

降雨強度および盛土の法面勾配が豪雨時の盛土斜面崩壊機構に与える影響について

豊田工業高等専門学校 正会員 ○小林 睦
 学生会員 松井 みゆき
 九州工業大学 正会員 廣岡 明彦

1. はじめに

2008 年は全国各地で記録的な豪雨が観測され、昨今の気候変動に起因したこの種の局所的豪雨は、土砂災害に関して脅威になりつつある。一方で、平成 13 年に施行された「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」に則して各自治体においては、土砂災害危険区域の設定がなされているところである。筆者らは、豪雨時の盛土斜面の崩壊メカニズムを明らかにするために、遠心力場において浸透現象に関する時間の相似則を考慮した遠心力場崩壊実験を実施してきた¹⁾。

本報告では、盛土斜面の勾配を変化させて、豪雨時の災害発生メカニズムについて検討を加えていく。

2. 実験システム

図-1 に実験システムを示す。模型縮尺は 1/50 であり、締固め度：70%，実規模斜面高：5m，法面勾配：30 度，45 度である。模型地盤を作製するにあたって、所定の含水比に調節した試料を模型土槽に投入し、乾燥密度 $\rho_d = 1.4 \text{ g/cm}^3$ になるように締め固める。締め固め層厚は 2cm とし、この作業を模型斜面高以上まで繰り返す。締め固め終了後に、型枠を用いて斜面模型を成形する。模型地盤の表面は遠心加速度の半径に併せて湾曲させている。

本研究で用いた試料は、加水量を多くすると団粒化するために、これを締め固めると、模型地盤の随所にマクロ・ポロシティと呼ばれる間隙の大きな領域が形成される特徴を持つ。

表-1 に実験条件を示す。括弧内の数値は実規模換算値である。遠心力载荷中は、模型土槽に搭載した CCD カメラにより模型地盤の挙動を観察、記録している。

3. 実験結果および考察

3. 1. 降雨強度の影響について

2008 年 8 月末に岡崎市で観測された豪雨と同程度の雨量強度 150mm/Hr および大雨警報が発令される程度の雨量強度 30mm/Hr において、斜面崩壊メカニズムを検証した。図-2, 3 にそれぞれ散水実験後の盛土の状況を示す。両ケースともに、散水開始から直ちに表層崩壊が発生したことが確認された。ケース I45R30 においては 15 分後に壊が開始され、ケース I45R150 においては、2 分 30 秒後に同様の崩壊が開始されたことが確認され、最終的に図-2 に示すように表層が大きく崩壊していることが確認できる。これらより、雨量強度が大きくなると崩壊規模が大きくなっていることが指摘できる。豪雨時の表層崩壊のメカニズムは、降雨浸透により表層部の飽和度が上昇し、土塊重量ならびに有効応力の減少と見掛けの粘着力の低減によ

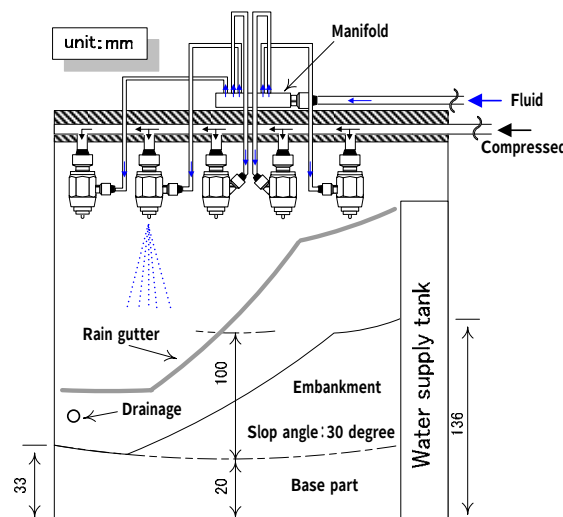


図-1 実験システム図

表-1 実験条件

実験コード	法面勾配(度)	降雨強度(mm/Hr)	散水時間(sec)	総雨量(mm)
I45R30	45	30	360 (5Hr)	150
I30R30	30	30	1080 (15Hr)	450
I45R150	45	150	72 (1Hr)	150

キーワード 遠心模型実験，斜面崩壊，豪雨

連絡先 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 豊田工業高等専門学校 TEL 0565-36-5876

るせん断抵抗力の低下によるものであるが、時間雨量 150mm もの豪雨の場合は、このことに加えて、雨水は盛土内に浸透せずに表層の土砂を流下させたために、崩壊の規模が大きくなったものと推察される。このことは、総雨量が同程度であっても、豪雨時には短時間で規模の大きな崩壊に至ることから、災害規模は降雨強度に依存することを示唆している。

3. 2. 法面勾配の影響

法面勾配 30 度のケースにおいては、総雨量 450mm になるまで降雨を与えたにも関わらず、崩壊土砂は観察されずに図-4 に示すように盛土全体の沈下と前項のような表層崩壊と比較して深い部分でのせん断変形が確認された。これは、ケース I45R30 と異なり、雨水が地盤内に浸透していったことに起因するものと考えられる。

ここで、本研究で用いたまさ土の強度特性を調べるために一面せん断試験を実施したところ、乾燥密度 $\rho_d=1.4\text{g}/\text{cm}^3$ においては、内部摩擦角が $\phi'=40$ 度であることが分っている。盛土の法面勾配が土の内部摩擦角以上である場合、雨水浸透による極めて表層部分での飽和によって見掛けの粘着力が消失すると崩壊が発生することを示唆している。一方で、法面勾配が緩く表層崩壊に対する安定性を保持している場合は、雨水は地盤内に浸透していき、盛土全体の飽和度を上昇させる。さらに、土塊重量の増加により不安定化していくと、大きな円弧に沿ったすべりに対する安定性が低下すると考えられる。図-5 に示す変位ベクトル図のようなせん断変形が生じていることは、このような崩壊メカニズムの中途段階にあることを示しているといえよう。なお、ベクトル図は変位量を強調するために 3 倍表示している。

4. おわりに

本研究では、豪雨時の盛土斜面の崩壊メカニズムを調べるために、遠心力場散水シミュレーションを実施した。その結果、総雨量が同程度であっても短時間での局所的豪雨においては、崩壊の規模が大きくなることが分った。また、急傾斜地崩壊危険個所に指定されるような斜面において、土の内部摩擦角が法面勾配よりも小さく粘着力を有している場合においては、雨水浸透による飽和により見掛けの粘着力が低下し、崩壊発生時期は早くなる可能性がある。

《参考文献》

1. 小林睦, 廣岡明彦, 西垣見歩子: 豪雨時の盛土斜面の崩壊機構に関する遠心力場散水シミュレーション, 地盤工学会誌, Vol.56, No.10, pp. 34-37, 2008

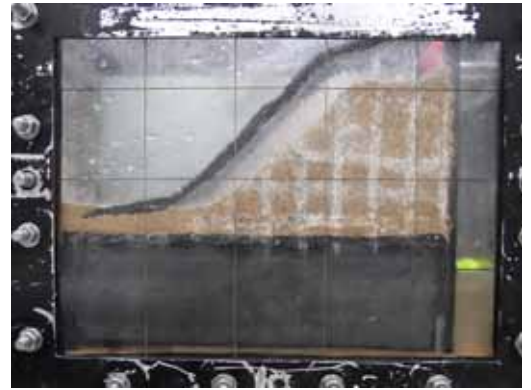


図-2 崩壊状況 (I45R150)



図-3 崩壊状況 (I45R30)

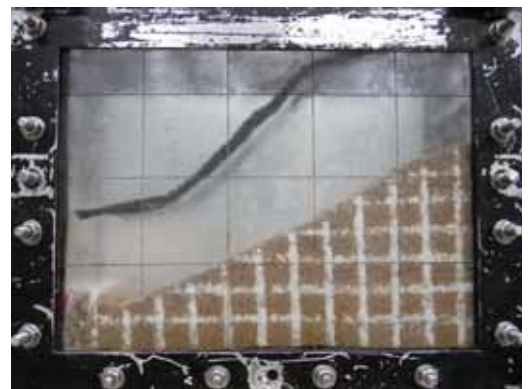


図-4 最終形態 (I30R30)

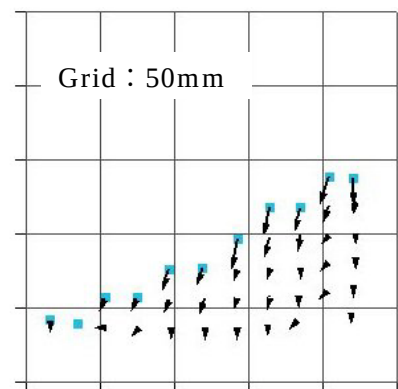


図-5 変位ベクトル図