

盛土の排水条件に注目した火山灰質砂質土の非排水繰返し強度

日本大学 正会員○仙頭紀明

学生会員 柴田 剛

1 はじめに

常磐自動車道の常磐富岡 IC～相馬 IC 区間の福島県双葉町双葉郡寺沢の工事区間には、火山灰質砂質土を用いた道路盛土が施工されている。この盛土材は、段丘堆積物風化火山層をのせる粘性土質砂であり、地元では「ゆな」と呼ばれ、こね返しによる強度低下、吸水膨張が非常に大きい等の特徴¹⁾があり、施工が進むにつれて盛土が不安定化することが危惧された。そのため、現場では対策として盛土に水平排水工²⁾を施工した。その結果、施工時の盛土の安定性が確保できた。しかし、地震時の安定性に関しては不明な点が多いのが現状である。

そこで本研究では、現場より道路盛土材料を採取し、試料の物理特性を把握した。そして、盛土内の排水条件（水平排水層の有無）に着目して地震時の繰返し載荷が作用した盛土の安定性評価の指標を得るために非排水繰返しせん断試験を行った。

2 実験方法

試験に用いた試料は、寺沢地区（図-1 参照）より採取した。供試体は表-2 に示す所定の含水比に調整し、突固めによる土の締固め試験（A 法）により作製した。実験には中空ねじりせん断試験装置を用いた。供試体はトリミング法により外径 7cm、内径 3 cm、高さ 10 cm の中空円筒状に成形した。供試体の飽和には間隙空気を二酸化炭素に置き換えて、脱気水を通水した。背圧を作用させたケースは 100kPa を載荷した。飽和過程後には B 値を測定し、その後、セル圧を 100kPa 載荷した。圧密するケース（ $\overline{\text{CU}}$ ）では供試体の排水完了を 3t 法により確認した。繰返しせん断は、非排水条件で応力制御条件により実施した。載荷周波数は 0.1Hz とし、せん断ひずみ両振幅（DA）が 10%に達するまで継続した。繰返しせん断が終了した後に排水して、再圧密した。実験ケースを表-2 に示す。排水条件（ $\overline{\text{CU}}$, UU），背圧の有無，含水比を変えた 6 ケースである。なお、 $\overline{\text{CU}}$ 条件は盛土内の水平排水層が機能している状態、UU 条件は盛土に水平排水層がない状態で盛土内に過剰間隙水圧が残留した状態を想定した。なお各ケースにおいて 3 つの応力比で実験を実施した。

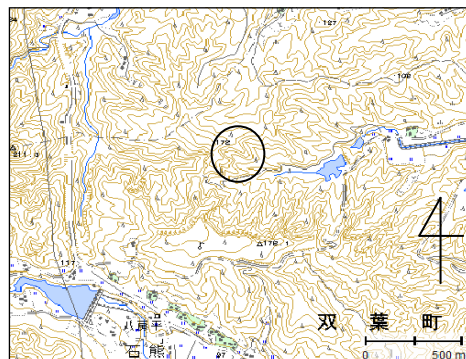


図-1 試料採取地点

(国土地理院 1/25000 地形図に加筆)

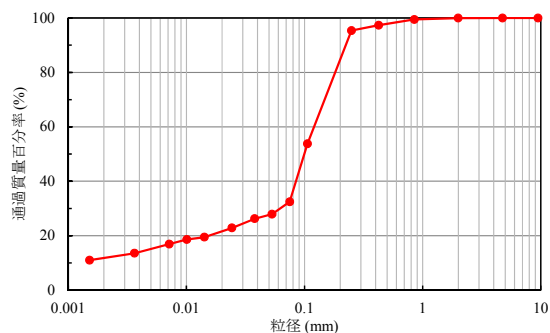


図-2 粒径加積曲線

表-1 物理試験結果

ρ_s (g/cm ³)	w_n (%)	w_L (%)	w_p (%)	I_p
2.615	35.7	49.1	35.4	13.7

表-2 試験ケース

ケース	排水条件	背圧	含水比
1	$\overline{\text{CU}}$	有	現場含水比(36%)
2			高含水比(44%)
3	UU	有	現場含水比(36%)
4			高含水比(44%)
5		無	現場含水比(36%)
6			高含水比(44%)

キーワード 火山灰質砂質土・盛土・非排水繰返しせん断・ゆな

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部土木工学科

Tel: 024-956-8710, e-mail: nsentoh@civil.ce.nihon-u.ac.jp

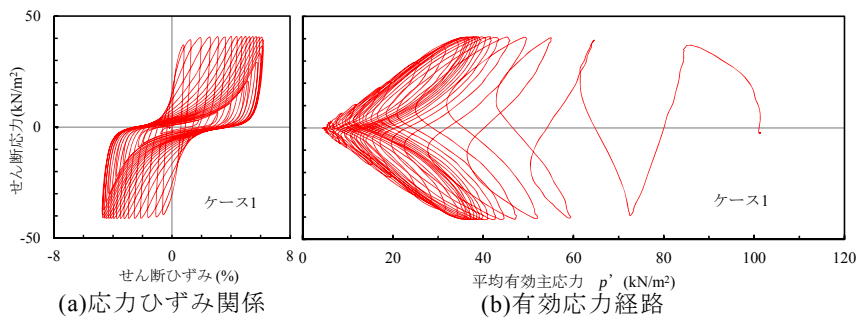


図-3 試験結果の一例(ケース 1, 応力比 0.41)

表-3 初期飽和度と

圧密前の B 値の範囲

ケース	飽和度 S_r (%)	B 値
1	92.3~96.6	0.79~0.84
2	100(102.2~107.5)	0.82~0.89
3	88.1~92.4	0.82~0.83
4	100(100.7~109.2)	0.85~0.89
5	88.0~93.5	0.63~0.66
6	100(107.6~110.0)	0.70~0.72

3 実験結果

物理試験結果を表-1に示す. 本試料は, 塑性指数 $I_p=13.7$ となり, 塑性図では, 低液性限界シルト (ML) に分類された. 図-2に粒径加積曲線を示す. 細粒分含有率 32.5%で, 三角座標から細粒分質砂 (SF) に分類された. 図-3に試験結果の一例(ケース 1)を示す. 図-3 (b) の有効応力経路よりサイクリックモビリティ現象が現れている. また, 本試料ではせん断ひずみの増加とともに有効応力が減少するものの完全にゼロとはならない. この傾向はほかのケースでも見られた. 各ケースの初期飽和度と圧密前の B 値を表-3に示す. 供試体の飽和度は現場含水比と高含水比で異なっているが, 90%弱~100%である. B 値は最高でも 0.9 程度であり, 繰返しせん断過程で有効応力がゼロにはならなかったことと対応している. 加えて, 同じ材料の既往の実験結果³⁾において粘着力を有していることが確認されており, 繰り返して乱すと餅のような状態にはなるものの, 液状化状態にはなりにくいと考えられる. 図-4は排水条件で比較した繰返し強度曲線 ($DA=5\%$) である. $\overline{CU}$ 条件では圧密により強度増加したことで繰返し強度が UU 条件と比べて大幅に上昇している. 図-5は背圧の有無で比較した繰返し強度曲線である. 背圧荷重によって表-3に示したように B 値が高くなったことで間隙水圧が上昇しやすくなり, 繰返し強度が減少している. また, 含水比の違いによって繰返し強度が変化した. 図-4, 5より自然含水比の繰返し強度は, 高含水比のそれよりも強度が大きく, 施工時の含水比管理が, 繰返し強度にも影響をおよぼすことがわかる.

4 まとめ

今回実験した「ゆな」は砂質土と分類されるものの, 細粒分を多く含み粘性土に似た性質も併せ持っている. これにより地震時の繰返しせん断で過剰間隙水圧は上昇するものの, 粘り強い変形挙動を示す. また対策工の有無に注目すると, 対策工が機能していれば圧密による強度増加により, 繰返しせん断強度も増加し, 地震時の盛土の安定性にも寄与することがわかった.

謝辞 この研究は文部科学省の科学研究費 (基盤研究(C): 課題番号 22560500) の援助を受けました.

NEXCO 東日本東北支社いわき工事事務所には試料の提供をいただきました. 記して謝意を示します.

参考文献 1) 宮越信・佐々木龍良・園部昭・滑川英紀(2009): 火山灰質粘性土質砂 (ゆな) による大規模施工について, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, III-46, 375-376. 2) 日本道路協会(2010): 道路土工一盛土工指針, pp163. 3) 仙頭紀明, 齊藤 諒, 齊藤剛一, 細粒分を多く含む火山灰質砂質土の非排水せん断強さの発達特性, 土木学会第 65 回年次学術講演会, III-210, pp.419-420, 2010.

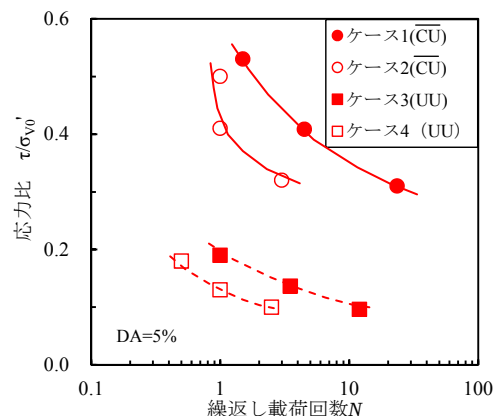


図-4 排水条件が繰返し強度に及ぼす影響

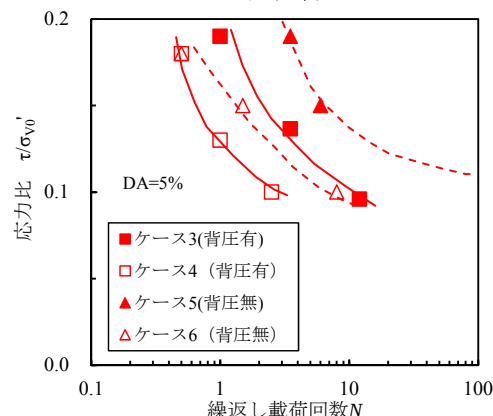


図-5 背圧の有無が繰返し強度に及ぼす影響