

高度安定処理された建設汚泥の適用事例

Field Applications of Construction Sludge Improved by Advanced Stabilization Treatment

鍋島 康之 (なべしま やすゆき)

大阪大学大学院 助手

松井 保 (まつい たもつ)

大阪大学大学院 教授

浜野 廣美 (はまの ひろみ)

大阪ベントナイト事業協同組合 代表理事

1. はじめに

国土交通省がまとめた平成12年度建設副産物実態調査結果¹⁾によると、建設汚泥の排出量は約800万tで建設副産物排出量全体の約9%にあたる。その内、約59%が再利用されずに最終処分されており、最終処分場の延命および資源の有効利用の観点から更なるリサイクルの進展が求められている。

高度安定処理とは建設汚泥の処理技術の一つであり、建設汚泥にセメントや石灰等の固化材を混合する安定処理に加えて、プレスやオートクレイブ養生などの技術を併用して強度の高い固化物を製造する処理技術のことである。さらに、固化物を破碎することにより、砂～礫の粒状材料に加工できる利点がある。

建設汚泥は元来粘土や砂が主成分であるため無害なものであり、無害な固化材を使用すれば再生品による二次汚染の問題はない。また、建設汚泥を粒状化する処理法として焼成処理や熔融処理があるが、これらの処理法と比べて高度安定処理は処理コストの面で有利である。

ここでは、高度安定処理された建設汚泥の材料としての特性を述べるとともに、実際の施工写真を含めて適用例を紹介する。

2. 高度安定処理

図-1は高度安定処理の処理過程(口絵写真-1, 2)を示している。まず現場から持ち込まれた建設汚泥は水分調整(脱水)を行い、ふるい機を用いてごみなどを除去するとともに、磁選機を用いて鉄くずを除くなどの中間処理を行い、セメント系固化材と混和剤として高分子ポリマーを加えて十分に攪拌・混合した後、押し出し成形機で成形する。押し出し成形方式を用いることにより、従来の方式²⁾よりも量産化を可能としている。ここで紹介する処理技術の特徴としては、脱気のため真空条件下で成形を行っていることがあげられる。その後、約1カ月間常温条件下で養生した後、大型破碎機で破碎し、粒径別にふるい分けて製品となる。再生品の形状は図-2のように礫～砂～粉体まで用途に分けて選択できるため、非常に幅広い用途に対して適用が可能である。また、再生品は十分に固化しているため、水に浸漬しても再泥化することはない。表-1に本処理法により安定処理された建設汚泥の代表的な物理的性質³⁾を示す。

以上のことから、本処理法で再生された建設汚泥の特徴を整理すると次のようになる。①一般的なセメント安定処理と比べて一軸圧縮強さが高い、②粒状材料であるため締め固めができ、締め固め特性がよい、③保水性がよい、④自然石と比べて軽い、⑤任意の粒度に加工できる、⑥処理コストが比較的安い、⑦再生品の品質が安定している。

高度安定処理に含まれる処理技術としては、ここで紹介した処理法以外にも泥水に固化材を混合した後、4MPaの高圧のフィルタープレスで脱水して養生した固化物を破碎して粒状に製造する技術がある⁴⁾。

3. 再生品の適用事例

今回紹介した高度安定処理された建設汚泥の再生品は、これまで主に上層・下層路盤材や埋戻し材料等を中心として利用されてきている。そのほかにも、盛土材、裏込め材、地盤改良材、ドレーン材、保水性土壌などへの適用も考えられているが、実際にそれらに適用された例は

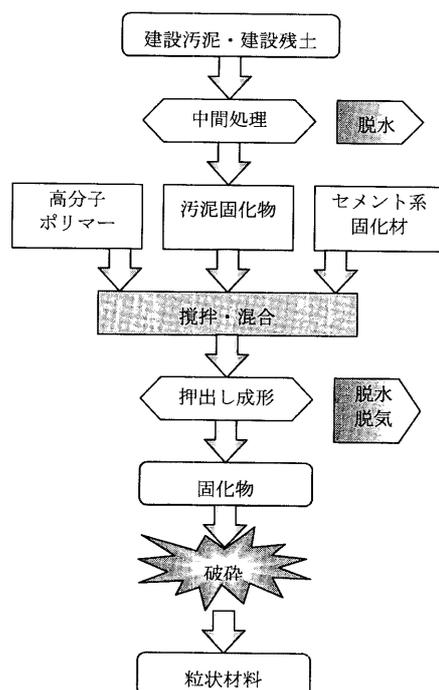


図-1 高度安定処理の処理過程

論文

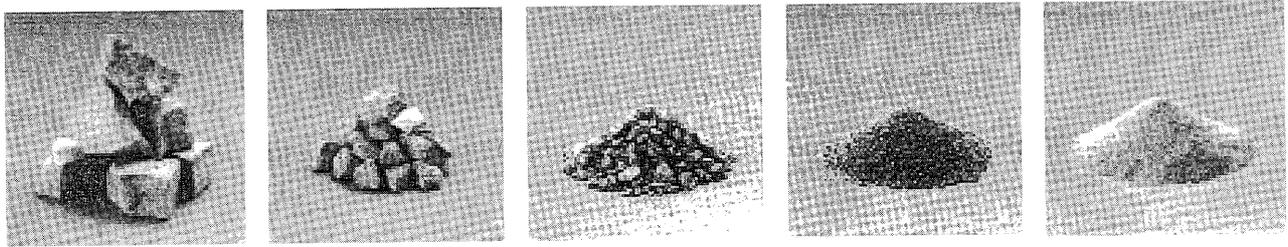


図-2 高度安定処理再生品の形状

表-1 高度安定処理された建設汚泥固化物の物理的性質例

測定項目	単位	測定値
表乾比重		2.08
乾燥密度	g/cm ³	1.51
吸水率	%	27
修正CBR (95%締固め)	%	94
一軸圧縮強さ (7日)	MPa	6.7
一軸圧縮強さ (4週)	MPa	10.7

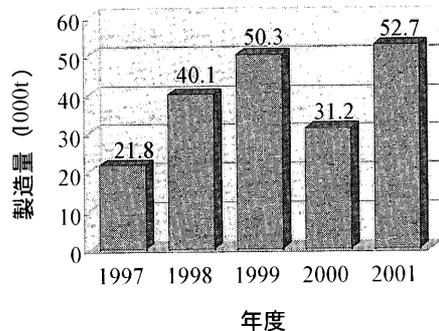


図-3 高度安定処理された建設汚泥の製造量

少ない。図-3は1997年度から2001年度までの製造量を示している。現時点では、製造量が50 000 tを超えるまでに増加しており、今後さらに用途が拡大するに伴って製造量の増加が考えられる。

次に、再生品を適用した事例について紹介する。図-4～6は、それぞれ一般道の下層路盤材、駐車場の上層路盤材および建築物基礎工事の埋戻し材として適用された事例について示している。図-4は平成9年に大阪府堺市の市道で施工された事例である。一般的な路盤材として使用する際は、ブルドーザー、タイヤローラー、マカダムローラーなどを用いて締固めることができ、クラッシャーランを用いる場合と同様な施工が可能である。施工に際しては現場密度測定や平板載荷試験なども行われたが、クラッシャーランを用いた工区とほぼ同等な結果⁵⁾が得られている。さらに、供用9カ月後に路面性状、舗装表面たわみ量の追跡調査と開削調査を行い、比較工区との比較を行っている。その結果、路面性状や舗装表面たわみ量は比較工区と比べて有意な差が認められず、逆に下層路盤については再生品がもつ自硬作用によるものと考えられる弾性係数の増加が認められ、下層路盤表面についても固結したきわめて良い状態であることが確認された⁵⁾。また、室内試験の結果から、こね返しの影響によるCBRの低下は見られず、クラッシャーランと



図-4 適用事例 (一般道下層路盤材)



図-5 適用事例 (駐車场上層路盤材)

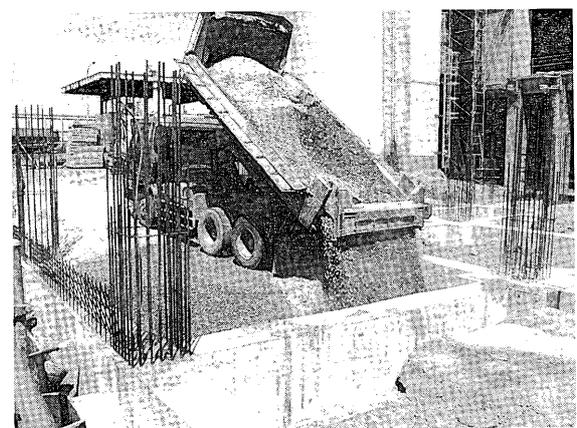


図-6 適用事例 (建築物基礎埋戻し材)

比較して遜色のない良好な性能が得られることが確認されている⁶⁾。

以上のことから、高度安定処理された建設汚泥は路盤材として十分な性能を持ち、性能面から判断して路盤材

以外の一般土木資材としても適用可能である。

4. 海砂代替材としての利用

軟弱地盤改良工事では大量の砂材料が欠かせないが、近年、海砂の採取が規制され、良質な砂材料の入手が困難になってきている。著者らは、その代替材として高度安定処理された建設汚泥再生品が利用できると考えている。先にも述べたように再生品は任意の粒径に加工できるため、必要な粒度に調整することが可能であり、どのような用途に対しても対応可能である。サンドドレーンまたはサンドコンパクションパイルの中詰め材として適用することを想定して、模型実験によって中詰め材としての適用性を検討し、一般的な砂と同等の性能を確保できることを確認している²⁾。

今後の建設工事では、環境保全の観点から、このような再生された海砂代替材を積極的に利用していくべきである。

5. 高アルカリ性および二酸化炭素による中性化処理

高度安定処理ではセメント系固化材を使用するため、処理された建設汚泥再生品は高いアルカリ性を示し、高アルカリ性に対する検討が必要になる。そこで、施工現場で実測された pH の結果および二酸化炭素による中性化処理について検討した結果を示す。

まず、実際の施工現場において実測された pH の結果を示す。測定場所は、図-4 で示した一般道の下層路盤材として適用された施工現場であり、比較のためクラッシャーランを使用した工区についても水質を測定した。表-2 は高度安定処理された建設汚泥を使用した工区とクラッシャーランを使用した工区の水質測定結果である。施工後約6カ月経過時点における pH は両工区とも比較的高い値を示し、特に高度安定処理された建設汚泥を使用した工区では高い値を示している。しかし、施工後、9カ月経過した時点においては、両工区とも pH は弱酸性域まで低下しており、最終的には中性域に達するものと考えられる。

また、再生品の pH を低下させるため、二酸化炭素を用いた中性化処理についても、実験室レベルではあるが検討を行っている。具体的には、粒状化した後の再生品を二酸化炭素で中性化する方法、あるいは建設汚泥とセメント系固化材および高分子ポリマーを混合する過程において二酸化炭素を通気する方法である⁷⁾。粒状化後に中性化する方法では、二酸化炭素封入容器内で保管する方法と二酸化炭素を通気する方法を検討した。図-7 に最も効果的であった二酸化炭素を通気する方法における中性化挙動を示す。非常に短期間で中性化することが可能であるが、実際の製造プラントにどの様に適用するか、

表-2 水質測定結果

測定時期	工区	測定位置	pH
6カ月後 平成10年 5月29日	建設汚泥	No.1	11.70
		No.2	11.59
	クラッシャーラン	No.1	9.70
		No.2	9.70
9カ月後 平成10年 8月24日	建設汚泥	No.1	6.43
		No.2	6.83
	クラッシャーラン	No.1	6.03
		No.2	6.33

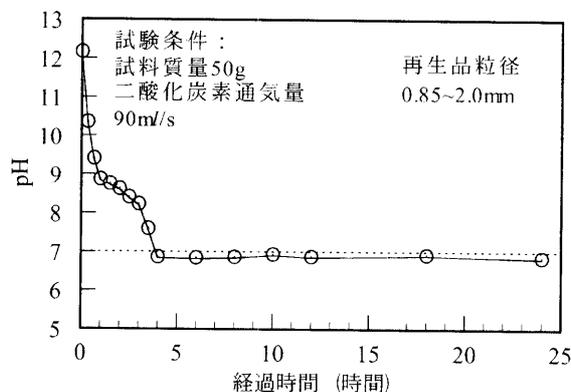


図-7 高度安定処理された建設汚泥の二酸化炭素による中性化挙動

また中性化処理に伴うコスト増加をどうするかなど解決すべき課題が残されている。

6. まとめ

高度安定処理された建設汚泥の再生品について、材料特性およびその適用例を紹介した。本処理法は、建設汚泥を比較的低コストで非常に汎用性のある地盤材料として再生できるため、今後、路盤材や埋戻し材以外の用途へ拡大することを期待したい。

参考文献

- 1) 国土交通省総合政策局：平成12年度建設副産物の実態調査結果について、2001。
- 2) 鍋島康之・松井 保・浜野廣美：汚泥固化破砕材のドレーン材への適用，材料，Vol. 49, No. 1, pp. 18~21, 2000。
- 3) 浜野廣美・越智賢二：建設汚泥の高度安定化処理技術—リサイクル石“ポリナイト”の製造—，建設リサイクル新技術論文集，pp. 45~48, 1998。
- 4) 財団法人建設技術センター編著：建設汚泥リサイクル指針，1999。
- 5) 財団法人研究センター：建設技術審査証明報告書「ポリナイト」，建技審証第0001号，2001。
- 6) 野々目延浩・山田 優・西 元央：建設汚泥改良土の下層路盤への適用性について，平成12年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，pp. V-8-1~8-2, 2000。
- 7) Y. Nabeshima and T. Matsui: Neutralization of crushed cement-stabilized sludge by carbon dioxide, Proceedings of 4th International Congress on Environmental Geotechnics, Vol. 1, pp. 475~479, 2002。

(原稿受理 2002.1.20)