

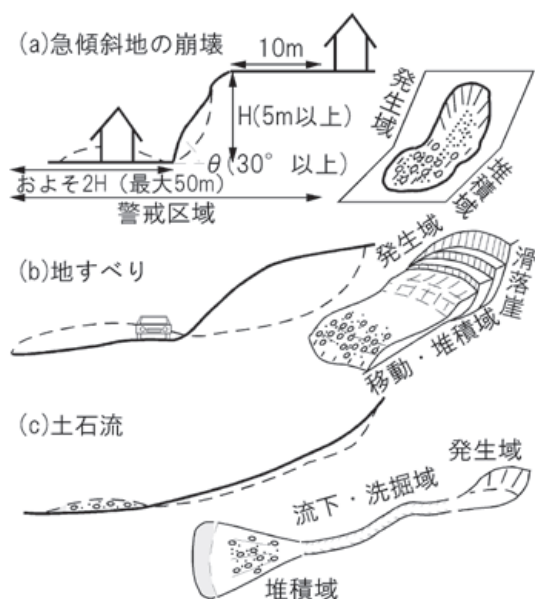
地震と豪雨と地盤防災

東京理科大学 創域理工学部 社会基盤工学科 教授 塚本 良道 つかもと よしみち

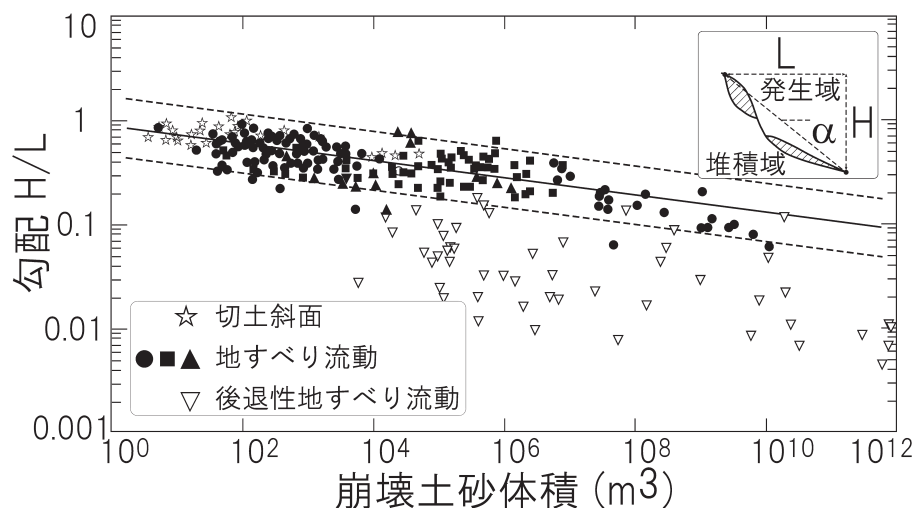
近年、地震と豪雨により、絶え間なく地盤災害が生じています。地盤災害は、各地に点在する軟弱地盤においても、多く生じていますが、ここでは地震と豪雨による地盤災害の特徴と地盤防災について見ていこうと思います。

1. 豪雨の地盤防災

豪雨による地盤災害は、急傾斜地の崩壊、地すべり、土石流に分けられます【図1】。急傾斜地は、東京都内では台地と低地の間、千葉県内では台地と谷地の間に多く見られ、私たちの暮らしの近くに存在します。地すべり・土石流は、山地で多く発生し、交通網を寸断し、住宅に被害をもたらすこともあります。振り返ると、1966年の山梨県での土石流災害を機に、土石流危険渓流・区域が指定されました。1999年には広島で甚大な豪雨災害が生じ、2001年に「土砂災害防止法」が制定され、高さ(H)5m以上・傾斜角(θ) 30° 以上の急傾斜地を基本とする土砂災害警戒区域が指定されました【図1(a)】。地すべりの発生は、地形地質の影響を大きく受けますが、過去に生じた地すべりの斜面の勾配と崩壊土砂の体積の関係をしてみると、緩やかな勾配になるほど、崩壊土砂の体積が増えることが分かります【図2】。一見不思議に思うかもしれませんが、風化堆積軟岩で生じる、急勾配で崩壊土砂量の少ない表層崩壊と、緩勾配で崩壊土砂量の多い流れ盤地すべりをイメージすると、すっとんと腑に落ちます。また、かなり緩勾配で生じる後退性地すべりが存在することも見てください。鉱さい堆積物、水撒き出しフィル、海底地すべり、北欧北米に見られる鋭敏粘土などで生じます。降雨の斜面内への侵入による地すべりは、

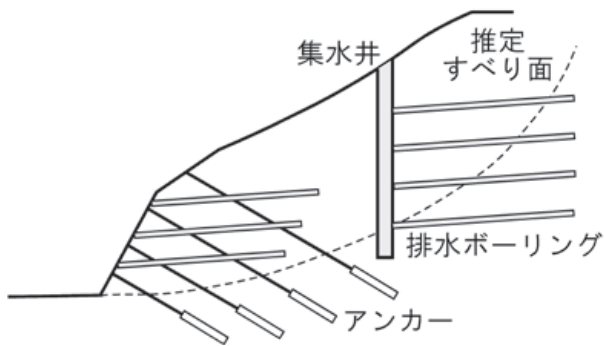


【図1】 豪雨による地盤災害の種類

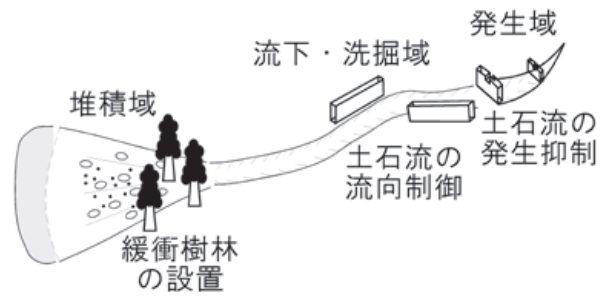


【図2】 地すべりの勾配と崩壊土砂の体積の関係¹⁾

年間数10cm動くものから、高速に動くものまでありますが、対策には主に、地盤内の水を抜く排水ボーリングと、地すべりを起こす表層の風化層を基盤層に固定するアンカーが利用されます【図3】。風化層の厚さの推定には、ボーリングコア試料の目視や弾性波トモグラフィ技術などを利用します。土石流は、発生域での崩壊土砂が、渓床の堆積物をともなって、高速に長



【図3】豪雨による地すべりへの対策



【図4】豪雨による土石流への対策



【図5】台湾小林村の深層崩壊

距離を流動します。そのため、対策には、発生域では砂防堰堤の設置，流下・洗堀域では導流堤の設置，堆積域では緩衝樹林の設置などを検討します【図4】。

また、降雪地帯では、少ない降雨量でも融雪量が影響し、土石流に至ったことがあるので、注意を要します。

最近の千葉県では、2019年10月24～26日にかけて、低気圧の接近にともなう大雨により、土砂災害が多数発生しました。いずれも台地と谷地の間の斜面で発生し、地すべり土砂により住宅が損壊し、道路が寸断され、地すべり土砂が泥流となり水田へ流出するなどの被害が生じました。

台湾は、急峻な地形を有していて、日本と同じような地震と豪雨の自然災害を受けてきました。2009年8月7～9日のMorakot台風の来襲時には、島南部において3日間で1800mmを超える雨量を観測し、大規模な地すべりが多発しました。小林村では、深層崩壊した大量の山体崩壊土砂の河床への堆積，自然ダムの形成，河道閉塞，自然ダムの破堤，大量の自然ダム土砂の土石流化という一連のプロセスを経て，村全体が大量の崩壊土砂で埋め尽くされました【図5】。

2. 地震の地盤防災

2004年10月23日の新潟県中越地震では、多くの地すべり斜面崩壊が生じました。逆断層の上盤である断層の北側に位置する泥岩・砂岩の第三紀層の地すべり斜面崩壊により、道路網が寸断され、山村が孤立化しました【図6】。地震発生前に相当量の降雨があり、風化の進んだ斜面内への降雨の侵入により、地震時に液状化に類似した現象が生じ、多くの地すべり斜面崩壊が生じたと考えられます。後には、勾配がおよそ30°ほどの未風化堆積岩の鏡面が、至る所で確認できました【図7】。この地震による地すべり斜面崩壊においても、崩壊土砂の河床への堆積，自然ダムの形成，河道閉塞，自然ダム土砂の土石流化が懸念されることとなりました【図8】。

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震では、私たちの暮らしに近い宅地において、埋立地盤の液状化と造成盛土地盤の変状という、主に2つの地盤災害が生じました【図9】。関東地方では、主に東京湾沿岸の埋立地盤と利根川流域の埋立地盤において、液状化が生じました【図10】。東京湾沿岸の埋立地盤では、数千棟の住宅に沈下・傾斜の被害が生じ、社会問題になりました。東北地方では、傾斜地の造成盛土



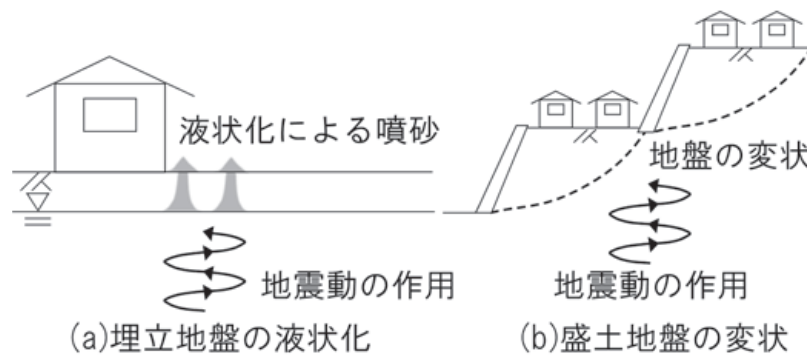
【図6】2004年新潟県中越地震の地すべり



【図7】地すべり後の未風化堆積岩の露出



【図8】崩壊土砂の自然ダム形成による河道閉塞



【図9】地震による地盤災害の種類

地盤が変状し、住宅に大きな被害が生じました。

甚大な埋立地盤の液状化の被害を受けて、10を超える自治体において液状化委員会が設置されることとなります。地盤の液状化は、1948年福井地震でも確認されていますが、1964年新潟地震の信濃川河口付近での大規模な砂地盤の液状化と流動の発生により、地盤工学の研究対象として着目されるようになりました。以来、大規模な社会基盤構造物を対象とした地盤調査法や液状化対策技術は進展を遂げますが、住宅などの小規模構造物については未だ発展途上と言えます。ここに、土木と建築の近いようで遠い関係が顕在化し

ていて、融合の接点があるように思います。造成盛土地盤の変状の被害も甚大で【図11】、現在、地震時の変状リスクの高い大規模造成盛土地盤の特定が、千葉県内を含む全国各地で進められてきています。当時の古い紙地図の標高と、現在の衛星データの標高を比べる一次スクリーニングにより、造成盛土地盤の位置の特定と、断面形状や厚さの推定がなされています。

2018年9月6日の北海道胆振東部地震では、全道停電となりました。地盤災害も顕著で、道南の表層を覆う支笏・恵庭・樽前の火山由来の火山灰質土からなる斜面において、流出距離（堆積域）の長い無数の地

