

III-297

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 正員 鈴木敦巳 北園芳人
熊本大学工学部 〇学生員 岡山 栄
鹿児島県土木部 平康浩之

1. まえがき

山地の多い我が国では、例年梅雨時の集中豪雨などによって斜面災害が発生し、多大な人的・物的被害を受けている。しかし現在この種の災害は事前にその水を知することは難しく、その技術は未解明の分野が多数存在する。今回の模型実験では、斜面への降雨浸透の傾向を調べ、昨年度より概観の崩壊機構、および事前に役立つ前兆現象の把握を考察して、斜面崩壊の防災に役立てようとするものである。

2. 実験方法と実験用土

昨年度の実験では、基盤結水による浸透流の斜面崩壊に及ぼす影響を調べたが、今年度は散水を行なった後基盤結水を行い、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なった。具体的には図-1に示す実験装置に、熊本県に広く分布し過去に崩壊例の多い灰土(火山碎屑岩風化岩)を採取現場に近い密度に締めて盛土斜面を形成した。この斜面に浸透実験として、30mm/hの降雨に相当する散水を3時間行う実験と、3時間の散水後基盤結水を位置・水量を変えて行ない崩壊形態を調べる実験を行った。なお試料の液性率は自然含水比 $w=63.1\%$ 比重 $G=2.708$ 液性限界 $w_L=58.5\%$ 塑性限界 $w_P=44.5\%$ である。

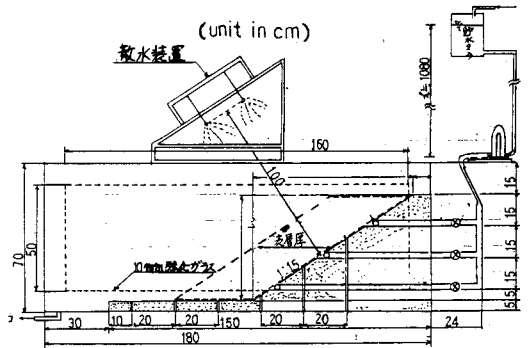


図-1 実験装置

3. 斜面への浸透傾向に関する考察

図-2は降雨実験での浸透能を表している。散水開始10位より表面流下水が見られ浸透能が減少しはじめた。散水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。図中の式は実験値をHortonの式で近似したものであるが、最終浸透能は表層厚18cm, 36cmともに $0.14 \times 10^{-3} \text{ (cm/s)}$ であった。図-3に表層厚18cmおよび36cmの斜面の散水後の飽和度分布状況である。散水前の飽和度が約75%弱である

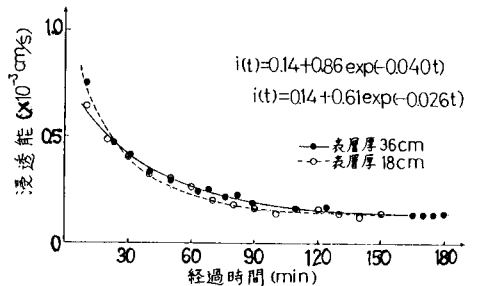


図-2 降雨時の浸透能方程式

と考えると、散水により表層付近の飽和度はかなり上昇しているが、斜面内部の基盤付近までは上昇はみられず、斜面全体の飽和度を上げるには至らなかった。散水をもっと継続させるべきであろうが、灰土のスレーキング破壊を生じやすい力学的特性より、散水時間は3時間とした。また表層厚が18cmと36cmと異なるにもかかわらず、分布状況の似

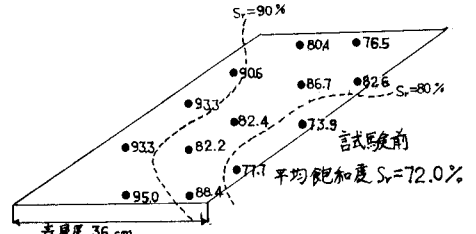
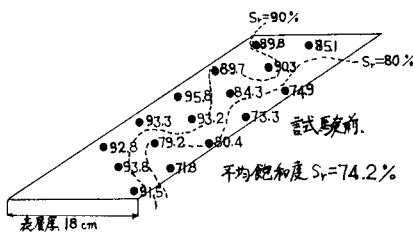


図-3 散水後の飽和度の分布

より表層付近の飽和度はかなり上昇しているが、斜面内部の基盤付近までは上昇はみられず、斜面全体の飽和度を上げるには至らなかった。散水をもっと継続させるべきであろうが、灰土のスレーキング破壊を生じやすい力学的特性より、散水時間は3時間とした。また表層厚が18cmと36cmと異なるにもかかわらず、分布状況の似

通っているのは、図-2の最終浸透能が同一であることから理解できる。なおこの実験結果について浸透流解析を行い、その結果を当日報告する予定である。

4. 崩壊機構に関する考察

図-4は散水前後の飽和度とコーン貫入抵抗の変化を示したものである。これから飽和度の上昇とコーン貫入抵抗の減少との間には密接な関係があることがわかる。散水後の斜面は非常に軟弱な状態で、基盤結水を行い崩壊した斜面のコーン貫入抵抗は殆ど零であった。昨年度の実験では基盤結水のための浸透流であったため大規模な円弧すべりを伴う斜面崩壊が多く見られた。今年度の実験では散水後基盤結水における浸透流が斜面表層部に小さな空洞（水みち）を作り、この空洞よりの湧水が散水により飽和状態となった斜面表層を崩壊していく現象が多く見られた。湧水までの時間は表層厚・結水量に関係なく5分前後で、湧水・崩壊とともに下降した。また湧水・崩壊する部方には膨潤・クラック等が入る現象が見られた。（図-5）

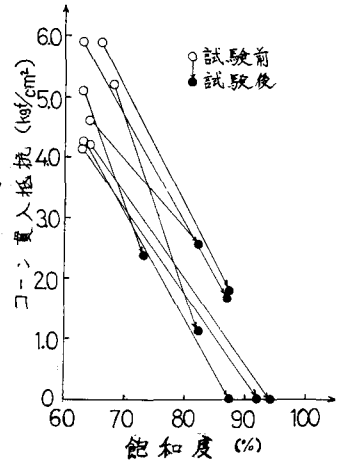


図-4 飽和度とコーン貫入抵抗の関係

5. 結水方法による崩壊形態の相違

実験結果より斜面崩壊のおおまかな傾向は、

- (1) 散水を行なうと降雨浸透・表面流下木により図-3に示されるような表層の飽和部分が流動化する現象が繰り返される表面浸食拡大の崩壊パターンであった。（図-6 I型）
- (2) 散水後上部結水を行なう実験では、結水により斜面底層も飽和し水圧も上昇することより天端にクラックが入り湧水がおこる。しだいにクラック数が増加し、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する円弧すべりのパターンであった。（図-6 II型）
- (3) 散水後中部結水を行なう実験では、斜面中央から法尻で膨潤・湧水が発生しその付近で小規模崩壊がおこる。この結果斜面安定性が低下したことが主な原因となり崩壊が段階的に斜面上部へ波及していく後退的崩壊パターンであった。（図-6 III型）

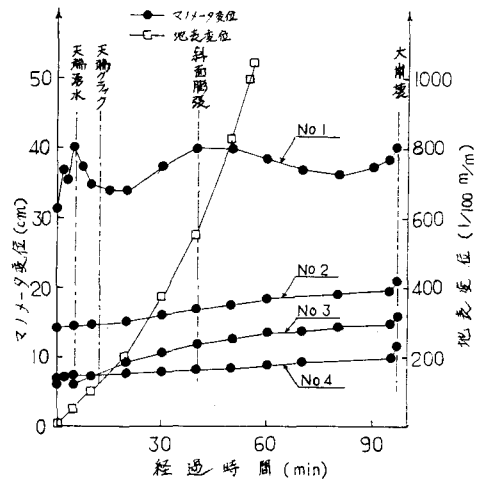


図-5 基盤結水時のマノメータ・ゲージの変化

(図-6 III型)

6. まとめ

今回の模型実験により、降雨だけでは地表面の浸食を促進し地盤内の飽和度の上昇には関与するが、長期の降雨でないと斜面の大規模崩壊

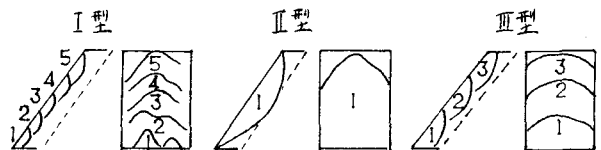


図-6 崩壊形態の分類

の直接的原因にはなっていない。やはり基盤結水しないと大崩壊せず地下水の挙動が崩壊原因として重要となる。以上のようなある程度の結論を得られたが、今後はさらに実験精度を向上させ、数値計算による斜面の挙動解析手法及び現地の崩壊前兆現象を観測するシステムの研究をも行いたい。なお本研究を進めるにあたり、多大の御協力を賜った本学土質研究費の丸山技官並びに卒研生の白坂氏に心より感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 弘中・村上：反土斜面の基盤からの湧水による崩壊実験 昭和59年土木学会西部支部講演概要Ⅲ
- 2) 高木・岡：雨水流出と不飽和浸透、昭和56年土と基礎、29-9(284)
- 3) 梶原・鈴木・北園：反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概要Ⅲ