

故紙破砕物と高分子系改良剤による高含水比泥土のリサイクルシステム

国土大(院) 学生会員 山崎 淳
 国土大・工 フェロー 金成 英夫
 森環境技術研究所 正会員 森 雅人

1.はじめに

建設汚泥とは建設工事に伴って発生する掘削汚泥や微細な泥状土などであり、そのままでは盛土などに直接流用できない。このため産業廃棄物である「汚泥」として取り扱い、直接あるいは減量化して最終処分場に持ち込まれている。

そこで、建設汚泥を十分な強度特性を有する盛土材料、優良な緑化土として再資源化を図るため、汚泥に繊維質物質である故紙と高分子系改良剤を添加・混合し、脱水せずに汚泥を固形化する技術開発を行った。

この方法は、汚泥が発生する現場内においてダンプトラックで即時運搬できる程度に固形化でき、また、脱水等で排出される排水の処理を不要とした。このため、汚泥処分費のコスト縮減に貢献できるものと考えられる。

2.固化状況

建設汚泥を土質材料として再利用するために、従来、セメント系・石灰系の固化材により固化している。しかし固化材のみによる強度発現では時間が必要となるために広い養生場所が必要となる。新しく考案した故紙破砕物と高分子改良材を用いたリサイクル方法では工法では攪拌後、即時運搬が出来る程度に固化することを可能にした。

建設汚泥は自由水の中で土粒子が自由に動き回れる状態であるため、若干の降伏応力を持っているものの、流体としての挙動を示す。このような泥水に吸水性のある新聞紙の故紙のような繊維質物質を混入すると、土粒子の周りの自由水が繊維質物質に吸収され、泥水が脱水される状態となる。

ここで故紙による吸水の状況を調べる為に、簡単な実験を行った。新聞紙の故紙、コピー用紙及び濾紙を 5cm×2cm に切り取り、水と泥水に一日浸け、吸水量と付着した脱水ケーキの量を調べてみた。脱水ケーキの量は、一日浸けたものをそっと吊るし、余計な泥が落ちた後に脱水ケーキを計量した。

単位重さ当たりの吸水量の違いを表-1に示す。新聞紙はコピー用紙、ろ紙に比べ多い水を吸水できることが分かる。図-1は単位面積当たりの吸水量とケーキ重量の関係を示しているが、紙自体が持つ吸水量をX軸にとることでY軸との交点が吸水量0の時のケーキ重量となり、その分が泥水の降伏応力によって付着した泥土の量となる。また、吸水量とケーキ重さが直線関係にあり、吸水した水の量とケーキ重量が比例することを示している。そのことから紙に吸水された泥水中の土粒子は脱水ケーキのように含水比を下げた形で紙に付着していることが分かる。

ここで新聞紙の吸水量は初期含水比 100%、液性限界 60%とし新聞紙が飽和するまで吸水したとすると、1m³の泥水に対して新聞紙の投入量が約 60kg で、見かけの含水比が液性限界になり流動性が失われ塑性体になると考えられる。しかし、完全に液性限界になった泥土の一般的なpFは1.5程度であり、新聞紙のpF=0.5より大きい。新聞紙の吸水だけでは、見かけの含水比を低くすることはできないが土粒子の固形化ができない。そこで高分子系改良剤を添加・混合することで、泥土の中の自由水をさらに固定化し、繊維の周りの脱水ケーキを高分子が覆い尽くすことで故紙の中の水を安定化させることができる。

3.緑化土としての利用

本工法の特徴の一つとして、固化材を用いなくても団粒固化できることから、pHの変化が無く、緑化土として再生利用で

表-1 単位重さ当たりの吸水量

	新聞紙	コピー用紙	ろ紙
単位重さ当たりの吸水量 (g/g)	3.85	2.65	2.76

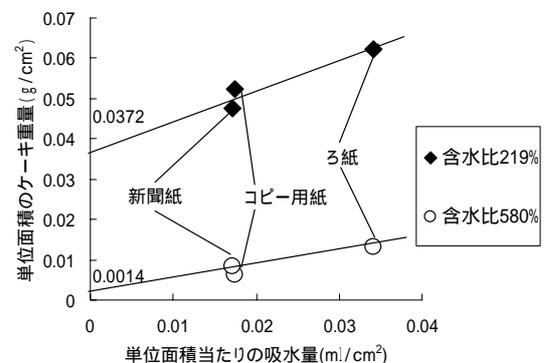


図-1 面積当たりの吸水量とケーキ重量

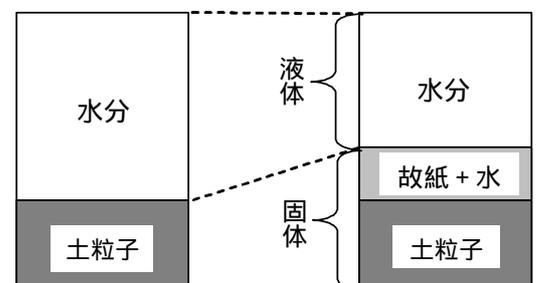


図-2 見かけの含水比

キーワード : 建設汚泥 高含水比 繊維質物質

連絡先 : 〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学衛生工学研究室 03-5481-3261

きる点がある。緑化土として求められている品質としては保水性、透水性と保肥力が高いことが必要となる。また、ヒートアイランド対策として注目されている屋上緑化土として利用する場合は軽量性が重要なポイントとなってくる。

保水性が高く透水性が高い土とは矛盾しているようであるが、透水性、通気性が良くないと植物は根腐れを起こしてしまう。その為に団粒化された土が良いとされており、繊維質処理土の団粒化した土は透水性、通気性を満たした物である。また、繊維質処理土は比重が0.5～0.6と非常に軽く屋上緑化土にも利用可能である。

しかし、建設汚泥、特に地中深くから掘り出した汚泥は、このままでは緑化土として利用することは難しい。それは、物質循環で重要な役割を果たす微生物が深度の深い土中にはほとんど存在しないためである。そこで、下水汚泥の良好なコンポストと繊維質処理土を混合し、簡単な試験を行ってみた。

3.1 保水性試験

保水性試験は、栽培用ポットに試料土を1ℓ積み込んで十分に水浸させ引き出した直後からの保水性を調べた。試料土には、繊維質処理土と、園芸用土として一般的な鹿沼土、腐葉土、保水性が高いと知られているピートモスを用いた。図-3は保水量を示しているが、繊維質処理土は鹿沼土、腐葉土を大きく上回り、ピートモスと同等以上の大きな保水性を持つことが分かる。それにより水やりのできない公共施設等の緑化土として再資源化を可能とすることが出来る。

また、植物が吸収できる水は、土の間隙に保持されている水分を取り出すのに必要な吸引力を表すpF値が、pF=1.5～3.8の間であるとされている。含水比毎のpFが有効水分率に何%入るか試験したところ、表-2に示すように繊維質処理土は植物が吸い易い状態で水分を含んでいることが分かる。

3.2 保肥力

一般に地力が高い土とは土壤に施用された肥料成分が雨水、灌漑水によって流出ずに保持される土であり、これを陽イオン交換容量(CEC)で示す。陽イオン交換容量とは交換性陽イオンの最大量であり、CECが大きいとイオン化した肥料成分が雨水により流出しづらい事となり、すなわち保肥能力が高い事を示す。一般緑化土の平均的なCEC値は2～10me/100gであり、繊維質処理土は23 me/100gと高い数値になっている。

3.3 発芽・育成試験

試験条件は繊維質処理土にコンポスト 0ml、50ml、100ml、150ml、200ml、300ml、400mlを添加し1ℓになる様にし、十分に攪拌してから一週間安定させ、小松菜の種を20粒まいて室内にて放置した。水は週2回程度散布した。測定項目としては発芽率と生育状況とし、発芽率は7日目を採用した。その発芽率と最大葉長を表-3に示す。繊維質処理土のみでは、発芽はするがほとんど枯死してしまう。発芽に必要な水分はあるものの、植物に必要な栄養がないためと考えられる。コンポスト混合割合が増えるにしたがい小松菜の生育が旺盛となり、コンポストの混合割合が3割以上では通常収穫まで6週～8週かかる小松菜が、4週間で収穫時期となった。小松菜等の葉物は成長が早いために通常よりも大量の栄養が必要となるが、コンポストの混合割合によっては良質な畑の土に劣らない優れた緑化土となる事が分かる。通常、緑化に使われる芝などはより少ないコンポスト添加量で施工できると考える。

4.まとめ

繊維質物質と高分子系改良材を用いた建設汚泥のリサイクルシステムの固化原理、緑化土利用を中心に実験を行った結果をまとめると次のようになる。

繊維質物質の吸水と高分子系改良材の影響により、即時運搬が出来る程度に固化することが出来る。

繊維質処理土はピートモスと同等以上の保水能力がある。

繊維質処理土は良質な畑の土に劣らない優れた緑化土となる。

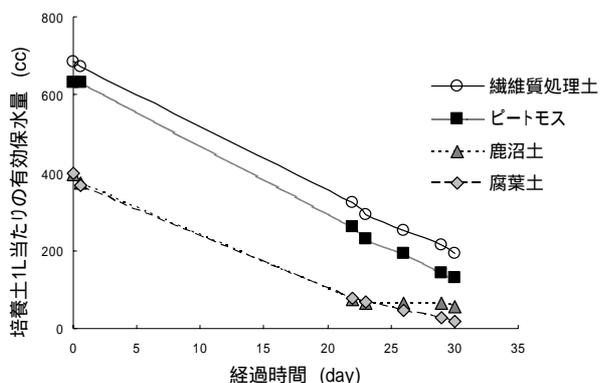


図-3 経過時間と保水量

表-2 有効水分率

土 壤	有効水分率 (%) [pF = 1.5 ~ 3.8]
洪積土壤 (一般土壤)	4.0 ~ 6.2
黒 土 (購入土壤)	10.9
バーク堆肥 (購入土壤)	15.6
繊維質処理土	28.7

表-3 発芽率と最大葉長

配合割合 繊維質処理土:コンポスト	発芽率(7日後) %	最大葉長(28日後) mm
100:0	40	0
95:5	95	10
90:10	65	11
85:15	80	30
80:20	70	53
70:30	90	91
60:40	95	92