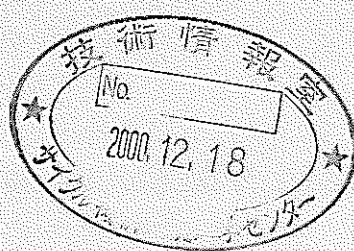


# 計測機器試験ループの解体撤去

(技術報告書)

2000年7月



核燃料サイクル開発機構  
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)

2000

## 計測機器試験ループの解体撤去

(技術報告書)

石川 興暢<sup>\*1)</sup>、小野島貴光<sup>\*2)</sup>、永井 桂一<sup>\*3)</sup>

### 要 旨

本書は、平成11年度に実施したナトリウム技術開発第一試験室内の計測機器試験ループの解体撤去に関し、解体撤去に係るナトリウムの抜取り作業や解体洗浄方法、解体洗浄結果及び安全対策等について実施記録をまとめたものである。

計測機器試験ループの解体撤去は、ほぼ計画通りの方法にて安全且つ効率的に作業を行うことができた。

本件で得られた知見及び経験等は、今後実施されるナトリウム試験ループ等の解体撤去やナトリウム機器等の洗浄作業において、作業計画や作業実施及び安全管理等に充分役立つものと思われる。

---

\*1) 常陽産業株式会社 (大洗工学センター 要素技術開発部 原子炉工学グループ)

\*2) 大洗工学センター 要素技術開発部 原子炉工学グループ

\*3) 大洗工学センター 要素技術開発部 原子炉工学グループ (現在 開発調整室)

(Present Research and Development Coordination Section)

- \* 1) Joyo Industry Co.,Ltd
- \* 2) Reactor Engineering Group, Advanced Technology Division O-arai Engineering Center
- \* 3) Reactor Engineering Group, Advanced Technology Division O-arai Engineering Center

for future similar tasks.

Documentation of the process is meant to establish not only a procedure, but also a guideline were carried out efficiently and safely.

Overall the disassembly, handling and cleaning tasks proceeded as planned and the activities describes the tasks and experiences obtained in removing sodium from a storage tank, disassembly, and cleaning components and related activities.

In 1999, the Sodium Instrumentation Test Loop was disassembled and removed. This report

## Abstract

Okinobu Ishikawa \*1), Takamitu Onojima \*2), Keiichi Nagai \*3)

## Disassembly and removal of Sodium Instrumentation Test Loop

July, 2000

JNC TN9410 2000-014

## 目 次

1. 諸言 .....	1
2. 概要 .....	2
2.1 計測機器試験ループ概要 .....	2
2.2 解体撤去工事概要 .....	3
3. 貯蔵タンク内ナトリウム抜取り .....	4
3.1 ナトリウム抜取り装置概要 .....	4
3.2 作業要領 .....	5
3.2.1 ナトリウム抜取り装置準備及び据付 .....	6
3.2.2 予熱設備運転（ナトリウム溶解） .....	6
3.2.3 ナトリウム抜取り要領 .....	6
3.3 安全管理事項 .....	7
3.3.1 作業体制及び作業工程 .....	8
3.3.2 安全管理 .....	8
3.3.3 安全対策 .....	8
3.3.4 異常時の措置 .....	9
3.4 ナトリウム抜取り結果 .....	9
3.5 ナトリウム抜取り措置の解体撤去 .....	9
3.6 ナトリウム抜取り作業記録 .....	10
4. 計測機器試験ループ解体撤去 .....	11
4.1 解体撤去対象機器リスト .....	11
4.2 解体撤去作業要領 .....	11
4.2.1 解体撤去作業準備 .....	11
4.2.2 保温材、電気、計装品の撤去要領 .....	12
4.2.3 ナトリウム機器配管類の撤去要領 .....	12
4.2.4 架台の撤去要領 .....	14
4.3 緊急時体制 .....	14
4.4 教育訓練 .....	14
4.5 安全対策事項 .....	15
4.5.1 ナトリウム機器類の解体撤去作業に関する安全対策 .....	15
5. ナトリウム機器配管類の洗浄 .....	17
5.1 洗浄方0000法 .....	17
5.2 ナトリウム洗浄処理の概略手順及び要領 .....	18
5.3 安全管理事項 .....	20
5.3.1 作業体制 .....	20
5.3.2 安全管理 .....	20
5.3.3 安全対策 .....	21

5.3.4 異常時の措置	22
6. 計測機器試験ループの解体撤去及びナトリウム洗浄結果	23
6.1 解体撤去作業結果	23
6.2 ナトリウム洗浄処理作業結果	35
7. 作業工程実績	43
8. 結言及び考察	44
9. 謝辞	47

## 表リスト

表3.3.1 計測機器試験ループ解体撤去・洗浄実績作業工程	48
-------------------------------	----

## 図リスト

図2.1.1 計測機器試験ループ概略系統	49
図2.1.2 試験容器構造	50
図2.1.3 貯蔵タンク構造	51
図3.1.1 ナトリウム抜取り装置系統	52
図3.1.2 ナトリウム抜取り装置配置	53
図3.1.3 ナトリウム抜取り装置用予熱制御盤外形	54
図3.1.4 注入ノズル構造及び抜取り配管取合い部構造	55
図3.2.1 ナトリウム抜取り概略要領	56
図3.3.1 ナトリウム抜取り作業実施体制	57
図3.6.1 ナトリウム抜取り装置の外観及び抜取り作業状況の記録写真	59
図4.1.1 撤去対象計測機器試験ループ系統	61
図4.2.1 解体撤去工事フロー	62
図4.2.2 解体撤去工事概略手順	63
図4.2.3 ナトリウム機器配管類の切断順序の概略	65
図5.2.1 試験容器解体手順	66
図5.2.2 貯蔵タンク解体手順	67
図5.2.3 ドレンタンク構造	68
図5.2.4 ドレンタンク解体手順	69
図5.2.5 電磁ポンプ（EMP-1）	70
図5.2.6 電磁ポンプ（EMP-2）（EMP-3）	71
図5.2.7 加熱器構造（H-I・H-II）	72
図5.2.8 加熱器解体手順-1	73
図5.2.9 加熱器解体手順-2	74
図5.2.10 コールドトラップ構造	75
図5.2.11 コールドトとラップ解体手順	76
図5.2.12 冷却器構造	77
図5.2.13 冷却器解体手順	78
図5.2.14 ナトリウム弁（3B.2B.3/4B）	79
図5.2.15 ナトリウム弁（3B空気操作弁）	80
図5.3.1 ナトリウム洗浄作業実施体制	81

## 1. 緒言

ナトリウムを有する試験施設の安全強化対策の一つとして、分散している稼働施設の集中化を図ることによって万一事故が発生した場合の防護活動の迅速及び効率化を図ることが計画されている。

これらの計画の一環として、ナトリウム技術開発第一試験室に設置されていた計測機器試験ループ（以下計測ループと言う）を解体撤去し、撤去した一部のナトリウム機器を稼働施設であるナトリウム流動伝熱試験施設内の炉心機器熱流動試験装置（以下CCTLと言う）へ移設した。これによりCCTLに、従来の計測ループの試験機能を付加した。

計測ループの解体撤去は、貯蔵タンク内のナトリウムの抜取り、ナトリウム機器・配管等の撤去、試験架台の撤去、ナトリウム機器・配管等のナトリウム洗浄の順で実施した。

本資料は、平成11年度に実施した計測ループの解体撤去に関し、ナトリウム抜取り作業や解体撤去工事及びナトリウム洗浄等についての作業結果及び作業要領、安全管理事項についてまとめたものである。また、一連の作業を通じて得られたナトリウム取扱に関する貴重な経験についても併せて記述した。

## 2. 概要

### 2.1 計測機器試験ループ概要

計測ループは、これまでに、高速炉の炉心上部計装を主として、流量計や電磁ポンプ開発のための各種特性試験、流量計や液位計校正試験、各種試験体及び試験片などの浸漬試験等に幅広く利用された。

計測ループは、試験体などを収納する試験容器を中心に、主循環系、補助循環系、精製系、貯蔵タンク等から構成されている。試験容器は地上4階の架台に据付けられ、貯蔵タンクは地下ピット内に収められている。試験容器と貯蔵タンクの間のヘッド差は約10mである。架台1階～3階に据付けられた各ナトリウム機器を結びついている配管は、主循環系が3Bを主体とし、冷却器ラインが2Bで構成されている。また、精製系は全て3/4B配管で構成されている。図2.1.1に、計測機器試験ループの概略系統を示す。

計測ループの主な仕様は以下の通りである。

#### (1) 主循環系

主循環系は、試験容器、加熱器、電磁ポンプ、冷却器、ナトリウム流量計、ナトリウム弁、配管等から構成されている。

この系統は、試験容器（TT）にナトリウムを供給するものであり、電磁ポンプ（EMP-1）、加熱器（H-I・H-II）によって流量、温度が制御される。試験容器に入ったナトリウムは、出口配管から電磁ポンプに戻る循環ラインと冷却器（CL）を介して電磁ポンプに戻る冷却ラインがある。

- ①主要材質 : SUS304
- ②配管サイズ : 3B Sch 20S, 2B Sch 20S,
- ③最高ナトリウム温度 : 600°C
- ④定格ナトリウム流量 : 約1500 ℓ/min

#### (2) 精製系

精製系は、ナトリウムを純化精製するための系統で、電磁ポンプ、ナトリウム流量計、エコノマイザ内臓型コールドトラップ、ナトリウム弁、配管等で構成されている。

本系統は、主循環系を分岐して電磁ポンプ（EMP-3）、流量計（FM-3）を経てコールドトラップ（CT）内にナトリウムが導かれ、ナトリウムの純化精製が行われる。

- ①主要材質 : SUS304
- ②配管サイズ : 3/4B Sch 20S
- ③最高ナトリウム温度 : (エコノマイザ入口温度) 500°C
- ④コールドトラップ温度 : 120°C (最低) (可変)
- ⑤定格ナトリウム流量 : 10 ℓ/min

#### (3) 試験容器

試験容器の構造を図2.1.2に示す。試験容器の上部はフランジ蓋構造であり、試験体の据付及び試験片浸漬のための搬入等、汎用性を持たせた構造になっている。また、試験容器の上部はベローズ構造になっており、約300mmの上下位置の調整が可能である。

- ①主要材質 : SUS304
- ②最高ナトリウム温度 : 600°C

- ③最高使用圧力 : -0.1~0.5MPa
- ④内容積 : 約2160ℓ
- ⑤主要寸法 :  $\phi 1100\text{mm} \times L3000\text{mm} \times 12\text{mm}$  (厚さ) (円筒形縦置型)

(4)貯蔵タンク

貯蔵タンクの構造を図2.1.3に示す。貯蔵タンクは、内装ヒータ2基、レベル計、チャージドレン配管、ナトリウム受入配管、ベーパートラップ等から構成され、系統ナトリウムドレン時の全ナトリウムを収納可能な容積を有している。また、貯蔵タンクは、試験容器のナトリウムを落下させて行うナトリウム流量計校正試験時の受けタンクとしても使用されている。

- ①主要材質 : SUS304
- ②最高ナトリウム温度 : 600°C
- ③最高使用圧力 : -0.1~0.5MPa
- ④内容積 : 3300ℓ (実ナトリウム量2900ℓ)
- ⑤主要寸法 :  $\phi 1200\text{mm} \times L3500\text{mm} \times 12\text{mm}$  (厚さ) (円筒形横置型)

## 2.2 解体撤去工事概要

計測機器試験ループの解体撤去工事は、ループの貯蔵タンク内に充填されているナトリウムの抜取り作業と、ナトリウム機器や配管及び架台等の解体撤去、ナトリウム機器及び配管のナトリウム洗浄処理作業に区分される。

### 3. 貯蔵タンク内ナトリウム抜取り

計測ループの解体撤去に当たり、事前作業として貯蔵タンク内のナトリウム抜取りを実施した。抜取ったナトリウムは、専用の保管容器（ドラム缶）へ充填し、大洗工学センター内のナトリウム貯蔵庫へ保管した。また、ナトリウム抜取りのための抜取り装置の製作及び据付等においては、危険物施設の変更に伴う必要な申請を行い、許可を得た上で実施した。

以下に、ナトリウム抜取り装置の仕様やナトリウム抜取り作業要領及びその安全対策、ナトリウム抜取り結果等について示す。

#### 3.1 ナトリウム抜取り装置概要

計測ループからナトリウムを抜取るために、抜取り装置を設計製作した。抜取り装置の設計製作上の留意事項を以下に示す。

- ・ナトリウム抜取り装置の構成は、装置用予熱制御設備、抜取り配管及び弁、ガス系、ドラム缶及びドラム缶計量器等とした。装置の仕様は、後述するナトリウム抜取り装置仕様で述べる。
- ・万が一のナトリウム漏洩に備え、床面に受け皿を設置しその上にナトリウム抜取り装置全体を設置することとした。
- ・配管及び弁等の設置は、熱応力や抜取り時の操作性を十分考慮して設計製作した。
- ・ナトリウムの抜取りラインとして使用する貯蔵タンク既存のナトリウム受入配管について、その取合い仕様を図面等で十分検討することとした。
- ・抜取り装置については、以前別の設備で用いた予熱制御設備、ガス系及びドラム缶計量器を流用することとした。
- ・抜取りラインに使用する配管及び弁は、取扱いが容易且つ軽量・コンパクトなものを用い、さらにナトリウム試験装置等で使用実績のあるものを使用した。

##### (1)ナトリウム抜取り装置仕様

ナトリウム抜取り装置の主な仕様は以下に示す通りである。

###### ①構成

ナトリウム抜取り装置は、以下の(a)～(d)の機器から構成される。図3.1.1に計測ループ貯蔵タンク用ナトリウム抜取り装置の系統を、図3.1.2にナトリウム抜取り装置の配置を示す。

- (a)ナトリウム抜取り装置用予熱制御設備
- (b)ナトリウム抜取り配管及び弁類
- (c)アルゴンガス（Arガス）供給系、真空系、ガス放出系
- (d)ナトリウムドラム缶及びドラム缶計量器、他

###### ②機能概要

###### (a)ナトリウム抜取り装置用予熱制御設備

予熱制御盤は、ナトリウム抜取り配管（注入配管）、弁、フレキシブル・メタル・ホース等の予熱コントロールを行い且つドラム缶内のナトリウム充填状況把握及び充填終了判定を行うもので、以下の機能を有する。図3.1.3にナトリウム抜取り装置用予熱制御盤の外形を示す。

- ・予熱温度能力：0～200°C (50°C/h)

- ・ドラム缶へのナトリウム充填状況把握及び充填終了判定のためのベーパートラップ及びドラム缶内の温度監視機能。

(b)ナトリウム抜取り配管及び弁類

ナトリウム抜取り配管及び弁類は、計測ループ貯蔵タンクとナトリウムドラム缶を連結し、ナトリウムの移送を行うものである。図3.1.4に注入ノズル構造及び抜取り配管取合い部の構造を示す。

(c)Arガス供給系、真空系、ガス放出系

- ・ガス供給系は、フレキシブル・メタル・ホースのナトリウムブロー及びドラム缶内のガス置換に用いるものである。
- ・真空系は、ナトリウム移送前のドラム缶内のガス置換に用いるものである。
- ・ガス放出系は、ナトリウム抜取り中のドラム缶内のガスを放出するものであり、放出ラインには、空気が混入しないよう背圧弁（逆止弁）を設けている。背圧弁作動圧は0.001MPaである。

(d)ナトリウムドラム缶及びドラム缶計量器、他

・ドラム缶仕様

貯蔵品	： 金属ナトリウム
最高使用圧力	： 0.1MPa
最高使用温度	： 200°C
材質	： SUS304
容量	： 212ℓ
天地接合	： Mig溶接
胴接合	： Mig溶接
天地、胴板厚	： 1.5mm

・ドラム缶計量器

計量器は、規定重量の到達を知らせるためのブザーの出力接点と、重量「高」の出力接点を有し、重量「高」にてナトリウム遮断弁を「閉」にするインターロックを有するものである。

・ナトリウム受け皿

万が一のナトリウム漏洩に備え、ナトリウム抜取り装置を設置する床面に受け皿を設置した。尚、本受け皿は、ナトリウム抜取り後に抜取り装置撤去後、洗浄対象物の一時保管用の受け皿としても利用した。

### 3.2 作業要領

作業上における留意事項を以下に示す。

- ・既存抜取り配管と新規抜取り配管との取合い部の接続時においては、貯蔵タンク内に空気が混入しないように、貯蔵タンク側から微量のArガスを供給しながら行った。
- ・ナトリウム抜取り前及び抜取り終了後に行うドラム缶へのベーパートラップの着脱操作、注入ノズルの着脱操作、圧力監視キャップの取り付け操作においては、ドラム缶内及び注入ノズル内に空気が混入しないように微量のArガスを供給しながら行った。
- ・貯蔵タンク及び抜取り装置の予熱操作は、昇温速度（25°C/h）を厳守した。
- ・ナトリウム充填後のドラム缶を計量器から受け皿内の仮置き場所へ移動する際に、ド

ラム缶内のナトリウムが液状且つ高温であるため、火傷等に注意して操作した。

### 3.2.1 ナトリウム抜取り装置準備及び据付

計測ループ1階の既存のナトリウム受け皿の脇に、新たにナトリウム受け皿を設置し、その上にナトリウム抜取り装置を設置した。以下にナトリウム抜取り装置の主な据付手順を示す。

#### (1)貯蔵タンク側抜取り配管と新規抜取り配管の取合い

貯蔵タンク側抜取り配管（3/4B フランジ）に抜取り装置側の抜取り配管（1/2インチフランジ）を接続する。接続時は、貯蔵タンク側へ微量のArガスを供給する。

#### (2)ガスヘッダー（Arガス供給系、真空系、ガス放出系）の設置

ガスヘッダーを図3.1.2に示す配置で設置する。

#### (3)予熱制御盤の設置

予熱制御盤を図3.1.2に示す配置で設置する。

#### (4)ナトリウムドラム缶及びドラム缶計量器、他の設置

図3.1.2に示す配置で設置する。

### 3.2.2 予熱設備運転（ナトリウム溶解）

貯蔵タンクの予熱電源を投入し、タンク予熱温度を140°Cまで昇温した。タンクの予熱昇温速度は25°C/hとした。

尚、計測ループの予熱設備運転方法については、運転マニュアルに従って実施する。

### 3.2.3 ナトリウム抜取り要領

以下の手順でナトリウム抜取りを実施した。また、図3.2.1にナトリウム抜取りの概略要領を示す。

#### (1)ナトリウム抜取り配管系の予熱

ナトリウム抜取り配管（注入配管）、弁、フレキシブル・メタル・ホース等を予熱する。予熱昇温温度は約200°Cとする。

#### (2)作業前準備

(a)ナトリウム抜取り装置にドラム缶、注入ノズル、ガス放出ベーパトラップを接続する。

(b)ドラム缶への注入ノズル取付時（ドラム缶交換時含む）は、ナトリウムブロー配管から微量のArガスを供給「V-02：微開」する。

(c)ドラム缶接続フランジをドラム缶に取付ける。

(d)注入ノズルのフランジをドラム缶接続フランジと合わせ接続用ボルトで接続する。接続中は、ドラム缶の内圧が0.02MPa以上上昇しないようにナトリウムブロー配管及びガス放出ベーパートラップからの供給量を調節する。接続後は、供給を停止する。

#### (3)ドラム缶のガス置換

真空ポンプを用いてドラム缶内のガス置換を実施し、真空圧は-0.03MPaとする。真空引き終了後、ナトリウムブロー配管からArガスを供給し、ガス放出ベーパートラップから背圧弁を介し排気する。その際に酸素濃度を測定し1vol%程度となるまで実施する。尚、ドラム缶のガス置換は時間を要するため、事前に実施する。

#### (4)抜取り開始（ドラム缶内充填）

- (a)計測ループのガス供給ヘッダーで0.05MPaを設定し、貯蔵タンク内を加圧する。
- (b)貯蔵タンク内の加圧完了後、ナトリウム注入止め弁「AV-03」「V-01」を開けることによって充填を開始する。ナトリウム充填中は、ガス放出ベーパートラップから背圧弁(0.001MPaで動作)を介してドラム缶内のガスを排気する。
- (5)ドラム缶内充填終了  
ドラム缶内へのナトリウムの充填終了は、計量器によりナトリウム充填重量到達85% (150°C : 167kg) の警報にて判定し「AV-03」「V-01」を閉にする。
- (6)注入配管の予熱OFF  
ナトリウムブロー配管からArガスを供給し、注入配管のナトリウム切りを実施し、その後、注入配管(フレキシブル・メタル・ホース)の予熱をOFFにする。
- (7)注入ノズル取外し
  - (a)注入ノズルフランジ部の接続ボルト取外し中は、Arガスを極小供給「GV-01微開」させた状態で作業を実施する。(注入ノズル取外し前に、ドラム缶内の圧力を0.001MPaに保持するため)また、注入ノズル内のナトリウム酸化防止の観点から、注入ノズル引き抜き時から次のドラム缶へ取付けるまでの間、ナトリウムブロー配管から微量のArガスを供給し続ける。  
また、ドラム缶の交換時は、注入ノズルを仮置き台に仮置きする。
  - (b)ドラム缶接続フランジをドラム缶から取り外し、圧力監視キャップを取付ける。  
キャップ取り付け後、ガス放出ベーパートラップからのArガス供給とガス放出を停止(「GV-01閉」「GV-02閉」)する。
- (8)ドラム缶内ガス封じ込め  
ドラム缶内にArガスを0.05MPa加圧し、ガス放出ベーパートラップ接続のフレキシブル・メタル・ホースを取外す。
- (9)ドラム缶移動及びガス放出ベーパートラップの取外し  
ナトリウム充填済みのドラム缶は、計量器からドラム缶運搬用リフターでナトリウム受け皿内に仮置きする。  
次に、圧力監視キャップにArガス供給ホースを接続し、Arガスを供給させながらベーパートラップを取り外す。
- (10)ドラム缶の監視  
ナトリウム充填済みのドラム缶は、外表面温度が常温+20°C以下になるまで監視及びガス圧の監視を実施する。
- (11)ドラム缶の運搬  
ドラム缶の運搬は、Arガス供給ホースを取り外した後、天井クレーンにてドラム缶を吊り上げナトリウム受け皿の脇に降ろし、ドラム缶運搬用リフターを用いてナトリウム貯蔵庫内に保管する。

### 3.3 安全管理事項

安全上における留意事項を以下に示す。

- ・ナトリウムの抜取り作業は、夜間は実施しないで安全作業に配慮した行程とした。
- ・ナトリウム抜取り要領書を作成し、読み合わせや作業シュミレーションを行い、作業上不具合等がないことを確認し、不具合があった場合は訂正することとした。

- ・緊急時や異常時の対応準備などを実施した。

### 3.3.1 作業体制及び作業工程

#### (1)作業体制

ナトリウム抜取り作業時の作業実施体制を図3.3.1に示す。

尚、ナトリウム抜取り作業は、直体制を組んで実施し、ナトリウムの抜取り作業は、昼間の時間内に実施した。夜間は貯蔵タンク及び抜取り装置廻りの予熱監視並びに巡回等を実施した。また、ナトリウム充填ドラム缶についてもカバーガス圧力の監視等を実施した。

#### (2)作業工程

表3.3.1にナトリウム抜取り作業時の実績工程を示す。

### 3.3.2 安全管理

#### (1)教育訓練等の実施

ナトリウム抜取り作業を安全に且つ確実に実施することを目的に、教育訓練及び装置備品類の整備、点検を実施した。

備品類の整備は、ナトリウム抜取り用ドラム缶の準備、計測系の整備、データ処理室内の整備及び資料等の整備を実施した。教育訓練は、ナトリウム抜取り要領書の読み合わせ及び抜取り作業シミュレーションを行った。

#### (2)TBM-KYの実施

作業開始前及び作業内容が変更となった場合には、TBM-KYを実施して災害防止を図った。

#### (3)工程管理及び現場管理

##### ①日常ミーティングの実施

ナトリウム抜取り作業関係者は毎朝のミーティングを行い、その日の作業内容、作業員数、前日の作業実績、安全対策等を確認した。

##### ②現場パトロール

作業管理者による現場パトロールの実施に加え、作業責任者は毎日、現場パトロールを実施し、整理整頓状況、不安全行為等に対する是正を指示した。

#### (4)作業者の資格

##### ①ナトリウム抜取り作業者

ナトリウム抜取り作業は、ナトリウム抜取り作業責任者の指示・監督のもとに実施し、その作業を行う作業員は、危険物第3類の有資格者とした。

### 3.3.3 安全対策

#### (1)ナトリウム漏洩火災対策

ナトリウムの抜取りを行う計測ループ周辺には、規定のナトレックス消火器の配備以外にナトレックス消火器及び缶入りナトレックス粉末を備えた。

#### (2)防護具

主にナトリウムドラム缶へのノズルの接続作業時は、以下に示す防護具を着用した。尚、着用する防護具の種類は、ナトリウム抜取り装置の状態等を考慮しナトリウム抜取り作業責任者が指示した。

- ・半長靴、耐熱手袋、ヘルメット、保護面、防塵マスク、防護衣（軽装備）

### (3)異常時に必要とする機材の準備

異常時の作業に備えて以下の装備を配備した。

#### ①耐熱防護衣

3着をナトリウム抜取り場所付近に配備した。

#### ②空気呼吸器

3台をナトリウム抜取り場所付近に配備した。

### 3.3.4 異常時の措置

#### (1)緊急時の連絡体制

緊急時の連絡体制は、定められた体制に則って行うこととした。

#### (2)地震発生時

地震時の点検・通報体制は、定められた体制に則って行うこととした。ナトリウム抜取り中に地震が発生した場合は、体感により直ちに退避が必要と判断した場合は、安全な場所に避難することとした。初期処置が可能な場合は装置を停止し地震終息を待ち、その後、作業再開に関して作業管理者の許可を得た上で再起動前点検を行い異常の無いことを確認後、作業を再開することとした。

#### (3)停電時

停電が発生した場合には、ナトリウム抜取り作業時は速やかに作業を停止することとした。また、貯蔵タンク内のガス圧力を速やかに大気圧付近まで降下させることとした。

#### (4)ナトリウム漏洩火災発生時

ナトリウム漏洩火災時の連絡体制は、緊急時と同様の連絡体制とした。尚、ナトリウム漏洩火災発生時は、初期消火、通報、負傷者等の処置を臨機応変に行い人身の安全を第一とした。

### 3.4 ナトリウム抜取り結果

計測ループ貯蔵タンク内のナトリウムの抜取りは、計画した期間内において、計画した作業方法及び手順等により安全且つ効率的に作業を行うことができた。

#### (1)ナトリウム抜取り量

ナトリウム抜取り総量 . . . . . 2750kg

#### (2)ナトリウム貯蔵庫への収納量

ナトリウムドラム缶数量 . . . . . 17本

### 3.5 ナトリウム抜取り装置の解体撤去

#### (1)解体撤去

ナトリウムの抜取り作業完了後に、抜取り装置を解体撤去した。尚、解体撤去は据付作業の逆の手順で実施した。

(2)ナトリウム配管類の洗浄

ナトリウム抜取り装置のナトリウム配管及びナトリウム弁類は、後述する計測ループのナトリウム機器の洗浄と同時にナトリウム処理室で水蒸気洗浄及びアルコール洗浄を実施した。

3.6 ナトリウム抜取りの作業記録

図3.6.1にナトリウム抜取り装置の外観及び抜取り作業状況の記録写真を示す。

## 4. 計測機器試験ループの解体撤去

### 4.1 解体撤去対象機器リスト

解体撤去の対象となる機器は以下の通りである。図 4.1.1 に、解体撤去する計測機器試験ループの系統を示す。

#### (1)ナトリウム機器

①試験容器	( $\phi$ 1.1m×H3m)	:	1台
②貯蔵タンク	( $\phi$ 1.2m×H3.5m)	:	1台
③ドレンタンク	( $\phi$ 0.6m×H2.3m)	:	1台
④コールドトラップ		:	1台
⑤冷却器		:	1台
⑥加熱器		:	2台
⑦炉心上部単体モデル		:	1台
⑧電磁ポンプ		:	3台
⑨電磁流量計		:	7台
⑩ナトリウムバルブ		:	19台
⑪ナトリウム配管 (3/4B~3B)		:	約160m

#### (2)カバーガス系、真空系

①ペーパートラップ	:	3台
②その他 (ヘッダー、ガス弁等)		

#### (3)補助設備、機器等

①冷却器プロア、レベル計、電源盤・制御盤等		
-----------------------	--	--

### 4.2 解体撤去作業要領

作業上における留意事項を以下に示す。

- ・サイクル機構及び請負会社側の工事に対する作業体制表、工事に対する各許可証、緊急連絡網、各有資格の免許書の写し等を見やすい場所に掲示した。
- ・各作業エリアを必要に応じ確保、設定し、養生等を実施した。
- ・解体は保温材、付帯設備、電気計装品等から開始した。
- ・解体撤去で排出された産業廃棄物は、専門業者へ依頼して処分し、処分記録（マニュフェスト）を確認及び保管した。
- ・解体時は、必要に応じ防塵マスクや保護メガネ（シールド面）の着用を義務付けた。

図 4.2.1 に計測ループ全体の解体撤去作業の概略作業フローを示す。また、図 4.2.2 に機器及び架台等の解体撤去の概略手順を示す。

尚、以下 4.2.1 ~ 4.2.4 項に解体撤去に係る概略の作業要領を示す。

#### 4.2.1 解体撤去作業準備

##### (1)作業区画設定

- ①作業エリアの区画を設定し、必要に応じユニック車及び移動式クレーンの配置エリアを設定する。

②解体撤去作業の周辺エリアは、必要に応じ立入禁止区域を設定し、人及び車両の通行を制限する。

(2)作業エリア養生

①解体撤去する計測ループ北側を防炎シート等で養生し、計測ループ解体撤去時の埃や粉塵等の飛散を防止する。

②ユニック車及び移動式クレーンの車両等の重みで床面ケーブルピット蓋が凹まないようベニヤ板を敷き、その上に鉄板を敷いて養生する。

③計測ループ設備から撤去した機器及び架台等をスクラップ可能な大きさに細断するための解体作業エリアを設定し、床面に薄鉄板を敷いて養生する。

④保管品の一時仮置き場所及び撤去したナトリウム機器や配管等の一時仮置き場所を設定し床面に薄鉄板を敷いて養生する。

(3)作業足場の設置

解体撤去作業に必要な作業足場を設置する。

#### 4.2.2 保温材、電気、計装品の撤去要領

(1)保温材の撤去

①保温材等の撤去時においては、防塵マスクや保護メガネ等を着用して作業を行う。

②保管する流量計及び電磁ポンプ等については十分注意しながら保温材を撤去する。

③撤去した保温材は、産業廃棄物として専門業者へ依頼し処分する。尚、処分記録（マニュフェスト）を確認及び保管する。

(2)電気、計装品の撤去

①電気室において、配電盤と計測ループ電源盤間のケーブルを床ピット内から引き抜き撤去する。

②電源ケーブル及び信号ケーブル、補償導線等をケーブルダクト及び電線管等から引き抜き撤去する。補償導線は、産業廃棄物として処分する。

③予熱ヒータ、熱電対及びバルブ用ボックスヒータを撤去する。予熱ヒータ及び熱電対は、産業廃棄物として処分する。

④ケーブルダクトをガス溶断で解体し、解体作業エリアで運搬可能な大きさに切断する。その後スクラップ置き場へ運搬し廃棄する。

⑤ヒータ、信号、熱電対等の中継端子箱及び電線管等については、ガス溶断、バンドソー、セイバーソーで解体撤去する。

(3)予熱盤、電源盤の撤去

盤類の撤去については、下部のアンカーボルトを取り外し、各盤（1面）ごとに取り外し、撤去する。その後スクラップ置き場へ運搬して廃棄する。

#### 4.2.3 ナトリウム機器配管類の撤去要領

(1)ナトリウム機器配管等の解体撤去順序

ナトリウム機器配管類の撤去は、おおよそ以下の手順で解体撤去を行う。尚、ナトリウム配管の切断においては、既設Arガス供給ラインを用いて、常に配管内にArガスを供給させながら切断を実施する。図4.2.3にナトリウム機器配管類の切断順序の概略を示す。

また、ドレンタンク、貯蔵タンクについては、上部架台を撤去した後に解体撤去を実施する。

①補助系ライン

(a)ガス供給ラインの接続

補助系ラインは、従来計測ループ改造時に系統を切離しているためガス供給ラインが接続されていない。このため、流速計試験部（F S - 3）入口部にガスページ用接続ノズルを設け、F S - 3 入口ライン側からガス供給を行い解体撤去を実施する。

(b)EMP - 2 ラインの解体

EMP - 2 ラインの配管を順次切断する。

(c)EMP - 2 本体の解体

EMP - 2 本体の解体は、空気ダクト、コイル、保温材等を取り外した後に解体する。

(d)その他のラインの解体

その他のラインのナトリウム弁及び配管の切断は、ガス供給ラインを残しながら順次解体撤去を実施する。また、単体試験モデル試験部本体については、周辺障害物の撤去後に撤去する。

②精製系ライン

精製系ラインは、初めにコールドトラップ（C T）本体を切り離した後に、ナトリウム弁及び配管の切断を実施する。

③主循環系ライン

主循環系ラインは、初めに保管対象の電磁ポンプ（EMP - 1）及び流量計（FM - 1）を切り離す。ナトリウム冷却器（C L）本体については、出入口配管部で切断し架台ごと撤去する。他の機器及びナトリウム弁、配管については、ガス供給ラインを残しながら順次解体撤去を実施する。また、1階に設置してあるナトリウム弁及び配管、EMP - 1 及び加熱器（H - I）については、周辺障害物を撤去後に撤去する。

④試験容器

試験容器は、初めに配管を切り離し、続いてガス供給ラインベーパートラップ（V T - 1）の切り離しと架台5階を解体撤去してから撤去する。

⑤ドレンタンク及び貯蔵タンク

ドレンタンク及び貯蔵タンクは、地下ピット内に設置してあるため、上部の架台及びナトリウム機器等の全てが撤去された後に撤去する。

⑥ガス系ライン

ガス系ラインは、上述した機器及び配管類の撤去が全て終了した時点で撤去する。

(2)ナトリウム機器配管等の解体要領

①洗浄対象物の種分け

ナトリウム洗浄処理対象物は、その種類、形状及び残存ナトリウム量に応じ、種別し、ナトリウム処理室での洗浄処理を行うまで一時保管場所に保管する。

洗浄対象物の種別は、残存ナトリウムの状態に応じ、切断時に次の3段階に種分けする。

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| (a)ナトリウムが閉塞している場合         | : 赤色テープ表示 |
| (b)残存ナトリウムが多い場合           | : 黄色テープ表示 |
| (c)ナトリウムが内表面に薄膜状に付着している場合 | : 白色テープ表示 |

尚、残存ナトリウム状態の種分けは、作業責任者の判断で行う。

## ②ナトリウム機器配管等の切断

ナトリウム機器配管等の切断においては、防護面、防塵マスク、防護衣（エプロン）、半長靴等を着用して作業を実施する。

- (a)ナトリウム機器配管等の切断箇所は作業責任者が指示する。
- (b)切断箇所の下部には、受け皿を設置し、周辺にはナトレックス消火剤を常備する。
- (c)ナトリウム機器配管等の切断は、内部に不活性ガス（Arガス及び窒素ガス）をパーティーゼさせながら行う。また、切断工具はバンドソーを用いて実施する。
- (d)洗浄対象物及びループ側のナトリウム配管切断部には、空気混入防止のためビニールキャップ養生を行う。

## ③ナトリウム洗浄対象機器の保管

洗浄対象物の一時保管は、ナトリウム技術開発第一試験室内の空きスペースにエリアを設定して保管する。保管方法は以下の通りとする。

- ・ナトリウム抜取りで使用した受け皿を流用し、保管エリアの床面に受け皿を配置する。尚、前述した洗浄対象物の種分けで赤色及び黄色テープ表示のものを本受け皿内に保管する。
- ・白色テープ表示のナトリウム機器及び配管等については、床面に鉄板を敷きその上に保管する。
- ・洗浄対象物一時保管場所の周辺には、ナトレックス消火器を常備する。

### 4.2.4 架台の撤去要領

#### (1)ループ架台の撤去

ループ架台の撤去は、各階の架台ごとに支柱をガス溶断で切断し、各階の架台を1階床面に吊り降ろす。そこでスクラップ可能な大きさに細断する。

### 4.3 緊急時体制

緊急時の体制は以下の通りとした。尚、緊急時及び異常時の定義は次の通りとした。

- ・人身事故が発生した場合。
- ・想定外の物の落下、破損等が発生し、その影響によって周辺に危険を与えた場合及び与える可能性がある場合。
- ・ナトリウム機器等の解体及び洗浄作業において、ナトリウムの燃焼によって建屋等へ燃え移り、火災拡大の可能性がある場合。
- ・その他、人身及び設備等に危害が生じ、異常と思われる場合。

### 4.4 教育訓練

ナトリウム機器の取扱作業者全員に対し、ナトリウム処理室でナトリウムの物性、ナトリウム取扱の体験、ナトリウムの燃焼・消火訓練等を実施した。

#### 4.5 安全対策事項

##### 4.5.1 ナトリウム機器類の解体撤去作業に関する安全対策

###### (1)ナトリウム配管の切断

- ・本工事で発生する危険箇所等及び廃棄物仮置き場所等では立ち入り禁止区域等の明確な表示を行い、ロープ等でエリアを仕切った。
- ・切断箇所は、事前にマーキングした。
- ・作業責任者の指示の基に作業を実施した。また、作業単位グループの責任者は必ずナトリウム取扱経験者とした。
- ・ナトリウム取扱時は軽装備防護具を着用した。
- ・切断はバンドソーを使用した。
- ・不活性ガス（微圧）をブローしながら作業を実施した。
- ・切断後は、ビニールキャップ等の閉止処置を実施した。
- ・切断箇所の下部に受け皿を置き、受け皿の下部には防災シートを敷いた。
- ・切断箇所の廻りにはナトレックス消火器を配備し、切断箇所の隣には、ナトレックス粉末入りの容器を常備した。
- ・ナトリウム配管の切断時は、現場責任者もしくは補助員が作業の監視を行ないながら実施した。
- ・ナトリウム処理作業が円滑に行われるよう、切断時にナトリウムの付着状況を示す印を付けた。（完全閉塞：赤色、中間閉塞：黄色、薄膜付着：白色）
- ・重量物を取り扱う場合は、作業手順、切断位置、サポート状況を確認した後に、作業を開始した。

###### (2)ナトリウム機器配管等の一時保管場所

- ・ナトリウム配管の切断及び撤去後は、ナトリウム技術開発第一試験室の1階の床面に一時保管場所を設定し保管した。
- ・一時保管場所には、ナトリウム抜取り時に使用した受け皿を流用した。また、床面には鉄板を敷いた。
- ・一時保管場所には、ナトレックス消火器を常備した。

###### (3)ナトリウム機器配管等の運搬

- ・ナトリウム処理室への運搬は、ナトリウム洗浄作業指揮者からの連絡により現場責任者が、請負会社作業責任者へ運搬量、日時等を指示した。
- ・運搬のためのクレーン操作及び玉掛け作業は有資格者が実施した。
- ・作業時には指示、合図を徹底させた。
- ・クレーン操作時には吊り荷の下には絶対入らないよう指示し、監視した。
- ・処理室への運搬については、運搬車両にナトレックス消火器を常備した。
- ・処理室への輸送時は2名以上で実施した。
- ・雨天時の運搬は、ビニールシートで養生した。尚、荷積み、荷降しは、雨水がかからないように十分注意した。

###### (4)ナトリウム機器配管等の保管

- ・保管品については、1日1回以上現場パトロールを行い、ビニールキャップの破損等がないことを確認した。
- ・保管品の移動は、ビニールキャップを巻いているテープがとれないよう注意した。

- ・保管品は、鉄板の受け皿又は鉄板で養生した床上に置き、コンクリート上に直に置かないようにした。

(5)停電時

停電が発生した場合、作業を中断することとした。また、ナトリウム配管等の切断を行っているときは、切断箇所のバンドソーを取り除き、切断口をテープ等で密閉処理することとした。尚、瞬間的な停電は安全確認の上、工事を続行する。

## 5. ナトリウム機器配管類の洗浄

### 5.1 洗浄方法

#### (1)洗浄方法

計測ループのナトリウム洗浄処理対象物は、残存ナトリウム量に応じ、種別されている。よって、ナトリウム洗浄処理は、残存ナトリウム量に応じ以下の三通りの方法で実施した。

##### ①溶解・燃焼処理

ナトリウム弁、洗浄対象物内のナトリウムが閉塞及び残存ナトリウムが多い場合（赤色、黄色テープ表示）で、水蒸気洗浄処理が困難または、洗浄処理後廃棄処分するものについて実施した。また、処理方法としては、ナトリウムの溶解、削り取り、搔き出し等の方法でナトリウムを取り除いた。取り除いたナトリウムは、燃焼処理または、灯油付けにして保管した。ナトリウムの溶解、燃焼処理作業は燃焼処理室で行い、ナトリウムの削り取り、搔き出し作業はナトリウム第二処理室及び燃焼室で行った。

##### ②開放型の水蒸気洗浄

ナトリウム付着状況が洗浄対象物の内表面に薄膜状に付着している場合で、洗浄処理後廃棄処分するものについて実施した。

##### ③アルコール洗浄処理法

アルコールによる洗浄処理は、洗浄対象物に対しアルカリ応力腐食割れ等の影響を及ぼさない特徴がある。よって、洗浄後再活用する機器等に有効な洗浄方法であり、保管品の洗浄に適用した。尚、アルコール洗浄方法は、アルコール中に浸漬する方法とアルコール循環洗浄装置を使用する方法があり、前者は小型機器を、後者は洗浄対象物が大型で複雑な場合に一般的に用いられる。今回はアルコール浸漬法にて実施した。

#### (2)洗浄装置

以下に、ナトリウム洗浄に用いた洗浄装置とその取扱い方法についての概略を示す。

##### ①開放型の水蒸気洗浄装置

開放型の水蒸気洗浄装置は、ボイラー設備から蒸気を、CE設備から窒素ガスを受給し、それらの混合蒸気を発生させる設備であり、蒸気フローメータ、窒素ガスフローメータ、流調弁、配管、フレキシブル・メタル・ホース、洗浄ノズル等で構成される。

以下に、水蒸気洗浄装置の主要な仕様を示す。

- ・水蒸気流量 : 0~40m<sup>3</sup>/h
- ・窒素ガス流量 : 0~80m<sup>3</sup>/h
- ・蒸気ホース : 約8m
- ・洗浄ノズル : 約2m

尚、開放型の水蒸気洗浄処理作業手順及び要領は以下に示す通りである。

- (a)水蒸気洗浄装置（ボイラー設備を含む）を始動し、所定の水蒸気条件になるように暖気運転を行う。
- (b)洗浄対象物のビニールキャップを取り外し、内部の残存ナトリウム付着状態をナトリウム洗浄作業指揮者が最終確認する。

- (c)混合水蒸気が乾燥している（窒素ガスの混合割合が適正か）ことを確認するため、供給ラインをページする。
- (d)最初は、洗浄対象物表面を昇温さるように外表面を注意深く洗浄する。
- (e)注意深く混合水蒸気を内部表面に流し込む（作業者は、水蒸気出口付近には立たないようとする）。
- (f)周期的に水蒸気洗浄作業を中断し、状況を観察し、残存ナトリウムの有無について確認する。
- (g)洗浄対象物の洗浄終了後は、ナトリウム飛沫が周辺に落ちている場合もあるので周辺も水蒸気洗浄を行う。
- (h)水蒸気洗浄終了の判断はナトリウム洗浄作業指揮者が行う。
- (i)水洗浄により、洗浄対象物及び周辺について最終処理を行う。
- (j)全ての洗浄処理作業が終了したことをナトリウム洗浄作業指揮者が確認する。

## ②燃焼処理装置

本装置は、ナトリウムをプロパンガスバーナにより強制的に加熱燃焼させ、ナトリウムを酸化物 ( $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) に変化させる。燃焼時に発生する酸化物の白煙は、排煙処理装置により捕集処理する。燃焼残滓としての酸化物はシャワー、注水処理等により水酸化ナトリウムに変換する。この廃液は中和処理槽にて中和する。

以下に、燃焼処理装置を用いた主な作業手順及び要領を示す。

- (a)燃焼室内の受け皿に洗浄対象物を置く。受け皿は加熱等により水分を取り除く。
- (b)ガスバーナで洗浄対象物を加熱し、ナトリウムを溶出させる。
- (c)受け皿に溶出させたナトリウムを加熱して燃焼させる。
- (d)未燃焼ナトリウムが残らないように金属棒のヘラで攪拌し、ナトリウムを完全に燃焼させる。
- (e)燃焼処理中は大量の煙が発生するため、作業者は煙を吸い込まないよう防塵マスクを着用するとともに排煙処理装置による排煙管理を行う。
- (f)全ての燃焼処理が終了したら、最終的に燃焼室のシャワー設備で水洗浄を行う。
- (g)洗浄処理終了の最終確認は、ナトリウム洗浄作業指揮者が行う。

## 5.2 ナトリウム洗浄処理の概略手順及び要領

ナトリウム機器や配管等のナトリウム洗浄処理を実施するにあたり、前処理を行う必要がある。前処理としては、ナトリウム機器や配管等を洗浄しやすいように解体し、残存ナトリウムの掻き出し及び残存ナトリウムの加熱溶融処理等を行うことが必要である。

尚、ナトリウム処理室での解体作業については、床面に薄鉄板等を敷いて、その上でナトリウム機器や配管等の解体作業を実施した。

### (1)ナトリウム配管

残存ナトリウム量の少ない配管の洗浄処理法は、水蒸気洗浄法により行う。よって配管口径により、以下に示す形状寸法を目安に切断する。このため、必要に応じて切断箇所及び寸法を決め切断する。これは、ナトリウム洗浄作業指揮者の指示により行う。

- ①3B配管 直管部は約2.0m : 曲管部は約0.5m
- ②2B配管 直管部は約1.0m : 曲管部は約0.2m
- ③3/4B配管以下 直管部は約0.5m : 曲管部は約0.1m

## (2)試験容器

図2.1.2に試験容器の構造を、図5.2.1に試験容器の解体手順を示す。

試験容器は、ドレン配管の先端が下部鏡板の底部より上にでているため、容器下部に残留ナトリウムがあると思われる。また、容器下部以外については、薄膜状にナトリウムが付着していると思われる。よって、試験容器の解体は、容器内に窒素ガスを十分供給しながらプラズマにて切断する。容器下部の鏡部については、燃焼処理室へ運び残留ナトリウムの燃焼処理後、水洗浄を実施する。容器下部以外については、水蒸気洗浄を実施する。尚、解体前にナトリウム液位計2本を取り外しておく。

## (3)貯蔵タンク

図2.1.3に貯蔵タンクの構造を、図5.2.2に貯蔵タンクの解体手順を示す。

貯蔵タンクは、ナトリウム抜取り配管(3/4B)とタンク底部との隙間が20mmあるためナトリウムが残留する構造となっている。タンク底部に残留しているナトリウム量は、約十数kgと思われる。タンク底部以外については、薄膜状にナトリウムが付着していると思われる。よって、貯蔵タンクの解体は、タンク内に窒素ガスを十分供給しながらプラズマにて切断する。切断後、残留ナトリウムを搔き出し、水蒸気洗浄を実施する。また、搔き出したナトリウムは、燃焼室で燃焼処理を実施する。尚、解体前に内装加熱器2基とナトリウム液位計2本を取り外しておく。

## (4)ドレンタンク

図5.2.3にドレンタンクの構造を、図5.2.4にドレンタンクの解体手順を示す。

ドレンタンクは、ドレン配管とタンク下部鏡部の底部との間に隙間があり、ナトリウムが残留する構造となっている。タンク底部に残留しているナトリウム量は、約30kgと思われる。タンク下部以外については、薄膜状にナトリウムが付着していると思われる。よって、ドレンタンクの解体は、タンク内に窒素ガスを十分供給しながらプラズマにて切断する。切断後、タンク下部を燃焼室に運び残留ナトリウムの燃焼処理を行い、その後、水蒸気洗浄を実施する。タンク下部以外については、水蒸気洗浄を実施する。

## (5)電磁ポンプ

図5.2.5に電磁ポンプ(EMP-1)を、図5.2.6に電磁ポンプ(EMP-2)と(EMP-3)を示す。

電磁ポンプダクト内の残存ナトリウムは、薄膜状にナトリウムが付着していると思われる。このため、廃棄する(EMP-2)については、水蒸気洗浄を実施し、保管する(EMP-1)と(EMP-3)については、アルコール循環洗浄にて処理を行う。

尚、アルコール循環洗浄する電磁ポンプのダクト切削面をサンダー等で滑らかにする。

## (6)加熱器

図5.2.7に加熱器の構造(H-I・H-II)を、図5.2.8と図5.2.9に加熱器の解体手順を示す。

加熱器内の残存ナトリウムは、薄膜状にナトリウムが付着していると思われるが、解体時には窒素ガスを十分供給しながらプラズマにて切断し、切断後は水蒸気洗浄を実施する。

尚、管板とヒータエレメント取付部のクレビスとの隙間にナトリウムが残存している。このため、管板からヒータエレメントを引き抜き燃焼処理及び水蒸気洗浄を実施する。

(7)コールドトラップ

図5.2.10にコールドトラップの構造を、図5.2.11にコールドトラップの解体手順を示す。

コールドトラップのメッシュ部にナトリウムが付着しているため、解体時には、容器内に窒素ガスを十分供給しながらプラズマにて切断する。メッシュ部は、燃焼室で燃焼処理を実施し、容器側については水蒸気洗浄を実施する。

尚、切断時に発生する内部からの白煙が激しい場合は、燃焼室にて切断作業を行う。

(8)冷却器

図5.2.12に冷却器の構造を、図5.2.13に冷却器の解体手順を示す。

冷却器内の残存ナトリウムは、薄膜状にナトリウムが付着していると思われる。このため解体は、バンドソーで切断し、水蒸気洗浄を実施する。

尚、解体作業は、ナトリウム処理室で行い、ヘッダー部より伝熱管を切り離し、ペンド部を切り離す。この時、ペンド部は半円部にできるだけ短く切断する。

(9)ナトリウム弁

図5.2.14と図5.2.15にナトリウム弁の構造を示す。

ナトリウム弁は、ベローズ部にナトリウムが残存しているため、解体は、ナトリウム弁のリップ溶接部を切断し、ボディー部からシステムを引き抜き、燃焼室でベローズ部の燃焼処理を行う。その後、水蒸気洗浄を実施する。

尚、解体作業は、ナトリウム処理室で行う。

### 5.3 安全管理事項

#### 5.3.1 作業体制

ナトリウム洗浄処理時の作業実施体制を図5.3.1に示す。

#### 5.3.2 安全管理

(1)TBM-KYの実施

作業開始前及び作業内容が変更となった場合には、TBM-KYを実施して災害防止を図った。

(2)工程管理及び現場管理

①日常ミーティングの実施

ナトリウム洗浄作業指揮者は毎朝のミーティングに出席し、その日の作業内容、作業員数、前日の作業実績、安全対策等を確認した。

②週間工程会議

ナトリウム洗浄作業指揮者は、解体撤去工事側の週間工程会議に出席し、次週の予定、今週の実績、安全対策の実施状況等を確認した。

③現場パトロール

作業管理者による現場パトロールの実施に加え、作業責任者は毎日、現場パトロールを実施し、整理整頓状況、不安全行為等に対する是正を指示した。

また、毎週金曜日の週間工程会議前に、作業責任者、現場責任者（監督員）、ナトリウム洗浄作業指揮者は請負業者と合同で現場パトロールを実施した。

④作業内容・手順の変更

作業内容が変更となる場合には、ナトリウム洗浄作業指揮者は作業責任者に報告を行い、作業要領・手順の見直しを行った。

(3)作業者の資格

①ナトリウム機器や配管の切断・解体作業者

ナトリウム機器や配管の切断作業は、ナトリウム洗浄作業指揮者の指示・監督のもとに実施した。

②ナトリウム洗浄処理作業者

ナトリウム洗浄処理作業は、「ナトリウム洗浄作業指揮者」の指示・監督のもとに実施する。ナトリウム洗浄作業指揮者及び補助員は、危険物第3類及び第4類の有資格者とした。

### 5.3.3 安全対策

(1)火災対策

- ・ナトリウム洗浄処理のために必要な配管類等の切断及び解体作業は、ナトリウム処理室にて実施した。
- ・ナトリウム処理室にて行う場合は、ナトレックス消火器及び缶入りナトレックス粉末を備えた。
- ・一般火災に対しては、ABC消火器を備えた。

(2)発生水素ガス爆発防止対策

水蒸気洗浄により発生する水素ガス排出のため以下の対策を講じた。

- ・建屋の2箇所のシャッターを開放し、屋外に拡散し易くした。
- ・建屋の吸気ファンを作動させ、建屋上部に水素ガスが滞留しないように屋外に強制排気させた。

(3)防護具

配管機器類の切断・解体作業、ナトリウムの溶解・燃焼処理作業及び水蒸気洗浄作業時には、以下に示す防護具を着用することを原則とする。着用する防護具の種類は、機器への残存ナトリウム量、周囲環境条件等を考慮してナトリウム洗浄作業指揮者が指示するものとした。

①溶解・燃焼処理作業時

半長靴、耐熱手袋、ヘルメット、保護面、防塵マスク、防護衣（軽装備）

②水蒸気洗浄作業及び切断・解体作業時

半長靴、長手袋、ヘルメット、保護面、防護衣（軽装備）

(4)異常時に必要とする機材の準備

異常時の作業に備えて以下の装備を配備した。

①耐熱防護衣

3着をナトリウム処理室に配備した。

②空気呼吸器

3台をナトリウム処理室に配備した。

### 5.3.4 異常時の措置

#### (1)通報連絡体制

緊急時の通報連絡は、定められた体制に則って行うこととした。

#### (2)地震発生時

地震時の点検・通報は、定められた体制に則って行うこととした。

#### (3)停電時

停電が発生した場合は、燃焼作業時にはナトレックス消火剤等により直ちに消火し、水蒸気洗浄時には、直ちに作業を中断することとした。洗浄物にナトリウムが残存していて停電が長引きそうな場合は、不活性ガスを封入してプラスチックキャップ等をするなどの措置を講じることとした。

#### (4)火災発生時

火災時の連絡は、定められた体制に則って行うこととした。

火災発生時は、初期消火、通報、負傷者がある場合は救護等の処置を臨機応変に行うこととし、人身の安全を第一とした。

## 6. 計測機器試験ループの解体撤去及びナトリウム洗浄結果

計測機器試験ループの解体撤去及びナトリウム洗浄は、平成11年度にナトリウム機器・配管等の撤去、試験架台の撤去、ナトリウム洗浄を実施した。この結果、ほぼ計画通りの方法にて、安全且つ効率的に作業を完遂することができた。以下に、個々の作業についての実施結果を述べる。

### 6.1 解体撤去作業結果

計測ループの解体及び撤去は、ナトリウム技術開発第一試験室施設内に設置してある計測ループに関連する全ての設備等を解体撤去した。以下に、各作業の記録写真を主体に具体的な作業経過や作業状況等の結果について述べる。

#### (1)解体撤去作業準備

写真6.1.1は、計測ループ解体撤去前における設備全体を示したものである。

計測ループ解体撤去作業を開始するに当たっては、①作業区画設定、②各作業エリアの養生の順で作業準備を行った。以下にその内容を示す。

##### ①作業区画設定

(a)作業エリアの区画を設定し、必要に応じユニック車及び移動式クレーンの配置エリアを設定した。

(b)解体撤去作業の周辺エリアは、必要に応じ立入禁止区域を設定し、人及び車両の通行を制限した。

##### ②各作業エリアの養生

写真6.1.2に撤去解体作業準備の各養生状態を示したものである。

(a)解体撤去する計測ループ東側を除く全体を防炎シートで養生し、解体撤去時の埃や粉塵等の飛散を防止した。

(b)ユニック車及び移動式クレーンの車両等の重みで床面ケーブルピット蓋が凹まないようにベニヤ板を敷き、その上に鉄板を敷いて養生した。

(c)計測ループ設備から撤去した、機器及び架台等をスクラップ可能な大きさに細断するための解体作業エリアを設定し、床面に薄鉄板を敷いて養生した。

(d)撤去したナトリウム機器や配管等の一時仮置き場所を設定し床面に薄鉄板を敷いて養生した。

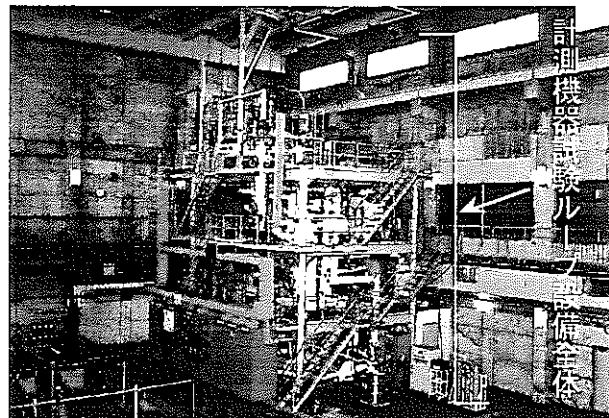


写真6.1.1

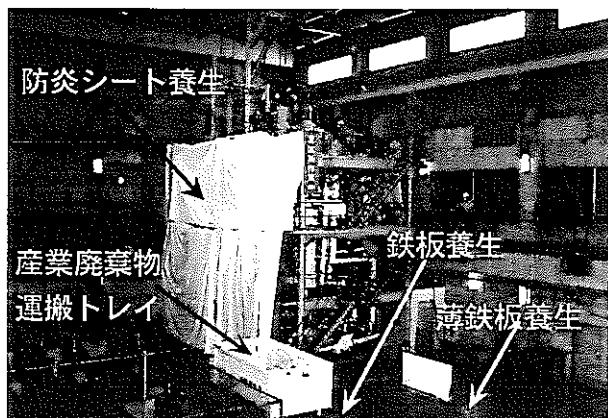


写真6.1.2

## (2)計測ループ解体撤去

## ①保温材の撤去

保温材の撤去は、保管する流量計及び電磁ボンプに十分注意しながら1階から5階までのループ全体の保温材を撤去した。撤去した保温材は、写真6.1.2に示す産業廃棄物運搬トレイにて運搬し産業廃棄物として処分した。また、写真6.1.3に保温材を撤去した後のループ設備全体を示す。

## ②予熱ヒータ、熱電対、計装線等の撤去

写真6.1.4及び写真6.1.5に示すナトリウム機器配管やナトリウム弁の予熱ヒータ、熱電対、計装線等を取り外し撤去した。

また、取り外した予熱ヒータ、熱電対、計装線等は、産業廃棄物運搬トレイにて運搬し産業廃棄物として処分した。

## ③ケーブルダクトの撤去

ケーブルダクト内に布設してある電源ケーブル及び信号ケーブル類を撤去した後、ケーブルダクト及び支持部をバンドソーとガス溶断によって解体し、ユニック車で解体作業エリアへ撤去移動し、そこでスクラップ可能な大きさにガス溶断で細断した。

写真6.1.6及び写真6.1.7に解体撤去の作業状況を示す。電線管及び中継ボックス等もバンドソーやセイバーソーで切断し、解体撤去していった。

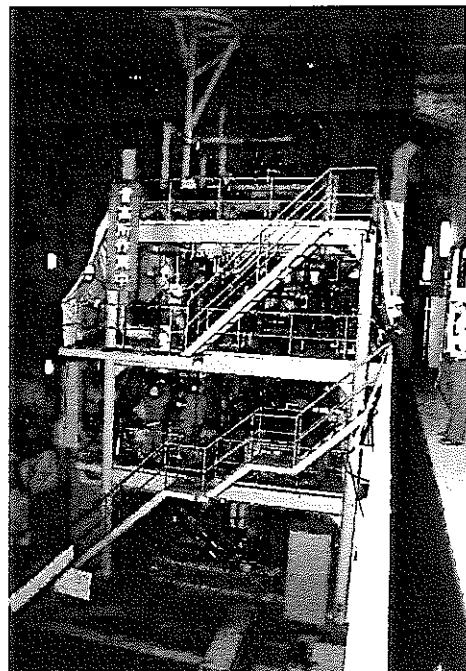


写真6.1.3

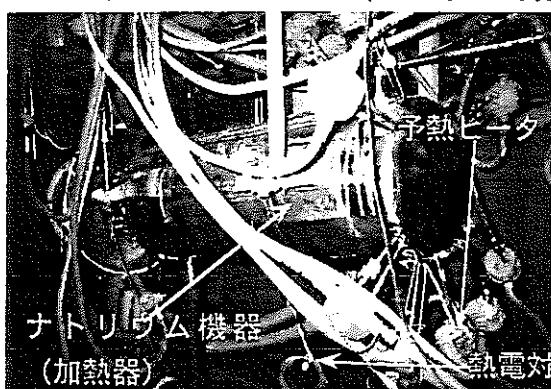


写真6.1.4



写真6.1.5

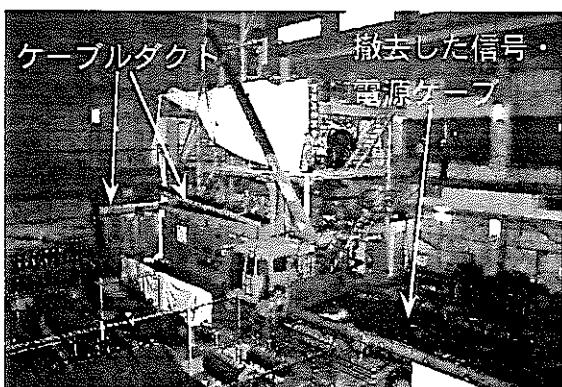


写真6.1.6

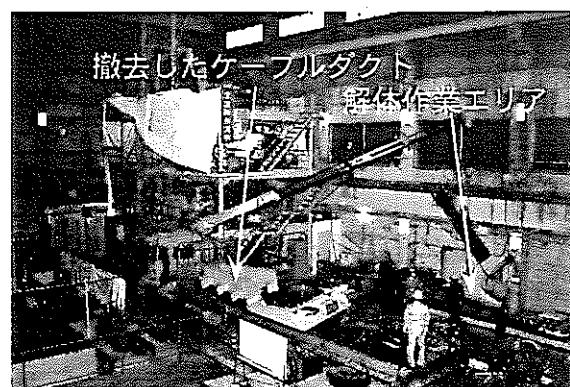


写真6.1.7

#### ④予熱盤、電源盤の撤去

写真6.1.8に予熱盤、操作盤、電源盤等の撤去状況を示す。計測ループ1階に設置してある予熱盤、操作盤、電源盤等10面を取外しユニック車で吊り上げ撤去した。撤去した盤は、解体せずそのまま運搬し廃棄した。写真6.1.9に予熱盤、電源盤等の撤去後の状況を示す。予熱盤、電源盤等を撤去した後の床ピットの開口部は、危険防止のため撤去した盤裏面の扉を敷き仮養生した。

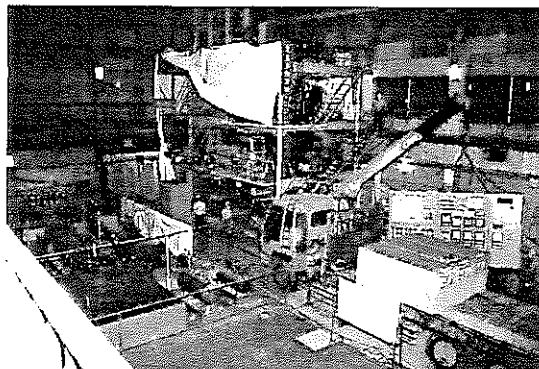


写真6.1.8

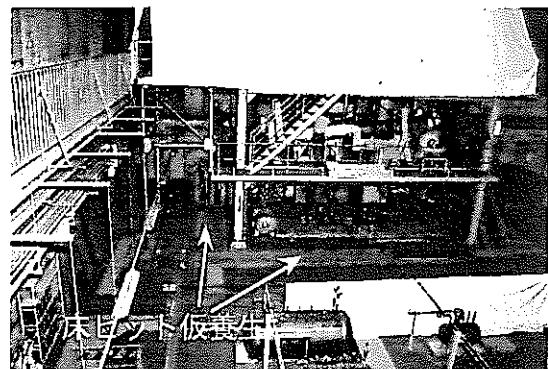


写真6.1.9

#### ⑤ナトリウム機器配管類の解体撤去

##### (a)補助系ライン

本ラインの撤去は、4.2.3項の要領で切断する予定であったが（図4.2.3の①から④方向）、配管の一部を切断したところ、内部にナトリウムが残存していることが確認されたので要領を変更し、ナトリウムの残存する箇所から切断していく。図4.2.3の④から①方向）尚、ナトリウム残存部の切

断は、内部から不活性ガスをバージすることができないため、管の外側から不活性ガスを切断面にバージした。写真6.1.10に配管の切断状況を、写真6.1.11に配管切断後の切断面及び配管内のナトリウムの残存状態を示す。同ラインの電磁ポンプ（EMP-2）においては、初めにカバー及びコイル、保温材を取り除き、その後配管部を切断した。写真6.1.12に電磁ポンプの解体状況を示す。

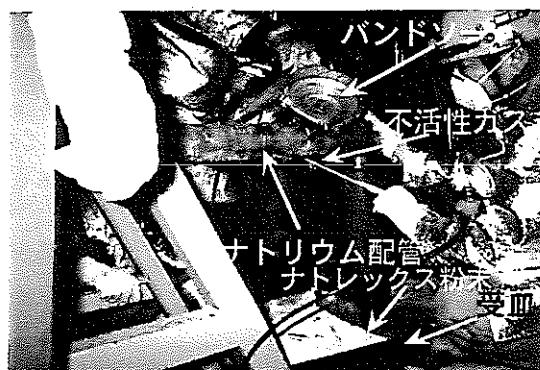


写真6.1.10



写真6.1.11



写真6.1.12

## (b)精製系ライン

精製系ライン撤去は、コールドトラップ（C T）を中心に、出入口配管、精製系電磁ポンプ、弁、コールドトラップ本体の順で切断し撤去した。この結果、コールドトラップのドレン配管内的一部にはナトリウムが残存していた。

写真 6.1.1.3 にコールドトラップドレン配管内のナトリウム残存状態を示す。写真 6.1.1.4 に精製系電磁ポンプ（E M P - 3）の配管切断後の解体状況を示し、写真 6.1.1.5 にコールドトラップ本体の撤去状況を示す。尚、コールドトラップ本体の撤去は、周辺の障害物を撤去してから実施した。



写真 6.1.1.3

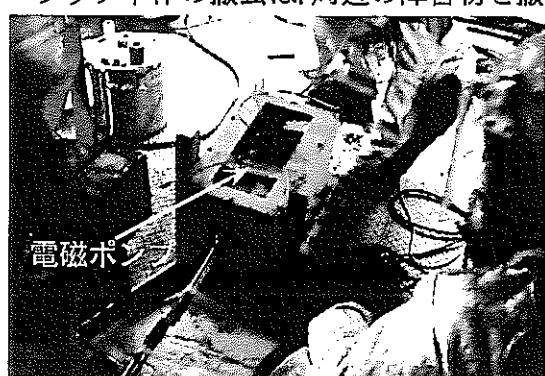


写真 6.1.1.4



写真 6.1.1.5

## (c)主循環系ライン

主循環系ラインの配管の切断状況を写真 6.1.1.6 に示す。冷却器（C L）の解体は、空気ダクトカバーを取り外し、その後出入口ヘッダーの配管を切断した。解体状況を写真 6.1.1.7 に示す。尚、冷却器本体は、解体作業エリアで出口ヘッダー、入口ヘッダー、伝熱管、ベンド部とさらに細断した。尚、ベンド部の一部にナトリウムが残存していた。写真 6.1.1.8 に冷却器の細断状況を示す。

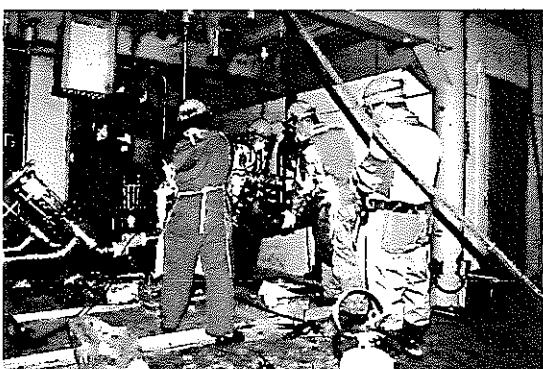


写真 6.1.1.6

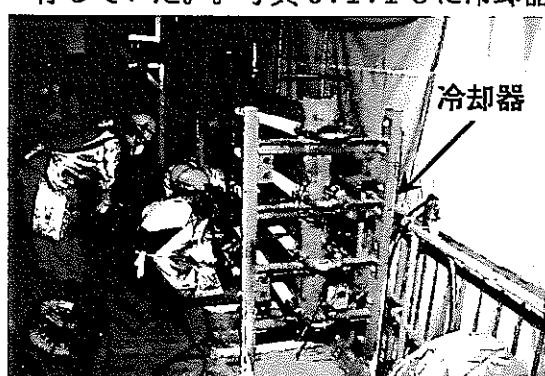


写真 6.1.1.7



写真 6.1.1.8

加熱器（H-I・H-II）本体の架台からの撤去は、周辺の配管及び障害物を取り除いてから実施した。写真6.1.19～6.1.20に加熱器の撤去状況を示す。

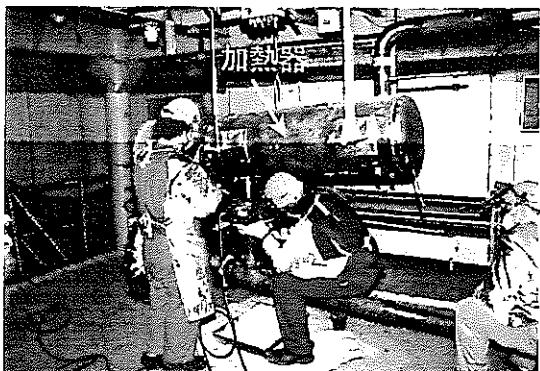


写真 6.1.19  
(d)試験容器

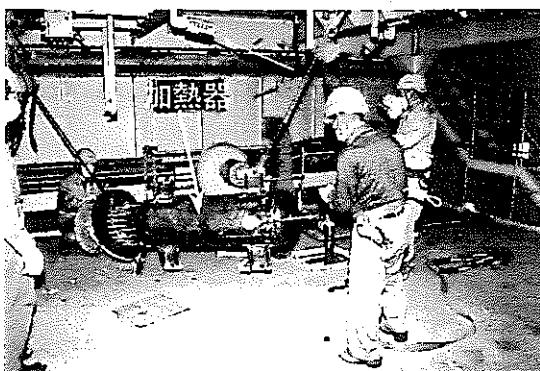


写真 6.1.20

試験容器（TT）の撤去は、初めに出入口配管3ヶ所、オーバーフローライン1ヶ所を切り離し、最後にガス供給ラインのベーパートラップ（VT-1）を切り離した。写真6.1.21に試験容器入口配管切断の状況を示す。その後、容器廻りの架台及びチェーンブロック設備を撤去し、最後に試験容器本体を大型移動式クレーンを用いて吊り降ろした。写真6.1.22に移動式クレーンによる試験容器の撤去吊り降ろし状況を示す。



写真 6.1.21  
(e)貯蔵タンク

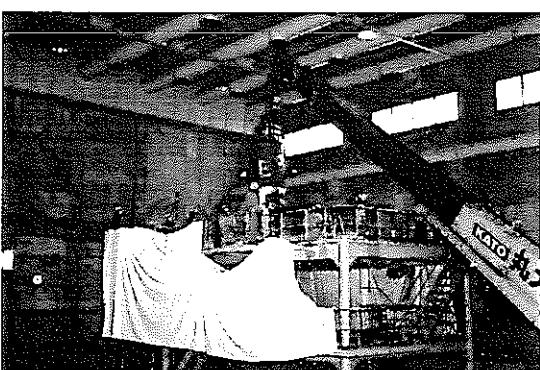


写真 6.1.22

貯蔵タンク（ST）の撤去は、地下ピットに設置されている状態でナトリウム供給配管を切断し、続いてガス供給ラインのベーパートラップ（VT-2）を切り離した。その後貯蔵タンクを地下ピット内から1階フロア上に吊りだした。ここで、貯蔵タンクの保温材及び電気ヒータを取り外した。尚、貯蔵タンクの吊りだしにおいては、上部架台（4階、3階、2階）を撤去した後に天井クレーンにて吊りだした。写真6.1.23に天井クレーンによる貯蔵タンクの撤去状況を示す。

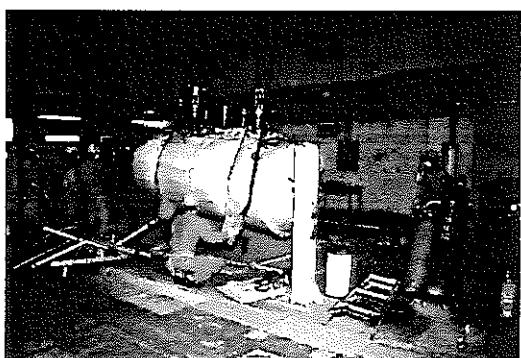


写真 6.1.23

## (f)ナトリウム配管・機器類の一時仮保管

解体撤去したナトリウム機器及び配管等は、ナトリウム技術開発第一試験室の空きスペースに仮置き保管場所を設定して保管した。写真 6.1.2 4 にナトリウム機器及び配管等の保管状況を示す。

## ⑥ループ架台の撤去

架台の撤去は、初めに 4 階部分の架台全体を移動式クレーンで吊った状態にして、架台の支柱 6ヶ所をガス溶断で切断し移動式クレーンで吊り降ろした。吊り降ろした架台は 1 階フロアで吊り直し、架台の上下を反転させることによって細断作業をやり易くした。3 階、2 階の架台についても同様に切り離し 1 階へ吊り降ろした。尚、仮置きスペースの都合から 3 階は 4 階の上へ 2 階は 3 階の上へ積み重ねた。その後、ガス溶断にてスクラップ可能な大きさに細断した。写真 6.1.2 5 に 4 階架台の解体撤去状況を、写真 6.1.2 6 に 3 階架台の移動式クレーンによる上下反転作業状況を示す。また、写真 6.1.2 7 にガス溶断による架台の細断状況を示す。



写真 6.1.2 4

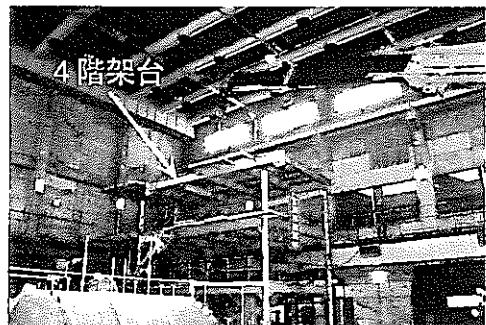


写真 6.1.2 5

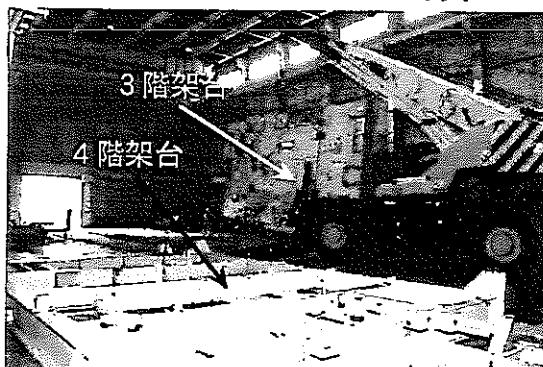


写真 6.1.2 6

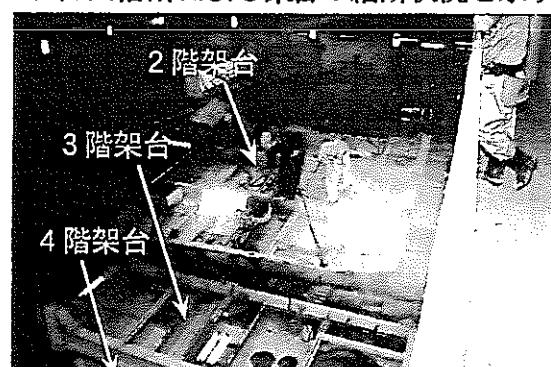


写真 6.1.2 7

## ⑦解体撤去の後処理

写真 6.1.2 8 に解体撤去後の後処理状況を示す。床ピット及び地下ピットの開口部については、鉄板を敷いて仮養生した。尚、本仮養生については、本工事終了後に別の工事で床の基礎工事を行うため、それまでの仮の処理とした。この他、2 階通路開口部に手摺を新たに設けるとともに、2 階通路と 1 階との連絡階段を設けた。尚、この階段は計測ループ架台に付随していた階段を取り外し、補修及び塗装を施して流用した。

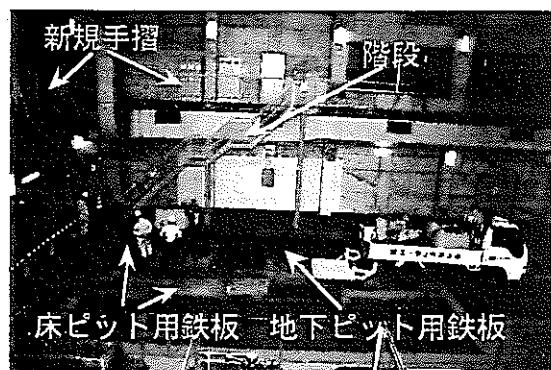


写真 6.1.2 8

## 6.2 ナトリウム洗浄処理作業結果

計測ループから撤去したナトリウム配管や機器類については、隨時ナトリウム処理室へ持ち込みナトリウム洗浄処理を実施し、その後廃棄処分とした。尚、保管する電磁ポンプ2台、電磁流量計3台については、アルコール浸漬洗浄を実施した後に保管した。

以下に、各機器の洗浄処理状況の結果について述べる。

### (1)ナトリウム機器類

#### ①貯蔵タンク

貯蔵タンクは、ナトリウム技術開発第一試験室で保温材やヒータ及び熱電対を解体後、ナトリウム処理室の第二処理室へ搬入した。ここで洗浄可能な大きさにタンクを解体した。タンクの解体は、初めに内装ヒータ2基を取り外し、次に鏡部及び胴上部の一部をプラズマ溶断にて切断した。写真6.2.1及び写真6.2.2にプラズマ溶断によるタンクの解体状況を示す。この結果、タンク底部には約15mmの厚さでナトリウムが残存しており、胴上部にはナトリウムベーパが付着していた。このため、胴上部については6分割に切断し、付着しているナトリウムベーパをヘラ等で除去後水蒸気洗浄を実施した。ナトリウムが残存しているタンク底部については、燃焼処理室へ運搬し、内部の受け皿を撤去してから、残存ナトリウムをバーナで溶融燃焼処理した。その後、水蒸気洗浄を実施した。写真6.2.3

にタンク底部の残存ナトリウム状態を、写真6.2.4にタンク底部の残存ナトリウムの燃焼処理状況を示す。

尚、貯蔵タンク内に残存していたナトリウム量は、約15kgであった。

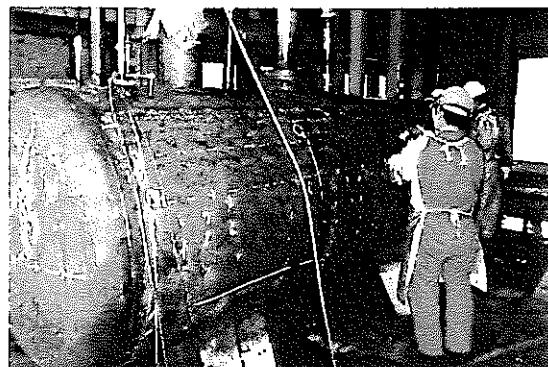


写真 6.2.1



写真 6.2.2



写真 6.2.3



写真 6.2.4

## ②ドレンタンク

ドレンタンクは、写真 6.2.5 に示すように枕木上に仮置きし、ドレンタンク上部鏡部を周方向にプラズマにて切断し、内部構造物を引き抜いた。その後、上部鏡部及び胴については、水蒸気洗浄を実施した。また、ドレンタンク内には、ナトリウムが約30kg残存していた。このため、下部鏡部から約50cm高さの位置で切断し、下部鏡部に残存しているナトリウムをバーナで溶融した。さらに、この溶融ナトリウムを燃焼皿に小分けし燃焼処理を繰り返した。写真 6.2.6 に残存ナトリウムの溶融状態を示し、写真 6.2.7 に燃焼皿に小分けしたナトリウムの燃焼処理状況を示す。

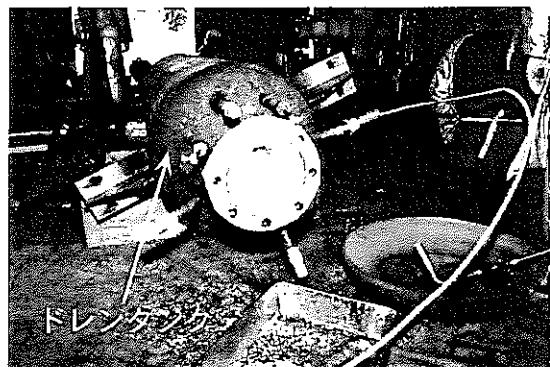


写真 6.2.5



写真 6.2.6

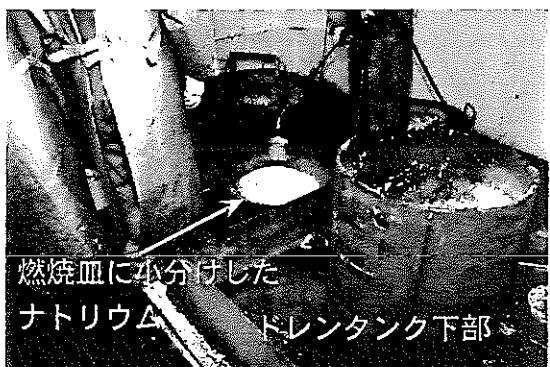


写真 6.2.7

## ③試験容器

試験容器は、ナトリウム処理室の床面に横置きにした状態で解体した。解体は、初めに容器上部蓋及びベローズフランジを取り外し、続いて容器下部の鏡部を周方向にプラズマ溶断した。さらに、切り離した鏡部を洗浄しやすいように細断した。洗浄は、ベローズフランジ及び下部鏡部は燃焼処理を実施し、胴については水蒸気洗浄を実施した。写真 6.2.8 に試験容器のプラズマ溶断による解体状況を示し、写真 6.2.9 にベローズフランジの燃焼処理状況を示す。

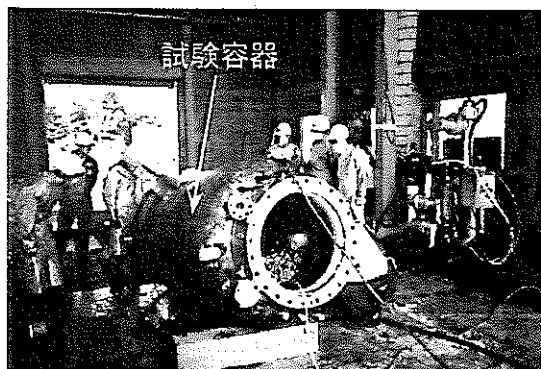


写真 6.2.8

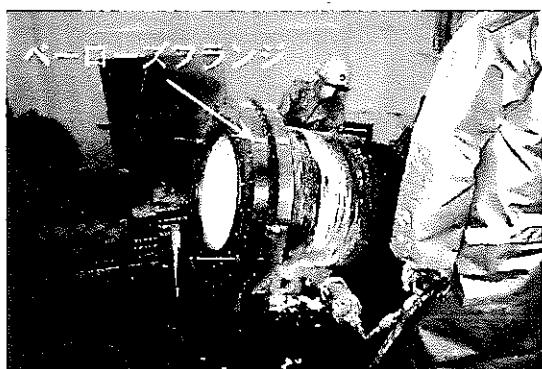


写真 6.2.9

#### ④電磁ポンプ（EMP-2）

廃棄する電磁ポンプの洗浄は、ダクト部を燃焼室内へ搬入して行った。ダクト内には、ナトリウムが残存しているため、ダクトの出入口配管をバンドソーで切断した。さらに、ダクト内のナトリウムをバーナで溶融させ燃焼皿へ溶出させた後に、燃焼処理を実施した。燃焼処理後は、ダクトをプラズマで切断し、ダクト内を水蒸気洗浄した。写真6.2.10にダクト内ナトリウムの溶融溶出状況を示す。

#### ④加熱器

加熱器は、写真6.2.11に示すように横置きにし、上部管板近傍をプラズマ溶断にて周方向に切断した。その後、内部構造物を引き抜いた。外胴については、下部鏡部を切断し、水蒸気洗浄を実施した。内部構造物であるヒータ本体は、管板上部の端子部及び管板下部のヒータエレメント部をバンドソーで切断し、管板を燃焼室へ運搬した。写真6.2.12に示すように管板とヒータエレメント取付け部のクレビス部をバーナで加熱し、ナトリウムを溶融させ、ヒータエレメントを引き抜いた。ヒータエレメントについては水蒸気洗浄を実施し、管板については燃焼処理後、水蒸気洗浄処理を実施した。



写真 6.2.10



写真 6.2.11



写真 6.2.12

#### ⑤コールドトラップ

コールドトラップは、メッシュ部にナトリウムが多量に残存していることが推測されたため、解体作業は燃焼室で行った。解体は、上部平蓋近傍をプラズマ溶断にて周方向に切断し、内部構造物であるコイル配管及びメッシュ部を引き抜いた。コイル配管及び外胴は細断し水蒸気洗浄処理を実施し、メッシュ部は燃焼処理後、水蒸気洗浄処理を実施した。写真6.2.13にメッシュ部のナトリウムの残存状態を示す。



写真 6.2.13

## (2)ナトリウム配管

配管については、ナトリウムの付着状況に応じ水蒸気洗浄処理又は、燃焼処理を実施した。ナトリウムが配管内に薄膜状に付着している配管については、約1m程度にバンドソーで切断し、水蒸気洗浄処理を実施した。配管内にナトリウムが多量に残存している配管については、燃焼処理を実施した。写真6.2.14に配管類の水蒸気洗浄処理状況を示す。

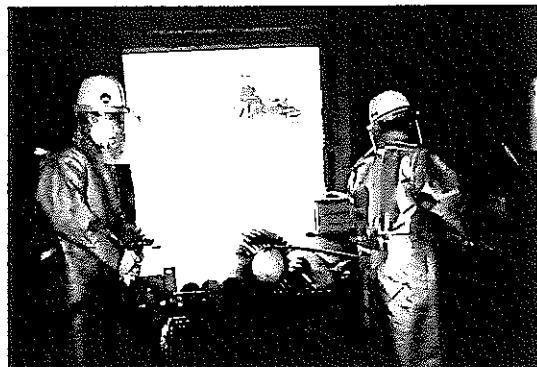


写真 6.2.14

## (3)ナトリウム弁

ナトリウム弁は、ベローズ部にナトリウムが残存しているため燃焼処理を実施した。解体は、3/4B及び2B弁については、リップ溶接部を切断しボディー部からシステムを引き抜きベローズ部の燃焼処理を実施した。3B弁については、ベローズ部にガイドパイプ（カバー）が溶接されているため、溶接部をプラズマ溶断にて切断しベローズ部の燃焼処理を実施した。ナトリウムが残存している弁については、燃焼室で弁を加熱しナトリウムを溶融溶出させてから解体を行い、その後燃焼処理を実施した。写真6.2.15にベローズ部の燃焼処理後の状態を示す。

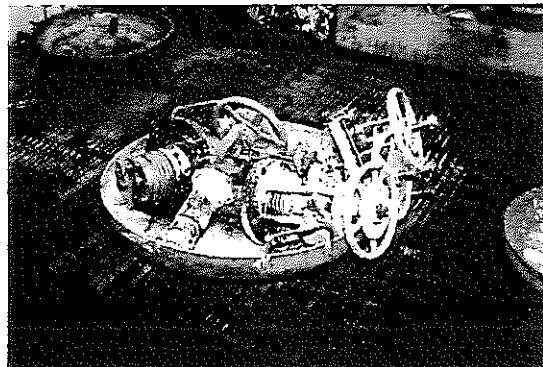


写真 6.2.15

## 7. 作業工程実績

計測機器試験ループの解体撤去及び洗浄作業に有した実績行程は、表3.3.1に示す通りである。

本工事は、貯蔵タンクのナトリウム抜き取り装置の設置及びナトリウム抜取り、計測ループの解体撤去、ナトリウム洗浄処理室一連の作業が順調に進み、計画した約2ヶ月間で終了した。

## 8. 結言及び考察

計測機器試験ループの解体撤去は、貯蔵タンク内のナトリウム抜取り、ナトリウム機器・配管等の解体撤去、ループ架台の解体撤去、ナトリウム洗浄処理等をほぼ計画通りの方法にて安全且つ効率的に行うことができた。

また、これら一連の解体撤去を通じ様々な知見や経験等を得ることができ、ナトリウム試験設備に係わる解体撤去技術を構築することができた。

以下に、解体撤去及びナトリウム洗浄処理において得られた知見や経験、今後への提言等について考察を述べる。

### (1)ナトリウム抜取り作業において得られた知見、経験

#### ①ナトリウム抜取り配管内の閉塞防止について

貯蔵タンクからのナトリウム抜取り作業において、最初のドラム缶へのナトリウム充填時間が、予定していた時間（約18分／缶）よりも約倍の時間を有した。しかし、2本目からの充填においては、予定通りの時間で充填することができた。これは、新設したナトリウム抜取り配管内のナトリウムの流動性の変化によるものと推測され、抜取り開始時は配管内壁が酸化被膜で覆われていたものが徐々にナトリウムの流動によって取り除かれ、流動性が変化したものと考えられる。今回新設したナトリウム抜取り配管は、長さが約4m（直径1/2インチ）であったため、幸い閉塞には至らなかったが、さらに距離が長くなる場合には閉塞が生じることも考えられる。よって、今後類似の作業を行う場合には、配管口径の見直しや配管内面の洗浄（酸化被膜除去）など事前に対策を講じておく必要があることが知見として得られた。

#### ②ドラム缶注入ノズル部の閉塞について

ドラム缶交換時及び夜間監視時のナトリウム抜取り作業を中断する場合においては、配管内の残留ナトリウムが閉塞するのを防止するために、常時ノズル内にArガスを供給（0.10/min）した。しかし、その効果なく閉塞が生じた。このため、Arガスの供給量を増量したところ閉塞が生じなくなり、閉塞を防止するガス供給量は約0.50/min以上必要であることが本経験から明らかになった。

#### ③ドラム缶交換作業の効率化

以前実施した別の施設でのナトリウム抜取り作業の経験から、今回の作業に当たり、ドラム缶交換時における注入ノズルの着脱性の改善を施した。これは、注入ノズル着脱時に保温材とノズルフランジボルトとの干渉を防止したもので、保温材を2分割構造にして取り外し可能な構造にしたものである。これにより、注入ノズルフランジ部の着脱及びボルトナットの取外し取付けが容易に行え、ドラム缶交換作業の効率化のために改善の効果が発揮された。

#### ④貯蔵タンク内のナトリウム抜取りについて

今回実施したナトリウムの抜取りは、貯蔵タンク内を不活性ガス（Arガス）で加圧し、その圧力差によってナトリウムをドラム缶内へ押し出す方法を用いた。この結果、ナトリウム抜取りに係わる作業を6日間（抜取りは2日間）で行うことができ、比較的短時間でナトリウムの抜取りを終えることができた。これは、貯蔵タンクにナトリウム充填及び抜取り専用のノズルが元々設置されていたため、タンクのノズルと

ドラム缶を接続するだけの簡易な装置で抜取りを行うことができ、その取扱が容易であったことから作業が効率的に行えたものと思われる。

また、作業員においても、ナトリウム抜取りや充填作業を経験しており、充分なキャリアを有していることからその経験が大いに発揮されたものと思われる。

## (2)解体撤去作業で得られた知見及び経験

### ①ナトリウム配管・機器の解体について

当該試験ループの設置施設には、従来複数のナトリウム試験設備が併設されていた。しかし、当該計測ループを解体撤去する時点においては、既に他の設備は解体撤去されており、計測ループのみが建屋内に残存する状態であった。このため、計測ループの解体撤去作業においては、併設されていた試験設備跡地を解体作業エリアやトラックヤード、解体品の仮置場等に利用することができ、解体作業をスムーズに行うことができた。特に、計測ループの北側に移動式 トラッククレーン（大型10トン車）を常時設置することができ、ループ架台の1階、2階、3階など建屋内天井クレーンでアクセスできない場所へ移動式クレーンでアクセスすることが可能であったため、解体及び切断したナトリウム配管・機器の搬出作業性が非常に良かった。

### ②ナトリウムの付着状況について

解体撤去したナトリウム配管・機器等のナトリウム付着状況においては、全般的に内表面に薄い膜状のナトリウムが付着していた程度であり、これまでに当グループ内で解体撤去を行ってきた他のナトリウム設備の場合とほぼ同じ状況であった。但し、機器の構造上、ナトリウムを完全に抜取ることができないドレンタンクや貯蔵タンクについては、想定通りナトリウムが残存していた。

### ③ ナトリウム閉塞配管の切断

配管内にナトリウムが閉塞（設備の改造等によってナトリウムドレンができない部位）している場合の切断については、これまであまり経験がなかった。このため、留意事項として、切断箇所に窒素ガスを吹き付けながら切断を行いナトリウムの発火を防止した。さらに、切断の途中でバンドソーの刃を小まめにアルコール洗浄することにより、刃がナトリウムに固着するのを防止した。この結果、安全且つ迅速な切断が行えることを確認し、ナトリウムが閉塞している場合の配管切断の貴重な経験が得られた。

## (3)今後への提言

- ①計測ループの解体撤去の経験から、特に感することは上述した様に充分な作業エリア（解体作業エリア、トラックヤード、仮置きエリア等）を確保することがより安全且つ効率的な作業に繋がるものと思われる。このためには、解体撤去の計画段階において他の設備の計画との調整や物理的な干渉回避など意識的に考え、可能な限り作業エリアを広く設定することが重要であると思われる。
- ②今回実施した計測ループの解体撤去作業は、貯蔵タンク内のナトリウム抜取りを始めナトリウム洗浄処理に至るまで比較的スムーズに実施することができた。これは、請負会社及びサイクル機構の作業者のほとんどが、これまでに先行して行われた他のナトリウム設備の解体撤去での経験を有していたことから各個人レベルで作業に対する

認識が高かったためと思われる。しかし、今後は、継続的な設備の解体撤去が少なくなり、徐々に認識が薄れて行くことも予想されるので、定期的な教育訓練の実施や技術の伝承が肝要であると思われる。

③ナトリウム洗浄処理作業においては、ナトリウム処理室内の既設設備を用いて行ったが、空間スペース、クレーン設備、排煙設備等の面でさらに能力向上が望まれた。特に、貯蔵タンクのような大物の解体洗浄に対しては、より効率的且つ安全に行うためにもナトリウム処理設備の大型化が必要であると思われる。

## 9. 謝辞

解体撤去工事の安全管理に際し、ご協力頂いた要素技術開発部機器構造安全工学グループの関係者に感謝いたします。

また、貯蔵タンク内のナトリウム抜取り作業及び配管・機器等のナトリウム洗浄処理作業の実施に際し、ご協力頂いた原子炉工学グループの関係者及びナトリウム洗浄作業指揮者、常陽産業株式会社の河井政隆氏及び関係者、助川電気工業株式会社の関係者に感謝いたします。

表3.3.1 計測機器試験ループ解体撤去・洗浄実績作業工程

	1週間	2週間	3週間	4週間	5週間	6週間	7週間	8週間	9週間
1.ナトリウム抜取り									
ナトリウム抜取り装置設置									
ナトリウム抜取り準備			■						
ナトリウム抜取り作業				■					
2.解体撤去									
解体撤去準備					■				
解体撤去作業						■	■	■	■
3.ナトリウム洗浄処理									
洗浄処理作業							■	■	■

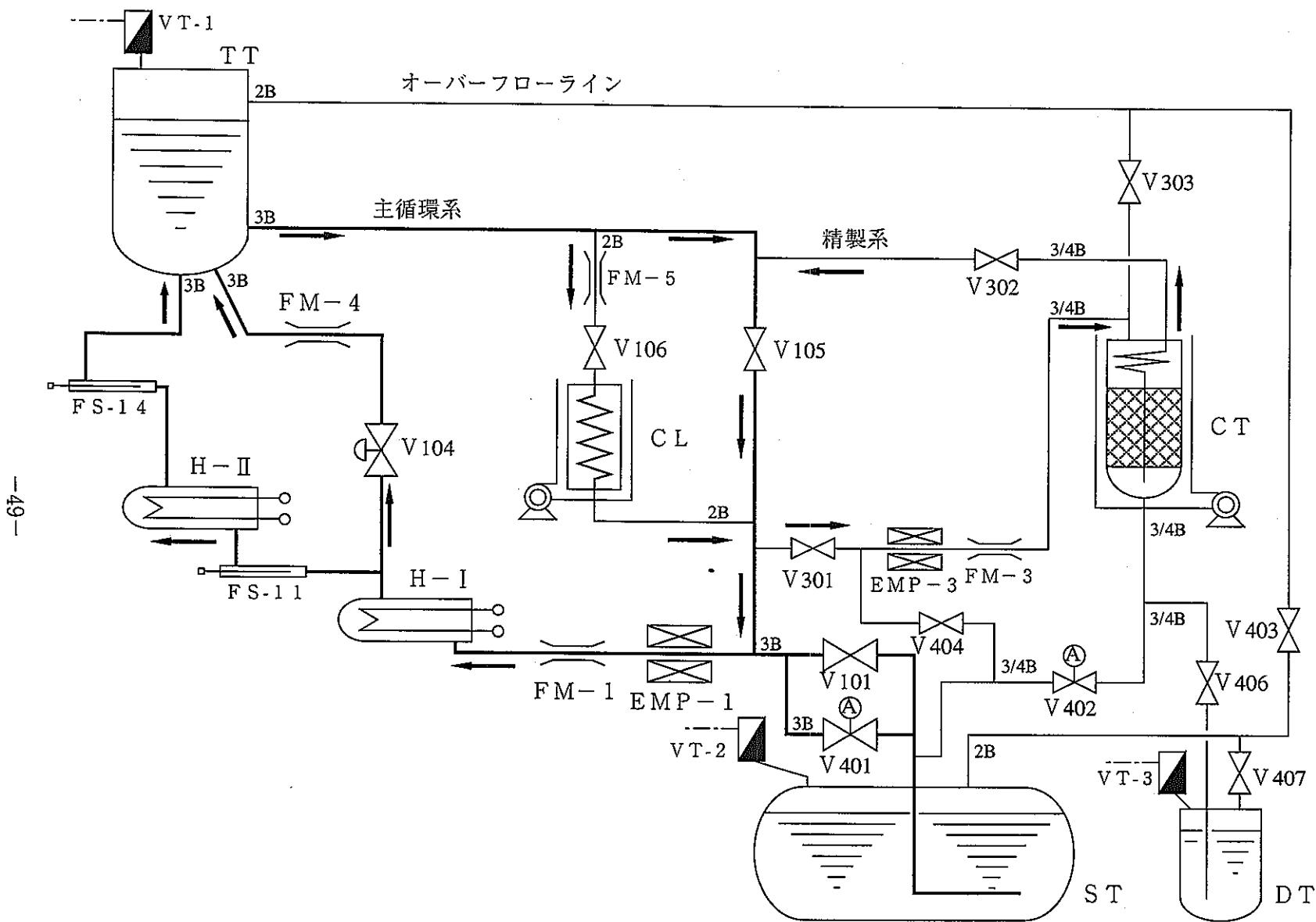


図 2.1.1 計測機器試験ループ概略系統

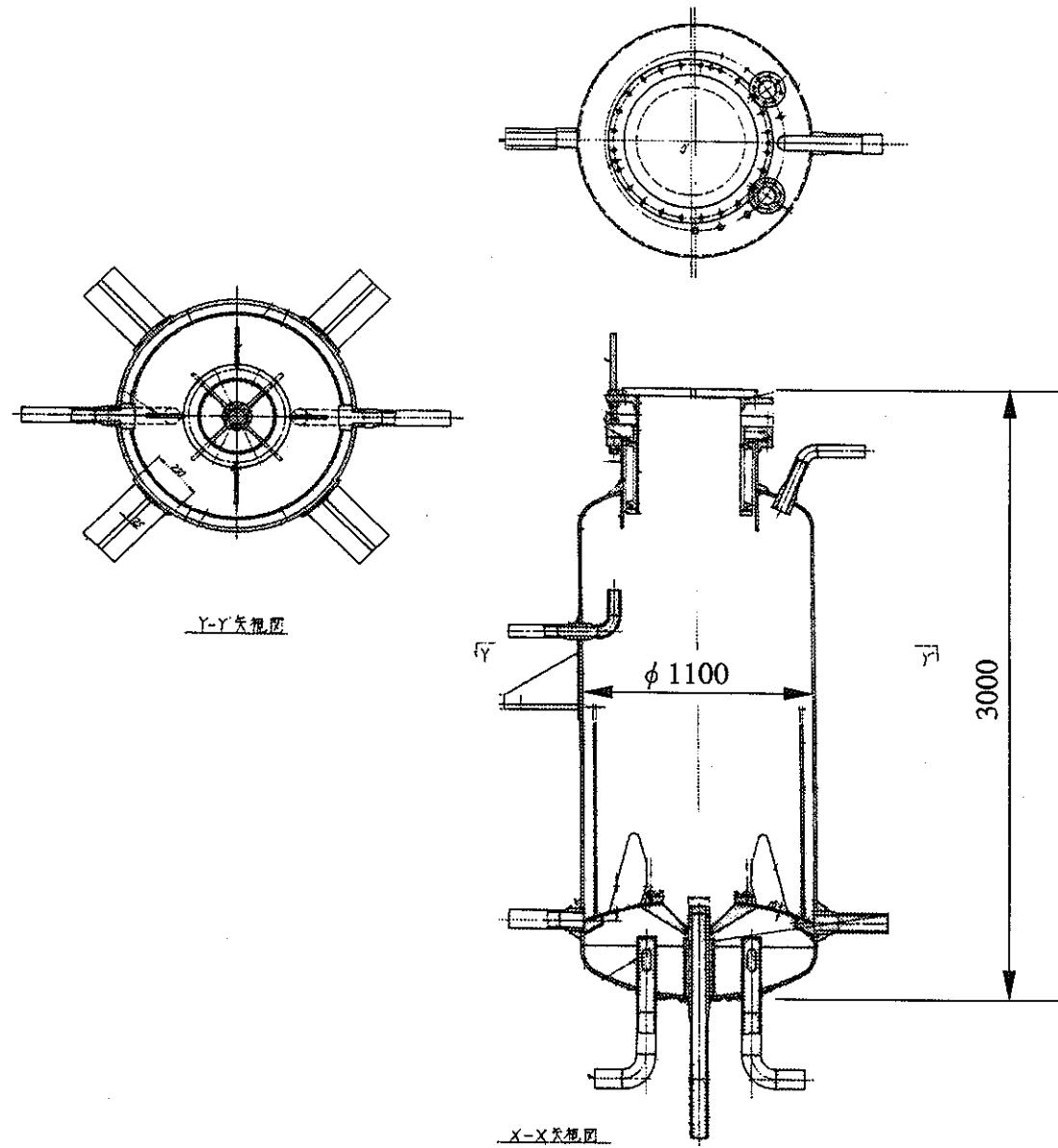


図 2.1.2 試験容器構造

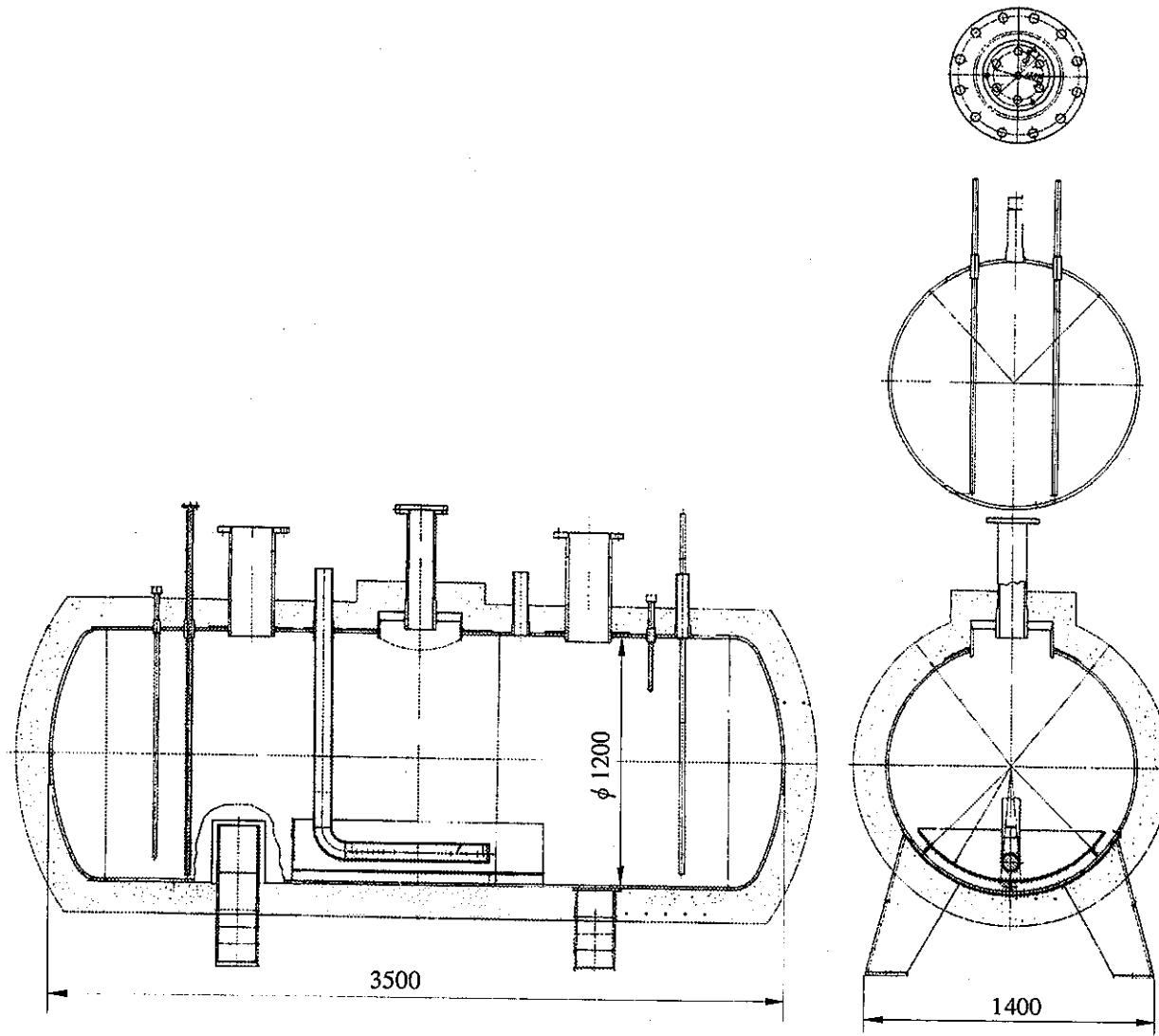


図 2.1.3 貯蔵タンク構造

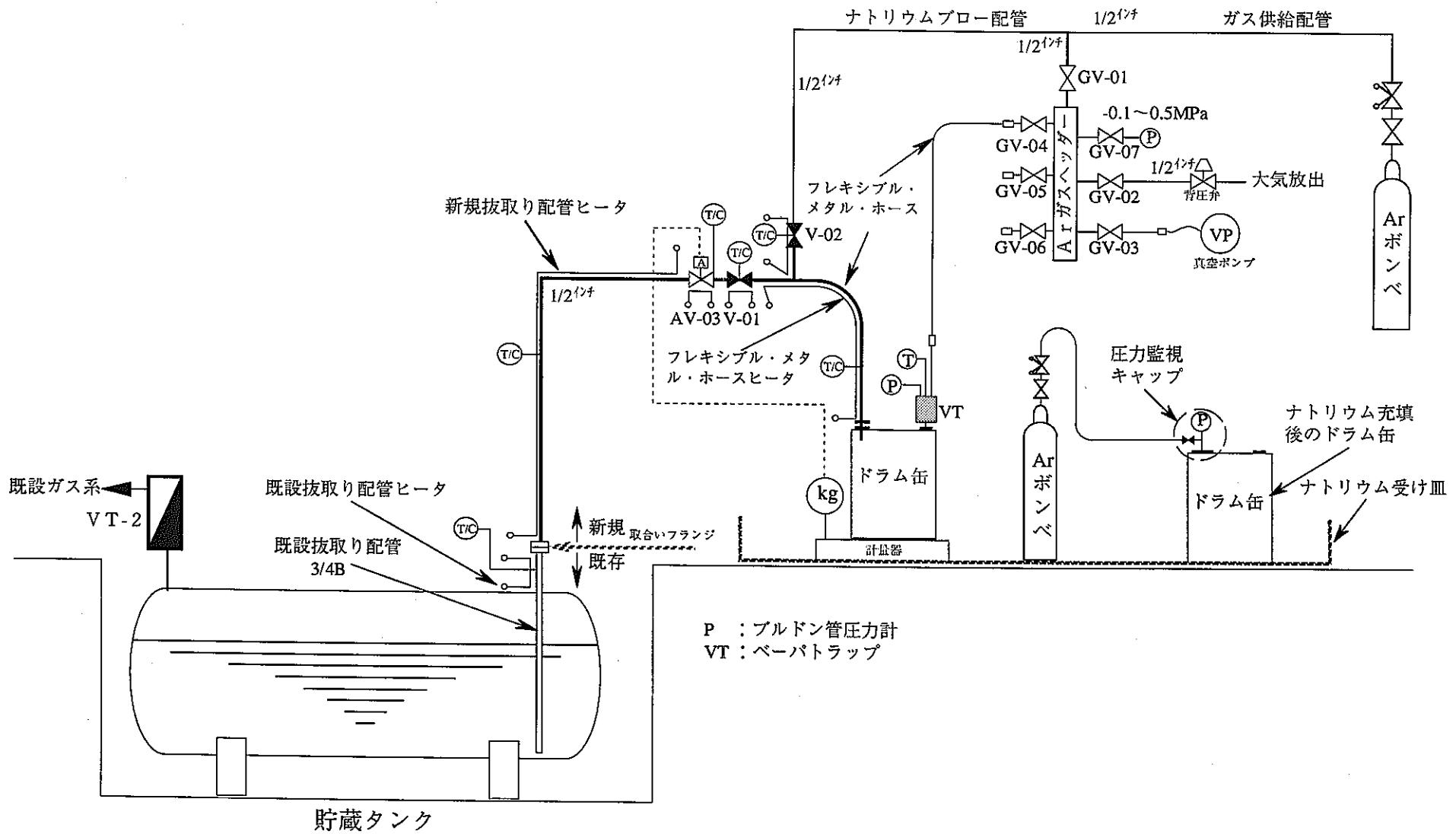


図 3.1.1 ナトリウム抜取り装置系

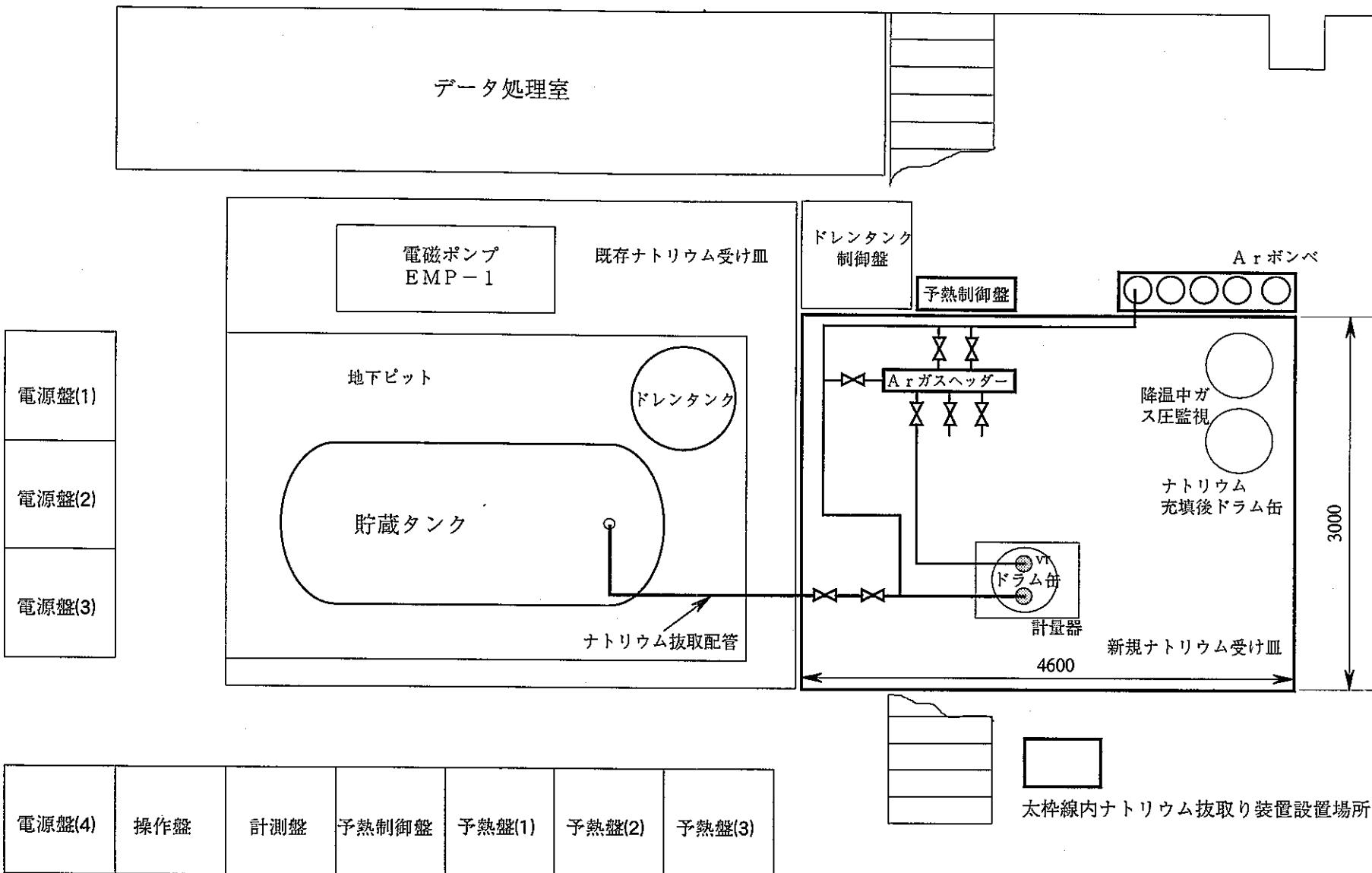


図3.1.2 ナトリウム抜取り装置配置

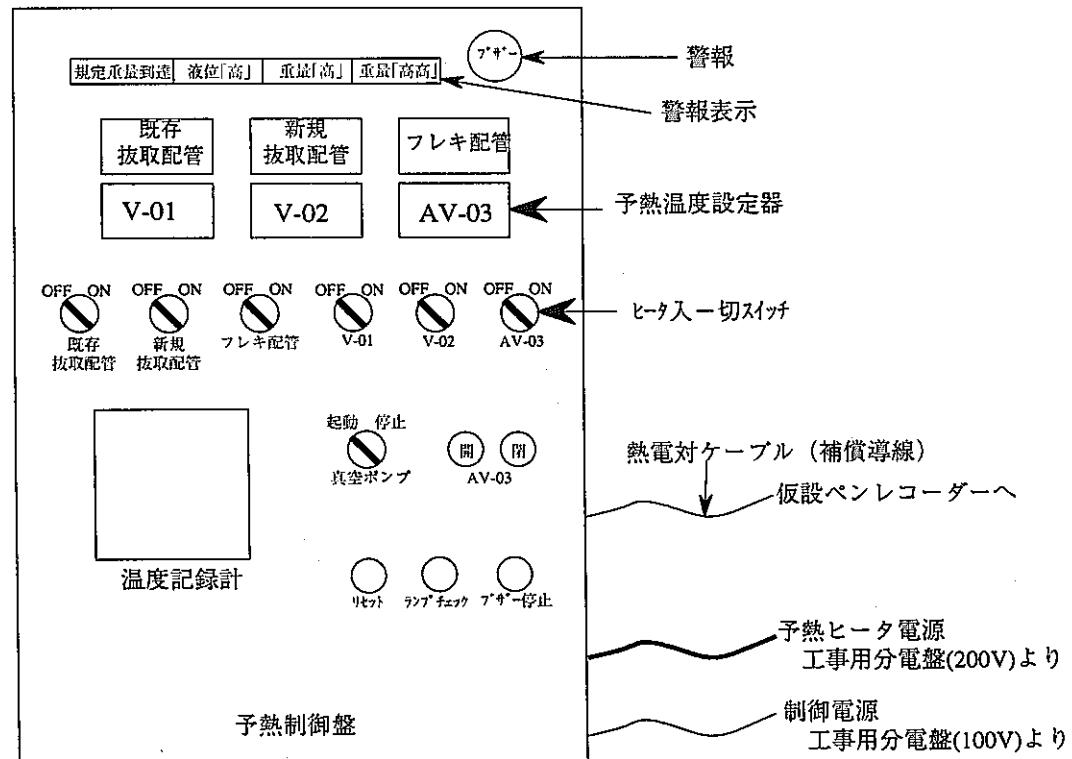


図3.1.3 ナトリウム抜取り装置用予熱制御盤外形

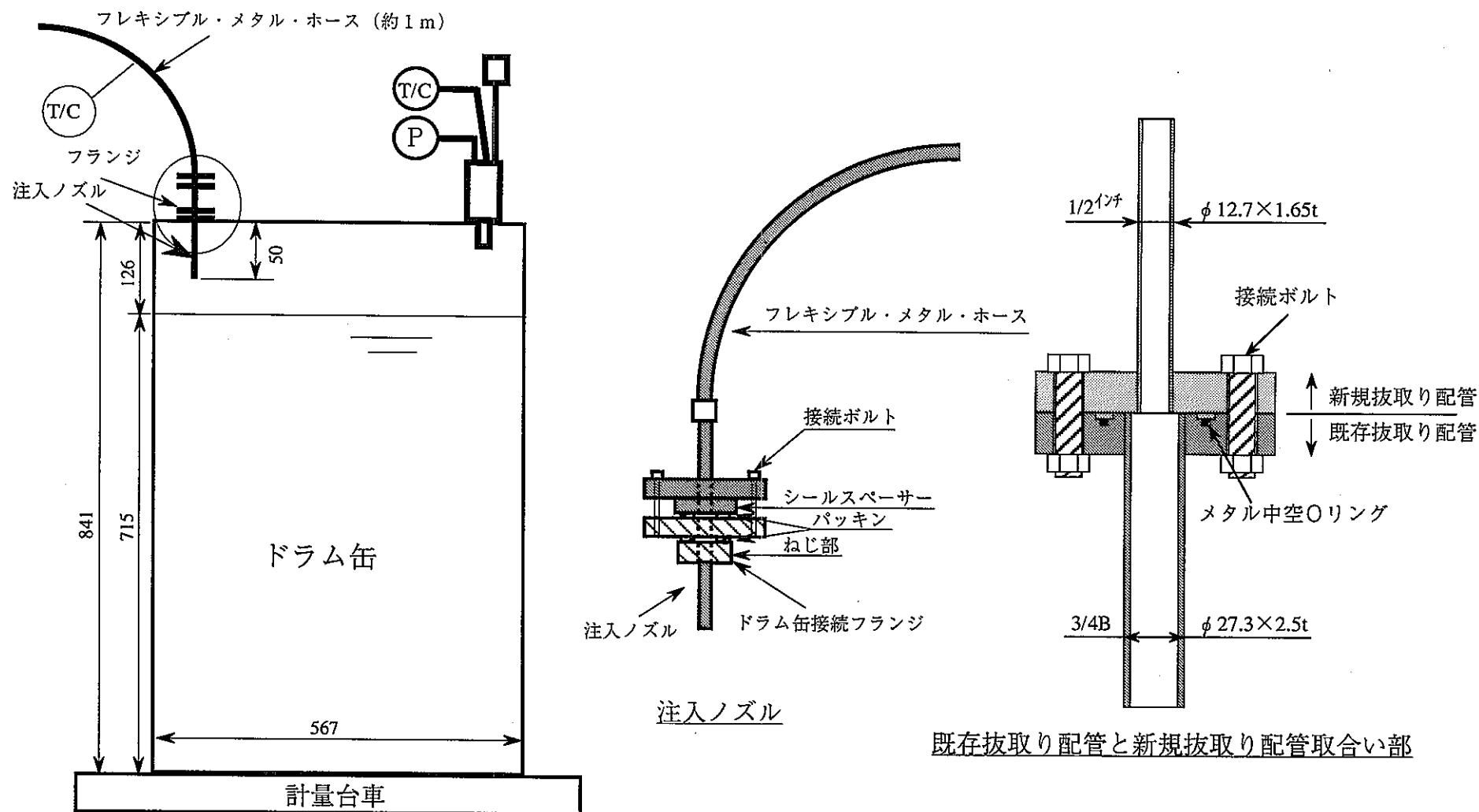


図3.1.4 注入ノズル構造及び抜取り配管取合い部構造

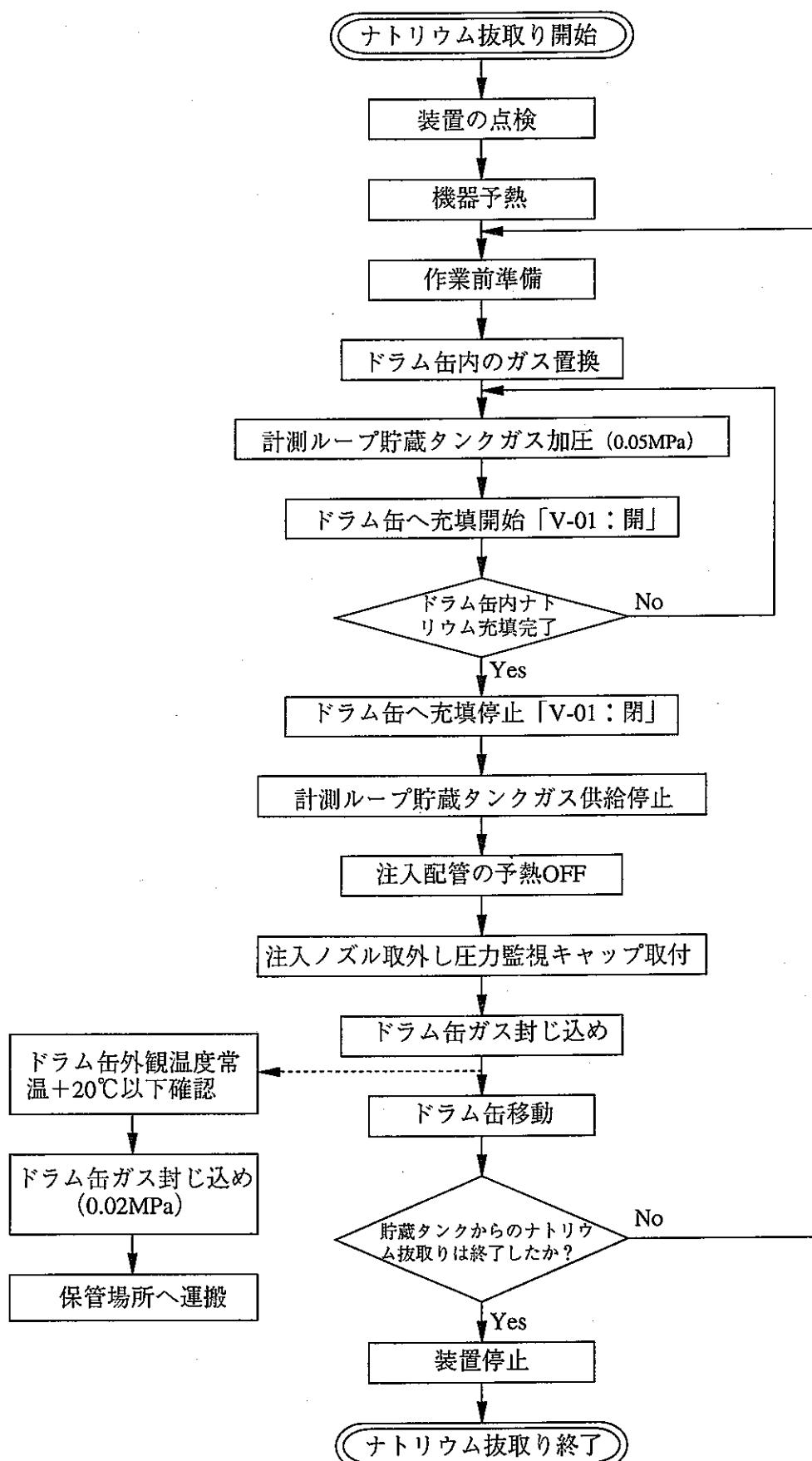


図3.2.1 ナトリウム抜取り概略要領

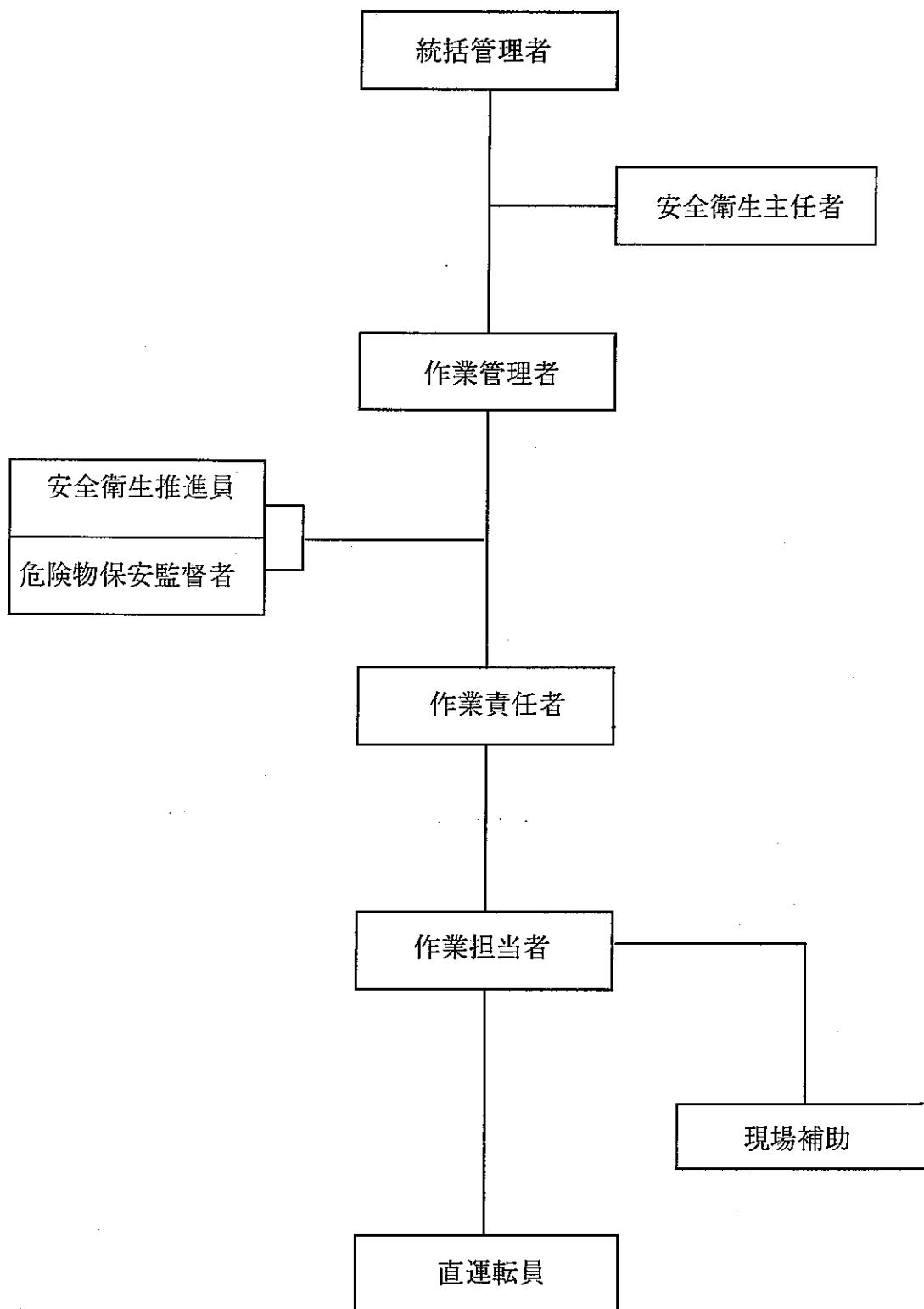
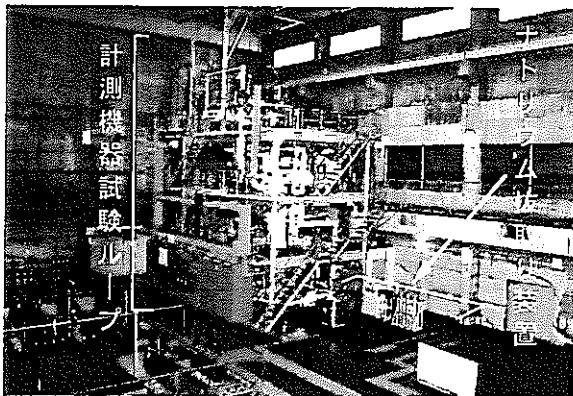
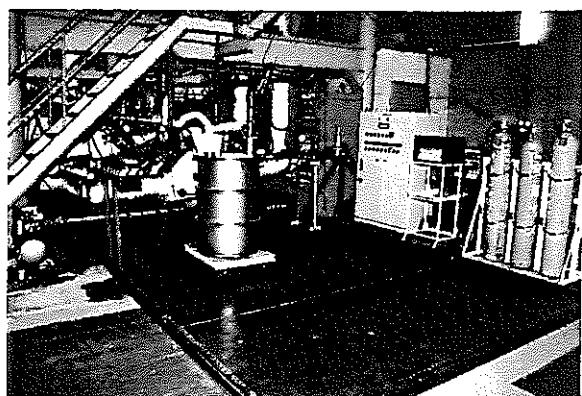


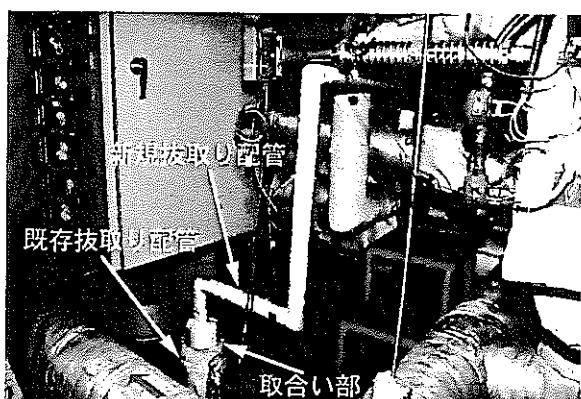
図 3.3.1 ナトリウム抜取り作業実施体制



計測機器試験ループ・ナトリウム抜取り装置



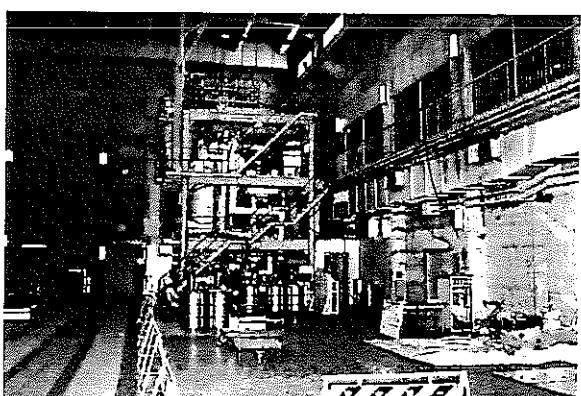
ナトリウム抜取り装置



新規抜取り配管・既存抜取り配管取り合い



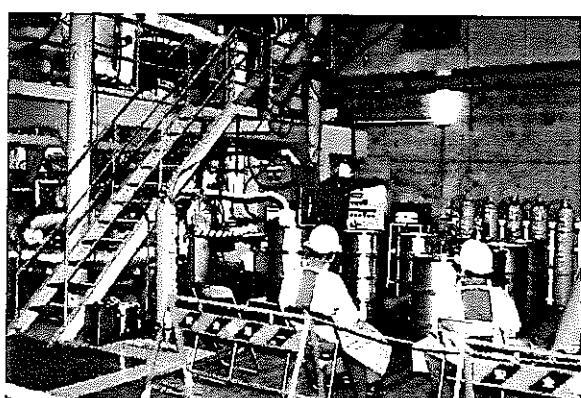
ドラム缶注入ノズル



ナトリウム抜取り状況



ナトリウム抜取り状況



ナトリウム抜取り状況



ナトリウム充填ドラム缶仮置き状況

図3.6.1 ナトリウム抜取り装置の外観及び抜取り作業状況の記録写真

記号	機器名称
TT	試験容器
ST	貯蔵タンク
DT	ドレンタンク
VT-1	試験容器へ→トラップ
VT-2	貯蔵タンクへ→トラップ
VT-3	ドレンタンクへ→トラップ
H-1	Na加熱器（I）
H-2	Na加熱器（II）
CL	Na冷却器
CT	コールドトラップ
EMP-1	主循環系電磁ポンプ
EMP-3	精製系電磁ポンプ
FM-1	主循環系流量計
FM-3	精製系流量計
FM-4	周辺チャンネル流量計
FM-5	冷却系流量計
B-1	Na冷却器プロア
B-2	コールドトラッププロア
VH	真空ヘッダ
RH	Arガスリザーバヘッダ
GST	Arガスサージタンク
VP	真空ポンプ
CP	コンプレッサ
FS	流速計試験部

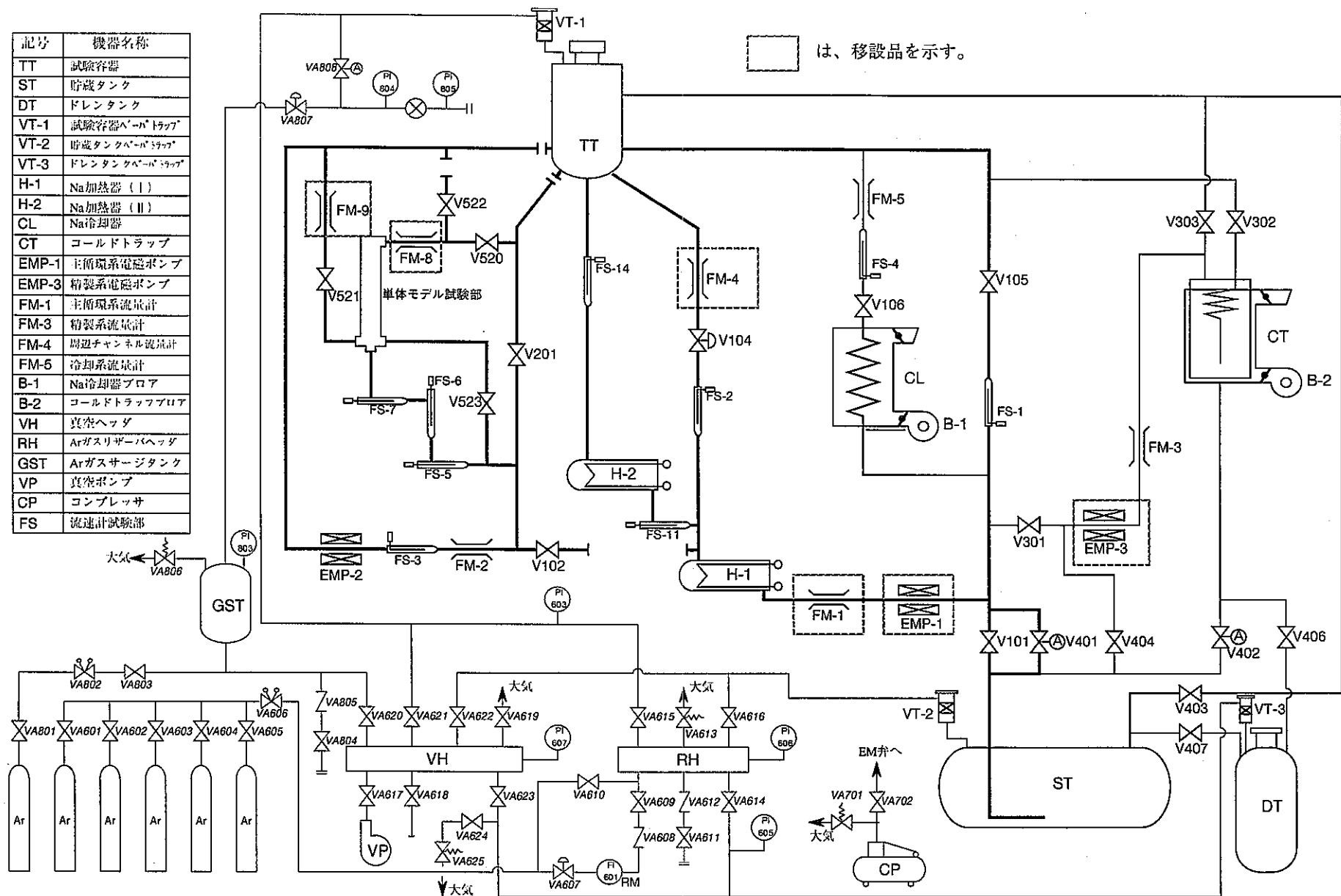
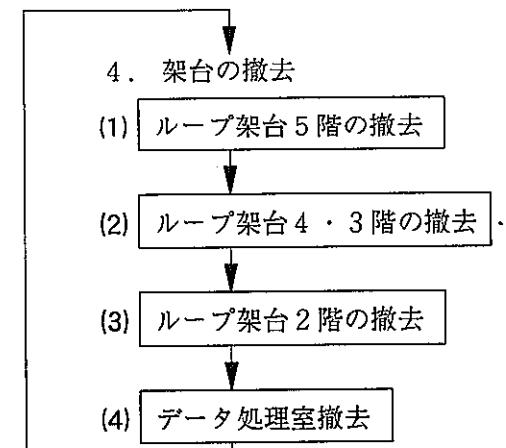
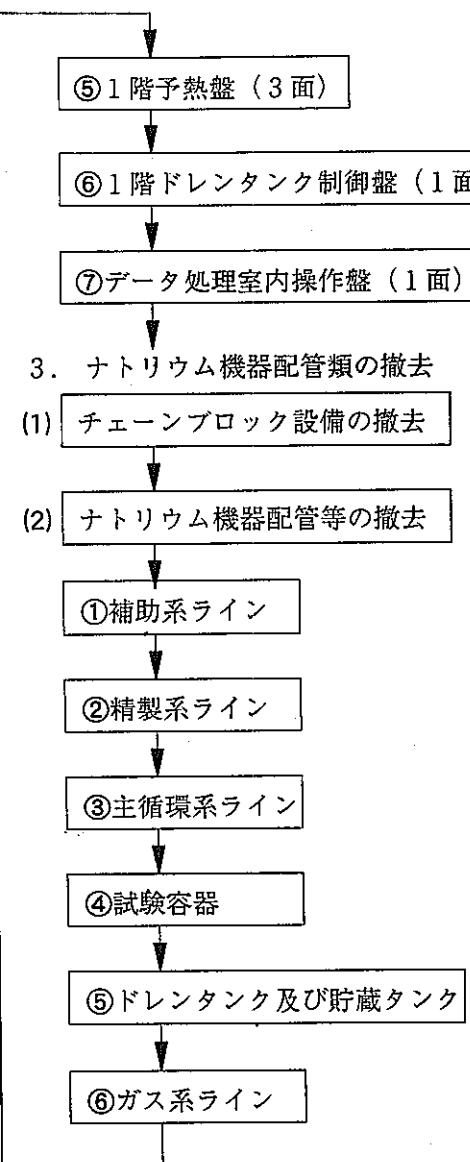
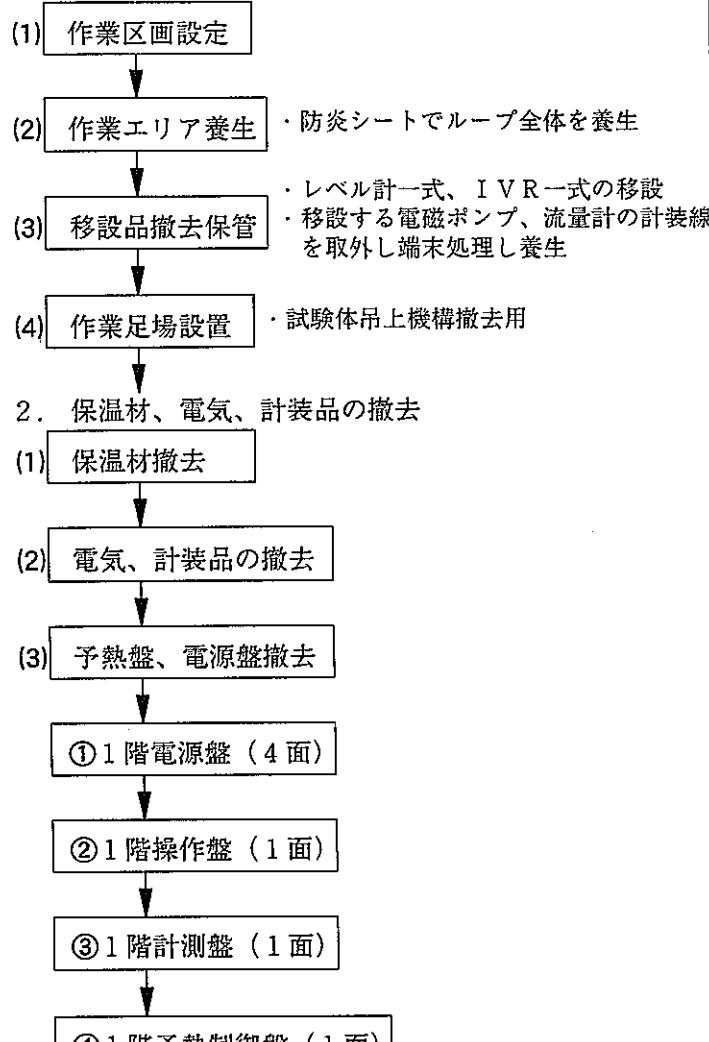
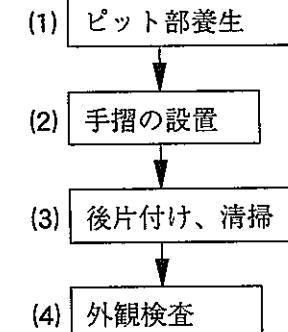


図 4.1.1 撤去対象計測機器試験ループ系統

## 1. 解体撤去作業準備

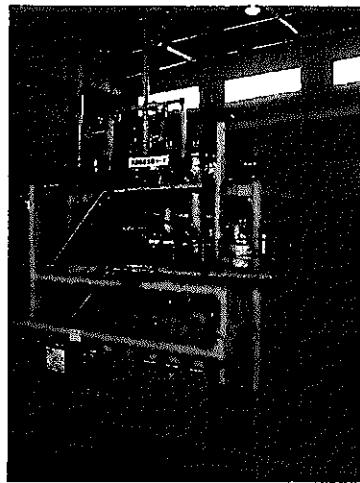


## 5. 解体撤去の後処理



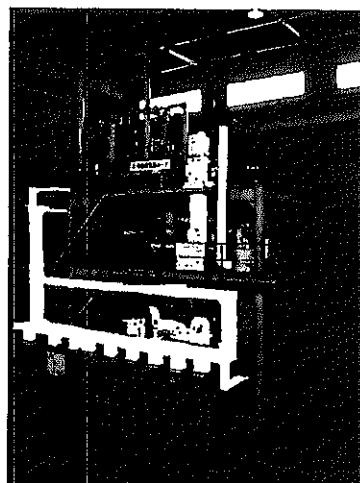
※ 左記数字は、図4.2.2の解体撤去作業概略手順の数字に対応する

図4.2.1 解体撤去工事フロー



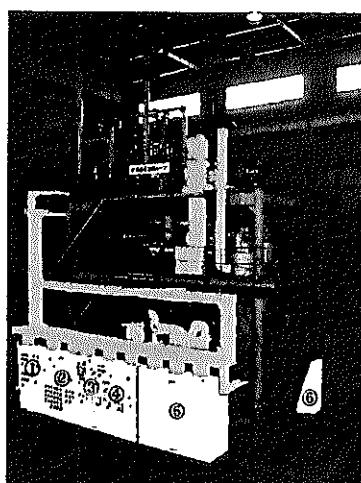
### 1. 解体撤去作業準備

- (1) 作業区画設定
- (2) 作業エリア養生
- (3) 移設品撤去保管
- (4) 作業足場設置



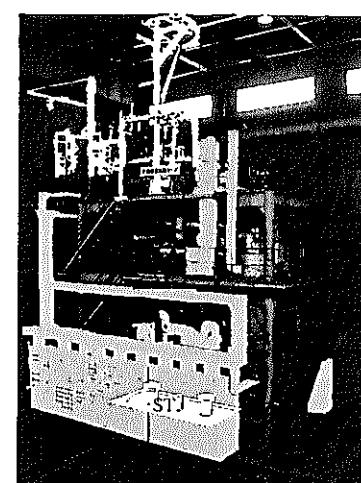
### 2. 保温材、電気、計装品の撤去

- (1) 保温材撤去
- (2) 電気、計装品の撤去



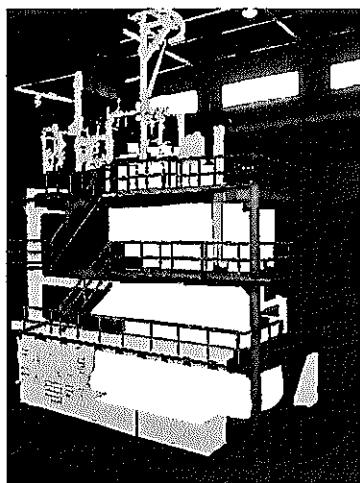
### 3. 予熱盤、電源盤撤去

- ① 1階暖源盤 (4面)
- ② 1階操作盤 (1面)
- ③ 1階計測盤 (1面)
- ④ 1階予熱制御盤 (1面)
- ⑤ 1階予熱盤 (3面)
- ⑥ 1階DT制御盤 (1面)
- ⑦ データ処理室内操作盤 (1面)



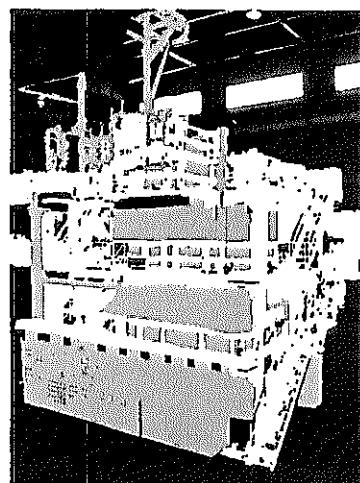
### 3. ナトリウム機器配管類の撤去

- (1) チェーンブロック設備の撤去



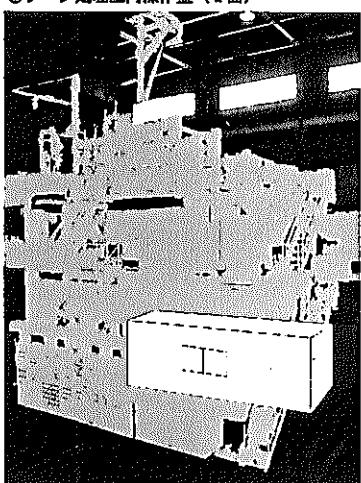
### 2. ナトリウム機器配管等の撤去

- ① 助助系ライン
- ② 精製系ライン
- ③ 主循環系ライン
- ④ 試験容器
- ⑤ ドレンタンク及び貯蔵タンク
- ⑥ ガス系ライン



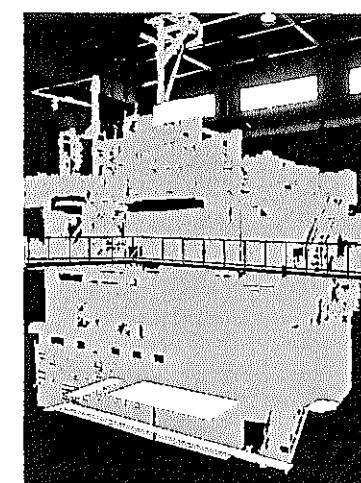
### 4. 架台の撤去

- (1) ループ架台 5階の撤去
- (2) ループ架台 4・3階の撤去
- (3) ループ架台 2階の撤去



### 4. 架台の撤去

- (4) データ処理室撤去



### 5. 解体撤去の後処理

- (1) ピット部養生
- (2) 手摺の設置
- (3) 後片付け、清掃
- (4) 外観検査

図 4.2.2 解体撤去工事概略手順

記号	機器名称
TT	試験容器
ST	貯蔵タンク
DT	ドレンタンク
VT-1	試験容器ベ' - バ'トラップ
VT-2	貯蔵タンクベ' - バ'トラップ
VT-3	ドレンタンクベ' - バ'トラップ
H-1	Na加熱器（I）
H-2	Na加熱器（II）
CL	Na冷却器
CT	コールドトラップ
EMP-1	主循環系電磁ポンプ
EMP-3	精製系電磁ポンプ
FM-1	主循環系流量計
FM-3	精製系流量計
FM-4	周辺チャンネル流量計
FM-5	冷却系流量計
B-1	Na冷却器プロア
B-2	コールドトラッププロア
VH	真空ヘッダ
RH	Arガスリサーバヘッダ
GST	Arガスサージタンク
VP	真空ポンプ
CP	コンプレッサ
FS	流速計試験部

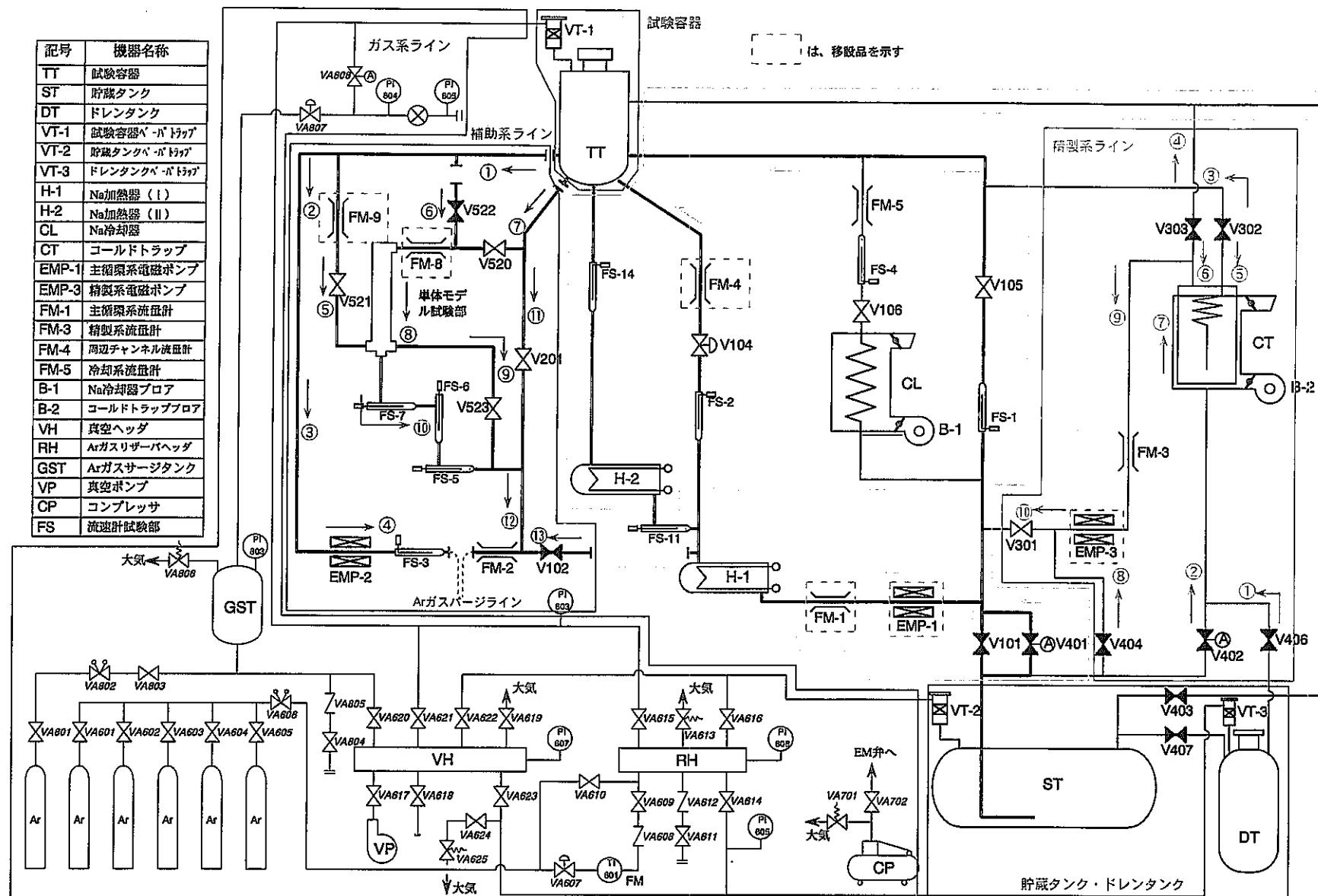
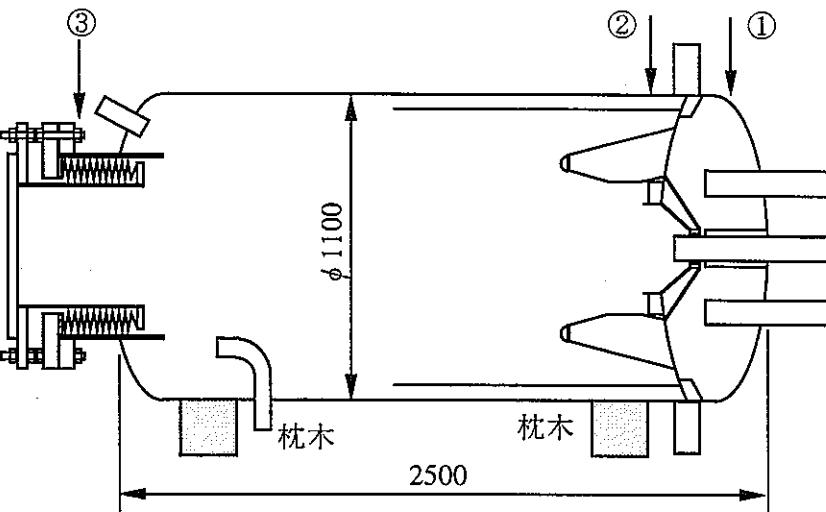
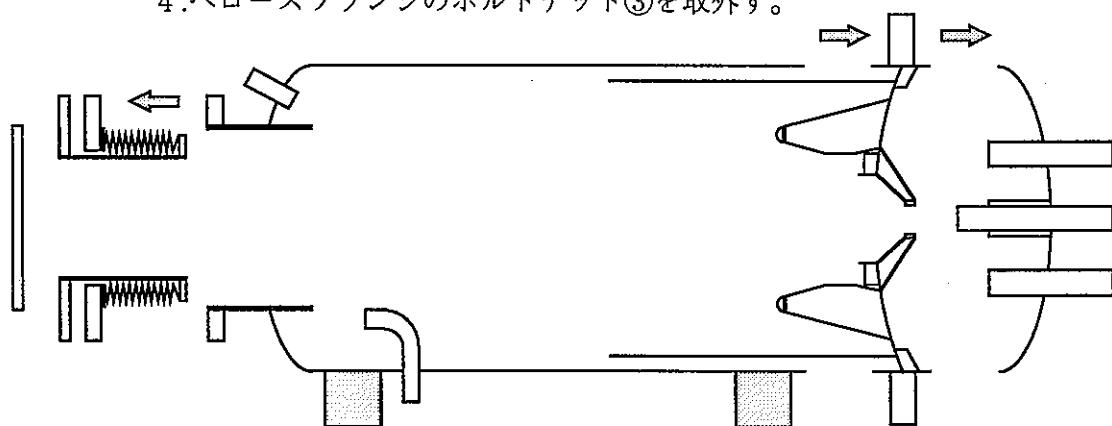


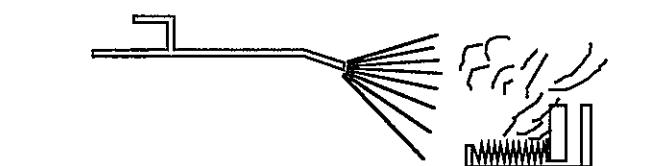
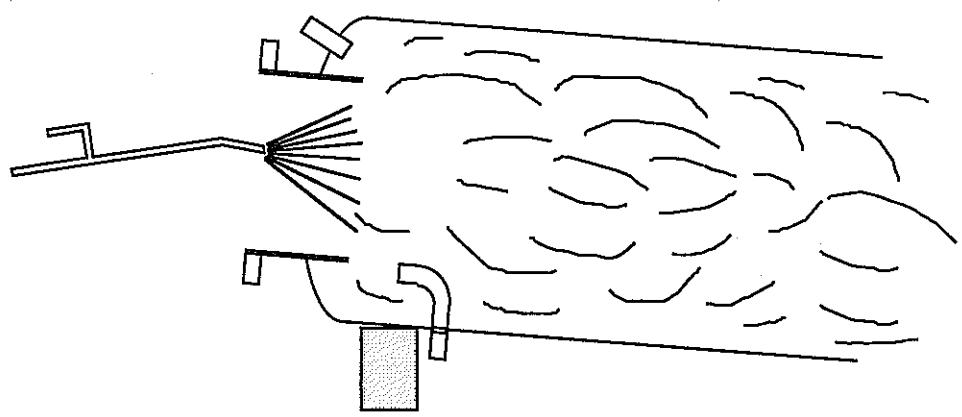
図4.2.3 ナトリウム機器配管類の切断順序の概略



1. 枕木をセットする
2. 容器下部鏡部の①を周方向に切断する。
3. 容器胴部の②を周方向に切断する。
4. ベローズフランジのボルトナット③を取り外す。



5. 容器及びベローズフランジは水蒸気洗浄を行う。



ベローズフランジ

6. 容器下部鏡部は、燃焼室にて燃焼処理を行う。

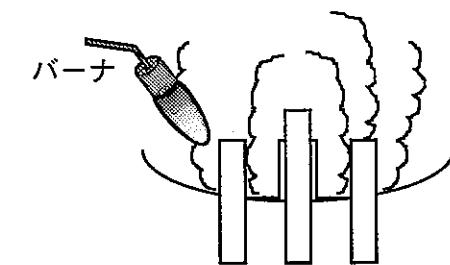
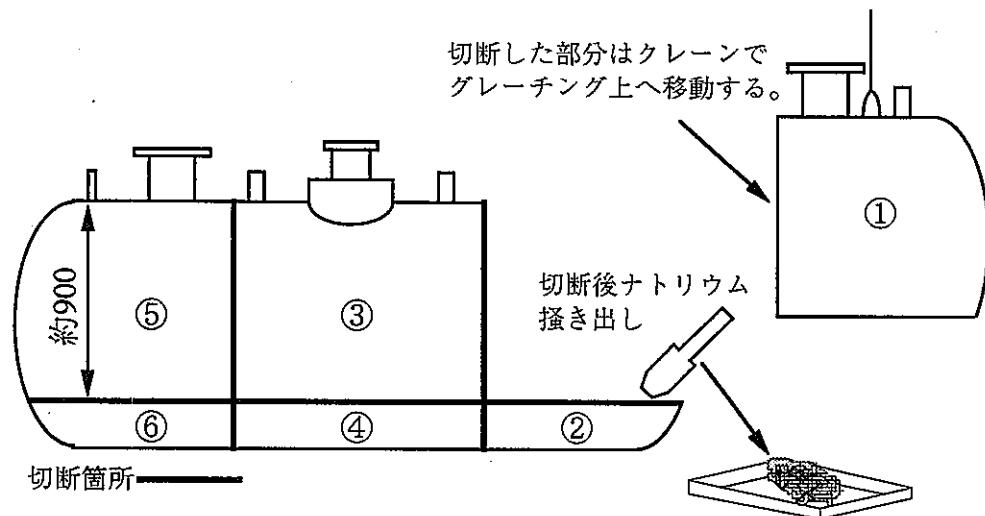
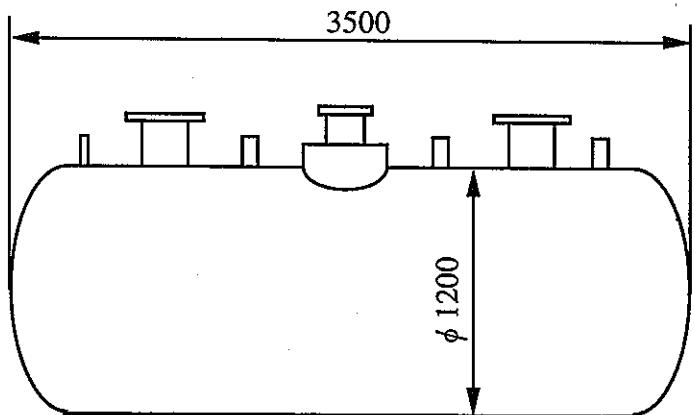
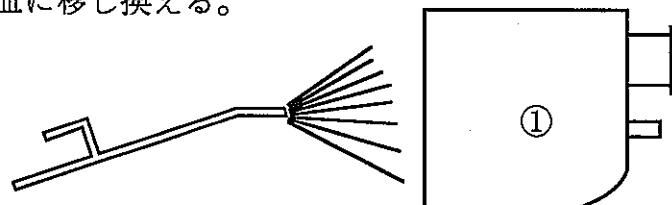
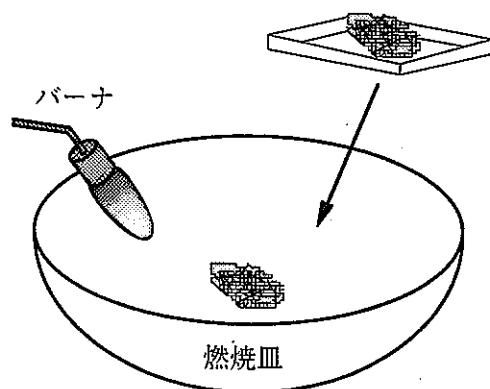


図 5.2.1 試験容器解体手順



1. 胴上部①を切り離し、底部②に残るナトリウムを掻き出す。
2. 底部②を切断し切り離す。
3. 胴上部③を切り離し、底部④に残るナトリウムを掻き出す。
4. 底部④を切断し切り離す。
5. 胴上部⑤を切り離し、底部⑥に残るナトリウムを掻き出す。

6. 削り取ったナトリウムを燃焼皿に移し換える。
7. バーナで燃焼処理を行う。



8. ナトリウムが薄膜状に付着している部分は、水蒸気洗浄を行う。

図 5.2.2 貯蔵タンク解体手順

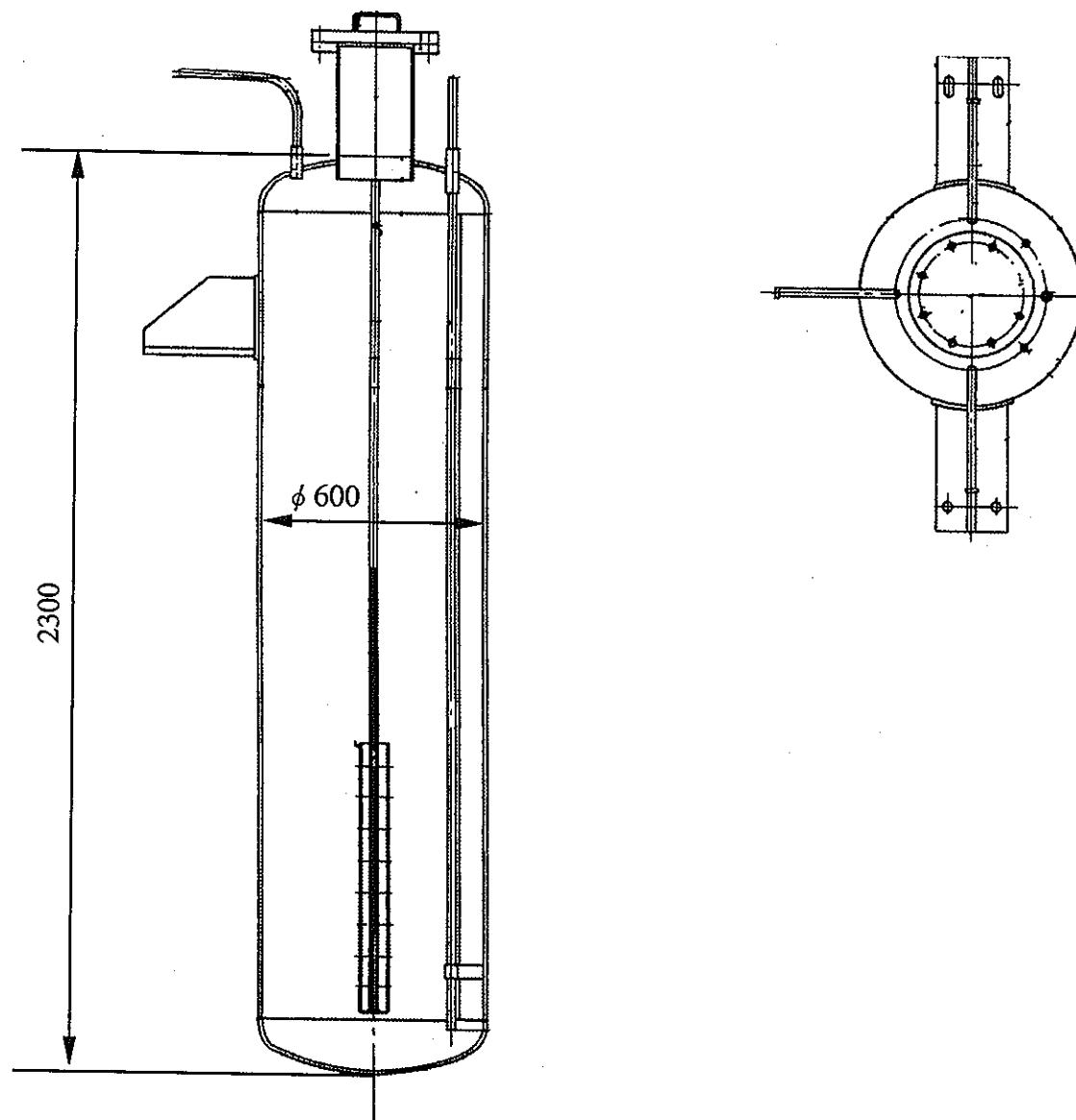


図 5.2.3 ドレンタンク構造

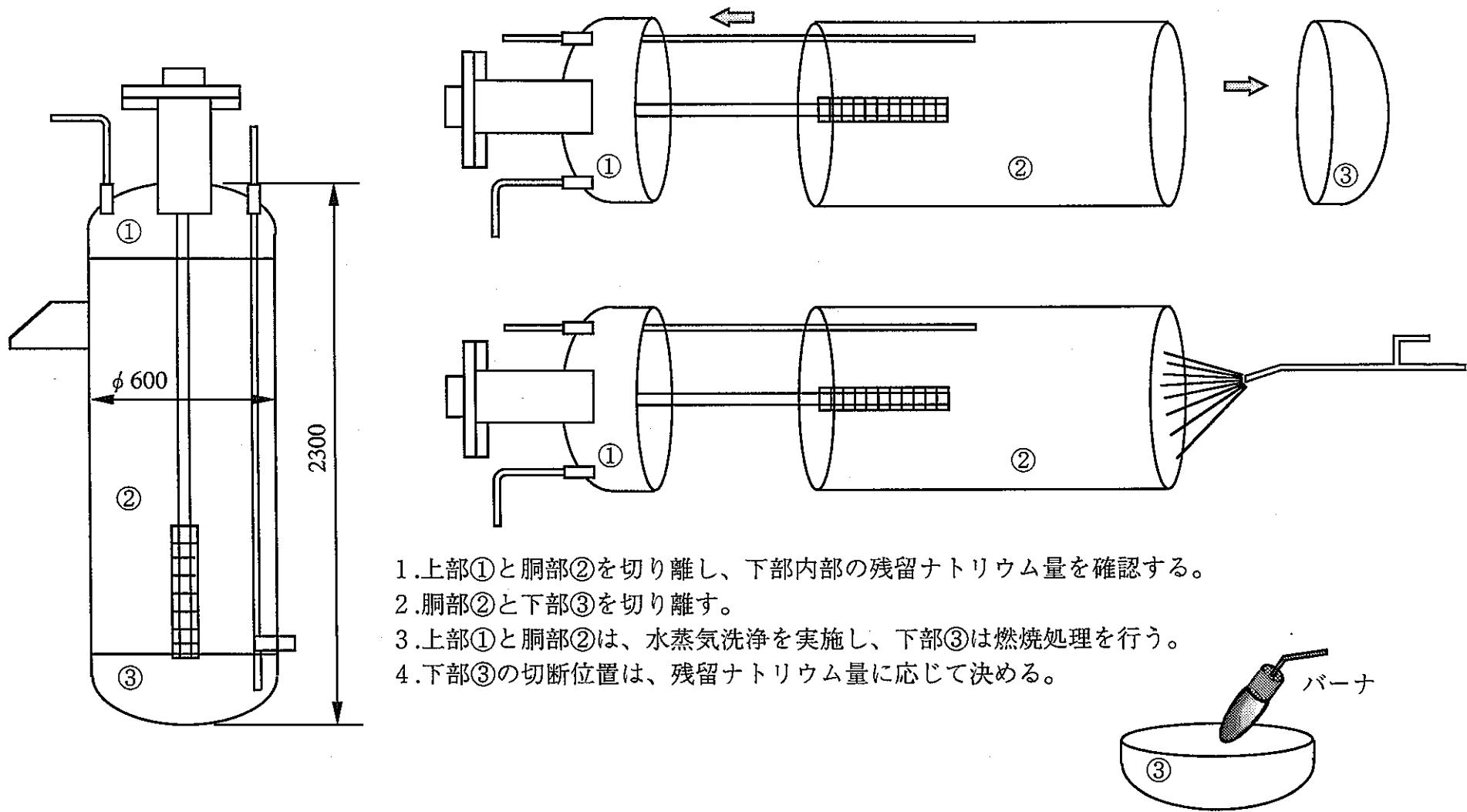


図 5.2.4 ドレンタンク解体手順

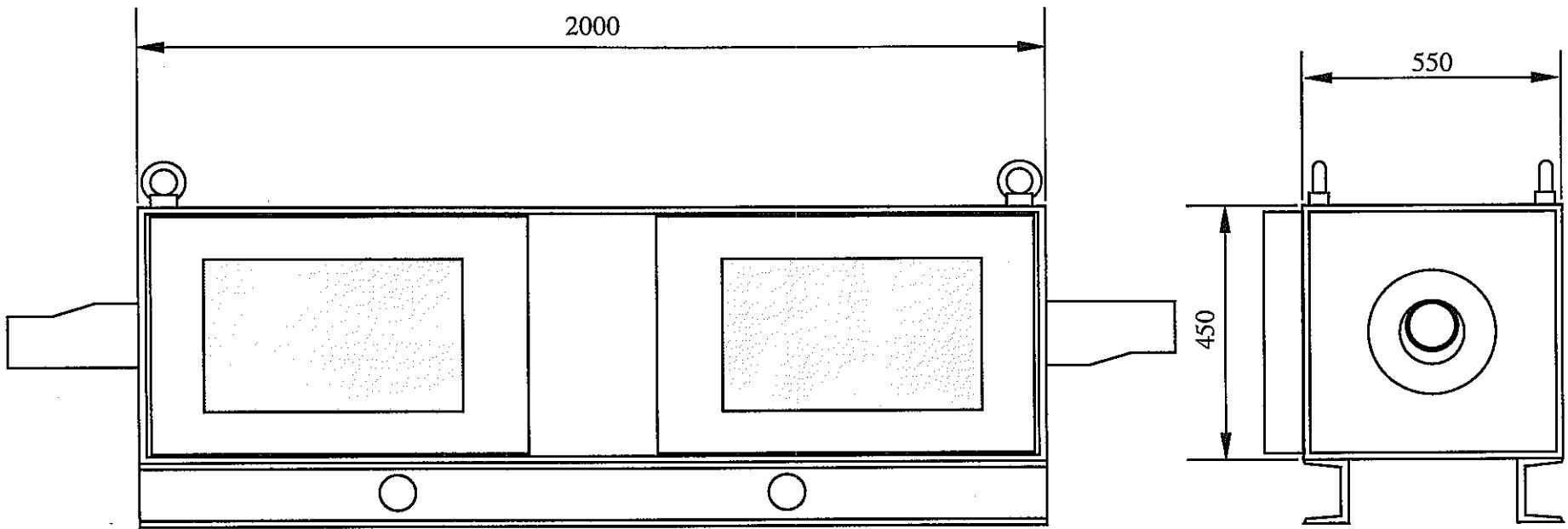
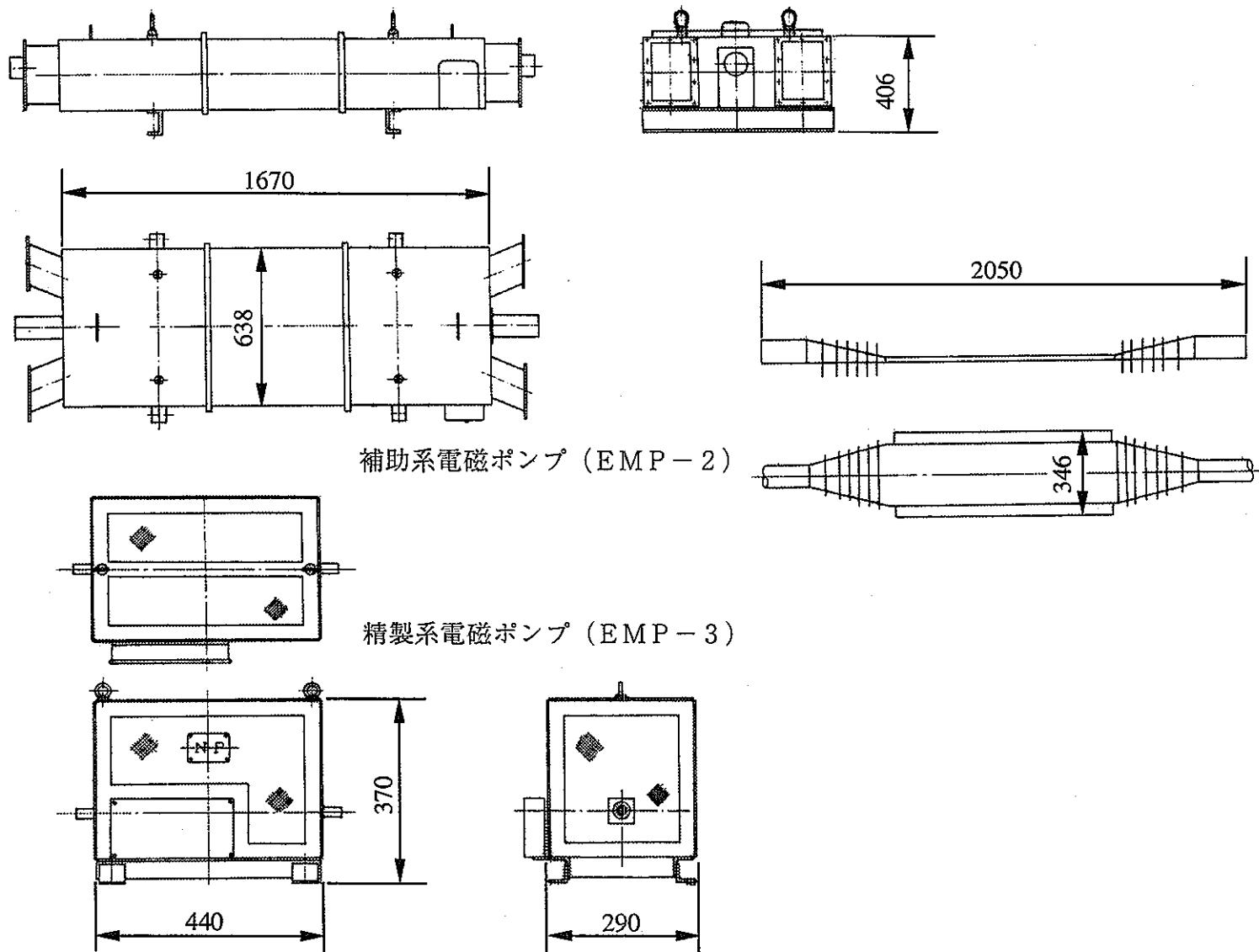


図5.2.5 電磁ポンプ（EMP-1）



補助系電磁ポンプ (EMP-2)

精製系電磁ポンプ (EMP-3)

図 5.2.6 電磁ポンプ (EMP-2) (EMP-3)

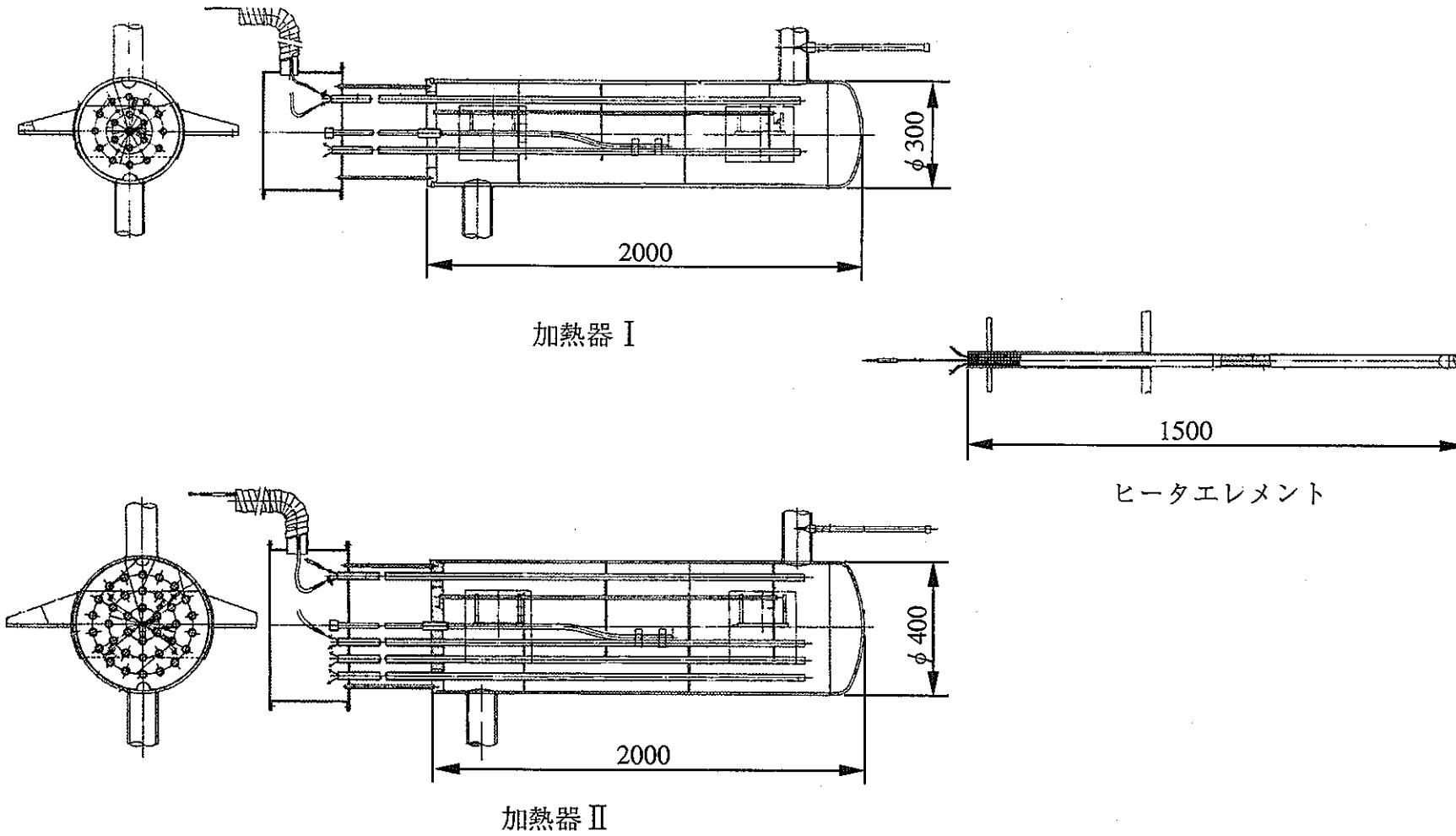


図 5.2.7 加熱器構造 (H - I ・ H - II)

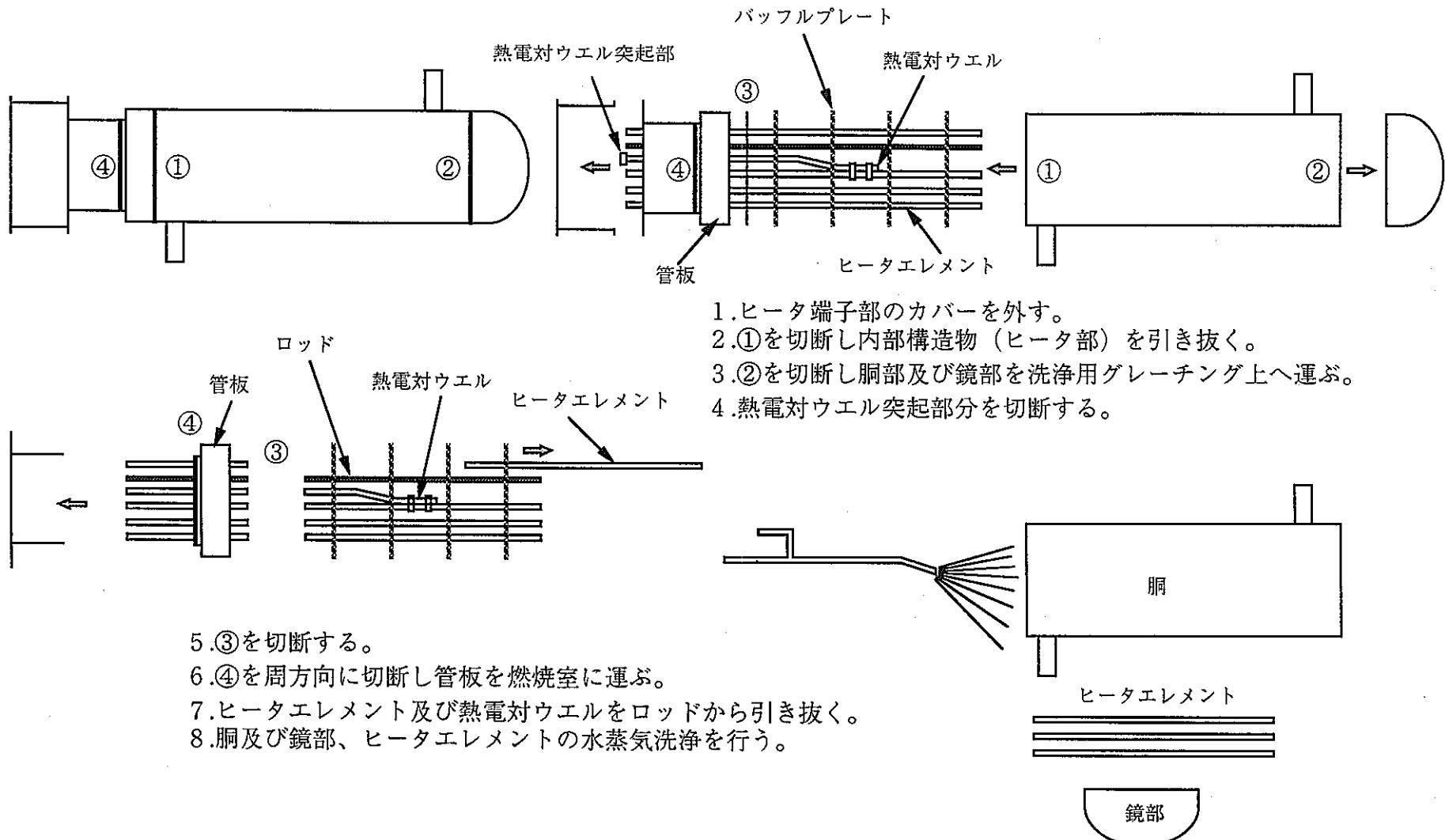


図5.2.8 加熱器解体手順-1

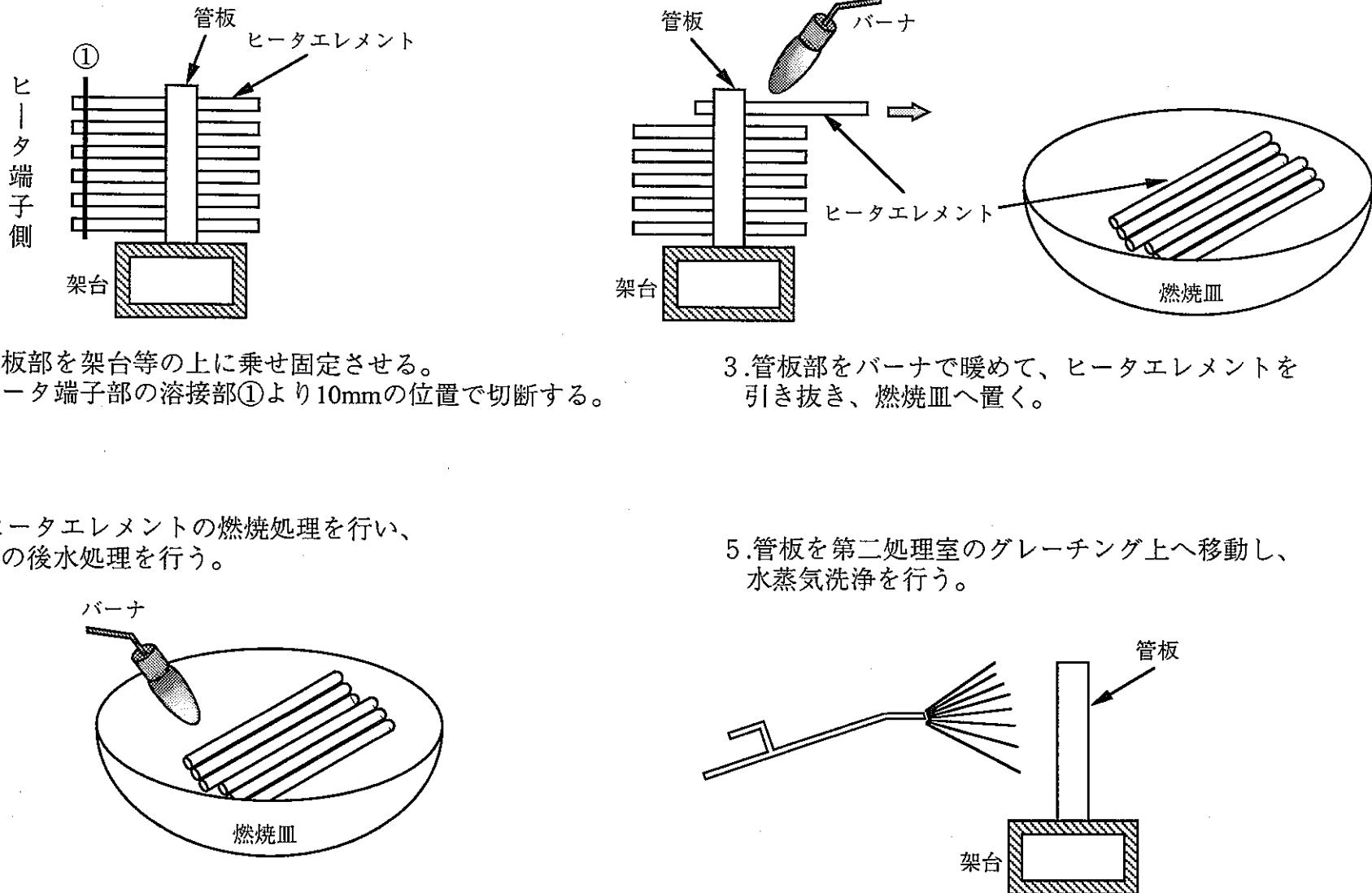


図 5.2.9 加熱器解体手順－2

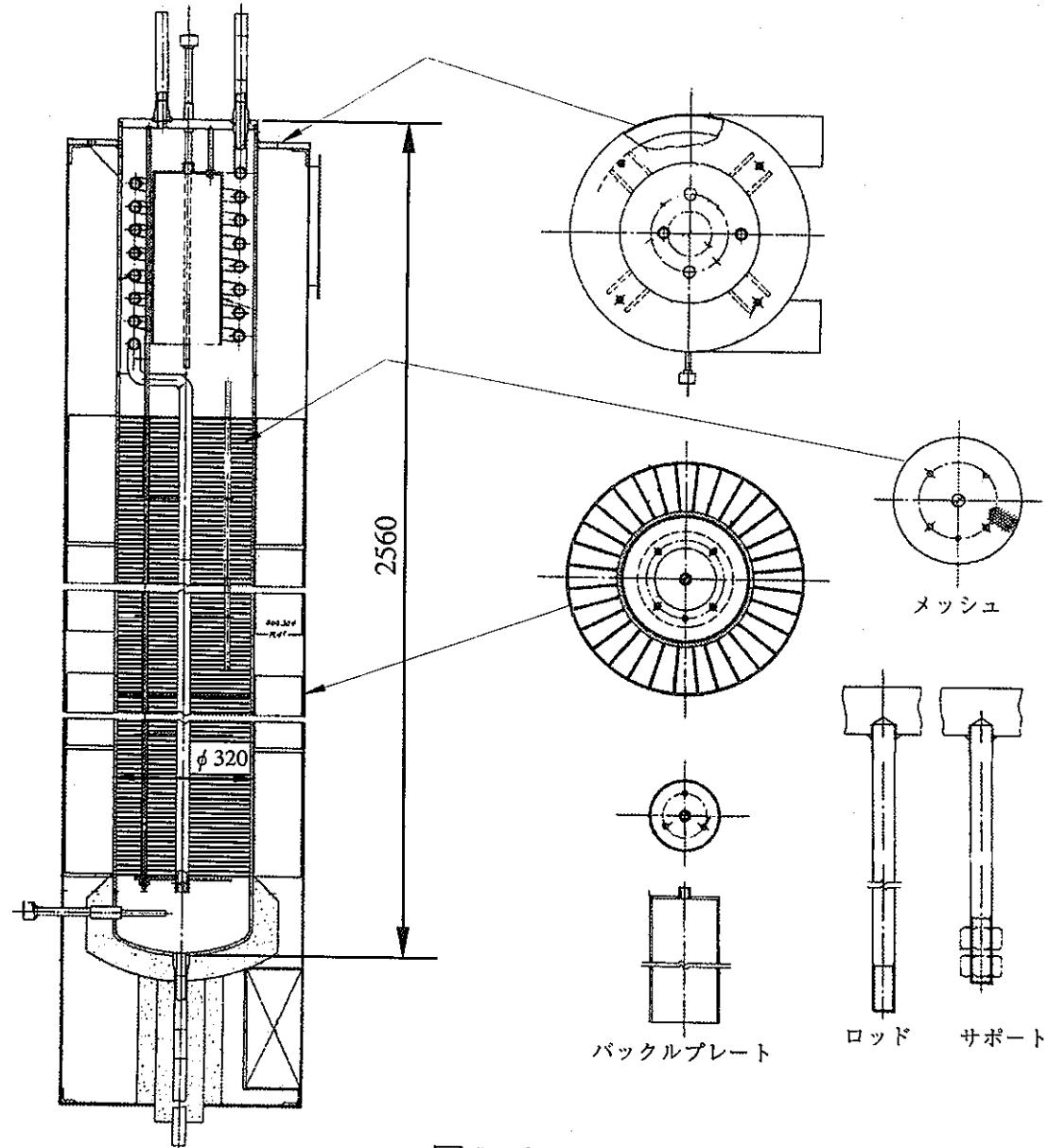
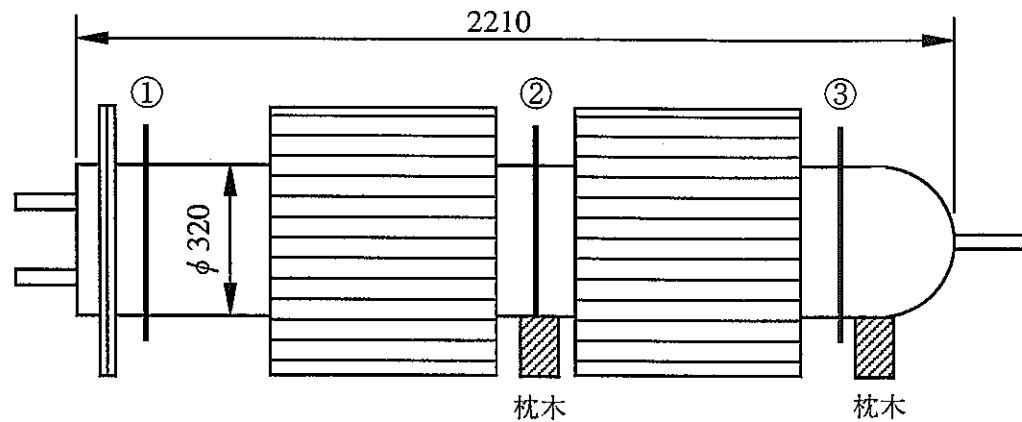
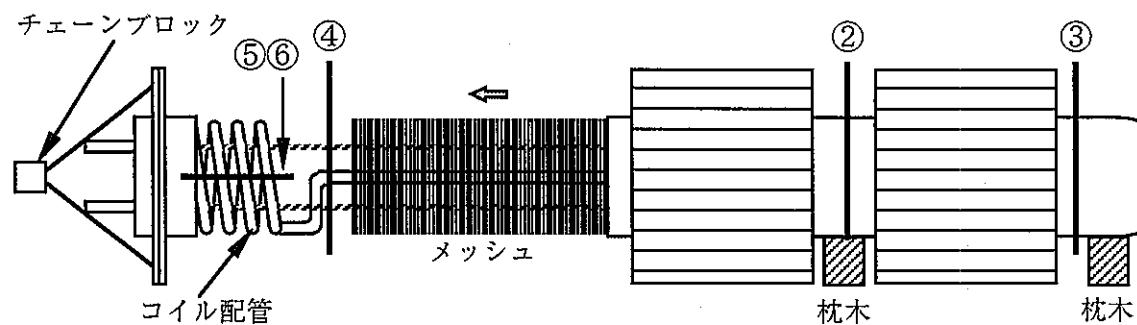


図 5.2.10 コールドトラップ構造



1. 枕木をセットし①(平蓋近傍)を周方向に切断する。

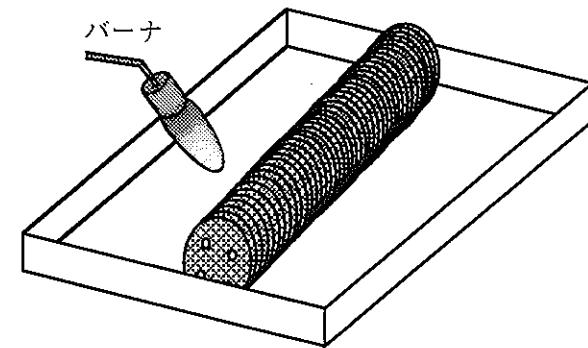


2. 下部鏡部にフックを取り付て固定し、平蓋近傍に  
チェーンブロックをセットし、メッシュ部を引抜く。

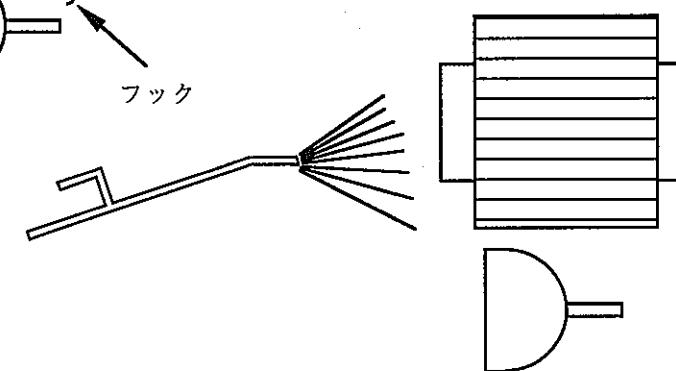
3. メッシュ引抜き後、胴部と鏡部の②③を切断する。

4. メッシュ上部の④を切断する。

5. コイル配管⑤を切断し、反対側の⑥を切断する



6. バーナでメッシュ部の燃焼処理を行う。  
7. 燃焼処理終了後、水処理を行う。



8. 容器及びコイル配管の水蒸気洗浄を行う。

図 5.2.11 コールドトラップ解体手順

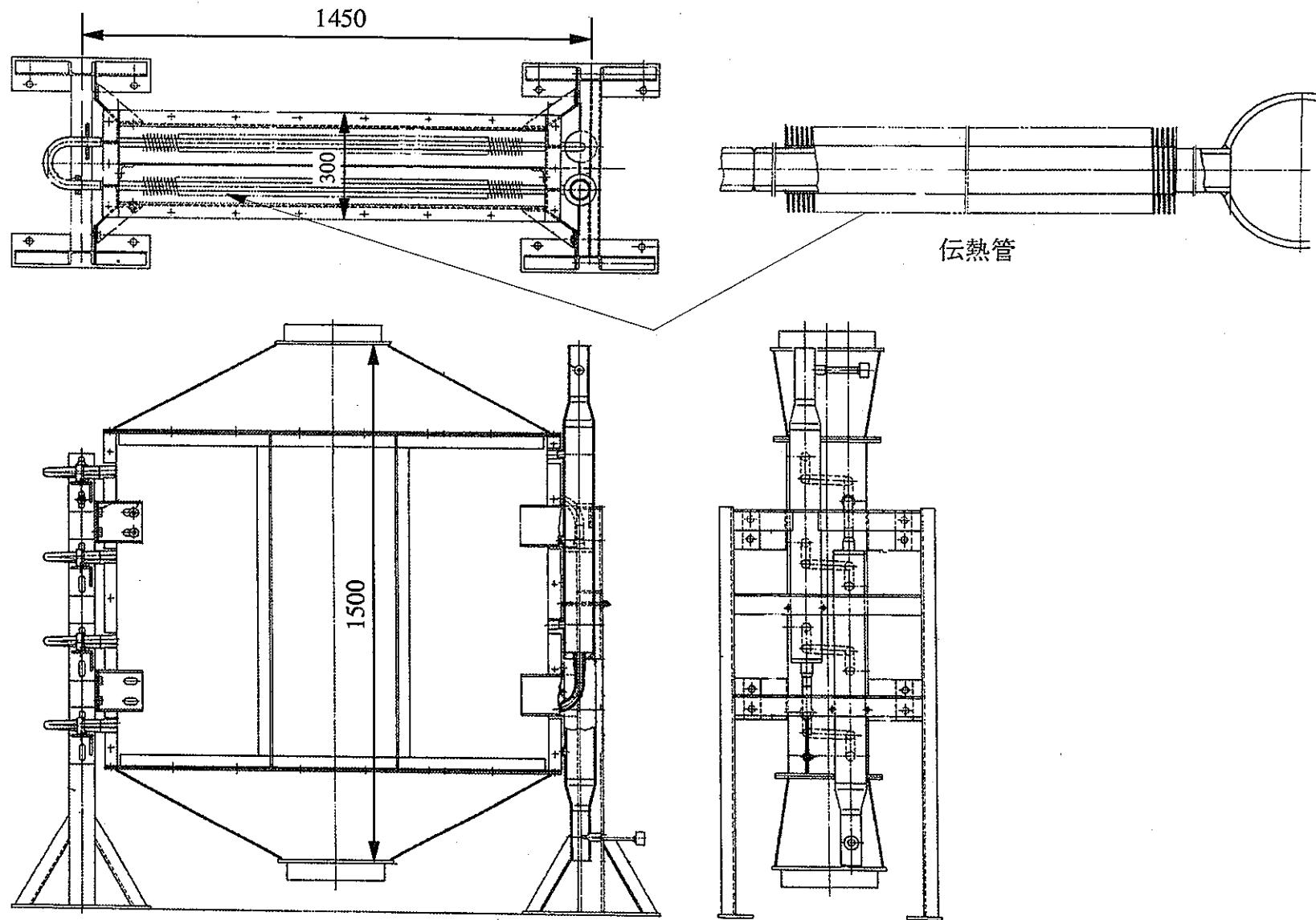
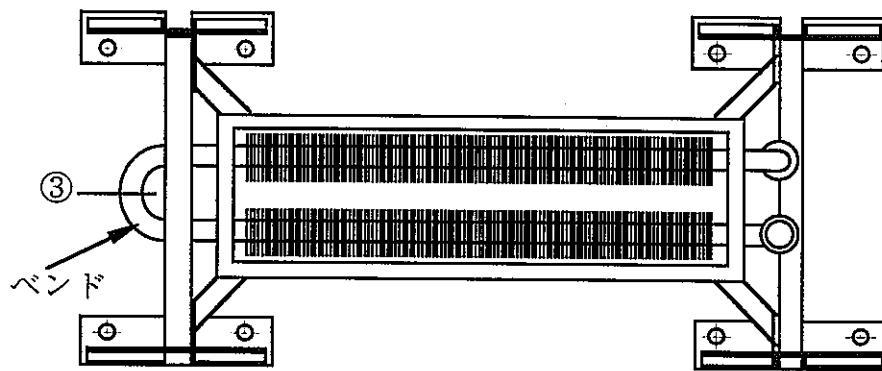
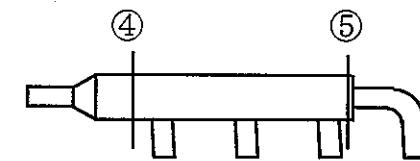
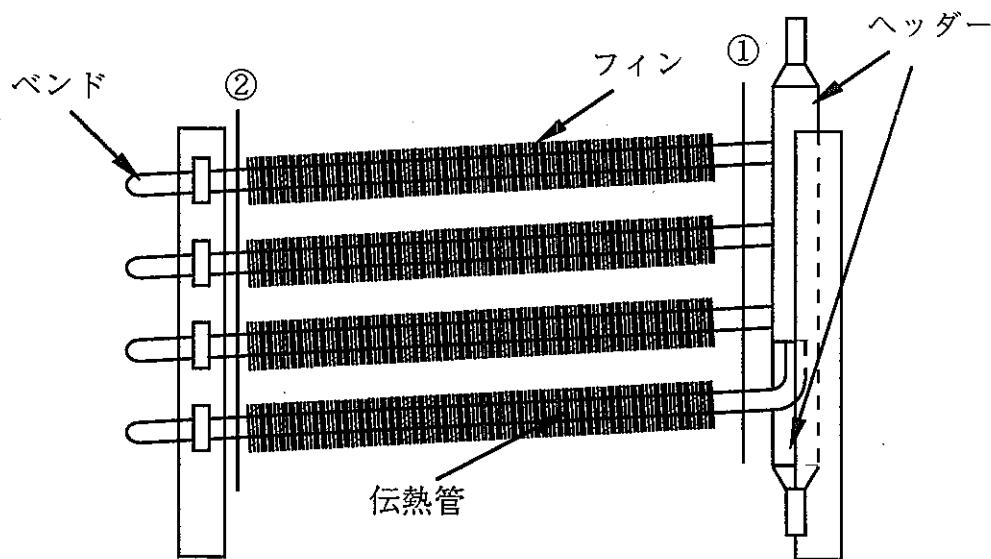


図 5.2.1.2 冷却器構造



1. 伝熱管の①と②の箇所で切斷し、ヘッダーとベンド部を切り離す。
2. 伝熱管からフィンを取り外す。
3. ベンド③を切斷する。



4. 各出入口ヘッダーの④⑤を切断する

5. 各配管類を水蒸気洗浄にて洗浄する。

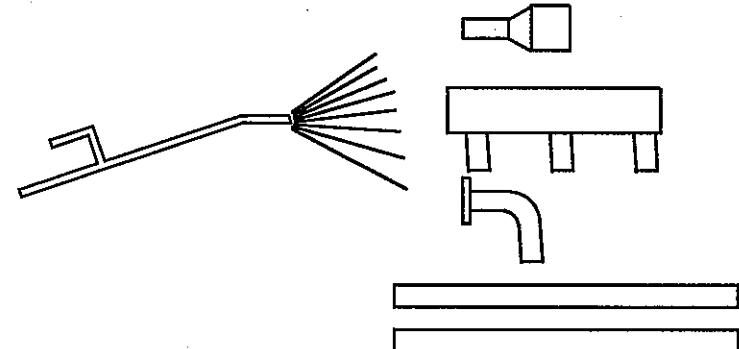
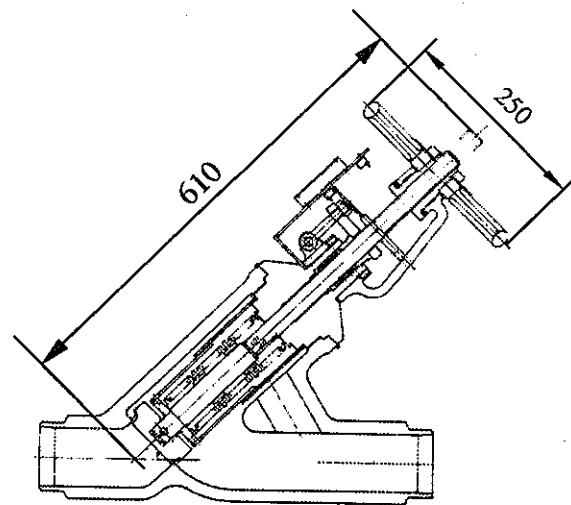
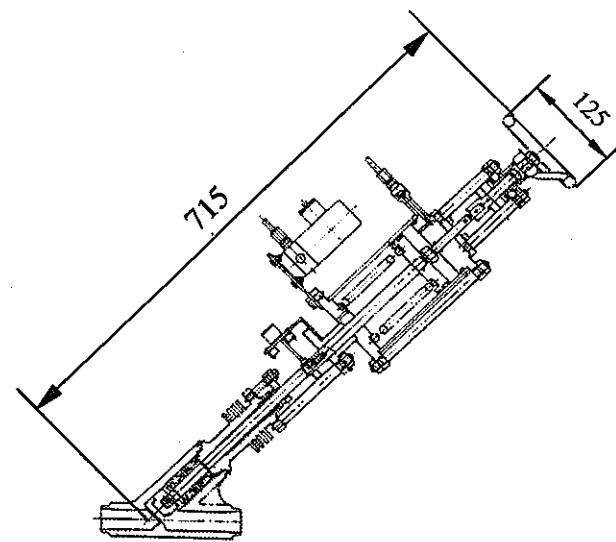


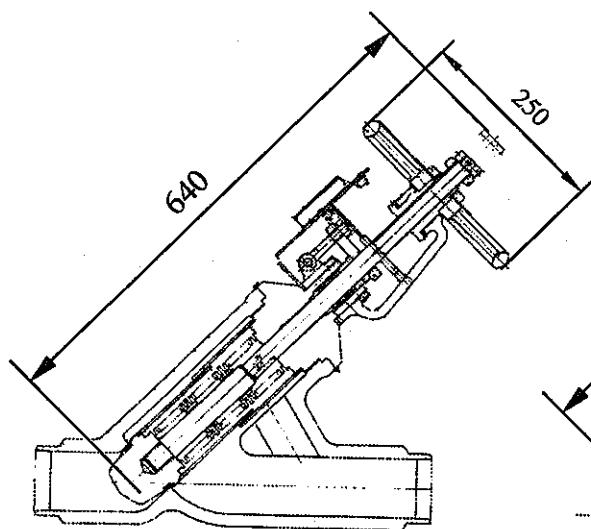
図 5.2.1.3 冷却器解体手順



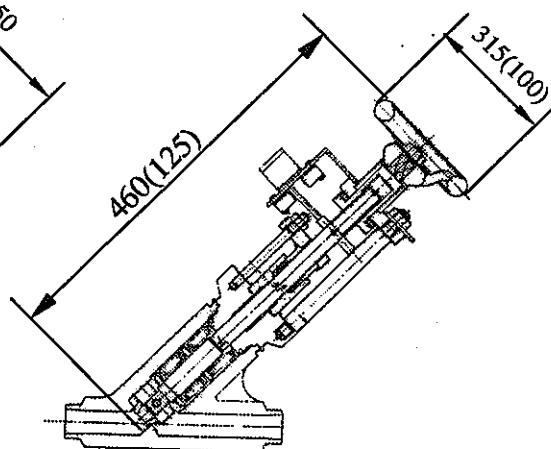
3B手動弁



3/4B空氣操作弁



3B流量調節弁



2B.(3/4B)手動弁

図 5.2.1 4 ナトリウム弁 (3B.2B.3/4B)

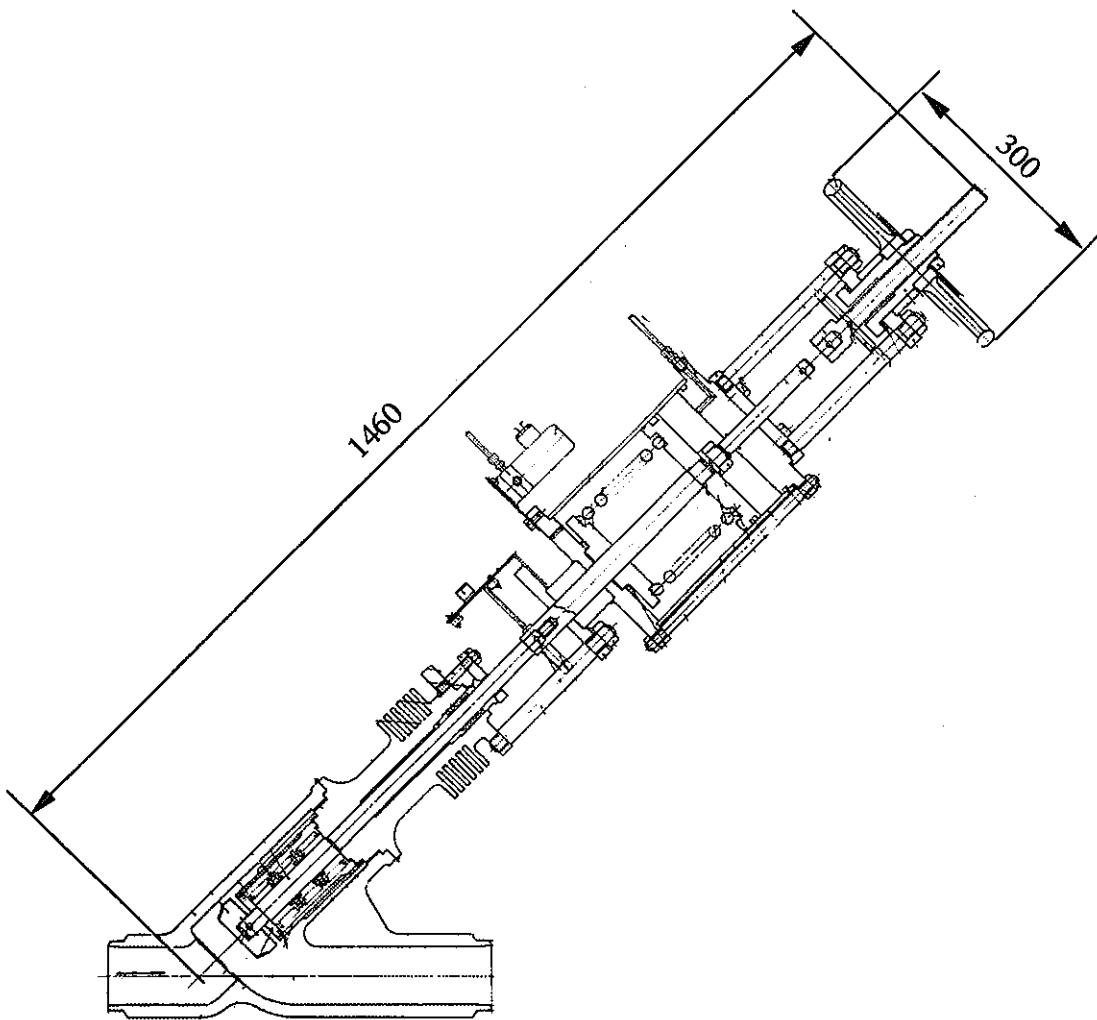


図 5.2.1.5 ナトリウム弁 (3B空気操作弁)

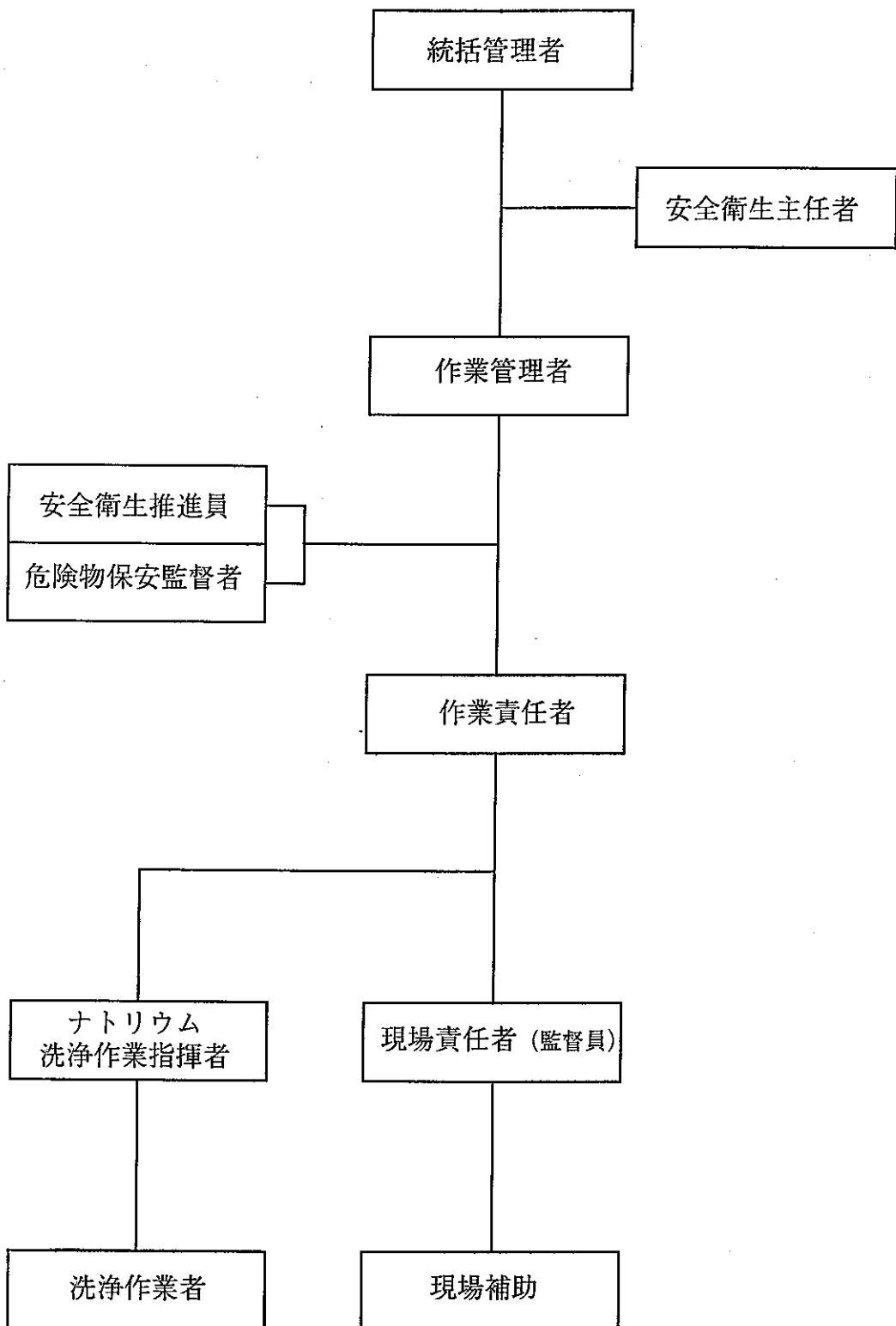


図 5.3.1 ナトリウム洗浄作業実施体制