

「残土」の適切な取扱いに向けた地盤工学上の課題（案）

（公社）地盤工学会

「残土」の適切な取扱いに向けた地盤工学上の課題に関する検討委員会

委員長 勝見 武

不適切な「残土」の取扱いによる被害は国内外で生じており、周辺地の資産価値を低下させたり、森林などの環境に悪影響を及ぼしているものから、埋立土砂の崩壊によって人命や財産に著しい被害をもたらした事例まである¹⁾。このような状況でありながら、我が国には廃棄物のように残土の取扱いを一元的に規制する法律は無く、個々の状況に応じて宅造法や森林法などの関連する法律が適用されるか、自治体の定めるいわゆる残土条例に従っているのが実情である。最近では 2017 年に国土交通省から「建設発生土の取扱いに関わる実務担当者のための参考資料」²⁾が示されたが、それでも今なお、実際に行われている残土取扱いの実務について技術上あるいは社会制度上の不備を指摘する声は少なくない。

一方、我が国の社会基盤分野における重要施策として、都市インフラの再生、高速交通を含む交通施設整備、災害に対する強靱化策などが挙げられるが、ハード事業の多くで掘削土の発生を伴うことから、「合理的で適切な土の取扱い」無くして事業は立ちいかなくなっているのが現状であり、事業の財源や人的資源の削減がその傾向に拍車をかけている。また、近年激甚化している豪雨・台風や近い将来の発生が予想される大地震への備え・対応も重要であり、残土により構築された土構造物の管理が不適切・不十分な場合、その安全性が懸念される。しかしながら「残土」に限らず土の特性として、鋼鉄やコンクリートなどの人工的な材料に比べて非常に大きな不確実性を有しており、土の適切な取扱いは、土の不確実性をいかに適切に取り扱うかという命題に他ならないという工学的特性を有する。不確実性とその影響を正しく認識し、計画・設計・施工・維持管理といった様々な事業の段階において適切に対応することが必要である³⁾。

以上のような背景を踏まえ、本資料では、「残土」の適切な取扱いに関する地盤工学上の下記の課題を整理し、主に技術的な見地から、「厳格化の意義と限界」を考慮しつつ方向性の提示を試みるための前提となる情報を記した。

1. 残土受入施設の構造と地盤工学上の留意点 — 土を「適切に盛り立てる」とは？

残土受入施設は、建設工事等で発生し、その現場では不要となった土を受け入れる施設であり、表 1 に記すように残土処分場や土砂埋立地など様々な名称で（特定の分野では土捨て場や捨土場所などとも）呼ばれている。残土の受入が宅地等の造成として行われているのであれば、その行

表 1 残土受入施設の呼び方の例

残土受入地、残土処分場、残土埋立地、 土砂受入地、土砂処分場、土砂埋立地、 土捨て場、捨土場所・・・
--

為は宅地造成等規制法（宅造法）など関連する法規制に従うことになるが、残土受入施設が単に土の「置き場所」に過ぎない場合の法制度上の取扱いには整理が必要である（法の規制はかからないことが多いと考えられる）。

残土受入施設を適切に構築・管理する上で重要な点として、(1) 立地、(2) 形状と規模、(3) 排水など水の取扱い、(4) 土質と締固め、(5) 盛土構築後の取扱い、があげられる。これらについて、以下に記す。

(1) 立地

残土受入施設の立地の主なものとしては、①採石場跡地、②谷埋めなど山地・丘陵地、③かさ上げなど平地、④水面埋立、などがあげられる。いずれの立地にも共通する留意事項と、立地特有の留意事項とがある。立地特有の留意事項としては、例えば②の谷埋め盛土であれば、後述(3)の排水問題のほか、上流との地形関係等（降水が集まってくる場所か）、下流との地形関係等（崩落した場合の下流への影響が大きい）、などが重要と考えられる（図 1）。③の平地は軟弱地盤であることが多く、地盤沈下の考慮が必要な場合がある。

(2) 形状と規模

主には、急勾配盛土であるかどうか、土量が多いかどうか、といった観点があげられる。例え

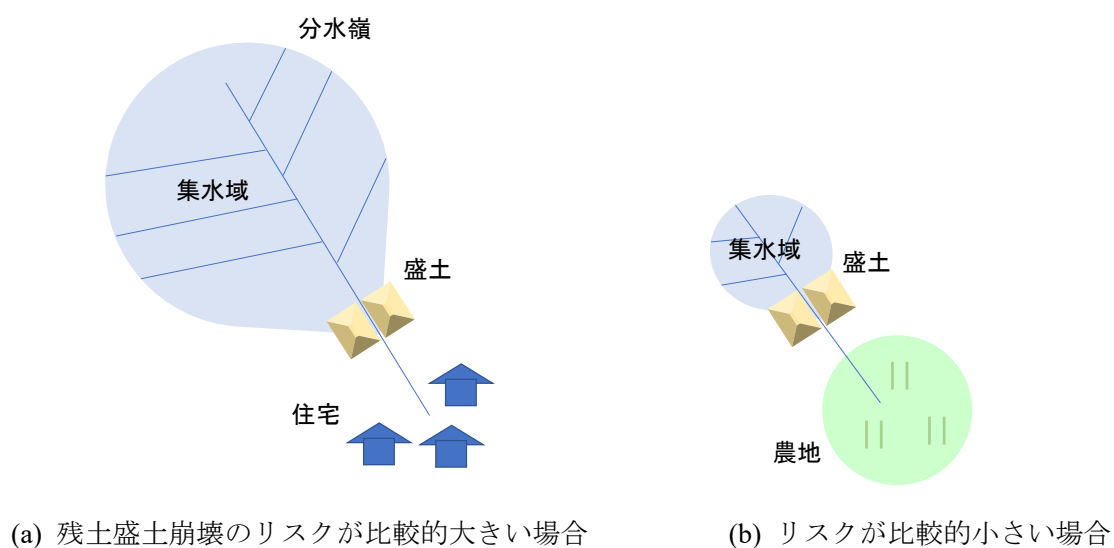


図 1 残土盛土と上流・下流との地形関係等

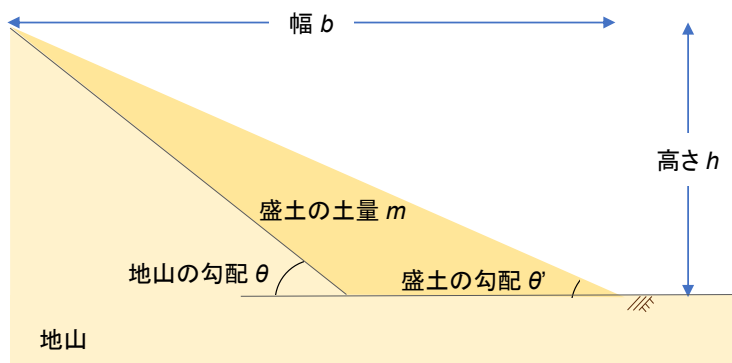


図 2 残土盛土の形状に関する要素

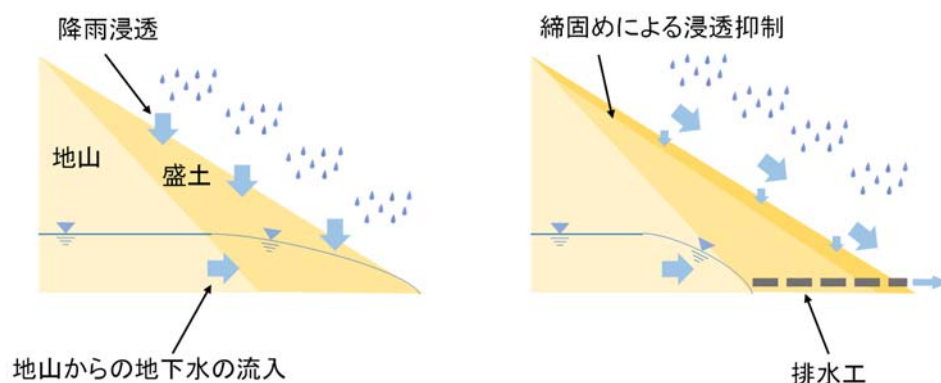


図3 盛土への降水・地下水の浸入（左図）と、締固めや排水工による対策（右図）

ば、谷埋め式の場合は、最下部から最上部までの高さ、原地盤の傾斜と形状、残土盛土表面の傾斜、総土量、面積、などが要件として考えられる（図2）。

規制の観点でみるなら、「規模感」と「影響」を考慮すべきであろう。「影響」を議論するには、ここであげている形状と規模に加えて、(1)に記した上流や下流との地形の関係を考慮しなければならない。また、規模感について言えば、土量が少なければ崩落等の可能性は低くなるので、一定規模以上の施設を管理の対象とすることの妥当性は考えられる。このような規模要件を設ける場合、何に基づいて規模要件を定めるのか（面積、土量、その他）、(1)の立地によって規模要件を区別するか、等の議論が必要である。

(3) 排水など水の取扱い

残土受入施設内に水が溜まると、土が重くなる、間隙水圧の上昇と有効応力の減少により土が発揮する強度が減ずる、水分の存在により土の強度そのものが低下する、などの影響によって崩落の危険性が高まる。したがって、①盛土内にはできるだけ水を入れないこと、②入った水は速やかに排除する、の2点が重要である（図3）。そのうち、①は上部と下部の両方からの水の侵入防止が必要で、前者は、十分な締固めや植生被覆などで降水の浸透を最小化することが考えられる。後者は、原地盤の地下水を盛土内に入れない構造、すなわち排水施設の設置等が求められる。

(4) 土質と締固め

残土受入施設に盛り立てた土が変形や破壊せず安定するかどうかの要因の一つに、残土の土質がある。一般に粒度のよい（粒径の異なる土粒子が適量混じり合っていて、締め固めたとき大きい密度が得られやすい）土質の残土をしっかりと締め固めすれば、堅固な盛土を構築できる。粘性土などで通常の条件では締め固めが十分にできない場合には変形や破壊などの可能性が高まるが、このような場合は石灰やセメントなどによる土質改良を行って締め固め特性を改善したり、固化における強度向上をはかったりといった追加の対策が有効である。ただし、細粒分を含む粒度のよいとみなされる土や土質改良された土ほど、締め固め不十分でも見かけ上は盛り立てられてしまう問題にも注意をはらう必要がある。このような土質に関する評価の重要性は、(1)や(2)に記した立地、形状、規模との関係で決まるものでもある。例えば、平地に盛り立てる残土に比べれば、谷埋めの残土受入施設に受け入れる残土の土質は、変形性や強度特性においてより良質であること

が求められる。加えて、谷埋めの場合には土質の評価にとどまらず、排水機能も含めた土構造物としての評価が一層重要となる。

残土受入施設は受け身的に残土を受け入れる場合が多く、受け入れる土質を施設側が限定している例は少ないと考えられる。その結果、残土には様々な土質のものが含まれる可能性があるが、それらを細かく評価して受入施設の設計・管理に活かすことは実務上は難しい。このような残土の受け入れに関して、最低限の安全性を担保するという目的においてどのような方法が技術上ありうるのか、整理が必要である。

(5) 盛土構築後の取扱い

残土盛土の適切な取扱いにあたっては、土という材料と土構造物の不確実性を適切に取り扱うことが重要である。残土に限らず、土及び土構造物の特性として、事前の調査、設計、施工だけでその不確実性を解消することは現実的ではなく、盛土構築後にそれまでの段階で解消しえなかった不確実性が顕在化することも多く、供用の段階で逐次対処することで段階的に不確実性を低減させていくことが原則である⁴⁾。したがって、このような供用段階で顕在化する不確実性の影響について、取扱いを行う責任が明確化されていることが重要である。

世の中には既に多くの残土受入施設が存在し、実質的に管理者不在のものもある。このような施設が崩落等を生じた場合、取り返しのつかない甚大な被害を引き起こすこともある。従来型の行政の管理手法のみに頼るのではなく、情報通信技術を活用してデータ収集・解析の省力化をはかったり、近隣の住民が参画できるようにするなど、実効性のあるスクリーニングの技術と手法の確立・普及が求められる。

2. 土の品質と管理 — 「土」とは何か? 「土」の良し悪しとは何か?

(1) 「残土」「土」の定義と位置づけ

前章まででは、「残土」とは何かを定義せずに述べてきたが、「残土」や「土」の定義は、この課題全体を考えていく前提として重要である。

建設工事で発生する土は「発生土」と呼ばれ、そのうち建設汚泥を除いたものは「建設発生土」と定義されている。これらは、建設事業において副産物として現場から発生していることから、建設副産物として必要な統計がとられている。一方、我々の産業活動や生活で不要になったものは「廃棄物」として「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の下で扱われるが、建設発生土など不要になった「土」は廃棄物としては取り扱われてはいない。したがって、廃棄物についてはマニフェストへの登録が義務付けられるが、発生土はマニフェストの登録など処理の足跡を追う仕組みは法的には求められていない。

「資源の有効な利用の促進に関する法律」は、資源の有効利用を促進するために 2000 年公布、2001 年施行された法律で、建設業は特定再利用業種に指定され、コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、建設発生木材と共に建設発生土も指定副産物として利用の促進に努めることとされている。建設発生土は第 1 種から第 4 種建設発生土に区分され、それぞれの利用用途が示され、同法において一定規模以上の土砂を搬入する工事においては再生資源利用計画書、一定規模以上の土砂を搬出する工事では再生資源利用促進計画書の作成が義務付けられている。

「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」は、建設工事における

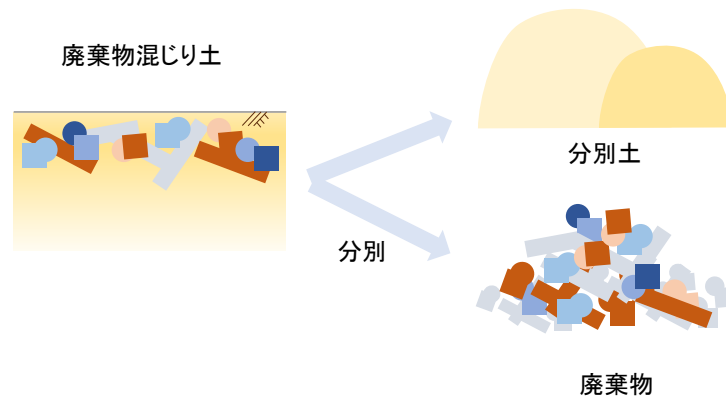


図4 廃棄物混じり土と、その分別

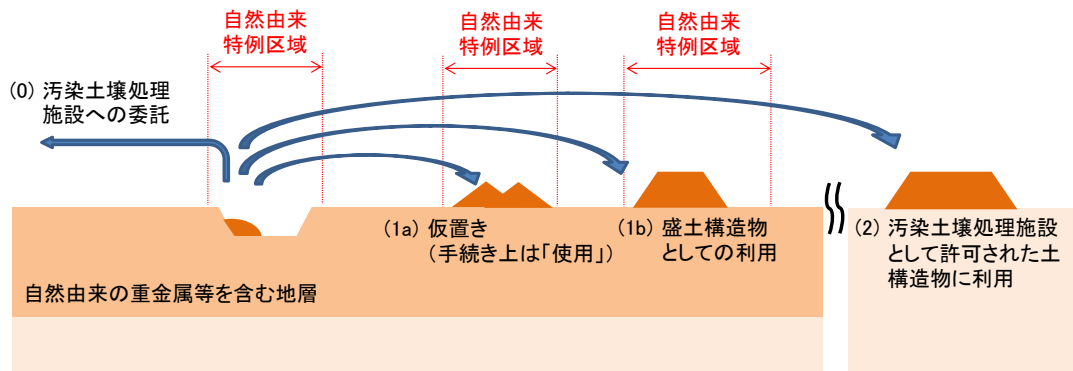
資源循環を目指して 2000 年に制定された法律で、現場外から持ち込まれた資材が不要となった場合について、その不要物（廃棄物）の資源化を義務付けている。一方、土はもともと現場内にあることから、建設リサイクル法の守備範囲から外れている。

(2) 廃棄物混じり土や汚染土との関係

廃棄物混じり土や汚染土との関係の整理も重要である。

廃棄物混じり土については、「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」⁵⁾が示され、現場における実務が整理されている。対応方法は「未掘削存置型」と「掘削分別型」に分類され、特に掘削分別型では廃棄物混じり土から土と廃棄物を分別し、廃棄物は適切に処理した上で土の有効活用をはかることが示されており、資源の有効活用に資するものである（図4）。一方で、「土をどれくらいきれいに分別しなければならないか」についての明確な基準は無い。廃棄物分野における管理型と安定型廃棄物の区分である強熱減量 5%を基準としている例もみられるが、土では粘土鉱物の結晶水や土中有機物等も強熱減量としてカウントすることから、この方法は必ずしも適切とは言えない⁶⁾。また、「一片でも廃棄物（人工物）が残っていたらだめ」ということになれば、高コストな処理プロセスと厳密な管理を適用することになるが、現場実務の観点からも社会全体のコストの点からも、合理的とはいえないであろう。許容される残存廃棄物の基準について（単に許容残存量の数値だけでなく、必要な条件や手続きも含めて）、今後の研究が求められる。

土が汚染しているかどうかの判定は、我が国では土壤環境基準あるいは土壤汚染対策法の指定基準に基づいて行うこととなっており、これらの基準に適合しない土を「基準不適合土壌」と称している。基準不適合（あるいは汚染）には、人為的な要因によるものと、自然由来の重金属等によるものがある。残土受入施設に汚染土が持ち込まれ、その結果として周辺の土壌や地下水が汚染されることがあってはならない。土地の資産価値の下落や風評被害にも注意が必要である。一方、土壤汚染対策法で求められているのは、汚染土を環境から無くすことではなく、汚染土による健康被害を防止することであり、基準不適合土壌がどこにいったかわからなくなるような状況を防ぐため、対象土を適切に管理することを求めている（そのために区域指定の制度がある）。また、2017 年の同法の改正では、「基準不適合が自然由来の重金属等によるものであれば、地下水汚染の防止と土の管理を前提に土の利活用をはかってよい」との改正がなされている（図5）。つまり、汚染土の存在も活用も（条件付きではあるが）許容していると言える。残土対応において



注：土の移動は、基準不適合が自然由来であることが前提である。人為の汚染の可能性が懸念される場合（自然由来特例区域に区域指定された後に施設等が設けられるケースなど）は、人為汚染がないことを確認する必要がある。

図5 改正土壤汚染対策法における自然由来基準不適合土壌の活用方法のイメージ図

は、このような汚染土への対応の趣旨を踏まえつつ、社会受容性も考慮したバランスのとれたルール化が必要と考えられる。汚染に関してはある程度客観的な基準等が整備されており、残土処分地への持ち込みの段階までに事前に確認排除することが制度上行いうるのに対して、土の力学的な特性については、施工及び供用段階での不確実性の顕在化の影響が大きく、事前の段階での確認排除が比較的難しいということにも留意する必要がある。

(3) 土質とその取扱い

道路、河川堤防、宅地造成などで発生土を有効利用する場合は、土質や盛土・造成の方法についてそれぞれ法令・基準等に従って行うことになる。（これらの基準においても、土及び土構造物の持つ不確実性について、調査設計、施工、供用段階を通じて段階的に低減させていくことが重要とされており、特にライフサイクルの後段である施工及び供用段階での取扱いが重要である。）一方、「単に土を置いておくだけ」のような残土受入地については、どのような土質の残土を受け入れるか、どのように（撒き出しや締固めの仕方など）盛り立てるか、は十分に整理されておらず、その明確化が必要と考えられる。また、その際には、ルールが徹底されるような実効性のある仕組みを考えておく必要がある。

現在、24府県で制定されている残土条例のうち、受け入れる土の規定は汚染の有無によっているものがほとんどで、崩落の観点で記されている条例は少ないそうである。残土受入施設の安全性について、残土受入施設の取扱いをどのように構築すべきかの方向性の提示が求められる。

3. 残土の利用の形態 — 「土の有効利用」とは？

残土受入であっても「有効利用」と銘打ってなされる場合が多い。言い方を換えれば「土の有効利用」には様々な形態のものがおり、その整理が必要である。国土交通省のセンサスでは、建設工事での有効利用に加えて、採石場跡地修復や農地受入なども有効利用に含めて統計がまとめられている⁷⁾。

建設現場で発生した時点での土に着目すれば、まず、(1) 非常に良質な土で、利用側が費用負担しても是非使いたい土がある。次に、(2) 一定の品質は確保されているが、利用側が費用負担する

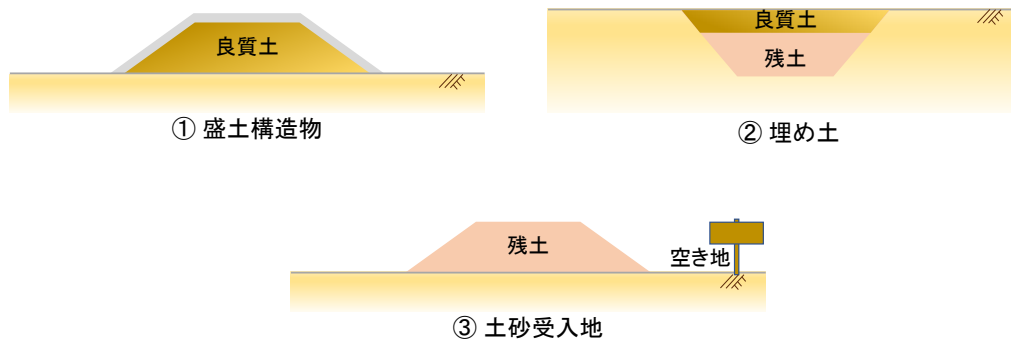


図6 土の利用の形態の概念図

ほどではない土がある。土は単位体積当たりの価値が一般的に低く、運搬のコストがかかることから、このようなケースでは、距離が近い場合や、運搬コストを発生側が負担する場合など、条件によっては利用が進むことになる。(3) 利用用途において要求される品質に達していない土は、受入先を見つけるのが難しくなる。これら(1)～(3)の間には明確な境界線が存在しているわけではなく、同じ土質の残土であっても状況によって(1)になったり(2)になったりするし、あるいは同じ目的の受入施設であっても状況によって(2)や(3)になったりしている。

このような観点も踏まえ、土の利用の形態を概念的に整理した例が、図6である。図6の①は、一定の機能が求められる土構造物を残土（発生土）によって構築する例である。受入側は土を求めており、それも土構造物の構成材料として求められる品質を満足する良質な土が必要で、場合によっては購入土の受け入れも考えられる。適当な距離のところに適当な土質の発生土が適当な量だけ排出する工事があるのであれば、発生土の有効利用は成立しやすい。図6の②は、谷埋めやくぼ地の埋立・かさ上げに残土（発生土）を用いる例であり、①に比べると、残土に求められる土質は厳しくないと考えられる。図6の③は、残土の行き場がなくて困っていたところ、なんとか空き地を見つけることができて、残土を置いておくためのスペースが確保できた、といった例である。

これら①～③のいずれも「土の有効利用」と呼ぶことができるが、それぞれの実態は異なっている。したがって、これらを実態に基づいて分類し、その分類をもとに1や2で提示した受入施設や土質に関する要件を整理する必要性が考えられる。

4. トレーサビリティ

土は環境中にありふれた材料であり、いわゆる人工的な工業製品でもなく、また、廃棄物でもないことから、その品質及び移動をきっちりと管理するという発想は非現実的である。有価の工業製品であれば、当然のことながら消費地までの足跡を追うことは意味があるし、逆に廃棄物であれば、発生から処理処分までの動きを記録しておくことが法により求められている。これらに比較して、土の移動の管理、すなわちトレーサビリティは、これまであまり着目されてこなかった。しかしながら、発生土の利用状況に関する情報収集と透明性の確保が重要なこと、近年の情報通信技術の発達で現場のワークロードを過度に増やすことなくトレーサビリティを確保しうるシステム開発の可能性があること、等の背景により、発生土の分野におけるトレーサビリティシステム導入の動きがみられている。図7は、タブレット端末・スマートフォンとICカード



図7 トレーサビリティーシステムの例

との利用によるトレーサビリティーシステムの例である⁸⁾。土を運搬する車両にはICカードを備えておき、発生現場や受入地にはタブレット端末（あるいはスマートフォン）をそれぞれ準備する。ICカードには車両の情報を前もって紐づけしておくことで、発生現場を出発する際や受入地に到着した際にそれぞれの端末でICカードを認証することで、運搬開始や終了の情報をクラウド上に吸い上げる仕組みとなっている。

トレーサビリティーを導入することのメリット・効果は、以下のように考えることができる。

(1) まずは、データ取得の即時性の確保と事業者のコンプライアンス対策があげられる。上記のようなトレーサビリティーシステムにより、現場に負担をかけることなく、土が適切に運搬されたという記録をとっておくことが可能となる。(2) 次に、事業関係者間の情報共有と透明性の確保がある。データへのアクセス権を付与することで、当該事業者だけでなく発注者等の関係者もデータをリアルタイムで閲覧・確認でき、これによって当該事業への透明性が増す。発注者、発生元、受入先がデータでつながることから、発生元や発注者が知らない状態で不適正な土砂埋立がなされるという事態も避けやすいと考えられる。(3) さらに、システムが普及しオーソライズされるようになり、業者や車両の大多数がこのようなシステム下で業務を遂行するようになれば、不適正な土の処分は淘汰される方向となる。そのためには、システムは **inclusive**（利用者を選ばない）である必要があるが、図7の例では現場と車両にそれぞれ端末とICカードを配するだけでよく、所定のプログラムに情報を追加しておくことで、新たな現場や車両の参画が比較的容易である。社会基盤整備における資源循環に関する今後数年間の方向性を示した「建設リサイクル推進計画2020」においても、生産性向上と不適正処理防止の2つの観点からトレーサビリティーの導入促進の可能性が示されている⁹⁾。

5. 土の有効利用の促進と、受入先の確保

土の発生と利用の実態は国土交通省によって6年毎にデータがとられており^{7),9)}、2018年度のセンサスに基づく、発生土の約80%が有効利用（採石場跡地復旧などの準有効利用を含む）されている。また、残土処分は、具体的な搬出先を発注者が指定する指定処分と、そうではない自由処分とがあるが、国の発注工事ではほぼ全ての工事で指定処分が適用されているのに対して、自治体発注工事では2割弱が指定処分以外となっている。前章のトレーサビリティーとともに、指定処分を拡大することで、行き先不明の発生土の低減の可能性がある。

受入地がなければ土はダブついて行き場を失ってしまい、不適正処理の温床となりやすいので、工事量に見合った受入スペースの確保が必要である。受入スペースには当然のことながら残土受

入施設が含まれるが、需要と供給のバランスがとれた状態となり、不適正処理への誘因を排除するためにも、受入スペースに余裕がある状態がのぞましい。そのためには、建設工事での有効利用をより推進すべきであり、そのためには工事単位ではなく地域単位でマテリアルバランスを考える施策が求められよう。また、ストックヤードの確保により、発生側と受入側の工事のタイミングの違いを吸収することも有意義である。

参考文献

- 1) Zhan, L., Guo, X., Sun, Q., Chen, Y., Chen, Z. (2021): The 2015 Shenzhen catastrophic landslide in a construction waste dump: analyses of undrained strength and slope stability, *Acta Geotechnica*, Vol.16, pp.1247–1263 (<https://doi.org/10.1007/s11440-020-01083-8>).
- 2) 国土交通省（2017）：建設発生土の取扱いに関わる実務担当者のための参考資料.
- 3) 土木研究所・国土交通省・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会（2020）：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン－関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために－.
- 4) 日本道路協会（2017）：道路土工構造物技術基準・同解説.
- 5) 土木研究所・土木研究センター（2009）：建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル.
- 6) 遠藤和人・鈴木弘明・勝見 武（2014）：災害廃棄物処理残さにおける木くず含有量の判定に関する一考察，第 35 回全国都市清掃研究・事例発表会.
- 7) 国土交通省（2020）：平成 30 年度建設副産物実態調査結果.
- 8) 先端建設技術センター（2019）：「SS-TRACE SYSTEM」（建設発生土のトレーサビリティシステム）について.
- 9) 国土交通省（2020）：建設リサイクル推進計画 2020 －「質」を重視するリサイクルへ.