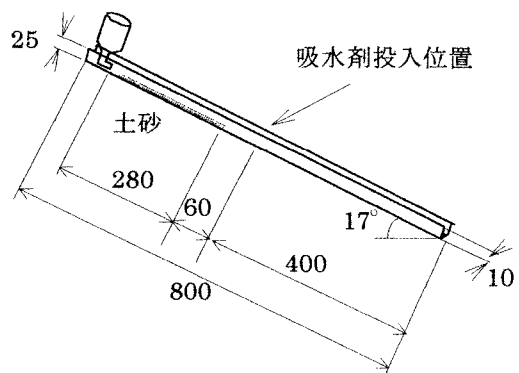


吸水剤による土石流制御における粒子径の影響について

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：比較的微細な粒子を含む高濃度固液混相流においては、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は明らかにされたり。そこで、土石流中の含有土砂の粒子径が水深に対して大きい流れの場合は十分な混合がないと考えられ、このような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にわたり土砂を充填濃度の状態で敷きつめ、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て流下させた。



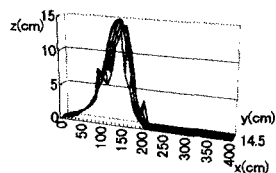
単位: cm

図-1 実験水路

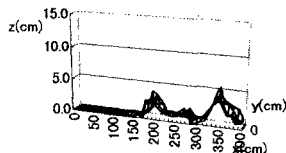
実験に用いた濃度は、数回の予備実験において、流下時の容積濃度が約 $c=0.45$ になるように設定した。実験砂は、中央粒径 $d_{50}=0.85$ mm、比重 $G_s=2.61$ の4号珪砂を用いた。吸水剤はアクリル系吸水ポリマー（アロンザップ）であり、粒径は $150\sim 500\mu$ で、形状は白色粉末である。1gあたりの吸水量は約196gであり、ゲル状になる。実験方法は、泥流発生地点から60 cm流下した地点において吸水剤を散布投入した。吸水剤の量は、単位時間単位幅当たりの吸水剤投入量を0.76, 1.26, 2.68g/s/cmと変化させ、また吸水剤を投入している時間も2.5~3.0secとした。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の格子間隔にポイントゲージにより測定した。ここで得られた結果を、すでに行った中央粒径 $d_{50}=0.34$ mm、容積濃度 $c=0.45$ のものと流下特性を比較検討した。単位時間単位幅当たりの吸水剤硬化時間について、中央粒径 $d_{50}=0.34$ mmを水に含有した場合の単位時間単位幅当たりの吸水量($q_p=1.83$ g/s/cm)と、 $d_{50}=0.85$ mmの粒子を含有した場合($q_p=1.26, 2.68$ g/s/cm)の吸水剤の特性を検討した。

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)のように粒子径が大きくなると同じ条件で堆積しにくくなり、水路下流端から流れ落ちていることを示している。また、図-3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-4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 185 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

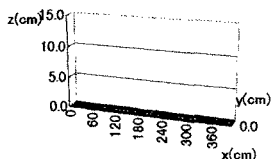
わかる。そこで、吸水剤を粒径 $d=500\mu$ の球形粒子とし、 $G(\text{比重})=0.85$ とすると 1g あたりの総面積 a_p は $a_p=1.411 \times 10^2 \text{ cm}^2$ である。したがって単位面積(1 cm^2)単位時間(1sec)あたりの吸水剤の吸水速度 u_p は $d_{50}=0.85 \text{ mm}$ の場合 $2.66 \times 10^{-2} \text{ cm/sec/cm}^2$ であり、 $d_{50}=0.34 \text{ mm}$ の場合 $u_p=5.31 \times 10^{-2} \text{ cm/sec/cm}^2$ 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流れの単位幅(1 cm)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



(a) $d_{50}=0.34 \text{ mm}$
 $1.83(\text{g/s/cm}), t=2.55(\text{s})$

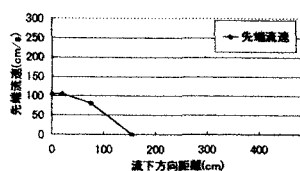


(b) $d_{50}=0.85 \text{ mm}$
 $2.68(\text{g/s/cm}), t=2.5(\text{s})$

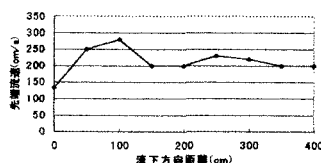


(c) $d_{50}=0.85 \text{ mm}$
 $1.26(\text{g/s/cm}), t=2.5(\text{s})$

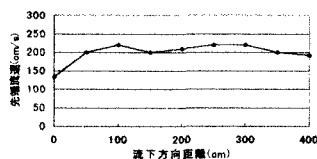
図-2 堆積形状



(a) $d_{50}=0.34 \text{ mm}$
 $1.83(\text{g/s/cm}), t=2.55(\text{s})$



(b) $d_{50}=0.85 \text{ mm}$
 $2.68(\text{g/s/cm}), t=2.5(\text{s})$



(c) $d_{50}=0.85 \text{ mm}$
 $1.26(\text{g/s/cm}), t=2.5(\text{s})$

図-3 流速分布

ことができる。このことから、粒子径が小さい $d_{50}=0.34 \text{ mm}$ の場合、図-5 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 $d_{50}=0.85 \text{ mm}$ 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、実験結果は計算値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 $d_{50}=0.85 \text{ mm}$ の場合には、 $d_{50}=0.34 \text{ mm}$ の場合と異なり、水深方向の流速成分が小さいため、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になった。

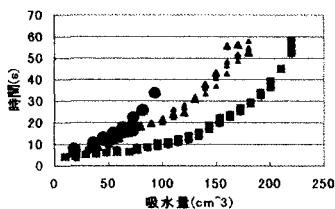


図-4 吸水剤 1g の吸水能

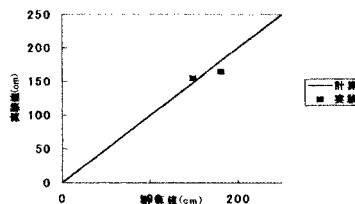


図-5 先端停止位置

謝辞：本研究を遂行するにあたり、実験に御協力頂いた名城大学大学院 山谷 浩司君、名城大学 水島 崇君に対して感謝の意を表します。

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.