

# 遠心振動実験に基づく盛土の崩壊機構

日本大学 学 ○永塚 竜也、前田 和秀  
日本大学 正 中村 晋

## 1. はじめに

2004年の新潟中越地震や2007年の能登半島地震などの最近の地震による盛土被害に関する最近の事例には、降雨などが盛土内部へ侵入し、慣性力の増加や地震による強度低下をもたらすことが原因として考えられる被害が散見されている。中村ら<sup>1)</sup>は降雨浸透後の盛土内部の水分性状が盛土の応答や破壊性状に影響を及ぼすことを明らかにするため、乾燥状態および不飽和状態の盛土を対象とした遠心振動実験を行った。実験により盛土の応答や破壊性状を把握することはできたものの、盛土模型の相対密度が想定した実地盤よりも小さく、加振時の飽和度の変化を測定できなかったため、盛土内水分量が盛土の崩壊機構に及ぼす影響を定量的に評価するには至らなかった。

本研究では、前述の実験に対する課題を踏まえ、実地盤に近い相対密度の盛土模型を対象とし、加振中の盛土内の水分量の変化を定量的にとらえるため、遠心振動実験を実施した。土構造物モデルや実験条件は中村ら<sup>1)</sup>の条件と同様であるが、盛土内部の不飽和領域の違いが破壊性状へ及ぼす影響などを把握するため、盛土高さを前回同様の高さおよび少し低くしたケースの2ケースを実施した。

## 2. 実験内容

**2.1 実験モデル：**想定する実地盤モデルは、中村ら<sup>1)</sup>による実験モデルと同様に、台形形状の盛土、支持地盤、基礎層から構成されている。盛土の形状モデルは、天端幅と法面角度が前回と同様それぞれ3.0m、30°とし、高さが前回と同様の6.0m(ケース1)に加え、4.5m(ケース2)の2つを用いた。支持層は厚さ6.0m、基礎層の厚さ5.1mであり、実験は遠心加速度30G場で行うため、相似則に基づき模型モデル寸法は、図1に示すように実スケールの1/30となる。

**2.2 実験条件および地盤材料：**盛土部は、中村ら<sup>1)</sup>が行った空中落下による作成ではなく、最適含水比近傍の水分量にて締め固めながら敷設することにより作成し、相対密度が61%となった。その結果、相対密度が62盛土内の不飽和状態の再現は、前回と同様に盛土高さ3.0m程度まであらかじめ水を張っておき、遠心加速度を上げながらその水を抜くことにより再現した。なお、2ケースとも水を張る高さは変えず、盛土高さを変えることによって、不飽和領域の割合の異なる盛土を再現した。加振には、2003年に発生した宮城県北部の地震の鳴瀬川河口付近で観測された記録のNS成分を用いた。

地盤材料は、基礎層がセメント改良土(7号珪砂+セメント)、支持層が砂(4号珪砂と7号珪砂)、盛土部は砂(8号珪砂)と粘土(トチクレ)を重量比9対1で混ぜ合わせたものを使用した。

## 3. 実験結果とその考察

**3.1 盛土内部の飽和度の変化と過剰間隙水圧性状：**盛土高さ1.5mの位置に設置した土壌水分計により得られた実験中の盛土内部の飽和度の変化を図2に示す。支持層飽和直後、両ケースとも、毛管現象による吸水に起因して、飽和度が大きく上昇している。また、振動実験開始時の飽和度は、両ケースとも75から80%同程度であるが、支持地盤飽和直後にはケース1の飽和度60%弱に対し、ケース2は70%と差が出ている。これはケース2の盛土の体積がケース1より小さく、吸水できる領域が狭いためだと考えられる。

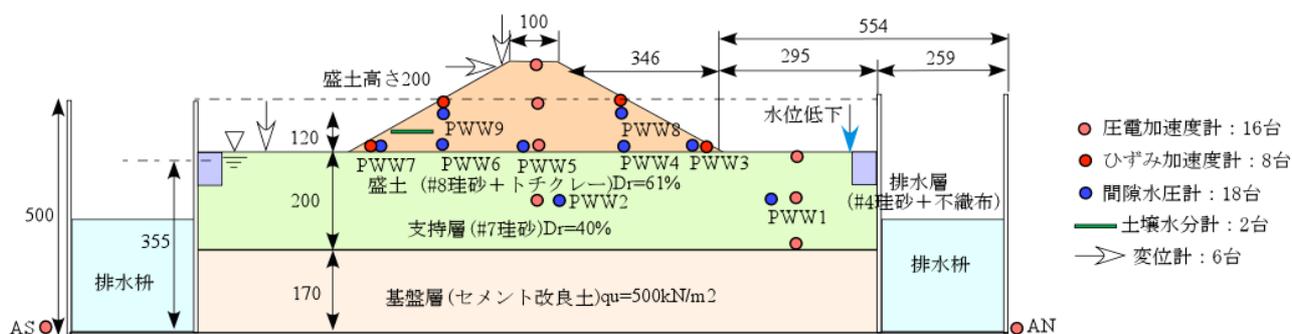


図1 模型断面図

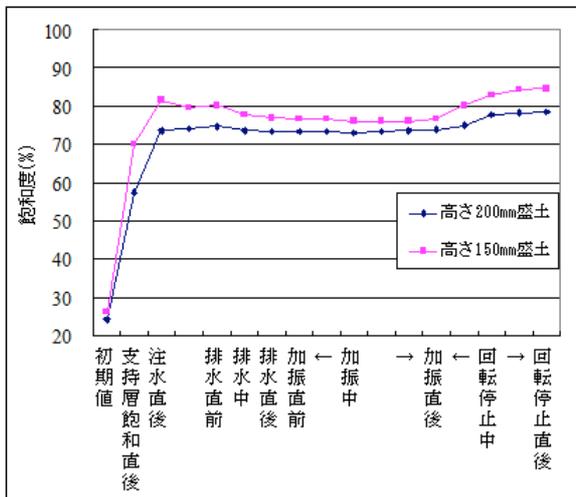


図2 飽和度の変化

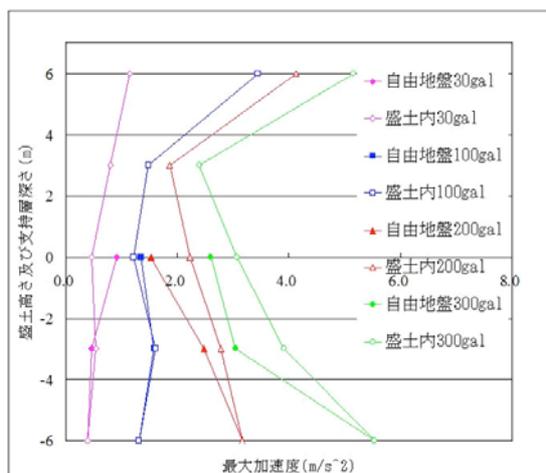


図4 最大加速度分布

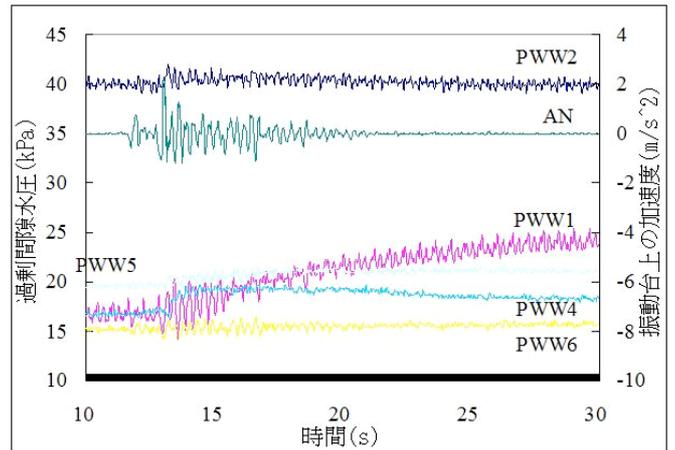


図3 過剰間隙水圧時刻歴



図5 盛土の最終変形性状

300gal加振におけるケース1の間隙水圧時刻歴を図-3に示す。加振による過剰間隙水圧の上昇はケース1, 2ともに前回の実験に比べて小さい。前回の実験に比べ、盛土の相対密度が高いため過剰間隙水圧の発生が抑制されたと考えられる。また、土被りの違いから盛土中央直下よりも、斜面直下において過剰間隙水圧が発生していることから、斜面付近において強度が低下し、破壊が生じている。

3.2盛土の地震応答: 高さ200mmの盛土-支持地盤-基盤層および支持地盤-基盤層内の最大加速度分布の変化を底面位置における加振加速度レベルに応じて図4に示す。支持層部では、加振30galでは各位置において加速度振幅が増幅しているが、100galから300gal加振時に加振位置から盛土底面にかけて盛土-支持地盤系、また支持地盤系とも最大加速度が減少している。盛土内では、200gal以上の加振で、底面から3m位置までの最大加速度が減少している。これらの加速度増幅の変化は、支持地盤、盛土内の地盤材料の非線形化に起因して生じたものと考えられる。また、盛土天端において加速度が増幅しているのは、天端で縦断亀裂が多く入り、加速度計設置位置の土の拘束力がなくなり、不安定化したため片持ち梁式に加速度計が大きく振られたためだと考えられる。

3.3盛土の破壊性状: 相対密度61%の盛土材に対する盛土の最終変形性状を図5に示す。実験では200gal加振から大きなクラックが天端及び法面に生じ始め、300gal加振時には両ケースとも法面のすべり破壊が生じ、ケース2においては大きな法肩及び法面の二箇所大きな段差が生じた。前回の実験より相対密度が高いため、前回より100gal程度大きな加振で変形が生じ始めた。

#### 4. まとめ

細流分を含む盛土内に水分が浸透すると、飽和度は70から80%程度まで上昇するが、盛土の相対密度に応じて過剰間隙水圧の発生が増大する地震作用として加速度レベル増加すること明らかとなった。また、不飽和領域の割合の違いによる水圧の上昇や加速度増幅への影響は顕著に現れていないが、損傷の程度としては盛土内の不飽和領域が広い盛土に大きな段差などが現れるなどの差異が認められた。なお、本研究を行うにあたって(株)大林組技術研究所の補助を受けたことを記して、感謝の意を表します。

#### 参考文献

1)中村晋, 樋口俊一, 澤田純男, 吉田望: 遠心振動実験による含水性状の差異が盛土の崩壊性状に及ぼす影響[土木学会論文集 C.Vol.66, No.2 pp.446-456, 2010]