

建設 リサイクル

2015.秋号 Vol.73

特集
2015 建設リサイクル
技術発表会—
発表技術の紹介 (6団体)

ニュース・フォーカス
クローズ・アップ
テクノロジー・トゥデイ
ほっとひと息 おとなりさんのエコ

「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」の概要ならびに分別土砂等の有効利活用技術

野口 真一

一般社団法人泥土リサイクル協会 事務局長

キーワード

災害廃棄物、復興資材、循環資材、有効活用ガイドライン、分別土砂利活用技術

1 はじめに

東日本大震災の被災三県(岩手県・宮城県・福島県)では、災害廃棄物処理は福島県の一部を除いて2013年度末にてほぼ終了し、復興のための土砂等(土取り場からの購入土や、宅地造成による切土など)の調達が進められている。しかし、その一方で、重量で災害廃棄物・津波堆積物の3分の1以上を占める分別土砂などの「復興資材」の一部については、その利用用途の確保が課題となった。分別土砂などの復興資材や建設発生土などの循環資材の利用を進めることは、最終処分される廃棄物の量や土取り場などから新たに購入する土砂の量を減らすことが可能であり、環境負荷低減や社会便益の観点から、重要な取り組みである。

そこで公益社団法人地盤工学会では、復興資材の有効活用に係る課題の解決にあたるべく、2013年9月～2014年12月の間に「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、委員長：京都大学 勝見武)を設置して検討を重ね、「災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言」を取り纏め¹⁾、さらに、提言の実現に向けて、強靱で環境安全な土

構造物を構築するためにガイドラインの整備を行った。復興資材提言委員会の活動スキームを図-1に示す。

一方、がれきの処分、有効活用で培った様々な技術をそこで終わらせることなく、その技術ノウハウを平時の未利用資源の有効活用に継承し、東北地方の資源循環型

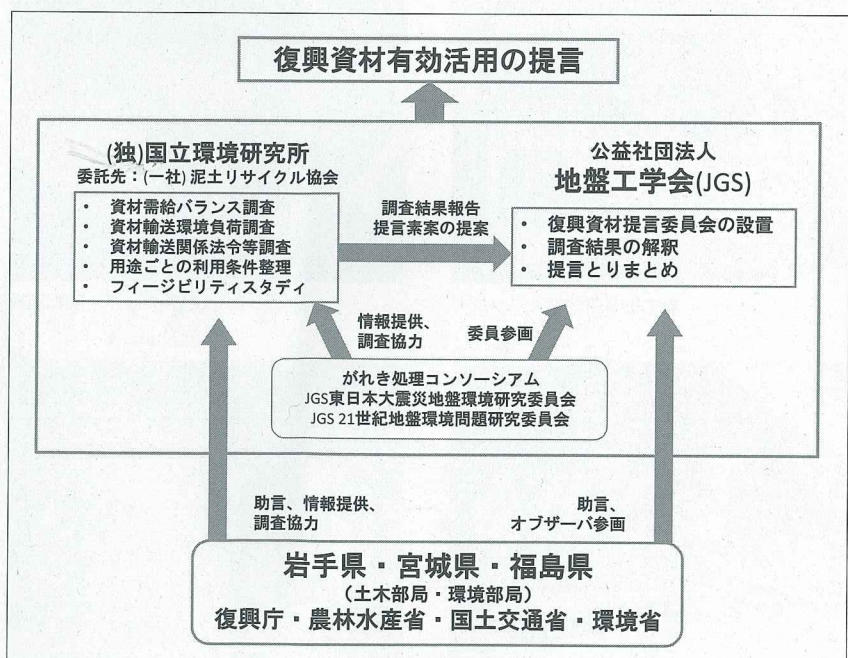


図-1 復興資材提言委員会の活動スキーム

社会の形成のきっかけ作りを目指すことを目的に「震災がれきと産業副産物のアロケーション最適化コンソーシアム～未利用資源有効利用の産学連携拠点の形成～(略称：がれき処理コンソーシアム、代表：東北大学 久田真)」が創設され、被災自治体の協力を得ながら、実用化・事業化へ向けた取り組みが展開された。

泥土リサイクル協会(以下、本協会と称する)は、これらの取り組みにおいて事務局あるいはオブザーバーとして参画している。本稿では、復興資材提言委員会が策定した復興資材の有効活用ガイドラインの概要ならびに本協会が推奨する分別土砂等の有効活用技術を紹介する。

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

2.1 目的と構成

復興に向けた社会基盤整備事業では、環境負荷に配慮しながら安全で品質の良い強靱な社会基盤を残していく必要がある。一方、災害廃棄物等(津波堆積物を含む)から再生した復興資材は、地域によって、そして処理の方式によって様々であり、また、自然由来の重金属を含むものも存在する。このため復興資材提言委員会では「復興資材等の品質管理のための基準や設計施工を行う上でのガイドラインやマニュアルの整備は重要である。」との立場から、復興資材等の利用に関して、地盤工学特性と環境安全性の観点に基づく利用用途に応じた合理的な品質基準に依拠して有効利用を推進することを

目的とし、品質管理や設計施工を行うためにガイドラインを整備している。

本ガイドラインでは、地盤材料として用いられる復興資材のうち特に分別土砂に、より力点をおき、また用語の定義の重要性や、環境リスクを考慮した有効利用と管理のあり方についても、若干踏み込んだ記述がなされている。

図-2に本ガイドラインの構成を示す。第1章ではガイドラインの基本的な考え方、用語、関連する法律等の基本事項、第2章では復興資材を様々な用途へ有効活用する際の範囲、記録・保存、品質評価等の共通事項、第3章では用途と活用方法を参考とすべき技術指針、第4章と第5章は共通事項から特出して、循環資材による改良とモニタリングの考え方がそれぞれ示されている。以下にガイドラインの内容の一部を紹介する。

2.2 復興資材の位置づけ

用語の正しい使用は、多くの関係者と認識を共有するために極め

て重要である。ガイドラインでは、復興資材はコンクリート再生砕石、災害廃棄物から再生された分別土砂、津波堆積物由来の分別土砂、および津波堆積土から構成されるとして、相互の関連性を図-3に示すベン図に整理している。また、ガイドラインでは分別土砂を公共工事等の資材として活用することを提案しているが、自然的原因により土壌環境基準をわずかに超過する分別土砂も含むため、そのような分別土砂の利用にあたっては厳格な管理が必要とされている。

2.3 用途と活用方法

ガイドライン第3章では、復興資材の用途と活用方法が11種類の用途ごとに示されている。各用途における要求品質は、既存のガイドラインやマニュアルを引用してとりまとめており、本ガイドラインは、様々な地盤材料の要求品質に関する情報が一覧できる点においても価値があるものと思われる。例えば、盛土としての利用で

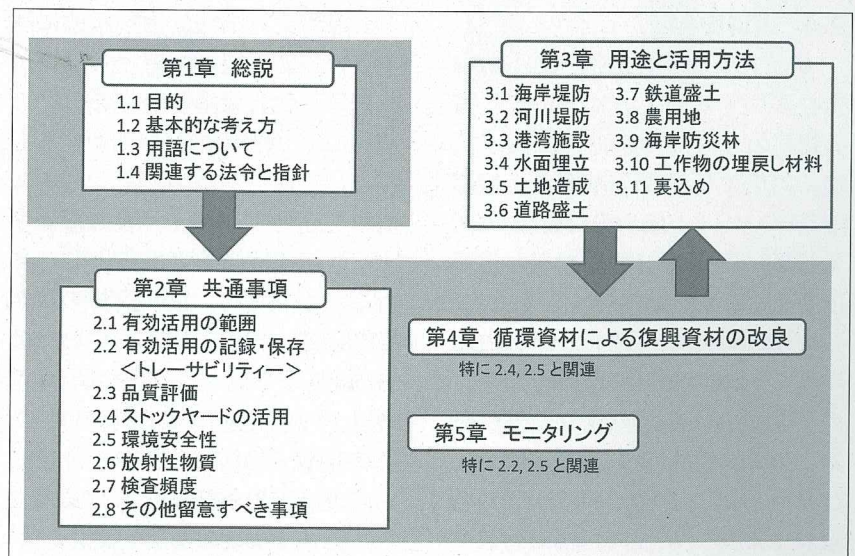


図-2 ガイドラインの構成

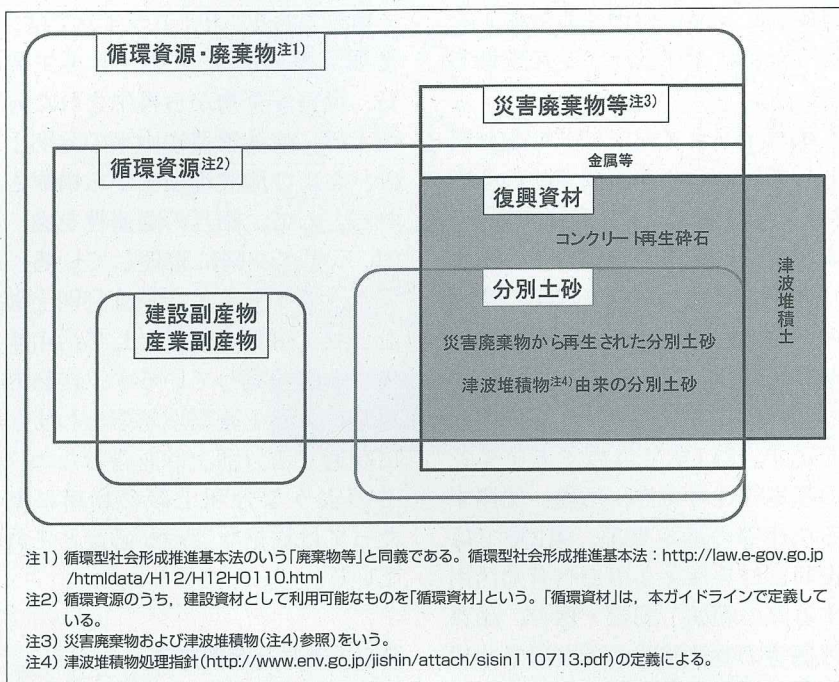


図-3 復興資材の位置づけ

あっても表面がコンクリート二次製品等で被覆される場合、河川水に常時接する場合、繰り返し荷重を受ける場合などで、用途ごとの要求品質は異なってくる。さらに、農用地や海岸防災林への利用では土木構造物とは異なり塩やpHが重要となる。

2.4 環境安全性

ガイドライン2.5節では環境安全性に関する考え方について、復興資材のうち特に分別土砂は、「土壌の汚染に係る環境基準」(土壌環境基準)と、「土壌汚染対策法」の汚染状態に関する基準の適用が重要であるとしている。

土壌環境基準は政府が定める環境保全行政上の目標基準である。カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレン、ふっ素およびほう素は、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倍相当の基準値(3倍値基準)を適用できるものとしている。ガイドラインでは3倍値基準を適用できる条件として、「原状において」を担保するための考え方を示し、3倍値基準を適用した千葉県建設発生土管理基準の事例を紹介している。

土壌汚染対策法は汚染状態に関するいわゆる規制基準として溶出量基準と含有量基準を定めている(さらに、対策の内容に関連するものとして地下水基準と第二溶出量基準を定めている)。溶出量基準は、土壌環境基準と同値となっている。このため、復興資材の利用に際して、土壌環境基準における3倍値基準を含め、土壌溶出量基準以上の値で運用する場合は、将来の形質変更の可能性を考慮して、土壌汚染対策法における取扱いに留意する必要性が示されている。

2.5 モニタリングとトレーサビリティ

基準超過した復興資材の有効活用にあたっては、「公共事業で」、「管理が継続され」、「地下水汚染が生じない状態が確認されている」ことによる、リスク管理が求められる。そこでガイドライン第5章では復興資材の環境安全性に着目して、リスク管理不要、緩やかなリスク管理(レベル1)、厳格なリスク管理(レベル2)の三つのレベルに整理し、それぞれに対するモニタリングとトレーサビリティの考え方が示されている。

モニタリング(表-1)に関しては、土壌分析の有無やタイミングと基準の適否、中間処理における添加材の有無等を指標とし、利用先の制限と施工後のモニタリングのレベルが示されている。緩やかなリスク管理(レベル1)では、例えば、土壌汚染対策法における原位置不溶化措置完了の確認の考え方(地下水質の基準適合を2年間確認すること)等が準用できる。厳格なリスク管理(レベル2)としては、利用場所・環境に応じて求められる環境安全性に対して、地下水質等を継続してモニタリングすることが考えられる。

次にトレーサビリティ(図-4)については、ガイドライン2.2節で示されている利用材料・利用部位等の記録に加えて、供用中の環境モニタリングの結果を反映させることとしている。特に、表-1中のNo.1は処理前・処理後とも基準適合しているが、試験結果等を記録・保管することで将来の形質変更時における環境分析等が不要となることも踏まえ、材料としての記録を保存することが望まし

表-1 復興資材を有効利用する場合の、有害物質による環境影響に関するモニタリングの考え方

No.	材料履歴と環境分析結果				利用先制限	施工後モニタリング ^{注)}
	分別処理前分析	他の材料との混合	分別土砂の改質	分別・改質処理後分析		
1	基準適合	無	無	基準適合	制限なし	不要
2	基準適合	無	無	分析なし	制限なし	不要
3	実施の有無を問わない	有	無	基準適合	制限なし	不要
4	実施の有無を問わない	有	有不溶化を目的としない改質-石膏や石灰等-に限る	基準適合	制限なし	不要
5	基準超過	実施の有無を問わない	有不溶化を目的とした改質-キレート処理等-を含む	基準適合	制限なし	「緩やかなリスク管理(レベル1)」の考え方でモニタリングを実施
6	基準超過/基準適合が確認できていないもの	実施の有無を問わない	実施の有無を問わない	基準超過/基準適合が確認できていないもの	制限あり	「厳格なリスク管理(レベル2)」の考え方でモニタリングを実施

注)有効利用後に環境安全性が継続して確保されていることの確認

い、としている。

なお、ここで示された考え方は、自然由来の重金属等によって土壌環境基準をわずかに超過する分別土砂等に適用することを想定しており、現状有姿や利用形態を勘案して適切な評価を行い、利用後の管理・保管・モニタリング方法を含めた有効活用の方を考ることが重要であるとの観点に基づいている。

この他の視点として、分別土砂には木くず等の有機物・可燃物の残存の影響が考えられる。具体的には、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・ガス発生の可能性があるため、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必要のあることを述べている。

2.6 復興資材の循環資材による改良

災害廃棄物等から再生された分

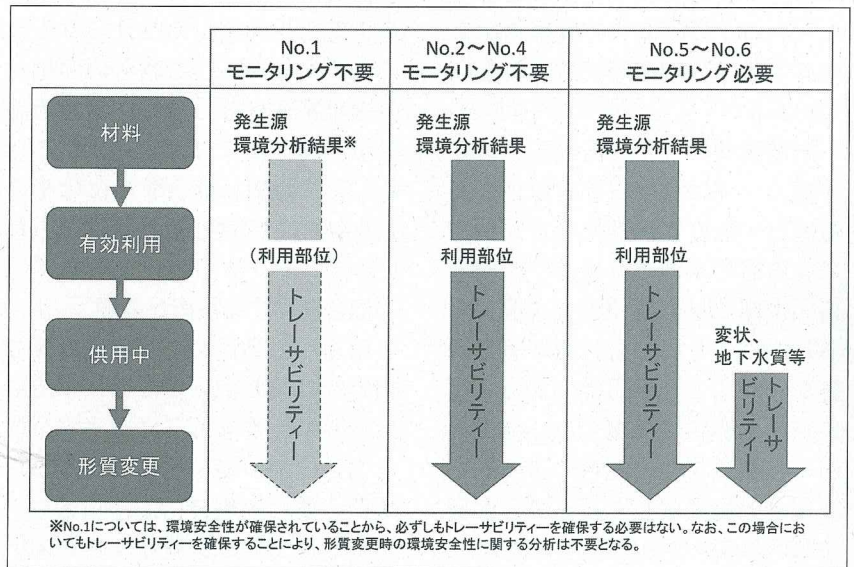


図-4 復興資材の有効利用におけるトレーサビリティの考え方

別土砂の地盤材料特性に関しては、現在、多くの調査・研究が進められている。本協会が受託業務として実施したフィージビリティスタディにおいても、分別土砂で盛土を構築する際に循環資材を混合することにより、地盤材料特性が向上することを確認しており、その成果はガイドラインの参考資

料として掲載されている^{2), 3)}。

循環資材とは、ガイドライン1.3節では循環型社会形成推進基本法の規定する循環資源(廃棄物等のうち有用なもの)のうち、建設資材として利用可能なものとしており、ガイドライン第4章では、このような循環資材による復興資材の改良について述べている。最大の留

意点として、循環資材には鉛やふっ素、ほう素等の重金属等を含んでいるものがあるので、(1)循環資材単味での環境安全性と、(2)復興資材に循環資材を混合した混合物としての環境安全性を確認する必要があることが指摘されている。

3 分別土砂等の有効利活用技術

3.1 循環資材の活用

利用用途に要求される品質を満足できない分別土砂等を活用する場合は、土質改良や土質安定処理が必要となる。土質改良等を行うには、市販の材料を使うことも考えられるが、副産物・廃棄物由来である循環資材を用いることも有効である。

循環資材のうち、石炭灰やスラグ類の一部にはポゾラン反応による固化・強度発現効果などが期待できるものがある。また、粒度の悪い復興資材に循環資材を混合することにより、混合材料の粒度調整をはかることも可能である。循環資材を選定する場合は、発生場所や復興資材との混合による効果を総合的に考慮して行うことが望ましい。

なお、循環資材の中には建設発生土も含まれる。復興事業において発生する建設発生土についても環境負荷低減の観点から、有効活用をすることが望まれる。

3.2 有効利活用技術の選定ポイント

本協会では、土質改良や土質安定処理が必要となる場合は、以下の3点に留意するよう指導している。

①利用用途を明確に

まずは、分別土砂等を何に使うかを明確にしておくことが重要である。ガイドライン第3章では、復興資材の用途と活用方法を示しており、公共工事において積極的に利用するよう工事仕様書等に明記しておくことが望ましい。

②万能な固化材はない

利用用途に要求される品質を満足できない分別土砂等を活用する場合は土質改良や土質安定処理が必要となるが、その場合には固化材の選定が重要となる。固化材には、セメント、石灰等のほかに、これらを母材としたセメント系固化材および石灰系固化材、さらに、石膏を母材とした固化材や建設副産物を再生利用したりサイクル型の固化材もある。これらの固化材の固化特性はその種類や建設汚泥の土質特性により大きく異なるため、要求品質に適合するにはその固化特性に留意しなければならない。

③混合攪拌する技術が重要

用途別の品質および仕様書等で規定された要求品質に適合するには、要求品質ならびに環境安全性を安定的かつ継続的に満足するために必要な処理技術が採用され、かつ処理工程の管理がなされていること等が確認できる技術であることが最も重要である。

3.3 本協会が推奨する泥土再資源化技術 ～イーキューブシステム～

イーキューブシステムは『要求品質を確保』したうえで『処理コストの低減』を目指し、『土壌環境基準を満足』した安全な製品を生成する安定処理技術である。NETIS(CB-

030057-V)をはじめ、NEXCOの新技术情報システムや地方自治体の新技术新工法活用システムにも登録しており、NETISにおいては、事後評価における技術の位置づけとして“建設汚泥リサイクル”のキーワードにおいて唯一「少実績優良技術」として“-V”評価を受けた技術で、あわせて他機関の評価として建設技術審査証明も取得している。

本技術は、移動翼と攪拌翼を兼ね備えた特殊連続ミキサーにより、泥土と高分子凝集剤および固化材を30秒程度の連続混合で粒状に処理することができるうえ、要求品質に応じて固化材を変えても安定した品質に処理できる。また、処理土は粒状を呈しており、処理後のハンドリング性に優れているうえ、再泥化しないため、場内仮置きや積み込み・運搬に際して普通土と同様に扱うことができる。

そのほか、固化材等の添加量低減手法の確立やリサイクル型固化材を採用することでコスト低減を目指しており、従来工法と比べて生産処理効率が高く、産業廃棄物として処理するよりも経済的である。

主装置は、『泥土ホッパー』『泥土供給装置』『固化材供給装置』『混合攪拌装置(特殊連続ミキサー)』からなり、全ての機械を防音ハウスに詰め込んだ運搬可能な移動式のユニット型や組み合わせを自由にしたセパレート型がある。

本技術の概略の処理工程は図-5に示す、①泥土投入、②泥土供給、③混練作業の3つに区分される。

①泥土投入では、ごみや大きな礫等を一次処理(分級)したものを

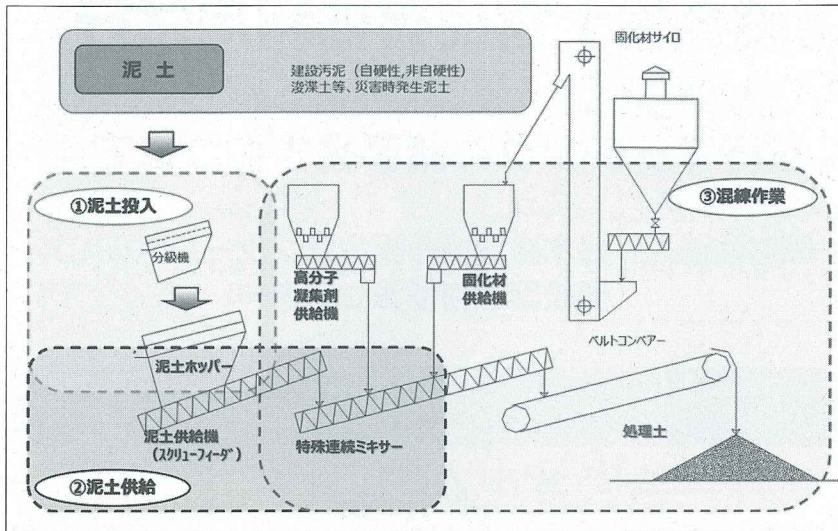


図-5 イーキューブシステム概略 処理工程

直接泥土ホッパーに投入する。

- ②泥土供給では、泥土ホッパー内の原泥を泥土供給機(スクルーフィーダ)により特殊連続ミキサーへ定量供給する。
- ③混練作業では特殊連続ミキサーに原泥が供給されると同時に高分子凝集剤を添加し、混合攪拌したのち、固化材が定量添加され、連続的に混練・搬送されて処理土となってベルトコンベアに排出される。

本技術の特徴を以下に示す。

- ①高含水の泥土(含水比で150%程度)であっても貯泥・調泥のノウハウにより含水比を適切な範囲にコントロールすることで安定した処理ができる。
- ②原泥の状態を適正に判断するため、流動状態によってフロー管理およびスランプ管理を選別しており、これにより要求品質に応じた適正な固化材添加量を管

理できる。

- ③固化材種別が豊富であるうえ、どの固化材であっても同じ管理状態で処理できるため、要求品質に応じて固化材を選定することができる。また、高含水の泥土処理には欠かすことのできない高分子凝集剤にも着目しており、独自製法により開発された材料により、混合効率を高めている。

4 おわりに

災害廃棄物や津波堆積物の混合物から、土砂を土砂以外の材料と分離し、土構造物としての性能と環境安全性を確保しつつ土木資材としての有効活用を進めることは、大震災からの復旧・復興における地盤工学の重要な貢献である。被災地では復興に関わる多く

の社会基盤整備事業が進められており、相当量の土砂が必要とされている。同時に、復興事業に伴う発生土も相当量となることが見込まれ、その有効活用も重要課題である。このような土砂の需要と供給を踏まえつつ適切な資材アロケーションの方向性を提示することは、東日本大震災からの復旧・復興に貢献するのはもちろんのこと、近未来の発生が避けられないであろう南海トラフ地震など他の災害への対応にも寄与しうる知見を与えるものである。復興資材提言委員会の活動成果による提言とガイドラインならびに本協会の推奨技術が、この重要課題への一助となれば幸いである。

末筆ながら、復興資材提言委員会ならびにがれき処理(2015年6月より資源循環)コンソーシアムにおいて、お力添えいただいた全ての方々に謝意を表する。

参考文献等

- 1) 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)ホームページ https://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1540&Itemid=148
- 2) 国立環境研究所、泥土リサイクル協会(2014) 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調査業務報告書
- 3) 中村吉男、野口真一、肴倉宏史、勝見武(2015) 災害廃棄物由来の再生土砂を用いた盛土実証試験、第21回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、講演論文集