「ドボク模型」で知る地すべり移動ベクトル

（株）藤井基礎設計事務所　藤井俊逸

1. はじめに

地すべりの現地調査を行う際、地表面で確認できるクラックなどから移動ベクトルを測定する。移動ベクトルをプロットすると、すべり面の形状がある程度想定されると言われている。ここでは「ドボク模型」で移動ベクトルを測定してみた。「模型で分かるドボクの秘密_06 地すべりで土はどう動く？」で取り上げた模型である。

2. 実験方法

写真-１は、実験全景写真である。クルクル台に実験道具を設置して、三脚に設置した固定カメラで動画撮影を行う。クルクル台は下側の布を回転させることで、ナットを下向きに押し下げる力を与える装置で、ナットに重力場を与えることができる。

写真-２は、実験道具の写真である。実験で用いた材料を、以下に記載する。

茶色の木の板　：動かない安定した地盤をモデル化したもの
（2 パターンを準備した）。
ナット　　：3 種類のナットを配合したもので、地すべり移動土塊をモデル化したもの
滑りやすい紙　：茶色の木の板とナットの間には、滑りやすい紙を設置する。地すべり粘土を表す。
マグネット　　：ナットの動きを分かりやすくするためのターゲット。
水平方向の紐　：ナットの動きを分かりやすくするためのもの。

3. 実験ケースと実験結果

すべり面形状、すべり粘土の有無を変えて、4 ケースの実験を行った。
すべり面形状は、複合すべり（円弧+直線+円弧）と、円弧+直線の 2 種類で行った。
すべり粘土を模した、滑りやすい紙の有無で実験を行った。
動画で撮影しておき、クルクル台の布の移動量毎に、静止画にキャプチャーした。
その静止画で、ナットの移動をプロットして、ベクトルで表現した。
表-１は、実験ケースと実験結果を整理した。
表中の移動量は、クルクル台の布を 90 ㎝スライドさせたときの、ナットの移動量を示す。
写真-3、写真-4、写真-5、写真-6 は、ケース.1～ケース.4 の実験結果である。
　　布のスライド量が、0㎝・30㎝・60㎝・90㎝の写真
　　布のスライド量 90 ㎝のときの、ナットの移動ベクトル

4. 考察

1）すべり面に滑りやすい紙を挟むと、移動量が大きくなる。つまり、すべり粘土があると地すべりが移動しやすくなる。従って、ボーリング調査等で、すべり面粘土の有無を確認することが重要である。
2）すべり面に滑りやすい紙がない場合は、地表面が急なところが移動する。移動量が大きいのは末端部の勾配が急な箇所である。
3）ケース.1 の複合すべりの場合は、すべりの頭部移動量が 76 ㎜で、末端部移動量が 82 ㎜となり大きな差がない。末端部に滑りにくい形状となっているので、全体が同じように移動している。
4）ケース.3 の円弧+直線すべりの場合は、すべりの頭部移動量 43 ㎜で、末端部移動量が 79 ㎜となり、末端部の移動量が大きくなっている。末端部も流れ盤方向に傾斜しているので、末端部からすべり、同部へ進行性破壊をしている。本来、ケース.3 がケース.1 より移動量が大きくなると思われる。移動したナットは、平坦部に載る形になるが、平坦部の摩擦抵抗がケース.3 の方が、大きかったのが原因と考えられる。
5）ケース.1 の地表面の移動ベクトルと、その直下のすべり面の移動ベクトルを比較すると、移動ベクトルの方向と大きさが似ている。地すべりが発生した場合は、以下を調べることが大事である。

○頭部クラックの移動ベクトルの確認→すべり頭部のすべり面角度をその移動ベクトル方向とする。
○すべり末端部の移動ベクトルの確認→すべり末端部のすべり面角度をその移動ベクトル方向とする。
○小段水路などの構造物がある場合は、当初の位置と、移動後の位置から移動ベクトルを求める。
当初位置の下のすべり面の移動方向がその移動ベクトルと一致する。

6）ケース．３もケース.１と同様に、現地で移動ベクトルを確認し、すべり面推定を行うことができる。

7）ケース．１の場合は、地すべり移動土塊の移動量がほぼ同じとなる。従って、地すべりブロック内にはあまり開口亀裂は発生しない。すべり末端部には、圧縮亀裂を発生することがある。

8）ケース．３の場合は、末端部の移動量が大きくなるので、現地ではすべりブロック内に開口亀裂が多く発生することがある。そのクラックは、移動ベクトルが同じ方向なので、段差はあまり発生しない。

5. おわりに

地すべり現場では、移動ベクトルを詳細に記録しておくことが大事である。最近は、地すべり前の LP データ、地すべり後の点群データが取得しやすくなっているので、移動ベクトルの把握が行いやすくなっている。ボーリング調査を行う前に、すべり面形状や深さを、想定しておくことが重要である。

参考文献

1)藤井俊逸：模型で分かるドボクの秘密, 日経 BP 社, pp. 55-63, 2010.

写真-１ 実験状況写真

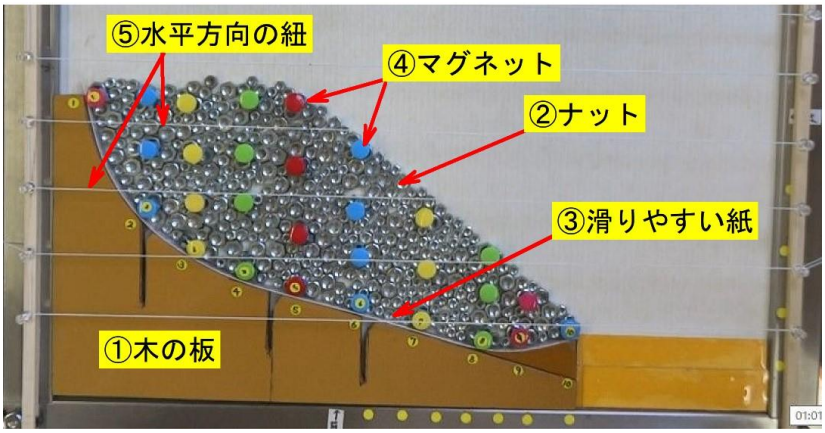
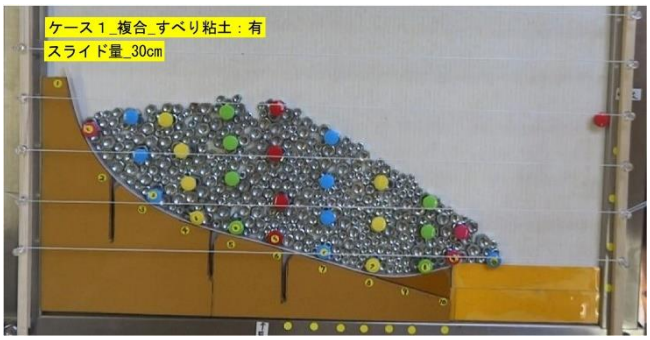


写真-２ 実験道具の写真

実験ケース	すべり面形状	すべり粘土有無	移動量(mm)			実験写真
			頭部	中間	末端	
ケース.1	円弧+直線+円弧	有	76	71	82	写真-3
ケース.2	円弧+直線+円弧	無	3	14	40	写真-4
ケース.3	円弧+直線	有	43	33	79	写真-5
ケース.4	円弧+直線	無	9	11	19	写真-6

表-１ 実験ケースと実験結果



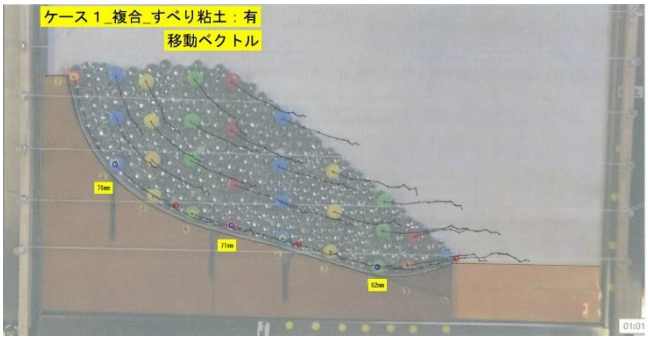


写真-3 ケース.１の実験結果

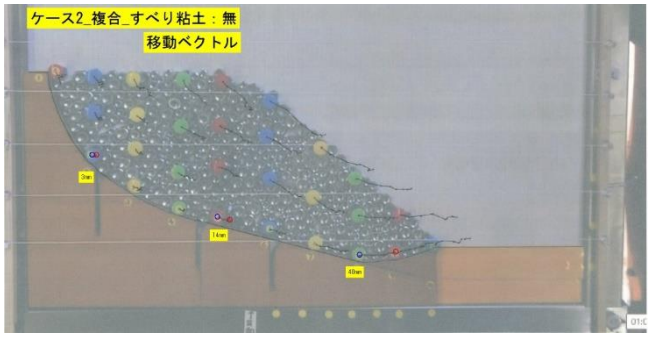
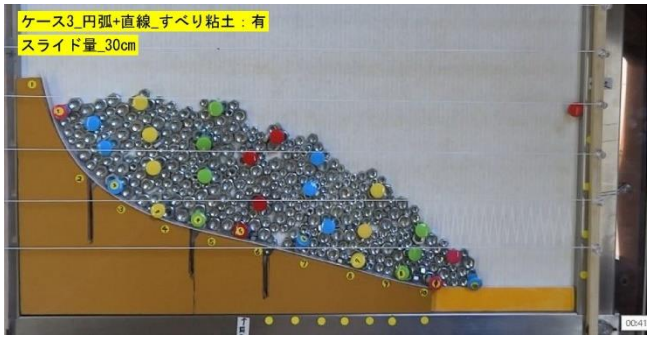
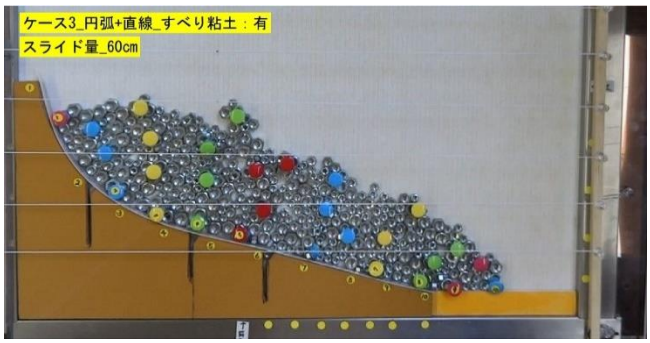
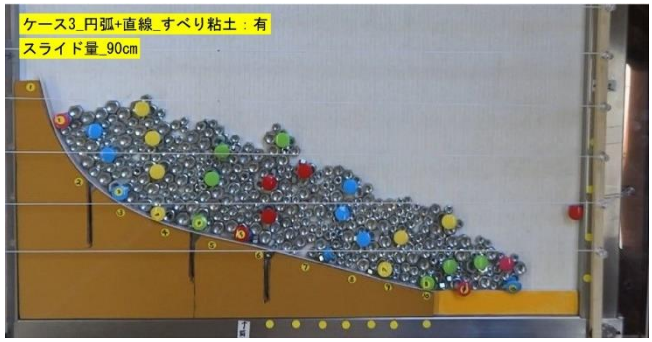


写真-4 ケース.２の実験結果







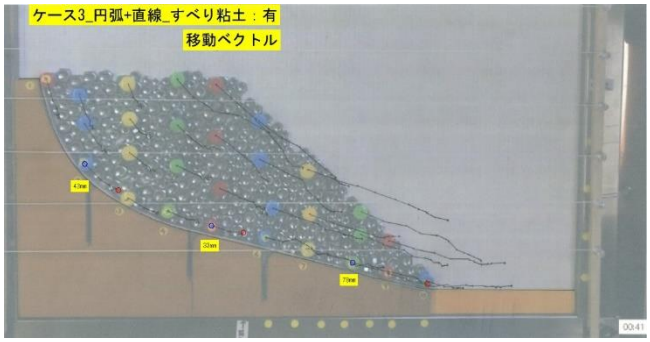
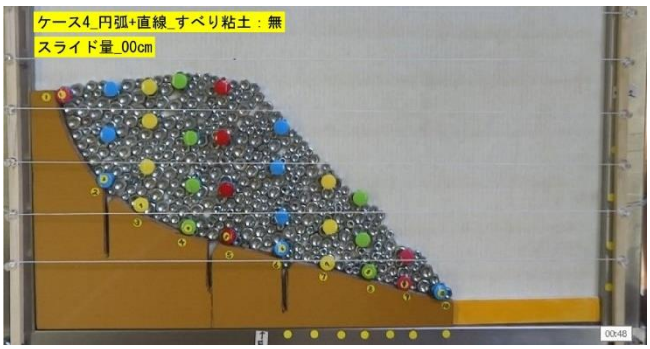
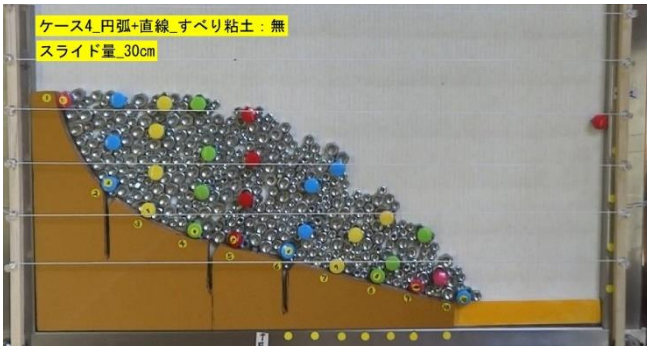
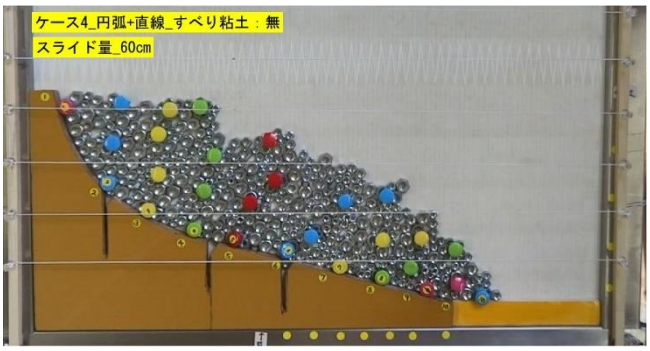


写真-5 ケース.3の実験結果







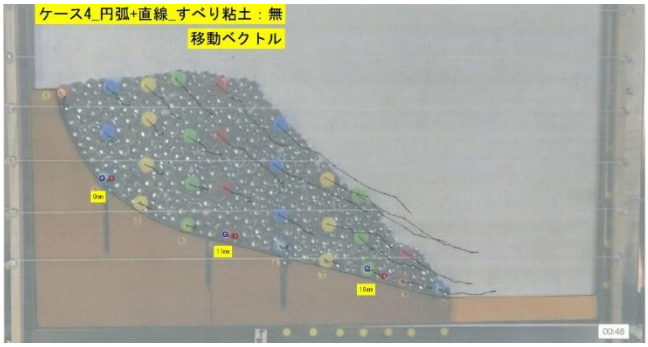


写真-6 ケース.4の実験結果