

安定処理土の供試体作製における混合方法についての研究

中部土質試験協同組合 ○大橋 翔 久保 裕一 池田 謙信 法安 章二

1. はじめに

安定処理土の供試体作製における土と安定材の混合方法にはミキサーを用いた機械練りと手練りによる方法がある。JGS 0821-2020では、機械練りに対して手練りに関する手法や利点などの記述や解説が少ない。また、どちらの方法を用いるかについての基準はなく、その運用方法は試験者に委ねられているのが現状である¹⁾。

本研究では、粒度分布と含水比を変化させた4種類の試料に対して、機械練りと手練りによる混合方法で安定処理土の締固めをしない供試体作製を行い、一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮強さを評価することにより、各混合方法の効果や特徴を分析し、最適な混合方法の運用についての知見が得られたので報告する。

2. 試験試料および試験条件

試験に用いた土として、購入土である青粘土と、自然地盤から採取された砂質土を準備した。これらの物理試験結果を表-1、粒径加積曲線を図-1に示す。次に、試験に用いた土と含水比の組み合わせにより作成した4種類の試料について説明する。試料Aと試料Bは青粘土を対象とした。試料Aは一般的な粘性土の自然含水比を想定し、液性限界と塑性限界の中間値、試料Bは高含水比を想定し液性限界とした。試料Cと試料Dは砂質土を対象とした。試料Cは自然地盤から採取した自然含水比、試料Dは土と水分が分離しない程度の高含水比とし、表-2のように設定した。

表-1 試験に用いた土の物理試験結果

試料名	土粒子の密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数	細粒分含有率 (%)
青粘土	2.722	41.0	20.6	20.4	88.6
砂質土	2.646	NP	NP	-	13.2

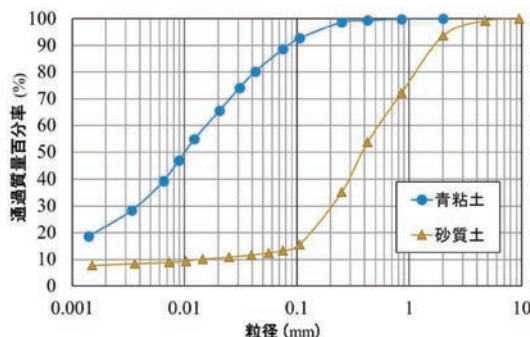


図-1 試験に用いた土の粒径加積曲線

表-2 各試料の条件

試料名	土の種類	含水比
試料A	青粘土	31%
試料B	青粘土	42%
試料C	砂質土	14%
試料D	砂質土	21%

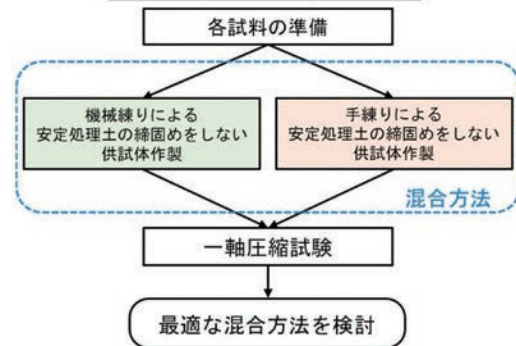


図-2 本研究の流れ

供試体は、安定処理土の締固めをしない供試体作製方法(JGS 0821-2020)に従い、同一試料に対して機械練りと手練りの混合方法により、各3供試体ずつ直径50mm、高さ100mmの円柱形プラスチックモールドを用いて作製した。安定材は普通ポルトランドセメントを使用し、添加量は100kg/m³とした。作製した供試体は7日間の空气中養生を行った後、一軸圧縮試験を行った。本研究の流れを図-2に示す。

次に、混合方法についての詳細を説明する。

①機械練りによる混合

機械練りでは写真-1に示す専用のミキサーを使用した。容器に試料と安定材を入れた後、ミキサーで攪拌した。攪拌箇所が偏らないようにするため、ミキサーを一旦停止させ、攪拌羽根の届いていない容器底部や側面に付着した混合土を、ヘラを用いて中心に混ぜ込み、再度ミキサーを起動させ10分間攪拌した。

②手練りによる混合

手練りでは十分な大きさの袋に試料と安定材を入れた後、袋の口を閉じた状態で上下に振とうさせた。その後、土粒子の団粒を解消する目的で、写真-2に示すように台上で手のひらを使い混合土を押し伸ばし、平らになったら混合土を解きほぐす作業を行い、再度上下に振とうさせた。これを連続して繰り返し10分間攪拌した。



写真-1 機械練りによる混合 写真-2 手練りによる混合

3. 試験結果

各試料における湿潤密度(ρ_t)と一軸圧縮強さ(q_u)について3供試体の平均値を表-3に示す。

まず湿潤密度について比較すると、各試料とも機械練りと手練りにおいて値に大きな差は見受けられなかった。このことから混合方法による湿潤密度への影響は小さいと考えられる。

次に、一軸圧縮強さについて比較すると、試料A, B, Dでは、機械練りにおいて手練りよりも値が大きくなる結果が得られた。一軸圧縮強さが大きいということは、土と安定材の混合が良好と評価できることから、機械練りは試料全体を攪拌する能力が高いと推察した。

一方で、試料Cについては、手練りの方が機械練りより値が大きい結果が得られた。試料Cの機械練りと手練りによる供試体端面の状態を写真-3に示す。機械練りの供試体端面では団粒化して塊状となった箇所が見受けられるのに対し、手練りの供試体端面は団粒化している箇所が少なく塊も小さい。土粒子が団粒化した箇所は、外周の土粒子と安定材は反応するが、内部の土粒子は安定材と反応しないまま元の状態で残っている。これらを手練りすることにより、団粒化が解消できたことで一軸圧縮強さが大きくなったと推察した。

上記の試験結果と考察を踏まえ、各混合方法の特徴を活かした、混合方法の組み合わせによる効果を確認するため、試料Cに対して機械練りを3分間行った後、手練りを4分間行い、更に試料全体の安定材の濃度が均質となるように機械練りを3分間行う、追加試験を実施した。

追加試験の試験結果は表-4に示す通り、 q_u の平均は1410kN/m²となり、試料Cの機械練りと手練りによる混合方法より一軸圧縮強さは大きくなった。これらから団粒化しやすい試料や細部に不十分な部分がある場合は、手練りによる混合方法が有効であり、更に混合方法を組み合わせることで効果が高まることが分かった。

4. まとめ

本研究では、安定処理土の供試体作製における土と安定材の混合方法に着目し、4種類の試料に対して機械練りと手練りによる混合方法を用いて安定処理土の締固めをしない供試体作製を行い、これらの一軸圧縮強さにより各混合方法の効果を評価した。

その結果、機械練りによる混合方法は、試料全体を攪

拌する能力が高く、手練りによる混合方法は、団粒化した部分の解消など、細部に対しての混合効果が高いという特徴が分かった。また、これら混合方法を組み合わせることで、混合効果が高まることが追加試験により確認出来た。以上の結果から、運用の手順としては、試料全体を攪拌する能力が高い機械練りで混合する。その後、試料の状態を確認し、団粒化や細部に不十分な部分が観察される場合は、手練りによる方法を追加する。更に、試料全体に対し、安定材の濃度が均質となるよう機械練りを行う。このように混合方法を運用するのが最適であると考え、室内試験における適正な試験結果が得られるものとする。

今後は、試料や試験条件を変化させた場合なども検討し、安定処理の高品質化に貢献していきたい。

表-3 一軸圧縮試験結果

試料名	混合方法	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)
試料A	機械練り	1.780	650
	手練り	1.786	579
試料B	機械練り	1.845	1160
	手練り	1.865	790
試料C	機械練り	1.649	817
	手練り	1.611	1160
試料D	機械練り	1.995	2350
	手練り	1.958	1140

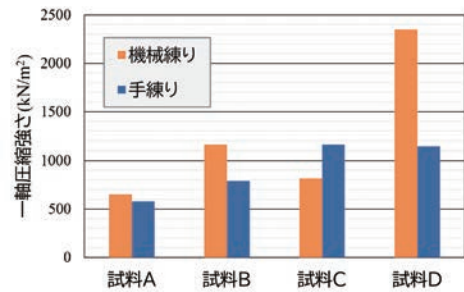


図-3 混合方法における q_u の比較

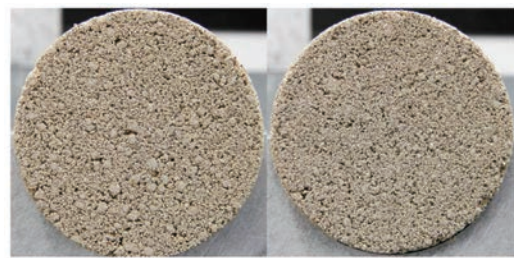


写真-3 試料C: 機械練り端面(左)と手練り端面(右)

表-4 追加試験結果

試料名	混合方法	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)
試料C	機械+手練り	1.699	1410

引用・参考文献

1) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1, pp.445-452, 2020.

編集者注) 安定処理土の供試体作成における混合方法は、現場の施工条件に近い条件で設定する必要があるため、留意していただきますようお願いいたします。