

気泡混合土の強度推定に関する基礎的実験

株式会社大林組 正会員 ○板場 建太, 山田 祐樹
山崎 啓三, 森 理人

1. はじめに

シールドトンネル工事において掘削土砂性状の評価は施工管理上で重要となる。当社はシールド掘削土砂を連続評価する手法を開発しており、土砂形状をコンター図で出力、評価する手法について検討している¹⁾。ベルトコンベアにより運搬される土砂の高さや広がりといった形状は、土砂自体の硬軟と相関があると考えられ、スランプ試験結果やコーン指数との関係を把握することで、閾値の目安が得られると考えられる。本報告では、3種類の模擬土を対象に実施した気泡混合土の強度推定に関する基礎的実験結果について述べる。

2. 実験概要

実験試料には砂質土および粘性土の混合割合を変化させ、粒度特性の異なる3種類の混合土を作製し、用いた。各試料の粒度分布を図1に示す。これらの3種類の混合土に、簡易発泡装置により倍率8倍に発泡させた気泡(レオフォーム)を段階的に添加した。各段階において、気泡添加後の混合土に対し、スランプ試験(JIS A 1101)、締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1228)、空中落下試験を実施した。

空中落下試験の概要図を図2に示す。この試験は、シールドマシンのスクリーコンベアからベルトコンベア上への排土の状況を模擬したものである。気泡添加後の混合土を高さ80cmから落下させ、その落下後の高さを計測した。また、落下させる混合土はスランプ試験後のものを用いた。各混合土はそれぞれ15kgとなるようにバットに計量して気泡の添加・混合を行った。図3に各混合土の気泡添加量と気泡添加後に計測した含水比との関係を示す。各混合土におけるそれぞれの初期含水比は、混合土1で11.9%、混合土2で23.5%、混合土3で36.2%であった。各混合土の初期状態は吸水しやすく、ある程度気泡が添加されなければ気泡の効果は現れにくい状態であった。そのため、事前に試験を行い添加量の目安を把握した。気泡の効果が現れる前の段階(その時の含水比は混合土1で17.0%、混合土2で30.7%、混合土3で45.3%)から各試験を実施し、そこから混合土ごとに、スランプ値が8cmを超える程度を目安として4~5回の気泡添加を行った。なお、各試験に使用した混合土はバットに戻した後、次の段階の気泡添加を行った。

3. 実験結果と考察

図4にスランプ値と含水比の関係を示す。気泡の添加により含水比は徐々に増加するのに対し、スランプ値が急激に大きくなる傾向が見られた。これは、気泡を添加した混合土の流動性が急激に増加し、混合土自体が自立しにくくなったものと考えられる。

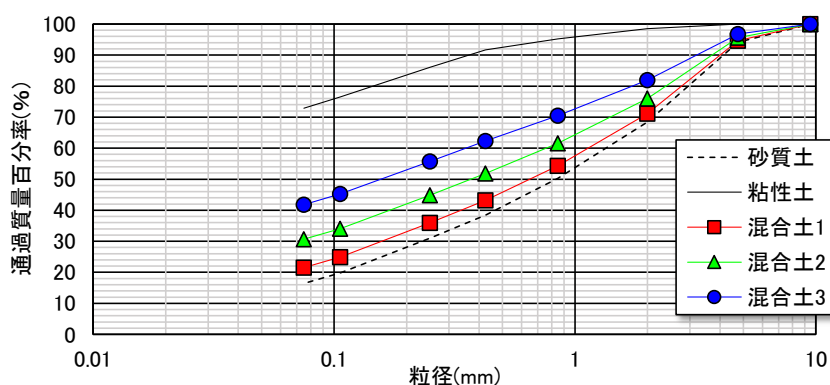


図1 各試料の粒度分布

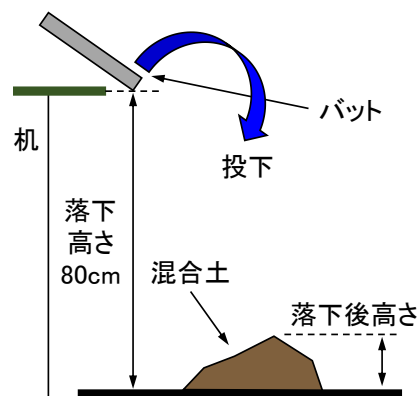


図2 空中落下試験の概要図

キーワード シールドトンネル, 掘削土, 気泡混合土, 含水比, スランプ, コーン指数

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 地盤技術研究部 TEL:042-495-1094

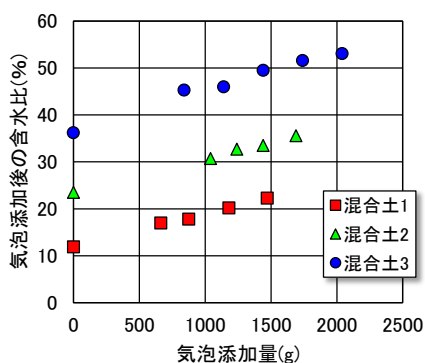


図3 気泡添加量と含水比の関係

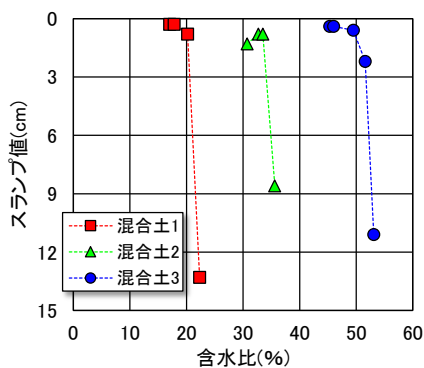


図4 スランプ値と含水比の関係

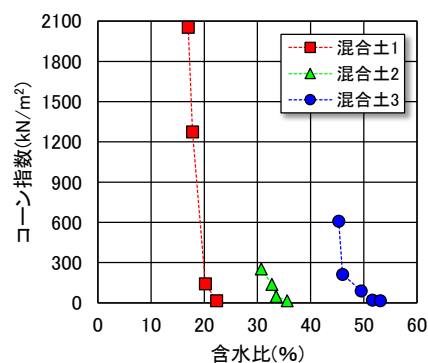


図5 コーン指数と含水比の関係

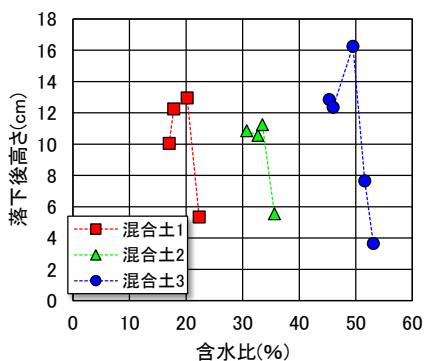


図6 落下後高さと含水比の関係

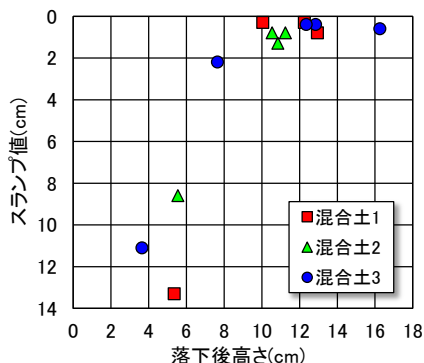


図7 スランプ値と落下後高さの関係

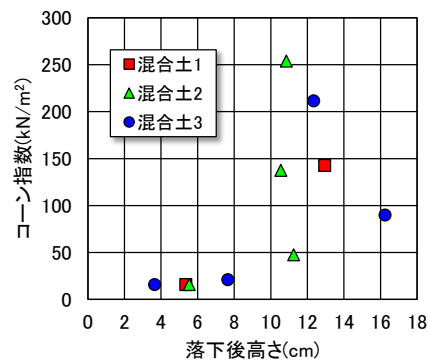


図8 コーン指数と落下後高さの関係

図5にコーン指数と含水比の関係を示す。いずれの混合土においても、気泡の添加量が増加すると、コーン指数の値は一樣に低くなる傾向を示した。スランプ値の場合と異なり、若干の気泡添加でもコーン指数は大きく低下していることがわかる。図6に落下後高さと含水比の関係を示す。いずれの混合土も、気泡添加の初期の段階では、含水比が若干増加するに伴って落下後高さは高くなる傾向が見られた。一方、その後は一樣に低くなる傾向が見られた。わずかな気泡の添加では混合土の粘着力が増加し、落下後高さが高くなったものと考えられる。その傾向は、細粒分含有率の大きい混合土3の方が大きい値を示した。

図4～図6より、スランプ値、コーン指数、落下後高さのいずれの結果においても、混合土の種類によらず含水比の増加に伴い同様の傾向を示していることがわかる。

図7にスランプ値と落下後高さの関係を示す。いずれの混合土も落下後高さが高くなるに従い、スランプ値が小さくなる傾向が見られた。特に落下後高さが6cm以下では、スランプ値は8cm以上と大きな値を示した。このことから、スランプ値が大きくなる閾値として、落下後高さ6cm以下を目安にできる可能性があることがわかった。図8にコーン指数と落下後高さの関係を示す。いずれの混合土も落下後高さが高くなるに従い、コーン指数の値は大きくなる傾向が見られた。特に落下後高さが10cm以上で、コーン指数の値は概ね50kN/m²以上であった。従って、コーン指数が大きくなる閾値として、落下後高さ10cm以上を目安にできる可能性があることがわかった。

4. おわりに

粒度特性が異なる3種類の混合土を用いてスランプ試験、締固めた土のコーン指数試験、空中落下試験を実施した。その結果、それぞれの試験結果は混合土の種類によらず同様の傾向となることがわかった。また、コーン指数とスランプ値の関係性から、落下後高さにおけるそれぞれの閾値の目安が得られた。今回の空中落下試験で取り扱った混合土の量は現場の排土量と比較して少量である。また、実際は土質も様々な種類があるため、今後、実現場で更なるデータの蓄積を行い、今回得られた閾値の妥当性の検証を試みていく予定である。

参考文献

- 1) 山崎ら:コンター画像を用いたシールド掘削土砂の連続評価技術,土木学会第78回年次学術講演概要集(投稿中),2023.9