

建設汚泥を建設資材に再資源化



所属名：(社)日本土木工業協会
泥土リサイクル協会
発表者：野口 真一

依然として向上しない建設汚泥リサイクルに対し、環境省は平成 17 年 7 月に「建設汚泥処理物の廃棄物該当性の判断指針について」の通知により利用形態の緩和を図った。これを受け土工協は平成 18 年 1 月に同通知の解説を作成し、理解促進を図った。

一方、国交省においても平成 18 年 6 月に「建設汚泥の再生利用に関するガイドライン」を策定し、建設汚泥処理土利用技術基準、リサイクル原則化ルールも改定するなど、『建設汚泥リサイクル向上』を目指し一層の取り組み・環境整備が行われ始めている。

しかしながら、建設汚泥を再資源化するためには技術上の課題のみならず運用上の諸問題についてもまだまだ議論する必要がある。泥土処理に携わる排出事業者、材料・機械メーカー、産業廃棄物処理業者等がそれぞれ立場から問題提起を行い、土木工学や応用化学の専門家等の意見を多面的に取り込むことにより技術の革新を行うことが重要である。

本書では、これらに鑑み開発された、汚泥再資源化システムである「イーキューブシステム(粒状固化工法)」(以下、本技術という)について述べる。

1 建設汚泥リサイクルとその効果

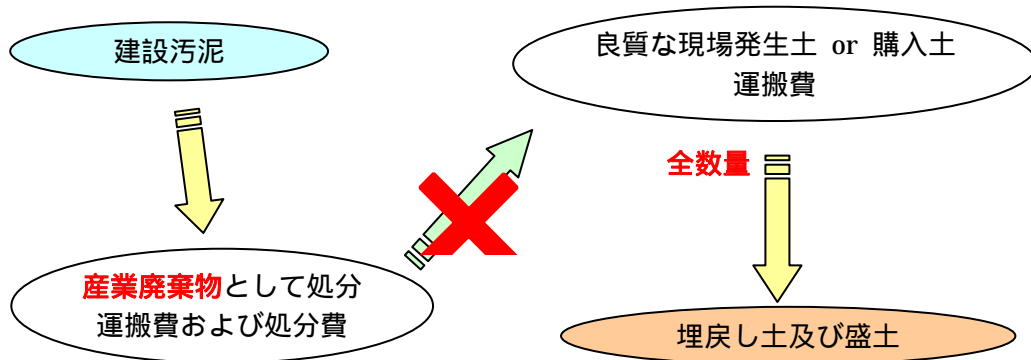
建設汚泥とは国土交通省監修の「建設汚泥リサイクル指針」によると「掘削工事から生じる泥状の掘削物および泥水を泥土といい、このうち廃棄物処理法に規定する産業廃棄物として取り扱われるものを建設汚泥という。」としている。

具体的には標準仕様ダンプトラックに山積みできず、その上を人が歩けないような流動性を呈する状態(コーン指数がおおむね 200kN/m^2 以下または一軸圧縮強さがおおむね 50kN/m^2 以下)のものであるが、標準仕様ダンプトラックに山積みできるものであっても、運搬中に流動性を呈するものは建設汚泥に該当するとしている。なお、泥土に該当する浚渫土、泥水などを使用しない地山掘削から発生した泥土、そのままの状態では他者に売却するもの(余剰泥水の再利用、スラリー化安定処理の調整泥水等)は除外されており、以下に建設汚泥の具体例を示す。

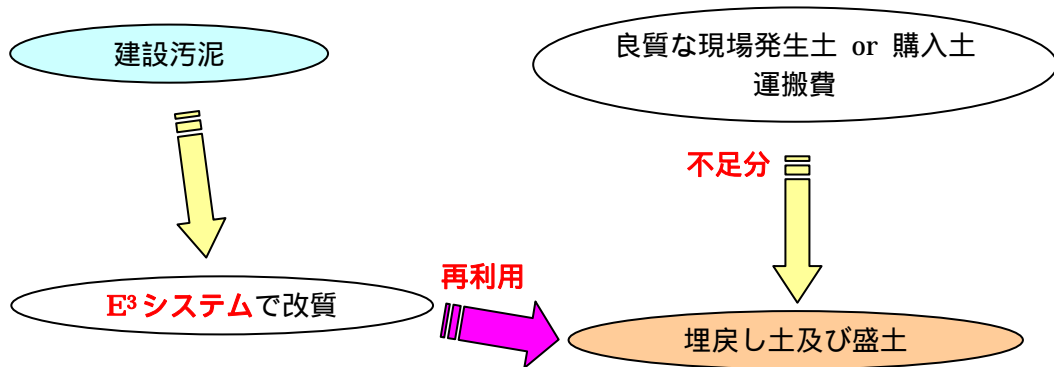
- ・地盤改良工事排泥(高圧噴射攪拌系)
- ・SMW工事排泥(セメントスラリーと現位置土砂の混合)
- ・アンカー工事排泥(セメントスラリーと現位置土砂の混合)
- ・基礎杭工事排泥(泥水などを使用しない工法は除く)
- ・泥土圧シールド工事排泥(泥土圧・気泡・泥水式)
- ・推進工事排泥
- ・ため池、調整池浚渫土(農業用水の確保等の利水事業目的で利用されるもので、人為的に作られた池から発生した土砂)
- ・オープンケーソン掘削土(水中掘削)

従来の処理形態は、これらの高含水比の土は建設汚泥(産業廃棄物)として処理されている、一方で、立坑の埋戻しや盛土するために必要な土量は全て良質な現場発生土や購入土でまかなわれている。

本技術は、建設汚泥を改質し良質な現場発生土と同等のものにして再利用することでコスト縮減はもとより、環境負荷低減に寄与できるものである。



従来の処理形態概念図



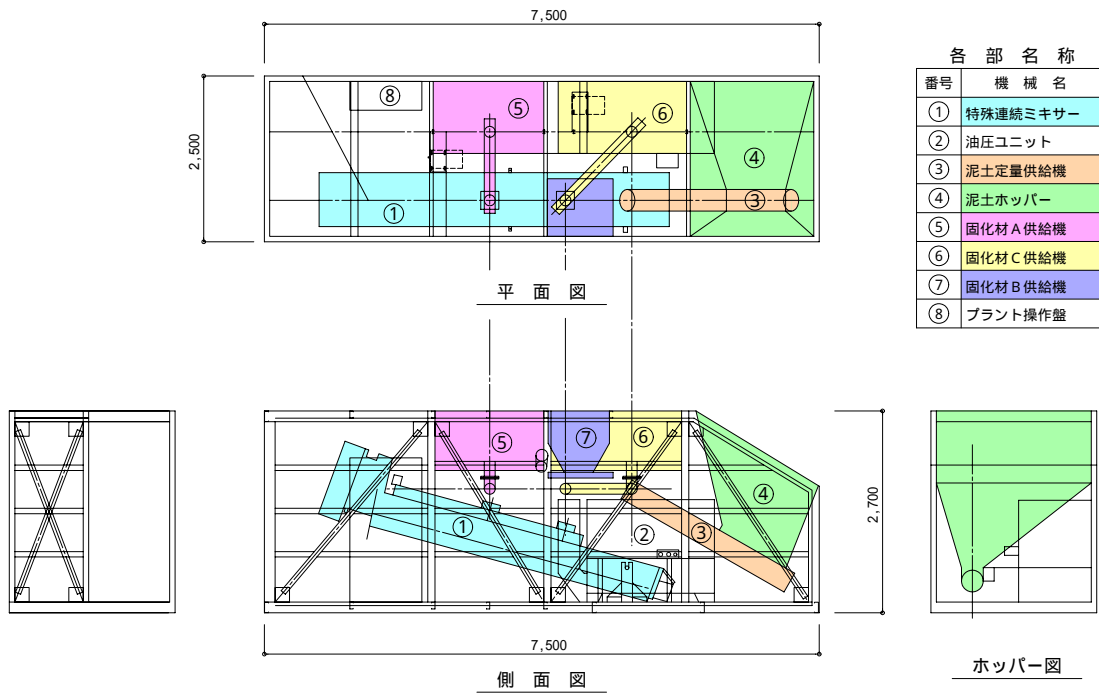
E³システムによるリサイクル概念図

2 イーキューブシステム（粒状固化工法）

2.1 概要

高含水の建設汚泥や泥土（浚渫土など）を、移動式泥土粒状固化装置に投入後、高分子凝集剤と固化材を添加し、連続ミキサーで短時間（約 20～50 秒）間攪拌するのみで、効率的に土質材料として再利用可能な粒状体（改良土）を連続的に生成する技術である。**産業廃棄物として処分するよりも安価となる**技術を目指しており、類似工法と比べて経済性に優れている。

本技術がいう「粒状固化」とは、**スラリー化**等の改良後の性状を指す。スラリー化安定処理が土砂や泥水等を主材料とし、セメント等の固化材を混練することにより流動性を有するスラリー安定化処理土（流動化処理土等）を製造する技術であるのに対し、粒状固化は一般的には安定処理として区分されている**造粒固化**と同じカテゴリーに属する技術である。「港湾・空港等整備におけるリサイクル指針」（港湾・空港等リサイクル推進協議会 作成）によれば、「造粒固化処理とは、浚渫土砂等の泥土に水溶性ポリマーとセメント等の固化材を添加し、造粒ミキサーで数分間の混合攪拌を行うことにより粒状に改良する技術である」としているが、これはバッチ式の改良機によるものであることから、泥土リサイクル協会ではこれと区別するために、連続処理で粒状に改質する技術を**粒状固化**と呼んでいる。



移動式泥土粒状固化装置（ユニット型）

2.2 本技術の特徴

本技術と類似の建設汚泥改良技術との相違点を以下に示す。

2.2.1 混練機（ミキサー）の構造

類似技術で用いられるミキサーは、二軸並列パドルミキサー型式が主である。二軸並列パドルミキサーは2本のシャフト（軸）とシャフトに取り付けられたパドルで構成されており、軸は互いに反対方向に回転する。混合精度は、攪拌翼の回転数・形状と処理時間により決定されるが、汚泥の性状によってはトラブルの原因となる塊（ダマ）が発生し均質に混合する事ができない。また、一連の混練は所定量の汚泥を対象とするバッチ式が主であり、混練は**非連続的な処理**となることから能力に劣るうえ、サイクルタイムの厳密な管理を必要とするなど煩わしさを伴う。

本技術のミキサーは、移動翼と攪拌翼からなり、汚泥と固化材を混練しながら搬送する。この過程で、固化体は粉碎・分散されるので**処理効率と混練の均質性が向上し連続的な処理**が可能である。

2.2.2 固化材のバリエーション

類似技術では、上記したミキサーの欠陥（処理効率が低く、均質性に欠けること）により、往々にして固化材（セメント系）を必要以上に投入することとなる。固化材の経済性は添加量と効果の関係により評価される。従って、材料費自体が廉価であっても効果が希薄であれば添加量を増す必要があり、必ずしも安価な固化材を選定することが有利になる訳ではない。

本技術では、**石炭灰、製紙スラッジ焼却灰等の産業副産物**を主成分とする固化材に着目している。これは普通ポルトランドセメントよりは高いものの、軟弱地盤用の土質改良材よりは安価であり、**循環型社会構築**の観点からも意義の高いものである。

また、**農地土壌などに配慮した土質改良材に改質**する場合は**中性化固化材**を使用するなど、要求品質に対し、フレキシブルに対応できる**汎用性の高い技術**である。

2.2.3 ハンドリング性

改質された泥土が改良直後に流動性を呈している改良土では、その運搬が直ちに行えず、所定の期間を待ってから流用することとなる。また、その場合、塊状で固化しているため破碎作業等が必要となる。

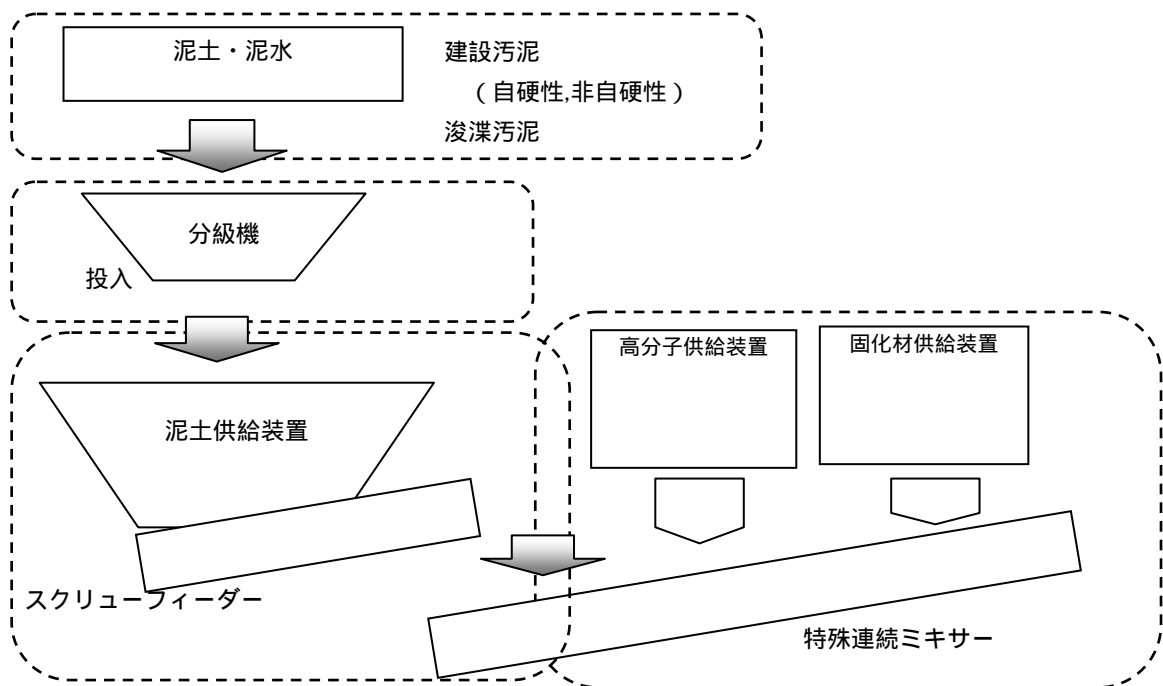
本技術で改質された泥土は、粒状を呈しているため比表面積が大きくなることから、その乾燥速度が速く、**短時間（2～3時間）に発生土と同様に普通ダンプに積み込み、運搬できる状態**となる。

2.2.4 再泥化

機械脱水であるフィルタープレス工法の最終工程から排出されるマッドケーキは脱水処理の方法によりかなりの強度を持ったものとなる。しかし、このマッドケーキに再び水分が補給されると元の状態、つまり、**泥土・泥水に戻ってしまう**。同様の現象例として、土層の中から掘り起こされる固結シルトや泥岩等も、水が存在しないときは相当の強度を有するが、ひとたび水が浸透していくと極端に強度低下を起こした、ドロドロの状態を呈することがあるが、このように見かけ上の品質が低下していくことは周知のことである。泥土リサイクル協会ではこの現象を「**再泥化**」と呼んでおり、本技術では改質土は再泥化しないことを確認している。

2.3 施工方法

施工フローは以下のとおりである。



イーキューブ施工フロー

貯泥

発生した汚泥をピット等に貯留して固液分離を行う。

調泥

沈澱した汚泥を再攪拌してスラリー状にする（混練の均質化を図る）。

泥土投入

調泥した汚泥を、バックホウ等により泥土定量供給装置に投入する。

固化材等添加

スクリーコンベア内を搬送されている汚泥に，高分子凝集剤と固化材を添加する．

混練

移動翼と攪拌翼を兼ね備えた特殊連続ミキサーにより，汚泥と固化材等を混練しながら搬送する．

積込・運搬

装置端末に備え付けたベルコンから排出された改質土をバックホウ等でダンプトラックに積み込み，使用場所に運搬する．

3 泥土改良技術を比較検討する場合の留意点

本技術および類似技術は「安定処理」に区分されているため，地盤改良工法の安定処理と混同され，コスト比較された場合等，評価が著しく下がり，採用されにくい．

一般的に掘削発生土のうち軟弱な土砂（高含水の泥土ではない）を地盤材料等として再利用するためは，第1～3種建設発生土相当の品質要求性能を満足する改良土に改質することとされている．この改良土を生成する技術として，土質改良：セメント系固化剤添加（スタビライザーor自走式土質改良機）が想定される場合が多いが，この工法は発生土の含水状態が塑性限界～液性限界にあり，多少なりとも土の骨格構造を有する地盤の改良に適用される技術（以下地盤改良技術と呼ぶ）であり，浚渫工事により液性限界を越えた場合や掘削に伴い骨格が乱され流動を伴う材料（泥土）を改良（以下泥土改良技術と呼ぶ）するには以下の点で適さない．

攪拌機の構造上，固化剤と泥土を均質に混合することは困難である．

このため，生成された改良土は不均質な大塊状になり，地盤材料として流用するには解砕等の作業が別途必要となる．

塊状改良土は，不均質で有るが故，解砕された粒子の品質はバラツキが多く，強度不足や浸水による再泥化を招来する．

このように本技術は地盤改良技術とはまったく異なる技術であることから，建設汚泥を改良するための技術を比較検討する場合は，**対象土の状態（軟弱な土砂か高含水の泥土か）に留意**されたい．

4 おわりに

排出事業者がリサイクルを促進するには，産業廃棄物を扱っているという認識を持ち，適正処理するための技術的な取り組みだけでなく，関連法令の知識とその適切な解釈，さらにはリサイクル処理の適切な施工監理が重要となる．そのためには，知識の習得，リサイクルするための手続き処理，管理業務の徹底等の自己研鑽が必要である．

しかしながら，現状では業務が多忙の中，これらを実行していくのは容易なことではないことから産業廃棄物として処分することで見過ごされているが，建設汚泥のリサイクル促進は建設業界に残された重要課題であり，社会的にも環境負荷低減が求められているという認識を持ち，前向きに取り組むことを切望する．

参考文献

- 1) 野口真一：粒状固化工法による建設汚泥の再資源化システム，環境管理 2002 Vol.38. 11月号
- 2) 野口真一・鶴田稔：粒状固化工法による建設汚泥の再資源化システム，建設の機械化 2003 NOVEMBER No.645
- 3) 野口真一：粒状固化工法による建設汚泥の再資源化，建設機械 2004 Vol.40. No.1
- 4) 永松郁生・野口真一・定岡直樹・中村吉男・奥村哲夫・成田国朝・大根義男：循環型社会形成を目指した泥土（建設汚泥）の再生利用技術について，土木学会 建設技術シンポジウム 2005
- 5) 野口真一・定岡直樹：泥土再資源化技術「イーキューブシステム」，月刊推進 2006 Vol.20. No.4