	- 8	"	"	"	"	"	
14	- 9	"	"	"	"	"	
15	- 10	"	"	"	"	"	
16	- 11	"	"	"	"	"	
17	- 12	"	"	"	"	"	
18	- 33	"	"	"	"	"	
19	- 3	"	"	"	"	"	
20	DP34・1-2	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (13 / 35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R - 202

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
21	DP 32・1 - 3	1次純化系	-	良	無	異状無し	
22	V32・1 - 80	1次補助系	無	〃	〃	〃	
23	NaK圧力計	〃	〃	〃	〃	〃	
24	ドレン配管	1次充填ドレン系	〃	〃	〃	〃	
25	NaK圧力計 (ダンプタンクB)	〃	〃	〃	〃	導圧管部のヒーター (H35.1 - 99-4A) が, サポートと干渉	
26	V35・1 - 80 B	〃	〃	〃	〃	異状無し	
27	- 8 A	〃	〃	〃	〃	〃	
28	- 9 A	〃	〃	〃	〃	〃	
29	- 10 A	〃	〃	〃	〃	〃	
30	- 9 B	〃	〃	〃	〃	〃	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (14 / 35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R - 202

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
31	V35・1 - 10B	1次充填ドレン系	無	良	無	異常無し	
32	- 11	"	"	"	"	"	
33	- 6	"	"	"	"	"	
34	- 1A	"	"	"	"	"	
35	- 1B	"	"	"	"	"	
36	- 2A	"	"	"	"	"	
37	- 2B	"	"	"	"	"	
38	- 3	"	"	"	"	"	
39	- 4	"	"	"	"	"	
40	- 8B	"	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (15/35)

点検日: 59. 2. 16.

部屋No. : R - 202

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
41	NaK圧力計 (ダンプタンクA)	1次充填ドレン系	無	良	無	異常無し	
42	V35・1-80 A	"	"	"	"	"	
43	- 17	"	"	"	"	"	
44	- 23	"	"	"	"	"	
45	- 24	"	"	"	"	"	
46	カバーガス配管	1次Arガス系	"	"	"	"	
47	V36・1-37	"	-	据付方向が逆である。	"	"	
48	安全容器呼吸系 配管	安全容器呼吸系	-	良	"	"	
49	安全容器呼吸系弁 (6台)	"	-	"	"	"	
50	予熱N ₂ ガス配管	予熱N ₂ ガス系	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (16 / 35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No. : R - 202

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
51	予熱N ₂ ガス系弁 (3台)	予熱N ₂ ガス系	—	良	無	異常無し	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (17/35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No. : R-103, 102, 106

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	ダンプタンク (A)	1次充填ドレン系	無	良	無	異状無し	
2	ドレンヘッド	"	"	"	"	"	
3	オーバフロ配管 (R102戻り)	オーバフロー系	"	"	"	"	
4	オーバフロ配管 (R106汲上げ)	"	"	"	"	R-205室との貫通部保温材の一部無し	
5	純化系配管	1次純化系	"	"	備考①, ②参照	異状無し	
備考: ①純化系汲上ライン (2B-SS-Na-34.1-2) に, コンジットパイプ用サポートが干渉。 ②緊急汲上ライン (2B-SS-Na-34.1-19) のバネ式防振器 (PUD-48) と, 床下空調ダクト用サポート・チャンネルが干渉している。							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (18/35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No : R-104

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	ダンプタンク (B)	1次充填ドレン系	無	良	無	異状無し	
2	ドレン配管	"	"	"	"	"	
3	カバーガス配管	1次Arガス系	"	"	"	"	
4	自動プラグング計	1次純化系	"	"	"	"	
5	NaK圧力計 導圧管	1次充填ドレン系	"	"	備考参照	"	
備考: ラインが, バネ式防振器 (DRD-11) 用サポートにのっているため, 同ラインのハンガー (HMD-13) が作用せず。							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (19/35)

点検日: 59. 2. 17.

部屋No. : R-105

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	オーバフロータンク	オーバーフロー系	無	良	無	異常無し	
2	オーバーフローEMP (ダンパー含む)	"	"	"	"	"	
3	オーバフローEMP	"	"	"	"	"	
4	オーバフロー配管 (戻り配管)	"	"	"	"	"	
5	オーバーフロー配管 (汲上配管)	"	"	"	"	"	
6	V33 - 1	"	"	"	"	"	
7	- 4	"	"	"	"	"	
8	- 5 (逆止弁)	"	"	"	"	"	
9	- 6	"	"	"	"	"	
10	-80	"	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (20 / 35)

点検日: 59. 2. 17.

部屋No. : R - 105

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	NaK 圧力計, 導管	オーバフロー系	無	良	無	異常無し	
12	純化EMP (ダンパー含)	1次純化系	"	"	"	"	
13	純化系配管	"	"	"	"	"	
14	V34・1 - 1	"	"	"	"	"	
15	- 2	"	"	"	"	"	
16	ドレン配管	1次充填ドレン系	"	"	"	"	
17	V35・1 - 5	"	"	"	"	"	
18	- 7	"	"	"	"	"	
19	- 19	"	"	"	"	"	
20	ベーパートラップ	1次Arガス系	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表(21/35)

点検日: 59. 2. 17.

部屋No. : R-105

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
21	カバーガス配管	1次Arガス系	無	良	無	異常無し	
22	補助サイフォンブレイク配管	1次補助系	〃	〃	〃	〃	
23	V35・1-12	1次充填ドレン系	〃	〃	〃	〃	
24	自動プラグング計配管	1次純化系	〃	〃	〃	〃	
25	純化系配管	〃	〃	〃	〃	〃	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (22/35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R-302

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主IHX(A)	1次主冷却系	無	良	純化系戻りライン(2B-SS-Na-34.1-21)が沫スリーブと干渉	純化系戻りラインの, ノズル部保温材が脱落している。	
2	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	無	異常無し	
3	純化系配管	1次純化系	"	"	"	"	
4	呼吸ガスヘッダ	1次Arガス系	-	"	"	"	
5	加圧ヘッダ	"	"	"	"	"	
6	ベーパートラップ	"	"	"	"	"	
7	カバーガス配管	"	"	"	"	備考参照	
8	オーバフロー戻り配管	オーバフロー系	"	"	"	異常無し	
9	安全容器呼吸系配管	安全容器呼吸系	-	"	"	"	
10	1次Arガス系弁 (14台)	1次Arガス系	"	"	"	"	
備考: IHX(A)カバーガスライン(6B-SS-Ar-36.1-26A)と, 炉容器カバーがスラインとの合流点廻りの, 保温板金が脱落。							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (23 / 35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R - 305

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	主IHX(B)	1次補助系	無	良	無	異常無し	
2	主配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	"	
3	補助IHX	"	"	"	"	上部保温材が崩れている。	
4	補助配管 (RV~IHX)	"	"	"	"	異常無し	
5	補助配管 (IHX~RV)	"	"	"	"	"	
6	サイフォンブレーク 配管	"	"	"	"	"	
7	V32・1 - 1	"	"	"	"	"	
8	- 3	"	"	"	"	"	
9	- 4	"	"	"	"	弁廻りの保温材崩れ。	
10	- 6	"	"	"	"	異常無し	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (24 / 35)

点検日: 59. 2. 14

部屋No. : R - 305

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
11	カバーガス配管	1次Arガス系	無	良	無	異常無し	
12	炉容器部分ドレン配管	"	"	"	バネ式防式器(DRD-128)が建家と干渉	"	
13	V35・1 - 16	"	"	"	"	"	
14	- 18	"	"	"	"	"	
15	FFD サンプル配管	FFDCG 法	"	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (25 / 35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No. : R - 303

No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	カバーガス配管	1次Arガス系	-	良	無	異状無し	
2	ポンプ軸封配管	"	-	"	"	"	
3	軸封ガスアキュムレータ	"	-	"	"	"	
4	Arガス系弁 (33台, ストレーナ含)	"	-	"	"	"	
5	V36・1 - 36	"	-	"	"	"	
6	安全容器呼吸系配管	安全容器呼吸系	-	"	"	"	
7	安全容器呼吸系弁 (12台, ストレーナ含)	"	-	"	"	"	
8	予熱N ₂ ガス配管	予熱N ₂ ガス系	-	"	"	"	
9	予熱N ₂ ガス弁 (8台)	"	-	"	"	"	
10	Naサンプリング装置	1次純化系	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (26 / 35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No. : R - 407

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	カバーガス サンプリング配管	1次Arガス系	-	良	無	異常無し	
2	カバーガス サンプリング弁類	"	-	"	"	"	
3	ポンプ軸封配管	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (27 / 35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No. : R-404

PNC SN941 85-84

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	ポンプ軸封配管	1次Arガス系	-	良	無	異常無し	
2	配管	安全容器呼吸系	-	〃	〃	〃	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (28 / 35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No. : R - 402, 412

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	ポンプ軸封配管	1次Arガス系	-	良	無	異状無し	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (29 / 35)

点検日: 59. 2. 16

部屋No : R-405, 410, 501

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	ポンプ軸封配管	1次Arガス系	-	良	無	異状無し	
2	安全容器呼吸系配管 (R 501)	安全容器呼吸系	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (30 / 35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No. : A - 204

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	カバーガス配管	1次Arガス系	-	良	無	異状無し	
2	Arガス系弁 (17台ストレーナ含)	"	-	"	"	"	
3	真空ポンプ	"	-	"	"	"	
4	増圧ポンプ, 水ポット	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (31/35)

点検日: 59. 2.17

部屋No : A-205

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	低圧タンク	1次Arガス系	-	マンホール部の塗装が剥離	無	異状無し	
2	供給タンク	"	-	"	"	"	
3	カバーガス配管	"	-	"	"	"	
4	Arガス系弁 (8台ストレーナ含)	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cout'd

1次系機器・配管点検表 (32 / 35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No : A - 206

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	カバーガス配管	1次Arガス系	-	良	無	異常無し	
2	V36・1 - 6	"	-	"	"	"	
3	-38	"	-	"	"	"	
4	予熱N ₂ ガス配管	予熱N ₂ ガス系	-	"	"	"	
5	V71 - 4	"	無	リーク試験用圧力計の, 導圧管部の固定不良	"	"	
6	- 5	"	"	良	"	"	
7	- 9	"	"	"	"	"	
8	- 10	"	"	"	"	"	
9	- 35	"	"	備考参照	"	"	
備考: 安全容器排出N ₂ ガスPCV出口ライン (3B-CS-N ₂ -71-57) 用, スプリングハンガー (ANH-51) の, クランプボルトが紛失							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (33 / 35)

点検日: 59. 2. 17.

部屋No. : A - 207

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	コールドトラップ 冷却器	1次純化系	-	良	無	フランジ部の保温板金潰れ	
2	N ₂ ガスサージタンク	"	-	"	"	異常無し	
3	純化系配管	"	-	サージタンクからC/T 出口配管まで, 塗装が 剥離	"	"	
4	純化系弁	"	-	良	"	"	
5	予熱N ₂ ガス系配管	予熱N ₂ ガス系	-	"	"	"	
6	予熱N ₂ ガス系弁	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (34 / 35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No. : A - 208

No.	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	予熱N ₂ ガスブロワ(A)	予熱N ₂ ガス系	—	カップリングカバー基礎部破損のため, 同固定ボルトの紛失	無	異常無し	
2	予熱N ₂ ガスブロワ(B)	〃	—	良	〃	〃	
3	N ₂ ガス加熱器	〃	—	〃	〃	〃	
4	オイルプレッシャーユニット	〃	—	〃	〃	〃	
5	オイルクーラ	〃	—	〃	〃	〃	
6	ボルテックスブロワ	〃	—	〃	〃	〃	
7	ヘッドタンク	〃	—	〃	〃	〃	
8	予熱N ₂ ガス配管	〃	—	〃	〃	〃	
9	予熱N ₂ ガス弁	〃	—	〃	〃	〃	
10							
備考:							

Table 4.1 Cont'd

1次系機器・配管点検表 (35 / 35)

点検日: 59. 2. 17

部屋No. : A - 306

PNC SN941 85-84

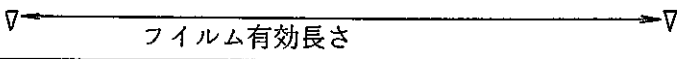
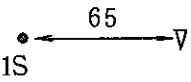
No	点検対象	系統名	点検内容				点検結果
			Na漏洩跡の有無	外観, 据付状態	他機器との干渉の有無	保温, ヒータ端子等の状態	
1	V34・1 - 22	1次純化系	-	良	無	異状無し	
2	- 24	"	-	"	"	"	
3	純化系配管	"	-	"	"	"	
備考:							

Table 4.2 Poor Condition piping Supports (Primary Systems)

配管支持装置一覧

支持点No.	種別	系統名	部屋No.	不具合内容	検討結果
ABD-20	バネ式防振器	補助系	R 305	配管, 機器, 壁各々に近接しているために検査ができない。	離れた所から外観を目視したが損傷等は認められない。
DRD-123	"	充填ドレン系	R 203	"	"
ARD-3-2	"	アルゴンガス系	R 302	ケースその他に異常はないがバネのみにサビがある。	バネ線径の減肉その他の重大な損傷は認められない。
PUD-48	"	純化系	R 102	本体バネケースがアングルに干渉しロッドに曲げが生じている。	バネプレシャープレートの逃げ角度の許容値内にあるため, 支持性能に影響はない。

Table 4.3(1) Radiography Testing Result of FW-B-101
FW-B-101 のRT結果

フィルムNo. (溶接線No.)	欠陥の位置と種類 	備考
FW-B-101 -1	▽	▽
-101 -2	▽	▽
-101 -3	▽	▽
-101 -4	▽	▽
-101 -5	▽ 	▽
-101 -6	▽	▽

欠陥の種類

- P : ブローホール
- S : スラグ巻き込み
- T : タングステン巻き込み

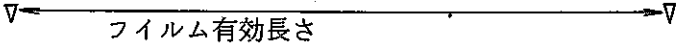






Table 4.3(2) Radiography Testing Results of FW-B-109
FW-B-109のRT結果

フィルムNo. (溶接線No.)	欠陥の位置と種類 ▽ ← フィルム有効長さ → ▽	備考
FW-B-109 -1	▽ ● ← 30 → ▽ 1P	
-109 -2	▽ ▽	
-109 -3	▽ ▽	
-109 -4	▽ ▽	
-109 -5	▽ ▽	
-109 -6	▽ ← 40 → ● 1P ▽	

欠陥の種類

- P : ブローホール
- S : スラグ巻込み
- T : タングステン巻込み

Table 4.3(3) Radiography Testing Result of FW-B-111
FW-B-111のRT結果

フィルムNo. (溶接線No.)	欠陥の位置と種類 	備考
FW-B-111 -1		
-111 -2		
-111 -3		
-111 -4		
-111 -5		
-111 -6		

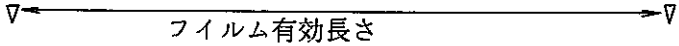
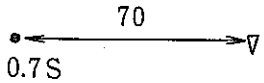
欠陥の種類

P : ブローホール

S : スラグ巻込み

T : タングステン巻込み

Table 4.3(4) Radiography Testing Result of FW-B-107
FW-B-107のRT結果

フィルムNo. (溶接線No.)	欠陥の位置と種類 	備考
FW-B-107 -1	▽	▽
-107 -2	▽	▽
-107 -3		▽
-107 -4	▽	▽
-107 -5	▽	▽
-107 -6	▽	▽

欠陥の種類

P : ブローホール

S : スラグ巻込み

T : タングステン巻込み

Table 4.3(5) Radiography Testing Result of FW-B-115
FW-B-115のRT結果

フィルムNo. (溶接線No.)	欠陥の位置と種類 ▽ ← フィルム有効長さ → ▽	備考
FW-B-115 -1	▽ ▽	
FW-B-115 -2	▽ ▽	
FW-B-115 -3	▽ ▽	} 欠陥なし
FW-B-115 -4	▽ ▽	
FW-B-115 -5	▽ ▽	
FW-B-115 -6	▽ ▽	

欠陥の種類

- P : ブローホール
- S : スラグ巻込み
- T : タングステン巻込み

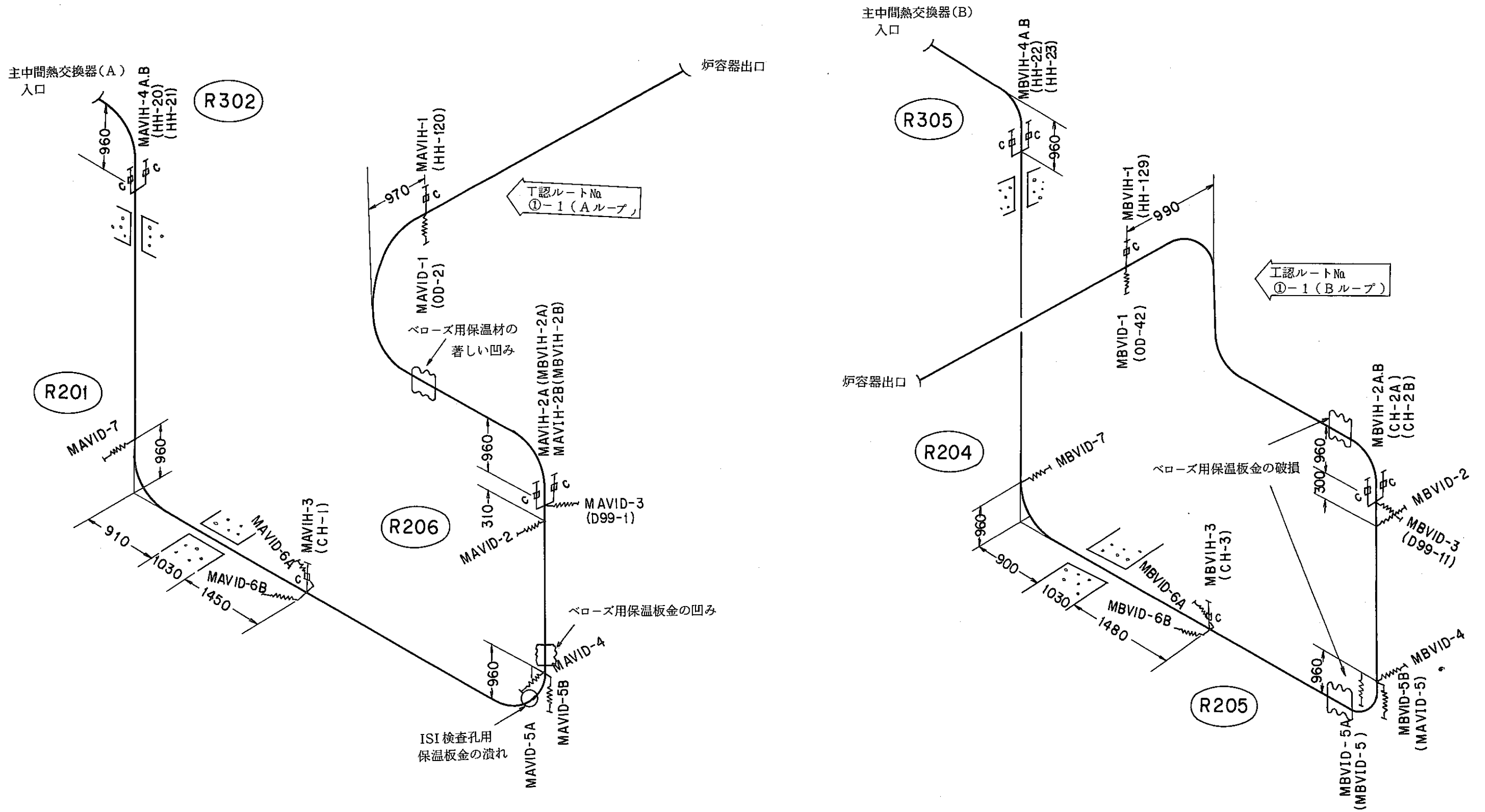


Fig. 4.1(1) Primary Heat Transport System.

1次主冷却系 (1/4)

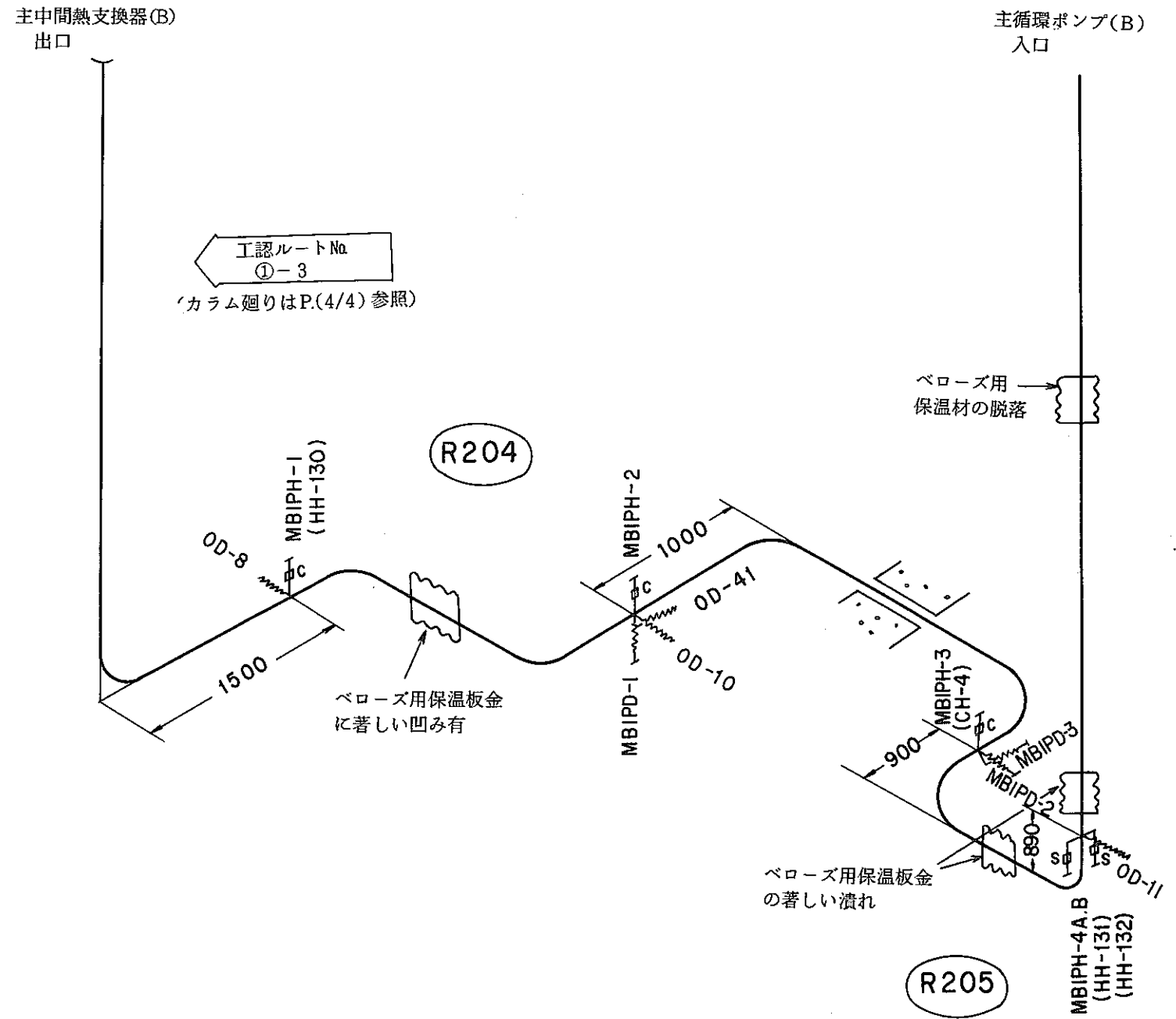
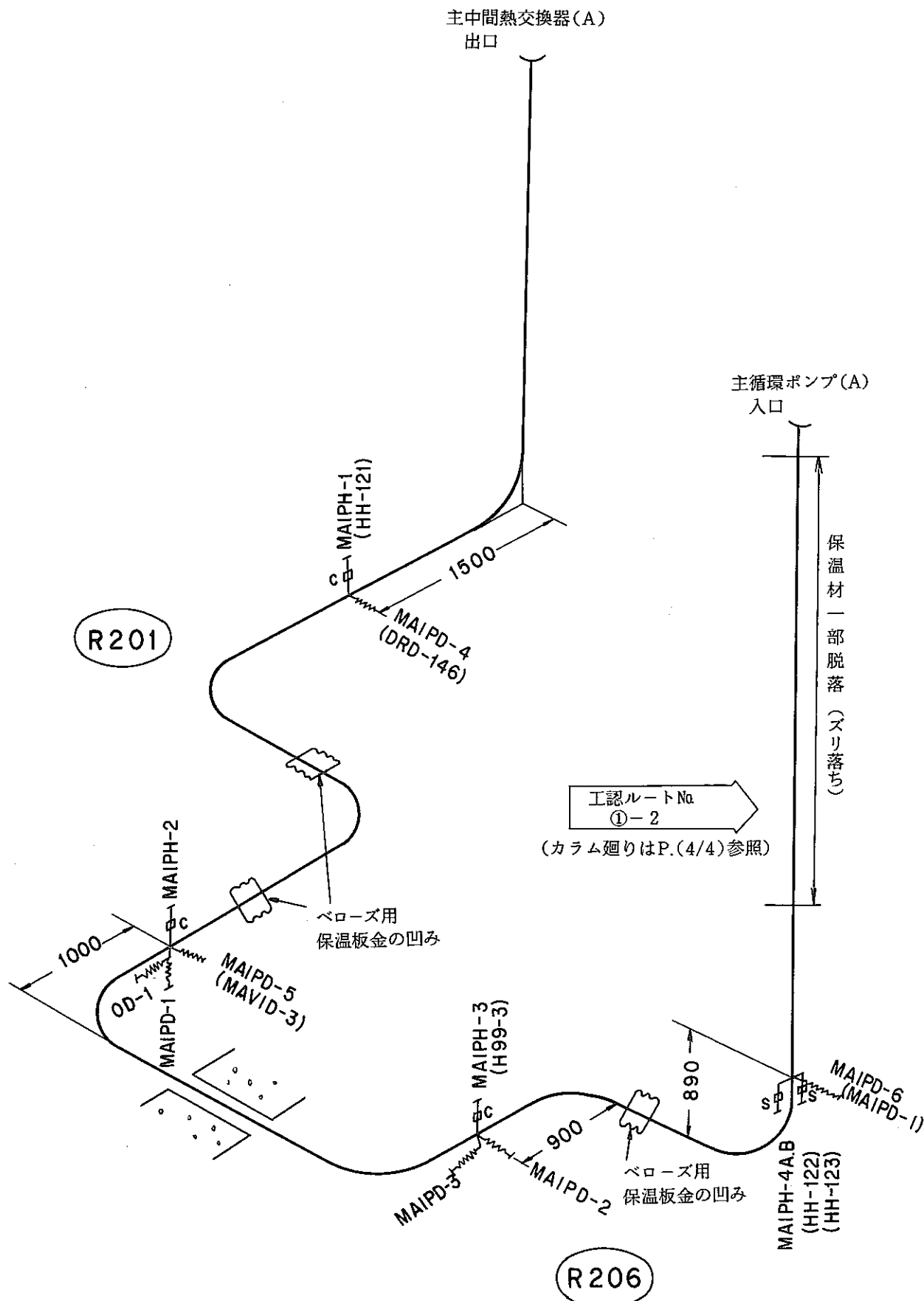


Fig. 4.1(2) Primary Heat Transport System.
1次主冷却系 (2/4)

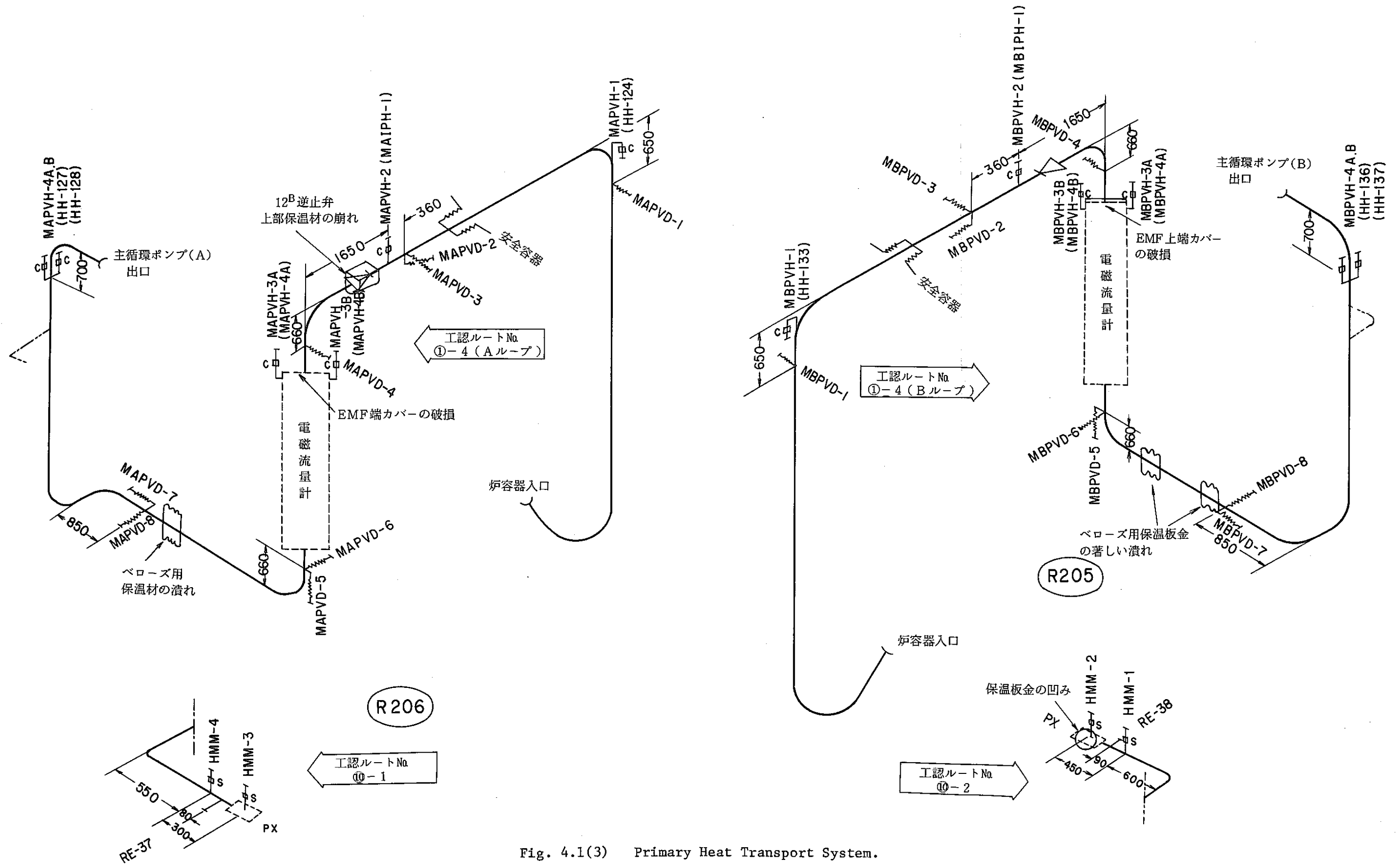


Fig. 4.1(3) Primary Heat Transport System.

1次主冷却系 (3/4)

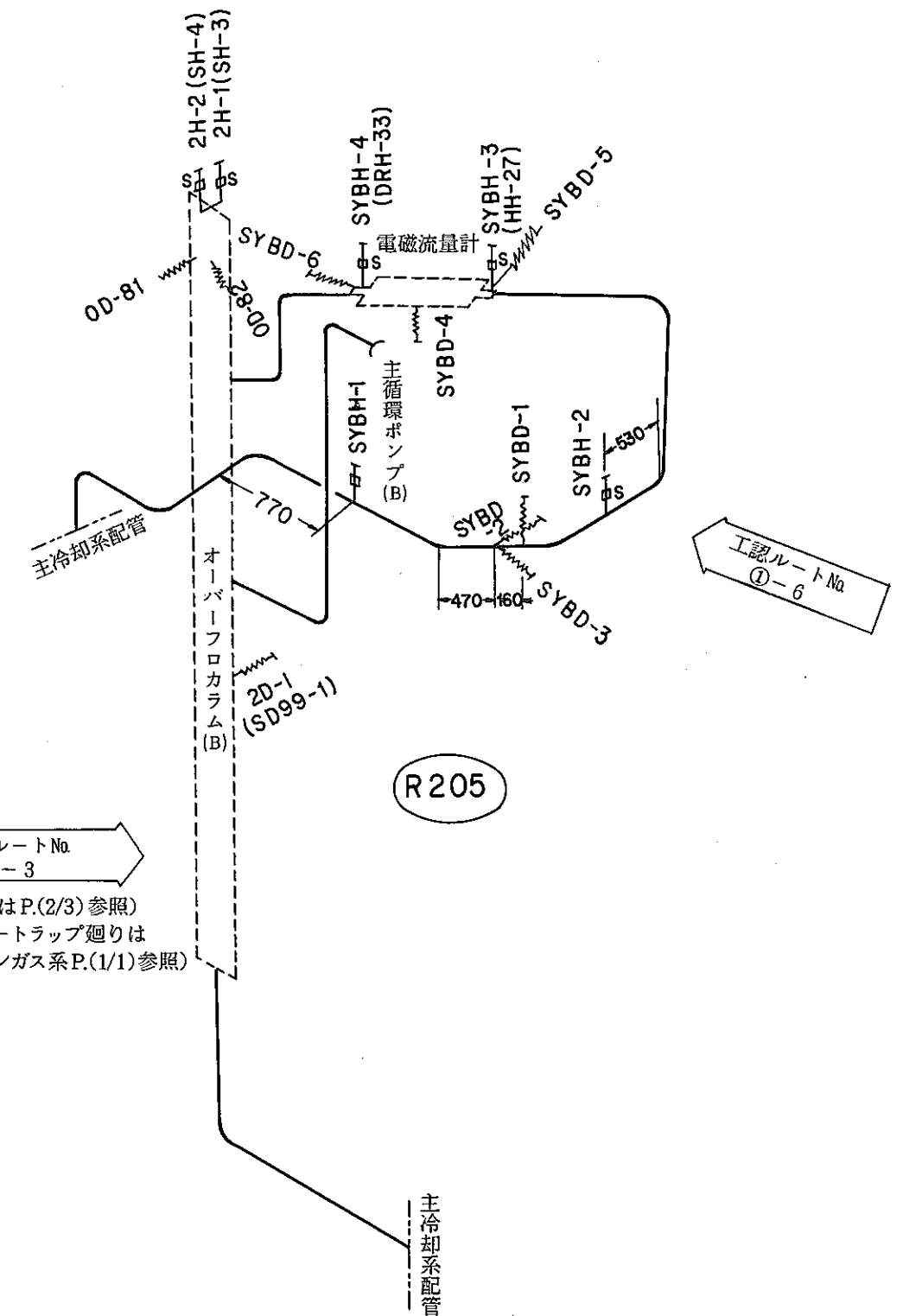
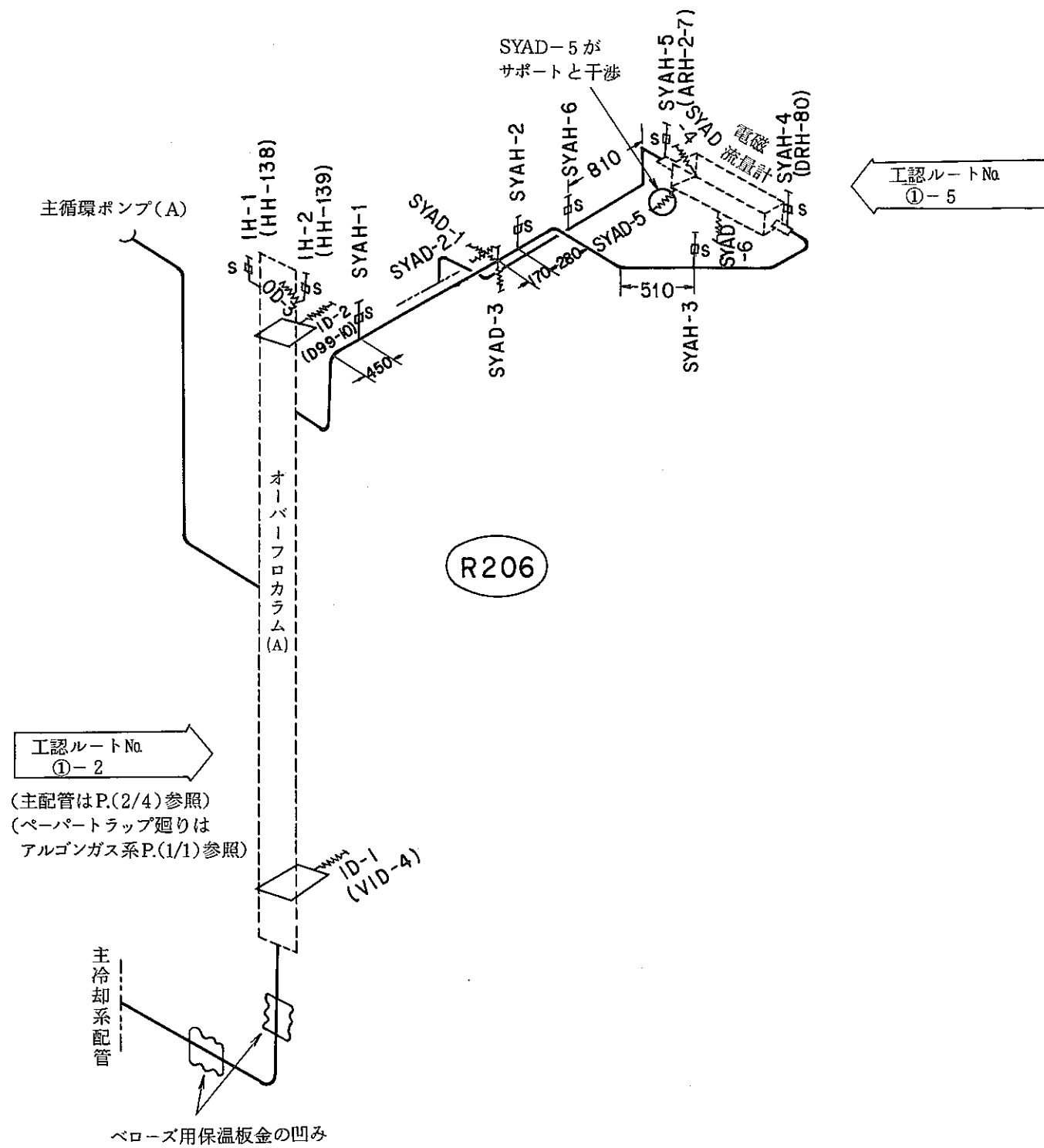


Fig. 4.1(4) Primary Heat Transport System.
1次主冷却系 (4/4)

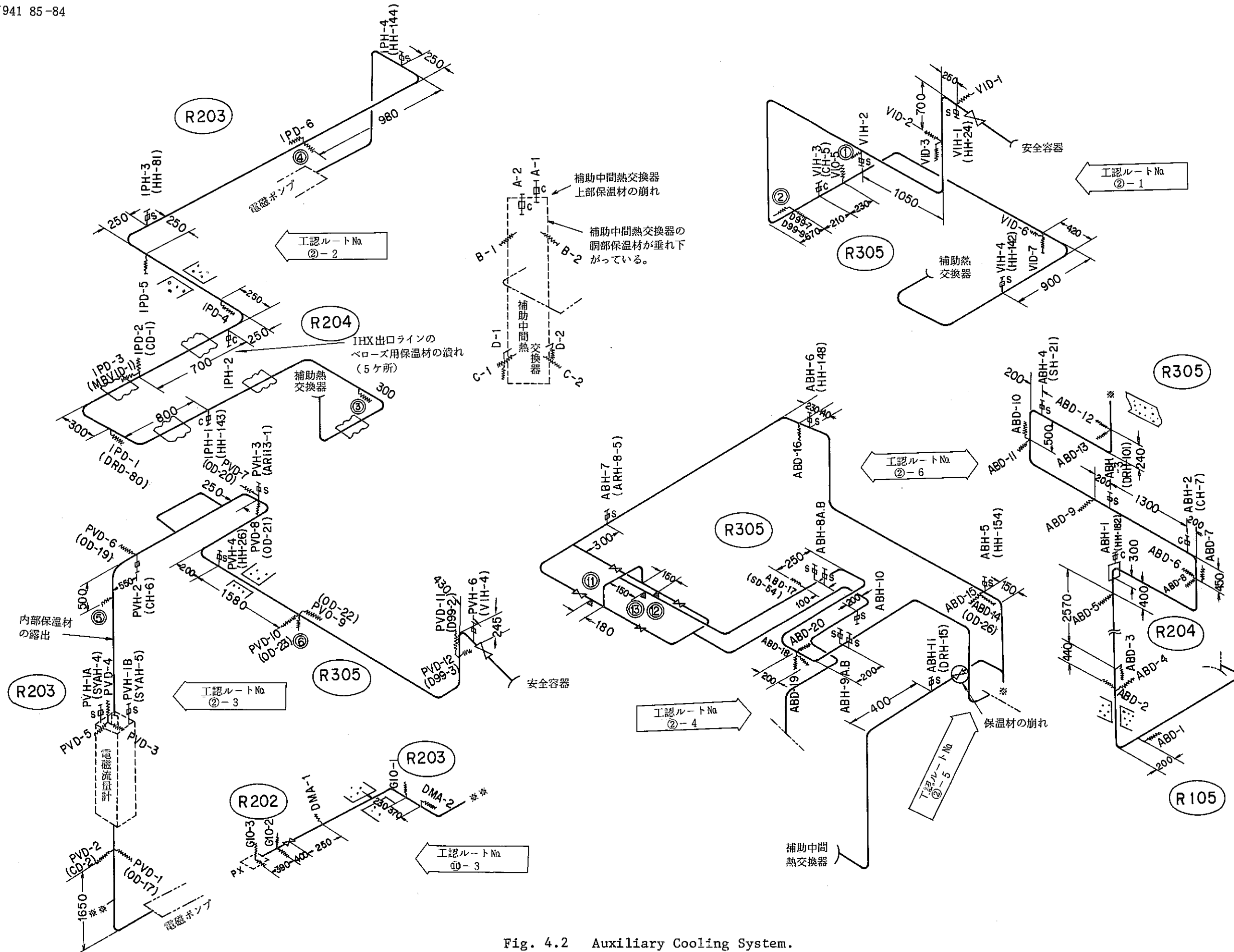


Fig. 4.2 Auxiliary Cooling System.
1次補助冷却系 (計測制御系を含む)

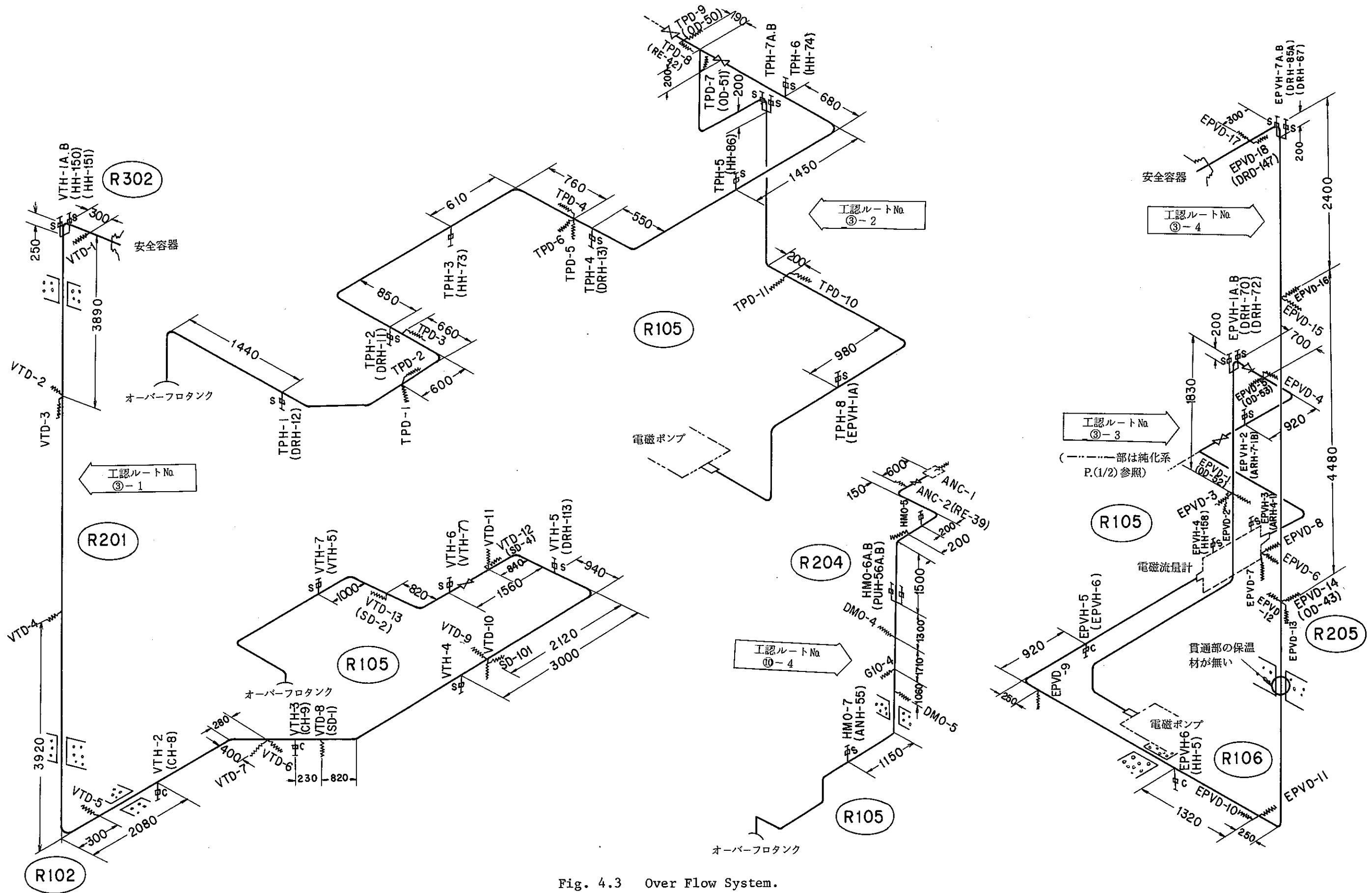


Fig. 4.3 Over Flow System.

オーバーフロ系 (計測制御系を含む)

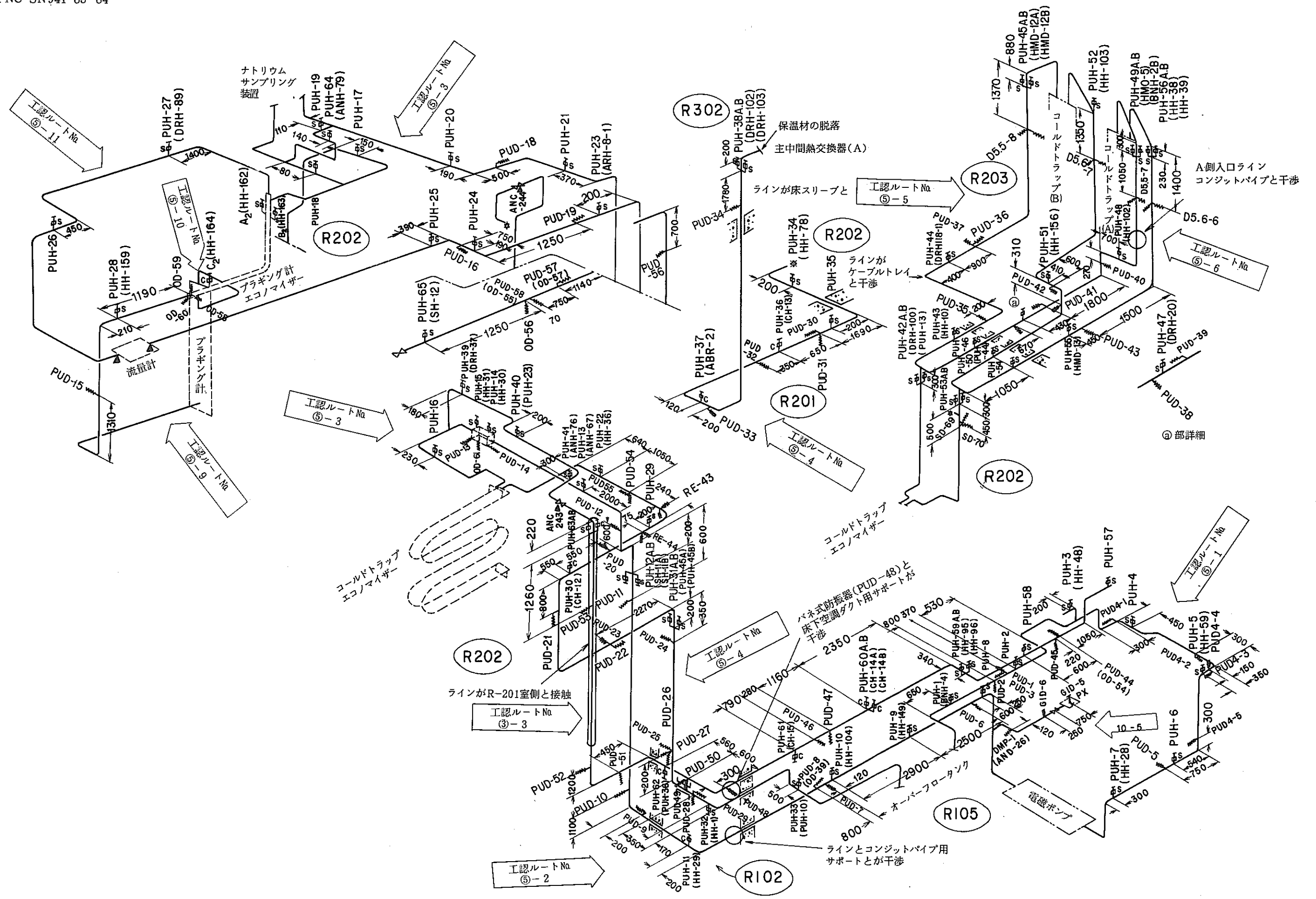


Fig. 4.4(1) Purification System.
1次ナトリウム純化系 (1/2) (格納容器内)

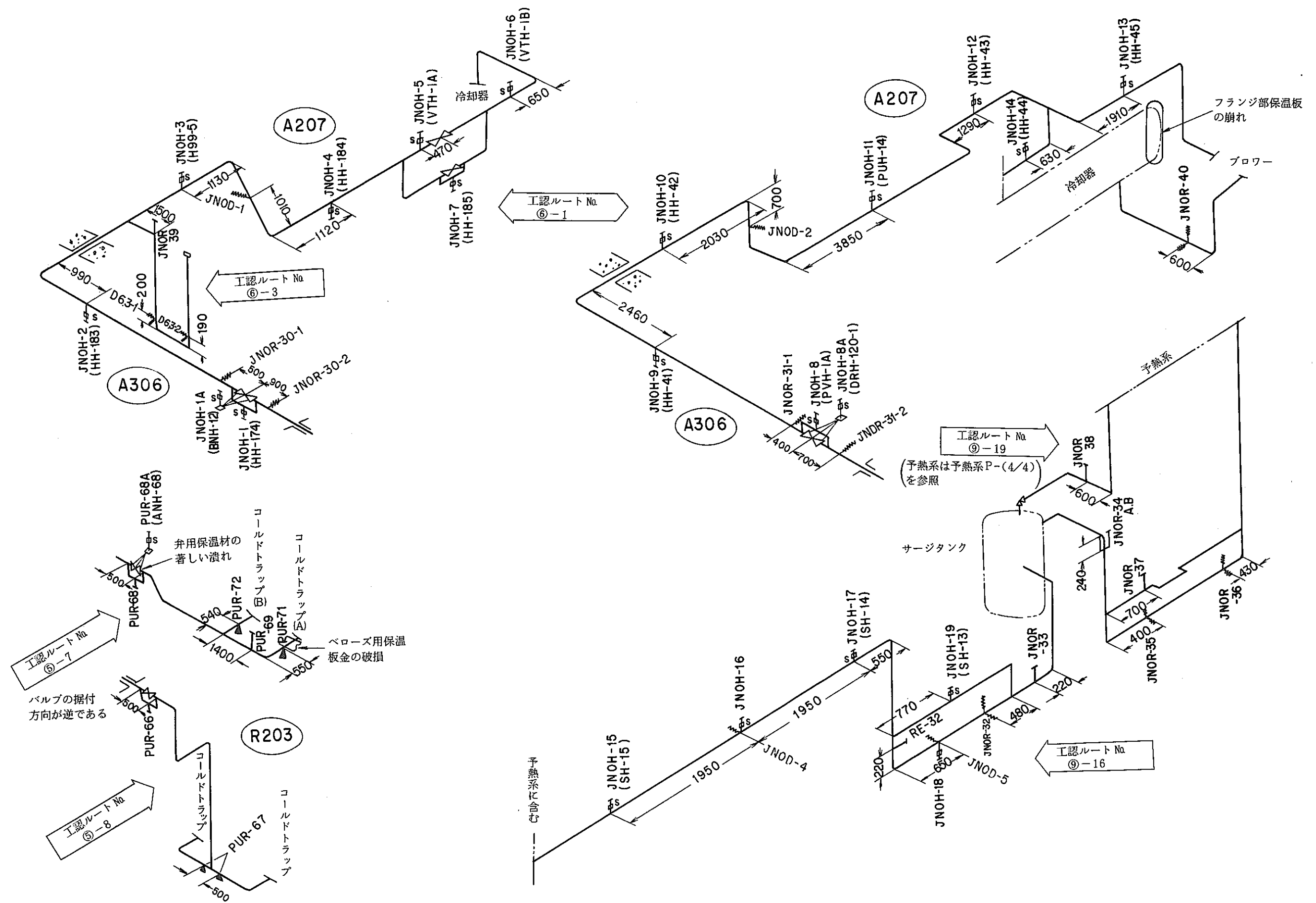


Fig. 4.4(2) Purification System.
1次ナトリウム純化系 (2/2) (冷却窒素ガスライン)

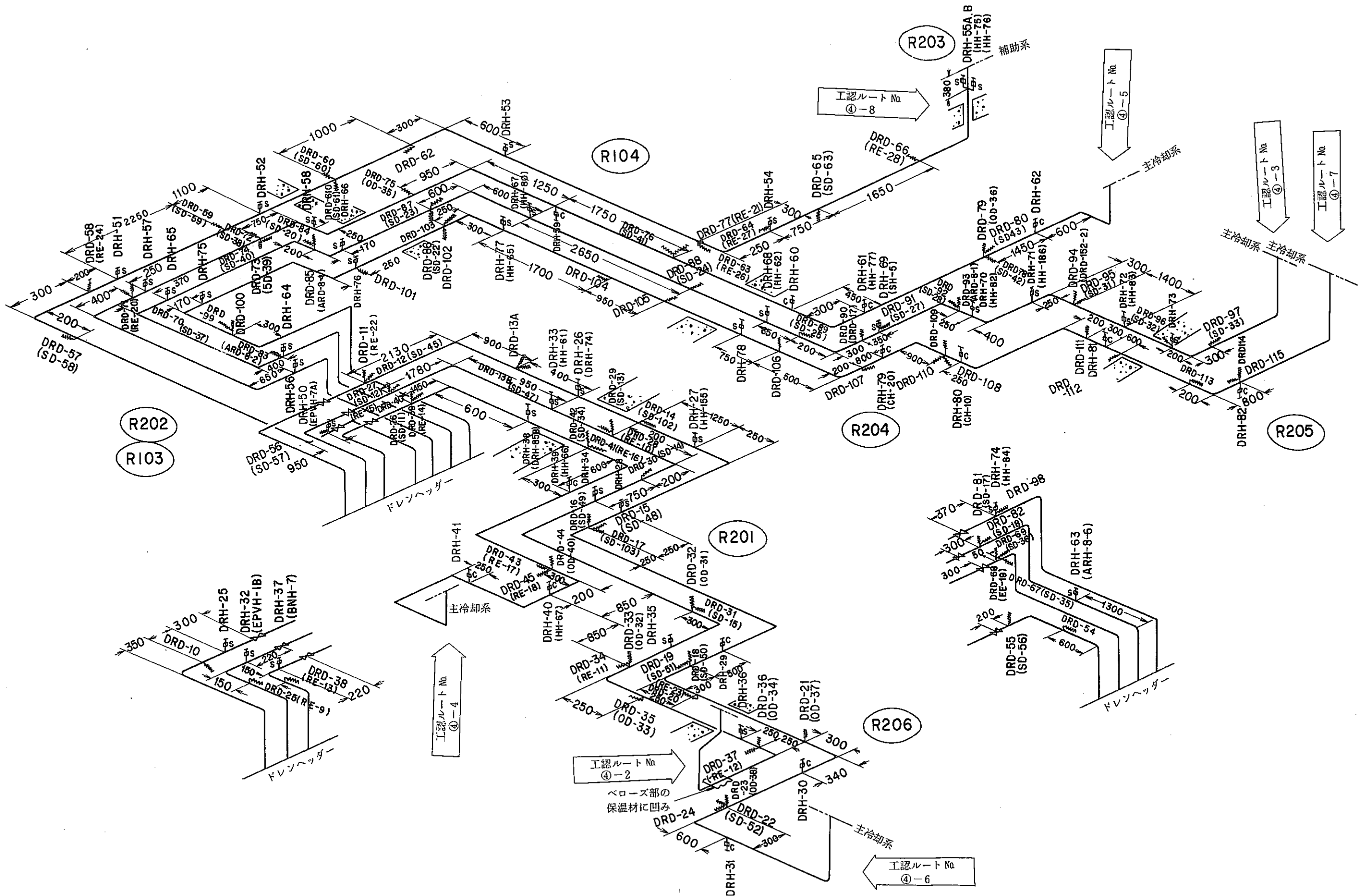
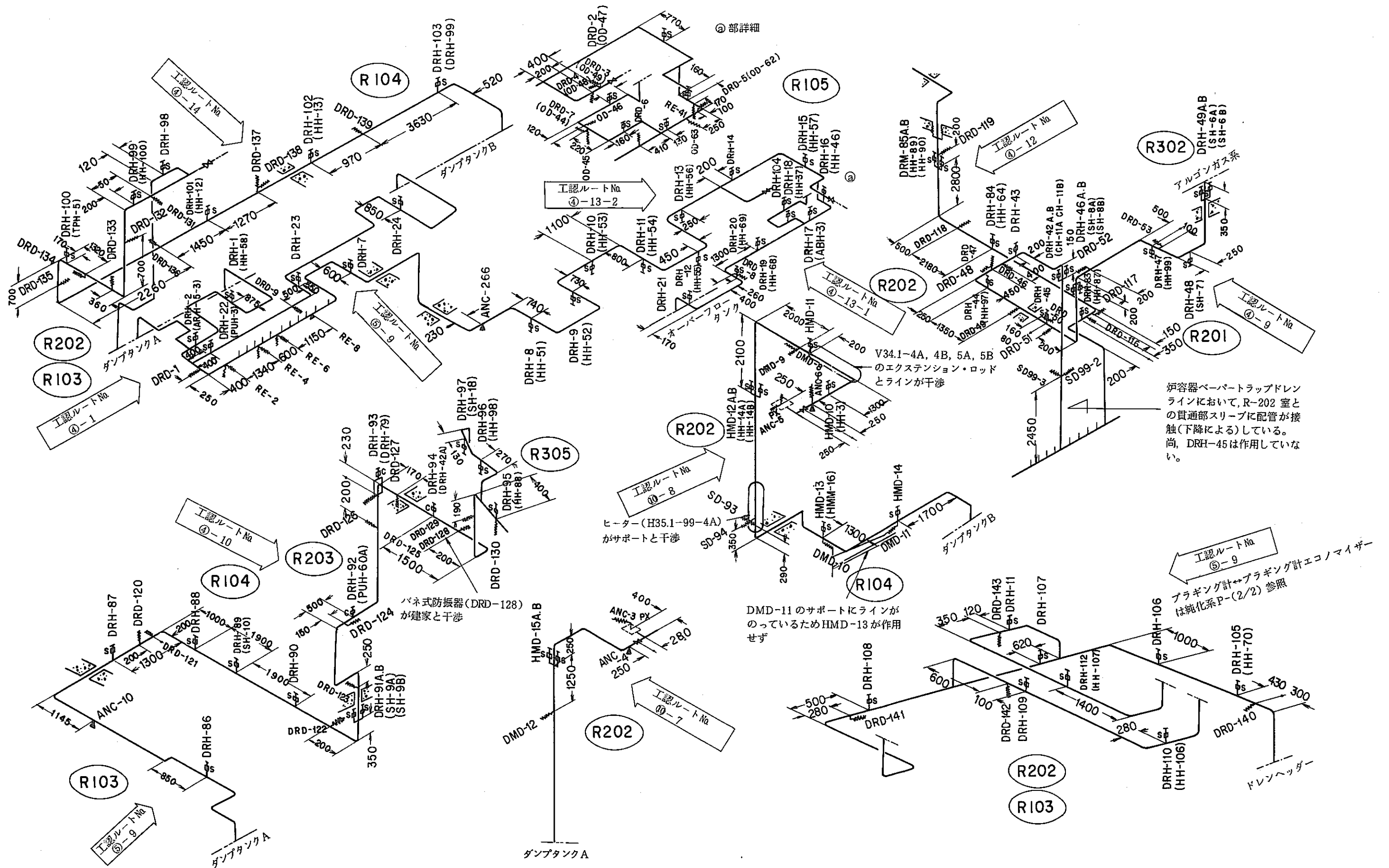


Fig. 4.5(1) Charge Drain System.
1次ナトリウム充填ドレン系 (1/2)



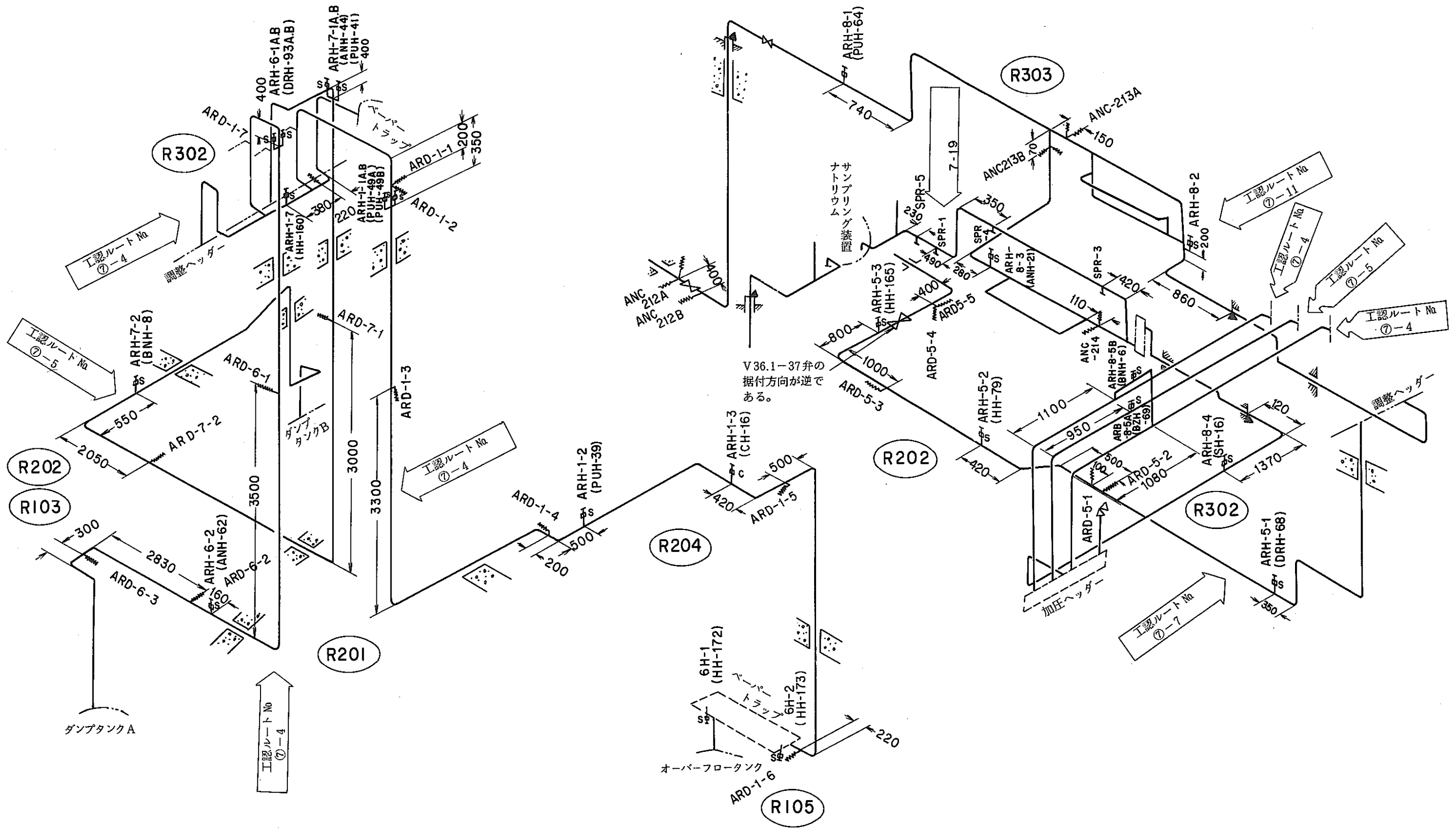


Fig. 4.6(1) Covergas System.
1次アルゴンガス系 (1/4)

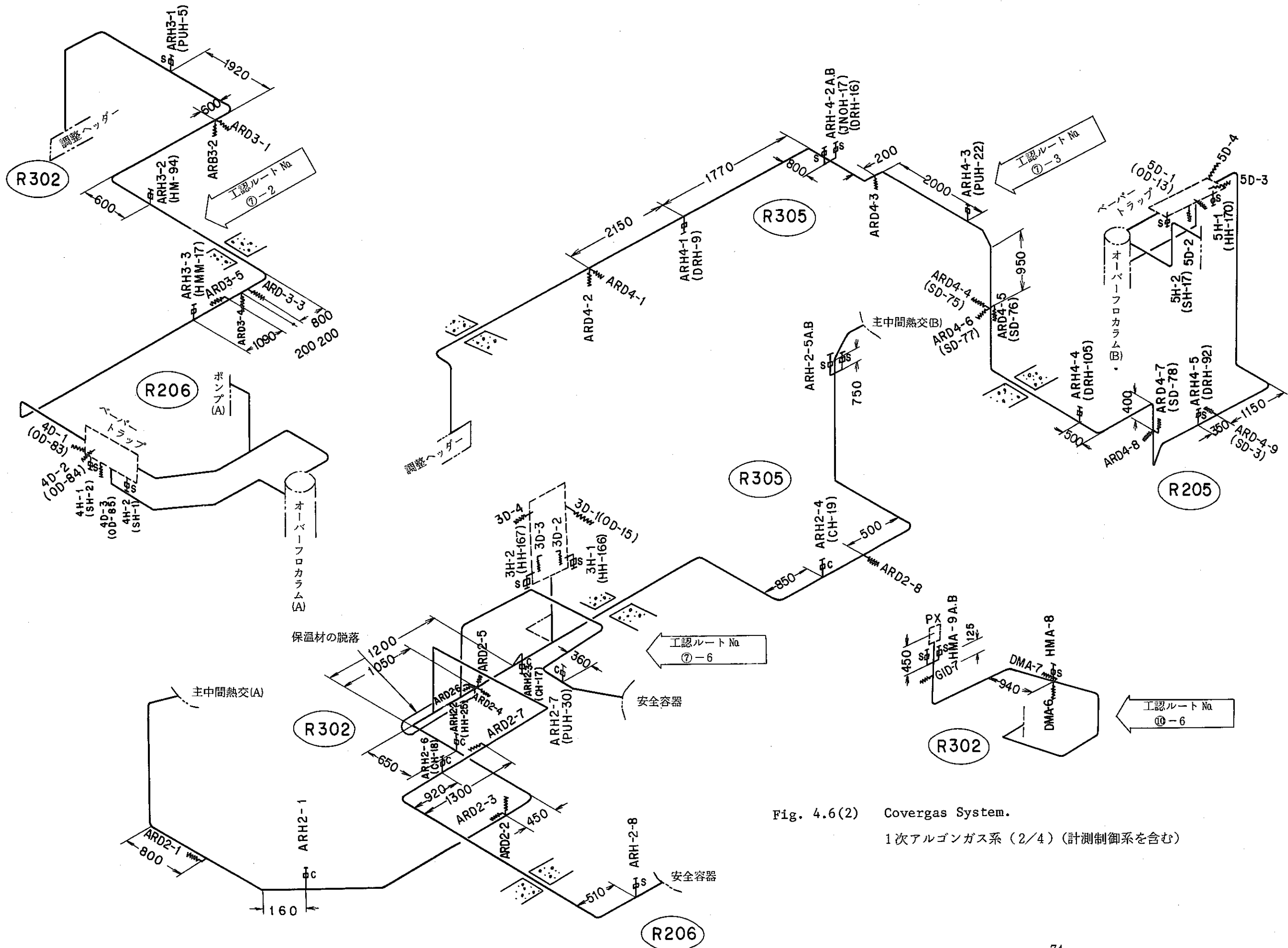


Fig. 4.6(2) Covergas System.
1次アルゴンガス系(2/4)(計測制御系を含む)

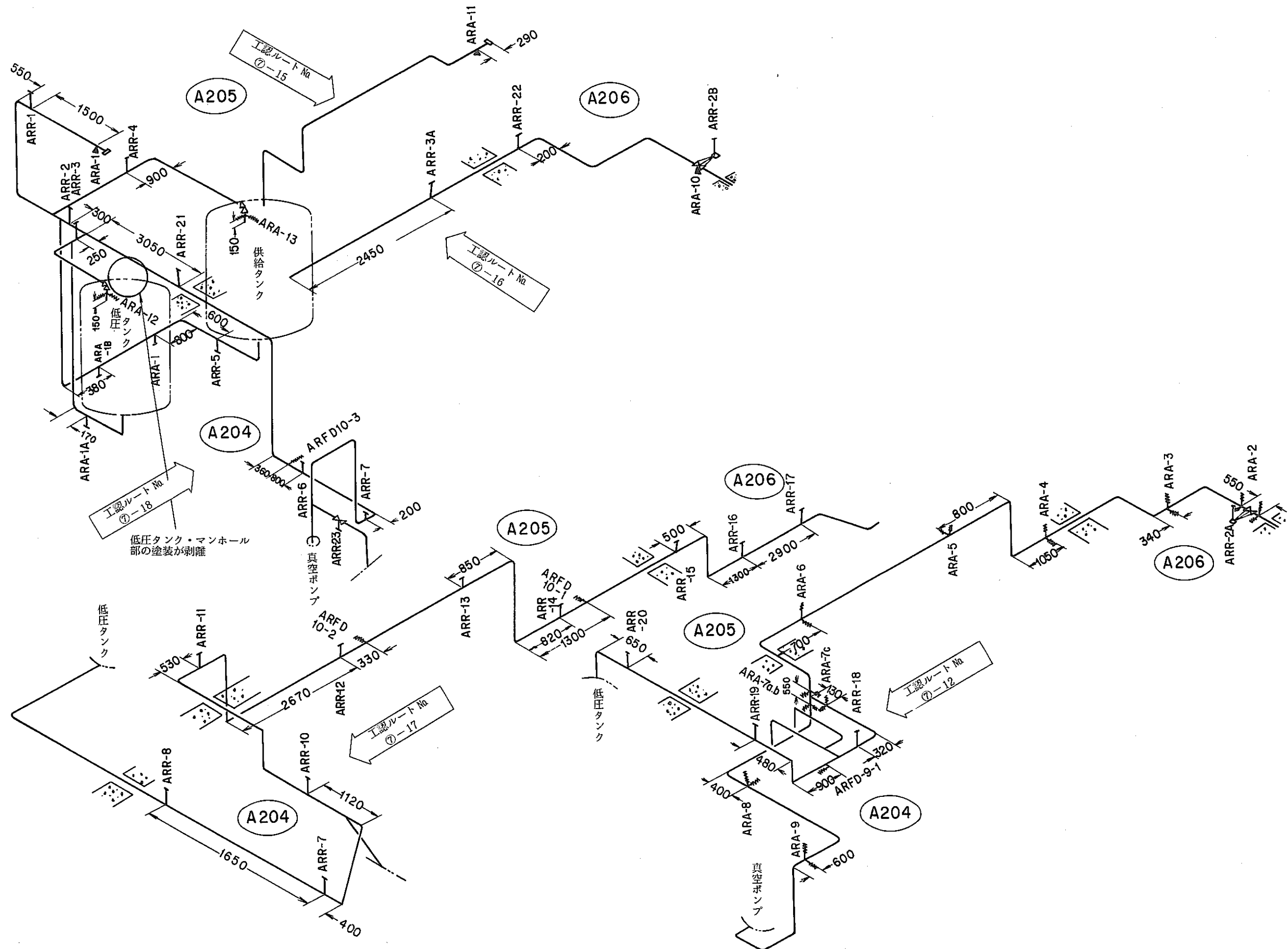


Fig. 4.6(3) Covergas System.
1次アルゴンガス系 (3/4)

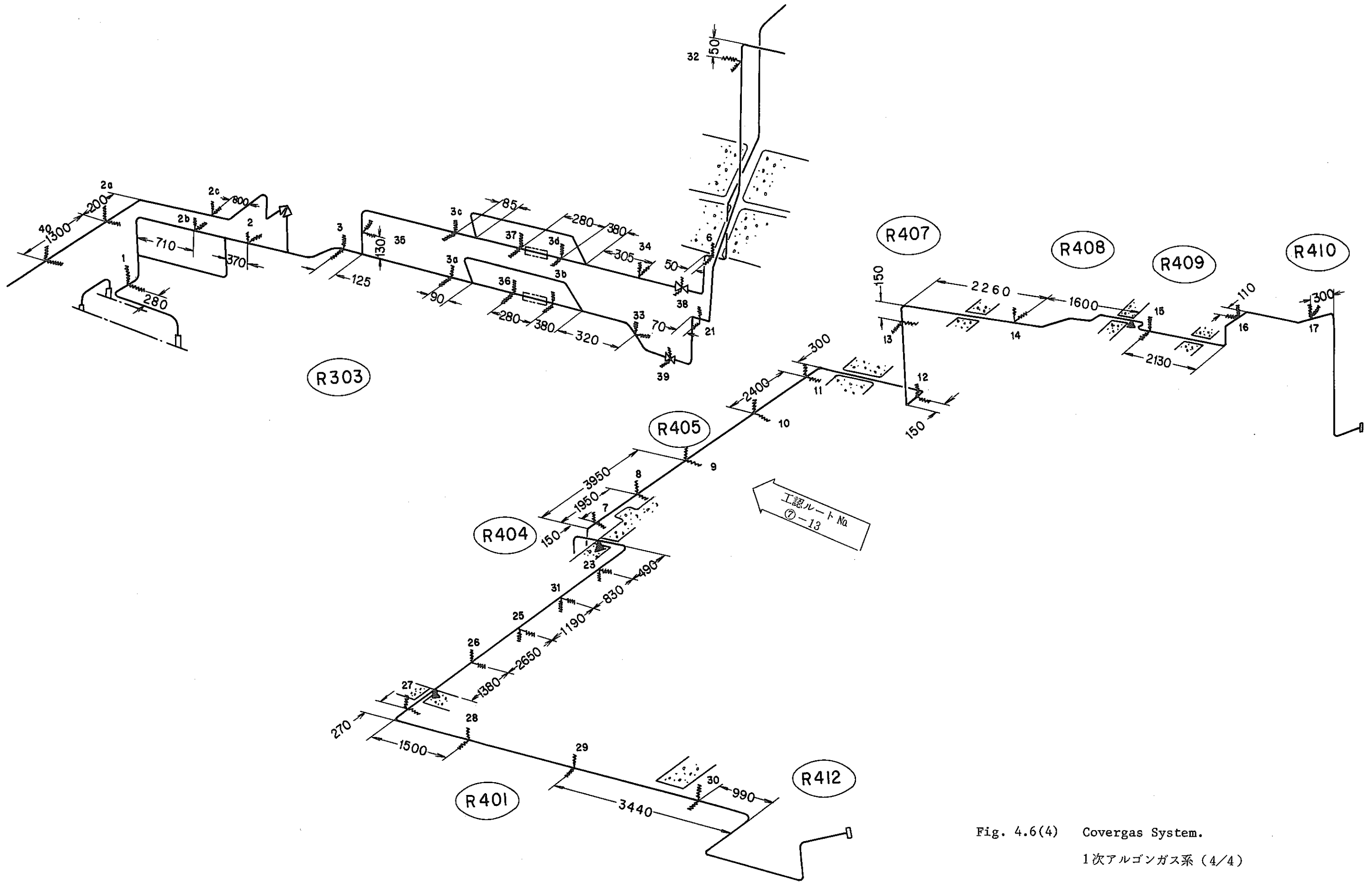


Fig. 4.6(4) Covergas System.
1次アルゴンガス系 (4/4)

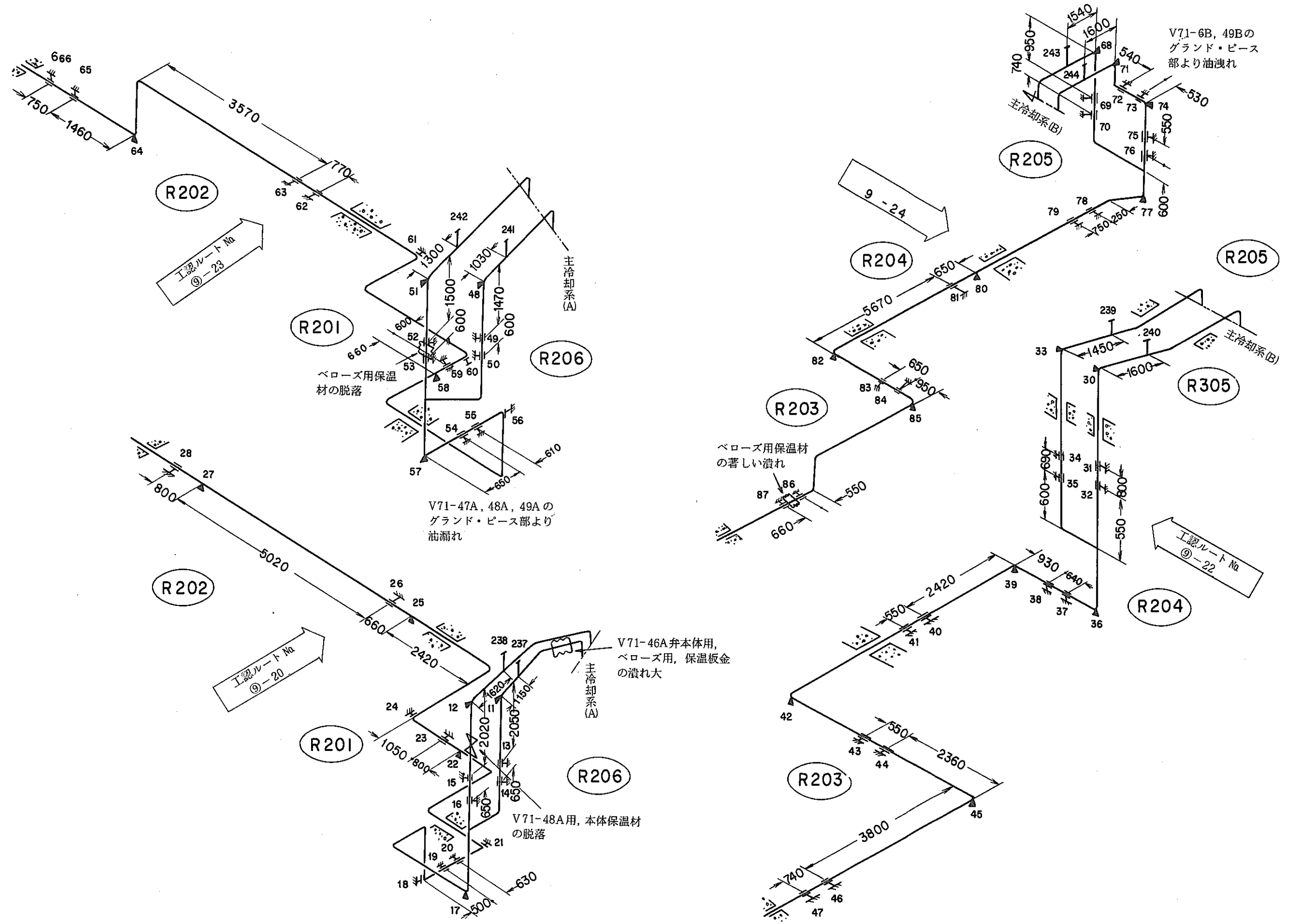


Fig. 4.7(1) Nitrogen Pre Heat System.
予熱窒素ガス系 (1/4)

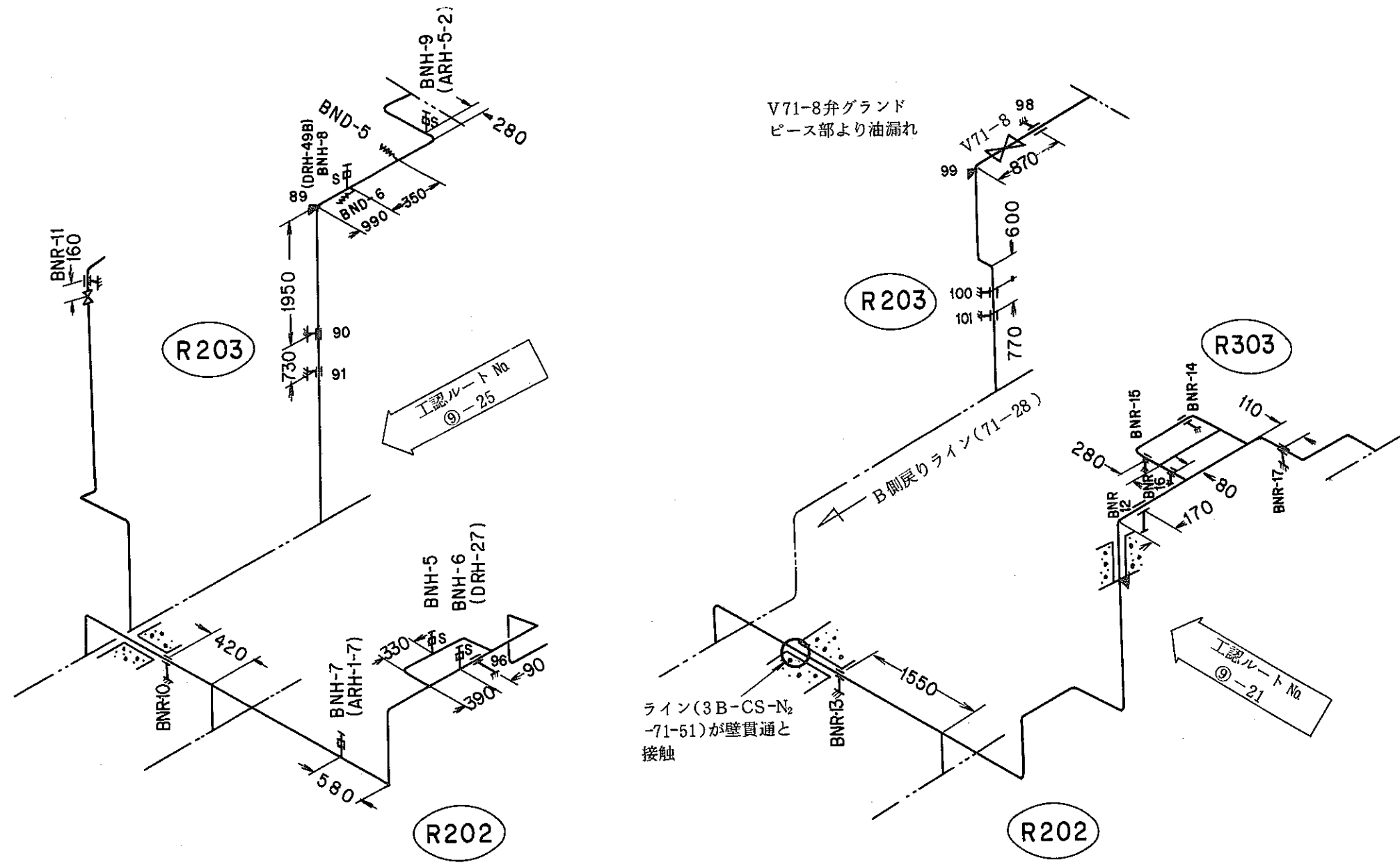


Fig. 4.7(2) Nitrogen Pre Heat System.
予熱窒素ガス系 (2/4)

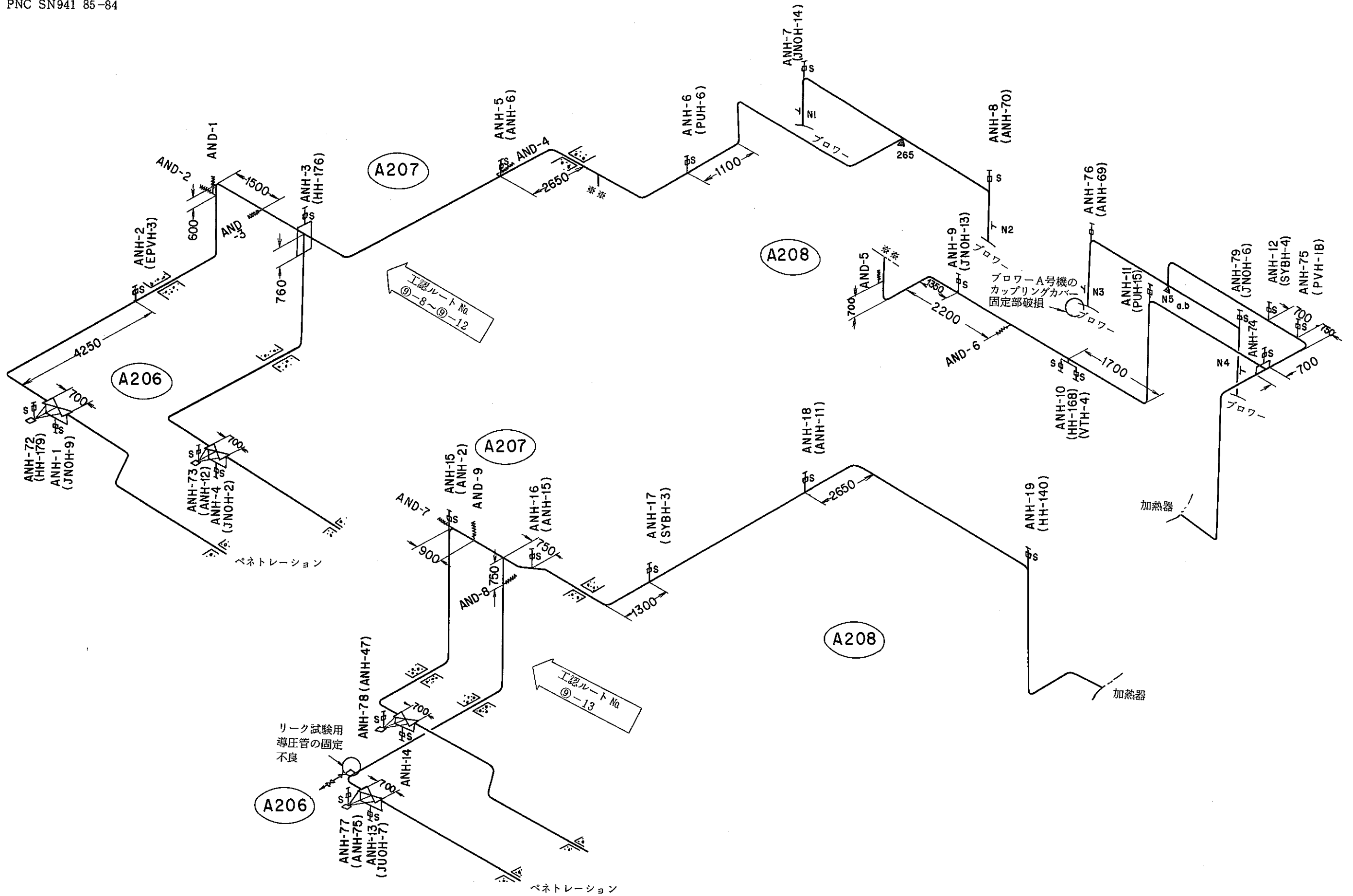


Fig. 4.7(3) Nitrogen Pre Heat System.
予熱窒素ガス系 (3/4)

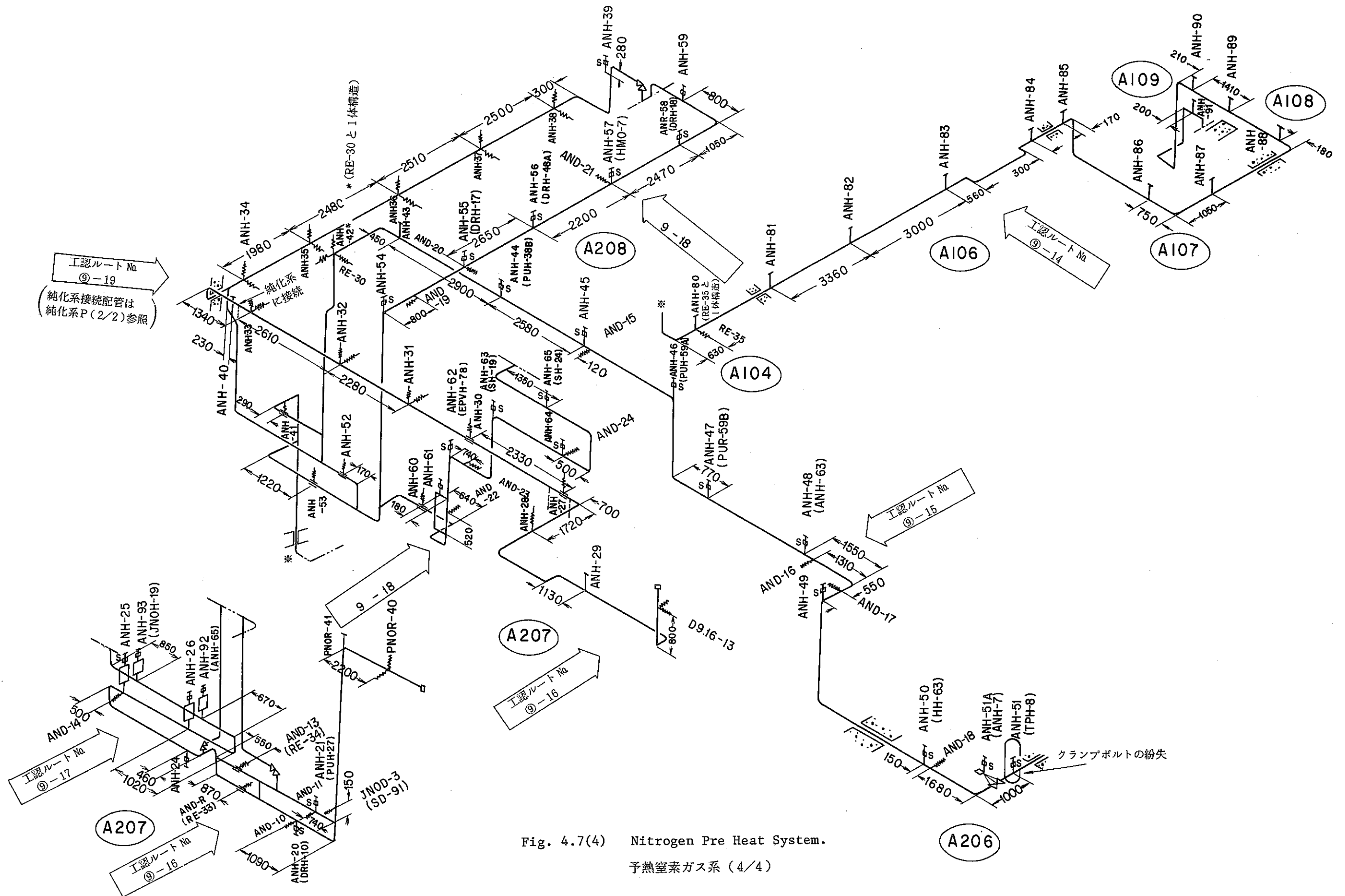


Fig. 4.7(4) Nitrogen Pre Heat System.
予熱窒素ガス系 (4/4)

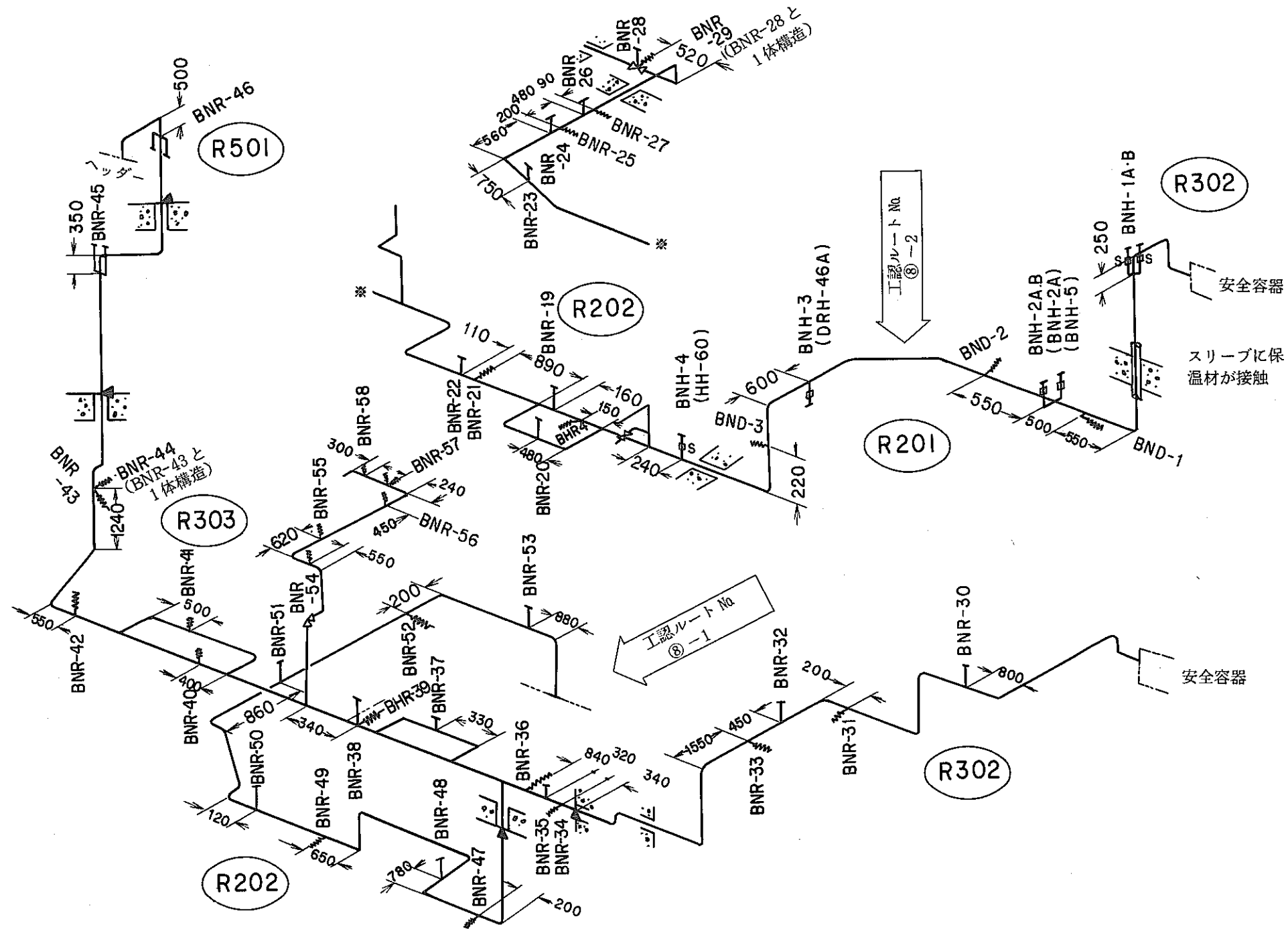
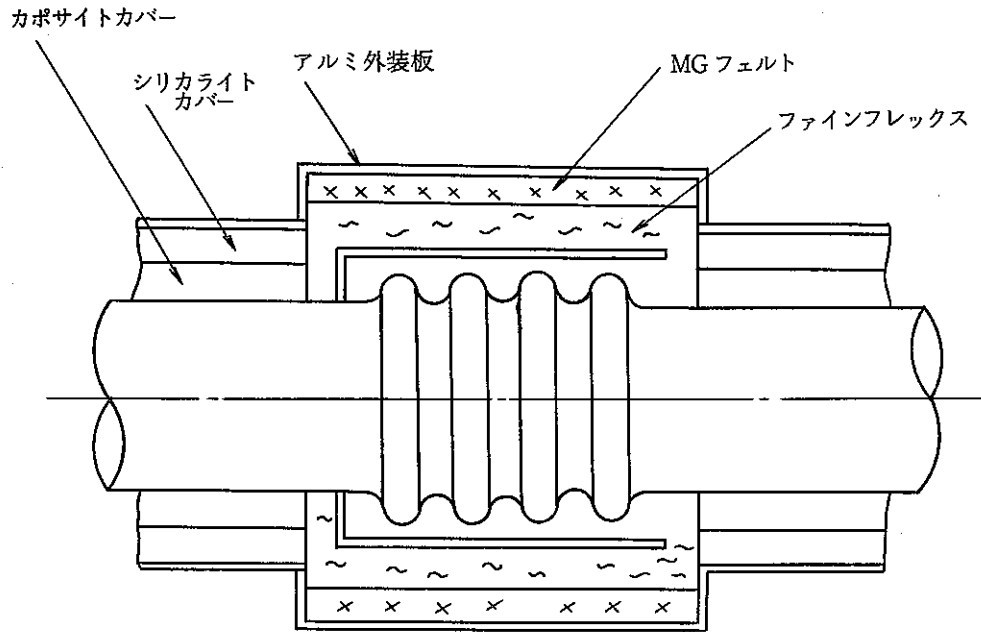


Fig. 4.8 Safety Vessel Breathing System.
安全容器呼吸系

(a) ベローズ保温施工



(b) 弁部（ヒータなし）保温施工

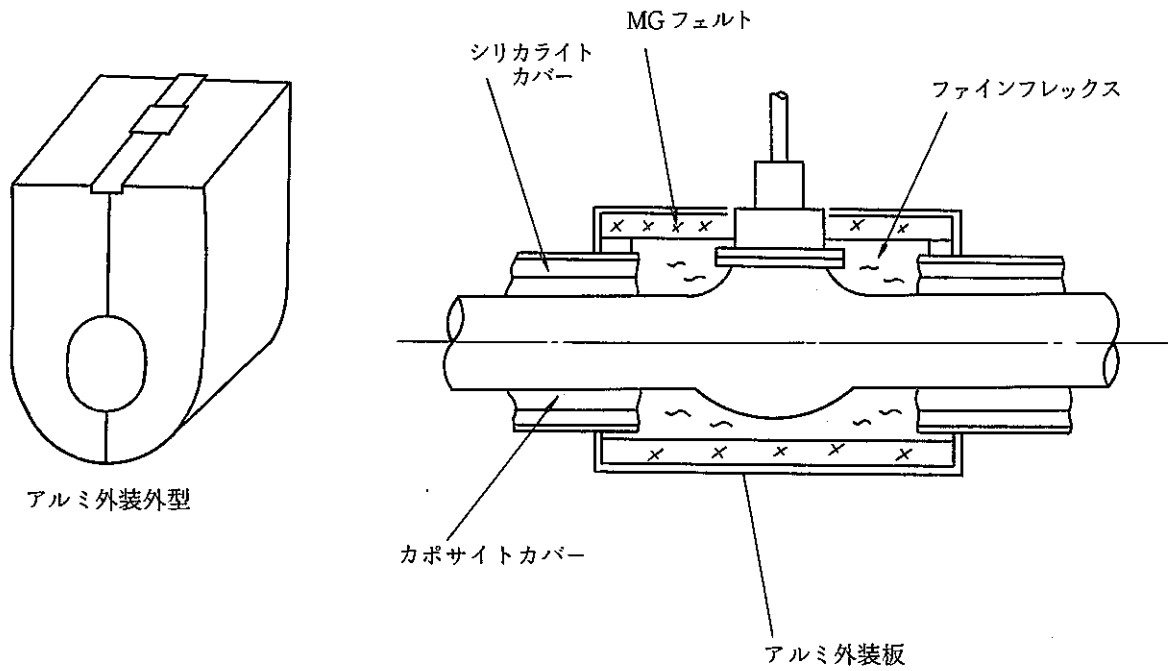
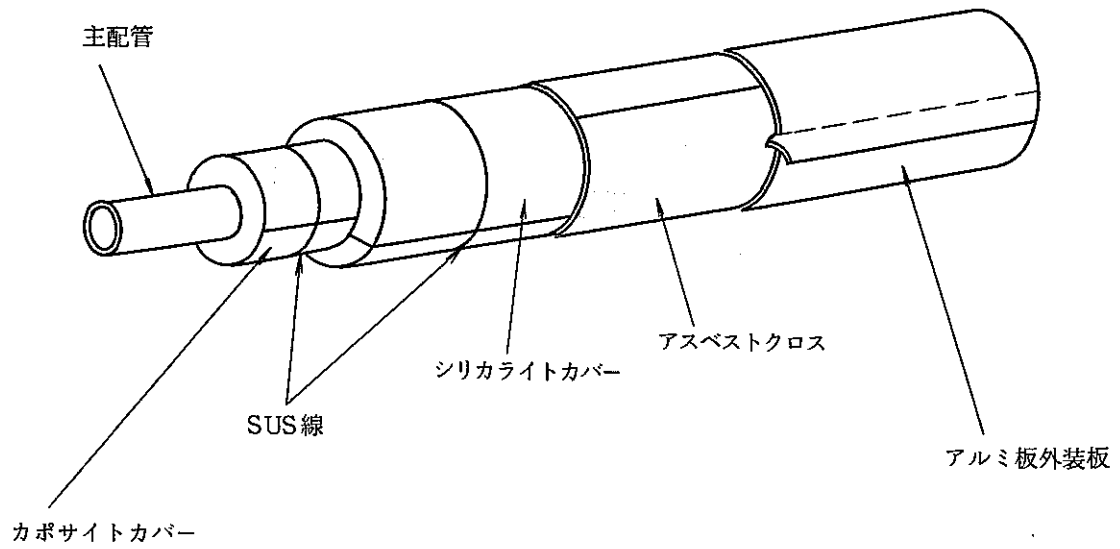


Fig. 4.9 Typical Insulation Method for Bellows and Valves
ベローズと弁の保温施工要領

(a) 1次主配管保温施工



(b) ヒータ付配管保温施工

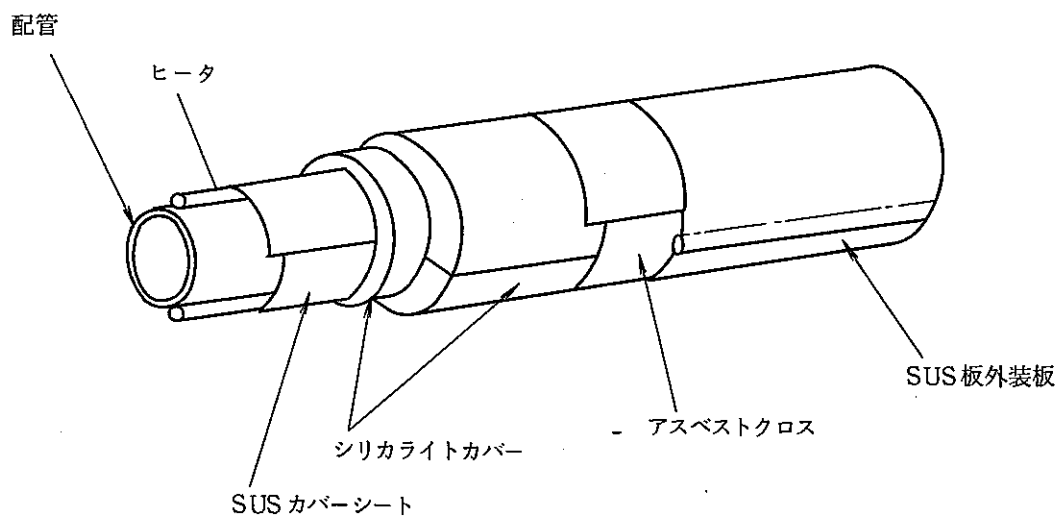


Fig. 4.10 Typical Insulation Method for Primary Pipings
配管保温施工要領

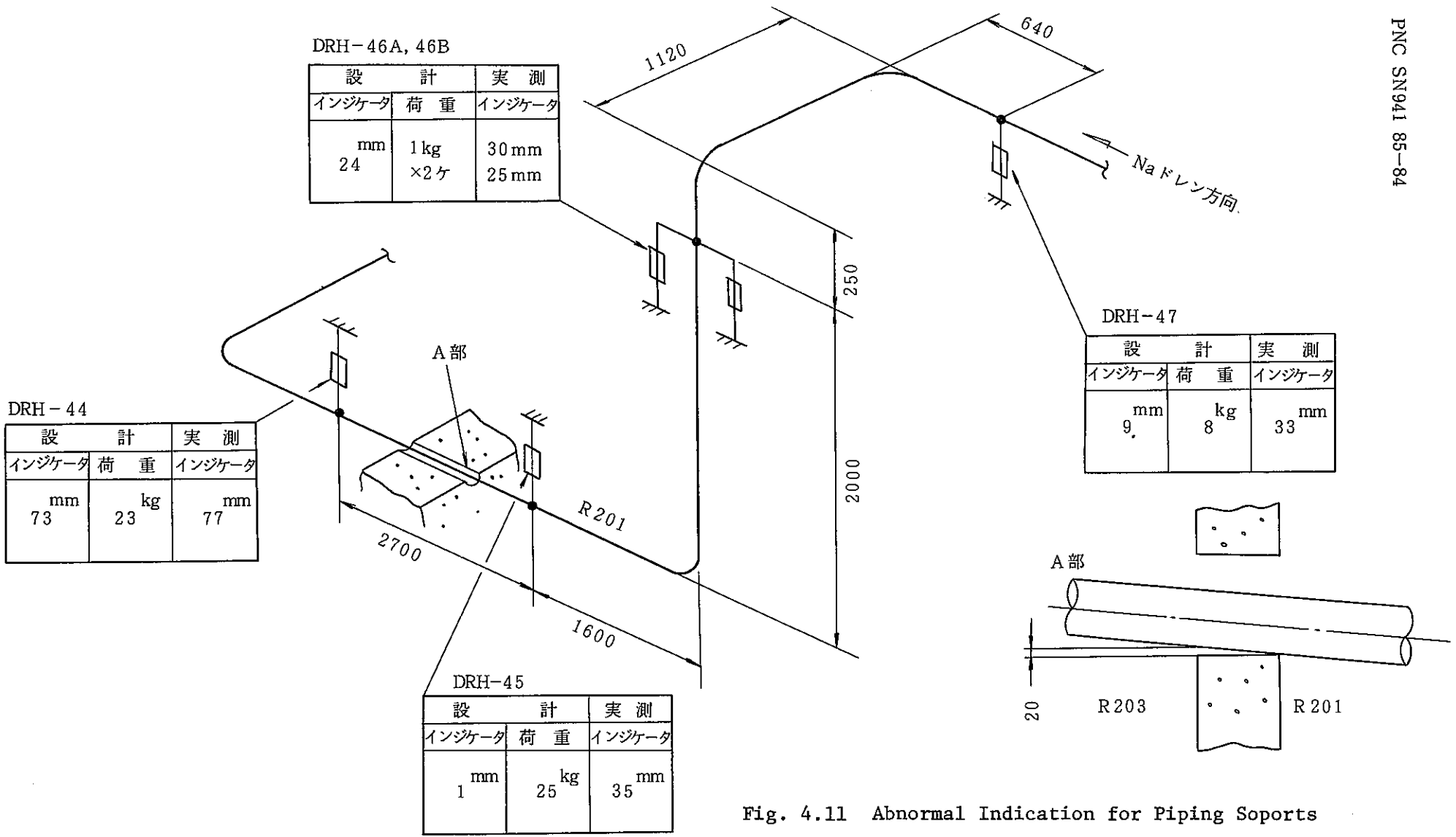


Fig. 4.11 Abnormal Indication for Piping Supports
 充填ドレン配管の異常 (炉容器ベーパーラップドレン配管)

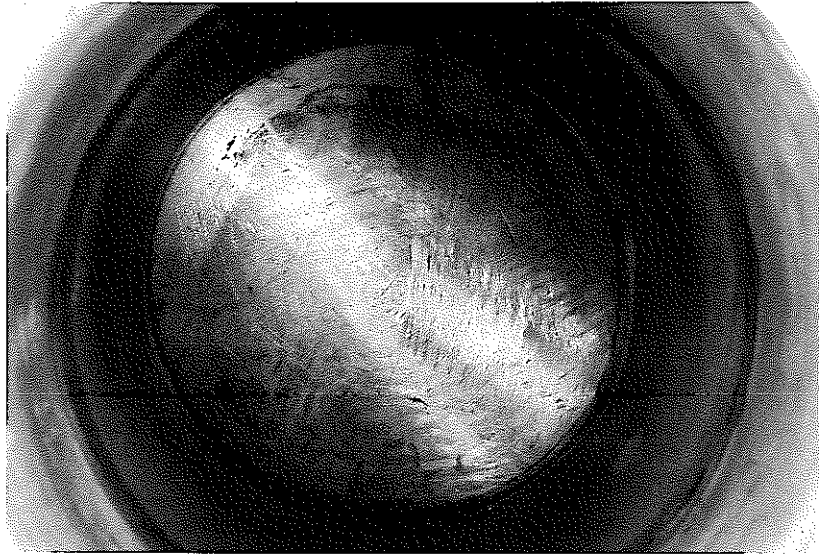


Photo. 4.1 Surface of A20

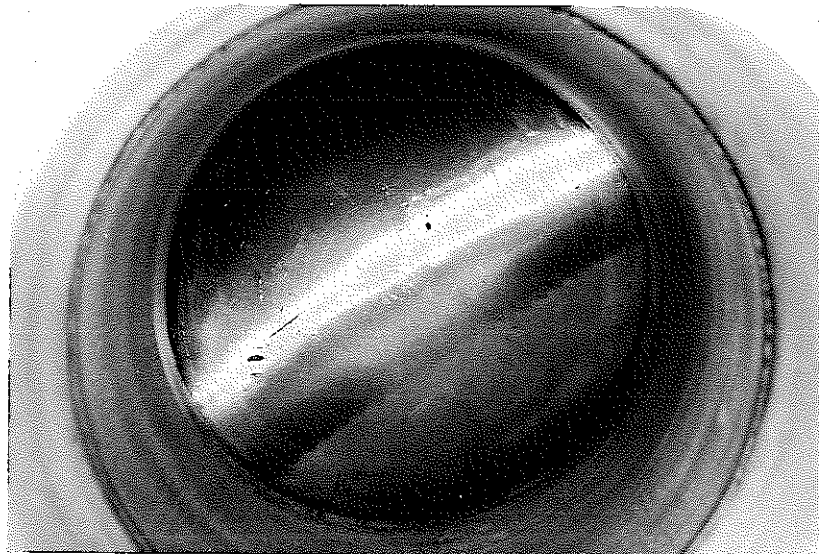


Photo. 4.2 Surface of A12

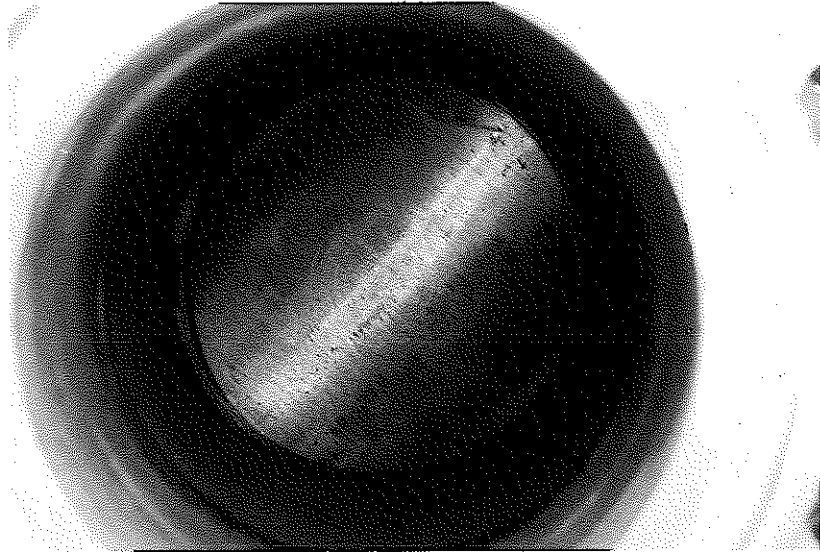


Photo. 4.3 Surface of B20

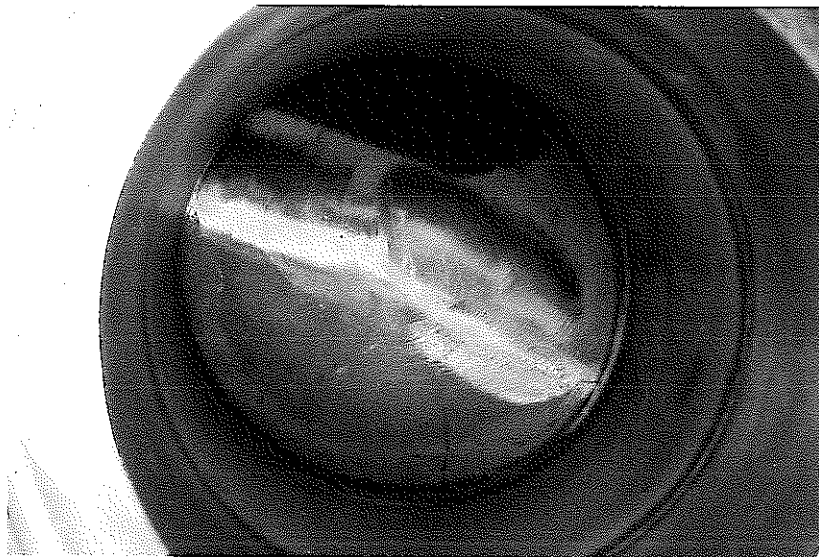


Photo. 4.4 Surface of B12

5. 結 言

昭和58年度に行われた第4回定期点検期間中にISIとして、1次主配管目視検査、1次系機器配管外観目視検査、配管支持装置の点検、2次主配管異材継手体積検査を行った。その結果以下のような知見を得た。

- (1) 1次主配管内管目視検査の結果、被検部においては欠陥は認められず、主配管のうち4ヶ所という限定された範囲ではあるが、供用前検査、3回目の主配管内管ISIとして冷却材パウダリの健全性が確認できた。
- (2) 据付後ほぼ10年経過した1次系機器配管の外観検査を実施した結果、Naやカバーガスの漏洩跡は認められなかったが、一部保温材の損壊が認められ、ベローズ部、弁部にて顕著であった。また配管部では、配管の熱変位による保温材との相対変位が原因と思われる保温材の垂れ下がりが見られた。これらは、部分的な補修により対処していく。この他に、機器配管その他設備の相互干渉が認められた。
- (3) 配管支持装置点検の結果、実質的に2台のバネ式防振器のバネに発錆が認められたが、実用上支障ないものである。また、炉容器ベーパーラップNaドレンラインにて、スプリングハンガ容量の不足と考えられる配管の垂れ下りが認められたが、当既配管全スプールについて配管支持装置の見直しを行う。
- (4) 2次主配管異材継手体積検査として主IHX出入口周継手のRTを行った結果、据付当時と比較して、新たな欠陥はなく、また、製作時より認められていたインジケーションについてはその後の運転による進展も認められなかった。今回の検査分は2次主配管に存在する異材継手の38%に相当する。

これらISIの結果は将来実施される同種のISIとの比較に用いられる他に、「常陽」機器配管の保温材等を含めた全システムの経年劣化の監視とその対策立案および補修方針策定のデータとして供せられる。

6. 参 考 文 献

- (1) 高速実験炉「常陽」における供用期間中検査について, 高速実験炉部, 昭和50年6月
- (2) 富田等 高速実験炉「常陽」第3回定期点検報告, 1次主配管供用期間中検査 1983年8月 N 941 83 - 124
- (3) 富田等 高速実験炉「常陽」第4回定期点検報告 1次主循環ポンプ(A)アウターケーシング内面遠隔目視検査 1984年6月 SN. 941 84 - 100
- (4) 今井等 高速実験炉「常陽」性能試験報告書保温材特性試験 1979年11月 SN 941 79 - 207
- (5) 高橋等 高速実験炉「常陽」100 MW性能試験報告書運転温度圧力確認 (PT 251) 1984年5月 SN 941 84 - 83