

東京大学 工学部 正員 福岡 正巳
 東京大学 工学部 正員 吉田 喜忠
 東京大学 大学院 学生員 南部 隆秋

1. まえがき

がけ崩れの被害の大きさ、その対策の重要性は、今さら強調するまでもないが、これまでのがけ崩れに関する研究では、その発生時における機構の解明に重点がおかれており、がけ崩れが発生した後、土がどのような運動をするかについての研究は少ない。しかし、がけ崩れの被害状況を考えると、土がどの程度の速さで、どのくらい遠くまで流れ出すかを知ることは、その対策を考える上でも極めて重要である。そこで、静的な土質試験の結果だけでは知ることができないかなり速い速度で運動する土の性質を調べるため、実験用のシュートを作り、実際に土塊を滑らせてみた。以下にその結果を報告する。

2. 実験方法

①シュート：図-1に示すようなシュートを、ブリキを用いて千葉県千代田市の自然斜面を利用して設けた。この斜面は、昭和46年秋にがけ崩れをおこし、その後修復工事が行なわれている。シュートの下面には、舗装用の接着剤（ジュミロード）を塗り、その上から現地の土をまいてはりつけた。シュートの図示の位置に光電管を設置し、各位置での土塊の通過時刻を計測し、記録した。

②土塊：土塊は、たて40cm、横30cmの木製の型枠に、現場で採取した黒色ロームをつめ、木製のタコと丸い木の棒で、10、20、30、40cmの高さに十分つき固めた。用いた土の物理試験の結果を表-1に、土塊の大きさ、重量を表-2に示す。

③水量：シュートに流す水は、現地の土を混入した泥水とし、斜面上部のドラム管にためておいて、直径約15cmのホースを用い、サイホンで斜面に流した。流量は、ドラム管内の水位の変化によって測定した。あらかじめ18ℓ/minの水を流して薄層流をつくり、流速を測定したところ、斜面上で約1%sec、水平部分で約0.5%secとなった。この流速を一定とすると、薄層流の厚さは、斜面部分で約0.07cm、水平部分で約0.14cmとなる。実験に用いた泥水の流量は、表-2に示した。試験No1～3は予備実験のつもりで実施した。試験No4では、シュート内に濃い泥水を流してから土塊をすべらせ、ドラム管内の泥水は使用しなかった。試験No5では、泥だけをしき、高さ40cmの土塊をすべらせたが、安定が悪く、途中で倒れ、崩れてしまった。試験No6～10では、最初にバケツ2杯の濃い泥水を流し、その後ドラム管内の泥水を20～30ℓ/minの流量で流した。流れが起点から約40mに達した時、土塊をシュート内に置き、すべらせた。

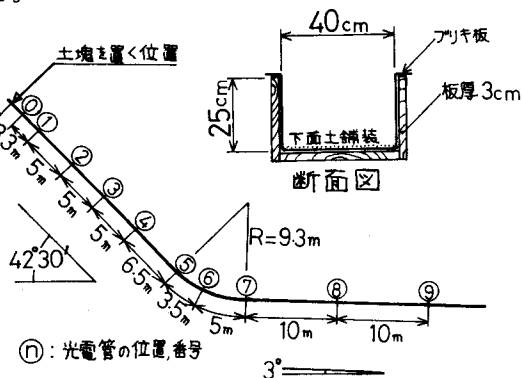


図-1 シュート断面図、縦断面図

表-1

比重	D ₅₀	74μ以下	含水比
2.67	0.09mm	36%	30-33%

表-2 土塊の大きさ、重量(底面:30cm×40cm)、泥水の流量

試験No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
高さ(cm)	20.0	20.0	20.0	27.0	39.8	20.9	30.0	10.8	10.8	20.0	31.8	40.0
重量(kg)					92.1	49.0	71.1	15.2	17.7	47.2	76.5	93.5
泥(%)	予備実験のため重さ測定せず				1.90	1.92	1.96	1.18	1.32	1.94	1.94	1.93
流量(ℓ/min)	37	26	106	0	0	23	28		23	29	22	21

ルホースを用い、サイホンで斜面に流した。流量は、ドラム管内の水位の変化によって測定した。あらかじめ18ℓ/minの水を流して薄層流をつくり、流速を測定したところ、斜面上で約1%sec、水平部分で約0.5%secとなった。この流速を一定とすると、薄層流の厚さは、斜面部分で約0.07cm、水平部分で約0.14cmとなる。実験に用いた泥水の流量は、表-2に示した。試験No1～3は予備実験のつもりで実施した。試験No4では、シュート内に濃い泥水を流してから土塊をすべらせ、ドラム管内の泥水は使用しなかった。試験No5では、泥だけをしき、高さ40cmの土塊をすべらせたが、安定が悪く、途中で倒れ、崩れてしまった。試験No6～10では、最初にバケツ2杯の濃い泥水を流し、その後ドラム管内の泥水を20～30ℓ/minの流量で流した。流れが起点から約40mに達した時、土塊をシュート内に置き、すべらせた。

3 実験結果と考察

実験結果を図-2~4に示す。図-2は、光電管による記録から求めた時間-距離曲線である。光電管の位置の関係で、スタート直後の状態はわからない。図-3は、各光電管間の平均速度である。図-4は、3つの光電管間の平均加速度である。これらの結果から次のような結論を得た。

①薄層流が地表面にあり、その上に土塊が乗るといような条件のもとでは、土と斜面の間の摩擦係数が0.2程度になり、その結果土塊の速度が最高 20 m/sec 近くになること。

②土塊の厚さを変化させたが、 $10\sim40\text{ cm}$ の範囲では、抵抗は厚さに比例し、粘着力の項は無視しうる。この土は、三軸圧縮試験、一軸圧縮試験では、相当量の粘着力がある。

③すべり摩擦係数は、土塊の含水比にあまり関係がない。従って土塊内の間げき水圧には左右されない。土が柔らかい場合には斜面によって土が削り取られることの影響が多少あるようである。

④斜面が一樣に濡れていないので、土塊は回転したり、側壁にぶつかったりして加速度が変わる。

⑤静止の際は、摩擦係数が急激に増大する。

⑥滑り初めの 2 m 程度は摩擦係数が大きい。

⑦極めてやわらかい粘土水は、薄層流とほとんど同様な動きをしうる。

⑧実験のような斜面では、斜面の距離と水平部での到達距離とは、ほぼ等しい。

⑨斜面部から水平部に移るさいの急ブレーキの結果、土は混合される。

4 あとがき

この模型実験での土塊と、実際のがけ崩れ土とが全く同じ運動をするとは考えられないし、実験の精度も十分とはいえない。しかし、この実験において、いままではほとんど知られていなかった高速で運動する土の性質の一端を明らかにできたと考える。今後はより現実のすべり面に近い状態での、より精密な実験を続けてゆきたい。

5 謝辞

本実験は、千葉県 河川課の御協力により実施したものである。ここに深く感謝の意を表する。

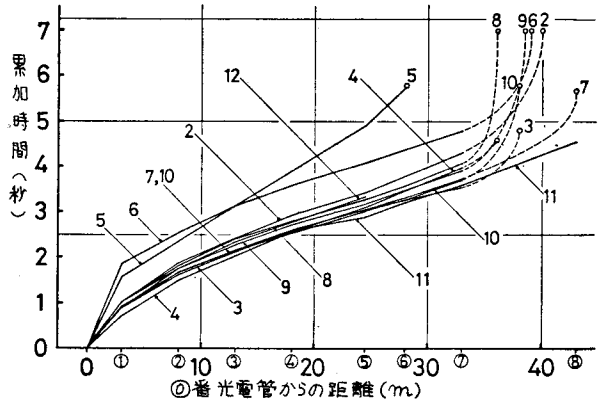


図-2 時間-距離曲線

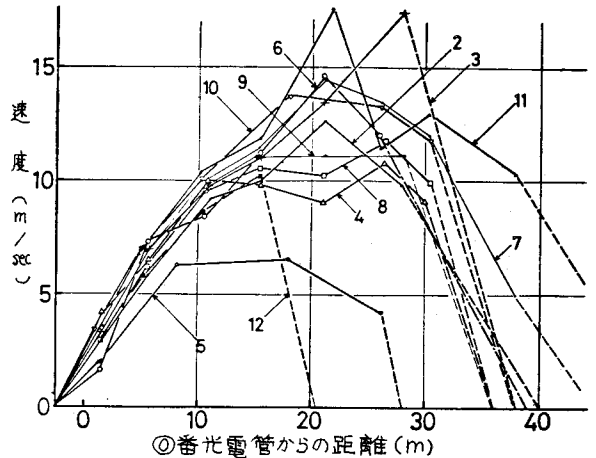


図-3 平均速度-位置

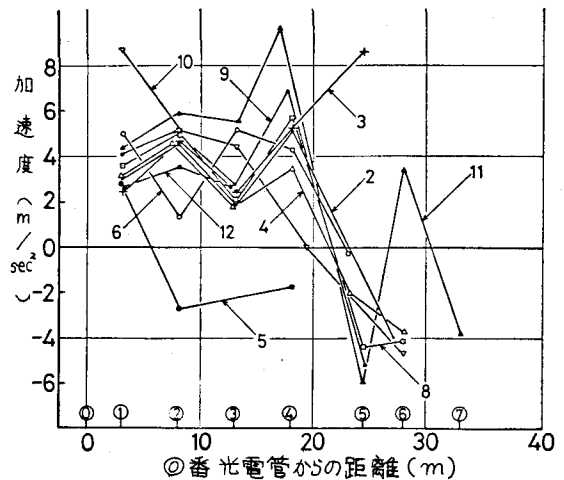


図-4 平均加速度-位置