

中型・大型三軸試験による砂礫盛土材の強度・微小変形特性

| | | | |
|-------------|------|-----|----|
| 東京大学大学院 | 学生会員 | ○山本 | 聖輝 |
| 東京大学大学院 | 学生会員 | 田實 | 涉 |
| 東京大学生産技術研究所 | 正会員 | 古関 | 潤一 |
| 複合技術研究所 | 正会員 | 佐藤 | 剛司 |

1. はじめに

盛土構造物の耐震性や耐水性を確保するための基本的要件である締固め土工を、近年の要求性能の向上に対応させるうえで、締固め度と性能の関係を明らかにする必要がある。また、盛土材料に大型の礫が入っている場合にも、粒度調整を行って小型の三軸試験のみを行っていることが多い。そのため、本研究では締固め度を変化させた砂礫盛土材の中型・大型排水三軸圧縮試験を行い、強度特性と静的・動的測定による微小変形特性について検討した。

2. 試験概要

ある河川堤防の築堤材料の粒度分布を図-1 に示す。平均粒径 15mm, 最大粒径 75mm, 礫分 72.7%, 砂分 26.6%, 細粒分 0.7%であった。

中型三軸試験では直径 10cm 高さ 20cm の円筒供試体を用い、大型三軸試験では 25cm×25cm×50cm の角柱供試体を用いた。上記の原粒度のままでは粒径が大きすぎるため、中型に対しては 19mm ふり通過分を、大型に対しては 38mm 通過分を用いて最大粒径を調整し、加水によりそれぞれの最適含水比に調整し、モールド内で締固めて供試体を作成した。対応する締固め試験結果として、中型においては A-c 法で最大乾燥密度 1.940 g/cm³・最適含水比 5.45%, 大型においては B-a 法で最大乾燥密度 2.058 g/cm³・最適含水比 3.30%をそれぞれ得た。

締固め度 D_c が 90・95・100%の供試体を二重負圧法で飽和し、30・50・100・150kPa の拘束圧まで等方圧密した供試体を用い、ひずみ速度 0.1%/分で排水三軸圧縮試験を実施した。 $D_c=90%$, 拘束圧 100kPa で実施した試験以外では、圧密・せん断中のいくつかの応力状態において、0.001%程度の軸ひずみ振幅での微小繰返し載荷(各 11回)をひずみ速度 0.004%/分程度で行い、鉛直方向のヤング率 E_v を計測した。

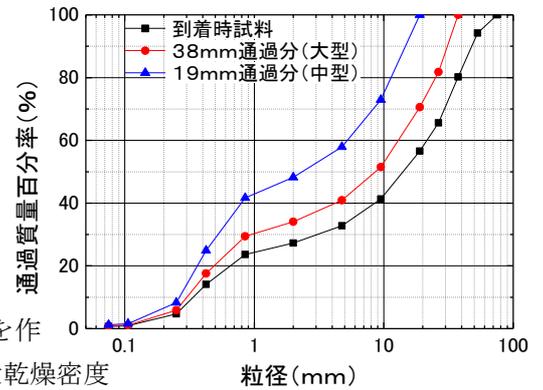


図-1 試料の粒度分布

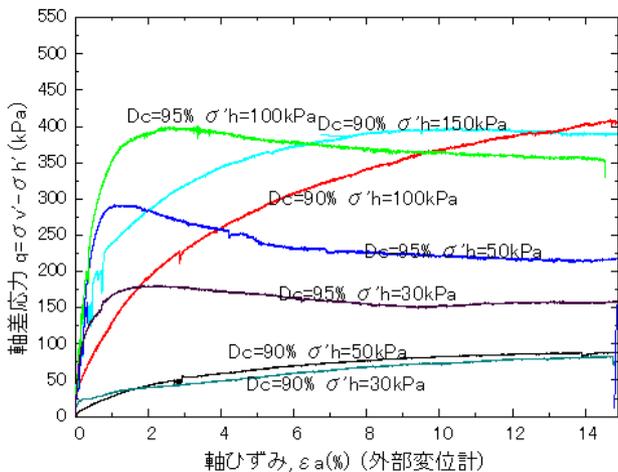


図-2 応力ひずみ関係 (中型)

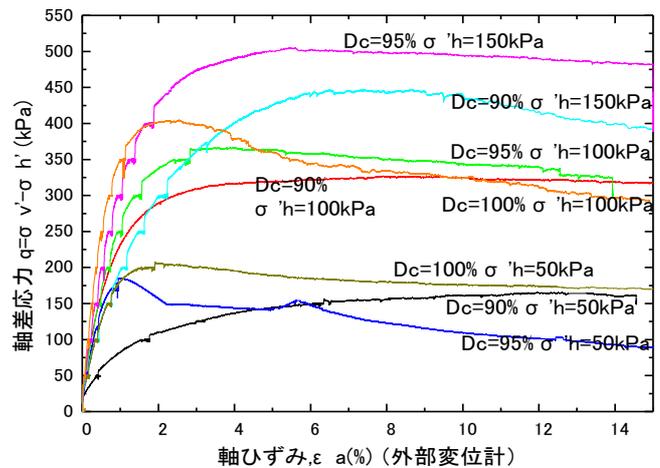


図-3 応力ひずみ関係 (大型)

キーワード 締固め, 大型三軸試験, 骨格構造, 盛土材, 砂礫

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL03-5242-6421

3. 試験結果

図-2, 3 に応力ひずみ関係を示す. Dc が低く, 拘束圧が低いケースではひずみ軟化挙動は限定的で, ピーク強度が発揮される軸ひずみレベルは 9~13%程度と大きくなった. Dc が高く拘束圧が大きいケースでは, ピーク強度が軸ひずみレベル 1~3%と比較的小さい範囲で発揮されており, ひずみ軟化挙動も観察された. これにより, 内部摩擦角 ϕ を求めると図-4, 5 が得られた.

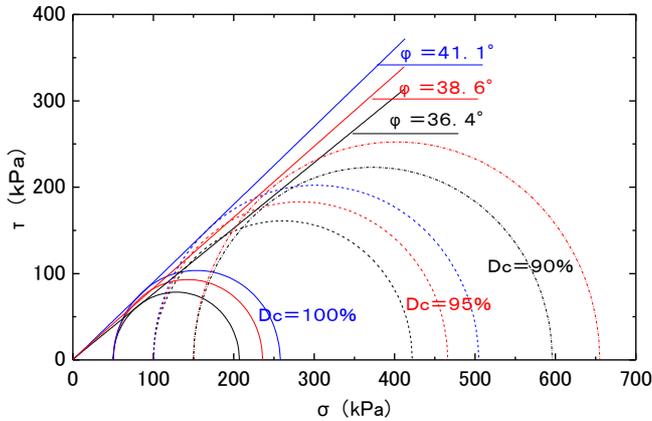


図 4-ピーク応力状態のモール円 (中型)

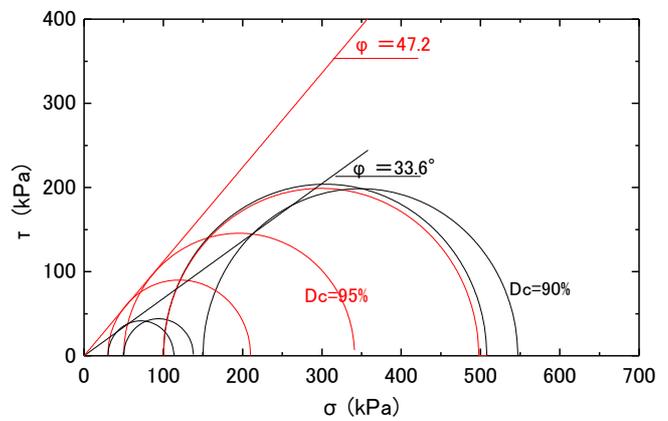


図 5-ピーク応力状態のモール円 (大型)

Dc90%においては, 中型で $\phi = 36.4^\circ$, 大型で $\phi = 33.6^\circ$ と中型が強く, Dc95%においては, 中型で $\phi = 38.6^\circ$, 大型で $\phi = 47.2^\circ$ と大型が強くなる逆の結果が得られた. 大型の方が大きな礫が存在するために, 良く締固めるとこれらがかみ合って, より大きな強度が発揮されたことが考えられる.

静的計測結果による微小ひずみレベルにおける鉛直ヤング率 E_v の応力レベル依存性をまとめたものを図-6, 7 に示す. この E_v は以下の間隙比関数 $f(e)$ を用いて締固め度の違いの影響を補正したものである.

$$f(e) = \frac{(2.17 - e)^2}{1 + e} \quad (e: \text{間隙比})$$

中型はばらつきが比較的小さいが, 大型は締固め度によってばらつく結果となった. 大型の Dc95%における結果は, 他の結果と比べて値が大幅に大きくなっているが, この理由として前述した供試体の骨格構造の違いが考えられる.

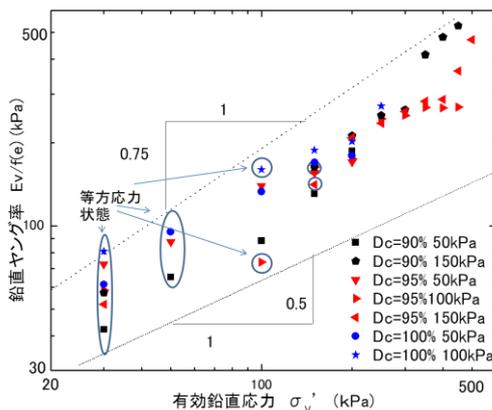


図-6 鉛直ヤング率と鉛直有効応力の関係 (中型)

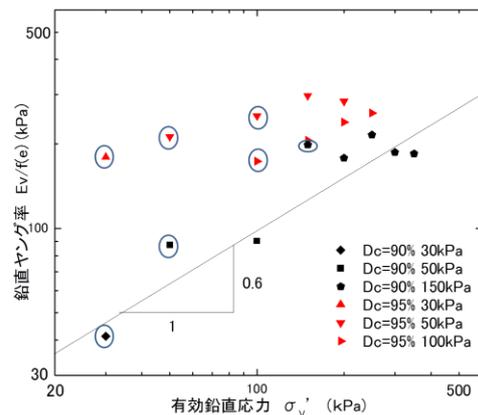


図-7 鉛直ヤング率と鉛直有効応力の関係 (大型)

4. まとめ

砂礫盛土材を用い締固め度, 拘束圧を変化させて中型・大型の排水三軸試験を行った. Dc90%では中型試験による ϕ が, Dc95%では大型試験による ϕ が大きくなった. これは大型で用いた試料に含まれる大きな礫が, 良く締固めると互いにかみ合うためと考えられ, 微小繰返し载荷による鉛直ヤング率との計測結果も対応する傾向を示した.

【参考文献】

田實渉・古関潤一・佐藤剛司: 締固めた砂礫盛土材料の微小変形特性の静的・動的測定, 土木学会第 65 回年次学術講演会第 3 部門, CD-ROM, 2010.