

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 18 回研究発表会講演集

2010年7月23日

一般社団法人日本応用地質学会
東北支部

一般社団法人日本応用地質学会東北支部 第18回 研究発表会プログラム

開催日：平成 22 年 7 月 23 日

会 場：せんだいメディアテーク(スタジオシアター)

講演集：1,000 円

協 賛：東北地質調査業協会

開 会

10:00 開会

10:00～10:10 支部長挨拶(橋本)

発表(午前の部) ……(座長：正木、副座長：初貝)

10:10～10:30 切土法面における緑化プロセスと表土改良のモニタリング調査

○杉山洋介(基礎地盤コンサルタンツ㈱)

10:30～10:50 火砕流成堆積構造の空間的变化と形成プロセス：伊豆諸島における第四紀層の研究

○根本欣典(応用地質㈱)

10:50～11:10 順次再動した日本海拡大時リトリック正断層，後期中新世カルデラ縁正断層，
地表地震逆断層，一関市・奥州市での 2008 年岩手・宮城内陸地震 (M6.9)

○遅沢壮一(東北大学大学院理学研究科)

11:10～11:30 ゆるみ岩盤の事例紹介＜形態と内部構造の特徴＞

○畚野 匡(日本工営㈱)

11:30～11:50 巨大地震時の地すべり運動メカニズムに関わるすべり面地下水沸騰の可能性

○濱崎英作(㈱アドバンテクノロジー)

渡辺 修(渡辺水文企画)

橋本修一(東北電力㈱)／現・東北開発コンサルタント)

山科真一(国土防災技術㈱)

……………* *……………* *……………

11:50～13:00 (休憩、昼食)

……………* *……………* *……………

発表(午後の部) ……(座長：大内、副座長：菖蒲)

13:00～13:20 七五三掛地区での地すべり緊急対策

○大沼 秀幸

(国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所赤川砂防出張所)

13:20～13:40 山形県七五三掛地すべりの経緯と恒久対策計画について

○森 一司、寺田 剛(農林水産省東北農政局)

高見 智之(国際航業㈱)

13:40～14:00 地質調査業の停滞は誰の責任か(超簡易型ボアホールカメラ撮影で解決できないか)

○太田 保

14:00～14:20 みちのく GIDAS 上に統合した地質・地盤・災害情報

○布原 啓史(㈱テクノ長谷)

総合討論 座長：代表幹事(小林)

14:20～14:40

……………* *……………* *……………

14:40～15:00 (休憩)

……………* *……………* *……………

特別講演 司会：橋本

15:00～16:30 地理情報システム(G I S)を用いた技術のイノベーション

江崎 哲郎 氏 (前一般社団法人日本応用地質学会会長、

九州大学東アジア環境研究機構)

閉 会

16:30 閉会

16:30 副支部長挨拶(高見)

懇 親 会

17:00～19:00

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 18 回研究発表会講演集

2010年7月23日

一般社団法人日本応用地質学会
東北支部

目 次

一般社団法人日本応用地質学会東北支部 第 18 回 研究発表会

発 表

- ① 切土法面における緑化プロセスと表土改良のモニタリング調査 1
○杉山洋介(基礎地盤コンサルタンツ㈱)
- ② 火砕流成堆積構造の空間的变化と形成プロセス：伊豆諸島における第四紀層の研究
. 3
○根本欣典(応用地質㈱)
- ③ 順次再動した日本海拡大時リトリック正断層，後期中新世カルデラ縁正断層，地表地震逆断層，一関市・奥州市での 2008 年岩手・宮城内陸地震（M6.9） 5
○遅沢壮一(東北大学大学院理学研究科)
- ④ ゆるみ岩盤の事例紹介＜形態と内部構造の特徴＞ 7
○畚野 匡(日本工営㈱)
- ⑤ 巨大地震時の地すべり運動メカニズムに関わるすべり面地下水沸騰の可能性
. 9
○濱崎英作(㈱アドバンテクノロジー)
渡辺 修(渡辺水文企画)
橋本修一(東北電力㈱／現・東北開発コンサルタント)
山科真一(国土防災技術㈱)
- ⑥ 七五三掛地区での地すべり緊急対策 11
○大沼 秀幸
(国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所赤川砂防出張所)
- ⑦ 山形県七五三掛地すべりの経緯と恒久対策計画について 13
○森 一司、寺田 剛(農林水産省東北農政局)
高見 智之(国際航業㈱)
- ⑧ 地質調査業の停滞は誰の責任か（超簡易型ボアホールカメラ撮影で解決できないか）
. 15
○太田 保

切土法面における緑化プロセスと表土改良のモニタリング調査

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 杉山洋介

1. はじめに

法面植生工は法面に植物を繁茂させることによって法面の表層部を根で緊縛し、雨水による浸食の防止、地表面の温度変化の緩和ならびに凍上による表層崩落の抑制を図るもので、併せて緑化による景観の向上および環境保全を目的としている。

そこで、沿道環境の改善や自然環境の保全、維持管理コスト縮減の観点から、図1の国道2号厚狭植生バイパスにおいて、起点側法面と終点側法面、北側(南向き)と南側(北向き)で分け、さらに細かく試験区を分けて、緑化試験工事を行った。

本研究では、施工後7年の現在まで植生モニタリング調査の結果や貫入試験による表層強度の結果を示し、植生工や樹木の適否、根系が地盤の風化速度に与える影響の中期的な評価を行うものである。



図1 国道2号厚狭植生バイパス
(山口県山陽小野田市)



写真1 緑化試験現場の経年変化
(終点側南向き法面)

2. 現場概要

写真1に現場の経年変化の様子を示す。最寄りの下関気象観測所によると、年平均気温16.2℃、年平均降水量1,685mmである。地形は標高100mほどの小起伏丘陵地を呈し、地質は中生代三畳紀の美祢層群中塚層および山野井層で、強風化された砂岩頁岩の互層が分布する。周辺植生は、群落高10m程度の二次林で、高木層にはアカマツ、アラカシ、コナラ等が優占している。

3. 植生モニタリング調査

植生モニタリング調査項目は、植被率、被度、播種植物は成立本数と生育高さ、植栽木は生育状況、樹高、枝張り、根本直径について調査する。植被率は植物全体が試験区を覆う割合を百分率で示し、被度はある植物が試験区を覆う割合を5段階で評価したものである。

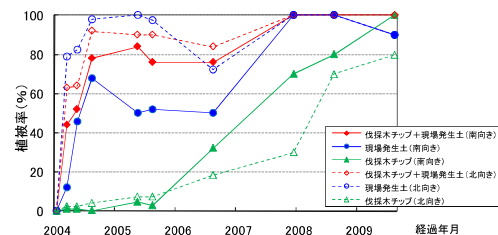


図2 リサイクル工法試験区

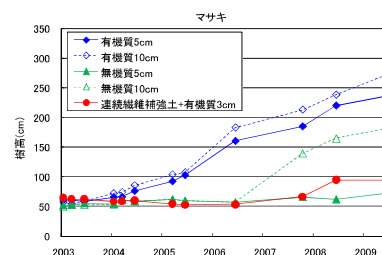
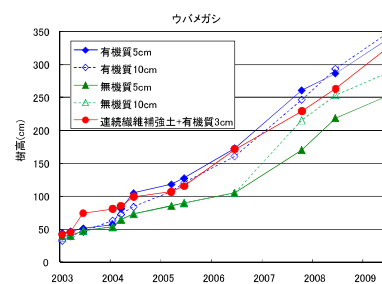


図3 生育基盤の種類と厚さを変えた試験区のウバメガシとマサキの樹高

ここでは、特に植物の生育に変化が見られたものについて述べる。図 2 にリサイクル工法試験区での植被率を示す。伐採木チップだけでは植物の生育に適さないが、チップが徐々に腐食し、堆肥化していくことで、植被率が上がっていったと考えられる。

図 3 に生育基盤の種類と厚さを変化させた試験区でのウバメガシとマサキの樹高の変化を示す。ウバメガシはどの生育基盤でも生長が良好であるが、マサキは有機質と無機質で生長に大きな違いが出ている。ウバメガシは生育基盤の種類によらないことが分かる。

写真 2 に植生誘導試験区の状況を写真 3 に強酸性土壌試験区の状況を示す。写真より植生が困難であることが分かる。道路土工切土工・斜面安定工指針(平成 21 年度版)によれば、施工後 3 ヶ月以内に生育基盤が流亡し、植被率が 50%以下である場合は再施工となり、植生工として不適である。



写真 2 植生誘導試験区の状況
(2009 年 10 月)



写真 3 強酸性土壌試験区の状況
(2009 年 10 月)

4. 表層土モニタリング調査

根が表層土の強度に及ぼす影響を調べるため、軽量動的コーン貫入試験を用いて、表層土の原位置強度を調査した。試験は写真 4 にある各測線の 5m ごとに基準地点 a~e を設置した。試験は基準地点から 1m の範囲内で行い、貫入深さは 50cm とした。

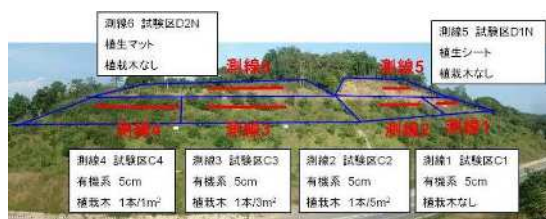


写真 4 貫入試験現場(終点南向き法面)

貫入試験結果に植栽密度の違いによる表層強度の明確な違いは見られなかった。一方、植栽ありの測線 4 と植栽なしの測線 5 に違いが見られたため、図 4

に示す。測線 4 では貫入抵抗値が測線 5 に比べ、大きな値を示した。植生シートは分解しやすく、表層が早くから露出したため、風化が進んだと考えられる。また、1 年後の試験では、特に表層から 10cm のところで貫入抵抗値が大きな値を示した。根系が侵入し、土壌緊縛力で表層強度が増加したと考えられる。



写真 5 軽量動的コーン
貫入試験の様子

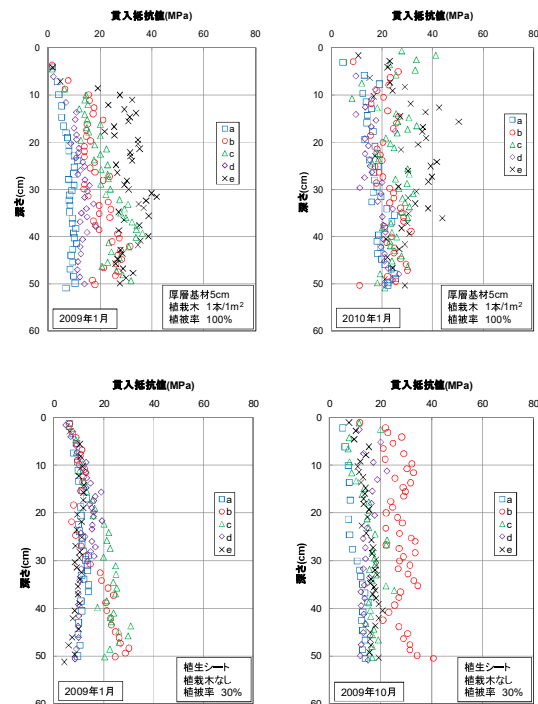


図 4 測線 4 と測線 5 の貫入抵抗

5. 結論

本研究では以下の結論が得られた。

- ・導入植物、施工条件により植被率や樹木の生存率や樹高が異なる
- ・植物を導入しない緑化や強酸性土壌の緑化は困難である
- ・植生のある試験区の方が、植生のない試験区に比べ、風化が遅い
- ・表層試験は植生のない試験区でも表層強度が増加していることから、今後も継続して調査を行っていく必要がある

火砕流成堆積構造の空間的变化と形成プロセス

: 伊豆諸島新島における第四紀層の研究

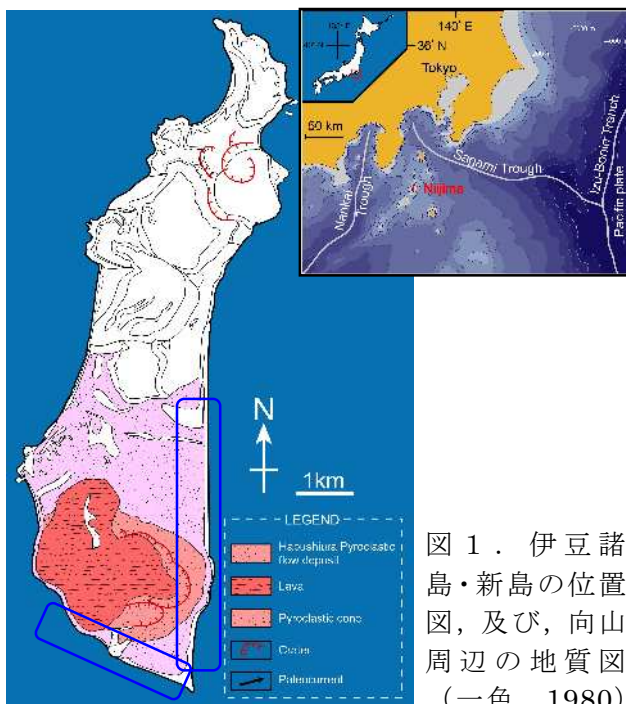
応用地質株式会社 東北支社 ジオテクニカルセンター
根本 欣典

1. はじめに

本研究では、伊豆諸島新島の向山を墳源とする火砕性堆積物に対して、主にアロ層序学的手法を用いた堆積相解析、及び、Architectural elements analysisにより、火砕性堆積物の形成プロセス、及び、堆積物中に認められる堆積構造の空間的变化の検討を行った。

2. 地質概略

伊豆諸島は、東京から南南西へ約 160km、伊豆諸島北部にある南北 11km、東西 3km、面積 22.8km² の細長い活火山島である。伊豆諸島は、南北方向の火山フロント状に位置する伊豆大島から三宅島へと続く玄武岩質の火山列と、大島南方の海丘から南西へと伸びる銭洲海嶺状にある流紋岩質の火山列から成る。新島南部を中心に、流紋岩質の火砕サージ堆積物（羽伏浦火砕サージ堆積物）が南北に分布している。この堆積物は西暦 886 年の新島南部、向山の噴火に起因すると解釈される（徳永・横山，1978）。



3. 堆積相解析

この向山を給源とする火砕性堆積物に対し、アロ層序学、すなわち、堆積物中の不整合面を追跡し、その面を境界とし上下のユニットに区分する手法を用いて、堆積物を 6 つのユニットに分類した。また、それぞれのユニットに対し、粒度変化や堆積構造を基にする堆積相解析を行った。その結果、最下部のユニット 1、及び、最上部のユニット 6 は、層厚 10–50 cm の薄層からなり、内部に斜交層理の卓越するベースサージ堆積物である。ユニット 3–5 は、層厚 50–300 cm と単層が厚く堆積し、内部が無層理塊状であることが顕著に認められる火砕流堆積物である。ユニット 2 はベースサージと火砕流の両方の特徴が認められることから、それぞれの中間的堆積物であると解釈した。

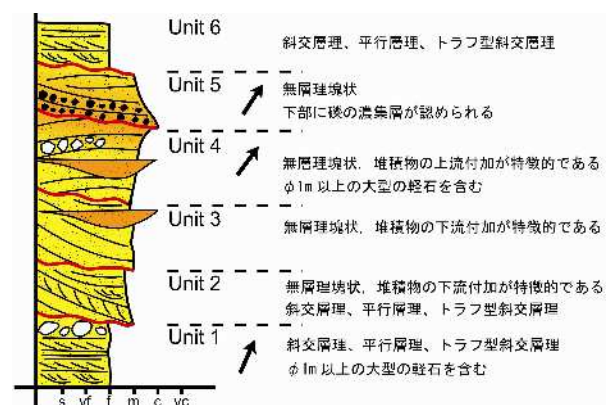


図 2. ユニット分類（上）、ユニット内の特徴のまとめ（下）

4. Sediment waves の認定

本調査地域では、堆積物の上流付加、波長に対する波高の割合が非常に小さいことで特徴づけられる波状構造が認められる。この構造の波長と波高の関係性を明確にすべく、水成や火砕成の様々な堆積構造のものと比較、検討を行った。本研究の構造の波長に対する波高の割合は0.013-0.027を示しており、これは sediment wave の値 (0.005-0.02) に非常に近いことがわかった。本研究で確認された波状構造は、堆積物の形状的特徴、及び、波長と波高の関係性から、波状構造は sediment waves であると解釈した。

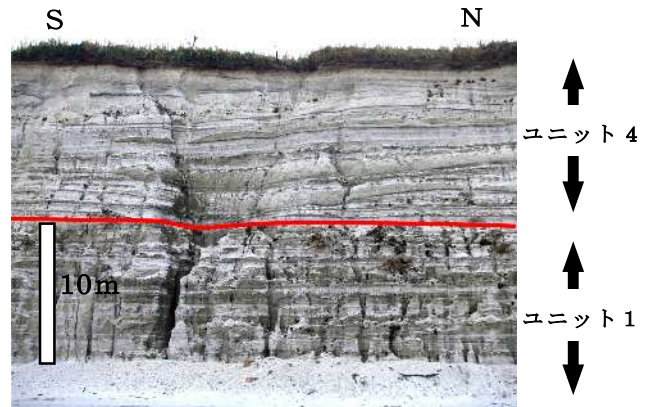


図3. ユニット1, 4の写真

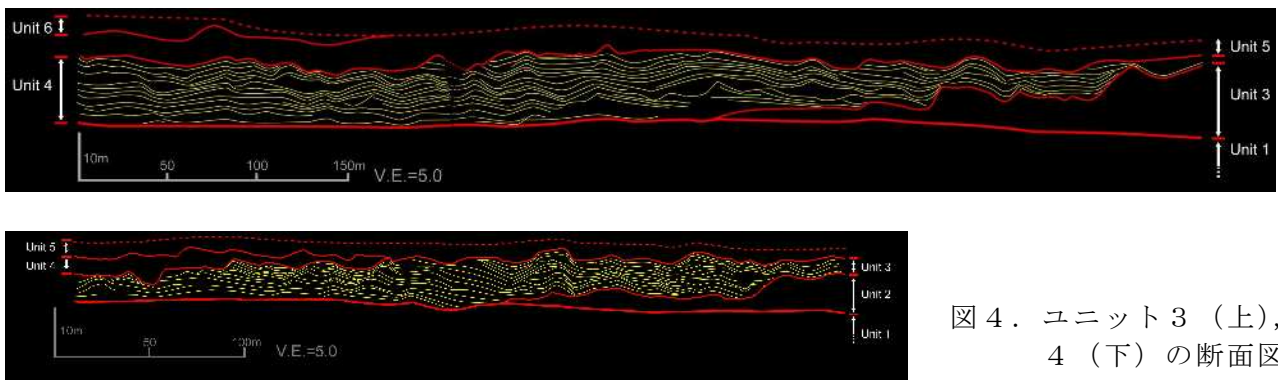


図4. ユニット3 (上), 4 (下) の断面図

Sediment waves は、大陸斜面脚部や海底扇状地上に見られる波長 0.5-6km 程度、波高 10-40m 程度の堆積性の波状地形である。一般に、堆積物は上流側斜面に厚く堆積する antidune 状の形状を示す。近年の研究で、sediment waves が深海底における重力流のチャネル・レビーシステムに伴って形成されることが報告された。これは、重力流がチャネルを流下する際、レビーを乗り越えた堆積物が斜面状に、連続的に堆積することで形成される (Fildani et al., 2006, Nakajima, 1997)。従来、sediment waves は地震探査によって間接的に識別されてきたが、火砕流堆積物から露頭スケールで認められたのは、本研究が初である。

5. 火砕流の勢力の推移

Sediment waves がユニット4内に複数認められることから、ユニット4は強い流れにより形成した。逆に、ユニット2, 3内には sediment waves が認められず、sand wave をはじめとする、比較的弱い流れで形成される堆積構造が多く認められる。従って、この火砕性堆積物中に認められる堆積構造の空間的变化は、火砕流の勢力の減衰に起因したと考えられる。

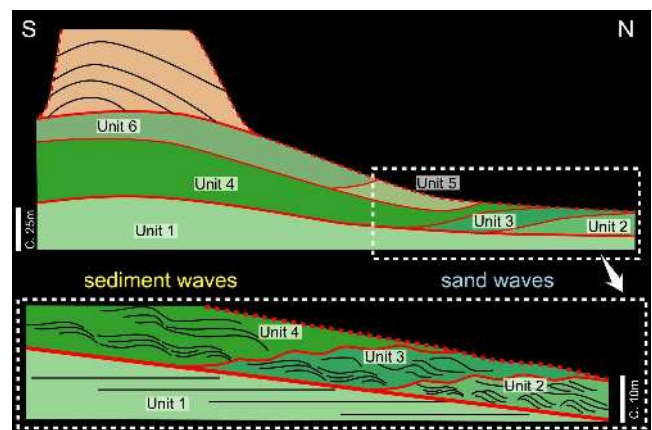


図5. 向山の南北断面図。赤三角は火砕流の勢力の推移を模式的に示している。

順次再動した日本海拡大時リストリック正断層，後期中新世カルデラ縁正断層，地表地震逆断層，一関市・奥州市での2008年岩手・宮城内陸地震(M6.9)

東北大学理学研究科地学専攻 遅沢壮一

はじめに

岩手・宮城内陸地震は2008年6月14日に発生した。米国地質調査所によるモーメントマグニチュードは6.9，気象庁によるマグニチュードは7.2であった。地震直後の調査により，地表地震断層が，北東から，主要なものとして，奥州市(旧衣川村)の餅転，一関市の中川，岡山，**杵木立**，さらに栗原市(旧栗駒町)の荒砥沢ダム堤体付近に見出された(第1，2図；例えば，吉見ほか 2008)。

荒砥沢ダム以外の逆断層運動は，佐藤ほか(2008)により，中新世のリストリック正断層のインバージョンによると考えられた。そして，その正断層が転化した逆断層は，片山・梅沢(1958)の餅転-細倉構造帯であると見なされた。基盤花崗岩(第2図)の分布がその構造帯の存在を示唆しているが，佐藤ほか(2008)は，花崗岩は日本海拡大時のハーフグラベン正断層縁に相当している可能性が高いと述べている。しかし，岡山の断層露頭を記載した遠田ほか(2009)でも，地表地震断層が大規模正断層の再動である証拠を明示できていない。

奥州・一関市では，一方で，**杵木立**の逆断層のみ，南東上がりで，他とセンスが異なり，バックスラストと解釈されている(鈴木ほか2008)。ところで，荒砥沢ダムの地表地震断層は後期中新世のカルデラ南西半部の正断層の再動によることが示された(遅沢 2009)。そして，花崗岩より南東方では，厳美溪で有名な熔結凝灰岩を含む厳美層(早川ほか1954)が広く分布しており，**杵木立**はその北西縁に当たっている。本稿は，地質調査を通じて，**杵木立**地域は厳美層から構成される荒砥沢ダムとは別のカルデラの北西縁に当たり，逆断層運動はここでは南東傾斜のカルデラ正断層の再動であることを示す。本稿では，また，岡山以北東地域の地表地震断層も，初生的なハーフグラベンの正断層に重複して形成された，カルデラ正断層の再動の結果であることを示す。岡山以北東地域は，瑞山層(北村・谷 1954)から構成されるカルデラの南

東縁に当たる。なお，カルデラ縁がリストリック正断層であることは，仙台の白沢カルデラを例に，遅沢(2005)で示されている。

地質の概要

調査地域中央の磐井川流域を中心に分布する花崗岩が特徴的で(第2図)，花崗岩の分布が餅転-細倉構造帯(片山・梅沢 1958)の存在を示唆する。そして，基盤花崗岩の北東縁は中期中新世のハーフグラベンの正断層に相当すると考えざるを得ない(佐藤ほか2008)。しかし，花崗岩縁の構造は，後述のように，複雑で，本稿でも，花崗岩の縁辺断層が初生的に日本海拡大時の正断層であることの直接的な証拠は得ていない。しかし，縁辺断層は，第2図に示すように，最終的な活動は，花崗岩の両側でセンスが異なる逆断層である，あるいは逆断層と解釈される。

一方で，花崗岩分布域以外の，調査地域の地質は単純である。磐井川，小猪岡川の流域低地には，陸成層より下位の，海成シルト岩からなる下嵐江層(北村 1959)が分布している(第2図)。シルト岩は軟体動物化石や生痕化石を含んでいる。そして，丘陵地には，餅転-細倉構造帯(花崗岩分布域)より北西側では，上位の瑞山層，南東側では厳美層が分布していて，全体の構造は水平に近い。ただし，瑞山層は産女川左岸より北側では北東に，また，その南側の瑞山層と厳美層は南西にごく緩く傾斜している。両層とも，熔結凝灰岩を上部に含む陸成のカルデラ充填堆積物から構成される。凝灰岩には，ときに，火山豆石や植物化石が認められる。瑞山層・厳美層と，下位の下嵐江層との境界は，後述の中川の断層露頭など一部で不整合であるが，境界を確認できた多くの露頭で断層であることを観察している。

まとめ

日本海拡大時に生じたハーフグラベンのリストリック正断層は花崗岩北西縁にある弱線として存続し，後期中新世の瑞山カルデラ

南東縁のリストリック正断層となった。また、花崗岩南東縁には、厳美カルデラのリストリック正断層が形成された。これらのカルデラ正断層は、既報の荒戸沢カルデラ南東縁の正断層と併せて、岩手・宮城県沖地震時に、それらの近傍部分を含めて逆断層として再動し、地表地震断層を生じた。今回の地震の要因は、基本的に、これらカルデラ性弱線の再動ということになり、これら正断層を活断層として扱うことは難しい。



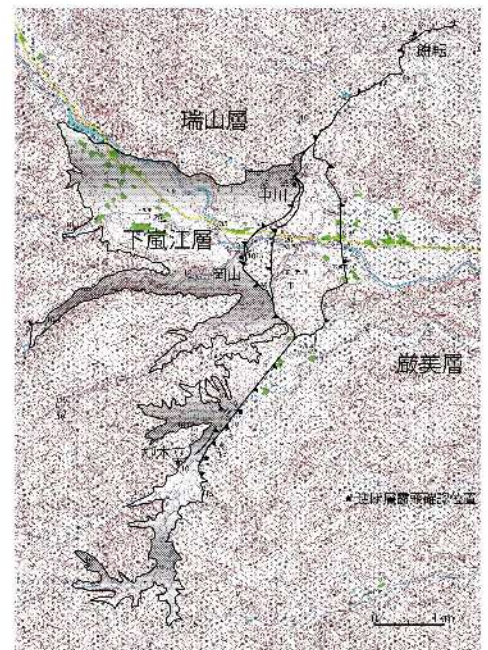
小猪岡川の逆断層。左側（南東側）上盤：厳美層（陸成）、右側（北西側）下盤：下嵐江層（海成）。杣木立の地表地震断層はこの北西側の泥岩分布域に生じた。



杣木立のカルデラ正断層。瑞山層の平行葉理の発達した凝灰岩の基底が正断層。その上位は軽石凝灰岩、下位は下嵐江層の海成泥岩。



第1図 一関・奥州市域の調査位置図。本稿および遅沢（2009）による逆断層位置も示す。吉見ほか（2008）による主要地表地震断層の位置も示す。関連するカルデラの位置も示した。国土地理院発行の1:200,000地勢図，新庄を使用した。



第2図 奥州・一関市域の地質図。丸山ほか（2008a, b）などによる杣木立での地表地震断層の位置も示す。杣木立以外の地表地震断層の位置は地質図の逆断層位置に一致する。国土地理院発行の1:25,000地形図，本寺を使用した。

ゆるみ岩盤の事例紹介＜形態と内部構造の特徴＞

日本工営㈱仙台支店 畚野 匡
Tadashi Fugono

1. はじめに

構造物の基礎岩盤選定における重要課題として、或いは岩盤斜面の安定性評価、特に昨今話題となっている深層崩壊の素因として、大規模なゆるみ岩盤や岩盤すべりの検出・認定・評価手法の高度化が求められている。

本論では、岩盤ゆるみ現象の理解と知識の共有化を目的とし、筆者の関わった範囲内で、ゆるみ岩盤の形態・内部構造の特徴について紹介するものである。そして、2008年岩手宮城内陸地震における祭時大橋の災害事例との比較や、今後のゆるみ岩盤調査の在り方についての提言を行うものである。

2. 形態と地質的要因

全てのゆるみ岩盤に共通するものではないが、次のような地質構造がゆるみ領域の形態を規制していると考えられる。

- ①底部を規制する低中角度の流れ盤構造
 - ②背面の分離面となる高角度不連続面
- 以下に、具体的な事例を紹介する。

2.1 A地点

層理面・主たる断層は河川横断方向かつ急傾斜であることから、常識的にはゆるみの生じにくい地質条件下にある斜面である。ところが、ローカルな地質構造（特に、谷側 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 傾斜の小断層・亀裂と谷側 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 傾斜の高角度断層の組み合わせ）によってゆるみが生じている。

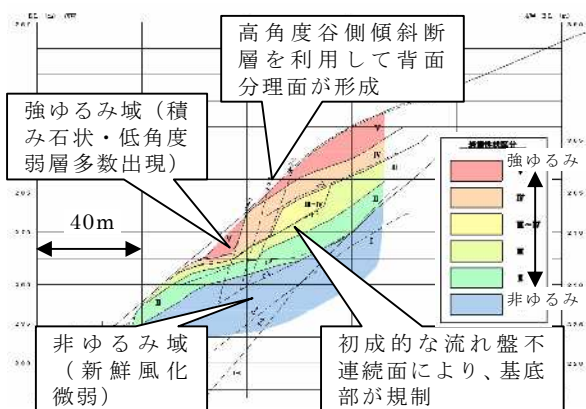


図1 A地点断面図

2.2 B地点

概ね谷側に $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ で傾斜する層理面

が発達し、特に軽石質凝灰岩は、風化による劣化が進行して弱層となっている。また、地層面に概ね直交し、山側上流 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 傾斜の亀裂・断層を利用して階段状にゆるみが生じているものと考えられる。

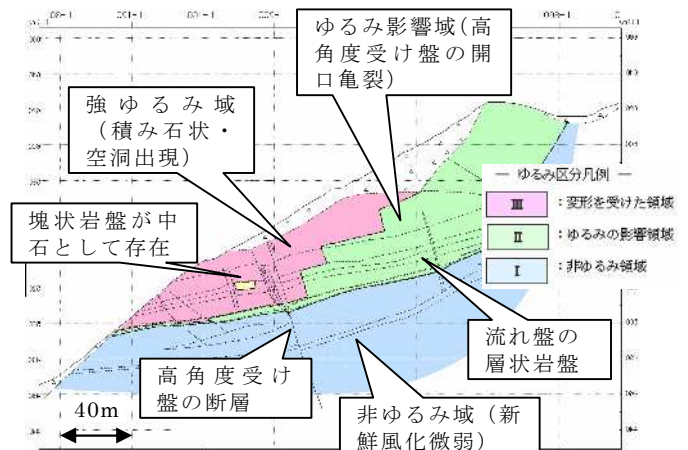


図2 B地点断面図

3. 内部構造の特徴

横坑・ボーリングで観察される特徴的な内部構造の事例について紹介する。

①積み石状岩盤

ゆるみ岩盤の典型的かつ代表的な内部構造である。積み石状岩塊のサイズは、10cm大～数m大まで様々である。



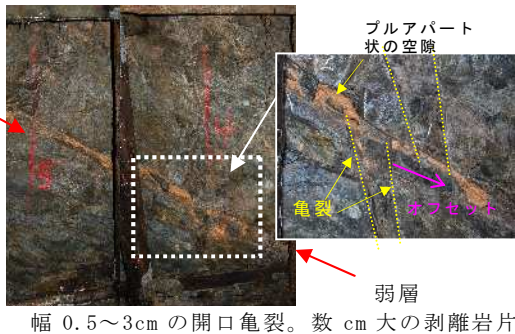
写真1 積み石状岩盤

②低中角度弱層

ゆるみの基底部や、顕著なゆるみ域内に多数見られる。ゆるみ程度（変形程度）に応じて、単なる褐色亀裂→開口亀裂→角礫状破碎部という様に、破碎・細粒化が進行し、上盤側岩盤の変形も顕著となる。



褐色低角度亀裂。風化してやや脆弱となっているが、概ね密着している。上盤側岩盤には開口亀裂が多少見られる程度。



幅 0.5～3cm の開口亀裂。数 cm 大の剥離岩片を挟み、ブルアパート状の空隙に赤褐色流入粘土が充填している。弱層を挟んで亀裂のオフセットが見られる。



流入粘土を伴う角礫状の低角度弱層。上盤側には開口亀裂が多数発達するが、岩塊の回転は極僅か。



礫混じり粘土状の低角度弱層。上盤側には、積み石状岩盤が見られ、岩塊の回転も明瞭。

写真 2 低角度弱層

③高角度開口亀裂・空洞

斜面下方への引張応力によると考えられる高角度開口亀裂が全体に発達し、ゆるみの背面分離面となっていることが多い。開口量が大きくなると、空洞として認識される。



写真 3 開口亀裂(左・中)・空洞(右)

④中石状の塊状岩盤

ゆるみ岩盤の中には、亀裂開口量や岩盤の変形量が小さく、一見良好で堅硬な塊状岩盤が見られることがある。



写真 4 ゆるみ岩盤中の塊状岩盤

4. 祭時大橋の岩盤すべりとの比較

低角度流れ盤層理面と高角度断層を分離面とする形態は、前述の事例と類似している。すなわち、岩盤ゆるみ～岩盤すべりの素因として「低角度と高角度の地質構造」、誘因として「地震」に留意すべきことが示唆される。

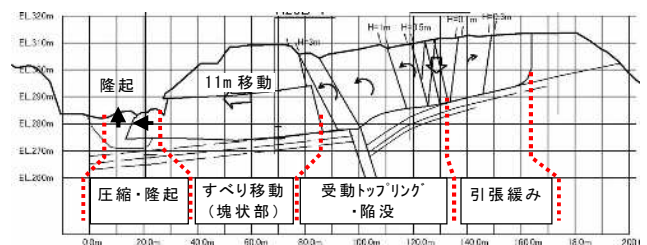


図 3 祭時大橋被災箇所模式断面図

国道 342 号祭時大橋被災状況調査検討委員会（2009）をもとに作成

5. ゆるみ岩盤調査方法について

低角度及び高角度の構造を確実に捕捉し、変形量（開口量）を定量的に把握する必要があること、良好な堅岩と誤認し易いこと等を念頭に置き、以下のような調査のあり方を提唱する。

- ・ 不連続面の遭遇率を考慮した、縦と横方向の調査の組み合わせ（特に、直接内部構造を観察できる横坑が重要）
- ・ ボアホール調査、横坑亀裂計測などに基づく、亀裂開口量等の定量評価
- ・ 通常の岩級区分のみならず、開口量・透水性・風化等と組み合わせた総合評価

巨大地震時の地すべり運動メカニズムに関わるすべり面地下水沸騰の可能性

(株)アドバンテクノロジー・濱崎英作、渡辺水文企画・渡辺修
東北電力(株)/現・(株)東北開発コンサルタント・橋本修一、国土防災技術(株)・山科真一

1. はじめに

2008年岩手・宮城内陸地震(M7.2)の際に発生した荒砥沢地すべりは幅900m、長さ1300m、深度100mを超える巨大地震すべりで、主要すべり面の平均勾配は約 2° と著しく緩いながら移動距離で300~350mにも達するものであった。ただ、そのような長大な移動にもかかわらず、移動体縁辺部以外のすべり面前後の破砕はほとんど無いか、あってもごくわずかであり移動体全体での損傷も少なかった。他方、2004年中越地震(M6.8)で発生した東竹沢地すべりも移動は約100mありながら”地すべり移動層はほぼ原形を保って”^[1]いるなどの類似所見がある。ともにすべり面がシルト岩に近いもので、層面すべりという共通点があるがその移動メカニズムは未解明である。

本論では、このメカニズムに対し強震動時に発生する摩擦熱がすべり面近傍の水を沸騰させ、その際に発生した泡によってすべり土塊の荷重がすべり面に作用できなくなるヴェイパーロック現象(vapor lock)を起こし、これが地すべり移動を容易にし、移動体損傷を軽減する役割を果たしたのではないかと、というモデル仮説を示す。

2. 解析手法

エネルギー保存則にもとづき力学的エネルギー(摩擦)が熱エネルギー(Q)として全て蓄えられるとするととき次の式が成り立つ。

$$N \tan \phi x = m C \Delta T \quad (= W, = Q) \quad (1) \text{式}$$

ここに、左辺はすべり面方向に沿って生じる仕事(W)で、摩擦に抗って作用する力 $N \tan \phi$ と岩盤と土塊との相対移動距離(x)の積で表される。 N は垂直応力で ϕ は内部摩擦角である。右辺の m は温度上昇するべき層の重量、 C は比熱、 ΔT は層の温度上昇量である。左辺については、基盤の強震動に応答する斜面上の土塊(剛体ブロック)でモデル化する。榎^[2]は摩擦体としての土の安定について地震時の剛塑性体の挙動をダランベールの原理による慣性力の関係と加速度の連続条件でモデル化(図1)することを提唱しており、ここでもこのモデルに従う。基盤と土塊が分離もズレもせず同体となるのは $N > 0$ 、せん断力 T

がせん断抵抗最大値 S_{max} を絶対値で下回るときである。一方、ズレ下がる時は下向きに作用する $|T|$ が S_{max} を上回るときで、逆にズレ上がる時上向きに作用する $|T|$ が S_{max} を上回るときとなる。ここに S_{max} は(2)式で示される。

$$S_{max} = |N \tan \phi + c / \tan \theta| \quad (2) \text{式}$$

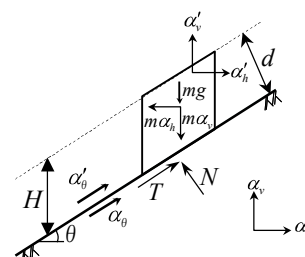


図1 無限長斜面土塊の地震時応答モデル^[2]

式の c は粘着力で θ は斜面勾配である。ここで、滑っている間は基岩から土塊には摩擦抵抗の最大値に相当するせん断応力 T しか伝わらない^[2]。基盤の地震加速度は a_v 、 a_h 、物体の地震加速度は a'_v 、 a'_h でズレ運動時は $a_v \neq a'_v$ 、 $a_h \neq a'_h$ であり、加速度の連続条件を考慮することで a'_v 、 a'_h を各々求めることが可能となる。結果すべり面方向での相対加速度増分 Δa_θ がもとめられ、時間(dt)で2回積分をすることで摩擦運動に関わる移動距離 x が求まる。よって(1)を使うことにより相当する位置での m と C が既知であれば温度上昇 ΔT が得られる。

3. 荒砥沢地すべりでのモデル検討

3.1 相対移動量(x)と仕事(w)

荒砥沢地すべりではこれまでの調査結果から、層厚 $H=100\text{m}$ 、勾配 $\theta=2^\circ$ 、水頭 $H_w=70\text{m}$ で試算した。詳細な物性値・条件は図2に示すとおりである。

強震動は荒砥沢ダム基礎岩盤監査廊に埋設された地震計のデータを用い最大地すべり方向での水平成分(a_h)と鉛直(a_v)に変換して用いた。図2の a_θ はすべり面方向に変換した基盤の地震加速度である。 a'_θ は移動体でのすべり面方向加速度であり、ともに上向き正である。また distance は移動距離 x と等しい。この図から12.65秒までは移動体は基盤とズレることなく同体であるが、その後徐々に移動

し始め15秒から16秒の間で4cmの移動量を示す。結果的に地震によるトータルの相対移動量は5.1cmとなる。式(1)左辺を用いると、すべり面面積1 m²で摩擦($\phi=20^\circ$)のみが熱上昇の仕事(W)に関わるとし刻々の垂直応力 N (図3)と相対変位(x)の積分から、総仕事量 $W=1,589,590J(=kgf \cdot m^2/s^2)$ が求められる。

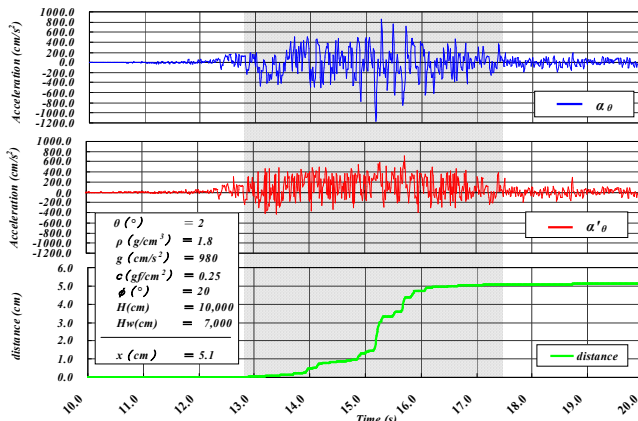


図2 斜面土塊の地震応答と相対変位量

3.2 相転移と必要熱量(Q)

今、すべり面付近での変形層厚を5mmと想定し、有効空隙率0.1、岩盤の密度 $\rho=1.7g/cm^3$ 、土粒子の比熱 $Cb=0.8J/g \cdot ^\circ C$ とする。このとき地下水の温度を $15^\circ C$ と仮定すれば、水の比熱 $Cw=4.178J/g \cdot ^\circ C$ となる。すべり面での水頭を70mと想定していることから、飽和水蒸気圧は概ね8atmとなり国際研究用状態式(IAPWS-95)から約 $170^\circ C$ がすべり面深度での水の沸点となる。この場合、温度上昇幅で $155^\circ C$ 以上となる熱量が得られれば、すべり面地下水は沸騰し得る(液相-気相混合状態に変化し得る)。すなわち(1)式右边を使えば水蒸気になるのに必要な熱量は $Q=1,272,395J$ となる。

3.3 ヴェイパーロック現象と爆発

上記より $Q < W$ となり地震で移動した土塊の摩擦エネルギーが水を水蒸気にする可能性があることが示された。この状態の初期は水と泡の混合状態であると予想され、この間図2のように2秒と懸からない急速下での現象である。

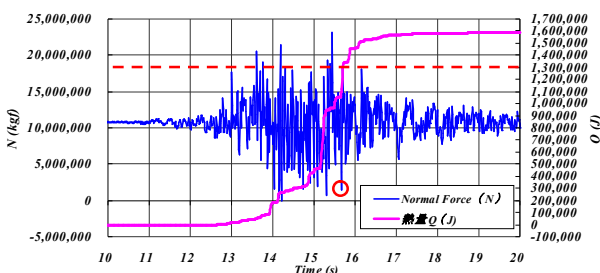


図3 垂直応力(N)の変化

つまり図3に示すような垂直応力(N)の変化

のなかで摩擦熱が発生し $Q \leq W$ となった瞬間(赤○)から気泡が生じ水と気泡の混合状態となっていると予想される。

ところで、ヴェイパーロック(vapor lock)は自動車のフットブレーキが過熱した際、伝達系統である液圧系統内部に気泡が生じ、そのために利かなくなる現象である。すなわち、液体はほとんど圧縮されないため効率良く圧力を伝えることができるが、熱の冷却が間に合わないで液体と気泡の混合状態下にあるとき、気体は容易に圧縮されるために圧力をうまく伝えることができなくなる。この状態がすべり面で生じるものと仮定する。つまりすべり面付近の状態において $Q \approx W$ になった瞬間から、蒸気(気泡)が発生し土塊の垂直応力(N)の変化に対して気泡の体積が縮んだり膨張したりするだけで、基盤に伝える圧力(荷重)が上らなくなって見かけの ϕ が0となるばかりか、移動時の微起伏を乗り越えるクッションアブソーバーが形成される(図4)。なお、等温状態では気体はボイルの法則より圧力と体積の積が一定である。すなわち $Q < W$ を超え気泡が出来た瞬間以降、土塊に上向きの加速度が働き N が急激に低下するとき(図3の赤○)、その瞬間に体積が爆発的に増加し移動体の加速を増加させる可能性もある。

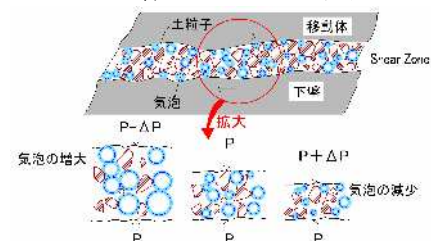


図4 ヴェイパーロック(vapor lock)の概念図

4. モデルの検証手法

気体への相転移に必要な温度が 170° であれば地質温度計としての方解石の晶出があるかもしれない。地すべり変動は短時間と予想されるので晶出量は少なくX線回折では検出困難な恐れがあるが、顕微鏡観察などで観察は可能であろう。また気泡の発生が剪断強度に与える影響を確認するには直接的にセン断試験装置に発熱装置を組み込み、強制的に気泡を作ることの一つの試みとして考えられる。

【参考文献】

- [1] 中村浩之(2009): わかりやすい砂防技術 (15) 地震と地すべり, 砂防と治水 Vol. 41, No. 2, Page65-69
- [2] 榎明潔(2007): 摩擦体としての土における安定と変形の解析法, 電気書院, pp266

七五三掛地区での地すべり緊急対策

国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所長 山口 真司
○新庄河川事務所 赤川砂防出張所長 大沼 秀幸

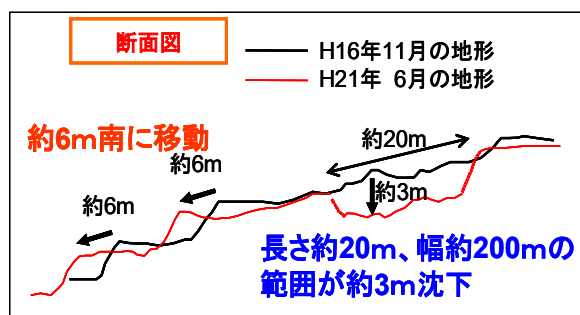
本文は平成21年6月12日に採択された「直轄砂防災害関連緊急事業」における山形県鶴岡市七五三掛地区での緊急対策のうち、国土交通省新庄河川事務所で施工した工事について、報告するものである。

1. 地すべりの概要と経緯、被害状況

地すべりによる亀裂は、平成21年2月25日住民の方が発見し、その後融雪とともに拡大し、道路、家屋等に被害が発生した。

鶴岡市では、亀裂の拡大が1時間あたり2ミリ以上を観測したことから、4月9日に3戸、4月17日には、新たに2戸自主避難を要請した。5戸(25名)の住民の方々は、市営住宅等に避難し、現在も自主避難のままである。

今回の地すべりは、幅500m、法長950m、深度25mと広範囲に広がっており、地盤の移動量を見ると、一日最大15cm、全体が南へ6mほど移動し、沈下した箇所は最大で3mに達したことが確認された。



斜面中央部の断面図



現地の被災状況

2. 山形県、国の対応

本地区はもともと、農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域であったことから、

山形県農林水産部としては、地すべり発生後、地質調査、監視体制の整備と応急対策工事にあたった。しかし、地すべりの移動が非常に速く緊急に対策が必要なこと、高度な技術力を要することから、山形県知事、鶴岡市長等地元から国土交通省に対し、対策工の強い要望があった。

国土交通省としては、地すべり活動によって人家に影響を及ぼす恐れがあること、また、地すべりによって、一級水系赤川に影響が想定されることから、「直轄砂防災害関連緊急事業」を採択し、緊急対策工事を実施することにした。また、山形県では、猫谷川、刈谷川への地すべりによる土砂崩壊や土砂流出を防止する目的に「災害関連緊急砂防事業(補助)」が採択された。

3. 観測体制

七五三掛地区の緊急工事は、地すべりが活発に挙動している中での作業となることから、作業員の安全確保及び避難態勢の構築が重要な課題となった。

そこで、常に地盤の動きを把握しながら作業を進められるよう、斜面の巡視、計器による観測や気象情報通報を行い、万が一に備え、観測態勢の充実を図った。

巡視頻度と設置した計器類は以下のとおり

- ・ 斜面巡視頻度 2回/日
- ・ 孔内傾斜計 4基
- ・ GPS観測 5箇所
- ・ 地中伸縮計 1基
- ・ 地下水位計 10基
- ・ パイプ歪・水位計 4基

4. 工事概要

今回の対象地区に、地下水低下を目的とした集水井を13基配置し、それを3つの工区に分けて施工を行った。

各工区の工事概要を以下に示す。

【1工区】集水井5基(W9.11.12.13.14)

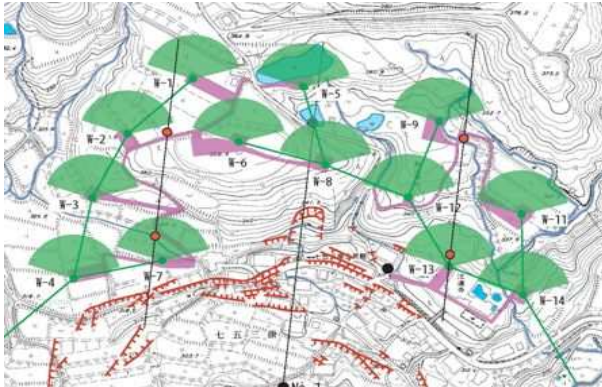
集排水ボーリング工6,086m

【2工区】集水井3基(W5.6.8)

集排水ボーリング工3,597m

ディープウェル13本 722m

【3工区】集水井5基（W1.2.3.4.7） 集排水ボーリング工6,048m



集水井配置図（※W-10は欠番）

5. 監督体制

降雪期までに工事を完成させるという時間的制約があり、設計と工事が同時進行で行われた。また、工期の算定から、昼夜の作業が必要となり、出張所の監督員に所内からの応援を加えた13名の監督員を配置し、夜間休日の立会や請負業者からの協議に対応した。

特に、連結集水井の施工のため、監督員詰所と各社の現場事務所を近隣に集めて、フェースツーフェースで連絡・調整をすることで、細部までの意思疎通を図るスムーズな現場運営を心がけた。

6. 今回の特筆する施工技術

七五三掛地区の活発に変動した集落より上部、注連寺・新山神社の存在する斜面は、一部凝灰質泥岩礫が混入する粗粒玄武岩起源の崩積土より構成され、地下水が多く、自噴する被圧地下水を含む脆弱な地層となっていた。

そのため、緊急工事は困難を極め、克服するための以下の技術が採用された。

（1）砂質シルトと湧水にウレタンが活躍

ライナープレートと掘削面の間に最大2.1m空洞が発生、検討の結果、24時間体制で注入が可能なウレタン注入で対処した。

（2）施工中の3,800L／毎分の湧水を克服

ディープウェル5基と工事用ポンプで、湧水を克服して、集水井を完成させた。

（3）注連寺本堂と七五三掛桜を守る施工

注連寺本堂の傾きを助長させない、七五三掛桜の老木を枯らさないため、薬液注入を実施し、集水井を完成させた。

（4）φ300mm以上の排水管の施工

連結排水による排水量から、90Aのガス管ではとても間に合わないため、φ300mmのST集・排水工法とφ400mmの小口径管推進工法

（ロックマン工法）による排水ボーリングを施工した。



ST集・排水工法

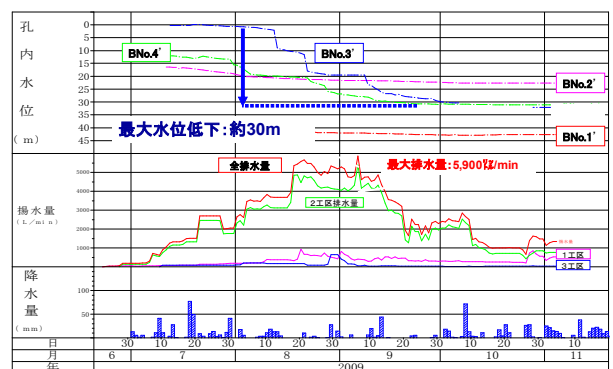
ロックマン工法

7. 観測結果から見る対策効果

地すべりの起因と見られる地下水については、地下水排除工の効果が顕著に現れ、集水井の施工直後より排水量の増加が見られた。特に、W5を含む2工区での排水量が多く、9月上旬には、5,900L／毎分の排水量を記録した。全体的に対策工の進捗に合わせて水位の低下が見られ、最大で30mの水位低下が確認された。

地盤の変動についてはGPSでの観測結果より、国土交通省施工の斜面上部については、今回の融雪期を過ぎても水平移動は確認されなかった。また、孔内傾斜計・パイプ歪計での観測結果については、対策当初に斜面東側の一部において変動が見られたが、水位の低下に伴い、変動の収束が確認されている。

以上の観測結果より、斜面上部においては、対策工事の効果が観測結果からも確認することが出来た。心配された融雪期に若干の水位上昇は確認されたものの、挙動に大きな変化はなく、集水井の効果は十分に発揮されていると思われる。



地下水位と排水量の推移

8. おわりに

平成21年6月12日に採択された「直轄砂防災害関連緊急事業」の災害協定に基づく出動要請を快諾いただき、重要な活躍をされた「東北地質調査業協会」会員に対し、厚く、御礼申し上げ、本報告を終了します。

山形県七五三掛地すべりの経緯と恒久対策計画について

東北農政局 森一司・寺田剛、国際航業(株) 高見智之

1. 地すべりの経緯(表-1)

山形県鶴岡市(旧朝日村)に位置する地すべり防止区域「七五三掛地区」は平成3年に農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域に指定され、山形県(農林水産部)によって対策事業が進められてきた。

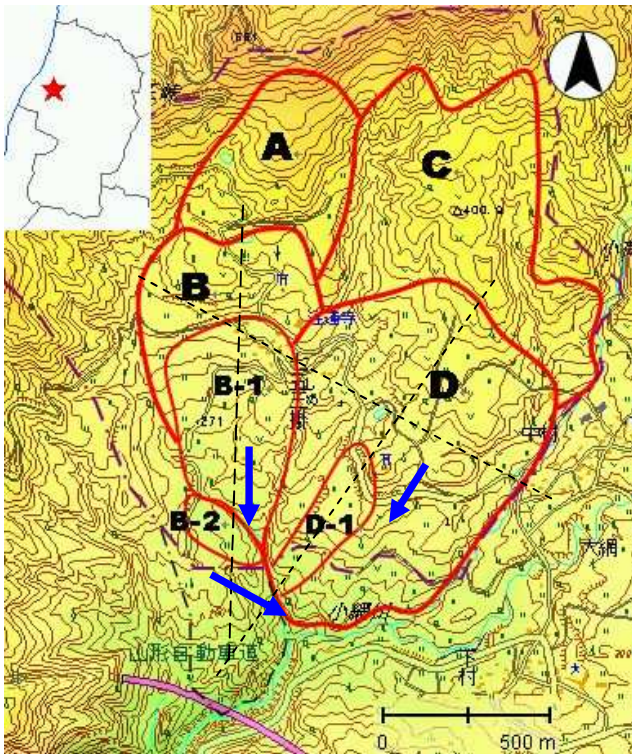


図-1 七五三掛地区地すべりブロック区分図
(A～D:ブロック名, 青矢印:概略移動方向, 一点鎖線:地すべり防止区域, 破線:図-4の断面位置)

ところが、平成21年2月にB-1ブロック頭部に位置する民家の敷地内に開口亀裂が発生してからは、最大移動速度15cm/日という急激な地すべりに発達し、6月末までの累積変位はB-1ブロックで約5m、B-2ブロックで約6mに達した。Bブロック(狭義のB, B-1, B-2)については、6月上旬から農林水産省、国土交通省、山形県(農林水産部および土木部)により緊急対策工事が実施され、7月上旬に概ね沈静化するに至った。

一方、Bブロックの東に隣接するDブロックでの調査・観測の結果、深度120mに達する大規模地すべりの継続的な活動が確認された。Dブロックについては現在暫定的にディープウエル3本による排水を行っているが、挙動を監視しながら必要に応じて井戸の追加設置

を行い、平成30年度までに排水トンネルを主体とした恒久対策を完了させる予定である。

表-1 これまでの主な経緯

H3/10/25	構造改善局所管地すべり防止区域に指定(A=225.25ha)、県営地すべり対策事業に着手
H18/5 D-1	ブロック頭部の市道路面にクラック発生
H21/2/20 B-1	ブロック頭部の民家敷地内に亀裂発生 →2/25 住民が鶴岡市に通報、亀裂間隔の観測開始
H21/4/7	集落背後の地山に亀裂発生
H21/4/9	3戸に自主避難要請、応急対策として地表および既設集水井からの水抜きボーリングを実施
H21/4/14	農村工学研究所によるGPS観測開始
H21/4/17	2戸に自主避難要請
H21/5	山形県が斜め下向き水抜きボーリングを試行 →効果乏しく3孔で中止、GPS増設(斜面ネット)
H21/5/18	山形県主催地すべり対策技術検討会開催
H21/6	農水省、国交省、山形県が緊急対策に着手(ディープウエル55本、集水井28基、水抜きボーリング8箇所、水路工、床固工、堰堤工など)、東北農政局に対策本部と現地対策室設置、GPS増設
H21/7	B-1, B-2ブロックの動きが沈静化
H21/7/30	農水省主催地すべり対策技術検討委員会
H21/8	GPSによりDブロックの活動を確認
H21/9	農政局がB-1, B-2ブロックへの集水井群に着手(地すべり活動中は施工できなかったため)
H21/10	B-1ブロック頭部浸透防止工着手(5戸6世帯の家屋、公民館などを取り壊して整地)
H21/11/11	農水省主催第2回技術検討委員会開催
H22/2/9	A=14.2haを地すべり防止区域に追加指定
H22/3	Dブロックにディープウエル2本設置
H22/4/1	農水省直轄地すべり対策事業「庄内あさひ地区」着工、総事業費65億円、工期H22-H30
H22/6	Dブロック頭部にディープウエル1本設置

2. GPS観測結果

GPSによるBブロックの累積水平変位を図-2に示す。平成21年5月中旬には15cm/日の移動速度を記録したが、同年6月下旬からディープウエル(深度は約30m)の連続運転が開始され、これに伴い地下水位が6~7m低下し、移動速度も急激に減少した。7月以降は、ほぼ横這いで推移している。

一方、図-3に示すように、Dブロックでは平成21年7月の観測開始以降、緩慢な動きが継続し、平成22年3~4月の融雪期には移動

速度の増加が観測されたが、5月以降は小康状態にある。なお、Dブロック内のD-1ブロックは、平成18年5月以降、毎年の融雪期ごとにわずかな変位が観測されていた。

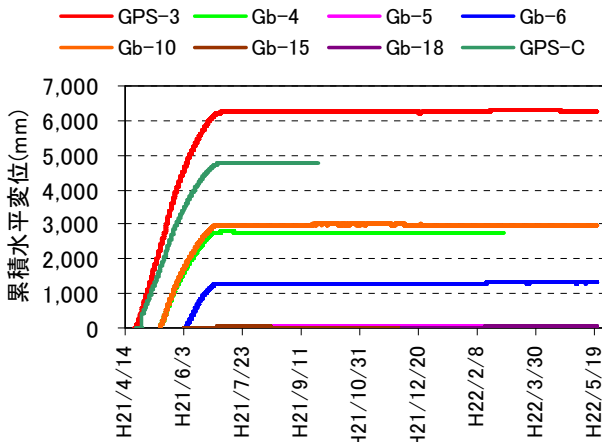


図-2 GPSによるBブロック累積水平変位
(GPS-3はB-2、Gb-4, 5, 6, 10, GPS-CはB-1、Gb-15、Gb-18はB<狭義>の各ブロック内に設置)

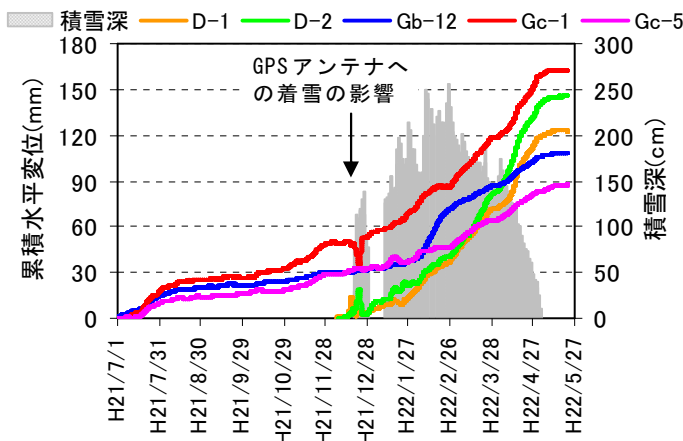


図-3 GPSによるDブロック累積水平変位
(D-1はD-1ブロック、それ以外はDブロック内)

図-1に示すように、各ブロックの移動方向は、B-1がほぼ南であるのに対し、B-2は南東、Dは南南西となっている。B-2ブロックはB-1ブロックに押されたことにより受動的に動いたと考えられるが、B-1ブロックとDブロックの力学的関係は今のところ不明である。

3. 地すべりの構造

地質は下位より新第三紀中新世の凝灰角礫岩、砂岩泥岩互層、粗粒玄武岩からなり、B-1, B-2ブロックのすべり面は泥岩と粗粒玄武岩との境界付近、Dブロックでは泥岩中に形成されている。孔内傾斜計により確認されたすべり面深度はB-1ブロックが25~30m、Dブロックが最大120mである。BブロックおよびDブロックの主測線沿い及びB~Dブロック

を横断する地質断面図を図-4に示す。

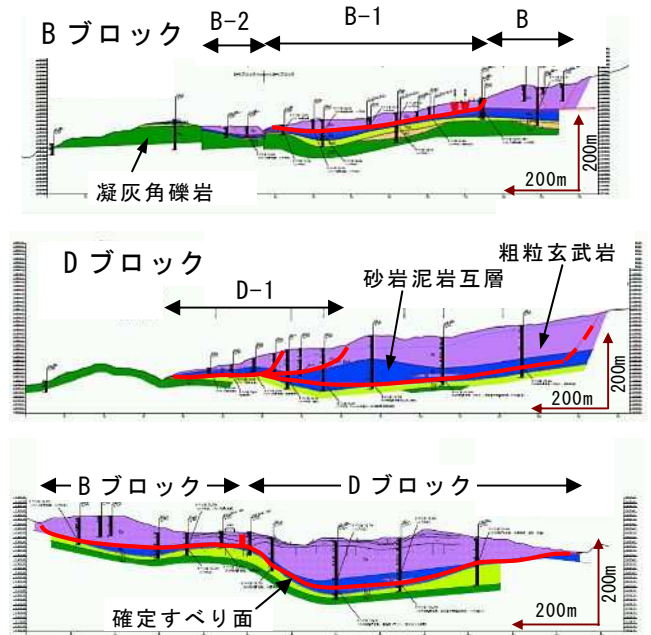


図-4 Bブロック及びDブロック地質断面図

4. 恒久対策計画

移動土塊量はB, Dブロック合計で約6,000万 m^3 と見積もられ、そのうち約2,200万 m^3 が河川に流出すると想定すると、農業用水の取水施設である赤川頭首工の機能が損なわれ、庄内平野約1万haの農地へ甚大な被害が及ぶおそれがある。このため、農林水産省直轄地すべり対策事業「庄内あさひ地区」で恒久的な対策を講ずることとしており、地すべりの規模が大きく、すべり面も極めて深いため、図-5に示すような排水を主体とする抑制工を施工する計画である(平成22年6月時点)。

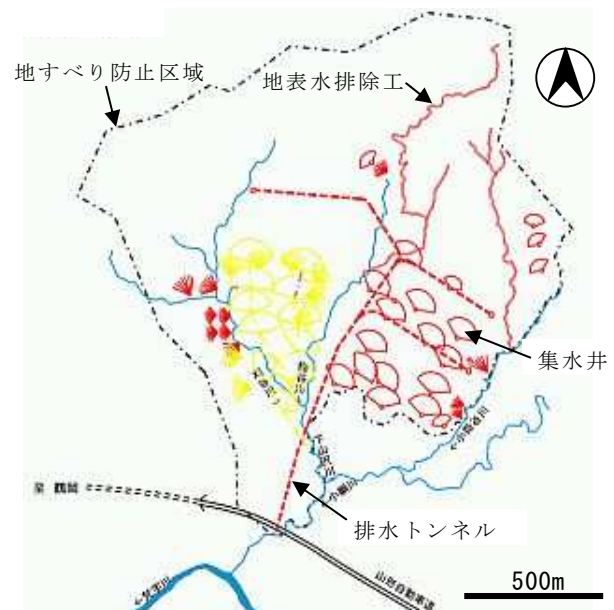


図-5 庄内あさひ地区全体計画図
(黄色の表示はH21緊急対策で施工済)

地質調査業の停滞は誰の責任か (超簡易型ボアホールカメラ撮影で解決できないか)

太田 保

はじめに

地質調査業の停滞が叫ばれて久しいがなかなか改善の兆しが見えない。高度成長時代は新規事業で道路、ダムなどを作る事が最優先されてこの成長をリードしてきた。しかし、公共投資は最高時に比べ40%にまで落ち込んだ昨今では新規の大型公共事業はほとんどなくなり、既存構造物の維持管理に関連する現地調査や砂防対策の既存データ整理などの業務がほとんどで、若手の地質技術者が活躍できる業務が非常に少なくなった。また、地質図の平断面図はCADで作図する事が増えて、綺麗な着色も可能であるため見かけは大変綺麗な図面となった。しかし、この綺麗な図面とは裏腹に地質分布や断層などの地質構造を正確に解析した図面は非常に少ないのが現状である。私が現在開発中の汎用型ボアホールカメラを用いる事でこれらを解決できるのではないかと考えている。

1、地質調査業の現状

ダムや原子力発電所等の大型建設構造物や高速道路網の整備などの地質調査も大幅に減少した関係で高度成長期には一般的に行なわれていた地表地質踏査がほとんど行われなくなった。地質調査の主体は単発的な切土調査、橋梁などの支持層の岩盤調査となっている。このため、地質調査はボーリングや弾性波探査調査がほとんどで、切土では弾性波探査の縦横断の交点で数本のボーリングを行い、岩盤の風化度から、軟岩や硬岩を判断して土工指針から切土などの勾配を求めている。全体の広がりや弾性波値から判断しているが、これは切土法面の勾配に大きく影響する、断層などの地質構造はまったく無視された地質解析を行い、これのデータから設計者が勾配を単一的に決めて納品しているが、実際の施工ではこの断層などの地質構造に由来した崩壊が頻発し手戻り工事が多いのも現状である。

2、汎用型ボアホールカメラの現状

現在、国土交通省のNETIS登録をしている当社で開発したボアホールカメラは市販の安い水中カメラを用いて撮影し、このデータをデジタルビデオとして記録する

他直接観察するものである。

このボアホールカメラは以前からあり、ダムや原子力発電所などの大規模構造物では頻繁に使われていたがかなり高価な調査であり、切土などの一般的な地質調査に用いられることは極めてまれであった。

しかし、最近発行ダイオードの開発が進みかなり安い価格でこのダイオードを使った水中カメラも販売されるようになった。

そこで、このカメラを用いて、ボーリング孔壁を見られるように局部的な改良を加え、ボーリングマンも掘削のツールとして用いる事が出来るようにパソコンも用いずにローテクノロジーなメカニズムのみで作成した。この汎用型ボアホールカメラの位置付けとしてはボーリング孔壁をみる覗き棒やハンマー換わりと考えている。この成果を得るためには挿入中に回転等をしない事が重要なので、硬い可とう管やアルミパイプなどの押し棒で対応している。

3、汎用型ボアホールカメラを地質調査に導入する効果

ボーリングコアでは判断できない断層などの亀裂の走行傾斜が求める事が出来る。これと、ボーリングコアとを比較検討する事で1本のボーリングでも3次元的な地質解析が可能になり、数本のボーリングでもより精度の良い地質解析ができ、切土などの地質解析を通して、より精度の良い切土勾配やロックボルトなどの対策工法の検討が出来る。

現在はボーリングコアだけでは位置情報がなく、断層などの亀裂の方向性がつかめない事は地質解析を主業務とする技術者では衆目の一致することである。この地質調査にボアホールカメラを取り入れれば良い事は知っているがお金がかかり、この解析結果を生かす発注環境ではなかった事が大きい。以前なら、広域な地表地質調査を行い、この結果より地質構造を推定してこれらを確認するために調査ボーリングを行う事が一般的であったが、最近では弾性波探査の精度を確認するためのボーリングとなり地質構造まで解析されていない。また、解析できる能力も欠けている。

最近ではこのボアホールカメラの撮影画像から簡単に展開図やボーリングコア状に出来るソフトによるビットマップも出来るのでボーリングコアとの比較は比較的容易になった。

この様に、ボーリングコアに見られる亀裂などの位置情報を同定することにより、この亀裂などの方向も判明して流れ盤の実態も明らかになる他、多くの地質情報から切土後の法面をスケッチ図として表現できる。これらを作成することにより、若い技術者も地質解析が大幅に向上して、地表踏査に代わる情報での地質解析も可能である。

4、問題点及び解決方法

この汎用型ボアホールカメラとボーリングコアを比較検討する地質解析は昔から地質技術者の憧れの地質調査であったがボアホールカメラの価格が高く専門の技術者が操作する必要があるため一般の地質調査までは普及しなかった。

今回提案する汎用型のボアホールカメラは操作性が簡単でボーリングオペレーターや地質解析技術者も簡単に操作して観察する事が出来る。この撮影記録はDVDに保存でき、これから詳細を検討する場合には展開図ソフトで処理できる。

濁水の無い空孔では問題なくこのボアホールカメラを活用できるが掘削直後や定常的に水位以下では濁水対策が必要である。

従来は、沈殿剤を入れて半日ほど放置した後測定するのが一般的であるため、このボアホールカメラの撮影には調査日数がかかるのが一般的であった。

しかし、これでは業務単価が切り下げられている現状では負担が大きいため、濁水中にビニールスリーブを細い塩ビ管の押し棒と共に挿入して下部から水道水などの清水を入れて水圧パッカーを作って撮影する方法でこの時間的な短縮や綺麗な撮影に成功したのでこの問題は解決された。

この他の問題点としてはこの汎用型ボアホールカメラを用いた地質解析の標準仕様が認知されていないため、歩掛りが無い事である。良いとは分かっているが、普及しないのはこの調査法が一般化しておらず、やらなくても同じ業務価格であるため、差別化されていない事が大きな問題である。

これが差別化され、「断層等の構造が認められた場合はボアホールカメラの画像により解析する事」との一行が入ればこの業務

の付加価値が大幅に上がり、地質解析の精度も飛躍的に向上するため、施工の手戻りも大幅に減少できる地質解析が行なわれ結果的には地質調査費用の縮減と公共投資の削減となる。

このボアホールカメラとボーリングコアの比較検討から多くの地質情報が得られ、このデータを若い地質技術者が昔、地表踏査との比較から求めた地質解析と同様に解析する事が出来れば若手の技術者の地質解析能力が飛躍的に向上して若手の地質調査技術者が活躍できる場が出来て、地質調査の停滞は解消されるものと考えられる。

5、まとめ

以上についてとりまとめると

- ① 地質調査業の停滞は若者に昔の様な地質調査の場を与えていないことが問題である。地質調査の単価が低くなるのにあわせて地質解析の質を下げるのは間違っている。
- ② 地質調査の重要な調査であるボーリングはボーリングコアが回転するため位置情報を持っていないことが昔から言われ、ダムなどの大規模構造物ではボアホールカメラによる観察で解決されてきた。最近はダムなどの大規模構造物が少ない事と調査費が高く、操作が難しいので放棄されていたのでこの問題は解決されなかった。
- ③ 今回提案する、当社で開発した汎用型ボアホールカメラは取り扱いが簡単で誰でも使えて位置情報を直接観察したら、DVD記録から展開図も作成するためこれとボーリングコアを比較すれば亀裂などの位置情報を多く観察同定できるため若手地質技術者に地質情報を与えて解析させることが出来て、今までは地質解析もされず手戻りの崩壊事例が多かった切土法面の地質解析もできる場を提供できる。
- ④ この汎用型ボアホールカメラとボーリングコアを比較検討してコアに位置情報を与えて地質調査の標準化仕様に高めて解析する事に技術経費を見れば付加価値が上がり、若い地質技術者も活躍の場を与えられ停滞した地質調査業界も蘇ると思われる。

以上

みちのく GIDAS 上に統合した地質・地盤・災害情報

布原啓史¹⁾・森 友宏²⁾・矢内浩二³⁾・中野将志⁴⁾

¹⁾ (株) テクノ長谷 ²⁾ 東北大学大学院工学研究科 ³⁾ (社) 東北建設協会 ⁴⁾ (株) 近代設計

1. システム開発の背景

これまで、国、地方自治体、民間企業等は、多数のボーリングや各種地盤工学的試験を実施してきた。それらの地盤情報は、当初の目的が達せられるとそのまま廃棄されるか、保管されている場合でも、各機関に散在しており、死蔵あるいは散逸の危機に瀕している。

1980～90年代以降、地盤情報は徐々に電子化され、各機関によって個別の目的に応じて集積されるようになった。例えば、国土交通省では、国土地盤情報検索サイト KuniJiban を構築し、全国 11 万件以上の地盤情報を電子国土上に集積し、web 上で公開している。また防災科学技術研究所ほかは、平成 18 年度より 5 年間の計画で、「統合化地下構造データベースの構築」を開始した。統合化地下構造データベースでは、表層から深部に至る地下構造データベース（防災科学技術研究所）、地質図データベース（産業技術総合研究所）、地盤力学情報データベース（土木研究所）など研究機関ごとに構築されているデータベースを代表的なオープンソース GIS を利用して、ネットワークで結んで相互に利活用する分散管理型システムを開発している。

2. とうほく地盤情報システム（愛称：みちのく GIDAS）の概要

このような動きを踏まえて、(社) 東北建設協会と(社) 地盤工学会東北支部は 2008 年から共同で、東北地盤情報システム研究会を立ち上げ、これまで蓄積された地盤情報や災害情報を取りまとめ、東北地方の地域性や特性に根ざした地盤情報システムを開発した。本システムの特長を以下に列記する。

- ・本システムは webGIS として開発され、一般向けに無料で公開される。システムの概念図を図-1 に、画面表示例を図-2～図-5 に示す。
- ・ユーザーは web ブラウザ上で、地形図や東北地方デジタル地質図を背景とし、その上に、ボーリングデータや災害履歴データなどの地盤情報を重ね合わせて閲覧できる。
- ・情報画層（レイヤー）ごとに表示/非表示を切り替えることができる。

- ・本システムは、GIS エンジンとして MapServer、空間データベースとして PostGIS / PostgreSQL、web サーバーとして Apache 等を利用している。本システムは統合化地下構造データベースと調和的であり、分散管理型ネットワークシステムとの適合性を有する。
- ・使用するデータの形式は、ボーリングデータが XML 形式、メッシュデータが CSV 形式、ポリゴンデータは SHAPE 形式である。
- ・ボーリングデータ（XML 形式）及び Google Earth データ（KML 形式）を半自動的に取り込むことができる。
- ・登録ユーザーは有料のオプション機能を利用して、独自のレイヤーを持つことができる。独自のレイヤーにボーリングデータやポイントデータをユーザー側のパソコンからシステムサーバーに登録できる。さらに、登録したデータを公開にするか非公開にするかを選択することができる。

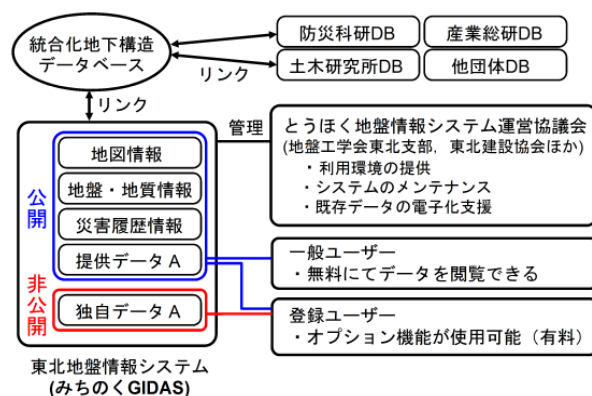


図-1 システム概念図

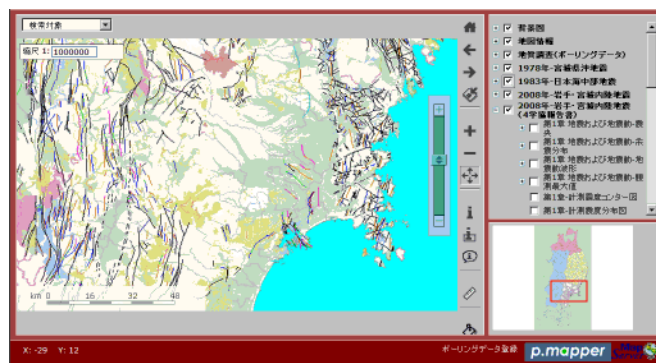


図-2 画面表示の例（東北地方デジタル地質図）

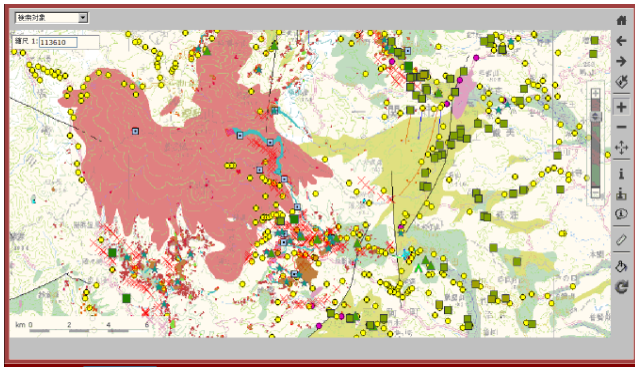


図-3 画面表示の例(2008年岩手・宮城内陸地震の斜面変動・災害発生箇所)

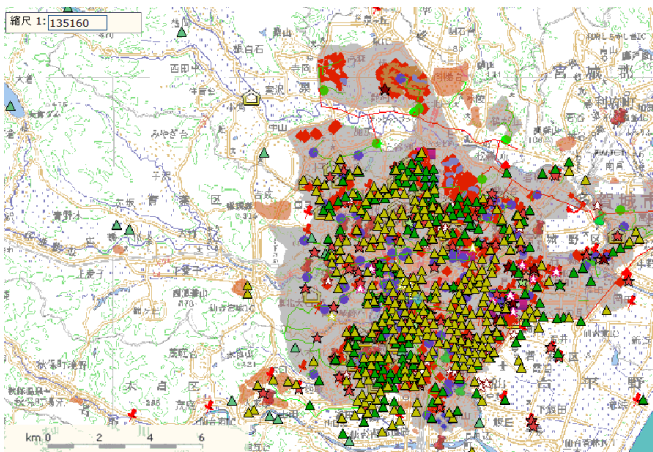


図-4 画面表示の例(1978年宮城県沖地震の被災履歴データの例)

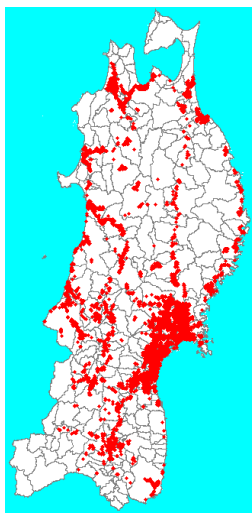


図-5 画面表示の例(ボーリング柱状図の登録状況)

3. 登録されている主なデータ

みちのく GIDAS には、国土地理院の 20 万分の 1 地勢図、2 万 5 千分の 1 地形図や東北地方デジタル地質図を背景図とし、その上に各種ボーリングデータや災害履歴データを表示できる。現在、システムに格納されている主なデータを表-1 に示す。

表-1 みちのく GIDAS に格納されている主なデータ

データ名	説明
20 万分の 1 地勢図	国土地理院発行
2 万 5 千分の 1 地形図	国土地理院発行
行政界・海岸線	国土数値情報データ
東北地方デジタル地質図	東北地方に分布するすべての地層の地層名や岩相、時代や硬軟区分が閲覧できる GIS 地質図 精度 20 万分の 1、2006 年(社)東北建設協会発行
宮城県地震地盤図	78 年宮城県沖地震後に作られた地盤図。 微地形区分図・表層地盤区分図・地震地盤解析基礎図(縮尺=5 万分の 1)。昭和 60 年宮城県発行
ボーリング柱状図	国土交通省 KuniJiban : 約 7500 本 宮城県ボーリングデータ : 約 5300 本 (社)地盤工学会 : 約 600 本
災害情報	1978 年宮城県沖地震に関する各種文献に示される被害情報 2008 年岩手・宮城内陸地震被害情報(データ提供:地盤工学会東北支部、4 学協会など)

4. 今後の展望

現在、とうほく地盤情報システムの試行版を構築し、web 上での公開に備えると共に、システムの運用を担うみちのく GIDAS 運営協議会(仮称)の設立を準備しているところである。今後は、自治体や企業を対象に、本システムへの参加を広く呼びかけることで、各機関に散在しているボーリングデータをできる限り集め、データベースに集積していく。また、紙ベースで編集された過去の災害情報を順次 GIS 化するとともに、来るべき X 年宮城県沖地震など、災害時の情報共有プラットフォームとしての使用を検討していく。

参考文献

- 1) 地盤情報の集積および利活用に関する検討会(2007): 地盤情報の高度な利活用に向けての提言～集積と提供のあり方
- 2) JACIC 情報 86(2007): 特集地盤情報
- 3) 藤原広行(2009): 「統合化地下構造データベースの構築」の全体計画、第 3 回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集、p1-4
- 4) 大井昌弘(2009): 分散管理型システムによる地下構造データベースの連携、第 3 回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集、p37-44

一般社団法人日本応用地質学会 東北支部
第 18 回研究発表会講演集

平成 22 年 7 月 23 日発行

編 集 一般社団法人日本応用地質学会東北支部事務局

応用地質株式会社 東北支社 内

仙台市宮城野区萩野町 3-21-2 TEL:022-237-0471

学会 E メール : jseg_tohoku@yahoo.co.jp

ホームページ : <http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/tohoku/>
