

ジオセル補強土の力学特性と充填地盤材料の関係について

八戸工業大学 学生会員 ○木村健二
八戸工業大学 学生会員 大森英治
八戸工業大学 正会員 金子賢治
八戸工業大学 フェロー会員 熊谷浩二

1. はじめに

ジオセルは土砂を補強することを目的として製造されたジオシンセティックス材料^{1),2)}の一つである。ジオセル工法はセル内に地盤材料を充填材として入れた立体的な複合構造により地盤を補強する工法である。

本研究では、セル内に発生土を利用することを念頭において、いくつかの砂質系地盤材料を対象として三軸圧縮試験を行い、その力学特性を把握する。次に、それらを充填材として用いた場合の、ジオセル構造体の圧縮特性とせん断抵抗特性に関する基礎的な実験を行い充填材の特性との関係について考察する。

2. 充填材料の力学特性

(1) 試験の概要

本研究の主目的は、充填材料の力学特性とそれをセル内に用いたジオセル構造体の力学特性との関係調べることである。ここではまず、充填材料として用いる7種類の砂質系試料を用いて圧密排水(CD)三軸圧縮試験(JGS0524)を行い、これらの内部摩擦角、粘着力および変形係数を算出する。なお、本研究では産業廃棄物の有効利用も念頭においており、フェロニッケルスラグについても同様に検討する。各試料に対して側圧を100, 200, 300kPaと変化させて実験を行なった。

(2) 試験結果

三軸試験結果より得られた最大主応力差と側圧の関係より、粘着力 c_d と内部摩擦角 ϕ_d を算出する。また、変形特性を表す指標として次式で定義する変形係数 E_{di} (kPa)を導入する。

$$E_{di} = \frac{\Delta\sigma_d}{\Delta\varepsilon_d} \quad (1)$$

ここで、最大軸応力の1/2を σ_d 、その時の軸ひずみを ε_d を表している。

表-1に三軸圧縮試験により得られた各試料の強度特性および変形特性を表す指標を整理して示す。内部摩擦角の最大は試料Gの43.4°であり、最小は試料Eの31.1°であった。また、粘着力は最大主応力差と比較して非常に小さい値であった。

表-1 充填材料の強度・変形特性

	粘着力 c_d (kPa)	内部摩擦角 ϕ_d (°)	E_{d100} (MPa)	E_{d200} (MPa)	E_{d300} (MPa)
A	16.1	39.0	7.8	10.7	12.6
B	6.8	36.3	16.2	25.9	36.1
C	3.5	40.3	10.8	15.4	48.4
D	12.8	37.5	14.1	20.9	25.5
E	2.7	31.1	2.8	4.8	7.1
F	12.0	32.3	5.7	8.8	11.6
G	9.9	43.4	12.1	24.4	26.9

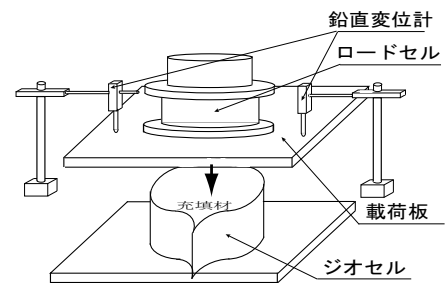


図-1 圧縮試験装置の概略

3. ジオセル補強土の圧縮特性に与える充填材の影響

ここでは、充填材料の特性とそれをを用いたセル構造体の圧縮特性との関係を検討するため、圧縮試験を行う。

(1) 圧縮試験の概要

図-1に圧縮試験装置の概略を示す。同条件で作成したジオセル構造体1つを圧縮試験装置に設置し、圧縮試験を行った。荷重と変位より通常の土の一軸圧縮試験³⁾と同様に軸応力および軸ひずみを算出した。

(2) 実験結果

図-2にジオセル構造体の軸ひずみと軸応力の関係を示す。圧縮試験では、30%程度まで試験を継続した場合でもジオセル構造の完全な破壊は見られなかった。したがって、ジオセル構造体の強度ではなく、変形性能により評価を行うことが重要であると考えられる。

図-3に三軸試験における各側圧の場合の変形係数と圧縮試験から求めたジオセル補強土のヤング率の関

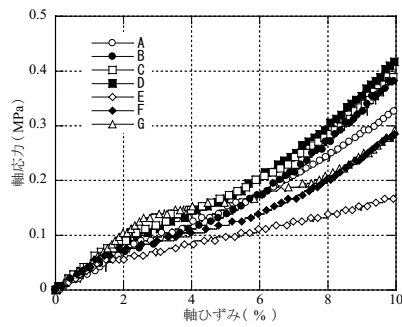


図-2 軸ひずみ - 軸応力関係

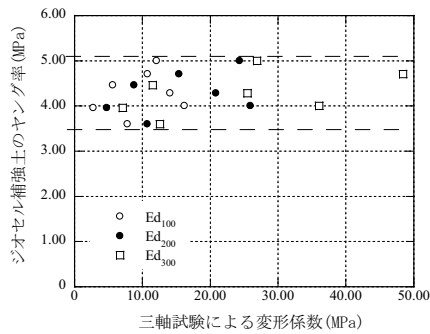


図-3 充填材とジオセル補強土のヤング率の関係

係を示す。図-3より、充填材の変形係数との間に明確な相関は見られないが、砂質系の地盤材料を用いた場合、ジオセル補強土のヤング率はすべての場合において3MPaから5MPaの間となることがわかった。

4. せん断抵抗に与える充填材の影響

ジオセル補強土において、セルの上下段は一般に連結されておらず、セル間のせん断抵抗の値が重要となる。ここでは、充填材の内部摩擦角 ϕ_d とセル間のせん断抵抗の関係について検討する。

(1) セル間のせん断抵抗試験の概要

せん断抵抗試験の概略を図-4に示す。概略図のようにセルを設置し、鉛直荷重を変化させて試験を行うため、セル上に5kg、10kg、15kgと変化した錘を載せる。水平に強制変位を与え、このときの水平反力 F_t を計測した。図-5にせん断抵抗試験の結果得られた水平変位と水平荷重の関係を試料Aの場合を例として示す。図-5よりせん断抵抗係数 μ を算出し、鉛直荷重を変化させた3つの結果の最小近似直線の傾きを平均せん断抵抗係数 $\bar{\mu}$ とした。

(2) 実験結果

図-6に、充填材の内部摩擦角から求めた摩擦係数 $\tan \phi_d$ とセル間の平均せん断抵抗係数 $\bar{\mu}$ の関係を示す。この結果から ϕ_d が大きくなるほど $\bar{\mu}$ が大きくなるという傾向を読み取ることができる。

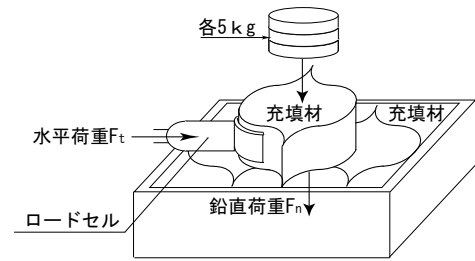


図-4 せん断抵抗試験の概略

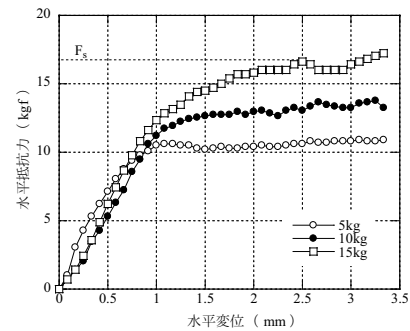


図-5 水平変位と水平荷重の関係(試料A)

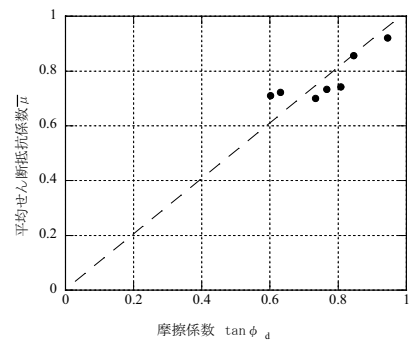


図-6 摩擦係数と平均せん断抵抗係数の関係

5. おわりに

本研究から得られた結果を以下に示す。

1. 充填材として砂質系の土を用いる場合には、3MPaから5MPaのヤング率となることがわかった。
2. 充填材の内部摩擦角とせん断抵抗係数の関係については、摩擦係数が大きくなるほど平均せん断抵抗係数が大きくなるという傾向にあり、ほぼ線形関係となることが確認された。

今後、充填材として粘性土を用いた場合の力学特性とセル構造体の力学特性との関連について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 国際ジオシンセティックス学会日本支部編：ジオシンセティックス入門，理工図書，2001.
- 2) 地盤工学会：補強土入門，1999.
- 3) 地盤工学会：土質試験の方法と解説-第一回改訂版-，1999.