

VI-9

製紙スラッジを用いた建設汚土改良システムの開発

NTTフィールドシステム 研究開発センタ 正会員 ○石 本 弘 治
 同 上 正会員 栗 林 恭 嗣
 同 上 中 島 美 鶴
 NTT北海道支社 苫米地 壮 介

1. はじめに

建設工事現場より発生する高含水比化した軟弱性排出土は、産業廃棄物扱いの「汚でい」として処理・処分する必要があるが、近年、処分地の不足や遠隔化等の理由によりその処分費が高騰する傾向にある。

NTTフィールドシステム研究開発センタでは、シールド工事や小口径管推進工法（エースモールDL35工法）から排出される軟弱性排土を、産業廃棄物である製紙スラッジとフライアッシュ等を用いて一般残土と同様に扱える排土改良技術を開発し、現場での試行工事を行った。

2. 改良材料の特性と配合

2.1 改良材料

(1) PCF (Paper Coarse Fiber)

製紙工場から排出される製紙スラッジは年間 300万ト以上にもなり、有効利用する適切な方法がないことから、ほとんど焼却し固体廃棄物として埋立処分されているのが現状である。この焼却する過程の熱源を利用し、乾燥後顆粒状に精製して得られる建設用材料「PCF」を開発した。

PCFは、軟弱性土砂の水分を吸収し見かけの含水比を低下させ、土粒子間を微細繊維で連結することにより、土砂の流動性を失わせる効果がある。

(2) フライアッシュセメント

火力発電所から排出されるフライアッシュはその有効利用率は40～50%と比較的高いが、大半は埋立処分されている。このフライアッシュを普通ポルトランドセメントに添加したフライアッシュセメントは、軟弱性土砂の硬化材として用いることにより、硬化後スコップ・つるはし等により容易に扱える強度（2～3 kgf/cm²）が得られる。別に行った実験で、フライアッシュと普通ポルトランドセメントの混合比は4：6が最適であることが分かったが、調達性等を考慮して量産されているフライアッシュセメントC種を用いることとした。

2.2 配合の検討

小口径管推進工法から排出される「建設汚でい」に、新しく開発した改良材料を添加して、軟弱性土砂改良の効果確認実験を行なった。実験では粘土地盤、砂地盤および礫地盤を想定した3種類の試料土を作成した。加泥材の配合と注入率を、表-2に示す。

その結果、粘土地盤、砂地盤および礫地盤とも1 m²あたりのフライアッシュセメントは60 kg配合とするのが好ましく、それ以上では最終強度が高くなりすぎ、取扱性の問題が残る。加泥材の注入率が高くなるほど、泥状

セルロース (45%)	ペーパー (15%)	リグニン (30%)	その他 (10%)
繊維分 48%	粘土分 32%	水 20%	
SiO ₂ (55%)	Al ₂ O ₃ (30%)	その他 (15%)	

図-1 PCFの組成

表-1 PCFの物性

形 状	顆粒状(2mm～15mm)
真 比 重	1.35
見かけ比重	0.5～0.6
吸水率(%)	110～150
P H	7.5

表-2 加泥材の配合

	粘土地盤	砂地盤	礫地盤
水 (kg)	100	100	100
ベントナイト (kg)	10	20	20
陶 土 (kg)	10	20	20
ポリマー (g)	0	0	120
注 入 率 (%)	150	100	200

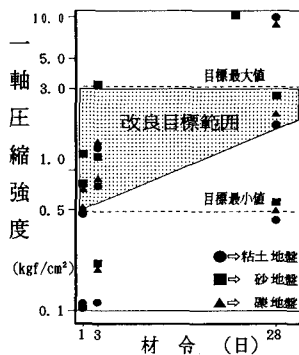


図-2 改良土の軸圧縮試験結果

の度合いが高くなる。軟弱性土砂の流動性を失わせるためには、泥土1 m³あたりPCFを最大120 kg必要とすることが明らかとなった。

図-2に改良土の一軸圧縮試験結果、表-3に実験から得られた、各地盤に対応する泥土1 m³あたりの改良材の最適な配合を示す。

3. 試行工事

実験で求めた改良材の標準配合を基に現場でその効果と取扱性についての検証を行なった。現場選定においては改良困難な粘土地盤を選定し図-3に示す車載型のプラントを製作しその作業性をも調べた。

このプラントは、軟弱性土砂を貯留するホッパー、改良材を貯蔵するサイロおよび混練用二軸パドルミキサーと搬出用ベルトコンベアーを装備している。また、本改良システムは1時間あたり1 m³の処理能力を有しており、小口径管推進工法の排土量が、最大管径（φ600）を推進した場合においても3.0 m³/日程度であり、推進に支障はなかった。

(1)工事概要 工事場所：北海道札幌市

工 程：エースモールDL35工法（推進管 φ680 mm，推進長 L=186 m）

土 質：シルト質粘土（泥土の含水比130～190 %）

(2)軟弱性土砂改良結果

表-3に示した配合（粘土地盤、加泥材注入率150%）よりフライアッシュセメント60 kg、PCF120 kgを標準とし排出土の状況によりPCFを最大10 kgの範囲で増減させた。

その結果、物理的特性結果として改良土は、図-4の改良後の一軸圧縮試験結果に示すとおり、最終強度も2 kgf/cm²程度であり容易に扱えることを確認した。

さらに、一般残土と同様に標準仕様のダンプトラックでの運搬が可能であり、建設廃棄物処理ガイドライン（厚生省通知）に示される一軸圧縮強度0.5 kgf/cm²以上を満足することが確認された。

また、加泥材はベントナイトを主成分としているが、改良土はその性質を失っており、再び泥土化することはなかった。化学的特性については、改良土の金属等の溶出量試験および溶出水の水素イオン濃度を測定した。いずれも、基準限界値を越えることはなくその安全性に問題がないことを確認した。

4. おわりに

産業廃棄物である製紙スラッジ、フライアッシュ等を用いて、建設工事現場から発生する軟弱性汚土を普通土砂と同様に扱うことができる改良技術について報告した。今後さらに、改良材および改良プラントについて検討を加え、産業廃棄物のトータル的な減少と建設残土の有効利用に役立てたいと考えている。

《参考文献》1)厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室編：建設廃棄物処理ハンドブック，1990

2)栗林，石本，赤木：第3回非開削技術研究会発表会論文集，1992，PP29～PP32

表-3 改良材の標準配合

加泥材注入率 (%)	粘土地盤	砂地盤	礫地盤
η<5	—	60	60
5≤η<10	—	60	60
10≤η<25	—	60	80
η<10	60	60	—
10≤η<15	60	80	—
15≤η<20	60	120	—

表-4 加泥材配合と注入率

水	300 kg
ベントナイト	25 kg
ホッパー	0.2 kg
注入率	120～180 %

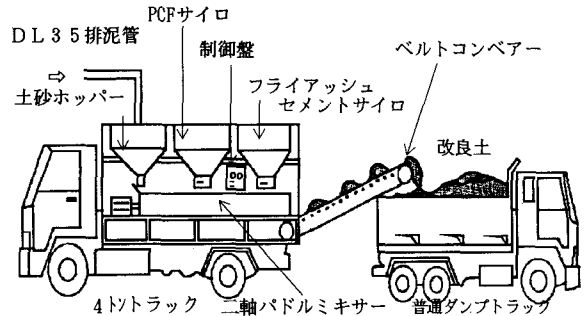


図-3 システム概要図

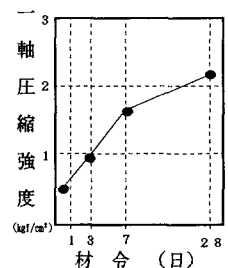


図-4 一軸圧縮試験結果