

雨水浸透によるまさ土斜面の崩壊実験

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚 克忠
学 ○竹屋 雄介

1. まえがき

まさ土斜面の崩壊は降雨によって引き起こされることがほとんどである。降雨による斜面崩壊についての研究は数多く行われてきているが、遠心力場での間隙水圧の計測報告はあまりない。当研究室でも非降雨時のすべり面の位置は低圧域の強度定数を用いて安定計算した結果、遠心模型実験結果と近い結果を得ることができた。しかし、降雨時における安定計算で求まる臨界円が、実験のすべり面と交差するなどの違いが見られた。今回、間隙圧の発生が斜面崩壊に影響を与えているのかを知るために、間隙圧を計測し、その発生と消散を連続写真と関連付けて報告する。

2. まさ土

実験に用いた試料は佐賀県川久保より採取したまさ土である。その物理特性、粒径加積曲線については既に報告¹⁾している。実験には空気乾燥後、2mmふるい通過試料を用いた。これを2mmせん頭粒度とし、試料特性を表-1に示す。

表-1 試料の特性

G _{max}	2.66
D ₁₀ (mm)	0.03
U _c	28.3
Sand (%)	81.5
Silt (%)	9.3
Clay (%)	5.7
ρ_{max} (g/cm ³)	1.80
W _{opt} (%)	16.0
k (cm/sec)	8.91×10^{-3}

3. 遠心力模型実験における間隙水圧の計測

3.1: 実験方法: 実験は図-1に示すようなシステムで行い、降雨時の斜面内の浸透状況を3ヶ所(斜面肩、中腹、先)に設置した間隙水圧計により計測した。また、2.00mmせん頭粒度試料を用いて所定の含水比16.0%、締固め密度 $\rho_s=1.357\text{g/cm}^3$ 、締固め度78.1%になるよう5層に分けて締め固めた後、所定の勾配 $\alpha=50^\circ$ に切り出し模型斜面を作成する。斜面には切り込みを入れた濾紙を浸食防止のために敷いている。実験は遠心力加速度を60G一定で行っているので、換算斜面高さは6mの斜面に対応する。降雨強度は換算で30mm/hourで行った。降水開始から、間隙水圧の測定を行うと同時に連続写真撮影(2コマ/秒)を行った。なお、実験は斜面底部に不透水層を設けるものと、設けない2ケースで行った。

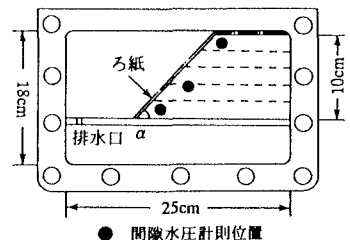


図-2 実験システムの概要

3.2: 遠心力模型実験: 不透水層を設けた場合の崩壊までの間隙圧

(間隙空気圧も含むためここでは間隙圧としている)挙動を図-2に示す。この時、模型斜面が自重による圧密によって沈下し、斜面肩の計測点が大気中に出たために斜面肩での計測値は不確かである。斜面中腹での間隙圧計測値が実験開始とともに徐々に増加していき、斜面崩壊と同時に減少していく。また、崩壊直後に斜面先では間隙圧の上昇が計測されていることから、崩壊直前には不透水層付近で飽和領域が形成されていたと思われる。そのため、拘束圧の低下による斜面先の移動があり、そこから崩壊が始まったと考えられる。同様の条件で木村ら²⁾が実験した結果と比較すると、計測地点の違いはあるが崩壊までに計測され

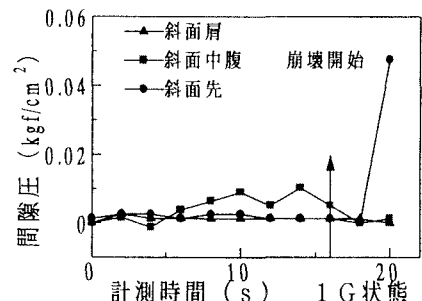


図-2 降雨時間間隙圧挙動
(不透水層有り)

た間隙圧の最大値は近い値を示し、両斜面ともに崩壊時に小さな値ではあるが間隙圧が分布している。この間隙圧が直接崩壊に関係するか解らないが、崩壊時に間隙圧が存在することが確認された。連続写真からも、崩壊直前に斜面先が前方へ移動し瞬時に崩壊するのが観察された。一度、表層すべりが起きた崩壊面に降水

が続くことにより、崩壊で緩んだ斜面肩部の土がさらに深いすべり面を形成していく。その崩壊過程を図-3に示す。

次に、上記の実験条件で不透水層を設けない場合の間隙圧挙動を図-4に示す。模型を直接設置した基盤に穴があいており基盤脇の隙間との両方から排水が行われている。

そのため、模型斜面下方からの排水とともに模型斜面内の隙間中の空気も排出され、空気閉塞にともなう間隙圧の増加は観察されない。斜面先においても浸潤前線の降下にもなう飽和領域の上昇はみられず、斜面先からの崩壊が起こらなかったと思われる。この時は、80秒近く降水を続けたが斜面崩壊を引き起こすことはできなかった。実験後の模型斜面をみると斜面肩中央部において雨水による洗掘がみられた。

4. まさ土斜面の崩壊メカニズム：不透水層を設けないケースから、浸透流のみによって斜面崩壊を引き起こす可能性は小さいことが解った。まさ土斜面は雨水の浸透にともなう自重増加、強度低下、浸透流の影響だけでは崩壊しないようである。

斜面底部に不透水層が存在する場合に、浸潤前線の降下にもなう飽和領域の形成により間隙水圧が発生する。この間隙水圧の発生が最下層斜面先における有効応力の低下につながり、その結果、基礎底部との摩擦力が低下し斜面の崩壊に至ると考えられる。この結果斜面先が移動し、それにもない斜面先より小崩壊が起こり、続いて降水により斜面中腹での間隙圧の発生、自重の増加、強度低下により、斜面表層部での崩壊が拡大していき最終的に大きな崩壊へと移行していると推察される。これに似た崩壊過程が、吉武³⁾によるせん断変位の進行にともなうせん断抵抗の変化を考慮したFEM解析から得られている。

参考文献

- 1) 吉武茂樹・鬼塚克忠・光野智行：せん頭粒度と相似粒度を用いたまさ土斜面の模型実験と安定解析,土木学会西部支部研究発表会,pp.516-517,1994.
- 2) 岩本敏彦・竹村次郎・村石尚：降雨による盛土崩壊とその対策に関する研究,第30回土質工学研究発表会
- 3) 吉武茂樹：まさ土の低拘束圧一面専断試験方法について,「直接型せん断試験の方法と適用」に関するシンポジウム

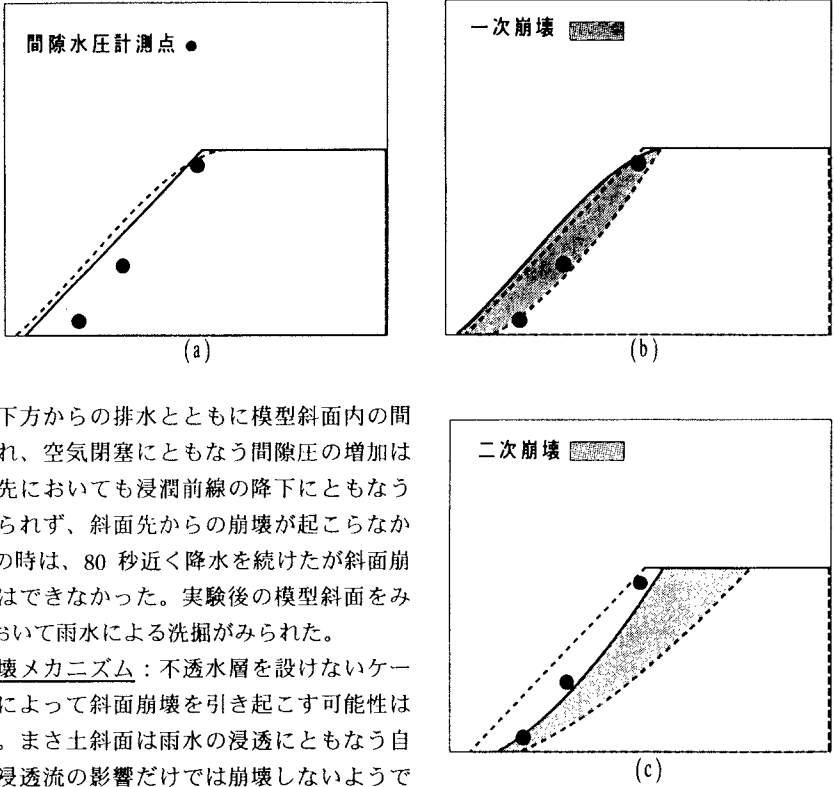


図-3 降雨時まさ土斜面崩壊過程 (a)(b)(c)

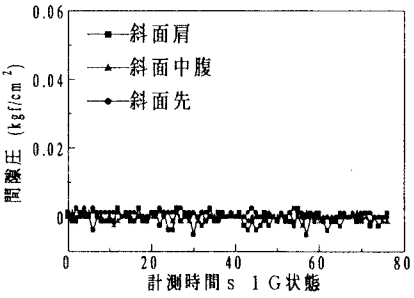


図-4 降雨時間隙圧挙動 (不透水層なし)