

細粒分含有率の異なる中間土の締固め特性と強度特性に関する実験的研究

環境防災研究室 M2 神宮 勝久
指導教員 大塚 悟, 磯部 公一

1. はじめに

最近の地震や水害などの地盤災害では中間土で造成された盛土地盤での被害が顕著であるとの報告もある。そのため、今後もより一層中間土に関する研究が進められると考えられる。このような背景を踏まえ、砂と粘土を混合した人工中間土を用いて、細粒分含有率の差異がもたらす物理特性、締固め特性、せん断特性への影響を把握したい。本研究では、各種物理実験、締固め試験、締固め試料に対する一軸圧縮試験、三軸圧縮試験を行い、それぞれの結果の相関性およびメカニズムについて考察を行う。

2. 試料および物理特性の比較

本研究に用いる試料は、珪砂 6 号、藤森粘土を用い、細粒分含有率を変化させるために二つを混合して試料の作成を行った。図-1 に二つの試料の粒径加積曲線を示す。

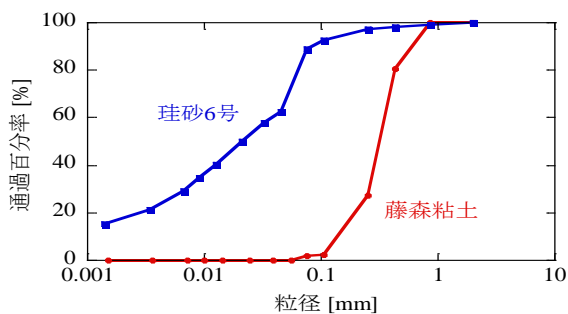


図-1 粒径加積曲線

3. 突固めによる土の締固め試験

珪砂 6 号と藤森粘土を混ぜ合わせ、配合により細粒分含有率を 0 % ~ 60 % まで変化させた際の突固めによる土の締固め試験を行った。試験は、A-c 法（湿潤法、非繰返し法、ランマー質量 2.5 kg、モールド容積 1000 cm³）で行った。

図-2 に締固め曲線を示す。

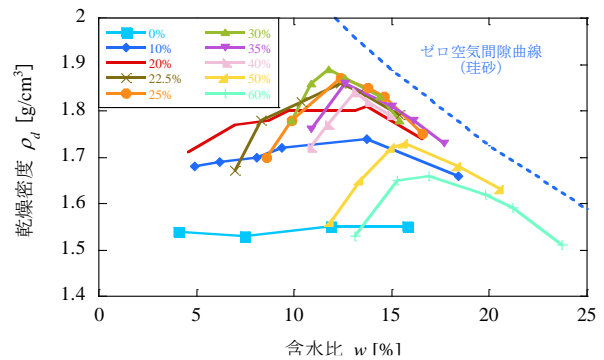


図-2 締固め曲線

細粒分含有率が 20 % までは比較的なだらかな曲線を示し、25 % ~ 60 % では山型を示すようになる。細粒分含有率 30 % で乾燥密度 ρ_d (g/cm³) が最大の値を示した。その後、細粒分を増加させていくと最大乾燥密度は小さくなり、最適含水比は大きくなっていくとわかる。

図-3 に細粒分含有率と最大乾燥密度、最適含水比の関係を示す。

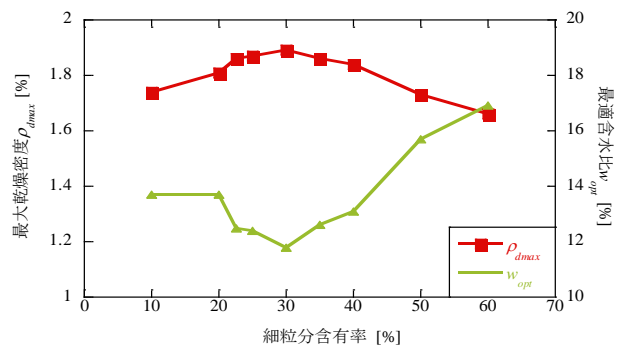


図-3 細粒分含有率 ~ ρ_{dmax} , w_{opt}

最大乾燥密度 ρ_{dmax} を見ると、細粒分含有率 10 % から細粒分含有率 30 % まで、値が大きくなり、その後は減少していく。細粒分が砂の粒子接触による結合を緩和し、締固めを円滑に行えるようにしたと考えられる。砂のみでの締固めでは、粒子の移動が激しく締固めを行うことは困難であるが、細粒分と、水が加わることで特性が変化していったのが分かる。細粒分含有率

30%をすぎた後は、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は減少していく。細粒分が増えすぎたために、粘性土の特性が出たためであると考えられる。

4. 一軸圧縮試験

突固めによる土の締固め試験での強度を調べるために、一軸圧縮試験を行った。実験の概要としては、突固めによる土の締固め試験と同じ様にモールドで締固めを行い、それを形が崩れないように取り出し、トリマーを使い高さ 10 cm、直径 5 cm に成形する。成形した供試体を毎分 1%の圧縮ひずみが生じる速度で圧縮させた。細粒分含有率を変化させて試験を行い、各試験で含水比を変化させ数回行った。細粒分含有率 30%での結果を図-4 に、細粒分含有率 50%での結果を図-5 に示す。

図-4 を見ると、含水比の増加に伴って、傾きとピーク時のひずみが増加している。圧縮応力は、含水比 9.82%で最大を取り、それよりも含水比が高くても低くても減少している。細粒分含有率 30%の最適含水比 w_{opt} は、11.8%であるため、最適含水比よりも 2%ほど乾燥側の含水比で最大圧縮応力をとったことになる。図-5 でも、含水比が増加すると圧縮応力が減少する傾向が見られる。最適含水比 w_{opt} は、15.7%であり、細粒分含有率 30%と同様に、最適含水比よりも 2%ほど乾燥側の含水比で最大圧縮応力をとっていると分かる。

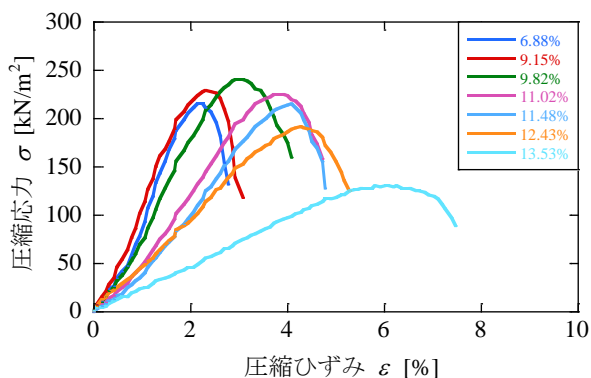


図-4 一軸試験結果(細粒分含有率 30%)

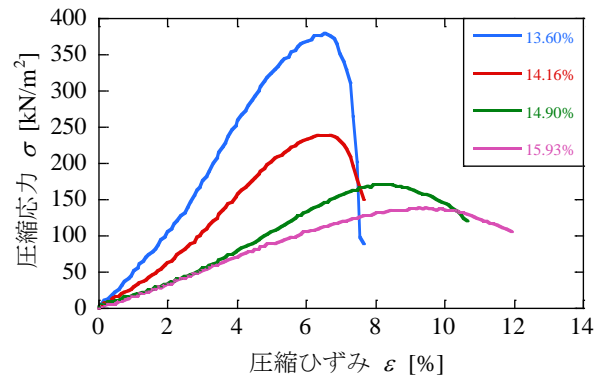


図-5 一軸試験結果(細粒分含有率 50%)

5. 圧密非排水三軸試験

一軸圧縮試験での飽和した際の強度を調べるため、圧密非排水三軸試験を行った。拘束圧を 20 kPa、50 kPa として、細粒分含有率 30%、締固め回数 12 回で試験を行った。

図-6, 7, 8 に三軸試験での結果を示す。含水比は最適含水比と、その前後の 2 点を取った。図-6 を見ると、変相点ははっきりと見て取ることは出来ない。間隙水圧開始から体積膨張していき、過圧密の挙動であると言える。体積収縮するような挙動は見られなかったため非常に過圧密であったと考えられる。どの含水比でも同じカーブで膨張しているのが分かる。

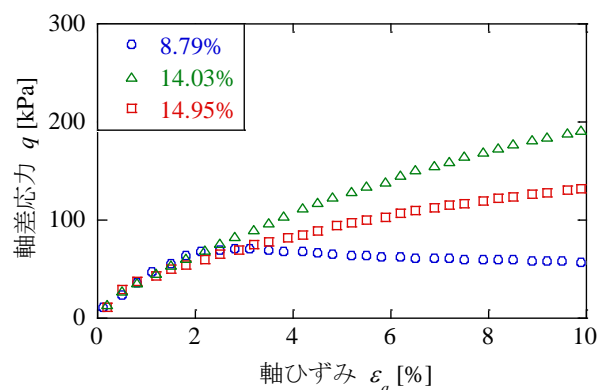


図-6 ひずみ～軸差応力関係(拘束圧 20 kPa)

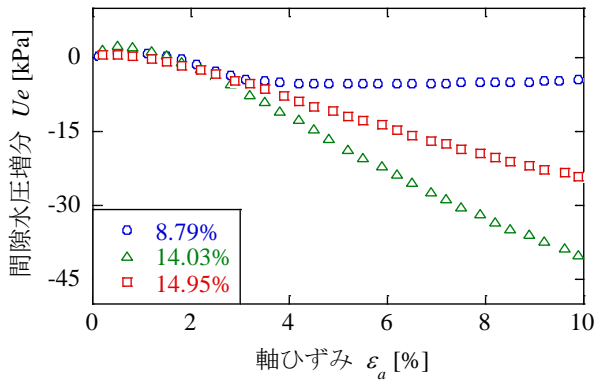


図-7 軸ひずみ～ U_e 関係(拘束圧 20 kPa)

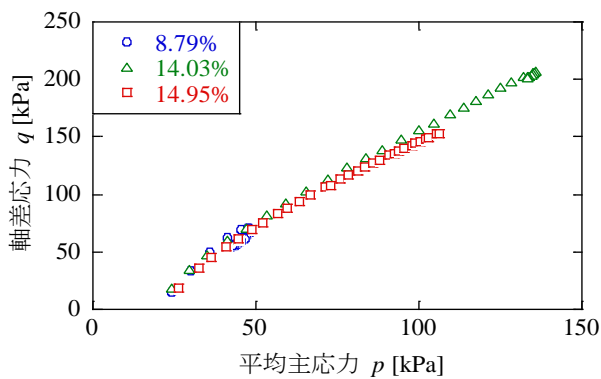


図-8 有効応力経路(拘束圧 20 kPa)

6. 結果の比較

一軸試験での最大圧縮応力 σ_{max} と、三軸試験でのせん断終了時の軸差応力 q の結果を比較した。結果を図-9 に示す。

一軸圧縮試験では、最適含水比の 2 % ほど低い際に圧縮応力が最大値を取り、その前後は圧縮応力が減少するという動きが見られる。それ

と同様な動きが三軸試験の結果からも見ることが出来る。今回の実験では、拘束圧 20 kPa, 50 kPa とともに試験ケースが 3 回しか出来なかったため正確に比較を行うことは出来ないが、ある程度の傾向を見ることは出来る。一軸圧縮試験、三軸試験ともに最適含水比の 2 % ほど低い際に圧縮応力が最大値を取り、その前後は圧縮応力が減少するが、三軸試験の乾燥側では急激に応力が低下している。不飽和である一軸圧縮試験では、サクシヨンの影響があるために急激な低下が見られないものとする。三軸試験では、飽和させるためサクシヨンの影響が現れず、このような急激な減少につながったものとする。

7. まとめ

各試験を行い、それぞれの結果の相関性を比較することが出来た。今後は、実験ケースを増やし、さらなる検討を行いたい。

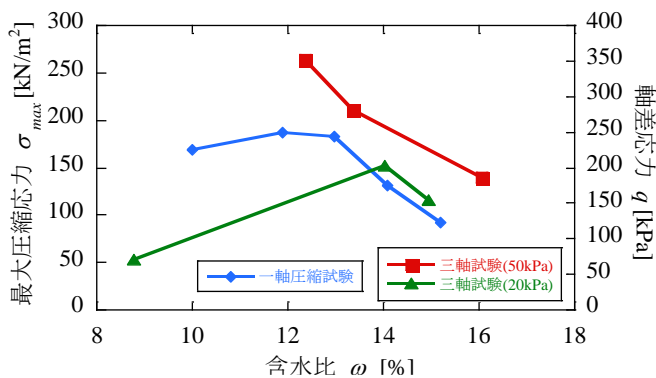


図-9 結果の比較