

JAERI-Tech

2004-059



JP0450793



J-PARC物質・生命科学実験施設
実験装置設置マニュアル(第1版)

2004年10月

(編)中性子施設開発グループ

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の問合せは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 2004

編集兼発行 日本原子力研究所

J-PARC 物質・生命科学実験施設
実験装置設置マニュアル（第1版）

日本原子力研究所東海研究所大強度陽子加速器施設開発センター
(編) 中性子施設開発グループ

(2004年8月6日受理)

日本原子力研究所-高エネルギー加速器研究機構共同の大強度陽子加速器計画 (J-PARC) の主要施設の1つとして、物質・生命科学実験施設の建設が進められている。施設建家の東西に配置される第1、第2実験ホールには様々な実験装置が設置され、施設から供給される中性子及びミュオンビームを利用して実験的研究が行われる予定である。本マニュアルは、2004年6月時点において、実験装置の設計及び設置にあたり必要な施設側の情報を提供するとともに、施設側と実験装置設置者側との取合い点をまとめたものである。

東海研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

本レポートは、日本原子力研究所（原研）及び高エネルギー加速器研究機構（KEK）のメンバーで構成される物質・生命科学実験施設建設グループにより執筆された内容を、中性子施設開発グループが編集したものである。

J-PARC Materials and Life Science Facility
Experimental Apparatus Installation Manual (Edition 1)

(Ed.) Neutron Facility Group

Center for Proton Accelerator Facilities
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received August 6, 2004)

The Materials and Life Science Facility is being constructed as one of main facilities in the High-Intensity Proton Accelerator Project (J-PARC) under collaboration of Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) and High Energy Accelerator Research Organization (KEK). Various experimental apparatuses will be installed in 1st and 2nd experimental halls in the facility building. Neutron and muon beams provided by the facility are to be utilized for experimental research. This manual provides facility-side information that is needed for designing and installing experimental apparatuses, and summarizes specifications of junction points between the facility-side and user-side as of June, 2004.

Keywords: J-PARC, Materials and Life Science Facility, Neutron, Muon,
Experimental Apparatus, Installation Manual

By editing materials written by the construction group of the Materials and Life Science Facility that was composed by members of Japan Atomic Energy Research Institute and High Energy Accelerator Research Organization, this report was produced by the Neutron Facility Group of JAERI

目 次

はじめに	1
1. 中性子ビームライン機器	3
1.1 枝管内挿入物	3
1.2 シャッター内挿入物	5
1.3 生体遮蔽部ダクト内挿入物	7
1.4 前置き遮蔽体	9
1.5 補助遮蔽体	11
2. 安全管理機器 PPS (Personnel Protection System)	13
2.1 中性子シャッター操作装置	13
2.2 退避確認ボタン	13
2.3 緊急ボタン	14
2.4 電気錠	14
2.5 リミットスイッチ	15
2.6 遮蔽ハッチ錠	15
2.7 放射線モニター	15
2.8 配線の取合い条件	16
2.9 分光器室入室、ハッチ開放の条件	16
3. ユーティリティ設備	17
3.1 クレーン	17
3.2 電 気	17
3.3 給排気・排水	19
3.4 冷却水	19
3.5 圧縮空気	20
4. 遮蔽設計	21
4.1 評価方法	21
4.2 目標線量	22
5. その他の設計基準・条件	25
5.1 耐震設計基準	25
5.2 電気設備仕様	25
5.3 据付基準	25
5.4 実験ホール床面との取合い	27
付 錄	97
付録-1 大強度陽子加速器施設に係る施設設計目標値	99
付録-2 大強度陽子加速器施設安全評価法について	101

Contents

Introduction	1
1. Neutron Beam-line Instrument	3
1.1 Vessel Inserts	3
1.2 Shutter Inserts	5
1.3 Bulk Shield Inserts	7
1.4 Pre-Shield	9
1.5 Supplementary Shield	11
2. Personnel Protection System Devices (PPS)	13
2.1 Users' Neutron Shutter Controller	13
2.2 Evacuation-Confirming Button	13
2.3 Emergency Beam Stop Button	14
2.4 Electric Lock	14
2.5 Limit Switch	15
2.6 Shield Hatch Lock	15
2.7 Radiation Monitor	15
2.8 Cable Arrangement and Connection	16
2.9 Conditions for Sample Room Entry and Shielding-hatch Opening	16
3. Utility Equipment	17
3.1 Crane	17
3.2 Electricity	17
3.3 Air Ventilation and Water Drain	19
3.4 Cooling Water	19
3.5 Compressed Air	20
4. Shielding Design	21
4.1 Evaluation Method	21
4.2 Target Dose Rate	22
5. Other Design Criteria	25
5.1 Aseismic Design Conditions	25
5.2 Electric Equipment Conditions	25
5.3 Alignment Basis	25
5.4 Floor of Experimental Halls	27
Appendices	97
Appendix-1 Design Targets for High Intensity Proton Accelerator Facilities	99
Appendix-2 Safety Evaluation Methods for High Intensity Proton Accelerator Facility	101

はじめに

経緯と目的

平成 14、15 年度の 2 ヶ年にわたり、J-PARC 物質・生命科学実験施設（MLF）の中性子源に係わる機器発注が行われ、平成 19 年の陽子ビーム受入れを目指して設計、製作が進行中である。これらの機器設計の進捗により、機器の詳細及び関連する機器との取合い条件が明らかになってきた。また平成 16 年度からは実験ホールに設置する中性子実験装置（分光器、ビームライン等）、さらに同じ実験ホール内に設置されるミュオン実験施設の発注が本格化する。そこで、実験施設側所掌の機器と、今後 MLF 実験ホールに設置される実験装置との取合い点及び所掌を明確にする必要がある。

そこで本マニュアルでは、MLF 実験ホールに分光器等の実験装置を設置するユーザー（以下、設置者と呼ぶ）に対し、装置設置の条件となる施設側の情報をまとめた。設置者としては、J-PARC 関係者以外も想定している。本マニュアルで対象とするのは、実験ホールに設置される中性子実験装置とミュオン実験装置の両者であるが、設計、製作が先行している中性子実験装置に関する記述に重点を置き、ミュオン実験施設に関する記述は検討の進捗に伴い適宜取込んでいくものとする。

本マニュアルに記述した装置設置条件に関しては、これまでにプロジェクトチームの装置提案グループを中心に問題点等を検討してきたが、まだ十分な詳細にわたっての調整はできていない。今後、本マニュアルを叩き台として未検討部分を確定しながら、マニュアルの完成度を高め、逐次改訂していく予定である。

本マニュアルの記述内容は必ずしも最終的に確定したものではないこと、また詳細を記述できていない点等がある。さらに現段階では運転開始後の組織と役割分担が未定であるため、施設側としてどこまでの範囲が将来所掌となるのかが不明である。このため本マニュアルでは、確実に施設側の所掌であると考えられる事項以外はすべて設置者側所掌としてある。この点については今後、役割分担が明確になるに従って、記述の改訂を行っていく予定である。いずれにしても、実験装置の設置は設置者側と施設側の十分な協力体制があって初めて可能になるものであることは明らかであり、施設側は設置者に十分協力することは当然の責務であるとともに、実験装置設置者は施設側との連絡を密接に取りながら機器設計を進めるようにしていただきたい。

MLF 施設の概要

図 1、2 に、MLF 建家全体の 1 階平面図及び中性子源付近の垂直断面図（東西方向）を示す。MLF 建家の寸法は、南北方向約 150m、東西方向約 70m、地上部高さ約 30m である。実験ホールの北側はミュオン実験施設、南側は中性子実験施設に大きく分類されている。陽子ビームは 3GeV シンクロトロンから出射され、建家北側から MLF 建家に入る。その後、

ミュオンターゲットを通過し、中性子源ターゲットで受け止められる。実験ホールは、陽子ビーム軸よりも東側の第1実験ホールと、西側の第2実験ホールに分かれている。第1実験ホールは陽子ビーム軸から東側壁までが40m、第2実験ホールは陽子ビーム軸から西側壁までが30mである。両実験ホールとも、非密封線源を取扱える管理区域（第1種放射線管理区域）に設定されている。

図3に、中性子源施設の実験装置配置案を示す。中性子源から23本のビームラインが2つの実験ホールに向けて放射状に伸びている。表1に各ビームラインの始点及び方位角を示す。表1記載の値は今後、変更されることはない。ただし、図3にはどのビームラインにどの装置を割当てるかが示されているが、この割当てはあくまでも案であり、実際には今後の実験装置計画検討委員会の審査を経て決定されるものである。

図4に、中性子源の垂直断面図を示す。中心に水銀ターゲットが配され、その上下に合計3台の水素減速材（モデレータとも呼ぶ）が設置される。これらは中性子強度を増すために反射体で取り囲まれている。水銀ターゲット、水素減速材、反射体によって線源集合体が形成され、ヘリウムベッセルの中に収められている。図5は、ヘリウムベッセルの詳細を示したものである。ヘリウムベッセルには、23本のビームライン毎に枝管が設けられている。図4に示すとおり、減速材から放出された中性子は、枝管を通った後にシャッター部ダクトを通過し、さらに生体遮蔽部ダクトを通過した後、実験ホールに出る。

水素減速材は、結合型減速材（Coupled Moderator: 略称 CM）、非結合型減速材（Decoupled Moderator: 略称 DM）、ポイズン入り非結合型減速材（Poisoned Decoupled Moderator: 略称 PM）の3種であり、CMは水銀ターゲットの下方、DMとPMは上方に設置されている。中性子ビームラインは、CMから11本、DMとPMからそれぞれ6本伸びている。ビームラインの番号は図3に、また各ビームラインの始点と陽子ビーム軸に対する角度を表1及び図6に示す。表2に、1-MW出力時における各減速材性能の公称値を示す。

関連文書

本マニュアル以外に、実験装置設置に関わる原研、J-PARC全体の基準としてまとめられている文書、別途独立してまとめられている文書がある。これらを表3に示す。

1. 中性子ビームライン機器

(1) 構成

1 章で記述する中性子ビームライン機器は、施設側で製作、据付を行う枝管内挿入物（モデレータからの距離 $L=1.6m \sim 2.3m$ ）、シャッター内挿入物（ $L=2.3 \sim 4.3m$ ）、生体遮蔽部ダクト内挿入物（ $L=4.3 \sim 7.0m$ ）、前置き遮蔽体（ $L=7.0 \sim 12.0m$ ）、及び $12.0m$ よりも下流に部分的に設置される補助遮蔽体である。なお、生体遮蔽部ダクト内挿入物と前置き遮蔽体との境界は $7.0m$ ではなく部分的に $7.1 \sim 7.5m$ の場所があり、また前置き遮蔽体の外側境界は部分的に $12.0m$ ではなく $11.0m$ の箇所がある。

(2) 工程

表 1-1 に、関連する機器の製作、据付工程を示す。

1.1 枝管内挿入物 (図 1.1-1～1.1-3)

(1) 枝管と枝管内挿入物の構造

a. 枝管

枝管とは、施設側発注案件「ライナー・ベッセルおよび支持機器」で製作されるヘリウムベッセルから、枝のように出ている 23 本の角管のことである。枝管の中には、モデレータからの距離 $1.6m \sim 2.3m$ の範囲に枝管内挿入物を遠隔操作により挿入、固定する。

b. 枝管内挿入物

枝管内挿入物は、角形ダクトと、その中に封入するコリメータ、ガイド管等の埋込み機器の 2 つで構成される。角形ダクトはアルミニウム合金製で、その内寸 $102 \times 102mm$ 、角部の曲率は $5mm$ 、長さ約 $685mm$ である。内部は真空に引かれる。

図 1.1-1 に枝管、枝管内挿入物と周辺機器との関係、図 1.1-2 に角形ダクト、図 1.1-3 に埋込み機器の 1 例を示す。

(2) 所掌とスケジュール

a. 埋込み機器が不要な場合

角型ダクトは施設側発注案件「ベッセル窓遠隔操作機器」で製作されるが、埋込み機器は必要に応じて設置者が製作するものである。埋込み機器を必要としない設置者は、枝管内挿入物に関して何も行う必要はない。

b. 埋込み機器が必要な場合

「ベッセル窓遠隔操作機器」枝管内挿入物の製作では、埋込み機器を角形ダクト内に挿入した後の封入作業を、全数について 2004 年夏頃に行う予定である。この作業時までには埋込み機器の製作が間に合わないため、埋込み機器を設置し

たい設置者は新規に埋込み機器を装填した角形ダクトを製作すること。角形ダクトの外形寸法や製作精度については、「ベッセル窓遠隔操作機器」で製作されるものに準じること。「ベッセル窓遠隔操作機器」受注者によるヘリウムベッセルへの枝管内挿入物の据付けは、2006年4月1日～5月16日を予定している。この時までに枝管内挿入物の製作が間に合えば、据付けは受注者に依頼できる可能性がある。これ以降に据付ける場合には、2007年11月1日のビーム受入れまでの時期で可能性を探るか、またはビーム受け入れ後の保守期間に作業を行うことになる。

(3) 設計条件

a. 固 定

現在製作中の角形ダクトへの埋込み機器の固定方法は、ダクトの中間溶接部で、埋込み機器側のキー溝を長手方向へ押さえる方法を検討している。埋込み機器の自重は角形ダクト下面で受ける。封入後は、原則として取り出せない。

b. 設置精度

現在製作中の角形ダクトに埋込み機器を挿入し、枝管部に挿入した状態での設置精度は理論ビーム中心に対し±2mm、および±1mrad（目標値）である。

c. 発熱に対する配慮

1MW時に角形ダクト内埋込み機器（中性子ビーム始点から約1.58m-2.26m）の温度は、フロートガラスを仮定すると、最高部（最もモデレータに近い部分）で約60°Cに達する。除熱は輻射と、僅かに接触している底面からの逃げのみで、ほとんど期待できない。熱伝導の悪いガラス等を挿入する場合、温度差による熱応力が角部などに集中しない構造とすること。鉄コリメータは熱伝導が良く、温度がほぼ一様となるため、熱応力の問題は無いと考られる。

d. 放射線損傷

ガイド管基板として、ボロフロートガラス等のホウ素を含むものは不可である（放射線損傷により、ガイド管として機能しなくなる）。フロートガラスはおそらく可だが、金属研磨基板を強く勧める。接着剤は、放射線ダメージにより接着能力が維持できなくなるので、仮組み以外の用途は不可である。

e. ビーム受入れ後の取扱い

ビームが出てからのハンドリングはシャッターブロックを取り外し、全て遠隔操作にて行う。現在、受注メーカーとこの方法の詰めの作業を行っているが、放射化の点から遠隔作業となるために容易ではない。必要な作業はできるだけビーム受け入れ前に行われることが望ましい。実際の作業の詳細については、施設側に問い合わせのこと。

1.2 シャッター内挿入物 (図 1.2-1~1.2-4)

(1) シャッターとシャッター内挿入物の構造

a. 概要

施設側発注案件「中性子ビームシャッターシステム」では、23 台の中性子ビームシャッターを製作する。シャッターとして上下に駆動する部分をシャッターブロックと呼ぶ。シャッターブロックのビームライン方向長さは 2m であり、線源中心から 2.3~4.3m の範囲に中性子ビームを通すための角形の孔があいている。この孔の中に、挿入物を挿入する。シャッター内挿入物は、角形ダクト、及びその中に装填するガイド管やコリメータ等の埋込み機器で構成され、その内部は真空状態に保たれる。図 1.2-1 にシャッターブロックと角形ダクト、埋込み機器との関係を、図 1.2-2 にシャッター内挿入物の組立て図を、図 1.2-3 に角形ダクト（側板を除く）を、図 1.2-4 に埋込み機器の 1 例を示す。

b. 寸法、精度

埋込み機器と取合いとなる角形ダクトの内寸法は、124mm 角、角部の曲率は 5 mm、長さ 1997mm である。製作予定の埋込み機器の寸法は、外形□122mm、長さ 1991mm である。角形ダクトフランジ部のキー溝で固定を行う。埋込み機器の自重は角形ダクト下面で受ける。

(2) 所掌とスケジュール

a. 所掌

既発注のすべての角形ダクトは、「中性子ビームシャッターシステム」の一部としてその受注メーカーにより製作される。

埋込み機器に関して、23 本のビームラインのうち 8 本 (BL3, 8, 10, 15, 16, 19, 20, 21) については機器の製作、据付けまでを H15 年度「中性子源シャッター部埋め込み機器」としてその受注者が行う。残りのビームラインの埋込み機器については設置者の所掌である。

なお、以下で述べる角形ダクトの精度で不十分な場合には、設置者の所掌で角形ダクト及び埋込み機器の設計、製作、据付けを行うことができる。この場合、シャッターブロックとの取合い条件および外形寸法は現在製作中の角型ダクトに準ずることとし、メーカーは問わない。ただし、BL7、9 および 18 は角型ダクト形状がタイプ D と異なるので、寸法等の詳細は施設側に問合わせること。

b. シャッターの製作、据付スケジュール

シャッター内挿入物のシャッターブロックへの工場仮組み試験は 2005 年 9 月頃、シャッターブロックと角形ダクトの据付けは 2006 年 5 月 17 日~6 月 26 日を予定している。このため、設置者側でシャッター内挿入物を製作する場合には、施設側で行う工場検査前の 2005 年 9 月までに製作を完了し、検査工場へ持ち込むこと。

c. 運転開始前

シャッターブロックを据付ける以前であれば、受注メーカーに埋込み機器を支給し、シャッターブロックへのシャッター内挿入物の挿入を依頼できる可能性があり、これが最も確実な方法である。なお、機器据付け、調整にかかる追加費用は設置者の負担となる。

シャッターブロックを据付けた後にシャッター内挿入物を設置する場合には、原則として設置者の所掌において、MLF 実験施設 3 階の大型機器取扱作業室で施設側が保有している専用キャスクを用いて行う。時期は、MLF 建家竣工後（2006 年 12 月）となるだろう。

なお、運転開始時においてもインストールされないビームラインに関しては、角形ダクトはシャッター内に挿入せず、別途保管しておく。

d. 運転開始後

ビームが出てから新たにビームラインをインストールする場合、別途保管してあった（放射化していない）角形ダクトに埋込み機器を挿入する。シャッターは既に放射化しているので、専用キャスクを使用して角形ダクトをシャッター内に挿入する。全て設置者の所掌である。

ビームが出てから放射化したシャッター内挿入物を取り出して新しいものと交換する場合、全ての作業は専用キャスク内において行う。原則として角形ダクトは再利用せず、新しいものを準備すること。角形ダクト側板（図 1.2-2 参照）は再利用可能ならば利用しても構わないが、できないようであれば新たに製作すること。キャスクの外で角形ダクトへ埋め込み機器を装着後、キャスク内のシャッターブロックへ角形ダクトを挿入する。

キャスクを用いた作業はすべて、MLF 実験施設 3 階の大型機器取扱作業室で行う。

(3) 設計条件

a. 精度、位置調整

「中性子ビームシャッターシステム」で製作される角形ダクトの製作精度は、2m に対し $\pm 1\text{mm}$ の歪み、シャッターブロックを吊った状態での埋め込み機器の水平度は $\pm 1\text{mrad}$ （目標値）である。その製作精度、据付け精度で問題無ければ、シャッターブロックにあたるコリメータまたはガイド管のみを製作、設計のこと（図 1.2-1 参照）。

シャッターブロックには上下のストロークおよび水平面内での回転微調整機構があるが、水平度の調整機構は設けていない。角型ダクトの外周を巻く挿入案内板の部分のシム板挿入で水平度の据付け調整ができるように検討中である。

b. 発熱に対する配慮

ガイド管を挿入する場合は、ガラス基板と周辺鉄鋼製材料の熱膨張係数の違いによる破損等に配慮すること。シャッターブロック最上流部の最高温部 50°C、ビーム下流方向

に Δt は約 20°C 程度見ておくこと。温度差による熱応力が角部などに集中しない構造とすること。

鉄コリメータは熱伝導が良く、温度がほぼ一様となるため、熱応力の問題は無いと考えられる。

c. 放射線損傷

ガイド管基板として、ボロフロートガラス等のホウ素を含むものは不可であり、フロートガラスとすること。接着剤は、放射線ダメージにより接着能力が維持できなくなる可能性があるので、仮組み以外の用途は不可とする。

1.3 生体遮蔽部ダクト内挿入物 (図 1.3-1～図 1.3-6)

(1) 生体遮蔽部ダクトと生体遮蔽部埋込み機器の構造

a. 概要

中性子源の線源集合体、シャッター等は、アウターライナーと呼ばれる直径約 10m の円筒形容器の中に収納されており、その外側は重コンクリート製の生体遮蔽体が線源中心から 7.0～7.5m までに設置されている。この生体遮蔽体を貫通するように、アウターライナーから 300A（直径約 300mm）のパイプが各ビームライン毎に延びている。生体遮蔽部埋込み機器は、シャッターの直下流にあたる生体遮蔽部ダクト内に挿入する機器である。長さの詳細については、表 1-1 参照のこと。

図 1.3-1 に生体遮蔽部ダクトとその周辺機器との関係、図 1.3-2～1.3-6 に生体遮蔽部埋込み機器を示す。

b. 寸法

生体遮蔽部埋込み機器は、300A のパイプの中を通してシャッター間構造体内部まで挿入する機器である。パイプの内寸はφ298mm、長さはビームラインにより異なるが、およそ 2.5m-3.0m である。

(2) 所掌とスケジュール

a. 所掌

アウターライナー及び生体遮蔽部ダクトは、H14 年度発注の「ライナー・ベッセル及び支持機器」の中でその受注者により製作される。

計 23 本のビームラインのうち 7 本 (BL3, 8, 10, 16, 19, 20, 21) の生体遮蔽部埋込み機器については、H15 年度発注の「中性子源生体遮蔽部埋め込み機器」として、機器の製作、据付けまでをその受注者が行う (BL21 についてはハウジングのみ)。残りのビームラインの埋込み機器の製作、据付けについては設置者の所掌とする。

b. スケジュール

生体遮蔽部ダクトの据付けは 2005 年 1 月 17 日～2 月 17 日、生体遮蔽部埋込

み機器を模擬ダクト内に挿入する工場仮組み試験は 2005 年 7 月頃、生体遮蔽部埋込み機器の現地据付けは 2006 年 3 月頃を予定している。このため、設置者側で生体遮蔽部ダクト内挿入物を製作する場合には、据付け前の 2005 年末頃までに製作を完了し、現地へ持ち込むこと。

c. 運転開始前

「生体遮蔽部埋め込み機器」の据付け（受注者所掌）に間に合えば、工程を調整の上、受注者に挿入機器を支給し、生体遮蔽部ダクトへ埋込み機器を挿入できる可能性があり、最も確実な方法である。ただし、機器据付け、調整にかかる追加費用は設置者の負担となる。

これまでに間に合わない場合には、生体遮蔽部ダクト中には遮蔽プラグが挿入されているので、設置者がこれを引き抜いた後、生体遮蔽部埋込み機器据付け、調整を行う。

インストールされないビームラインの生体遮蔽部ダクト中には、すべて遮蔽プラグが挿入され、ハウジングや真空ダクトなどの予備は無い。

d. 運転開始後

運転開始後に新たにビームラインをインストールする場合、若干放射化した遮蔽プラグを引き抜き、埋め込み機器を挿入することになる。

運転開始後に放射化した生体遮蔽部挿入機器を交換する場合、下流の前置き遮蔽体側から真空ダクトおよびライナーを引き抜き、交換作業を行う。角形ダクトは再利用せず、新しいものを準備する。ハウジングは外す必要は無い。角形ダクトへコリメータまたはガイド管を挿入後、ライナーを巻き、ハウジングへ挿入する。

(3) 設計条件

a. 機能

埋込み機器の機能として、実験ホールに対するアウターライナー内の乾燥空気の封止がある。ほとんどのビームラインで、ビームライン内部を真空に保つ機能が要求される。（ただし、生体遮蔽部埋め込み機器に対する真空ライン、真空ポンプは施設側では準備しない。）また中性子ビームパス以外の部分は、鉄鋼等により不要な放射線を極力遮蔽する機能が必要である。これらの機能を満足する設計とすること。

b. 詳細構造

生体遮蔽部ダクトと埋込み機器とは、フランジによる取合いとなる。本件で設計した埋込み機器は、遮蔽及び乾燥空気の閉じこめを行う『ハウジング（図 1.3-3）』および挿入物の位置決めを行う『ライナー（図 1.3-4）』、更にライナー内部に挿入される『角形真空ダクト（図 1.3-5）』と、その内部に挿入される『挿入機器（コリメータまたはガイド管、図 1.3-6）』からなる。角形真空ダクトの真空引き取合い部は KF25 のフランジである（図 1.3-2、1.3-5 参照）。現在製作中のコ

リメータ等の寸法は、外形 122mm 角、長さ約 2.5~3.0m である。角形ダクトのフランジ部のキー溝でコリメータ等の固定を行う。コリメータ等の自重は角形真空ダクト下面で受ける。

生体遮蔽部ダクトは、 $\phi 295\text{mm} + 0.5/0$ のプラグが入るように内面の機械加工が行われている。最大外径は（図面的には） $\phi 301.9\text{mm}$ である。埋め込み機器の寸法は、 $\phi 295\text{mm}$ 以下とすること。長さはビームラインにより異なるため、確認が必要である（表 1-1 参照）。

c. 発熱に対する配慮

発熱についてはほとんど問題無いと考えられる。

d. 放射線損傷

放射線損傷はほとんど問題無いと考えられるが、ガイド管基板にはボロフロートガラスは避けた方が良い。

e. 据付け方法

据付けは、ビームラインの下流側、実験ホールの前置き遮蔽体側から行う。前置き遮蔽体ビームライントンネル部の幅は 1.0m、高さ 1.5m ($L=10\text{m}$ まで) および 2.0m ($L=10\text{m}$ 以降) である。「中性子源生体遮蔽部埋め込み機器」では、挿入架台を準備する予定である。

1.4 前置き遮蔽体

(1) 概 要

前置き遮蔽体（正式な発注件名：「中性子源前置き遮蔽体」）は、中性子源ステーションの重コンクリート遮蔽に接する形で設置される総重量約 4,000 トンの鉄鋼を中心とする遮蔽体である。重コンクリート遮蔽は線源中心からの距離 $L=7.0\sim7.5\text{m}$ までの範囲に設置されており、前置き遮蔽はこの外側、 $L=12\text{m}$ まで（一部、11m まで）に設置される。前置き遮蔽体は、床打込みコンクリート、側部遮蔽体及び上部遮蔽体で構成される。図 1.4-1 に概念図を、図 1.4-2～1.4-10 に構造図（検討段階）を示す。なお、本遮蔽体は現在詳細設計中であるため、詳細構造は決定していない。平成 14 年度に発注、平成 18 年度末が納期である。

(2) 床打込みコンクリート

- a. 図 1.4-10 に示すとおり、水平方向は重コンクリート壁外周～ $L=10\text{m}$ までの範囲、高さ方向 $1\text{FL}+0\text{mm} \sim 1\text{FL}+500\text{mm}$ の範囲に打設する。線源中心から 10m 以遠は、通常の実験ホール床面（ピットを除き、 $1\text{FL}+0\text{mm}$ ）となる。
- b. ただし、BL1, 12, 16, 23 については、 $1\text{FL}+500\text{mm}$ 以下に設置する機器があると予想されるためにコンクリート打設ではなく、ビームラインに沿って幅 $1,000\text{mm}$ の溝状切り欠きを設けてあり、溝の中にコンクリートブロックを固定する構造である。

c. 床打込みコンクリート上面には、各ビームラインに沿って遮蔽体やチョッパー等の固定のためのアンカーを設ける。M24 でビームライン方向長さ 1m あたり M24 を 10 箇所程度とする。アンカー設置位置は未定であり、施工までに決定する必要がある。

(3) 側部遮蔽体、上部遮蔽体

- a. 側部遮蔽体、上部遮蔽体は共に、鉄鋼を主とする遮蔽体で、低エネルギー中性子に対する遮蔽強化目的で一部コンクリート層を含む。中性子のストリーミング防止のため、段差構造を有する。
- b. 水平方向は $L=12m$ (一部 11m) まで、高さ方向は $1FL+4,000mm$ までの範囲に設置される。 $L=10m$ までの部分は、床打込みコンクリート上に設置される。
- c. 各ビームラインに沿って、幅 1m、高さ 2m のトンネル状の空間を有する。 $L=10m$ までは高さ $1FL+500\sim2,000m$ 、 $L=10m$ 以降は高さ $1FL+0\sim2,000m$ がトンネル状に空いている。ただし、遮蔽体ブロック同士の連結のための金具等が、トンネル内に多少張り出している箇所がある。
- d. 側部遮蔽体は高さ $1FL+4,000mm$ までのトンネルの側壁を形成する楔型の形状を有する遮蔽体であり、半固定式で通常の作業で取り外すことはない。
- e. 上部遮蔽体は、側部遮蔽体の上にトンネルに蓋をするように設置する遮蔽体であり、原則として各ビームライン毎に取り外し可能な構造を有する。高さについては、トンネルの上部にあたる $1FL+2,000\sim4,000mm$ の範囲に設置される。ただし、上流部では隣のビームラインへ一部またがっているところがある。トンネル内のビームライン機器にアクセスする場合には、上部遮蔽体を取り外すこととなる。
- f. 前置き遮蔽体の上部に物を置く場合、例えば上部遮蔽体を取外して仮置きする場合、 $7.5 \text{ トン}/\text{m}^2$ までの荷重には耐えられる。ただし生体遮蔽体壁際等の構造の弱い部分については、一部耐荷重が $2.3 \text{ トン}/\text{m}^2$ となっており、塗装色で区分されている。前者は高さ 1m 程度の鉄遮蔽体、後者は同じく高さ 1m 程度のコンクリート遮蔽体を仮置きすることを想定したものである。
- g. 遮蔽性能は、遮蔽体が設置されている範囲 ($L=12m$ または 11m) 内において、ほとんどのビームラインに対して十分であると考えられる。しかし、必要遮蔽厚さは各ビームライン内に設置されるデバイスによって変わるために、最終的な遮蔽性能の確認は各実験装置設置者の責任において行うこと。
- h. 添付図や本節で記述した前置き遮蔽体の形状に対して変更を有する可能性がある場合、または特別な要求がある場合には、各実験装置担当者は 2005 年 3 月までに施設側に連絡すること。
- i. 前置き遮蔽体の側部遮蔽体設置時期は 2006 年 6 月 5 日～8 月 24 日を、上部遮蔽体設置時期は 2006 年 11 月 24 日～2007 年 1 月 31 日を予定している。この間の 3 ヶ月 (2006 年 8 月 25 日～11 月 23 日) の期間は、前置き遮蔽体トンネル内にビームライン機器を設置するための期間として空けてある。可能な限り、この期間内

にビームライン機器を設置すること。これに治まらない場合には、2007年2月～陽子ビーム受け入れ前の2007年夏頃の期間に、設置者所掌で上部遮蔽体を取り外して設置を行うこと。なお、上部遮蔽体の設置時期を遅くしてビームライン機器設置期間を延長する可能性も残されている。

1.5 補助遮蔽体

(1) 概要

補助遮蔽体（正式な発注件名：「中性子源補助遮蔽体」）は、L1の長い長尺ビームラインに使用することを目的とした、総重量約3,100トンの鉄鋼を主とする遮蔽体である。平成14年度に発注、平成18年度末が納期である。

(2) 構造及び数量

- a. 図1.5-1～1.5-7に構造を示す。
- b. 上面ブロック、側面上部ブロック、側面下部ブロックより構成される。
- c. 高エネルギー中性子遮蔽のために鉄鋼を主要材料とし、低エネルギー中性子遮蔽用に一部コンクリート層が含まれている。
- d. 全長でビームライン72m分あり、3m単位のユニット構造である。
- e. 中性子ビームの高さに応じ、結合型モデレータ用と非結合型/ポイズン型用の遮蔽体がある。両者は上面ブロック及び側面上部ブロックは共通だが、側面下部ブロックの高さが異なる。

結合型モデレータ用（図1.5-2）

全 高	2,840mm
数 量	ビームライン24m分（3m分×8ユニット）

非結合型/ポイズン型用（図1.5-1）

全 高	3,140mm
数 量	ビームライン48m分（3m分×16ユニット）

- f. 本遮蔽体は、中性子ビームを挟み込む様に左右に設置する側面ブロックと、上面ブロックによりビームダクト等を設置するトンネル状空間を形成する。この空間の横幅は、400～700mmの間で任意である（図の構造はこれに対応していないが、追って修正する）。またトンネル状空間の高さは、結合型モデレータ用が1,840mm、非結合型/ポイズン型用が2,140mmである。

(3) 付帯条件

- a. 本遮蔽体のみでは遮蔽性能、特に低エネルギー中性子に対する遮蔽が不十分であると考えられるため、外側に追加の遮蔽体（図1.5-1、1.5-2記載の外周遮蔽ブロックのようなもの）が別途必要である。

- b. トンネル状空間内にはビームダクト等を設置するが、残された空間には可能な限り遮蔽体を充填する必要がある。遮蔽材料はビームラインに依存するが、普通コンクリートを基本とし、一部ポリエチレンや鉄鋼が必要な場合があり、これらの材料の使用も可能である。この判断は、各実験装置設置者が行う遮蔽計算による。
- c. 本遮蔽体はプロジェクト予算で製作したものであるため、プロジェクトが選定した実験装置に優先的に割り当てられるものである（無償）。
- d. 本遮蔽体の据付は、平成 18 年度後半を予定している。この時期までに、全数の設置位置及びそれぞれの遮蔽体のトンネル幅（400～700mm）を決定する必要がある。
- e. 本遮蔽体は、前置き遮蔽体とは直接接続しない幾何形状である。このため、接続を行う場合には中間に接続用の遮蔽体が必要である。

2. 安全管理機器 PPS (Personnel Protection System)

本章では、J-PARC の PPS (Personnel Protection System) に係わる機器との取合いについて記述する。なお、安全に関わる機器の運用、管理についての具体的な内容については、今後の施設運転体制の中で決めていくことになる。本章で記述する機器は安全上極めて重要なものであるため、機器設計及び設置にあたっては、施設側と十分に協議して仕様を決定すること。なお本章では、実験装置を分光器、実験ホール内に設置してビームを受けて実験を行う部屋のことを分光器室と呼ぶ。

2.1 中性子シャッター操作装置

(1) 設置の目的

図 2-1 に中性子シャッターと分光器 PPS の状態遷移図を、図 2-2 に分光器 PPS 機器の概念図を示す。中性子シャッター操作装置には、メインキー 1 本、サブキー 5 本、開閉スイッチが設けられており、サブキーは PPS の 1 要素となるものである。サブキーは分光器室の入口や遮蔽ハッチの鍵となっており、全て中性子シャッター操作装置に返却されていなければメインキーを ON にすることができない。シャッター開閉スイッチは、メインキーが ON の状態でなければ操作することができない。また、分光器室等へ入室するときには、シャッターが閉じた状態であり、メインキーを OFF にしてサブキーを抜かなければならない。シャッター操作装置の設置場所は、主となる分光器室の出入口付近を想定している。なお、本装置はまだ製作設計に着手していないため、機器仕様の詳細は未定である。

(2) 所掌範囲

施設側は平成 18 年度末までに 10 台の中性子シャッター操作装置を準備する予定である。そのうちの 1 台はビームライン No. 10 への設置が決まっている。残る 9 台はプロジェクト設置分光器に譲渡され、設置者所掌により設置されるが、どの分光器が対象となるかは未定である。10 台目以降の分光器用の中性子シャッター操作装置については、外観や機能が同等の相当品を設置者が準備すること。

2.2 退避確認ボタン

(1) 設置の目的

分光器室に実験者が残った状態でシャッターを開いてはならない。退避確認ボタンは、これを担保するために設置するものである。実験者が分光器室から退室後にシャッターを開く際には、室内から全員が退避したことを確認し、入口扉を施錠することが必要である。全員が退避したことを確認した後、最後の一人が退避確認ボタンを押す。このとき、分光器室内には警報が発せられる。万一見落しがあって分光器室内に実験者残っていた場合には、次に述べる緊急ボタンを押すことにより、シャッターの開操作を禁止することができる。退避確認ボタンを押した後は、入口扉を施錠し、前

述の中性子シャッター操作装置にサブキーを返却してメインキーを ON にすることとなる。この一連の操作が一定時間内（未定）に完了しない場合には、退避確認ボタンの操作は無効となり、メインキーを ON にすることはできない。メインキーが ON にならなければ、シャッター開閉ボタンを操作することができないため、結果としてシャッターの開操作が行えないこととなる。

(2) 所掌範囲

施設側は平成 18 年度末までに 10 台の退避確認ボタンを準備する予定である。そのうちの 1 台はビームライン No. 10 への設置が決まっている。残る 9 台はプロジェクト設置分光器に譲渡され、設置者所掌により設置されるが、どの分光器が対象となるかは未定である。10 台目以降の分光器用の退避確認ボタンについては、外観や機能が同等の相当品を設置者が準備すること。

2.3 緊急ボタン

(1) 設置の目的

緊急ボタンとは、分光器室の退避確認が終了し、退避確認ボタンが押された後に、警報を発するとともに、分光器室内に残された人がいた場合に、本ボタンを押すことによりシャッターの開操作を禁止するための装置である。前述の中性子シャッター操作装置のメインキーが ON になっている間に緊急ボタンが押された場合には、PPS 動作により陽子ビームが停止する。またメインキーが OFF になっている間に緊急ボタンが押された場合には、メインキーを ON にできない。

(2) 所掌範囲

施設側は平成 18 年度末までに 10 台の緊急ボタンを準備する予定である。そのうちの 1 台はビームライン No. 10 への設置が決まっている。残る 9 台はプロジェクト設置分光器に譲渡され、設置者所掌により設置されるが、どの分光器が対象となるかは未定である。これ以外の分光器用の緊急ボタンについては、外観や機能が同等の相当品を設置者が準備すること。

2.4 電気錠

(1) 設置の目的

シャッター開操作を行うための条件として、分光器室出入口の扉やハッチ等が施錠されていることが求められる。施錠状態を電気的に確認するため、実験者が通常の出入りに使用する分光器室への扉やハッチには電気錠を設けること。電気錠の解錠は、中性子シャッター操作装置のサブキーによってのみ可能な構造とすること。また分光器室内部からは、常に解錠することができる仕様とする。電気錠は、非通電時には施錠の状態であること。

(2) 所掌範囲

施設側と協議のうえ、各分光器設置者が準備すること。

2.5 リミットスイッチ

(1) 設置の目的

実験者が通常の出入りに使用する分光器室の扉の開閉状態は、シャッター開閉に関するインターロック信号の一つである。電気的に扉の開閉状態を確認するため、扉にはリミットスイッチを設ける。分光器室の扉の閉状態は、電気錠とリミットスイッチの両者によって確認される。2重化のため、1枚の扉に対して2個のリミットスイッチを設けることとする。また、リミットスイッチは扉が開の時に接点開となる仕様とすること。

(2) 所掌範囲

施設側と協議のうえ、各分光器設置者が準備すること。

2.6 遮蔽ハッチ錠

(1) 設置の目的

加速器運転期間中の開閉が想定され、かつ開ける際に実験ホールの過度な線量上昇を抑えるためにシャッターが閉じている必要がある遮蔽ハッチについては、錠を取り付けて自由に開くことができない構造とする。錠の解錠には前述の中性子シャッターハンドル装置のサブキーを利用する。錠は施錠しなければ鍵が抜けない仕様とする。

(2) 所掌範囲

施設側と協議のうえ、各実験装置設置者が準備すること。

2.7 放射線モニター

(1) 設置の目的

分光器室内にはガンマ線モニターと中性子モニターを設ける。ガンマ線モニターは、入室前に試料の放射化等による空間線量を確認するために使用する。中性子モニターはシャッターの開閉状態を分光器側で確認するために使用すること。一定の線量を超えた場合には、入室を禁止できるよう、インターロック信号を発生できること。なお、放射線モニタの詳細仕様については、別途指定する。

(2) 所掌範囲

施設側と協議のうえ、各実験装置設置者が準備すること。

2.8 配線の取合い条件

第1、第2実験ホールには、共に「中性子PPS接続用端子台」「シャッター用CVCF端子台」を施設側が設置する。PPSに関連する機器の電源は安全担保上重要であるため、「シャッター用CVCF端子台」から供給するものを使用すること。設置者は、端子台から中性子シャッター操作装置までの配線、および、中性子シャッター操作装置に接続する機器の配線を行うこと。実験ホール内の端子台位置を図2.3に示す。また中性子シャッター操作装置に接続するケーブルを表2-1に示す。3.2節(4)にも関連する記述があるので、参照すること。

表2-1 中性子シャッター操作装置に接続するケーブルリスト

配線接続先	ケーブルの種類	数量
中性子PPS接続用端子台	制御ケーブル $0.75 \text{ mm}^2 \times 10 \text{ ペア}$	1本
	PLCリンク用ケーブル	2本
シャッター用CVCF端子台	電源ケーブル(AC100V)	1本
退避確認ボタン	制御ケーブル: $0.75 \text{ mm}^2 \times 2 \text{ ペア}$	1本
緊急ボタン	制御ケーブル: $0.75 \text{ mm}^2 \times 10 \text{ ペア}$	1本
放射線モニター信号処理部	制御ケーブル: $0.75 \text{ mm}^2 \times 2 \text{ ペア}$	1本
電気錠、リミットスイッチ	制御ケーブル、電源ケーブル	必要数

2.9 分光器室入室、ハッチ開放の条件

分光器室への入室条件は、シャッターが閉じていることと共に、分光器室内の線量率が $25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下（暫定値）であることが基本的考え方である。シャッターの開閉状態は、施設側が提供する接点信号（2点）により、分光器室内の線量率は放射線モニターからのインターロック信号により、判断することができる。これらの信号は中性子シャッター操作装置に入力され、扉鍵の引抜き条件として利用される。

ハッチ開放の条件は、ハッチを開放した際に、ハッチ穴位置での空間線量率が $25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下（暫定値）となることが基本的考え方である。この空間線量率を満たすために、シャッターが閉じている必要があれば（大部分の遮蔽ハッチがこれに該当すると思われる）、入室条件と同様にシャッター閉がハッチ開放の条件となる。なお、隣接するビームラインの中性子シャッターの開閉状態により、分光器室内の線量率やハッチ開放時の線量率が上昇することがないか、評価を行う必要がある。線量率の上昇により分光器室への入室条件や、ハッチ開放の条件が満足できない場合には、隣接するビームラインの中性子シャッターの開閉状態も、インターロック条件に組み込む必要がある。

なお、場合によっては上記基本的考え方が満足されない場合にも、特別な処置によって分光器室入室及びハッチ開放が行えることもあります。

3. ユーティリティ設備

本章では、実験装置設置時及び利用時に使用可能なユーティリティについて述べる。なお、現在機器の設計中及び設置位置の調整中であるため、これらについては今後修正される場合がある。

3.1 クレーン

(1) 主クレーン (30、50 トン)

第1実験ホールには 50 トン、第2実験ホールには 30 トンの主クレーン（天井クレーン）が設置されている。図 3.1-1 に、クレーンのアクセス範囲を示す。どちらもアクセス範囲は陽子ビームライン中心軸から東西方向 10.15m 以遠に限られている。図 3.1-2、3.1-3 に、両クレーンの詳細図を示す。1FL+0 からの揚程は、第1実験ホールの 50 トンが 14.8m、第2実験ホールの 30 トンが 15.3m である。

(2) 補助クレーン (7.5 トン)

両実験ホールには、主クレーンの他にそれぞれ 7.5 トン伸縮アーム付きクレーンが設置される。これらのクレーンのアクセス範囲を図 3.1-4、3.1-5 に示す。また、クレーンの詳細を図 3.1-6、3.1-7 に示す。7.5 トンクレーンは、陽子ビームライン中心軸から 10.15m 以内で主クレーンのアクセス範囲外である領域に設置される遮蔽体等の機器を取り扱うために設置するものである。クレーンの揚程は、1FL+0 基準で 7,175mm である。

(3) クレーンの利用

(1)、(2) で述べた主クレーン、補助クレーンは、実験装置を設置する際に使用できる。ただし実験ホールに機器を設置するすべての設置者の共用であるため、施設側で工程調整を行うので、これに従うこと。クレーンの運転に必要な電気代は施設側で負担するが、クレーンの運転員及び玉掛け作業者は設置者の負担とする。

3.2 電 気

(1) 電 力

a. 系 統

三相 3 線式 210V 回路と単相 3 線式 210/105V 回路の系統を供給する。単相系は電源系統における高周波ノイズの影響に配慮し、変圧器のバンクが異なる一般系と測定器専用系を別々に供給する。ノイズ源になる機器は必ず一般系に接続し、ノイズの影響を回避したい機器は測定器専用系を利用し受電すること。

表 3.2-1 に分電盤回路表を示す。

b. 配 置

中性子ビームラインごとに 1 面ずつ分電盤を配置する予定である。分電盤の配

置案（調整中）を図 3.2 に示す。図で分電盤名称「NE-1LP-a10」とは No.10 のビームライン用分電盤を表す。合計 23 面の分電盤のうち以下に示す 6 面を施設側で先行して設置する。

第 1 実験ホール : NE-1LP-a1, -a10, -a11

第 2 実験ホール : NE-1LP-a15, -a16, -a19

残りの 17 面に関しては、幹線ケーブルも含めて手当ては未定である。分電盤の主な仕様を表 3.2-2 に示す。

(2) タイミング信号

a. 概 要

J-PARC の中央制御室からのタイミング信号を受信する。本タイミングシステムは J-PARC 標準仕様のスケジュールドタイミング方式を採用している。

b. 機器仕様

表 3.2-3 にタイミング信号受信設備の機器仕様を示す。トリガ及びゲート信号（電気信号）は、ビームラインに対してそれぞれ 1 チャンネルを割り当てる。光信号が必要な場合には対応可能な計画としているので、施設側と協議すること。

タイミング信号受信設備は第 1 実験ホール及び第 2 実験ホールに 1 式ずつ、計 2 式設置される。

c. 配 置

タイミング信号受信設備ラックの配置案（調整中）を図 3.2 に示す。

(3) ネットワーク

a. 全体構成

MLF 制御室配下のネットワークにおいては、制御系、館内系と一般系、実験系の物理的に分かれたネットワークを構成する。制御系、館内系は MLF 内のエッジスイッチ以下を分離し、別個の伝送媒体、スイッチにて構成される。一方、一般系、実験系は MLF 施設内にて VLAN を構築する。

b. 各系統の役割

(i) 制御系・・・加速器制御に関わる装置から構成され、EPICS を経由して加速器の運転情報を取得する。

(ii) 館内系・・・監視カメラを接続する。トラフィックは施設内で収束している。

(iii) 一般系・・・メール、WEB 閲覧等インターネット、インターネット利用と、外部の研究者を含めた実験施設利用者の実験データ転送及び測定装置のモニタリングを想定し計画している。

(iv) 実験系・・・実験装置の制御機器を接続する。トラフィックは施設内で収束している。

c. 機器仕様

実験ホールに設置されるネットワークスイッチの仕様と、ビームラインあたり

の使用可能ポート数を表 3.2-4 に示す。スイッチの仕様変更により、将来的には 1000BaseT による通信が対応可能なネットワークを構成している。

d. 配 置

ネットワークスイッチの配置案（調整中）を図 3.2 に示す。

(4) PPS 機器（詳細は 2.8 節、表 2.1、図 2.2 及び図 2.3 参照）

a. CVCF 電源

中性子シャッター操作装置及び放射線モニター信号処理部は、各実験ホールに施設側で用意する CVCF 端子盤内の端子台に設置者側で接続すること。ビームラインごとの電源容量は単相 100V、5A、1 回線である。

b. 制御信号

中性子シャッター操作装置から制御室までの信号は、ハードワイヤ及び PLC リンクにより伝送する。設置者は、分光器室からケーブルを敷設し、各実験ホールに設ける中性子 PPS 接続用端子盤内の端子に接続すること。端子盤から制御室までは、施設側で接続する。

3.3 給排気・排水

(1) 給気

特に給気設備を設けていないため、実験ホール雰囲気から給気を行うこと。

(2) 排気

ビームライン内の放射化された気体の排気は、各ポート専用の排気口（ $100\phi \times 1$ ）に排気すること。フランジでの取合いとする。配管の配置図案（調整中）を図 3.3 に示す。キャビンなどの換気／空調に伴う排気は実験ホール雰囲気に放出すること。

(3) 排水

空調に伴うドレン排水は、実験ホール床の排水ピットを利用すること。また、実験に利用した排水も同様の排水ピット又は実験ホール壁際の手洗いを利用し排水すること。ただし、低レベルの管理排水のみ使用可能である。ここで低レベルとは昭和 63 年 5 月 8 日科学技術庁告示第 15 号「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」別表第 1 第七覽に規定された数値の 1/10 以下を目安とする。

排水ピットの配置を図 3.3 に示す。

3.4 冷却水

(1) 系 統

a. T0 チョッパー冷却系

主に T0 チョッパーの熱除去のための設備である。その他の放射化が想定される冷却系にも、本系統を利用すること。取合いはヘッダーによるものとし、各ポート用に取水／戻り水用の口（25A）を設けている。

系統の諸管理値（設計値）を下記に示す。

- (i) 温度 T . . . ~35°C
- (ii) 総除熱量 H . . . 220kW
- (iii) 総流量 Q . . . 18m³/h
- (iv) 差圧 ΔP . . . ~400kPa

b. 実験装置冷却水供給系

実験装置の熱除去及び実験用純水供給のための設備である。放射化の無い冷却系統に使用すること。したがって、実験装置でも放射化される対象については a. T0 チョッパー冷却系を使用することになる。取合いは実験ホール壁際のヘッダーによるものとし、各ポート用に取水／戻り水用の口（25A）を設けている。

系統の諸管理値（設計値）を下記に示す。

- (i) 温度 T . . . ~35°C
- (ii) 総除熱量 H . . . 1100kW
- (iii) 総流量 Q . . . 120m³/h
- (iv) 差圧 ΔP . . . ~400kPa

(2) 構成

各系統は流量が変動した場合にも、ヘッダー間の差圧が維持できるように流量調整弁をもつバイパス配管を設けている。

(3) 配置

図 3.4 に冷却水設備の取合い配置案（調整中）を示す。

3.5 圧縮空気

(1) 取合いと配置

計装などのプロセス用圧縮空気を使用する場合には、実験ホール壁際に設置するボール弁から供給される圧縮空気（供給圧力 0.6MPa）を利用することができる。取合いは実験ホール壁際のボール弁に 10k のねじ込み配管で取り合うものとする。

図 3.5 に圧縮空気設備の取合い配置案（調整中）を示す。

4. 遮蔽設計

本章では、実験装置設置時の放射線安全性評価にとって重要な遮蔽設計に関し、その評価方法及び目標線量について述べる。設置者による評価結果は、施設側によるレビューを経ることとなる予定である。

4.1 評価方法

4.1.1 前提条件

- (1) 中性子源ターゲットへの入射陽子ビーム出力として、1MW を仮定することとする。
- (2) J-PARC 施設に係わる設計目標値は、付録-1「大強度陽子加速器施設に係る施設設計目標値」にまとめられている。表 4.1-1 は、関連の深い部分の抜粋である。

管理区域 II の上限が 10mSv/h と高いため、MLF では独自に、管理区域 II を次の 2 つに区分している。

管理区域 II-1 12.5 ~ 100 μ Sv/h 週 10 時間程度の作業が可能な区域

管理区域 II-2 100 ~ 10,000 μ Sv/h 短時間の作業が可能な区域

これらの線量基準を満足するように、4.2 節では実際的な遮蔽設計基準を示す。

(3) 設計裕度

J-PARC 全体の遮蔽設計指針として、モンテカルロ法評価を行う場合には、裕度 2 を考慮することとする（以下、この裕度には下線を付す）。

表4.1-1 施設遮蔽設計目標値

区 域	設計目標値	法令、予防規定など	備 考
事業所境界	<50 μ Sv/年	<250 μ Sv / 3 ヶ月	
事業所内一般区域	<0.25 μ Sv/h	<20 μ Sv/週	
管理区域 I	<12.5 μ Sv/h	<1mSv/週	時間、施錠管理及び インターロック
管理区域 II	<10mSv/h		
管理区域 III	>10mSv/h		

- ・ 設計目標値では、科学技術庁放射線安全課長通知により、3 ヶ月:500h、週:40h とする。
- ・ 管理区域 I は、常時立ち入りが可能な区域とする。
- ・ 管理区域 II は、原則として立ち入り制限区域とする。
- ・ 管理区域 III は、原則として立入禁止区域とする。

4.1.2 評価手法

- (1) J-PARC 全体の施設安全評価法は、付録-2「大強度陽子加速器施設安全評価法について」にまとめられている。表 4.1-2 に、線量換算係数を示す。
- (2) 実験装置の遮蔽評価は、原則としてモンテカルロ法粒子輸送計算コード（例えば PHITS、MCNPX）を用いることとする。その他の手法を用いる場合には、事前に施設側と協議のこと。
- (3) 中性子ビームラインに関する遮蔽計算では、ダクト中を通過する中性子ビームがダクト壁に当たって散乱される中性子、あるいは試料によって散乱される中性子等が、遮蔽に対する線源になる。遮蔽計算にあたっては、単純な点線源、面線源、ビーム上線源にはならない場合が多く、線源の与え方に注意を要するため、施設側担当者とよく打ち合わせを行うこと。

4.2 目標線量

本節では、表 4.1-1 で規定された目標線量から出発し、実際の実験装置遮蔽設計で適用する評価点と目標線量について記述する。なお、本節で述べる目標線量は、実験ホールにおける被曝管理の運用方法等や他の線源（陽子ビームトンネル、ミュオンターゲット、他の中性子ビームライン）の状況により、実体に即して見直す可能性がある点を注記しておく。

4.2.1 実験ホール空間（分光器室外）に対する基準

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| (1) ビームライン遮蔽体表面の最大線量 | 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ |
|----------------------|-----------------------------|
- ここで対象となるのは、実験ホールで人が近接する可能性のある場所で、ビームライン遮蔽体、分光器室周りの遮蔽体、ビームストップ等を指す。放射線作業従事者が常時立に入る管理区域の設計目標値である 12.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ に、モンテカルロ法評価に対する裕度 2を見込む。さらに、実験ホールは多くの実験者が入り、かつ常駐する空間であるため、さらに裕度 2.5 を見込む。大きめの裕度としたが、(2)項の平均表面線量の条件を満たせば、本項の条件を満たすのは難しくないと考えられる。ただしこの基準は、実験ホールで人が近接する可能性のある遮蔽体外表面にのみ適用されるもので、遮蔽体外表面が隣のビームライン遮蔽と重なっているような場所には適用されない。
- $(12.5 / \underline{2} \times 2.5) = 2.5$

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| (2) ビームライン遮蔽体表面の平均線量 | 0.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ |
|----------------------|-----------------------------|
- 本項の基準が適用される対象は、(1) 項と同じである。事業所境界に対するス

カイシャインによる線量制限から、実験ホール全体にわたりビームライン遮蔽体表面の平均線量を $1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ とする。平均化の操作は、遮蔽体の上面、側面それぞれに対して行う。裕度として、モンテカルロ法評価に対する裕度 $\underline{2}$ のみを考慮する。ただし、この基準は実験ホールでスカイシャインとして考慮する必要のある遮蔽体外表面にのみ適用されるものであり、遮蔽体外表面が隣のビームライン遮蔽と重なっているような場所には適用されない。

$$(1/\underline{2}=0.5)$$

(3) MLF 建家外壁に対する線量

$0.025 \mu\text{Sv}/\text{h}$

MLF 建家外壁の外側は一般区域であるため、 $0.25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ の線量基準が適用される。実験ホールの外壁に対しては、実験ホールに設置された 23 本の中性子ビームライン遮蔽、ミュオンビームライン、陽子ビームライントンネル遮蔽体からの線量の合算となるため、注意が必要である。この中で中性子ビームラインについては、外壁のある 1 点に対しては実質 5 本分のビームラインによる線量が寄与すると仮定する。そこで、 $0.25 \mu\text{Sv}/\text{h}$ の $1/5$ を原則とする。さらにモンテカルロ法評価に対する裕度 $\underline{2}$ を考慮する。MLF 建家外壁の線量に対する陽子ビームライントンネル遮蔽体からの寄与、ミュオン実験施設からの線量の寄与は別途積算する必要があり、これらの線量によりこの基準は多少変更される可能性がある。

$$(0.25/(5 \times \underline{2})=0.025)$$

(4) 長尺ビームラインに対する線量

(未定) $\mu\text{Sv}/\text{h}$

4.2.2 分光器室内に対する基準

(1) 自身のシャッター閉、隣接ビームラインのシャッター開時 その 1

$6.25 \mu\text{Sv}/\text{h}$

隣接するビームライン（分光器室、ビームストップも含む）が自身の分光器室内に隣接している場合、自身のビームラインのシャッターが閉の状態であっても、隣接ビームラインから飛来する中性子により自身の分光器室の線量が上昇する場合がある。このとき、分光器室内の線量は常時立入り管理区域 ($< 12.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$) とするのが望ましく、また BG の低い実験を行うことからも分光器室内の線量を十分に低く抑える必要がある。このため、 $12.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ にモンテカルロ法評価に対する裕度 $\underline{2}$ を考慮することとする。隣接ビームラインに T0 チョッパーが装備され、通常これを使用している場合、T0 チョッパーを遮蔽体の一部と見なして構わない。

$$(12.5/\underline{2}=6.25)$$

- (2) 自身のシャッター閉、隣接ビームラインのシャッター開時 その2
 (隣接ビームラインに T0 チョッパーがあり、これを遮蔽体として見なすが、何らかの理由により遮蔽体として機能しなくなった場合)

500 $\mu\text{Sv}/\text{h}$

隣接ビームラインの T0 チョッパーが正常動作中に分光器室に入室し、分光器室内で作業中に T0 チョッパーの位相がずれる等の理由により遮蔽体として機能しなくなった場合、線量が管理目標値である 25 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上に上昇する可能性がある。この場合、線量が 25 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以上になったことを分光器室内に設置した放射線モニターにより検出し、これを実験者に通知し、分光器室外へ退出することとする。T0 チョッパーが遮蔽体として機能しなくなった場合においても、分光器室内の線量が最大 1,000 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ であれば、退出までに 3 分を要するとしても、被曝量は 50 μSv となり問題ない。モンテカルロ法評価に対する裕度2を考慮する。

(1,000/2=500)

- (3) 自身の BL シャッター閉時、シャッターを透過した放射線による寄与分
 (未定) $\mu\text{Sv}/\text{h}$

- (4) 分光器室内物品の放射化による寄与分
 (未定) $\mu\text{Sv}/\text{h}$

4.2.3 ハッチ開放時に対する基準

(未完)

5. その他の設計基準・条件

5.1 耐震設計基準

- | | |
|-----------|---------------------------------|
| (1) 水平加速度 | 0.25 G |
| (2) 摩擦係数 | すべて 0 とする。
(実際の摩擦力は、裕度と考える。) |
| (3) 安全係数 | 未定 |

5.2 電気設備仕様

5.2.1 基本条件

- (1) MLF に設置される電気機器は、原則として原研・東海研究所の電気工作物保安規定、電気工作物保安規則に従うこと。ただし、J-PARC としての規定、規則ができた場合にはこちらに従うこと。表 3 を参照の上これらの規定、規則入手の上、遵守すること。

5.2.2 ケーブル仕様

- (1) 原則として、JISC3005 4.26 60 度傾斜試験、あるいはこの試験と同等以上の国際基準の難燃試験に合格し、かつ燃焼時にダイオキシンやハロゲンガスを発生しないエコケーブル (EM 型) 以上を使用すること。
- (2) ただし、同軸ケーブル等の弱電ケーブルで上記条件を満たすものの入手が困難な場合には、施設側と協議の上、他のケーブルを使用しても構わない。
- (3) 高難燃ケーブル (NH) である必要はない。

5.3 据付基準

(1) 基準マーカー、基準座等 (図 5.3-1~5.3-4)

本節では、基準マーカーや野書線等の現状について述べる。なお、これらについては今後の詳細な設計、建設状況、他の装置との取合いなどにより、設置位置、台数を変更する可能性がある。

a. 基準マーカー (床面及び建家外壁)

基準マーカーは、床面マーカーとビームライン高さマーカーの 2 種類ある。マーカーには、座標点を示す十字を野書いてある (図 5.3-1)。野書線の位置精度は、理想中心軸に対して ±0.5mm である。

床面マーカーは、中性子ビームライン毎に、線源中心から 10m、20m、30m の 3 点か、またはこれら 3 点に加えて実験ホール建家壁から数 m 手前に 1 点の計 4 点設置される。

ビームライン高さマーカーは、中性子ビームライン毎に、実験ホール建家壁の中性子ビームライン中心軸延長線上に 1 点と、生体遮蔽体重コンクリート用 SC 構造壁に中性子ビームライン中心軸から上部方向にオフセット（5m 程度）を与えた位置に設置する（図 5.3-3）。

b. 基準マーカー（生体遮蔽体外壁）

中性子ビームライン毎に、生体遮蔽体重コンクリートから実験ホールに突き出した中性子ビームダクトに、中性子ビームライン軸から水平、垂直方向に延長した部分に野書を用意する（図 5.3-4）。野書線の位置精度は、理想中心軸に対して、 $\pm 0.5\text{mm}$ とする。

c. 基準座（図 5.3-2）

基準座は測量網観測に用いられるものであるが、機器設置用に使用することが可能である。基準座の座標精度は、理想座標に対して、 $\pm 0.5\text{mm}$ である。

基準座は、実験ホール建家壁及び生体遮蔽体重コンクリート用 SC 構造壁に床面から数 m 程度上側に 10 箇所程度設置し、反射板を設置できる専用治具を用いて、反射板を精度よく設置できる構造となっている。

これらの基準座を用いる場合、専用の治具か反射板を設置できる機構、後述のレザートラッカーか 3D トータルステーション及び反射板を使用する必要がある。

(2) 利用可能な測定機器

利用可能な測量機器の一覧表を表 5-1 に示す。これらの機器は精密測量（精度 $\pm 1.0\text{mm}$ 以内）を可能にする機器であり、その性能を十分に引出すためには、機器の使用に習熟する必要がある。TDA5005 の使用を勧める。

a. 利用条件

表 5-1 の測量機器を使用する場合、他の使用予定が無ければ貸し出すことができる。スケジュール調整を行うので、事前に担当者に連絡すること。

(3) 床レベルの経年変化対策

a. 概 要

実験ホールの床面レベルは、実験装置の設置等により経年変化すると考えられる。床沈降を含む基準点の水平、垂直変動対策として、外部基準点を含む測量網を組んでいる。経年変化が予測される場合、中性子源中心（実際にはヘリウムベ

ッセルに設置する) 基準座と実験室ホールの壁基準座、外部基準座の座標を計測し、中性子源中心に対する実験ホール基準座標の変動量を観測する予定である。変動が観測された場合、壁の基準座の座標修正、中性子ビームラインの高さ基準の変更などを行う。実験ホール建家壁のビームライン高さマーカーは、XY 軸に移動可能なマーカーである。

経年変化の観測は、垂直方向に関しては建設中を含み運転開始前後まで年1回から2回、水平方向に関しては、1年1回から2、3年に1回程度を予定している。

5.4 実験ホール床面との取合い

(1) 床配筋

実験ホールにアンカーボルト等で機器を設置する場合には、床配筋を切断することのないよう配慮すること。

実験ホール床（1FL+0）直下の配筋は、上下2層になっている。上層はさらに2段になっており、配筋中心が 1FL-100mm の深さに東西に走る配筋、1FL-135mm の深さに南北に走る配筋がある。下層は1段のみで、1FL-200mm の深さに東西に走る配筋がある。配筋間隔は東西方向が 200mm、南北方向が 150mm であり、配筋の太さは直径 35mm である。施設側より、配筋図を入手できる。

(2) 耐荷重

実験ホールの床耐荷重を図 5.4-1 に示す。設置する機器は、耐荷重の範囲内に収めること。

表1 中性子ビームラインの始点と角度

ビームライン 番号	ビームライン始点* (x, y, z) [mm]	方位角 θ [deg]
1	(11.5, 22.2, -163.0)	38.5
2	(11.5, 22.2, -163.0)	47.5
3	(11.5, 22.2, -163.0)	56.5
4	(11.5, 22.2, -163.0)	65.5
5	(11.5, 22.2, -163.0)	74.5
6	(11.5, 22.2, -163.0)	83.5
7	(-99.4, -27.5, 158.0)	90.8
8	(-99.4, -27.5, 158.0)	97.5
9	(-99.4, -27.5, 158.0)	104.2
10	(88.3, 54.2, 158.0)	116.2
11	(88.3, 54.2, 158.0)	123.7
12	(88.3, 54.2, 158.0)	134.0
13	(-13.4, -21.1, -163.0)	-149.0
14	(-13.4, -21.1, -163.0)	-136.3
15	(-13.4, -21.1, -163.0)	-123.6
16	(-13.4, -21.1, -163.0)	-110.9
17	(-13.4, -21.1, -163.0)	-98.2
18	(-95.5, -57.2, 158.0)	-89.3
19	(-95.5, -57.2, 158.0)	-82.5
20	(-95.5, -57.2, 158.0)	-75.7
21	(106.6, 30.4, 158.0)	-64.6
22	(106.6, 30.4, 158.0)	-52.4
23	(106.6, 30.4, 158.0)	-40.2

* z: 高さ方向の基準は陽子ビームライン高さ (EL+3,200 mm = 1FL+1,615mm)。
z=158mm の高さは EL+3,358mm、または 1FL+1,773mm に相当し、また z=-163mm
の高さは EL+3,037mm、または 1FL+1,452mm に相当する。

表 2 1-MW 出力時における中性子源性能の公称値

Type of Moderator	Number of Beam Ports	Time-integrated Thermal Neutron Flux [n/s.cm ²] *	Peak Neutron Flux at 10 meV [n/eV.s.cm ²] *	Pulse Width in FWHM at 10 meV [us]
Coupled Moderator	11	4.6×10^8	6.0×10^{12}	92
Decoupled Moderator	6	0.95×10^8	3.0×10^{12}	33
Poisoned Moderator (Thicker Side)	3	0.65×10^8	2.4×10^{12}	22
Poisoned Moderator (Thinner Side)	3	0.38×10^8	1.4×10^{12}	14

* Values at 10 m from the moderators

表3 実験装置設置に関わる文書一覧

番号	文書名	発行日	入手先
1	東海研究所電気工作物保安規定	H14年4月	原研・中性子施設開発グループ
2	東海研究所電気工作物保安規則	H14年4月1日	原研・中性子施設開発グループ
3	東海地区安全管理規則	H14年4月	原研・中性子施設開発グループ
4	東海研究所 放射線安全取扱手引	H16年2月18日	原研・中性子施設開発グループ
5	東海研究所 核燃料物質等周辺監視区域内運搬規則	H13年7月	原研・中性子施設開発グループ
6	東海研究所 事業所内運搬容器の手引き	H7年7月	原研・中性子施設開発グループ
7	23 本の中性子ビームポートに対するパルスデータの提供 (Ver.2)	H15年10月15日	http://j-parc.jp/MatLife/ja/source/index.html
8	中性子ビームラインに対する高エネルギースペクトルデータの更新	H16年2月27日	http://j-parc.jp/MatLife/ja/source/index.html
9	中性子ビームラインに対する光子パルスデータの提供	H16年3月24日	http://j-parc.jp/MatLife/ja/source/index.html

注： J-PARCは、将来的に原研東海研究所とは別事業所になる予定である。このため、東海研究所発行の文書（番号1～6）に関しては、記述内容が今後改訂される可能性がある。

表1-1 ビームライン機器工程表

主要項目	H16年度（2004年度）												H17年度（2005年度）												H18年度（2006年度）											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
MLF全体																																				
枝管内挿入物																																				
枝管内挿入物																																				
枝管内挿入物 工場試験																																				
枝管内挿入物 ベッセル枝管に板組み																																				
シャッター内挿入物																																				
シャッター内挿入物 工場反組み試験																																				
シャッター内挿入物 設置者側で埋込機器製作の場合の製作期限																																				
シャッター間構造体据付 (2/18-3/31)																																				
シャッターブロック、挿入物据付 (5/17-6/26)																																				
アウターライナー・生体遮蔽部ダクト据付 (1/17-2/17)																																				
模擬ダクト内への工場版組み試験																																				
生体遮蔽部ダクト内挿入物																																				
前置き遮蔽体																																				
前置き遮蔽体 ▶設置者側で埋込機器製作の場合の製作期限																																				
生体遮蔽部ダクト内への挿入機器据付																																				
(シャッタ一部埋め込み機器検査終了後)																																				
床打込みシングリート施工 (4/1-5/11)																																				
T0チヨッパー用電源配線・冷却水配管																																				
側部遮蔽体据付 (6/15-8/24)																																				
側部遮蔽体据付 (8/25-11/23)																																				
上部遮蔽体据付 (11/24-1/31)																																				
補助遮蔽体据付																																				
現地据付け工事 (受電後)																																				
中性子源特性試験装置																																				

表1-2 BL機器座標

ポート No.	減速材 式	諸 元			シャッターブロック部真空ダクト			生体遮蔽部真空ダクト			
		ビーム始点座標 [mm]	ビーム始点 角度 [°]	ブロック内接円 半径(原点; ベッセル中心) [mm]	ビーム始点～ 挿入機器入口 までの距離 [mm]	ビーム始点～ 挿入機器出ロ までの距離 [mm]	真空ダクト長さ [mm]	フレンジ内接円 半径(原点; ビーム始点) [mm]	フレンジ 範囲 [mm]	ビーム始点～ 挿入機器入口 までの距離 [mm]	ビーム始点～ 挿入機器出口 までの距離 [mm]
1	CM	11.5	22.2	38.5	2,320	2,297.2	2,000	29.8	7,300	4,327.0	7,490.0
2	CM	11.5	22.2	47.5	2,320	2,295.9	2,000	31.1	7,200	4,327.0	7,390.0
3	CM	11.5	22.2	56.5	2,320	2,295.1	2,000	31.9	7,100	4,327.0	7,290.0
4	CM	11.5	22.2	65.5	2,320	2,295.0	2,000	32.0	7,000	4,327.0	7,190.0
5	CM	11.5	22.2	74.5	2,320	2,295.5	2,000	31.5	6,900	4,327.0	7,090.0
6	CM	11.5	22.2	83.5	2,320	2,296.6	2,000	30.4	6,800	4,327.0	6,990.0
7	PM	-99.4	-27.5	90.8	2,320	2,344.0	2,000	33.0	6,800	4,377.0	6,990.0
8	PM	-99.4	-27.5	97.5	2,320	2,332.0	2,000	30.0	6,800	4,362.0	6,990.0
9	PM	-99.4	-27.5	104.2	2,320	2,320.0	2,000	32.0	6,800	4,352.0	6,990.0
10	DM	-88.3	54.2	116.2	2,320	2,308.1	2,000	33.9	6,800	4,342.0	6,990.0
11	DM	88.3	54.2	123.7	2,320	2,321.6	2,000	30.4	6,800	4,352.0	6,990.0
12	DM	88.3	54.2	134.0	2,320	2,340.1	2,000	31.9	6,800	4,372.0	6,990.0
13	CM	-13.4	-21.1	-149.0	2,320	2,297.6	2,000	29.4	6,800	4,327.0	6,990.0
14	CM	-13.4	-21.1	-136.3	2,320	2,295.7	2,000	31.3	6,800	4,327.0	6,990.0
15	CM	-13.4	-21.1	-123.6	2,320	2,295.0	2,000	32.0	6,800	4,327.0	6,990.0
16	CM	-13.4	-21.1	-110.9	2,320	2,295.5	2,000	31.5	6,800	4,327.0	6,990.0
17	CM	-13.4	-21.1	-98.2	2,320	2,297.2	2,000	29.8	6,800	4,327.0	6,990.0
18	PM	-95.5	-57.2	-89.3	2,320	2,262.0	2,000	30.0	6,800	4,292.0	6,990.0
19	PM	-95.5	-57.2	-82.5	2,320	2,273.5	2,000	28.5	6,900	4,302.0	7,090.0
20	PM	-95.5	-57.2	-75.7	2,320	2,285.7	2,000	31.3	7,000	4,317.0	7,190.0
21	DM	-106.6	-30.4	-64.6	2,320	2,299.2	2,000	27.8	7,100	4,327.0	7,290.0
22	DM	106.6	30.4	-52.4	2,320	2,276.8	2,000	30.2	7,200	4,307.0	7,390.0
23	DM	106.6	30.4	-40.2	2,320	2,256.4	2,000	30.6	7,200	4,287.0	7,390.0

表 3.2-1 分電盤回路表

電気方式 設計容量	主遮断器容量 AF/AT	回路 構成	回路 番号	分岐遮断器容量 AF/AT	2 次側 電気方式
AC1φ3W 210/105V 一般系 40kVA	MCCB3P 400/300	-----	1	ELCB 2P 50/50	1φ 200V
		---	2	ELCB 2P 50/50	"
		---	3	ELCB 2P 50/30	"
		---	4	ELCB 2P 50/30	"
		---	1	ELCB 2P 100/100	1φ 100V
		---	2	ELCB 2P 50/50	"
		---	3	ELCB 2P 50/50	"
		---	4	ELCB 2P 50/50	"
		---	5	ELCB 2P 50/50	"
		---	6	ELCB 2P 50/20	"
AC1φ3W 210/105V 測定器 専用系 20kVA	MCCB3P 225/150	-----	1	ELCB 2P 50/50	1φ 100V
		---	2	ELCB 2P 50/50	"
		---	3	ELCB 2P 50/50	"
		---	4	ELCB 2P 50/30	"
		---	5	ELCB 2P 50/30	"
		---	6	ELCB 2P 50/30	"

		---	7	ELCB 2P 50/30	"
		---	8	ELCB 2P 50/30	"
AC3 φ 3W 210V 40kVA	MCCB3P 225/200	-----	1	ELCB 3P 100/100	3 φ 200V
		---	2	ELCB 3P 50/50	"
		---	3	ELCB 3P 50/50	"
		---	4	ELCB 3P 50/30	"
		---	5	ELCB 3P 50/30	"
		---	6	ELCB 3P 50/20	"

【注記】

* 表は1面当たりの仕様を示す。

* 表記号の説明：

MCCB：配線用遮断器、ELCB：漏電遮断器、2P／3P：2極／3極、

AF／AT：遮断器フレーム定格値（A）／遮断器トリップ定格値（A）

表 3.2-2 分電盤の主な仕様

キャビネット材質	鋼板製（厚さ 1.6mm 以上）
形 式	自立形
負荷接続端子	盤下部に設置
その他	受電表示ランプ

表 3.2-3 タイミング信号受信システム機器仕様

No.	機 器 名	型 番
1	O/E モジュール	林栄精機 RPN-470
2	タイミングコントロール受信モジュール	
3	ドライバモジュール群：	
	トリガファンナウト	林栄精機 RPN-420
	ゲートファンナウト	林栄精機 RPN-450
	ゲートジェネレータ	林栄精機 RPN-430
	光トリガモジュール	林栄精機 型番未定
4	グランドシンクパネル	林栄精機 RPG-001
5	NIM 電源	林栄精機 RPP-260
6	VMR ゲージ	ユーバー UB1K-2456
7	CPU ボード	アドバネット ADVME7501
8	端子台	
9	タイミング受信設備用ラック	

表 3.2-4 ネットワークスイッチ機器仕様

系統	名 称	設置場所	主な仕様	最大使用 port 数 @ビームライン		
制御系	HUB-B04	第 1 実験ホール	100/100BaseTX : 48port Gigabit Ethrnet : 2port (mini-GBIC)	4port 注記 *1		
	HUB-B05	第 2 実験ホール				
館内系	HUB-C03	第 1 実験ホール	100BaseFX(MMF) : 1port 100/100BaseTX : 24port	注記 *1 2port		
	HUB-C04	第 2 実験ホール				
一般系・ 実験系	HUB-A04	第 1 実験ホール	100/100BaseTX : 48port Gigabit Ethrnet : 2port (mini-GBIC)	8port 注記 *1		
	HUB-A05					
	HUB-A06	第 2 実験ホール				
	HUB-A07					

注記 *1：ビームラインごとに割り当てられないので、使用の際は別途協議が必要。

表4.1-2 中性子と光子の線量換算係数

中性子エネルギー [MeV]	線量換算係数	
	[pSv cm ²]	[$(\mu\text{Sv}/\text{hr}) / (\text{n/s} \cdot \text{cm}^2)$]
1.0E-09	5.24	0.0189
1.0E-08	6.55	0.0236
2.5E-08	7.60	0.0274
1.0E-07	9.95	0.0358
2.0E-07	11.2	0.0403
5.0E-07	12.8	0.0461
1.0E-06	13.8	0.0497
2.0E-06	14.5	0.0522
5.0E-06	15.0	0.0540
1.0E-05	15.1	0.0544
2.0E-05	15.1	0.0544
5.0E-05	14.8	0.0533
1.0E-04	14.6	0.0526
2.0E-04	14.4	0.0518
5.0E-04	14.2	0.0511
1.0E-03	14.2	0.0511
2.0E-03	14.4	0.0518
5.0E-03	15.7	0.0565
1.0E-02	18.3	0.0659
2.0E-02	23.8	0.0857
3.0E-02	29.0	0.104
5.0E-02	38.5	0.139
7.0E-02	47.2	0.170
1.0E-01	59.8	0.215
1.5E-01	80.2	0.289
2.0E-01	99.0	0.356
3.0E-01	133	0.479
5.0E-01	188	0.677
7.0E-01	231	0.832
9.0E-01	267	0.961
1.0E+00	282	1.02
1.2E+00	310	1.12
2.0E+00	383	1.38
3.0E+00	432	1.56
4.0E+00	458	1.65
5.0E+00	474	1.71
6.0E+00	483	1.74
7.0E+00	490	1.76
8.0E+00	494	1.78
9.0E+00	497	1.79
1.0E+01	499	1.80
1.2E+01	499	1.80
1.4E+01	496	1.79
1.5E+01	494	1.78
1.6E+01	491	1.77
1.8E+01	486	1.75
2.0E+01	480	1.73
3.0E+01	449	1.62
5.0E+01	427	1.54
1.0E+02	469	1.69
2.0E+02	475	1.71
5.0E+02	644	2.32
1.0E+03	1070	3.85
2.0E+03	1420	5.11
5.0E+03	1710	6.16
1.0E+04	1790	6.44

光子エネルギー [MeV]	線量換算係数	
	[pSv cm ²]	[$(\mu\text{Sv}/\text{hr}) / (\text{n/s} \cdot \text{cm}^2)$]
0.010	0.0485	1.75E-06
0.015	0.125	4.52E-06
0.020	0.205	7.38E-06
0.030	0.300	1.08E-05
0.040	0.338	1.22E-05
0.050	0.357	1.29E-05
0.060	0.378	1.36E-05
0.080	0.440	1.58E-05
0.10	0.517	1.86E-05
0.15	0.752	2.71E-05
0.20	1.00	3.61E-05
0.30	1.51	5.43E-05
0.40	2.00	7.19E-05
0.50	2.47	8.88E-05
0.60	2.91	1.05E-04
0.80	3.73	1.34E-04
1.0	4.48	1.61E-04
1.5	6.14	2.21E-04
2.0	7.49	2.70E-04
3.0	9.89	3.56E-04
4.0	12.0	4.33E-04
5.0	14.0	5.04E-04
6.0	16.0	5.76E-04
8.0	19.9	7.17E-04
10	23.8	8.55E-04

注1：中性子については、原研保健物理部により定められた値
JAERI-Tech 2001-042 「高エネルギー陽子加速器の
遮へい設計計算のための線量換算係数」

著者 坂本幸夫、山口恭弘

注2：光子については、ICRP-74の値を採用

表5-1 利用可能な測量機器一覧

番号	名称	機種名	台数	性能、備考
1	レーザートラッカー	LEICA社製 LTD600	1	機能概要 測距および測角可能な測量器。最も測距精度が高く、自動追尾機能が高い。専用の反射板を用いる必要がある。 使用に熟練を要する。
				使用用途 陽子ビームライン測量網における基準点測量、陽子ビームライン機器の高精密設置
				測距精度 $\pm 0.1\text{mm}$
				測角精度 $\pm 0.5\text{秒}$
2	精密セオドライト (3Dトータルステーション)	LEICA社製 TDA5005	2	機能概要 測距および測角可能な測量器。レーザートラッカーの次に測距精度が高く、自動追尾機能も付属している測量器である。専用の反射板を用いると測距ができる。距離測定ができるなくなるが、トランシットとしての使い方も可能である。
				使用用途 陽子ビームラインを除く測量網における基準点測量、陽子ビームライン機器を除く機器の高精密設置
				測距精度 $\pm 1.0\text{mm}$
				測角精度 $\pm 0.5\text{秒}$
3	デジタル式レベル測量器	LEICA社製 DNA03	1	機能概要 水準測量用、専用のインバースタッフが必要
				使用用途 陽子ビームラインを除く測量網における水準測量
				1 km 往復標準偏差 0.3mm
4	チルティングレベル	Sokkia社製 PL1	1	機能概要 水準測量用、専用のインバースタッフが必要
				使用用途 陽子ビームラインを除く測量網における水準測量
				1 km 往復標準偏差 0.2mm

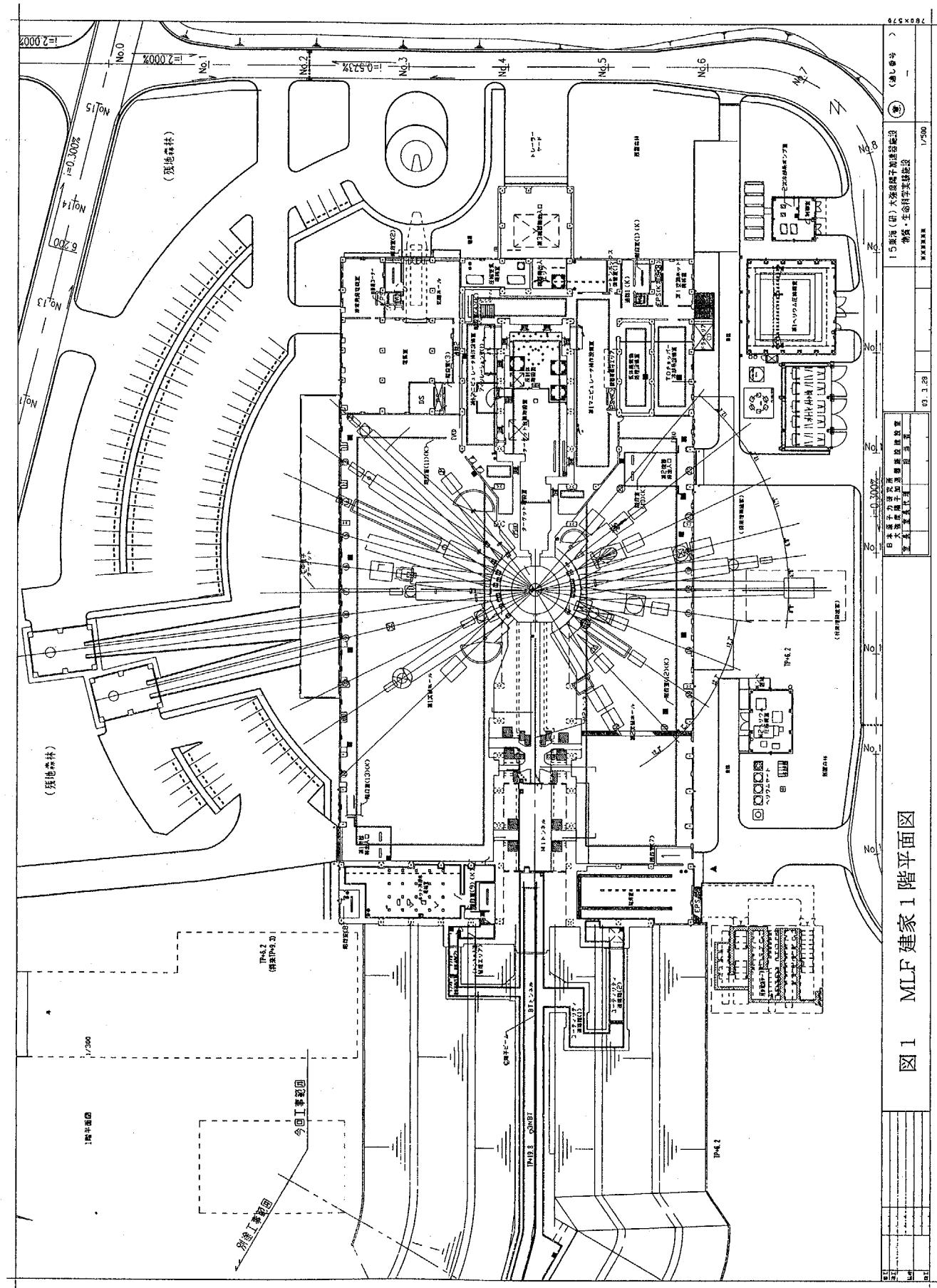


図1 MLF建家1階平面図

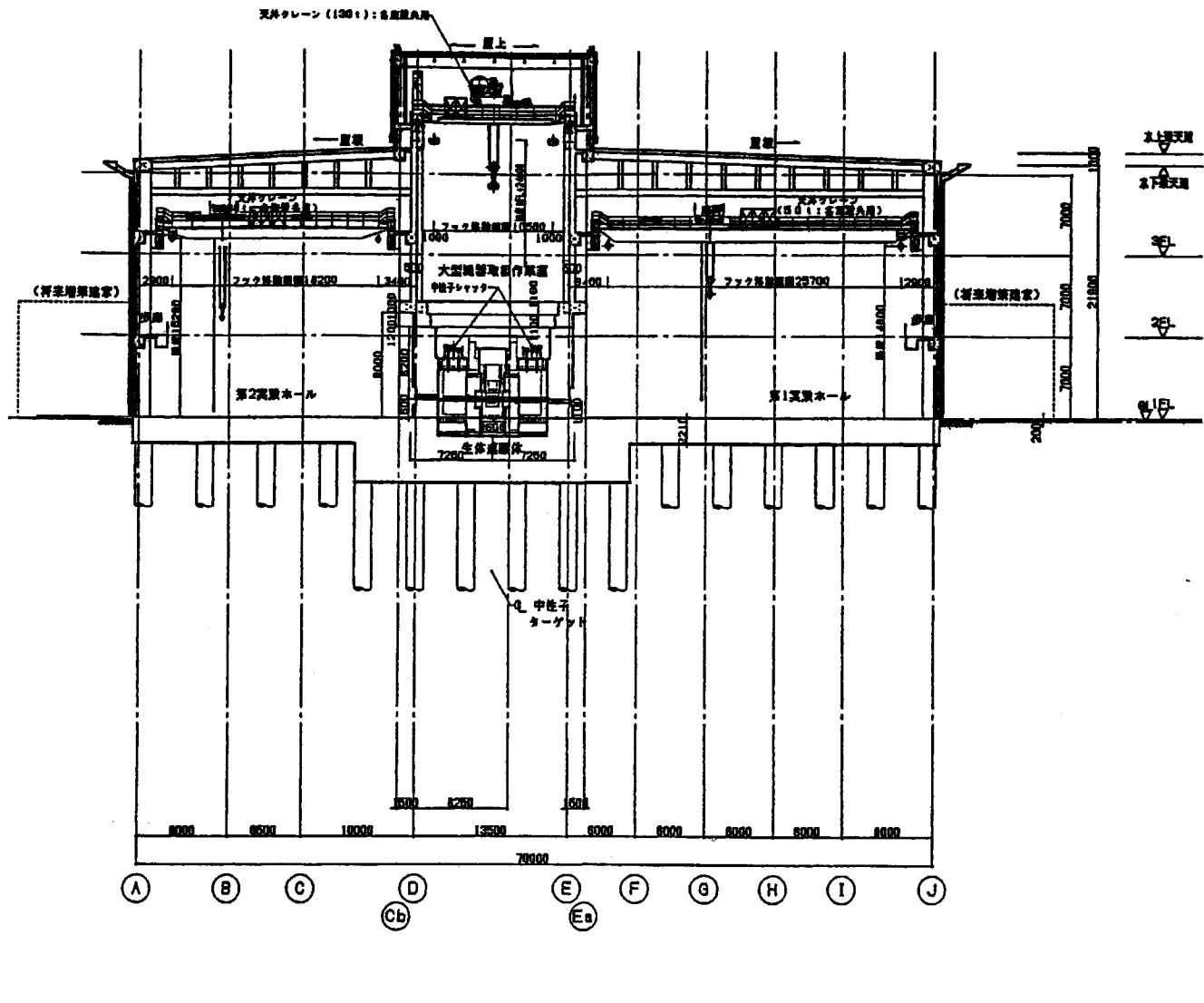


図2 MLE 建家中性子源付近垂直断面図（東西方向）

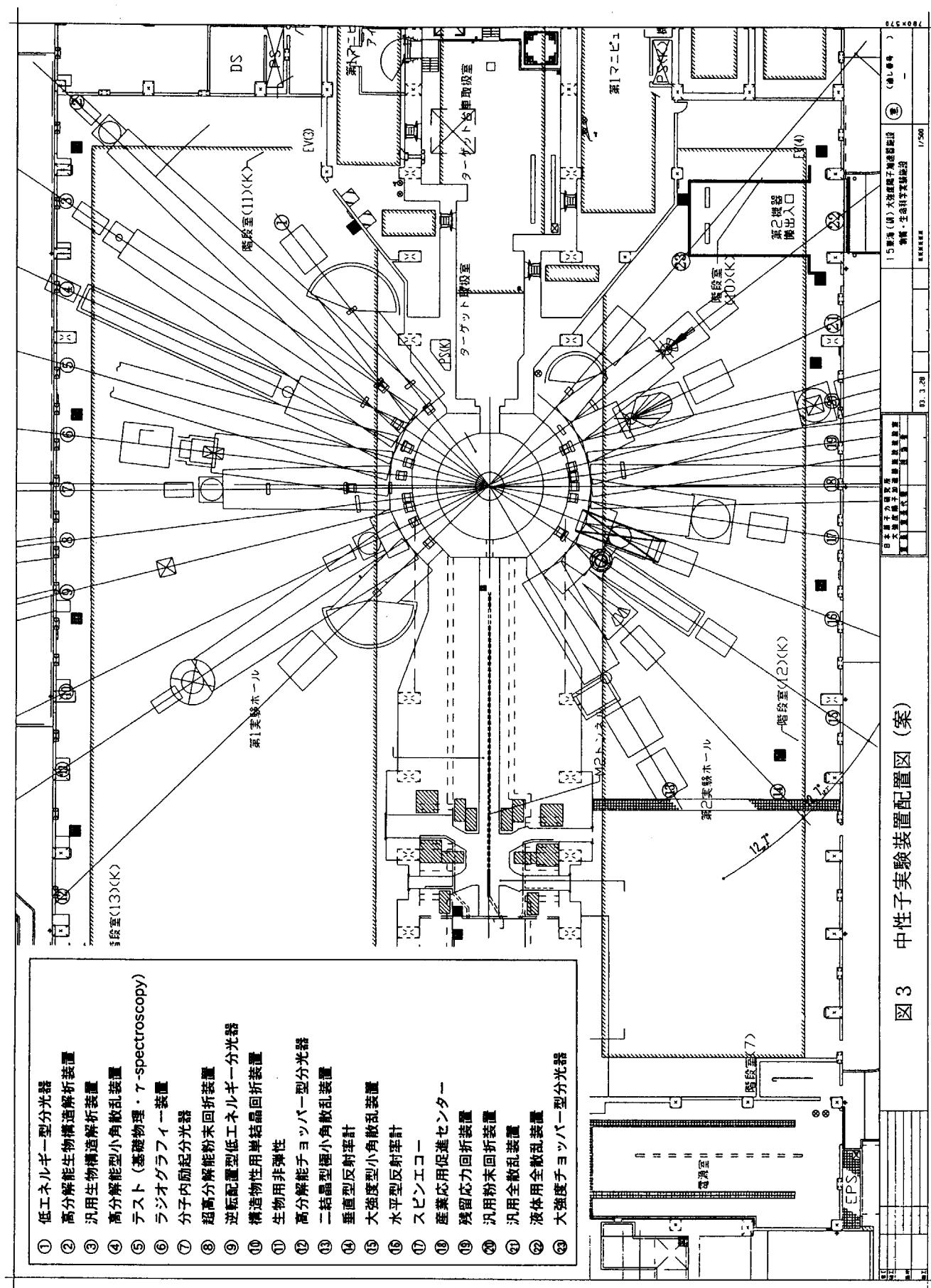
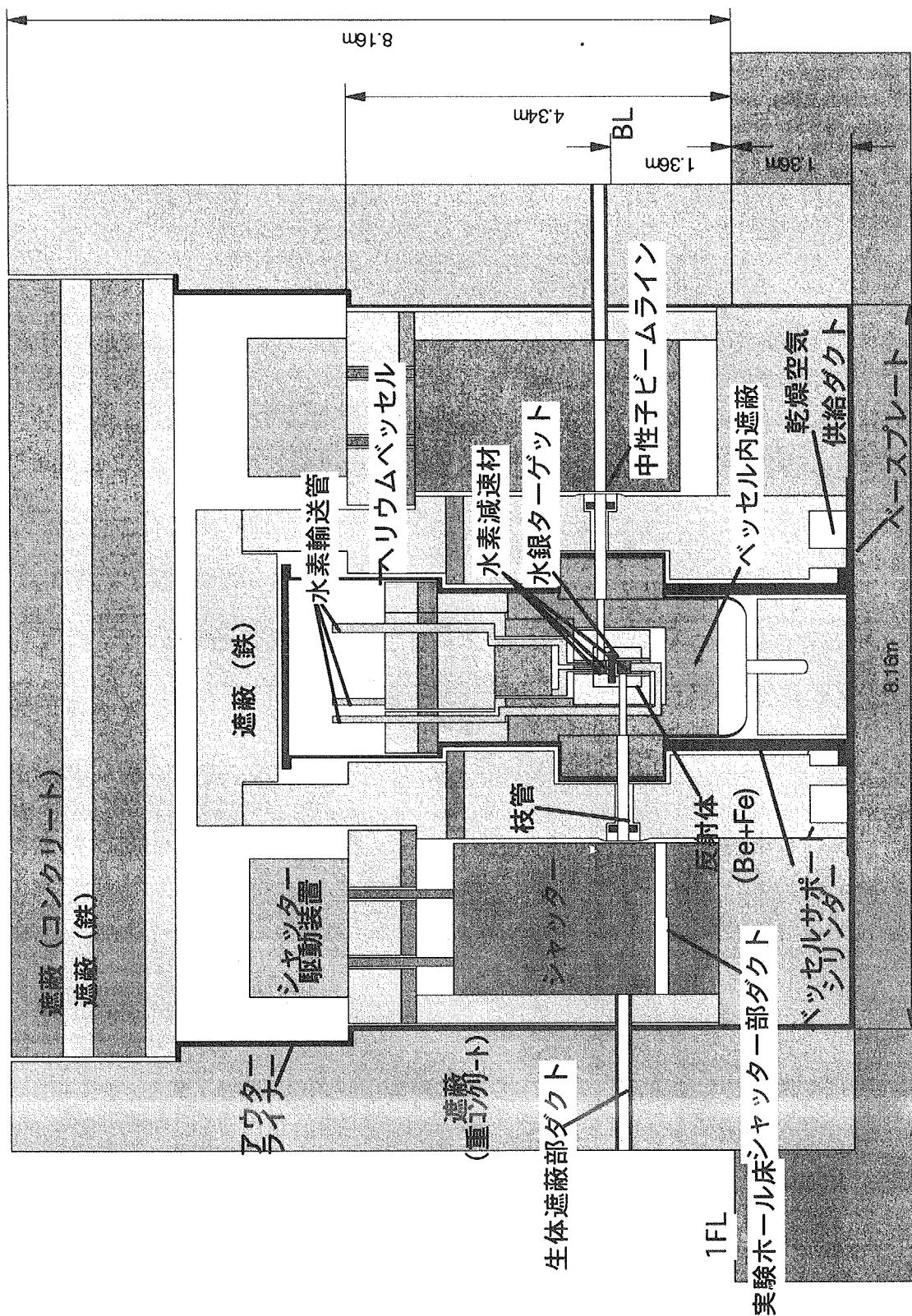


図3 中性子実験装置配置図(案)



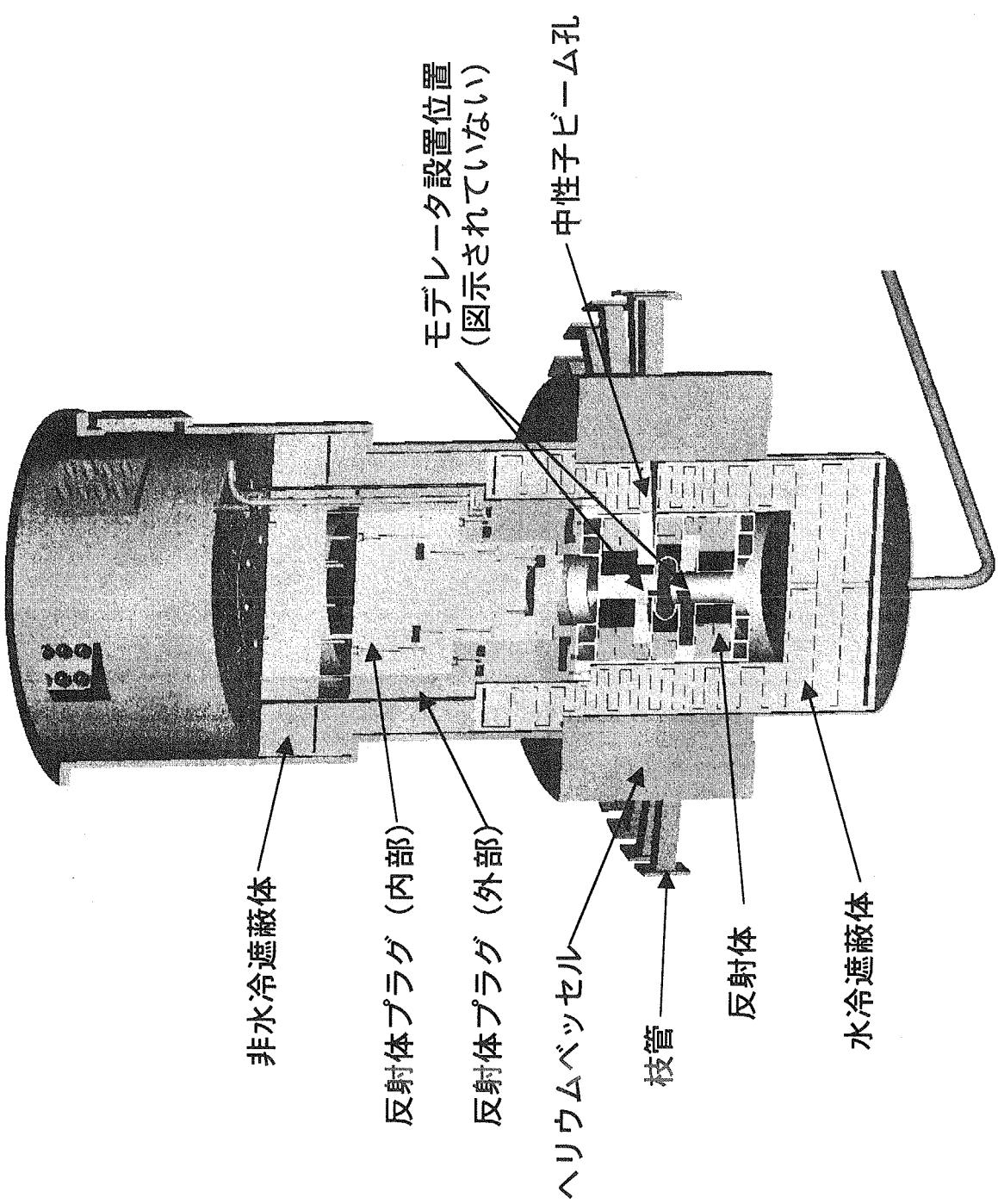


図5 ヘリウムベッセル詳細図

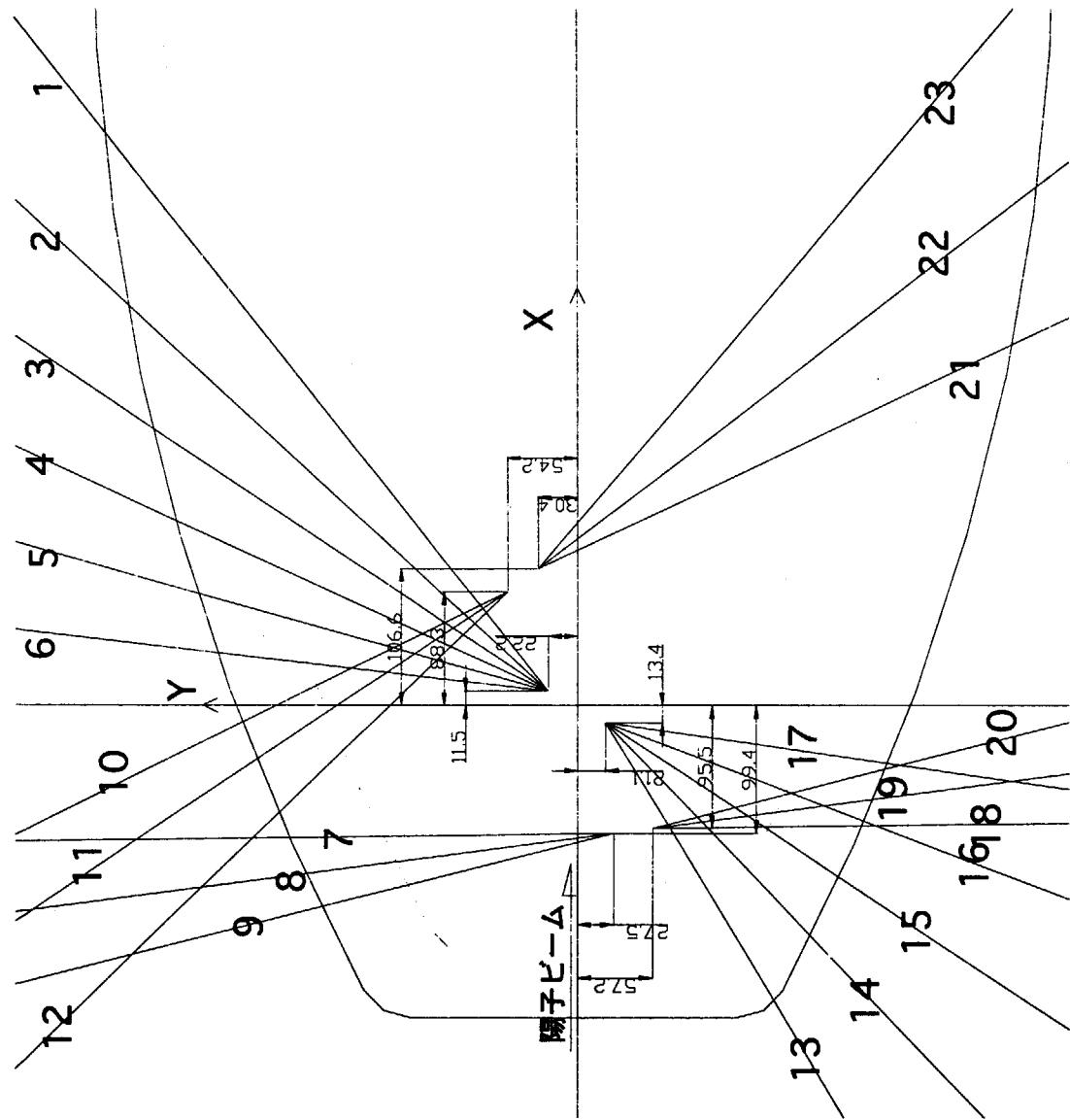
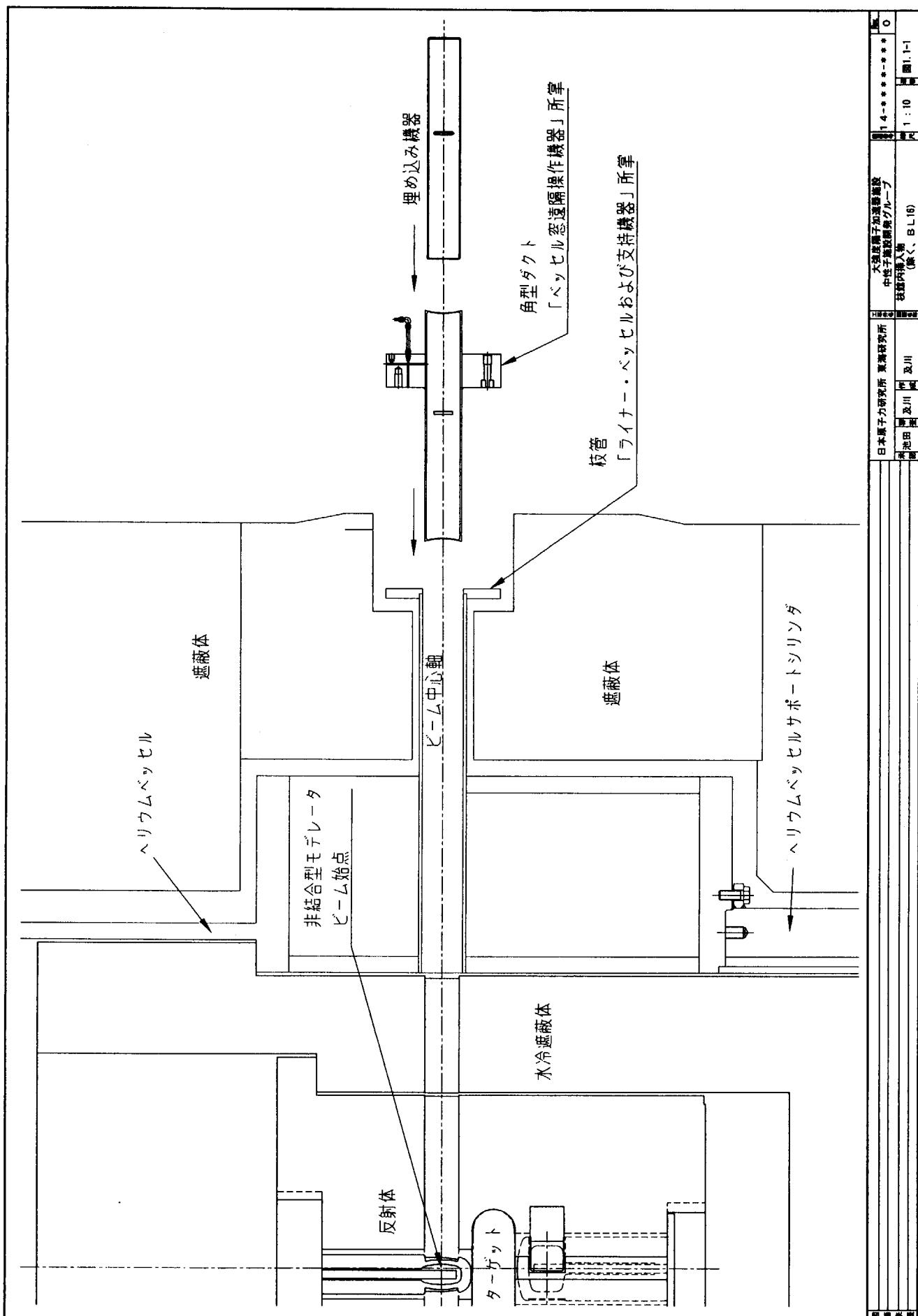
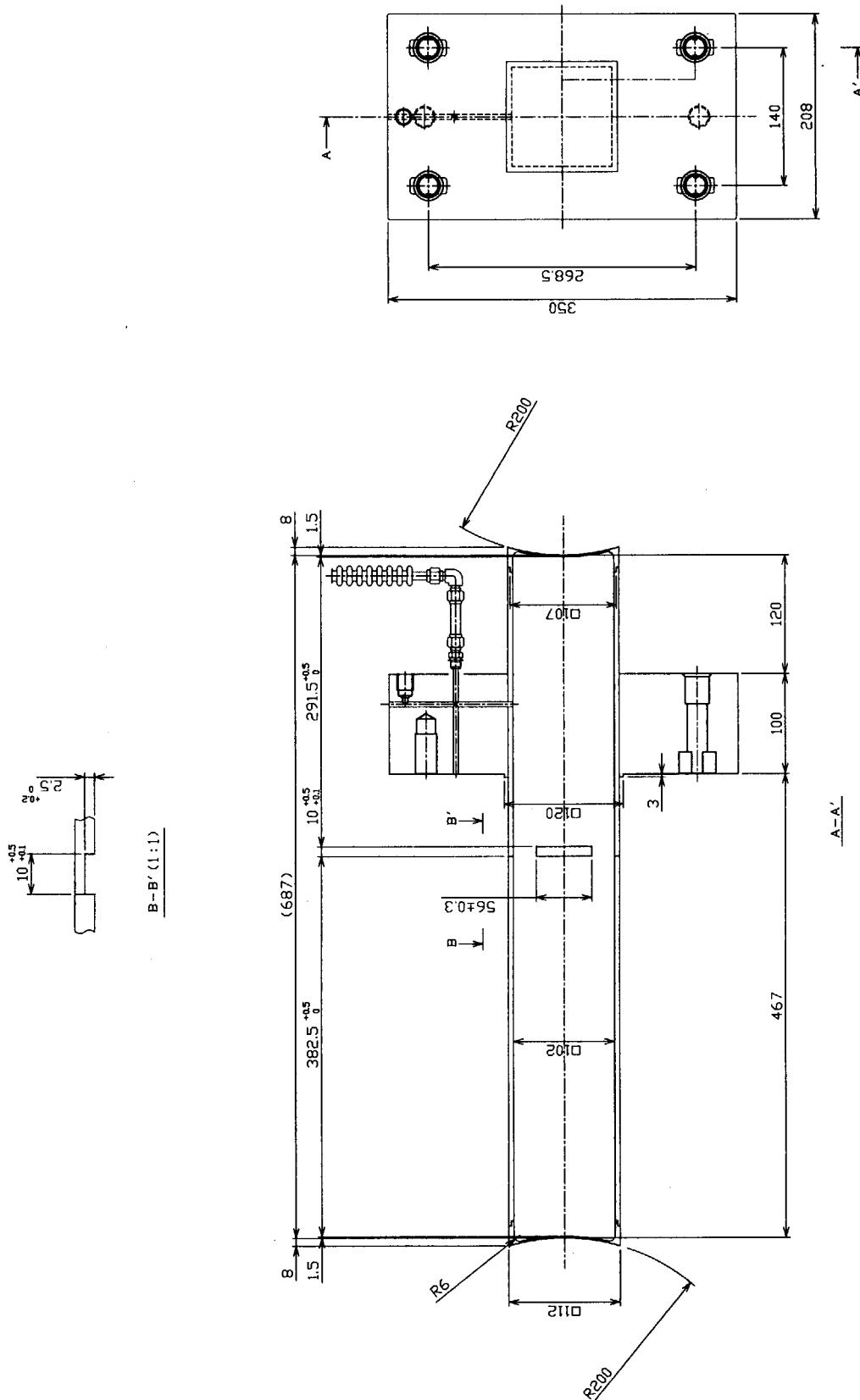


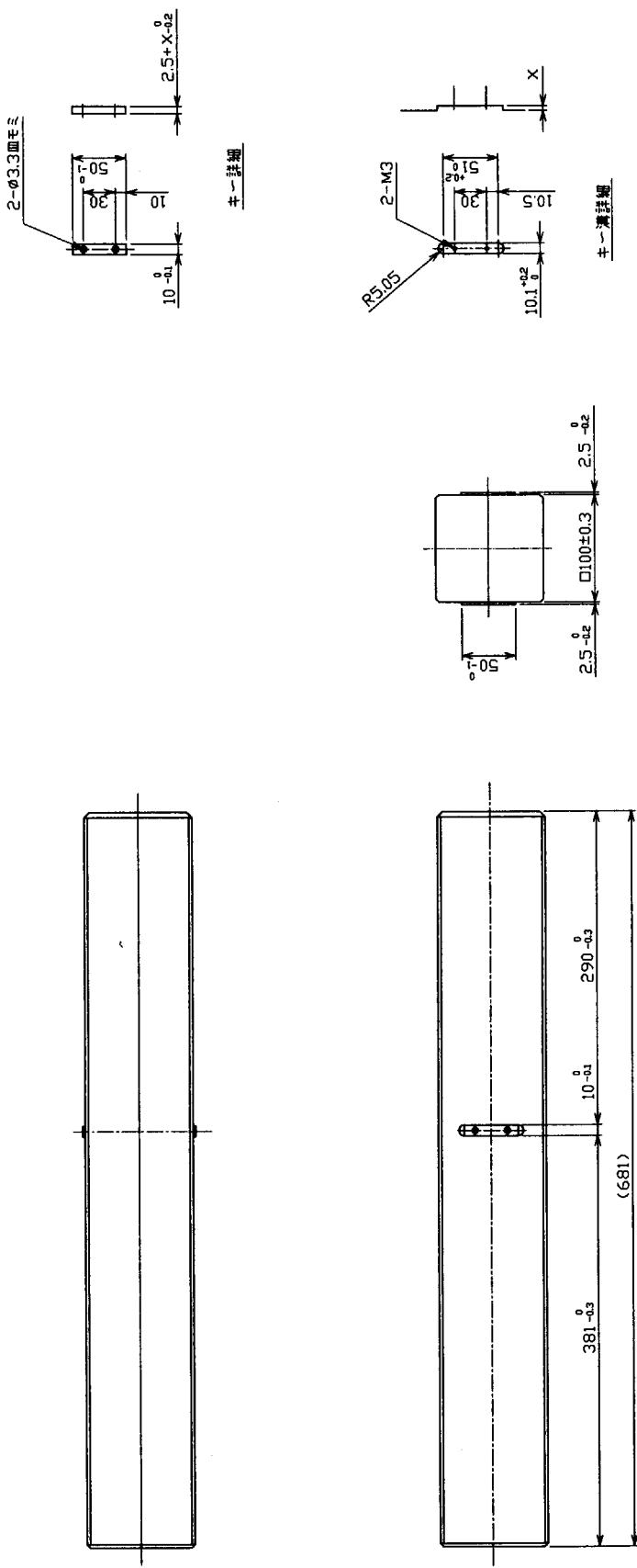
図 6 中性子ビームラインの始点

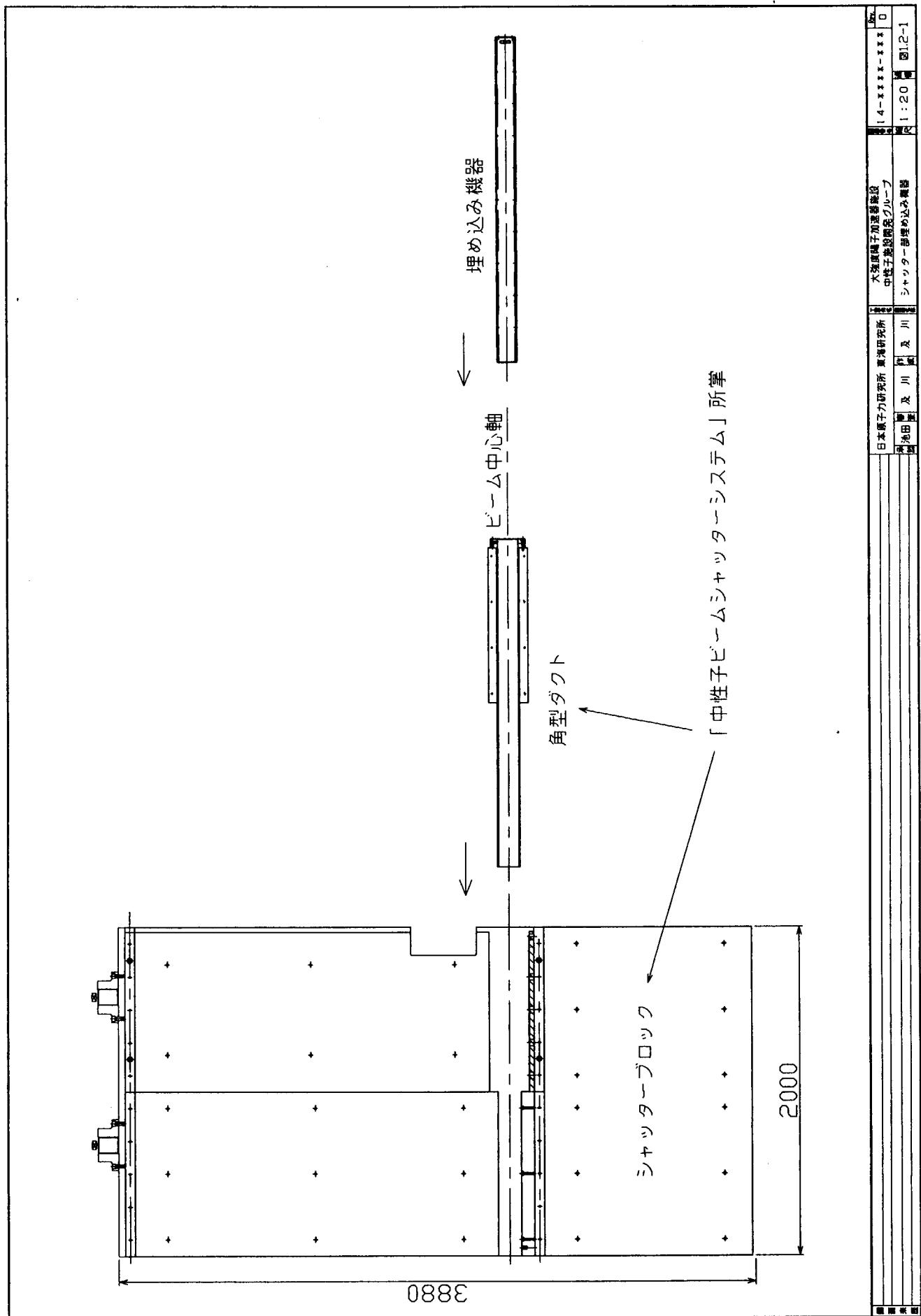


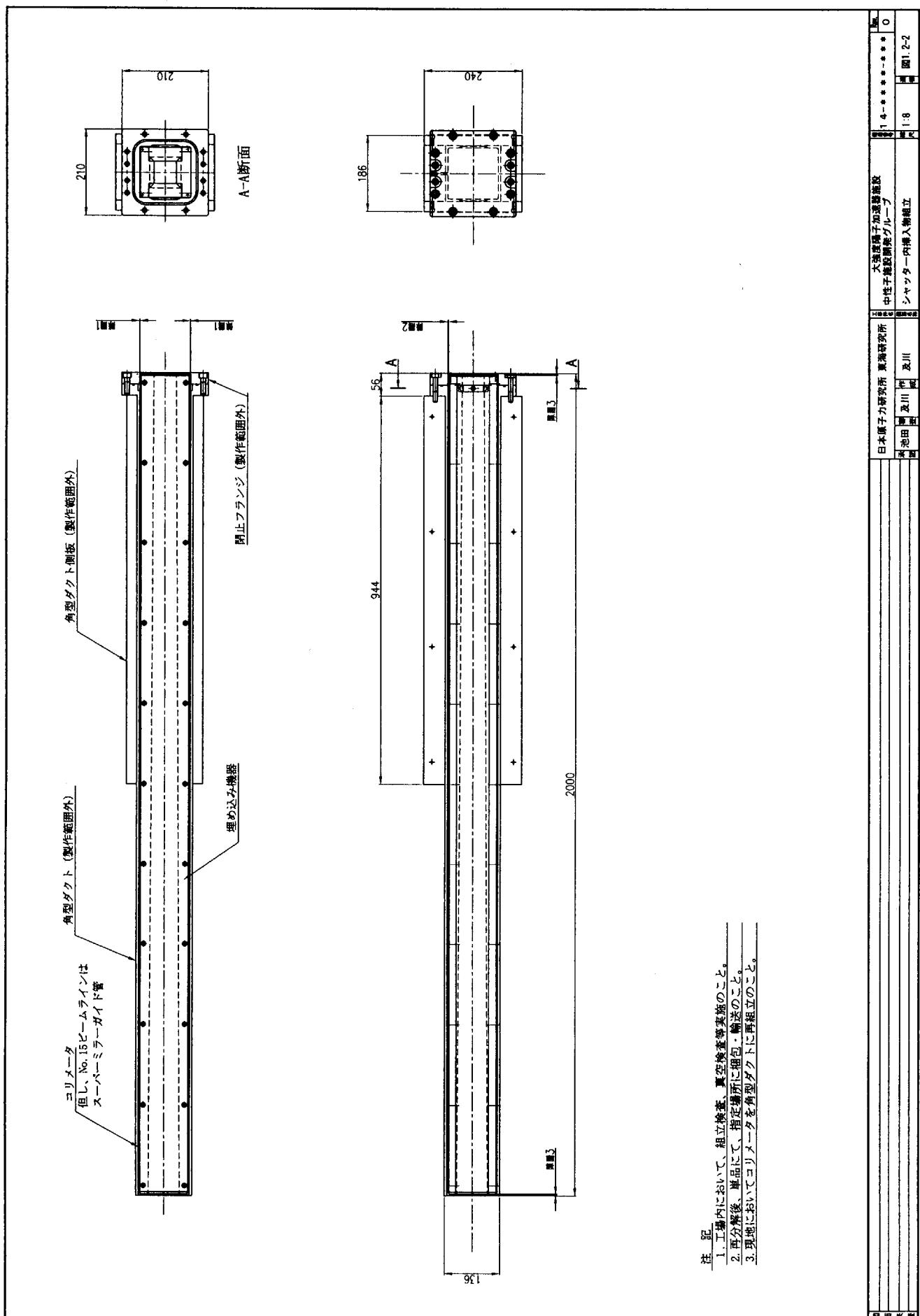


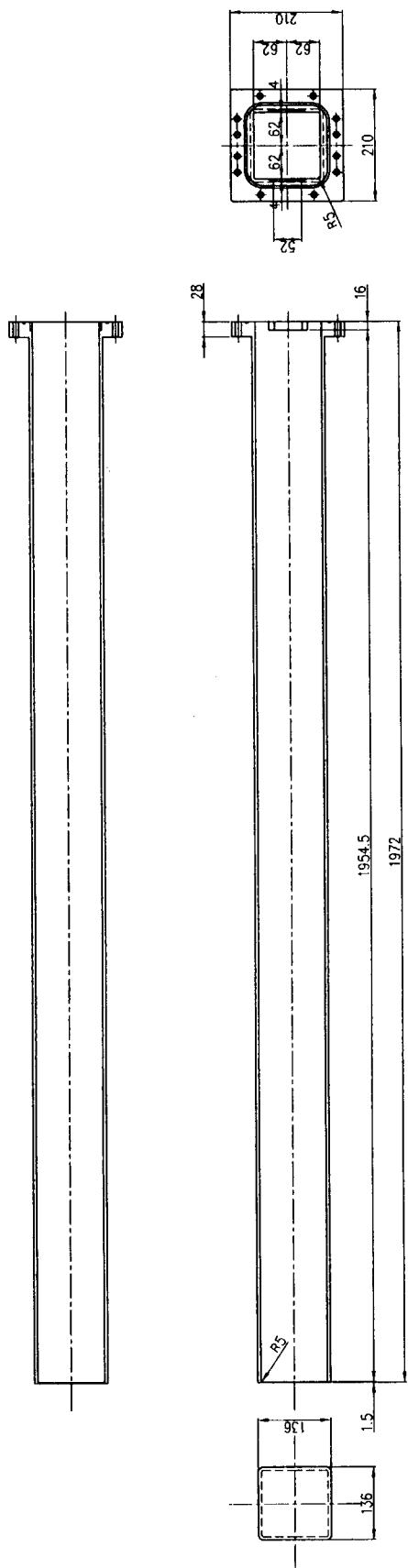
日本原子力研究所 真理研究所	ベッセル真理操作装置	1-4-6-5-2-3-5-0-4 1
水池田 勝	高田 順	角形ダクト A
水池田 勝	坂井	角形ダクト A
		1 : 4

日本原子力研究所 東海研究所	大気度電子加速器施設	図面番号	0
中性子総合研究会研究グループ			
浜田 勝 及川 駿	埋め込み端子外形	1 : 4	◎1.1-3

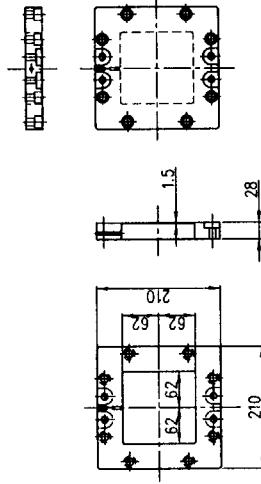








シャッター内挿入用角型ダクト



中性子ビームシャッターシステム
既契約品

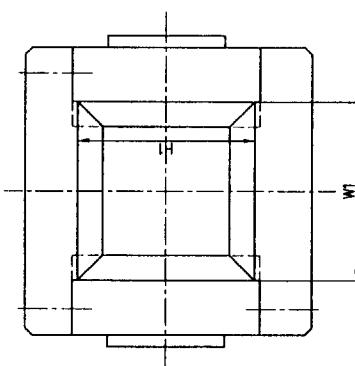
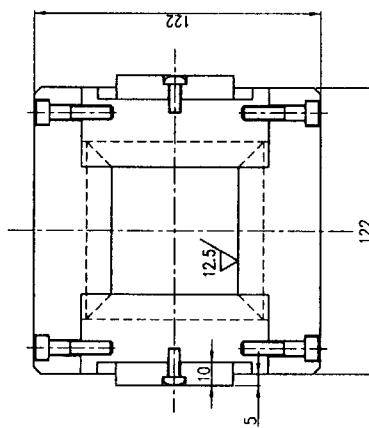
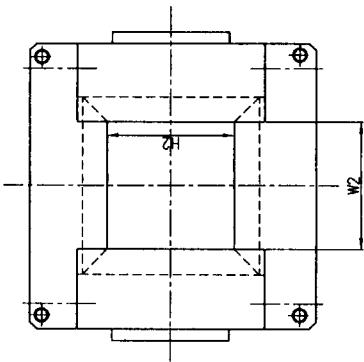
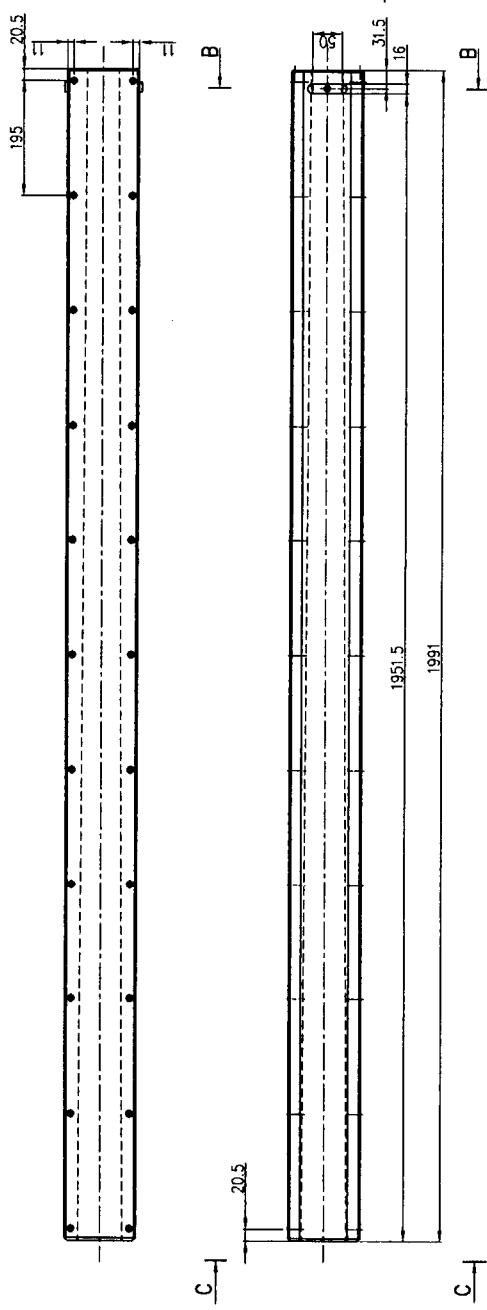
日本原子力研究所 総務研究所	中性子施設開発グループ	1-4-***-***-0
井 田 勝	及 川 伸	1:8
西 田 雄	川 岡 伸	図1-2-3
西 田 雄	川 岡 伸	
西 田 雄	川 岡 伸	

注 記
 1. 本コリメータは中性子ビームの形状を所期のものに成形するためのものである。下記表並びに本図を参考にしてコリメータを設計・製作のこと。
 2. 材質: SS400相当
 3. 防錆処理; 黒塗が担当施工のこと。

機器番号	W1	H1	W2	H2
BS-G03C	75.5	75.5	54.2	54.2
BS-G10C	100	100	100	100
BS-G19C	85.8	85.8	73.3	73.3
BS-G20C	83.5	88.0	69.1	79.4
BS-G21C	87.7	87.7	77.0	77.0

4. No.15ビームラインは、下表の図口部を有するスケーリングガイド管を組み入れ、図2.1からA-A, B-B, C-C図を参考にして設計・製作のこと。
 フロートガラス基板 厚さ: 30 μ m
 反射率: 99%以上(λ=1) < 0.02、半面鏡: ±1×10-4rad以下

機器番号	W1	H1	W2	H2
BS-G15S	65.0	65.0	65.0	65.0

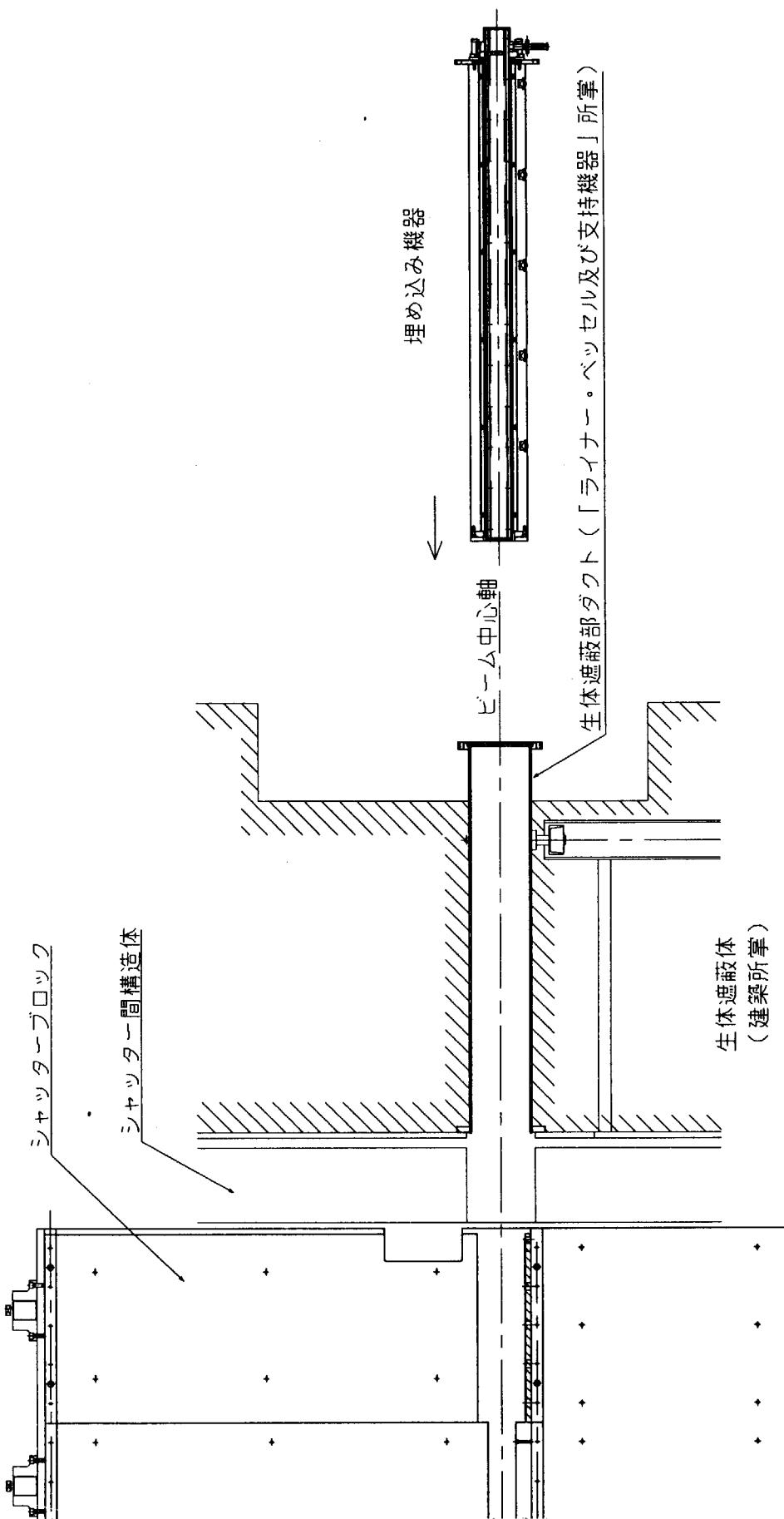


A-A

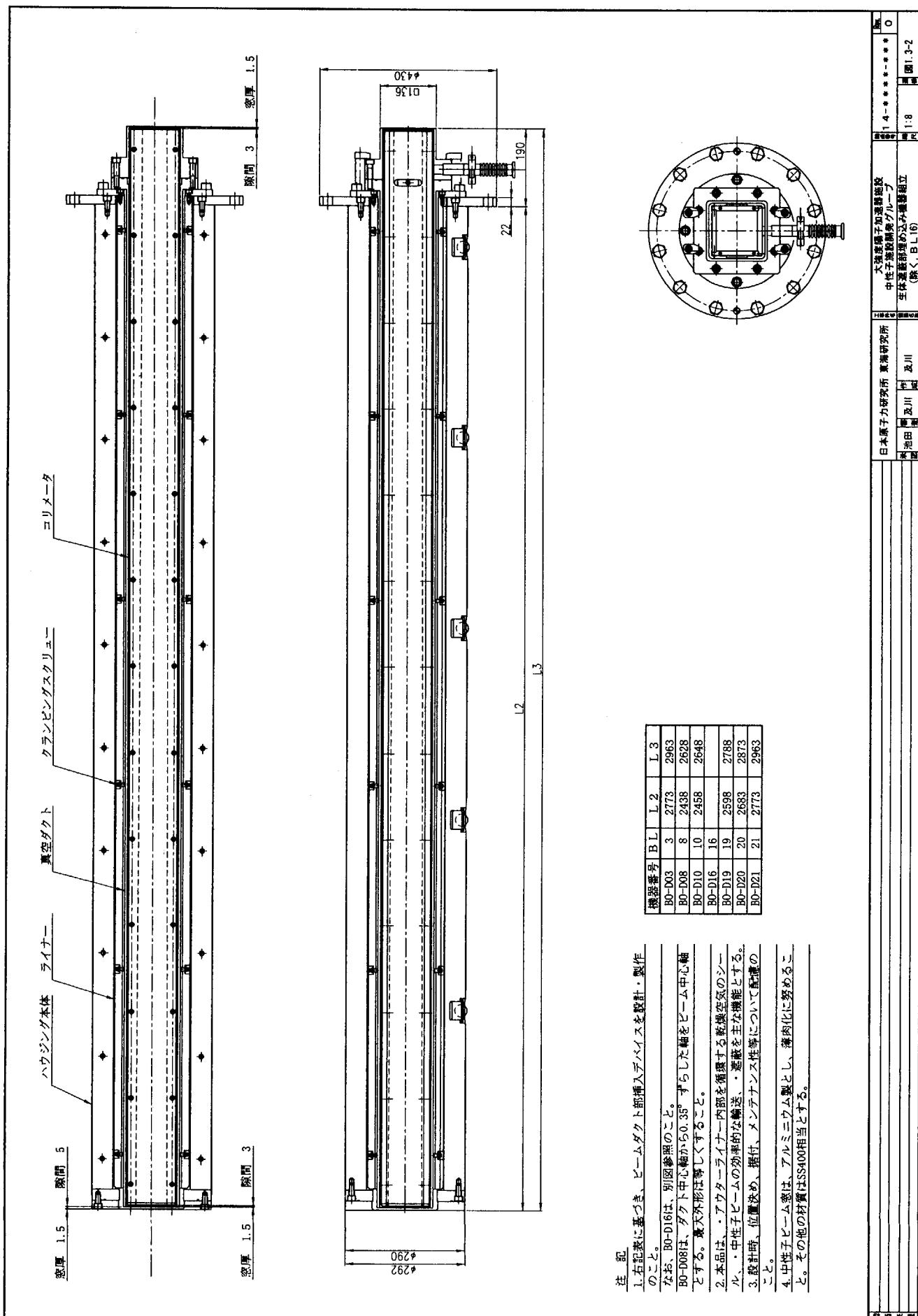
B-B

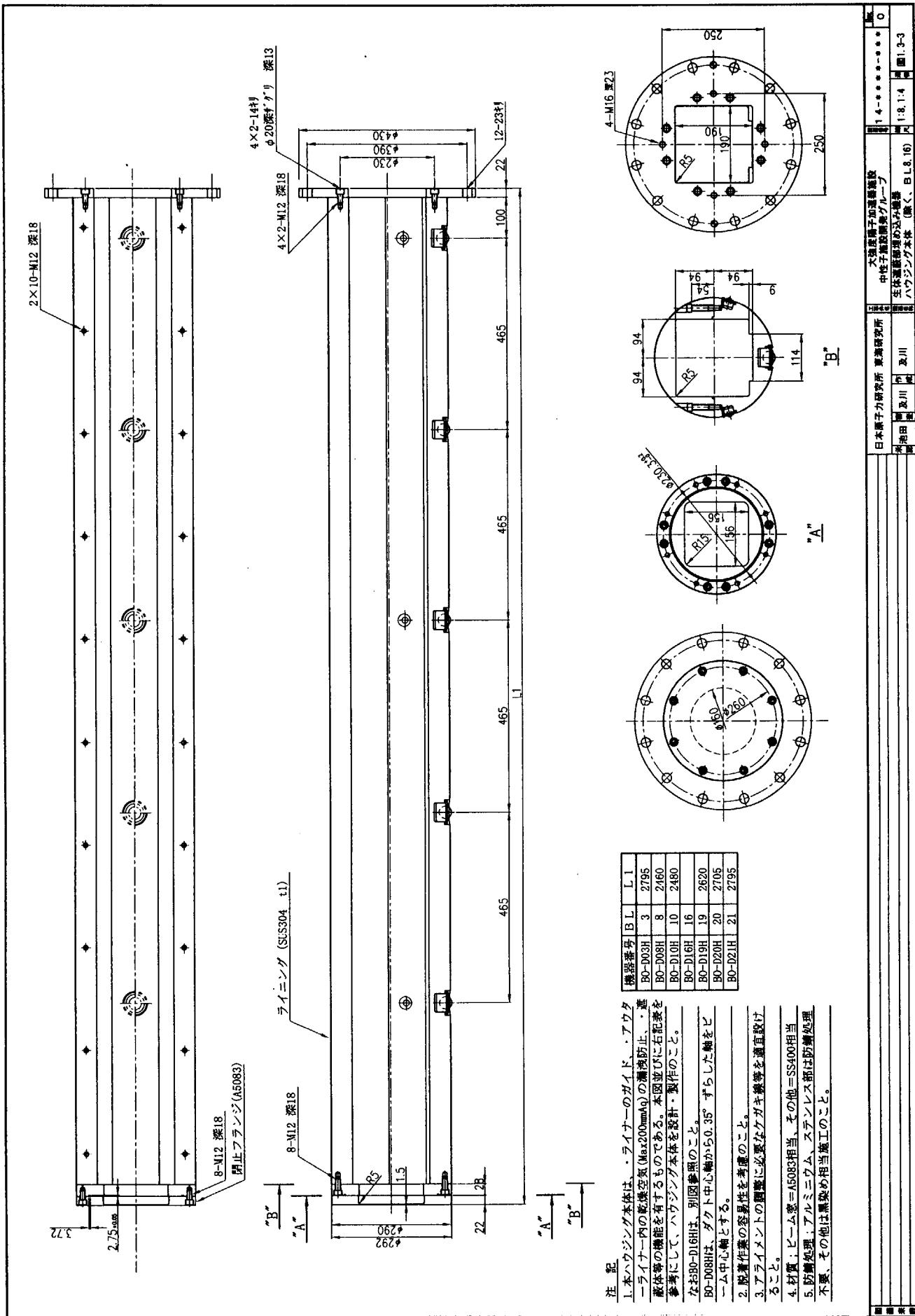
C-C

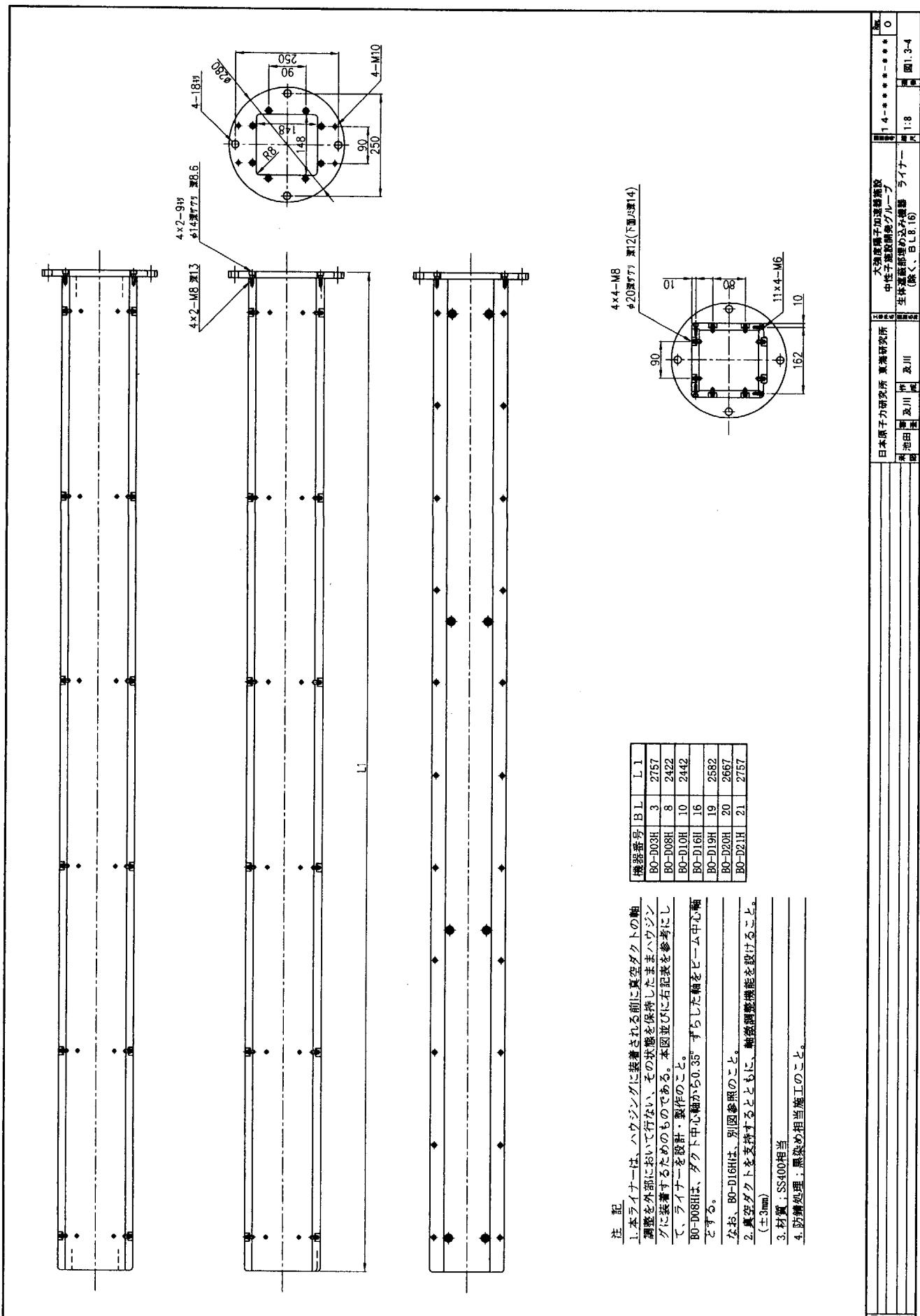
日本原子力研究所 東海研究所	大気変換陽子加速器施設	1-4-*****-0
池田 雄川	中性子源実験施設グレード	1-8-1/2
内山 雄川	シャッター部 埋め込み機構	1-8-2-4
西田 雄川		



日本原子力研究所 長崎研究所	大気度量子加速器施設 中性子能率測定室ブラーク	14-xxxx-xxxx	0
海老田 勝 及川 伸 及川 勝	生体表面計測用込み機器	R 1:20	回路長 1:3-1







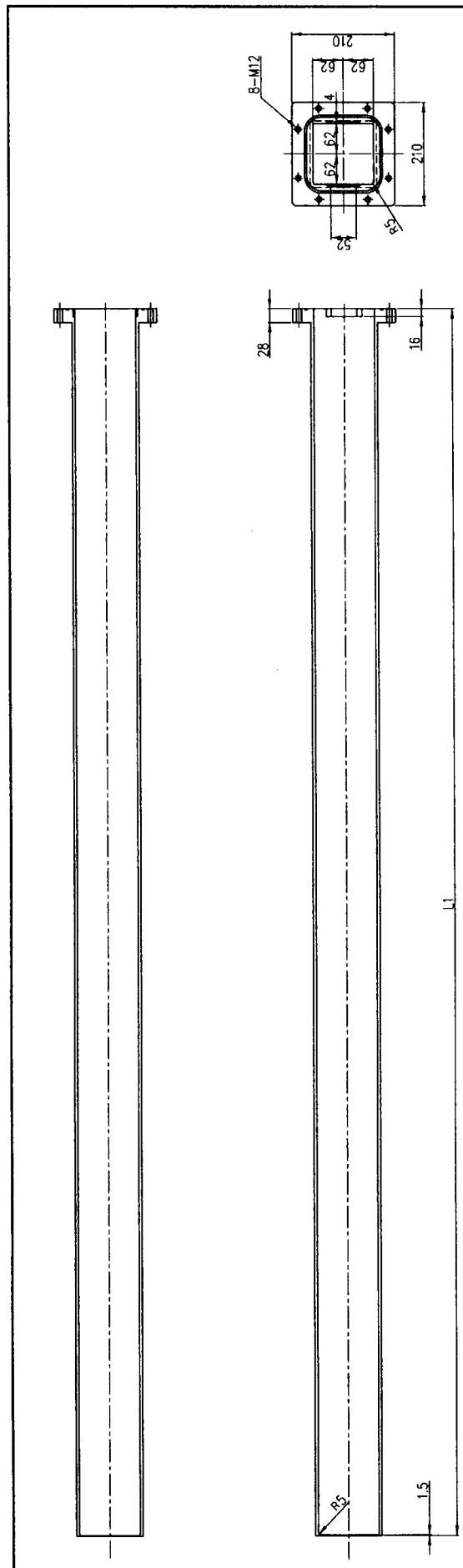
注記

1. 本ライナーは、ハウジングに装着される前に真空ダクトの軸調整を外部において行ない、その状態を保持したままハウジングに装着するためのものである。本図並びに右記表を参考にして、ライナーを設計・製作のこと。
2. BO-D08Hは、ダクト中心軸から0.35°ずらした軸をビーム中心軸とする。
3. なお、BO-D16Hは、別図参照のこと。
4. 真空ダクトを支持するとともに、軸調整機能を設けること。
(±3mm)

3. 耐候性: SS400相当

4. 防錆処理: 黒染め相当施工のこと。

日本原子力研究所 東海研究所		大気度電子加速器施設		中性子施設隔離グローブライナー	
新潟県	長岡市	新潟県	長岡市	新潟県	長岡市
北陸	北陸	北陸	北陸	北陸	北陸
新潟	新潟	新潟	新潟	新潟	新潟
福井	福井	福井	福井	福井	福井
山形	山形	山形	山形	山形	山形
秋田	秋田	秋田	秋田	秋田	秋田
岩手	岩手	岩手	岩手	岩手	岩手
宮城	仙台	宮城	仙台	宮城	仙台
福島	福島	福島	福島	福島	福島
新潟	新潟	新潟	新潟	新潟	新潟
長野	長野	長野	長野	長野	長野
岐阜	岐阜	岐阜	岐阜	岐阜	岐阜
愛知	名古屋	愛知	名古屋	愛知	名古屋
三重	伊勢	三重	伊勢	三重	伊勢
滋賀	守山	滋賀	守山	滋賀	守山
京都	京都市	京都	京都市	京都	京都市
奈良	奈良	奈良	奈良	奈良	奈良
和歌	和歌	和歌	和歌	和歌	和歌
大阪	大阪	大阪	大阪	大阪	大阪
兵庫	神戸	兵庫	神戸	兵庫	神戸
福岡	福岡	福岡	福岡	福岡	福岡
大分	大分	大分	大分	大分	大分
熊本	熊本	熊本	熊本	熊本	熊本
鹿児島	鹿児島	鹿児島	鹿児島	鹿児島	鹿児島
沖縄	沖縄	沖縄	沖縄	沖縄	沖縄

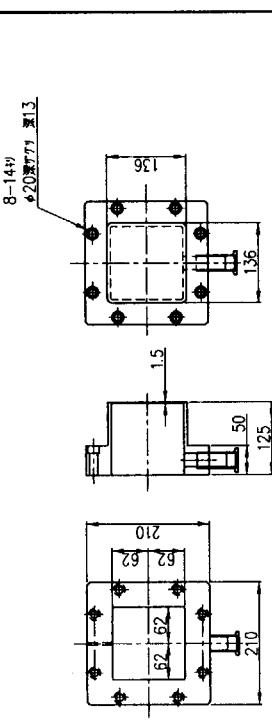


アウターライナー部
真空ダクト (A5083)

注記
1. 本真空ダクトは、真空雰囲気を形成し、中性子ビームの輸送
ロスを低減するためのものである。本図並びに下記表を参考に
して、真空ダクトを設計・製作のこと。
BO-D0801は、ダクト中心軸が 0.35° ずらした軸をビーム中心軸
とする。

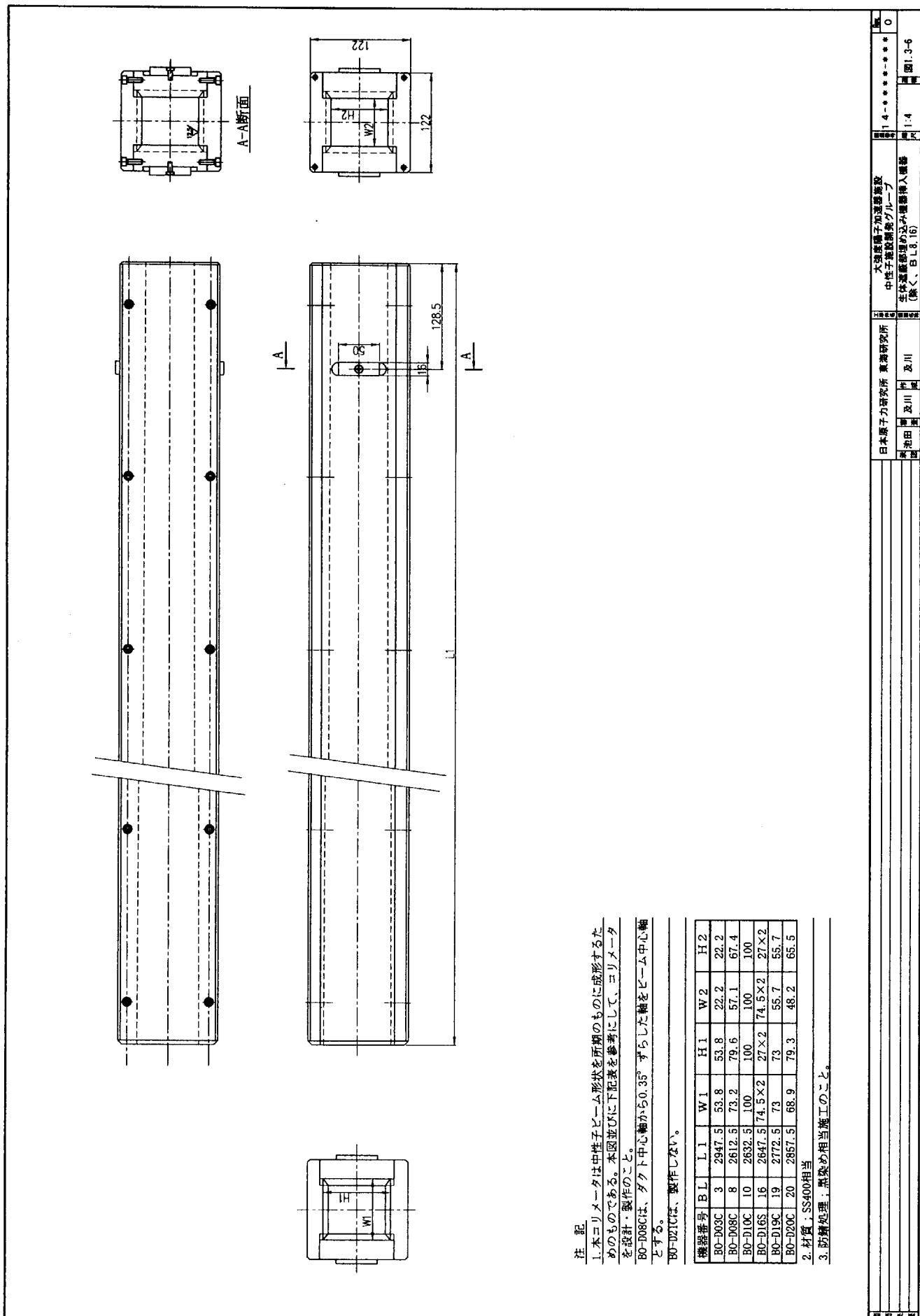
機器番号	B	L	L1
BO-D03D	3	2795.0	
BO-D08D	8	2496.5	
BO-D10D	10	2316.5	
	16		
BO-D19D	19	2656.5	
BO-D20D	20	2741.5	
BO-D21D	21	2831.5	

2. 材質：A5083相当（ビーム窓部はアルミニウム製とするが、その他は変更可能。）



閉止フランジ (A5083)

日本原子力研究所 東海研究所		大気圧電子加速器施設		14*****0	
主な機器	中性子輸送用吸収グレード	主な機器	中性子輸送用吸収グレード	主な機器	中性子輸送用吸収グレード
池田 邦	及川 邦	生体被ばく用吸収器	生体被ばく用吸収器	1 : 8	1 : 3-5
監	監	(除く BL8, 16)	(除く BL8, 16)	監	監



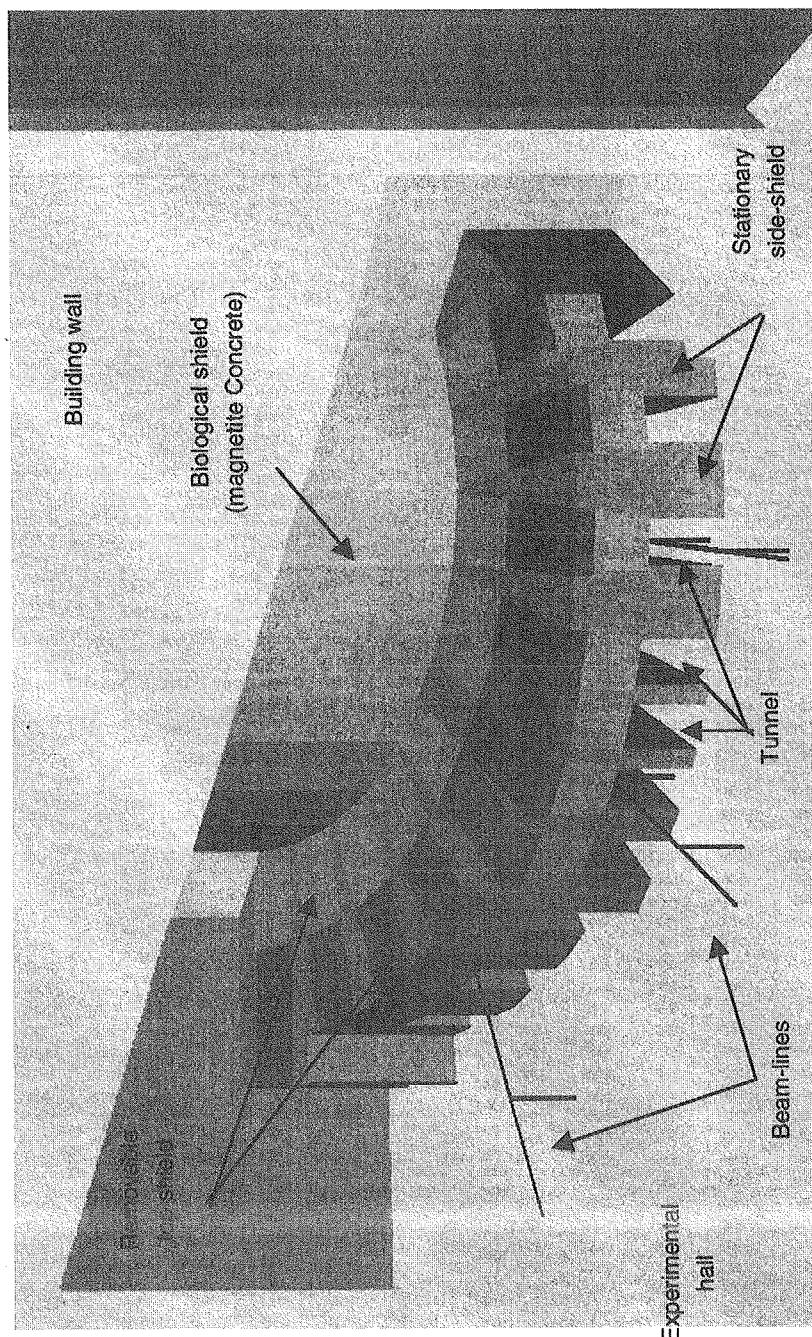
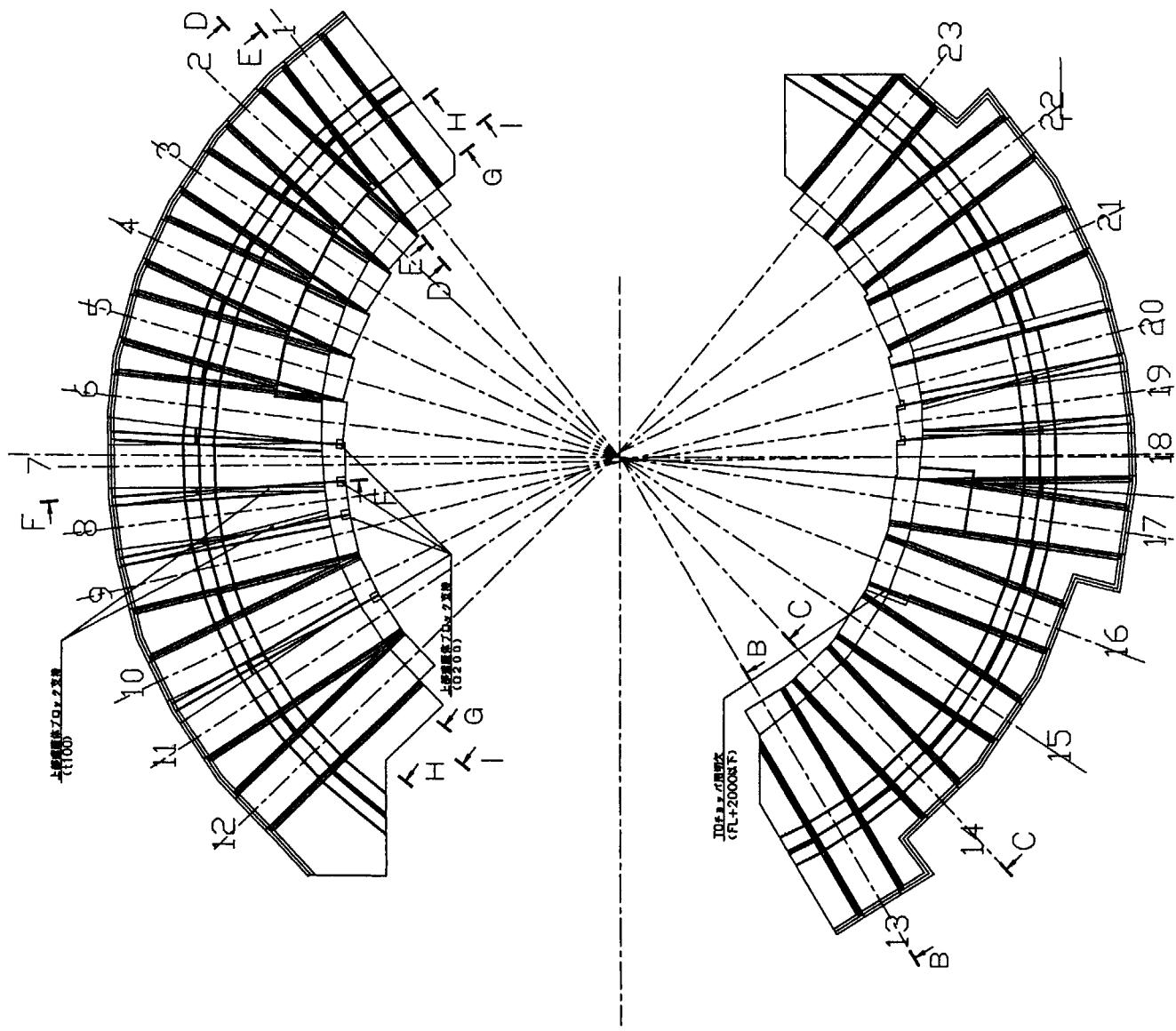


図 1.4-1 前置き遮蔽体概念図

図 1.4-2 前置き遮蔽体
全体構造図（平面図、全体）

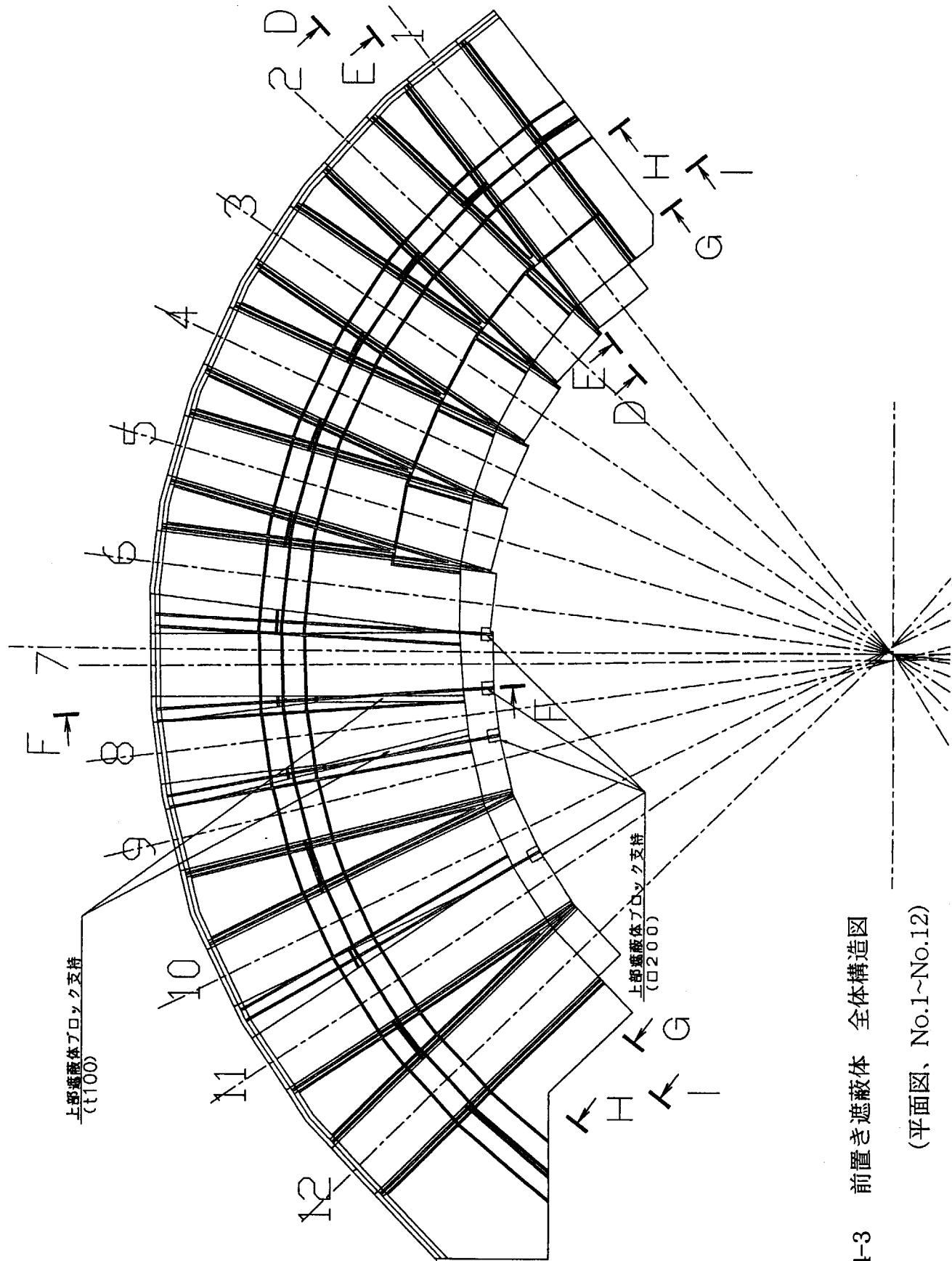


図 1.4-3 前置き遮蔽体 全体構造図

(平面図、No.1~No.12)

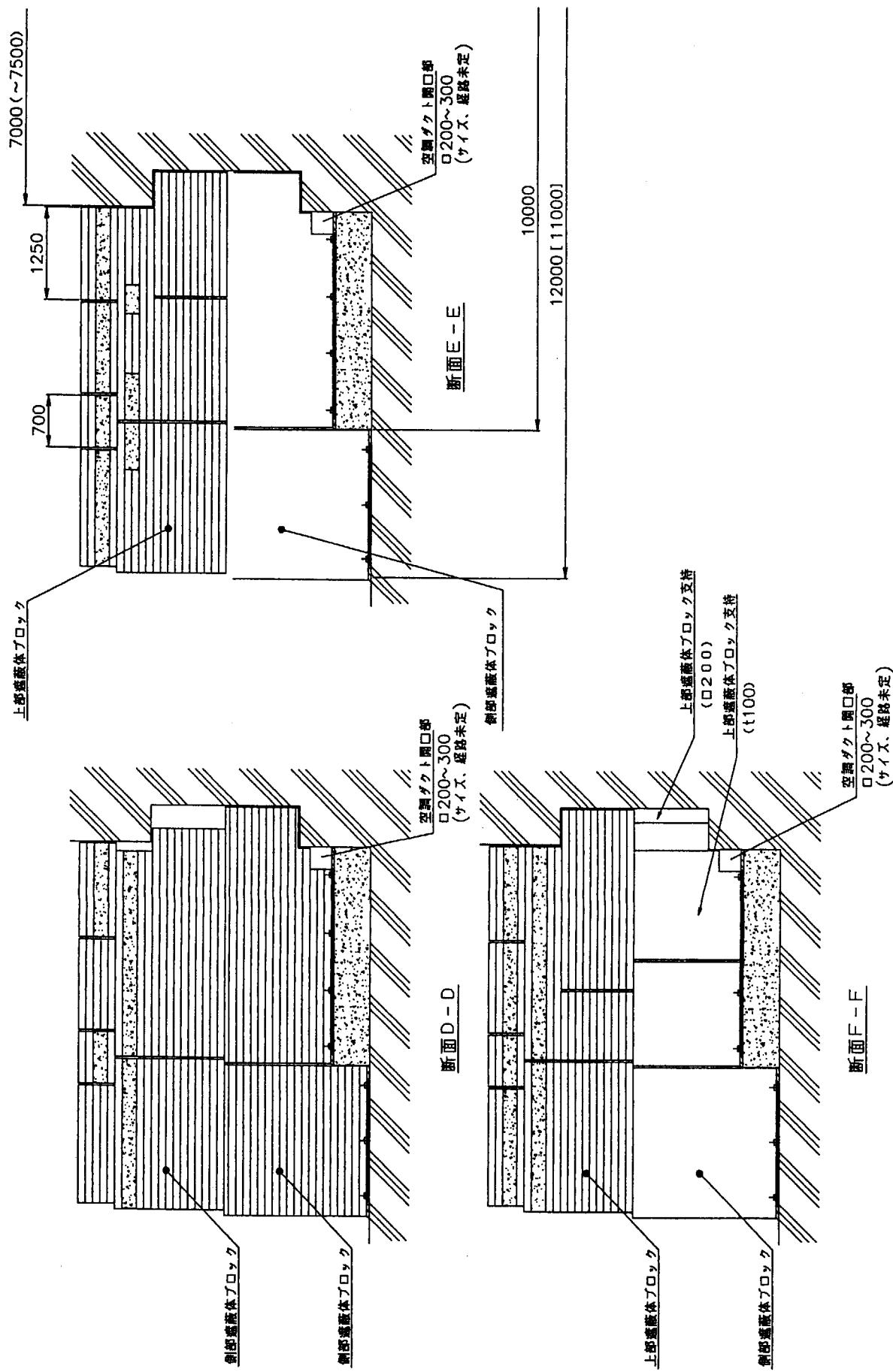


図 1.4-4 前置き遮蔽体 全体構造図 (断面図)

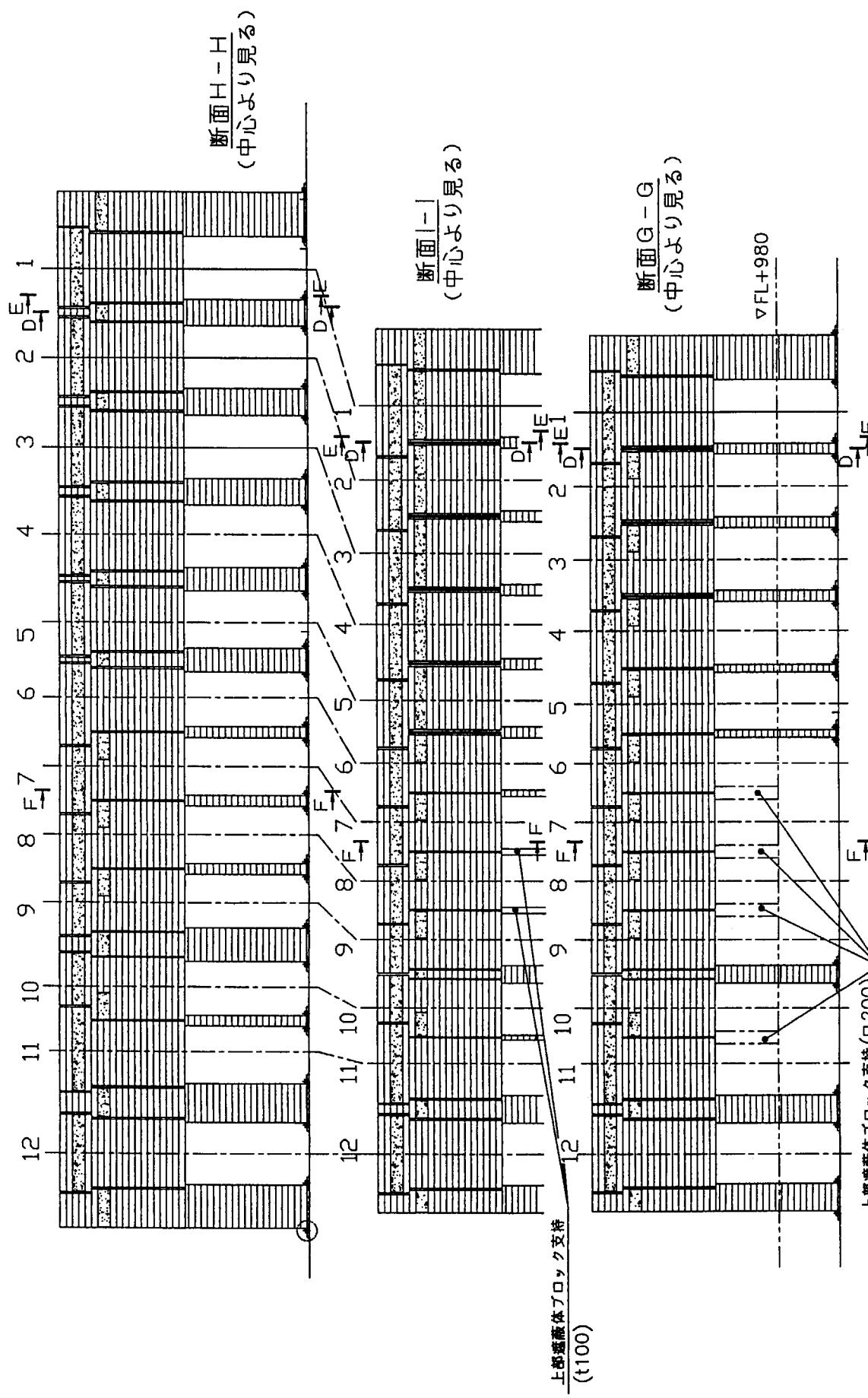
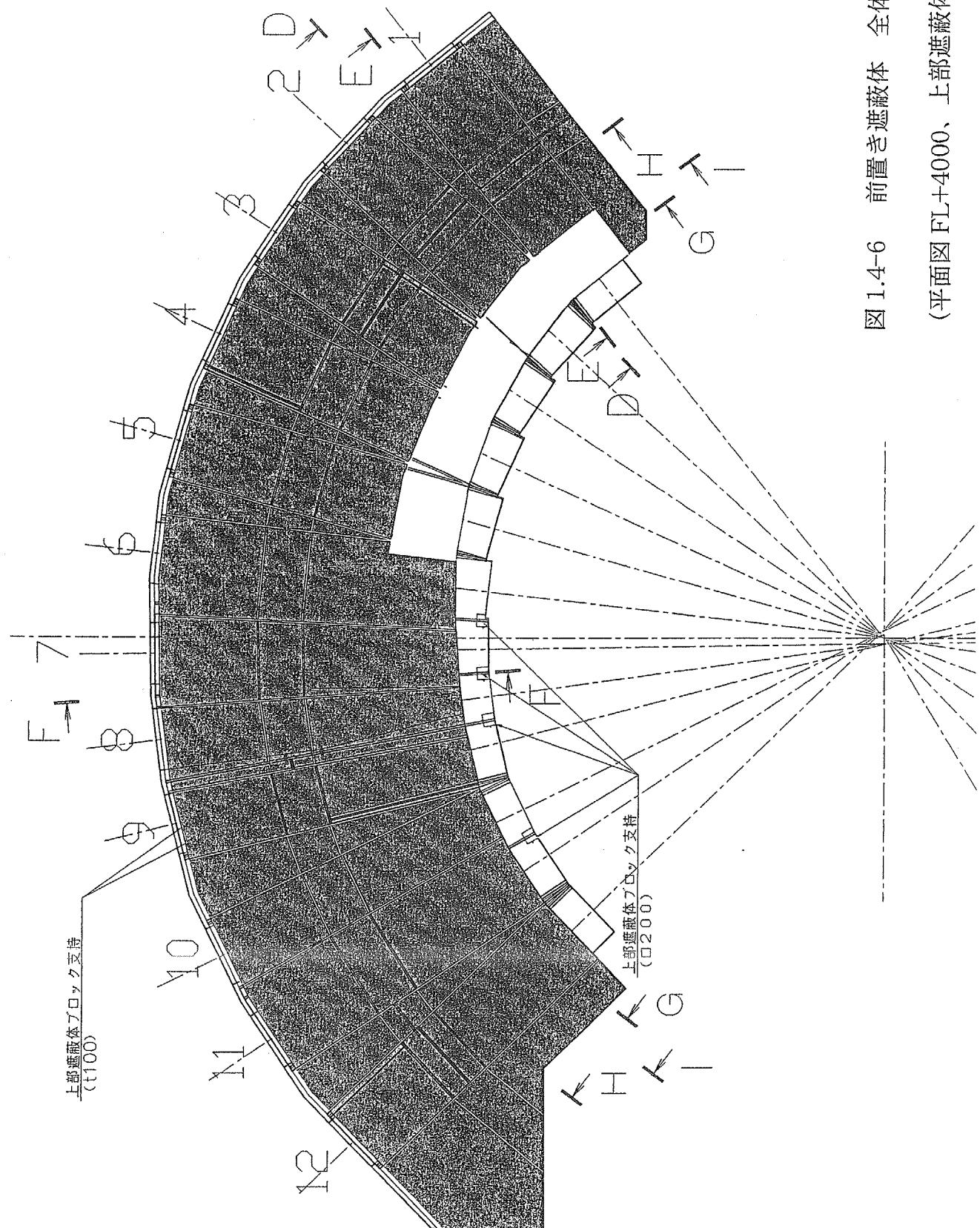


図 1.4-5 前置き遮蔽体 全体構造図（展開断面図）

図 1.4-6 前置き遮蔽体 全体構造図
(平面図 FL+4000、上部遮蔽体取付状態)



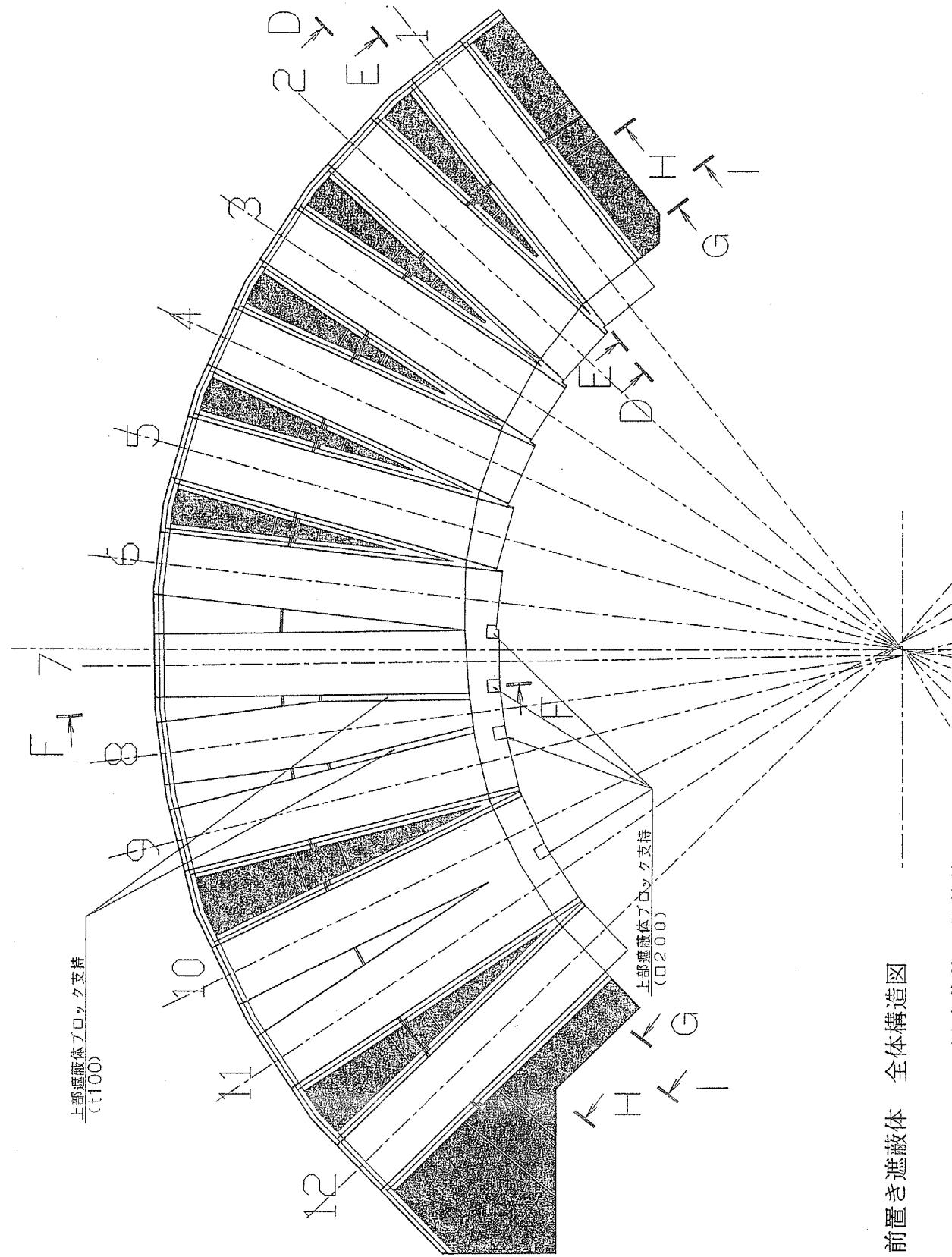


図 1.4-7 前置き遮蔽体 全体構造図

(平面図 FL+4000~3500、上部遮蔽体取外状態)

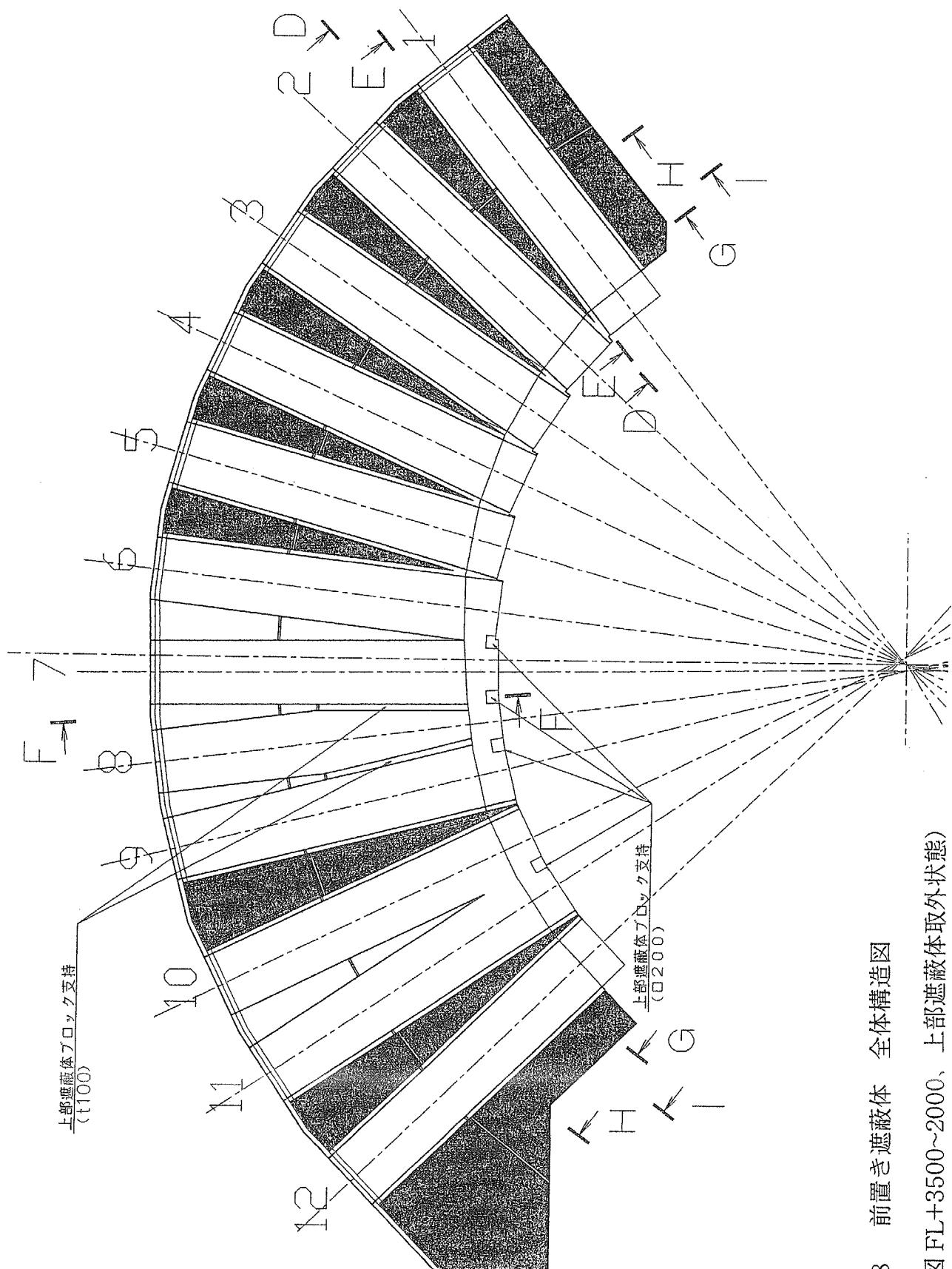


図 1.4-8 前置き遮蔽体 全体構造図
(平面図 FL+3500~2000、上部遮蔽体取外状態)

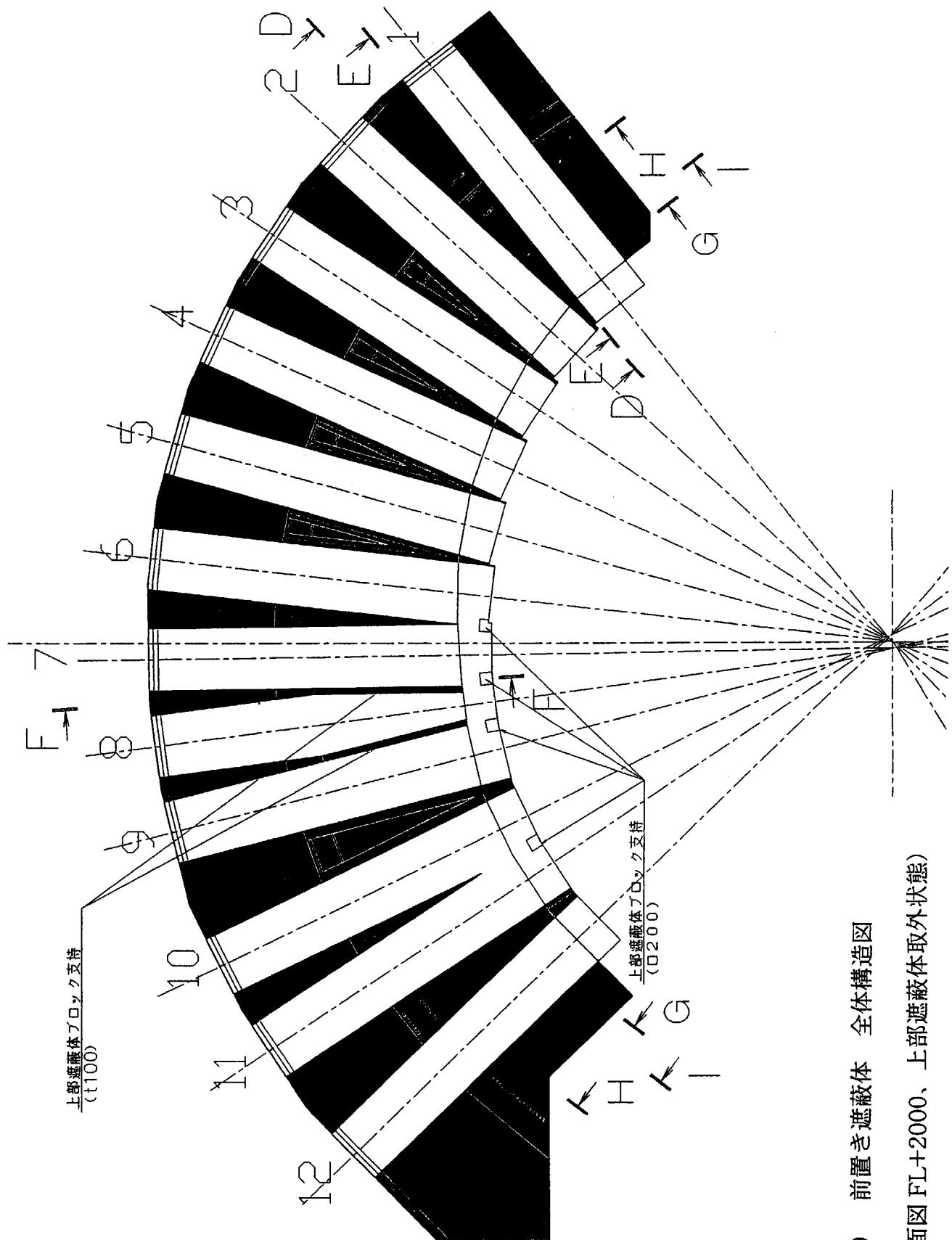


図 1.4-9 前置き遮蔽体 全体構造図
(平面図 FL+2000、上部遮蔽体取外状態)

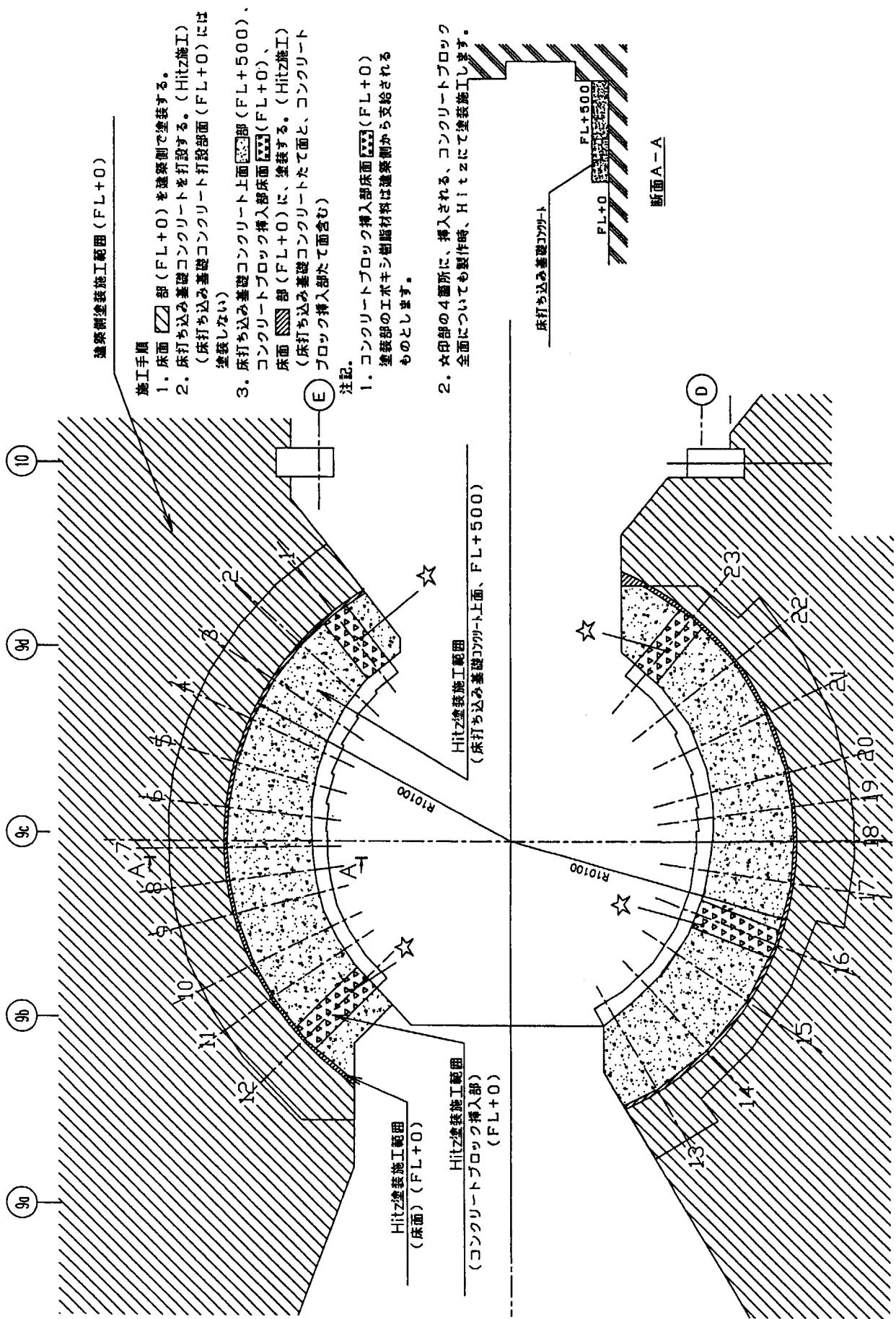


図 1.4-10 前置き遮蔽体 床面塗装施工範囲計画図

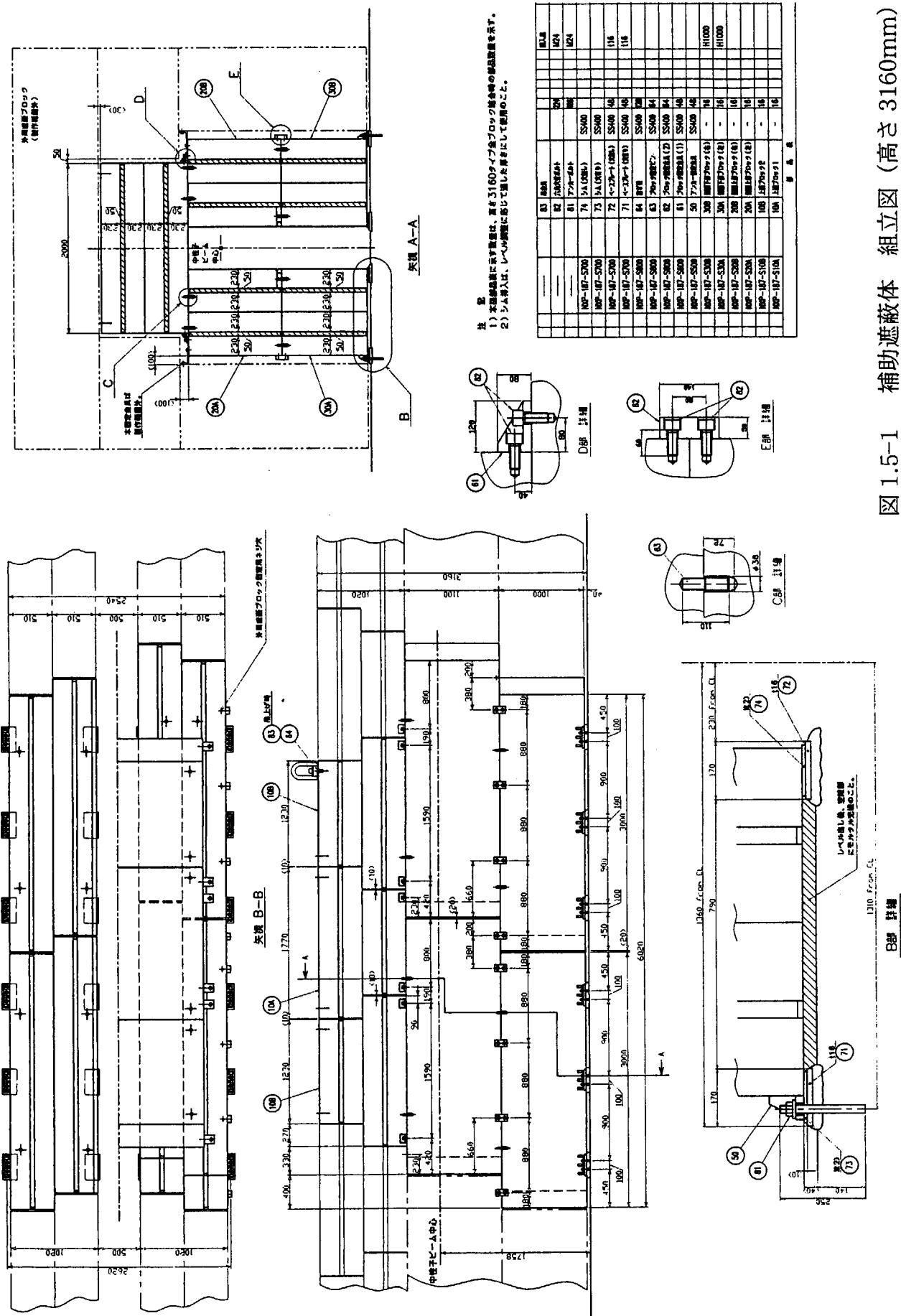


図 1.5-1 構助遮蔽体 組立図 (高さ 3160mm)

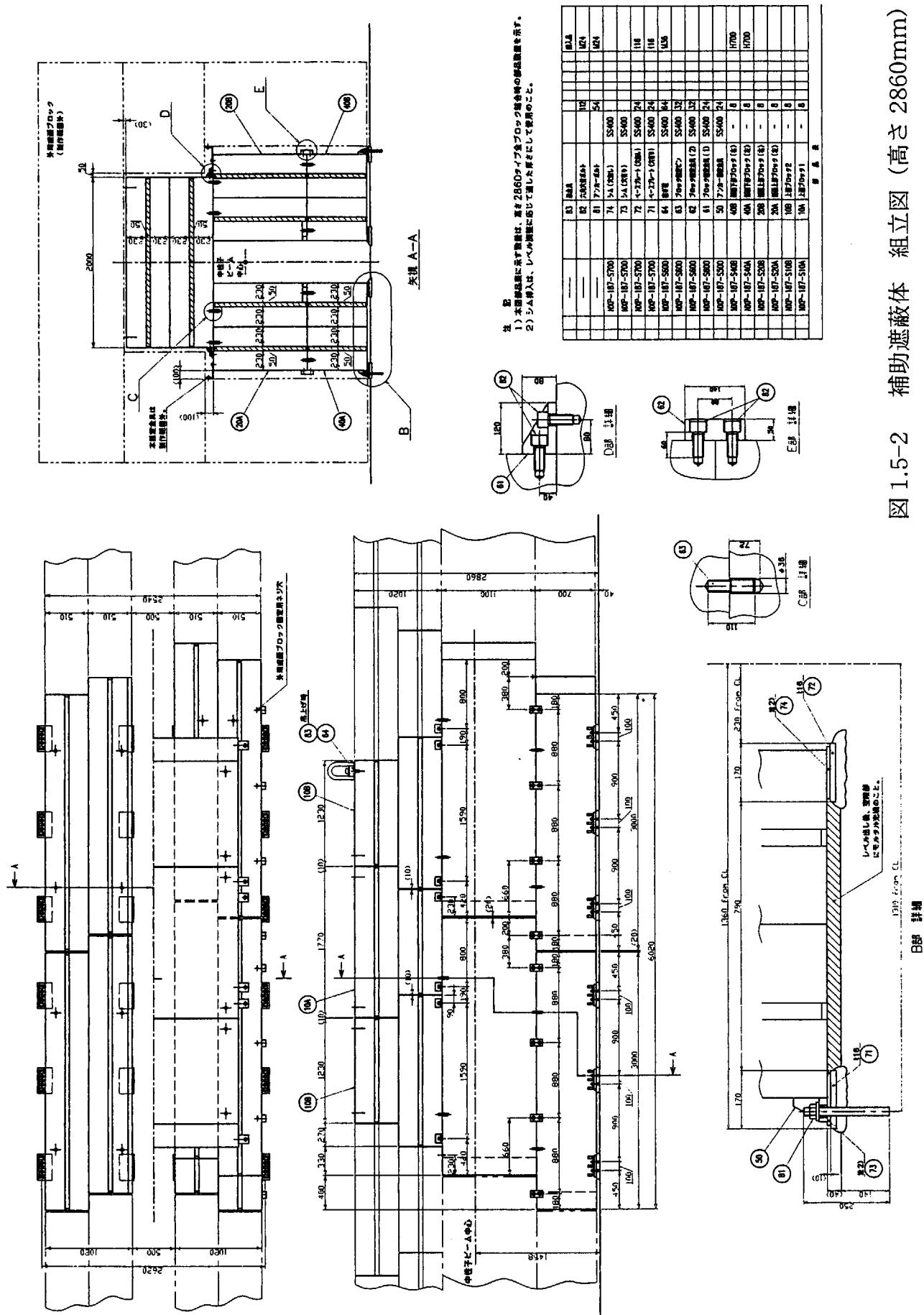


図 1.5-2 極助遮蔽体 組立図 (高さ 2860mm)

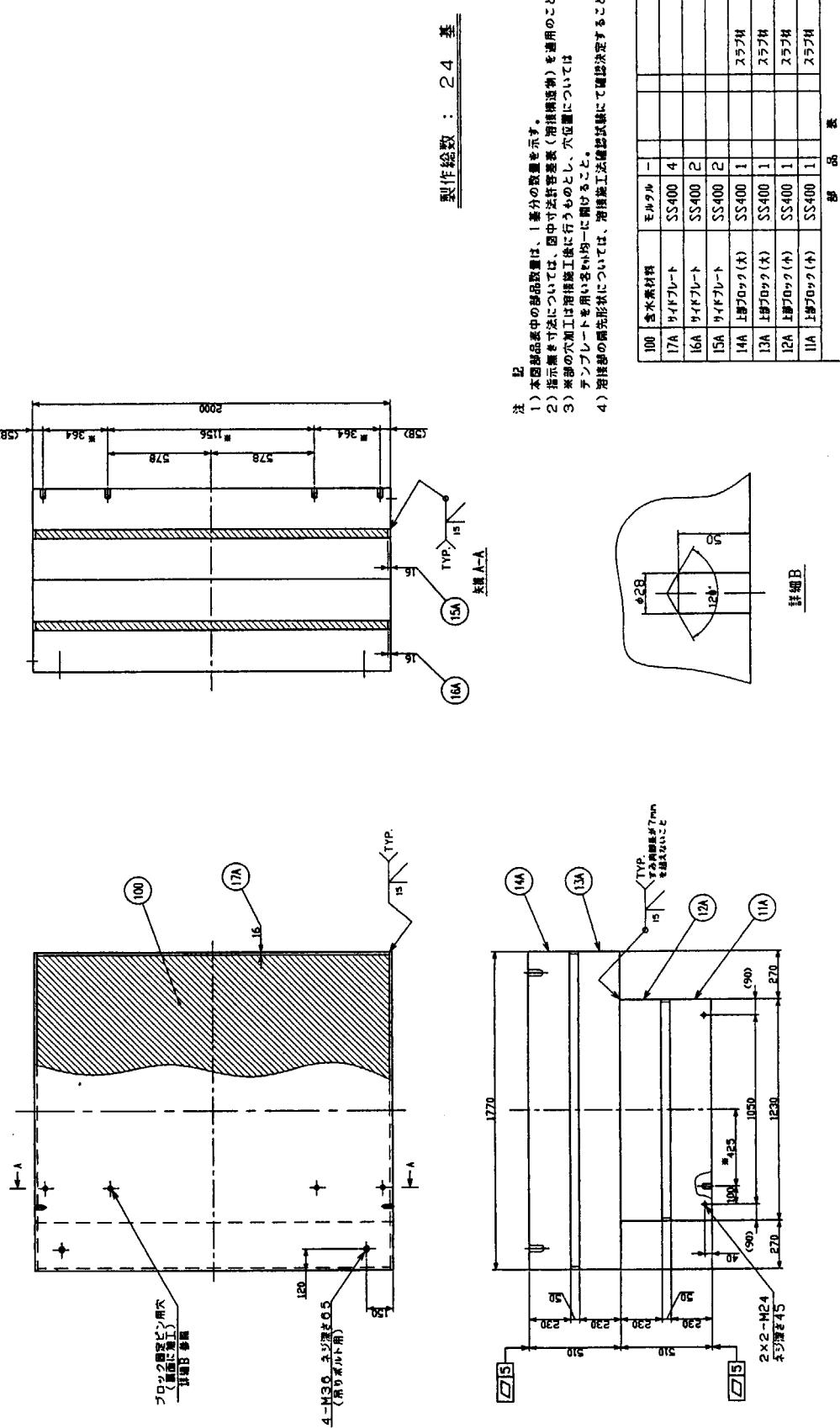
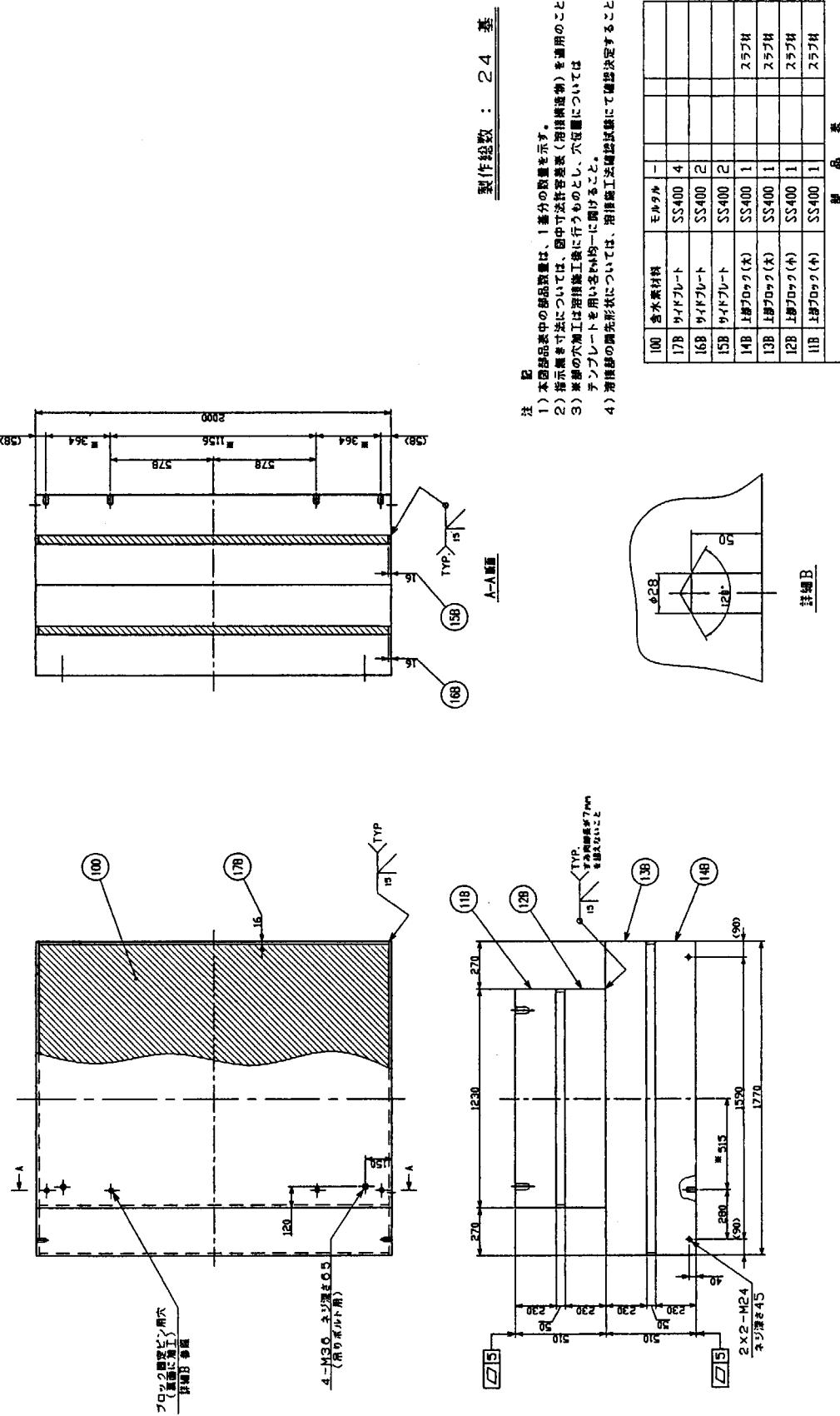
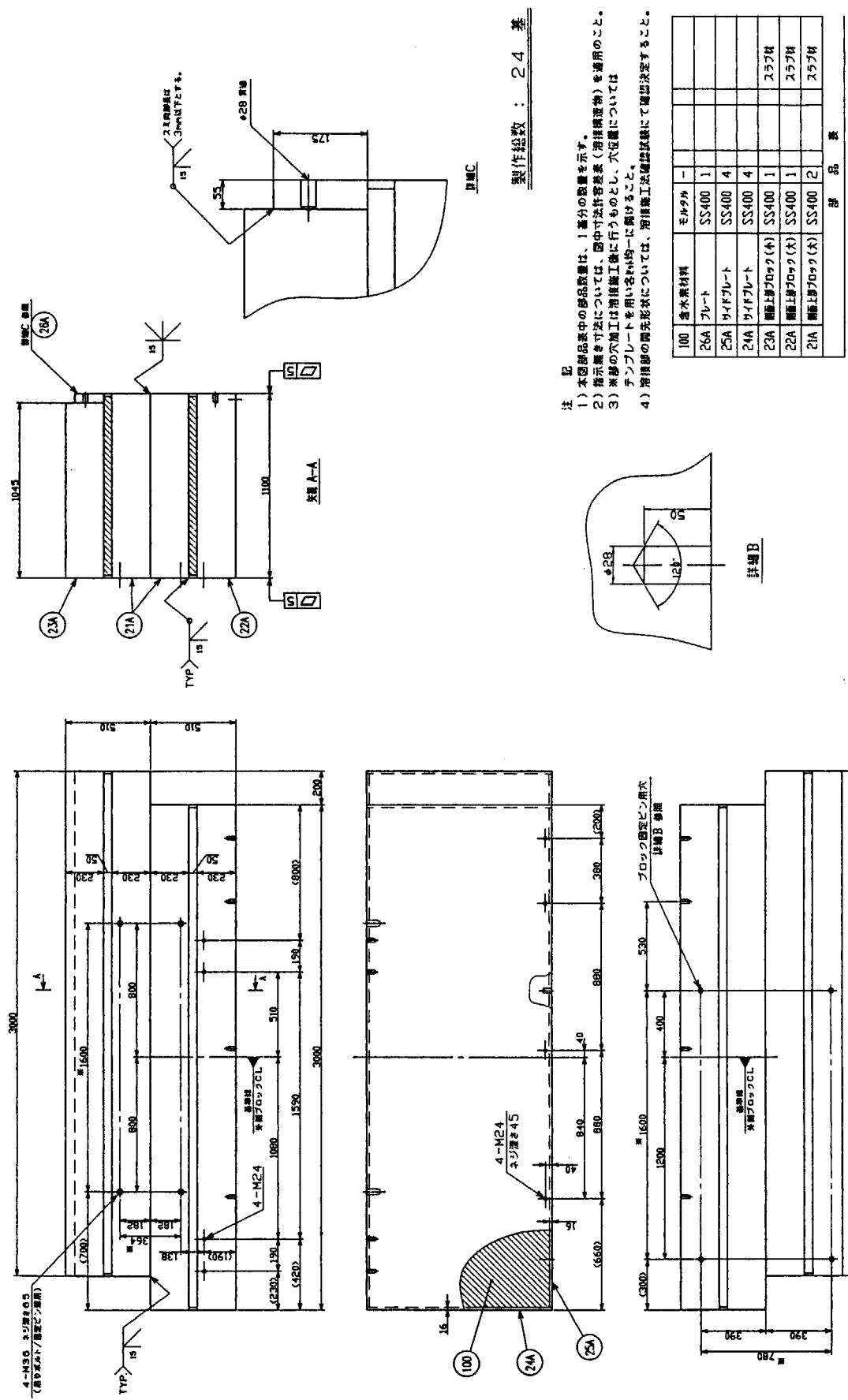


図 1.5-3 上部プロック 1 詳細図





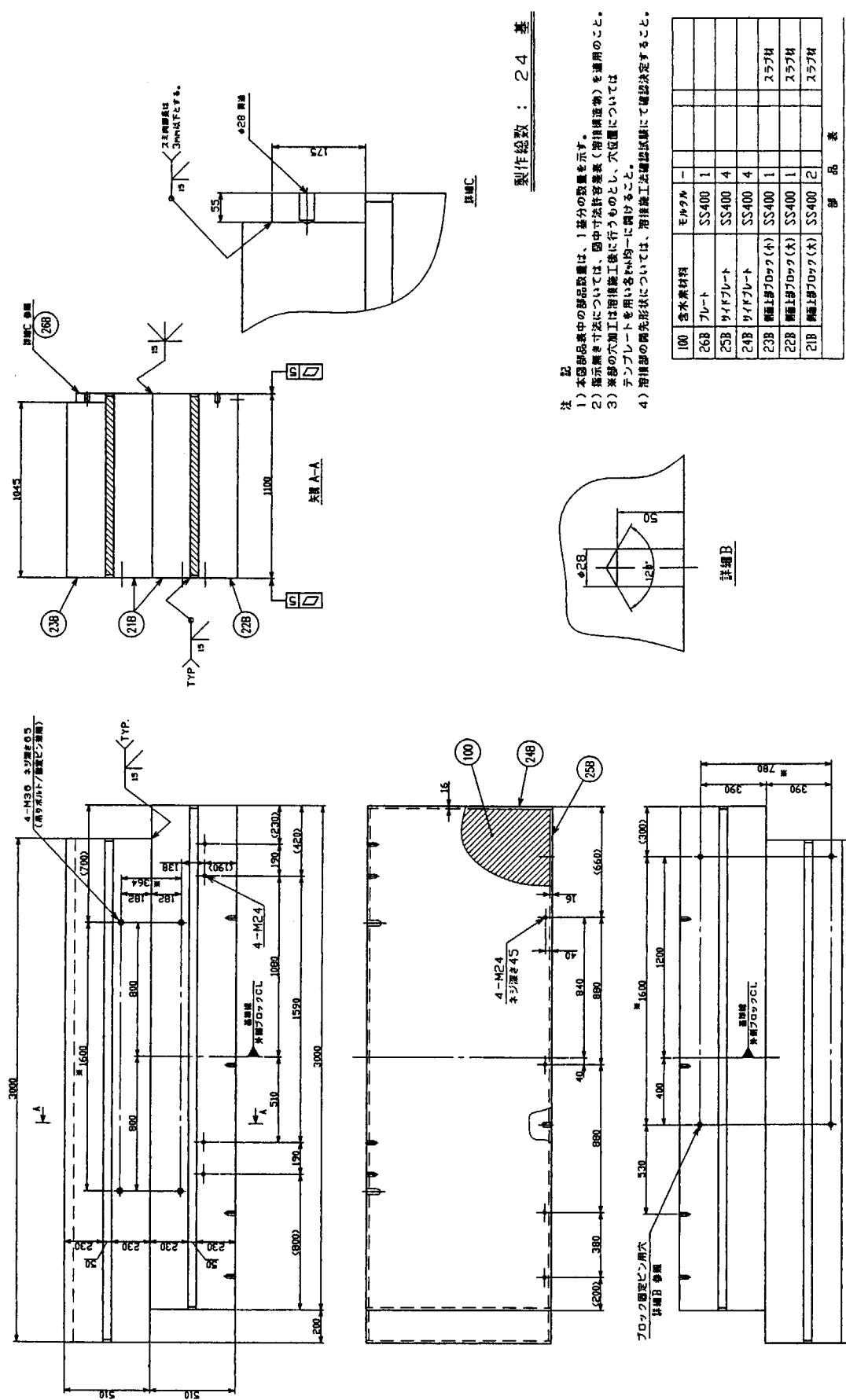


図 1.5-6 拡助遮蔽体 側面上部ロック (右) 詳細図

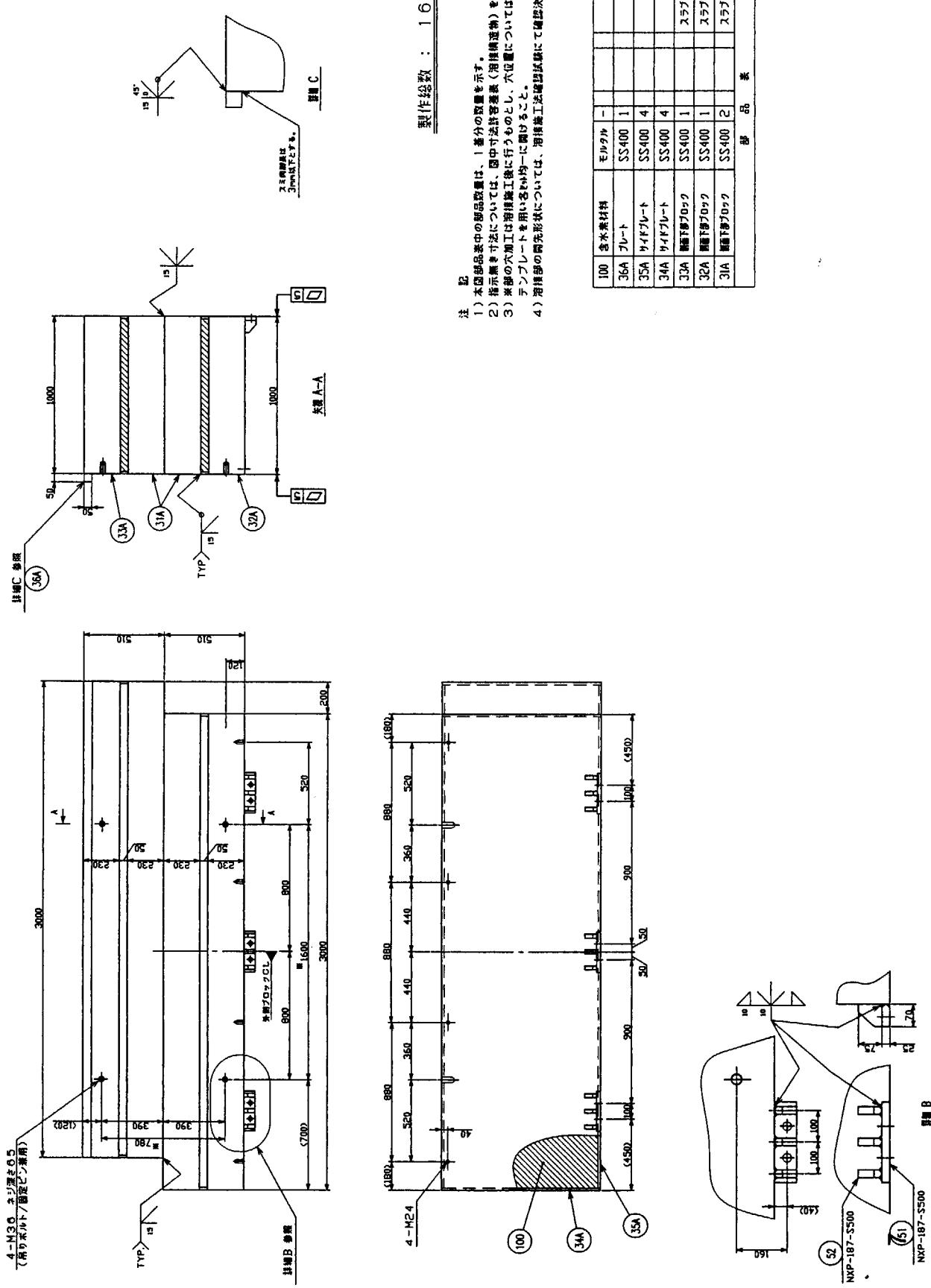


図 1.5-7 補助遮蔽体 側面下部プロック 高さ 1000 mm (左) 詳細図

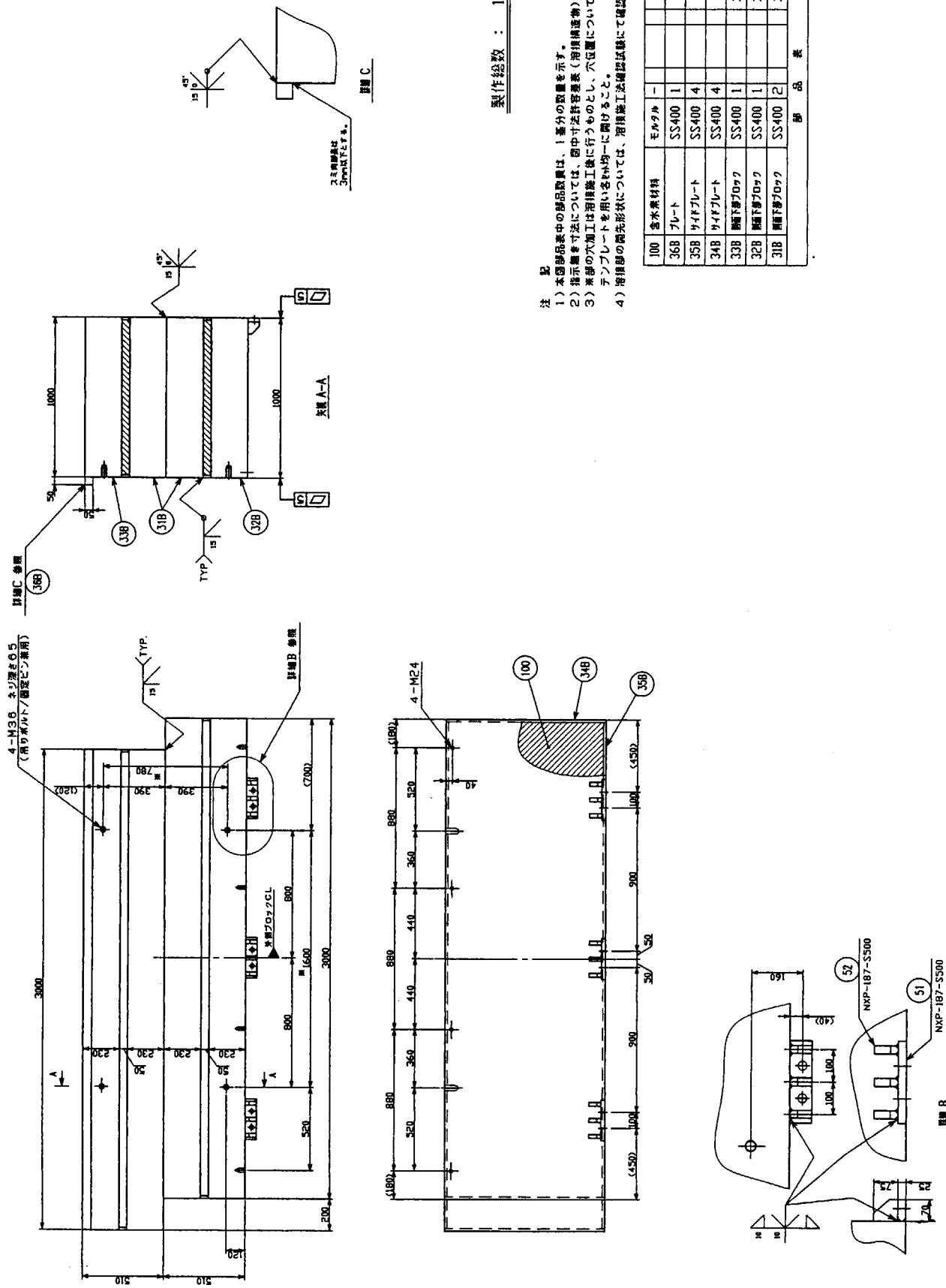


図 1.5-8 準助遮蔽体 側面下部ブロック 高さ 1000 mm (右) 詳細図

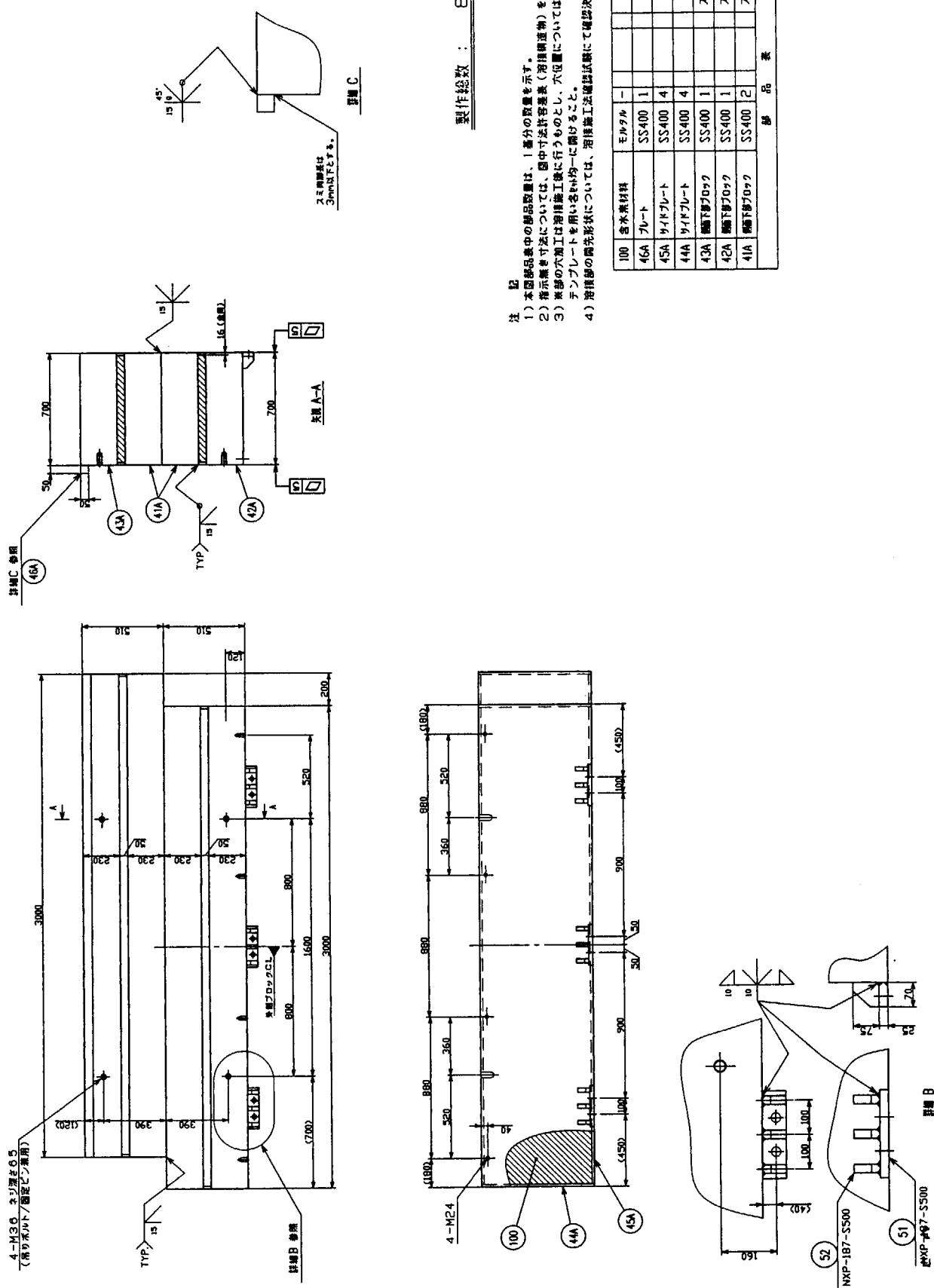


図 1.5-9 構造部品 側面下部プロック 高さ 700 mm (左) 詳細図

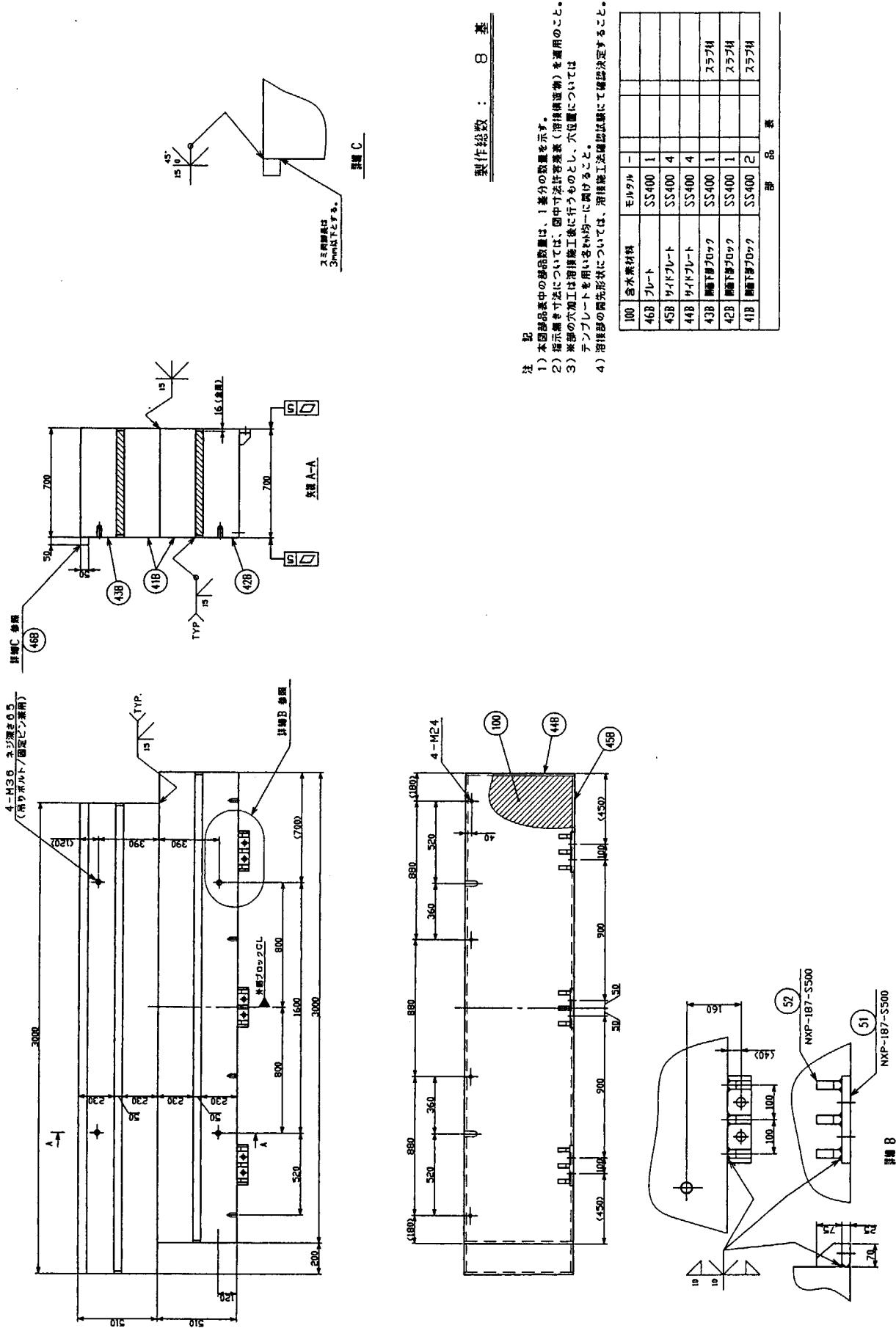


図 1.5-10 構造図 側面下部ブロック 高さ 700 mm (右)

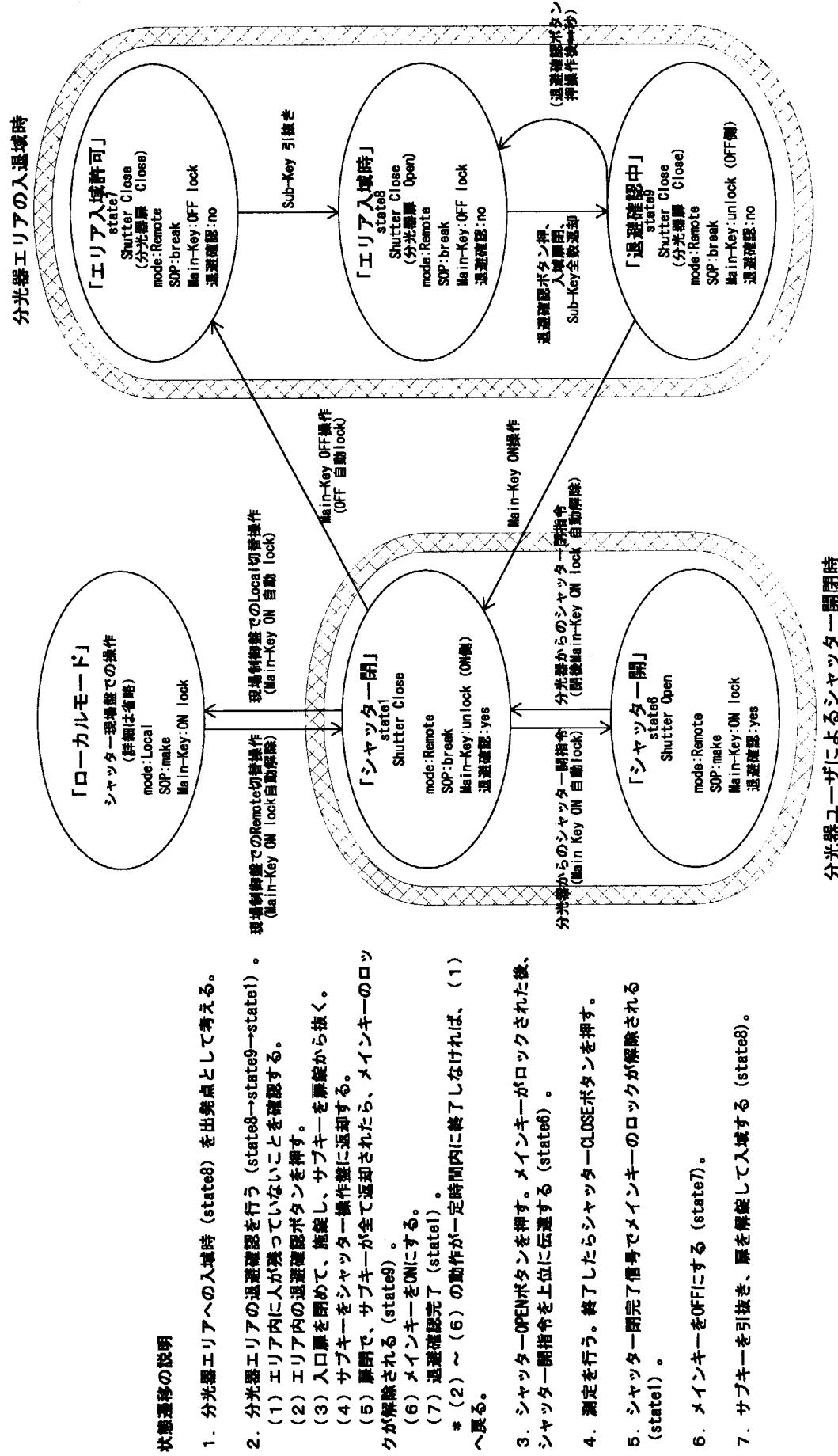


図 2-1 中性子シャッターと分光器 PPS の状態遷移図

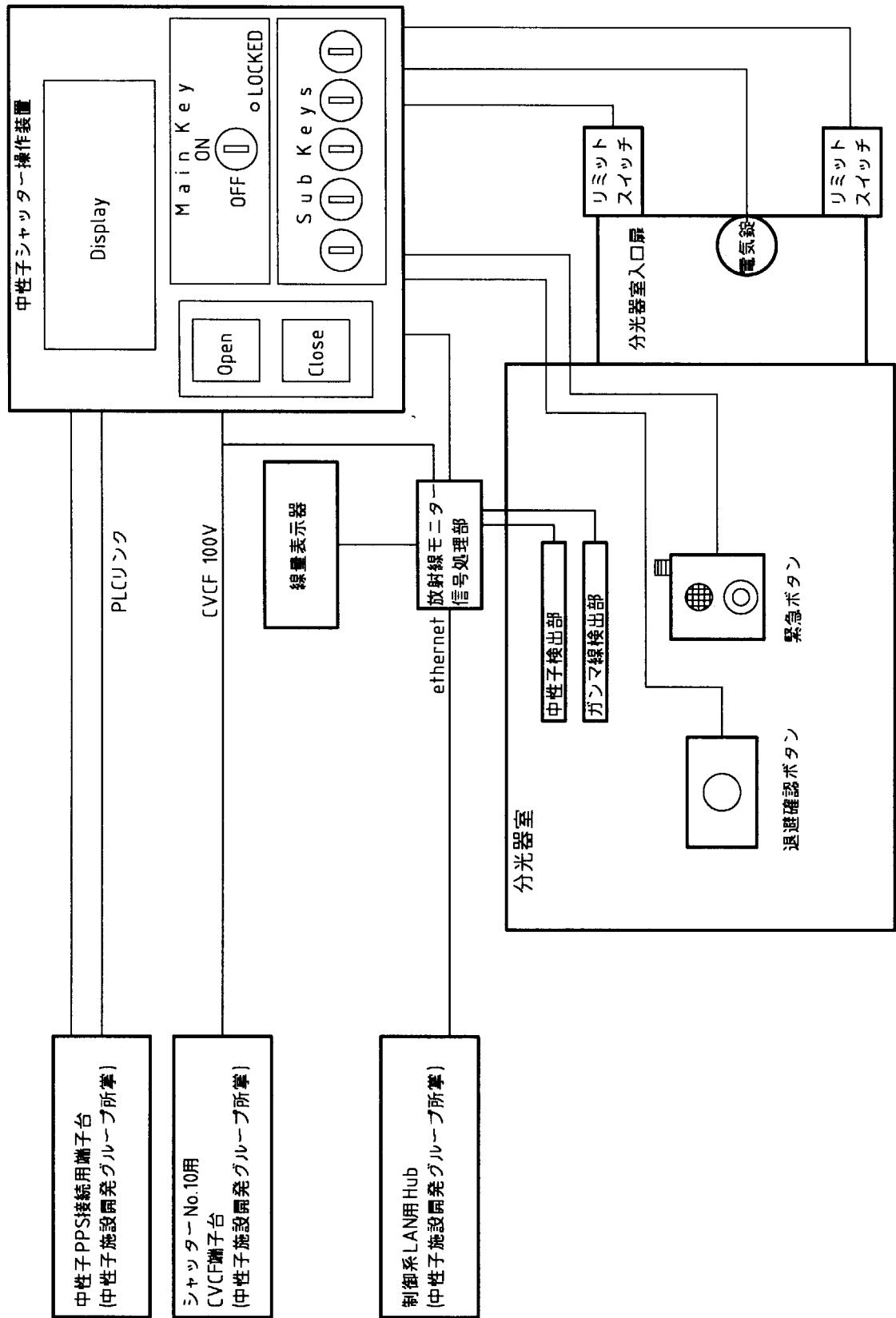
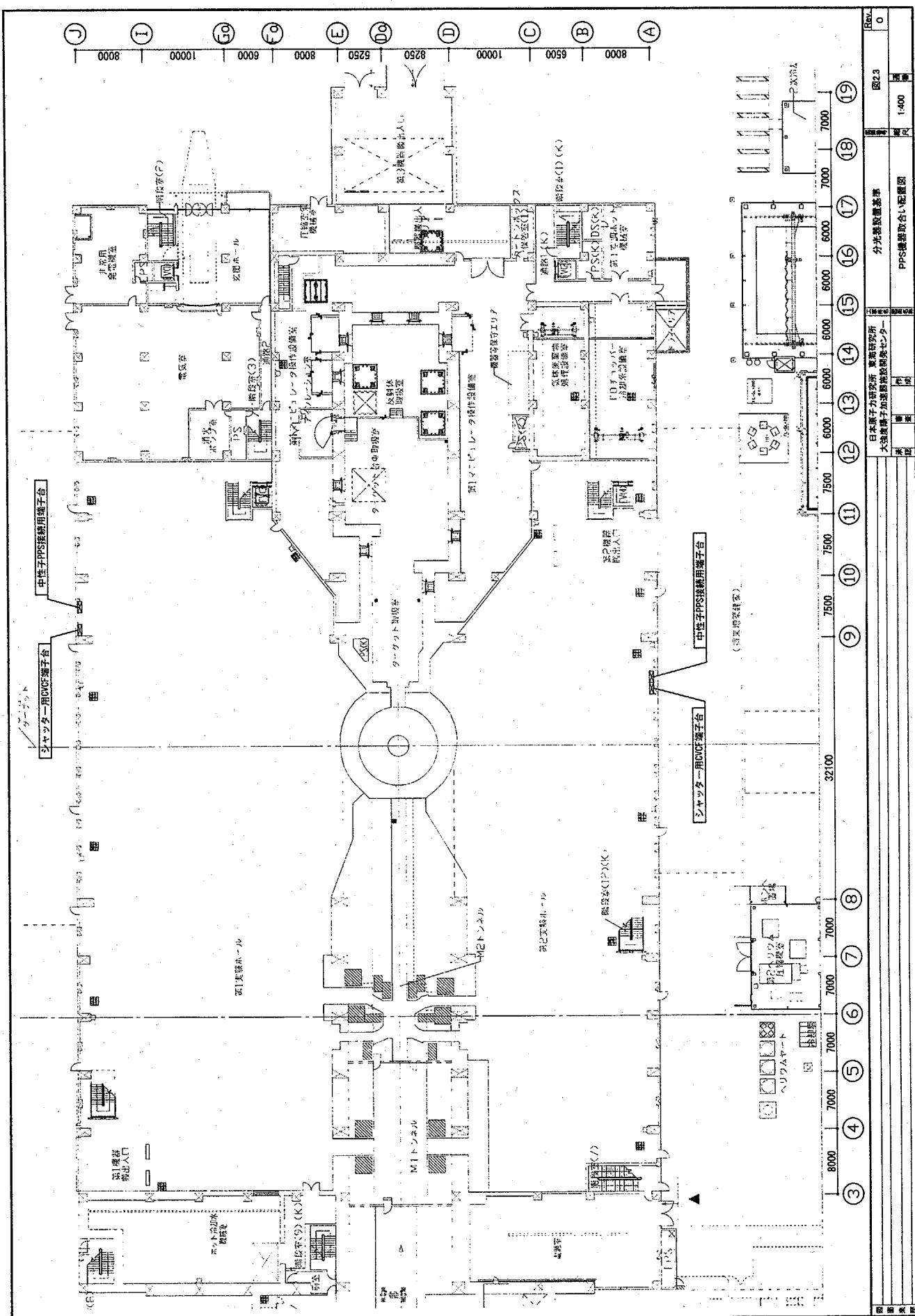


図 2-2 操作機器概念図



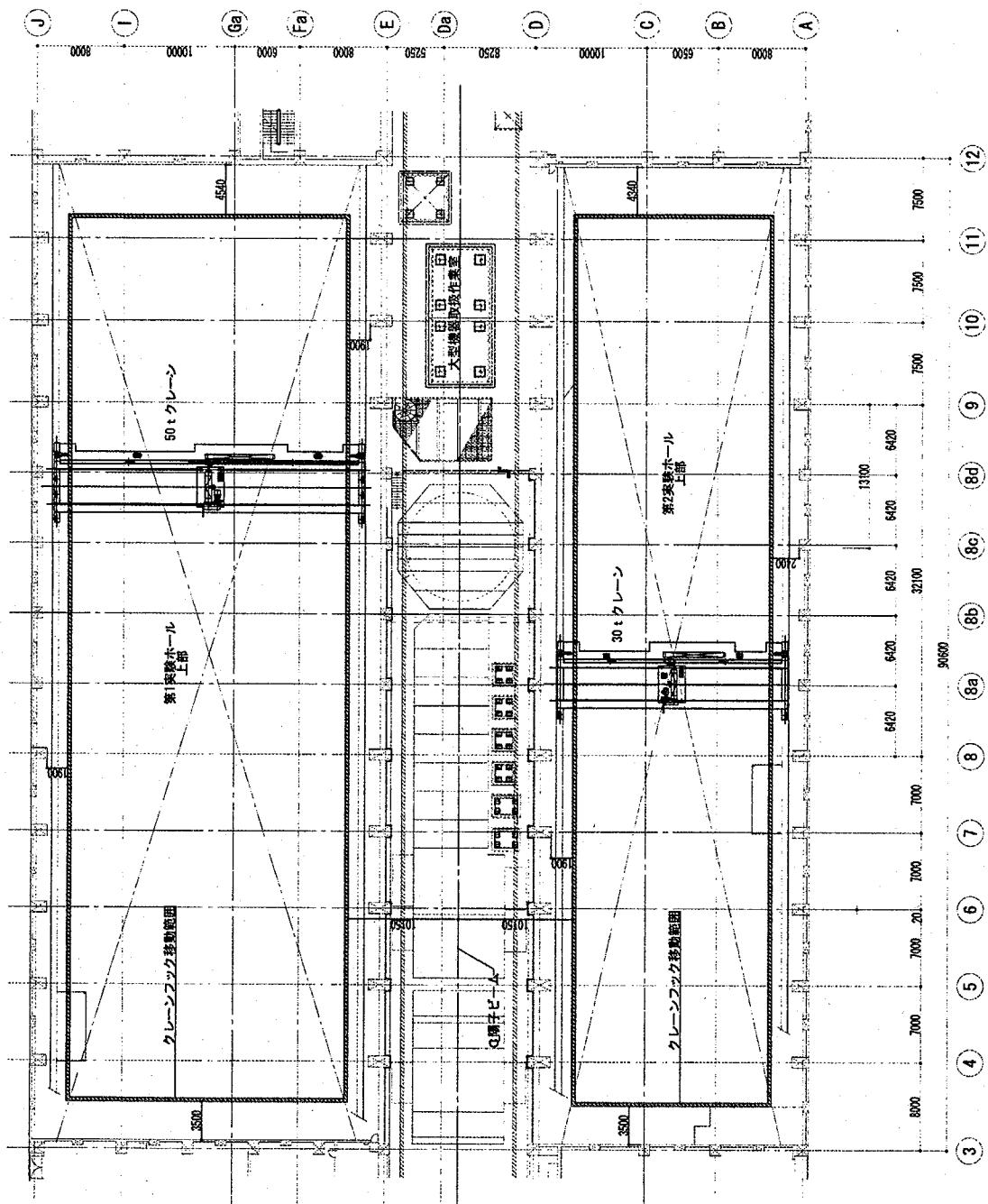


図3.1-1 50トン及び30トンクレーンフック移動範囲

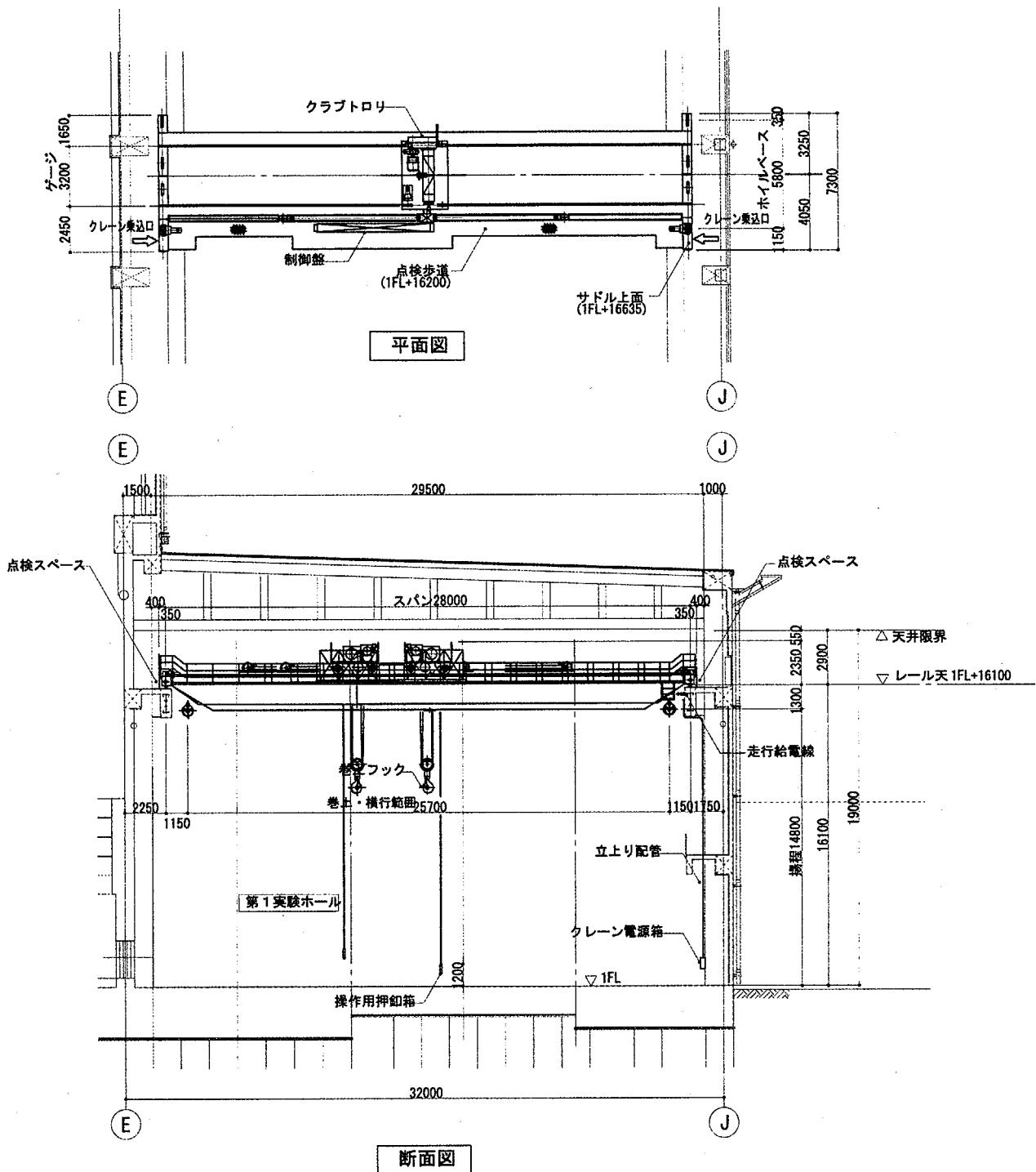


図3.1-2 第1実験ホール 50トンクレーン詳細図

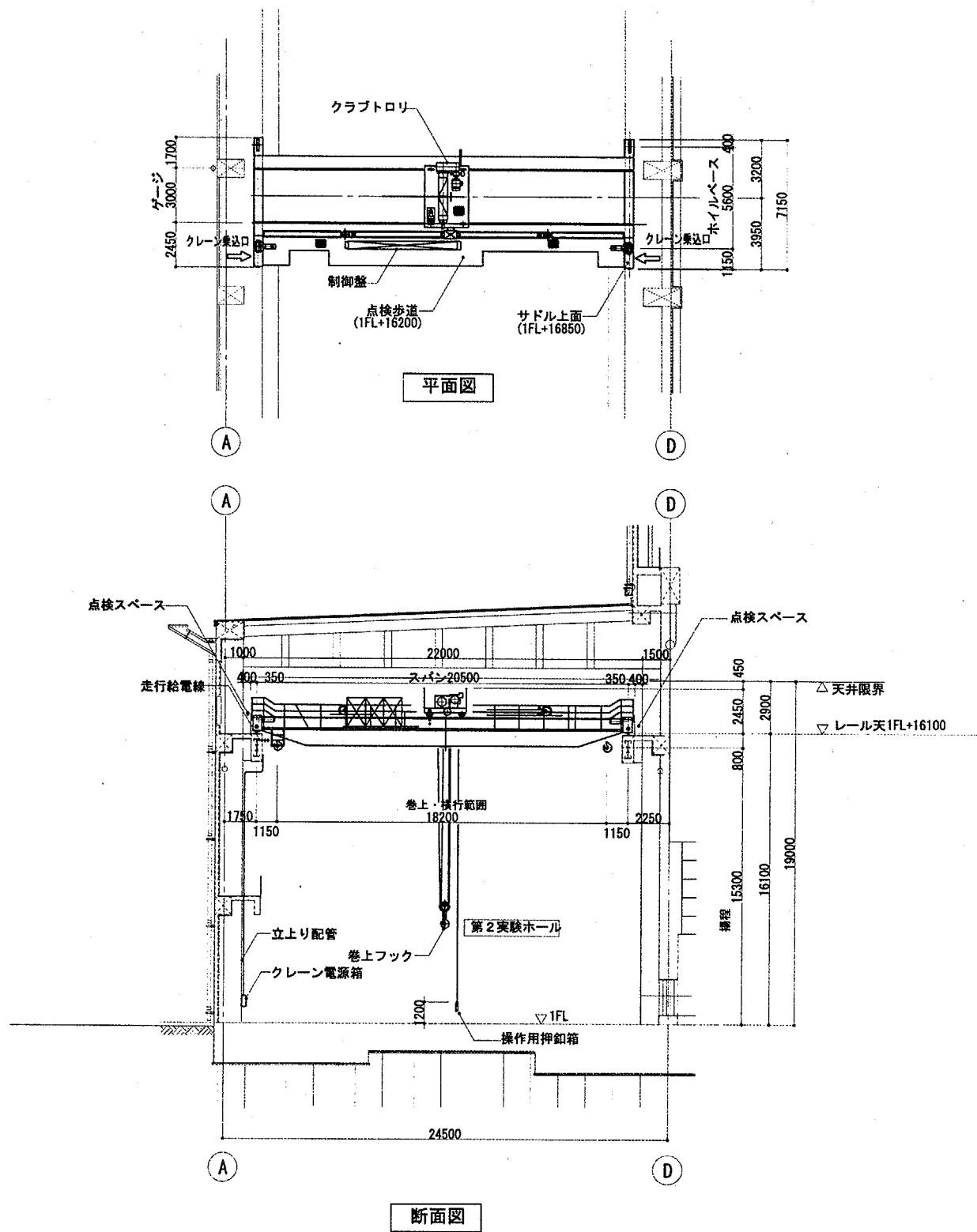


図3.1-3 第2実験ホール 30トンクレーン詳細図

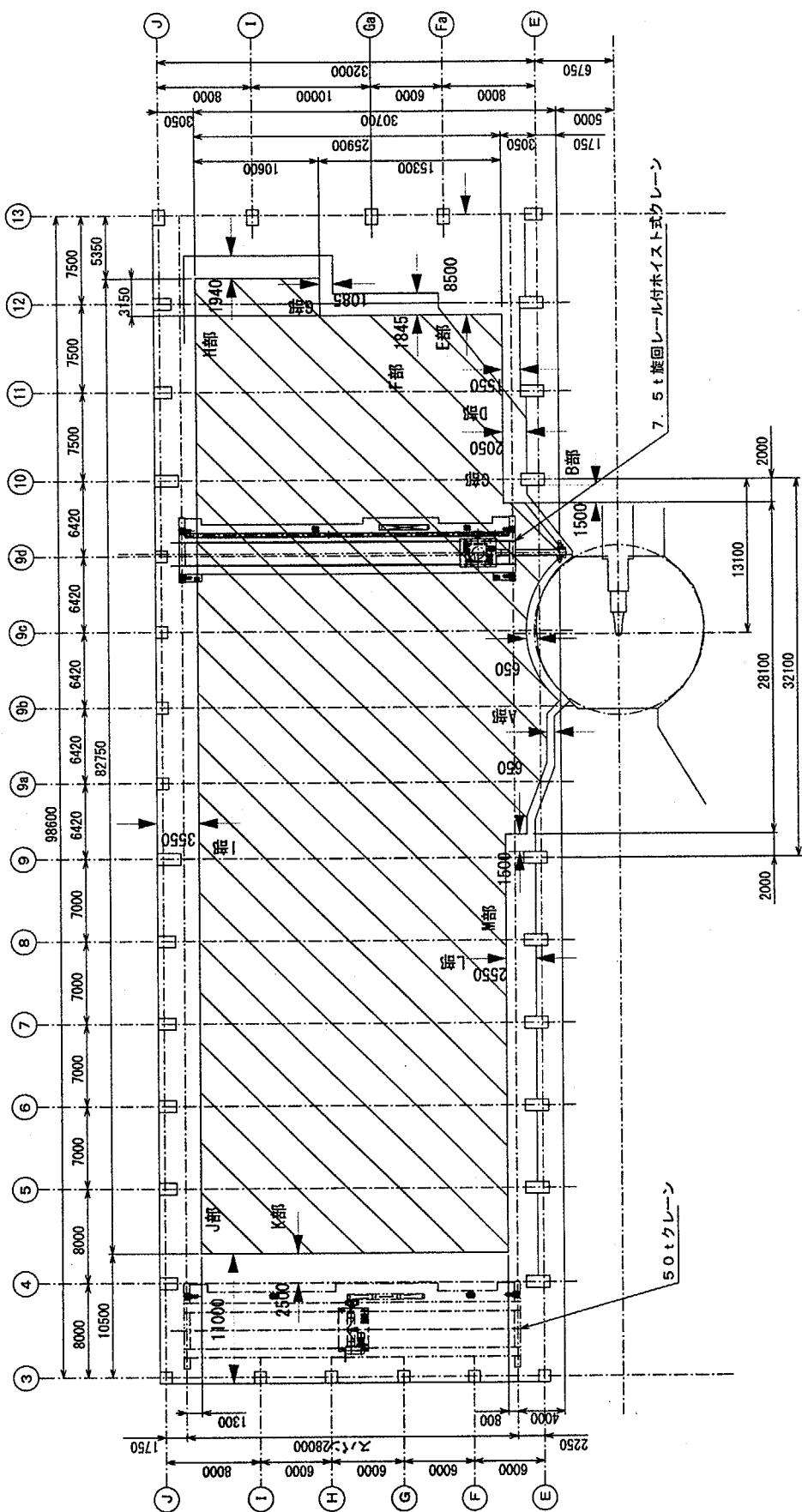


図3.1-4 第1実験ホール 7.5トンクレーンフック移動範囲

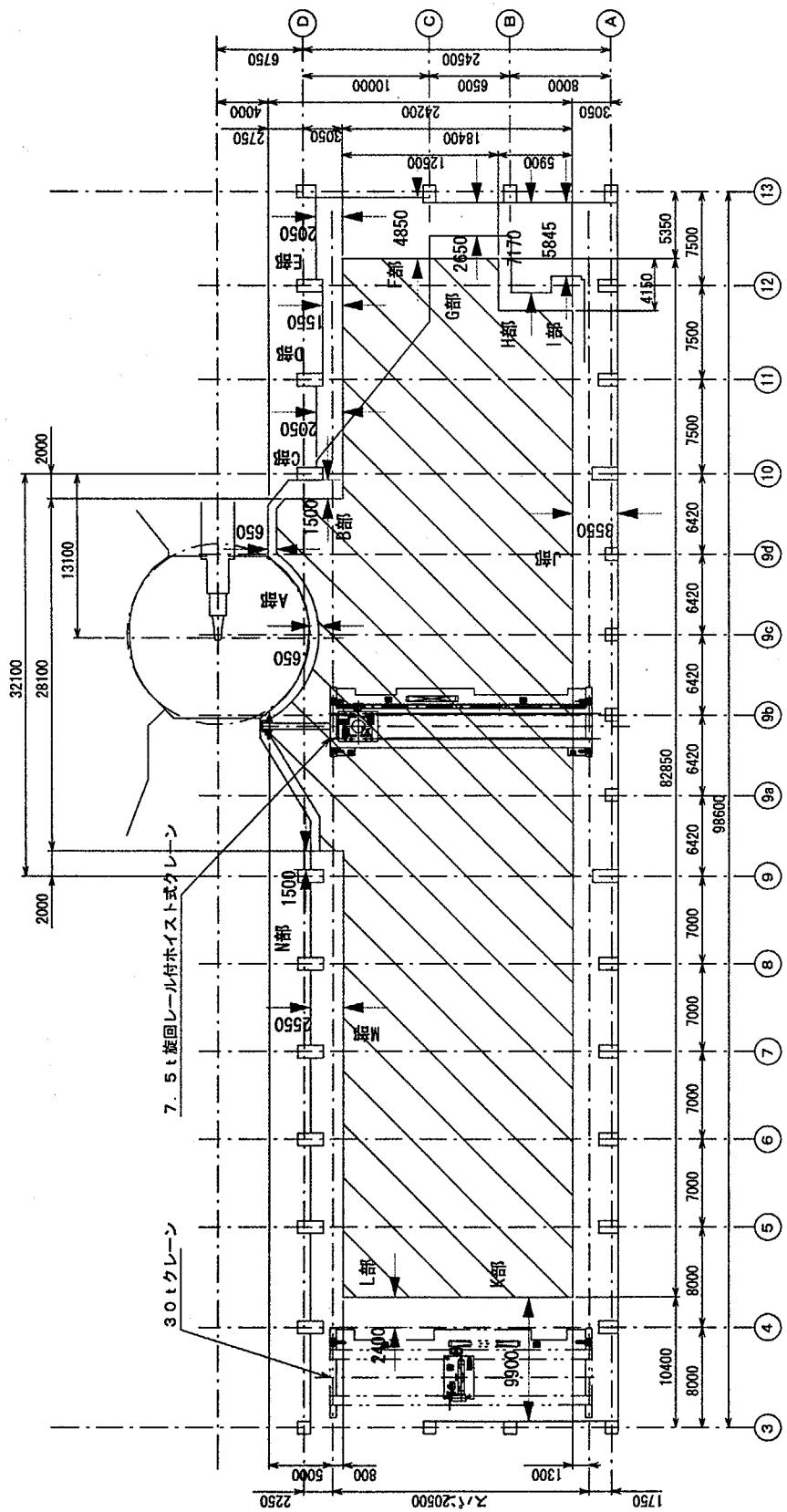


図3.1-5 第2実験ホール7.5トンシングルレーンフック移動範囲

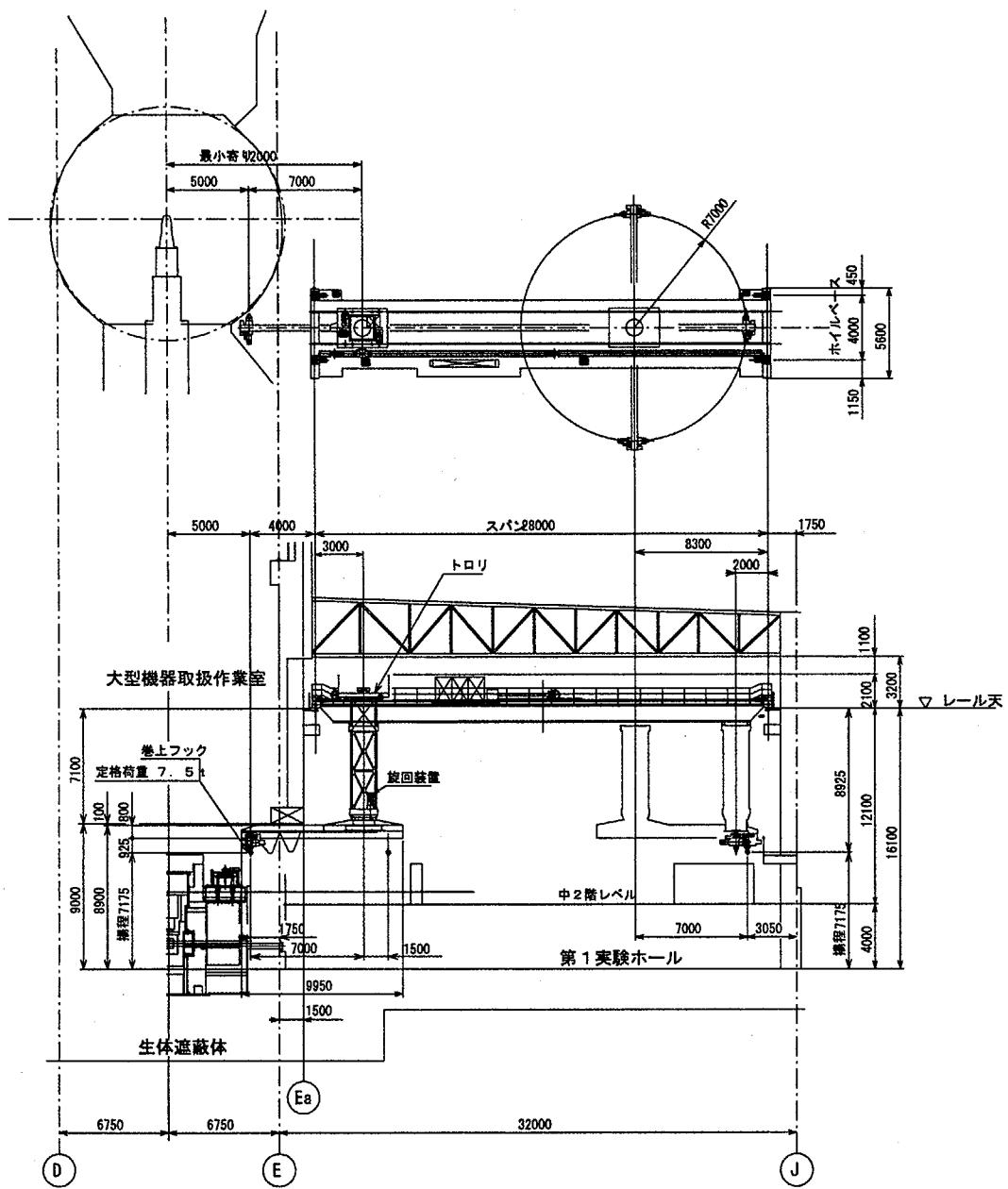


図3.1-6 第1実験ホール 7.5トンクレーン詳細図

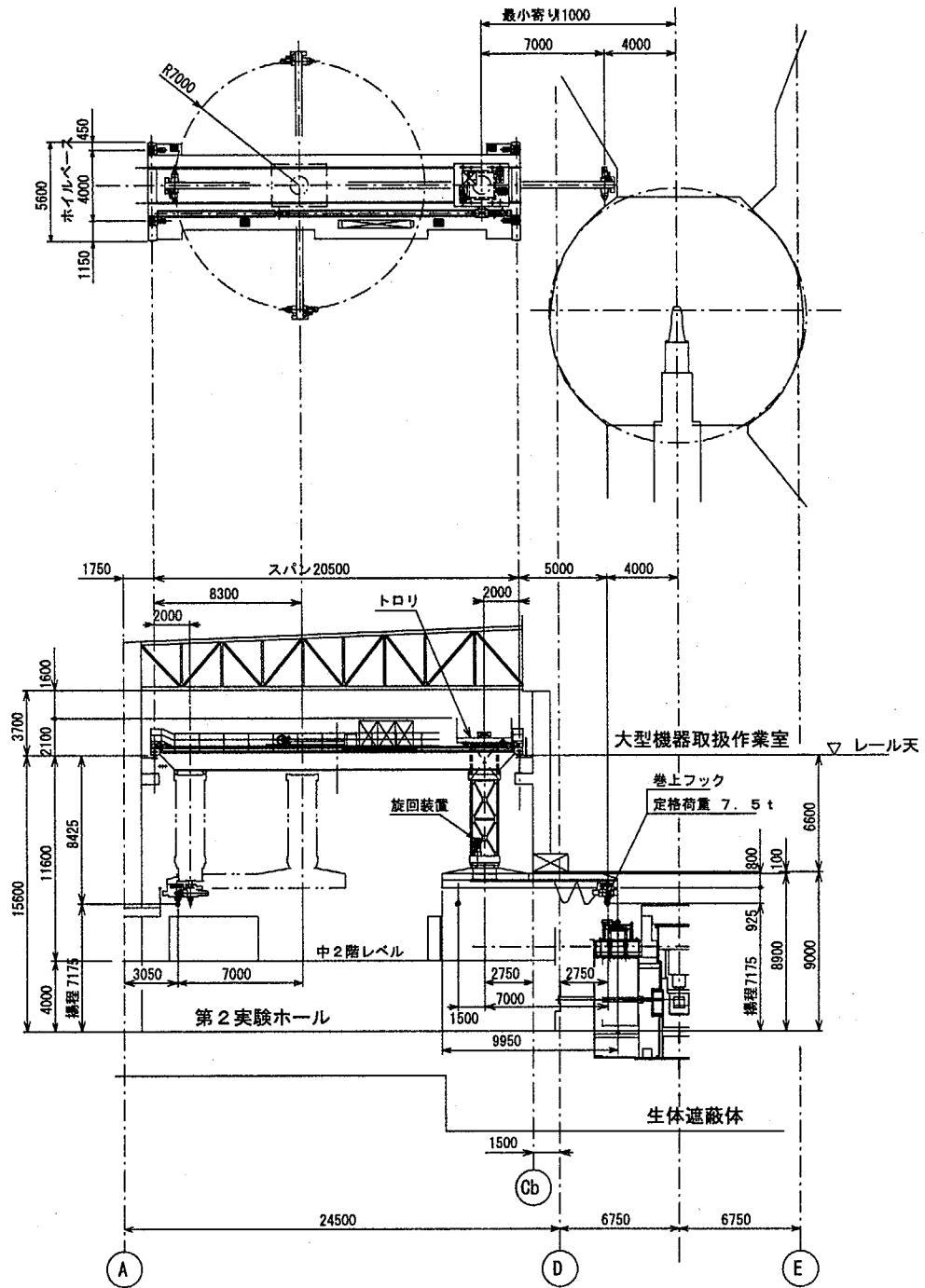
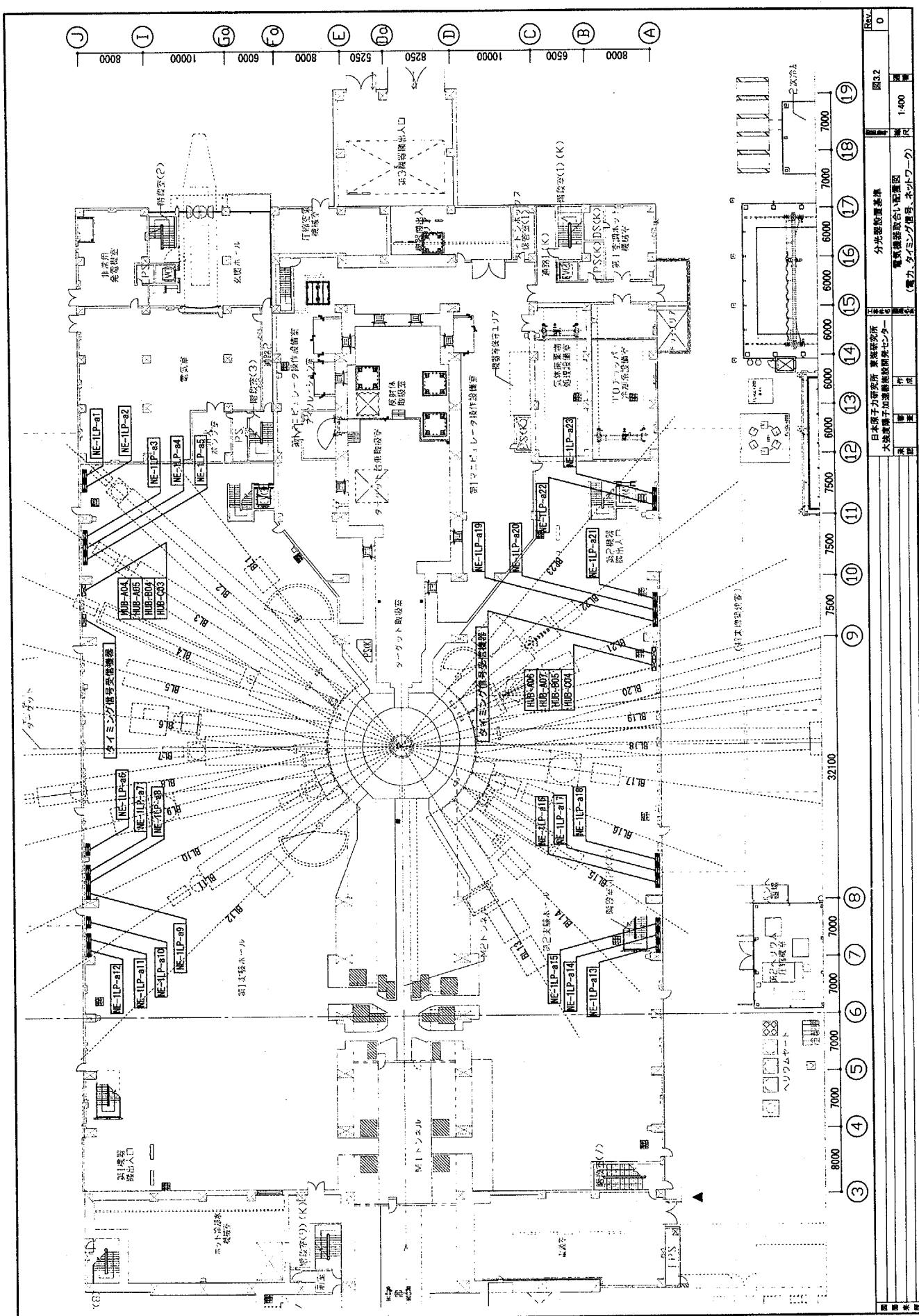
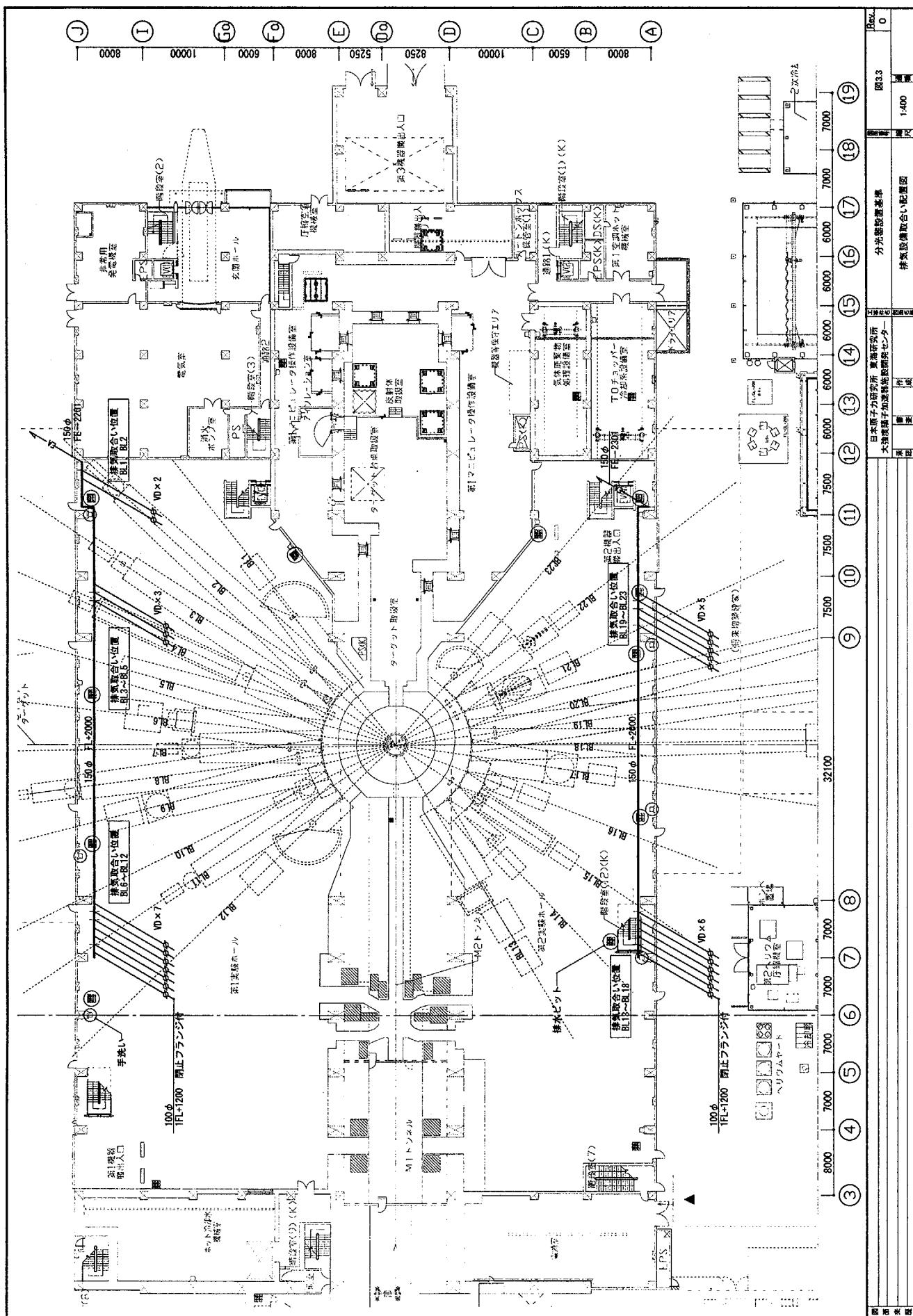
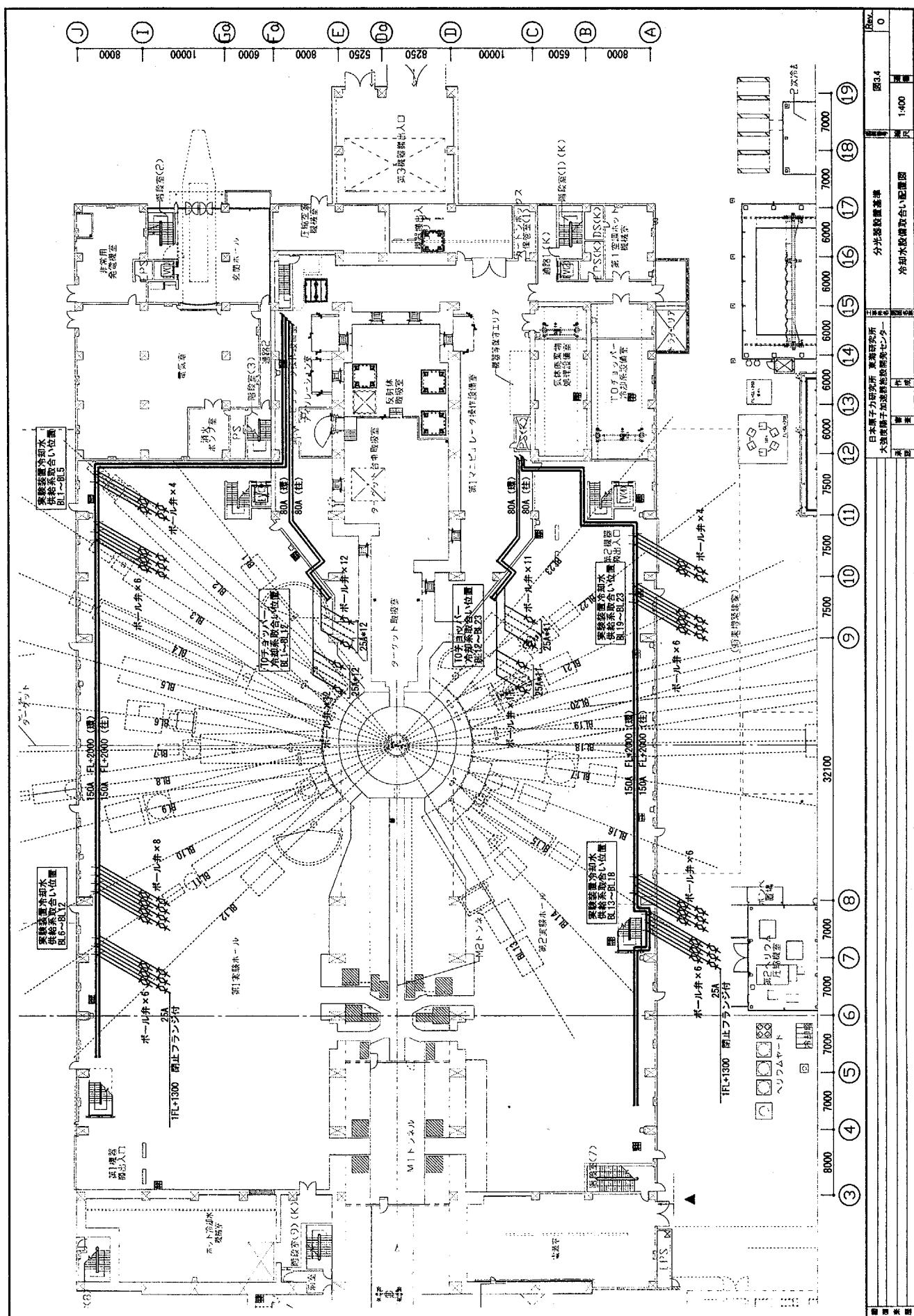
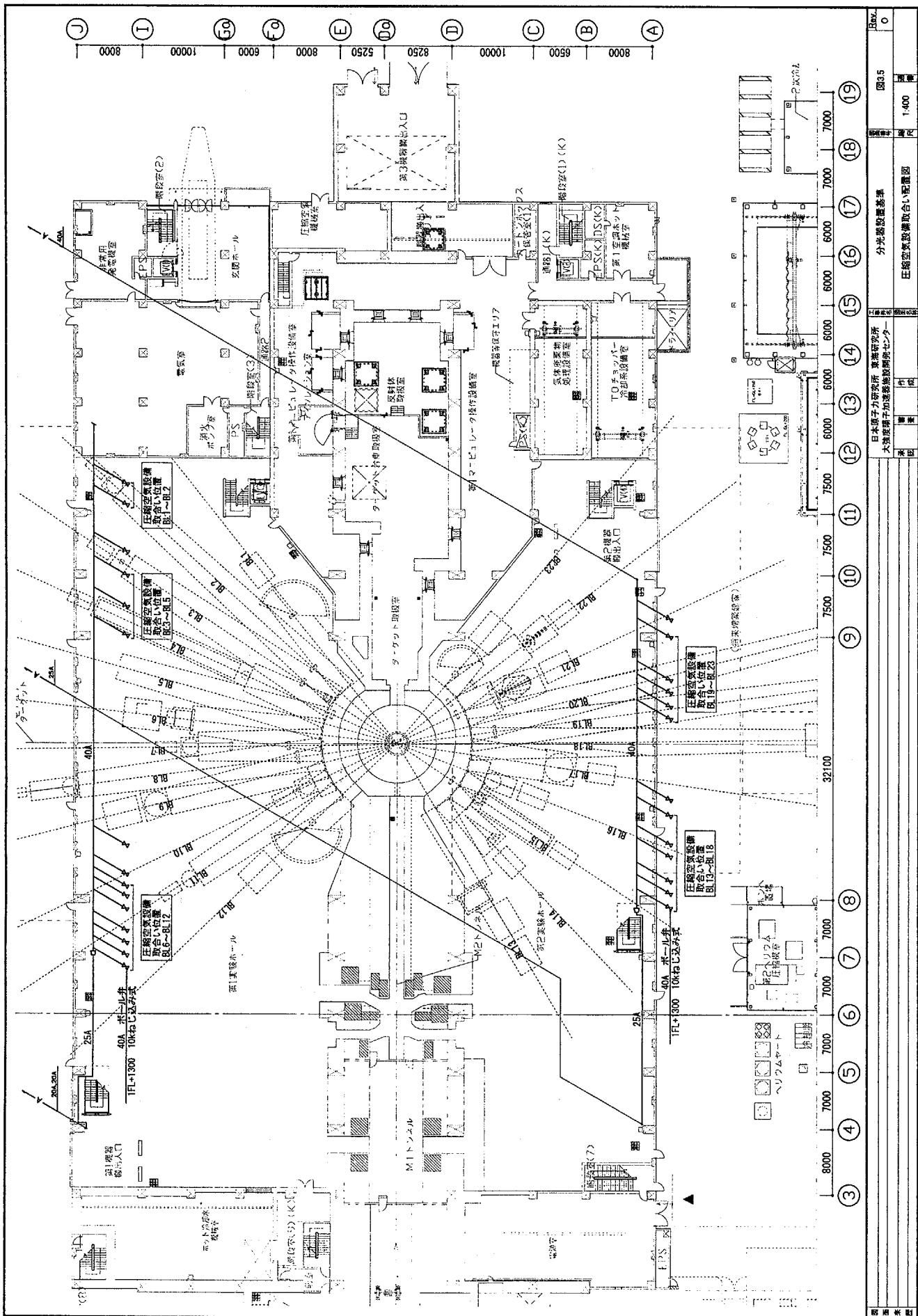


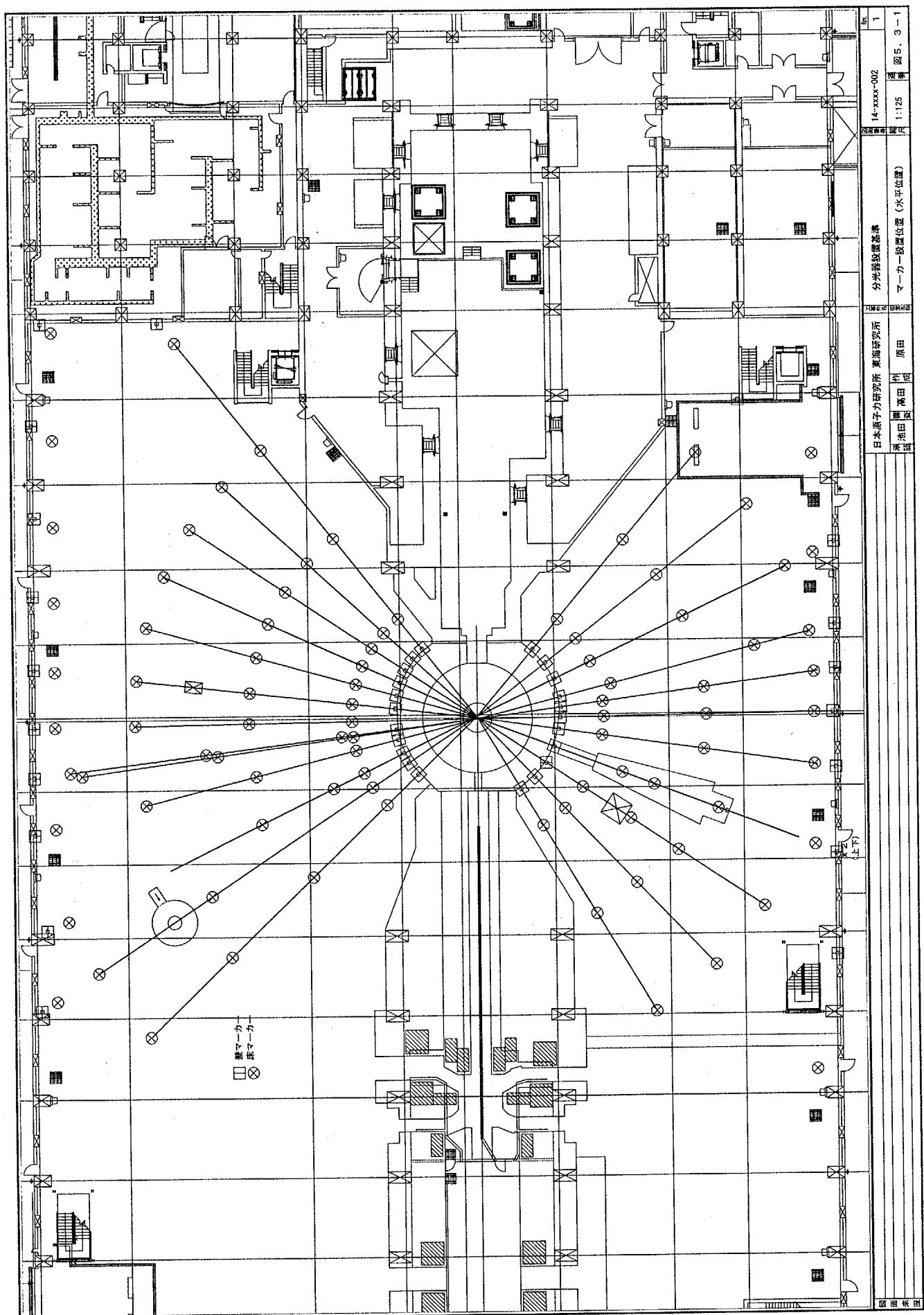
図3.1-7 第2実験ホール 7.5トンクレーン詳細図

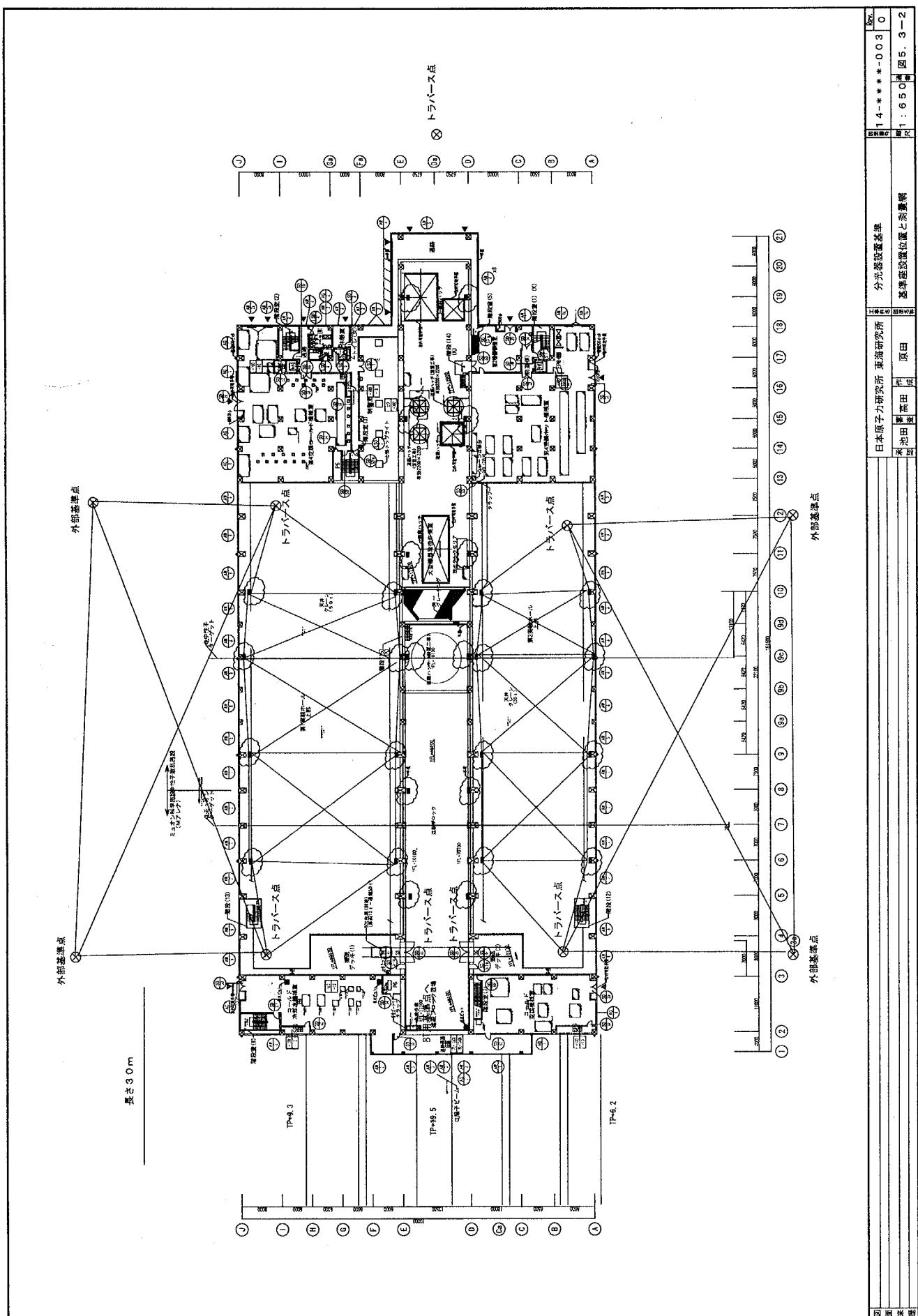


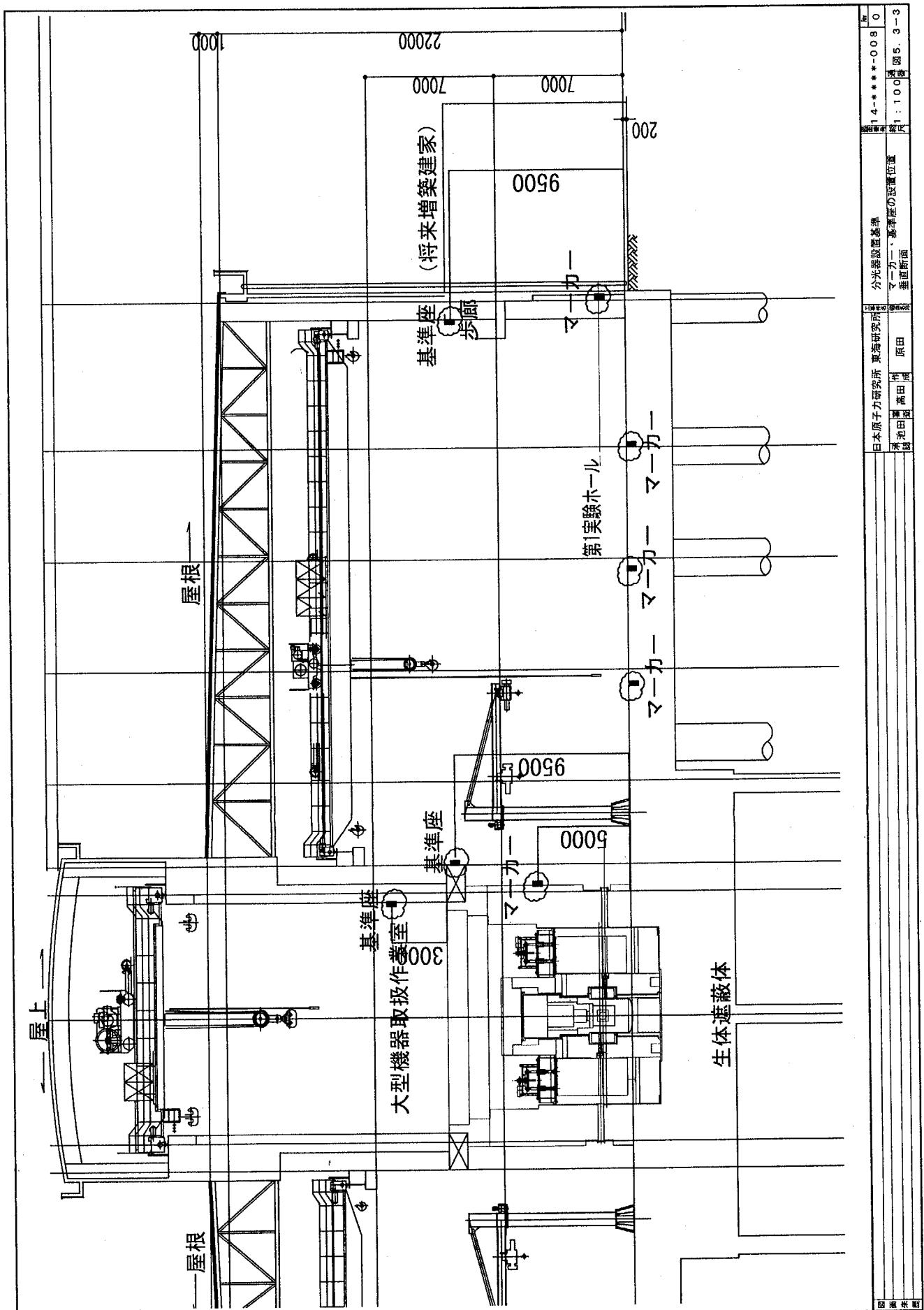




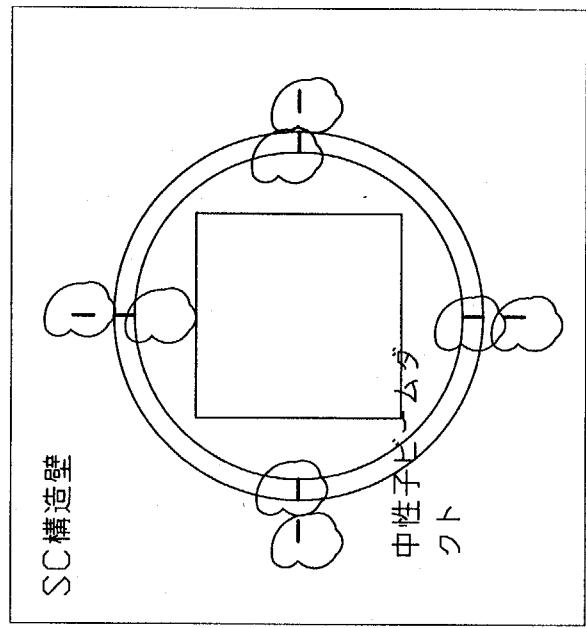




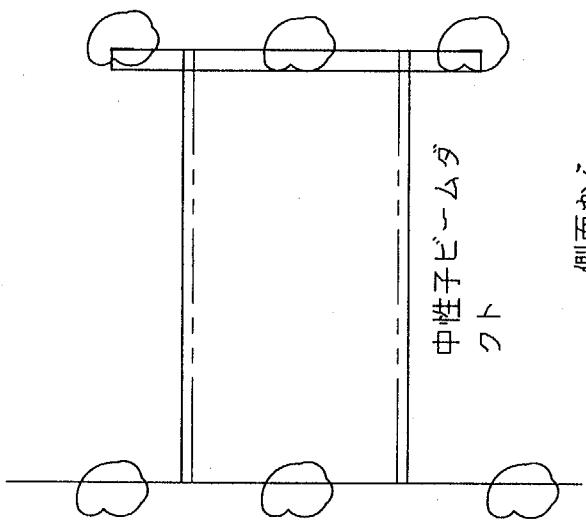




SC構造壁
書き予定位置



正面から



側面から

日本原子力研究所 東海研究所	中性子源ライメント機器	14-***-0090	0
承光田 勝 作 原田	中性子ビームダクト部書き (案)	1:1	図5、3-4
計画室			

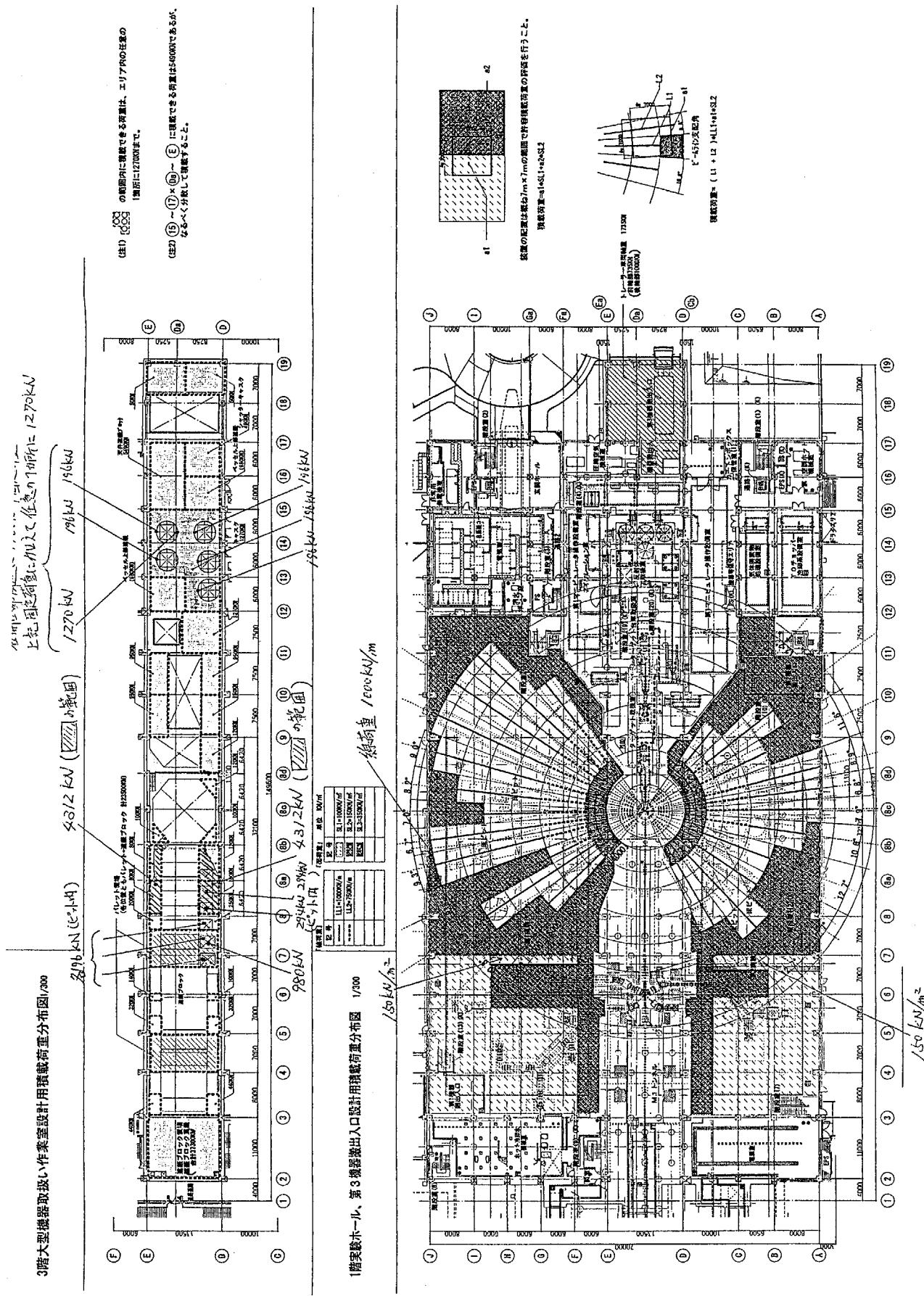


図 5.4-1 実験ホーラ床耐荷重

This is a blank page.

付 錄

付録-1 大強度陽子加速器施設に係る施設設計目標値

付録-2 大強度陽子加速器施設安全評価法について

This is a blank page.

付録 1 大強度陽子加速器施設に係る施設設計目標値

1. 施設遮蔽設計目標値

区域	設計目標値	法令、予防規定など	備考
事業所境界	<50 μ Sv/年	<250 μ Sv/3ヶ月	
事業所内 一般区域	<0.25 μ Sv/h	<20 μ Sv/週	
管理区域 I	<12.5 μ Sv/h		
管理区域 II	<10mSv/h	<1mSv/週	時間、施錠管理及び インターロック
管理区域 III	>10mSv/h		
土壤放射化に かかる基準	<5mSv/h (11mSv/h)	—	事業所境界 実効線量 10 μ Sv/年相当

- ・基本的に、設計目標値は法令値などの1/2とする。
- ・設計目標値では、科学技術庁放射線安全課長通知により、3ヶ月:500h、週:40hとする。
- ・管理区域 I は、常時立ち入りが可能な区域とする。
- ・管理区域 II は、原則として立ち入り制限区域とする。
- ・管理区域 III は、原則として立入禁止区域とする。
- ・警戒区域は、設計上設置せず、実際の管理上設定することとする。
- ・土壤放射化にかかる基準は各施設平均とし、局所的最大値として 11mSv/h を許容する。

2. 液体廃棄物に係る設計目標値

本計画施設全体として、管理目標値及び管理基準値の厳しい方の1/2

・茨城県原子力安全協定・第2排水溝放出管理目標値

核種等	3月間平均濃度 (Bq/cc)	3月間放出量 (Bq)	年間放出量 (Bq)
全放射能	3.7×10^{-3}	5.6×10^9	1.1×10^{10}
³ H	6.0×10^0	1.2×10^{13}	2.5×10^{13}
¹⁴ C	2.0×10^{-1}	5.5×10^{10}	1.1×10^{11}

- ・全放射能の値は、³H、¹⁴Cを除く。
- ・全放射能の核種が明らかな場合は、科学技術庁告示第5号別表第1第六欄の排水濃度限度の1/10の値を3ヶ月平均濃度とする。
- ・第2排水溝使用全施設合算値が基準を満たすこと。

- ・東海研予防規定・放出管理基準値により、 ^{60}Co 及び ^{137}Cs 放出量については、それぞれ 3.7GBq/年。

各施設として、各施設排水設備出口において法令値の 1/2

- ・法令値：告示第 5 号別表第 1 第六欄にある排液中又は排水中の放射性同位元素毎の 3 ヶ月平均濃度限度（1 核種でない場合は、これに対する割合の和が 1 以下）

3. 気体廃棄物に係る設計目標値

排気基準：法令値の 1/2

- ・法令値：告示第 5 号別表第 1 第五欄にある排氣中又は空気中の放射性同位元素毎の 3 ヶ月平均濃度限度（1 核種でない場合は、これに対する割合の和が 1 以下）

管理区域室内空気基準：法令値の 1/10

- ・法令値：告示第 5 号別表第 1 第四欄にある放射性同位元素毎の空気中濃度限度（1 核種でない場合は、これに対する割合の和が 1 以下）

付録 2 大強度陽子加速器施設安全評価法について

1. 放射線に関する評価 (基本的に、簡易計算式)

A. 評価法

- a. 事業所内一般区域と管理区域との境界に対して、
 - ・遮蔽体評価 : Tesch の式、Moyer Model
 - ・ストリーミング評価 : DUCT-III、中村・上義の式

詳細評価が必要な部分については、

Sn 法 : DORT

モンテカルロ法 : MCNPX、NMTC/JAM-MCNP、MARS 等

- b. 事業所境界に対して、(評価点を図 A-1 に示す。)

- ・スカイシャイン評価 : Stapleton の式

地上施設については、SHINE-III

詳細評価が必要な部分については、MCNPX 等

B. 評価に係わるパラメータ

- ・ビームロス条件
 - 基本的に平均 1W/m (Hands-on-Maintenance の条件から)
他、施設から与えられたビームロス条件 (加速器入・出射部、ターゲット、ビームダンプ等)
- ・Tesch の式、Moyer Model パラメータ (表 A-1)
- ・Stapleton の式パラメータ (表 A-2)
- ・詳細評価に用いる中性子実効線量換算係数 (図 A-2)

2. 放射能に関する評価

A. 機器の放射化量

- i. KEK 経験則からのスケーリング
但し、適用範囲が限定されている。
- ii. NMTC/JAM-MCNP-DCHAIN/SP-QAD/MCNP による詳細評価 (図 A-3)

B. 空気等の放射化量及び放出量

- i. KEK 経験則からのスケーリング
- ii. 詳細評価
 - a. 線源評価
 - ・ NMTC/JAM-MCNP 等によるターゲット、電磁石等からの漏洩陽子・中性子束の評価

b. 生成量評価

- ・ 放射化に係わる加速器室内空気体積を仮定。
 - ・ INC/GEM 計算コードによる放射化断面積から導出。(JENDL-HE の評価値に採用予定)
- c. スタック出口における放出量及び濃度評価
- ・ 放出目標値及び室内濃度設計目標値を満たす減衰時間を考慮する。

C. 冷却水等の放射化量及び放出量

i. KEK 経験則からのスケーリング

ii. 詳細評価

a. 線源評価

- ・ NMTC/JAM-MCNP 等によるターゲット、電磁石内等の平均陽子・中性子束の評価

b. 生成量評価

- ・ 放射化に係わる冷却水照射体積を仮定
- ・ INC/GEM 計算コードによる放射化断面積から導出。(JENDL-HE の評価値に採用予定)

(スラッジ等の放射化生成物 ^{24}Na 等については、LAMPF の経験則)

c. 放出量及び濃度評価

- ・ 放出に至る経路における減衰時間を考慮する。

表 A-1 コンクリート及び土の減弱距離と密度

陽子エネルギー (GeV)	Attenuation length λ (g/cm ²)		
	コンクリート ⁽¹⁾	土 ^{a)}	鉄
0.2	73	71	135 ^(b)
0.4	90	88	136 ^(b)
0.6	100	98	147 ^(b)
1.0	143 ⁽²⁾	139	188 ⁽²⁾
2.0	143	139	188
3.0	143	139	188
15.0	143	139	188
50.0	143	139	188
密度 (g/cm ³)	2.2	1.5	7.7

a) 0.2~1.0(GeV) : 各エネルギーに対するコンクリートの減弱係数に(117/120)を掛けたもの。

117 : Stevenson らの土に対する減弱係数／120 : Stevenson らのコンクリートに対する減弱係数

b)モンテカルロ計算より求めたもの。

(1) K. Tesch, Radiat. Protec. Dosim., 11, 165 (1985)

(2) S.Ban et al. : Nucl. Instrum. Methods, 174, 271(1980)

表 A-2 スカイシャイン評価に用いるパラメータ⁽¹⁾

エネルギー(MeV)	カットオフエネルギーEcに対する実効的な 減弱距離 (m) ^(a)	線量当量からフルエンスへの変換係数 (fSv·m ²) ^(b)
200	438	12.1
400	502	13.2
600	543	13.6
1000	622	14.4
3000	638	14.5
15000	670	14.7
50000	670	14.7

(1) G.B.Stapleton, "ACCELERATOR SKYSHINE : TYGER, TYGER, BURNING BRIGHT", Particle Accelerators, Vol.44(1), pp.1-15, 1994

(a) 文献中のグラフより得た。

(b) 文献中の表より内挿で求めた。

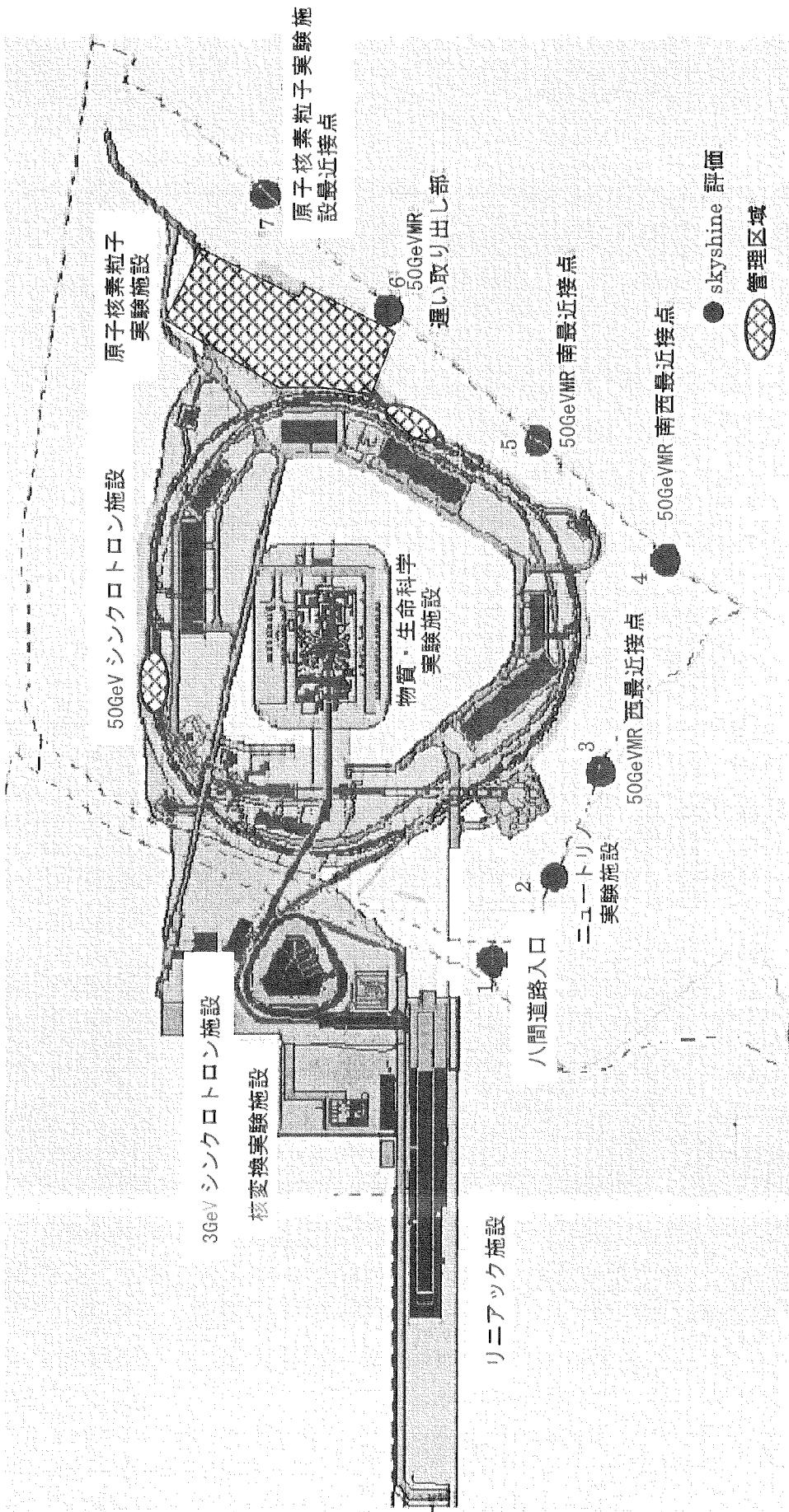


図 A-1 事業所境界実効線量評価点

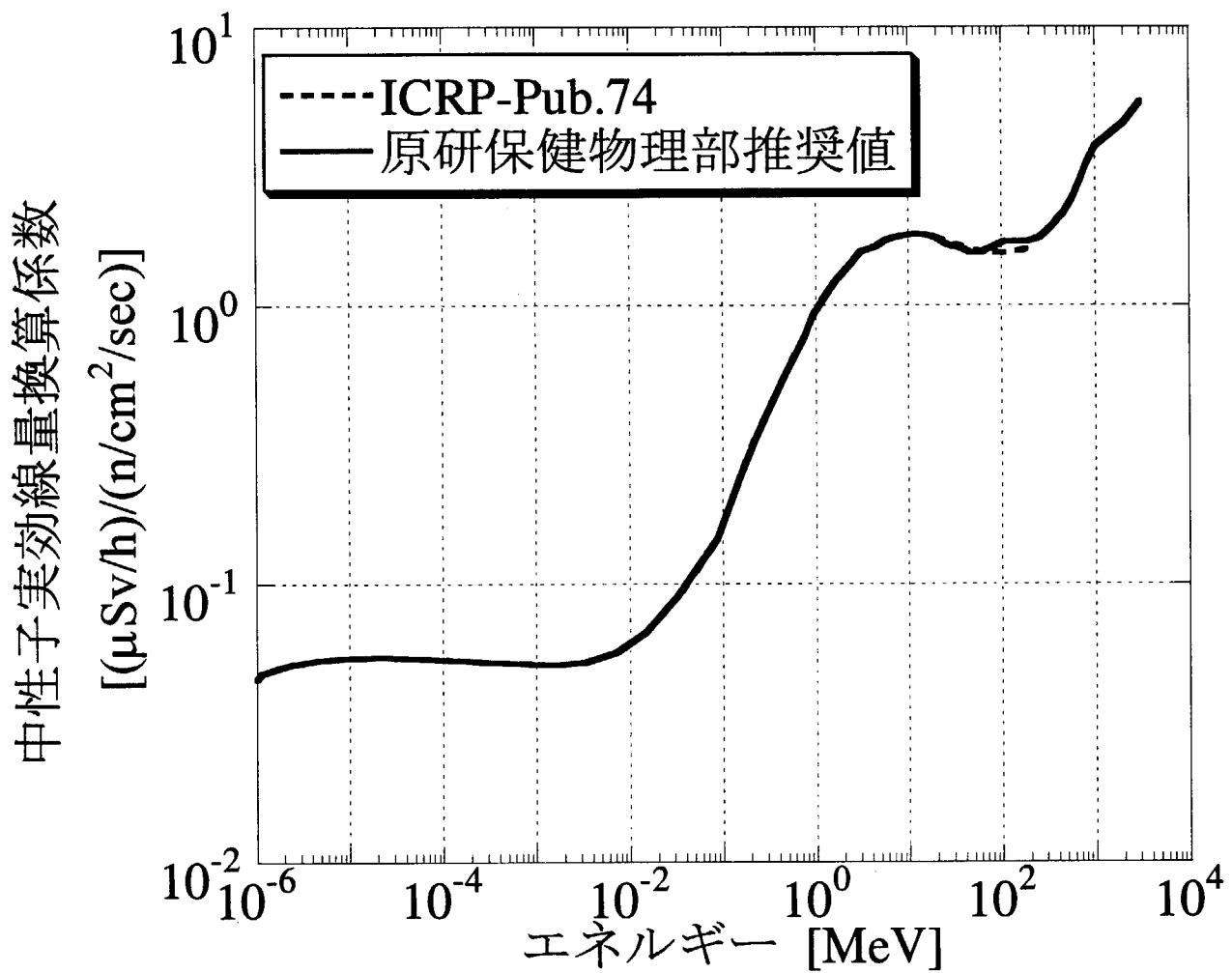


図 A-2 原研保健物理部推奨による中性子実効線量換算係数

詳細設計計算の流れ

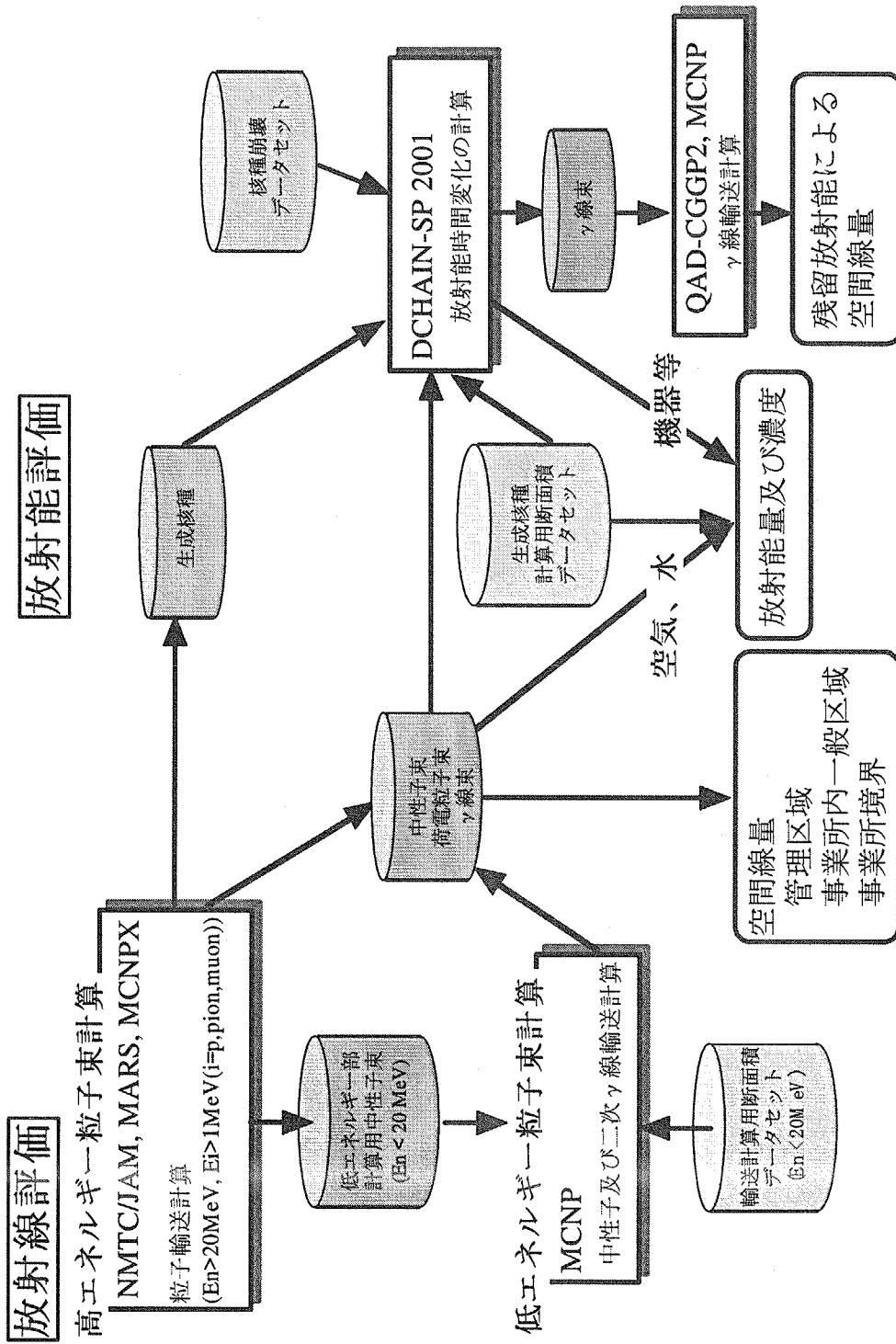


図 A-3 詳細設計法による計算の流れ

国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N·m
工率、放熱束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	A·s
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名 称	記 号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	l, L
トント	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1～5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換 算 表

力	N(=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}(N\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P(ボアズ)}(\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)}(\text{cm}^2/\text{s})$$

圧力	MPa(=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)	
					1	10.1972
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233	
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959	
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²	
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1	

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)	
								= 4.184 J(熱化学)	
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸		
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹		
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵		
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹		
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹		
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸		
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1		

放射能	Bq	Ci	吸収線量	Gy	rad	照射線量	C/kg	R	線量当量	Sv	rem
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹		0.01	1				0.01		1
	3.7 × 10 ¹⁰	1									

(86年12月26日現在)

