

回転式土砂流動性試験装置を用いた土の流動性評価

福島工業高等専門学校 学生会員 ○高木 聖人
福島工業高等専門学校 正 会 員 森田 年一

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は各地の地盤に大きな被害をもたらした。その一つが、大規模な液状化被害である。液状化被害としては、液状の土砂が水流として噴出することによる地盤の陥没・沈下や、構造物の倒壊が挙げられる。また、近年は、液状化した後の土による地盤被害も多数報告されており、代表的な被害として、傾斜や段差のある土地の地盤で発生する側方流動が挙げられる。側方流動が起これば、地中構造物にせん断力や曲げの力が発生し、被害をさらに拡大させる恐れがある。そこで、本研究では、回転式土砂流動性試験装置を作成し、液状化した土の流動性について検証することとした。

2. 回転式土砂流動性試験装置の概要

図 1 に示す回転式土砂流動性試験装置は、片側が透明で観察可能な回転体を有しており、中に水と土砂を入れて回転させることで、土が流動する状態を継続的に再現することが出来る。回転体の中には、計測器を配置し、流動した地盤内の応力状態を直接測定することが出来る構造とした。

3. 回転式土砂流動性試験装置の設計

3.1 回転機構の設計

回転機構は、前面の回転ドラムをモータを使用して片軸のみで回転させる。そのため、回転軸及び受け軸は回転のブレがない様に丈夫な構造とし、軸受は 2 か所で受けることとした。また、回転数は 0~30rpm の範囲で任意に制御することが出来るようにした。回転軸の中心は作業性を考え、地上より 1100mm の高さとし、ドラム回転の両側には危険防止のための壁を設けた。

3.2 回転ドラムの設計

回転ドラムは、直径 1000mm、奥行き 500mm の鉄製で、板厚は 6mm である。回転ドラム表面は透明なアクリル製の板で出来ており、内部にある土の挙動を観察することが可能である。また水と土砂の投入が可能となるよう、中心に直径 200mm の穴を開けるとともに、透明アクリル板を半円状に取り外せる構造とした。

3.3 計測器の配置

間隙水圧計(100Kpa)及び土圧計(200Kpa)の各センサをそれぞれ回転ドラムの底面と側面に 3 個配置した。集積されたデータは、無線 LAN で外部のパソコンに転送され、測定したデータのグラフ化や、値の最大値、最小値等の測定が可能である。

4. 回転式土砂流動性試験装置を用いた実験

4.1 実験概要

実験に用いた土試料は、砂(東北硅砂 4 号)である。別途行った同土試料を用いた模型振動実験より、含水比が 18%において、400Gal の加振で液状化現象が発生したことから、本実験では、含水比を 18%から 23%まで 1%刻みで変化させながら行った。また、ドラムの回転数は、12, 13.5, 15, 16.5, 18rpm とした。

4.2 計測データ

ドラム回転時に生じる土砂の流動状態および傾斜状態を動画撮影し、ドラム内に生じた土砂の斜面勾配を



図 1. 回転式土砂流動性試験装置

Key Words : 液状化, 回転式土砂流動性試験装置, 土の流動性評価, 東日本大震災

連絡先 : 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30

福島工業高等専門学校 建設環境工学科 TEL 0246-46-0827

計測した。併せて、ドラム内に配置した計測器により、流動した地盤内の間隙水圧および土圧を計測した。

4.3 含水比と斜面勾配の関係

含水比の変化が、ドラム回転時に生じる土砂の斜面勾配にどのような影響を及ぼすのかについて、両者の関係を図2に示す。図2を見ると、ドラムの回転数に関わらず、18%から21%にかけて含水比が上がると、斜面勾配が小さくなることがわかる。これは、含水比を上げることにより土の流動性が上昇したためであると考えられる。21%~23%にかけては、含水比が上がっても、斜面勾配は一定の値をとる傾向にあることがわかる。含水比が21%以上のケースにおいては、地表面に水が浮く状態であり、土が飽和状態であった。したがって、土の流動性がそれ以上は上昇せず、斜面勾配に変化が生じなかったと考えられる。

4.4 含水比と間隙水圧の関係

ドラム底面に設置した間隙水圧計における含水比と間隙水圧の関係を図3に示す。図3を見ると、ドラムの回転数に関わらず含水比が上がると、間隙水圧も増加する傾向にある。したがって、実際の流動現象を考えた場合、含水比が高い地盤ほど、地盤の支持力が低下した状態が継続するものと考えられる。

4.5 流動速度と土圧の関係

ドラム底面に設置した土圧計におけるドラム回転数と土圧の関係を図4に示す。図4を見ると、流動速度が早くなると土圧がどちらかと言えば上昇する傾向にあることが分かる。したがって、実際の流動現象を考えた場合、流動速度が早い地盤ほど、地中構造物や建物基礎に及ぼす影響は大きくなると考えられる。

一方、ドラム側面に設置した土圧計におけるドラム回転数と土圧の関係を図5に示す。図5を見ると、流動速度の変化に関わらず、土圧は変化せず一定の値をとる傾向にあることが分かる。なぜこのような傾向になったのかについては、興味深い点ではあるが、詳細な検証については、今後の課題としたい。

5. まとめ

- ① 含水比が上がると、土の流動性は上昇する。しかし、一定の含水比レベルを超えると、その傾向は見られない。
- ② 含水比が上がると流動した地盤内の間隙水圧も上昇する。したがって、実際の流動現象を考えた場

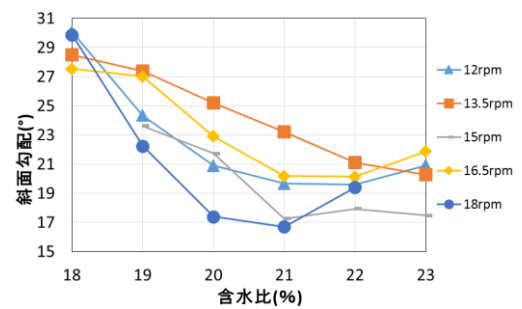


図2. 含水比と斜面勾配の関係

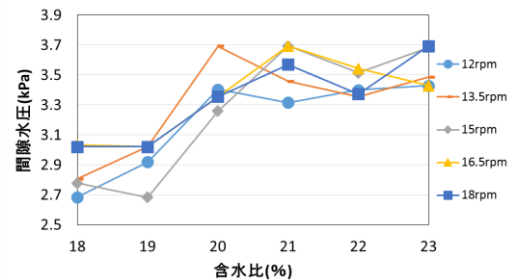


図3. 含水比とドラム底面における間隙水圧の関係

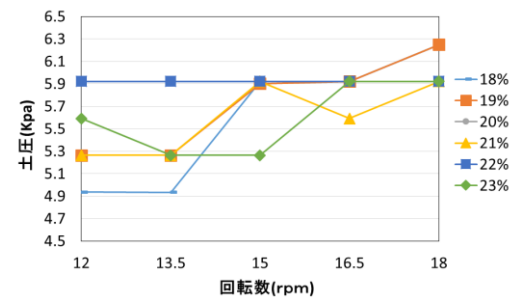


図4. 回転数とドラム底面における土圧の関係

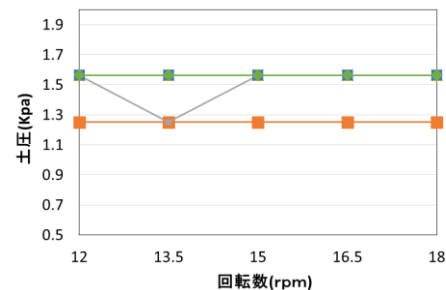


図5. 回転数とドラム側面における土圧の関係

合、含水比が高い地盤ほど地盤の支持力が低下した状態が継続するものと考えられる。

- ③ 地盤の流動速度が早くなると土圧が上昇する傾向にある。したがって、実際の流動現象を考えた場合、流動速度が早い地盤ほど地中構造物や建物基礎に及ぼす影響は大きくなると考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(A):研究代表者:東北大学大学院 風間基樹教授)による「液化した土の変形特性・流動性の評価ー液化化研究の第2ステージへの展開ー」の一環として実施させていただいたものです。記して謝意を表します。