

再生利用技術開発について(1)

- ・技術戦略検討会、第1回WGでの論点整理
- ・再生利用に関する技術的課題について

平成27年11月3日

技術戦略検討会、第1回WGでの論点

● 再生資材の濃度基準に関する議論 (10/5打合せ)

- ・ 放射能濃度基準等は、技術開発戦略検討会で議論すべき。

⇒放射能濃度の基準は、技術戦略検討会で議論。現場での運用が簡単に出来るような再生利用の指針を検討。

● 関連する議論 (7/21技術開発検討会、10/5打合せ)

- ・ 通常の再生土の場合、現場での利用の際に工事を止めないように、現場の判断で利用先を変えたりして品質調整を行っている。しかし、今回の問題で現場の状況に合わせて現場判断で利用先を変えるは難しい。
- ・ 放射線安全に関する環境アセスメントは事前にクリアしておき、現場対応にならないようにしなければならない。

⇒再生利用の促進のため、再生資材の利用者の負担にならないようなガイドラインとする。

- ・ 土構造物の特性を踏まえた今後の検討が必要。土構造物は設計だけでなく、施工や維持管理がより重要で、竣工後の補修を前提に供用している。設計計算だけでは判断できないことを注意すべき。
- ・ 一般に堤防等の土構造物は、災害時にある程度壊れることを容認。壊れてしまった時の被ばく量モデル化も必須。

⇒損壊状態を考慮したモデルを構築し、被ばく評価を実施するため、本WGにおいてモデル構築について議論を行いたい。

技術戦略検討会、第1回WGでの論点整理

● 再生利用の技術開発が手薄（7/21技術開発検討会、10/5打合せ）

- 再生利用に関してどのような研究開発課題があって、それに対してどう取り組むのかの視点が不足。また、その後の住民とのコミュニケーション、モニタリング、管理技術、施工時の施工技術、概念として研究開発フレームワークの中で目標を整理してはどうか。
- 再生利用に関する技術の開発について、将来の掘り返し、損壊に対して何らかの抵抗性を高めて、掘り返さなくても良い技術、崩れにくい、再生利用の幅を広げるような提案があれば良い。
- 基礎研究段階、実用段階などいろいろあるが、再生利用の二次製品をイメージして開発をするなど利用現場に沿った技術開発も必要。

⇒再生利用技術開発に関して、技術戦略検討会においても土木学会・再生利用WGにおける議論に期待する声。

2

技術戦略検討会、第1回WGでの論点整理

● 再生利用の促進について（8/28 再生利用WG）

- 合意形成とリスクコミュニケーションの言葉の使い方について。リスクコミュニケーションとは、事業がうまくいったものが良かったのではない。情報共有して理解を深めることが目的であり、事業を推進者側の思惑で進めることではない。交渉する、という気持ちではうまくいかない。他の事例にそのまま当てはめて成功すると思っではいけない。
- 事業者が言っても信用してもらえないケースもあるが、学会単独ではなく、環境サイドのNPOなど、ステークホルダーが自分たち側だと思える人も主催者側に入っていないと進まない。
- 若者に対する啓蒙は、既に40近い大学でセミナーを実施している。数名の学生から福島県への就職の相談も受け意識の高い若者もいる。啓蒙活動の土壌はあり、やり方次第である。先生方の個人ベースの活動も可能。

⇒土木学会を中心とした社会的受容性の検討について、今回のWGにおいても議論。

3

● 再生利用先について (8/28 再生利用WG)

- 国交省の建設発生土のリサイクルは、現場内利用が圧倒的に(70%)多い。他への利用は19%。これは、現場内利用ならば様々な規制を受けないからと言うこともあるが、他での利用は非常にハードルが高いと言うことを示している。常磐道の事例も同様。
- 技術的な問題というより、制度的な問題である。再生利用に際して何が支障になっているのかヒアリング時に注意が必要。
- さらに、何かの物質(重金属汚染とか)が入っているものの他への利用となると、ほぼ無い。それを考えると、今回の放射能汚染の他への利用は、非常に厳しい条件。
- 土壌汚染(重金属)の再利用事例は、地下鉄の掘削土を海岸埋め土に利用した程度しかない。また、捌ける量を考えると、公共事業しかありえない。用途先ありきで要求品質を検討した方が良い。需要(用途先)とのマッチングが重要。建設リサイクルも出すのを抑えることをやっている。他の発生土を使う意欲があったとしても、事業を進めることへの反対活動に使われてしまうと、事業そのものが止まってしまう。この点に配慮しないと、やる気はあるけど動けない状況になる。補助金だけでは解決しない。
- 国の事業では、コスト優先で全て新材とすると怒られる。再生材を使うのが当たり前となっている。一方で、出す側と受け入れ側が合意できていないと出せない規制になっている。ここから出るときの規制、制度的な優遇を考えるべき。すでに県が受け入れている状況にあるが、外側で使える基準を作った上で優遇策と共に進める。
- また、環境省内でも規制部局と推進部局があり、推進部局だけでこの検討を進めてもうまいかないのが現実。

4

● 要求品質について (8/28 再生利用WG)

- 各地に個別の仕組みがあり、各地のリサイクル認定制度を押さえておく必要がある。
- 路盤材と盛土の区別も扱いが異なるので、注意が必要。路盤材だとリサイクル認定制度にかかる場合がある。
- 土壌の再生利用基準は制度的にやらなくてはいけないことと自主的にやることを区別して考えること。ロット毎に調べなければならなくなる。
- 土木的には材料的な要求は間接的にしか規定していない。強度的、物理的な心配はなく、これまでどんな土壌でも何とかして使ってきている。沈んだり変形したら直せばよい。放射能について安全と言ってくれば、いくらでも使える。
- 強度については、どの構造物についても今まで地域に説明していないので問題にはならない。放射能が問題。「環境基準に適合している」だけでは難しい。安全基準のお墨付きのような、もう一言が必要。
- 何か起きた時の対応方法も提供しないと使ってもらえない。たとえ、影響しないように構造物を作ったとしても、その対応方法の提示は求められる。

5

調査研究項目、役割分担等

再生利用の促進に関する調査 調査研究項目	JAEA/MRI	土木学会・再生利用WG	担当委員案
1. 再生資材等の利用動向調査	MRI: 文献調査、ヒヤリング	情報提供、ヒヤリング、関係者ご紹介	全委員
2. 放射性物質を含む再生資材の再生利用に係る事例調査	MRI: 文献調査、ヒヤリング	情報提供、ヒヤリング、関係者ご紹介	伊藤、久田
3. 再生利用の用途に応じた要求品質の検討	MRI: 文献調査、ヒヤリング	検討結果のレビュー、妥当性確認	勝見、宮武、渡邊、山本
4. 再生利用の考え方(指針等)の策定	JAEA: 再生利用の考え方(指針等)の策定	低放射能濃度除去土壌を再生利用するための考え方の策定手順、検討・記述項目について議論	遠藤、石田、宮脇
5. 現場試験の実施計画案の検討	JAEA: 試験施工案の策定	除去土壌由来の再生資材の試験施工、試験実施計画案の検討結果のレビュー、妥当性確認	伊藤、万福、山本
6. 再生利用時の被ばく評価、被ばく線量の考え方	JAEA: 被ばく評価モデル作成、シミュレーション実施	限定再利用先(覆土材、路盤材、埋戻し材)を評価対象とし、今年度は海岸防災林を対象とした評価も実施。用途ごとのシナリオ(作業工程)、モデルの確認、考慮すべき自然災害の種類および破壊時のモデル検討	吉原、新堀、佐藤、河西
7. 社会的受容性に向けた取り組み	JAEA: MRI: 1～2.より合意形成の成功事例抽出	土木学会としての役割検討	万福、伊藤、吉原、宮脇、河西

6

再生利用に関する技術的課題について

- 再生資材等の利用動向調査
 - 再生資材の利用動向調査における**利用可能量の推計方法**
- 放射性物質を含む再生資材の再生利用に係る事例調査
- 再生利用の用途に応じた要求品質の検討
 - 用途に応じた要求品質における**環境的仕様**について
 - 減容処理によって得られる再生資源を使うための**再生利用技術開発**について
- 再生利用の考え方(指針等)の策定
- 現場試験の実施計画案の検討
- 再生利用時の被ばく評価、被ばく線量を考え方
 - 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、**考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態**についての情報
- 社会受容性に向けた取り組み(資料WG2-4、幹事団、担当委員より報告)

※赤文字については、委員の皆様にも事前メールにてご検討いただいた事項

7

1. 再生資材の利用動向調査における利用可能量の推計方法

(1) 利用可能量のトレンド推計

- 建設投資や人口の将来予測を参考として、土砂の利用量の将来推計*を行う。
- 溶融スラグは、建設現場などで土砂のように利用される用途と、建設現場以外に製品の材料の一部（骨材など）として利用される用途*がある。前者は、土砂の推計に含めることとし、後者は製品の生産量などから推計を行う。 *JIS規格
- 統計から把握することが難しい用途の内訳や利用可能性などはヒアリングにより明らかとする。

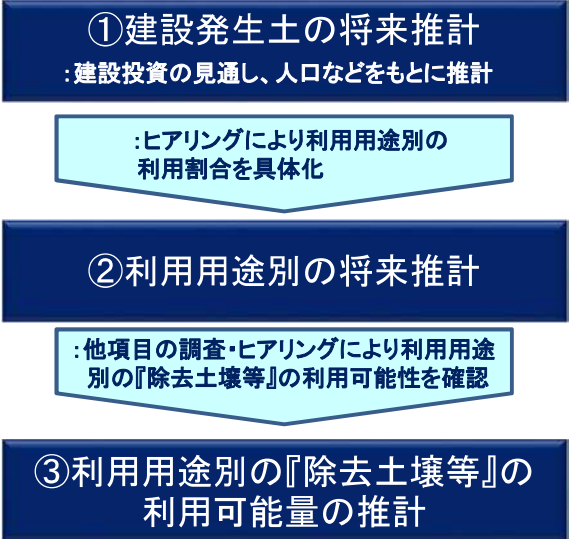


図 建設発生土の推計フロー(案)

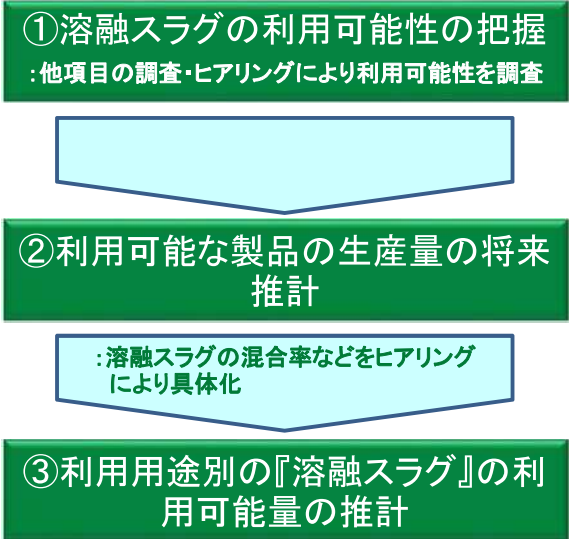


図 溶融スラグの推計フロー(案)

利用可能量の推計方法の妥当性の確認、ご意見コメントをお願いします。

1. 再生資材の利用動向調査における利用可能量の推計方法

(2) 除去土壌等の利用が見込まれる地域の公共工事案件の調査

- 海面埋め立て工事は土砂の利用量が膨大であるにもかかわらず、建設工事の時期(タイミング)によっては建設副産物統計には反映されない。
〔 被災3県の平成24年度実績でおよそ100万m³前後であるが、空港建設に関わる海面埋め立てでは数億m³のオーダー 〕
- このことから、例年の土砂利用量を追っていく以上に、土砂の利用にとって有効な工事案件の調査結果の方が見積もりに効いてくる可能性がある。

表 海面埋立工事における土砂利用量

事業名	利用土砂量(m ³)
関西国際空港	2億5千万
中部国際空港	8千万
有明北地区埋立	5千万

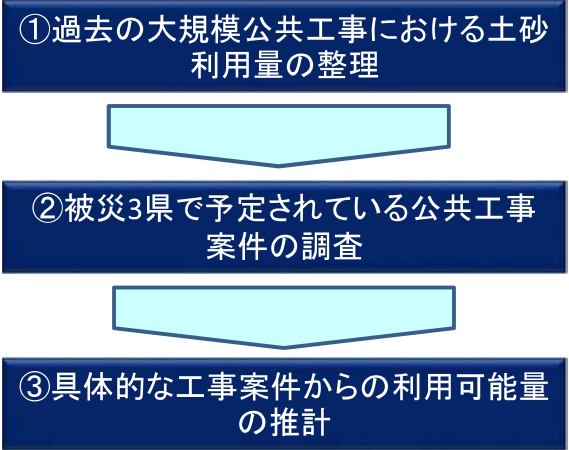


図 公共工事案件からの推計フロー(案)

利用可能量の推計方法の妥当性の確認、ご意見コメントをお願いします。
(1)(2)以外の推計方法案がありましたらご提示をお願いします。

2. 放射性物質を含む再生資材の再生利用に係る事例調査

放射性物質を含む再生資材について、①東日本大震災による災害廃棄物、②国内原子力関連施設で生じた廃材、③国外原子力関連施設で生じた廃材の事例を調査する。
放射性物質による汚染の問題が無い事例についても、有用な示唆が得られると考えられるものは調査対象とする。

分類	#	名称	概要	実施主体	選定理由
①東日本大震災による災害廃棄物等	1	建設副産物の改良による常磐道への再生利用	震災により生じた建設副産物(アスファルト切削材)を基準値以下にして、路盤材に使用。	東日本高速道路(株)	・ 東日本大震災による災害廃棄物であり、放射性物質を含む再生資材の代表例
	2	津波堆積分級土壌の盛土材への利用	市街地津波堆積土砂の道路盛土材料利用に関する実現性調査・試験	仙台市・土木学会	・ 行政機関と研究機関が果たした役割・連携の観点から示唆が得られる
	3	浄化発生土の再生利用	神奈川県庁及び川崎市役所の上水道担当部局からの業務委託を受けて、浄化発生土の処理を実施、100Bq/kg以下の再生資材として東京都の公共工事で利用。	(一社)全日本環境粒状改良土協会	・ 東日本大震災による災害廃棄物であり、放射性物質を含む再生資材の代表例
	4	宮城県災害廃棄物処理業務における再生利用	震災により生じた瓦礫の処理過程において焼却灰や津波堆積物等を土木資材に再利用。	鹿島建設(株)	・ セメント工場へ搬出予定だった主灰が放射能への懸念などから土木資材化された経緯があり、リスクコミュニケーションの観点から示唆が得られる
	5	瓦礫残渣の有効活用(アップサイクルブロック)	瓦礫残渣をセメントペーストと混練してブロック化して再利用。	(株)大林組、ほか5者	・ 民間、一財含め6者による開発連携が成功したこと、補正予算による助成など開発過程において行政機関が果たすべき役割などの観点から示唆が得られる

2-1

2. 放射性物質を含む再生資材の再生利用に係る事例調査

分類	#	名称	概要	実施主体	選定理由
②国内の原子力関連施設で生じた廃材	6	東海原子力発電所の廃止措置に伴う解体廃材の再生利用	東海原子力発電所の廃止措置に伴い生じた金属などをクリアランスし、ベンチなどに利用。	日本原子力発電(株)	・ 合意形成における成功理由を調査(但し、一部の市民団体等からは批判も挙げられている)
	7	岡山県人形峠ウラン残土の再生利用	岡山県人形峠のウラン鉱山の残土をレンガとして販売。	(独)日本原子力研究開発機構	・ 合意形成における成功理由(但し、一部の市民団体等からは批判も挙げられている) ・ 国内の公的研究機関が主体的に果たした役割を調査
③国外の原子力関連施設で生じた廃材	8	ドイツ：原子力発電所の廃止措置に伴う廃材の再生利用	クリアランス済コンクリート廃棄物の路盤材等への利用(原子力発電所廃止措置に伴い発生するコンクリート廃棄物の市中利用の典型例)	電気事業者 検認機関	・ 無条件クリアランスの制度設計に関する参考事例 ・ 解体がれきの再生利用事例の有無、課題を調査 ・ 関連法令規則、検認制度(DIN)を調査
	9	ドイツ：シュターデ原子力発電所廃止措置に伴う制限クリアランス処分場受け入れ問題	シュターデの解体がれきは当初シュターデ地域の処分場で処分していたが郡議会が受け入れ拒否を議決。その後E.ON、隣接するザクセン州の処分場と契約処分したが、同州緑の党や反対派が反発。	電気事業者	・ 制限クリアランスのPAIに関する参考事例 ・ 地域住民の理解を得るための活動や、合意形成の失敗要因を調査
	10	英国：ドーンレイ・サイトでの土壌・コンクリート廃棄物等の再利用／リサイクル	廃止措置から発生するコンクリート、土壌、金属等の廃棄物について、減衰貯蔵を含めた取り組みにより、サイト内での利用を中心として再利用／リサイクル	Dounreay Site Restoration 社など	他国における関係者の理解を得るための活動の代表例 特に、NPOの廃棄物・資源アクションプログラム(WRAP)のコンクリート廃棄物リサイクルの取組、ステークホルダー横断的なSD:SPURプロジェクトなどの合意形成への貢献について調査 また、再利用／リサイクルを含む総合廃棄物戦略(IWS)策定などステークホルダーとの協議の成果や課題についても調査

2-2

3. 用途に応じた要求品質における環境的仕様について

3. 用途に応じた要求品質における環境的仕様について

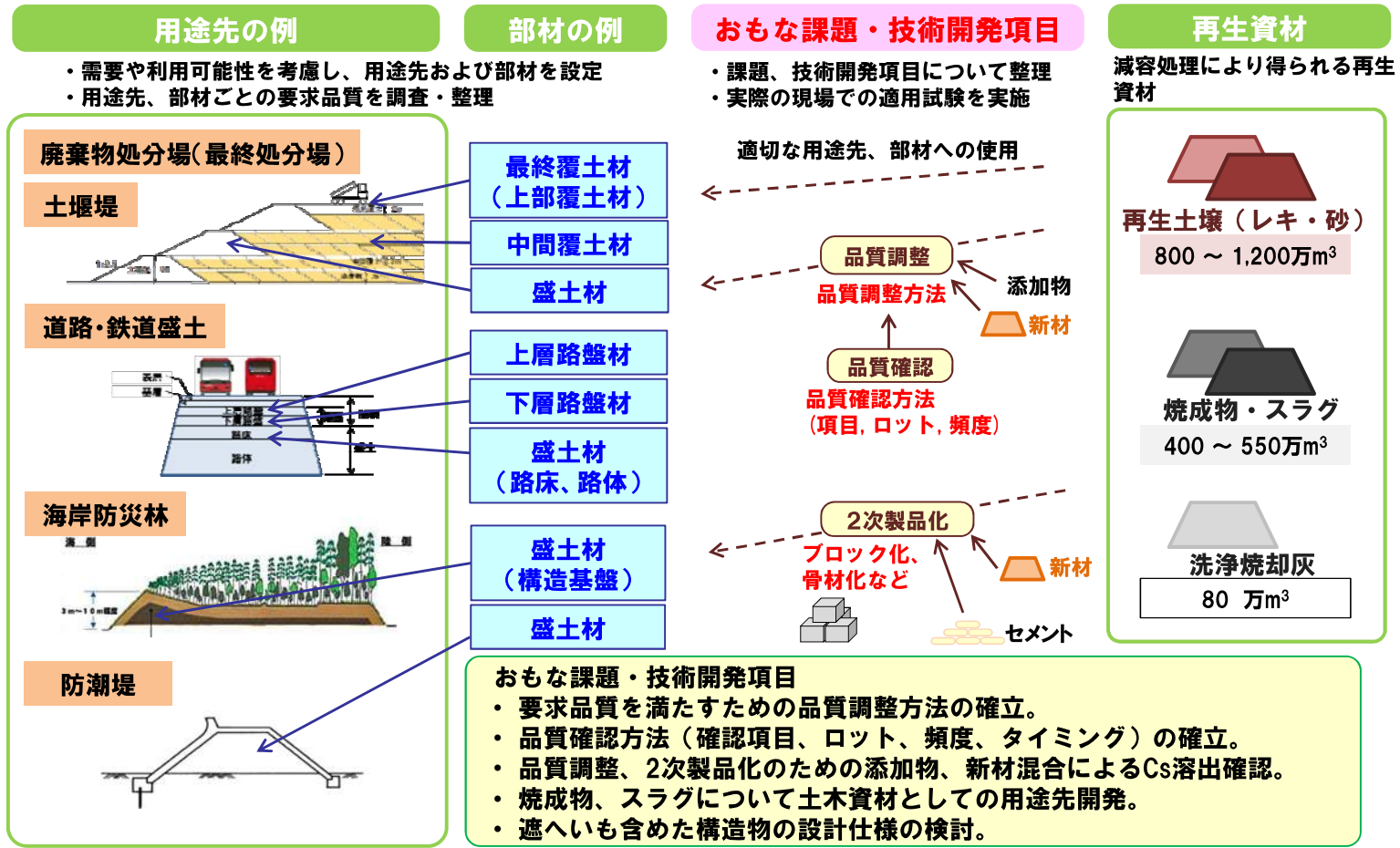
環境的特性

3-3

3. 用途に応じた要求品質における環境的仕様について



3. 用途に応じた要求品質における環境的仕様について



3-5

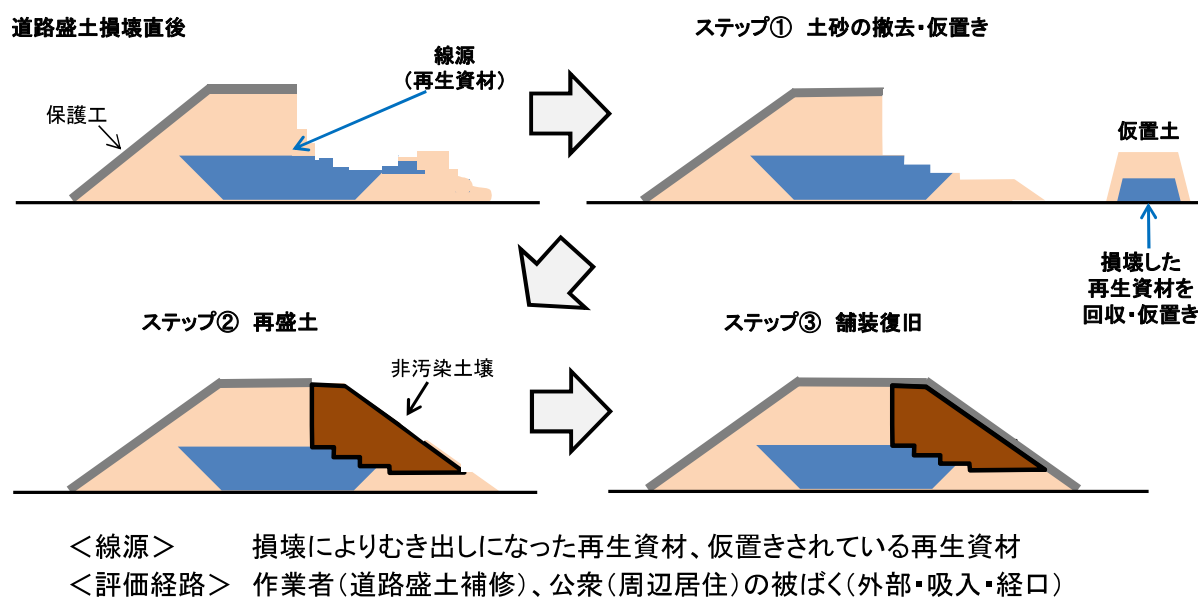
6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

再生利用した構造物において、自然災害により何らかの損壊が発生した場合の追加被ばく線量について、再生利用の用途ごとに、今後評価を行う。参考レベル(現存被ばく、緊急時)の対応なのかを見極め、放射線防護の最適化に関する考え方について整理する。

再生利用の用途の例	1.廃棄物処分場	土堰堤(盛土材)の損壊は以下のケースが考えられる。 (土堰堤の他は、中間覆土材、上部覆土材などへの利用が考えられる) ・通常の自然現象(風食など)によって飛散する ・経年劣化や自然現象により土壌安定性が低下し、崩落・拡散する ・大規模な自然災害(竜巻、洪水、地震など)により、崩落・飛散・流出する 考慮すべき自然災害: 暴風、豪雨、豪雪、洪水、地震 考慮すべき損壊: 飛散(風による運搬)、拡散(それ自身の流動)、流出(水による運搬)
	2.土堰堤 (廃棄物処分場の構成要素として評価)	
	3.道路	道路(道路盛土を含む)に用いた路盤材、盛土材の損壊は以下のケースが考えられる。 ・大規模な自然災害(竜巻、地震など)により、陥没・露呈・流出する 考慮すべき自然災害: 竜巻、豪雨、豪雪、地震、地盤沈下 考慮すべき損壊: 陥没等による露呈、飛散、流出
	4.海岸防災林	海岸防災林に用いた盛土材の損壊は以下のケースが考えられる。 ・大規模な自然災害(竜巻、津波など)により、飛散・流出する ・防災林の枯死による飛散、風災害等に伴う倒木による飛散 考慮すべき自然災害: 暴風、竜巻、津波、地震、虫害 考慮すべき損壊: 飛散、流出、露呈
	5.防潮堤	防潮堤に用いた盛土材の損壊は以下のケースが考えられる。 ・経年劣化や自然現象により土壌安定性が低下し、崩落・拡散する ・大規模な自然災害(竜巻、洪水、津波、地震など)により、崩落・飛散・流出する 考慮すべき自然災害: 地震、高潮、洪水、津波 考慮すべき損壊: 崩落による露呈、飛散、流出

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

■ 地震発生を例とした道路盛土に対する評価モデルのイメージ



再生利用の管理は、通常の公共工事による土木構造物と同様の管理を基本とする。ただし、使用記録の保管、持ち出し制限等を適切に行う。自然事象等による損壊の有無の確認と適切な補修などを行う。改修等で発生した再生資材由来の建設残土等も適切に管理する。

地震発生を例とした道路盛土に対する評価モデルのイメージの妥当性について、ご意見、コメントがありましたらお願いします。

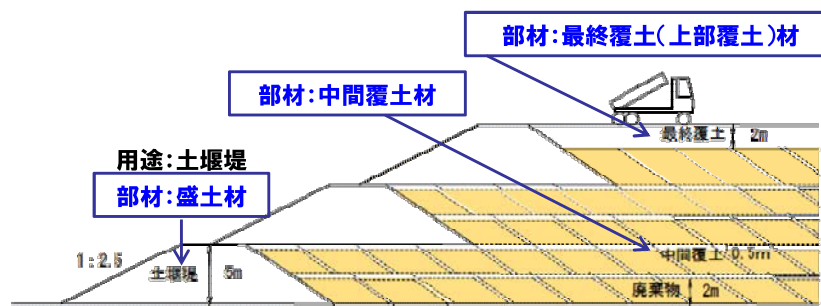
6-2

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

1. 廃棄物処分場

○ 上部覆土法面

- ・降雨又は地震等による崩壊
- ・降雨による表層剥離
- ・周辺側溝機能不全による崩壊



用途: 廃棄物処分場(最終処分場)のイメージ

○ 上部覆土天端

- ・処分土圧密による沈下
- ・浸透水移動に伴う貯蔵土壌流出による沈下

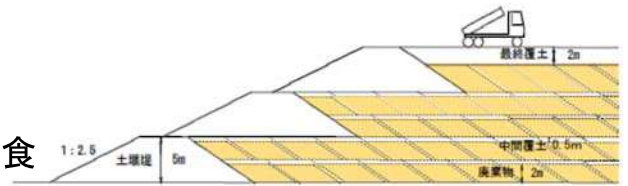
6-3

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

2.土堰堤

○土堰堤法面

- ・異常降雨又は地震等による崩壊
- ・異常降雨による表層剥離又はガリ・リル侵食
- ・周辺側溝機能不全による崩壊



○上部覆土天端

- ・異常降雨又は地震等に起因した土堰堤移動による沈下



※ガリ・リル侵食

リル侵食: 地表面のくぼみに細流が形成される非一様な侵食。熊手で掻き取ったように細い溝が発生する。

ガリ侵食: リル侵食がいくつか集まって成長・発達した侵食。V字の深い谷になるまで削られた状態。

出典:「地圏の環境」(有田正光編著)等

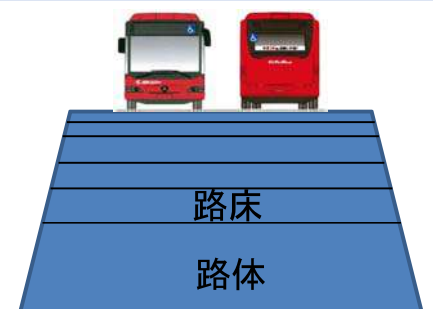
出典: ●● 6-4

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

3.道路

○下層路盤材、上層路盤材、アスファルト

- ・異常降雨、地震、津波等による法面崩壊
- ・異常降雨による法面表層剥離またはガリ・リル侵食
- ・浸透水流出に伴う土砂流出による沈下



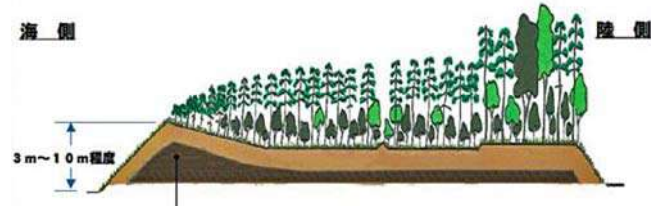
出典: ●● 6-5

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

4. 海岸防災林

○埋戻し材、表層盛土材

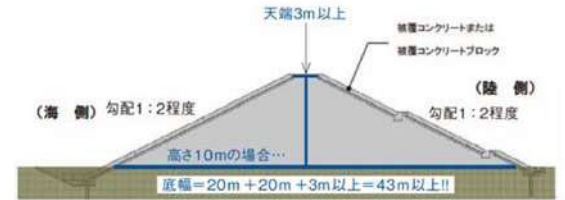
- ・異常降雨、地震、津波等による法面崩壊
- ・異常降雨による法面表層剥離またはガリ・リル侵食
- ・浸透水流出に伴う土砂流出による沈下



5. 防潮堤

○埋戻し材、盛土材、中込材

- ・津波等による土砂流出による破壊
- ・浸透水流出に伴う土砂流出による沈下



出典: ●● 6-6

6. 各用途の自然災害に対する評価シナリオを構築する上で、考慮すべき自然災害の種類と各土木構造物の破損等の状態についての情報

6. その他全般

○再利用土の状態によるが、地震に伴う液状化による崩壊



出典: ●●

6-7