

施工時の盛土内に発生する間隙水圧に着目した定ひずみ速度載荷試験

日本大学工学部・学生会員 ○角野 義朗

日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

常磐自動車道の浪江IC~原町IC本線区間2.8kmの寺沢工事区は、火山灰質土を用いた道路盛土が施工されている。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、土砂崩壊、土砂流出が発生し易く、乾燥すると飛散する土質性状である¹⁾。この道路盛土施工中に急激な盛土内の水位上昇が起こり、盛土上段部が変状する現象が発生した。

そこで本実験では、寺沢工事区の道路盛土の上部(EL4)・(EL1)より試料を採取し、その変状の原因と考えられる試料の物理・力学特性を調べた。また、盛土内の急激な水位上昇を説明するために、定ひずみ速度載荷による圧密試験を実施した。あわせて、盛土の安定性を評価するために、その圧密特性について考察した。

2. 採取した試料と実験の方法

試料は、前述の盛土より攪乱と不攪乱試料を採取した(図-1参照)。これらの試料について、物理的性質(含水比試験:JIS A 1203、土粒子の密度試験:JIS A 1202、液性・塑性限界試験:JIS A 1205、粒度試験:JIS A 1204)を調べた。また、定ひずみ速度載荷圧密試験に使用する供試体は、試料EL4、試料EL1は2mmふるいを用いて裏ごしを行い、突固めによる土の締固め試験のA法により成形した。定ひずみ速度載荷圧密試験(JIS A 1227)とは、供試体を片面排水条件の下で、一定のひずみ速度で連続的に軸圧縮したときの圧密量、軸圧縮応力と供試体下面での間隙水圧の変化から圧密諸定数を求める試験である。試験装置の概略図を図-2に示す。今回の実験では、ひずみ速度を0.01%/min、0.05%/min、0.1%/minとし、間隙水圧の上昇に着目して、圧密降伏応力(p_c)、圧密係数(c_v)、体積圧縮係数(m_v)を求め、ひずみ速度の変化による比較を行なった。

3. 実験結果と考察

表-1に試料の物性値を示す。試料EL4、EL1はともにCH(粘土高液性限界)に分類された。図-3に粒径加積曲線を示す。試料EL4は細粒分を26%含み、試料EL1①(攪乱)は69%、試料EL1②(攪乱・不攪乱)は64%含まれた。次に塑性指数 I_p より、ひずみ速度0.05%/minが参考値とされた²⁾。比較対象の試料EL4(攪乱)と試料EL1①(攪乱)は、このひずみ速度をベースとした。しかし試料EL1②(攪乱・不攪乱)は、ひずみ速度別での結果も必要とされるため、全てのひずみ速度で試験を行った。ひずみ速度0.05%/minの条件の間隙水圧と経過時間関係を図-4に示した。試料EL4(攪乱)は間隙水圧の上昇がほとんど見られず、逆に試料



図-1 試料採取場所
(国土地理院より引用)

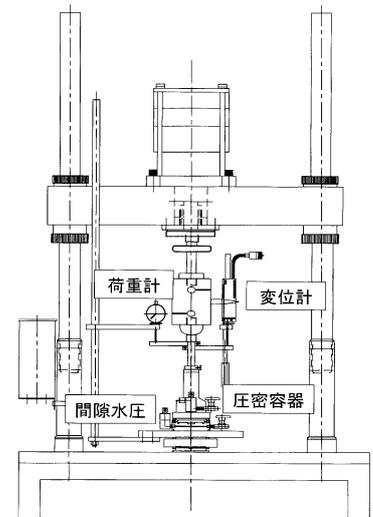


図-2 定ひずみ速度圧密試験装置

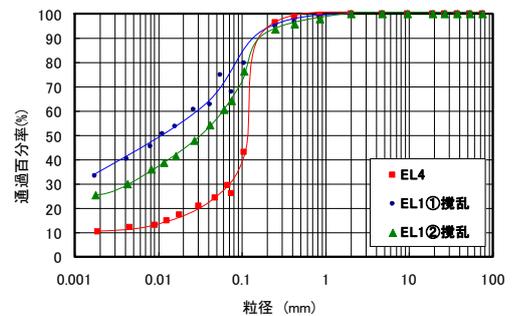


図-3 粒径加積曲線

キーワード：ゆな、定ひずみ速度圧密試験、間隙水圧、ひずみ速度

連絡先：福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8710 TEL 024-956-8858

EL1は、時間の経過とともに間隙水圧が著しく上昇した。これより、盛土の水位上昇の一因が試料EL1の力学特性であることが推察できた。また、ひずみ速度が大きくなるほど間隙水圧上昇量も

表－1 試料の物性値

| 試料 | 項目 | ひずみ速度 %/min | w % | ρ_s g/cm ³ | w _L % | w _p % | I _p | w ₀ % | e ₀ | ρ_t g/cm ³ | S ₀ % | C _c | P _c kN/m ² | m _v m ³ /kN | c _v cm ² /d | k m/s |
|------|-----|----------------|-----------|-------------------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------------------|---------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| EL4 | 攪乱 | 0.05 | 36.5 | 2.639 | 50.1 | 27.5 | 22.6 | 36.2 | 1.102 | 1.710 | 86.7 | 0.280 | 220 | 0.000127 | 27025 | 3.9E-08 |
| EL1① | 攪乱 | 0.1 | 29.7~30.0 | 2.669 | 59.6 | 30.9 | 28.7 | 29.9 | 0.828 | 1.900 | 96.2 | 0.251 | 110 | 0.000195 | 74.3 | 1.7E-10 |
| | | 0.05 | | | | | | 29.8 | 0.858 | 1.864 | 92.6 | 0.203 | 250 | 0.0000818 | 210 | 1.9E-10 |
| EL1② | 攪乱 | 0.1 | 34.7~36.3 | 2.664 | 58.2 | 28.8 | 29.4 | 35.6 | 0.997 | 1.809 | 95.2 | 0.213 | 40 | 0.000428 | 226 | 1.2E-09 |
| | | 0.05 | | | | | | 34.9 | 1.055 | 1.749 | 88.2 | 0.191 | 35 | 0.000193 | 2128 | 1.9E-09 |
| | | 0.01 | | | | | | 36.2 | 1.056 | 1.765 | 91.4 | 0.158 | 73 | 0.000394 | 83.6 | 4.9E-10 |
| EL1② | 不攪乱 | 0.1 | 36.3~38.3 | 2.664 | 58.2 | 28.8 | 29.4 | 36.3 | 1.100 | 1.730 | 88.0 | 0.232 | 110 | 0.000273 | 6273 | 2.4E-08 |
| | | 0.05 | | | | | | 36.7 | 1.042 | 1.783 | 93.4 | 0.204 | 50 | 0.000436 | 246 | 1.3E-09 |
| | | 0.01 | | | | | | 38.3 | 1.110 | 1.750 | 92.2 | 0.234 | 60 | 0.000489 | 1300 | 1.0E-08 |

増すことがわかった。これは、片面排水のため、載荷速度が排水の速度を上回り、供試体の空気が圧縮され、空気圧が発生することで、土中に圧力が溜まりやすくなるためである³⁾。つぎに、ひずみ速度0.05%/minの場合の間隙比と圧密圧力との関係を図－5に示した。試料EL4(攪乱)、EL1(①攪乱)は圧密降伏応力が200kN/m²以上と高く、EL1(②攪乱)、EL1(②不攪乱)は50kN/m²以下となった。これにより、後者の試料は過圧密領域が小さく、土が塑性的な挙動になりやすいことがわかる。図－4に圧密降伏応力が生じた箇所を矢印で示した。間隙水圧の上昇が開始する時刻は、この時刻と等しく、多少のずれはあるものの、圧密降伏応力付近で発生し始めることがわかった。また、表－1より体積圧縮係数は各試料に大きな差が見られず、似た挙動を示すことがわかる。図－6に圧密係数と平均圧密圧力(ひずみ速度0.05%/min)との関係を示す。これより、圧密圧力が増加するにつれ圧密係数が小さくなり、間隙水圧が消散しにくくなる傾向がわかる。また、試料EL4と試料EL1を比べると、10~100倍以上の数値を示し、試料EL4がより間隙水圧が消散し易いことがわかった。

4. まとめ

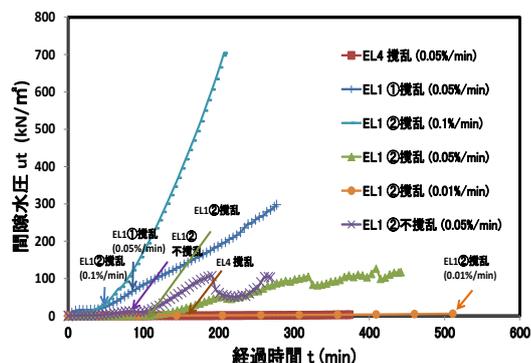
盛土の間隙水圧の上昇には、盛土材料の圧密係数とひずみ速度が大きく影響することがわかった。また、間隙水圧の上昇の要因としては、圧密降伏応力付近で間隙水圧が上昇し始めることがわかった。試料の力学特性から判断すると、試料EL1は圧密降伏応力および圧密係数が小さく、施工時の間隙水圧の上昇に留意する必要がある。

5. 参考文献

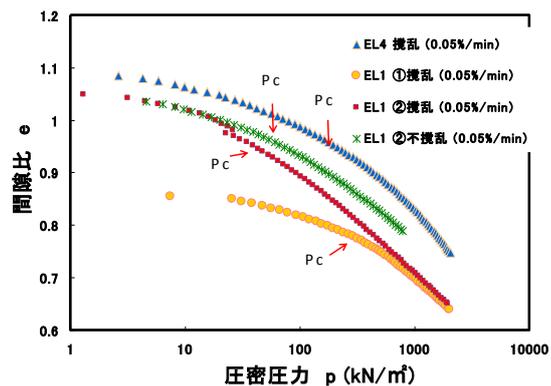
1)宮越・佐々木(2009)：火山灰質粘性土質砂(ゆな)による大規模施工について、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要Ⅲ-46,pp.375-376. 2)地盤工学会 (2009):地盤材料の方法と解説,pp.500-504. 3) Hilf, J.W. (1948) : Estimating construction pore pressure in Rolled Earth Dam, Proc. Of 2nd I.C.S.M.F.E. Vol. 3, pp.234-240.

6. 謝辞

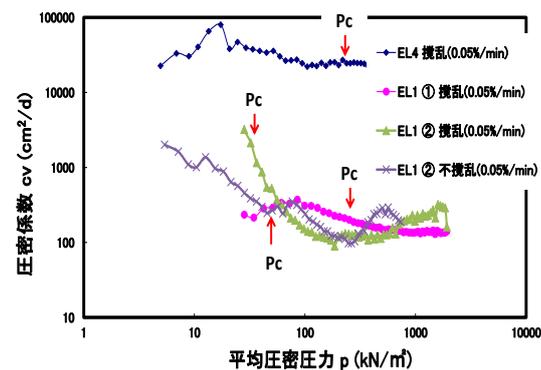
東日本高速道路(株)東北支社いわき工事事業所をはじめ、工事関係者各位に、現場見学及び試料採取について多大な御協力をいただきました。謹んで謝意を示します。



図－4 間隙水圧と経過時間



図－5 試料別における圧密曲線



図－6 圧密降伏応力における圧密係数