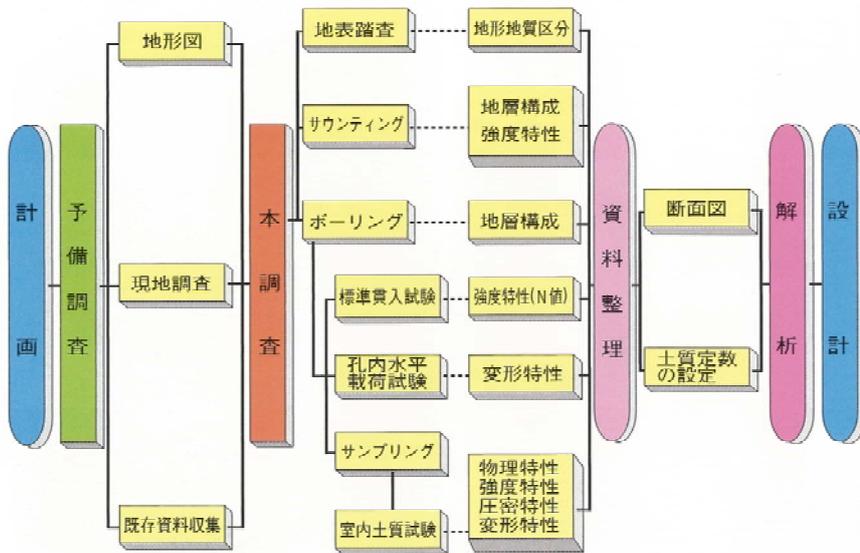


土質調査の主な業務

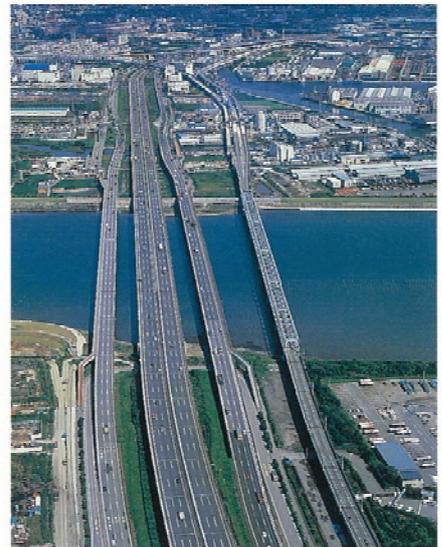
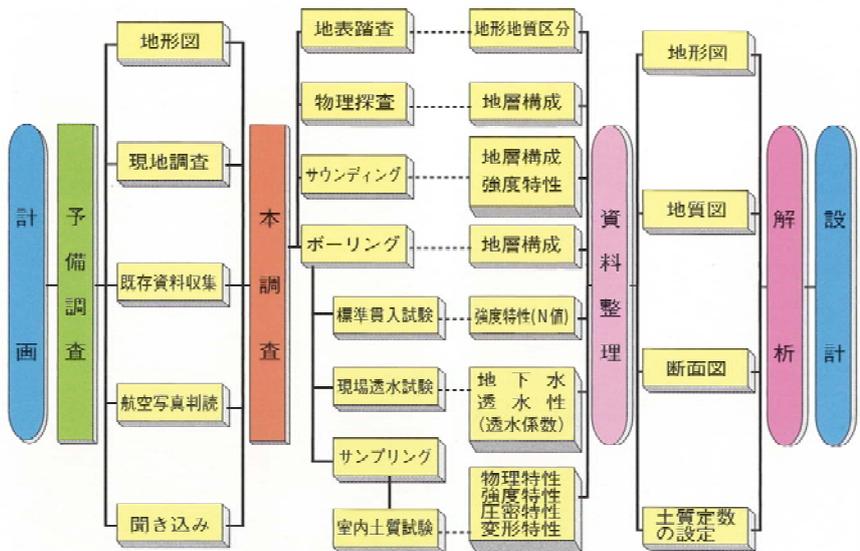
構造物(基礎)調査の系統図

ビルやマンションなどの構造物を建築する前には、その敷地の地盤の構成や性状を把握しておくことが必要です



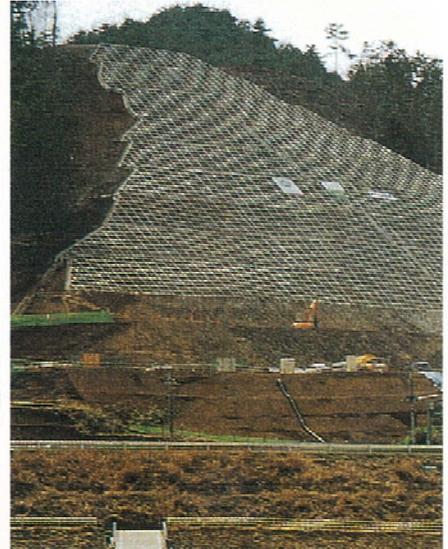
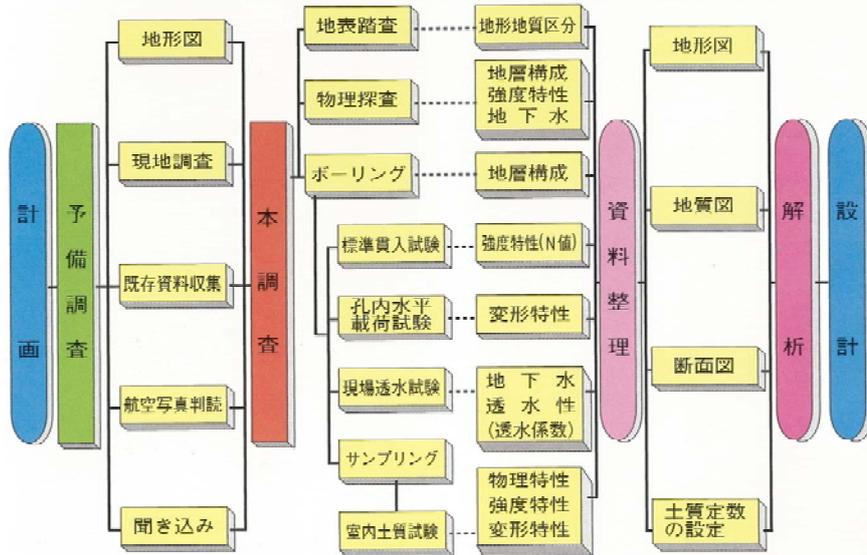
路線調査の系統図

道路や鉄道・上下水道などの詳細設計を行う前には、その路線内の地盤の構成や性状を把握しておくことが必要です



切取・掘削調査の系統図

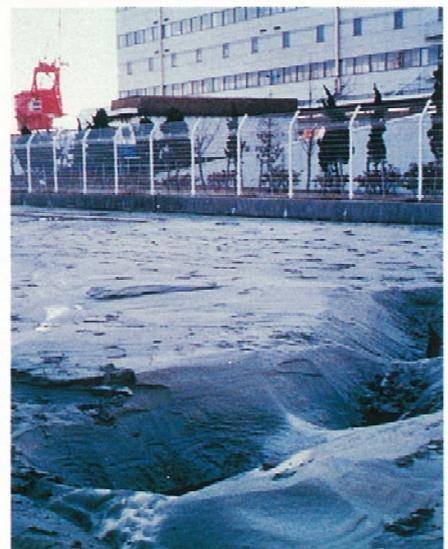
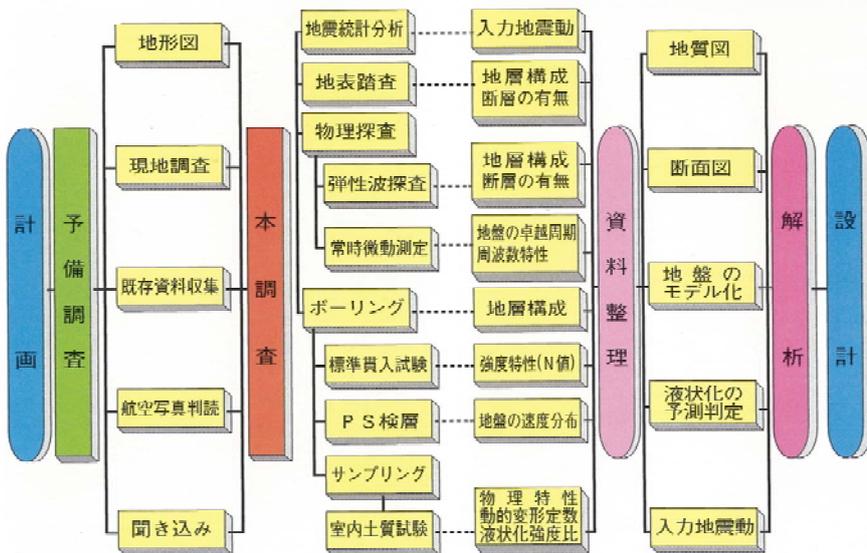
土地造成などに伴う斜面の切取・地下構造物建設に伴う掘削にあたっては、事前に地盤の構成や性状を把握しておく必要があります



出典：土と基礎 Vol.43 No.8 口絵写真

耐震調査の系統図

地震時における構造物の耐震性を検討するためには、地盤の構成や性状を把握する必要があります



出典：1995年版神・淡路大震災スライド集 日本建築学会・土木学会

このカタログの内容は、2017年10月1日現在のものです。

地すべり防止施設等の維持管理

水抜きボーリング孔の維持管理に関する技術

■ 孔内カメラ観察

目詰まり状況の確認、目詰まりの原因の診断を行います

■ 孔内洗浄

水抜きボーリング孔内に高圧水を噴射し目詰まりを除去します

■ 水抜きボーリング再施工

孔内洗浄では機能が回復しない場合、目詰まりしにくい水抜きボーリング孔の提案を行います



《水抜きボーリング孔の機能低下状況》

地下水の流動に伴う粘土の流入や鉄バクテリアの発生による目詰まりの発生



アンカーの維持管理に関する技術

- アンカー荷重のモニタリング
遠隔監視により、のり面の状況把握を行います
- リフトオフ試験
アンカーの残存引張り力の確認を行います

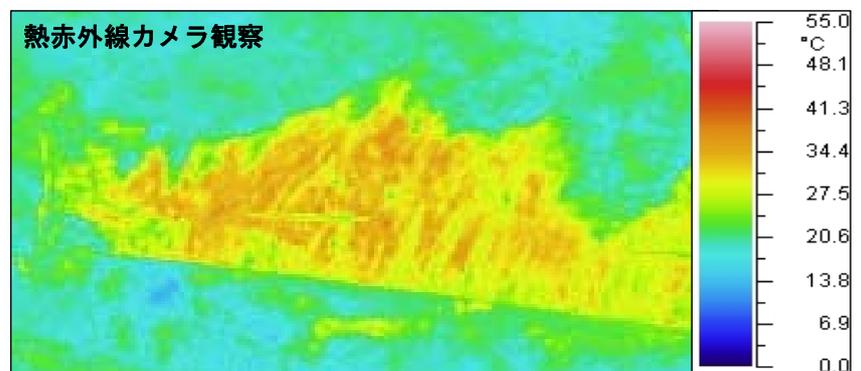


《アンカー破損状況》
アンカー定着力の低下による破損



モルタル吹付のり面の維持管理に関する技術

- 熱赤外線カメラ観察
モルタル背面の空洞化および変状を把握します
- のり面設計・対策工
のり面の老朽化の状況に応じ適切な対策工の提案および設計を行います



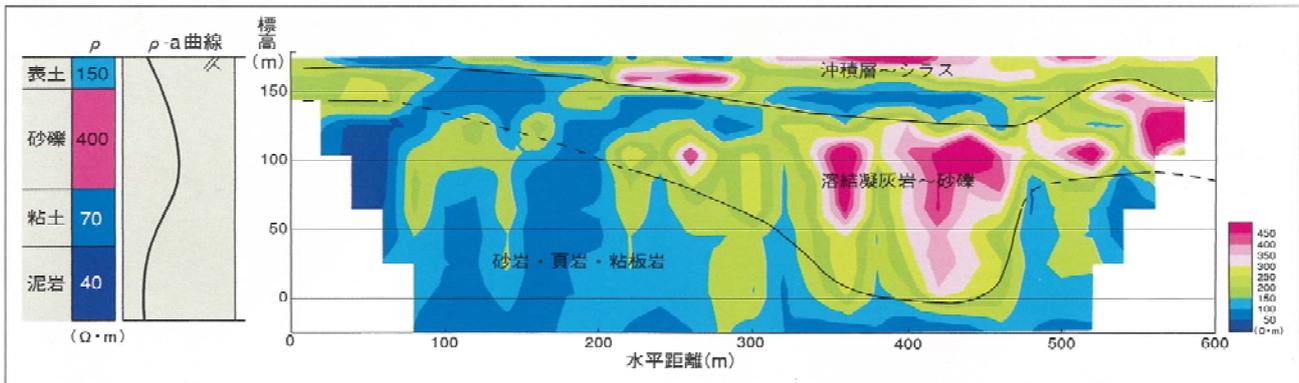
《モルタル吹付のり面の老朽化状況》
モルタル・地山の劣化により、剥落・崩落が発生

電気探査

電気探査は地層の電気的性質の相違を利用することにより、地下構造や地層の性状を推定する探査方法です。このうち人工的に大地に電流を流して、地下の電気比抵抗分布を測定する方法を、比抵抗法電気探査といいます。これまで地下探査の分野では、地下の電気比抵抗値が地層の空隙率と密度に関係することを利用し、電気探査結果から未固結の地層中に存在する帯水層を判定して、数多くの井戸が掘削されてきました。近年では、コンピュータの情報処理技術の急速な進歩に伴って、より高い精度で地層の比抵抗分布を解析することができる高密度電気探査（比抵抗法二次元探査）が開発され、丘陵地・山地において地下深部の岩盤中に存在する地下水（裂か水）の探査手法として効果をあげています。さらに地下水開発だけでなく、広く土木・防災地質の岩盤調査の分野でも盛んに活用されています。

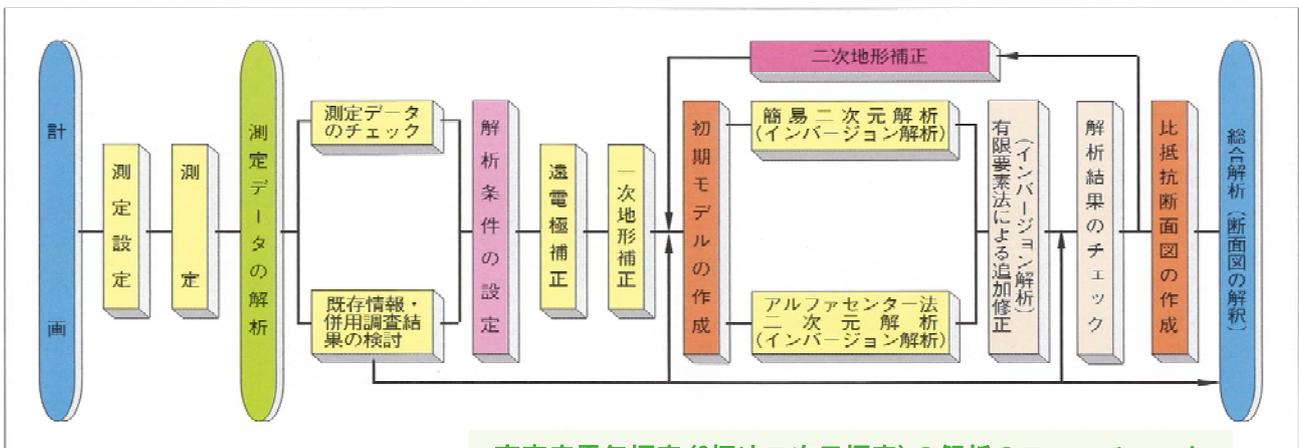
高密度電気探査の特徴

- 通常の電気探査（垂直電気探査）と比べて高精度・高分解能であり、比較的複雑な地下構造の調査にも有効です
- コンピュータを用いたインバージョン解析手法によって、地下の真の比抵抗分布を求めることができます
- 設定した測線に沿った地下の比抵抗分布状況を、二次元断面像として表現することができます



垂直電気探査の例

高密度電気探査（地下水調査）の例



高密度電気探査（2極法二次元探査）の解析のフローチャート

測定の概要

高密度電気探査では測線上に60本程度の電極を1～5m間隔に設置し、電極配列を順次組み換えて比抵抗値を測定します。また、一般に用いられることが多い2極法では、1対の電流電極C2と電位電極P2を無限遠（最大測定深度の10倍以上）に固定する作業を行います。



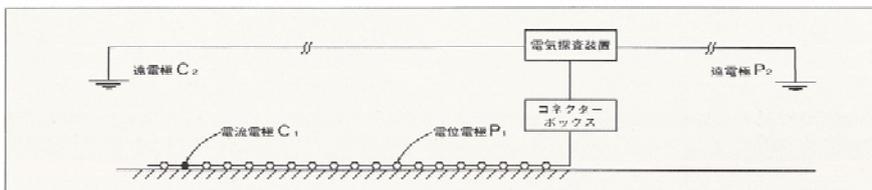
測定状況



電極設置状況



探査機材一式



2極法二次元探査の測定模式図

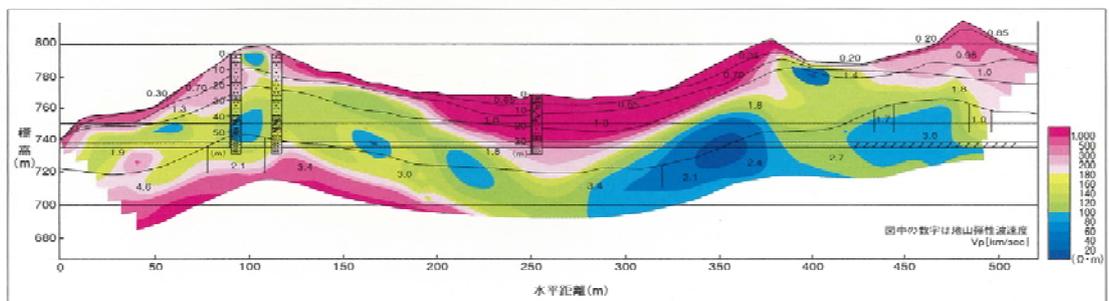
(社)全国地質調査業協会連合会「全国標準積算資料土質調査・地質調査」に一部加筆

解析の例

トンネル・ダム・地すべり・地下水・温泉および断層などの地下構造調査に適しており、弾性波探査やボーリング調査など他の手法と組み合わせて用いることで、大きな効果を発揮します。

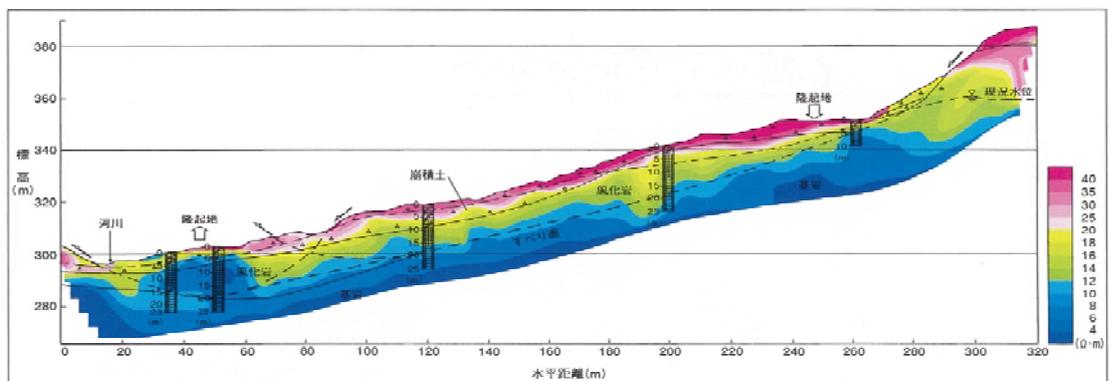
トンネル調

- 弾性波探査では把握しきれない地下構造を推定した事例



地すべり調

- 地すべり移動層の分布、地下水状況を推定した事例



このカタログの内容は、2017年10月1日現在のものです。

CSMT法とは

電磁探査は地下に投入した電磁波によって誘導される電磁場を測定する方法です。当社が実施する **CSMT法** (Controlled Source Magneto Telluric) はこの電磁探査の一種で、**地層によりますが深度 1,500m 程度まで測定**できることが特徴です。

CSMT 法の調査では、送信側で電流を流して電場と磁場を発生させ、受信側で地下を通過してきた電場と磁場を測定し、**地下の比抵抗値**を把握します。地下の比抵抗値は、地質構造(地下水・地熱を含む)と密接な関係があるため、既存資料や現地での踏査結果と合わせて総合的に判断し、地質構造を把握します。

こんな調査に適しています

◆温泉開発調査:

新たに温泉井を掘削する際や、既存温泉井戸とは異なる地点で温泉井を掘削する際の調査では深度 1,500m 程度までの地質構造を把握できる CSMT 探査が効果を発揮します。

◆地下構造調査:

数百m以深の大深度地下構造調査には、掘削前に CSMT 探査で広く地下構造を把握しておくことができます。

◆深部地下水調査:

近年 100m 以深の地層中に分布する地下水が、社会生活に影響を及ぼす例が報告されています。CSMT 探査ではこのような深部地下水調査にも取り組み、地下の水理地質構造を明らかにしていきます。

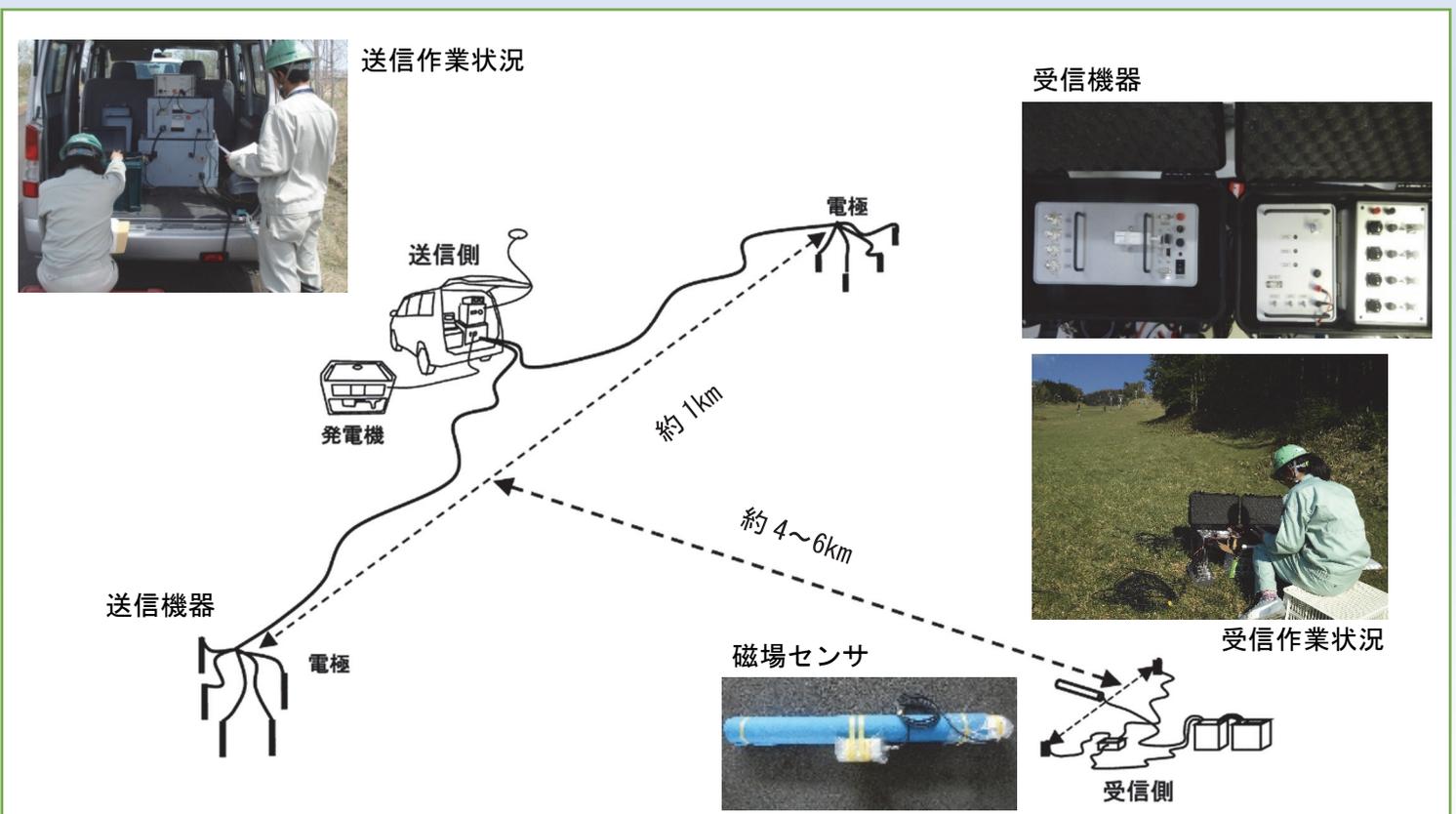


図-1 CSMT調査の概要図

当社が実施するCSMT法

◆現地でのデータ取得

受信点では、測定地点の接地抵抗を測定して、確実に設置されていることを確認してから信号を受信します。

◆地下の細分化

送信する周波数の数は、地下を比抵抗区分できる数、すなわち解析精度になります。

当社の CSMT 探査機は 26 周波数を用いて探査するため、従来 (14 周波数) より緻密な構造を把握できます。

◆良質なデータの取得

ノイズの原因のひとつである送信側と受信側の測定時間の誤差を無くすため、GPS からの時刻信号と同期して送受信を行い、測定時間の差による誤差を無くしました。

保有機材



写真-1 送信機(左)と受信機(右)



写真-2 測定状況

送信側(左)と受信側(右)で GPS 信号により時刻を同期することで、ノイズを大幅に除去しています。

タブレットを用いて測定波形を確認しながら探査します。

解析例

解析は地形の影響等を取り除くため、二次解析を行います。

比抵抗値のコントラストにより、地質構造を把握しました。青い低比抵抗層が凝灰岩、黄色い高比抵抗層が砂岩と判断し、ボーリング掘削後に確認できました。

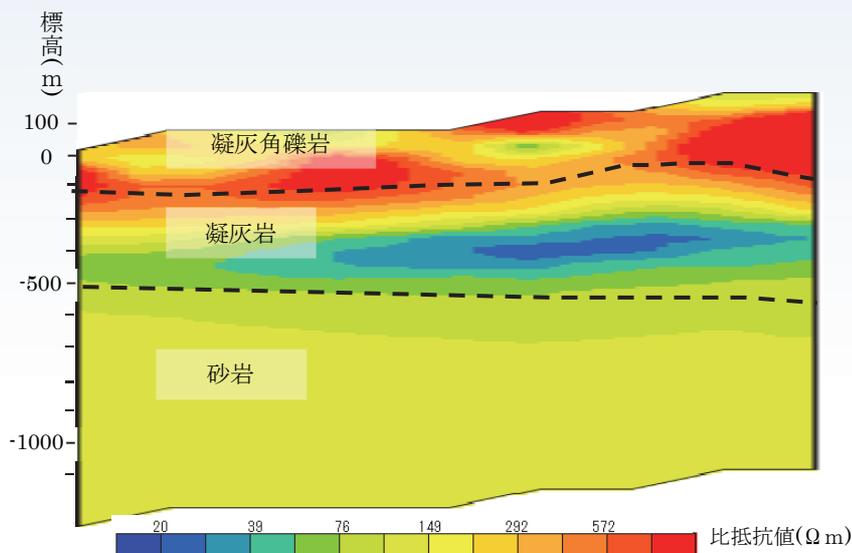


図-2 比抵抗断面図の例

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

自然放射能探査とは

自然放射能探査は、地層や土壌に含まれる天然の放射性同位元素から放出される自然放射線を測定します。

地下からは多種の放射線が上昇してきますが、当社の自然放射能探査では**ビスマスとカリウム・タリウム**の**3核種**の自然ガンマ線を同時に測定することにより、地下の割れ目の状態と地下水・温泉の賦存状況を推定します。

測定地点から半径約1.4mの範囲に上昇してくるガンマ線を同時に測定して、ビスマス・カリウム・タリウムの比から地下の状況を推定します。

このような調査に適しています

【温泉開発調査】

新たに温泉井を掘削する際や、既存温泉井とは異なる地点で温泉井を掘削する際の調査では、地表面での亀裂の有無とその位置を把握できるため、温泉井掘削地点の選定に適しています。

【広域線量マッピング】

1秒毎に測定しているため、車両に搭載して走行することで広域の線量マッピングが可能です。GPSが搭載されているため位置情報も正確に反映させることができます。調査範囲内の地質の分布状況や断層や破碎帯の位置を把握することができます。

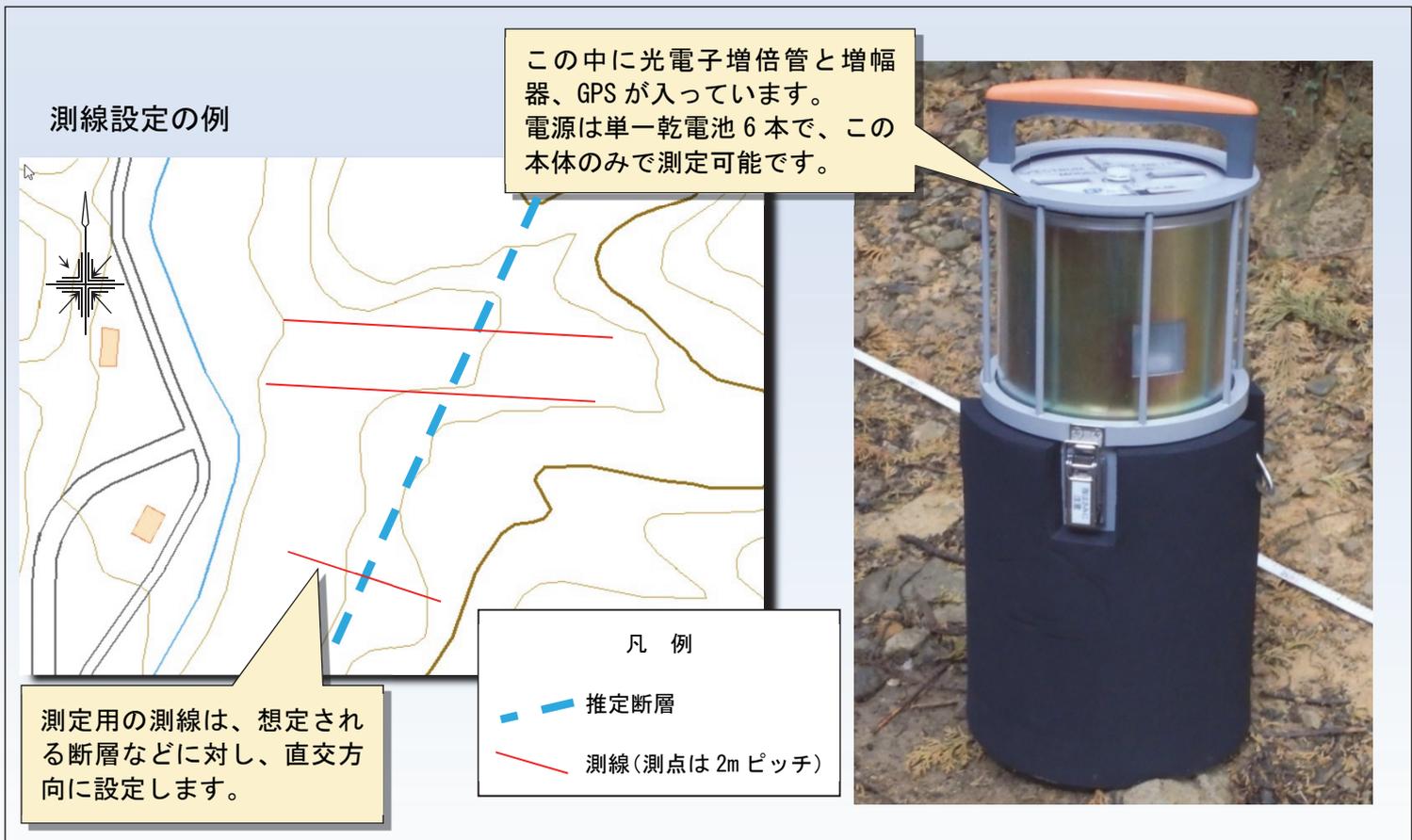


図-1 測線設定例(左)と自然放射能探査装置(右)

当社が実施する自然放射能探査は

【移動しながらの広域線量マップの作成】

1秒毎の測定でも線量当量を精度良く測定できるので、車両に搭載した場合でも走行しながら自動的に位置と線量を測定・記録し広域のマッピングが可能です。

【地質に関連する微量の放射性核種データの収集】

高感度なので断層破碎帯の測定が可能です。測定部と記録部が一体となったコンパクトな形状のため車両の進入が困難な箇所に持ち込むことが可能です。

保有機材

【製品】 スペクトルサーベイメータ 7250-5型

【仕様】 5"×5"NaI(Tl)シンチレータ採用

リアルタイムで測定データを確認

測定後に全データをUSBで読み出し可能

GPS測位

測定・解析例



写真-1 測定作業状況

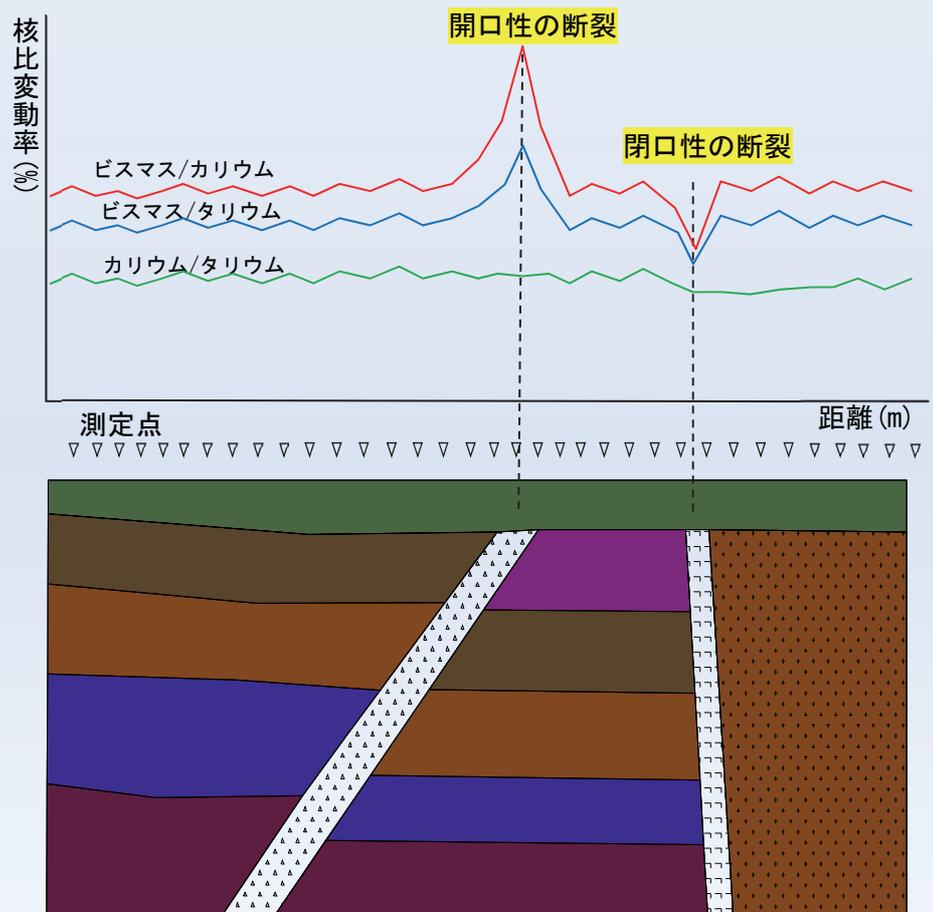


図-2 測定グラフ(上)と模式断面図(下)

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

地中レーダー探査

(地下空洞探査・地下埋設物探査)

地中レーダー探査の特徴

電磁波は、電気的特性の異なる物質に当たると反射する性質があり、たとえば空港のレーダーは空中に向けて電磁波を照射し航空機等の目標物を探知します。

地中レーダー探査はそれと同様に、電磁波を利用して、地表に接したアンテナから電磁波を地中へ照射し、その反射、屈折、透過現象を利用した計測方法です。地中埋設物や構造物内の鉄筋などを高速かつ高精度に、そして非破壊で可視化できます。

こんな調査に適しています

以下のような調査に適用されます。

- 地下空洞部や舗装厚の把握
- 地中埋設物の調査
- 鉄筋コンクリートの配筋調査
- 浅層部の地質構造調査



写真-1 探査状況例

地中レーダー探査の原理

電磁波の反射の強さは、電磁波が透過、反射する媒質の比誘電率に大きく左右されます。したがって、地中内に照射された電磁波が、空気、水などの異物質に接したときの反射波の速度や強さを解析すると、地中内の情報を推定することができます。

地表の送信アンテナから電磁波を地中に照射しながら移動し、反射、屈折、透過して受信アンテナに到達した電磁波を計測します。送信アンテナと受信アンテナの間隔を一定に保って移動することで、地中の反射面を連続的に把握します。

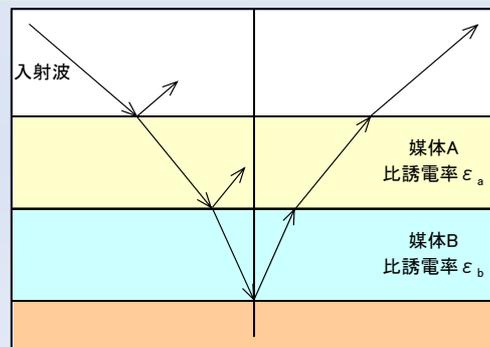


図-1 電磁波の反射

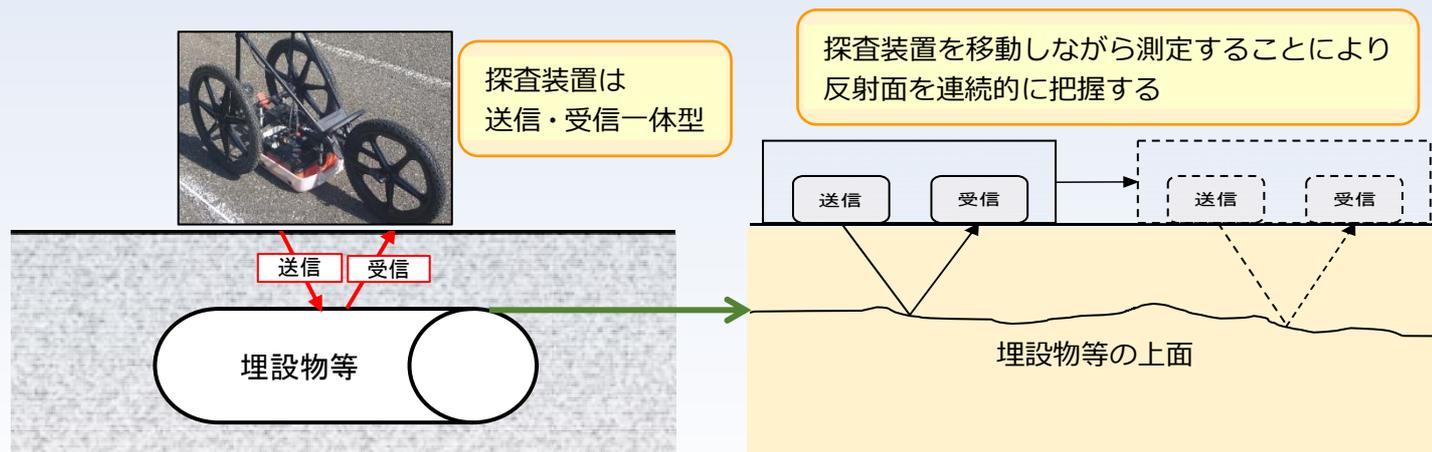


図-2 測定方法の概念図

得られた波形データを連続的に並べると、測線下の反射断面図となります。舗装面や地層境界のように均一で連続した層では横方向に連続した縞状の測定記録となり、埋設物などがあると、凸型の反射波が得られます。

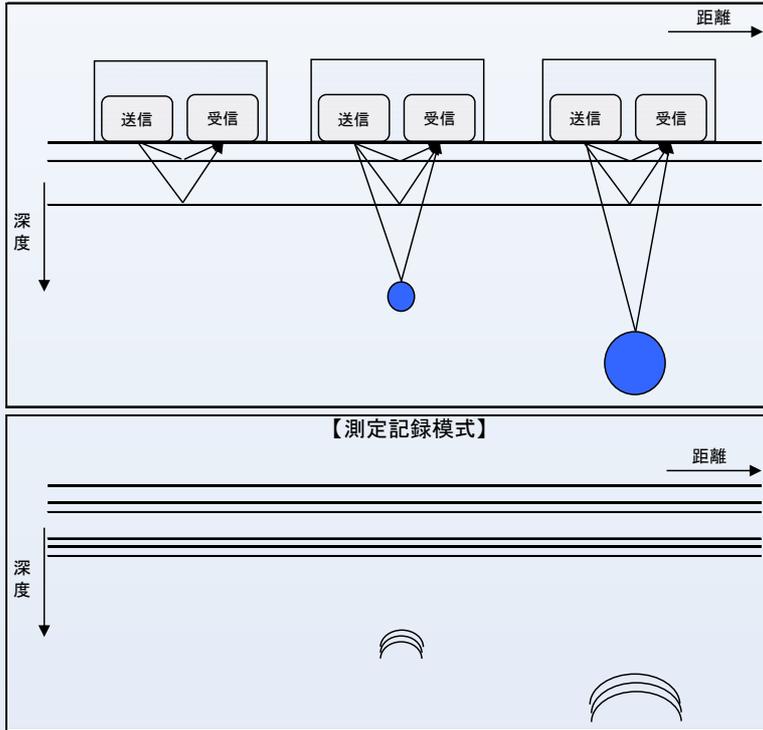


図-3 測定記録の模式図

測定された電磁波に閾値を設け、振幅の強弱によって濃淡表示をすることで、埋設物や空洞の位置及び深さを推定することができます。

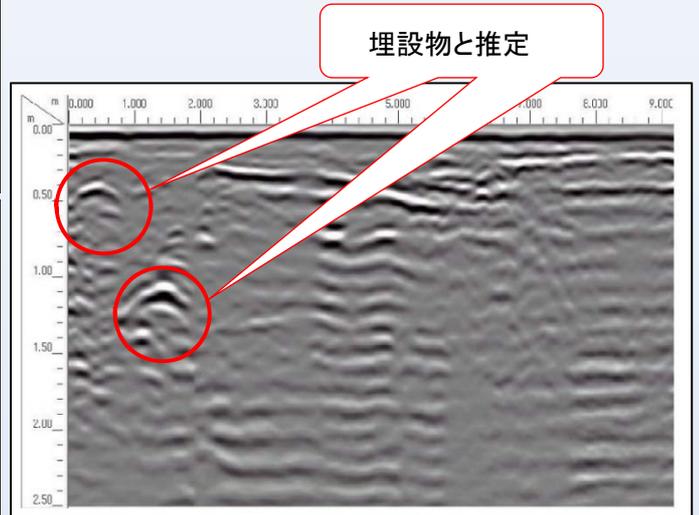


図-4 反射断面図例

当社が実施する地中レーダー探査

パルス型地中レーダーのトップメーカーである米国 GSSI 社の次世代型デジタルアンテナと高性能データ収録装置(SIR-4000)を導入いたしました。デジタルアンテナ(350HS)は従来型のアナログアンテナと比較して S/N 比が飛躍的に向上し、より深く、より速く、より鮮明なデータの取得が可能となりました。データ収録装置は、探査目的に応じたデータ収録モードを搭載しており、IP65 に準拠した耐候性も持ち合わせています。



写真-2 地中レーダー探査機外観

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

赤外線調査

(赤外線サーモグラフィカメラ)

赤外線サーモグラフィ (Infrared Thermography) とは

物体に触れず離れたところから赤外線进行分析することで温度が測定できる「映像装置」のことを赤外線サーモグラフィといいます。それによって、高所や危険で近づけない場所でも簡単に温度が測定できます。

画像・映像による測定ができる赤外線サーモグラフィは、1点の温度値ではなく、面として広範囲の温度分布を映像化します。



写真-1 可視画像 (打ち水)

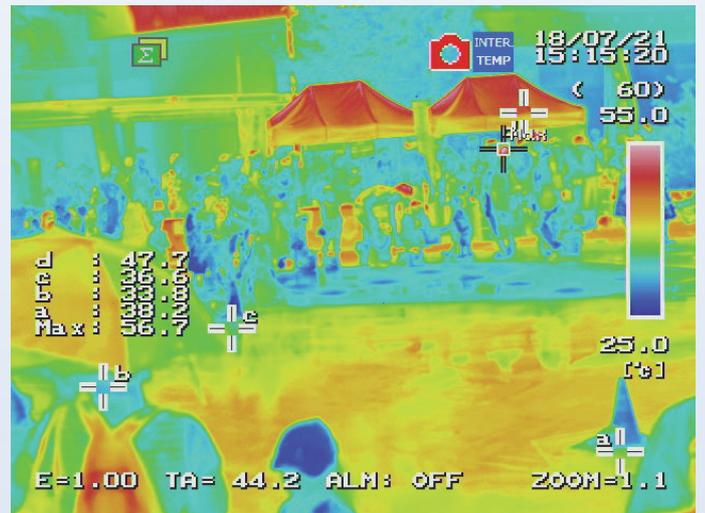


写真-2 熱赤外線画像

原理

赤外線サーモグラフィカメラでは、はなれた場所から非接触で表面温度を計測し画像表示します。その結果から、建物や構造物の内部の状態を推定します。

温度差は、外壁裏の空洞や漏水(湧水)などの状況により発生します。

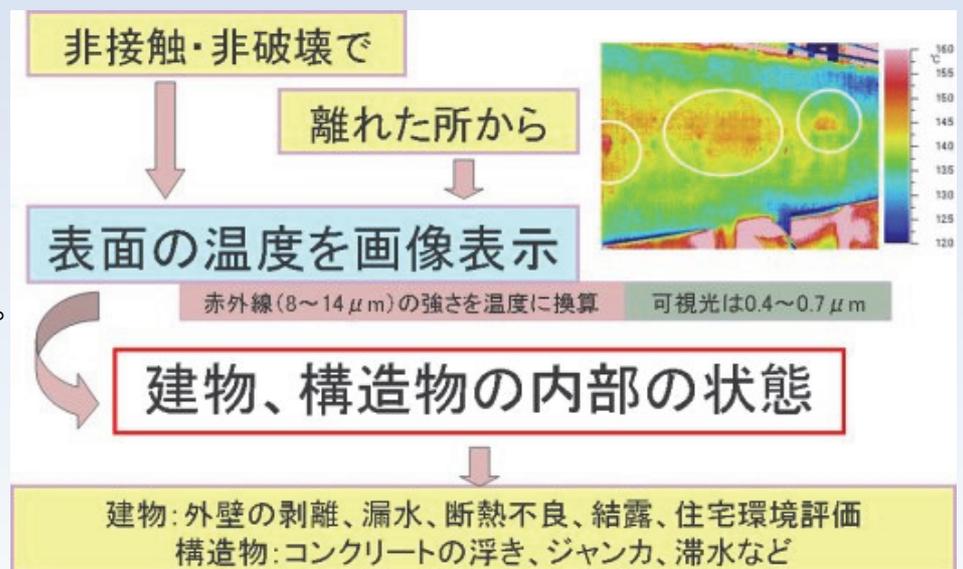


図-1 赤外線サーモグラフィカメラによる構造物診断の原理

こんな調査に適しています

【モルタル吹付のり面診断】

日本全国に多数存在するモルタル吹付のり面は、地山条件や施工状況により年数の経過とともに劣化が生じます。モルタル吹付のり面を赤外線サーモグラフィカメラで撮影することにより、背後の空洞状況や亀裂状況を用意に把握することができます。

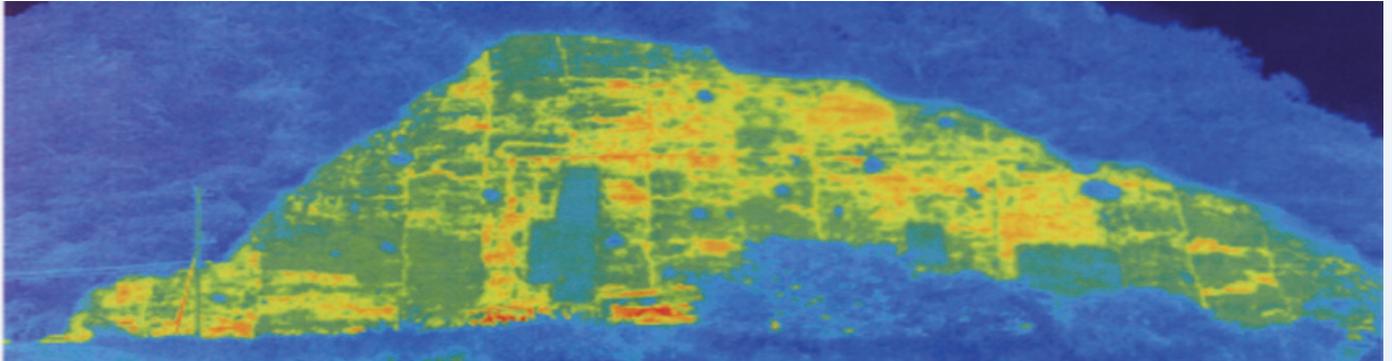


図-2 モルタル吹付のり面の赤外線映像 (オレンジ色：高温 緑色：低温)

保有機材

- 【製品名】InfReC R500EX-S
- 【用途】コンクリート構造物や建築物外壁の剥離診断
- 【記録画素数】超解像(SR)モード：1280 x 960 画素
通常の記録モード：640 x 480 画素
- 【計測温度】-40°C~120°C
- 【可視画像】CMOS 500 万画素
- 【計測距離】10cm~∞ (標準レンズ搭載時)
- 【計測機能】可動点×10、温度サーチ(最高×1、最低×1)
2点間温度差



画像例

500 万画素の可視画像と熱画像の比較



写真-3 ピクチャインピクチャ



写真-4 並列表示



写真-5 フュージョン(透過合成)

日本アビオニクス HP

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

常時微動測定

(地盤の卓越周期, 構造物の固有周期を推定)

常時微動とは

地盤は地震が発生していない地層でも常に僅かに揺れています。この微振動を常時微動といいます。常時微動は、風や波浪、交通機関や工場の機械などによって常時生じている振動で、人が感じないくらい微小な揺れのため高感度の地震計でなければ観測できません。

この地盤の常時微動を活用した地盤調査が、常時微動測定と微動アレイ探査です。

常時微動測定は、微動の卓越周期や微動のスペクトル比などから地震動の卓越周期や増幅特性を推定するものです。

常時微動測定から得られる情報

- ・ 地表面：地盤(地表面)の卓越周期, 増幅特性
- ・ 孔 中：地中(杭基礎深度)の卓越周期, 増幅特性
- ・ 構造物：構造物の固有周期, 減衰特性

結果の利用

- ・ 地盤種別の判定
- ・ 模擬地震動の作成
- ・ 高層建築等の耐震・免震設計, 補強

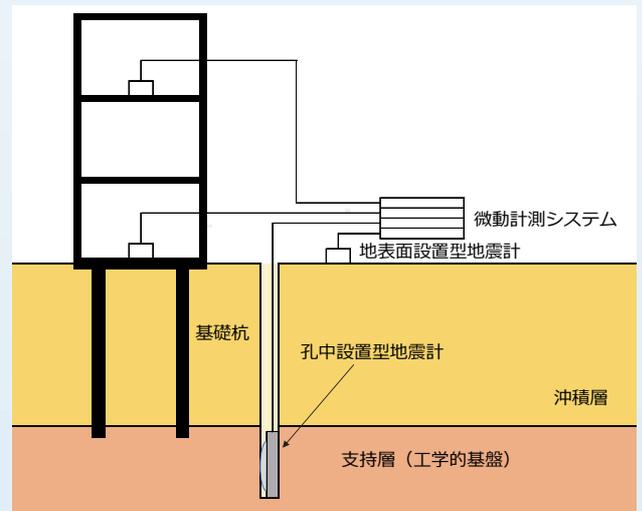


図-1 常時微動計測の概念

常時微動の解析

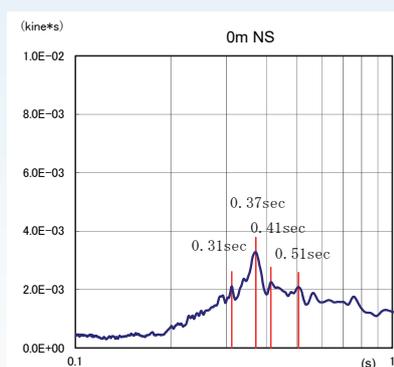
測定された常時微動のデータをスペクトル解析し、フーリエスペクトル図やH/V スペクトル図等を作成します(図-2 参照)。解析結果から地盤の卓越周期を推定し、工学的な地盤種別を判定します。

図-2 では、地盤の卓越周期は $T_g=0.26\sim0.29$ 秒となり、第II種地盤と判定されます。

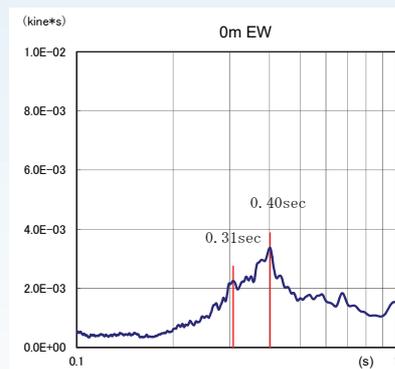
表-1 地盤の卓越周期と地盤種別

地盤周期 T_g (秒)	地盤種別
$T_g \leq 0.2$	第I種地盤
$0.2 < T_g \leq 0.75$	第II種地盤
$0.75 < T_g$	第III種地盤

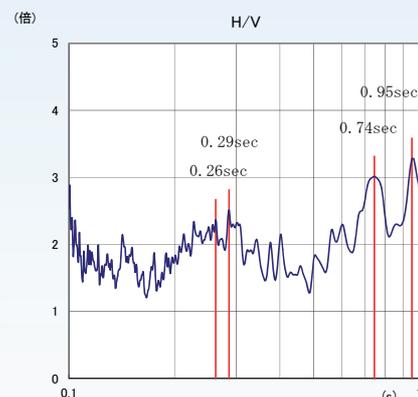
※建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会(2007):建築物の構造関係技術基準解説書



(a)フーリエスペクトル(NS)



(b)フーリエスペクトル(EW)



(c)H/V スペクトル

図-2 フーリエスペクトル、H/V スペクトル図例

他の地盤調査と併せて実施することで、地盤種別の判定の精度向上や構造物の耐震・免震設計に必要な地盤情報を得ることが出来ます(図-3 参照)。

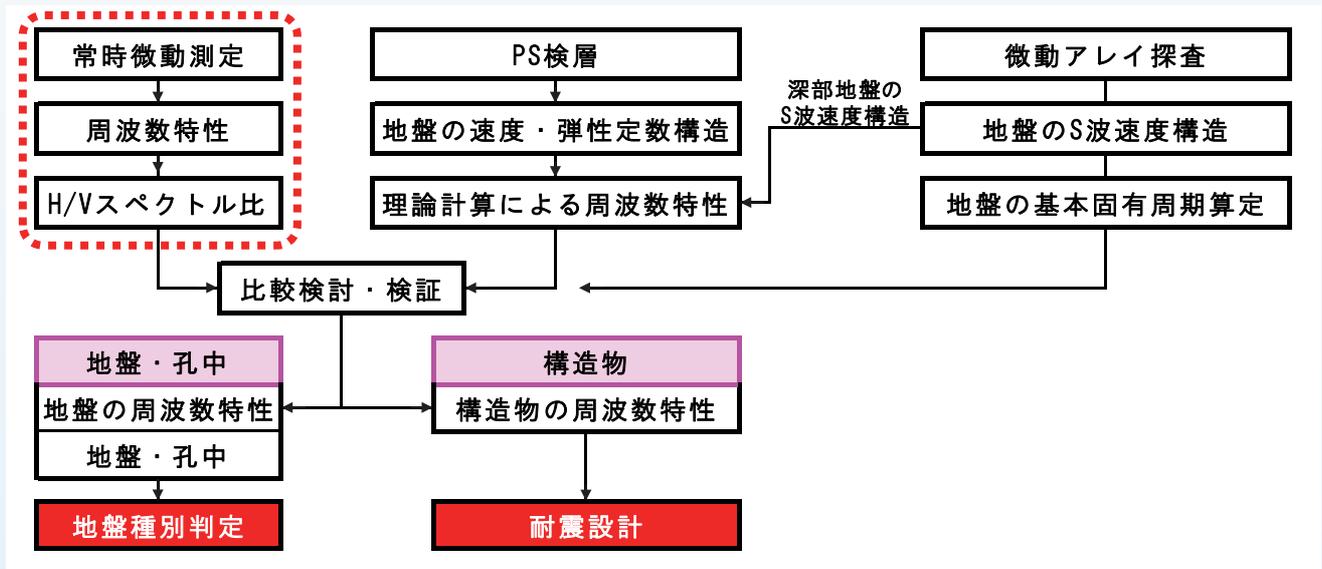


図-3 他の地盤調査との関係

常時微動の測定装置



写真-1 測定機材一式 (例)



写真-2 地表計設置状況 (例)



写真-3 測定状況 (例)

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

微動アレイ探査

(地盤のS波速度構造の推定)

常時微動とは

地盤は地震が発生していない地層でも常に僅かに揺れています。この微振動を常時微動と呼びます。常時微動は、風や波浪、交通機関や工場の機械などによって常時生じている振動で、人が感じないくらい微小な揺れのため高感度の地震計でなければ観測できません。

この地盤の常時微動を活用した地盤調査が、常時微動測定と微動アレイ探査です。微動アレイ探査は、微動の伝播性状から地盤のS波速度構造を推定するものです。

地震波の増幅とは

地震波は、震源から地表に到達するまでに地震基盤の上位に堆積する地層の状態によって増幅の程度が大きく変動します。その増幅の程度は、構造物の耐震設計を行う際に必要な情報のひとつです。微動アレイ探査は、複数の地震計を地表面に配置して常時微動を観測し、深い地盤までのS波速度構造を推定するのに適した手法です（図-1 参照）。

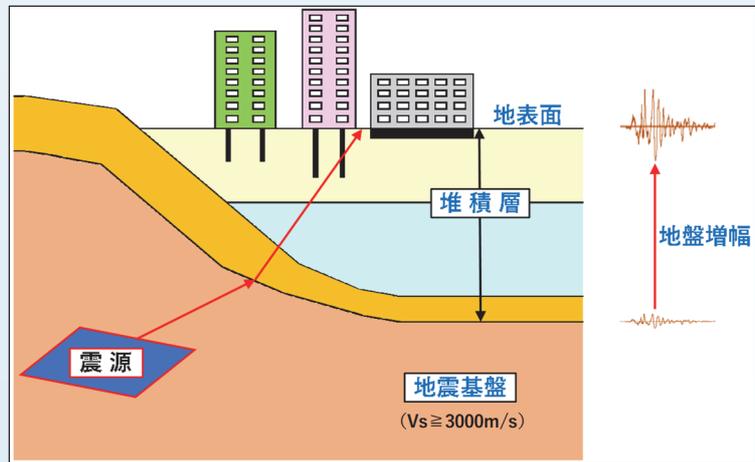


図-1 地震波の増幅概念

微動アレイ探査の原理

地表の微動は、多くの場合、表面波が優勢です。表面波は、地盤を伝わる速さが周波数によって変化する性質（位相速度の分散現象）を有しています。

この表面波の変化のパターン（分散特性）がS波速度構造を反映することから、表面波の分散特性を逆解析することで地下のS波速度構造を推定します（図-2 参照）。

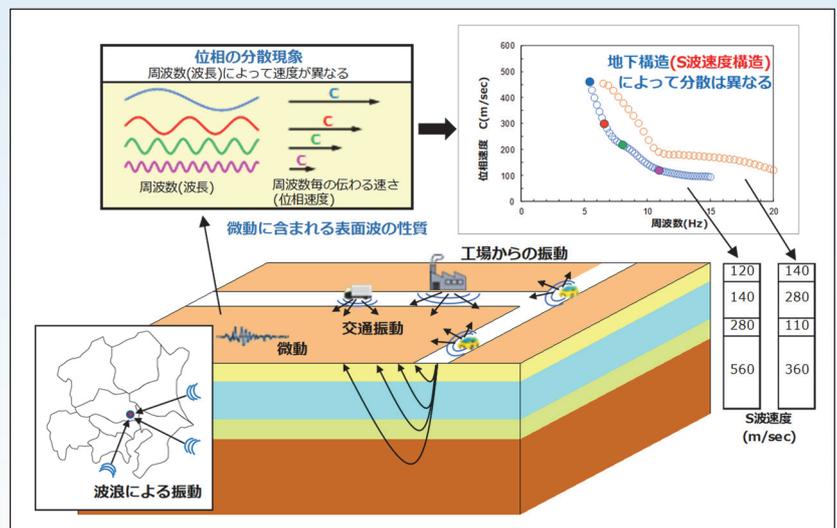


図-2 微動アレイ観測の概念

微動アレイ探査の解析フロー

観測した微動から、観測分散曲線(位相速度-周波数の関係)を作成し、観測分散曲線に適合するS波速度構造モデルを逆解析により決定してS波速度構造を推定します(図-3参照)。

他の地盤調査(常時微動測定、PS検層)と併せて実施することで、地盤種別の判定の精度向上や構造物の耐震・免震設計に必要な地盤情報を得ることが可能です。

微動アレイ探査から得られる情報

- ・地盤のS波速度構造
(S波速度による地層区分)

結果の利用

- ・地盤種別の判定
(他の調査と連携)
- ・深部地盤の増幅特性
- ・高層建築等の耐震・免震設計,補強

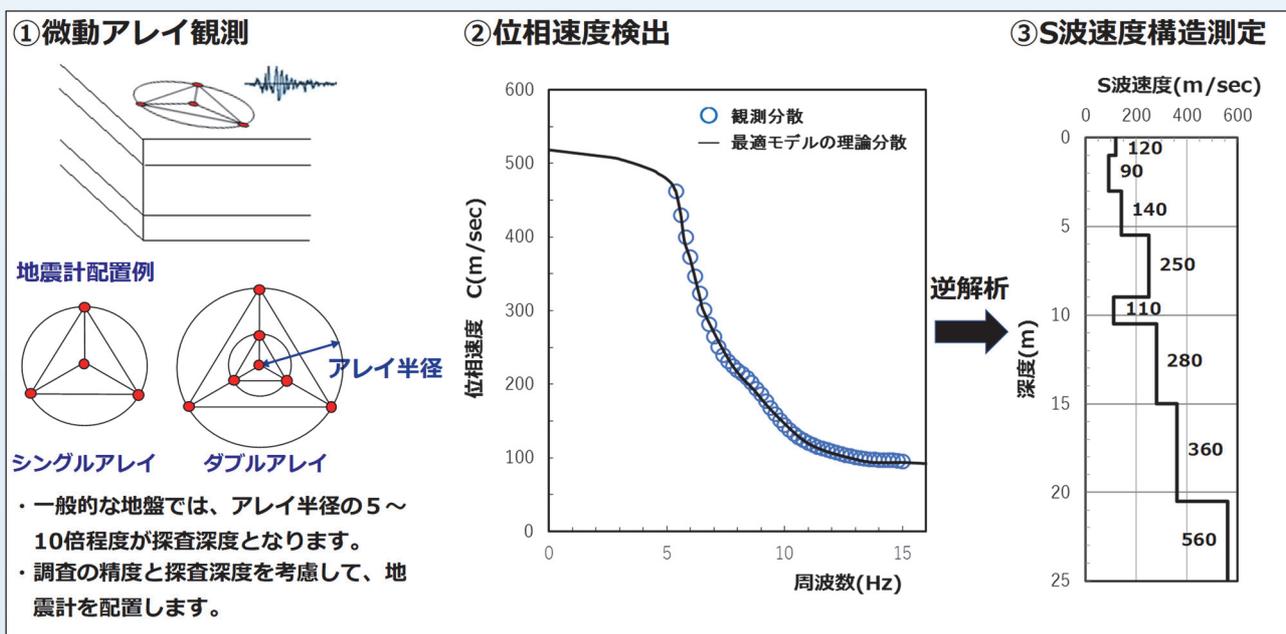


図-3 微動アレイ探査・解析のフロー

微動アレイ探査測定装置



写真-1 地震計



写真-2 地震計設置状況

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

ドローン・SfM 解析・三次元解析技術

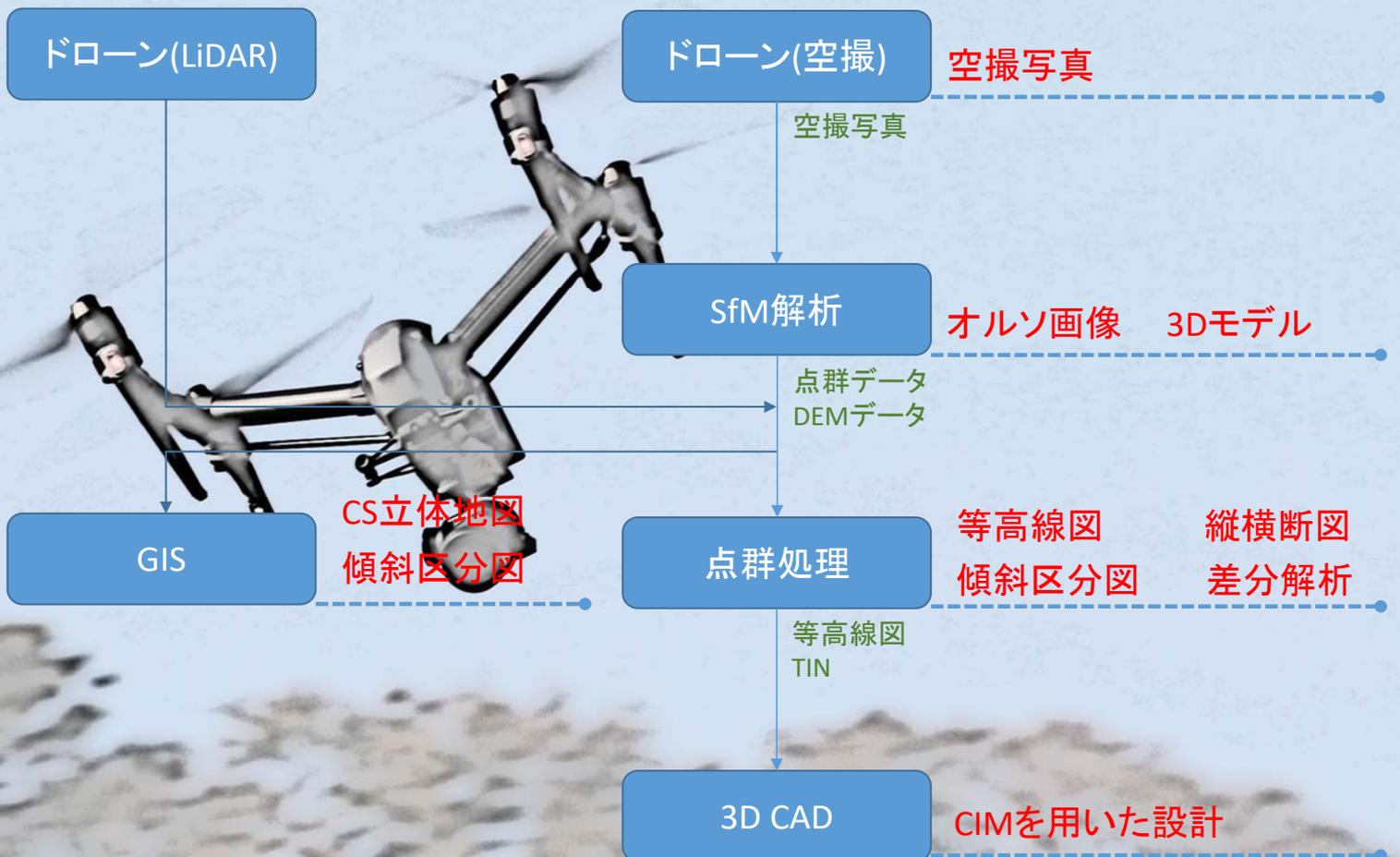
ドローンの普及により、上空から様々な情報取得が容易に行えるようになりました。当社では、ドローンを空撮写真や LiDAR 計測に利用しています。

ドローンは空撮写真撮影だけではなく、**SfM 解析**や **LiDAR 計測**による**三次元モデル作成**に利用しています。これらの成果として得られる三次元モデルは、**地形解析**や **CIM データ**として非常に有益です。

当社ではこれらの関連技術の業務遂行は全てを自社内で実施しており、土木地質や防災地質業務に活用しています。これにより従来技術に比べ、**『すばやく』・『効率よく』・『高精度に』・『安全に』**業務を進めることが可能となっています。



ドローンを活用した解析技術体系





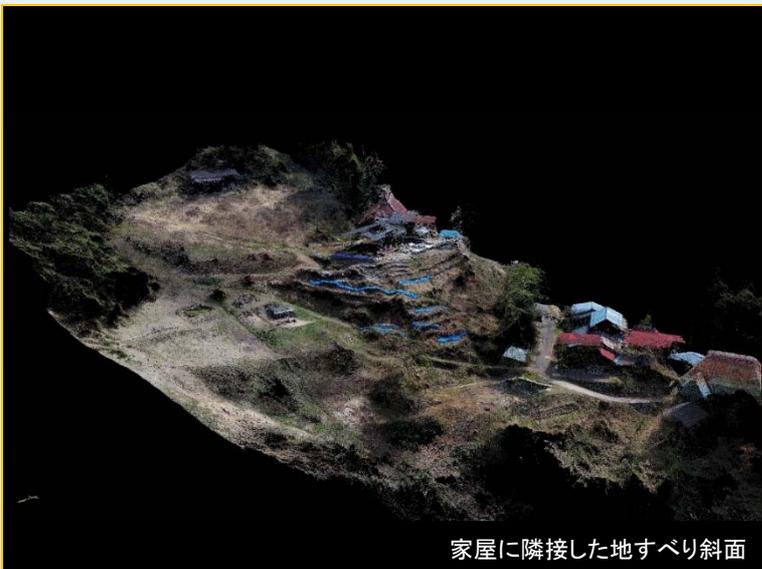
山腹で発生した地すべりと土石流が流下した溪流状況

写真-1 空撮写真



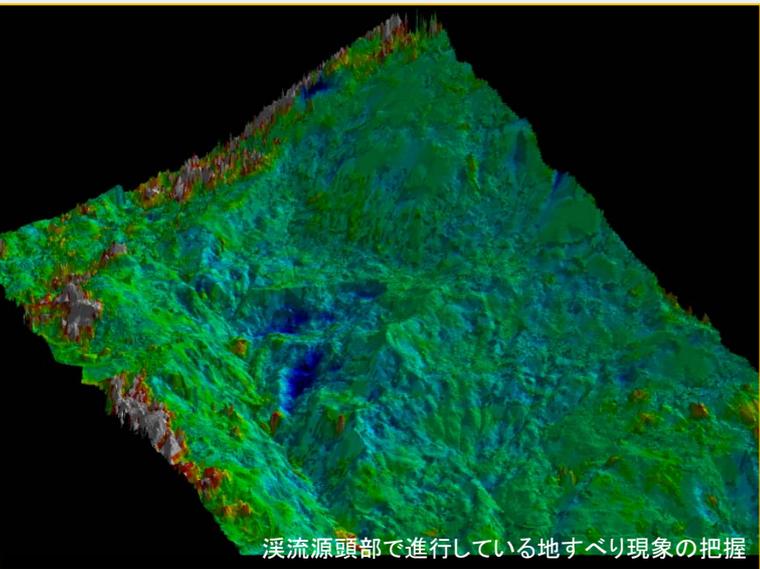
山腹の地すべりと流出土砂に覆われた水田

写真-2 オルソ画像



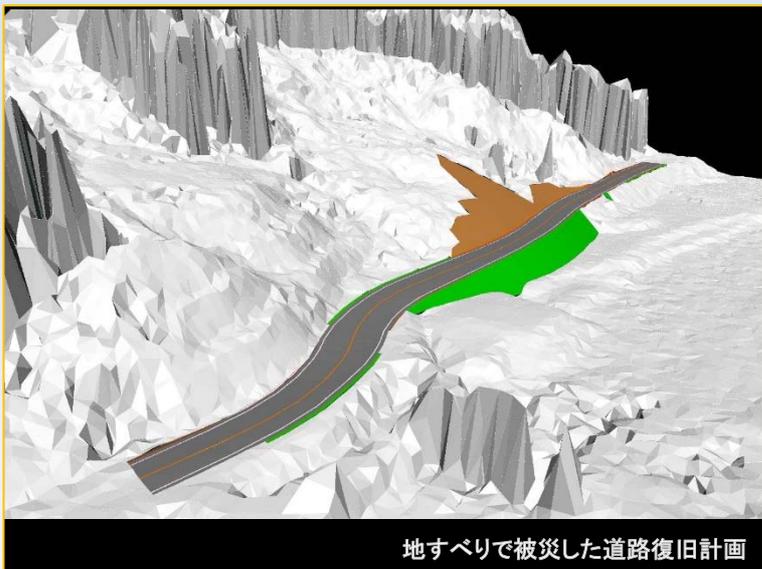
家屋に隣接した地すべり斜面

写真-3 3Dモデル(点群データ)



溪流源頭部で進行している地すべり現象の把握

写真-4 地形変化量差分解析



地すべりで被災した道路復旧計画

写真-5 CIMを用いた設計



ドローン(LiDAR)計測データから作成した微地形図

写真-6 微地形図を用いた地形判読

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

三次元モデル化

(地形・地質データの立体的把握)

三次元モデル化の手法 ～地表データの三次元化～

国土交通省が推進する「i-Construction」の取り組みの一環として、弊社では、従来二次元で表現していた地表・地質データの三次元化を進めています。

レーザースキャナーにより取得した地表データは、点群処理から高精度な DSM(数値表層モデル)を作成します。また、UAV による空撮写真から SfM 解析を行い、調査対象地のオルソ画像、三次元モデルを作成します。また、デジタルカメラ等で近接撮影した写真より、調査対象となる構造物等のオルソ画像、三次元モデルも作成できます。

三次元モデル化することでこんなことができます

三次元モデルを作成することにより、調査対象地の現場状況や構造物等を 360° あらゆる視点から表示でき、立体的な把握が容易となります。

また、同じイメージを全員で共有できるため、関係者間における情報のズレを回避し、的確かつ迅速な現場対応につながります。



図-1 三次元モデルの作成例(SfM 解析)

(左：堤防の開削工事範囲を UAV で撮影 右：取り壊される構造物をデジタルカメラで撮影)

対地高度 30～50m で空撮した写真を用いて SfM 解析を行い DSM を作成します。作成した DSM 上に数点の測量座標を組み込むことによって、三次元モデル全体の座標を高い精度で利用できます。また、高解像度のオルソ画像が得られるため、現場での観察結果の記録、再現を高精度で行うことができます。さらに、オルソ画像と GIS ソフトとの併用により、異なる時期の現場状況・対象物との対比も可能となります。



図-2 デジタルカメラ撮影の写真より作成した法面の高解像度オルソ画像



図-3 Google Earth 上に作成したオルソ画像を重ね合わせて表示

地質データの三次元化

地質データの三次元化には、ボーリング・サウンディング結果や地質断面図などをもとに、地質境界の曲面補間を行うことで**三次元地盤モデル**を作成します。

三次元モデル化することでこんなことが可能です

三次元化ソフトでは、任意の鉛直方向、水平方向においてスライス断面を作成し、パネルダイアグラム表示が可能です。これにより、隣接または直行する断面同士のつながりが見えやすくなり、層厚の増減や層の整合性をわかりやすく視覚化できます。

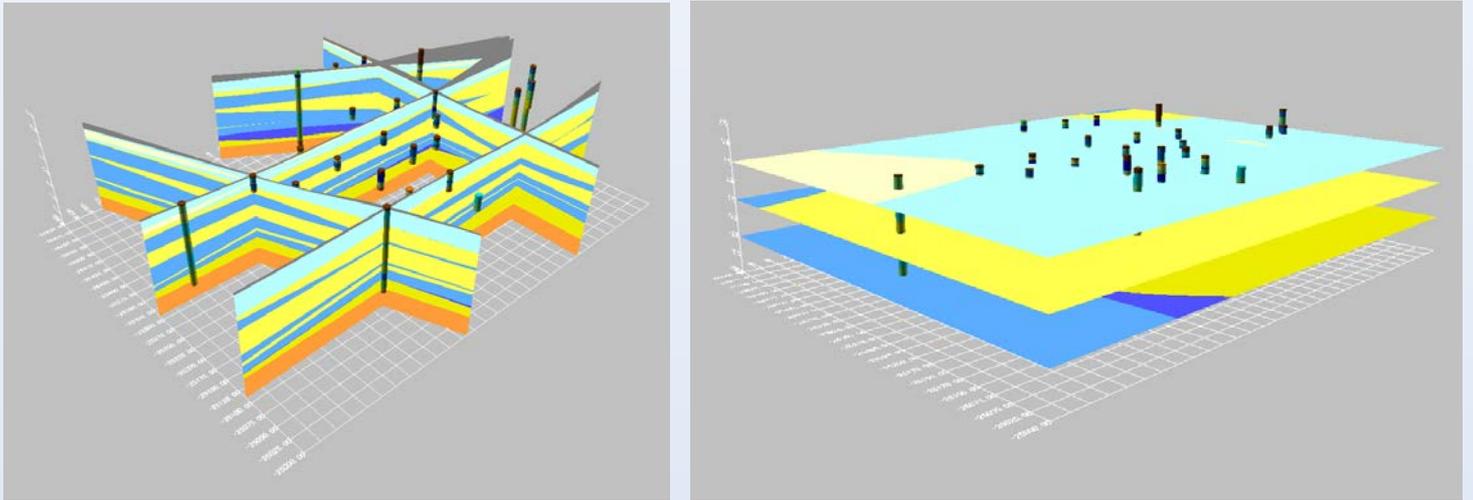


図-4 断面図のパネルダイアグラム表示(左：鉛直方向 右：水平方向)

また、断面図を用いて各層境界を補完し、作成した地質体を半透明のポリゴンで表示できます。地質体は層ごとに個別で選択できるため、特定の層同士の位置関係を視覚化でき、わかりやすく表現できます。また、谷が深く存在している箇所等、各層の特徴を容易にとらえられます。

地表面・地質境界面においては、任意の間隔でのコンター図、グラデーション図、画像との重ね合わせ図など、多様な表現で表示することができます。

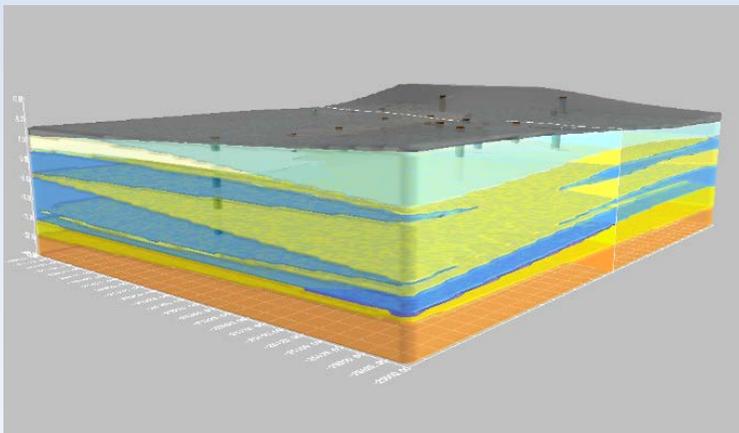


図-5 地質体のポリゴン表示

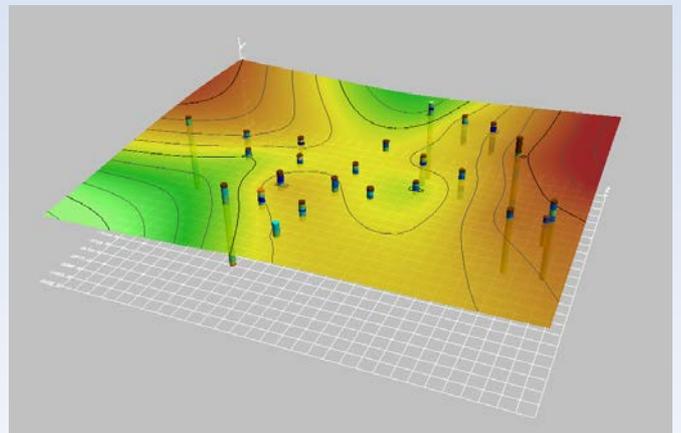


図-6 コンター図の作成例

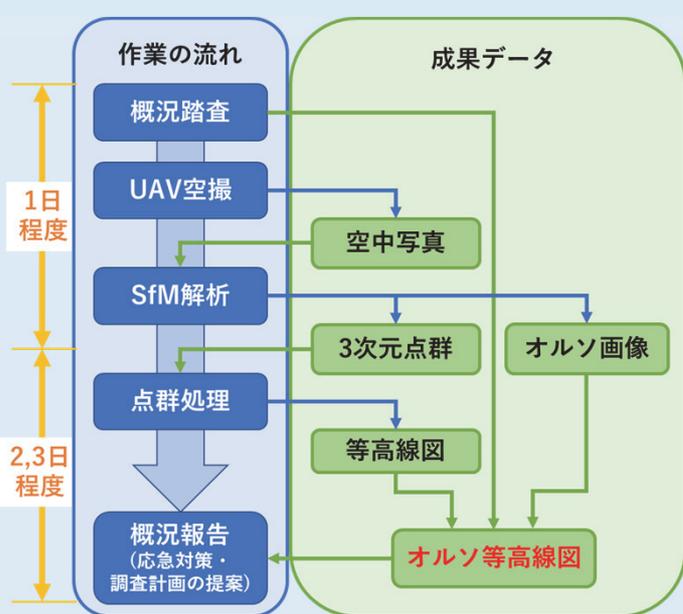
災害対応における3Dモデルの活用

「オルソ等高線図」

地すべりや崩壊等の災害発生時には、迅速な現場状況把握と適切な対応が求められます。近年では(国研)土木研究所が推進する「地すべり災害対応におけるBIM/CIMモデル¹⁾」など、災害発生直後に現場の3Dモデルを取得して、迅速な災害対応につなげる試みが進んでいます。

当社では災害対応の初動において、UAVで撮影した空撮写真を用いたSfM解析を行い、得られた3次元情報(点群データ・3Dモデル)やオルソ画像を活用しています。

SfM解析では、危険な災害現場に立ち入ることなく、災害発生直後に現場の地表面モデル(DSM)が得られるため、迅速かつ安全な初動対応が可能となります。



災害対応における作業の流れ

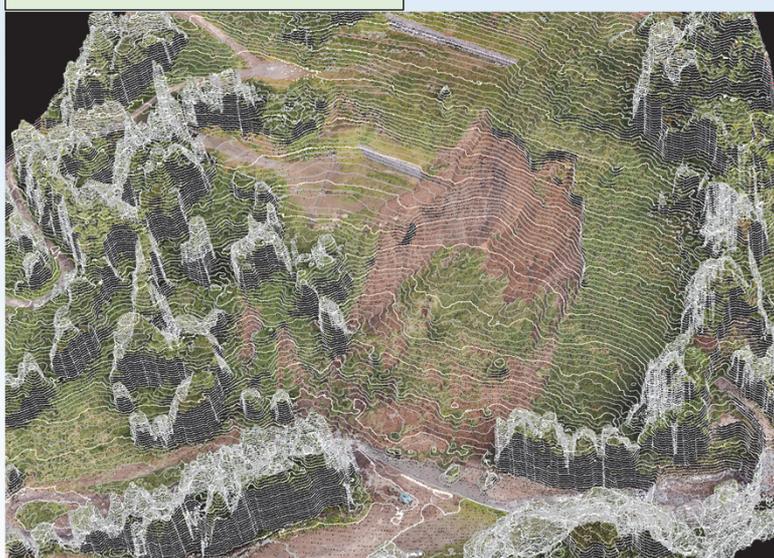
空撮写真 → 3次元点群データ



空撮写真 → オルソ画像



3Dモデル → 等高線作成



1) 国立研究開発法人土木研究所土砂管理グループ地すべりチーム(2021)
:地すべり災害対応のBIM/CIMモデルに関する技術資料

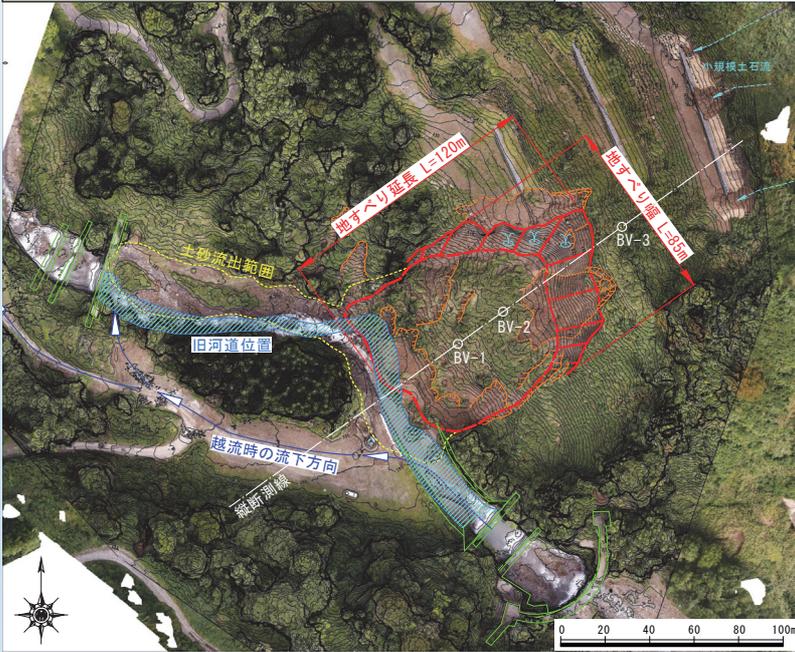
オルソ等高線図について

当社では、SfM解析によって得られる地形情報(等高線)とオルソ画像を重ね合わせた図を「**オルソ等高線図**」と呼んで災害対応におけるベースマップとして活用しています。

オルソ等高線図は、災害現場周辺の状況(写真データと等高線による地盤の高低)を迅速かつ正確に伝えることができるため、災害対応を**効率的**に進める上で役立ちます。

このほか、3Dモデルを利用した解析手法として、**任意位置での断面図作成**や**土工シミュレーション**を活用しており、オルソ等高線図から得られる情報を組み合わせることで、高品質な解析成果を把握することができます。

現場状況を記入したオルソ等高線図

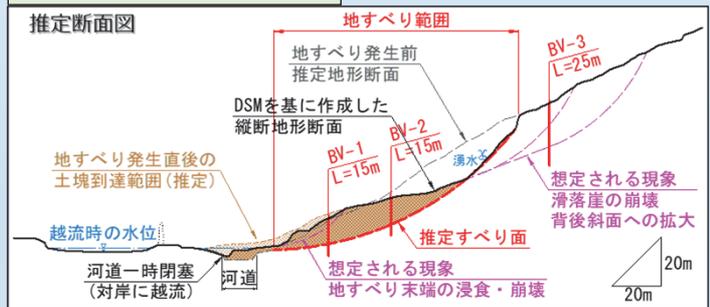


3Dモデル活用例①

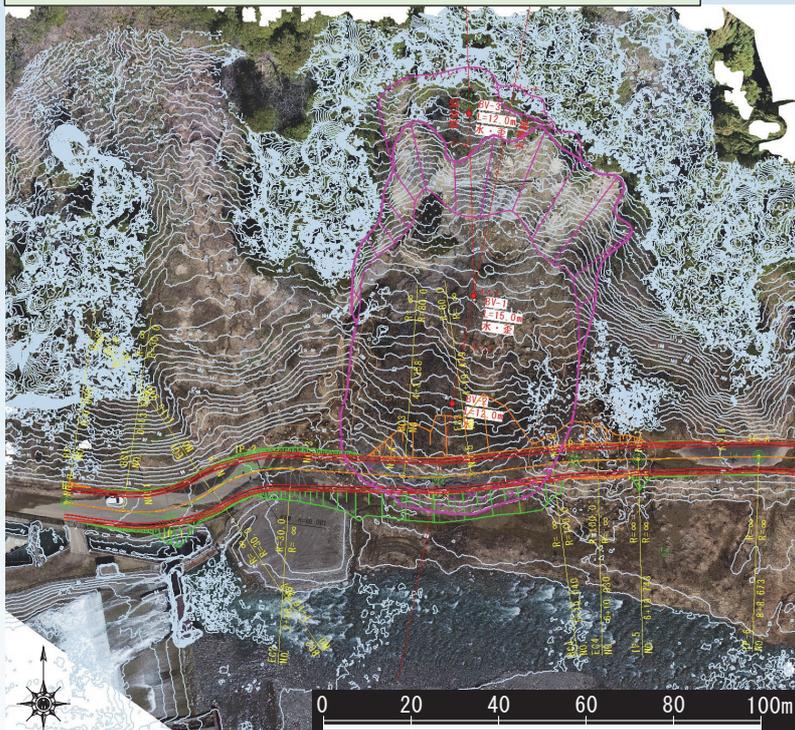
任意の地形断面取得

- 推定断面図の作成、すべり面の推定
 - 安定性評価、不安定化要因の整理
- 対応方針を決定する上で重要な情報となります**

推定断面図による解析



土工シミュレーションに活用したオルソ等高線図

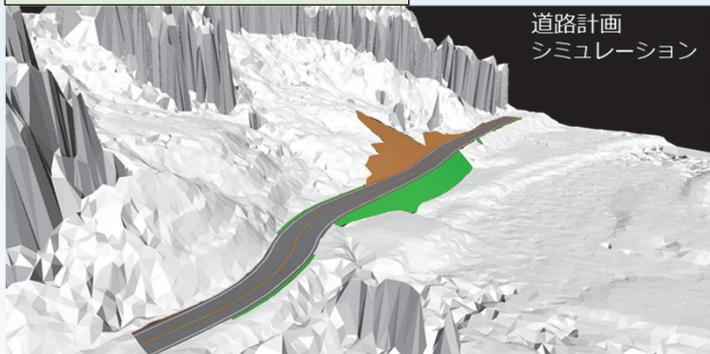


3Dモデル活用例②

3Dモデルを利用した土工シミュレーション

- 道路復旧時の線形・縦断勾配を検討
 - 土工による地すべりへの影響を考慮
- 地すべりの安定性を考慮した設計が可能です**

3Dモデルシミュレーション



三成分コーン貫入試験の特徴

地盤調査の原位置試験のうちの一つとして、三成分コーン貫入試験(CPT)があります。CPTでは、ロッドの先端に装着したコーン貫入試験器で測定したコーン貫入抵抗(q_c)、周面摩擦抵抗(f_s)、間隙水圧(u)から地盤構成及び土の力学特性を推定します。

こんな調査に適しています

大きな玉石や砂礫地盤以外の砂質土、粘性土、有機質土、火山灰土といった広範な土質に対応し、N値 20 以下の粘性土、砂質土で適用可能です。調査可能深度は 20m 程度ですが、条件次第でさらに深い深度まで実施が可能です(当社実績:最大 70m)。

三成分コーン貫入試験の長所

- ・ 換算値により、地盤強度の推定が可能
- ・ 調査ボーリングと比べ、施工期間が短い
- ・ 2cm 毎の詳細なデータが取得できる

三成分コーン貫入試験の短所

- ・ 直接試料を確認できない
- ・ 支持層の層厚を確認できない

測定したデータは、地盤強度の推定に利用します。地盤強度は、一般的な標準貫入試験で求める N 値、粘性土の非排水せん断強さ、砂質土のせん断抵抗角、砂質地盤の液状化抵抗を推定できます(図-1 参照)。各地盤強度は、理論的あるいは経験的な方法によって求められた関係式、基準書に従って算出します。

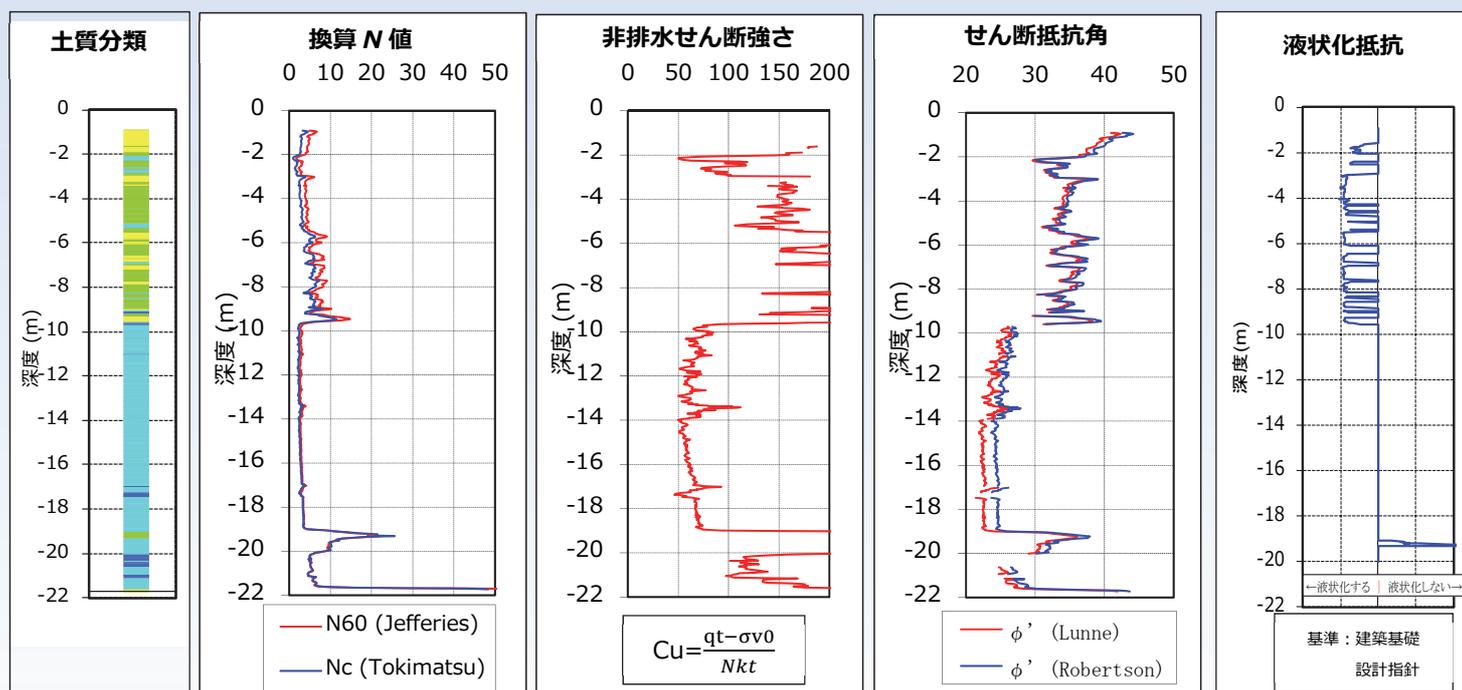


図-1 CPT で実施される地盤強度一覧

測定したデータは、Robertson
による土質分類チャートに基づ
き、地層構成の評価と地盤の判
定を行います(図-2 参照)。

深さ方向の地盤の判別につい
ては、電気式コーンの測定値、
地下水位の位置と飽和度、土の
土粒子の密度と湿潤密度といっ
た情報に基づき、図-2 を利用す
ることによって評価が可能となり
ます。

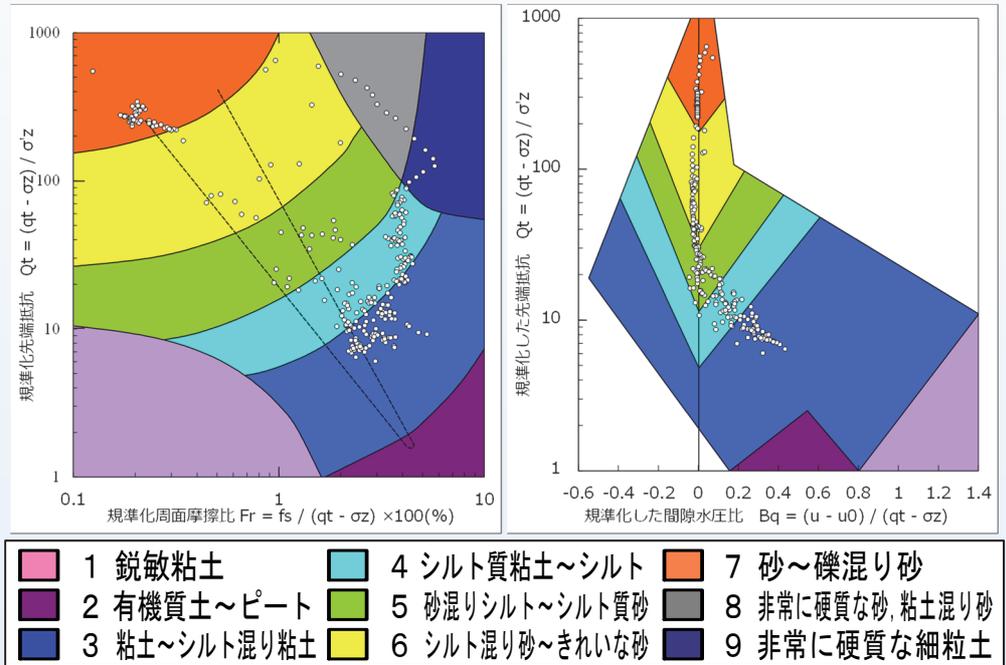


図-2 Robertsonによる土質分類チャート

当社が実施する CPT

当社では、新たな技術として、斜め貫入試験やダブルサウンディングに取り組んでいます。斜め貫入試験では、CPT を斜め下方へ貫入し、得られたデータを適切に補正します。斜め下方に貫入することによって、供用中の道路や鉄道、河川堤防、既設構造物・建築物などの直下の地層状況を把握することが可能となります(写真-1)。ダブルサウンディングでは、CPT で調査が不可能な礫層等の硬質地盤に対して、同じ機械でロータリー掘削や標準貫入試験(SPT)を実施し、硬質地盤の下位に分布する軟弱層を再度 CPT で確認します(図-3)。



写真-1 斜め CPT 実施例 (45° 斜め貫入)

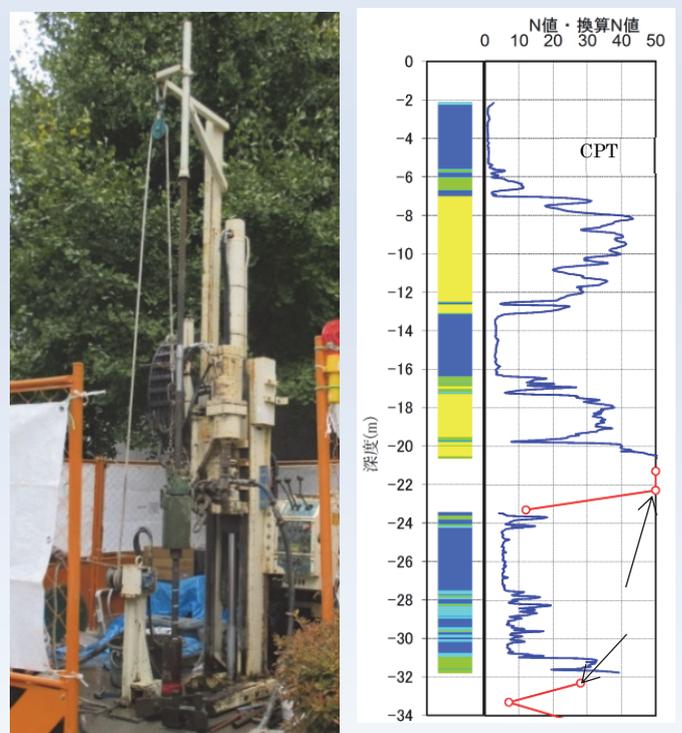
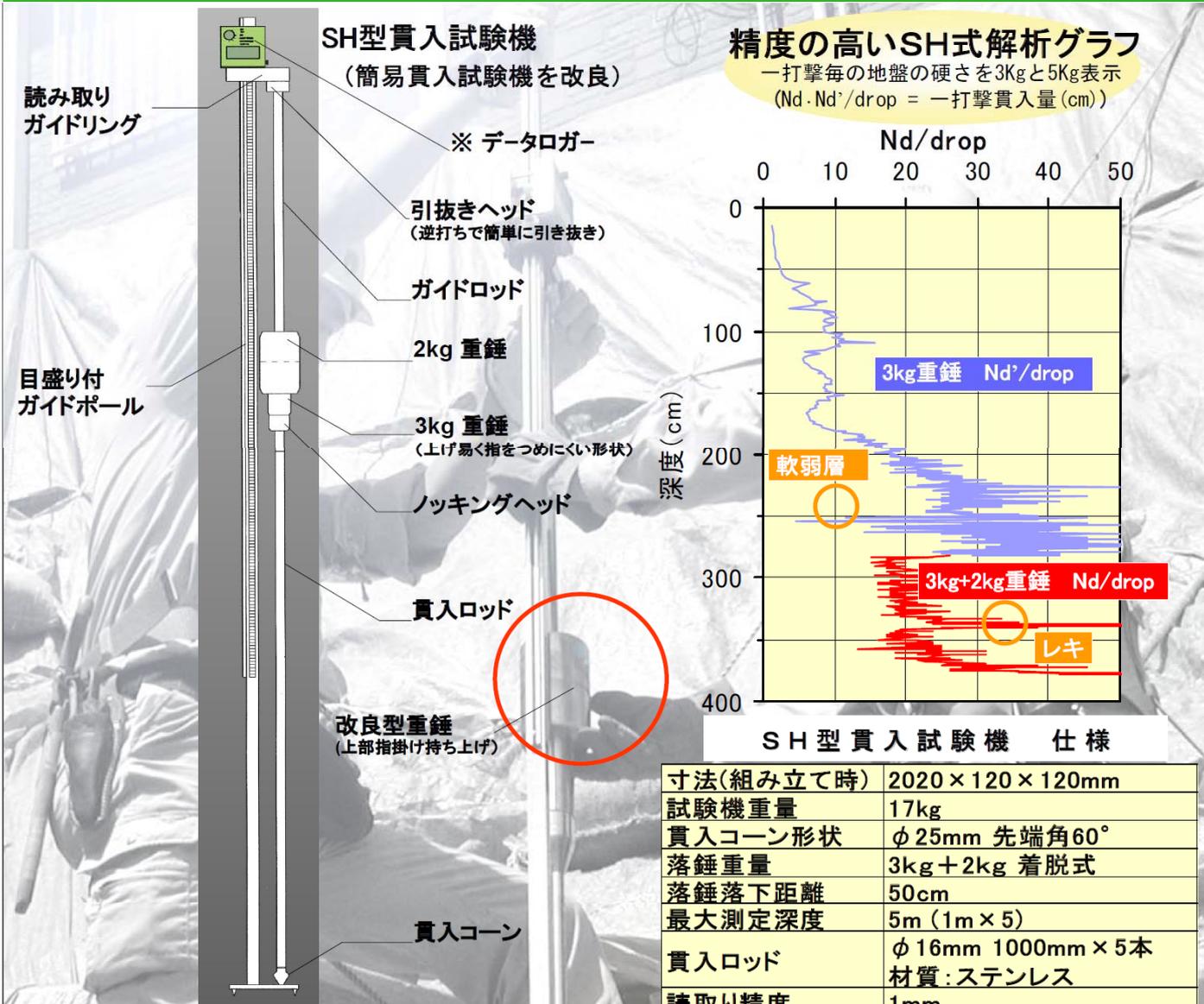


図-3 ダブルサウンディング実施例

このカタログの内容は、2019年4月1日現在のものです。

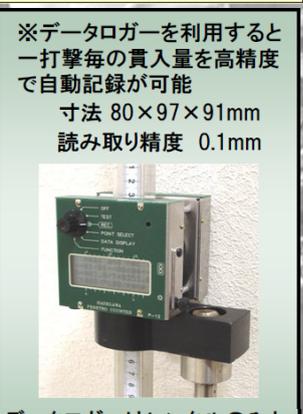
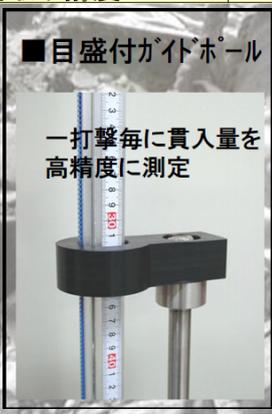
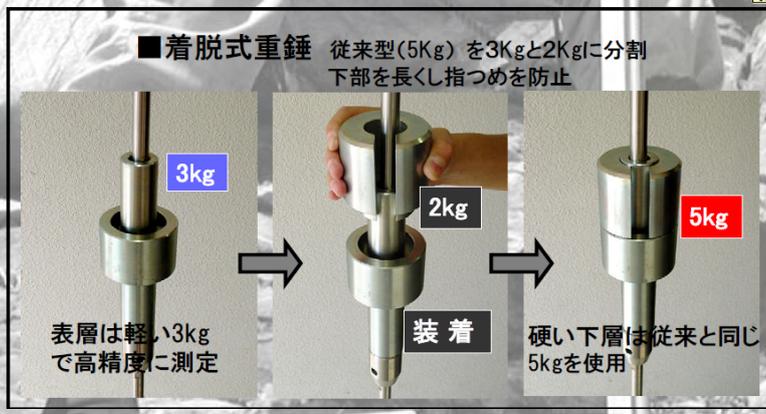
SH型貫入試験

NETIS登録:KT-070043-A



SH型貫入試験機 仕様

寸法(組み立て時)	2020×120×120mm
試験機重量	17kg
貫入コーン形状	φ25mm 先端角60°
落錘重量	3kg+2kg 着脱式
落錘落下距離	50cm
最大測定深度	5m (1m×5)
貫入ロッド	φ16mm 1000mm×5本 材質:ステンレス
読取り精度	1mm



データロガーはレンタルのみとなります(販売はしていません)

■調査・資料等の問合せ
◎ 表土層調査技術研究会
〒194-0013 東京都町田市原町田1-2-3
ダイトウテクノグリーン(株)内
TEL 042-721-1703 FAX 042-721-0944
E-mail :sh-ken@daitoutg.co.jp

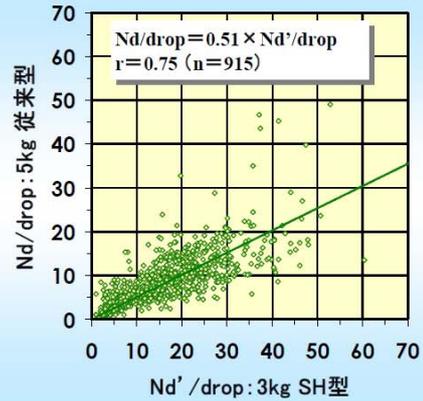
■開発(特許出願中)
◎ (財)砂防・地すべり技術センター
◎ ジオグリーンテック株式会社

SH型貫入試験機の
Sは(財)砂防・地すべり技術センター
Hは長谷川式の頭文字です

* Nd/drop値とNd' /drop値との関係

Nd'/drop値をNd/drop 値に換算することで、従来の簡易貫入試験機のデータとの比較が可能

$$Nd' / drop \times 0.5 = Nd / drop$$



新しいSH式解析法による高精度な予測

表層土層の厚さと潜在崩壊すべり面を推定
根系の発達深度の推定

■ 解析例 (Nd・Nd'/dropグラフ)

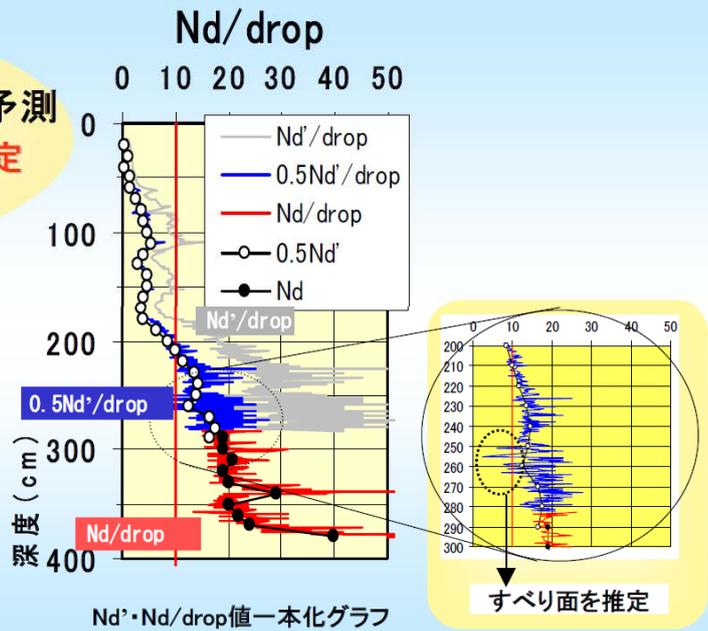
従来法Nc(10cm貫入させるのに要する打撃回数)グラフでは読み取れない軟弱層の検出

・局所的にNd/drop値の小さな層が、深度250~265cmに存在する事を検知

→ 軟弱層(潜在崩壊すべり面)の存在を推定

・3kg重錘のNd' /drop値を5kg重錘のNd/drop値に換算*してグラフを一本化し、Nd' /drop値とNd/drop値を連続させて全体を見やすくさせた

・深度200cmで根系発達限界Nd/drop=10となる



斜面の風化土層厚分布を推定

一打撃毎のデータから、土層区分することで、精度の高い土層厚分布が分かる

ボーリング結果と対比することで詳細な土層状況の判定も可能

試験が容易で多点測定が可能であるため、面的に多点を測定することで崩壊の恐れのある土層厚の平面的分布把握が可能である

