

越流集中水による砂・粘土混合土砂の土壌侵食様態

山口大学工学部 正員 藤原輝男
 徳島県庁 ○正員 遠藤守彦
 宇部興産 松中昭夫

1. 研究の目的および内容

盛土や切土の緩傾斜裸地斜面は、降雨とそれに伴う流水により、わずかの期間のうちに侵食が進み深いリルが刻まれ、土砂災害の大きな要因となる。しかし、この機構は土質的条件、水理的条件、地形的条件、あるいは植生の有無などの多くの要素が複雑に絡み合っているために現象を十分に把握することが出来ていないのが実状である。本研究では、斜面勾配と土質が侵食に与える影響を調べることを目的に、因子をできるだけ取り除いたモデル的な斜面に越流集中水(盛土や切土の天端に降った雨水が一時的に水溜りをつくりそこからあふれ出た水)を与えて斜面の侵食の機構を解明することを目的に実験を行なった。実験では土質と斜面勾配が異なる試料土を用いて、流出土量、水みちの縦横断面形態を測定し、それらのデータを総合して各条件による侵食形態の特性・特徴の検討を行なった。

2. 実験方法

分合流の影響を排除し、1本の水みちからの流出土砂量やその侵食の形態に着目するために、右のような斜面枠を用いて斜面上端の狭い幅(5cm)から給水を行なった。さらに斜面中央に断面がV字型の溝をつくり水流の蛇行を制限した。斜面勾配一定(10°)で異なる粘土比(10%, 5%, 0%)に混合した試料土を詰めた斜面枠や、粘土比一定(10%)で斜面勾配が異なる(15° , 10° , 5°)斜面枠に越流集中水を与え、その流出土砂量や縦横断面の変化を経時的に記録した。また、流出土砂は砂と粘土を含んだ懸濁水とに分離し、それぞれについて重量を求めた。侵食断面の測定には断面細部測定器具を用い、各測定時刻ごとに斜面下端から上端まで5ヶ所の横断面と縦断面(斜面各場所における河床高さを結んだ曲線)をセクションペーパーに模写した。

ここで粘土比とは、乾燥状態の試料土質量に対する粘土質量を重量パーセントで表した値を言う。

なお予備実験により、実験開始直後の早い段階では侵食の進行が顕著であり、時間が経過するにつれて侵食の度合いが小さくなるのが分かったので、流出土砂の採取や断面の模写は実験開始時刻から対数時刻ごとに行なった。

3. 実験結果

・流出土砂量

Fig.2に斜面勾配、Fig.3に土質(粘土比)が異なる場合について単位時間あたりの流出土量の時間的変化を示す。これより、砂・粘土ともに斜面勾配が大きいほど、全般的に流出土量が多いことが分かる。土質(粘土比)の差異では、10%とそれ以下(8%, 5%, 3%)の場合での流出土砂量、侵食形態に大きな違いが見られた。このことは、今回使用した海砂(平均粒径 0.403mm)の粒子間に十分な粘着力を与える粘土比は10%であると推察される。またFig.4、Fig.5に示すように実験の早い段階では、流出土砂の粘土比はどの試料についても、初期状態の粘土比に近い値で流出するが、試料土の粘土比が大きな場合

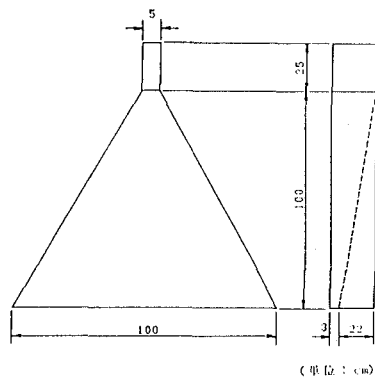


Fig.1 斜面枠

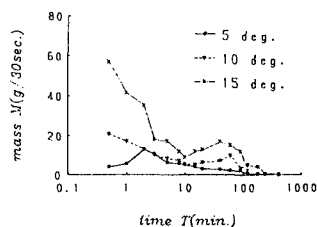


Fig.2 時間-流出土砂量

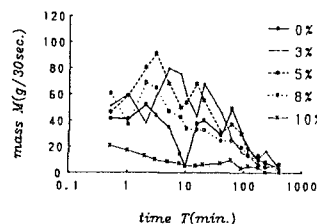


Fig.3 時間-流出土砂量

では、2時間経過時頃に流出土の粘土比が増大することが分かった。これは、試料土の粘土比が大きいときは、実験終了時には河床勾配がほぼ水平になるため、上流部で侵食を下流部で堆積を繰り返して流出量が著しく減少するが、粘土は堆積せず水とともに流れ出るため、実験終了時では粘土比が極端に増大すると考えられる。

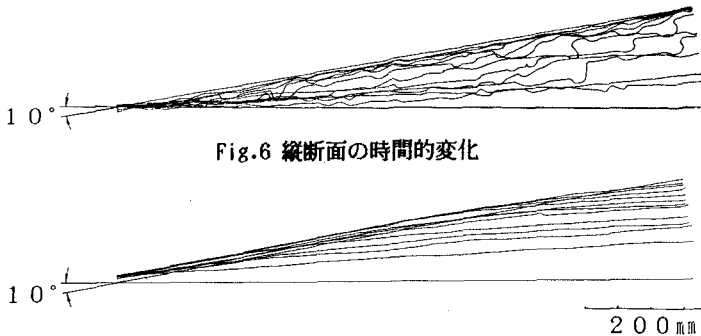


Fig.6 縦断面の時間的変化

Fig.7 縦断面の時間的変化

・縦断面形態 斜面勾配の違いでは、勾配が大きくなるに従って、縦断面面積が増大することが分かった。また、初期状態の粘土比の大きな試料土は砂粒間の粘着力が強く表面流により剥離されにくい状態となっており、侵食はヘッド・ダウン現象で下流側から上流側へと移行するため、縦断面形状は全体的に激しい凹凸をともなった下に凸の船底型になり、やがて安定に近い水平になるということが分かった。初期状態の粘土比が小さな試料土では、砂粒間の粘着力が弱く、表面流により剥離され易いため上流側から侵食を受け、下流側に多量の堆積をともないながら縦断面が変化するために、縦断面形状は全体的になめらかな上に凸の曲線を呈するようになる。

・横断面形態 斜面勾配の違いでは、斜面勾配が大きくなるに従って、水みちの断面面積が増加する傾向があることが分かった。初期状態の土質の違いでは、粘土比の大きな試料土は深さ方向にのみ侵食を受け、全般的に断面は細く深くなる傾向があり、粘土比の小さい試料土では、蛇行を伴い、斜面の横方向に卓越した侵食形態を呈し、深さ方向の侵食量は少ないことが分かった。このことより、粘土比が大きくなるにつれて深さ方向の侵食量が増し、横方向の侵食量が減少すると考えられる。また、横断面と縦断面の関係から、ヘッド・ダウンの通過にともない横断面に狭い部分が出来ることが分かった。このことより、深さ方向の侵食速度が大きいときには侵食は横方向には進みにくく、深さ方向の侵食速度が小さい時には横方向に広がる傾向があると推察される。

4. まとめ

侵食とは河床勾配が平衡勾配に近い安定した状態に近づく過程であり、斜面勾配が大きいとそれに要する距離が増大し、それにともない流出土砂量も増加する。すなわち、斜面勾配の増大にともなう流出土砂量の増加は、河床勾配が平衡勾配になるように侵食が深さ方向に進んだ結果であるといえる。また、初期状態の粘土比が侵食に及ぼす影響は侵食の横断面の幅であり、粘土比の減少にともなう流出土量の増加は侵食が横方向に進んだ結果である。

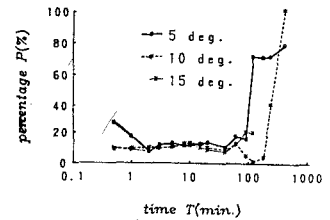


Fig.4 時間-粘土比

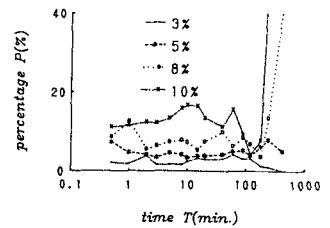


Fig.5 時間-粘土比

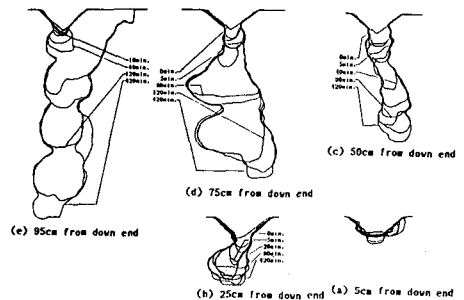


Fig.8 横断面の時間的変化