

石炭灰を主材料とする DF 剤による改良効果と適用性

東北学院大学工学部環境建設工学科学学生会員 ○坂本凌輔，阿部浩之
東北学院大学工学部環境建設工学部フェロー会員 飛田善雄

1. はじめに

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。他の固化剤よりもアルカリ性が低く土壌改良後、短期間で中性域に進み、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。また、今まで産廃処理されてきた土を、基礎施工後の埋戻しや盛土等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。

本報告では、過去の実験データの土に対しての力学的特性の改良効果について考察し、さらに、今回行った2種類の土について比較し、DF 剤による土の改良効果の傾向と適用土質について報告する。

2. 過去の実験データの考察

過去の実験では、S(砂)、GFS(細粒分質砂質礫)、SF(細粒分質砂)、SF-G(礫まじり細粒分質砂)の4種類の土について比較した。土試料にDF 剤を乾燥質量比3%、5%を混合し、実験を行った。その結果を図-1、2に示す。

一軸圧縮試験では、7日養生において改良材添加量の増加にともなって圧縮強度が増加した。さらに、砂分が多く含まれている試料ほど、圧縮強度が高くなっている。

最大乾燥密度が大きいほど、改良効果が大きい。土は締固めの一般的傾向として、最大乾燥密度が大きいときは最適含水比が小さくなる。すなわち、砂質系の土である。よって、砂分が多い土の方が少量の改良剤でしっかりと供試体が締固まり、圧縮強度が高くなることが確認できた。

3. 試験に利用した土の特性

今回の試験では、無機質系と有機質系の2種類の土を使用した。

無機質系の生土は、土粒子の密度：2.63g/cm³。現場含水比：43.0%。有機物含有量：9.7%。粒度は以下の通りである。礫分(2～4.75mm)：36%、砂分(0.075～2mm)：29%、細粒分(75μm以下)：45%。締固め特性は繰り返し乾燥法を用いた場合、最大乾燥密度：1.28g/cm³、最適含水比：35.0%。

有機質系の生土は、土粒子の密度：2.40 g/cm³。現場含水比：98.4%。有機物含有量：16.1%。粒度は以下の通りである。礫分(2～4.75mm)：0%、砂分(0.075～2mm)：7%、細粒分(75μm以下)：93%。締固め特性は繰り返し乾燥法を用いた場合、最大乾燥密度：1.05 g/cm³、最適含水比：36.5%。

今回の試験では、有機物含有量が9.7%の土を「無機」、16.1%の土を「有機」と称した。また、有機は現場含水比が高く、強度が出ないことが予想されたため、初期含水比を75%まで下げたものを使用した。

4. 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、無機、有機それぞれの試料にフライアッシュの割合が60%、70%、80%含んだA、Bの2種類のDF 剤を50 kg/m³、100 kg/m³、150 kg/m³で混合し、練り混ぜた試料で作製した供試体を7日、28日養生させたものの一軸圧縮試験である。なお、過去の実験データとの比較のため、50 kg/m³、100 kg/m³、150 kg/m³の混合量を土の乾燥質量に対して計算し、無機では4%、8%、12%、有機では6%、12%、18%という混合率となった。また、無機の一軸圧縮強度のグラフのみ、圧縮応力の最大値を1400kN/m²としている。

無機では配合量の増加、養生日数の経過とともに圧縮強度が増加した。さらに、配合量が少なく、フライアッシュが多く含まれている供試体も強度発現が見られた。また、フライアッシュの割合が少ないDF 剤ほど、圧縮強度が増加した。28日養生において、フライアッシュの割合が多いDF 剤よりも、フライアッシュの割合が少ないDF 剤の方が圧縮強度は増加した。これは、28日という養生日数では長期強度を発揮するには至らなかったためであると考えられる。

有機では配合量の増加にともなって圧縮強度が増加する傾向が見られた。しかし、圧縮強度が100 kN/m²を超えたのは一部であり、ほとんどが超えなかった。また、養生日数の経過にともなう強度増加はDF 剤ではあまり見られなかった。これは有機の試料の初期含水比が高かったため、改良効果が発揮されなかったと考えられる。

キーワード：石炭灰、地盤改良、一軸圧縮

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

5. 締固め試験・細粒分の確認結果

一軸圧縮試験の結果より、無機では改良効果が見られたが、有機では改良効果があまり見られなかった。これらの改良効果について検討するため、フライアッシュの割合が60%、70%、80%のAの改良材を 100 kg/m^3 で混合し、1日、28日養生させた試料を使って、締固め試験と細粒分の確認を行った(実験結果の図示は省略する)。

締固め試験の結果、生土と比較すると、無機、有機ともに最適含水比が上がり、最大乾燥密度が下がる結果となった。改良材を加えた1日養生と28日養生で比較すると、ほとんどが最適含水比は下がり、最大乾燥密度が上がる結果となった。しかし、改良材による締固め特性は顕著には表れなかった。

細粒分の確認の結果、生土では、無機は砂分が多く含まれ、有機は細粒分が多く含まれていた。改良材を加えた無機、有機ともに生土よりもわずかではあるが細粒分が増加したため、改良材による団粒化は見られなかった。

これらの結果より、締固め特性の改良は見られず、過去の実験で利用した土と比べて、DF剤による改良がやや難しい土であったといえる。

6. まとめ

一軸圧縮試験の結果より、無機の試料で作成した供試体は良好な力学的性質を示した。しかし、有機の試料で作成した供試体は良好な力学的性質は見られなかった。得られた実験結果を箇条書きで示す。

- ・ 有機物を多く含む土の強度を増加させるのは難しい。強度を上げるには、改良材の混合処理前に、初期状態の土の含水比を下げる工夫が必要である。
- ・ 今回の試験では、無機では砂分が多く、有機では細粒分が多く見られた。締固め特性の改良効果が見られなかったが、砂分の多さが強度増加の結果につながったと考えられる。
- ・ 今回の結果でも、最適に近い含水比で、砂分が多い土の方が少量の改良材でしっかりと供試体が締固まり、圧縮強度が高くなる傾向が見られ、既存の実験結果と同じ傾向となった。

7. 参考文献

- 1) 社会法人 地盤工学会 (2001): 土質試験 基本と手引き 第一回改訂版, 丸善株式会社出版事業部
- 2) 飛田研究室 2013年度 卒業論文

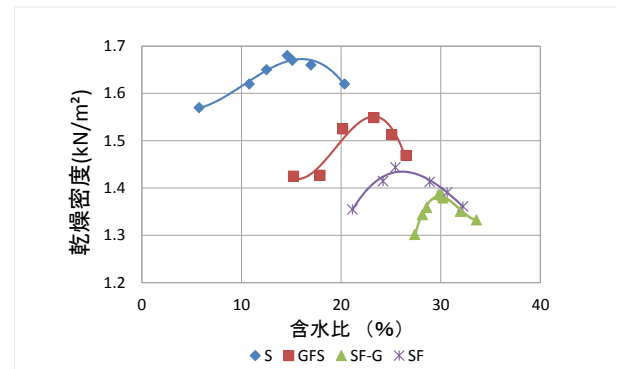


図-1 多様な土の締固めグラフ

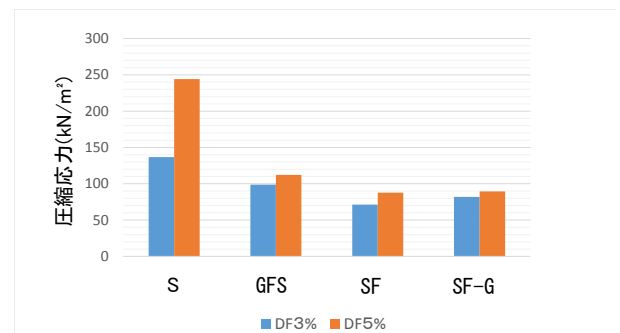


図-2 多様な土の7日養生の一軸圧縮強度

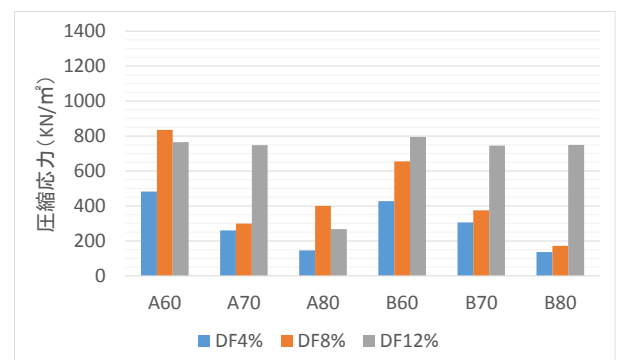


図-3 無機の7日養生の一軸圧縮強度

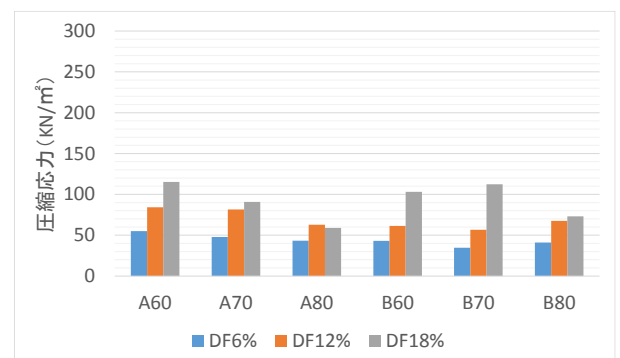


図-4 有機の7日養生の一軸圧縮強度