

(Ⅲ-85) 静的傾斜実験での低透水シームによる砂層の流動破壊の検討

中央大学理工学部 学生会員 吉田 賢司
 同上 正会員 國生 剛治
 同上 学生会員 樺沢 和宏
 同上 学生会員 永井 雄

1. はじめに

1938年に米国のFort Peck DamにおいてHydraulic Filling工法で建設したアースダムが建設直後に側方流動によると思われる破壊を生じた¹⁾。これは、地震時液状化に伴う水膜現象が側方流動メカニズムに及ぼす影響とは異なり、何らかの要因によってせん断力が増加し、負のダイレイタンス効果による間隙の再配分が生じて低透水シームの直下に水膜が生成することで側方流動を起こした可能性があると考えられる。我々はこの可能性を探るための模型実験を行ってきた²⁾。

今回は、飽和ゆる詰め斜面地盤に厚さ1~8mmの低透水シーム(カオリン粘土; IP=23、石粉; IP=0)の2ケースを円弧状に挟み込んだ傾斜模型地盤を作成し、その模型地盤をリフトを用いて徐々に傾けていくことによって地盤内のせん断力を増加させていく実験を行った。

2. 実験概要

内寸法800×500×400mmの透明アクリル製土槽に細砂を水中落下法により、ゆる詰めで堆積させて、低透水シームとしてカオリン粘土または石粉を円弧状に挟み込んだ傾斜した2次元形状の地盤を作成する。低透水シームを入れ終わった段階で土槽の底部のバルブから水を排水し、シームに浸透力を加えることにより、圧密による強度増加を図り、その後さらに上部砂層を堆積させる。この模型地盤をリフトで徐々に下方に傾けることによってせん断力を増加させて流動させる。また、流動の様子を把握するために土槽内壁に貼り付けた100×100mmのマーカの動きをビデオカメラで撮影する。さらに地盤の様子(特に水膜の生成状況)を詳しく観察するために、CCDカメラを4台用いた局部撮影も行った。

図-1に実験装置の概略図、図-2に実験で用いた試料の粒径加積曲線、表-1に細砂の物理特性を、表-2に各実験条件を示す。土槽を傾ける角速度については若干の不正確さは含むものの実験を重ねた結果、この程度の差では地盤の流動にはほとんど影響を及ぼさないと考えられる。

3. 結果と考察

図-3に流動
 図と代表点・
 CCDカメラの
 位置、図-4に
 移動量と土槽

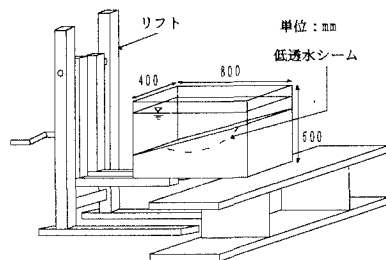


図-1 実験装置の概略図

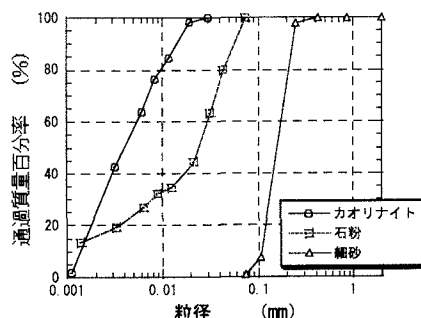


図-2 粒径加積曲線

表-1 細砂の物理特性

土粒子密度	2.718
最大密度	1.589
最小密度	1.224

単位(g/cm³)

表-2 実験条件

	低透水シーム	相対密度 (%)	角速度 (deg/s)	低透水シームの 平均厚さ(mm)	低透水シームの 最大厚さ(mm)	CCDカメラ
case1	カオリン	33.0	0.054	3.2	5.0	①~④
case2	石粉	36.5	0.049	1.8	2.0	①~④
case3	なし	29.5	0.148	0.0	0.0	なし

キーワード：液状化、水膜、模型実験、側方流動、ダイレイタンス

連絡先：〒112-8551 文京区春日1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL03-3817-1799 FAX03-3817-1803

の傾きの関係、写真-1 に水膜とボイリングの状況を示す。

図-3 に着目すると、case1では、低透水シームを境にしてマーカーに不連続な動きが見られ、case2 においても僅かにそ

の様子がみられるが、低透水シームのない case3 においてはマーカーが連続的な動きを示した。さらに図-4 に着目すると、水膜の確認されなかった case2 や低透水シームを挟まない case3 に比べ、水膜の確認された case1 では低透水シームより上部において大きく、一次と二次の2回の流動が生じているのが分かる。この原因として水膜の生成が大きく影響していると考えられる。水膜生成の過程を詳細に観察するために図-3 の位置に取り付けた CCD カメラの映像を見てみると、まず case1 では一次流動の時に、低透水シームより上部の土塊が大きく流動した。その際、地盤の位置によりせん断面が異なり、①周辺では低透水シームの直下の細砂の動きから判断して、薄い水膜が形成され、そこをせん断面として流動した可能性がある。②、③付近では低透水シームの中でせん断面が形成され、④では低透水シームより上部の土塊内でせん断面が形成され流動した。さらに二次流動の開始直後の①付近で、低透水シームの直下に水膜が生成され、上部の土塊が下部よりも大きく側方流動を起こした。その後、写真-1 のように浸透圧の影響が原因で低透水シームが破れ、ボイリングした。CCD カメラの②付近では二次流動の影響により低透水シームが破れてしまって水膜を確認することが出来なかったが、その直前に間隙水の上昇流が見られた。それに比べ case2、case3 では、図-3 からわかるようにほとんど流動を起こさず、CCD カメラの映像でも終始水膜を見ることは出来なかった。この原因として、case2 では低透水シームの厚さが薄かった為に排水された余剰間隙水が低透水シームより上部に逃げてしまい、水膜が生成されなかったことが考えられる。

これらは模型実験によるものであり、実地盤と比較すると非常に拘束圧が低く、同じ密度であれば正のダイレイタンスが生じやすい状態である。にもかかわらず、CCD カメラにより水膜を確認できたので、拘束圧の高い実地盤においては水膜の生成による側方流動の可能性は十分にあると考えられる。

4. まとめ

- ・ 今回の実験ケースの一つでは、流動開始直後に低透水シームの直下で水膜が生成された可能性がある。
- ・ 拘束圧の高い実地盤においては水膜の生成による側方流動の可能性は十分にありえる。

<参考文献>1) Casagrande, A(1965). : The role of the calculated risk in earthwork and foundation engineering. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.91(No.SM4) ,pp.1-40 2) 國生剛治、樺沢和宏：静的荷重条件下における飽和砂斜面での水膜生成の可能性、第 56 回土木学会年次学術講演会、pp346-347

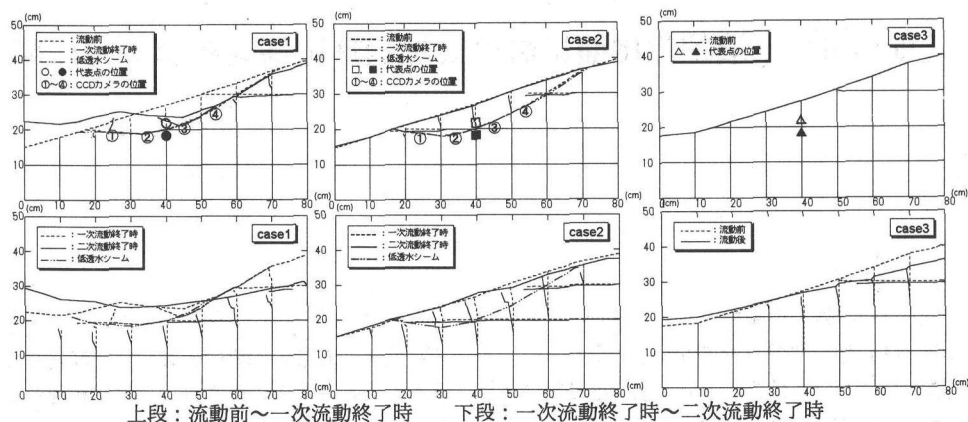


図-3 流動図と代表点・CCD カメラの位置

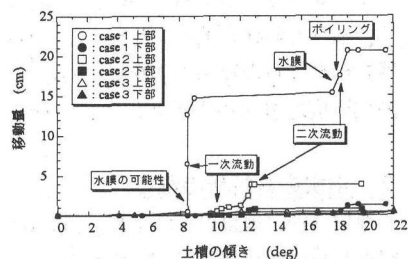


図-4 移動量と土槽の傾き

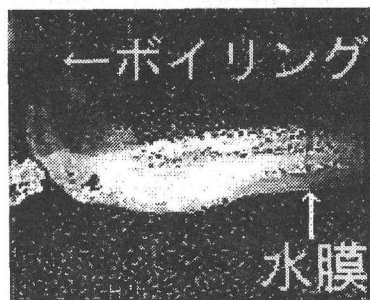


写真-1 水膜とボイリング