

2018 年北海道胆振東部地震における厚真町東和地区の斜面安定性評価

山梨大学大学院 学生会員 ○岡田 健杜
山梨大学大学院 正会員 後藤 聡

1. はじめに

2018 年北海道胆振東部地震によって厚真町を中心に、テフラ層をすべり面とする多数のテフラ層すべりが発生した。この地域では、樽前火山から約 9000 年に飛来した樽前 d 降下火砕堆積物 (Ta-d)¹⁾ や、恵庭火山から約 2 万年前に飛来した恵庭 a 降下火砕堆積物 (En-a)²⁾ などが堆積している。これまでに厚真町東和地区で発生したテフラ層すべりを対象に、現地から採取した試料を用いて、定体積繰返し一面せん断試験を実施し、地震時の繰返しせん断挙動を考察し、すべり面の推定を行った³⁾。

そこで本論文では、定体積繰返し一面せん断試験より得られた強度定数³⁾から、震度法に基づく地震時斜面安定解析を行い、厚真町東和地区で発生したテフラ層すべりの斜面安定評価を検討した。

2. 現地調査

厚真町東和地区の現地調査は 2019 年 9 月 14 日～17 日に実施し、層序・層厚を図-1 に示す。上位より、クロボク、樽前火山から約 3000 年前に飛来した Ta-c、クリーム状に風化した Ta-d (風化 Ta-d)、Ta-d 上部 (Ta-d 上)、Ta-d 下部 (Ta-d 下)、En-a 起源のローム (En-a ローム) が堆積しており、ロームの下位は基盤であることを確認した。現地の観察では、すべり面は Ta-d 下の下部若しくは En-a ロームの上部とされた。

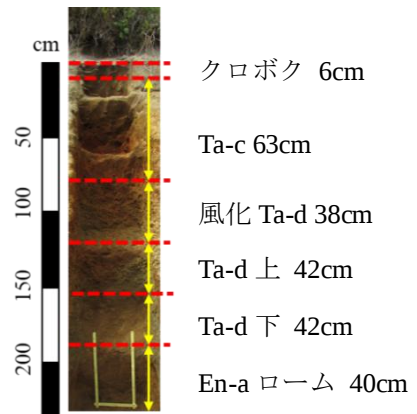


図-1 厚真町東和地区での層序・層厚³⁾

3. 解析方法

(1) 震度法に基づく地震時斜面安定解析

地震時において無限長斜面に作用する力を図-2 に示し、安全率 F_s は力のつり合いより以下のように定義できる。

$$F_s = \frac{\frac{c}{\gamma_t h \cos^2 i} + (1 - k_v - k_h \tan i) \tan \phi}{(1 - k_v) \tan i + k_h} \quad (1)$$

式(1)における c は粘着力 (kN/m^2)、 γ_t は湿潤単位体積重量 (kN/m^3)、 h は地表からすべり面までの深さ (m)、 i は斜面勾配 ($^\circ$)、 k_v は鉛直震度、 k_h は水平震度、 ϕ は内部摩擦角 ($^\circ$) である。

(2) 入力条件

斜面安定解析に用いた入力条件を表-1 に示す。強度定数 c および ϕ は、Ta-d 下および En-a ロームの乱れの少ない試料での、垂直応力 100kPa で実施した定体積繰返し一面せん断試験のストレスパスの関係 (図-3、図-4) より得られた強度定数を採用した³⁾。湿潤単位体積重量は Ta-c から Ta-d 下および En-a ロームまでの平均値を算出した。Ta-d 下および En-a ロームにおける地表からの深さはそれぞれ、1.8m および 2.0m とした。鉛直震度および水平震度は、厚真町東和地区から約 4km 離れた厚真町京町にある震度観測点で観測された、それぞれ最大となる値を採用した⁴⁾。

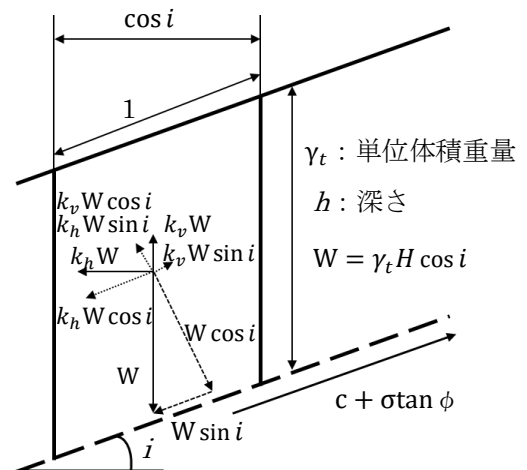


図-2 地震時での無限長斜面に作用する力

キーワード 斜面安定解析, 2018 年北海道胆振東部地震, テフラ層すべり, 定体積繰返し一面せん断試験

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市四丁目 3-11 山梨大学大学院 土木環境工学コース 地盤工学研究室

TEL : 055-220-8526 FAX : 055-220-8527 E-mail : G20TC002@yamanashi.ac.jp

4. 解析結果

式(1)によって算出した安全率を表-2に示す。平常時 ($k_v = k_h = 0$) での Ta-d 下および En-a ロームの安全率は、それぞれ 2.89 および 1.93 となり、平常時においては十分な安全率を有している。また、地震時での Ta-d 下および En-a ロームの安全率は、それぞれ 1.15 および 0.746 となり、地震時には Ta-d 下は安全率 1.0 以上を有しているのに対し、En-a ロームは安全率 1.0 を下回る結果となった。よって、厚真町東和地区において、震度法に基づく地震時の斜面安定解析より、すべり面は En-a ロームであると推定できる。

また、深さ h のみをパラメータとした時の安全率 F_s の関係を図-5に示す。地震時における Ta-d 下および En-a ロームは、地表から深さ 2.4m および 1.2m で安全率が 1.0 を下回ることから、今回の地震によるテフラ層すべりは表層付近ですべりが発生したことが分かる。

5. まとめ

文献³⁾では、地震時の繰返しせん断挙動によってすべり面を En-a ロームと推定したが、本論文のように震度法に基づく地震時斜面安定解析によって定量的にすべり面を推定することができた。北海道には 30° 前後の斜面勾配が卓越している⁵⁾ことと、今回の地震によるテフラ層すべりは、主に斜面勾配が 15° ~ 30° でテフラ層すべりが発生している⁶⁾ため、今後は斜面勾配および不安定なテフラ層の地表からの深さと安全率の関係を検討していきたい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP17H03303 の助成を受けたものである。

参考文献

1) 長谷川健, 花岡正光, 古川竜太, 重野聖之, 七山太, 中川光弘, 安藤寿男: 北海道東部, 釧路地域における樽前 d 降下火砕堆積物の発見とその意義, 地質学雑誌, 第 119 巻, 第 7 号, pp.446-456, 2013.

2) 梅津譲: 恵庭 a 降下軽石及び樽前 d 降下軽石の年代に関する資料, 東北地理, 第 39 巻, 第 2 号, ppt.141-143, 1987.

3) 岡田健杜, 後藤聡: 2018 年北海道胆振東部地震における厚真町に分布する降下火砕堆積物の定体積繰返し一面せん断特性, 土木学会論文集 (投稿中).

4) 気象庁: 強震波形 (胆振地方中東部の地震情報)
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/1809060307_hokkaido-iburi-tobu/index.html>
(2021 年 1 月 12 日閲覧).

5) 石丸聡, 廣瀬亘, 川上源太郎, 奥水健一, 小安浩理, 加瀬善洋, 高橋良, 千木良雅弘, 田近淳: 2018 年北海道胆振東部地震により多発したテフラ層すべり: 地形発達史的にみた崩壊発生場の特徴, 地形, 第 41 巻第 2 号, pp.147-167, 2020.

6) 梅田浩司, 千代谷佳織, 柴正敏, 近藤美左紀: 平成 30 年北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊, 応用地質, 第 60 巻, 第 4 号, pp.172-179, 2019.

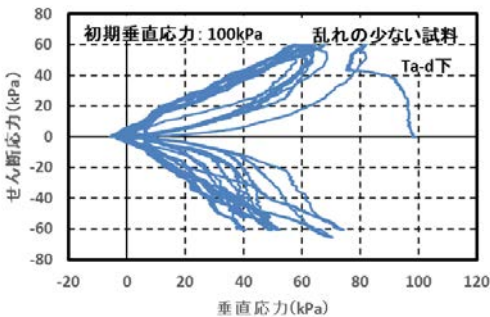


図-3 Ta-d 下における定体積繰返し一面せん断試験³⁾

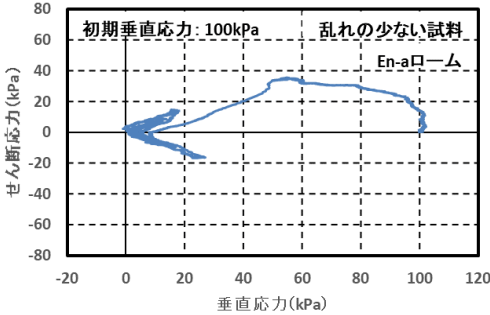


図-4 En-a ロームにおける定体積繰返し一面せん断試験³⁾

表-1 入力条件

パラメータ	Ta-d 下	En-a ローム
c (kN/m ²)	5.62 ³⁾	3.93 ³⁾
ϕ (°)	42.06 ³⁾	32.05 ³⁾
γ_t (kN/m ³)	10.09	10.43
k_v	0.465 ⁴⁾	
k_h	0.376 ⁴⁾	
h (m)	1.8	2.0

表-2 式(1)で算出した安全率

安全率 F_s	Ta-d 下		En-a ローム	
	平常時	地震時	平常時	地震時
	2.89	1.15	1.93	0.746

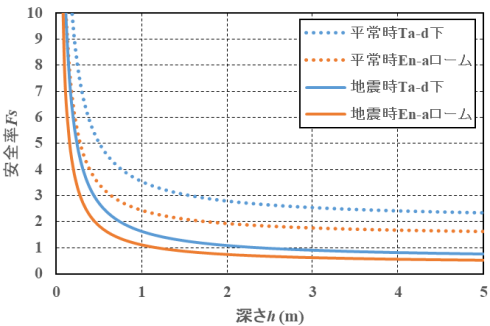


図-5 深さと安全率の関係