

攪乱を受けた灰土の強度・変形特性について

九州工業大学大学院 学生会員 ○松本典子
九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 廣岡明彦
元九州工業大学大学院 齋藤容子

1.はじめに

灰土は、攪乱による強度の低下が著しいという性質を有している。そこで、本研究では熊本県鹿本郡植木町で採取した灰土の不攪乱試料および攪乱を受けた試料を用い、灰土の一軸圧縮強度に与える攪乱の影響を調べるとともに、繰返し载荷後の強度・変形特性を調べ、地震荷重を受けた灰土地盤の軟化傾向について実験的に検討を行った。

2.試料について

2.1 採取方法

熊本県鹿本郡植木町の田原坂公園付近において試料の採取を行った。採取の際には、灰土の上層にある黒ぼく、赤ぼく等と思われる部分を取り除くためショベルカーにより表層を削り取った後、押切り式ブロックサンプリング方法により採取したものを不攪乱試料、ショベルを使って採取したものを攪乱試料とした。表-1 に試料の物理的性質について示す。

2.2 攪乱方法

攪乱試料として以下の方法で作製した供試体を用いた。

(1) ランマーによる突固め

直径 10 cm、容積 1000cm³ のモールドに試料を 3 層に分けて入れ、質量 2.5kg のランマーにより突き固めたものを使用した。以後、1 層当たりの突固め回数が 100 回の供試体を「H100」、200 回のものを「H200」と呼ぶ。

(2) 攪拌機による練返し

攪拌機（幅 14cm、高さ 16cm、150rpm の回転翼を持つ）を投入し、所定の時間練り返したものを使用した。

3.一軸圧縮試験

図-1 にランマーによって突き固めた場合の一軸圧縮強さ q_u と供試体作製時の一層当たりの突固め回数の関係を示す。高含水比の土においてはモールド内へのランマーの突固め操作を本来の締固め効果としてではなくむしろ攪乱効果として期待できるとしている。よって、図-1 より、突固め回数が増加すると、攪乱を多く受け一軸圧縮強度は低下していることが推察される。図-2 に攪拌機によって練り返した場合の一軸圧縮強さ q_u と練返し時間の関係を示す。図-2 より、練返し時間の増加に伴い、一軸圧縮強さが低下していることがわかる。これらの強度低下は、攪乱による土粒子構造の破壊と、それに伴う土粒子間に拘束されてい

表-1 試料の物理的性質

試料		試料 1	試料 2
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)		2.80	2.48
含水比 w (%)		46.5	44.6
液性限界 w_L (%)		58.0	67.6
塑性限界 w_P (%)		33.6	46.3
塑性指数 I_P		11.5	21.2
粒度(%)	4.76mm 以下	100	100
	0.42mm 以下	85.5	93.2
	74 μ 以下	69.9	72.5

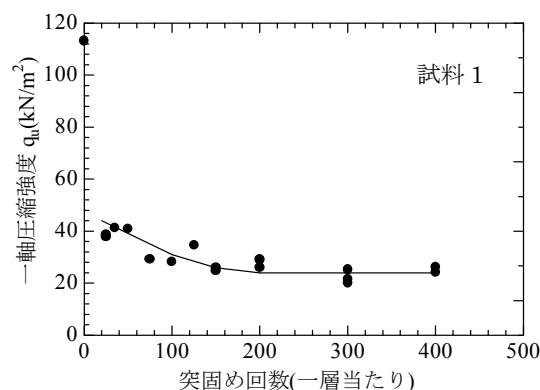


図-1 一軸圧縮強と突固め回数の関係

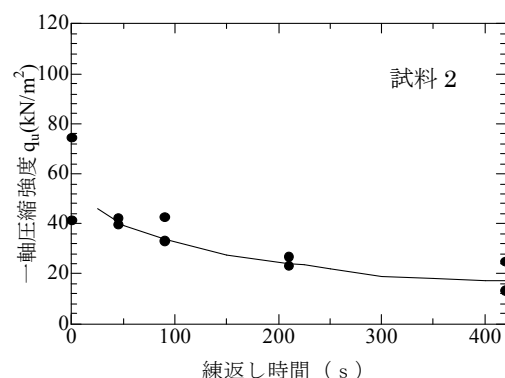


図-2 一軸圧縮強と練返し時間の関係

た非自由水分の自由水化によると考えられる。また、一軸圧縮強度の強度低下は、攪乱方法に関わらず 20kN/m^2 程度までで、それ以下には突固め回数、練返し時間が増加しても低下していないことがわかる。これは、攪乱による強度低下の大きな要因である土粒子構造の破壊がある程度進行すると、終了するためだと考えられる。

図-3 に H200 の養生日数と強度変化の関係について示す。時間経過に伴う強度回復(シキソトロピー性)が確認され、強度の回復は一週間を境にほぼ一定の値をとることが確認される。

4. 静的載荷試験

4.1 実験方法

静的載荷試験には中空ねじり試験装置を用いた。供試体には突固めにより作製したものを用い、寸法は外径 7cm、内径 3cm、高さ 7cm とした。圧密は $K_c=0.5$ の異方圧密で行い、せん断過程では、試料に数%のせん断ひずみが生じる 20 サイクルの繰返し載荷を行った後に、ひずみ速度 $1\%/min$ の単調載荷を行った。なお、比較のため繰返し載荷を行わない場合の非排水せん断試験も行った。また、試料にはシキソトロピーによる強度回復を考慮するため、含水比の変化しない環境で、14 日養生させたものを用いている。

4.1 実験結果

図-4 にせん断応力とせん断ひずみの関係を示す。図より、繰返し載荷を受けていない場合に注目すると、攪乱の程度が大きいほどせん断応力が低下しており、また、各試料に着目すると、各試料とも繰返し載荷を受けることによりせん断応力が低下していることがわかる。

図-5 に繰返し載荷を受けた各試料の剛性低下率とせん断ひずみの関係を示す。ここで G_0 は繰返し載荷を受けていない各試料のせん断ひずみ $\gamma=0.1\%$ における割線せん断弾性係数である。図より H100 の剛性低下率が最も低い値をとっていることがわかる。これは、H200 のように大きな攪乱を受け、土粒子構造の破壊が終了した灰土のほうが、土粒子構造の再構築が行なわれやすく、安定した状態となっているため、H100 のように土粒子構造の破壊がまだ途中段階にあるものよりも、繰返し載荷の影響を受けにくかったのではないかと考えられる。

5. まとめ

本研究では、攪乱を受けた灰土の強度低下および、それが繰返し荷重を受けた場合の剛性低下の傾向を明らかにした。ただし、今回の実験では、攪乱方法が限られているため、今後もさらに攪乱方法等についての検討が必要と考えられる。

- 参考文献 1) 土質工学会編：土質基礎工学ライブラリー10、日本の特殊土
2) 土質工学会九州支部編：九州・沖縄の特殊土

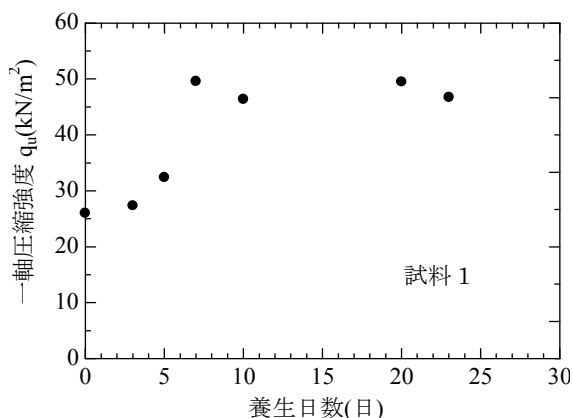


図-3 養生日数における強度変化

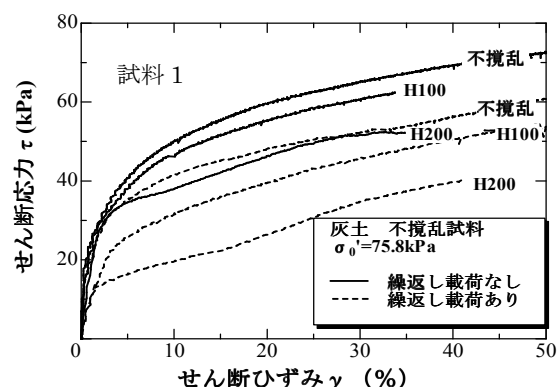


図-4 せん断応力とせん断ひずみの関係

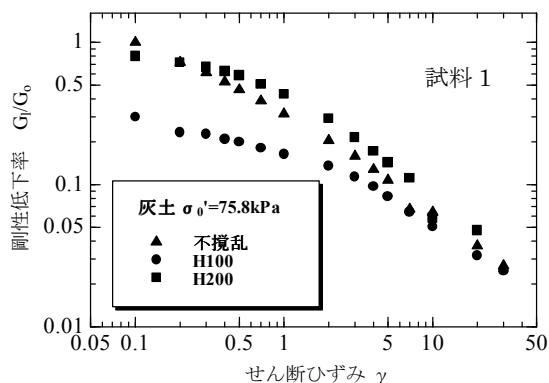


図-5 剛性低下率とせん断ひずみの関係