

核燃料施設デコミッショニングに関する技術調査（7）
(旧JWTFのデコミッショニング技術)
(調査報告書)

1999年2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。

〒319-1194 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 319-1194,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1999

核燃料施設デコミッショニングに関する技術調査（7）

（旧 J W T F のデコミッショニング技術）

（調査報告書）

小川竜一郎*、石島 昇*

要　　旨

廃棄物処理建家（旧 J W T F ）を対象に、デコミッショニングの基本となる技術に関するデータベースの調査・整備を行った。

旧 J W T F のデコミッショニングに適応すべき調査データは、測定技術が 5 件、除染技術は 14 件、解体技術が 22 件である。また、これらの調査結果を基に、旧 J W T F への測定技術、除染技術、建家からの汚染拡大防止策、解体技術、遠隔解体技術の適応性について検討した。

* 大洗工学センター 照射施設運転管理センター 環境保全課

目 次

1. まえがき	1
2. 測定技術	2
2.1 放射線測定技術の調査	2
2.2 放射線測定技術の概要	2
3. 除染技術	7
3.1 流動研磨技術の調査	7
3.2 硝酸溶液熱循環除染技術の調査	14
3.3 ドライアイスblast法の調査	17
3.4 Uシール部の除染方法の調査	19
3.5 他設備との連結配管の除染技術の調査	20
4. 建家からの汚染拡大防止策	22
4.1 旧JWTFの特徴	22
4.2 汚染拡大防止策の検討	23
5. 解体技術	25
5.1 汚染飛散低減技術の調査	25
5.2 ゴムライニングタンクの解体技術の調査	29
5.3 配管類の効率的な解体技術の調査	32
6. 遠隔解体技術	34
6.1 概要	34
6.2 要求条件	34
6.3 対象設備	35
6.4 機能を重視した遠隔解体装置の概念検討	36
6.5 機能を限定した遠隔解体装置の概念検討	40
7. あとがき	42
8. 参考文献	43
図表	
付録	
1. デコミ要素技術調査資料	

図表目次

表2.1.1 放射線測定項目及び測定方法	44
表3.1.1 流動研磨法に適用される研磨剤の性状比較	45
表3.1.2 流動研磨装置の機能、仕様等	46
表3.1.3 流動研磨装置の運転手順	49
図2.2.1 放射線映像化装置	50
図2.2.2 RIDの測定原理	50
図2.2.3 高放射線量率測定(空中用)	51
図3.1.1 除染中の放射能除去率と重量減	52
図3.1.2 流動研磨法とタンク内容器との組み合わせ	53
図3.1.3 流動研磨法と攪拌機の組み合わせ(遠心流)	54
図3.1.4 流動研磨法と攪拌機の組み合わせ(上下、旋回流)	55
図3.1.5 流動研磨装置フロー図	56
図3.1.6 ドライ式流動研磨装置フロー図	57
図3.3.1 噴射ノズル概念図	58
図3.3.2 ドライアイスblast(汚染吸引装置付)フロー図	59
図3.4.1 廃液処理系統図	60
図3.4.2 Uシール除染用バルブ取り付け図	61
図4.1.1 建家管理区域指示図	62
図4.1.2 廃棄物処理建家空調換気系フローシート	63
図5.1.1 発泡剤概念図	64
図5.1.2 バックシール切断要領図	65
図5.1.3 圧縮切断技術模式図	66
図5.1.4 バキューム式廃液回収装置概略フロー図	67
図5.1.5 バキュームポンプアタッチメント(例)	68
図5.2.1 オートジゼル(高速タガネ)(例)	69
図5.2.2 各種スクレバ(例)	69
図5.3.1 自動セイバーソウ(例)	70
図5.3.2 ギロチンソウ(例)	71

図 6.4.1 電動式パワーマニプレータの外観	72
図 6.4.2 壁走行式パワーマニプレータ(例)	73
図 6.4.3 門型走行式パワーマニプレータ	74
図 6.4.4 門型走行式パワーマニプレータ分割案	75
図 6.4.5 パワーマニプレータの工具類(例)	76
図 6.4.6 マニプレータの動作範囲	77
図 6.4.7 マニプレータの動作範囲	78
図 6.4.8 エアグラインダ	79
図 6.4.9 電動ドリル	80
図 6.4.10 油圧パイプカッタ	81
図 6.4.11 ボルトカッタ	82
図 6.4.12 ソウブレード交換治具	83
図 6.4.13 アブラッシングソウユニット	84
図 6.4.14 ナットスプリッタ	85
図 6.4.15 インパクトツール	86
図 6.4.16 インパクトツール用交換治具	87
図 6.4.17 配管密封作業用目盲フランジ	88
図 6.5.1 直線切断用遠隔装置	89
図 6.5.2 直線切断用遠隔装置	90
図 6.5.3 局面切断遠隔装置(例)	91

1. はじめに

核燃料サイクル施設等のデコミッショニング計画立案や実施にあたっては、最適な適用技術の選定、廃棄物発生量、被ばく量、必要な工数等指標値の推定を行うとともに、これらの結果に基づきデコミッショニングの最適化を図る必要がある。廃棄物処理建家(旧 J W T F)のデコミッショニングに際しても、デコミッショニングの基本となる技術に関するデータベースの整備が必要である。

このために、旧 J W T F のデコミッショニングに適応すべき、測定技術、除染技術、解体技術、遠隔操作技術について国内外から収集した文献、製品のパンフレットを基に調査を行った。これらの調査結果を付録 1 に示す。これらの調査結果を基に、本文では旧 J W T F への測定技術、除染技術、建家からの汚染拡大防止策、解体技術、遠隔解体技術の適応性について検討した。

2. 測定技術

2.1 放射線測定技術の調査

原子力関連施設の解体時に必要とされる放射線測定と管理項目は、①線量当量率(空間線量当量率、機器等の表面線量当量率)、②表面汚染密度、③空気汚染濃度があげられる。

これらの放射線測定項目は、原子力関連施設の稼動中の放射線測定項目と共に通である。放射線測定の方法、技術も基本的には施設稼働中に行われる保守・点検、あるいは修理・改造などに伴う放射線測定と同じ方法と技術が適用できる。ただし解体作業時における放射線測定の特長は、①比較的高線量当量率場の放射線測定、及び②高濃度空気汚染場の放射線測定が要求される場合がある。

放射線測定項目及びそれらに係わる放射線測定技術についての一覧表を表2.1.1に示す。各放射線測定技術は、検出器を直接に測定位置に持ち込んで測定結果を直読する直接測定と、測定位置より採取した試料を別の場所で測定する間接測定の二方式に分類される。各放射線測定技術の概要を以下に述べる。

2.2 放射線測定技術の概要

(1) 測定機器

① 線量当量率の測定

作業環境での空間線量当量率や放射能を内蔵した機器の表面線量当量率の測定器の種類には、移動、携帯して測定するサーベイメータと固定、設置して監視するエリアモニタがある。

一般にサーベイメータは、電離箱式、GM計数管式、シンチレーション式等の直接測定方式の検出器が使用される。電離箱式では測定結果はSv/h単位で表示され、X線、γ線の線質によらず正しい測定が行われるので、

表面線量当量率の測定に適している(ただし200keV以下ではわずかに補正が必要である)。GM計数管式、シンチレーション式では、測定結果は計数率(カウント/秒、等)として表示し、元来線量当量率の測定が目的ではない。しかし便宜上、線量当量率に換算できるように、特定線質の γ 線源で校正したSv/h単位の目盛りが施されたものが多い。従って線質の異なる γ 線源の測定時には、そのエネルギー依存性を考慮し、又は校正定数を用いて換算する必要がある。なお、有機シンチレータのシンチレーション式サーベイメータは、電離箱式に近い特性をもつものもある。GM計数管式、シンチレーション式サーベイメータは、一般的に電離箱式より高感度で低レベルの空間線量当量率測定に有効である。

エリアモニタは、サーベイメータと同様の検出器を固定式で使用する他、間接測定方式として、熱螢光線量計(TLD)等の試料を測定場所で一定時間曝露した後、これを回収して測定する方法がある。サーベイメータは、安定性の点から電離箱式が多く、感度を補うために大型にし、又は加圧ガスを用いた物が多い。

②表面汚染密度の測定

施設の床、壁、及び機器等の表面汚染は、直接測定方式では計数管式のサーベイメータで測定する。一般に測定感度を高めるため、薄くて広い入射窓が使用される。また検出器固有のバックグラウンド計数率を低減した汚染検査用サーベイメータもある。

間接測定方式は、汚染表面をスミヤロ紙で拭き取り、その放射線を測定するスミヤ法(ふきとり法)がある。検査場所の空間線量当量率の高い場合は、直接測定方式の適用が困難なことから、間接法であるスミヤ法が有効で、とくにルーズな汚染の場合は検出感度が高い。スミヤ法での測定は、まず検査する表面を区切ってろ紙で拭き取り、その紙をサーベイメータ又は放射能測定装置で測定し、その結果を拭き取り面積とろ紙への放射能拭き取り効率で割って、単位面積あたりの表面汚染密度を算出する。

③空気汚染濃度

揮発性、あるいはガス状放射性物質を扱わない施設では、空気汚染濃度の測定対象は空气中ダストが主となる。ダストは、種々の採取方法でろ紙等に採取して測定する。ダストの採取方法には、ろ紙によるろ過式が一般的であるが、他に電気集塵法やガムドペーパー法等もある。ろ過式ダストモニタは、ろ過式集塵器の補集部に放射線検出器を付属させたもので、空気の平均流速、補集時間などから空気中の放射能濃度を算出する。

(2) 廃棄物処理建家(旧JWTF)の放射線測定項目と特徴

以下に、廃棄物処理建家(旧JWTF)の解体時の放射線管理と放射線測定への適用を考慮した、放射線測定技術と放射線測定方法を検討した。

① 線量当量率の測定

(イ)一般事項

旧JWTFの稼働中に使用されていたエリアモニタ等検出器が流用できる。しかし、機器の撤去手順等によっては必ずしも解体作業時のモニタリングに利用出来ない場合があるので、可搬型エリアモニタを適所に配置して併用する。

(ロ)高線量当量率場の測定方法

中和槽、定量槽、計量槽及び蒸発缶等の汚染レベルの高い機器については、周囲の線量当量率が高いことから、測定時の被曝防護等の観点から遠隔又は短時間に測定出来る放射線測定技術の選定が必要である。

遠隔測定方式は、サイクル機構で開発した「放射線映像化装置(RID)」が、汚染された機器に対して遠隔で迅速に線源位置の特定が可能である。図2.2.1と図2.2.2に示す。遠隔測定技術の一例として、高放射線量当量率測定装置の概念を図2.2.3に示す。

(ハ)狭隘場所の測定

旧JWTFの解体時には、人間の立ち入り、あるいはサーベイメータの持ち込みも困難な狭隘部位の測定が必要となる。

測定方法は、熱蛍光線量計(TLD)又はフィルム・バッチ等、小型の間接方式の検出器を小さな容器に入れ、一定期間測定場所で曝露後、回収し照射線量を測定する方法が考えられる。

②表面汚染密度の測定

(イ)一般事項

旧JWTFの解体時において、放射性物質を内蔵した機器の分解、除染等の作業は、空気汚染とともに表面汚染物質の飛散の可能性があるため、作業の都度表面汚染サーベイを実施して、安全を確認する必要がある。

(ロ)高線量当量率場の測定方法

高線量当量率場では、バックグラウンド放射線のレベルが高いために、直接サーベイ法による汚染の測定は困難であり、間接測定法(スミヤ法)が必要となる。

スミヤ法の適用が困難な例として、目地などに浸透した汚染の測定があげられる。この場合にもRIDは適用が可能である。

汚染の早期発見のためには、作業場所近くにバックグラウンドレベルの低い区域を確保しておくことが望ましい。

(ハ)狭隘場所の測定

人間の立ち入り、あるいはサーベイメータの持ち込みも困難な狭隘部位の測定には、スミヤ法、あるいは上記のRIDの使用が考えられる。

(3)測定手順

旧JWTFの解体時の放射線測定手順の概略を以下に述べる。

①空間線量当量率マップの作成

前項に記載した方法等により測定した空間線量当量率を建家配置図に記入し、作業中の被曝管理に使用する。なお、解体撤去作業において、線源となる機器の移動や遮蔽の撤去等により、随時作業エリアの空間線量当量率が変化するので、空間線量当量率マップは適時最新のデータに更新する。

②汚染マップの作成

前項で記載した方法等により、測定した汚染状況を建家配置図に記入し、作業中の管理区域のエリア分け及び作業の防護具の装備に使用する。汚染マップについても、解体作業の進行に応じて汚染エリア及び汚染密度が変化するので、適時最新のデータに更新する。

③空気汚染濃度の測定

空気汚染を発生させる作業としては、放射性物質を内蔵する機器の解体等が考えられる。これらの汚染空気は、基本的にグリーンハウス等に封じ込められる。このため空気汚染濃度の測定は、建家の区画及びグリーンハウス等の空間単位ごとに実施する。

空気汚染場所で作業を行う場合、作業員は決められた呼吸保護具を着用する。作業後には作業者の鼻スミヤなどを行って、内部被曝の可能性の有無を確認する。

また空気汚染濃度の測定は、解体作業の進行に応じて随時実施するとともに、汚染の可能性のある区画については連続的に監視する必要がある。

3. 除染技術

3. 1 流動研磨技術の調査

3. 1. 1 流動研磨技術の特徴

(1) 概要

流動研磨技術は解体前除染を目的とし、系統配管の除染を前提に開発された技術である。

除染原理は、汚染した配管内を流体と微粒子状の研磨材を混合した状態で流動させ、流体の乱流により研磨材を配管表面に激突させることにより、研削効果を発生する技術を利用したものである。

(2) 特徴

流動研磨技術の特徴を以下に示す。

① 流動研磨技術の利点

- 物理的除染法のため、被洗浄物の表面状態や材質等に影響されず、高い除染係数(D F)が期待できる。
- 常温での運転が可能である。
- 放射能及び研磨片は懸濁物として系内を循環するため、ろ過処理により容易に除去でき、また廃水の処理も同様の理由により容易である。
- 除染装置は比較的簡単な構成である。

② 考慮すべき点

- 流速を必要とするため、大口径配管や、槽類への適用が難しい。
- 研磨材のトラップが生ずるため、複雑な配管や継手類への適用には注意が必要である。

3. 1. 2 適用例の検討

J P D R で行われた実証試験では、浄化系配管に適用し非常に有効な除染結果を得ており、IAEA-TECDOC-511に比較的詳細な報告がある¹⁾。

研磨材には平均粒径 $\phi 0.5\text{mm}$ のボロンカーバイド(B_4C)を20wt%の濃度で常

温の純水に混入し、内面積 1.8m^2 相当の配管を48時間の除染時間で平均1,100のD.F.まで除染した。また全 $540\mu\text{Ci}$ ($2.0 \times 10^7\text{Bq}$) の放射能が除染され、D.F.と除染内面積の積で計算すると、最終的な配管表面の汚染残留量は、平均 $2.7 \times 10^{-5}\mu\text{Ci/cm}^2$ (1.0Bq/cm^2) 程度となる。従って徹底除染に近い除染効果が得られているものと評価できる。運転の条件変更は、12時間運転後に研磨材を交換し、また29時間運転時に流速を 4.8m/sec から 6.7m/sec に上昇させるなどの条件変更を行ない、最終的に平均D.F. 1,100を得ている。図3.1.1に除染時間と除染率の関係を示す。

廃水処理方法としては、薬液を使用しないため、フィルタによるろ過処理を行い、放射能濃度 $6 \times 10^{-5}\mu\text{Ci/ml}$ (2.22Bq/ml)、固体懸濁成分 $1,000\text{ppm}$ の廃水が放射能濃度 $1 \times 10^{-6}\mu\text{Ci/ml}$ ($3.7 \times 10^{-2}\text{Bq/ml}$)、固体懸濁成分を 10ppm まで清澄され、廃水処理が非常に簡便であったことが報告されている。

3.1.3 適用可能範囲の検討

旧JWTFの除染方法として、流動研磨技術の適用可能な範囲を検討するとともに、従来の流動研磨技術の適用が困難な部分に流動研磨技術を適用するための技術改良の検討を行った。

(1) 流動研磨法の適用可能な範囲

充分な除染能力が得られる流動研磨技術の適用範囲は、 4m/sec 以上の内部流速の達成可能な配管に限られる。このためポンプ流量の制約より、適用可能な部位は小口径の配管に限定される。また分岐配管や拡張部、バルブやユニオン等への研磨材のトラップが生じるため、比較的単純系統の配管への適用に限定される。

旧JWTFでは、主な配管口径も 50A 以下であるため、殆どの内装機器連結配管について必要流速を確保可能と考えられる。また旧JWTFの連結配管は殆どがフランジ単位で接続されていることから、比較的容易に除染範囲が設定可能である。バルブやユニオン等、研磨材のトラップ原因となる部位を除外して除染範囲を設定することも可能と考えられる。

また配管長さに関する制限は、主として必要流速を得るためにポンプの能力に依存するため、旧JWTFの対象配管を考慮して、設計時に充分な容量のポンプを選定することが重要である。

(2) 技術開発の必要な部位

廃液処理室にある内装機器の定量槽、計量槽へ流動研磨法を適用するには、槽表面で十分な流速を確保するための技術開発が必要である。過去の検討では、槽内部に内容器を挿入し槽内部の流路面積を小さくすることにより流速を確保する方法、及び攪拌機を挿入して、旋回流により流速を確保する方法が提案された。今後、これら技術の適用性について研究開発が必要である。

① 内容器を用いる方法

内容器の概念図を図3.1.2に示す。十分な流速を確保するためには、槽サイズに近い寸法の内容器を挿入する必要がある。しかし、大型の内容器を小さな開口部より槽内に挿入することは困難であり、また液の流動しないよどみが生じないよう、槽表面に沿って均一な流速を得ることも困難な点が多いと考えられる。これらの点より、内容器法より、むしろ以下に述べる攪拌機を用いる方法が可能性が高いと考えられる。

② 攪拌機を用いる方法

インペラ式攪拌機を定量槽、計量槽上部のフランジから挿入し、攪拌、流動する方法に加えて、スクリュー型の攪拌機を用いる方法の2案を検討した。

(1) 遠心流を利用する方式

最初に遠心ポンプのインペラを利用した攪拌装置を検討した。槽上部の150Aフランジから槽内に挿入できるインペラの直径を12cmとし、これを一例としてモータにより3,000rpmで回転させる場合、インペラの速度は18.8m/秒となる。一方、定量槽と計量槽の直径はそれぞれ55cmと65cmであり、インペラに攪拌された流体の流速も槽中心から外へ移動するにつれて減衰す

ると考えられることから、槽表面で4m/sec以上の流速を得るのは簡単ではないと考える。しかし、攪拌により生ずる研磨材の挙動は、液の乱流による攪拌ばかりでなく、遠心力による衝突も寄与すると考えられるため、通常の流動研磨のメカニズムよりも、高い除染効果の得られる可能性もある。遠心流を利用した攪拌法の概念図を図3.1.3に示す。

(d) 上下流、旋回流を利用する方式

スクリュー式インペラを利用して、上下方向の攪拌流と周方向の旋回流を利用する方式を検討した。前項と同様に、モータを用いてスクリューを駆動すると、槽下部に向かって噴流が生じ、槽下部の曲面から周囲を旋回して上部に至る上下流が生じ、再度スクリューに吸引されるような流れを生じ、槽内面で除染効果を得る方法が考えられる。上下流、旋回流を利用した攪拌法の概念図を図3.1.4に示す。

3.1.4 研磨材の選定

流動研磨法で使用される研磨材に要求される性能としては、研削力、耐磨耗性、流動性、スラッジ発生量の少ないこと、二次汚染の少ないこと、使用する流体に対する安定性等の点があげられる。

研磨材としては、B₄Cの実績があるが、旧JWTFへの流動研磨法の適用に当たっては、比較的系統が複雑であり、且つ槽内流動除染に適用可能な研磨材を改めて選定することが必要である。

一般産業界や原子力分野の各種研磨技術で実績のある研磨材は、その材質より樹脂性、金属性、人造無機質等に分類される。樹脂製研磨材は、硬度や比重の点で金属表面に対する研削力が小さく、今回の目的には不適当と考えられる。金属製研磨材は、樹脂に比較して硬度が高く、高比重で研削力があるものの、比較的粒径が大きく高比重であるため、流動性が悪いこと、及び材質によっては研磨材への錆の発生もあるため不適当と考えられる。一方、無機質の人造研磨材は、研削力、流動性及び流体に対する安定性において流動研磨法に適していると考えられ、特に硬度の点でSiC及び

B_4C が優れている。表3.1.1にSiCと B_4C の比較表を示す。また、以下に主な研磨材の特徴を示す。

(1)樹脂製研磨材

ナイロンやテフロン製のプラスチックビーズ、カットプラスチックなどがある。一般に樹脂研磨材の硬度は低く、比重も軽いため、プラスチック製品のバリ取り、プラスチック製品の艶消し等の非常にソフトな効果を狙った用途に使用されている。粒径は0.1mm～2mm程度でビーズ状や円柱状のものが選定可能である。ただし、金属表面への研削効果は無いとされており、今回の用途においては期待する除染効果は得られないと思われる。

(2)胡桃殻

胡桃殻は、樹脂性研磨材と同様の目的で使用され、比較的ソフトな効果を持つ研磨材である。研削力は殆ど無いとされているため、今回の目的には適合しないと思われる。

(3)ガラスピーブズ

ガラスピーブズは球形で、一般的には表面を冷間加工して強度を高めるショットピーニングを目的として使用することが多い。粒径は0.1mm～1mm程度で表面に対してハンマー効果を与え、研削効果は殆どないとされる。材料に影響を与える、汚染性と消耗量が低いため、ウェットblastの研磨材として検討され、ルーズな汚染の除去や対象物の再使用を目的とした除染に適するものと思われる。治工具やタービンブレードのblast除染に実績がある。汚染の形態にもよるが、今回の目的にはより研削効果の高い研磨材を選定する必要がある。

(4)スチールグリッド

球状のスチール粒を二つ以上に割った金属性研磨材で、三角錐、四角錐の鋭角部を持つ。硬度Hv500～580程度と固く特に研削能力が強いため、研磨効果は高いものの、除染装置の磨耗等を考慮する必要がある。また比重が大きいため、流動性や研磨材の回収性に欠けると思われる。また容易に

錆が発生することから、水と併用する場合には防錆材の混入が不可欠となる。このため、廃液処理の容易性の観点から流動研磨法には不適当と思われる。

(5) アルミカットワイヤ

アルミの細線を切断した金属性研磨材で、スチールグリッドに比べて比較的ソフトな研磨効果を持つ。粒径は、 $\phi 0.5 \times L 0.5\text{mm} \sim \phi 2.0 \times L 2.0\text{mm}$ の範囲で選定可能である。スチールグリッド同様、比重が大きいため、流動性や研磨材の回収性に欠ける欠点がある。

(6) ステンレスカットワイヤ

ステンレスの細線を切断した金属性研磨材で、Hv440～480と硬く、粒径は $\phi 0.3 \times L 0.3\text{mm} \sim \phi 2.0 \times L 2.0\text{mm}$ の範囲で選定可能である。アルミカットワイヤより強力な研削力を持つが、スチールグリッド同様、比重が大きいため、流動性や研磨材の回収性に欠ける欠点がある。

(7) アルミナ(Al_2O_3)

無機質の人造研磨材であり、純度により褐色アルミナ、白色アルミナに分類される。真比重は4.0前後であり、炭化珪素の3.2に比較するとやや重い。硬度はヌープ硬度2,000程度で、後述するSiCやB₄Cに比較するとやや劣る。粒径は、JIS R6001に規程されているが、概ね $\phi 0.05\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 程度の粒径を選定出来る。研削力は比較的強いが不純物の成分により、脆さ硬度等の性状が変化する。粉碎しても研磨力が持続するが、スラッジ化するため極力粉碎し難い材質を選定する必要がある。この他、単結晶アルミナが選定可能である。独立した結晶粒で多面体状をしており研削効果は高いとされる。アルミナの研磨材を使用した除染例としては低圧ウエットブラストによるタービンブレードの除染がある。

(8) 炭化珪素(SiC)

無機質の人造研磨材で、純度、色によりカーボランダム、グリーンランダムに大別される。真比重は3.2前後であり、硬度はヌープ硬さ2,500程度

でアルミナの2,000に比較するとやや硬く、流動研磨に適用可能な研磨材と思われる。

(9) ボロンカーバイド (B_4C)

無機質の人造研磨材で、ヌープ硬さ2,800程度と非常に固く、真比重は2.5前後で流動性も良好でスラッジの発生も少ない。流動研磨実証試験においても、本研磨材を用いて高いDFを得た実績があり、流動研磨に適用可能な研磨材と思われる。

3.1.5 機器の概略仕様

旧JWTFに流動研磨法を適用する場合に必要な機器構成、及び機器仕様の必要事項を検討した。

(1) 構成機器

除染装置は、循環ポンプ、研磨材供給装置サージタンク、カートリッジフィルタ、研磨材回収装置、除染液浄化装置等、比較的単純な構成となる。図3.1.5にフロー図を示す。また表3.1.2(1)～(6)に装置の機能、仕様等の概要、表3.1.3に運転手順を示す。

(2) 適用範囲と必要条件

流動研磨法は、各系統配管に適用可能である。今後、ポンプ容量、研磨材使用量、サージタンク容量、フィルタ容量等の具体的な除染機器仕様を決定するうえで、配管径、配管の長さ、ベントの数、バルブの数と構造、系統配管の高低差、拡張部、ティーズ、ユニオン等の構造と数等の施設条件を調査する必要がある。

3.1.6 ドライ式流動研磨法の検討

流動研磨技術の欠点は、大口径配管への適用においてポンプ容量が非現実的なものとなってしまうことである。例えば4.8m/secの流速を得るのに、40Aの配管では360L/minの流量で十分であるのに対し、100Aの配管では2,200L/minの流量を必要とする。これらの問題を解決するための方法として、空気を利用したドライ式の流動研磨技術の利用が考えられる。一般に空気

流では、水の流動に比べて比較的容易に高い流速を得ることが可能である。圧力空気と噴射ノズルを用いて研磨材を噴射し、blast作業を行なうドライblast技術は既に確立した技術である。噴射ノズルの作業範囲は、blast材の噴射角度と距離に依存する表面に限定され、死角となる面は除染できないため、配管内面等の除染には不適当である。しかし配管のような閉じた系において、空気の流速を一定にすることは可能である。長尺配管において、連続した研磨材の流れを発生させることができれば、非常に有望な技術である。

粉粒体の気送技術は一般産業界で確立しており、既に表面処理技術への応用として、高密度の研磨材を空気で圧送して配管内面を研磨する技術が存在する。原子力施設への適用は、今後の課題であるが、研磨材や排気に同伴する研削片と研磨材及び放射能の分離はドライblastにおいて既に確立した技術である。このために、大きな研磨効果を持つ適切な研磨材の選定や、研削効果を発生させる乱流等の発生技術が大きな開発課題となる。本装置の概念フロー図を図3.1.6に示す。

3.2 硝酸溶液熱循環除染技術の調査

3.2.1 硝酸溶液熱循環の適用性

硝酸溶液熱循環法は、旧JWTFの蒸発缶設備の除染への適用が考えられる。硝酸溶液は、旧JWTFの主汚染物として沈着していると考えられる硝酸ナトリウムに対する溶解性が良好であり、除染液として適している。一方、蒸発缶材質であるオーステナイト系ステンレス鋼は、常温の硝酸溶液に対して非常に安定である。付着性汚染以外の結晶粒界や表面腐食層へ浸透した汚染に対しては除染効果が限定される。このために硝酸溶液を加熱して腐食性を増すことにより、ステンレスの結晶粒界や表面腐食層へ浸透した汚染に対しても除染効果が増すことが考えられる。以上の点から、硝酸溶液熱循環技術はステンレス容器の除染に適している。また、蒸発缶

設備のように加熱装置を持つ設備には比較的容易に適用できる点で、優れた除染法と考えられる。

3.2.2 硝酸溶液熱循環の特徴

(1) 利点

- ・設備のボイラが加熱循環に利用できる。
- ・細部、狭隘部まで除染できる。
- ・ステンレス材料に対する腐食が少ない。
- ・中和槽を利用すれば、廃水の処理が容易である。

(2) 考慮すべき点

- ・除染液の取扱いには充分な注意と防護装備を必要とする。
- ・中和のため慎重な処理操作を必要とする。

3.2.3 廃液発生量の推定

(1) 廃液発生量

除染を行うには、ボイラー部及びカラム部の殆どの容積に硝酸を充填する必要がある。ボイラ側容積は、約300㍑×2基及びカラム側容積は約700㍑×2基である。従って、2系統それぞれに新規の硝酸溶液を使用するとすれば、2,000㍑の硝酸溶液が必要となる。しかし、溶解する汚染物量は非常に少なく、硝酸除染液の劣化は少ないと考えられることから、硝酸溶液を繰り返し使用し、硝酸廃液の発生量を低減することが考えられる。一例として、酸溶液を2回使用すると仮定すると、発生廃液量は1,000㍑となる。実際には、比重測定等の方法で硝酸溶液中の金属イオン濃度を簡易的に評価することにより、硝酸除染液の劣化度を管理し、再利用回数を決定する。

また硝酸除染の後、脱塩水等を使用してリーン作業を行うものとし、各設備につき1回のリーン作業を行うこととすると、約2,000㍑の廃水が生ずる。従って合計3,000㍑の廃液が発生する。さらにここでは考慮しないが、中和処理を行うためには、安全を考慮して更に希釈する必要があると考えられ、発生する廃液は更に増える可能性がある。

(2) 硝酸溶液のpH

動燃技報No. 82では、硝酸による除染に使用した硝酸溶液の濃度は0.5規定であった。今回の作業においても同濃度の硝酸溶液を使用することとし、0.5規定硝酸溶液1,000㎕をリンス工程で使用する。水により約3倍に希釀すると考えると、中和槽に送られる廃液は0.16規定(pH約0.8)と考えられる。

(3) 廃液中の放射能濃度

蒸発缶に含まれる放射能量は総計で 3.1×10^{10} Bqである。硝酸溶液熱循環法による除染係数を100とすると99%の放射能量が廃液中に移行する。従つて廃液の放射能濃度は次式で計算できる。

$$(3.1 \times 10^{10} \text{Bq} \times 0.99) / (3,000 \mu\text{l} \times 1,000 \text{ml}/\mu\text{l}) = 1.02 \times 10^4 \text{Bq/ml}$$

3.2.4 硝酸溶液熱循環の廃液処理法

除染により発生する硝酸廃液は、原則として中和処理を行った後、「常陽」廃棄物処理施設(JWTF)に移送する。中和剤は、旧JWTFで取扱い経験の豊富なNaOHが適当と思われる。しかし、JWTFの廃液受入れ基準(最大放射能濃度)を、JWTFと同一の1,100Bq/mlとすると、上記の硝酸廃液はJWTFへ送ることができず、旧JWTF内で処理することが必要となる。

即ち、除染で発生した硝酸廃液とリンス廃液は、蒸発缶設備の濃縮液受け槽にドレンアウトし、更に定量槽に圧送して定量槽のオーバフロー配管から中和槽に移送する。廃液は、冷却後に薬液供給槽からNaOHを供給して中和処理を行う。定量槽のオーバフロー管は槽上部にあるためオーバフローできない廃液が残留するが、中和操作を行う際にエアーリフトで中和槽と計量槽を循環させることで計量槽の廃液も中和可能である。中和した廃液は、固化室の乾燥溶融固化装置で固化処理する。固化処理で発生する凝縮水は、放射能レベルを測定した後にJWTFに移送し、ガラス状の固化体は廃棄物管理施設に移送する。

3.3 ドライアイスblast法の調査

3.3.1 ドライアイスblast法の概要と適用性

(1) ドライアイスblast法の概要

各種アイスblast法のうち、ドライアイスblast法を中心に検討した。ドライアイスblast法は、ドライアイスペレットを空気流とともに汚染表面に噴射し、比較的付着力の弱い汚染物を除染する技術である。ドライアイスペレットは、液化炭酸ガスをノズルから噴射し製造するが、ドライアイス自体の硬度があまり高くないため、ペレット製造工程で水を混入してblast材の硬度を増し、研削効果を高めている。また通常のアイスblast法に比べて、廃液発生量が少ない点で優れている。

(2) ドライアイスblast法の適用性

強固に固着した汚染物に対して、十分な除染効果が得られるかを検討した。

ドライアイスblastの研削力を増加するための主な因子は、blast材の硬度及びblast材の吐出圧である。硬度の上昇については、既に水の混入を行った経緯があることから、更に研削力を増加するため、圧力を増加することが考えられる。即ち現状の7~8kg/cm²の吐出圧力に対し、15kg/cm²程度に上昇することを検討する。コンプレッサ容量を大幅に増加する必要があり、また局排装置の容量も増加させる必要があるものの、高い除染効果が得られる方法と考えられる。また、廃液タンク室のゴムライニングタンク類は、高圧ハイドロジェット法で充分な除染効果が得られない場合の代替案として、ドライアイスblast法の適用が考えられる。

ドライアイスblast法は、高圧ハイドロジェット法に比べて高い除染能力を持つため、ゴム表面に付着し、さらに一部浸透した汚染物の除染に効果が期待できる。ただし、ゴムを過剰に研削する場合には、研削片の処理や研削面への再汚染等が問題となる。このため、適用に際して事前にゴムライニング面へのアイスblast法の適用性確認試験を行う必要がある。

3.3.2 ドライアイスblast法の特徴

(1) 利点

- ・二次廃棄物の発生が殆ど無い。
- ・比較的複雑な形状の対象物に対し適用可能である。
- ・噴射ノズルの磨耗が殆ど無い。

(2) 考慮すべき点

- ・固着性の汚染には除染効果が限定される。
- ・基本的に乾式であり、周囲への二次汚染が発生する可能性が高い。また除去された放射性汚染物の回収が困難
- ・大量の炭酸ガス及び圧力空気を噴射するため排気設備が必要。

3.3.3 局部排気設備の検討

(1) 局部排気の必要性と排気設備容量の検討

アイスblast除染により、汚染面から除去された放射性汚染物の周囲への飛散を防止するため、除染作業雰囲気は周囲に対して負圧に維持する必要がある。このため、噴射する圧力空気と炭酸ガスの容積を上回る排気風量が必要となる。

一般にアイスblast法で噴射する空気量は約 $10\text{m}^3/\text{min}$ であり、ドライアイスの噴射量も $2\text{kg}/\text{min}$ 程度となる。このため、内部を負圧に保ち、且つ発生する空気と炭酸ガスを排気するためには、少なくとも $20\text{m}^3/\text{min}$ 以上の排気風量が必要である。

(2) 汚染物質の捕獲の必要性

通常湿式のハイドロblast法は、blast噴射で剥離した汚染物質は水などの洗浄液中に移行し、フィルタ等に捕捉される。しかし乾式blast法であるアイスblast法は、汚染の移行する媒体が僅かな量の水と炭酸ガスに限られ、周囲に汚染が飛散する二次汚染、また除染済の面への再汚染の可能性が高い。

このため飛散する汚染物質を排気中に取り込み、バグフィルタやヘパフ

ィルタ等で捕捉する必要がある。強力な負圧を発生するファンと排気設備と組み合わせた汚染吸引装置、あるいは吸引式装置と組み合わせた噴射ノズルを併用することが有効と考えられる。

(3) 局部排気設備の検討

従来のアイスblast法は、上記の局部排気による負圧の維持、及び汚染物質の飛散の問題から、使用場所は除染施設内、あるいはフード、グループボックス内等に限定されていた。しかしこれらの問題点が解決されれば、アイスblast法の適用範囲を大きく拡大し、解体時の*in situ*除染等にも適用可能となる。このための局所排気設備の概念を図3.3.1及び図3.3.2に示す。

旧JWTFは、周囲の負圧維持、及び除去された汚染物の回収を一元的に実施する設備である。今後の開発課題として、現状では操作性や吸引性能の面で比較的平坦な面に適用範囲が限定されること、及び溶融固化装置内へ適用するために小型化が必要である。

3.4 Uシール部の除染方法の調査

(1) 本設備の特徴

計量槽から乾燥溶融固化装置への廃液移送配管にあるU字型水封シールは、廃液の滞留が原因と思われる線量当量率の上昇が生じている。

中和槽で発生するCPを含んだ沈澱物が、液が常時滞留するUシール部において沈降し、固着が促進されたものと考えられる。除染実績として、既設の除染配管を用いたフラッシングで、線量当量率を100mSv/hを20mSv/hにまで低減されたことが報告されている。

(2) 除染方法の検討

汚染が固着浸透した配管表面には、物理的な除染法が有効であり、配管内面に適用可能な流動研磨法が有望である。Uシール部の汚染は、下部および曲面の外側に集中すると推定されるため、配管内曲面への適用性を考

慮する必要がある。流動研磨法は、水より高比重の研磨材を使用するため、配管曲面では遠心力により研磨材が流動方向外側に偏るため、高汚染部への研磨効果が比較的大きいと期待できる。

図3.4.1に定量槽、計量槽、Uシール部付近の廃液処理系系統図を示す。Uシール部は、エアリフトセパレータと乾燥溶融装置の間にあり、当初系統内には流動研磨法の障害となるバルブ等はなかった。また、計量槽までの上流側も流動研磨の障害とならないボールバルブがあるのみであった。しかし、平成元年度の除染配管の新設工事により、遠隔操作用の電動ボールバルブ及び電磁バルブが新たに追加された。このために、一括して流動研磨除染を行うことが困難となった。図3.4.2にUシール除染用バルブ改造図を示す。

即ち、エアセパレータ下部に新設されたボールバルブは、構造的に流動研磨の障害とならないが、Uシール出口部の固化装置側配管に新設された電磁バルブは流動研磨の障害となる。このため、除染に先がけてこの電磁バルブを撤去し、計量槽から電磁バルブを撤去したUシール出口部までの配管系統、及びUシール出口部から下流の溶融固化装置までの配管系統の2系統に分割し、流動研磨法を適用することが考えられる。

3.5 他設備との連結配管の除染技術の調査

除染の対象となる主な他設備との連結配管は、以下の通りである。

(1) 内装機器間及び設備室間の連結配管類

- ・ 中和槽から蒸発缶設備への廃液移送配管：口径15A～25A、長さ約20m程度
- ・ 各廃液タンク間の廃液移送配管類：口径15A～50A、長さ約15m程度
- ・ 中和槽、定量槽、計量槽間のエアリフト配管：口径25A、長さ約10m程度
- ・ 各塔槽類からのドレン配管：口径25A、長さ約15m程度
- ・ ドレンピットから廃液タンク類への移送配管：口径40A、長さ約15m程度

(2) 建家間の連結配管類

- ・付属建家低レベル配管：口径40A、長さ約30m
- ・付属建家高レベル配管：口径25A、長さ約30m
- ・メンテナンス建家低レベル配管：口径25A、長さ約120m
- ・メンテナンス建家高レベル配管：口径40A、長さ約120m
- ・F M F系低レベル配管：口径40A、長さ約100m
- ・F M F系中レベル配管：口径65A、長さ約100m
- ・廃棄物管理施設への移送配管：口径50A

内装機器間及び設備室間の連結配管の除染法としては、流動研磨法の適用が考えられる。配管径は最大65Aであり、除染に必要な流速が確保可能と考えられる。一方流動研磨法の適用にあたって考慮すべき点は、液を循環するための配管が比較的長く、かつ途中に障害物が存在することである。特に配管長さについては、凡そ40A配管約1.8m³(約14m程度と算定される)である。このことから、配管の流動研磨除染に当たっては、十分にポンプ容量を検討する必要がある。

同様に、建家間の連結配管類についても、流動研磨法の適用が考えられる。ただしこの場合、建家外の非管理区域に洗浄液循環のための配管を新設する必要があり、放射線管理上問題となる。このため、配管内に化学除染液を注入、静置して除染を行う化学浸漬法の適用も考えられる。

4. 建家からの汚染拡大防止策

4.1 旧 J W T F の特徴

(1) 旧 J W T F の気密性

旧 J W T F では、放射性廃液の処理を各種配管、タンク、塔、槽類の内部で取り扱うことから、通常の使用条件において放射性物質の漏洩が無いことを前提としている。従って、セル構造のような厳密な気密性は考慮していない上、エアロックによる外部との遮断設備も備えていない。図4.1.1に示すように、旧 J W T F 内の設備のうち、建家外へ空気が漏洩する可能性がある箇所は、トラックロック室、廃液処理室前通路、制御室にあるサッシ窓、固化室前通路とトラックロック室にあるシャッタ及びドアである。建家内で空気汚染が生じた場合に、それらの気密性は期待できないため、4.2項に示す対策を施す必要がある。

(2) 換気系

旧 J W T F 内の主要な換気系は、図4.1.2に示すように、廃液処理室関係(廃液処理室、固化室、蒸発缶室、操作用フード、倉庫)と高・中・低レベル貯蔵庫を給排気するVS-1/VE-1系、廃液タンク室とベントコレクションを給排気するVS-2/VE-2系及び機械室を給排気するVS-3/VE-3系の給排気系設備で成り立っており、ボリュームダンパにより負圧と空気流線の調整が可能な構造になっている。従って、上記の系統毎に負圧を管理することは可能である。但し、部屋毎には調整ダンパを装備していない。図4.1.1の建家管理区域指示図にシャッタ、サッシ窓、ドアの位置を示す。また図4.1.2に廃棄物処理建家排気系フローシートを示す。

(3) 管理区域の区分

旧 J W T F 本施設では、図4.1.1に示すように、非管理区域と管理区域はチェンジングルームを境界として区域分けされ、作業員の退域時に、作業員の汚染検査と管理区域からの持ち出し物品の汚染検査が行なわれている。

従って、汚染物が管理区域から非管理区域に持ち出されることはないものと考えられる。

4.2 汚染拡大防止策の検討

解体作業時には、開放された内装機器から放射性物質が飛散することを前提とする。解体作業を行う前に準備作業として養生等により建家本体の汚染防止と外部への汚染拡大防止を図る必要がある。また解体作業中には、換気調整やシャッタ開放のタイミングを考慮する必要がある。

(1) 養生等の準備作業

前項で調査した通り、旧JWTFは汚染作業を前提としていない建家構造である。従って、解体作業時に汚染の付着が予想される床、壁、天井等に対しては汚染防止の目的で養生を施す。また、サッシ窓、シャッタ、ドア等の建家設備のうち、気密不良部については適切な目張りをする。その際に使用する資材は、ビニールシート、両面テープ等がある。

切断作業場所等の特に汚染が想定される場所には、以下に示す通り、グリーンハウスの設置又は汚染区域の設定を行なう。

① グリーンハウスの設置場所

- ・機器の解体作業場所
- ・解体廃棄物の養生場所(移送容器に入る前)

② 汚染区域の設定場所

グリーンハウスの設置場所以外で、汚染の可能性がある場所を汚染区域として区分けし、床、壁、あるいは必要に応じて天井等にも想定される汚染の程度に応じた養生を施す。具体的な場所を以下に示す。

- ・解体廃棄物の汚染検査場所
- ・解体廃棄物の搬送経路
- ・解体をする作業員の移動経路
- ・その他汚染機器が開放される可能性のある場所

(2) 作業時の換気調整

解体撤去作業時には、給排気設備の調整により負圧管理を行うことが必要である。解体作業場所が最も負圧が大きくなるように作業工程ごとに給排気ダンパを調整する必要がある。しかし、図4.1.2に示すように各室ごとには調整ダンパを設けていない。従って、新たに調整用ダンパを追加するか、あるいは関連各室の給排気口を目張りする方法等により、負圧調整を行う必要がある。

(3) シャッタ開放時の注意

トラックロック室からの移送容器の搬入・搬出に際しては、シャッタを開放するためトラックロック室の気圧が変化する可能性があり、建家内の負圧が十分に保てないことも予想される。従って、廃棄物の移送作業や移送容器詰め作業など、グリーンハウス外において汚染拡散の可能性がある作業を行なう場合には、万一の汚染拡散を考慮してシャッタを開放しないことを原則とする。また、シャッタ開放を行う場合には、前もってトラックロック室の空気汚染と床、壁等の表面汚染を検査し、汚染のないことを確認してから開放するものとする。

5. 解体技術

5.1 汚染飛散低減技術の調査

5.1.1 汚染固定方法

配管、塔槽類の切断時には、汚染部が開放されるため、適切な汚染固定方法を適用する必要がある。各方法の内容、用途等について以下に記載する。

(1)ストリッパブルコーティング法

ストリッパブルコーティング法は、水溶性の樹脂を主成分としたコート剤を使用し、汚染防護や除染を目的とした用途に使用される。コート剤は、水溶性のため、スプレイ塗布や刷毛塗りが容易である。国内において実績のある製品の性状及び用途の一例を以下に示す。

①代表的な性状

- ・水溶性の粘性液体
- ・PH:7.5～8.5
- ・固型分:約40%
- ・成分:アクリル樹脂、無機系顔料、塗膜強化剤、有機系添加剤、純水

②代表的用途

(イ)汚染固定

汚染作業で使用する解体用機器類や作業場所(床、壁等)の表面が汚染することを防止するために、汚染物が飛散する可能性のある場所へコート剤を予め塗布し防護膜を形成させる。これにより、汚染作業中に汚染物が飛散しても、塗布膜に汚染物が付着するだけで、機器表面や作業場所表面には直接汚染物が付着しない。特に、ビニール養生の困難な狭隘場所及び解体用機器類の汚染防止に有効である。また、後述する配管切断時の内部汚染固定にも有効と考えられる。

(ロ)その他

汚染固定以外の用途としては、表面汚染の除去がある。汚染した部分の表面にコート剤を塗布し、一定時間放置した後に塗膜を剥離する方法である。特にルーズな汚染の除去に効果的であり、手拭き等で除去できないような狭隘場所や、広面積の除染作業に適している。

(2) 発泡剤を利用した切斷法

配管の切斷を行う際に、事前に切斷する配管内に発泡剤を充填することで、切斷作業時に切粉や内部汚染物が流出することを防止する方法である。通常、原子力関連設備の解体で行われているのは、シェーピングクリーム等を利用して一時的なフォームを形成させる方法や、2液混合タイプの発泡ウレタンを注入して比較的強固なフォームを形成する方法である。いずれの方法も、残留液が有る場合の充填性は不十分であるため、事前の液抜きが重要である。

また、発泡剤の替わりに、前項で述べたストリッパブルコート剤を使用し、切斷時の汚染拡大を防止することも有効と考えられる。概略の作業手順を以下に示す。

- ①配管内残留液のドレン抜きを行う。
- ②切斷部にドリルで穴を開ける。
- ③穴からフォーム剤(あるいはストリッパブルコート剤)を注入する。
- ④セイバーソウ等を使用して配管を切斷する。
- ⑤配管切斷後に切斷面を養生して撤去する。図5.1.1に概念図を示す。

(3) 盲フランジによる汚染固定

フランジ単位での切離し作業を行った後、開放した面をメクラフランジで密閉し、汚染を固定する方法である。系統で取り扱った液の履歴と性状を確認し、パッキンやフランジの材質を選定して腐食や漏洩が無いように注意する。使用する盲フランジにマニプレータで掴めるような加工を施したり、ボルトを溶接するなどの工夫をすることにより、遠隔でシール作業を行うことも可能である。

(4) バッグシール式切断

手作業による機械的切断を行う場合には、バッグシール式切断法が実績も多く、確実なシール法である。但し、作業効率は他の工法に比較すると低い。

作業手順は、まず、切断する配管の切断部を中心とした作業領域を、グローブ付のビニールバッグで養生する。バッグの中には予め切断工具を入れておき、作業者はグローブを介して切斷作業を行う。本切断法は、フランジ単位の切離し作業にも適用可能である。図5.1.2に概念図を示す。

5.1.2 配管密封切断技術

従来の配管切断では、機械的切断、熱的切断にかかわらず、前項で述べた汚染固定方法を適用しない限り、切断時における汚染面の開放や切粉・スパッタの飛散を防止することが困難であった。これらを解決する手段として開発が進められている、配管を圧縮して切断する技術(以下「圧縮切断技術」という)についてその原理、適用性を検討する。

(1) 圧縮切断技術の原理

基本的な汚染の漏洩防止原理は、以下の通りである。

- ① 切断しようとする部分の配管を、プレス等の特殊圧縮治具で潰し、平面状に変形させる。
- ② 平面状に変形させた配管を、シャー切断刃等で剪断する。切断面は密閉されているため、汚染漏洩の可能性は非常に低いと考えられる。またシャー切断刃を使わずに、セイバーソ等の切断法を用いても切断面は密閉されているため、汚染漏洩の可能性は低くなると考えられる。図5.1.3に概念図を示す。

(2) 圧縮切断技術の種類

原子力施設内の配管は、一般的に厚肉構造のため、圧縮・剪断には困難が伴う。通常は単純にプレスしてから切断を行うが、高周波加熱器やプラズマトーチを用いて切断部を事前に加熱し、変形抵抗を下げることで圧縮・剪

断を容易にする方法も検討されている。この方法は、加熱温度にもよるが切斷面を溶着状態にする効果もあると考えられている。

本技術については、上記方法も含めて、複数のメーカー等において研究開発が行われている。

(3) 旧 J W T F への適用性

遠隔解体装置の概念検討の中で、マニプレータのアタッチメントとしての圧縮切斷装置を提案している。適用対象は、15A程度の小口径配管である(図 6. 4. 10 参照)。

5. 1. 3 残留廃液の回収技術

解体前に系統内に残留する廃液の回収技術を検討する。

(1) バキュームポンプの適用性

残留廃液の回収方法としては、バキュームポンプを利用した方法が適していると考えられる。

特徴は、床面などの平坦な面の吸埃、吸水が容易であることと、塵、水、油、スラッジ等の各種物質の吸引が可能なことである。ドレン配管により残留液が抜けなかったり、タンク底面が平坦で、底部に液が残留する場合には、適切な吸引ノズルを挿入することができれば残留液の吸引が可能となる。図 5. 1. 4 に概略作業フロー図を示す。図 5. 1. 5 に代表的なアタッチメントを示す。

(2) 配管内に残留する廃液の除去

配管内の残留廃液への適用では、残留が予想される配管の両端のフランジ部を切離し、必要に応じて系統のバルブを調整して、管内の廃液と空気が流動できるような系統を作る。

次に、フランジ部にバキュームポンプを接続し、溜まっている液を吸引する。吸引した液は、受けタンクに貯留後、ポンプで系外へ排出する。また水封配管のように液溜まりが生ずる部分で、これを排出するドレンバルブが無い場合には、吸引ノズルにより残留液の回収が可能であり、バキュ

ームポンプの性能にもよるが、長尺配管にも適用できるものと考えられる。

(3) タンク類に残留する廃液の除去

タンク類への適用では、タンクのメンテナンスフランジ等を開放し、内部に吸引ノズルを挿入してバキュームポンプにより吸引する。吸引した液は受けタンクに貯留後、ポンプで系外へ排出する(図5.1.4の概略作業フロー図を参照)。

5.2 ゴムライニングタンクの解体技術の調査

ゴムライニングタンクの解体にあたっては、被曝量低減の観点から遠隔化が望まれる。また、LED Fでの細断を考慮してゴムライニングを現場で剥離することを念頭において検討を行う。

(1) ゴムライニングタンクの切断

ゴムライニングは難燃性であり、熱的切断を行う際にはばい煙が発生するため、切断工法は機械的切断に限定して検討する。

① ニブラによる切断

ニブラは、火花が飛ばず切断粉も発生しない点では優れているものの、受け刃と動刃の間に切断部を正確に挿入する必要がある。特に曲面部の切断においては、1ステップの切断毎にX・Y方向の正確な位置決めと、切断面に対する刃の角度を調整する必要があるため、遠隔化の上では適用が困難と考えられる。

② セイバーソウによる切断

セイバーソウは小型軽量であり、遠隔装置のアタッチメントとして使用可能であるが、反動が大きく刃が折れやすいため、適切な振動防止治具及び、刃の交換用治具が必要となる。これらについては、遠隔装置との組み合わせを含めて、旧JWTFへの適用性を確認するための技術開発が必要と考えられる。

③ ディスクグラインダによる切断

ディスクグラインダは電動式、圧空式共に遠隔装置のアタッチメントとして使用可能である。切断時に多少のスパッタが発生するが、局所排気設備等で回収可能であると考えられる。曲面の切断時における遠隔操作は、X・Y方向の動作速度を制御することで可能であると考えられる。

④メタルソウによる切断

メタルソウは電動式、圧空式共に遠隔装置のアタッチメントとして使用可能である。また、スパッタの発生量はディスクグラインダより少ないものと考えられる。切断部の冷却や潤滑が必要な場合は、アタッチメントにオイル潤滑機構を追加したり、作業を断続で行うなどの対策を必要とする。曲面の遠隔操作はディスクグラインダの場合と同様である。

(2)ゴムライニングの剥離

①ゴムライニング用接着剤の調査

ゴムライニング施工仕様書によれば、セメント塗布による接着と記載されているが、セメント＝接着剤の意味であり、無機系セメントを用いるわけではない。一般に、同種ゴムの接着では、同系のゴムをベースとした接着剤、あるいは加硫処理により、強力な接着が可能であるため、今回のような加硫処理を施している場合には、表面のゴム同士の接合部は完全に同化している。

一方、金属とゴムの接着には、接着するゴムと同系のゴムをベースに、塩素系有機溶剤あるいは芳香族炭化水素系溶剤等で調合したゴムのりを使用して接着する。但し金属表面とゴム表面は結合の極性が異なるため、接着前に金属表面に事前処理を施して馴染みを良くすることが重要であるが、ゴム同士のような強力な結合を得られないのが普通である。従って、適切な剥離作業手順を検討すれば、ゴム本体や、金属に損傷を与えること無く接着部を剥離させることも可能と考えられる。

②剥離剤による剥離

ゴムライニングは天然硬質ゴム製であり、これを同系のゴムをベースと

した接着剤(セメント)でタンク内面に接着している。天然硬質ゴムは、塩素系有機溶剤(トリクロロエチレン、塩化メチレン等)や芳香族炭化水素系有機溶剤に浸されやすい。また、前記したように接着剤もこれらの溶剤をベースとしているため接着面に溶剤を浸透させることができれば剥離剤として適用可能と考えられる。但し、適用性を確認するためには予備試験を行う必要があると考えられる。

有機溶剤を用いる場合には、使用後の放射性廃溶剤の処理が必要になるため、接着面に浸透させて③項に示す物理的な剥離作業の円滑化を図るなど溶剤の使用量の少ない、補助的な使用に止めるべきと考えられる。

芳香族炭化水素系溶剤と塩素系有機溶剤の剥離剤としての適性の点では、芳香族炭化水素系有機溶剤は可燃性であるため、安全性の面で好ましくない。特に、剥離作業で使用するマニプレータが電動機器であることを考慮すると不燃性溶剤である塩素系有機溶剤を使用すべきであると考えられる。塩素系有機溶剤には、作業環境の許容値と環境への放出に厳しい制限が加えられるため、作業環境における排気設備と、排氣中の溶剤回収が重要となる。

③スクレーパによる剥離

スクレーパ(はけ)と呼ばれる剥離工具により物理的に剥離する方法であり被曝量低減のため、遠隔作業を前提とする。遠隔装置としては、ライニングを引張ながらスクレーパにより剥がす必要上2基のマニプレータが必要となる。1基のマニプレータが、スクレーパをセットした圧空式オートジゼル(高速タガネ)を装着し、もう1基のマニプレータはライニングの引っ掛け治具を装着する。引っ掛け治具でライニングを引っ張り、スクレーパで接着面を剥がしながら連続的に剥離する。遠隔による本作業の実現には、剥離作業の容易なスクレーパと、適切な引っ掛け治具の開発が必要となる。図5.2.1にオートジゼルの例、図5.2.2にスクレーパの例を示す。

5.3 配管類の効率的な解体技術の調査

(1) フランジ単位での配管切離し

旧 J W T F の設備の配管はフランジ接続が多いため、多少長尺であっても作業の効率化の観点から極力フランジ単位で切り離す。L E D F への移送容器は比較的大きいため、多くの配管類が現場切断無しで搬出可能と考えられる。作業合理化のためには、インパクトレンチ等の専用工具を使用し、事前に作業手順等を確認して効率よく切離し作業を行うことが重要である。

(2) 油圧式圧縮切断法

本切断法は、5.1.2項で詳細に述べたが、配管内部の汚染を殆ど漏洩させること無く、切断が可能であり、遠隔化にも適した技術である。直接作業を前提とする場合においても、作業者が直接関わる作業は、殆どが装置のセッティング、取り外しに要する時間であり、切断時間そのものは短時間と考えられる。

本切断法は、通常行われているバグシール式切断法に比べて作業効率がよいと考えられる(図5.1.3及び図6.4.8を参照)。

(3) 自動式電動パイプカッタ

150A以上の大口径配管には6章において詳述する、自動式電動パイプカッタが適用可能と考えられる。本装置により切断作業の省力化が図れる(図6.5.3を参照)。

(4) セイバーソウ

比較的小口径の配管切断には、セイバーソウによる自動切断装置が利用できる。切断しようとする配管にセイバーソウ本体をチェーンバイスで固定し、往復運動する鋸刃で自動的に切断するものである。本装置により切断作業の省力化が図れる。図5.3.1に外観図を示す。

(5) ギロチンソウパイプ切断機

切断しようとする配管に本体をチェーンバイスで固定し、圧力空気ある

いは油圧により往復動を繰り返す鋸刃で自動的に切断する。本装置により切断作業の省力化が図れる。また複数配管が近接している場合で、配管に装置の固定が可能である場合には複数配管をまとめて切断する方法も可能と考えられる。図5.3.2に外観図を示す。

6. 遠隔解体技術

6.1 概要

原子力関連施設用に開発されている遠隔装置としてはパワーマニプレータインセルクレーン等がある。デコミッショニングの用途としては、測定・除染・解体装置をこれら遠隔装置に装着して作業を行うこととなるが、対象設備により規模、性能が異なる。本章では、旧 J W T F の遠隔解体に適応する技術について検討した。

6.2 要求条件

(1) 被曝量の低減

放射線のレベルが極めて高い場所は、対象機器に接近することが困難であることから、遠隔操作による作業が不可欠である。また、接近が可能であっても作業時間が制限されるような放射線環境であれば、被曝量低減のために、できる限り遠隔操作によって作業を行えることが望ましい。

(2) 同種機器解体に伴う作業の効率化

寸法及び形状が似ている解体対象設備については、同様の解体作業手順となり繰り返し作業に伴う効率化が図られること、及び、遠隔装置に要求される性能が同様であるため装置の共用化が図られることから、作業の遠隔化・自動化が望まれる。

(3) 設置場所の条件

機能を重視した多関節式やスレーブ式の多機能型遠隔解体装置を設置するには、十分な設置スペース及び移動スペースを確保する必要がある。また、天井走行式/壁走行式マニプレータの採用に当たっては、マニプレータ設置時の床/壁の強度が十分であることが条件となる。

6.3 対象設備

遠隔解体作業は、高線量当量率の機器の解体において効果的であることから、旧JWTFでは、廃液タンク室、廃液処理室、固化室及び蒸発缶室において、遠隔解体を適用して被曝量の低減を図ることが望ましい。しかしながら、同種機器の有無、設置場所の条件により、以下に述べるように、解体対象設備毎に遠隔解体装置を使い分けることが合理的であると考えられる。

(1) 多機能型遠隔解体装置の適用範囲

廃液タンク室内の廃液タンクに適用する。適用理由は以下の通りである。

- ・ ほぼ同一形状のタンクが並んでいるので、繰り返し作業による効率化が期待されること。
- ・ 一基の遠隔解体装置で、ほぼ同一形状である全てのタンクが解体可能と考えられること。
- ・ 装置の設置スペース(上部、側部)に余裕のあること。
- ・ 地下1階床面の強度が十分であること。

(2) 機能を限定した遠隔解体装置の適用範囲

廃液処理室、固化室及び蒸発缶室内の機器に適用する。適用理由は以下の通りである。

- ・ 解体対象物は一品一様であり、機能を重視した遠隔解体装置で解体するとした場合、装置に要求される機能が高度となり、開発が困難なものとなること。
- ・ 一品一様の解体対象物毎に装置の設置、解体、後片付け作業を行わなければならぬので、取扱いが容易な可搬式でありかつ軽量な装置を適用することが望ましいこと。
- ・ 機能を重視した遠隔解体装置は大型になることから、設置スペース上適用が困難であること。

6.4 機能を重視した遠隔解体装置の概念検討

機能を重視した遠隔解体装置としては、パワーマニプレータ式とし、適用対象機器は、廃液タンクとする。

6.4.1 装置の概要

パワーマニプレータは、ホットケーブ内での試料移動等に主に使用されており、電動、油圧、圧縮空気作動など種々の駆動方式があるが、電動式が一般的である。操作は、操作盤のハンドル又は押釦によって、走行、横行、上下、回転、肘曲げ、肘回転、腕曲げ、腕回転、指回転、指開閉(つかみ)などの操作を行うものである。電動式パワーマニプレータの外観(例)を図6.4.1に示す。

パワーマニプレータの移動機構部としては、天井走行式、壁走行式及び門型走行式が考えられる。天井走行式の場合は、荷重を受ける走行レールを1階壁面に設置することとなるが、1階壁面の強度的な余裕が少ないとと思われる。このため、荷重を地下1階の廃液タンク室床面で受けられる、壁走行式又は門型走行式を選定する。

(1) 壁走行式

壁走行式パワーマニプレータの例を図6.4.2に示す。本方式では、廃液タンク室全体をカバーできるため、切斷作業のみならず機器のセッティングや除染作業にも利用できる可能性もある。ただし、設置工事作業中の被曝を避ける工事方法を検討する必要がある。

マニプレータの数は、走行レール近辺の範囲をカバーするマニプレータ(小)と、遠方をカバーするマニプレータ(大)の2基を設置する。

(2) 門型走行式

壁走行式は、一旦据付ければ広範囲な作業範囲が得られる反面、かなり大がかりな壁走行レール設置工事が必要となる。ここでは簡便な方法として、廃液タンク室の天井走行クレーンを利用する方法についても検討する。門型走行式パワーマニプレータの例を図6.4.3に示す。

本方式は、門型構造部上に設置されたパワーマニプレータが走行、横行及び昇降動作を行うことによって、タンク基に必要な動作範囲を得るものである。

切断片搬出用として想定している天井走行クレーンの吊り荷重は3tである。門型走行式の各要素は、図6.4.4に示すように個別重量が3t以内になるよう門型構造部、走行部、横行部、昇降部及び、マニプレータ部等に容易に分割できるようにしておき、タンク基解体ごとに天井クレーンで移動する方式とする。

6.4.2 遠隔作業の内容

廃液タンクの解体で適用することが望ましい作業は以下の通りである。マニプレータのハンド部は、遠隔操作により各種の工具(アタッチメント)が脱着可能である。マニプレータの工具類(例)を図6.4.5に示す。

(1) タンク切断作業

機械式切断(丸鋸、ディスクグラインバ、セイバーソ等)但し、アタッチメントの使用を前提とする。

(2) 配管切断作業

- ・油圧式の配管圧縮切断装置による切断
- ・セイバーソウによる切断
- ・ボルト・ナット切断機による切断

但し、アタッチメントの使用を前提とする。

(3) 30kg以下の小物の移送

- ・切断片の移送
- ・治工具の移送

6.4.3 マニプレータの概要

壁走行式マニプレータの概略動作範囲を図6.4.6及び図6.4.7に示す。また、機器の概要を以下に示す(各部の名称については、図6.4.7参照)。

(1) 各部の動作

①ブーム部

- ・スイング動作(水平面内回転)
- ・チルト動作(鉛直面内回転)
- ・伸縮動作

②昇降部

- ・昇降動作

③ショルダ部

- ・スイング動作

④エルボ部

- ・スイング動作

⑤リスト部

- ・スイング動作
- ・伸縮動作
- ・回転動作

⑥ハンド部

- ・開閉動作

尚、各部の動作範囲については、解体対象物の配置条件、解体手順、切断工具の種類等に基づいて決定する必要がある。

(2)取扱荷重

想定される切断片/治工具の重量、作業時の負荷から、各種の作業姿勢を考慮した上で、取扱荷重を決定し、各構成部の強度・構造検討を行う必要がある。

(3)アタッチメント

解体時に使用することが可能な治具類の例を図6.4.8～図6.4.17に示す。これらは、既に実用化されている治具であるが、切断方法を具体的に決定した後に、必要な治具を選定または改良して使用するものとする。

①エアグラインダ

ディスクホイールをエアグラインダに取り付けて、ステンレス鋼や炭素鋼製の容器・構造物の切断を行う(図6.4.8参照)。

②電動ドリル

ドリルあるいはホールソウの刃を装着し、ステンレス鋼や炭素鋼製の容器・構造物に小孔あるいは円形開口部を開ける(図6.4.9参照)。

③パイプカッタ

油圧駆動により、小口径配管を剪断する(図6.4.10参照)。

④ボルトカッタ

油圧駆動により、ボルトを剪断する(図6.4.11参照)。

⑤ソウブレード交換治具

グラインダやメタルソウ等の切断用消耗品を遠隔で交換する(図6.4.12参照)。

⑥アブラッシングソウユニット

ディスクグラインダブレードあるいはメタルソウを装着し、ステンレス鋼や炭素鋼製の容器・構造物の切断を行う(図6.4.13参照)。

⑦ナットスプリッタ

油圧駆動で、ナットを剪断する(図6.4.14参照)。

⑧インパクトツール

ボルト、ナットの締め込みと緩め作業を遠隔で効率良く行う(図6.4.15参照)。

⑨インパクトツール用交換治具

インパクトツールの差換え部を遠隔で交換するための治具である(図6.4.16参照)。

⑩配管密封作業用盲フランジ

マニプレータによりフランジ単位で解体した配管の開口部を特殊フランジで密閉する(図6.4.17参照)。

6.5 機能を限定した遠隔解体装置の概念検討

機能を限定した遠隔解体装置の適用対象機器は、廃液処理室、固化室及び蒸発缶室内機器とする。ここでは、これらの室内に設置されている槽の代表例として、中和槽を探り上げ「直線方向のみの切断」と「円周方向のみの切断」という単一機能に限定した自動の切断装置を検討する。

6.5.1 装置の構成

(1) 直線切断用遠隔装置

タンク、塔、槽類や容器の切断で、直線方向に切断する箇所は比較的多いため、小型で設置が容易な自動装置が望ましい。信頼性及び経済性を考慮し、既に実用化されている部分を極力採用するものとする。従って、装置の主要構成は、市販の直動ユニットと切断装置(プラズマアーク切断装置及びメタルソ)とする。

直動ユニットは、機械加工の分野においてNC加工やプラズマ切断等に実績がある。用途にもよるが高い位置決め精度が可能である上、送り速度も正確であるため、一定の送り速度を必要とするプラズマアーク切断やメタルソ切断にも適している。図6.5.1及び図6.5.2に概念図を示す。

(2) 面切断用遠隔装置(自動式電動パイプカッタ)

大口径配管用の切断装置として、既に実用化されている装置の適用が有益である。

本装置は、切断部と切断部を切断対象物に固定するチェーン式マウントから成る。圧空駆動あるいは油圧駆動によりメタルソを回転させ、チェーンに沿って切断部を円周方向に移動させながら連続的に切断作業を行う装置である。図6.5.3に概念図を示す。

6.5.2 機器の概要

(1) 直線切断用遠隔装置

① 切断部

- ・ 切断方式： プラズマアークまたはメタルソ

- ・切斷速度：装置設計において切斷対象物の厚さ、材質により決定する。

②直動部

- ・型式：リニアモータ式ガイド
- ・ストローク：装置設計において切斷長さにより決定する。
- ・保持方式部：チェーンバイス式

尚、保持重量、位置決め精度は装置設計において決定する。

(2) 局面切斷用遠隔装置

① 切断部

- ・切斷方式：メタルソ
- ・駆動方式：油圧又は圧空
- ・切斷速度：装置設計において切斷対象物の厚さ、材質により決定する。

② 円周駆動部

- ・保持方式：マウンティングチェーン
- ・移動方式：チェーン駆動

7. あとがき

核燃料サイクル施設等のデコミッショニング計画立案や実施にあたっては、最適な適用技術の選定、廃棄物発生量、被ばく量、必要な工数等指標値の推定を行うとともに、これらの結果に基づきデコミッショニングの最適化を図る必要がある。このために、廃棄物処理建家(旧JWTF)を対象に、デコミッショニングの基本となる技術に関するデータベースの調査・整備を行った。旧JWTFのデコミッショニングに適応すべき調査データは、測定技術が5件、除染技術は14件、解体技術が22件である。また、これらの調査結果を基に、旧JWTFへの測定技術、除染技術、建家からの汚染拡大防止策、解体技術、遠隔解体技術の適応性について検討した。

8. 参考文献

- (1) Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities :
Final Report of Three Research Meting, IAEA-TECDOC-511(1984-87)
- (2) 放射線計測ハンドブック、第2版、日刊工業新聞社
- (3) 原子炉デコミッショニングハンドブック、サイエンスフォーラム、東京
(1981)
- (4) J. A. Ayres : Decontamination of nuclear reactors and equipments,
The ronald press company(1970)
- (5) 実吉純一 他 : 超音波技術便覧、日刊工業新聞社(1971)
- (6) Transactions of the American Nuclear Society, Vol. 33, pp. 888~889 (1979)
- (7) 原光男 他 : 高圧ドライアイスプラスト除染技術開発(1)、PNC ZN9410
93-053(1993)
- (8) 安中秀雄 他 : JPDRの解体と除染技術、原子力工業、36巻8号(1990)
- (9) 保健物理と安全管理、日本原子力研究所、No. 16 JAERI-M 5866(1994)
- (10) 原光男 他 : 電解研磨除染技術の開発試験、PNC ZN9410 93-144(1995)
- (11) 笠原芳夫 : 解体工法の変遷と評価、セメントコンクリート、No. 487
Sep p6(1987)
- (12) 桜井壮一 他 : 鉄筋コンクリート造の実用的解体工法、理工図書(1980)
- (13) 横田光男 他 : 原研の原子炉解体技術開発(3)、原子力工業 第32巻7号
(1986)
- (14) 永田陽造 : ガス切断の特徴と合理化、溶接技術
- (15) 溶接技術 9月号(1987)

表 2.1.1 放射線測定項目及び測定方法

測定項目	測定技術・使用機材	特徴	
線量率測定	電離箱	・一般に広く使用される・線質依存性が少なく正確・小型軽量 ・感度はGMやシンチレーション式に劣る	
	比例計数管	・分解時間($1\mu\text{s}$)短い・波高弁別可	
	GM計数管	・実績多數あり・小型軽量 ・分解時間($200\sim400\mu\text{s}$)が長く、高線量当量率測定は向き	
	シンチレーション・カウンタ	・ γ 線に対し検出効率が高い ・エネルギー依存性良好	
	半導体検出器	・ γ 線に対し高分解能が得られ、核種の同定が可能	
間接測定	TLD	・線量範囲が広い・線量率依存性少ない・退行現象なし・再使用可能 ・集積線量測定用・個人被曝管理に実績多數・データ保存性無し	
	感光作用(FB)	・集積線量測定用・小型・軽量・安価・データ保存可能・潜像の退行現象あり ・個人被曝管理に実績多數・感度はTLDに劣る	
表面汚染濃度測定	GMサーベイメータ	・実績多數あり。全 β 測定に感度良好 ・周辺のバックグラウンドの影響を受けやすい	
	α 線シンチレーションサーベイメータ	・ α 核種の直接測定が可能・検出感度良好・ α 核種取扱い施設で実績多數	
	半導体検出器	・核種の同定が可能・装置大型に付現場測定は向き	
	スマヤ法(拭き取り法)	・一般に広く使用される ・検査場所の空間線量率が高い場合に有効 ・ルースな汚染の場合検出感度高い ・広面積の測定が容易 ・半導体検出器による測定で核種の同定が可能 ・ α 線用測定器による測定で α 核種の測定と同定が可能	
空気中汚染濃度測定	直接式	ダストモニタ	・単位時間当たりの平均濃度が連続測定可能・実績多數あり ・ α 核種と β 核種測定用がある
	間接式	エアスニファ	・単位時間当たりの平均濃度を測定・実績多數あり ・測定は別に測定器を使用する
		ダストサンプラー	・比較的短時間の採取可能・実績多數あり ・測定は別に測定器を使用する

表 3.1.1 流動研磨法に適用される研磨剤の性状比較

物性 名称	炭化珪素	ボロンカーバイド
化学式	SiC	B ₄ C
粒 径	JIS R 6001に規定する粒度試験法により規定される粒度で、#10～#325までの範囲が入手可能。これらは平均粒径 $\phi 2\text{mm}$ ～ $\phi 0.05\text{mm}$ に値する。	B ₄ C はJISによる規定は無いが SiCとほぼ同様の粒径範囲を選定可能である。
硬 度 (スープ硬度)	2,500	2,800
比重	3.2	2.5
脆さ	韧性の名目で評価されるが、一般に硬度と反比例する。炭化珪素の場合には純度が上がるほど硬度が増すが、反対に韧性は低下し、脆さが増す。	

表 3.1.2(1) 流動研磨装置の機能、仕様等

(1) 循環ポンプ	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> 除染液を系統配管に供給する。 除染液と研磨材を系統配管に循環する。 研磨材の供給を行うエゼクタを駆動する。 研磨材の回収を行う研磨材回収機に除染液を循環させる。 除染液浄化装置へ廃液を循環させる。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> 除染性能を得るための流量を確保する。 各機器の圧力損失と、想定する配管の抵抗を考慮した揚程を確保する。 研磨材やスラッジの混入に対し安全な構造とする。 除染条件あるいは運転モードの切り換えにより流量を調整可能とする。
機 器 仕 様	<ul style="list-style-type: none"> 型式: スラリポンプ 揚程:(適用する配管の詳細条件を調査した上で検討する) 材質: SUS 304 相当品 流量: 600 l/min (50A 配管内を約 5m/sec の流速で流す条件) モータ容量: (適用する配管の詳細条件を調査した上で検討する) 流量調整: インバータ制御

(2) 研磨材供給装置	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> 研磨材タンクに除染に使用する研磨材を貯留する。 攪拌器でタンク内の研磨材と水を分散させる。 エゼクタで研磨材を系統配管に供給する。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> 研磨材が詰まらないように攪拌機構を設ける。 研磨材の供給量に見合った容量を持たせる。 研磨材の供給に都合の良いエゼクタを選定する。
機 器 仕 様	<ul style="list-style-type: none"> タンク型式: ホッパー型円筒形タンク 容積:(適用する配管の詳細条件を調査した上で検討する) 材質: SUS 304 攪拌機: 電動機による エゼクタ: 水エゼクタ

表 3.1.2(2) 流動研磨装置の機能、仕様等

(3) サージタンク	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ・洗浄液をタンク内に貯留する。 ・洗浄液を系内配管に供給する。 ・除染中の系内圧力の変動や容積の変動を吸収する。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> ・系内容積に見合った容積を確保する。 ・タンク内が大気圧を保持できる構造とする。
機 器 仕 様	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク型式: 角型タンク ・容積:(適用する配管の詳細条件を調査した上で検討する) ・材質: SUS 304

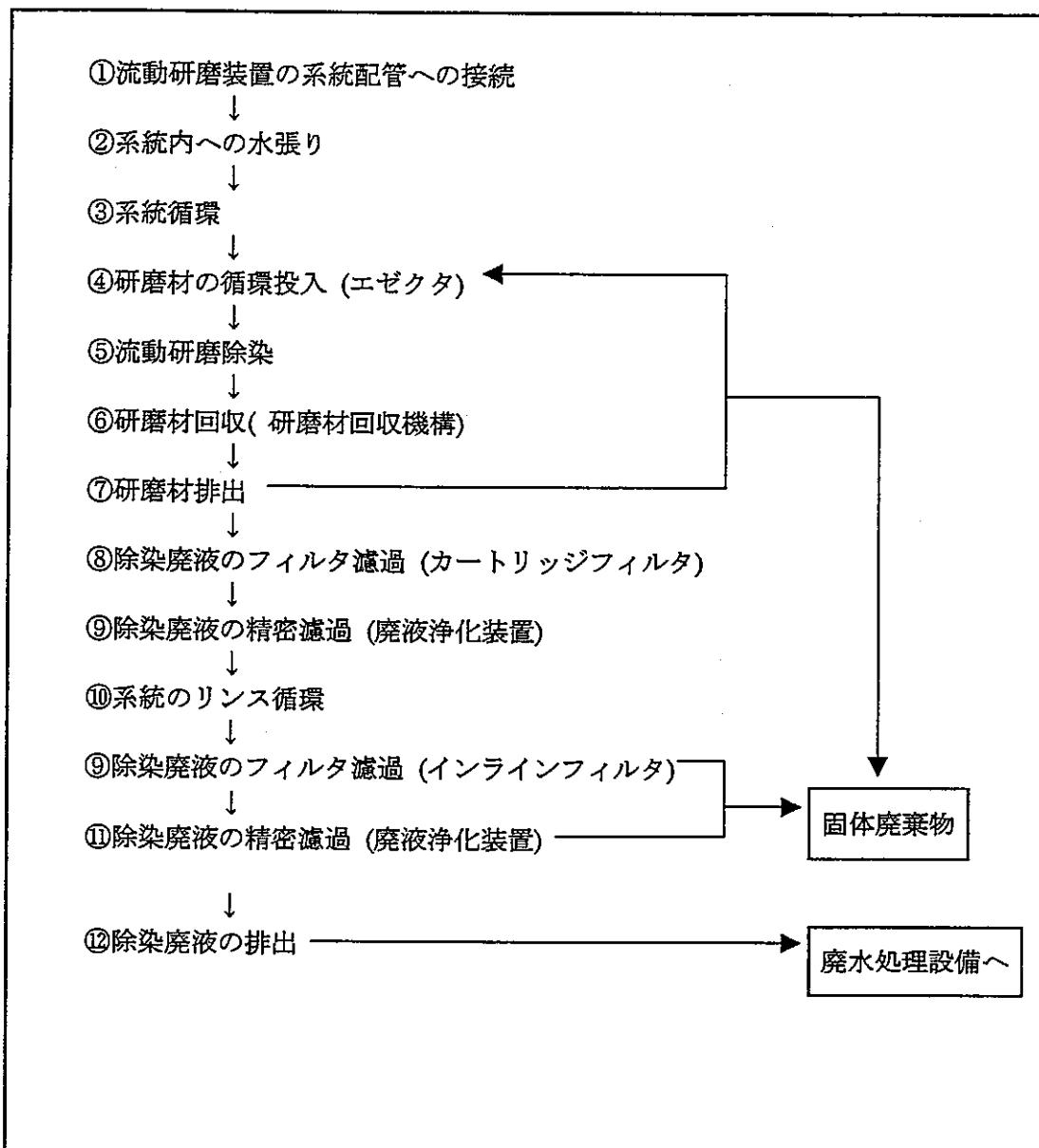
(4) インラインフィルタ	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> ・除染終了後の廃液を濾過する。 ・廃液中のスラッジを除去し廃液処理装置の負荷を低減する。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> ・スラッジ除去に見合う濾過精度を選定する。 ・交換可能なカートリッジフィルタを選定する。 ・流量に見合った容量のフィルタを選定する。
機 器 仕 様	<ul style="list-style-type: none"> ・フィルタ型式: カートリッジ式ワインドフィルタ ・濾過精度: $10 \mu m$ ・材質: ケーシング SUS 304 ・カートリッジ ポリプロピレン

表 3.1.2(3) 流動研磨装置の機能、仕様等

(5) 研磨材回収装置	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> 除染流体から研磨材と除染液に分離する。 研磨材を系外へ排出し、研磨材供給タンクに移送する。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> 研磨材のみを分離できるような構造とする。 研磨材を連続的に排出できるような構造とする。 研磨材の移送ポンプは研磨材やスラッジの混入に対し安全な構造とする。
機 器 仕 様	<p>a) 分離機仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> 分離機型式: スクリーン式自動ストレーナ 濾過精度: $\phi 0.1\text{mm}$ 材質: SUS 304 <p>b) 研磨材排出ポンプ</p> <ul style="list-style-type: none"> ポンプ型式: スラリポンプ ポンプ材質:SUS 304 相当品

(6) 廃液浄化装置	
装 置 機 能	<ul style="list-style-type: none"> 除染に使用した廃液を濾過する。 濾過した廃液を貯留する。
考 慮 点	<ul style="list-style-type: none"> 可能な限り精密な濾過を行う。 除染に使用する廃液を貯留できるタンク容量とする。 濾材は交換可能な構造とする。 受入れ廃液にはスラッジが含まれないような対策を行う。
機 器 仕 様	<p>a) フィルタ仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> フィルタ型式: カートリッジ式ポリエチレン中空糸膜 濾過精度: $0.1 \mu\text{m}$ ($0.03 \mu\text{m}$ も選定可能) ケーシング材質:SUS 304 <p>b) 貯留タンク</p> <ul style="list-style-type: none"> タンク型式: 各型タンク タンク容量:(適用する配管の詳細条件を調査し、発生する廃液の量を計算した上で検討する) 材質 :SUS 304 相当

表 3.1.3 流動研磨装置の運転手順



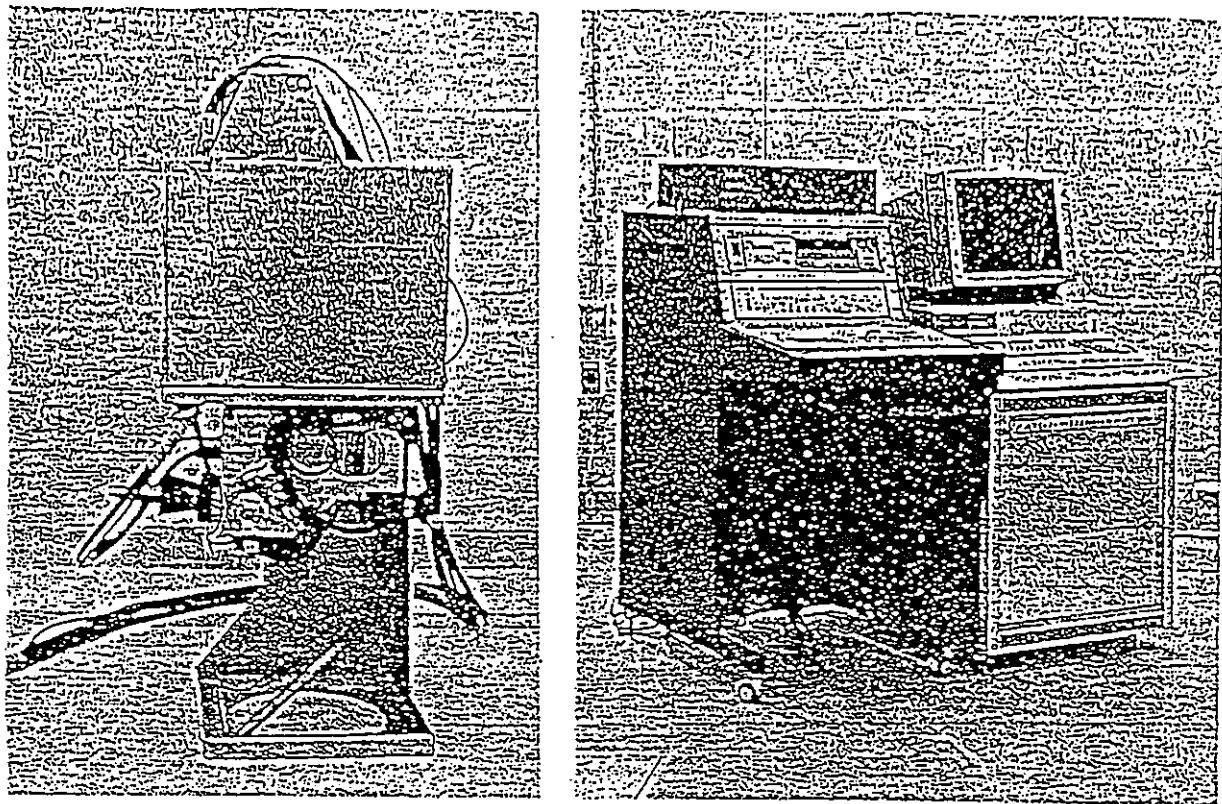


図 2.2.1 放射線映像化装置

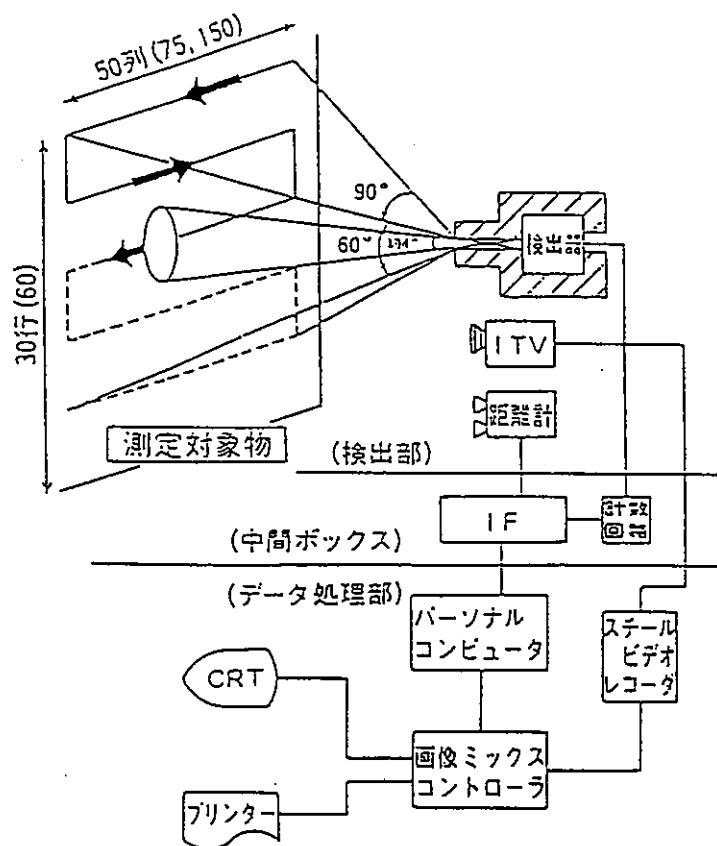


図 2.2.2 R I D の測定原理

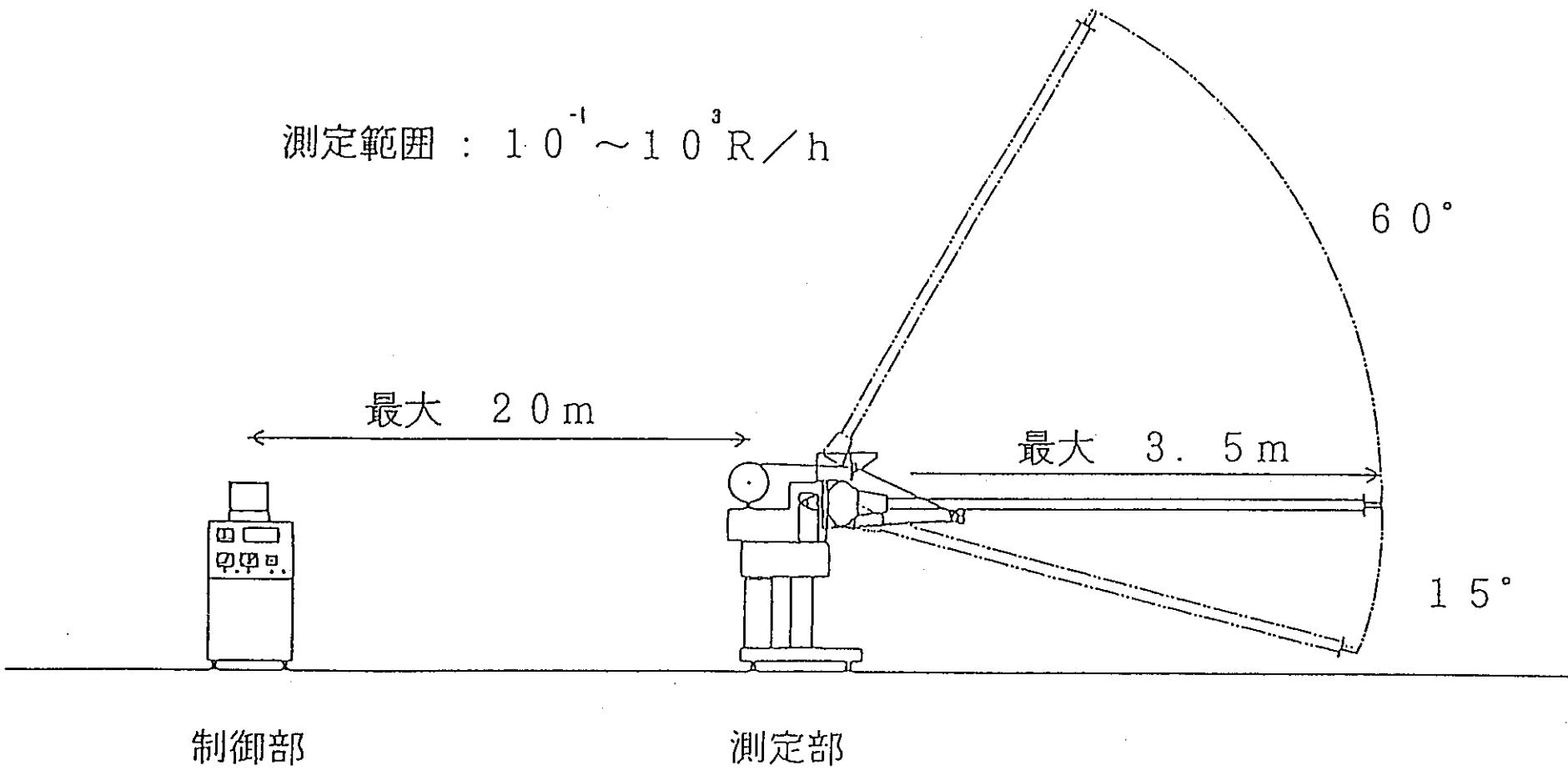


図 2.2.3 高放射線量率測定（空中用）

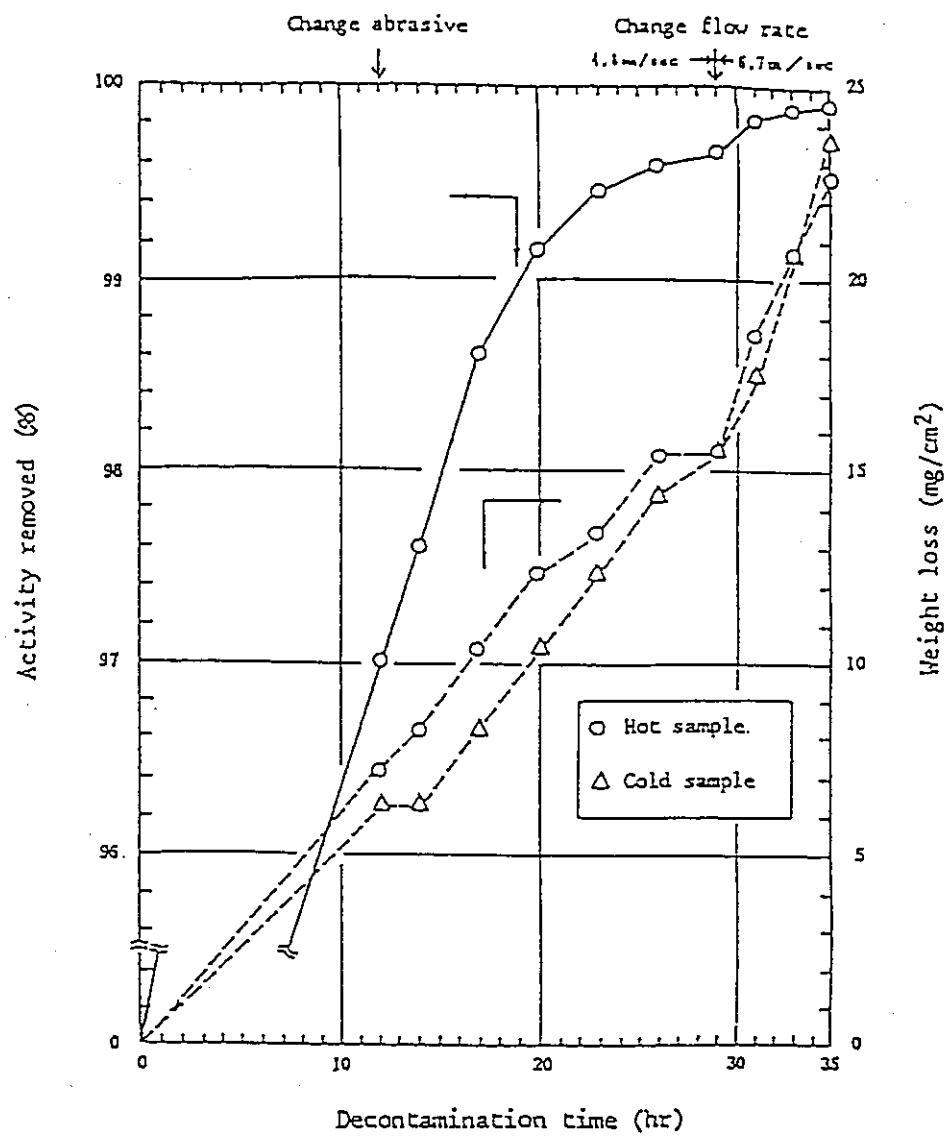


図 3.1.1 除染中の放射能除去率と重量減¹⁾

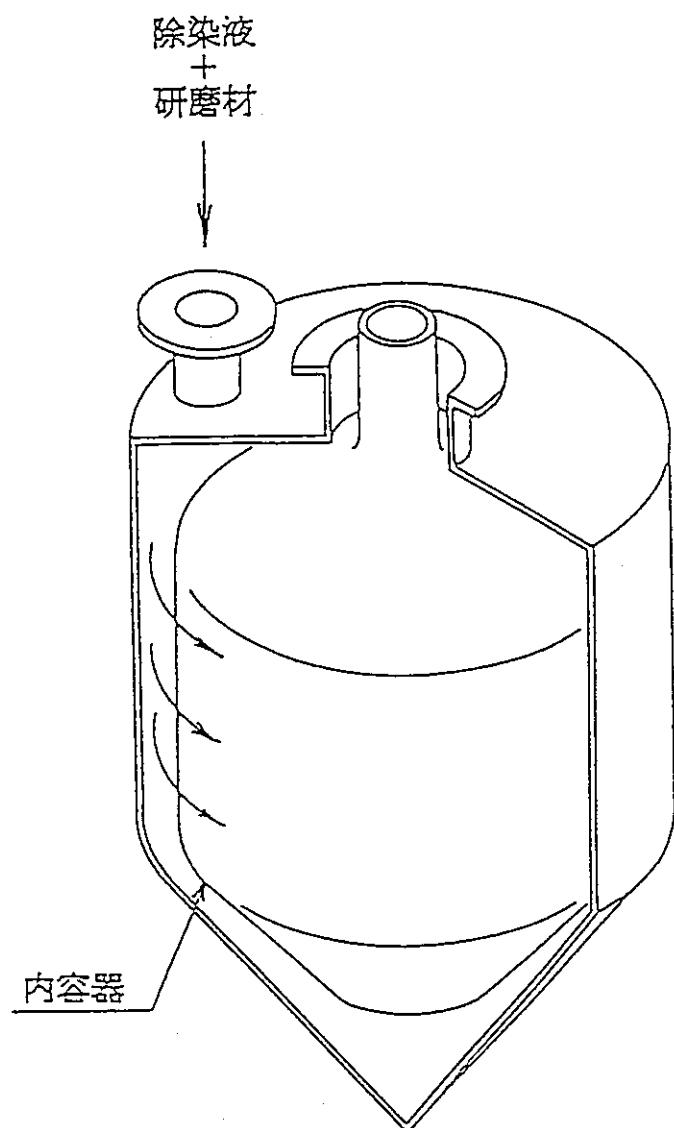


図3.1.2 流動研磨法とタンク内容器との組み合わせ

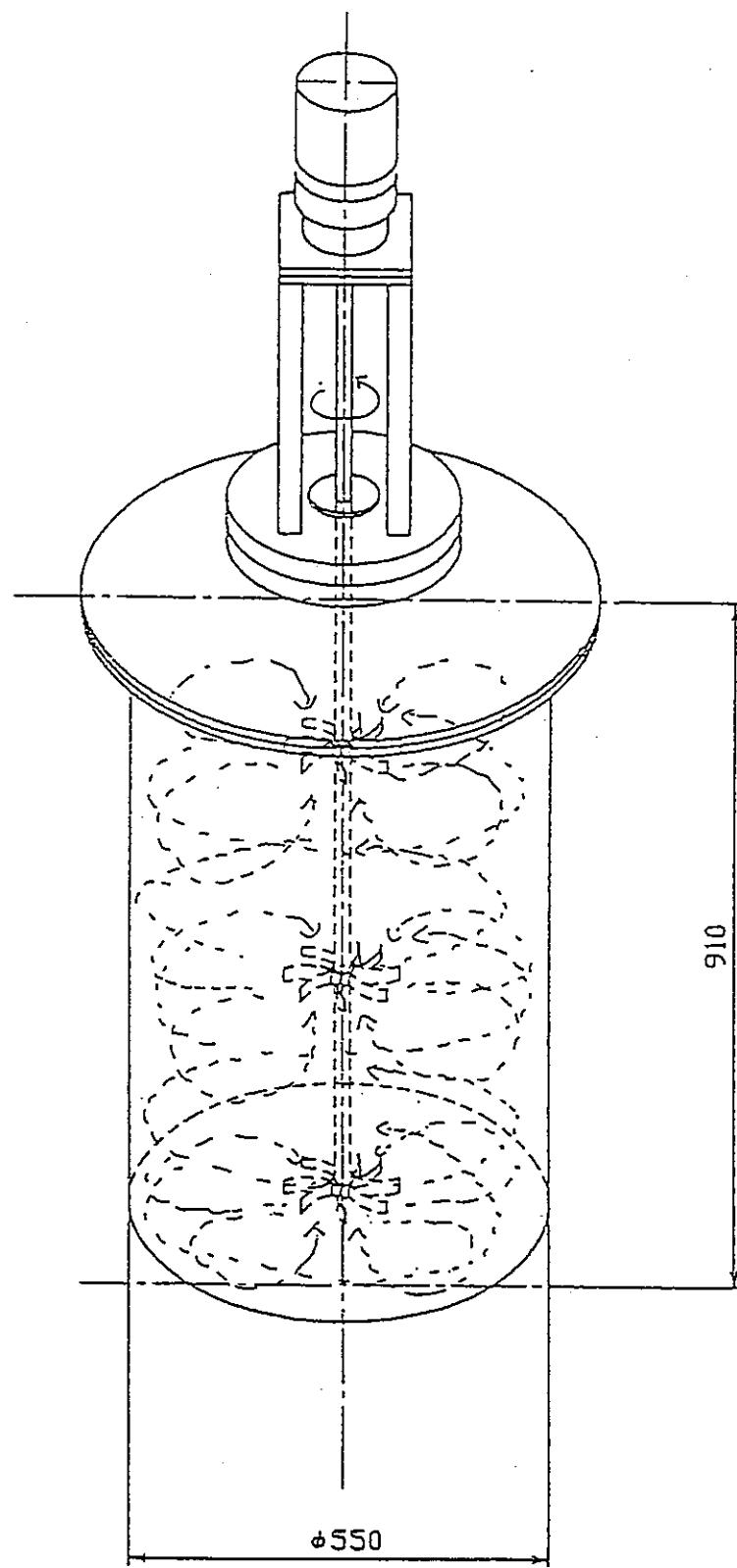


図 3.1.3 流動研磨法と攪拌機の組み合わせ（遠心流）

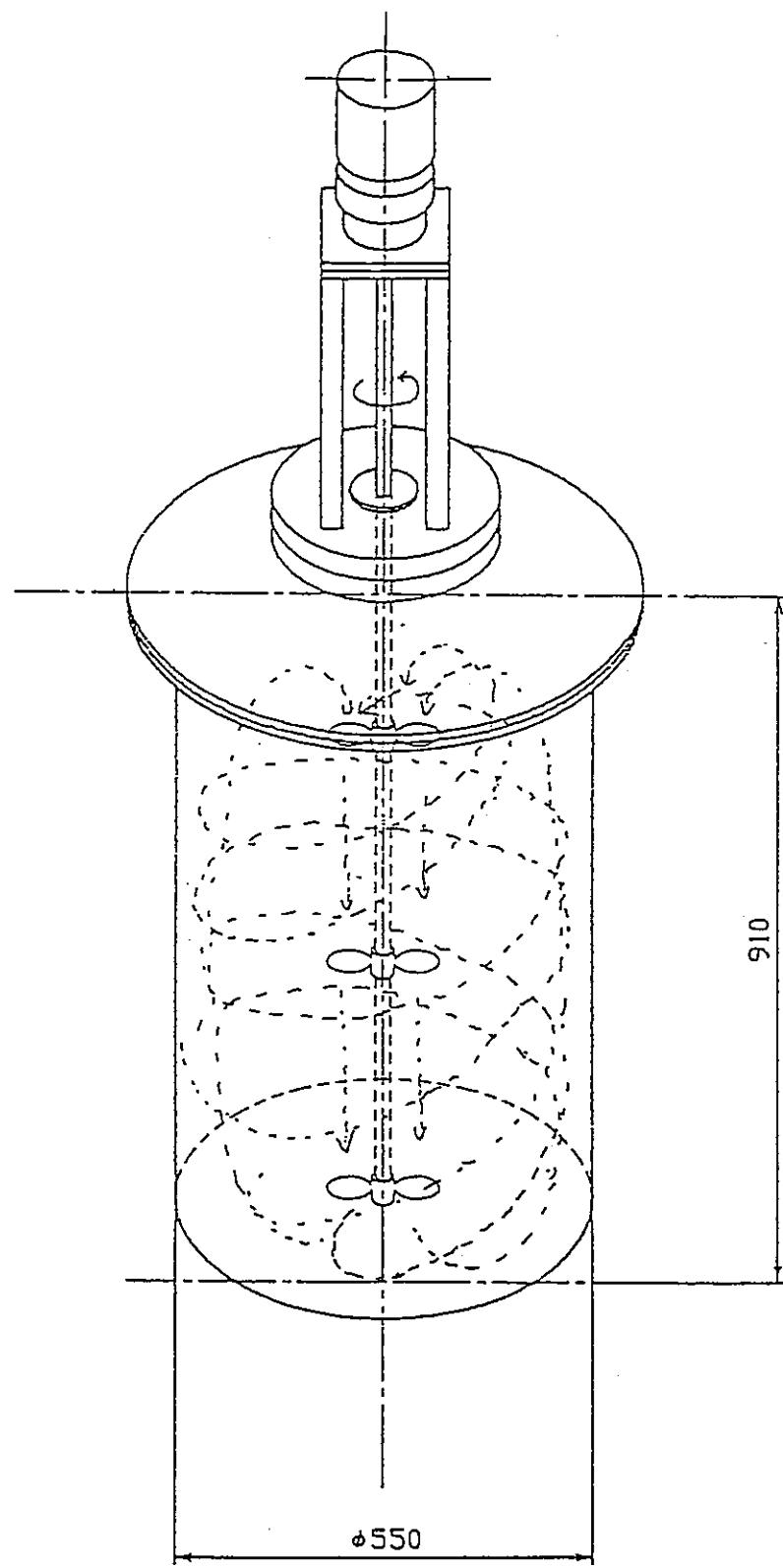


図3.1.4 流動研磨法と攪拌機の組み合わせ（上下、旋回流）

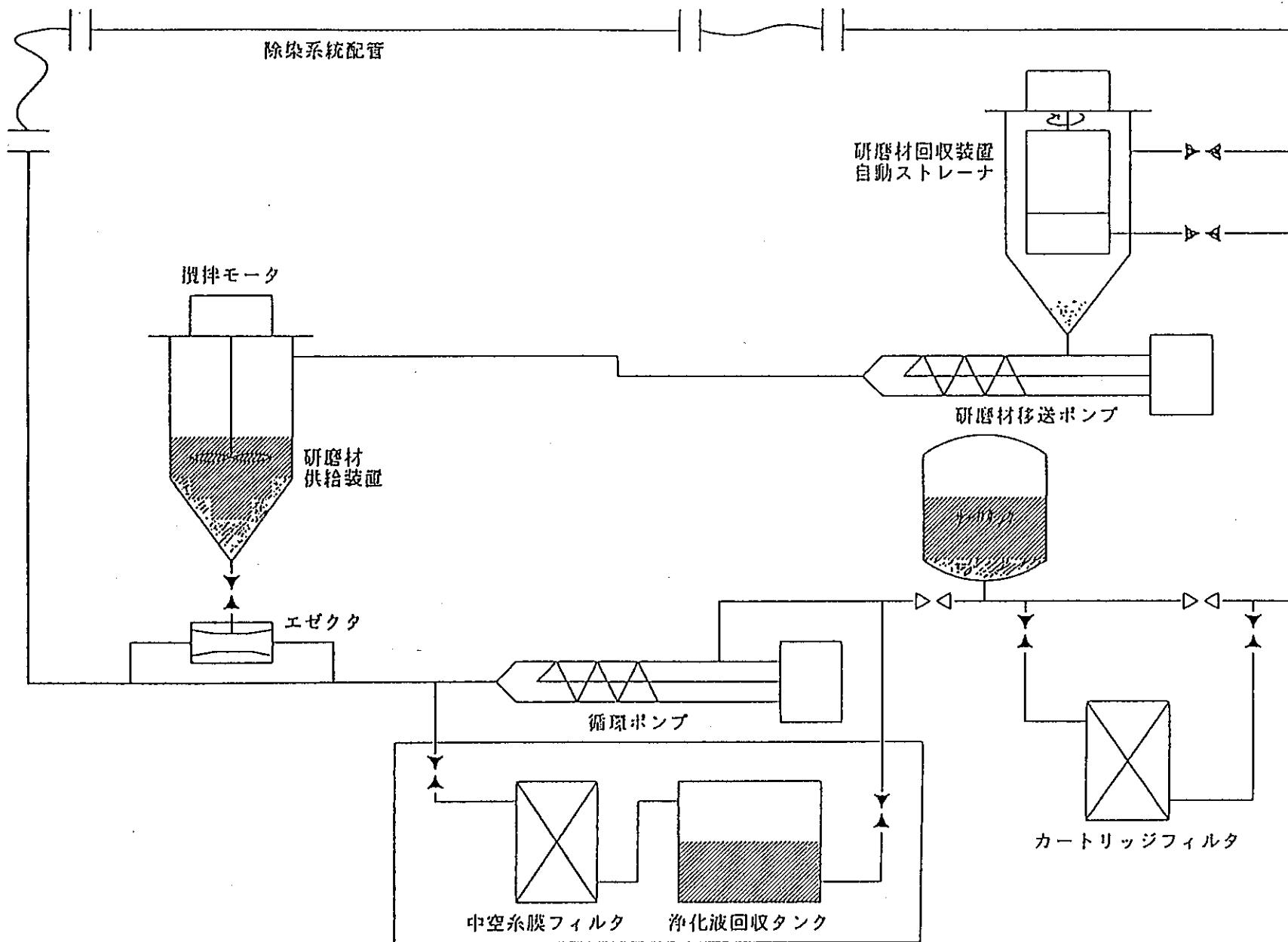


図 3.1.5 流動研磨装置フロー図

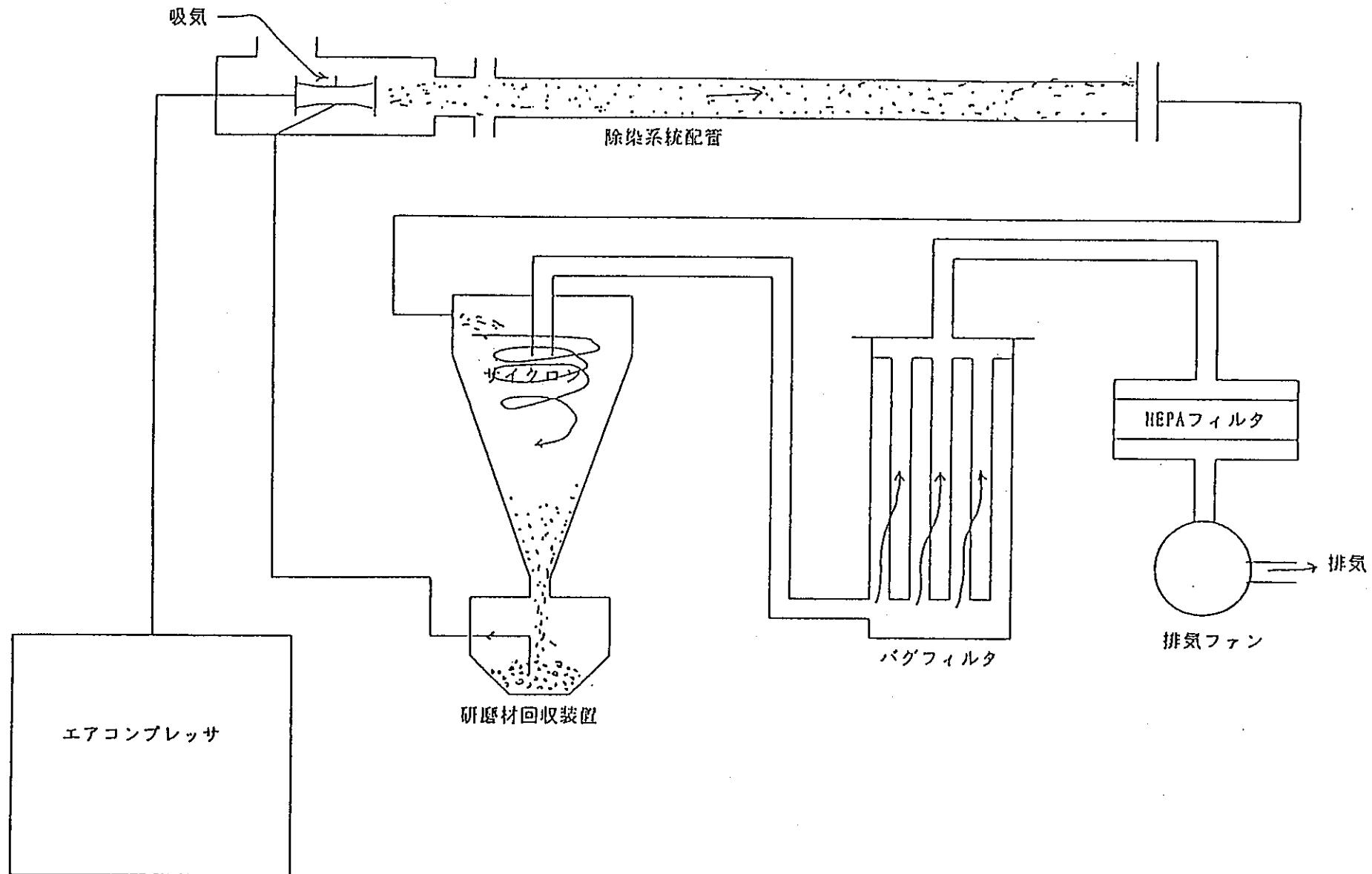


図3.1.6 ドライ式流動研磨装置フロー図

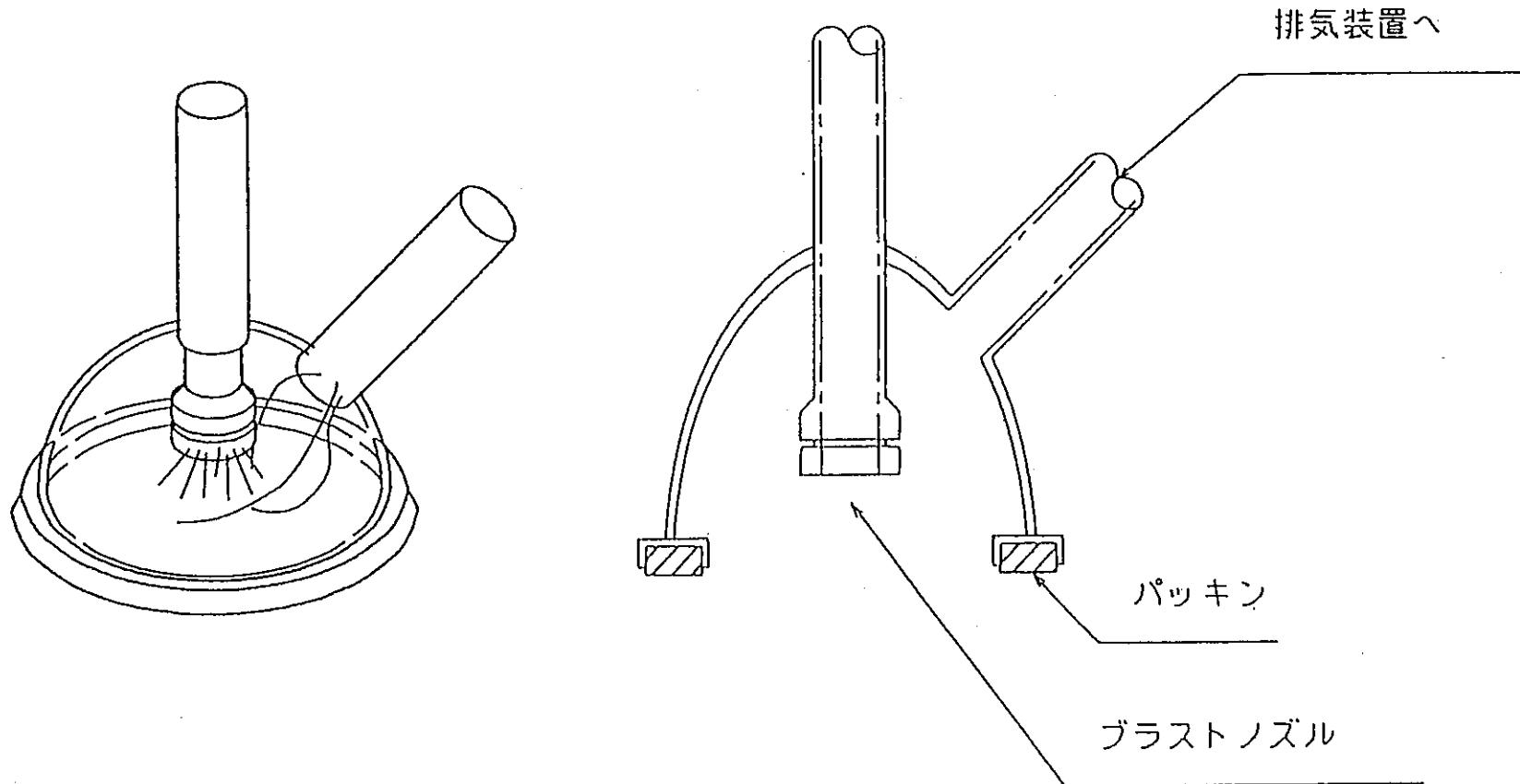


図3.3.1 噴射ノズル概念図

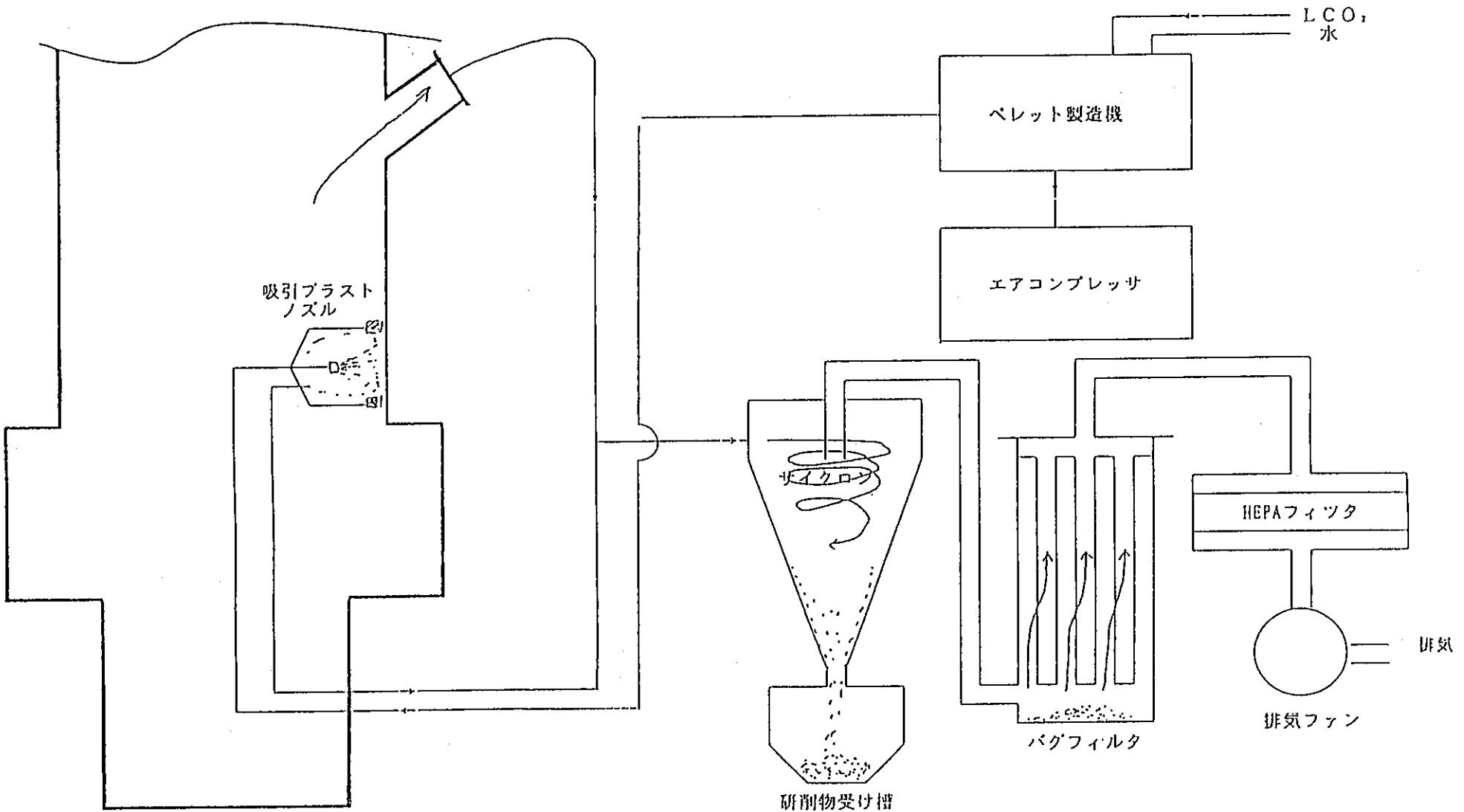


図3.3.2 ドライアイスblast (汚染吸引装置付) フロー図

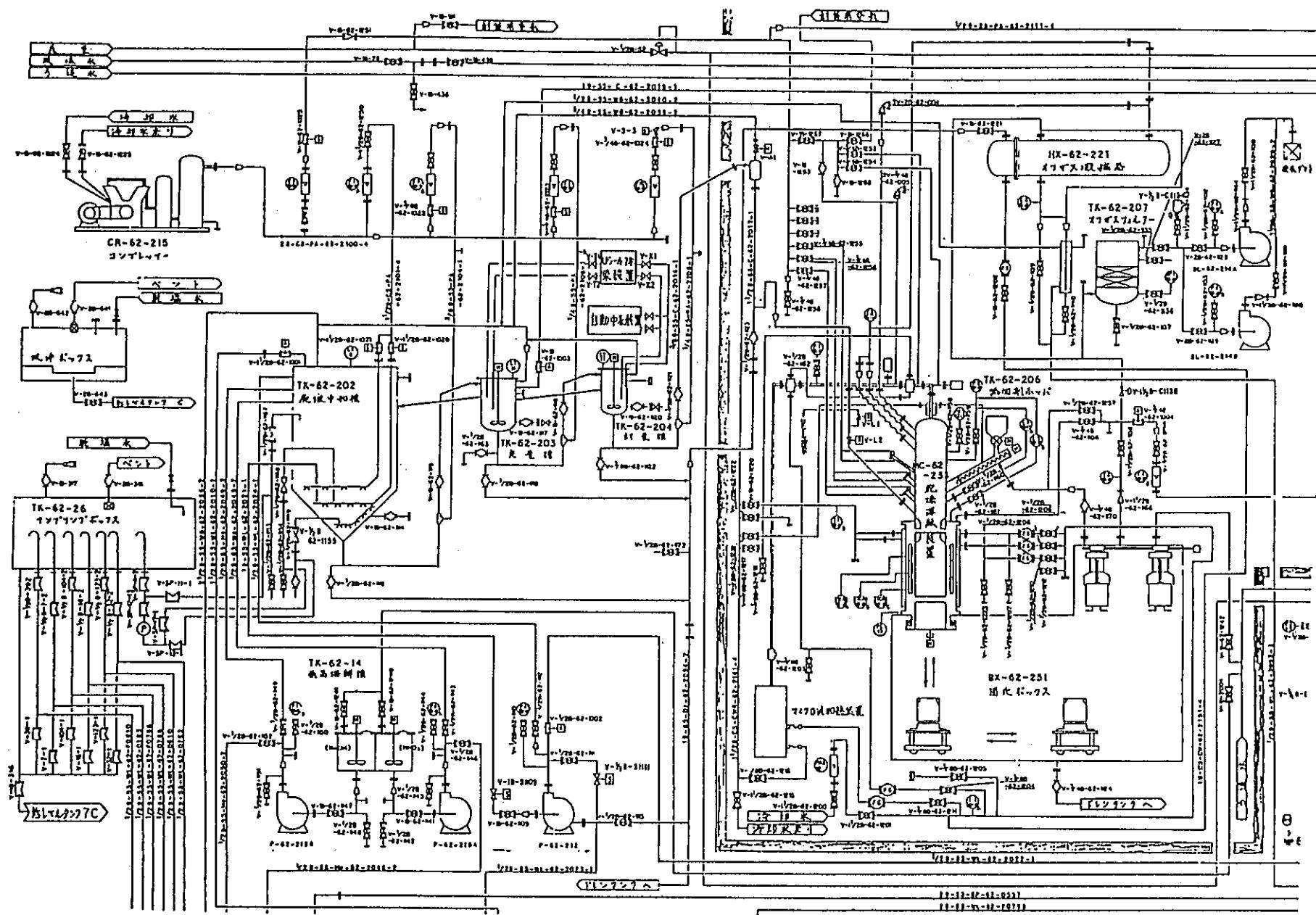
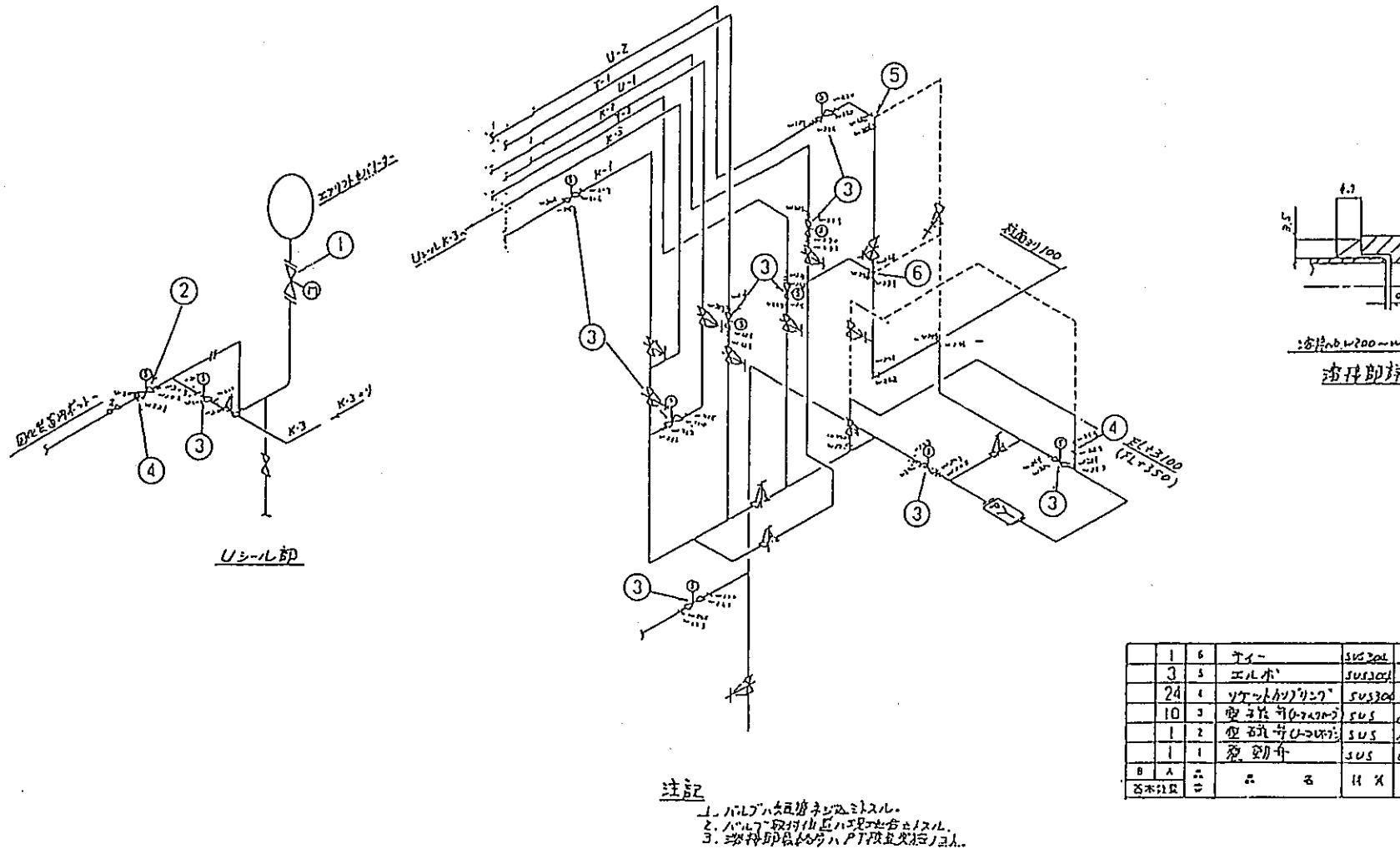


図 3.4.1 廃液処理系統図

△ N-67-DB/6-1-571 1.4.10



品名	規格	寸法	法	規格
1 6 タイ-	SUS304	15A 3/10		
3 5 エルボ'	SUS304	15A 5/10		
24 4 ハーフグハーフ直角	SUS304	15A 3/10		
10 3 駆子付半直角	SUS	10P-11-1CA-DX-04		
1 2 油押印板	SUS	ADK-11-153-DX-04		
1 1 脱脂布	SUS	EX-007B-401		
8 人				
各部材				

図 3.4.2 Uシール除染用バルブ取り付け図

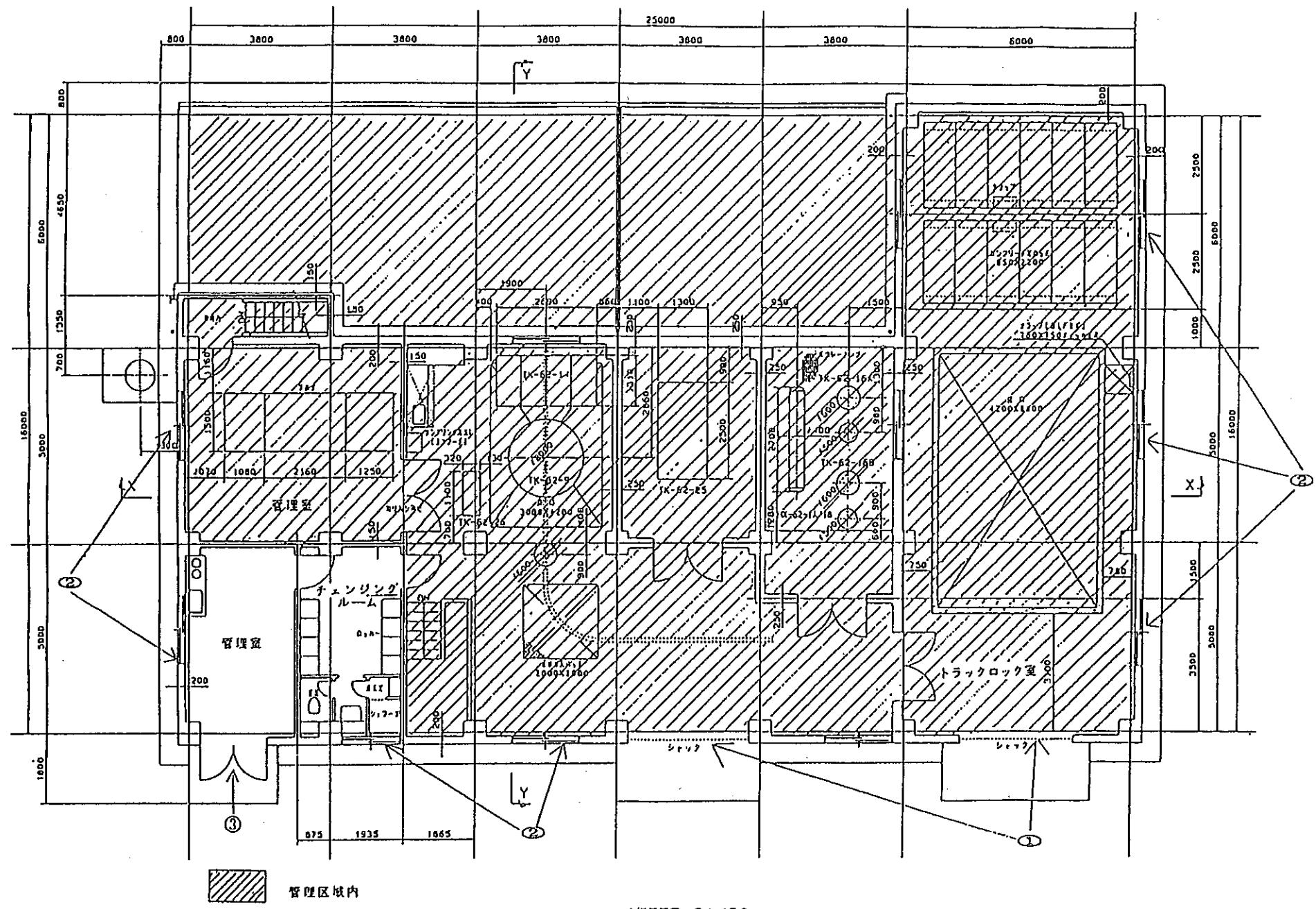


図4.1.1 建家管理区域指示図

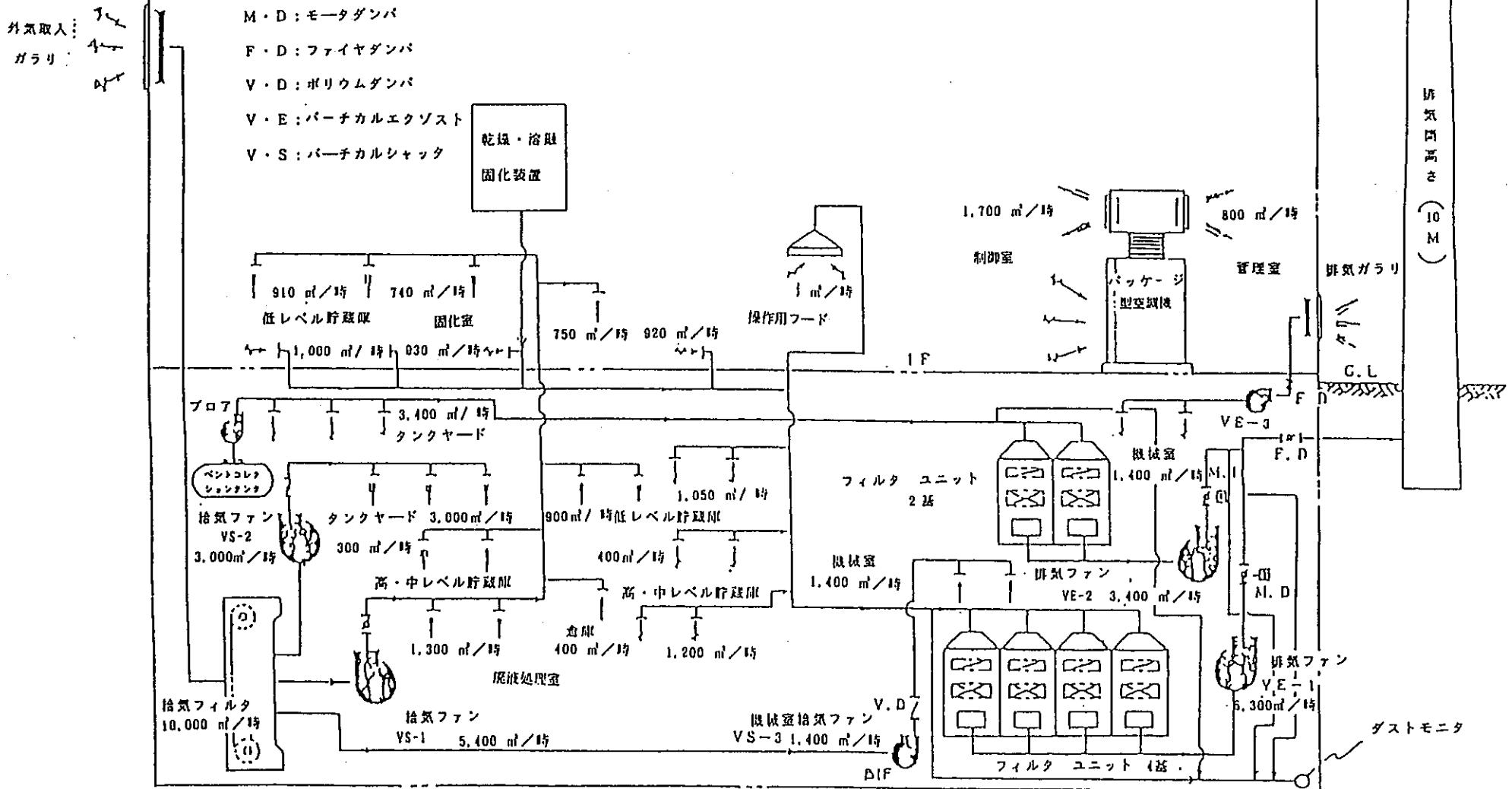


図4.1.2 廃棄物処理建家空調換気系フローシート

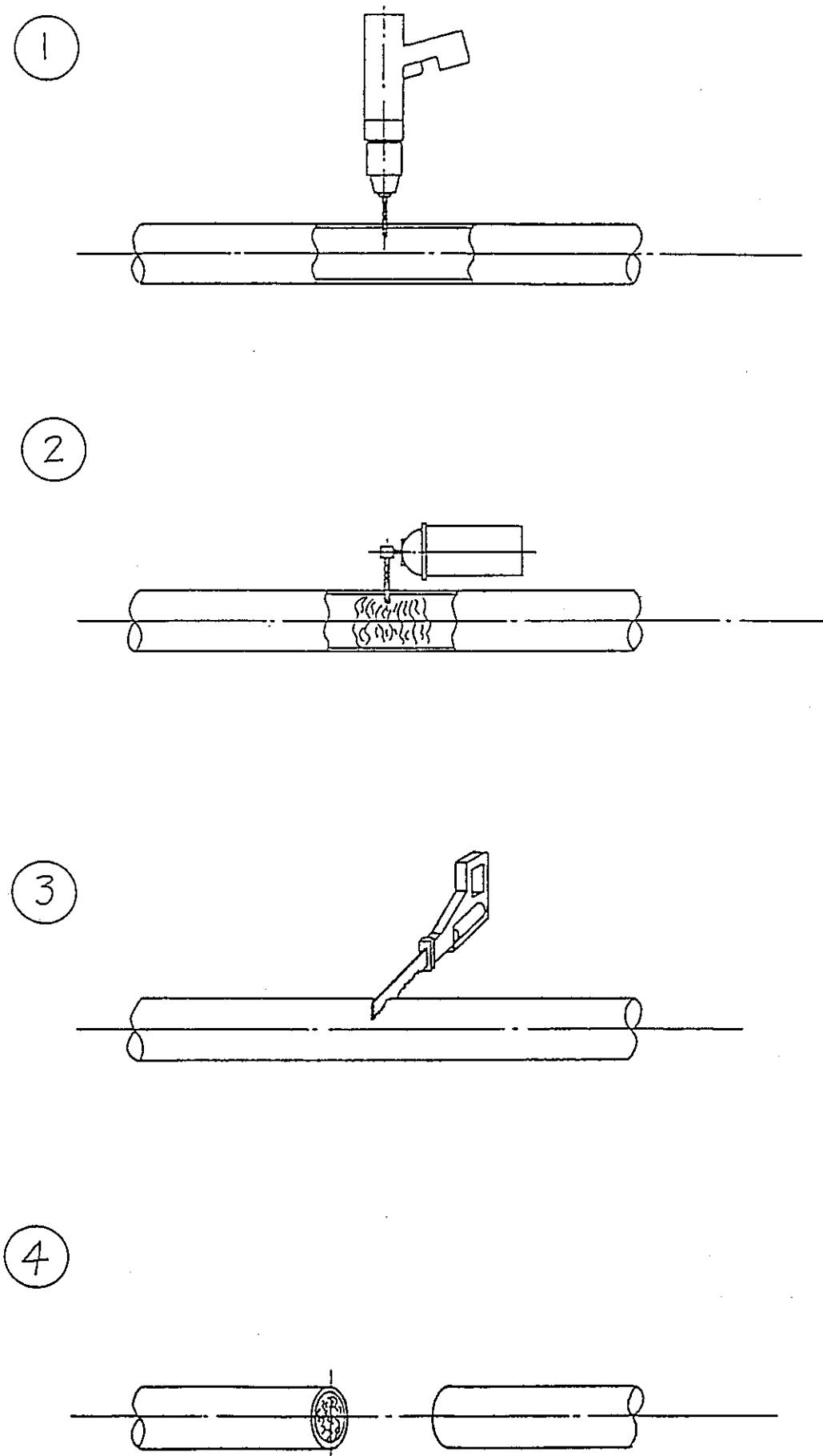


図 5.1.1 発泡剤概念図

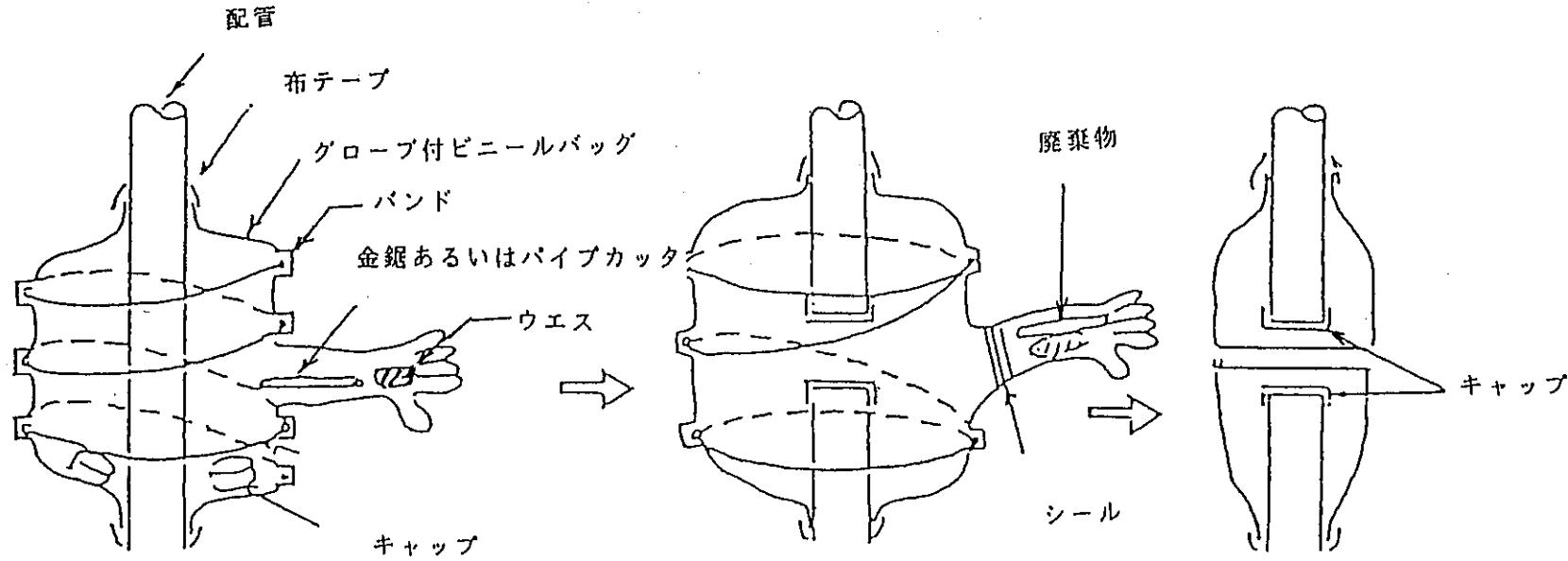


図5.1.2 バックシール切断要領図

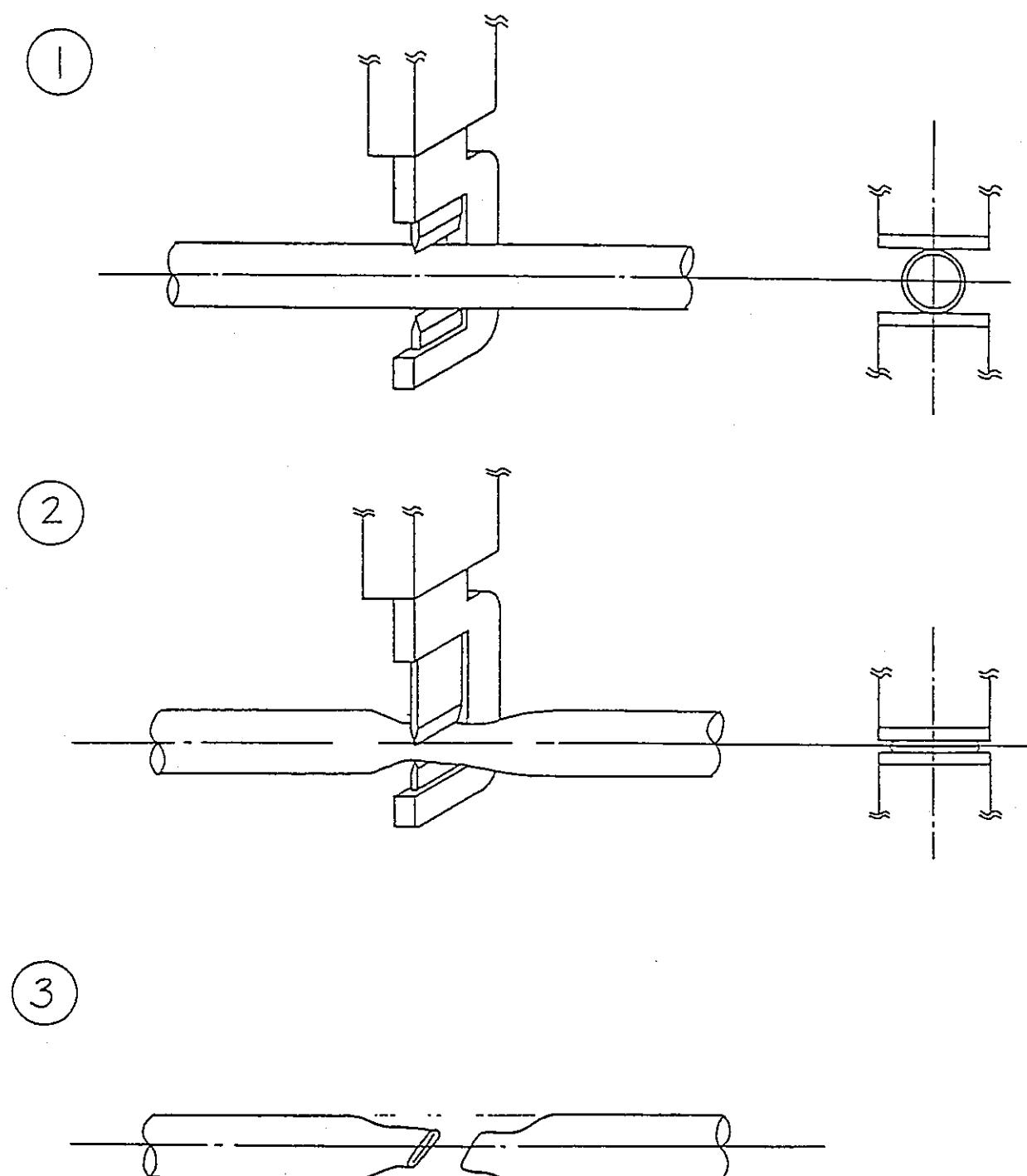


図5.1.3 圧縮切断技術模式図

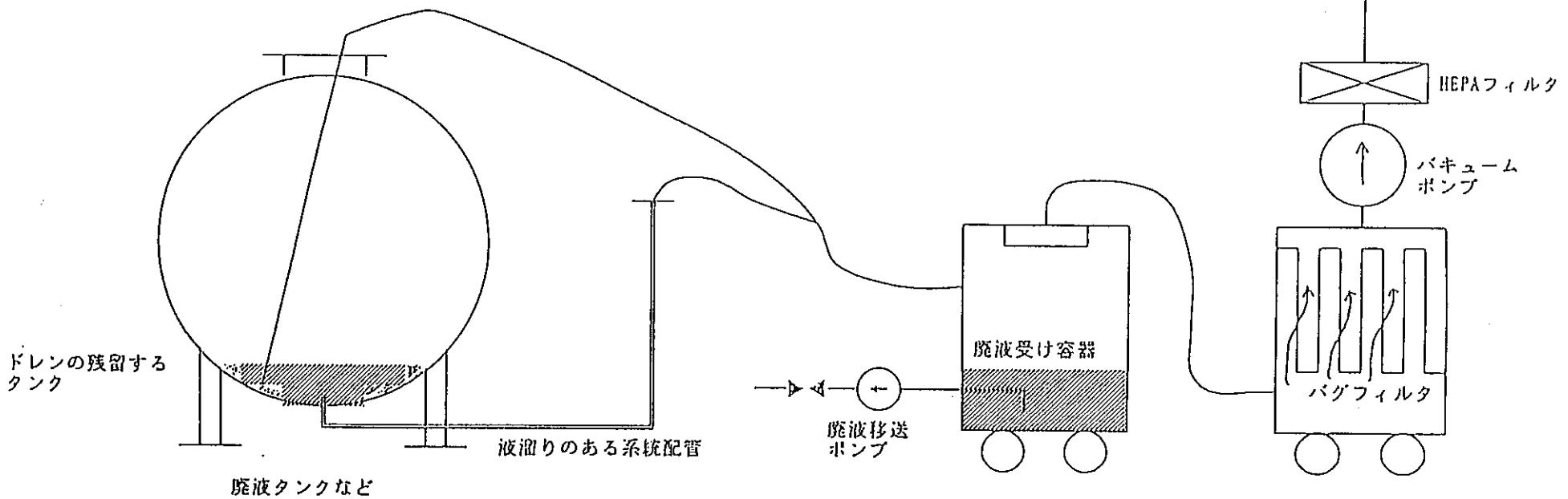


図 5.1.4 バキューム式廃液回収装置概略フロー図

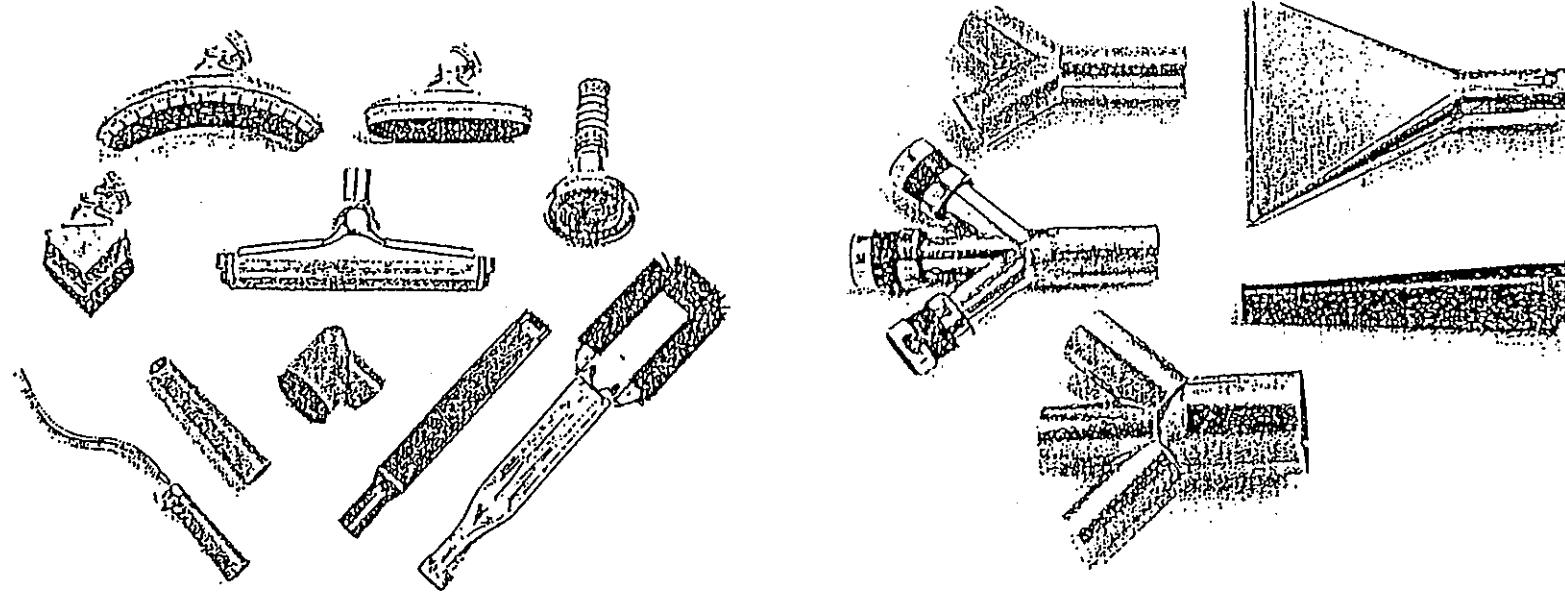


図5.1.5 バキュームポンプアタッチメント（例）

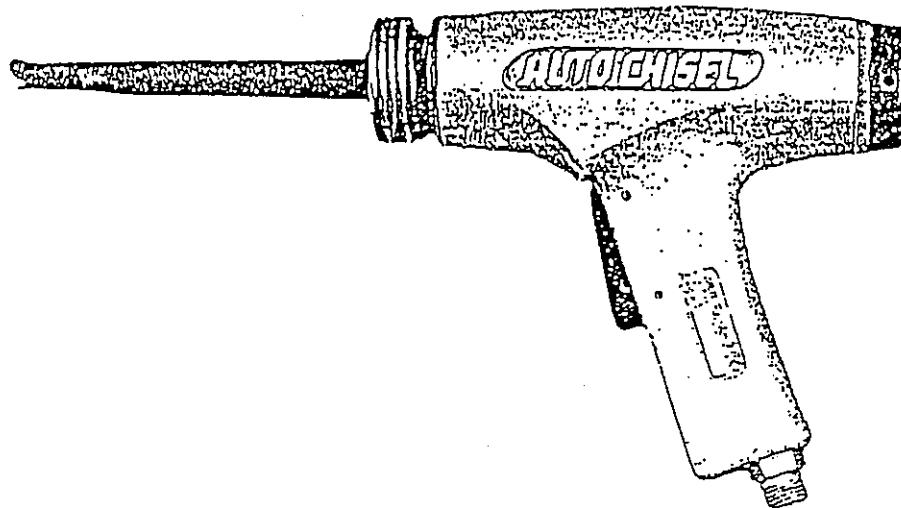
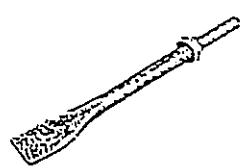


図 5.2.1 オートジゼル（高速タガネ）（例）

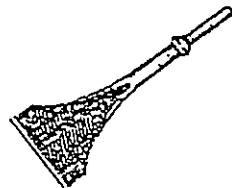
ヘンドチゼル



38mmスクレーバー



60mmスクレーバー



60mm甲丸スクレーバー

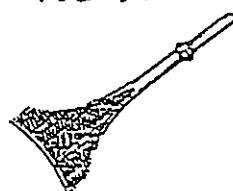


図 5.2.2 各種スクレバ（例）

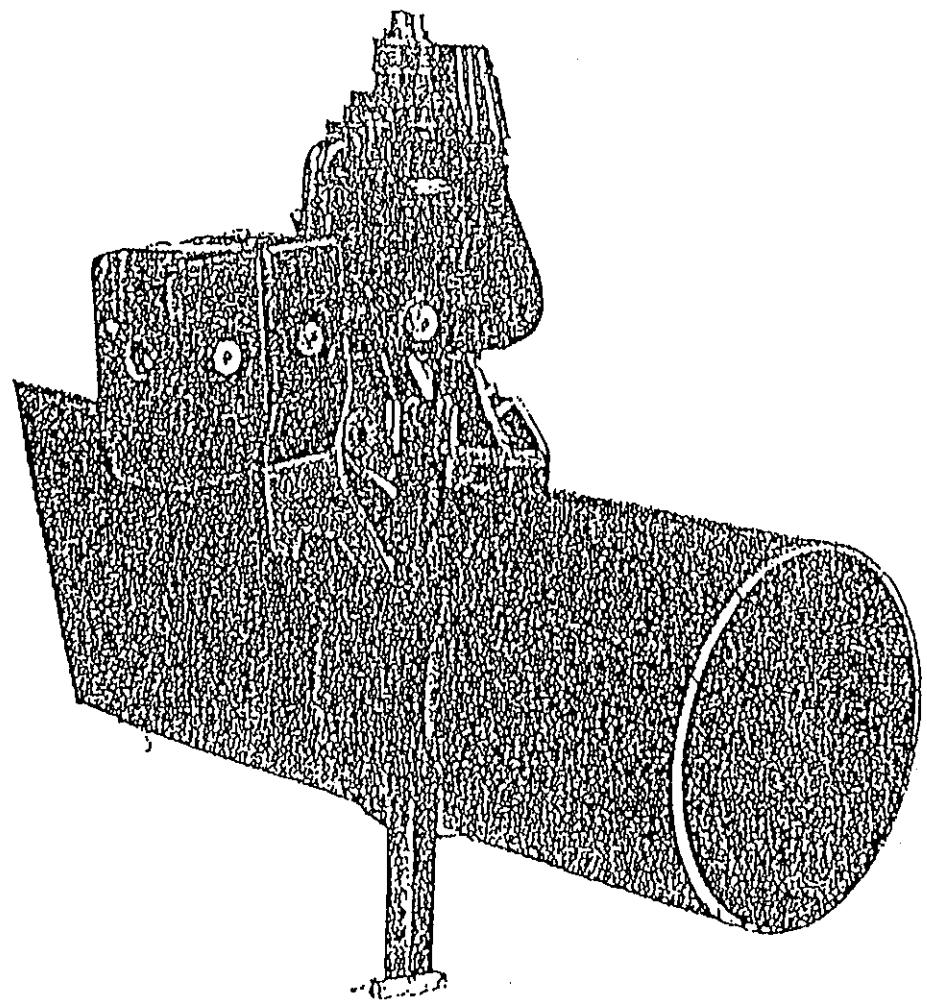


図 5.3.1 自動セイバーソウ（例）

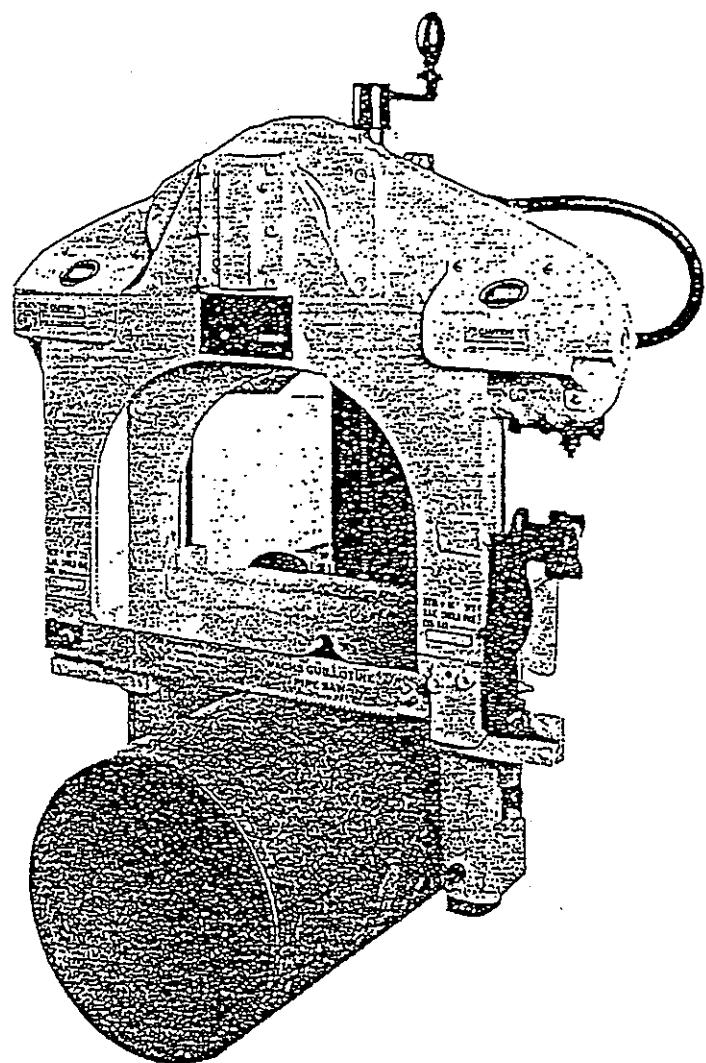


図5.3.2 ギロチンソウ（例）

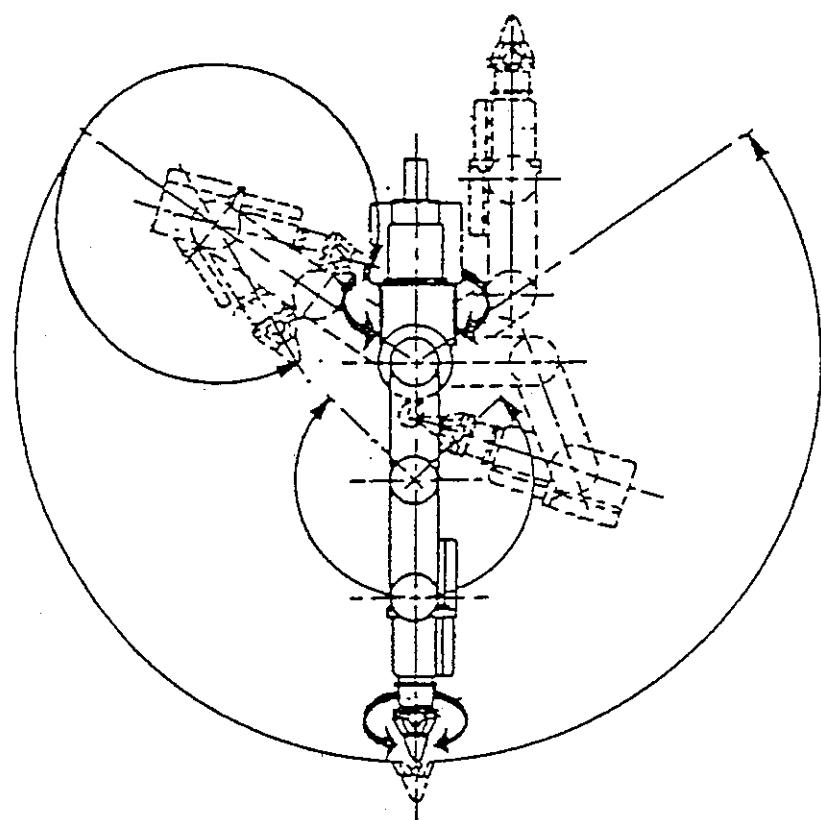


図6.4.1 電動式パワーマニプレータの外観

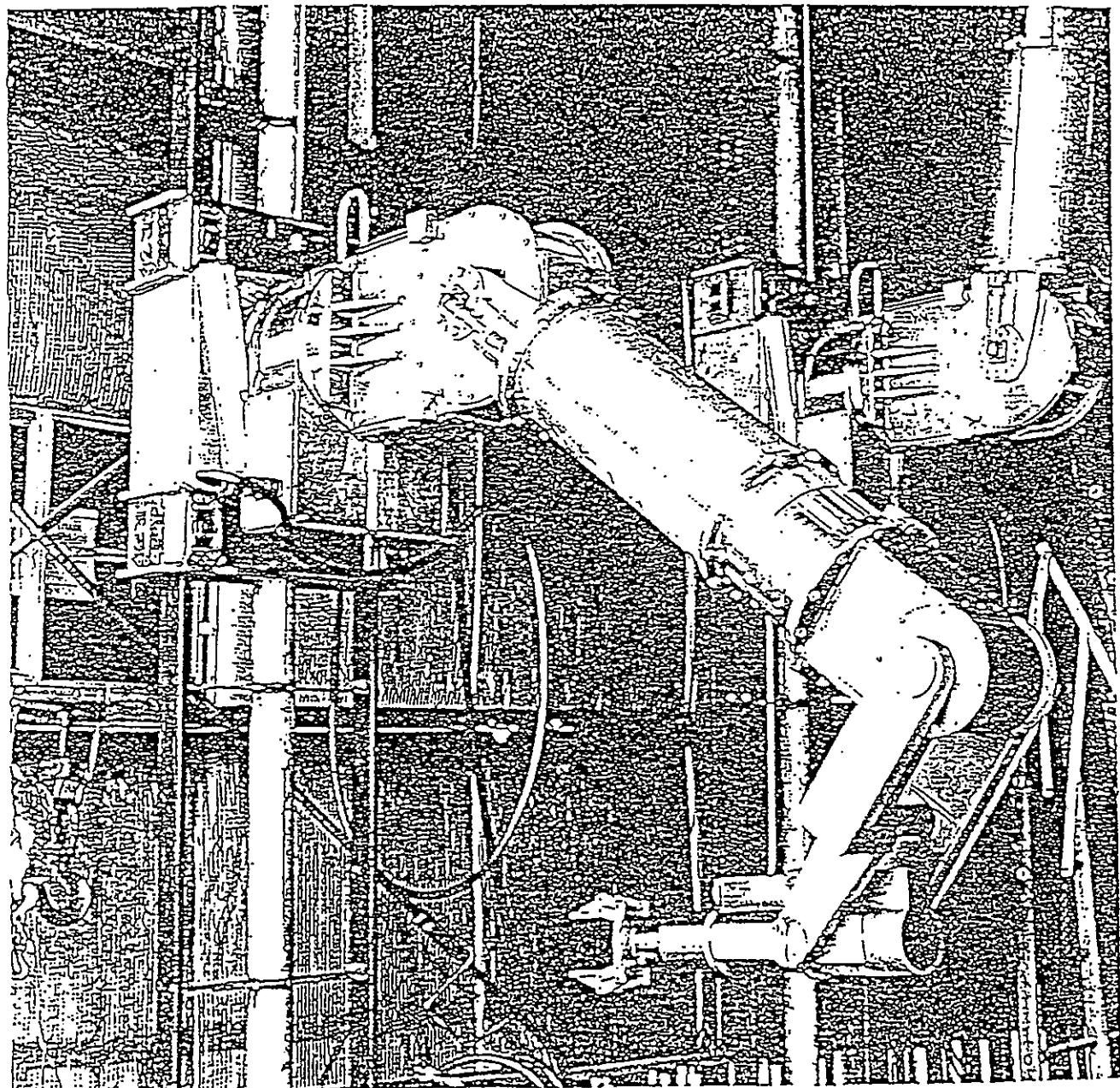


図 6.4.2 壁走行式パワーマニプレータ（例）

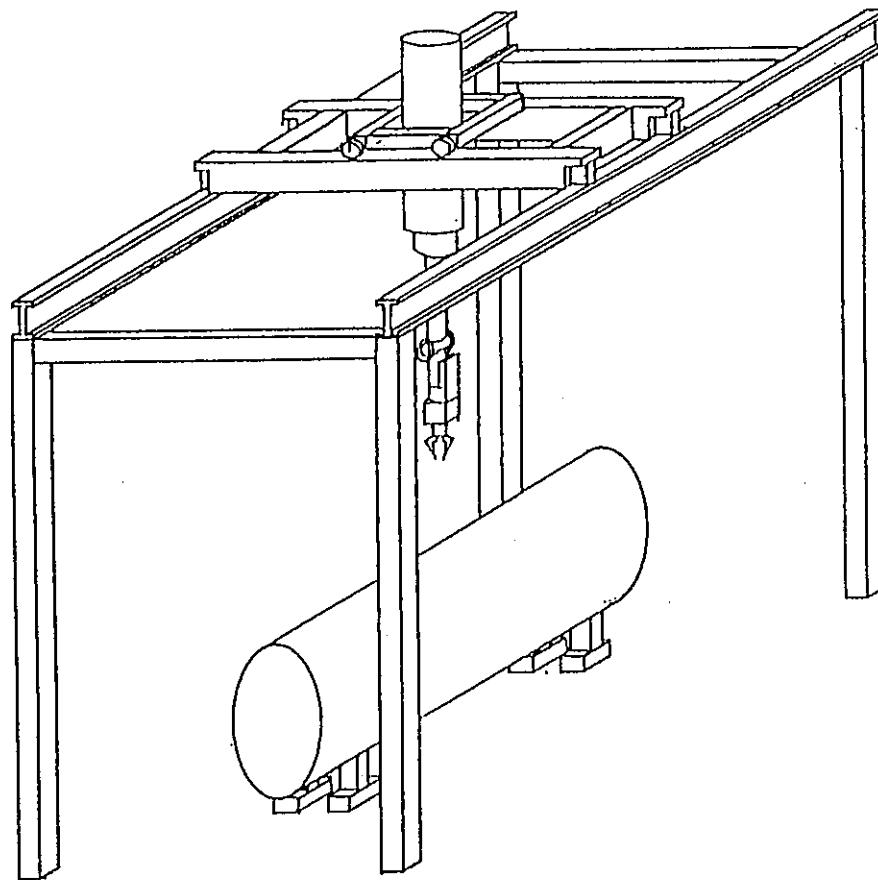
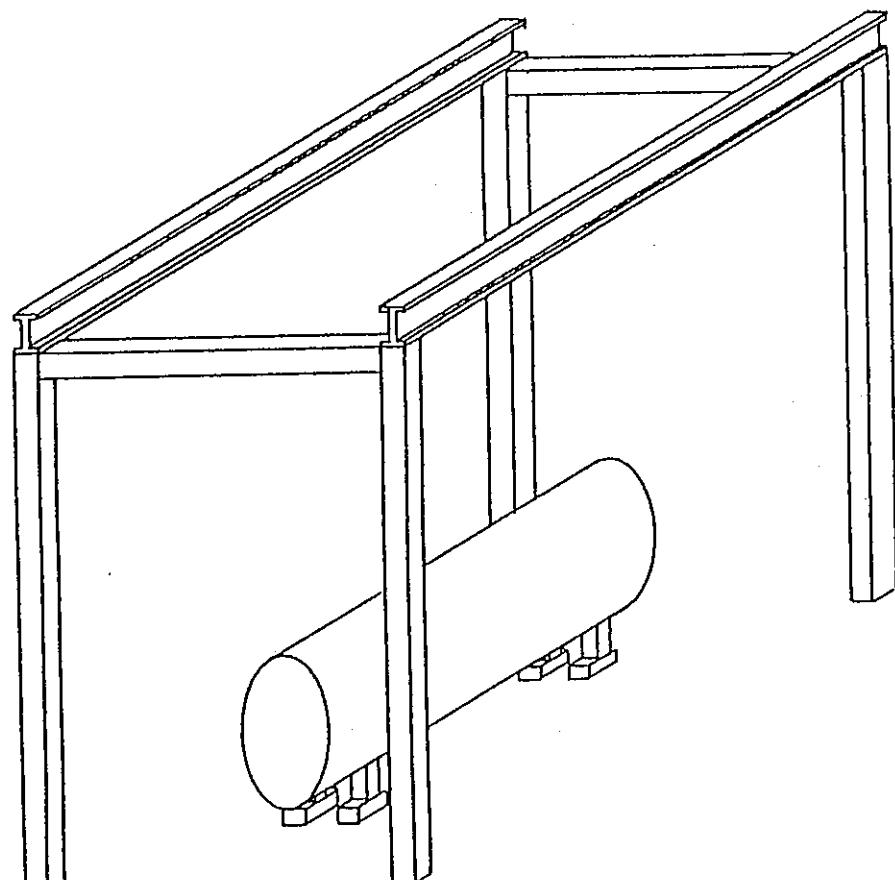


図 6.4.3 門型走行式パワーマニプレータ



門型構造部

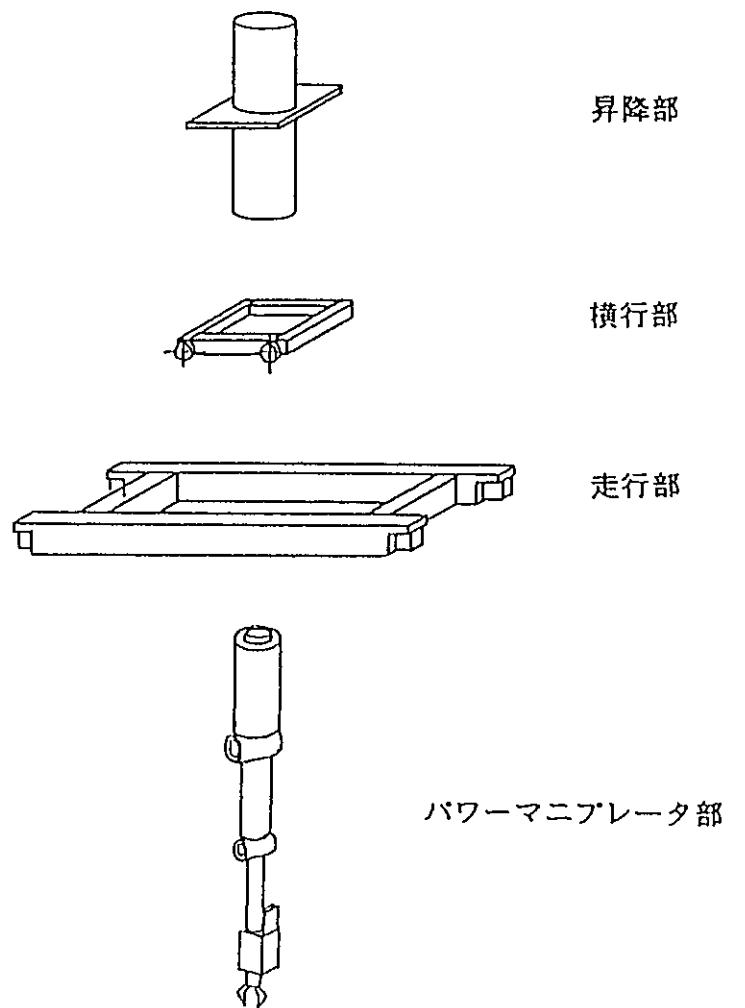


図 6.4.4 門型走行式パワーマニプレータ分割案

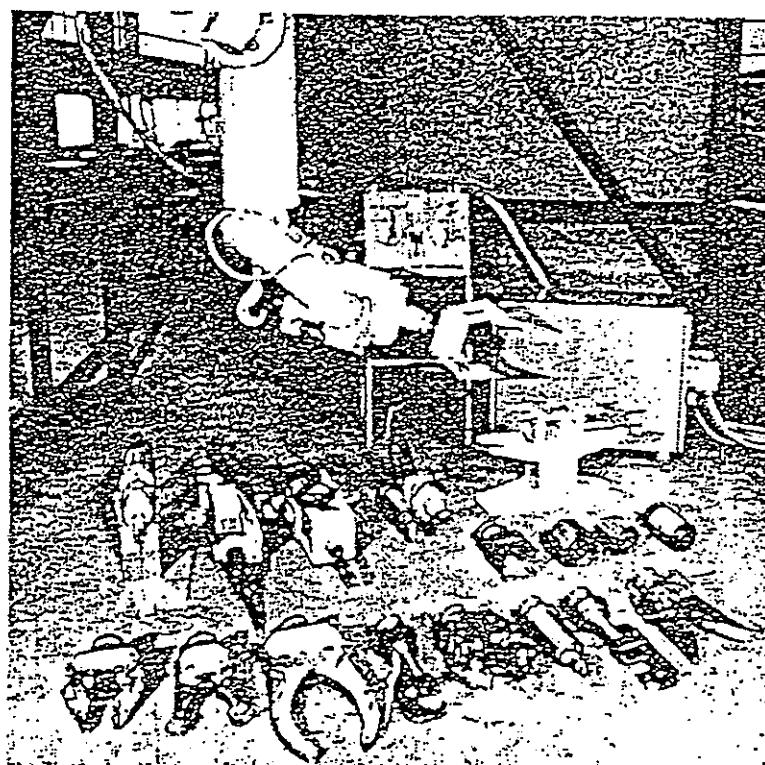


図6.4.5 パワーマニプレータの工具類（例）

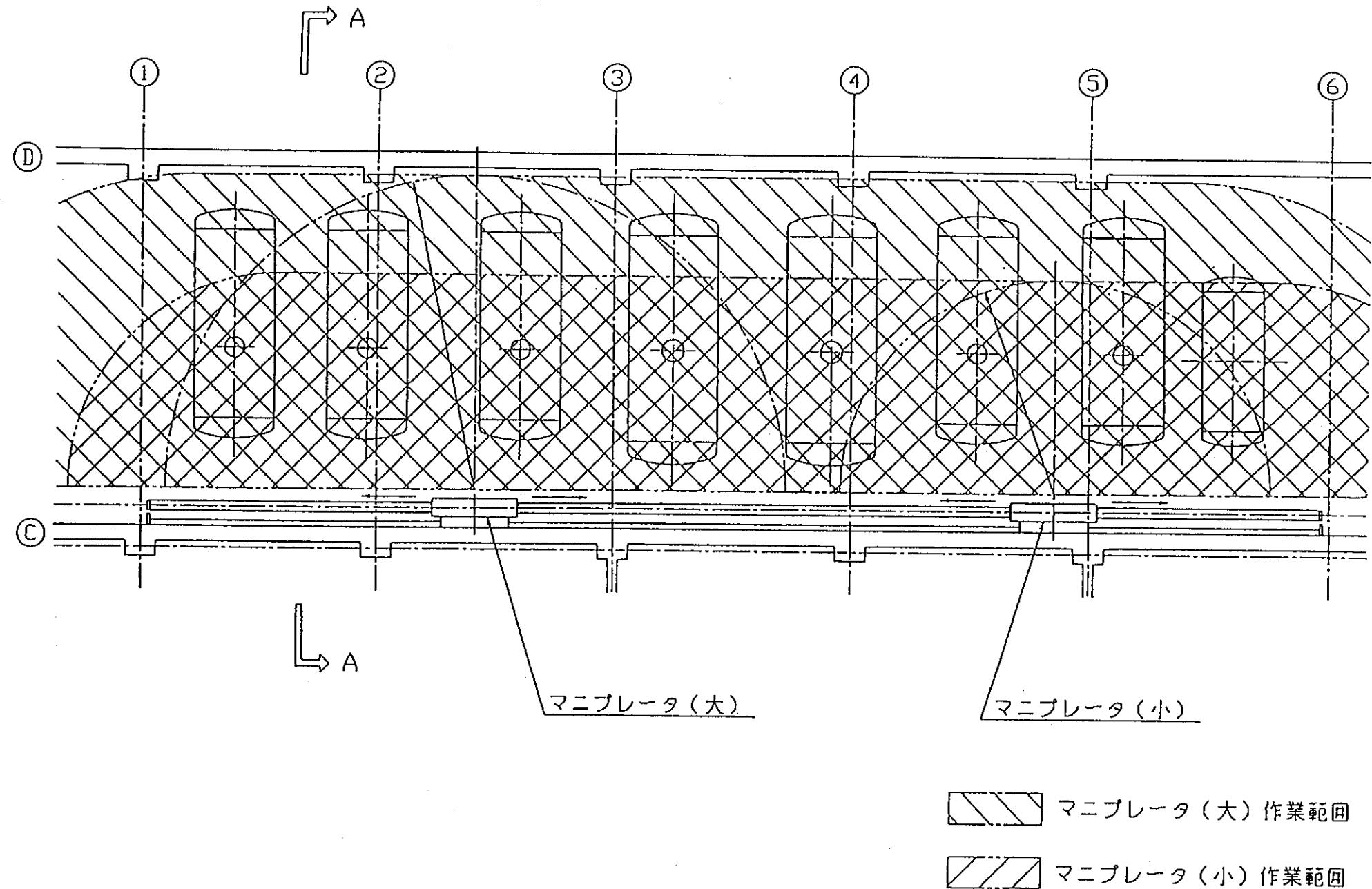
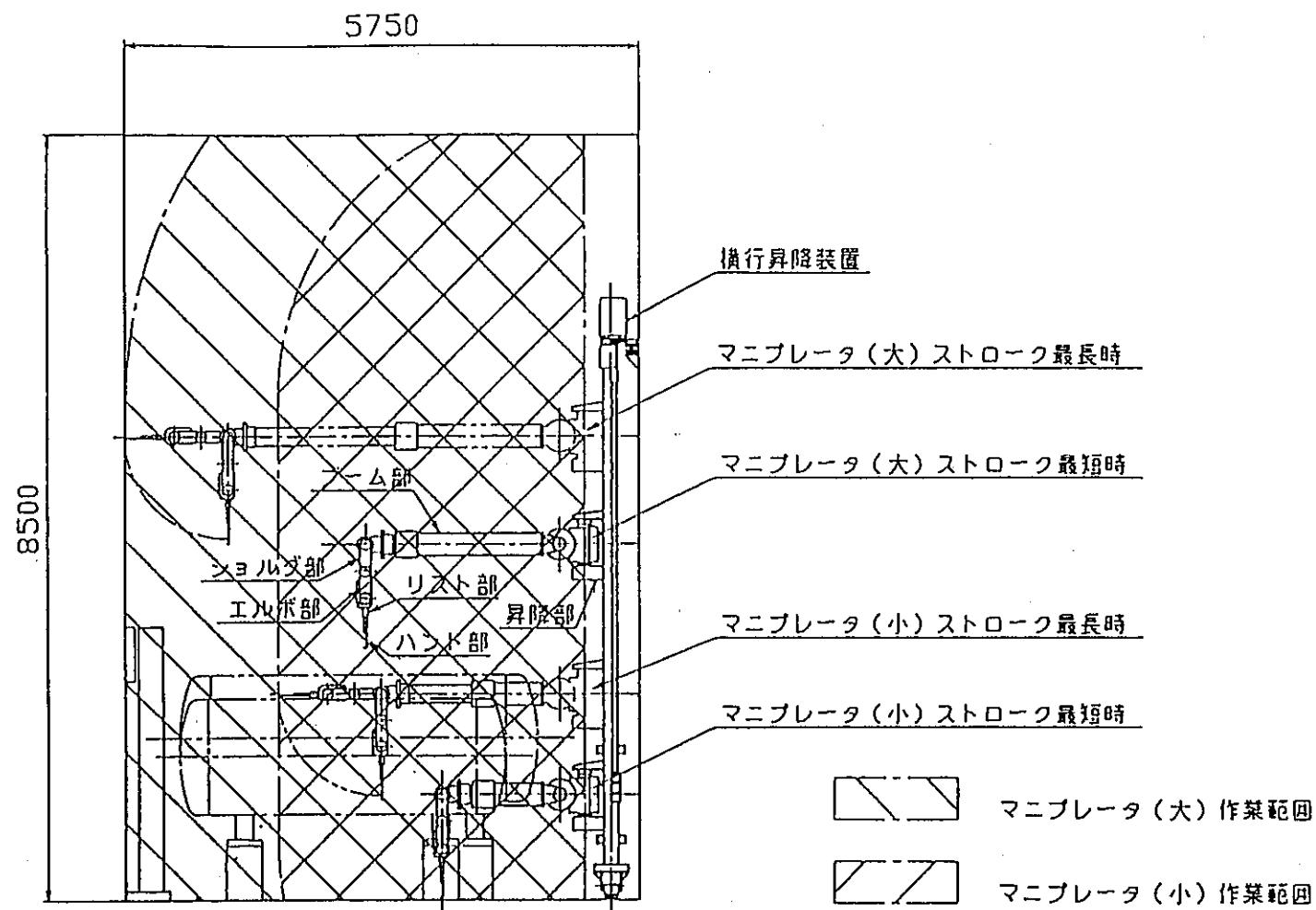
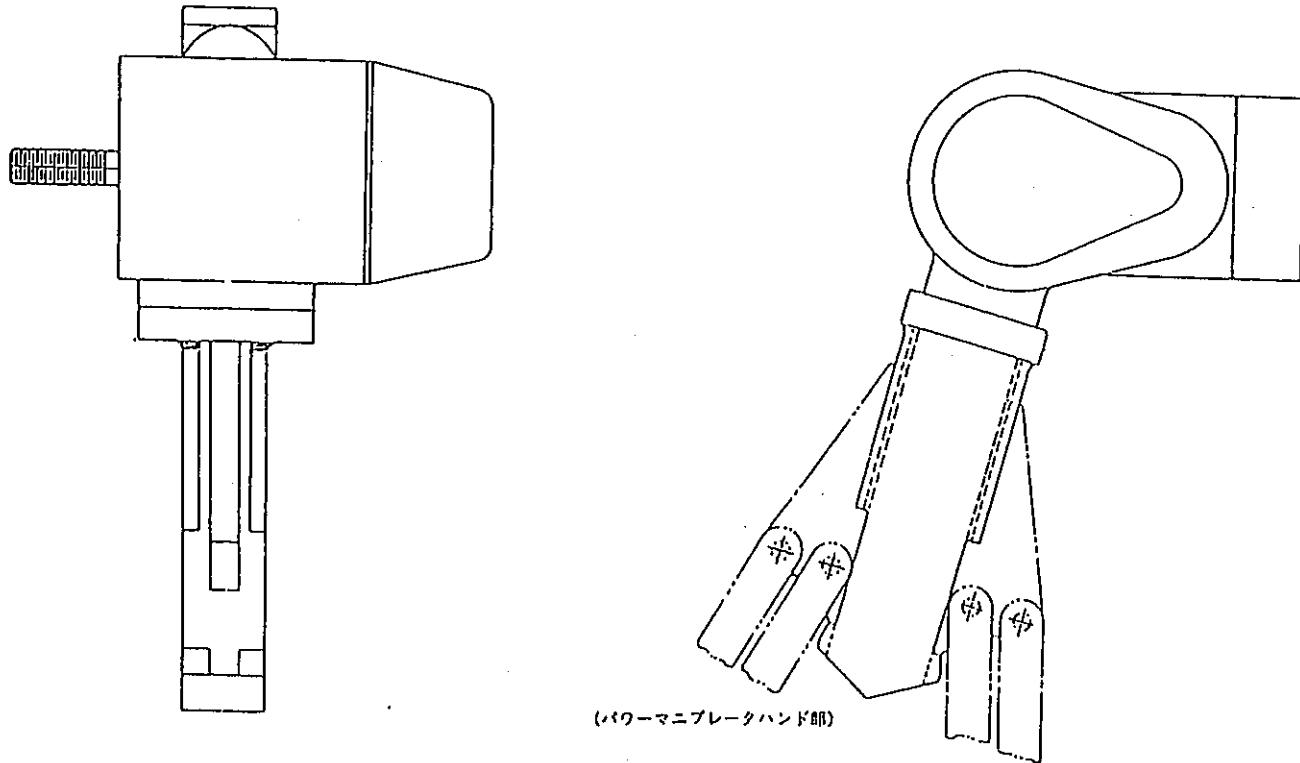


図 6.4.6 マニプレータの動作範囲



矢視A-A

図6.4.7 マニブレータの動作範囲



{ ディスクグラインダにより、ステンレスや
普通鋼の容器あるいは構造物の切断を行う }

図6.4.8 エアグラインダ

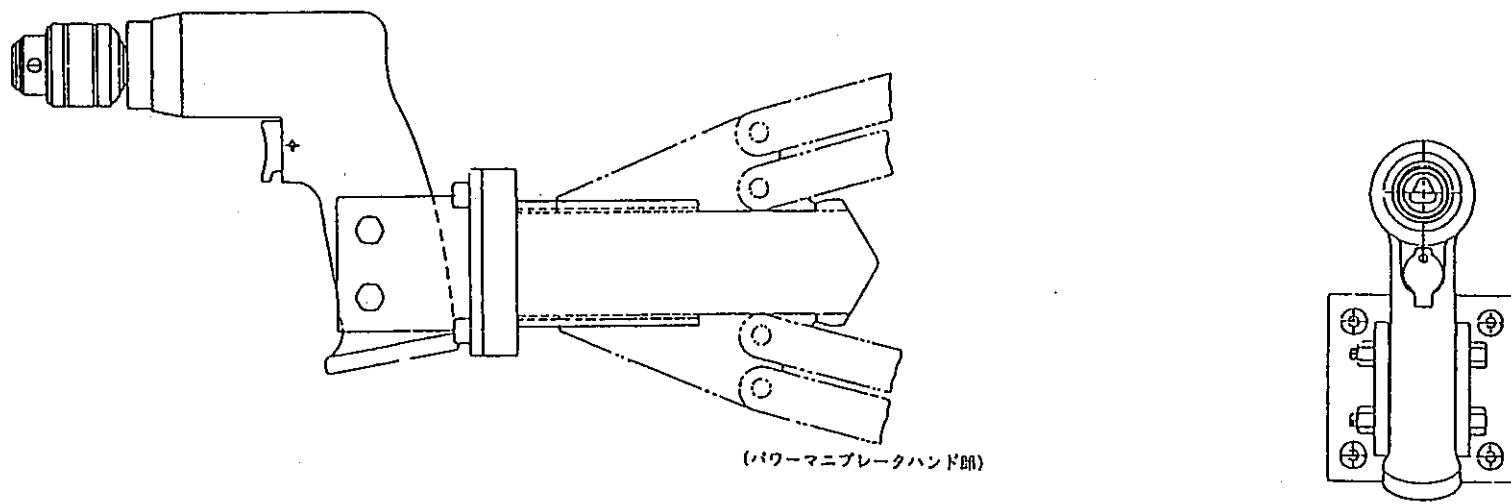
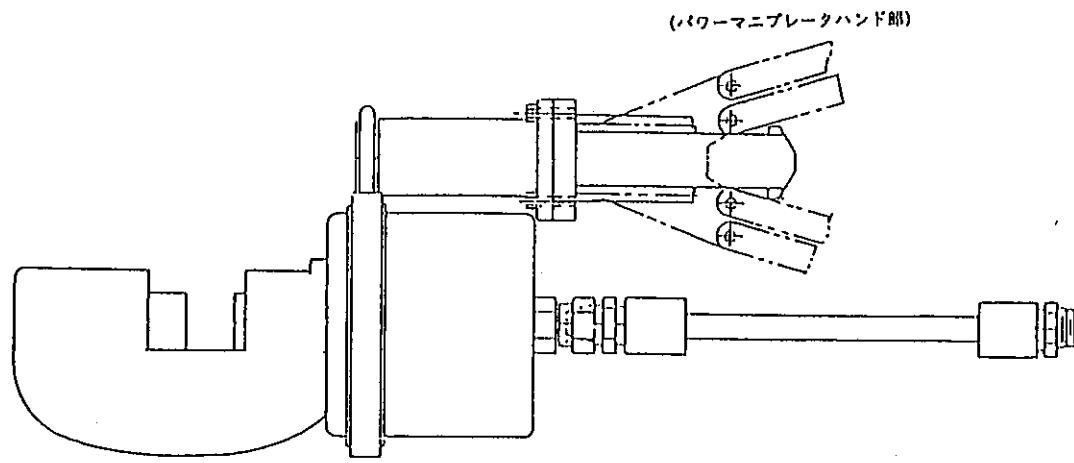


図6.4.9 電動ドリル



(パワーマニブレーキハンドル)

(油圧で小口径配管を圧縮切断する。)

図 6.4.10 油圧パイプカッタ

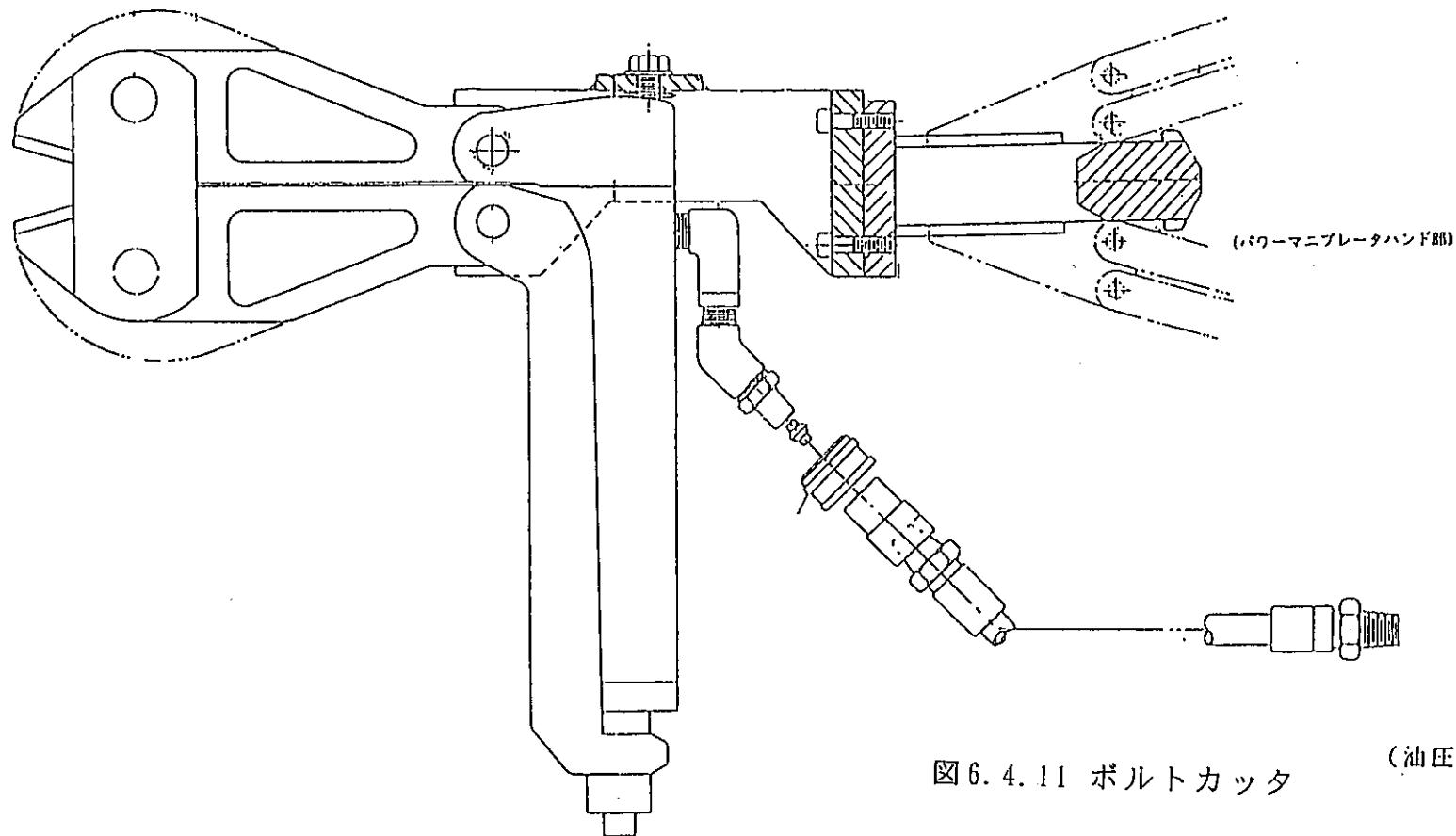
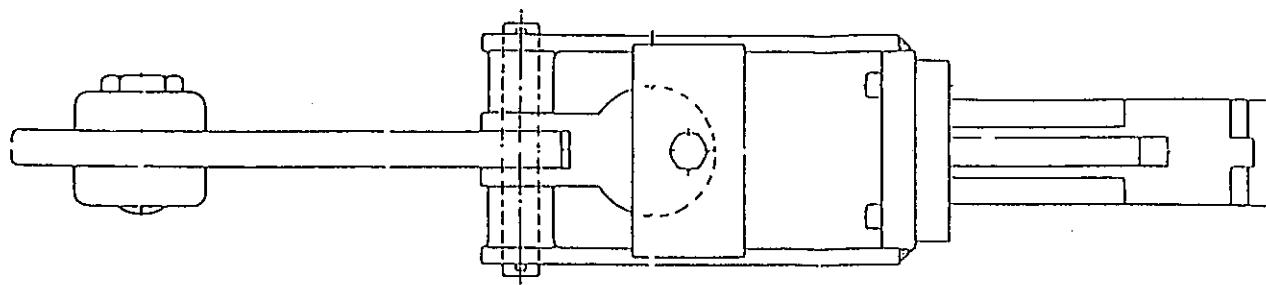
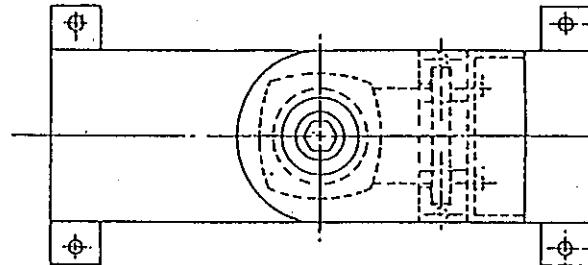
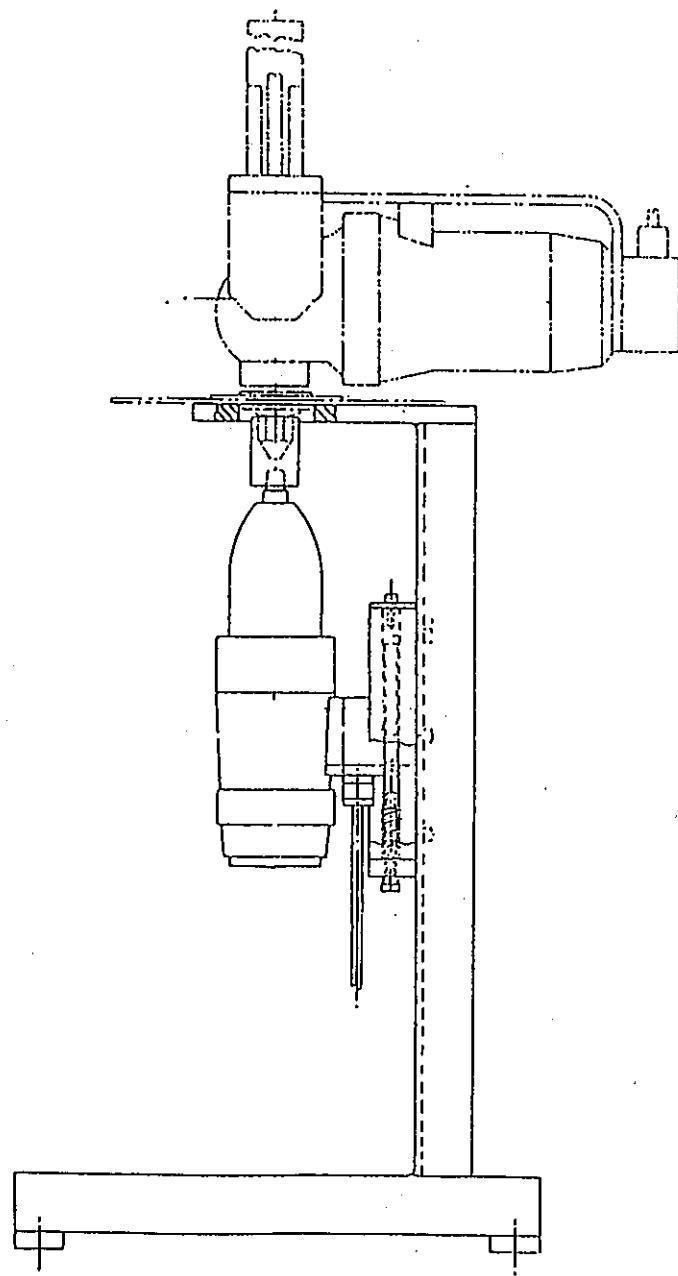


図 6.4.11 ボルトカッタ



ディスクラインダブレードやメタルソウ等の
切断用消耗品を遠隔で交換する。

図6.4.12 ソウブレード交換治具

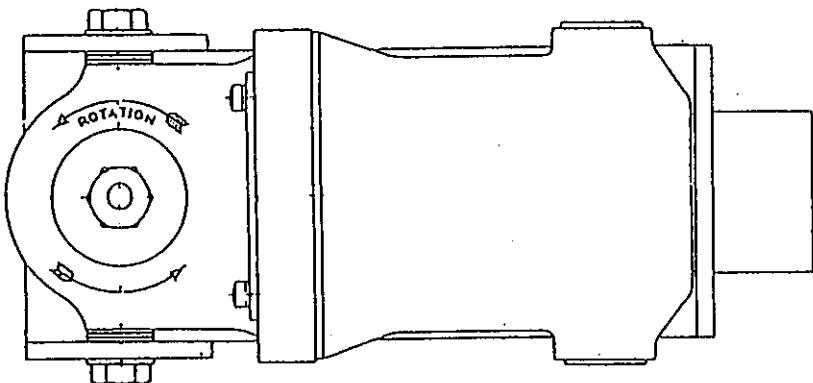
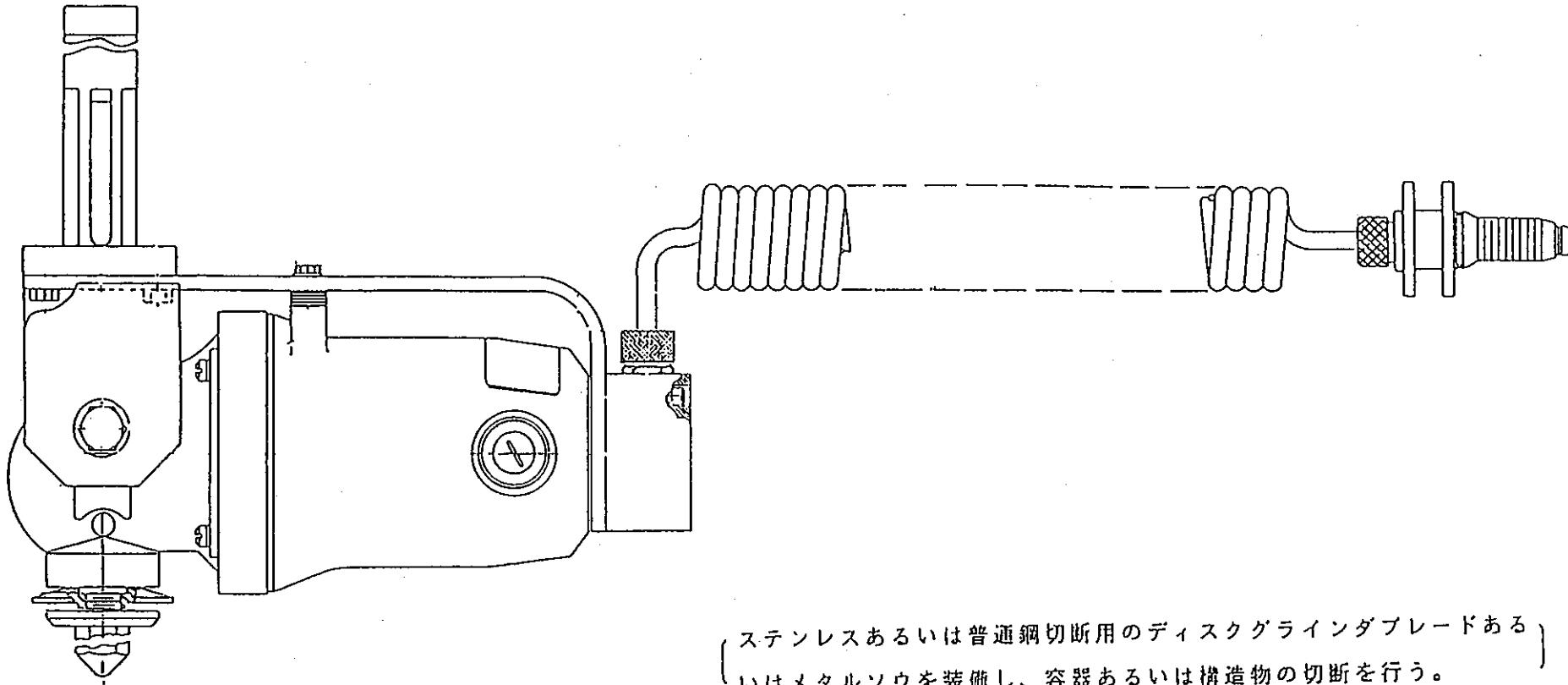


図6.4.13 アブラッシングソウユニット

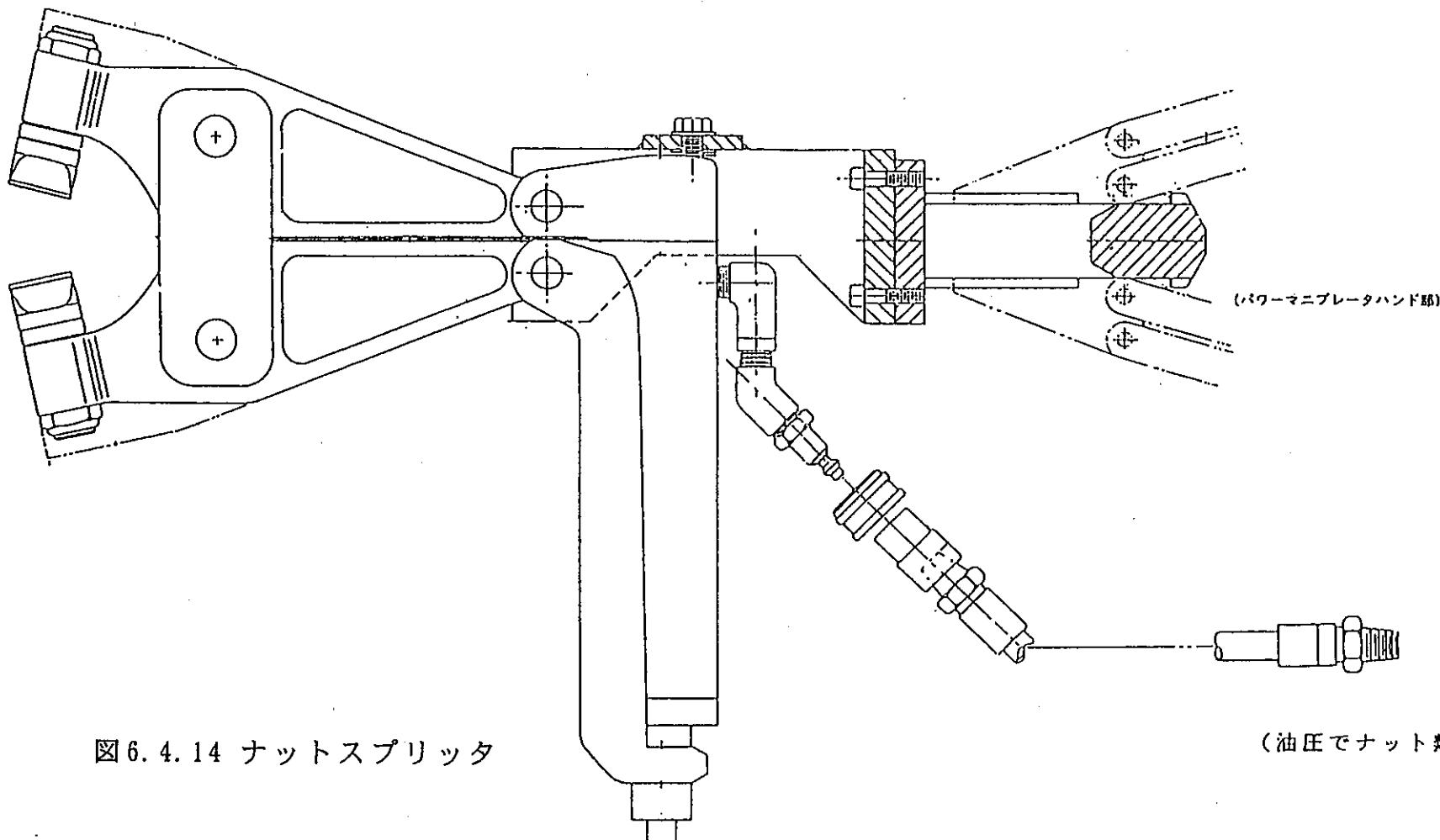
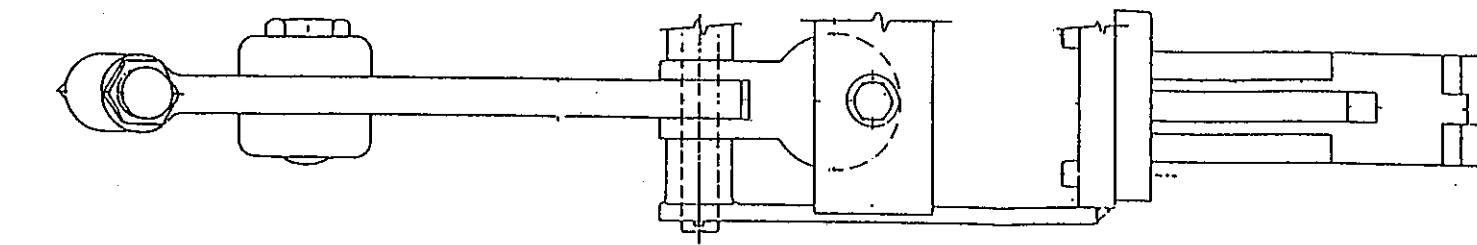
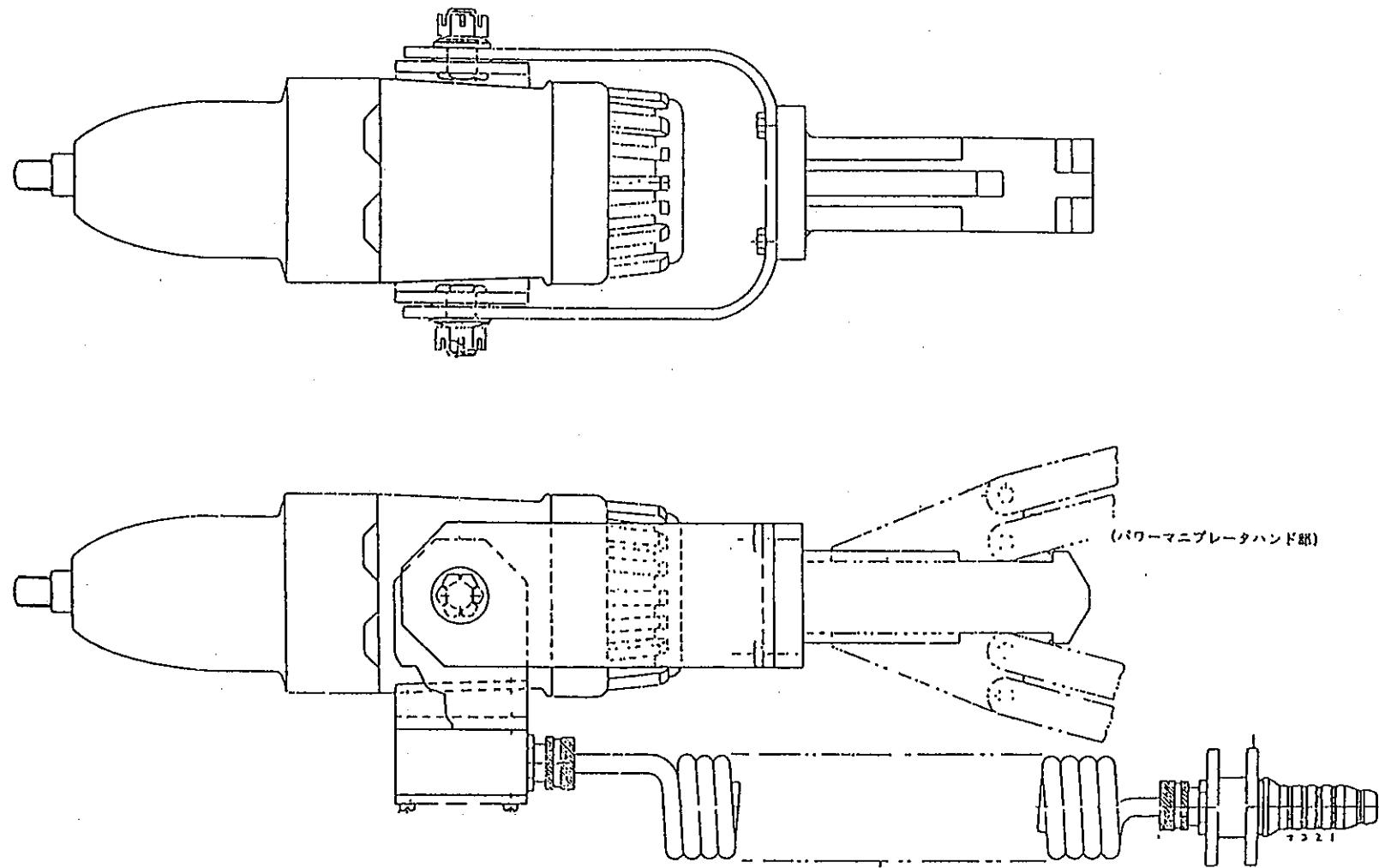


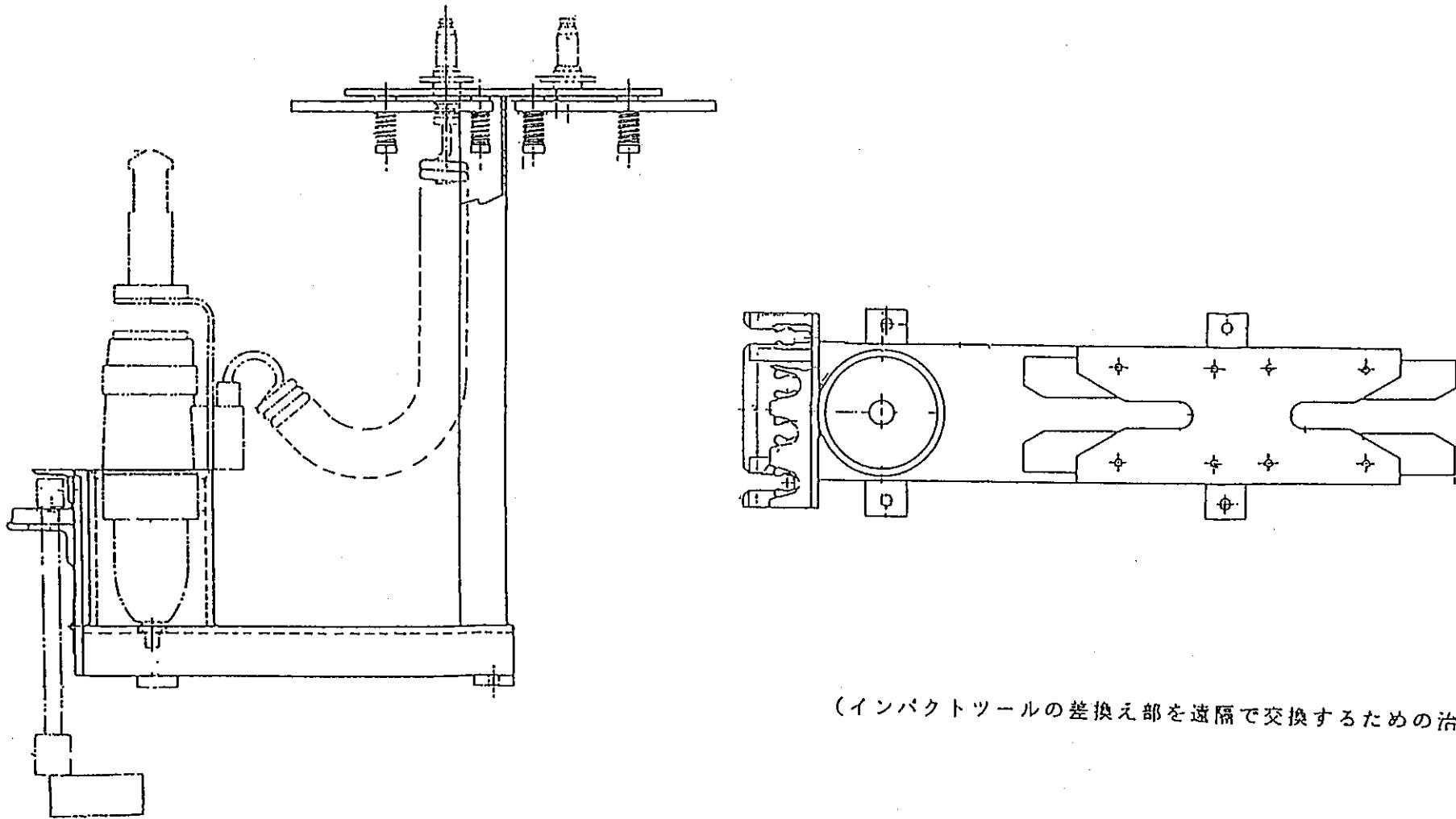
図6.4.14 ナットスプリッタ

(油圧でナット類を剪断する。)



(ボルト、ナットの締め込みと緩め作業を遠隔で効率良く行う。)

図 6.4.15 インパクトツール



(インパクトツールの差換え部を遠隔で交換するための治具である。)

図6.4.16 インパクトツール用交換治具

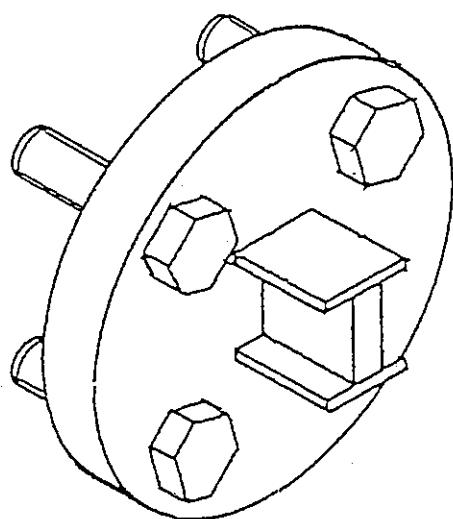
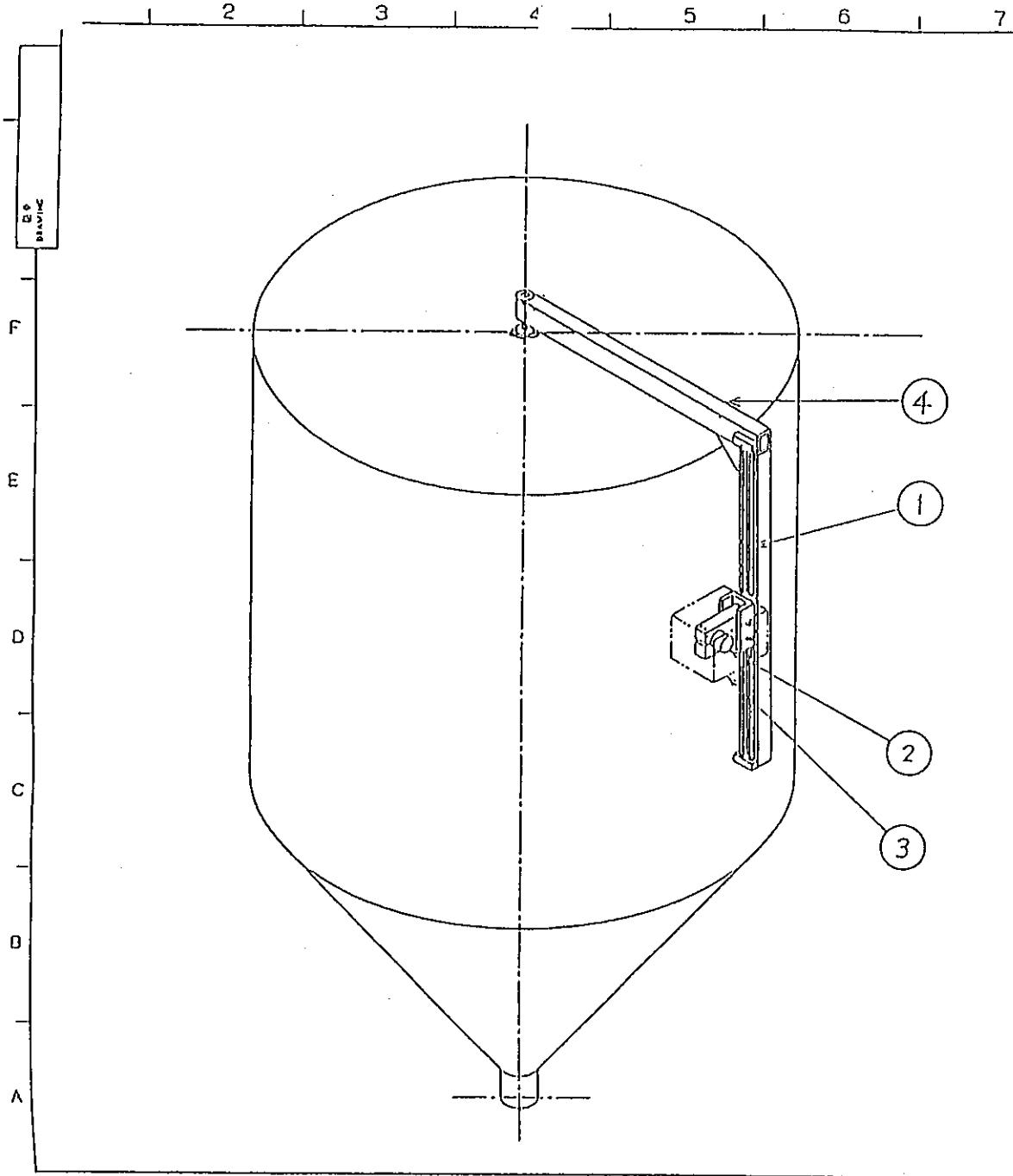


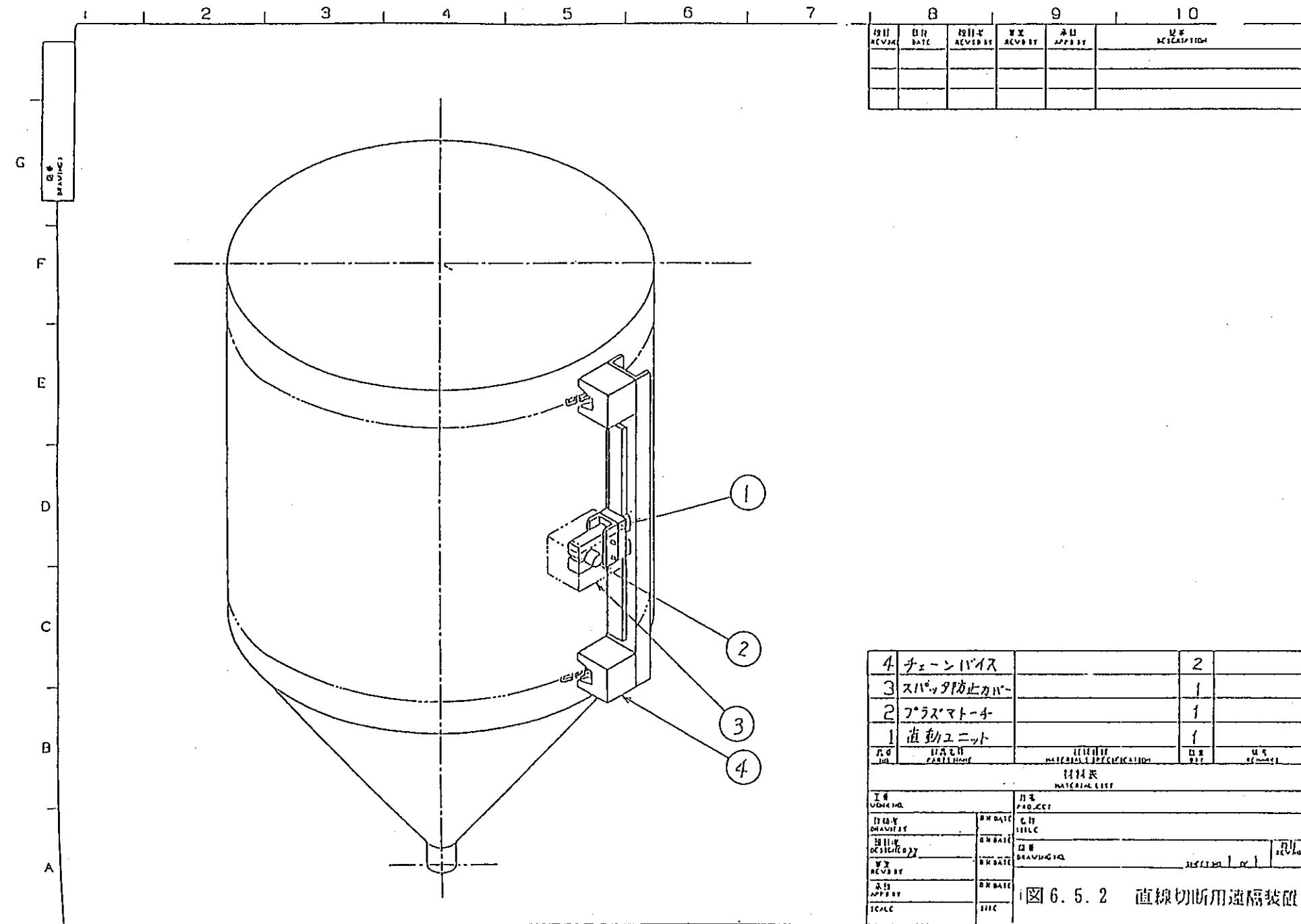
図 6.4.17 配管密封作業用目盲フランジ



10月 REVISE	8月 DATE	機器名 NAME	機器番号 NO.	本日 APPROVE	12月 SPECIFICATION

4 連結アーム		1	
3 スリップタブにカバー		1	
2 プラズマトーチ		1	
1 直動ユニット		1	
5.0 mm 12.5 mm	10/11/11 CUTTING LINE	DA 22.7	U.S. 1/4inch
図面表 MATERIAL LIST			
T.O. WORKING		R.C. PRODUCT	
REVISION DRAWING NO.	ON DATE	LEN INCH	
REVISION DESIGNED BY	ON DATE	ITEM DRAWING NO.	UNIT INCH
REVISION REVISED BY	ON DATE	REVISION NO.	UNIT INCH
REVISION APPROVED BY	ON DATE	REVISION NO.	UNIT INCH
SCALE	1:10		

図 6.5.1 直線切断用遠隔装置



チェーン式移送システム

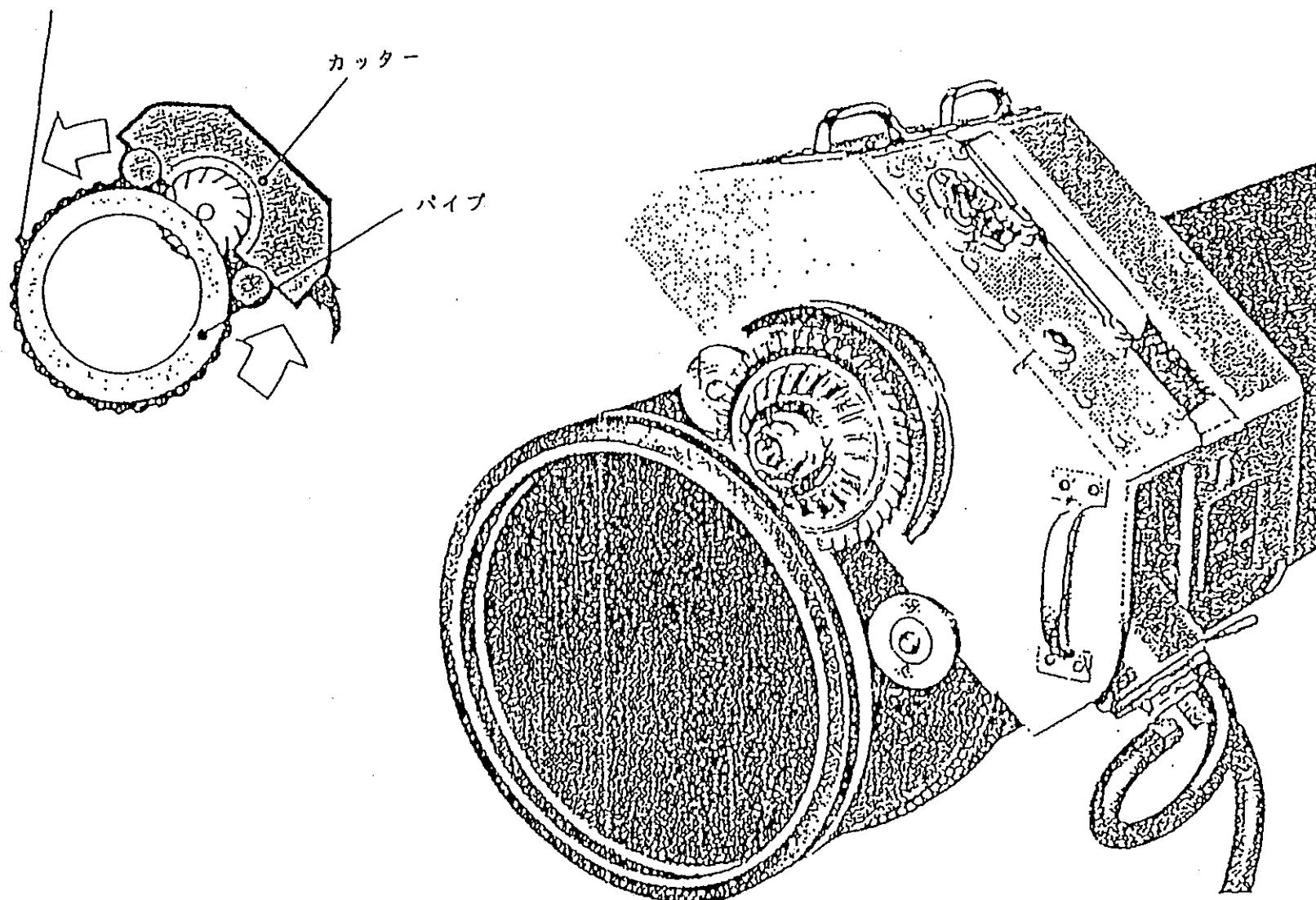


図 6.5.3 局面切断遠隔装置（例）

付録 1 . デコミ要素技術調査資料

測定技術概要

(1/5)

名称	測定技術	電離作用測定法	電離箱
プロセス概要	α 線、 β 線などの荷電粒子からなる放射線の電離作用によって生じる荷電で放射線を検出する。また、 γ 線のような荷電を持たない放射線は2次電子の電離作用によって検出する。		
主要構成機器	振動容量電位計		
ユーティリティ			
測定性能	検出限界感度: $10^{-8} \mu\text{Ci/cm}^2$ 程度 測定核種: 希ガス 測定時間: 連続		
運転・操作性	非常に小型。繰り返し使用可能。広い線量範囲を測定。 取扱いは極めて容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
実績	ポケット線量計等に広く利用されている。		
問題点	絶縁不良による荷電の自然漏洩に注意。		
備考	放射線計測ハンドブック; 第2版, 日刊工業新聞社, p152		
概略図			

測定技術概要

(2/5)

名称	測定技術	励起作用測定方法	シンチレーションカウンタ
プロセス概要	荷電粒子がある種の物質にあたると蛍光を発する。この蛍光体の発する光はシンチレーションと呼ばれ、電子増倍管を用いて電気信号として検出される。		
主要構成機器			
ユーティリティ			
測定性能	検出限界感度: $10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{試料}$ 測定核種: α 線、トリチウム、希ガス 測定時間: 10~20 分		
運転・操作性	取り扱いは比較的容易		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
実 績	多数。		
問 題 点	周囲からの散乱線も計数するため、補正が困難。		
備 考	放射線計測ハンドブック; 第2版, 日刊工業新聞社, p268		
概略図	<p>入射光</p> <p>半透明の光遮蔽板</p> <p>光電陰極 電子光学系</p> <p>典型的な 電子の軌道</p> <p>電子増倍管</p> <p>真空容器 (ガラス瓶)</p> <p>1-12: メイノード 14: 集束電極 13: 陽極 15: 汎用壁板</p>		

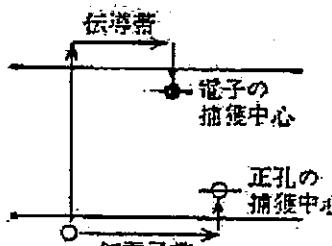
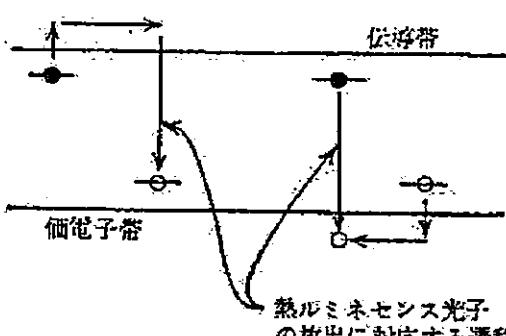
測定技術概要

(3/5)

名称	測定技術	電離作用測定法	半導体検出器
プロセス概要	放射線が固体中を通過する場合、固体中の電子との衝突によってエネルギーを失う。このとき電子は移動可能な状態に励起され、後に電子の穴を残す。この穴を利用して検出する。		
主要構成機器	半導体、波高分析器		
ユーティリティ	TLD読取り装置		
測定性能	検出限界感度: $1\text{mR} \sim 10^4\text{R}$ 測定核種: γ 線、X線 測定時間: 約 20分		
運転・操作性	非常に小型。繰り返し使用可能。広い線量範囲を測定。 取扱いは極めて容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
実績	個人被曝線量計等に広く利用されている。		
問題点	測定結果の保存性なし 大量処理に不向き		
備考	放射線計測ハンドブック; 第2版, 日刊工業新聞社, p426		
概略図			

測定技術概要

(4/5)

名称	測定技術	電離作用測定法	TLD
プロセス概要	あらかじめ熱処理によりトラップ電子を追い出した素子に放射線照射を行なうと電離された電子は不純物電子にトラップされる。この素子をTLD読取り装置で一定温度勾配で再加熱するとトラップエネルギーに比例した温度で光を放出する。		
主要構成機器	熱蛍光素子		
ユーティリティ	TLD読取り装置		
測定性能	検出限界感度: $1\text{mR} \sim 10^4\text{R}$ 測定核種: γ 線、X線 測定時間: 約 20分		
運転・操作性	非常に小型。繰り返し使用可能。広い線量範囲を測定。 取扱いは極めて容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
実績	個人被曝線量計等に広く利用されている。		
問題点	測定結果の保存性なし 大量処理に不向き		
備考	放射線計測ハンドブック; 第2版, 日刊工業新聞社, p756		
概略図	 <p>The top diagram illustrates the energy bands and trapping centers in a TLD. It shows two parallel lines representing the valence band (価電子帯) and conduction band (伝導帶). A horizontal arrow indicates the direction of electron flow. Two circular dots labeled "電子の捕獲中心" (electron trapping center) and "正孔の捕獲中心" (hole trapping center) are shown. Arrows point from these centers towards the respective bands.</p>  <p>The bottom diagram shows the recombination process. An electron (indicated by a minus sign) and a hole (indicated by a plus sign) are shown moving towards each other within the valence band. They are depicted as overlapping circles. A curved arrow labeled "熱ルミネセンス光子の放出に対応する遷移" (transition corresponding to the emission of luminescence photons) points from the recombination area to the right, indicating the release of luminescence photons.</p>	<p>上の図は電子と正孔の対が熱ルミネンス物質中に生成し、電子と正孔の捕獲中心を埋めるのを示している 下の図は温度を上げた場合の再結合の二つの可能性を示している。これによって熱ルミネンス光子が放出される</p>	

測定技術概要

(5/5)

名称	測定技術	電離作用測定法	G M 計数管
プロセス概要		β 線、 γ 線などの荷電粒子からなる放射線の電離作用によって生ずる荷電で放射線を検出する。GM計数管内で発生した電離は、入射粒子やエネルギーに関係なくパルスを発生するので、簡単な増幅器やカウンターで測定を行える。	
主要構成機器		GM計数管、計数率計またはパルスカウンター	
ユーティリティ			
測定性能		検出限界感度: 測定核種:全 β 、 γ 核種 測定時間:1~10分	
運転・操作性		非常に小型。 取扱いは極めて容易。	
保守性		比較的良い。	
経済性		比較的良い。	
実績		汚染サーベイメータ、線量当量率測定に広く利用されている。	
問題点		高線量当量率の測定には、窒息現象が発生し指示が不安定となる。	
備考		放射線計測ハンドブック; 第2版, 日刊工業新聞社, p220	
概略図			

除染技術概要

(1/13)

名称	除染技術	物理除染方法	高圧ハイドロジェット除染方法
プロセス概要	物体の表面上に付着しているルーズな表面汚染物を高圧水により洗い流す方法。1000kg/cm ² を超える超高压ハイドロジェットでは表面に付着している腐食皮膜や塗装、さらに氷室表層中に食い込んでいる汚染も除去できる。		
主要構成機器	ポンプ、ジェットガン、ノズル、供水管、供水タンク		
ユーティリティ	水、電力		
運転条件	水圧:数 10~300kg/cm ² 程度		
除染係数(DF)	~10		
適用性	狭いところや割れ目、溝の部分にもよく高圧の水が入り、狭い所の除染が可能。 ノズル及び高圧ホースの組み合わせにより、壁・床などの平面、直管及び曲管内面の除染にも適用できる。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良好。		
経済性	比較的良好。但し、遠隔・自動化、廃水処理等でコストが増大する。		
二次廃棄物及び処理方法	除染廃液、フィルタ		
実績及び開発状況	各種のタンク、燃料ラック、大口径配管内部の洗浄等に用いられる。		
問題点	飛散防止、廃液量の多さが問題となる。 金属除染としては DF が低い。		
備考	除染廃液をフィルタやイオン交換樹脂により廃液発生量の低減化も可能。 遠隔・自動化が望ましい。直接作業の場合は、高圧水を使用するので作業員には危険が伴う。		
出展文献	原子炉デコミッショニングハンドブック; サイエンスフォーラム, 東京 pp.228~230 (1981)		
概略図			

除染技術概要

(2/13)

名称	除染技術	物理除染方法	スチームジェット除染法
プロセス概要			スチームの断熱膨張による加速噴射力をを利用して除染液滴を汚染面に噴射する高温除染法。
主要構成機器			蒸気配給配管、除染剤溶液タンク、混合器およびジェットガン
ユーティリティ			除染剤、電力
運転条件			温度:70から80度
除染係数(DF)			$\sim 10^2$
適用性			付着性汚染を対象としている。
運転・操作性			比較的容易。
保 守 性			比較的良い。
経 済 性			比較的良い。但し、遠隔・自動化、廃水処理等でコストが増大する。
二次廃棄物及び 処理方法			除染廃液
実績及び 開発状況			施設の床、壁、設備等の除染に用いられている。
問 題 点			スチームの飛散防止に問題。 可視除染が難しい。
備 考			遠隔・自動化が望ましい。 不溶性固体のこびりついた汚染の除去では、高圧ハイドロジェット除染ほど除染効果は得られないが、除染廃液の発生は極めて少量で済む。
出展文献			J.A.Ayres : Decontamination of nuclear reactors and equipments, The ronald press company (1970) 原子炉デコミッショニングハンドブック; サイエンスフォーラム, 東京 pp.228~229 (1981)
概略図			

除染技術概要

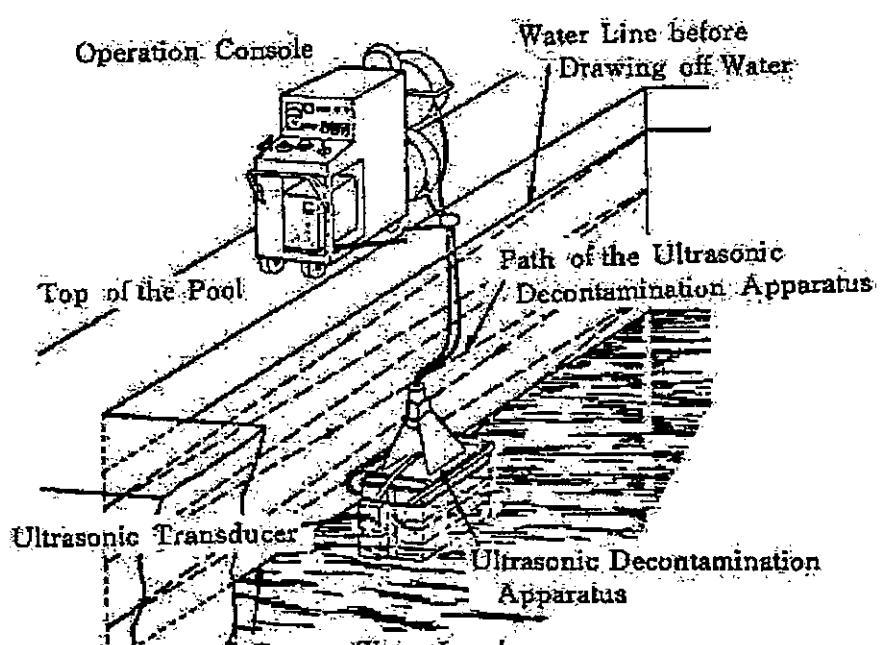
(3/13)

名称	除染技術	物理除染方法	フロン高压ジェット除染法
プロセス概要	フロンを高圧で処理物の表面に吹き付け、その衝撃力、浸透性またはフロン自体による有機物の溶解性を利用して除染を行う方法。 除染によって汚れたフロンは異物除去用トラップで浄化でき、溶剤タンクに回収した後、低圧ポンプによりフィルタを介して再利用できる。		
主要構成機器	除染槽、溶剤タンク、高圧ポンプ、フィルタ、蒸留器、冷却器		
ユーティリティ	電力、フロン、水		
運転条件	フロン圧:70~150kgf/cm ²		
除染係数(DF)	2×10^2		
適用性	油分除去の効果が高いことから電解研磨法の前処理として有望である。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	(フロン)フィルタ		
実績及び 開発状況	定検工具、タービン翼、モータ部品の洗浄等に用いられている。		
問題点	フロンは気化するためシールを十分行わなくてはならない。 フロンのみの除染効果はあまり高くない。		
備考	フロンは低粘度、低表面張力のため浸透力が大きく、密度が大きいため、不純物の浮力を大きくして、除染効果を高める。 高い絶縁性を有しており、電動機等の分解をせずに除染できる。		
出典文献	_____		
概略図	_____		

除染技術概要

(4/13)

名称	除染技術	物理除染方法	超音波除染法
プロセス概要	超音波の水中照射で発生するキャビテーションによる衝撃現象により生じる固体表面の付着物の剥離作用や、化学反応の加速作用を除染に利用する除染方法。		
主要構成機器	超音波発振器、トランスデューサー、除染タンク、洗浄液浄化装置		
ユーティリティ	電力、洗浄液		
運転条件		—	
除染係数(DF)	数 10～数 100		
適用性	スケール等の固体状の付着汚染や深い隙間や細孔部に存在する付着物などの除染に効果あり。高レベル汚染機器の初期除染に適している。		
運転・操作性	運転技術の習得が必要。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法	洗浄液、フィルタ		
実績及び開発状況	金属類の除染に適している。		
問 題 点	集中照射型は DF を高く取れるが、浸漬型の DF は低い。		
備 考	大きな機器も超音波発生装置の高出化と集中照射技術により可能になっている。		
出展文献	実吉純一 他, 超音波技術便覧; 日刊工業新聞社 (1971) Transactions of the American Nuclear Society, Vol. 33 pp.888～889 (1979)		



遠隔操作型超音波除染装置の概要

除染技術概要

(5/13)

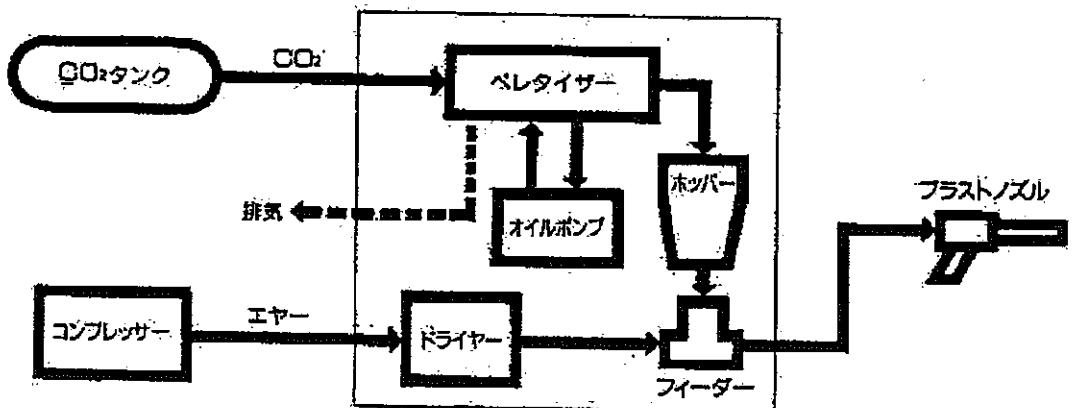
名称	除染技術	物理除染方法	高圧ハイドロ・グリッド・プラスト除染法
プロセス概要	噴射ノズルから加速流体に研磨剤を乗せて噴射して、汚染面に吹き付けて、汚染表面を研削して除染を行う方法。研磨剤にはあるみな、カーボンランダム、スチール、炭化珪素、ガラスなどが用いられる。		
主要構成機器	ポンプ、ジェットガン、ノズル、給水管、給水タンク、エアコンプレッサ		
ユーティリティ	電力、圧空、研磨剤		
運転条件			
除染係数(DF)	$\sim 10^3$ (コンクリート)		
適用性	スラッジやスチールの厚く堆積した汚染や、油汚染あるいは塗装コーティングの汚染などの様に、電解研磨及び浸漬化学除染の適用が困難なものに対しても除染が可能である。		
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。但し、遠隔・自動化、廃水処理等でコストが増大する。		
二次廃棄物及び処理方法	研磨剤、廃液		
実績及び開発状況	金属、コンクリートの除染等に用いられている。		
問 題 点	ドライアイスや氷塊粒を用いる場合を除き、研磨剤を多めに用いるため、2次廃棄物量が問題となる。		
備 考	使用した研磨剤が廃棄物として残存しないかあるいは処理しやすい研磨剤を用いる方法としてドライアイスや氷塊粒を用いる方法や、化学除染をゲル状にして用いる方法がある。		
出展文献	原子炉デコミッショニングハンドブック; サイエンスフォーラム, 東京 p230 (1981)		
概略図			

除染技術

(6/13)

名称	除染技術	物理除染方法	アイスblast除染法
プロセス概要	加圧した空気を駆動源として氷塊を処理物の表面に吹き付け、処理物の表面を削り取ることにより汚染を除去する方法である。		
主要構成機器	blastタンク、ノズル、ポンプ、エアコンプレッサー		
ユーティリティ	電力、圧空、研磨剤		
運転条件	圧力:4~10kgf/cm ² 程度		
除染係数(DF)	3~10		
適用性	スラッジやスチールの厚く堆積した汚染や、内部 CP の沈着が著しい汚染などのように、電解研磨及び浸漬化学除染の適用が困難なものに対しても除染が可能である。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。但し、遠隔・自動化、廃水処理等でコストが増大する。		
二次廃棄物及び処理方法	廃液		
実績及び開発状況	金属、コンクリートの除染等に用いられている。		
問題点	廃液量の多さ。 blast剤が短時間で破損磨耗する。 金属除染としては DF が低い。		
備考	blast法は使用する研磨剤により分類される。(サンドblast、スチールショットblast、ドライブblast)		
出展文献	原光男 他, 高圧ドライアイスblast除染技術開発(1); PNC ZN9410 93-053 (1993)		

概略図



除染技術

(7/13)

名称	除染技術	物理除染方法	流動研磨除染法
プロセス概要	系統内の循環水流中に研磨剤を混入して、規定流速以上に懸濁流動させて、内面に付着しているクラックを流動研磨剤粒子により研磨剥離除去する。		
主要構成機器	除染液供給タンク、給液タンク、濾過器		
ユーティリティ	電力、水、除染液、研磨剤		
運転条件			
除染係数(DF)	循環流速と除染時間によって任意に決めることが可能。		
適用性	循環系統の使用により、小口径配管に適用可能。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。但し、遠隔・自動化、廃水処理等でコストが増大する。		
二次廃棄物及び処理方法	フィルタ、廃液		
実績及び開発状況	小口径配管の除染に用いられている。		
問題点	研磨剤による給液ポンプ等の構成機器自身の磨耗。 フィルタ交換時の被ばく低減化。 流速の調整。		
備考	グラッド性状に左右されず、高いDFが得られる。		
出展文献	安中秀雄、JPDRの解体と除染技術；原子力工業、36巻8号 pp.53~60 (1990)		
概略図			

除染技術

(8/13)

名称	除染技術	物理除染方法	水中クリーナ除染法
プロセス概要	水を満たした使用済み燃料貯蔵プールの上から、遠隔操作により水中で金属切断粉の回収や除去を行う。		
主要構成機器	水中自動走行除去装置、フィルタ、フィルタカートリッジ、ポンプ		
ユーティリティ	電力、水		
運転条件		——	
除染係数(DF)		——	
適用性	高度に放射化或いは汚染された機器類の解体、切断により発生する切削粉やスラグを水中で回収、除去することが可能。 遠隔操作により作業中の放射化被ばくの低減化が可能。		
運転・操作性	操作技術の習得が必要。		
保 守 性		——	
経 済 性		——	
二次廃棄物及び処理方法	フィルタ、廃液		
実績及び開発状況	各種のタンクの洗浄に使用。		
問 題 点	廃液量の多さ。 フィルタ交換時の被ばく低減化。		
備 考		——	
出展文献	保健物理と安全管理, 日本原子力研究所; No.16 JAERI-M 5866 (1994)		
概略図		<p>The diagram illustrates the underwater cleaning system. A 'remote controller' is positioned above the water surface, connected by a cable to a 'suction head' located at the bottom of an 'SFC pool'. The suction head is connected to a 'circulation pump' situated on the pool floor. Above the pump, a 'filter cartridge covered with Pb shield' is shown, also connected to the remote controller. The entire assembly is designed for remote operation to clean the pool.</p>	

除染技術

(9/13)

名称	除染技術	化学除染方法	化学除染法
プロセス概要	化学除染剤を入れた除染タンク中に処理物を浸透した後、取り出して水洗いする方法である。		
主要構成機器	薬液タンク、リンス用水槽、乾燥機		
ユーティリティ	電力、水		
運転条件	温度:~10 ² 度		
除染係数(DF)	10 ² ~10 ³		
適用性	狭い所や割れ目、溝の部分にもよく除染液が入り、狭い箇所の除染が可能。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	除染廃液		
実績及び 開発状況	各種のタンクの洗浄に使用。		
問題点	腐食性の強い除染剤を使用する場合は機器の耐食性並びに廃液処理を考慮する必要がある。リンス方法、乾燥方法との組み合わせの最適化によりDFを確保する必要がある。 廃液の安定化或いは再生方法の確証が必要。		
備考	除染廃液をフィルタやイオン交換樹脂により発生量の低減化も可能。		
出典文献	<hr/>		
概略図	<hr/>		

除染技術

(10/13)

名称	除染技術	化学除染方法	化学+物理(超音波)除染法
プロセス概要	化学除染の浸漬槽に超音波発振器を取り付け、超音波を照射して粒塊腐食の深いところにある汚染の除去効果を高める方法で、化学効果に加えて超音波によるキャビテーション効果を付与している。		
主要構成機器	超音波発振器、振動子、除染槽		
ユーティリティ	電力、水、洗浄液		
運転条件	除染液として、硫酸+シュウ酸を使用。温度:50度		
除染係数(DF)	$10^2 \sim 10^3$		
適用性	狭い所や割れ目、溝の部分にもよく除染液が入り、狭い箇所の除染が可能。		
運転・操作性	容易。		
保 守 性	非常に良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法	化学除染廃液、フィルタ、洗浄水		
実績及び開発状況	金属廃棄物(SUS、CS)の除染に使用。		
問 題 点	超音波振動子の耐蝕性の問題。 除染廃液の再生技術の開発。		
備 考	化学除染に物理除染を付加するため高い除染効果が得られる。		
出展文献	実吉純一 他, :超音波技術便覧; 日刊工業新聞社 (1971)		
概略図	<p>超音波洗浄装置の概要</p>		

除染技術

(11/13)

名称	除染技術	化学除染方法	化学+電解再生法(レドックス)
プロセス概要	強酸水溶液に強酸化剤を加えた除染液で汚染金属表面及び汚染物質を溶解することにより除染する。除染後リノス槽で洗浄しモニタリングする。		
主要構成機器	電解槽、除染槽、リノス槽、中和槽		
ユーティリティ	電力、水、洗浄液(硫酸または硝酸、Ceイオン)		
運転条件	除染液と:硫酸+Ce、硝酸+Ce		
除染係数(DF)	$10^2 \sim 10^3$		
適用性	複雑な形状の除染が可能。		
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法	除染廃液、フィルタ、洗浄水、H ₂ 、O ₂ 、ガス		
実績及び開発状況	金属廃棄物(SUS、CS)の除染に使用。		
問 題 点	Ceイオンが高価なため、回収技術を開発する必要がある。 除染廃液の再生技術の開発。		
備 考	Ceイオンが再生されるため、廃液量が少ない。		
出典文献			
概略図			

除染技術

(12/13)

名称	除染技術	化学除染方法	電気化学[電解研磨]法
プロセス概要	除染対象物に対してあらかじめペイント、油脂、さび等を除去し、電極を接続し廃棄物を陽極として電解液中で通電して、汚染した金属表面を電気化学的に溶解平滑化することにより除染する。除染後、対象物の洗浄、乾燥を行う。		
主要構成機器	電解槽、直流発生装置、すすぎ槽、乾燥設備		
ユーティリティ	電力、水、電解液(リン酸、硫酸、中性塩溶液)		
運転条件	電解液としては、70%リン酸、5~20%希硫酸、20%Na ₂ SO ₄ 水溶液を使用。		
除染係数(DF)	10 ² ~10 ⁴		
適用性	検出限界レベルまでの除染が可能。		
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法	使用済み電解液、フィルタ、洗浄水、水素ガス		
実績及び開発状況	金属廃棄物(SUS、CS)の除染に使用。		
問 題 点	作業に手間がかかるため、大量に処理することが難しい。 使用済み電解液が2次廃棄物となるため、再生使用する必要がある。(リン酸)		
備 考	油性の汚れ、ペイント、さび等の除去を行う前処理が必要。		
出展文献	原光男 他,電解研磨除染技術の開発試験; PNC ZN9410 93-144 (1995)		
概略図			

除染技術

(13/13)

名称	除染技術	化学除染方法	電気化学[交番電極電解研磨]法
プロセス概要	除染対象物に対してあらかじめペイント、油脂、さび等を除去し、電極を接続し交番電流を通電することにより、金属表面酸化皮膜を電解する。一方、溶解した金属イオンは水酸化物として沈殿するため、除染残さはフィルターで連続的に除去できる。		
主要構成機器	電解槽、電源、すすぎ槽、交番機構		
ユーティリティ	電力、水、電解液(Na_2SO_4 水溶液)		
運転条件	電解液としては、硫酸ソーダ等の中性塩水溶液を使用。		
除染係数(DF)	~10^3		
適用性			
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	使用済み電解液、フィルタ、洗浄水、水素ガス		
実績及び 開発状況	金属廃棄物(SUS、CS)の除染に使用。		
問 題 点	作業に手間がかかるため、大量に処理することが難しい。 電流効率が他の電解研磨法に比べると悪い。 除染速度が他の電解研磨法に比べると悪い。		
備 考	除染残さが水酸化物として沈殿するため液の再生が可能である。 油性の汚れ、ペイント、さび等の除去を行う前処理が必要。		
出典文献			
概略図			

解体技術概要

(1/22)

名称	解体技術	機械的切断法	ダイヤモンドカッタ法
プロセス概要	円盤状の砥石にダイヤモンドを埋め込んだソーブレードを高速回転させ、処理物を削り取る高速切断機である。 乾燥切断と湿式切断がある。		
主要構成機器	ソーブレード、油圧ポンプ、台車		
ユーティリティ	電力、油		
運転条件		_____	
切断性能	火災等の危険がない。		
適用性	遠隔操作には向き。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良好。		
経済性	比較的良好。		
二次廃棄物及び 処理方法		_____	
実績及び 開発状況	原研(東海) 実用燃料試験施設(1979～)試験装置であり処理能力は小(小型の金属) 原研(東海) ホットラボ (1961～) 同上 原研(東海) 廃棄物安全試験棟(1981～) 同上 動燃事業団(大洗) 照射材料試験室 (1971～) 同上		
問題点		_____	
備考		_____	
出典文献		_____	
概略図		_____	

解体技術概要

(2/22)

名称	解体技術	機械的切断法	ハクソ法(ノコによる切断)
プロセス概要	ハクソは鋸刃の往復運動により切断する。		
主要構成機器	鋸刃、駆動モータ		
ユーティリティ	電力		
運転条件			
切断性能	切断速度が遅いため切粉及び切削水の飛散が少ない。 火災の危険がない。		
適用性	遠隔操作には不向き。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良好。		
経済性	比較的良好。		
二次廃棄物及び 処理方法			
実績及び 開発状況	動燃事業団(大洗)固体廃棄物前処理施設(1983~) 小型の金属廃棄物 原研(東海) 第2廃棄物処理棟実用燃料試験施設(1980~)小型の金属廃棄物		
問題点			
備考			
出典文献			
概略図			

解体技術概要

(3/22)

名称	解体技術	機械的切断法	丸ノコ切断法
プロセス概要	セグメントリーの場合、ノコの外径が大きくΦ500以上、切断材の厚さの10倍が適当とされている。		
主要構成機器	電源、鋸刃		
ユーティリティ	電気		
運転条件			
切断性能	能率的継続性が高い。		
適用性	比較的大きな鋼材などは、セグメントリーが用いられる。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良い。		
経済性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法			
実績及び 開発状況	多数		
問題点			
備考			
出典文献			
概略図			

解体技術概要

(4/22)

名称	解体技術	機械的切断法	ニプラ法
プロセス概要	動刃(ポンチ)を受刃(ダイス)で被切断物を連続して打ち抜いて切断する。		
主要構成機器	ニプラ、油圧ユニット(油圧式の場合)		
ユーティリティ	電力		
運転条件		_____	
切断性能	火災の危険がない。		
適用性	マニプレータ等を用いた遠隔操作に向いている。		
運転・操作性	小型装置であり取扱い易い。		
保 守 性	比較的良好。		
経 済 性	比較的良好。		
二次廃棄物及び処理方法	切断屑が発生するが比較的大きく補集し易い。		
実績及び開発状況	日本原子力発電/敦賀原子力発電所 CB解体(1978~)		
問 題 点		_____	
備 考		_____	
出展文献	日立電動工具カタログ(1996)		
概略図			

解体技術概要

(5/22)

名称	解体技術	機械的切断法	キロチンカッタ法
プロセス概要	上刃(移動刃)と下刃(固定刃)により被切断物を押し付けて切断する。		
主要構成機器	上刃、下刃、テーブル、ラム		
ユーティリティ	電力		
運転条件			
切断性能	設置場面の汚染が少ない。 火災などの危険が少ない。		
適用性			
運転・操作性	固定式で使用し、操作は容易である。		
保 寸 性	比較的良好。		
経 济 性	比較的良好。		
二次廃棄物及び 処理方法			
実績及び 開発状況	カールスルーエ研究所(西独) 不燃物(金属)の切断(1982~)		
問 題 点			
備 考			
出典文献			
概略図			

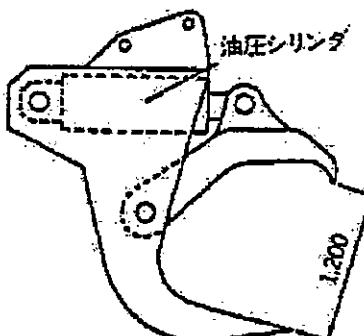
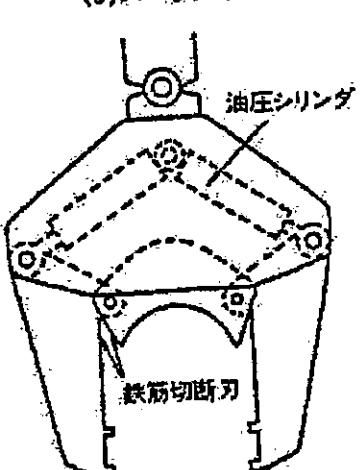
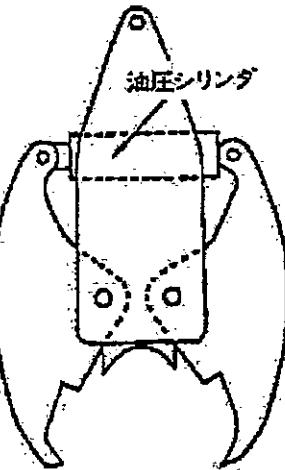
解体技術概要

(6/22)

名称	解体技術	溶断法	溶極式ウォータージェット切断法
プロセス概要	電極であるワイヤと母材との間でアークを発生させ、ジェット水を吹き付けて、溶融金属を吹き飛ばすとともに、アーク自体をも動かして切断する方法である。		
主要構成機器	定電圧アーク発生機、ワイヤ供給装置、ノズル、ジェット水供給装置		
ユーティリティ	電力、水		
運転条件			
切断性能			
適用性			
運転・操作性	スタンドオフの裕度が比較的大きく操作し易い。 ワイヤ供給速度と切断速度のマッチングが必要。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法			
実績及び 開発状況	通産省工技院四国工業技術試験所 東京電力福島第一原子力発電所 使用済CBの水中切断(稼働中)		
問 題 点	ダストの処理が必要。		
備 考			
出展文献	原子炉デコミッショニングハンドブック;サイエンスフォーラム,東京 p269 (1981)		
概略図			

解体技術概要

(7/22)

名称	解体技術	油圧機構による工法	圧碎工法
プロセス概要		油圧を用いてコンクリート部材に圧縮力や曲げ力を加えて圧碎するもので、2つのアームが両押ししてかみ碎く圧碎機、2つのアームが片押ししてかみ切る圧碎機の工法による。	
主要構成機器	キャタピラ走行式油圧アーム車、圧碎機		
ユーティリティ	水(散水用)		
運転条件	油圧力:160~280kg/cm ²		
切断性能	30~40m ³ /日		
適用性	圧碎機の併用ですべての部位に適用できる。		
運転・操作性	比較的良い。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法	無し。		
実績及び開発状況	一般建築物		
問 題 点	粉じんが多いので散水が必要。		
備 考	強固な作業床が必要。		
出展文献	笠井芳夫、解体工法の変遷と評価;セメントコンクリート No.487 Sep. p6 (1987)		
概略図	(a)1,200ニラー  油圧シリンダ 1,200	(b)スマッシュヤ  油圧シリンダ 鉄筋切断刃	(c)TSクラッシュヤ  油圧シリンダ

解体技術概要

(8/22)

名称	解体技術	機械的衝撃工法	ハンドブレーカ
プロセス概要	原理は大型ブレーカに同じ。圧縮空気、油圧、電動式のものがある。		
主要構成機器	コンプレッサ、ハンドブレーカ、油圧ポンプ		
ユーティリティ	電気		
運転条件	空気消費量:0.9~2.0m ³ /min 油量:20~30リットル/min		
切断性能	1.0m ³ /人・日で作業能力は小。		
適用性	大割りのための縁切りや他の工法の補助手段として使用。		
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良好。		
経 済 性	悪い。		
二次廃棄物及び 処理方法	無し。		
実績及び 開発状況	一般建築物		
問 題 点	騒音が激しい。		
備 考	作業床が必要。 必要に応じて防音、防じん設備を設ける。		
出展文献	原子炉デコミッショニングハンドブック;サイエンスフォーラム,東京 p330 (1981) 笠井芳夫、解体工法の変遷と評価;セメントコンクリート No.487 Sep. p4 (1987)		
概略図	<p>(a) コンクリート ブレーカ</p> <p>(b) ピック ハンマー</p> <p>(c) 電動式 ハンマー</p>		

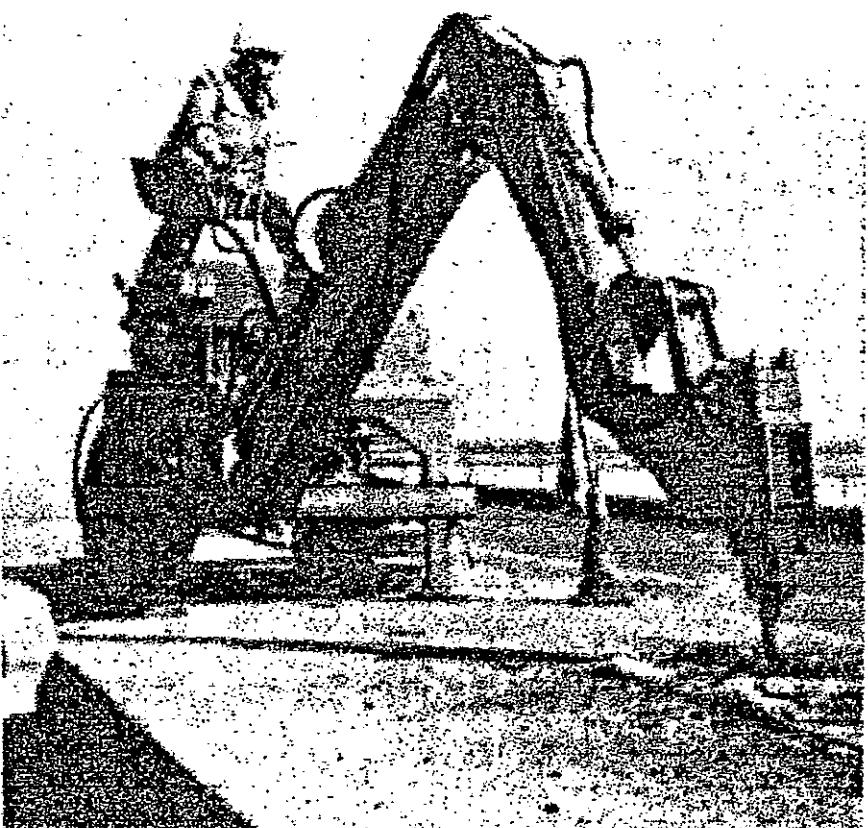
解体技術概要

(9/22)

名称	解体技術	機械的衝撃工法	スチールボール
プロセス概要	鋼球(1~3ton)を落下や横振りによって衝撃を与え、構築物を破壊して解体する工法である。		
主要構成機器	スチールボール、クレーン		
ユーティリティ	水(散水用)		
運転条件	クローラクレーン又はトラッククレーン、球形の鋼球		
切断性能	40~50m ³ /日		
適用性	基礎を除くすべての部位に適用できる。		
運転・操作性	危険を伴う。		
保 寸 性	比較的良好。		
経 済 性	良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	無し。		
実績及び 開発状況	一般建築物		
問 題 点	騒音、振動が大きい。作業員の安全管理が難しい。 鉄筋の切断に時間がかかる。		
備 考	作業範囲への入り禁止。強固な作業床が必要。散水による防じんが必要。 地中埋設物の養生が必要。		
出展文献	桜井莊一、毛見虎雄、平賀友晃、鉄筋コンクリート造の実用的解体工法;理工図書 p33		
概略図			

解体技術概要

(10/22)

名称	解体技術	機械的衝撃工法	大型ブレーカ
プロセス概要	大型ブレーカをキャタピラ走行式油圧アーム車に取付け、油圧でブレーカ内部のスプリングを作動させ、のみ頭を叩き、のみ先に繰返し衝撃力を与えてコンクリートを取壊す方法。		
主要構成機器	キャタピラ走行式油圧アーム車、大型ブレーカ		
ユーティリティ			
運転条件	油圧:90~200kg/cm ²		
切断性能	20~30m ³ /人・日で作業能率が大。		
適用性	適用部位は柱、梁、床、壁、基礎に可能であり適用性大。		
運転・操作性	比較的容易。		
保 守 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	無し		
実績及び 開発状況	一般建築物		
問 題 点	騒音、振動が比較的大きい。		
備 考	必要に応じて防音、防じん設備を設ける。 強固な作業床が必要。		
出展文献	原子炉デコミッショニングハンドブック; サイエンスフォーラム, 東京 p331 (1981)		
概略図			

解体技術概要

(11/22)

名称	解体技術	溶断法	アークソ切斷法
プロセス概要	アークソは、回転する円板電極(ソーブレード)と処理物との間に電圧を印加し、連続アークを発生させ処理物を溶融しつつ切断する。		
主要構成機器	定電圧直流電源、ソーブレード		
ユーティリティ	電力、水		
運転条件		――――――	
切断性能		――――――	
適用性		――――――	
運転・操作性	比較的容易。		
保 寶 性	円板電極の交換は比較的容易。		
経 济 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び処理方法		――――――	
実績及び開発状況	原研 JPDR改造計画原子炉圧力容器で実用(1971) 小型アークソ(大型の金属) 米国 リテック社、ハンフォード研究所で実証済 大型アークソ(大型の金属)		
問 題 点	感電防止が必要。 火災防止対策が必要。 大電流アークが発生するため遠隔操作が必要。		
備 考		――――――	
出展文献	原子力施設の廃止措置		
概略図			

解体技術概要

(12/22)

名称	解体技術	溶断法	プラズマ切断法
プロセス概要		電極と切断材との間に発生させたアークをインジェクション水で冷却される水冷鋼ノズルで拘束してアークの広がりを制限し、切断部との非常に狭い区域にアークのエネルギーを集中させて溶融する。溶融した金属はアークによって加熱加速された作動ガスのジェット作用により吹き飛ばして切断する。	
主要構成機器	プラズマ発生器、プラズマトーチ		
ユーティリティ	電力、作動ガス、冷却水		
運転条件		――	
切断性能		――	
適用性	プラズマトーチとマニプレータを組み合せ遠隔自動切断が可能。		
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良好。		
経済性	比較的良好。		
二次廃棄物及び処理方法		――	
実績及び開発状況	エルクリバー原子力発電所(米国)原子炉圧力容器の切断解体(1971～) ナトリウム実験炉(SRE炉)(米国)炉の解体で使用した 動燃事業団/石川島播磨重工業 炉内管の切断技術(水中)(R&D終了) 動燃事業団/(大洗) 不燃性廃棄物の切断(水中)(1988稼働中) 動燃事業団/三井造船 大型不定形廃棄物(水中)(1984～R&D)		
問題点	ノズルと電極の交換が必要。 火災防止対策が必要。 水中切断の場合、発生ガス中の水素の処理が必要。		
備考		――	
出展文献	横田光雄 今野孝昭、「原研の原子炉解体技術開発(3)」;原子力工業 第32巻7号 p71(1986)		
概略図			

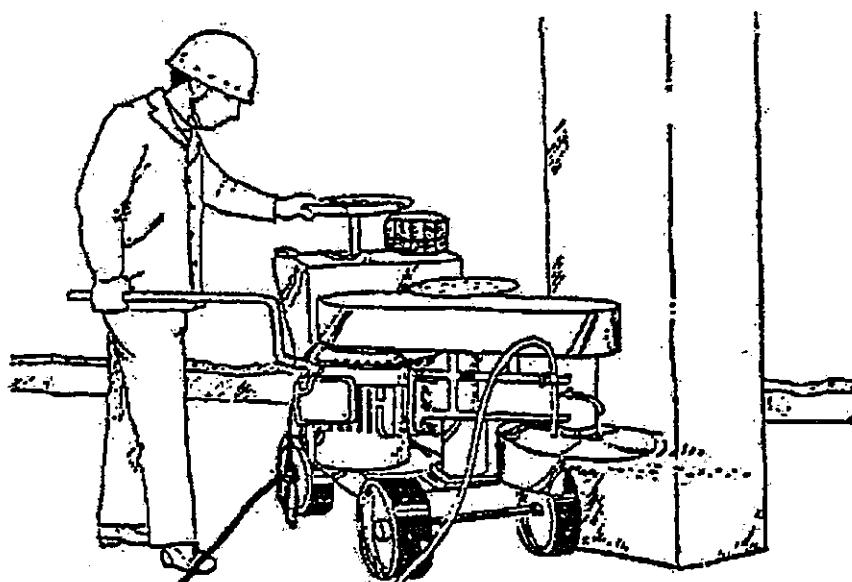
解体技術概要

(13/22)

名称	解体技術	溶断法	ガス切断法
プロセス概要		切断火口から噴出する強烈なガス炎で鋼の切断開始部をその発火温度に加熱し、そこへ酸素を噴流状にして吹きつけ、鋼中の鉄を燃焼させてその熱で母材を溶融していく、そして燃料生成物を吹き飛ばして除去する。	
主要構成機器	切断機		
ユーティリティ	予熱ガス、酸素		
運転条件	発火温度:900°C前後		
切断性能	熱切断であるので能率が高い。		
適用性			
運転・操作性	比較的容易。		
保守性	比較的良好い。		
経済性	炭素鋼の切断では、最も経済的である。		
二次廃棄物及び処理方法			
実績及び開発状況	多数		
問題点	鉄又は鋼以外の切断が困難なこと。		
備考			
出展文献	永田陽造、ガス切断の特徴と合理化; 溶接技術		
概略図		<p>The diagram illustrates the gas cutting process. It shows a vertical cutting torch with two streams of gas exiting from its top. The upper stream is labeled '切削燃ガス' (Cutting Fuel Gas) and the lower stream is labeled '予熱ガス' (Preheating Gas). A horizontal arrow to the right indicates the '切断方向' (Cutting Direction). Below the torch, a dark, conical area represents the '予熱炎' (Preheat Flame). This is followed by a transition zone labeled '切削酸素気流' (Cutting Oxygen Flow), which then leads to the '子熱域' (Preheat Zone). At the bottom, the '被切材' (Workpiece) is shown being cut, with a curved line labeled 'ドラグライン' (Drag Line). A layer of molten slag is depicted at the base of the cut, with the chemical composition listed as Fe, FeO, Fe₂O₃, and Fe₃O₄. The word 'スラグ' (Slag) is also written near the slag layer.</p>	

解体技術概要

(14/22)

名称	解体技術	研削による工法	カッタ工法
プロセス概要	走行および加圧のできる機械に特殊なダイヤモンドプレード(切刃)をセットし、部材別に切断・解体する。		
主要構成機器	カッタ機		
ユーティリティ	水、電気		
運転条件	機種によって手動、自動。		
切断性能	部位によって $0.2\sim2.5m^3/h$		
適用性	柱、床、壁に適用できる。		
運転・操作性	比較的良い。		
保 寸 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的悪い。		
二次廃棄物及び処理方法	無し。		
実績及び開発状況	一般建築物。		
問 題 点	二次破碎が必要。切断時の連続音が大きい。		
備 考	強固な作業床が必要。必要に応じ防音設備を設ける。冷却水が必要。 搬出クレーンが必要。		
出展文献	笠井芳夫、解体工法の変遷と評価;セメントコンクリート No.487 Sep. p7 (1987)		
概略図			

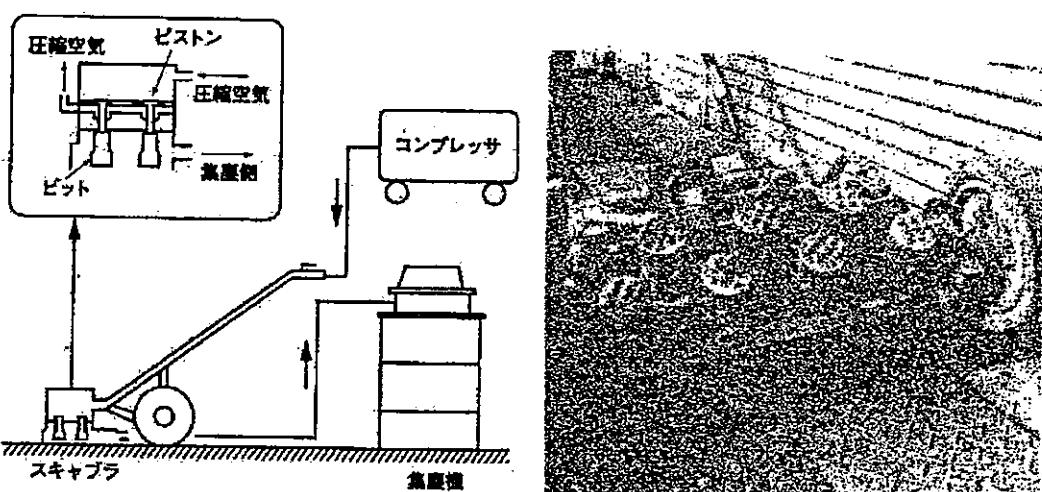
解体技術概要

(15/22)

名称	解体技術	研削による工法	ワイヤーソーイング工法
プロセス概要	駆動部を移動させながらワイヤソーに張力を与え、切断面の研削によって切断するもの。		
主要構成機器	駆動部移動装置、駆動機、ワイヤソー、ガイドブーリ		
ユーティリティ	水、電力		
運転条件	200~300m/minの高速循環駆動		
切断性能	15~30m ³ /min		
適用性	柱、梁にはそのまま適用できるが、床・壁はワイヤソーを通す孔を事前に作業しておく必要がある。		
運転・操作性	比較的良好いが、段取りに手間がかかる。		
保 寸 性	比較的良好い。		
経 济 性	悪い(高価)		
二次廃棄物及び 処理方法			
実績及び 開発状況	一般建築物。		
問 題 点	段取りに手間がかかる。 水平切りでは切断上面の重量で切り溝が狭くなるため、くさびやクレーン吊りが必要。		
備 考	ワイヤが切断した時の危険防止対策をする。 駆動装置の固定場所が必要。		
出展文献			
概略図			

解体技術概要

(16/22)

名称	解体技術	機械工具による工法	スキャ布拉
プロセス概要	タングステンカーバイトのピットを装着した多点ハンマを圧縮空気で作動させ、攻撃力によって表面を研削する。		
主要構成機器	スキャ布拉		
ユーティリティ			
運転条件			
切断性能	深さ 3m/m~30m/m 3~30m ² /h		
適用性	床面		
運転・操作性	比較的良い。		
保 寸 性	比較的良い。		
経 済 性	比較的良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	無し。		
実績及び 開発状況	壁や舗道の調整修理。		
問 題 点	騒音が発生する。壁に使用する場合治具が必要。		
備 考			
出展文献	デコミッショニングハンドブック p330, STA「原子力施設の廃止措置」		
概略図			

解体技術概要

(17/22)

名称	解体技術	膨脹圧による工法	静的破碎剤工法
プロセス概要		削孔した穴に石炭系または特殊なけい酸塩系破碎剤を充填し、水和膨脹圧を利用し破碎する。	
主要構成機器	さく孔機、破碎剤		
ユーティリティ	水		
運転条件	温度条件、破碎発生時間		
切断性能		—	
適用性	無筋コンクリート		
運転・操作性	比較的良好。		
保 寶 性	比較的良好。		
経 済 性	比較的良好。		
二次廃棄物及び 処理方法	無し。		
実績及び 開発状況	無筋コンクリート、転石、岩石のベンチカット、場所打杭の除去切断。		
問 題 点	鉄筋コンクリートの破壊には本質的には困難。		
備 考		—	
出典文献		—	
概略図		—	

解体技術概要

(18/22)

名称	解体技術	機械工具による工法	グラインダ
プロセス概要	工業用ダイヤモンドまたはタンクステンカーバイドを装着したディスクの回転により床の表面を研削する。 縦回転式と横回転式がある。		
主要構成機器	ディスク、吸引装置		
ユーティリティ	水		
運転条件		_____	
切断性能	縦回転式:深さ 12mmで数 100m ² /日		
適用性	床面の表面削り。		
運転・操作性	良い。		
保 寸 性	比較的良い。		
経 済 性	良い。		
二次廃棄物及び 処理方法	冷却水。		
実績及び 開発状況	レイターン処理、モルタル表面研磨。		
問 題 点	騒音が大きい。縦回転式は冷却水の処理が必要。		
備 考		_____	
出典文献		_____	
概略図		_____	

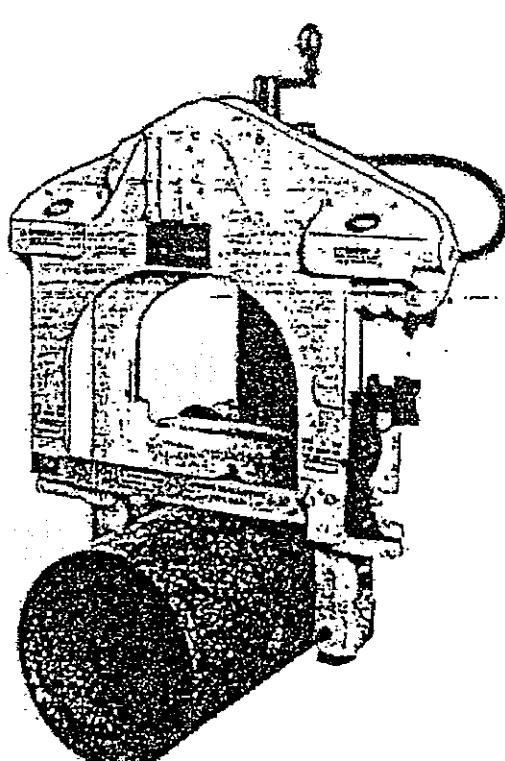
解体技術概要

(19/22)

名称	解体技術	機械的切断法	メタルソウ
プロセス概要	普通綱あるいはステンレス綱切断用の円形鋸の回転により切断する。		
主要構成機器	円形鋸(メタルソウ)、電動カッター		
ユーティリティ	電力		
運転条件			
切断性能	切断速度は 20~30mm 程度、切り粉の発生少ない。		
適用性	遠隔操作可能		
運転・操作性	良好		
保 守 性	良好		
経 濟 性	良好		
二次廃棄物及び 処理方法	二次廃棄物発生が少ない。(少量の切り粉)		
実績及び 開発状況	BR3(PWR)における圧力容器切断試験() 1991 年		
問 題 点	_____		
備 考	_____		
出展文献	NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY	EUR 14363	P25~36
概略図			

解体技術概要

(20/22)

名称	解体技術	機械的切断法	ギロチンソウ
プロセス概要	装置を切断する配管に固定し、往復運動する鋸により切断する。		
主要構成機器	駆動ユニット、クランプ部		
ユーティリティ	エアー、または油圧		
運転条件	――		
切断性能	150A Sch80 の配管を 6 分で切断可能		
適用性	50A ~600Aまでの配管切断が可能 切断作業自体の自動化が可能		
運転・操作性	良好		
保 守 性	良好		
経 済 性	良好		
二次廃棄物及び 処理方法	二次廃棄物発生が少ない。(少量の切り粉)		
実績及び 開発状況	――		
問 題 点	――		
備 考	――		
出展文献	溶接技術 9月号 pp.75~76 (1987)		
概略図			

解体技術概要

(21/22)

名称	解体技術 機械的切断法	バンドソウ
プロセス概要	エンドレスの帯状鋸を二個の回転ホイールで駆動し、切断する。	
主要構成機器	エンドレス帯上鋸、駆動モータ、ホイール	
ユーティリティ	電気	
運転条件	――――――――――――――――――――――――	
切断性能	ステンレス、普通鋼、アルミを問わずに切断可能。	
適用性	携帯型は、現場切断の適用性が良い。	
運転・操作性	良好	
保守性	良好	
経済性	良好	
二次廃棄物及び 処理方法	切断時に少量の切り粉発生	
実績及び 開発状況	動燃事業団殿 PU ボックス解体作業等実績多数	
問題点	遠隔化には刃の交換治具の開発必要	
備考	――――――――――――――――――――――	
出展文献	――――――――――――――――――――	
概略図	――――――――――――――――――――	

解体技術概要

(22/22)

名称	解体技術	機械的切断法	自動パイプカッター
プロセス概要	本体を切断しようとする配管外周にチェーンで固定し、メタルソウで切断しながらクランプしたチェーンに沿って円周方向に切断する。		
主要構成機器	メタルソウ式切断部、チェーン		
ユーティリティ	圧空あるいは油圧		
運転条件	水中も可能		
切断性能	外形 ϕ 150 ~ 3000mm 以上の配管まで可能、厚み 125mm まで可能		
適用性	セッティング以外は自動切断が可能 タンク、塔槽類切断にも適用可能		
運転・操作性	良好		
保 守 性	良好		
経 済 性	良好		
二次廃棄物及び 処理方法	少量の切り粉のみ発生		
実績及び 開発状況			
問 題 点	セッティングを含めた遠隔化には装置の改良が必要		
備 考			
出展文献	溶接技術 9月号 pp.76~77 (1987)		
概略図	