

らんどすらいど36 正誤表 (2021.2.5 現在)

印刷後、下記の修正が見つかりましたので、訂正をお願いいたします。

P. 34 協賛会員名簿

8 行目 応用地質株式会社の支店、事務所の名称

(誤) 四国支店 → (正) 四国事務所

11 行目 国土防災技術株式会社高知支店の電話番号

(誤) 088-882-7110 → (正) 088-846-0545

21 行目 株式会社ナイバの電話番号の市外局番の区切り

(誤) 0878-62-5121 → (正) 087-862-5121

裏表紙

「非売品」の表記を削除

らんど すらいど

36

(公社) 日本地すべり学会関西支部

2020

平成 30 年 7 月豪雨による広島県の地すべり災害 Landslide disaster due to heavy rainfall of July 2018, in Hiroshima

中井 真司, 渡邊 聡, 小井戸 一浩 (復建調査設計株式会社)

Shinji NAKAI, Satoshi WATANABE, Kazuhiro KOIDO (Fukken Co., Ltd.)

1. はじめに

平成 30 年 6 月末～7 月 8 日にかけて、台風第 7 号や梅雨前線等の影響により、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となり、気象庁により「平成 30 年 7 月豪雨」と命名された。6 月 28 日～7 月 8 日までの総降水量は 7 月の月降水量平年値の 2～4 倍となるところもあり、気象庁の観測データ¹⁾では、九州北部、四国、中国、近畿、東海、北海道地方の多くの観測地点で 24、48、72 時間降水量が観測史上最大値を更新するなど、広い範囲における長時間の記録的な大雨となった (図-1)。西日本を中心とした 1 府 10 県に特別警報が発令され、34 道府県 505 市町村で土砂災害警戒情報が発表された (図-2)²⁾。一連の雨の後半にあたる 7 月 5 日～7 日にかけて、広い範囲で断続的に非常に激しい雨が降り、土砂災害や河川の氾濫により甚大な被害が発生した。

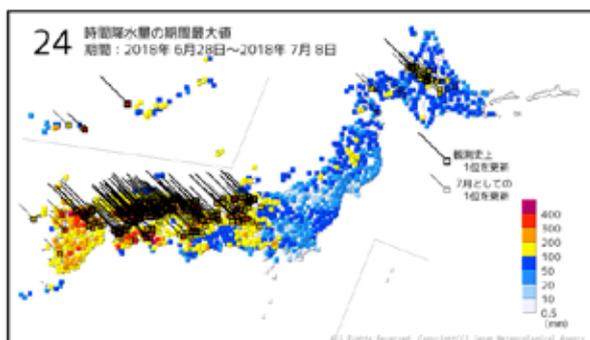


図-1 24 時間降水量の最大値の分布
(6 月 28 日 0 時～7 月 8 日 24 時)¹⁾



図-2 土砂災害警戒情報の発表状況
(34 道府県 505 市町村)²⁾

2. 降雨の特徴

甚大な災害が発生した中国地方～四国地方の瀬戸内海側にかけては、総雨量 400～600mm 程度の雨が降った。四国地方の太平洋側や九州北部地方に比べると少ないが、平年降雨の少ないこの地域にとっては、未曾有の豪雨であった。広島県内で特に雨の多かった呉市にある警固屋観測所では、7 月 3 日～8 日の間に 654mm の雨量を記録し、このうちの 563mm は 7 月 5 日 8 時～7 日 8 時の 48 時間に途切れることなく降り続いた。6 日 20 時には時間雨量 56mm、7 日 5 時には時間雨量 60mm と 2 度にわたって非常に激しい雨が降り、この時間帯に多くの土砂災害が発生した。近年、時間雨量 100mm

を超える猛烈な雨が降ることも多く、時間雨量としては記録的なものではなかったが、未曾有の長時間降雨により、降雨ピーク時には既に地盤の保水能力や地下水の流下能力、河川の流下能力が限界に達していたものと考えられる。

これとは対比的に、平成 26 年 8 月豪雨により広島市で発生した土砂災害は、広島市安佐南区～安佐北区の限られた地域での、数時間にわたる時間雨量 100mm を超える猛烈な雨を起因とするものであった。平成 26 年は雨の多い夏で、7 月～8 月前半にかけては平年より雨が多かったが、直接の誘因となった降雨は短時間強雨であった。広島市安佐北区にある上原観測所では、8 月 15 日～20 日の間の累積雨量は 311mm と、今回の警固屋観測所における累積雨量の半分程度であったが、8 月 20 日の 3 時に時間雨量 92mm、4 時に時間雨量 115mm と 2 時間以上連続して猛烈な雨が降った。

全くパターンの違う降雨による災害であるが、先行降雨とそのときの雨の影響を 1 つの数字で表した雨量指標 R' ³⁾ を用いると、いずれも $R' > 500\text{mm}$ となり、この地域で甚大な災害が発生する目安とされる $R' = 400\text{mm}$ ⁴⁾などを大きく超えた値となっており、どちらの降り方も土砂災害に対し非常に危険なものであったことがわかる。

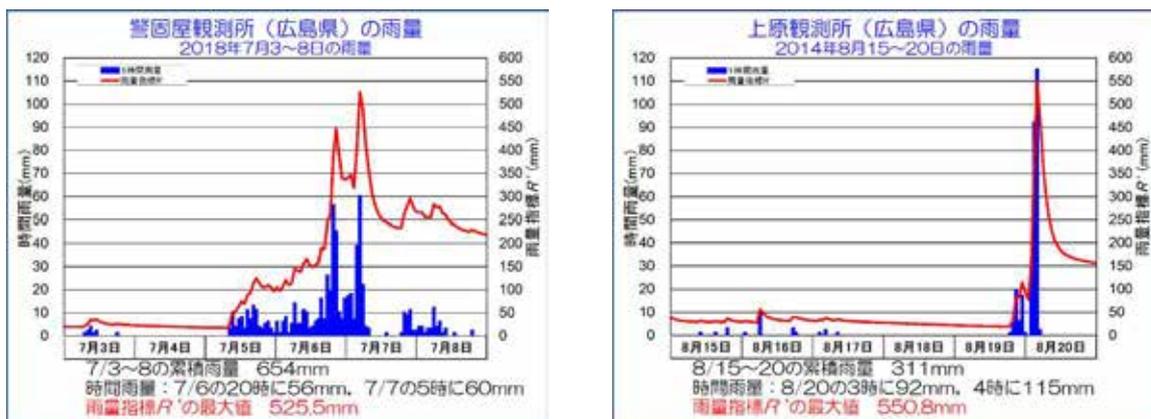


図-3 平成 30 年 7 月豪雨と平成 26 年 8 月豪雨の比較（時間雨量と雨量指標 R' ）

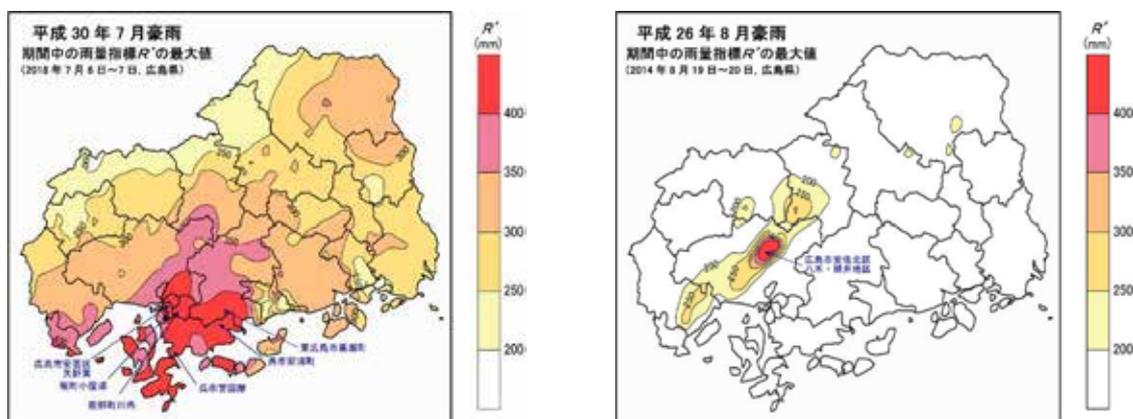


図-4 平成 30 年 7 月豪雨と平成 26 年 8 月豪雨の比較（ R' の最大値の分布図）



広島市安佐北区井原地区の地すべり



世羅町 道路沿いの地すべり性崩壊



庄原市 道路法面の地すべり性崩壊



神石高原町 道路法面の地すべり性崩壊



図-6 広島県中～北部で発生した地すべり災害

4. 広島市安佐北区井原地区の地すべり

4. 1 地すべりの概要

地すべり発生箇所を図-7 に示す。対象箇所は神ノ倉山から北に続く尾根の直下にあたり、図-8, 9 に示す3ブロック (A~C) で変動が認められた。

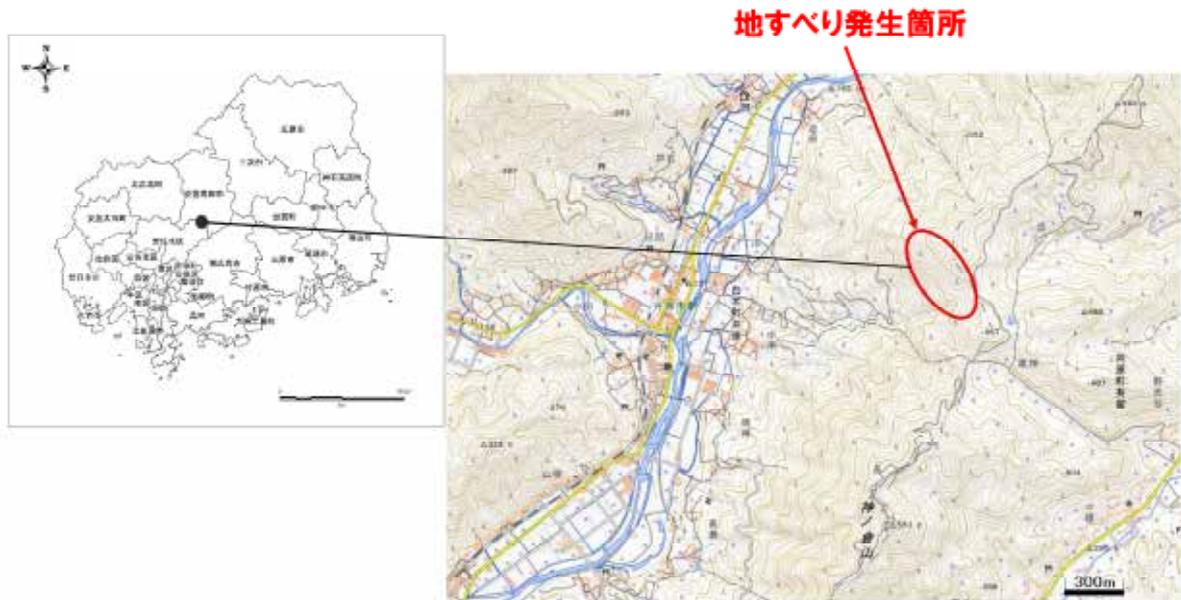


図-7 地すべり発生箇所 (国土地理院の地形図に加筆)

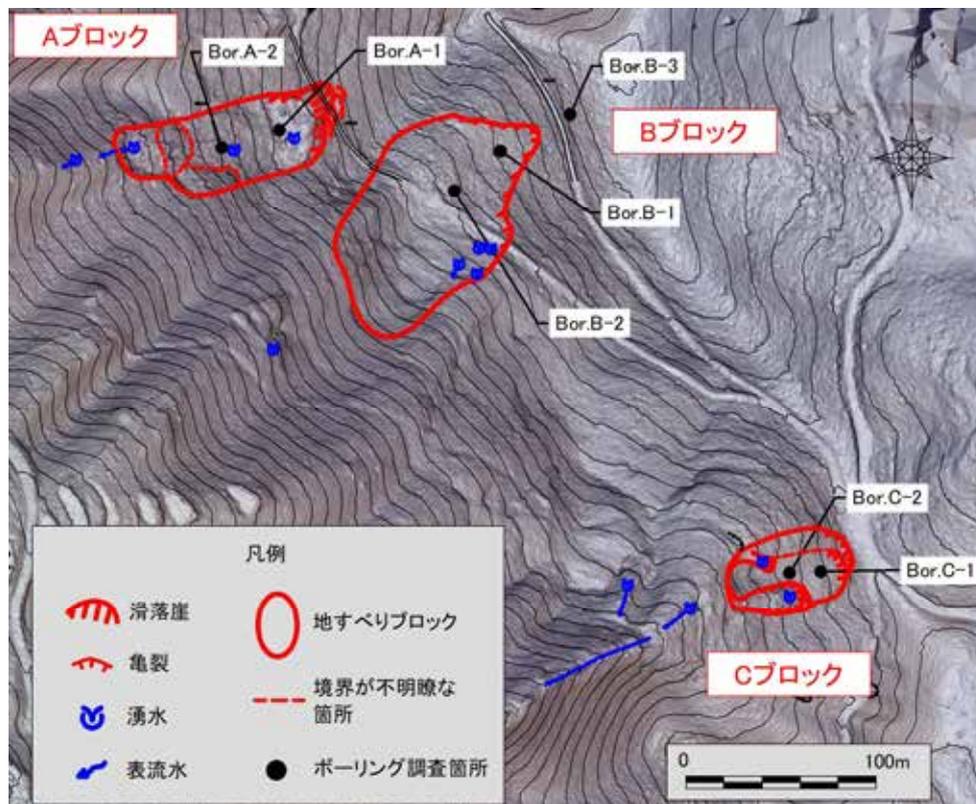


図-8 地すべり状況平面図 (基図はLP測量により作成)

【Aブロック】幅約45m、長さ約70mの範囲が大きく変動し、高さ約6mの滑落崖が形成された。移動土塊は地すべりブロック内に残存するが大きく攪乱している。



頭部滑落崖の状況



末端部の状況

【Bブロック】幅約85m、長さ約120mの範囲が変動し、頭部に10~50cm程度の段差を伴う、幅10~20cm程度の開口亀裂が連続的に発生した。



頭部の段差を伴う開口亀裂



側部の開口亀裂

【Cブロック】幅約40m、長さ約65mの範囲が変動し、上部に10~50cm程度の段差を伴う2段の開口亀裂が発生し、末端側部が崩壊した。



頭部の段差を伴う開口亀裂



末端部の崩壊

図-9 各ブロックの概要

4. 2 地形・地質概要

(1) 地形概要

図-10 に調査地周辺の赤色立体地図を示す。調査地域周辺の谷筋の一部においては、上流が谷地形を示し、下流が尾根地形となっている箇所が存在する（図中の破線内）。これらは、古い崩積土が堆積した後、その周囲が下刻されたことで形成されたものと推察される。

調査対象溪流においても、上流に谷筋が多く発達していることや、下流緩斜面の面積が流域面積に対して広いこと、溪流出口が扇状を呈しており、三篠川が西側に屈曲していることなどから、斜面上部からの土砂の供給が豊富であることが推察される。

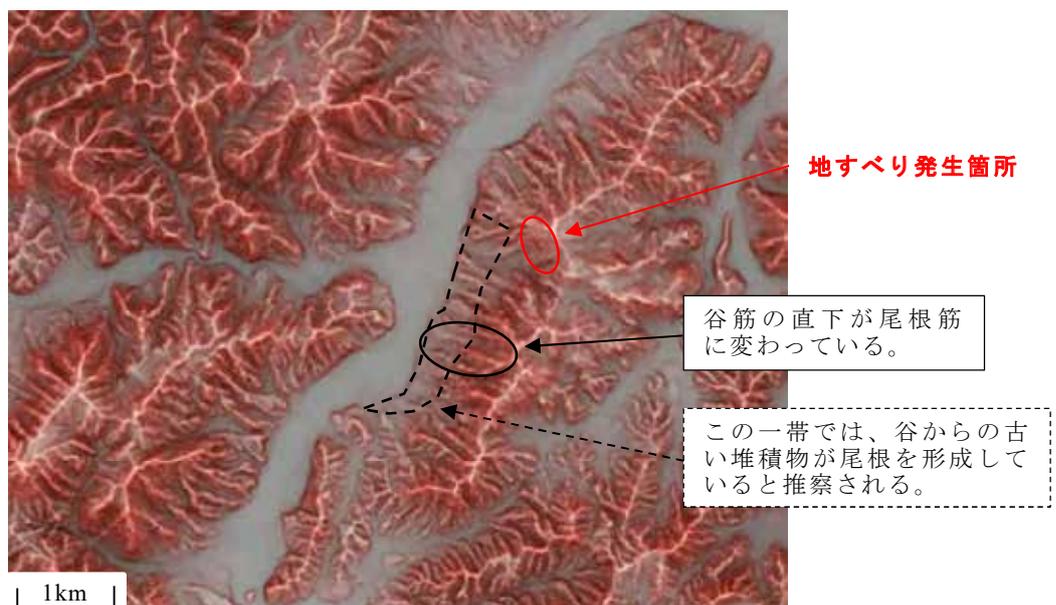


図-10 調査地周辺における谷筋、尾根筋の特徴
(アジア航測株式会社の赤色立体地図に加筆)



図-11 調査地周辺の地形
(国土地理院の地形図に加筆)

(2) 地質概要

図-12 に調査地周辺の地質図を示す。業務対象箇所周辺には、基盤岩として、変斑れい岩、泥岩が分布しており、地すべり変動箇所周辺は変斑れい岩と泥岩の境界付近に位置する。「20 万分の 1 地質図幅広島⁶⁾」によると、泥岩はペルム紀の錦層群(刈田層)相当層であり、変斑れい岩はペルム紀とジュラ紀の間に形成されたとされている。ここで、刈田層は舞鶴層群(古生代ペルム紀の付加体堆積物)に相当する古生層であるが、「日本の地質⁷⁾ 中国地方⁷⁾」によると、「輝緑岩・変斑れい岩を主体とする夜久野岩類が刈田層の断層に沿って貫入している」と記載されていることから、当該地周辺の変斑れい岩は夜久野岩類に対比されると考えられる。夜久野岩類はプレートの衝突によって付加体や大陸地殻に衝上した過去のプレートの断片とみなされており、泥質岩と変斑れい岩の境界(断層)は、構造的弱面になっているものと推察されることから、当地区は地すべりや崩壊発生の地質的素因を有する地域であるといえる。



図-12 調査地周辺の地質図
(20 万分の 1 地質図幅 広島⁶⁾に加筆)

ボーリング調査結果より、地すべりブロックの基盤岩はいずれも変斑れい岩が確認された。変斑れい岩は風化が進行しており、深部まで土砂状を呈すほか、不動層でも土砂状部（DL～DM級）と軟岩（DH～CL級）を繰り返す特徴がある。A～Cブロックとも、すべり面想定深度では、粘土分を挟むコアや土砂状を呈すコアが認められた。

【Aブロック】

風化した変斑れい岩のうち、上部は粘土分を含むが、下部では粘土分が見られなくなることから、この境界部がすべり面と考えられる。地すべり土塊は大きく攪乱され、A-2'（水位観測孔）では、すべり面上部に50cm程度の空洞が認められた。断面図では、地すべりによる攪乱土塊も含め、崩積土と区分している（図-13）。

【Bブロック】

土砂～軟岩状に風化した変斑れい岩中に破砕された粘土層を挟む弱部があり、これがすべり面になっているものと考えられる。地すべり土塊の攪乱は進んでいない。

【Cブロック】

崩積土と変斑れい岩の境界付近、及び土砂～軟岩状に風化した変斑れい岩中の2箇所弱部が認められる。地すべり頭部に2段の滑落崖が形成されていることから、これらをすべり面とした2層の地すべりが存在すると考えられる（図-18参照）。地すべり土塊の攪乱は進んでいない。

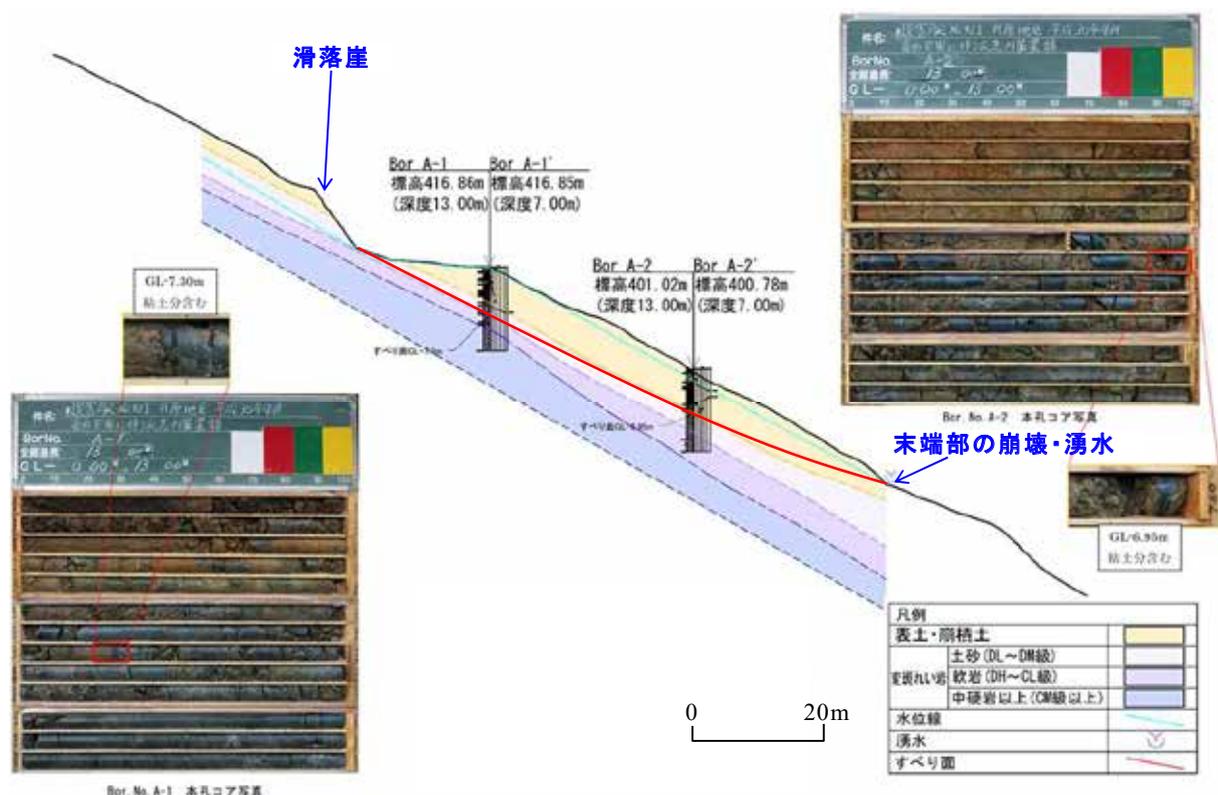


図-13 Aブロック横断面図

4. 3 地下水・変動特性

(1) 地下水特性

各ブロックとも、現地調査によりブロック内や末端部で湧水を確認していることから、地下水が供給されやすい特性を有しているものと考えられる。

図-14 に、A～C ブロックの代表地点における孔内水位観測結果を示す。各ブロックとも無降雨時や単発的な降雨時の水位は孔底付近であるが、まとまった降雨時には孔内水位が大きく上昇する傾向がある。

当地すべりのように土塊内に亀裂や隙間が多いと、浸透した地下水が水ミチに沿って流れやすい状態にあり、通常の降雨では水位上昇は生じにくいと考えられる。しかし、図-15 に示すように、水ミチの限界を超える降雨や、先行降雨で水ミチが満水状態になった後の降雨では、地下水の量が水ミチの許容流量を超え、被圧地下水帯となり水頭が大きく上昇するものと考えられる。

孔内水位の低下は、いずれの観測孔も降雨直後は急であるが、一定時間後に緩やかになる観測孔がある (B-1, C-1)。前者は地すべりブロック周辺域から短時間に供給されたもので、後者は深層地下水として背後からゆっくり供給されたものと考えられる。

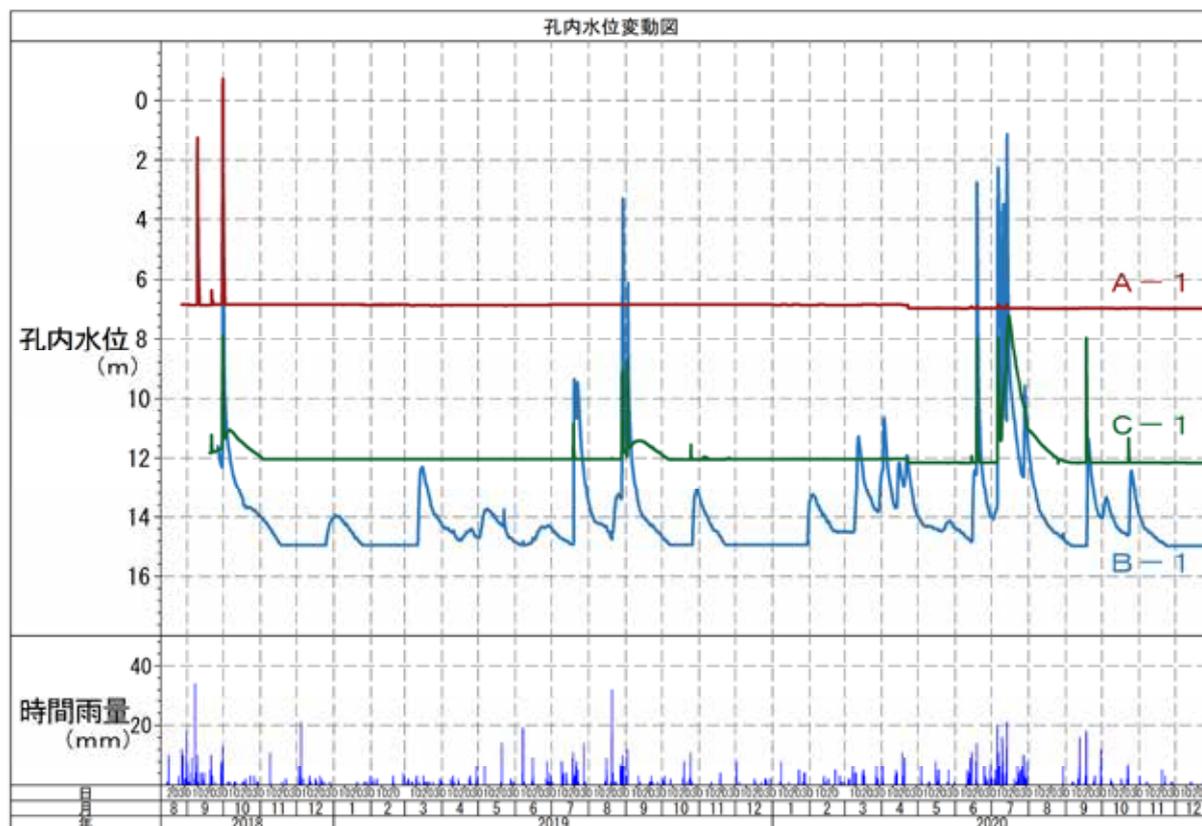


図-14 各ブロック代表地点での孔内水位観測結果

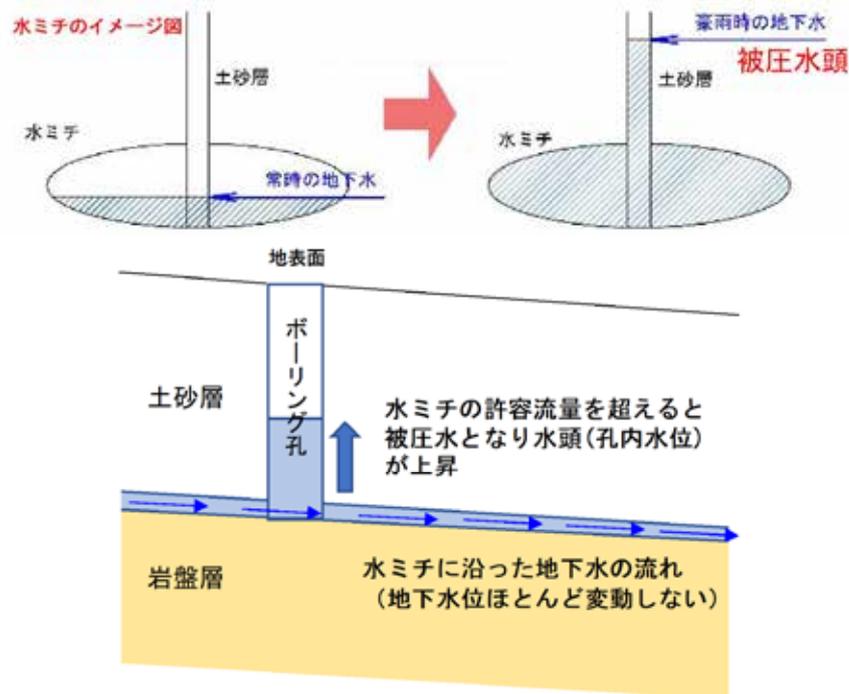


図-15 孔内水位が大きく上昇する原因（模式図）

（２）変動特性

当地すべりでは、被災直後からの地盤伸縮計と、ボーリング調査孔に設置したパイプひずみ計による変動観測を行っている。対策工の設計時点では、表層の変動を示す微小な変位は観測されたものの、すべり面深度付近においては、変動を示す有意な変位は認められなかった。

4. 4 地すべり対策

B, Cブロックの発生源対策は、横ボーリング工により地下水を排除して地すべりの安定度を増加させた上で、鋼管杭工を用いて抑止する計画となった。

設計時点で地盤伸縮計及びパイプ歪計の観測結果で明瞭な地すべり変動は認められなかったが、7月豪雨時の変動状況を考慮して、初期安全率は $Fs_0=0.98$ とした。計画安全率は、地すべり斜面下方の谷出口に多くの家屋があり、保全対象の重要度が高いことから、 $pFs=1.20$ とした。

一方、Aブロックは大きく移動し、地すべり土塊が攪乱され、非常に緩んだ状態であるため、中抜けの懸念もあり、抑止工は効果的でない判断した。そこで、Aブロックは横ボーリング工で地すべり活動を鎮静化させたいうで、下流側に堰堤を配置し、流出土砂を捕捉する方針となった。

地すべり対策工については、令和2年3月末に施工が完了した。横ボーリング工からの地下水排除は良好であり、問題となる変動も生じていない。

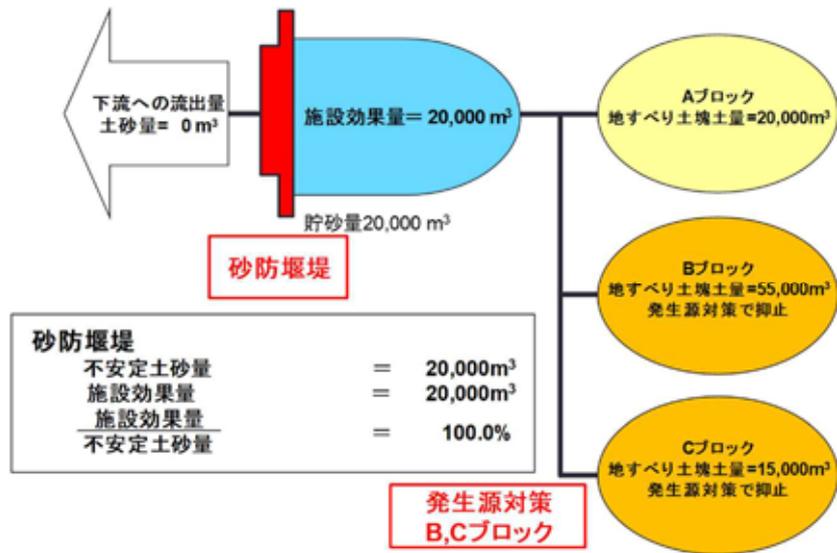


図-16 各ブロックの対策方針

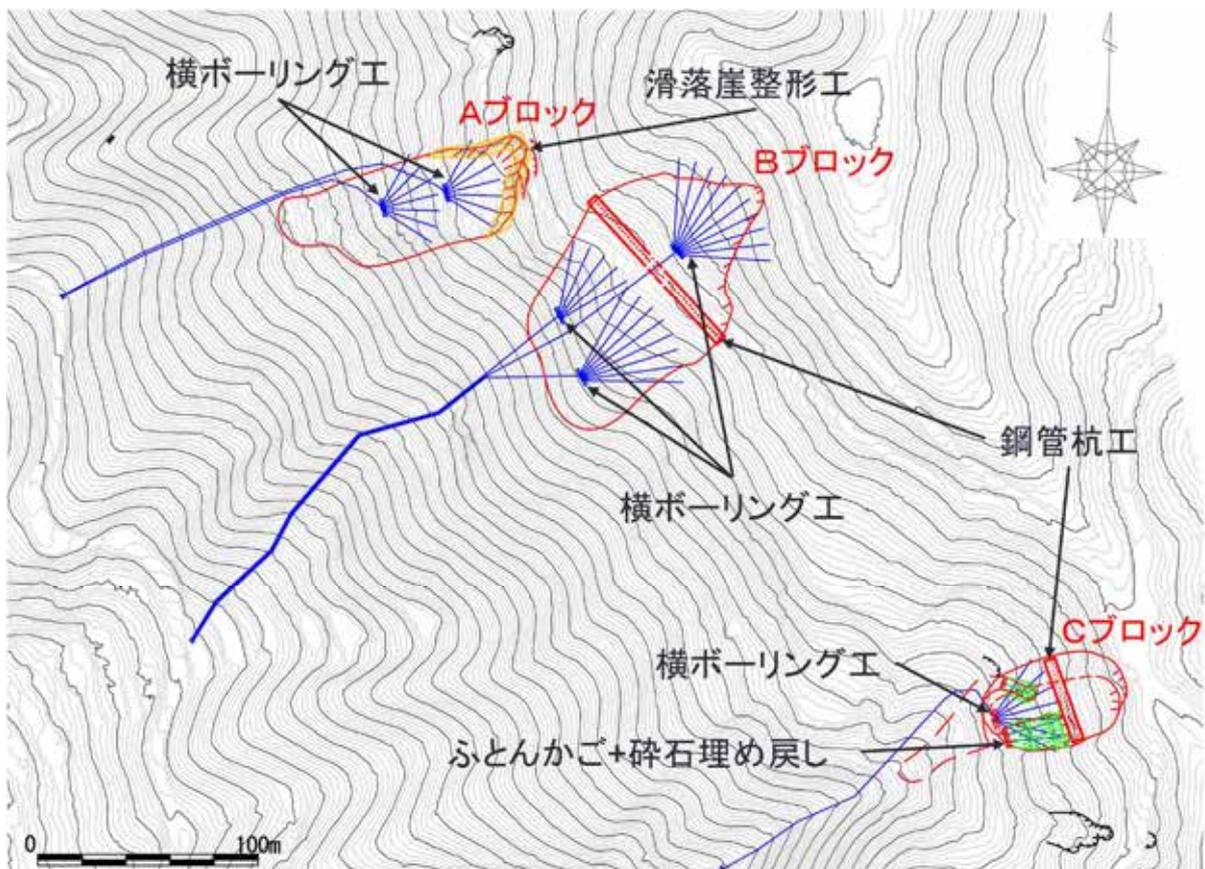


図-17 地すべり対策工平面図

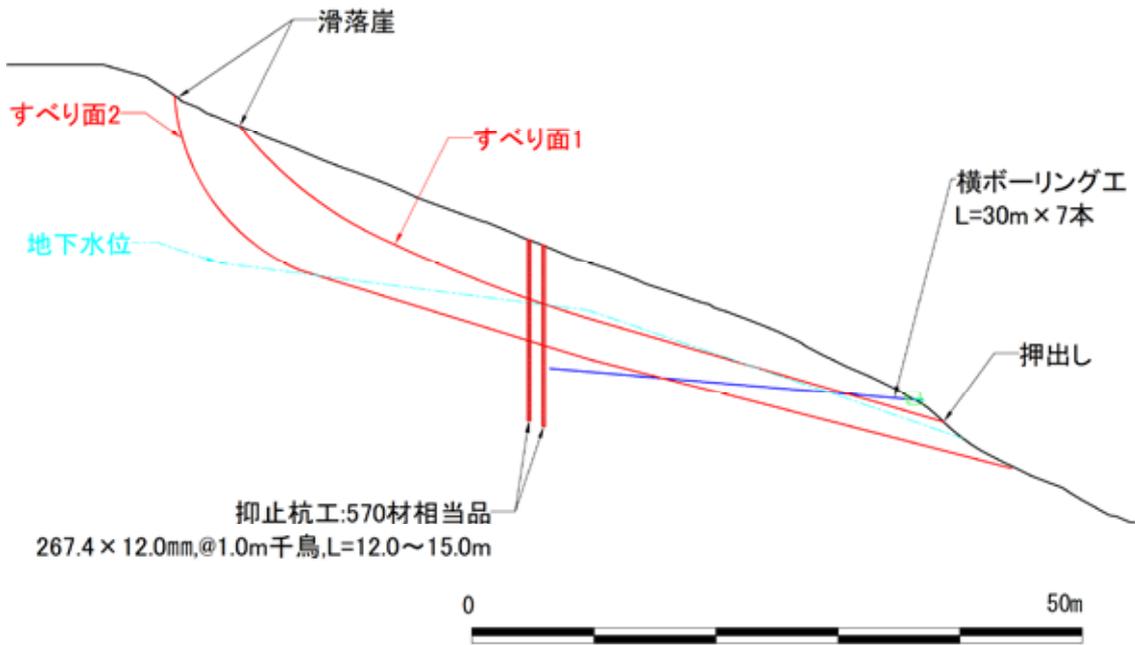


図-18 地すべり対策工断面図 (Cブロック)



Aブロック：滑落崖整形工



Bブロック：横ボーリング工



Bブロック：施工時の排水状況



Cブロック：鋼管杭工（施工状況）

謝辞

本稿をまとめるにあたり、広島県西部建設事務所ご発注の「井原地区平成 30 年 7 月豪雨災害に伴う応急対策業務」、「太田川水系三篠川支川 76 応急対策業務委託」（ともに 2018 年度）の成果の一部を使用させて頂きました。業務の実施にあたってご指導くださった、広島県西部建設事務所、及び広島県砂防課の諸氏に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 「災害をもたらした気象事例 平成 30 年 7 月豪雨（前線及び台風第 7 号による大雨等）速報」, 気象庁, 2018.
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180713/jyun_sokuji20180628-0708.pdf
- 2) 「土砂災害警戒情報の検証」, 国土交通省, 2018.
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_jikkousei/180911/03shiryo3.pdf
- 3) 中井真司・佐々木康・海堀正博・森脇武夫, 2004, 警戒・避難のための雨量指標の改良（危険雨量指標 R_f の再吟味と R' 提案）, 広島大学大学院工学研究科報告, 第 53 巻, 第 1 号, pp.53-62.
- 4) 中井真司・海堀正博・佐々木康・森脇武夫, 2008, 雨量指標 R' による土砂災害発生基準の設定と監視雨量強度 R_R の提案－地域ごとの降雨履歴特性を反映した適用の可能性－, 砂防学会誌, Vol.60, No.6, pp.4-10.
- 5) 「平成 30 年 7 月豪雨災害」, 広島県土木建築局砂防課, 2019.
https://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/sonota/sabo/pdf/234_H30_7gouusaigai.pdf
- 6) 山田直利・東元定雄・水野清秀・広島俊男・須田芳朗, 1986, 20 万分の 1 地質図幅「広島」, 地質調査所（現：地質調査総合センター）.
- 7) 猪木幸男・村上允英・大久保雅弘, 1987, 日本の地質 7－中国地方, 共立出版, p.34.

CIM 時代の 3 次元安定解析手法

美馬 健二, 川浪 聖志, 太田 英将 (有限会社太田ジオリサーチ)

Kenji MIMA, Seishi KAWANAMI, Hidemasa OHTA (Ohta Geo Research Co., Ltd.)

1. はじめに

「CIM (Construction Information Modeling, Management)¹⁾」とは、調査・計画・設計段階から施工, “維持管理”の各段階において”3次元モデル”を連携・発展させ, あわせて事業全体に携わる関係者間で情報を共有することで, 生産性向上とともに品質確保・向上を目的とするものである。CIM は, 2012 年に国土交通省によって建設業務の効率化を目的に提言されたものであり, 以下 2 つは特徴的な点である。

- ・ 3次元モデルを活用すること (図-1 は地すべりの 3次元モデルの例)
- ・ インフラ (地すべり対策等) を作るだけでなく, 維持管理にまで拡張させていること

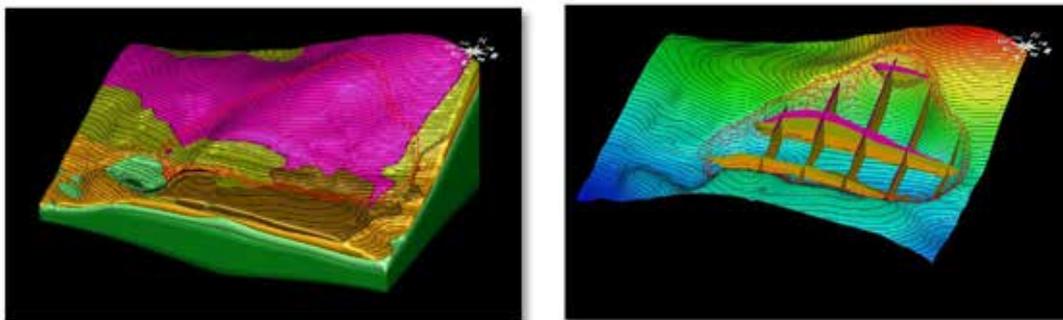


図-1 地すべりの 3次元モデル例

地すべりは, 3次元的现象のため, 本来 3次元モデルでの安定解析 (以下, 3次元安定解析) が行われるべきであるが, 我が国の地すべり対策は, 調査の不確実性等を理由に 2次元モデルでの安定解析 (以下, 2次元安定解析) が行われてきた。「足らずを造る」時代は, 後述するように工学的な論理性に欠ける 2次元安定解析を用いても, 対策工事によって少なくとも現況よりも安全になるので, 問題になることは少なかった。しかし, 維持管理まで含める CIM の考え方 (本論では CIM 時代と呼ぶ) に立つと, この論理性不足が問題になる。CIM 時代には, 効率的・効果的な維持管理が求められるため, 地すべりの安定度や活動度を合理的に評価し, 定量的なリスク分析が必要になる。例えば, アンカー工等の構造物が老朽化により破損した場合, その破損の重要性が定量的に分らなければ, 補修が後回しになるといった事態に陥る危険性があり, 維持管理には定量的なリスク分析が欠かせない。

本稿では, CIM 時代に向けて, 現行の 2次元安定解析手法の問題点を抽出し, より合理的に地すべりの安定度を評価できる 3次元安定解析手法及び限界安全率の設定事例を紹介する。

2. 従来の安定解析の問題点

従来の安定解析手法は、1970年頃からほぼ変わっておらず、現在も2次元安定解析が主流となっている。1977年にH.John.Hovlandにより、3次元安定解析手法²⁾が考案され、1985年頃から3次元安定解析が事例³⁾として報告されるようになった。しかし、実際に3次元安定解析が用いられている事例は、現在においても極めて少ない。理由は、2次元安定解析が、3次元安定解析に比べて著しく簡易なためと考えられる。方法は簡易ではあるが、表-1に示すように問題点が3つあり、計算結果の解釈に対しては簡易ではない。以下に詳述する。

表-1 従来の安定解析の問題点

手法・概念名	出典	発行年	問題点
(1) 2次元安定解析	例えば、WOLMAR FELLENIUS: CALCULATION OF THE STABILITY OF EARTH DAMS	1927年	地すべりの側部強度が反映されておらず。単一すべり面強度が用いられている。このため、部位ごとの正しい応力状態が得られない。
(2) 逆算法	山田剛二・渡正亮・小橋澄治: 地すべり・斜面崩壊の実態と対策, pp. 29	1971年	土質にかかわらず、地すべり層厚を粘着力 c に設定している。活動中で残留強度 ($c=0\text{kN/m}^2$) となっているはずのすべり面強度と異なる。
(3) 計画安全率	高野秀夫: 地すべり防止工法 (訂正版), pp. 288	1960年	例えば、計画安全率 $PF_s=1.20$ とした地すべりが、どれほどの雨量まで安定しているのかを説明できない (許容限界が分からない)。

(1) 2次元安定解析の問題

2次元安定解析は、図-2に示すように、一般に底部すべり面強度よりかなり大きな強度を持つ側部強度が考慮できない。3次元現象である地すべりの安定性を正確に評価できないことが2次元安定解析の大きな問題であり、側部強度を考慮した3次元安定解析が必要であると考えられる。

(2) 逆算法の問題

2次元安定解析の逆算法は、1971年の山田らの著書「地すべり・斜面崩壊の実態と対策」⁴⁾で述べられている。その方法は、図-2のよ

うに、すべり面の谷部を通る測線を安定解析断面に設定し、地すべり運動が停止しているときを安全率 $F_s=1.00$ と仮定し、さらに表-2によって粘着力 c を仮定して、せん断抵抗角 ϕ を逆算するものである。せん断強度定数の c, ϕ は、本来土質によって異なるものであるが、この逆算法は、土質にかかわらず、地すべりの層厚だけで一律に粘着力 c を決定していることに問題がある。実際のすべり面強度は、粘着力 c を持たない残留強度 ϕ_r であることもあり、土塊バランスの評価を誤ることもある。適正に評価するには、すべり面のせん断特性に応じたせん断強度定数 c, ϕ を適用し、順算法により

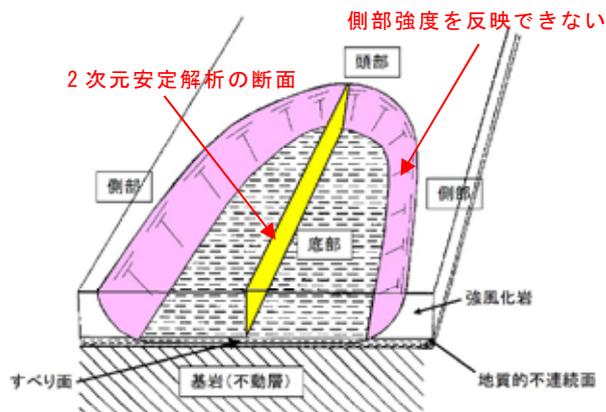


図-2 側部強度及び2次元安定解析の断面位置の説明

安定解析をすることが重要である。

表-2 粘着力 c の仮定⁴⁾

すべり垂直軸最大層厚	5m	$c=0.5\text{t/m}^2$
〃	10m	〃 1.0t/m^2
〃	15m	〃 1.5t/m^2
〃	20m	〃 2.0t/m^2
〃	25m	〃 2.5t/m^2

(3) 計画安全率の問題

一般に地すべり対策の計画安全率(必要安全率, 目標安全率ともいう)は, 1.05~1.20 が用いられることが多い。安全率の意味が明記されたのは, 筆者の知る限り 1960 年の高野の著書「地すべり防止工法(訂正版)」⁵⁾が最初であり, 表-3 のように記されており, 計画安全率 $PFs=1.2$ で対策された地すべり対策は「不確実なれど安定」に該当する。

表-3 1960 年に明記された安全率の意味⁵⁾

1.0 以下	安定ならず
1.0~1.2	不確実なれど安定
1.3~1.4	切取, 盛土では安定, ダムでは不確実
1.5 以上	ダムでも安定

一般に構造物は, 外力を設定し設計される。そして, 構造物の説明書には, 通常, 設定外力の耐荷重等が明記されている。地すべりの誘因は, 豪雨時, 融雪時, 地震時等における間隙水圧(地下水位)の上昇である。つまり, 地すべりの安定度は, どの程度の降水量で, またどの程度の地震動で滑動する間隙水圧に達するのかを定量的に把握することが重要である。

しかしながら, 地すべりの安定解析の場合, 耐降雨強度, 耐震強度等の「外力」の説明が全くない。例えば, 高強度の連続的な降水により地すべりブロック内の地下水位が上昇した場合, どの程度まで水位が上昇すると不安定化する可能性があるかという「許容限界に関する注意書き」がない。適切な維持管理が求められる時代にあって, 対策工の許容限界が不明確であることは, 重大な問題であると考えられる。

3. 3次元安定解析の事例

2.(1)(2)では, 3次元安定解析と順算法の重要性を述べた。実測の土質試験値を用いた3次元安定解析は, いくつか報告⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾されており, 共通して, せん断される地層に応じた複数のせん断強度定数 c, ϕ 設定の重要性を指摘している。

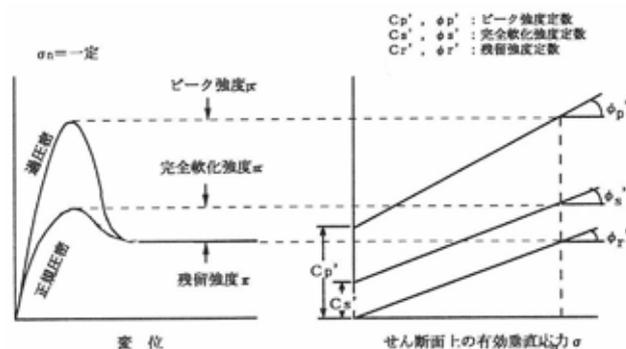


図-3 せん断強度の概念図¹⁰⁾

せん断強度定数は、地層ごとのすべり面強度のほか、せん断特性に応じたピーク強度、完全軟化強度、残留強度（図-3）を使い分けることも必要である。せん断特性におけるせん断強度区分の模式図を図-4に示す。この模式図を用いて、実際にせん断特性に応じてせん断強度定数を設定した事例⁹⁾を図-5に示す。また、せん断強度定数の設定例を表-4にまとめた。この事例は、地すべりの部位ごとにせん断強度定数を設定し、順算により現況安全率を求めた。この方法で安定解析を行えば、図-6のように滑動力の大きい箇所や抵抗力の大きい箇所を可視化することができ、例えば、切土工や排土工等の検討に活用することができる。維持管理においても、例えばアンカー工等老朽化による破損があった場合、部位によって地すべり安定度に影響する重大なトラブルであるかどうかを容易に判断できる。

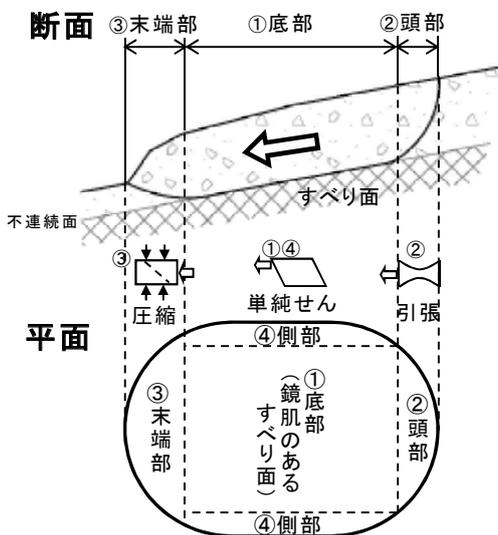


図-4 せん断特性の模式図

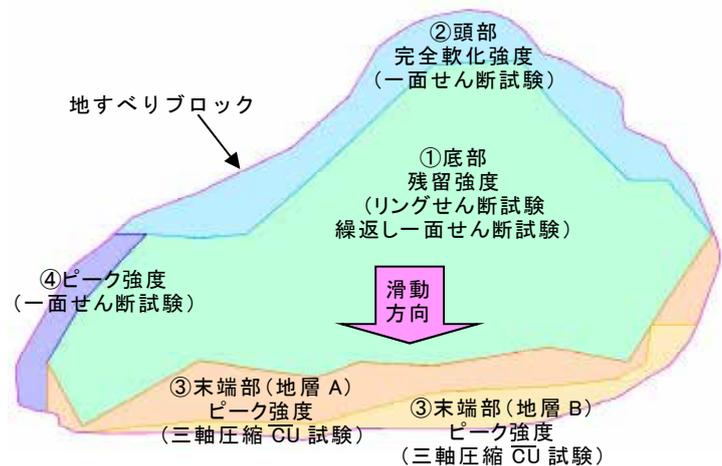


図-5 せん断強度の設定とせん断試験の選定例（すべり面の平面図）

表-4 せん断特性とせん断強度の設定例

区分	せん断特性	せん断試験	せん断強度
①底部	・単純せん断破壊 ・鏡肌のあるすべり面（大变位の履歴あり）	リングせん断試験 一面せん断試験	残留強度
②頭部	・引張破壊 ・土塊が攪乱されるような破壊を推定（正規圧密状態）	一面せん断試験	完全軟化強度
③末端部	圧縮破壊	三軸圧縮 CU 試験	ピーク強度
④側部	単純せん断破壊	一面せん断試験	ピーク強度

個々の要素の滑動力から抵抗力を差し引いた残りを円の大きさと表したもの。すべり力が抵抗力より大きくなっている部分を淡色の円、逆に抵抗力がすべり力より大きくなっている部分を濃色の円で表現している。



図-6 滑動力-抵抗力バランス図

4. 限界安全率を用いた地すべり対策

地すべりの対策規模は、これまで主に計画安全率 $PFs=1.20$ によって定められていた。これは、地すべりが活動した状態（地下水位）を安全率 $Fs=1.00$ に設定し、20%安全性を向上させる方法である。しかし、この方法は、安全率 $Fs=1.00$ とした地下水位条件よりさらに水位が上昇する可能性は考慮されていない。つまり、将来的に発生する可能性がある「より高強度の降雨等による地下水位条件」は想定されておらず、計画安全率 $PFs=1.20$ とした地すべりがどの程度の降水量で不安定化するかわからないという問題がある。

極限平衡法の安定解析では、安全率は基本的に 1.00 しか意味を持たない。そこで、以下に、最大降水量発生時に限界安全率 $PFs=1.00$ を下回らないことに留意した対策規模の設定例を紹介する。

(1) 最大降水量の設定

まず、将来想定される最大降水量を設定する必要がある。つまり、想定される最悪の条件設定である。地すべりは、すべり面が深部にあるため、短時間の高強度降雨よりも長期間連続する降雨（総降水量の多い雨）の方がすべり面に作用する間隙水圧の上昇を引き起こしやすい。このため、最大降水量は、最大連続雨量を用いることに留意する。例えば、対象地周辺の観測史上第1位～第10位の日降水量を比較し、最大連続雨量を観測した降雨パターンを採用すると分かりやすいであろう。

最大降水量発生時の間隙水圧を求めることができれば、その間隙水圧を3次元安定解析に与えることで、最大降水量発生時における地すべりの安全率を算出することができる。本論では、最大となる間隙水圧を実効雨量と地下水位の相関関数により求めた。

(2) 実効雨量と間隙水圧の相関

実効雨量を求める簡易な方法として、土木研究所の地すべり地下水排除工効果判定マニュアル（案）による統計解析法¹¹⁾を挙げる。同解析法によって求めた122日間の

実効雨量と孔内地下水位（間隙水圧）との相関関係の例を図-7 に示す。図-7 左上の相関関数を用いて、解析地下水位を求め、観測期間中の観測地下水位と解析地下水位を比較検証したところ、観測期間最大日降水量 118mm の時点で実測地下水位 GL-2.80m、解析地下水位 GL-2.70m であり、その誤差は 0.10m であった。

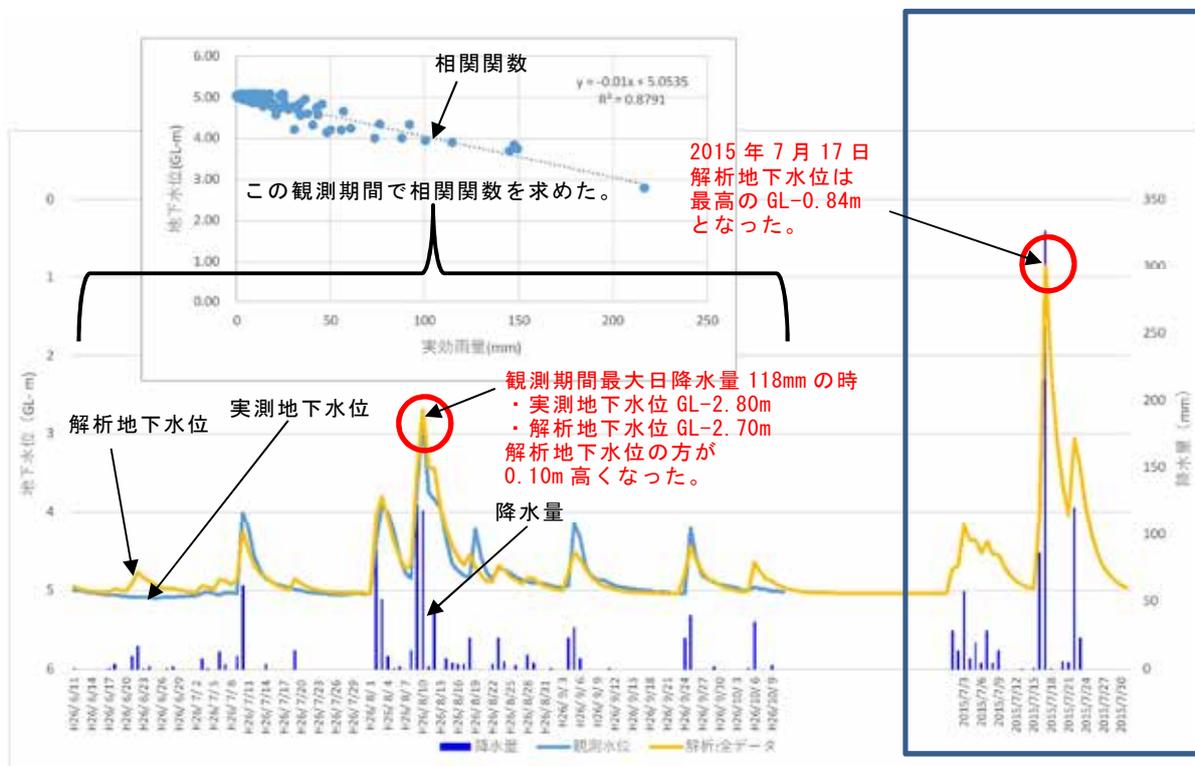


図-7 実効雨量と地下水位（間隙水圧）の相関関数を求めた結果及び観測史上第1位の日の実効雨量より地下水位をシミュレーションした結果

(3) 最大降水量発生時の間隙水圧の予測

次に、図-7 の相関関数を基に、気象庁による日降水量データを用いて想定される最高地下水位を求めた。日降水量の観測データは、最寄りの観測所における 1999～2020 年の約 20 年間分である。検討結果を図-8 に示す。約 20 年分の降水データを基に実効雨量を求め、解析地下水位のピークを算出したところ、GL-0.84m まで地下水位が上昇する可能性があることが分かった。当該解析最高地下水位は、2015 年 7 月 17 日であり、これは、観測史上第 1 位の日降水量の観測日であった（図-7 の右側にも示す）。

(4) 考察

地すべり対策で限界安全率を用いる場合、地下水位（間隙水圧）のピーク値を求めることが極めて重要である。今回算出した相関関数では、実測地下水位と解析地下水位で 0.10m の誤差が生じている。誤差発生の原因は、この関数が観測地下水位と実効雨量における散布データの大小の間を取る最小二乗法を用いたことにある。当該方法に

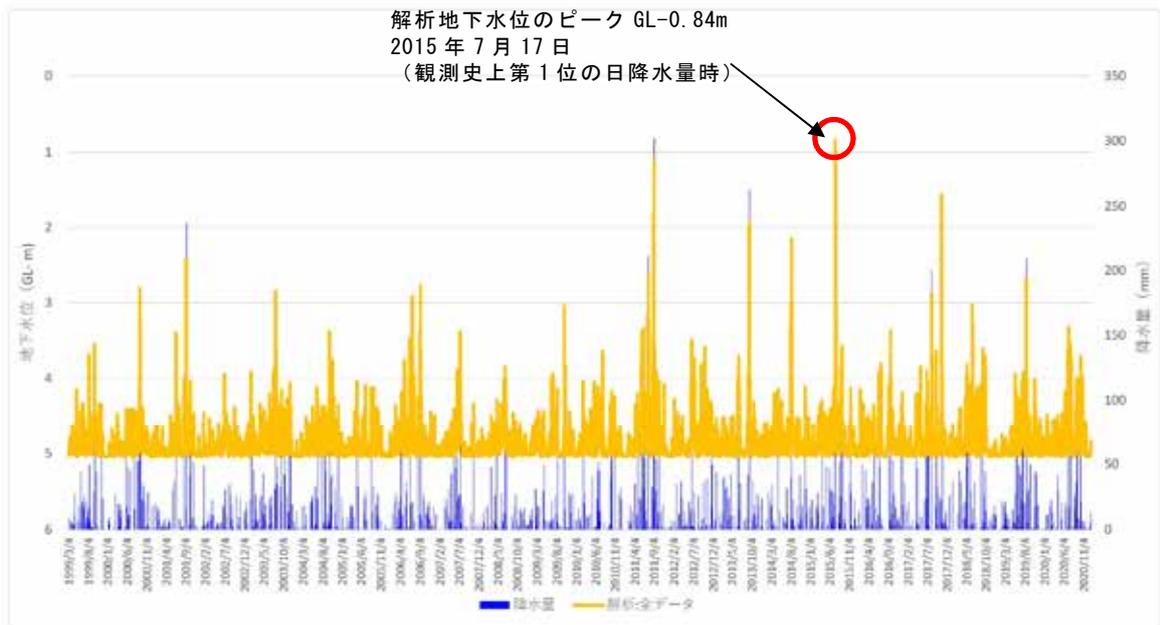


図-8 過去（約 20 年間）の観測日雨量を用いて最高解析地下水水位を求めた結果

より、ある程度の精度で最高水位を予測することは可能であるが、実際の地下水水位と予測した解析地下水水位との間に誤差が生じる点には留意する必要がある。

（5）限界安全率を用いた地すべり対策

解析によって求めた最高解析地下水水位 $GL-0.84m$ を用いて、順算による 3 次元安定解析を行えば、最大降水量時の安全率を求めることができる。仮に、安全率 $F_s \geq 1.00$ であれば、地すべり対策は不要であるし、 $F_s < 1.00$ となれば限界安全率 $F_s=1.00$ を達成する規模の地すべり対策を実施すればよい。

このように実施された地すべり対策であれば、観測史上第 1 位の日降水量までは耐えられる構造物であるため、地すべりの管理者は日々の降水量に注意していればよい。これまでの観測史上第 1 位を更新する可能性がある降水が予想される場合は、対策工の許容限界を超える可能性があるため、周辺住民に対して避難を勧告する必要があるが、管理者はその判断を容易に下すことができるであろう。

5. まとめ

従来の 2 次元安定解析手法は、下記 3 点の問題点があった。

- ①地すべりの側部強度が反映できず、安定度を正確に評価することが原理的に不可能である。
- ②逆算法は、土質に関係なく、地すべりの層厚だけで一律に粘着力 c を決定しているため、正確な安定解析結果にならない恐れがある。

③計画安全率 $PFs=1.20$ を基本とした対策では、どの程度の実効雨量で地すべりが不安定化するのかを定量的に予測することができない。

本論では、①②の問題点に対する解決法として、すべり面のせん断特性に応じたせん断強度定数を用いた順算法による3次元安定解析を行うことを、また、③の問題に対する解決法として、将来想定される最悪の条件下における実効雨量から解析最高水位を設定し、限界安全率 $Fs=1.00$ を用いて地すべり対策の規模を決定することを提案した。本論がCIM時代における地すべり対策を検討する一助になれば幸いである。

<参考文献>

- 1)国土交通省：2020. 第10章 ICT の利活用及び技術研究開発の推進. 国土交通白書. pp.430
- 2)H.John.Hovland：1977. Three-dimensional slope stability analysis method. JOURNAL OF THE GEOTECHNICAL ENGINEERING DIVISION,Vol1103,pp.971.
- 3) 中村浩之他：1985. Hovland 法による地すべり三次元安定解析手法. 土木研究所資料,vol2265,pp.49.
- 4) 山田剛二他：1971. 地すべり・斜面崩壊の実態と対策. pp.29.
- 5) 高野秀夫：1960. 地すべり防止工法（訂正版）. pp.288.
- 6)太田英将・林義隆：2001. 周縁部摩擦効果を考慮した地すべりの3次元安定解析. 日本地すべり学会誌, Vol158,No.3,pp.95.
- 7)中川渉・太田英将他：2005. 周縁部強度を未知数とした3次元安定解析手法の研究. 日本地すべり学会誌, Vol141,No.6,pp.56.
- 8)太田英将：2006. 土質試験結果の安定解析への適用. 日本地すべり学会関西支部シンポジウム「実測値のみを用いた斜面安定解析の可能性」講演集, https://japan.landslide-soc.org/branch/kansai/2006kansai_sympto.pdf
- 9) 美馬健二・城井浩介他：2006. せん断特性による周縁部強度の選定、第45回日本地すべり学会研究発表会講演集,pp.281-284.
- 10)地すべり学会東北支部地すべり安定解析用強度決定法に関する委員会：2001. 地すべり安定解析用強度決定法,pp.171.
- 11)土木研究所地すべりチーム：2009. 地すべり地下水排除工効果判定マニュアル（案）,pp.4.

平成 30 年大阪府北部の地震における
高槻市内および枚方市内の斜面災害調査
Field survey of slope disasters due to the 2018 northern Osaka Prefecture
earthquake in Takatsuki and Hirakata cities

土井一生・釜井俊孝（京大防災研）・東良慶（大阪工業大学）・王功輝（京大防災研）
Issei Doi, Toshitaka Kamai (DPRI, Kyoto Univ.), Ryohei Azuma (Osaka Institute of
Technology) and Gonghui Wang (DPRI, Kyoto Univ.)

1. 平成 30 年大阪府北部の地震

平成 30 年 6 月 18 日午前 7 時 58 分に大阪府北部を震源とする Mj 6.1 の地震（深さ 13 km）が発生し、大阪府大阪市北区、高槻市、枚方市、茨木市、箕面市の 5 市区で震度 6 弱を記録した（気象庁、2018）。内閣府（2018）によると、この地震に伴い、4 名が犠牲となり、15 名が重傷、419 名が軽傷のケガをした。また、建築物の被害について、全壊 9 棟、半壊 87 棟、一部損壊 27,096 棟が報告されている。土砂災害は大阪府枚方市において小規模な崖崩れが 1 件報告された（国土交通省砂防部、2018）。さらに、複数の河川の堤防において天端の縦断亀裂が認められた（国土交通省近畿地方整備局、2018）。

近畿地方には多くの活断層が存在し、内陸地震の活動が活発である。こうした地震活動に伴う被害を軽減するためには、平成 30 年大阪府北部の地震によってどのような被害が生じたかについて被害調査を通じて明らかにすることが重要である。この報告では、当時の記録として、枚方市内と高槻市内の斜面に関する被害の状況について述べる。

2. 調査概要

本研究における調査場所を図-1 に示す。調査は、堤防天端の縦断亀裂が認められた高槻市内の芥川左岸側（A 地点）、広く亀裂が生じた枚方市内の公園（B 地点）、主として屋根瓦の損壊や落下が見られた枚方市内の住宅地（C 領域）においておこなった。本震発生翌日の 2018 年 6 月 19 日から開始し、6 月 26 日まで踏査により被害状況を調べた。

また、後述するように、枚方市内の旧京街道沿いにおいては、接する周囲の領域に比して住家の被害が多く見られた。この理由を明らかにするために、旧京街道を横断する断面において地盤構造を把握することを目的として、表面波探査を 2018 年 10 月 23 日に実施した。

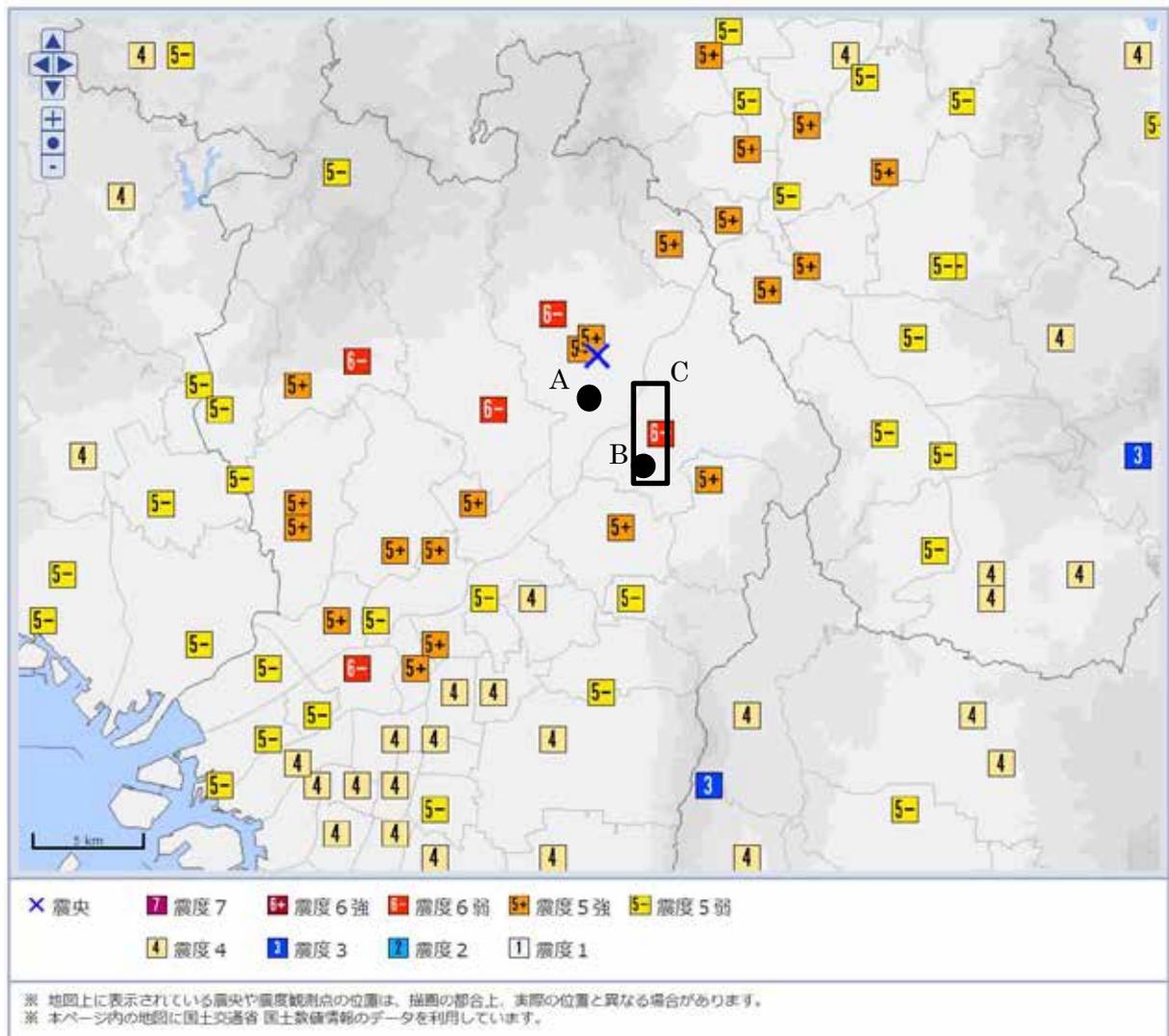


図-1：気象庁による震度分布図と本研究の調査場所（A~Cの地点および領域）。

3. 調査結果

3. 1. 芥川左岸側の天端の亀裂（高槻市内）

芥川 2.4km 左岸（図-1 の A 地点）では堤防天端に縦断亀裂が認められた。筆者らは 2018 年 6 月 23 日に現地に赴き、亀裂の状況と堤防のはらみ出しの有無などについて調査をおこなった。調査時にはすでに国土交通省近畿地方整備局によってブルーシートによる養生やアスファルト乳剤の注入などの対策がおこなわれていた（写真-1）。亀裂の総量は約 117 m であり（国土交通省近畿地方整備局、2018）、約 250 m の区間にわたり断続的に発生していた。亀裂が発生した天端周辺の堤防側面の様子を観察したが（写真-1, 2）、特に目立った変状は認められず、堤防全体の変化には及んでいないことが示唆された。



写真-1：天端の亀裂の様子。



写真-2：堤防内側の様子。

3. 2. 枚方市内の公園における地すべり性の運動

図1におけるB地点に位置する公園においては、開口幅が数 cm 程度の亀裂が長さ 20 m ほどにわたって生じた（写真-3）。亀裂は公園の隣にあるマンションまで続いており（写真-4）、マンションにおいては地盤沈下が認められた。また、この亀裂より斜面上方においても長さ数 m の亀裂が生じた（写真-5）。ほぼ同じ高さの南側の地点には地山が露出しており、公園の造成に際して薄く盛土された部分が地震時の揺れによって変位した可能性が示唆された。変位した領域の大きさは、長さ 20 m 、幅 20~30 m 程度に及ぶと見積もられた。なお、公園の東端（斜面の末端部）においては、多量の湧水が確認された（写真-6）。住民の方のお話によると、地震の前から継続的に湧水があったとのことで、4 か月後の 2018 年 10 月 23 日においても同様に湧水が認められた。地下水位が非常に浅く、このことが地震時の斜面の安定性に大きな影響を与えたことが公園内で認められた地すべり性の運動に寄与したと予想される。



写真-3：公園内の亀裂の様子。



写真-4：公園から続く開口亀裂。



写真-5：公園の斜面上方の亀裂。



写真-6：斜面末端部において確認された湧水。

3. 3. 枚方市内の住宅地における被害

3. 3. 1. 被害調査

枚方市においては本震に伴って多くの一部損壊の住家が生じた。それらのほとんどは屋根瓦の損壊や落下であった。本震発生から3日後の2018年6月21日から開始し6月26日まで踏査により被害状況を調べた。調査範囲は図-2に示す黒色の枠内（図-1の領域C）である。調査にあたっては、枚方市内の住家の主な被害である屋根瓦の損壊や落下に着目しながら、可能な範囲で他の被害（壁の損壊など）についても記録した。なお、復旧活動が急ピッチで進められていたが、調査期間に完了したものはほぼなかったと考えられる。



図-2：調査範囲（黒色枠内）。緑枠は図-3の各図の範囲を示す。

図-3 に記録した住家の被害等の分布を、宅地開発が進む以前の明治 44 年 10 月発行（明治 41 年測図）の 2 万分の 1 の地形図「高槻」「星田」に重ねたものを示す。被害は主に、築年数の高い住家の瓦屋根に集中していた。213 件の瓦の被害に加え、住家の壁に生じた亀裂や墓石の転倒が確認された。被害がまとまって確認された箇所は、天之川町の京阪電車線路沿い（図-3a 赤楕円）、京阪枚方公園駅南東側（図-3b 赤楕円）、菊丘町の国道 1 号線より北側（図-3c 赤楕円）、山之上（図-3d 赤楕円）であった。また、香里ヶ丘においても若干の被害が観察された（図-3e 赤楕円）。

天之川町においては旧京街道沿いに被害のある住家が集中した（図-3a、写真-7）。京阪電車の線路を挟んで東側に隣接する西禁野一丁目においては、天之川町内と同程度の年代の住家が存在するものの、屋根瓦に損傷が見られる住家は少なかった。また、天之川町内の最も西側の住家においても被害を受けた住宅は中央部に比べ少なかった。旧京街道が通っていた場所は周囲より約 1 m ほど高い微高地となっており（写真-8）、街道直下の地盤が影響を与えた可能性が考えられる。なお、旧京街道沿いの被害は、京阪枚方市駅から枚方公園駅にかけての領域でも散見された。

京阪枚方市駅周辺（岡本町）においては、地盤沈下（写真-9）や建物側壁のタイルのはがれなどが見られた。この領域は淀川ないし天野川の氾濫平野にあたる。

京阪枚方公園駅とひらかたパークとの間の領域においては、被害を受けた住家が多数存在した。この領域は淀川の氾濫平野よりは少し標高が高くなっており、南東（菊丘町方面）から流れる谷の出口にあたることから、扇状地に相当すると考えられる（図-3b）。また、国土地理院治水地形分類図によれば、同地域の東側半分程度は盛土地・埋立地であるとされる。

菊丘町の国道 1 号線より北の領域においては多くの住家への被害が見られた（写真-10）が、国道 1 号線に近い南側で特に被害が目立った。この領域は奥行きに比べ幅が比較的広い谷地形となっており、被害の多くは谷の側壁や奥部の傾斜が大ききなところと対応した（図-3c）。

山之上西町から香里ヶ丘六丁目、山之上五丁目にかけての領域においては、主に山之上五丁目内を縦断する川（図-3d の緑破線）沿いに被害が集中した。この谷は非対称な傾斜を持ち、緩傾斜の右岸側に多くの住宅が建てられている。また、明治時代の地形図によれば、右岸側には 0 次谷、1 次谷の谷地形が見られる。被害はメインの川の谷頭周辺や、右岸側の 0 字谷、1 字谷の側部に多く見られた。中でも、一部は支流として現在も流路が残されており（図-3d）、流路の頭のすぐ崖上の住宅においては、ブロック塀および擁壁に大きな開口亀裂が生じていた。

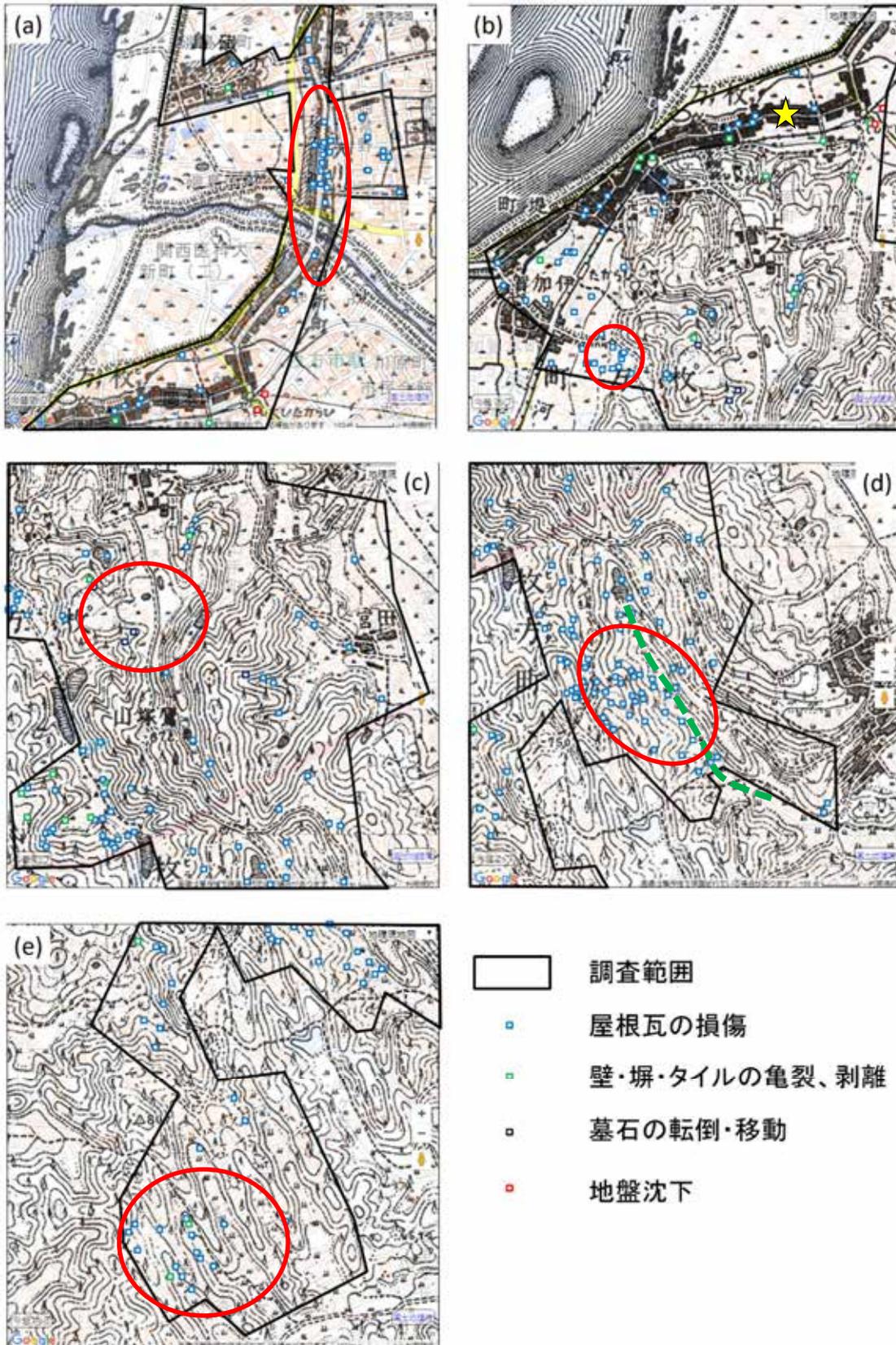


図-3：被害調査結果と明治44年発行の地形図「高槻」「星田」との比較。「今昔マップ」(谷, 2017)より作成。



写真-7：旧京街道沿いの被害。



写真-8：旧京街道が通る微高地。



写真-9：枚方市駅周辺の地盤沈下の様子。



写真-10：菊丘町における住家の被害。

香里ヶ丘7丁目・8丁目においては昭和40年代に開発が進んだ住宅地であり、地震に伴って20件弱の被害が観察された。明治時代の地形図(図-3e)によると、北北西から南南東方向に何本かの尾根と谷が平行に走っており、国土地理院の土地条件図、地形治水分類図によると、その後多少切土、盛土されたものの、現在の住宅地においてもその地形をたどることができる。住家の被害はこの谷筋に沿って位置し(写真-11)、尾根部にはほとんど見られなかった(写真-12)。また、谷頭にある擁壁の排水パイプからは多量の排水が認められ(写真-13)、地下水の環境を把握することが重要であると考えられる。

これらの領域以外にも、調査範囲には幅が50mから100m以内の細長い谷地形が多数見られる。被害が認められた住家が主にこれらの谷の中または側壁に位置した一方で、台地上からは外れた(図-3c, d, e)。



写真-11：旧谷筋の被害の様子。



写真-12：旧尾根筋の被害の様子。



写真-13：谷頭に位置する擁壁のパイプからの排水。

3. 3. 2. 旧京街道周辺の地盤構造

前節で述べたように、旧京街道に沿う住家で多く被害が見られた。そこで、旧京街道に特徴的な地盤構造があるかを調べるため、図-3b の黄星印の位置において旧京街道を横断する測線において、Hayashi and Suzuki (2004) に基づき表面波探査をおこない、S 波速度構造を推定した。地震計を 24 個 1 メートル間隔で埋設し、その片端をハンマーで起振することによって生じた震動を記録した。続いて地震計の位置を 1 メートルずらし起振する作業を、測線の終端にたどりつくまで繰り返した。現在の旧京街道においては、人や車の往来が頻繁にあるため、測線を北半分と南半分に分けて探査を実施した。

推定結果を図-4 に示す。現在の旧京街道の周辺においては、深さ 2 m 程度まで S 波

速度が 130 m/s 程度の低速度領域が検出された。この低速度領域は旧京街道を挟んで長さ 20 m 程度に及んでいた。旧京街道から離れると S 波速度は 170 m/s 程度以上となり、旧京街道よりも大きな値を示した。なお、南側については、暗渠が存在したため、低速度領域がどこまで広がっているかを特定することは難しかった。

これらの結果から、現在の旧京街道付近は比較的地盤が緩い特徴を持つことが分かった。このことが住家の（瓦の）被害にどのように影響したかについて明らかにしていく必要がある。また、建設当時の京街道と現在の旧京街道（およびその地盤）は、現代における開発による影響を受け必ずしも同じであるとは限らないが、地史を紐解くなどして、旧街道の施工状況や地震時のふるまいの特徴について明らかにすることは、歴史的にも防災上も重要であると考えられる。

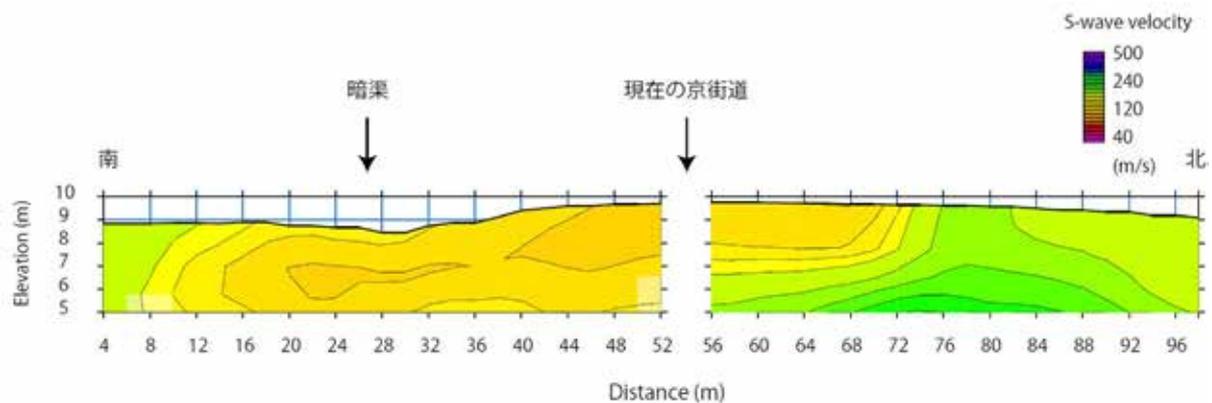


図-4：図-3 の黄星印における旧京街道を横断する測線における表面波探査の結果。

4. おわりに

2018 年大阪府北部の地震においては、高槻市や枚方市において斜面に関わる被害が散見された。芥川の左岸川の堤防天端における亀裂は約 250 m の区間にわたり断続的に見られたが、堤防そのもののはらみ出し等の被害には至っていなかった。枚方市内の公園においては、長さ 20 m、幅 20~30m の領域が地すべり性の変位を示した。この斜面の末端においては、豊富な湧水が確認された。また、枚方市内において、住家の被害が多く見られた領域は、昔の谷地形や旧街道沿いとよく対応した。表面波探査の結果によると、旧京街道沿いを含む幅 20 m 程度の範囲において、地表から厚さ 2 m 程度の低 S 波速度を持つ領域が検出された。なお、被害の分布は建築物の種類や年代によって大きく影響を受けることが予想されるが、全体的な傾向を早急かつ簡便に把握するため、本調査では考慮していない。地形や地質と被害が対応するメカニズムについて、地震観測などを通じて明らかにし、今後の地震における防災・減災に寄与することが重要である。

謝辞

国土地理院の地理院地図、明治期の地形図、土地条件図、治水地形分類図、気象庁の震度分布図を参照した。図-3 は、時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」((C)谷謙二)により作成した。表面波探査にあたっては、大阪工業大学工学部の4年生(調査時)の太田美郷さんと松木夢蔵さんにご協力いただいた。本研究はJSPS 科研費 17H04734 の助成を受けた。

参考文献

- K. Hayashi and H. Suzuki. 2004. CMP Cross-Correlation Analysis of Multi-Channel Surface-Wave Data. *Exploration Geophysics*. Vol. 35, pp. 7-13.
- 気象庁. 2018. 平成30年6月18日07時58分頃の大阪府北部の地震について(第4報). <https://www.jma.go.jp/jma/press/1806/25b/kaisetsu201806251400.pdf>.
- 国土交通省砂防部. 2018. 大阪府北部を震源とする地震に関する砂防の対応状況. https://www.mlit.go.jp/river/sabo/pdf/180625_sabo.pdf.
- 国土交通省近畿地方整備局. 2018. 地震による被害状況について(第7報). https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/news/2018/bd083b00000012nd-att/higaijoukyou_2018062507.pdf.
- 内閣府. 2018. 大阪府北部を震源とする地震に係る被害状況等について. http://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin_osaka/pdf/300705_jishin_osaka_01.pdf.
- 谷謙二. 2017. 「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発. *GIS-理論と応用*. Vol. 25, No. 1, pp. 1-10.

編集後記

ここ数年、毎年のように甚大な自然災害が多発することから、あの災害はいつどこで発生したのだろうか、思い出すのも一苦勞です。しかし、平成30（2018）年に発生した4回の大きな災害は忘れることはできないでしょう。突然、大阪を襲った6月18日の大阪北部地震を皮切りに、6月末から7月初めにかけての平成30年7月豪雨は西日本に大きな爪痕を残しました。さらに、9月4日には記録的な暴風雨をともなった台風21号が近畿地方に甚大な被害をもたらします。そして、その2日後には北海道胆振東部地震が発生しました。

関西支部の会員にとって前3者の災害は極めて身近で、会員自身も被害者になりうる災害でした。それらの災害を記憶すべく、京都大学防災研究所の土井一生先生からは、大阪北部地震災害に関する論文を投稿いただきました。大規模な土地の改変により、都市化が進んだ地域では過去の地形や地質が埋没しています。本論文では、豊かで、一見華やかに見える日常の生活空間にも思わぬ災害のリスクが潜んでいることを、現地調査や解析から明らかにしていただきました。この成果は、同年9月の北海道胆振東部地震による札幌市内での被害調査にも大きく貢献しています。

平成30年7月豪雨は、広島はもちろんのこと岡山や兵庫、そして四国の愛媛や高知、さらに徳島に至るまで、西日本の広い範囲に重大な土砂災害をもたらしました。その中で、広島では崩壊と土石流だけでなく、地すべりも発生しています。この地すべりに対し、初動調査から対策工事完工まで従事された復建地質調査設計（株）の中井真司さんから、調査・解析・対策工について詳細に記述された論文を執筆いただきました。埋没しがちな地すべり災害報告を、このような形で記録していただいた意義は大きく、今後の貴重な参考となるでしょう。

CIM（Construction Information Modeling, Management）とは、事業にかかわる関係者間で三次元モデルを用いて現象や機構を正確に把握するとともに、調査・解析・対策のみならず、その後の管理に至るまでの情報を共有し「見える化」によって理解を深めデータの蓄積を図るシステムで、現在、地すべりの分野で急速に普及が進んでいます。（有）太田ジオリサーチの美馬健二さんからは、CIM時代に向け現行の二次元安定解析の問題点を抽出し、より現実的な三次元安定解析手法と限界安全率の設定事例に関する論文を投稿いただきました。きっと皆さまの参考になると期待しています。

関西支部の「らんどすらいど」は専門分野や所属などを問うことなく、幅広に門戸を開放しています。とくに、次世代を担う若手会員の積極的な投稿をお待ちしていますので、是非、今後とも「らんどすらいど」をご活用ください。

（令和3（2021）年1月 松浦純生）

(公社)日本地すべり学会関西支部協賛会員名簿

2021年1月1日現在 24社

(五十音・口数順)

(会 社 名)	(電話番号)	(口数)
有限会社 太田ジオリサーチ	078-907-3120	3
中央復建コンサルタンツ株式会社	06-6160-1121	3
日本工営株式会社 大阪支店	06-7177-9500	3
アジア航測株式会社 西日本インフラマネジメント部	06-4801-2250	2
株式会社 荒谷建設コンサルタント 品質企画部	082-292-5481	2
株式会社 エイト日本技術開発	086-252-8917	2
株式会社 エス・ビー・シー	0883-52-1621	2
応用地質株式会社 四国支社	089-925-9516	2
川崎地質株式会社 西日本支社	06-7175-7700	2
国土防災技術株式会社 大阪支店	06-6155-4839	2
国土防災技術株式会社 高知支店	088-882-7110	2
株式会社 コスモ建設コンサルタント	0853-72-1171	2
株式会社 四国トライ	088-883-5908	2
島建コンサルタント株式会社	0853-53-3251	2
株式会社 相愛	088-846-6700	2
株式会社 ダイヤコンサルタント 関西支社	06-6339-9141	2
株式会社 地研	088-822-1535	2
株式会社 地圏総合コンサルタント 四国支店	0897-33-3123	2
中央開発株式会社 関西支社	06-6386-3691	2
株式会社 東建ジオテック	089-945-3328	2
株式会社 ナイバ	0878-62-5121	2
日本工営株式会社 四国支店	087-811-2660	2
明治コンサルタント株式会社 大阪支店	072-751-1659	2
株式会社 四電技術コンサルタント	087-845-8881	2

平成30年7月豪雨による広島県の地すべり災害	1
中井真司・渡邊聡・小井戸一浩（復建調査設計株式会社）	
CIM時代の3次元安定解析手法	15
美馬健二・川浪聖志・太田英将（有限会社太田ジオリサーチ）	
平成30年大阪府北部の地震における高槻市内および枚方市内の斜面災害調査	23
土井一生・釜井俊孝（京都大学防災研究所）・東良慶（大阪工業大学）・ 王功輝（京都大学防災研究所）	
編集後記	33
松浦純生（京都大学防災研究所）	

編集委員 松浦純生

らんどすらいど No.36（2020）（非売品）

2021年1月27日 印刷

2021年2月5日 発行

発行者 （公社）日本地すべり学会 関西支部

住所 〒611-0011 宇治市五ヶ庄

電話（0774）38-4112

2019年度(公社)日本地すべり学会 関西支部 活動報告

(1) 第1回運営委員会

- ①日時：2019年4月5日
- ②場所：京都大学防災研究所 E-417D
- ③出席者：14名 委任状：5名
- ④議事：

報告

2018年度第2回運営委員会議事録
2018年度支部事業報告(案)
2018年度行事関係会計報告(案)
会誌「らんどすらいど」No. 34
協賛会員名簿
2018年度支部決算報告(案)
その他

議題

2019年度事業計画(案)
2019年度予算計画(案)
その他

(2) 若手研究発表会

- ①日時：2019年4月10日 14:00～18:10
- ②場所：京都大学防災研究所
- ③参加者：10名
- ④講演者とタイトル

仲 優太郎 (復建調査設計(株))

「広島県広島市安佐北区で発生した地すべり災害の報告」

森 由希奈 ((株)エイト日本技術開発)

「斜面最急勾配方向と地すべり移動方向が異なる場合の対策工検討事例」

大村 宜史 (復建調査設計(株))

「既設モルタル吹付のり面の岩盤すべり崩壊とその対策事例」

美馬 健二 (太田ジオリサーチ)

「傾斜地における人工起振による3成分地震計4台の
観測波形を用いた地震動アニメーション」

土井 一生 (京都大学防災研究所)

「斜面崩壊や地すべりが作り出す地震動について
—そもそも揺れる?どこまで検知できる?どんな揺れ?—」

京大防災研見学会の部

(3) 春のシンポジウム「土砂災害の社会経済的影響」開催

①日時：2019年4月11日10:00～17:00

②場所：大阪建設交流館

③主催：(公社)日本地すべり学会関西支部

④後援：(公社)砂防学会・(公社)地盤工学会関西支部

(一社)建設コンサルタンツ協会近畿支部

(一社)斜面防災対策技術協会 関西支部

⑤参加者：56名

⑥講演者とタイトル

宅地地盤災害について — どのような場所が被災するのか —

京都大学防災研究所 釜井 俊孝

技術士会による被災者支援活動について — どのような技術的相談があるのか —

日本技術士会中国本部防災委員長 (中電技術コンサルタント(株)) 古川 智

被災者の生活再建全般の支援活動について — 法的相談も含めてどのような支援が必要なのか —

広島弁護士会 災害対策委員会委員長 今田 健太郎

風水害の人的被害について — どこで、どのような人が被災しているのか —

静岡大学防災総合センター 牛山 素行

災害報道について — どのように伝えるのが効果的なのか、何を目的として伝えるのか —

日本放送協会 鹿児島放送局 副部長 島川 英介

パネルディスカッション 「我が家の生存戦略 — 未災学の可能性 —」

司会 釜井 俊孝 (京大防災研), パネラー 話題提供者

(4) 関西支部 総会

①日時：2019年4月11日11:40～12:00

②場所：大阪建設交流館

③議題：2018年度活動報告

2018年度決算報告

2019年度予算・活動計画

(5) 講習会

①日時：2019年6月14日

②場所：池田総合体育館

③主催：(公社)日本地すべり学会関西支部

④共催：(一社)日本応用地質学会中国四国支部, (公社)砂防学会中四国支部

⑤参加者：22名

⑥講演者

無人航空機の基礎と規制法

京都大学防災研究所・山崎新太郎准教授

衛星測位システムの基礎と数値地形モデル作成における測量の実際

北見工業大学・渡邊達也助教

数値地形モデルの作成実習 1－三次元モデリングソフトウェア入門

北見工業大学・渡邊達也助教

数値地形モデルの作成実習 2－GCP の設定と DSM の作成

北見工業大学・渡邊達也助教

数値地形モデルを利用した地形変化の解析実習

京都大学防災研究所・山崎新太郎准教授

(6) 2019 年度現地見学会及び現地討論会「平成 30 年 7 月豪雨災害の概要と復旧状況について」

①日時：2019 年 10 月 18 日～10 月 19 日

②場所：現地見学会 広島県安芸郡坂町小屋浦地区・広島県東広島市国際大学周辺
討論会 広島大学総合科学部 L201 教室

③主催：(公社)砂防学会中四国支部・(公社)日本地すべり学会関西支部

④後援：国土交通省中国地方整備局、広島県、(公社)地盤工学会中国支部

⑤見学会参加者：40 名、討論会参加者：55 名

⑥講演者とタイトル

平成 30 年豪雨災害を踏まえた広島県の取り組み

広島県砂防課 山本悟司課長

東広島地区民有林直轄治山事業について

林野庁近畿中国森林管理局 山地災害復旧対策室 津脇晋嗣室長

危ない地形・地質の見分け方

(公社)地すべり学会 上野将司

山間部における土砂災害の危険度分布と防災対策－土石流シミュレーションの活用－

広島大学大学院 長谷川祐治

パネルディスカッション

コーディネーター 海堀正博 (広島大学大学院)

パネラー 話題提供者他

(7) 第 2 回運営委員会

①日時：2019 年 11 月 1 日

②場所：京都大学防災研究所 E-417D

③出席者：11 名 委任状 8 名

④議事

報 告

2019 年度第 1 回運営委員会議事録

2019 年度支部事業報告

シンポジウム

講習会

現地討論会

行事関係会計

2019 年度今後の事業予定

会誌「らんどすらいど」No. 35

(8) 「らんどすらいど35」会誌の発行・発送

①日時：2020年1月24日

②執筆者とタイトル

3成分加速度計を用いたレイリー波の可視化

美馬健二・太田英将（有限会社太田ジオリサーチ）

既設モルタル吹付のり面の岩盤すべり崩壊とその対策事例

大村宜史（復建調査設計株式会社）

名取トンネル地すべりの災害復旧と対策

原田敏雄（株式会社 エスイー大阪支店）

国道197号名取トンネル地すべり災害復旧事例

柴崎宣之（日本工営株式会社）

2018年度支部行事報告

2018年度決算

2019年度予算

編集後記

松浦純生（京都大学防災研究所）

2019年度(2019年4月1日～2020年3月31日) 支部決算

数値は全て税込み

			2019年度 決算			2018年度
			關西支部		關西	
【収益】	大科目	中科目	勘定科目		計	
			小科目	細目		
			前期	後期		
			4/1～9/30	10/1～3/31		
支部収益			1,027,006	130,006	1,157,012	1,731,112
事業収益			517,000	110,000	627,000	1,201,100
	シンポジウム収益		300,000	0	300,000	397,000
		参加費	232,000		232,000	245,000
		意見交換会費	68,000		68,000	102,000
	現地検討会収益		116,000	110,000	226,000	692,100
		参加費	64,000	66,000	130,000	494,100
		意見交換会費	52,000	44,000	96,000	198,000
	技術講習会収益		95,000	0	95,000	112,000
		参加費	95,000		95,000	112,000
		意見交換会費	0		0	0
	出版収益		6,000	0	6,000	0
		会誌配布	6,000		6,000	0
		その他の出版	0		0	0
	協賛・寄付		510,000	20,000	530,000	530,000
		協賛金	510,000	20,000	530,000	530,000
		寄付金	0		0	0
	雑収益		0		0	0
	受取利息		6	6	12	12
			0		0	0
本部仮払金						0
当期収益合計(A=支部収益+本部仮払金)			1,027,006	130,006	1,157,012	1,731,112
【費用】						
大科目						
中科目						
勘定科目						
小科目						
細目						
支部費用			920,495	538,350	1,458,845	1,947,477
事業費			804,709	392,387	1,197,076	1,635,379
	シンポジウム会費		630,052	5,230	635,282	428,102
		印刷製本費	298,080		298,080	157,896
		会場費(会場使用料)	69,070		69,070	89,070
		会議費(意見交換会含む)	88,800		88,800	132,660
		諸謝金	44,548		44,548	22,274
		旅費交通費	123,980		123,980	26,100
		借料(バス・レンタカー代)	0		0	0
		通信運搬費	3,738		3,738	11,538
		情報システム費(サーバ管理費等)	1,836		1,836	3,564
		支払手数料				0
		消耗品				0
		諸会費		5,230	5,230	5,000
		給与・手当				0
		外注費				0
		雑費				0
	現地検討会費		10,342	247,872	258,214	878,122
		印刷製本費				163,080
		会場費(会場使用料)				0
		会議費(意見交換会含む)		108,000	108,000	532,528
		諸謝金				0
		旅費交通費		52,104	52,104	33,648
		借料(バス・レンタカー代)		82,370	82,370	89,630
		通信運搬費	52	1,280	1,332	1,644
		支払手数料		2,970	2,970	2,592
		消耗品				0
		諸会費	10,290		10,290	10,000
		外注費				45,000
		支払保険料		1,148	1,148	0
		雑費				0
	技術講習会費		158,795	0	158,795	137,917
		印刷製本費	5,030		5,030	8,825
		会場費(会場使用料)	9,360		9,360	12,960
		会議費(意見交換会含む)				0
		諸謝金	10,023		10,023	0
		旅費交通費	129,152		129,152	109,620
		借料(バス・レンタカー代)				0
		通信運搬費				0
		支払手数料				1,512
		消耗品				0
		諸会費	5,230		5,230	5,000
		外注費				0
		雑費				0
	※その他の事業活動(上記の3つ以外)		5,520	139,265	144,785	191,238
		印刷製本費		100,650	100,650	90,720
		会場費(会場使用料)				0
		会議費(意見交換会含む)	1,000		1,000	0
		広告宣伝費				0
		パート・アルバイト代				0
		諸謝金				0
		旅費交通費				60,090
		借料(バス・レンタカー代)				0
		通信運搬費		34,749	34,749	34,148
		情報システム費(サーバ管理費等)				0
		支払手数料		550	550	2,160
		消耗品		3,316	3,316	4,120
		備品				0
		外注費				0
		支払保険料				0
		諸会費				0
		賞金・賞品	4,520		4,520	0
						0
						0
	管理費		115,786	145,963	261,769	312,098
		給与・手当	100,248	142,884	243,132	254,743
		パート給与	100,248	142,884	243,132	254,743
		766ババ給与				0
		会場費				0
		会議費	1,806	1,555	3,361	3,060
		支部総会費				0
		幹事会・運営委員会	1,806	1,555	3,361	3,060
		印刷製本費				0
		旅費交通費				0
		借料				0
		通信運搬費	10,271	1,214	11,485	40,273
		消耗品	2,381		2,381	11,780
		備品				0
		外注費				648
		支払手数料		330	330	1,594
		諸会費				0
		雑費	1,080		1,080	0
当期費用合計(B)			920,495	538,350	1,458,845	1,947,477
当期収支差額(C=A-B)			106,511	-408,344	-301,833	-216,365
仮払い(その他)						0
当期未収入金						0
前期末未収入金						0
当期前払金				9,890	9,890	0
前期末前払金						0
当期未払金						0
前期末未払金						0
当期前受金				44,000	44,000	94,000
前期末前受金			94,000		94,000	97,000
預り金繰戻				2,646	2,646	1,578
前期末繰戻			1,551,144		1,551,144	1,786,931
次期末繰戻			1,563,655	(374,234)	1,189,421	1,551,144

【注】

当期収益合計(A) : 当期に発生した全ての収益で、未収入金も含む。

当期未収入金 : 当期に発生した収益だが、入金が来期になるもの。

当期費用合計(B) : 当期に発生した全ての費用で、未払金も含む。

当期前払金 : 当期に発生した費用だが、支払いが来期になるもの。

前払金 : 代金(の一部)を先に支払ったもの。内金、手付金など

前受金 : 代金(の一部)を先に受け取ったもの。

※その他の事業活動は、機関紙発行、技術委員会、表彰、社会貢献活動など、「シンポジウム」、「現地検討会」、「技術講習会」

2020年度(2020年4月1日～2021年3月31日)

				予算	
				2020年度	2019年度
【収益】					
		勘定科目	科目		
大科目	中科目	小科目	細目		
支部収益				883,010	1,248,010
		事業収益		363,000	718,000
		シンポジウム収益		160,000	370,000
			参加費	100,000	250,000
			意見交換会費	60,000	120,000
		現地検討会収益		200,000	270,000
			参加費	100,000	150,000
			意見交換会費	100,000	120,000
		技術講習会収益		0	75,000
			参加費	0	75,000
			意見交換会費	0	0
		出版収益		3,000	3,000
			会誌頒布	3,000	3,000
			その他の出版	0	0
		協賛・寄付		530,000	530,000
			協賛金	530,000	530,000
			寄付金	0	0
		雑収益		0	0
			受取利息	10	10
			預り金	0	0
本部仮払金(下記に内訳を記載)				0	0
当期収益合計(A1=支部収益+本部仮払金)				883,010	1,248,010
内)収益合計中の未収入金(A2)					
【費用】					
		勘定科目	科目		
大科目	中科目	小科目	細目		
支部費用				1,290,344	2,097,070
		事業費		867,344	1,672,070
		シンポジウム会費		367,207	539,570
			印刷製本費	50,000	150,000
			会場費(会場使用料)	69,070	69,070
			会議費(意見交換会含む)	90,000	150,000
			諸謝金	11,137	33,500
			旅費交通費	130,000	120,000
			借料(バス・レンタカー代)	0	0
			通信運搬費	5,000	5,000
			支払手数料	2,000	2,000
			消耗品	0	0
			諸会費(CPD認定手数料など)	5,000	5,000
			外注費	0	0
			雑費	5,000	5,000
		現地検討会費		333,137	685,000
			印刷製本費	50,000	150,000
			会場費(会場使用料)	10,000	30,000
			会議費(意見交換会含む)	120,000	150,000
			諸謝金	11,137	22,000
			旅費交通費	50,000	150,000
			借料(バス・レンタカー代)	70,000	70,000
			通信運搬費	5,000	1,000
			支払保険料	0	2,000
			支払手数料	2,000	0
			消耗品	0	5,000
			諸会費(CPD認定手数料など)	10,000	0
			外注費	0	0
			雑費	5,000	105,000
		技術講習会費		0	244,000
			印刷製本費	0	30,000
			会場費(会場使用料)	0	0
			会議費(意見交換会含む)	0	0
			諸謝金	0	0
			旅費交通費	0	152,000
			借料(バス・レンタカー代)	0	0
			通信運搬費	0	2,000
			支払手数料	0	2,000
			消耗品	0	0
			諸会費(CPD認定手数料など)	0	5,000
			外注費	0	0
			雑費	0	53,000
		※その他の事業活動(上記の3つ以外)		167,000	203,500
			印刷製本費	120,000	150,000
			会場費(会場使用料)	0	0
			会議費(意見交換会含む)	0	0
			広告宣伝費	0	0
			パートアルバイト代	0	0
			諸謝金	0	0
			旅費交通費	0	0
			借料(バス・レンタカー代)	0	40,000
			通信運搬費	40,000	0
			情報システム費(HP)関係	0	3,500
			支払手数料	2,000	5,000
			消耗品	5,000	0
			備品	0	0
			外注費	0	0
			支払保険料	0	0
			諸会費(CPD認定手数料など)	0	5,000
			賞金・賞品(副賞や感謝状など)	0	0
			雑費	0	0
			その他	0	0
		管理費		423,000	425,000
			給与・手当	405,000	400,000
			パート給与	400,000	400,000
			7/6ババ給与	5,000	0
			会費	0	0
			会議費	3,000	3,000
			支部総会費	0	0
			幹事会・運営委員会	3,000	3,000
			印刷製本費	0	0
			旅費交通費	0	2,000
			借料	0	0
			通信運搬費	5,000	10,000
			消耗品	5,000	5,000
			備品	0	0
			外注費	0	0
			支払手数料	5,000	5,000
			雑費	0	0
当期費用合計(B1)				1,290,344	2,097,070
内)未払い金(B2)					
当期収支差額(C=A1-B1)				-397,334	-849,060
未払い金					
前払い金					
調整金					
前期繰越額(D)				919,871	1,788,931
次期繰越額(D+C)				522,537	919,871
【注】					
当期収益合計(A1)：当期に発生した全ての収益で、未収入金も含む。					
未収入金(A2)：当期に発生した収益だが、入金が来期になるもの。					
当期費用合計(B1)：当期に発生した全ての費用で、未払金も含む。					
未払い金(B2)：当期に発生した費用だが、支払いが来期になるもの。					
※その他の事業活動は、機関紙発行、技術委員会、表彰、社会貢献活動など、「シンポジウム」					