

50MW蒸気発生器試験施設の解体撤去

—補助冷却装置の解体撤去工事—

1998年2月



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

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



50 MW蒸気発生器試験施設の解体撤去 —補助冷却装置の解体撤去工事—

永井 桂一^{*1)}、谷田部 敏男^{*1)}

要 旨

本資料は、平成9年1月から3月にかけて実施した50 MW蒸気発生器試験施設内の補助冷却装置（ACS）の解体撤去に関し、工事内容や安全対策及びナトリウム洗浄処理の内容等についてまとめたものである。

本工事で得られた知見や経験等は、今後実施されるナトリウム機器等の解体撤去や高所作業を有する類似工事等の立案、計画及び実際の工事管理等に充分役立つものと考えられる。

目次

1. 緒言	1
2. 解体撤去工事内容	2
2.1 工事概要	2
2.1.1 解体撤去対象物	2
2.1.2 解体撤去の概略手順及び要領	3
2.2 工事体制	8
2.3 安全管理事項	8
2.3.1 教育訓練及び資格	8
2.3.2 作業管理	9
2.4 安全対策事項	10
2.4.1 一般工事に関する安全対策	10
2.4.2 高所作業に関する安全対策	11
2.4.3 ナトリウム機器類の解体撤去工事に関する安全対策	11
2.5 品質保証	13
2.5.1 品質管理	13
2.5.2 文書管理	13
3. ナトリウム洗浄処理内容	15
3.1 作業概要	15
3.1.1 ナトリウム洗浄処理対象物	15
3.1.2 ナトリウム洗浄処理の概略手順及び要領	15
3.2 作業体制	17
3.3 安全管理事項	17
3.4 安全対策事項	18
3.5 異常時の措置	19
4. 解体撤去工事及びナトリウム洗浄処理の記録	20
4.1 補助冷却装置建屋架構廻りの解体撤去（屋外作業）	20
4.2 ナトリウム配管類の解体撤去（屋内作業）	26
4.3 空気冷却器本体の解体撤去（屋内作業）	30
4.4 SG室内配管の解体撤去（屋内作業）	33
4.5 ナトリウム洗浄処理	34
4.6 実績作業工程	39
5. 結言及び考察	40
6. 謝辞	42

図リスト

図 2.1.1	補助冷却装置の解体撤去範囲	43
図 2.1.2	50MWS G施設内補助冷却装置配置	44
図 2.1.3	補助冷却装置の全体組立図	45
図 2.1.4	空気冷却器本体組立図	46
図 2.1.5	補助冷却装置の架構組立図	47
図 2.1.6	解体工事フローチャート	48
図 2.1.7	解体撤去屋外作業の概略手順（1／2）	49
図 2.1.8	解体撤去屋外作業の概略手順（2／2）	50
図 2.1.9	解体作業エリア及びクレーン配置エリア	51
図 2.1.10	ナトリウム配管切断箇所（1／2）	52
図 2.1.11	ナトリウム配管切断箇所（2／2）	53
図 2.2.1	動燃側実施体制	54
図 2.2.2	請負者側実施体制	55
図 2.2.3	安全工学部（原子炉工学室）通報連絡ルート	56
図 2.2.4	原子炉工学室緊急連絡網	57
図 2.2.5	原子炉工学室地震時点検及び通報連絡表	58
図 2.2.6	請負メーカ側の緊急連絡体制	59
図 3.2.1	ナトリウム洗浄処理作業実施体制	60

表リスト

表 4.6.1	実績作業工程表	61
表 4.6.2	計画作業工程表	62

1. 緒言

50MW蒸気発生器試験施設（以下50MWSG）は、昭和61年12月末に試験を終了し、現在まで約10年間にわたり休止状態であった。その後、FBRの実用化を目指した原子炉冷却系総合試験整備計画に着手し、その一環として平成6年度からナトリウム機器等の保温材の撤去や電気・計装ケーブルの撤去及び中央制御室内の制御盤の撤去等を開始した。平成7年度は、ナトリウム設備の配管、バルブ、小型の計測設備（プラギング計装等）の解体撤去及びナトリウム洗浄を実施した。平成8年度からは、大型ナトリウム機器の解体撤去作業を開始し、この内補助冷却装置（ACS）の解体撤去を完了した。

本件は、平成8年度に実施した補助冷却装置の解体撤去に関し、解体撤去工事の内容やその安全対策及びナトリウム洗浄処理内容等についてまとめたものである。また、実作業の経過や作業経験から得られた知見等についても考察し、その結果をまとめた。

2. 解体撤去工事内容

2.1 工事概要

50MW SG 試験施設内の補助冷却装置の解体撤去工事は、空気冷却器等のナトリウム機器や配管及び補助冷却装置室建屋（架構含む）の解体及び撤去を行う工事とナトリウム付着物の洗浄処理を行う作業に区別される。解体撤去工事は、下記に示す請負工事で実施され、ナトリウム洗浄処理については動燃内部で実施した。以下に、補助冷却装置の解体撤去に関する工事要領や本工事で実施した安全管理対策事項等について述べる。尚、ナトリウム洗浄処理については、次章で述べる。

(1) 契約件名

50MW SG 施設 補助冷却装置の解体・撤去

(2) 工事及び作業場所

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

安全工学部 原子炉工学室 50MW SG 施設内

(3) 工事期間

契約期間：平成8年11月26日～平成9年3月25日

工事期間：平成9年1月20日～平成9年3月25日

(4) 工事請負メーカー

東芝プラント建設株式会社

2.1.1 解体撤去対象物

本工事で解体及び撤去した補助冷却装置の構成品は以下の通りである。尚、解体及び撤去した各構成品については、ナトリウム弁と圧力計（NaK）を除き全て廃棄処分とした。

図2.1.1に、補助冷却装置の解体撤去範囲を示す。図2.1.2には、補助冷却装置の50MW SG 施設内における配置を示し、図2.1.3には、補助冷却装置の全体組立図を示す。

(1) 補助冷却用空気冷却器本体

- ① 数量 1基
- ② 伝熱管 $\phi 82.8\text{mm}$ ($\phi 50.8$) $\times 25,000\text{mm} \times 15$ 本

図2.1.4に、空気冷却器本体の組立図を示す。

(2) 空気冷却器（A/C）付属設備

- ① 冷却ファン及び駆動用電動機
- ② コントロールペーン、ダンパー類
- ③ 空気ダクト
- ④ 空気冷却器内挿ヒータ
- ⑤ 熱線式風速計

- (3)ナトリウム弁 1台 (再活用のため保管)
- (4)NaK圧力計 2台 (再活用のため保管)
- (5)ナトリウム配管
- (6)フリーズトラップ
- (7)アルゴンガス・真空配管
- (8)補助冷却装置建屋及び架構

図2.1.5に、補助冷却装置架構組立図を示す。

- (9)補助冷却装置建屋付属設備 (ケーブルダクト、トレイ等)

- (10)SG室放出系配管

本放出系配管は、補助冷却装置以外の設備であるが、撤去場所が隣接することから本工事にて解体及び撤去を行った。

- ①蒸気放出配管
- ②反応生成物収納容器放出配管
- ③アルゴンガス系放出配管

2.1.2 解体撤去の概略手順及び要領

補助冷却装置の解体及び撤去は、補助冷却装置建屋廻りの解体撤去を行う作業（屋外作業）と空気冷却器本体やナトリウム配管等の解体を行う作業（屋内作業）の二手に分けて実施した。屋外作業は、補助冷却装置建屋及びその架構が高層（FL約47m）構造であるため、高所での作業安全確保等の観点から建屋及び架構を上下に5分割し、移動式大型クレーンにて分割した架構を地上に吊り降ろし後、細分割及び解体を実施した。また、ナトリウムの洗浄処理を必要とする空気冷却器本体は、高所且つ屋外での解体作業を行わず、まるごと地上に吊り降ろし、屋内の安全な場所にて解体を行った。

以下に解体及び撤去工事の作業概略手順と作業要領の概略を示す。

また、図2.1.6に工事のフローチャートを示し、図2.1.7及び図2.1.8に、解体撤去作業（屋外作業）の概略手順を示す。

(1)屋外作業

①作業準備

(a)作業区画設定

- ・移動式大型クレーンの設置及び事故防止のために解体作業エリア周辺の区画を設定した。図2.1.9に、解体作業エリア及びクレーン配置エリアを示す。
- ・解体作業エリア周辺は、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。

(b)移動式大型クレーンの設置

- ・作業区画を設定後、クレーンの組立及び設置を行った。作業中は、事故防止のた

め、監視員を配置した。

・風速10m/S以上の場合には、クレーン作業を中止または中断した。

(c)足場設置（必要部）

- ・解体撤去作業用の足場は、機器の切断や架構等の切断及び撤去等の作業箇所に合せ、その都度専用の足場を設け作業の安全性を確保した。
- ・安全手摺及び安全ネットを設け、墜落、落下等の事故防止を図った。
- ・屋外の既設昇降設備（さる梯子）及び架構等を足場掛けに使用する際には、当該設備の腐食状態等健全性を充分確認した上で使用した。

(d)作業エリア養生

- ・解体物の落下及び飛散防止、ガス溶断による火花等の落下を防止するために、解体エリア廻りをネット、難燃性シート等で養生した。
- ・既設高圧ガス製造設備の上部にペニヤ板等による養生を施した。

②最上部架台取り外し、解体

- (a)A/C出口側ダクトを支持する架台を切り離し、その後A/C出口側ダクトとA/C接続部を切り離した。
- (b)出口ダクトと上部ダンパー及び出口連絡ダクトとA/C小屋（上部）を撤去し、吊り降ろした。（吊り荷重量約8,000Kg）
- (c)吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。
- (d)A/C小屋（上部）撤去後、防水シート等で雨養生した。

③空気冷却器本体上部架台取り外し、解体

- (a)A/C本体支持梁及びA/C小屋（中間）を解体し、吊り降ろした。（吊り荷重量約14,000Kg）
- (b)吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。
- (c)小屋撤去後は、周辺に手摺を設け、墜落落下防止の措置を講じた。
- (d)A/C本体の撤去完了時まで防水シート等で雨養生した。

④空気冷却器本体取り外し

- (a)A/C本体と入口側のダクト接続部及び本体支持架台接続部を切り離し、吊り降ろした。（吊り荷重量約24,000Kg）
- (b)A/C本体を50MW SG試験施設内のナトリウム機器室内へ大型トレーラーにて運搬した。

⑤空気冷却器下部風洞取り外し、解体

- (a)A/C本体入口ダンパーとダンパー駆動装置の接続部分を切り離した。
- (b)入口ダクト支持部と入口ダクト接続部を切り離し、入口ダクト及び入口ダンパーを搬出吊り降ろした。
- (c)入口ダクトを仮置きする際には、横置き且つ解体しやすい状態で仮置きした。

(d) 収置き後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

(e) 入口ダンパー駆動装置を架構より切り離し、搬出及び吊り降ろした。

⑥ 直管部－1取り外し、解体

(a) 入口連絡管上部（伸縮継手）を架構支持部より切り離し、搬出及び吊り降ろしを行った。

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

⑦ 架構（FL24.3～32.5）取り外し、解体

(a) FL24.3～32.5の架構（下部A／C小屋）を撤去し吊り降ろした。（吊り荷重量約11,000Kg）

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

(c) 既設ナトリウム機器室と補助冷却建屋室との開口部を、スレートにて復旧し、隙間部をシール剤にて雨養生した。

⑧ 直管部－2取り外し、解体

(a) 入口連絡管中間部（ターンバックル含む）を架構支持部より切り離し、搬出及び吊り降ろした。

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

⑨ 架構（FL14.7～24.3）取り外し、解体

(a) FL14.7～24.3の架構（下部A／C小屋）を撤去し吊り降ろした。（吊り荷重量約76,000Kg）

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

⑩ 直管部－3取り外し、解体

(a) 入口連絡管下部（ターンバックル含む）を架構支持部より切り離し、搬出及び吊り降ろしを行った。

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

⑪ 架構残部（ファン室含む）撤去、解体

(a) FL14.7～0.0の架構（ファン室含む）を撤去し吊り降ろした。（吊り荷重量約14,000Kg）

(b) 吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

⑫ モータ、プロア撤去

(a) モータを基礎ボルトより切り離し、プロアと共に撤去した。

（吊り荷重量：モータ約600Kg、プロア約3,500Kg）

⑬ S G 建屋廻り残部撤去、片付け

(a) 屋外補強材撤去

・ 空気冷却器架構（14.7M）の解体は、クレーン及び高所作業車を使用し、建屋との接続部のみを切り離し、クレーンにて吊り降ろしを行った。

・吊り降ろし後、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切斷した。

(b) SG系配管（屋外部）撤去、解体

・既設SG室内の放出系配管を撤去する。解体は、クレーン及び高所作業車を使用し、クレーンで配管を吊った状態で架構の切斷を行い作業する。

(c)開口部塞ぎ

・SG系の配管（屋外部）の撤去完了後、クレーン及び高所作業車を使用し、配管貫通部の壁の開口部の塞ぎを行った。

(d)移動式大型クレーンの撤収

・全ての作業終了後にレッカーを解体及び撤収した。

(e)機械基礎仕上げ

・空気冷却器ファン室の基礎ボルト等突起物を切斷し、基礎をモルタルにて補修した。コンクリート基礎部は撤去せずに表面のみを平らに仕上げた。

(f)外観検査

・解体作業終了後に外観検査を行い、解体撤去状況を確認した。

(g)片付け、清掃

・外観検査終了後に作業エリアの清掃及び後片付けを実施した。

(2)屋内作業

①作業エリア養生

(a)解体物の落下及び飛散防止、ガス溶断による火花等の落下を防止するために、解体エリア廻りをネット、難燃性シート等で養生した。

②ナトリウム配管撤去解体（ACS室内）

(a)ナトリウム配管の撤去は、配管に付着している残留ナトリウムが空気に触れないよう既設のアルゴンガスを配管内に供給し、配管内のガスブローを行いながら解体（切斷）を実施した。

図2.1.10～図2.1.11に、ナトリウム配管の切斷箇所を示す。

(b)ナトリウム配管の切斷は、主にバンドソーを用いて実施した。

(c)ナトリウム配管切斷後の配管断面には、プラスチックキャップを速やかに取り付け、配管内の残留ナトリウムと空気との接触を防止した。

③ガス系配管撤去解体（ACS室内）

(a)ガス系配管をバンドソーにて切斷し、スクラップ可能な長さ（1m～2m）に解体した。

④ケーブルダクト廻り足場設置

(a)ACS室内及びナトリウム機器室内のケーブルダクト解体のための足場を必要部に設置した。

⑤ケーブルダクト撤去解体（ACS室内）

(a) A C S 室内のケーブルダクトをスクラップ可能な長さ（1 m～2 m）に切断及び解体した。

⑥ナトリウム配管撤去解体（ナトリウム機器室内）

(a) ナトリウム配管の撤去は、配管に付着している残留ナトリウムが空気に触れないよう既設のアルゴンガスを配管内に供給し、配管内のガスブローを行いながら解体（切断）を実施した。

(b) ナトリウム配管の切断は、主にバンドソーを用いて実施した。

(c) ナトリウム配管切断後の配管断面には、プラスチックキャップを速やかに取り付け、配管内の残留ナトリウムと空気との接触を防止した。

⑦ガス系配管撤去解体（ナトリウム機器室内）

(a) ガス系の配管をスクラップ可能な長さ（1 m～2 m）に切断及び解体した。

⑧ケーブルダクト撤去解体（ナトリウム機器室内）

(a) ナトリウム機器室内のケーブルダクト及び電源ケーブルをスクラップ可能な長さ（1 m～2 m）に切断及び解体した。

(b) 電源ケーブル解体前には、電源が完全に遮断されていることを確認した。

⑨ケーブルダクト廻り足場解体

(a) A C S 室内及びナトリウム機器室内のケーブルダクト解体用に設置した足場を解体した。

⑩空気冷却器本体解体

(a) ナトリウム機器室内に搬入した空気冷却器本体を解体した。

(b) 解体時は、ビデ足場を組立て、解体作業を実施した。内部の伝熱管及び伝熱管ヘッダーを解体する場合は、解体部分及びその周辺にアルゴンガスを供給し、管内をガスブローしながら解体した。

(c) 伝熱管の切断は主にジグソーとバンドソーを使用した。

(d) 伝熱管以外の空気冷却器のケーシング等はプラズマ切断機によって切断及び解体を行った。

⑪ S G 室内配管撤去解体

(a) 必要に応じ足場を組立て、S G 系配管（屋内部）の解体を行った。

(b) 配管は、スクラップ可能な長さ（1 m～2 m）に切断及び解体した。尚、配管解体は、建屋内クレーン及びチェーンブロック等を用いて作業を実施した。

(c) 屋外部へ突出している S G 系配管の撤去も同時に屋内から実施した。

⑫外観検査

(a) 解体作業終了後に外観検査を行い、解体及び撤去状況を確認した。

⑬片付け、清掃

(a) 外観検査終了後に作業エリアの清掃及び後片付けを実施した。

2.2 工事体制

補助冷却装置の解体撤去工事は、以下の体制により工事管理及び安全管理を実施した。

(1)体制

解体撤去工事は、原子炉工学室の管理責任のもとに実施し、本工事に係る動燃及び請負メーカーの実施当時の体制は図2.2.1～図2.2.2に示す通りである。

(2)緊急体制

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である。

- ・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。

①緊急連絡体制

(a)勤務時間内

図2.2.3に工事実施当時の安全工学部（原子炉工学室）通報連絡ルートを示す。

(b)勤務時間外

図2.2.4に工事実施当時の原子炉工学室緊急連絡網（時間外）を示す。

②地震発生時の体制

図2.2.5に工事実施当時の原子炉工学室地震時点検及び通報連絡表を示す。

③請負メーカー側の緊急体制

図2.2.6に工事実施当時の請負メーカー側の緊急連絡体制を示す。

2.3 安全管理事項

補助冷却装置の解体撤去工事の安全管理は、原子炉工学室の管理及び責任のもとに実施した。当室で安全管理を行う上では、安全作業を維持するために必要な法令及び動燃内の安全諸規則を遵守し、以下の事項を実施することによって確実な安全管理の確保に努めた。

2.3.1 教育訓練及び資格

ナトリウム機器の取扱作業者全員（メーカー作業員）に対して、以下のナトリウム取扱訓練を実施した。

尚、請負メーカー側の作業員の一般工事に関する安全教育については、請負メーカーが実施した。

(1)ナトリウム取扱訓練（動燃主催）……………2時間

- ①時期 : 平成9年1月20日 10:00~12:00
- ②場所 : 50MWS G施設及びナトリウム処理室
- ③参加者 : ナトリウム配管、機器類の切断等の取扱作業員（約10名）
- ④内容 :
 - ・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

(2)一般安全に対する入構者教育（メーカー主催）……………4時間

入構者を対象として、高所作業、防火、工具及び事業団規則等について教育を実施した。

(3)有資格作業について

補助冷却装置の解体撤去工事に係わる作業員は、従事する作業に応じて以下の資格を有する者が行った。尚、資格の確認は免許証（写し）の提出により確認し、熟練度については履歴書（写し）の提出により確認した。

- ①危険物第3類取扱免状
- ②クレーン運転士免許証
- ③玉掛け技能講習終了証
- ④足場の組立等作業技能講習終了証
- ⑤その他、労働安全衛生法による免許証

2.3.2 作業管理

工事期間中の作業管理の充実を図るため、以下の項目を実施した。

(1)日常実施項目

①ミーティング

動燃側の工事監督員と請負メーカー側の現場責任者で毎日朝ミーティングを開き、その日の作業内容や前日の実績等を確認するとともに安全対策等の確認及び検討を実施した。また、夕方にはその日の作業終了及び実績等の報告や明日の作業予定についての確認を実施した。

②TBM及びKY

請負メーカー内においては、毎朝TBM-KYを実施し、その日の作業内容を作業員に周知させるとともに危険予知活動を実施した。

③日常パトロール

日常活動として、現場責任者は現場のパトロールを実施し作業環境の安全確保や現場の整理整頓などについて確認した。

(2)週間実施項目

①工程会議

毎週金曜日の夕方（16：00）に週間工程会議を開催し、次週の予定、今週の実績、進捗状況、安全対策等の確認を行った。会議の構成員は、請負メーカ側の請負作業責任者及び安全衛生責任者等と動燃側の作業責任者、現場責任者、補助員とした。

また、月末の週間工程会議では、月間工程単位で作業の進捗状況を確認した。

②安全パトロール

週間工程会議の前に請負メーカ側と動燃側との合同で現場の作業安全や整理整頓等についての安全パトロールを実施した。パトロール員は、動燃側の作業責任者、現場責任者、補助員と請負側の請負作業責任者、請負安全衛生責任者、請負現場責任者が出席した。

2.4 安全対策事項

解体撤去工事を実施する上で講じた安全対策事項は以下の通りである。

2.4.1 一般工事に関する安全対策

(1)足場組立作業

- ①組立は有資格者が行い、組立てた足場には最大荷重等を標示した。
- ②組立てた足場には点検表を標示した。
- ③組立作業時は、安全帯の着用及び安全具（ヘルメット等）の着用を徹底した。
- ④墜落防止用の手すりの設置を徹底した。
- ⑤組立てた足場内においては、関係者以外の立ち入りを禁止した
- ⑥足場付近の開口部にはネット等を設置し、作業員及び工具類の転落、墜落防止を徹底した。

(2)工具

- ①工具類においては、始業前の点検を実施した。

(3)防火

- ①火気使用時においては、一般消火器を設置するとともに監視人を配備した。
- ②火気取扱部の周辺においては、防火シートにより周辺部を養生するとともに火気周辺部から可燃物等を除去した。
- ③ガス溶断作業に用いるボンベ（アセチレン、酸素）及び付属設備（減圧弁等）は、作業開始前に漏洩チェックを行うと共に、作業中はボンベに防火シートを設置した。

(4)粉塵

- ①床、壁のはつり等、粉塵の発生する作業においては、防塵マスク、保護メガネ（又はシールド面）の着用を徹底した。

(5)クレーン、玉掛け及び重量物の運搬作業

- ①玉掛け用具及び工具類については、作業前に事前点検を実施した。
- ②クレーン、玉掛け操作は有資格者が実施した。

③玉掛け及びクレーン操作時には、合図と連絡を徹底した。

(6)落下物による事故防止

①上下作業は行わないようにした。

②足場上や機器上部には、材料、工具等を置かないようにした。

③現場作業時には常に安全具（ヘルメット）を着用した。

(7)天候

①屋外作業において、雨天時及び降雪時は作業を中止することとした。

②天候回復時及び翌日等に作業を再開した場合には、残雪や氷等を除去し、充分安全性を確認した上で作業を開始することとした。

2.4.2 高所作業に関する安全対策

(1)足場組立作業

①組立は有資格者が行い、組立てた足場には最大荷重等を標示した。

②組立てた足場には点検表を標示した。

③組立作業時は、安全帯の着用及び安全具（ヘルメット等）の着用を徹底した。

④墜落防止用の手すりの設置を徹底した。

⑤組立てた足場内においては、関係者以外の立ち入りを禁止した。

⑥足場付近の開口部にはネット等を設置し、作業員及び工具類の転落、墜落防止を徹底した。

(2)工具

①工具類においては、始業前の点検を実施した。

②工具等の使用時は落下防止ネット又は落下防止紐等を使用した。

(3)クレーン、玉掛け及び重量物の運搬作業

①玉掛け用具及び工具類については、作業前に事前点検を実施した。

②クレーン操作及び玉掛け作業は有資格者が実施した。

③玉掛け作業及びクレーン操作時には、合図と連絡の実施を徹底した。

④風速10m/sを越える場合は、クレーンの使用及び重量物の運搬作業を中止した。

⑤屋外作業において、雨天時及び降雪時は作業を中止することとした。

2.4.3 ナトリウム機器類の解体撤去工事に関する安全対策

(1)ナトリウム配管の切断

①解体撤去に伴うナトリウム取扱箇所や廃棄物仮置き場等には、立ち入り禁止区域等の明確な標示を行うとともにロープ等でエリアを仕切った。

②ナトリウム配管の切斷作業は、作業手順、切斷位置、サポート状況等を確認後開始した。また、ナトリウム配管の切斷箇所は、事前にマーキングを行い、切斷箇所が作業

要領書通りであることを確認した上で作業を開始した。

- ③切断作業は、有資格者（危険物第3類取扱者）の指示の基に実施した。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。
- ④ナトリウム取扱時は軽装備防護具を着用した。
- ⑤配管類の切断はバンドソー、パイプカッター、ハンドグラインダーを使用した。
- ⑥配管切断時は、配管内に不活性ガス（微圧）をブローしながら作業を実施した。
- ⑦配管切断後は、プラスチックキャップ等の閉止処置を講じ残留ナトリウムと大気との接触を防止した。
- ⑧切断箇所の下部には、金属製の薄板を置き、薄板の下部には防炎シートを敷くことによって、残留ナトリウムの切屑が万が一発火した場合の周辺への延焼防止を図った。
- ⑨切断箇所の廻りにはナトレックス消火器を常設した。
- ⑩ナトリウム配管の切断時には、現場責任者もしくは補助員が常に現場で作業の監視を行い、作業が安全且つ適切に行われていることを確認した。
- ⑪切断及び撤去したナトリウム配管類には、ナトリウム洗浄処理作業が円滑に行われるよう、切断後にナトリウムの付着状況を示す印を標示した。ナトリウムの付着状況は、完全閉塞を赤色、中間閉塞を黄色、薄膜付着を白色によって色分け標示した。
- ⑫ナトリウム配管切断時には、配管の一部をチェーンブロック等で固定し、切り離し時の落下防止を図った。

(2)ナトリウム配管等の一時保管場所

- ①ナトリウム配管等の切断及び撤去後は、ナトリウム機器室6階及び1階の空スペースに一時保管場所を設定して保管した。また、一時保管場所の床面には、金属製の薄板を置き、薄板の下部には防炎シートを敷くことによって床面に直置しないようにした。

(3)ナトリウム配管等の運搬

- ①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との連絡を交わし、現場責任者が請負メーカ作業責任者へ運搬量、日時等を指示することによって実施した。
- ②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。
- ③運搬時の玉掛け作業及びクレーン操作時には、合図と連絡の実施を徹底した。
- ④クレーン操作時は、吊り荷の下への立ち入りを禁止した。
- ⑤ナトリウム処理室への運搬は、運搬車両にナトレックス消火器を常備し、監視人を配備することによって実施した。
- ⑥50MW SG試験施設からナトリウム処理室までの輸送時は、監視人を含め2名以上で実施した。
- ⑦雨天時の運搬は、ビニールシートで養生し実施することとした。尚、荷積み、荷降しは、雨水がかからないように十分注意して行うこととした。

(4)ナトリウム配管等保管

- ①保管品については、1日一回以上現場パトロールを行い、プラスチックキャップの破損等がないことを確認した。
- ②保管品の移動時は、プラスチックキャップを固定しているテープが取れないよう十分注意した。
- ③保管品は、保管場所の床面に金属製の薄板を置き、薄板の下部に防炎シートを敷くことによって床面に直置しないようにした。

(5)異常時の措置

①緊急時の連絡体制

図2.2.3～図2.2.6に示した体制とした。

尚、ナトリウム配管切断時における異常の定義は、ナトリウムが燃焼し、その影響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及び人身事故が発生した場合とした。

②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、切断を行っているときは、速やかに切断箇所の切断機（バンドソー等）を取り除き、テープ等で密閉処理を行うこととした。瞬間的な停電の場合は、安全確認の上、工事を続行することとした。

2.5 品質保証

2.5.1 品質管理

品質保証については、品質保証計画書を請負業者に作成させ承認後遵守させた。

2.5.2 文書管理

本工事における文書管理は以下の通り実施した。

(1)承認図書関係

承認申請図書類の審査及び承認の手順は次の通りとした。

請負メーカー→原子炉工学室（工事担当→工事担当G L→室代→室長）

尚、本件で請負メーカーから提出された書類は以下の通りである。

- ①工程表、施工要領書、品質保証計画書
- ②安全管理要領書、承認図、打合せ議事録、試験検査要領書
- ③決定図書、完成図書
- ④試験検査成績書、記録写真集

(2)届出書類関係

工事を実施する上で必要な届出書類の提出手順は次の通りとした。

請負メーカー→原子炉工学室（工事担当→工事担当G L→室代→室長）

尚、本件で請負メーカーから提出された届出書類は以下の通りである。

- ①作業着手届け、作業員名簿、作業完工届け

- ②クレーン使用許可願い
- ③工事電力使用許可願い
- ④火気使用、溶接機設置、ボンベ設置許可願書
- ⑤時間外作業届け、休日作業届け
- ⑥工事日報、週報

3. ナトリウム洗浄処理内容

3.1 作業概要

解体及び撤去した装置の配管や機器類の一部にはナトリウムが付着しているものがあり、これらの機器をスクラップする上では付着したナトリウムを除去する必要がある。このため、ナトリウムが付着した配管や機器類を対象にナトリウムの洗浄処理を行った。また、ナトリウムの洗浄処理作業は、動燃で実施した。

以下に、ナトリウム洗浄処理の要領や作業時の安全対策事項等について述べる。

3.1.1 ナトリウム洗浄処理対象物

(1)補助冷却系ナトリウム配管（6 B）

①配管長さ : 約45m（入口配管約26.5m、出口配管約18.5m）

(2)空気冷却器内伝熱管

①伝熱管寸法 : ϕ 82.8mm×長さ25m（2 B相当）

②数量 : 15本

(3)フリーズトラップ（ガス抜きライン含む）

①寸法 : 最小径1B、総長さ約5.8m

(4)アルゴンガス・真空配管（1 B）

①配管長さ : 約30m

(5)ナトリウム弁

①数量 : 1台

3.1.2 ナトリウム洗浄処理の概略手順及び要領

(1)ナトリウム洗浄処理方法

ナトリウムの洗浄処理作業は、以下に示す二通りの方法で実施した。

①溶解・燃焼処理 ナトリウムが閉塞している場合及びナトリウム量が多い場合。

②開放型の水蒸気洗浄 内表面にナトリウムが付着した状態。

(2)作業分担

①ナトリウム配管類の運搬 : 請負メーカーにて実施

②ナトリウム洗浄処理に必要な解体作業 : 請負メーカーにて実施

③ナトリウム洗浄処理作業 : 動燃（原子炉工学室職員、役務）にて実施

(3)ナトリウム洗浄処理対象物の運搬

洗浄処理対象物は、50MWSG建屋の一時保管場所からナトリウム処理室まで、トラックにより運搬した。ナトリウム洗浄処理後は、トラックにてスクラップ置場へ搬入

して処分した。運搬作業の主要な手順は以下の通りである。

- ①洗浄対象物をクレーン等によりトラックに積載した。
- ②積載後、ビニールキャップに異常がないことを確認した。
- ③雨天時は、積載後、ビニールシート等で覆い、洗浄物が濡れないよう考慮した。
- ④ナトリウム処理室内に、クレーンで洗浄対象物を荷降ろしした。
- ⑤洗浄対象物を降ろした後、ビニールキャップに異常がないことを確認した。

(4)ナトリウム洗浄処理対象物の洗浄前作業（解体）

- ①ナトリウム配管は、その口径により以下に示す形状寸法に切断し洗浄を実施した。
 - (a) 6 B、4 B配管 直管部：約1.5m以下、曲管部：約0.3m以下
 - (b) 2 B配管以下 直管部：約1.0m以下、曲管部：約0.1m以下
- ②空気冷却器内伝熱管は、約1.0m以下に伝熱管を切断した。
- ③フリーズトラップは、ナトリウム処理室内でバンドソー等で両側のノズルを切断した。
- ④アルゴンガス・真空配管は、直管部を約1.0m以下、曲管部を約0.1m以下に切断した。
- ⑤ナトリウム弁は、再活用するため、配管部で切断し、別途アルコール洗浄を実施することとした。

(5)燃焼処理作業

- ①洗浄処理対象物内にナトリウムが閉塞または多量に残存している場合は、溶解処理、けずり取り、かきだし等の方法でナトリウムを取り除いた。
- ②取り除いたナトリウムは、燃焼処理を行った。
- ③ナトリウムの溶解処理、削り取り、かきだし及び燃焼処理は、ナトリウム処理室の燃焼室内にて実施した。
- ④ナトリウムを除去した洗浄対象物は、次項に示す開放型蒸気洗浄装置を用いて洗浄した。
- ⑤燃焼処理の主な作業要領及び手順は以下の通りである。
 - (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)ガスバーナーで洗浄対象物を加熱し、ナトリウムを溶出させる。
 - (c)受け皿内に溶出したナトリウムをガスバーナーで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、最終的に水洗浄を行う。

(6)開放型蒸気洗浄作業

- ①移動式水蒸気洗浄装置（高圧ジェット型ナトリウム洗浄装置）を用いてナトリウムの洗浄処理を実施した。

②開放型蒸気洗浄作業の主な作業要領及び手順は以下の通りである。

- (a)移動式水蒸気洗浄装置を始動し、筒先にて所定の水蒸気条件になるように暖気運転を行う
- (b)グレーチング部の上に洗浄物を置く。
- (c)洗浄物のビニールキャップを取り外し、内部の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。
- (d)混合水蒸気が乾燥していることを確認するため、供給蒸気ラインをバージする。
- (e)水滴の凝縮の可能性を減らすために、洗浄物内部表面を昇温させるように最初は外表面を注意深く洗浄する。
- (f)注意深く混合蒸気を直接内部表面に流し込む。
- (g)周期的に水蒸気洗浄作業を中断し、状況を確認し、残余のナトリウムの有無について確認する。
- (h)洗浄物の洗浄終了後、水蒸気によりナトリウム飛沫が周辺に落ちていることが考えられるので、周辺も水蒸気洗浄を行う。
- (i)水蒸気洗浄終了の判断をナトリウム洗浄作業指揮者が行い、最終処理として水洗浄を実施する。
- (j)水洗浄により、洗浄物及び周辺について最終処理を行う。
- (k)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。

3.2 作業体制

ナトリウム洗浄処理時の作業実施体制を図3.2.1に示す。

3.3 安全管理事項

(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、毎週金曜日の夕方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

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・手順の見直しを行うこととした。

(3)作業者の資格

①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・監督のもとに実施した。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。

3.4 安全対策事項

(1)火災対策

①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。

②ナトリウム処理室には、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。

③一般火災に対しては、ABC消火器を備えた。

(2)発生水素ガス爆発防止対策

水蒸気洗浄によって発生する水素ガスの対策を以下の通り講じた。

①建屋の2箇所のシャッターを開放し、屋外にガスが拡散しやすいようにした。

②建屋の換気扇を作動させ、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した。

(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、機器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。

3.5 異常時の措置

(1)緊急時通報連絡体制

緊急時の通報連絡体制は、勤務時間内を図2.2.3、勤務時間外を図2.2.4に示す通りとした。

(2)地震発生時

地震時の点検・通報体制は、図2.2.5の原子炉工学室・地震時点検及び通報連絡表に示す通りとした。地震発生時は、設備全般を点検して異常の有無を確認し、異常が無ければ洗浄作業を継続することとした。

(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。尚、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の措置を講じることとした。

(4)火災発生時

火災時の通報連絡体制は、緊急時と同様の通報連絡体制とした。尚、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必要があるが、人身の安全を第一とすることとした。場合によっては、緊急避難し、職場防護班により組織的に対応することとした。

4. 解体撤去工事及びナトリウム洗浄処理の記録

補助冷却装置の解体及び撤去は、補助冷却装置建屋廻りの解体撤去を行う屋外作業とナトリウム配管や空気冷却器本体の解体撤去を行う屋内作業があり、これに加えナトリウム付着物の洗浄処理を行う作業がある。これらの各作業内容や安全対策等については、既に前章までに述べており、本章では、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について述べる。

4.1 補助冷却装置建屋架構廻りの解体撤去（屋外作業）

(1) 作業準備

写真4.1.1は、補助冷却装置の解体撤去前における屋外の外観を示したものである。

補助冷却装置の解体撤去作業（屋外作業）を開始するに当たっては、①作業区画設定、②移動式大型クレーン設置、③足場設置、④作業エリア養生の順で作業準備を行った。

写真4.1.2は、移動式大型クレーンの設置状態を示したものである。移動式大型クレーンは、最大吊荷重200トンのものを使用し、50MWSG建屋の北側路上に工事

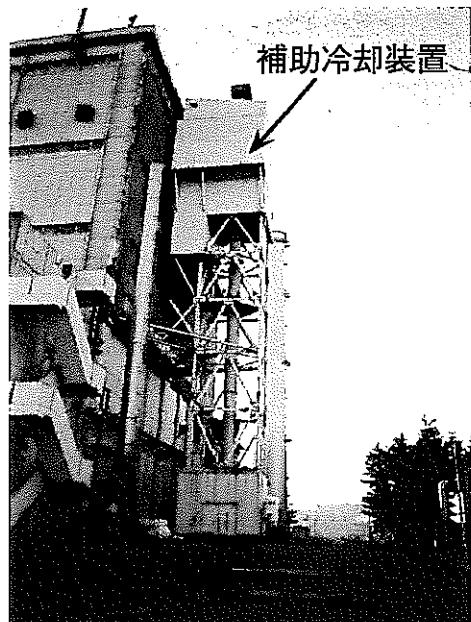


写真4.1.1

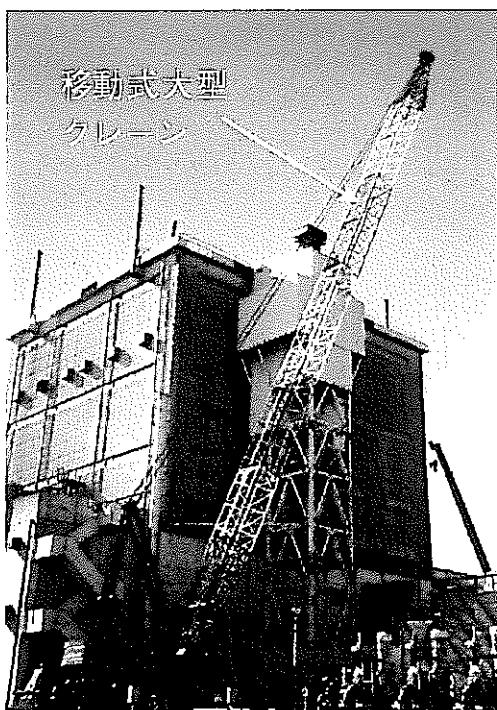


写真4.1.2

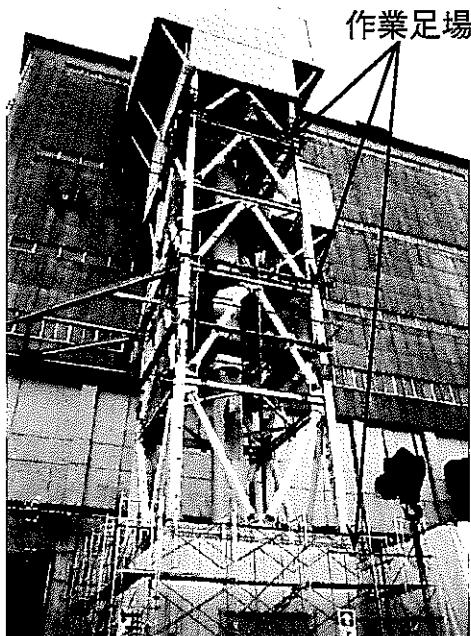


写真4.1.3

期間中常設した。

写真4.1.3は、補助冷却装置建屋廻りの解体用足場の設置状態を示したものである。解体用足場は、建屋架台の上部、中間部、下部の三箇所に設置し、上部と中間部については、架台の切断箇所のみに吊り足場を設け、足場設置範囲を合理化した。建屋架台の下部（ファン室廻り）については、地上からの組み上げ足場を設置した。

作業エリア周辺の養生は、解体物の落下及び飛散防止やガス溶断による火花等の落下を防止するために、近接する設備に難燃性シート等で養生を施した。写真4.1.4は、補助冷却装置に近接する高圧ガス製造設備（窒素、アルゴンガスCE設備）の養生状態を示したものであり、設備上部

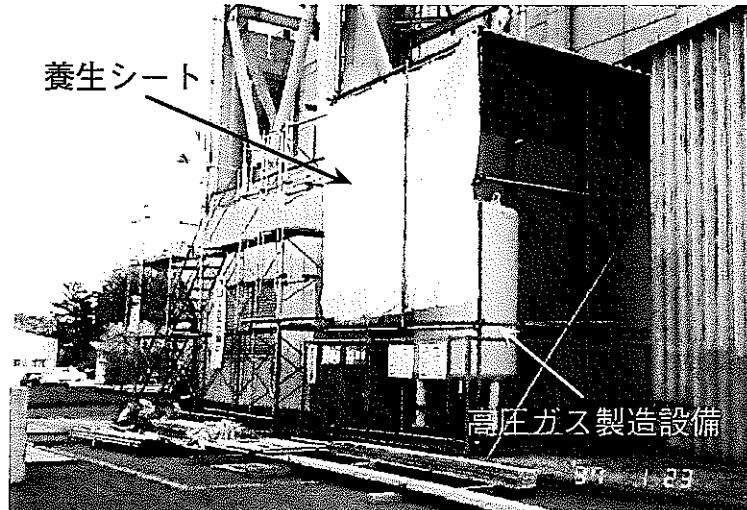


写真4.1.4

は足場板で覆い、設備側面は養生シートにて覆った。また、補助冷却装置周辺の屋外舗装道路面には、鉄板を敷き詰めガス溶断等による道路面の損傷を防止した。

(2)最上部架台取外し、解体

最上部架台の取外し及び解体は、A/C出口側ダクトを建屋の真上から引抜き、その後ガス溶断によって架台の内側から全周切断し、最上架台を切り離した。切り離した架台は、写真4.1.5に示すように、クレーンで地上に吊り降ろし、写真4.1.6に示すように解体作業エリア内で解体した。

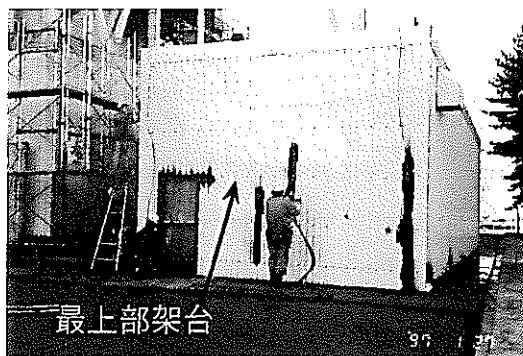


写真4.1.6

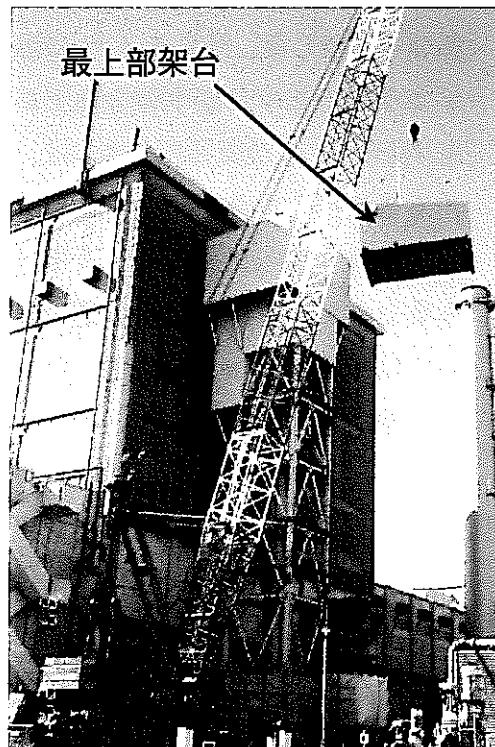


写真4.1.5

(3)空気冷却器本体上部架台取外し、解体

写真4.1.7は、最上部架台撤去後に屋外に露出した空気冷却器本体上部の架台の外観を示したものである。本体上部架台の解体は、A／C本体との接続部を切り離し、写真4.1.8で示すように本体上部架台を地上に吊り降ろし、解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

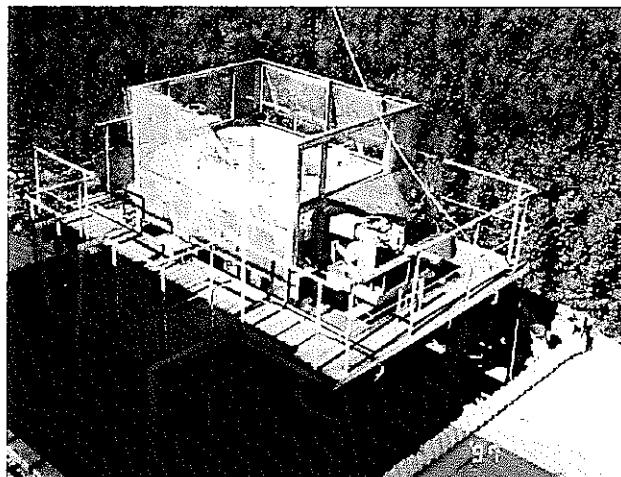


写真4.1.7



写真4.1.8

(4)空気冷却器本体取外し

空気冷却器本体と下部の入口ダクト接続部及び本体支持架台接続部を切り離し後、写真4.1.9に示すように空気冷却器本体を地上に吊り降ろした。空気冷却器本体は、本工事で扱う重量物の中で最も重い（約24,000Kg）もので、玉掛け作業やクレーンでの荷役作業においては充分な安全性を確認した上で慎重に実施した。

地上に吊り降ろした空気冷却器本体は、大型トレーラーに積載（写真4.1.10参照）し、50MW SG建屋のナトリウム機器室内に搬入した。搬入した空気冷却器本体は、屋内で解体し、ナトリウム洗浄可能な大きさに細断した。

詳細結果は、4.3項で述べる。

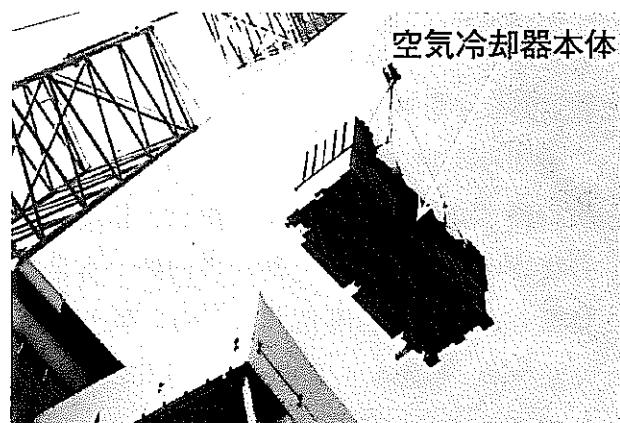


写真4.1.9



写真4.1.10

(5)空気冷却器下部風洞取外し、解体

空気冷却器本体の撤去後、入口ダクト支持部と入口ダクト接続部を切り離し、入口ダクト（風洞）及び入口ダンパーを吊り降ろした。吊り降ろし後、解体エリア内でスクラップ可能な大きさに切断及び解体した。尚、本風洞はステンレス材のため、プラズマ溶断機を用いて解体した。写真4.1.1.1にプラズマ溶断後の風洞の一部を示す。

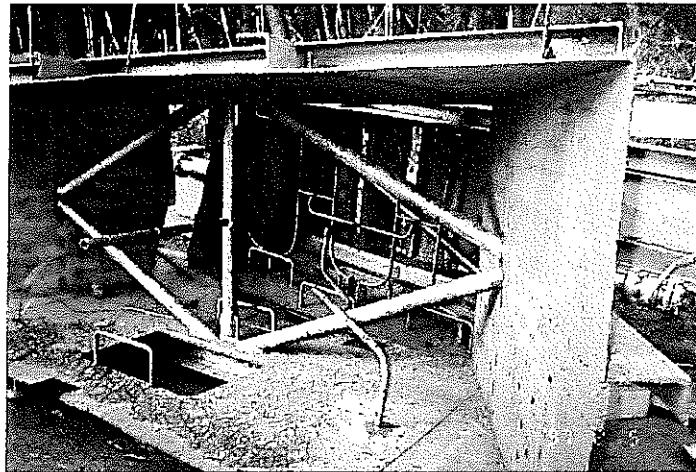


写真 4.1.1.1

(6)架構（FL24.3～32.5）の取外し、解体

写真4.1.1.2は、空気冷却器本体下部の架構の吊り降ろし時の状況を示したものである。架構は、FL24.3mの位置でガス溶断し、50MWS G建屋側との接続部についてもガス溶断した。また、切り離した架構の形状は左右非対称形状であるため、玉掛けにおいてはチェーンブロックを用いて吊荷のバランスを調整した。

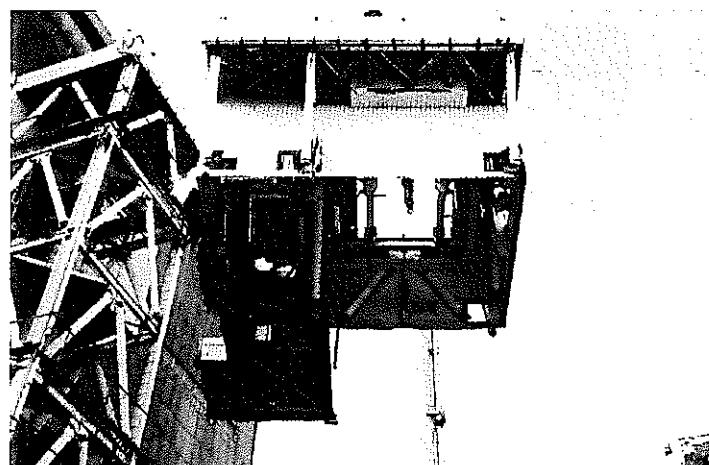


写真 4.1.1.2

(7)直管部ー1取外し、解体

風洞連絡管の直管部の取外しは、FL24.3～32.5mの架構を取り外し後に実施した。写真4.1.1.3は、直管部の上部をガス溶断し、切り離した際の吊り降ろし状態を示したものである。



写真 4.1.1.3

(8)直管部—2、3取外し、解体

中間部（直管部－2）及び下部（直管部－3）の風洞連絡管部の取外しは、作業の効率性を向上させるため、中間部と下部を分割せずに一体状で架構上部より引き抜いた。写真4.1.1.4は、直管部の取外し状況を示したものである。

(9)架構（FL14.7～24.3）の取外し、解体

直管部を撤去後、FL14.7～24.3mの架構を取り外した。尚、架構に設置されている解体用吊り足場は、地上に架構を吊り降ろし後に、架構の解体作業と並行して解体した。写真4.1.1.5に架構の吊り降ろし状況を示す。

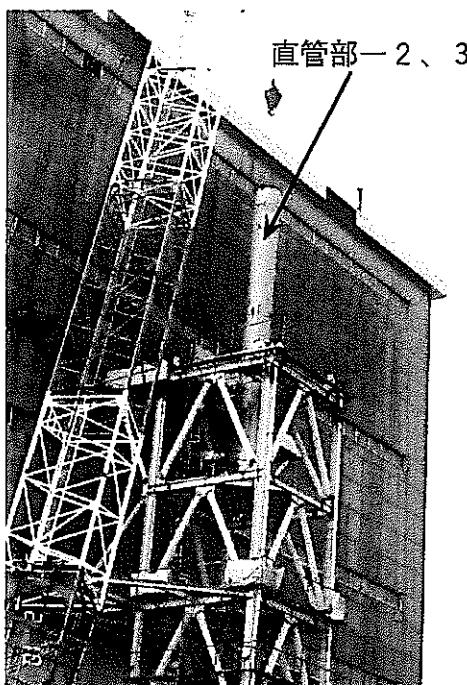
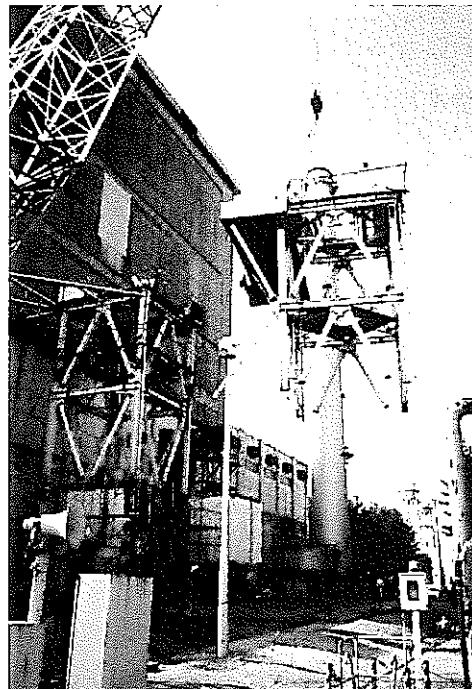
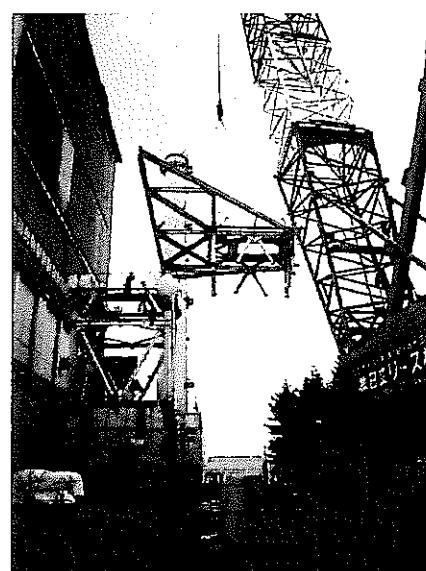
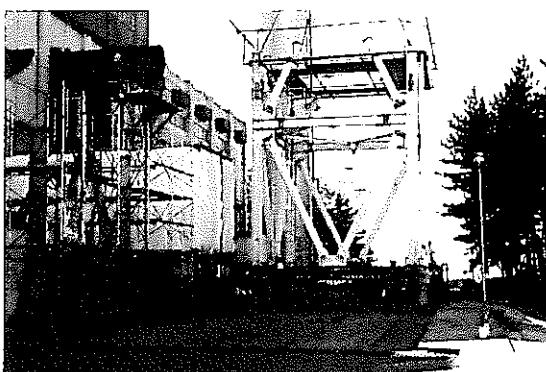


写真4.1.1.4



(10)架構残部（ファン室含む）撤去、解体

写真4.1.1.6及び写真4.1.1.7は、FL0～14.7mの架構の撤去及び解体状況を示したものである。これらの架構は、地上に吊り降ろし、



解体作業エリア内でスクラップ可能な大きさに切断した。

(1)モータ、プロア撤去

架構部の撤去完了後、最後に空気冷却用送風プロアとプロア駆動用の電動モーターを撤去した。プロア及びモーターはコンクリート基礎部の固定部をガス溶断及び探掘機等で切り離した。写真4.1.1 8は、プロア撤去時の状況を示す。

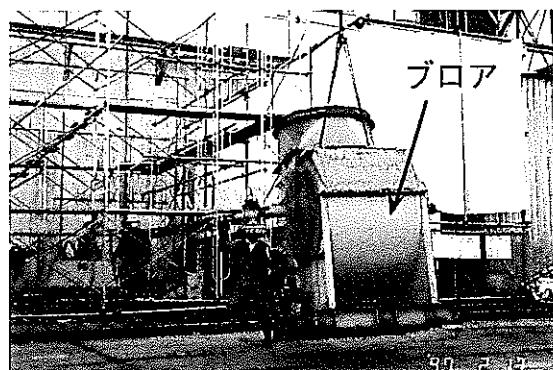


写真 4.1.1 8

(2)SG建屋廻り残部撤去、片付け

写真4.1.1 9は、補助冷却装置架構と50MW SG建屋との支持架構取付部の解体撤去後の養生作業の状況を示したものである。本作業は、足場を設置せずに高所作業車を用いて作業を行い、作業の効率化を図った。

補助冷却装置架構と50MW SG建屋との連絡通路部であった箇所は、既設建屋と同一の構造及び材質の外壁材にて開口部を塞いだ。写真4.1.2 0参照。

写真4.1.2 1は、補助冷却装置架構及び送風プロア、モーターを撤去した際のコンクリート基礎部の外観を示したものである。架構撤去後の基礎部は、プロア固定部や架構柱のアンカ一部等に凹凸があり、表面を掘削機等で平らに仕上げた。

写真4.1.2 2参照。



写真 4.1.1 9



写真 4.1.2 0



写真 4.1.2 1

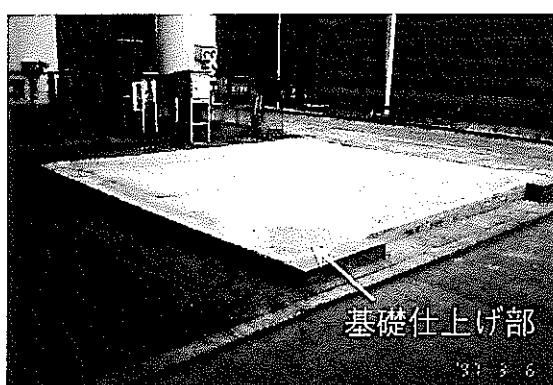


写真 4.1.2 2

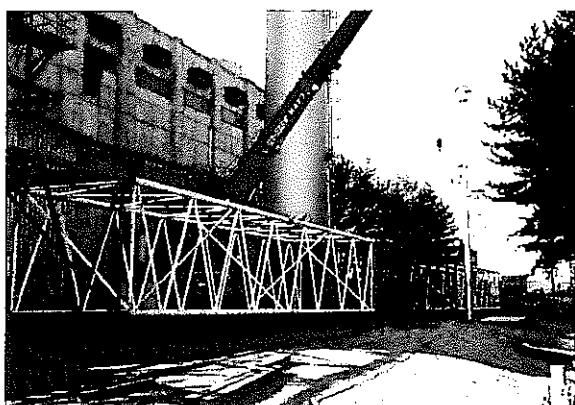


写真 4.1.2 3

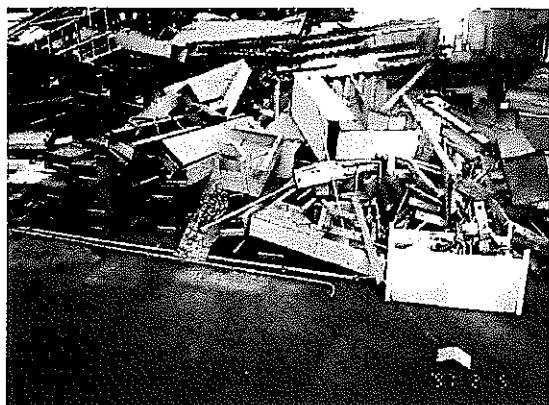


写真 4.1.2 4

移動式大型クレーンは全ての屋外作業終了後に解体及び撤収した。写真 4.1.2 3 にクレーンブームの解体状況を示す。

細断された補助冷却装置架構類のスクラップ品は、50MW SG 建屋西側の LPG ヤード内の空きスペースに仮置し、工事期間中において順次スクラップ業者が搬出した。写真 4.1.2 4 は、スクラップ品の仮置状況を示したものである。

写真 4.1.2 5 は、補助冷却装置架構廻りの解体撤去完了後の状況を示したものである。



写真 4.1.2 5

4.2 ナトリウム配管類の解体撤去（屋内作業）

(1) 作業エリア養生及び作業足場設置

本工事の屋内作業では、主にナトリウム配管の撤去とケーブルダクト類の解体及び撤去を行った。解体撤去作業を行うに当たり、対象物周辺部をネットや難燃性シート等で養生し、解体物の落下や飛散等を防止した。

ナトリウム配管の解体は、写真 4.2.1 に示すような作業足場を事前

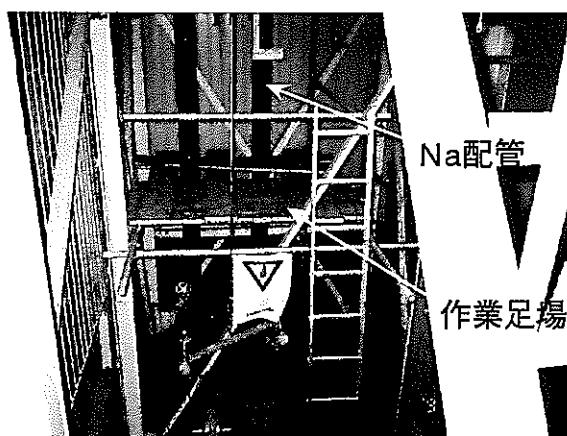


写真 4.2.1

に設置し、作業を行った。

(2)ナトリウム配管の撤去解体

写真4.2.2は、解体撤去前のナトリウム配管の垂直管部の一部を示したものである。ナトリウム配管の外面には、電気ヒーターや保温材が通常取り付けられているが、本工事では、既に撤去済みであったことから配管のみ解体撤去を実施した。

ナトリウム配管の切断作業は、配管内に付着している残留ナトリウムが空気に触れないよう既設のアルゴンガス製造設備からガスを配管内に供給し、ガスプローブを行いながら切断を行った。写真4.2.3は、補助冷却装置の入口及び出口ナトリウム配管の端部に設けたアルゴンガス供給ノズルとホースの外観を示したものであり、本供給部より切断時にアルゴンガスを供給した。

配管の切断順序は、図2.1.10及び図2.1.11で示したように、空気冷却器側の入口配管ノズル及び出口配管ノズル部から双方の配管の切断を開始した。

写真4.2.4は、空気冷却器入口配管ノズル部の切断状況を示したものである。配管の切断は、事前にビニールテープでマーキングした箇所をバンドソーにて切断した。この際、切断箇所の下部には、難燃性シート及びステンレス製のパンを敷き、ナトリウムが付着した配管の切籠を受けるとともに、万一ナトリウムが発火した場合の安全策として備えた。

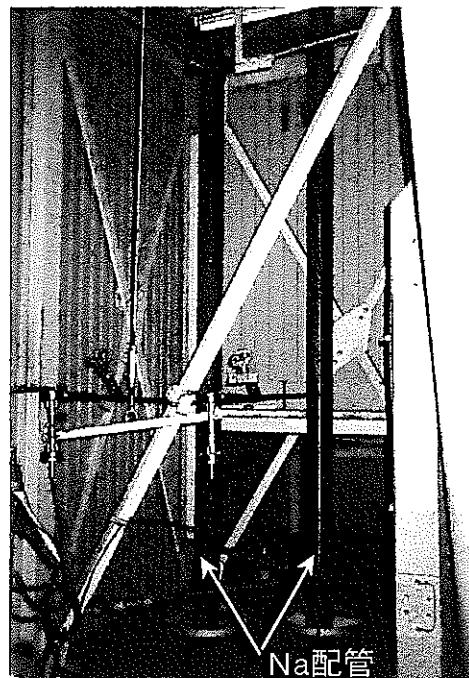


写真4.2.2

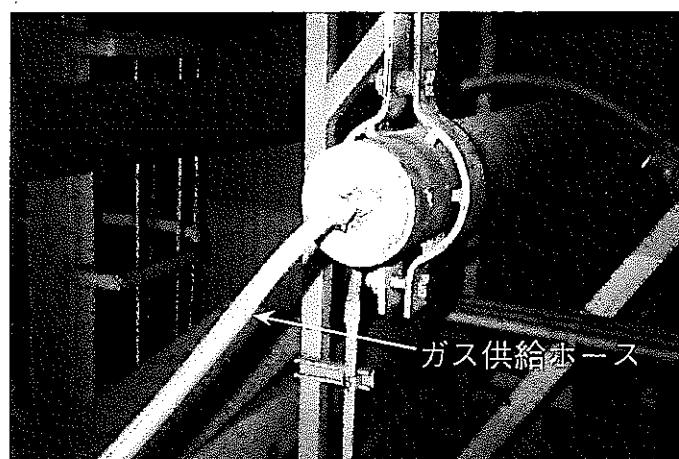


写真4.2.3

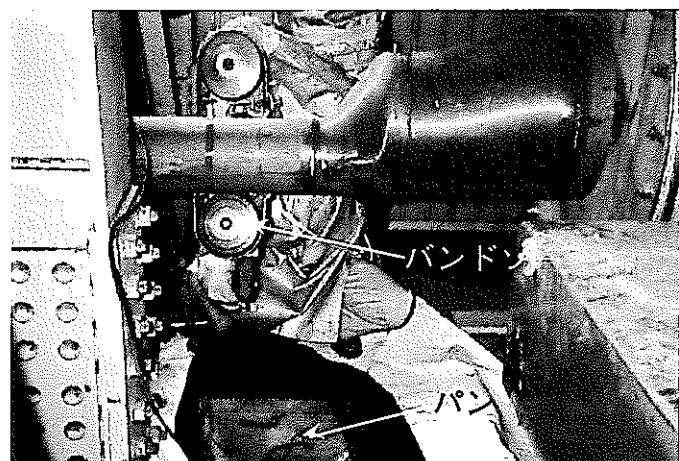


写真4.2.4

写真4.2.5及び写真4.2.6は水平及び垂直ナトリウム配管の切断作業の状況を示したものである。切断作業は、バンドソー操作員1名とサポート員1名の2名で実施した。尚、配管の切断長さは約2m～3mであり、切断対象配管にはワイヤーを掛け、チェーンブロックにて保持し、切断時の配管の落下を防止した。サポート員はバンドソーの位置決めや切断前後の処置、チェーンブロック操作等を行った。

写真4.2.7は、切断した直後のナトリウム配管の断面及び配管内部の状態を示したものである。本工事でナトリウム配管を解体した結果、全ての6B配管内においてナトリウムが閉塞しているような残留状況は確認されず、写真に示されるような薄い膜状のナトリウムが残留していた。尚、構造的にナトリウムのドレンが不可能であるナトリウム弁部及び圧力計部の配管(1B)については、予測通りナトリウムが閉塞していた。

ガス系配管においてもナトリウム配管の場合と同様に、バンドソーを用いて切断及び解体を実施した。写真4.2.8にベーパートラップ付近のガス系配管の切断状況を示す。ガス系配管内にはほとんどナトリウムの残留は



写真4.2.5



写真4.2.6

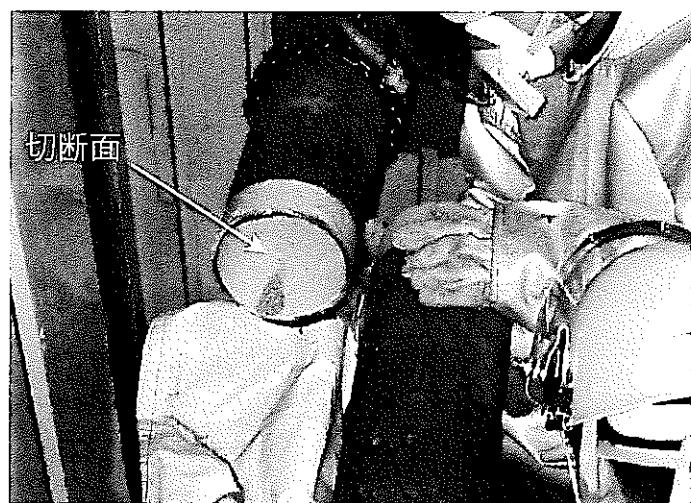


写真4.2.7

確認されなかつた。尚、ベーパー
トラップは、ナトリウム洗浄前
にナトリウム処理室内で細断し
た。

切断及び解体したナトリウム
配管及びガス系配管は、50M
WSG建屋内のナトリウム機器
室架台の6階に仮置した。写真
4.2.9にナトリウム配管及びガ
ス系配管の仮置状況を示す。尚、
切断したナトリウム配管内には
切断後速やかにアルゴンガスを
封入し、写真で示すように配管
の切断面にプラスチック製のキャ
ップを取り付けた。また、補助冷
却装置建屋内から切り出したナ
トリウム配管は、主に人力によっ
て仮置場所まで運搬した。

(3)ケーブルダクトの撤去解体

写真4.2.10及び写真4.2.11は、補助冷却装置建屋内及びナトリウム機器室内に
設置されているケーブルダクトの解体状況を示したものである。本作業は、ケーブルダ
クトに沿って作業足場を設け、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
つてスクラップ可能な大きさに切断及び解体した。

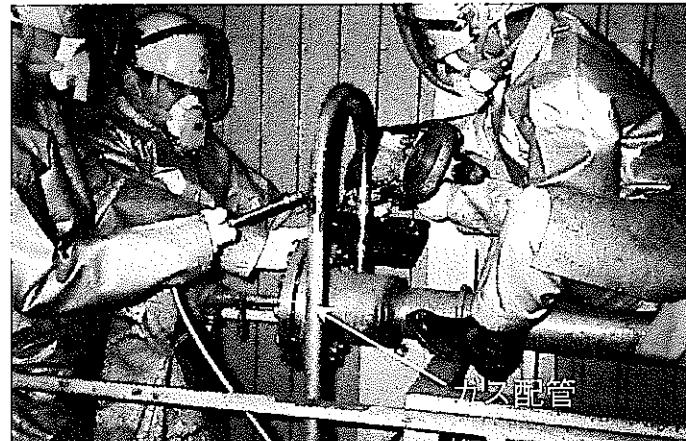


写真 4.2.8



写真 4.2.9

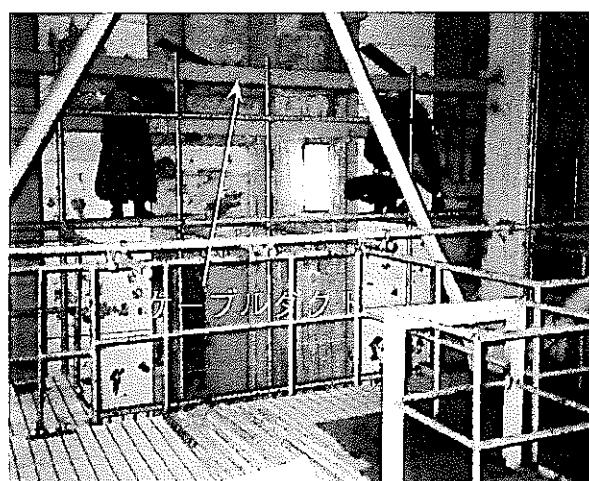


写真 4.2.10

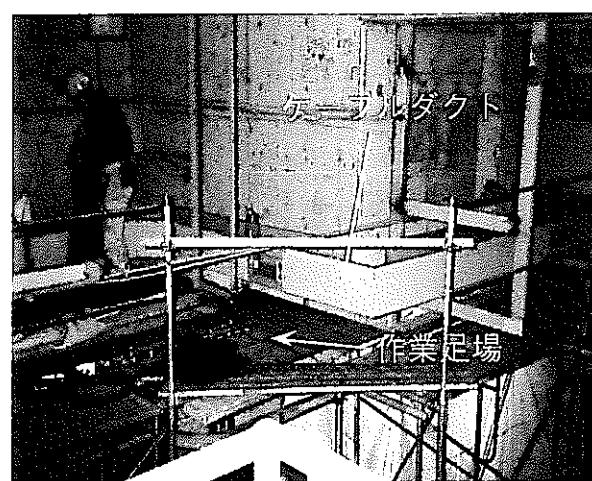


写真 4.2.11

4.3 空気冷却器本体の解体撤去（屋内作業）

(1) 作業足場の設置及び養生

ナトリウム機器室内に搬入した空気冷却器本体の周囲に、写真4.3.1で示すような解体用の足場を設置した。また、空気冷却器本体の解体は上部のケーシングの解体から行うため、伝熱管の真上に作業用足場及び伝熱管の養生を施した。

写真4.3.2及び写真4.3.3は、解体前の伝熱管の状況を示したものである。

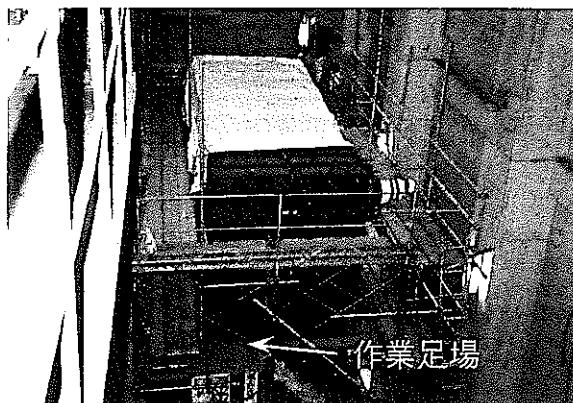


写真4.3.1



写真4.3.2

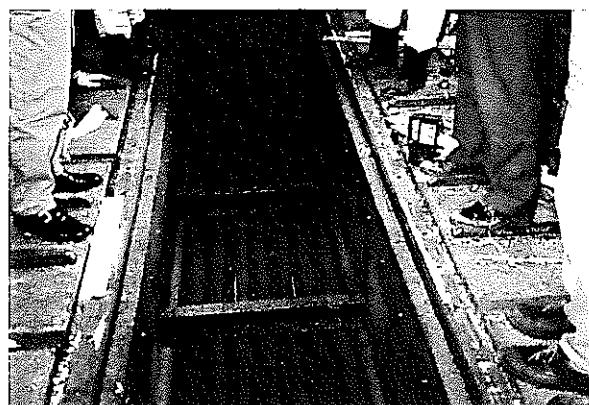


写真4.3.3

(2) 空気冷却器本体ケーシングの解体

写真4.3.4及び写真4.3.5は、空気冷却器本体上部のケーシングの解体状況を示したものである。上部ケーシングは、主にプラズマ切断機を用いて外壁板及び内壁板を切断した。また、伝熱管上部の支持構造物についてもプラズマ切断機及びバンドソー、ジグソーを用いて切断及び解体し、伝熱管の切断及び取り出しが可能な状態まで解体した。



写真4.3.4

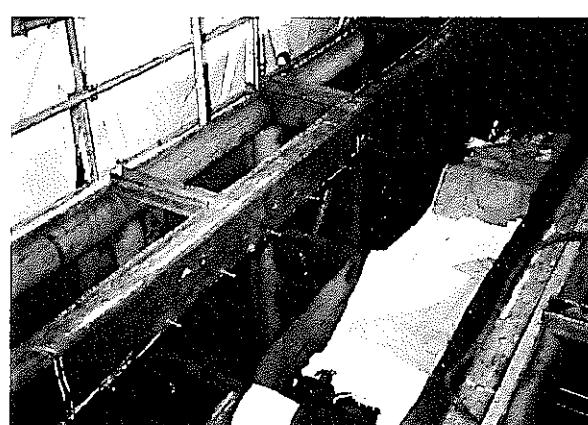


写真4.3.5

(3)伝熱管の切断及び解体

伝熱管の切断及び解体は、上部ケーシングや支持構造物の解体撤去後に行った。伝熱管は、ナトリウム入口ヘッダーとナトリウム出口ヘッダー間に接続され、直管部とUペンド部から構成されておりその形状はM字型である。伝熱管1本当たりにUペンド部は3箇所、直管部は4箇所存在し、特に直管部においては上下平行に配置され上下4段に構成されている。このため、伝熱管の切断及び解体は、上段側から下段側へ1段毎に解体を進め、伝熱管の両端部を切断した後に直管部を取り出す手順にて実施した。

写真4.3.6は、ナトリウム入口ヘッダー部の伝熱管とヘッダーノズル部の切断状況を示したものである。ヘッダーノズル部は、伝熱管が近接しているため、バンドソーでアクセスできない部分については写真で示すように小型のジグソーを用いて切断を行った。写真4.3.7は、直管部の切断状況を示したものである。直管部の長さは約4.4mを有することから、空気冷却器本体内から取外す際の作業性を良くするために、直管部を写真で示すようにバンドソーで切断した。

写真4.3.8は、Uペンド部の伝熱管の切断状況を示したものであり、ヘッダーノズル部と同様に、ジグソーとバンドソーを用いて切断を行った。



写真4.3.6

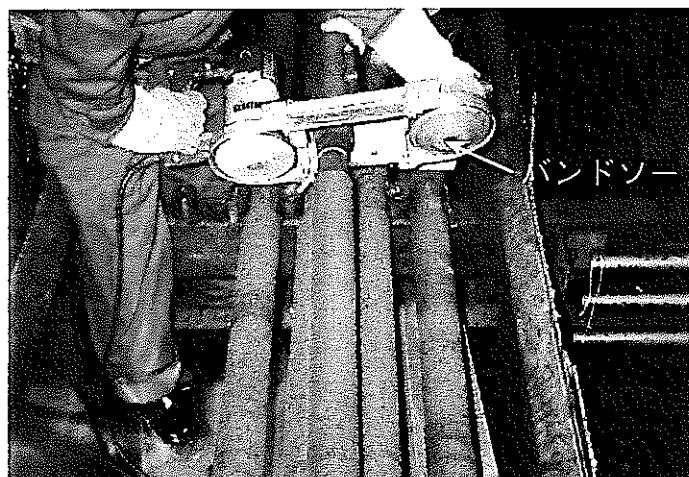


写真4.3.7

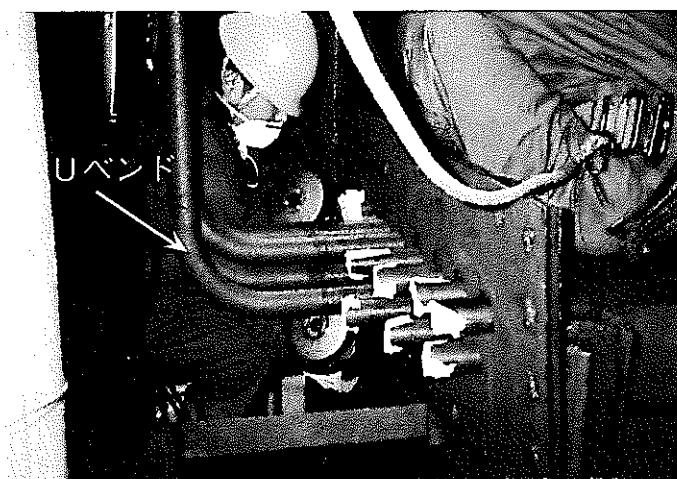


写真4.3.8

各伝熱管の切断及び解体作業は、ナトリウム配管解体時と同様に、残留ナトリウムが空気に触れないよう切断時は伝熱管内部にアルゴンガスを供給し、ガスブローを行いながら切断した。また、伝熱管切断後は、写真4.3.9の入口ヘッダー部の伝熱管切断後の状況に示すように、ノズル部の切断面にプラスチック製のキャップを取り付けた。切断及び解体した伝熱管についても両端部に同様のキャップを取り付けた。

写真4.3.10は、切断した伝熱管の仮置状況を示したものである。伝熱管の仮置は、空気冷却器本体を解体したエリアに近接する所で、ナトリウム機器室内の試験ループ架台の1階床面に、難燃性シート及び鉄製の薄板を敷きその上に伝熱管を仮置した。

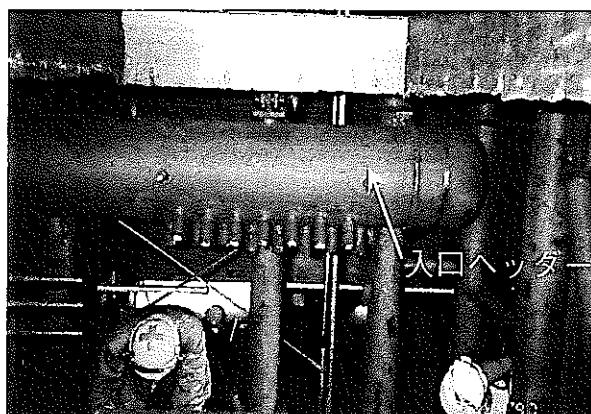


写真4.3.9

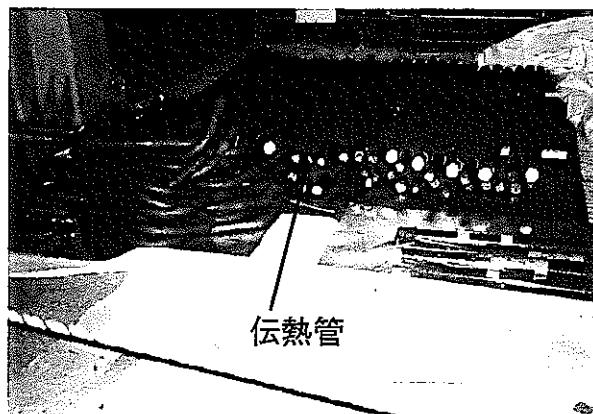


写真4.3.10

(4)空気冷却器本体架構の解体

空気冷却器本体内部の伝熱管やナトリウムヘッダー、電気ヒーター等の内部構造物を撤去後、本体架構の解体を行った。写真4.3.11及び写真4.3.12は、架構の解体状況を示したものであり、ジグソー及びプラズマ切断機にて切断している状況を示したものである。

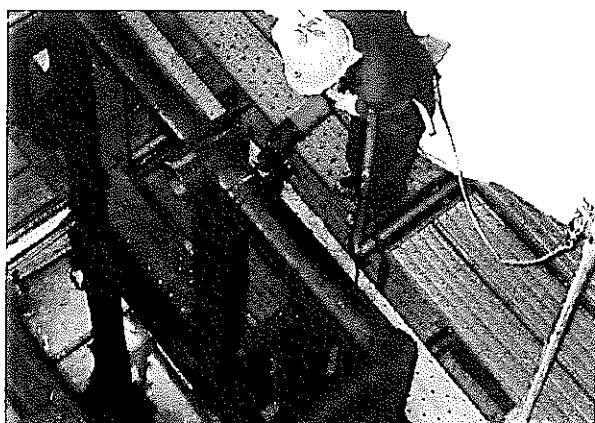


写真4.3.11

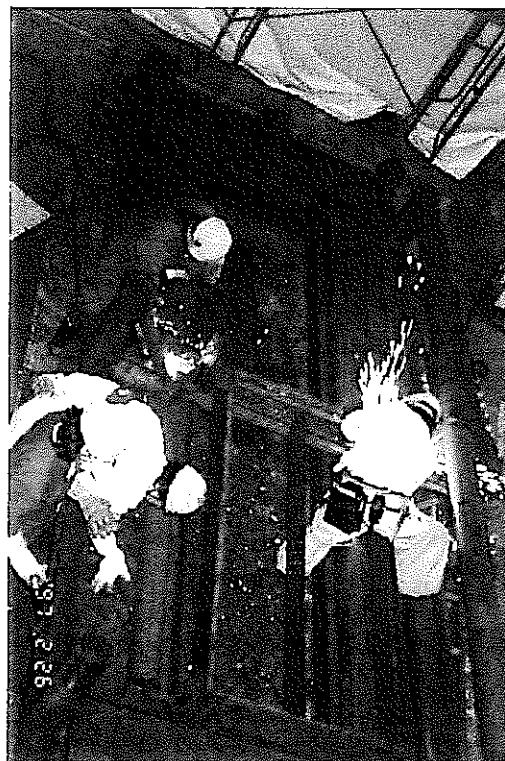


写真4.3.12

4.4 SG 室内配管の解体撤去（屋内作業）

本工事では、補助冷却装置に関連する設備以外の放出系配管についても、撤去場所が隣接することから同工事内で解体撤去を実施した。放出系配管の解体撤去は、空気冷却器本体の解体撤去がほぼ完了した時点で作業を開始した。

(1) 作業足場の設置

写真4.4.1は、解体撤去した放出系配管の全景を示したものである。放出系配管は、50MW SG建屋内SG室（FL約25m）の北側に設置されており、架台等の人が接近する設備は設けられていない。このため、写真4.4.2に示すように、既設SG試験架台と建屋東側との間に鉄骨足場を設け、その上にパイプ足場を設置して作業を行った。

(2) 配管の解体撤去

写真4.4.3は、放出系配管の解体撤去の作業状況を示したものである。配管の切断は主にガス溶断で行い、排棄及び運搬可能な大きさに切断した後に建屋のクレーンで地上に降ろした。

写真4.4.4は、放出系配管撤去後の状態を示したものである。

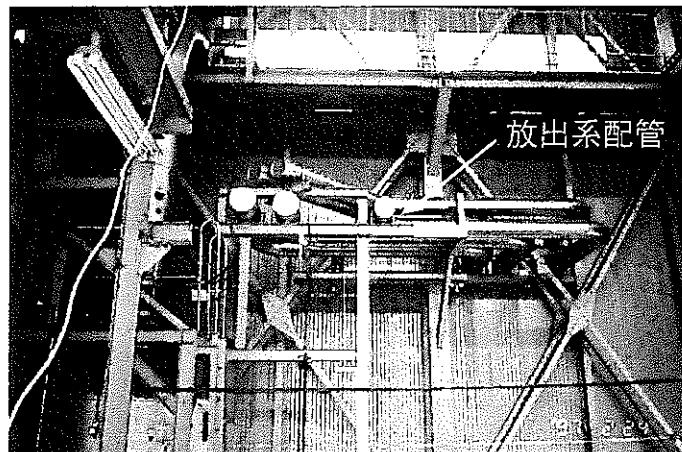


写真4.4.1

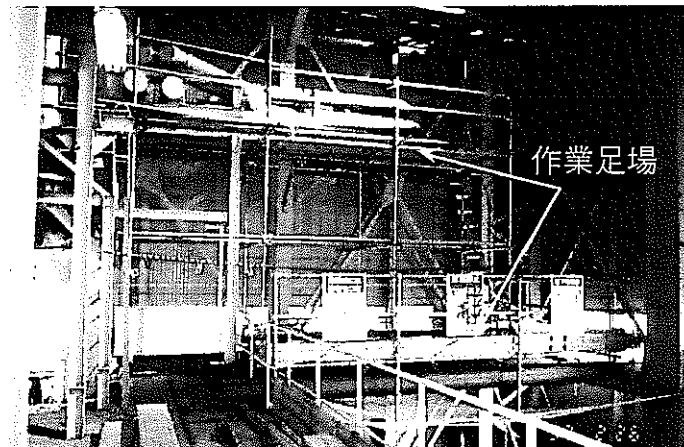


写真4.4.2

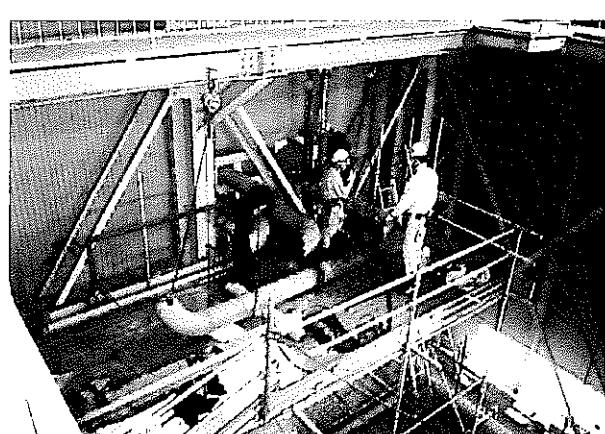


写真4.4.3



写真4.4.4

4.5 ナトリウム洗浄処理

補助冷却装置の解体撤去工事で生じた配管や機器類については、一部ナトリウムが付着しているものがあり、これらをスクラップ処分するためにナトリウムの洗浄処理を行った。

以下に、各洗浄対象物の洗浄処理結果を示す。

(1)補助冷却系ナトリウム配管の洗浄処理

ナトリウム配管（6B）の洗浄処理は、ナトリウム処理室内に搬入して行った。写真4.5.1は、解体撤去したナトリウム配管のナトリウム処理室内への搬入状況を示したものである。

解体撤去したナトリウム配管内には、写真4.5.2に示すように薄い膜状のナトリウムが残留していた。この残留ナトリウムは、開放型の水蒸気洗浄にて充分安全に洗浄処理が行える程度の付着量であった。

また、水平配管部においては、局部的に固体ナトリウムが残留しているものがあり、その部分については写真4.5.2で示すようにナトリウムを削り取り、別途削り取ったナトリウムを溶解燃焼処理した。

ナトリウム配管の水蒸気洗浄は、写真4.5.3に示すようにナトリウム配管を横一列に並べ、水蒸気洗浄装置を用いて各配管内の洗浄処理を行った。

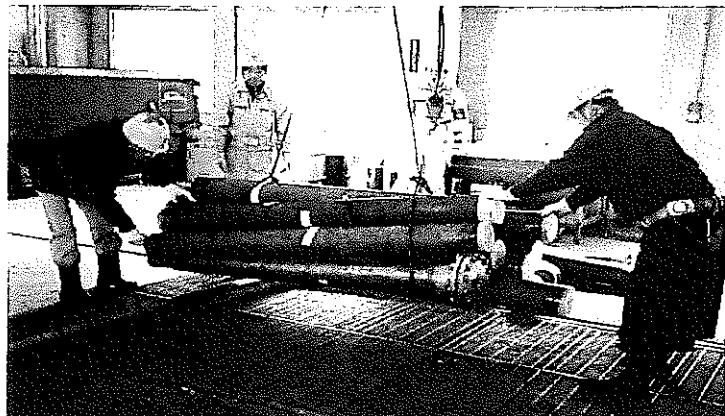


写真4.5.1



ナトリウム配管

写真4.5.2



水蒸気洗浄

写真4.5.3

(2)空気冷却器内伝熱管及びヘッダーの洗浄処理

解体した伝熱管のUペンド

部は、ナトリウム処理室内へ搬入後、写真4.5.4で示すようにバンドソーにてペンド部を切断し、水蒸気洗浄時の水の滞留及び逆流等を防止した。

伝熱管内のナトリウムの残留状況は、写真4.5.5に示すように、極く薄い膜状のナトリウムが残留しているのみであり、伝熱管内へのナトリウム閉塞や局部的に固体ナトリウムが残存しているような箇所は確認されなかった。このため、ナトリウム洗浄処理は、Uペンド伝熱管と直管伝熱管の双方とも開放型の水蒸気洗浄を実施した。

写真4.5.6は、伝熱管の水蒸気洗浄作業の状況を示したものである。写真4.5.7は水蒸気洗浄後の伝熱管を示したものである。

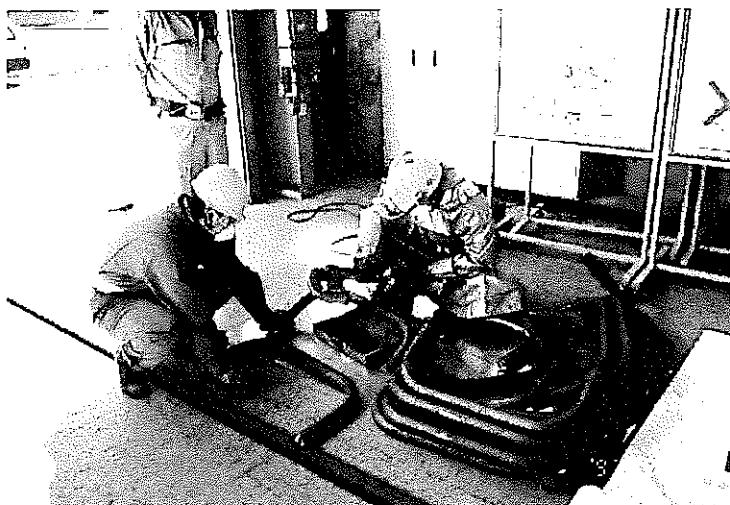


写真4.5.4

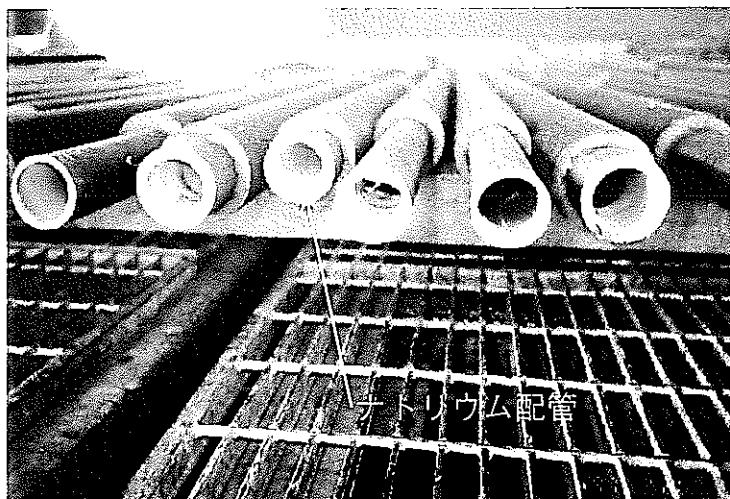


写真4.5.5



水蒸気洗浄

写真4.5.6

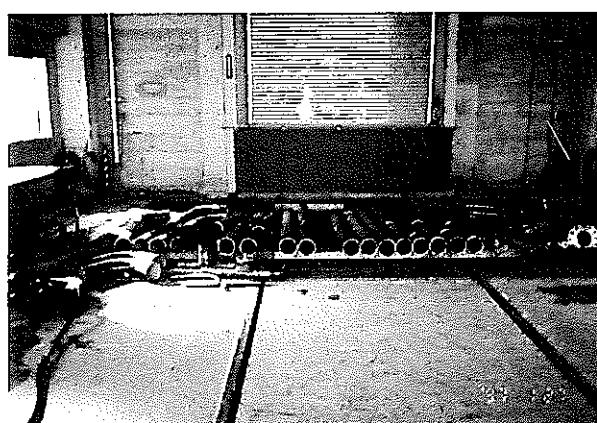


写真4.5.7

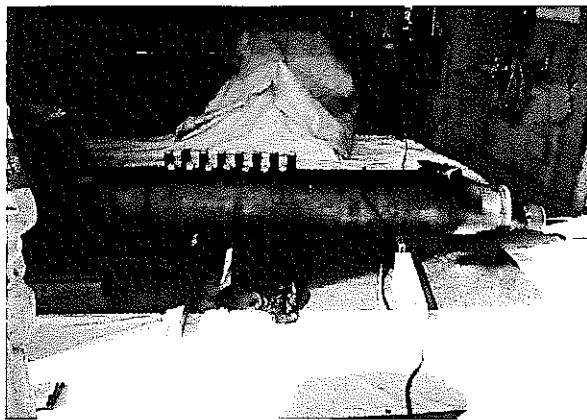


写真 4.5.8

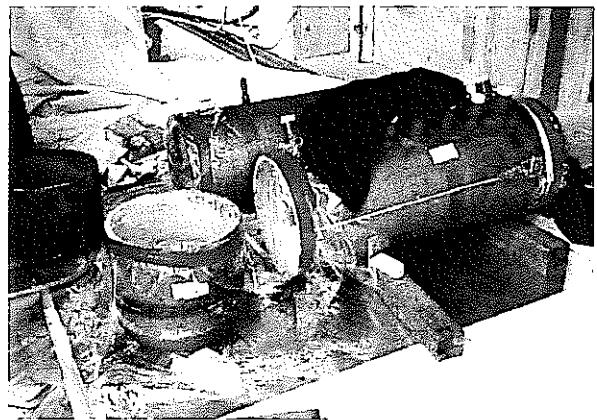


写真 4.5.9

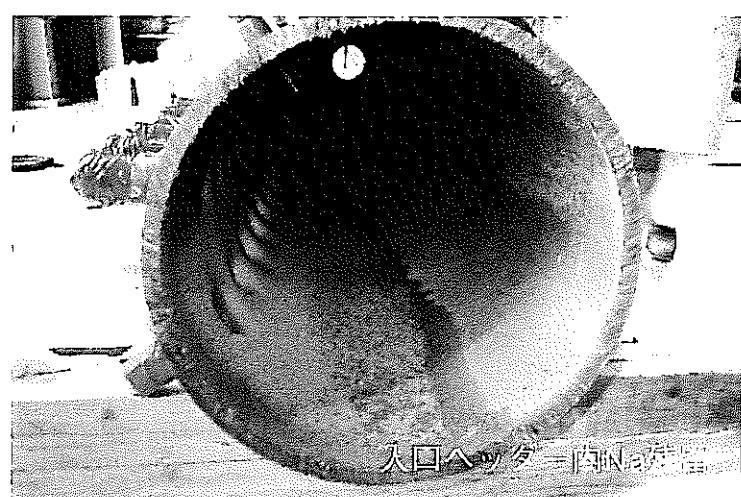
写真 4.5.8 は、空気冷却器本体内に設置されていたナトリウムヘッダーの外観を示したものである。ナトリウムヘッダーの洗浄処理は、ヘッダーの鏡部をプラズマ溶断機によって切断し、内部のナトリウム残留状況を把握した上で適切な洗浄処理を行った。

写真 4.5.9 から写真 4.5.11 は、ナトリウム入口ヘッダーと出口ヘッダーの解体後の状態を示したものである。写真 4.5.10 は、ナトリウム出口ヘッダー内のナトリウムの残留状況であり、ナトリウムが残留しているのが確認された。出口ヘッダーは、重力方向に対し上側に伝熱管ノズルが設置されているため、ヘッダーダー下側のナトリウムが完全にドレンできなかったようである。一方、写真 4.5.



出口ヘッダー内Na残留

写真 4.5.10



入口ヘッダー内Na残留

写真 4.5.11

11 に示すナトリウム入口ヘッダー内においては、ほとんどナトリウムの残留は確認されなかった。入口ヘッダーは、出口ヘッダーとは逆に重力方向の下側に伝熱管ノズルが

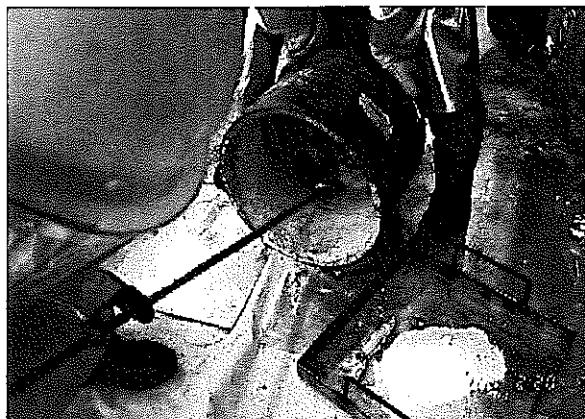


写真 4.5.1 2



写真 4.5.1 3

設けられているため、ヘッダー内へのナトリウム残存がなかつた。尚、これらの残留状況は、ほぼ予測通りであった。

ヘッダーのナトリウム洗浄処理は、入口ヘッダーは水蒸気洗浄を行い、出口ヘッダーは固体ナトリウムの溶融燃焼処理を行った。写真 4.5.1 2 は、出口ヘッダーの鏡部に残留したナトリウムを削り取っている状況を示したものであり、削り取ったナトリウムは燃焼処理し、鏡部は水蒸気洗浄を実施した。また、出口ヘッダー本体については、写真 4.5.1 3 に示すように、ヘッダーを軸方向側にプラズマ溶断機で切断し、写真 4.5.1 4 に示すような半割れの状態にした。さらに、写真 4.5.1 5 に示すように、ナトリウム燃焼処理室内に搬入し、固



写真 4.5.1 4



写真 4.5.1 5

体ナトリウムをガスバーナーで溶融させ、燃焼処理を行った。尚、溶融燃焼処理後は、水蒸気洗浄にて最終洗浄を実施した。

(3) その他の洗浄処理

写真4.5.16はベーパートラップのナトリウム洗浄前の解体状況を示したものである。ベーパートラップ内のメッシュ部は、ナトリウムの付着がほとんど確認されなかった。したがて、水蒸気洗浄によって処理を実施した。

ガス系配管及びフリーズトラップにおいても、配管内部を確認した結果、ナトリウムの閉塞や局部的なナトリウムの付着は確認されなかった。よって、水蒸気洗浄を実施した。写真4.5.17に、水蒸気洗浄後のガス系配管及びフリーズトラップ、ベーパートラップの外観を示す。

ナトリウム弁及び圧力計配管については、ナトリウムが完全に閉塞していたため、写真4.5.19に示すように、ナトリウムの溶融燃焼処理を行い、その後水蒸気洗浄にて最終洗浄を行った。

また、本件でのナトリウム洗浄処理のナトリウム取扱量は、約1.5Kgであった。この内訳は、空気冷却器のナトリウム出口ヘッダー内の残留ナトリウムが大半を越え、これに加えナトリウム弁と圧力計配管内の残留ナトリウムであった。

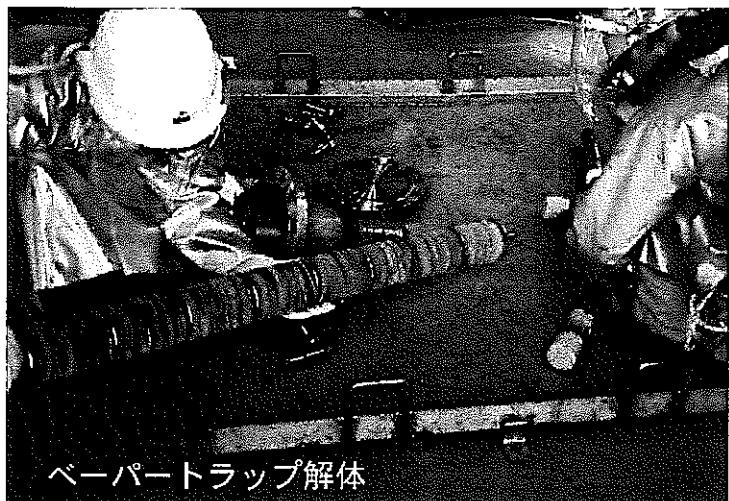


写真4.5.16

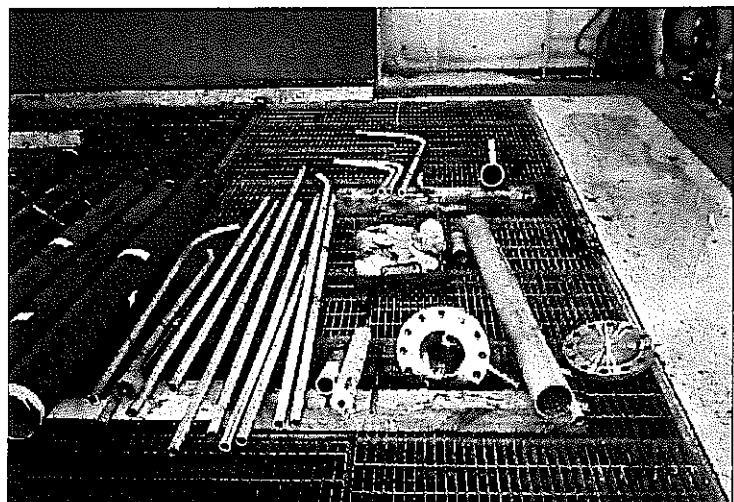


写真4.5.17



写真4.5.18

4.6 実績作業工程

補助冷却装置の解体撤去工事に有し作業の実績工程は、表4.6.1に示す通りである。また、表4.6.2には、作業の計画段階における計画工程表を示す。

本工事は、当初の計画段階では約2ヶ月間の工期を設定していたが、予想外に工事が渉り、実際の作業に有した期間は約50日程度であった。特に、屋外での補助冷却装置建屋架構廻りの解体撤去においては、好天に恵まれたことも影響し、架構の切断及び撤去やスクラップのための細断作業等がスムーズに進み、当初の計画で見込んでいた期間（約60日）より約20日程短い期間で工事を完遂することができた。逆に、屋内作業においては、作業足場の設置や空気冷却器本体の解体及びケーブルダクトの撤去に時間を費やし、当初の計画より5日程遅れた。

5. 結言及び考察

原子炉冷却系総合試験の整備計画の一環として、50MWSG試験施設内の補助冷却装置の解体及び撤去を実施した。この結果、限られた期間内に予定した内容の補助冷却装置の解体及び撤去を安全に完遂することができた。尚、本工事によって得られた知見や経験は、今後実施される50MWSG試験施設内のナトリウム機器の解体及び撤去工事等に反映させて行く予定である。特に、安全管理事項や安全対策等については、今後の類似する工事作業に充分役立てられるものと期待する。

また、補助冷却装置の解体撤去の実施においては、ナトリウム機器を取扱うこと及び高所作業を有することから、解体撤去に伴う作業技術や安全対策の面で幾つかの問題があった。このため、作業の計画段階において問題解決を図るための手法や対策を検討し、その結果を実際の作業要領に反映した。以下に、主な問題点とその解決手法及びその効果等について述べる。

(1)高所作業における安全確保

補助冷却装置は、装置の大きさが幅及び奥行ともに最大約10mで高さが約4.5mを有する架構構造のため、特に屋外部の高所での転落及び落下等の作業安全の確保が重要であった。このため、高所での作業を極力避ける手法を検討した。この結果、2.1.2項の解体撤去の概略手順及び要領で述べたように、空気冷却器を含む試験架構を上下に5分割にし、上から順にガス溶断で切り離した架構を移動式大型クレーンで地上に吊り降ろし、地上で架構等の構造物をスクラップ可能な大きさに切断した。これにより、高所では、足場の確保が比較的容易である架構のガス溶断作業のみを行い、高所での作業量の低減化を図った。また、本手法を採用したことによって、従来の作業経験等から鑑み作業効率が大幅に向上されたものと思われ、作業期間等については当初の計画より約10日間ほど短縮することができた。

(2)高所でのナトリウム機器の解体

ナトリウムの洗浄を必要とする空気冷却器本体は、地上約3.2m高さの高所に設置され、装置重量が約24,000kgを有することから、高所での危険物の取扱や重量物の解体撤去作業時の安全確保が重要であった。このため、空気冷却器本体の解体は上記(1)で述べた試験架構の場合と同様に、試験架構と空気冷却器本体との切り離しのみを高所で行い、空気冷却器本体は地上に吊り降ろし、屋内の安全な場所に搬入した後に解体及びナトリウム洗浄可能な大きさに細断した。これにより、高所でナトリウムの取扱や重量物の解体を行わずに済み、危険要因の低減を図ることができた。

(3)高所作業用足場設置の合理化

補助冷却装置の高さは、上述したように地上約4.5mを有することからその解体及び撤去においては、屋外からアクセスする作業足場が必要である。しかし、地上4.5mの高さ

まで作業足場を設置することは、作業工程の長期化や作業コストの面で得策ではなかった。このため、作業工程の短縮化や作業コストの低減化及び安全確保の合理化等について検討した。この結果、作業足場の設置範囲の簡素化を図り、架構のガス溶断に必要な箇所のみに足場を設置する吊り足場方式を採用した。また、吊り足場の設置が困難な既設建屋側接続部等の解体作業においては、高所作業車を用いることによって、作業足場設置範囲の簡素化を図った。これにより、足場組立等の作業コストの低減や作業人工数を低減させることができた。

6. 謝辞

補助冷却装置の解体撤去工事の立案及び計画や実際の工事監督等に御協力頂いた常用産業株式会社の石田勝二氏、遠藤康志氏に深謝いたします。

また、本工事を安全且つ計画通りに遂行して頂いた東芝プラント建設株式会社の関係者の皆さんに陳謝いたします。

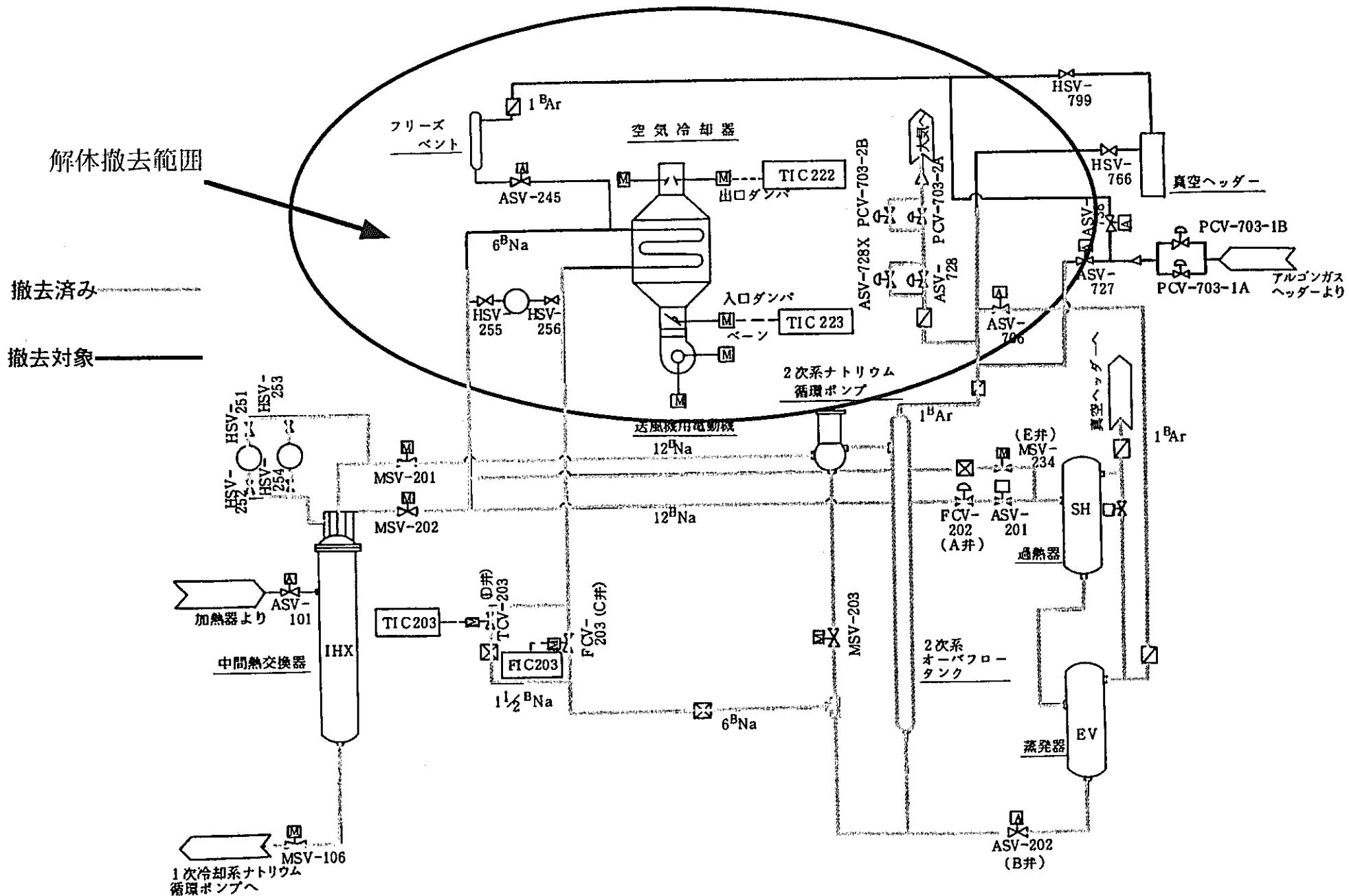


図2.1.1 補助冷却装置の解体撤去範囲

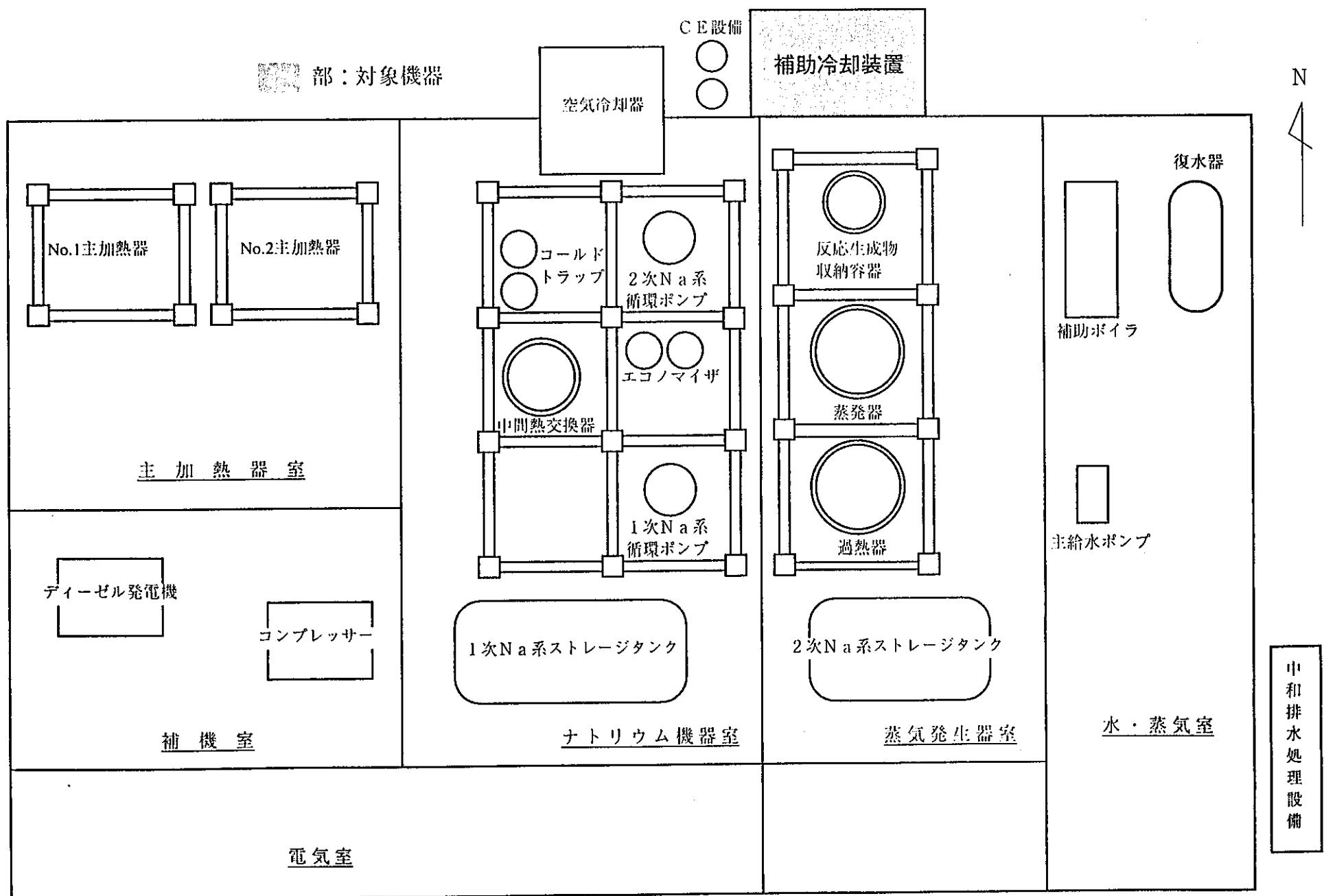
N
△

図 2.1.2 50MWSG施設内補助冷却装置配置

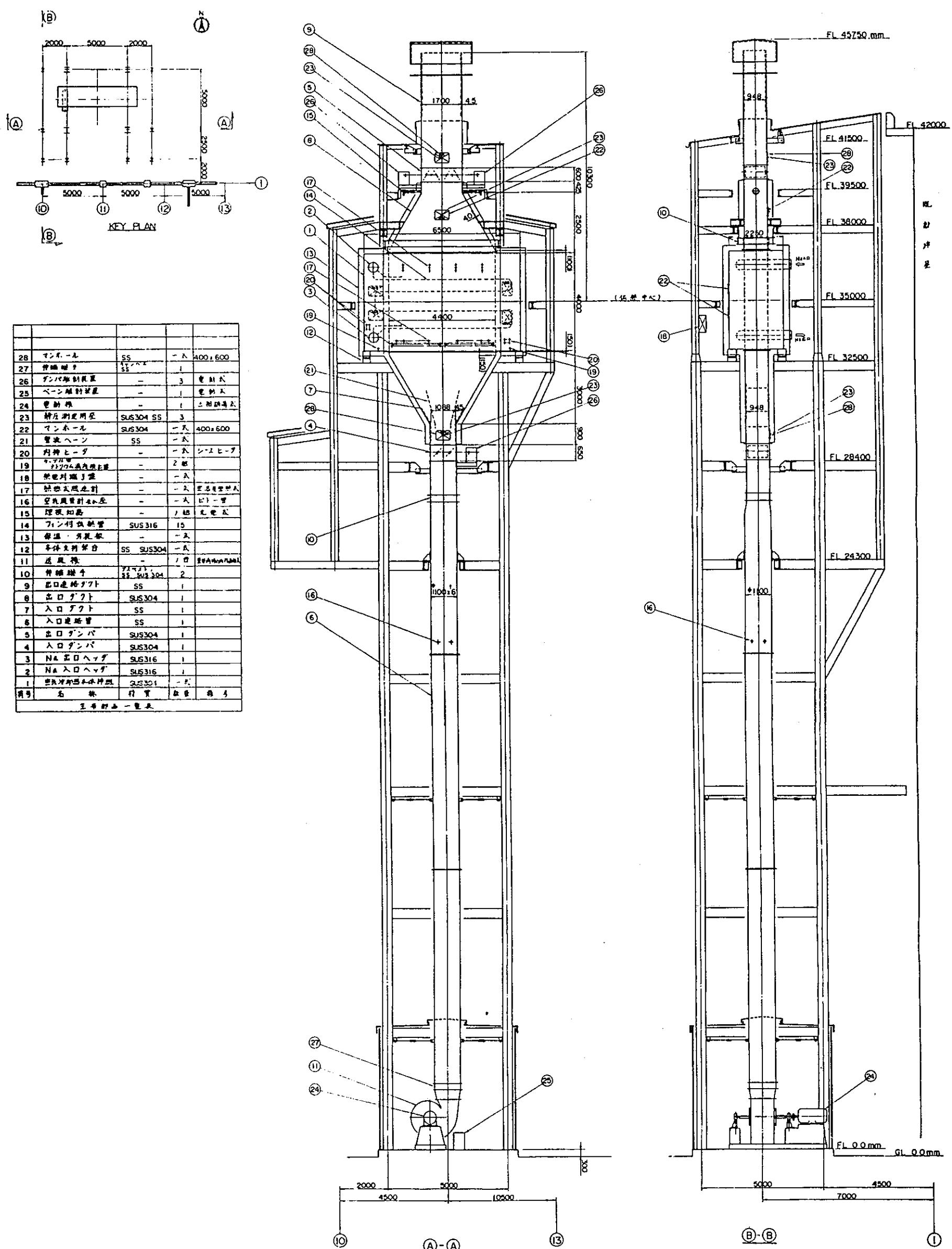


図 2.1.3 補助冷却装置の全体組立図

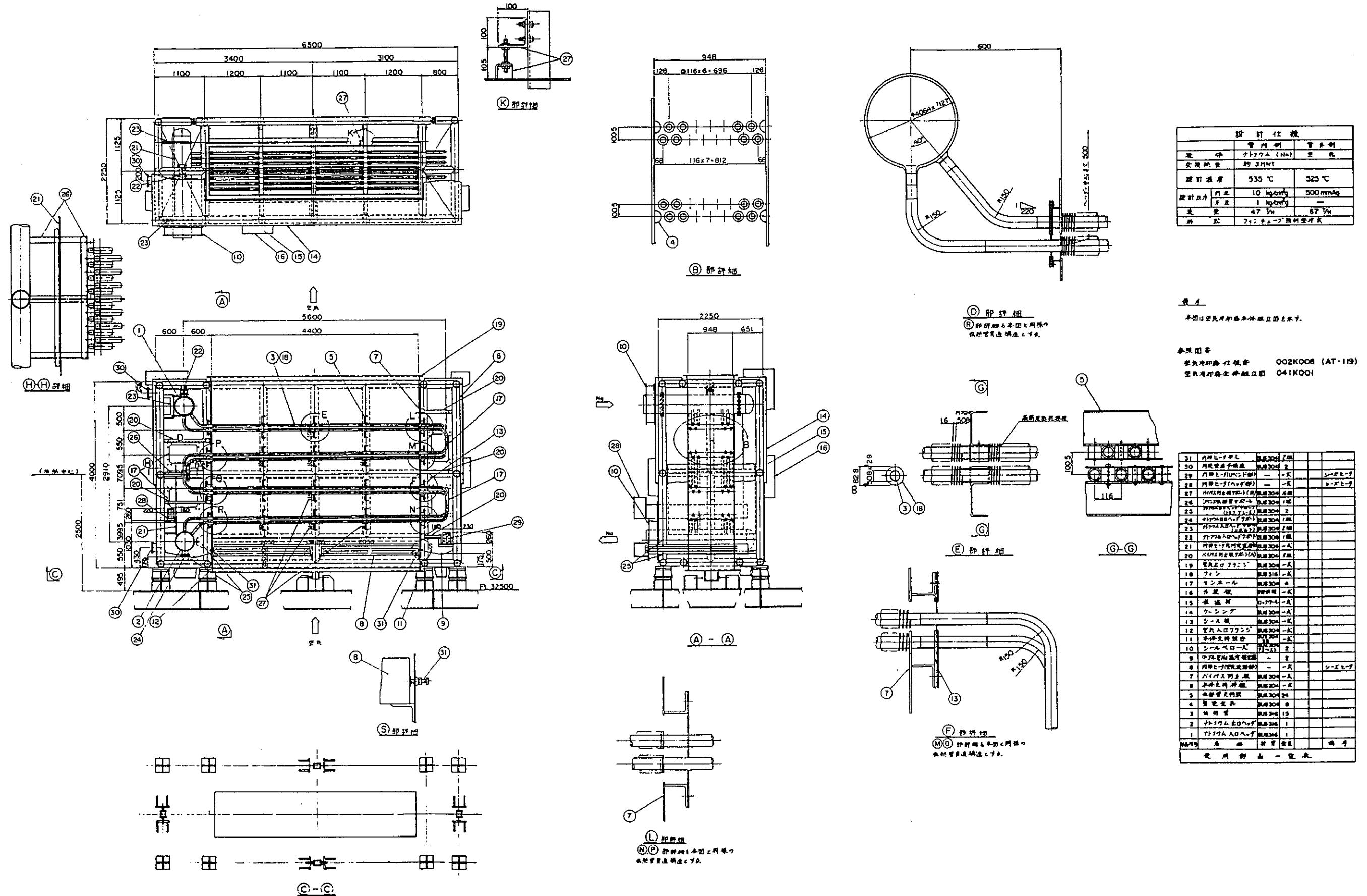


図 2.1.4 空気冷却器本体組立図

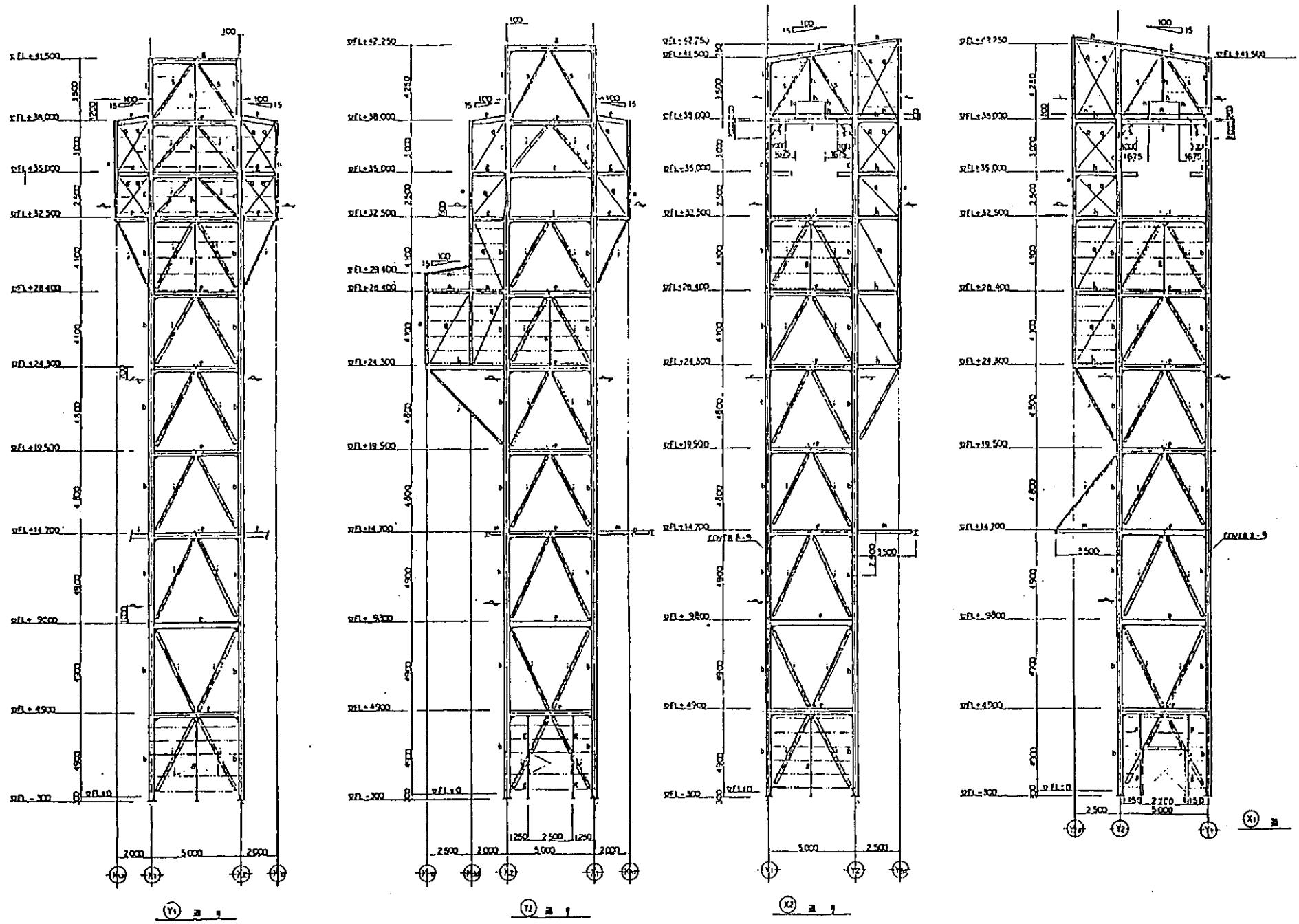
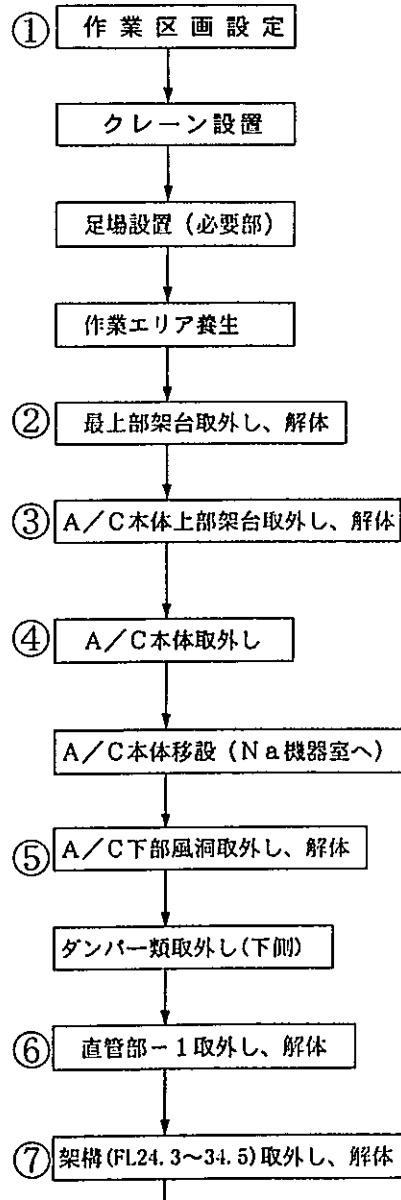
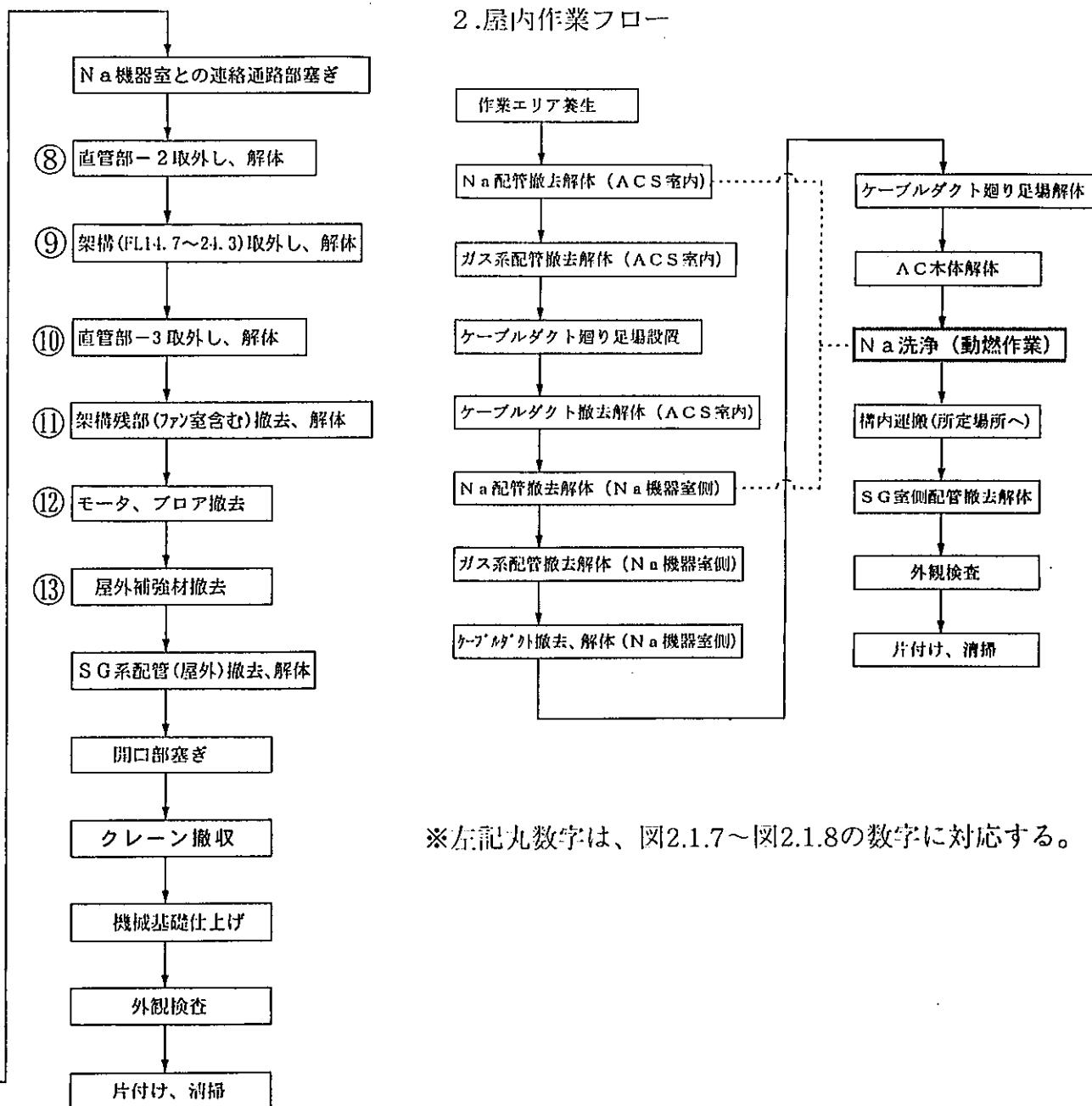


図 2.1.5 補助冷却装置の架構組立図

1.屋外作業フロー



2.屋内作業フロー



※左記丸数字は、図2.1.7～図2.1.8の数字に対応する。

図2.1.6 解体工事フローチャート

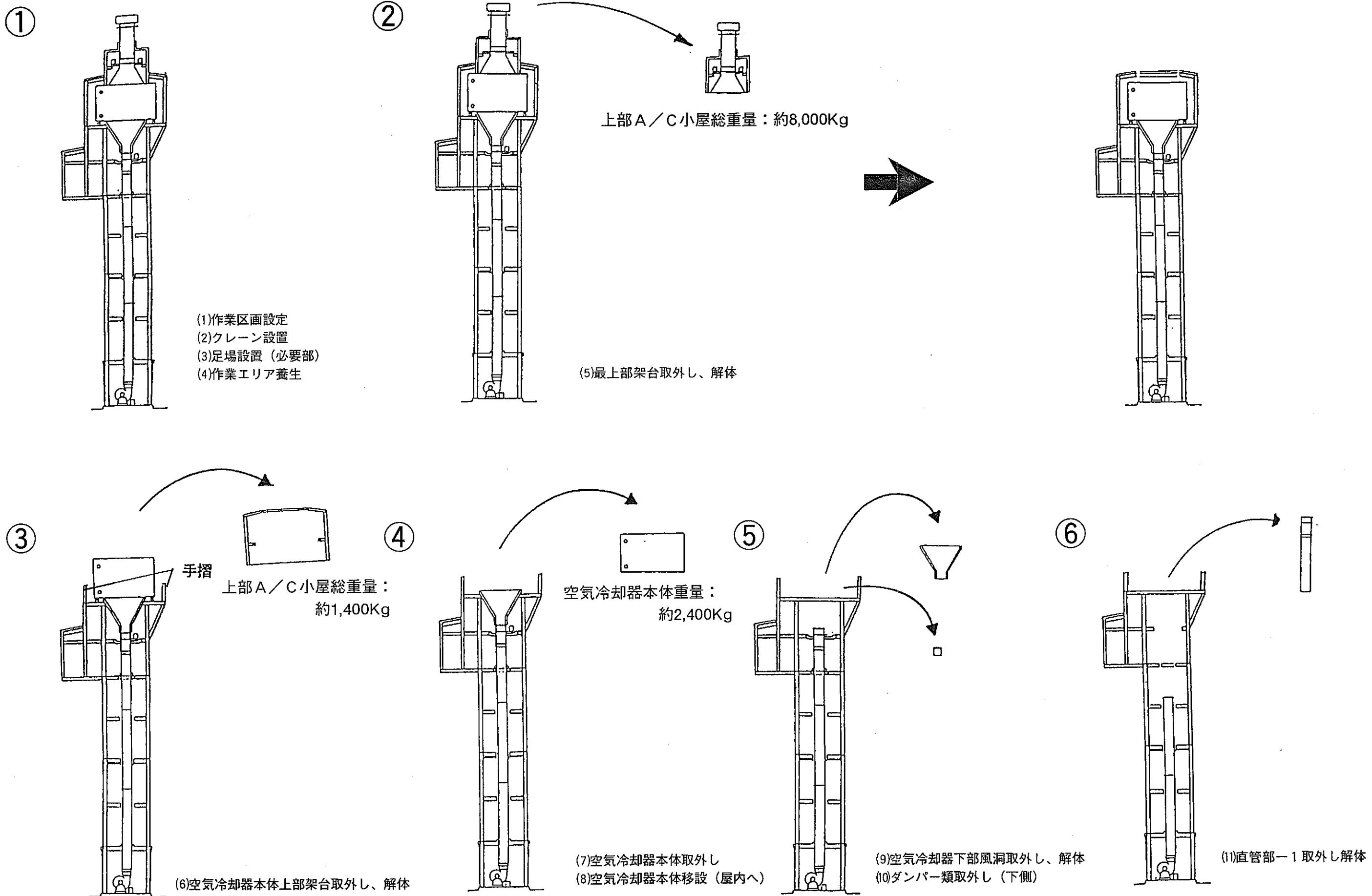


図 2.1.7 解体撤去屋外作業の概略手順 (1 / 2)

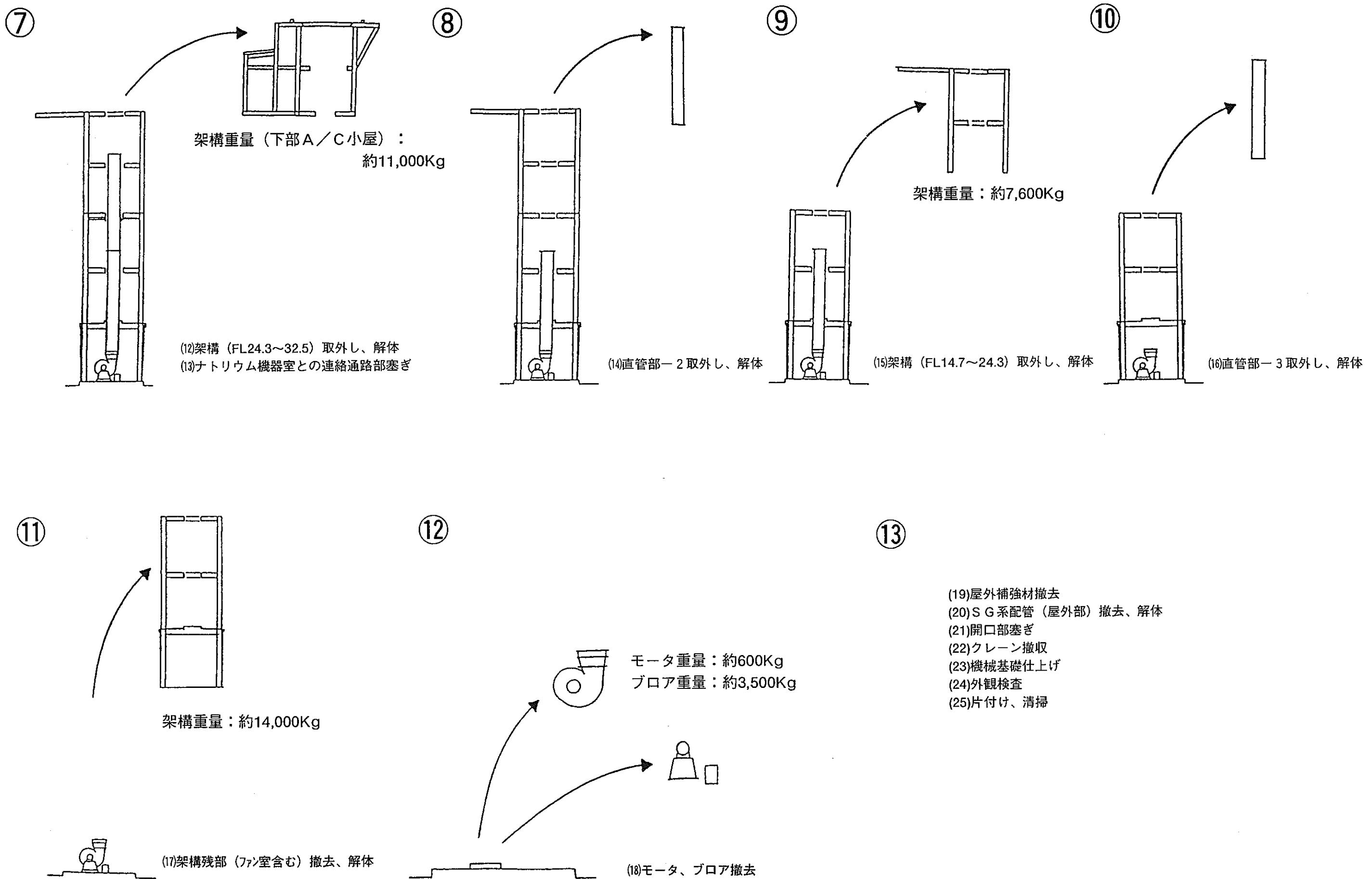


図2.1.8 解体撤去屋外作業の概略手順（2／2）

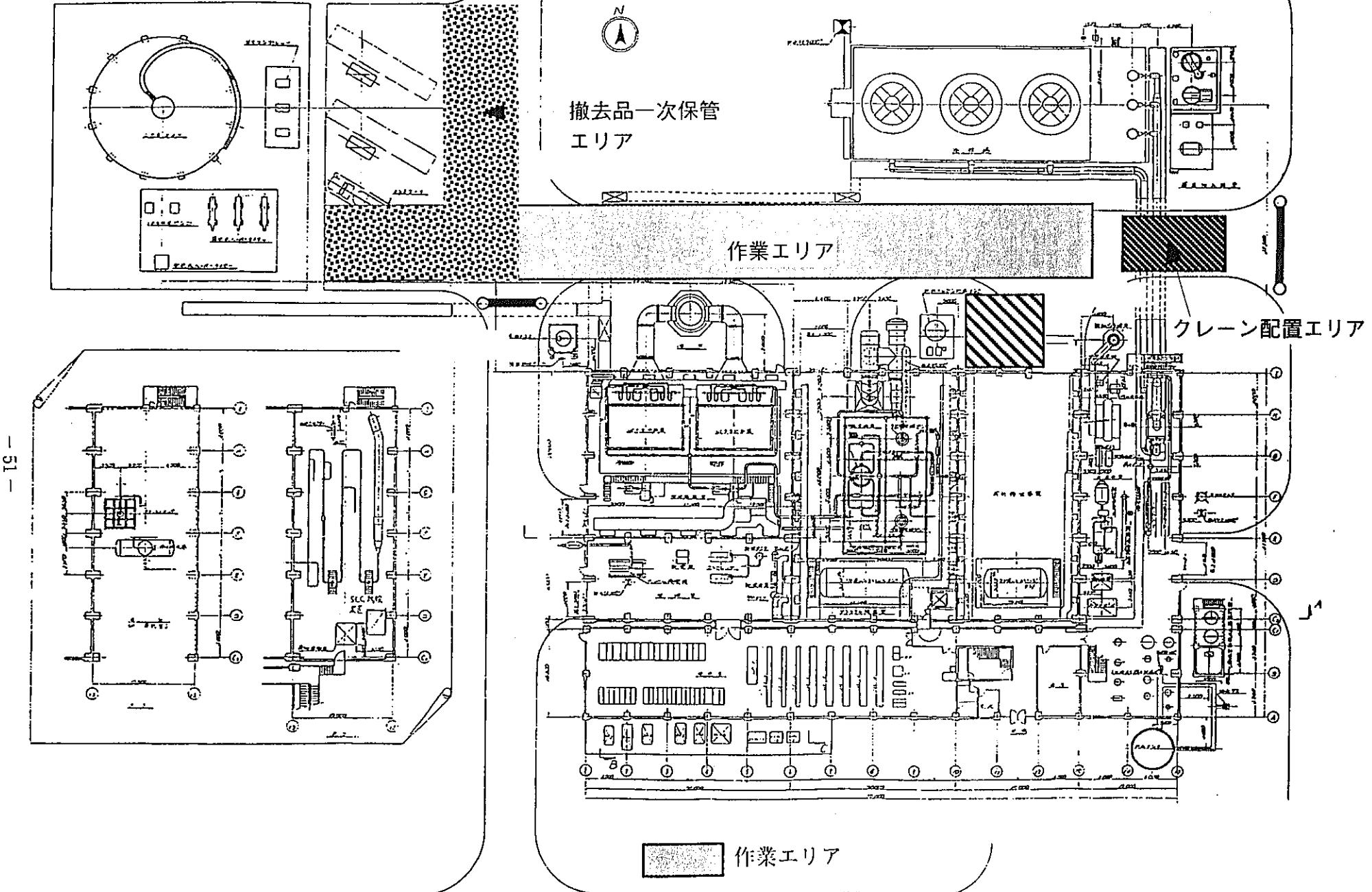


図 2.1.9 解体作業エリア及びクレーン配置エリア

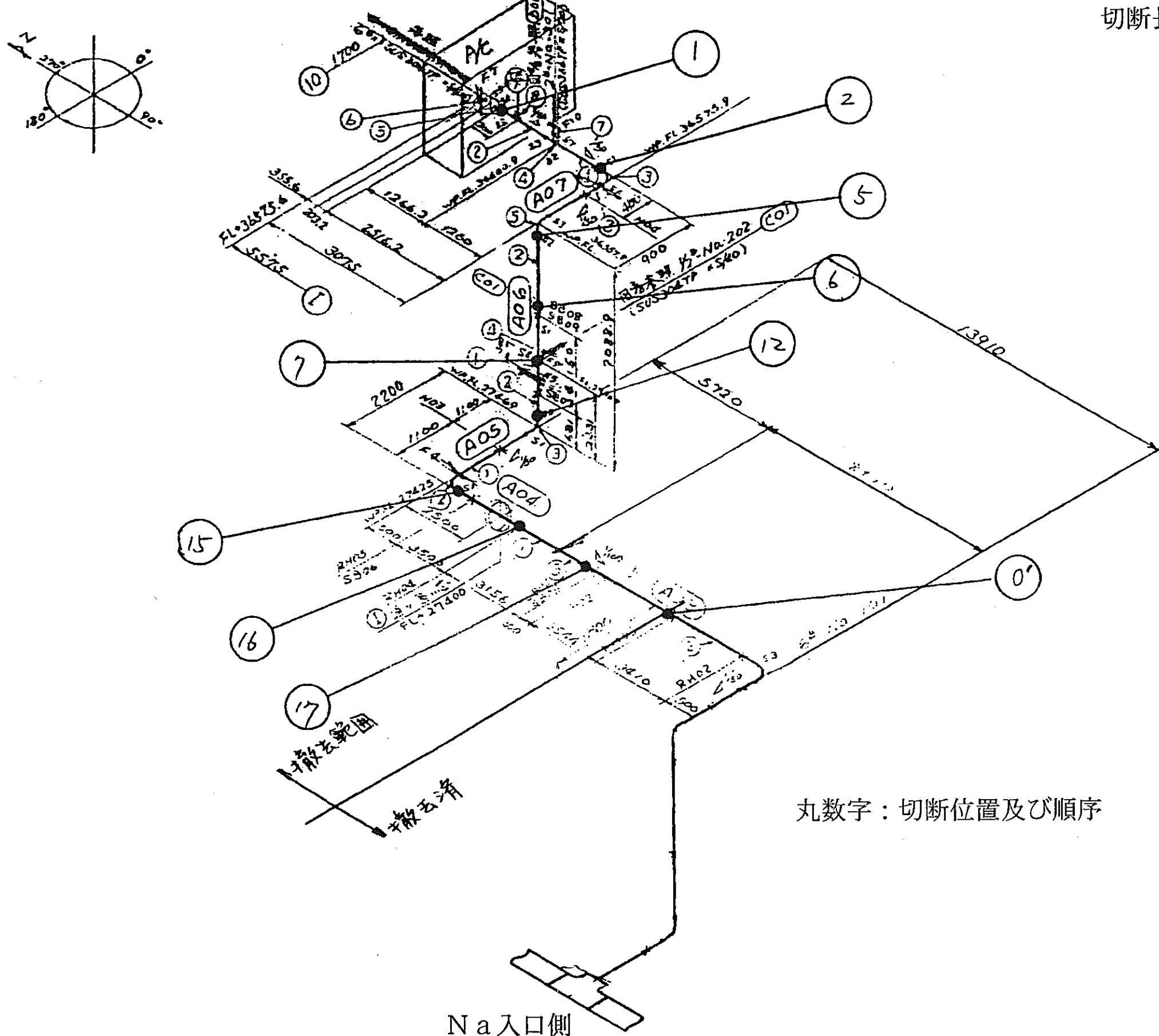
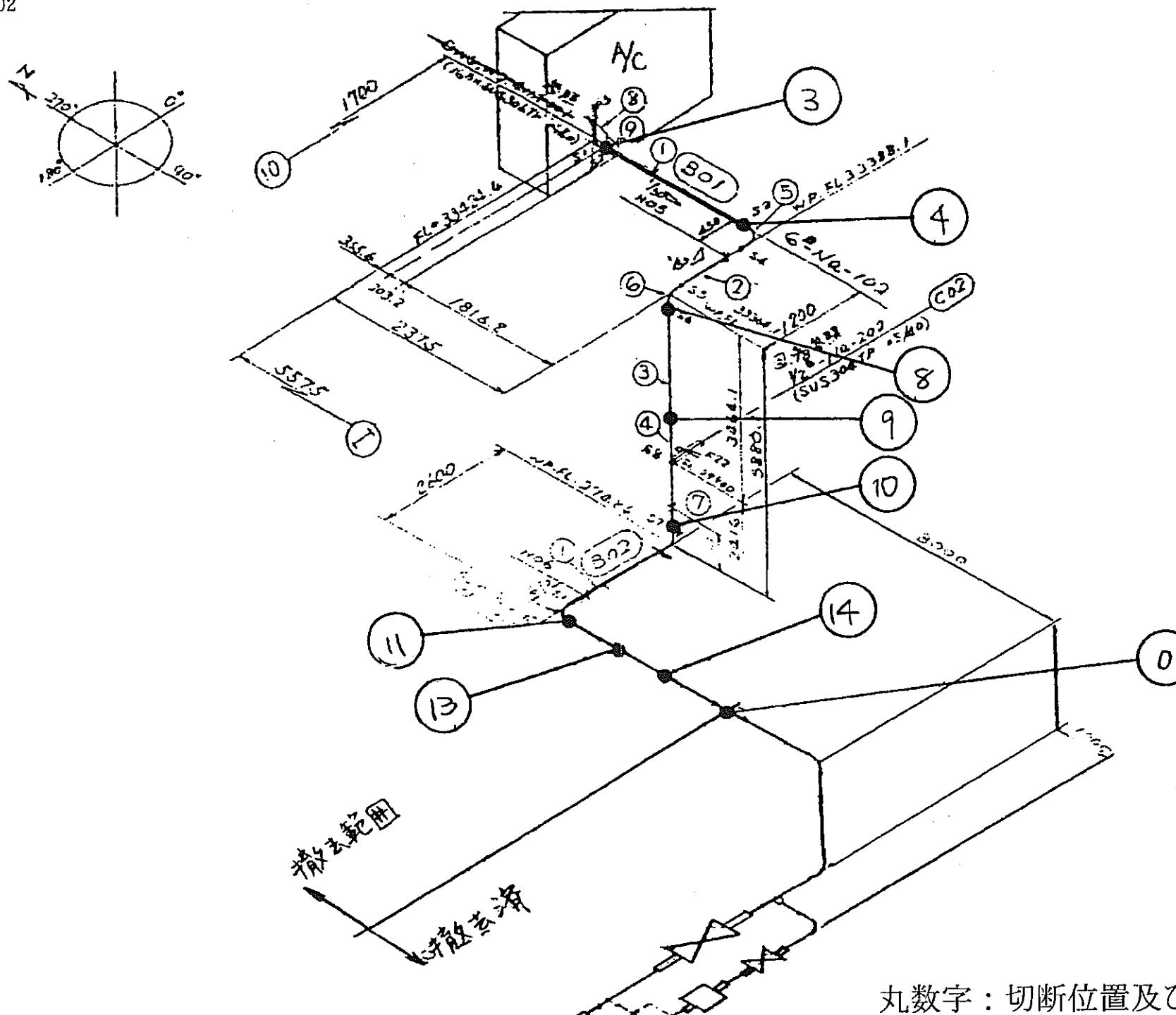


図 2.1.10 ナトリウム配管切削箇所（1／2）



切断長さ	(14)~(13)	約 2 m
	(13)~(11)	3.0m
	(11)~(10)	2.6m
	(10)~(9)	3.0m
	(9)~(8)	3.0m
	(8)~(4)	1.2m
	(4)~(3)	1.8m

※シールド用のアルゴンガスは、
① → ③ 方向へ供給す
る。
切断後、配管開口部はプラス
チックキャップにて密閉養生す
る。

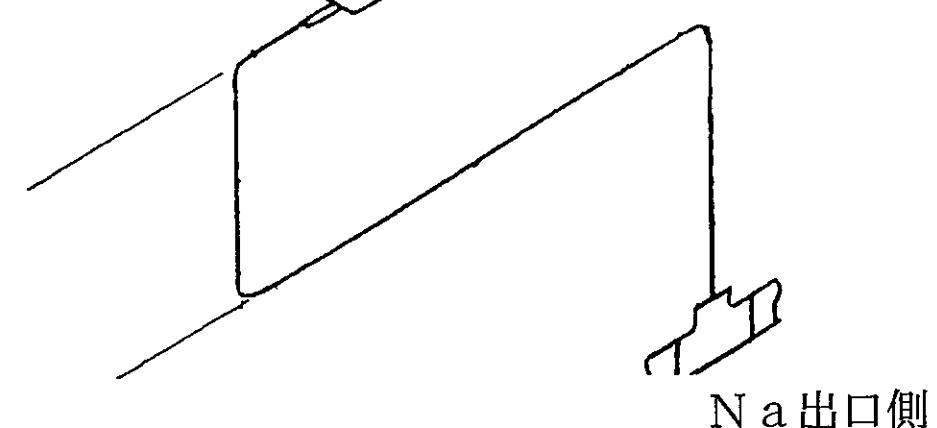


図 2.1.11 ナトリウム配管切断箇所 (2 / 2)

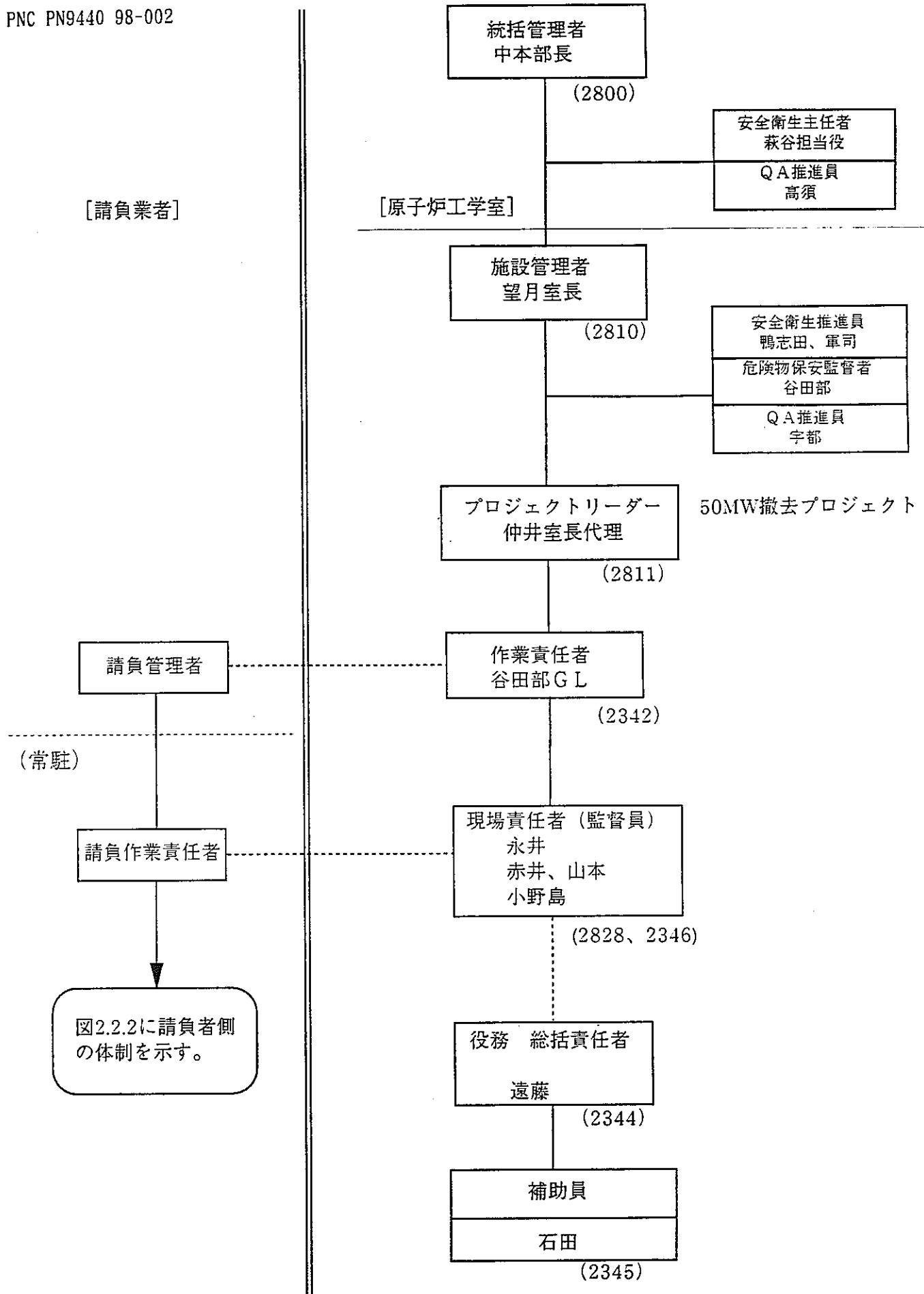


図2.2.1 動燃側実施体制

(非常駐)

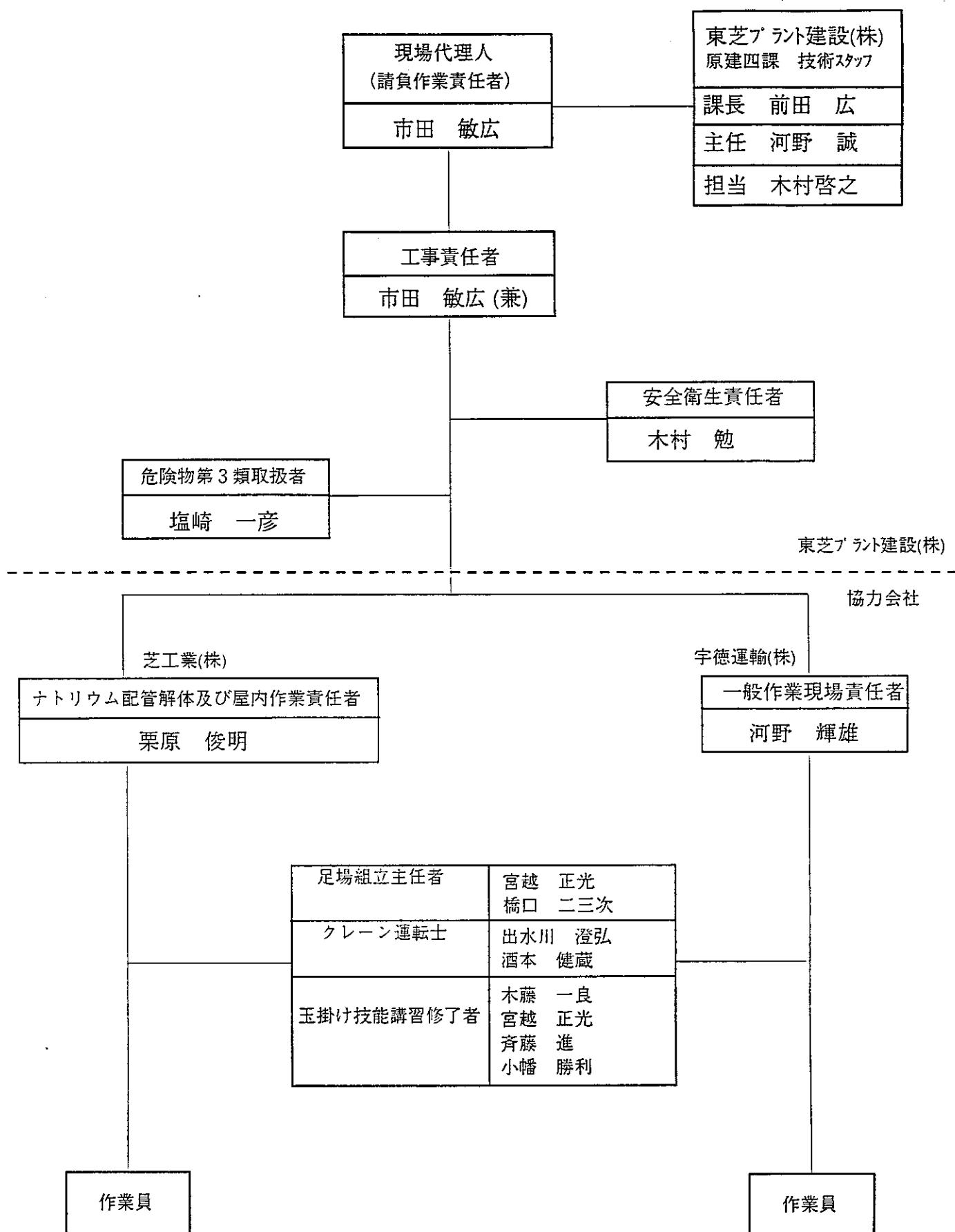


図 2.2.2 請負者側実施体制

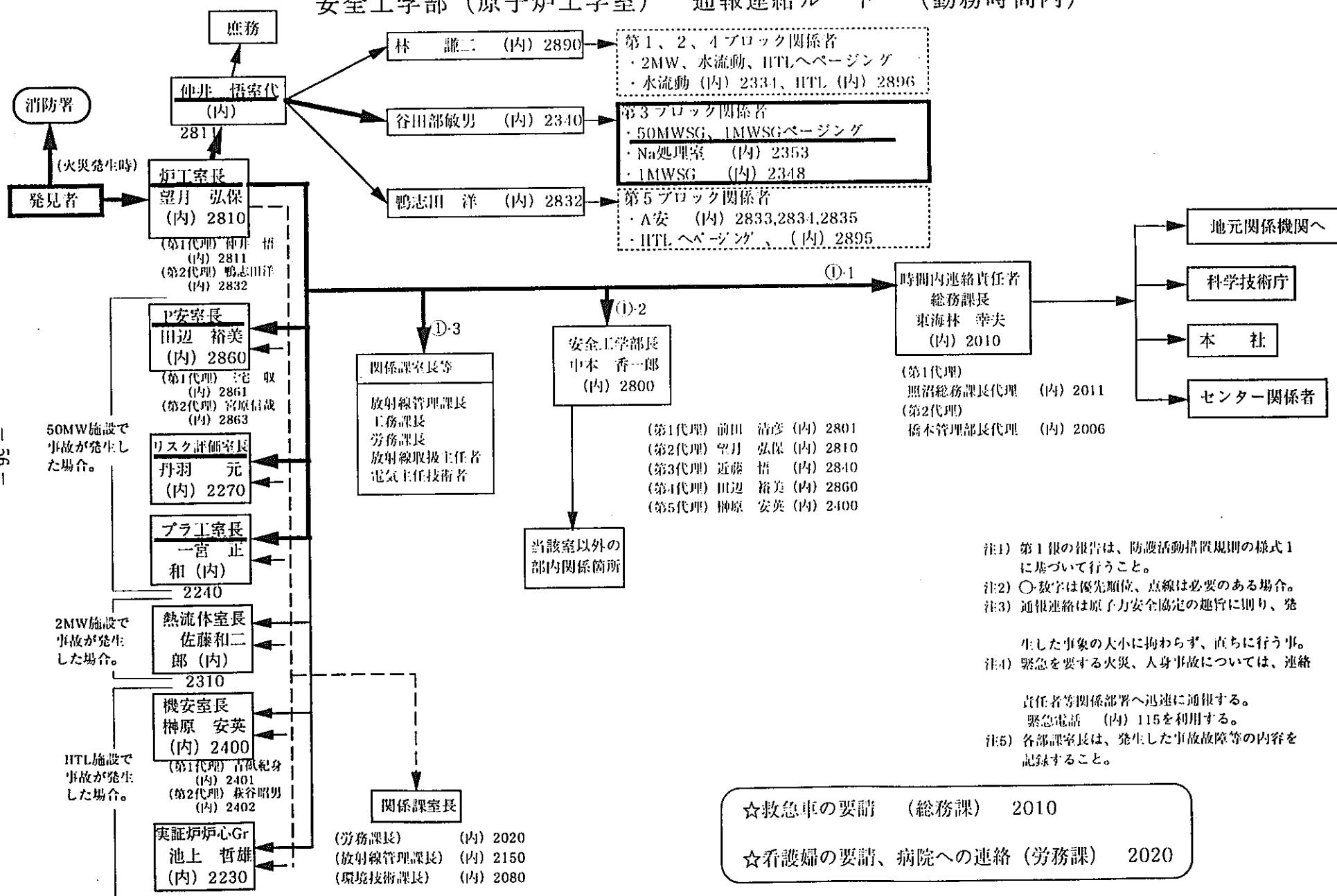


図2.2.3 安全工学部（原子炉工学室）通報連絡ルート

平成 8 年 11 月 1 日現在

原子炉工学室緊急連絡網（時間外）

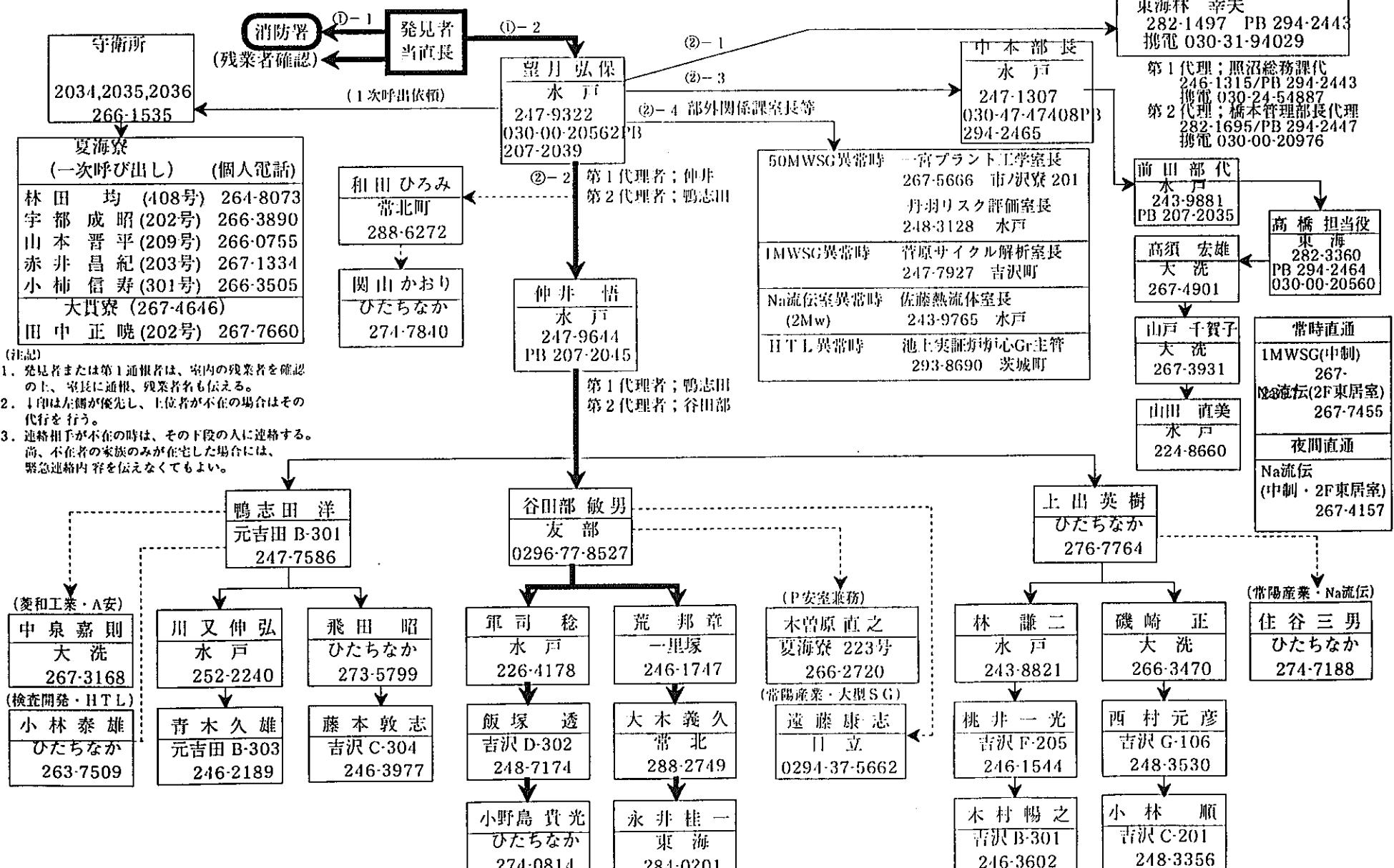


図 2.2.4 原子炉工学室緊急連絡網

平成 8 年 11 月 1 日現在

原子炉工学室・地震時点検及び通報連絡表

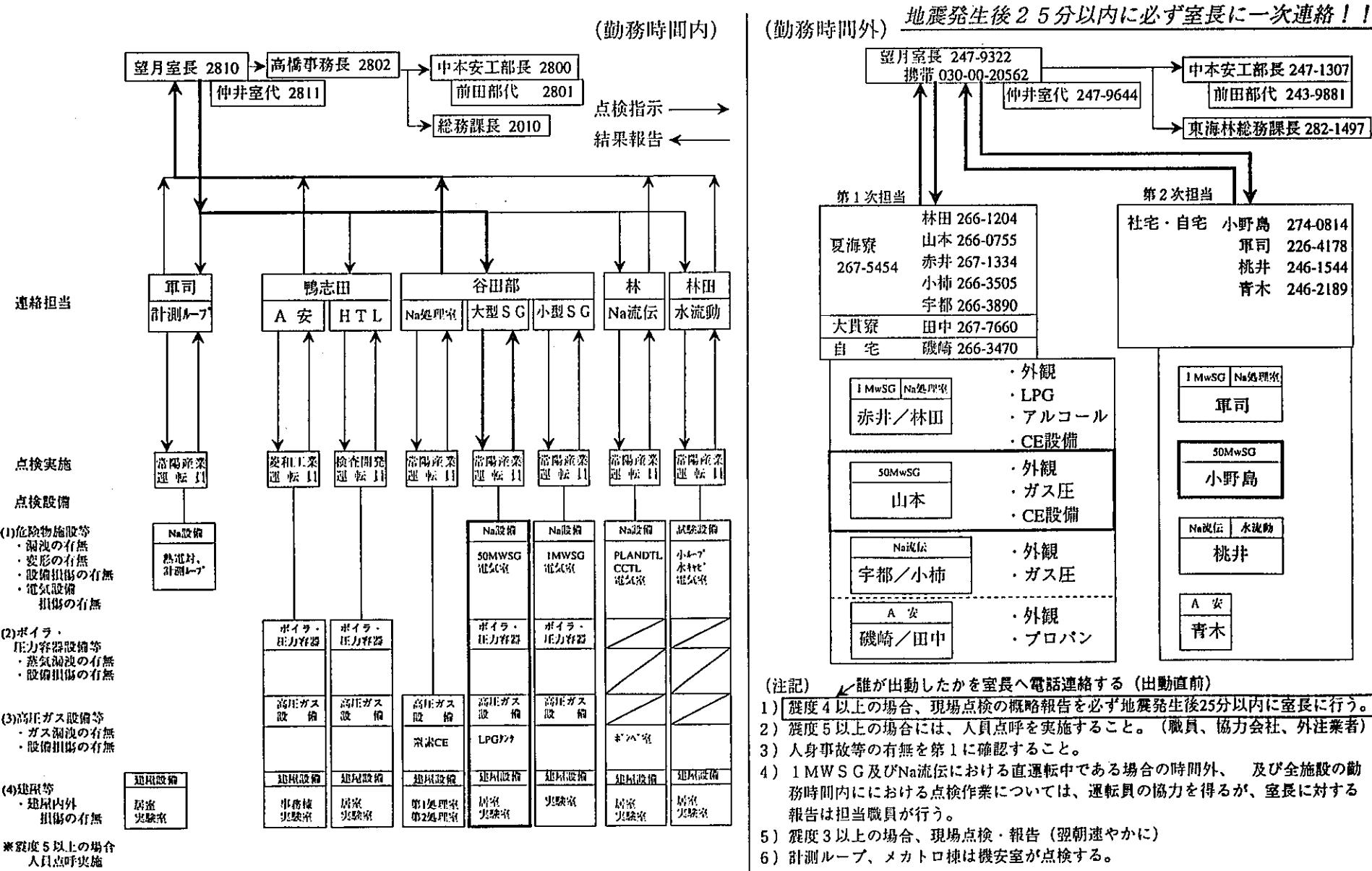


図 2.2.5 原子炉工学室地震時点検及び通報連絡表

50MWSG施設補助冷却装置の解体・撤去工事

平成 8年12月
原子炉工学室

[勤務時間内及び時間外] 通報連絡体制（請負メーカ側）

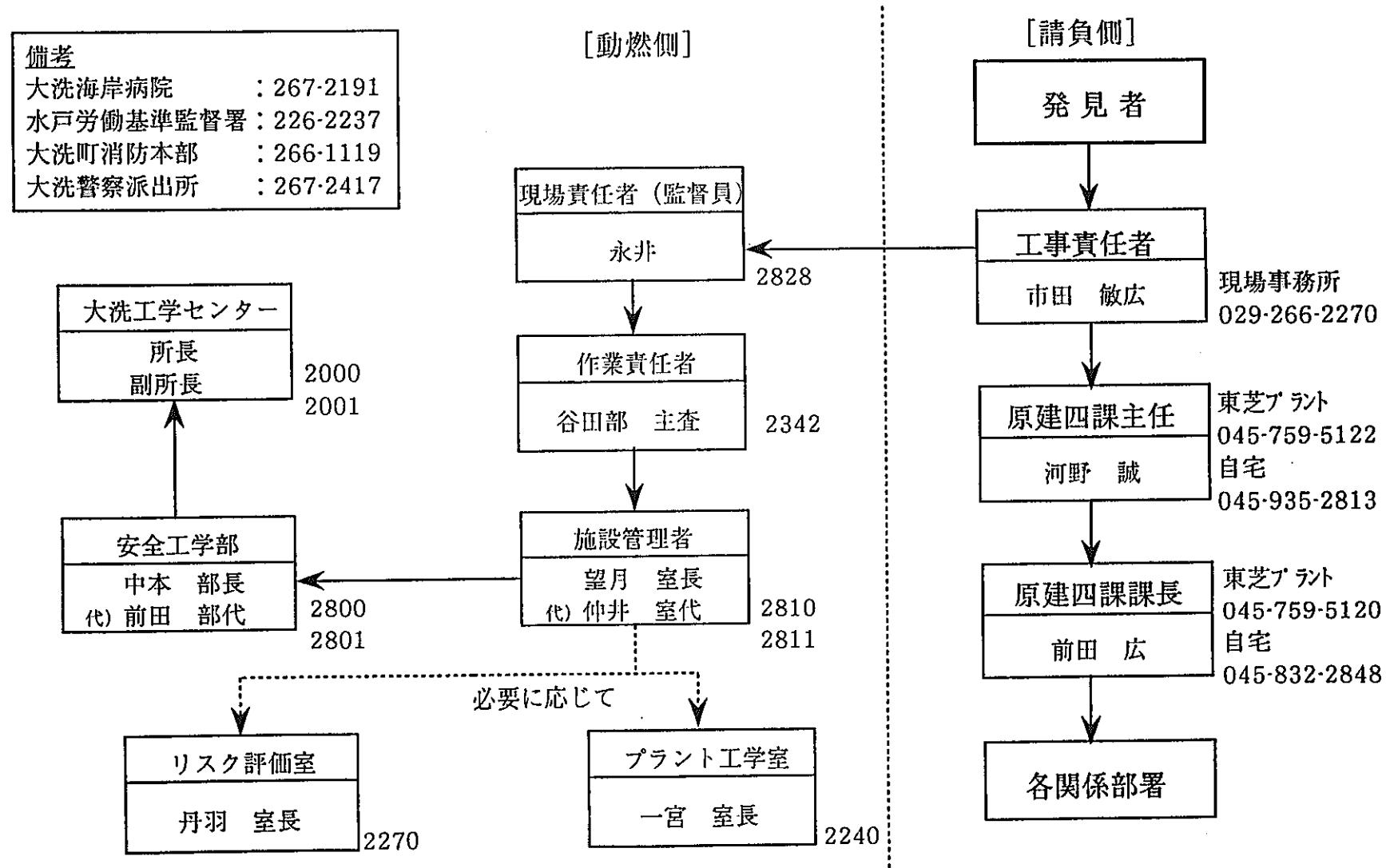


図 2.2.6 請負メーカ側の緊急連絡体制

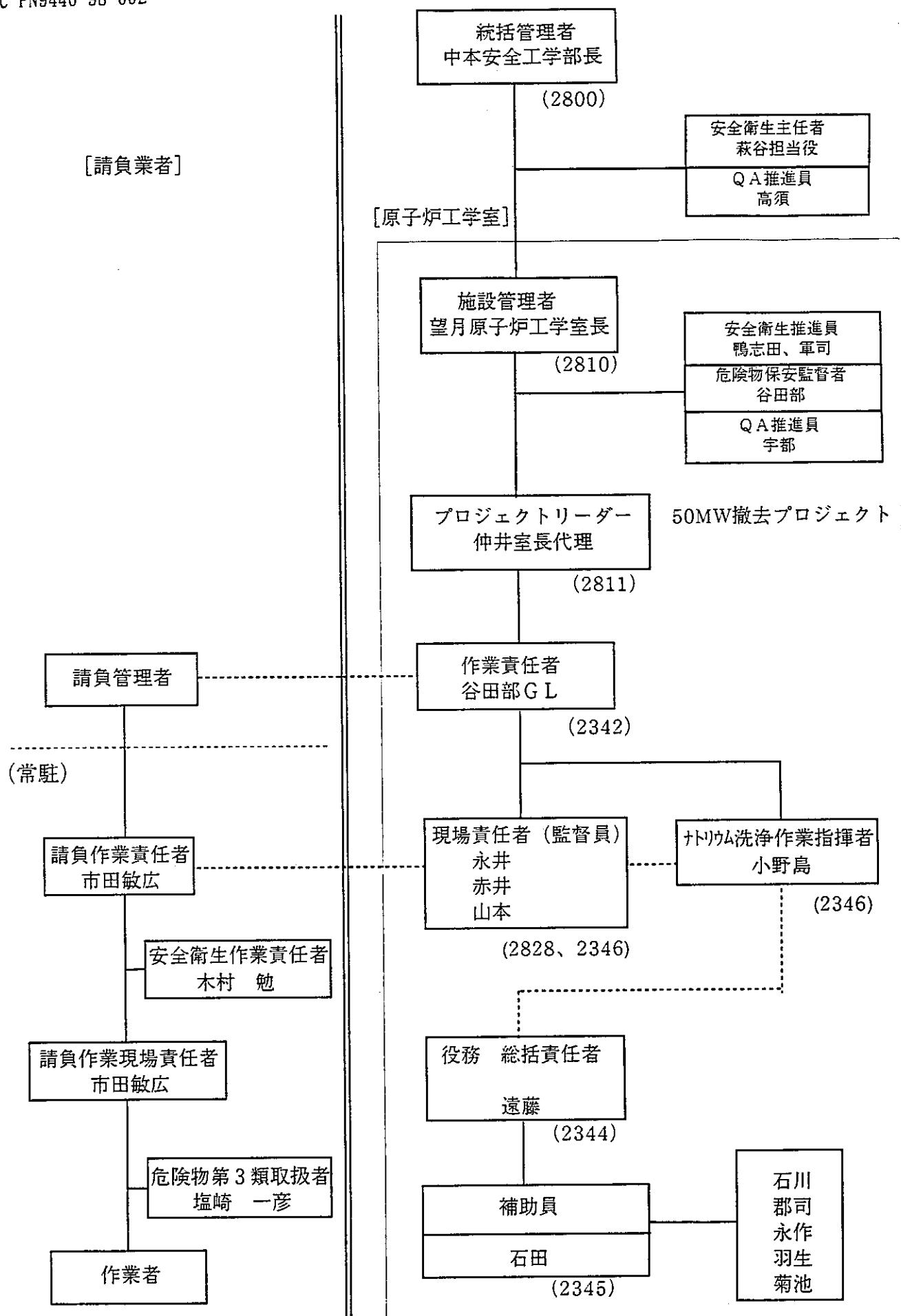


図3.2.1 ナトリウム洗浄処理作業実施体制

表 4.6.1 実績作業工程表

月	97年1月				97年2月				97年3月																		
	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金
1	作業区画整理	■																									
2	レッカー設置	■																									
3	足場設置(必要部)	■	■																								
4	作業エリア養生	■																									
5	盤上部取外し、解体	■	■																								
6	ダンパー取り外し(上側)			■																							
7	空気冷却器上部風洞取り外し、解体			■																							
8	空気冷却器本体上部取外し、解体			■																							
9	空気冷却器本体取外し			■																							
10	空気冷却器本体移設(Na換器室へ)			■																							
11	ダンパー類取外し(下側)					■																					
12	空気冷却器下部風洞取り外し、解体					■																					
13	直管部-1取外し、解体					■																					
14	架構(FL24.3~34.5)取外し、解体					■																					
15	Na換器室との連絡通路部窓ぎ					■															■	内面					
16	直管部-2取外し、解体					■																					
17	架構(FL14.7~24.3)取外し、解体					■																					
18	直管部-3取外し、解体					■																					
19	架構残部(77mを含む)撤去、解体					■																					
20	モータ、プロア撤去					■																					
21	屋外補強材撤去					■																					
22	SG系配管(屋外部)撤去、解体					■														■							
23	構内運搬(所定場所へ)※					■																					
24	開口部塞ぎ					■														■							
25	レッカー撤収					■														■							
26	機械基礎仕上げ					■														■							
27	外観検査					■														★							
28	片付け、清掃					■														■							★
屋内作業																											
1	作業エリア養生	■																									
2	Na配管撤去解体(ACS室内)	■																									
3	ガス系配管撤去解体(ACS室内)	■																									
4	ケーブルダクト取り足場設置	■	■																								
5	ケーブルダクト撤去解体(ACS室内)	■																									
6	Na配管撤去、解体(Na換器室側)	■																									
7	ガス系配管撤去、解体(Na換器室側)	■																									
8	ナフコ外撤去、解体(Na換器室側)	■																									
9	ケーブルダクト取り足場解体	■	■																								
10	空気冷却器本体解体																										
11	Na洗浄(動燃内作業)																										
12	構内運搬(所定場所へ)※					■																					
13	SG室側配管撤去、解体					■																					
14	外観検査					■														★							
15	片付け、清掃					■														■							★

※：解体物発生毎にその都度運搬する。(當時ではない)

表 4.6.2 計画作業工程表

※：解体物発生毎にその都度運搬する。(常時ではない)