

# 再生資材の利用に係る管理項目について(案)

平成29年12月1日  
環境省

# 目次

- 1.再生資材の利用に係る管理項目の考え方
2. 管理項目(案)について

# 1.再生資材の利用に係る管理項目の考え方

## 再生資材の利用に係る管理項目の検討方法

- 除去土壌の再生利用は、利用先を管理主体や責任体制が明確となっている一定の公共事業等における盛土材等の構造基盤の部材に限定し、追加被ばく線量を制限するための再生資材の放射能濃度の設定及び覆土等の遮へい措置を講じた上で、適切な管理の下で実施する。
- 管理項目については、再生利用の手引き(案)において、「安全の観点」、「安心の観点」別に示すこととし、「安心の観点」による管理項目については、実際の管理の如何を問わず、全ての管理項目の内容・方法を示し、再生利用の手引き利用者が「合意形成」の条件等に基づき、柔軟に対応できるようにする。
- 「安全の観点」からの管理項目については、安全評価及び実証試験結果から技術的・客観的にその要否を検討し、具体的な管理方法を取りまとめる。(測定方法、測定機器仕様、測定頻度等)
- 「安心の観点」からの管理項目については、安心が個人の主観的な判断に大きく依存するものであることからこれまでに検討されてきた管理項目全てを対象に、具体的な管理方法を取りまとめる。(安全の観点から管理すべき項目は、安全の観点からの管理方法で実施する。)

## 2. 管理項目(案)について

### 管理項目の整理(案)


**放射線安全の専門家の意見も聴取し、管理項目を整理する**

管理目的	管理要件	安全の観点			管理項目案
		出荷	施工	供用	
使用の限定	保管場所・ 使用場所・ 持ち出し管理	—	○	—	・使用場所は、人為的形質変更がなされるおそれのない場所とする。
		—	○	—	・地域の周辺地形、地質、気象、その他状況を勘案し、破損の可能性が高いと考えられる場所は避ける。
		○	○	○	・再生資材の保管場所、使用場所、持ち出しを管理するとともに記録を作成・保管する。
追加被ばくの制限	放射能濃度管理	○	×	×	・線量評価に基づき設定した放射能濃度を出荷時に確認し、安全を担保する。
	遮へい管理	—	○	—	(施工) ・出来形検査により、設定した遮へい厚以上であることを確認する。
		—	—	○	(供用) ・土工構造物の目視点検等により、遮へい厚が損なわれるような異常がないことを確認する。
	空間線量率等の測定	○	×	×	・出荷側においては、取扱う原料土等の放射能濃度により被ばく管理が必要であるため、空間線量率等の測定を行う。
	飛散、流出管理	○	○	—	・飛散、流出管理については、保管基準(現場保管等)に準拠し、管理する。
	溶出量管理	○	○	×	・Cs溶出量については、「事故由来放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのない要件」への適否を確認する。(現場における品質調整時含む)
浸透水管理	—	×	×	・周辺地下水中Cs濃度の測定	

# 施工・供用中における被ばくシナリオ

## 施工時


**①運搬**



- ・作業者 (積み下ろし作業、運搬作業) <外部・吸入・経口>
- ・一般公衆 (運搬経路周辺居住) <外部・吸入・経口>

再生土壌(レキ・砂)

**②施設建設**




- ・作業者(施設建設作業) <外部・吸入・経口>
- ・一般公衆 (建設現場周辺居住) <外部・吸入・経口>

\*作業者の被ばく評価時間は1000h/y

## 供用中

**①施設の利用・周辺居住**



- ・一般公衆 (完成施設利用)、<外部>
- ・一般公衆 (完成施設周辺居住) <外部・吸入・経口>

降雨

**②地下水移行**



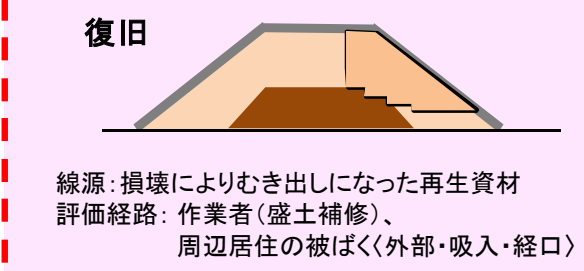
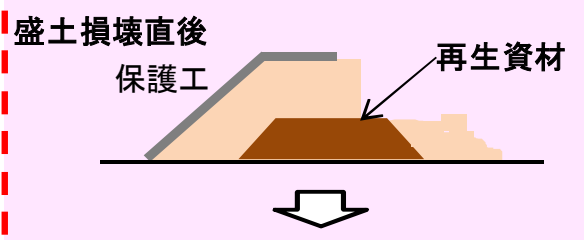
- ・一般公衆(井戸水利用) <外部・吸入・経口>

井戸水 塵埃

果実、野菜、穀類  
経根吸収、葉面沈着

## 災害時

※災害時の評価シナリオ・モデルは今後精査 (下記図は盛土の損壊イメージ)



南相馬実証事業において、以下を確認

- ・再生資材からの放射線による外部被ばく(盛土施工・保護作業員及び建設現場周辺居住一般公衆)  
⇒基本的考え方に示す再生利用可能濃度で年間被ばく線量が1mSvを超えないか?
- ・再生資材を透過した降雨浸透水中におけるCs-134及びCs-137放射能濃度  
⇒安全評価結果を上回る濃度のCsが溶出しないか?(再生利用可能濃度の決定経路となり得るか?)
- ・施工中の再生資材の飛散に伴う大気中放射能濃度の上昇量及び内部被ばく線量  
⇒安全評価結果を上回る濃度のCsが飛散しないか?(再生利用可能濃度の決定経路となり得るか?)

### 【盛土施工に係る作業員及び建設現場周辺居住に係る外部被ばく線量換算係数評価結果】

基本的考え方示す再生利用可能濃度限度を遵守することで、施工中の追加被ばく線量を1mSv/年以下に抑えられることを確認  
外部被ばく線量換算係数に係る実証試験結果と計算評価の比較結果【暫定】

実証試験における確認項目	単位	実証試験 暫定結果	計算評価結果		実証/計算 【暫定】	
			評価体系	計算結果		
盛土施工作业に係る外部被ばく線量換算係数	Cs-134 μSv/h per Bq/g	3.41E-01※1	安全評価体系	線源形状:高さ5m、底面25.8m×500m、上面10.8m×500m 線源のかさ密度:2.0g/cm <sup>3</sup> 評価点:上面中点から高さ1m	4.05E-01※2	0.84
			実証体系	線源形状:高さ1.5m、底面16.7m×11m、上面12.2m×11m 線源のかさ密度:1.964g/cm <sup>3</sup> 評価点:上面中点から高さ1m	3.70E-01※3	0.92
	Cs-137 μSv/h per Bq/g	1.26E-01※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点:上面中点から高さ1m	1.45E-01※2	0.87
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点:上面中点から高さ1m	1.33E-01※3	0.95
保護作業に係る外部被ばく線量換算係数	Cs-134 μSv/h per Bq/g	2.16E-01※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点:法面中央から高さ1m	3.94E-01※2	0.55
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点:法面中央から高さ1m	2.86E-01※3	0.76
	Cs-137 μSv/h per Bq/g	7.99E-02※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点:法面中央から高さ1m	1.41E-01※2	0.57
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点:法面中央から高さ1m	1.03E-01※3	0.78
建設現場周辺居住に係る外部被ばく線量換算係数	Cs-134 μSv/h per Bq/g	3.53E-02※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点:底面500mの辺の中点から1m、高さ1m	1.74E-01※2	0.20
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点:底面11mの辺の中点から1m、高さ1m	1.19E-01※3	0.30
	Cs-137 μSv/h per Bq/g	1.31E-02※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点:底面500mの辺の中点から1m、高さ1m	6.17E-02※2	0.21
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点:底面11mの辺の中点から1m、高さ1m	4.27E-02※3	0.31

※1:実証試験結果は、1cm線量当量により測定・評価

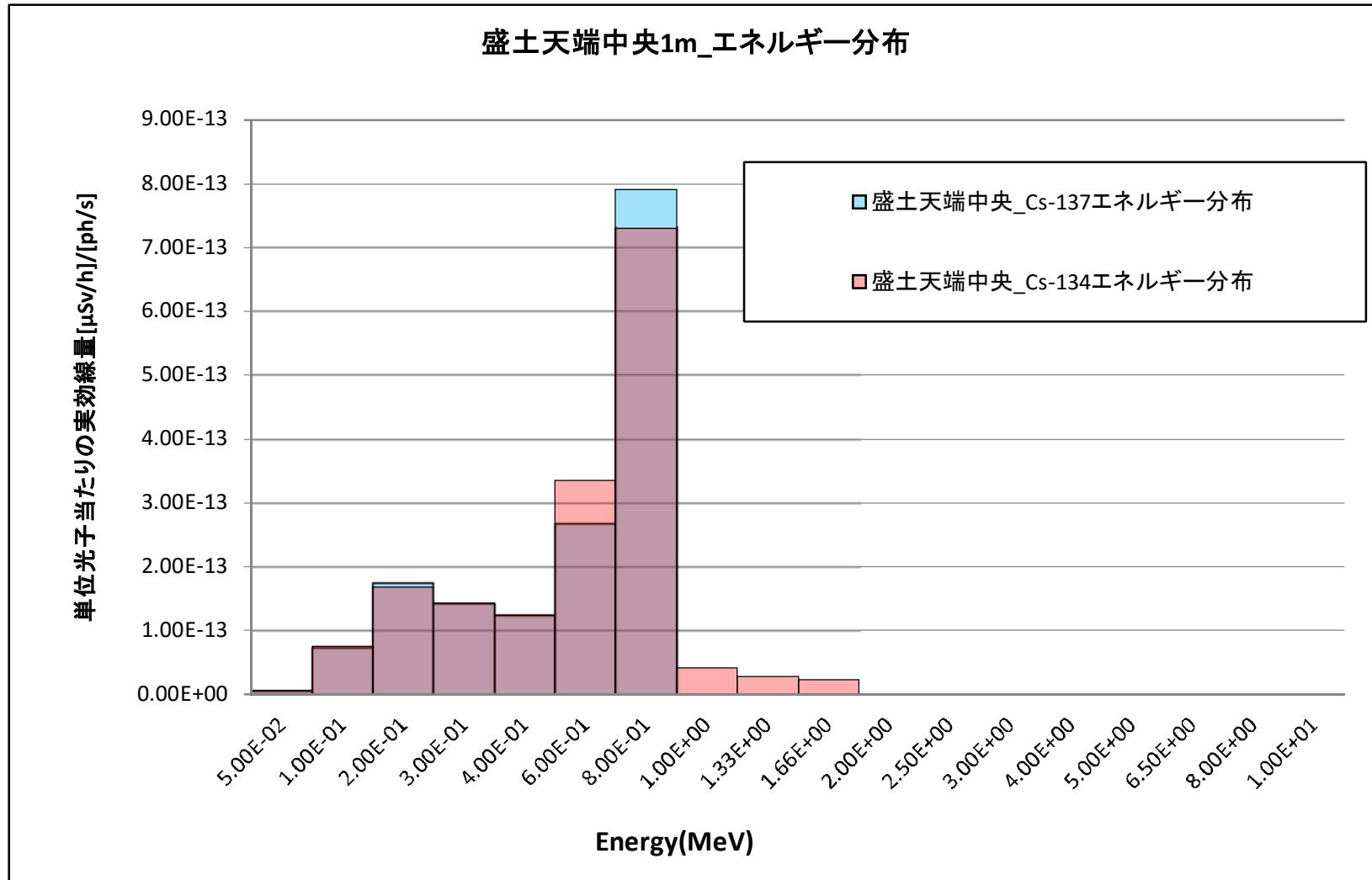
※2:安全評価は、実効線量により実施(MCNP5により計算)

実証試験結果との比較のため上表では既往の安全評価結果に

エネルギー分布に応じたAP照射(前方照射)条件又はISO照射(等方照射)条件による換算係数を乗じ、1cm線量当量による外部被ばく線量換算係数に換算し、比較した。次頁参照。

※3:実証体系での計算評価は、1cm線量当量により実施

## MCNP5による計算評価結果



## 【盛土施工に係る作業員及び建設現場周辺居住に係る外部被ばく線量評価結果(暫定)】

既往の安全評価結果に基づく外部被ばく線量と実測に基づく外部被ばく線量の比較結果【暫定】

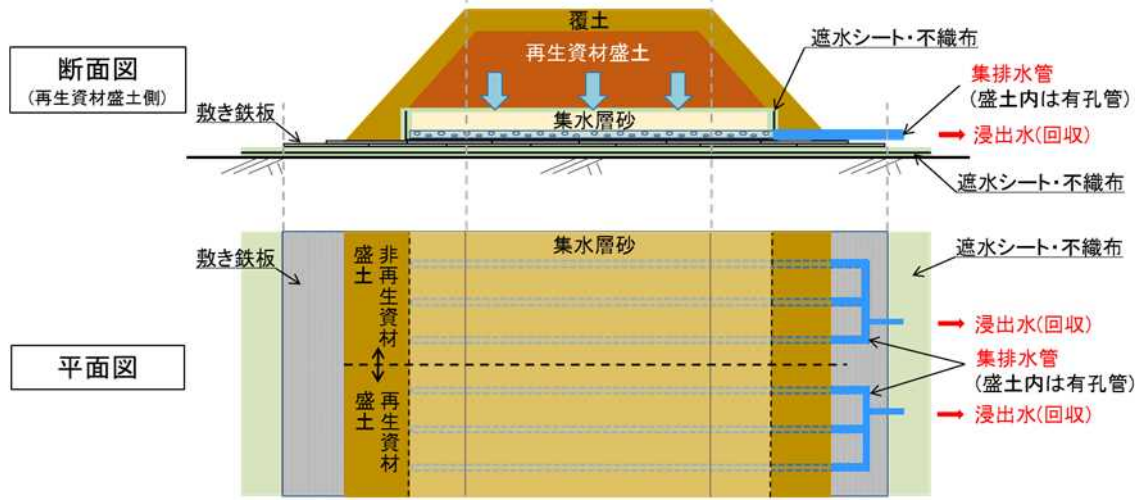
実証試験における確認項目	外部被ばく線量(mSv) (1cm線量当量)	外部被ばく線量(mSv) (実効線量)
実測値に基づく外部被ばく線量換算係数より 計算した盛土施工作業員の外部被ばく線量  年間作業時間:1,000時間 濃度比:Cs-134:Cs-137=0.14:1 (平成29年5月1日時点) Cs-134+Cs-137放射能濃度:6,000Bq/kg	約8.7E-01	約7.4E-01
安全評価結果に基づく盛土施工作業員の外 部被ばく線量  年間作業時間:1000時間 濃度比:Cs-134:Cs-137=0.14:1 (平成29年5月1日時点) Cs-134+Cs-137放射能濃度:6,000Bq/kg	約9.9E-01	約8.4E-01

### 【暫定評価結果】

基本的考え方に示される放射能濃度制限値を遵守することで、盛土施工中の外部被ばく線量を年間1mSV以下に抑えられることを確認



## 【浸透水の放射能濃度(詳細)】



確認項目	実証試験結果等
盛土のかさ密度	約2.0g/cm <sup>3</sup>
盛土の空隙率	約0.05
再生資材中放射能濃度	約800Bq/kg
盛土浸透水中放射能濃度	解析時間: 36,000秒
・ <sup>134</sup> Cs濃度 (Bq/L)	ND (検出下限値: 0.110Bq/L)
・ <sup>137</sup> Cs濃度 (Bq/L)	ND (検出下限値: 0.143Bq/L)

### 【試験結果】

➤ いずれの測定も検出下限値未満(測定時間:36,000sec)であることを確認。

### 【考察】

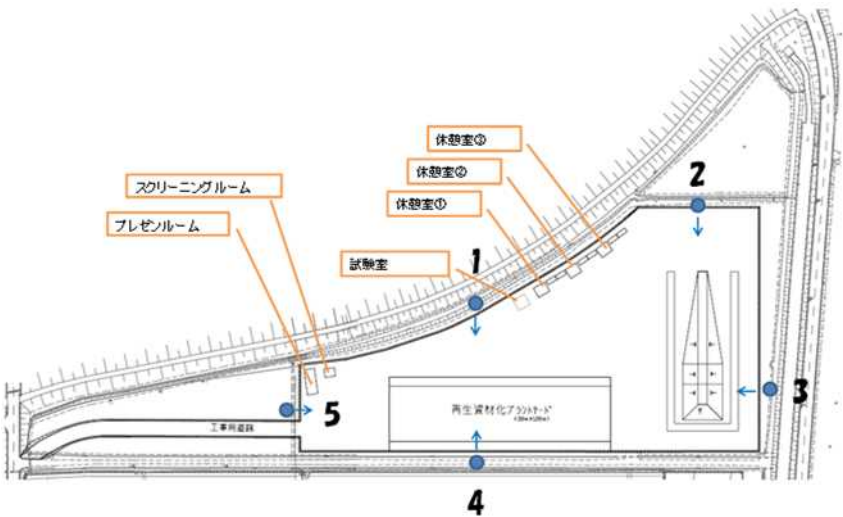
- 仮に<sup>137</sup>Csが検出下限値である0.143Bq/L存在した場合  
現時点の濃度比を<sup>137</sup>Cs:<sup>134</sup>Cs=1:0.15(事故後6年)と仮定した場合、<sup>134</sup>Csの濃度は、0.021Bq/L程度となる。
- <sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs濃度:約0.164 (Bq/L)
- 安全評価に用いた分配係数270mL/gを用い、再生資材800Bq/kgの浸透水中放射能濃度を評価した場合(分配平衡が成り立っているとの仮定)、約3.0Bq/Lの溶出量となる。
- 実証試験結果は、検出下限値の濃度が浸透水中に含まれていると仮定しても安全評価結果を大きく下回っている。ただし、溶出量は、土壌pH、有機物含有量等によって変動する可能性があるため、再生資材製造・利用工程上のいずれかにおいて溶出量検査を行い、安全性を担保することを検討する。

### 【安全条件】

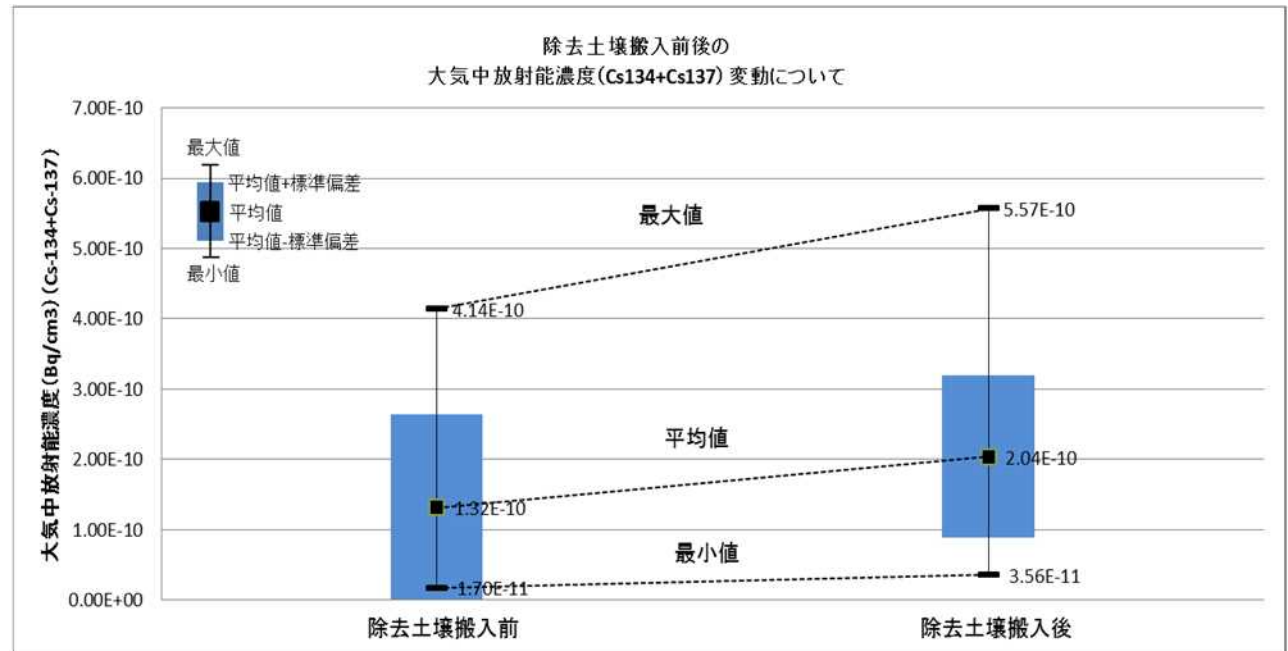
環境省告示「事故由来放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのない廃棄物の要件」に適合すること(検出下限値10Bq/L~20Bq/Lで検出されないこと(Geによる測定))を参考にする。

## 【大気中放射能濃度】

- ダストサンプラにより吸引・捕集したダストを、Ge半導体検出器分析により放射能濃度測定。
- 基本的に1週間連続吸引したダストを1検体とし、概ね検出下限値が $5E-11$ Bq/cm<sup>3</sup>程度以下となるよう、Ge半導体検出器による分析時間数を設定。
- 大気中放射能濃度は除去土壌搬入・破袋開始前から大きくは変動していない。



大気中放射能濃度用ダスト採取位置及び吸引方向



除去土壌	Cs134濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	Cs137濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )
搬入前 (H29年4月以前)	2.25E-11 ~ 4.70E-11	1.70E-11 ~ 3.67E-10
搬入後 (H29年4月以降)	2.80E-11 ~ 6.27E-11	3.56E-11 ~ 4.98E-10

大気中放射能濃度の測定結果

## 【実証試験結果】

保守的に盛土着工前の最小濃度と盛土着工中の最大濃度を再生資材寄与の上昇と考えた場合の内部被ばく線量計算結果を示す。

盛土着工前後の大気中放射能濃度の測定結果

	測定地点	Cs-134濃度	Cs-137 濃度
盛土着工前の最小濃度	測定地点1	ND (2.55E-12Bq/cm <sup>3</sup> ※)	1.70E-11Bq/cm <sup>3</sup>
盛土着工中の最大濃度	測定地点5	5.90E-11Bq/cm <sup>3</sup>	4.98E-10Bq/cm <sup>3</sup>
着工前と着工中の差		5.65E-11Bq/cm <sup>3</sup>	4.81E-10Bq/cm <sup>3</sup>

## 【結論】

仮に盛土着工前の最小濃度と盛土着工中の最大濃度の差を再生資材寄与の上昇と考えた場合、作業員、成人及び子どもの吸入による内部被ばく線量は、 $10^{-3} \sim 10^{-2} \mu\text{Sv}/\text{年}$ オーダーとなり、施工中の作業員及び公衆被ばく限度となる $1\text{mSv}/\text{年}$ と比べ、十分低いと評価される。

※現時点の濃度比を $^{137}\text{Cs}:^{134}\text{Cs}=1:0.15$  (事故後6年)と仮定した場合、Cs-137濃度より算出