

火山灰質砂質土で造成した盛土の流動的崩壊メカニズムに関する研究

○日本大学工学部 学生会員 柳沼太希
日本大学工学部 正会員 仙頭紀明

1. はじめに

東日本大震災により岩手、宮城、福島を中心に造成盛土被害が多数報告されている。福島県では福島市、須賀川市、いわき市、白河市を中心に報告されている。そのうちの多くが谷埋め盛土の被害であった。須賀川市長沼総合運動公園では火山灰質砂質土の造成盛土が地震によって流動的崩壊を生じた。その破壊形態から現場では盛土内が高含水比であり、繰返しせん断強度も低かったものと考えられた。そのため、物理特性、保水特性、繰返しせん断特性を調べるために室内実験を実施し、盛土の流動的崩壊メカニズムを解明することを目的とする。

2. 実験方法

対象地点を図-1に示す。盛土被害現場の写真を図-2に示す。盛土は周辺の地山を切り崩し、水田を埋めて造成された。なお本地点は土地分類調査(長沼)によれば表層地盤は石英安山岩質凝灰岩である。物理特性を把握するため含水比試験(JIS A-1203)、土粒子の密度試験(JIS A-1202)、粒度試験(JIS A-1204)、液性、塑性限界試験(JIS A-1205)を行った。表-1に物理特性をまとめて示す。図-3に粒径加積曲線を示す。盛土材は火山灰質土としては土粒子密度が高かった。これは石英岩であり、多くの火山ガラスを含んでいるためである。粒度分布よりは細粒分を11%~31%含んでおり、そのためSFG(細粒分質礫質砂)、またはSF-G(細粒分混じり礫質砂)に分類された。保水特性は保水性試験(JGS 0151)の加圧板法を行った。内径4.6cm、高さ3cmの



図-1 対象地点
(1/25000 地形図より引用)



図-2 盛土被害現場

表-1 物理特性

	ρ_s g/cm ³	ρ_t g/cm ³	W %	wL %	wP %	IP	工学的分類
NO1	2.646	1.579	14.35	30.7	21.3	9.37	SFG
NO2	2.642	1.625	13.66				SF
NO3	2.639	1.585	18.12	36.0	27.9	8.07	SF-G
NO4	2.633	1.831	15.13	35.5	25.1	10.42	SF-G
NO5	2.629	1.860	21.43	36.0	27.9	8.07	SF-G
NO6	2.642	1.811	23.93				SF-G
NO7	2.671	-	21.23				S-FG
NO8	2.654	-	32.18				SFG
NO9	2.648	-	19.42				SF-G
中湯川	2.642	-	9.83	NP	NP	NP	SG-F

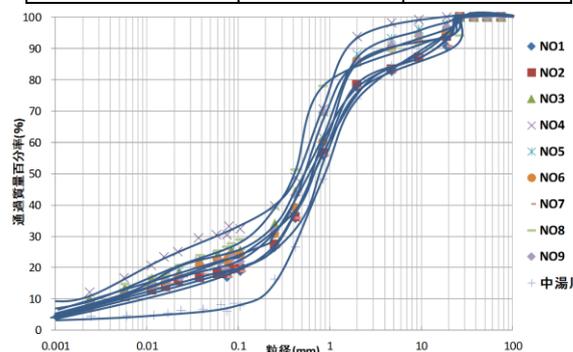


図-3 粒径加積曲線

示す。盛土材は火山灰質土としては土粒子密度が高かった。これは石英岩であり、多くの火山ガラスを含んでいるためである。粒度分布よりは細粒分を11%~31%含んでおり、そのためSFG(細粒分質礫質砂)、またはSF-G(細粒分混じり礫質砂)に分類された。保水特性は保水性試験(JGS 0151)の加圧板法を行った。内径4.6cm、高さ3cmのアクリル製パイプにJIS A 1210のA法の締め固めエネルギーの50%で3層に分けて締め固め、表-1の現場湿潤密度を目標密度とした。その後24時間蒸留水に浸し底面より吸水をさせた。繰返しせん断特性を求めるために中空ねじりせん断試験を用いて非排水繰返しせん断試験を行った。供試体は外径7cm、内径3cm、高さ10cmとし、自然含水比の試料を用いて現場湿潤密度を目標としA法の1/4のエネルギーで締め固めた。供試体を設置し、CO₂を流した後脱気水を流した。その後、背圧100kPaで飽和させた後、100kPaで等方圧密した。繰返しせん断は、周波数0.1Hzのサイン波のせん断応力を非排水状態で与えた。試験時のB値は0.95以上であった。

キーワード：盛土 火山灰質砂質土 保水性 液状化強度

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地、TEL 024-956-8710 FAX 024-956-8858

3. 実験結果と考察

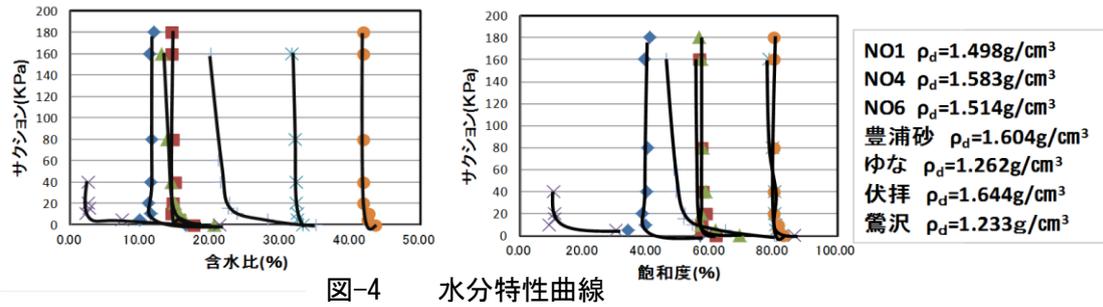


図-4 水分特性曲線

長沼試料(NO1、NO4、NO6)の水分特性曲線を図-4に示す。比較として細粒分を含まない豊浦砂¹⁾、火山灰質砂質土(ゆな)¹⁾、福島市伏拝(火山灰質粘性土)の結果も示す。長沼NO4、NO6の保水性はほぼ等しく、粘性土と細粒分を含まないきれいな砂(豊浦砂)の中間の値を示した。既応の土で最も近い値を示したのが鶯沢試料であった。鶯沢では平成20年の岩手・宮城内陸地震の際に造成盛土の流動的崩壊が生じている。図-5に応力ひずみ関係と有効応力経路の結果の一例を示す。有効応力経路はサイクリックモビリティを示さずに顕著に原点に到達した。このことから土が剛性の回復をせず流動的な挙動を示している。液状化強度曲線を図-6に示す。比較とし供試体をA法で締固めた密度が高い供試体の結果も示す。加えて硅砂5号の緩詰め、中密詰めのDA=5%時の液状化強度結果²⁾も示す。現場密度で締固めた供試体は硅砂5号の緩詰め相当の強度しか示さず、飽和していれば、液状化しやすい土である。密度の高い供試体は硅砂5号の中密詰めの結果と同等であることがわかった。

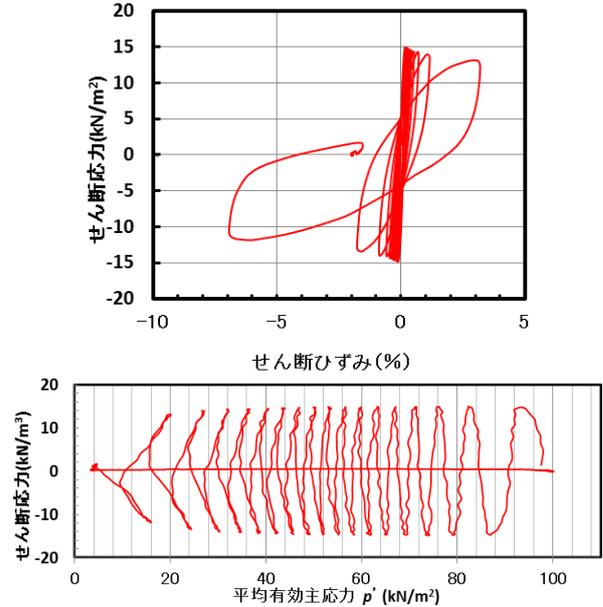


図-5 応力ひずみ関係と有効応力経路の一例

4. まとめ

長沼総合運動公園の流動的崩壊をした盛土より採取した試料について室内実験を実施した結果から以下のことがわかった。保水性試験により長沼試料の保水性が高く造成盛土内が高含水比だったことが推定される。繰返しせん断特性からは、現場湿潤密度の供試体は硅砂5号の緩詰め相当の低い液状化抵抗であった。これらの結果から水分を多く含んだ盛土材の過剰間隙水圧が地震により上昇したと思われる。そのため火山灰質砂質土で造成された盛土の有効応力が減少し剛性低下したことが流動的崩壊を引き起こした要因であると考えられる。

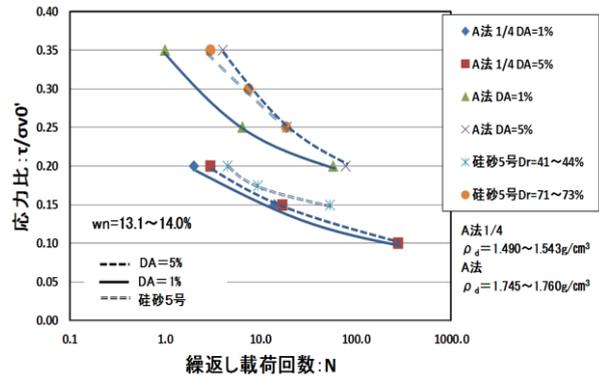


図-6 液状化強度曲線

5. 謝辞

本研究の調査を行うにあたり、須賀川市教育委員会、文化・スポーツ課の上妻秀男氏に協力をいただきました。ここに謝意を示します。

6. 参考文献

- 1)仙頭・中里・堀：2008年岩手・宮城内陸地震で被災した造成盛土の保水特性、第47回土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集III-53,pp-105-106(2009)。
- 2)仙頭・佐古野・平田：砂質土の液状化後の沈下量に及ぼす粒径と密度の影響、第47回土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集III-2,pp.3-4。(2009)。