

まえがき

我が国ではその地形、地質、社会経済等の特性により毎年全国各地で土砂災害が頻発しており、甚大な被害が発生しています。最近でも平成 16 年には相次ぐ台風や新潟県中越地震等により 2,500 件を超える土砂災害が発生し、平成 17 年には台風 14 号により九州地方で多数の土砂災害が発生しています。さらに平成 18 年には梅雨前線による集中豪雨等により約 1,400 件の土砂災害が発生し、平成 20 年には 6 月に岩手・宮城内陸地震により山地流域を中心として多数の斜面崩壊、土石流が発生して多くの人命が失われるとともに、多数の天然ダムが形成されて下流の住民への二次災害の発生の危険性が高まりました。また、平成 21 年 7 月には中国・九州北部豪雨により多数の土石流、斜面崩壊が発生して多数の尊い生命が失われております。

このような相次ぐ大規模な土砂災害を防止・軽減するためにハード対策、ソフト対策の両面から砂防事業、治山事業が進められてきました。しかしながら現今の公共事業費抑制の流れの中で、砂防事業、治山事業の予算は減少傾向が続いており、限られた予算の中で人命や地域の社会経済を土砂災害から守るためにはこれまでも増して効果的な事業の実施を行う必要があります。

最近の砂防事業、治山事業に係わる技術の進歩は目覚ましいものがあり、既存のものに比べて格段に優れた技術や製品が登場してきております。しかしながら、最新であるために一般には知られていない場合が多く、現場の技術担当者の皆様には十分には伝わっていない場合が多いと考えられます。このようなことから、(社)砂防学会では砂防事業、治山事業の調査、計画、設計、施工、維持管理に係わる最新の技術を、現場で担当されている学会員の方々に紹介するために「砂防技術総覧」を出版することとなりました。

初版は特に、「調査・観測・監視に関する技術・製品」および「工事・施設に関する製品」に関しまず最新の情報を集大成しております。これらの技術や製品をご覧になられて対象とする地域の特性や事業の目的に適した製品や技術をご検討いただき、効果的で効率的な事業の推進にお役立ていただきますことを期待しております。

さらに、今後も最新の技術や製品について異なる分野も含めて随時追加することを予定しておりますので、続版を含めてご活用いただきますようお願い申し上げます。

平成 21 年 10 月

(社)砂防学会会長 水山 高久

目次

I. 調査・観測・監視に関する技術・製品

1 侵食調査・水文・流砂量観測

防災教育教材用 砂防流砂実験水路	京都大学大学院農学研究科森林科学 専攻山地保全学分野	I-1-1
地山（河岸・溪岸）の侵食抵抗力試験法	財団法人 建設技術研究所	I-1-2
2次元ビデオディストロメーター（2DVD）	株式会社ハイドロテック	I-1-3
ハイドロフォンを使用した流砂量観測装置	株式会社ハイドロテック	I-1-4

2 リモートセンシング・測量

画像解析による河床状況把握	アジア航測株式会社	I-2-1
航空レーザ計測等を活用した整備対象林分の抽出	アジア航測株式会社	I-2-2
赤色立体地図による高精度微地形判読	アジア航測株式会社	I-2-3
レーザ計測データによる崩壊地判読支援技術	国際航業株式会社	I-2-4
多時期のレーザ計測データを用いた地形解析技術	国際航業株式会社	I-2-5
合成開口レーダ（SAR）を用いた土砂移動監視	国際航業株式会社	I-2-6
地上・地下開度をを用いた高精度微地形表現技術	株式会社パスコ	I-2-7
フルウェーブフォーム航空レーザ計測による樹林内情報の取得技術	株式会社パスコ	I-2-8
人工衛星（合成開口レーダ）による地形・水域変化の抽出技術	株式会社パスコ	I-2-9
土砂量算出のための高精度 DEM 補正技術	国際航業株式会社	I-2-10

3 土石流シミュレーション・監視システム

FEM 土石流シミュレーション	国土防災技術株式会社	I-3-1
二次元氾濫数値シミュレーションモデル New-SASS	財団法人 砂防・地すべり技術センター	I-3-2
可変メッシュ対応型二次元氾濫シミュレーション技術	住鉱コンサルタント株式会社	I-3-3
災害対策用可搬型土石流監視システム	日本無線株式会社	I-3-4
土石流監視システム	日本無線株式会社	I-3-5
ソーラー式無線警報システム	北陽建設株式会社	I-3-6

4 天然ダム・火山活動等調査観測

土研式投下型水位観測ブイ	株式会社 拓和	I-4-1
シミュレーション技術を用いた天然ダム被害影響調査	(財)砂防フロンティア整備推進機構	I-4-2
火山監視システム	日本無線株式会社	I-4-3
簡易型振動検知式土石流センサー	株式会社 拓和	I-4-4

5 砂防事業・砂防情報・警戒避難

事業優先順位設定手法	株式会社エイト日本技術開発	I-5-1
ラフ集合を応用した重要要因及び規則性（ルール）の抽出	株式会社エイト日本技術開発	I-5-2
砂防関連情報管理システム	(財)砂防フロンティア整備推進機構	I-5-3

土砂災害警戒区域等管理システム	(財)砂防フロンティア整備推進機構	1-5-4
災害時緊急 Web サイト	(財)砂防フロンティア整備推進機構	1-5-5
スカイビューマップ	(財)砂防フロンティア整備推進機構	1-5-6
3次元地形データ管理システム	(財)砂防フロンティア整備推進機構	1-5-7
RBFN を活用した土砂災害発生危険基準線の高度化	中電技術コンサルタント株式会社	1-5-8
サポートベクターマシンによる災害危険度評価	西日本技術開発株式会社	1-5-9
小型模型水路を用いた砂防事業の効果説明	アジア航測株式会社	1-5-10
ユビキタス技術を活用した砂防施設管理システム	株式会社パスコ	1-5-11
モバイル版 GIS エンジンを搭載したタブレット型台帳	株式会社パスコ	1-5-12
モバイル GIS によるフィールド調査	国際航業株式会社	1-5-13
6 地すべり・斜面調査観測		
HMS (自動観測システム)	株式会社エイト日本技術開発	1-6-1
振動計測による岩盤斜面診断	応用地質株式会社	1-6-2
挿入式孔内傾斜計/孔内カメラ	応用地質株式会社	1-6-3
土壌水分計付貫入計による斜面調査技術	京都大学大学院農学研究科	1-6-4
Web 型自動観測システム	国土防災技術株式会社	1-6-5
すべり面せん断試験	国土防災技術株式会社	1-6-6
山地斜面における3次元広域地震応答解析	国土防災技術株式会社	1-6-7
超音波検層 (BHTV)による不連続面解析	国土防災技術株式会社	1-6-8
SH 型貫入試験機	財団法人 砂防・地すべり技術センター	1-6-9
地中音測定装置	株式会社 拓和	1-6-10

II. 工事・施設に関する製品

1 鋼製堰堤・流木止		
C B B O型砂防えん堤	共生機構株式会社	11-1-1
I N S E M-ダブルウォールえん堤	共生機構株式会社	11-1-2
△型流木止	共生機構株式会社	11-1-3
スーパーセルえん堤	共生機構株式会社	11-1-4
テンサーダブルウォール	共生機構株式会社	11-1-5
鋼製土石流制御工「ブルメタル TM」	株式会社 神戸製鋼所	11-1-6
鋼製透過型砂防えん堤「格子形-2000C」	株式会社 神戸製鋼所	11-1-7
J-スリットえん堤	J F E 建材 株式会社	11-1-8
2 堰堤型枠		
残置型枠 S S S フォームレス工法	共生機構株式会社	11-2-1
残置型枠 間伐フォームレス工法	共生機構株式会社	11-2-2
S B ウォール工法	共和コンクリート工業株式会社	11-2-3
無人化施工用型枠ブロック (ムジンガー)	共和コンクリート工業株式会社	11-2-4
3 地すべり・斜面・天然ダム対策工		
環境負荷の少ない固化材を用いた E C O バインド工法	国土防災技術株式会社	11-3-1

荒廃地での植生回復を可能としたタフグリーン工 法	国土防災技術株式会社	11-3-2
斜面崩壊対策工・インパクトバリア工法	東亜グラウト工業株式会社	11-3-3
高強度ネット斜面安定工・パワーネット工法	東亜グラウト工業株式会社	11-3-4
天然ダム対策・DBR工法について	(財)砂防フロンティア整備推進機構	11-3-5

更新履歴

- 2011年2月 I-4-4 追加
- 2012年5月 I-4-4・I-2-5 更新、I-2-6~I-2-9・I-5-10・I-5-11 追加
- 2013年4月 I-2-8 更新、I-5-12~I-5-13 追加
- 2014年4月 I-2-10・I-6-10 追加

防災教育教材用 砂防流砂実験水路

京都大学農学研究科森林科学専攻山地保全学分野

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 (TEL. 075-753-6087)

キーワード: 急勾配水路, 防災教育, 学生実験, 流砂, 砂防えん堤

1. 概要

大学、大学院の砂防の講義の中で、土石流、土砂流、掃流とはどんなものか、砂防えん堤がどのように土砂をコントロールするかを理解させるには、実際の流れを見せるのが最も効果的です。この実験水路で、講義中の教壇の上でこのような流れを見せることができます。複数の水路を準備すれば、学生実習の中に取り入れ、グループで実験させることも出来ます。長さ1mで、0°から30°まで5度ずつ変化させるもの(MDC-1型)と、長さ2mで、チェンブロックで連続的に勾配を変化できるもの(MDC-2型)があります。堰上げ、跳水など流れの実験、透過型砂防えん堤など各種の砂防構造物での土石流、掃流の挙動、貯水池堆砂などを目で見て体感できます。土砂災害防止月間の展示にも有効でしょう。この水路を用いて、土石流の発生機構に関する基礎的研究が行われ、博士論文も出来上がっています。

2. 仕様 (MDC-1型)

実験水路; W70mm, D160mm, L1m、アクリル樹脂製 (MDC-2型は、L2m)

循環流量; 最大流量400cc/sec
フラップ式流量計附属

ポンプ; 口径20A、AC100V-50/60Hz、4.5W

水路勾配; 0°から5度間隔に30°まで7段階
(MDC-2型は、チェンブロックで連続的に設定可)

貯水槽; 容量30リッター、ステンレス製

外形寸法; W約400mm, H1m, L1.4m

装置重量; 総合約25kg

3. 特徴、利点

- ①簡単に組立・分解が出来、一人で持ち運びができます。
- ②現地で必要なのは、AC100V電源と、25ℓの水だけです。配管もワンタッチです。
- ③水路底の粗度の交換やダム模型の設置もワンタッチ動作です。
- ④実験には、自然砂、ガラスビーズ、プラスチック球を使います。
- ⑤それらは、貯水槽の網籠で受け、すぐに水路に戻すことができます。
- ⑥フラップの流量計で循環流量が直ちに確認できます。
- ⑦ステンレス、アルミ、アクリルで製作されていますの

で、使用に間隔があいても錆付く心配がありません。

3. 注文、製作

この水路を製作していた業者は廃業いたしました。ご希望があれば、図面をお見せし、製作者を紹介いたします。価格はあくまで参考値ですが、MDC-1型で95万円、MDC-2型で125万円程度です。



図-1 MDC-1型



図-2 MDC-2型

4. 導入実績

- ・ネパール王国砂防水理実験施設
- ・京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー

5. 参考文献

水山高久、Untung Budi Santosa、福原隆一: 砂防流砂実験水路による流砂形態と砂防ダムの機能に関する実習、砂防学会誌45-4, p.30-32, 1992

【問合せ先】

森林科学専攻 担当; 水山高久 (TEL. 075-753-6087)

地山（河岸・溪岸）の侵食抵抗力試験法

財団法人 建設技術研究所

本 部 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1丁目18番地 (TEL. 03-3254-9481)

筑波試験所 〒300-2633 茨城県つくば市遠東904番地1 (TEL. 029-847-3781)

キーワード：侵食抵抗性、噴流、溪岸、現地簡易侵食試験、可搬型試験機

1. 概要

水流によって発生する溪岸侵食は生産・流出土砂の推定に大きく影響いたします。溪岸は一般に粘着性を有し、場所毎に性質が異なります。溪岸材料を乱さないように採取して試験室で侵食試験を実施することは困難です。しかし、粘着性材料の粘着力と侵食速度の関係は依然として不明な点が残されており、斜面勾配の急な山間溪流での侵食試験を数多く実施し、精度向上を行う必要があります。当財団では、小型軽量で安価かつ、簡易な現地侵食試験手法として噴流実験による現地侵食試験手法（CRL-AET：Civil engineering Research Laboratory-Anti Erosion Test）を開発しました。

2. 特徴

(1) 解析方法

CRL-AETは、市販の電動式噴霧器の噴出口に直径1.2mmの直噴流用ノズルを取り付け、対象とする材料面に対して噴射距離50cmの位置から直角に噴射し、噴射継続時間と侵食深から侵食速度を推定するものです。当財団では噴流試験の結果と水路実験から、噴流による侵食速度と流水による溪岸の侵食速度との関係式として次式を提案しております。

$$E/u_* = 0.01035(E_j/V)^{0.903} \quad (1a)$$

E：溪岸と平行方向の流水による

侵食速度 (m/s)

u_* ：摩擦速度 (m/s)

E_j ：噴流による侵食速度 (m/s)

V：噴流のノズル出口における

平均速度 (m/s)

(2) 利点

式(1a)は無次元表示であることから、日本の代表的な粘着性材料に対して、噴流と流水による侵食速度の普遍的・統一的な関係をしています。

本試験手法(CRL-AET)は現場に試験機を持参し、侵食試験を行うため、現地の粘着性材料を乱さずに試験できます。試験に使用する材料は水のみであるため溪流など、どこでも調達することができます。また、現地の水を用いることから、環境に及ぼす影響はほとんどありません。

試験機は充電式バッテリーによる電動式噴霧器をベースに製作していることから、試験機を背負って携帯でき、斜面でも安全に試験作業が行える特長を有しています。

(3) 活用が期待される場面

本試験法を用いて河岸・溪岸等の侵食抵抗力を的確に評価できることは、河川・砂防計画を立案する上で、生産・流出土砂量の推定に大いに寄与するものと考えています。

なお、当財団では既に、日本を代表する山間溪流の粘性土の領域のほとんどの計測データを採取しており、噴流による現地侵食試験結果から溪岸の侵食速度が推定できると考えております。

3. 導入実績・特許等

特許出願中 河岸・溪岸の侵食速度予測方法
(特願 2006-43618)

【問合せ先】

担当 しょうざわまさゆき 正沢勝幸 (TEL. 029-847-3781)

2次元ビデオディストロメーター（2DVD）

株式会社ハイドロテック

本 社 〒529-1642 滋賀県蒲生郡日野町上野田 8 7 6 番地 (TEL. 0748-52-1748)

キーワード: 2DVD, ディストロメーター, 雨滴, 粒径, 落下速度, CCDカメラ

1. 概要

本装置は、JOANNEUM RESEARCH（オーストリア）が開発した光学式のディストロメータです。2方向からスリット状に照射されたビームを2台CCDカメラが捉える構造となっており、100mm×100mmの測定枠の中を降下する、全ての雨滴や雪片の形状と落下速度を測定することができます。

2. 特徴

2方向ビームの領域を通過する粒子の遮蔽率から粒径、上下2つのビーム面を通過する時間差から落下速度を測定します。本装置は降水粒子を横方向から2台のカメラで画像として測定・処理することで粒子の長軸と短軸（扁平率）、雪片を精密に測定することができます。測定されたデータから雨量、ヒストグラム（粒径分布、降雨速度、扁平率など）を作成しコンピュータ上に表示いたします。

当社では、本装置の設置調整、遠隔制御・監視システムの設計製作、雨量計、超音波風向風速計を組み合わせたシステムの導入などを行っています。

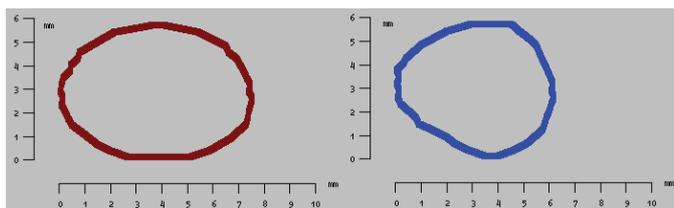


図-2 2台のカメラで測定された雨滴の様子

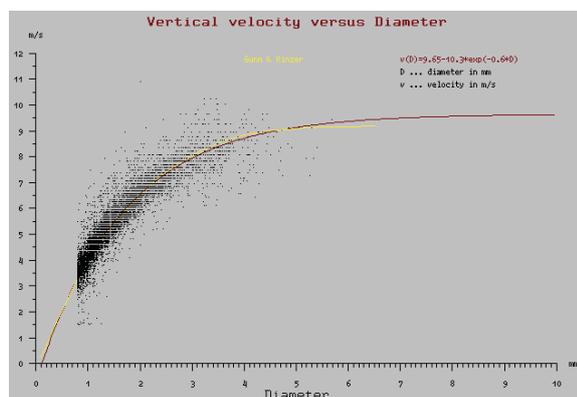


図-3 観測された雨滴の落下速度と雨滴粒径の関係



図-1 センサーユニット

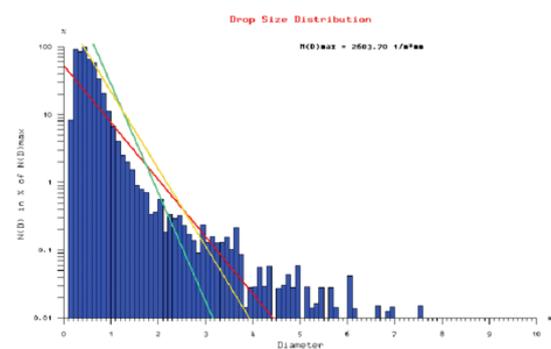


図-4 観測された雨滴粒径分

3. 導入実績

情報通信研究機構（東京、沖縄）
京都大学防災研究所（沖縄）
電力中央研究所（富山）

【問合せ先】

株式会社ハイドロテック 担当 野中理伸
E-mail : rishin@hydro.co.jp

ハイドロフォンを使用した流砂量観測装置

株式会社ハイドロテック

本社 〒529-1642 滋賀県蒲生郡日野町上野田876番地 (TEL. 0748-52-1748)

キーワード: ハイドロフォン, 流砂量, 音響, 掃流砂, 流砂パルス, マイク

1. 概要

本装置は河川を流下する流砂量を連続測定する装置で、河床などに設置するハイドロフォン（音響測定管）、変換器、データロガー、電源装置で構成されます。

測定原理は、河床を転がるように流れる掃流砂の一部が、河床に設置したステンレス製のハイドロフォンにぶつかる時に発生する衝突音をマイクで検出し、変換器で信号処理を行い、6段階の強度に分けて、衝突回数（流砂パルス）をデータロガーに収録する装置です。

2. 特徴

データロガーには、水位、濁度、雨量等の他、ピット型の堆砂量測定装置の接続も可能で、流砂観測システムを構築することもできます。太陽電池とバッテリーで連続観測できますので、電源のない山間部での観測も可能です。

また、携帯電話網（FOMA又はau）を使用してインターネット接続することが可能で、データ伝送システムや遠隔監視などのシステムにも対応できます。

数十cmの石が流れるような出水が何度か繰り返されると、ハイドロフォンの変形が起こりますが、その場合、音響測定管を交換して観測を再開することになります。

【課題】大きな石が測定管に衝突した時に、その音が閾値まで減衰する間、他の衝突の測定をすることができません。図-1の波形の2つ目のピークは、増幅率の大きなchでは計測できません。その結果、図-2のように、1024倍のパルス数が、ピーク時に少なくなります。すでに、残響音の減衰を早めることや、音圧の測定を行い補正するなどの改良を行ってきており、今後さらに改良を進めます。

3. 導入実績

魚野川、常願寺川、手取川、与田切川、春木川（早川）、大沢川（富士山）、安部川、住吉川、平川（姫川）、京都大学防災研究所穂高砂防観測所

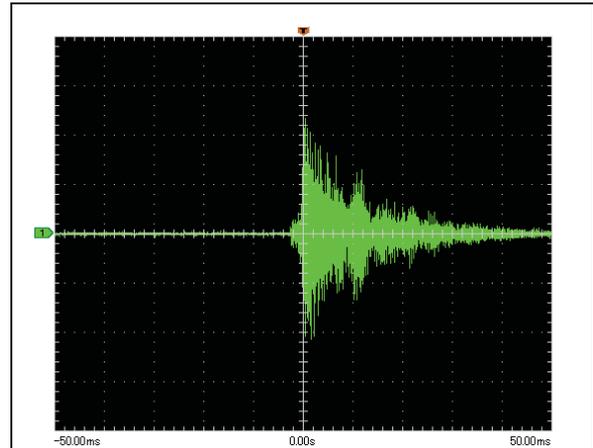


図-1 流砂パルスの波形

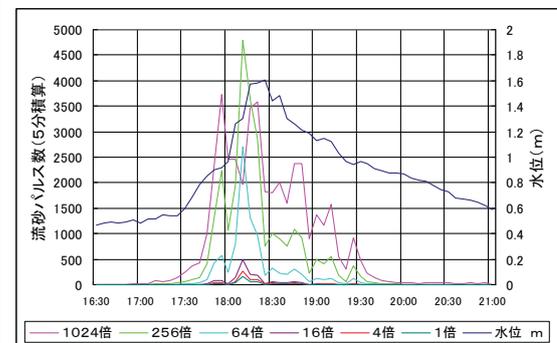


図-2 観測結果（各増幅倍率毎）



図-3 足洗谷（京都大学穂高砂防観測所）

【問合せ先】

株式会社ハイドロテック 担当 野中理伸

E-mail : rishin@hydro.co.jp

画像解析による河床状況把握

アジア航測株式会社

本社 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 (TEL. 044-967-7230)

キーワード：画像解析、航空レーザ計測、河床材料分布、土地被覆分類

1. 概要

当社では空から撮影した画像データを応用的に解析する手法を開発しています。画像データ解析により、河床材料、土地被覆や樹木分布・砂州の比高など、河床の状況を面的かつ定量的に把握することができます。

2. 特徴

画像データの解析は、任意の領域内におけるデジタル値の分散を利用してしています。従来、河床材料の粒径を画像から解析する場合、礫の外周を抽出することでサイズを判別するアプローチがとられてきました。しかし、この考え方では、使用する画像の解像度より小さい礫の外周を抽出することはできません。

このため、任意の領域内におけるデジタル値の分散を解析することで、画像の解像度より小さい礫もテクスチャのバラツキ度合いとして認識させ、適用可能な礫径のレンジを広げました。

本方法による解析結果は、線格子法で取得した実測データの曲線とおおむね良好に一致しました。ただし、粒径が比較的小さい測線においては、実測データとの間にやや乖離が生じる傾向がみられました。

上記の画像データの解析に加え、航空レーザ計測データの解析で得られる情報を併用することで、土地被覆や樹木分布・砂州の比高等、河床の状況を面的かつ定量的に把握できます(図1)。

3. 導入実績・特許等

- 1) 平成 17 年度 河道形状等把握手法検討業務 (国土技術政策総合研究所)
- 2) 佐野滝雄、沼田洋一、大野勝正、福島雅紀 (2006) : 航空写真データの解析による河床材料区分の試行、応用生態工学会第 10 回研究発表会講演集、pp. 261-262

【問合せ先】
アジア航測株式会社
防災地質部 (TEL:044-967-6310)

空中写真



微地形



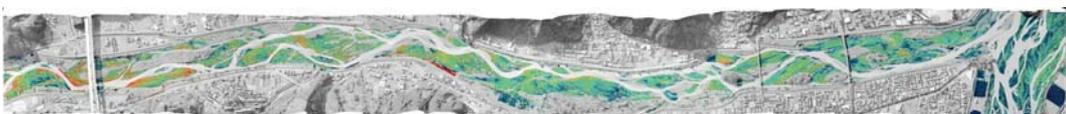
標高分布



土地被覆



河床材料



砂州比高

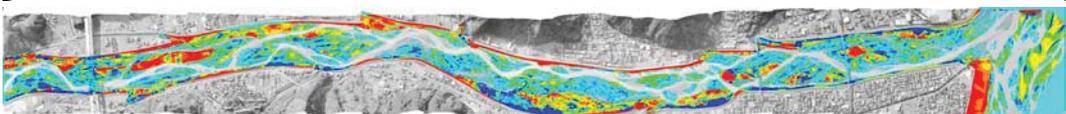


図-1 画像解析による河床状況の把握例

航空レーザ計測等を活用した整備対象林分の抽出

アジア航測株式会社

本社 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 (TEL. 044-967-7230)

キーワード：整備対象林分，航空レーザ計測，森林タイプ区分，森林情報

1. 概要

当社では、レーザ計測データ等の活用により、様々な空間スケールで求められる情報を効率的に把握する最新技術を保有しています。これにより、精度の高い情報に基づいてスピーディーに整備対象林分（表面侵食や流木発生等が懸念される箇所）の抽出をおこないます。

2. 特徴

(1)オブジェクトベース分類を用いた森林タイプ区分

オブジェクトベース分類とは、一定のまとまりを持った画像のピクセルの集合(オブジェクト)を分類単位とした画像分類手法であり、オブジェクトが持つ色調などの特徴量を用いて、森林タイプを半自動的に抽出・分類をするものです。その後、現地確認、航空写真判読結果を用いた教師付分類を行います。これにより個人差がなく、均一性のある広域の森林タイプ区分図を作成できます(図-1)。

(2)航空レーザ計測を活用した森林情報の取得

東京電力株式会社と共同開発した特許技術¹⁾を活用し、航空レーザ計測データから森林情報を取得します。これにより、樹頂点位置、樹高、立木密度など(図-2)の森林情報が高精度で取得できます。

(3)森林内部構造の把握

これまでの航空レーザ計測で用いられていた地表面から反射したデータ(ラストパルス)、樹木の表面(樹冠)から反射したデータ(ファーストパルス)に加えて、その中間から反射したデータ(中間パルス)を用い、管理された人工林、過密な人工林、階層構造の発達した広葉樹林といった森林の内部構造の分布を把握することができます(図-3)。

(4)整備対象箇所の抽出

様々な空間スケールで分類した林分状況を GIS で重ね合わせ、効率的に整備対象箇所の抽出をおこないます。

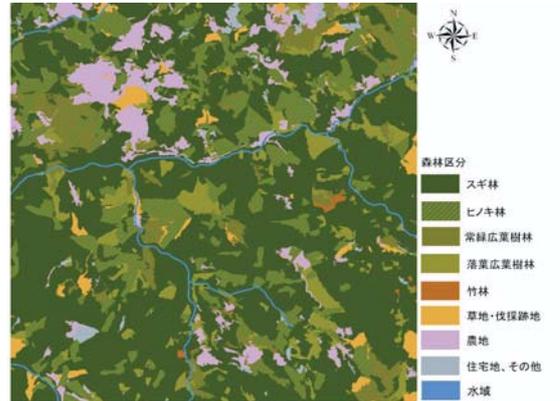


図1 森林タイプ区分図²⁾

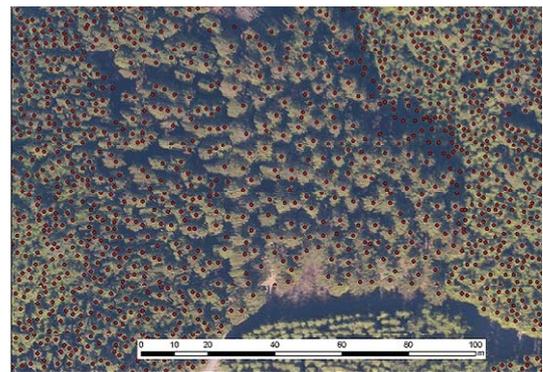


図2 針葉樹の単木抽出の例

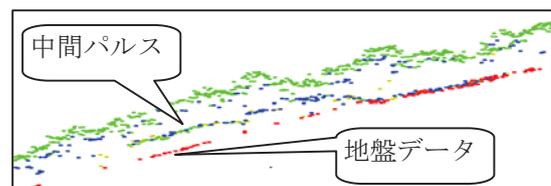


図3 森林内部構造の把握例

3. 導入実績・特許等

- 1) 特許第 4279894 号 樹木頂点認識方法及び樹木頂点認識装置並びに樹木頂点確認のプログラム
- 2) 浅海化・干潟化による影響緩和のための一体的な基盤整備方策検討調査(林野庁森林整備部)

【問合せ先】

アジア航測株式会社
防災地質部 (TEL:044-967-6310)

赤色立体地図による高精度微地形判読

アジア航測株式会社

本社 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 (TEL. 044-967-7230)

キーワード：赤色立体地図、航空レーザ計測、微地形判読、火山噴火履歴

1. 概要

赤色立体地図は、レーザ計測による精密で膨大なデータを、漏らすことなく緻密に表現する方法です。

大地形と微地形を同時に把握し、砂防計画策定やその説明等に効果的かつ効率的に活用することができます

2. 特徴

(1) 赤色立体地図とは

赤色立体地図は当社の特許技術であるこれまでにない全く新しい地形表現技法です¹⁾。急傾斜ほど赤く、尾根ほど明るく、谷ほど暗くなるよう色調補正を行うことで、特殊な器具や訓練を必要とせず、これまでの地形表現方法では難しかった自然な立体感を得ることが可能です。光源の方向によって見え方が異なる陰影図などと違い、あらゆる方向・形状の地形を正確に表現可能であるため、航空レーザ計測等で得られた高解像度地形データの表現に適しています。

(2) 赤色立体地図を用いた微地形判読

一般山地での土砂生産の形態である「崩壊」、「地すべり」などの地形及び兆候となる微地形は、空中写真判読で抽出できることが知られています。しかし、空中写真判読において樹林下の地形は、推定して把握するため、判読者により異なる結果となります。これに対し航空レーザ計測は、ほぼ真上方向から高密度の計測を行うため、地表を覆う樹木を識別除去し、地形状況を明らかにすることができます。航空レーザ計測から作成した赤色立体地図を用いて微地形形状況の判読を行うことで、判読者に依存しない高精度の微地形を把握することができます。

(3) 火山地形判読への活用

この技術を用いることで、いままで把握できなかった火山噴出物の分布や特徴、火口位置などを明らかにすることが可能になり、いくつかの火山では、噴火履歴の新発見につながりました(図-2)。この情報を火山噴火緊急減災対策砂防計画検討にフィードバックし、噴火シナリオや緊急対策の精度向上を図ることができます。

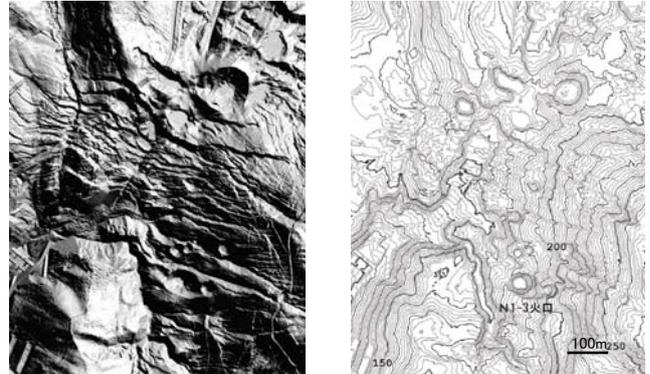


図-1 陰影図(左)と等高線図(右)

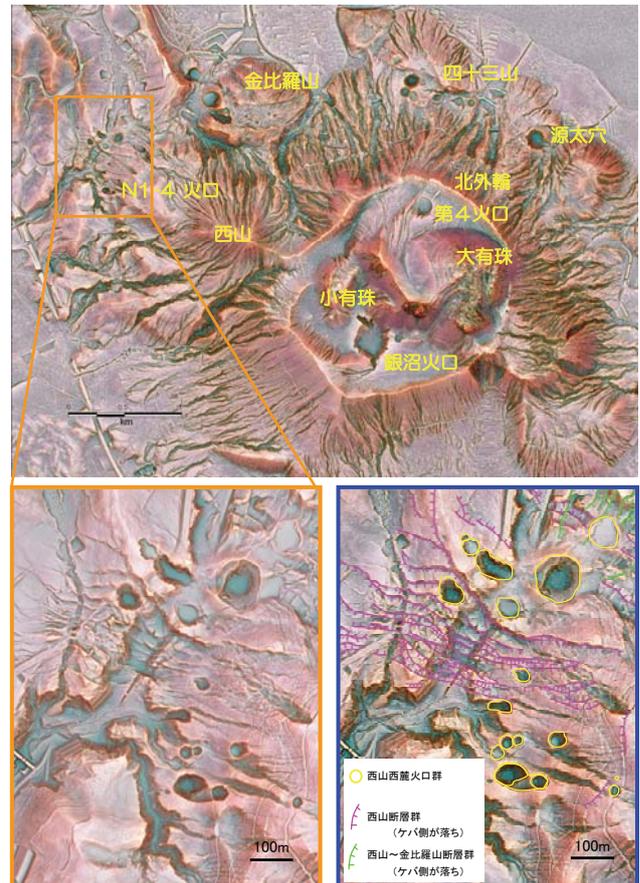


図-2 有珠山周辺の赤色立体地図と火口及び断層判読図

3. 導入実績・特許等

- 1) 特許第 4272146 号 立体画像作成装置及び立体画像作成プログラム

【問合せ先】
アジア航測株式会社
防災地質部 (TEL:044-967-6310)

レーザ計測データによる崩壊地判読支援技術

国際航業株式会社

本 社 〒102-0085 東京都千代田区六番町 2 (TEL. 03-3262-6221)
東京事業所 〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-2 4-1 (TEL. 042-307-7100)

キーワード：レーザ計測，崩壊地判読，生産土砂量，モニタリング，緊急対策

1. 概要

弊社では、レーザ計測データとして取得されるパルスデータや反射強度データを組み合わせることで、迅速かつ高精度に崩壊地（裸地）を把握する技術を開発しました。最終的な専門技術者の評価は欠かせませんが、その前工程を大幅に自動化・省力化できたことで、緊急を要する災害対応や広域な土砂移動モニタリングなどの場面で活用が提案されます。

2. 特徴

(1) 解析方法

レーザ計測で同時に取得されるパルスと反射強度のランダム点群データを用いて裸地を抽出します（図-1）。パルスデータはレーザの反射波の到達順位を表し、立体・平面構造領域の区別に用います。また、反射強度データは素材に応じて反射強度が異なる特性を利用し、植生域と裸地を区別します。

植生域と裸地を区別する閾値の設定については、いくつかの地域でテストを重ねた結果、反射強度とその出現頻度との関係において、植生域の分布波形が正規分布により近似可能なことがわかりました。これにより、地域を問わず、閾値を含めた自動化が可能となりました。

(2) 利点

- ①画像解析やパルス解析に比べ高い判読適中率を実現できます（図-2のテストエリアでの中率**92.8%**）。
- ②樹木等を取り除くフィルタリング処理を必要としないため、計測後直ちに分析が可能です。
- ③フィルタリングを要さないことで本来の地形形状を損なうことがありません。
- ④写真判読・画像解析では不可能であった影の領域においても確実に裸地を抽出できます。
- ⑤判読者ごとの個人差や判読ムラ、ヒューマンエラーを防止することができます。

(3) 課題

- ①特定の地質で高い反射強度を示し、植生域として判別されることがまれにあります。
- ②適用期間が植生のある時期に限定されます。

(4) 活用が期待される場面

- ①大規模土砂災害など緊急的かつ広域的な判読
- ②土砂移動の変遷把握（モニタリング）

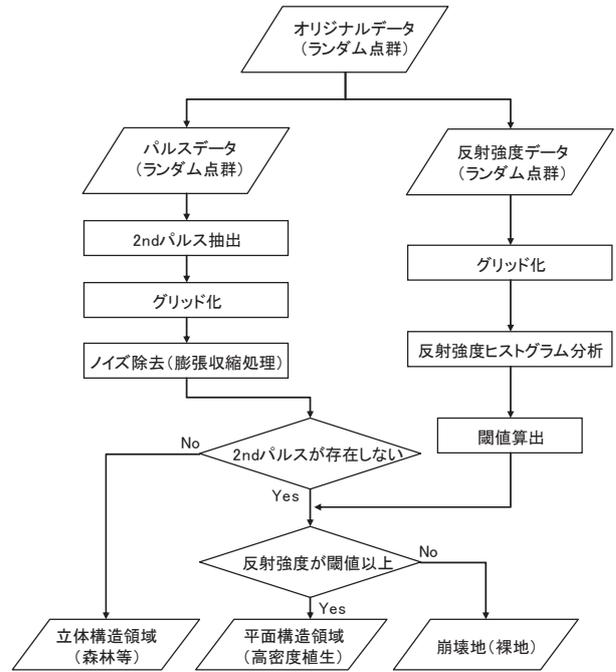


図-1 解析フロー

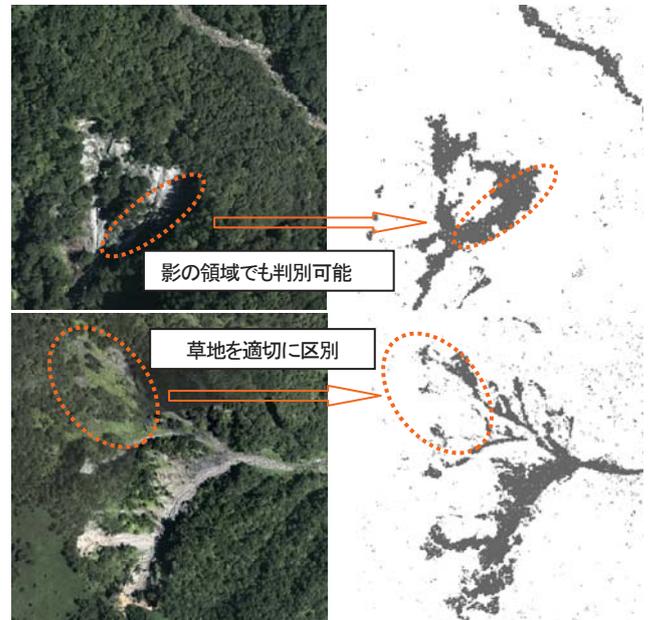


図-2 解析事例

3. 導入実績・特許等

第30回測量調査技術発表会優秀発表賞受賞
平成20年度日本写真測量学会学術講演会論文賞受賞

【問合せ先】

国際航業株式会社 担当 佐藤 匠 (TEL. 042-307-7438)

多時期のレーザ計測データを用いた地形解析技術

国際航業株式会社

本社 〒102-0085 東京都千代田区六番町2 (TEL. 03-3262-6221)
東京事業所 〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1 (TEL. 042-307-7100)

キーワード：レーザ計測，多時期，地表変動量，モニタリング，緊急対策，深層崩壊

1. 概要

弊社では、レーザ計測によるデータを用いて地形判読を支援する新しい地形表現図ELSAMAP(カラー標高傾斜図)と多時期のDEMを用いた画像マッチングによる移動ベクトルの算出手法を開発しました。この二つの地形解析技術は、災害時の迅速な対応や広域な土砂移動モニタリングなどでの活用が期待されます。

2. 特徴

2.1 ELSAMAP(カラー標高傾斜図)

(1) 解析方法

レーザ計測のデータから傾斜を計算し、傾斜の変化を明瞭に表現できる傾斜量図(グレースケール)を作成します。また、標高値を用いた高度段彩図を作成し、両者を透過合成することでELSAMAPが作成できます。

(2) 利点

- ①地形の重要な要素である「標高」と「傾斜」を組み合わせることによって、地形の相対的位置や地形の規模を、直感的に正しく把握できます。
- ②抽出したい微小地形の存在する標高帯や傾斜範囲に合わせ、標高指示色や傾斜の明暗を調節することで、地形の視覚的強調表現が可能です。図-1は滑落崖を強調した表現になっています。

(3) 課題

- ①判読したい地形が多数ある場合、それぞれの地形に合わせた画像を作る必要があります。
- ②傾斜が一定で変化の少ない地形では、他の地形表現手法と同様に的確に表現されない場合があります。

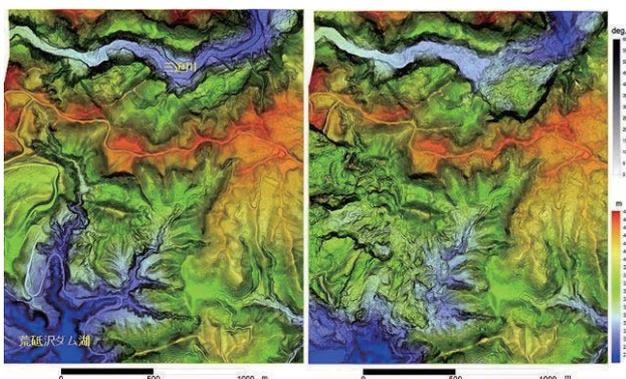


図-1 地震前後に取得した航空レーザ測量の2mDEMから作成したELSAMAP。左：地震前 右：地震後

2.2 3D-GIV(画像マッチングによる移動ベクトルの算出)

(1) 解析方法

多時期のDEMを用いて各種の地形量を画像化し、画像マッチング手法の応用により地形的特徴点のずれ量の三次元変位ベクトル(水平変位量および鉛直変位量)を求めます。ELSAMAP上に各地点のベクトル量を表示すると、“定性的な地形判読”と“定量的なベクトル量”から対象地域の面的な地表面変動を的確に把握することが可能となります(図-2)。

(2) 利点

- ①広範囲の地表面の面的な変化を、均質に捉えることができます。
- ②特に山岳地などにおける数10cm～数mオーダーの地表面変動を広い範囲で抽出する場合に有効です。
- ③深層崩壊・地すべり・クリープ・トッピングなどのすべり面の推定や安全率の逆解析に活用できます。

(3) 課題

- ①多時期の計測データが不可欠です。平常時のデータ整備が必要になります。

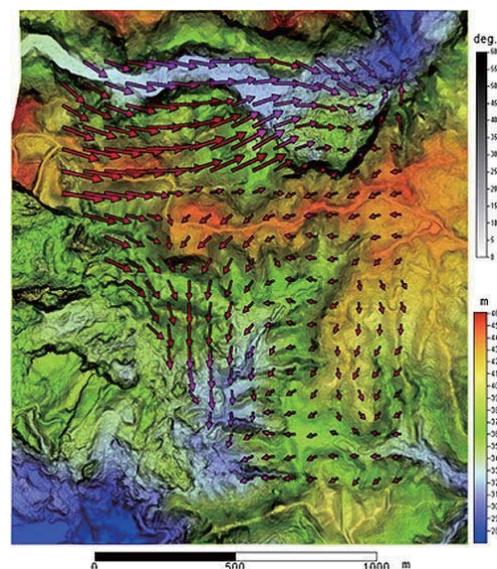


図-2 2時期のDEMを用いた画像マッチングによる移動ベクトル算出の例(内挿展開した結果)

3. 導入実績・特許等

- ・ELSAMAP (特許 第4771459号)
- ・3D-GIV (特許 第4545219号)

【問合せ先】

国際航業株式会社 担当 本間 信一(TEL. 042-307-7438)

合成開口レーダ（SAR）を用いた土砂移動監視

国際航業株式会社

本 社 〒102-0085 東京都千代田区六番町 2 (TEL. 03-3262-6221)
東京事業所 〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-2 4-1 (TEL. 042-307-7100)

キーワード：衛星SAR、崩壊地判読、生産土砂量、モニタリング、緊急対策

1. 概要

地震や豪雨で大規模土砂災害が発生した場合、発生箇所が広範囲におよび、航空機による撮影のみでは災害の全容把握が困難な場合があります。岩手宮城内陸地震の時のように、天候不良が続く場合はなおさらです。また、火山噴火時は、上空を航空機が航行できず、垂直写真の撮影が不可能です。また、撮影できたとしても、雲や噴煙等が映ることもあり、地表付近の情報を確実に得ることは困難となります。昼夜の区別なく、雲や雨等の天候や噴煙にもほとんど影響されない合成開口レーダ(SAR)を用い、変化抽出などの解析技術の適用によって、大規模土砂災害発生時の地表情報を得ることができます。

2. 特徴

(1) 解析方法

① 複数時期の単偏波データを用いた変化抽出

SARによる単偏波データが災害前後で得られる場合、マイクロ波の散乱強度の変化に応じて土砂移動の範囲や表面素材の状況を推定することができます。図-1の事例では赤や青が強く発色している箇所に変化が大きいことを意味します。中でも河道上の変化箇所は土砂移動による侵食・堆積を表すものと推定されます。図-2の事例では噴火による降灰堆積域を表し、赤は細粒な物質で、青は粗粒な物質で構成されていることが推定されます。

② 一時期のフル偏波データを用いた状態判別

災害前の計測データがない場合、複数の偏波による計測によって地表面の状態の違いを詳しく分析することができます。図-3の事例ではフル偏波の散乱強度の特性から建物(赤)、緑(森林)、青(裸地)などの状態判別を行なったものです。

(2) 利 点

- ① 雲や雨等の天候や噴煙にもほとんど影響されない
- ② 半日程度でデータ解析を行い迅速に結果を提供可能
- ③ 広範囲を対象に変化の著しい箇所を特定し航空機などによる詳細な調査の実施に結びつけることができる

3. 導入実績・特許等

・平成23年度、桜島直轄砂防事業における災害時等応急対策業務（測量・観測・調査検討等）に関する基本協定締結。

【問合せ先】

国際航業株式会社 担当 阪上 雅之(TEL. 042-307-7438)

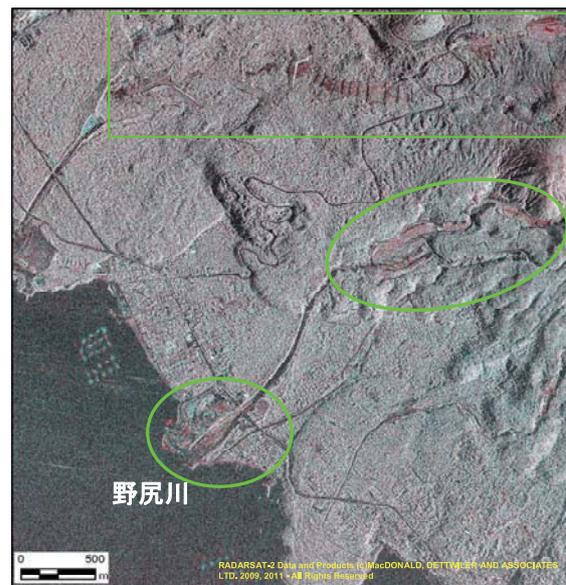


図-1 単偏波二時期変化抽出（桜島）



図-2 単偏波二時期変化抽出（霧島）



図-3 フル偏波二時期変化抽出（霧島）

地上・地下開度を用いた高精度微地形表現技術

株式会社パスコ

本社 〒153-0043 東京都目黒区東山1-1-2 東山ビル (TEL. 03-5722-7600)

キーワード：地上開度、地下開度、微地形判読、航空レーザ測量、微地形解析図

1. 概要

近年、レーザ測量技術の進歩等により比較的容易に高精度かつ詳細な三次元地形データの取得が可能となりました。

弊社では、レーザ測量等により取得した三次元地形データを用いて、地形起伏を把握し易く強調し、高精度に微地形を表現した地形図「微地形解析図」を開発いたしました。

2. 特徴

(1) 「微地形解析図」とは

「微地形解析図」は、地形起伏を高精度、明瞭に、かつ分かり易く表現した三次元表現図です。斜面方向に依存せず地形を一様に表現可能なことから、一般的な三次元表現図等と比べ、地形起伏を把握するのに適した地形図と言えます（図1参照）。

(2) 「微地形解析図」の活用

a) 微地形判読への活用

砂防における微地形判読では、判読対象となる地形区分により着目すべき地形の特徴が異なります。つまり、山体の起伏等の大きな地形変化を把握する場合と、小規模な崩壊地や、ガリー、クラック、溪床の土砂堆積状況等の微小な地形変化を把握する場合とでは、判読に必要な情報が異なってきます。

「微地形解析図」は、作成に用いるパラメータを調節することにより、起伏の強調具合を調節可能であり、判読対象とする地形区分に適した地形表現が可能です。

従って、微地形判読への「微地形解析図」の活用により、読み取り精度の均一化・高精度化が期待できると考えられます。（図2、表1参照）。

b) その他空間データとの複合的な活用

「微地形解析図」は、基になる三次元地形データと同等の位置精度を有しています。

従って、様々な空間データとの複合的な活用が可能です。

3. 導入実績等

- ・納入実績：国土交通省、地方自治体 等
- ・論文発表：日本測量協会 第22回応用測量技術研究発表会論文奨励賞受賞

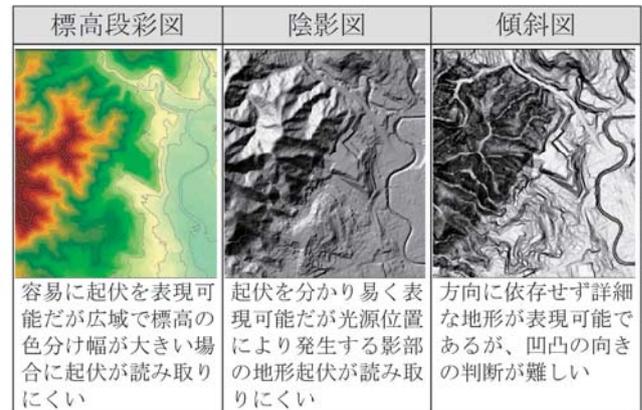


図1 三次元表現図の代表例と起伏の読み易さ



図2 「微地形解析図」の作成例

表1 「微地形解析図」の特徴

地形表現	<ul style="list-style-type: none"> ・地形起伏を高精度、かつ分かり易く表現可能 ・太陽光の影部や、植生に覆われた地形（DTM使用の場合）も明瞭に表現可能 ・斜面方向に依存せず地形を一様に表現可能 ・細かな起伏も表現可能
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・目的に応じて地形起伏の強調具合を調節可能 ・高精度なGISデータとして作成可能で、他の空間データとの複合的な活用が可能

4. 問い合わせ先

株式会社パスコ 防災技術部(板野)03-6412-2501

フルウェーブフォーム航空レーザ計測による 樹林内情報の取得技術

株式会社パスコ

本社 〒153-0043 東京都目黒区東山 1-1-2 東山ビル (TEL. 03-5722-7600)

キーワード：航空レーザ計測、微地形情報、森林構造、地盤取得、DTM

1. 概要

航空レーザ計測は、これまでの写真測量では実現できなかった地盤面の抽出に特化し、その効果を発揮して広く利用されている。しかし、航空レーザ計測はレーザパルスが樹冠の隙間を抜けて地表に到達した場合にのみ正確な地盤面を抽出できることから、植生(特に広葉樹)が繁茂する時期においては、樹冠の隙間が無いために地盤面を取得できない場合があった。加えて、航空レーザ機材の性能上の問題から、一つのレーザパルスから最大で4つのリターンしか取得できないため、地盤面までデータが到達しないこともあった。その結果、特定の林相では地盤まで到達する計測点が不足する場合もあった。

そのような中、最新機材では従来の最大4リターンではなく、レーザパルスの波形を全て記録することが可能になった。本技術では、新機材から取得されるデータを元に、フルウェーブフォームデータから5つ以上のリターンを取得して地盤面の抽出率向上を図ると共に、森林内部の構造をより詳細に把握するためのシステムを開発した。

2. 特徴

(1) ハードウェアシステム構成

固定翼に搭載可能な航空レーザ計測機材にウェーブフォームデジタル化装置(Waveform Digitizer)の機能を追加搭載する。

この機材はレーザ出力が高く、高高度から計測が行え、広範囲をフルウェーブフォームの航空レーザ計測が可能である。また、フライト中にフルウェーブフォームのON/OFFを切り替えられるため、現地の判断にて適宜対応可能である。

(2) 処理システム

フルウェーブフォームでは、1ns(2ns)毎の反射強度値を記録しているが、このデータだけではリターン情報は取得できない。弊社では、フルウェーブフォームデータのピークから適宜リターンを取得できるアルゴリズムを取り入れてプログラム化し、計測地域の森林状況に応じた任意のパラメータでリターンデータを得ることができた。

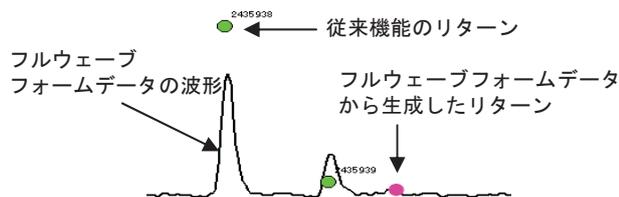


図1 フルウェーブフォームデータとリターンの様子

(3) 効果

フルウェーブフォームを採用することにより、森林部では従来手法と比較して20%程度リターン点が増加しており、三次元計測点の情報量が増加する。

① 地盤面到達率の向上

リターン点が増加することで地盤面到達率が上がるため、地盤データの品質が向上するとともに、樹木下の微地形が再現可能となった。

さらに、従来機能ではクマ笹など胸高程度の植生があった場合には地盤面の取得が困難であったが、フルウェーブフォームでは、クマ笹下の地盤面が取得できる場合もある(図2)。

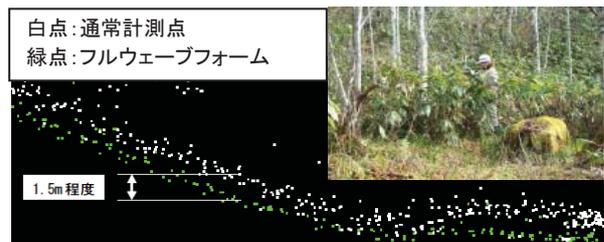


図2 クマ笹下のフルウェーブフォームデータ取得例
(国交省北陸地方整備局神通川水系砂防事務所提供)

② 森林内部構造の情報量増加

フルウェーブフォームによるリターン点の増加により、森林内部状況(林層構造、樹種の推定など)が従来手法以上に把握可能となった(図3)。

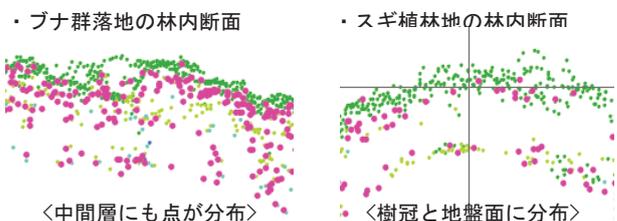


図3 フルウェーブフォームの林相に応じた分布例

3. 導入実績・特許等

- 国土交通省北陸地方整備局神通川水系砂防事務所
- 国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 等

4. 問い合わせ先

株式会社パスコ
センシング技術部(大坪)03-6412-2500

人工衛星（合成開口レーダー）による 地形・水域変化の抽出技術

株式会社パスコ

本社 〒153-0043 東京都目黒区東山1-1-2 東山ビル (TEL. 03-5722-7600)

キーワード：人工衛星、合成開口レーダー、地形変化、水域変化、モニタリング

1. 概要

弊社では、大規模な地形変化や水域の変化が推定できる可能性の高い技術であった人工衛星に搭載された合成開口レーダー（SAR：Synthetic Aperture Radar）による地形や水域の変化を抽出する技術を開発しました。これにより早期段階で広域的且つ大規模な災害時における地形や水域の変化した箇所の抽出（被害全体像の把握）や、広範囲での継続的なモニタリングへの活用が期待できます。

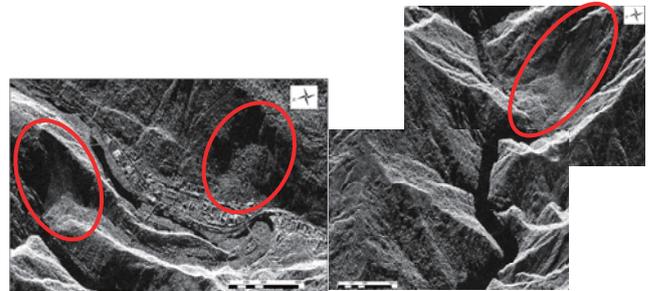


図1. 中国四川地震時における河道閉塞状況

2. 特徴

2007年に打ち上げられた人工衛星（TerraSAR-X）に搭載されたXバンドの合成開口レーダーから得られたデータを活用しました。本衛星は、合成開口レーダーを搭載していることから昼夜を問わないこと、天候の影響を受けることが少ないこと、これまで運用されているSAR搭載衛星よりも高解像度の画像を取得できることが特徴となっています。

(1) 強度画像による地形・水域変化の抽出方法

合成開口レーダーにより得られる情報には、衛星から照射したマイクロ波が対象物で反射し、衛星に戻った強度を示す「後方散乱係数」が含まれており、これを画像化したものが強度画像です。

強度画像による地形や水域の変化抽出は、森林と比較した場合、裸地・平坦な地表面・水域では後方散乱が弱いという特性を活かし、大規模な崩壊箇所、河道閉塞箇所、浸水域を抽出する技術となっています。

図1は強度画像から抽出した四川地震時における河道閉塞箇所、図2は強度画像に基づく霧島火山の火口形状の変遷を示しています。

(2) 強度差分画像による地形・水域変化の抽出方法

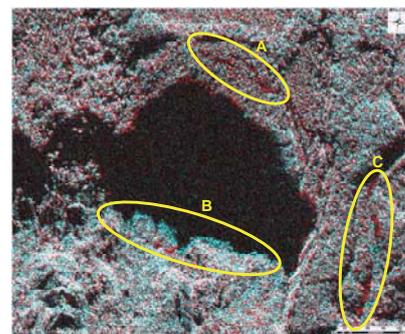
強度差分画像は、二時期の強度画像を用いて各時期の後方散乱係数の違いを画像化したものです。

後方散乱が当初よりも強くなった箇所、弱くなった箇所を示すことにより、地形や水域が変化した箇所を抽出する技術となっています。

図3は強度差分画像に基づく荒砥沢地すべり発生後の変化状況、図4は強度差分画像に基づく東日本大震災後の想定湛水範囲の変化状況を示しています。



図2. 霧島山系・新燃岳の火口状況の変遷



A: 新たな亀裂が発生し、大きな落差を生じている。影の長さ約10mから落差が8.5mと推定できる。
B: 滑落崖の影が後退している。Aに伴い滑落崖の肩が沈下したためと考えられる。
C: 道路の付け替え工事に伴い、伐採や掘削が行われたために生じた影と考えられる。

図3. 岩手・宮城内陸地震時の荒砥沢地すべりの変化

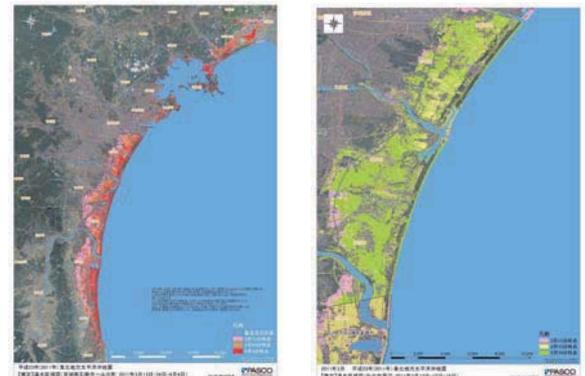


図4. 東日本大震災時の想定湛水範囲の変化

3. 導入実績・特許等

- ・国土交通省国土技術政策総合研究所
- ・災害緊急撮影 等

4. 問い合わせ先

株式会社パスコ 防災技術部(野田)03-6412-2501

土砂量算出のための高精度DEM補正技術

国際航業株式会社

本社 〒102-0085 東京都千代田区六番町2 (TEL. 03-3262-6221)
東京事業所 〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1 (TEL. 042-307-7100)

キーワード：レーザ計測, 多時期, モニタリング, 土砂量算出, 補正技術

1. 概要

通常、航空レーザ (LP) 計測によって取得された数値地形モデル (DEM) は、測量成果の精度基準を満たしていますが、2時期のLPデータを使用する場合は、僅かな位置ずれが解析に影響を与える場合があります。

特に土砂量算出などの差分解析に利用する場合には『適切な位置補正処理』が欠かせません。当社の保有する2つのDEM解析技術、「3D-GIV (特許 第4545219号)」と「差分異方性解析」を組み合わせることで位置誤差と斜面変状を切り分け、正しく土砂量を算出することが可能になります。

2. 特徴

水平誤差を持ったままのDEMを利用して差分解析などにより土砂量を算出すると、大きな差分誤差が発生します (図1)。一方、斜面変動が含まれるDEMから水平誤差だけを補正するためには、正しく誤差領域を特定して、その領域の統計解析によって誤差方向と量を厳密に求める必要があります。

そのため、まず「①3D-GIV解析」によって2時期のDEM間における変動状況を把握し、専門技術者の判断によって誤差領域を特定します。続いて、得られた誤差領域に対して「②差分異方性解析」を実施し、三次元補正量を算出して誤差を補正します (図2)。この結果得られたDEMから正しい解析結果 (=土砂量) が得られます。

自動処理による変動量算出・補正処理では「修正してはならない微小変動」さえも補正してしまうおそれがあります。2段階の解析の間に土砂移動現象・レーザ計測に関する知識を持った技術者の判断が加わることで、正しい誤差補正と土砂量の算出が実現できます。

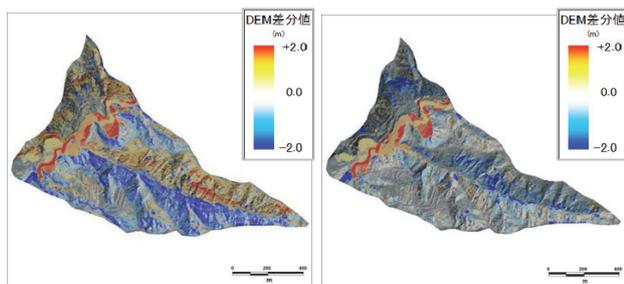


図1. 位置誤差補正前後のDEM差分結果(左:補正前, 右:補正後)

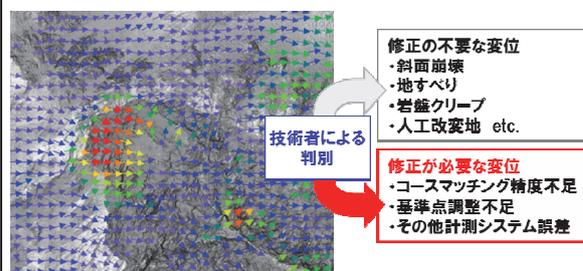
【問合せ先】

国際航業株式会社 担当 佐藤 匠 (TEL. 042-307-7438)

① 3D-GIV(画像マッチングによる移動ベクトルの算出)

多時期のDEMを用いて各種の地形量を画像化し、画像マッチング手法の応用により地形的特徴点のずれ量の三次元変位ベクトル (水平変位量および鉛直変位量) を求めます。DEM陰影図上に各地点のベクトル量を表示するとベクトル量から対象地域の面的な地表面変動と系統的誤差を的確に把握することが可能となります。

元来は地すべり・岩盤クリープなどの微小な斜面変位を抽出するための手法として開発されましたが、系統的な誤差を持つ範囲を把握するためにも有用な手法であることから補正フローに組み込まれました。



② 差分異方性解析

DEM全体が特定の方向にずれを持つ場合、差分結果には斜面方位に応じて誤差が生じます。(ずれ方向の斜面方位において最大誤差を示す) この原理によってDEM水平誤差の「方向」と「量」が導き出され、補正量を特定することが可能となります。

この解析を行うためには一様な誤差を持つ範囲を正しく設定する必要があります。

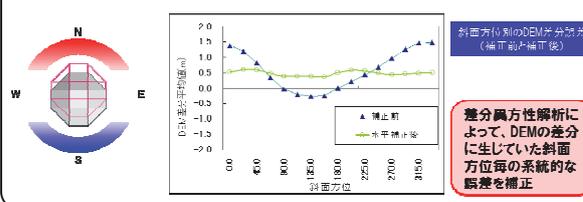


図2. DEM誤差補正フロー

FEM 土石流シミュレーション

国土防災技術株式会社

本 社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 青葉ビル (TEL. 03-3436-3673)
技術本部 〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和 2-12-11 浦和青葉ビル (TEL. 048-833-0422)

キーワード：堰上げ型スリット堰堤、格子型スリット堰堤、FEM、土石流

1. 概要

土石流など短期に発生する多量の土砂流出を防止し、平時には土砂を流下させることを目的に、スリット等の開口部を有する透過型砂防堰堤の採用が増加しています。

弊社はその背景に伴い、任意形状に対して適合性が高い FEM を用いて透過型砂防堰堤内の土石流シミュレーション手法を開発しました。それにより透過型堰堤の機能を詳細に検討することが可能です。

2. 特徴

開発した FEM 土石流シミュレーションは次の特徴及びメリットを有します。

- 砂防堰堤形状を FDM に比べ詳細にメッシュに反映
- 鋼管の直径や格子間隔を入力することで格子型砂防堰堤のシミュレーションが可能

以上より、スリット位置や鋼管の格子間隔など、堰堤構造を詳細に反映させることができます。

(1) 堰上げ型スリット堰堤

図-1に堰上げ型スリット堰堤の計算結果を示します。堰上げ型スリット堰堤では後続流による土砂の流出が懸念されています。結果図より本シミュレーションは土砂流出現象が再現されており、実験結果と定性的な一致を示しています。

(2) 格子型スリット堰堤

図-2に格子型スリット堰堤の計算結果を示します。FEM 土石流シミュレーションは格子間隔によって変化する堰堤の貯砂量を時系列で把握できます。また、ハイドロピーク時に堰堤上流に堆積した土砂を後続流が再侵食する現象も再現されています。

さらにCGを用いることで土石流現象をよりリアルに表現することが可能となりました。

3. 実績

丹羽論・大野亮一・吉松弘行・榎山和男：安定化有限要素法による透過型砂防堰堤内の土石流シミュレーション、砂防学会誌、Vol.62, No.1, pp.11-22, 2009.

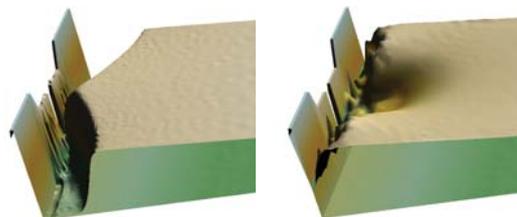
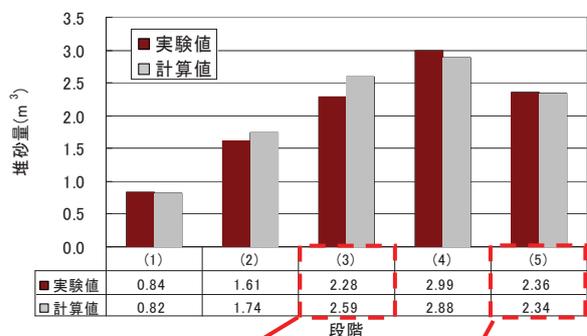


図-1 堰上げ型スリット堰堤の貯砂量と堆砂形状

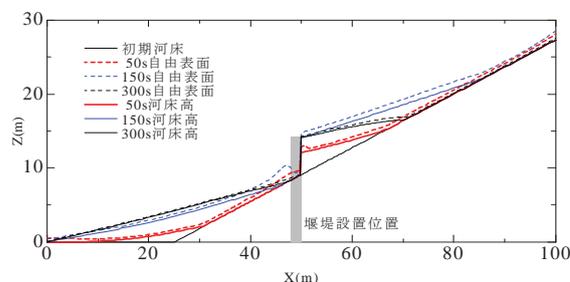
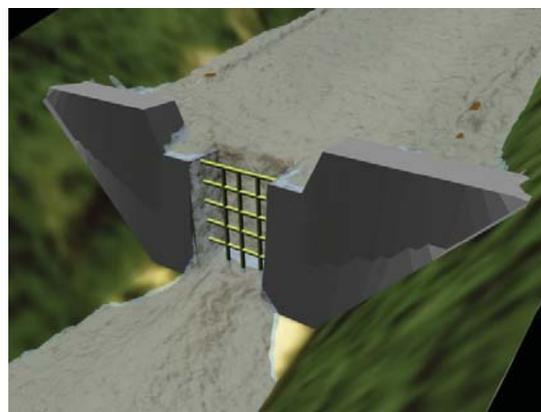


図-2 格子型スリット堰堤の計算におけるCGによる可視化と断面形状

【問合せ先】
国土防災技術株式会社 担当 丹羽論
(TEL. 048-833-0422)

二次元氾濫数値シミュレーションモデル New-SASS

財団法人 砂防・地すべり技術センター

〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-8-21 (TEL. 03-5276-3271)

キーワード：数値シミュレーション、土砂移動現象、施設効果評価、高精度な解析

1. 概要

当センターが開発した New-SASS は、土砂災害や火山噴火による影響範囲と程度を定量的に予測するための、二次元氾濫数値シミュレーションプログラムです。

従来の数値シミュレーションと比較してより実現象を反映したモデルを採用しており、また計算の差分法を工夫することにより、地形が急変かする場合や砂防施設の有無を比較する場合でも、従来以上に高精度な解析結果を得ることができます。

2. 特徴

(1) 砂防施設の効果を適切に評価

①土砂の堆積・浸食過程を考慮しており、砂防えん堤による堆砂、せき上げを定量的に算出することができます。

②砂防えん堤の水通し部や導流堤が配置されたメッシュごとに、壁やせき、スリットとしての特殊条件や粗度係数を個別に与えることが可能です。

(2) 様々な現象をモデル化

③計算条件により 5 種類の掃流砂量式と 2 種類の浮遊砂量式をそれぞれ使い分けることが可能です。

④土石流、泥流の他に、溶岩流、火砕流といった火山噴火に伴う土砂移動現象も解析可能です。

(3) より実現象を反映させた計算

⑤移流なまりやフロント部の振動などを解消しており、急激な土石流の段波も表現可能です。

⑥土石流から土砂流に土砂移動動態が移行する場合も、抵抗則が理論的に統一されたモデルを使用しているため、連続した計算が可能です。

3. 適用

New-SASS は以下のような場面や条件での解析業務に活用することが期待されます。

・災害後の緊急対策などで砂防えん堤が配置された場合の効果をビジュアルに表現する場合。

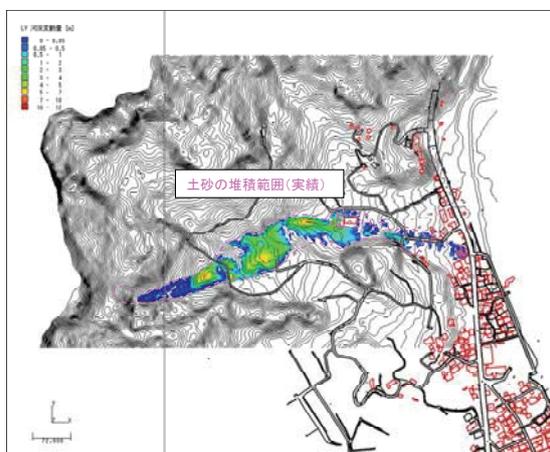
・天然ダムの決壊による土石流など、土砂の堆積・浸食が激しい、段波を形成する条件での計算。

・発生源から保全対象までの距離が長く、途中で勾配が急に変化する地形で発生する土石流の、到達時間や流体力などを定量的に算出する場合。

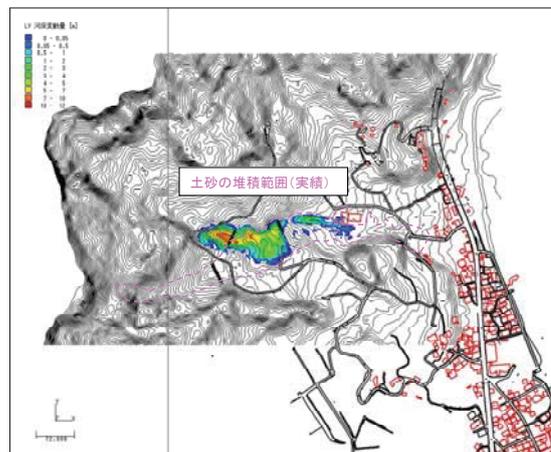
4. 特許、実績

特許登録番号：第 3960425 号

これまでも岩手・宮城内陸地震での天然ダム決壊による土石流の想定、鹿児島県船石川での砂防施設の効果評価など多数の計算実績があります。



施設配置前後の土石流による土砂堆積深の比較
(左：無施設時、右：想定対策施設配置時)



5. 問い合わせ先

企画部 担当：近藤 (TEL:03-5276-3271)

土石流シミュレーター kanako

財団法人 砂防・地すべり技術センター

〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-8-21 (TEL. 03-5276-3271)

キーワード：一次元河床変動計算、土石流、GUI、砂防施設配置検討

1. 概要

kanako は、当センターと京都大学大学院農学研究科森林科学専攻山地保全学分野が、共同で開発した一次元河床変動計算土石流シミュレーターです。

Graphical User Interface により、高度な専門知識が無くても土石流の流下や堆積過程を計算することが可能になっています。

またプログラムはマニュアルとともに公開 (<http://www.stc.or.jp/10soft/003frame.html>) されていますので、ユーザーが自分で土石流の条件や施設の構造・位置などの条件をいろいろ設定しながら、砂防施設配置を検討することができます。

2. 特徴

(1) 条件設定が簡単

初期河床、河床堆積物厚さ、河道幅の河川（地形）データの他にも、入力ハイドログラフ、施設位置などもマウスにより直感的に設定することができます。

(2) 施設効果を反映したモデル

里深・水山らによって提案された土石流の流動・堆積モデルと格子型砂防えん堤の土砂調節機能を解析するモデルを使用しています。

これにより従来は難しかった砂防えん堤周辺での、大小2種類の粒径からなる土石流の流動・堆積過程を再現しています。

(3) 土石流、掃流状集合流動、掃流の計算が可能

石礫型の土石流を主な対象としていますが、土砂濃度が変化して掃流状集合流動、掃流になってもそのまま自動的に計算します。

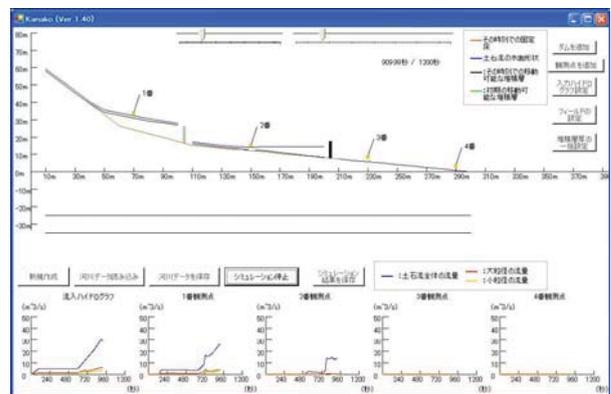
(4) 3種類の砂防えん堤

通常の不透過型砂防えん堤の他にも、スリット型砂防えん堤、格子型砂防えん堤を、河床の任意の点に複数配置できます。

(5) テキストファイルでの入出力

砂礫密度や計算刻み時間などの一般的なパラメーターはテキストファイルにより設定できます。

また計算結果は CSV 形式で出力されるため、EXCEL 等の他のアプリケーションで読み込み・変換が可能です。



3. 制約条件

最新 Ver1.42 での制約条件は以下の通りです。

- ・ 計算は支川の 1 本しか対応していません。支溪流の合流は考慮できません。
- ・ 粒径は 2 粒径までしか対応できません。
- ・ 透過型砂防えん堤におけるスリット部の急縮によるエネルギー損失を考慮していません。
- ・ 計算断面形状は矩形断面を仮定しています。
- ・ 石礫型土石流における巨礫の先頭部への集中機構は組み入れられていません。
- ・ 河床の粒度分布の時間的・空間的变化は考慮していません。
- ・ 地形データの設定点、および河床変動計算点は 30~50 点です。
- ・ 著作権・免責事項については、kanako2D の紹介も併せてご覧ください。

4. 問い合わせ先

企画部：近藤 TEL:03-5276-3271

kanako@stc.or.jp

Kanako2D

財団法人 砂防・地すべり技術センター

〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-8-21 (TEL. 03-5276-3271)

キーワード：二次元氾濫計算、土石流、GUI、砂防施設配置検討

1. 概要

Kanako2D は、当センターと京都大学大学院農学研究科森林科学専攻山地保全学分野が、共同で開発した一次元+二次元土石流シミュレーターです。

土石流の被害予測や砂防えん堤による被害軽減効果を考慮する場合には、土石流の発生・流動域である急勾配地（1次元領域）だけでなく、人家などの保全対象が多く存在して土石流の氾濫・堆積が生じる緩勾配扇状地（2次元領域）での計算が必要ですが、kanako2Dはこの2つの領域にまたがる土石流を一連の操作で一括計算することができます。

2. 特徴

条件設定や施設配置など操作方法は一次元の土石流シミュレーターkanakoと同じGUIを採用していますが、さらに次のような特徴を備えています。

(1) 一次元と二次元を結合したモデル

里深・水山らによって提案された土石流の流動・堆積モデルと格子型砂防えん堤の土砂調節機能を解析するモデルに加えて、和田・里深らによって提案された結合モデルを採用することにより、急勾配領域を1次元モデルで、緩勾配領域を2次元モデルで一括に計算し、両モデル間の相互作用を考慮することで、1次元領域から2次元領域までを統合的に計算することが可能です。

(2) 二次元領域における条件設定

扇状地地形の設定や、二次元領域での施設配置なども、マウス操作により平面上で簡単に設定できます。

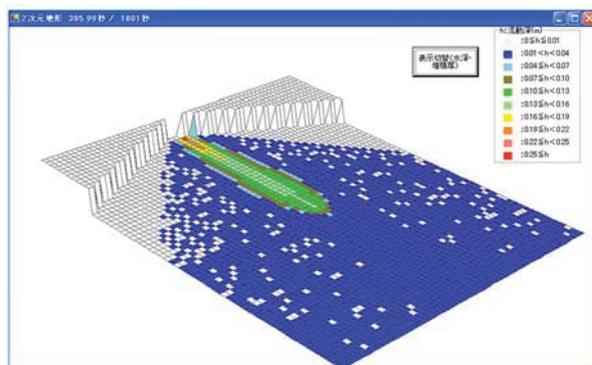
二次元領域でも、初期河床（固定床）、移動床、計算する・しない、をグリッドごとに設定できます。

3. 制約条件

最新 Ver. 2.01での制約条件は、kanako ver. 1.42

に加えて、以下のものがあります。

- ・1次元領域は支川の1本しか対応していません。支溪流の合流は考慮できません。
- ・粒径は一律な粒径にしか対応できません。
- ・1次元領域と2次元領域とを接合する点の勾配は 10° 以下としています。
- ・2次元領域のグリッド数は 60×60 です。



4. 著作権・免責事項

本ソフトウェアの著作権は、京都大学大学院農学研究科森林科学専攻山地保全学分野及び財団法人砂防・地すべり技術センターが有しています。媒体および手段にかかわらず、著作権者の許可無く商用利用、売買、再配布、改変、逆コンパイル、ディスアSEMBル、リバースエンジニア等を行うことを禁止します。

著作者および制作者は、いかなる場合においても本ソフトウェア製品の使用あるいは使用不能から生じるあらゆる損害に関して一切の責任を負いません。また、本ソフトウェアのサポート、保証、障害の修正やバージョンアップの継続等についていかなる義務も負いません。

5. 問い合わせ先

企画部：近藤 TEL:03-5276-3271

kanako@stc.or.jp

可変メッシュ対応型二次元氾濫シミュレーション技術

住鉦コンサルタント株式会社

本社 〒110-0008 東京都台東区池之端 2丁目 9番 7号(池之端日殖ビル 7F) (TEL.03-3827-6134)
砂防・防災部 〒110-0008 東京都台東区池之端 2丁目 9番 7号(池之端日殖ビル 4F) (TEL.03-3827-6185)

キーワード：メッシュ間隔，可変メッシュ，洪水氾濫，土砂移動

1. 概要

弊社では、メッシュ間隔が等間隔のデジタルマップを用いて計算する二次元氾濫シミュレーションモデル（従来モデル）を応用し、同一の計算領域内でメッシュ間隔の変更可能な可変メッシュ対応型シミュレーション技術を開発しました。本技術により、計算領域内の構造物や局所的な微地形など、解析が必要とされる精度のメッシュ間隔を個別に指定しながら一連の計算が可能となりました（図-1）。

2. 特徴

(1) 解析方法

基本的な解析手法は、従来モデルに準拠します。メッシュ間隔が異なる2領域間の境界部では、水位を同値とする方法を用い、運動方程式並びに連続式が2境界間で満たされるアルゴリズムです。

(2) 利点

- ①砂防施設（砂防堰堤，流路工，導流堤等）や微地形（狭窄部，湾曲部等）の地形スケールに応じて、図-1のように計算領域内に様々なメッシュ間隔の領域を設定することで、対策上重要な地点等で詳細な評価が可能です。
- ②従来モデルでは、流路や砂防施設の評価のためには、計算領域全体に評価対象のスケールを単位としたメッシュ間隔を設定する必要があります。そのため、計算領域が広い場合には、データ数が膨大となります。本モデルでは、必要に応じて部分的にメッシュ間隔の変更が可能のため、データ作成が省力化されます。
- ③各々のメッシュ間隔の領域毎に、計算刻み時間を設定できるため、全体の計算時間に大きな影響を与えません。
- ④広範囲の計算領域の場合でも、必要な部分のみのメッシュ間隔の変更ですむため、計算時間を大幅に短縮化できます。
- ⑤入出力データは構造メッシュの配列であるため、データの可視化やGIS化が容易です。

(3) 活用が期待される場面

- ①大河川や火山など、広範囲な計算領域を対象とする流出解析で部分的な微地形の影響の評価
- ②砂防施設の評価や谷出口下流に整備された流路の形状を考慮した施設効果の検証（図-2）

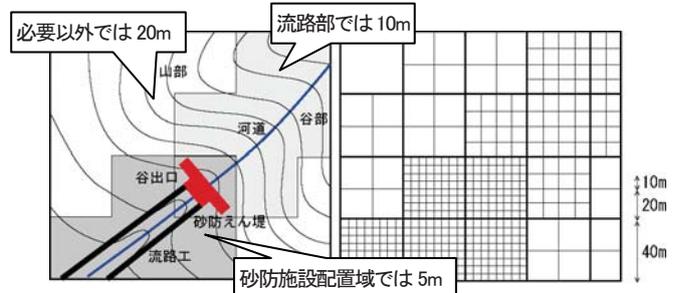


図-1 可変メッシュ対応型モデルのイメージ

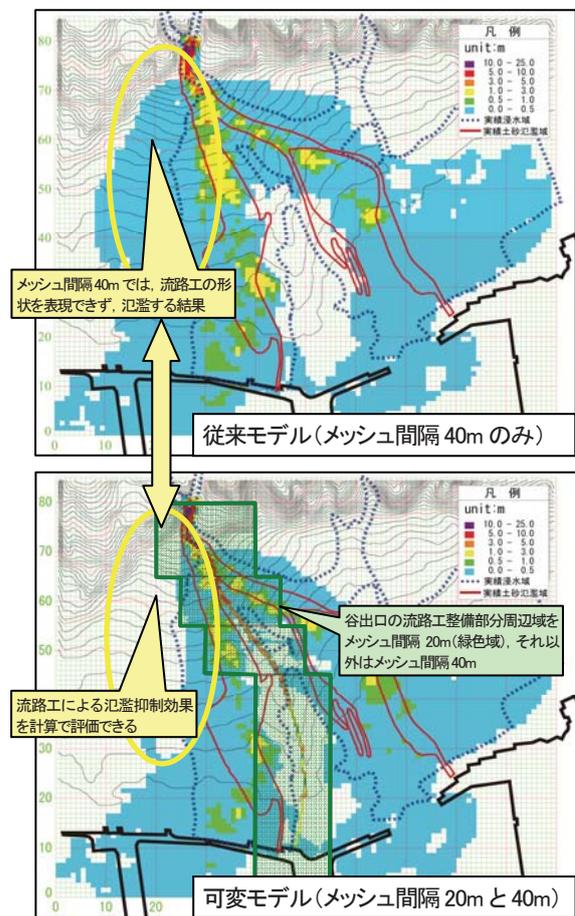


図-2 解析事例（谷出口からの氾濫解析）

3. 導入実績・特許等

- ・平成 12, 13, 19, 20 年度砂防学会発表会

【問合せ先】

住鉦コンサルタント株式会社

担当 山下，大坪 (TEL.03-3827-6185)

災害対策用可搬型土石流監視システム

日本無線株式会社

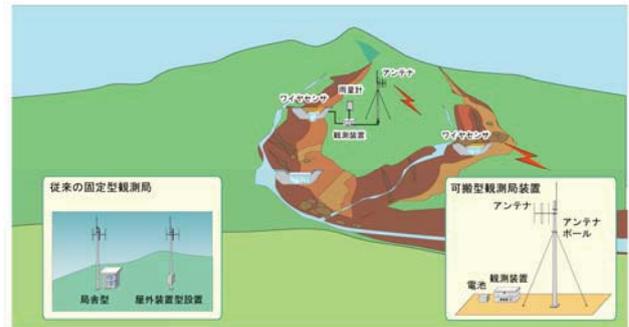
本社 〒167-8540 東京都杉並区荻窪四丁目 30 番 16 号 藤澤ビルディング TEL:(03)6832-1747

キーワード: 土石流監視, 緊急対策, 無線, 雨量, ワイヤセンサ

1. 概要

災害対策用可搬型土石流監視システムは、従来の土石流監視システムを、容易に持ち運び、迅速に現場に設置できるように軽量小型化して、応急的に災害現場等の状況把握ができる可搬型タイプとしたものです。

一般的に土石流監視システムは、土石流の主要な原因となる降雨状況を把握するため雨量計を設置し雨量情報を収集・判定します。また、集落や作業現場の上流部にある砂防ダム等にワイヤを張り、土石流発生に伴うワイヤの切断を検知して、その情報を無線により現場事務所等へ瞬時に伝達する場合もあります。システムは、センサ側の観測装置と事務所側の監視装置とで構成され、監視が必要な現場へ迅速に設置することにより、災害直後の状況把握や災害復旧時の安全確保を図るものです。



2. 特長

- (1) 観測装置を作業現場に運べるよう小型化し、堅牢なトランクに収めました。(図-3)
- (2) 観測装置は省電力化され、充電式電池により約2週間連続稼働します。
- (3) 無線アンテナを取り付けるポールは可搬伸縮式でロープと杭により簡単に設置でき、建設機械等は必要ありません。また、従来は、観測装置を収容する局舎や無線用のタワー（パンザマスト）などを必要としましたが、本システムではこれらの付帯設備は不要です。
- (4) 現場事務所等に設置する監視装置は、場所を取らない簡単な構成とし、観測装置から送られる情報をグラフや表の形で、処理装置の画面上にわかりやすく表示します。



図-3 観測装置



図-4 監視装置/処理装置

3. 納入実績

国土交通省

<問合せ先>

日本無線株式会社 ソリューション営業部

TEL:(03)6832-1747

土石流監視システム

日本無線株式会社

本社 〒167-8540 東京都杉並区荻窪四丁目 30 番 16 号 藤澤ビルディング TEL: (03) 6832-1747

キーワード: 砂防, 土石流, システム, センサ, 情報提供

1. 概要

土石流監視システムは、各危険渓流の雨量を観測し、そのデータに基づき各種の雨量演算および警報判定を行うとともに、ワイヤセンサ・振動センサ等により土石流の発生を検知するシステムです。土石流発生の可能性を判定または土石流の発生を検知すると、電話応答通報装置等の周辺機器により、防災担当者等へその情報を知らせることができます。

2. 特徴

(1) データの観測・収集

土石流監視システムは、観測局、中継局、および監視局から構成されます。

観測局は、センサ（雨量計、ワイヤセンサ、音響センサ、震動センサ等）と接続され、観測データを監視局へ送信します。

中継局は、観測局から監視局へ、直接、無線伝送ができない場合に中間点に設置し、観測局から監視局へのデータを中継するものです。

監視局では、観測局から送信される観測データを受信し、各種処理を行います。

(2) 土石流危険度判断処理

観測データを基に、直近の雨の強さとそれまでに降った雨の影響（どのくらい地中に残っているか）とを加味して雨量値を計算し、過去に土砂災害が発生した時の数値（CL基準値）と比較して土石流発生の危険度を判定します。

(3) 情報の提供

防災担当者や周辺住民に対して、次のような方法による情報提供を行います。

(a) 電話応答通報

あらかじめ装置に登録された防災担当者や地域の防災リーダー等に電話をかけ、土石流発生の危険性が高まったことを音声、FAX で伝達します。

(b) メール通報

あらかじめ装置に登録された防災担当者等に対し、土石流発生の危険性が高まったことをメールで伝達します。

(c) 警報表示器

監視局となる市町村役場等の庁舎内に設置し、土石流警戒基準を超過した場合に、ランプとブザー吹鳴によって職員に知らせます。

(d) 屋外表示盤

道路沿い、遊歩道入口などに設置し、車両や利用者に対して、土石流の危険性が高まったことを文字情報で知らせます。

(e) 防災行政無線等との接続

市町村等に整備された防災行政無線設備やインターネットを利用して、地域住民に対して土石流に関する情報を提供することも可能です。

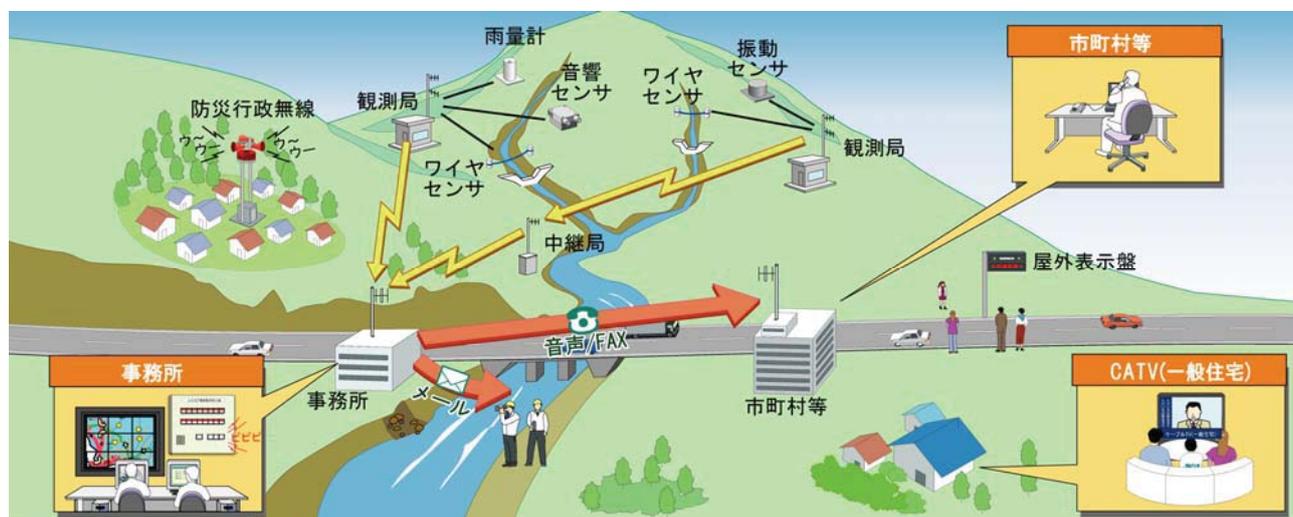
3. 納入実績

国土交通省、地方自治体 など

<問い合わせ先>

日本無線株式会社 ソリューション営業部

TEL: (03) 6832-1747



ソーラー式無線警報システム

HOKUYO 北陽建設株式会社

本 社 〒398-0003長野県大町市社5377(TEL. 0261-22-1170)

キーワード：地すべり、土石流、無線、バッテリー作動、ソーラー式

1. 概 要

本装置は、無線を使用して接点信号を伝達する装置です。各種センサー(土石流センサー、伸縮計等)からの接点信号は、送信器が無線信号として発信します。信号を受けた受信器が内蔵するバッテリーから給電することで、接続されたLED回転灯、サイレン等を作動させ、周囲に警戒情報を報知します。消費電力を抑えることで、ソーラーパネルによる給電を基本としています。山間部、河川内、工事現場など電源確保の難しい現場での使用が可能となりました。また無線式であるため、各種センサーから警報機器までの配線が無用となり、設置の迅速性が格段に向上しました。

2. 特 徴

(1)利 点

従来の警報装置に比較して次のような利点があります。

- ①無線式であるため、信号線の配線が不要
- ②受信器はソーラーパネル給電によるバッテリーで作動
- ③受信器は無日照で約10日間作動(満充電時)
- ④送信器はリチウム電池で作動し、電池寿命は1年
軽量で人力による地すべり頭部等への運搬が容易

- ⑤中継器(200～800mに1箇所)を使用することで伝達距離を伸ばすことが可能で、中継器の使用台数は理論上無制限
- ⑥受信器・中継器・ソーラーパネルは、単管パイプに取り付けができるようクランプを装備
- ⑦登録した機器のみ受信、混信による誤作動がない
- ⑧送信器のID番号(1～7×A～B、計14)で接点信号を出した機器を識別
- ⑨送信器からの定期的な信号により動作確認が可能
- ⑩撤去時の配線等の産廃処理が軽減

(2)使用上の注意点

無線を使用しているため、環境により受信状況が変化したり、季節により日当たりが変化する。作動状況を維持するため、以下が重要である。

- ①設置時の受信状況の確認
- ②定期的なメンテナンス

3. 導入実績・特許等

国や県の災害・工事現場に約200件の導入実績

【問い合わせ先】

北陽建設株式会社 地質コンサルタント部
担当 猪又、竹内 (TEL. 0261-22-1170)



図-1 設置イメージ、受信器設置状況

土研式投下型水位観測ブイ

株式会社 拓和

本社： 〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-4-15 (TEL.03-3291-5873)

キーワード：天然ダム、湛水位監視、水位計、迅速安全、土砂災害

1. 概要

従来、地震・豪雨等によって天然ダムが形成されると、湛水位を監視するために水位計・伝送装置を陸送し人力で設置していましたが、急峻な地形・道路の寸断などによって天然ダムへのアクセスが困難な場合、監視開始までに多くの日数を要する事例がありました。

そこで、課題を解決するツールとして、土研式投下型水位観測ブイをご紹介します。本技術は、(独)土木研究所 火山・土石流チームと当社で共同開発されたものであり、ヘリコプターで輸送・投下するだけで設置が完了する、迅速性、安全性に優れた新しい水位計です。

2. 特徴

土研式投下型水位観測ブイは、衛星通信装置及びバッテリーを搭載したブイと、水位計及びケーブルを搭載したケージから構成され、図-1 のような構造となっています。

図-2 に示す使用時イメージのように、ヘリコプターで機器を吊下げて輸送して、天然ダム現地に到着したら水面に投下します。投下後、ブイとケージが自動的に分離して観測姿勢となり、直ちに観測開始します。センサによって測定された水位データは、ブイに收容された伝送装置によって低軌道周回衛星を介して利用者に E メールで配信され、専用ソフト上で監視することができます。なお、電源はブイに内蔵する小型バッテリーから供給します。

<特徴>

- ・ヘリコプターから投下するだけで設置完了できるため、発災後迅速・安全に水位監視が可能。
- ・水位計センサは 40m まで測定が可能のため、大規模な閉塞高にも対応できる。
- ・衛星通信利用により山間地でも通信可能。また、通信費は安価である。
- ・天然ダム湛水部の中央に設置できるため、湖岸からの土砂流入による破損が少ない。
- ・バッテリーで 3 ヶ月程度運用可能なため、維持管理の負担が軽い。



図-1 土研式投下型水位観測ブイの外観

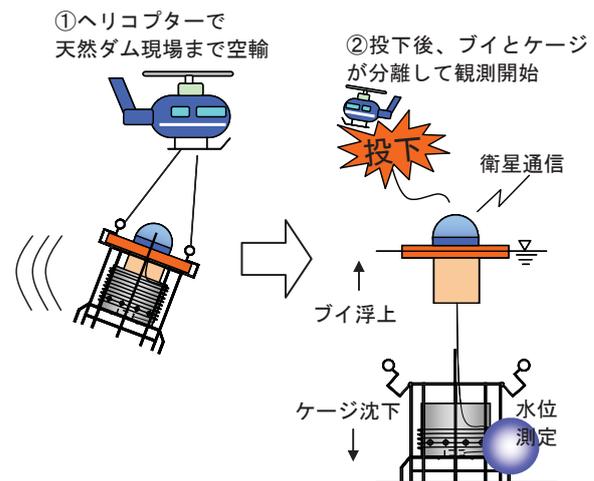


図-2 使用時のイメージ

3. 導入事例・実用新案

- ・導入実績：平成 20 年 6 月 14 日に発生した岩手・宮城内陸地震時に宮城県迫川上流部で形成された、湯浜地区の天然ダムに、土木研究所と東北地方整備局によって設置・運用され、防災情報として活用されています。また、関東地方整備局利根川水系砂防事務所において、大規模土砂災害発生を想定した対策機器として事前配備されています。
- ・実用新案：「投下型水位観測用ブイ装置」登録第 3149794 号 (独)土木研究所、(株)拓和の共同出願

【問合せ先】

(株)拓和 担当：伊藤 洋輔 (TEL.03-3291-5873)

シミュレーション技術を用いた天然ダム被害影響調査

(財)砂防フロンティア整備推進機構^{※1}、アジア航測株式会社^{※2}
水山高久^{※3}、里深好文^{※4}

※1 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-4 砂防会館別館 6F (TEL. 03-5216-5871)
※2 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 (TEL. 044-967-7230)
※3 京都大学大学院農学研究科 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 (TEL. 075-753-6490)
※4 立命館大学理工学部都市システム工学科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 (TEL. 077-561-2666)

キーワード: 天然ダム決壊シミュレーション, 決壊後のハイドログラフ, 洪水到達範囲, 洪水到達時刻

1. 概要

地震等により天然ダムの形成が確認されたら、それが決壊した場合を想定し、災害初期段階に迅速かつ正確な避難情報等を提供する必要があります。ここでは、天然ダム形成・決壊時における迅速かつ正確な情報提供が可能なシミュレーション技術を用いた天然ダム被害影響調査についてご紹介します。

2. 特徴

(1)天然ダム形成・決壊の対応手順

天然ダムが形成された場合、緊急対応として図面等から河道地形や天然ダム形状を想定し、概略検討を行います。併行して航空レーザ計測等を行い、天然ダム流入流量等の詳細な災害情報を取得し、決壊までの時間や決壊した場合の土石流や洪水の到達時間や氾濫範囲を精度高く予測し、公表できるようにします。

(2)天然ダム決壊シミュレーションの精度

これまで天然ダム決壊に伴う洪水ピーク流量の予測は、簡便式が多く用いられてきましたが、その精度の向上が課題とされてきました。そこで、二層流モデルの考え方¹⁾を用いた天然ダム決壊のシミュレーションモデル²⁾を開発しました。このシミュレーションモデルは過去の天然ダムの決壊による洪水ピーク流量とよく整合することが検証されました³⁾。また、中国四川大地震における唐家山天然ダムに適用したところ、越流量の観測結果と良好な一致を示しました(図-1)。

(3)天然ダム決壊シミュレーションによる予測

a)任意地点の洪水ピーク流量予測

天然ダムが決壊した際の洪水ピーク流量を下流の任意地点で予測することができます。従来の簡便式では、天然ダム直下の洪水ピーク流量しか想定することができませんでした。

b)洪水到達時刻の予測

下流の任意地点のハイドログラフを作成することができるので、下流の集落や市街地への洪水到達時刻を予測することができます。

c)洪水氾濫範囲等の予測

ハイドログラフと航空レーザ計測による地形データを用いて二次元氾濫計算を行い、洪水氾濫による被害範囲や水位、流速等を予測することができます(図-2)。

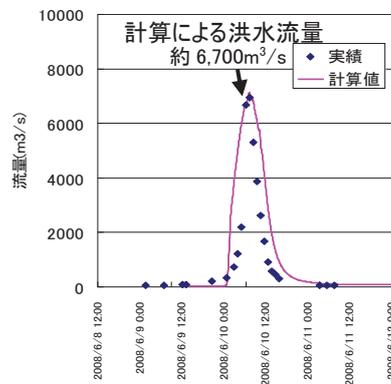


図-1 下流の任意地点のハイドログラフ作成

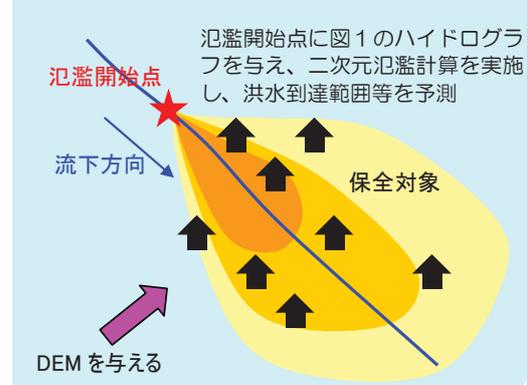


図-2 洪水氾濫範囲の予測

【参考文献】

- 1) 高濱淳一郎・藤田裕一郎・近藤康弘: 土石流から掃流状集合流動へ遷移する流れの解析法に関する研究, 水工学論文集, 第44巻, p. 683-686, 2000
- 2) 里深好文、吉野弘祐、小川紀一郎、水山高久 (2007): 天然ダムの決壊時のピーク流量推定に関する一考察 砂防学会誌 Vol. 59, No. 6, p. 55-59
- 3) 里深好文、吉野弘祐、小川紀一郎、森俊勇、水山高久、高濱淳一郎 (2007): 高磯山天然ダム決壊時に発生した洪水の再現 砂防学会誌 Vol. 59, No. 6, p. 32-37

【問合せ先】

(財)砂防フロンティア整備推進機構
企画調査部 (TEL:03-5216-5872)
アジア航測株式会社
防災地質部 (TEL:044-967-6310)

火山監視システム

日本無線株式会社

本社 〒167-8540 東京都杉並区荻窪四丁目 30 番 16 号 藤澤ビルディング TEL:(03)6832-1747

キーワード：火山監視, システム, センサ, カメラ, 情報処理

1. 概要

火山監視システムは、火山活動を観測するとともに、火山活動に起因する土砂移動を伴う災害も含め、火山地域に発生する災害の対策に役立つ情報を提供し、災害軽減を図るシステムです。各火山の特性により観測情報の種類、情報収集方式など、要求仕様が異なるため、監視する火山および想定される災害に応じてシステムを構築します。

2. 特徴

(1) 観測情報の収集

火山監視に有用な様々な情報を計測し、無線または有線回線により収集します。

収集する情報としては、地震、空振、監視カメラ映像（高感度、熱赤外）、土砂移動検知（ワイヤセンサ、振動センサ、音響センサ）、傾斜度、降雨（レーダ雨量計、雨量計）、風向風速、積雪、水位・流量などがあります。

(2) 情報の処理

収集した情報に対して、それぞれの情報に応じた処理を行います。

(a) 地震情報

一定レベル以上の振幅を持つ波形の観測回数を統計的に処理し、火山活動状況の判断材料とします。

(b) 空振情報、傾斜情報

火山活動状況を判断する情報として利用します。

(c) 監視カメラ映像

火山の活動状況を可視・高感度または熱赤外の映像としてとらえ、長時間録画装置により記録します。

(d) 土砂移動検知情報

センサ設置場所の土砂移動を検知し、結果を直ちに警報として、関係各所に通報します。

(3) 情報の保存、表示

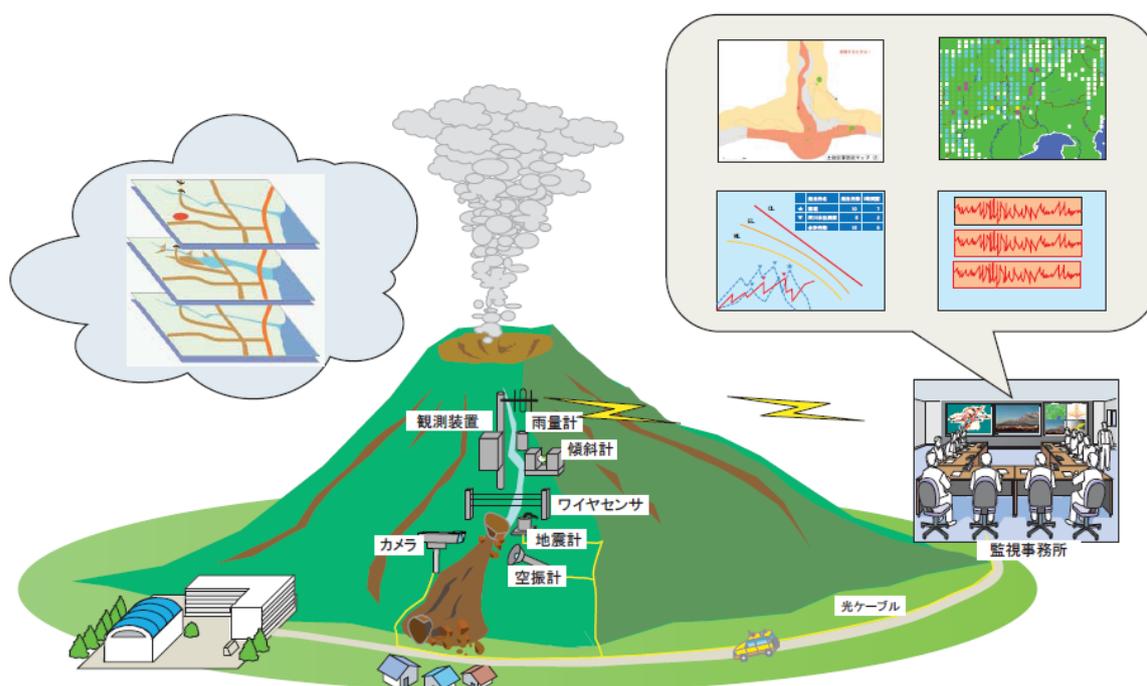
火山監視では、長期間にわたる観測結果に基づき、火山活動予知のため、火山の性質および傾向が分析されます。このため、複数年分の情報を保存可能なファイルサーバを備え、リアルタイムに情報を保存します。情報は、地図画面（GIS）上に重ね合わせ、地域全体の状況を把握できるように表示します。

3. 納入実績

国土交通省、地方自治体など

<問い合わせ先>

日本無線株式会社 ソリューション営業部
TEL:(03)6832-1747



簡易型振動検知式土石流センサー（簡易振動センサー）

株式会社 拓和

本社：〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-4-15

キーワード：土石流、振動検知、安価、小型、省電力

1. 概要

住民の警戒避難や工事現場の作業員の安全管理等のため、対象地域において土石流の発生を迅速かつ確実に把握する体制をとることは重要です。その手段のひとつとして、検知センサーを活用することが考えられます。一般的に用いられているセンサーはワイヤーセンサーがありますが、ワイヤーが一度切断されると張り直すまで土石流を検知できないこと、かつ、動物や落石等により切断され誤報に至る場合があります。

一方、土石流が発生する振動を捉えて発生検知を行う振動検知式土石流センサー（以下振動センサー）が開発・販売されています。同センサーはワイヤーセンサーと異なり、土石流を連続して検知できる等のメリットがある反面、振動の振幅値が一般的な土石流発生の際値となっているため、落石等他の振動ノイズにより誤検知することが考えられます。

そこで、従来の振動センサーの閾値について、振幅だけでなく振動の継続時間をあわせることで、土石流の検知精度を向上させかつ、センサーの仕様を土石流検知用に限定することで、低コスト化、軽量小型化を実現し、災害現場等においても設置・観測可能な振動センサーを開発しました。

また、この振動センサーは、(独) 土木研究所の「振動検知式土石流センサーを活用した土石流監視手法に関する共同研究」にて検討・開発を行いました。

2. 特徴

- (1) 小型・軽量なため、容易に持ち運べ迅速に設置・観測が可能
- (2) 省電力設計で商用電源がない場所においても太陽電池・バッテリー等で動作が可能
- (3) センサー一部を土石流検知に必要な精度に限定し、それに適した静電容量型 MEMS 振動センサーを選定・使用し、機器の価格の低廉化を実現とした

(4) 振動の強さおよび振動の継続時間の 2 種類の検知基準により判定し、検知精度の向上を行った

(5) 土石流の検知レベルは、5 段階まで任意に設置が可能とし、かつ継続時間の設定も任意に設定が可能とした。これらの検知信号により概略の土石流規模の推定を可能とした

(6) 国土交通省で使用されているデータ伝送装置であるテレメータ伝送装置に直接接続可能とした



図-1 簡易振動センサー（左：センサー、右：変換器）

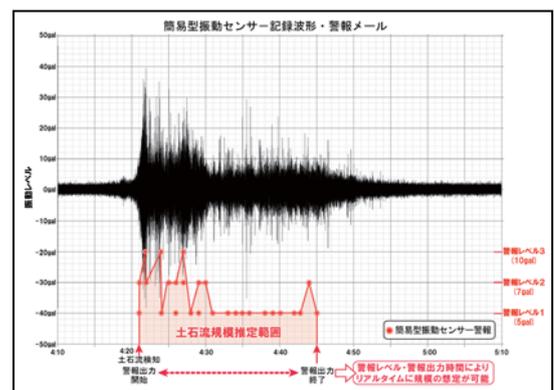


図-2 計測振動波形（黒線）および5段階警報レベルにおける土石流規模の推定（赤線範囲）

3. 導入実績・特許等

2011 年の霧島連山新燃岳の噴火や台風 12 号による紀伊半島豪雨で発生した赤谷地区天然ダムの土石流監視システムとして運用されました。

【問合せ先】

株式会社拓和 担当：柳町（TEL. 03-3291-5874）

事業優先順位設定手法 (NETIS:CG-060015-A)

株式会社 エイト日本技術開発 〒700-8617 岡山市北区津島京町3丁目1-21 (TEL. 086-252-8917)

キーワード：優先順位、客観的、透明性、意思決定、説明責任

1. 概要

本手法は、公共事業の点検、工事、補修箇所選定において、客観的データに基づく優先順位を設定する統計解析手法です。包絡分析法を応用した解析フローは、国民の視点を考慮した評価方法を可能にしました。解析結果は、定量的な根拠資料として、行政担当者の意思決定における客観性、透明性、説明責任の向上に寄与するものと考えます。

2. 特徴

評価の特徴を以下に示します。

(1) 既存のデータによる評価が可能

解析に用いるデータは、評価する対象事業の優先度判定に必要な要因の組合せが必要となりますが、既存のデータがあれば、そのまま適用できます。算定のためにデータ作成するのが望ましいですが、コスト縮減を考慮して既存データで評価した事例が圧倒的に多いです。

(2) 評価解析条件の設定が不要

パラメータ設定等が不要なので、評価者の判断が入りません。解析に用いるデータがすべてを決定します。優先順位の評価に用いるデータの組合せが技術的に問題なければ、その後は誰が実施しても評価は同一となります。

(3) 国民視点を考慮した評価方針

例えば、ある事業を実施して欲しいと要望します。要望する側（国民）は、該当箇所に都合のよい条件で評価して欲しいと考えるでしょう。包絡分析法を応用することで、箇所ごとの最適条件を算定します。優先順位は、その最適条件で他箇所と相対比較することで算定されます。要望する側の立場に立った評価を可能にしました。

(4) 説明が容易

優先順位が低い箇所は、当該箇所において最適な条件で優先度が劣っていることを意味しています。それ以外の条件で検討すると、順位が下がることはあっても上がることはありません。『あなたにとって最も都合のよい条件でも、他の箇所の優先度が高いので、他の箇所から実施しています』という説明ができる基礎資料となります。

(5) 分野・対象を問わず評価が可能

本手法は、統計学的処理に基づく優先順位の設定手法です。砂防、あるいは土木の枠組みを超えてどのような問題に対しても、検討が可能です。

3. 導入実績・関係各社の連絡先等

本手法は、新技術情報提供システム (NETIS) に登録された手法です。

評価実施件数は、30 件以上ございますので、その一部（一部略記）を以下に示します。

多治見管内砂防施設検討業務(中部地方整備局)
六甲山系優先度検討業務(近畿地方整備局)
道路維持修繕計画検討業務(中国地方整備局)
仁淀川河道計画検討業務委託(四国地方整備局)
筑後川・矢作川樋管等構造物補修計画(九州地方整備局)
道路防災点検調査業務(内閣府沖縄総合事務局)
急傾斜地基礎調査資料作成業務(北海道室蘭土木現業所)
中村大王・桃原地区抑止工検討業務(中国四国農政局)
矢作川総合第二期地区大規模地震対策事業(東海農政局)

この手法は、下に示す(3)までの大学・企業と共同開発を実施し、以下の企業を含め大いに利用されています。(株) エイト以外の連絡先を以下に示します。

- (1) 国立大学法人 山口大学工学部
担当：古川浩平
- (2) 国立大学法人 香川大学工学部
担当：荒川雅生 (TEL. 087-864-2223)
- (3) 中電技術コンサルタント株式会社
担当：荒木義則 (TEL. 082-256-3347)
- (4) 西日本技術開発株式会社
担当：大石博之 (TEL. 092-781-1454)
- (5) 八千代エンジニアリング株式会社
担当：菊池英明 (TEL. 03-5906-0061)
- (6) 株式会社四電技術コンサルタント
担当：松本幸太郎 (TEL. 087-887-2270)
- (7) 株式会社北海道技術コンサルタント
担当：神原孝義 (TEL. 011-753-9098)
- (8) 株式会社シー・イー・サービス
担当：正岡久明 (TEL. 011-855-3292)

【問合せ先】

株式会社エイト日本技術開発 担当 佐藤丈晴
(TEL. 086-252-8917)

ラフ集合を応用した重要要因及び規則性(ルール)の抽出

株式会社 エイト日本技術開発 〒700-8617 岡山市北区津島京町3丁目1-21 (TEL. 086-252-8917)

キーワード：重要要因、ルール、組合せ最適化、規則性、ラフ集合

1. 概要

災害や事故は、多数の要因が複雑に絡み合っ発生するものであって、完全な規則性を得ることは困難です。ラフ集合は、結果を『ラフに』捉えることによって、結果の特徴を把握できる『ほどよい』要因の組合せを抽出することと、それを用いてルールという形で規則性を抽出し、今後の対策方針を検討することができます。

2. 特徴

(1) 解析方法(ラフ集合)

図-1を用いて説明します。土石流危険渓流データを散布図にプロットした図です。グラフは、縦軸に最急渓床勾配、横軸に溪流長を用いた散布図です。

これらの要因は、ともに離散化データであり、散布図もメッシュ化されています。各メッシュは、二つの要因で説明できます。しかし、図中に示した発生データの集合は、二つの要因では説明できません。このような集合をラフ集合といい、この集合を説明できる要因の組合せを求め、それらの組み合わせを用いてルールを抽出するのが、本手法の解析方法となります。最も少ない最も少ない要因の組合せで、ラフ集合を説明できる水準となったときに重要要因の組合せとして抽出されます。

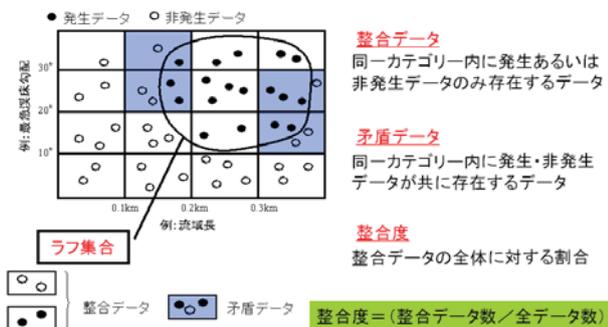


図-1 ラフ集合の概要図

(2) 適用する利点

①非線形的な検討ができます。

自然界の現象においては因果関係が複雑であり、線形では近似できない場合があります。ラフ集合はカテゴリー化されたデータを基に非線形的な検討を得意としています。

②組合せによる相乗効果

ラフ集合では、複数要因を組合せることで、相乗効果を図ることができます。単に各要因の精度を加えたものではありません。また、要因抽出において係数が算出されるのではなく、その要因が必要か必要でないかの二者択一です。必要であれば重要要因として抽出され、必要でなければ全く反応しません。

③規則性(ルール)の抽出

重要要因の組合せを算定すると、各要因がどのくらいの値であれば結果どうなるのかという規則性が整理できます。規則性は、『if...then...』で表現されます。例えば災害が発生する規則に含まれる箇所は、対策優先度が高く、かつ規則を外すような対策方針とすることで、経験上災害が発生しない箇所となります。

【規則性(ルール)の例】

「本地域における土石流危険渓流のうち、花崗岩地質で、平均渓床勾配15度以上の溪流が、50mm以上の降雨で土石流が発生する」

「本路線における連続交差点では、右折レーンがなく、バス停がない交差点に事故が集中している」

⇒対策：右折レーンをつける、バス停の位置を変える

3. 導入実績・連絡先等

本技術を適用した事例を以下に示します。

長谷川外土砂変動量調査業務(九州地方整備局)
岡山南部事故対策業務(中国地方整備局)
鉄道沿線要注意箇所管理手法に関する検討(JR東海)

本技術は以下に示す3者で共同研究により土木分野へ適応させた技術です(株エイト日本技術開発以外)。

(1) 国立大学法人 山口大学社会建設工学科
担当：古川浩平

(2) 中電技術コンサルタント株式会社
担当：荒木義則 (TEL. 082-256-3347)

【問合せ先】

株式会社エイト日本技術開発 担当 佐藤丈晴
(TEL. 086-252-8917)

砂防関連情報管理システム

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-4砂防会館別館6F(TEL 03-5216-5871)

キーワード: Web, GIS, 警戒避難, 緊急サイト, 土砂災害警戒区域, ハザードマップ, データベース

1. 概要

近年、IT技術はソフト、ハード共に飛躍的に進歩しており、これを背景として、国土交通省の直轄砂防担当事務所でも多岐にわたる各種砂防関連情報の電子化が進められてきています。

これらの砂防関連電子情報はほとんどのものが「位置」に関する情報を属性として持ち合わせているため、基本的にはGIS技術を利用した体系で管理されています。

しかしながら、これまで事務所によっては利用ニーズや運用実態を十分反映せず、業務ごとデータごとに一貫性のない環境を構築してきた結果、導入はしたがほとんど稼動していないものがあるという事例も見受けられます。

当機構では、多くの砂防行政経験者の豊富なノウハウや中立的かつ最新のGIS技術を融合して、蓄積された様々な砂防関連情報を全ての事務所職員が机上で利用することが可能な一元管理型イントラネット砂防関連情報管理システムを開発しました。

2. 特徴

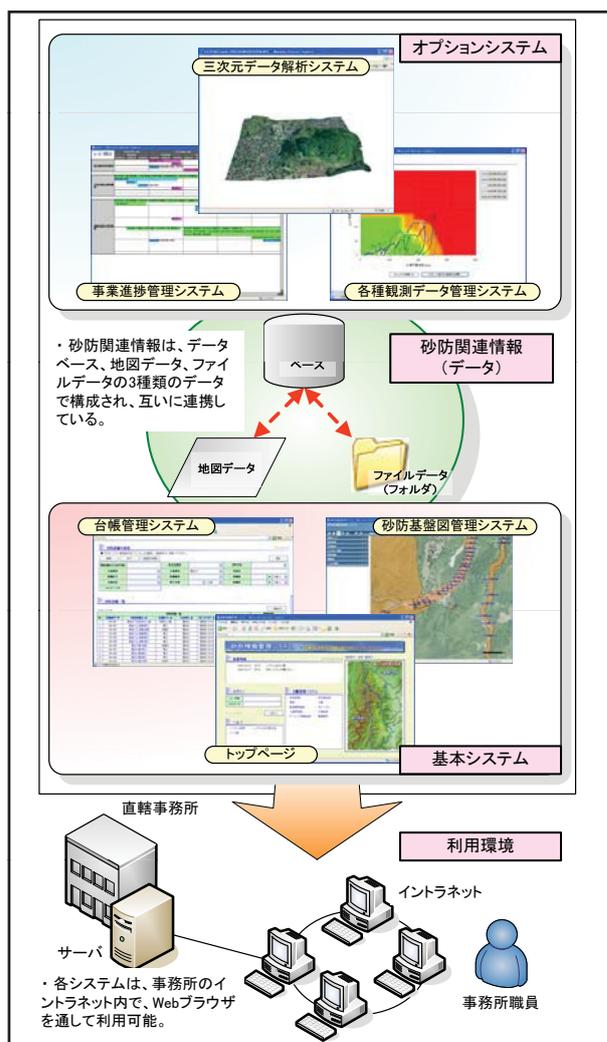
一元管理すべき砂防関連情報は電子地図上の位置データと名称・面積などの属性データが基本となります。

管理システムは通常これらのデータベースを組み合わせることで構築されていくことが多いのですが、実際はこれに加えて様々なドキュメントや写真、CADなどの電子ファイルなども存在します。これら全てのメディアをデータベース化するとシステム構造が複雑になりデータ更新などが煩雑になるため、本システムでは位置や属性に関する情報をデータベース化して、これに関連する電子ファイルを格納したフォルダをデータベースと連携する構造を採用することで、これらの課題を解決しました。この結果、本システムは位置や属性に関するデータベースという機能にあわせて砂防関連情報の一元管理というニーズも実現しました。

また、直轄砂防担当事務所はその歴史や背景、調査データの蓄積状況によって管理システムに求められる機能は必ずしも同じものではありません。本システムは地図とデータベース、フォルダの連携管理機能を基本として、①各種観測データ管理システム、②事業進捗管理システム、③三次元データ解析システム、④県版情報管理システムとの連携システム、などをオプションとして追加していくことが可能な拡張型システムとなっています。

3. 実績

本システムは砂防関連情報に特化して当機構が開発した基本システム(特許申請中)をベースとして、複数のコンサルタント会社がそれぞれ開発した各種システムモジュールを組み合わせたものであり、平成20年度以降、全国の主要直轄砂防担当事務所で順次採用され、運用されています。



【問合せ先】

砂防管理情報センター長 堀内 成郎 (TEL.03-5216-5855)

土砂災害警戒区域等管理システム

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-4砂防会館別館6F (TEL 03-5216-5871)

キーワード: 土砂災害警戒区域等、砂防指定地、ハザードマップ、砂防基盤図、GIS、データベース

1. 概要

土砂災害防止法に基づく基礎調査は全国で継続的に実施され、土砂災害警戒区域等の指定が精力的に進められています。これらに関連するデータの多くは高度なGISデータであり、そのボリュームも年々増加の一途をたどっていることから、各都道府県の砂防部局では誰でも容易にデータ管理ができるシステムが必要となってきました。

本システムは、土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等の管理を主目的とし、あわせて土砂災害危険箇所や砂防指定地等の砂防関連電子情報の管理・利活用を可能とした土砂災害警戒区域等管理システムで、特許(特許番号:第4286900号)を取得しています。

2. 特徴

本システムはGISをベースにしたシステムであり、土砂災害警戒区域等や土砂災害危険箇所、砂防基盤図、オルソフォト(航空写真画像)等を重ねて表示することができます。本システムを用いることで、都道府県の砂防部局では基礎調査の進捗管理や土砂災害の危険区域の把握、地域住民の警戒避難に役立つハザードマップ作成など、砂防関連業務の効率化を図ることができます。以下に本システムの主な機能を紹介いたします。

(基礎調査の進捗管理)

従来の土砂災害危険箇所をベースに、基礎調査や指定状況の進捗(未着手→調査中→指定済 等)を色分け表示で確認することができ、計画的な業務推進に役立ちます。

(土砂災害警戒区域等の管理)

基礎調査で作成した区域調書の情報をデータベースとして管理します。さまざまな条件による絞り込み検索が可能であり、検索結果から区域調書や公示図書の閲覧、該当箇所の地図表示などができます。

(砂防指定地の管理)

砂防指定地台帳の基本情報をデータベースとして管理します。絞り込み検索による台帳閲覧や地図表示も可能です。

(土砂災害ハザードマップの管理)

地図画面で任意のエリアを指定することで土砂災害ハザードマップが容易に作成でき、市町村等に対して情報提供を円滑に行うことができます。

3. 導入実績

平成20年度末現在、全国十数都県で導入されており、一部の県では出先事務所でも運用されています。

警戒区域等の表示

警戒区域等の場所を地図・航空写真上で見ることができ、その位置を容易に把握することができます。



基礎調査の進捗管理に…

調査実施箇所、告示箇所等の情報を迅速かつ容易に把握できるので、基礎調査を計画的かつ効率的に推進することができます



区域調書を整理・ファイリング

区域調書を最新の状態で適切な形式で保管することにより、効率的な情報の活用や円滑な情報共有が可能となります。



区域調書の記載データの検索集計

区域調書に記載されたデータもデータベース化されているので、数値や文字の検索と集計ができ、より計画的かつ効率的な管理が可能です。



ハザードマップ作成に向け市町村をバックアップ

市町村に対して、ハザードマップ作成に必要な情報提供を円滑に行うことができます。



【問合せ先】

砂防管理情報センター 担当 小川直樹 (TEL.03-5216-5855)

災害時緊急Webサイト

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-4砂防会館別館6F(TEL 03-5216-5871)

キーワード: Web, GIS, 警戒避難、緊急サイト、土砂災害警戒区域、ハザードマップ、データベース

1. 概要

地震や台風、集中豪雨などで大規模な土砂災害が発生した場合は、国や砂防学会などの各種機関の専門家や砂防ボランティア等が支援のため現地に入りますが、喫緊の対応で現地の砂防担当部局が混乱する中で、関係者が共有すべき情報は多岐に渡ります。

本システムは、大規模災害が発生した時に現地の土砂災害関連情報を、当機構内で24時間365日管理運営しているGISサーバーを用いてWeb配信し、現地調査団等の関係者がインターネットで情報を閲覧し、また必要に応じてデータを書き込んだりダウンロードすることが出来る機能を実装した当機構の後方支援サービスシステムです。

2. 特徴

現地で調査・対応している人にデータ提供して後方支援するためには、配信できるデータを日頃から集約管理し、配信のための仕組みを確立しておく必要があります。

管理データとして、現地の詳細な地形状況の把握が可能となる砂防基盤図やデジタルオルソ、土砂災害発生のポテンシャルを示す土砂災害危険箇所情報などが有益であることは過去の災害対応の経験から明らかになっています。

これらの情報は基本的には都道府県の砂防部局や直轄砂防担当事務所で管理されているため、全国の土砂災害に対して速やかに情報配信を実施するには、日頃から情報を収集し、集積していることが必要となります。

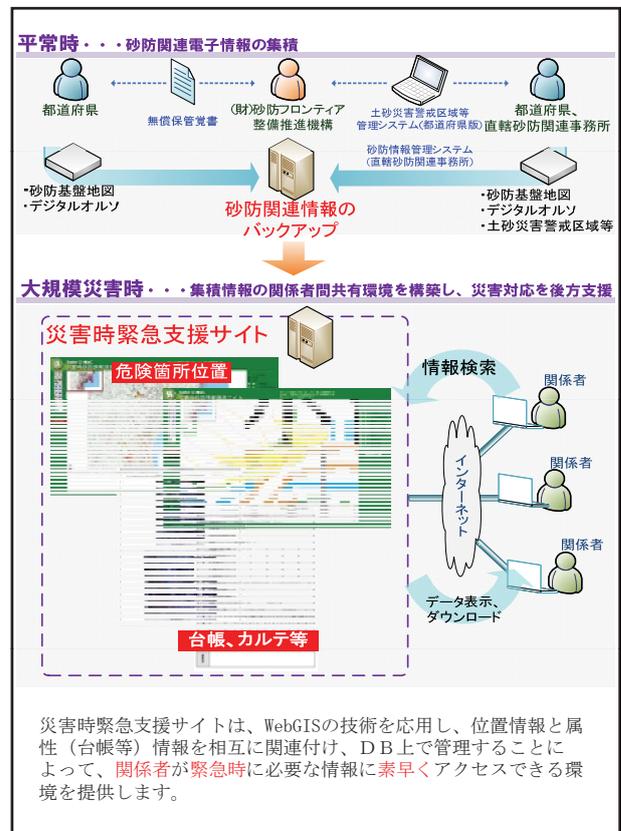
当機構では、都道府県や直轄砂防担当事務所と「砂防関連情報の保管に関する覚書」を順次締結し、各機関が保有する砂防関連電子データを無償でバックアップ保管させていただくというサービスを公益事業として実施してまいりました。

これらのデータは位置情報をベースとしたデータベースであり、その他の電子情報もこのデータベースと連携させて検索することが可能なことから、土砂災害時の緊急情報としては情報ボリュームやそのレベル、コンテンツアップの即時性など、日本で唯一といえるサービスです。

3. 実績

当機構では平成18年の中越地震を契機に試行錯誤しながら災害時緊急支援サイトを立ち上げてきており、昨年の岩手・宮城内陸地震による土砂災害をはじめ、これまで4度の大規模土砂災害に対応してまいりました。現在、当機構の SABO D-MaC には全国約30都県の砂防基盤図データ、全国約10の直轄砂防担当事務所の砂防関連電子情報がバックアップ管理されています。

現在、地図情報を媒体とした掲示板機能を持たせるような機能を開発しており、完成後は配信するだけの役割から、ユーザー間の情報交換や意見のやり取りが可能な双方向性システムとなります。



【問合せ先】

砂防管理情報センター 担当 宮川 学 (TEL.03-5216-5855)

スカイビューマップ

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-4砂防会館別館6F (TEL 03-5216-5871)

キーワード: GIS、オルソフォト、警戒避難、土砂災害警戒区域、ハザードマップ

1. 概要

本システムは道路地図に土砂災害防止法に基づく基礎調査で作成されたオルソフォトを重ねMorphing手法を用いて地図と写真を任意比率で表示する警戒避難基礎情報システムです。土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所などの情報が道路や家屋などの住民情報とともに検索することができ、正確かつ簡単に表示できる。これを用いることにより、地域住民や市町村関係者が土砂災害の危険性の把握や避難行動を的確に行うことが出来る、非常に利用価値が高いシステムです。

2. 特徴

平成13年に土砂災害防止法が施行され、これにより各都道府県の砂防部局では高精度(1/2500)の航空写真(オルソフォト)やポリゴンデータを含む基盤地図のデジタルデータが整備され、それらのデータを用いて土砂災害警戒区域等の設定作業が進められています。

本システムは、この貴重な高精度データを、調査のみならず調査後に設定される警戒区域等の表示や行政・住民への広報ツールに活用できる画期的なものです。

本システムはMorphing手法を用いて地図と航空写真を任意の濃度で重ね合わせて表示できるのが特徴で、この表示システムに土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所などの情報を重ねて表示することにより、道路や家屋などの住民情報とあわせて容易に検索でき、正確かつ簡単に表示・印刷できるようにしました。

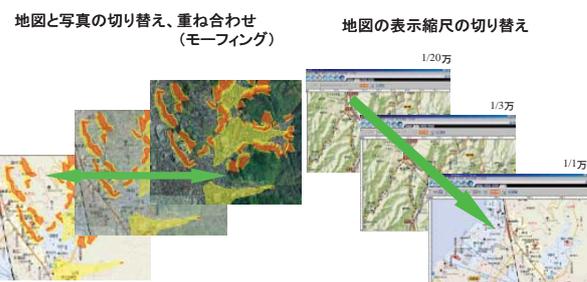
利用者はDVDにインストールされたスカイビューマップに住所等の情報を入力し、自宅付近を表示することによって避難場所までの経路や所要時間を地図上で簡単に検索でき、また、航空写真と重ね合わせることによって容易に土地勘を得て避難行動の図上シミュレーションを的確に行うことが出来ます。このシステムは操作が非常に簡単で、プリントアウト時には縮尺が1万分の1に自動設定されるようにするなどの工夫がなされています。

3. 導入実績

本システムは平成15年度および平成16年度の砂防学会研究発表会で発表され、平成17年度には砂防学会砂防技術賞を受賞しました。(特許:第3779305号)

また、日本宝くじ協会の助成対象事業に選定されており、平成20年度末までに当財団の公益事業として砂防関連電子情報を無償保管させていただいている全国25都県のスカイビューマップが作成され、配布されています。

地図と写真画面はワンタッチで切り替えや重ね合わせ表示が出来、縮尺も1/200,000から1/10,000まで自由に変わります。

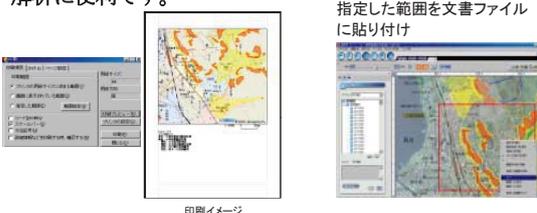


また、住所や郵便番号等からの検索も可能ですので場所を容易に探し出す事が出来ます。

住所からの検索 郵便番号からの検索 地名・地物名からの検索



表示箇所は正確に1/10,000でプリントアウトすることが可能です。また、表示画面上で任意の範囲を指定して、文書ファイル等に貼り付けることも出来ますので、種々の資料作成、解析に便利です。



さらに、2地点間の距離と移動時間が計算出来ますので、自宅から避難場所までの距離、移動時間等を調べることが出来ます。



【問合せ先】

砂防管理情報センター 担当 西村卓師 (TEL.03-5216-5855)

3次元地形データ管理システム

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構

〒102-0093 東京都千代田区平河町2-7-4砂防会館別館6F(TEL 03-5216-5871)

キーワード: 3次元地形モデル、GIS、土砂災害防止法、シミュレーション、レーザプロファイラ

1. 概要

当機構は平成14年度に土砂災害防止法に係る基礎調査の支援システムを開発し、現在ほとんどの都道府県で活用されています。この支援システムはGISエンジンを用いたもので、使用する2,500分1地図の仕様は、当機構から発行されている「土砂災害防止法に使用する数値地図作成ガイドライン(案)」に定められています。

このガイドラインでは作成する砂防基盤図として数値地図(DM)データとともに3次元地形モデルデータ(TIN: triangulated irregular network)、オルソフォト画像データの仕様が示されています。

ガイドライン仕様で作成されたDMデータは高精度な平面図として基礎調査以外でも活用されていますが、TINデータはなじみが少なく、また扱えるアプリケーションも開発されていないため、基礎調査以外では活用されていません。また直轄砂防事務所では昨年度以降、統一規格でレーザプロファイラデータが作成されています。

当機構では、これらTINデータやLPデータ等の3次元データを適切に管理し活用するシステムを開発しています。

2. 特徴

TINデータやLPデータは任意地点の標高値を算出することができることや、データ構造が単純なランダムな点座標の集合であるため、他データと組み合わせで解析することが容易であるなどの特長を持っています。反面、データ量が膨大になるなど処理の困難さもあります。

当機構では砂防基盤図を活用したGISによる砂防関連情報管理システムを既に直轄砂防担当事務所向けにリリースしており、このモジュールのひとつとして3次元データ管理・処理プログラムを開発しました。このシステムは3次元データの特長を生かすため、以下の点に留意して開発されています。

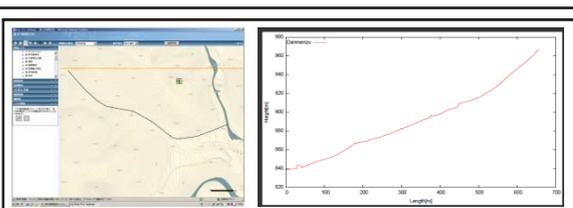
- ① データの処理速度を向上させること。
- ② 広範囲をシームレスに扱えること。
- ③ 山地斜面の詳細な地形表現を生かすこと。
- ④ テキストデータがそのまま扱えること。

上記を実現するために、本プログラムは各ファイルの諸元を一旦データベースに取り込む方法を用いています。

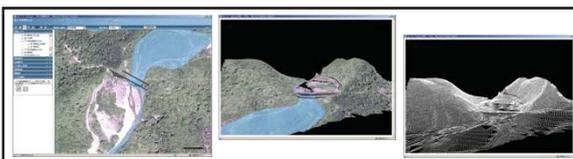
データベースに読み込まれた3次元データは砂防関連情報管理システムのエンジンを用いて下記①～④のような処理をすることが可能です。

3. 導入実績

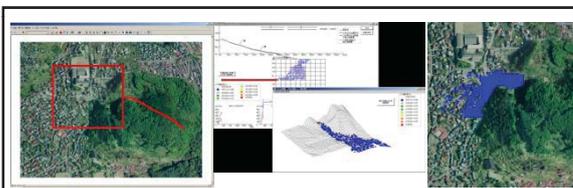
本システムは平成21年度砂防学会において発表され、当機構の砂防関連情報管理システム(特許出願中)のモジュールとして多くの直轄砂防担当事務所に導入されつつあります。



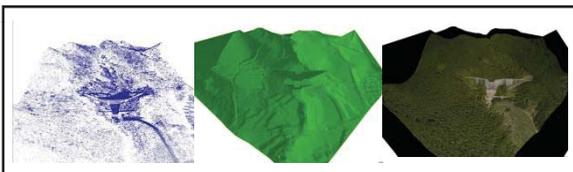
①GIS上で指定した任意測線の断面図表示



②GIS上で指定した任意範囲の鳥瞰図表示



③2次元氾濫シミュレーションのデータ作成



④LPデータを用いた3次元処理

【問合せ先】

砂防管理情報センター 担当 岩浪 英二 (Tel.03-5216-5855)

RBFN を活用した土砂災害発生危険基準線の高度化

中電技術コンサルタント株式会社 〒734-8510 広島県広島市南区出汐 2 丁目 3-30 (TEL.082-256-3348)

キーワード：RBF ネットワーク，警戒避難，CL，土砂災害警戒情報

1. 概要

土砂災害による人的被害を軽減するためには、土砂災害の危険性に対する行政的確な判断と住民の迅速な避難が必要です。それらを支援するために、近年、土砂災害警戒情報の運用が行われています。

ここでは、土砂災害警戒情報の発表基準の設定手法として広く用いられている RBF ネットワーク (Radial Basis Function Network : 以下、RBFN) を用いた土砂災害危険基準線 (Critical Line : 以下、CL) の設定手法と RBFN を用いた危険箇所ごとの CL 設定手法を紹介します。

2. 特徴

(1) RBFN を用いた CL 設定手法

RBFN を用いた CL 設定手法は、長期間の非発生降雨の頻度分布に基づく 3 次元の曲面 (応答曲面、**図-1** 参照) を作成し、その曲面を用いて土砂災害の危険性の低い領域と高い領域の境界を探索する方法です。そのため、本手法では、過去に土砂災害の履歴が少ない地域に対しても、当該地域の降雨履歴から客観的に CL を設定することが可能です。

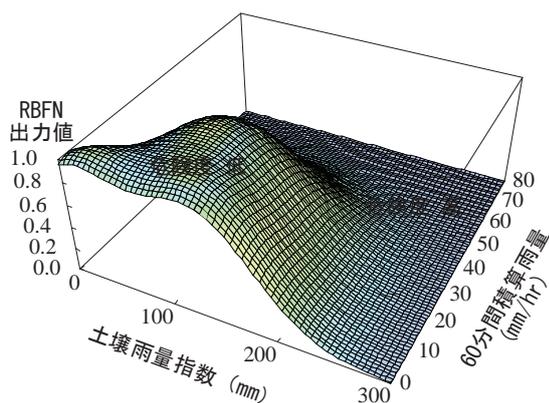


図-1 応答曲面の代表例

(2) RBFN を用いた危険箇所ごとの CL 設定手法

RBFN を用いた CL 設定手法では、地域の降雨特性を反映することは可能ですが、危険箇所ごとに異なる危険度を反映させることができません。

RBFN を用いた危険箇所ごとの CL 設定手法では、様々な手法によって評価された土砂災害の危険度を取り入れて、危険箇所ごとに CL を設定することを可能としています。これにより、従来よりもさらに詳細かつ精度の高い情報の提供が可能となります。

3. 導入実績・特許、関係各社の連絡先等

本手法は、特許第 3380871 号で特許化されています。また、RBFN を用いた CL の設定は、土砂災害警戒情報の発表基準の設定手法として広く用いられ、20 件以上の実績がありますので、その一部 (一部略記) を以下に示します。

土砂災害警戒避難基準雨量検討業務 (山口、島根、鳥取、三重、石川、北海道)

土砂災害警戒情報検討業務 (広島、滋賀、大阪府)

土砂災害警戒情報運用検証 (岩手、広島、島根)

本手法は、山口大学において開発され、以下の企業を含めて大いに利用されております。中電技術コンサルタント(株)以外の連絡先を以下に示します。

- (1) 国立大学法人 山口大学工学部
担当：古川浩平
- (2) 株式会社エイト日本技術開発
担当：佐藤丈晴 (TEL.086-252-8917)
- (3) 西日本技術開発株式会社
担当：大石博之 (TEL.092-781-1454)
- (4) 八千代エンジニアリング株式会社
担当：菊池英明 (TEL.03-5906-0061)
- (5) 大日本コンサルタント株式会社
担当：篠崎 嗣浩 (TEL. 048-988-6671)
- (6) 株式会社北海道技術コンサルタント
担当：神原孝義 (TEL.011-753-9098)

【問合せ先】

中電技術コンサルタント株式会社 担当 倉本和正
(TEL.082-256-3348)

サポートベクターマシンによる災害危険度評価

西日本技術開発株式会社 〒810-0004 福岡県福岡市中央区渡辺通1丁目1-1 (TEL.092-781-1454)

キーワード：サポートベクターマシン, SVM, 土砂災害, 危険度, リスク評価

1. 概要

土砂災害のリスクを評価する上では、その発生危険度を知ることが重要です。しかしながら、多数の危険箇所を対象に詳細調査を実施することは大きな困難を伴います。ここではパターン認識手法のサポートベクターマシン（以下、SVM）を活用した効率的かつ高精度な災害危険度評価法を紹介します。

2. 特徴

(1) 複雑な条件下の災害でも精度良く評価

SVM はパターン認識手法の一つであり、複雑な非線形問題も高次元の特徴空間にデータ写像を行うことで確実に分離する強力な機能を持っています（図-1）。本来土砂災害は非常に複雑な条件下で発生するものであり、代表的な非線形問題と言えます。これを客観的かつ明快に分離することが出来るのが SVM です。あらゆる地域・災害を対象に、過去の災害実績と整合性の高い危険度評価が可能です。

(2) 高い汎用性

災害危険箇所の地形・地質条件等の要因データに、過去の災害発生・非発生実績データを教師値として対応させたデータセットについて SVM で分析を行うと、災害発生・非発生を分離する分離超平面が構築されます。この分離超平面を基準として危険度評価を行います。この分離超平面には汎用性があるため、学習データから構築した分離超平面で他地域のデータを評価する事も可能です。

(3) 多彩な応用事例

SVM による災害危険度評価方法は、評価基準となる分離超平面の求め方および用い方を工夫することで、各種応用解析が可能です。例えば、①既往対策工の効果についての定量的評価、②SVM の危険度評価結果を基礎とした現地点検用チェックシート

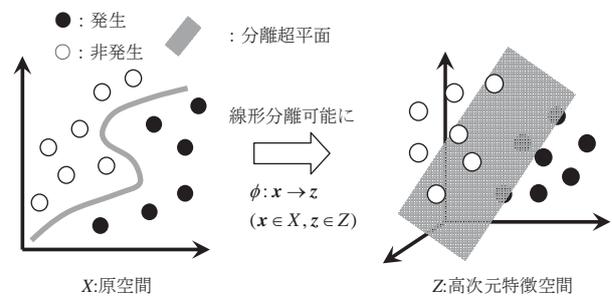


図-1 SVMの基本概念

の作成、③構造物の点検データと補修実績データから劣化度評価の実施などが挙げられます。

3. 導入実績・特許、関係各社の連絡先等

本手法は、応用解析を含めて特許第 3975407 号、特許 41523423 号等で特許化されています。また下記のようなプロジェクトにおいて実績を有しています。

- ダム貯水池上流崩壊危険箇所評価（九州電力㈱）
- ダム貯水池周辺不安定斜面評価（九州電力㈱）
- 送電鉄塔斜面災害リスク評価（九州電力㈱）
- 管内道路防災点検業務（中国地方整備局）

本手法は弊社を含め以下に記す研究グループでの共同開発により完成した技術です。全国に広がるネットワークが皆様のニーズにお応えします。

- 国立大学法人 山口大学工学部
担当：古川浩平
- 中電技術コンサルタント株式会社
担当：荒木義則 (TEL. 082-256-3347)
- 株式会社エイト日本技術開発
担当：佐藤丈晴 (TEL. 086-252-8917)

【問合せ先】

西日本技術開発株式会社 担当 大石博之
(TEL. 092-781-1454)

小型模型水路を用いた砂防事業効果の説明

アジア航測株式会社

本 社 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 (TEL. 044-967-7230)

キーワード：模型実験、マニュアル、展示模型、住民啓発、土石流

1. 概要

当社では、一般市民を対象とした出前講座や説明会等において、災害の要因となる土砂移動現象や、砂防施設の効果について説明するためのツールとなる小型模型水路を作成しています。この水路により、砂防事業に対する国民の関心と理解を促進させることが可能となります。

2. 特徴

(1) 構造

長さ 100cm、幅 7cm、深さ 16cm のアクリル樹脂製で、下流に設置した 30L のステンレス製の貯水槽に水をため、ポンプで水路の上流端に供給し循環させる構造となっています。

付属装置の流量計で流量を確認することができ、水路勾配は、支持棒の位置を変えるだけで 0 度から 30 度まで 5 度刻みに変化させることができます。

(2) 多様な実験メニュー

小型模型水路では、下記の項目に対する実験が可能です。

- ・土砂移動形態（土石流、土砂流、掃流）の観察
- ・先端に巨礫が集中する土石流の特徴観察
- ・流木が土石流に取り込まれる流下状況の観察
- ・砂防施設の効果（格子型えん堤の効果）
- ・天然ダムの決壊パターンの観察
- ・天然ダムに対する対策の効果

また、各実験に対する説明用のシナリオとマニュアルも作成しています。

(3) 準備時間の短縮に配慮した設計

実験をすばやく実施できるよう、機器を一体化させて設置性を高めているほか、専用備品を作成しています。また、持ち運びに便利な専用収納ケースも用意できます。

3. 導入実績・特許等

- ・国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所（平成 22 年度）
- ・国土交通省関東地方整備局日光砂防事務所（平成 23 年度）

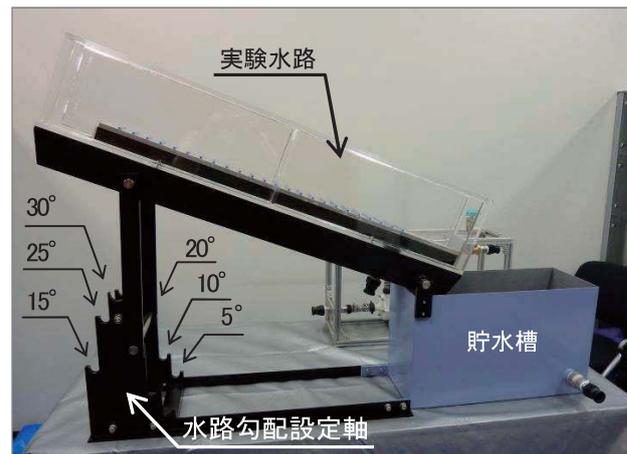


写真1 小型模型水路の外観

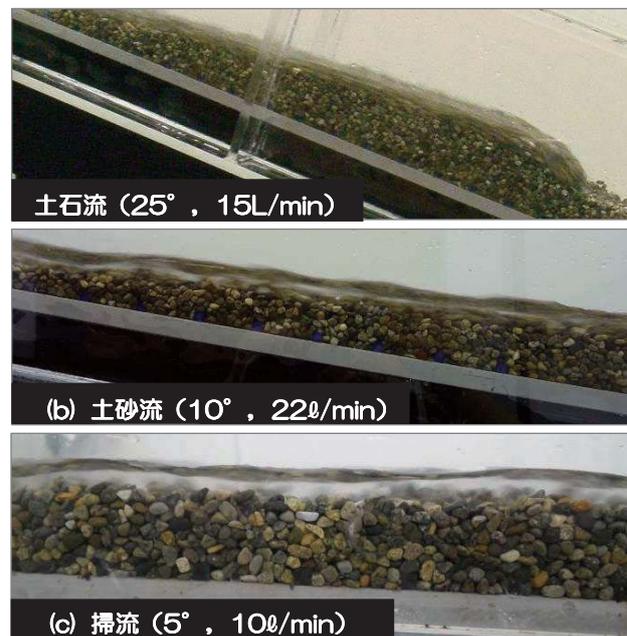


写真2 実験例（土砂移動形態の観察）

4. 参考文献

水山高久・Untung Budi SANTOSA・福原隆一（1992）：砂防流砂実験水路による流砂形態と砂防ダムの機能に関する実習，砂防学会誌，Vol. 45, No. 4, p. 30-32.

【問合せ先】

アジア航測株式会社
西日本コンサルタント部（TEL:06-4801-2250）

ユビキタス技術を活用した砂防施設管理システム

株式会社パスコ

本社 〒153-0043 東京都目黒区東山 1-1-2 東山ビル (TEL. 03-5722-7600)

キーワード: IC タグ、施設管理、施設点検、ユビキタス、システム開発

1. 概要

砂防施設管理システムは、老朽化する施設の効率的な管理や、災害時及び日常業務の効率化のため、GIS 技術を活用したシステム構築が進められている。しかし、これまでのシステムでは、現地とデータベースが整合していない場合や、現地で砂防施設情報にアクセスすることが困難な点などが課題となっている。この課題は、土地勘の無い技術者が現地を調査する際に顕著となり、災害時の緊急調査などにおいて、顕在化している。そこで、今回は「砂防施設の点検業務」に注目し、現地の砂防施設に IC タグを設置し、点検作業を支援するシステムを開発した。

2. 特徴

(1) システム構成

砂防施設点検のためのユビキタス技術の導入要件として以下の項目を挙げた。

- ・ 点検作業の一覧の流れ（施設情報の閲覧→点検結果の入力→関係者での情報共有）が可能であること
- ・ 携帯電話の圏外地域が多い地域でも利用できること
- ・ 手軽に持ち運べ、防水・防塵であること（劣悪な環境にも耐えられるだけの耐久性）
- ・ GPS により現在位置が分かること

これらの要件を満たす技術を調査・検討した結果、PDA (Personal Digital Assistant) と IC タグを組み合わせた構成を採用した。データベースサーバから、砂防施設の情報を読み込み、PDA に格納した上で、砂防施設に取り付けた IC タグを読み込むことにより、当該施設の情報を検索・表示する仕組みとなる。

<機器仕様>

- ・ PDA : GPS Pathfinder SB (ニコントリンブル社)
- ・ IC タグ : パッシブ型 (タグ自体からは電波を発信しない)

13.56MHz、u-code 規格

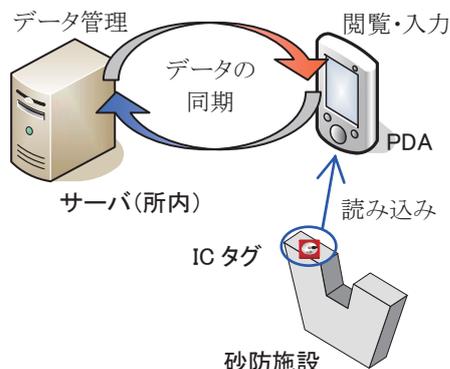


図1 システムの全体イメージ

(2) IC タグの設置場所

設置場所は、砂防施設へのアプローチ、見つけやすさ等を考慮し、本堤や副堤の天端にはプレートタイプ、看板にはシールタイプをICタグを開発した。



図2 ICタグの構成と設置写真

(3) システムの開発内容

本システムには、施設点検作業の一覧の流れが実行可能な機能を設けた。

施設情報の閲覧：IC タグリーダを IC タグに近づけることにより、砂防施設の情報を実動表示させる。

点検結果の入力：砂防施設の点検結果を、PDA 上で入力する。また、PDA に付随する GIS 機能により、施設点検ルートを記録する。



図3 PDA とシステム画面イメージ

関係者での情報共有：緊急時等では GIS サーバにデータを登録し、各端末で閲覧(Web)できるとともに、Excel 形式の台帳として出力する機能を設けた。

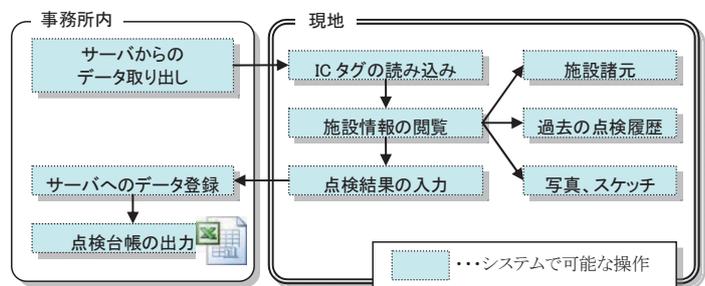


図4 点検業務の流れと実装機能

3. 導入実績

- ・ 国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所

4. 問い合わせ先

株式会社パスコ 防災技術部(筒井)03-6412-2501

モバイル版 GIS エンジンを搭載したタブレット型台帳

株式会社パスコ

本社 〒153-0043 東京都目黒区東山 1-1-2 東山ビル (TEL. 03-5722-7600)

キーワード: 台帳、タブレット、モバイル、システム、GIS

1. 概要

弊社では、デジタルマップ、オルソフォト、その他様々な GIS データ等から作成したオリジナル地図と連携可能な「タブレット型台帳」を開発しました。

砂防事業に関わる様々な情報は、台帳形式で管理されていることが多く、近年その電子化が進められています。タブレット型台帳は、電子化した台帳データ、およびオリジナル地図データを現場へ携帯でき、災害時など、事前に調査・点検箇所の特定が困難な状況下でも、現地で位置を検索し、該当する台帳・地図情報の照合・閲覧が可能なシステムです。

このシステムにより、平常時はもとより緊急時における調査・点検支援ツールとして、台帳情報の有効活用が可能となります。

2. 特徴

(1) 自社オリジナル GIS エンジン

「GeoAccess for Android」による GIS 機能

- デジタルマップの他、様々な GIS データから作成したオリジナル地図が登載可能
- ベクトルデータの他、ラスタ形式（オルソフォト、グリッドデータ）の地図も登載可能
- GPS センサと連動した現在位置表示と周辺検索
- シームレスな画面の拡大・縮小・移動
- 複数地図の切替えと距離・面積計測機能

(2) その他の機能

- 複数の台帳情報を 1 台の端末に格納
- 軽量・コンパクトで持ち運びが容易
- 市販端末から、ディスプレイサイズ、防水・防塵機能、ストレージ・バッテリー容量等、目的に応じた機種を選択してシステムを構築
- オンラインシステムへの拡張が可能

(3) 活用方法

- 持ち運び可能な台帳閲覧ツール
- 施設定期点検や緊急時等のパトロールツール
- 住民説明用ツール（現地・窓口）
- 紙台帳の保管スペースの効率化

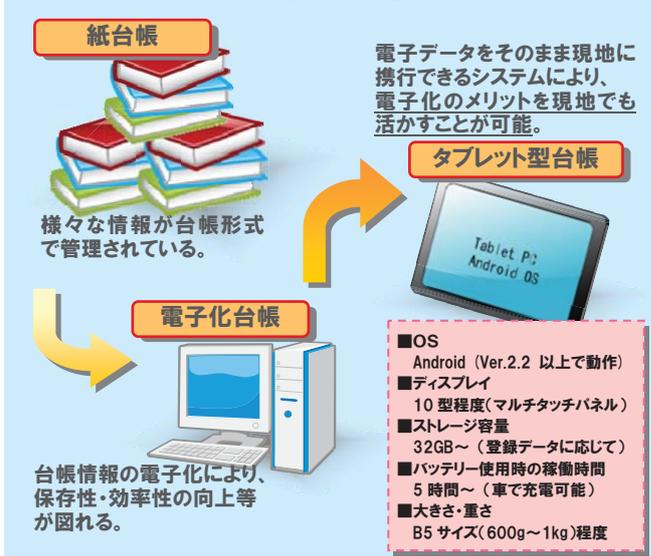
3. 導入実績等

- 納入実績：国土交通省 等

4. 問い合わせ先

株式会社パスコ 防災技術部(板野) 03-6412-2501

【タブレット型台帳 の概要・仕様】



【画面イメージ】



【直観的な操作性】



モバイルGISによるフィールド調査

国際航業株式会社

本社 〒102-0085 東京都千代田区六番町2 (TEL. 03-3262-6221)
東京事業所 〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1 (TEL. 042-307-7100)

キーワード：モバイル、GIS、タブレット、GPS、フィールド調査

1. 概要

スマートフォンやスマートパッドの急速な普及に伴い、誰もがGPSで位置を把握したり、地図情報を含む様々なデジタル情報を手軽に携帯できる時代となりました。

弊社では、そのようなスマートデバイスと当社のGIS技術や行政支援サービスのノウハウを融合させたモバイルGISシステム「KMA (Kokusai Mapping Assistance)」を開発しました(図-1)。KMAは、オリジナル地図データと関連する複数の台帳データを現地に携帯し、図形や関連した属性情報の入力が可能で携帯型GISシステムです。

調査・点検支援ツールとして、フィールド調査をフルデジタル化し、業務の効率化・高度化を実現させます。

2. 特徴

(1) 自社開発の高速描画エンジン

KMAには、大容量データの圧縮・描画の特許技術が組み込まれています。背景地図データや各種台帳データ等を、独自技術により非力な端末であっても高速かつ安定して閲覧・参照が行えます。

(2) ハイブリッド同期機能

通信圏外の地域においては、端末内に格納されたオリジナル地図やダウンロード済みの台帳情報の参照が行えます。また、緊急時に備えて、端末内に全データを保存した完全ローカル版としての設定も可能です。

通信復旧後は端末内とサーバの更新データを自動的に送受信するため、手動で同期する必要もありません。

(3) その他の特徴

- Web地図とオリジナル地図データを重ねてシームレスに表示可能(図-2)
- 通信圏外でも現在位置を確認可能(GPS)
- 検索機能により瞬時に目的地物を照合可能
- 独自フォーマットであるため万が一紛失した際の情報漏えいのリスクを低減可能
- 図形情報(点・線・面)が入力可能
- 各種情報(属性情報、現地写真、ビデオ画像、音声など)を図形情報に結合して保存可能



図-2 調査画面イメージ
(画面下側の透過バーにより透過率を変更可能)

3. 導入実績・特許等

- 納入実績：国土交通省、地方自治体、建築研究所 等
- 画像表示処理装置(特許 第4345985号)

【問合せ先】

国際航業株式会社 技術開発部 (TEL. 042-307-7180)

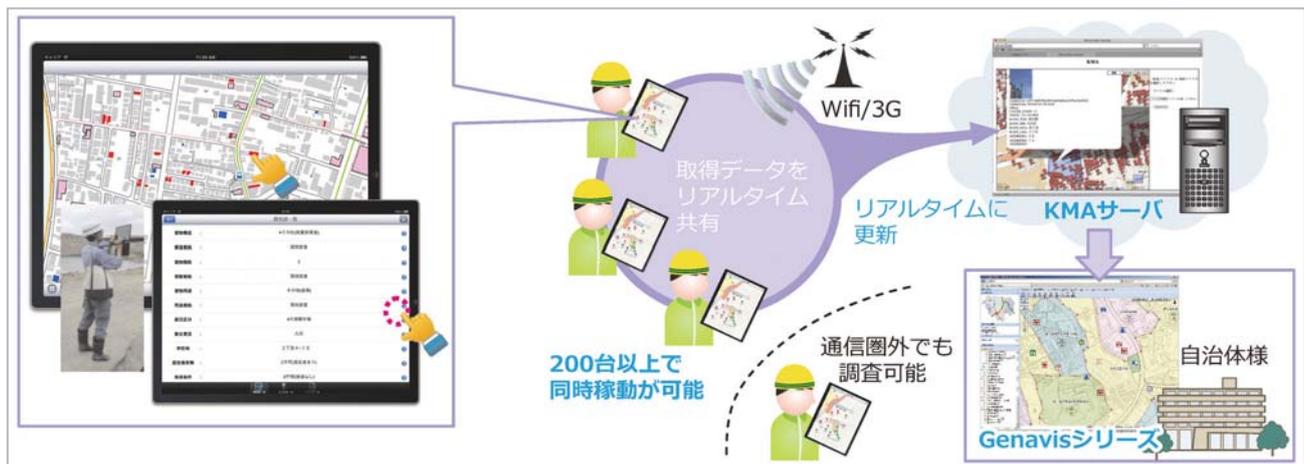


図-1 モバイルGISによるフィールド調査概念図

HMS（自動観測システム）

株式会社エイト日本技術開発

本店 〒700-8617 岡山県岡山市北区津島京町3丁目1-21 (TEL. 086-252-8917)

本社 〒164-8601 東京都中野区本町5丁目33-11 (TEL. 03-5341-5111)

キーワード：地すべり，変位計測，水位変動，自動観測，Web配信

1. 概要

ひずみセンサー等を利用した現地計測データを、自動的に収集し、データ転送するシステムです。Webカメラの接続も可能です。

転送されたデータは、サーバーマシンを介して任意の箇所での蓄積・処理を行うことができます。また、データ加工によりインターネット上での表示（Web配信）を行うこともできます。

2. 特徴

このシステムの特徴は次の通りです。

(1) 多数のセンサーを一括管理

システム本体にノートパソコンを含んでおり、多量のデータの収集・処理が可能のため、1システムあたり最大100センサー分の機器を接続することができます。

(2) 現地設置がスピーディー

システムの主要部分は収納箱（620mm×920mm×206mm）にパッケージングしているため、現地に足場を仮設すればワンタッチで設置できます。

(3) データを迅速に配信

NTT回線や光ケーブルに接続して収集データを転送することにより、遠隔地でも迅速にデータの収集および確認を行うことができます。

(4) Web配信でグラフ表示

メインサーバー内のデータ処理において、配信先の指定や表示方法に関する処理ソフトを付加することにより、Web配信の際の様々なニーズに対応することができます。

3. 用途

- ・ 地すべり動態観測
地表面伸縮計、パイプ歪計、埋設型傾斜計、地盤傾斜計、孔内水位計 など
- ・ 水面高観測：潮位、河川・湖面の水位 など
- ・ Webカメラによる監視：静止画、動画

4. 今後の展望

自動観測システムHMSは、多機能で多接点のため、複数のセンサーを同時に接続することができます。

現在、さらなるコンパクト化と小電力化に取り組んでいます。コンパクト化により運搬が容易となり、活躍の場が広がります。また、小電力化が達成されれば、バッテリーのみによる長時間の電源確保が可能となり、省資源化や軽量化も期待できます。

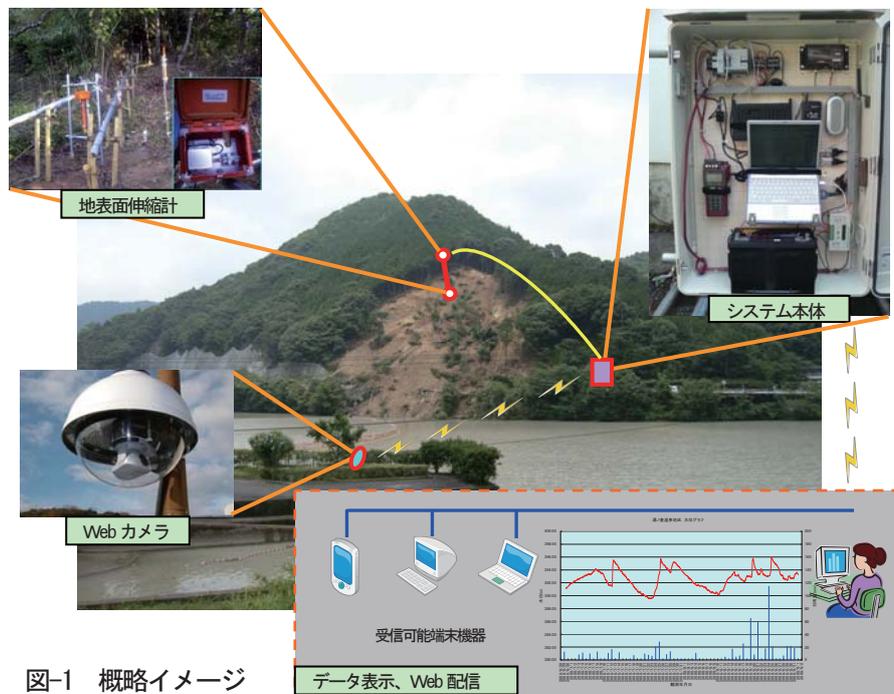


図-1 概略イメージ

【問合せ先】

株式会社 エイト日本技術開発 岡山本店
担当：二木、佐田 (TEL.086-252-8917)

振動計測による岩盤斜面診断

応用地質株式会社

本 社 〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-2-6 (TEL. 03-3234-0811)
技術本部 〒305-0841 茨城県つくば市御幸が丘 43 番地 (TEL. 029-851-6621)

キーワード 岩盤斜面、振動、岩盤ブロック、安定性評価

1. 概要

岩盤斜面の不安定岩盤ブロックの抽出は、現地踏査を中心に行われていますが、技術者の目視観察を主とした評価では、落石の恐れがある岩塊の危険度ランクを設定するには限界があり、より定量的で客観的な評価が求められていました。当社が提供する振動計測による岩盤斜面診断サービスは、岩盤斜面で振動測定を行うことにより、振動特性から岩盤ブロックの安定性を評価するものです。

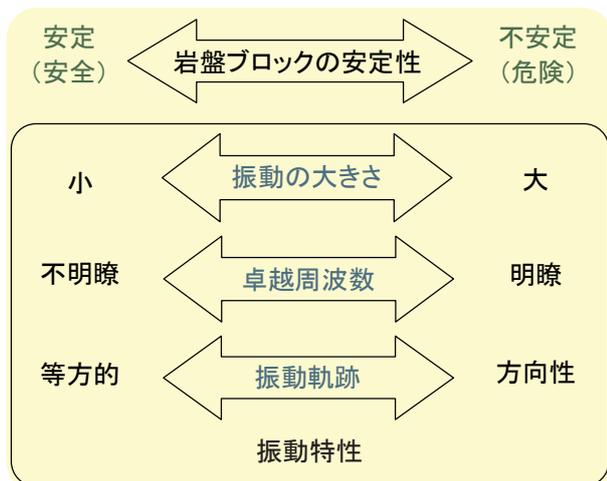


図-1 岩盤ブロックの安定性と振動特性の関係

2. 計測方法

対象岩盤斜面の安定岩盤部と不安定岩盤ブロックに地震計（三成分ジオフォン）を設置し、常時微動あるいは交通振動を同時計測します。安定岩盤部 1ヶ所と 7 個の岩盤ブロックの同時計測が可能です。

3. 解析方法

計測した 3 成分波形データから、以下の振動特性を抽出します。

a) 周波数スペクトル比

波形のフーリエスペクトルを算出し、各岩盤ブロックと安定岩盤のスペクトル比を算出します。

b) 振動軌跡

2 成分の波形記録の組み合わせにより、振動軌跡を描画します。

c) 累積振巾比

波形記録の絶対値の積分を累積振巾と呼びます。岩盤ブロックと安定岩盤の累積振巾の比を算出します。

4. 安定性の評価方法

上記の各種振動特性から、各岩盤ブロックの安定性を評価します。図-2 に示すとおり、不安定岩盤ブロックでは、周波数スペクトル比に明瞭な卓越周波数が見られるとともに、振動軌跡にも強い方向性が見られます。また、累積振巾比は、一定時間に岩盤ブロックが振動する量を示すもので、値が大きくなるほど不安定であるといえます。以上の振動特性を総合的に判断し、岩盤斜面内の岩盤ブロックの相対的な安定性を表示し、危険度のランク付けを行います。

本診断サービスは、独立行政法人土木研究所資料 4051 号「不安定岩盤ブロック抽出のための岩盤斜面振動計測マニュアル (案)」に準拠しています。

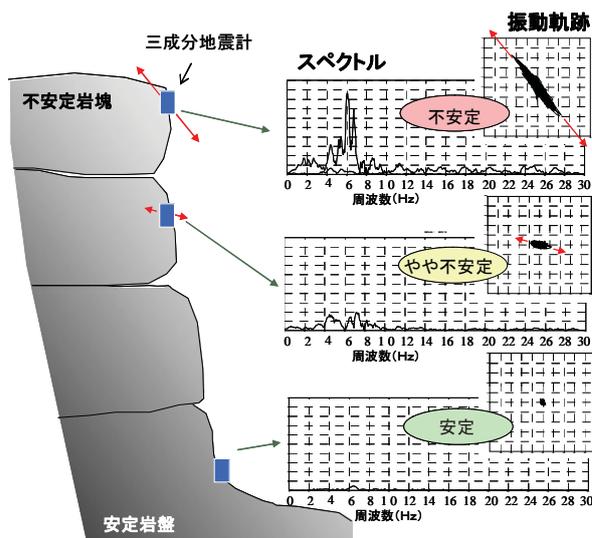


図-2 振動特性から判定する岩盤ブロックの安定性

【問合せ先】

応用地質株式会社 技術本部 技術研究所 齋藤秀樹
(TEL.029-851-6621)

挿入式孔内傾斜計/孔内カメラ

応用地質株式会社

本 社 〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-2-6 市ヶ谷ビル(TEL.03-3234-0811)
機器事業本部 〒305-0841 茨城県つくば市御幸ヶ丘 43 (TEL.029-851-5078)

キーワード：挿入式孔内傾斜計、地中変位計測、孔内カメラ、ケーシングパイプのねじれ計測

1. 概要

挿入式孔内傾斜計は、ボーリング孔にプローブを挿入して地中の水平方向の変位を連続的に測定するもので、ダムやトンネル工事に伴う地盤の緩み、土木工事における周辺地盤の変状測定、地すべり観測などに広く用いられています。弊社の高精度孔内傾斜計は、日本国内の製品として1985年に初めて販売して以降、ユーザーの皆様からの意見により改良を続けて今日に至るものです。

今回、現場での使い勝手を更に向上させた製品を開発しましたので、ケーシングパイプ(測定管)の状態を観察する孔内カメラと合わせて紹介します。

2. 特徴

(1) 挿入式孔内傾斜計[デジタルQティルト-200]

a) 製品の特徴

- 傾斜角検知部に、国内製品唯一のサーボアクセルロメータ※を使用しているため、高精度で短時間での計測が可能

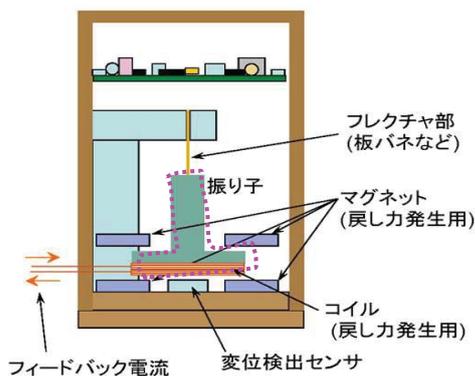


図-1 サーボアクセルロメータ概念図

※サーボアクセルロメータ

マグネットにより振り子が元の位置に戻される際のコイルの電流から角度が求まるため、データの安定が早い

b) 改良点

- バッテリーとデータロガーを一体化(従来は別)
- インターフェイスをSDカード化(従来はRS-232C ケーブル)



図-2 新型挿入式孔内傾斜計システム図

(2) 孔内カメラ[Qスコープ]

a) 製品の特徴

- 設置後のケーシングパイプの状態確認や、挿入不能時のパイプの変形具合を観察できる
- 同一システムで、ケーシングパイプの設置方向の計測もできる。なお、深くなるとねじれが累積することがあるので、ケーシングパイプの溝の方位の測定が推奨されている(土木研究所:挿入式孔内傾斜計計測マニュアル(案))

b) 改良点

- 方位磁石をソケット式にして視認性を向上(孔内水の濁りなどの影響を受けにくい)
- 方位検出を専用ソフトでシステム化(ソフトウェアは開発中)

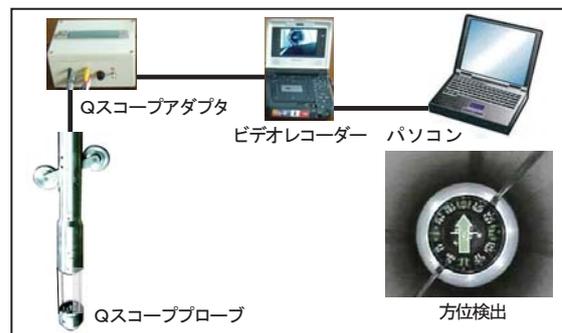


図-3 新型孔内カメラシステム図

3. 導入実績・特許等

国内のコンサルタント会社、地質調査会社など多数の販売実績があります。

【お問い合わせ先】

機器事業本部 営業部 (TEL.029-851-5026)

土壌水分計付貫入計による斜面調査技術

京都大学大学院農学研究科

〒606-8502京都市左京区北白川追分町 (TEL.075-753-6090)

キーワード: 表層崩壊, 斜面調査, 水みち, 土壌貫入試験, TDR式土壌水分計

1. 概要

長谷川式土壌貫入計にTDR式土壌水分計を取り付けた、土壌水分計付貫入計 (CPMP) を開発しました。機動性に優れ、斜面土層内の土壌硬度と体積含水率の分布を迅速に計測することができます。計測データから風化土層の厚さや水みちの発達箇所を特定できる為、急傾斜地の崩壊危険度調査への活用が提案されます。

2. 特徴

CPMPでは、2 kgの錘を50 cmの高さから落下させたときの衝撃でロッドを土層内に貫入させていくことにより、土壌の貫入抵抗 N_h (10 cmの貫入に必要な錘の落下回数) と比誘電率 κ の鉛直分布を同時に計測できます。延長ロッドの継ぎ足しが可能で、可能計測深度は5.5 mです (図-1)。 κ は土壌の体積含水率と強い正の相関を示し、専用の変換式によって含水率が求められます。勾配40°の平行斜面でCPMPを用いた調査を行ったところ、基岩表面は中央が窪んだ集水地形を示し、窪み部分の含水率は高く、浸透水が集中していることが確認されました (図-2)。この計測結果より、この斜面は崩壊危険度が高いと判定されます。今後の課題として、CPMPの計測結果と水文現象との関連性の明確化、リモートセンシング技術との結合による広範囲・高精度の崩壊危険斜面抽出技術の構築が挙げられます。

3. 導入実績・特許等

- ・特願 2007-270385 (小杉賢一朗・山川陽祐・正岡直也・梅川豊文「土壌水分計付き貫入試験機」, 2007年10月23日)
- ・平成21年度 砂防学会 砂防技術賞 受賞

【問合せ先】

京都大学山地保全学研究室 担当:小杉賢一朗
(TEL. 075-753-6090)

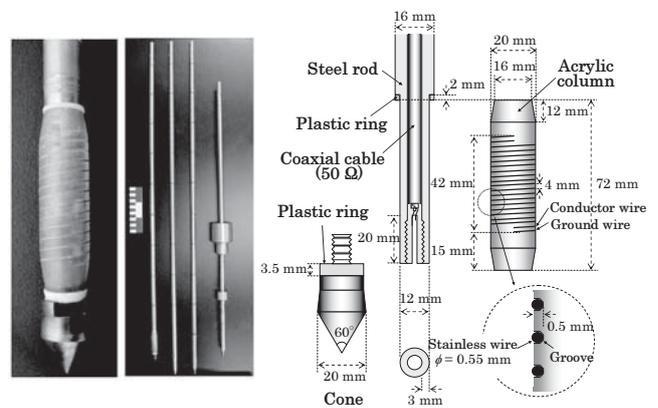


図-1 CPMPの (左) 先端部および全体の写真と (右) 先端部の模式図

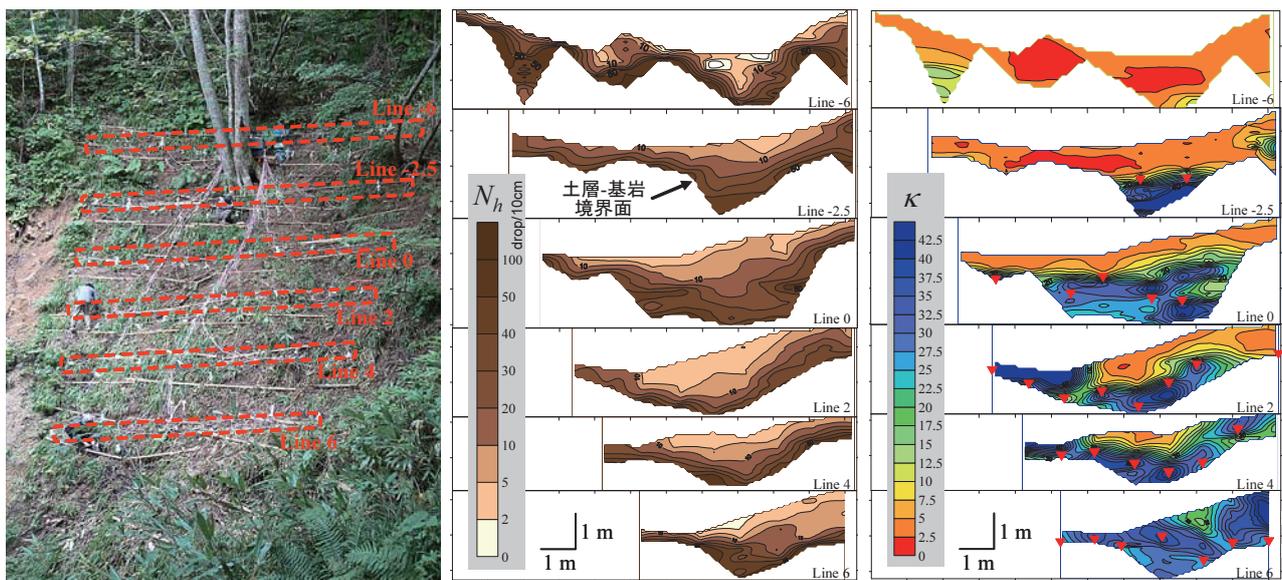


図-2 (左) 貫入試験実施ラインと、各ラインの土層の (中) 貫入抵抗値 N_h ならびに (右) 土壌比誘電率 κ の分布 (右図の赤い三角は地下水面の位置を表す)

Web 型自動観測システム

国土防災技術株式会社

本 社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 青葉ビル(TEL. 03-3436-3673)
技術本部 〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和 2-12-11 浦和青葉ビル(TEL. 048-833-0422)

キーワード：地すべり調査、自動観測、警戒避難

1. 概要

土砂災害による人的被害軽減のためには、モニタリング・警戒避難によるソフト対策が重要です。

当社では、低コストで Web 配信可能な自動観測システムを開発し、主に地すべり監視を対象として全国的に導入を広めています。

2. 特徴

(1) 多種の計器・ロガーに対応

地盤伸縮計や雨量計をはじめとした多くの計器・代表的ロガーに対応しており、機種によらない汎用的なシステムを構築できます。

(2) 様々な通信手段

立地条件に左右される現場の通信環境に備え、標準で以下の通信手段に対応しています。

- ・ FOMA・au などの携帯パケット回線
- ・ 無線 LAN などによる無線通信
- ・ 電話やインターネットなどの有線回線

(3) 簡易 Web 型による低コスト化

データ収集・演算判定・Web ページ化・異常通報を観測装置一台のみで全て集約処理します。Web 配信には ISP の HP 領域を有効活用することで高価な DBMS や Web サーバを不要とし、初期・運用コストを低減します。

Web ページは既存端末や携帯電話で見られるため、専用端末の導入コストも不要です。

(4) 高い拡張性

より高度な情報集約や他システムとの連携に備えた柔軟性と拡張性を有しています。

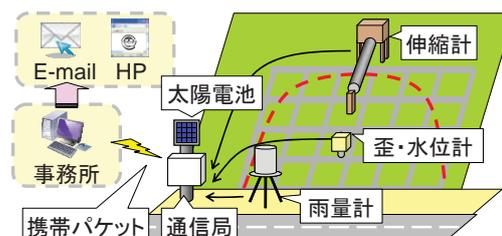
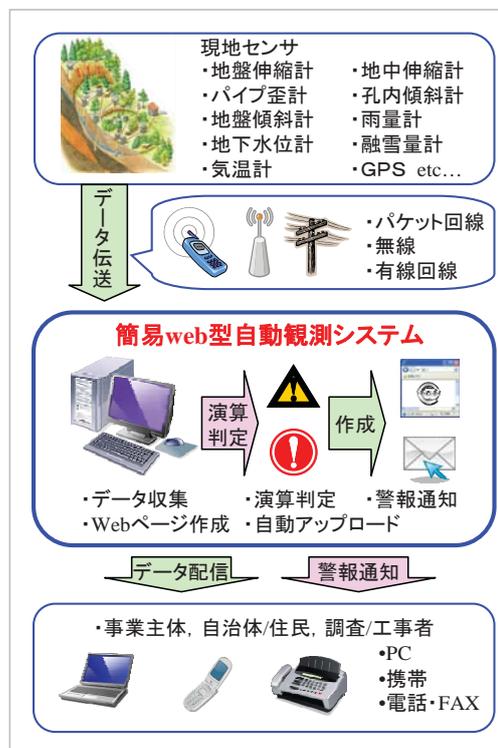
- ・ GPS 基線解析結果を取り込み、移動量と方向をベクトル表示
- ・ 地下水位から安全率を自動算出し警戒判定
- ・ 電子メール、電話、FAX による警報通知
- ・ 国電通仕 21 号による他システムとの連携

(5) 災害発生時の早期導入用ストック

突発的な災害発生にも迅速に対応できるよう一定量の必要機材を常時ストックしています。

3. 実績

- ・ 国土交通省
- ・ 農林水産省
- ・ 林野庁
- ・ 都道府県 計 32 現場



【問合せ先】
国土防災技術株式会社 担当 土佐・齊藤
(TEL. 048-833-0422)

すべり面せん断試験

国土防災技術株式会社

本 社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 青葉ビル(TEL. 03-3436-3673)

試験研究所 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 青葉ビル(TEL. 03-3434-3937)

キーワード：地すべり，地すべり面，安定解析，土質強度パラメータ，せん断抵抗角

1. 概要

弊社では、地すべり面の土質強度パラメータ(c' ， ϕ')を精度よく計測することを目的とした「すべり面せん断試験機」を開発し、これまで全国各地の地すべり現場で試験実績を積んできました。ボーリングコア試料のほか、地すべり対策工として施工された集水井や切土法面などで採取したブロックサンプリング試料について試験を行っています。最近では、地震時の動的な力学挙動を評価するための試験機の開発も進めており、安定解析等に必要とされるすべり面の力学特性の評価に利用します。

2. 特徴

(1) 試験機の特徴

地すべり面のせん断強度を精度よく計測するためのオリジナルの試験技術を採用しており、以下の特徴があります。

- ①せん断箱がアクリル製で、外側から供試体の状況（地すべり面の位置）を目視確認できます。
- ②底盤の昇降ジャッキにより、供試体の上昇・下降が自由なため、すべり面を試験時のせん断位置にしっかり一致させることが可能です。
- ③せん断箱（供試体）が自由に水平回転可能な構造となっており、最小せん断力が発揮される方向に、せん断方向の補正が期待できます。

(2) 当試験実施における課題

ボーリングコアで試験を実施するにあたっては、すべり面を乱さず採取することが必要です。

(3) 活用が期待される場面

地すべりの安定解析を行う際、当試験により得られる土質試験値を参考にすることで、斜面の安定度の適切な評価や対策工の合理的な設計に資することができます。

3. 導入実績・特許等

(1) 導入実績

平成18年度塩谷神沢川地区地すべり対策地質調査作業（北陸地方整備局湯沢砂防事務所）

(2) 関連論文

木下ほか（2009）：2004年新潟県中越地震により大滑動した地すべりのすべり面の土質特性に関する研究．日本地すべり学会誌，Vol.45，No.6，pp.6-15

(3) 特許

せん断過程でせん断箱が自由に水平回転できるシステム（特許第4208818号）

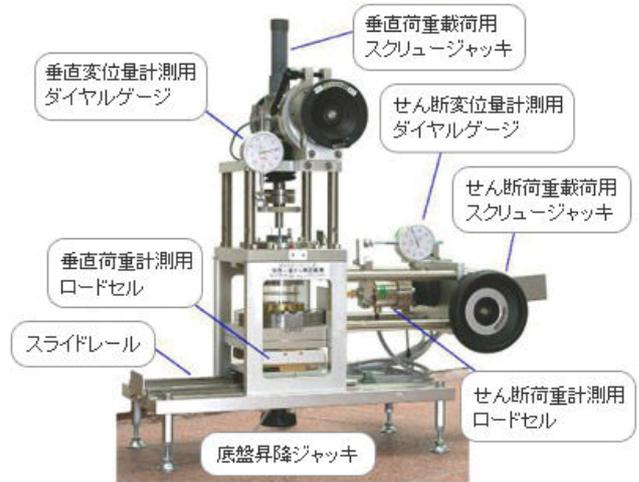


図-1 すべり面せん断試験



図-2 ボーリング調査で採取されたすべり面の事例

表-1 各地質帯の地すべり面のせん断抵抗角

地質区分名	ϕ'_{min}	ϕ'_{max}	ϕ'_{AVG}	n
古第三紀以前の地質での地すべり	4.94	15.76	9.27	4
新第三紀堆積岩地すべり(凝灰岩)	3.46	12.83	6.22	30
" (凝灰角礫岩)	2.93	23.54	9.29	20
" (凝灰質泥岩)	2.84	9.67	4.81	10
" (泥岩)	3.00	9.66	5.21	12
熱水変質安山岩地帯での地すべり	5.06	7.75	6.22	10
三波川泥質片岩地すべり	20.25	32.35	26.93	15
三波川塩基性片岩地すべり	21.54	26.61	24.08	2
長崎変成岩類地すべり	10.10	13.67	11.89	2
御荷録緑色岩類地すべり	8.42	21.97	15.99	19

【問合せ先】

国土防災技術株式会社 担当 柴崎達也
(TEL. 03-3434-3937)

山地斜面における3次元広域地震応答解析

国土防災技術株式会社

本社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-5 青葉ビル(TEL. 03-3436-3673)

技術本部 〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和2-12-11 浦和青葉ビル(TEL. 048-833-0422)

キーワード：地震, FEM, 山地斜面, 地震応答解析

1. 概要

2004年新潟県中越地震や2008年岩手・宮城内陸地震では、山地斜面において斜面崩壊や地すべり災害が多く発生しました。広範囲における地震災害は、地質特性に強く影響されるため、3次元地質構造を反映させた地震応答解析は、災害の客観的、定量的な特性把握に役立ちます。

弊社では、山地斜面を対象とした地震応答解析の技術を保有し、地質構造を反映させた山地斜面の複雑な地震変形解析を行うことができます。

2. 特徴

計算の特徴は次の通りです。

- 最大 数 km 四方の範囲を対象 (最大節点数：現状では約 30 万程度まで)
- 繰返しせん断挙動による地盤強度の低下を表現 (非線形特性) → 残留変位の算出
- モールクーロンの破壊基準による点安全率 → 地震中斜面に生ずるせん断応力比の評価

地震応答解析により、変位、加速度、応力、ひずみ等を時系列に求め、地震中の斜面変形を詳細に把握することができます。最大値も評価できます。残留変位は地震による累積外力の方向を示し、点安全率はせん断力の目安となり、総合的に斜面中の危険部位の判定に役立てることができます。

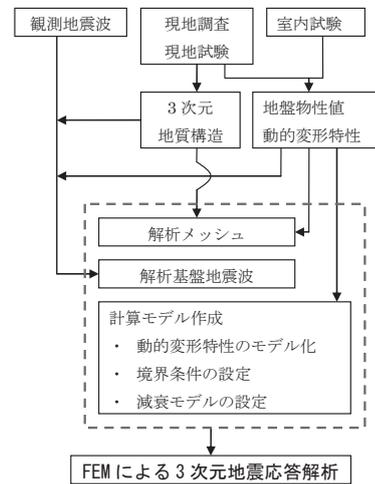


図-1 地震応答解析フロー図

3. 導入実績

二迫川地区地すべり調査業務 (東北森林管理局)

【問合せ先】

国土防災技術株式会社 担当 丹羽諭
(TEL. 048-833-0422)

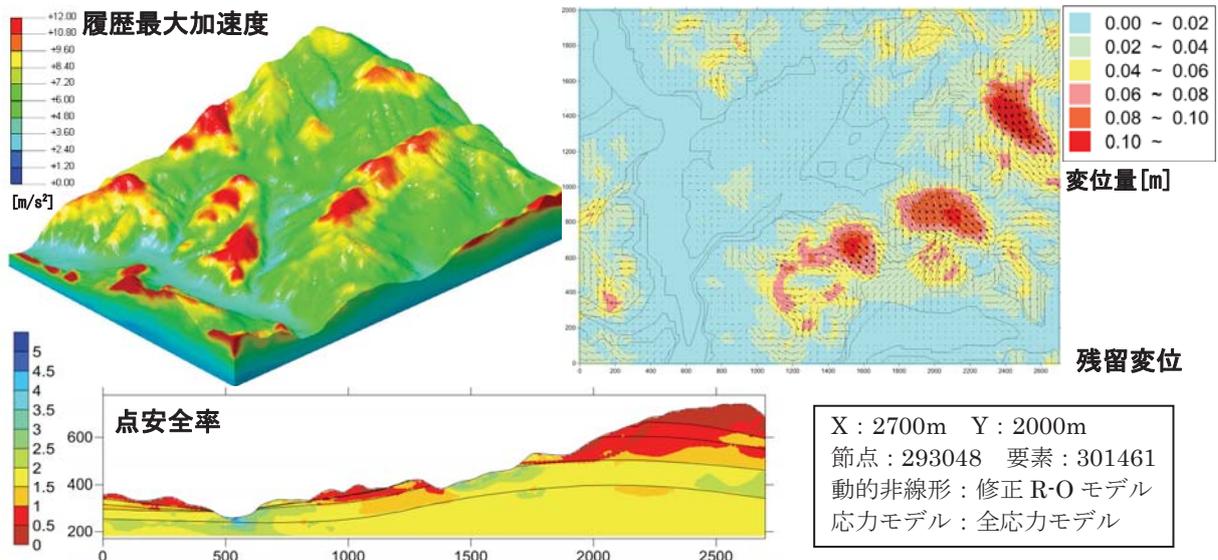


図-2 大規模動的解析の計算結果

超音波検層（BHTV）による不連続面解析

国土防災技術株式会社

本 社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-18-5 青葉ビル(TEL. 03-3436-3673)

技術本部 〒330-0074 埼玉県さいたま市浦和区北浦和 2-12-11 浦和青葉ビル(TEL. 048-833-0422)

キーワード：超音波・検層・不連続面解析・すべり面・泥水

1. 概要

ボーリング孔を用いた不連続面サンプリングは、様々な分野において必要不可欠な技術ですが、断層部や地すべりなどの粘土分の多い岩質においては、光学式ボアホールカメラでは画像が得られないことがあります。

BHTV (Borehole Televiewer) は、超音波によって孔壁を可視化するため、濁水条件下でも鮮明な孔壁画像を取得することが可能です。このため、地すべりのすべり面探査などに極めて有力なツールとなります。

2. 特徴

懸走式ゾンデから超音波を孔壁に照射し、孔壁の反射強度(密度 ρ × 弾性波速度 c)を測定して、孔壁を連続的に可視化します(図-1)。

- 削孔径 66mm から計測が可能
- 硬軟の差を画像化して、層理面・片理面・亀裂等の地質的不連続面を探査(図-2・図-4)
- 濁水中でも清水とかわらない画像を取得(図-3)

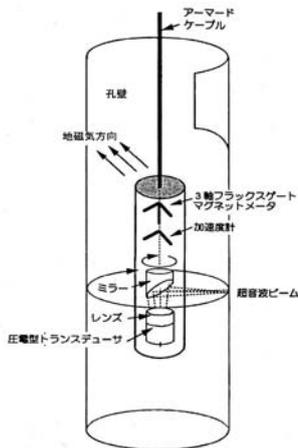


図-1 BHTVの計測方法

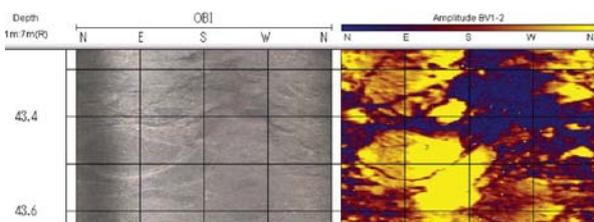


図-2 ボアホールカメラ画像(左)との比較

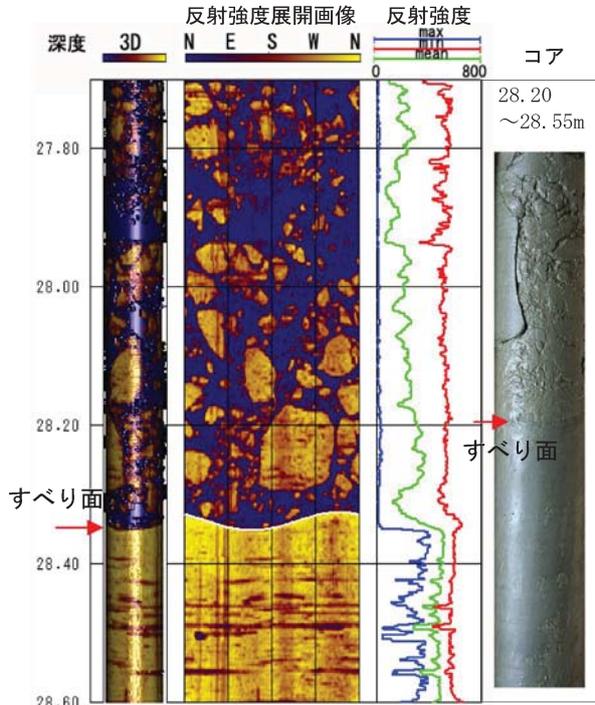


図-3 第三紀層地すべりのすべり面探査事例

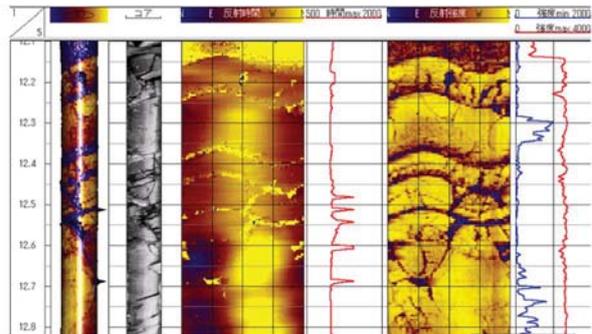


図-4 岩盤計測事例(砂岩・泥岩互層)

3. 導入実績等

- ・北陸地方整備局湯沢砂防事務所所管地すべり調査ほか
- ・地すべりにおけるBHTVの活用, 地すべり, vol.38, no.1

【問合せ先】

国土防災技術株式会社 担当 黒川 将
(TEL. 048-833-0451)

SH 型貫入試験機

財団法人 砂防・地すべり技術センター

〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-8-21 (TEL. 03-5276-3271)

キーワード：簡易貫入試験機、表土層調査、すべり面推定、表層崩壊

1. 概要

SH型貫入試験機は、従来の地質調査手法では困難であった斜面表層部の土層状況を詳細に調査し、斜面の土層状況を立体的に把握するために、当センターとジオグリーンテック株式会社が共同で開発した、軽便な簡易貫入試験機を改良して表層土厚など高精度のデータを型です。

また、砂防学会の砂防技術賞や土木学会四国支部の技術活用賞を受賞するなど、その有効性が広く認められた技術です。

2. 特徴

(1) 高精度な表層土の調査が可能

- ① 2kg と 3kg の 2 つの重錘から構成されており、3kg 重錘のみ使用時には柔らかい表層土をより高精度で測定できます。
- ② オプションのデータロガーを取り付けることにより、人間による読み取り誤差なく 1 打撃ごとの貫入深さを 0.1mm 単位で計測することができます。
- ③ さらに、ボーリング調査や SH ソイルコアサンプリングの結果と組み合わせて解析することで、より詳細に斜面の土層状況を立体的に把握できます。

(2) 従来の貫入試験との整合性を持ったデータ

- ④ 3kg 重錘使用時と、3 + 2kg 重錘使用時の貫入抵抗値（先端コーンが 100mm 貫入するための打撃回数）の関係があらかじめ求められています。
- ⑤ そのため、3kg 重錘使用時と 3 + 2kg 重錘使用時それぞれのデータを同じグラフ上に整理でき、柔らかい表土から堅くしまった地下 5m 程度まで連続的に土層の状態を把握できます。
- ⑥ 表層の柔らかい土層での貫入抵抗値の下限は、標準貫入試験による N 値とほぼ等しいことが実績から確かめられています。

(3) 現場での使いやすさを重視

- ⑥ 2 つの重錘が嵌合する面の形状を工夫することにより指つめ事故を防止し、また重錘が食いつくことなく簡単に分離ができます。

3. 適用

- ・ 事前調査が実施されていない地区における、斜面崩壊対策工法選定のための基礎的調査。
- ・ 土砂災害防止法に基づいた待ち受け擁壁工の設計における「崩壊の恐れのある層厚 h」を想定するための調査。
- ・ 基盤岩が露出し、現場打ちのり砕工やコンクリート張工が計画されている際の、がけ上部での緩みゾーン（表土 + 強風化～風化岩分布）等における調査。
- ・ 植生・土壌を残す工法を採用する場合の調査。
- ・ 既崩壊地周辺での、表層崩壊すべり面深さを面的に把握するための調査。

4. 特許、実績

特許登録番号：第 3969521 号

NETIS 登録番号：KT-070043

SH 型貫入試験機を使用した調査業務として、神奈川県、静岡県、大分県などから平成 14 年から平成 20 年度までで発注された業務数は 95 件。



5kg 重錘を 2kg と 3kg に分離することが可能。

5. 問い合わせ先

企画部：吉田 TEL:03-5276-3271

地中音測定装置

株式会社 拓和

本社：〒101-0047 東京都千代田区内神田1-4-15

キーワード：水みち、地下水、斜面崩壊、地中音、小型

1. 概要

地中には、地下水の流れる音、砂礫の摩擦音、風の音、昆虫の動く音など様々な音が存在しています。地中音測定装置は、ノイズカットフィルターと音量調節によって地中の様々なノイズを軽減し、地下水の流れる音を取り出すことができます。

地下水の集中して流れる場所を水みちと呼びますが、水みちの近くで地中音は最も強くなる性質があります。本装置は、地中音の最も強くなる場所を探すことで水みちの場所を特定します。地下水が流れている場所が問題となる様々な場面での応用が期待されています。



2. 特徴

- ・その場で水みちの場所を即座に判断できる
- ・ノイズを軽減し地中の小さな音が聴き取りやすい
- ・小型・軽量で持ち運びが容易
- ・地中の音をデジタルデータ化し、パソコンに取り込める
- ・コンビニでも買える乾電池（単3×8本）で動作

3. 用途

(1) 斜面の防災対策

・斜面の崩落危険箇所の予測 ・ハザードマップの精度向上
・間隙水圧計や土壌水分計等の設計・施工
・集水井・横ボーリングの設計・施工

(2) 道路の防災対策

・道路のり面の崩落危険箇所の予測 ・林道の崩落危険箇所の予測
・擁壁水抜き位置の設計・施工
・林道等路線の設計

(3) ダム・堤防の防災対策

・ダム等の漏水箇所検知 ・堤防決壊危険箇所予測

(4) その他

・地下水や井戸の位置探査 ・樹木の鼓動などの自然観察に...

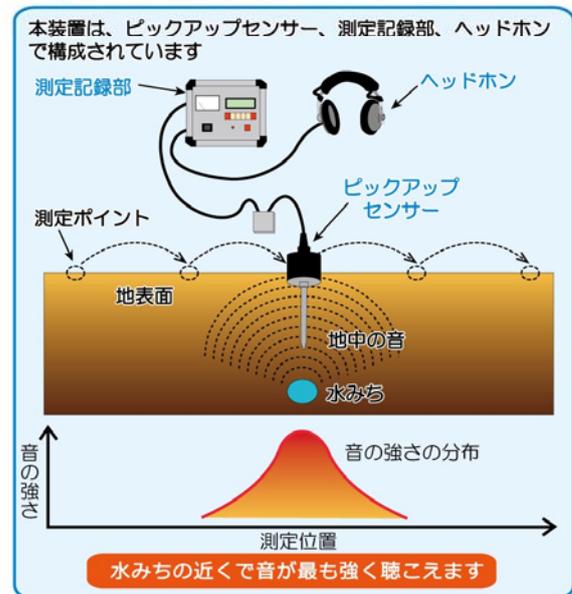


図-1 地中音測定装置測定イメージ

4. 導入実績・特許等

- ・納入実績：森林総合研究所、新潟大学、台湾大学、民間コンサル 等
- ・地中音測定装置およびこの装置を用いた水みちの探査方法（特許第 4468236 号）

【問合せ先】

株式会社拓和 営業統括本部(TEL.03-3291-5873)

C B B O型砂防えん堤

共生機構株式会社

本 社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

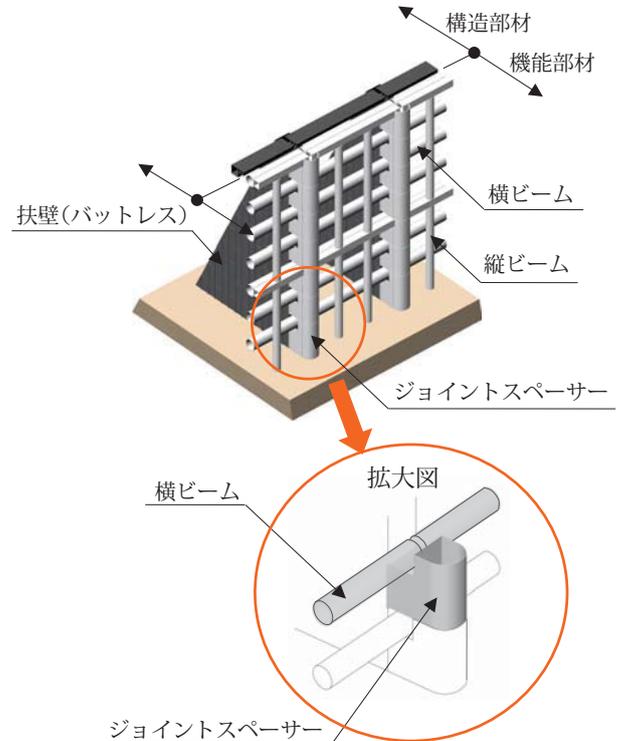
キーワード：透過型砂防えん堤，鋼製スリット，土石流捕捉，流木捕捉，緊急対策

1. 概要

CBBO (Cross Beam Buttress Open Dam) 型砂防えん堤は、土石流捕捉のための機能部材として、着脱可能な横ビームをメインに、その直前面にそれとクロスさせる形で縦に鋼管ビームを配し、それを背後で支える構造部材として、直線形鋼矢板による鋼殻をまとったコンクリート扶壁を組合わせた閉塞型の透過型えん堤である。

スクリーン機能部材は、扶壁構造体の前面で直接支承させる仕組みを工夫することによって、両者の合体を図る。これによって、一連のスクリーン部材で扶壁ならびに天端ストラット構造体の全域がもれなくカバーされる形となり、土石流衝撃力が大巾に軽減され、結果として冗長性の高い構造システムが具現されている。

透過部構造体の要となる横ビームを、扶壁前面で支承させて着脱機能をもたせながら、なおその上で離脱防止に万全を期する仕掛けの主役は、直線形鋼矢板の嵌合継手。この継手のおかげで、スペーサーを兼ねた離脱防止のためのジョイントユニットを介して、横ビームを扶壁前面に直接取付けることが可能となる。



2. 特徴

- (1) 機能部材と構造部材の役割に明確な一線を画し、前者の背後に後者をおくことによって、後者に対する土石流の直撃を防ぎ、その衝撃力を大幅に軽減していること。
- (2) 機能・構造両部材の接合に高力ボルトや溶接などを一切用いず、直線鋼矢板の嵌合継手を活用することによって、設計施工の便宜を図るとともに、機能部材の着脱・交換を容易にしていること。
- (3) それによる派生効果として、機能部材の主役を演ずる横ビーム鋼管の加工を一切割愛できるようになり、衝撃エネルギー吸収性能の倍増を実現させていること。
- (4) 横ビームの土石流捕捉機能を補完する縦ビームを、前者の前面に重ね合わせる形で配置することによって、後者についてもまた前者におけると同様に、格子節点部における加工を無用としていること。
- (5) 構造部材の中核を占める扶壁構造体は、コンクリートを併用した合成鋼構造とし、高力ボルトや溶接等による接合手段を極力排除することによって設計施工の単純合理化を図っていること。

<施工状況>



写真-1 構造部材施工



写真-2 機能部材取付



写真-3 施工状況全景

3. 特許等

建設技術審査証明 (砂防技術) 第 0703 号

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

INSEM-ダブルウォールえん堤

共生機構株式会社

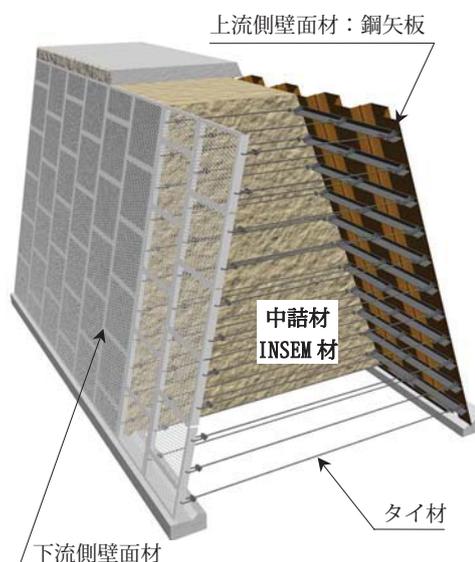
本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所；札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：鋼製えん堤、INSEM工法、現地発生土の有効利用、工期短縮、コスト縮減

1. 概要

INSEM-ダブルウォール工法は、従来のダブルウォールえん堤の中詰材として砂防ソイルセメントのINSEM材を使用した砂防えん堤工法である。

INSEM材は、砂防えん堤等を構築する現場で発生する掘削土砂や河床砂礫にセメント等を攪拌・混合した堤体材料で、現地発生土砂を有効活用できる特長があるが、砂防えん堤本体に用いる場合に土石流の直撃を受ける部位等には適用できないという問題や、目標強度 6 N/mm^2 以上とする必要があるなどの制約がある。そこで、INSEM材を、ダブルウォールえん堤の中詰材として用いることによって、常時流水や土石流の直撃を受ける堤体本体に適用できるとともに、目標強度は 1.5 N/mm^2 程度あるいはそれ以下の低強度レベルのものが使用可能となり、INSEM材の適用範囲が大幅に広がるものである。



2. 特徴

(1) 現地発生土砂の有効活用が図れる

ダブルウォールえん堤の中詰材として用いる現地発生土砂が粘性土系など単独ではまき出し、敷均し、締め固め施工が困難な場合にも、セメントを添加するため、作業性の改善と同時に中詰材としての物性値の向上が図られ、重力式コンクリートえん堤と同程度の断面を実現できる。

INSEM材は、施工性の改善と重力式構造物としての一体性が確保できるだけの強度を有していればよい。従来、砂防ソイルセメントえん堤では実現できなかった低強度レベルのものが使用可能となり、砂防ソイルセメントを積極的に活用できるようになる。

(2) 土石流にも強い

高強度の上流壁面材を配置したダブルウォール構造の中詰にINSEM材を用いることによって、掃流域はもとより土石流域の砂防えん堤にも適用できる。

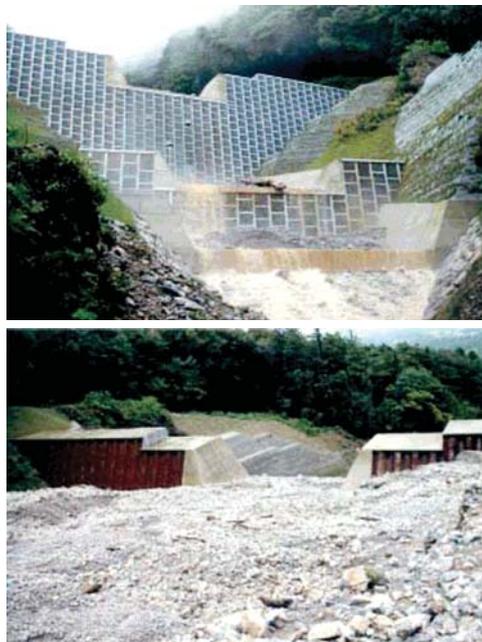
(3) 短期施工が可能

壁面材の固定方法はタイ方式を採用しているため、アンカー方式のように強度発生を待つ必要がなく、連続施工が可能である。

(4) 経済性に優れる

堤体材料には現地で発生する土砂を活用し、現地でセメント等と攪拌・混合して用いるため、通常の重力式コンクリートえん堤よりも経済的にえん堤を構築することができる。さらに、掘削残土処分のコストも削減できる。

<土石流捕捉事例>



三重県 桑名建設事務所 西ノ貝戸川

3. 特許等

建設技術審査証明（砂防技術） 第0504号

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

△型流木止

共生機構株式会社

本 社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：流木捕捉工，鋼製スリット，流木捕捉，緊急対策，鉄骨コンクリート

1. 概要

△型（デルタ型）スリットダムは、メインフレーム部材として2本の鋼管を使用し、これを△型に組立てた透過型スリットで、鋼管同士の接合に鉄とコンクリートとの複合構造を採用している。

2. 特徴

(1) 高度で複雑な加工技術が必要とする鋼管溶接継手やフランジ継手を使わず、材料の持つ特性を合理的に活用したハイブリッド構造を採用することで、加工の単純化が図られ、それがコスト縮減に反映されている。

(2) メインフレームに鋼管を使用し、コンクリートを充填しているため、耐衝撃抵抗力が大きい（写真-1）。



写真-1 実物大試験（衝突の瞬間）
（衝突速度 $U=10\text{m/s}$ ，衝突 $E=80\text{kN}\cdot\text{m}$ ）

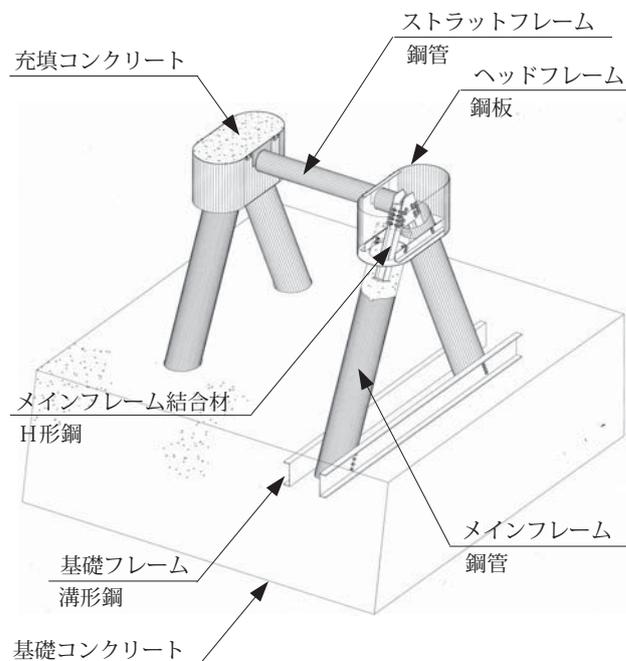
(3) 鋼管のボルト連結部はすべてコンクリートに埋め込まれているため、流木などの直撃から保護されており、外観上もシンプルな構造である。

(4) 単体の△型同士は、天端をストラットフレームで連結してあるため、流木や礫などが流れ方向から偏心して衝突した際にも、十分な抵抗性能を有する。

(5) 掃流区間における流木対策施設に適用できる（または土石流区間の副堤にも設置が可能）。

3. 特許等

特 許：第2576020号



<流木捕捉事例>



国土交通省 北陸地方整備局 飯豊山系砂防工事事務所
穴澗砂防堰堤流木止 ※北陸地方整備局管内事務所・記者発表より



北海道室蘭土木現業所 慶能舞川砂防堰堤流木止

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

スーパーセルえん堤

共生機構株式会社

本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：鋼製えん堤、土石流、現地発生土の有効利用、工期短縮、緊急対策

1. 概要

スーパーセルえん堤は、セグメント化した直線形鋼矢板を千鳥配置に組立てた外殻の中に、掘削土砂または河床砂礫等を中詰した構造物である。

2. 特徴

(1) 鋼矢板セルえん堤は、直線形鋼矢板の高張力継手(爪)の嵌合のみで組立てられたボルトレス構造であり、土石流等の衝撃力に強い構造物である。

(2) 直接基礎で設置できないような悪い地盤で鋼矢板の打込み施工が可能であれば、長尺鋼矢板を支持地盤まで打込んだセル型の基礎工を設置し、その上部に鋼矢板セグメントセルえん堤を施工することで、地中部にも地上部と同じ機能を持つ重力式構造体を作ることが出来る。それによって基礎改良等が不要となり掘削土工量を大幅に低減することが出来る。

(3) 外殻となる鋼矢板壁面材以外に構造部材が無い場合、中詰材の搬入、まきだし、締固め等の土工作業が容易であることに加え、中詰材料や施工方法の自由度が大きい。

(4) セルえん堤は、1函ごとに独立しており、間隔をあけて配置することで透過型えん堤とすることができる。また、不透過型えん堤であっても、狭小の隙間をあけてセルを設置することによって水抜孔の役割を発揮し、転流工の計画も容易となる。

<施工状況>



写真-1 鋼矢板基礎施工



写真-2 鋼矢板設置



写真-3 鋼矢板挿入



写真-4 中詰

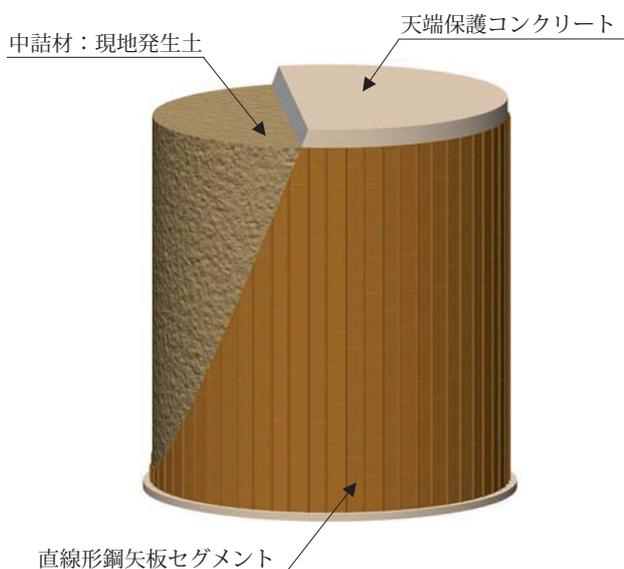
<施工事例>



写真-5 北海道開発局 覚生川3号遊砂池えん堤



写真-6 岩手南部森林管理署 産女川災害関連緊急治山工事



【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

テンサーダブルウォール

共生機構株式会社

本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：補強土、間詰擁壁、道路擁壁、ジオテキスタイル、二重壁

1. 概要

ジオテキスタイル補強土擁壁である「テンサーダブルウォール」は、緑化可能な鋼製壁面材に補強材としてジオテキスタイルを用いた構造である。補強材の定着に土の摩擦抵抗を期待した背面開放型だけでなく、地山に沿わせた補強材と水平補強材を物理的に連結する背面閉合型とすることも可能であり、間詰部など定着長が不足するような狭い場所にも設置可能となっている。また、転落防止柵の取り付け機能が内蔵されている。

2. 特徴

(1) 二重壁構造

「テンサーダブルウォール」は、その名が示すように、ジオテキスタイル補強材を使用した二重壁構造が最大の特色であり、土の摩擦抵抗ではなく補強材同士が直接連結されているため、補強材の定着長に支配された断面ではなく、重力式擁壁と同等まで狭くすることが出来る。(図-1)

その結果、間詰部や道路拡幅など、掘削が制限され十分な壁体幅を確保できないようなところにも、設置することが可能となる。使用例として、付替道路、工事用進入路、間詰擁壁など。

(2) コスト縮減

急峻な地形では、下半分を二重壁式補強土壁、上半分を内部拘束のジオテキ補強土壁とした複合擁壁とすることで、掘削ミニマムのニーズに応えられるだけでなく、コストミニマムを実現できる。

(3) 環境・景観

壁面のバリエーションに、緑化タイプ、防草タイプ、間伐材タイプなど様々な種類があり、景観に配慮した構造とすることが可能である(写真-3)。

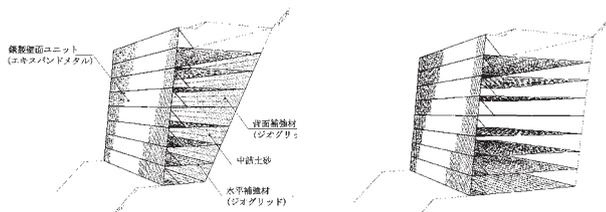


図-1 背面閉合型と背面開放型

(4) 施工中の安全

鋼製壁面材に転落防止柵取付機能が内蔵されているため、施工中の安全対策はもとより、土構造物で重要な壁面際の転圧も安全かつ入念に行うことができる。



写真-1 間詰擁壁



写真-2 道路擁壁



写真-3 壁面のバリエーション(左：緑化、右：間伐材)

3. 導入実績・特許等

特許：第2655131号
実用新案：第3111278号
Netis：CB-990067-V

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室(TEL. 03-3354-2554)

鋼製土石流制御工「ブルメタル™」

株式会社 神戸製鋼所

鉄構・砂防部 〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町 4-2-7 (TEL. 078-261-7811, URL. <http://www.Kobelco.co.jp/sabo>)

キーワード： 鋼製構造物, 土石流, 緊急対策, 溪岸浸食, 流向制御

1. 概要

当社は、土石流や流木による被害を軽減するために格子形えん堤を開発し、これまで国内各地で約 600 基の施工実績を積み重ねてきました。格子形えん堤は、土石流や流木の捕捉を目的としているため、大規模な構造物となります。一方、土石流による河岸浸食の防止や火山地帯の流路修正のために、土石流の流れを制御できる小規模な構造物も望まれていました。そこで、これらのニーズを満足する鋼製土石流制御工を開発しました。

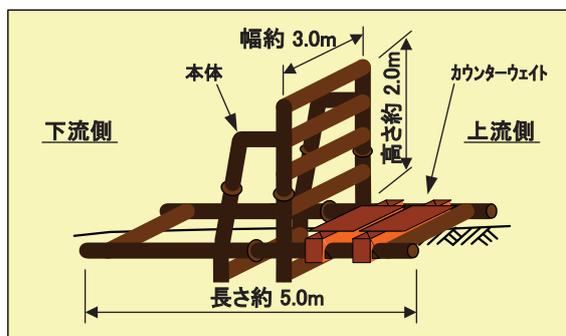


図1 鋼製土石流制御工

2. 特徴

(1) 特長

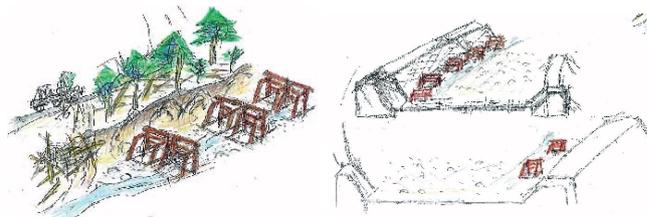
鋼製土石流制御工には以下の特長があります(図1)。

- ①コンクリート基礎が不要で基礎梁を地盤内に埋め込む程度でよいため、大幅な施工期間の短縮が図れます。
- ②上下流側に基礎梁を張出した『みこし構造』であるため、転倒しにくい構造です。
- ③工事用道路がなくても、ヘリコプターで、空輸して現地で組立することも可能です。また、設置後に緊急必要箇所に移設することも可能です。
- ④基礎梁にカウンターウエイトを載せる構造が標準ですが、鋼管内に中詰を行ったり、基礎梁を長くして滑動や転倒し難くすることも可能です。

(2) 用途

鋼製土石流制御工の用途は以下のとおりです(図2)。

- ①土石流の流行制御による溪岸浸食の防止
- ②溪岸浸食の防止による立木の流木化防止
- ③火山地帯や扇状地における流行制御, 流路修正
- ④天然ダムの崩壊防止
- ⑤既存堤防の保全, 枠えん堤の機能強化
- ⑥緊急対策用の仮設構造物



溪岸の浸食防止と立木の流木化防止 既存堤防の保全と流路修正
図2 鋼製土石流制御工の用途



写真1 設置事例(六甲・奥池)

3. 導入実績・特許等

鋼製土石流制御工は、近畿地方整備局六甲砂防事務所管内の奥池, 剣谷で鋼製枠えん堤の機能強化のため(写真1), また北陸地方整備局立山砂防事務所管内の滝谷・湯川谷で河岸崩壊防止のため設置されています。

このうち、立山・滝谷では平成19年に土石流が発生し、鋼製土石流制御工により土石流の流向が制御され、溪岸の保護に効果を発揮したことが確認されています(写真2)。

- ・特許出願中： 特開 2007-239321
- ・NETIS： 登録No. HR-2070012
- ・商標登録： 商標登録番号 4958345



写真2 溪岸を保護した事例(立山・滝谷)

鋼製透過型砂防えん堤「格子形-2000C」

株式会社 神戸製鋼所

鉄構・砂防部 〒657-0845 神戸市灘区岩屋中町 4-2-7 (TEL. 078-261-7811, URL. <http://www.Kobelco.co.jp/sabo>)

キーワード： 鋼製構造物, 透過型えん堤, 土石流

1. 概要

格子形-2000C は、従来の格子形えん堤の機能に加え、構造に対する信頼性や経済性を向上させた、鋼製透過型砂防えん堤です(写真1)。直径約600および500mmの鋼管を立体形状に組み合わせた剛結構造物であり、大規模な土石流に対しても安全なえん堤です。また、平成19年度の新指針に対しても、全ての項目に準拠しています。

2. 特徴

格子形-2000C の特徴を以下に紹介します。

①構造に対する信頼性： 鋼管による立体剛結構造を採用し、高次の不静定構造物であるため高い冗長性（リダンダンシー）を有しています。河川軸方向では、上流側のラーメン構造と下流側のトラス構造を組み合わせたフレーム構造により、一部の部材が破損してもえん堤全体が崩壊し難い構造となっています。また、河川軸直角方向では、横梁で剛結された複数のフレームを設置した立体構造を用いているため、たとえ一つのフレームが破損しても、外力を他のフレームに伝達することで、構造全体としてその荷重に抵抗することが可能です。

②数多くの土石流捕捉実績： 平成21年3月現在で、約40基の土石流・流木捕捉実績を有しており、全てのえん堤において、目的とおりの効果を発揮しています(写真2)。

③高い施工性： 施工時に各部材が支保工無しで自立するため、安全かつ短期間で工事を終了できます。また、部材の接合はボルト締めによる現地接合のため、手間のかかるコンクリート充填等は不要です。

また、下段部と上段部に分けて複数年度にわたる段階施工も可能です(写真3)。このため、鋼製部と非越流部のある高さまで施工すれば、早期に土石流捕捉効果を発揮することが可能です。

④ハイダムへの適用： これまでに、鋼製高10m以上の鋼製透過型えん堤に対して250基以上の施工実績をもち、鋼製高20m級のハイダムへの適用が可能です。

⑤小礫対応： 最大礫径が60cm未満の場合にも、実績のある格子形えん堤と、ワイヤネット工を組み合わせたK22タイプで対応が可能です(図1)。ネットを使用することで、小礫に対しても高い開口率を確保でき、せき上げが発生しないため、優れた捕捉性能を発揮できます。

3. 導入実績・特許等

これまでに約600基の施工実績があります。砂防鋼構造物研究会のホームページをご参考ください。

(http://www.koseisabo.gr.jp/frame/db_f.htm)

・特許： 第3186910号, 第4133517号, 第4173822号



写真1 格子形-2000C 設置事例



写真2 土石流捕捉事例(菅沼谷第1えん堤)



第一段階

第二段階

写真3 段階施工

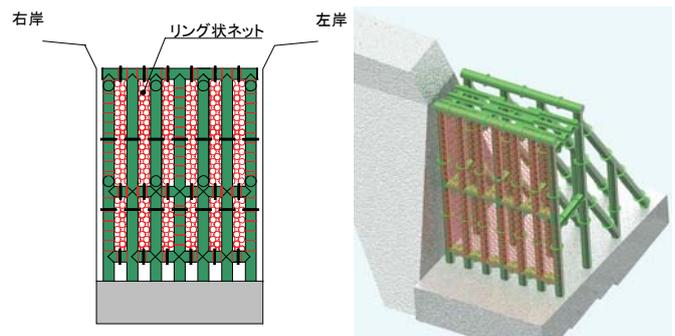


図1 小礫格子形-2000C K22タイプ

Jースリットえん堤

J F E 建材 株式会社

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1丁目 10番 15号 J L日本橋ビル (Tel.03-5644-1221)

キーワード：土石流捕捉工，鋼製砂防構造物，透過型えん堤，緊急対策

1. 概要

Jースリットえん堤は、土石流区間に設置する土石流・流木捕捉を目的とした鋼製透過型えん堤で、改訂「土石流・流木対策設計技術指針」にも準拠した構造となっております。

2. 特徴

(1) 構造

基本断面は構造上合理的な三角フレーム形状としており、材料には耐力に優れた鋼管（φ400～φ600～φ800程度）を使用しています。

(2) 機能

水理実験により土石流捕捉機能を検証しており、土石流を確実に捕捉することができます。また、平時は土砂を下流に流すことにより、除石などのメンテナンス頻度も少なくてすみます。

また、底版を河床勾配にあわせることで、河道を分断することがなく、生態系に配慮できます。

(3) 安全性

リダンダンシーに優れた立体フレーム構造であり、万一に一部の部材が破損しても全体の崩壊に至り難くなっております。さらに、柱材の足元は鋼管の板厚を、土石流が直撃する箇所と同様にしており、中小洪水時に流下する礫などの衝突に対する安全性を高めています。

(4) 施工性

品質管理の行き届いた工場で作成しており、寸法精度の高い部材を現地に納入しております。また、非越流部と完全に分離した施工となりますので、工期調整が容易となります。

また、緊急に土砂流出対策が必要な場合などにも、減災工として使用することもできます（製作期間、効果等について総合的な検討が必要です）。

(5) 経済性

合理的な構造となっており、えん堤幅も小さくすることができ、基礎コンクリートも小さくてすみます。また、施工期間を含めた施工性にも優れており、トータルで優れた経済性となっております。

3. 導入実績・特許等

2009年4月現在、既に50件以上の実績をいただいております。

表-1 実績の一例

河川名	発注者
田沢沢川	東北地方整備局湯沢河川国道事務所
大原川	三重県久居建設事務所
セド谷	富山県砺波土木センター
山内川野川	熊本県阿蘇地域振興局
綱ノ瀬川	宮崎県西臼杵支庁

※「建設技術審査証明（砂防技術）」、(財)砂防・地すべり技術センター、平成18年2月取得



写真-1 綱ノ瀬川（宮崎県西臼杵支庁）



写真-2 セド谷（富山県砺波土木センター）

【問合せ先】

J F E 建材株式会社 担当：吉田 (TEL.03-5644-5409)

残置型枠 SSSフォームレス工法

共生機構株式会社

本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：型枠、残置、安全、転落防止、足場不用

1. 概要

SSSフォームレス工法は、壁面材に嵌合式U型鋼板セグメントを使用した残置型枠である。使用するU型鋼板にはU型鋼矢板と同様に嵌合できる継手を有しており、交互にはめ込んでいくことで壁面を構築することができる。構築した壁面は波板状になっているため、暑さ1.6mmと薄い鋼板であるがコンクリートの側圧に十分抵抗できるものとなる。

壁面パネルの支持構造は、パネルに専用座金を取り付け、そこにタイ材を溶接して支保するものでいたって簡単な構造である。

2. 特徴

(1) U型鋼板セグメントは軽量（長さ1.5m；重さ6kg）で、しかも鋼矢板と同じ嵌合継手になっているので、交互にはめ込むだけで簡単に構築していくことができる。

(2) 千鳥配置で先行する鋼板セグメントが転落防止柵の役割を果たす。また、組立作業は内側から行うことができるので、壁体内での作業スペースが確保されれば型枠設置の足場は不要となる。

(3) 壁面パネルは、U型鋼矢板と同様に波状になっているので、薄板鋼板でもコンクリートの側圧に十分抵抗できる断面性能を持っている。したがって、鋼重がきわめつけに軽くなり、材料のコスト縮減、ひいては工事費削減となる。



写真-1 U型鋼板差込状況



写真-2 地山との取合



写真-3 擁壁裏型枠



写真-4 施工中外観

<施工事例>



写真-5 国)越美山系砂防事務所 河内谷第2砂防堰堤



写真-6 国)松本砂防事務所 東俣第2号上流砂防堰堤

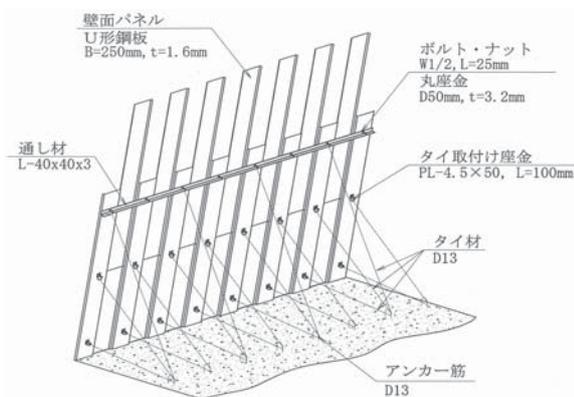


図-1 構造図

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

残置型枠 間伐フォームレス工法

共生機構株式会社

本 社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-23-1 (TEL.03-3354-2554)
営業所：札幌、山形、新潟、長野、三島、大阪、東瀬戸内、広島、福岡

キーワード：型枠、残置、間伐、自然、安全、転落防止、足場不用

1. 概要

間伐フォームレスは、間伐材をコンクリート打設の際のせき板とすると共に、堰堤や擁壁のコンクリート躯体の木調壁面材として残置させる工法である。

間伐材と、それを支える縦材や斜タイ材という軽量部材を用いる簡易な構造であり、重機等も熟練工も必要とせず、日曜大工なみの軽作業で組立ができる。また、すべての作業が壁面の内側からでき、外側の作業足場は不要となる。壁面は転落防止柵の役割も兼ねている。

在来型枠工法で、組立、脱型、型枠清掃等にかかっていた手間を省くことができる。

2. 特徴

- (1) 間伐材はもちろん、加工材、現場での発生材も曲がりやが少なければ使用できる。
- (2) 縦材が転落防止の安全柵となり、作業はすべて内側からなので、外側の作業足場は必要ない。
- (3) 間伐材も鋼材も簡単に組み立てられ、重機も熟練工も必要としない。
- (4) 加工材を使用し、取り替え可能な構造とすることもできる。

3. 特許等

実用新案：第3095342号

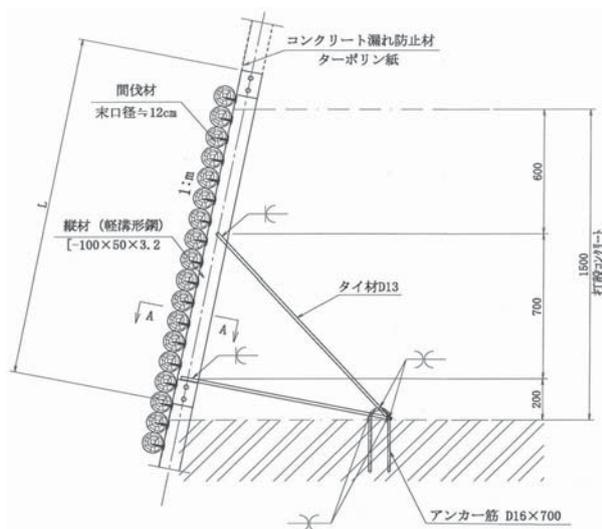


図-1 構造図



写真-1 組立全景



写真-2 漏れ防止材貼付

<施工事例>



写真-3 国土交通省 四国山地砂防事務所 坂本谷



写真-4 愛知県 設楽事務所 小規模治山 25号



写真-5 熊本県 阿蘇地域振興局 復旧治山工事橋平1号

【問合せ先】

共生機構株式会社 技術サービス室 (TEL. 03-3354-2554)

SBウォール工法

共和コンクリート工業株式会社

本社 〒060-0808 札幌市北区北8条西3丁目28番地 (TEL.011-736-0181)
 東京本社 〒112-0006 東京都文京区小日向4丁目6番19号 (TEL.03-3943-4371)

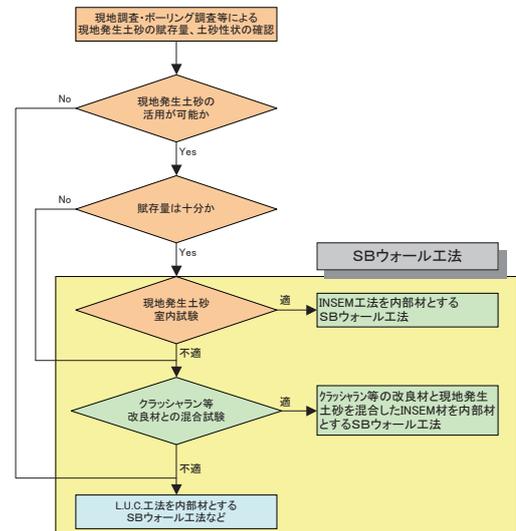
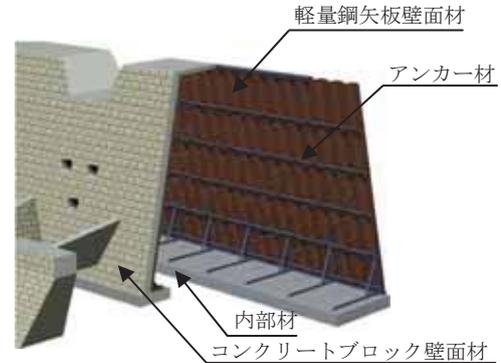
キーワード：砂防堰堤、砂防ソイルセメント、現地発生土活用、外部保護材

1. 概要

SBウォール工法は砂防堰堤の内部に、建設現場で発生した土砂とセメント、水を攪拌・混合・転圧した砂防ソイルセメント (INSEM材) を用い、その外壁部をコンクリートブロックまたは軽量鋼矢板で覆い、雨水による侵食や劣化、土石流に対する衝撃、摩耗等から保護した安全性、耐久性の高い工法である。

2. 特徴

- INSEM材の製造は特別な機械、特殊な技術が必要としないことから、施工が容易である。
- 内部材に使用するINSEM材は連日打設が可能であり、1日当り100~200m³程度以上の施工実績があり、工期の短縮が図れる。
- 現地発生土砂を活用することにより優れたコスト縮減性が図れる。
- 現地発生土砂の活用による搬出量の削減、使用セメント量の縮減より、環境負荷の軽減、CO₂排出抑制が図れる。
- 現地土砂の性質から活用の検討をはじめ、配合試験によるセメント量、含水率の設定、現場での強度の確認等品質管理について、いままでの実績データを用いて対応が可能である。
- 目標強度が得られない土砂や設計と異なる土砂が発生した場合、クラッシュランを加えて改良するなど合理的な活用・検討が可能である。



3. 導入実績、審査証明等

(1) 導入実績

(件)

業種別	直轄 ; 13	補助 ; 45	合計 ; 58
工種別	砂防堰堤 ; 41	導流堤 ; 2	人工地山 ; 4
	治山谷止工 ; 6	その他 ; 5	

(2) 審査証明等

INSEM-SBウォール工法
 建設技術審査証明 砂防技術/技審証第0503号
 NETIS登録
 INSEM-SBウォール工法 CG-050010-A
 LUC-SBウォール工法 CB-020051-A

【問合せ先】

SBウォール工法研究会 ; TEL.049-249-1887
 埼玉県川越市脇田本町15番20-202
 共和コンクリート工業(株) ; TEL.03-3943-4644
 東京都文京区小日向4-6-19
 日鐵住金建材(株) ; TEL.03-3630-2492
 東京都江東区木場2-17-12

無人化施工用型枠ブロック（ムジンガー）

共和コンクリート工業株式会社

本社 〒060-0808 札幌市北区北8条西3丁目28番地 (TEL.011-736-0181)
東京本社 〒112-0006 東京都文京区小日向4丁目6番19号 (TEL.03-3943-4371)

キーワード：無人化施工，省人化施工，型枠ブロック，自立式大型ブロック

1. 概要

無人化施工用型枠ブロックは、大型化・軽量化を図った無人化施工対応の自立式大型型枠ブロックである。当該ブロックを活用することにより、コスト削減が図られ、従来では困難であった縦断勾配への対応や端部の小口止めおよび曲線部における無人化施工を可能とした。

表-1 規格諸元

規格	主要寸法	参考重量(kg)
2分勾配	1,100 × 1,998 × 1,200	1,688
4分勾配	1,050 × 1,998 × 1,400	1,784
垂直	1,100 × 1,998 × 1,200	1,744

2. 特徴

- 作業員の立入りを制限するような、危険区域での無人化・省人化施工に適したブロックである。
- かみ合わせ形状により、据付時の安定性や施工性が良い。
- 打設したコンクリートがブロックの自重として働く構造であり、打設時の側圧に対する安定性が高い。
- ブロックの吊り上げ方法は、フックを用いたクレーンによる吊り上げと、フォークグラップルによる吊り上げが可能である。
- H型鋼等の支持材を基礎に設置することにより、縦断勾配に合わせた施工が可能である。
- 水抜きパイプや伸縮目地を無人で設置できることから、砂防堰堤のみならず擁壁や護岸工事の無人化施工にも適用可能である。
- 異形パネルを取り付けることにより、カーブ区間での無人化施工が可能である。
- 小口止パネルを取り付けることによって、従来では困難であった端部の小口止め施工も可能である。

3. 導入実績等

(1) 導入実績

4件；鬼ヶ城護岸工事

(北陸地方整備局 立山砂防事務所)

(2) NETIS 登録

無人化施工用自立式大型型枠ブロック

(HR-080016-A)



写真-1 自立式大型型枠ブロックの近景



写真-2 カーブ区間の施工状況



写真-3 施工後（全景）

【問合せ先】

共和コンクリート工業(株) 東京本社

東京都文京区小日向4-6-19

TEL.03-3943-4644

共和コンクリート工業(株) 富山営業所

富山県射水市広上1418

TEL.0766-52-0463

環境負荷の少ない固化材を用いたECOバインド工法

国土防災技術株式会社

本社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番5号 (TEL. 03-3436-3673)
関西分室 〒651-0083 兵庫県神戸市中央区浜辺通2丁目1番30号 (三宮国際ビル) (TEL. 078-221-2213)

キーワード：無機質固化材、環境負荷軽減、安全対策、湧水対策、現地発生土利活用

1. 概要

ECOバインドは重金属や六価クロムの溶出の恐れがなく、土の組成に近似した環境負荷の少ない無機質固化材です。骨材に購入砂もしくはマサ土・シラスなどの現地発生する土を混合して斜面に吹付造成して斜面や法面を保護する技術です。

施工は従来のモルタル吹付工と同様の施工方法で機器構成も同様です。

固化材は自然に存在するミネラル成分のため、風化侵食によって自然に還元します。そのため取り壊し撤去の必要がありません。



写真-1 ECOバインド容姿



写真-2 ECOバインド吹付状況

2. 特徴

- ECOバインドは自然に存在するミネラル成分を主体としているため、重金属や六価クロムの溶出の恐れがありません。
- 固化する時に孔隙を形成するため通気・通水性があります。

- 色調は土色で景観との調和します。
- 土の組成に近似していることから、コケや地衣植物の侵入が期待できます。
- 断熱効果があり表面温度の上昇を抑制します。

3. 適用事例

- 表面侵食による落石の危険が高い斜面で安全対策としての適用（作業後の取り壊し撤去が不要）



写真-3 安全対策工としての適用

- 湧水がある法枠内で、栗石詰の代替工としての適用



写真-4 法枠内の湧水対策としての適用

- 現地発生土を骨材として適用（スコリア使用）



写真-5 現地発生土を利活用としての適用

4. 特許等

NETIS 登録 No. CG-060009-A

【問合せ先】

国土防災技術株式会社 担当:朝日(TEL.078-221-2213)

荒廃地での植生回復を可能としたタフグリーン工法

国土防災技術株式会社

本社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番5号 (TEL. 03-3436-3673)
関西分室 〒651-0083 兵庫県神戸市中央区浜辺通2丁目1番30号 (三宮国際ビル) (TEL. 078-221-2213)

キーワード：荒廃地緑化，森林土壌，腐植土，土壌侵食防止マット，リサイクル資材

1. 概要

従来の植生工に期待される早期生育植物による表面侵食防止効果を土壌侵食防止マットで代用しながら，森林土壌に近い質な植生基盤を導入することで，荒廃地において目標とする植物群落への植生回復を安定して図ることが可能です。導入直後より耐侵食効果が期待でき植生基盤を中・長期的に安定維持することができるため，外来生物による早期緑化を必要としません（外来生物規制法対応）。成長の遅い在来種のための播種や無播種による郷土種の侵入が可能です。



図-2 土壌侵食防止マット

2. 特徴

- ・森林土壌に近い組成の植生基盤（リサイクル資材を使用）を斜面に吹付けます（図-1）。
- ・このため，保水性・保肥性・緩衝能力の高い土壌を実現しています。さらに，斜面乾燥や肥料切れを長期的に防止することが可能です。
- ・侵食防止効果の高い土壌侵食防止マットを植生基盤面に敷設します。マットは保水・保温効果といったマルチング効果も期待できます。マットには分解型と非分解型の2種類があります（図-2）。
- ・吹付時にはラス金網を用いず，補強短繊維・接合剤を植生基盤に混合することで面的・立体的結合を高め基盤の流出や流亡を防ぎます（図-3）。
- ・植生基盤は，用途に応じて配合が変えられ，現地伐採木チップや現地発生土の流用も可能です。また，強酸性地においても対応可能です。
- ・現地採取した郷土種子による植生回復も可能です。



図-3 補強短繊維（左）・接合剤（右）



施工前 施工後1年11ヶ月*

*（左：タフグリーン工法，右：植生基材吹付工）

図-4 施工事例（茨城県 道路工事）

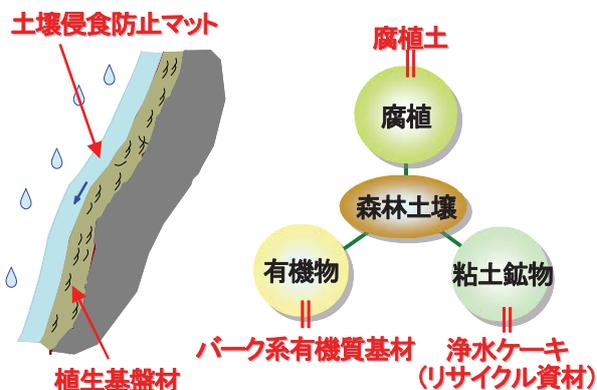


図-1 工法模式断面図及び森林土壌の組成と植生基盤の使用資材

3. 施工実績・特許等

(1) 施工実績

平成21年度4月現在までの施工実績は，
計155件/約181,000m²
国土交通省12件，その他公共機関142件，民間1件

(2) 特許等

特許取得 第4087777号
NETIS登録 No. KT-040082-A

【問合せ先】

国土防災技術株式会社 担当：朝日 (TEL. 078-221-2213)

斜面崩壊対策工・インパクトバリア工法

東亜グラウト工業株式会社

本 社 〒160-0004 東京都新宿区四谷2丁目10番3番地 (TEL. 03-3355-3811)

キーワード：斜面崩壊対策，柔構造，リングネット，実物大実験，環境保全

1. 概要

インパクトバリア工法は、構造体の柔らかさを特徴とする斜面崩壊対策工です。土砂災害防止法で示される崩壊土砂の運動を、高いエネルギー吸収能力がある柔構造のインパクトバリアで減勢させながら停止させます。

本工法は、高強度の軽量鋼製バリアをアンカータイプ基礎で設置するため、設置位置の地形・地盤条件による制約が少なく、多様な斜面条件に、また各種建築物・道路・鉄道等の幅広い保全対象物に対して適用が可能です。

2. 特徴

(1) 土砂災害防止法の施行に伴う課題点の解決

土砂災害防止法の施行に伴い、待ち受け擁壁の設計法に斜面崩壊土砂の衝撃力と堆積土砂に対する安定、および崩壊土砂の捕捉容量の確保に関する具体的な計算手法が示されました。斜面に家屋が近接している地形条件で擁壁を設計する場合は、擁壁が大型化し捕捉容量を確保するために、**図-1**に示すような課題点が発生します。

インパクトバリア工法を適用することにより周辺環境の保全、工事範囲の縮小、および工期の大幅な短縮が可能になります（**図-2**参照）。

(2) インパクトバリアの構造

インパクトバリアに衝突した斜面崩壊土砂の衝撃力は、最初にリングネットで柔軟に受け止めます。リングネットは、高張力鋼線をリング状に加工した柔構造部材です。リングネットを保持するワイヤロープにはブレーキリング（衝撃力緩和装置）が装着されています（**図-3**）。

このような柔構造のインパクトバリアは、剛性の高い構造物より小さな抵抗力で土砂の運動を停止できます。

(3) 信頼性の確保

インパクトバリアの開発は、スイス連邦・森林・雪・景観研究所が開発した数値解析手法（シミュレーションソフト）を用いて基本構造を設定し、現地での実物大実験（**図-4**）により部材変位や荷重を計測、検証する信頼性の高い手法で進めました。その結果、斜面崩壊土砂の衝撃力に対して約150kN/m²まで対応可能です。また、落石防護に対しては高いエネルギー吸収能力があります。

(4) 環境保全

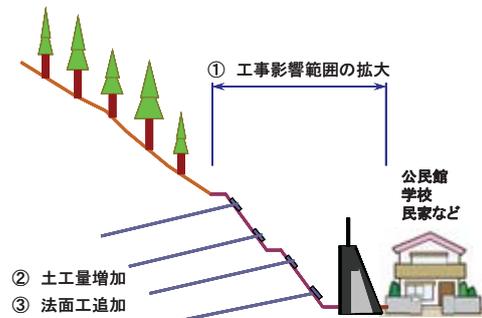


図-1 擁壁設計における課題点

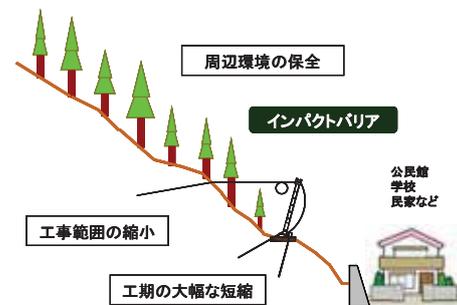


図-2 インパクトバリアの適用



図-3 設置事例

本工法の本体製造時CO₂排出量は極めて少なく（付帯工事を含めた重力式待ち受け擁壁の10～15%程度）、環境保全に貢献できます。

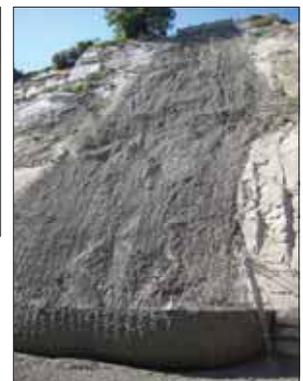


図-4 実物大実験

3. 導入実績・特許等

- ・導入実績：4現場
- ・特許出願中

【問合せ先】

東亜グラウト工業株式会社 技術グループ
担当 下条和史 (TEL. 03-3355-5100)

高強度ネット斜面安定工・パワーネット工法

東亜グラウト工業株式会社

〒160-0004 東京都新宿区四谷2丁目10番3番地 (TEL. 03-3355-3811)

キーワード：斜面安定工法，異型鋼棒，高強度ネット，柔構造

1. 概要

素線強度(1,770N/mm²)を誇る高強度ネットとネイル(異型棒鋼)とを組み合わせた、柔構造の斜面安定工法です。高強度ネットの力学的な特性を十分に発揮させることにより、安全かつ短い工期で斜面の安定を図ることができます(図-1)。高強度ネットには、強度と屈撓性の異なる2種類のネット〔TECCO(テコ)ネットとSPIDER(スパイダー) S4ネット〕があります。

2. 特徴

(1) 斜面安定機能としくみ

①不安定な斜面表層を、構造上撓み性のある高強度ネットで覆うので斜面凹凸など地盤形状に追従して密着、これをネイルによって固定、地盤と一体化ができます。

②ネイル部プレートを介して高強度ネットを強く斜面表面へ押し付けるので、不安定な表層は設置した初期段階から安定化します。

③全体的なすべりはネイルと高強度ネットの構造、また、さまざま原因が関連するネイル間の中抜けすべりに対してはネット自体が抵抗し、すべりを安定化します。

④特徴の異なる2種類のネットがあるので、斜面表層の地盤材料、凹凸など多様性のある斜面に対応することができます。

(2) 性能についての工法の特長

①主要構造が柔構造のため、地震や寒冷地における地盤隆起など、地山の歪に追従性が高く、構造が影響を受けづらく、変状することが少ない。

②主材料が工場製品であるため、現場での品質管理が容易で、均質で安定した施工ができ、寒冷地や、冬季施工などにおいて気候条件の制約が殆どありません(図-2)。

③作業工種が少なく、気象の制約も受け難いことから、従来工法に比し、工期が短縮できます。

④コンクリート構造の保護工に比して使用材料から算出したCO₂排出量が極めて少なく(材料換算で従来工法の1/6~1/9程度)環境負荷が少ない技術です。

3. 導入実績・特許等

・導入実績 延べ2.5万m² ・特許 あり



図-1 パワーネット工法による斜面安定



図-2 パワーネット工法の標準構造

なお、斜面状況により切土補強工法が適用できる場合は、当該ネットを付带的に用いるクモの巣ネット工法が有効な場合もあります。地盤の条件に応じ、適宜有効な工法を適用することができます。

【問合せ先】

東亜グラウト工業株式会社 技術グループ
担当 下条和史 (TEL. 03-3355-5100)

天然ダム対策・DBR工法について

財団法人 砂防フロンティア整備推進機構*1 技研興業株式会社*2

*1 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-4 砂防会館別館 6F (TEL. 03-5216-5871)

*2 〒166-0004 東京都杉並区阿佐谷南 3 丁目 7 番 2 号 (TEL. 03-3398-8521)

キーワード: 天然ダム, 河道閉塞, 排水, 護岸

1. 概要

常時は護岸として河道の安定を図り,天然ダム発生時にはブロック内部に敷設された可撓性排水管で上流に貯まった流水を下流に速やかに流せる通水機能を有する DBR 工法 (Drain Block Revetment Works-排水ブロック護岸工法)を開発した。

地すべりの危険箇所の多くは河川沿いに存在し,豪雨・融雪・地震等により崩落した土砂が河道を埋塞し天然ダムを形成する事例が数多く見られる。天然ダムが決壊すると洪水災害、土砂災害を発生させる危険性が高い。この為,速やかに対策を施さなければならないが天然ダム本体は崩土で構成されているうえ,流水が湛水する為に緊急対策は困難を極める。

本工法を地すべり危険箇所等に護岸として設置する事により,天然ダム発生時には護岸が保有する通水機能により大きな減災効果が期待できる。

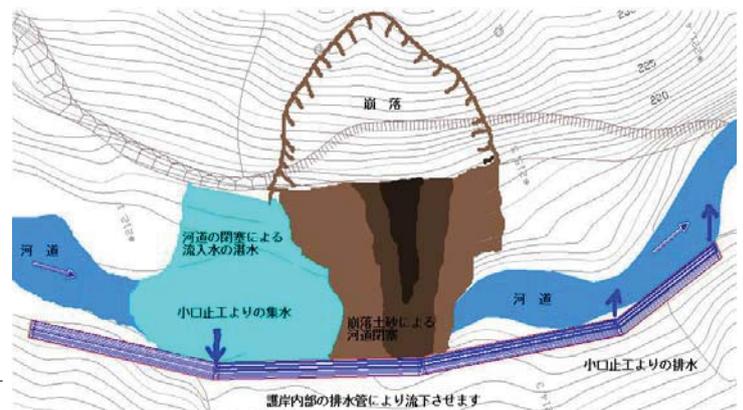
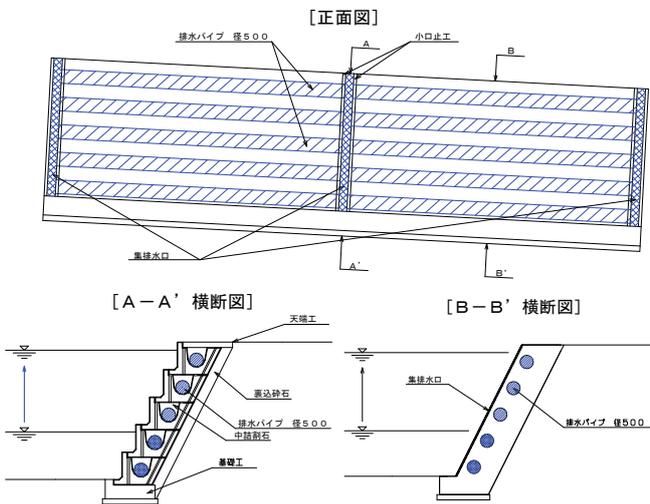
2. 特徴

(1)構造

プレキャストブロックとフレキシブルな排水管を組合せて護岸を構成している。ブロック内部の空洞部に排水管を通す事により上流で湛水している流水を排水する為のバイパストンネルの機能を果たす。

(2)長所

- ・積重ねた各段に排水管を通すため,水位の上昇にしたがって排水量を増す事ができる。
- ・集排水口を各小口止工に設ける事により,どの地点からも集排水を行うことが可能である。
- ・排水管にフレキシブルなパイプを用いる事により,崩壊土砂による衝撃力や地震の揺れ等で護岸に変位が生じても通水機能を損なわない構造である。



規格別 排水管 (1本当たり) の最大流量表

ブロック規格	D-500	D-600	D-700
ブロック質量	2.0ton	2.6ton	3.40ton
勾配	流量 (m3/sec)		
1/10	0.78	1.28	1.91
1/20	0.55	0.90	1.35

排水管の粗度係数 $n=0.016$

【問合せ先】

技研興業株式会社 担当; 前田 稔 (TEL. 03-3398-8521)

編集：(社) 砂防学会 事業部会

部会長：石川 芳治 (東京農工大学)

幹 事：安養寺 信夫 ((財) 砂防・地すべり技術センター)

担当委員：原口 勝則 (国際航業 (株))

委 員：井良沢 道也 (岩手大学)

委 員：國友 優 (国土交通省)

委 員：清水 収 (宮崎大学)

委 員：執印 康裕 (宇都宮大学)

委 員：白木 克繁 (東京農工大学)

委 員：山田 祐司 (応用地質 (株))

委 員：吉田 真也 ((財) 砂防・地すべり技術センター)

砂防技術総覧

2009年10月31日 発行

発行者 社団法人砂防学会 (代表 水山 高久)

〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-5 砂防会館内

TEL:(03)3222-0747 (直通) (03)3261-8386 (直通)

FAX:(03)3230-6759 <http://www.jsece.or.jp/indexj.html>

掲載内容を転載あるいは複製することを希望する場合には、事前に掲載情報を提供された企業・団体等にご相談ください。