

分置

本資料は 年 月 日付で登録区分、
変更する。

2001. 7. 31

[技術情報室]

固体廃棄物前処理施設(WDF)の処理機能向上に関する検討

1994年4月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。については複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

技術開発部 技術管理室

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)

社内資料
PNC PN9420 94-010
1994年4月



固体廃棄物前処理施設（WDF）の処理機能向上に関する検討

菅谷 敏克* 宮崎 仁* 飛田 祐夫*

谷本 健一* 照沼 誠一*

要旨

動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター内で発生する α 汚染大型廃棄物は、WDFにて解体処理した後、規定のサイズの缶に收められ、「中央廃棄物処理場」に扱いだされる。近年廃棄物発生量がWDFの処理能力を超え、このままでは施設の運転に支障をきたすことが予想されており、センター内廃棄物管理を効率的に行うため、固体廃棄物処理技術開発施設（LED）の建設を計画している。

本計画の推進にあたっては、WDFの大型 α 固体廃棄物処理機能をLED計画の中で有効利用することの是非は重要な課題であり内部検討の他、外部委託を含む検討を実施した。この結果、LEDをWDFに併設してWDFの処理機能を活用するためには、WDFの改造を施したとしても処理能力不足、処理停止期間、廃棄物発生量等課題も多く対応も困難であることから、LED計画の中でWDFを活用していくことは得策ではないとの結論に達した。また、本結論については、平成6年3月の第8回廃棄物問題調整委員会で報告された。

* : 管理部 環境技術課



目 次

	頁
1. はじめに	1
2. WDF の処理機能向上に係わる設計調査	2
2.1 目的	2
2.2 設計調査要件	2
2.3 設計調査の内容	4
2.4 WDF 改造の基本コンセプト	6
2.5 処理能力を担保する設備の仕様	14
2.6 撤去機器の発生量	29
2.7 技術的課題の検討	33
2.8 コスト評価	35
2.9 まとめ	37
3. 結論	38
4. 謝辞	39
参考資料-1 「パワーマニプレーター カタログ」	97
参考資料-2 「ガントリーロボットの選定理由」	98
参考資料-3 「H2年度低α年間処理方法別処理時間調査結果」	99
参考資料-4 「プラズマ溶断用ロボット作業工程表（実績）」	100
参考資料-5 「αホール処理機能向上後の解体処理時間の総合検討」	101
参考資料-6 「αセル改造 参考案」	103

図表目次

	頁
表4.4-1 L E D F設置場所、接続ルート検討	40
表4.4-2 輸送方式の総合比較検討	42
表5.2-1 セル運転時間（実績）	43
表5.2-2 セル運転時間（改造後）	44
表5.2-3 W D F α ホール作業の実績・評価	45
表5.2-4 α ホール処理機能向上検討後の作業時間	47
表5.2-5 α ホール改造後の工程と設備	48
表5.2-6 α ホール作業時間（実績）	49
表5.2-7 α ホール作業時間（改造後）	50
表5.3-1 廃棄物搬送方式比較表	51
表5.3-2 施設外車両運搬方式キャスク搬出、運搬ステップ毎の作業時間	53
表5.3-3 搬送路運搬方式キャスク搬出、運搬ステップ毎の作業時間	54
表5.3-4 搬送路設置工事及び搬送台車設置工事 工程表	55
表8-1 α セル、 α ホール旧品撤去、新品設置工事 工程表	56
表8-2 W D F 改造後の運転要員	57
表9-1 W D F 改造まとめ表	58
表9-2 W D F 改造工事 全体スケジュール	59
表9-3 大型 α 廃棄物のW D F - L E D F併設処理の技術課題に対する評価	60
図4.1-1 一階平面図	61
図4.1-2 ホール内機器配置図	62
図4.1-3 ガントリーロボット（平面）	63
図4.1-4 ガントリーロボット（断面）	64
図4.1-5 パワーマニプレータ（平面）	65
図4.1-6 パワーマニプレータ（断面）	66
図4.4-1 南側 L E D F接続図	67
図4.4-2 東側 L E D F接続図	68
図4.4-3 エキスパンション・ジョイント図	69

図 表 目 次

頁

図5.1-1 ステンレスベルトコンベア	70
図5.1-2 新設プラズマ回転作業台	71
図5.1-3 プラズマ溶断設備	72
図5.1-4 工具整理台配置図	74
図5.1-5 セル平面図	75
図5.1-6 セル内物流銅線図	76
図5.1-7 エアロックチャンバー	77
図5.1-8 グローブボックスステーション	78
図5.1-9 ターンテーブル	79
図5.1-10 分解作業台	80
図5.1-11 パワーマニプレータ（平面）（側面）	81
図5.1-12 ガントリーロボット（平面）（側面）	83
図5.1-13 ガントリーロボット用フード配置図	85
図5.1-14 シュレッダー	86
図5.1-15 ホール平面図	88
図5.1-16 ホール内物流銅線図	89
図5.3-1 L E D F 建家側へ搬送路経路図	90
図5.3-2 トラックロック内搬送部	91
図5.3-3 W D F 施設搬送部	92
図5.3-4 L E D F 施設側搬送部	93
図5.3-5 W D F - L E D F 搬送路（トンネル）	95
図5.3-6 L E D F 運開後のW D F における大型 α 廃棄物の流れ（年間）	96

1. はじめに

大洗工学センター（以下「センター」という）の燃材施設等では、使用済燃料によって汚染した試験機器や遠隔機器等の大型固体廃棄物が多量に発生する。「固体廃棄物前処理施設（WDF）」は、それら大型固体廃棄物を解体処理し、「センター」内規定のサイズの缶に収め、「中央廃棄物処理場」に払いだす作業を行っている。しかしながら、近年廃棄物発生量がWDFの処理能力を超え、各施設内での保管量が増加し、このままでは施設の運転に支障をきたす。

そこで、センター内廃棄物管理を効率的に行うことの目的として、センター内に新たな前処理施設である「固体廃棄物処理技術開発施設（LED）」の建設を計画している。

本計画を推進するにあたっては、センター内の廃棄物問題調整委員会で調整し確認を得ながらおこなっているが、委員会の中でLED計画を進めていくにあたって、WDFの利活用について第一回、第二回廃問調で検討が行われ、以下のようなコメントが出された。

LEDの概念設計は、フルスコープ処理機能で進むこととする。但し、WDF活用の設計等コンサルティングの評価の結果、WDFの活用が得策であればLEDから大型α固体廃棄物の除染解体処理機能を外す。（LEDの基本設計時点から対応する）

よって、以上のコメントを踏まえて、WDFとLEDを併設させて、センター内で発生する大型α廃棄物を効率的に処理するための技術課題等について、定量的、技術的に評価する目的に㈱ペスコに検討を依頼した。

本報告書は、メーカーにおける客観的な検討結果をもとにして、廃問調のコメントであるWDF活用についての評価結果をまとめたものである。

2. WDF の処理機能向上に係わる設計調査

2.1 目的

「センター」の燃材施設等では、使用済燃料によって汚染された試験機器や遠隔機器等の大型固体廃棄物が多量に発生している。WDFでは、それら大型廃棄物を解体処理し、「センター」内規定のサイズの缶に収め、「中央廃棄物処理場」に払い出す作業が行われている。しかしながら近年廃棄物発生量がWDFの処理能力を超え、各施設内での保管量が増加し、このままでは施設の運転に支障をきたすことが予想されている。

そこで、WDFと現在計画中の固体廃棄物処理技術開発施設（LED）を併設させてWDFを有効に利用するという観点から、WDFの機能向上を前提にその可能性を検討した。

本設計調査では、「センター」で発生する α 大型固体廃棄物を効率的に処理していくため、WDF α セル／ホールでの除染／解体／仕分け作業（LEDには α 大型廃棄物の除染／解体／仕分けの機能を持たせない）を行う際のWDF機能向上のための改造に伴う技術的課題とコストについて、総合的に評価することを目的とするものである。

2.2 設計調査要件

2.2.1 設計調査概要

センター内で発生する全ての α 大型固体廃棄物を受入れ、 α セル／ホールのスペースを使用し、除染／解体／仕分けを行い、LEDの処理工程に適した分類で併設したLEDに専用の廃棄物搬送通路を介して搬出する。また、LEDに受入れられる高 α 缶に入っている直接処理できないサイズの α 廃棄物をLEDからWDFに受入れ、大型同様の処理を行いLEDに搬出する。

2.2.2 設計調査要件

以下の要件を満たすように検討を行う。

(1) 処理対象廃棄物

α 大型固体廃棄物及びLEDからの受入れ α 固体廃棄物とし、現状の搬入開口部より搬入可能範囲内の大きさとする。

(2) 処理能力

α 大型固体廃棄物及びその他LEDからの受入れ分について考慮し、15トン／年を目安に検討する（ α セル：7トン／年、 α ホール：8トン／年）。

(3) WDF－LED間の廃棄物受け扱い

両施設間を搬送路で接続し、施設外の車両運搬による廃棄物の移送を行わない方法とする。

(4) 处理スペースの確保

- ① WDF α セル／ホールの現有機器を撤去した後のスペースを α 大型固体廃棄物の処理エリアに使用する。
- ② 現有機器は、可能な限り有効利用して撤去機器は極力少なくし、改造範囲を少なくする。

(5) α ホールにおける処理作業

- ① α ホールにおける処理は、現状のフロッグマン作業に代わり、原則として遠隔自動作業とする。
- ② フロッグマン作業は、機器の保守・補修用程度とする。

(6) α セル／ホール機器の保守方法

- ① α セル内機器については、現状と同様とする。
- ② α ホール内機器については、日常点検を ITV 又は 2 階の α ホール監視室のガラス窓を通して、目視により出来る程度とする。

2.3 設計調査の内容

2.3.1 WDF 改造の検討

(1) 現有機器撤去の概念検討と発生廃棄物量の概算予測

① 現有機器の主要撤去対象は、以下の通りとした。

(イ) α 解体セルの主要撤去対象

- ・次項(2)の検討に合わせて決定

(ロ) α 解体ホールの主要撤去対象

- ・プレスカッター (手動)
- ・ホール用プラズマ溶断機
- ・ホール内作業台

(ハ) α 除染ホールの主要撤去対象

- ・次項(2)の検討に合わせて決定

② その結果、発生する廃棄物量の概算量を明らかにした。

(2) 処理能力を担保する設備対応とその技術的可能性の検討

① α セルについての検討

(a) 設計調査要件の処理能力まで、合理的な改造程度内で能力向上ができるか否かについて検討した。

(b) また、その際の機器設備の概念及び配置を明らかにした。

② α ホールについての検討

(a) 前項(1)の機器撤去跡に現状のフロッグマン作業に代わって遠隔の自動プラズマ溶断機を設置することにより処理能力の向上を図る方向で検討し、その遠隔自動プラズマ溶断機の概念及び配置を明らかにした。

(b) また、廃棄物の搬出入、移動等を行う為の必要なスペースを確保出来るかどうかも明らかにした。

(3) WDF～LED F 間の廃棄物移送の技術的可能性の検討

① 廃棄物移送を、施設外の車輌運搬によるケースと施設間接続の搬送路によっての搬送ケースとについて、廃棄物の受扱い作業、輸送回数等、廃棄物移送の効率、技術面及び経済的な観点から比較検討・評価を行った。

② LED F の設置位置をWDF周辺の空きスペース、地盤等の情報から選定した。

- ③ 施設間接続のルートとして、 α セル／ホール（レッド区域）相互及びアンバー区域相互の2ルートについて、構造面よりの接続可否及び経済性の面から検討を行い、合理的なルートを明らかにした。
- ④ 施設間に搬送路を設ける場合、新耐震基準がどの程度まで波及するのかを、先行施設での実績等を下に、明らかにした。
- ⑤ 施設間搬送路の施設との接続部の構造を検討し、その概念を明らかにした。
- ⑥ 搬送方法によって、処理能力が制限されない搬送方法を検討し、搬送設備の概念を明らかにした。

2.3.2 技術的課題の検討

設計調査内容を実現するための技術的課題を抽出し、その対応方針を検討した。

2.3.3 コスト評価

- ① 本設計内容によって実際にWDFを改造した場合のコストを算出した。
- ② 運転に要する要員数についても算出した。

2.4 WDF 改造の基本コンセプト

2.4.1 処理能力を担保する設備対応の検討

(1) 基本的な考え方

L E D F との組合せにより、大洗工学センター各施設から排出される放射性固体廃棄物の処理を円滑に実施できるように WDF の改造について検討する。

改造に関する基本的なコンセプトは、

- ① できるだけ撤去機器を少なくし、改造項目を少なくする。
- ② 初期の目的のとおり処理能力を向上させる。
- ③ 処理物を L E D F に合理的に円滑に輸送する。

の 3 点に要約できる。

また、処理能力を向上させる方法は、撤去した機器の設置跡に、

- ① 処理能力の速度が例えば撤去以前の機器の 2 倍、 3 倍となる機器を導入する。
 - ② 同じ処理能力の機器を 2 ~ 3 系列設置する。
- のいずれかである。

機器の処理能力の向上に合わせて処理物の搬出手順、操作方法、保守方法等また、プロセスの流れ、周辺のスペース等を考慮した付属機器の設置についても検討する。

(2) α セルの改造範囲、新規設備仕様の基本的考え方

① α セルについての設計要件

α セルの場合の改造範囲、新機器設備の仕様検討を行う際に遵守すべき設計要件は、下記項目である。

- (a) 処理能力は、現状 1.87 トン／年を 7 トン／年を目標に向上させること。
- (b) α セルの現有機器を撤去した後のスペースを α 大型固体廃棄物の処理エリアに使用すること。
- (c) 現有機器は可能な限り有効利用することで、撤去機器を少なくし改造範囲を少なくすること。
- (d) セル内機器の日常点検は、現状通りとする。

② 処理能力についての検討

現在 WDF で処理能力を表わす場合はトン／年を使用している。液体廃棄物のような均質なものの処理能力は、時間当たりの重量または容積で表わすのが普通であるが、固体廃棄物のように材質的に非均質であったり、構造的にも複雑なものと単純なものがあ

る場合では処理工法も違ってくるので、処理能力を一概に時間当たりの処理重量で表わすのには若干の疑問がある。処理済の廃棄物が同じ重量であっても工法や工数が異なる場合があり、むしろ処理解体時間に依存すると考えるべきではなかろうか。

そこで、過去の処理時間の実績を調査し、1件当たりの平均処理時間を求め、全工程に要した処理時間を如何にして短縮することができるかを機能向上のための検討手法として採用した。

③ 処理機能向上の検討

セル内での処理機能向上を考えるうえで、処理モデル作業内容を分析していくと、線量測定と、除染作業の繰り返し、又それに伴う作業場所移動に多くの時間が費やされていることが解る。

従って、いかにして、繰り返し作業にかかる時間を短縮するかについて検討した。

以下にその概要を示す。

- (a) プレスを撤去し、除染・測定セルとして使用する。
- (b) ハクソーを撤去し、切断セルとして使用する。
- (c) 除染・測定セル、切断セルを2系統化し、繰り返し作業を2重化とし、又移動時間、距離を半分にする。
- (d) 工程毎の要素技術は、原則的に現有技術を踏襲するが、プラズマ作業台（2次元ないし3次元）の設置等について考慮し能力向上を図る。

なお、 $\beta\gamma$ 解体セル及びキャスク除染室を新たに高レベル α 用のセルに改造し、搬出入を含め完全な2系統化を行ない、さらに処理能力を向上させる案（参考資料-6参照）も検討したが、壁厚の増強（しゃへい対策）や開口の増設など建物へ大きな影響を与えること及び多大なコストを要すると予想されることから、この案については除外することとした。

④ 処理機能向上検討後の機器配置

セル内機器配置を図4.1-1に示す。

(3) α ホールの改造範囲、新機器設備仕様の基本的考え方

① α ホールの設計要件

α ホールの改造範囲、新機器設備の仕様検討を行う際に遵守すべき設計要件（動燃殿からの与条件）は次の各項目である。

- (a) 処理対象物は、現状の搬入開口部より搬入可能な範囲の寸法とすること。

- (b) 処理能力は、現状4.5トン／年を8トン／年を目指し向上させること。
- (c) α ホールの現有機器を撤去した後のスペースを α 大型固体廃棄物の処理エリアに使用すること。
- (d) 現有機器は、可能な限り有効利用することで撤去機器を少なくし、改造範囲を少なくすること。
- (e) 現状のフロッグマンによる処理作業に代わり、原則として遠隔自動作業とすること。
- (f) フロッグマン作業は機器の保守、修理程度とすること。
- (g) α ホール内の機器の日常点検は、ITVまたは α ホール監視室からガラス窓を通じた目視により行うこと。

これらはすべて大洗工学センターで発生する α 大型固体廃棄物を効率的に処理するためWDFを改造するまでの要件であるが、特に改造範囲や新機器設備の仕様検討に必要な最大の重要な点は処理能力向上についての概念把握である。

② 処理能力についての検討

セルの処理能力についての検討と同じである。

③ 処理機能向上の検討

本設計調査の要件を満足させる上で、最も重要な点は処理能力の向上方策とフロッグマン作業の廃止（機器点検程度にとどめる）のための対策である。

処理能力の向上方策は前述したように、解体処理作業時間の短縮化であり、フロッグマン作業の廃止対策は解体処理作業の遠隔化である。

以下にその概要を述べる。

- (a) 搬入ホールと除染ホールとの間のローラコンベア部にエアロック・ルームを設けて、ホール間の負圧を維持しながら処理対象物を搬入できるようにする。
- (b) 除染ホールと解体ホールの間にある間仕切壁を撤去し、両ホールを合わせて解体ホールとして使用する。

したがって、除染ホールから解体ホールへ移送する際の扉の開閉が不要となるほか、クレーンを両ホール共通設備として使用できることになる。

- (c) 除染ホールのフロッグマン進入口またはその近辺にグローブポート・ステーションを設け、作業台、ターンテーブルを配置して、工具による開封、分解作業、小物廃棄物の解体、スミヤ採取に使用する。
- (d) 主として小物で薄物の材料で構成されている非金属廃棄物を破碎により解体処理す

るため、シェレッダーを除染ホールのセル側に設置する。

破碎による解体処理法は、非常に能率的で推奨できる方法である。

(e) 遠隔操作型プラズマ溶断装置を設置する。

解体ホールにP社が開発したガントリーロボット（“XR”ロボット）を設置し、

プラズマトーチを持ちて、プラズマにより解体処理する。

また、複数のITVを設置して遠隔で切断作業の監視を行う。外にプラズマ作業台、
プラズマ発生装置、排気設備等の付属設備を設ける。

(f) パワーマニプレーター

解体ホールのクレーンレール又はガントリーのレールを利用してP社のM2000
型又はM3000型のパワーマニプレーターを設置し、電動工具類を持たせて、
プラズマ溶断に不都合な部分等を切断する。

また、処理対象物のセッティング、処理済廃棄物の整理、容器への収納、ホール内
運搬、搬出作業等に使用する。

(g) その他の切断機

定置型のバンドソー、ハックソーなど簡単な切断機を設置し、プラズマ溶断、工具
による分解、破碎などの工法と併せて、処理能力の向上を図る。

④ 機能向上検討後の機器配置

ホール内機器配置を図4.1-2に示す。また、ガントリー精密ロボット、パワーマニ
プレーターの配置を図4.1-3～図4.1-6に示す。

2.4.2 現有機器撤去の概念

(1) α セル

- ① セル内処理能力向上に対応する設備及び機器配置を考慮し、現有機器撤去対象となるものを決定する。
- ② 不用なものは撤去する。
- ③ 老朽化に対する撤去は今回は考えない。
- ④ 現有機器の主要撤去対象概算予測は、以下の通りである。
 - a. プレス

(2) α ホール

- ① ホール内処理能力向上に対応する設備及び機器配置を考慮し、現有機器撤去対象となるものを決定する。
- ② 不用なものは撤去する。
- ③ フロッグマン作業を原則的に廃止することによる機器の撤去。
- ④ 老朽化に対する撤去は今回は考えない。
- ⑤ 現有機器の主要撤去対象概算予測は、以下の通りである。
 - a. プレスカッター（手動）
 - b. ホール用プラズマ切断機
 - c. ホール用作業台
 - d. 電解除染装置

2.4.3 WD F内移送ルートの検討

(1) 移送ルート

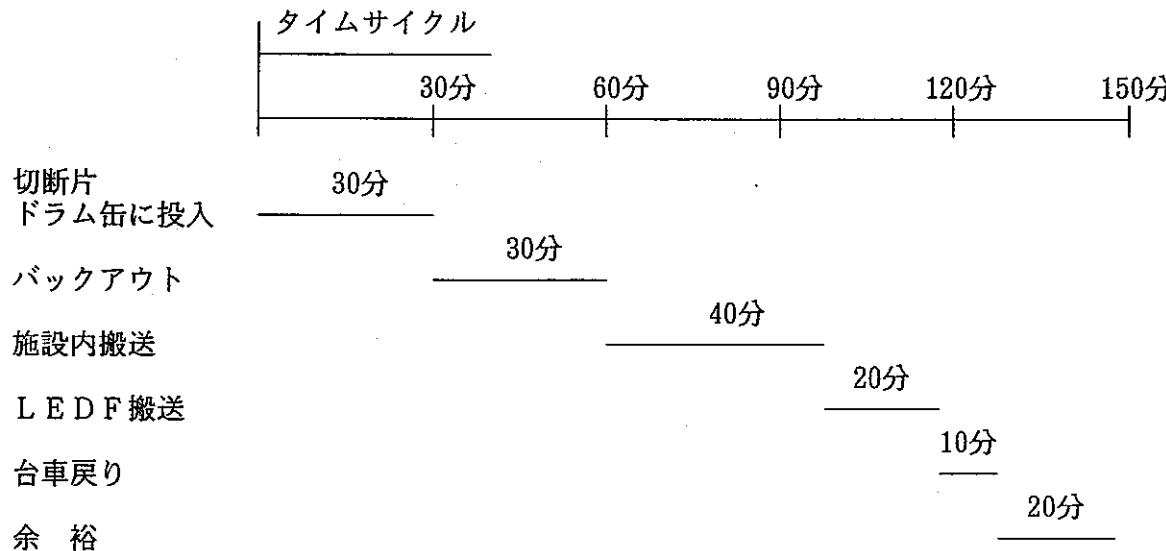
施設内搬送ルートは、搬出物をサービスエリア（A）の15t／5tクレーンを現状のまま使用し、H301を介してトラックロックエリアに運搬する。トラックロックエリアには新たに15tクラスのクレーンを設置し、H101を通じて地下のローディングエリアに待機している搬送台車上に積載するルートを推奨する。

本案は、トラックロックエリアに設置する新クレーン1基の増設で、施設内の搬送ルートは概略完成する。

そのほかに考えられるルートとしては、H306を介してキャスク除染室に搬出物を降し、新たに別途1F床に搬出用のハッチを設けて地下階排気機械室に降すルートが考えられるが、これは1F床の位置、地下階の排風機室の改造等多くの改造がありルートも複雑で、現実には前の案と比較にならない程劣案であり、採用に値しない。

(2) 搬送能力

キャスクまたはドラムの搬出、搬送作業は一連の作業であり、それぞれに合理的なタイムサイクルで作業が進行することが望ましい。詳細はなお検討を要しようが、概念的には2時間30分／1サイクル程度と推定しているが、その推定根拠について α ホール搬出作業→LED F搬送の場合を例にとって検討する。



ドラムの搬送では、最大4コまで搬送パレットに積み込むことも可能である。

結論的にいえば現状との比較は出来ないが、処理量が増大しても十分対応できるものと考える。

2.4.4 WDF - LEDF間の廃棄物移送の技術的可能性の検討

(1) LEDF設置場所、接続ルート・方法の基本コンセプト

① LEDF設置場所

LEDFの設置場所を決定する要因として、地盤の状況、地形及び用地の確保、WDF - LEDF接続ルート、建設・操業時における安全性・経済性等の総合的検討等の各項目を挙げ、それぞれの項目毎に検討を行った。

LEDFの設置場所をWDFの東西南北の4方向に想定した検討で、WDFの西側及び北側は用地の確保が不可能であることから、消去法的に設置場所の候補から抹消した。残る東側及び南側は地盤の状況、WDF - LEDF接続ルート、総合的検討の各項目でいずれも設置可能との結論を得たが、地形及び用地の確保の点において、南側には若干の問題があると考えられる。つまり、LEDFの設置が夏海湖の現況を変更しないことが条件であるとすると、現在40m × 70mの建築面積と仮定したLEDFの設置には無理が生じてくる。

しかし、接続距離の点からは最も有利な位置であることは間違いないところがあるので、一応建設可能な候補として挙げておくこととする。

結論としてLEDFの設置場所は、WDFの東側、次に南側の順に優れているといえる。検討の内容は表4.4-1に示す。

② 接続ルート・方法について

WDFの東側（A通側）をLEDFとの接続面とすることは、居室、負圧制御室等の設備があり、トラックロックを介して、直接地下階または地上階で接続できる南側（1通側）に比較して、工事施工上及び経済上の問題があり、避けるべきである。したがって、基本的にWDFの南側がLEDFとの接続面とすることを提案する。（図4.4-1及び図4.4-2並びに表4.4-1参照）

WDFとLEDFの接続方法は直接建家を延長する形ではなく、廊下で接続する。南側には、WDF排気筒の基礎があって直接建家の延長はできない。廊下で接続する場合であってもエキスパンション接続部を設けることになる。（図4.4-3を参照）そしてWDF、LEDF及び廊下は、耐震上はそれぞれ独立した建築物として設計される。

③ 輸送方式の検討

建家間の接続ルート、取合いの検討の外にLEDFとWDFの管理区域（アンバー区域）間同志、及びホール間同志、セル間同志のいわゆる輸送合理化を念頭においた区域

間同志の接続ルート検討の課題がある。

管理区域間同志の接続は輸送方式によっては、負圧の維持管理方に苦労した例が過去にあるが、技術的に実績があり十分可能である。問題はセル間同志、ホール間同志のいわゆるレッド区域同志の接続である。これは輸送の面からは極めて魅力的な考え方であるが、しかし接続ルート内移送設備の保守管理、トラブルの処置、エキスパンション接続部を含む気密保持（主としてライニング）対策、地震時における相対変位量に対するライニングの問題評価及び工事、接続ルートと既設セル、ホール間の負圧維持管理の問題、WDF側のセル、ホールの接続部の取合い、撤去、改造等殆んど検討解決できない程の問題があると考える。

したがって、本検討における区域間同志の接続ルートは、いわゆるアンバー区域同志の接続を推奨する。

輸送方式については、台車方式、クレーン方式の二つに大別される。クレーン方式は両建家のクレーンが相互乗り入れ（同一レール共用、別レール共）が前提で、接続間に輸送通路、別クレーンを設置する考えはあまり推奨できない。さらに負圧維持管理にも問題が残る。台車方式はクレーン方式に比べ両建家のクレーンの操作範囲までのレール延長、エアロック、輸送通路等が必要であるとはいえ、問題が少なく本検討では推奨する方式である。（表4.4-2参照）

(2) 搬送路と施設との接続部構造の概念

LED FとWDFの接続は接続ルート・方法の項で述べた通り、建家同志の直接接続はできないので、搬送用の廊下で接続する。接続はLED F及びWDFのいずれの建家も、廊下との間にエキスパンション・ジョイント部を設けて接続する。

接続の概要は図4.4-3に示す通りである。即ち、建家側より約300mm程度の搬送廊下を設け、その先端にエキスパンション・ジョイント部を設け、独立した搬送廊下または別の建家から突出させた同じく約300mm程度の搬送廊下との間を接続する。

こうすることにより、耐震設計上それぞれ独立した構築物とすることができます。台車による搬送を行う場合は、レールも同じようにエキスパンション・ジョイント部を境界として、変位による影響をさけるための工夫をする必要がある。

2.5 处理能力を担保する設備の仕様

2.5.1 新設備の概念

(1) α セル

α セル内各作業工程に付隨する解体廃棄物（ワーク）の取回しに、多くの作業時間を費やしていることを踏まえ、下記担保設備を設置する。

① 工程配置と工程複数化

ハクソー作業区域及びプレス作業区域を利用し、除染、測定工程及び切断工程を2系統にする。

② マテハン関係機能の向上

a. クレーン機能強化

解体セル内のクレーンを2基とする。

b. パワーマニプレータ機能強化

解体セル内のパワーマニプレータを2基とする。

③ 工程毎の要素技術の能力向上

a. 搬出入 ; クレーン 切断廃棄物の運搬は、
ステンレスベルトコンベアで行う。

; ローラコンベア 現有技術の踏襲

b. 除染 ; スミア、プラスチックシンチ 現有技術の踏襲

c. 分解 ; M/S 現有技術の踏襲

; P/M 現有技術の踏襲

; 工具 現有技術の踏襲

d. 解体 ; 万能プラズマ (非導電体も切断可能)

; プラズマ作業台 (3次元作業台)

④ 新機器の概念化

要素技術の能力向上のため新機器について、概要説明及び概念図を下記に示す。

	概要及び選定根拠	図面NO.
ステンレス ベルトコンベア	粗切断廃棄物を α 除染セルと α 解体セルの間を往復搬送する。 不定形の物を直接搬送可能なコンベアとしては、他にゴムベルトコンベアがあるが、除染性を考慮してステンレスベルトコンベアを採用した。	図5.1-1

万能プラズマ	非金属の切断も可能であるため、人手による分解作業を軽減できる。	
プラズマ作業台	廃棄物の切断時の姿勢を自由に変え、切断作業の効率を向上させる。 廃棄物を乗せる台は、永久磁石とし、小物磁性体は吸着固定し、大型廃棄物やステンレス製廃棄物は台のI型溝を利用し、クランプで固定する。	図5.1-2
プラズマ溶断設備（ノロ受け）	プラズマ切断された部品及びノロを受ける台で容器内には水が入っている。	図5.1-3(1/2), (2/2)
工具整理台	工具の分類及び整理をし、保管することで作業効率を向上させる。	図5.1-4

⑤ 新機器配置図

αセル内機器配置を工程の2系統化、マテハン関係機能の向上及び工程毎の要素技術の能力向上を考慮した配置図として、図5.1-5（αセル内新機器配置図）に示す。

⑥ 新機器配置に於ける物流動線図

αセル内新機器配置にて、各作業工程に付随する解体廃棄物の流れを図5.1-6（αセル内物流動線図）に示す。

αセル内物流動線図の概略説明を下記に示す。

- 搬出入セルへH302よりコンテナを降す。コンテナのボルトを人手により外す。
クレーン、パワーマニプレータを使用して廃棄物（ワーク）を取出す。
- エアロックチャンバーを介してローラコンベアに乗せ、除染・測定セルへ搬送する。
クレーンにて3次元回転作業台へ移動する。（重量測定を行う）
- スミヤ採取、線量測定を行い、1回目の除染（アイスblast）を行い、線量測定を行う。低線量（0.2 msv/h～0.3 msv/h）であればαホールへ移動する。除染、測定を繰り返す。
- 高線量廃棄物は分解、切断の判断をし、各セルへクレーンにて移動する。
- 高線量個所を分解、切断にて解体後、再度除染・測定セルへ移動し測定する。除染可能部分が出てきた場合は、除染、測定を行う。低線量になればパワーマニプレーターで缶に入れ、αホールへ移動する。
- 高線量廃棄物は解体、切断セルにて細断し、L缶へ詰め分解セルよりバッグアウトし、搬出入セルへ搬入する。ここで、保護容器へ収納しセルより搬出となる。

(2) α ホール

定常作業として、フロッグマン設備を使用せず、原則として遠隔自動作業とし処理能力を向上するため、下記担保設備を設置する。

① 工程配置

a. α 除染ホールと α 解体ホールの一体化を計るため、間仕切り壁を撤去する。この結果、下記の工程短縮、処理能力向上ができる。

イ. 除染ホールから解体ホールへ移送する際の扉の開閉不要

b. α 除染ホールのフロッグマン進入口、又は近辺にグローブポートステーションを設け作業台、ターンテーブルを配置し下記作業を行う。

イ. 工具による開封、分解作業、小物廃棄物の解体、スミヤ採取

c. シュレッダーを除染ホールに設置する。

イ. 小物で薄物の非金属廃棄物を破碎により解体処理

② マテハン関係機能向上

a. クレーン機能強化

イ. 一体化した解体ホール全体をカバーできるようにする。クレーンはセル型クレーンとする。

b. 遠隔操作型プラズマ溶断装置を設置

解体ホールにP社が開発したガントリーロボット（“XR”ロボット）を設置する。

c. パワーマニプレータの設置

解体ホールのクレーンレールまたはガントリーのレールを利用して、P社のM2000型又は、M3000型のパワーマニプレータを設置し、下記の作業を行わせる。

イ. プラズマ溶断に不都合な部分等を切断する。

ロ. 処理対象物のセッティング、処理済廃棄物の整理、容器への収納、ホール内運搬、搬出作業等に使用する。

なお、クレーン、ガントリーロボット及びパワーマニプレータは、 α ホール内で交錯する可能性があるため、衝突防止インターロックを設ける。

③ 工程毎の要素技術の能力向上

a. 搬入；エアロックチャンバー 新規設置

b. 分解；G B X ポートステーション 新規設置
；ターンテーブル 新規設置

- ；分解作業台 新規設置
 c. 解体 ； P社ガントリー／万能ロボット 新規設置
 ；パワーマニプレータ／電動工具 新規設置 + 既存機器
 ；プラズマ溶断作業台、電気集じん器 新規設置

(4) 新機器の概念化

要素技術の能力向上のため新機器について、概念図を下記に示す。

	概要及び選定根拠	図面 NO.
エアロック チャンバー	α 除染ホールと α 解体ホールの一体化により、 α 搬入ホールと α 除染ホール内の空気が直接ふれる事を防止するため設置する。	図5.1-7
ローラー コンベア	α 搬入ホール側から α 除染ホール側へ廃棄物を搬送する。	
グローブボックス ステーション	フロッグマン設備を利用せずにターンテーブル及び分解作業台を利用し、グローブボックスの中から分解作業を行う。	図5.1-8
ターン テーブル	グローブボックスステーションを使用しての分解作業を円滑に行うためテーブル部が回転する。	図5.1-9
分解 作業台	グローブボックスステーションを使用し、バンドソー等の工具で分解作業を行う。	図5.1-10
パワー マニプレータ	開梱作業用、回収作業用マニプレータを2台設置する。	図5.1-11(1/2), (2/2)
ガントリー ロボット	廃棄物をプラズマ切断するために使用する（参考資料-2「ガントリー ロボット選定理由」参照）	図5.1-12(1/2), (2/2)
ガントリー ロボット用 フード	プラズマ切断時の煙を拡散させないように設置する。	図5.1-13
シュレッダー	シェヤーブレードを回転させて、ビン、缶、紙、プラスチックス、薄物の金属、木片等を切断する。	図5.1-14(1/2), (2/2)

⑤ 新機器配置図

α ホール内機器配置を、除染ホールと解体ホールの一体化、マテハン機能の向上及び工程毎の要素技術の能力向上を考慮した配置で図 5.1-15 (α ホール内新機器配置図) に示す。

⑥ 新機器配置に於ける物流動線図

α ホール内新機器配置にて、各作業工程に付隨する解体廃棄物の流れを図 5.1-16 (α ホール内物流動線図) に示す。

α ホール内物流動線図の概略説明を下記に示す。

- a. 搬入ホールへ H-308 より廃棄物を降す。廃棄物をエアロックチャンバーを介してローラコンベアに乗せ、 α ホールへ搬入する。
- b. α ホールに搬入した廃棄物は非金属製で薄物はシュレッダーへ移動し、破碎する。分解可能なものはターンテーブルへ移動し、グローブボックスステーションを介して人手により可能な限り分解を行う。
どちらも不可能であれば、ガントリーロボットの作業台に移動し、万能プラズマにより解体を行う。
- c. グローブボックスステーションの所で分解後も細断を行う廃棄物は、ガントリーロボットの作業台へクレーン（パワーマニプレータで玉掛け）にて移動する。
- d. 細断片はパワーマニプレータで集め、ポートからサービスエリア（B）のポートエリアにセットされている 100 ℥ ドラム缶内の内容器に金属廃棄物を搬出する。
- e. シュレッダーまたはグローブボックスステーションの所で、破碎または分解した非金属品は、パワーマニプレータで集め、ポートからポートエリアにセットされている 100 ℥ ドラム缶内の内容器に入れ搬出する。
- f. α セルより低線量レベルとして搬出されてきた廃棄物は、解体手順の判断を行い、グローブボックスステーション作業場所、ガントリーロボットの作業台へクレーンで移動する。搬出は d、e 項に準ずるものとする。

2.5.2 改造後の処理能力

(1) α セル

改造後の処理能力については、セル内各作業時間の実績を基に、改造後の作業時間を比較、評価することにより検討した。

WDF のセル内での処理作業項目ごとに費やす時間をモデル化したのが表 5.2-1 「セル運転時間（実績）」である。

本表の処理作業ごとに改造後の処理能力向上の比較、評価を下記に示す。

① 現状と改造後の比較

a. 開 封

開封作業は、担保設備を特に設置していないが、除染、測定、切断セルを 2 系統化しているので改造後は廃棄物を 2 式取り入れられることになる。

よって、開封作業内の、廃棄物の移動、重量測定を現状の 2 倍の時間がかかるとした。

また、開封、吊具取付、養生物の取外し、養生物重量測定は同じ取回し作業と同等とした。

結果、開封作業は、

現状 1 式 80 分作業から改造後は、2 式 105 分作業となる。

b. 線量測定

線量測定作業は、除染、測定セルを 2 系統化していることから廃棄物 2 式が同時に除染、測定できる。

結果、線量測定作業は、

現状 1 式 120 分作業から改造後は、2 式 120 分作業となる。

c. スミヤ

スミヤ作業は、除染、測定セルを 2 系統化していることから廃棄物 2 式が同時にスミヤできる。

結果、スミヤ作業は、

現状 1 式 30 分作業から改造後は、2 式 30 分作業となる。

d. 除染作業

除染作業は、除染、測定セルを 2 系統化していることから廃棄物 2 式が同時に除染できる。

結果、除染測定作業は、

現状1式200分作業から改造後は、2式200分作業となる。

e. 除染セル内除染（清掃）

除染セル内除染（清掃）作業は、除染、測定セルを2系統化していることから同時に除染（清掃）できる。

結果、除染セル内除染（清掃）は、

現状1式40分作業から改造後は、2式40分作業となる。

f. 分解

分解作業は、現状通り分解セルは、1系統であるが改善案としては工具整理棚を設置する。また、工程上廃棄物が2式分解セルに置けることで、連続作業ができ時間短縮を計れる。

よって、吊具取付、廃棄物移動（解体セル）、吊具取外し、分解品移動（除染セル）は2倍の時間がかかるとした。

また、分解は、廃棄物分解を2式連続作業で行うことで時間短縮が計れるとし、1式110分作業が、2式180分作業とした。

結果、分解作業は、

現状1式150分作業から2式260分作業となる。

g. 除染

除染作業は、除染、測定セルを2系統化していることから廃棄物2式が同時に除染できる。

結果、除染作業は、

現状1式120分作業から改造後は、2式120分作業となる。

h. 解体（プラズマ、ハクソー）

解体作業は、工程の2系統化、また、万能プラズマ、3次元作業台の設置により時間短縮が計れる。解体は、作業台を3次元作業台にしたことにより廃棄物の取廻し作業が少なくなり時間短縮が計れる現状1式600分を2式420分（30%短縮）とした。

回収は、工程2系統の改善で現状1式30分を2式30分作業とした。

廃棄物移動についてはステンレスベルトコンベアを設置することにより、現状10分を0分とした。

結果、解体作業は、

現状 1式 640 分作業から改造後は、2式 450 分作業となる。

i. 除 染

本除染作業は、解体後の除染作業であり 3次元作業台の設置により取廻し作業が減少することで、測定、除染、測定は時間短縮が計れる。低廃棄物ホール移動は、ステンレスベルトコンベアを設置することにより移動 10 分を 0 分とした。

他除染作業工程は、工程の 2系統化により 1式と 2式は同時にとした。

結果、除染作業は、1式 430 分作業から改造後は、2式 310 分となる。

② α セル内改造後の処理能力

現状のセル運転時間は、表 5.2-1 「セル運転時間（実績）」から、1,810 分／1式となる。

①項の改造後の時間を表したのが、表 5.2-2 「セル運転時間（改造後）」であり、運転時間の合計は、1,635 分／2式となり 1式にすると 817.5 分／1式となる。

よって、改造後は、約 2.2 倍 ($1.87 \text{トン/年} \Rightarrow 4.1 \text{トン/年}$) の処理能力向上が考えられる。

(2) α ホール

改造後の処理能力については、ホール内各作業時間の実績を基に、改造後の作業時間を比較、評価することにより検討した。

① 平均的解体処理作業時間の実績

表 5.2-3 に WDF の α ホールにおける解体処理工程と作業時間の 1 件当たりの平均実績を示す。

これによると、まず平均実績では受入れ、コンテナ搬出、廃棄物の取出し、サービスエリア (A) から搬入ホールへ搬入、搬入ホールから除染ホールへ移送の各工程に要した時間は 150 分である。

次に除染ホールから解体ホールへ移送し、作業場所へ移動して開封、スミヤ採取、重量測定に 172 分間を要し、さらに分解解体作業、ペール缶へ収納、重量測定に要した時間は、プラズマ溶断法についてのみみた場合は 1 体当たり $352 \text{分} + 20 \text{分} = 372$ 分となる（表 5.2-4 の実績欄参照）。全体で $150 \text{分} + 172 \text{分} + 372 \text{分} + 11 \text{分} = 705 \text{分} = 11 \text{時間} 45 \text{分}$ となる。

② 機能向上検討後の解体作業時間検討

処理機能向上検討後の作業時間を実績値と併せて表5.2-4に示す。また、ホール内改造後の工程フローと設備を表5.2-5に示す。

これらの検討結果から受入れから除染ホールへの搬入に150分、除染ホールから解体ホール内作業場所へ移動し開封、スミヤ採取、重量測定に80分、プラズマ溶断法による解体の場合で、1体当たり282分（84分+178分+20分）となる。合計で $150\text{分} + 80\text{分} + 282\text{分} = 512\text{分} = 8\text{時間}32\text{分}$ となる。検討前後の解体作業時間の割合は約73%であり、4.5トン／年が6.20トン／年に向上した計算になる。

なお、この検討はフロッグマンによる作業が2人と限定されるので、それぞれの作業はステッガバクステッガで行われるものと仮定し、さらに検討後の作業も同じように工法の違い、使用機器の同時平行的な使用を考慮していない場合であるので、100%フル稼動の場合グローブポート・ステーションによる平行作業、電動工具による平行作業等さらにケースによっては、処理時間の短縮が見込めるものと考えられる。

③ α ホール改造後の処理能力

現状のホール作業時間は、表5.2-6「 α ホール作業時間（実績）」から677分となる。②項の改造後の時間を表したのが、表5.2-7「 α ホール作業時間（改造後）」であり、作業時間は512分となる。

よって、改造後は約1.38倍（4.5トン／年⇒6.20トン／年）の能力向上が考えられる。

なお、以上の検討は、プラズマ溶断処理に着目した処理能力の検討であり、その他の搬入、移動、準備等を含めた総合的な評価については参考資料-5に示す。この評価においても改造後の処理能力は、1.41倍の6.34トン／年と大差なく、目標である8トン／年の達成は困難である。

2.5.3 WDF～LED F間移送

(1) 施設外車両運搬と搬送路運搬との比較評価

WDF～LED F間の廃棄物移送方式としては、施設外車両運搬方式（キャスクトレー ラ及び遮蔽付トラック等）と搬送路運搬方式（台車方式）がある。

LED F運開に伴い、WDFより搬送される廃棄物は、下記に示す計画量となっている。

① 高線量 α 廃棄物

a) 金属廃棄物

- ・搬出容器：S缶相当とする。
- ・搬出量：2缶／日

b) 難不燃物及びPVC

- ・搬出容器：L缶相当とする。
- ・搬出量：2缶／日

② 低線量 α 廃棄物

a) 金属廃棄物

- ・搬出容器：100ℓドラム缶相当とする。
- ・搬出量：10本／日

b) 難不燃物

- ・搬出容器：100ℓドラム缶相当とする。
- ・搬出量：10本／日

c) PVC

- ・搬出容器：カートンボックス相当とする。
- ・搬出量：40個／日

上記計画量から、最も作業が煩雑と考えられるものを選定し、1日の搬送廃棄物をL缶2缶とし、各搬送方法の検討を行った検討結果を表5.3-1に示す。

搬送路運搬方式（台車方式）は、初期の建設コストを多く要するが、作業の効率性^{*1}、安全性及びランニングコスト等を総合的に評価すると、施設外車両運搬方式（トレーラ方式）より優れていると考えられる。従って、WDF～LED F間の廃棄物搬送設備は、地下搬送路、台車方式を採用する。

* 1 : 表5.3-2及び表5.3-3に示す通り、施設外車両運搬方式と搬送路運搬方式の作業時間（キャスク封入作業は共通のため含まず）を比較するとそれぞれ66分／缶と52分／缶であり、搬送路運搬方式の方が短時間である。

(2) 搬送設備の概念

WDF～LEDFA間の廃棄物移送方式として、前項(1)を基に検討した結果、地下台車方式を採用することとした。(概略搬送路経路図を図5.3-1に示す。)

本項では、前項に基づき搬送設備の基本概念について示す。

(1) トラックロック内門型クレーン(図5.3-2参照)

WDF内既設設備として据付られているクレーンにより、トラックロック1Fへ吊り降ろされたキャスク等の廃棄物は、地下1F側ハッチまで移動しなければならない。従って、地下1F側ハッチまでの移動を目的として、門型クレーンを設置する。

(2) 搬送台車(図5.3-3、5.3-4(1/2、2/2)参照)

地下1Fへ移送されたキャスク等の廃棄物をLEDFA側へ搬送させるため、搬送台車を設置する。搬送設備は、1基が故障した場合の予備機として待機させる。従って、通常運転は、1系統運転を採用する。

(3) 搬送能力の検討

(1) 1日の搬送能力

(a) 高線量 α 廃棄物

S缶及びL缶については、いずれも搬送量が2缶/日であるため、(1)項の検討から十分搬出可能である。

(b) 低線量 α 廃棄物

搬送台車の積載スペースは、2m×2mであり、100ℓドラム缶(Φ480)は、一段で16本積載可能であり、10本/日の搬出は可能である。また、カートンボックス(Φ280)についても40個/日の搬出は、1回の台車運転で可能である。

(2) 年間の搬送能力

年間の大型 α 廃棄物の流れを図5.3-6に示す。この図から、搬送台車の稼働日数を予想すると以下の通りとなる。

(a) 高線量 α 廃棄物

- ・金属廃棄物(S缶) 15日
- ・難燃物及びPVC(L缶) 2日

(b) 低線量 α 廃棄物

- ・金属廃棄物(100ℓドラム缶) 16日
- ・難燃物(100ℓドラム缶) 1日

・PVC（カートンボックス） 4日

以上を合計すると38日となり、WDFの年間稼働日数に対し十分な余裕があり、搬出能力は十分である。

(4) 改造期間、費用

① 搬送路（トンネル）の概要

a. 搬送路（トンネル）の概要

WDF施設とLEDF施設間を廃棄物運搬のために設ける地下通路は、図5.3-5に示す構造とした。

i. 壁面及び床面は2重コンクリート構造とし、侵入する雨水は水中ポンプ等にて排水できる構造とする。

ii. 地下トンネル上の地上部は、他施設のキャスクトレーラ等の重量物が運行できるようとする。

iii. 地下トンネル内は、アンバー区域となるため天井部を含めてエポキシ樹脂塗装を施す。

iv. トンネル内は、台車設備を監視するため、照明設備及びITV設備を設置する。

v. 緊急メンテナンスを考慮し、トンネル内にはアクセス用通路を設置する。

vi. トンネル内を負圧管理するためのダクトを設置するものとし、LEDF側に装置を配置する。

vii. トンネル内の放射線を監視するためエリアモニターを設置し、常に搬送されるキャスク等に異常が発生しないか監視する。

b. 地下トンネル設置に伴う条件について

地下トンネル設置手順は、添付工程表（表5.3-4）に示す通り約15カ月必要となる。（搬送台車設置を含める）

なお、地下トンネル設置に伴い下記条件が発生する。

i. 既設WDF側には、搬送設備機器を仮置・保管するエリアが確保できないため、LEDF側の建設工事に合わせて仮置・保管エリアを確保する。

ii. 地下トンネル内を負圧管理するための空調設備は、既設WDF側に設置することができないため、LEDF側に設置する。

iii. 台車設備、照明設備、エアロックシャッター及びその他設備を操作するための

電源設備及び操作設備は、全て L E D F 側に設けるものとする。

② 搬送路の費用

搬送路据付工事は、大きく分割し山留め工事、土工事、軸体工事内部仕上工事からなり、費用については、別紙に示す。

なお、別紙の金額は、地下搬送路設備のみの費用であるため、下記項目は搬送路費に含まれていない。

a. WDF 壁面改造費

WDF～LED F 間の地下トンネル接続に伴い、WDF 側地下 1F の壁面を貫通させ補強しなければならないが、WDF の壁面改造費は含まれていない。

b. 地下トンネル内機器設備費及び工事費

地下トンネル内に設置する各機器設備費（搬送台車、ITV、負圧設備費等）及び据付費は含まれていない。

c. 迂回路設置費

地下トンネル設置に伴い、地上面を掘削しなければならないため、施設内の通行用として迂回路を設置する必要があるが、迂回路設置費は含まれていない。

(5) 新耐震基準の波及範囲

建築基準法が昭和58年に大幅に改訂されたが、WDFは昭和56年に竣工のため旧建築基準法（旧耐震基準）に基づいて設計されている。このように旧建築基準法に基づいて建設された建物の改造等を行う場合に、新建築基準法の適用をどこまで行うかが問題となる。

このようなことから、同様な改造工事を実施している施設の実績を調査し、WDF改造の場合に耐震設計に関し、どの程度までのバックフィットが求められるか検討を行った。調査した施設はWDFと類似の施設であることが望ましいことから、「センター」の燃料材料開発部の施設とした。

① 調査内容

1) FMF増設に関する調査

現在建設中のFMF増設に際して検討された、耐震設計バックフィットについて調査の結果は次の通りである。

イ. 新・旧施設の接続方法には、エキスパンション・ジョイントで接続されている。

ロ. 新・旧施設で取合になった事項

a. クレーン（既設クレーンを増設部に乗り入れる）

b. 排気設備（排気スタックを共用している）

c. 廃液設備（新施設の廃液を既設廃液処理施設に送る設計になっている）

d. 制御盤（既設制御盤を新設部分に移動させる）

ハ. 既設施設へのバックフィット項目

a. 建屋

新耐震基準で一次設計（部材断面の許容応力と地震力による応力の比較）と、

二次設計（保有水平耐力と必要保有水平耐力の比較）を実施している。

二次設計まで実施した時点で、3階部分の強度が不足することからブリースによる補強を行っている。

b. 排気設備

既設部分に影響の出ないように新設部分の設計を行っている。また、スタックそのものは新耐震でも十分耐え得る設計になっている。

c. 廃液設備

既設側に新たに設置した配管等は新耐震基準が適用されている。

d. 制御盤

既設制御盤自体をBクラス相当と見なすために、剛体と仮定する等の工夫をしている。

2) 既設 F M F の内装機器へのバックフィット

既設建屋の水平震度が新耐震基準に基づき求められてはいるが、そこに設置されている設備機器へのバックフィットまでは行われていない。

3) A G F 排風機更新に関する調査

昭和63年度にA G Fでは、施設の換排気系の排風機更新を行っている。この時には既にあるものの単純更新ということから、新耐震基準のバックフィットはなかった。

また、同じ時期に実施された換排気系等制御盤の更新においては、単なる更新ではなく高性能化された制御盤を設置したものであるが、耐震基準のバックフィットは行われていない。

② 調査結果

1) 建屋について

W D F から L E D F への搬送路設置のために、W D F 建屋を改造するとした場合、耐震壁も工事対象となるとすると、新耐震基準での耐震設計評価が求められると考えられる。

2) 設備機器について

改造に際し特に手を付けない設備機器については、前例からすると新耐震基準の適用は不要と考えられる。また、新たに設置する設備機器は新耐震基準適用となる。

改造に伴って仮に W D F 内で移設等を行う設備・機器があった場合に、新耐震基準の適用になるかどうかについては、前例が見当たらないため確かなことは言えない。ただ、一般的には建屋の耐震見直しに合わせて、新耐震対応を求められるを考えるのが妥当である。

(6) 搬送路と施設との接続部構造

搬送路と施設との接続部は、エキスパンション・ジョイントで行いその基本構造は、
2.4.4 「W D F ~ L E D F 間の廃棄物移送」で記載している図4.4-3を参照のこと。

2.6. 撤去機器の発生量

2.4.2 の現有機器撤去の概念から α セル、 α ホールで設備改造時に下記に示す撤去機器の発生が見込まれる。

(1) α セル内撤去機器発生量

No	項目	発生廃棄物
1	回転作業台：寸法： $\phi 1,200 \times 600\text{mm}$ 材質：SUS304, SS 基數：1 台	体積： 0.68m^3 重量：2.0 トン
2	プラズマワード：寸法： $1,500 \times 2,000 \times 1,500\text{H}$ 材質：SUS304, アクリル 数量：1 式	体積： 4.50m^3 重量：0.15トン
3	ハクソ本体：寸法： $1,600 \times 800 \times 665\text{H}$ 材質：SUS304, SS41 数量：1 式	体積： 0.85m^3 重量：0.75トン
4	アルス機本体：寸法： $1,400 \times 1,950 \times 2,730\text{H}$ 材質：SS41, SUS304 数量：1 式	体積： 7.45m^3 重量：8.10トン
5	プラズマ回転作業台 寸法： $\phi 1,870 \times 800\text{H}$ 材質：SUS304 数量：1 式	体積： 2.20m^3 重量：2.40トン

(2) α ホール内撤去機器発生量

No	項目	発生廃棄物
1	<p>ローラーコンベア (α 搬入ホール～α 除染ホール)</p> <p>寸法 : 4,480 × 1,530 × 700mmH</p> <p>材質 : SUS304, SS</p> <p>数量 : 1 台</p>	<p>体積 : 4.8m³</p> <p>重量 : 2.7トン</p>
2	<p>D-113 : 寸法 : 幅2,200mm × 高さ2,400mm [α 除染ホール]</p> <p>材質 : SS41, 60mm 厚</p> <p>ライニング : エボキシ樹脂</p>	<p>体積 : 0.6m³</p> <p>重量 : 4.6トン</p>
3	<p>回転作業台 寸法 : ϕ 1,500 × 570</p> <p>材質 : SUS304, SS41</p> <p>数量 : 1 式</p>	<p>体積 : 0.3m³</p> <p>重量 : 2.4トン</p>
4	<p>電解研磨除染装置</p> <p>本体 : 寸法 : 1,800 × 1,500 × 1,860H</p> <p>材質 : SUS316, SS41 数量 : 1 台</p> <p>制御盤 : 寸法 : 900 × 800 × 1,750H</p> <p>材質 : SS41</p>	<p>体積 : 5.0 + 1.3 = 6.3m³</p> <p>重量 : 1.8 + 0.4 = 2.2トン</p>
5	<p>プラズマ溶断機</p> <p>制御盤 : 寸法 : 625 × 450 × 1,150H</p> <p>材質 : DS 数量 : 1 式</p> <p>電源装置 (α, β γ セルと共に機器)</p> <p>: 寸法 : 1,040 × 1,550 × 1,170H</p> <p>材質 : SS 数量 : 1 式</p> <p>分配装置 (α, β γ セルと共に機器)</p> <p>: 寸法 : 1,200 × 200 × 1,600H</p> <p>材質 : SS 数量 : 1 式</p>	<p>体積 : 0.3 + 1.8 + 1.5 = 3.6m³</p> <p>重量 : 0.15 + 1.3 + 0.12 = 1.57トン</p>

No	項目	発生廃棄物
6	プラズマダスト回収装置 本体 :寸法 : 1,800 × 1,470 × 2,123H 材質 : SUS304, SS41, AI他 数量 : 1 台 制御盤 :寸法 : 450 × 650 × 1,150H	体積 : 5.6 + 0.3 = 5.9m ³ 重量 : 0.75 + 0.15 = 0.9トン
7	プラズマ用作業台 材質. SS 数量 : 1 式 寸法 : 1,500 × 1,500 × 430H 材質 : SUS304 数量 : 1 台	体積 : 0.97m ³ 重量 : 2.5トン
8	プラズマフード 寸法 : 1,620 × 1,500 × 1,800H 材質 : SUS304, アクリル樹脂 数量 : 1 台	体積 : 4.4m ³ 重量 : 0.35トン
9	ホール内作業台 寸法 : 2,000 × 1,300 × 950H 材質 : SUS304 数量 : 1 台	体積 : 2.5m ³ 重量 : 0.65トン
10	プラズマ溶断用遠隔操作装置 ワット本体 :寸法 : 500 × 500 × 2,070H 材質 : SUS304, SS41 数量 : 1 式 制御盤 :寸法 : 600 × 600 × 1,800H 材質. SS 数量 : 1 式	体積 : 0.5 + 0.6 = 1.1m ³ 重量 : 0.95 + 0.27 = 1.22トン
11	作業用踏台 :寸法 : 面積8.2m ² 材質 : SS41 数量 : 1 式	体積 : - m ³ 重量 : 0.325トン

12	フロッグマンチャンバー（2人用） 寸法：2,200 ×1,300 ×2,010H 材質：SUS304 数量：1式	体積：5.7m ³ 重量：2.2トン
13	収納ラック：寸法：1,500 ×600 ×1,200H 材質：SS 数量：1式	体積：2.2m ³ 重量：0.09トン
14	プラズマ排ガスフィルタチャンバー 寸法：1,100 ×700 ×1,600H 材質：SUS304 数量：1式	体積：1.2m ³ 重量：0.5トン
15	D-114 : 寸法：幅2,200mm ×高さ2,700mm [α 解体ホール] 材質：SS41, 60mm 厚 ライニング：エポキシ樹脂 α除染ホール～α解体ホール間仕切り壁 寸法：幅5,300mm ×高さ5,500mm (D-114 分差引) 材質：コンクリート, 300mm厚	体積：0.4m ³ 重量：3.2トン 体積：6.9m ³ 重量：15.9トン

(3) 二次廃棄物発生量

工事に伴い発生する2次廃棄物は、除染作業時のウェス、紙類及び工事作業中の装備類が主体であると考えられる。

従って、以下の計算からWDF改造工事により発生する2次廃棄物量は、42.5トンと推定される。ただし、これらの2次廃棄物は主として焼却可能な物であると考えられる。

- ・カートンボックス発生量： 7個／シフト （実績を基に推定）
- ・作業回数： 3シフト／日
- ・一日当たりの発生量： 3シフト／日 × 7個／シフト = 21個／日
- ・直接作業工事日数： 44ヶ月 × 20日／月 = 880日
- ・カートンボックス平均重量： 2.3kg／個 （実績を基に推定）
- ・2次廃棄物量： 880日 × 21個／日 × 2.3kg／個 = 42.5トン

2.7. 技術的課題の検討

(1) 万能プラズマ切断

① 切断能力

現在、炭素鋼で板厚MAX 95mm、SUSで板厚MAX 25mmが現在の能力とされている。レーザ切断と比較して切断能力は大きいが機械式切断と比較すると小さく、板厚が限定されるため、今後の処理対象物の大型化にともない切断能力向上の開発が必要となる。また、それとともに被切断の多様化への対応が必要となる。

② 自動化

万能プラズマ切断はプラズマジェットトーチを使用するが、アーク方式に比較して大型になりマスタースレーブやロボットでの操作性に課題が残る。万能プラズマの切断能力向上に比例してプラズマジェットトーチが大型化することに相反して操作性向上のための小型化の開発が必要となる。

また、自動化で期待されるドロス発生抑止の要因である切断速度とスタンドオフの一定化については極間電圧の変化をフィードバックすることが可能であるが現在の制御精度は一般に1mの切断長につき高さの偏差が25mm以内の形状の変化に対してスタンドオフ±1.5mmとされている。しかし、廃棄物の様々な形状に対応できるような制御方式の確立と極間電圧方式の更なる性能向上のための開発が必要である。ドロス発生のもうひとつの要因として考えられる電極消耗に対しても何らかの自己診断のできる機能の開発が必要となる。

(2) プラズマ作業台の3次元化

3次元化については、万能プラズマの自動化で挙げた課題との共通点が多い。処理能力と操作性の向上の評価のためには総合的（万能プラズマ切断の開発を考慮した）R&Dが必要と考えられる。そのためには万能プラズマ切断の開発とともに作業台の3次元化の検討を進める必要がある。

作業台の機構上の課題としては大型化が予想されるプラズマジェットトーチをどの程度の精度で保持が可能か破壊剛性と操作性向上のための作業台小型化との相互関連および、機構の極間電圧よりのフィードバック性能等についてを万能プラズマ切断の開発状況を加味しつつ求められる作業台の最適機構を試作、検討することが必要と考えられる。

(3) ガントリーロボット

基本的な性能等は選定理由でのべている通り実績も多くあるが、今回提案しているプラスマトーチに対する実績及び性能・機能（外形寸法、制御精度）調査検討を今後進めていくホール内設置に向けて具体化していかなければならない。

(4) ガントリーロボット用フード

本検討では、ガントリーロボットによる溶断時に発生する煙は、クレーンの上部に設置したフードから吸引する方式としている。しかし、溶断位置との距離が遠く、高い吸引効率は期待できないため、詳細な設備設計に当たっては、可搬式の吸引ホースをパワーマニプレータで移動させる等の溶断位置近傍で吸引可能な方式を考える必要がある。

2.8. コスト評価

(1) 工程

コスト評価の前提となる工程表を表8-1「 α セル、ホール旧品撤去、新品設置工事工程表」と表5.3-4「搬送路設置工事及び搬送台車設置工事工程表」に示す。

撤去工事前における α ホール及び α セルの除染に必要な期間は、先行例の実績から合計15ヶ月とし、それぞれ5ヶ月、10ヶ月（内3ヶ月は遠隔操作による除染）と想定した。また、新規機器の据付工事前の再除染については、それぞれ1ヶ月と想定した。

撤去に当たっては、容器への充填等の作業が必要であり、実績から α セルについては、40kg/日の処理が可能とし、 α ホールについては、汚染レベルが低いため2倍の80kg/日と想定した。（ただし、コンクリートについては、撤去作業と同時に細断されるため、6ヶ月の撤去期間とした）なお、 α セル内撤去機器の内、50%の部分は α ホールに移動した後、処理できるものとした。

以上から、 α セル及び α ホールの改造には、それぞれ2年2ヶ月、3年3ヶ月の期間が必要である。なお、この工事期間中は発生元施設から発生する廃棄物の受入れは困難である。

(2) コスト算出

コスト算出の条件等は以下の通りであり、具体的コストについては別紙に示す。

① コスト算出条件

セル、ホールの改造費及び搬送路設置費算出に伴う条件を下記に示す。

- a) セル、ホール旧品撤去前に機器及び壁面等の除染・洗浄を行う。その期間は、トータル15ヶ月（セル内10ヶ月（3ヶ月は遠隔除染）、ホール内5ヶ月）と仮定する。
- b) 新規品据付工事前には、作業条件を向上させるため α セル、ホールそれぞれ1ヶ月間除染作業を行うものとする。
- c) 作業員の装備、シフト

セル、ホール内とも作業員の装備は、PVCスーツ及びエアラインマスク装着で、1人の装備装着作業時間は、1H/日とする。

従って、セル、ホール内の直接作業時間は、午前中1シフト、午後2シフトのトータル3シフト交替工事とする。

d) 旧品の撤去

作業員の立入りにより処理可能な量は、 α セル40Kg/日（実績）、 α ホール80Kg/日とし、改造に伴うセル、ホールの旧品撤去期間は、それぞれ α セル8.5ヶ月、 α ホール2年

2ヶ月とした。なお、 α ホール撤去機器のうち、機器撤去期間を1年8ヶ月、コンクリート撤去期間を6ヶ月とした。

[α セル撤去機器重量；約13.4t（内、半分はホールにて処理）、
 α ホール撤去機器重量；機器 約25.4t + 6.7t, コンクリート 約15.9t]

e) 工事工程

α セル改造工事、 α ホール改造工事の工程表を表8-1に示す。

搬送路設置工事の工程表を表5.3-4に示す。

② α セル改造費

α セルの改造費を算出するためには、次の3つの項目からなる。

- a) 旧品の撤去 …… 現状の α セル内にある機器を撤去、廃棄する工事費を算出する。
- b) 新機器の導入 …… 処理能力向上のために新規導入する機器の単品費を算出する。
- c) 新機器の据付 …… 前項(b)の新機器を α セル内に据付ける工事費を算出する。

③ α ホール改造費

α ホールの改造費を算出するためには、 α セル同様に次の3つの項目からなる。

- a) 旧品の撤去 …… 現状の α ホール内にある機器を撤去、廃棄する工事費を算出する。
- b) 新機器の導入 …… 処理能力向上のために新規導入する機器の単品費を算出する。
- c) 新機器の据付 …… 前項(b)の新機器を α ホール内に据付ける工事費を算出する。

④ 搬送路設備費

搬送路設備費を算出するためには、次の4つの項目からなる。

- a)迂回路設置費 …… 搬送路設置に伴い、施設内の交通に支障をきたすため迂回路を設置する必要がある。
- b)搬送路（地下トンネル）費 …… 地下トンネル方式の搬送路設置費を算出する。
- c)搬送設備費 …… 地下トンネルに伴う台車装置費を算出する。
- d)台車、クレーン等据付費 …… 台車及び15tonクレーン据付費を算出する。

(3) 運転要員

WDF改造後の設備における運転操作員及び作業員についてまとめたものを表8-2に示す。

なお、本表における人員には、交替要員（線量から時間制限される場合等）については考慮していない。したがって、今後は、詳細作業内容の解析を行い、また廃棄物の線量評価を行い、必要人員の算出を行う必要がある。

2.9 まとめ

本設計調査で、明らかになった点の概要を以下に示す。なお、詳細については、表9-1「WDF改造まとめ表」に示す。

- (1) LEDFの設置場所について地盤の状況、地形及び用地の確保及びWDF～LEDF接続ルート等を総合的に評価した結果、WDFの東側にLEDFを設置することが最良であることが明らかになった。
- (2) α セル及び α ホールについて、処理能力向上のための設備改造の検討を実施し、現状の処理能力 α セル1.87トン／年、 α ホール4.5トン／年をそれぞれ4.1トン／年、6.5トン／年に向上させることが可能であることが、明らかになった。しかし、目標である α セル7トン／年、 α ホール8トン／年の達成は困難であることが判明した。目標達成が困難な要因としては、次の点が考えられる。
 - ・ α セル：現状のスペースでは、プラズマ溶断処理及び除染・測定の2系統化が限度であり、更なる系統増加や他の工程における系統追加は困難である。
 - ・ α ホール：人手による作業（フロッグマン作業）を廃止し、遠隔自動化することは、本来処理効率を落とすことであり、現状のスペース、自動化技術では、その点をカバーし、さらに大幅な能力向上は困難である。
- (3) WDFとLEDF間の廃棄物移送方法について、施設外車輌運搬方式と搬送路運搬方式（台車方式）について比較検討を行った結果、初期の建設コストが多く必要となるが、長期的、総合的にみると搬送路運搬方式が優れていることが、明らかになった。
- (4) 改造工事に要する期間は、 α セルで2年2ヶ月、 α ホールで3年3ヶ月必要とし、その間の廃棄物の受入れは困難であるため、その対策が必要であることが明らかとなった。
- (5) 詳細設計、許認可も含めたWDF改造工事全体スケジュールを表9-2に示す。全体で8年間が必要となる。

3. 結論

表9-3 「大型 α 廃棄物のWDF-LEDF併設処理の技術課題に対する評価」に、設計調査検討結果をまとめた。本表の結果は以下のようにまとめられ、併設する場合の技術課題に対して更なる対応が困難であること、対策には過大な労力を要することが考えられ、廃問調のコメントに対する検討結果としては、LEDF計画の中でWDFを活用していくことは得策でないという結論に至った。

- (1) 大型 α 廃棄物の処理能力は、合理的な改造範囲では必要能力まで向上できない。
- (2) 廃棄物移送路をアンバーエリアで接続することにより、廃棄物移動の効率低下は回避できる。
- (3) 改造期間中の5.5年間は、燃材施設から発生する廃棄物受入れが不可能となる。
- (4) WDFの運転要員は、最大で9名増加する。
- (5) WDFの改造は、新耐震基準の適用となり、補強工事が必要となる。

また、本結論については、平成6年3月10日第8回廃問調で報告し、承認された。

4. 謝 辞

本技術調査の実施に当たっては、株式会社ペスコ 山崎純取締役、横内洋二部長、関貞雄部長の貴重なご指導、御助言をいただいたことに対して、ここに感謝申し上げます。

表4.4-1 L E D F 設置場所、接続ルート検討 (1 / 2)

H. 5. 12. 10

項目	東側	南側	西側	北側
1. 地盤の状況	<p>① GL-16m以下に非常に縮っている細砂層がある。長期許容支持力度で、30~50t/m²程度以上が得られ、重量構造物に対して十分な支持力が得られる。</p> <p>② 地下水位 WDF No.4 ポーリング地点で-2.09m。</p> <p>③ 基礎工法としては、場所打ち杭基礎が推奨される。(既設WDFも同上)</p>	<p>① ポーリングデータがないので、第2MMF建設時の調査No.2 ポーリング地点のデータとWDF No.3 ポーリング地点を併せ検討すると、GL-17m以下に非常に縮っている細砂層があることが推定される。長期許容支持力度は30~50t/m²程度以上。</p> <p>② 地下水位 WDF No.3 ポーリング地点で-5.15m。</p> <p>③ 基礎工法は東側に同じ。</p>	<p>① GL-17m以下に非常に縮っている細砂層がある。</p> <p>② 地下水位 WDF No.2 ポーリング地点で-6.15m。</p> <p>③ 基礎工法は東側に同じ。</p>	<p>① GL-15m以下に非常に縮っている細砂層がある。</p> <p>② 地下水位 WDF No.1 ポーリング地点で-9.15m。</p> <p>③ 基礎工法は東側に同じ。</p>
判定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 地形及び用地の確保	<p>① 構内通路があり、さらにその東側は松林となっている。また松林の南隣、MMFとの間に旧計算機室が建っている。</p> <p>② 東-②-a 構内道路を現状のまま残し、松林及び旧計算機室跡に用地を確保する。</p> <p>③ 東-②-b 構内道路及び旧計算機室をつぶして、用地とする場合。</p>	<p>① 駐車場として使用中。さらにその南側は、夏海湖へ急勾配の崖となって落ち込んでいる。 また、駐車場の南側には「常陽」への蒸気及び電気の配管及びケーブルが敷設されているので、移設が必要になる。</p> <p>② 南-②-a 構内道路を現状のままでし、湖側及び南側に擁壁を設けて用地を確保する。</p> <p>③ 南-②-b 上記②-aに加え、道路及び旧計算機室をつぶして用地とする。 但し、上記の検討は、原則として夏海湖についての現況を変更しない範囲でLED Fの設置を条件とする。</p>	<p>① 狹い駐車場で、その先是急勾配の崖となっている。</p> <p>② 現状のままで湖側に擁壁を設けても、用地は確保できない。</p>	<p>① 開発試験棟の先は、狭い低地があってすぐ、夏海湖となっている。</p> <p>② 北-②-a 現状のまま(開発試験棟を残す)では、用地が確保できない。</p> <p>③ 北-②-b 開発試験棟を移設しても用地は確保できない。</p>
判定	東-②-a <input type="checkbox"/> 東-②-b <input type="checkbox"/>	南-②-a <input type="checkbox"/> 南-②-b <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	北-②-a <input type="checkbox"/> × 北-②-b <input type="checkbox"/> ×
3. WDF - LED F接続ルート 3-1 管理区域間ルート接続	<p>① 東-②-a WDF地下南側より地下道台車輸送方式で接続。</p> <p>② 東-②-b 地上階通路による接続。</p>	<p>① 南-②-a WDF地下南側より地下道台車輸送方式で接続。</p> <p>② WDF 3F サービスエリア南側で通路台車輸送方式またはクレーン輸送方式により接続。</p> <p>③ 南-②-b 上に同じ。</p>		
3-2 接続取合い	<p>① 東-②-a B1Fの1-2通り間、C-D通り間のローディングエリアとLED F側管理区域と接続、WDF側の取合いやや難。 東-②-b 東-②-aと同じ。</p> <p>② 地下道長く、工事量やや大となる。</p>	<p>① 南-②-a B1Fの1-2通り間、C-D通り間のローディングエリアとLED F側管理区域と取合う。</p> <p>② 3F、1-2通り間、D-E通り間サービスエリア(A)とLED Fの管理区域と取合う。 用地の広さが十分なら取合い上は最良の条件といえる。</p>		
判定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ×

表4.4-1 L E D F 設置場所、接続ルート検討 (2 / 2)

H. 5. 12. 10

項目	東側	南側	西側	北側
3-3 セル、ホール間接続ルート及び取合い検討	① セルは、α解体ホールからB、セル補機室で台車容器に受け、6通りの遮蔽壁を抜いて、D-E通りに遮蔽壁を設け、中を台車通路とする。 ② ホールはB、化学室で台車容器に受け、E-F通りに気密壁を設けて、①の遮蔽道路へ導く。 ③ 両案共現存設備を大幅に撤去改造する必要あり。建設時の安全性、経済性、操業性に難があり、非現実的。	東側に同じ取合いとする。	—	—
判定	X	X	X	X
4. 検討結果 (建設時の安全性、経済性、取合い及び操業時の作業効率、経済性等を総合的に検討)	① 管理区域間接続とする。 ② 優先順位第1位 東-②-a 台車方式 ③ 優先順位第2位 東-②-b 台車方式	① 管理区域間接続とする。 ② 優先順位第1位 南-②-a ③ 優先順位第2位 南-②-b WDF 3Fサービスエリア南側に通路を設け、台車方式で接続する。 ④ 優先順位第3位 南-②-b の WDF 3F サービスエリア南側より、クレーンによる運搬。	用地確保難(狭すぎる)。	用地確保難(狭すぎる)。
判定	良	良	劣	劣
総合判定	優	良	採用不能	採用不能

表4.4-2 輸送方式の総合比較検討

検討項目	台車方式	クレーン方式	備考
1. システム構成	① 通路 ② レール ③ 台車 電動車（重量物まで輸送可） ④ 通路エキスパンション及びレール接続部構造（地震による変位の吸収構造）	① 通路用開口部 ② クレーン用レール ③ クレーン ④ 通路エキスパンション及びクレーン用レール接続部構造	
2. 方式別の特記事項	① 通路が長くても問題はない。 （電動車でケーブル給電の場合 100m程度となる） ② 開口部が小さくてよい。 ③ 台車がレール走行の場合は、接続部及び通路の接続に工夫を要す。 ④ 管理区域の負圧バランス管理は容易である。（通路部エアロックとなる） ⑤ 台車へ積載するために、クレーン等の稼動範囲まで台車レール延長の必要あり。	① 通路開口部を介して直接LED建家と、WDFのクレーンレールを接続する必要がある。 ② 開口部が大きくなる。 ③ クレーンレールの接続、及びクレーン走行車輪に工夫を要す。 ④ 管理区域の負圧バランス管理に難がある。 ⑤ クレーンの相互乗り入れ（案）もある。	
3. 安全性	特に問題なし。 定検を行う必要あり。	特に問題なし。 クレーン定検、有資格者が必要。	
4. 維持管理	特に問題なし。 容易 (バッテリー車の場合は、定時または適時充電する)	特に問題なし。 容易	
5. 経済性	台車 比較的高価（クレーンと比較）	新設クレーン（LED）が若干高価になる。 台車より安い。	
6. 評価	LEDの位置に無関係で設置可 優	WDFとLEDが直接接続していること。 LEDの位置が離れると不可。 良	

表5.2-1 セル運動時間（実績）

表5.2-2 セル運転時間(改造後)

表5.2-3 WDF αホール作業の実績・評価 (1 / 2)

αホール処理工程	作業実績				機能向上検討後の作業時間(分)
	所要時間(分)	人員(人)	使用機器	操作	
コンテナ建屋内搬入					
受入れ (H301開、コンテナ吊掛け、コンテナ) 〔吊上げ、H301閉、コンテナ蓋〕	50	14	トラック クレーン	マニアル	50
コンテナ搬出 (クレーン吊上げ、H301開、トラック) 〔ロックへ下ろす、H301閉〕	38	12	クレーン	マニアル	38
廃棄物取出し (ボルト取り外し、フタの取外し 廃棄物取外し、フタの取付け)	受入れに含む	—	—	—	—
サービスエリア(A)から搬入ホールへ搬入 (H308開、廃棄物搬入、移送パン積載) 〔作業点準備、H308閉〕	55	12	クレーン ローラ コンベア	マニアル	55
搬入ホールから除染ホールへ移送 (D-113開、移送、D-113閉)	7 (以上 150分)	1	移送台車	マニアル	7
除染ホールから解体ホールへ移送 (D-114開、廃棄物移送、台車戻し、) 〔点検退域、D-114閉〕	72	19	移送台車	マニアル (フロッグマン)	0
解体ホール移送台車(A)から作業場所へ移動 〔作業者の入域、同退域〕	20	2	クレーン	マニアル (フロッグマン)	0
開封、スマミヤ採取	80 (以上 172分)	7	—	マニアル (フロッグマン)	80
養生物等 A					
重量測定	—	—	クレーン	マニアル	—
①へ					

表5.2-3 WDF αホール作業の実績・評価 (2/2)

<pre> graph TD A["①より 分解、切断、溶断による処理の判断"] --> B["工具による分解"] B --> C["電動工具による切断"] C --> D["プラズマロボットによる溶断"] D --> E["ペール重量収測納定"] E --> F["金属廃棄物の搬出"] F --> G["二次廃棄物搬出"] G -- A </pre>	表 5.2 3 及び 表 5.2 4 に 示す。	7 10 6	マニアル (フロッグ マン) マニアル 電動 マニアル + 遠隔 (ロボット) マニアル (フロッグ マン) マニアル (フロッグ マン)	マニアル (フロッグ マン)	处理 作業 時間 検討 及び 表 5.2 3 4

表5.2-4 α ホール処理機機能向上検討後の作業時間

作業内容	実績		機能向上検討後	
	作業場所	作業時間	作業場所	作業時間(想定)
1. 吊り具の取付け (クレーン、大物など)	α 解体ホール (ナップスリング)	2分	α 解体ホール(1) (旧除染ホール) ・パワーマニブレーター	12分
2. 廃棄物の移送、 セット、マーキング (クレーン、フロッギン パワーマニブレーター)	α 解体ホール (プラズマ作業台)	セット 15分 マーキング 1分	α 解体ホール(2) ・パワーマニブレーター	セット 30分 マーキング 30分
3. 解体準備 (プラズマ点検) (工具点検)	α 解体ホール	2分 (以上20分)	α 解体ホール(2) ・パワーマニブレーター ・ITV	12分 (以上84分)
4. 解体	α 解体ホール		α 解体ホール(2)	178分
①プラズマ溶断ボット		352分	ティ칭ング入力 溶断条件入力 確認動作 溶断 その他作業 α 解体ホール(1)	30分 5分 10分 40分 93分 3.5分
②電動工具	"	7分		
③手工具	"	17分		8.3分
④(ブ) + (電)	"	92.5分	α 解体ホール(2)	70分
⑤(ブ) + (分)	"	386分	"	290分
⑥(ブ) + (電) + (手)	"	330分	"	249分
⑦(電) + (手)	"	147分	"	74分
⑧破砕		—	α 解体ホール(1)	—
5. 重量測定	"	3分	α 解体ホール(2)	5分
6. ペール缶への収納	"	3分 (11分)	"	10分 (20分)
7. 処理終了後の 重量測定	"	5分	"	5分

表5.2-5 αホール改造後の工程と設備

αホール改造後処理工程	処理作業内容(計画)			改造後設備の概要
	計画所要時間(分)	人員(人)	使用機器	
搬入ホールから解体ホール(旧除染ホール)へ移送 [D-113開、移送、D113閉]	ここまで ~150	39		
グローブポートステーション前のターンテーブル上に移動	30	2	クレーン ターンテーブル	①除染ホール ↔ 解体ホール間台車 残置 ②同上、仕切壁撤去、内部改装 ③ターンテーブル位置変更
グローブ、補助工具により開封、 スマヤ採取	80	3	クレーン ターンテーブル	①旧除染ホール5通り、F通り側にグローブポートステーション設置 ②補助にパワーマンプレーター (要検討) ③治工具
分解、切断、溶断による判断				
グローブ、補助工具により分解	30	2	クレーン ターンテーブル	開封、スマヤ採取と同じ
解体ホール内作業場所に移送、セット 、マーキング、解体準備等	84	3	クレーン フロッグマン	①切断機器の設置 ②溶断作業台の設置
電動工具による切断	(10) (実績を参考)	3	パワーマニプレーター グローブポート 切断機	
ロボットによる溶断	178 (+準備10分)	3	ロボット パワーマニプレーター 作業台 排気設備	
シュレッディング	~	2	シュレッダー パワーマニプレーター クレーン	
ペール缶収納、重量測定、搬出	20	2	パワーマニプレーター クレーン 搬出装置	

表5.2-6 αホール作業時間(実績)

作業内容	作業時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. コンテナ建屋内搬入	—													
2. 受入れ 〔H301開, コンテナ玉掛け コンテナ吊上げ, H301閉, コンテナ蓋〕	50分	50												
3. コンテナ搬出 〔クレーン吊上げ, H301開, トラック ロックへ下ろす, H301閉〕	38分		38											
4. 廃棄物取り出し 〔ボルト取外し, フタの取外し 廃棄物取外し, フタの取付〕	受入れに含む													
5. サービスエリア(A)から搬出ホールへ搬入 〔H308開, 廃棄物搬入, 移送パン積載〕 〔作業点準備, H308閉〕	55分		55											
6. 搬入ホールから除染ホールへ移送 〔D-113開, 移送, D-113閉〕	7分		7											
7. 除染ホールから解体ホールへ移送 〔D-114開, 廃棄物移送, 台車戻し 点検退域, D-114閉〕	72分		72											
8. 解体ホール移送台車(A)から作業場所へ移動 〔作業者の入域, 同退域〕	20分		20											
9. 開封, スミヤ採取	80分		80											
10. 重量測定, 分解, 切断, 溶断による処理の判断	—													
11. 吊具取付, 移送, 解体準備 〔プラズマロボットによる溶断〕	20分 352分		20											
ペール缶収納及び重量測定	—													
金属廃棄物の搬出	—													
二次廃棄物搬出	—													

表5.2-7 αホール作業時間(改造後)

作業内容	作業時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. 搬入ホールから解体ホール(旧除染ホール) へ移送 (D-113 開, 移送, D-113 閉)	ここまで 150 分													
2. グローブポートステーション前のターンテーブル上に移動	30 分													
3. グローブ, 補助工具により開封 スミヤ採取	80 分													
4. 分解, 切断, 溶断による処理の判断	—													
5. グローブ, 補助工具により分解	30 分													
6. 解体ホール内作業場所に移送 セット, マーキング, 解体準備等	84 分													
7. ロボットによる溶断	178 分													
8. シュレッディング	~													
9. ベール缶収納, 重量測定, 搬出	20 分													

表5.3-1 (1/2)

廃棄物搬送方式比較表

検討項目 搬送方式	施設外車輌運搬方式		搬送路運搬方式	
	トレーラ方式		台車方式	
設備の仕様・条件	<ul style="list-style-type: none"> ・使用台数 ・搬送経路 ・操作方式 ・搬出数 ・廃棄物仕様 	<ul style="list-style-type: none"> ・1台 ・施設外道路を運搬する。 ・キャスクトレーラ式 ・1日当たりのキャスク、コンテナ等の搬出数は2基 ・WDFより搬出される廃棄物は、キャスク(L缶)と仮定した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2基(1台が予備) ・専用トンネルにて運搬する。 ・電動駆動による遠隔操作方式 ・1日当たりのキャスク、コンテナ等の搬出数は2基 ・WDFより搬出される廃棄物は、キャスク(L缶)と仮定した。 	
効率性	運搬時間	<p>(1) キャスク、コンテナ等に収納された廃棄物を、WDFからLEDFAへ搬送する時間は1基当たり6分である。</p> <p>(2) 1日当たり2基の搬出のため、AM1回、PM1回程度である。(サービスエリアにて準備完了後搬出する。)</p> <p>(3) 1回の搬出に費やす作業ステップ時間を添付表5.3-2に示す。</p>	<p>(1) キャスク、コンテナ等に収納された廃棄物を、WDFからLEDFAへ搬送する時間は1基当たり52分である。</p> <p>(2) 1日当たり2基の搬出のため、AM1回、PM1回程度である。(サービスエリアにて準備完了後搬出する。)</p> <p>(3) 1回の搬出に費やす作業ステップ時間を添付表5.3-3に示す。</p>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	人員配置	<p>(1) トレーラ(トラック)への吊り込み、吊り降し以外に施設外運搬のため、次の人員を配置する必要がある。</p> <p>(i) 高レベル運搬 1人(責任者)+4人(作業員)=5人</p> <p>(ii) 低レベル運搬 1人(責任者)+2~3人(作業員)=3~4人</p>	<p>(1) 台車への吊り込み、吊り降し以外は、ITV装置にて監視・操作が可能である。</p> <p>(i) 運搬操作員 1名</p>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	作業エリア(搬送ルートの放管区分)	<p>(1) 施設外を運搬するための廃棄物の養生は、ホワイト(一般)区域仕様にしなければならないため、現状のWDF搬出程度にする必要がある。</p> <p>(2) トレーラ搬出前に汚染検査等を実施しなければならないため、作業員(放管員)の増員及び検査時間の増加を考慮しなければならない。</p>	<p>(1) アンバーエリア内の搬送となるため、廃棄物が搬出ホール、セルを出た後は、養生の追加及び汚染検査の追加を行う必要はない。 また、搬送条件をクリアすることによりカートンボックス及びドラム缶等の低α線量廃棄物は多量移送が可能となる。</p>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
技術性・経済性	建設難易度	<p>(1) 1日当たり2回程度の搬出により、既設のトレーラ、クレーン設備で対応が可能である。</p>	<p>(1) WDF~LEDFA間に地下トンネルを設置しなければならない。また、既設WDF地下壁面の改造工事及びトラックロックエリアにクレーンを増設しなければならない。</p>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

表5.3-1 (2/2)

検討項目	搬送方式	施設外車輌運搬方式	搬送路運搬方式
		トレーラ方式	台車方式
技術性・経済性	設備費・運営費	<p>(1) 既設設備で対応可能であり、追加費用は発生しない。</p> <p>(2) トレーラ等のリース代、保険料、作業員等の入件費（1日2回×200日搬送、運搬員：5人）を考慮した場合、年間運営費は約1億2千万円かかる。</p>	<p>(1) 前項に示した通り、下記設備費が発生する。</p> <p>(i) 地下トンネル設置費</p> <p>(ii) 地下台車設備費</p> <p>(iii) WDF地下壁面改造費</p> <p>(iv) トラックロッククレーン設備費</p> <p>(2) 前項(i)～(iv)の設備費等がトレーラ方式の約6年分となるが、稼動年数が多くなる程、トレーラ方式より安価となっていく。（設備費を考慮しても）</p>
	保守管理	<p>(1) トレーラ及びクレーンとも、それぞれの法規に従い点検を行うため安価であり日数はかかるない。 (クレーンは月例点検、トレーラは車検)</p>	<p>(1) 台車設備、開閉扉及びITVのメンテナンスが必要である。</p>
安全性	交通規則	<p>(1) WDF～LED間の廃棄物運搬に伴い、施設外の道路をキャスクトレーラ等で移動するが、一般車輌が往復しているため、交通渋滞及び事故の可能性が高くなる。 (監視人を配置しても)</p>	<p>(1) 地下トンネルを運搬するため、一般車輌に与える影響はない。 但し、建設時は、迂回路等を設け一般車輌を通行させなければならない。</p>
	汚染	<p>(1) トレーラ運搬方式では、ホワイト（一般）区域を搬送させるため、特に汚染拡大防止対策を施さなければならない。</p>	<p>(1) アンバー区域となるため、汚染が拡散しない程度でよい。従って、トレーラ運搬方式より養生に費やされる時間及び費用が少なくなる。</p>
補修管理	頻度及び内容	<p>(1) トレーラは、法定車検を年1回、クレーンは、1ヶ月毎に作業試験、1年毎に分解点検等（ワイヤー交換）を必要に応じて行う。</p>	<p>(1) 各駆動部のグリースアップ程度であり、問題はない。</p> <p>(2) 通常点検では、グリースアップ等で十分であるが2～3年に一度、分解点検を行う必要がある。 交換部品として、ペアリング、モータ等がある。 また、ITV設備については、1～2年毎にビジコン交換を実施する必要がある。</p>
	総合判定	良	優

表5.3-2
施設外車両運搬方式 キャスク搬出、運搬ステップ毎の作業時間

作業ステップ	時間(分)																																		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66		
1. トレーラ上荷搬出作業																																			
① トラックロック内トレーラ待機	6分																																		
② サービスエリア内コンテナ吊り上げ スミヤ測定	6分																																		
③ サービスエリア、 トラックロック間の扉開		2分																																	
④ トレーラへ上荷			2分																																
⑤ サービスエリア、 トラックロック間の扉閉				10分																															
⑥ トラックロックの扉開 トレーラ搬出					2分																														
2. WDF～LED F運搬						4分																													
① WDF～LED F移動							6分																												
② LED F側トラックロックの扉開								2分																											
③ トレーラ搬入トラックロックの扉閉									4分																										
3. LED F、 キャスク吊り上げ										6分																									
① サービスエリア内キャスククレーン 移動待機											2分																								
② サービスエリア、 トラックロック間の扉開												4分																							
③ クレーンによりトレーラのキャスク をサービスエリアへ移動													6分																						
④ サービスエリア、 トラックロック間の扉閉														2分																					
⑤ トラックロックの扉開トレーラ搬出														6分																					
⑥ LED F～WDF移動															2分																				

表 5. 3 - 3

搬送路運搬方式 キャスク搬出、運搬ステップ毎の作業時間

作業ステップ	時間(分)													
	6	8	18	20	26	28	38	44	46	52	56	58	62	64
①台車準備、操作準備	6分													
②サービスエリア内、コンテナ吊り上げ スミヤ測定	6分													
③WDF、サービスエリア扉開		2分												
④台車上、上荷			10分											
⑤横行方向、台車移動 (WDFから走行レール)				2分										
⑥走行方向、台車移動 (WDFからLEDF)					6分									
⑦LEDF内、台車移動 (走行レールからLEDF内)						2分								
⑧LEDF、サービスエリア扉開							2分							
⑨LEDF、サービスエリア内へ吊り上げ								10分						
⑩LEDF、サービスエリア扉閉									2分					
⑪LEDF内、台車移動 (LEDF内から走行レール)										6分				
⑫走行方向、台車移動 (LEDFからWDF)											2分			
⑬横行方向、台車移動 (走行レールからWDF)												6分		
⑭台車待機、操作準備														

1台のキャスク運搬に52分が費やされる。
 したがって、2基のキャスク運搬では
 104分で完了する。
 (キャスク封入時間は、両方式とも同じため含んでいない)

2基目のキャスクへ

表5.3-4

搬送路設置工事及び搬送台車設置工事 工程表

期間(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	1 15 30														
項目															
1. 搬送路															
(1)迂回路	○														
(2)準備、仮設工事		○													
(3)山留め工事		○			○										
(4)土工地業工事			○			○									
(5)壁体工事				○							○				
(6)内部仕上げ					○							○			
(7)後片付												○		○	
2. 搬送台車															
(1)埋込金物設置										○		○			
(2)機器据付工事												○		○	
(3)ケーブル工事												○		○	
(4)試運転調整													○		○

表 8-1
 α セル、 α ホール旧品撤去、新品設置工事工程表

作業工程 作業項目	1年						2年						3年						4年						5年						6年					
	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12	
1. α セル改造工事																																				
(1) α セル内除染																																				
(2) α セル内旧品撤去																																				
(3) α セル内徹底除染																																				
(4) α セル内新規品設置																																				
2. α ホール改造工事																																				
(1) α ホール内除染																																				
(2) α ホール内旧品撤去																																				
(3) α ホール内徹底除染																																				
(4) α ホール内新規品設置																																				
3. 総合機能試験																																				

表 8 - 2 WDF 改造後の運転要員

No.	要 員	必要人員(人)	人員の内訳等
1	α セル内、各機器作業員	6	<ul style="list-style-type: none"> ・コンテナのボルト外し及び分解要員：1名 ・開梱及びR/Cへの移載用クレーン、P/M、除染・解体セル用クレーン操作員：1名 ・除染要員：2名 ・解体要員：2名
2	α ホール内、各機器作業員	7	<ul style="list-style-type: none"> ・搬入ホール側クレーン及びP/M操作員：1名 ・G/Bポート内分解作業及びターンテーブル操作要員：1名 ・G/Bポート内分解作業及びシュレッダー操作員：1名 ・G/Bポート内分解作業要員：1名 ・解体ホール側クレーン及びP/M操作員：1名 ・ガントリーロボット運転員：1名 ・ターンテーブル操作員：1名
3	サービスエリア内、キャスク・コンテナ内廃棄物収納員	2 + (3)	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスエリア側： 3名 ・トラックエリア側： 2名
4	WDF～LEDFA間、キャスク・コンテナ搬送員 (3項のサービスエリア内作業員も作業を行う)	5	<ul style="list-style-type: none"> ・トラックエリア内門型クレーン操作員：1名 ・トラックエリア内玉掛員：1名 ・搬送台車運転員(WDF側)：2名 ・搬送台車運転員(LEDFA側)：1名

表 9-1 WDF 改造まとめ表

対象	能力UP目標 ①	能力UP達成 ②	能力UP理由 ③	使用既存設備 新規設備 撤去設備④	改造内容 ⑤	改造期間 ⑥	改造コスト ⑦	発生廃棄物 ⑧	バックフィット(新耐震)、開発要素R&D その他⑨	
処理	大型高α	1.87t/年 ↓ 7t/年	4.5t/年	<ul style="list-style-type: none"> 除染、測定工程及び切断工程の2系統化 ステンレスコンベアの設置 3次元プラズマ作業台の設置 クレーン、マニピュレータを2基設置 	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> ローラーコンベア クレーン パワーマニピュレータ (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> ステンレスベルトコンベア プラズマ溶断設備 除染セルエリア設備 (撤去設備) <ul style="list-style-type: none"> プラズマ溶断設備 プレス ハクソ 	<ul style="list-style-type: none"> ハクソ-作業区域及びルス作業区域を利用し、除染、測定工程及び切断工程を2系統にする。 クレーン及びハクソ-をそれぞれ2基とする。 ステンレスコンベア及び3次元ガラス作業台を設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 除染: 11ヶ月 旧品撤去: 8.5ヶ月 新品設置: 6ヶ月 <p>全工程: 2年2ヶ月</p>	約 9~12億円	<ul style="list-style-type: none"> 回転作業台: 2トン ガラスワード: 0.15トン ハクソ本体: 0.75トン ルス機本体: 8.10トン ガラス回転作業台: 2.40トン <p>合計: 13.4トン (内、50%はホールで処理する)</p>	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 新設機器については、新耐震による評価を行う必要がある。 (開発要素) 3次元プラズマ作業台 万能プラズマ
	大型低α	4.5t/年 ↓ 8t/年	6.2t/年	<ul style="list-style-type: none"> α除染ホールとα解体ホールの間仕切り壁の撤去 グローブポートステーションの設置 ガントリーロボット、シュレッダー、パワーマニピュレーターの設置 	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> クレーン 移送台車 フロッグマン設備 (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> エアロガチャバー ガントリーロボット グローブポートステーション (撤去設備) <ul style="list-style-type: none"> ガントリーロボット プラズマ溶断設備 作業台 気密扉 	<ul style="list-style-type: none"> 間仕切り壁を撤去し、α除染ホールとα解体ホールを一体化する α除染ホールのフロッグマン進入口近辺にグローブポートステーションを設置し、周りにターティカル、作業台を設置する。 ガントリーロボット、パワーマニピュレーター、セル型クレーンを設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 除染: 6ヶ月 旧品撤去: 2年2ヶ月 新品設置: 7ヶ月 <p>全工程: 3年3ヶ月</p>	約 17~20億円	<ul style="list-style-type: none"> ローラコンベア: 2.7トン D-113: 4.6トン 間仕切り壁: 15.9トン フロッグマンチャバー: 2.2トン等 <p>合計: 41.3トン</p>	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 新設機器については、新耐震による評価を行う必要がある。 (開発要素) ガントリーロボット
輸送	受入大型高α	<ul style="list-style-type: none"> L E D F保管庫より: 5t/年 L E D F処理工程より: 2t/年 	<ul style="list-style-type: none"> L E D F保管庫より: 5t/年 L E D F処理工程より: 2t/年 	搬送台車の新設	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> サービスエリアクレーン (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> 門型クレーン 搬送台車 	<ul style="list-style-type: none"> WDF～L E D F間の移送は、地下台車方式とし、新たにトラック用門型クレーン及び搬送台車を設置する 	<p>全工程: 15ヶ月</p>	約 7~10億円	—	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 搬送路設置のために、WDF建屋の改造を行うため、新耐震による建屋再計算が必要。 (開発要素) 特になし。
	受入大型低α	<ul style="list-style-type: none"> L E D F保管庫より: 5t/年 L E D F処理工程より: 2t/年 	<ul style="list-style-type: none"> L E D F保管庫より: 5t/年 L E D F処理工程より: 2t/年 	搬送台車の新設	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> サービスエリアクレーン (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> 門型クレーン 搬送台車 	<ul style="list-style-type: none"> WDF～L E D F間の移送は、地下台車方式とし、新たにトラック用門型クレーン及び搬送台車を設置する 	<p>全工程: 15ヶ月</p>	受入の大型高αに含む	—	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 搬送路設置のために、WDF建屋の改造を行うため、新耐震による建屋再計算が必要。 (開発要素) 特になし。
	搬出大型高α	<ul style="list-style-type: none"> L 缶: 4缶 S 缶: 30缶 	<ul style="list-style-type: none"> L 缶: 4缶 S 缶: 30缶 	搬送台車の新設	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> サービスエリアクレーン (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> 門型クレーン 搬送台車 	<ul style="list-style-type: none"> WDF～L E D F間の移送は、地下台車方式とし、新たにトラック用門型クレーン及び搬送台車を設置する 	<p>全工程: 15ヶ月</p>	受入の大型高αに含む	—	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 搬送路設置のために、WDF建屋の改造を行うため、新耐震による建屋再計算が必要。 (開発要素) 特になし。
	搬出大型低α	<ul style="list-style-type: none"> 100ℓドラム缶: 160本 カートンボックス: 130個 	<ul style="list-style-type: none"> 100ℓドラム缶: 160本 カートンボックス: 130個 	搬送台車の新設	<ul style="list-style-type: none"> (使用既存設備) <ul style="list-style-type: none"> サービスエリアクレーン (新規設備) <ul style="list-style-type: none"> 門型クレーン 搬送台車 	<ul style="list-style-type: none"> WDF～L E D F間の移送は、地下台車方式とし、新たにトラック用門型クレーン及び搬送台車を設置する 	<p>全工程: 15ヶ月</p>	受入の大型高αに含む	—	<ul style="list-style-type: none"> (バックフィット) 搬送路設置のために、WDF建屋の改造を行うため、新耐震による建屋再計算が必要。 (開発要素) 特になし。

表 9-2

WDF 改造工事 全体スケジュール

PNC PN9420 94-010

作業工程 作業項目	1年			2年			3年			4年			5年			6年			7年			8年			9年				
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6	9
1. 詳細設計																													
2. 許認可								○																					
3. α セル改造工事												○																	
4. α ホール改造工事															○														
5. 搬送路、搬送台車設置工事									○																				
6. 総合機能試験																						○							

表9-3. 大型α廃棄物のWDF-LEDF併設処理の技術課題に対する評価

技術課題	WMS検討結果／廃問調コメント	ペスコ検討結果						
1. WDF処理能力向上についての評価	<p>検討条件</p> <p>①セル能力向上目標 1.9t/年 ⇒ 7t/年 ②ホール能力向上目標 4.5t/年 ⇒ 8t/年 ③ホールにおけるフロッグマン作業を廃止し、遠隔作業化する。</p>	<p>改造基本コンセプト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・撤去機器は最少とする。 ・多系統化による能力向上 ・機器の高速化による能力向上 <p>(セル) ①セル改造概念（添付1参照） ・除染・測定工程及び切断工程の2系統化 ・コンベアの設置 ・3次元作業台の設置 ・クレーン、Pマニプレータを2基設置 ②能力向上</p> <p>1.9t/年 ⇒ 4.5t/年</p> <p>(ホール) ①ホール改造概念（添付1参照） ・除染ホール、解体ホール間の壁撤去によるホールの一体化 ・グローブポートステーションの設置 ・ガントリーロボット、シュレッダー、Pマニプレータの設置による遠隔自動化 ②能力向上</p> <p>4.5t/年 ⇒ 6.2t/年</p> <p>③必要能力達成困難な理由 ・現状スペースでは2系統化が限度である。</p>						
2. 施設間廃棄物移動の効率低下について	<p>・LED-F-WDF間の接続により、2施設間の廃棄物移動効率低下をカバーできると考えられるが、建築的に可能か？</p>	<p>① 管理区域レッドエリア接続は困難であるが、アンバー間での接続は可能である。</p> <p>② 地盤状況、敷地の状況からLED-FはWDFの東側に設置するのが望ましく（添付2参照）、LED-F-WDF間は地下での接続通路が技術的に可能である。（添付3-1参照）</p> <p>③ 廃棄物移送方法としては、搬送台車方式が望ましい。（添付3-2参照）</p> <p>廃棄物移送路をアンバーエリアで接続することにより、廃棄物移動の効率低下は回避可能</p>						
3. 能力向上に係わる改造範囲コスト評価、工事期間等の評価	<p>・WDFの処理能力向上と合わせて、改造範囲評価、コスト評価、改造工事期間等本格的な設計が必要である。</p>	<p>① 最少の改造範囲で行った場合の改造費は、以下の通り。</p> <table border="1"> <tr> <td>セル改造</td> <td>: 9~12億円</td> </tr> <tr> <td>ホール改造</td> <td>: 17~20億円</td> </tr> <tr> <td>搬送路設置</td> <td>: 7~10億円</td> </tr> </table> <p>②工事期間： 約8年間（許認可等含む） (添付4参照)</p> <p>(理由) ・セル、ホール内据え付け工事環境の確保 ・改造工事で発生する廃棄物の処理</p>	セル改造	: 9~12億円	ホール改造	: 17~20億円	搬送路設置	: 7~10億円
セル改造	: 9~12億円							
ホール改造	: 17~20億円							
搬送路設置	: 7~10億円							
4. 改造工事で発生する廃棄物量の対策	<p>・改造工事で発生する廃棄物量の評価が必要である</p>	<p>① 更新工事に伴って発生する廃棄物量は、内装設備の撤去で40トン、壁撤去で15トン程度であり、更新工事中に処理する。</p> <p>内装設備撤去で発生する廃棄物をWDFで処理するとともに新設備機器の据付け等作業によって、燃材から発生する廃棄物の受入れが困難となり、施設側での保管が必要となる。</p>						
5. 改造後の運転要員の評価	<p>・2施設の運転による運転員の増大が考えられる。</p>	<p>① セル、ホールの定常処理業務での必要人員は、現状の11名に対し2名増の13名となるが、搬出人作業が行われる年間30日程度は、更に7名の増員となる。</p>						
6. 改造工事に伴うバックフィット範囲の評価	<p>・旧耐震基準であるWDFに対して、新耐震で設置される設備機器からのバックフィットが考えられる</p>	<p>① 搬送路設置に伴いWDF耐震壁が工事対照となるため、新耐震基準に適合したWDFの補強工事が必要</p> <p>② 新設備機器設置による新耐震バックフィット範囲については、更に詳細な検討が必要</p>						

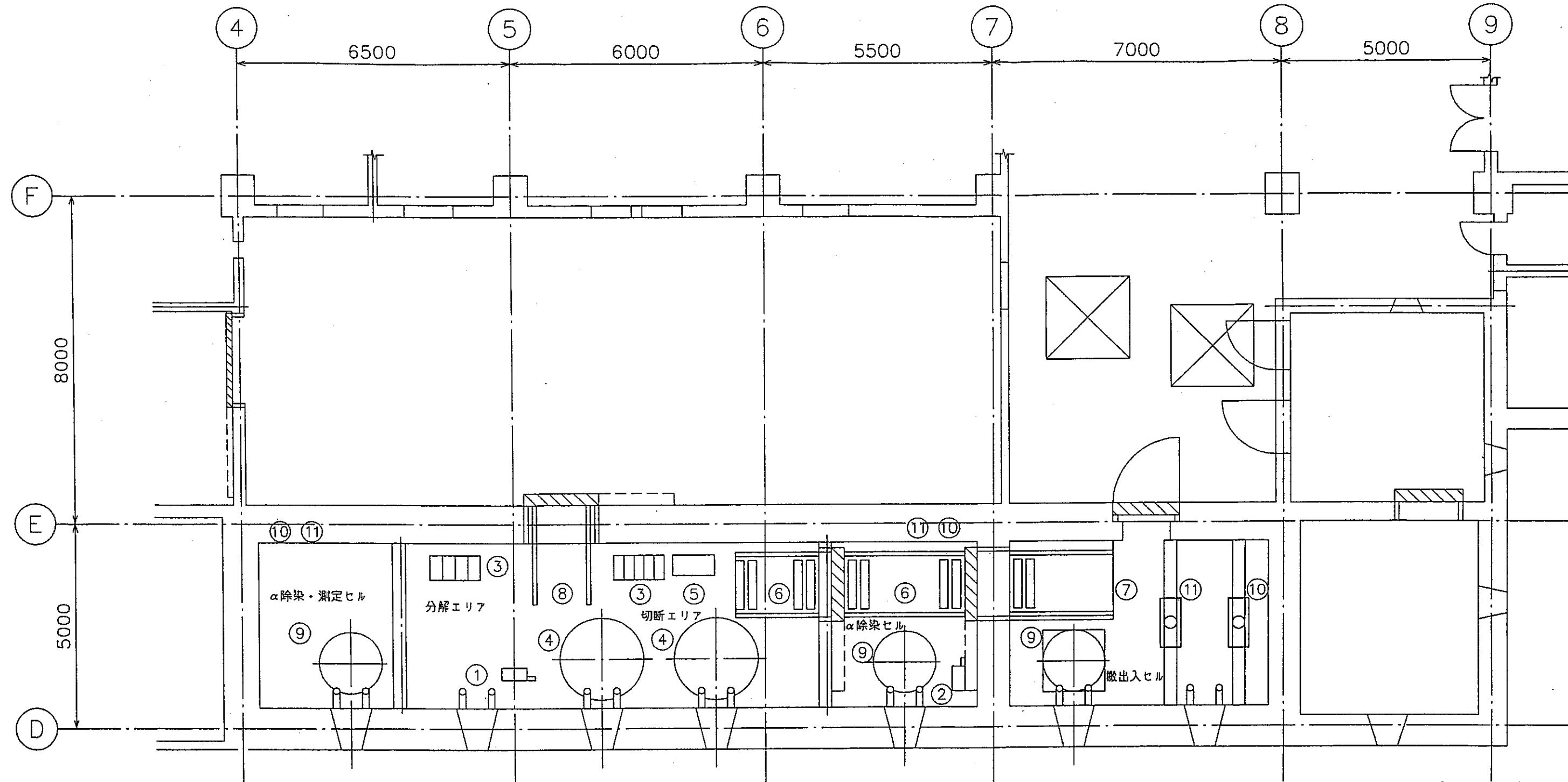


図4.1-1 1階平面図

1	マスタースレーブ マニブレータ	6	ローラーコンベア	11	パワーマニブレータ
2	気送管設備送受信機	7	αエアロックチャンバー		
3	セル内フィルタ	8	移送台車		
4	セル用プラズマ溶断機	9	回転作業台		
5	廃液フィルタ	10	搬送クレーン		

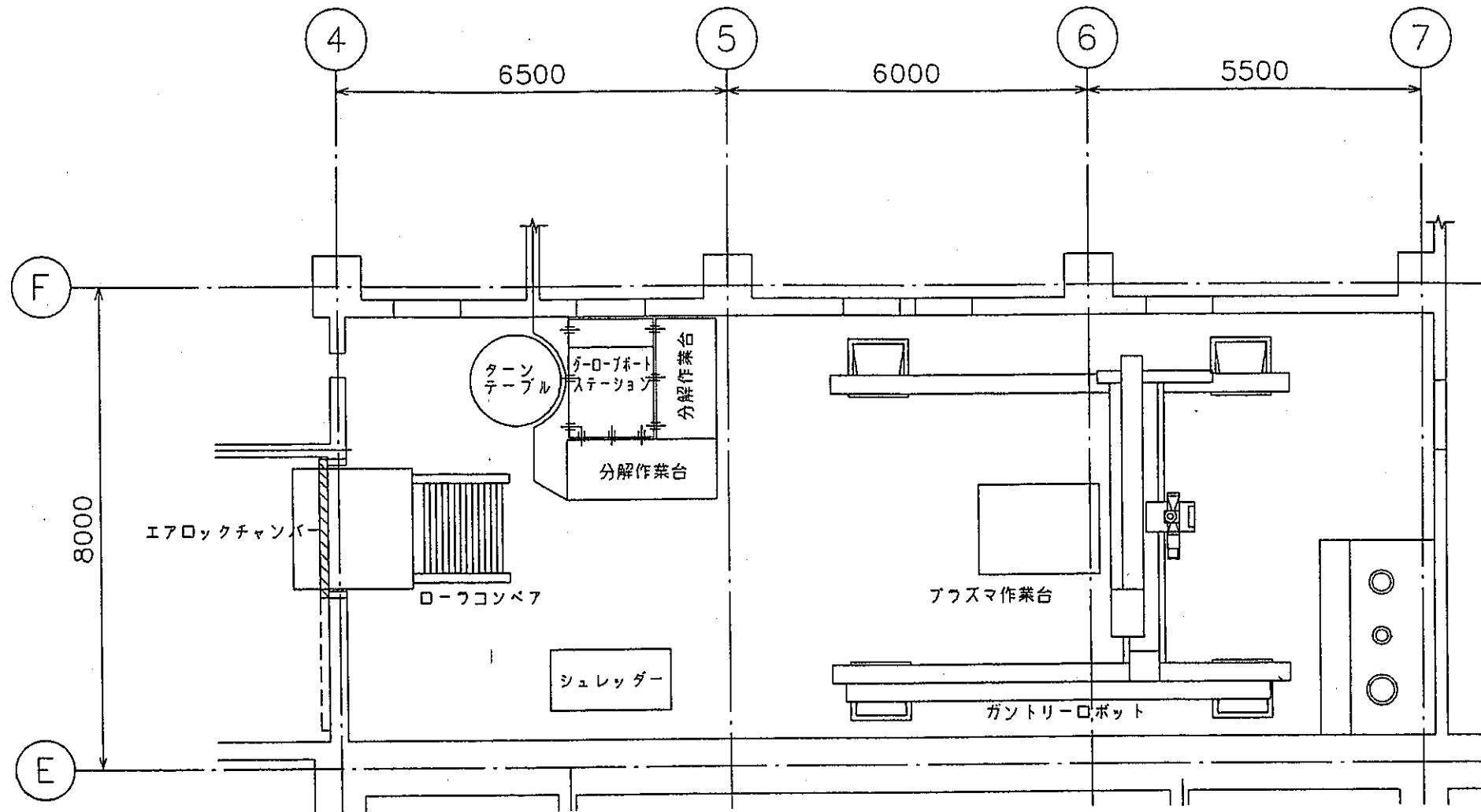


図4.1-2 ホール内機器配置図

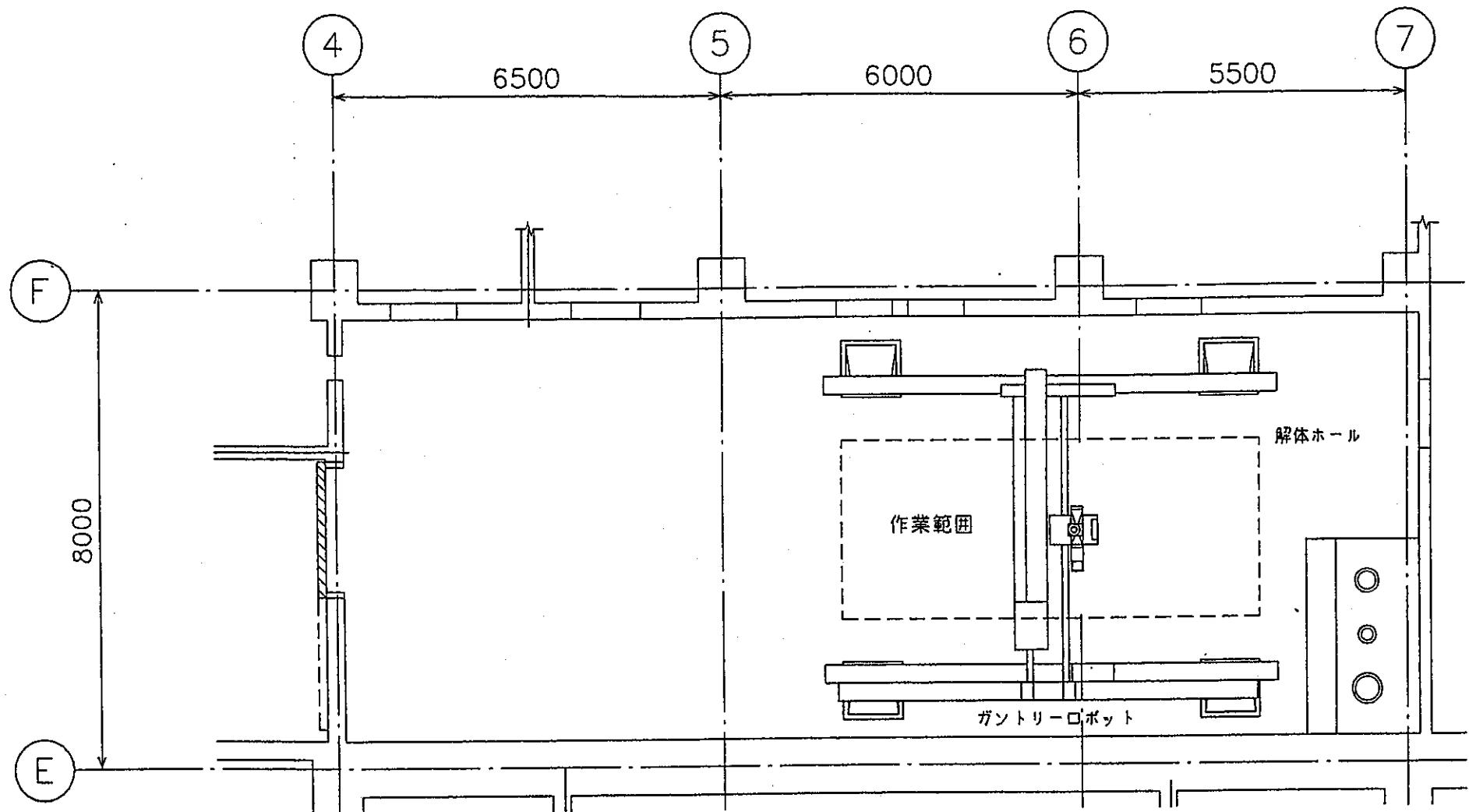


図4.1-3 ガントリーロボット(平面)

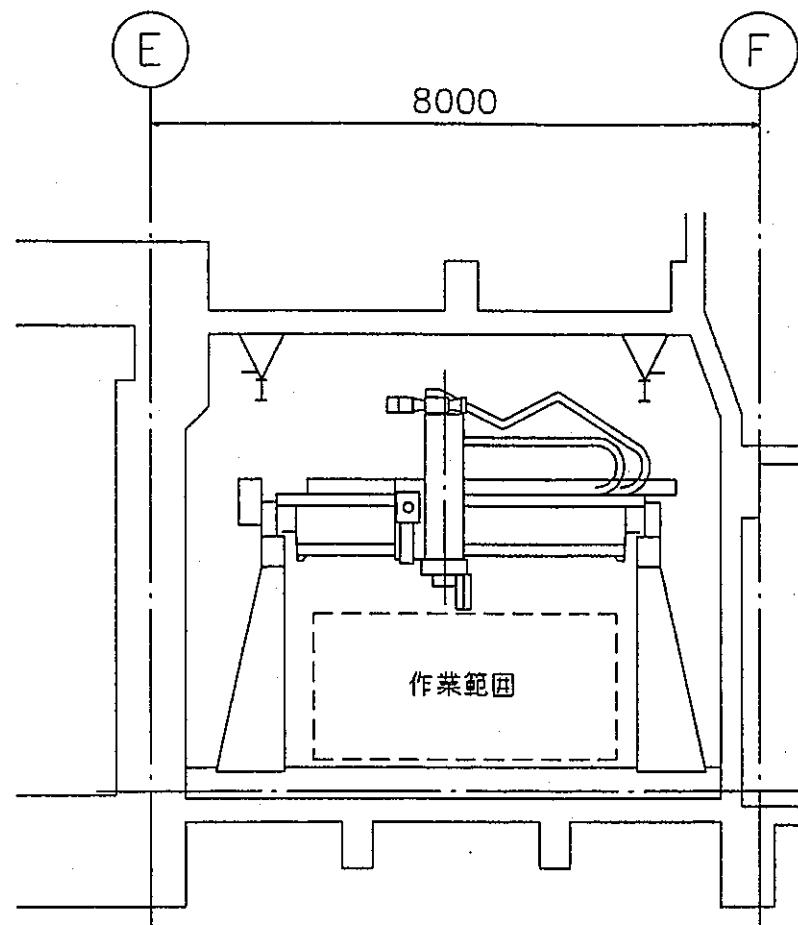


図4. 1-4 ガントリーロボット(断面)

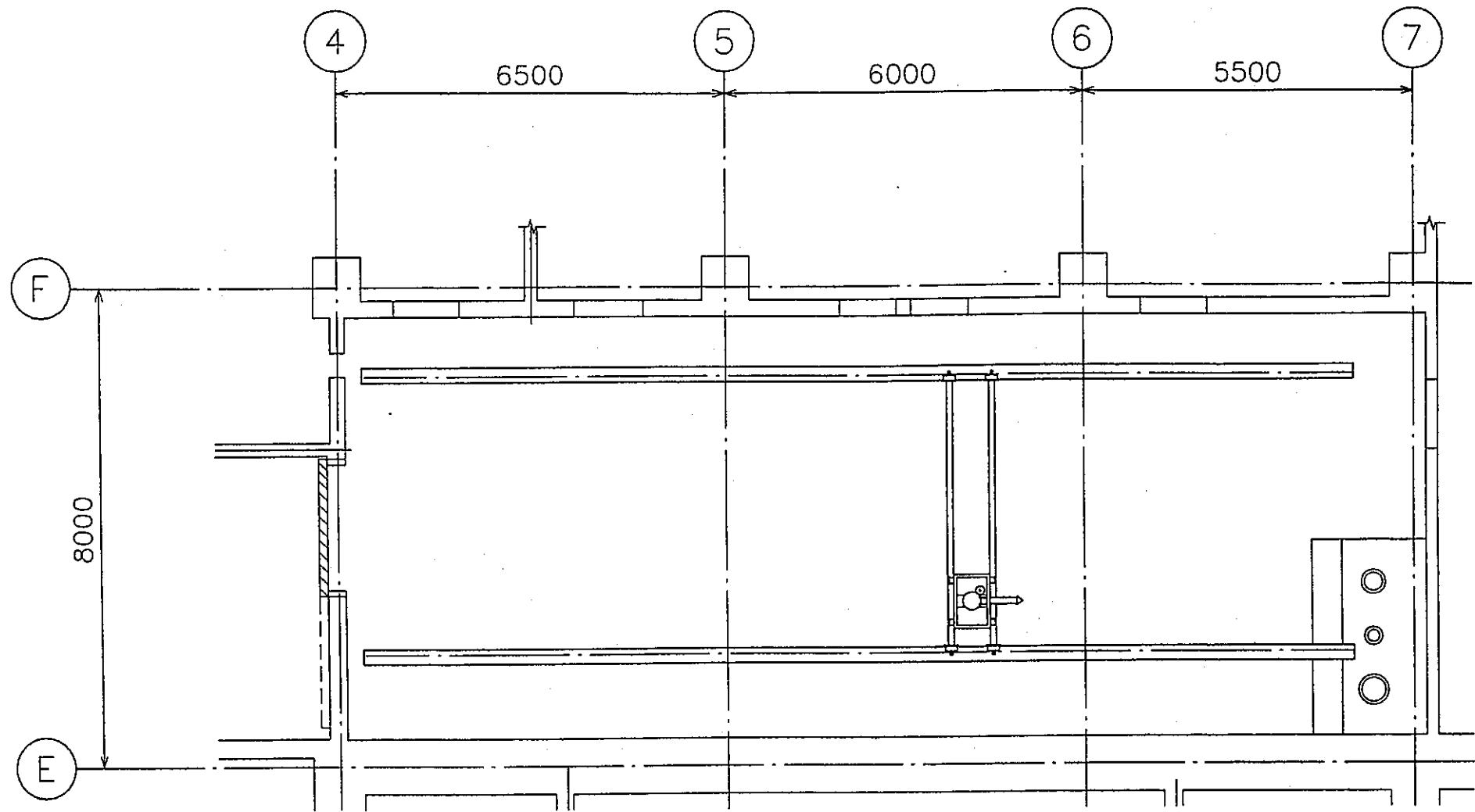


図4. 1-5 パワーマニプレータ(平面)

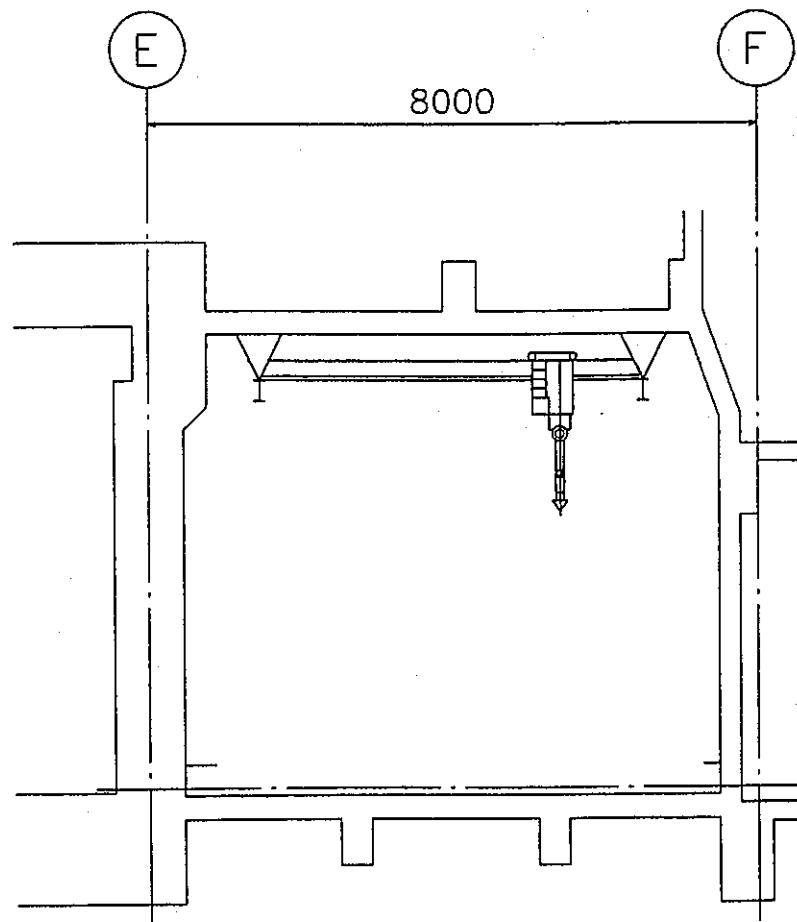


図4. 1-6 パワーマニプレーター（断面）

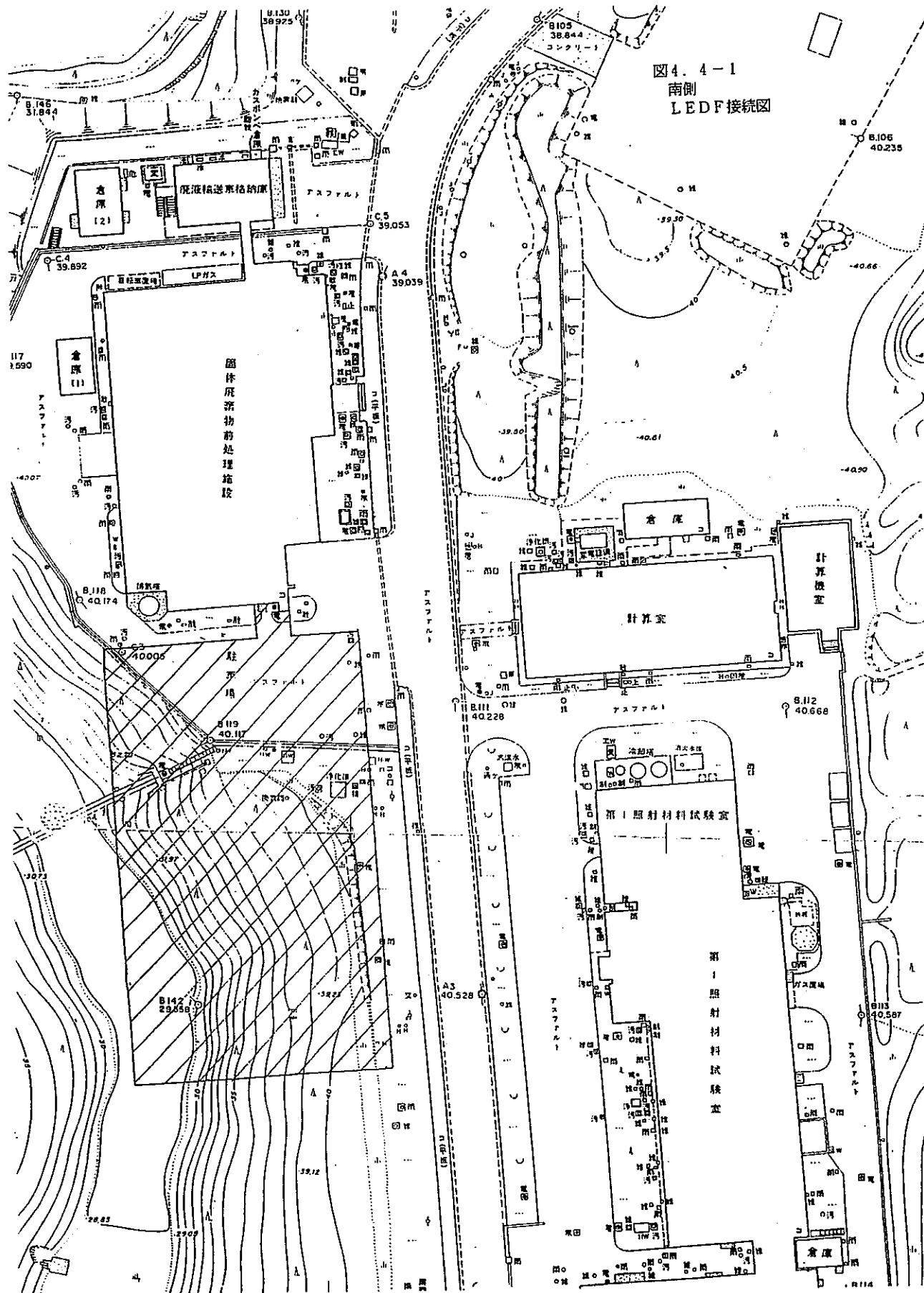
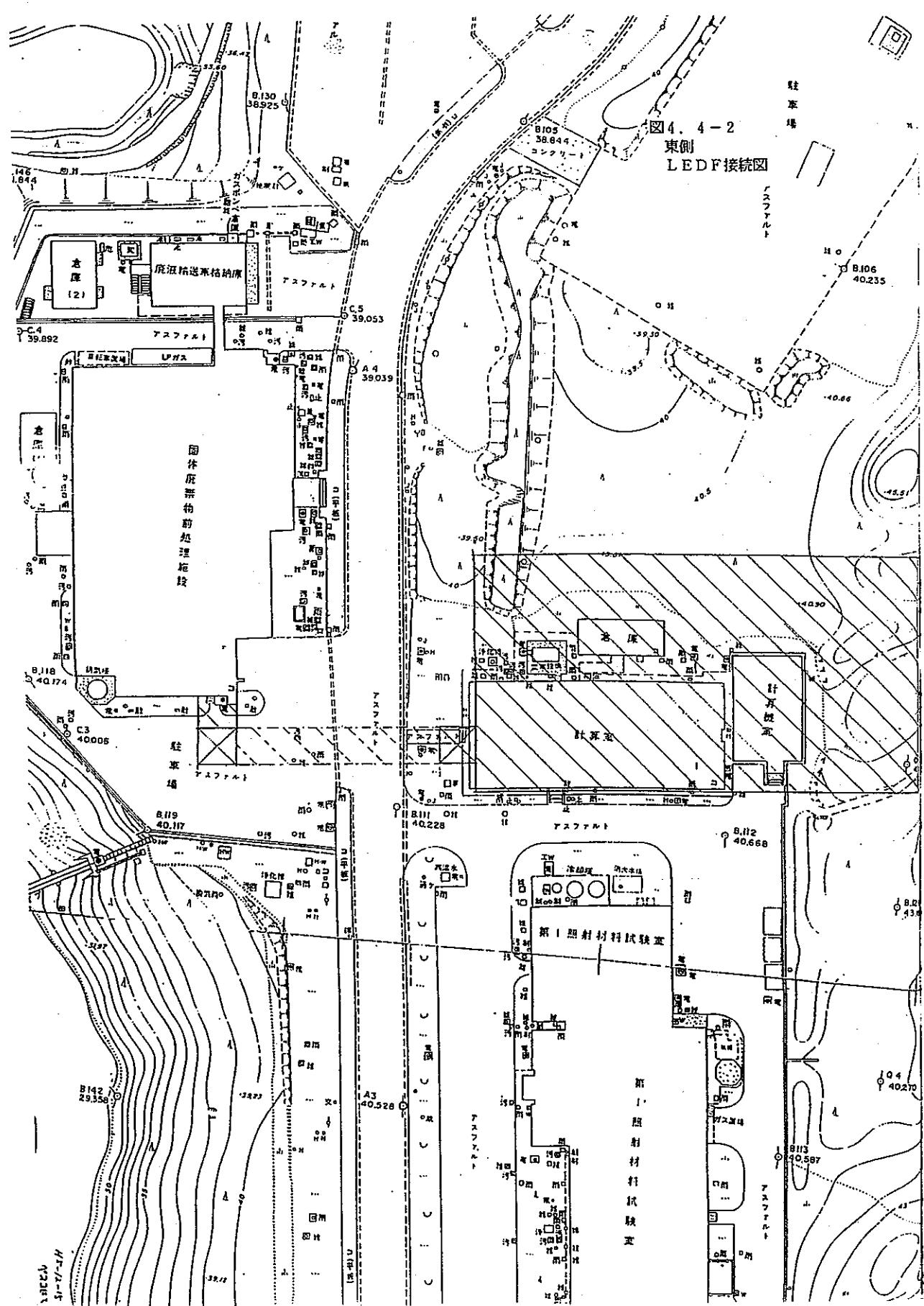


図4.4-1
南側
LEDF接続図



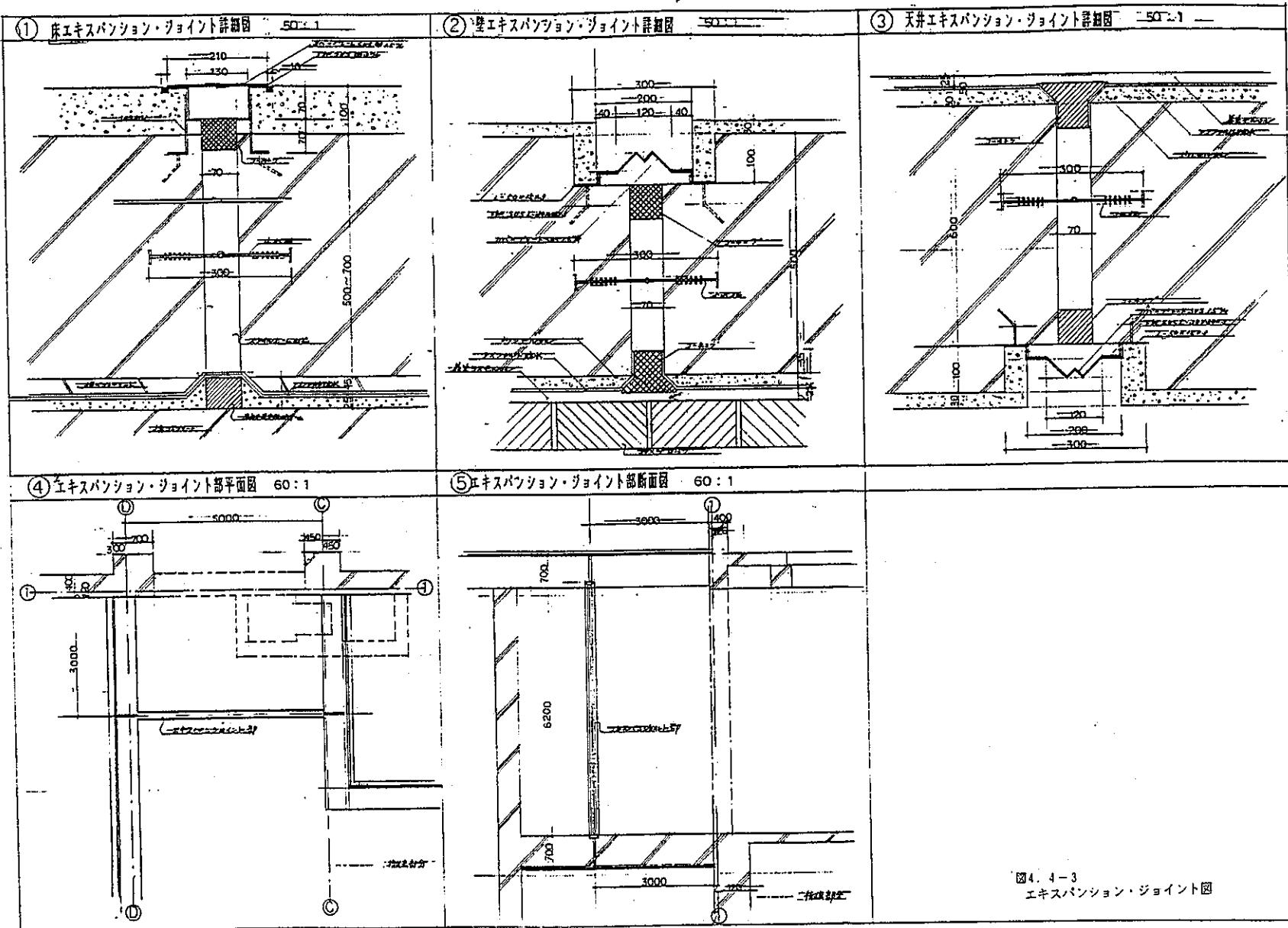
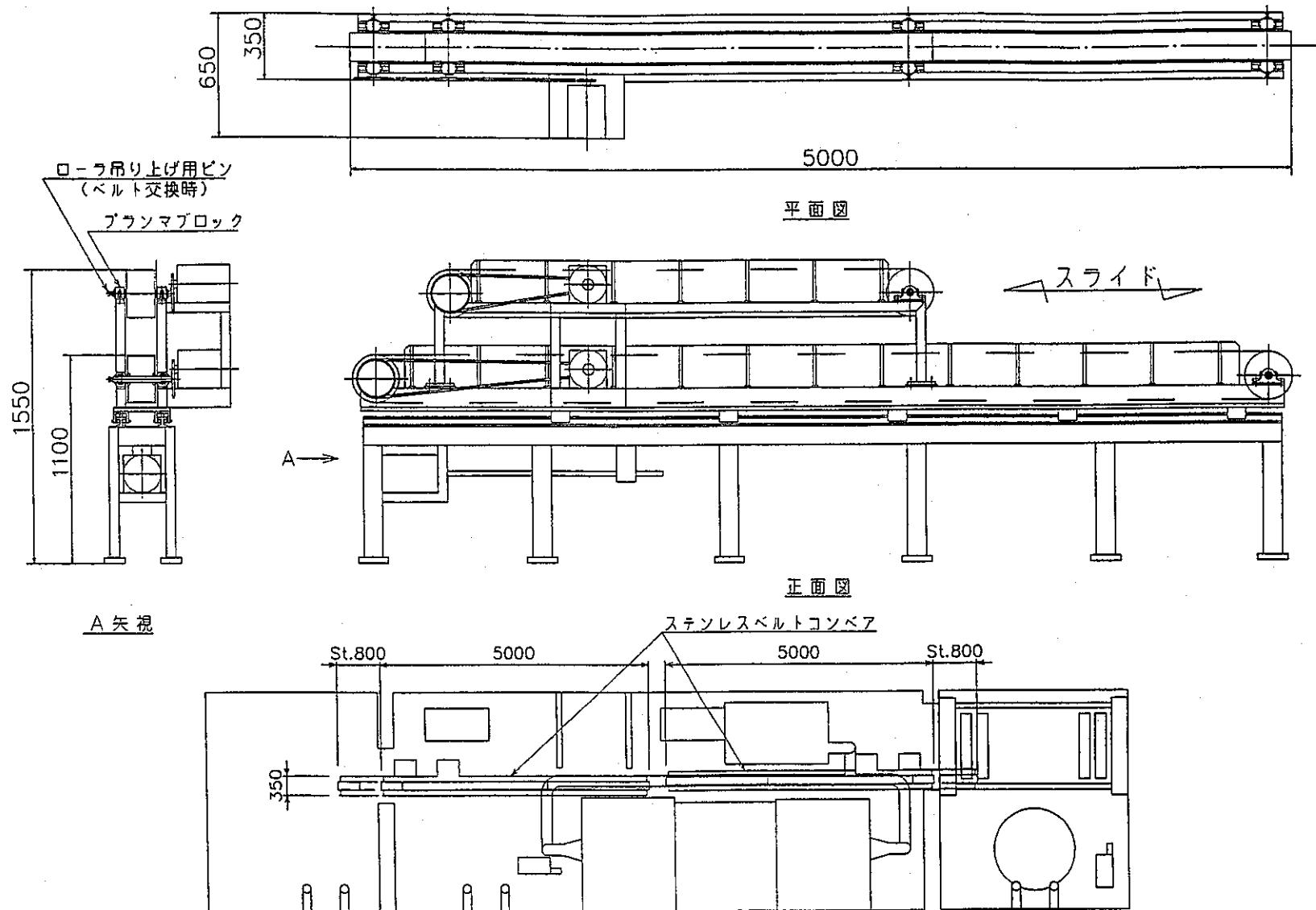
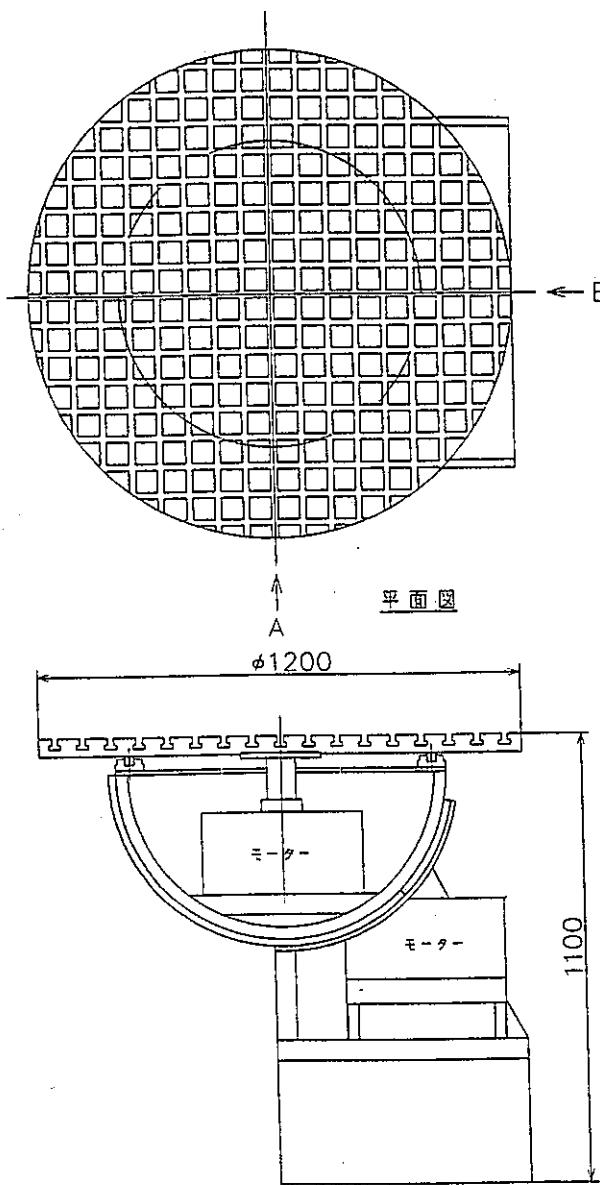
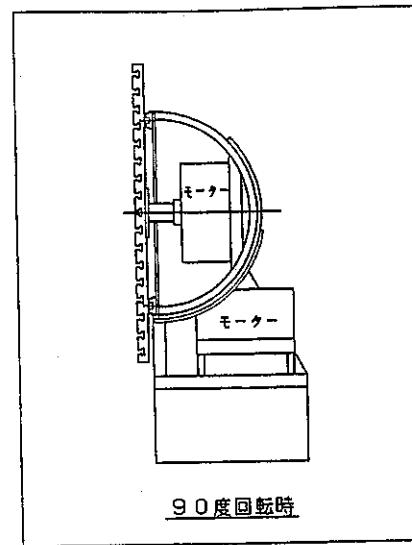


図4.4-3
エキスパンション・ジョイント図



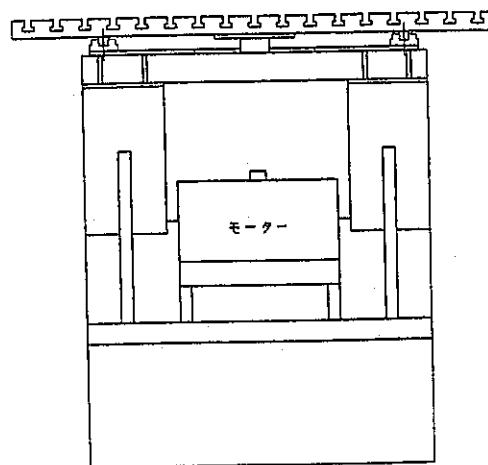


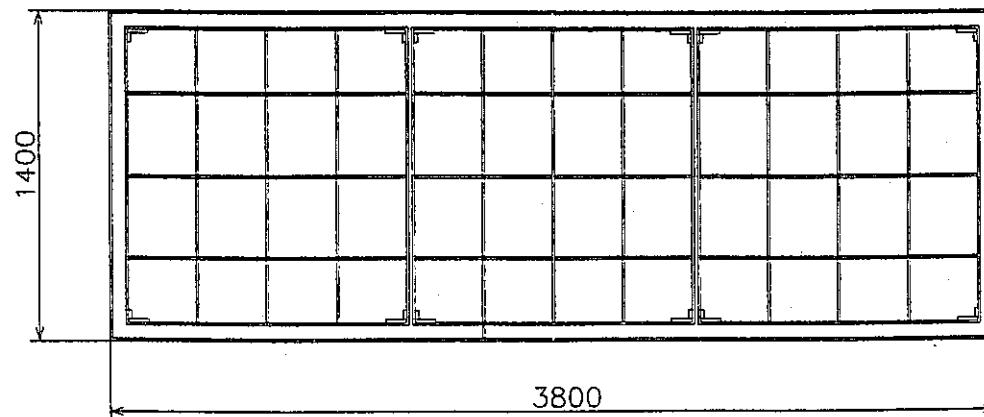
A 矢 視 図



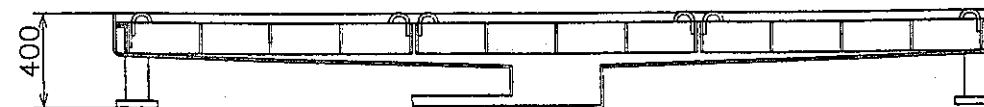
B 矢 視 図

図5. 1-2 新設プラズマ回転作業台



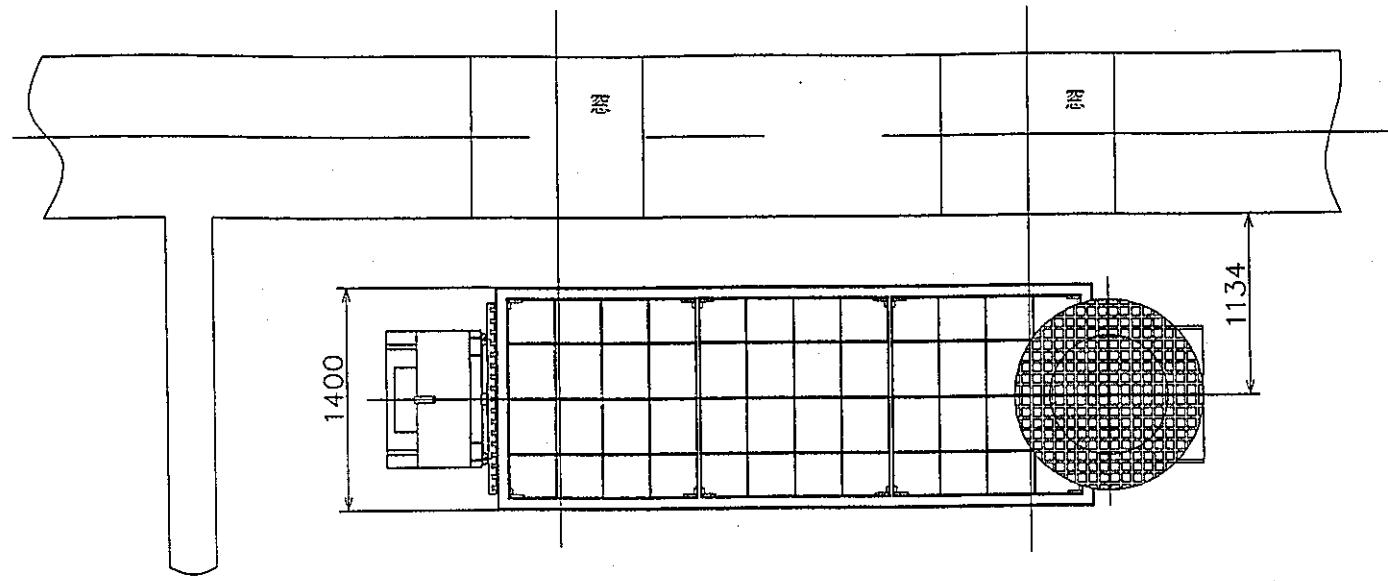


平面図

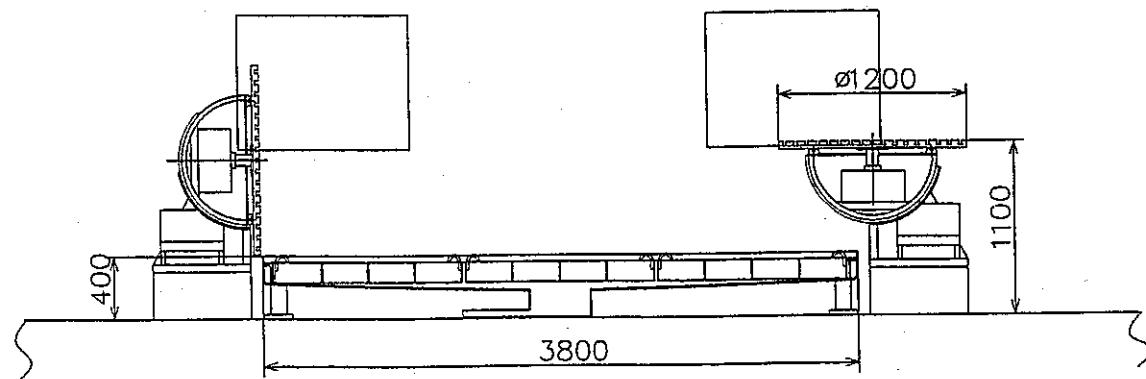


正面図

図5. 1-3 (1/2) プラズマ溶断設備



平面図



正面図

図5. 1-3 (2/2) プラズマ回転作業台配置図

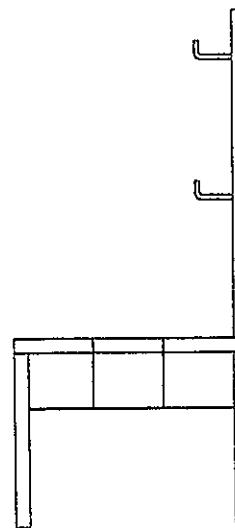
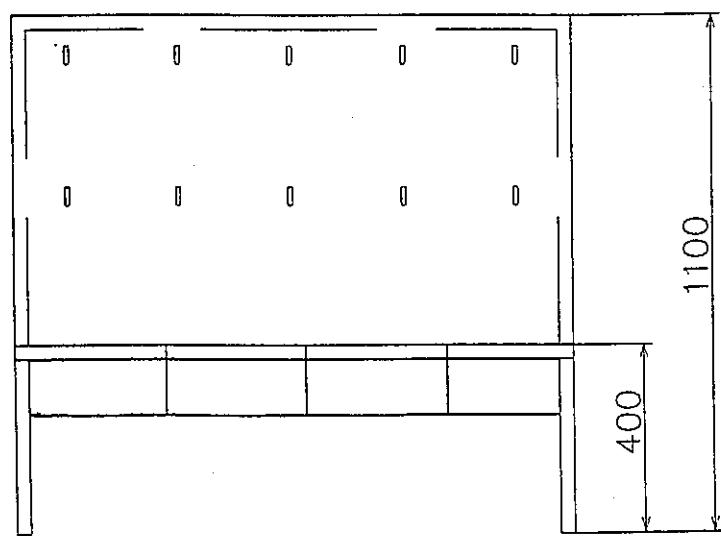
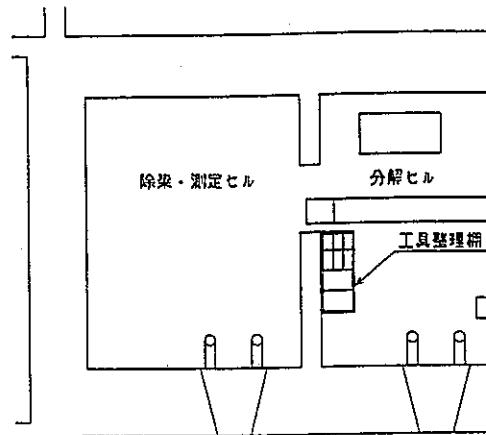
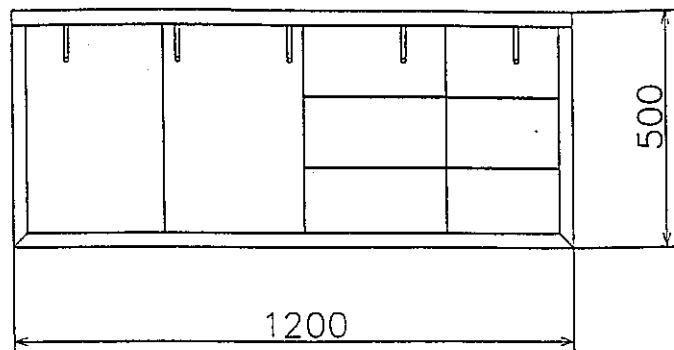


図5. 1-4 工具整理台配置図

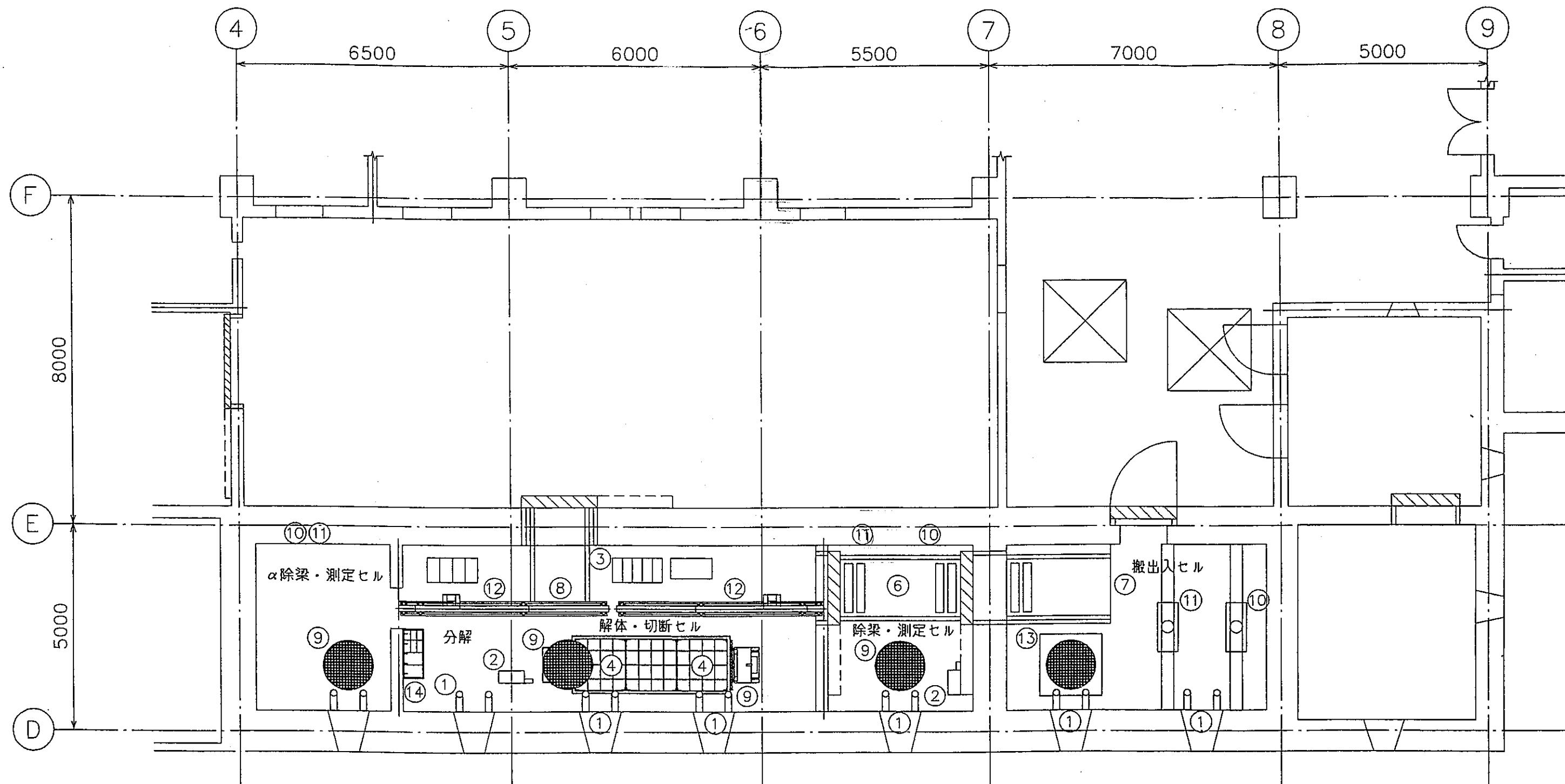


図5. 1-5 セル平面図

1	マスタースレーブマニピレータ	6	ローラーコンベア	11	パワーマニピレータ
2	気送管設備送受信機	7	αエアロックチャンバー	12	ステンレスベルトコンベア
3	セル内フィルタ	8	移送台車	13	作業台
4	ヒル用プラズマ溶断機	9	回転作業台(3次元)	14	工具整理棚
5	廃液フィルタ	10	搬送クレーン		

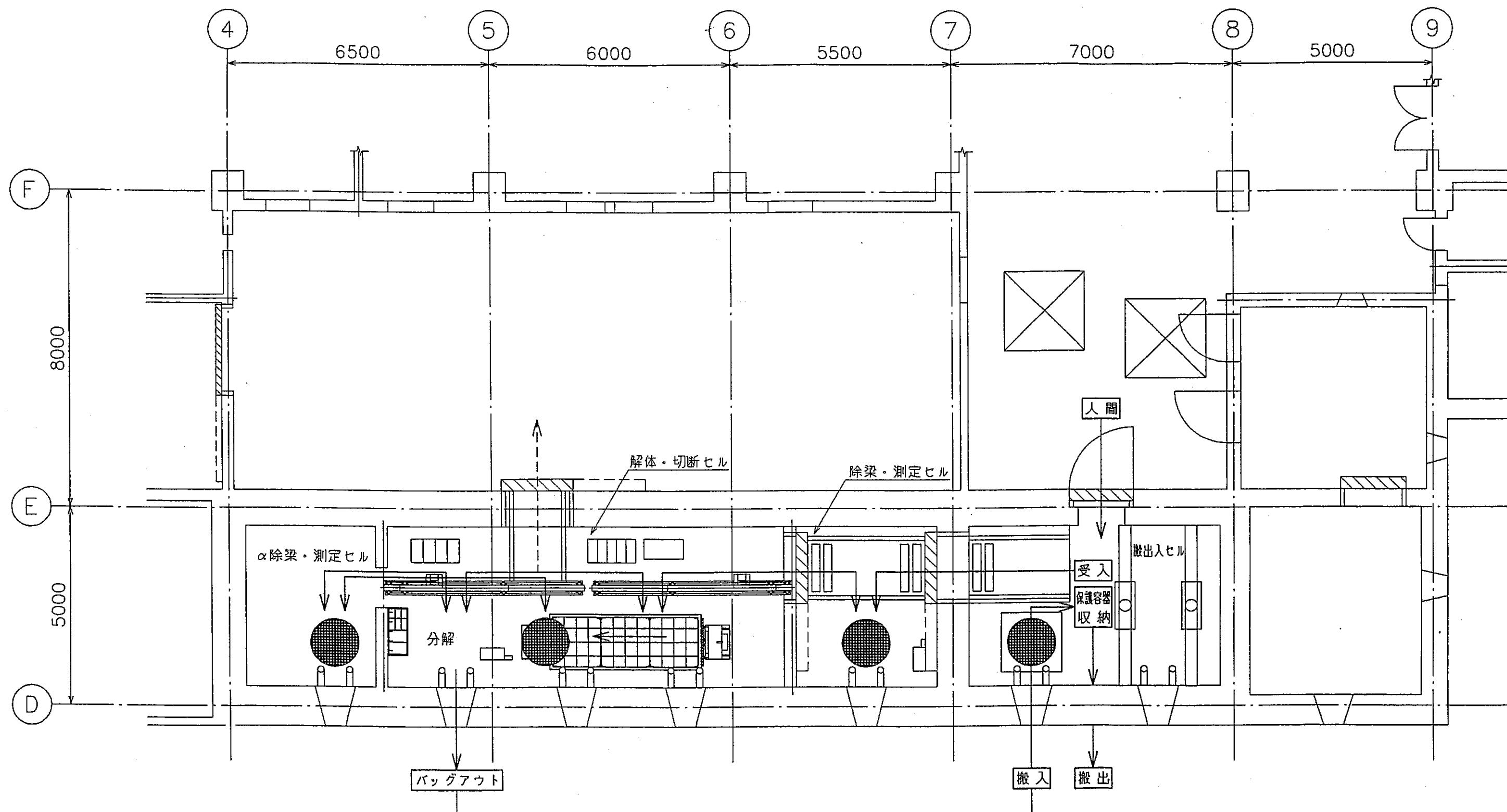


図5.1-6 セル内物流動線図

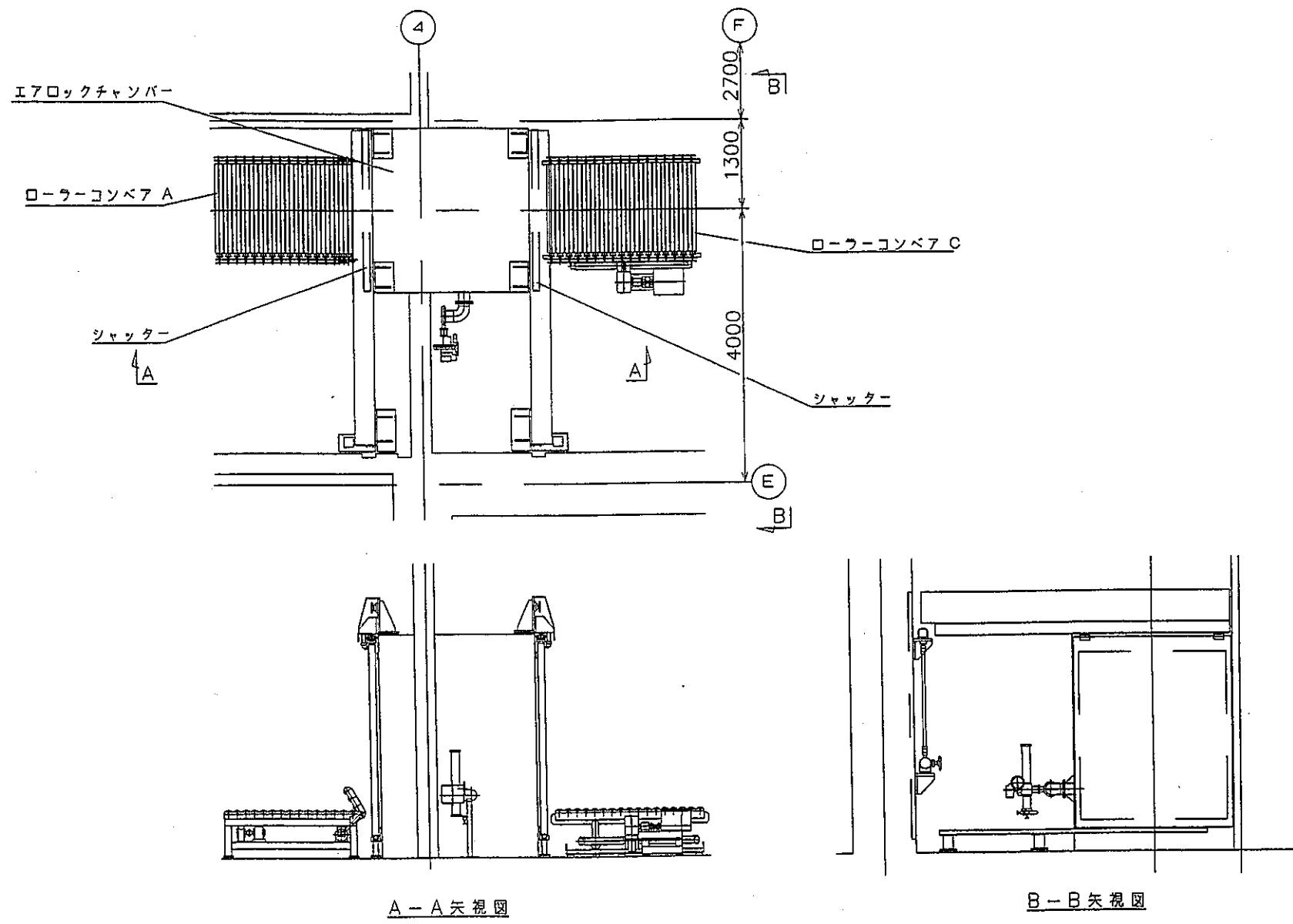


図5. 1-7 エアロックチャンバー

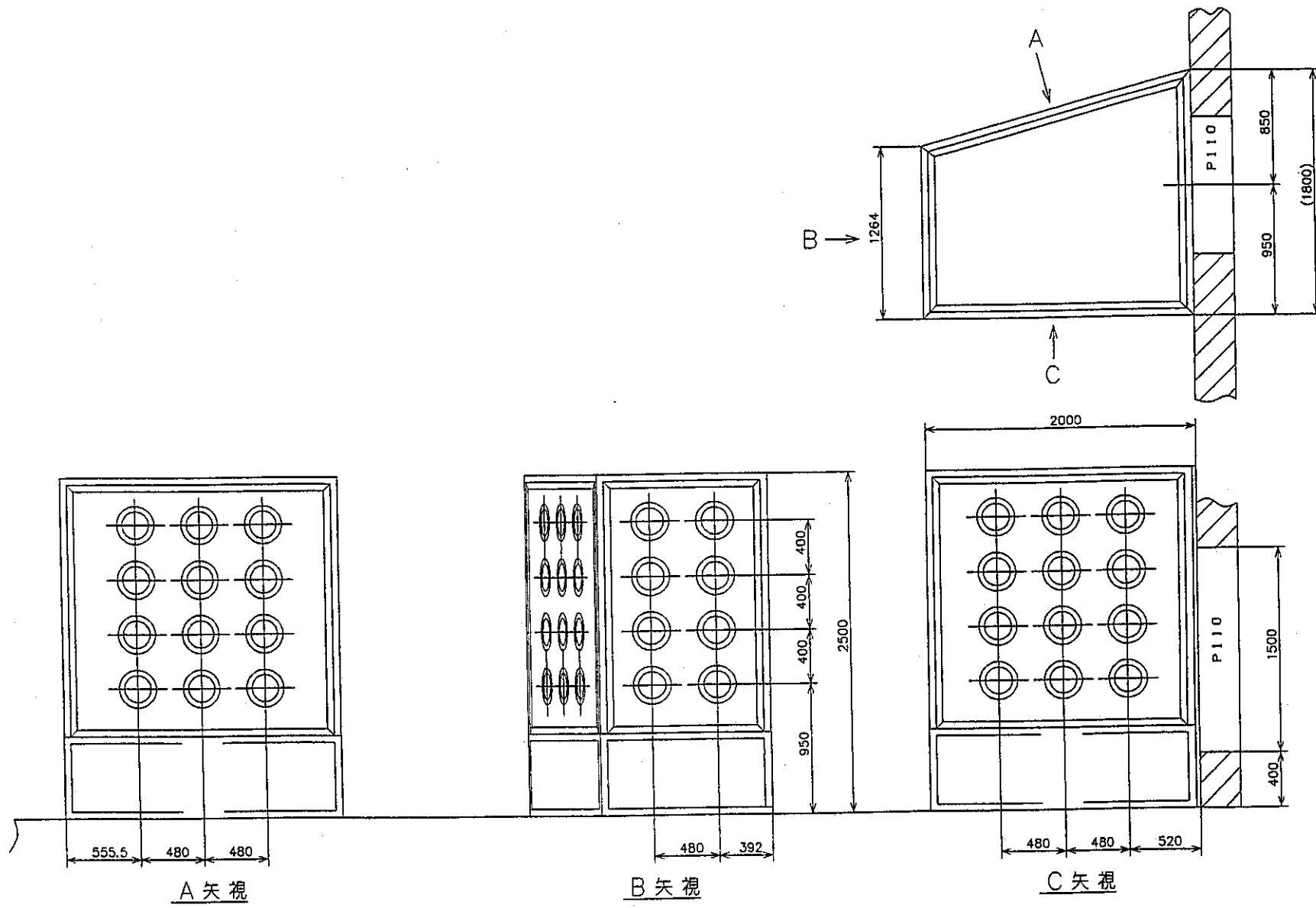


図5. 1-8 グローブボックスステーション

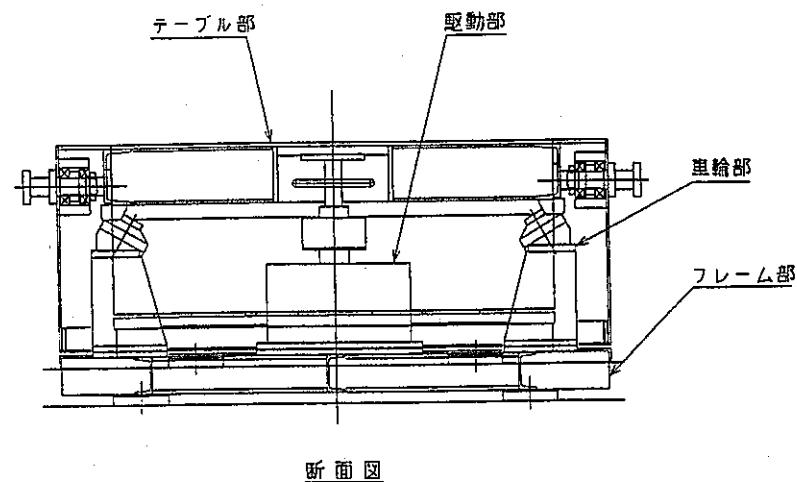
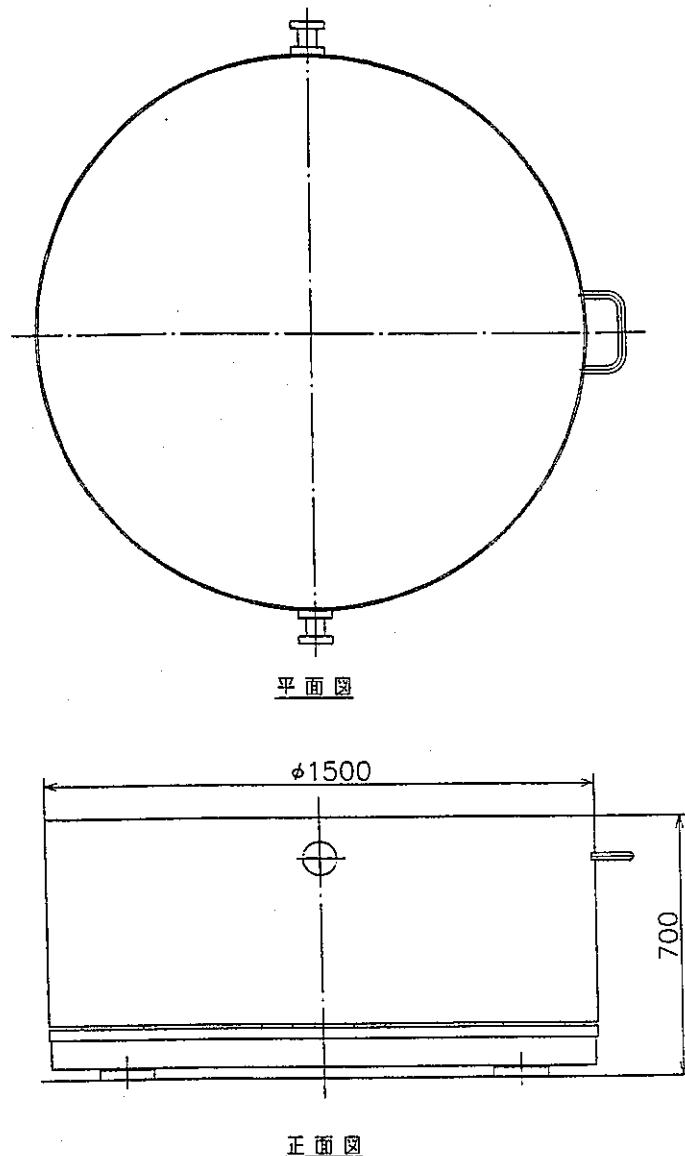


図5. 1-9 ターンテーブル

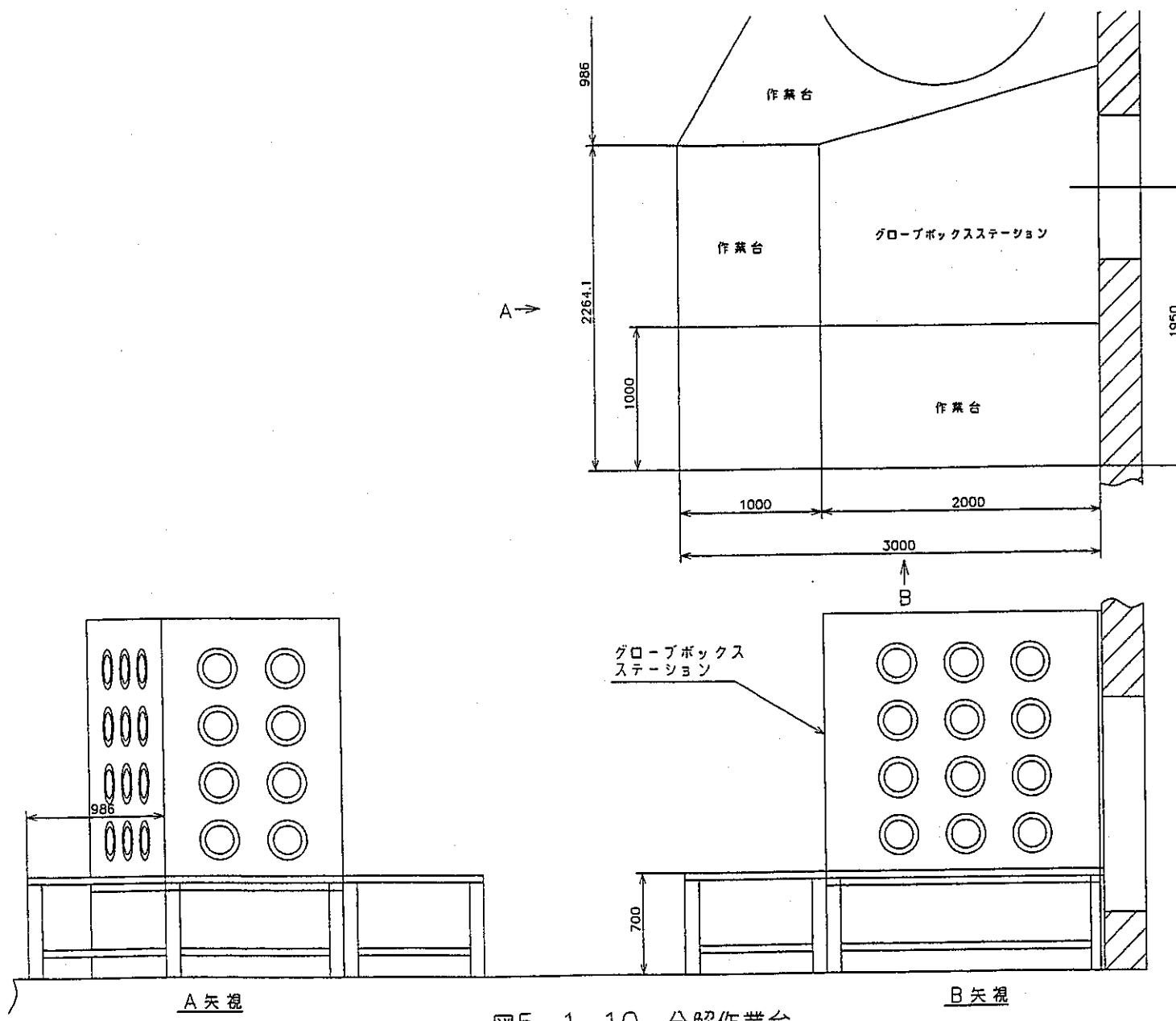


図5. 1-10 分解作業台

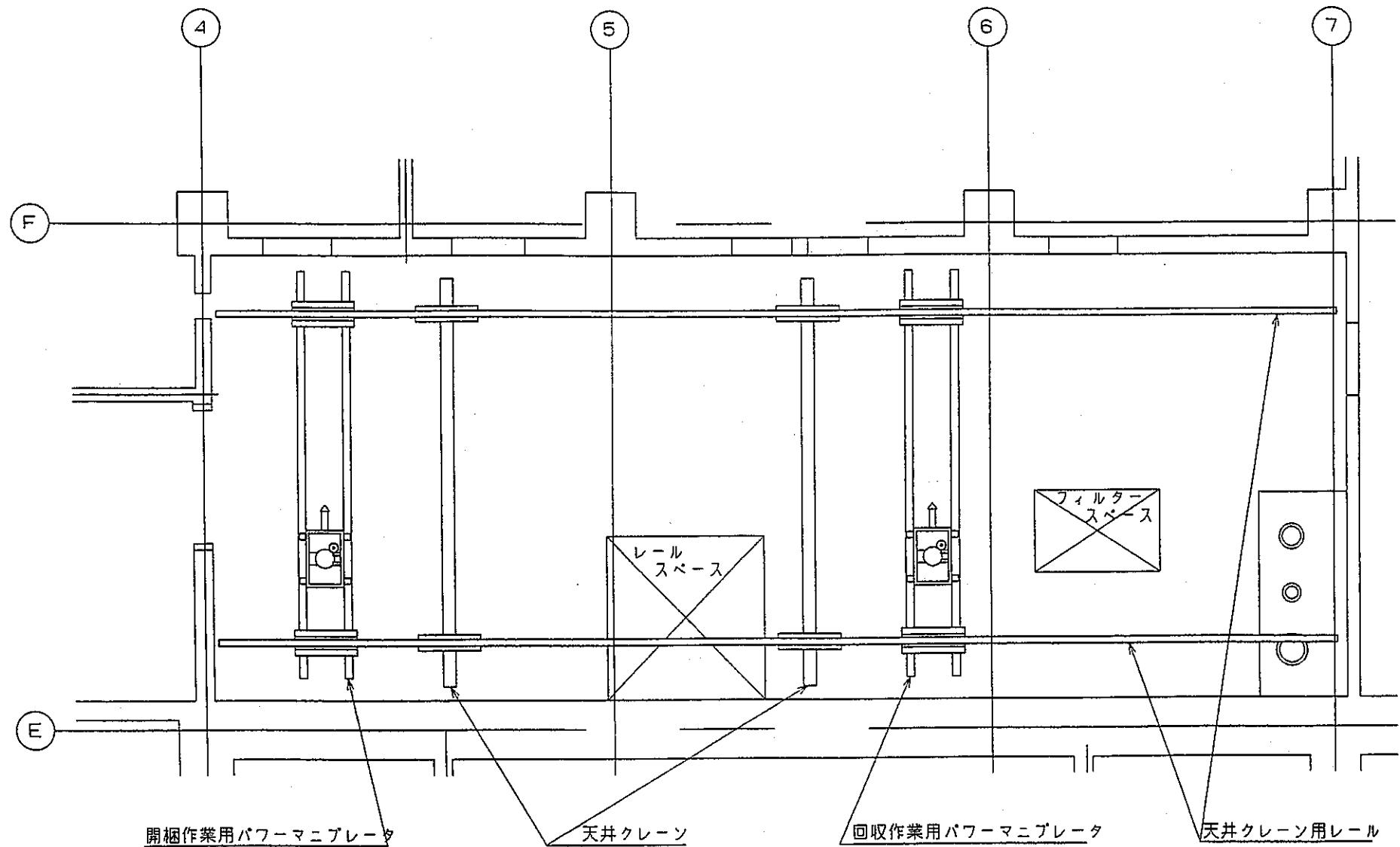


図5.1-11 (1/2) パワーマニプレータ (平面)

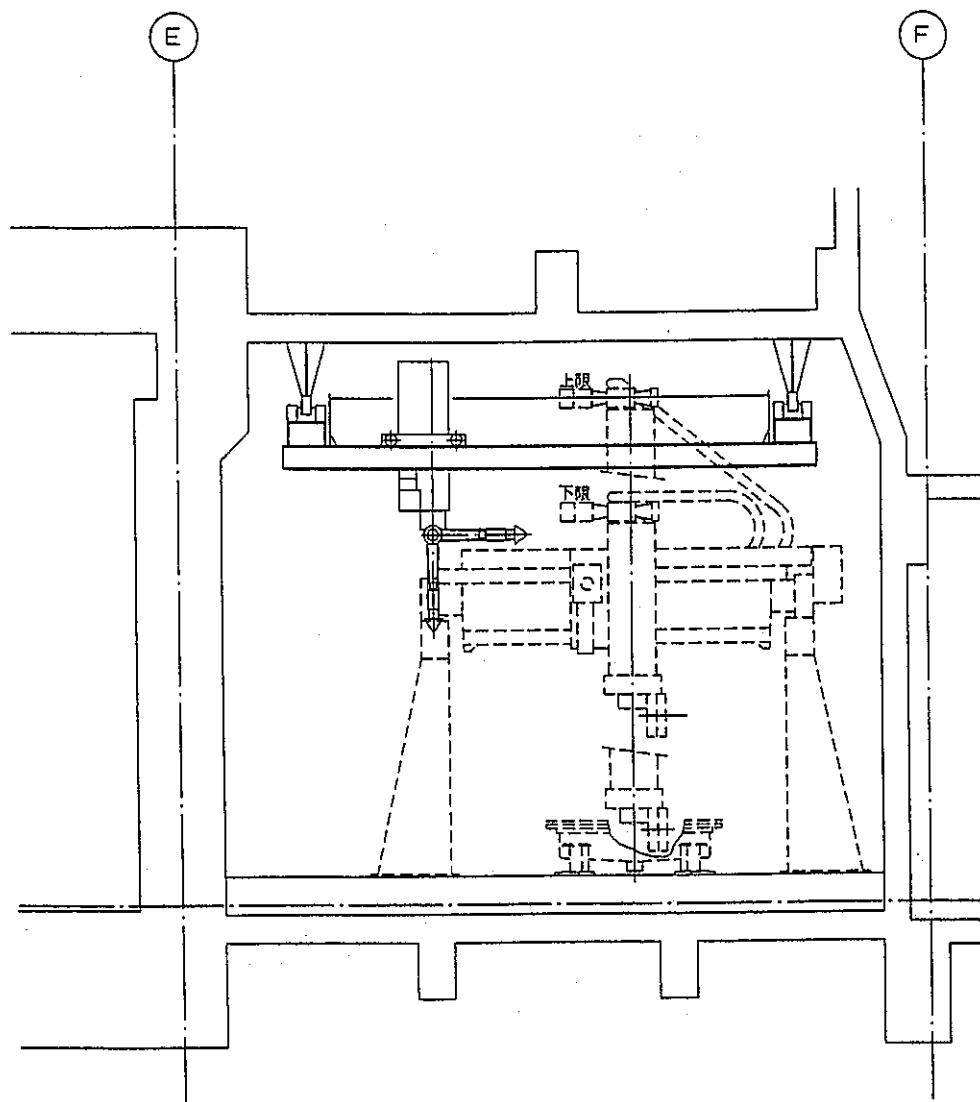


図5. 1-11 (2/2) パワーマニアプレータ (側面)

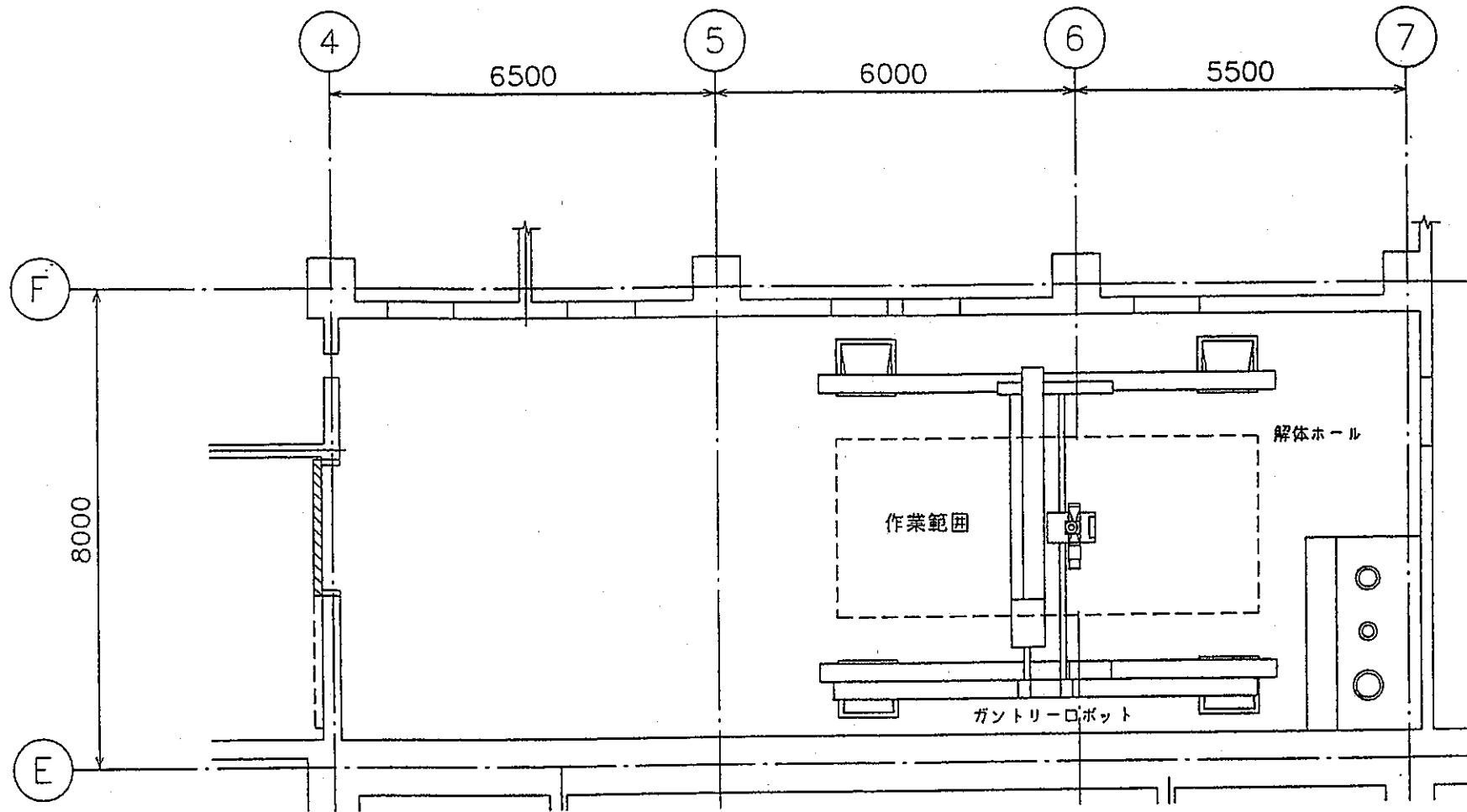


図5. 1-12 (1/2) ガントリーロボット (平面)

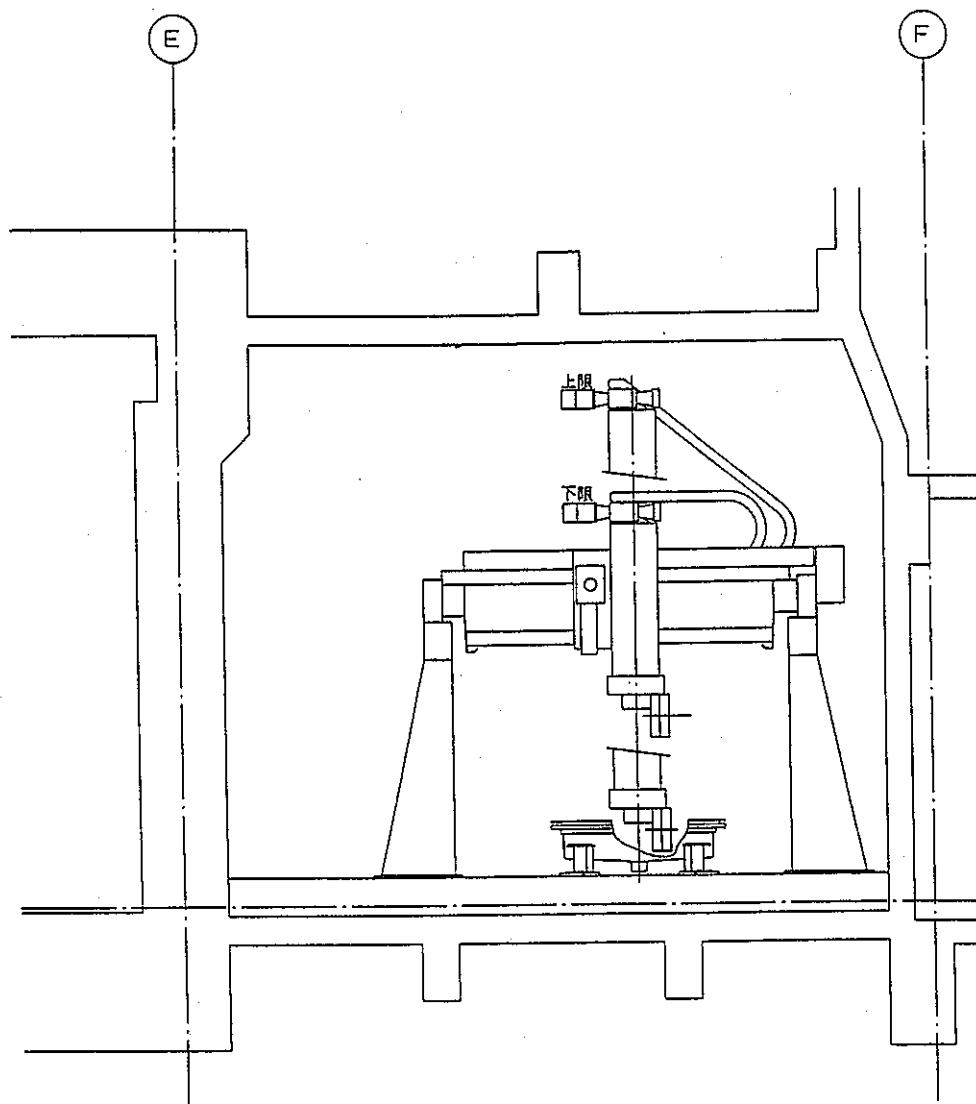


図5. 1-12 (2/2) ガントリー・ロボット (側面)

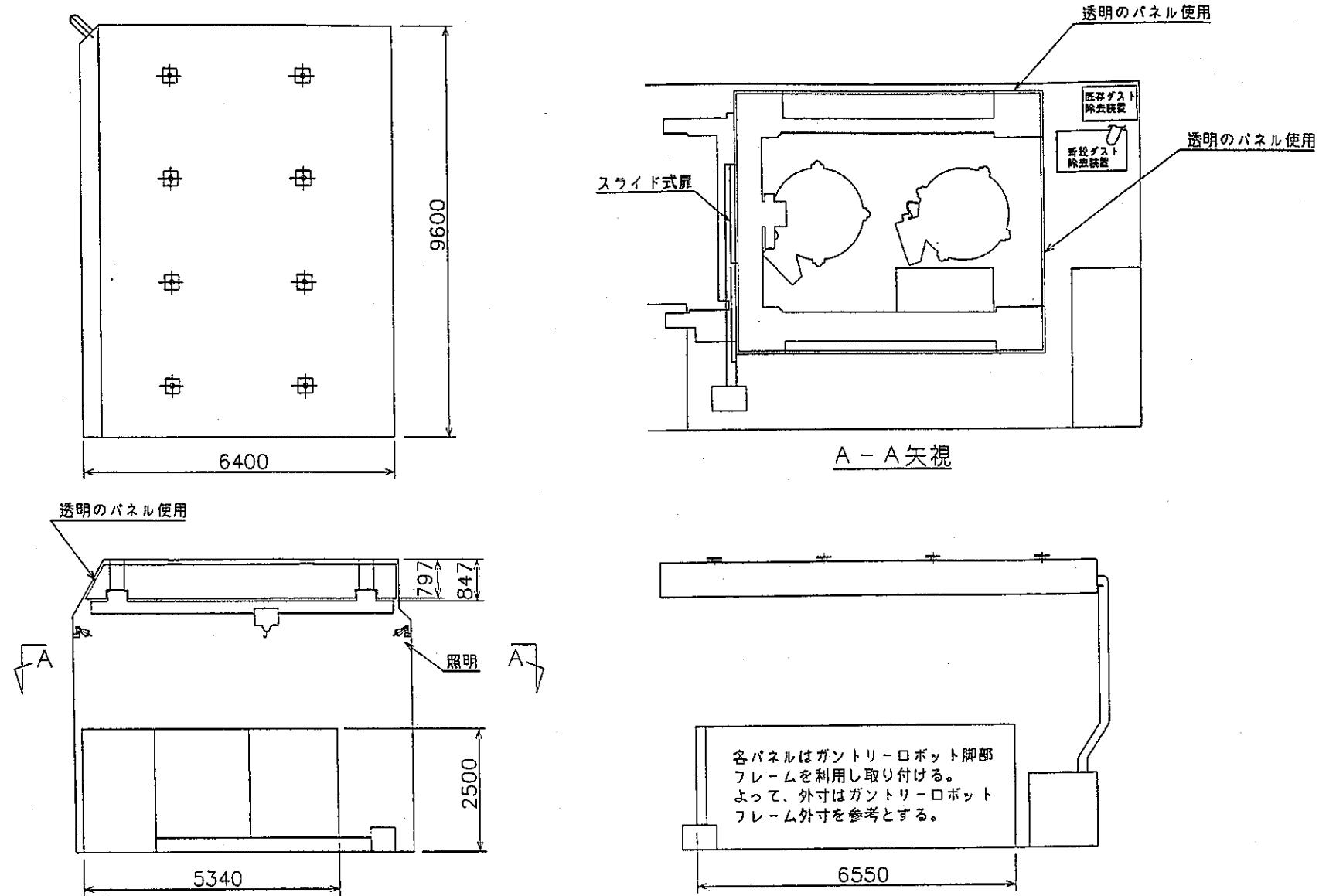
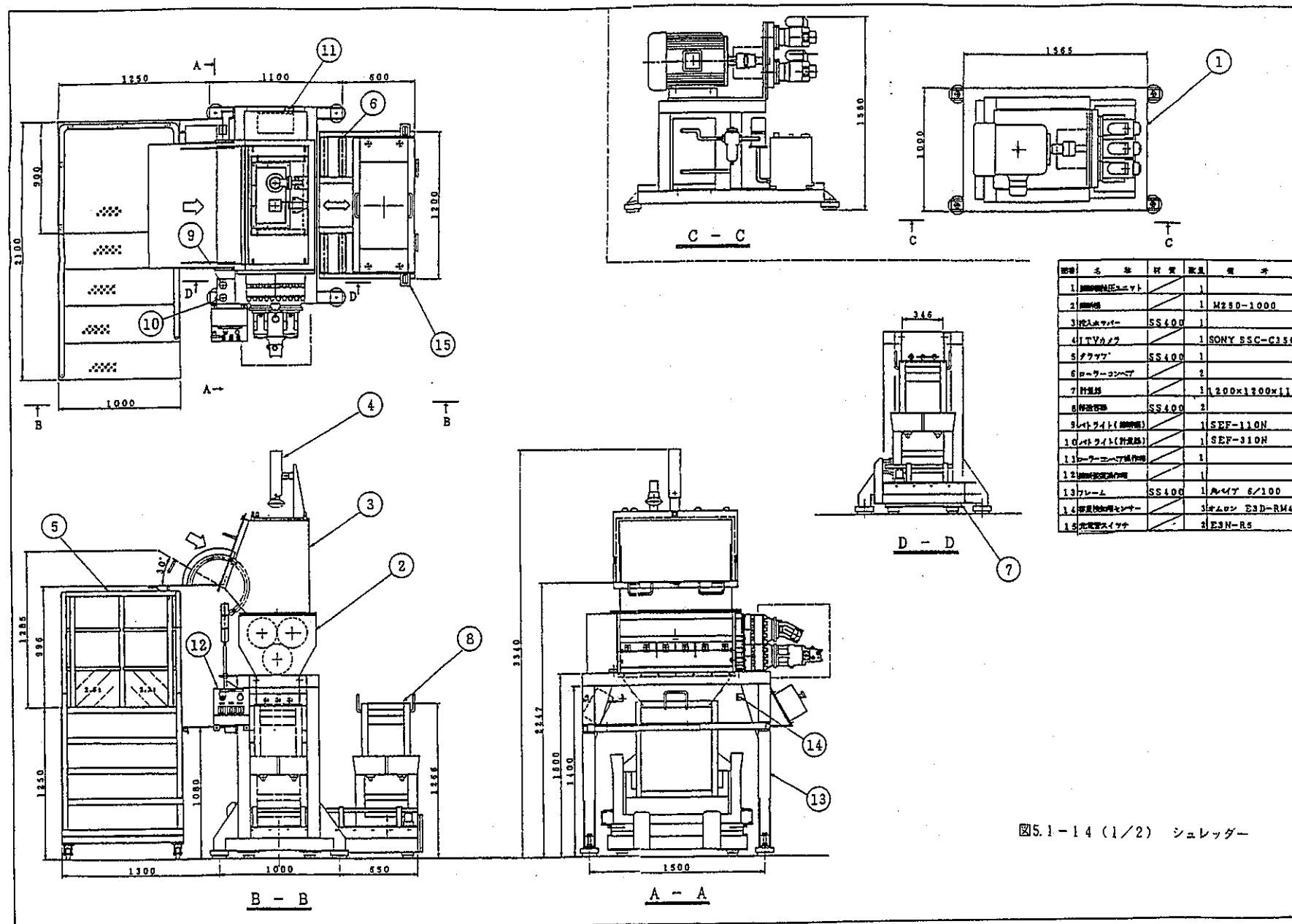


図5.1-13 ガントリーロボット用フード配置図



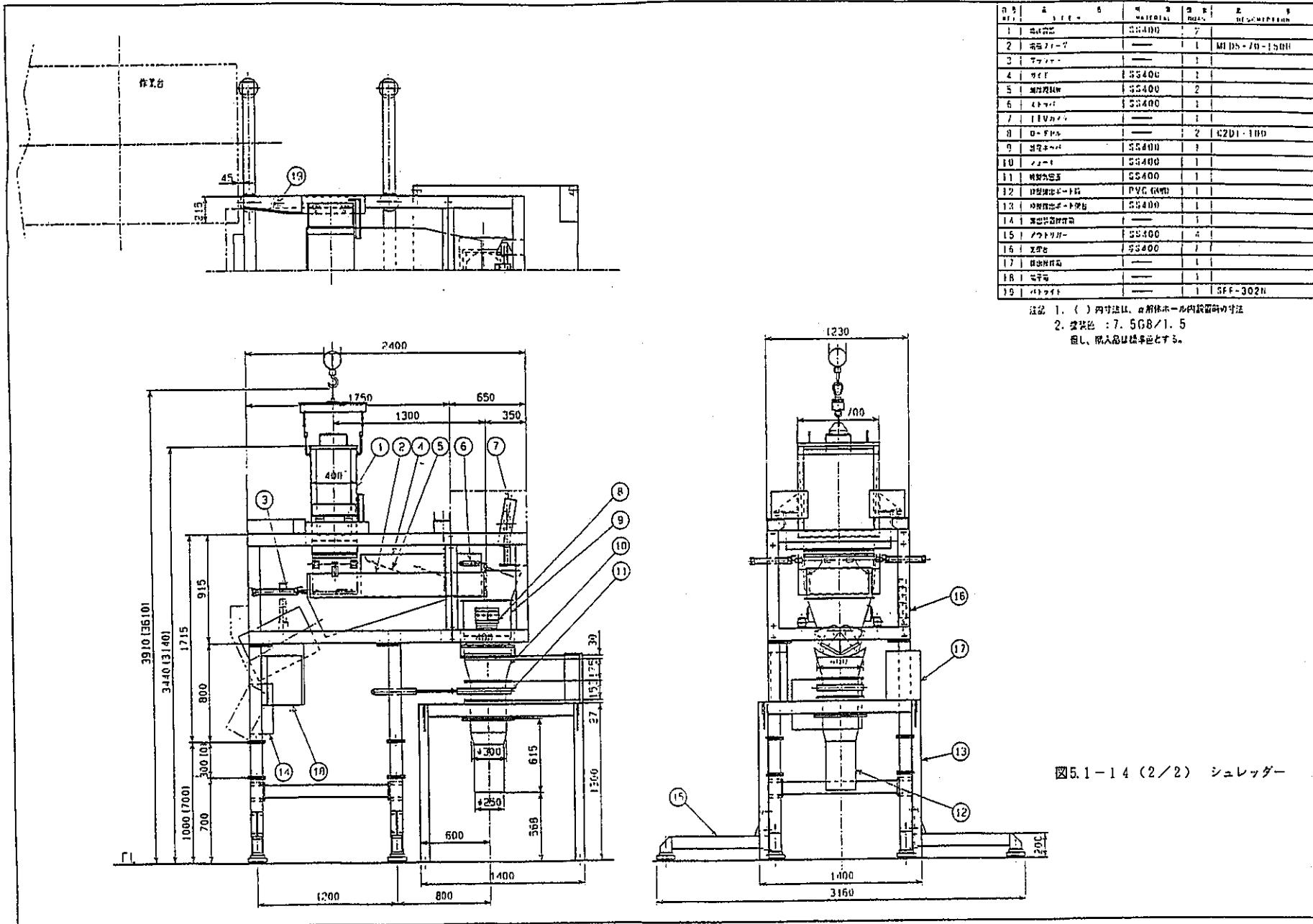


図5.1-14 (2/2) シュレッダー

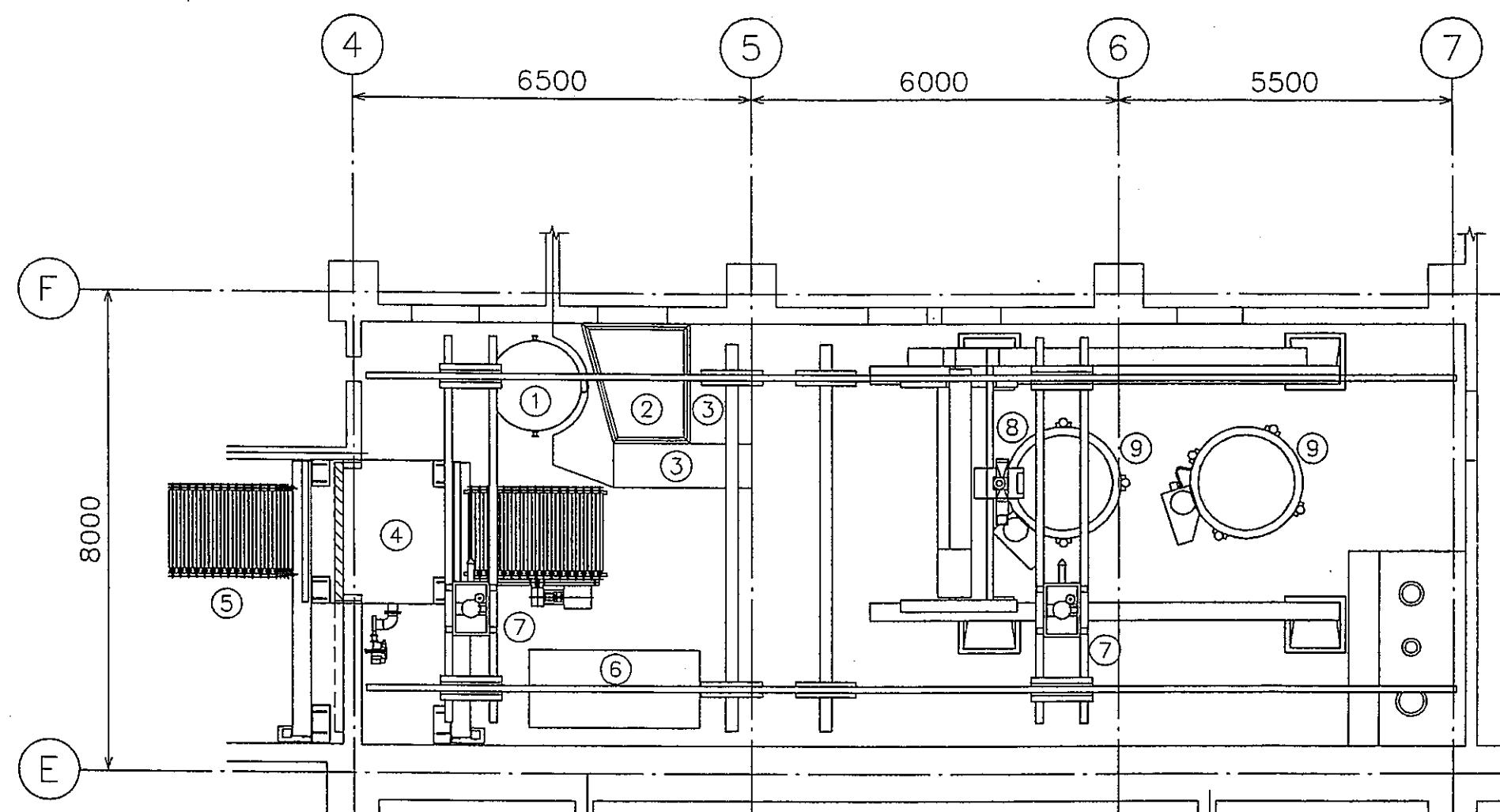


図.5 1-15 ホール平面図

1	ターンテーブル	6	シュレッダー
2	グローブボックスステーション	7	パワーマニブレータ
3	分解作業台	8	ガントリー・ロボット
4	エアロックチャンバー	9	プラズマ作業台
5	ローラーコンベア		

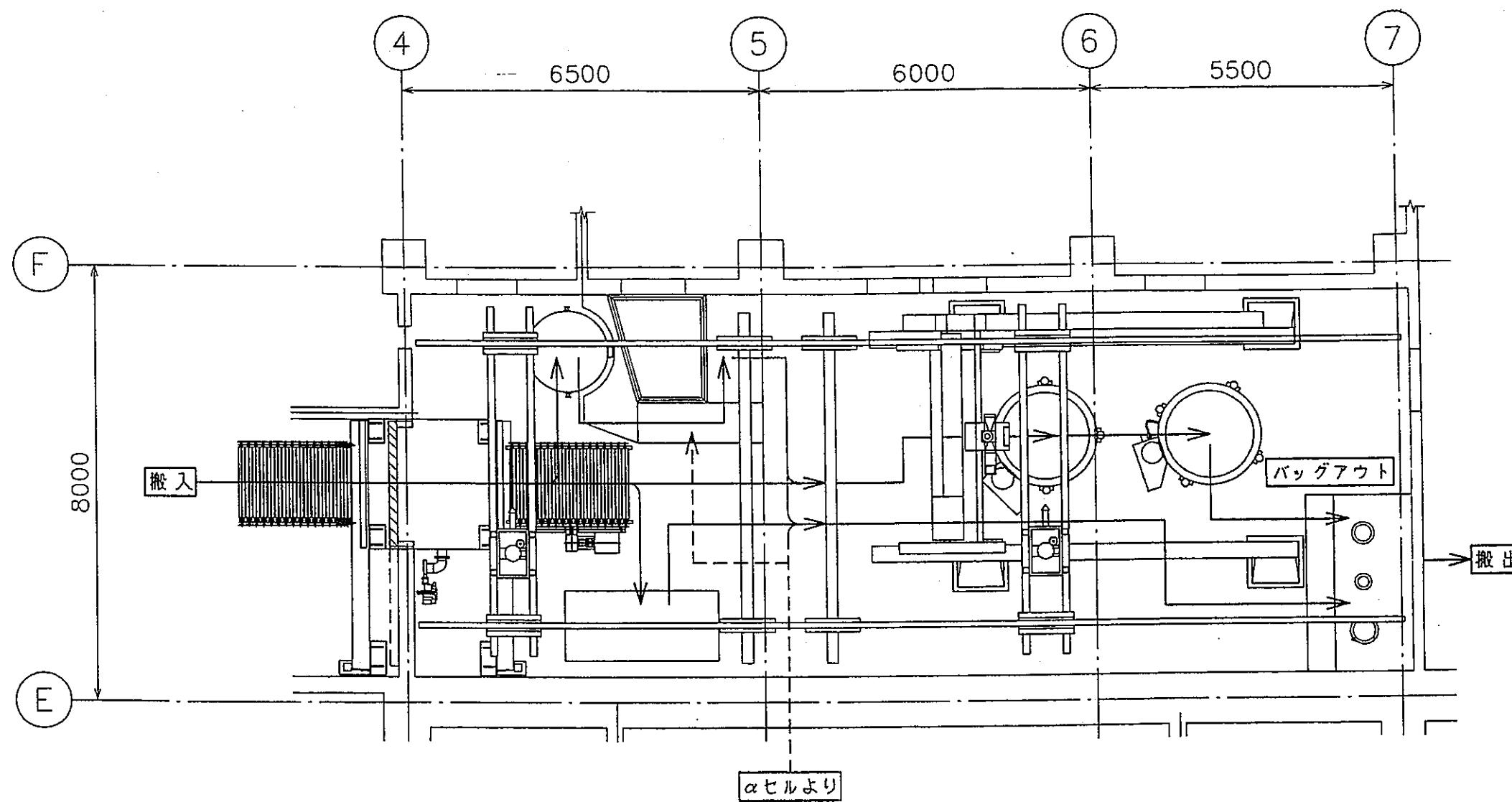


図.5 1-16 ホール内物流動線図

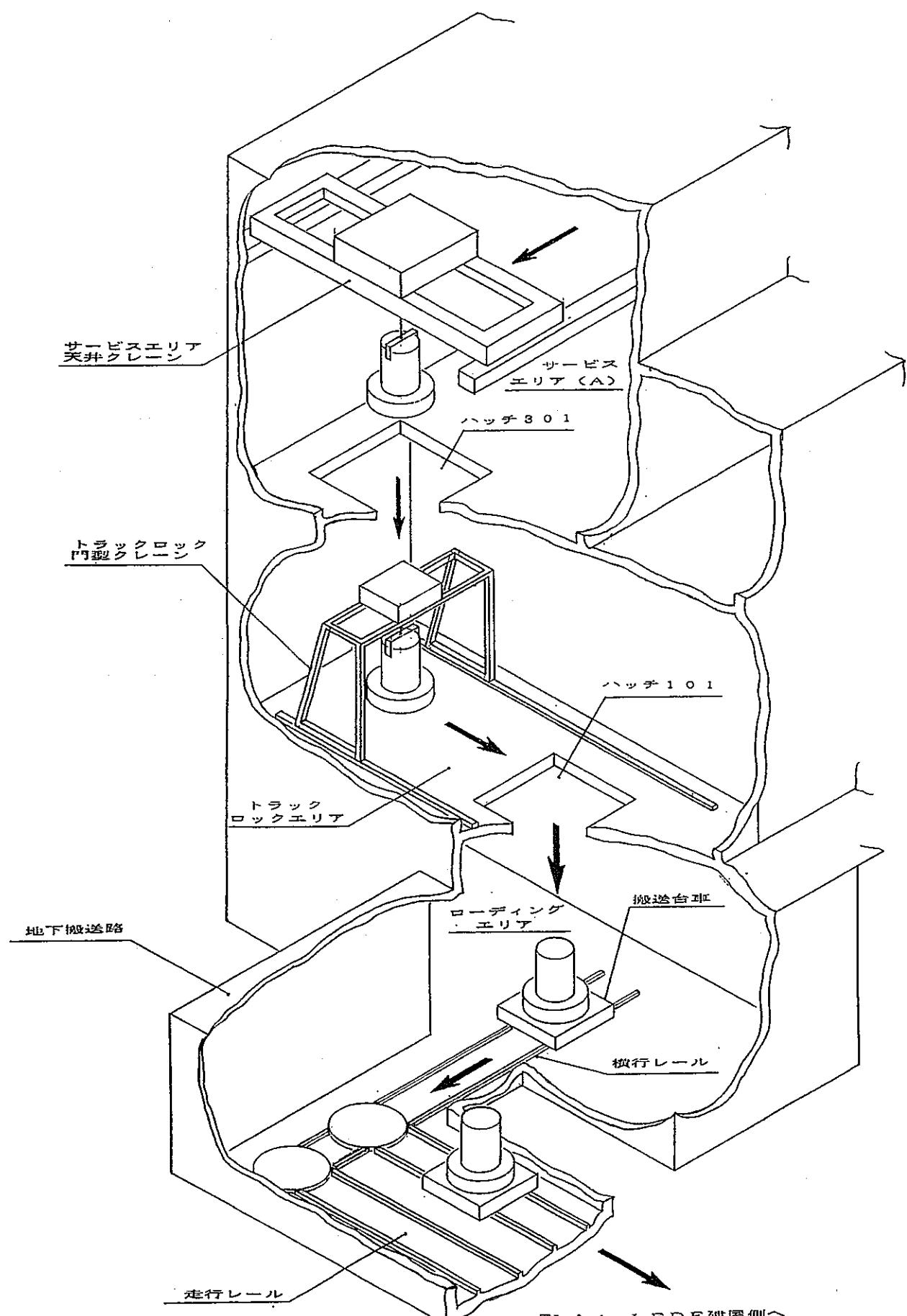


図5.3-1 L E D F 建屋側へ

ナスカ搬送路各路線図

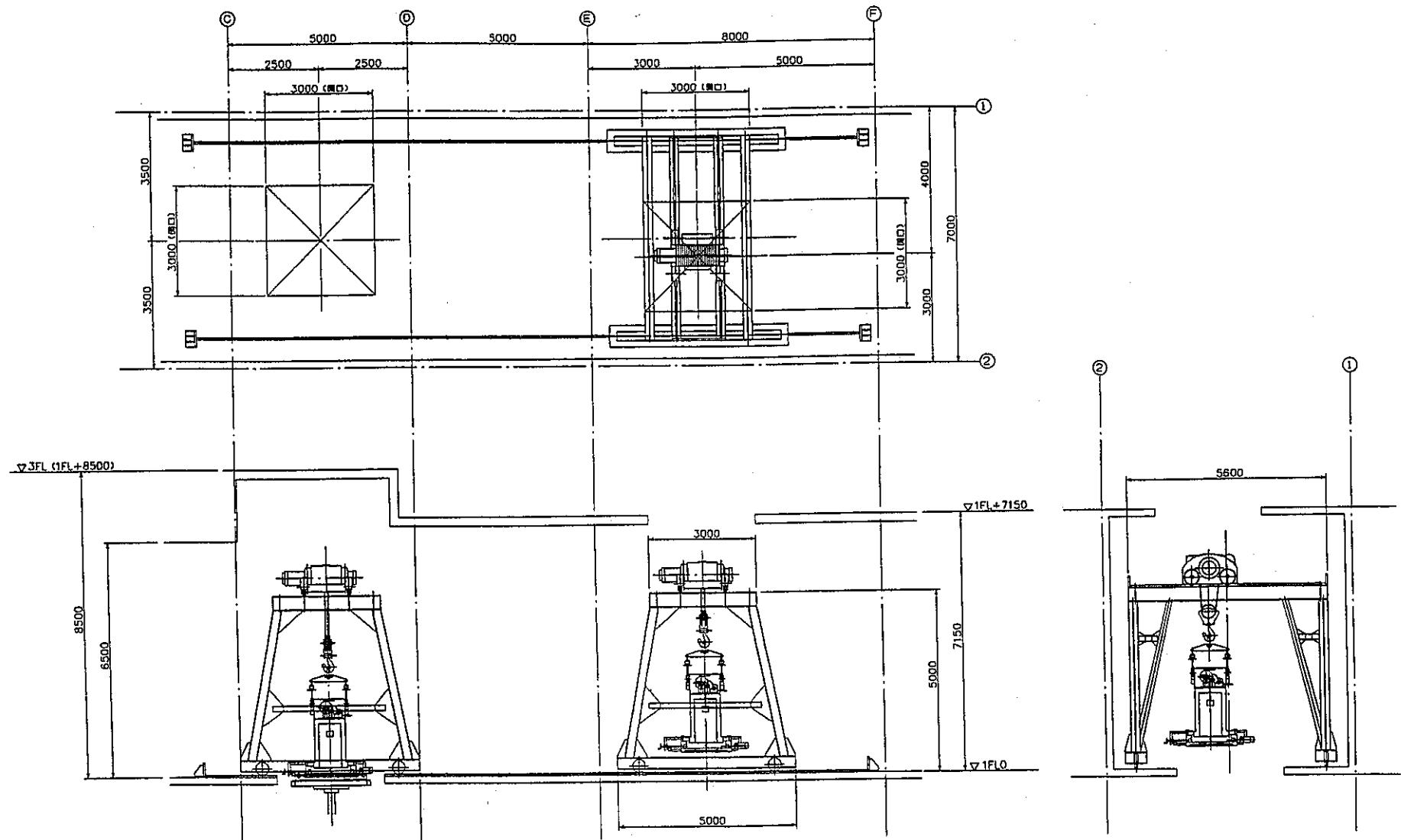


図5. 3-2 トラックエリア内搬送部

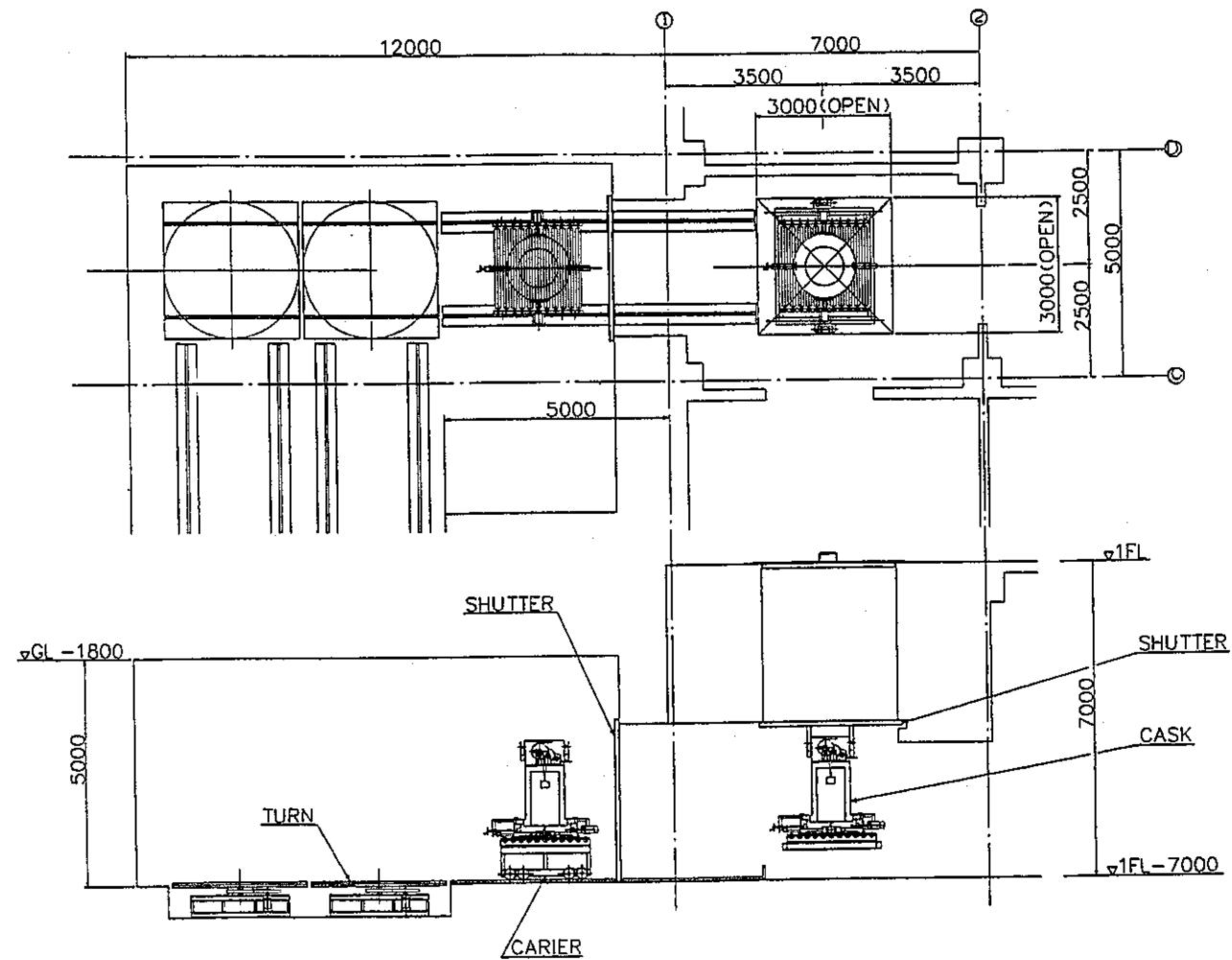


図5. 3-3 WDF施設搬送部

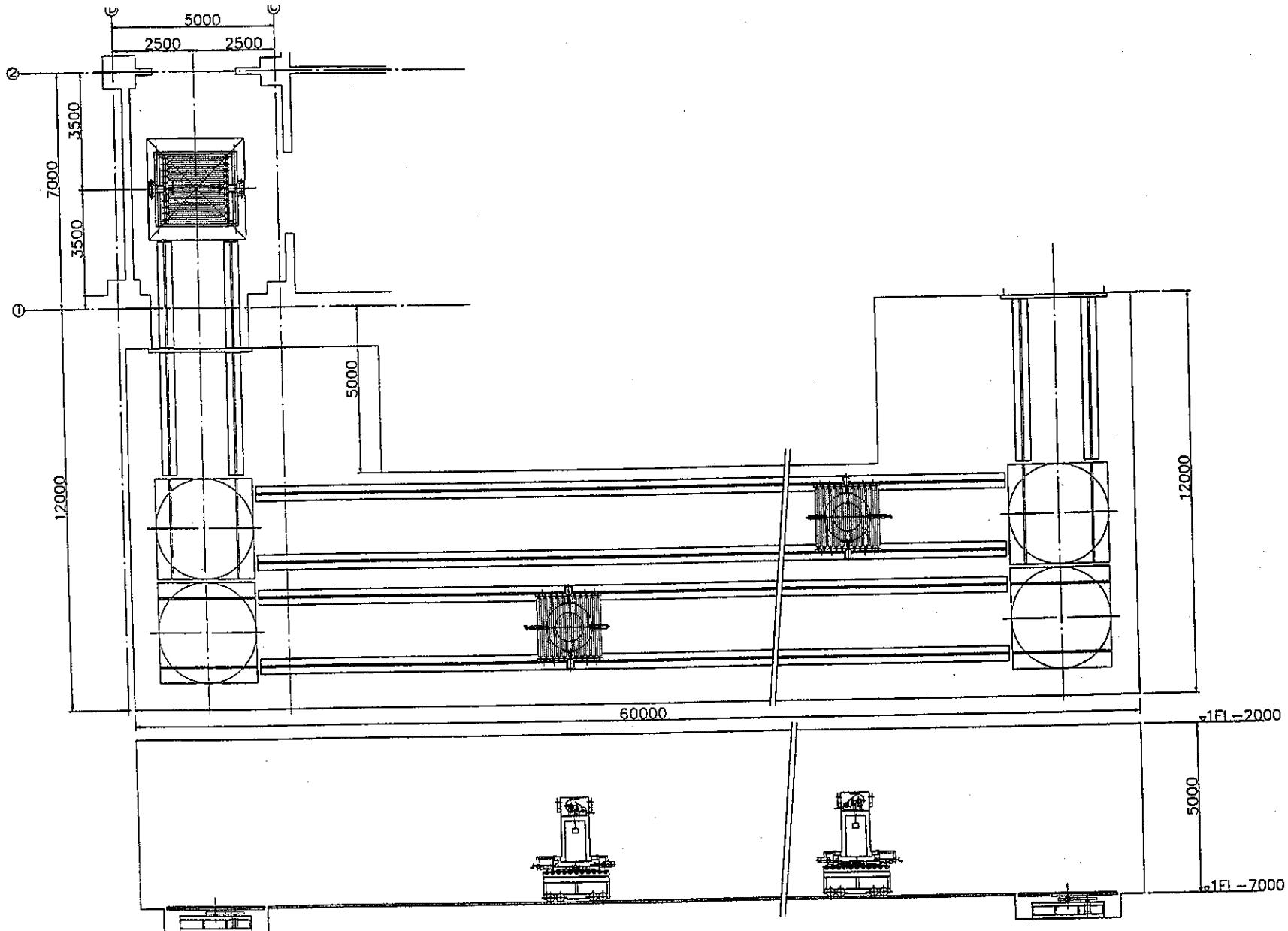


図5. 3-4 (1/2) 搬送側 (WDF側～LEDF側)

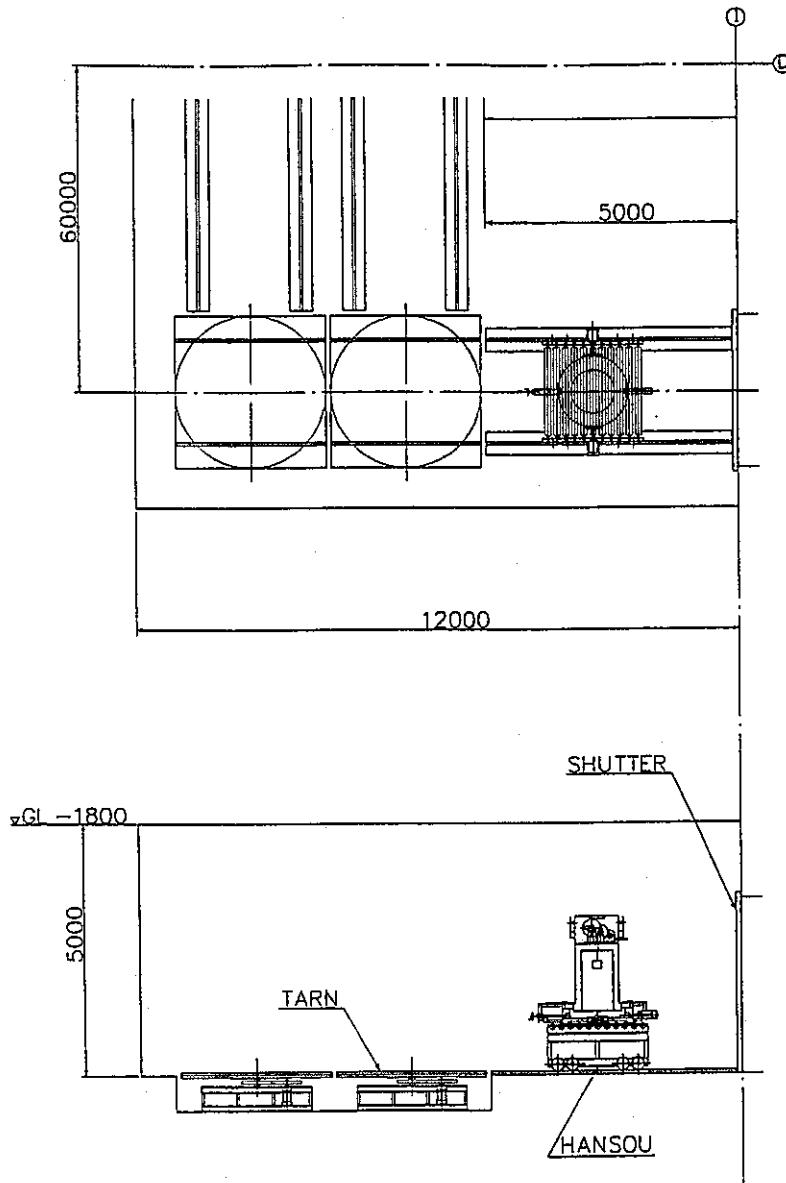
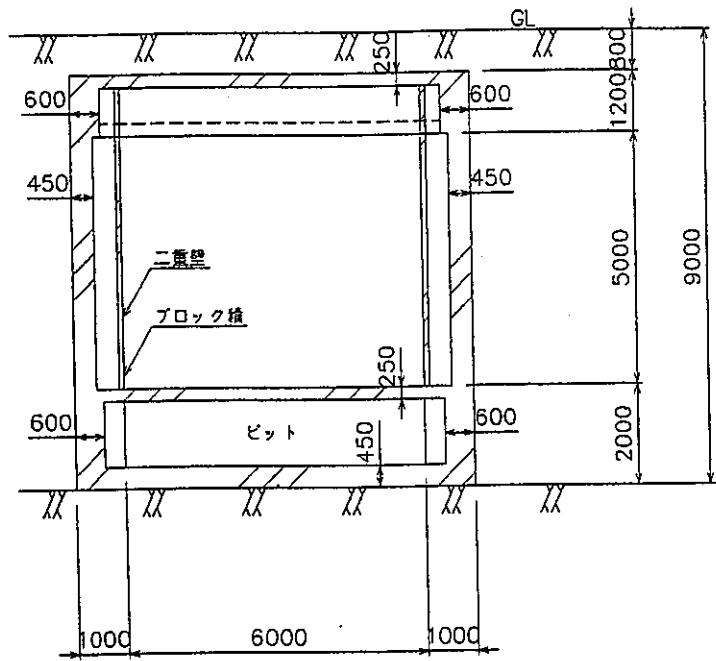
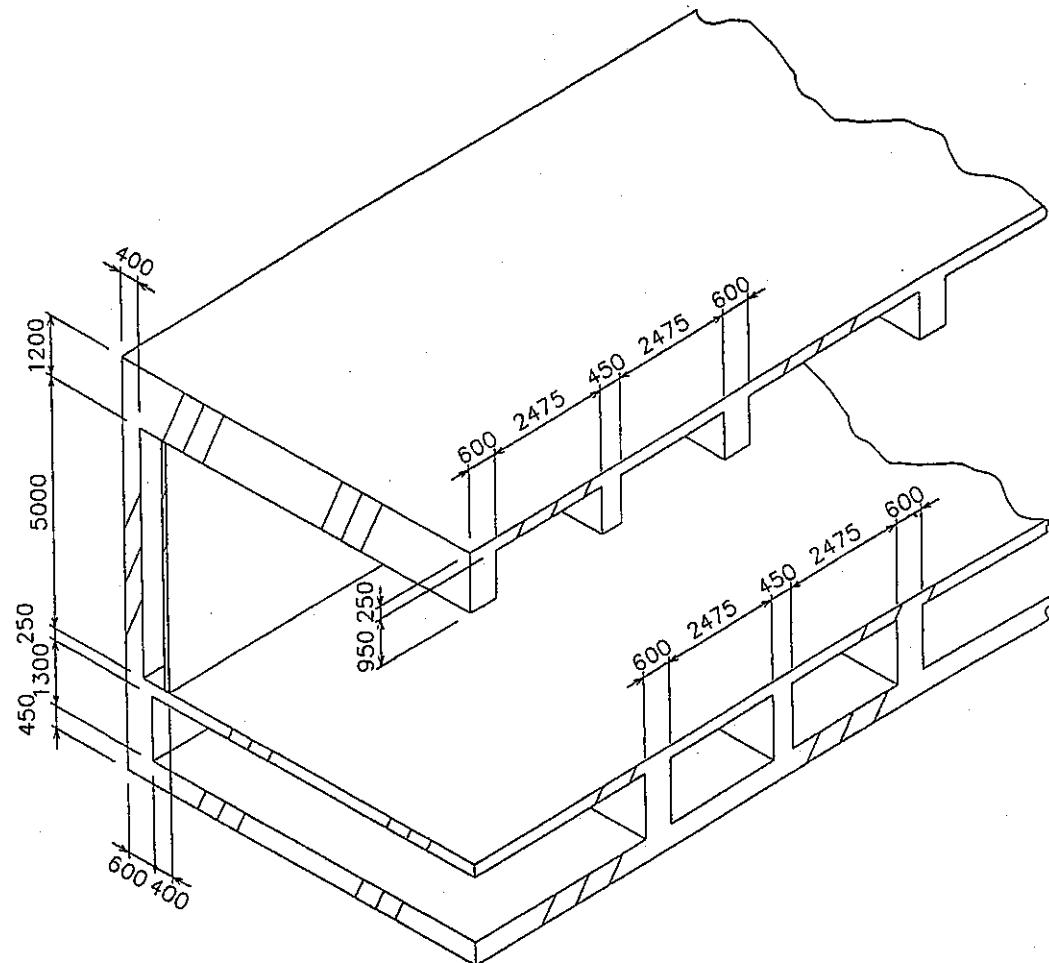


図5. 3-4 (2 / 2) LEDF施設側搬送部



立面



トンネル姿図

図5. 3-5 WDF-LEDF 搬送路 (トンネル)

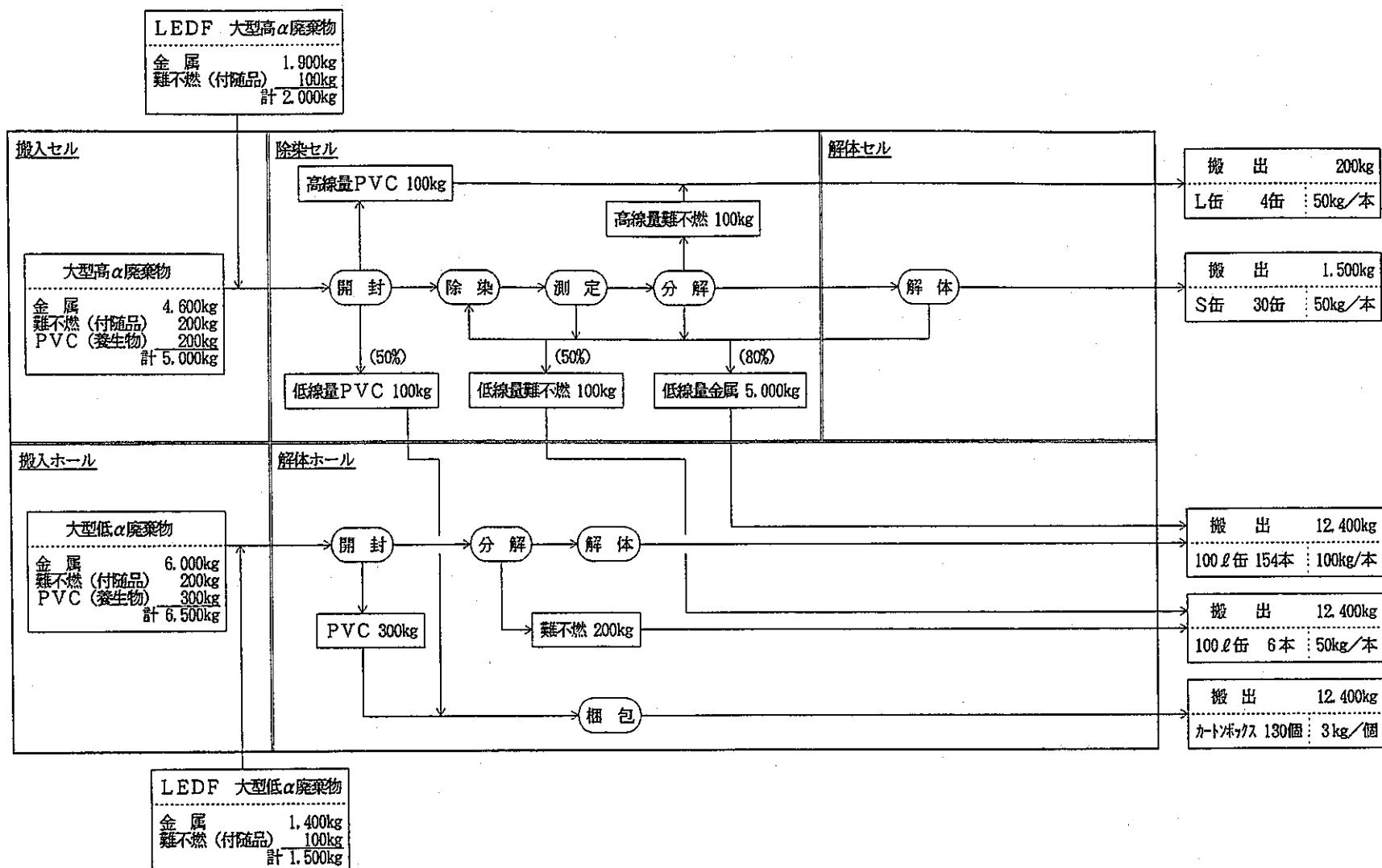


図5.3-6 LEDF運開後のWDFにおける大型α廃棄物の流れ（年間）

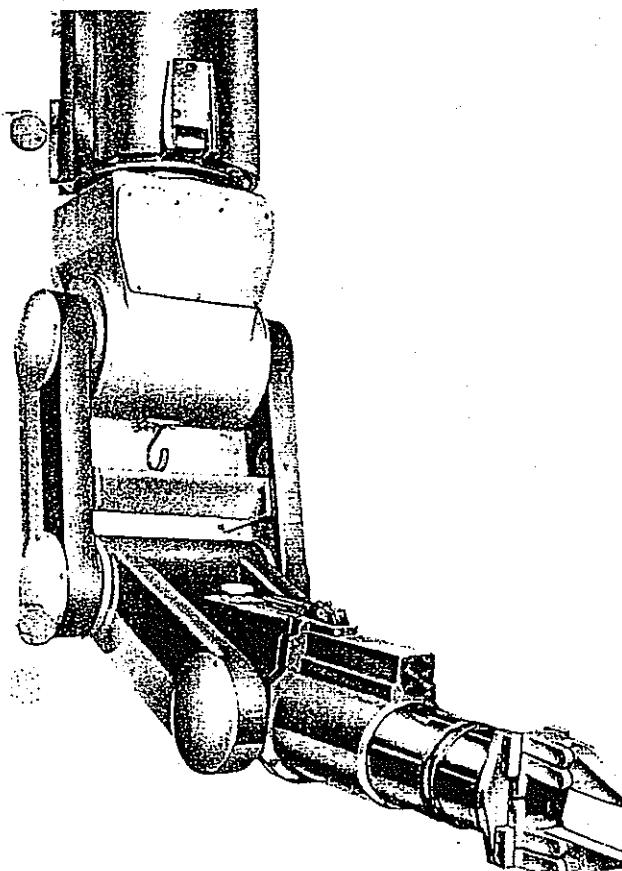


CIMCORP Inc.
899 West Highway 96 Shoreview, MN 55126

参考資料-1
パワーマニブレータ カタログ

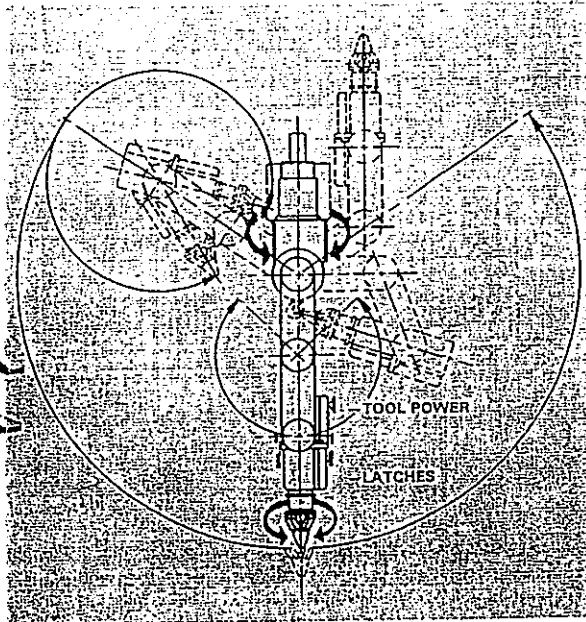
PaR Systems

MODEL 3000 MANIPULATOR



GENERAL FEATURES

- All motions are electrically driven and are protected against overload by slip clutches and electric current limiting.
- The manipulator is sealed to allow washdown.
- Corrosion-resistant materials and finishes are used on external surfaces.
- The manipulator is compact to facilitate operations in restricted space.
- Unitized "box" construction is used to provide maximum rigidity and external smoothness.
- All wiring is internal to eliminate snagging and to provide an easily decontaminated exterior.
- Access plates are included for easy clutch adjustment and general maintenance.
- Easily adjustable and stable drive chain tighteners are provided on all pivoting motions.
- Hands and tools can be changed remotely by simple push-pull motions. Hands remain fully engaged over their full travels.
- A high-load-capacity hook is fastened to the shoulder housing. The manipulator hand easily reaches the hook.
- Stepless, variable-speed control and human-engineered control system provide easy, direct operation.



参考資料－2

「ガントリーロボットの選定理由」

ホールにおける放射性固体廃棄物の解体作業を効率的に行い、かつ作業員の低被曝化を図るために、遠隔自動型のプラズマ解体用ロボットを導入する。

αホールで解体する処理対象物は形状が複雑で、寸法も大小様々である。これらの対象物を効率的に解体するには、対象物の形状、寸法に適した解体装置を使用することになるのは当然であるが、ソーなどの切断機類を使用して解体するためには、複雑な対象物をある程度単純な形状まで粗解体することが必要である。

解体装置の種類を大別してみると、鋸、グラインダーなどの往復回転運動によるソー、カッターラー類、プレスカッター、シェアなどの圧切装置等の機械的メカニズムによるものと、高圧ジェット切断、プラズマ溶断、レーザー切断、酸素溶断など非接触型で高熱発生を利用する物理的、化学的な切断法とに分けられる。このうち後者の非接触型のものは、対象物の形状に沿って高熱発生のための噴射口等をスキャンさせながら切断、溶断ができるので、比較的多用途性に優れている。プラズマ溶断装置は万能型とはいえないが、多用途解体装置として最も優れた機種である。

αホールに設置するロボットは、処理対象物の最大寸法が約2m×2m×2mと大きく、これらの対象物を解体するためには、大きな稼動範囲を確保することが必要である。また、処理対象物の再移動、リセッティングを極力少なくして、ロボット側がX、Y、Zの三軸方向からアプローチして立体的な対応ができる機能も重要な要素である。

これらの要求を満たすロボットとしては、ガントリー型が原理的に最も優れており、自立型ロボットでは得られない優れた特長があると考えられる。

この種の特殊な機器を導入する際には、諸外国を含め十分に実績を調べ、導入の可否を決めるべきである。我々はユーザーであるから実績と適応可能性を十分に検討することを奨める。

本機はP社が開発したパワーマニプレーター（P/M）M3,000をベースにして、用途に応じた各種のオプションを開発して多くの利用実績がある。本施設に導入できる可能性が十分あり、効果が期待できると考え推奨した。

問題はペーパー上の宣伝でもなく、設計図でもなく、あくまで実績を確認することである。以上機能と実績の両面からガントリーロボットを選定した。

参考資料-3

H2年度低 α 年間処理方法別処理時間調査結果

平成2年度 廃棄物処理数量：96体 処理重量：4.046t

処理方法	廃棄物処理数量	処理重量	処理時間
① プラズマ溶断ロボット	10体	0.484t	ティーチング 21時間17分 確認 15時間22分 溶断 6時間41分 その他作業 15時間32分 TOTAL 58時間32分 1体当たり 5時間52分
② 電動工具	19体	0.572t	2時間17分 1体当たり 7分
③ 分解	13体	0.088t	3時間38分 1体当たり 17分
④ ① + ②	4体	0.076t	① 4時間38分 ② 1時間32分 TOTAL 6時間10分 1体当たり 1時間32分
⑤ ① + ③	1体	0.272t	① 5時間 6分 ③ 1時間20分 TOTAL 6時間26分 1体当たり 6時間26分
⑥ ① + ② + ③	9体	1.130t	① 5時間48分 ② 38時間 1分 ③ 5時間46分 TOTAL 49時間37分 1体当たり 5時間32分
⑦ ② + ③	37体	1.385t	② 55時間33分 ③ 35時間24分 TOTAL 90時間57分 1体当たり 2時間27分
⑧ そのまま廃棄	3体	0.039t	-----

参考資料-4

プラズマ溶断用ロボット作業工程表(実績)

作業内容	作業場所	作業時間	15 (min)	20	~	1 (hr)	→	2	3	4	5	6	7
1. 廃棄物のセット (フロッグマン)	α解体ホール (プラズマ作業台)	15分/体											
2. 溶断部のマー킹 (フロッグマン)	"	3分/体											
3. ロボットの電源立上げ	αホール監視室	1分/体											
4. 原点復期	"	30秒/体											
5. た い き 点	"	30秒/体											
6. ティーチング	"	126分/体											
7. 溶断条件のデータ入力	"	20分/体											
8. 確 認 动 作	"	90分/体											
9. 自 動 運 転	"	10分/体											
10. フード(閉)	"	2分/体											
11. 溶 断	"	30分/体											
12. た い き 点	"	5分/体											
13. 非 常 停 止 (ボタン操作)	"	2分/体											
14. フード(開)	"	2分/体											
15. 廃棄物の冷却 (フロッグマン)	α解体ホール	10分/体											
16. 溶断部の確認 (フロッグマン)	"	10分/体											
17. 廃棄物のセット (フロッグマン)	"	10分/体											
18. 溶断部のマーキング (フロッグマン)	"	10分/体											
19. 非 常 停 止 (解除)	αホール監視室	2分/体											
20. 重量測定(シフト) (フロッグマン)	α解体ホール	3分/体											
21. ベール缶への収納 (フロッグマン)	"	1分/体											
22. 処理終了後の重量測定 (フロッグマン)	"	5分/体											
23. 収納容器の移送 (フロッグマン)	"	2分/体											

繰り返し作業

5時間52分

参考資料－5 「 α ホール処理機能向上後の解体処理時間の総合検討」

1. 全般について

表5.2-3 及び表5.2-4に α ホールにおける全体作業工程と解体処理作業の実績作業時間を示す。

これをみると処理対象物のホール内搬入、ホール内移動等各処理工法に共通の準備作業時間と実質の解体処理作業に分けて検討することが妥当である。その理由は準備作業時間を短縮するための改造はホール内の間仕切り壁を撤去するだけであり機能向上のための改造は解体処理法の設備全般の改造に亘るからである。

2. 準備作業時間

現状の準備作業時間は受入れ、コンテナ搬出、廃棄物の取り出し、サービスエリア(A)から搬入ホールへ搬入、搬入ホールから除染ホールへ移送するまで、150分を要している。また除染ホールから解体ホールへ移送し、作業場所へ移動して開封、スマ採取、重量測定に172分を要する。

一方、機能向上検討後の準備作業時間は前半は同じく150分、後半は除染ホールと解体ホールの間仕切り壁が撤去されているため80分に短縮される。

3. 解体処理作業時間

表5.2-4 及び付表1に解体処理作業時間の機能向上前後の所要時間を示す。

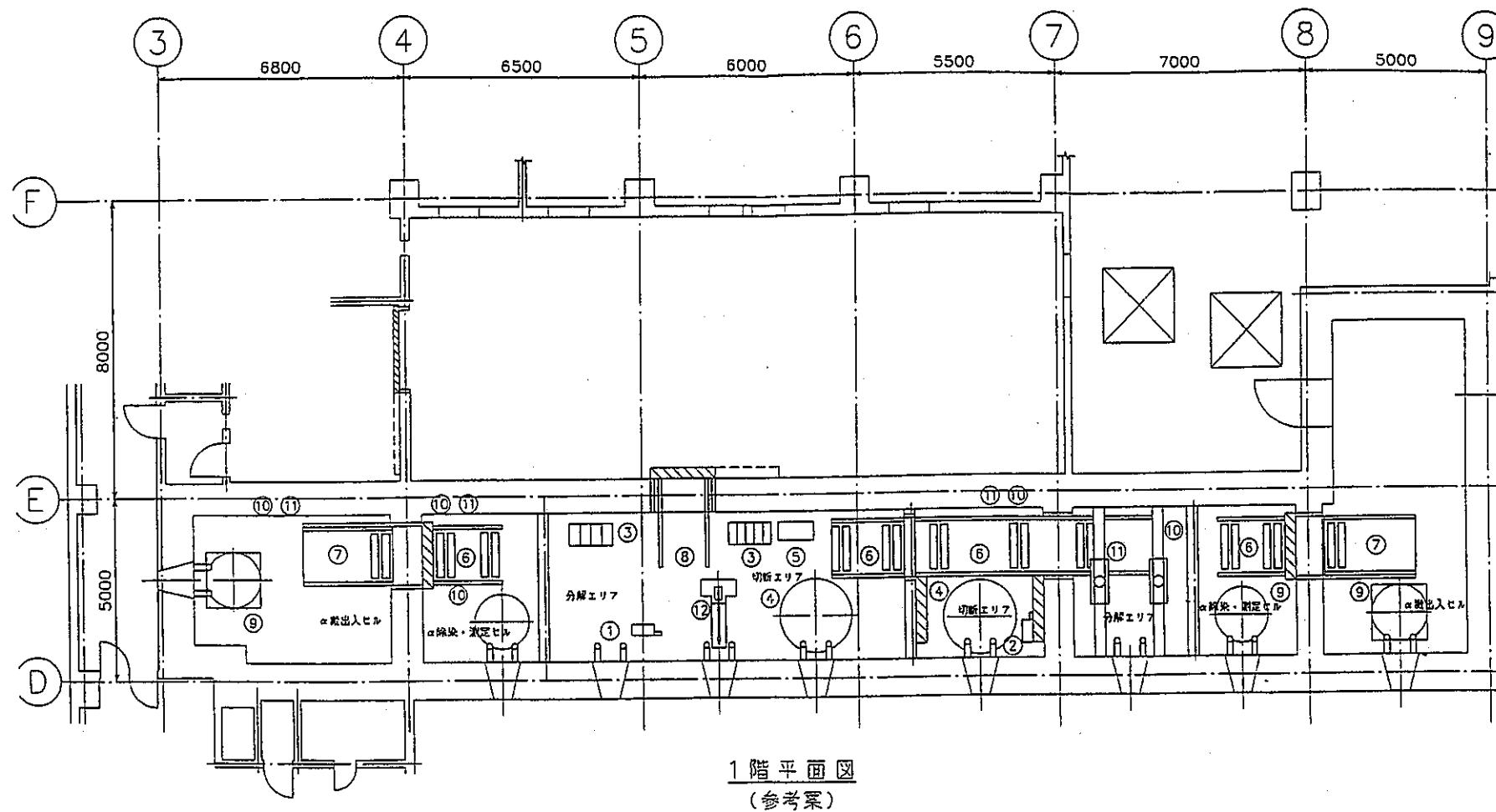
表5.2-4は処理対象物1体当たりの作業時間についての検討であり、付表-1はH2年度の全作業時間について各処理工法別に検討した結果である。付表-1によれば、平均の機能向上率は1.41となっており、処理量は4.5t/年は6.34t/年に向上する。

付表 - 1 低 α 年間処理方法別処理時間実績と改造後の処理能力向上率算出表

		処理工程	廃棄物処理数量 (体)	処理時間 (分)	搬入、移動等時間 (分)	総所要時間 (分)	処理能力UP率	備考
①	A	プラズマ溶断ロボット	10	3,850	3,220	7,070		A = 実績時間、以下同 B = 改造後推定時間、以下同
	B	プラズマ溶断ロボット	10	3,020	2,300	5,320	1.33	
②	A	電動工具	19	137	6,255	6,392		
	B	電動工具	19	69	4,370	4,439	1.44	
③	A	分解	13	218	4,186	4,404		
	B	分解	13	109	2,990	3,099	1.42	
④	A	①+②	4	370	1,280	1,658		
	B	①+②	4	278	920	1,198	1.38	
⑤	A	①+③	1	386	322	708		
	B	①+③	1	290	230	520	1.36	
⑥	A	①+②+③	9	2,977	2,898	5,875		
	B	①+②+③	9	2,238	2,070	4,303	1.36	
⑦	A	②+③	37	5,457	11,914	17,371		
	B	②+③	37	2,729	8,510	11,239	1.55	
				①, ④, ⑤, ⑥は $A \times 3/4$ とした。 ②, ③, ⑦は $A \times$ $1/2$ とした。	Aは 150分 + 172 = 322分 Bは 150分 + 80分 = 230分		A/B 平均 1.41	

注1. : ②, ③及び⑦は専用の作業場、切断機を設けて、改造前の2倍に能力が向上するものと仮定した。

注2. : ①, ④, ⑤及び⑥はロボットの改善により1.25倍に能力が向上するものと仮定した。



1	マスター・スレーブ マニブレーテ	6	ローフーコンベア	11	パワーマニブレーテ
2	気送管整備送受信機	7	α エフロックチャンバー	12	ハクソード
3	ビル内フィルタ	8	移送台車		
4	セル用アフズマ溶断機	9	回転作業台		
5	廃液フィルタ	10	搬送クレーン		

参考資料-6. α セル改造参考案