

第 2 章 環境安全性WG

循環資源活用検討部会 環境安全性 WG

1. 環境基準と安全性に関する「マニュアル」作成に向けて

本技術資料集において製品や施工例を紹介するにあたり、最近の省庁・自治体・業界団体のガイドラインや指針が引用されている。今回、当コンソーシアムのオブザーバーである国立環境研究所や（一社）泥土リサイクル協会 等の講演・セミナーを参考に、環境安全性マニュアルとしての活用について紹介する。

キーワード：復興資材活用方針、改良土、平常時 発生土 汚泥、災害時 一廃 産廃 災害廃棄物、土対法、廃棄物処理法、未利用資源、地盤工学会、国立環境研究所、日本鉱業協会

災害廃棄物は、2011 年（平成 23 年）3.11 東日本大震災においては、がれき等全体で 86%、津波堆積物で 99%が再生資材化され、被災地の嵩上げや区画整理造成、道路・河川・海岸・港湾等の復旧材料に大いに利用された。

しかし、ストック材も含めリサイクル材は、平成 26 年以降、災害部局と復興部局の考え方の違いもあり、復旧・復興の建設現場での利用はあまり進んでいない。土取場から大量供給される山土・山砂、碎石等、従来からの新材の材料使用が大半である。

一方、資源循環コンソーシアムは、未利用資源としての石膏・スラグ等の活用も進めてきたが、単品としての取り扱いは最小限に留まっており、フッ素含有物に至っては殆ど取り扱われていない。

再生資材や循環資材は国交省等の指針の基準値をクリアできる。然るに、環境安全性において、発生源によっては建設資材や生活資材、工業製品への利用は制限を受けている。環境省の調査では、あまり利用されなかった材料・物質は、①石膏 ②木くず・倒木・流木・解体材 ③ソーラーパネル 等がある。

これらを踏まえて、災害廃棄物のみならず未利用資源・循環資源の普及拡大を図るため、最近の 5 か年間に「地盤工学会」や「国立環境研究所」、「日本鉱業協会」等により作成されたガイドラインを抜粋して、環境安全性の観点から、産業副産物の製造、利用・活用事例、試験方法、モニタリングを紹介するもの。

災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

2014 年 10 月（公社）地盤工学会

https://www.jiban.or.jp/images/file/Guidelines_all.pdf

https://www.jiban.or.jp/file/organi/bu/chousabu/fukkoshizai/fukkoshizaiguide141002_05.pdf

再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）

2019 年 5 月 国立研究開発法人 国立環境研究所

資源循環・廃棄物研究センター

<http://www-cycle.nies.go.jp/jp/report/gypsumpowder.html>

非鉄スラグ製品の製造・販売管理ガイドライン

2019 年 4 月 改正 日本鉱業協会

<https://www.kogyo-kyokai.gr.jp/category/1864319.html>

循環資材環境安全品質検査方法（事例分析）

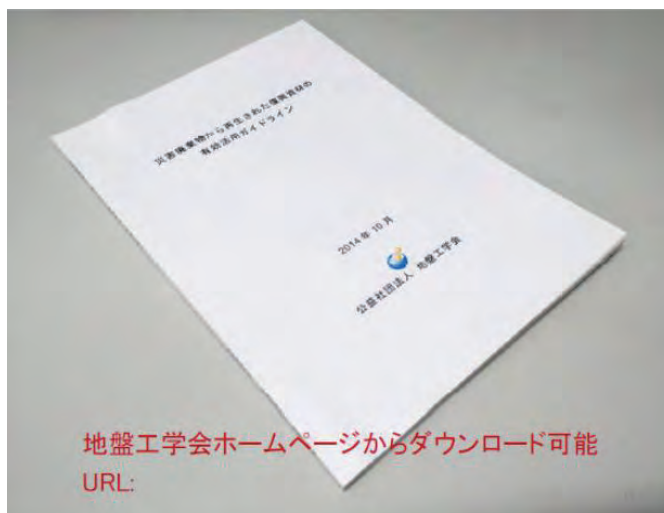
2018 年 2 月 資源循環コンソーシアム「講演」

想定用途に応じた環境安全品質（国環研）

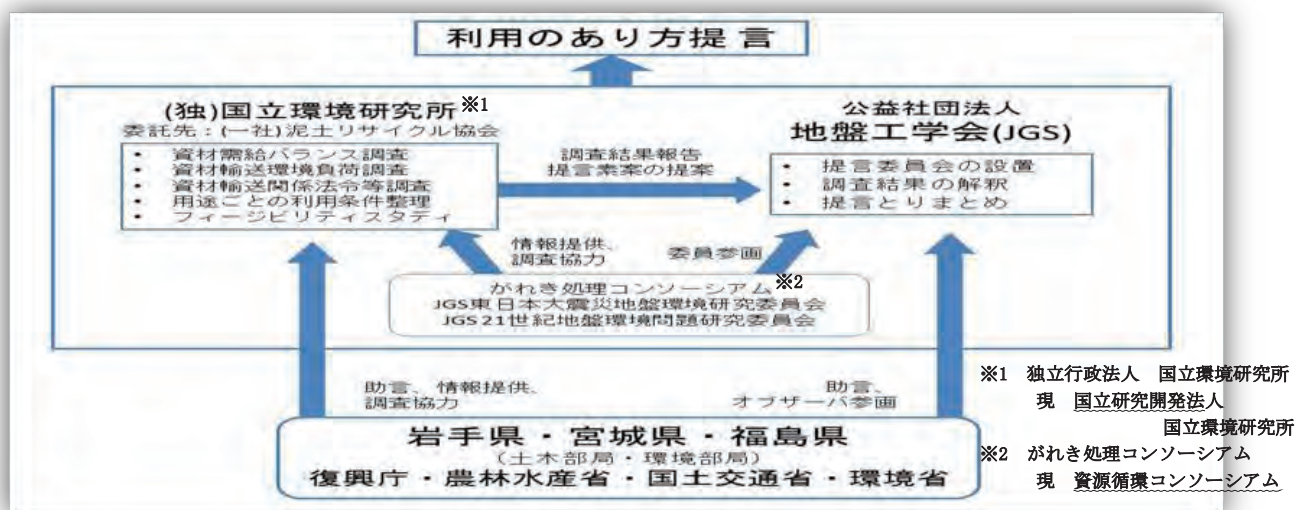
2. 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

2014 年 10 月 (公社) 地盤工学会

https://www.jiban.or.jp/images/file/Guidelines_all.pdf



地盤工学会ホームページからダウンロード可能
URL:



環境安全性

土壌の汚染に係る環境基準の適用について

(3 倍基準等)

環境安全性については、土壌の汚染に係る環境基準（以下、土壌環境基準という）や土壌汚染対策法施行規則による汚染状態に関する基準を踏まえつつ、現状有姿や利用形態を勘案した適切な評価を行うものとする

2.5 環境安全性 本編 P18～25

【解説】環境安全性については、土壌環境基準や土壌汚染対策法に基づく土壌溶出量基準及び土壌含有量基準（合わせて「汚染状態に関する基準」という。）を活用しつつ、自然由来等のために土壌環境基準をわずかに超過する分別土砂等については、現状有姿や利用形態を勘案した適切な評価を行い、利用後の管理・保管・モニタリング方法を含めた有効利用方法を考えることが重要である。（利用形態とモニタリングの考え方は、第 5 章を参照されたい）

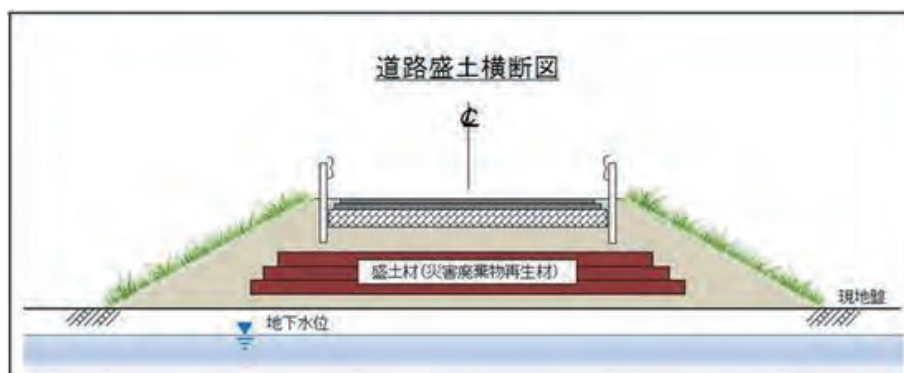
土壌の汚染に係る環境基準の適用について（3 倍値基準）

カドミウム、鉛、六価クロム、砒（ひ）素、総水銀、セレン、ふっ素およびほう素について、その土壌と地下水との関係より、土壌環境基準値と備考欄記載の基準値（3 倍値基準）の二つが規定されている。すなわち、基準不適合土壌が地下水水面から離れており、かつ、「原状において」当該地下水中のこれら物質の濃度が地下水環境基準の値を超えていない場合には 3 倍値基準を適用できるものとしている。

表-2.2 土壌環境基準（重金属等（全シアンを除く。）について抜粋）		
基準項目	環境上の条件（環境基準）	
	地下水から離れて、かつ原状において地下水が汚染されていない土壌（3倍値）	
カドミウム ^{※1)}	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
鉛	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
六価クロム	0.05 mg/L以下	0.15 mg/L以下
砒（ひ）素	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
総水銀	0.0005 mg/L以下	0.0015 mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと	
セレン	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
ふっ素	0.8 mg/L以下	2.4 mg/L 以下
ほう素	1 mg/L以下	3 mg/L 以下

※ 参考として、千葉県の「建設発生土管理基準（平成 21 年改正別表第一、埋立て等に使用される土砂等の安全基準）」では、ほう素、ふっ素、砒素について、環境基準の 3 倍の値が安全基準として定められており、安全基準に適合する濃度であれば公共事業における活用が認められている。また、「原状において」は盛土等への利用後の状態を指すことになるため、盛土等への利用のためには、「地下水水面から離れており」の状態を担保する必要がある。担保するための方法としては、盛土等に利用する範囲が地下水水面下にならないよう地下水位の上昇を防止する施工方法および構造とすること、あるいは盛土等に利用する範囲が地下水水面から離れた状態であることを、施工時および施工後のモニタリング（5.2 節、5.3 節参照）で確認すること等が考えられる。

※ 「地下水水面から離れている」の解釈：例えば愛知県土壌汚染等対策指針においては、愛知県内の年間地下水位の変動範囲を確認した上で、地下水水面から離れている距離として 2m と設定している事例がある。

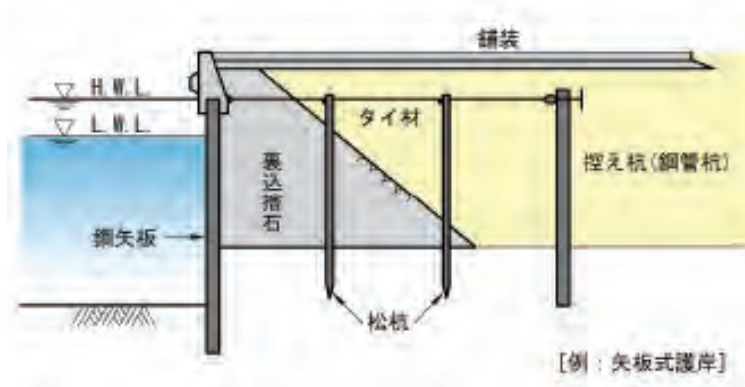


道路盛土と地下水の関係

沿岸域等での活用が明確な場合

海面埋立における利用について

海面埋立てに利用する場合は「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法」第1条で定められている水底土砂に係る判定基準に適合するものであることが求められており、水底土砂の埋立ての場所等に係る土壌であって埋立て終了後も同法に基づく護岸、外周仕切施設等により一般環境（周辺の土壌）から区別されているものは土壌環境基準の適用対象とならないこととされている



港湾施設の例

(平成3年8月28日付け環水土第116号環境庁水質保全局長通知)。

一方、埋立後に陸地化され、一般環境と区別されない場合は、土壌環境基準は適用される。

沿岸域での利用：ふっ素・ほう素の取扱いについて

埋立後の土地改変においては「土壌汚染対策法」いわゆる土対法が適用される可能性がある。土壌環境基準における海水由来と考えられるふっ素とほう素の取扱いについては、平成13年3月28日付け環水土第44号環境省環境管理局水環境部長通知に、「人為的な影響と自然的な影響の寄与度等については個別の事例ごとに異なるものと考えられ、人為的な影響と自然的な影響を区別して評価した上で、個別の事例ごとに判断する必要がある」とされている。

「海水の影響を受けていると考えられる土壌については、もっぱら自然的原因によるものとして一律に土壌環境基準の適用外とすることは、適用外とする土壌の範囲の特定を含めて非常に困難」であり、「汚染原因や周辺地下水への影響等を個別の事例ごとに総合的に評価して、土壌環境基準の適用の是非等を判断するものとする」とされている。

表-2.3 特定有害物質および汚染状態に関する基準
(重金属等(全シアンを除く。)について抜粋)

基準項目 ^{注1)}	基準値	
	土壌溶出量基準	土壌含有量基準
カドミウム ^{注2)}	0.01 mg/L以下	150 mg/kg以下
鉛	0.01 mg/L以下	150 mg/kg以下
六価クロム	0.05 mg/L以下	250 mg/kg以下
砒(ひ)素	0.01 mg/L以下	150 mg/kg以下
水銀	0.0005 mg/L以下かつアルキル水銀が検出されないこと	15 mg/kg以下
セレン	0.01 mg/L以下	150 mg/kg以下
ふっ素	0.8 mg/L以下	4,000 mg/kg以下
ほう素	1 mg/L以下	4,000 mg/kg以下

用途と活用方法

復興資材については重金属等（全シアンを除く。）に関する項目についてのみ確認する。

カドミウム、鉛、六価クロム、砒（ひ）素、総水銀、セレン、ふっ素およびほう素について、その土壌と地下水との関係より、土壌環境基準値と備考欄記載の基準値（3 倍値基準）の二つが規定されている。

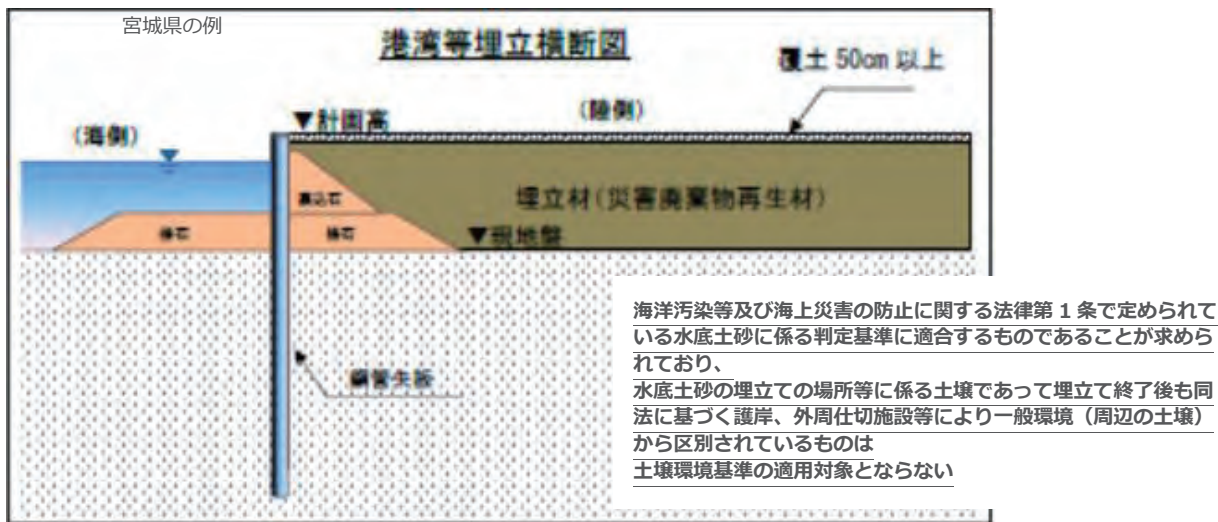
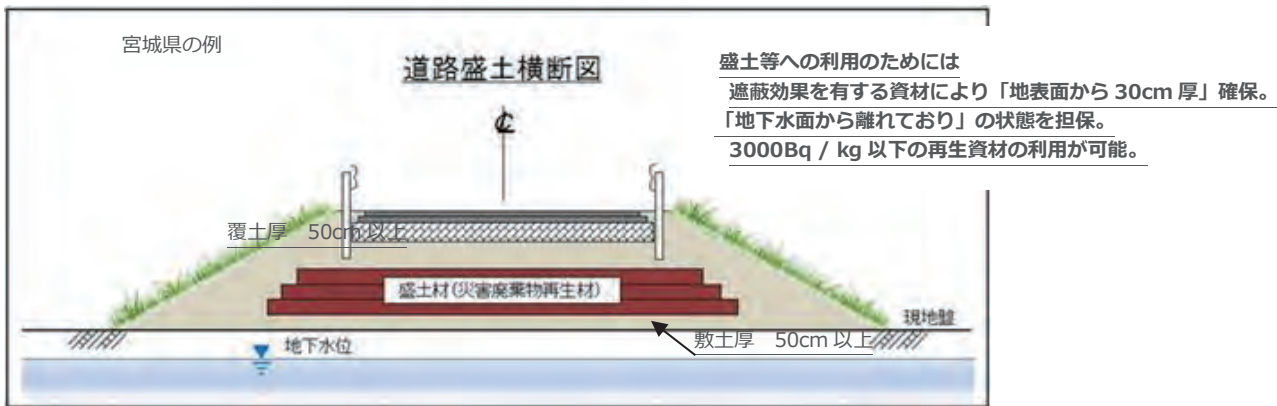
※宮城県の受入れ基準

「管理された状態での災害廃棄物（コンクリートくず等）再生利用について」（平成 23 年 12 月 27 日環境省通知）、「災害廃棄物の再生利用と安全評価」（平成 24 年 5 月環境省廃棄物・リサイクル対策部通知）を踏まえ、平成 25 年 1 月に宮城県環境生活部、平成 25 年 12 月に県土木部において各々「災害廃棄物由来の再生資材活用に関する受入れ基準」を定め、施行している。要約すれば、「管理された状態」での災害廃棄物の再生利用の考え方と安全評価について次のように記述している。

○道路の路盤材等へ利用する場合、周辺の被ばく線量が 0.01mSv / 年以下の管理された状態で利用することは可能。

○遮蔽効果を有する資材により地表面から 30cm 厚確保で、およそ 3000Bq / kg 以下の再生資材の利用が可能。

○ ただし、工事完了後適切に管理され、遮蔽された状態を維持する必要があるので、通常の補修等では交換されることのない資材として、公共事業における再生利用を基本とする。



2.8 その他留意すべき事項

復興資材のうち分別土砂には、除去しきれない木くず等の有機物が含まれているものがある。分別土砂を利用した構造物等への有機物の長期的な影響は不明であることから、有機物量によっては利用用途や地盤改良の適用等を考慮する。

【解説】

木くず等の有機物の含有量が少なければ発生土相当として活用できるが、有機物含有量が多ければ応力が作用しない部位など用途を限定したり、地盤改良等による措置を行う必要がある。一般的な土に含まれている有機物含有量の目安は強熱減量試験（JIS A 1226）23）によって得られる。JIS法で規定される強熱温度は750±50℃で、有機物のほかに結晶水や炭酸塩も焼失される。したがって、分別土砂に残存する木くず等有機物量の評価にはJIS法の強熱温度は高すぎ、330℃程度の強熱が適当であるとの報告もある。

5.1 モニタリングの基本的な考え方

災害廃棄物由来の復興資材、特に分別土砂には、(1) 有害物質への配慮が必要なもの、(2) 木くず等の有機物・可燃物の残存の影響が考えられるもの、(3) (1)および(2)には該当せず通常の土砂と同様に利用できるものがある。

(1)の有害物質への配慮が必要なものとしては、利用用途を限定して基準超過した土砂を有効利用する場合などが考えられ、利用場所周辺の地下水等への影響を観測するためにモニタリングを行う。施工中と施工後が対象となる。

(2)の木くず等を含む材料については、材料がおかれた環境や木くずの混入率によっては木くずが分解し、沈下や汚水・ガス発生可能性があるため、それによる環境影響の防止・監視を目的としてモニタリングを行う。主に施工後が対象となる。

(1)と(2)の両方の特性を有する分別土砂については、その両方の考え方に基づいてモニタリングを行う。

(3)の土砂については、通常の土工で行われているモニタリングに準じて実施する。

5.3 施工後のモニタリング

施工後のモニタリングは、復興資材の活用にとまなう周辺環境への影響を把握し、必要に応じて対策につなげるため、復興資材の特性と用途に応じて適切な項目、位置、頻度を定めて実施する。

【解説】（抜粋）

5.1節で記したように、モニタリングの対象としては、(1) 有害物質の影響によるもの、(2) 木くず等の有機物・可燃物の残存の影響によるもの、が挙げられる。有害物質への配慮が必要なものとしては、利用用途を限定して基準を超過した土砂を有効利用する場合などが考えられ、利用場所周辺の地下水等への影響を観測するためにモニタリングを行う。

木くず等を含む材料については、材料がおかれた環境や木くずの混入率によっては木くずが分解し、沈下や汚水・ガス発生可能性があるため、それによる環境影響の防止・監視を目的としてモニタリングを行う。

i) 地下水モニタリング

ii) ガスモニタリング

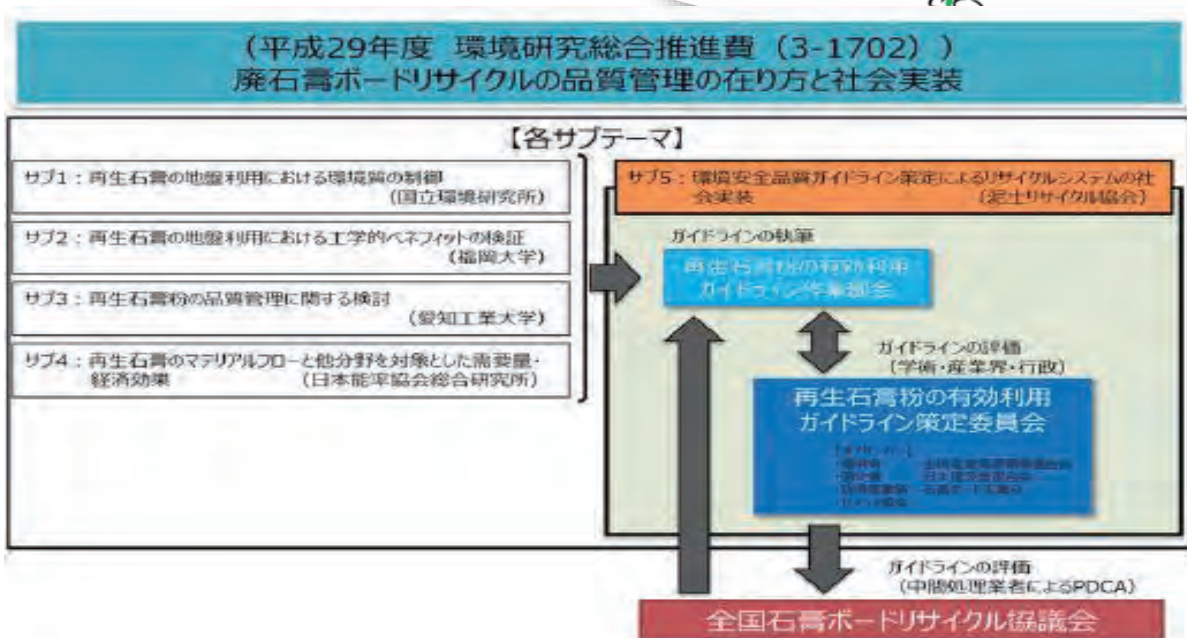
iii) モニタリングの評価基準値

3. 再生石膏粉の有効利用ガイドライン

(国環研 資源循環・廃棄物研究センター)

(第一版) 令和元年 2019 年 5 月

<http://www-cycle.nies.go.jp/jp/report/gypsumpowder.html>



本ガイドラインは、平成 29～30 年度の 2 カ年にわたって実施された環境研究総合推進費「廃石膏ボードリサイクルの品質管理の在り方と社会実装 (3-1702)」にてとりまとめたものである。

(一社) 泥土リサイクル協会が事務局となり、作業部会でガイドライン原案の執筆を行い、策定委員会にて学術、行政、産業界からガイドラインの評価を、全国石膏ボードリサイクル協議会にて中間処理業者からの評価を頂いて作成した。

本ガイドラインで想定する廃石膏ボードは、国土交通省が作成した「廃石膏ボード現場分別解体マニュアル (平成 24 年 3 月)」に準じて適正な排出が行われた廃石膏ボード対象としており、分別解体マニュアルと対になって適正リサイクルを推進しようとするものである。本ガイドラインで想定する廃石膏ボードは、国土交通省が作成した「廃石膏ボード現場分別解体マニュアル (平成 24 年 3 月)」に準じて適正な排出が行われた廃石膏ボードを対象としており、分別解体マニュアルと対になって適正リサイクルを推進しようとするものである。

最終成果（目次）

「再生石膏粉の有効利用ガイドライン」

第1章 総説 サブ4 サブ5

マテリアルフローや適用範囲、用語の定義に加え、利用イメージ等を記す

第2章 再生石膏粉の基本的性質 全体

再生石膏粉や固化材・改質剤の製造方法、保管時の留意事項等を記す

第3章 再生石膏粉の品質検査 サブ3

用途別の品質評価項目の整理、検査方法、検査の運用方法などを記す

第4章 再生石膏粉を用いた固化材・改質剤の地盤利用 サブ1 サブ2

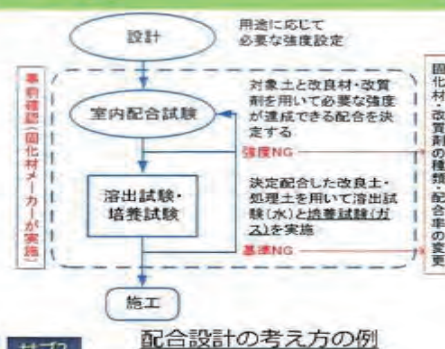
配合試験フロー、強度、溶出量、pH、H₂Sガスの検査方法とその運用方法、施工管理について記す

第5章 その他分野への適用と展望 サブ4

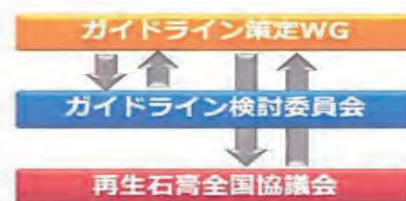
農業利用、畜産利用、濁水対策、除塩等の地盤以外の分野に向けた展望を記す

第6章 管理票の例示

品質検査結果の運用時における管理票の例を記す



配合設計の考え方の例



第1章 総説

1.1 目的

本ガイドラインは、今後も排出量が右肩上がりで増加することが予測される解体系の廃石膏ボードから、安全で良質な再生石膏粉を製造するためのリサイクルシステムを確立することが目的である。中間処理業者が再生処理をして製造する再生石膏粉，ならびに材料メーカー等が製造する再生石膏粉を用いた固化材・改質剤等（以下、「固化材等」と称す。）を対象とし、リサイクル業者が主導的になって整備・運用するものである。

【解説】

石膏ボードは、その優れた性能から建築物の内装材の主要資材として年間 400 万トン以上が生産使用されている 1,2)。図-1.1 に示すように、解体時に発生する廃石膏ボードの排出量は、今後、右肩上がりで増加することが予測されるが、再生利用は低迷している。

本ガイドラインは、解体系の廃石膏ボードのリサイクル率を向上させるために、中間処理業者が再生処理をして製造する再生石膏粉ならびに材料メーカー等が製造する固化材等を対象とし、リサイクル業者が主導的になって整備・運用することとした。特に、再生石膏粉および固化材等の建設業界への普及を図るために、需要側である発注者、設計者および施工業者をはじめ、供給側である中間処理業者および材料メーカーが再生石膏粉および固化材等を取り扱うに際し、品質および環境安全性を担保するための管理方法について示すとともに、具体的な利用用途も記述した。

ガイドラインの構成



図-1.2 ガイドラインの構成図

第1章では、社会的背景を踏まえた本ガイドライン策定の目的を述べるとともに、本ガイドラインの適用範囲、廃石膏ボードのマテリアルフロー、ならびに再生石膏粉および固化材等の利用用途イメージを示す。

第2章では、再生石膏粉の基本特性と、再生石膏粉および固化材等の製造方法ならびに保管上の留意点を示す。

第3章では、再生石膏粉の品質管理に関して、目的・項目・方法と検査の運用ならびに利用用途に応じた品質検査について示す。

第4章では、再生石膏粉を用いた固化材等を地盤材料として利用するに際しての利用用途、品質管理、配合試験、強度ならびに環境安全品質に関する要求品質と検査、施工管理時の留意点について示す。

第5章では、再生石膏粉の地盤改良分野以外への適用性と展望を示す。

第6章の参考資料では、廃石膏ボードのリサイクルにあたって、遵守すべき関連法令と指針等、マテリアルフローの算定方法、硫化水素ガス発生ポテンシャル試験方法を示す。

1.5 再生石膏粉を原料とした固化材・改質剤の利用イメージ

再生石膏粉を原材料とした固化材等は、改良対象である地盤や土の特性と改良目的を踏まえ、適切な材料を選定して活用する。なお、ここで固化や改質の対象とする土は土壤汚染対策法の溶出量基準と含有量基準に適合した非汚染土とする。

(1) 利用用途

(1)-1 固化材

泥土の材料特性を第1 種～4 種処理土の品質区分基準⁵⁾を満足するように改良することが目的。

(1)-2 改質剤

泥土の含水比や流動性を低下させて取扱いを容易にするのが目的であり、強度を必要としない。

(2) 施工法（例）

(2)-1 軟弱地盤の原位置固化改良

(2)-2 盛土材等の改良・安定処理

(2)-3 建設汚泥をはじめとする高含水比泥土の改良・安定処理

(2)-4 発生土ならびに建設汚泥等の改質

(3) 環境安全性（重金属等）に対する試験方法設定の考え方

再生石膏粉を原材料とした固化材等の環境安全性（重金属等）に対する試験方法（第4.5節）の設定の考え方は、土壤環境基準ならびに土壤汚染対策法の各通知に示される再利用物の考え方（参考1、参考2）に従うものとする。

ここで、再生石膏粉を用いた固化材・改質剤の用途の多くは土と混合して地盤改良を行うものであるため、参考1 の類型は（Ⅲ）に該当する。その場合は、当該通知に述べられているように、再生石膏粉を用いた固化材・改質剤を混合させた土に対して、土壤環境基準への適合性を判定するための試験（環境庁告示第46 号（平成3 年8 月23 日）（以下、H3 環告46 号とする））を適用することとする。

一方、再生石膏粉を用いた固化材・改質剤のうち、盛土等の構造物を構成するセメント固化体へ用いられるセメント等の助剤として使用される場合は、参考1 の類型は（Ⅰ）もしくは（Ⅱ）に該当する。その場合は、日本工業標準調査会「コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会総合報告書」の第2 章に示される「循環資材の環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方」に基づき、再利用物の想定されるライフサイクルの中で最も配慮すべき暴露環境に着目して試験方法を規定し実施することとする。ここで、セメント固化体の再利用は基本的に想定されないことから、セメント固化体のままの状態での評価が可能なJIS K 0058-1「スラグ類の化学物質試験方法―第1部：溶出量試験」の5.有姿攪拌試験を行うこととする。

また、直ちに最終処分される用途の場合は、管理型産業廃棄物処分場への受け入れのための判定試験「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（環境庁告示第13 号（昭和48 年2月17 日）（以下、S48 環告13 号とする））を行うこととする。直ちに最終処分される用途としては、処分場運搬時の前処理としての改質が挙げられる。

第2章 再生石膏粉や再生石膏粉を用いた固化材等の基本的事項

2.1 再生石膏粉の基本特性

再生石膏粉は、結晶水の状態により特性が異なる。廃石膏ボードを破砕したのみでは再生二水石膏であるが、焼成処理することによって再生半水石膏や再生無水石膏となり、水との反応性が異なる再生石膏粉となる。そのため、再生石膏粉を保管する際、水（湿気を含む）との接触を防止するように配慮する必要がある。

石膏ボード製造時に微量の添加剤として有機系材料が使用されるため、再生二水石膏では有機物が残っているが、再生半水石膏では有機物が減少し、さらに再生無水石膏の場合には完全に消失する。

第3章 再生石膏粉の品質管理

3.1 適用範囲

本章で示す品質検査は、固化材等の製品の材料として製造される「再生石膏粉（二水、半水、無水）」に適用する。

本章では、図-3.1の赤枠で示した製品の原材料として製造される「再生石膏粉（二水、半水、無水）」について、品質検査項目および検査方法を規定する。

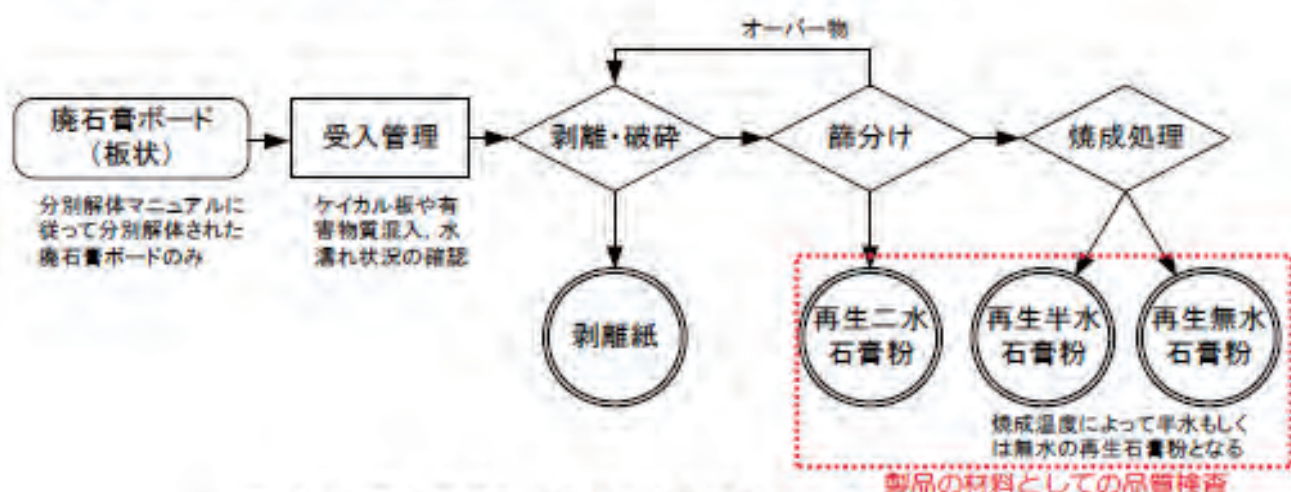


図-3.1 再生石膏粉の基本的な製造方法と品質検査の適用範囲

品質検査の管理票（例：定期検査用）

1. 石膏の種類	二水・半水・無水
2. 製造事業者名	
3. 製造場所	
4. 製造年月日（製造期間）	
5. 製造管理番号（製造ロット、略号等）	
品質管理検査結果（定期検査結果）	
検査実施日	
検査実施者	
検査項目	
灰雑物の混入状況 （種類、量の観察）	
最大粒径（粒度・寸法）	
水分量	
自由水量 （乾燥温度：40±2℃）	
化合水量 （加熱温度：240～260℃）	
水素イオン指数	

定期検査は第三者機関
ことを基本とする。

- 環境測定分析統一
（環境省）
- ISO/IECガイド43
能試験（日本分析
環境測定分析協会）

上記のいずれかの外部
査に定期的に参加して
関にて実施すること

ただし、製造業者自
に定期的に参加してい
造業者が自ら定期検査
ことを妨げない。

2019.08.23

25

品質検査の管理票（例：自主検査用）

1. 石膏の種類	二水・半水・無水
2. 製造事業者名	
3. 製造場所	
品質管理検査結果（自主検査結果）	
検査実施日・実施者	
製造年月日（製造期間）	
製造管理番号（製造ロット、略号等）	
検査項目	
灰雑物の混入状況 （種類、量の観察）	
最大粒径（粒度・寸法）	
水分量	
自由水量 （乾燥温度：40±2℃）	
化合水量 （加熱温度：240～260℃）	
水素イオン指数	

2019.08.23

24

再生石膏粉の品質管理票（定期検査用）

1. 石膏の種類	二水・半水・無水
2. 製造事業者名	
3. 製造場所	
4. 製造年月日（製造期間）	
5. 製造管理番号（製造ロット、略号等）	
品質管理検査結果（定期検査結果）	
検査実施日	
検査実施者	
検査項目	
灰雑物の混入状況 （種類、量の観察）	
最大粒径（粒度・寸法）	
水分量	
自由水量 （乾燥温度：40±2℃）	
化合水量 （加熱温度：240～260℃）	
水素イオン指数	

再生石膏粉の品質管理票（自主検査用）

1. 石膏の種類	二水・半水・無水
2. 製造事業者名	
3. 製造場所	
品質管理検査結果（自主検査結果）	
検査実施日・実施者	
製造年月日（製造期間）	
製造管理番号（製造ロット、略号等）	
検査項目	
灰雑物の混入状況 （種類、量の観察）	
最大粒径（粒度・寸法）	
水分量	
自由水量 （乾燥温度：40±2℃）	
化合水量 （加熱温度：240～260℃）	
水素イオン指数	

※保管期間は検査実施日より5年間とする。

環境安全品質（1）重金属類とpH

項目	一般用途溶出基準 (mg/L)	港湾用途溶出基準 ^{注1)} (mg/L)	処分場受入基準 ^{注2)} (mg/L)
試験方法	H3環告46号	JIS K 0058-1	S48環告13号
水銀（化合物を含む）	0.0005以下	0.0015以下	0.005以下
鉛（化合物を含む）	0.01以下	0.03以下	0.3以下
カドミウム（化合物を含む）	0.01以下	0.03以下	0.3以下
六価クロム（化合物を含む）	0.05以下	0.15以下	1.5以下
砒素（化合物を含む）	0.01以下	0.03以下	0.3以下
セレン（化合物を含む）	0.01以下	0.03以下	0.3以下
ふっ素（化合物を含む）	0.8以下	15以下	-
ほう素（化合物を含む）	1以下	20以下	-
参考とした基準等	土壤環境基準	建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針附属書I	金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準

【pH検査】

- ・ 中性固化材の場合、懸濁液pHは5.8以上、8.6以下
- ・ 固化材、改質材の懸濁液pHが9.5未満の場合は、硫化水素ガス発生検査を実施する。
- ・ なお、pH検査は溶出試験の検液で実施してもよい。

2019.08.23

32

遠藤和人
国立環境研究所

環境安全品質（2）硫化水素ガス

再生石膏粉は、嫌気性条件や中性域、pH等の条件が揃うと硫化水素ガスが発生する。ただし、無水再生石膏粉のように熱処理を加えたものは新材石膏と同様の性質であり、ガス発生リスクはない。
なお、半水再生石膏も完全では無いが、ガス発生のリスクが軽減されている。

試料	試料組成 石膏粉or土混合物 20g(乾燥重量) 窒素曝気蒸留水 40g ヘッドスペース部を窒素置換		利用施設の構造 (温泉利用施設)	換気構造(換気口または換気装置)の開口部を2カ所以上設ける。そのうち1カ所は浴室床面と同じ水準に設ける
	培養開始 培養温度: 40℃ 培養期間: 1~4週間		浴槽湯面から上位10cmの位置の濃度	20 ppmv
培養終了	硫化水素ガス濃度測定		浴室床面から上位70cmの位置の濃度	10 ppmv

- ・ 土壌のみであっても数十ppmの硫化水素ガスが発生する。
- ・ 温泉利用基準は20ppmで規定されている。
- ・ 土壌中で20ppmの硫化水素ガスが発生したとしても、周辺土壌によって吸着・吸収され、大気濃度としては無臭のレベルに低下する。

本試験結果が
20 ppmv以下
であればOK

※ただし、土壌単味で20 ppmv以上の場合は、土壌のみと同程度の濃度までOKとする。

2019.08.23

34

遠藤和人
国立環境研究所

第4章 再生石膏粉を用いた固化材・改質剤の地盤改良等への利用

4.1 利用用途

再生石膏粉を用いた固化材、改質剤の用途は、主に、固化による力学性能等の向上と改質によるハンドリング（搬送性、篩い分け性能）の向上がある。本章では、再生石膏粉を単味または他の材料と混合した材料を、固化材または改質剤として使用する場合の利用用途について示す。これらの固化材、改質剤を使用する際には、用途に応じた要求品質を満たすことを事前の各種試験等により確認する必要がある。なお、ここで固化や改質の対象とする土は、土壤汚染対策法の溶出量基準と含有量基準に適合した非汚染土とする。

【解説】

（1）利用用途の種類

再生石膏粉の利用形態は、①固化材、②改質剤の2種類に大きく分けられる。それぞれの目的は次のとおりである。

（1）-1 固化材

軟弱な土や浚渫土の固化もしくは締固め特性の向上による力学性能の向上（例：軟弱地盤の支持力増加、トラフィカビリティの向上、軟弱土の盛土材としての利用、軟弱地盤の改質による路床、路盤材への利用）

（1）-2 改質剤

造粒による高含水・高粘性の土からの夾雑物選別の性能向上や、廃棄物混じり土からの廃棄物の選別、コーン指数の増加による運搬性向上。

例：篩いによる土中夾雑物選別、泥濘土($q_c < 200 \text{ kN/m}^2$)に対するダンプトラック等の搬送性確保）、軟弱土の路盤材、路床材としての利用。

利用形態における「主材」とは、その材料成分の多くが再生石膏粉であり、中性域であることを特徴とした固化材または改質剤を指す。

また、「助剤」とは、固化材または改質剤の機能を高めるために、再生石膏粉をセメントや石灰等の助剤として配合した材料を指す。なお、固化材・改質剤の主材は再生石膏粉単味の場合もある。

（2）使用に際しての留意点

これらの固化材、改質剤を使用する際には、第4.3節に基づき、用途に応じた要求品質を満たすことを事前の各種試験等により確認する。また、再生石膏粉はふっ素等の重金属等の溶出量が大きいものが多いこと等から、第4.5節に基づき、改良土に対して環境安全品質に関する検査を実施する。

4. 非鉄スラグ製品の製造・販売管理ガイドライン

2019 年 4 月 改正

<https://www.kogyo-kyokai.gr.jp/category/1864319.html>

【問合せ先】 日本鉱業協会技術部 TEL : 03-5280-2327

非鉄スラグ製品の安全性および信頼性の確保並びに利用促進のため、「非鉄スラグ製品の製造・販売管理ガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）を策定し、製品の適切な製造、販売および利用に取り組んできた。近年の環境への関心の高まりに伴い、スラグ製品の用途に対する規制は厳しくなりつつあります。スラグ製品は資源循環のリサイクル製品でありますと同時に、生産者といたしましても、スラグ製品が環境に適応した材料であることを証明できる体制を整える必要があり、新たに環境安全品質規定を織り込み、2016 年 2 月にガイドラインを大幅に改正。2016 年 3 月から運用を開始し、2017 年 9 月 30 日付けでガイドラインの改正。「非鉄スラグ製品の製造・販売管理委員会」のご指摘ご指導を経て、更なる管理強化と運用改善のために、2019 年 3 月 29 日付けで、ガイドラインの改正を行いました。

◇[20190401_非鉄スラグ製品の製造・販売管理ガイドライン.pdf](#)

◇[20190401_ガイドライン見直しのポイント.pdf](#)

◇[20190401_「非鉄スラグ製品の製造・販売管理委員会」委員名簿.pdf](#)

非鉄スラグ製品の製造・販売管理ガイドライン見直しのポイント

日本鉱業協会は、非鉄スラグ製品に起因する問題の発生の防止対策として、2005年9月に非鉄スラグ製品の製造販売管理ガイドラインを作成し、2008年2月に改正。その後、環境安全品質が規定され且つ、昨今のスラグ問題に対応すべく、非鉄スラグ製品の一層の管理強化に向けて、2016年2月にガイドラインを大幅に改正した。改正されたガイドラインに沿って各社適正に管理運用を行ってきた。しかし、外部環境の変化と更なる管理強化・運用改善のために以下の点についてガイドラインを改正する。

(1) 非鉄スラグ製品のガイドラインを遵守する対象者の更なる明確化

ガイドラインを遵守すべき対象者を明確にするために、改正前のガイドラインでは、「対象となる製造・販売する関係会社」とのみ規定されていたものを、「対象となる製造・販売する関係会社及び事業所」と追記した。

(2) 廃棄物として処理される非鉄スラグの扱い

改正前のガイドラインでは、2-2. 廃棄物として処理される非鉄スラグの取り扱いとして、「各会員及び製造・販売する関係会社」（以下「各会員」という。）は、使用場所・用途に応じて適用する「品質及び環境安全品質」を満たさない非鉄スラグは非鉄スラグ製品として販売しない。と規定しているため、両方の条件を満たすことが必須である必要がある。実際の運用上は、and と or の両方の意味を持たせなければいけないため、当該部分の表現を、「品質及び/又は環境安全品質」と変更する。

(3) 出荷検査時に従う規定、取り決めについて

4-3. 出荷検査において、非鉄スラグ製品の出荷検査は、原則として、「各会員」により、JIS、または需要家との間の取り決めに従い行われることとする。と規定されていたが、JIS、本ガイドライン、需要家との取り決め、と明確にした。

(4) 不適切な販売取引の防止

改正前ガイドラインにおいて、6-3. 受注前、（4）販売上の留意点、として、

「各会員」が支払う運送費や業務委託費等が販売代金以上となるおそれがある場合は、販売先以外の第三者を運送業者や業務委託先等として選定しなければならないことを規定したが、非鉄スラグにおいては業務委託費を支払った事例がなく、「業務委託費等」「業務委託先等」の部分を削除するとともに、誤解を招かぬよう、輸送業者の選定先を販売先及び施工業者以外の第三者、と追記した。

(5) 環境安全品質への適合性強化

6-4. 受注・納入に際し、非鉄スラグ製品が使用される場所に応じて適用される環境安全品質とそれへの適合性について需要家に提示するため、コンクリート用銅スラグ骨材及びアスファルト混合物用銅スラグ骨材は、環境安全形式検査成績表と混合率の上限を提出しなければならないと規定していたが、正確性を高めるため、コンクリートの単位量の上限を規定すると変更した。

また、新たな用途として銅スラグ、亜鉛スラグの黒い特徴を生かした意匠材としての利用を追加した。

非鉄スラグ製品の使用場所・用途

使用可: ☐使用不可: ☐

用 途			非鉄スラグ		
大区分	中区分	小区分	フェロニッケルスラグ	銅スラグ	亜鉛スラグ
コンクリート工	一般用途	細 骨 材	○	○	—
		粗 骨 材	○	—	—
		レジコン用混和材	○	—	—
	港湾用途	細 骨 材	○	○	—
		粗 骨 材	○	—	—
コンクリート二次製品		細 骨 材	○	○	○
舗装工	アスファルト混合物	アスファルト混合物用骨材	○	○	—
	路 盤 材	路盤材用骨材	○	—	—
		路 盤 材	○	—	—
	路 床 材	路床材用骨材	○	—	—
		路 床 材	○	—	—
土工	一般用途	盛土材, 覆土材, 積載盛土材	○	—	—
		造成材、埋戻材	○	—	—
		地盤改良材	○	—	—
		そ の 他	○	—	—
	港湾用途	ケーソン中詰材	○	○	○
		地盤改良材	○	○	—
		裏 込 材	○	○	—
		藻場, 浅場, 干潟, 覆砂材	○	—	—
		埋立材、裏埋材	○	—	—
建築用途		建材用原料	○	○	○
		建 築 資 材	○	—	—
ブラスト材		サンドブラスト材	○	○	○
原 料		鋳 物 砂	○	—	—
		セメント用原料	○	○	○
		肥 料 材 料	○	—	—
		造 滓 材	○	○	—
		製鉄用鉄源	—	○	—
		溶接用フラックス	○	—	—

5. 循環資材環境安全品質検査方法（事例分析）

2018年2月13日 資源循環コンソーシアム 幹事会における肴倉宏史室長の講演内容より抜粋して掲載（於 SS30 ビル 宮城大学サテライト教室）

2018.02.13
資源循環コンソーシアム

循環資源への環境安全品質の 規定に関する現状と課題

国立研究開発法人国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

肴倉 宏史

“循環資材”

副産物・廃棄物の種類		年間発生量
建設副産物・廃棄物	建設発生土 ^a	1.4 億 m ³
	コンクリート塊 ^a	3090 万トン
	アスファルト・コンクリート塊 ^a	2580 万トン
	廃石膏ボード ^a	141 万トン
	建設汚泥 ^a	660 万トン
鉄鋼スラグ ^b	高炉スラグ	2406 万トン
	製鋼スラグ（転炉）	1161 万トン
	製鋼スラグ（電気炉）	262 万トン
非鉄スラグ ^c	銅スラグ	300 万トン
	フェロニッケルスラグ	230 万トン
石炭灰 ^d		1262 万トン
下水汚泥（再生利用量） ^f		227 万トン
一般廃棄物焼却灰（熔融スラグを含む） ^g		483 万トン

^a 平成24年度建設副産物実態調査 ^b 鉄鋼スラグ統計年報（平成27年度実績） ^c 日本鉱業協会調べ（平成20年度実績） ^d 石炭灰全国実態調査報告書（平成26年度実績） ^e 石膏ボード工業会（平成22年時点での平成29年推計値） ^f 産業廃棄物係出・処理状況調査（平成25年度実績） ^g 日本の廃棄物処理 平成25年度版

循環資材中の微量有害物質（重金属等）

基準等を超えることのある（あった）物質

	含有	溶出	由来
建設発生土		砒素、鉛、ふっ素など	自然、人為
コンクリート塊		六価クロム	セメント
製鋼スラグ	ふっ素	ふっ素	副資材
銅スラグ	鉛、ヒ素		鉱石
石炭灰		砒素、ほう素など	石炭
廃石膏ボード		ふっ素	鉱石、製造過程
焼却灰、熔融スラグ	鉛など	鉛など	廃棄物

対象	名 称		発行年、 改正年等	発行元
総合	コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会総合報告書【基本的な考え方を提示】		2012	経済産業省
	港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン 【循環資材の環境安全品質の導入状況を取りまとめ、一部新たに提案】		2015 改正作業中	国土交通省
スラグ類 鉄鋼スラグ 非鉄スラグ 熔融スラグ	JIS A 5011-1	コンクリート用スラグ骨材-第1部：高炉スラグ骨材	2013	日本工業標準調査会
	JIS A 5011-2	コンクリート用スラグ骨材-第2部：フェロニッケルスラグ骨材	2016	
	JIS A 5011-3	コンクリート用スラグ骨材-第3部：銅スラグ骨材	2016	
	JIS A 5011-4	コンクリート用スラグ骨材-第4部：電気炉酸化スラグ骨材	2013	
	JIS A 5015	道路用鉄鋼スラグ	2018	建材試験センター
	JIS A 5031	一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を熔融固化したコンクリート用熔融スラグ骨材	2016	
	JIS A 5032	一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を熔融固化した道路用熔融スラグ	2016	
	JSTM H 8001	土工用製鋼スラグ砕石	2016	
	港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル		2015	沿岸技術研究センター
	港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル		2015	
石炭灰	港湾工事における石炭灰混合材料の有効利用ガイドライン		改正作業中	石炭エネルギーセンター
	石炭灰混合材料有効利用ガイドライン 震災復興資材編		2011	
	石炭灰混合材料有効利用ガイドライン 高規格道路盛土編		2014	
	石炭灰混合材料有効利用ガイドライン エージング（既成）灰編		2015 将来、土木学会指針化	
再生石膏	再生石膏を用いた農業用土壌改良資材の環境安全品質ガイドライン 土木用を作成中		2016	石膏再生協同組合
災害廃棄物	災害廃棄物焼却主灰を原料とする再生資材の地盤材料利用を対象とした物性評価スキーム第一版概要版		2014	
	災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン		2012	
			2014	地盤工学会

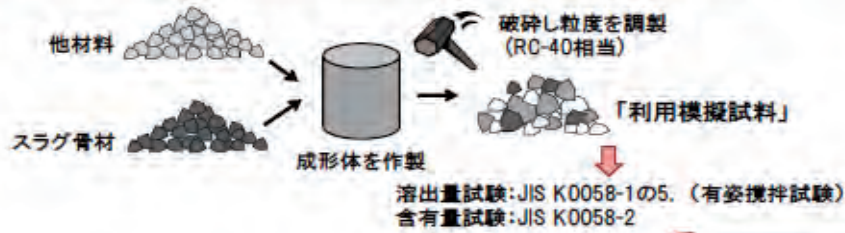
“環境安全品質”とは？

- 資材の出荷から、施工や製品の製造時及び利用時までのみならず、その利用が終了し、解体後の再利用時又は最終処分時も含めたライフサイクルの合理的に想定しうる範囲において、**資材から影響を受ける土壌、地下水、海水等の環境媒体が、各々の環境基準等を満足できるように、循環資材が確保すべき品質**

『コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会総合報告書』（平成24年3月 日本工業標準調査会）による定義を一部修正

試験項目と試験方法（例:コンクリート用骨材）

一般用途:コンクリートとしての利用後に破碎され、路盤材として再利用



港湾用途:港湾のコンクリート構造物としての半永久的利用



16

16

環境安全品質の基本的な考え方

(5) 環境安全品質を保証するための合理的な検査体系

かたしき
環境安全形式検査

環境安全品質基準への適合を確認

利用形態を模擬した
試料調製と試験が基本

全項目を検査

うけわたし
環境安全受渡検査

環境安全形式検査に合格したものと
同じ方法で製造されたものについて、
環境安全品質を速やかに保証する

循環資材や出荷製品を
用いて検査

項目を絞ってロット毎に検査

20

事例1

石炭灰混合材料の 環境安全品質と検査方法 (石炭エネルギーセンターガイドライン)

- ・ 検査の流れ
- ・ 放出経路等に基づく類型の判断
- ・ 試験方法 (環境安全形式検査)
- ・ 試験方法 (環境安全受渡検査)
- ・ 検査の運用方法



環境安全品質と検査方法
環境安全受渡検査

試験方法

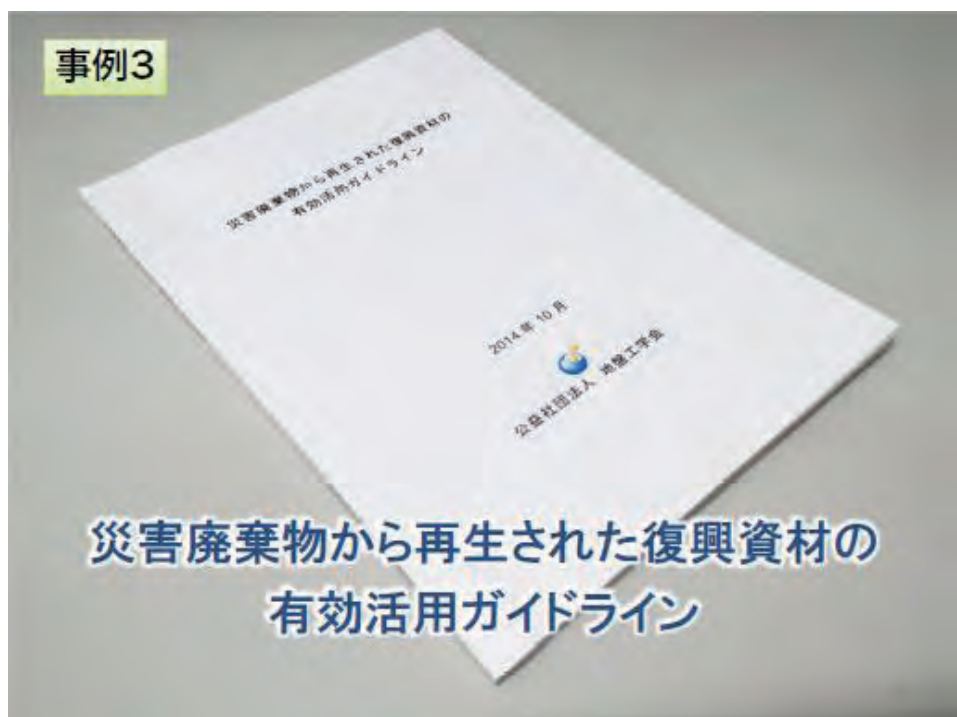
試料：現地で受渡しが行われる石炭灰混合材料を代表するもの
試料の調製・試験方法：環境安全形式検査と同様に行う

検査項目

類型	試験の種類	必須	省略可※	省略
A, B	溶出量試験	六価クロム、ヒ素、セレン、ふっ素、ほう素	カドミウム、鉛、水銀	—
C, D, E	溶出量試験	六価クロム、ヒ素、セレン、ふっ素、ほう素	カドミウム、鉛、水銀	—
	含有量試験	—	鉛、六価クロム、ヒ素、セレン、ふっ素、ほう素	カドミウム、水銀

※環境安全形式検査の結果をもとに、石炭灰混合材料製造業者と利用者との合意の上、省略できる。

事例3



災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

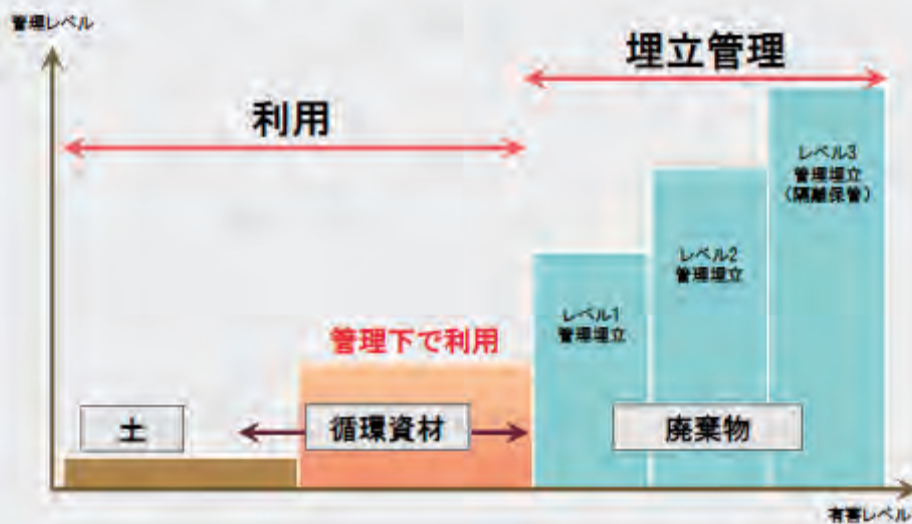
1) 土壌の汚染に係る環境基準の適用について (3倍値基準)

カドミウム、鉛、六価クロム、砒(ひ)素、総水銀、セレン、ふっ素およびほう素について、その土壌と地下水との関係より、土壌環境基準値と備考欄記載の基準値(3倍値基準)のふたつが規定されている。すなわち、基準不適合土壌が地下水面から離れており、かつ、**原状において当該地下水中のこれら物質の濃度が地下水環境基準の値を超えていない場合には3倍値基準を適用できるものとしている。**

ただし、3倍値基準の適用は「原状において」の制約条件があり、盛土等に適用された事例はない。

※ 参考として、千葉県「建設発生土管理基準¹⁰⁾(平成21年改正別表第一、埋立て等に使用される土砂等の安全基準、備考2)」では、ほう素、ふっ素、砒素について、環境基準の3倍の値が安全基準として定められており、安全基準に適合する濃度であれば公共事業における活用が認められている。

■ 土－循環資材－廃棄物の一体的な評価体系の提案を目指して



土壌環境基準・土壌汚染対策法との整合

- 状態（環境省通知の分け方）
 - 固める ⇒ 土壌に非ず（溶出：プロベラ可、含有：不要で良いか）
 - 土と混ぜない ⇒ 土壌に非ず（溶出：プロベラ可、含有：全通??）
 - 土と混ぜる ⇒ 土壌（土壌試験に従い2 mmで篩うと偏るが、良いか）
- 曝露経路
 - 溶出経路のみ ⇒ 含有量試験不要（土と混ぜる場合も不要で良いか）
 - 溶出経路、直接摂取経路の両方あり得る ⇒ 溶出と含有の両試験が必要。
 - 土壌汚染対策法の対象となり得る ⇒ 両試験が必要。2 mm篩いで良いか

環境安全品質基準

	溶出量基準 [mg/L]		含有量基準 [mg/kg]
	一般用途	港湾用途	
カドミウム	0.003 以下	0.009 以下	150 以下
鉛	0.01 以下	0.03 以下	150 以下
六価クロム	0.05 以下	0.15 以下	250 以下
ひ素	0.01 以下	0.03 以下	150 以下
水銀	0.0005 以下	0.0015 以下	15 以下
セレン	0.01 以下	0.03 以下	150 以下
ふっ素	0.8 以下	15 以下	4000 以下
ほう素	1 以下	20 以下	4000 以下

19

(公社)地盤工学会 “災害からの復興における災害廃棄物、 建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する 提言検討委員会” (略称：復興資材提言委員会)

委員		オブザーバー (続き)	
勝見 武 (委員長)	京都大学大学院 地球環境学堂	宮城 英徳	宮城県 環境生活部
今西 肇	東北工業大学 工学部	佐々木 源	宮城県 環境生活部
大河原 正文	岩手大学 工学部	児玉 博史	福島県 土木部
大嶺 聖	長崎大学大学院 工学研究科	高畑 修	福島県 土木部
風間 基樹	東北大学大学院 工学研究科	柳沼 平	福島県 生活環境部
菊池 喜昭	東京理科大学 理工学部	大谷 琢磨	復興庁 地域班/インフラ構築班
阪本 廣行	(株)フジタ 建設本部	土肥 学	国土交通省 総合政策局
佐藤 研一	福岡大学 工学部	西川 絢子	国土交通省 港湾局
鈴木 弘明	日本工営(株) 中央研究所	宮田 真幸	環境省 廃棄物・リサイクル対策部
中島 誠	国際環境ソリューションズ(株)	柳田 貴広	環境省 水・大気環境局 土壌環境課
久田 真	東北大学大学院 工学研究科	高添 覚	農林水産省 大臣官房 環境政策課
保高 徹生	産業技術総合研究所	日下部 浩	農林水産省 林野庁 森林整備部
オブザーバー		馬場 和孝	農林水産省 農村振興局
大迫 政浩	(独)国立環境研究所	北野 吉幸	リサイクルポート推進協議会
肴倉 宏史	(独)国立環境研究所	守屋 政彦	リサイクルポート推進協議会
遠藤 和人	(独)国立環境研究所	事務局	
佐々木 克幸	岩手県 県土整備部	岸田 隆夫	(公社)地盤工学会
佐々木 秀幸	岩手県 環境生活部	伊佐治 敬	(公社)地盤工学会
遠藤 秀則	岩手県 環境生活部	野口 真一	(一社)泥土リサイクル協会
田村 良彦	岩手県 環境生活部	中村 吉男	(一社)泥土リサイクル協会
舩谷 成幸	宮城県 土木部	西川 美穂	(一社)泥土リサイクル協会