

JAERI-M
84-102

WASTEFにおける遮蔽の設計と性能確認

1984年6月

松本征一郎・青山 三郎・田代 晋吾
長井 史朗*

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公開している研究報告書です。

入手の問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内）で複写による実費領布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1984

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 日立高速印刷株式会社

WASTEFにおける遮蔽の設計と性能確認

日本原子力研究所東海研究所環境安全研究部
松本征一郎・青山三郎・田代晋吾・長井史朗*

(1984年5月11日受理)

廃棄物安全試験施設 (WASTEF: Waste Safety Testing Facility) は、高レベル放射性廃棄物ガラス固化体の処理・貯蔵・処分に係る安全性試験をするため、昭和53年から4年間建設整備を進め56年8月に完成した。本施設は、実廃棄物を最大 5×10^4 Ci 含有したガラス固化体を取扱って試験を実施するため、 $\beta\gamma$ -コンクリートセル3基、 $\alpha\gamma$ -コンクリートセル2基および $\alpha\gamma$ -鉛セル1基を配備し、最大 10^6 Ci の放射性物質を貯蔵することができるように設計された。

本施設の安全性は、基本的には取扱う放射能の閉じ込めとその放射線の遮蔽によって保守されるが、本報告書では、本施設の遮蔽性能について、セルの遮蔽設計、遮蔽能力の評価方法および施工後のCo-60密封線源を使用して実施された遮蔽性能確認試験の結果をまとめたものである。

* 現在、株日本製鋼所・原子力技術部

Gamma-Ray Shielding Design and Performance Test
of WASTE F

Sei-ichiro MATSUMOTO, Saburo AOYAMA, Shingo TASHIRO
and Shiro NAGAI

Department of Environmental Safety Research
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received May 11 ,1984)

The Waste Safety Testing Facility (WASTE F) was planned in 1978 to test the safety performance of HLW vitrified forms under the simulated conditions of long term storage and disposal, and completed in August 1981.

The designed feature of the facility is to treat the vitrified forms contain actual high-level wastes of 5×10^4 Ci in maximum with 5 units of concrete shielded hot cells (3 units : Beta-Gamma cells, 2 units : Alpha-Gamma cells) and one units of Alpha-Gamma lead shielded cell, and to store radioactivity of 10^6 Ci in maximum.

The safety performance of this facility is fundamentally maintained with confinement of radioactivity and shielding of the radiation.

This report describes the method of gamma-ray shielding design, evaluation of the shielding test performed by using sealed gamma-ray sources(Co-60).

Keywords : Gamma-ray, Shielding Design, Performance Test,
Evaluation, Concrete Cells, Lead Cell, Co-60,
High Level Radioactive Wastes, Vitrification,
Radioactive Waste, Processing

目 次

1. まえがき	1
2. セルの設計	1
2.1 セルにおける主要放射性物質の最大取扱量	1
2.2 遮蔽計算	2
2.3 遮蔽設計	2
2.3.1 建家エリア	2
2.3.2 セル壁	2
2.3.3 セル壁貫通部	2
2.3.4 貯蔵ピット	3
3. 遮蔽性能確認試験	3
3.1 目的	3
3.2 試験対象設備	4
3.3 試験のために準備した機器等	4
3.3.1 測定器	4
3.3.2 線源移動機器	4
3.4 試験に使用した線源	4
3.5 線源の設置位置	5
3.6 測定位置及び測定点	5
3.7 遮蔽性能の評価方法	5
3.7.1 Co-60 密封線源による漏洩線量率の評価	5
3.7.2 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率の推定	6
3.8 試験結果	7
3.8.1 セル前面壁及び側面壁	7
3.8.2 セル背面壁	8
3.8.3 セル天井壁	8
3.8.4 セル床壁	9
3.8.5 セル間仕切壁	9
3.8.6 貯蔵ピット	9
3.8.7 鉛セル	10
4. まとめ	10
参考文献	11

Contents

1. Introduction	1
2. Design of cells	1
2.1 Radioactivities handled in the cells	1
2.2 Calculation of shieldings	2
2.3 Design of shieldings	2
3. Evaluation tests of the shielding performance	3
3.1 Purpose	3
3.2 Facilities	4
3.3 Preparation of test equipments	4
3.4 Radiation sources.....	4
3.5 Set positions of the sources	5
3.6 Measuring positions	5
3.7 Evaluation method of the shielding performance	5
3.8 Test results	7
4. Conclusions	10
References	

表 リ ス ト

表 1	セルにおける主要放射性物質の取扱量
表 2	高レベル試験廃液の放射性核種組成
表 3	高レベル試験廃液からのガンマ線スペクトルの分類
表 4	遮蔽計算に用いた遮蔽材の比重
表 5	遮蔽計算に用いた遮蔽材のガンマ線に対する質量吸収係数
表 6	遮蔽壁仕様一覧
表 7	鉛セル貫通部遮蔽計算及び測定結果
表 8	バックグラウンドの測定値
表 9	高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率推定のための換算係数
表 10	試験結果

図 リ ス ト

図 1	WASTEF 一階平面図
図 2	高レベル試験廃液の再処理後経過時間の変化に対する重コンクリート 110cm 透過後の線量率
図 3	遮蔽性能線図
図 4	遮蔽補償体の厚さ計算式
図 5	パデラックポート断面図
図 6	天井ハッチ・プラグ (No. 4 セル, No. 5 セル) 断面図
図 7	鉛セル背面扉貫通部遮蔽評価図
図 8	セル正面, 平面及び断面
図 9	固化体一時貯蔵ピット遮蔽評価図
図 10	線源 I の構造
図 11	線源 II の構造
図 12	線源 III の構造
図 13	線源の設置位置と測定位置 (1 階)
図 14	線源の設置位置と測定位置 (天井)
図 15	線源の設置位置と測定位置 (地階)
図 16	線源の設置位置と測定位置 (セル間)
図 17	線源の設置位置と測定位置 (鉛セル)

1. ま え が き

日本原子力研究所・東海研究所に設けられた廃棄物安全試験施設 (Waste Safety Testing Facility, 以下WASTEFと略する) は, 高レベル放射性廃棄物ガラス固化体の処理・貯蔵・処分に係る安全性試験をするため, 昭和53年から4年間建設・整備を進め56年8月に完成した。

WASTEFは, 床延面積3772m², そのうち管理区域約1800m²を持ち, $\beta\gamma$ -コンクリートセル3基, $\alpha\gamma$ -コンクリートセル2基, 鉛セル1基を配備し, 最大 5×10^4 Ci (高レベル放射性廃棄物換算) を取扱うことができ, 最大 10^6 Ci を貯蔵することができるように設計された。

本報告書は, WASTEFのホット運転を開始する前に, 各セルでの放射線取扱作業の安全性を確認するために, Co-60密封線源を用いての遮蔽性能試験を昭和57年8月~9月にかけて実施した結果を中心に建設前の遮蔽設計, 遮蔽計算, 遮蔽性能評価方法等について報告するものである。

2. セ ル の 設 計

WASTEFは, 重コンクリート及び普通コンクリートの遮蔽壁を有する鉄筋コンクリート造りのコンクリートセル5基と, 鉛及び鉄を遮蔽壁とする鉛セル1基と, これらの付属設備から構成されている。No.1セル, No.2セル及びNo.3セルは, ベータ・ガンマ放射性物質取扱いセル (ベータ・ガンマセル) で, No.4セル, No.5セル及び鉛セルは, アルファ・ガンマ放射性物質取扱いセル (アルファ・ガンマセル) である。WASTEFの一階平面図を図1に示す。

2.1 セルにおける主要放射性物質の最大取扱量

WASTEFの各セルにおける主要放射性物質の最大取扱量を表1に示す。高レベル試験廃液は, 表2⁽¹⁾に示す再処理経過時間3年~10年のものとして取扱っているが再処理後の経過時間の変化に対して高レベル試験廃液中の核種の組成が変化する。取扱う試験廃液の放射能を一定としたとき, 透過力の強い高エネルギーの γ 線を放射する核種の組成の違いによって遮蔽体に対する透過力に差が生じる。図2に示すように, 高レベル試験廃液の場合のWASTEFの最大遮蔽厚さ110cmの重コンクリート透過後の線量率比は, 再処理後の経過時間と共に減少するので, 再処理後の経過時間3年の高レベル試験廃液について遮蔽能力の評価をすれば安全側に評価することになり, それを用いた。

1. ま え が き

日本原子力研究所・東海研究所に設けられた廃棄物安全試験施設（Waste Safety Testing Facility, 以下WASTEFと略する）は、高レベル放射性廃棄物ガラス固化体の処理・貯蔵・処分に係る安全性試験をするため、昭和53年から4年間建設・整備を進め56年8月に完成した。

WASTEFは、床延面積3772m²、そのうち管理区域約1800m²を持ち、βγ-コンクリートセル3基、αγ-コンクリートセル2基、鉛セル1基を配備し、最大 5×10^4 Ci（高レベル放射性廃棄物換算）を取扱うことができ、最大 10^6 Ciを貯蔵することができるように設計された。

本報告書は、WASTEFのホット運転を開始する前に、各セルでの放射線取扱作業の安全性を確認するために、Co-60密封線源を用いての遮蔽性能試験を昭和57年8月～9月にかけて実施した結果を中心に建設前の遮蔽設計、遮蔽計算、遮蔽性能評価方法等について報告するものである。

2. セ ル の 設 計

WASTEFは、重コンクリート及び普通コンクリートの遮蔽壁を有する鉄筋コンクリート造りのコンクリートセル5基と、鉛及び鉄を遮蔽壁とする鉛セル1基と、これらの付属設備から構成されている。No.1セル、No.2セル及びNo.3セルは、ベータ・ガンマ放射性物質取扱いセル（ベータ・ガンマセル）で、No.4セル、No.5セル及び鉛セルは、アルファ・ガンマ放射性物質取扱いセル（アルファ・ガンマセル）である。WASTEFの一階平面図を図1に示す。

2.1 セルにおける主要放射性物質の最大取扱量

WASTEFの各セルにおける主要放射性物質の最大取扱量を表1に示す。高レベル試験廃液は、表2⁽¹⁾に示す再処理経過時間3年～10年のものとして取扱っているが再処理後の経過時間の変化に対して高レベル試験廃液中の核種の組成が変化する。取扱う試験廃液の放射能を一定としたとき、透過力の強い高エネルギーのγ線を放射する核種の組成の違いによって遮蔽体に対する透過力に差が生じる。図2に示すように、高レベル試験廃液の場合のWASTEFの最大遮蔽厚さ110cmの重コンクリート透過後の線量率比は、再処理後の経過時間と共に減少するので、再処理後の経過時間3年の高レベル試験廃液について遮蔽能力の評価をすれば安全側に評価することになり、それを用いた。

2.2 遮蔽計算

高レベル試験廃液中の放射性核種より放出されるガンマ線のエネルギースペクトルを、表3に示すように、エネルギー別8群に分類し、計算コード〔SPAN-7044〕⁽²⁾により遮蔽計算を行った。計算に用いた各種遮蔽材料の比重及びガンマ線に対する質量吸収係数を表4及び表5に示す。なお、物質内でベータ線のエネルギーが吸収されるときに発生する制動エックス線については、その放射線量及びエネルギーがガンマ線のそれらに比較して極めて小さいので遮蔽計算の評価に際しては無視した。

2.3 遮蔽設計

2.3.1 建家エリア

WASTEFは、建家内を(i)人が常時立入りする場所で、更衣室、操作室等の2 mrem/時以下の区域、(ii)作業時間を制限して管理する場所で、サービスエリア、アルファ・ガンマアイソレーションルーム、ベータ・ガンマアイソレーションルーム、ホット化学実験室等の20 mrem/時以下の区域、(iii)通常は人が立入らない場所で、セル内、地下廃液貯槽室等の50 mrem/時以下の区域、(iv)管理区域外の場所で、居室、コールド実験室、コールド機械室等の0.2 mrem/時以下の区域に区分しているが、この値を設計基準値とし、計算値が全てこれを下回るようにした。

2.3.2 セル壁

セル壁は重コンクリート及び普通コンクリートとし、比重は重コンクリートで3.5、普通コンクリートで2.2として設計した。セル壁には埋込配管、埋込ボックス等の欠損及び施工誤差が考えられるので表6に示すように、実際の施工厚さは設計厚さより厚くした。尚、実際に施工した重コンクリートの乾燥時比重(28日)は3.65～3.8であった。普通コンクリートは乾燥時比重で2.2～2.3であった。

2.3.3 セル壁貫通部

セル壁の埋込配管及び埋込ボックス等の欠損部のうちセル壁の付加で補償しきれない部位については、遮蔽性能線図(図3)を作成し、遮蔽厚さが必要遮蔽厚さ以上になるように遮蔽補償体(厚鋼板)を埋設した。遮蔽補償体の厚さ(t)は図4に示す方法にて求めた。セル天井壁のガンマゲート、No 5セル背面壁のパデラックポート及び試料移送装置等のセル壁の開口部については開口部の周囲に埋込遮蔽体を取付け、あらゆる位置、方向に於ても遮蔽厚さを補償できるようにした。(図5参照) 背面扉、天井ハッチ、遮蔽窓、スリーブ・プラグのようなストリーミングが問題となる部位についても嵌合部及びコンクリートとの接合面を階段状にし、嵌合隙間の欠損については補償体(鋼板、鉛)を設けた。

なお、鉛セル壁の貫通部に対してはストリーミング評価の精度を高めるため、散乱法に基づく汎用ガンマ線遮蔽計算プログラムを用いて遮蔽計算を行った。

表7に鉛セル貫通部遮蔽計算及び測定結果を、図7に鉛セル背面扉貫通部遮蔽評価図を示す。

2.3.4 貯蔵ピット

貯蔵ピットには固化体貯蔵ピットと、固化体一時貯蔵ピットがある。

(1) 固化体貯蔵ピット

固化体貯蔵ピットはNo.1セルの床下に間口2600^{mm}×奥行2150^{mm}×高さ4350^{mm}の空間を設け、その中に20本の収納ピットを配列し、周囲の遮蔽壁を普通コンクリートとし、天井壁(セルの床)を重コンクリートとした。収納ピットの遮蔽蓋は重コンクリートと鉛の二層構造とし、高レベル試験廃液固化体、 1×10^6 Ciを貯蔵した場合でもセル内の線量率が50mR/hr以下、ホット機械室側の壁面で20mR/hr以下、及びコールド機械室側の壁面で0.2mR/hr以下になるように設計した。

(2) 固化体一時貯蔵ピット

固化体一時貯蔵ピットはNo.3セル及びNo.5セルの床にそれぞれ埋設して設置した。遮蔽構造は全体を鉛容器として、地階の廃液貯槽室、及びサンプリング室への放射線の漏洩が20mR/hr以下になるようにした。固化体一時貯蔵ピットの遮蔽能力評価図を図9に示す。

以上の方法により遮蔽設計を行ったWASTEFの遮蔽壁仕様一覧を表6に、セルの正面、平面及び断面を図8に示す。

3. 遮蔽性能確認試験

3.1 目的

大量放射線源を使用する施設の放射線遮蔽技術の基本は、すでに各種の施設における実績で確立されている。しかし取扱線源、使用方法、附帯設備など放射線遮蔽に影響する各種仕様は施設によって異っており、設計時に厳密な計算は困難であり、また、施工時の問題として、必ずしも設計上想定していた通りの仕様とならない場合も考慮する必要がある。これらの点を考慮して一般的には安全側の設計をして建設施工し、その後適当な線源を用いて遮蔽性能の確認試験を実施しているのが実状である。

WASTEFの場合にも、大量の高レベル放射性廃液を使用すること、主にガラス固化体にして使用すること、貯蔵ピットを備えること、壁貫通配管が多量にあること、などの特徴を持っており、それらに対応した遮蔽計算を行い安全側の設計で建設整備を進めたが、最終的に遮蔽設計、評価手法、施工技术等を確認し、運転作業者の安全確保の資料を得るため遮蔽性能確認試験を実施した。

表7に鉛セル貫通部遮蔽計算及び測定結果を、図7に鉛セル背面扉貫通部遮蔽評価図を示す。

2.3.4 貯蔵ピット

貯蔵ピットには固化体貯蔵ピットと、固化体一時貯蔵ピットがある。

(1) 固化体貯蔵ピット

固化体貯蔵ピットはNo.1セルの床下に間口2600^{mm}×奥行2150^{mm}×高さ4350^{mm}の空間を設け、その中に20本の収納ピットを配列し、周囲の遮蔽壁を普通コンクリートとし、天井壁(セルの床)を重コンクリートとした。収納ピットの遮蔽蓋は重コンクリートと鉛の二層構造とし、高レベル試験廃液固化体、 1×10^6 Ciを貯蔵した場合でもセル内の線量率が50mR/hr以下、ホット機械室側の壁面で20mR/hr以下、及びコールド機械室側の壁面で0.2mR/hr以下になるように設計した。

(2) 固化体一時貯蔵ピット

固化体一時貯蔵ピットはNo.3セル及びNo.5セルの床にそれぞれ埋設して設置した。遮蔽構造は全体を鉛容器として、地階の廃液貯槽室、及びサンプリング室への放射線の漏洩が20mR/hr以下になるようにした。固化体一時貯蔵ピットの遮蔽能力評価図を図9に示す。

以上の方法により遮蔽設計を行ったWASTEFの遮蔽壁仕様一覧を表6に、セルの正面、平面及び断面を図8に示す。

3. 遮蔽性能確認試験

3.1 目的

大量放射線源を使用する施設の放射線遮蔽技術の基本は、すでに各種の施設における実績で確立されている。しかし取扱線源、使用方法、附带設備など放射線遮蔽に影響する各種仕様は施設によって異っており、設計時に厳密な計算は困難であり、また、施工時の問題として、必ずしも設計上想定していた通りの仕様とならない場合も考慮する必要がある。これらの点を考慮して一般的には安全側の設計をして建設施工し、その後適当な線源を用いて遮蔽性能の確認試験を実施しているのが実状である。

WASTEFの場合にも、大量の高レベル放射性廃液を使用すること、主にガラス固化体にして使用すること、貯蔵ピットを備えること、壁貫通配管が多量にあること、などの特徴を持っており、それらに対応した遮蔽計算を行い安全側の設計で建設整備を進めたが、最終的に遮蔽設計、評価手法、施工技術等を確認し、運転作業者の安全確保の資料を得るため遮蔽性能確認試験を実施した。

3.2 試験対象設備

- (1) ベータ・ガンマコンクリートNa.1セル～Na.3セル及び固化体貯蔵ピット
- (2) アルファ・ガンマコンクリートNa.4セル, Na.5セル, アルファ・ガンマ鉛セル及び固化体一時貯蔵ピット。

各セル及び貯蔵ピットの配置は図8に示す通りで, これらにおける主要放射性物質の最大取扱量は表1に示す通りである。

試験は, セル壁, 天井ハッチ, 廃棄物ポート, 遮蔽窓, 背面扉, スリーブ・プラグ類, 埋込配管及びセル間試料移送装置等のすべてを対象として実施した。

3.3 試験のために準備した機器等

3.3.1 測定器

- (1) テレテクター：検知範囲～1000R/hr
- (2) GM型サーベイメータ：0.002～25mR/hr
- (3) シンチレーション型サーベイメータ：0.002～25mR/hr
- (4) 熱蛍光積算線量計（TLD）

3.3.2 線源移動機器

線源の移動機器は下記のものを使用した。

- (1) インセルクレーン（1 Ton）
- (2) パワーマニプレータ
- (3) マスタースレーブマニプレータ
- (4) トングマニプレータ
- (5) セル間試料移送装置

セル内の線源の移動は, 線源の落下損傷防止のため, 原則としてインセルクレーン（鉛セルの場合は試料移送用コンベア）を使用し, インセルクレーンでは移動不可能な場合は, パワーマニプレータ, マスタースレーブマニプレータ及びトングマニプレータを補助として使用した。セル間の線源の移動はセル間試料移送装置を使用した。

3.4 試験に使用した線源

使用線源は, 各セル及び固化体貯蔵ピットの遮蔽能力に見合った強度のCo-60 密封線源を固体化学研究室より借用した。

使用線源の強度は次の通りで, 寸法・形状を図10～図12に示す。

- (1) Na.1セル～Na.4セル：2200 Ci
- (2) Na.5セル：30 Ci（2200 Ciのピン状線源72本のうちの1本を使用した。）
- (3) 鉛セル：1.1 Ci

3.5 線源の設置位置

線源は、3.3.2で述べた線源移動機器を用いて、所定の設置位置に移動した。線源の設置位置は、原則として、セル内壁表面より60cm離れた位置で、高さ方向1m及び2m、水平方向70cm～1m間隔とした。天井ハッチ、廃棄物ポート、遮蔽窓、背面扉、スリーブ・プラグ類、埋込配管及びセル間扉・シャッター等の場合は、取付枠部及び補償遮蔽体等の埋込部で施工欠陥の発生しやすい部位や嵌合部及び埋込配管等でストリーミング問題となる部位を考慮して線源の位置を決めた。

線源の設置位置は、セル内にビニールテープ等でマーキングすることにより正確を期した。

3.6 測定位置及び測定点

放射線量率の測定は、セル外壁表面の表面線量率及び線源と表面線量率の測定点とを結ぶ延長線上の空間で、セル外壁表面より4m離れた位置の空間線量率（コンクリートセルの前面壁についてのみ）を測定した。測定は、測定点を中心として上下左右50cmの範囲をサーベイし、その範囲内での放射線量率の最大の指示値を記録した。

なお、固化体貯蔵ピットのコールド機械室側の壁は、設計基準値が0.2 mR/hrであるため、測定精度を上げる必要があるために、積算線量率計（熱蛍光線量率計）を外壁に貼りつけて、所定時間（36.8時間）照射することにより外壁表面の線量率を求めた。

線源の設置位置と放射線量率の測定位置との関係を図13～図17に示す。

3.7 遮蔽性能の評価方法

3.7.1 Co-60 密封線源による漏洩線量率の評価

Co-60 密封線源を搬入する前に、各測定部位のバックグラウンドを測定しておき、Co-60 密封線源による放射線量率の測定値よりバックグラウンドを差し引いた値を漏洩線量率測定値とした。

$$D_{Co} = D - B_g \quad (\text{mR/h}) \quad (1)$$

D_{Co} : Co-60 密封線源による漏洩線量率測定値 (mR/h)

D : Co-60 密封線源による放射線量率の測定値 (mR/h)

B_g : Co-60 密封線源搬入前のバックグラウンドの測定値 (mR/h)

バックグラウンドの測定結果を表8に示す。漏洩線量率の計算は、安全を考えて次の値を使用した。

セル前面側（操作室）、セル背面側（サービスエリア、ホット化学実験室）及びセル下部地階（高レベル廃液貯槽室、中レベル廃液貯槽室、サンプリング室）は0.005mR/h、ベータ・ガンマアイソレーションルーム、アルファ・ガンマアイソレーションルーム、セル内（No.1セル～No.5セル）及びセル下部以外の地階（コールド機械室、ホット機械室）は0.002mR/h、セル天井部は0.004mR/h、セル側面側（更衣室、倉庫）は0.01mR/hとした。

(1)式にて算出した漏洩線量率測定値 (D_{Co}) が、下記(2)式にて算出したCo-60密封線源使用

時の放射線量率計算値以下の場合は、施工欠陥がなく遮蔽設計も満足できるものであると判断した。

$$D_0 = \Sigma \frac{3.7 \times 10^{10} K \cdot \eta \cdot Q}{4 \pi \cdot r^2} \cdot Be^{-\mu \cdot t} \quad (2)$$

D_0 : Co-60 密封線源使用時の放射線量率計算値 (mR/h)

K : 線量変換係数 [mR/h / (Photon/cm²·s)]

η : ガンマ線の放出率

Q : ガンマ線の強度 (Ci)

r : 線源からの距離 (cm)

B : ビルドアップ係数 (線型近似)

μ : 遮蔽体による γ 線の線吸収係数 (cm⁻¹)

t : 遮蔽体の厚さ (cm)

3.7.2 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率の推定

表 2 に示す高レベル試験廃液使用時の遮蔽性能の評価は次の方法で行った。

下記(3)式にて算出された高レベル試験廃液使用時の推定漏洩線量率 (1)式にて算出された Co-60 密封線源による漏洩線量率より換算して求められた値)が、高レベル試験廃液中の放射性核種より放出されるガンマ線のエネルギースペクトルを、表 3 に示すようにエネルギー別 8 群に分類し、点減衰核積分コード [SPAN-7044] により求めた放射線量率以下の場合は遮蔽欠陥がないものと判断した。

$$D_{HLW} = K \cdot D_{CO} + B_g \quad (3)$$

D_{HLW} : 高レベル試験廃液使用時の推定漏洩線量率 (mR/h)

B_g : Co-60 密封線源搬入前のバックグラウンドの測定値 (mR/h)

K : 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率推定のための換算係数 (表 9)

$$= K_1 \cdot K_2$$

K_1 : 点減衰核積分コード [SPAN-7044] による高レベル試験廃液使用時の放射線量率の計算条件 (遮蔽体の厚さおよび線源から計算位置までの距離) が遮蔽性能確認試験時の Co-60 密封線源による放射線量率測定条件と異なるので、同一条件にて比較するために、Co-60 密封線源による放射線量率測定値を点減衰核積分コード [SPAN-7044] による高レベル試験廃液使用時の放射線量率の計算条件に換算するための係数

$$= k_1 \cdot k_2$$

k_1 : 点減衰核積分コード [SPAN-7044] による高レベル試験廃液使用時の放射線量率計算時の遮蔽体の厚さと遮蔽性能確認試験時の放射線量率測定時の遮蔽体の厚さ (施行厚さ) が異なることに起因する換算係数で、前述の(2)において、照射再生係数 (B) および平均自由行程 ($\mu \cdot t$) が関係する。

k_2 : 点減衰核積分コード [SPAN-7044] による高レベル試験廃液使用時の放射線量率計算時の線源から計算位置までの距離と遮蔽性能確認試験時の線源か

ら放射線量率測定位置までの距離が異なることに起因する換算係数

$$K_2 : \text{高レベル試験廃液使用時とCo-60 密封線源使用時の放射線量率計算値の比} \\ = D_1 / D_0$$

D_1 : 点減衰核積分コード〔SPAN-7044〕による高レベル試験廃液使用時の放射線量率計算値 (mR/h)

D_0 : (2)式によるCo-60 密封線源使用時の放射線量率計算値 (mR/h)

(例) No.1セルの前面壁の場合の換算係数の説明

No.1セルの前面壁の遮蔽材料は重コンクリート(比重3.5)で、施行厚さは110cmであるが、点減衰核積分コード〔SPAN-7044〕による高レベル試験廃液使用時の放射線量率の計算は105cmで行った。そこで、重コンクリート110cmの漏洩線量率の測定値より105cmの漏洩線量率を逆算する必要がある。

k_1 : 重コンクリートの厚さが異なるため、照射再生係数(B)は、 $49(105\text{cm}) / 53(110\text{cm}) = 0.93$ 倍となる。

平均自由行程($\mu \cdot t$)による換算係数は、

$$e^{-\mu \cdot t}(105\text{cm}) / e^{-\mu \cdot t}(110\text{cm}) \\ = 9.35 \times 10^{-10} / 3.48 \times 10^{-10} = 2.69 \text{ 倍となる。}$$

従って、 $k_1 = 0.93 \times 2.69 = 2.51$ となる。

k_2 : 線源から漏洩線量率の測定位置までの距離が116.7cmであるのに対して、SPAN-7044による計算距離は105cmであるので、距離換算をすると、

$$k_2 = 116.7^2 / 105^2 = 1.23 \text{ となる。}$$

従って、 $K_1 = k_1 \cdot k_2 = 2.51 \times 1.23 = 3.09$

3.8 試験結果

試験結果を表10に示す。表10に示す漏洩線量率のうちCo-60密封線源使用時の測定値は、実測値よりあらかじめ線源搬入前に測定しておいたバックグラウンドの値(3.7.1参照)を差し引いた値を記入した。Co-60密封線源使用時の漏洩線量率は、シンチレーション型サーベイメータおよびGM型サーベイメータを同時に使用して測定したが、漏洩線量率実測値がバックグラウンドの値に近かったので低線量率測定用のシンチレーション型サーベイメータ(測定範囲: 0.002~25 mR/h)の実測値を用いて以下の考察を行った。

遮蔽性能の評価は、Co-60密封線源使用時の漏洩線量率の測定値と計算値の比較および高レベル試験廃液使用時のCo-60密封線源使用時の漏洩線量率測定値よりの推定値と計算値との比較を行った。セル壁に埋設された遮蔽窓、ペリスコープホール、コントロールスリーブ、プラグ類および貫通配管部等は、それらが埋設されている遮蔽壁と同等の遮蔽性能を有するものとして評価した。

3.8.1 セル前面壁および側面壁

セル前面壁には遮蔽窓、マニプレータホール、ペリスコープホール、各種プラグ・スリーブ

類および各種貫通配管等が設置されており、これらからの漏洩放射線が考えられる。

- (1) ペリスコープホールPH₁ (No.1セル) , PH₂ (No.2セル) およびPH₄ (No.4セル)を除き、各部位の漏洩線量率の値はいずれも計算値の $\frac{1}{2}$ 以下であった。
- (2) ペリスコープホールPH₁ (No.1セル) , PH₂ (No.2セル) およびPH₄ (No.4セル)の漏洩線量率の値は計算値の1.3倍～4倍の値を示し、PH₁ およびPH₄ では高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値も設計基準値(2 mR/h)の1.2～2.5倍の値を示したが、PH₁、PH₂ およびPH₄ はいずれもセル内観察用ペリスコープであり測定部位が操作室床面より2.5～2.7 mの高さの所であるため通常は従事者が立入ることの出来ない場所であるので問題ないと思われる。
- (3) マニプレータホールも取付部高さが操作室床面より3 mの高さのところであり通常は従事者が立入ることの出来ない場所であるが、参考として測定したところ、マニプレータのスリーブが設置されている遮蔽壁の測定値に比べて2～3桁高い値を示した。
- (4) 遮蔽窓、遮蔽窓枠部、各種プラグ・スリーブ類および各種貫通配管等の設置部の漏洩線量率の値は、それらが設置されている遮蔽壁の値と同等またはそれ以下であった。
- (5) 遮蔽窓の中央部(鉛ガラス)および埋込枠部(厚鋼板)の上・下・左・右端部の漏洩線量率の値の有異性は見られなかった。
- (6) No.1セルの側面壁の漏洩線量率の値は、設計上の遮蔽厚さ155cmに対して施工厚さを工事施工上の理由で202cmと十分に厚くしたため、バックグラウンドに近い値であった。

3.8.2 セル背面壁

セル背面壁には背面扉、廃棄物ポート(パデラックポート)、各種プラグ・スリーブ類および各種貫通配管等が設置されており、これらからの漏洩放射線が考えられる。

- (1) No.5セルの廃棄物ポート(パデラックポート)を除き、各部位の漏洩線量率の値はいずれも計算値以下であった。
- (2) No.5セルの廃棄物ポート(パデラックポート)の漏洩線量率の値は計算値を約10%越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値(20mR/h)の60%であり問題ないと考えられる。
- (3) 背面扉の漏洩線量率の値はそれらが設置されている遮蔽壁の値の2.5～6倍を示したが、いずれも計算値の65%以下であった。これは遮蔽壁を設計厚さに比べて施工厚さを大きくしたのに対し、背面扉は設計厚さ通りに施工したためである。
背面扉の中央部および埋込枠の上・下・左・右端での漏洩線量率の値に著るしい差は見られず、遮蔽構造上どの部分が最も漏洩しやすいかという傾向は見られなかった。
- (4) 各種プラグ・スリーブ類および各種貫通配管等の設置部の漏洩線量率の値は、それらが設置されている遮蔽壁の値と同等またはそれ以下であった。

3.8.3 セル天井壁

セル天井壁には天井ハッチおよび廃棄物ポート(ガンマゲート)が設置されており、これらの嵌合部からの漏洩放射線が考えられる。

- (1) セル天井壁の漏洩線量率の値は計算値の15%以下であった。
- (2) 天井ハッチの嵌合部の漏洩線量率の値はNo.2セルを除き計算値の1/2以下であった。
- (3) No.2セルの天井ハッチの嵌合部の漏洩線量率の値は計算値の約1.5倍の値を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値(20mR/h)の1/3程度であり問題ないと考えられる。
- (4) No.1セルおよびNo.3セルの天井ハッチに設置されている廃棄物ポート(ガンマゲート)の漏洩線量率の値はバックグラウンドであった。

3.8.4 セル床壁

- (1) No.5セルの床壁を除き、漏洩線量率の値は計算値以下であった。
- (2) No.5セルの床壁の漏洩線量率の値は計算値の1.75を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値(20mR/h)の2%程度であり問題ないと考えられる。
- (3) No.1セルの床壁の漏洩線量率の値は、設計上の遮蔽厚さ140cmに対して施工厚さを200cmと十分に厚くしたためバックグラウンドに近い値であった。

3.8.5 セル間仕切壁

セル間仕切壁にはセル間仕切扉(No.2セル~No.3セル間)およびセル間試料移送装置(鉛シャッター)が設置されており、これらからの漏洩放射線が考えられる。

- (1) セル間仕切壁の漏洩線量率の値は計算値の60%以下であった。
- (2) セル間仕切扉の漏洩線量率の値は計算値通りであった。
- (3) セル間試料移送装置の漏洩線量率の値は、No.3セル~No.4セル間のD₃シャッター(E₁)を除き計算値の1/2以下であった。
- (4) No.3セル~No.4セル間のD₃シャッター(E₁)の漏洩線量率の値は計算値を僅かに越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値(50mR/h)の1/3程度であり問題ないと考えられる。

3.8.6 貯蔵ピット

貯蔵ピットにはNo.1セルの固化体貯蔵ピットおよびNo.3セル、No.5セルの固化体一時貯蔵ピットがあり、これらからのセル内および地階への漏洩放射線が考えられる。

- (1) No.1セルの固化体貯蔵ピットの地階側面壁および地階前面壁は、遮蔽厚さが各々普通コンクリートで240cmおよび200cmと十分に厚いため漏洩放射線の計算値がバックグラウンドより1桁低く、シンチレーション型サーベイメータの測定値では評価不可能であったので熱ルミネセンス線量計(TLD)を使用して測定した。その結果、地階前面壁の漏洩線量率の値は計算値を僅かに越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値(0.2mR/h)以下であり問題ないと考えられる。
- (2) No.1セルの固化体貯蔵ピットの地階背面壁の漏洩線量率の値は計算値の65%であった。
- (3) No.1セルの固化体貯蔵ピットの遮蔽蓋の漏洩線量率の値はバックグラウンドであった。
- (4) No.3セルの固化体一時貯蔵ピットから地階への漏洩線量率の値は計算値の75%であっ

た。

- (5) No.5セルの固化体一時貯蔵ピットから地階への漏洩線量率の値は計算値の約5倍を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値の20%であり問題ないと考えられる。

3.8.7 鉛セル

鉛セルには遮蔽窓、背面扉、顕微鏡の鏡筒、トングマニプレータのボールソケットおよびインセルモニタ用スリーブ等の貫通部があり、これらからの漏洩放射線が考えられる。

- (1) 遮蔽壁は前面（鉛）および側面・背面・天井（鉄）は計算値の40～70%であった。
- (2) 線源を顕微鏡の観察用試料台（B）に置いた場合の鏡筒の漏洩線量率は計算値の2.6～3.3倍を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値（20mR/h）の1/2以下であり問題ないと考えられる。

4. ま と め

WASTEFは使用済核燃料の再処理により発生する高レベル放射性廃棄物の処理・貯蔵・処分に係る安全性試験をするために、今後、最大 5×10^4 Ciの高レベル放射性廃棄物ガラス固化体を取扱い、 1×10^6 Ciの高レベル放射性廃棄物ガラス固化体を貯蔵することになる。これに先立ち、ホットセルとしての放射線取扱作業の安全性を確認する目的で、Co-60密封線源を使用して遮蔽性能確認試験を実施した。

試験の結果をまとめると以下の通りであった。

- (1) 設計基準値が2 mR/h以下の操作室および更衣室の漏洩線量率の値は、通常は従事者の立入ることの出来ないペリスコープホール（No.1セルのPH₁、No.2セルのPH₂およびNo.4セルのPH₄）およびマニプレータホールを除き、計算値の1/2以下であり、遮蔽設計上の欠陥がなく、安全な放射線取扱作業環境にあることが確認された。ペリスコープホール（PH₁、PH₂およびPH₄）およびマニプレータホールの場合でも、従事者の作業空間（高さ2 m以下）の空間線量率はバックグラウンドに近い値であった。
- (2) 設計基準値が20mR/h以下のサービスエリア、セル天井上部およびセル床下部地階等の漏洩線量率は、No.2セルの天井ハッチの嵌合部および床壁、No.5セルの背面壁に設置された廃棄物ポート（パデラックポート）および固化体一時貯蔵ピットの底、および鉛セルの顕微鏡鏡筒等で計算値を越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値以下であり、安全な放射線取扱作業環境であることが確認された。
- (3) 設計基準値が50mR/h以下のセル内の漏洩線量率は、No.3～No.4セル間の試料移送装置（D₃シャッタ）が計算値を僅かに越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値以下であり、安全な放射線取扱作業環境であることが確認された。
- (4) セル前面壁および背面壁に設置されている遮蔽窓、各種プラグ・スリーブ類および各種

た。

- (5) No.5セルの固化体一時貯蔵ピットから地階への漏洩線量率の値は計算値の約5倍を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値の20%であり問題ないと考えられる。

3.8.7 鉛セル

鉛セルには遮蔽窓、背面扉、顕微鏡の鏡筒、トングマニプレータのボールソケットおよびインセルモニタ用スリーブ等の貫通部があり、これらからの漏洩放射線が考えられる。

- (1) 遮蔽壁は前面（鉛）および側面・背面・天井（鉄）は計算値の40～70%であった。
 (2) 線源を顕微鏡の観察用試料台（B）に置いた場合の鏡筒の漏洩線量率は計算値の2.6～3.3倍を示したが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値（20mR/h）の½以下であり問題ないと考えられる。

4. ま と め

WASTEFは使用済核燃料の再処理により発生する高レベル放射性廃棄物の処理・貯蔵・処分に係る安全性試験をするために、今後、最大 5×10^4 Ciの高レベル放射性廃棄物ガラス固化体を取扱い、 1×10^6 Ciの高レベル放射性廃棄物ガラス固化体を貯蔵することになる。これに先立ち、ホットセルとしての放射線取扱作業の安全性を確認する目的で、Co-60 密封線源を使用して遮蔽性能確認試験を実施した。

試験の結果をまとめると以下の通りであった。

- (1) 設計基準値が2 mR/h以下の操作室および更衣室の漏洩線量率の値は、通常は従事者の立入ることの出来ないペリスコープホール（No.1セルのPH₁、No.2セルのPH₂およびNo.4セルのPH₄）およびマニプレータホールを除き、計算値の½以下であり、遮蔽設計上の欠陥がなく、安全な放射線取扱作業環境にあることが確認された。ペリスコープホール（PH₁、PH₂およびPH₄）およびマニプレータホールの場合でも、従事者の作業空間（高さ2 m以下）の空間線量率はバックグラウンドに近い値であった。
 (2) 設計基準値が20mR/h以下のサービスエリア、セル天井上部およびセル床下部地階等の漏洩線量率は、No.2セルの天井ハッチの嵌合部および床壁、No.5セルの背面壁に設置された廃棄物ポート（パデラックポート）および固化体一時貯蔵ピットの底、および鉛セルの顕微鏡鏡筒等で計算値を越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値以下であり、安全な放射線取扱作業環境であることが確認された。
 (3) 設計基準値が50mR/h以下のセル内の漏洩線量率は、No.3～No.4セル間の試料移送装置（D₃シャッタ）が計算値を僅かに越えたが、高レベル廃液使用時の推定漏洩線量率の値は設計基準値以下であり、安全な放射線取扱作業環境であることが確認された。
 (4) セル前面壁および背面壁に設置されている遮蔽窓、各種プラグ・スリーブ類および各種

埋設配管等の漏洩線量率は、それらが設置されている遮蔽壁の値と同等またはそれ以下であり、遮蔽設計が満足できるものであることが確認された。

- (5) 設計基準値が 0.2 mR/h 以下の管理区域境界の固化体貯蔵ピットからコールド機械室側への漏洩線量率は、熱蛍光線量率計 (TLD) を使用して測定した結果、計算値の値 (0.0004 mR/h) に対して測定値の値 (0.0005 mR/h) が僅かに越えたが、高レベル試験廃液使用時の、推定線量率の値は設計基準値以下であり、隣接する管理区域境界での居住に支障のないことが確認された。

最後に、本施設の遮蔽計算及び遮蔽性能試験の実施にあたり、遮蔽計算コード [SPAN7044] の使用に際しての遮蔽研究室、エネルギー分布計算コード使用時に際しての環境調査解析室、放射性ならびに安定核種の生成崩壊解析コード [DCHAIN] 使用に際しての核燃料施設安全解析室、Co-60 密封線源を貸与された固体化学研究室、線源輸送用のキャスクを貸与された高崎研究所・照射施設課の皆様に御協力をいただきましたことに対して感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 田坂完二：“DCHAIN、放射性ならびに安定核種の生成崩壊解析コード” JAERI-1250 (1976)
- (2) 宮坂駿一、筒井恒夫：“SPAN-7044 遮蔽計算コード、点減衰核積分コード”，私信

埋設配管等の漏洩線量率は、それらが設置されている遮蔽壁の値と同等またはそれ以下であり、遮蔽設計が満足できるものであることが確認された。

- (5) 設計基準値が 0.2 mR/h 以下の管理区域境界の固化体貯蔵ピットからコールド機械室側への漏洩線量率は、熱蛍光線量率計 (TLD) を使用して測定した結果、計算値の値 (0.0004 mR/h) に対して測定値の値 (0.0005 mR/h) が僅かに越えたが、高レベル試験廃液使用時の、推定線量率の値は設計基準値以下であり、隣接する管理区域境界での居住に支障のないことが確認された。

終りに、本施設の遮蔽計算及び遮蔽性能試験の実施にあたり、遮蔽計算コード [SPAN7044] の使用に際しての遮蔽研究室、エネルギー分布計算コード使用時に際しての環境調査解析室、放射性ならびに安定核種の生成崩壊解析コード [DCHAIN] 使用に際しての核燃料施設安全解析室、Co-60 密封線源を貸与された固体化学研究室、線源輸送用のキャスクを貸与された高崎研究所・照射施設課の皆様に御協力をいただきましたことに対して感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 田坂完二：“DCHAIN、放射性ならびに安定核種の生成崩壊解析コード” JAERI-1250 (1976)
- (2) 宮坂駿一、筒井恒夫：“SPAN-7044 遮蔽計算コード、点減衰核積分コード”，私信

表1 セルにおける主要放射性物質の取扱量

放射性物質 設備名	高レベル廃液* (Ci)	β γ 核種		α γ 核種	
		Cs-137 (Ci)	Sr-90 (Ci)	Pu (g)	Cm-244 (Ci)
No. 1 セル	5×10^4	1×10^4	1×10^4	1.2×10^1 (但し密封)	1.2×10^2 (但し密封)
No. 2 セル					
No. 3 セル					
No. 4 セル	1×10^4	2×10^3	2×10^3	1.2×10^1	1.2×10^2
No. 5 セル	5×10^2	5×10^2	5×10^1		
鉛セル	2×10^1	2×10^1	1×10^1	1	1×10^1
No. 1 セル 固化体貯蔵ピット	1×10^6	1×10^5	1×10^5	6×10^1 (但し密封)	1×10^3 (但し密封)

* 燃料体：軽水炉用

燃焼率：平均 28,000MWD/T

再処理：ウラン回収率 99.9%，プルトニウム回収率 99.7%

再処理後経過時間：炉取出後 180 日冷却で再処理し，その後 3～10 年経過した廃液。

表2 高レベル試験廃液の放射性核種組成

核種	再処理後経過時間		
	3年	5年	10年
Rb - 87	2.6×10^2	3.8×10^2	5.2×10^2
Sr - 90	9.7×10^2	1.4×10^3	1.8×10^3
Y - 90	9.7×10^2	1.4×10^3	1.8×10^3
Ru - 106	6.8×10^2	2.6×10^2	1.2×10^1
Rh - 106	6.8×10^2	2.6×10^2	1.2×10^1
Sb - 125	4.8×10^1	4.6×10^1	1.4×10^1
I - 129	4.8×10^{-5}	7.6×10^{-5}	1.1×10^{-4}
Cs - 134	7.7×10^2	3.0×10^2	8.0×10^1
Cs - 137	1.4×10^3	2.0×10^3	2.6×10^3
Ba - 137m	1.3×10^3	1.9×10^3	2.4×10^3
Ce - 144	8.7×10^2	2.2×10^2	3.8×10^0
Pr - 144	8.7×10^2	2.2×10^2	3.8×10^0
Pm - 147	1.0×10^3	1.3×10^3	4.8×10^2
Eu - 154	1.2×10^2	7.8×10^1	7.2×10^1
Eu - 155	6.5×10^1	5.4×10^1	3.8×10^1
Pu - 238	1.0×10^0	1.6×10^0	2.2×10^0
Pu - 239	1.3×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.9×10^{-2}
Pu - 240	2.2×10^{-2}	3.9×10^{-2}	7.1×10^{-2}
Pu - 241	5.1×10^0	7.1×10^0	7.9×10^0
Am - 241	3.3×10^0	5.1×10^0	7.3×10^0
Am - 243	1.6×10^{-1}	2.4×10^{-1}	3.5×10^{-1}
Cm - 242	1.9×10^0	2.2×10^{-1}	1.3×10^{-1}
Cm - 244	1.5×10^1	2.2×10^{-1}	2.6×10^1
合計	1×10^4	1×10^4	1×10^4

(燃焼, 再処理条件)

◎燃料: 軽水炉燃料, ◎燃焼条件: 平均 28,000 MWD/t, ◎ウラン回収率: 99.9%,

◎プルトニウム回収率: 99.7%, ◎炉取出後 180 日冷却で再処理

本表は上記条件に基づいて計算コード [DCHAIN]⁽¹⁾ を使用して計算し作成した。

表3 高レベル試験廃液からのガンマ線
スペクトルの分類

分類	γ 線エネルギー E (MeV)	γ 線放出数* (l/sec)
1	$0.1 \leq E < 0.5$	2.5×10^{13}
2	$0.5 \leq E < 0.7$	1.2×10^{14}
3	$0.7 \leq E < 1.0$	2.9×10^{13}
4	$1.0 \leq E < 1.25$	1.6×10^{13}
5	$1.25 \leq E < 1.5$	8.5×10^{11}
6	$1.5 \leq E < 1.75$	5.0×10^{12}
7	$1.75 \leq E < 2.0$	5.0×10^{11}
8	$2.0 \leq E < 2.3$	5.2×10^{11}
合計		1.7×10^{14}

* 1×10^4 Ci の高レベル試験廃液についての計算値

表4 遮蔽計算に用いた遮蔽材の比重

遮蔽材	比重
重コンクリート	3.5
普通コンクリート	2.2
鉄 (鋼)	7.8
鉛	11.3
廃液	1.0

表5 遮蔽計算に用いた遮蔽材のガンマ線に対する
質量吸収係数

(cm²/g)

γ線 エネルギー, E (MeV)	遮蔽材		鉛	鉄
	重コンクリート	普通コンクリート		
0.1 ≤ E < 0.5	0.0870	0.0753	0.153	0.0826
0.5 ≤ E < 0.7	0.0753	0.0635	0.0990	0.0705
0.7 ≤ E < 1.0	0.0635	0.0567	0.0682	0.0594
1.0 ≤ E < 1.25	0.0567	0.0517	0.0572	0.0533
1.25 ≤ E < 1.5	0.0517	0.0476	0.0511	0.0483
1.5 ≤ E < 1.75	0.0476	0.0445	0.0476	0.0449
1.75 ≤ E < 2.0	0.0445	0.0425	0.0456	0.0423
2.0 ≤ E < 2.2	0.0425		0.0445	0.0404

表 6 (1) 遮蔽壁仕様一覧

セル名	部 位	設計厚さ 施工厚さ	材 質	比重	放射線量率 (mrem/hr)	
					設計基準値	計算値
No 1 セル HLW $5 \times 10^4 \text{Ci}$	前 面	105cm 110	重コンクリート	3.5	2	1.2
	背 面	95 100	重コンクリート	3.5	20	6.0
	左側面	155 202	普通コンクリート	2.2	2	0.85
	右側面	85 86.5	重コンクリート	3.5	50	30
	天井面	130 140	普通コンクリート	2.2	20 (線源距離壁面から100cm)	4.5
	床 面	140 200	普通コンクリート	2.2	20	4.5
No 2 セル HLW $5 \times 10^4 \text{Ci}$	前 面	105cm 110	重コンクリート	3.5	2	1.2
	背 面	95 100	重コンクリート	3.5	20	6.0
	右側面	85 86.5	重コンクリート	3.5	50	30
	天井面	130 140	普通コンクリート	2.2	20 (線源距離壁面から100cm)	4.5
	床 面	140 150	普通コンクリート	2.2	20	4.5
No 3 セル HLW $5 \times 10^4 \text{Ci}$	前 面	105cm 110	重コンクリート	3.5	2	1.2
	背 面	95 100	重コンクリート	3.5	20	6.0
	右側面	85 86.5	重コンクリート	3.5	50	30
	天井面	130 140	普通コンクリート	2.2	20 (線源距離壁面から100cm)	4.5
	床 面	140 150	普通コンクリート	2.2	20	4.5
No 4 セル HLW $1 \times 10^4 \text{Ci}$	前 面	95cm 100	重コンクリート	3.5	2	1.2
	背 面	85 90	重コンクリート	3.5	20	6.8
	右側面	75 76.5	重コンクリート	3.5	50	33
	天井面	80 90	重コンクリート	2.2	20 (線源距離壁面から100cm)	3.2
	床 面	125 140	普通コンクリート	2.2	20	4.9

表 6 (2) 遮蔽壁仕様一覧

セル名	部 位	設計厚さ 施工厚さ	材 質	比 重	放射線量率 (mrem/hr)	
					設計基準値	計算値
No.5セル HLW 5×10^2 Ci	前 面	110 115	普通コンクリート	2.2	2	1.4
	背 面	95 100	普通コンクリート	2.2	20	8.5
	右側面	110 112	普通コンクリート	2.2	2	1.4
	天井面	80 90	普通コンクリート	2.2	20 (線源距離壁面から100cm)	12
	床 面	125 140	普通コンクリート	2.2	20	0.43
鉛セル HLW 2×10 Ci	前 面	15 15.5	鉛	11.3	6 (30cm)	2.6
	天井面	24 24.1	炭 素 鋼	7.8	20 (30cm)	4.4
	背 面	24 24.1	炭 素 鋼	7.8	20 (30cm)	4.4
固化体貯蔵ピット HLW 1×10^6 Ci	前 面	200 200	普通コンクリート	2.2	0.2 (40cm)	0.11
	左側面	200 240	普通コンクリート	2.2	20 (40cm)	0.11
	背 面	160 170	普通コンクリート	2.2	20 (40cm)	6.5
	遮蔽蓋	{ 65 15	重コンクリート 鉛	3.5 11.3	50 (25cm)	1.7
	No.1セル床	105	重コンクリート	3.5	50	2.4
一時貯蔵ピット HLW No.3セル 5×10^4 Ci No.5セル 5×10^2 Ci	遮蔽蓋	27.5	鉛	11.3	50	3.0
	床 下	{ 25 25	鉛 普通コンクリート	11.3 2.2	20	3
	遮蔽蓋	20	鉛	11.3	50	2.3
	床 下	{ 20 10 } { 20 20	鉛 普通コンクリート	11.3 2.2	20	4

表7 鉛セル貫通部遮蔽計算及び測定結果

(mR/h)

線源位置	評価点	高レベル廃液 20Ci での計算値				Co-60での測定値	高レベル廃液での推定値
		直接線	散乱線(1)	散乱線(2)	合計		
S ₁	R ₁	5.834×10^{-1}	9.935×10^{-4}	2.525×10^{-4}	5.834×10^{-1}	1.05	1.617
	R ₂	7.819×10^{-2}	2.808×10^{-2}	2.333×10^{-3}	1.086×10^{-1}	0.95	1.463
	R ₃	2.243	2.104×10^{-9}	1.065×10^{-8}	2.243	1.20	1.848
S ₂	R ₄	2.795×10^{-1}	2.430×10^{-3}	4.136×10^{-3}	2.861×10^{-1}	1.35	2.079

(高レベル廃液 20Ci での
設計基準値：20 mR/hr)

表8 シンチレーション型サーベイメータによるバックグラウンドの測定値

(単位: mR/h)

測定部位 セル名	操作室	セル側面側	サービスエリア	アイソレーション ルーム	セル天井上部	セル床下部	地階	セル内
No. 1 セル	0.005~0.006		0.0075	0.006	0.005			0.006
No. 2 セル	0.006			0.005	0.008			0.0025
No. 3 セル	0.0075		0.006	0.005	0.008			0.003
No. 4 セル	0.007			0.0025	0.004			0.002
No. 5 セル	0.007	0.01	0.005	0.003				0.005
鉛セル				0.002				

表9(1) 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率推定のための換算係数

測定部位	セル名	換算係数							
		線源位置	遮蔽体の厚さ 補正 k_1	距離補正 k_2	$K_1 = k_1 \cdot k_2$	D_1 (mR/h)	D_0 (mR/h)	$K_2 = D_1/D_0$	$K = K_1 \cdot K_2$
前面壁	No. 1 ~ No. 3	Eo, Co	2.51	1.23	3.09	1.2	0.12	10	30.9
	No. 1 ~ No. 3	C, E		2.63	6.60				30.66
	No. 4	C	2.46	2.86	7.04	1.2	0.88	1.37	9.65
側面壁	No. 5	Co	1.82	1.10	2.0	1.4	0.86	1.63	3.26
	No. 5	C		2.0	3.64				5.94
	No. 1	A, H, I	2.23	3.08	6.87	0.85	0.17	5.0	34.35
背面壁	No. 5	Fo	1.82	1.10	2.0	1.4	0.86	1.63	3.26
	No. 5	E, F, G		2.86	5.21				8.5
	No. 1	Jo		1.27	3.13				2.14
背面壁	No. 2	F, G	2.46	4.35	10.7	6.0	0.88	6.82	7.30
	No. 1 ~ No. 3	H, I, J, K, M		2.86	7.04				4.80
	No. 4	G, H, I	2.49	3.13	7.80	6.8	6.8	1.0	7.8
	No. 5	Ho	1.76	1.11	1.96	8.5	6.3	1.35	2.65
	No. 5	G, H, I		2.86	5.04				6.81
天井壁	No. 1 ~ No. 3	A, E	3.14	2.86	8.98	4.5	1.4	3.22	29.4
ガンマゲート	No. 4	J	60	2.94	17.7	3.2	3.7	0.87	1.54
	No. 5	K	1125						
	No. 1, No. 3	Q, K	22	2.73	59.9	3.3	0.91	3.63	2.18
床壁	No. 1	G	950	2.27	2157	4.5	1.2	3.75	8089
	No. 2	E	307	4.0	12.3				46.2
	No. 3	H			2.78	8.54			32.0

表 9 (2) 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率推定のための換算係数

測定部位	セル名	線源位置	遮蔽体の厚さ 補正 k_1	距離補正 k_2	換算係数				
					$K_1 = k_1 \cdot k_2$	D_1 (mR/h)	D_0 (mR/h)	$K_2 = D_1 / D_0$	$K = K_1 \cdot K_2$
床	No. 4	I	5.87	2.94	17.3	4.9	8.6	0.57	9.87
	No. 5	G				0.43	0.22		3.39
セル間仕切壁	No. 1	Go	1.0	1.16	1.16	30	6.8	4.42	5.13
	No. 1 ~ No. 3	G_2, J, E, J_1		3.33	3.33	1.48			
セル間仕切扉	No. 4	E_1	1.0	4.76	4.76	33	54.3	0.61	2.91
	No. 2	E_0		1.17	1.17	22	6.8	3.24	3.79
セル間試料移送装置	No. 1 ~ No. 3	G_1, E, E_1	1.0	3.33	3.33	17	5.0	3.4	6.94
	No. 4	F		2.04	2.04	20	43.3	0.47	1.43
背 面 扉	No. 5	H	30.4	2.04	2.04	16	35.2	0.46	0.94
	No. 1 ~ No. 3	O, H, F	7.72	2.39	72.7	11	8.6	1.28	93.1
地 階 前 面 壁	No. 4	J	1.0	7.95	6.14	3.2	0.8	4.0	11.5
	No. 5	K		2.86	2.86	4.0	6.8	0.59	2.74
地 階 背 面 壁	No. 1	R	1.0	1.0	1.0	0.11	0.0004	275	275
	貯蔵ピット	S	3.25	1.0	3.25	6.5	0.06	109	355
遮 蔽 蓋	No. 3	R, S	1.0	2.94	2.94	1.7	0.045	37.8	112
床	No. 3	K	1.13	1.69	1.91	3.0	1.1	2.73	5.22

表 9 (3) 高レベル試験廃液使用時の漏洩線量率推定のための換算係数

測定部位	セル名	線源位置	換算係数						
			遮蔽体の厚さ 補正 k_1	距離補正 k_2	$K_1 = k_1 \cdot k_2$	D_1 (mR/h)	D_0 (mR/h)	$K_2 = D_1 / D_0$	$K = K_1 \cdot K_2$
床	No. 5 貯蔵ピット	G ₂	1.77	14.7	26	4.0	6.5	0.62	16.2
壁									
前面	鉛セル	A, C, D	1.33	1.02	1.36	2.6	2.2	1.19	1.62
背面		B		2.8	3.73				4.44
背面		E, G, H	1.0	1.4	1.4	4.4	4.0	1.1	1.54
背面		F							
側面		D, E							
天井		K, D, L		1.0	1.0				1.1

表 10 (1) 試 験 結 果

検 部	査 位	遮 蔽 体		セ ル N _o	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量													
		材	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	推 定 値	計 算 値											
割 匣 櫃		重コンクリート	110	No. 1 セル	E _o	2.7	2200	0.008	0.26	0.039	0.26	1.2 (2.0)									
				No. 2 セル	Co	1.0		0.008	0.26												
				No. 3 セル	Co	1.0		0.01	0.32												
				No. 1 セル	C	1.0		0.002	0.14												
					C	2.0		0.0025	0.17												
					E	2.0		0.0015	0.11												
				No. 2 セル	C	1.0		0.0005	0.04												
					C	2.0		0	—												
					C	2.0		0.005	0.34												
				No. 4 セル	C	1.0		0.01	0.10												
					C	2.0		0.006	0.07												
				No. 5 セル	Co	1.0		0.085	0.28												
					C	2.0		0.04	0.24												
				割 匣 櫃		普通コンクリート		115	No. 1 セル				A	1.0	30	0.0005	0.04	0.438	0.04	1.4 (2.0)	
													A	2.0		0.0045	0.31				
B	1.0	0.002	0.14																		
B	2.0	0.003	0.21																		
D	2.0	0.0025	0.17																		
F	2.0	0.0025	0.17																		
G	1.0	0.001	0.08																		
G	2.0	0.0015	0.11																		
割 匣 櫃		重コンクリート	110				No. 1 セル					2200	0.0005	0.04		0.019	0.04				1.2 (2.0)

表 10 (2) 試 験 結 果

検 査 位 部	遮 蔽 体		セ ル No	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 (mR/h)			
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 時	高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時 推 定 値	計 算 値	
(鉛 皮 被 覆 製) 樹 脂 桶	重 コ ン ク リ ー ト	110	No. 2 セ ル	A	1.0	2200	0.002	0.14	0.019	1.2 (2.0)
				A	2.0		0.003	0.21		
				B	1.0		0.0005	0.04		
				B	2.0		0.0035	0.24		
				D	1.0		0.001	0.08		
			D	2.0	0.0025		0.17			
			E	1.0	0.002		0.14			
			E	2.0	0.003		0.21			
			A	1.0	0.001		0.08			
			A	2.0	0.005		0.34			
		B	1.0	0.0015	0.11					
		B	2.0	0.0035	0.24					
		D	1.0	0.002	0.14					
		D	2.0	0.005	0.34					
		E	1.0	0.0025	0.17					
		E	2.0	0.0035	0.24					
		A	1.0	0.005	0.06					
		A	2.0	0.022	0.22					
		B	1.0	0.0065	0.07					
		B	2.0	0.023	0.23					
D	1.0	0.003	0.04							
No. 4 セ ル	100						0.005	0.06	0.127	
							0.022	0.22		

表 10(3) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル N o.	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量			推 定 値	計 算 値		
	材	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時	推 定 値	計 算 値				
(部 材 製 造) 新 国 産	重 コ ン ク リ ー ト	100	No. 4 セ ル	D	2.0	2200	0.016	0.16	0.127	0.16	1.2 (2.0)		
				E	1.0		0.006	0.07					
				E	2.0		0.0175	0.18					
	普 通 コ ン ク リ ー ト	115	No. 5 セ ル	A	1.0	30	0.004	0.03	0.241	0.03	1.4 (2.0)		
				A	2.0		0.025	0.16					
				B	1.0		0.026	0.16					
				B	2.0		0.0055	0.04					
				D	1.0		0.003	0.03					
				D	2.0		0.039	0.24					
				E	1.0		0.008	0.06					
				E	2.0		0.065	0.39					
				新 国 産	普 通 コ ン ク リ ー ト		202	No. 1 セ ル		A		1.0	2200
A	2.0	0.0035	/										
H	1.0	0.0025	/										
H	2.0	0.003	/										
I	1.0	0.0025	/										
I	2.0	0.004	/										
Fo	1.0	0.29	0.438			0.95			0.169	1.4 (2.0)			
E	1.0	0.05	0.43										
E	2.0	0.07	0.59										
F	1.0	0.09	0.76										

表 10 (4) 試験結果

検部位	遮蔽体		セル No.	線源位置	線源高さ (m)	線源強度 (Ci)	漏洩線量率 (mR/h)			
	材	厚さ (cm)					Co-60 密封線源使用時	高レベル廃液使用時	計算値	
測定室	普通コンクリート		No. 5 セル	F	2.0	2200	測定値	0.1	0.84	1.4 (2.0)
				G	1.0		計算値	0.169	0.84	
				G	2.0		0.1	0.84		
	重コンクリート	100	No. 1 セル	Jo	1.5		0.045	0.284	0.97	6.0 (2.0)
				I	1.0		0.025	1.20	1.20	
				J	1.0		0.033	1.58	1.58	
				K	1.0		0.026	0.127	1.24	
				L	1.0		0.031	1.48	1.48	
				M	1.0		0.022	1.05	1.05	
測定室	普通コンクリート		No. 2 セル	F	2.5	2200	測定値	0.013	0.97	4.0 (2.0)
				G	2.5		0.012	0.081	0.90	
				J	1.0		0.023	1.10	1.10	
	重コンクリート	90	No. 3 セル	H	1.0		0.03	0.127	1.43	4.0 (2.0)
				I	1.0		0.03	1.43	1.43	
				J	1.0		0.026	1.24	1.24	
				G	1.0		0.108	0.84	0.84	
				H	1.0		0.173	1.34	1.34	
				I	1.0		0.098	0.76	0.76	
測定室	普通コンクリート	100	No. 4 セル	Ho	2.0	30	測定値	1.248	3.19	8.5 (2.0)
				G	2.0		0.298	2.04		
				H	1.0		0.128	0.88		

表 10 (5) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No.	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量				
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	計 算 値	高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時 推 定 値	計 算 値	
調 査 部 位	普通コンクリート	100	No. 5 セル	I	1.0	30	0.378	1.246	2.59	8.5 (20)	
			No. 1 セル	A	2.0	2200	0.0145	0.156	0.44	4.5 (20)	
	E	2.0		0.006	0.19						
	A	2.0		0.011	0.33						
	普通コンクリート	140	No. 2 セル	E	2.0	0.011	0.33				
				No. 3 セル	A	2.0	0.006	0.19			
					E	2.0	0.0115	0.35			
	調 査 部 位	重コンクリート	90	No. 4 セル	J	2.0	30	0.0145	0.207	0.24	3.2 (20)
				No. 5 セル	K	2.0	0.146	0.999	1.82	1.2 (20)	
		普通コンクリート	140		No. 1 セル	W	3.0	2200	0.014	0.156	0.42
X				3.0		0.011	0.33				
Y				3.0		0.04	1.19				
普通コンクリート		140	No. 2 セル	Z	3.0	0.0105	0.32				
				No. 3 セル	W	3.0	0.011	0.33			
					X	3.0	0.206	6.11			
普通コンクリート		140	No. 3 セル	Y	3.0	0.221	6.55				
				Z	3.0	0.041	1.22				
	X			3.0	0.019	0.57					
普通コンクリート	140	No. 3 セル	Y	3.0	0.0195	0.59					
			Z	3.0	0.017	0.51					
			W	3.0	0.0075	0.23					

表 10 (6) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No.	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量								
	材	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	高 レベル 廃 液 使 用 時 推 定 値	計 算 値						
サ ン プ ル 共 同 体	重 コ ン ク リ ー ト	90	No. 4 セ ル	X	2.5	2200	0.0095	0.16	0.207	3.2 (20)					
				Y	2.5		0.031	0.5							
				Y	2.5		0.052	0.83							
				Z	2.5		0.04	0.64							
			No. 5 セ ル	M ₁	2.5		0.013	0.21							
				M ₂	2.5		0.091	1.44							
				M ₃	2.5		0.076	1.20							
				M ₄	2.5		0.029	0.46							
			No. 1 セ ル	Q	2.0		0.091	1.14			30	0.999	1.51	1.2	
				No. 3 セ ル	X		2.5	0.171							2.13
					Y		2.5	0.131							1.63
				Z	2.5		0.121	1.51							
				No. 2 セ ル	M ₁		2.5	0.101							1.26
					M ₂		2.5	0.091							1.14
					M ₃		2.5	0.121							1.51
					M ₄		2.5	0.116							1.45
サ ン プ ル	鉛	28	No. 1 セ ル	Q	2.0	2200	0	—	3.3 (20)						
			No. 3 セ ル	K	2.0	2200	0	—	—						
サ ン プ ル	普通 コ ン ク リ ー ト	150	No. 1 セ ル	G	1.0	2200	0.008	—	4.5 (20)						
			No. 2 セ ル	E	1.5	2200	0.0155	0.085	0.84						
サ ン プ ル	普通 コ ン ク リ ー ト	150	No. 3 セ ル	H	1.0	2200	0.014	—	0.53						

表 10(7) 試験結果

検査部位	遮蔽体		セル No.	線源位置	線源高さ (m)	線源強度 (Ci)	漏洩線量			高レベル廃液使用時 計算値
	材料	厚さ (cm)					Co-60 密封線源使用時 測定値	計算値	推定値	
製出	普通コンクリート	140	No. 4 セル	J	1.0	2200	0.046	0.410	0.59	49 (20)
			No. 5 セル	G	1.0	30	0.0105	0.006	0.43	0.43(20)
セル内設置	重コンクリート	85	No. 1 ~ 2 セル	G ₀	2.0	30	0.6	5.825	3.11	30 (50)
			No. 2 ~ 3 セル	G ₂	2.0		0.2	2.039	2.97	
				J	0.8		0.15		2.23	
			No. 3 ~ 4 セル	E	2.0		1.2	17.77		
				J ₁	2.0		0.75	11.11		
			No. 4 ~ 5 セル	E ₁	2.0		1.9	10.81	5.80	
E ₀	2.7	5.5		5.865	20.42	22 (50)				
No. 2 ~ 3 セル	E	2.0	2.0	2.044	21.61					
セル外設置	鉄	40	No. 1 ~ 2 セル	J	2.0	2200	1.2	2.044	12.97	17 (50)
				G ₁	1.3		0.72		5.50	
			No. 2 ~ 3 セル	E	1.1		1.0	2.214	7.64	
				E	1.2		0.15		1.15	
			No. 3 ~ 4 セル	E ₁	1.3		2.3	17.56	16 (50)	
				E ₁	1.4		0.003			12.06
			No. 4 ~ 5 セル	F	1.4		0.25	14.59	0.2	11 (20)
				H	1.25		0.17	0.155	11.96	
			No. 5 セル	G ₁	1.2		0.0005	0.293	0.03	20 (20)

表 10 (8) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)		
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時		計 算 値
							測 定 値	計 算 値	
臨 界 庫	鉄	45	No. 1 セル	上 端	2.0	2200	0.018	0.21	3.2 (20)
				左 端	1.0		0.008	0.1	
				中 央	1.0		0.073	0.84	
				右 端	1.0		0.032	0.37	
				下 端	1.0		0.078	0.9	
				上 端	2.0		0.078	0.9	
				左 端	1.0		0.008	0.1	
				中 央	1.0		0.073	0.84	
				右 端	1.0		0.013	0.16	
				下 端	1.0		0.083	0.95	
				上 端	2.0		0.047	0.54	
				左 端	1.5		0.183	2.09	
中 央	1.5	0.073	0.84						
右 端	1.5	0.012	0.14						
下 端	1.0	0.018	0.21						
庫	鉄	41	No. 4 セル	上 端	2.0	2200	0.123	0.34	4.0 (20)
				左 端	1.0		0.948	2.58	
				中 央	1.0		0.848	2.31	
				右 端	1.0		0.103	0.29	
下 端	1.0	0.258	0.71						

表 10 (9) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No.	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)	
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	高 レベル 廃 液 使 用 時 推 定 値 計 算 値
臨 田 池	鉄	32	No. 5 セル	上 端	2.0	30	0.358	2.90
				左 端	1.0		0.308	2.48
				中 央	1.0		0.348	2.8
				右 端	1.0		0.308	2.48
				下 端	1.0		0.078	0.63
環 境	鉛 ガ ラ ス	110	No. 1 セル W _{1a}	上 端	2.0	2200	0.001	0.08
				左 端	1.5		0.0015	0.11
				中 央	1.5		0.003	0.21
				右 端	1.5		0.0015	0.11
				下 端	1.0		0.002	0.14
			No. 1 セル W _{1b}	上 端	2.0		0.002	0.14
				左 端	1.5		0.0015	0.11
				中 央	1.5		0.0025	0.17
				右 端	1.5		0.001	0.08
				下 端	1.0		0.001	0.08
環 境	鉛 ガ ラ ス	110	No. 1 セル W _{1c}	上 端	2.0	2200	0.002	0.14
				左 端	1.5		0.002	0.14
				中 央	1.5		0.0025	0.17
				右 端	1.5		0.002	0.14
				下 端	1.0		0.0015	0.11

表 10 (10) 試 験 結 果

検 査 位 部	遮 蔽 体		セ ル N _o	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)	
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時 推 定 値
類	鉛 方 ラ ス	110	No 2 セル W _{2a}	上 端	2.0	2200	0.0015	0.11
				左 端	1.5		0.002	0.14
				中 央	1.5		0.003	0.21
				右 端	1.5		0.0015	0.11
				下 端	1.0		0.002	0.14
			No 2 セル W _{2b}	上 端	2.0		0.0025	0.17
				左 端	1.5		0.002	0.14
				中 央	1.5		0.003	0.21
				右 端	1.5		0.0015	0.11
				下 端	1.0		0.001	0.08
類	鉛 方 ラ ス	110	No 3 セル W _{3a}	上 端	2.0	2200	0.004	0.27
				左 端	1.5		0.0025	0.17
				中 央	1.5		0.0055	0.37
				右 端	1.5		0.0025	0.17
				下 端	1.0		0.0015	0.11
			No 3 セル W _{3b}	上 端	2.0		0.0045	0.31
				左 端	1.5		0.0015	0.11
				中 央	1.5		0.0045	0.31
				右 端	1.5		0.002	0.14
				下 端	1.0		0.0035	0.24

表 10 (1) 試験結果

検査部位	遮蔽体		セル No.	線源位置	線源高さ (m)	線源強度 (Ci)	漏洩線量率 (mR/h)								
	材	厚さ (cm)					Co-60 密封線源使用時 測定値	高レベル廃液使用時 推定値	計算値						
線	鉛	99	No. 4 セル W _{4a}	上端	2.0	2200	0.127	0.3	1.2 (2.0)						
				左端	1.5			0.1							
				中央	1.5			0.09							
				右端	1.5			0.1							
			No. 4 セル W _{4b}	下端	1.0			0.127		0.08					
				上端	2.0					0.17					
				左端	1.5					0.02					
				中央	1.5					0.1					
			No. 5 セル W _{5a}	右端	1.5			0.127		0.05					
				下端	1.0					0.07					
				上端	2.0					0.23					
				左端	1.5					0.04					
線	鉛	112	No. 5 セル W _{5a}	中央	1.5	30	0.241	0.03	1.4 (2.0)						
				右端	1.5			0.07							
				下端	1.0			0.16							
				上端	2.0			0.06							
			No. 5 セル W _{5b}	左端	1.5			0.241		0.04					
				中央	1.5					0.02					
				右端	1.5					0.06					
				下端	1.0					0.04					
			線	鉛	31.5			鉛セル		右窓	1.5	1.1	1.234	0.79	2.6 (2.0)
										左窓	1.4			1.04	

表 10 (2) 試 験 結 果

検 査 位 部	遮 蔽 体		セル No.	線源位置	線源高さ (m)	線源強度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)				
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密封線源使用時 測定値	Co-60 密封線源使用時 計算値	高レベル廃液使用時 推定値	高レベル廃液使用時 計算値	
スニッパースカール	鉛	ガラス	No. 1セル	PH ₁	2.7	2200	0.075	0.019	4.94	1.2 (2.0)	
			No. 2セル	PH ₂	2.65		0.025		1.65		
			No. 3セル	PH ₃	1.7		0.0025		0.17		
			No. 4セル	PH ₄	2.5		0.245		2.35		
			No. 5セル	PH ₅	1.55		0.02		0.13		
	鉄			No. 1セル	PH ₁	1.7	2200	0.005	0.019	0.34	1.2 (2.0)
				No. 3セル	PH ₃	2.7		0.0045		0.31	
				No. 4セル	PH ₄	1.2		0.0025		0.03	
				No. 5セル	PH ₅	2.5		0.0025		0.02	
				No. 1セル	6B ₁	1.45		0.001		0.08	
6インチスリーフ, セルモヒタスリーフ及び75ガ	鉛/重コンクリート		No. 1セル	6B ₁	1.45	2200	0.005	0.127	0.34	1.2 (2.0)	
			No. 4セル	CM ₄	1.8		0.007		0.08		
			No. 1セル	6B ₀	2.0		0.014		0.67		
			No. 2セル	6B ₀	0.9		0.016		0.77		
			No. 3セル	6B ₀	2.0		0.029		1.39		
				No. 4セル	6B _{9α}	1.5	30	0.108	0.881	0.84	4 (2.0)
				No. 5セル	6B _{0α}	2.3		0.275		1.89	
				No. 1セル	CM _{1,a}	1.8		0.012		0.58	
				No. 1セル	CM _{1,b}	1.8		0.0125		0.6	
				No. 2セル	CM ₂	1.4		0.063		3.0	
			No. 3セル	CM ₃	1.8	30	0.0095	0.46	6 (2.0)		
			No. 5セル	CM ₅	1.8		0.305			2.09	8.5 (2.0)

表 10 (4) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No.	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)		
	材	厚 ざ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時 推 定 値	計 算 値
コ ロ ナ ー マ シ ン	炭 素 鋼	115	No. 5 セ ル	CS ₅ No. 1	1.0	2200	0.024	0.15	1.4 (2.0)
				No. 2	"		0.025	0.16	
				No. 3	"		0.015	0.1	
				CS ₅ No. 4	1.0		0.015	0.1	
	No. 1 セ ル	"	"	P ₁	1.0	0.003	0.21		
				U ₁ 3 段	1.5	0.0025	0.17		
				U ₁ 2 段	1.0	0.003	0.21		
				Ey	"	0.0025	0.17		
				P ₁	"	0.0035	0.24		
				Ey	1.0	0.0005	0.04		
				E ₁	0.2	0.0035	0.24		
				P ₁	1.0	0.003	0.21		
	No. 3 セ ル	"	"	U ₁ 1 列	1.0	0.002	0.14		
				U ₁ 2 段	1.2	0.0045	0.31		
				V ₁	1.0	0.0025	0.17		
				Ex	"	0.0015	0.11		
No. 4 セ ル	"	"	P ₀	"	0.006	0.07			
			U ₀	"	0.0005	0.01			
			V ₀	"	0.009	0.1			
			Ey	"	0.002	0.03			
重 コ ン ク リ ー ト	"	"	E ₀	"	0.005	0.06			
						0.019			
						0.127			
						1.2 (2.0)			

表 10 (5) 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 (mR/h)					
	材 料	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時		推 定 値	計 算 値		
							測 定 値	計 算 値			高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時	
給 水 配 管 等	普通コンクリート	115	No. 5 セル	P ₁₅ 右	1.0	30	0.0075	0.241	0.05	1.4 (2.0)		
				P ₁₅ 左	"		0.0115		0.08			
				U ₁₅	"		0.015		0.1			
				V ₁₅	"		0.021		0.13			
				E _y	"		0.0125		0.08			
				E ₁₅ 中	"		0.015		0.1			
				E ₁₅ 左	1.0		0.015		0.1			
	重コンクリート	100	No. 2 セル	PR ₀ 9本組	3.0	2200	0.025	0.127	1.19	6 (20)		
				PR ₀ 9本組	2.4		0.029		1.38			
				PR ₀ 9本組	1.8		0.022		1.05			
				PR ₀ 3本	2.4		0.025		1.19			
				PR ₀ 1本	2.1		0.033		1.57			
				E ₀	0.4		0.033		1.57			
				R	-1.8		0.0005		0.0004		0.16	0.11 (0.2)
				S	-1.8		0.011		0.017		3.91	6.5 (20)
一般設備	普通コンクリート	200	No. 1 セル	R	-1.8	2200	0.001	0.014	0.13	1.7 (50)		
				S	-1.8		0.001		0.13			
	重コンクリート/鉛	65/15	No. 3 セル	K	-0.75	30	0.415	0.085	2.22	3 (20) 4 (20)		
				普通コンクリート/鉛	21.5/20		G ₂		-0.7		0.405	19.45

表 10 00 試 験 結 果

検 査 部 位	遮 蔽 体		セ ル No	線 源 位 置	線 源 高 さ (m)	線 源 強 度 (Ci)	漏 洩 線 量 率 (mR/h)				
	材	厚 さ (cm)					Co-60 密 封 線 源 使 用 時 測 定 値	計 算 値	高 レ ベ ル 廃 液 使 用 時 推 定 値	計 算 値	
前 面	鉛	15.5	鉛	A	0.8	1.1	0.32	1.237	0.68	2.6 (20)	
				B	1.2		0.045	0.455	0.27		
				B	1.2		1.5				8.53
				B	1.2		1.2				6.83
側 面				C	0.8		0.5	1.237	1.05		3.0
				D	0.8		0.25		0.53		
				D	0.8		2.3	3.38	2.03		
				E	1.3		1.1	2.406			
E	1.7	1.35		2.49							
G	1.3	1.3		2.4							
背 面				H	1.3		1.2	3.38	2.21		4.4 (20)
				F	1.7		1.05		1.94		
背 面 扉			K	1.7	0.6	3.38	0.79				
			D	1.7	0.085		0.12				
天 井			L	1.7	0.9		1.18				

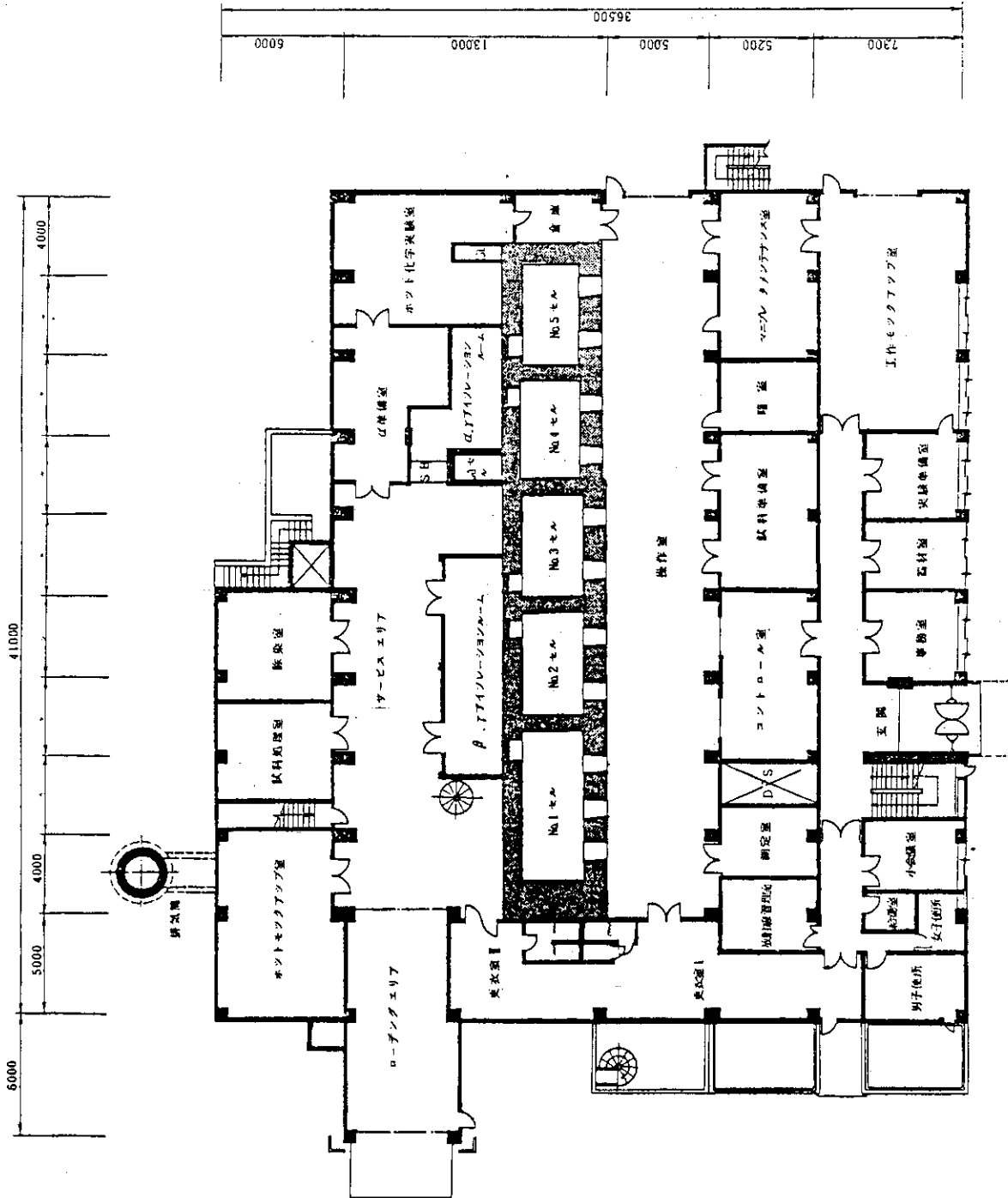


図1 WASTE F 一階平面図

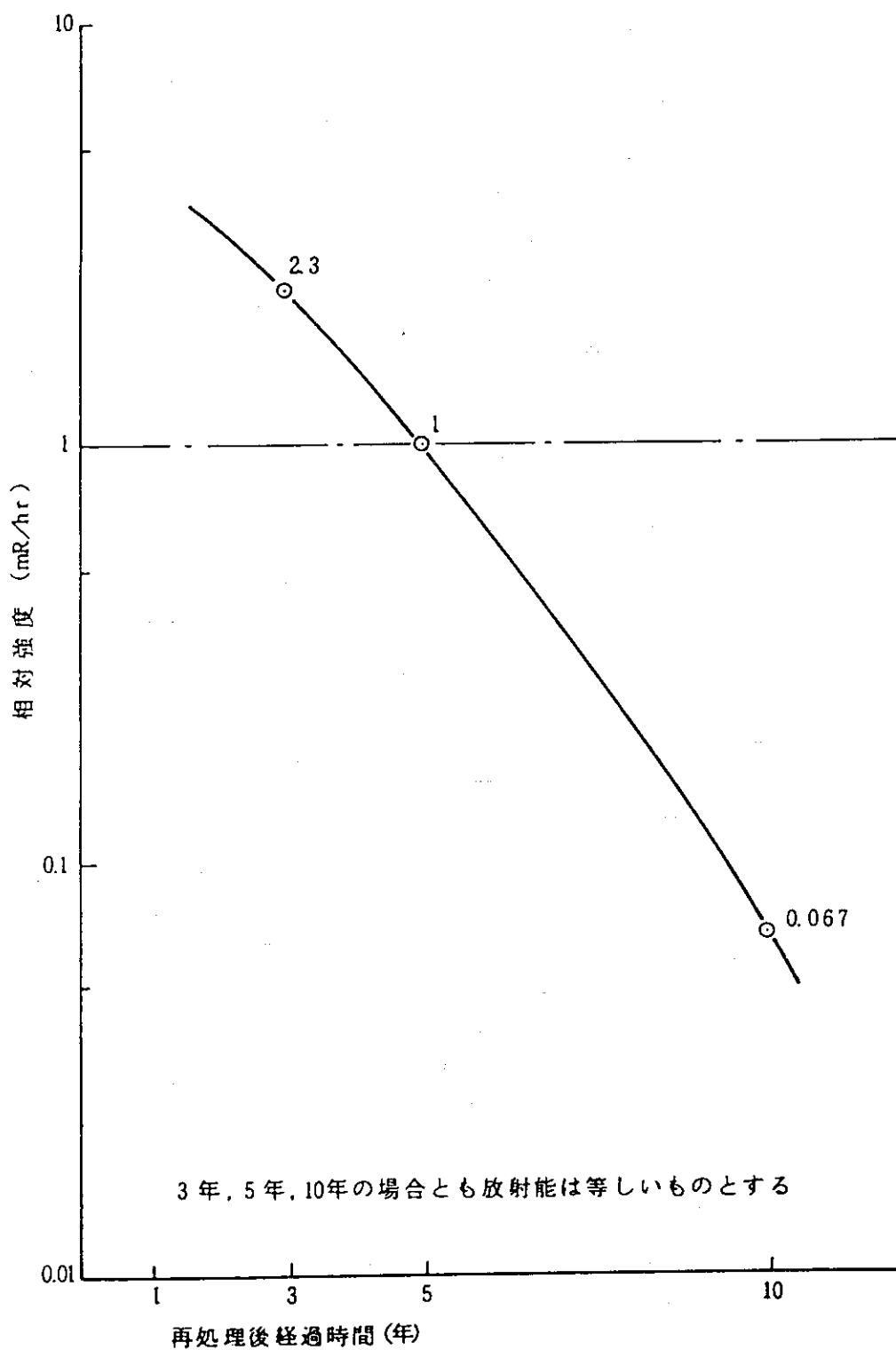


図2 高レベル試験廃液の再処理後経過時間の変化に対する重コンクリート 110 cm透過後の線量率

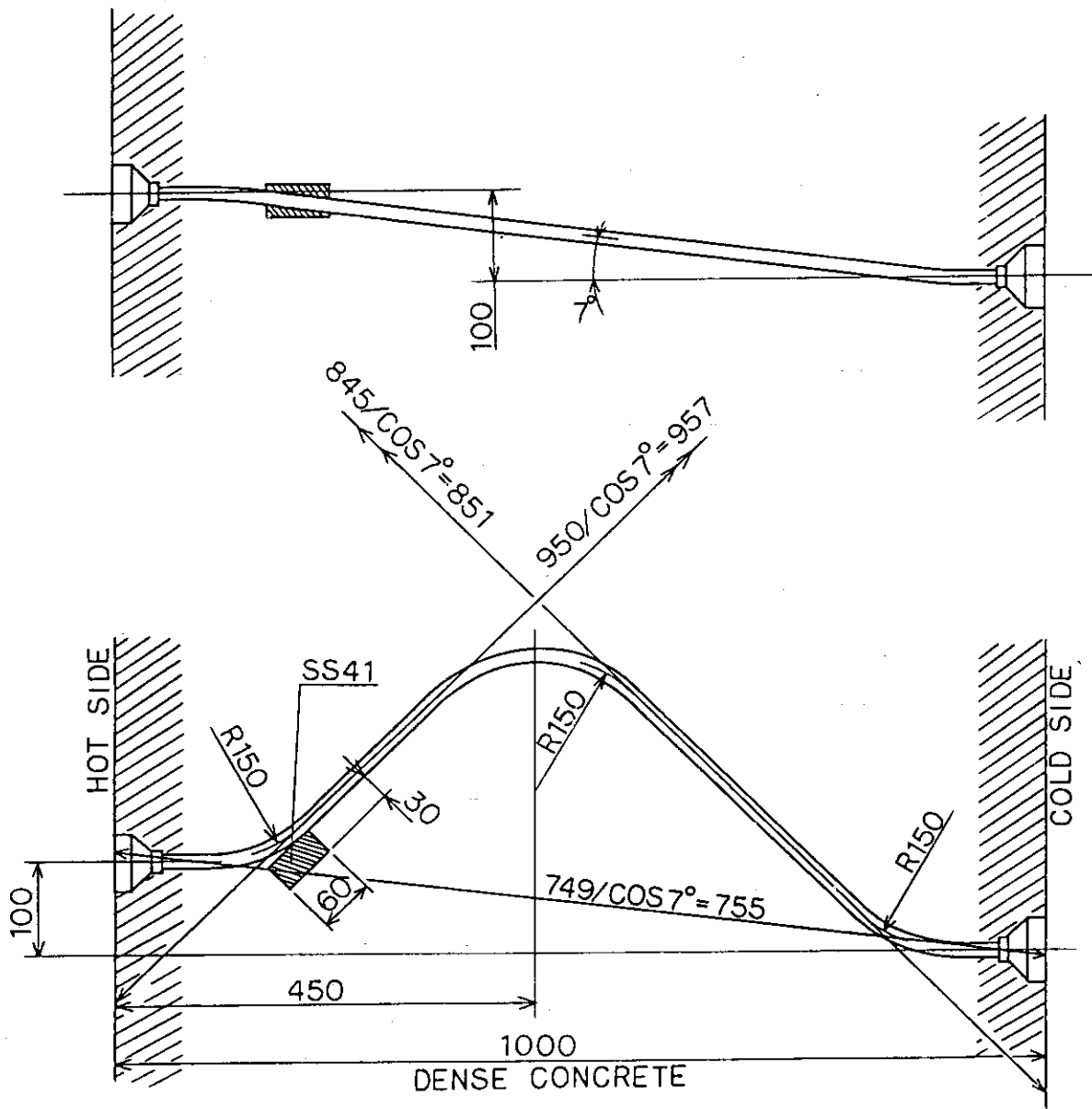


図3 遮蔽性能線図

$$t = (d - a) \frac{r_c}{r_s - r_c}$$

- t : 遮蔽補償の厚さ (cm)
- d : 遮蔽体中の欠損部の長さ (cm)
- a : 遮蔽体の余裕厚さ (cm)
- $a = t_1 - t_0$
- t_1 : 施行厚さ
- t_0 : 遮蔽必要厚さ (cm)
- r_c : 遮蔽体の比重
- r_s : 遮蔽補償体の比重

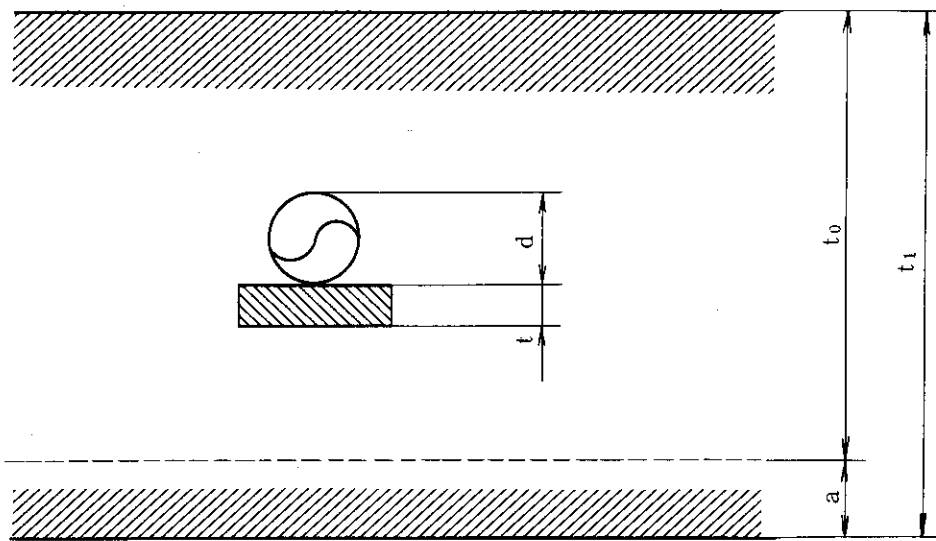


図4 遮蔽補償体の厚さ計算式

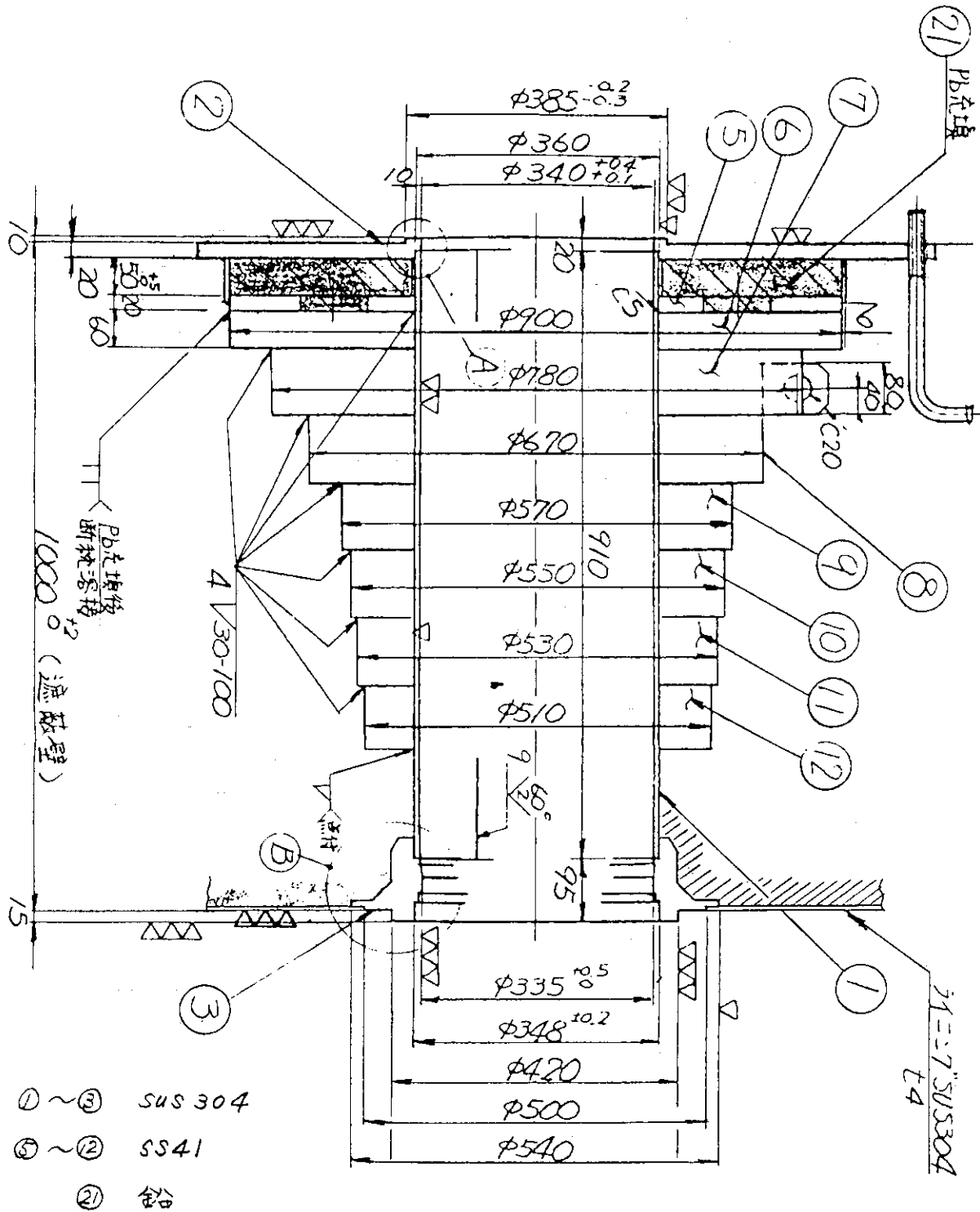


図5 パデラックポート断面図

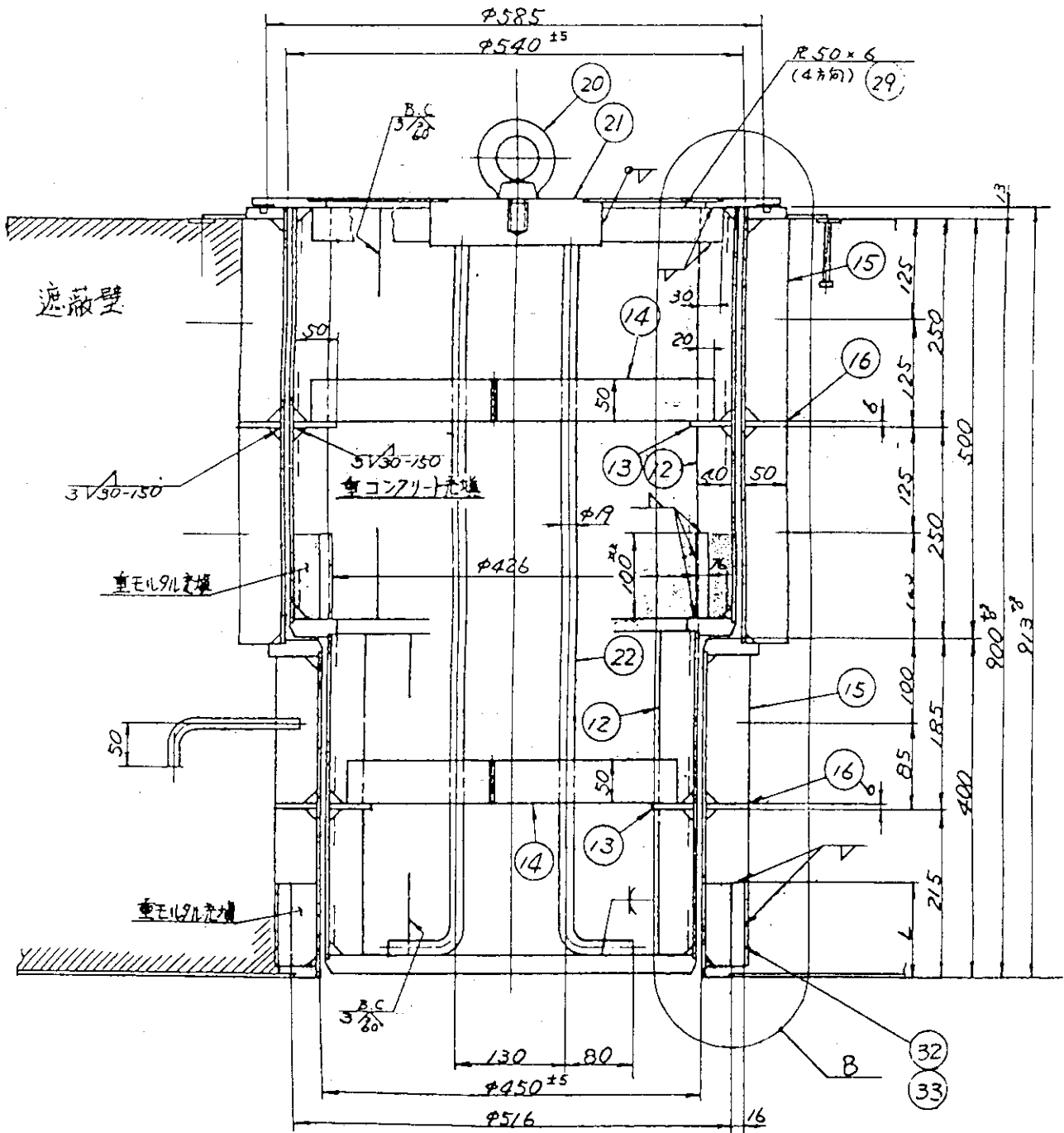


図6 天井ハッチ、プラグ (No.4セル, No.5セル) 断面図

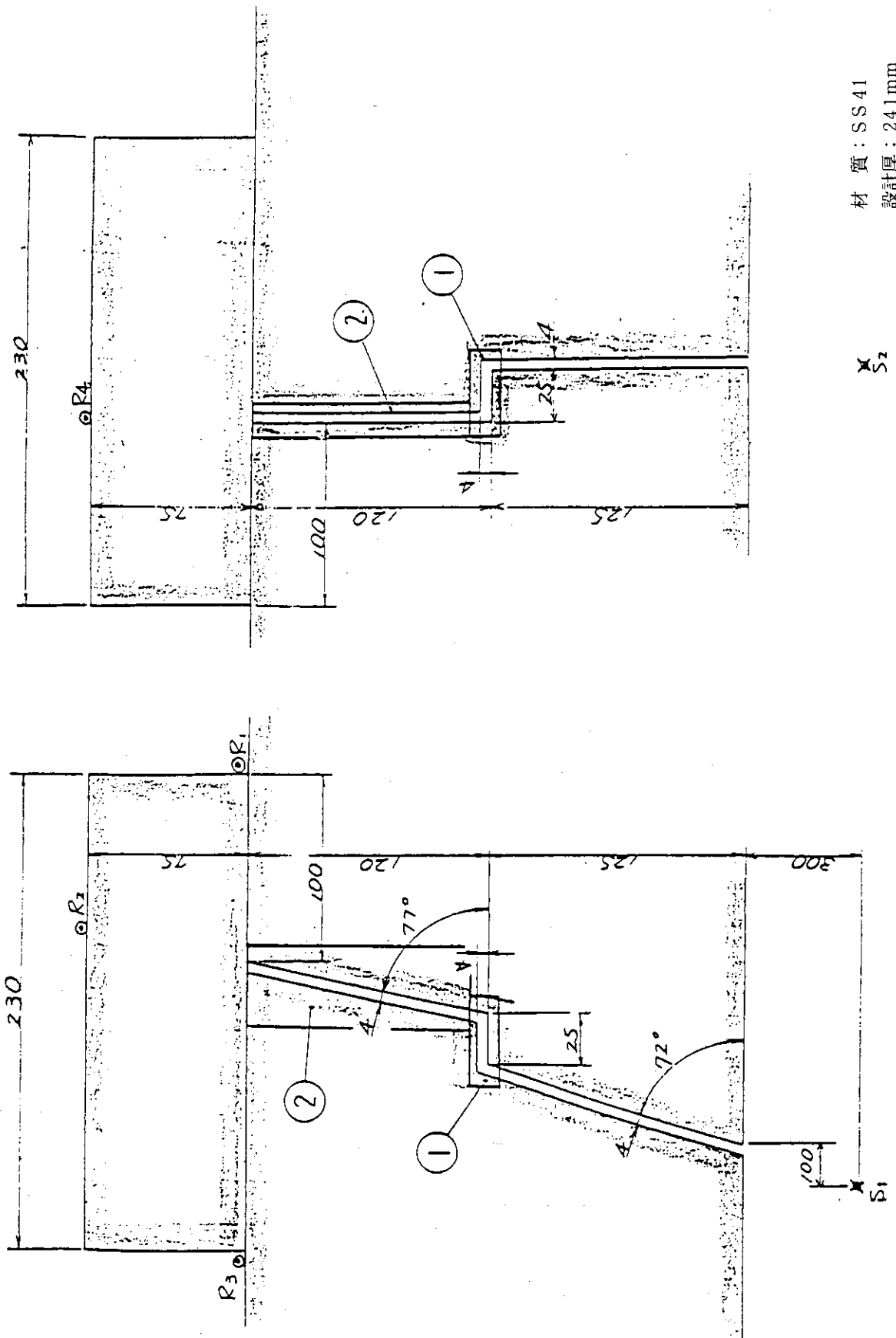


図7 鉛セル背面扉貫通部遮蔽評価図

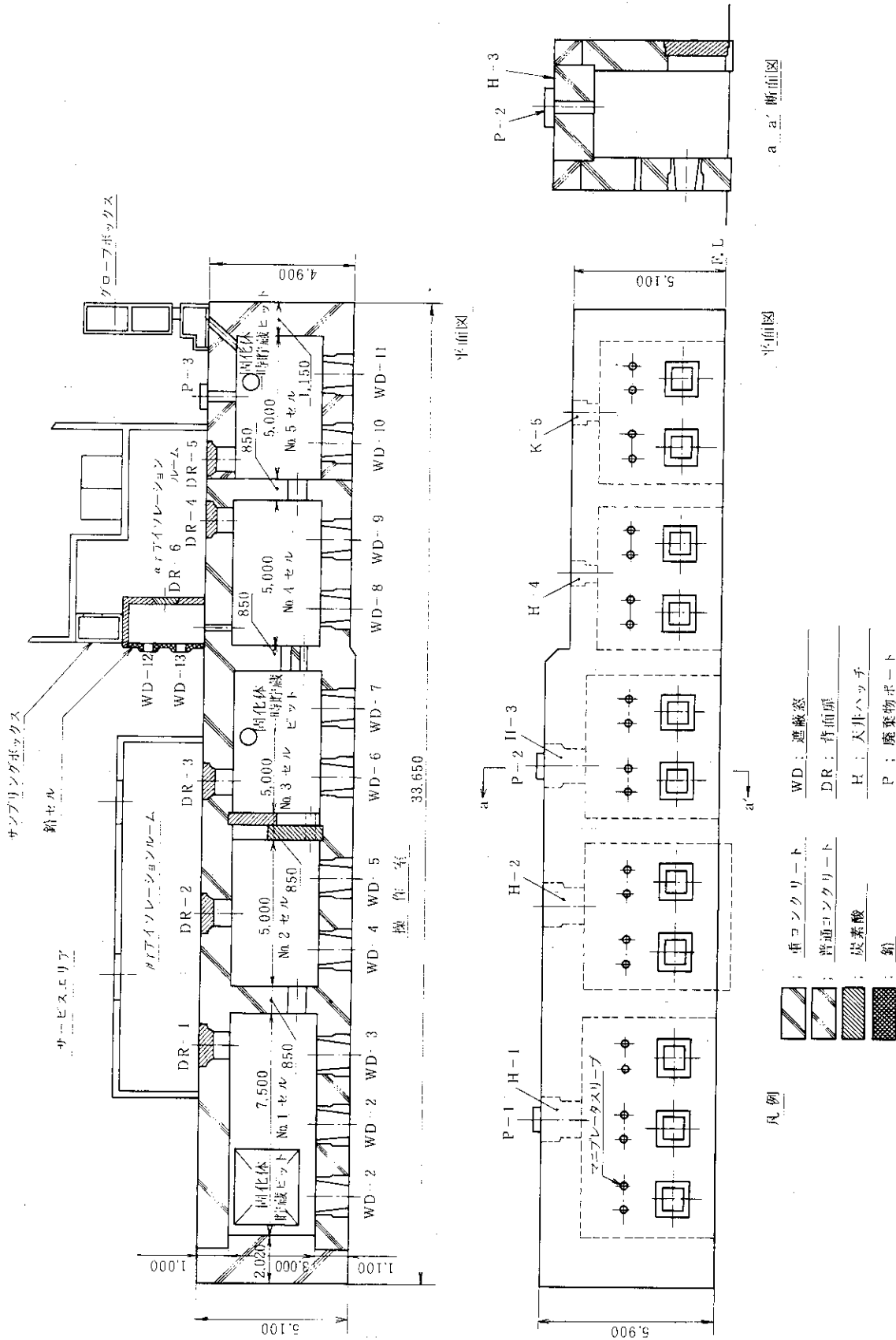


図8 セル正面、平面及び断面

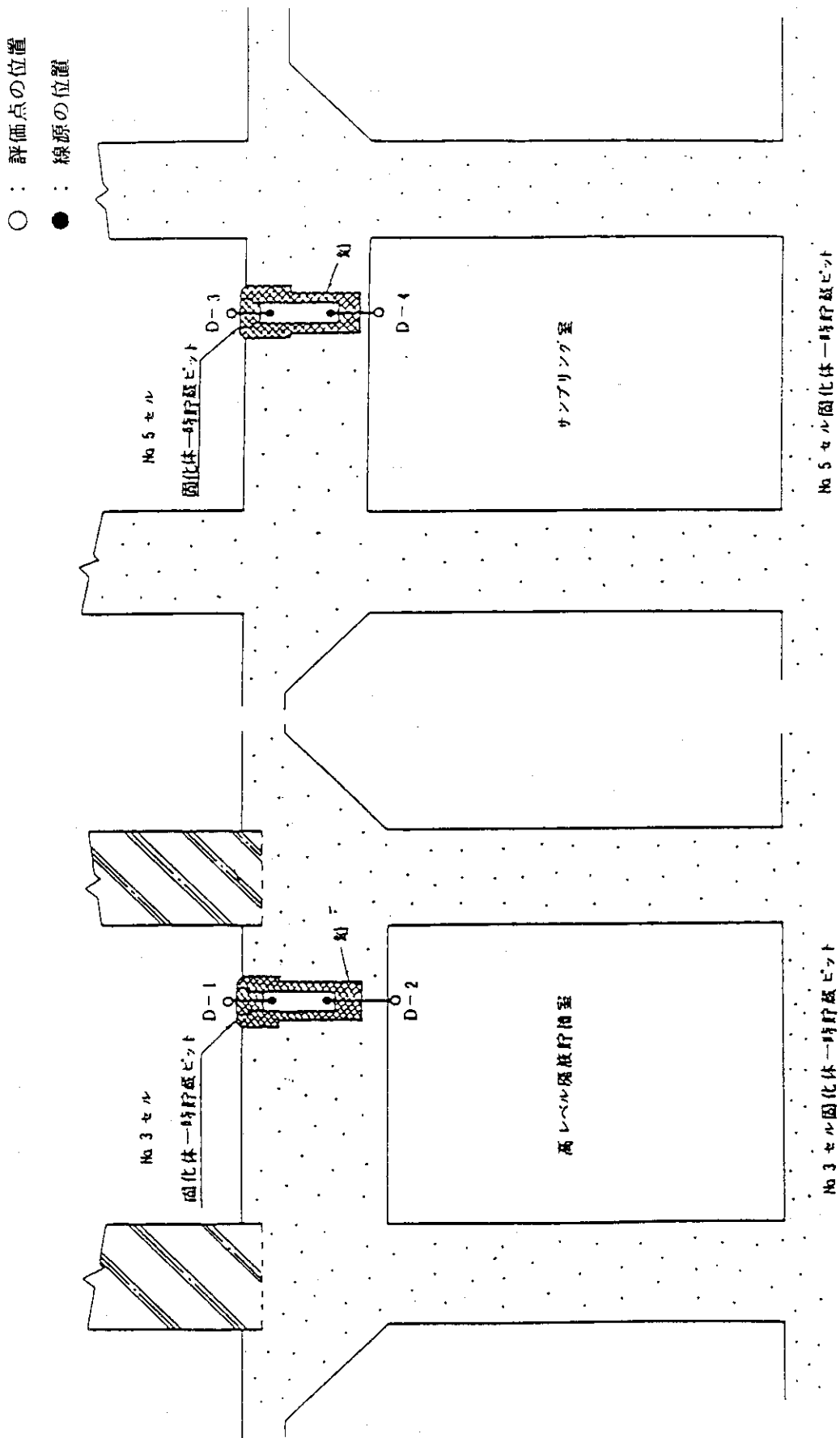
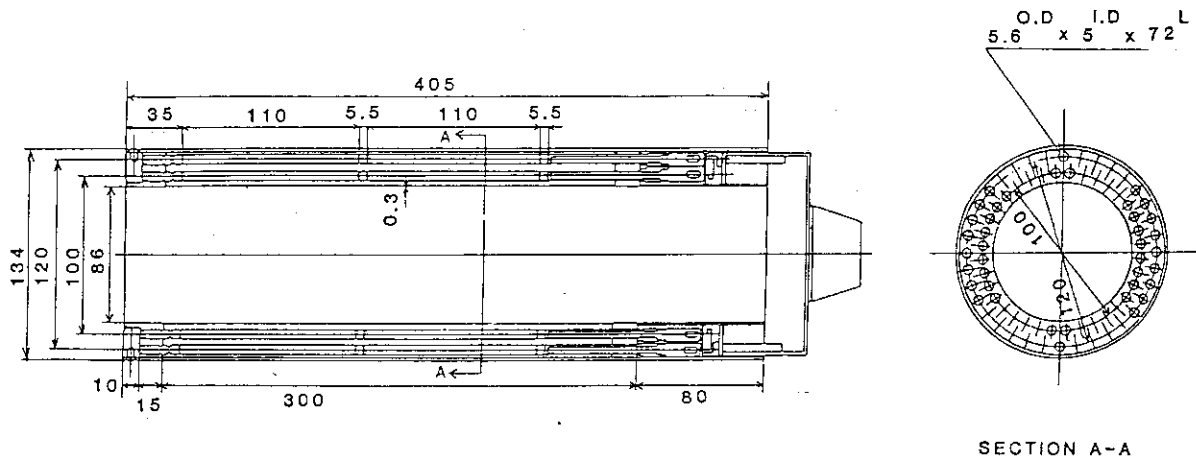


図9 貯蔵ビットの遮蔽能力評価位置（固化体一時貯蔵ビット）



Co-60, 2200 Ci

図10 線源 I の構造

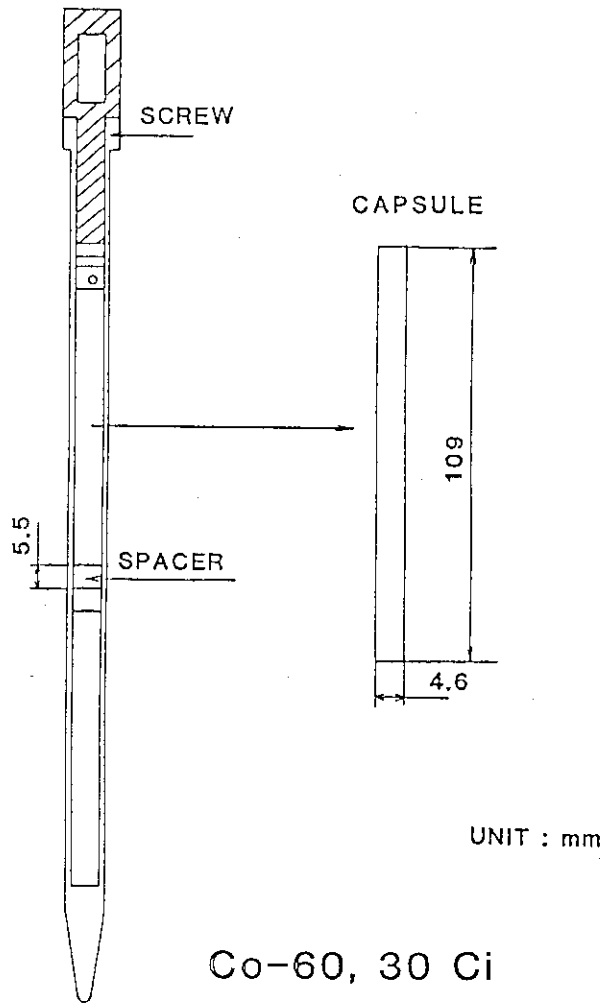
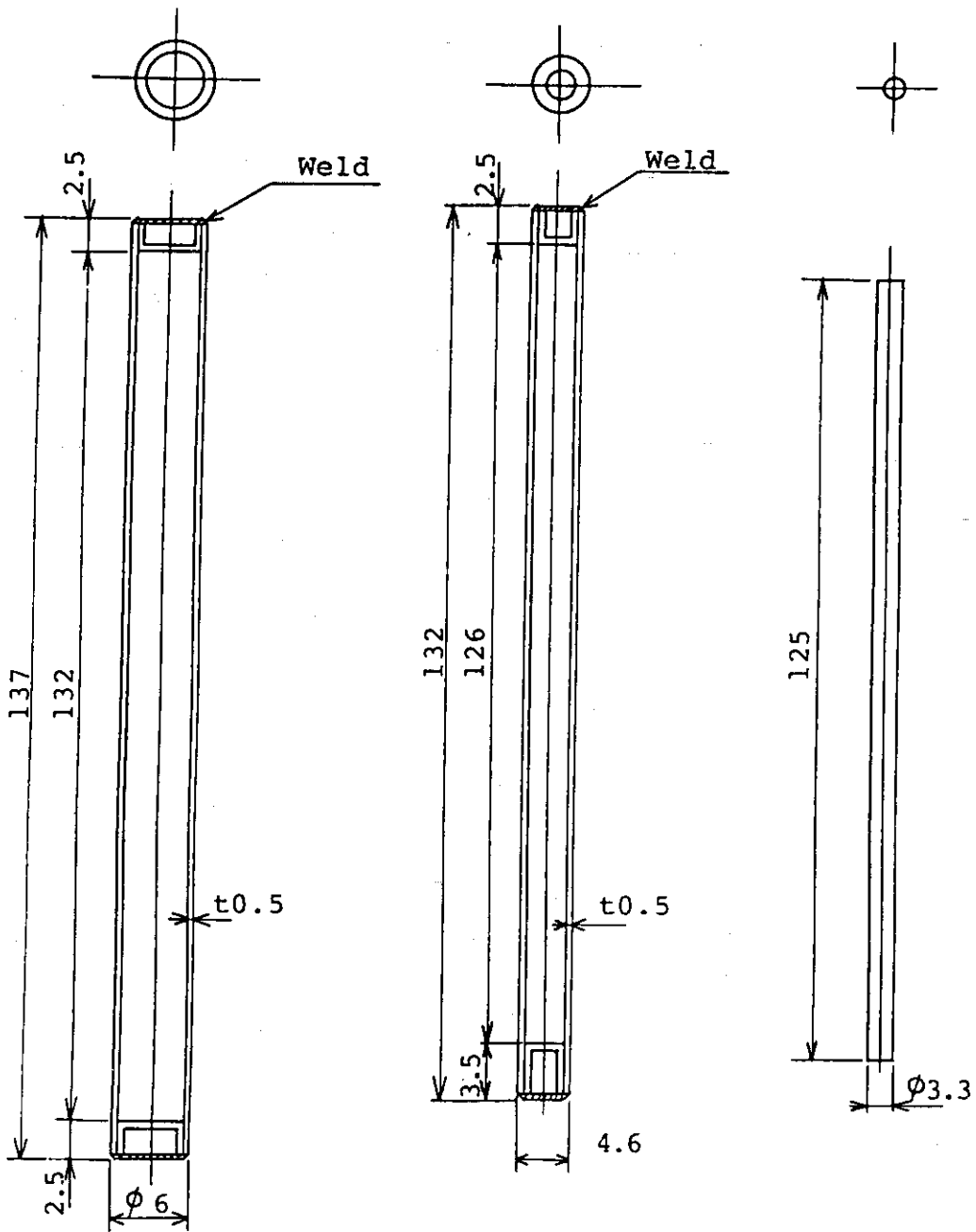


図11 線源 II の構造

Inner Capsule

Outer Capsule

Co-60 Rod



Unit : mm

図12 線源Ⅲの構造
(Co-60, 1.1 Ci)

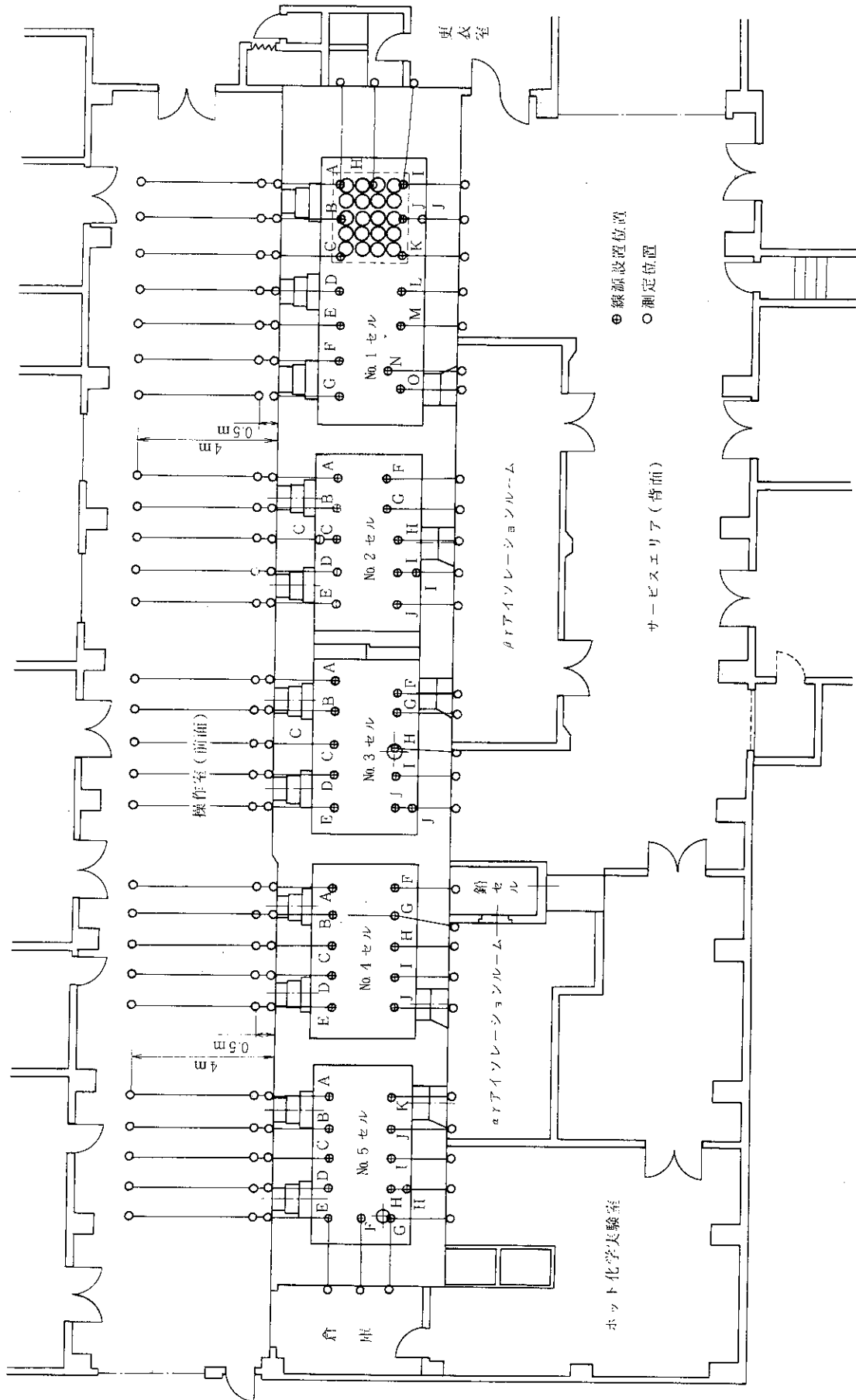


図 1 3 線源の設置位置と測定位置 (1 階)

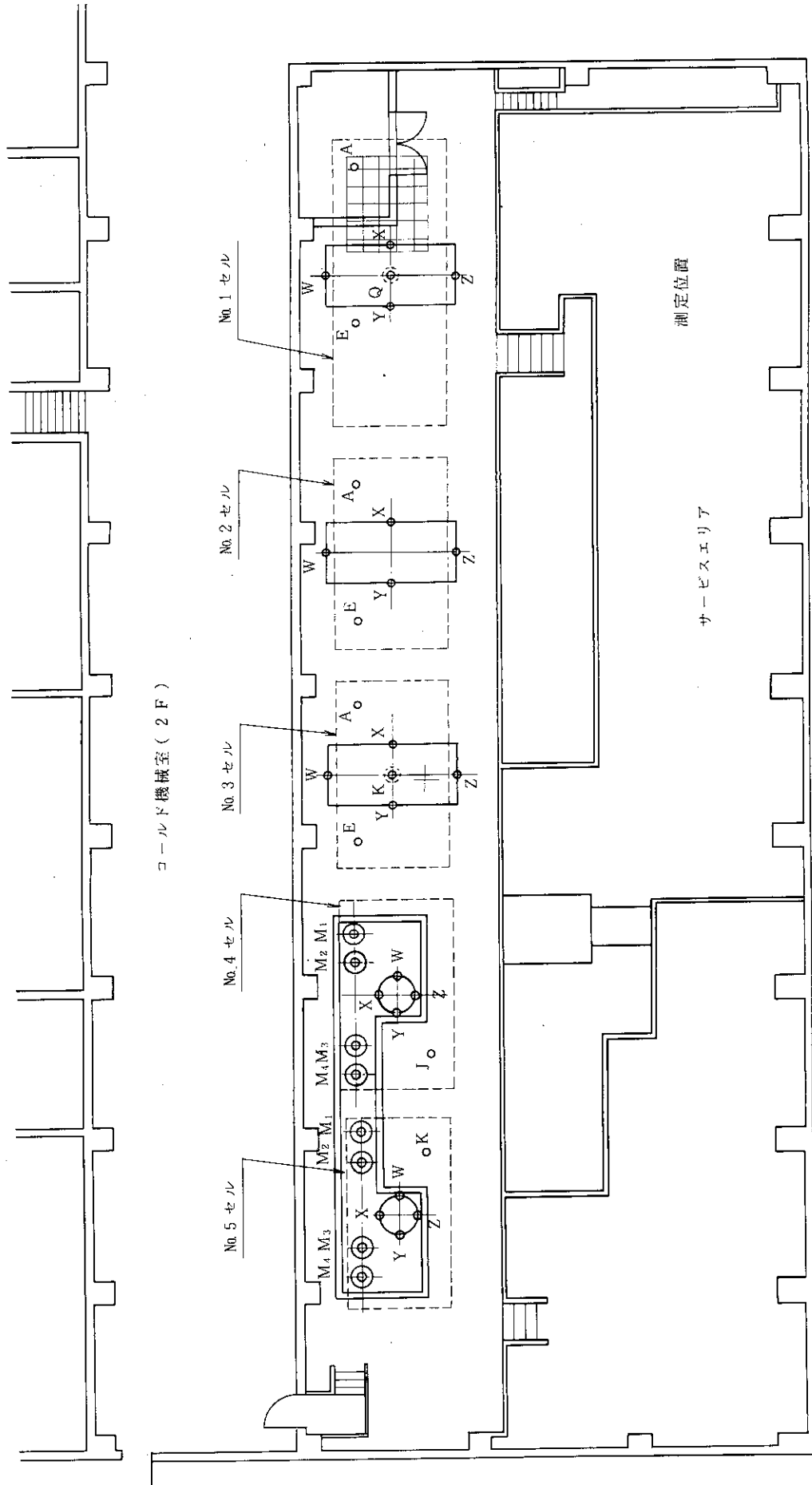


図14 線源の設置位置と測定位置(天井)

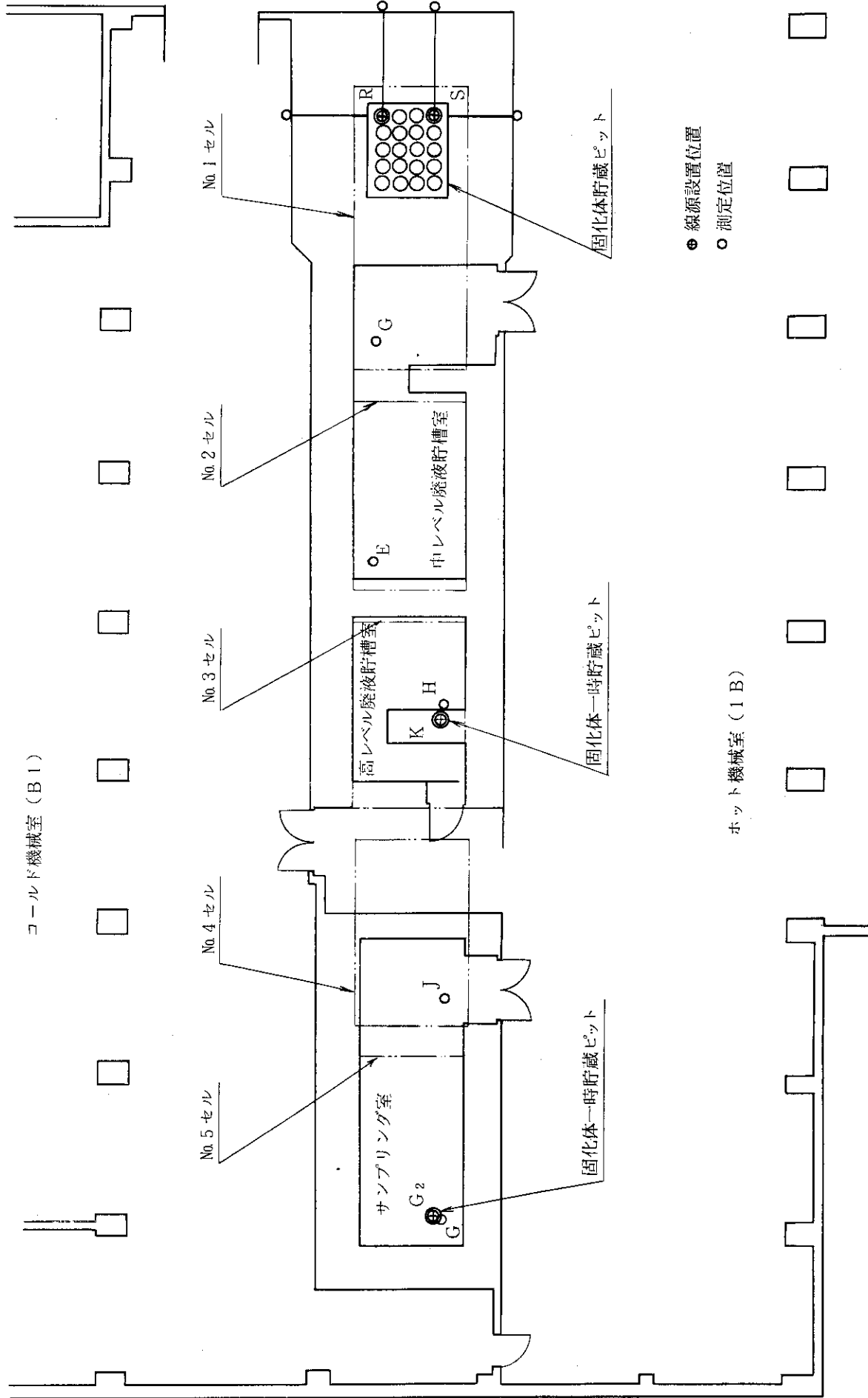


図 1 5 線源の設置位置と測定位置 (地階)

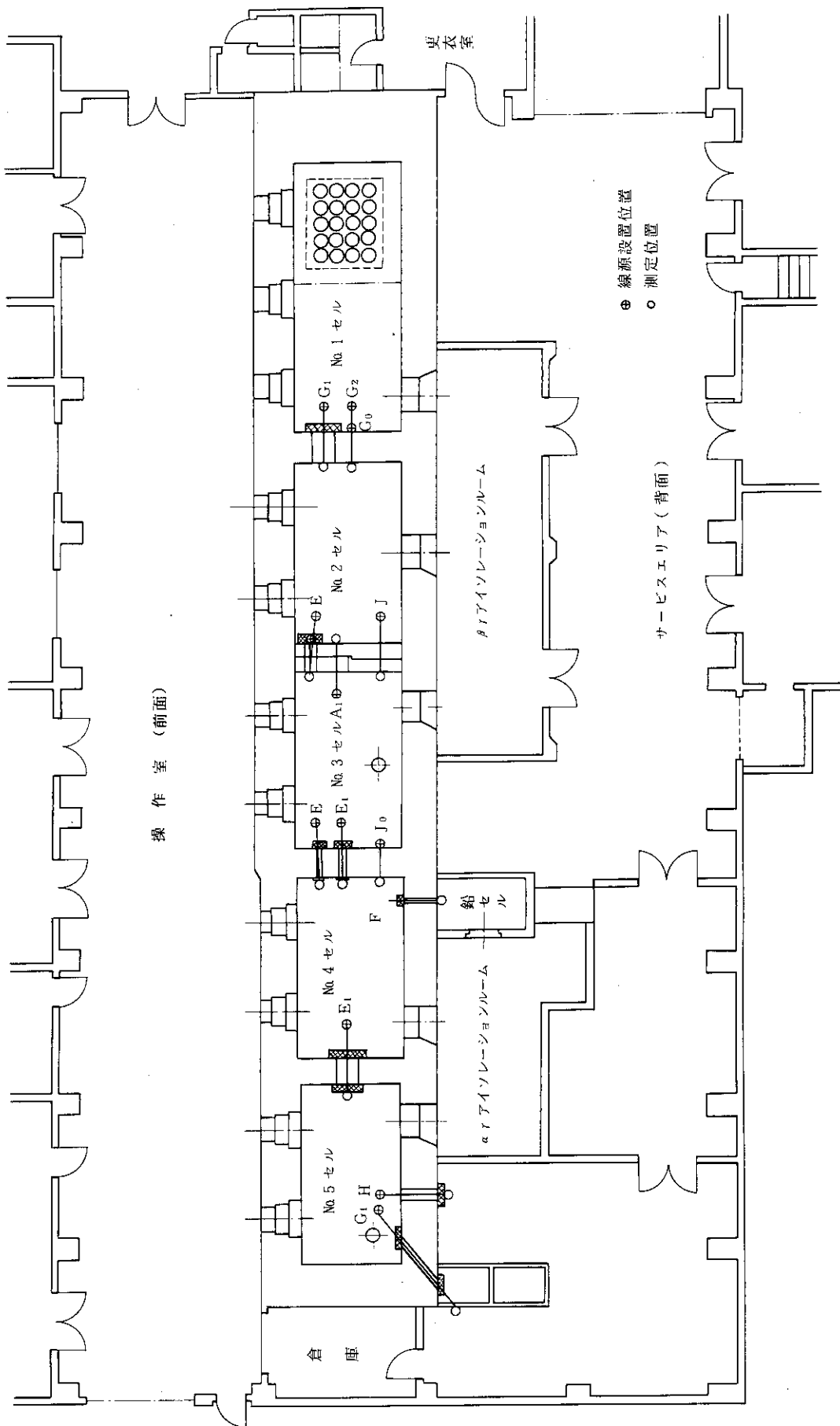


図16 線源の設置位置と測定位置(セル間)

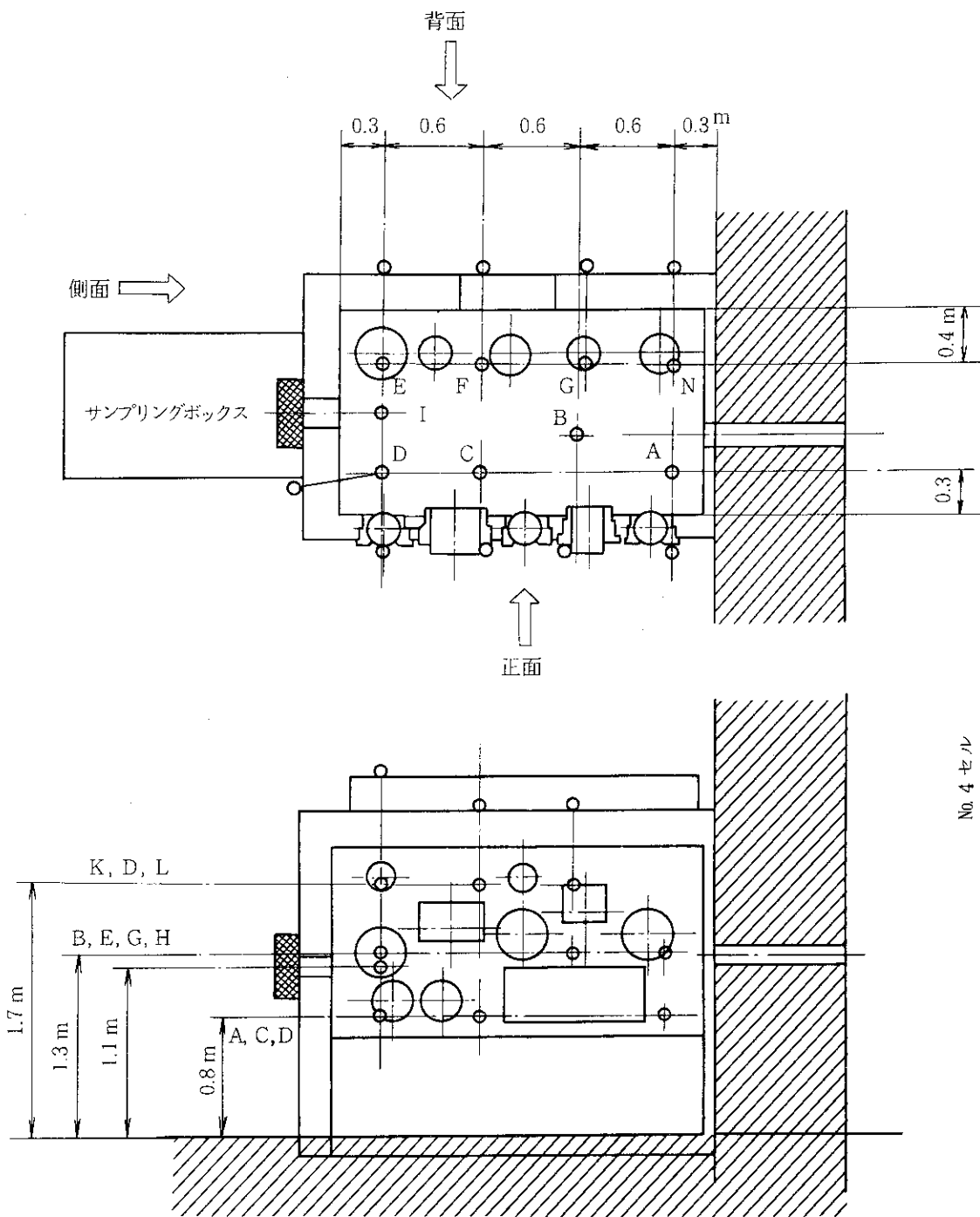


図 1 7 線源の設置位置と測定位置 (鉛セル)