

徳山高専 学生会員 ○坂本竜弥
徳山高専 正会員 上 俊二
徳山高専 正会員 桑嶋啓治

1. はじめに

10%～20%のシルト分を含んだ砂質土斜面では、降雨により表層水分を含み膨張し、崩壊を起こす事例が増加している。本研究では、侵食に対して高い効果のある斜面保護に適したフィルターの開発と、その構造を明らかにすることを目的として、まさ土を用いて盛土斜面を作成し、地表面をフィルターで保護して降雨実験を行い、流出水を採取して濁度を測定し、工法別に比較した。

2. 実験概要

(1) 試料の物理的性質

表-1にまさ土の物理的性質を示す。図-1に示す粒径加積曲線は勾配が緩やかになっており、粒径が広範囲に渡って分布している。また、粒径0.075mm以下のシルト分を約10%含んでいることがわかる。

図-2に示す締固め曲線より、最適含水比は9.5%、最大乾燥密度は 2.00g/cm^3 となった。締固め試験の際の突固め回数は1層につき25回であり、ランマーの重量は4.5kgである。

(2) 使用したフィルター

図-3に示すように、本研究に使用したフィルターは3種類であり、それぞれA、B、Cとする。フィルターA、Bは保護ネットと撥水性繊維で構成されており、それぞれ厚さが異なる。また、フィルターAは全て生分解型素材でできており、地球環境を考えたものとなっている。フィルターCは保護ネット、撥水性繊維、親水性繊維で構成されており、種子、肥料、凝集剤が接着されている。撥水性繊維は水を弾く性質を持つ。親水性繊維は適度な水分を蓄える性質を持つため、植生に有効である。凝集剤は溶けると斜面と密着する。

(3) 降雨実験

実験を行うにあたり、まさ土を最大乾燥密度の95%の締固め度の施工含水比で締固め、傾斜 30° の

表-1 まさ土の物理的性質

土粒子の密度	$\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.635
均等係数	U_c	7.33
曲率係数	U_c'	0.88
最適含水比	$W_{opt} (\%)$	9.5
最大乾燥密度	$\rho_{dmax} (\text{g/cm}^3)$	2.00

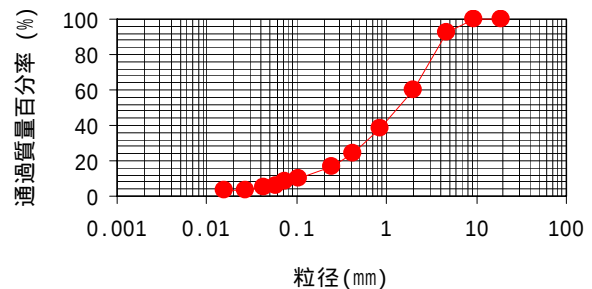


図-1 まさ土の粒径加積曲線

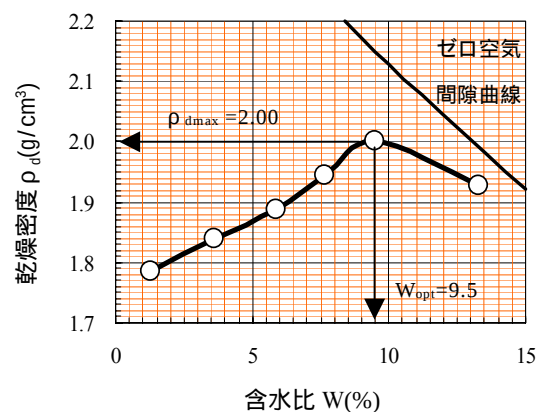


図-2 まさ土の締固め曲線

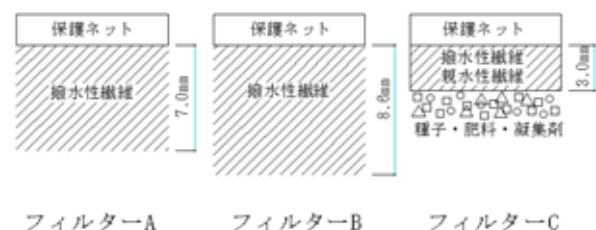


図-3 フィルターの種類と構造

斜面を作成する．降雨装置により人工的に雨を降らせ，流出水を採取して濁度を測定する．**図-4**に斜面の形状を示す．斜面の寸法は縦90cm，横60cm，厚さ6cmとし，フィルターは合計12個の釘で固定する．1回の実験時間は2時間とし，濁度を測定する時間は10分，20分，30分，40分，50分，60分，90分，120分とする．濁度の測定には濁度計を使用する．降水量は，まず50mm/hと100mm/hの2回実験を行い，濁度が基準値の200ppmを超えない場合は150mm/hと200mm/hについても実験を行う．

工法の種類については，**図-5**に示すように，斜面を保護しないものを裸地，フィルターAを敷設するものをA，フィルターBを敷設するものをB，フィルターCを敷設するものをC，フィルターCと植生を併用したものをC+植生とする．C+植生は**写真-1**のような状態である．植物の種類は洋芝で，葉の長さの平均は15cm，根の長さの平均は3cmである．

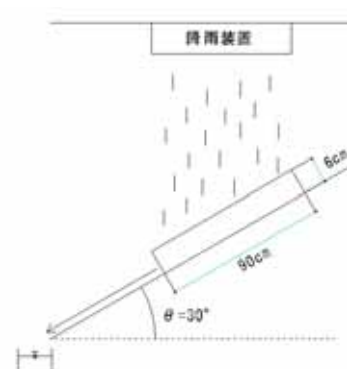


図-4 降雨実験における斜面形状

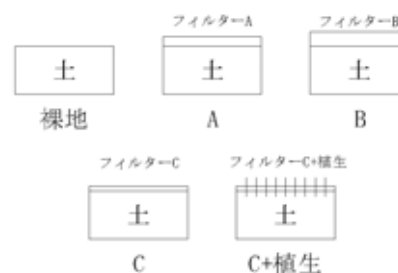


図-5 工法の種類

3．実験結果と考察

(1)降雨実験

図-6に降水量50mm/hにおける工法別の濁度と時間の関係を示す．裸地斜面では降雨開始後40分間で濁度が200ppmを上回ってしまうが，それ以降は200ppmを下回った．フィルターによる保護を行うことで，濁度を大幅に小さくすることが可能である．撥水性繊維で構成されたフィルターを使用したAとBを比較した場合，Bのほうが濁度は小さくなった．このような結果となった要因の1つに，フィルターの厚みが関係していると考えられる．Aに比べ，Bのほうが厚いフィルターを使用している．フィルターは厚いほど繊維の量も多くなるため，水の通るスペースは広くなる．厚さが薄く，繊維の量が少ないAでは，水の通るスペースが狭いため，フィルターがすぐに飽和状態となり，水が斜面に浸み込み，濁度が大きくなったと考えられる．また，フィルターが厚いほうが雨による衝撃を緩和することができ，斜面が侵食されるのを防ぐ効果が高いと考えられる．A，B，Cを比較すると，Cが最も濁度が小さくなった．このようなこのような結果となった要因には，凝集剤が影響していると考えられる．凝集剤は雨が降ると溶けて土粒子と密着する性質がある．この性質に



写真-1 植生の様子

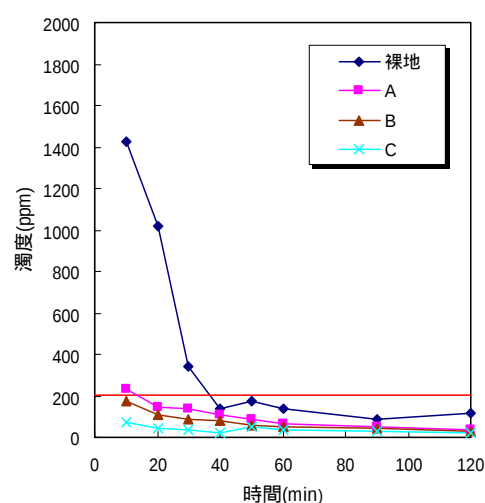


図-6 時間と濁度の関係（50mm/h）

より斜面とフィルターの隙間が無くなり，雨水は繊維の中を通り排水される．溶けた凝集剤は土粒子と絡み合っているため，土粒子の移動を止めて濁度を抑えている．凝集剤の効果は非常に高く，CのフィルターはA，Bに比べ半分以下の薄さであるが，濁度は小さくなった．このことから，斜面保護には斜面との密着性が重要であることがわかる．

図-7に降水量100mm/hにおける工法別の濁度と時間の関係を示す．裸地斜面では降雨開始から終了まで濁度が200ppmを上回った．A，B，Cの濁度は50mm/hの場合と大差はなかった．C+植生では，Cに比べ濁度は低くなった．写真-2のように，実験終了後にはフィルターが破れてしまっているが，凝集剤の働きで濁度を低く抑えることができた．しかし斜面の表面は降雨により激しい侵食を受けた．

図-8に降水量150mm/hと200mm/hにおけるCの濁度と時間の関係を示す．Cでは降水量が200mm/hの場合でも濁度は200ppmを下回り，高い斜面保護効果があることがわかった．

また，降雨実験で実験開始10分後に濁度が最大となるのは，開始直後で雨量が少ないためである．降雨によってフィルターに水分が含まれ，斜面との密着性が高まると考えられる．

4．まとめ

本研究の結果から以下のことが明らかになった．

- (1)フィルターが厚いほど斜面保護に有効である．
- (2)撥水性繊維と親水性繊維を組み合わせたフィルターは，撥水性繊維で水を弾くのに加え，親水性繊維で植生が成長するのに適した量の水分をフィルター内に留める効果があり，植生との併用に適する．
- (3)フィルターに凝集剤を接着させることで，降雨により凝集剤が溶け出し，土粒子と密着して高い斜面保護効果が期待できる．
- (4)斜面にフィルターを敷設した直後は密着性が低く，降雨により水分が含まれたときから密着性が高まる．

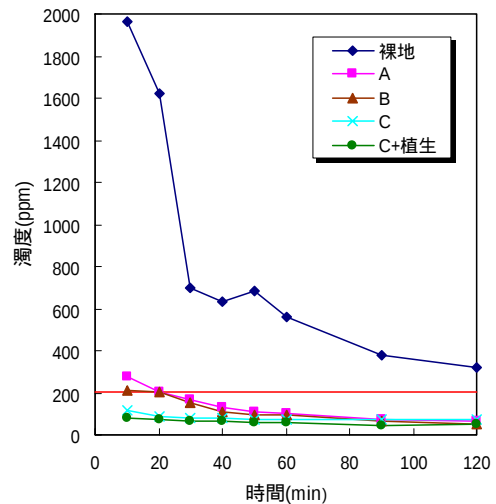


図-7 時間と濁度の関係 (100mm/h)

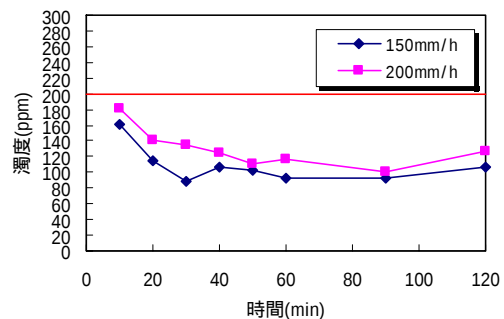


図-8 時間と濁度の関係 (C)



写真-2 実験後 (C-100mm/h)

5．参考文献

- 1) 藤原東雄，福田靖，上俊二，桑嶋啓治，常村忠生：開放型フィルターによる斜面の安定，地盤と建設第21巻第1号，pp.23-30，2003