

PS 灰を主体とした軟弱土用土質改良材の配合試験

九州産業大学	学生会員	水田恭介	九州産業大学	正会員	林 泰弘
江渕設備	非会員	江渕 昇	江渕設備	非会員	竹井亮太
九州産業大学	正会員	松尾雄治	九州産業大学	学生会員	松丸沙織

1. はじめに

軟弱な建設発生土や産業廃棄物などは処分コストの削減のため有効利用が望まれている。建設発生土の改良において産業廃棄物を使用することは効果的であり、関連技術の開発は進んでいる。筆者らの一部は PS 灰を主体とした独自の土質改良材を開発し実用化しているが、さらに幅広い土質への対応や経済面でのメリット拡大が求められている。そこで、PS 灰を主体とし、産業廃棄物を使用することによりコスト削減を目指した新たな土質改良材の配合試験結果を報告する。

2. 原材料の特性

実験に用いた物性の異なる 3 種類の建設発生土（原土 A、原土 B、原土 C）の物理特性を表 1 に示す。原土 A は小城市六角川で採取した有明粘土、原土 B・C は久留米市の建設発生土である。土質改良材の構成材料は固化材として生石灰(L)、高炉セメント B 種(BC)、補助材としてペーパースラッジ(PS)灰、二水廃石膏(G)、高炉スラグ微粉末(BS)、フライアッシュ(FA) である。PS は吸水性が非常に高いこと、G, BS, FA は固化材との併用で固化促進効果が期待できることから安定処理に必要な固化材使用量の低減が期待された。

3. 改良材の良否判定方法

処理土の作製手順は以下のとおりである。対象土を設定含水比(液性限界)に調整し、ボウル内で改良材を加えてハンドミキサーで混合した後、これを恒温庫(20±3℃)で 1 時間養生した。その後、再度ミキサーで攪拌してから密閉容器に入れ、同恒温庫で 7 日間養生した。

表 2 に準備した土質改良材の構成材料を示す。表中の◎、○、△は構成割合の多少を示す。ES¹⁾はすでに実用化されている改良材である。これらの改良材を用いて、まず少量で事前配合試験を行った。混合直後の手触りや目視から目標とする処理土が作製できるかどうかの判定を L と ES を基準として行った。粒状化は L を混合したものが最も良好であったが ESA、ESB、ESF も比較的良好であったためこれらを用いて以降の配合試験を実施した。

4. コーン指数

事前の配合試験の結果を踏まえ、コーン指数試験を「締固めた土のコーン指数試験の方法(JIS A 1228:2009)」に従い行った。目標値は第 2 種建設発生土に相当するコーン指数 $q_c \geq 800 \text{ kN/m}^2$ またはダンプトラックが走行可能な $q_c \geq 1200 \text{ kN/m}^2$ とした。原土 A の固化材添加量とコーン指数の関係を 図 1 に示す。図 1 より目標値を超えるコーン指数が得られる添加量には違いがみられ、ES と ESA が効果的であった。ESB や ESF は ES や ESA に

表 1 原土の特性

	液性 限界 %	塑性 限界 %	細粒分 含有率 %	土粒子 密度 g/cm ³
原土A	130.9	52.4	92.1	2.570
原土B	42.4	29.9	76.2	2.639
原土C	36.3	25.3	94.8	2.820

表 2 各土質改良材の構成材料

名称	PS	L	BC	BS	G	FA
L		◎				
ES	◎	◎		○	△	
ESA	◎	◎	○		△	
ESB	◎	○		△	△	○
ESC	◎	○	△		△	○
ESD	◎	△	△		○	○
ESE	◎	△	△	△		○
ESF	◎	○			△	◎
ESG	◎	○		△		◎

構成割合の多さ・◎>○>△

比べ、生石灰の混合が少量であり FA が多く入っていたためであると思われる。

原土 B の固化材添加量とコーン指数の関係を図 2 に示す。図 2 より原土 A に比べ添加量が少量で改良効果が高くなった。原土 A に比べて含水比が低く、細粒分含有率が小さいためであると考えられるが、原土 A と同様に ES と ESA が効果的であった。物性の大きく異なる原土にも関わらず効果が高いことから ES や ESA は良好な改良材であるといえる。原土 C については現在実験中であり結果は研究発表会で報告する。

5. 経済性の検討

図 1、2 よりコーン指数が $q_c=1200\text{kN/m}^2$ となる改良材添加量 (kg/m^3) を読み取ったものを表 3 に示す。原土 A は今回作製したすべての土質改良材が生石灰よりも良好であった。原土 A は原土 B に比べ、改良材を大量に混合しなければ粒状化できず、目標とするコーン指数を得るための添加量も大きな値となった。

経済性を検討するために、各構成材料の単価を $L=18$ 円/kg、 $BC=10$ 円/kg、 $BS=12$ 円/kg、 $G=3$ 円/kg、 PS 、 $FA=0$ 円/kg と仮定し、表 3 の添加量に相当する改良材の費用を算出した。

原土 A を生石灰 L で改良した場合の費用を基準とした土質改良材費用の割合を図 3 に示す。ESB や ESF は ES や ESA にくらべ添加量は多くなるが、 PS や FA を多く含むため単価が抑制された結果、費用は低減されることがわかった。生石灰による材料費に比べ、今回作製した改良材の経済面での有効性が確認された。

6. まとめ

コーン指数を指標とした配合試験より PS 灰を主体とした経済的な土質改良材を見出すことができた。今後は再泥化の判定のためのタンクリーチング試験や溶出試験によって環境面での安全性の検討も行っていく予定である。

謝辞：本研究は平成 25 年度久留米市産業技術振興事業補助金可能性調査事業提案課題による成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 土質改良材 ” エナジーソイル ” : <http://ebuchi-setsubi.com/energysoil.html>

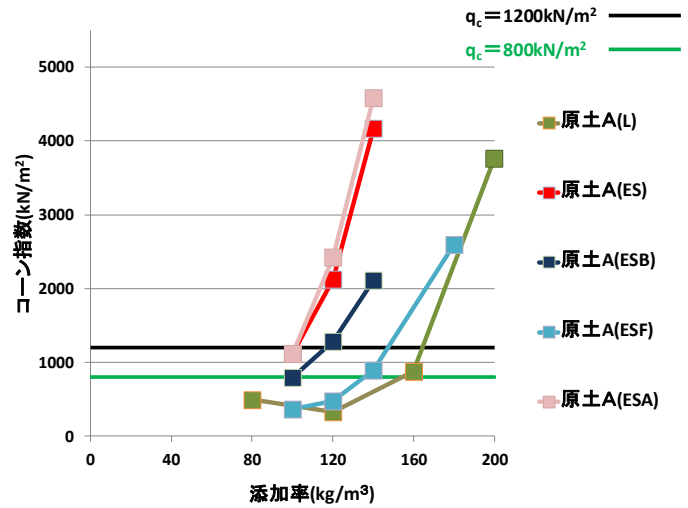


図 1 改良材添加量とコーン指数の関係(原土 A)

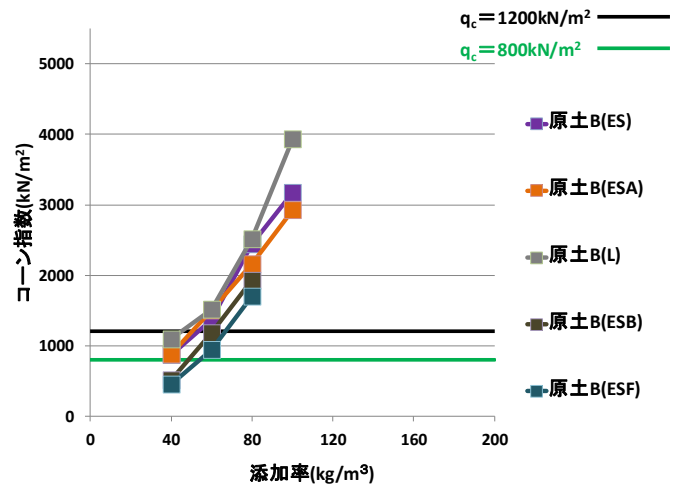


図 2 改良材添加量とコーン指数の関係(原土 B)

表 3 $q_c=1200\text{kN/m}^2$ の時の添加量 (kg/m^3)

	原土A	原土B
L	170	45
ES	103	53
ESA	100	50
ESB	115	60
ESF	145	68

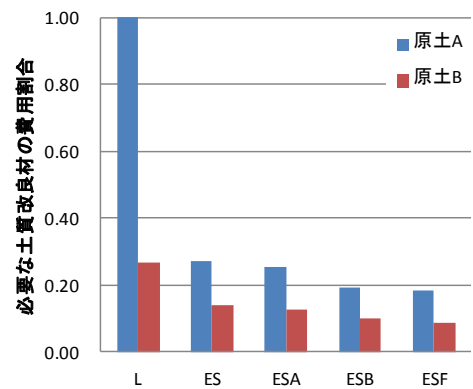


図 3 原土 A・B の改良材と費用割合の比較