

土の吸着水の状態変化に着目した造成地盤の強度変化量の評価

前橋工科大学 学生会員 ○鈴木 優希

前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究の背景と目的

造成地盤が作られる際、造成直後の地盤の強度は計測されるが、長期的な強度の回復量を予測されることはされていない。造成地盤の強度回復には様々な要因があると言われ、以下のような要因が考えられている。¹⁾

- (1)粒度, (2)表面積, (3)コンシステンシー特性, (4)活性度,
- (5)粘着力, (6)誘電率, (7)水素イオン濃度, (8)電解質濃度,
- (9)攪乱度, (10)含水比, (11)養生温度, (12)静置時間

粘性土への影響が大きいものとして(4)~(8)、砂質土への影響が大きいものとして(1)、(3)、(10)、(12)などが考えられるが、造成地盤を作る際に使用する土は、粘性土よりも、砂質土系の土のほうが多い。よってこの中で砂質土に関わる要因のもの、(1)、(3)、(10)、(12)について調べたところ、含水比の高いものも低いものも、共に土粒子内の水分の状態変化が土の強度と深く関わっているということがわかった²⁾。そこで本研究では、吸着水が状態変化(図1参照)することで地盤の強度回復にどのように影響を及ぼすのかについて検討を行った。

2. 研究の流れ

- (a) 種類の異なる土で強度回復に違いが出るかを調べるため、研究の対象となる土を三種類採取した。
- (b) これらの土を使ってそれぞれ最適含水比および最適含水比+5%の供試体をつくり一軸圧縮試験を行った。
- (c) 作った直後のもの(自由水)、水分が蒸発しないようにラップで巻いて一日置いたもの(物理吸着水)、七日間自然乾燥させたもの(物理吸着水飽和度小)、乾燥炉で炉乾燥させたもの(化学吸着水)、これらで圧縮試験を行い、強度を調べた。
- (d) それぞれ結果をまとめ、吸着水の状態変化と強度回復量との関係性を求めた。

3. 実験方法

今回使用した土のうち砂質土、粘性土は宮城県南三陸町から、ロームは群馬県前橋市六供町、G.L.-2.0m から採取した。採取した土の粒径加積曲線を図2に示す。それぞれの含水比を最適含水比、最適含水比+5%に調節し、

キーワード 一軸圧縮強度, 乾燥密度, 強度変化,

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1

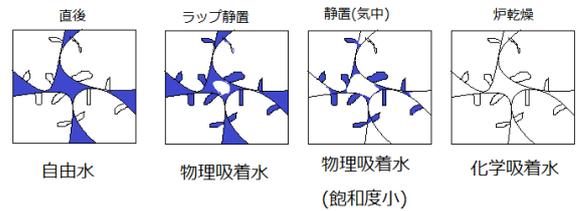


図1 土 粒子間の水分状態

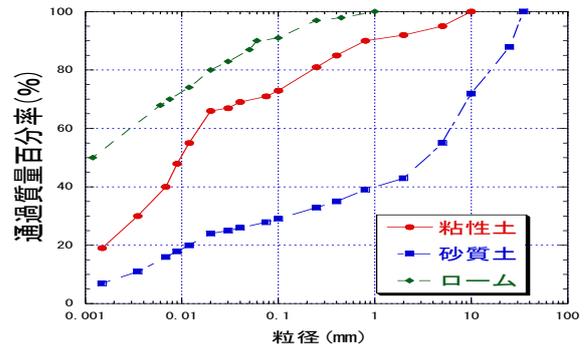


図2 粒径加積曲線 (ロームは参考文献3)より引用)

直径 5 cm、高さ 15cm のモールドに3層に分け、各層質量 2.3kg のステンレス製ランマーを高さ 5 cm から、乾燥密度を変化させるために、落下回数を変えて締固めを行った。締固めた供試体をモールドから取り出し、直径 5 cm、高さ 10 cm となるよう整形した。作製した供試体を圧縮試験機にかけて一軸圧縮強度を測定した。

4. 実験結果

(a) 粘性土(最適含水比 30%)

粘性土の試験結果(表1参照)を見ると、乾燥密度の大小関係なく供試体を作った直後から炉乾燥まで少しずつ強度が上がった。

(b) 砂質土(最適含水比 19%)

砂質土の試験結果(表2参照)を見ると、ラップをまいて一日静置させたものから自然乾燥のところで最も大きな変化が見られた。自然乾燥から炉乾燥ではあまり大きな変化は見られなかった。

(c) ローム(最適含水比 31%)

ロームの試験結果(表3参照)を見ると、ラップをまいて1日静置させたものから自然乾燥させたもの、自然乾

飽和度, サクション

前橋工科大学 TEL: 027-265-7308

表1 粘性土 圧縮強度 (kN/m²) 平均値

最大乾燥密度 1.41g/cm³

乾燥密度 (g/cm ³)	1.24	1.209	1.183
直後	201.4	134.4	114.0
静置	196.6	163.8	111.4
自然乾燥	253.2	242.6	227.1
炉乾燥	423.4	371.8	339.5

表2 砂質土 圧縮強度 (kN/m²) 平均値

最大乾燥密度 1.67g/cm³

乾燥密度 (g/cm ³)	1.650	1.573	1.503
直後	262.7	285.3	206.6
静置	217.3	268.9	200.0
自然乾燥	782.8	514.2	461.5
炉乾燥	573.0	625.0	509.4

燥から炉乾燥で変化が見られた。

- (d) 以上の結果と吸着水の状態変化をまとめると、自由水がなくなって物理吸着水となったところでは三種類の土の強度変化があまり見られなかった。ここで変化が見られなかった理由を考えたときに、全て最適含水比で供試体を作って試験を行っていたために大きな変化が見られなかったのではと考えた。次に三種類の土の含水比を最適含水比から 5%上げて同じ試験を行った(表4参照)がそれでも結果は変わらなかった。実験を終えてどのくらい強度が上がったのかを計算すると粘性土では直後の強度に比べ自然乾燥後で強度 2 倍、炉乾燥後で 3 倍となった。砂質土では自然乾燥、炉乾燥共に直後の強度に比べ約 2 倍という結果になった。ロームでは自然乾燥後では直後の強度の約 2~3 倍、炉乾燥後では約 6~7 倍という結果になった。どの土においてもラップを巻いて一日静置させたものの強度はごく少しではあるが直後の強度よりも小さくなるという結果になった。

5. 考察とまとめ

以上の結果から、以下のような知見が得られた。

- (1) 締固め直後の強度よりラップを巻いて一日静置させたときに、強度が下がった。強度低下率は比較的に乾燥密度の大きいものの方が大きくなる傾向が見られた。理由としては、締固め後に一日放置したことで土粒子間の応力が緩和

表3 ローム 圧縮強度 (kN/m²) 平均値

最大乾燥密度 1.385g/cm³

乾燥密度 (g/cm ³)	1.354	1.322	1.256
直後	221.5	169.7	151.8
静置	149.2	155.8	144.2
自然乾燥	831.8	717.4	462.1
炉乾燥	1295.6	1273.4	1075.8

表4 圧縮強度 (kN/m²) 最適含水比+5%

	粘性土	砂質土	ローム
乾燥密度 (g/cm ³)	1.329	1.584	1.295
飽和度	90.08	92.90	86.67
直後	146.7	58.9	75.3
静置	125.8	54.5	65
自然乾燥	551.4	715.2	791.9
炉乾燥	597.9	671	1151

- し、締固めエネルギーが分散してしまったからと考えられる。
 (2) 最適含水比+5%で締固めた供試体は、最適含水比よりも初期強度が落ちた。しかし、最終的な強度は最適含水比のものとはあまり変わらず、乾燥密度の大きさに応じて強度の違いがあらわれた。
 (3) 自然乾燥から炉乾燥に着目すると、砂質土では強度の変化はあまりなくロームでは大きく強度が上がった。これは粒子の細かいローム(図2)は、粗い砂質土に比べて自然乾燥させたときに粒子間に働くサクシオンがより大きくなるからと考えられる。よって自然乾燥させたときの強度から炉乾燥させたときの強度で大きく強度が上がったと考えられる。今回の結果から、含水比が最適含水比よりも高いと初期強度が下がる分強度回復量は大きくなる。また粒子が細かいほどサクシオン量が大きくなり、物理吸着水から化吸着水のみになるところで大きく強度が回復することが示された。

参考文献

- 1) 斎藤二郎：粘性土の強度回復に関する 2, 3 の検討, 大林組技術研究所報, No12, 1976
- 2) 松村夏樹：攪乱粘土の強度回復に関する物理化学的考察, 金沢大学工学部紀要, pp. 55-64, 1973
- 3) 西堀高弘：関東ロームの物理的性質について, 愛知工業大学研究報告 6号, pp.269-278, 1971