

地すべり挙動に及ぼすトンネル建設の影響

近畿大学大学院 総合理工学研究科 学生会員 ○小林 嵩 中村 尚人
JFE エンジニアリング株式会社 鈴木 啓介
近畿大学 正会員 久武 勝保 大野 司郎

1. はじめに

地すべりとは、すべり面を境にしてすべり面上の土塊が移動する現象であり、その誘因の一つにトンネル施工がある。地すべり地域やその周辺に止むを得ずトンネルを施工するケースが数多くあり、これに伴って地すべりを誘発する可能性がある。

本研究では、地すべり発生時のすべり面とトンネルの位置関係を対象とし、遠心模型実験を行うことにより、初生地すべりの発生を特定する。また、トンネル掘削位置による安全率の変動を明らかにする。

2. 実験概要

2-1 遠心実験装置

本研究はドラム型の遠心力载荷装置を用いた。制限された遠心载荷装置内での撮影となるため、鏡ブロックを使用して光を屈折させることにより地盤横断面を撮影する方法を用いた。

2-2 地盤概要

作成した地盤を写真1に示す。またトンネルには厚さ 0.09mm の OHP シートを 2 重にしたものを設け、これをトンネル覆工と仮定した。地盤条件については、すべり土塊及び基盤の使用地盤材料は硅砂 5 号であり、これを含水比 3.0% のもとで締め固めた。すべり面の地盤材料はベントナイトであり、含水比を 200% とした。本研究では円弧地すべりを想定し、厚さ 6.0mm、半径 188mm の円弧状のすべり層を設けた。地盤変位計測手法は土粒子の挙動をデジタルハイビジョンビデオカメラで撮影し、撮影した画像を粒子画像流速測定法(PIV)によって地盤変位ベクトルを算出する。

本研究では表1に示す三種類の実験ケースを設定した。ここで表1のすべり面離隔距離 L とは、すべり面とトンネルとの最短距離を示す。

3 実験結果と考察

3-1 地すべり発達箇所

図1はCASE1のトンネルがない場合におけるPIVによって算出した変位ベクトルの発達状況である。図1(a)に示す遠心加速度 19.63G

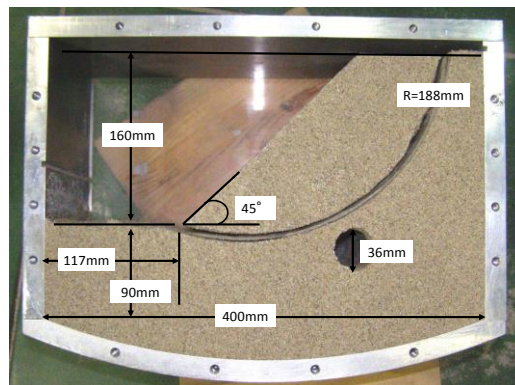


写真1 地盤幾何形状

表1 実験ケース

CASE	1	2	3
トンネル	なし	あり	あり
すべり面 離隔距離 L		0.48D	0.32D

D =トンネル直径

(G :重力加速度)時の変位ベクトルは左下部(すべり土塊下部)に微小のベクトルが発生している。一方遠心加速度がこれより 0.23G 進んだ図1(b)の場合では、すべり土塊全体がすべり面に沿って移動したことが明らかである。土塊の下部に一部ベクトルが算出できない箇所があるが、これは実験中に使用する照明の影響が原因である。以上のことからトンネルがない場合における初生地すべり発生加速度は 19.86G であると考えられる。

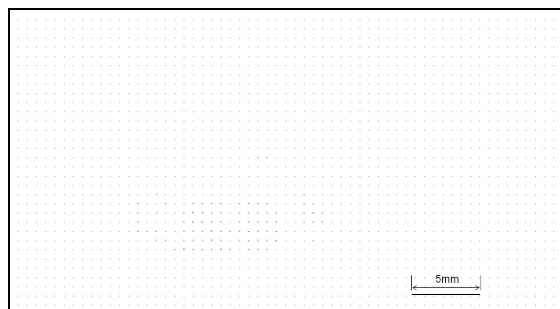
図2はトンネルがすべり面から 0.48D (D :トンネル直径)離れた場所にあるCASE2の場合の結果である。図2(a)に示す遠心加速度 16.76G 時に微小のベクトルが発生し、これより 0.21G 進んだ図2(b)の場合では、すべり土塊が全体的に移動したことが明らかである。以上のことからトンネルがすべり面から 0.48D 離れた場所にある場合における初生地すべり発生加速度は 16.97G であると考えられる。これらの観点よりCASE2では、地すべりが発生する遠心加速度はトンネルがない場合に比べ 2.89G 小さくなることが確認できた。

キーワード：地すべり，トンネル，遠心模型実験

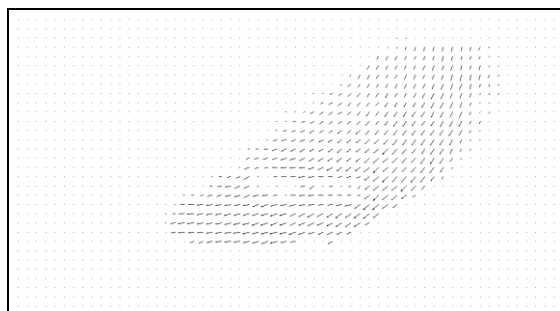
連絡先：〒577-8502 東大阪小若江3-4-1 近畿大学理工学部 TEL:06-6730-5880

図3はトンネルがすべり面から0.32D離れた場所にあるCASE3の場合の結果である。図3(a)に示す遠心加速度13.35G時に微小のベクトルがすべり土塊上部に発生し、これより0.19G進んだ図3(b)の場合では、すべり土塊が全体的に移動したことが明らかである。以上のことからトンネルがすべり面から0.32D離れた場所にある場合における初生地すべり発生加速度は13.54Gであると考えられる。

これらの結果よりCASE3では、地すべりが発生する遠心加速度はトンネルがない場合に比べ6.32G小さくなることが確認できた。

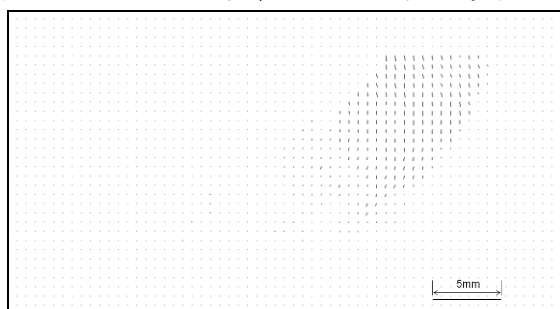


(a) 遠心加速度 19.63G 時

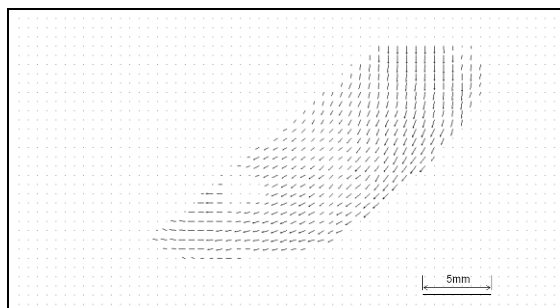


(b) 遠心加速度 19.86G 時

図1 CASE1の変位ベクトル発達状況

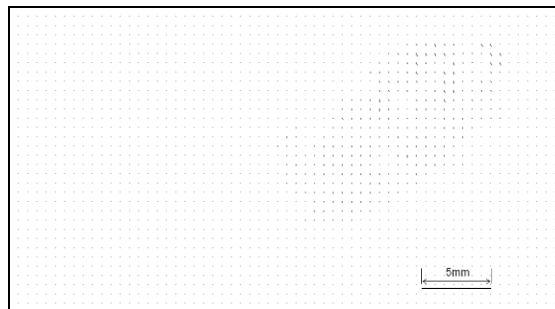


(a) 遠心加速度 16.76G 時

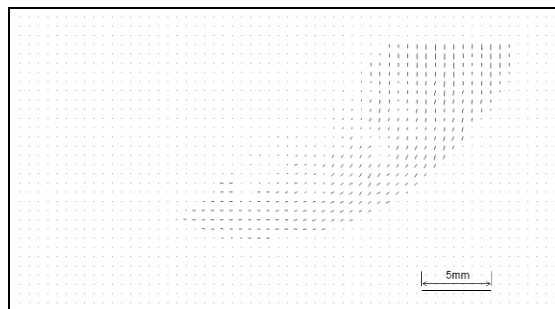


(b) 遠心加速度 16.97G 時

図2 CASE2の変位ベクトル発達状況



(a)遠心加速度 13.35G 時



(b)遠心加速度 13.54G 時

図3 CASE3の変位ベクトル発達状況

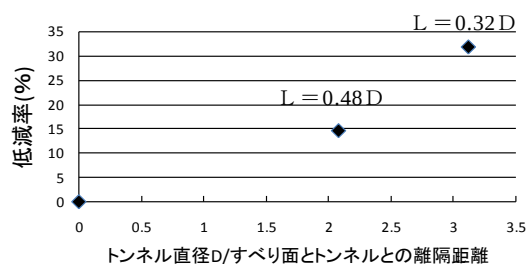


図4 低減率図

ここで以下の式で低減率を算出する。

$$100 \times (G_0 - G_t) / G_0 = \text{低減率}(\%) \cdots (1)$$

G_0 : トンネルがない場合に地すべりが発生した時の遠心加速度の値

G_t : トンネルがある場合に地すべりが発生した時の遠心加速度の値

上式より、トンネルがすべり面より0.48D離れた場所にある場合では、低減率は14.6%、トンネルがすべり面より0.32D離れた場所にある場合では、低減率は31.8%となった。また図4に、すべり面とトンネルとの離隔距離Lでトンネル直径Dを除して無次元化した値と低減率との関係を示す。トンネルがすべり面に近付くと大幅に低減率が増加していることがわかる。

4. 結論

本地盤条件下で以下の結論を得た。

- (1) トンネルをすべり面に近い場所に建設する程、地すべりが発生しやすい。
- (2) トンネルとすべり面の最短距離が0.48Dから0.32Dに変化した場合、低減率(式(1))は2倍以上増加する。