

降雨による斜面崩壊に関する実験的研究

熊本大学工学部 正 鈴木敦巳 北園芳人
熊本大学工学部 学〇平原浩之 白坂正三 岡山栄

1. まえがき

斜面災害の予測には、いつ(発生時期)どこで(発生場所)どの程度(災害規模、原因)の三要素を明らかにせねばならない。今回の模型実験では、斜面崩壊の要因の中で最も重要である間隙水圧(地盤内の水の挙動)が斜面に与える影響を湧水と今年度の新しい試みである降雨の両面から究明し、斜面崩壊の予測とその機構の解明に役立てようとするものである。

2. 実験方法と実験用土

実験は、安定度の高い斜面に降雨を行ないその後、基盤給水を行ない、どの程度の浸透水圧の作用を受けて崩壊するかに主眼をおいて行った。具体的には、図-1のような実験装置に、熊本県に広く分布し過去に崩壊例の多い灰土(火山砕屑岩風化岩)を、標準エネルギーの2/3のエネルギーで締め固めた斜面に30mmの降雨を3時間行った後、基盤給水を位置・水量を変えて行ない崩壊形態を調べた。表-1に土性を示した。

3. 実験結果と考察

3-1 降雨による飽和度・含水比の変化とコーン抵抗値の関係

図-2は、表層厚36cmの斜面に降雨を行なった後、含水比(飽和度)の分布を調べたものである。降雨前の含水比62.2%、飽和度64.1%であることを考えるとかなり降雨により飽和度が上昇している。しかし、盛土斜面全体の飽和度を上げるには至らなかった。降雨をもっと継続させるべきであらうが、3時間辺りより表面浸食が激しくなるので降雨時間は3時間とした。図-3は、同実験その飽和度とコーン抵抗値との関係を示したものである。飽和度が上昇するとコーン抵抗値が低下するのは、水受るとスレーキング破壊を生じやすい灰土の力学的特性から説明できる。飽和度の上昇幅の大きい所は、コーン抵抗の低下も大きく両者の値の変化は、かなり類似している。飽和度の高い割には、コーン抵抗値の大きく出ているところは、5層による締め固めの影響が出ているものと思われる。

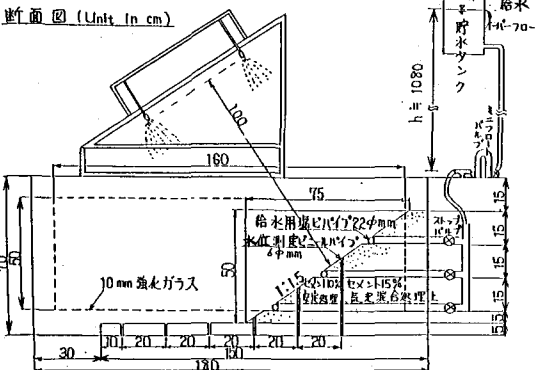


図-1 実験装置

表-1 土性

	模型実験
e	2.63
w (%)	62.2
St (%)	64.1
G _s	2.708
ρ _t (g/cm ³)	1.211
ρ _d (g/cm ³)	0.747
q _u (kg/cm ²)	0.26
q _c (kg/cm ²)	5.1
E ₅₀	10.7
θ	0.464

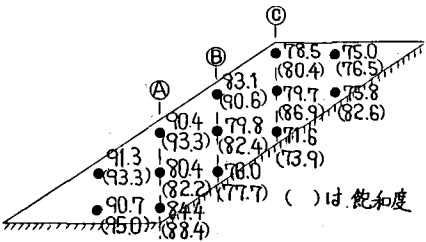


図-2 含水比(飽和度)の分布

3-2 浸透能方程式

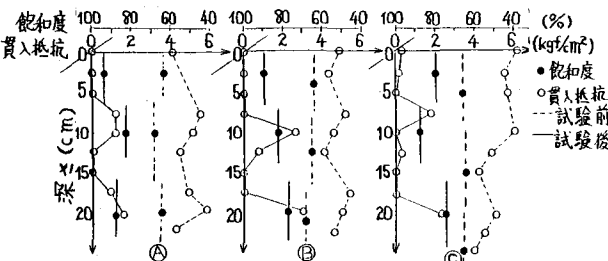


図-3 飽和度とコーン貫入抵抗の関係

降雨として上方からの水供給が十分にある場合の地表より地中へ浸透させる能力(強度)を浸透能という。図-4は、降雨実験での浸透能を表している。降雨開始10分位から表面流水が見られ浸透能が減少しはじめた。降雨終了間近になると排水量が一定となり最終浸透能に達した。また、そのころから表面浸食が顕著に見られ出した。図中の●は、実験値で-----は、Hortonの式で近似したものであるが、20~30分位からはほぼ一致し近似できた。最終浸透能は、表層厚18cm・36cmともに 0.14×10^3 (‰)で透水係数 0.1×10^3 (‰)に近い値となった。

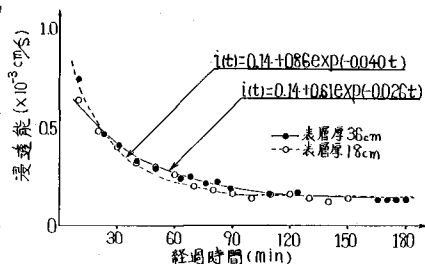


図-4 降雨時の浸透能方程式

3-3 降雨と基盤からの給水による崩壊実験

降雨後の斜面は、軟弱な状態で基盤からの浸透流は、弱い所をとり湧水となり現れる。そのため締固め時の状態が湧水発生場所に影響を及ぼす。湧水までの時間は表層厚・給水量に関係なく5分前後であった。また湧水崩壊前には、その付近のマノメータの上昇が見られ湧水・崩壊とともに下降した。(図-5、図-6) 表-2は、降雨後に基盤給水を行なう実験の一覧表である。

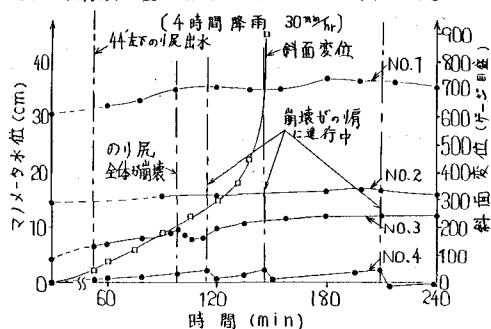


図-5 降雨時のマノメータ・ゲージの変化

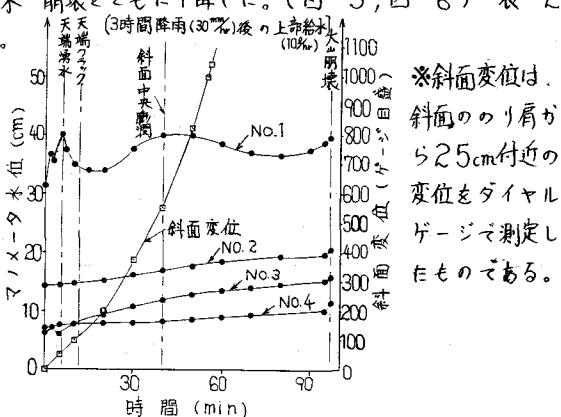


図-6 基盤給水時(上部)のマノメータ・ゲージの変化

4. まとめ

○降雨だけの実験は、降雨浸透・表面流水により、表面が過飽和状態になり流動化する現象(ダレ)が、繰り返しおこる崩壊パターンであった。(図-7 I型)

○降雨後、上部給水を行なう実験では、湧水とともに天端にフラックが入り、そこを円弧すべりの上端として比較的長時間かけて大崩壊した。(図-7 II型)

○降雨後、中部給水をする実験では、斜面中央からのり尻で湧水がおこりその付近で小規模崩壊がおこり、そこから段階的に斜I型(表面浸食拡大)II型(円弧すべり)III型(段階的崩壊)面上部に向かい崩壊していく進行性崩壊のパターンであった。(図-7 III型)

以上のようにおちまな傾向は、見い出すことができた。

しかし、まだデータ不足なので更にいろいろな実験を進めて行きたい。

〔参考文献〕

- 1) 梶原・鈴木・北園：灰土台地の斜面災害について，昭和57年土木学会西部支部講演要旨要Ⅲ
- 2) 高木・岡：雨水流出と不飽和浸透，昭和56年土木基礎，29-9(284)
- 3) 森野・草野：切取りのり面崩壊の早期検知手法に関する模型実験，昭和60年土木基礎，33-12(335)

