

2020年5月1日提出版

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第四条 地震による損傷の防止  
(3号廃棄物埋設施設)

2020年5月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第四条及びその解釈 .....	1
2. 廃棄物埋設施の安全機能について .....	2
3. 設計対象設備 .....	2
4. 許可基準規則への適合のための設計方針 .....	3
5. 許可基準規則への適合性説明 .....	3
(1) 耐震重要度の設定 .....	3
(2) その他の事象の評価 .....	5
(3) 埋設設備の耐震設計 .....	5
6. 参考文献 .....	6

添付資料 1 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価

参考資料 1 地震による廃棄体の損傷を仮定した内部被ばく線量評価

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第四条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(地震による損傷の防止) 第四条 安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
第4条 (地震による損傷の防止) 1 第1項に規定する「地震力に十分耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることをいう。この場合、上記の「弾性範囲の設計」とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ることをいう。 2 第2項に規定する「地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、地震により発生するおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）をいう。安全機能を有する施設は、耐震重要度に応じて、以下に掲げるクラスに分類するものとする。 一 Bクラス 自ら放射性物質を内蔵している施設若しくは当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設又は地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その破損により公衆に与える放射線の影響が事業規則第1条の2第2項第9号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものでないものをいう。 二 Cクラス 安全機能を有する施設のうち、Bクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。 3 第1項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、安全機能を有する施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。 一 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。 二 廃棄物埋設地と廃棄物埋設地の附属施設のうち建物・構築物については、常時作用している荷重及び操業中に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。 三 廃棄物埋設地の附属施設のうち機器・配管系については、操業中の荷重と静的地震力を組み

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。  
 4 第2項に規定する「地震力」の算定に当たっては、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（以下「実用炉設置許可基準解釈」という。）別記2第4条第4項の方法を準用すること。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能」（以下「漏出防止機能」という。）、「移行抑制機能<sup>\*1</sup>」、「遮蔽機能」とし、その機能の維持期間及び考え方を第1表にまとめる。

第1表 ピット処分における安全機能

安全機能	廃止措置の開始前		廃止措置の開始後
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了まで	覆土完了から廃止措置の開始まで	
放射性物質の漏出を防止する機能	○	-	-
移行抑制機能	-	○	△
遮蔽機能	○	○	△

○：安全機能を維持する  
 △：必要な安全機能を期待できるように設計する  
 -：考慮しない

\*1：本資料では、放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能を「移行抑制機能」という。

ここで、廃棄物埋設施設のうち安全機能を有する設備は、埋設設備、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層及び覆土である。

3. 設計対象設備

許可基準規則第四条の設計対象は、耐震強度を要する3号埋設設備の外周仕切設備、内部仕切設備及び覆いとする。

なお、1号埋設設備7,8群は、漏出防止対策の追加であり、力学的構造の変更はないことから設計対象とはしない。

覆土は、地震による損傷として液状化が想定されるが、液状化し難い材料を用いて適切な管理方法で施工することにより、液状化抵抗性のある設計とする。

ポーラスコンクリート層は、埋設設備に一体となるよう設置し、耐震性を確保する設計とする。

#### 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

埋設設備は、地震の発生によって発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、埋設設備の耐震重要度に応じ、地震力に十分耐えることができるよう耐震設計を行う。

#### 5. 許可基準規則への適合性説明

許可基準規則第四条（地震による損傷の防止）への適合性について確認した結果を以下にまとめる。

##### (1) 耐震重要度の設定

###### (i) 耐震重要度の設定の方針

耐震重要度は、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「許可基準規則解釈」という。）に基づき、安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて設定する。

ここでは、地震により埋設設備が損傷し、埋設設備が有する安全機能である遮蔽機能及び漏出防止機能が喪失する際に想定される事象について、公衆の放射線被ばくの程度を評価する。

埋設設備は、遮蔽機能及び漏出防止機能が1基ごとに独立していること及び覆土完了後については、遮蔽機能及び漏出防止機能を期待するものではないことから、埋設設備1基ごとに覆土前の状態で評価を行う。また、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。

ここで、安全機能の喪失を想定するため、遮蔽機能及び漏出防止機能を有する全ての設備を設置した状態から、これらの機能が喪失した状態で評価する。

###### (ii) 安全機能喪失時に想定される事象

地震により埋設設備が損傷し、安全機能が喪失する際に想定される事象は以下のとおり。想定事象の概念図を第1図に示す。

###### a. 外部への放射線の放出

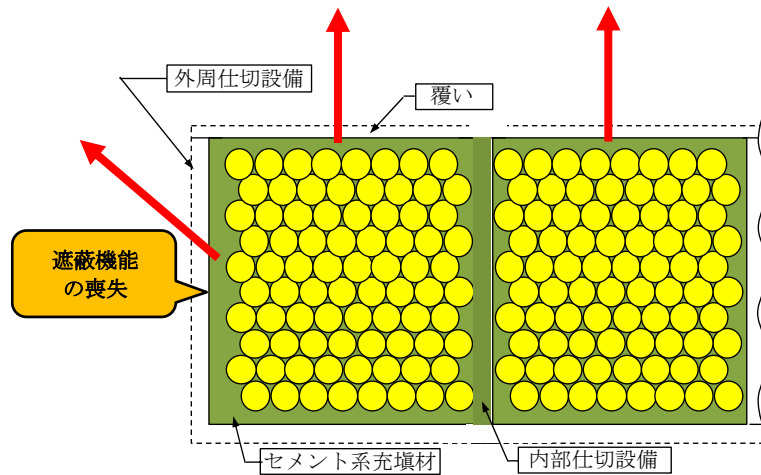
地震により埋設設備外周部の外周仕切設備及び覆いが損傷し、遮蔽機能が喪失することによる、外部への放射線の放出を想定する。

###### b. 外部への放射性物質の漏えい

地震により埋設設備外周部の外周仕切設備及び覆いが損傷し、漏出防止機能が喪失することによる、外部への放射性物質の漏えいを想定する。

ここで、本施設で取り扱う廃棄物は、実用発電用原子炉の運転及び本施設の操業に伴って付随的に発生する固体状の放射性廃棄物をセメント系充填材で容器に固型化しており、その容器が損傷しない限り、放射性物質が漏えいすることはない。また、廃棄物を定置した埋設設備の区画内は、有害な空隙が残らないようにセメント系充填材を充填し固型化していることから、地震によって、埋設設備内の廃棄物容器が損傷に至ることは想定し難い。仮に廃棄物容器が損傷したとしても、放射性廃棄物はセメント系充填材で固型化していること、廃棄物容器の周囲がセメント系充填材に覆われていることにより、放射性物質の飛散は抑えられと想定されることから、放射性物質の飛散による漏えいは考慮しない。

なお、地震により廃棄物容器が損傷し、廃棄物に含まれる放射性物質が飛散することを仮定した際の公衆への影響の評価について、参考資料1に示す。



第1図 想定事象の概念図

(iii) 耐震重要度設定における被ばく評価

a. 外部への放射線の放出

地震により遮蔽機能が喪失した際の、放射線による公衆の外部被ばくを評価する。

(a) 外部被ばく評価に用いる線源の設定

埋設設備に定置した廃棄体を線源とし、廃棄体がセメント系充填材により固型化された状態を考慮する。線量の計算は廃棄体の表面線量当量率に基づき行い、埋設設備の最上段には 0.3mSv/h、最上段以外には 2mSv/h の廃棄体が定置された状態とする。ここで、最上段以外の廃棄体の表面線量当量率は、埋設設備 1 基当たりの放射エネルギーを総放射エネルギーの 1/8 倍とし、その全てがガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多い Co-60 の放射エネルギーであるとして算出した。最上段以外の廃棄体の表面線量当量率の設定について添付資料 1 に示す。

また、廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで、廃棄物埋設施設の予定埋設数量を参考とし、覆い完了からの期間が Co-60 の半減期である約 5 年以上となる埋設設備については、廃棄体に含まれる放射性物質の減衰を考慮する。

(b) 評価条件の設定

公衆の外部被ばく線量は、線源の状態を考慮して、埋設設備の外周仕切設備及び覆いがある遮蔽機能が喪失することを仮定して評価する。埋設設備の遮蔽機能は、土嚢等の設置によって一時的な回復が可能であり、東北地方太平洋沖地震の復旧事例<sup>(1)</sup>から、主要な港湾や道路は 0.5 ヶ月程度で復旧すると想定し、重機等を確保することで 1 ヶ月で応急処置が可能であるとする。

なお、事象発生後より人手による施工も含め 2 ヶ月で応急処置が可能であると考えるところから、線量の評価期間を 2 ヶ月とする。

(c) 線量評価

線量は、線源と線量の計算地点の位置関係を考慮して設定したモデルを用い、計算コードによって計算する。外部被ばく線量評価の詳細を添付資料 1 に示す。

(iv) 公衆の放射線被ばくの程度

公衆の放射線被ばくの評価結果を第2表に示す。

第2表 公衆の放射線被ばくの評価結果

想定する事象		線量評価結果(mSv/y)
外部への放射線の放出	埋設設備1基*1	$1.6 \times 10^{-2}$
	廃棄物埋設地全体*2	$4.5 \times 10^{-2}$

\*1 各埋設設備の中で放射性物質の減衰なしで最大の線量となる埋設設備での評価結果

\*2 放射性物質の減衰を考慮した評価結果

地震により発生するおそれがある安全機能の喪失を想定し、公衆への影響を評価した結果、公衆の受ける線量は、「許可基準規則解釈」において規定されている周辺監視区域外における年間の線量限度である 1mSv に比べ十分に小さいものであることから、耐震重要度分類は C クラスとする。

(2) その他の事象の評価

(i) 津波の影響について

埋設設備は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見を踏まえ、影響が最も大きい津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置するため、津波が到達するおそれはない。詳細は「第五条 津波による損傷の防止」の適合性の説明において示す。

(ii) 埋設設備周辺斜面の崩壊について

廃棄物埋設地は段丘面上に位置するため、大きな自然斜面はない。

また、埋設設備は掘削を行い、N値50以上の鷹架層に設置するため、埋設設備の周辺には斜面が形成される。この周辺斜面は、第四紀層（火山灰層及び段丘堆積層）、盛土及び鷹架層で構成されている。第四紀層（火山灰層及び段丘堆積層）は、一部に礫（段丘堆積層の基底礫（径5cm～10cm））が認められるものの主に土砂からなる。盛土は主に段丘堆積層の砂及び火山灰層の粘土質火山灰の掘削土である。ここで、地震による影響を考慮すると、主として第四紀層及び盛土の崩壊が懸念される。

埋設設備から周辺斜面の法尻は、9m～16m 離れており、礫を含まない崩壊土砂が埋設設備と周辺斜面の間に崩壊する程度であると推定されることから、周辺斜面の崩壊による埋設設備の安全機能に影響はない。

(3) 埋設設備の耐震設計

耐震重要度がCクラスであることから、埋設設備の設計地震力は、一般産業施設の耐震設計に用いられる地震力に基づき定める。埋設設備の耐震設計は、静的設計法を基本とし、埋設設備に作用する静的地震力を水平震度0.2として、以下に示す指針に基づき設計する。

なお、具体的な指針の準拠箇所、荷重の算定方法、荷重の組合せ等の詳細な構造設計については、「第十条 廃棄物埋設地のうち第一号及び第三号」の適合性の説明において示す。

- (i) 「耐震設計に係る工認審査ガイド」(平成 29 年 11 月 15 日改正、原子力規制委員会)に記載されている指針で準拠する指針
  - ・「コンクリート標準示方書(構造性能照査編)」(2002 年制定(社)土木学会)
  - ・「道路橋示方書・同解説 I 共通編」(平成 14 年 3 月(社)日本道路協会)
  - ・「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」(平成 14 年 3 月(社)日本道路協会)
- (ii) 「耐震設計に係る工認審査ガイド」(平成 29 年 11 月 15 日改正、原子力規制委員会)に記載されていない指針で準拠する指針
  - ・「コンクリート標準示方書(設計編)」(2017 年制定(公社)土木学会)
  - ・「青森県建築基準法施行細則」

## 6. 参考文献

- (1) 中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会:東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集、平成 23 年 9 月 28 日、内閣府



耐震重要度設定における  
外部被ばく線量評価

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価の方針 .....	1
3. 評価条件の設定 .....	1
(1) 計算コード .....	1
(2) 物性値 .....	1
(3) 線量の計算地点 .....	2
(4) 評価対象とする埋設設備の設定 .....	2
(5) 評価を行うガンマ線 .....	3
4. スカイシャングamma線による線量の算出 .....	3

添付資料 1-1 線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定

添付資料 1-2 廃棄体の放射能濃度の設定について

添付資料 1-3 スカイシャイン線量率の計算方法について

添付資料 1-4 断面積ライブラリ DLC-23 について

添付資料 1-5 線源面積の設定

添付資料 1-6 線量への影響について

添付資料 1-7 線量評価結果

添付資料 1-8 計算コードの概要について

## 1. はじめに

耐震重要度設定における外部被ばく線量評価について説明する。

## 2. 耐震重要度設定における外部被ばく線量評価の方針

外部被ばく線量評価は、廃棄物埋設施設周辺で最大の被ばくを与える地点に居住する人を対象とし、評価を行う放射線は、廃棄体から放出されるガンマ線とする。

廃棄物埋設地の評価では、直接ガンマ線が周囲の地形により遮蔽されることから、スカイシャインガンマ線を対象とする。

また、耐震重要度設定における外部被ばく線量評価においては、遮蔽機能が喪失するものとし、埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で充填したものを線源として設定する。ここで、線源の設定においては、含まれる廃棄体の表面線量当量率、セメント系充填材による影響等を考慮する。

評価は埋設設備1基ごとに行い、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。また、線量の評価期間は2ヶ月とする。

なお、以下では、実効線量として評価している値は「線量」、実測が可能な値は「線量当量」と表記する。

## 3. 評価条件の設定

### (1) 計算コード

他施設等において使用実績が十分にあり、信頼性があるコードを用いることとし、スカイシャインガンマ線による線量の計算には一次元輸送計算コード（ANISN）及び一回散乱計算コード（G33-GP2R）を組み合わせたものを用いる。

### (2) 物性値

評価に用いる物性値は第1表に示すとおりとする。

第1表 評価に用いる物性値

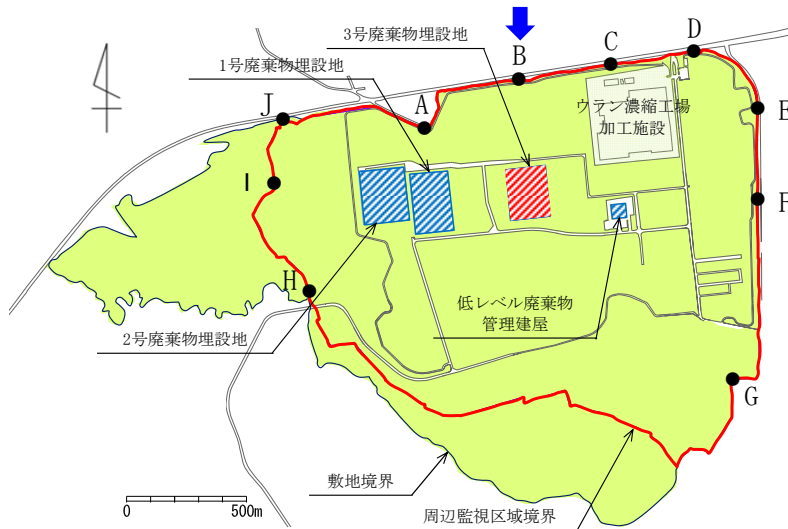
水 (密度 1,500kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	11.19	1.679×10 <sup>2</sup>
	O	88.81	1.332×10 <sup>3</sup>
充填材(モルタル) (密度 1,600kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.416	6.656×10 <sup>0</sup>
	O	50.74	8.118×10 <sup>2</sup>
	Mg	0.1150	1.840×10 <sup>0</sup>
	Al	0.4460	7.136×10 <sup>0</sup>
	Si	38.61	6.177×10 <sup>2</sup>
	S	0.07	1.120×10 <sup>0</sup>
	Ca	6.869	1.099×10 <sup>2</sup>
Fe	2.738	4.381×10 <sup>1</sup>	

第1表 評価に用いる物性値 (続き)

空気 (密度 1.205kg/m <sup>3</sup> )	元素	組成比(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
	H	0.001000	1.205×10 <sup>-5</sup>
	C	0.01255	1.513×10 <sup>-4</sup>
	N	75.47	9.093×10 <sup>-1</sup>
	O	23.23	2.799×10 <sup>-1</sup>

(3) 線量の計算地点

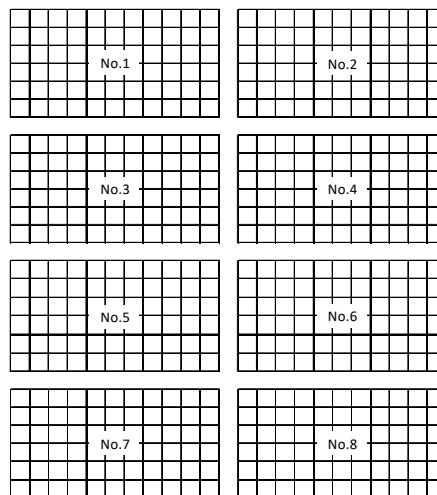
線量の計算地点は、3号廃棄物埋設地との距離が最短となる地点であるBとする。線量の計算地点を第1図に示す。



第1図 線量の計算地点

(4) 評価対象とする埋設設備の設定

第2図に示すように、3号廃棄物埋設地に設置する全ての埋設設備を対象とし、埋設設備1基ごとに評価する。

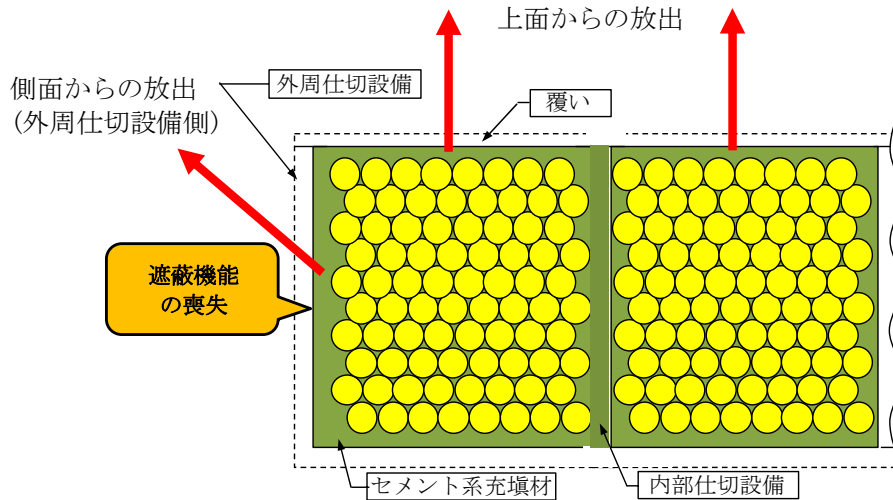


第2図 評価対象とする埋設設備

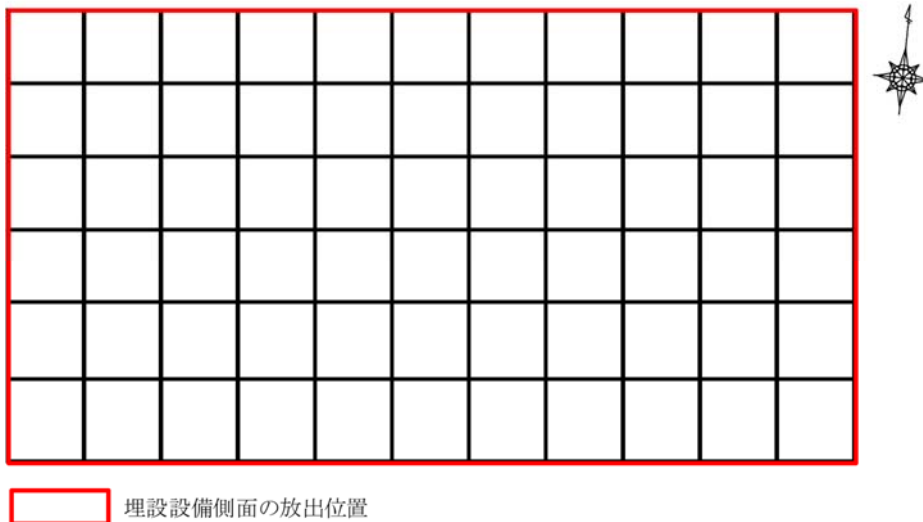
(5) 評価を行うガンマ線

遮蔽機能の喪失を想定し、第3図に示すように、埋設設備上面及び側面から放出されるスカイシャインガンマ線について評価する。

ここで、埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置は第4図のとおりである。



第3図 評価するスカイシャインガンマ線の放出位置



第4図 埋設設備側面から放出されるスカイシャインガンマ線の放出位置

4. スカイシャインガンマ線による線量の算出

スカイシャインガンマ線による線量の算出について、ここでは各埋設設備の中で最大の線量となるNo.2埋設設備での線量の算出を示す。

線源は埋設設備に定置した廃棄体をセメント系充填材で固化化したものとし、ガンマ線を放出する放射性物質は廃棄体に含まれる放射性物質のうち、ガンマ線のエネルギーが高く、初期の放射エネルギーが多いCo-60 (ガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率200%)で代表する。

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、最上段が 0.3mSv/h、最上段以外は 2mSv/h とする。ここで、最上段以外の廃棄体の表面線量当量率は、総放射エネルギーが全て Co-60 の放射エネルギーであるとして算出した場合の廃棄体の放射能濃度から、計算コードによって算出した。線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定を添付資料 1-1 に示す。

スカイシャイン線量の算出では、まず、代表区画位置（埋設設備の北西端の区画）からの放射能濃度が一様な状態での線量率を算出し、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響（添付資料 1-6 参照）を加味する。ここで、上面及び側面から放出される放射線について、セメント系充填材 20cm を考慮する。

放射能濃度が一様な状態での線量率は、単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率（添付資料 1-3 参照）に、最上段に定置する廃棄体の放射能濃度（添付資料 1-2 参照）及び 1 区画の線源面積（添付資料 1-5 参照）を乗ずることによって算出する。

1 区画からのスカイシャイン線量率の算出結果を第 2 表に示す。

第 2 表 1 区画からのスカイシャイン線量率

放出位置	放出方向	単位面積、単位放射能濃度 当たりのスカイシャイン 線量率 ( $(\mu\text{Sv/h}) / (\text{Bq}/\text{cm}^3) (\text{cm}^2)$ )	最上段に定置 する廃棄体の 放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{cm}^3$ )	1 区画の 線源面積 ( $\text{m}^2$ )	高さ方向に異なる 放射能濃度の廃棄 体を定置する影響 (-)	セメント系 充填材の影響 (-)	1 区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
側面	上面	$2.05 \times 10^{-12}$	$8.70 \times 10^2$	29.15	1.05	$1.16 \times 10^{-1}$	$6.33 \times 10^{-5}$		
	側面	北		$6.28 \times 10^{-12}$	27.03		6.1	$1.04 \times 10^{-3}$	
		東		$1.32 \times 10^{-12}$	28.05			$2.28 \times 10^{-4}$	
		南		$1.76 \times 10^{-13}$	27.03			$2.93 \times 10^{-5}$	
		西		$6.99 \times 10^{-13}$	28.05				$1.21 \times 10^{-4}$

上面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1 区画からのスカイシャイン線量率に、線量の評価期間 2 ヶ月（1,460 時間）及び区画数を乗じて算出する。

側面から放出されるスカイシャイン線の線量は、1 区画からのスカイシャイン線量率に、放出される放射線の放出角が周囲の地形等によって制限される影響（添付資料 1-6 参照）、線量の評価期間 2 ヶ月（1,460 時間）及び区画数を乗じて算出する。ここで、区画数について、側面からの放出については、北面及び南面について 11 区画、東面及び西面について 6 区画となる。

埋設設備から放出されるスカイシャイン線の線量は、上面及び側面から放出されるスカイシャイン線の線量を合計して算出する。

外部被ばく線量評価結果を第 3 表に示す。また、同様の方法により算出した各埋設設備の線量評価結果を添付資料 1-7 に示す。

第3表 外部被ばく線量評価結果

放出位置	放出方向	1区画からの スカイシャイン線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	廃棄物埋設地の 地形等の影響 (-)	線量の 評価期間 (h)	区画数	線量 ( $\mu\text{Sv}$ )
	上面	$6.33 \times 10^{-5}$	-	1,460	66	6.1
側面	北	$1.04 \times 10^{-3}$	$4.00 \times 10^{-1}$		11	6.7
	東	$2.28 \times 10^{-4}$	$9.17 \times 10^{-1}$		6	1.8
	南	$2.93 \times 10^{-5}$	1		11	0.5
	西	$1.21 \times 10^{-4}$	$6.79 \times 10^{-1}$		6	0.7
	合計					15.8

## 線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率の設定

線源に含まれる廃棄体の表面線量当量率は、総放射エネルギーが全て Co-60 の放射エネルギーであるとして算出した場合の廃棄体の放射能濃度から、計算コードによって算出する。

## 1. 埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー及び廃棄体の放射能濃度

3 号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備の基数 (8 基) から、埋設設備 1 基当たりの放射エネルギーを算出すると、第 1 表に示すとおりとなる。

第 1 表 3 号埋設設備の総放射エネルギーと埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー

核種	3 号埋設設備 総放射エネルギー (Bq)	埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー (Bq) 【総放射エネルギー×1/8】
H-3	$1.50 \times 10^{13}$	$1.88 \times 10^{12}$
C-14	$2.00 \times 10^{12}$	$2.50 \times 10^{11}$
Co-60	$1.50 \times 10^{14}$	$1.88 \times 10^{13}$
Ni-59	$5.00 \times 10^{10}$	$6.25 \times 10^9$
Ni-63	$5.50 \times 10^{12}$	$6.88 \times 10^{11}$
Sr-90	$6.70 \times 10^{11}$	$8.38 \times 10^{10}$
Nb-94	$8.10 \times 10^9$	$1.01 \times 10^9$
Tc-99	$7.40 \times 10^7$	$9.25 \times 10^6$
I-129	$8.30 \times 10^6$	$1.04 \times 10^6$
Cs-137	$7.30 \times 10^{11}$	$9.13 \times 10^{10}$
$\alpha$	$2.30 \times 10^{11}$	$2.88 \times 10^{10}$
合計	$1.74 \times 10^{14}$	$2.18 \times 10^{13}$

埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー ( $2.18 \times 10^{13}$  Bq) が全て Co-60 の放射エネルギーであると仮定すると、廃棄体の放射能濃度は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} &= \frac{\text{埋設設備 1 基当たりの放射エネルギー (Bq)}}{\text{埋設設備 1 基当たりの廃棄体本数 (本)} \times \text{廃棄体 1 本当たりの体積 (cm}^3\text{/本)}} \\
 &= \frac{2.18 \times 10^{13}}{26,400 \times 2 \times 10^5} \\
 &= 4.1 \times 10^3
 \end{aligned}$$



## 2. 廃棄体の表面線量当量率の設定

一次元輸送計算コード ANISN により、Co-60 の放射能濃度を  $4.1 \times 10^3 \text{Bq/cm}^3$  とした場合の線量当量率を算出すると、 $1.4 \text{mSv/h}$  となる。

そこで、廃棄体の表面線量当量率は  $2 \text{mSv/h}$  と設定する。

なお、最上段に定置する廃棄体の表面線量当量率は、 $0.3 \text{mSv/h}$  に制限することから、以下に示すとおり最上段以外に定置する廃棄体の表面線量当量率を  $2 \text{mSv/h}$  とすることは保守的な設定となる。

$$\frac{9 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times 2 \text{ mSv/h} + \frac{1 \text{ 段}}{10 \text{ 段}} \times 0.3 \text{ mSv/h} = 1.83 \text{ mSv/h}$$

第2表に耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率を示す。

第2表 耐震重要度設定における評価で設定する廃棄体の表面線量当量率

最上段	0.3mSv/h
最上段以外	2mSv/h

### 廃棄体の放射能濃度の設定について

廃棄体の放射能濃度は以下のとおり算出する。算出方法は、まず、放射能濃度を仮設定し、その放射能濃度から線量当量率を計算コードにより算出する。その後、廃棄体の表面線量当量率と計算コードにより算出した線量当量率の比を仮設定した放射能濃度に乗ずることによって廃棄体の放射能濃度を算出する。このとき、放射能濃度を安全側とするために、線量計算に使用する2種類の計算コード(QAD、ANISN)について整理を行い、放射能濃度が大きくなるANISNの線量当量率を用いる。

$$\text{廃棄体の放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} = \text{仮設定した放射能濃度 (Bq/cm}^3\text{)} \times \frac{\text{廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)}}{\text{計算コードにより算出した線量当量率 (mSv/h)}}$$

計算コードとしては、線量計算に用いるQAD又はANISNがあり、どちらも、放射能濃度から線量当量率を算出するものである。QADは、コードそのものが持つ保守性により、線量当量率を安全側(値が大きい側)に算出する。したがって、QADにより算出した線量当量率から放射能濃度を設定する場合、廃棄体の放射能濃度を小さく評価することになり、公衆の被ばく線量評価においては、非安全側の結果となる。

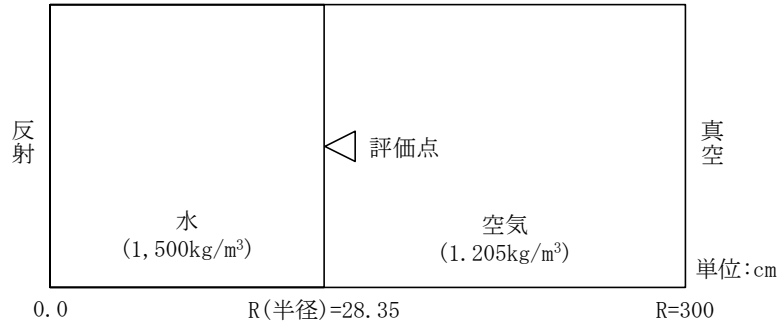
そのため、廃棄体の放射能濃度の設定ではANISNを用いる。ANISNは、一次元形状のみを取り扱うことができるコードであるため、無限形状としてモデル化を行うが、廃棄体の実形状と比較すると、線量当量率は大きな値となる。計算コードにより算出した線量当量率が大きな値となる場合、廃棄体の放射能濃度は小さくなるため、非安全側の結果となる。

そこで、3次元形状で廃棄体と無限円柱をモデル化し、QADを用いて線量当量率を算出し、両モデルでの線量当量率の比をANISNで算出した線量当量率に乗じて補正を行い、補正した線量当量率より放射能濃度を設定する。

#### 1. ANISNによる算出

ANISNの計算モデルは、廃棄体の径方向をモデル化した無限円柱形状とし、線源物質は水(密度1,500kg/m<sup>3</sup>)、ガンマ線を放出する放射性物質はCo-60とし、断面積ライブラリはDLC-23Fを用いた。計算モデルを第1図に示す。また、DLC-23Fを用いる妥当性を添付資料1-4に示す。

線源の放射能濃度を1Bq/cm<sup>3</sup>とした場合の線量当量率を算出した結果、3.50×10<sup>-4</sup>mSv/hとなる。

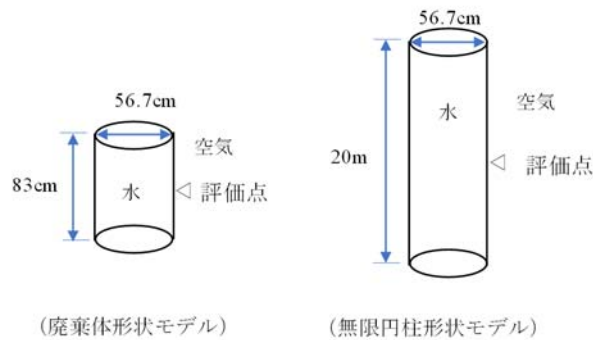


第1図 ANISN 計算モデル

## 2. QAD による補正

ANISN により算出した線量当量率は無限円柱形状モデルでの結果である。そこで、3次元形状のモデル化が可能な QAD により、廃棄体形状を考慮した高さ 83cm のモデルと無限円柱を模擬した高さ 20m のモデルによる線量当量率の比を求めて、ANISN で算出した線量当量率を補正する。

計算条件は、ANISN での計算と同様に線源物質を水（密度 1,500kg/m<sup>3</sup>）、ガンマ線を放出する放射性物質は Co-60 とした。計算モデルを第2図に示す。



第2図 QAD による計算モデル

QAD による両モデルの計算結果を第1表に示す。廃棄体形状モデルで算出した線量当量率と無限円柱形状モデルで算出した線量当量率の比は 0.989 となる。

第1表 廃棄体形状と無限円柱形状との比較結果

	①廃棄体形状	②無限円柱形状	比(①/②)
1Bq/cm <sup>3</sup> での線量当量率(mSv/h)	4.35×10 <sup>-4</sup>	4.40×10 <sup>-4</sup>	0.989

## 3. 廃棄体の放射能濃度の設定

廃棄体の放射能濃度の設定で用いる 1Bq/cm<sup>3</sup>での線量当量率は、ANISN で算出した 3.50×10<sup>-4</sup>mSv/h に QAD で求めた比である 0.989 を乗じて、3.46×10<sup>-4</sup>mSv/h とする。

この値を用いて、外部被ばく評価に用いる廃棄体の放射能濃度を求める。外部被ばく評価に用いる廃棄体の表面線量当量率 2mSv/h 及び 0.3mSv/h における放射能濃度は第2表に示すとおりとなる。

以上より、放射能濃度をより大きく算出できていると考えることから、外部被ばく線

量評価に用いる放射能濃度の設定として妥当である。

第2表 外部被ばく線量評価に用いる放射能濃度

廃棄体の表面線量当量率 (mSv/h)	2	0.3
表面線量当量率と等価な Co-60 の放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	$5.80 \times 10^3$	$8.70 \times 10^2$

## スカイシャイン線量率の計算方法について

一次元輸送計算コード ANISN とガンマ線一回散乱計算コード G33 による廃棄物埋設地からのスカイシャイン線量率の計算方法について説明する。

## 1. 計算方法

## (1) 計算コード及び断面積ライブラリ

スカイシャイン線量率の計算は、区画内廃棄体線源表面又は遮蔽体外側表面を結合点として、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。計算方法の概要は以下のとおり。

① ANISN により線源表面における単位放射能濃度当たりの角度別ガンマ線束を計算

② G33 により各線量の計算地点における単位放射能濃度及び単位面積当たりの線量率を計算

また、ANISN による角度別ガンマ線束の計算に用いる角度分点数と散乱成分のルジャンドル展開次数は、角度分点数 32 でルジャンドル展開次数 3 ( $P_3S_{32}$ ) とする。

ANISN での断面積ライブラリは DLC-23F を用いている。DLC-23F を用いる妥当性を添付資料 1-4 に示す。

## (2) 計算モデル

計算は、ANISN と G33 を組み合わせて実施する。

## (i) ANISN

区画内の廃棄体線源表面におけるガンマ線の角度束を、ANISN により計算するに当たっては、線源体が矩形で均一な拡がりをもっていることから、線源形状を無限平板とし、線源厚さは上面方向と側面方向を共通に取り扱うため、線源となる埋設設備 1 区画の最大寸法である 548cm (3 号埋設設備の南北方向長さ) とする。角度別ガンマ線束の計算モデルを第 1 図に示す。

ここで、側面方向についても、放出面を無限平板として、計算を実施する。

なお、均一な線源として設定していることから、上面方向と側面方向と異なるものの、上面と側面の角度束分布は等しくなる。

また、側面を放出面とした場合、放射能濃度の分布が不均一となるが、ガンマ線束の強度は放射能濃度に比例することから、ガンマ線束の分布は、放射能濃度によらず同じ割合となる。



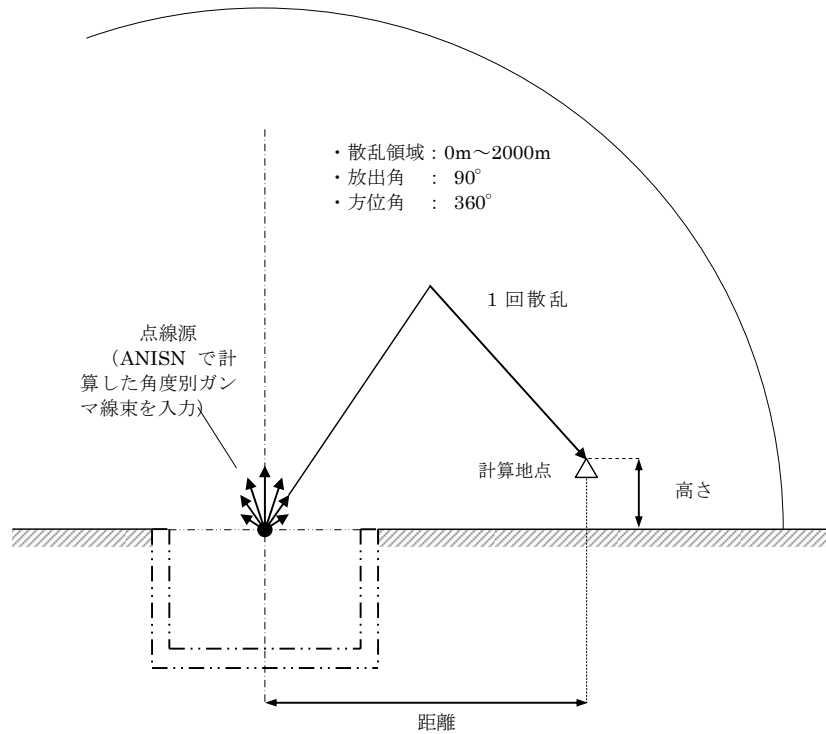
第 1 図 ANISN による角度別ガンマ線束の計算モデル

(ii) G33

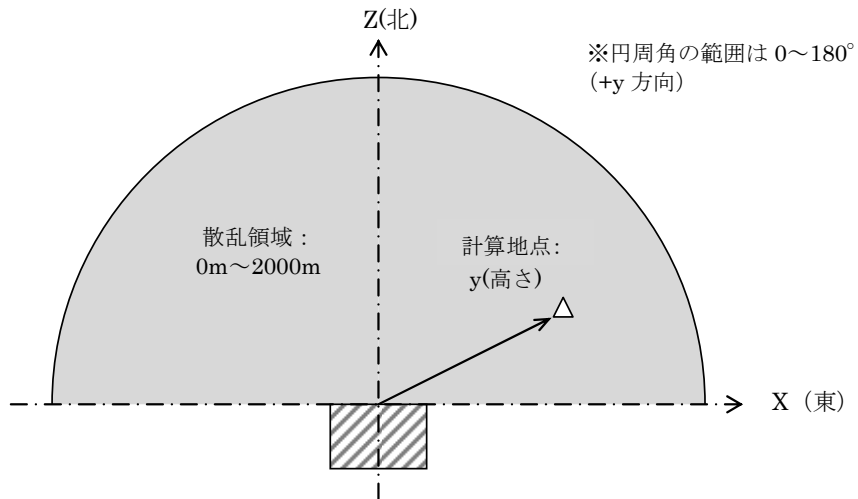
区画上面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを第2図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画上面の中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの半球とする。

区画側面から大気中に放出されるガンマ線によるスカイシャイン線量の計算モデルを、第3図に示す。ANISN で求めた角度別のガンマ線束を放出する点線源を各区画側面の上辺中央に置き、ガンマ線の放出角は $90^\circ$ 、空気の散乱領域は半径2,000mの1/4球とする。

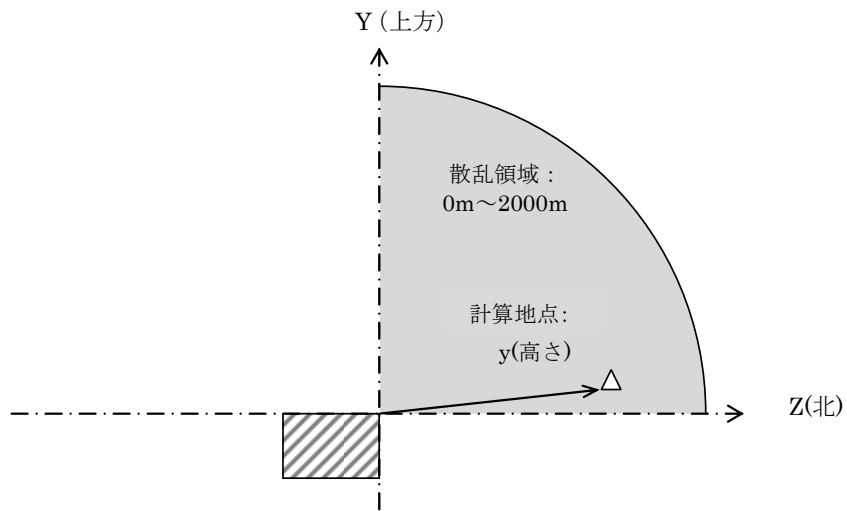
線量の計算地点の水平座標（線源を原点とし、区画側面と直交する座標系）は、線源位置を区画の上面中央とし、線量の計算地点の方向を考慮して計算した値を1m単位で切り捨てた値とする。線源の標高は、埋設設備群ごとの底面の標高に区画の高さ（区画全高－セメント系充填材厚さ－ポーラスコンクリート層厚さ－天板厚さ）を加えた値とする。



第2図 G33による1回散乱線の計算モデル（上面放出）



【平面図】



【側面図】

第3図 G33による1回散乱線の計算モデル（北側面放出の場合）

## 2. 計算結果

1. の計算方法により、各埋設設備からの単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率を算出すると第1表に示すとおりとなる。

第1表 単位面積、単位放射能濃度当たりのスカイシャイン線量率((Sv/h)/(Bq/cm<sup>3</sup>)(cm<sup>2</sup>))

埋設設備	上面	北面	東面	南面	西面
No. 1	$1.78 \times 10^{-12}$	$5.83 \times 10^{-12}$	$1.81 \times 10^{-12}$	$1.51 \times 10^{-13}$	$4.02 \times 10^{-13}$
No. 2	$2.05 \times 10^{-12}$	$6.28 \times 10^{-12}$	$1.32 \times 10^{-12}$	$1.76 \times 10^{-13}$	$6.99 \times 10^{-13}$
No. 3	$1.06 \times 10^{-12}$	$3.84 \times 10^{-12}$	$1.05 \times 10^{-12}$	$7.49 \times 10^{-14}$	$2.40 \times 10^{-13}$
No. 4	$1.20 \times 10^{-12}$	$3.99 \times 10^{-12}$	$7.54 \times 10^{-13}$	$8.52 \times 10^{-14}$	$4.10 \times 10^{-13}$
No. 5	$6.55 \times 10^{-13}$	$2.33 \times 10^{-12}$	$6.21 \times 10^{-13}$	$3.78 \times 10^{-14}$	$1.47 \times 10^{-13}$
No. 6	$7.25 \times 10^{-13}$	$2.63 \times 10^{-12}$	$4.47 \times 10^{-13}$	$4.24 \times 10^{-14}$	$2.49 \times 10^{-13}$
No. 7	$4.03 \times 10^{-13}$	$1.50 \times 10^{-12}$	$3.75 \times 10^{-13}$	$1.89 \times 10^{-14}$	$9.08 \times 10^{-14}$
No. 8	$4.41 \times 10^{-13}$	$1.76 \times 10^{-12}$	$2.69 \times 10^{-13}$	$2.10 \times 10^{-14}$	$1.52 \times 10^{-13}$

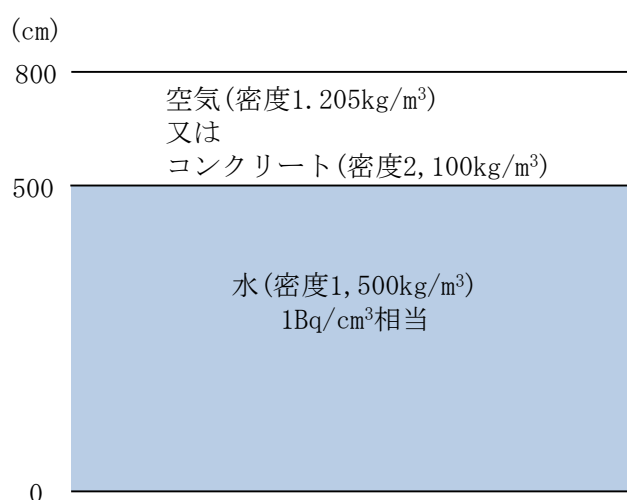


## 断面積ライブラリ DLC-23 について

断面積ライブラリ DLC-23 については、断面積ライブラリによる遮蔽評価結果への影響比較（平成 29 年 12 月 18 日 原子力規制庁 核燃料廃棄物研究部門 第 29 回技術情報検討会資料）により非保守的な計算結果が得られる可能性が指摘されている。そのため、今回の線量計算において、DLC-23 を使用することの妥当性について説明する。

## 1. 評価方法

スカイシャインガンマ線の評価と同様のモデルを設定し、ANISN (DLC-23) とモンテカルロ輸送計算コード(MCNP)で算出した線量率を比較した。線源を水（密度  $1,500\text{kg/m}^3$ ）とし、媒体を空気（密度  $1.205\text{kg/m}^3$ ）とコンクリート（密度  $2,100\text{kg/m}^3$ ）として、線量率分布を算出した。評価モデルを第 1 図に示す。

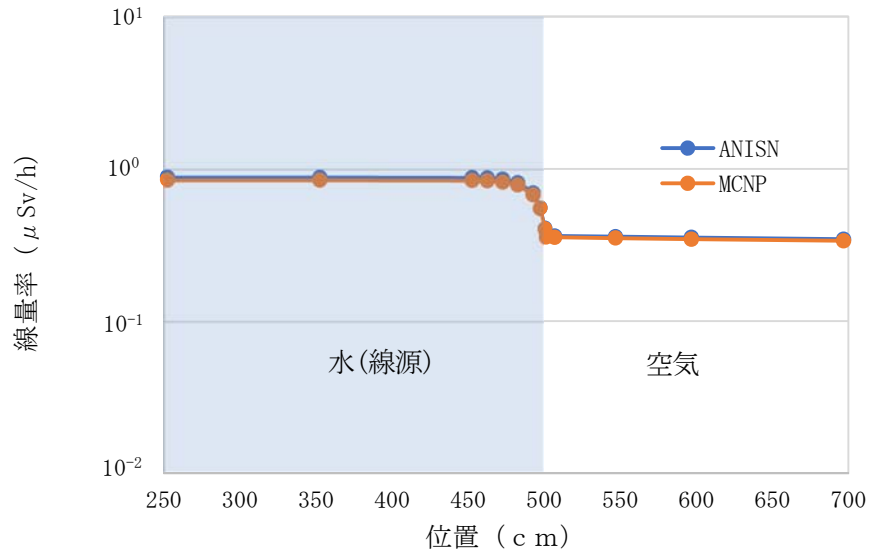


第 1 図 ANISN(DLC-23) と MCNP の比較計算モデル

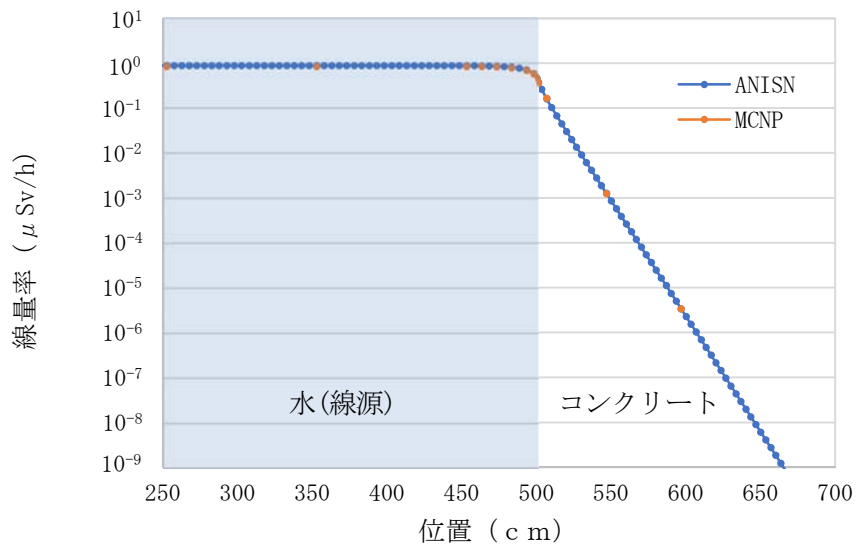
## 2. 評価結果

評価結果を第 2 図及び第 3 図に示す。

線量率分布について、ANISN (DLC-23) と MCNP を比較した結果、差異は、最大で空気の場合で約 5%、コンクリートの場合約 4%であり、DLC-23 を使用することは妥当であると評価する。



第2図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+空気)



第3図 ANISN と MCNP の線量率分布 (線源+コンクリート)

線源面積の設定

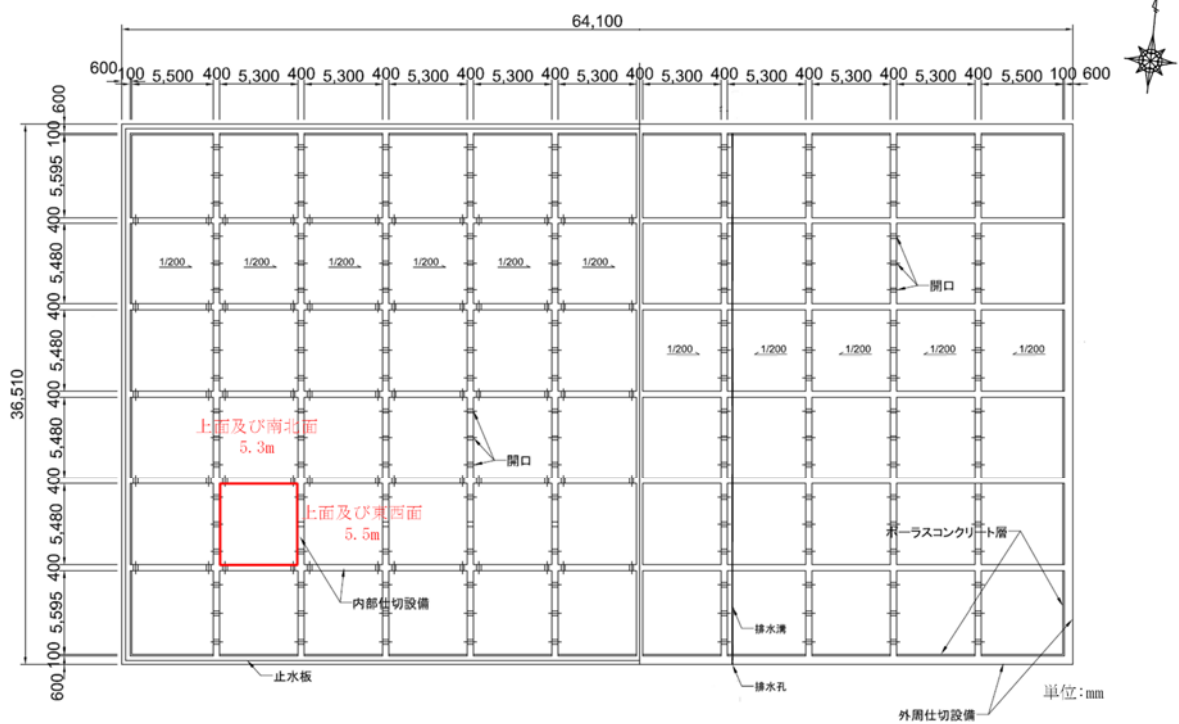
外部被ばく線量評価での線源面積は第1表のとおり設定する。

線源面積の設定に用いる3号埋設設備の構造図を第1図に示す。

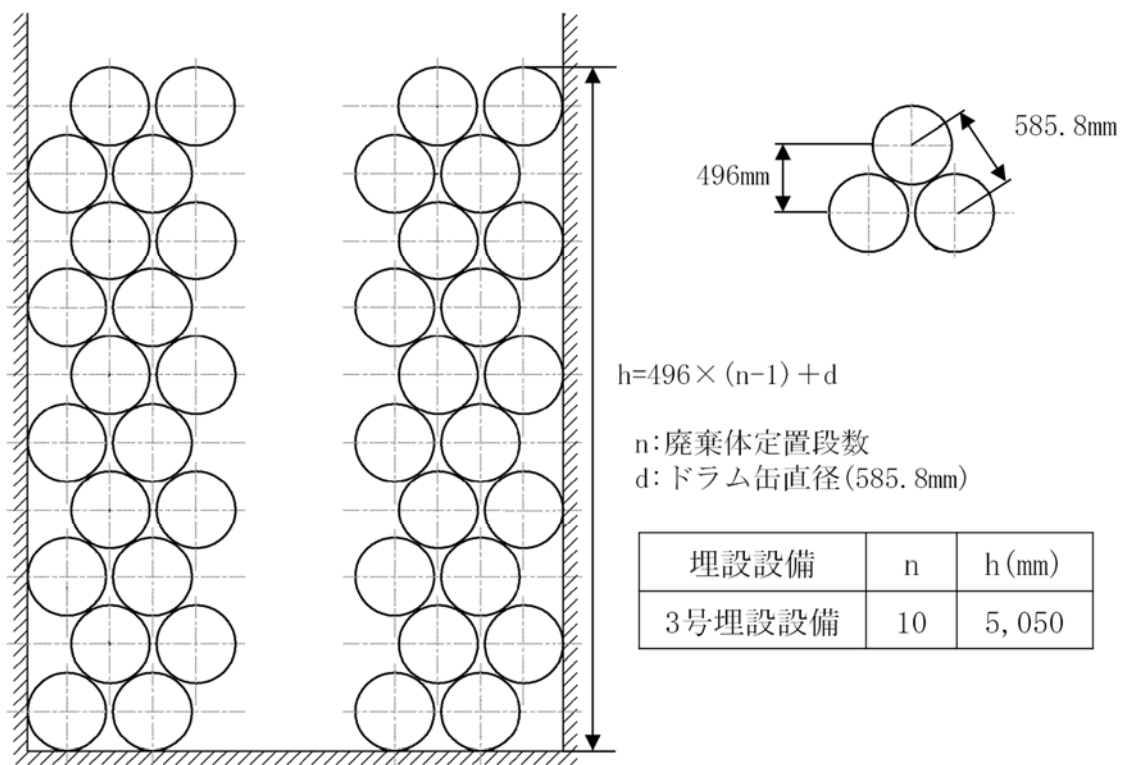
上面の面積は区画の開口面積から設定する。また、南北面及び東西面の面積は、区画開口部の寸法と第2図に示す定置時の廃棄体高さから設定する。

第1表 線源面積

上面	29.15m <sup>2</sup> (=5.3m×5.5m)
南北面	27.03m <sup>2</sup> (=5.3m×5.1m)
東西面	28.05m <sup>2</sup> (=5.5m×5.1m)



第1図 3号埋設設備の構造図



第2図 定置時の廃棄体高さ

## 線量への影響について

ここでは、被ばく線量評価における、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響、セメント系充填材の影響、廃棄物埋設地の地形等の影響を評価する。

## 1. 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際の ANISN による角度別ガンマ線束の計算では、線源の放射能濃度を最上段に定置する廃棄体の放射能濃度とし、均一として計算している。

一方、埋設設備では最上段と最上段以外において異なる放射能濃度の廃棄体を定置するため、放射能濃度は不均一となる。

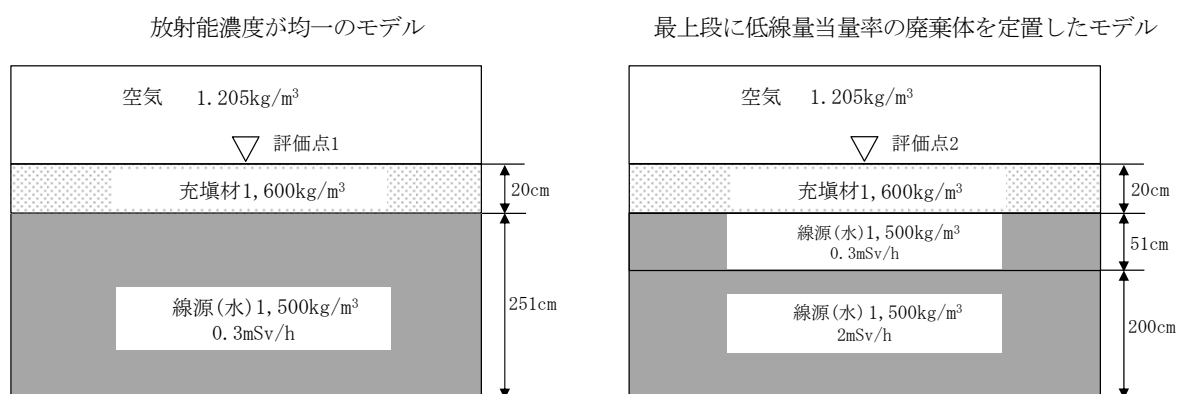
そのため、高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響を評価する。

ここで、埋設設備では、廃棄体は表積みで互い違いに積み上げられること等による間隙を有しており、間隙を通じて下段の廃棄体からの放射線の影響が考えられる。ここでは、充填済の状態を考えることとしていること及び計算モデルでは、同じ定置段の廃棄体と廃棄体の間隙を線源と設定していることから、保守的な条件となっている。

## (1) 上面方向

計算モデルを第 1 図に示す。

ANISN により放射能濃度が均一なモデルで評価した線量率と、最上段に低線量当量率の廃棄体を定置したモデルでの線量率の比を算出すると、1.05 となる。



(高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響) = (評価点 2 の線量率) ÷ (評価点 1 の線量率)

第 1 図 高さ方向に異なる放射能濃度の廃棄体を定置する影響の評価モデル

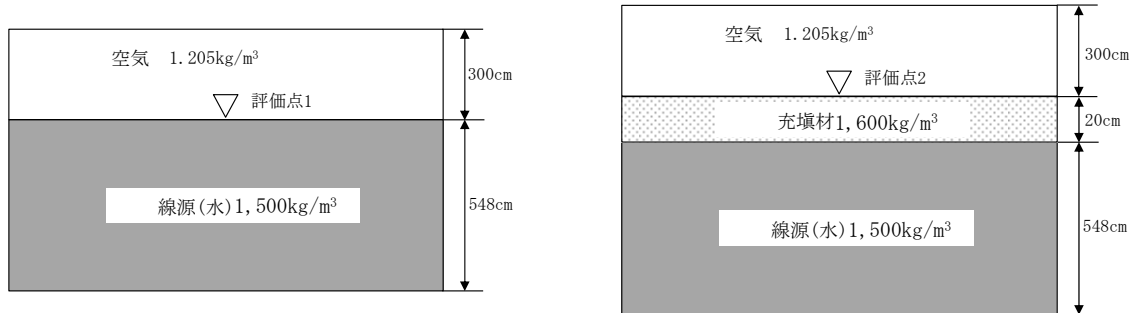
## (2) 側面方向

側面方向の影響は、廃棄体の表面線量当量率の比及び段数の比から算出し、6.1 となる。

$$\frac{1\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{0.3\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} + \frac{9\text{段}}{10\text{段}} \times \frac{2\text{mSv/h}}{0.3\text{mSv/h}} = 6.1$$

## 2. セメント系充填材の影響

埋設設備においてスカイシャインガンマ線を評価する際の ANISN による角度別ガンマ線束は廃棄体みの状態で計算している。そこで、ANISN により第 2 図に示す計算モデルにて、セメント系充填材の有無による線量率の比を算出すると、 $1.16 \times 10^{-1}$  となる。



$$(\text{セメント系充填材の影響}) = (\text{評価点 2 の線量率}) \div (\text{評価点 1 の線量率})$$

第 2 図 セメント系充填材の影響の計算モデル

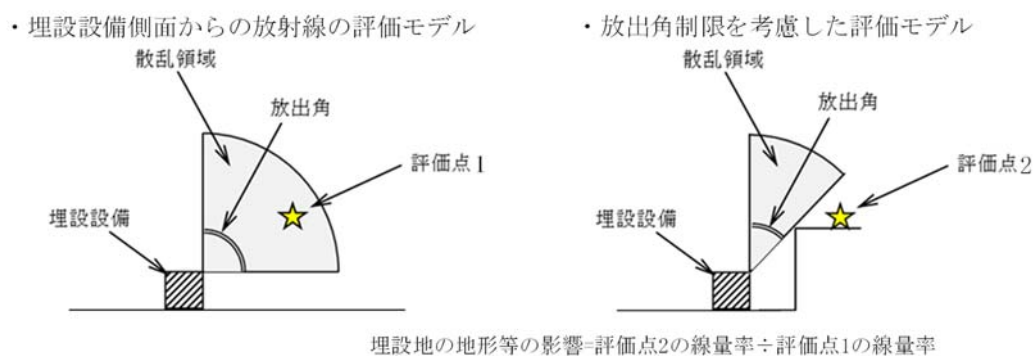
## 3. 廃棄物埋設地の地形等の影響

側面から放出されるスカイシャインガンマ線による線量は、周囲の地形等により放出角が制限されるため、その影響を考慮する。

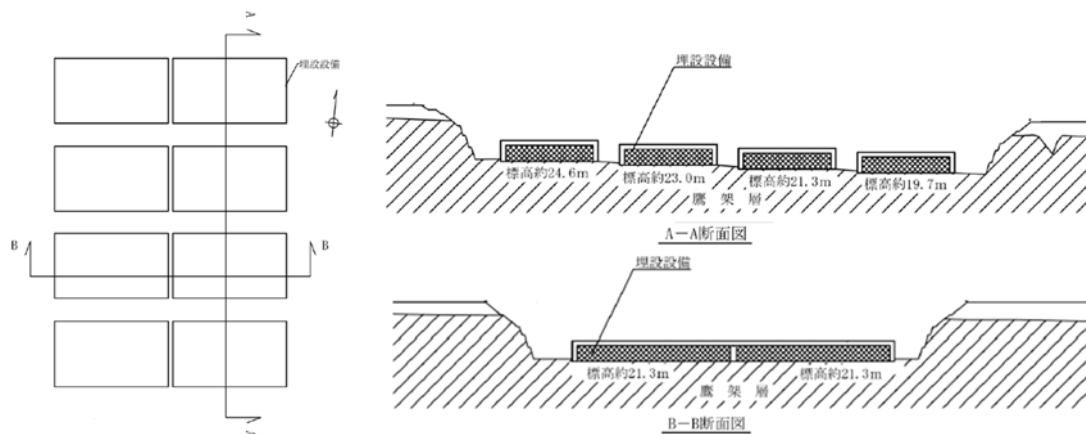
具体的には、第 3 図に示すように、側面から放出する放射線の放出角を水平  $0^\circ$  から上方  $90^\circ$  まで考慮するモデルと、放出角が制限された状態を考慮するモデルでの線量率の比を算出する。

放出角の制限において、側面からの放出は、第 4 図に示すように、廃棄物埋設地は北から南方向に傾斜があること及び埋設設備の周囲は方位別に状況が異なることから、方位別に評価する。

地形等の影響の算出結果を第 1 表に示す。



第 3 図 廃棄物埋設地の地形等の影響の計算モデル



第4図 廃棄物埋設地の傾斜 (3号廃棄物埋設地)

第1表 廃棄物埋設地の地形等の影響

埋設設備	北側	東側	南側	西側
No. 1	$4.00 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 2	$4.00 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 3	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 4	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 5	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	1	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 6	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	1	$6.79 \times 10^{-1}$
No. 7	$4.55 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$	$8.65 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$
No. 8	$4.55 \times 10^{-1}$	$9.17 \times 10^{-1}$	$8.65 \times 10^{-1}$	$6.79 \times 10^{-1}$

## 線量評価結果

埋設設備は、安全機能が1基ごとに独立していることから、埋設設備1基ごとに評価を行う。また、廃棄物埋設地には埋設設備を8基設置することから、廃棄物埋設地全体についても評価する。

廃棄物埋設地全体での線量を評価する場合には、評価時点を全ての埋設設備の覆い設置が完了した時点とする。ここで3号廃棄物埋設施設の埋設計画(第1表)を参考とし、覆い完了からの期間がCo-60の半減期である約5年以上となる埋設設備(No.1~No.4)については、廃棄体に含まれる放射性物質の1半減期分の減衰を考慮する。

線量評価結果を第2表に示す。

第1表 3号廃棄物埋設施設の埋設計画

埋設設備	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目
No.1	■											
No.2		■	■	■								
No.3				■	■	■						
No.4					■	■	■					
No.5						■	■	■	■			
No.6								■	■	■		
No.7									■	■	■	
No.8											■	■

■ 定置期間

第2表 線量評価結果

埋設設備	埋設設備ごとの線量 ( $\mu$ Sv)	放射性物質の減衰係数 (-)	廃棄物埋設地全体の線量 ( $\mu$ Sv)
No.1	14.4	0.5	7.2
No.2	15.8	0.5	7.9
No.3	9.4	0.5	4.7
No.4	10.1	0.5	5.1
No.5	5.7	1.0	5.7
No.6	6.4	1.0	6.4
No.7	3.6	1.0	3.6
No.8	4.0	1.0	4.0
		合計	44.6



## 計算コードの概要について

## 1. 被ばく評価に使用する計算コード

コード名	概要
QAD-CGGP2R (Ver. 1.04)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線の物質透過を計算するための点減衰核積分法計算機コード「QAD」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良した最新バージョンである。</p> <p>線源及び遮蔽体を直方体、円筒、球などの三次元形状で模擬した計算体系でガンマ線の実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。</p> <p>ベンチマーク実験による検証*1が実施されており、普通コンクリートを透過する線量率の保守的な評価が実施できる妥当な計算コードであることを確認している。</p> <p>*1「JAERI-M 86-060 再処理施設の放射線遮蔽安全ガイド資料」、日本原子力研究所(1986)</p>
ANISN (ANISN-ORNL)	<p>米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元ボルツマン輸送方程式を離散角度(Sn)法に基づいて数値計算により解くコードである。</p> <p>線源及び遮蔽体を無限平板、無限円柱及び球の一次元形状で模擬した計算体系でガンマ線及び中性子の放射線束を計算することができる。</p> <p>別計算コード「DOT(二次元Sn法)」による検証*2が実施されており、固体廃棄物保管庫天井から漏れいするガンマ線束の計算結果が両者よく一致していることを確認している。</p> <p>*2「原子炉施設からのスカイシャイン線量評価手引」、財団法人原子力安全研究協会(昭和54年3月)</p>
G33-GP2R (Ver. 1.0)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたガンマ線多群散乱計算プログラム「G33」をベースとし、旧日本原子力研究所が ICRP1990 年勧告の国内関連法令・規則への取入れに合わせて、実効線量率等を計算できるように改良したバージョンである。</p> <p>点線源からの1回散乱ガンマ線による実効線量率及び空気カーマ率等を計算することができる。スカイシャイン野外実験による検証*3が実施されており、線源の上部に遮蔽がない計算形状でスカイシャイン線量の計算値と実測値がよく一致するが、天井遮蔽があるケースでは、計算値は過小評価となる。この原因は、G33コードが天井透過中の散乱成分を考慮していないためであり、これを考慮するため、天井遮蔽までをANISNで計算することを推奨している。今回の評価においては、この手法を採用している。</p> <p>*3「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」、社団法人日本原子力学会(1988年1月)</p>

## 2. 結果の検証等に使用する計算コード

コード名	概要
MCNP5 (Ver1.6)	<p>米国ロスアラモス国立研究所で開発されたボルツマン輸送方程式をモンテカルロ法で解く中性子、ガンマ線及び中性子とガンマ線の結合系を対象とする汎用の連続エネルギーモンテカルロ輸送計算コードである。</p> <p>幾何形状は、主に面で区切られたセルによって構成される。セルは、平面及び二次局面を示す陰関数の値の正負で空間を区切ることにより定義され、設定の自由度が大きく、通常の遮蔽計算に使用される形状程度であれば、そのままモデル化が可能なこと、粒子の輸送計算に使用される断面積はポイントワイズ断面積データを使用するため、群構造に起因する誤差が発生しない等の特徴がある。</p> <p>米国では、使用済燃料貯蔵施設の審査指針である NUREG-1567 において、遮蔽解析ツールとして記載されている。</p> <p>我が国においても使用済燃料貯蔵施設において許認可実績も有している。</p> <p>計算に使用する断面積ライブラリはユーザーがコードに付属しているライブラリから任意に選択が可能であり、今回の検証に使用したライブラリは、コード付属の ENDF/B-VI ベースの最新ライブラリである。</p>