

## 特定廃棄物管理施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書に係る追加説明について

令和2年11月11日  
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗研究所 環境保全部

## 1. 廃棄物管理設備本体の管理施設の一部変更（遮蔽スラブ）

	質問事項	資料No.
1-①	当該申請の前提となる、現在のブロック型廃棄物パッケージの保管場所及び状況、今後のブロック型パッケージの発生の有無、保管計画について説明すること。	(令和元年7月24日)
1-②	3種類の遮蔽スラブの組み合わせにより遮蔽を強化することに係り、以下について説明すること。 ・今回の申請において遮蔽対象となる廃棄物の数 ・今回の申請における各種類の遮蔽スラブの製作数 ・今回の申請における各種類の遮蔽スラブの選択に係る考え方(定置済み遮蔽スラブに対し、どの遮蔽体を追加するのか等)	(令和元年7月24日)
1-③	ブロック型廃棄物パッケージの配置状況によって、周辺監視区域外の線量及び線量評価結果が変化すると考えられるため、今後の考え得る廃棄物と遮蔽体の配置の関係を含め線量が最大となる配置と説明すること。	(令和元年7月11日)
1-④	遮蔽体(遮蔽スラブ、空容器)の形状、施行状態(隙間の有無等)を考慮した被ばく評価(直接線、ストリーミングの評価等)について説明すること。	資料-2
1-⑤	今回の遮蔽スラブの追加に伴う積載荷重の増加による地盤、基礎、床、廃棄体の耐荷重等の設計に係る評価結果について、説明すること。	資料-1 (令和2年2月13日)

1. 廃棄物管理設備本体の管理施設の一部変更（遮蔽スラブ）

質問事項

今回の遮蔽スラブの追加に伴う積載荷重の増加による地盤、基礎、床、廃棄体の耐荷重等の設計に係る評価結果について、説明すること。

<回答>

当該設工認申請により、遮蔽スラブの厚さが 60 cm以上となるよう既設の遮蔽スラブ上に遮蔽スラブを追加設置する。

遮蔽スラブを追加設置した後の床にかかる最大荷重は、施工方法により重量が最大となる組合せから床が受ける単位面積当たりの荷重を算出し、廃棄物管理事業変更許可書に記載している構築物の設計条件である常時接地圧と比較した。その結果、遮蔽スラブの追加設置に伴う床面に作用する単位面積当たりの荷重は、常時接地圧を下まわっていることから、地盤、基礎、床については問題ない。また、ブロック型廃棄物パッケージについては、下部のブロック型廃棄物パッケージが受ける荷重を算出し、ブロック型廃棄物パッケージの一軸圧縮強度（基準強度）を比較した。その結果、ブロック型廃棄物パッケージが受ける荷重は、基準強度を十分下回っていることから、ブロック型廃棄物パッケージの耐荷重は問題ない。

さらに、短期で積載荷重が増えるケースのうち、最も厳しくなる遮蔽スラブを追加設置した上部に遮蔽スラブを一時的に仮置きした場合の床が受ける単位面積当たりの荷重を算出し、常時接地圧と比較した。その結果、常時接地圧を下まわっていることから、作業に伴う短期荷重も問題ない。

詳細を別紙に示す。

以上

## 遮蔽スラブの追加に伴う荷重の評価について

固体集積保管場 I に遮蔽スラブを追加設置した後の床及びブロック型廃棄物パッケージにかかる最大となる荷重を算定し、構築物の設計条件である常時接地圧又はブロック型廃棄物パッケージの製作仕様である基準強度と比較する。

### I. 遮蔽スラブ追加設置に伴う評価

#### 1. 地盤、基礎、床について

##### 1-1 計算方法

固体集積保管場 I に集積するブロック型廃棄物パッケージ 2 種類 (I 型及び III 型) 及び上部に配置する遮蔽スラブ並びに今回追加設置する遮蔽スラブの施工方法を別図 1 ～別図 3 に示す。これらのうち重量が最大となる施工方法 (以下「ユニット」という) から、最大荷重を算定する。

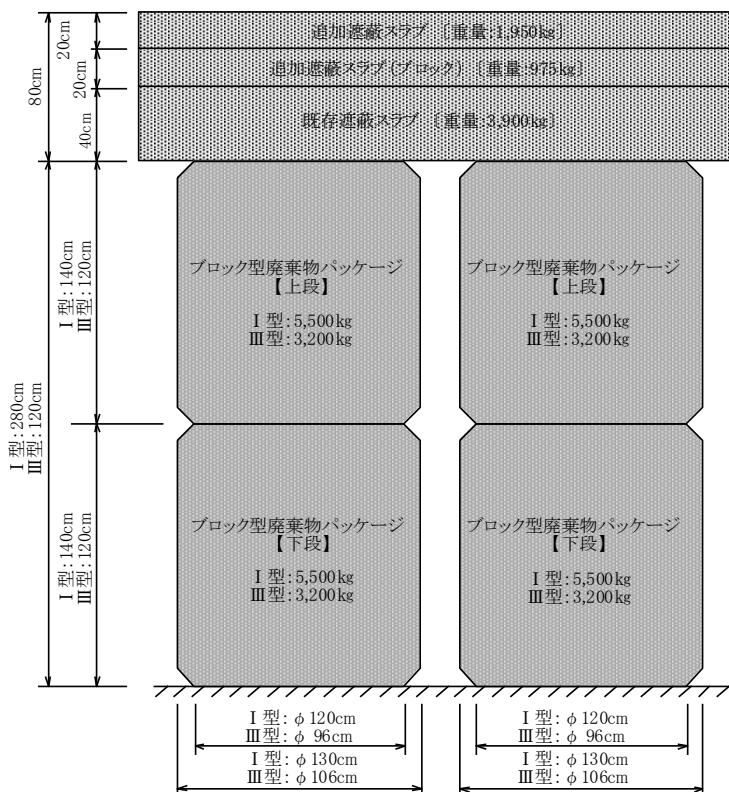
これらのユニットが床に接する面積から、床にかかる単位面積あたりの荷重を算定し、構築物の設計条件である常時接地圧と比較する。

##### 1-2 計算

###### (1) 荷重条件

計算に使用する重量及び計算モデル図を下記に示す。

- ① ブロック型廃棄物パッケージ (最大重量) … I 型 : 5,500 kg、III 型 : 3,200 kg
- ② 遮蔽スラブ (最大重量) … J 型 : 3,900 kg
- ③ 遮蔽スラブ (ブロック) … 975 kg (E 型の重量の 1/2 を配置)
- ④ 追加遮蔽スラブ … 1,950 kg (打ち増し、E 型)
- ⑤ 計算モデル図



(2) 最大荷重

固体集積保管場 I に集積するブロック型廃棄物パッケージの最大荷重、遮蔽スラブ、追加遮蔽スラブ（ブロック）、追加遮蔽スラブを合計して、1 ユニット当たりの最大荷重を算定する。

① I 型の最大荷重

$$\begin{aligned} & \text{I 型} \times 4 \text{ 個} + \text{遮蔽スラブ (J 型)} + \text{遮蔽スラブ (ブロック)} + \text{追加遮蔽スラブ} \\ & = (5,500 \text{ kg} \times 4 \text{ 個}) + 3,900 \text{ kg} + 975 \text{ kg} + 1,950 \text{ kg} \\ & = 28,825 \text{ kg} \\ & \div 282.7 \text{ kN} \end{aligned}$$

② III型の最大荷重

$$\begin{aligned} & \text{III型} \times 4 \text{ 個} + \text{遮蔽スラブ (J 型)} + \text{遮蔽スラブ (ブロック)} + \text{追加遮蔽スラブ} \\ & = (3,200 \text{ kg} \times 4 \text{ 個}) + 3,900 \text{ kg} + 975 \text{ kg} + 1,950 \text{ kg} \\ & = 19,025 \text{ kg} \\ & \div 192.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

(3) 床に接する面積

(2)のとおり集積した場合の床面に接する面積を求める。

① I 型

$$\begin{aligned} & \text{下部面積} \times \text{数量} \\ & = (1.2\text{m}/2)^2 \times \pi \times 2 \text{ 個} \\ & = 2.261\text{m}^2 \end{aligned}$$

② III型

$$\begin{aligned} & \text{下部面積} \times \text{数量} \\ & = (0.96\text{m}/2)^2 \times \pi \times 2 \text{ 個} \\ & = 1.447\text{m}^2 \end{aligned}$$

(4) 床が受ける単位面積当たりの荷重

(2)及び(3)から、床が受ける単位面積当たりの荷重を求める。

① I 型

$$\begin{aligned} & \text{I 型の最大荷重} / \text{I 型下部面積} \\ & = 282.7 \text{ kN} / 2.261 \text{ m}^2 \\ & = 125.1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

② III型

$$\begin{aligned} & \text{III型の最大荷重} / \text{III型下部面積} \\ & = 192.5 \text{ kN} / 1.447 \text{ m}^2 \\ & = 133.1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(5) 床が受ける荷重と常時接地圧との比較

	床が受ける荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	常時接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )
I 型	125.1	245.1
III型	133.1	

## 2. ブロック型廃棄物パッケージについて

### 2-1 計算方法

固体集積保管場 I に遮蔽スラブを追加設置した後の下部に配置するブロック型廃棄物パッケージにかかる最大となる荷重を算定し、ブロック型廃棄物パッケージの一軸圧縮強度と比率する。

### 2-2 計算

#### (1) 荷重条件

1-2(1) に同じ。

#### (2) 最大荷重

固体集積保管場 I に集積する上段のブロック型廃棄物パッケージの最大荷重、遮蔽スラブ、追加遮蔽スラブ (ブロック)、追加遮蔽スラブを合計して、下段のブロック型廃棄物パッケージ 1 個にかかる最大荷重を算定する。

##### ① I 型 (下段) の最大荷重

$$\begin{aligned} & \frac{\text{I 型} + [\text{遮蔽スラブ (J 型)} + \text{遮蔽スラブ (ブロック)} + \text{追加遮蔽スラブ}]}{2} \\ & = \frac{5,500 \text{ kg} + [3,900 \text{ kg} + 975 \text{ kg} + 1,950 \text{ kg}]}{2} \\ & = 8,912.5 \text{ kg} \\ & \doteq 87.4 \text{ kN} \end{aligned}$$

##### ② III 型 (下段) の最大荷重

$$\begin{aligned} & \frac{\text{III 型} + [\text{遮蔽スラブ (J 型)} + \text{遮蔽スラブ (ブロック)} + \text{追加遮蔽スラブ}]}{2} \\ & = \frac{3,200 \text{ kg} + [3,900 \text{ kg} + 975 \text{ kg} + 1,950 \text{ kg}]}{2} \\ & = 6,612.5 \text{ kg} \\ & \doteq 64.9 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### (3) 下部のブロック型廃棄物パッケージが接する面積

計算モデル図のとおり集積した場合の下部のブロック型廃棄物パッケージが上部のブロック型廃棄物パッケージ接する面積を求める。

##### ① I 型

$$\begin{aligned} & \text{下部面積} \times \text{数量} \\ & = (1.2\text{m}/2)^2 \times \pi \\ & = 1.130 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### ② III 型

$$\begin{aligned} & \text{下部面積} \times \text{数量} \\ & = (0.96\text{m}/2)^2 \times \pi \\ & = 0.723 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### (4) 下部のブロック型廃棄物パッケージが受ける単位面積当たりの荷重

(2)及び(3)から、下部のブロック型廃棄物パッケージが受ける単位面積当たりの荷重を求める。

##### ① I 型

$$\begin{aligned} & \frac{\text{I 型の最大荷重}}{\text{I 型下部面積}} \\ & = \frac{87.4 \text{ kN}}{1.130 \text{ m}^2} \\ & = 77.4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

② Ⅲ型

Ⅲ型の最大荷重／Ⅲ型下部面積

$$=64.9\text{kN}/0.723\text{m}^2$$

$$=89.8\text{kN/m}^2$$

(5) 下部のブロック型廃棄物パッケージが受ける荷重と基準強度との比較

	<u>荷重 (kN/m<sup>2</sup>)</u>	<u>基準強度 * (kN/m<sup>2</sup>)</u>
<u>I 型</u>	<u>77.4</u>	<u>2.95×10<sup>4</sup></u>
<u>Ⅲ型</u>	<u>89.8</u>	

\* 基準強度は、ブロック型廃棄物パッケージの一軸圧縮強度を使用

3. 作業に伴う短期荷重について

今回の遮蔽スラブの追加に伴い、積載荷重の増加による床やブロック型廃棄物パッケージへの評価を行ったが、短期の荷重については評価していなかった。

短期で積載荷重が増えるケースを以下に示す。

① 遮蔽スラブ上面で作業する場合（作業員：2名）

② 固体集積保管場 I で、ブロック型廃棄物パッケージ上部に遮蔽スラブを新たに配置する際に、遮蔽スラブを追加設置した上部に遮蔽スラブを一時的に仮置きする場合（但し、一時的に仮置きした遮蔽スラブの上面には作業員は乗らない）

ここで、①と②を比べて条件が厳しくなるのは、遮蔽スラブを仮置きする場合であり、その中でも遮蔽スラブ（J型）を用いる場合である。

よって、短期の荷重として増加する最も厳しい条件で評価する。

3-1 計算方法

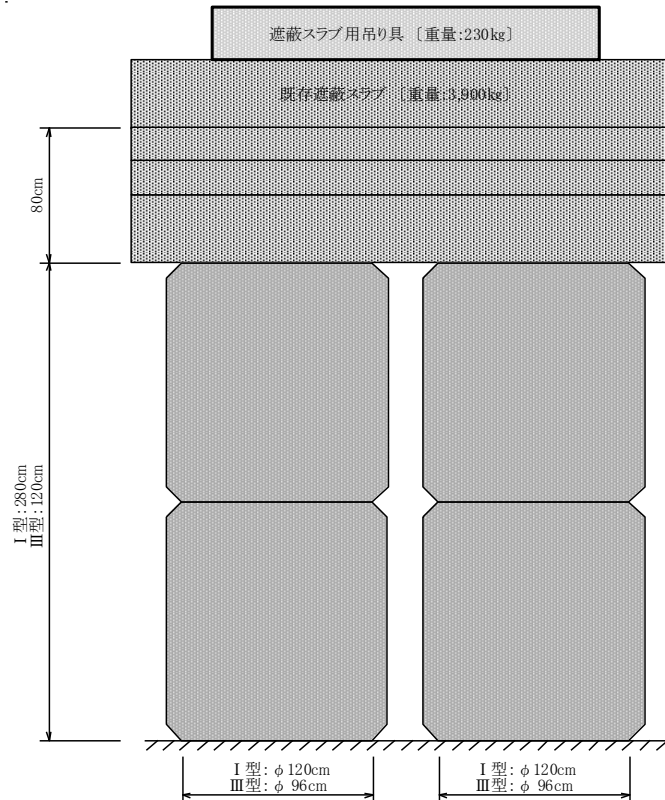
固体集積保管場 I に遮蔽スラブを追加設置した後の上部に遮蔽スラブ（J型）を遮蔽スラブ専用吊り具とともに仮置きする。この際、床に接する面積から、床にかかる単位面積あたりの荷重を算定し、構築物の設計条件である常時接地圧と比較する。

3-2 計算

(1) 荷重条件

1-2(1)に示す計算モデルの上部に、最大重量の遮蔽スラブ（J型 3,900 kg）1枚を遮蔽スラブ専用吊り具（230 kg）とともに仮置きした場合を想定した。

計算モデルを以下に示す。



(2) 最大荷重

1-2(2)で算出した1ユニット当たりの最大荷重に、J型遮蔽スラブと吊り具の重量を加算し、最大荷重を算出する。

① I型の最大荷重

$$\begin{aligned}
 & \underline{\text{I型の1ユニット当たりの最大荷重} + \text{J型遮蔽スラブの重量} + \text{吊り具の重量}} \\
 & = 28,825 \text{ kg} + 3,900 \text{ kg} + 230 \text{ kg} \\
 & = 32,955 \text{ kg} \\
 & \doteq 323.2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

② III型の最大荷重

$$\begin{aligned}
 & \underline{\text{III型の1ユニット当たりの最大荷重} + \text{J型遮蔽スラブの重量} + \text{吊り具の重量}} \\
 & = 19,625 \text{ kg} + 3,900 \text{ kg} + 230 \text{ kg} \\
 & = 23,755 \text{ kg} \\
 & \doteq 233.0 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(3) 床に接する面積

1-2(3)に同じ。

(4) 床が受ける単位面積当たりの荷重

(2)及び(3)から、床が受ける単位面積当たりの荷重を求める。

① I型

$$\begin{aligned}
 & \underline{\text{I型の最大荷重} / \text{I型下部面積}} \\
 & = 323.2 \text{ kN} / 2.261 \text{ m}^2 \\
 & = 143.0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

②Ⅲ型

$$\begin{aligned} & \text{Ⅲ型の最大荷重} / \text{Ⅲ型下部面積} \\ & = 233.0 \text{ kN} / 1.447 \text{ m}^2 \\ & = 161.1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(5) 作業時に床が受ける荷重と常時接地圧との比較

	床が受ける荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	常時接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )
I 型	143.0	245.1
Ⅲ型	161.1	

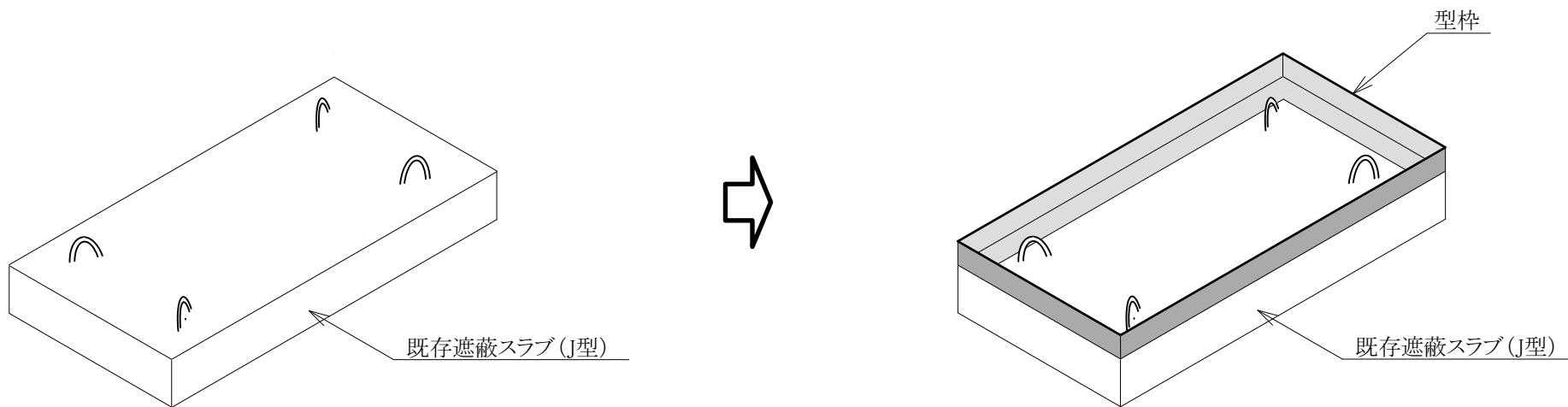
4. 結果

固体集積保管場 I に集積するブロック型廃棄物パッケージ及び遮蔽スラブによる床面に作用する単位面積あたりの荷重は、構築物の設計条件である常時接地圧を下回っている。また、下部のブロック型廃棄物パッケージが受ける荷重は、ブロック型廃棄物パッケージの一軸圧縮強度である基準強度と比較して十分低い。

また、遮蔽スラブ追加設置後の上部に、遮蔽スラブの設置や移動のために仮置きする場合でも、評価の結果、床にかかる単位面積あたりの荷重は、構築物の設計条件である常時接地圧を下回っている。

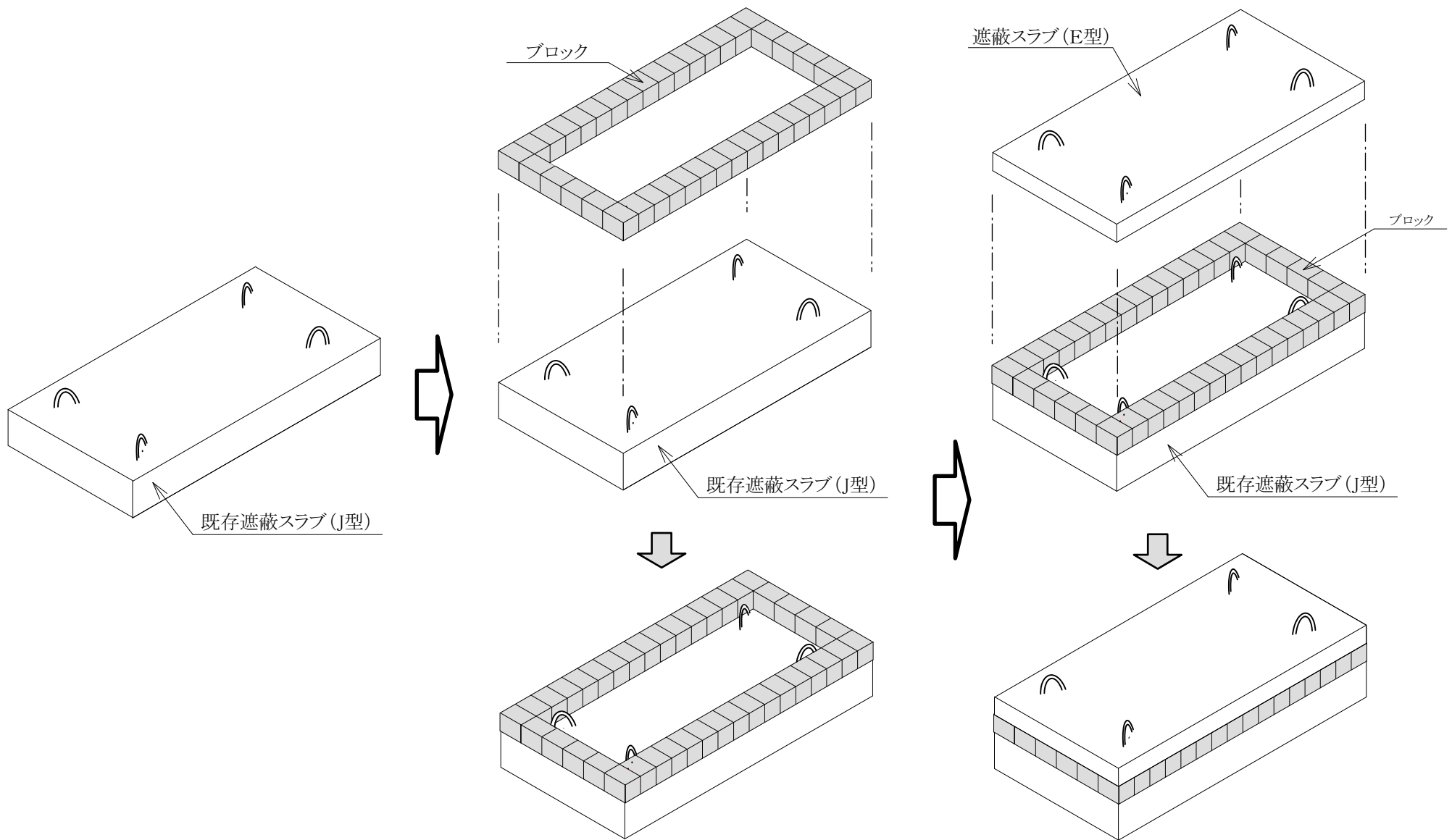
以上





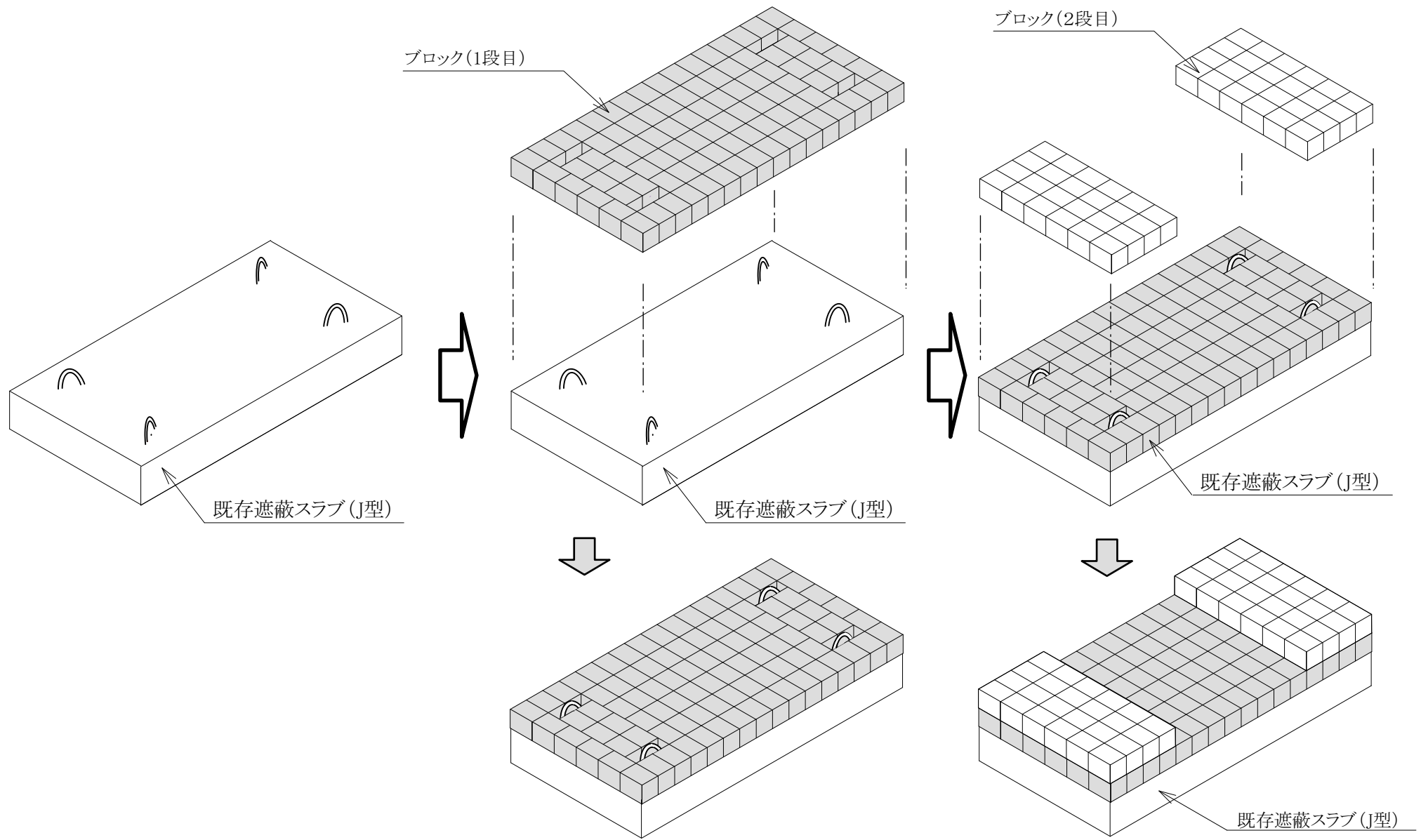
( 既存遮蔽スラブが遮蔽スラブ (J型) での例 )

別図1 打ち増しの場合の構造



( 既存遮蔽スラブが遮蔽スラブ (J型) での例 )

別図2 既存遮蔽スラブの上にブロックと遮蔽スラブ (E型) を組み合わせて配置する場合の構造



( 既存遮蔽スラブが遮蔽スラブ (J型) での例 )

別図3 既存遮蔽スラブの上にブロックのみを配置する場合の構造

## 廃棄物管理設備本体の管理施設の一部変更（遮蔽スラブ）に係る説明

## 質問事項

遮蔽体（遮蔽スラブ、空容器）の形状、施行状態（隙間の有無等）を考慮した被ばく評価（直接線、ストリーミングの評価等）について説明すること。

## 回答

遮蔽体（遮蔽スラブ、空容器）の形状及び施工状態については次のとおりであり、今回、遮蔽スラブの隙間を考慮して被ばく評価を実施した。

## １．遮蔽スラブの形状と施工状態について

遮蔽スラブの形状と施工状態は事業変更許可での評価と同様であり、RZモデルにて、対象とするブロック型廃棄物パッケージの周囲の廃棄物（空容器）の外周端部までの上面を覆っている。実際は、隣接する廃棄物との中間点まで遮蔽スラブが張り出しており、この分も遮蔽に寄与することになるが、安全側にこれを考慮していない。遮蔽スラブの厚みは公称値60cmであるが、公差を考慮して59cmとしている。なお、施工状態について隙間の有無を考慮していないことから、今回、隙間を考慮した評価を実施した。

## ２．ブロック型廃棄物パッケージの周囲の廃棄物（空容器）の形状と施工状態について

ブロック型廃棄物パッケージの周囲の廃棄物（空容器）の形状と施工状態は事業変更許可での評価と同様であり、RZモデルにて、対象とするブロック型廃棄物パッケージの周囲の廃棄物（空容器）を、上面からの面積を保存したリング状に配置している。また、ブロック型廃棄物パッケージからの距離は、上面への放射線の抜けが最大となるよう、このリングの外径が周囲の廃棄物の対角線と同じになるように配置している。

## ３．遮蔽スラブの隙間を考慮した被ばく評価について

事業変更許可及び現在の設工認申請では、遮蔽スラブの隙間を考慮した被ばく評価を実施しておらず、その結果は $19\mu\text{Sv/y}$ である。

今回、既に設置してある遮蔽スラブの隙間の他、今後設置する遮蔽スラブの隙間を考慮した被ばく評価を実施した。

その結果、 $20\mu\text{Sv/y}$ と大きくなったが、その増分はわずかであり、遮蔽スラブの隙間の有無の考慮の影響は小さい。

以下に、評価方法及び評価結果を記す。

## (1) 評価方法について

事業変更許可及び現在の設工認申請と同様に、2次元Sn輸送計算コード（DOT）によりRZ体系にて計算した。

ただし、被ばく線量を求めるのではなく、DOTで算出した数値について、隙間の無いモデルでの計算結果に対する隙間の有るモデルでの計算結果の比を求め、これを隙間の無いモデルで求めた被ばく線量に乗じることで、隙間の有るモデルでの被ばく線量とした。

## (2) 評価モデルについて

事業変更許可及び現在の設工認申請でのモデルを基に、遮蔽スラブの隙間を追加するモデルとした。

ここで、遮蔽スラブの隙間は、コンクリート打ち増しの場合と薄い遮蔽スラブの追加設置の場合では状況が異なるため、これを考慮する。具体的には次のとおり。

### ①コンクリート打ち増しの場合の隙間について

既に設置してある遮蔽スラブについては、コンクリート打ち増しとする。

コンクリート打ち増しの場合は、打ち増し部には隙間は生じないため、元の遮蔽スラブの部分のみ隙間が有り、上面へ貫通した隙間が無いモデルとした。

既に設置してある遮蔽スラブの隙間については、4方向の隙間（最大）を測定しており、これを使用した。ただし、大きな隙間等については、コンクリート打ち増し時の枠を設置する際、この隙間を埋めることになり、結果、隙間が狭くなるのでこれを考慮した。

### ②薄い遮蔽スラブの追加設置の場合の隙間について

今後設置する遮蔽スラブについては、薄い遮蔽スラブを追加設置する。

薄い遮蔽スラブの追加設置の場合は、元の遮蔽スラブと同様の隙間が生じるため、上面へ貫通した隙間が有るモデルとした。

今後設置する遮蔽スラブの隙間については、これまで設置した遮蔽スラブの隙間を考慮して、一律、実現可能な3mmとした。

### ③遮蔽スラブの隙間のR Zモデル化について

計算がR Zモデルであることから、図1に示すとおり、ブロック型廃棄物パッケージの周囲の廃棄物（空容器）と同様、遮蔽スラブの隙間をリング状にする。

この場合、遮蔽スラブの隙間は隣接する廃棄物との中間点の上部にあるとし、この中間点から内側へ向かって隙間の半分の幅の位置をリングの内径とする。

このリングの内径を基に、隙間の面積を保存するようにリングの外径を求める。

このリングを、ブロック型廃棄物パッケージB-I型及びB-III型に対し、周囲の廃棄物一層の場合と二層の場合について求める。

計算に用いる遮蔽スラブの隙間は、コンクリート打ち増しの場合、1cm、2cm、3cmとし、薄い遮蔽スラブを追加する場合、0.3cmとする。

遮蔽スラブの隙間が2cmの場合を例に、各々のリングの内径と外径の算出結果を図2に示す。

## (3) 遮蔽スラブの隙間について

コンクリートブロックB-I型の上部に載っている遮蔽スラブの隙間のデータをまとめたものを図3に、これをブロック型廃棄物パッケージに対する4方向に展開し、一層目の平均隙間を求めたものを図4に、二層目の平均隙間を求めたものを図5に示す。

また、コンクリートブロックB-Ⅲ型の上部に載っている遮蔽スラブの隙間のデータをまとめたものを図6に、これをブロック型廃棄物パッケージに対する4方向に展開し、一層目の平均隙間を求めたものを図7に、二層目の平均隙間を求めたものを図8に示す。

なお、コンクリート打ち増しと薄い遮蔽スラブの追加設置が混在することになるが、薄い遮蔽スラブ設置の場合の隙間3mmは、コンクリート打ち増しの場合の隙間8mmに相当すると別途評価しており、データ整理においてはコンクリート打ち増しの条件に統一することとし、薄い遮蔽スラブの追加設置の隙間については、3mmではなく8mmを用いた。

#### (4) 隙間の無いモデルでの計算結果に対する隙間の有るモデルでの計算結果の比

DOTによるRZ体系での計算に用いる遮蔽スラブの隙間を、コンクリート打ち増しの場合、1cm、2cm、3cmとし、薄い遮蔽スラブを追加する場合、0.3cmとして、隙間の無いモデルでの計算結果に対する隙間の有るモデルでの計算結果の比を求めた。

ブロック型廃棄物パッケージB-I型の場合の比を表1に、ブロック型廃棄物パッケージB-Ⅲ型の場合の比を表2に示す。

#### (5) 遮蔽スラブの隙間と線量の比の関係について

遮蔽スラブの隙間及び廃棄物からの線量は、ブロック型廃棄物パッケージの配置（上下2個で一つの配置）で異なるため、この比を位置毎に求め乗じる。

図4、図5、図7及び図8の遮蔽スラブの隙間（平均隙間）について、10mm未満を白、10mm以上20mm未満を青、20mm以上30mm未満を橙、30mm以上を赤で示した。

白は隙間1cmの比を、青は隙間2cmの比を、橙及び赤は3cmの比を用いる。

ここで、大きな隙間である赤については、コンクリート打ち増し時の枠を設置する際、この隙間を埋めることになり、結果、隙間が狭くなるのでこれを考慮し橙と同じにした。また、一層目の比を用いる場所の遮蔽スラブについては、大きめの隙間を埋めることとしており、一層目の比については青であっても白の比と同じにした（図10の紫枠部参照）。

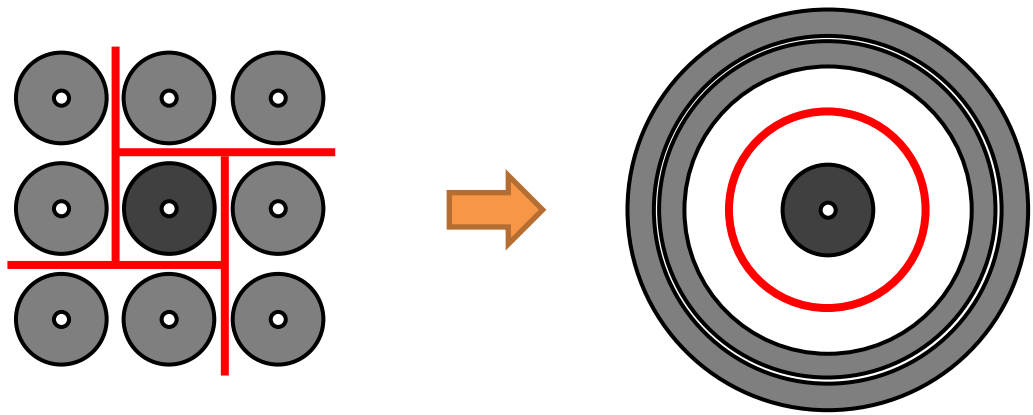
なお、一層目の値を用いる位置を除き、一層目と二層目の隙間を比較し、大きい方の値を採用することとした。

#### (6) 計算結果について

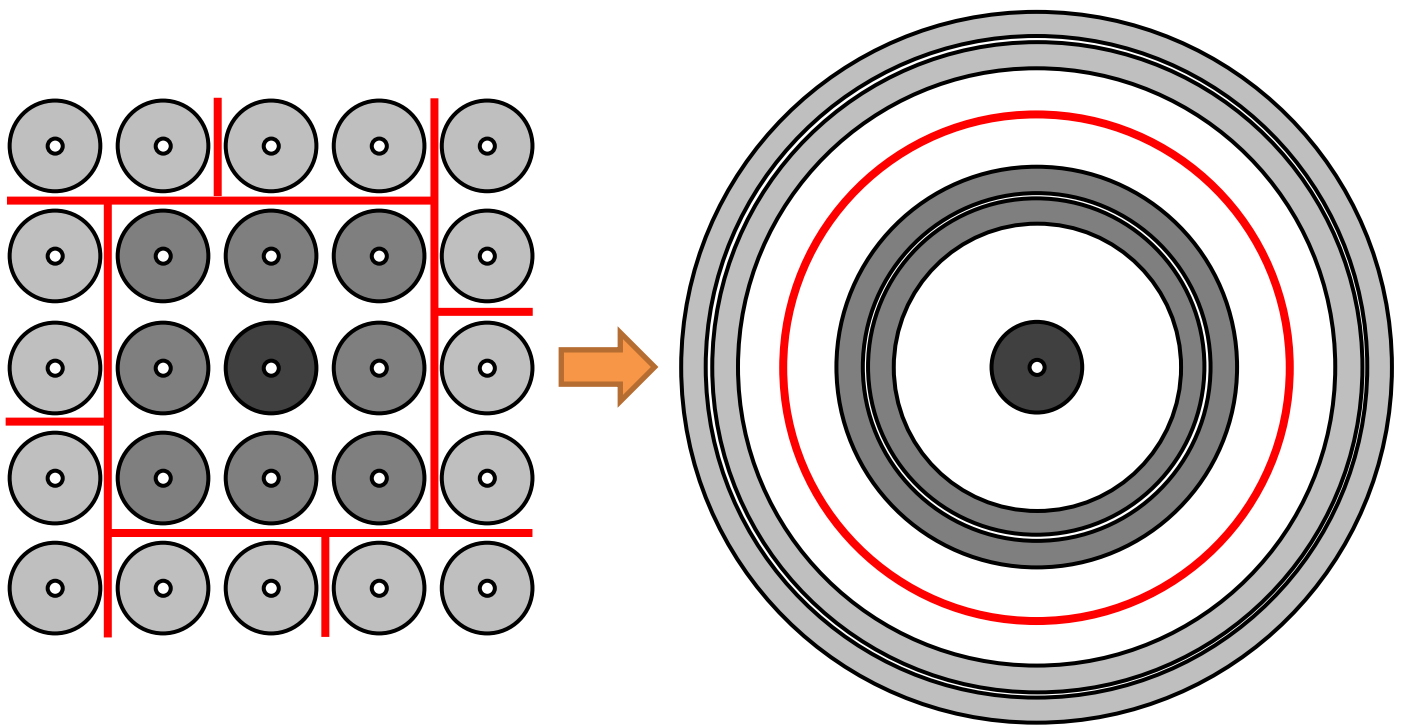
遮蔽スラブの隙間を考慮しない被ばく評価結果（申請書の図19と同じ）を図9に、一層目と二層目の隙間を比較した結果の、各位置での遮蔽スラブの隙間をまとめたものを図10に、隙間無しの被ばく線量に乗じる比をまとめたものを図11に、隙間無しの被ばく線量に比を乗じた結果得られた、遮蔽スラブの隙間を考慮した被ばく評価結果を図12に示す。

遮蔽スラブの隙間を考慮しない被ばく評価の結果は $19 \mu\text{Sv/y}$ であるが、今回の計算の結果、遮蔽スラブの隙間を考慮した被ばく評価の結果は $20 \mu\text{Sv/y}$ であり、その増分はわずかであることから、遮蔽スラブの隙間の有無の考慮の影響は小さい。

以上



対象とするブロック型廃棄物パッケージと周囲の廃棄体一層の場合



対象とするブロック型廃棄物パッケージと周囲の廃棄体二層の場合

実際の近似

モデル

図1 遮蔽スラブの隙間のモデル化

隙間幅 2 cm

		直径	半径	対面間	中間点	隙間幅	最短点	隙間内径		隙間外径	算出	隙間内辺長	隙間外辺長	隙間内辺面積	隙間外辺面積	周隙間面積	総隙間面積
								$r_{gi}$	$r_{go}$								
I型	一層	130.00	65.00	30.00	15.00	2.00	1.00	79.00	84.10	84.060		160.00	164.00	25600.00	26896.00	1296.00	2592.00
	二層	130.00	65.00	30.00	15.00	2.00	1.00	305.30	308.65	308.632		480.00	484.00	230400.00	234256.00	3856.00	6426.67
	周隙間数	他隙間数		$A_g/\pi$	$(r_{gi})^2$	$(r_{go})^2$											
	4	4	2.000	825.06	6241.00	7066.06	12.50	52.50						65.00	15.00	1.00	79.00
	12	8	1.667	2045.67	93208.09	95253.76	12.50	52.50	161.00	31.15	1.50	1.50	31.15	291.30	15.00	1.00	305.30
III型	一層	106.00	53.00	40.00	20.00	2.00	1.00	72.00	77.10	77.057		146.00	150.00	21316.00	22500.00	1184.00	2368.00
	二層	106.00	53.00	40.00	20.00	2.00	1.00	264.40	267.95	267.908		438.00	442.00	191844.00	195364.00	3520.00	5866.67
	周隙間数	他隙間数		$A_g/\pi$	$(r_{gi})^2$	$(r_{go})^2$											
	4	4	2	753.76	5184.00	5937.76	12.50	40.50						53.00	20.00	1.00	72.00
	12	8	1.67	1867.42	69907.36	71774.78	12.50	40.50	141.30	24.05	1.50	1.50	24.05	245.40	20.00	1.00	264.40

図2 遮蔽スラブの隙間が2cmの場合の各々のリングの内径と外径の算出結果









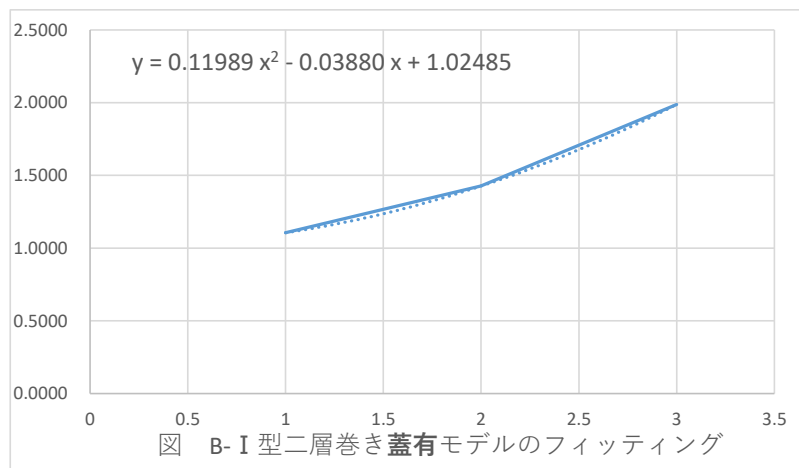






表1 隙間有り無しでの線量の比(B-I型)

RZモデル		隙間有り無しでの線量の比(有り/無し)									備考
		打増(20cm蓋有)			貫通(20cm蓋無)						
隙間径幅(集計実幅) cm		1	2	3	0.3	0.5	1	1.5	2	3	
環状幅(RZ体系上の評価幅) cm		2.55	5.1	7.6	0.8	1.3					
B-I型 ①一層巻	D地点 平均	1.0083	—	1.0731		—	—	—	—	—	—
	170cm位置 最大	<b>1.0085</b>	—	1.0745		—	—	—	—	—	—
	E地点 平均	1.0081	—	1.0696		—	—	—	—	—	—
	800cm位置 最大	1.0082	—	1.0713		—	—	—	—	—	—
二層目の環状幅 cm		1.7	3.35	5.05	0.5	0.85					備考
B-I型 ②二層巻	D地点 平均	1.1052	1.4228	1.9780	1.0482	1.1252	—	—	—	—	—
	170cm位置 最大	1.1059	1.4268	1.9875	1.0489	1.1274	—	—	—	—	—
	E地点 平均	1.1068	1.4312	1.9979	1.0497	1.1299	—	—	—	—	—
	800cm位置 最大	<b>1.1069</b>	<b>1.4316</b>	<b>1.9989</b>	<b>1.0497</b>	1.1302	—	—	—	—	—

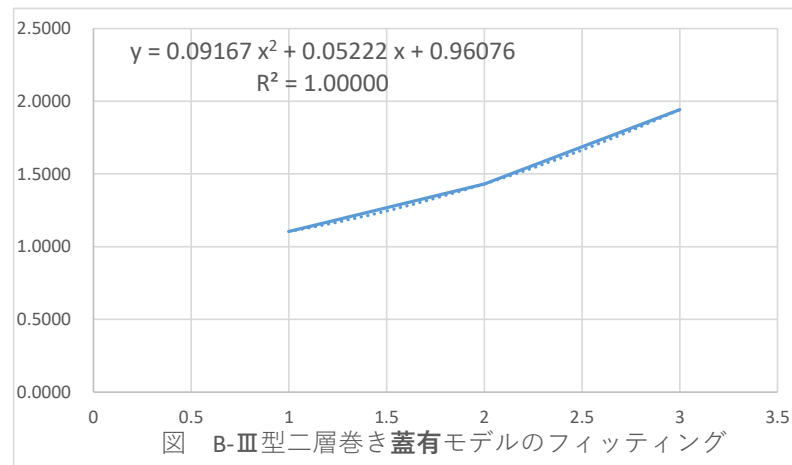


蓋有モデル

隙間幅(cm)	減衰率	
3	1.988	計算済み
2	1.427	計算済み
1	1.106	計算済み
<b>0.65</b>	<b>1.050</b>	
0.5	1.036	
0.3	1.024	
0.2	1.022	
0.1	1.022	

表2 隙間有り無しでの線量の比(B-III型)

RZモデル		隙間有り無しでの線量の比(有り/無し)										備考
		打増(20cm蓋有)			貫通(20cm蓋無)							
隙間径幅(集計実幅) cm		1	2	3	0.3	0.5	1	1.5	2	3		
環状幅(RZ体系上の評価幅) cm		2.55	5.1	7.6	0.8	1.3	2.55	3.85	5.1	7.6	3	
B-III型 ①一層巻	D地点 平均	1.0001	—	1.0109	1.0007	—	—	—	—	—	1.0084	
	170cm位置 最大	1.0001	—	1.0112	1.0008	—	—	—	—	—	1.0092	
	E地点 平均	1.0001	—	1.0103	1.0007	—	—	—	—	—	1.0080	
	800cm位置 最大	<b>1.0001</b>	—	1.0105	1.0007	—	—	—	—	—	1.0110	
二層目の環状幅 cm		1.8	3.55	5.3	0.55	0.9	1.8	2.65	3.55	5.3	3	備考
B-III型 ②二層巻	D地点 平均	1.1039	1.4285	1.9329	1.0563	1.1330	1.4952	—	—	—	—	
	170cm位置 最大	1.1046	1.4319	1.9425	1.0571	1.1350	1.5039	—	—	—	—	
	E地点 平均	1.1032	1.4335	1.9422	1.0588	1.1399	1.5244	—	—	—	—	
	800cm位置 最大	<b>1.1046</b>	<b>1.4341</b>	<b>1.9440</b>	<b>1.0590</b>	1.1405	1.5252	—	—	—	—	



蓋有モデル

隙間幅(cm)	減衰率	
3	1.942	計算済み
2	1.432	計算済み
1	1.105	計算済み
<b>0.8</b>	<b>1.061</b>	
0.5	1.010	
0.3	0.985	
0.2	0.975	
0.1	0.967	



33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	a	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	b	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	c	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	d	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	e	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	f	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	g	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	h	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	i	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	j	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	k	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	l	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	m	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	n	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	o	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	p	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	q	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	r

①			②			小計 [ $\mu$ Sv/h]
線量 [ $\mu$ Sv/h/個]	数量 [個]	計 [ $\mu$ Sv/h]	線量 [ $\mu$ Sv/h/個]	数量 [個]	計 [ $\mu$ Sv/h]	
1.20E-05	26.4	3.16E-04	6.18E-07	0.0	0.00E+00	3.16E-04
1.14E-05	1.7	1.96E-05	5.97E-07	25.0	1.49E-05	3.45E-05
1.09E-05	1.8	1.92E-05	5.75E-07	25.8	1.48E-05	3.40E-05
1.04E-05	1.8	1.84E-05	5.53E-07	26.3	1.46E-05	3.29E-05
9.87E-06	1.7	1.64E-05	5.30E-07	24.2	1.28E-05	2.92E-05
9.33E-06	1.7	1.61E-05	5.06E-07	25.2	1.28E-05	2.89E-05
9.33E-06	1.6	1.47E-05	5.06E-07	22.6	1.14E-05	2.62E-05
8.79E-06	1.5	1.31E-05	4.82E-07	20.8	1.00E-05	2.31E-05
8.23E-06	1.5	1.26E-05	4.56E-07	21.5	9.82E-06	2.24E-05
8.23E-06	1.6	1.31E-05	4.56E-07	22.9	1.05E-05	2.36E-05
7.67E-06	1.7	1.27E-05	4.30E-07	24.1	1.04E-05	2.30E-05
7.67E-06	1.5	1.14E-05	4.30E-07	20.9	8.97E-06	2.04E-05
7.08E-06	1.6	1.15E-05	4.02E-07	23.5	9.42E-06	2.09E-05
7.08E-06	1.5	1.08E-05	4.02E-07	21.4	8.60E-06	1.94E-05
6.47E-06	1.5	9.73E-06	3.71E-07	21.1	7.83E-06	1.76E-05
6.47E-06	1.6	1.02E-05	3.71E-07	22.4	8.33E-06	1.85E-05
5.82E-06	1.6	9.16E-06	3.38E-07	25.9	8.77E-06	1.79E-05
5.82E-06	5.5	3.19E-05	3.38E-07	20.9	7.08E-06	3.90E-05
I型の合計[ $\mu$ Sv/h]						7.47E-04

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	a
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	b
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	c
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	d
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	e
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	f
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	g
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	h
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	i
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	j
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	k
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	l
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	m
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	n
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	o
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	p
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	q
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	r
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	s
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	t

①			②			小計 [ $\mu$ Sv/h]
線量 [ $\mu$ Sv/h/個]	数量 [個]	計 [ $\mu$ Sv/h]	線量 [ $\mu$ Sv/h/個]	数量 [個]	計 [ $\mu$ Sv/h]	
2.95E-05	1.8	5.23E-05	3.67E-07	25.4	9.34E-06	6.16E-05
2.75E-05	1.7	4.74E-05	3.44E-07	24.5	8.42E-06	5.58E-05
2.75E-05	1.7	4.63E-05	3.44E-07	23.7	8.16E-06	5.45E-05
2.75E-05	1.7	4.66E-05	3.44E-07	23.9	8.23E-06	5.48E-05
2.54E-05	1.6	4.09E-05	3.20E-07	22.2	7.11E-06	4.80E-05
2.54E-05	1.7	4.30E-05	3.20E-07	23.9	7.64E-06	5.06E-05
2.54E-05						

I 型

33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	9	6	2	5	18	19	10	6	3	7	8	4	5	7	8	8	5	5	12	18	9	a
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13	17	14	10	15	31	36	25	23	19	23	24	15	17	18	19	20	19	21	30	37	19	b
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13	13	15	14	14	19	32	38	28	24	21	23	25	17	19	21	20	20	19	21	30	37	19	c
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	15	17	18	17	14	19	29	33	23	16	17	18	15	17	17	20	17	16	16	21	22	26	13	d
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	15	23	25	14	13	18	25	27	20	12	12	13	14	15	15	14	17	14	15	20	22	22	10	e
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	14	23	24	14	12	15	19	17	16	11	11	12	14	17	15	13	16	13	15	18	29	30	15	f
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	14	16	15	15	12	13	16	13	10	8	10	14	14	17	16	16	14	13	15	20	27	29	17	g
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	12	13	12	12	12	11	11	9	8	11	18	17	15	16	15	15	16	19	21	20	13	h	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	12	12	11	11	9	8	10	13	18	19	15	14	15	16	19	16	16	17	20	12	i	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	12	10	11	9	10	9	10	13	18	17	16	14	16	20	21	17	15	16	19	11	j	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	9	11	11	10	12	16	15	15	14	20	21	20	21	17	17	18	11	k	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	13	14	10	10	11	14	11	14	13	15	16	16	20	29	26	19	19	15	15	9	l	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	14	13	12	12	14	15	14	13	13	18	15	16	23	31	27	18	18	15	14	7	m	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	13	11	13	14	19	20	15	13	13	17	14	15	20	25	19	21	14	14	11	7	n
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	13	11	12	14	18	20	16	16	18	17	20	22	19	22	18	15	12	12	11	8	o
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11	12	14	17	17	22	21	21	17	20	21	17	14	15	12	10	7	p	
5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	9	11	12	14	15	22	22	21	18	18	18	14	13	14	11	10	7	q	
2	4	4	4	6	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	12	15	15	15	17	16	13	14	14	11	10	11	9	6	r

III 型

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	6	6	5	7	8	9	12	10	10	12	8	8	7	6	4	6	8	7	a
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	10	10	8	7	6	7	10	11	15	21	21	13	10	13	10	7	5	7	9	7	b
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	9	8	9	9	10	15	18	26	23	17	11	13	12	9	7	7	9	7	c
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	11	11	9	12	12	14	18	22	18	19	12	12	14	9	7	7	9	5	d
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	11	11	12	14	17	22	21	14	11	10	12	9	9	8	7	3	e	
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	10	9	9	10	11	12	13	19	22	24	17	12	10	10	11	8	7	6	4	f
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	16	17	18	16	15	11	13	18	20	18	17	13	11	10	11	8	7	7	5	g
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	16	27	31	28	15	13	15	17	21	18	14	11	10	12	11	8	7	7	5	h
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	13	17	28	33	30	16	14	13	17	19	17	12	10	10	12	10	6	7	6	4	i
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	14	18	18	21	18	17	12	13	15	12	13	13	11	10	8	8	7	7	8	4	j
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	15	19	15	15	16	15	13	13	11	8	8	9	8	6	7	6	6	8	5	k
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	11	14	15	15	15	16	16	16	14	13	10	8	11	8	8	7	6	7	6	3	l
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	11	13	13	14	16	17	18	18	18	14	9	8	10	9	10	10	6	7	5	3	m
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	14	13	14	15	18	19	22	24	15	10	8	9	8	9	10	6	7	6	4	n
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	12	14	13	13	16	19	21	24	26	15	12	8	8	8	7	7	6	6	6	4	o
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	12	16	12	13	17	19	20	20	23	17	11	8	7	7	6	6	5	5	4	2	p
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	12	14	13	14	17	19	20	21	20	18	12	7	6	6	5	4	4	4	4	2	q
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	13	14	18	19	21	19	18	17	12	7	5	4	4	4	4	5	7	3	r
8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	13	17	17	19	18	18	16	7	4	4	2	3	4	5	6	8	4	s	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	7	6	7	9	10	8	4	2	1	1	1	3	3	3	5	2	t

図10 一層目と二層目の隙間を比較して採用した値



