

降雨による北海道火山灰質土斜面の崩壊とその評価に関する模型実験

著者	井野 寿人, 川村 志麻, 木幡 行宏, 三浦 清一, 石川 達也, 横浜 勝司
雑誌名	土木学会年次学術講演会講演概要集
巻	62
号	3
ページ	13-14
発行年	2007-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1758

降雨による北海道火山灰質土斜面の崩壊とその評価に関する模型実験

著者	井野 寿人, 川村 志麻, 木幡 行宏, 三浦 清一, 石川 達也, 横浜 勝司
雑誌名	土木学会年次学術講演会講演概要集
巻	62
号	3
ページ	13-14
発行年	2007-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1758

降雨による北海道火山灰質土斜面の崩壊とその評価に関する模型実験

室蘭工業大学大学院	学生員	○井野 寿人
室蘭工業大学工学部	正会員	川村 志麻
室蘭工業大学工学部	正会員	木幡 行宏
北海道大学大学院工学研究科	フェロー	三浦 清一
北海道大学大学院工学研究科	正会員	石川 達也
北海道大学大学院工学研究科	正会員	横浜 勝司

1. はじめに

北海道に広く分布する火山灰質土斜面の降雨に起因する斜面崩壊機構を明らかにするために、一連の降雨模型実験を行った。本研究では、表層すべり破壊を対象とするために、斜面内に不透水層を設置し、斜面崩壊に対する降雨強度、傾斜角、不透水層境界部の摩擦および斜面密度の影響が調べられている¹⁾。ここでは、特に不透水層境界部の摩擦の影響、および斜面密度の影響について報告する。

2. 試験装置と試験方法

本研究で用いた模型土槽の内寸法は、幅 2,000 mm、高さ 700 mm、奥行き 600 mm であり、前面には厚さ 20 mm の強化ガラスが設置され、人工降雨に伴う斜面の変形挙動が観察できるようになっている¹⁾。降雨は GL.+2.4 m に設置されたスプレーノズルから水を噴霧させることにより再現されており、その雨量強度 R は 60mm/h と 100mm/h である。使用した試料は、支笏カルデラを噴出源(支笏第一テフラ(Spfa-1))とする柏原火山灰土 ($\rho_s=2.34 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{din-situ}}=0.53 \text{ g/cm}^3$, $D_{50}=1.25 \text{ mm}$, $U_c=3.1$, $F_c=1.3 \%$) である。試料の静的・動的力学特性については既報²⁾に詳しい。

模型斜面は、所定の含水比に調整した飽和土粒子試料を、ローラーにより締め固めて作製(1層 10cm 当たり 1 往復)した斜面と締め固め無の斜面の 2 種類である¹⁾。なお、模型斜面の密度は、締め固め無の場合では $\rho_d=0.46\text{g/cm}^3$ 、締め固め有の場合では $\rho_d=0.48\text{g/cm}^3$ である。不透水層境界部の摩擦の影響を調べるために、斜面と境界との間にアクリル板を設置(Smooth)した場合とアクリル板の表面にサンドペーパー(G100)を貼付けた板を設置した場合(Rough)について、実験を実施している。

ここでは、崩壊機構を把握するためのパラメータとして、間隙水圧、飽和度、PIV 解析³⁾によって算出された斜面内のせん断ひずみが用いられている。間隙水圧および飽和度は、間隙水圧計(pw1~pw7)と土壌水分計(sm1~sm5)によって計測されている。なお、本試験の範囲では間隙水圧に有意な変化が認められなかったこと¹⁾から、以下では飽和度と変形挙動について報告する。また、飽和度がピークを示した時にせん断ひずみが 4-6%発生したことから、この時点が斜面崩壊と定義している¹⁾。なお、降雨によって浸透した水は底部に設置したポンプにより強制排水されているので、浸透力による斜面崩壊現象が研究の対象となる。降雨実験の斜面形状・計器配置図及び試験ケースを図-1と表-1に示す。

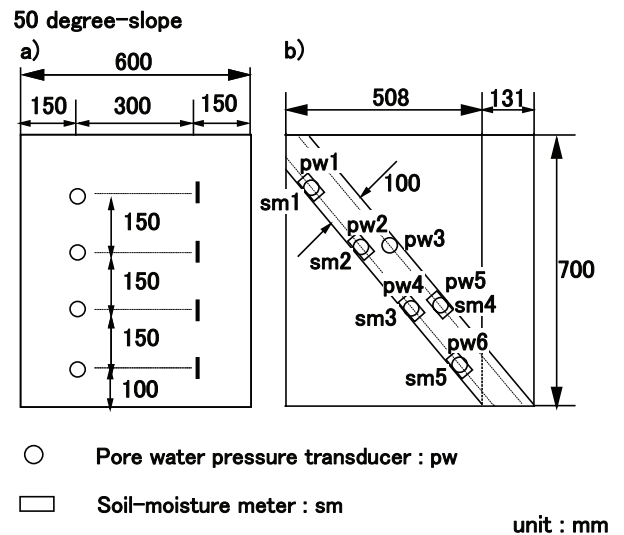


図-1 斜面形状・計器配置図

表-1 試験ケース

Slope angle (°)	50
Rainfall intensity R (mm/h)	100, 60
Construction method	with tamping or without
Base condition (impermeable layer)	Smooth or Rough

図-2は、一例として、斜面傾斜角 50°、降雨強度 100mm/h、Rough 条件における締め固めの有無による飽和度の変化を示した

キーワード：降雨、斜面安定、火山性粗粒土

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1, 室蘭工業大学建設システム工学科, TEL 0143-46-5282, FAX 0143-46-5283

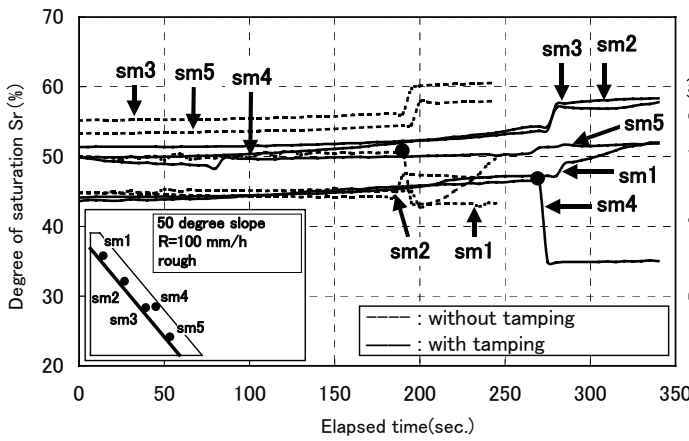


図-2 斜面密度の違い(締固め有無)による飽和度の変化

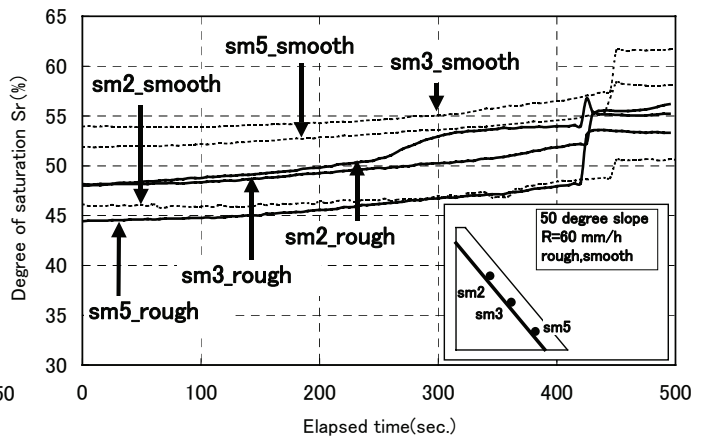


図-3 境界部の摩擦の違いによる飽和度の変化

ものである。なお、崩壊した時点を●印で示す。設置位置の違いによって変化はあるものの、各地点の飽和度は増加傾向にある。特に、sm4の飽和度は、締固め無の場合では187秒に、締固め有の場合では267秒にピークに達し、その後、急激に減少している。この設置点は崩壊時のすべり線が発生する付近でもあり、この飽和度の減少は崩壊の進行に伴うダイレイタンスーの変化を説明したものであろう。また、崩壊時間に着目すると、締固め有無によって明確な違いが現れていることがわかる。これは締固めによる密度増加によって、せん断抵抗が増加したためと考えられる。なお、本試験では締固め有無(密度の違い)によるすべり形状の変化は認められなかった¹⁾。それゆえ、本試験の範囲内では崩壊時間に違いはあるものの、締固め有無(密度の違い)

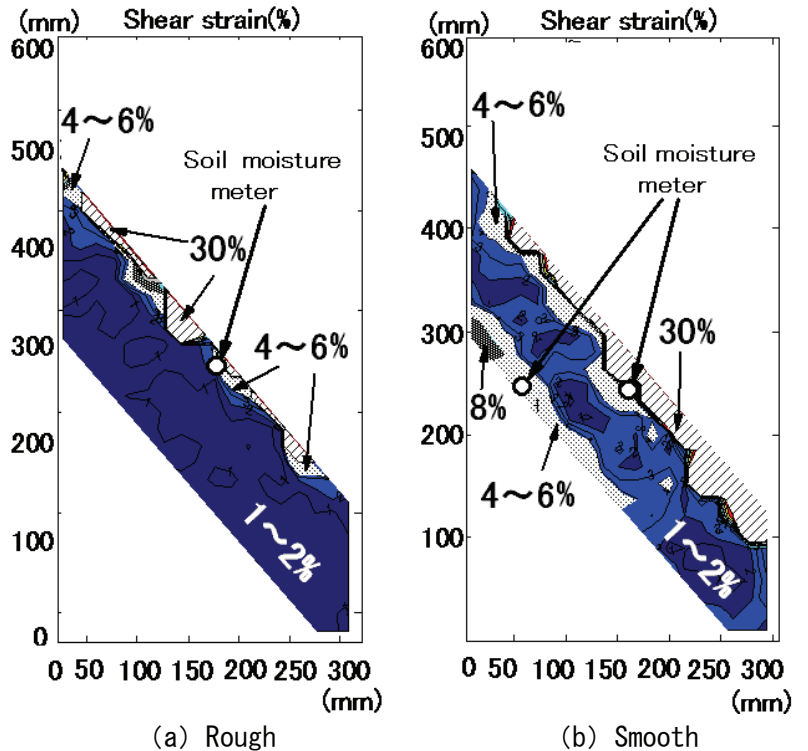


図-4 境界部の摩擦の違いによる変形挙動の変化

が崩壊時のすべり変形状に及ぼす影響は小さいと言える。次に境界部付近の摩擦の影響を調べてみた。斜面傾斜角50°、締固め無、降雨強度60mm/hの条件におけるRoughとSmoothの場合の飽和度変化挙動を図-3に示す。図より、飽和度は降雨開始後上昇し、その後ピークに達していることが分かる。また、設置位置の違いによる飽和度の変化はあるものの、締固め有無の場合と同様、その発達の仕方に違いは認められない。よって、境界部の摩擦の違いが飽和度挙動に与える影響は小さいようである。飽和度ピーク時の斜面内のせん断ひずみを図-4に示す。図より、Roughの場合、表層部ではせん断ひずみは4-6%、境界部では1-2%発生していることがわかる。一方、Smoothの場合では、境界部付近で4-8%となっており、Roughの場合よりも境界部でのひずみが大きくなっている。このように、不透水層境界部の摩擦の違いは変形特性、特にすべり線の発達領域に強い影響を及ぼす可能性が高いことが明らかにされた。今後は、さらにすべり発生機構および破壊モードについて詳細に検討する予定である。

参考文献: 1) 川村ら: 降雨による火山灰質土斜面の崩壊機構とその影響因子, 地盤工学会北海道支部技術報告集, 第47号, pp.171-180, 2007. 2) 三浦ら: 北海道火山性粗粒土の静的および動的力学挙動と粒子破碎, 土木学会論文集, No.547/III-36, pp.159-170, 1996. 3) D.J.White et al.: Soil deformation measurement using particle image velocimetry (PIV) and photogrammetry, Geotechnique, Vol.53, No.7, pp.619-631,2003.