

特集/建設リサイクルの推進について

建設発生土等の現状と課題

京都大学大学院地球環境学堂社会基盤親和技術論分野

教授 嘉門 雅史
かもん まさし

1. はじめに

人間活動の結果として排出される廃棄物や、建設工事によって生じる発生土は、近年莫大な量が発生しており、その処理・処分問題の解決はきわめて重要な課題となっている。したがって、さまざまな分野で廃棄物の有効利用が試みられている。建設分野は建設資材として多量の土材料を必要とすることから、建設工事で発生する土は必ず土量のバランスを図り、特性上やむを得ず捨土するものを除いて全量を有効利用することが期待されている。しかしながら、現実の建設発生土は莫大な量に及んでおり、有効利用されずに処分される量が建設工事に必要とされる量を大幅に上回っている。さらに廃棄物に分類される建設汚泥の有効利用率も未だ目標に達していない。建設分野は多量の建設資材を必要とすることから、廃棄物の有効利用先として「最も多量に受け入れることができる」分野として期待されている。特に、「土の代わりに廃棄物を使う」技術として、地盤工学の分野では多くの取り組みがなされてきた。一方、大量に発生する廃棄物が最終的に行き着く先は「処分場」であるが、処分場から生じる地盤環境問題（土壌汚染、地下水汚染）が懸念されることから、廃棄物の有効利用や安全な処分法につい

てもさまざまな取り組みがなされている¹⁾。したがって、建設分野自身からの大量の副産物とともに、その有効利用促進のために、法制度上の整備を含めてハード・ソフト両面で検討が進められている²⁾³⁾。さらに、廃棄物を地盤材料として有効利用するにあたっては、地盤環境に悪影響を及ぼすことがないように十分に配慮がなされなければならない⁴⁾。ここでは、これらのテーマに関する近年の取り組みをとりまとめ、建設発生土等を地盤工学的に有効利用する際の考え方と、地盤環境影響について考える。

2. 発生土および建設系廃棄物の特性と有効利用

(1) 発生土の現状と有効利用

建設工事から排出される副産物は建設副産物と呼ばれる。このうち、掘削土砂や泥土等は「発生土」と総称され、泥水掘削工法などで排出される「建設汚泥」と、掘削等に伴って発生する「建設発生土」に分類される。

建設発生土の総量の経年ごとの変化は建設工事量にほぼ比例しており、平成7年度に地山ベースで4.46億 m^3 であったのに対して、平成12年度のデータでは2.84億 m^3 となっている。これらの建設発生土の有効利用について多くの取り組みがなされてきたが、平成12年度でも約3割の0.82億

m³のみが工事間利用されているに過ぎず、建設工事で必要とされた土量（1.56億 m³）の約5割である。したがって、建設発生土の約7割が内陸受入地に処分されておりながら、新材として山砂などを0.71億 m³も購入している。内陸受入に際しては、搬入・排出のためのトラック輸送に伴う環境負荷やエネルギー消費の増大の問題の他、不適正な保管による災害の危険の増加などが生じており、新材の採取による土砂採取周辺自然環境の悪化などの対策も必要となっている。

また、建設汚泥は平成7年度では約1,000万 t 排出（有効利用率は14%に過ぎなかった）していたが、平成12年度では約800万 t の排出量となり、有効利用率は41%に増加しているが、なお不十分であるといわざるを得ない。

平成6年に刊行された「建設発生土利用技術マニュアル」³⁾では、建設工事から発生する土を特性に応じて第1種から第4種までの建設発生土、ならびに第4種にも満たない泥土に分類している（図1に示すとおり）。このような発生土の区分は、より効率的な有効利用を図るために、発生側と利用側が共通の指標で判定し、利用可能な用途を選定するために定められたもので、強度や安定性（再泥濘化のしにくさ等）により判別されるものである。土質区分基準は、コーン指数と日本統一土質分類を指標としており、発生時点での土の区分の他、土質改良により土の性状を改良した場合の区分にも使用できる。地山の含水比と掘削方

法等を勘案することにより、掘削前にボーリングデータ等から概略の土質判定が可能である。発生土はその特性により、埋戻し、道路盛土、土木構造物の裏込め等に適用しうることから、適用用途基準を示しているが、その後日本統一分類が変更になり、適用区分の見直し等の必要性が生じており、近いうちに改訂が予定されている。

建設汚泥は産業廃棄物に分類されるが、泥土の分類中には浚渫土のように建設汚泥と特性が似ている（判定基準はコーン指数で200kN/m²未満）が、廃棄物には分類されないものを含んでいる。平成11年に定められた「建設汚泥リサイクル指針」²⁾では、従来の分類のほか、地山掘削などから発生した泥土を「浚渫土にも建設汚泥にも該当しない泥土」として定めている。

(2) 建設系廃棄物の特性と有効利用

建設系廃棄物は、建物解体時に発生する解体廃棄物を除いて、一般に無機材料とみなされる。したがって、これらは安定型廃棄物であり、一般の土質材料と遜色のない材料特性を示すものもあることから、積極的な有効利用を図っていく必要がある。

廃棄物を地盤材料として利用する際の選定の条件としてはいくつかの事柄が挙げられる。特性が通常の土と類似していれば、利用にあたって特殊な技術を必要としないため、メリットになる。石炭灰のように軽量な材料であれば、付帯構造物へ

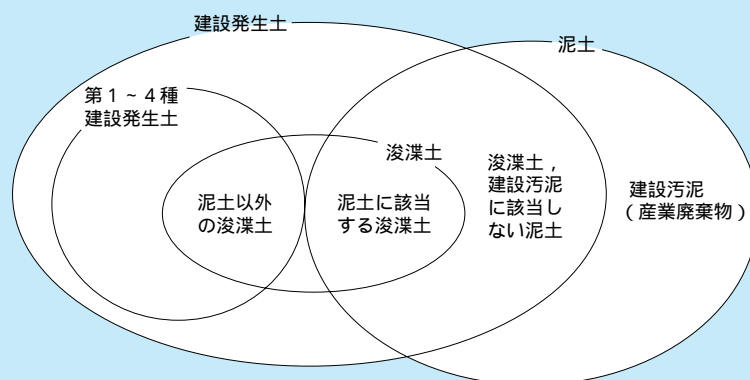
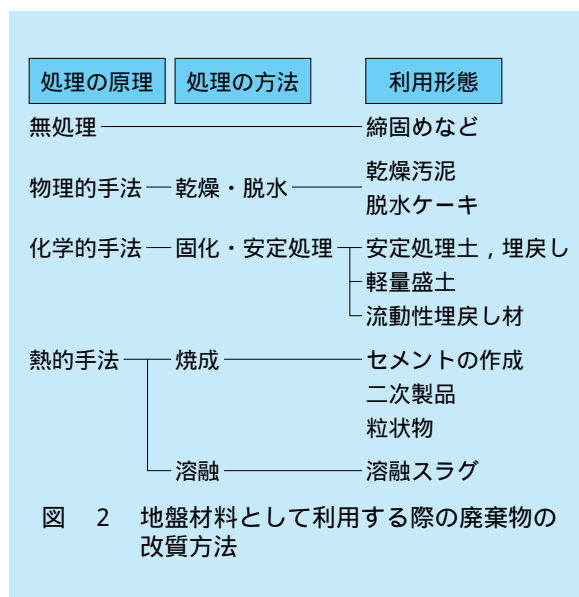


図 1 発生土の分類

の負担を軽くしたり，基礎地盤の沈下量を減らしたりすることにより，経費の軽減を図りうる可能性がある。ポゾラン活性など自ら固結する特性を持つ材料は，軟弱な土を固める土質安定材・地盤改良材として利用できる可能性がある。遮水性や化学物質に対する吸着性をもつ廃棄物材料は，汚染地の封じ込めバリアや廃棄物処分場の遮水材への適用が期待される。廃棄物の有効利用の用途の例を表 1 に示している⁵⁾。なお，利用促進のために廃棄物の改質が必要となることも多い。廃棄物の改質は，従来は処分を目的として衛生化，無害化，減容化などをはかるもので，破碎，選別，分離，脱水乾燥，熱分解，焼却などが行われるが，地盤材としての有効利用を目的とする場合は，安定性，安全性などを確保することが求められる。地盤工学的利用を目的とした改質手法の分類を図 2¹⁾に示す。

建設汚泥の有効利用に関しては，「建設汚泥リサイクル指針」において制度上の前進がみられ，建設汚泥を利用する方法には，①自ら利用，②有償売却，③再生利用制度の活用（個別指定制度，再生利用認定制度）があることを明示している。

「自ら利用」とは，産業廃棄物の有用性を高め，他人に有償売却できる性状にしたものを占有者が使用することをいう。占有者とは，その産業廃棄物の排出事業者であり，建設汚泥の場合は建設汚泥が発生する工事の元請施工者である。「自



ら利用」の場合は，同一施工者が「自ら利用」する場合には利用工事および利用場所について廃棄物処理法上の制限は受けない。したがって，発生場所で利用する場合のみならず，公道を挟んで隣接する別の敷地で利用する場合や，発生場所以外の工事でも利用することができることに留意すべきである。ここで，建設汚泥の利用が廃棄物の不適正な処分とみなされないよう，利用用途に応じた品質を確保していることを条件として，品質目標の明示と品質管理が求められる。逆にこの点を十分留意した上での有効利用の進展が期待される。

再生利用制度の活用については，現状では限定

表 1 廃棄物の有効利用の例

再生資源の種類		用途の例
一般廃棄物焼却灰		れんが，ブロック，砂質材料，路盤材，埋戻し材，セメント原料
下水汚泥	石灰系 高分子系	土質改良材，セメント原料 窯業原料，セメント原料，ブロック，れんが，砂質材料
石炭灰	フライアッシュ ボトムアッシュ	道路材，盛土材，充填材，セメント原料 (仮設)道路材
製紙汚泥焼却灰		汚泥処理材，法面緑化材，道路材
廃タイヤ		ゴムアスファルト
廃プラスチック		発泡樹脂の軽量混合土，圧縮固化ブロック，溶融ブロック
鉄鋼スラグ	高炉 転炉 電気炉	高炉セメント原料，道路材 路盤材 セメント原料

された数の「個別指定制度」の利用と、スーパー堤防事業に限られた「再生利用認定制度」の適用に止まっており、再生利用業者のインセンティブを高めるように、発注者側からのより柔軟な対応が望まれる。

3. 建設副産物等の有効利用による地盤環境への影響

(1) 地盤環境への影響要因

廃棄物の有効利用に関しては、従来からさまざまな有効利用の手法、用途が提案されているが、その際に環境へ悪影響を及ぼさないための配慮が不可欠であるのはいうまでもない。建設系廃棄物や発生土の利用が環境へ影響を及ぼす要因としては、材料そのものに含まれる有害物質（重金属など）に起因するものと、有効利用のための処理に起因するもの（固化処理に伴う高アルカリなど）に大別できる。このような環境影響物質を多少とも含有する廃棄物材料を有効利用する場合には、材料から有害物質の溶出がないこと、あるいは溶出レベルが環境に影響を及ぼさない程度であることを確認しなければならない。しかしながら、有害物質の溶出レベルが環境に影響を及ぼすかどうかの判定基準を一意的に求めるのは難しいのが現状であり、一方で廃棄物や発生土の有効利用が緊急の社会的要請となっている⁴⁾。

発生土でも有害物質を含有する場合がある。これは、土地利用に起因する有害物質が再開発の際に顕在化する例や、産業・生活排水などにより汚染された底質の浚渫など人為的要因によるものが多い。さらに、天然起源で存在するクロムやヒ素などの重金属類が化学的に安定であったものが、掘削や地下水汲み上げなどにより酸化状態に曝されて問題を引き起こすことがある。汚染土壌については平成15年2月から施行された「土壤汚染対策法」との関連で慎重な対応が必要であり、「建設工事で遭遇する土壤汚染対応マニュアル」の策定が予定されている。

(2) セメント安定処理における環境影響

建設副産物を有効利用するにあたって、強度増加や物理的・化学的安定性の確保のため、セメント等の安定材・固化材によって固化処理を行う場合がある。その際の環境影響問題として、①六価クロムの溶出、②アルカリ二次公害、が可能性として挙げられる。

六価クロム問題は最近になって顕在化したものであり、セメント中に微量に含有する六価クロムが、固化反応中あるいは固化後に溶出しうることが問題とされる。六価クロムの起源はセメントの原材料そのものであり、石灰石と粘土を主原料として、セメントキルン中にて焼成して得たクリンカーに適量の石膏を加えて粉碎してセメントが作られるが、原材料に1～15mg/kg含有する全クロムが、焼成される際に酸化されて六価クロムになる。普通ポルトランドセメントで5～25mg/kgの全クロムを含有し、六価クロムの溶出量は2mg/lにのぼるものもある。セメントを用いて固化された土からの六価クロムの溶出量については、関東ローム、砂質土などからの溶出量が著しいことが知られており、わが国の六価クロムの土壌環境基準値である0.05mg/l以下を満足しない時がある。なお、還元性の成分を有するスラグセメントでは溶出を抑制しうること知られている。このような現状を受けて、平成12年3月にはセメントを用いて地盤の安定処理を行う場合は、必ず六価クロムの溶出ポテンシャルに留意するよう当時の建設省、運輸省等より通達が出され、工事の実施にあたっては配合試験時と施工後の溶出試験、ならびに工事規模によっては施工後の試料を用いたタンクリーチング試験が課せられている。通達の施行を受けて、社団法人セメント協会では六価クロムの溶出を低減しうる特殊セメントの開発が進められ、図3に示す⁶⁾ように、各種の対象土によって差はあるものの特殊セメントを用いると六価クロムの溶出を環境基準値以下に概ね抑制しうる。なお平成13年4月には、上記通達の運用について一部変更がされて、今日に至っている。

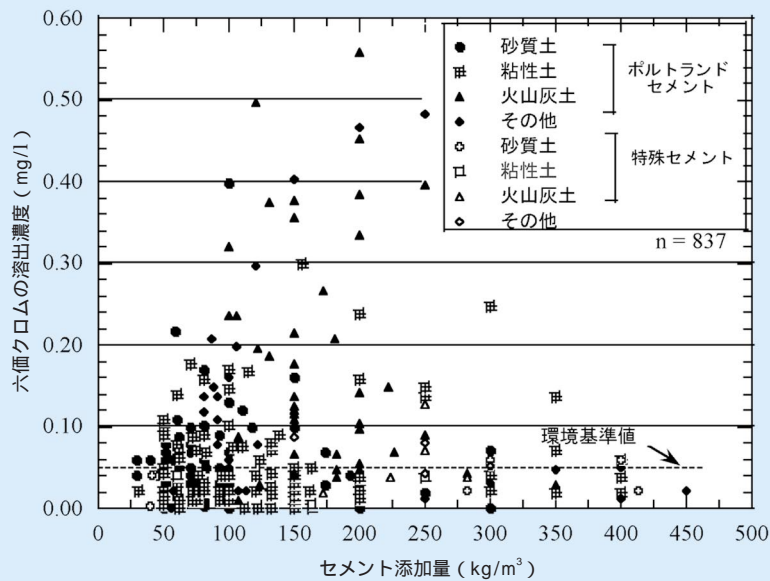


図 3 セメント安定処理土のセメント添加量と六価クロム溶出量の関係

一方、アルカリ溶出水の発生は、セメント安定処理においては不可避である。アルカリによる二次公害を防ぐには、覆土や敷土を行うとともに、緩衝能力の高い土を濾過層として利用してアルカリを中和することで、対策が可能である。

4. おわりに

建設発生土や建設汚泥の有効利用は今日でもなお重要な課題であり、昨年の中央環境審議会の廃棄物部会からの指摘を受けるまでもなく、建設副産物の不適切処分は産業界の中でも突出していることを、建設サイドでは率直に反省しなければならない。わが国各地での建設副産物対策協議会等の設立と、副産物の排出側と利用側との情報ネットワークの構築、ならびにその継続的な活動によって、建設副産物の有効利用のための順調な道筋が切り開かれているが、副産物情報の年度ごとのリアルタイムでの更新と建設の現場での積極的な有効利用への取り組みが今後はより一層必要である。

国土交通省では平成15年10月に「建設発生土等の有効利用に関する行動計画」を事務次官通達と

して発出し、公共工事における建設副産物の有効利用をより積極的に推進することに強い決意を示している。行動計画の具体的な成果は、単に発注者のみでなく建設工事に係わるすべての関係者の努力に依存していることから、土木界を挙げたより一層の強力な取り組みを願うものである。

【参考文献】

- 1) 地盤工学会編：廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用（1998）
- 2) 先端建設技術センター：建設汚泥リサイクル指針，大成出版社（1999）
- 3) 土木研究センター：建設発生土利用技術マニュアル（1994）
- 4) 嘉門雅史・勝見 武：固体系廃棄物の地盤工学的有効利用と環境影響の概況，廃棄物学会誌，Vol.12，No.3，pp.140-149（2001）
- 5) 勝見 武：地盤改良技術と環境保全 3 廃棄物の有効利用のための地盤改良技術，材料，Vol.49，No.10，pp.1160-1166（2000）
- 6) Kamon, M.: Ground improvement techniques, New Strategy of Geotechnics Ground Improvement and International Codes -, Proceedings of International Seminar on Geotechnics in Kochi, (ISGK2000) JGS, pp.1-12（2000）