

細粒分の多い土の締固め条件と繰返し非排水強度比の関係に関する検討

土木研究所 正会員 ○佐々木亨, 富澤彰仁
 土木研究所 正会員 東拓生
 土木研究所 国際会員 石原雅規, 佐々木哲也

1. 目的

河川堤防の新設や嵩上げ・拡幅の際には密度による締固め管理を基本としており、その管理値は施工性を考慮してこれまでの実績等により定められている。そのため、必ずしも材料の力学特性を踏まえて定められたものではない。特に、施工条件により物性値が大きく変わる、細粒分を多く含むような土でも同一の指標・基準値により施工されている。本来は盛土材に必要とされる力学特性を踏まえた管理が必要であるが、細粒分を多く含む土の締固め条件による力学特性の変化に関して十分には明らかとなっていない。

そこで本研究では、実際の河川堤防に用いられていた細粒分を多く含む土（Fc40%程度）を用いて、締固め度と飽和度を変化させた供試体を作製し、締固め条件の違いが繰返し三軸強度比に及ぼす影響を調べた。

2. 供試体作製方法

締固め度を 90%～105%まで、飽和度を 60%～90%まで変化させた、4×4 の合計 16 種類の供試体を作製した。図-1 に今回用いた土の締固め特性と供試体の目標条件（☆印）を示す。

まず、試料を絶乾状態と仮定した上で目標含水率にするために必要な量の水を加え、十分に攪拌した後 2 日間なじませた。実際には試料は絶乾状態ではなく少量の水を含んでいたため、供試体の飽和度は目標よりも 2～3%高い値となった。次に、内径 100mm の締固め用モールド内で供試体を作製した。モールド内に厚さ 20mm 分の試料を入れ、高さを軽く整えたうえで、径 30mm の木の棒を用いて所定の高さになるよう突き固めた。この作業を 6 回繰返し高さ 12cm の供試体を作製した。モールド内に作製した供試体は、表面からの乾燥を防ぐためにラップで密閉した。一方、モールド下面は底板との間に僅かな隙間から余分な水が自然に排水されるようにした。飽和度 80%以上の供試体では作製過程においても水がにじみ出ている。このように作製した供試体を概ね 2～3 週間経過した時点でφ50mm×H100mm に整形し、試験を行った。

図-2、図-3 は飽和度および締固め度について供試体作成時と試験を行う直前の状態を比較したものである。供試体作製から試験を実施するまでの 2～3 週間で含水比・締固め度ともに変化している。供試体作成時の飽和度が高いものほど含水比は大きく減少しており、Sr=90%の供試体では 3%程度減少している。締固め

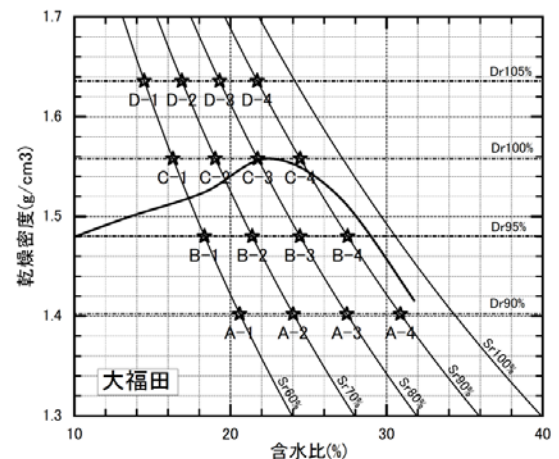


図-1 締固め特性

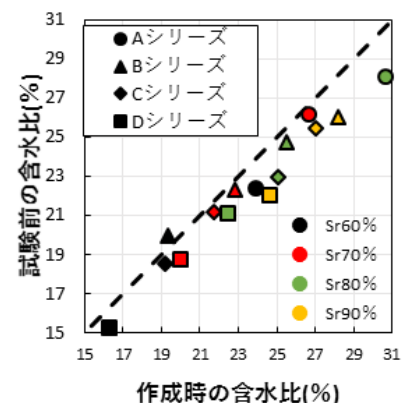


図-2 含水比の変化

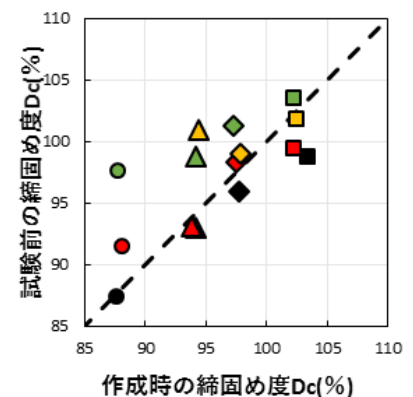


図-3 締固め度の変化

キーワード 河川堤防, 締固め, 細粒分, 繰返し三軸強度比

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 国立研究開発法人 土木研究所 TEL 029-879-6735

度は供試体作製から試験までの間に増加しているものが多く、供試体作成時の飽和度が高い供試体ほど締固め度が大きく増加している。これは、モールド底面から排水されたことで自然圧密が進んだためと考えられる。

3. 試験方法

繰返し三軸強度比は別報¹⁾で報告した方法を用いて調べた。通常の非排水繰返し三軸試験(JGS0541)では、同一の試料から作製した4本の供試体を用意し、応力振幅を変化させてせん断試験を行うことにより、液状化強度曲線および繰返し三軸強度比を求める。しかし、多くの供試体が必要になるのに加え、供試体ごとの試験結果にバラツキが生じてしまう場合がある。別報の方法では供試体ごとのバラツキを排除でき1本の供試体に繰返し荷重を段階的に変化させながら載荷することで、概略的な繰返し三軸強度比を求めることができる。

4. 試験結果

図-2は供試体作成時と圧密後それぞれの締固め度と繰返し三軸強度比の関係を示している。供試体作成時の締固め度と繰返し三軸強度比の関係は、締固め度の増加とともに繰返し三軸応力比が増加する傾向を示しており、同じ締固め度の供試体でも供試体作成時の飽和度が低いものほど繰返し三軸強度比は大きい。飽和度による繰返し三軸強度比の違いは締固め度が高いほど顕著に現れる。今回最も締固め度が低いDc90%のケースでは繰返し三軸強度比に違いはなくいずれも低い値であった。一方で、圧密後の締固め度と繰返し三軸強度比は1:1に対応した関係になっていない。繰返し三軸強度比は圧密後の密度にとの相関は高くなく、供試体作成時の飽和度が低く締固め度が高い供試体ほど繰返し三軸強度比は大きくなることわかる。また、供試体作成時の乾燥密度が小さければ、圧密後の密度増加に関係なく繰返し三軸強度比は小さい。

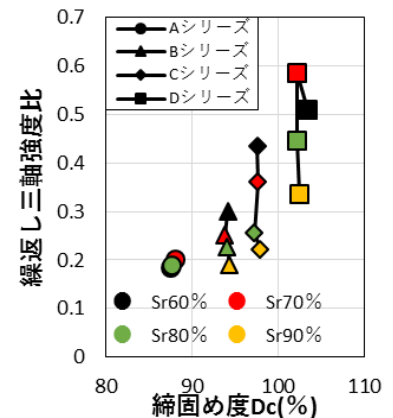
図-3に含水比と繰返し三軸強度比の関係をそれぞれ示す。含水比が小さくなるほど繰返し三軸強度比が大きくなる傾向が読み取れる。一方で、供試体の締固め度にかかわらず含水比が大きくなるにつれて繰返し三軸強度比は0.2に収束している。供試体作成時に高い含水状態の場合、密度が大きくなったとしても繰返し三軸強度比の増加は見込めないことがわかる。

5. まとめと今後の課題

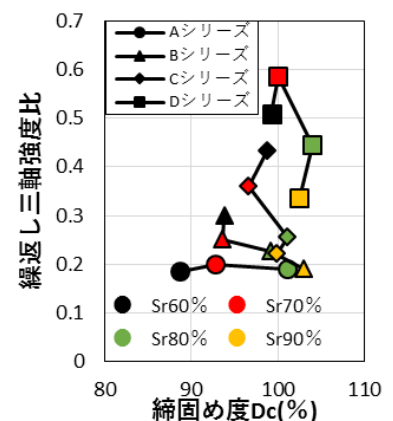
本研究では実際に河川堤防に用いられていた細粒分の多い土(Fc40%程度)を用いて、締固め度と飽和度を変化させた供試体を作製し、繰返し三軸強度比を調べた。供試体作製時の締固め度が高く、飽和度が低い供試体ほど繰返し三軸強度比が大きくなり、含水比が高い供試体では高い締固め度であっても繰返し三軸強度比は増加せず0.2で収束した。このことから、繰返し三軸強度比に関して言えば、締固めの管理として一般的な密度の管理と同等以上に含水状態の管理が重要であり、低い含水状態でよく締固めることが重要であると考えられる。

(参考文献)

- 1) 石原, 佐々木: 繰返し段階載荷による繰返し三軸強度比の推定, 土木学会第73回年次学術講演会(投稿中)



(a) 供試体作成時



(b) 圧密後

図-2 締固め度と繰返し三軸強度比の関係

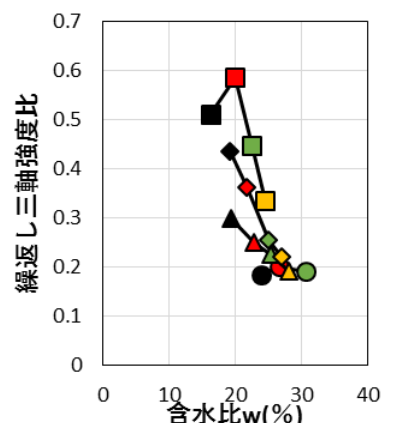


図-3 含水比と繰返し三軸強度比の関係