

「常陽」MK－III冷却系改造工事
－旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備－

2002 年 7 月

核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

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

2002

「常陽」MK-III冷却系改造工事
－旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備－

山口 明^{*1}、芦田 貴志^{*2}、野上 浩^{*4}
加倉井 克洋^{*4}、植田 宗嗣^{*5}、磯崎 和則^{*2}
富田 直樹^{*2}、坂場 秀男^{*2}、小澤 健二^{*3}

要 旨

高速実験炉「常陽」では、照射能力の高度化に向けたプロジェクト（MK-III計画）を進めている。MK-III計画は、炉心の高速中性子束を高める、照射運転時間を増やす、照射技術を向上させることを目的としている。熱出力は、炉心の中性子束を高めることでMK-II炉心の100MWtから140MWtに増大する。MK-III冷却系改造工事は、その除熱能力を高めるため、原子炉冷却系機器のうち、主中間熱交換器及び主冷却機をはじめとした冷却系機器を交換するものであり、平成12年10月30日から平成13年9月21日の間に実施し、無事工事を完了することができた。

MK-III冷却系改造工事で撤去された旧主中間熱交換器は、主に⁶⁰Co、⁵⁴Mnの放射性腐食生成物及び放射性ナトリウムが多量に付着している。よって、その解体・ナトリウム洗浄にあたっては、放射能の十分な減衰を待ってから行う必要があり、その間、長期にわたって安全に保管しておく必要性があった。このため、旧主中間熱交換器の長期保管方策を検討し、その結果、メンテナンス建物のポンプ洗浄室内空間を設置変更許可申請、設計及び工事の認可申請を経て、固体廃棄物貯蔵設備への改造工事を実施した。

工事は、平成12年4月～5月にポンプ洗浄槽及び室内干渉配管撤去工事、平成12年8月～平成13年1月に室内開口部拡大及び壁面塗装工事、平成13年4月～5月に旧主中間熱交換器搬入後の遮へい体設置工事を実施した。

本報告書は、旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備の設置にあたっての検討から改造工事までの経緯、許認可、改造工事に至るまでの結果をまとめたものである。なお、旧主中間熱交換器は、平成13年5月31日の固体廃棄物貯蔵設備の遮へい体及び遮へい扉の使用前検査をもって貯蔵状態に入っている。

*1：実験炉部原子炉第二課（現在 日立製作所）

*2：実験炉部原子炉第二課

*3：実験炉部原子炉第二課（現在 実験炉部）

*4：東興機械工業株式会社

*5：検査開発株式会社

MK-III Heat Transport System Modification Work in JOYO
— Installation of Radioactive Waste Material Storage Facility for old IHXs —

Akira Yamaguchi^{*1}、Takashi Ashida^{*2}、Hiroshi Nogami^{*4}
Katsuhiro Kakurai^{*4}、Soji Ueda^{*5}、Kazunori Isozaki^{*2}
Naoki Tomita^{*2}、Hideo Sakaba^{*2}、Kenji Ozawa^{*3}

Abstract

The MK-III project has been proceeding to improve the irradiation capability of the experimental fast reactor JOYO since 1987. The MK-III project has three major purposes such as increasing high neutron flux, improvement of plant availability factor and upgrading in irradiation techniques. The increase of high neutron flux increased thermal output of core from 100MW to 140MW. The main components in the cooling system such as IHXs(Intermediate Heat Exchanger) and DHXs(Dump Heat Exchanger) were replaced in MK-III modification in order to increase heat removal capability. These components replacement has been safely carried out from October 30, 2000 to September 21, 2001.

The radioactive corrosion products such as ⁶⁰Co and ⁵⁴Mn, and radioactive sodium were resided on the inner surface of old IHX which had been already removed from the system in the MK-III modification work. We may dismantle old IHX and remove the residual sodium only after enough decrease of their radioactivity. We have to store it safely over a fairly long period. Therefore, we examined the safety storage way of old IHX. Based on the examination, we selected the free space inside the pump cleaning pit in the maintenance building as a radioactive waste storage facility. Before the modification work of pump cleaning pit, we needed the permission of design and the construction as well as the change of establishment for installation of radioactive waste storage facility.

Modification work of the pump cleaning pit including removal of the interfering pipes were done for two months from April to May, 2000. Enlargement work of opening in pump cleaning pit and coating work of the wall surface were done from August, 2000 to January, 2001. Installation work of the metallic plate for shielding was done for two months from April to May of 2001 after installation of old IHXs in the pump cleaning pit.

This report shows the records of installation of radioactive waste storage facility for IHXs from the planning to modification works including licensing process. After the completion of the government pre-operation inspection on the metallic plate and door installation work for shielding on May 31, 2001, the old IHXs has been safely stored in the radioactive waste storage facility in the maintenance building

*1 : Maintenance Engineering Section, Experimental Reactor Division
(At present, Hitachi, Ltd)

*2 : Maintenance Engineering Section, Experimental Reactor Division

*3 : Maintenance Engineering Section, Experimental Reactor Division
(At present, Experimental Reactor Division)

*4 : Toko Kikai Kougyou Company

*5 : Inspection Development Company

目 次

1. はじめに	1
2. メンテナンス建物内ポンプ洗浄室の固体廃棄物貯蔵設備への改造	2
2.1 目 的	2
2.2 旧主中間熱交換器保管に関する検討結果	2
2.3 メンテナンス建物の概要	2
2.4 旧主中間熱交換器のナトリウム付着量の評価	3
2.5 固体廃棄物貯蔵設備の遮へい設計	4
2.6 改造内容	5
3. 設置変更許可及び設工認	6
3.1 設置変更許可	6
3.2 設工認	7
4. 改造工事	8
4.1 ポンプ洗浄設備配管の改造	8
4.2 ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備	8
4.3 旧主中間熱交換器搬入後の遮へい体設置	9
5. 改造工事試験検査	11
5.1 ポンプ洗浄設備配管の改造に伴う試験検査	11
5.2 ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備に伴う試験検査	11
5.3 遮へい体設置作業に伴う試験検査	11
6. 考 察	13
7. おわりに	14
8. 謝 辞	15
9. 参考文献	16

表リスト

表 2.4-1	旧主中間熱交換器及び接続 1 次系配管のナトリウム付着量推定値	----- 17
表 2.5-1	旧主中間熱交換器に付着した CP によるガンマ線等価面線源強度	----- 18
表 2.5-2	旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算結果	----- 19
表 4.1-1	ポンプ洗浄設備配管の改造工事の実績工程表	----- 20
表 4.1-2	ポンプ洗浄設備配管の切断、撤去、閉止板取付ライン及び撤去機器リスト	21
表 4.2-1	ポンプ洗浄室開口部拡大及び室内の整備作業の実績工程表	----- 22～24
表 4.3-1	遮へい体設置の工事の実績工程表	----- 25
表 4.3-2	ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体設置作業における 撤去機器及び復旧機器、新規追加機器リスト	----- 26
表 5.3-1	旧主中間熱交換器保管時の遮へい性能検査結果	----- 27

図リスト

図 2.3-1	「常陽」施設配置図	----- 28
図 2.3-2	メンテナンス建物の配置図	----- 29～30
図 2.5-1	旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算モデル	----- 31
図 2.6-1	固体廃棄物貯蔵設備の構造図	----- 32～34
図 3.2-1	液体廃棄物の廃棄施設の一部変更の申請範囲	----- 35
図 5.1-2	固体廃棄物の廃棄設備の一部変更の申請範囲	----- 27
図 4.2-1	ポンプ洗浄室開口部拡大後の床配筋図	----- 36
図 4.2-2	ポンプ洗浄室開口部拡大後の支持サポート用埋込金物配置図	----- 37
図 4.3-1	ポンプ洗浄室開口部の遮へい体構造図	----- 38
図 4.3-2	ポンプ洗浄室地下 2 階入口遮へい扉の遮へい機能強化構造図	----- 39
図 5.3-1	旧主中間熱交換器の表面線量率	----- 40

写真リスト

写真 4.1	ポンプ洗浄槽及び接続配管の撤去作業	----- 41～43
写真 4.2	ポンプ洗浄室開口部の拡大作業	----- 44～45
写真 4.3	ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業	----- 46～48

1. はじめに

高速実験炉「常陽」では、照射能力の高度化に向けたプロジェクト（MK－Ⅲ）を進めている。MK－Ⅲ計画は、炉心の高速中性子束を高める、照射運転時間を増やす、照射技術を向上させることを目的としている。熱出力は、炉心の中性子束を高めることでMK－Ⅱの 100MWt から 140MWt に増大する。MK－Ⅲ冷却系改造工事は、その除熱能力を高めるため、原子炉冷却系機器のうち、主中間熱交換器及び主冷却機をはじめとした冷却系機器を交換するものであり、平成 12 年 10 月 30 日から平成 13 年 9 月 21 日の間に実施し、無事工事を完了することができた。

MK－Ⅲ冷却系改造工事で撤去された旧主中間熱交換器は、主に ^{60}Co 、 ^{54}Mn の放射性腐食生成物及び放射性ナトリウムが多量に付着している。よって、その解体・ナトリウム洗浄にあたっては、被ばく線量の低減化の観点から、放射能の十分な減衰を待ってから行う必要があり、その間、長期にわたって安全に保管しておく必要性があった。

このため、「常陽」の各建物について空きスペース、大型汚染ナトリウム機器を保管した場合の実現性を検討した。その結果、1 次主循環ポンプ用の洗浄槽が設置されているメンテナンス建物内ポンプ洗浄室に対して、旧主中間熱交換器が搬入できるだけの開口部の拡大（スラブコンクリートはつり）、ピット内配管の一部撤去及び配置変更、中間ステージの撤去等の改造を行い、ピット内保管配置を適切に行えば、洗浄槽も再据付した状態で保管できることが判った。また、保管にあたっては、不活性ガスの封入、遠隔監視等の保管管理手法を取り入れることで、大型汚染ナトリウム機器を長期にわたって安全に保管できるとの結論に達した。

上記の結果、メンテナンス建物のポンプ洗浄室内空間を設置変更許可申請、設計及び工事の方法の認可申請（以下、設工認という）、使用前検査申請を経て、固体廃棄物貯蔵設備への改造工事を実施した。工事は、平成 12 年 4 月～5 月にポンプ洗浄槽及び室内干渉配管撤去工事、平成 12 年 8 月～平成 13 年 1 月に室内開口部拡大及び壁面塗装工事、平成 13 年 4 月～5 月に旧主中間熱交換器搬入後の遮へい体設置工事を実施した。

本報告書は、旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備の設置にあたっての検討から改造工事までの経緯、許認可、改造工事に至るまでの記録をまとめたものである。なお、旧主中間熱交換器は、平成 13 年 5 月 31 日の固体廃棄物貯蔵設備の遮へい体及び遮へい扉の使用前検査合格をもって長期保管状態に入っている。

2. メンテナンス建物内ポンプ洗浄室の固体廃棄物貯蔵設備への改造

2.1 目 的

「常陽」MK－Ⅲ冷却系改造工事では、旧主中間熱交換器のような大型汚染ナトリウム機器が放射性廃棄物となる。通常ナトリウムが付着した放射性廃棄物を廃棄処分する場合、脱金属ナトリウム処置を行った後に、金属容器に封入する等汚染の拡大を防止する処置を行った後に貯蔵する。しかし、対象の旧主中間熱交換器は、 ^{60}Co 、 ^{54}Mn をはじめとした放射性腐食生成物が多量に付着しており、放射能濃度が高く、機器表面の放射線量率も高いことから、作業員の被ばく低減化及び放射性廃棄物の発生量の低減化を図る観点から、時間による十分な減衰を待って解体・ナトリウム洗浄を行う必要があった。このため、ナトリウムが付着した状態で長期に貯蔵できるようにメンテナンス建物内ポンプ洗浄室を改造し、固体廃棄物貯蔵設備とする。

2.2 旧主中間熱交換器保管に関する検討結果

MK－Ⅲ冷却系改造工事で撤去される旧主中間熱交換器等の大型汚染ナトリウム機器の保管については、以下の理由によりメンテナンス建物で保管することが適当と判断した。

- (1) メンテナンス建物では、地下深く保管することになるので、建物周囲での被ばくの問題が生じないこと。
- (2) メンテナンス建物での保管においては、空調設備、出入管理等は既存の設備を流用したまま、放射線管理設備の追加、点検の追加を行えば既存の管理体制で保管時の安全が確保され、万一の内部ガスや汚染物質の流出に対しても封じ込めが期待でき、安全に対処できること。
- (3) 将来的には、メンテナンス建物内で旧主中間熱交換器をナトリウム洗浄・解体する必要があるが、この際、メンテナンス建物内での保管であれば、屋外での運搬が必要とされず、汚染機器のハンドリングが大幅に簡易化できること。

2.3 メンテナンス建物の概要

図 2.3－1 に「常陽」施設配置図を示す。また、図 2.3－2 にメンテナンス建物の配置図を示す。メンテナンス建物は、図 2.3－1 に示すように「常陽」の西側に位置しており、ポンプ洗浄室は、図 2.3－2 に示すように地下 2 階吹き抜け部を有するピットである。

以下にメンテナンス建物の概略仕様を示す。

構 造： 地下：鉄筋コンクリート造

地上：鉄骨造
 階 数： 地下 2 階（一部 1 階）
 地上 1 階（一部 3 階）
 建物の大きさ： 地下及び地上 1 階部分
 縦方向約 17m×横方向約 31m
 軒高さ約 20m
 地中深さ約 16m
 地上 3 階部分
 縦方向約 7m×横方向 8m
 軒高さ約 11m
 主 要 材 料： 柱、はり：地下 鉄筋コンクリート打放し仕上
 地上 鉄骨ペイント塗仕上
 屋 根：気泡コンクリート板の上アスファルト露出防水
 外 壁：地下 鉄筋コンクリート打放し仕上
 地上 気泡コンクリート板ペイント塗仕上
 床 ：鉄筋コンクリートの上、難燃性エポキシ樹脂塗装
 耐震クラス： B クラス

2.4 旧主中間熱交換器のナトリウム付着量の評価

固体廃棄物貯蔵設備に保管する旧主中間熱交換器の内部には、ドレンできずに残留しているナトリウムが内表面に付着しているとともに、カバーガス層にはベーパー状のナトリウムが付着している。ナトリウムは危険物第 3 類に該当していることから、付着量を把握し、ナトリウムが付着した機器として適切に管理する必要があるが、この量を実測することはできない。したがって、R&D 試験施設の機器解体・ナトリウム洗浄作業において機器内面に付着していたナトリウム量を正確に把握したデータがあることから⁽¹⁾、これらの値を用いて内表面のナトリウム付着量を求めた。

表 2.4－1 に旧主中間熱交換器及び接続 1 次系配管のナトリウム付着量推定値を示す。

ナトリウム付着量の推定にあたっては、カバーガス層でベーパー状に付着していると予想される領域については 13.7mg/cm²、ナトリウムに浸漬されていた垂直壁面領域では 0.23mg/cm²、ナトリウムに浸漬されていた水平壁面領域では 5mg/cm² とした。この結果、旧主中間熱交換器（A）には約 24kg、旧主中間熱交換器（B）には約 21kg のナトリウムが付

着しているとした。なお、主中間熱交換器は、(A) と (B) で製作メーカーが異なり構造も異なることから、(B) に比べて (A) の方が伝熱管の本数が多く、この部分の内表面積の大小によってナトリウム付着量が異なっている。

旧主中間熱交換器内部には、上記に示すナトリウムが付着していると想定されたことから、固体廃棄物貯蔵設備への旧主中間熱交換器の保管にあたっては、内部を不活性ガスであるアルゴンガスで封入するとともに、アルゴンガス圧力を常に監視できるように圧力計を旧主中間熱交換器の 1 次側及び 2 次側それぞれに設置して監視カメラで監視できるようにした。また、旧主中間熱交換器の保管状況を毎月 1 回点検することとした。

2.5 固体廃棄物貯蔵設備の遮へい設計

旧主中間熱交換器の内部には、ナトリウムと同時に ^{60}Co 、 ^{54}Mn を主体とした放射性腐食生成物 (CP) が付着しており、旧主中間熱交換器の放射線源となっている。したがって、ポンプ洗浄室の固体廃棄物貯蔵設備への改造にあたっては、旧主中間熱交換器を搬入できるように拡大する開口部の遮へい機能、ポンプ洗浄室入口遮へい扉の遮へい機能が設置変更許可申請書に記載されている遮へい設計基準を満足するように設計する必要がある。

遮へい設計における放射線源となる ^{60}Co 、 ^{54}Mn の CP 強度については、定期検査毎にナトリウムをドレンした際の機器・配管に付着した 1 次冷却系の CP 測定を行っていることから、これに基づき、固体廃棄物貯蔵設備に搬入する際の旧主中間熱交換器外表面予測値を与えるような円筒線源外表面のガンマ線等価面線源強度を設定した。

表 2.5-1 に旧主中間熱交換器に付着した CP によるガンマ線等価面線源強度を示す。

「常陽」における遮へい設計において遮へい体の厚さを評価する基準は、遮へい設計基準 (図 2.3-2 に示した線量基準) を満足するようにしなければならない。ただし、設計においては、この基準の 1/10 以下を目標としている。

図 2.5-1 に旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算モデルを示す。図 2.5-1 における評価点 P₁～P₆は、図 2.3-1 のメンテナンス建物の配置図に示した評価ポイントである。遮へい計算は、点減衰核積分法コード“QAD-CG”^{*1}を用いて行い、ビルドアップ係数はコードに内蔵されたデータを用いた。また、スカイシャイン線による周辺監視区域境界の線量評価については、計算コード“G33-CG”^{*2}を用いて行った。

^{*1} : 点減衰核積分法コード“QAD-CG”

米国ロスアラモス国立研究所で開発された点減衰核積分法を用いて遮へい物を透過するガンマ線を計算する QAD (Quick And Dirty) コードのバージョンであり、CG (Combinatorial Geometry) の導入、コンクリートのビルドアップ係数の導入、Albert-Welton カーネル定数の変

更を行ったものである。

*2 : 計算コード“G33-CG”

米国ロスアラモス国立研究所で開発された G (General Geometry Gas) の G-33 バージョンであり、点減衰核法を用いて線源から点検出器へのガンマ線の一回散乱を計算するコードである。

表 2.5-2 に旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算結果を示す。

計算の結果、旧主中間熱交換器を搬入できるように拡大する開口部の遮へい体厚さを炭素鋼 120mm、地下 2 階入口遮へい扉厚さを炭素鋼 50mm 追加することで、いずれの評価点においても目標としていた遮へい設計の線量基準の 1/10 以下を満足することを確認した。

2.6 改造内容

メンテナンス建物内ポンプ洗浄室を固体廃棄物貯蔵設備とするため、以下の改造を実施した。

図 2.6-1 に固体廃棄物貯蔵設備の構造図を示す。

- (1) ポンプ洗浄室開口部を拡張して、旧主中間熱交換器のような大型汚染ナトリウム機器が搬入できるようにした。
- (2) 開口部のハッチを遮へい体とするとともに、地下 2 階の遮へい扉の遮へい機能を強化した。
- (3) ポンプ洗浄室内の空气中放射性物質濃度を定期的にサンプリングするためのサンプリング配管を設置した。
- (4) 放射性廃棄物による汚染が仮に飛散しても除染できるように、室内の壁面及び床面を除染しやすいように塗装した。
- (5) ポンプ洗浄槽と接続配管を切り離し、閉止処理した。また、ポンプ洗浄槽は、第 1 種压力容器の休止届を行った。
- (6) 主中間熱交換器搬入の際に干渉する既設ポンプ洗浄設備及び高レベル機器洗浄設備の配管・架台等の一部を撤去するとともに、監視カメラを移設した。火災報知器については、地下 1 階部分と地下 2 階部分に分離されていたエリアが同一になったことから、地下 2 階用を撤去した。
- (7) ナトリウムが付着した放射性廃棄物を貯蔵することから室内を禁水管理するため、室内に敷設されている配管のうち撤去が不可能な水系配管に水漏れ対策として受樋を設置した。
- (8) 禁水管理の位置付けから、室内の結露防止のため、除湿機を設置した。
- (9) 除湿機から排水される凝縮水を室外に排出するためのポンプを設置した。

3. 設置変更許可及び設工認

3.1 設置変更許可

撤去した旧主中間熱交換器は、長期に廃棄物として保管するため、固体廃棄物貯蔵設備としての設置変更許可申請を行った。

設置変更許可申請の審議は、他の案件も含めて、平成 10 年 9 月から平成 12 年 2 月の許可に至るまでの約 1 年 5 ヶ月間行われた。

審議内容は、安全設計と保管に関する考慮であり、以下の項目について確認した。

固体廃棄物貯蔵設備としての安全設計確認	
耐震設計の確認	廃棄物貯蔵設備として定められている耐震重要度（C クラス）を確保すること。
遮へい設計の確認	隣接する部屋、建物周辺境界での線量基準を確保すること。
貯蔵能力の確認	貯蔵を考えている主中間熱交換器等の貯蔵が可能であること。
固体廃棄物の保管に関する考慮	保管する固体廃棄物は、汚染の拡大を防止する対策が具体化されていること。

3.2 設工認

設工認の変更は、原子炉規制法第 27 条第 1 項に基づき実施するものである。本改造において該当する原子炉施設は、(1)液体廃棄物の廃棄施設、(2)固体廃棄物の廃棄設備であり、以下の変更を実施するものである。

- (1) ポンプ洗浄室を固体廃棄物貯蔵設備に変更するためには、ポンプ洗浄室内の放射性廃液配管が主中間熱交換器の搬入にあたって干渉するため、撤去する必要がある。なお、撤去した配管の既設側切断部には、閉止板を取り付ける。

図 3.2-1 に液体廃棄物の廃棄施設の一部変更の申請範囲を示す。

- (2) 主中間熱交換器の搬入後、固体廃棄物貯蔵設備に隣接する部屋の線量基準が、以下の遮へい区分及び遮へい設計基準を満足できるように遮へい設計を行い、必要に応じた遮へい機能の追加を行う。なお、設計においては、遮へい設計基準の 1/10 を目標に行った。また、遮へい体の追加、主 IHX 等の貯蔵により、本建物の耐震機能（耐震 B クラス）が損なわれないことを確認する。

遮へい区分及び遮へい設計基準

遮へい区分	遮へい区分に対する区域設定条件	遮へい設計基準
非管理区域	—	100 μ Sv/週以下 ^{*1}
B 区域	常時作業する場所ではないが、保守点検等で時間を制限して立入る区域	80 μ Sv/h 以下
C 区域	立入ることのないと考えられる区域	320 μ Sv/h を超える値

上記に示した作業は、毎週必ず行われるものではなく、立入りに対する制限は、線量率、作業時間及び個人の線量などを考慮して定める。

*1：設工認申請時は、300 μ Sv/週であったが、平成 13 年 4 月 1 日以降は上記に示す値に変更となったため、使用前検査時には上記の値が遮へい設計基準値となった。

4. 改造工事

4.1 ポンプ洗浄設備配管の改造

表 4.1－1 にポンプ洗浄設備配管の改造工事の実績工程表を示す。

ポンプ洗浄設備配管の改造作業は、平成 12 年 4 月中旬より実施し、6 月上旬に終了した。配管の切断は、配管径、使用状況（廃液配管等汚染がある部分が含まれる）などから、切り粉の飛散による汚染拡大の可能性を極力少なくするため、バンドソーを使用した。作業員の汚染防止のための防護装備としては、廃ガス系配管の切断が半面マスク、タイベックスーツ、ゴム手袋着用とし、廃液系の配管切断が全面マスク、タイベックスーツ、ゴム手袋着用に加えてアノラックスーツ着用とした。また、廃液配管の切断の際には、切断エリアにグリーンハウスを設置し、グリーンハウス内で作業を行った。なお、グリーンハウス内での作業は、汚染の可能性のある閉止板の初層溶接までとした。

切断部の配管閉止は、閉止後の耐圧、漏洩試験が設備の構造上不可能なことから、原子力安全技術センターによる溶接検査の基準に準じた 1/2 層溶接後の液体浸透探傷検査（PT）による代替試験とした。

ポンプ洗浄槽については、配管がフランジ取り合いであるため、閉止フランジをボルトにより結合した。ポンプ洗浄槽は、固体廃棄物である旧主中間熱交換器を固体廃棄物貯蔵設備（ポンプ洗浄室）に搬入するまでの間、一時保管しておく必要があったため、ポンプ洗浄室から引抜き、保管架台に横倒して固縛し、第一使用済燃料貯蔵建物に移動した。なお、ポンプ洗浄槽の横倒しにあたっては、ポンプ洗浄槽内部の洗浄カゴが移動しないようにボルトで固定した。

写真 4.1 にポンプ洗浄槽及び接続配管の撤去作業を示す。表 4.1－2 にポンプ洗浄設備配管の切断、撤去、閉止板取付ライン及び撤去機器リストを示す。

4.2 ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備

表 4.2－1 にポンプ洗浄室開口部拡大及び室内の整備作業の実績工程表を示す。

ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備作業は、開口部拡大に伴う開口部コンクリート打設後の養生期間を考慮して、平成 12 年 8 月下旬より実施し、旧主中間熱交換器の固体廃棄物貯蔵設備への搬入がジャストインする平成 13 年 3 月中旬までの間で実施した。ポンプ洗浄室内部の既設架台の撤去は、ガス溶断にて行うため、地下 2 階（GL－15,100mm）の床面養生にトタン板を使用した。切断は、下方に設置されているものより順次行って撤去し、最終的

には地下1階ピット（GL-2,000mm）のポンプ洗浄室開口部の拡大を行う床面まで作業足場を隙間なく組上げて実施し、この作業足場は開口部の拡大にもそのまま使用した。開口部の拡大（以下「はつり作業」と称す。）は、床の表層（約10mm）を最初にはつり、汚染検査により汚染の有無を確認した結果、汚染は検出されなかったが、管理区域内における床表層部のはつりコンクリートであるため、念のため放射性廃棄物として取り扱うこととし、ドラム缶処理とした。床深層部のはつりコンクリートについては、床表層部に汚染が検出されなかったこと、及び床深層部の汚染検査でも汚染が検出されなかったことから、床深層部のすべてのはつりコンクリートを新たに製作した収納容器に収納し、産業廃棄物として取り扱った。

はつり作業は、配筋されていた鉄筋を曲げ戻して再利用するため、配筋を切断しないように残しながら行った。はつり作業の要領は、ハンドブレイカーにて破碎するため、破碎時の粉塵が大量に発生するため、粉塵の拡大を防ぐ目的でグリーンハウスを設置し、作業員の保護のために全面マスクにタイベックスーツ着用にて対応した。また、ハウス内の換気は、局所排風機にプレフィルタ、ヘパフィルタを設置し、その排気を既設の排気系に接続して行った。

新たな開口部を形成するためのコンクリート打設は、既設コンクリート部との収縮率の違いから密着が困難であるため、仮に新設コンクリートと既設コンクリートの剥離が起ったとしても、脱落がなく遮へい体の設置される床の機能を維持できるように補強筋を入れるとともに、新設コンクリートと既設コンクリートとの接合面に傾斜を付け、目荒し状態とする施工方法で密着性を確保する対応を行った。

図4.2-1にポンプ洗浄室開口部拡大後の床配筋図を示す。図4.2-2にポンプ洗浄室開口部拡大後の支持サポート用埋込金物配置図を示す。

コンクリートの打設後の養生は、2ヵ月程度要し、その後固体廃棄物貯蔵設備内部の塗装、地下2階入口遮へい扉の遮へい強化を実施した。

固体廃棄物貯蔵設備内部の塗装は、建物が危険物取扱所に指定されていること、及び汚染した場合でも容易に除染が行えるように難燃性のエポキシ塗料にて塗装した。

入口遮へい扉の遮へい強化は、板厚100mmの扉に板厚50mmの鉄板（一般構造用炭素鋼SS400）を溶接して対応した。入口遮へい扉の場合は、開口部隙間からのストリーミングが問題とならないように、扉の受け側にも板厚50mmの押縁を設置した。

写真4.2にポンプ洗浄室開口部の拡大作業を示す。

4.3 旧主中間熱交換器搬入後の遮へい体設置

表4.3-1に遮へい体設置の工事の実績工程表を示す。

旧主中間熱交換器搬入後の遮へい体設置作業は、平成 13 年 4 月下旬より実施し、5 月下旬に終了した。工事内容は、貯蔵する旧主中間熱交換器の搬入後における安全対策のための改造として、禁水対策、放射能ダストサンプリング設備、旧主中間熱交換器内に封入しているアルゴンガス圧力監視対策、及び遮へい体の設置を行った。

禁水対策としては、室内を通過している高レベル機器洗浄設備の洗浄水配管及び廃液配管から水又は廃液が万が一漏えいした場合の対策として受け樋を設置した。室内壁面の結露防止対策として除湿機、床及び壁面の結露状況監視対策として監視カメラをそれぞれ設置した。

室内の放射性ダストをサンプリングする設備としては、携帯用吸引サンプリング装置が接続できる吸引配管を設置し、室外からサンプリングできるようにした。

貯蔵している主中間熱交換器内に封入しているアルゴンガス圧力監視対策としては、1 次側、2 次側各バウンダリ毎に圧力計を設置し、圧力指示値が外部より確認できるように圧力計を一括して設置し、監視カメラにて監視できるようにした。

遮へい体の設置は、拡大したポンプ洗浄室の開口部へ設置するものであり、ポンプ洗浄槽設置フランジ、洗浄槽内部にも同様な遮へい機能を持たせるため、開口部全断面において規定以上の遮へい効果が得られる板厚の鉄板(一般構造用炭素鋼 SS400)を設置した。

写真 4.3 にポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業を示す。

表 4.3-2 にポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業における撤去機器及び復旧機器、新規追加機器リストを示す。なお、表 4.3-2 の No.27 については、旧主中間熱交換器と同時に長期保管予定であったが、1 次冷却系配管で長時間荷重が負荷された貴重な材料であることから、保管することを中止して別途作業において、解体・ナトリウム洗浄を行い、サーベイランス材を取り出した。

図 4.3-1 にポンプ洗浄室開口部の遮へい体構造図を示す。図 4.3-2 にポンプ洗浄室地下 2 階入口遮へい扉の遮へい機能強化構造図を示す。

今回の改造した固体廃棄物貯蔵設備の高さは約 15,000mm であり、誤差を考慮した場合、旧主中間熱交換器を搬入し、その後ポンプ洗浄槽を定位置に戻した場合に、旧主中間熱交換器とポンプ洗浄槽の干渉の可能性が考えられたが、設計、現場調査を通じて綿密な検討・配置設計を行うことにより、約 33mm～68mm のギャップが確保できた。

5. 改造工事試験検査

5.1 ポンプ洗浄設備配管の改造に伴う試験検査

ポンプ洗浄設備配管の改造工事に伴う試験検査は、閉止板の外観・寸法検査、耐圧代替試験として閉止板溶接部の 1/2 層、最終層の液体浸透探傷検査（PT 検査）を実施し、問題ないことを確認した。

5.2 ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備に伴う試験検査

ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備に伴う試験検査は、外観・寸法検査、室内塗装面の仕上がり状態を検査し、問題ないことを確認した。

5.3 遮へい体設置作業に伴う試験検査

遮へい体設置作業は、放射性腐食生成物（CP）が多量に付着した線量率の高い旧主中間熱交換器を保管することで、メンテナンス建物の固体廃棄物貯蔵設備以外の室内空間線量率が上昇することを防止するために実施したものである。

図 5.3-1 に旧主中間熱交換器の表面線量率を示す。

保管した旧主中間熱交換器の表面線量率は、旧主中間熱交換器（B）の 1 次側入口ノズル部で最大 25mSv/h である。これら線量率が高い部分は、CP が付着しやすい構造であり、特に（B）側にのみ設置されていた熱遮へい板とノズルとの隙間はナトリウムの流れが滞留する部分で CP が多量に付着しているためである。

遮へい体設置作業に伴う試験検査は、以下の試験を実施した。

禁水対策として設置した洗浄水配管及び廃液配管への受け樋、除湿機、監視カメラについては、その設置状態を外観目視により検査し、問題ないことを確認した。

放射性ダストサンプリング配管については、所定の位置に設置されていることを外観目視により検査し、問題ないことを確認した。

旧主中間熱交換器封入アルゴンガス圧力の監視対策としては、設置した圧力計及び監視カメラが所定の位置に設置されていることを外観目視により検査し、問題ないことを確認した。また、圧力計ラインの漏えい検査を行い漏えいのないことを確認した。

遮へい体については、拡大した開口部及びポンプ洗浄槽設置フランジ、洗浄槽内部の所定の位置に設置されたことを外観目視により検査するとともに、空間線量率を測定し、その測定結果が遮へい設計基準値以下であることを確認した。

表 5.3－1 に旧主中間熱交換器保管時の遮へい性能検査結果を示す。

地下 2 階入口遮へい扉については、扉に遮へい強化として設置した遮へい板が所定の位置に設置されたことを外観目視により検査するとともに、設工認で示した位置において空間線量率を測定し、その測定結果が遮へい設計基準値以下であることを確認した。しかし、目標としていた遮へい設計基準の 1/10 以下という値は、評価点 P₃（西側非管理区域との境界）、評価点 P₆（廃液タンク室との境界）において満足することができなかった。

遮へい計算では、線源として旧主中間熱交換器のみを考えており、それ以外の線源を考慮していない。しかし、実際には、メンテナンス建物内の 1 階西側壁面近傍には放射性機器が保管してあることが影響しているものと考えられる。評価点 P₃ のについては、以下の測定データからも推測できる。

評価点 P₃ の場合は、平成 12 年 5 月の空間線量率測定結果では $<1.0 \mu\text{Sv/h}$ であったが、平成 12 年 6 月の空間線量率測定結果では、西側壁面近傍に放射性機器を保管したことにより $2.5 \mu\text{Sv/h}$ に上昇しており、これ以降はほぼこの値を推移している。旧主中間熱交換器を保管した後の平成 13 年 5 月下旬の空間線量率測定結果は $1.8 \mu\text{Sv/h}$ であり、旧主中間熱交換器を保管したことによる上昇はない。なお、線量率測定結果が $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 以下の場合は、いずれの値も記録として $<1.0 \mu\text{Sv/h}$ と表示しているため詳細は不明である。また、平成 12 年当時は、管理区域の境界は $300 \mu\text{Sv/週}$ であったが、平成 13 年度より $100 \mu\text{Sv/週}$ に変更になっている。

6. 考 察

ポンプ洗浄室の遮へい設計では、ポンプ洗浄槽を撤去すると、ポンプ洗浄槽をさらに保管する場所が必要になることから、開口部を拡大した後は、ポンプ洗浄槽を定位置に戻し、そのポンプ洗浄槽内部も有効に利用した遮へい設計概念を持ち込むことによって、保管スペースの有効活用と定められた遮へい設計をクリアする配置設計を行うことができたと考えられる。

今回の改造した固体廃棄物貯蔵設備の高さは約 15,000mm であり、誤差を考慮した場合、旧主中間熱交換器を搬入し、その後ポンプ洗浄槽を定位置に戻した場合に、旧主中間熱交換器とポンプ洗浄槽の干渉の可能性が考えられたが、設計、現場調査を通じて綿密な検討配置設計を行うことにより、約 33mm～68mm のギャップが確保できた。

固体廃棄物貯蔵設備内に旧主中間熱交換器を搬入した後の遮へい性能検査では、遮へい設計基準をいずれも満足していたが、一部評価点で遮へい設計基準の 1/10 以下という目標値を満足することができなかった。これは、旧主中間熱交換器を搬入した影響というより、メンテナンス建物内の 1 階西側壁面近傍に放射性機器が保管してあることが影響しているものと考えられる。

7. おわりに

高速実験炉「常陽」では、照射能力の高度化に向けたプロジェクト（MK-Ⅲ）として、原子炉冷却系の除熱能力を 100MWt から 140MWt とするための冷却系改造工事を実施してきた。この作業の一環として、冷却系改造工事で発生した大型汚染ナトリウム機器の放射能が十分に減衰するのを待つ間、安定して保管できる旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備の設置作業を実施した。固体廃棄物貯蔵設備の設置にあたっては、設置変更許可申請における旧主中間熱交換器保管用固体廃棄物貯蔵設備の明確化に始まり、設工認、使用前検査申請、そして工事の実施と原子力施設における設備設置をする上で必要な一連の作業をすべて実施してきた。この間、設置変更許可申請の事前ヒアリングを行った平成 10 年 9 月から足掛け 4 年を要して旧主中間熱交換器を搬入し、遮へい体の設置を行って工事を完了することができた。

工事にあたっては、設備の一部使用を考慮して、第 1 期工事～第 3 期工事に分割して行った。第 1 期工事としては、主に液体廃棄物の廃棄施設の一部変更の設工認に該当するものを実施し、ポンプ洗浄室内で旧主中間熱交換器の搬入時に干渉するポンプ洗浄設備配管の改造作業を実施した。第 2 期工事としては、固体廃棄物の廃棄設備の一部変更の設工認に該当するものを実施し、ポンプ洗浄室開口部の拡大及び室内の整備作業として開口部のコンクリートはつり、コンクリート打設、養生、その後室内壁面及び床面の塗装作業を実施した。第 3 期工事としては、コンクリート打設、養生し、旧主中間熱交換器の搬入後でなければ実施できない遮へい体の設置作業を実施した。したがって、工事は、平成 12 年 4 月に始まり、すべてが完了したのは平成 13 年 6 月上旬であった。

工事では、ガス溶断、グラインダー及び溶接機等の火気使用作業が多々あったことから、作業にあたっては安全第一に火気養生を十分に行い、作業を実施した。また、切断する配管には、廃液配管及び廃ガス配管も含まれていたことから、作業員の内部汚染に十分気を付けるとともに、エリア汚染に気を付け、防護具の着用、エリア養生を行った。また、コンクリートはつり作業では、大量の粉塵が舞い上がることから、エリア養生による粉塵飛散防止を行うとともに、作業員の粉塵防止対策を行った。これらの安全対策を十分行い、慎重に作業を進めた結果、大きなトラブルもなく無事工事を完了することができた。

8. 謝 辞

本改造工事の実施にあたり、改造計画の立案及び実施において御協力を頂いた技術課の吉田昌宏氏、伊藤和寛氏に深く感謝致します。

また、本改造工事を実施した(株)日立製作所に感謝の意を表します。

9. 参考文献

- (1) 軍司 稔, 山本 晋平, 他著: 50MW 蒸気発生器試験施設 中間熱交換器 (IHX) の解体・洗淨記録, PNC TN9450 98-009, 1998 年 6 月

表2.4－1 旧主中間熱交換器及び接続 1 次系配管のナトリウム付着量推定値

機器名	部品名		外径 (mm)	板厚 (mm)	内径 (mm)	内周長 (mm)	長さ (mm)	本数	内表面積		ナトリウム付着量			
									(cm ²)	合計 (m ²)	(mg/cm ²)	(g)	小計 (kg)	合計 (kg)
主中間熱交換器 A	1 次側胴板内面	1 次系側			1740.0	5466.4	4310.0	1	235600.6	513.0	0.23	54.2	1.63	23.34
	1 次側鏡板内面				1740.0	5466.4	250.0	1	13665.9		5.00	68.3		
	1 次側出口ノズル内面				441.9	1388.3	600.0	1	8329.6		5.00	41.6		
	外側シュラウド外面		1470.0			4618.1	3100.0	1	143162.4		0.23	32.9		
	2 次側下鏡板外面		1470.0			4618.1	850.0	1	39254.2		5.00	196.3		
	外側シュラウド内面				1442.0	4530.2	3100.0	1	140435.5		0.23	32.3		
	下部管板上面				1442.0	—	—	1	16331.3		5.00	81.7		
	伝熱管外面		15.9			50.0	3100.0	2835	4389972.0		0.23	1009.7		
	内側シュラウド外面		493.0			1548.8	3100.0	1	48013.0		0.23	11.0		
	内側シュラウド内面				481.0	1511.1	3100.0	1	46844.3		0.23	10.8		
	下降管外面		318.5			1000.6	3100.0	1	31018.5		0.23	7.1		
	バッフル板外面		1442.0			—	—	12	16331.3		5.00	81.7		
			318.5					1	796.7		5.00	4.0		
	1 次側胴板内面	1 次側カバ ー ガス 領域			1740.0	5466.4	900.0	1	49197.3	144.3	13.70	674.0	19.76	
	外側シュラウド外面		1470.0			4618.1	900.0	1	41563.3		13.70	569.4		
	外側シュラウド内面				1442.0	4530.2	900.0	1	40771.6		13.70	558.6		
	伝熱管外面		15.9			50.0	900.0	2835	1274508.0		13.70	17460.8		
	内側シュラウド外面		493.0			1548.8	900.0	1	13939.2		13.70	191.0		
	内側シュラウド内面				481.0	1511.1	900.0	1	13600.0		13.70	186.3		
	下降管外面		318.5			1000.6	900.0	1	9005.4		13.70	123.4		
	下降管内面	2 次側			305.5	959.8	6702.8	1	64330.6	541.0	0.23	14.8	1.94	
	2 次側下鏡板内面				1470.0	4618.1	750.0	1	34636.1		5.00	173.2		
	下部管板下面				1442.0	—	—	1	16331.3		5.00	81.7		
	伝熱管内面				13.9	43.7	4200.0	2835	5199565.2		0.23	1195.9		
	上部管板上面				1800.0	—	—	1	25446.9		5.00	127.2		
	2 次側鏡板内面				1800.0	5654.9	460.0	1	26012.4		5.00	130.1		
	接続管外面		400.0			1256.6	460.0	1	5780.5		5.00	28.9		
	出口配管				254.4	799.2	2400.0	2	38362.6		5.00	191.8		
主中間熱交換器 B	1 次側胴板内面	1 次系側			1740.0	5466.4	4310.0	1	235600.6	489.1	0.23	54.2	1.59	20.79
	1 次側鏡板内面				1740.0	5466.4	250.0	1	13665.9		5.00	68.3		
	1 次側出口ノズル内面				441.9	1388.3	600.0	1	8329.6		5.00	41.6		
	外側シュラウド外面		1504.0			4725.0	3260.0	1	154033.5		0.23	35.4		
	2 次側下鏡板外面		1504.0			4725.0	850.0	1	40162.1		5.00	200.8		
	外側シュラウド内面				1484.0	4662.1	3260.0	1	151985.2		0.23	35.0		
	下部管板上面				1484.0	—	—	1	17296.5		5.00	86.5		
	伝熱管外面		22.2			69.7	3260.0	1812	4119823.8		0.23	947.6		
	内側シュラウド外面		493.0			1548.8	3260.0	1	50491.0		0.23	11.6		
	内側シュラウド内面				481.0	1511.1	3260.0	1	49262.1		0.23	11.3		
	下降管外面		318.5			1000.6	3260.0	1	32619.5		0.23	7.5		
	バッフル板外面		1484.0			—	—	12	17296.5		5.00	86.5		
			318.5					1	796.7		5.00	4.0		
	1 次側胴板内面	1 次側カバ ー ガス 領域			1740.0	5466.4	870.0	1	47557.4	126.4	13.70	651.5	17.32	
	外側シュラウド外面		1504.0			4725.0	870.0	1	41107.1		13.70	563.2		
	外側シュラウド内面				1484.0	4662.1	870.0	1	40560.5		13.70	555.7		
	伝熱管外面		22.2			69.7	870.0	1812	1099462.2		13.70	15062.6		
	内側シュラウド外面		493.0			1548.8	870.0	1	13474.6		13.70	184.6		
	内側シュラウド内面				481.0	1511.1	870.0	1	13146.6		13.70	180.1		
	下降管外面		318.5			1000.6	870.0	1	8705.2		13.70	119.3		
	下降管内面	2 次側			305.5	959.8	6702.8	1	64330.6	509.3	0.23	14.8	1.88	
	2 次側下鏡板内面				1504.0	4725.0	750.0	1	35437.2		5.00	177.2		
	下部管板下面				1484.0	—	—	1	17296.5		5.00	86.5		
	伝熱管内面				19.8	62.2	4330.0	1812	4880464.4		0.23	1122.5		
	上部管板上面				1800.0	—	—	1	25446.9		5.00	127.2		
	2 次側鏡板内面				1800.0	5654.9	460.0	1	26012.4		5.00	130.1		
	接続管外面		400.0			1256.6	460.0	1	5780.5		5.00	28.9		
	出口配管				254.4	799.2	2400.0	2	38362.6		5.00	191.8		
主IHX接続 1 次主配管（A 入口側）	20B配管		508.0	9.5	489.0	1536.2	3650.0	—	56072.7	5.6	0.23	12.9	0.013	0.05
主IHX接続 1 次主配管（A 出口側）	18B配管		457.2	8.0	441.2	1386.1	3279.0	—	45449.3	4.5	0.23	10.5	0.010	
主IHX接続 1 次主配管（B 入口側）	20B配管		508.0	9.5	489.0	1536.2	3650.0	—	56072.7	5.6	0.23	12.9	0.013	
主IHX接続 1 次主配管（B 出口側）	18B配管		457.2	8.0	441.2	1386.1	3279.0	—	45449.3	4.5	0.23	10.5	0.010	

表2.5－1 旧主中間熱交換器に付着したCPによるガンマ線等価面線源強度

線源領域	ガンマ線等価面線源強度 (Photons/cm ² /s)					
	主IHX(A)			主IHX(B)		
	0.835MeV	1.17MeV	1.33MeV	0.835MeV	1.17MeV	1.33MeV
①	3.70E+04	1.06E+04	1.06E+04	5.47E+05	1.57E+05	1.57E+05
②	3.70E+04	1.06E+04	1.06E+04	1.37E+05	3.92E+04	3.92E+04
③	3.70E+04	1.06E+04	1.06E+04	1.03E+05	2.94E+04	2.94E+04
④	6.52E+04	9.13E+03	9.13E+03	1.81E+05	2.53E+04	2.53E+04
⑤	1.12E+05	8.08E+03	8.08E+03	3.10E+05	2.24E+04	2.24E+04
⑥	1.22E+05	7.42E+03	7.42E+03	2.26E+05	1.37E+04	1.37E+04
⑦	1.37E+05	7.01E+03	7.01E+03	1.26E+05	6.48E+03	6.48E+03
⑧	9.35E+03	4.79E+02	4.79E+02	5.74E+04	2.94E+03	2.94E+03
上面 * ¹	1.37E+05	7.01E+03	7.01E+03	5.47E+05	1.57E+05	1.57E+05
下面 * ²	9.35E+03	4.79E+02	4.79E+02	5.74E+04	2.94E+03	2.94E+03

*1：上面は線源強度の最も高い領域を使用（主IHX(A)は⑦、主IHX(B)は①）

*2：下面は下端の領域を使用（主IHX(A)、(B)とも⑧）

表2.5-2 旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算結果

評価点No.	評価場所	遮へい区分		線量率		遮へい設計基準		備考
		線源側	評価側	($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/週}$)	($\mu\text{Sv/h}$)	($\mu\text{Sv/週}$)	
P ₁	メンテナンス室との境界	D	B	5.2	—	80.0	—	
P ₂	屋上非管理区域との境界	D	非管理区域	—	7.7	—	100.0 ^{*1}	
P ₃	西側非管理区域との境界	D	非管理区域	—	0.2	—	100.0 ^{*1}	
P ₄	通路との境界	D	B	6.9	—	80.0	—	
P ₅	洗浄設備室との境界	D	B	0.5	—	80.0	—	
P ₆	廃液タンク室との境界	D	B	5.3	—	80.0	—	

スカイシャイン線量の計算結果は、最大でも周辺監視区域境界の0.14 ($\mu\text{Sv/年}$)であり、「昭和63年7月26日科学技術庁告示第20号」に定める線量限度1.0 (mSv/年)を十分満足する。

*1: 設工認申請時は、300 $\mu\text{Sv/週}$ であったが、平成13年4月1日以降は上記に示す値に変更となった。

表4.1-1 ポンプ洗浄設備配管の改造工事の実績工程表（平成12年4月～平成12年6月）

[illegible]

表4.1-2 ポンプ洗浄設備配管の切断、撤去、閉止板取付配管ライン及び撤去機器リスト

No.	名 称	設置レベル		機器・配管番号	内部流体	変更内容	備考
地上1階ピット (GL-2,000)	1 地上1階ピット用ポンプ洗浄槽廻り架台	GL	-90	mm	—	—	撤去
	2 廃ガス配管 (6 B)	GL	-550	mm	6B-SS-WG-79-401(B)-H40	廃ガス	撤去・閉止板
	3 窒素ガス配管 (3/4 B)	GL	-750	mm	3/4B-CS-N2-79-034(C)	窒素ガス	撤去・閉止板
	4 窒素ガス配管 (1 B)	GL	-750	mm	1B-CS-N2-79-036(C)	窒素ガス	撤去・閉止板
	5 空気配管 (1/2 B)	GL	-900	mm	1/2B-SS-AIR-79-257(C)	空気	撤去・閉止板
	6 窒素ガス配管 (1 B)	GL	-900	mm	1B-CS-N2-79-038(C)	窒素ガス	撤去・閉止板
	7 廃ガス配管 (1/2 B)	GL	-880	mm	1/2B-SS-WG-413(B)-H25	廃ガス	撤去・閉止板
	8 窒素ガス配管 (1/2 B)	GL	-900	mm	1/2B-CS-N2-79-040(C)	窒素ガス	撤去
	9 空気配管 (1/2 B)	GL	-1,365	mm	1/2B-SS-AIR-79-258(B)-H25	空気	撤去
	10 窒素ガス配管 (1/2 B)	GL	-1,765	mm	1/2B-SS-N2-79-019(B)-H25	窒素ガス	撤去
	11 圧縮空気配管 (1/2 B)	GL	-1,055	mm	—	圧縮空気	撤去・閉止プラグ
	12 圧縮空気配管 (1/2 B)	GL	-1,055	mm	—	圧縮空気	撤去・閉止プラグ
	13 圧縮空気配管 (1/2 B)	GL	-1,055	mm	—	圧縮空気	撤去・閉止プラグ
	14 ポンプ洗浄槽	GL	-2,000	mm	TK79-2	廃液、廃ガス	撤去
地下1階 (GL-8,000)	15 蒸気配管 (6 B)	GL	-3,300	mm	6B-SS-ST-79-059(A)-H40	蒸気	撤去・閉止板
	16 一般水配管 (2 1/2 B)	GL	-7,750	mm	2 1/2B-SS-H2O-79-111(A)	水	撤去・閉止板
	17 一般水配管 (1 B)	GL	-7,750	mm	1B-SS-H2O-79-122(B)	水	撤去
	18 廃液配管 (2 1/2 B)	GL	-7,750	mm	2 1/2B-SS-WL-79-314(B)	廃液	撤去・閉止板
	19 空調換気設備排気ダクト	GL	-7,600	mm	—	空気	撤去
地下2階 (GL-15,170)	20 移送ポンプ	GL	-10,000	mm	P206-1	廃液	撤去
	21 廃液配管 (2 1/2 B)	GL	-9,280	mm	2 1/2B-SS-WL-79-306(B)	廃液	撤去・閉止板
	22 廃液配管 (1/2 B)	GL	-9,800	mm	1/2B-SS-WL-79-305(B)-H25	廃液	撤去
	23 廃液配管 (1 1/2 B)	GL	-8,820	mm	1 1/2B-SS-WA-206-105	廃液	撤去・閉止板
	24 廃液配管 (2 B)	GL	-9,055	mm	2B-SS-WA-206-107	廃液	撤去・閉止板

INC. TN9450 2002-003

- 22 -

表4.2-1 (2/3) ポンプ洗浄室開口部拡大及び室内の整備作業の実績工程表（平成12年11月～平成13年1月） ポンプ洗浄室内部の整備工事

[illegible]

表4.2-1 (3/3) ポンプ洗浄室開口部拡大及び室内の整備作業の実績工程表 (平成13年3月) ポンプ洗浄室内部の塗装作業

[illegible]

表4.3-1 遮へい体設置の工事の実績工程表（平成13年4月～平成13年6月）

[illegible]

表4.3-2 ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体設置作業における撤去機器及び復旧機器、新規追加機器リスト

No.	名 称	設置レベル		機器・配管番号など	内部流体	変更内容	備考	
地上1階ピット (GL-2,000)	1 手摺	GL	-2,000	mm	—	—	撤去	
	2 ポンプ洗浄槽	GL	-2,000	mm	T K 7 9 - 2	—	復旧	
	3 遮へい体 2	GL	-2,000	mm	—	—	新規追加	
	4 遮へい体 3	GL	-2,000	mm	—	—		
	5 ポンプ洗浄槽支持架台	GL	-2,000	mm	—	—		
地下1階 (GL-8,000)	6 バルブ操作架台	GL	-6,750	mm	—	—	撤去	
	7 M- 2 0 3 室床架台	GL	-8,000	mm	—	—		
	8 手摺	GL	-8,000	mm	—	—		
	9 監視カメラ	GL	-3,000	mm	—	—	移設	
	10 煙感知器	GL	-3,000	mm	—	—		
	11 ポンプ洗浄槽支持サポート	—		mm	—	—	復旧	
	12 空調換気設備排気ダクト	GL	-7,600	mm	φ400	空気		
	13 ダストサンプリング配管	—		mm	3/4B-CS-Air	空気	新規追加	
	14 廃液漏えい対策用受樋	—		mm	—	—		
地下2階 (GL-15,100)	15 バルブ操作架台	GL	-9,500	mm	—	—	撤去	
	16 廃液移送ポンプ用架台	GL	-10,000	mm	—	—		
	17 ポンプ洗浄槽室出入口架台	GL	-13,600	mm	—	—		
	18 煙感知器	GL	-8,000	mm	—	—		
	19 監視カメラ用架台	GL	-11,500	mm	—	—	移設	
	20 監視カメラ	GL	-11,500	mm	—	—		
	21 空調換気設備	GL	-15,600	mm	—	—	新規追加	
	22 空調換気設備用ドレン配管	GL	-13,600	mm	1B-CS-WL	ドレン		
	23 廃液漏えい対策用受樋	—		mm	—	—		
	24 旧主中間熱交換器(A)（保管架台含む）	GL	-15,600	mm	—	—	一時保管品	放射能の時間による十分な減衰を待ってから取り出すものであるが、完成時に保管状態となっているので記載のみした。
	25 旧主中間熱交換器(B)（保管架台含む）	GL	-15,600	mm	—	—		
	26 旧主中間熱交換器保管サポート	GL	-15,600	mm	—	—		
	27 旧 1 次主冷却系配管保管ラック	GL	-15,600	mm	—	—		

表5.3－1 旧主中間熱交換器保管時の遮へい性能検査結果（平成13年5月28日測定）

評価点 No.	評価場所	遮へい区分		線量率				遮へい設計基準		備考
				計算値		実測値				
		線源側	評価側	(μSv/h)	(μSv/週)	(μSv/h)	(μSv/週)	(μSv/h)	(μSv/週)	
P ₁	メンテナンス室との境界	D	B	5.2	—	0.2	—	80.0	—	
P ₂	屋上非管理区域との境界	D	非管理区域	—	7.7	— *1	—	2.5	100.0	
P ₃	西側非管理区域との境界	D	非管理区域	—	0.2	1.8	72.0 *2	2.5	100.0	
P ₄	通路との境界	D	B	6.9	—	2.5	—	80.0	—	
P ₅	洗浄設備室との境界	D	B	0.5	—	0.3	—	80.0	—	
P ₆	廃液タンク室との境界	D	B	5.3	—	10.0	—	80.0	—	

注1)：評価点No.は、図2.3－2のメンテナンス建物の配置図に示した評価点No.を示す。

注2)：遮へい区分は、3.2項の設工認に記載した遮へい区分を示す。なお、D区域は、立入禁止区域を示している。

注3)：線源として旧主中間熱交換器のみとした場合の計算値である。

*1：評価点P₁での測定値が設工認記載の計算値を満足していることで、基準値以下と判断する。

*2： $\mu\text{Sv/h}$ に1週間の労働時間数（8h/日×5日=40h）を乗じた値。

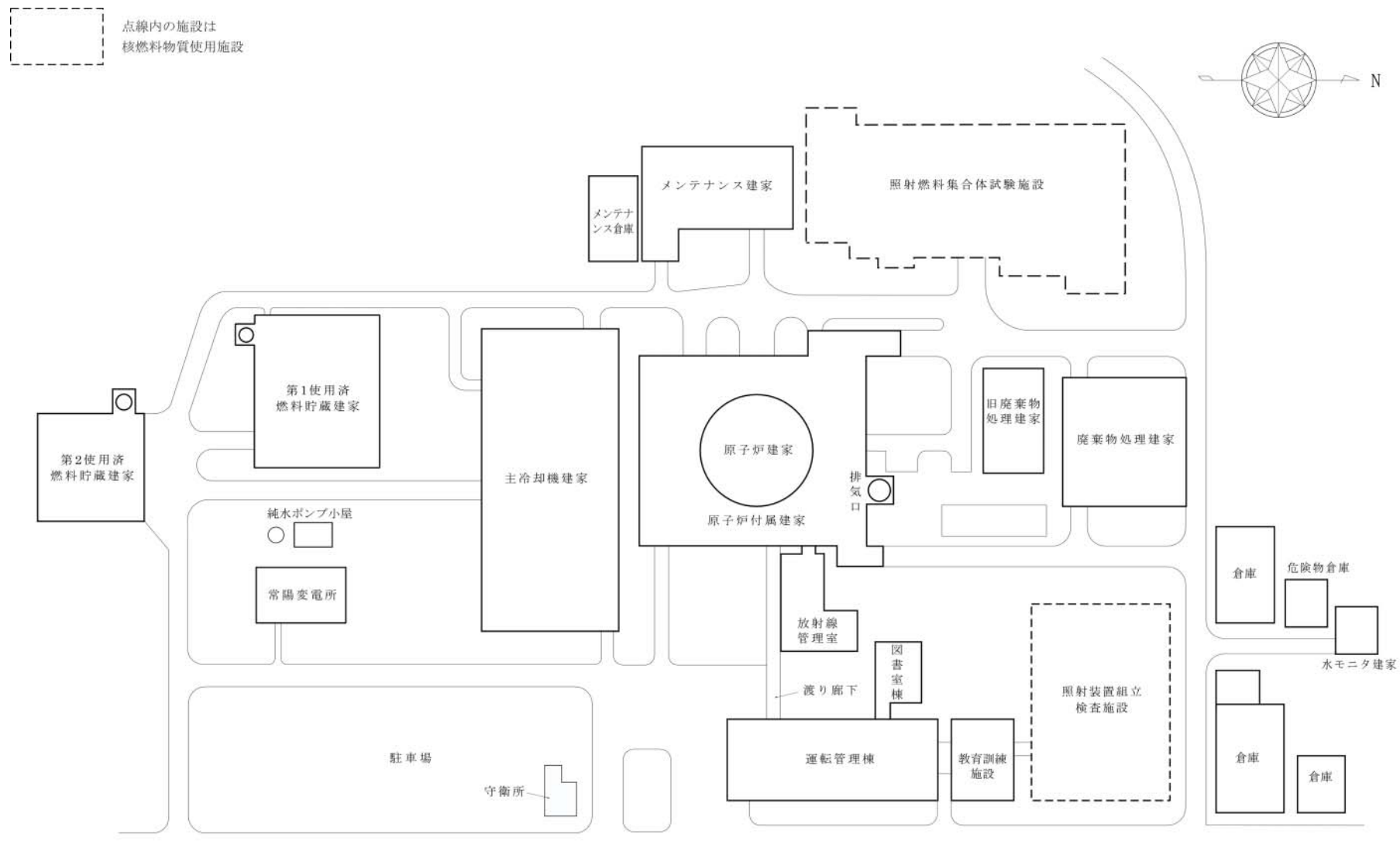


図 2.3-1 「常陽」施設配置図

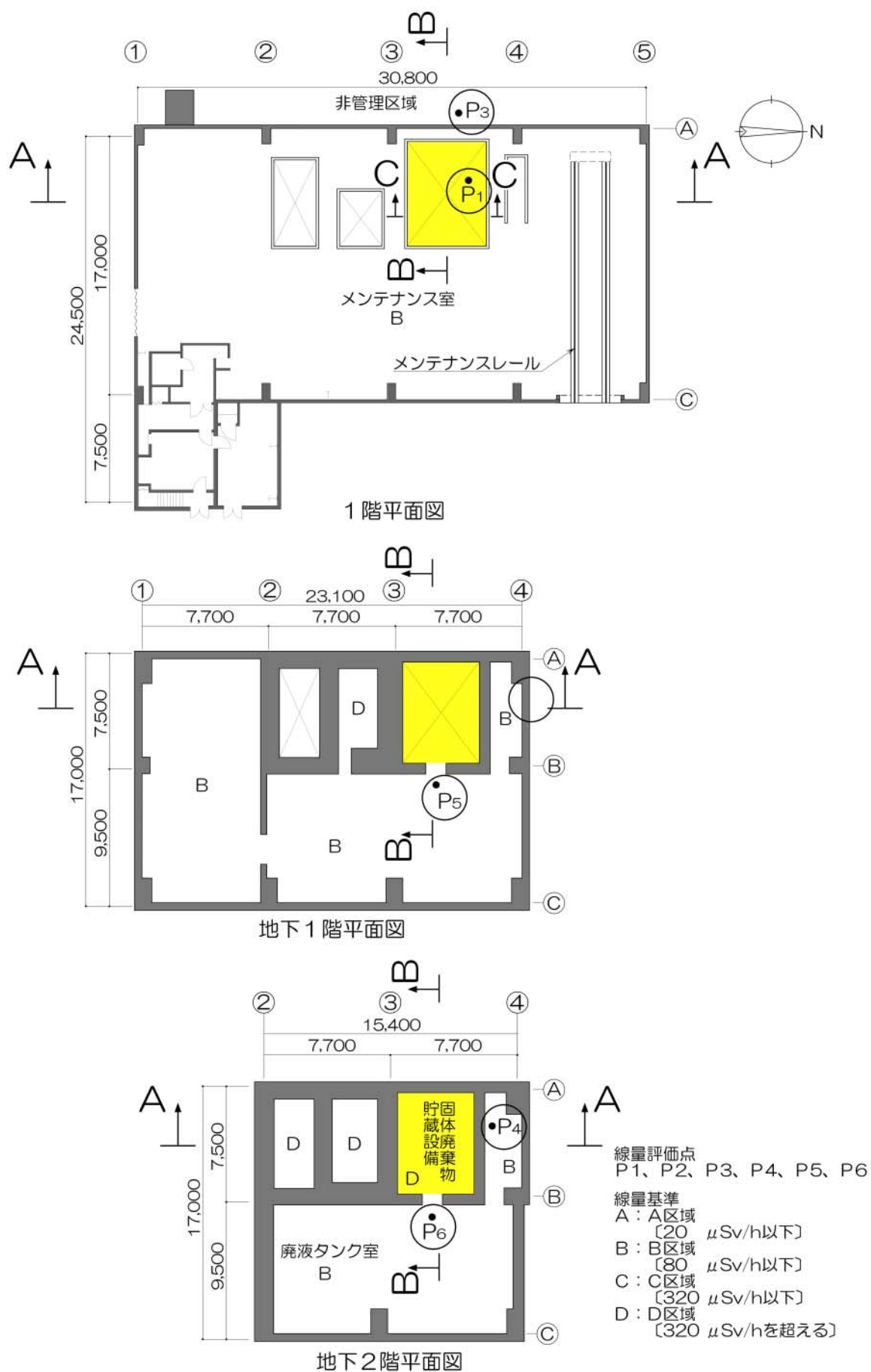


図 2.3-2 (1/2) メンテナンス建物の配置図 (平面図)

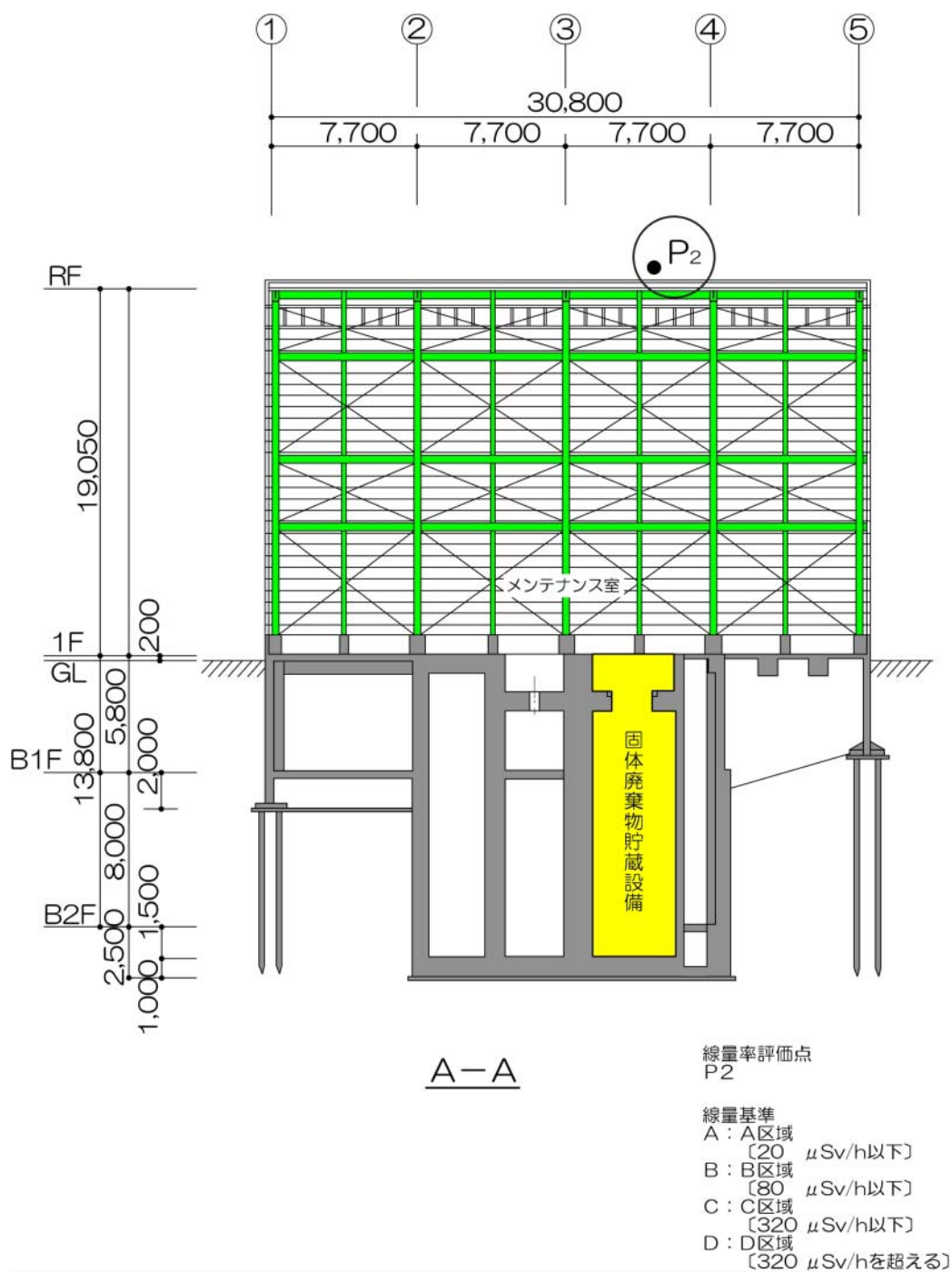


図 2.3-2 (2/2) メンテナンス建物の配置図 (断面図)

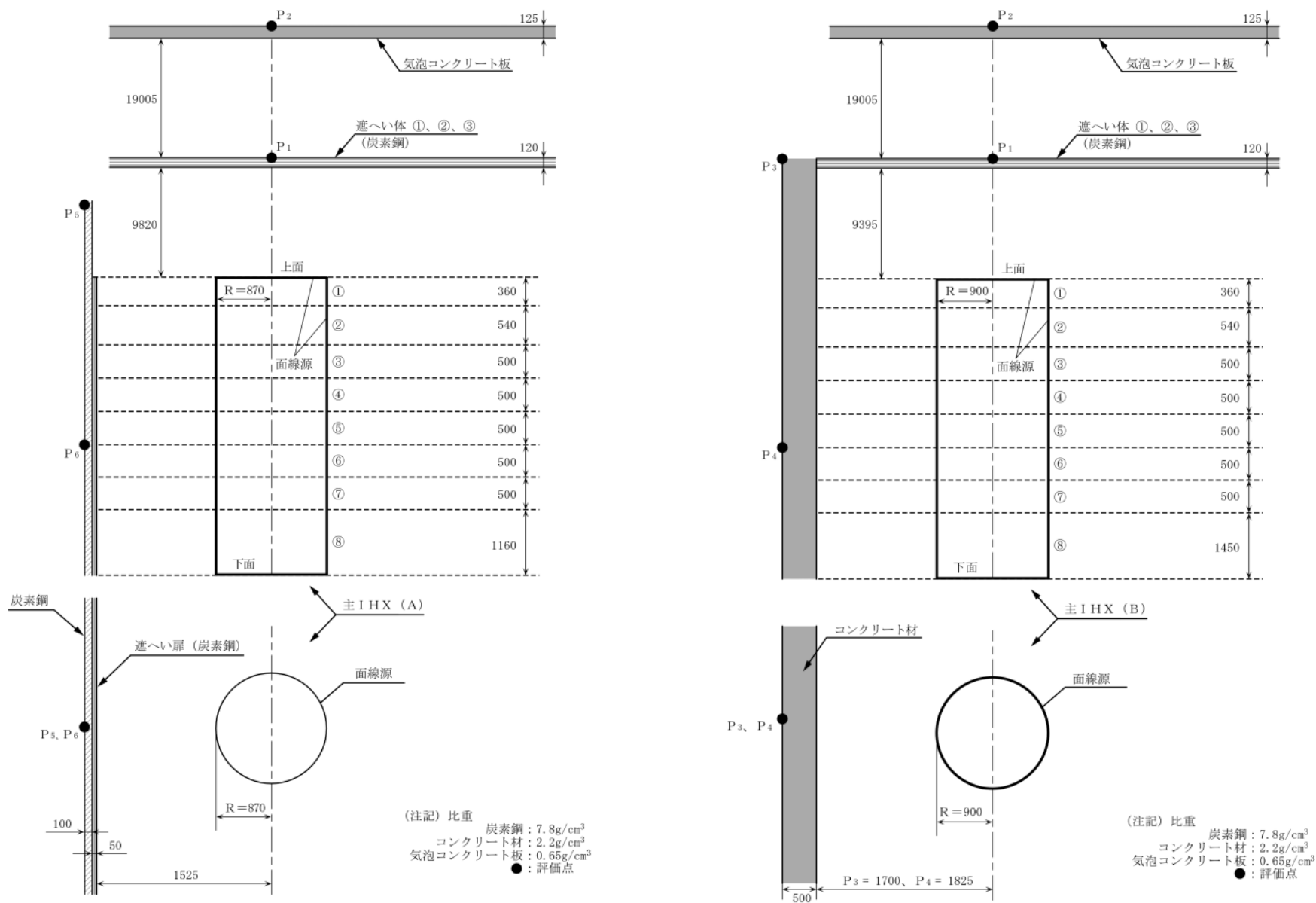


図 2.5-1 旧主中間熱交換器保管時の遮へい計算モデル

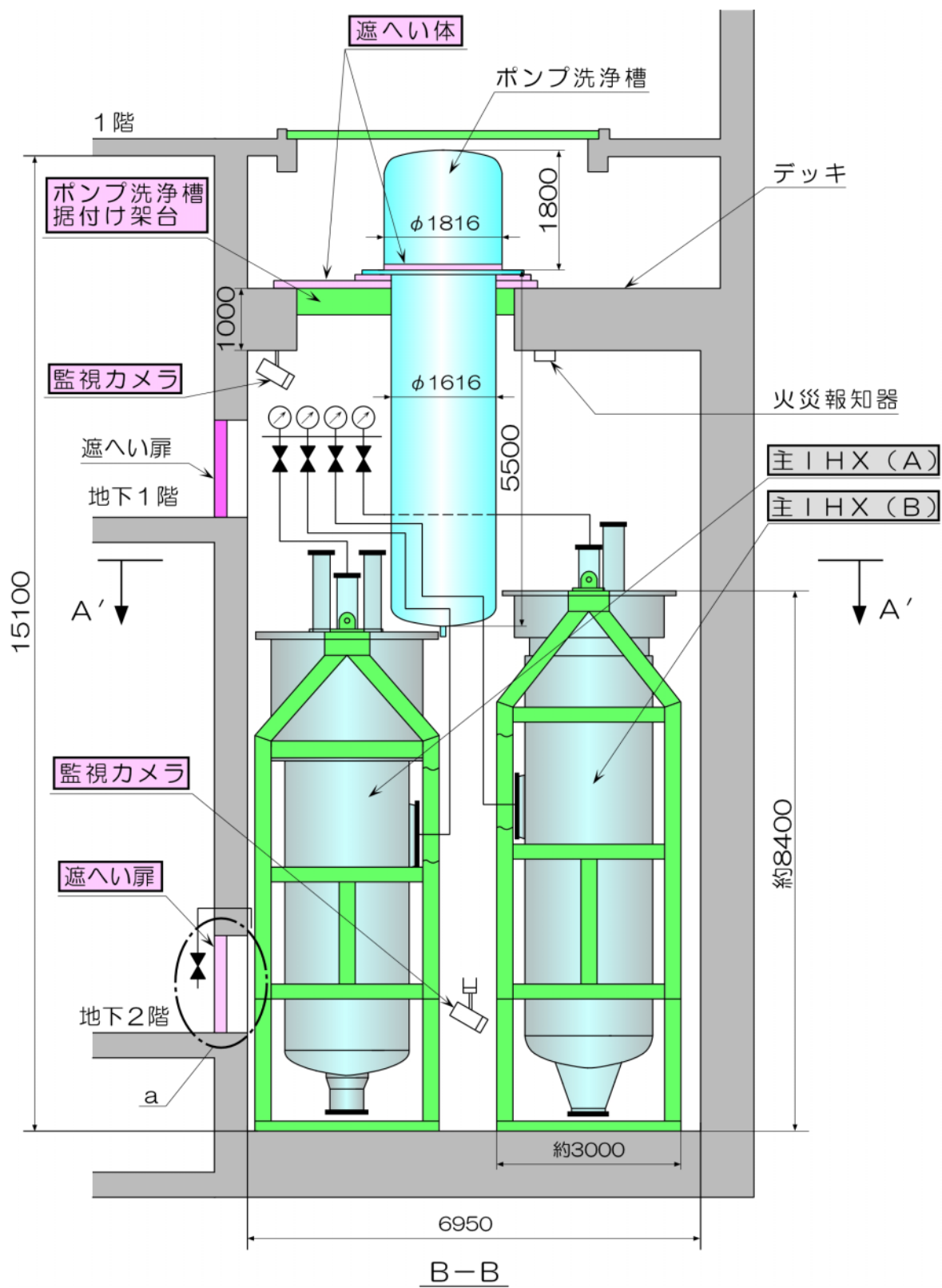


図 2.6-1 (1/3) 固体廃棄物貯蔵設備の構造図 (改造後) B-B 断面

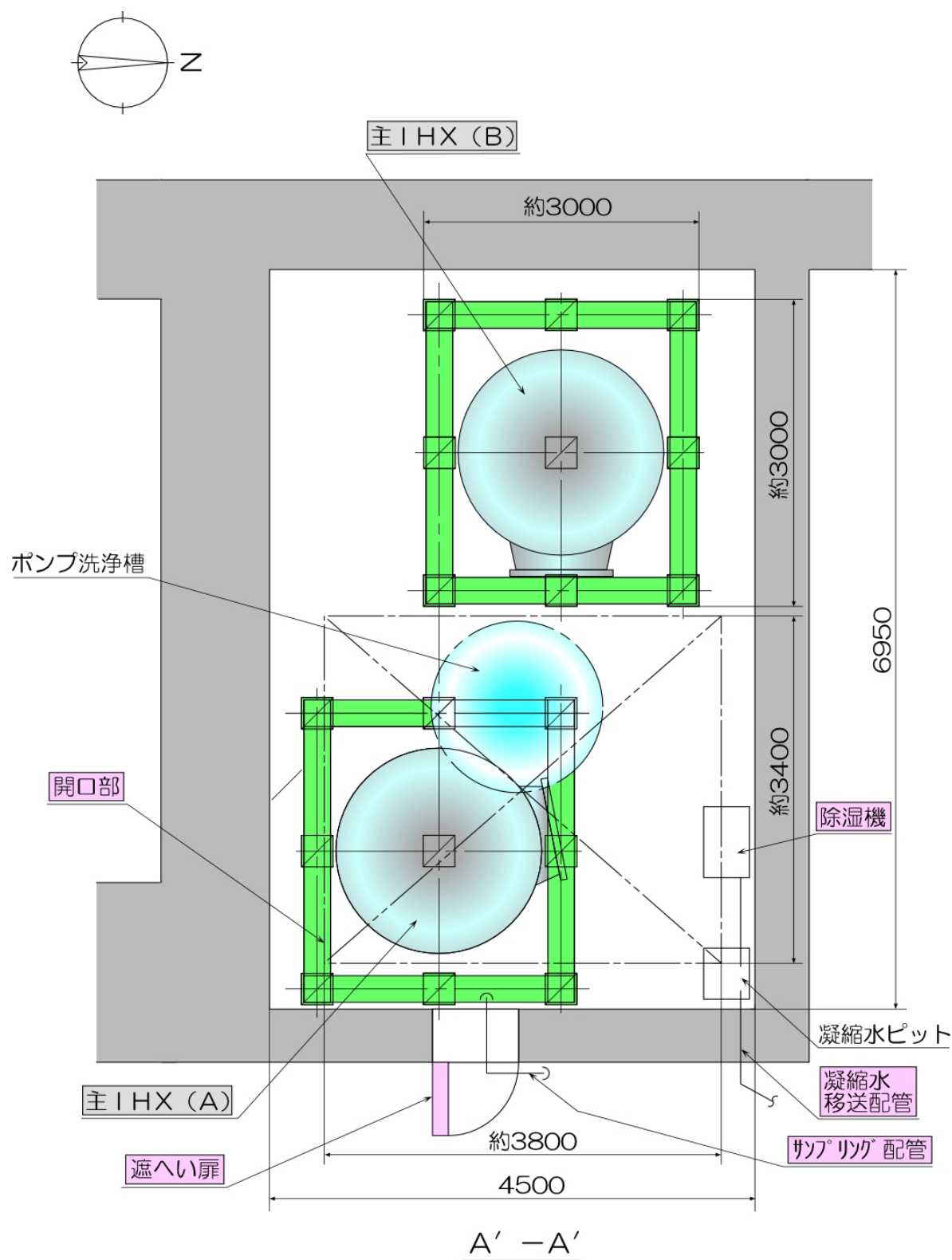
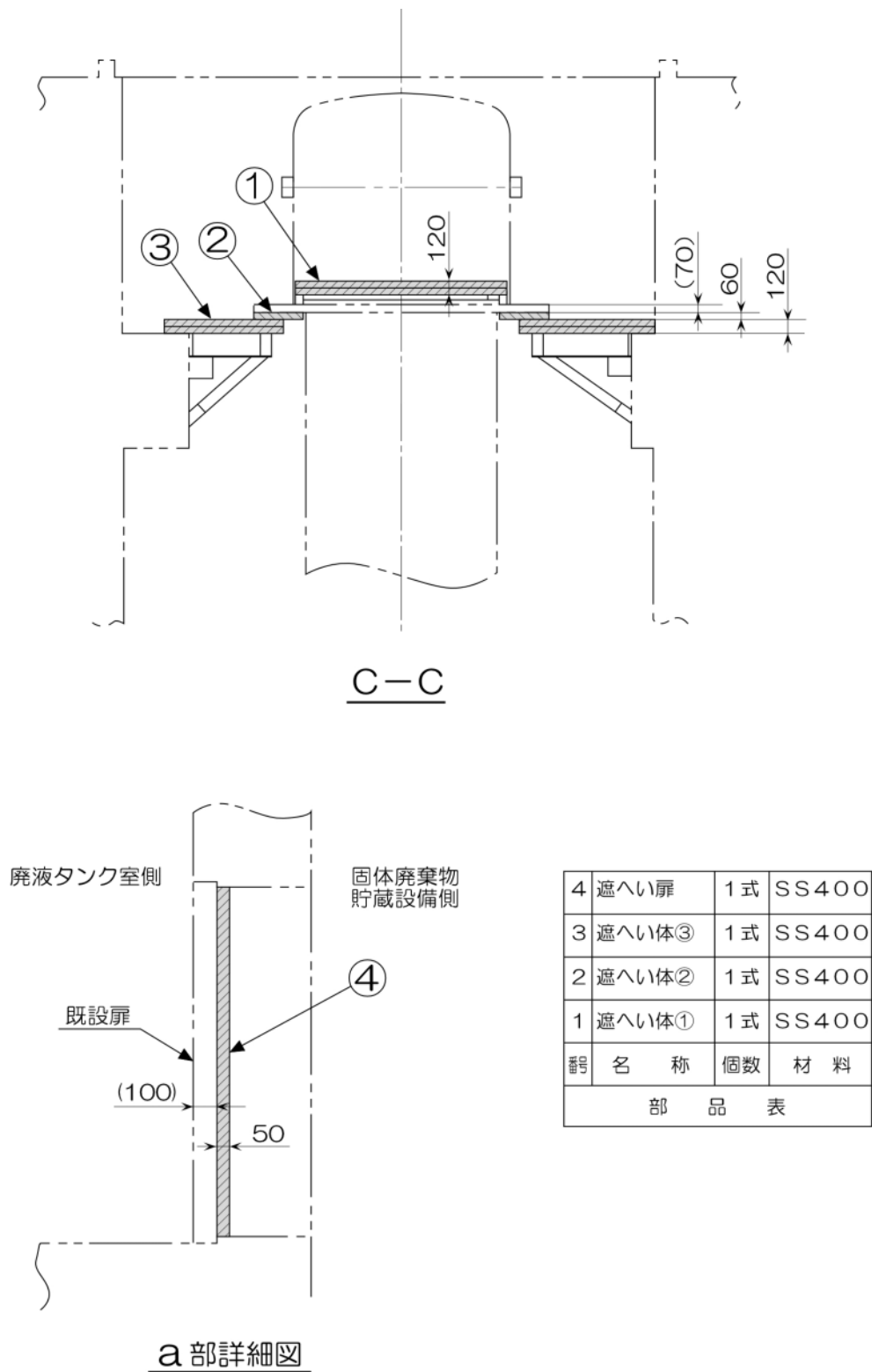


図 2.6-1 (2/3) 固体廃棄物貯蔵設備の構造図 (改造後) A'-A'断面



* 1 : () 内寸法は既設設備の主要寸法である。

図 2.6－1 (3/3) 固体廃棄物貯蔵設備の構造図 (改造後) C－C 断面

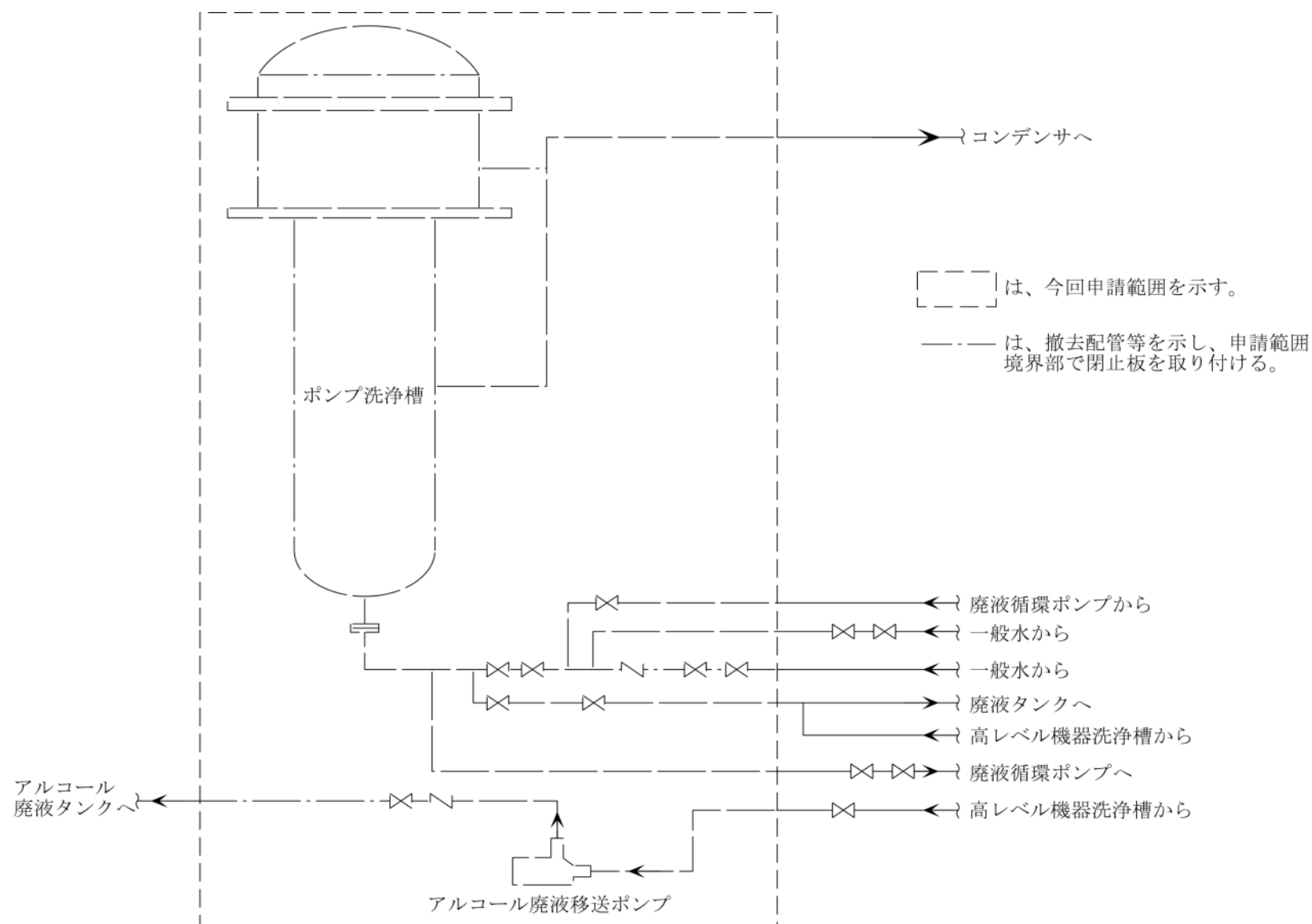
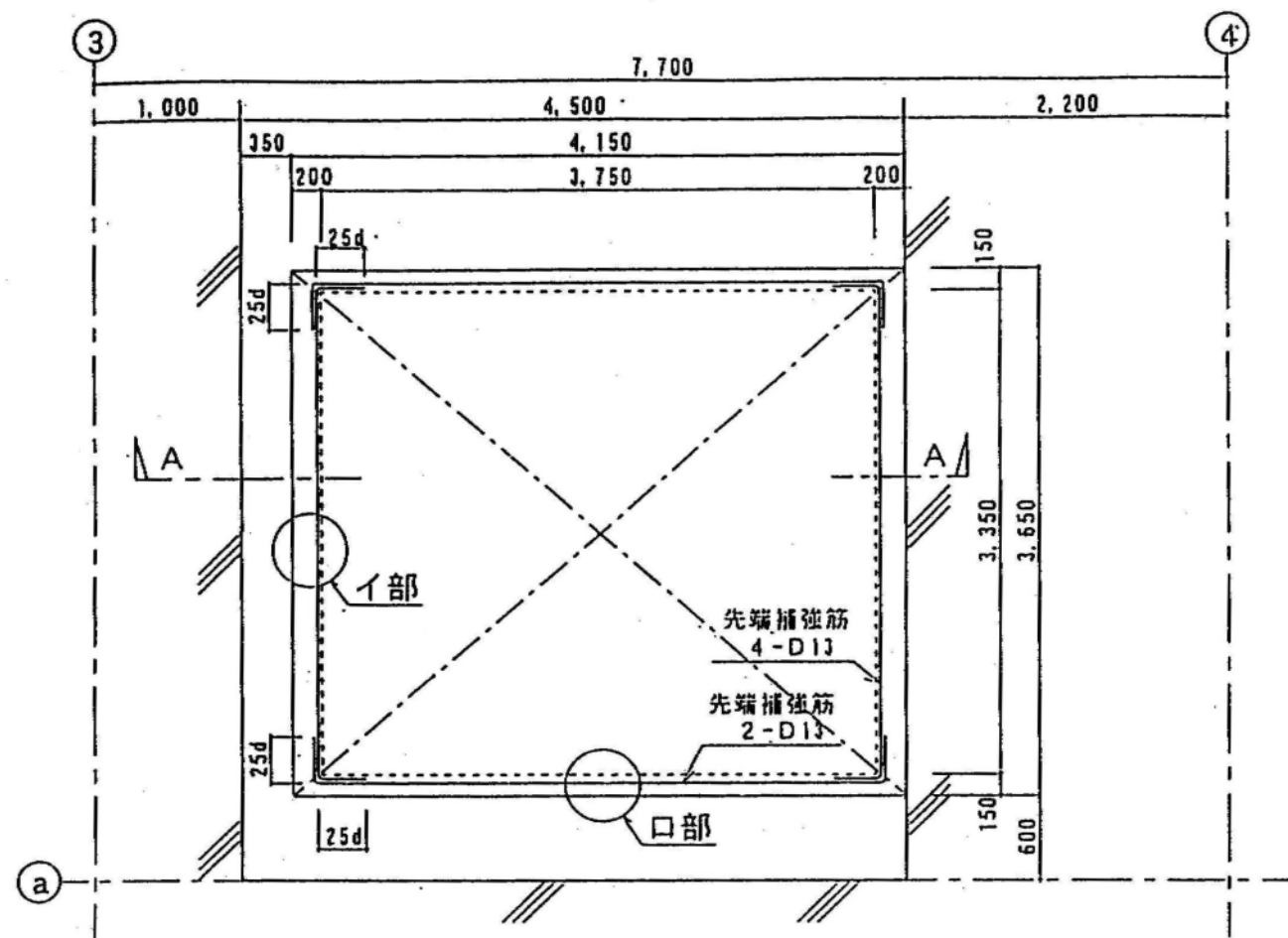
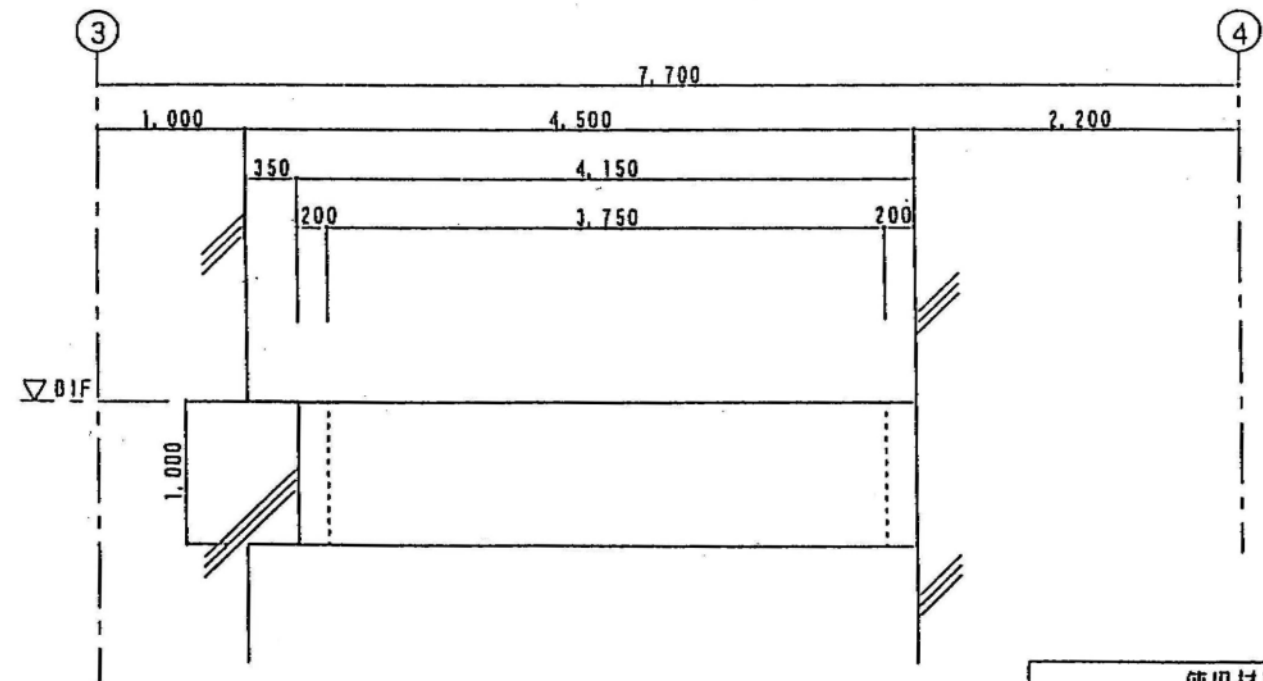


図 3.2-1 液体廃棄物の廃棄施設の一部変更の申請範囲



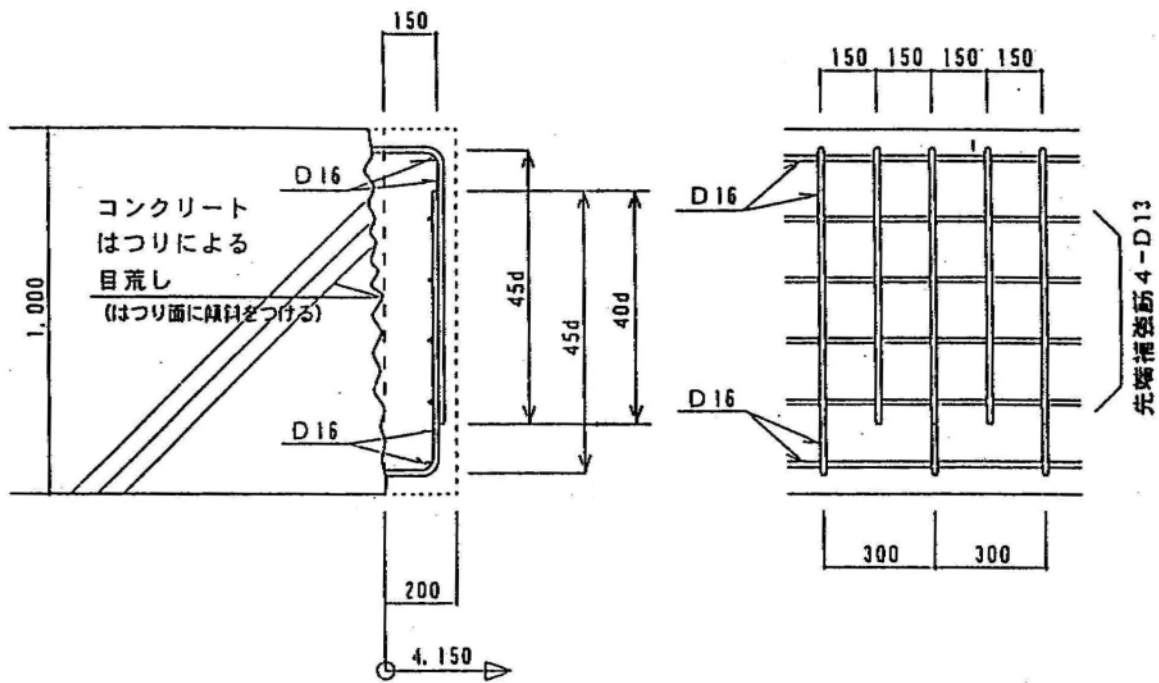
平面図



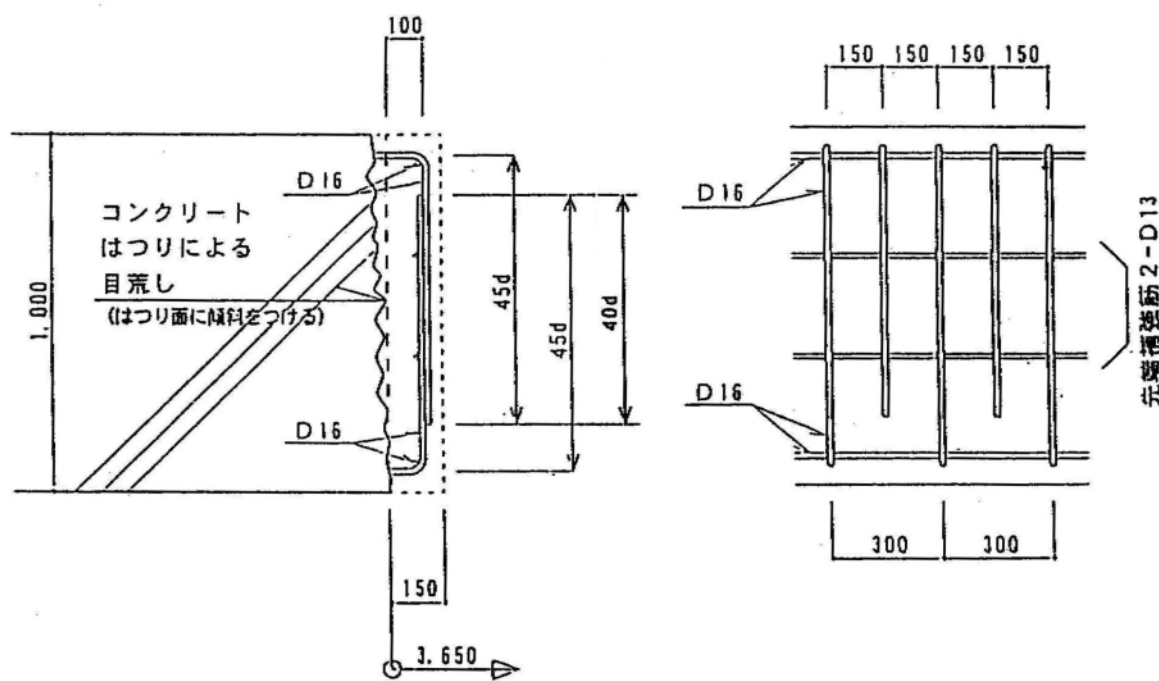
A-A断面図

使用材料	
コンクリート	$F_c = 21\text{N/mm}^2 + \Delta F$
鉄筋	SD345

アンカー取付部③, ④通り断面 (イ部断面)



③, ④通り断面 (ロ部断面)



スラブリスト

記号	壁厚	上下筋	短辺方向 (主筋)			長辺方向 (主筋)		
			端部	中央	周辺部	端部	中央	周辺部
S4	1000	上	D16@150	D16@300	D16@300	D16@150	D16@300	D16@300
		下	D16@300	D16@150	D16@300	D16@300	D16@150	D16@300

図 4.2-1 ポンプ洗浄室開口部拡大後の床配筋図

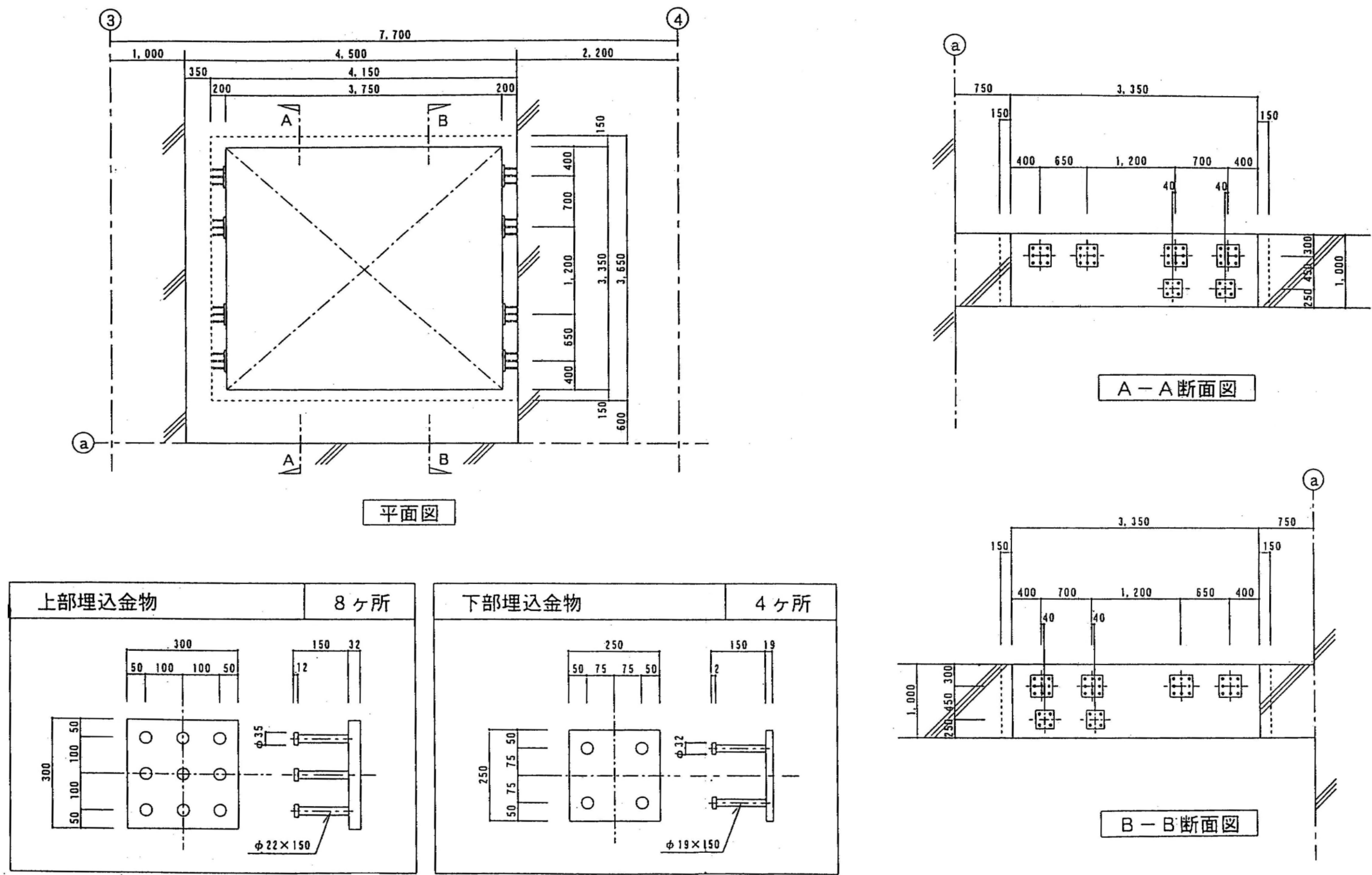


図 4.2-2 ポンプ洗浄室開口部拡大後の支持サポート用埋込金物配置図

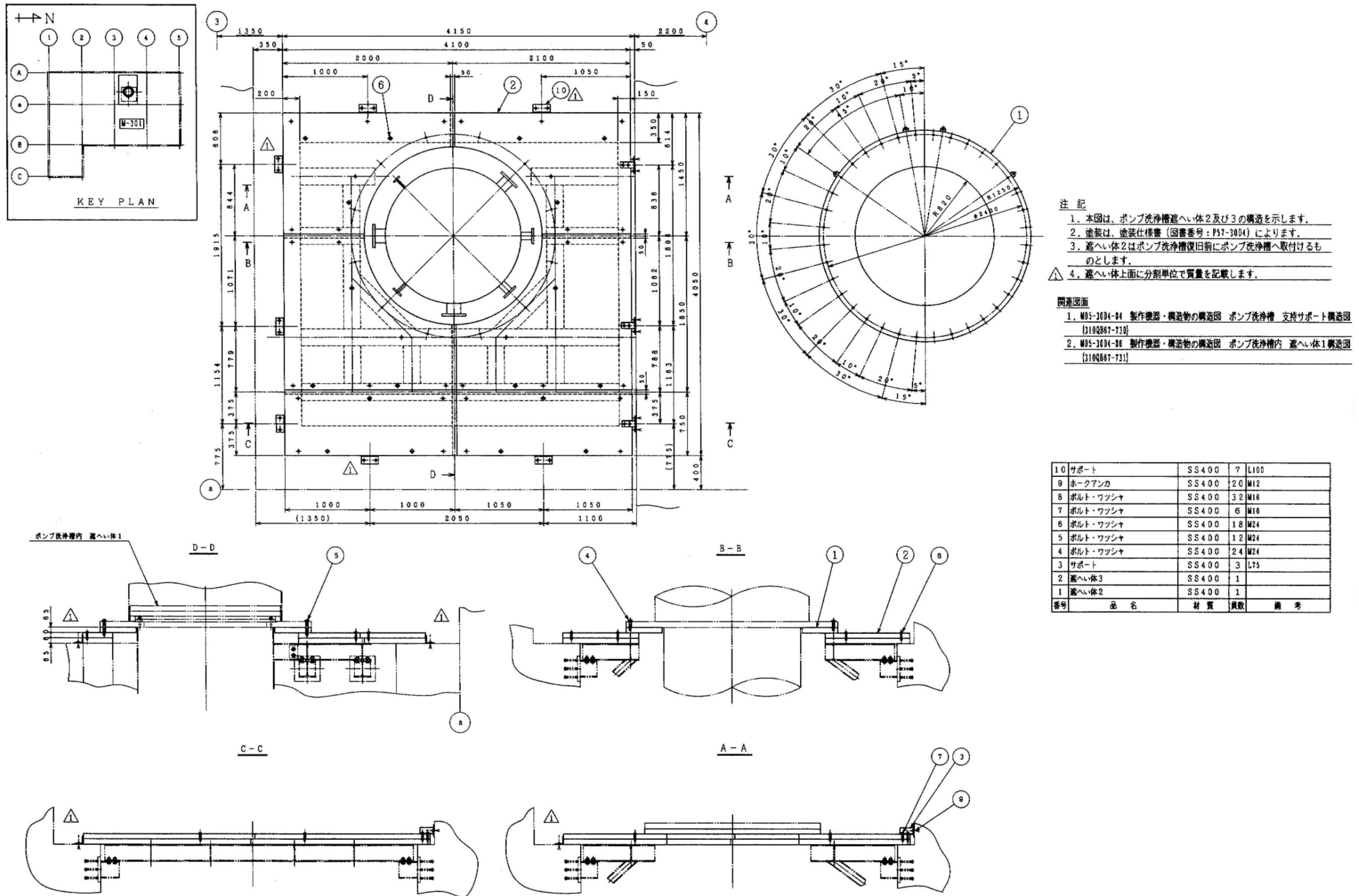


図 4.3-1 ポンプ洗浄室開口部の遮へい体構造図

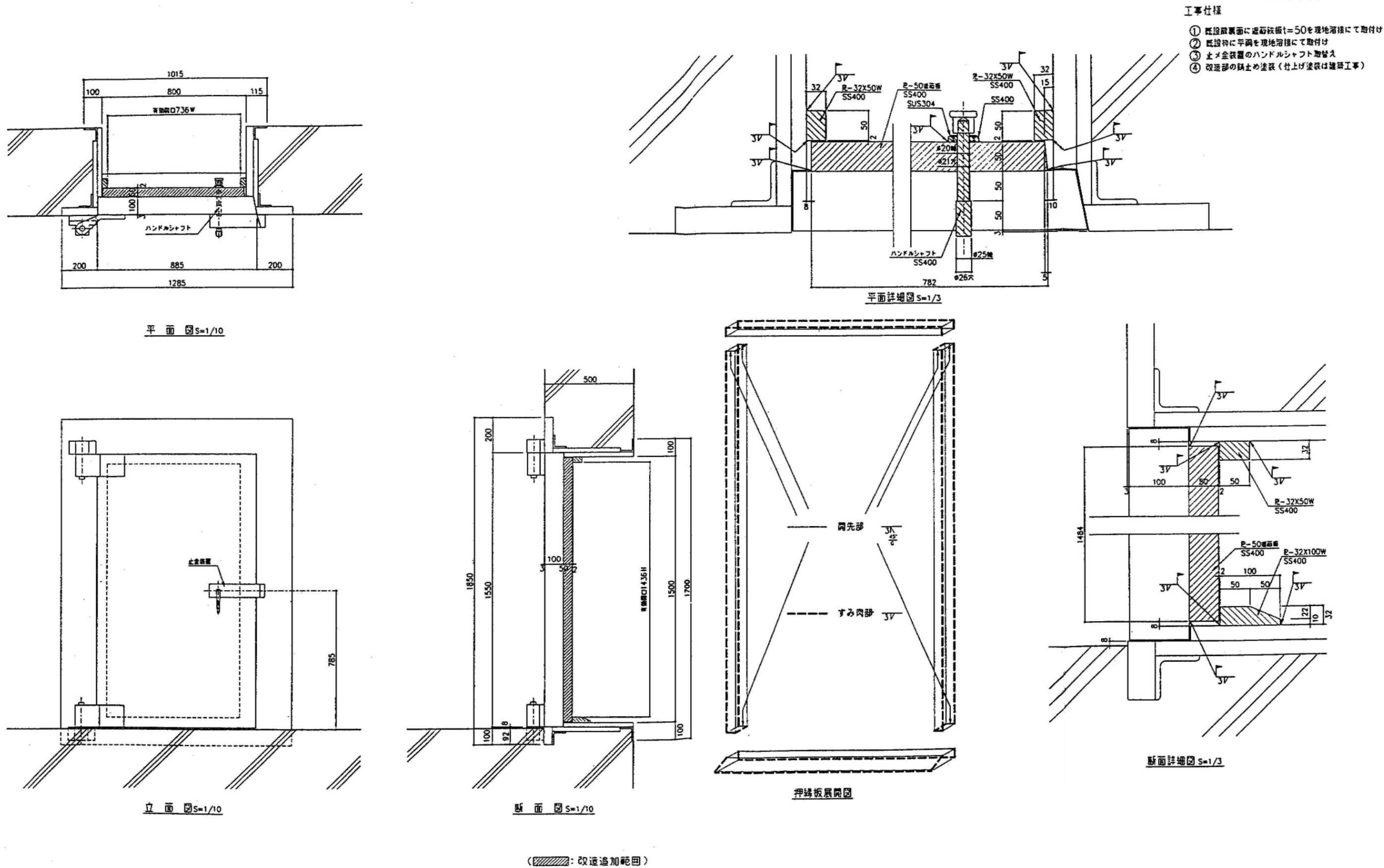


図 4.3-2 ポンプ洗浄室地下 2 階入口遮へい扉の遮へい機能強化構造図

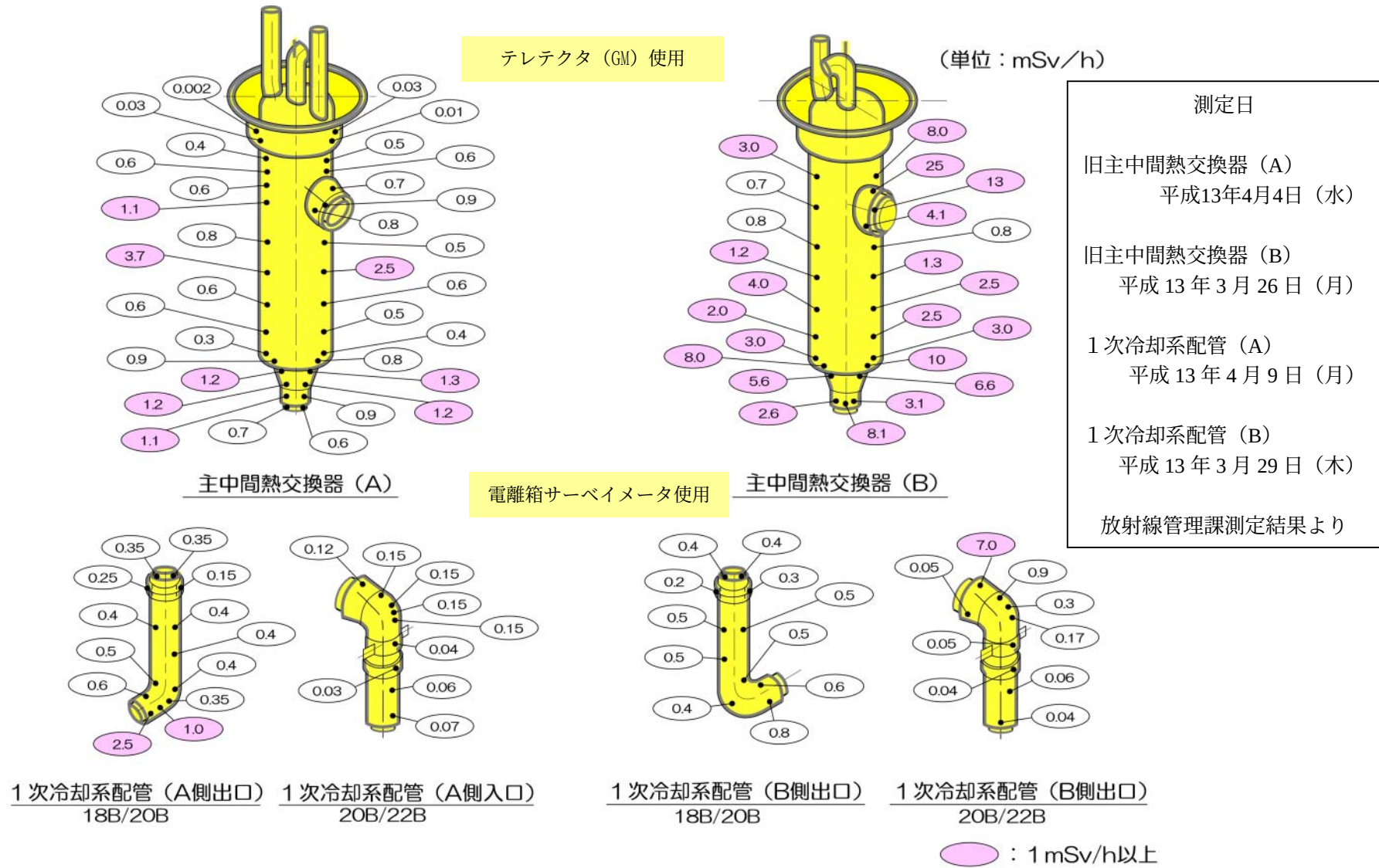


図 5.3-1 旧主中間熱交換器の表面線量率



干渉配管の切断作業
(窒素ガス配管、圧縮空気配管)



干渉配管のバンドソーによる切断作業
(6Bの蒸気配管)



廃ガス配管の切断作業



干渉配管の撤去後 (GL-2,000mm)
(窒素ガス配管、圧縮空気配管)



廃液配管の切断作業
(グリーンハウス内作業)



廃液配管の閉止フランジ溶接作業
(グリーンハウス内作業)

写真 4.1 (1/3) ポンプ洗浄槽及び接続配管の撤去作業



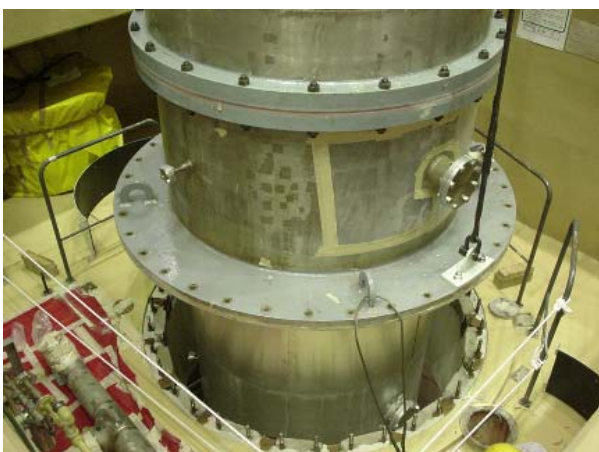
ポンプ洗浄槽配管接続フランジ部
(閉止板取付作業)



ポンプ洗浄槽配管接続フランジ部
(締付調整)



ポンプ洗浄槽内洗浄カゴの固定作業



ポンプ洗浄槽の引抜き作業

写真 4.1 (2/3) ポンプ洗浄槽及び接続配管の撤去作業



ポンプ洗浄槽の引抜き作業
(天井クレーンの主巻と補巻を使用し
た横倒し)



ポンプ洗浄槽引抜き作業
(横倒し終了)



ポンプ洗浄槽引抜き後ベース部



ポンプ洗浄槽メンテナンス建物から第
一使用済燃料貯蔵建物への移動



ポンプ洗浄槽第一使用済燃料貯蔵建物
への搬入



ポンプ洗浄槽第一使用済燃料貯蔵建物
での一時仮置き

写真 4.1 (3/3) ポンプ洗浄槽及び接続配管の撤去作業



メンテナンス用架台撤去
(ガス溶断による撤去)



はつり作業用グリーンハウスの設定



ハンドブローカーによる表層はつり作業



表層はつり状況



ハンドブローカーによるはつり作業



拡大開口部不要鉄筋の溶断

写真 4.2 (1/2) ポンプ洗浄室開口部の拡大作業



開口部鉄筋曲げ戻し作業



開口部鉄筋曲げ戻し後



開口部コンクリート流し込み形枠設定



開口部流し込み
コンクリートスランプ試験



開口部コンクリート流し込み作業

写真 4.2 (2/2) ポンプ洗浄室開口部の拡大作業



開口部後打ちコンクリート
(形枠取外し)



開口部後打ちコンクリート
(形枠取外し)



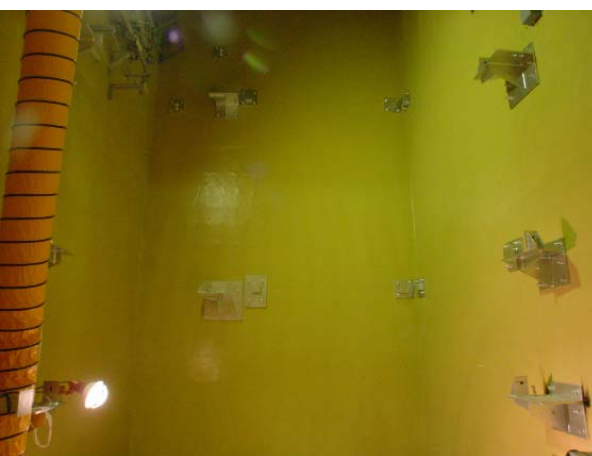
室内塗装作業



地下 2 階入口遮へい扉
(遮へい体強化鉄板の溶接作業)

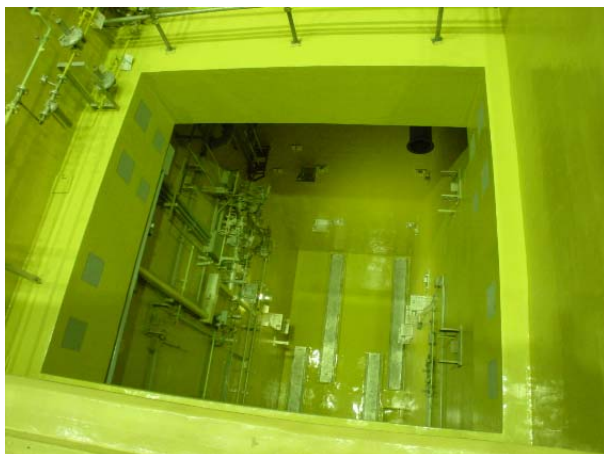


旧主中間熱交換器保管架台
固定金具設定及び壁面塗装状態



旧主中間熱交換器保管用
ベース設定及び床塗装

写真 4.3 (1/3) ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業



貯蔵設備塗装後室内状況



旧主中間熱交換器の原子炉建物から
メンテナンス建物への移動



固体廃棄物貯蔵設備室内の洗浄水配
管及び廃液配管への受樋設置



固体廃棄物貯蔵設備室内の洗浄水配
管及び廃液配管への受樋設置



ポンプ洗浄槽及び遮へい体支持架台



遮へい体 2 及び 3 設置

写真 4.3 (2/3) ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業



遮へい体 1 ポンプ洗浄槽内設置作業



遮へい体及びポンプ洗浄槽設置状態



ポンプ洗浄槽と旧主中間熱交換器
(A)2 次側配管との据付ギャップ
(約 56mm)



ポンプ洗浄槽と旧主中間熱交換器(B)
保管架台との据付ギャップ
(約 33mm)



ポンプ洗浄槽と旧主中間熱交換器(A)
フランジとの据付ギャップ
(約 68mm)



室内結露防止のための除湿機

写真 4.3 (3/3) ポンプ洗浄室内部の整備及び遮へい体の設置作業