

# 混合産業廃棄物の地盤材料としての強度改善評価について

九州工業大学大学院 学生会員 ○有國 允人

九州工業大学大学院 正会員 永瀬 英生 廣岡 明彦 三井 清志

九州工業大学 非会員 堀 直太朗

## 1. はじめに

福岡県内の最終処分場において、残余年数が残りわずかとなっており、嵩上盛土の造成による延命化が検討されている。しかし、搬入される汚泥をそのまま地盤材料として使用するには強度的な問題があり、また、汚泥や他の産業廃棄物も含め、品質のばらつきもみられる。処分場に嵩上盛土を造成するに当たっては、搬入される産業廃棄物の地盤材料特性を把握することや、産業廃棄物で造成された埋立地盤や盛土構造物の常時および地震時の挙動を精度よく推定することが必要である。また、その結果を踏まえ、跡地利用の方策や地盤の安定対策等を検討することが重要である。したがって、本研究では、搬入された汚泥の地盤材料としての特性を明らかにするため、他の産業廃棄物および改良材との混合による強度改善を図り、締固めた土のコーン指数試験、一軸圧縮強度試験等の力学試験を実施して、汚泥の強度改善の効果について検討した。

## 2. 試料および試験方法

本研究で使用する汚泥は、搬入されるものの中で最も含水比が高く、軟弱であると考えられる汚泥（以下、汚泥 A と呼ぶ。）とした。汚泥 A と混合する産業廃棄物として鉍滓を採用した。これは、その処分場における鉍滓の搬入量が最も多いためである。それらの物理的性質を表 1、粒径加積曲線を図 1 にそれぞれ示す。汚泥 A の含水比は 160.0%～211.5%と高く、塑性指数も高い。さらに、細かい粒度が多いことが特徴である。一方、鉍滓 A は含水比が約 10%であり、非塑性で、粗粒分が大半を占めることが分かる。汚泥 A と鉍滓 A を混合した試料（以下、混合試料と呼ぶ。）において、湿潤重量で汚泥と鉍滓の配合比が 1:1 や 1:2 の時には強度増加の傾向が得られにくいことが分かっているため、汚泥と鉍滓の配合比を 1:3 や 1:4 とする方法と、主に配合比 1:1 や 1:2 の混合試料に改良材を添加する方法の二つによって強度改善を図ることとした。その混合試料に対して、コーン指数試験と一軸圧縮強度試験を実施し、強度についての評価を行った。コーン指数試験においては、ダンプトラックのトラフィカビリティを確保する値 1200kN/m<sup>2</sup> を目標強度に設定した。

表 1 産業廃棄物の物理的性質

| 試料名  | 含水比 w(%)  | 土粒子密度<br>$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 液性限界<br>$w_L$ (%) | 塑性限界<br>$w_P$ (%) | 塑性指数<br>$I_P$ |
|------|-----------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 汚泥 A | 160～211.5 | 3.525                                  | 209.0             | 109.1             | 99.9          |
| 鉍滓 A | 8.0～13.4  | 2.910～3.320                            | NP                | NP                | —             |

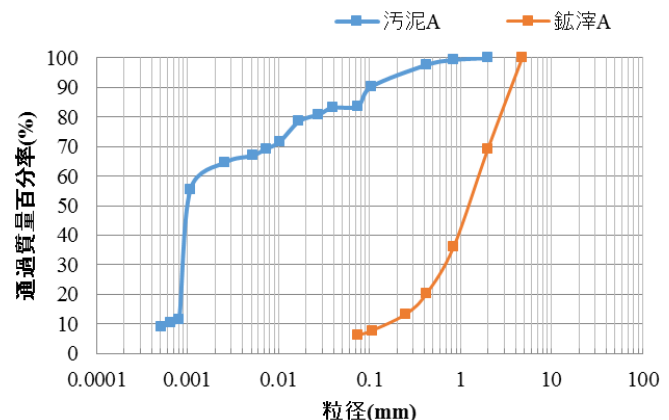


図 1 産業廃棄物の粒径加積曲線

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 配合比を変化させたケースについて

混合試料の含水比およびコーン指数の一覧を表 2 に示す。混合試料は同時期に搬入された汚泥と鉍滓によって作製され、他の時期に搬入された汚泥と鉍滓による混合試料と区別する必要があるため、名称を混合試料 1、2 としている。表 2 によると、鉍滓の配合比

表 2 配合比を変化させたケース一覧

| 試料名   | 配合比 | 含水比 w(%) |      |      | コーン指数 $q_c$ (kN/m <sup>2</sup> ) |      |      |
|-------|-----|----------|------|------|----------------------------------|------|------|
|       |     | 材齢(日)    |      |      |                                  |      |      |
|       |     | 0        | 7    | 28   | 0                                | 7    | 28   |
| 混合試料1 | 1:1 | 59.3     | 52.1 | 51.3 | 159                              | 181  | 252  |
|       | 1:2 | 32.6     | 34.2 | 34.7 | 232                              | 277  | 947  |
|       | 1:3 | 27.0     | 26.7 | 26.2 | 235                              | 1265 | 4510 |
|       | 1:4 | 22.8     | 22.3 | 22.4 | 729                              | 1338 | 8178 |
| 混合試料2 | 1:1 | 51.4     | 48.2 | 50.6 | 63                               | 181  | 375  |
|       | 1:2 | 34.0     | 40.2 | 30.2 | 134                              | 345  | 598  |
|       | 1:3 | 26.6     | 30.3 | 26.6 | 149                              | 375  | 753  |
|       | 1:4 | 24.9     | 22.5 | 20.9 | 607                              | 3605 | 7542 |

が増加するごとにコーン指数の値が大きくなっており、また、材齢の経過に伴うコーン指数の増加も確認できる。材齢 28 日でのコーン指数と含水比の関係配合比ごとにまとめたものを図 2 に示す。図 2 より、混合試料 1 の配合比 1:3 のケースでは、コーン指数が目標強度を大きく上回っている。一方、混合試料 2 の同じケースでは、コーン指数が非常に小さく、目標強度に達していないことが分かる。この原因は、現在のところ明確ではないが、供試体作製時の締固めによるオーバーコンパクションによるものではないかと考えられる。

### 3.2 コーン指数と一軸圧縮強度の関係について

ここでは、コーン指数試験と一軸圧縮強度試験の結果から配合比や添加する改良材が同じで、搬入時期のみが異なる試験ケースを抽出し、両試験から得られたコーン指数と一軸圧縮強度の相関性に着目した。養生 28 日でのコーン指数と一軸圧縮強度の相関図を図 3、養生 28 日と 7 日での一軸圧縮強度の相関図を図 4 にそれぞれ示す。図 3 から、養生 28 日におけるコーン指数と一軸圧縮強度には正の相関関係があることが分かる。この傾向は、結果を示していないが、養生 7 日においても同様の結果となっている。よって、コーン指数と一軸圧縮強度は、状況に応じてどちらかの試験結果のみでも施工管理に利用できると考えられる。また、図 4 より、養生 28 日と 7 日での一軸圧縮強度の値には高い相関があることが分かる。これは、結果を示していないが、コーン指数においても同様の結果が得られており、なおかつコーン指数よりも相関性が高くなっている。したがって、一軸圧縮強度を用いて、養生 7 日での値が分かれば、養生 28 日での値をおおよそ予測できることになる。以上のことから、図 4 を用いて、養生 7 日での一軸圧縮強度から養生 28 日での一軸圧縮強度を予測し、図 3 を用いて、養生 28 日での一軸圧縮強度から養生 28 日でのコーン指数を予測できる可能性が考えられる。

## 4. まとめ

産業廃棄物は搬入時期によって物理的性質が異なる場合もあるが、そのばらつきによらず、コーン指数と一軸圧縮強度は一定の関係性があることが確認できた。さらに、養生 7 日から 28 日の値を予測できるため、養生 7 日での一軸圧縮強度を用いて、養生 28 日でのコーン指数を予測できる可能性があると考えられる。

## 参考文献

二宮健人ら:産業廃棄物の地盤材料としての強度特性, 第 47 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1935~1936, 2012.

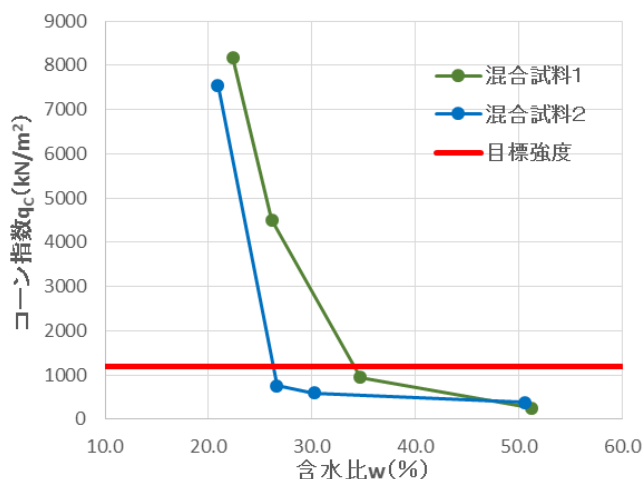


図 2 コーン指数と含水比の関係

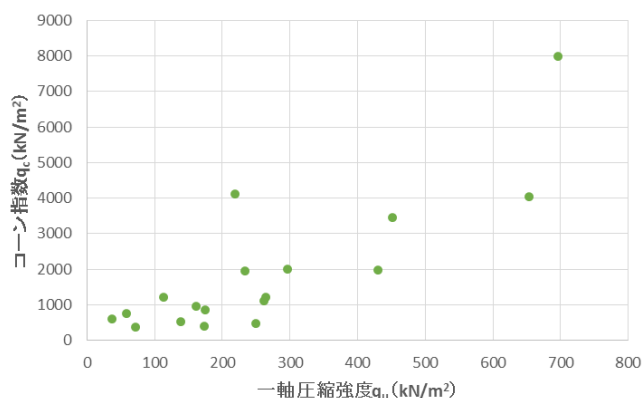


図 3 養生 28 日のコーン指数と一軸圧縮強度の相関図

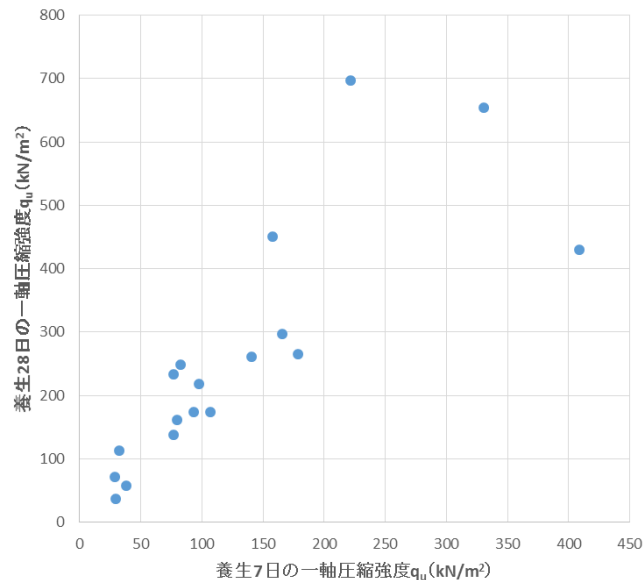


図 4 養生 28 日と 7 日での一軸圧縮強度の相関図