

II-268

吸水剤による土石流制御における粒子径の影響

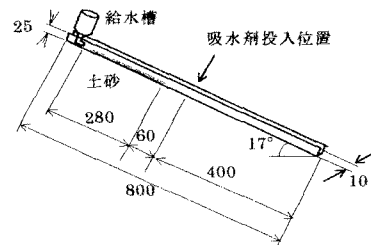
名城大学理工学部 正会員 新井 宗之
 京都大学防災研究所 正会員 高橋 保
 名城大学大学院 学生員 加藤 千博

1.はじめに：高濃度固液混相流における含有粒子が比較的微細な粒子を含む場合、流れに十分な混合がある場合吸水剤を用いた制御が可能であることを明らかにしてきている。しかしながら土石流中の含有土砂の粒子径が水深に比して大きい流れの場合は流れ構造が異なると考えられ、このような場合に吸水剤を投入する制御方法でどのような効果があるかを実験的に検討した。

2.実験の概要：実験に用いた水路は図-1に示すとおり、長さ 800 cm、幅 10 cm、高さ 25 cmで、水路底面は鋼製、両側壁面はアクリル製である。また、水路勾配は 17° である。

水路上端に給水槽を設置し、水を一定量供給させた。また、給水槽の流出口より 20 cm 下流に 280 cm にわたり土砂を湿潤状態で敷きつめ、その砂を給水槽からの水と混合させ、高濃度泥流を発生させ、流下させた。実験に用いた濃度は、数回の予備実験によって、流下時の容積濃度が約 $c=0.45$ になるように設定した。実験砂は、中央粒径 $d_{50}=0.34$ mm, 0.85 mm, 比重 $G_s=2.61$ の 6 号及び 4 号珪砂を用いた。吸水剤はアクリル系吸水ポリマーであり、粒径は $150\sim 500\mu$ で、形状は白色粉末である。1g あたりの吸水量は約 196 cm^3 であり、吸水するとゲル状になる。

実験方法は、 $d_{50}=0.85$ mm の砂の場合、上流端の給水槽から水を供給し、湿潤状態の堆積土砂と混合させ、60 cm 下流で吸水剤を散布投入した。 $d_{50}=0.34$ mm の場合は、水槽内で土砂を混合させて流下した。吸水剤の量は、単位時間単位幅当たりの吸水剤投入量を 0.76, 1.26, 2.68 g/s/cm と変化させた。吸水



単位: cm

図-1 実験水路

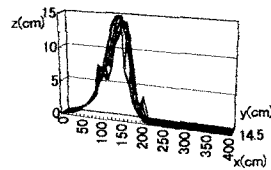
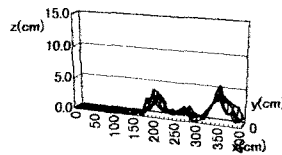
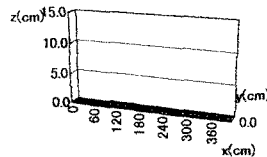
(a) $d_{50}=0.34$ mm1.83(g/s/cm), $t=2.55$ (s)(b) $d_{50}=0.85$ mm2.68(g/s/cm), $t=2.5$ (s)(c) $d_{50}=0.85$ mm1.26(g/s/cm), $t=2.5$ (s)

図-2 堆積形状

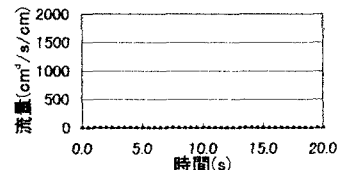
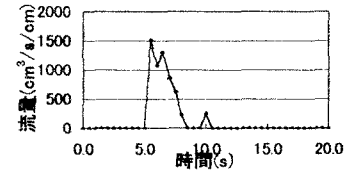
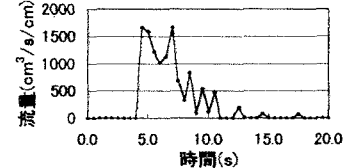
(a) $d_{50}=0.34$ mm1.83(g/s/cm), $t=2.55$ (s)(b) $d_{50}=0.85$ mm2.68(g/s/cm), $t=2.5$ (s)(c) $d_{50}=0.85$ mm1.26(g/s/cm), $t=2.5$ (s)

図-3 ハイドログラフ

キーワード：土石流制御, 吸水剤, 実験

連絡先：〒468-8502 愛知県名古屋市中天白区塩釜口 1-501

TEL(052)832-1151

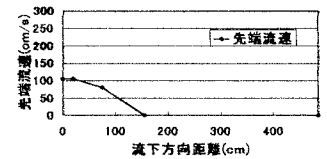
FAX(052)832-1178

剤を投入している時間は 2.5～3.0sec である。泥流の流下状況をビデオ撮影し、その画像からハイドログラフ、先端流速変化を得た。また堆積形状は、流下後の水路上に堆積した土砂を水路幅方向に 2.5 cm、流下方向に 10 cm の格子間隔に区切りポイントゲージにより測定した。

3.結果及び考察：図-2 は土石流流下後の堆積形状を含有粒子径による違いと吸水剤の投入時間による違いを示したものである。図-2(a)は粒子径が小さい場合で、泥流すべてが堆積しているが、図-2(b)の粒子径が大きい場合には同じ条件ですべてが堆積せず、水路下流端から流出していることを示している。また、図-3 はそれらのハイドログラフを示したもので、粒子径の小さい $d_{50}=0.34$ mm の場合にはすべてが堆積しているため下流端からの流出がないことを示している。粒子径の大きい $d_{50}=0.85$ mm の場合、単位幅単位時間当たりの吸水剤の投入量が多い場合はハイドログラフが小さく、水路下流端からの流出量が少なくなっている。図-4 は先端流速変化を表したもので、粒子径の小さい $d_{50}=0.34$ mm の場合は吸水剤を投入した地点から急速に減速し、約 150 cm 下流で停止していることを示している。しかし、粒子径の大きい $d_{50}=0.85$ mm の場合は吸水剤による、先端流速の顕著な減速はみられず、ほぼ一様に流下している。ところで、図-5 は吸水剤 1g における吸水能を示したものである。水だけの場合($c=0$)は 1g あたり 196 cm^3 吸水し約 60sec 要したことを示している。 $d_{50}=0.85$ mm では 20sec で約 75 cm^3 、 $d_{50}=0.34$ mm では 20sec で約 150 cm^3 の吸水能があることがわかる。そこで、吸水剤を粒径 $d=500\mu$ の球形粒子とし、 G (比重)=0.85 であるから、吸水剤の粒子表面における単位面積(1 cm^2)単位時間(1sec)あたりの吸水速度 u_p は $d_{50}=0.85$ mm の場合 $2.66 \times 10^{-2} \text{ cm}^3/\text{sec}/\text{cm}^2$ であり、 $d_{50}=0.34$ mm の場合 $u_p = 5.31 \times 10^{-2} \text{ cm}^3/\text{sec}/\text{cm}^2$ である。一方、鉛直方向の乱れ成分が吸水剤の吸水速度よりも十分に大きいものと見なすことができるとすると、ゲル状になるまでの時間は吸水速度に依存するものと考えられる。そこで、吸水剤の投入量と流れの先端流速から水面への単位幅あたりにおける吸水剤の添加量が得られる。さらに吸水剤の吸水速度からゲル状になるまでの流下距離を求めることができる。このことから、粒子径が小さい $d_{50}=0.34$ mm の場合、図-6 のように、先端停止位置の計算値と実験結果がほぼ対応しており、吸水剤の吸水速度に依存していることを示している。しかし、粒子径が粗い $d_{50}=0.85$ mm の場合には、流れの先端部は水路下流端よりさらに流下しているため実験結果と対応させることはできないが、実験結果は吸水速度に依存すると考える停止位置より著しく距離が長いことを示している。このことは粒子径が大きい場合には、鉛直方向の混合速度が吸水剤の吸水速度に比して非常に小さいことを示していると考えられる。

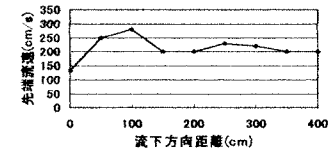
4.結論：水深と比して比較的粒子径の大きな $d_{50}=0.85$ mm の場合には、 $d_{50}=0.34$ mm の場合と異なり、水深方向の混合流速成分が小さいため、制御効果はあるものの、吸水剤の吸水速度に依存した制御とはならないことが明らかとなった。

参考文献：新井宗之，高橋保，加藤千博，福島浩一；吸水剤による土石流制御に関する実験的研究，土木学会第 52 回年次学術講演会，II-233，1997.9.



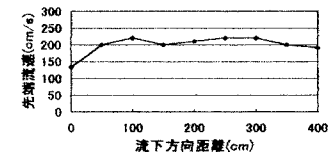
(a) $d_{50}=0.34$ mm

1.83(g/s/cm), $t=2.55$ (s)



(b) $d_{50}=0.85$ mm

2.68(g/s/cm), $t=2.5$ (s)



(c) $d_{50}=0.85$ mm

1.26(g/s/cm), $t=2.5$ (s)

図-4 先端流速

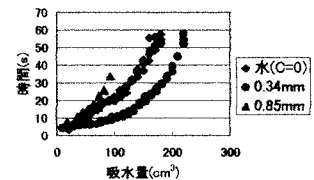


図-5 吸水剤 1g の吸水能

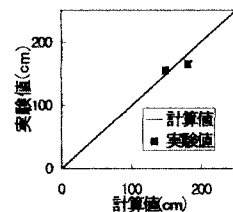


図-6 先端停止位置($d_{50}=0.34$)