

日本建築学会災害委員会  
土砂・地盤災害に関する初動調査マニュアル(案) (2025年度版)  
「解説・参考資料」

2025/06/30

「本文」と「解説・参考資料」について

本マニュアルは「本文」と「解説・参考資料」で構成している。災害種別や調査対象は項目別に記してあり、調査に際しては、目的に応じて必要な個所を適宜参考にされたい。

目次（解説・参考資料）

1. 調査の目的

参考文献（1章）

2. 災害の種類・特徴と調査要否の判断

2.1 対象とする土砂・地盤変状災害

2.2 初動調査の必要性和構造物・要否判断・調査期間

参考文献（2章）

3. 事前情報の収集、調査に必要な手続き・用具

3.1 事前情報の収集

3.2 調査に必要な基本的な用具・装備

参考文献（3章）

4. 調査項目と方法（土砂災害・地盤変状災害）

4.1 土石流の調査

4.2 豪雨時及び地震時のがけ崩れの調査

4.3 豪雨時および雪融け時の地すべりの調査

4.4 火山噴火等に伴う雪崩・雪代の調査

4.5 地震時および豪雨時の盛土造成地での盛土や構造物の変状の調査

4.6 地表地震断層による断層ずれ・傾動の調査

参考文献（4章）

5. 調査項目と方法（建築物の被害）

5.1 共通する基本的な調査項目

5.2 土砂災害による作用荷重(主に土砂荷重)を推定するための調査

5.3 土砂災害による建築被害の調査

5.4 地表地震断層による地盤変状による建物被害の調査

5.5 地すべり・盛土崩壊・側方流動等の地盤変状による建物・構造物被害の調査

参考文献（5章）

6. 調査項目・データの整理方法

6.1 GISデータ・ソフト

6.2 ドローン・リモートセンシング関連

7. 連絡・連携体制・速報

7.1 学会横断調査体制の構築

7.2 連絡体制

7.3 速報

7.3 調査時の注意事項

執筆者と担当（章・節）

参考資料（調査シートの事例）

## 1. 調査の目的

本マニュアルは土砂災害と地盤変状災害による建物被害に関するの初動調査を対象として、要点をまとめた「本文」と、土砂・地盤変状災害の現象や被害事例、被害調査方法などのより詳細な解説や参考事例を紹介する「解説・参考資料」で構成している。がけ崩れと土石流による建物の被害例を図 1-1、図 1-2 に、土砂災害で流下する土砂や岩塊・瓦礫による作用荷重と水平抵抗力に乏しい木造住宅の倒壊・流失に至る被害のイメージを図 1-3 に、地盤変状で沈降する地盤上の建物の被害のイメージを図 1-4 に示す。調査に際し、地震災害調査活動指針やドローンの利活用に関するガイドなども参考にされたい<sup>1-1)</sup>、<sup>1-2)</sup>。



2024 年奥能登豪雨による珠洲市・若山町のがけ崩れで倒壊した古い木造家屋



2021 年熱海市の土石流で被災した新しい木造住宅（1階隅角部が土砂・瓦礫で削り取られた）

図 1-1 土砂災害の例（撮影・久田）



2024 年能登半島地震のかほく市大崎での側方流動による擁壁と建物の被害



1999 年台湾集集地震の地表地震断層の直上の RC 造建物の傾斜被害（後に修復した）

図 1-2 地盤変状災害の例（撮影・久田）

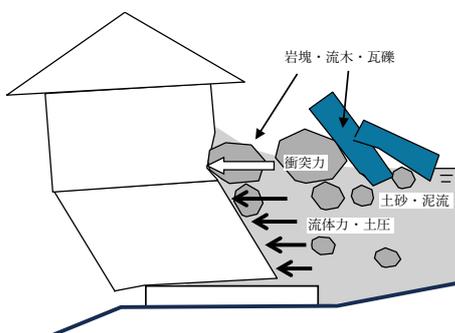


図 1-3 土砂災害で流下する土砂・泥流・岩塊・流木等による建物に作用する荷重と古い木造住家の倒壊・流失するイメージ図

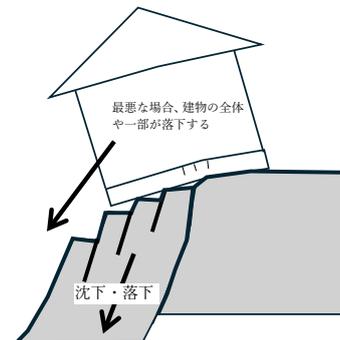


図 1-4 地盤変状（地すべり地盤の上端部や縦ずれ断層の直上など）で沈降する地盤上の建物の被害のイメージ図

### 参考文献（1章）

1-1) 日本建築学会 災害委員会：日本建築学会の地震災害調査活動指針、2013. 2

1-2) 日本建築学会 災害委員会：災害調査におけるドローンの利活用に関するガイド、2014. 1

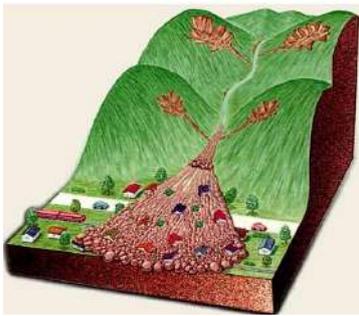
## 2. 災害の種類・特徴と調査要否の判断

### 2.1 対象とする土砂・地盤変状災害

本マニュアルでは地震・豪雨・火山噴火・豪雪等をトリガーとして発生する土砂災害と地盤変状災害を対象とする。以下に対象とするそれぞれの災害を説明する。

1) **土砂災害**：土石流、崖崩れ、地すべり、土砂・洪水氾濫、雪崩・雪代など、傾斜地を土砂や流木、岩塊、積雪等が移動・堆積し、建築物に荷重・衝突力として作用し、さらには土砂等が室内に流入するなど発生する災害とする。土砂災害に関して、図 2-1 に示す国土交通省による定義を基本とし、以下のような現象を指すこととする。

- ① **土石流**：溪流において、豪雨時に山腹斜面が崩壊した土砂や川底に堆積した土砂が一気に下流に押し流される現象。地震時に斜面が大崩壊した場合も溪流の途中で川の水を巻き込んで一気に流れ下ることもある。地震等により出現した河道閉塞（天然ダム）の決壊により大規模な土石流が発生する場合もあり、「山津波」と呼ばれることがある。
- ② **がけ崩れ（急傾斜地崩壊）**：自然斜面や切り取り斜面が、豪雨時や地震時に一気に崩壊する現象。浅層がすべり崩壊を起こすケース（表層崩壊）が大半であるが、まれに深層から大崩壊を起こすこともある（深層崩壊）。
- ③ **地すべり**：傾斜が緩やかな斜面が、雪融けや豪雨時にゆっくりと斜面方向に動いていく現象。一般に広い範囲で発生し移動土塊量も多い。



①**土石流**：山腹、川底の石や土砂が長雨や集中豪雨などによって一気に下流へと押し流される現象。その流れの速さは規模によって異なるが、時速20~40kmという高速度で一瞬のうちに人家や畑などを壊滅させる。



②**がけ崩れ**：地中に浸み込んだ水分が土の抵抗力を弱め、雨や地震などの影響によって急激に斜面が崩れ落ちる現象。がけ崩れは突然起きるため、人家の近くで起きると逃げ遅れる人も多く死者の割合も高くなる。



③**地すべり**：斜面の一部あるいは全部が、地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象。一般に移動する土塊量が大きいため、広範囲に甚大な被害を及ぼすことが多い。

図 2-1 国土交通省による土砂災害の分類<sup>2-1)</sup>

・**その他の土砂災害**：その他の土砂災害として、「土砂・洪水氾濫」、「深層崩壊」などがある。「土砂・洪水氾濫」は、図 2-2 に示すように豪雨により上流域から流出した多量の土砂が下流の河道で堆積することにより、河床の上昇や河道の埋塞が生じ、土砂と泥水による氾濫が発生する現象である。一方、「深層崩壊」は図 2-3 に示すように、山崩れ・崖崩れなどの斜面崩壊のうち、すべり面が厚さ 0.5~2.0m 程度の表層土が崩壊する「表層崩壊」に対して、表土層だけでなく、深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象である。一般に膨大な土塊が高速で流下するため、耐震設計された RC 造の建築物でも倒壊・流出する可能性がある。さらに移動土塊がそのまま土石流となって流下する場合や、河道を塞いで天然ダムを形成する場合などがある。一般に被災地域は立ち入り禁止となり、初動調査は困難になる場合が多い。



図 2-2 土砂・洪水氾濫の説明図<sup>2-1)</sup>

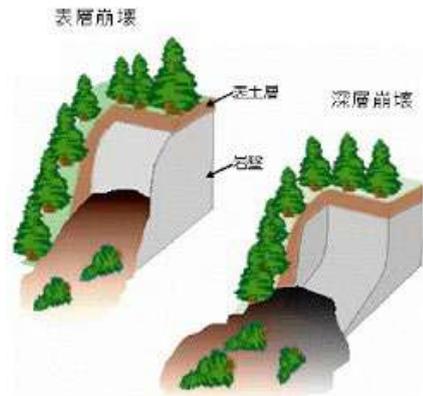
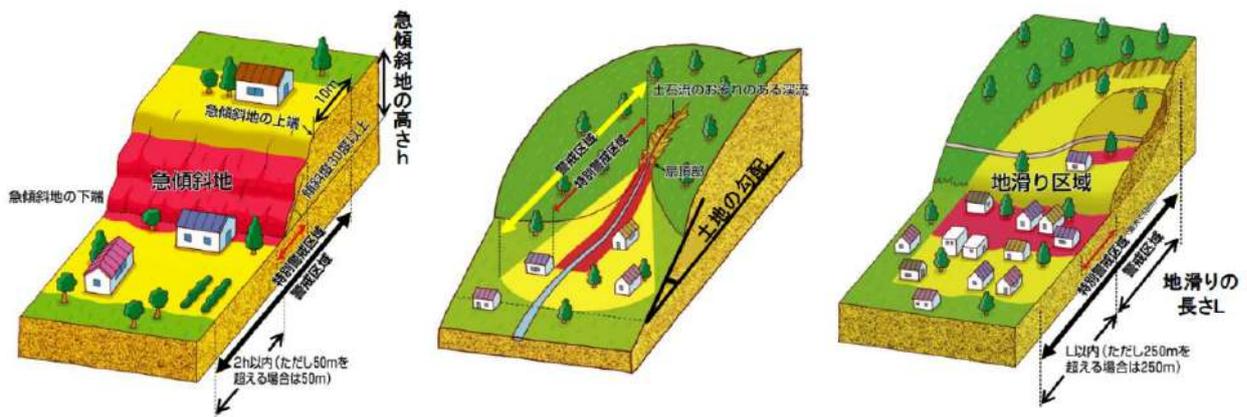


図 2-3 表層崩壊と深層崩壊<sup>2-1)</sup>

・土砂災害防止法と警戒区域：建築分野に関連する土砂災害対策として、2015年に「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（以下、土砂災害防止法）」が改正され、図 2-4 に示すように自治体は急傾斜地崩壊（がけ崩れ）、土石流、地すべりの3種類の「土砂災害警戒区域（イエローゾーン）」と「土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）」を指定し、土砂災害ハザードマップとして公開を推進している。「土砂災害警戒区域」は住民等の生命又は身体に危害が生じる恐れがある区域とされ、危険の周知や、指定緊急避難場所や避難経路など警戒避難体制の整備が期待されている。一方、「土砂災害特別警戒区域」は建物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがある区域とされ、開発行為に対する許可制、建築物の構造規制、あるいは、移転勧告が行われる。特別警戒区域では建物の建設は原則禁止されているが、新規に建設する場合には擁壁などで土砂災害を防止する対策を行うか、想定される土砂荷重に耐えるRC造による構造形式を採用し、構造計算により安全性を確認する必要がある<sup>2-2), 2-3)</sup>。さらに 2017 年の土砂災害防止法の改正では、警戒区域内にある要配慮者利用施設を対象に避難確保計画及び計画に基づく避難訓練の実施を施設管理者等へ義務付けている。



急傾斜地崩壊：傾斜角が 30 度以上ある土地で、上端から 10m 以内、下端から 2 倍以内（50m 以下）

土石流：土地の勾配が 2 度以上

地すべり：地すべりの長さの 2 倍以内（ただし、250m 以下）

図 2-4 土砂災害の分類と土砂災害警戒区域・特別警戒区域の指定<sup>2-2)</sup>

・土砂災害（がけ崩れ・土石流・地すべり）で建築物に作用する荷重：「土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）」内の新築建物では土砂荷重に耐える構造にする必要がある。土砂荷重の種別として土砂等が高速に作用する「移動」と、ゆっくりと作用する「堆積」がある。土砂災害防止法では、図 2-5 に示すように「移動」の荷重分布は高さ方向に等分布を、「堆積」では三角形の

等分布荷重を、それぞれ仮定している。また土砂災害の分類ごとに建物の外壁等に作用する荷重種別を指定しており、がけ崩れ（急傾斜地崩壊）では「移動」と「堆積」の両方を、土石流では「移動」を、地すべりでは「堆積」を、それぞれによる荷重を設定し、安全性（倒壊・崩壊等が生じない、など）を確認することを求めている。

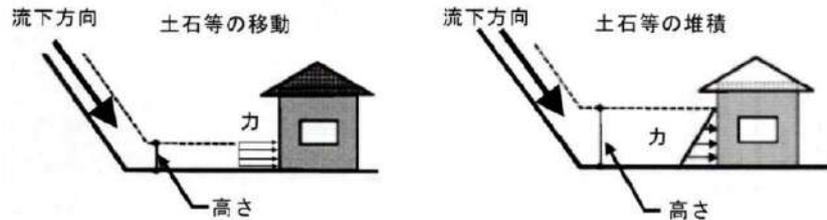


図 2-5 土石等の流下による移動と堆積により建物の外壁に作用する荷重分布<sup>2-3)</sup>

・ **盛土造成地盤の滑落崩壊**：土砂災害は自然地盤に限らず、大規模な盛土造成地盤の法面の滑落崩壊などが発生することもある。事例として、1995 年兵庫県南部地震や 2004 年新潟県中越地震等において、大規模に谷を埋めた盛土造成地で滑動崩落による被害が多数発生した。大地震発生時に大きな被害が生ずるおそれのある大規模盛土造成地は全国に数多く存在するため、2006 年 4 月に国交省は「宅地造成等規制法」を改正し、大地震時等における滑動崩落や液状化による宅地の被害を軽減するため、変動予測調査と住民への情報提供等を図り、対策工事等に要する費用について補助するための宅地耐震化推進事業を創設している<sup>2-4)</sup>。

・ **大規模盛土造成地と崩落災害**：盛土造成地には谷埋め型盛土や腹付け型盛土等があり、図 2-6 にそれぞれの造成地の特徴と活動崩落のイメージ図を示す<sup>2-4)</sup>。谷埋め型盛土は、谷や沢を埋めた土地であり、盛土内に水の浸入を受け易く、盛土側面に谷部の斜面が存在することが多い。一方、腹付け型盛土は傾斜地に沿って斜面を直接盛り土で覆うように造成された土地であり、傾斜地盤上が高いという特徴がある。国交省は、これらの盛土造成地のうち、以下のいずれかの要件を満たすものを大規模盛土造成地と定義している。

- 1) 谷埋め型大規模盛土造成地：盛土の面積が 3,000 平方メートル以上
- 2) 腹付け型大規模盛土造成地：盛土をする前の地盤面の水平面に対する角度が 20 度以上で、かつ、盛土の高さが 5 メートル以上

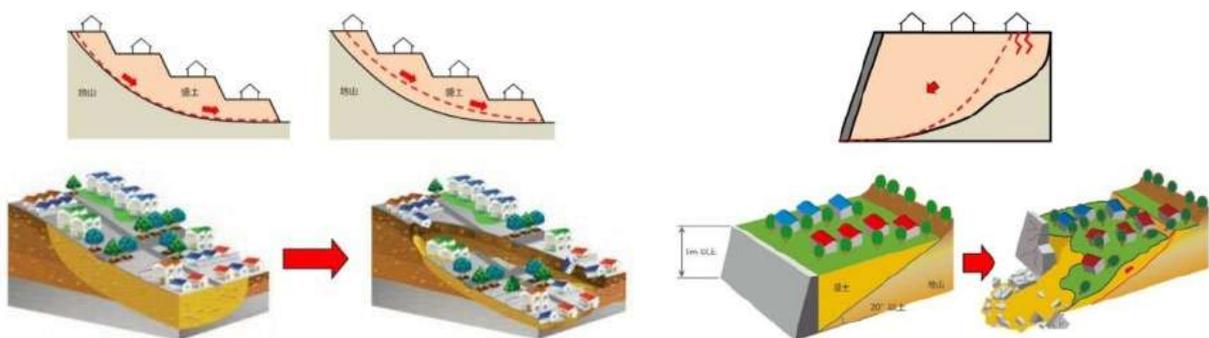


図 2-6 谷埋め型（左）と腹付け型（右）の大規模盛土造成地と滑動包絡のイメージ図<sup>2-6)</sup>

被害事例として、図 2-7 に 1995 年兵庫県南部地震の際、西宮市仁川百合野町で発生した大規模な盛土造成地盤の滑落崩壊を示す。幅約 100m、長さ約 100m、深さ 15 m、約 10 万 m<sup>3</sup> の土塊が崩落し、下流側の 13 戸の家屋が倒壊、34 名の犠牲者が発生し、また斜面上部にあった阪神水道企業団甲山浄水場の汚泥処理施設も全壊した。当該地域は浄水場の造成時に、当時の谷地形に盛土されていたと考えられている。

・**熱海市の土石流災害と盛土規制法**：2021年7月3日に発生した熱海市伊豆山地区の土石流は、逢初川の源頭部での違法盛土の崩壊により発生し、下流の住宅地に甚大な被害が生じた。図 2-8 は土石流による建物被害の様子である。土石流は約 2km の距離（平均の傾斜角約 11 度）を計 7 波の発生と停止を繰り返し、破壊した住家を瓦礫として巻き込みながら約 3 時間で海岸まで到達した。木造住家の大半は流出・倒壊・大破などの甚大な被害であったが、RC 造建物は低層階での泥流の流入を除くと構造的には大破などの大きな被害は無く、3 階以上の下流側や屋上では生存可能な空間を残した<sup>2-5)</sup>。熱海市の土石流災害を契機として、国交省と農林水産省は危険な盛土等を全国一律の基準で包括的に規制する「**宅地造成及び特定盛土等規制法（盛土規制法）**」を 2023 年 5 月に施行した。宅地、農地、森林等の土地の用途にかかわらず都道府県による規制区域の指定、盛土の安全基準の設定と適合の許可制、施工の事前・中間・完了時の検査の実施、維持管理の義務化、責任所在の明確化と罰則の強化などを定めている<sup>2-6)</sup>。

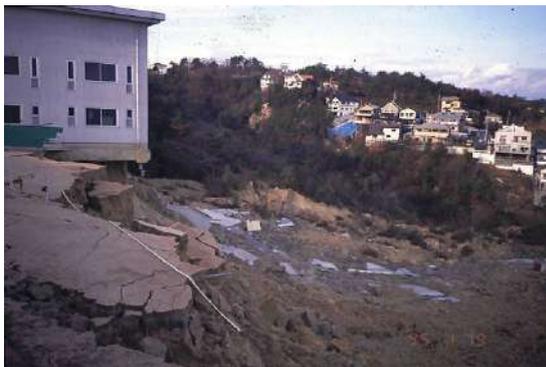


図 2-7 1995 年兵庫県南部地震による西宮市仁川の盛土造成地の被害（撮影：安田）



図 2-8 2021 年熱海市伊豆山地区上流の盛土崩壊による土石流による被害（撮影：久田）

・**雪崩・雪代・スラッシュ雪崩**：「雪崩」は山腹に積もった雪が重力の作用によって斜面を崩れ落ちる現象であり、図 2-9 に示すように厳冬期に多く起きる「**表層雪崩**」と春先に多く起きる「**全層雪崩**」がある<sup>2-1), 2-7)</sup>。特に表層雪崩は、速度が速く破壊力が強力で山麓から数 km も達することがあるなど、一般に被害範囲も広がる。わが国の豪雪地域には日本全国の人口の 1 割を超える人々が生活しており、集落を対象とした雪崩の危険箇所（人家 5 戸以上等）は全国に 20,501 箇所もある<sup>2-1)</sup>。災害事例として、1986 年 1 月に新潟県西頸城郡能生町の柵口（ませぐち）地区の集落背後の権現岳で発生した表層雪崩は約 2 km 先の集落を襲い、死者 13 名、負傷者 9 名、民家 10 戸全半壊の大惨事となった<sup>2-7)</sup>。一方、「**雪代（ゆきしろ）・スラッシュ雪崩**」は、春先の融雪期に積雪の表層が温度の急激な上昇や降雨を引き金として生ずる流動性の高い雪崩であり、雪や氷とともに多量の土砂を含み流動性が高いため、山麓の集落までも流下して時に大きな被害をもたらす場合がある<sup>2-8)</sup>。

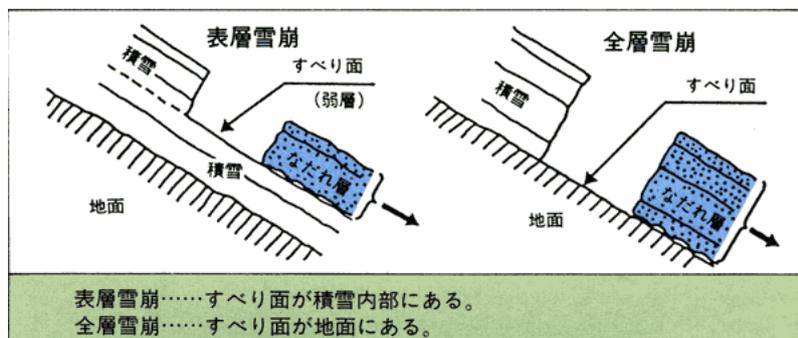


図 2-9 表層雪崩、全層雪崩<sup>2-7)</sup>

2) 地盤変状災害：本マニュアルでは、盛土造成地盤の地すべりや崩落、地表地震断層による断層ずれ、液状化による側方流動などで敷地地盤が比較的ゆっくりと移動・傾斜し、亀裂や段差等による建築物に生じる「地盤変状災害」とする。

・盛土造成地における地盤変状と建物の移動・傾斜：事例として図 2-10 に 2011 年東北地方太平洋沖地震において仙台市泉区南光台で発生した地盤変状のパターンを示す。これらのうち、のり面の崩壊、切盛境の段差、宅盤の変状、擁壁の崩壊による典型的な被害写真を図 2-11 に示す。

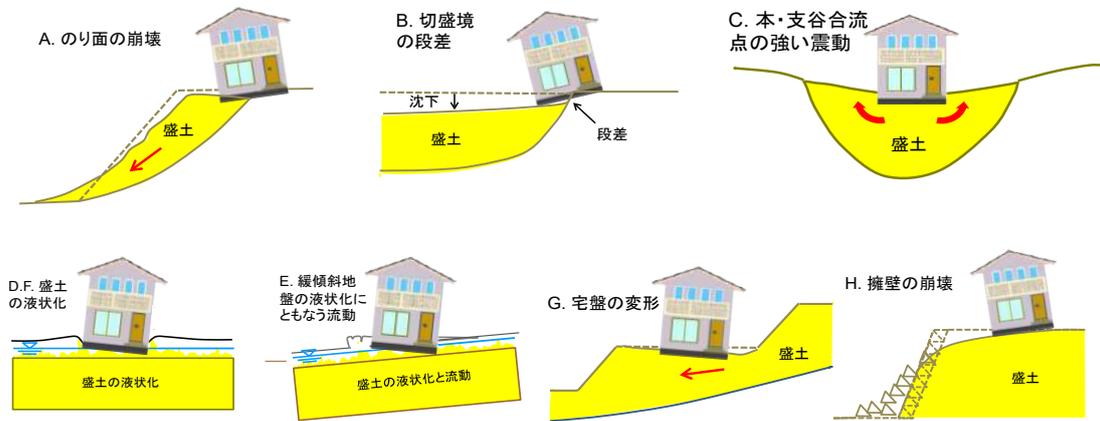


図 2-10 2011 年東日本大震災において南光台で発生した盛土造成地の変状のパターン<sup>2-9)</sup>、<sup>2-10)</sup>



図 2-11 のり面の崩壊、切盛境の段差、宅盤の変状、擁壁の崩壊による典型的な被害（撮影：安田）

・液状化による側方流動：地下水位以下に砂が緩く堆積している地盤では地震の際に液状化が発生し、図 2-12 に示すように緩やかな傾斜地盤や岸壁や護岸が海や川に向かって移動する「側方流動」が発生する場合がある<sup>2-9)</sup>。液状化により直接基礎の建物は沈降し、支持杭の建物は周辺地盤の沈降により地盤面との段差が生じる。さらに地盤の移動・傾斜・亀裂に伴い、独立基礎や無筋の基礎の場合は基礎・土台や躯体が引き裂かれ、杭基礎の変形、埋設管の引っ張り被害などが生じ、さらに泥流が建物内に流入する被害も生じる。図 2-13 は 2024 年能登半島地震の石川県・内灘町の側方流動による建物の様子である。流下する地盤の上端部では残存する地盤面から

引張・沈下による段差が生じ、正断層の直上と類似した被害が生じる。逆に流下地盤の最下部では受け側の地盤と圧縮力が作用し、地盤の隆起や移動・傾斜による被害が発生する。

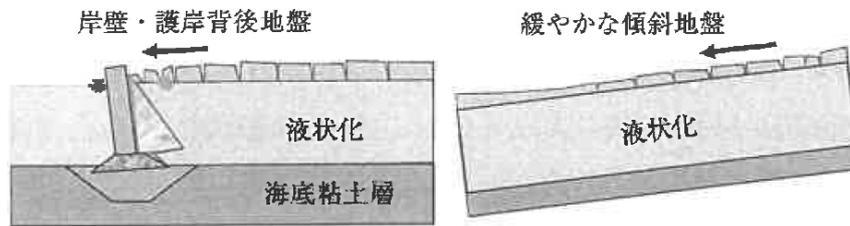


図 2-12 液状化による岸壁・護岸の背後地盤や傾斜地盤での側方流動<sup>2-9)</sup>



流下地盤・最上部の沈下・引張力による建物被害 同・最下部の移動・隆起による建物被害

図 2-13 2024 年能登半島地震で発生した液状化による側方流動による建物被害 (撮影・久田)

・活断層帯地震による地表地震断層と断層ずれ：M7 程度以上の大規模な活断層帯地震では地表地震断層が出現し、断層線に沿って縦ずれ・横ずれや地盤の傾斜（傾動）などの地盤変状が生じる。図 2-14 は強震動を発生する地震基盤（岩盤）の震源断層と、堆積層内で出現する様々な地表地震断層（主断層、分岐断層、副断層）の模式図、図 2-15 は 1999 年台湾・集集地震の際、台中市で発生した大規模な逆断層により 4-5m 程度隆起し、崩落した上盤側の断層崖付近で生じた地盤変状の様子である。

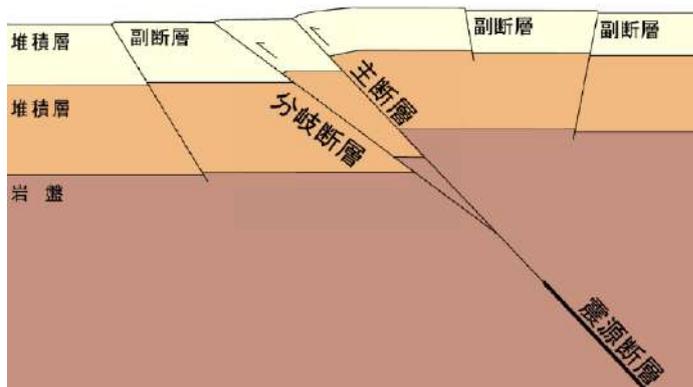


図 2-14 震源断層と地表地震断層  
(主断層・分岐断層・副断層)<sup>2-3)</sup>



図 2-15 1999 年台湾集集地震の際、台中市軍功小学校の断層ずれによる上盤側の地盤変状 (撮影・久田)

従来、地表地震断層の直上にある建物は断層を避ける以外に大破・倒壊などの甚大な被害を防ぐことは不可能と考えられていたが、近年では耐震対策が施された建物は被害を大きく低減できることが明らかになっている<sup>2-11)</sup>。事例として図 2-16 は地表地震断層の直上の木造建物である。

左は古い伝統木造の寺院本堂であるが、60cm程度の縦ずれ断層変位に対して躯体の変形性能（ねばり）で倒壊を逃れている。一方、右は2000年耐震基準の木造住宅で、RC造のべた基礎や耐震壁等による高い剛性（強さ）により、30-40cm程度の横ずれ断層変位に対してほぼ無被害である。近年、大規模な活断層帯が存在する自治体によっては震源近傍の強震動と断層ずれへの対策として、条例等により活断層帯による区域指定を行い、大規模開発や特定の建物（教育・医療・集客施設など）への規制や地域係数の割り増しなどを行っている事例もある（3.1, 1）④を参照）。



2011年福島県浜通り地震の古い寺院本堂（縦ずれ変位で躯体が変形しているが、「ねばり」で倒壊は逃れている）



2016年熊本地震の2000年基準の木造住宅（横ずれ断層でブロック塀を破壊しているが、「強さ」で基礎や躯体は無被害）

図 2-16 地表地震断層による断層ずれと直上の新旧耐震基準の木造建物（撮影：久田）

## 2.2 初動調査の必要性と構造物・要否判断・調査期間（本文に記述あり）

「本文」の説明に加えて、調査期間に関する具体例は4, 5章の事例を参照されたい。

### 参考文献（2章）

- 2-1) 国土交通省：砂防、[1]土砂災害とその対策（土砂・洪水氾濫、土石流、地すべり、がけ崩れ、深層崩壊、雪崩）  
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/index.html>
- 2-2) 国土交通省：土砂災害防止法の概要  
[https://www.mlit.go.jp/river/sabo/dosyahou\\_review/01/110803\\_shiryu2.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/sabo/dosyahou_review/01/110803_shiryu2.pdf)
- 2-3) 日本建築防災協会：土砂災害特別警戒区域内の建築物に係る構造設計・計算マニュアル、2019
- 2-4) 国土交通省：大規模盛土造成地の滑動崩落対策について  
[https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_tobou\\_fr\\_000004.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_fr_000004.html)
- 2-5) 久田嘉章、藤内健太郎：2021年熱海市伊豆山地区の土石流による建築物の被害調査、日本建築学会技術報告集、第29巻、第71号、pp.549-554、2023.
- 2-6) 国土交通省：「宅地造成及び特定盛土等規制法」（通称「盛土規制法」）について  
<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/morido.html>
- 2-7) 国土交通省：雪崩についての解説  
<https://www.mlit.go.jp/common/001018269.pdf>
- 2-8) 国土交通省：富士山の雪代災害の発生と気象、富士あざみ、第47号  
[https://www.cbr.mlit.go.jp/fujisabo/oshirase/fujiazami/fujiazami\\_47/fujiazami\\_02.html](https://www.cbr.mlit.go.jp/fujisabo/oshirase/fujiazami/fujiazami_47/fujiazami_02.html)
- 2-9) 安田進、石川敬祐：建設技術者をめざす人のための防砂工学、コロナ社、133P.、2019.
- 2-10) 安田進、岸野洋也：丘陵の造成宅地の変状とガス導管の被害との関係、日本地震工学会第10回年次大会梗概集、pp.439-440、2013.
- 2-11) 久田嘉章、田中信也：近年の活断層帯地震の断層変位による建築物の被害と有効な対策、日本地震工学会論文集、24巻、5号、p.332-341、2024.

### 3. 事前情報の収集、調査に必要な手続き、および、用具

事前調査や手続き、調査に有用な用具・装備の詳細や具体例を紹介する。

#### 3.1 事前情報の収集

##### 1) 当該地域の災害履歴や地図・ハザードマップなど:

###### ① 過去の災害履歴・報告書など

- ・液状化履歴地図（液状化は再度繰り返すため）
- ・過去の災害報告書・調査研究論文、など

###### ② 地図情報（地形図・地質図・活断層図など）

- ・1/25,000、1/50,000の現在の地形図（購入の時間がとれる場合）
- ・1/25,000、1/50,000の旧版地形図（購入の時間がとれる場合）
- ・地理院地図（地形分類図・地質図・標高・活断層図・年代別写真）：

<https://maps.gsi.go.jp>

地形図、年代別の航空写真、被災地がドローン飛行可能な人口集中地区外か、なども確認  
治水地形分類図：[https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc\\_index.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html)

国土地理院・基盤地図：<https://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>

国土地理院 地図・空中写真・地理調査：<https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html>

国土地理院 位置の基準・測量情報：<https://www.gsi.go.jp/sokuchi/index.html>

- ・G空間情報センター：<https://front.geospatial.jp>

- ・Google マップ：<https://www.google.co.jp/maps>

Google Earth：<https://earth.google.com/web>

OpenStreetMap：<https://download.geofabrik.de/asia/japan.html>

- ・今昔マップ（新旧地形図）：<https://ktgis.net/kjmapw>

- ・X（国土交通省航空局 無人航空機）：[https://x.com/mlit\\_mujinki](https://x.com/mlit_mujinki)

：被災地が緊急用務空域に指定されていないかどうかも確認する。

- ・産業技術研究所（地質図・活断層図など）：<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

- ・地震調査研究推進本部（主要活断層帯の長期評価など）：

[https://www.jishin.go.jp/evaluation/long\\_term\\_evaluation/major\\_active\\_fault/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/)

- ・国土地理院（都市圏活断層図）：

[https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/active\\_fault.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/active_fault.html)

- ・産業技術総合研究所（活断層データベース）：

[https://gbank.gsj.jp/activefault/index\\_gmap.html](https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html)

###### ③ 国・自治体で整備しているハザードマップ

- ・ハザードマップポータル：<https://disaportal.gsi.go.jp/>

重ねるハザードマップ：<https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/maps/index.html>

（洪水・内水、土砂災害、高潮、津波、道路防災情報、地形分類、に加えて、「全ての情報から選択」に、土地分類基本図、明治期の低湿地、活断層図、火山基本図、火山土地利用条件図、大規模盛土造成地、地形分類に基づく液状化の発生傾向図、などがある）

わがまちハザードマップ（地域のハザードマップ）：

<https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmapportal/hazardmap/index.html>

- ・自治体（都道府県、市区町村）のハザードマップ

土砂災害・液状化のハザードマップ、急傾斜地崩壊危険箇所図

土砂災害（土石流、がけ崩れ、地すべり）の警戒区域（イエローゾーン）と特別警戒区域（レッドゾーン）、および、各災害に関する指定緊急避難場所

###### ④ 自治体による活断層と建築物の対策

- ・徳島県（特定活断層調査区域の指定）：

<https://www.pref.tokushima.lg.jp/anshin/kinkyu/saigai-info/7247701>

- ・横須賀市（土地利用の調整に関する指針、活断層上等における建築物の安全確保）

[https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/4805/tokei/kihon\\_k/documents/sisin27.pdf](https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/4805/tokei/kihon_k/documents/sisin27.pdf)

- ・西宮市（地質・活断層）：  
[https://www.nishi.or.jp/kurashi/anshin/bosai\\_joho/kakushumap/hazardmap/chishitsu.html](https://www.nishi.or.jp/kurashi/anshin/bosai_joho/kakushumap/hazardmap/chishitsu.html)
- ・福岡市（警固断層に着目した建築物の耐震対策）：  
[https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/bid\\_safe/life/documents/kego-danso-taisaku.pdf](https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/bid_safe/life/documents/kego-danso-taisaku.pdf)

#### ⑤ 公開されている既往ボーリングデータ

- ・国土地盤情報センター：<https://ngic.or.jp/>
- ・防災科学技術研究所・ジオステーション：<https://www.geo-stn.bosai.go.jp/>
- ・地盤工学会・全国電子地盤図（250mメッシュ地盤モデル、防災科研に移転）：  
[https://www.jiban.or.jp/?page\\_id=432](https://www.jiban.or.jp/?page_id=432)

#### ⑥ 既存の堰堤や擁壁等の土木構造物、造成地関係の情報

- ・既存の堰堤や擁壁等の土砂災害対策用の土木構造物の把握
- ・自治体で公開している大規模盛土造成地
- ・盛土規制法に従って自治体でこれから調査される盛土地（調査の進展に応じて自治体で公開することが義務付けられている）

### 2) 現地の天候や被災状況や立ち入り規制地域など

#### ① リアルタイムの降雨量や土砂災害リスクに関する情報

- ・気象庁やメディアによる情報：  
県治水課や県土整備部などが独自に気象観測を実施している場合もある。  
気象庁：被災地の気象/地震等の情報 <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- ・どしゃブル（アプリ）：パシフィックコンサルタンツ株式会社と竹林洋史（京都大学防災研究所）で開発したリアルタイム土砂災害リスク表示アプリ<sup>3-1)</sup>。土砂災害リスク、XRAINによる降雨強度・積算降水量、土砂災害警戒区域、土砂災害危険箇所が入手可能。
- ・場合によっては地震計データ(Hinet、Vnet などの高感度地震計データ)から発生時刻等を検討する<sup>3-2)</sup>。

#### ② 土砂災害・地盤変状災害が発生しているような地区、立ち入り規制地域等の情報収集

- ・テレビやラジオでの情報
- ・新聞（特に災害発生地域の地方紙）での情報
- ・インターネット・SNS 等による情報（確度や精度には要注意）

#### ③ 地上写真、ドローン映像、航空写真、衛星画像

- ・地理院地図・地図・航空写真閲覧サービス：  
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>  
年代別の写真：<https://maps.gsi.go.jp/help/intro/looklist/2-nendai.html>  
災害対応情報：<https://www.gsi.go.jp/bousai.html>
- ・Google ストリートビューでの道路沿いの新旧写真  
<https://www.google.co.jp/maps/preview>
- ・航測会社HP：被災地の航空写真を確認。斜面崩壊の発生場所、土砂の流動・氾濫範囲の確認災害直後に撮影した写真を公開しており、一部はデータとして公開される  
株式会社パスコ：<https://www.pasco.co.jp>  
国際航業株式会社：<https://www.kkc.co.jp>  
アジア航測株式会社：<https://www.ajiko.co.jp>  
朝日航洋株式会社 (<https://www.aeroasahi.co.jp>)
- ・衛星画像関連  
災害前後の画像データを入手できる。ただし、多くの商用衛星画像は有償。
- ・JAXA 関連  
G-Portal：JAXA が公開している画像データのポータルサイト：  
<https://gportal.jaxa.jp/gpr>  
地球観測衛星データサイト・災害  
[https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/earthview\\_cat/disaster/index.html](https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/earthview_cat/disaster/index.html)  
国際災害チャータ

<https://earth.jaxa.jp/ja/application/disaster/disasterscharter/index.html>

センチネルアジア

<https://earth.jaxa.jp/ja/application/disaster/sentinel-asia/index.html>

土地利用データ

JAXAによるLand cover map：[https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/dataset/lulc\\_e.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/dataset/lulc_e.htm)

- ・一般社団法人リモート・センシング技術センター：画像データの購入が可能  
<https://www.restec.or.jp/>
- ・Land Info：世界各国の人工衛星画像データ検索サイト。主に有償のもの  
<https://search.landinfo.com>
- ・Copernicus ブラウザ（欧州宇宙機関ESAが公開している人工衛星画像データ検索サイト・Sentinel-1, 2画像などが無償で入手可能：<https://dataspace.copernicus.eu/browser/>
- ・各種メディアによる現地写真・映像

#### ④ 交通情報

- ・通れた道マップ（トヨタ）：被災地までの通行止め情報を確認  
[https://www.toyota.co.jp/jpn/auto/passable\\_route/map/](https://www.toyota.co.jp/jpn/auto/passable_route/map/)
- ・自治体の交通規制情報

#### ⑤ 立ち入り規制地域等の情報収集や手続き

- ・県土整備部(砂防部局、治水部局)、道路部局、に事象の発生と規制範囲の確認。国交省地方整備局の砂防事務所などにも確認。場所や調査内容によっては環境省の許可も必要(試料採取の場合など)。加えて、調査のため規制範囲に入る許可・調整(土砂撤去のタイミング等も)
- ・ドローンを利用する際は、申請の必要な地域の場合、国交省に申請を出す。  
無人航空機の飛行許可・承認手続：  
国土交通省：無人航空機の飛行許可・承認手続  
[https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_fr10\\_000042.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html)

#### ⑥ その他の補足事項

- ・災害発生時の状況の把握が必要  
住民の方からのヒアリングなども適宜実施する
- ・住民の方々が撮影された動画や監視カメラの画像の収集
- ・地盤災害に関して土木学会に加えて、日本地盤工学会・砂防学会などとの連携も有効である特に、土石流では簡易シミュレーション（iRIC-Morpho2DH<sup>3-3</sup>）など）が実施される場合があり、情報共有の有効である。航測会社の航空写真で斜面崩壊発生地点を確認し、地理院 DEM を読み込み、土石流の簡易数値シミュレーションを実施され、解析結果に基づいて、調査の着目点を絞り込みが行われる。

### 3.2. 調査に必要な用具・装備

#### 1) 地図・被災状況を記録するための用具・計測機器など

##### ① 地図・被災状況の写真、記録するための用具

- ・地図(住宅地図、道路地図、過去の災害履歴などもあれば)
- ・マジックペン、A4用紙、コンベックス、野帳・画版・メモ、筆記用具
- ・スマホとGPSロガーアプリ（ルートヒストリー、など）

##### ② 静止画・動画の撮影や目視

- ・デジタルカメラ（GPS機能付きが望ましい）、スマホ、双眼鏡、GPS
- ・ドローン(影響範囲の把握、オルソ画像から移動量の把握、発生個所の検討)

##### ③ 計測機器

- ・巻尺・スケール・降り尺・標尺など、伸縮ポール、ハンディレーザー距離計
- ・傾斜計・クリノメータ（スマホでも可）

##### ④ 土の採取・計測（噴砂・土石流などの場合）

- ・サンプル袋・ビニール袋・ジップロック（海外の場合は耐熱袋）、スコップ、ねじり鎌、帚と塵取り、マジック(太いものと細いもの)、ハンマー、土嚢袋
- ・TDR (time domain reflectometry：時間領域反射)：地盤の含水率の測定

## 2) 各種の装備

### ① 各種の装備

- ・ヘルメット、ヘッドライト・懐中電灯、手袋、タオル、長靴・登山靴・アクアシューズ、レインコート(ゴアテックスなど)、防寒着(冬期)
- ・ビブス・腕章などの所属が分かるもの
- ・マスク(粉塵・埃対策)
- ・非常食・食料、水・飲み物、救急セット(消毒・絆創膏・鎮痛剤など)

### ② その他(必要に応じて)

- ・ヒアリング等の場合：お礼のお菓子など
- ・場所により熊対策(クマよけの鈴、熊スプレー)

## 参考文献(3章)

- 3-1) 五十嵐孝浩, 竹林洋史, 浜田裕貴, 的場萌実, 飛岡啓之, 澤田悦史, 平川了治: “生命の危険からの自発的回避”のための土砂災害危険情報サービスの構築, 土木学会論文集 B1 (水工学), 72(4), I\_1285-I\_1290, 2016.
- 3-2) Shakti P. C., K. Sawazaki: River discharge prediction for ungauged mountainous river basins during heavy rain events based on seismic noise data, Progress in Earth and Planetary Science. Vol.8, Article No. 58. 2021.  
<https://progearthplanetosci.springeropen.com/articles/10.1186/s40645-021-00448-1>
- 3-3) Takebayashi, H., Fujita, M., Ohgushi, K.: Numerical modeling of debris flows using basic equations in generalized curvilinear coordinate system and its application to debris flows in Kinryu River Basin in Saga City, Japan, Journal of Hydrology, 615, Part A, 128636, 2022.

## 4. 調査項目と方法（土砂災害・地盤変状災害）

土砂災害と地盤変状災害の調査項目と方法に関する「本文」の補足情報や比例を紹介する。

### 4.1. 土石流の調査

#### 1) 調査項目

斜面崩壊発生地点、崩壊の形状、土砂の粒径、水の流出箇所、土石流流動痕跡、溪流合流点での土砂の浸食・堆積状況、植生の倒伏状況、地盤の含水率、建物の破壊状況、砂防・治山施設の設置箇所と形状、被災時刻・被災時の状況などがある。

#### 2) 調査方法

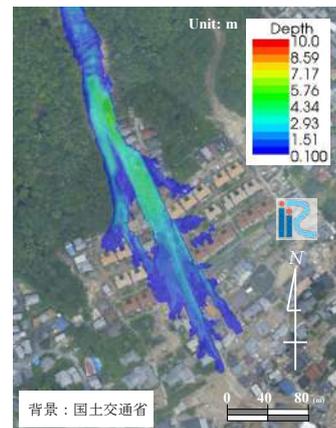
「本文」に説明あり。

#### 3) 現地調査後の分析・解析

「本文」に説明あり。土石流の数値シミュレーションとして、例えば、iRIC-Morpho2DH<sup>4-1)</sup>などがある。

#### 4) 現地での調査法と期間の目安：

被災直後の調査は、事前に情報を収集するとともに、図 4-1-1 (b) のような数値シミュレーションなどを実施して調査対象の現象について検討するなどして調査のポイントを事前に決定し、被災地の復興の妨げとならないように可能な限り短時間で調査を実施する。図 4-1-1 (a) のようにドローンを用いると、建物の破壊状況、斜面崩壊の発生状況、土砂の流動域などの把握が数十分で可能であるため、1 日で数カ所の溪流の調査が可能。被災直後の調査においては、本文記載の「2) 調査方法」の②～④、⑥、⑩、⑫は確実に実施し、時間次第でその他の項目の調査を実施する。二回目以降の調査では、1 回目の調査で得られた知見を用いて調査箇所や調査項目を絞り、本文記載の「2) 調査方法」の⑦～⑫を実施する。調査は短時間で実施する方が良いが、⑫について被災地区の住民の様子を考慮しながら、急かさずに住民の話を聞く。



(a) 被災直後の現地の様子 (b) 数値シミュレーション  
図 4-1-1 土石流被災地の様子と土石流の数値シミュレーションの例

### 4.2 豪雨時及び地震時のがけ崩れの調査

#### 1) 調査項目

被災箇所と周囲の無被災箇所との違い、住宅の被災状況、斜面の被災状況、のり面工・擁壁の被災状況、崩壊土量の推定、自治体からの要望などで緊急対応(応急復旧)の必要性の判断が必要な場合がある。

## 2) 調査方法

「本文」に説明あり。図 4-2-1 に豪雨や地震によるがけ崩れの事例を示す。



豪雨時（2018年西日本豪雨、呉市）      地震時（1993年能登半島沖地震、珠洲市）  
図 4-2-1 豪雨や地震によるがけ崩れの事例（撮影・安田）

## 3) 現地での調査法と期間の目安：

「本文」に説明あり。

### 4.3 豪雨時および雪融け時の地すべりの調査

#### 1) 調査項目

被災範囲の特定、住宅の被災状況、地盤の変状状況、のり面工・擁壁の被災状況を把握し、緊急対応（応急復旧）の必要性の判断を行う場合がある（自治体などからの要望がある場合）

#### 2) 調査方法

「本文」に説明あり。

#### 3) 現地での調査法と期間の目安：

事例として、図 4.3 は 1985 年長野県長野市の地附山で発生した大規模な地すべり被害の様子である。地すべり地盤上の老人ホーム「松寿荘（RC 造と推定）」が移動・倒壊し、流入した土砂により 26 名が死亡した。流下側の湯谷団地では 64 棟の住宅が倒壊したが、全員避難することができた<sup>4-3)</sup>。地すべりは崖崩れと違って現地に調査にはいるのは比較的容易である。現地での必要な時間は地すべりが発生した範囲によって異なるが、地すべりの発生状況の調査は数時間でできる。ただし、地すべりによって多くの建物が被災している場合には建物の被災の調査に時間が多くかかる。



図 4.3-1 1985 年地附山地すべり発生区域（文献 4-2）をもとに作成



図 4.3-2 地すべりが押し寄せた住宅団地（撮影・安田）

#### 4.4 火山噴火等に伴う雪崩・雪代の調査

##### 1) 調査項目

流下範囲と発生個所の特定、発生時の気象条件、積雪状況の把握、鉛直方法の移動量、土木構造物や建築物への影響、植生の影響、過去の発生状況を調査する。

##### 2) 調査内容

「本文」に説明あり。事例として、図 4-4-1～4-4-2 に富士山でのスラッシュ雪崩を紹介する。

##### 3) 現地での調査法と期間の目安：

現地調査の時間は災害の規模による。事例として 2021 年のスラッシュ雪崩では、被害範囲がスバルライン五合目付近のみと限定的であったため、5 名でドローン、堆積物調査、構造物調査を分担し、1 日程度で終了した。また 2024 年のスラッシュ雪崩では、4 合目付近やさらに下の滑沢砂防堤を越えて流下したため、ドローン班、堆積物調査班(流下した土質や氷塊の調査)、構造物被害調査班など各班 3 名程度で実施し、2 日程度で終えた。しかし、復旧作業を並行して行っている場合や天候の影響などもあるため、上述の時間内に終わらないこともある。

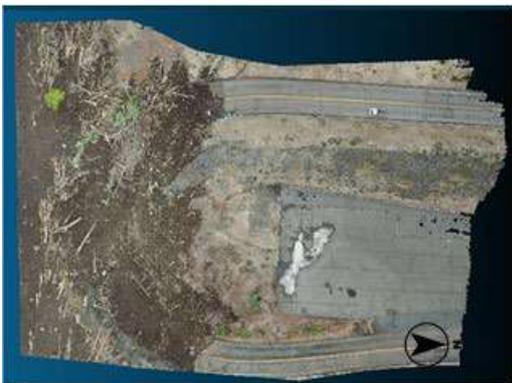


図 4-4-1 ドローンによる流下状況（2024 年富士山でのスラッシュ雪崩：撮影・富士山科学研究所）



図 4-4-2 スラッシュ雪崩による落石（2024 年富士山でのスラッシュ雪崩：撮影・富士山科学研究所）



図 4-4-3 建物被害の事例（2014 年富士山でのスラッシュ雪崩：撮影・防災科研上石勲氏）



図 4-4-4 橋梁の事例（2021 年富士山でのスラッシュ雪崩：撮影・富士山科学研究所）

#### 4.5 地震時および豪雨時の盛土造成地での盛土や構造物の変状の調査

##### 1) 調査項目

被災範囲の特定、住宅の被災状況、盛土末端での被災状況、盛土天端・のり面・ひな壇での変状、擁壁や排水などの設備の状況と過去の被災履歴を調査する。

##### 2) 調査方法

「本文」に説明あり。事例として、図 4-5-1 は 2011 年東北地方太平洋沖地震の仙台市での盛土造成地の地盤変状被害の様子である。仙台市では宅地被害数が約 5800 に及び、その内 160 地区で滑動崩落が発生した。被害形態として地すべりの変形被害が多く、盛土全体やひな壇部分の変形などが発生した<sup>4-4)</sup>。



盛土末端での変状



ひな壇での変状

図 4-5-1 盛土造成地の被災事例（仙台市：撮影・安田）

##### 3) 現地での調査法と期間の目安：

「本文」に説明あり。

#### 4.6. 地表地震断層による断層ずれ・傾動の調査

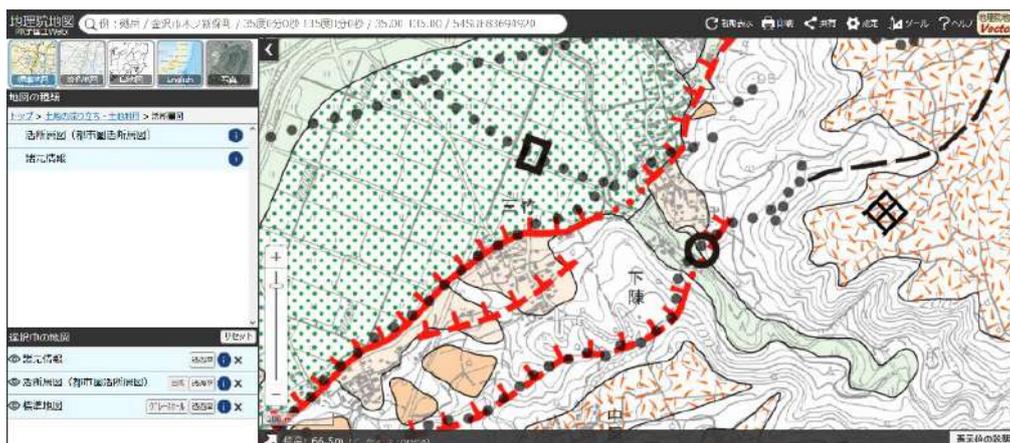
1) 調査項目：活断層帯地震が M7 程度より大きいと一般に地表地震断層が出現し、断層ずれやその近傍での地盤の傾斜（傾動）などの地盤変状により、建築物に被害が生じる場合がある。調査項目として、対象となる活断層や自治体等の対策に関する情報、周辺地域の揺れの大きさや地殻変動の情報、地表地震断層の出現位置・断層タイプ・ずれの変位量、地盤の傾斜、構造物の被害状況（強震動と断層ずれ・地盤傾斜による影響と被害）、などがある。

##### 2) 調査方法：

###### ① 対象となる活断層・自治体による土地利用や建築物の対策に関する情報

###### ○活断層に関する情報

- 地震調査研究推進本部（主要活断層帯の長期評価など）：  
[https://www.jishin.go.jp/evaluation/long\\_term\\_evaluation/major\\_active\\_fault/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/)
- 地理院地図（地形分類図・地質図・標高・活断層図・年代別写真など）：  
[https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc\\_index.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html)  
図 4-6-1 に都市圏活断層図の例（熊本県・布田川断層帯）を示す。  
[https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/active\\_fault.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/active_fault.html)
- 産業技術研究所（地質図・活断層図など）：<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>  
産業技術総合研究所（活断層データベース）：  
[https://gbank.gsj.jp/activefault/index\\_gmap.html](https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html)



縦ずれ		活断層の上下方向の変位の向き。相対的に低下している側に短線を付す。
地震断層		地震の際に地表に現れたことが確認された断層。(地すべり・地盤沈下・液状化等に伴う変状であることが明らかなものは除く)
トレンチ調査地点		活断層の通過地点に調査溝(トレンチ)を掘り、断層運動の解読調査を行った地点。(これまでに各種調査研究機関等によって調査が実施されたもの)
活断層露頭		最近数十万年間に堆積した砂礫層などを切断し、活断層であることが確実に判明した露頭。現在は露出がなくなると記載。

図 4-6-1 地理院地図による都市圏活断層図と凡例（熊本県・布田川断層の三竹・下陳地区）

### ○自治体による活断層と土地利用や建築物の対策

- ・徳島県（特定活断層調査区域の指定）：条例により中央構造線活断層帯で調査区域を指定し、学校・病院等の特定施設の新築等の際に断層調査と避ける対策を求めている。

<https://www.pref.tokushima.lg.jp/anshin/kinkyu/saigai-info/7247701>

- ・横須賀市（土地利用の調整に関する指針、活断層上における建築物の安全確保）：三浦断層群（衣笠・北武・武山断層）に関する情報提供、断層上の大規模開発や一般建築の建設への指導を行っている。

[https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/4805/tokei/kihon\\_k/documents/sisin27.pdf](https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/4805/tokei/kihon_k/documents/sisin27.pdf)

- ・西宮市（地質・活断層）：活断層情報を公開し、「開発事業におけるまちづくりに関する条例」で、活断層による影響を受ける恐れがある場合に調査報告を求めている。

<https://www.nishi.or.jp/kurashi/anshin/bosaijoho/kakushumap/hazardmap/chishitsu.html>

[https://www.nishi.or.jp/jigyosha\\_joho/kaihatsujigyo/kaihatsujigyo/joreiseigen/kaihatsu.html](https://www.nishi.or.jp/jigyosha_joho/kaihatsujigyo/kaihatsujigyo/joreiseigen/kaihatsu.html)

- ・福岡市（警固断層に着目した建築物の耐震対策）：条例より震度 6 強以上の揺れが想定される等の区域で、高さ 2 0 m を超える建物の地域係数を 1.0（福岡は 0.8）としている。断層ずれに対しては特に記述はない

[https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/bid\\_safe/life/documents/kego-danso-taisaku.pdf](https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/bid_safe/life/documents/kego-danso-taisaku.pdf)

### ② 周辺地域の揺れの大きさや地殻変動の情報：

- ・震源・震度・強震記録に関する情報

気象庁・地震情報：地震発生後、30 分程度以降に公開

[https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#8/43.517/146.228/&elem=int&contents=earthquake\\_map](https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#8/43.517/146.228/&elem=int&contents=earthquake_map)

地震本部・毎月の地震活動：被害地震後に各機関の関連情報を取りまとめて公表

[https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity\\_monthly/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity_monthly/)

防災科学技術研究所 強震観測網(K-NET, KiK-net)：記録公開は地震後、半日程度以上

<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

気象庁・強震観測データ（自治体震度計の記録も含む）：主な地震のみ数週間程度以降に公開

<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/jishin/index.html>

国土地理院・防災・災害対応：地殻変動及び被災状況を速やかに把握・分析して公開

<https://www.gsi.go.jp/bousai.html>

地震本部・地震・津波の提供情報：多数の地震関連情報を掲載

<https://www.jishin.go.jp/resource/>

### ③ 地表地震断層の調査

#### ・調査対象となる地表地震断層と地域の選定：

・地表地震断層による断層ずれや傾動が発生し、かつ、その近傍で影響を受けた可能性のある建築物がある地域が調査対象となる。対象地域が多い場合は、地表地震断層の影響（断層長さや変位量など）が大きく、かつ、住宅地など建築物が多数存在する地域を優先する。

#### ・事前調査結果の集約：

・現地調査の前に、事前情報による地表地震断層の発生場所や地盤傾斜（傾動）が生じた推定される地域を調査予定の住宅地図などに記入しておく

・活断層帯地震では、一般に強震動や急傾斜地や盛土造成地の崩壊などによる様々な災害が複合化する。従って、事前に周辺地域の強震動観測点の場所や強震動記録の計測震度や応答スペクトルなども調べておく。さらに対象地域の地盤や地質条件なども把握し、おおよその地震動強さ（震度など）の分布を推定しておく。さらに断層変位以外による地盤災害等も事前に調査し、住宅地図等に記入しておく。

#### ・地表地震断層の現地調査：

・対象地域の現地調査では、地表地震断層の出現位置をトレースし、断層のタイプ（逆断層・正断層、横ずれ断層）と地盤変状の程度（断層ずれの変位量や地盤傾斜など）を記録する。敷地地盤に断層ずれの変位量の痕跡が残っている場合には直接計測するが、困難な場合は隣接する舗装道路の亀裂や路面のライン、側溝やブロック塀・擁壁等のずれの痕跡を記録する。

・一般に地表地震断層に沿った断層ずれ変位のトレース結果やその解釈（断層タイプや主断層や分岐断層など）は、地質学や地盤工学の専門家による詳細な調査結果が報告されるため、その結果も参考できる。

### ④ 地表地震断層による地盤現状（断層ずれや傾動）による構造物への影響：

・建築物の直下に地表断層変位が出現した場合、伝統木造の束基礎や、旧耐震基準の木造住宅など剛性が低い場合は、断層ずれにより建物の躯体が変形する被害が発生する。その場合、建物の被害と併せて、敷地の断層ずれや傾斜の痕跡も記録する。

・地表断層変位が生じた対象地において、それ以外の強震動や地盤災害等の痕跡があれば、できるだけ記録しておく。

### 3) 現地での調査法と期間の目安：

事例として、図 4-6-2 は、都市圏活断層図による布田川断層の位置（黒線）と 2016 年熊本地震で出現した地表地震断層の位置（赤線）、建物被害の被害グレード、倒壊・転倒の向き、および、写真番号を示す<sup>4-5)</sup>。図 4-6-3、4-6-4 は対応する断層ずれや建物被害の様子である。活断層図による断層位置は一般に数 10m 程度の誤差があり、実際に出現する地表地震断層の建築的なスケールでは一致しないことが多い。また通常、短周期の激しい地震動は深さ数 km より深い岩盤の地震発生層で発生し、地表地震断層のごく近傍からは発生しない。さらに地表断層近傍は地盤も比較的硬質であることが多く、図に示されるように揺れによる甚大な被害（Grade 4 以上）<sup>4-6)</sup>は殆ど生じない。建物の被害の大半は断層直上の断層ずれや地盤傾斜で発生している。

調査期間の目安は 5.4 にて建物被害調査と併せて記述している。



図 4-6-2 都市圏活断層図による熊本県上益城郡益城町下陳三竹地区における断層位置（黒線）と 2016 年熊本地震で実際に出現した地表地震断層の位置（赤線）、建物被害の被害グレード、倒壊・転倒の向き、および、写真番号<sup>4-5)</sup>



図 4-6-3 図 4.6-2 で示した位置の写真 23（地表地震断層の位置と横ずれ変位の大きさ）と写真 24（断層位置と基礎が破壊され、壁が傾斜した旧耐震の木造住宅）<sup>4-5)</sup>



図 4-6-4 図 4.6-2 で示した位置の写真 28（断層ずれに伴う地盤変状で生じた敷地と古い木造住宅の基礎の亀裂）、写真 29（横ずれ断層が貫通し、大きくねじれ変形が生じている木造の車庫・倉庫）<sup>4-5)</sup>

#### 参考文献（4章）

4-1) Takebayashi, H., Fujita, M., Ohgushi, K.: Numerical modeling of debris flows using basic equations in generalized curvilinear coordinate system and its application to

- debris flows in Kinryu River Basin in Saga City, Japan, Journal of Hydrology, 615, Part A, 128636, 2022.
- 4-2) 信州大学自然災害研究会：昭和 60 年長野県地附山地すべりによる災害、p. 67、1986.
- 4-3) 長野県：地附山地すべり・あの災害を忘れないために、2004.  
<https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/manabu/documents/dosyajirei-p-001000.pdf>
- 4-4) 国土交通省：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説、2015.  
[https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_tobou\\_tk\\_000015.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000015.html)
- 4-5) 久田嘉章，田中信也，金田惇平，寺本彩乃、中村航，村上正浩，鱒沢曜，境茂樹、仲野健一、森清隆、木本幸一郎：2016 年熊本地震の地表地震断層の近傍における建物の被害調査と活断層対策、日本地震工学会論文集、第 20 巻、第 2 号、p. 90-132、2020.
- 4-6) 岡田成幸，高井伸雄：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文集、64 巻、524 号、1999.

## 5. 調査項目と方法（建築物の被害）

土砂災害と地盤変状災害による建物への調査事例は多くない。はじめに全ての災害に共通する調査項目を紹介し、続いて土砂災害による作用荷重、土砂災害と地盤変状（断層ずれ、地すべり・盛土崩壊・側方流動等）に関する調査項目と調査方法を紹介する。

### 5.1 共通する基本的な調査項目

「本文」に説明あり。「3）調査建築物の被害」の外観目視による被害程度の判定（D0：無被害、D1：軽微、D2：一部損壊、D3：半壊、D4：全壊、D5：倒壊・崩壊、D6：完全崩壊）では、一般に図 5-1-1 に示す岡田・高井の被害パターンが多用されている（地震動による木造建物の例<sup>5-1)</sup>）。

Damage Grade	Damage index	被害状況	被害パターン	被害パターン	被害パターン	被害パターン	被害パターン										
無被害	D0	0.0	無被害		Nd0	無被害		Nd0									
	一部損壊	D1	0.1	壁面の亀裂及び外装材の若干の剥落。		Md1	壁面の亀裂及び外装材の若干の剥落。		Md1								
D2		0.2	屋根瓦・壁面のモルタル等の大規模な剥落。		Md2	屋根瓦・壁面のモルタル等の大規模な剥落。		Md2									
半壊	D3	0.3	2階破壊型		Ud3	1階破壊型		Gd3	全体破壊型		Ed3	屋根破壊型		Rd3	屋根破壊型		Sd3
		0.4	2階の柱・梁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害は生じていない。		Ud3	1階の柱・梁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害は生じていない。		Gd3	1・2階の柱・梁の一部が構造的に破壊されているが、内部空間を欠損するような被害は生じていない。		Ed3	屋根瓦が大部分脱落する(特に内部)。		Rd3	屋根瓦が大部分脱落する(特に内部)。		Sd3
全壊	D4	0.5	2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ud4	1階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Gd4	1・2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ed4	柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Sd4			
		0.6	2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ud4	1階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Gd4	1・2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ed4	柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Sd4			
D5	0.7	2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ud5-	2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。	Ud5+	1階の屋根もしくは軒に相当する部分が傾地している、もしくは傾地しそうである。		Gd5-	2階部分の破壊がかなり及んでいる。	Gd5+	構造被害:居住空間が著しく損なわれる。状態は1階の屋根が傾地している、もしくはしそうである。		Sd5			
	0.8	2階の柱・梁の破壊による、内部空間が欠損する。		Ud5-	Ud5+	Gd5-	Gd5+	Sd5									
D6	0.9	2階の屋根が傾地しているか傾地しそうである。		Cd6-	完全に瓦礫化している。		Cd6+										

図 5-1-1 木造建物の被害パターン（地震動による被害例）<sup>5-1)</sup>

### 5.2 土砂災害による作用荷重(主に土砂荷重)を推定するための調査

1) 調査項目：崩壊土量（5章を参照）、入射側・流下側に堆積した土砂の高さ(痕跡高さ)、入射位置での流下幅（縮流効果）、漂流物(流木や岩塊)の大きさ、を調査する。

#### 2) 調査方法：

「本文」に説明あり。

#### 3) 現地での調査法と期間の目安：

「本文」に説明あり。

## (解説)

- ・鉄筋コンクリート造等に作用する土砂荷重による既往の構造物被害はパラペットや構造スリット付き壁に片持ち壁としての転倒被害が確認されている。同様の事例としてコンクリートブロック塀でも転倒被害等が確認されている。
  - ・荷重作用面の面外剛性が高く、破壊断面での材料強度から耐力が推定しやすい鉄筋コンクリート造建物やコンクリートブロック塀では正確な作用荷重を推定しやすい。ただし、周囲4辺が固定された壁構造物では片持ち形式の構造物に比べて剛性強度が著しく増大することに注意する必要がある。
  - ・壁等の局部的な変形や破壊や金物の抵抗性状、漂流物の衝突などが作用荷重と耐力に影響する木造建物では正確な作用荷重を推定しづらい。
  - ・鉄骨造建物の場合は柱脚や柱断面など耐力という側面では作用荷重を推定しやすいが、外壁材が脱落損傷しやすいため受圧面積が変動する場合も多く、外壁が流失しているケース等では外壁周辺のビス等の引き抜き耐力等の不確実な抵抗力から耐力を推定する必要が生じる。
  - ・鉄筋コンクリート造建物では荷重作用面を損傷あるいは非損傷の外壁のせいと幅とし、痕跡などから作用した最大土砂高さを計測する。
  - ・原則として土石流の場合は水混じり土砂が作用し、静水圧荷重が作用するものとして作用荷重を推定する。このとき水混じり土砂の密度は土砂の容積濃度を勘案して適切に定める。
  - ・小規模な構造物で建物全体が流失しているような場合には建物背面側にも荷重が加わっていることを勘案して、建物前面と背面の最大痕跡高さに相当する静水圧荷重を想定する
  - ・鉄筋コンクリート造外壁の面外破壊強度は破壊断面の終局曲げモーメントから算定し、外力として作用して想定される荷重が適切であったかどうかについて検討する。
  - ・コンクリートブロック塀の場合は自重式ではなく内部に鉄筋が配筋されているか、鉄筋端部が絞れて切れている(定着長さが短いと抵抗しない)かどうか判断する
  - ・小規模な構造物で土砂荷重により構造物の流失が発生している場合は作用する水平力と浮力に対して構造物重量に対する底面での摩擦抵抗が推定しうるか検討する。ただし、構造物と基礎地盤間での摩擦抵抗は上部構造よりも確度が低いことに留意する必要がある。
  - ・(地震等によって)側方流動や杭頭での損傷が生じたケースでは、地盤変位による杭に作用する応力と基礎前面土圧、上部構造からの慣性力などによって損傷が生じている。のちに詳細な解析を行う際に、N値、杭種、杭断面、杭本数、杭長さなどの情報を収集しておくとうい。
- 
- ・土石流による被害は豪雨による洪水等の被害と同時に発生することもある。その場合は、複数の災害と同時に調査することになる。また、多地点で発生することがあり、1日で被害状況を網羅できない可能性もある。
  - ・例えば、図5-2-1～5-2-3に示す2022年に発生した東北地方北部における大雨による災害事例では青森県鯉ヶ沢市内全域の内水氾濫と深浦町での土砂災害が同時に発生している。さらに、新潟県村上市でも土砂災害が発生している。
  - ・木造家屋の被害の場合、建物全体の滑動あるいは外壁の面外破壊等が発生するが局部的に損傷が発生して、被害が架構全体に拡大するため単一構造体の算定耐力から荷重を推定することは一般的に困難である。建物被害率と土砂高さとの関係について検討することになるため、この場合は初動調査ではなく、悉皆調査などで検討することが望ましい。
- 
- ・図5-2-4に示す2014年8月に広島県で発生した土石流では鉄筋コンクリート造の共同住宅に被害が発生している。片持ち形式の壁が面外方向に曲げ破壊している。このような被害形態であれば壁面に作用した圧力を構造物耐力から推定することが可能である。この壁板は高さ900mm、厚さ150mmでD10鉄筋が200mmピッチのシングル配筋となっており、壁筋降伏を考慮した転倒耐力(19.3kNm/m)と壁が設置された高さを勘案すると、高さ3mほどの土石流が作用していたとわかる。その他にも屋上階部分でパラペットが面外破壊する被害等が確認されている。
  - ・図5-2-5に示す熊本県益城で発生した土砂災害では木造寺院が倒壊している。土砂高さは3m程度であるが、足が沈み込む赤土のため、崩落土砂の上に調査者が入り込めず、建物の詳細計測が不能であった。土砂災害の調査の場合には入り込めない可能性についても念頭に入れてお

なければならない。このような土質の場合には、自治体との協力の上ドローン等を用いて調査することが望ましい。

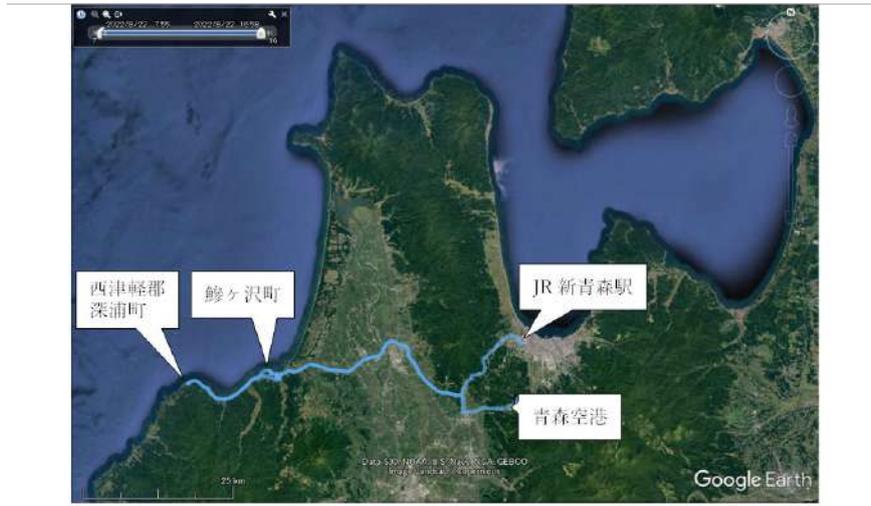


図 5-2-1 青森県豪雨による洪水被害と土砂災害



図 5-2-2 内水氾濫による被害



図 5-2-3 土砂災害による木造家屋の滑動



面外破壊した鉄筋コンクリート造片持ち壁



面外破壊した鉄筋コンクリート造パラペット

図 5-2-4 広島県土砂災害による鉄筋コンクリート造集合住宅の被害



図 5-2-4 熊本県土砂災害による木造寺院の被害

### 5.3 土砂災害による建物被害の調査

1) 調査項目：敷地の特性、敷地の被害、建物の特性、建物の被害程度、建物の傾斜の有無、土砂の移動方向と堆積深、岩塊・流木・瓦礫等の衝突の有無、土砂の室内への流入の有無、生存空間の有無、被害低減に有効と思われる要因や対策の有無、対象敷地が土砂災害警戒区域（イエローゾーン）・特別警戒区域（レッドゾーン）・区域外か、近くの指定緊急避難場所（土砂災害）と避難経路、などを調査する。

#### 2) 調査方法：

「本文」に説明あり。

#### （解説）

##### 1) 土砂災害による建築物の被害と調査

・土砂災害（土石流、崖崩れ、地すべり）では土砂や流木、岩塊が移動・堆積し、建築物に荷重として作用し、さらには土砂等が室内に流入することで被害が発生する。現在では主に土木的な対策（砂防堰堤や法面・擁壁工事など）と事前の警報による広域避難が求められているが、毎年のように逃げ遅れによる人的被害と流出・倒壊などの甚大な物的被害が発生している。これまでの多くの調査研究により、土砂災害に対しても様々な建築的な対策が可能であり、今後は危険度が高い地域における建築的・まちづくり的な対策の推進が重要になっている。

・「土砂災害防止法」により土砂災害の特別警戒区域（レッドゾーン）内で居室を有する建築物には土砂等の移動・堆積に対して適切な構造設計及び構造計算等を行うことが求められている<sup>5-2)</sup>。しかしながら、耐土砂の構造設計された建築物の災害事例は多くはなく、調査事例も知られていない。

・深層崩壊や大規模な地すべり被害を除くと、RC造建物では土砂災害による倒壊・崩壊するような構造的に甚大な被害事例は報告されていない。一方、木造住宅では一般に流失・倒壊に至る甚大な被害が多数報告されている。特に旧耐震の住宅では顕著な被害が生じているが、2000年基準や耐震等級3の新しい建物には高い水平抵抗力があると考えられるが、調査事例はまだ殆ど無い。また1階がRC造や重量S造で、2階以上が木造などの混構造には被害低減効果が報告されている<sup>5-3)</sup>。

・上流側にRC造集合住宅があると、下流の木造住宅が大規模な土石流から守られた事例が報告されている<sup>5-4)</sup>。

・土砂や流木・岩塊が作用する上流側にRC造の扉やネット・柵などの設置は有効な対策だと考えられるが、調査事例は殆ど無い。同様に上流側の樹木もある程度の被害低減効果があると思われる。

・豪雨による土石流や土砂・洪水氾濫など流動性の高い土砂災害では低層階に土砂等が流入し、甚大な人的・物的被害が発生する。構造設計による躯体の対策に加えて、土砂等の室内への流入防止と室内での隔壁等による流入防止区画の設置、さらには上階・下流側での生存空間（サバイバルスペース）や避難経路の確保などの対策も必要になる。土砂の流入や生存空間の有無は建物の開口部で確認できる。



図 5-3-1 土石流の例（熱海市の土石流で被災した3階建てRC造建物：1階は土砂に埋没し、2・3階の上流側の非構造壁は破壊されているが、構造躯体は健全であり、下流側の3階の部屋や屋上には生存空間がある；撮影・久田）



図 5-3-2 土石流の例（熱海市の土石流で被災した1階RC造、2階木造の混構造の住宅：1階に土砂が流入し、2階上流側には土砂の流入が見られるが、倒壊は逃れており、2階の下流側には生存空間がある；撮影・久田）

## 2) 調査シートの事例（2021年熱海市の土石流の場合：参考資料1）<sup>5-3)</sup>

・初動調査は主に外観調査で行われる。主な調査項目の例を下記に示す  
 建築年（旧耐震・新耐震、木造の場合は2000年基準など）

敷地の造成（平坦地・傾斜地、切土・盛土など）

構造（木造・RC造・S造・混構造など）、階数、用途（戸建・集合住宅、オフィス、工場など）  
 基礎形式（独立・布・べた基礎、RC造高床基礎など）

土砂の堆積深（上流側前面・側面・背面）、流木・岩塊・瓦礫の影響の有無

建物内への土砂等の流入（流入有無、流入階）、生存空間の有無（屋上避難の可能性など）

・可能であれば、住宅地図等に敷地と建物との位置関係を示し、堆積深、地盤や建物の傾斜等を記録する

上部構造の破壊パターン（岡田・高井、1999など）、躯体の傾斜（傾斜角）

被害低減に有効と思われる事項（ピロティ、上流側の建物・塀・樹木等の障害物など）

その他の特徴的な被害・対策など（指定緊急避難場所への避難の可能性など）

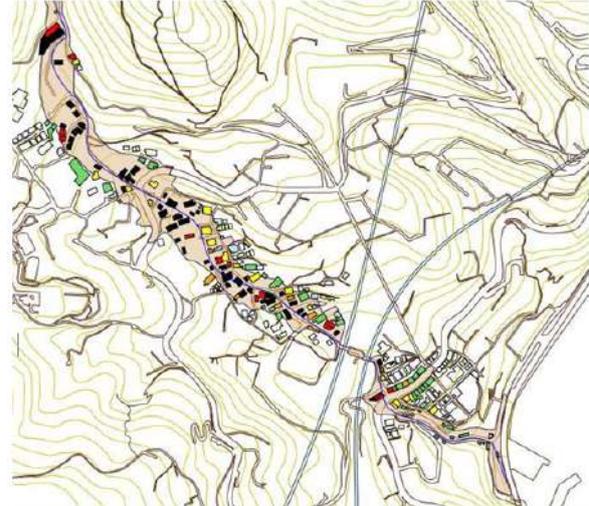
## 3) 現地での調査法と期間の目安：

図 5-3-1～5-3-4 に示す 2021 年熱海市伊豆山地区の土石流による建築物の被害調査の事例を紹介する<sup>5-3)</sup>。土石流は 2021 年 7 月 3 日に発生し、7 月 11 日に第 1 回の調査を 3 名で実施した。但し、道路規制により調査範囲は図 5-3-3 の赤線に示す東側と南側の限定されたルートで徒歩による外観調査に限定された。現地では 10:30～14:00（移動時間を除く調査時間は約 70 分）で残存していた建物を 20 棟程度調査した。第 2 回の調査は 10 月 24 日に 4 名で実施した。被災地内の道路では規制が解除されていなかったが、図 5-3-3 の緑線に示すルートにて 9:30～16:20 の時間で、41 棟の建物を調査した。原則として 2 名が一組となり、1 名は被害等の判定や写真等の記録を担当し、もう 1 名は住宅地図上の位置に対象建物に番号をつけ、調査シートに調査内容を記入する。被災前の建物は Google Street View などで確認し、現地調査以外の被災建物は公開されているドローンや空撮、メディアの映像などで確認し、計 146 棟の建物データを収集した。図 5-3-3 に調査方法、図 5-3-4 に調査結果（被災レベル）を紹介する。



調査方法	色	説明
現地調査(記録)	赤	現地にて外観調査により調査票に記録したもの
現地調査(写真)	青	現地調査の際に撮影した写真等から判定を行ったもの
映像	黄	ニュース映像や、ドローン映像から被害判定を行ったもの
不明	白	判定不能なもの、または未調査

図 5-3-3 2021 年熱海市伊豆山地区の土石流災害を対象とした調査ルートと調査方法<sup>5-3)</sup>



被害判定	色	説明
流出	黒	流失、または倒壊して瓦礫が大きく移動
倒壊	赤	倒壊、または移動しても元の位置近くに残存
大破	黄	建物の傾斜など構造的な甚大な被害あり(土砂流入あり)
中破	青	構造被害はあるが、建物傾斜なし(土砂流入あり)
小破	緑	構造被害はないが、外装材などに被害あり(土砂流入あり)
軽微・無被害	白	外装材などにも殆ど被害なし(土砂流入なし)
不明・未調査	白	未調査、または被害調査ができない

図 5-3-4 図 5-3-3 による調査結果の例(被災レベル)<sup>5-3)</sup>

#### 5.4 地表地震断層による地盤変状による建物被害の調査

1) 調査項目：敷地および周辺地域の地表地震断層の性状、敷地の特性、敷地の被害、建物の特性、建物の被害程度と主な要因、建物の傾斜の有無、被害低減に有効と思われる要因の有無、などを調査する。

##### 2) 調査方法：

「本文」に説明あり。

##### (解説)

##### 1) 地表断層変位による建築物の被害調査

- ・活断層帯地震で地表地震断層が出現した場合、その近傍では強震動に加えて、地表地震断層による断層ずれや地盤の傾斜などの地盤変状により建築物に被害が発生する場合がある。よって、従来の強震動に加えて、地盤変状による建築物の被害調査を行うことは今後の対策に対する重要な情報を提供する。

- ・地表地震断層の地盤変状に対して、近年の被害調査では様々な建築的な対策が可能であることが明らかになっている<sup>5-5)</sup>。特に新耐震の低層 RC 造や 2000 年耐震基準の木造住宅のように RC 造の基礎や耐震壁等により剛性の高い建物は地盤変状による建物の被害を大きく低減し、仮に躯体が傾斜しても修復できる場合がある(図 5-4-1)。

- ・堆積層や沖積層、あるいは盛土地盤がある場合、基盤の断層ずれの変位量がその中で吸収され、上部の建築物への変形作用を低減させる効果がある(図 5-4-2)。さらに軟弱地盤上に重く剛性の高い RC 造建物がある場合、地表地震断層は建物を避けて、その周辺に出現することがある。

- ・初動による外観調査では杭基礎の被害を判断することは一般に困難であるが、軟弱地盤の場合、杭基礎を使用している可能性がある。杭基礎が上部構造に固定されている場合、断層ずれによる杭の移動により上部構造にも被害が発生する場合がある。



図 5-4-1 横ずれ断層変位の上の建物例  
(2016 年熊本地震による断層ずれで手前の塀は破壊されたが、2000 年耐震基準によるべた基礎上の木造住宅は無被害であった (撮影・久田))



図 5-4-2 盛土上の建物の被害例 (2016 年熊本地震で被災した盛土上の S 造建物：断層ずれは盛土内で低減し、建物は軽微な被害であった。但し、盛土の擁壁には亀裂が生じている；撮影・久田)

## 2) 調査シートの事例 (2016 年熊本地震の場合：参考資料 2) <sup>5-6)</sup>

- ・ 初動調査は主に外観調査で行われる。主な調査項目の例を下記に示す
  - ・ 建築年 (旧耐震・新耐震、木造の場合は 2000 年基準など)
  - ・ 構造 (木造・RC 造・S 造・混構造など)、階数、用途 (戸建・集合住宅、オフィス、工場など)
  - ・ 地盤変状 (横ずれ・縦ずれと変位量、地盤の傾斜など)
  - ・ 基礎形式 (独立・布・べた基礎、RC 補強の有無、杭の有無など)
  - ・ 基礎の被害 (亀裂、断裂など)、上部構造への影響の有無
  - ・ 上部構造の破壊パターン (岡田・高井、1999 など)、躯体の傾斜 (傾斜角など)
- ・ 地表地震断層が敷地に出現している場合、可能であれば住宅地図等に敷地と周辺の断層位置をトレースし、建物との位置関係を示し、断層ずれによる変位量や傾斜を記録する
- ・ その他の特徴的な被害

主要な被害が、強震動か、地盤変状か、複合被害か、なども記録する。強震動では一般に上層階が大きく揺れるため瓦屋根等に被害が生じ、また剛性の低い躯体にはせん断変形による被害が生じる。

- ・ 被害が生じた建物だけでなく、周辺の無被害や軽微な被害の建物も記録しておく。後に地域の強震動の強さ (震度など) の判断材料になる。同様に、周辺の断層変位以外の被害 (盛土や急傾斜地の崩壊、液状化、火災、道路・橋・堤防など土木・ライフライン施設の被害) も記録しておく。

## 3) 現地での調査法と期間の目安：

図 5-4-3 に示す 2016 年熊本地震で出現した約 34km の長さの地表断層沿いに 314 棟の建物の被害調査を実施した事例を紹介する <sup>5-5)</sup>。調査日程は 2016 年 5 月 7-8 日、5 月 25 日、2017 年 7 月 22-23 日、10 月 27-28 日、及び、2018 年 6 月 3 日であり、1 回あたり 4~10 名の調査員による外観調査を実施した。調査シートは参考資料 2 を使用し、原則として 2 名が一組となり、1 名は被害等の判定や写真等の記録を担当し、もう 1 名は住宅地図上の位置に対象建物に番号をつけ、調査シートに調査内容を記入する。具体例として、図 4-6-2 に示した益城町下陳三竹地区における調査では、2016 年 5 月 7 日に 6 名 (3 チーム) で約 1 時間に計 15 棟を、5 月 25 日には 4 名 (2 チーム) で追加調査を行った。被災前の状況は Google Street View などで確認し、計 23 棟の建物データを収集した。

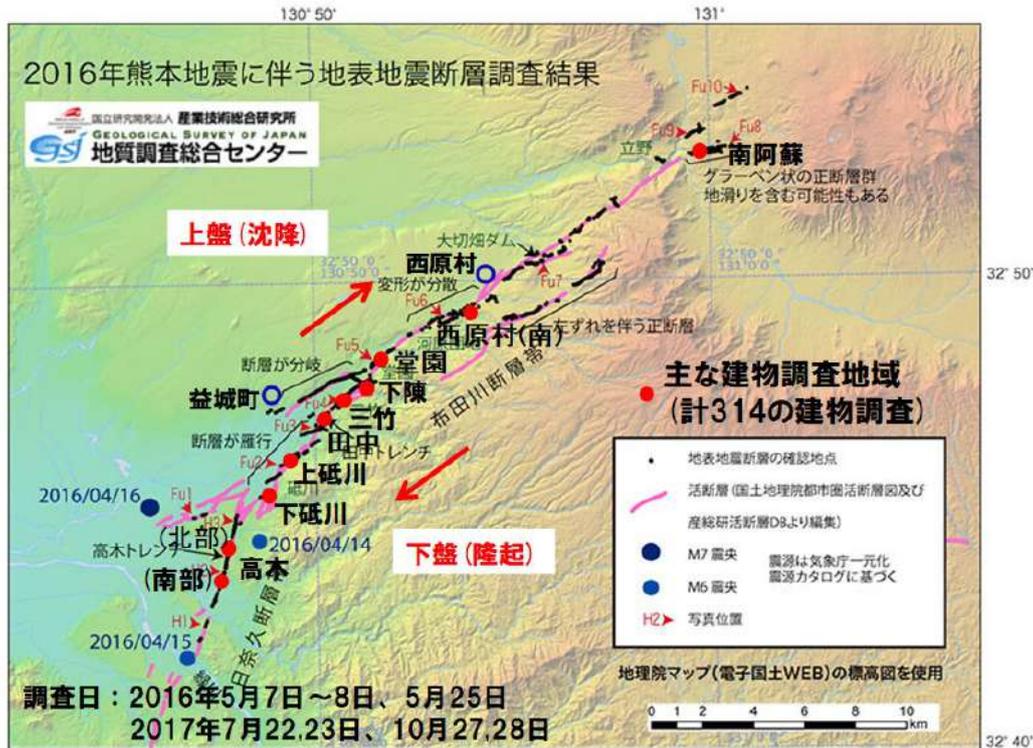


図 5-4-3 2016 年熊本地震で出現した地表地震断層と建物の被害調査地域の位置 5-4)

## 5.5 地すべり・盛土崩壊・側方流動等の地盤変状による建物・構造物被害の調査

### 1) 地すべり・盛土崩壊・側方流動等による地盤変状と調査項目

- ・地表地震断層による地盤変状と同様に、敷地の地すべりや盛土崩壊、側方流動等により地盤が変状し、亀裂や段差による建物被害が発生する場合がある。
- ・様々な建築的な対策も可能であり、特に基礎や躯体の剛性が高い場合は、建物被害は低減され、傾斜等が生じても修復が可能になる場合がある。
- ・初動調査では地すべり・盛土崩壊・側方流動等による地盤変状（地盤の移動量や傾斜など）の測定は困難であると考えられる。定性的な変状の状況と建物の被害状況を併せて記録する。
- ・調査項目：敷地および周辺地域の地盤変状の様子、敷地の特性、敷地の被害、建物の特性、建物の被害程度と主要要因、建物の傾斜の有無、被害低減に有効と思われる要因の有無、などを調査する。
- ・建築物の初動調査の事例はあまりないが、参考例として主な調査項目を下記に示す。  
 建築年（旧耐震・新耐震、木造の場合は2000年基準など）  
 構造（木造・RC造・S造・混構造など）、階数、用途（戸建・集合住宅、オフィス、工場など）  
 地盤変状の状況（地盤の移動量、段差、傾斜、擁壁の被害など）  
 基礎形式（独立・布・べた基礎、RC補強の有無、杭の有無など）  
 基礎の被害（亀裂、断裂など）、上部構造への影響の有無  
 上部構造の破壊パターン（岡田・高井、1999など）、躯体の傾斜（傾斜角など）  
 住宅地図等に敷地と建物との位置関係を示し、可能な範囲で特徴的な地盤変状（流動の方向や移動量、地盤の傾斜など）と建物の被害状況を記録する  
 その他の特徴的な被害

図 5-5-1, 5-5-2 に 2016 年能登半島地震における側方流動による建物被害の事例（基礎形式による被害程度の違い）、図 5-5-3 に側方流動による地盤の移動変位量を測定している様子を紹介する。



図 5-5-1 側方流動による建物の被害例  
(2024年能登半島地震の側方流動で被災した木造住宅：敷地の砂地盤が流動し、基礎下が空洞化している。基礎は RC 布基礎であり、大きな被害は逃れている：撮影・久田)



図 5-5-2 側方流動による建物の被害例  
(2024年能登半島地震の側方流動で被災した木造住宅：敷地の砂地盤が流動により、無筋の基礎が破断し、上部構造も大破している：撮影・久田)



図 5-5-3 フェンスの開きから側方流動による変位量を測定している風景：撮影・安田)

## 2) 調査方法：

「本文」に説明あり。

## 3) 現地での調査法と期間の目安：

液状化による側方流動が構造物に与える影響の事例から調査法と期間の目安を紹介する。

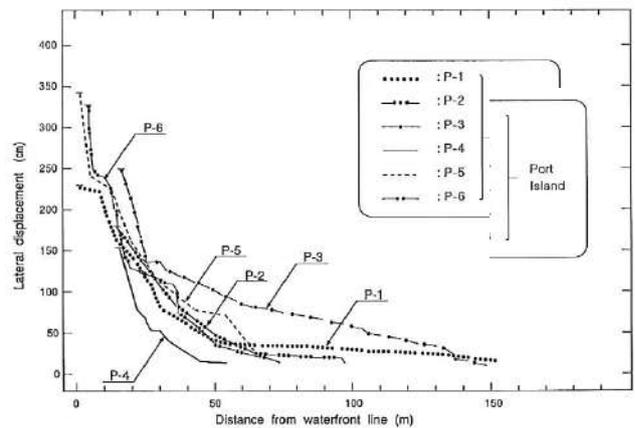
### ・液状化による側方流動が構造物に与える影響：

・液状化による地盤の側方流動には、岸壁・護岸の背後地盤の側方流動と緩やかな傾斜地盤での流動がある。

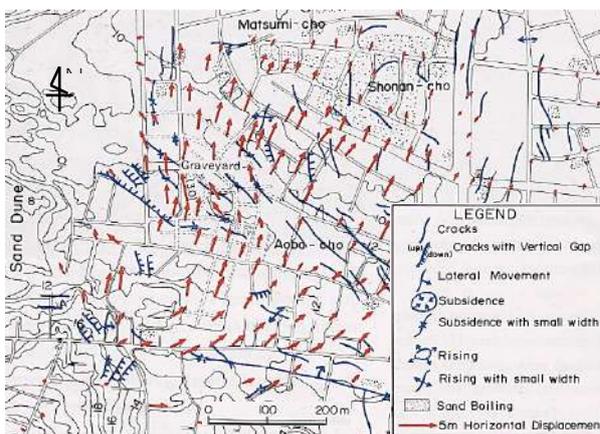
・岸壁・護岸背後地盤の側方流動では、液状化により岸壁や護岸が海や川に向かって孕み出し、それによって空いた背後地盤との隙間に液状化した背後地盤が流れこんで、背後地盤の水平移動が発生する。したがって、まず岸壁や護岸の孕み出し量を測定する。背後地盤は海や川に向かって水平移動するときに引張亀裂がはいるので、引張亀裂がはいつている範囲を次に調べる。引張亀裂の位置と幅を測定詳細に測定すれば水平変位量の分布も求まる。図 5-5-4 に示すように 1995 年阪神・淡路大震災では多くの埋立地や人工島の岸壁・護岸が最大 5m 程度の孕み出し、背後地盤で側方流動が発生した。引張亀裂は岸壁・護岸から 100m 程度まで発生していた。1964 年新潟地震では信濃川護岸が倒れ近傍の地盤は最大 10m ほど変位し、引張亀裂は 300m 程度まで発生した。このように地盤が側方流動し引張亀裂が発生した範囲内にあった建物では、直接基礎の引張り破壊や、杭基礎の曲がりによる建物の傾斜などの被害が発生した。

・液状化にともなう緩やかな傾斜地盤の流動は砂丘内陸側縁辺部や丘陵地の盛土造成宅地で発生する。図 5-5-5 に示すように 1983 年日本海中部地震では能代市の砂丘縁辺部で最大 5m の水平移動が発生し、戸建て住宅とライフラインに甚大な被害を与えた。また、2024 年能登半島地震でも内灘町などの砂丘縁辺部で地盤の流動が発生し最大 3m の水平移動が生じ、戸建て住宅に深刻な被害を与えた。緩やかな傾斜地盤の流動の場合は上流側で地盤に引張り亀裂や沈下が

発生し、下流側で地盤の盛上りが生じるので、この範囲内の地盤変状と建物の被害を調査しておく。



護岸の孕み出しと背後地盤の亀裂 (撮影：安田) 岸壁背後地盤の側方流動変位分測定例<sup>5-7)</sup>  
 図 5-5-4 1995 年阪神・淡路大震災で発生した岸壁・護岸背後地盤の側方流動



能代で発生した緩やかな傾斜地盤の流動<sup>5-8)</sup> 地盤の流動で生じた盛り (撮影：安田)  
 図 5-5-5 液状化にもなう緩やかな傾斜地盤の流動による被害

2024 年能登半島地震では内灘砂丘と新潟砂丘の内陸側縁辺部で液状化と地盤の流動が発生し、地盤の引張亀裂や盛りなどの変状に伴って、図 5-5-4 に示すように戸建て住宅に様々な被害が発生した。



図 5-5-4 地盤の流動による戸建て住宅の被害のパターン

### 3) 現地での調査法と期間の目安：

「本文」に説明あり。

#### 参考文献（5章）

- 5-1) 岡田成幸, 高井伸雄: 地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文集、64巻、524号、1999.
- 5-2) 日本建築防災協会: 土砂災害特別警戒区域内の建築物に係る構造設計・計算マニュアル、2019
- 5-3) 久田嘉章、藤内健太郎: 2021年熱海市伊豆山地区の土石流による建築物の被害調査、日本建築学会技術報告集、第29巻、第71号、pp.549-554、2023.
- 5-4) 中本英利、竹林洋史、宮田英樹、藤田正治: 家屋の破壊過程を考慮した土石流の数値シミュレーション、土木学会論文集B1(水工学) Vol.74, No.4, I\_919-I\_924, 2018.
- 5-5) 久田嘉章、田中信也: 近年の活断層帯地震の断層変位による建築物の被害と有効な対策、日本地震工学会論文集、24巻、5号、p.332-341、2024.
- 5-6) 久田嘉章、田中信也、金田惇平、寺本彩乃、中村航、村上正浩、鱒沢曜、境茂樹、仲野健一、森清隆、木本幸一郎: 2016年熊本地震の地表地震断層の近傍における建物の被害調査と活断層対策、日本地震工学会論文集、第20巻、第2号、p.90-132、2020.
- 5-7) Ishihara, K., Yasuda, S. and Nagase, H.: Soil characteristics and ground damage, *Special Issue of Soils and Foundations*, pp109-118, 1996.
- 5-8) 浜田政則・安田進・磯山龍二・恵本克利: 液状化による地盤の永久変位の測定と考察, 土木学会論文集, 第376号, III-6, pp.211-216, 1986.

## 6. 調査項目・データの整理方法

調査項目・データの整理や活用に有用な GIS、ドローン・リモートセンシング、画像処理関連のデータ・ソフトに関する web サイトを紹介する。

### 6.1 GIS データ・ソフト

#### 1) GIS データダウンロード

災害後の被害調査では、被害の発生個所や被害情報の空間的分布を把握することが重要となる。空間的な地理データは、GIS (Geographic Information System) データと呼ばれる。GIS データには大きくベクタデータとラスタデータがあり、ベクタデータは点、線、ポリゴンなどの幾何学的な形状データと属性データからなる。ラスタデータは画像データやメッシュデータのようにグリッドの形で情報が表現されるデータである。主なベクタデータとして、建物などの構造物や道路データがあり、ラスタデータとしては、地形データを表す数値標高モデル (Digital Elevation Model : DEM) やリモートセンシングによる画像データがある。本節では、被害調査に利用するベクタデータおよび DEM について述べる。

建物などの構造物、道路、地形の空間データは、無償で以下に示すサイト等からダウンロードして使用することが可能である。日本での公的データとしては、国土地理院による基盤地図情報が挙げられ、建物、道路などの GIS データのほかに、1~10m メッシュの DEM が入手可能である (図 6-1-1)。建物データは建物の輪郭を表すポリゴンに属性が含まれる。ただし、建物種別として普通建物、堅ろう建物などの分類のみで、被害調査に必要な用途や階数、構造などの情報は含まれていない。さらに、基盤地図情報の更新頻度が低い地域もあり、現状とデータが一致しないケースがある。近年では、OpenStreetMap などのオープンデータも利用可能になっており、地域によってはこれらのデータの方が更新頻度が高く、現状との一致度が高いこともある。また、海外でもデータを入手できる地域が多いことから、海外での災害情報の収集・整理に便利である。ただし、こちらも主に建物の輪郭を表すデータが主であり、階数や構造などの情報は含まれていない。



図 6-1-1 基盤地図情報ダウンロードサービスのサイト

その他の GIS データとしては、ゼンリン等による住宅地図データが挙げられる。これは有償であるが、建物の形状だけでなく、建物用途、階数、面積、築年数、構造などの多くの情報が含まれており、詳細な分析を行うには有用である。

### [補足資料]

GIS データダウンロードに関する主なサイト:

- ・ 国土地理院による基盤地図情報 (GIS データ)  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>
- ・ 国土地理院による基盤地図情報 (DEM) <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>
- ・ G 空間情報センター <https://front.geospatial.jp/>
- ・ OpenStreetMap のデータダウンロードサイト  
<https://download.geofabrik.de/asia/japan.html>
- ・ Microsoft 社の Building Footprint データ  
<https://github.com/microsoft/GlobalMLBuildingFootprints>

## 2) GIS ソフト

上記に挙げた GIS データをコンピュータ上で表示させるには GIS ソフトが必要となる。GIS ソフトの代表的なものとしては ArcGIS が挙げられ、様々な空間データ分析が可能である。最近では、無償で利用可能な QGIS のようなソフトもよく使われる。QGIS 等では国土地理院や Google による地図画像や衛星画像などのベースマップもソフト上で表示させられる機能も備わっている。また、後述する位置情報をもつ航空写真や衛星画像などのラスターデータも表示させられるものが多く、画像データと併せて分析することも可能である (図 6-1-2)。

被害調査での利用方法として、上に挙げた対象地域での GIS データをあらかじめ入手しておき、それらのデータに対して、被害調査で得られた情報を属性データに追加することで、被害情報データの空間的データを作成することができる。GIS データとしてまとめるには位置情報 (緯度経度) が必要であるが、調査時には住所の情報しか得られない場合がある。このような場合には、ArcGIS や Web サイトでのアドレスマッチングサービスを利用することで位置情報を取得することが可能である。ただし、すべての住所がマッチするとは限らず、結果を吟味する必要があることに注意が必要である。



図 6-1-2 災害後の航空写真と基盤地図情報による建物データの重ね合わせ (QGIS を利用)

### [補足資料]

GIS ソフトに関する主なサイト:

- ・ QGIS : 無償 (<https://qgis.org/ja/site/about/index.html>)
- ・ ArcGIS (<https://www.esri.com/products/arcgis/>)
- ・ MapInfo ([https://ssl.japan.mapinfo.com/location/products/software/software\\_v2023.php](https://ssl.japan.mapinfo.com/location/products/software/software_v2023.php))
- ・ SIS (<https://www.informatix.co.jp/sis/>)
- ・ 東京大学 CSV Geocoding Service (CSV アドレスマッチングサービス) (<https://geocode.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode-cgi/geocode.cgi?action=start>)

## 6.2 ドローン・リモートセンシング関連

### 1) ドローン関連

無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle : UAV, 以下ドローン) は, 上空や高所からの画像などのデータを入手できることから, 近年被害調査でもよく使われている。ドローンは 1, 2 人程度の人員で計測可能であることから, 機動的に調査することが可能であるが, その操縦や飛行には登録が必要であることに注意が必要である。また, 平常時でも都市域での飛行には制限があること, 特に大規模災害時には広域で飛行が禁止されることがあることにも注意が必要である。

ドローンの利用方法としては, 個別の建物等の建造物の詳細な被害状況を調べるために, 比較的近距离から建物の側面や屋根面などを撮影するものと, 航空写真のように上空から遠距離で撮影し, 地域の建物群, 河川, 斜面の様子を把握するものがある。前者の近距离での撮影では, 地上からの調査が困難な屋根面の被害や高層階での被害を調べることが可能である。また, 建物内部の調査が困難な場合は, 所有者の許可が得られれば, 小型ドローンを建物内部に飛ばすことで, 建物内の被害状況を調査することも可能である。

後者については, 航空写真などと同様に分析することが可能となる。例えば, 上空から撮影した複数の画像をステレオマッチング処理することにより, 3 次元情報を取得することができる。得られる画像は, 地形の高さに加え, 建物や樹木の高さも含んだ数値表面モデル (Digital Surface Model : DSM) となる。土砂崩壊のように地形が変化する箇所の把握に有効である。また, 高さ情報を用いることでオルソ画像を作成することも可能であり, 前述の GIS ソフト上で表示・解析することも可能となる (図 6-2-1)。

一般的なドローンの飛行時間は, バッテリー 1 台につき 15~30 分程度であり, 約 1km<sup>2</sup> の範囲の撮影にバッテリー 1~2 台が必要となる。このため, 複数箇所を撮影する場合には, あらかじめ複数のバッテリーを用意しておく必要がある。また, 撮影した画像データの 3 次元処理に要する時間は, 範囲や解像度にもよるが, 0.5m 分解能の DSM データの作成に数時間程度は必要となる。このため, データ取得から解析に必要な 3 次元データの作成には, 数時間~半日程度を見込んでおく必要がある。

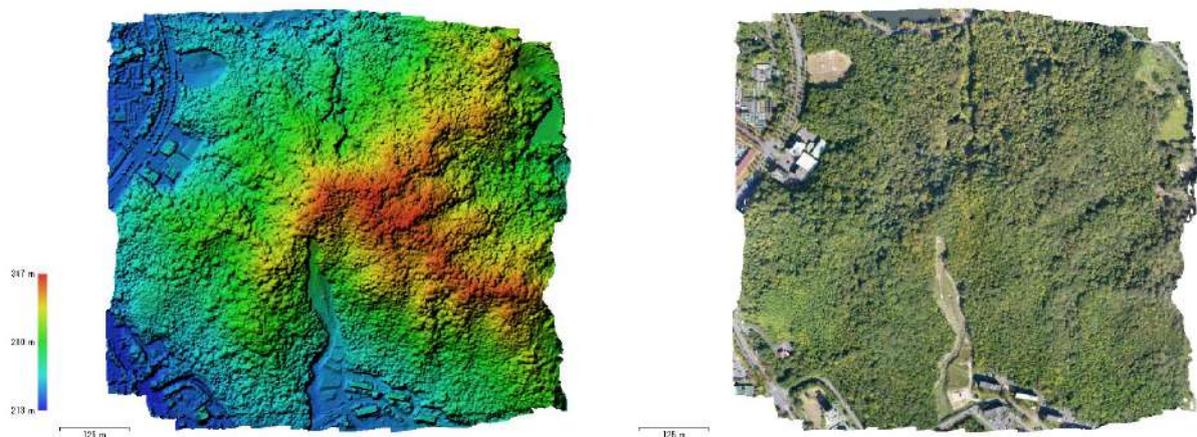


図 6-2-1 ドローンで計測した画像から作成した数値表面モデル (Digital Surface Model : DSM) とオルソ化した写真の例

## [補足資料]

ドローン関連に関する主なサイト：

- ・無人航空機登録ポータルサイト <https://www.mlit.go.jp/koku/drone/>
- ・国土交通省航空局無人航空機 X サイト：飛行禁止空域情報が閲覧可能  
[https://x.com/mlit\\_mujinki](https://x.com/mlit_mujinki)
- ・ドローン画像の解析処理ソフト・オルソ化，3次元データ化が可能
  - ・Agisoft Metashape：<https://www.agisoft.com/>
  - ・Pix 4Dmapper <https://www.pix4d.com/jp/>
  - ・KUMIKI <https://smx-kumiki.com/>
  - ・Terra Mapper (<https://mapper.terra-drone.net/>)

### 2) リモートセンシング画像処理ソフト

近年の宇宙開発技術の発達に伴い，人工衛星によるリモートセンシング技術は以前と比べると，高解像度化，高観測頻度化しており，災害の直前・直後に画像が得られるケースも多くなってきた。日本の人工衛星としては，陸域観測技術衛星 ALOS-2 の画像が利用可能であり，近年打ち上げが成功した先進レーダ衛星 ALOS-4 も利用できるようになるものと期待される。ただし，これらは合成開口レーダ（SAR）による画像であるので，解析にはある程度の専門的知識と専用のソフトウェアが必要となる。光学衛星画像としては，米国 MAXAR 社による画像が入手できる（図 6-2-2）。MAXAR 社では大規模な災害が発生すると，災害前後の被災地の画像を無償で公開することがあり，これらをダウンロードして使用することができる。

リモートセンシング画像は，広域での情報を一度に取得できることから，広い範囲を対象とした調査では有用である。土砂崩壊箇所や崩壊範囲の特定，土砂流出範囲，建物被害分布などを把握することが可能である。特に土砂崩壊箇所の把握は現地調査では容易ではないが，上空からの画像では樹木などの流出が明瞭に確認できるため，比較的容易に特定可能である。しかし，上空からの画像であるので，土砂の跡が消えてしまった場合や建物周辺に土砂の跡が判読できない場合，低層階にのみ被害が派生した場合などは，被害の範囲や被害程度を過小評価してしまう可能性があることに注意が必要である。

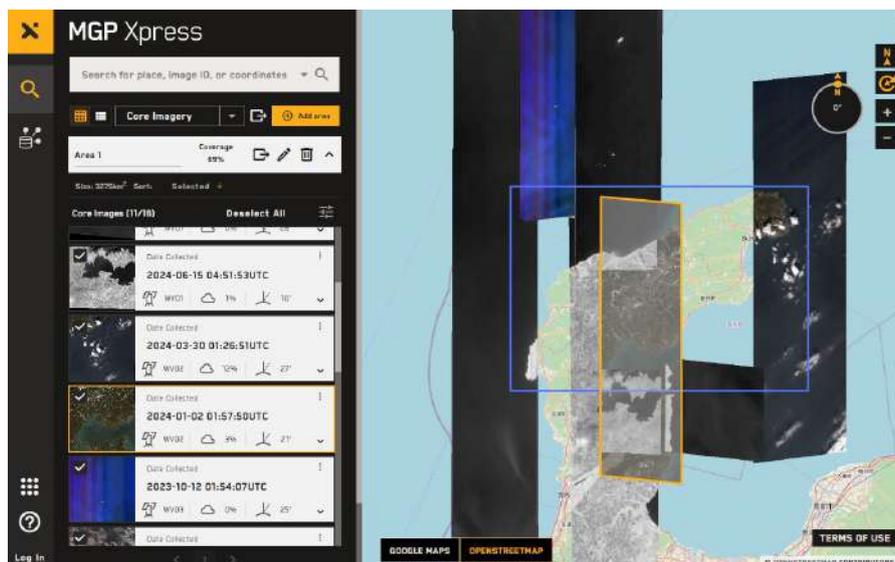


図 6-2-2 MAXAR 社の衛星画像検索画面

大規模な災害が発生した場合，国際災害チャータの発動により，緊急的に被災地が撮影され，発災直後の画像データが当日中に取得されることがある。しかし，一般に人工衛星による撮影は，対象地域が撮影されるタイミングを待つ必要があり，発災から撮影まで数日を要することもある。

また、光学センサによる人工衛星は、雲に覆われた地域の地表は観測できず、良好な画像を得るには天候の回復を待たなければならず、さらに日数を要することもある。画像が取得され、一般にダウンロード可能な状態になったら、データのダウンロードから解析および結果の表示まで数時間～半日程度で完了することが多い。ただし、多地点を対象として解析者の判断や手作業による入力（建物被害の判読や土砂崩壊箇所の範囲の特定、およびそれらのデータ化など）が必要な場合は、さらに1日～数日程度の時間が必要になるものと考えられる。

#### [補足資料]

リモートセンシング画像処理ソフトに関する主なサイト：

- ENVI <https://www.nv5geospatialsoftware.co.jp/Software-Technology/ENVI>
- ERDAS IMAGINE <https://hexagon.com/products/erdas-imagine>
- ESA SNAP：無償。欧州宇宙機関 ESA が公開しているデータを解析可能  
<https://earth.esa.int/eogateway/tools/snap>
- MAXAR 社 <https://www.maxar.com/>

## 7. 連絡・連携体制・速報

7.1 学会横断調査体制の構築

7.2 連絡体制

7.3 速報

7.3 調査時の注意事項

本文に説明あり

### 執筆者と担当（章・節）

災害委員会：水害・土砂災害等による建築物等の被災調査マニュアル検討WG

土砂災害サブWG（五十音順）

- ・久田嘉章（WG 主査・工学院大学：1、2、3、4.6、5.1、5.3、5.4、5.5、7）
- ・壁谷澤寿一（東京都立大学：5.1、5.2、7）
- ・久保智弘（山梨県富士山科学研究所：3、4.4）
- ・竹林洋史（京都大学；3、4.1、7）
- ・三浦弘之（広島大学；3、6）
- ・安田 進（東京電機大学名誉教授：2.1、3、4.2、4.3、4.5、5.3、5.5、7）

参考資料 1 : 調査シートの事例 (2021 年熱海市の土石流の場合) <sup>5-3)</sup>

工学院大学  
2022 年熱海土石流 建物被害調査票

調査地区名

調査日 \_\_\_\_\_ 調査員 \_\_\_\_\_ 住宅地図 \_\_\_\_\_ 頁 \_\_\_\_\_

A.建物番号 \_\_\_\_\_ B.表札 \_\_\_\_\_ 氏 \_\_\_\_\_ C. 応急危険度判定 1. 無 2. 有 (赤・黄・緑)

D.建築年 1.非常に古い 2.古い 3.新しい

(1981 年以前) (1981-2000 年) (2000 年以新)

4.推定築年 ( ) 5.不明 6.(聴取 )

E.土地の造成 1.平坦地

2.盛土・かさ上げ (道路面からの高さ: 右にスケッチ)

F.建物の現状 1.現状保存 2.解体中 3.解体撤去済

4.修繕中 5.不明 6.聴取(修繕済・無被害・不明)

G.建物用途 1.戸建専用住宅 2.長屋住宅 3.共同住宅

4.併用住宅 5.店舗 6.オフィス 7.その他

H.構造種別 1.木造 (伝統・準伝統・在来・壁式・( ))

2. S 造 (重量・軽量) 3. RC 造 4.その他

I.建物階数 1.平屋 2.2 階 (ピロティ無, ピロティ有)

3. ( ) 階 (ピロティ無, ピロティ有)

J.基礎形式 1.独立基礎(玉石等) 2.布基礎 3.べた基礎

4.高床 RC 基礎 5.杭の有・無・不明 6.基礎不明

K.屋根形式 1.土葺瓦 2.土無瓦 3.金属 4.スレート

5.その他 ( ) 6.不明

L.土砂の高さ 1.現存する土砂高さ (流入側・側面・流出

側などをスケッチに記入 )

2.痕跡による土砂高さ (流入側・側面・流出側などをスケッチに記入 )

M.土砂による潜り込み 1.床上 1 m 程度までのすべての部分が土砂面下に潜り込み (全壊)

2.床までのすべての部分が土砂面下に潜り込み (大規模半壊)

3.基礎の天端下 25 cm 程度までのすべての部分が地盤面下に潜り込み (半壊) 4.該当せず

N.建物内への流入 1.流入 (有・無) 2.流入階 ( 階) 3.生存空間 (有・無: )

O.破壊パターン (木造の場合: 裏ページ) D0: 無被害、D1: 軽微、D2: 一部損壊

D3: 半壊 (傾斜なし)、D4: 全壊 (傾斜あり)、D5: 倒壊、D6: 完全崩壊

O.破壊パターン (RC 造の場合: 裏ページ) I: 軽微 (クラックあり)、

II: 小破 (柱・耐震壁は軽微であるが、二次壁・階段室まわりにせん断ひび割れあり)

III: 中破 (柱・耐震壁にひび割れあり、二次壁・非構造体に大きな損傷あり)

IV: 大破 (柱・耐震壁の損傷で主筋が座屈し、耐力が大きく低下している)

V: 倒壊・崩壊 (建物全体または一部が倒壊・崩壊している)

P.外観被害 (参考) 1.建物全部が倒壊 2.建物の一部の階が全部倒壊 3.建物全部が流出又はずり落ち

4.基礎のいずれかの辺が全部破壊 5.基礎直下の地盤が流出 6.建物の一部が破壊

Q.傾斜 (木造の場合) 1.外壁または柱が大きく傾斜 (1/20 以上、全壊)

2.不同沈下があり、かなり傾斜 (1/60 以上 1/20 未満、大規模半壊)

3.不同沈下があり、傾斜あり (1/100 以上 1/60 未満、半壊) 4.傾斜無し

R.その他 (住民のヒアリングの有・無: 有る場合は別紙に記録)

スケッチ: 方位・道路、地の造成 (嵩上げ高さ)、土砂の流入方向・堆積状況、建物の配置・形状・被害状況など

参考資料 2 : 調査シートの事例 (2016 年熊本地震の場合 : 表面) <sup>5-6)</sup>

工学院大学

2016 年熊本地震 建物被害調査票

調査地区名

調査日 \_\_\_\_\_ 調査員 \_\_\_\_\_ 住宅地図 \_\_\_\_\_ 頁 写真枚数 \_\_\_\_\_ 枚

写真番号( )-( )~( )

- A. 建物番号** \_\_\_\_\_ **B. 表札** \_\_\_\_\_ **氏** \_\_\_\_\_ **C. 応急危険度判定** 1. 無 2. 有 (赤・黄・緑)
- D. 建築年** 1. 非常に古い 2. 古い 3. 新しい 4. 不明 5. 推定( \_\_\_\_\_ 年頃) 6. 聴取( \_\_\_\_\_ 年)  
(築 30 年以上) (築 30~10 年) (築 10 年以下)
- E. 現状** 1. 現状保存 2. 解体中 3. 解体撤去済み 4. 修繕中 5. 不明 6. 聴取(修繕済・無被害・不明)
- F. 建物用途** 1. 戸建専用住宅 2. 長屋住宅 3. 共同住宅 4. 併用住宅 5. 店舗 6. オフィス 7. その他
- G. 構造種別** 1. 木造 (伝統・準伝統・在来・壁式・( )) 2. S 造 (重量・軽量) 3. RC 造 4. その他
- H. 建物階数** 1. 平屋 2. 2 階 (ピロティ無, ピロティ有) 3. ( ) 階 (ピロティ無, ピロティ有)
- I. 主被害階** ( ) 階 (主な被害内容 \_\_\_\_\_)
- J. 基礎形式** 1. 独立基礎(玉石等) 2. 布基礎 3. べた基礎 4. 高床 RC 基礎 5. 不明 6. その他
- K. 基礎被害** 1. 無被害 2. 部分的亀裂 3. 著しい(破壊あり) 4. 基礎のずれ 5. 基礎傾斜 6. その他
- L. 地盤変状** 1. 無 2. 有 (場所と形態、傾斜角度・方向、変動量 \_\_\_\_\_)  
例 建物直下/敷地南端, 亀裂沈下, 液状化(噴砂), 土砂など
- M. 屋根形式** 1. 土葺瓦 2. 土無瓦 3. 金属 4. スレート 5. その他 ( ) 6. 不明
- N. 屋根被害** 1. ほとんど無被害 2. 著しいずれ(部分的) 3. 全面的にずれ, 破損 4. 判定不能

メモ欄 (可能な場合のみ記述)

- O1. 前震による被害** 1. 無 2. 有 本震前の被害程度
- O2. 余震による被害拡大** 1. 無 2. 有 余震による被害拡大程度
- P. 増築** 1. 無 2. 有 3. コメント( ) **Q. 宅地危険度判定** 1. 無 2. 有 (赤・黄・緑)
- R. 耐震等級** 1. 等級 1 2. 等級 2 3. 等級 3 4. 等級なし 5. 不明 **S. ブロック塀被害** 1. 有 2. 無
- T. 家族・在宅人数** 1. 家族 ( ) 名 うち 在宅 ( ) 名 2. 不明
- U. 人的被害状況** 1. 死亡 ( ), 重傷 ( ), 軽症 ( ) 2. 無し 3. 不明
- V. 破壊パターン** : 木造, 軽量 S 造の場合, 下図の該当パターンに○

重量 S 造, RC 造の場合 記号を記入 (別紙参照) :

Damage Grade index	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
無被害	D0	無被害		無被害		無被害		無被害		無被害		
	一部被害	D1	壁面・亀裂及び(外)装材の軽微な被害		壁面・亀裂及び(外)装材の軽微な被害		壁面・亀裂及び(外)装材の軽微な被害		壁面・亀裂及び(外)装材の軽微な被害		壁面・亀裂及び(外)装材の軽微な被害	
		D2	壁面瓦 壁面パネル等の大規模な被害		壁面瓦 壁面パネル等の大規模な被害		壁面瓦 壁面パネル等の大規模な被害		壁面瓦 壁面パネル等の大規模な被害		壁面瓦 壁面パネル等の大規模な被害	
半壊	D3	2階建木造型	1階建木造型	全体破損型	2階建RC造型	1階建RC造型	壁壊破損型	壁壊破損型	壁壊破損型	壁壊破損型	壁壊破損型	
		Ud3	Gd3	Ed3	Rd3	Rd3	Sd3	Sd3	Sd3	Sd3	Sd3	
全壊	D4	1階建木造型による内部空間が崩壊する。	1階建RC造の破壊による内部空間が崩壊する。	2階建RC造の破壊による内部空間が崩壊する。	1階建RC造の破壊による内部空間が崩壊する。	2階建RC造の破壊による内部空間が崩壊する。	柱・梁の一部分の構造的破壊による(特に内部)。	柱・梁の一部分の構造的破壊による(特に内部)。	柱・梁の一部分の構造的破壊による(特に内部)。	柱・梁の一部分の構造的破壊による(特に内部)。	柱・梁の一部分の構造的破壊による(特に内部)。	
		Ud4	Gd4	Ed4	Sd4	Sd4	Sd4	Sd4	Sd4	Sd4	Sd4	
D5	0.9	1階建RC造による、柱・梁の一部分の構造的破壊による。	1階建RC造による、柱・梁の一部分の構造的破壊による。	2階建RC造による、柱・梁の一部分の構造的破壊による。	1階建RC造による、柱・梁の一部分の構造的破壊による。	2階建RC造による、柱・梁の一部分の構造的破壊による。	柱・梁の一部分の構造的破壊による。	柱・梁の一部分の構造的破壊による。	柱・梁の一部分の構造的破壊による。	柱・梁の一部分の構造的破壊による。	柱・梁の一部分の構造的破壊による。	
		Ud5-	Ud5+	Gd5-	Gd5+	Sd5	Sd5	Sd5	Sd5	Sd5	Sd5	
D6	1.0	Cd6-		Cd6+		Cd6-		Cd6+		Cd6-		
		木造2階建て建物の破壊パターン		木造2階建て建物の破壊パターン		木造1階建て建物の破壊パターン		木造1階建て建物の破壊パターン		木造1階建て建物の破壊パターン		

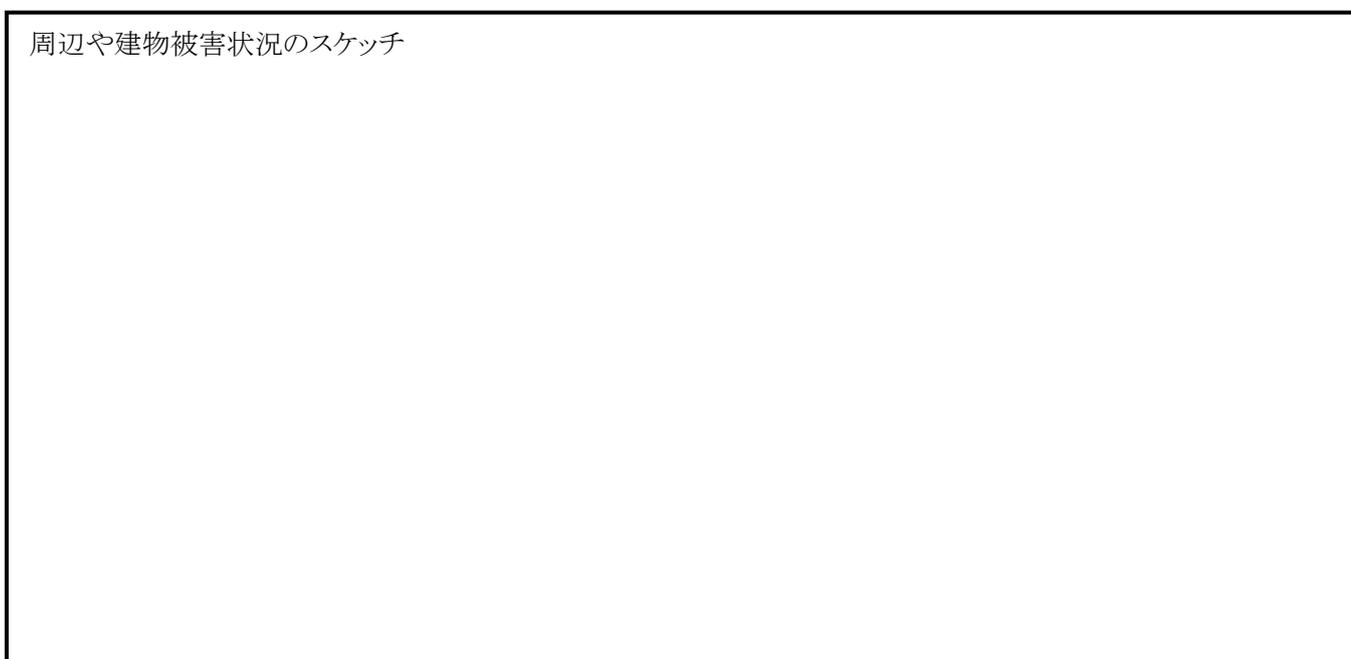
参考資料2：調査シートの事例（2016年熊本地震の場合：裏面）<sup>5-6)</sup>

W. 震源近傍強震動や地表地震断層による被害（詳細）

地盤の変形量 (地盤変状有の場合) (例:北側で20cm沈下)	
地盤変形に対応した建物の被害状況(例:長手方向に約50cmの段差)	
建物の傾斜・倒壊の向き・角度 (例:北側に5°傾斜)	建物の傾斜・倒壊は、1.揺れで生じた 2.地盤変状で生じた 3.不明

X 地表地震断層との位置関係 1.建築の真下 2.建築に隣接 3.建築から離れている ( m程度)

周辺や建物被害状況のスケッチ



住民の方へのヒアリング、コメント、メモなど

