

住民理解を深めるために実施した模型実験の事例紹介

株式会社藤井基礎設計事務所 寺本 蒼

1. はじめに

本発表では、住民の理解を深めるために、模型実験を行った事例について2つ紹介する。1つ目は、法尻の土砂を撤去すると背後の地すべりが再活動する可能性があることを、後退性地すべりの模型を使って説明した事例、2つ目は斜面末端の崩土を残して押え盛土として活用したことを説明した事例である。

両者とも民地内で対策した事例であり、住民はドボクの知識があまりない。そのため、現場の状況や設計の効果などを言葉で伝えてもイマイチ理解してもらえないと考えた。そこで、模型実験により現場の状況や設計の効果を可視化し、少しでも理解が深まるよう工夫した。

2. 事例① 後退性地すべり

1つ目は斜面崩壊により建物に近接した法面が押し出され法尻の路肩幅が狭くなっていた事例である。現地調査をした際には崩壊部の背後に滑落崖があり、さらにその背後にも複数の滑落崖があった(図-1)¹⁾。住民としては、斜面末端の小崩壊部分を切土して狭くなった通路幅を復旧することを要望していた。しかし、要望通り単純に切土すると地すべりの足元を排土することになり、背後の地盤が不安定となる。そのため、背後の地すべりについて調査が必要であることを模型を使って説明した。

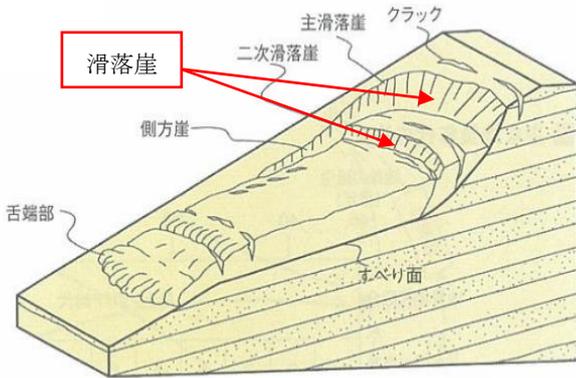


図-1 一般的な地すべり地形¹⁾

(1) 模型実験の材料

模型実験の材料として以下のものを使用した。

- ・サイズの異なる金属ナット (土の粒子)
- ・発砲スチロール (固い地盤)
- ・ナイロンテープかプラ板 (すべり面)
- ・パネル背景用の断面図

(2) 模型実験の方法

○地すべり模型

はじめに、地すべりの末端を取ってしまうと不安定になることを地すべり模型を使って説明した(写真-1)。

初期状態として、ナットを元地形である黒線内に敷き詰める。次にパネルを傾ける。この操作によって土に重力が作用している状態を再現することができる。

○後退性地すべり模型

実際の崖地形の断面図をパネルの背景にし、その断面を参考に模型を作成する。初期状態は、断面図の斜面勾配を参考にナットを配置する範囲を決め、ナットを黒線内に敷き詰める(写真-2)。次にパネルを傾ける。

(3) 模型実験の結果

○地すべり模型

パネルを傾けたことによりナットが全体的に前へ押し出され最初の位置よりも地面が下がった(写真-1)。黒線外へ出たナットを取ると重りが軽くなるのでまた地すべりが起きる。このようにして、今排出されている部分を単純に切土すると地すべりが不安定になることを説明した。

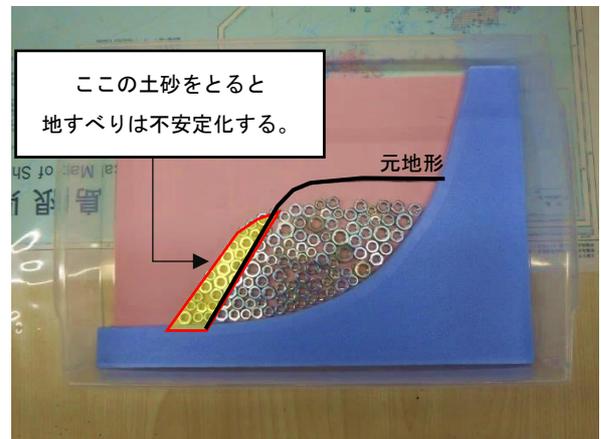


写真-1 地すべり模型

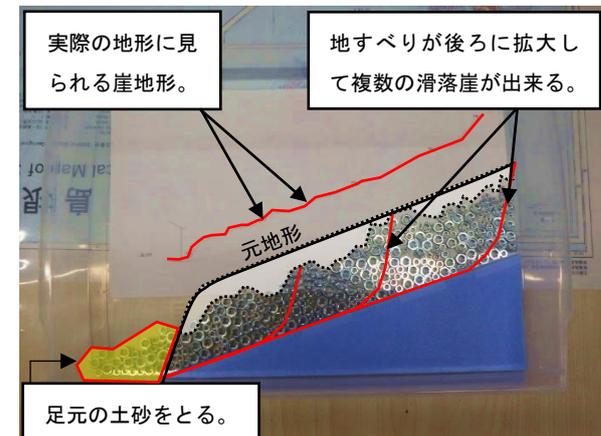


写真-2 後退性地すべり模型

○後退性地すべり模型

地すべり模型と同様にパネルを傾けたことによってナットが全体的に前へ押し出され、最初の位置よりも地面が下がった。黒線外へ出たナットを取ってパネルを傾ける操作を何回かすると地すべりが後ろに拡大して複数の滑落崖ができる。こうして出来た後退性地すべりの地形が実際の現地で見られる地形と似ていることを説明した(写真-2)。よって、単純な崩壊対策だけでなく、背後の地すべりについて調査が必要であることを説明した。

3. 事例② 押え盛土

二つ目は高さ10m程度の斜面で崩壊が発生し、斜面末端の崩土を押え盛土として活用した事例である。斜面下には平場があり、もともとは畑として利用していた。しかし、崩壊した際に平場が崩土で埋まり、家まで到達してしまっていた。応急対策として家側の崩土を斜面側へ寄せる形で押え盛土を行い、恒久対策もそれを活かす設計とした。一度は了解を得ていたが、斜面下の住民から「崩土を残したままだと敷地が狭くなるのでやはり押え盛土を撤去したい」と言われ、工事に時間を要した。また、斜面上の住民からは「斜面に亀裂が入っており、家にまで被害が出そうなので早く工事を進めて欲しい」という要望もあった。

この現場では、調査設計費や工事費の4分の1を住民が負担する事業であったため、必要最小限の設計を行っていた。十分な調査ができない状況で、押え盛り土となっている崩土を撤去すると、斜面を不安定化させる可能性があることを住民へ伝えなくてはならなかった。被害を広げないためにも工事を進める必要があったので住民説明会を行った。

(1) 模型実験の材料

模型実験の材料として以下のものを使用した。

- ・発砲スチロール（固い地盤・移動する土塊）
- ・プラ板またはナイロンテープ（すべり面）
- ・重り（押え盛土・斜面上の人家）

(2) 模型実験の方法

押え盛土を撤去すると移動土塊はふんばる力よりすべる力が大きくなるので崩壊してしまう。このことを説明するために、下記の模型を使用した(写真-3a)。

初期状態として、固い地盤の表面にプラ板またはナイロンテープを張りすべり面を作る。その上に移動する土塊を乗せる。押え盛土に見立てた重りを移動する土塊の末端に置く。パネルを傾けると、移動する土塊は押え盛土があることによって動かないことが分かるが、押え盛土を取ると移動土塊が動いてしまう事を視覚的に示す。

(3) 模型実験の結果

パネルを傾けたことによって移動する土塊は前へすべろうとするが、押え盛土によって動かずに安定している。押え盛土を取ってしまうと、移動土塊は斜面上の人家とともに動き出した(写真-3b)。

4. まとめ

本発表では、住民からの理解を深めるために模型実験を行い、現場の状況や設計の効果を可視化し、協議や住民説明会で活用した事例について紹介した。模型を活用して説明したことで、住民の不安や疑問点を減らすことができ、理解を得られたので工事を円滑に進めることができた。また、発注者からは分かりやすい説明だったというような言葉をもらうことができ、模型での説明は住民説明会では有効であることが示された。今後もこのような視覚的に理解のしやすい模型を活用し、住民説明会や協議の際により良いコミュニケーションと効果的な伝え方を実現していきたいと考えている。

《引用・参考文献》

- 1) 上野将司(2012):危ない地形・地質の見極め方, p. 13, 日経 BP 社

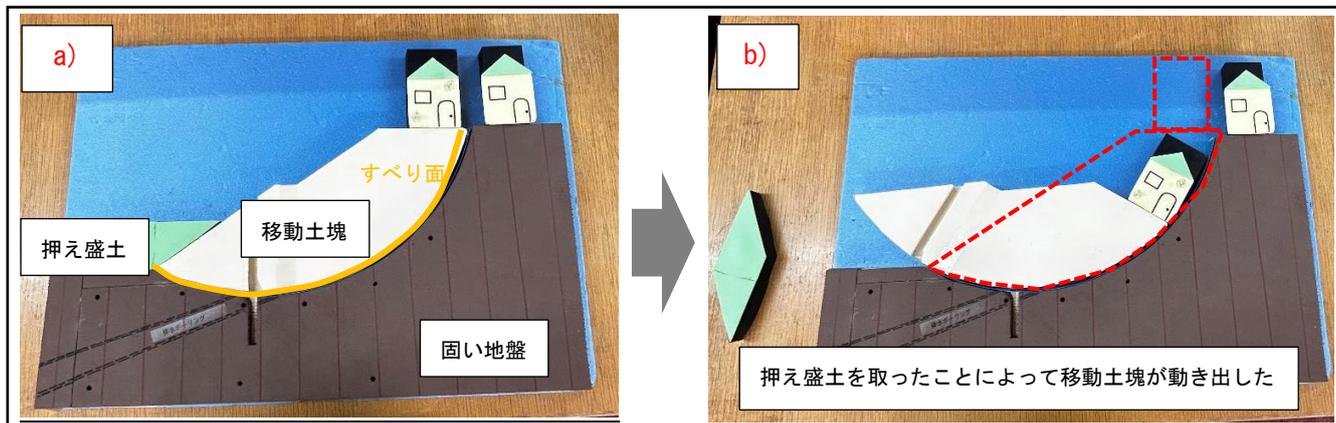


写真-3 押え盛土の必要性について

ドボク模型で学ぶ「土質力学」(その1)

株式会社 藤井基礎設計事務所 藤井 俊逸

1. はじめに

土木構造物には土質力学が欠かせない。「ドボク模型」を用いることで、土木構造物どのように土質力学が使われているのかを、一般の人にもわかるようにした。「ドボク模型」は100円ショップやホームセンターで手に入る材料で、土木事象を表現するものである。ここでは、「土のう」の事例と「トンネル」の事例で説明を行う。

2. 「土のう」模型¹⁾²⁾

(1) モデル化の方法

- a) 土のう袋 ⇔ トイレットペーパー：日頃使用しているが外力には耐えられないイメージがある。
- b) 中詰め土 ⇔ ストロー：断面を土粒子に見立て、その集合体を二次元化。
- c) 荷重 ⇔ 漬物石など。

(2) 実験方法と実験結果

ケース1 トイレットペーパー無し

写真-1・写真-2を参照。

ケース2 トイレットペーパー有り

写真-3～写真-5を参照。

(3) 土のうの土質力学

土の粒子は押し付ける力には強いが、離れる力には弱い性質を有するため、土の粒子を拘束して、ずれに抵抗する力(せん断力)を増してやれば大きな力に抵抗できる。

ケース1の場合、土に見立てたストロー同士を押し付ける力が働かないので、せん断抵抗力が生まれず、重りを支えることができない。

ケース2の場合、トイレットペーパーで巻いたストローには押し付ける力が働き、重りが大きくなるほど押し付ける力も大きくなる。押し付ける力はせん断抵抗力を生み出し、ストロー同士がずれることが出来なくなる。その結果、大きな力に抵抗することができる。

3. 「トンネル」模型²⁾³⁾

(1) モデル化の方法

- a) トンネル支保工 ⇔ 厚紙：アーチ形状
- b) 地盤 ⇔ ナット：土粒子の2次元モデル
- c) ロックボルト ⇔ ガムテープを細く切ったもの

(2) 実験方法

水平に置いた模型木枠に、紙で作ったトンネル断面、整形用の型、周面にナットを配置する(写真-6)。

模型木枠をゆっくり起こすと、ナットに木枠をすべり落ちる力が作用する。この方法で重力を与える。



写真-1
ストローの山に重り(約1kgf)を載せる



写真-2
重りは沈み込む



写真-3
ストローをトイレットペーパーで巻く



写真-4
重り4kgfを載せても沈まない



写真-5
重り25kgfを載せても沈まない

(3) 実験結果

ケース1 ロックボルト無し

ナットの重みでトンネル断面がつぶれる(写真-7)。

ケース2 ロックボルト有り

模型を最初の状態にセットし、トンネル断面の周囲に、ロックボルトに見立てたガムテープを放射状にナットに貼る(写真-8)。模型をゆっくり起こすとトンネル断面

は潰れない。

(4) トンネルの土質力学

ガムテープに接着されたナットは固定され、その周辺のナットも動きにくくなる。写真-9のような動きにくいブロックが形成される。ブロックはクサビ状なので、トンネル内空方向にクサビが食込みトンネルは内空変位を発生する。その結果、クサビはだんだん硬くなっていく。写真-10の山が崩れる力（下向き矢印）を、土の中にできたブロックが支える形になる。最後にコンクリートで覆工してトンネルが完成する。

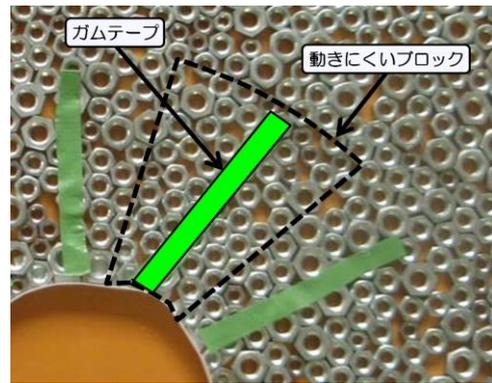


写真-9 ロックボルト周辺がブロックとなる

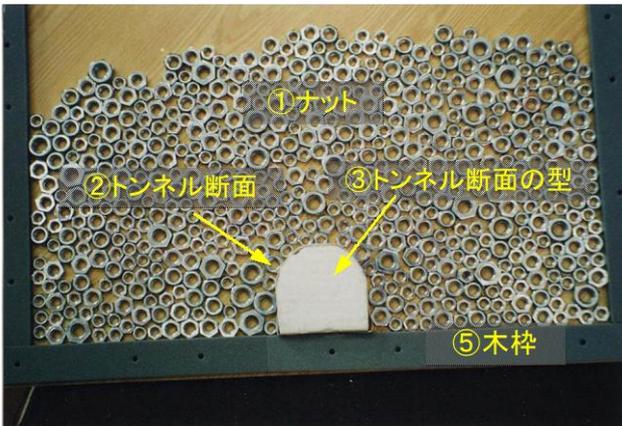


写真-6 トンネル模型作成

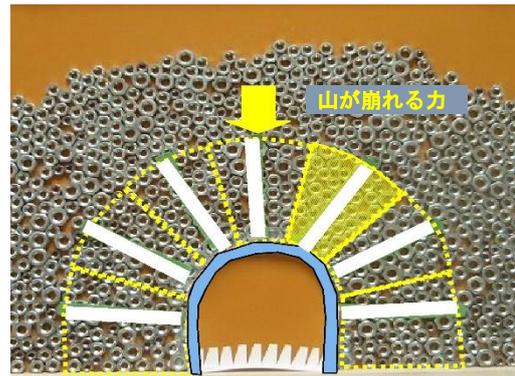


写真-10 地盤内ブロックが崩れる力を支える



写真-7 ケース1 トンネル断面はつぶれる

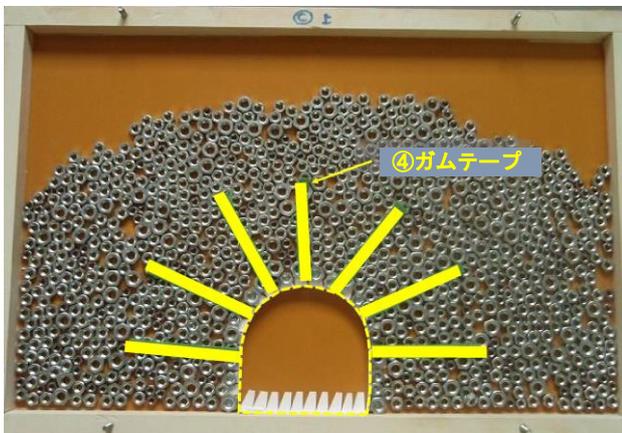


写真-8 ケース2 トンネル断面はつぶれない

4. おわりに

「ドボク模型」を使って土質力学を考えることで親しみやすくなる。社員への技術伝承や発注者への説明にも役立っている。「手を動かして作ってみる」「作りながら学ぶ」ということが大切だと考える。是非、自分で作り、そして、多くの人に見せて自慢して欲しい。見せる場としては、以下が考えられる。

- a) 工事関係者（発注者・コンサルタント・施工業者）への説明
- b) 地元説明会で一般の人への説明
- c) 家に持ち帰り家族に説明

《引用・参考文献》

- 1) 藤井俊逸（2014. 3. 24）：ドボク模型プレゼン講座第3回土のうの強さの秘密とは、p54-57, 日経コンストラクション。
- 2) 藤井俊逸（2015）：模型で分かるドボクの秘密, p7-16, p27-36, 日経 BP 社。
- 3) 藤井俊逸（2014. 2. 24）：ドボク模型プレゼン講座第2回トンネルはなぜ崩れない, p58-61, 日経コンストラクション。

地盤技術者のボランティア活動

北海道土質コンサルタント株式会社 ○澤 奨^{さわ すすむ}、平松 良太、工藤 康雅

1. はじめに

2024年1月1日に発生した能登半島地震は地域に津波を含む甚大な被害を与えました。被災された方、未だ行方不明のままの方に、おくやみとお見舞いを申し上げます。復興も難航するなか、多くのボランティアが住宅の修理や震災ガラの撤去などに汗を流しておられます。このようなボランティアの皆様にはあらためて敬意を表します。

2011年3月11日の東日本大震災以後、日本各地で大規模な自然災害が頻発しています。私たちの居住する北海道でも2018年9月胆振東部地震が発生し、道内全域がブラックアウトする未曾有の被害を受けました。¹⁾

地震の発生後、私たちは北海道地質調査業協会の一員として、厚真川上流の、巨大地すべりによる自然ダムを相手に大規模な地質調査に従事していました。調査現場への通勤途中、目にするものは、廃屋の前でたたずむ被災者と瓦礫の片づけに汗を流すボランティアの姿でした。

このような状況が毎日続き、私たちもボランティアとして被災者に直接寄り添うべきではないか、との思いに苛まれました。しかし、実情は時間的にも体力的にもボランティア活動への参加は困難でした。このような状況の中、地盤品質判定士会本部から災害時の被災者対応および札幌市への協力要請がありました。これを契機として以降、活動に賛同した道内の判定士グループで被災者への援助活動を開始しました。

以下に胆振東部地震発生後の、私たちの行った協力体制と活動について報告します。

ました。この結果として、「地震時における地盤災害の課題と対策」ー2011年東日本大震災の教訓と提言(第二次)を発表しました。この中で地盤技術者が宅地の地盤災害防止・軽減に貢献するため「地盤品質判定士」資格制度の設立を提言し、2013年に地盤品質判定士資格が創設されました。地盤品質判定士は、判定士協議会の定義によると『宅地の造成業者、不動産業者、住宅メーカー等と住宅及び宅地取得者の間に立ち、地盤の評価(品質判定)に関わる調査・試験の立案、調査結果に基づく適切な評価と対策工の提案等を行う能力を有する技術者』です。これらの宅地地盤の評価や対策工提案は原則有償で行いますが、胆振東部地震に関する活動はすべて無償で行いました。

北海道地震部会(仮称)では、応援要請に対し以下のスケジュールで活動を開始しました。

- 2018年10月25日：北大でキックオフミーティング
- 2018年11月6日：札幌市建設局訪問
- 2018年11月15日：里塚地区住民説明会参加
- 2018年11月～12月日曜相談会を実施
- 2019年1月27日：地盤品質セミナーで報告
- 2019年8月以降も説明会や相談会に参加し、個別の相談案件についても対応
- 2019年2月16日：全国欠陥住宅被害ネット幹事会にて、被災住民支援活動の実態報告
- 2019～2020年：厚真町分譲宅地の復旧対策協議に関与
- 2021年3月札幌市と宅地の防災に関する連携協定締結(現在他の道内の自治体とも協定締結に向け協議中)



写真-1 2018/9/6 18:30頃 札幌市内の停電状況



写真-2 2019/1/27 地盤品質セミナーで報告

2. 地盤品質判定士会とは

2011年東日本大震災で埋立地の液状化や丘陵地の盛土や擁壁の崩壊等によって数多くの宅地が被災したことを承け、地盤工学会は会員による地盤災害調査を実施し

私たちが住民説明会や日曜相談会活動に参加することで、あらためて被災者に直接寄り添うことが災害時には

非常に重要であることを認識しました。

特に相談後に被災者から「不安が解消できた」、「専門家に話を聞いてもらい、安心できた」などの感想をいただきました。被災された方は、体験した災害の大きさと将来への不安で、わずかな変状にもパニックに陥ることが多く見受けられます。

被災後の生活再建に必須の住宅の確保はまだ先のこととして、とりあえず現状での不安を取り除くことができるのは地盤技術者による丁寧な聞き取りと、応急処置内容の指示であることが分かりました。



写真-3 2018年11月 清田区での日曜相談会状況

3. 今後に向けての課題

(1) 災害直後のデマや悪質な施工業者の勧誘排除

災害発生直後から被災者と接することにより、SNSを通じて、あるいは口コミによってさまざまなデマが急速に拡散することがわかりました。いわく、「近々さらに大きな地震が起きる」、「住宅地や道路下に大きな空洞が生じており、水が流れる音が聞こえる」などがまことしやかに広まっていました。当時すでに町内で地盤調査も始まっており、適宜町内会を通じて調査情報も伝えていたにも関わらず、悪質なデマは拡散していました。

このようなデマは被災者との個別面談や地域の町内会で開催していただいた勉強会で一つずつ否定し、根気よく潰していく必要があります。

また、町内では被災直後から立ち入り制限を行っていたにも関わらず、怪しげな対策工事を不当な価格で勧誘する人たちが入り込み、一部では不用意なモルタル圧入により、折損した排水管を通じてトイレや流しがモルタルで充填されるなど被害も発生していました。

災害発生時のデマや、怪しげな工事勧誘を排除するには町内会などと協働して勉強会を開くことで一定程度の成果を出すことができましたが、これには多くの地盤技術者の協力が欠かせません。

なお、勉強会では一般の市民に分かりやすく地盤工学

上のリスクを説明することが如何に難しいかを痛感させられました。

(2) 正しい地盤工学知識の啓発

日曜相談会や個人面談を行っている時の感想として印象に残っていることは、一般市民の方が地盤工学用語を普通に使うことでした。特にN値やスクリーウエイトサウンディング試験（以下SWSと表記）に関する知識が一般化されていることに驚かされました。SNSによる知識の拡散と思われる。

ただ、気がかりだった点は市民のもつN値の精度やSWS試験結果に関する妄信でした。戸別住宅の基礎調査として現在普通に実施されているSWS試験の成果は、ほぼすべてが推定N値として表現されており、住宅産業界でSWSを実施している方も、SWSはN値を求める試験として理解されていることに驚きました。²⁾

以上のような誤解を解くにも地道な一般市民を対象とした勉強会を手段として、地道な啓発活動を続ける以外にはないと考えます。

(3) 地盤品質判定士資格の取得と活動への誘い

これまで述べてきたように、大規模災害発生時の被災者対応や、平時の一般市民に対する啓発などは、地盤技術者のみに対応できる活動です。震災後の後片付けに奔走するボランティアの皆様には感謝と尊敬の念を禁じませんが、地盤技術者として相談会や勉強会に参加し、被災者の不安解消に貢献することも大切なボランティア活動です。

登録された地盤品質判定士は全国で約千名、北海道では30名足らずの状況です。今後ぜひ地盤品質判定士試験に挑戦し、地盤技術者として私たちの活動を応援していただければ幸いです。

《謝辞》

※ 北海道大学工学部工学研究院 土木工学部門 自然災害適応教授 石川達也先生には地盤品質判定士会北海道地震部会発足の足掛かりを作っていただき、発足後も有形無形の応援をいただきました。

※ (一社)地盤品質判定士会九州支部の判定士仲間には北海道地震部会の相談会や市民勉強会開催に際し、熊本地震の際の経験に基づく多くのご支援、ご指導をいただきました。

《引用・参考文献》

- 1)地震による地すべり災害：2020「地震による地すべり災害」刊行委員会
- 2)地盤調査の方法と解説（2013）：公益社団法人地盤工学会 325-336P