

III-599

降雨状況と崩壊の関係

呉高専 正員 小堀慈久・ 広島ガス 岩本敬照・ 福井大学 木曾忠幸
大阪大学 坂田智己・ 東広島市 実本恵一・ 不動技研 末永宏之

1. まえがき

瀬戸内海沿岸一帯は風化花崗岩からなる、いわゆるまさ土地盤の典型的な地域で、毎年6月から9月の梅雨の長雨や台風の襲来による集中豪雨時には各地で斜面崩壊が起きている。そこで、本報告では斜面崩壊の室内模型実験により崩壊と間隙圧、排水量の関係を検討する。また、昭和42年に呉市で起きた斜面災害を取り上げ、模型実験の結果をふまえながら斜面崩壊の要因分析を行う。

2. 実験方法

模型斜面上に川砂、まさ土をそれぞれ2層に分け密詰、緩詰と密度を変え単位体積重量試験を行った。降雨強度はいずれの実験で100mm/hとし、間隙圧を1分間隔で自動記録させながら排水し始めたなら1分おきに排水量を測定した。また、所定の時刻に湿潤前線の位置を知るために写真撮影を行った。

三軸試験は不攪乱試料によりCD試験を行い、飽和及び不飽和の条件で行った。採取はハンドトリミング法、成形は凍結法により行った。軸変位速度は0.17mm/minで行った。

昭和42年災害については、昭和42年にまとめられた調査速報を使用した。立体図は、1:10000地図に50mm×50mm(図上では5mm×5mm)のメッシュを引き交点の高度を地図上より読み取り、それをコンピューターに入力し立体化した。

3. 結果及び考察

(1) 試料の性質

まさ土、川砂、現位置地盤の諸性質値を表-1、表-2に示す。

模型試験に用いたまさ土の間隙比 e は0.63、透水係数 k は 5.1×10^{-3} cm/min、初期含水比 w_0 は0.41%、均等係数 U_c は23.3、 D_{10} は0.18mm、現位置地盤は3カ所を検討し $e=0.86 \sim 1.12$ 、 $w_0=16.1 \sim 28.8\%$ 、 $U_c=100 \sim 240$ であった。

現位置地盤の強度定数は、宮原地区の不飽和での内部摩擦角 ϕ_d が 29.4° 、粘着力 C_d が 0.20 kgf/cm²、また大入地区、見晴地区それぞれの ϕ_d 、 C_d は大入地区で 31.5° と 0.10 kgf/cm²、見晴地区で 35.8° と 0.07 kgf/cm²であった。

(2) 降雨実験の結果

初期降雨時(図-2)における間隙圧の発生は、降雨開始後25分、連続降雨時(図-3)では降雨開始直後となった。これは連続降雨前において初期降雨によって発

表-1 試料の物性値

	V_s (%)	γ_s (gf/cm ³)	G_s	e	D_{max} (mm)	D_{10} (mm)	U_c	k_c (cm/min)
まさ土	0.41	1.61	2.595	0.63	9.52	0.18	23.3	5.1×10^{-3}
川砂	2.42	1.57	2.584	0.85	9.52	0.44	4.1	1.2×10^{-2}
宮原	28.8	1.22	2.589	1.12	19.1	0.005	240	—
大入	16.3	1.39	2.592	0.86	25.4	0.010	100	—
見晴	18.1	1.34	2.613	0.98	19.1	0.009	222	—

表-2 原位置地盤の強度定数

	e	飽和		不飽和	
		ϕ_d ($^\circ$)	C_d (kgf/cm ²)	ϕ_d ($^\circ$)	C_d (kgf/cm ²)
宮原	1.12	30.2	0	29.4	0.20
大入	0.86	30.8	0	31.5	0.10
見晴	0.98	31.7	0	35.8	0.07



図-1 調査地区

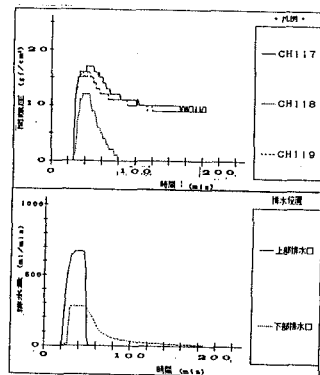


図-2 間隙圧、排水量と経過時間の関係(初期降雨)

生した間隙水がサクシヨンの影響で充分排水されていないためと考えられる。また、最大間隙圧は、初期降雨時で 17 gf/cm^2 、連続降雨時で 20 gf/cm^2 のように連続降雨時の方が大きく、最大間隙圧に達する時間も初期降雨時が降雨開始後40分、連続降雨時が20分と連続降雨時の方が早い。これは、初期降雨が終わりそして連続降雨が始まるまでの時間内に上層の間隙水が重力によって下層に浸透し下層の間隙が水で満たされたためと思われる。

排水状況において、初期降雨時は上部排水口から排水が始まっているのに対し、連続降雨時には下部排水口から排水が始まりしかも降雨直後から排水し始めている。これは透水係数の関係によるものである。

(3) 降雨状況と崩壊件数及び崩壊量

図-4において、7月8日 3時から降り出した雨は1時間当たり20mm前後の雨でその時の崩壊量は約 50 m^3 で比較的少ない。しかし、一度雨が止んだ後の7月9日 5時に再び降りだした雨は前者に比べほぼ同雨量にもかかわらず崩壊量は約 800 m^3 と急激に増加している。もちろん、当日降雨量が多ければ崩壊の危険性が高くなるのだが、図-5からは前日までに降った降雨量によっても崩壊状況が左右されることがみてとれる。例えば、1907年の7月は、当日の雨量が約80mmであるが前日までの降雨量が約280mmと多いため大災害が起きている。前日までに降雨があった場合当日の降雨がいかに連続的な降雨であるか、即ち前日までの降雨から当日の降雨開始までの間隔がいかに短いかによって崩壊の起こる確率が定まってくることを示す。

また、傾斜の大小も大きな崩壊原因であり図-6においては斜面勾配が大きい宮原1丁目や神原は、崩壊量が 7160 m^3 、 1531 m^3 と多い。逆に斜面勾配の小さい宮原2丁目、4丁目、7丁目はそれぞれ 304 m^3 、 2 m^3 、 313 m^3 のように少ない。

表-3 崩壊件数および崩壊量

崩壊区	崩壊件数	崩壊量
宮原1丁目	24	7160
宮原2丁目	8	304
宮原4丁目	1	2
宮原6丁目	10	730
宮原7丁目	20	313
宮原8丁目	11	1183
宮原10丁目	8	830
宮原11丁目	9	686
神原	14	1531
計	12	1107

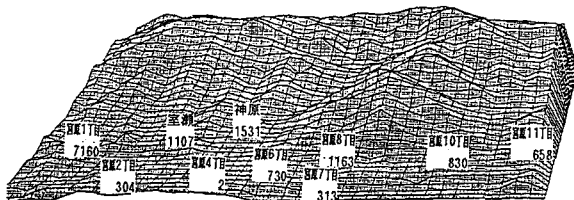


図-6 宮原地区立体図

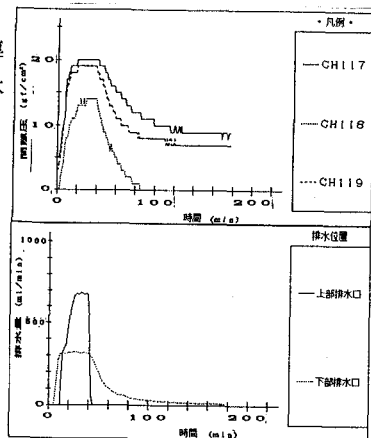


図-3 間隙圧、排水量と経過時間の関係(連続降雨)

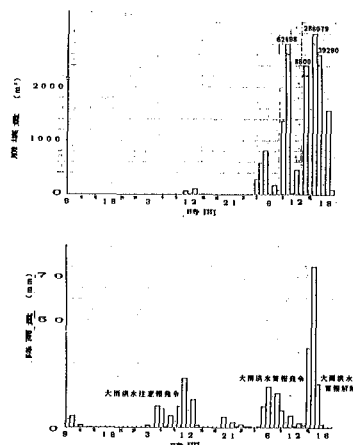


図-4 単位時間崩壊量と単位時間雨量の関係

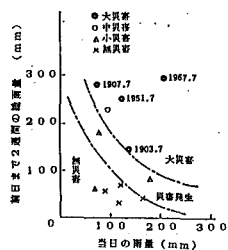


図-5 前日までの降雨量と当日の降雨量の差と崩壊量の関係(宮原地区)

4. 結論

(1) 連続降雨時には、間隙圧が降雨開始直ちに上昇し始める。また最大間隙圧も初期降雨時に比べ大きな。ゆえに当日の降雨量だけでなく前日までの降雨量も重要な意味を持ち、前の降雨から当日の降雨までの間隔、すなわち連続的な降雨であるかどうかの間隙圧、排水状況に影響を与える。

(2) 宮原地区は、大入地区、見晴地区に比べ粒径、内部摩擦角 ϕ_a の点から見て崩壊しやすい地区である。また実際の崩壊件数や崩壊量がそれを裏付けている。また、宮原地区において崩壊しやすいのは斜面勾配の大きい地域である。