

降雨による斜面崩壊の要因に関する基礎的研究

広島市役所 正会員 奥田 靖貴
呉工業高等専門学校 正会員 小堀 慈久
呉工業高等専門学校 正会員 加藤 省二
呉工業高専・専攻科 学生員 岡本有希加

1. はじめに：急傾斜危険地域では,地形的に土砂災害が発生しやすく,梅雨時期における長期的な降雨や台風などの短期的な集中豪雨により各地で土砂災害が発生し,これまで数多くの尊い人命や構造物が失われている. 本研究では,斜面崩壊実験装置を作製し,実験装置内で斜面崩壊を発生させることにより,斜面崩壊メカニズムの要因について検討を行い,また,地盤試料の特性が斜面崩壊にどのような影響を与えるかについての検討を行うことを目的とする。

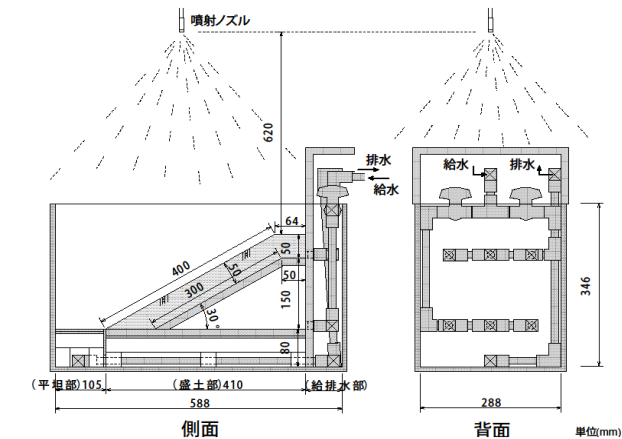


図 1 斜面崩壊実験装置 (単位: mm) 写真 1 間隙水圧計 (大) と土圧計 (小) の配置

2. 実験概要：斜面崩壊実験装置は図 1 と写真 1 に本研究で用いた斜面崩壊実験装置の概略図について示す. 斜面崩壊実験装置を大きく区分すると平坦部, 盛土部及び給排水部より構成されており, これらを内寸長さ 585mm・幅 288mm・高さ 346mm のここに降雨装置として噴射ノズルにより時間降雨 40 mm/h で行った. 計測箇所は 4 か所、間隙水圧計 2 点、土圧計 4 点とした。地盤成形は含水比 $w=3\%$ 、間隙比 $e=0.9\sim 1.0$ とした。試料は豊浦標準砂、まさ土、呉市内崩壊現場のまさ土を用いた。まさ土は 2mm フルイで調整した。力学試験で三軸 CD 試験、物理試験を行った。

表 1 試料の物理的特性

	標準砂	まさ土	現場まさ土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	2.65	2.66	2.61
最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	0.5	2	2
最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$ (g/cm^3)	1.64	1.59	1.67
最小乾燥密度 $\rho_{d\min}$ (g/cm^3)	1.35	1.20	1.35

表 2 試料の力学的特性

	一面せん断試験		三軸CD試験	
	粘着力 C_d (KN/m^2)	内部摩擦角 ϕ_d ($^\circ$)	粘着力 C_d (KN/m^2)	内部摩擦角 ϕ_d ($^\circ$)
標準砂	0.14	34	0	32
まさ土	0.10	39	0	33
現場まさ土	0.07	44	0	32

3. 実験結果及び考察：3・1 標準砂の土圧・間隙水圧の変化：写真 2 に崩壊時（降雨開始 34 分）の状況を示す. 写真 2 より, 1 回目の崩壊は小規模な崩壊だったが 2 回目の崩壊は地すべりに近い崩壊形式となっている. これは, 1 回目の崩壊が進行したことにより, 斜面全体の支持力が低下し, 地中水位が崩壊面まで上昇したことなどから, 土粒子全体が浮力により不安定となったことで崩壊が発生したと考えられる. その後, 2 回目の崩壊以降は大きな崩壊はみられなかった. 実験終了後の含水比は崩壊部で 32.42%, 非崩壊部では 26.73%と差がみられた. 図 2 の間隙水圧の値は,

降雨開始後はあまり変化しなかったが、降雨開始 15 分後から急激に増加していることがわかる。間隙水圧の場合は、斜面地盤が不飽和状態から飽和状態に変化したことにより、間隙水圧が発生したことから、急激に増加したと考えられる。間隙水圧の発生とともに土粒子が大量に移動し、崩壊が発生していることから、斜面崩壊が発生する要因として、間隙水圧の発生が考えられる。

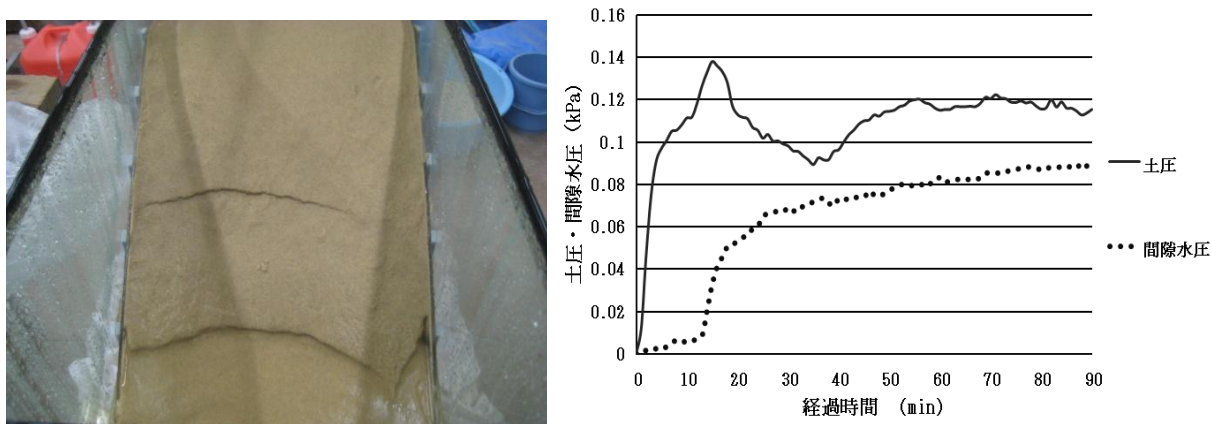


写真 2 崩壊時（降雨開始 3 4 分）（標準砂） 図 2 標準砂の土圧、間隙水圧の変化

3・2 まさ土の土圧・間隙水圧の変化：図 3 にまさ土における土圧と間隙水圧の変化を示す。間隙水圧の値は、降雨開始 13 分後から増加し、標準砂と同様の挙動を示していることがわかる。一方、土圧の値の変化は、標準砂の変化よりも小刻みに変化していることがわかる。その後、まさ土の斜面崩壊は、降雨開始 24 分後に発生した。写真 3 に崩壊時（降雨開始 28 分）の状況を示す。写真 3 より、まさ土の崩壊は、短時間に連続して発生し、1 回目の崩壊から 4 分後には大規模な崩壊となっていることがわかる。降雨開始 28 分後の崩壊が発生した後は、崩壊は発生しなかった。実験終了後の含水比は崩壊部で 28.49%，非崩壊部では 26.00% となり、まさ土では、含水比にあまり差がみられなかった。

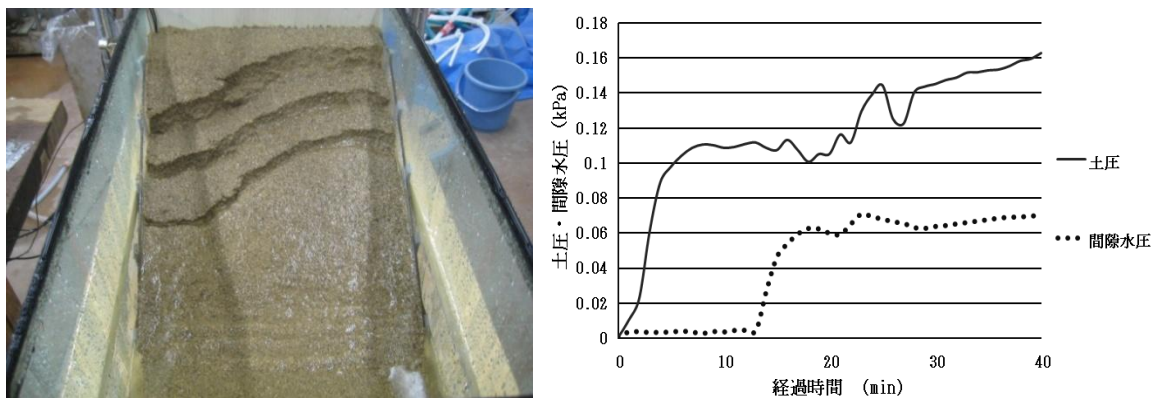


写真 3 崩壊時（降雨開始 28 分）（まさ土） 図 3 まさ土の土圧・間隙水圧変化

3・3 現場まさ土の土圧・間隙水圧の変化：現場まさ土（呉市大入地区）では、降雨開始 70 分後に崩壊が発生した。降雨開始後には、土圧の値は増加したが、間隙水圧の値は、標準砂やまさ土の場合と比較してゆるやかに増加している。これは、現場試料は、比較的透水性が悪いことや細粒分を多く含んでいることから、斜面地盤に降雨が浸透しにくく、間隙水圧が増加しにくいと考えられる。

4. まとめ：1) 斜面崩壊が発生する前に、間隙水圧の値は増加する。2) 標準砂の崩壊は、斜面先から発生し、さらに崩壊が進行する。3) まさ土の崩壊時の土粒子の移動量が多く、崩壊形式は段々状に斜面上部から土塊となり崩壊する。4) 現場まさ土（呉市大入地区）は、崩壊発生まで時間が長く、崩壊形式は、斜面上部から土塊となり、比較的大規模な崩壊が発生する。5) 現場まさ土等、透水性や細粒含有率の違いで崩壊形式、崩壊時間が異なる。等の知見を得た。