

土塊の内部抵抗を利用した新しい地すべり対策工法

(有)太田ジオリサーチ 正会員 太田 英将

1. はじめに

兵庫県南部地震で谷埋め盛土地盤上に建てられた家屋が多数被災した。このときの盛土地盤の地すべりデータ解析結果から、地震時の地すべりの安定には、幅／深さ比が主体的な関与をしていることが指摘された<sup>1)</sup>。

現在、地すべりの安定解析は、多くの場合二次元断面法で行われ、対策工としては抑止杭工やグラウンドアンカー工などの「待ち受け型抑止工」が用いられている。しかし、地震時の谷埋め盛土では、待ち受け対策工（主にマンションの基礎杭等がその機能を果たした）があったとしても地盤の変形は発生し、結果として被災は免れなかった（図1参照）。

以下では、締まりの緩い地すべり土塊であっても、地震時に大きな変形を発生せず、家屋が被害を被らない新しい対策工法について検討する。

2. 地すべりの幅／深さ比

地すべりの形状比は、既存地すべりを統計的にとりまとめた資料により知ることができる。これによれば、自然発生型地すべり、土工による地すべりで、それぞれ幅／深さ比＝9.45、8.32という平均値が得られている<sup>2)</sup>。一方、兵庫県南部地震で六甲山南麓部に発生した谷埋め盛土地すべりからは、幅／深さ比が10を越えると著しく被災が多くなっている（図2参照）事実が判明している<sup>1)</sup>。

「地すべりの大きさ」が決まる理由についての研究例はないが、本検討においては、後述するように側部強度と底部強度が異なることが原因と考えた。

3. 地すべりの大きさを決定づける要因

地すべり粘土は一般に大変位を発生することにより残留強度になっていると考えられる。また、土質工学的研究により、残留強度は粘土鉱物組成に対応して決まった値となることが知られている。しかし一般に二次元断面法で土質試験で得られた残留強度を用いると安全率が1を大きく下回ってしまい現状を説明できない。このため逆解析により「平均すべり面強度」という概念を取り入れている場合が多い。この平均すべり面強度は、土質試験によるすべり粘土の残留強度よりも大きく、地すべり土塊内のせん断強度よりも小さい。この理由は、平均すべり面強度が、地すべり粘土の残留強度と外周部（側部・頭部）の強度の加重平均になっているためと考えられる。

「材料により残留強度が決定される」ということ忠実に反映し、それを横断的に示すと、図4のようになる。この場合の解析手法としては、Hovland 法による三次元安定解析手法<sup>3)</sup>を用い、底部と側部のすべり面強度と

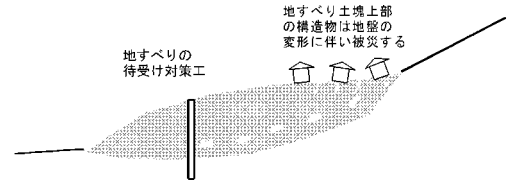


図1.地震に伴う地すべりの被災例

| 項目               | カテゴリ      | カテゴリスコア | レンジ   | 係数    |
|------------------|-----------|---------|-------|-------|
| 幅/深さ比            | 0-5       | 0.5     | 1.786 | 0.737 |
|                  | 5-7.5     | 0.5     |       |       |
|                  | 7.5-10.0  | 0.5     |       |       |
|                  | 10.0-12.5 | 0.5     |       |       |
|                  | 12.5-15.0 | 0.5     |       |       |
|                  | 15.0-20.0 | 0.5     |       |       |
|                  | 20.0以上    | 0.5     |       |       |
| 造成年代             | 昭和50年以後   | 0.5     | 0.346 | 0.243 |
|                  | 昭和50年以前   | 0.5     |       |       |
| 底面からの地下水圧（≒間隙水圧） | なし        | 0.5     | 0.823 | 0.374 |
|                  | 0-3.0     | 0.5     |       |       |
|                  | 3.0-4.0   | 0.5     |       |       |
|                  | 4.0以上     | 0.5     |       |       |

注) カテゴリスコアが大きい（正に）ほど安全側

図2.統計解析で得られた谷埋め盛土の被災原因（釜井他,2000）

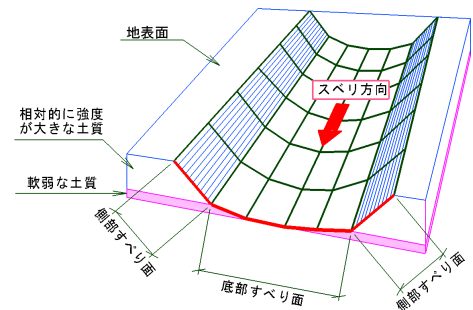


図3.地すべりのモデル

キーワード：斜面安定 すべり面強度 三次元安定解析 地すべり 対策工法

連絡先：兵庫県西宮市すみれ台3丁目1番地 TEL 078-907-3120 FAX 078-907-3123

しては別々の値を用いている。底部のすべり面は、自然地盤の地すべりの場合には、地すべり粘土の残留強度となる。谷埋め盛土の場合には、地下水の影響で軟弱化した盛土層の強度となる。側部の強度は自然発生地すべりの場合でも、谷埋め盛土の場合でも、底部の強度に比べて大きな値となる。このため、「平均すべり面強度」は幅／深さ比が大きくなるにつれて小さくなることになり、図 4 下に示すように、安全率が 1 を下回る幅／深さ比となるところで地すべりや崩壊が発生すると考えられる。すなわち、この幅／深さ比が「地すべりの大きさ」を決定づけている。

4. 地すべり安定化のための新しい対策工法

「著しく強度が低い底部すべり面強度」と「相対的に強度が高い側部（周辺部）強度」から「平均すべり面強度」が決定されている。平均すべり面強度を向上させることにより、地すべりは滑動不能となる。平均すべり面強度を高くするためには、幅／深さ比を小さくすればよいことになる。概念的には、図 5 のように縦断的に土塊を分断し、擬似的な側壁を形成させるための人工抵抗体を挿入する工法となる。この工法の特徴は、

- (1)縦断方向に対策を行うため、土塊の中に滑動可能な部分が少なくなる。→家屋が壊れない。
  - (2)対策工は、地すべり土塊を分断し、土塊内部のせん断抵抗が発揮できるようにする手助けをするだけなので、大きな強度が不要である。→安価である。対策効果の永続性がある。
- ということである。

5. 課題

地すべりの幅／深さ比を小さくし、平均すべり面強度を向上させる工法を提案した。この工法は、宅地盛土で地震時に発生する地すべりや、農地地すべりなどのように、(1)地すべり土塊の締まりが緩く、(2)比較的浅い地すべり、に有効な対策と考えられる。今後は、地すべり土塊を分断するための抵抗体の材料や構造について検討を行う必要がある。

参考文献

1) 釜井俊孝、守随治雄、太田英将、原口強 (2000) : 都市域における地震時斜面災害のハザードマップー宅地盛土斜面の変動予測一、日本応用地質学会シンポジウム予稿集  
2) 高速道路調査会 : 『地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書』昭和 60 年  
3) 太田英将、林義隆、國眼定 (2000) : 地すべり 3 次元安定解析の利用方法 (その 2)、第 39 回日本地すべり学会研究発表会

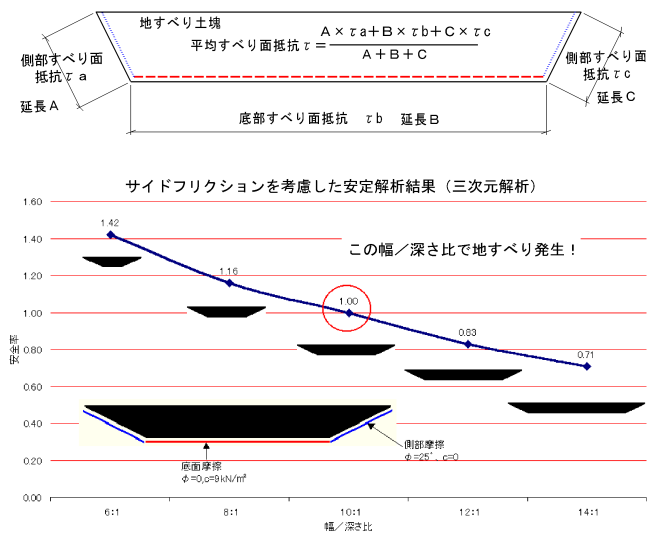


図 4. 「平均すべり面強度」の概念図

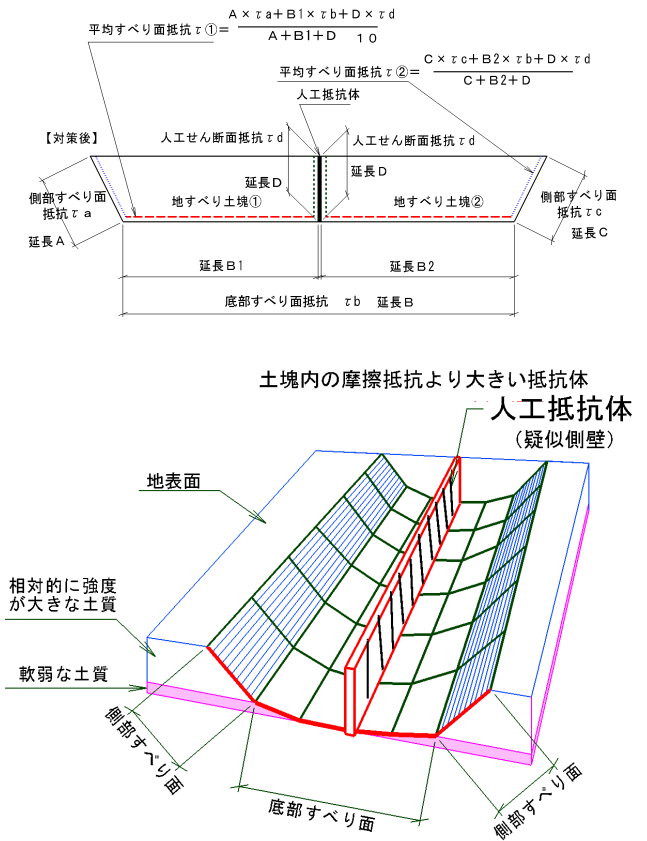


図 5. 疑似側壁を地すべり土塊中に形成し、幅／深さ比を小さくして「平均すべり面強度」を向上させる工法概念図