

建設マネジメント技術

〔編集〕建設マネジメント技術編集委員会

PUBLIC WORKS MANAGEMENT JOURNAL

<https://kenmane.kensetsu-plaza.com/>

12

December
2025

▶ 特集 建設分野の サーキュラーエコノミー

- ▶ **行政情報** 橋梁等の2024年度（令和6年度）点検結果を取りまとめ
- ▶ **自治体の取り組み** 宮城県／神奈川県
- ▶ **JapaConレポート** 第8回JAPANコンストラクション国際賞
- ▶ **日建連表彰2024** 第5回土木賞（最終回）



巻頭発言

建設リサイクルに求められる 厳格さと寛容さ

京都大学大学院 地球環境学堂 教授 かつみ たけし 勝見 武



建設・社会基盤の分野では、廃棄物・副産物の削減と資源の有効活用は重要な命題の一つとして取り上げられ、官民のさまざまな取組みが進められてきた。その基幹として1990年代半ばに始められた建設副産物実態調査と建設リサイクル推進計画は、数次のアップデートを経て現在に至っており、建設廃棄物の再資源化等率は1990年代の約60%から2018年には約97%に上昇するなど、建設リサイクルの実務は着実に進んでいると言っていよいであろう。

その一方で多くの課題もある。例えば、プラスチック系の廃棄物の削減、残土の不適正処分の防止といった個別対象物への対応から、より付加価値の高い用途への有効利用の推進、今後増えるであろう老朽化したインフラの維持補修・解体への対応、激甚災害によって大量に発生する災害廃棄物の再生資材の活用、カーボンニュートラルへの貢献など、多様な課題が存在している。

また、進歩が著しい情報通信技術の活用によって、生産性を向上させるだけでなく、データ取得と共有の即時性を果たすことで可視化を図って透明性の確保につなげていくなど、社会における建設リサイクルの認知度の向上も期待されている。

建設分野の特性として、使ったものがその場に永く残ることから、構造物や施設としての機能を損なわないようにするのはもちろんのこと、有害物質等による環境への影響のリスクも避けなければならない。

一般環境でリサイクルされる材料は、環境基準（より正確に言うと「土壌汚染対策法の指定基準」）を遵守するよう求められることが多いが、その運

用には環境分野特有とも言える「厳格さ」がときに過剰に支配的であるように筆者には感じられる。例えば発生土について、ヒ素や鉛などの重金属等が自然由来で土や岩石に含まれるのは特別なことではないが、前記の基準を超えたことで有効活用や事業そのものを断念せざるをえない事例もみられるようである。

2022年には六価クロムの水質環境基準が強化され、改良土等への波及も各所で議論されている。再利用可能なはずの材料が活用されないことで、残土処分、新材利用による環境破壊、運搬に伴う温室効果ガス排出といった、環境上の別のマイナスをもたらしうることも考慮すべきであろう。

技術上の工夫によって有害物質によるリスクが回避できることが科学的に説明されることで、前記のような材料の利用が社会に広く受け入れられていくのが好ましい姿であり、そのためには科学的根拠に基づいた「寛容さ」が望まれる。

建設リサイクルは、本年6月20日の国土交通省グリーン社会実現推進本部会議において定められた「環境行動計画」の中で七つの重要施策の一つに含められている。また、同じく9月25日の社会資本整備審議会計画部会で示された第6次社会資本整備重点計画（案）でも、概要の1枚ものペーパーに「建設リサイクル」が初めて記されるなど重要度が高まっている。

建設・社会基盤分野における重要課題の一つとして認識が高まりつつあることを踏まえ、厳格さと寛容さのバランスを保ちながら、さらなる高度化が求められるところである。

カーボンニュートラルに資する 建設発生土リサイクルの徹底に向けて

一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会 専務理事 たかの のぼる 高野 昇

1. はじめに

「循環経済の実現に向け、循環資源の利用と生産の拡大を進めていく。例えば、下水汚泥資源の肥料利用の推進、廃食油などを利用したSAFの導入促進、産業副産物を利用したブルーインフラの整備、建設発生土の有効利用促進を推進していく。」

これは、「第1回循環経済（サーキュラーエコノミー）に関する関係閣僚会議」（令和6年7月30日）¹⁾における、前・斉藤国土交通大臣の発言です。筆者は、建設発生土コンサルタント歴45年ですが、旧建設省・国土交通省の歴代大臣が「建設発生土」という用語を発するのを初めて聞きました。

国土交通省が循環型経済、カーボンニュートラル（CN）を進めるための重要施策として、「建設発生土リサイクル」にスポットが当てられています。

本稿では、「第17回建設リサイクル推進施策検討小委員会」（令和6年7月2日）²⁾において、「建設発生土リサイクル徹底」方策として、一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会（以下、「JASRA」という）が提案した内容等を紹介させていただきます。

また、JASRA 研究助成制度第1号として、京都大学大学院加藤智大助教に依頼した研究成果³⁾によれば、建設発生土リサイクルによるCO₂排出量の削減効果が明らかになっています。

2. 国土交通省における建設発生土リサイクルの位置付け

「第1回循環経済に関する関係閣僚会議」での前・斉藤国土交通大臣の発言後も次のとおり、建設発生土リサイクルが重要なテーマとして位置付けられています。

国土交通省環境行動計画改定に向けた骨子案（令和7年4月18日）⁴⁾では、「【重点3】再生資源を利用した生産システムの構築」の主な施策としての「建設リサイクルの高度化」の具体例に、「建設発生土の有効利用や適正利用を推進」が含まれています。

第19回建設リサイクル推進施策検討小委員会（令和7年4月21日）で提示された「グリーン社会の実現に向けた建設リサイクルの推進 提言 中間とりまとめ（素案）」⁵⁾内の「早期に取り組むべき具体の施策」の第1として「建設発生土の有効利用促進」が提案されています（第2は「建設廃棄物のリサイクル推進」）。

3. 建設発生土リサイクルの課題と方策

(1) 課題

① 新材利用量の2倍以上の土量を内陸受入地へ搬出

国土交通省「平成30年度建設副産物実態調査結果」によれば、土砂利用工事では新材を約2,500万m³利用していますが、その2倍以上の約5,900万m³の建設発生土が内陸受入地（いわゆる「残土処分地」）へ搬出されています（図－1）。

図－2は、「平成30年度建設副産物実態調査結果」を基に、都道府県別の土砂需給バランスをみ

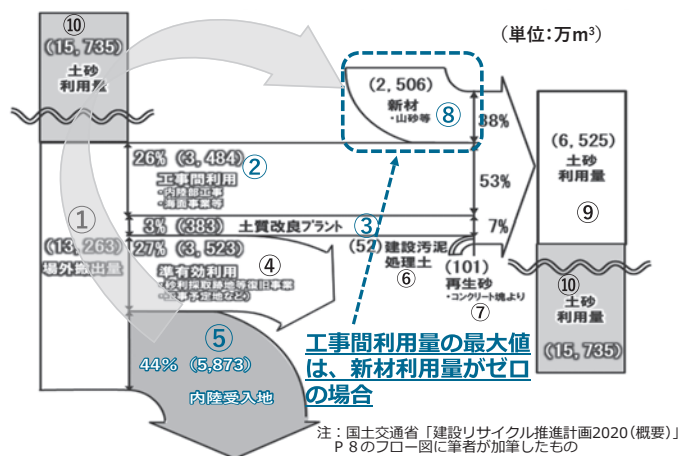
たものです。これによれば、多くの都道府県で内陸受入地への搬出量が新材利用量を上回っており、新材利用量を内陸受入地搬出量で代替可能、すなわち都道府県内で調整すれば新材利用量をゼロにすることが可能です。なお、新材利用量が内陸受入地への搬出量を上回っている宮城県、山形県、福島県は、東日本大震災後の復興事業での大規模盛土等により、一時的に新材利用量が増大したものと推測されます。

② 土質改良プラント、ストックヤードが「残土処分地」化

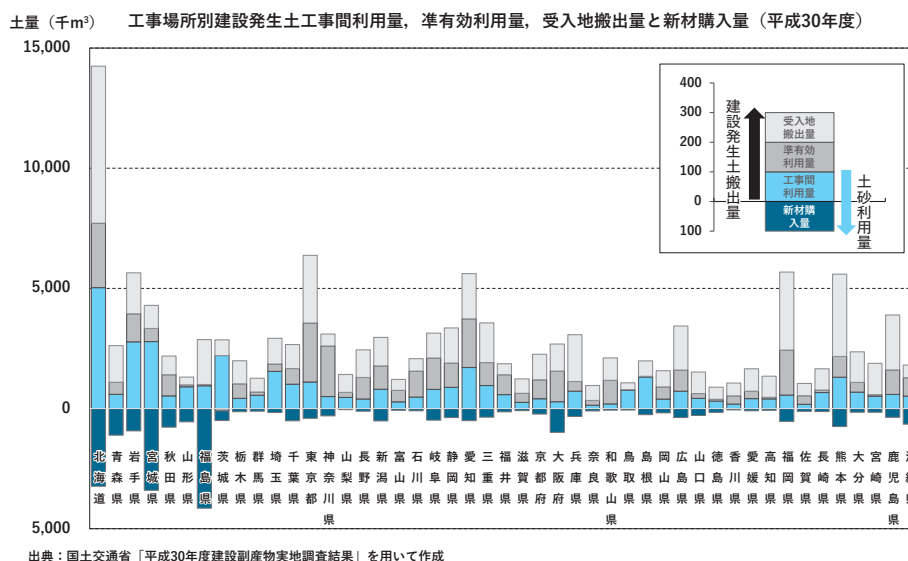
JASRAが実施したアンケート調査結果によれば、土質改良プラントの出荷率（出荷量÷受入量）は25%、ストックヤードの出荷率は45%となっており、受け入れた建設発生土の多くが工事で利用されていないこと、工事間利用に際して、土質調整・土工期調整のための施設である土質改良プラント、ストックヤードの「残土処分地」化が明らかになりました（表－1）。

(2) 課題解決方策

建設発生土リサイクル、すなわち建設発生土を工事間で利用するための課題として、前述のとおり新材利用量を上回る土量



図－1 H30 センサス建設発生土搬出及び土砂利用状況



図－2 都道府県別建設発生土搬出量、土砂利用量

表ー１ 土質改良プラント，全ストックヤード稼働実態（令和２年度）

	土質改良プラント	ストックヤード
受入量	① 587 万 m³（65 施設） 公共工事 52.6% 民間工事 47.4%	① 55.7 万 m³（26 施設） 公共工事 63.3% 民間工事 36.7%
出荷量	② 145 万 m³（64 施設） 公共工事 61.9% 民間工事 38.1%	② 25.3 万 m³（22 施設） 公共工事 42.6% 民間工事 57.4%
② / ①	145/587 = 25%	25.3/55.7 = 45%
出荷先 用途	道路管廻り 48.8% 道路路床・路体 29.2% 道路以外 22.0% （道路以外代表例） 築堤盛土，造成盛土，建築基礎埋戻し，構造物裏込，ため池埋戻し，汚染土除去後の埋戻し	道路 31.7% 河川 4.9% 土地造成 23.6% その他 39.7% （その他代表例） 耕作用土，埋立て，建築基礎・管路埋戻し，陸砂利採取地埋戻し

注：都道府県建設部局が建設発生土を「指定利用」するための積算資料等としてホームページで公表している建設発生土の受入先情報および「建設発生土土質改良プラント」のキーワードで Web 検索してヒットした情報を基に，令和 3 年 11 月末に全国 490 社にアンケート調査票を郵送配布し 124 社から回答を得た。124 社のうち建設発生土土質改良プラント，ストックヤード事業を実施している会社 92 社，95 施設を対象とした集計結果 <https://jasra.or.jp/img/news/fce4fa6389223341decbed33a23323c5.pdf>

が内陸受入地へ搬出されています。都道府県内で調整すれば新材利用量をゼロにし，工事間利用量を最大化することが可能ではありますが，土質調整・土工期調整のための施設である土質改良プラント・ストックヤードが「残土処分地」化していることが明らかになりました。

そこで，JASRA として，①建設発生土工事間利用量を最大にするためには，土砂利用工事で建設発生土利用を徹底する，すなわち新材を利用しないこと，②土質改良プラント，ストックヤードの「残土処分地」化を解消するためには，工事間利用において土質改良プラント，ストックヤードの活用を明確化すること，③さらに①②を徹底するためには，工事間利用をコーディネートする専門的組織—建設発生土利用調整のしくみを「第 17 回建設リサイクル推進施策検討小委員会」で提案しました。

4. 建設発生土リサイクル徹底のための提案

(1) 工事間利用量の最大化に向けた「土砂利用工事における『指定利用』」

令和 5 年 5 月 26 日「宅地造成及び特定盛土等規制法」（通称：盛土規制法）の施行に先立ち，令和 4 年 6 月 21 日に「建設工事標準請負契約約款」が改正⁶⁾され，公共工事では「仕様書に建設発生土の搬出先の名称及び所在地を定める」とする，「指

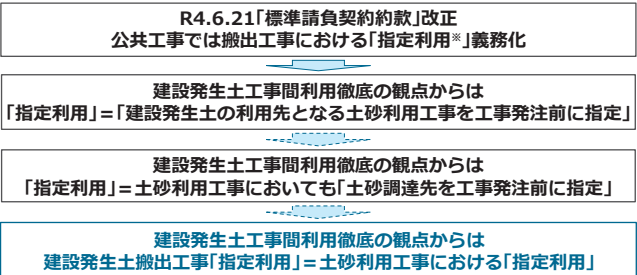
定利用」が義務付けられました。

すなわち，建設発生土を搬出する公共工事では，工事発注前までに建設発生土の搬出先を，また建設発生土リサイクル徹底の観点からは，建設発生土の利用先となる土砂利用工事を決定する必要があります。土砂利用工事側からみれば，工事発注前に利用土砂の調達先となる，建設発生土搬出工事を決定することになります。

つまり，搬出工事における建設発生土の「指定利用」の義務化は，建設発生土リサイクル徹底の観点からは，土砂利用工事においても建設発生土の「指定利用」の義務化に等しいといえます（図ー3）。

土砂利用工事における工事間利用の「指定利用」の手順は，図ー4に示すとおりです。土砂利用工事では，土質改良プラント，ストックヤードを活用し，工事間利用量の最大化を目指すべきです。

なお，図ー4の「工事間利用調整」において，相手工事となる搬出工事が工事発注後である場合は，搬出工事の設計変更が必要となります。その



※「仕様書に建設発生土の搬出先の名称及び所在地を定める」ことを指し，工事発注者は，工事発注前に建設発生土の搬出先を決定しておく必要がある。

図ー3 土砂利用工事における「指定利用」

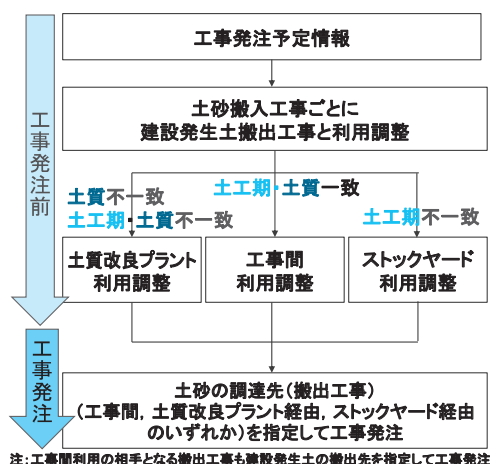


図-4 土砂利用工事における「指定利用」の手順

ため事業年度が開始する4月までに、後述する「コブリス・プラス」に登録された搬出工事・搬入工事予定情報を基に、図-4の手順により行うことが望ましいといえます。

さらに、図-4は、土砂搬入工事1件ごとに「工事間利用調整」する手順を示したのですが、理想的には都道府県等一定の地域ごとに、土質改良プラント、ストックヤード経由を含め、土砂利用工事の全てが工事間利用で土砂を調達し、土砂利用・建設発生土搬出に係る総コストが最小となる「建設発生土工事間利用の最適化」（図-5）を目指すべきです。このための手法が、「線形計画法」を用いた「建設発生土利用計画モデル」⁷⁾です。後述する「都道府県単位の建設発生土利用調整のしくみ」（組織）による建設発生土利用調整では、「建設発生土利用計画モデル」を用いることにより、地域ごとに「建設発生土工事間利用

の最適化」が可能となります（「建設発生土工事間利用の最適化」については、「第17回建設リサイクル推進施策検討小委員会」では未提案）。

(2) 工事間利用における土質改良プラント、ストックヤード活用の明確化のための「リサイクル原則化ルール」等の改正

① 現行ルール

国土交通省直轄工事において、建設発生土は「リサイクル原則化ルール」（平成3年制定、直近改正、平成18年）⁸⁾に基づき「経済性にかかわらず」次を原則としています（図-6）。

- ・搬出工事では、建設発生土を50km圏の他工事へ搬出すること
- ・搬入工事では、受入時期、土質等を考慮して50km圏内の他工事の建設発生土を利用すること

② 改正案

現行の「リサイクル原則化ルール」では、建設発生土を50km圏内で工事間利用する際、土工期、土質が一致しない場合、土質改良プラント、ストックヤードを利用することが明記されていません。搬入工事において、「受入時期、土質等を考慮したうえで、原則として建設発生土を利用する」との記述であり、「受入時期、土質が合わなければ建設発生土を利用しなくてもよい」とも解釈可能なのでは、と思量します。

また搬出工事では、「他の建設工事との受入時期および土質等の調整が困難である場合は、別の

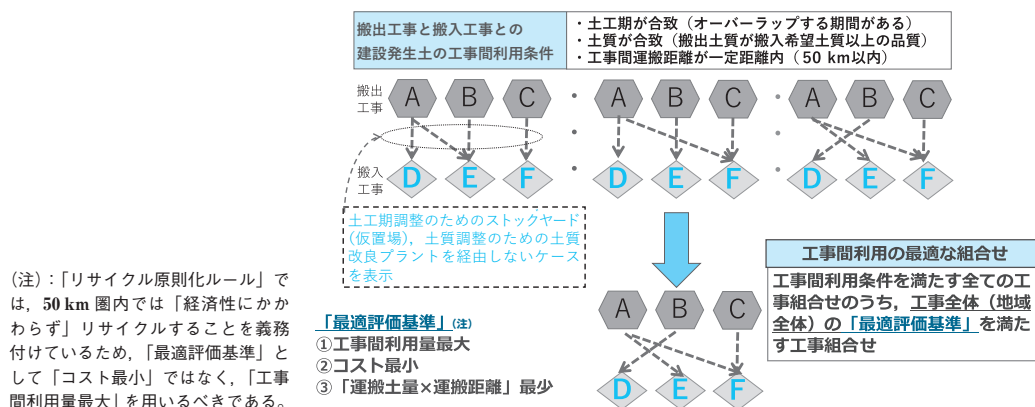


図-5 建設発生土工事間利用の最適化イメージ

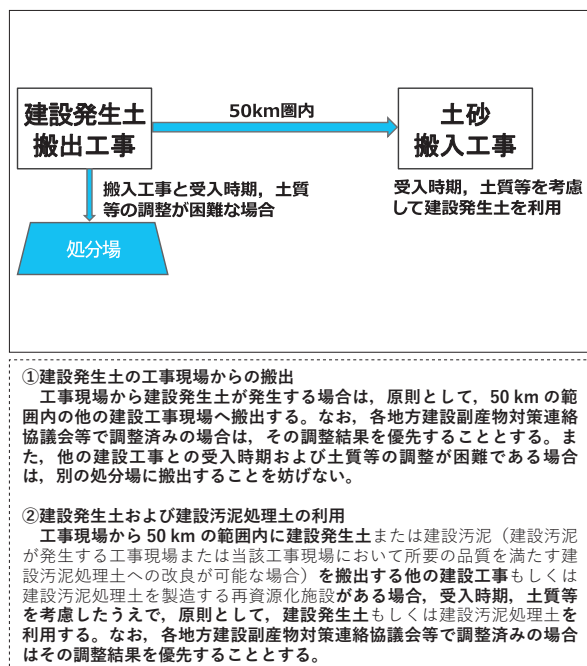


図-6 国土交通省「リサイクル原則化ルール」
(建設発生土に関する部分)

処分場に搬出することを妨げない」とあり、受入時期、土質が一致しなければ「処分」してもよい、とも解釈できます。

すなわち、現行の「リサイクル原則化ルール」では、建設発生土を工事間で利用する際、土工期、土質が一致しない場合は、工事間利用をしないでよいとも解釈できます。

そこで、建設発生土リサイクルを徹底するため、「リサイクル原則化ルール」における建設発生土に関して、工事間利用に加えて、国土交通省「ストックヤード運営事業者登録制度」⁹⁾により登録された土質改良プラント・ストックヤード経由利用を明示することを提案します（図-7）。

「リサイクル原則化ルール」において、工事間利用に際して、登録土質改良プラント、ストックヤードを活用することを明確化することにより、工事間利用量の最大化に向けた「土砂利用工事における『指定利用』」においても、土質改良プラント、ストックヤードの活用が徹底されます。

なお、土質改良土等の品質確保のためには、登録土質改良プラント、ストックヤードのうち、自治体による認定¹⁰⁾または一般財団法人先端建設技術センターによる第三者認証¹¹⁾を受けた施設を優

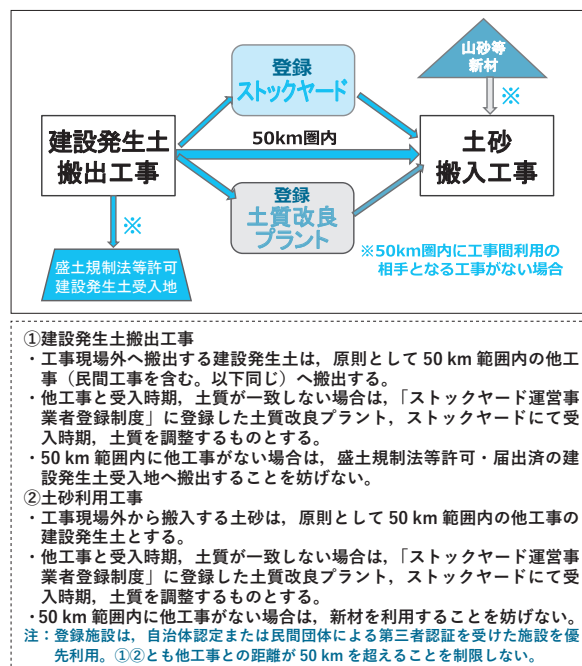


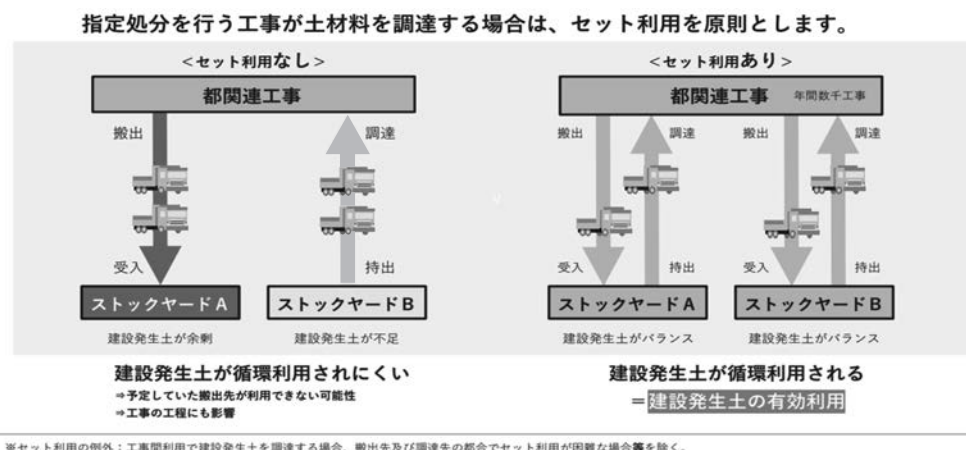
図-7 国土交通省「リサイクル原則化ルール」
改正案（建設発生土に関する部分）

先利用することが必要です。

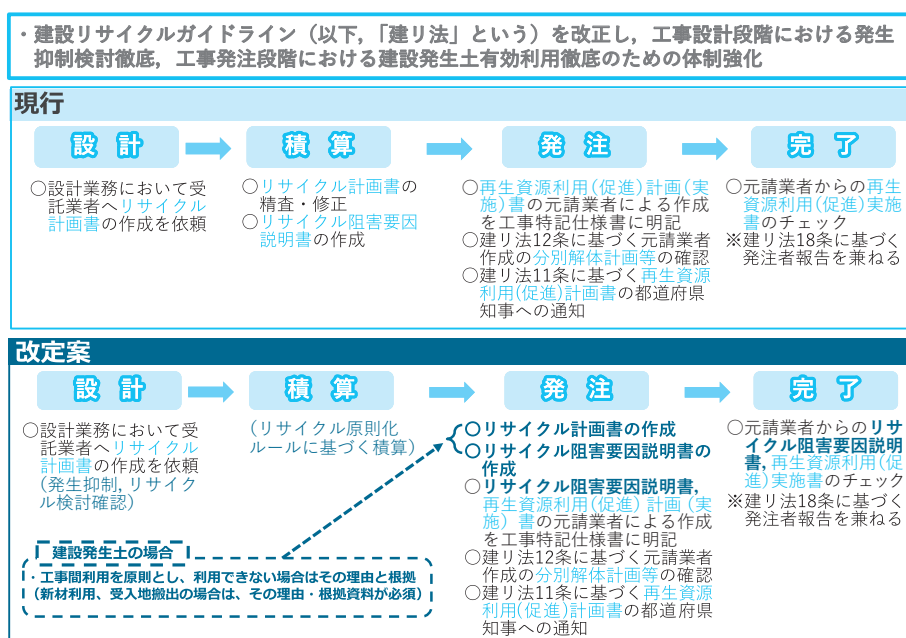
ここで東京都では、土質改良プラント、ストックヤードを利用する際は、登録施設を優先するとともに、建設発生土搬出工事が土材料（土砂）を調達する場合は、建設発生土を搬出した土質改良プラント、ストックヤードから土材料を調達する「セット利用」（図-8）を原則としています。つまり、建設発生土の搬出と土砂利用がある工事（例：道路占用工事）では、建設発生土を搬出した土質改良プラント、ストックヤードから土質改良土・ストック土を持ち帰ることにより、建設発生土の循環利用、すなわち建設発生土リサイクルを徹底するとともに、土質改良プラント、ストックヤードの「残土処分地化」を回避しています。

さらに、「リサイクル原則化ルール」改正、「土砂利用工事における『指定利用』」を遵守するため、国土交通省「建設リサイクルガイドライン」（平成 10 年制定、直近改正：平成 14 年）⁸⁾の改正も提案します（図-9）。

「建設リサイクルガイドライン」では、工事仕様書案と同時に作成する「リサイクル計画書（積算段階）」および「リサイクル阻害要因説明書」に基づき、「リサイクル原則化ルール」徹底が不



図－8 東京都における「セット利用」出典：参考文献¹²⁾



図－9 国土交通省「建設リサイクルガイドライン」改正案

十分な場合は、事務所等建設副産物対策委員会が工事積算担当に改善を指示できる体制となっていますが、十分に機能していないと思慮されます。

- そこで、「リサイクル計画書」については、
- ・設計段階では、再生資材を利用できない理由、建設副産物を有効利用できない理由の記載
 - ・工事発注段階では、再生資材調達先候補、建設副産物の再資源化施設候補等の記載
- リサイクル阻害要因説明書については、
- ・工事発注、実施中、完了の各段階で、新材を利用する場合、建設副産物を処分（建設発生土の場合は受入地へ搬出する）場合は、「リサイク

ル阻害要因説明書」作成（建設発生土を工事間利用できない場合の理由、その根拠資料作成）をそれぞれ義務付けすることにより、工事間利用徹底の推進をチェックすることが可能になります。例えば、栃木県では、「建設副産物の管理基準」¹³⁾において、工事間利用できない場合の理由書（例：50 km 範囲内に相手工事がないことを示す「工事間利用相手工事検索結果表」）の作成を義務付けています。

なお、「リサイクル原則化ルール」、「建設リサイクルガイドライン」の各改正は、「建設リサイクル推進計画2020」の“取り組むべき施策”と

なっています（「建設リサイクルガイドラインの改正」については、「第17回建設リサイクル推進施策検討小委員会」では未提案）。

(3) 建設発生土工事間利用調整のしくみ

建設発生土の工事間利用を実現するためには、工事予定情報を基に、まず相手工事を見つけ、相手工事を検索する必要があります。工事間利用の相手工事の検索については、一般財団法人日本建設情報総合センター（JACIC）が公共工事情報、民間工事情報を一体化した「コブリス・プラス」¹⁴⁾を令和7年5月から運用しており、工事担当者の利便性の向上が期待されます。

工事間利用の可能性がある工事が検索できた後は、相手工事担当者と工期調整、土質調整、土質改良プラント、ストックヤードの利用調整などを行う必要があります。特に、建設発生土を利用する際の土質については専門的知識・経験が必要です。このため、建設発生土工事間利用を徹底するためには、工事情報交換システムによる工事情報の確認や、その調整に加えて、専属の担当者による現場レベルでの土質・土工期等の確認・調整が必要と思量されます（図－10）。

首都圏では、東京都等が出資した第三セクターである株式会社建設資源広域利用センター（UCR）¹⁵⁾が専門的知識・経験を有する専属組織として、工事担当者に代わって工事間利用調整を

行っています。筆者は、UCRの前身である株式会社首都圏建設資源高度化センター（ACR）設立準備・運営支援を担当しました。さらに中部・近畿地域でも同様な第三セクターの設立を検討しましたが、諸般の事情で第三セクター設立には至りませんでした。

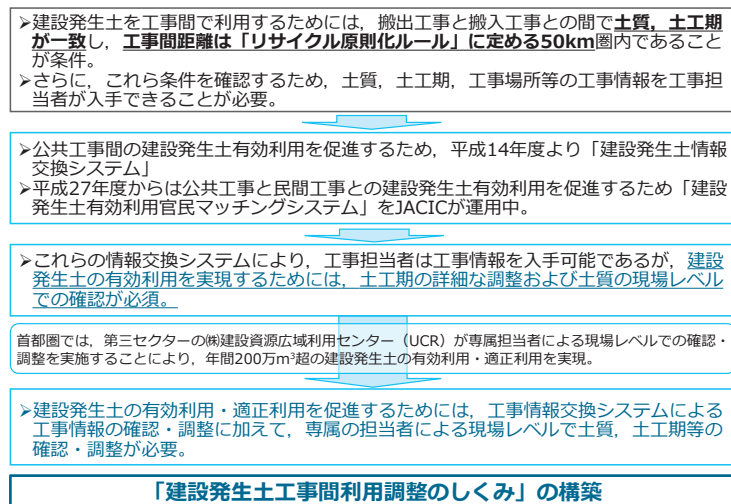
近年では、第三セクター方式に代わり、PFI等民間活力方式が主流となっており、建設発生土の工事間利用調整についても、関係業界が自治体と連携し、関係業界を主体とする組織が担当することが望ましいと思量されます。

「JASRA VISION 2050」（令和4年9月策定）¹⁶⁾では、「都道府県における建設発生土利用調整の実態を踏まえて必要な地域において、国土交通省および都道府県の指導・了解を得て、都道府県建設業団体等関係者と協力して、地域の土質性状等の建設発生土利用に関する専門知識を有するJASRA 地方支部が中心となる『建設発生土利用調整組織』が、工事担当者に代わって、最新の工事情報の確認および現場における土質性状確認、搬出・搬入条件調整等を担当し、都道府県および隣接県単位に建設発生土の工事間利用、適正利用を実現するしくみを整備する」ことを目標としています（図－11）。

5. おわりに

JASRAでは、令和3年4月の発足以降、国土交通省のご支援の下、建設発生土リサイクル促進活動を実施していますが、建設発生土の土質性状に地域特性があること、建設発生土リサイクルの扱いや土質改良土に関する情報が自治体まで普及していない等により、本稿で示したように土質改良プラント、ストックヤードが「残土処分地化」しているのが実態です。

これを解消し、建設発生土の工事間利用量を最大化するための方策とし



図－10 建設発生土工事間利用調整のしくみの必要性

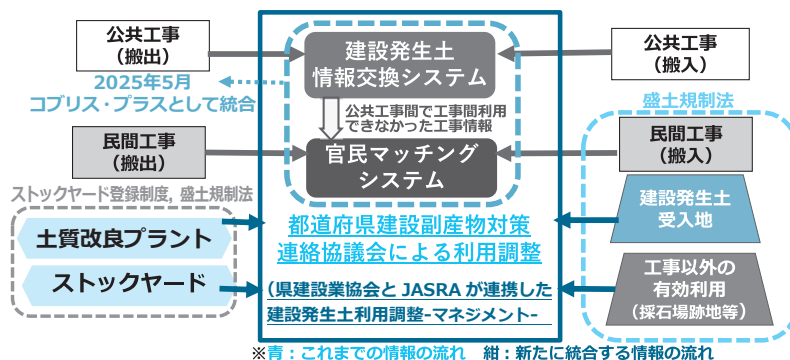


図-11 「JASRA VISION 2050」における都道府県単位の建設発生土利用調整のしくみ整備

て、本稿では、「土砂利用工事における『指定利用』」、「建設発生土工事間利用の最適化」、「リサイクル原則化ルール」改正、「建設リサイクルガイドライン」改正、「建設発生土工事間利用調整のしくみ」の五つを提案させていただきました。

JASRAとして、国土交通省をはじめ関係者のご支援・ご協力を得て、この提案の実現に向けて活動していく所存ですので、引き続きご指導・ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

【参考資料】

- 1) 循環経済（サーキュラーエコノミー）に関する関係関係会議
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/economiccirculation/index.html>
- 2) 第17回建設リサイクル推進施策検討小委員会 資料3-6
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo03_sg_000224.html
- 3) 建設発生土の有効活用によるCO₂排出量削減効果について
https://jasra.or.jp/news/topics_0047.html
- 4) グリーン社会小委員会 第7回合同会議 資料2
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo10_sg_000218.html
- 5) 第19回建設リサイクル推進施策検討小委員会 資料4
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo03_sg_000229.html
- 6) 国土交通省：建設工事標準請負契約約款について
https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/1_6_bt_000092.html

- 7) 高野昇：建設発生土リサイクル徹底のためのICTの活用について、建設マネジメント技術、2024年5月号
- 8) 建設リサイクル推進施策 通達・基準・マニュアル
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d03project/index_0305manual.htm
- 9) スtockヤード運営事業者登録制度
https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/tochi_fudousan_kensetsugyo_const_fr1_000001_00042.html
- 10) 一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会 建設発生土土質改良プラント認証制度検討委員会 第2回委員会資料 参考資料3-1
<https://jasra.or.jp/download/index.html>
- 11) 一般財団法人先端建設技術センター 建設発生土の土質改良プラント認証事業
<https://www.actec.or.jp/doshitsu-plant/>
- 12) 東京都都市整備局：都の建設発生土対策に関する説明会 資料（令和6年3月15日開催）
https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/ryokuchi_keikan/shoshigen/recy
- 13) 栃木県：「基準・要領・運用等一覧」17-1 建設副産物の管理基準 P3-8, P3-9
<https://www.pref.tochigi.lg.jp/h02/town/koukyoujigyou/kensetsu/h31kijyunouryoutekiyou.html>
- 14) コブリス・プラス <https://fkplus.jacic.or.jp/>
- 15) 株式会社建設資源広域利用センター
<https://www.ucr.co.jp/>
- 16) 一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会：JASRA VISION 2050
<https://jasra.or.jp/download/index.html>

建設発生土の有効利用による 二酸化炭素の排出削減効果の 推定に向けた基礎検討

京都大学大学院 地球環境学堂 助教 かとう 加藤 ともひろ 智大

1. はじめに

カーボンニュートラルの実現は重要な国家施策の一つとなっており、「国土交通省グリーン社会実現推進本部」が設置されるなど、建設分野でも取り組みへの関心が高まっている¹⁾。そのような中、リサイクルを推進して新たな資源の投入量を低減することは有効な方策の一つとされており、建設工事で大量に発生する土（建設発生土）の有効利用を促進することにより、二酸化炭素（CO₂）の排出量を削減できる可能性がある。

しかしながら、建設発生土のリサイクルに伴うCO₂の排出削減効果は十分には明らかになっていないことから、本研究では土の処分や利用に関わるCO₂の排出量を推定する簡易なモデルを提案し、建設副産物実態調査のデータ（2024年11月時点）に基づいて²⁾、2018年度に我が国で発生したCO₂の排出量を推定した。

本稿では、これらの研究成果の一部と今後の課題について紹介する。なお、本研究で提案したモデルを検討したプロセスや結果の詳細は現在雑誌論文に投稿中であり、詳しい内容はそちらを参照いただきたい。

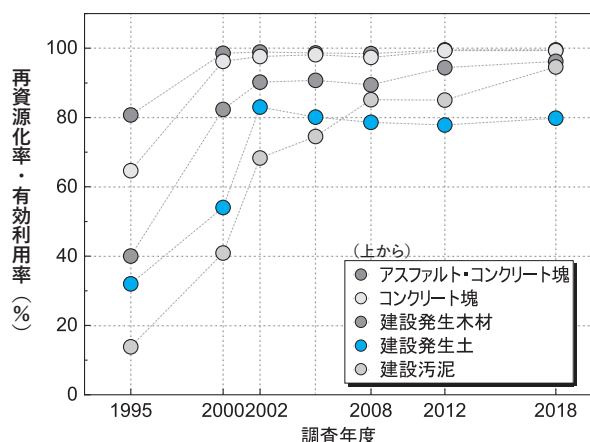
2. 研究を実施した背景

カーボンニュートラルの達成に向けて、CO₂の排出量削減の取り組みが求められている。2020年度の我が国における温室効果ガスの排出量は約11億5,000万トンと報告されており³⁾、そのうち10%以上にあたる年間1.37億トンのCO₂が建設分野から排出されていると指摘されている⁴⁾。建設分野でも脱炭素は喫緊の課題であり、産官学を挙げてさまざまな取り組みや研究開発がなされている。

そのような中で、建設副産物の循環利用（リサイクル）の推進は重要な施策として掲げられている。建設工事で発生した副産物のリサイクルによるCO₂の排出削減効果を推定した例として、建設工事に廃棄物を再利用する場合や^{5)~7)}、港湾構造物を建設する際の土砂の再利用に着目した研究は見られるものの⁸⁾、建設発生土のリサイクルの効果を検証した事例は限られている。

図-1に示すように、建設副産物の中でも建設発生土の有効利用率は比較的低く、土の有効利用を促進することでカーボンニュートラルに貢献できる余地があると推察される。

以上の背景を踏まえ、本研究では建設発生土のリサイクルがCO₂の排出削減に及ぼす効果を評価する手法を検討した。具体的には、国土交通省



図ー1 建設副産物の再資源化率（文献²⁾を編集）

が2018年度に公表した建設副産物実態調査の結果を用いて²⁾、2018年度におけるCO₂の排出量を計算した。

3. 2018年度における建設発生土の状況

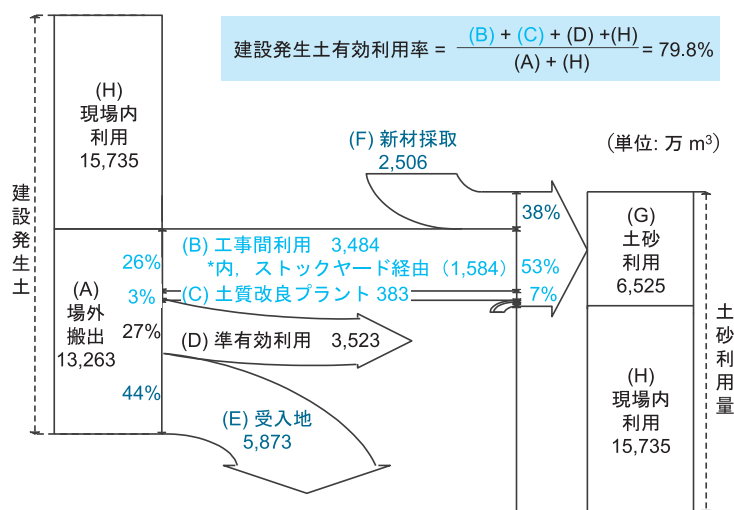
図ー2に、2018年度の建設発生土の搬出および建設工事における土砂利用状況を示す。図ー2の左端は建設発生土の総量を示しており、年間でおおよそ28,998万m³の建設発生土が生じ、そのうち15,735万m³が現場内での盛土造成などに利用されたことを示している。一方で、13,263万m³は現場の外に搬出され、そのうち約26%にあたる3,484万m³が別の現場へ運ばれて利用されて

おり、このような現場間での有効利用は工事間利用と呼ばれている。図ー2からは、約1,584万m³の土が一時的にストックヤードで仮置きされて工事間利用された一方で、場外搬出された土の3%は、石灰などの改質材を加えて含水状態を調整する土質改良が行われた後に有効利用されたことが分かる。また、場外搬出された土の27%は、採石場・土砂採取跡地に生じた穴や窪みを埋めるために利用されており、これは準有効利用と呼ばれる。最後に、場外搬出された土の44%にあたる5,873万m³の土は、残土受入地へ搬出されている。準有効利用と受入地への搬出には、新たに処分場を開発するかの違いがある。

図ー2の右端は建設工事の際の土砂搬入の総量を示しており、年間でおおよそ22,260万m³の土が工事に用いられ、約70%にあたる15,735万m³が現場内で調達されている。一方で、残りの6,525万m³の土は現場外から搬入され、これは土砂利用と呼ばれている。土砂利用のうち53%が前述した工事間利用、7%が土質改良プラント経由での有効利用となっている一方、38%にあたる2,506万m³の土が新たに採取されたことになる。

4. 本研究で提案したモデル

図ー2に示したような建設発生土のフローを踏



図ー2 2018年度における土の収支（文献²⁾を編集）

まえ、CO₂排出量を推定するモデルを検討した。まず、ある現場で掘削された土がトラックへ積み込まれて場外に搬出されることを考えた。搬出や搬入のタイミング、場所などの条件が合えば、搬出された土は工事間利用される。この場合、土の掘削、積み込み、運搬、敷き均しが主なCO₂の排出活動として考えられる。

一方で、搬出される際に土砂の利用先が見つからない場合、ストックヤードで仮置きされるほか、土質改良された後に有効利用されることが考えられる。この場合、工事間利用の排出量に加えて、ストックヤードと土質改良プラントでの敷き均しと積み込み、土質改良プラントの稼働や土質改良材の製造といった活動を考慮した。準有効利用の場合は、積み込み、運搬、敷き均しを考慮した。

それに対し、残土受入地へ搬出する場合には、山地に処分場を開発することが想定されたため、準有効利用でのCO₂の排出活動に加え、森林によるストック機能の低減も考慮すべきだと推察した。同様に、新材を採取して工事に搬入する場合も、土の採取に伴って森林が減少すると考えられるため、CO₂ストックの減少を加味した。

一般的に、CO₂の排出量は活動量に排出係数を乗じ「排出量＝排出係数×活動量」の関係から求められる⁹⁾。活動量とは事業者の活動の規模に関する数値で、電気の使用量、製品の生産量、貨物の輸送量、廃棄物の処理量などを指す。一方で、排出係数とは事業活動における単位生産量・消費量等あたりのCO₂の排出量を示す数値である。

まずは重機の稼働やトラックの移動に伴うCO₂排出量を算出するため、排出係数に関する文献調査を行い、単位あたりの燃料の使用で生じるCO₂の質量(t-CO₂/L)は文献¹⁰⁾を参考に、0.00262 t-CO₂/Lとして取り扱うことにした。

重機の稼働に伴うCO₂排出量を推定する際には、文献¹¹⁾を参考に燃費の一例を計算した。具体的には、バックホウが1 m³の土を掘削、積み込み、敷き均しする際に消費する燃料を求め、これらの値に土量 V m³ と排出係数である 0.00262 t-

CO₂/L を乗じ、それぞれ $1.34V \times 10^{-2}$ 、 $2.62V \times 10^{-3}$ 、 $1.81V \times 10^{-3}$ t-CO₂ のように求めた。なお、重機稼働の燃費は機械の種類や条件によって変動があることから、必ずしも一意に定まる値ではなく、推定されたCO₂排出量には幅があり得る点に注意が必要である。また、本稿で検討中のモデルは単純化されており、機械消耗(損料)を含めた時間のパラメータの取り扱いも今後の課題となっている。

土砂の運搬に関わるCO₂の排出量は、トラックの燃費と運行台数から燃料の使用量を求め、排出係数を乗じて求めた。具体的には、積載量 5.55 m³ のトラックが用いられることを仮定し、このような 10 t トラックの燃費が 4 km/L 程度と報告されていることから¹²⁾、トラックが 1 km 移動する際に消費する燃料を 0.25 L/km とした。次に、総土量 V m³ を 1 台あたりの積載量 5.55 m³ で除して台数を求め、さらにトラックの移動距離 f km を乗じて、CO₂の排出量を $1.18 Vf \times 10^{-4}$ t-CO₂ のように推定した。

土質改良に伴うCO₂排出量は、次のように推定した。土質改良はプラントで実施されることを想定し、改質に用いる土質改良材の製造、プラント内での重機稼働に伴う燃料の消費、プラントにおける電力の消費の3点に着目した。

一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会が2022年度に実施した調査では、全国の80%程度のプラントで土質改良材として生石灰(酸化カルシウム, CaO)を使用していたことから¹³⁾、本研究では生石灰の製造に伴うCO₂排出量を考え、生石灰 1 t を製造する際の排出量 0.748 t-CO₂/t を用いた¹⁰⁾。また、改良土 1 m³ を製造する際の生石灰の投入量に関する情報が不足していたことから、土質改良プラントを経営する 16 社にアンケートを行った。

その結果、最大で 79.2 kg/m³、最小で 15.0 kg/m³、16 社の算術平均が 33.0 kg/m³ であったことから、本研究では 0.033 t/m³ を生石灰の投入量とした。また、土質改良プラント内での燃料と電気の使用に伴うCO₂の排出量を推定するため、2 社

に2023年4月～2024年3月の燃料と電力の消費量、および改良土の生産量に関するアンケートを行った。1章で述べたように誌面の都合上、詳細な計算プロセスは現在執筆中の論文に別途記すが、アンケートの結果に基づいて土質改良に伴うCO₂排出量を $3.37 V \times 10^{-2} \text{ t-CO}_2$ のように推定した。

森林伐採に伴うCO₂吸収量の損失は、森林がこれまでに固定した炭素ストック量と、森林が存在していた場合の将来的な炭素の固定量の2点に着目して推定した。まず、 $V \text{ m}^3$ の土の採取に伴って開発される森林の面積として、残土条例の許可地情報に記載されている許可土量と特定事業区域面積の関係から類推し¹⁴⁾、 $2.77 \times 10^{-5} \text{ ha/m}^3$ の関係を用いた。

次に土地の転用に伴う森林の炭素ストック量の低減を、日本国温室効果ガスインベントリ報告書¹⁵⁾に示される炭素ストック量を用いて計算した。土地利用の категория が森林からその他の土地へ変化すると考え、転用前後の森林、枯死木、リター、土壌の炭素ストックの変化から、1haの森林の開発に伴うCO₂ストックの損失は、 $528 \text{ t-CO}_2/\text{ha}$ のようにして求めた。また、林野庁によると、スギ林1haあたりの年間のCO₂吸収量は $23.3 \text{ t-CO}_2/\text{ha/yr}$ ¹⁶⁾、伐採後の森林の炭素吸収量が正に転じるまでに平均5年程度を要することを踏まえ¹⁷⁾、森林の伐採で消失し得るCO₂のストックは、 $1.79 V \times 10^{-2} \text{ t-CO}_2$ のように推定した。

以上を整理すると、図-3のようにまとめることができる。例えば、工事間利用に伴うCO₂排出量を推定する場合には $A + D + B$ 、土質改良プラントを経由して有効利用する場合には $A + D + E + B$ 、受入地へ搬出する場合には $A + D + B + F$ のように計算した。なお、図-3に示したモデルでは、土の体積 $V \text{ m}^3$ とトラックの移動距離 $f \text{ km}$ が変数として式に含まれている。よって、土の搬出・搬入に伴うCO₂の排出量を推定するためには土量と移動距離に関わる情報が必要になる。そこで本研究では、 V と f に2018年度の建設副産物実態調査の「表11（建設発生土の搬出先種類）」と「表12（建設副産物の運搬距離）」に記載された値を用いた²⁾。

建設発生土の搬出・搬入の経路は図-2に示すとおりであり、都道府県別にその土量を整理すると図-4(a)のようになる。図の水色と青色部分に着目すると、多くの県で搬出量が搬入量を上回っており、2章でも述べたとおり、一定程度の建設発生土が受入地に搬出されていることが分かる。

ここで、2018年度の実態と比較を行うために、図-4(a)の搬出・搬入土量の総量は同じまま、その内訳が異なる仮想計算を行ったケースが図-4(b)である。図-4(b)は、建設発生土の全てを受入地に搬出し、全ての工事で新材を土砂利用した場合を仮想的に表している。

運搬距離 f は2018年度の実態調査に都道府県ごとにまとめられており、本研究ではトラック移動距離の平均値（加重平均 km，建設合計）を用いた。

実態調査には工事間利用、ストックヤードまたは土質改良プラント経由での利用、受入地への搬出に関する距離が記載されている一方、図-3に示した経路の中で新材採取地から搬入工事先への移動距離に関する情報は示されておらず、本研究では便宜的にストックヤードまたは土質改良プラント経由での運搬距離と同じと仮定して計算を行った。

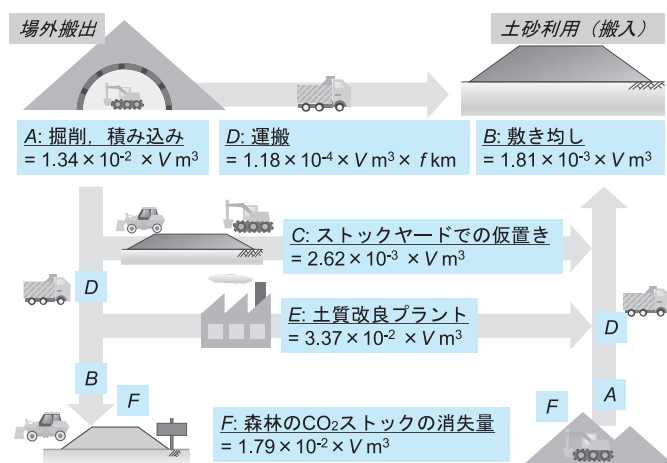
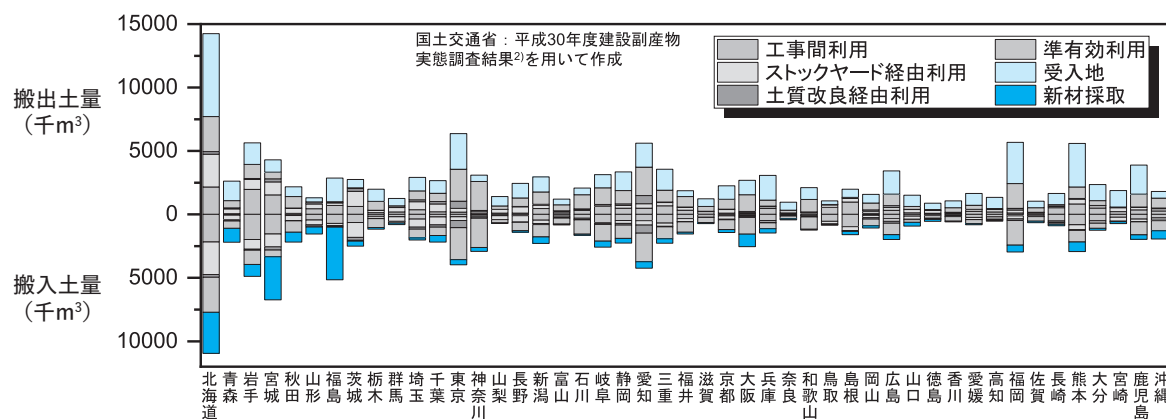
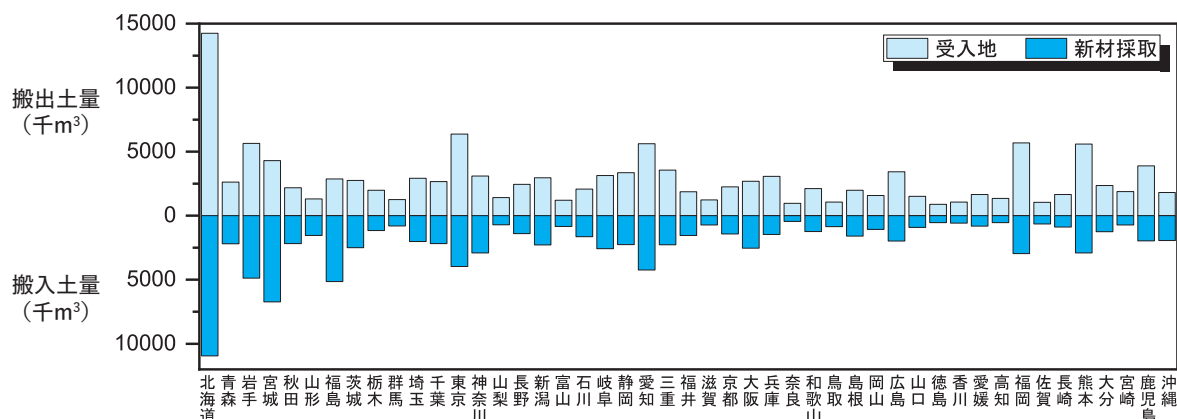


図-3 本研究で提案したCO₂排出量の推定モデル



(a) 2018年度の建設副産物実態調査の結果：各都道府県での建設発生土の搬出・搬入量



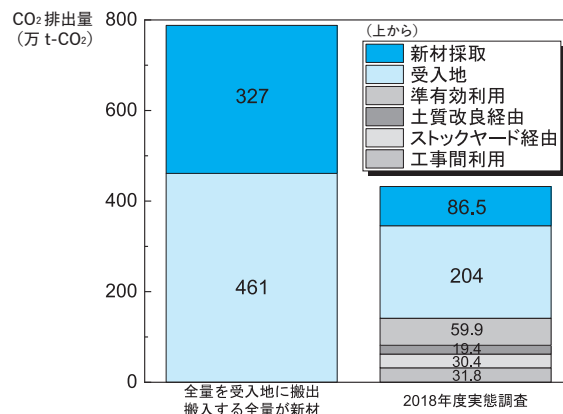
(b) (a) の建設発生土の全てを受入地へ搬出し、全ての工事を新材で搬入すると仮定した場合

図－4 2018年度の各都道府県での建設発生土の搬出・搬入量，および仮想計算に用いた搬出・搬入量

5. CO₂ 排出量の推定結果の一例

図－5に、2018年度の我が国における建設発生土の利用や処分に伴うCO₂排出量の推定結果を示す。図－4に示した土量Vを用いて図－3の数式を計算し、各都道府県での排出量を合計して求めた値である。図－5の右側が2018年度の実態調査に基づく推定であり、合計の排出量は432万t-CO₂と計算された。本研究で推定した432万t-CO₂という値は、森林へのストック量の損失も考慮したネットの排出量となっている。

ここで、2018年度の我が国全体のネットCO₂排出量は11億3,800万t-CO₂だと報告されていることから¹⁸⁾、2018年度の建設発生土の利用や処分を伴うCO₂排出量は、我が国全体のネットのCO₂排出量の0.4%程度であったことが示唆さ



図－5 各計算シナリオでのCO₂排出量の比較

れた。

2020年度の建設業全体でのCO₂排出量は1億3,700万t-CO₂という報告があり⁴⁾、年度の違いはあるものの、建設業から一定量のCO₂が排出されることは課題として認識されている。そのため、0.4%程度と一見小さく見えるような割合でも絶対量を低減することは重要であり、建設発生

土の利用や処分に関わる排出量の削減は重要だと言える。

図-5の左側に示す推定結果は、建設発生土を全て受入地に搬出し、全ての建設工事で新材を搬入したシナリオでのネットのCO₂排出量を表しており、合計で788万t-CO₂であった。2018年度の実態調査と比べるとおよそ1.8倍で、2018年度の時点で実施されていた建設発生土のリサイクルは、CO₂の排出削減に一定程度貢献していたことが明らかになった。つまり、今後は土の有効利用をさらに促進することで、CO₂の排出量をより一層削減できる可能性が高いことが明らかになった。

6. 課題と今後の展望

本研究で提案したモデルの限界と今後の課題を整理する。まずは4章でも述べたように、機械消耗などの時間的な因子に加え、発生した土の含水比といった土の状態を考慮できていない点で、単純化されたモデルであり、今後の研究の発展が期待される。また、計算に用いた活動量や排出係数など、各種パラメータの精緻化も課題である。

例えば、バックホウで単位体積の土を掘削する際の燃料は重機の性能や使用条件によって異なることが想定されるほか、土の運搬距離も幅のある値となり得ることが考えられる。そのため、今回は一定の値を用いた単純な計算を行ったが、今後の研究ではデータの収集範囲を広げてパラメトリックに分析を行い、CO₂排出量の推定の「範囲」を示すことがより現実に近いと言える。また、土質改良に伴うCO₂排出量の推定にも発展の余地がある。

本研究では固定式の土質改良プラントを想定してモデルを検討したが、建設現場で土質改良を行うなど、自走式の改良機を使用する場合には電気や燃料の使用状況が異なると予想される。加えて、森林の吸収量の消失がCO₂排出量の推定結果に与える影響の分析も重要である。伐採後の森

林の炭素吸収量が正に転じるまでの年数の設定や、海面投入などのCO₂ストックが低減しないようなシナリオでの計算など、考慮すべき課題が残されており、今後の研究で取り組む予定である。

7. おわりに

本研究から、建設工事で発生する土を有効利用することでCO₂の排出量を低減できる可能性が示唆された。土のリサイクルが脱炭素という付加価値を有していることを示せたことで、国土交通省が2020年に発表した「建設リサイクル推進計画2020～「質」を重視するリサイクルへ～」に¹⁹⁾、新たな示唆を与えられると言える。

土の有効利用率を高めるためには、工事間での土の需給を進めるだけでなく、図-3に示すようなストックヤードや土質改良プラント経由での土の有効利用も大切な要素だと言える。土の供給が過多の場合にはストックヤードで一時的に仮置きした上で別の現場へ搬出したり、逆に土の需要が多い時期にはストックヤードから土を供給するなど、ストックヤードの活用が求められる²⁰⁾。さらには、質の低い土は改良して質を高めて有効利用先の幅を広げることも重要だと考えられる。

含水比が高く強度が小さい土であっても、土質改良を通じて強度が大きくなることで利用用途が広がり、リサイクルの幅が広がる可能性もある。そのため、土質改良に伴うCO₂排出量の低減に向けた取り組みが重要であり、材料開発や土質改良技術の発展が求められる。つまり今後の方向性として、CO₂の排出係数が小さい土質改良材の開発など、土質改良材の製造プロセスの高度化が求められると言える。

今後は、本稿で紹介した基礎的な検討から研究を発展させるため、関連分野で知見をお持ちの皆さまと意見交換を行って考慮すべき項目を精査し、モデルの精緻化につなげたいと考えている。本稿をきっかけに、読者の皆さまからご意見・ご助言を頂戴できましたら幸甚に存じます。

謝辞

本研究は一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会の助成を受けて実施されたものである。研究の遂行に際して、一般財団法人先端建設技術センターの高野 昇氏、株式会社サンエコセンターの小重忠司氏、株式会社奥村組の大塚義一氏に貴重なお助言をいただいた。また、京都大学大学院 地球環境学堂・学舎の勝見 武教授、高井敦史准教授、富永伊織氏にもご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 国土交通省 総合政策局：環境分野の潮流と国土交通省における取組。
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001745025.pdf> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 国土交通省：平成 30 年度建設副産物実態調査結果(確定値)。
https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo03_hh_000233.html (2024 年 11 月 20 日アクセス)
- 環境省：2020 年度(令和 2 年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について。
<https://www.env.go.jp/press/110893.html> (2025 年 11 月 21 日アクセス)
- 井上清敬, 田中敬也, 牧野浩志, 篠田宗純：来たるべき脱炭素社会に向けたインフラ分野の可能性, 一般財団法人国土技術研究センターレポート, 第 43 号, pp.4-9, 2023。
- 大嶺 聖, 落合英俊, 安福規之：廃棄物を活用した混合地盤材料の環境負荷と再資源化効率の評価, 平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演集, Ⅲ -100, pp.A368-369。
- Hashimoto, S., Tanikawa, H. and Moriguchi, Y.: Framework for estimating potential wastes and secondary resources accumulated within an economy - A case study of construction minerals in Japan, *Waste Management*, Vol. 29, Issue 11, pp. 867-874, 2009.
- Chau, C., Soga, K., Nicholson, D., O' Riordan, N. and Inui, T.: Embodied energy as an environmental impact indicator for basement wall construction, *Proceedings of the GeoCongress 2008: Geosustainability and Geo-hazard Mitigation*, pp. 867-874, 2012.
- 山下真奈, 川端雄一郎, 中村 堇, 松村 聡, 佐々木 均：護岸におけるエンボディドカーボンの試算と解体発生材の再利用による削減効果に関する一考察, 土木学会論文集, 80 巻, 18 号, 24-18036, 2024。
- (国研) 国立環境研究所：FAQ2。インベントリの算定方法。
<https://www.nies.go.jp/gio/faq/faq2.html> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 環境省 (2024)：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル (Ver 5.0) (令和 6 年 2 月), pp. II -51-52。
https://policies.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/files/manual/chpt2_5-0_rev.pdf (2024 年 6 月 5 日アクセス)
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所：インフラ分野における建設時の GHG 排出量算定マニュアル案, p.49。
<https://www.nilim.go.jp/lab/pcg/result.html> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 公益社団法人全日本トラック協会：トラック早わかり 14。その他。
<https://jta.or.jp/ippan/hayawakari/14-sonota.html> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 一般社団法人全国建設発生土リサイクル協会：建設発生土土質改良プラント・ストックヤード事業に関するアンケート調査結果概要。
<https://jasra.or.jp/img/news/fce4fa6389223341decbed33a23323c5.pdf> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 千葉県許可特定事業場一覧表 (令和 6 年 6 月 1 日現在)。
- (国研) 国立環境研究所：日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2023 年 (CGER-II65-2023), 6 章, pp.7-9。
<https://cger.nies.go.jp/publications/report/i165/> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 林野庁：森林による二酸化炭素吸収量の算定方法について。
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/kyushuryosantei.html> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- Hirata, R., Takagi, K., Ito, A., Hirano, T., and Saigusa, N.: The impact of climate variation and disturbances on the carbon balance of forests in Hokkaido, Japan, *Bio-geosciences*, Vol. 11, pp. 5139-5154, 2014.
- (国研) 国立環境研究所：2018 年度(平成 30 年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について。
<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20200414/20200414.html> (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 国土交通省：建設リサイクル推進計画 2020 ～「質」を重視するリサイクルへ～。
https://www.cbr.mlit.go.jp/recycle/kensetu_recycle_2020.pdf (2025 年 10 月 9 日アクセス)
- 国土交通省：ストックヤード運営事業者登録制度。
https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyogo_const/tochi_fudousan_kensetsugyogo_const_fr1_000001_00042.html (2025 年 10 月 9 日アクセス)