

石炭灰を主材料とする地盤改良剤の力学的性質に関する実験

東北学院大学工学部環境建設工学科学生会員

○門脇知輝、我妻聖也、澁田怜央、水谷圭佑

東北学院大学工学部環境建設工学科フェロー会員 飛田善雄

1 はじめに

本研究で用いた DF 剤は、フライアッシュを主原料とするリサイクル資材である。他の固化材よりもアルカリ性が低く土壌改良後短時間で中性域に進み、これらの効果的な作用でセメント系改良・石灰系改良では困難であった緑化が可能な土にすることができる¹⁾。また、今まで産廃処理されてきた土を現場で再利用することも可能である。フライアッシュの物理的性質により吸収・脱臭効果が得られ、悪臭も軽減される。これまで東北学院大学地盤研究室では様々な土に対して DF 剤を適用し、改良土の力学、耐浸水特性、環境特性などの実験を行ってきた。様々な土に対する改良の程度を把握する必要があり、土の基本的性質と改良特性の関係把握を目的に実験を継続している。本報告では、建設発生土に対しての力学的特性の改良効果について報告する。改良効果を比較検討するため、過去に地盤研究室から発表された DF 剤を用いた研究についての論文を参考にした。

2 試験に利用した土の特性

今回の実験では、秋田県の工事で発生した建設発生土を使用した。本実験では、その土を「生土」と称した。生土の物理的性質を以下に記す。

生土は、土粒子の密度： 2.62g/cm^3 。粒度は以下の通りである。礫分（ $2\sim 4.75\text{mm}$ ）：13%、砂分（ $2\sim 0.075\text{mm}$ ）：30%、細粒分（ $75\mu\text{m}$ 以下）：57%。締固め特性は繰返し乾燥法を用いた場合、最大乾燥密度： 1.16g/cm^3 、最適含水比 43.2%。粒度分布の結果から、FS-G（礫まじり砂質細粒度）と分類される²⁾。

3 実験結果

今回試験に使用する土に対して、改良剤の混合率、初期含水比を変化させ、一軸圧縮試験、コーン貫入試験、設計 CBR 試験を行った。

(1) 一軸圧縮試験

締固め試験を参考にして、最適含水比より湿潤側の含水比に調整した試料に DF 剤を土の乾燥質量に対して、3%、

5%、10%を混合し、練り混ぜた試料で作成した供試体を 7 日、28 日養生させたものの一軸圧縮試験である。

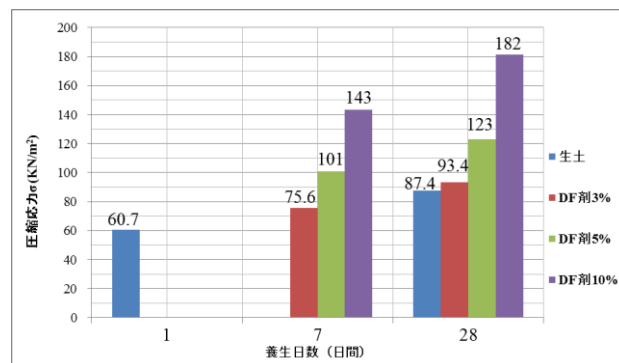


図 1 土の養生日数と改良材混合率ごとの一軸圧縮試験結果

DF 剤の混合率が高いほど、圧縮強度が増加し、養生日数が経過するほど圧縮強度の増加が見られた。

この傾向は、DF 剤を用いた過去の研究結果と同様である。

(2) コーン貫入試験

最適含水比より少し湿潤側の含水比に調整した試料に DF 剤を、乾燥質量比 3%、5%、10%を混合し練り混ぜた試料と、生土でコーン貫入試験を行った。現場で使用することを考慮した時に、現場での強度を半分として、1600 (KN/m^2) が目標値となる。DF 剤混合率全てのケースにおいて、コーン指数試験 (JIS A 1228) で定義されている q_c の基準に換算したところ、1600 (KN/m^2) を超える値が得られたのは、DF 剤添加率 5%、10%の供試体であった。この結果から今回使用した試料は適量以上の DF 剤を加えることで第 2 種建設発生土に相当する改良土になれる結果がでた。

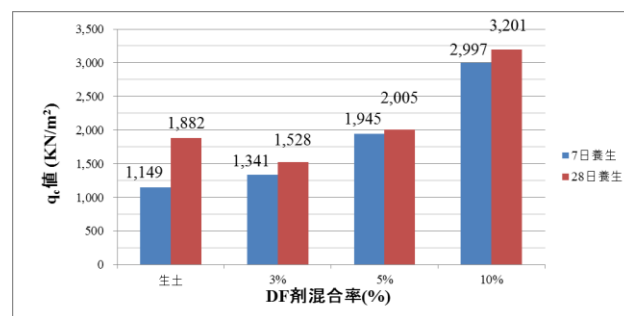


図 2 コーン貫入試験結果の比較

キーワード：DF 剤、地盤改良、レストム工法、一軸圧縮試験、コーン貫入試験

東北学院大学工学部 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1 Tel:022-368-7396

(3) 設計 CBR 試験

実験結果の傾向として、養生日数は長く、DF 剤の混合量の割合が高い供試体の CBR 値が高くなった。生土では 3%、DF 剤 10%では 14%の CBR 値が得られた。この結果から、DF 剤による改良によって、舗装厚を低減できるものと考えることができる。

4 DF 剤による効果

一軸圧縮試験の結果によると養生日数が長いほど、圧縮強度が増していた。DF 剤添加混合より、反応が進めば、供試体の含水比は低下することが期待できる。この観点からデータを整理してみると、各条件で、養生日数の増加により含水比の低下が確認できた。

表 1 含水比の変化

含水比 %	1日養生				7日養生				28日養生			
	1本目	2本目	3本目	AVE	1本目	2本目	3本目	AVE	1本目	2本目	3本目	AVE
生土	44.7	44.9	43.8	44.5					43.1	43.8	44.6	43.8
DF剤 3%					42.3	42.2	42.8	42.4	43.2	43.0	42.4	42.9
DF剤 5%					41.4	41.9	41.8	41.7	41.5	41.5	41.5	41.5
DF剤 10%					39.1	39.2	39.5	39.3	40.5	39.8	39.3	39.8

5 過去の実験データの考察

今までの研究も含めて、生土の最大乾燥密度と改良土の一軸圧縮強さの関係を考察した。図 3 から、発現強度と最大乾燥密度は大きく 2 つのグループに分かれる。グループ A は、砂分の多い試料であり、グループ B は細粒分の多い試料である。最大乾燥密度ばかりでなく、粒度に関する情報も併せて改良効果を判断する必要性が示された。

次に最適含水比と一軸圧縮強さの関係をみた。図 4 から、最適含水比が大きくなると、改良土の一軸圧縮強さが低下する傾向はみられるが、やはりグループ分けすることの必要性が示唆されている。

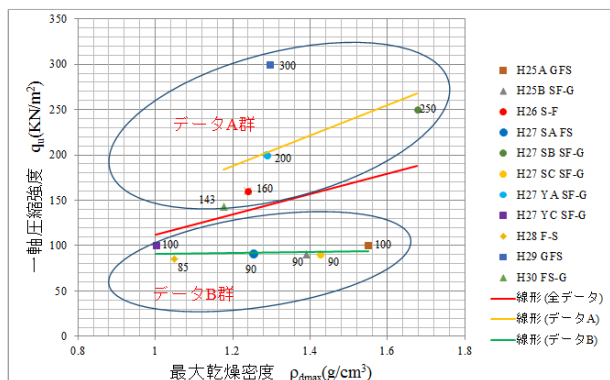


図 3 最大乾燥密度と一軸圧縮強度の関係グラフ
(DF 剤 10%混合・養生期間 7 日の供試体を使用)

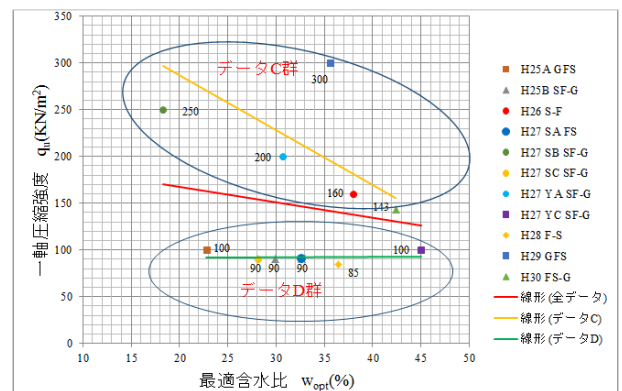


図 4 最適含水比と一軸圧縮強度の関係グラフ
(DF 剤 10%混合・養生期間 7 日の供試体を使用)

6 まとめ

- ・ 実験で使用した生土は、粒度分布が砂質系を示すものの、既に細粒分の団粒化が生じており、土粒子密度は小さく、生土の最大乾燥密度は小さくでた。しかし一軸圧縮強度、コーン指数より判断して、最適含水比より湿潤状態で作成した供試体は、良好な改良効果を示した。
- ・ 今回実験で使用した建設発生土では、コーン指数の改良効果は、添加率 5%、10%で見られ、その値は第 2 種建設発生土に相当するものであった。
- ・ 一軸圧縮試験終了後の供試体の破壊形態に着目してみると、多くの供試体がせん断破壊で壊れ、割裂的な破壊は見られなかった。
- ・ 過去の DF 剤を用いた様々な土に対する実験結果を整理すると、細粒分が多い生土ほど、改良土効果は小さくなる傾向が見られ、生土の粒度構成が改良効果に対して大きく影響を及ぼしていた。

7 参考文献

- 1) 社団法人 セメント協会（1985）：セメント系固化剤による地盤改良マニュアル、技報堂出版株式会社
- 2) 社会法人 地盤工学会（2001）：土質試験の方法と解説第一回改訂版、丸善株式会社出版事業部