図 2.盛土下流部の流動化メカニズム

平成 30 年北海道胆振東部地震における札幌市清田区里塚での谷埋盛土の 流動化に関する振動台実験

京都大学工学研究科 学生会員〇小林 凌 京都大学防災研究所 正会員 上田恭平 京都大学防災研究所 正会員 渦岡良介

1. はじめに

平成 30 年北海道胆振東部地震により札幌市清田区里塚の宅地造成地において大規模な盛土の液状化,流動 化が発生した¹⁾.この宅地造成地は 1980 年頃,旧谷地形に沿って埋土された.地震発生後,上流部では旧谷 線に沿って沈下帯が形成され,下流部では大量の土砂が噴出していた(図 1).今回起きた現象として図 2 の ような盛土下流部の流動化メカニズムが考えられる.本研究では,この谷埋め盛土の流動化が起こった札幌市 清田区里塚を実験対象地域とし,下流部で流動化が起きたメカニズムを 1G 場における振動台実験によって再 現する.模型の条件が異なるケース間の比較によって,流動化が見られた要因を検討することを目的とする.



図 1. 札幌市清田区里塚における被災状況²⁾

2. 実験概要

本実験では、対象地域の土砂が流出した箇所から採取した火山灰砂質土を用い、模型地盤を形成した.採取した土は、土質試験より土粒子密度 ρ_s =2.26 g/cm³、最適含水比 w_{opt} =20~25%、最大乾燥密度 ρ_{dmax} =1.04~1.05 g/cm³、 D_{50} =0.21 mm、 F_c =25% であることがわかった(図 3、図 4).







図4.里塚で採取した土の粒度分布

対象とする地域の地形のスケールは無視し,実際の地形よりも大きい傾斜をもつ片盛土を模型とした(図 5, 6).対象地域のボーリング柱状図より地表部よりも地表部に N 値が小さい層が堆積していたことから,模型 作製時は底面から 5 cm までを緩く作製し,5 cm 以上は締固めを伴って作製した.盛土造成前は谷地形であっ たことを考慮し,木材を使って谷型の基盤を設置した.盛土内に水を浸透させるため,土槽を板によって仕切 り,片側を給水用の水槽とした.対象地域は旧谷線にそって旧河川が流れていたことを考慮し,仕切り板の谷 底部に直径 1 cm の給水口を 2 か所設け,谷底から水が浸透する過程を再現した.盛土外の土槽底面には排水 口を設け,盛土下流側の水位はないものとした.水槽の水位を徐々に上げることでゆっくりと盛土内に水を浸 透させ,水槽の水位がある高さで定常状態となったタイミングで加振し,そのときの盛土の挙動を確認した.

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ケ庄 京都大学防災研究所 地盤防災解析分野

キーワード 盛土 火山灰砂質土 振動台

盛土部の底面長さ,定常時の水槽の水位をパラメータとして,ケースごとに変化させた(表 1).使用した振動台は,インバーターに周波数を入力し,モーターの回転速度を制御することで振動台を駆動させるもので,厳密な正弦波は出力できない.振動台の外に設置した加速度計で加振時の加速度を計測した.



図 5.模型正面図(橙色が締固め部,黄色が ゆるく作製した部分,斜線部が谷型基盤を 表す。)

3. 実験結果および考察

ケース 番号	盛土底面長さ: L (cm)	盛土表面の 乾燥密度: _{ρs} (g/cm3)	締固め度 (地表面): D _e (%)	加振前の水槽 水位: H (cm)
1	30	0.82	78.5	15
2	38	0.83	79.4	15
3	30	0.82	78.5	10

表1. 実験ケース



-60

ケース1では、加速度約40 gal で約15秒加振を続けたところ盛土下流部が流動 した(図8中段). このケースでの加速度を図7に示す.ケース1を流動化がみ られたケースとし、ケース1から条件を変更させることで流動化の発生条件を検 討した.ケース2では、ケース1より盛土底面長さを大きく設定した.ケース3 では、ケース1よりも加振前の水槽の水位(H)を小さく設定した.ケース2,3 においては、加速度約40 gal で加振を続けたところ、盛土下流部の流動化が見ら れず、盛土全体が変形した(図8下段). これらのケース間の比較により、盛土 底面長さ(L)と加振前の水槽の水位(H)が盛土下部の流動化に影響を及ぼし たことがわかる.ここで、それぞれの加振時の盛土内の水位について考えると、 Hを一定でLを大きくした場合(ケース2)と、Lが一定でHを小さくした場合

(ケース 3) は、共通して盛土内の動水勾配が小さくなったと言える.即ち、動 水勾配が小さいケース 2、3 では流動化が見られず、逆にこれらのケースよりも動 水勾配が大きいケース 1 では流動化が見られた.



時間(s) 図7.入力加速度(ケース1)

図 8.上からケース1での 流動前・流動後,ケース 3での流動後の様子

4. まとめ

振動台実験によって,現地で発生した盛土下流部の流動化を再現することができた.また,盛土下流部の流 動化が起こった要因の一つとして,動水勾配が大きかったことが考えられる.

参考文献

1) 西村聡,渡部要一:平成 30 年北海道胆振東部地震による液状化被害,平成 30 年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団速 報会,地盤工学会,2018

地理院地図, https://maps.gsi.go.jp/#16/42.987438/141.460594/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k010u0t0z0r0s0m0f1
(2018 年 3 月 25 日参照)