

技術を磨き, 技術を競い, 技術で選ばれる 「技術創造企業」



中電技術コンサルタント株式会社

<http://www.cecnet.co.jp/>

中電技術コンサルタント(株)は, 土木, 建築, 電気・通信, 情報および各種調査部門を擁する総合建設コンサルタントです。

会社概要

「エネルギー・環境」「維持・管理」「防災」「ICT活用」の4つを技術戦略の柱として位置づけ, 技術開発・研究活動を推進しています。
ここでは, 技術戦略の4本柱に関する取り組みの一部をご紹介します。

エネルギー・環境

- | | |
|---------------------------|---|
| 1 流砂系における総合的な土砂管理への取り組み | 2 |
| 2 水中音響機器を活用した調査・解析技術の紹介 | 4 |
| 3 再生エネルギー導入による道の駅の機能高度化 | 6 |
| 4 廃棄物リサイクル・省エネ施設など補助金申請支援 | 7 |

維持・管理

- | | |
|----------------------------|---|
| 5 トンネル維持管理における施工時地盤情報の活用方法 | 8 |
|----------------------------|---|

防 災

- | | |
|-------------------------|----|
| 6 地震津波の複合災害に備えたBCP策定 | 10 |
| 7 斜面崩壊・土石流の発生危険度評価 | 12 |
| 8 地震時残留変形解析手法を用いた盛土安定解析 | 14 |

ICT活用

- | | |
|------------------------|----|
| 9 CIM/BIMの取り組み | 16 |
| 10 位置情報を用いた案内アプリの開発・実証 | 18 |

社外への論文発表などを通じ, 日々の技術研鑽や情報発信にも努めるとともに, 高度な専門技術と技術シナジーを発揮し, 地域社会のニーズに合ったサービスをご提供します。

- | | |
|-----------------------|----|
| 主な社外投稿・発表論文一覧(2016年度) | 20 |
| 近年の表彰実績 | 21 |
| 主な資格の有資格者数 | 21 |

会 社 概 要

会社概要

設 立 : 1965年7月15日
代 表 者 : 取締役社長 末國 光彦
資 本 金 : 1億円
株 主 : 中国電力株式会社ほか
従業員数 : 402名(2017年9月1日現在)
売 上 高 : 94億円(2016年度)

事業種目

- 1 土木建築の調査, 測量, 計画, 設計および工事監理
- 2 発電, 送電, 変電, 配電, 通信等設備の調査, 計画, 設計および工事監理
- 3 地域開発, 環境評価に関する調査, 企画および立案
- 4 上記にかかる情報システムの企画, 開発, 販売, 運用およびコンサルテーション
- 5 労働者派遣事業

登録資格

- 建設コンサルタント登録(建26第378号)
・建設コンサルタント登録部門
河川, 砂防及び海岸・海洋/港湾及び空港/電力土木/道路
上水道及び工業用水道/下水道/農業土木/水産土木
廃棄物/造園/都市計画及び地方計画/地質
土質及び基礎/鋼構造及びコンクリート/トンネル
施工計画, 施工設備及び積算/建設環境/電気電子
- 測量業者登録(第13)-1390号)
- 地質調査業者登録(質24第375号)
- 一級建築士事務所登録(広島県知事登録13(1)第1252号)
- 一級建築士事務所登録(山口県知事登録F第1380号)
- 補償コンサルタント登録(補25第535号)
・補償コンサルタント登録部門
土地調査/物件/事業損失
- 計量証明事業登録(広島県知事K-40[音圧レベル])
- 計量証明事業登録(広島県知事K-80[振動加速度レベル])

ISO9001

登 録 日 : 1999年6月15日
登 録 番 号 : MSA-QS-247
取得事業所 : 全事業所 : 本社・全支社(東京・山陰・岡山・広島・山口)
認 証 範 囲 : 上記「事業種目」の①～⑤

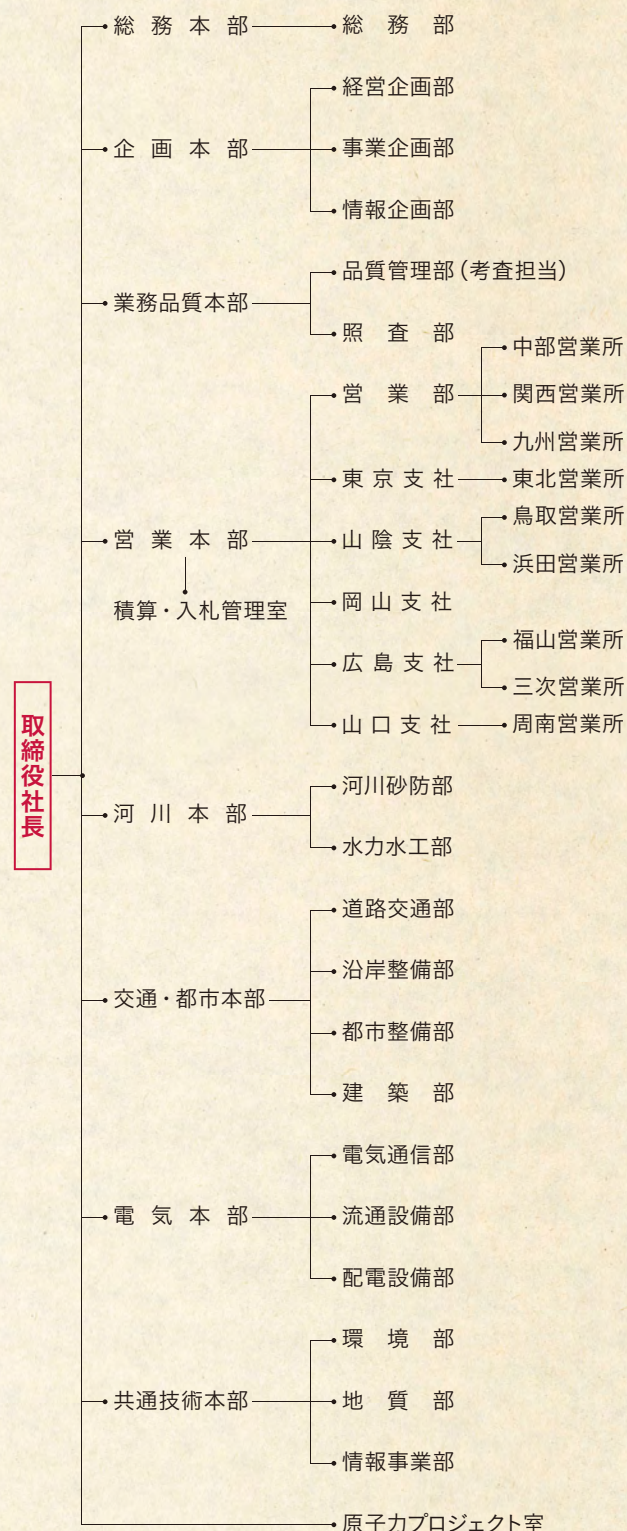
ISO14001

登 録 日 : 2005年8月23日
登 録 番 号 : MSA-ES-459
取得事業所 : 全事業所 : 本社・全支社(東京・山陰・岡山・広島・山口)
認 証 範 囲 : 上記「事業種目」の①～⑤

ISO27001 (ISMS)

登 録 日 : 2005年6月23日
登 録 番 号 : MSA-IS-5
改 訂 日 : 2006年10月20日
取得事業所 : 全事業所 : 本社・全支社(東京・山陰・岡山・広島・山口)

組織図



1 流砂系における総合的な土砂管理への取り組み ICT 技術 (3 次元レーザ, 画像処理, IC タグ等) を活用した高度な土砂管理

01 はじめに

総合的な土砂管理とは、山地・山麓部、扇状地、平野部、河口・海岸部等の各領域で発生している土砂移動に関する問題に対して、砂防・ダム・河川・海岸の個別領域の問題として対策を行うだけでは解決できない場合に、各領域の個別の対策に留まらず、土砂が移動する場全体を流砂系という概念で捉えることにより、流砂系一貫として、土砂の生産の抑制、流出の調節等の必要な対策を講じ、解決を図ることを言います。

中国地方では、最高峰（標高 1,729m）からなる「大山」や「皆生海岸」を有する日野川流域が該当しています。日野川流域では、かつてたたら製鉄に伴う「鉄穴流し」が盛んに行われ白砂青松の海岸が形成されましたが、大正末期の鉄穴流しの終焉後、上流からの流出土砂の減少によって海岸侵食が始まりました。現在は、沿岸・海岸保全の問題を砂防域・ダム域・河道域・河口域・海岸域の各領域において、関係機関による連携した取り組みが進められており、平成 27 年 3 月「日野川流砂系の総合土砂管理計画」が策定されています。

土砂の移動現象は、非常に複雑なため現時点での知見では予測できないこともあると考えられています。中電技術コンサルタント(株)では、総合的な土砂管理による土砂の量と質（粒径）のバランスのとれた安全で自然豊かな流砂系の実現を目指すために、高度な土砂移動モニタリング技術の開発と土砂移動予測モデルの精度向上に向けた様々な取り組みを進めています。

02 技術の適用場面

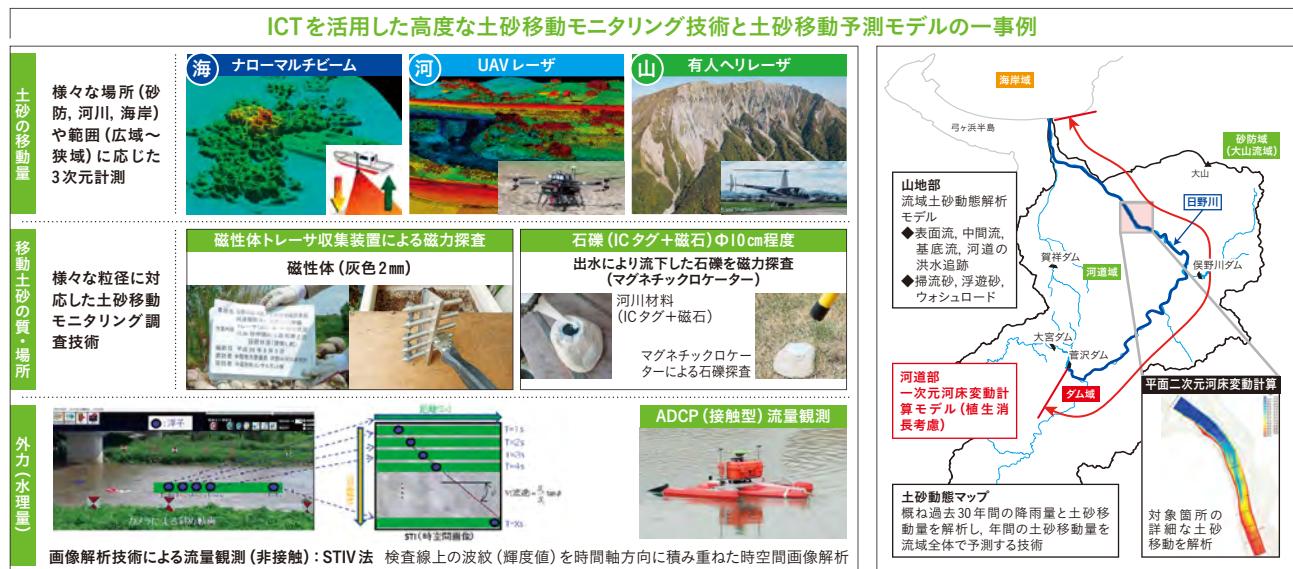
土砂移動現象を把握するためには、「土砂は、どこから・どこに・どのようなものが・どのくらい移動したのか？【量・場所・質（粒径）】」、「土砂を移動させた洪水の水位・流速・流量はどの程度であったのか？【外力】」を現地計測によりモニタリングし、土砂移動予測モデルに反映させることが重要です。ここでは、最新の ICT 技術を使った土砂移動モニタリング技術と土砂移動予測モデルについて紹介します。

●土砂移動モニタリング技術の紹介（一例）

- ・土砂移動量の把握…3D 計測（有人ヘリ・UAV・地上：レーザ計測、水中：マルチビーム計測）
- ・移動土砂の質・場所の把握…粒径の種類に対応した土砂移動モニタリング（磁性体トレーサ、IC タグ付き石礫）
- ・外力（水理量）の把握…簡易カメラによる洪水時の流量観測（非接触型：カメラ画像解析による流量観測_STIV 法）

●土砂移動予測モデルの紹介（一例）

- ・河道掘削＋置き土：対策後の詳細な土砂動態解析…平面二次元河床変動計算（粒径別の土砂移動予測）
- ・山地～河口：広域型土砂動態モデル…砂防域における流域土砂動態解析モデルとダム・河道域における一次元河床変動計算モデル（植生消長考慮）を組み合わせた水系一貫の広域的な土砂移動予測モデル



03 技術紹介

- 日野川では、「日野川流砂系の総合土砂管理計画」に基づき、砂防域・ダム域・河道域・河口域・海岸域の各流域において、様々な取り組みが進められています。ここでは、最新の ICT 技術を用いた高度な土砂管理の適用事例について、主なものを紹介します。
- ① 荒廃した大山からの年間の土砂移動量を把握するために、有人ヘリコプターによる低高度・高密度による航空レーザ測量が行われています。
 - ② 大山砂防域から日野川河道域への平常時からの流出土砂量を把握するために、ハイドロフォンによる流砂量観測が行われています。
 - ③ 日野川本川の水位・流量・濁度等の水文観測データや定期縦横断測量データと上記①、②の土砂移動量等を用いて、土砂移動予測モデルを構築し、日野川流砂系の土砂移動量を解析により予測します。
 - ④ 土砂対策箇所（河道掘削・置き土等）については、対策の効果を把握するために土砂動態モニタリング（UAV レーザ等による土砂移動の量的把握、磁性体トレーサ、IC タグ付き石礫等による土砂移動の位置把握、環境への影響調査）が行われています。

04 業務事例

- 大山砂防土砂流出量調査他業務【国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所 平成 26 年度】
- 日野川流域総合土砂管理検討業務【国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所 平成 27 年度】
- 日野川流域総合土砂管理検討業務【国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所 平成 28 年度】

05 おわりに

水は「洪水」と「資源」という両面を持ち、「治水」と「利水」という施策で両面を管理してきましたが、土砂は有効な「資源」として積極的に活用するための施策は、まだ十分とは言えない状況にあると考えられます。中国地方の日野川だけでなく、全国の河川の中には、河床低下や海岸侵食により流域全体で土砂が不足している問題、河床低下により流路が固定化し樹林化が進んでいる河川、流砂が不足することで水生生物の生息場が少なくなり環境が悪化している河川等、土砂に係わる様々な問題が発生している河川も多く存在します。

土砂管理の難しさは、斜面崩壊や土石流が局所的かつ突発的に起こるため予測そのものが難しく、時間空間的に偏って発生していること、場所によって移動土砂の質（石礫等の粒径）が異なっていること等が原因の一つと考えられます。

中電技術コンサルタント(株)では、土石流等の土砂災害や河川等の洪水災害から人命・財産を守るための様々な施策と土砂を資源として最大限活用するといった両面から土砂を高度に管理する必要があり、それを支援するための技術開発を積極的に進めています。

問い合わせ先 | 河川本部 TEL 082-256-3347

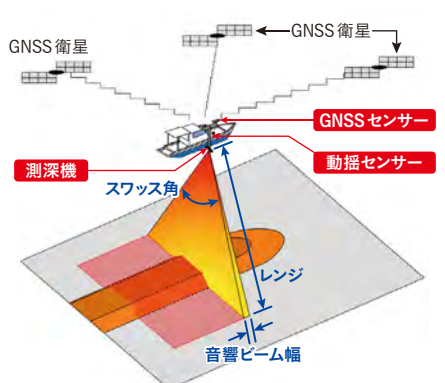
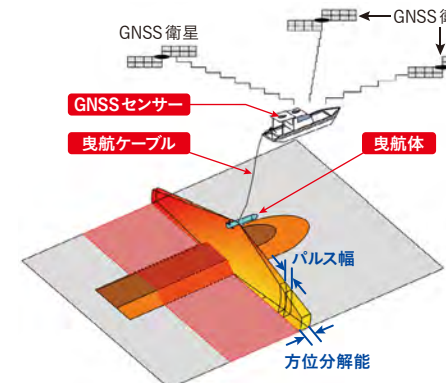
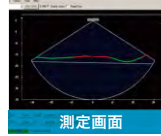
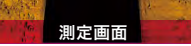
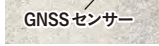
2 水中音響機器を活用した調査・解析技術の紹介

マルチビーム測深機, サイドスキャンソナーを用いた海底の面的把握・解析技術

01 はじめに

中電技術コンサルタント(株)は、マルチビーム測深機およびサイドスキャンソナーによる海底、湖底、河床等の水域の海底地形や構造物等を高精度に取得し、解析するシステムを整備しました。

本稿では、これまでの点または線による海底等の情報把握および解析技術に対して、新たな手法としての面的情報把握および解析技術の一例を紹介します。

イメージ図	マルチビーム測深機	サイドスキャンソナー
		
	マルチビーム測深機の構成機器類  	サイドスキャンソナーの構成機器類  
取得データ	● 測深データ	● 画像データ (反射強度画像)
取得方法	● 256本の音響ビームを扇状に送信・受信 ● 音響ビームの反射時間や角度を利用	● 音響ビームを扇状に送信・受信 ● 後方散乱波の強度を利用
特性	● 面的 (高密度・高精度) なデータを取得可能 ● 視覚効果の高い成果が作成可能	● 海底部の形状、構造物、藻場の分布等が把握可能 ● 底質性状の簡易判別が可能 ● 音波の影の長さを利用し、物体の大きさを推測可能
両システムの組合せ	● 3次元 (位置、水深) の海底地形情報と、反射強度による海底の面的画像情報を併用することで海底状況の面的・詳細情報の把握が可能	

02 技術の適用場面

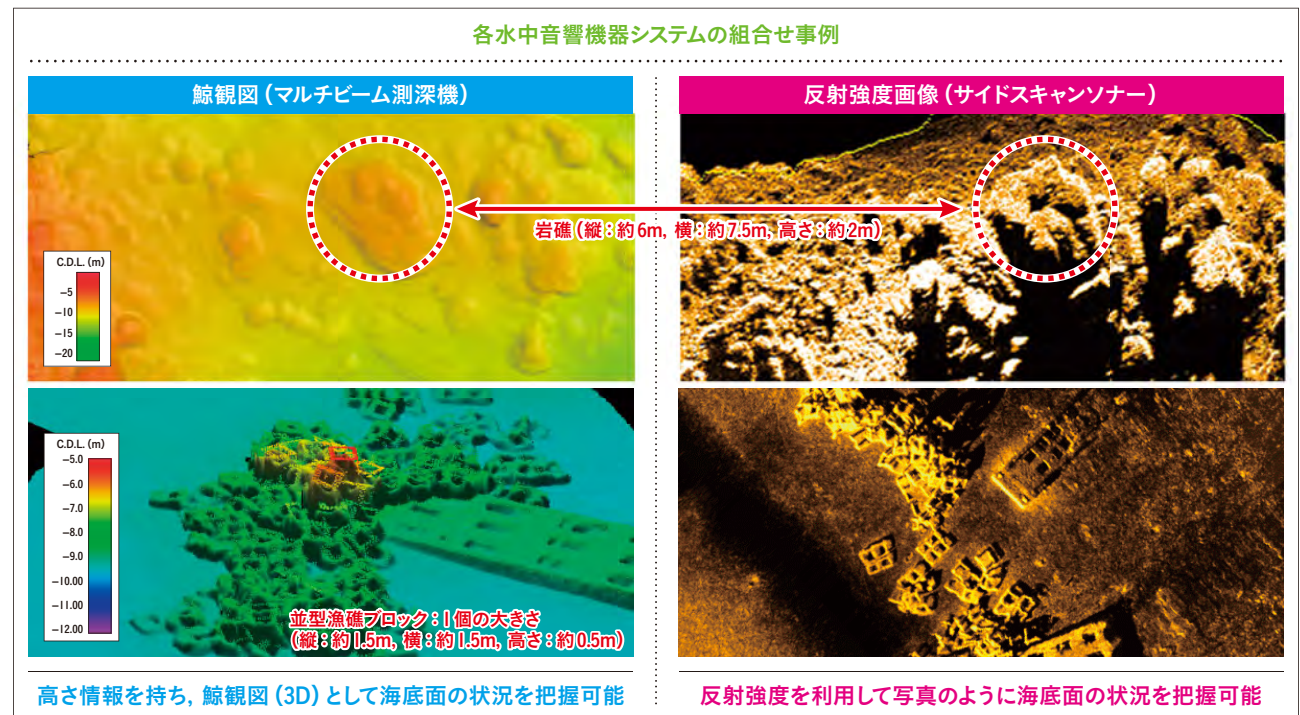
両システムで取得したデータをもとに目的に応じた解析方法を用いることで、次に示すような様々なフィールドで活用できます。

海底地形の変化の把握	砂面変動の把握	被災時の状況調査
環境修復に関する調査・管理	護岸・防波堤等の維持管理	堆積土砂の管理
藻場等の管理	海底敷設物の管理	i-Constructionへの対応

03 技術紹介

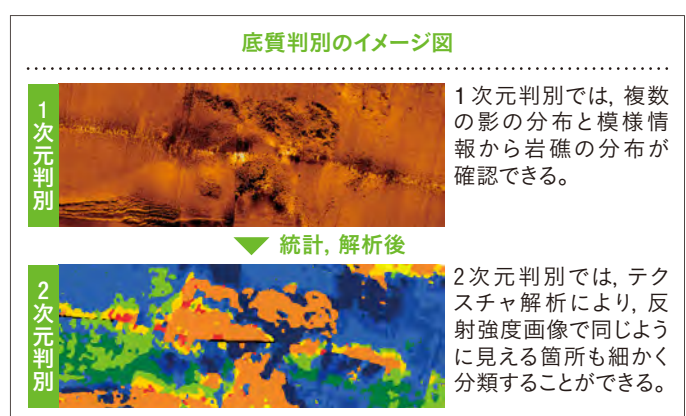
① 海底面状況の把握に関する技術

- マルチビーム測深機およびサイドスキャンソナーによる海底情報の把握により、面的な海底3次元情報の取得や、海底面情報 (構造物、底質状況等) の取得が可能となります。
- 両機器を併用することで、より正確かつ詳細な海底状況 (海底構造物等の判別・形状・大きさ等) が把握可能となります。



② 海底面状況の解析に関する技術 (サイドスキャンソナーで取得した反射強度の1次元判別と2次元判別)

- 1次元判別では、反射強度の強弱を相対的に表示することで、濃淡差から海底面の状況 (構造物、底質状況等) を判別することができます。
- さらに、2次元判別技術 (テクスチャ解析) を新たに活用 (反射強度を各種統計解析 (標準偏差法、不均一性法等) を用いて分類) することで、海底の底質、構造物、海藻など目的に応じて詳細な海底状況の把握が可能となります。
- 両機器を併用することで、面的な海底3次元情報かつ海底面情報により、様々な検討やシミュレーション等への活用も可能となります。



04 研究の取り組み

- 「国立研究開発法人 産業技術総合研究所」, 「国立大学法人 広島大学」とさらなる解析技術の構築に向けて共同研究を行っています。

05 おわりに

中電技術コンサルタント(株)では、水中音響機器を活用し、お客さまのニーズに対応した「企画・調査・計画」「許認可」「設計・維持管理」等をトータルでサポートします。

問い合わせ先 | 交通・都市本部 沿岸整備部 Tel 082-256-3351

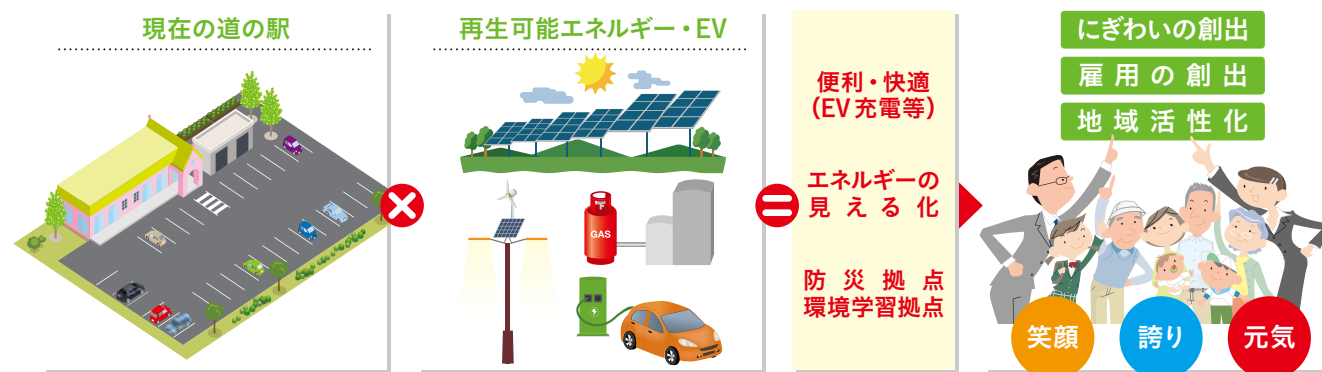
3 再生エネルギー導入による道の駅の機能高度化 道の駅×再エネ＝地域のみんなや利用者の笑顔・元気・誇り!!

01 はじめに

全国各地に整備されている道の駅。地元特産品の販売や独自の工夫によりにぎわっています。そんな道の駅をより便利で、地域活性化にも寄与し、防災拠点等としても活用できる施設に機能アップを図りませんか？

中電技術コンサルタント(株)は、その一つの手段として、各種再生エネルギーの導入を提案・支援します。

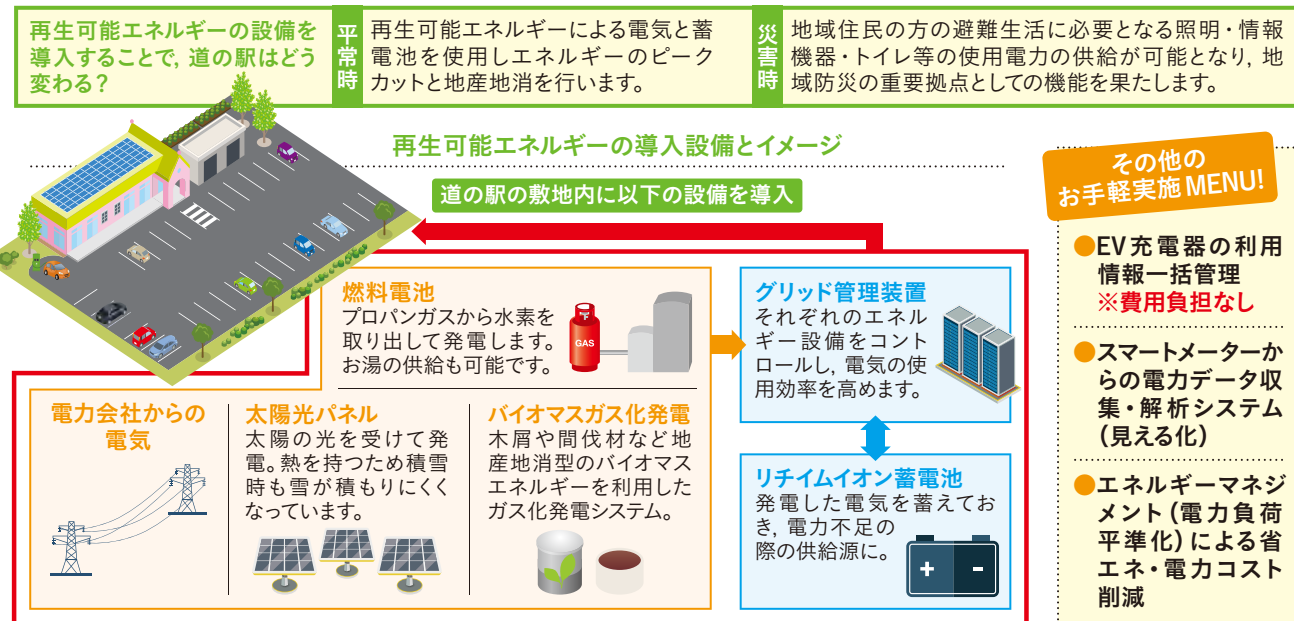
02 技術の適用場面



03 技術紹介

●再生エネルギー活用で地域の防災拠点に

関連保有技術 ▶ ・再生可能エネルギー導入FS検討 ・再エネ導入時の補助金申請 ・防災拠点化実証事業 等



04 おわりに

地域のにぎわい拠点となっている道の駅をさらに役に立つ施設に! 地域も元気に! 中電技術コンサルタント(株)では、補助金メニューの活用も合わせてプランニングするとともに、費用負担の少ないメニューをご提案しますので、お気軽にお問い合わせください。

📞 お問い合わせ先 | 交通・都市本部 都市整備部 Tel. 082-256-3352

4 廃棄物リサイクル・省エネ施設など補助金申請支援 補助金を手間なく正当に獲得!!

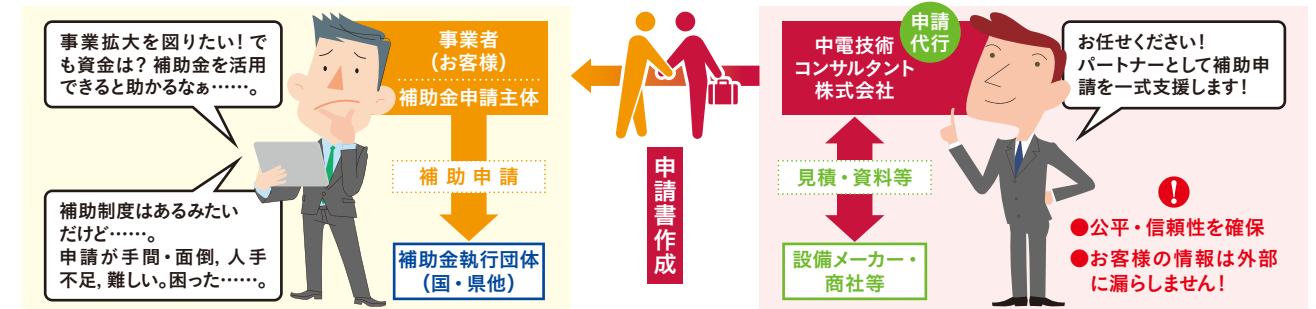
01 はじめに

廃棄物リサイクル施設や省エネ施設等の整備に対して、国や県の補助制度があるのをご存知ですか？

ご存知でも、本業で忙しい、申請が手間・難しい等の理由で、補助金獲得をあきらめていませんか？

中電技術コンサルタント(株)は、お客様のパートナーとして一連の申請手続きをお手伝いします。

02 技術の適用場面



03 技術紹介

●関連保有技術

- ・申請ノウハウ
- ・申請条件に適合する事業プランニング
- ・設備選定における条件設定

●主な支援内容

- ・申請書作成
- ・事業計画・収支
- ・見積依頼、総合評価による見積業者および設備選定
- ・関係者との協議・調整など

面倒な手間が大きく軽減

中電技術コンサルタント(株)は、補助申請一式 (資料作成、申請手続代行等) を支援することで、事業者様の負担を大きく軽減し、補助金獲得を目指します。また、採択の確度を、早い段階で効率的に見極めることができます。

公平性・信頼性の確保

近年、補助金の不正受給などを背景に、申請手続きは非常に厳しくなっています。第三者的立場としてコンサルタントが支援することで公平性が確保でき、補助金執行団体への信頼度が高くなります。

採択の確度が高くなる

補助申請においては、通常、事業の「新規性・先進性」や「波及効果」などが求められ、一般的な設備では採択が難しいのが現状です。中電技術コンサルタント(株)では、設備やシステムの内容を多角的に分析・評価し、申請書の内容を高度化することで、採択の確度を高めます。

04 業務事例

●支援実績 広島県廃棄物排出抑制・リサイクル施設整備補助金事業 2件支援

- ①中間処理業者【H26年度：タイヤ破砕機：補助額 約4.8千万 (1/3補助)】
- ②中間処理業者【H29年度支援中：太陽光パネル処理機：補助額 約3.4千万円予定 (1/2補助)】

05 おわりに

補助制度は、国・県においても、廃棄物の3Rや省エネ促進のための重点施策メニューとして、関係事業者の有効な活用が望まれています。中電技術コンサルタント(株)では、補助金申請の各種支援をご提案しますので、関係施設整備等の計画がありましたら、お気軽にお問い合わせください。

📞 お問い合わせ先 | 交通・都市本部 都市整備部 Tel. 082-256-3352

5 トンネル維持管理における施工時地盤情報の活用方法

施工時に取得・蓄積した地盤情報を維持管理に活用

01 はじめに

トンネルの維持管理において、重要な要素として「施工時の地盤情報の把握」および「支保構造の記録」があります。トンネルの覆工コンクリートに生じた変状が、どのような支保構造において、地山性状や地下水や湧水の状況が施工時にどうであったかを把握することで、変状原因の推定の大きな判断要素となります。

しかしながら、現状では施工で入手された地盤情報が、調査および設計時点で作成されたトンネル地質データに十分にフィードバックされておらず、維持管理へ活用されることが少ないのが実態です。

このような状況において、中電技術コンサルタント㈱は、施工で得られた切羽の地盤情報を効率的に収集・整理できる「トンネル切羽観察アプリ」を開発し、設計時点で作成する3次元トンネルCIMモデルとアプリとの連携により施工時地盤情報を簡単にフィードバックしてトンネル維持管理に活用する取り組みを実施しています。

02 技術の適用場面

●トンネル維持管理への活用

維持管理において、トンネル点検時に見られた変状と施工時の地盤情報をフィードバックした3次元トンネルCIMモデルを対比することにより変状発生要因の推定に活用できる技術です。

●トンネル設計への活用

近接併行する2期線トンネルの設計において、1期線トンネル施工時の地盤情報を反映した3次元トンネルCIMモデルを作成することで、2期線トンネル掘削時に出現する地質状況を予測し、調査・設計に活用できる技術です。

また、近傍でトンネルを計画する場合には、事前に地盤情報や施工状況を把握することで、効果的な地質調査計画や地質リスク等に対応した事前設計に活用できる技術です。

●トンネル施工への活用

トンネル施工においては、施工中の切羽観察データ等を3次元トンネルCIMモデルに反映していくことで、切羽前方地山の状況を予測し施工の効率化を支援する技術です。

03 技術紹介

①3次元トンネルCIMモデルの活用

●地形データを3次元化したモデルに、地質調査から得られた地盤情報（ボーリング結果、地層区分、断層破砕帯など）およびトンネル設計データを追加して、3次元トンネルCIMモデルを構築します。

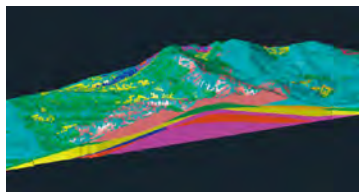
●3次元トンネルCIMモデルに、施工中に得られる地盤情報（切羽観察データ、計測結果、先進ボーリングなど）をリアルタイムに反映していくことで、切羽前方の地質状況を予測し、補助工法の必要性の判定や支保パターンの変更など、トンネルの施工安全性向上や施工効率化を支援します。

●施工時地盤情報は、後述する「トンネル切羽観察アプリ」を使用することで比較的容易に、3次元トンネルCIMモデルへ反映することができます。

地形およびトンネル設計データの3次元化



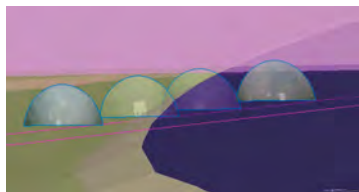
3次元地盤モデルの作成（ソリッドモデル）



3次元地盤モデルの作成（サーフェスモデル）



切羽観察データの反映（切羽画像を追加）



②トンネル切羽観察アプリの活用

- 中電技術コンサルタント㈱では、トンネル施工時における切羽観察記録簿の作成支援、観察記録の一元管理および関係者間での共有化が可能なアプリケーションである「トンネル切羽観察アプリ」を開発しました。
- トンネル切羽観察アプリを用いることで、トンネル切羽観察記録などの施工時地盤情報を効率よく収集することが可能となります。

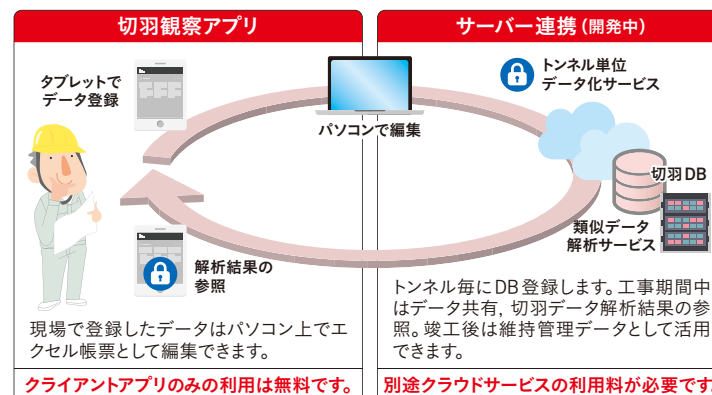
トンネル切羽観察アプリの特徴

- iPadで切羽観察記録簿を作成することができるため、トンネル工事現場で、地山状況（岩盤、圧縮強度、風化の状態など）をタップするだけで、総合評価から切羽観察記録簿の作成が自動でできます。
- クラウドサーバー上に保管した観察記録データは、パソコン上でも編集可能なため、報告書の作成も容易に行うことができます。
- 当該地質における、風化、湧水、破碎状況下での留意事項が提示されるガイド機能があり、トンネル実績のない自治体の発注者や経験の浅い技術者でも容易に入力が可能です。
- 過去の切羽評価点や支保パターンの採用実績をデータベース化するため、切羽評価結果に対して、採用確率の高い支保パターンをアドバイスするサポート機能を有しています。
- トンネル切羽観察アプリで収集した地盤情報（切羽画像、切羽評価点、岩盤、圧縮強度、採用支保パターンなど）は、3次元トンネルCIMモデルへのデータ取り込みが可能です。

切羽観察記録入力画面▶



切羽状況のスケッチ画面▼



③トンネルの維持管理への活用

施工時地盤情報を追加した3次元トンネルCIMモデルを利用することで、トンネル点検時に見られた変状と周辺地盤情報との対比や数値解析の適用が容易になることにより、変状原因の推定に有効に活用できます。

04 業務事例・論文発表

- 休山改良休山トンネル長迫工事【株式会社奥村組 平成27年度】（切羽観察アプリと3次元トンネルCIMモデルの連携による活用）
- 長門俵山道路大寧寺第3トンネル南工事【飛鳥建設株式会社 平成27年度】（切羽観察アプリの活用）
- 国道106号小田山地区道路工事 導入予定【飛鳥建設株式会社 平成29年度】（切羽観察アプリの活用）
- トンネル切羽観察アプリの開発とビッグデータ化への試み【土木学会第71回年次学術講演会】

05 おわりに

現在施工中の山岳トンネル現場において、切羽観察アプリと3次元トンネルCIMモデルを活用した施工時地盤情報の取得を実施しています。

中電技術コンサルタント㈱では、引き続き切羽観察アプリのNETISへの登録・Android機種対応アプリの開発など、効率的・効果的なトンネル維持管理に適用できる技術開発に取り組んでいきます。

問い合わせ先 | 交通・都市本部 道路交通部 Tel. 082-256-3496

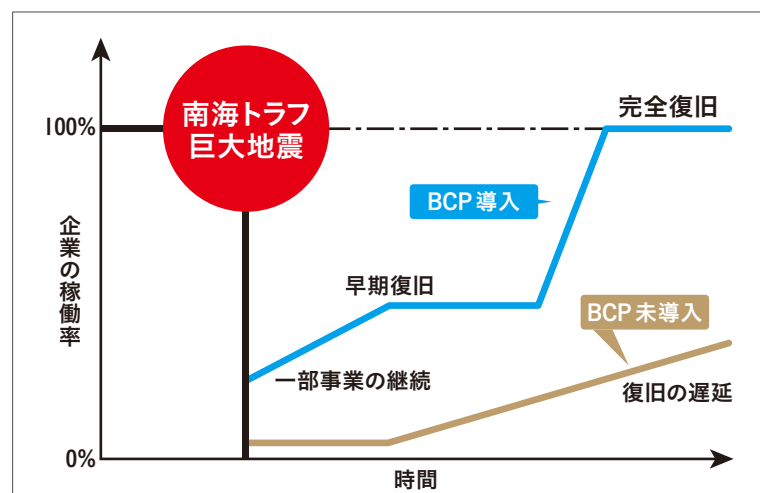
地震津波の複合災害に備えたBCP策定 来たるべき巨大地震に備えて

01 はじめに

政府より発表された「南海トラフ巨大地震」の被害想定は、「マグニチュード9クラスの地震発生により駿河湾から九州東部にかけて大津波が発生し、被害額は最大220兆円」という甚大なものでした。また、今後30年間に南海トラフ巨大地震が発生する確率は70%、50年間では90%になることが分かりました。

企業活動において、南海トラフ巨大地震に遭遇した際、事業の資産被害を最小限にとどめ、中核事業を継続し、早期復旧により地震前の事業活動に戻す計画をあらかじめ策定しておくことは、顧客、従業員、市場関係者など社内外のステークホルダー（利害関係者）に対して様々な良い効果があります。

本システムでは、お客様の企業敷地内にある施設について、地震と津波の複合災害を想定し、被災状況を基にBCP（事業継続計画）の策定をご提案します。



02 技術の適用場面

●地震と津波の複合災害

地震により発生した被災状況を基に、津波による被災状況を求めますので、地震津波の複合災害の状況を精度よくシミュレーションします。

●個々の施設に対する被害想定

- ①お客様の施設の立地条件（震源からの距離、地層状況）に合わせた、地震による揺れ（地震動）を作成します。
- ②お客様の施設の周辺の詳細な地形を反映した津波浸水シミュレーションにより、津波による浸水状況が施設ごとに把握できます。
- ③以上により、個々の施設など小さい範囲の被害想定が可能となりますので、中核事業および重要業務にフィッティングしたBCPの策定が可能となります。

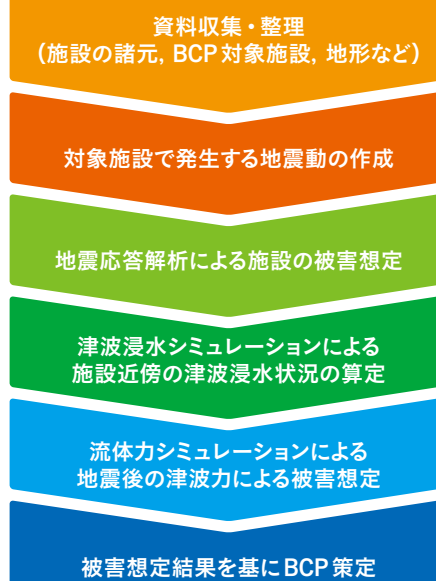
●お客様の企業の特徴を踏まえたBCP

お客様のご要望を反映し、業種、事業形態に合ったBCPの策定を行います。

●サプライチェーンを含めた検討

事業継続のボトルネックを最小限にするため、企業内外のサプライチェーンを分析し、その結果を踏まえた復旧の優先順位や代替手段などを検討します。

複合災害によるBCP策定の検討フロー

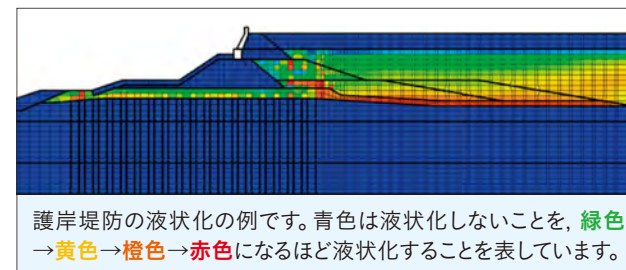
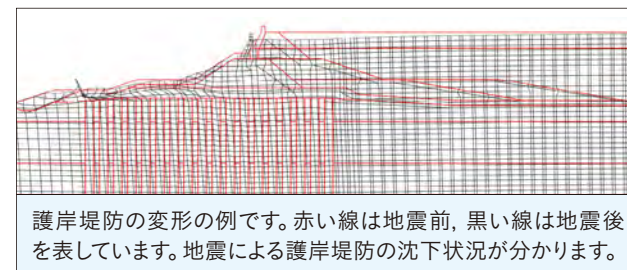


03 技術紹介

本システムは、中電技術コンサルタント(株)が保有する多くの技術を組み合わせて実施します。ここでは使用する技術の一部を紹介します。

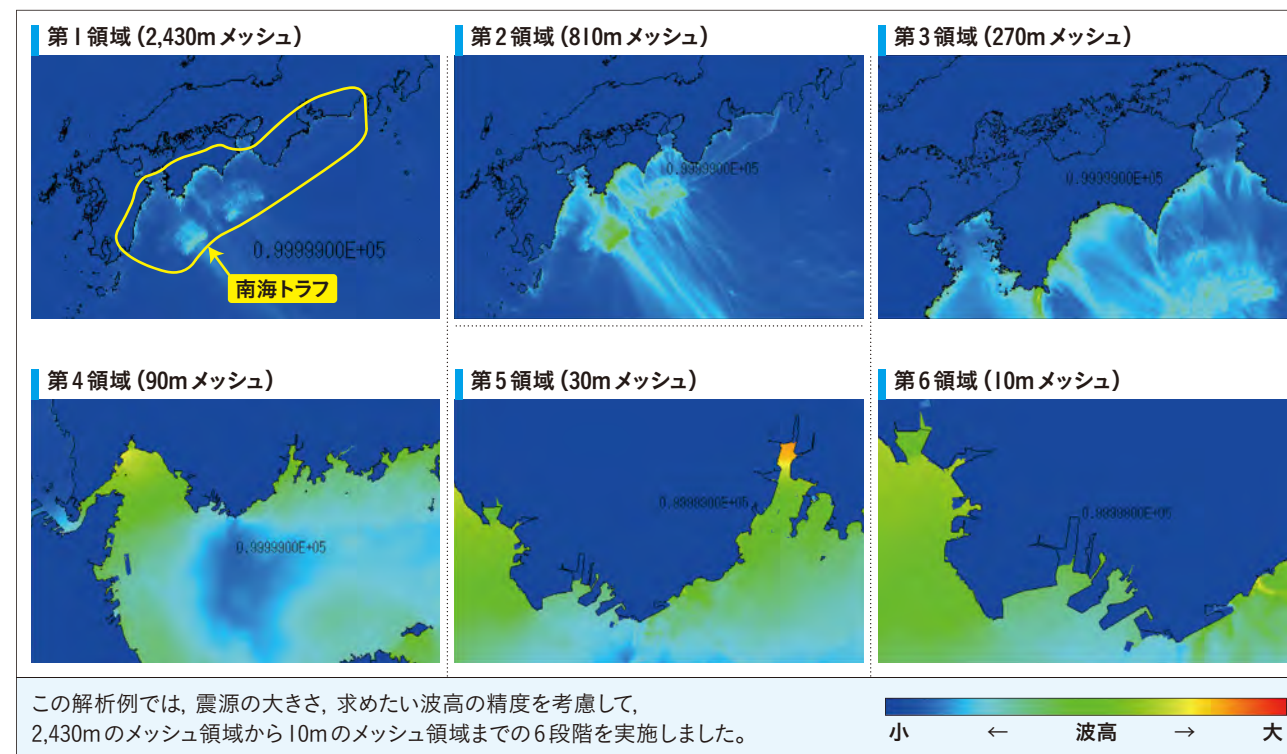
●地震応答解析による被害想定

地震は津波より先に施設に影響を及ぼします。地震は、揺れによる被害の他に液状化による被害（噴砂や地盤の流動）があります。地震応答解析では、これらの被害をシミュレーションすることが可能です。



●津波浸水シミュレーションによる被害想定

震源を含む大きな領域から段階的に小さな領域への解析を行うことで、お客様の個々の施設を対象とした範囲の浸水状況をシミュレーションすることが可能です。



04 おわりに

中電技術コンサルタント(株)では、2011年東北地方太平洋沖地震の復旧の一翼を担わせていただき、巨大地震に対する防災・減災の重要性をあらためて認識しました。これまで培った技術や経験を生かして、将来高い確率で発生が予測されている巨大災害に対して早急に対策を立て、お客様の企業資産を守り、かつ事業継続の手助けができるようにBCP策定を支援します。

問い合わせ先 | 交通・都市本部 沿岸整備部 TEL 082-256-3351

7 斜面崩壊・土石流の発生危険度評価 広島豪雨災害の悲劇を繰り返さないために

01 はじめに

我が国では、近年各地で記録的な豪雨が観測されており、広島市周辺においては近年2回（H11.6.29, H26.8.20）の大規模な土砂災害を経験しています。平成11年6月29日災害では、死者31名、全壊家屋154戸等の甚大な被害が生じ、この災害を契機に土砂災害防止法（正式名称：土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）が制定されています。また、平成26年8月20日災害では死者77名、全壊家屋133戸等の被害が生じ、同法改正の契機となる激甚な災害となりました。

このような土砂災害の悲劇を繰り返さないためには、豪雨時に生じる斜面崩壊（かけ崩れ）、土石流の発生場所、発生危険度を一定の精度で予測し、ハード・ソフト対策を効果的に実施することが重要となります。

02 技術の適用場面

斜面崩壊・土石流発生危険度の評価手法としては、全国的に「表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）平成21年1月（独）土木研究所」に基づく手法（H-SLIDER法・C-SLIDER法）が多く採用されています。

H-SLIDER法は、斜面単位等の比較的狭い範囲を対象として、無限長斜面の安定解析および定常状態を仮定した水文モデルを組み合わせた簡易な評価モデルを用いて、土石流発生危険度を評価する手法です。一方、C-SLIDER法は、渓流単位等の比較的広い範囲を対象とし、場の条件に関するパラメータの不確実性を考慮することにより、土石流発生危険度を評価する手法です。

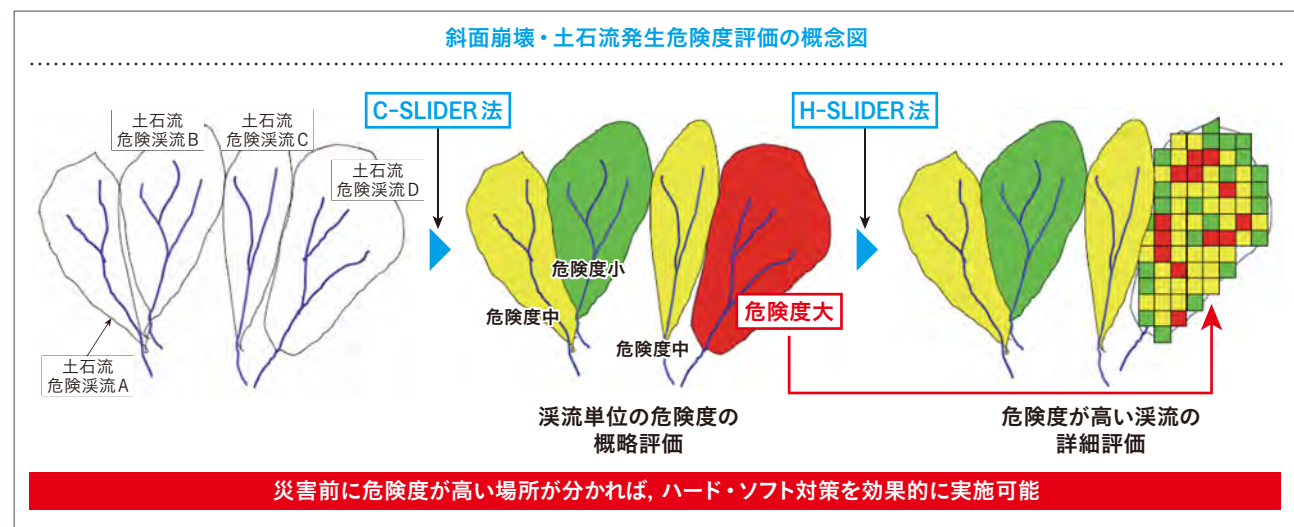
これらの技術は、以下のような場面で活用が可能です。

①砂防堰堤整備等のハード対策実施の優先順位設定

我が国の土砂災害危険箇所における対策施設の整備率は現在20%台であり、引き続き砂防堰堤整備等のハード対策を実施していく必要があります。ハード対策を効果的に実施するためには、土砂災害危険箇所のうち、斜面崩壊や土石流の発生危険度がより高い箇所を抽出し、施設整備の優先順位の設定に考慮することが有効です。

②土砂災害警戒避難等のソフト対策の促進

上記ハード対策の完了には長い年月を要するため、比較的早期に実施可能なソフト対策を充実させていくことが重要です。現在、県による土砂災害警戒区域の公表や土砂災害警戒情報の発表、市町村によるハザードマップの作成、避難勧告の実施等により、土砂災害の警戒避難対策が行われていますが、事前に斜面崩壊、土石流の発生危険度が高い場所が分かれば、より効果的にソフト対策を実施することが可能になります。



※「表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）平成21年1月（独）土木研究所」に加筆

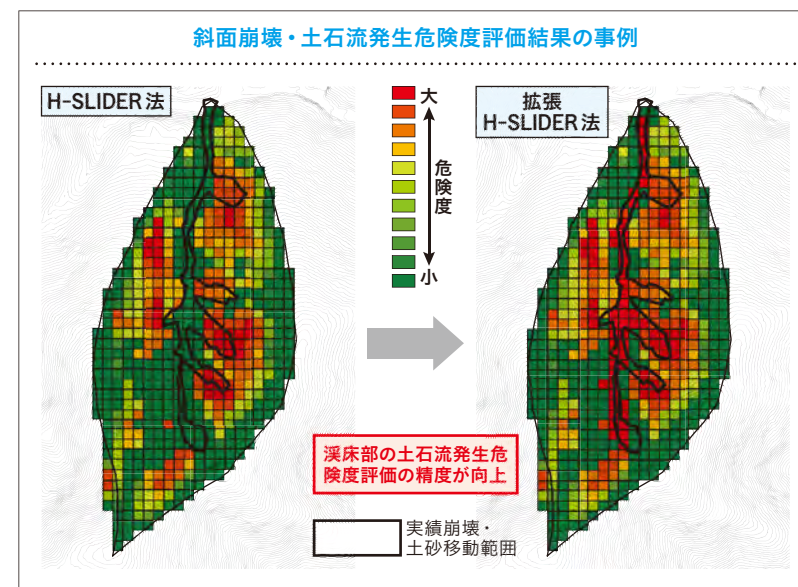
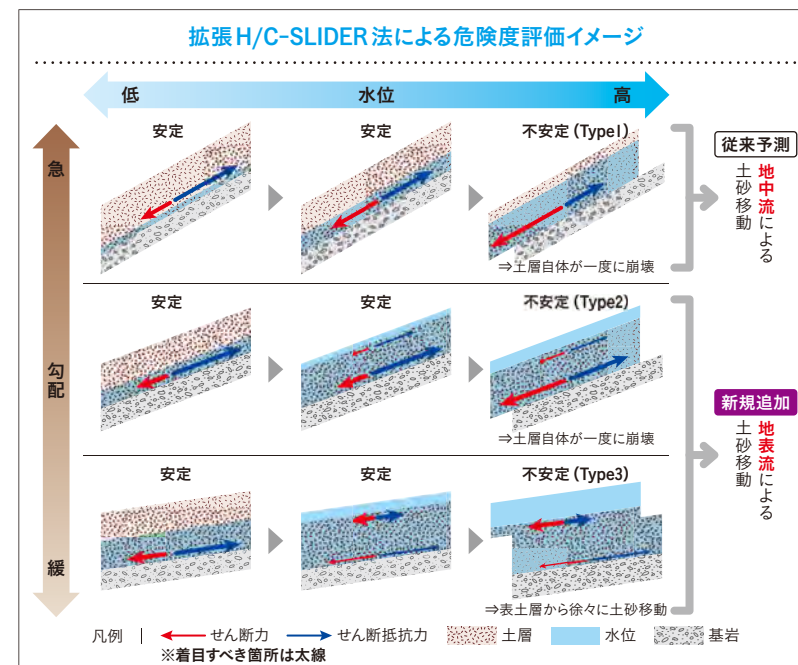
03 技術紹介

①従来の危険度評価手法の課題

H-SLIDER法・C-SLIDER法は、降雨に伴う地中流の発生により土層が不安定化する現象を評価する手法です。しかし、これらの手法で評価した斜面崩壊、土石流の発生危険度評価結果と実績の土砂災害の土砂移動範囲を比較すると、山の斜面部の崩壊は比較的精度よく評価できているものの、渓床部の土砂移動の評価精度が十分でないという課題がありました。この原因の一つとして、H-SLIDER法・C-SLIDER法では、豪雨時に発生している地表流が渓床部に集水し、それにより土層の不安定化が生じる現象を考慮できていないことが指摘されています。

②新たな危険度評価手法の開発

中電技術コンサルタント(株)では、斜面部・渓床部を含め、対象地域全体の斜面崩壊、土石流の発生危険度を精度よく評価するため、従来のH-SLIDER法・C-SLIDER法を改良し、地表流の発生による土層の不安定化を評価する技術（拡張H-SLIDER法・拡張C-SLIDER法）を開発しています。また、当技術を既往の土砂災害で検証した結果、渓床部の危険度評価の精度が有意に向上することを確認しています。



04 業務事例・論文発表

- 広島西部山系斜面観測外評価検討業務【国土交通省太田川河川事務所 平成27年度】
- 中国管内同時多発的表層崩壊土石流定量評価等検討業務【国土交通省中国地方整備局 平成28年度】
- 広島西部山系における土石流発生危険度評価の精度向上に関する検討【平成28年度土木学会西部支部土砂災害に関するシンポジウム】

05 おわりに

近年、全国的に豪雨の発生頻度が高まっており、今後も新たな土砂災害が発生することが想定されます。中電技術コンサルタント(株)では、これまで培った技術・経験を生かし、更なる技術開発を進めて、今後の土砂災害被害の防止・軽減に貢献できるよう取り組んでいきます。

問い合わせ先 | 河川本部 河川砂防部 Tel 082-256-3347

8 地震時残留変形解析手法を用いた盛土安定解析 レベル2地震動を対象としたニューマーク法による盛土設計

01 はじめに

一般に道路盛土は、橋梁・トンネル等の他の道路構造物と比較して修復性に優れていることから、耐震性の評価はなされていないことが多いですが、早期復旧が困難な場合や応急復旧による迂回路等の確保が困難な盛土では、レベル2地震動に対して早期の復旧が可能となる範囲の損傷にとどめることが要求されています。「道路土工盛土工指針」では、「盛土周辺に施設があるなど特に重要な構造物の耐震性能の照査に当たっては、地震時残留変形解析により地震時の残留変形量が許容値を満足することを確認することが望ましい」とされています。

このため、道路縦断方向にボックスカルバートを計画する盛土箇所において、レベル2地震動を対象とした残留変形解析（ニューマーク法）を実施するとともに、従来から用いられている震度法による検討結果との比較を行ったうえ、耐震性に配慮した盛土設計を実施しました。

02 技術の適用場面

- 盛土内に重要構造物が埋設されている場合や、国土開発幹線自動車道などの主要幹線道路、緊急輸送指定道路のうち、概ね3段以上の盛土など、盛土の耐震性を確保する必要がある盛土への適用が有効です。
- 修復性が容易で迂回路が確保できる低規格な道路においては、所定の安全率を必ずしも確保できない場合でも、ある程度の残留変位量を許容し、総合的に盛土の安定性を判断することも考えられます。

03 技術紹介

(1)解析手順

地震応答解析による応答加速度を用いて残留変位量を求めるものとし、以下の手順で解析を実施しました。

- ①静的解析：初期応力状態を算出する。
- ②動的解析：初期応力状態に対する土質定数の設定、動的変形特性の設定、設計地震動を設定し、地震応答解析により応答加速度を算出する。
- ③残留変形解析：土質定数（ピーク強度・残留強度等）の設定、動的解析結果による応答加速度を入力し、円弧すべり面に対する残留変位量を算定する。

(2)解析結果の評価

①無対策時の解析結果

表-1の解析結果一覧表に示すように、ニューマーク法による解析結果では変位量0.324m、従来の震度法による解析結果でも安全率 $F_s=0.964$ となるため、対策工が必要と判断しました。

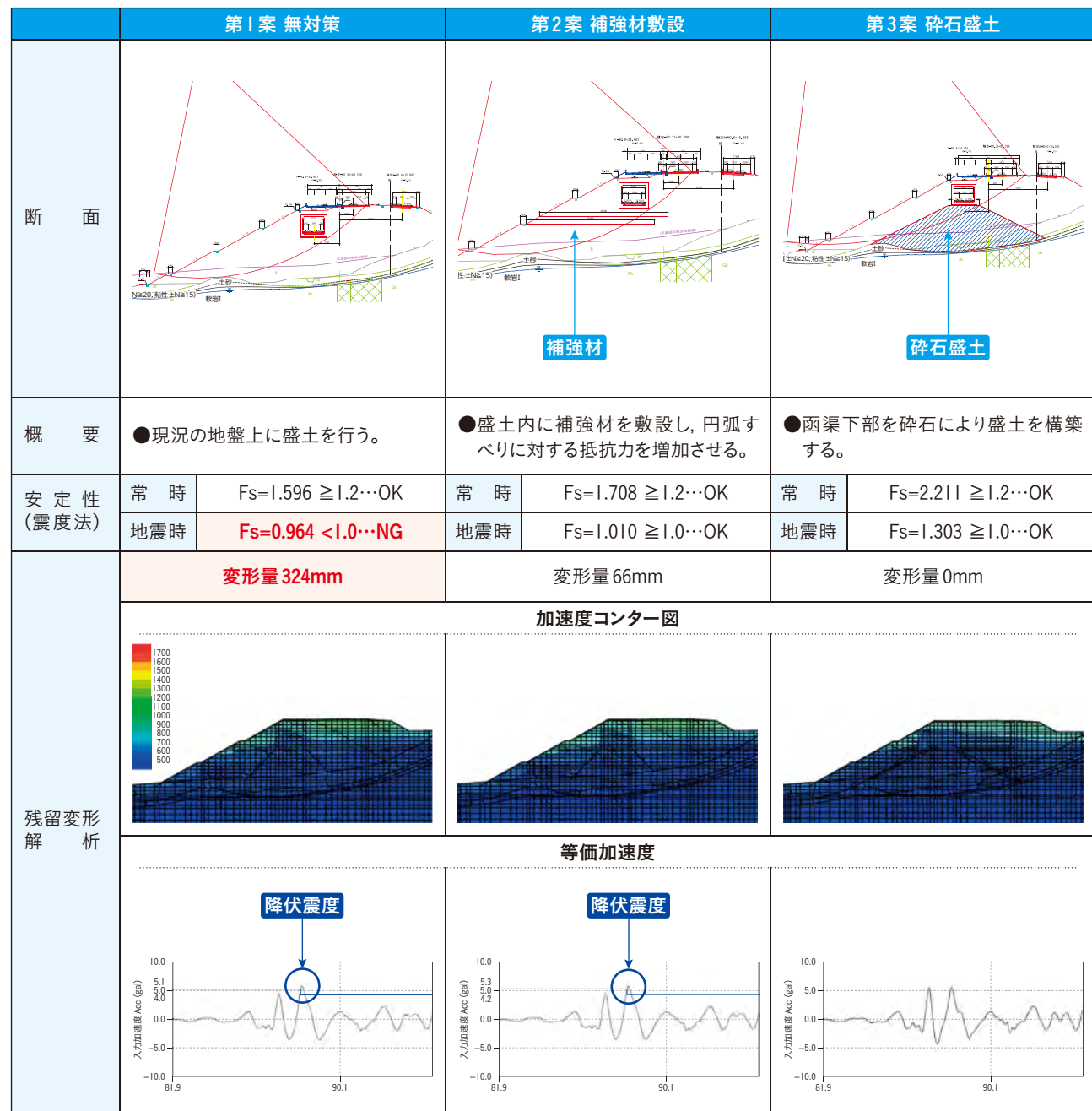
表-1.解析結果一覧表

CASE	対策工	残留変形解析 (ニューマーク法)による 解析結果【変位量 (m)】	震度法を用いた 修正フェレニウス法による 解析結果【安全率】
1	なし	0.324	0.964 < 1.000
2	補強材：1層配置	0.225	1.005 > 1.000
3	補強材：2層配置	0.066	1.010 > 1.000

②対策工適用時の解析結果

震度法では、補強材1層配置で計画安全率を満足する結果となりますが、残留変形解析結果においては同規格で変位量が約0.2m発生する結果となります。残留変形解析における許容値は対象とする盛土の重要性や周辺構造物への影響を考慮し、適切に設定することが必要ですが、検討ではボックスカルバートの建築限界の余裕量0.09mを許容値として考え、対策工として補強材2段配置を適用するものとなりました。

対策工については、補強材敷設案に加え、ボックスカルバート下部を砕石による盛土を構築する案と比較検討を行い、経済性および安全性を総合的に評価し、検討箇所に対して最適となる盛土設計を実施しました。



04 論文発表

- 地震時残留解析手法(ニューマーク法)を用いた盛土安定解析に関する考察【平成28年度土木学会中国支部研究発表会】

05 おわりに

全国には、膨大な箇所の道路盛土があり、その全てに耐震性を求めるのは現実的ではないと思われます。中電技術コンサルタント(株)では、各箇所の特性・必要性に応じた最適設計が実施できるよう、最新の知見を反映し、業務に取り組んでいます。

問い合わせ先 | 交通・都市本部 道路交通部 TEL 082-256-3353

CIM/BIMの取り組み 様々な場面で活用できる3次元技術のご紹介

01 はじめに

国土交通省では平成28年度を「生産性革命元年」とし、省を挙げて生産性革命プロジェクトが推進されており、このうち、「産業別」の生産性を高めるプロジェクトとして、『i-Construction』への転換が進められています。

そうした背景を踏まえつつ、中電技術コンサルタント(株)では、ICT活用を重点分野の一つとして位置づけ、調査・測量から設計、維持管理・更新において、UAVやレーザースキャナ、ナローマルチビーム等の機器を導入するとともに、CIM/BIMの利活用を進めています。

02 技術の適用場面

ここでは、ICT活用技術のうち、CIM/BIMについて、様々な適用場面をご紹介します。

①3次元地形データの活用と設計の効率化(砂防堰堤の一事例)

近年、UAVを用いた航空写真測量、レーザー測量から、3次元地形データの取得が以前よりも容易になってきています。

こうした3次元地形データを活用し、砂防堰堤の整備量の算出や、砂防堰堤の3次元設計など、設計の効率化を図っています。こうして設計したデータは、下記に示す3D鳥瞰図のように完成イメージを明瞭に提示することが可能となります。



砂防堰堤の3D鳥瞰図

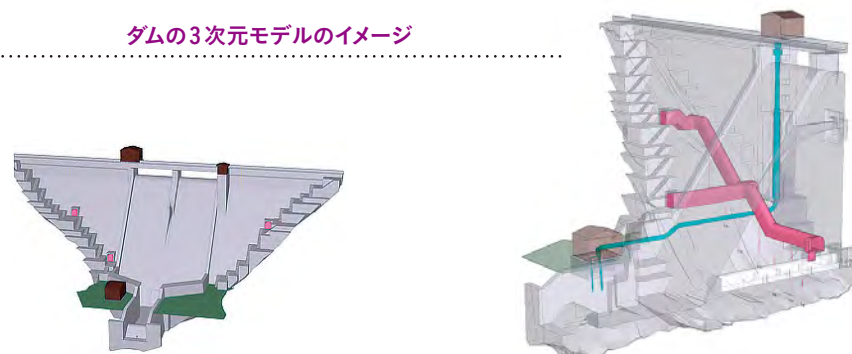


②維持管理でのCIM活用(ダムの一事例)

ダムを対象としたCIMでは以下のような活用ができます。

- 日常点検、定期検査、総合点検時の変状図作成などに活用できます。
- 竣工図や地質図をもとに3次元モデルを作成し、平面図や横断面図などに展開することができます。
- 堤体内の監査廊や導水管等の位置関係や変状等が3次元的に把握できます。
- ダム構造を分かりやすくモデル化することで、ダムの経験が少ない職員等をフォローすることも可能です。また、住民説明などの際にも有効に活用できます。

ダムの3次元モデルのイメージ

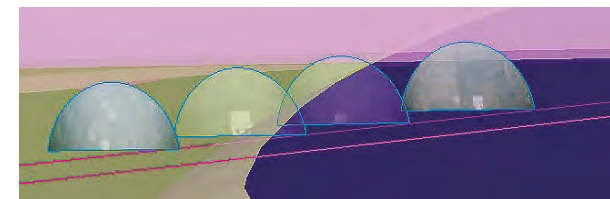
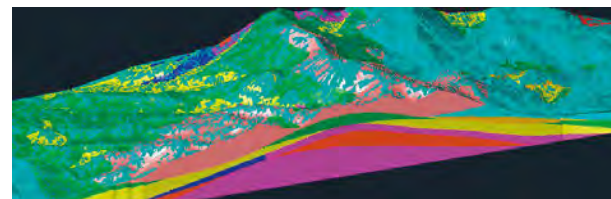


③設計・施工が連携したCIMの活用(トンネルの一事例)

この技術は、通常2次元で実施されているトンネル設計に関し、地質情報を含めて3次元化し、調査・設計・施工・維持管理の各段階で下記のとおり応用できるものです。

- 調査**：立体的に確認することで調査項目、箇所等の妥当性確認を行います。
- 設計**：土被りや地質的弱部での補助工法適用など支保工設計の妥当性確認を行います。
- 施工**：施工中の地質情報を反映し、切羽前方の地質予測の実施、対策工の必要性検討を行います。
- 維持管理**：変状箇所地質・施工情報をもとに変状原因の推定精度を高め、対策工の選定を行います。

3次元モデルと切羽データ反映状況のイメージ



④BIMによる可視化(建築物の一事例)

BIMは、設計と平行しての3次元モデルによる景観シミュレーションや意匠、構造、電気、機械相互や建物内部に設置される各種機器や配管等の干渉の確認などに利用しています。

今後は、監理業務での納まりの確認をはじめ、3次元モデルを2次元へ製図化や積算数量への応用など、活用の幅をさらに広げていきたいと考えています。

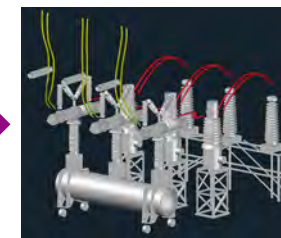
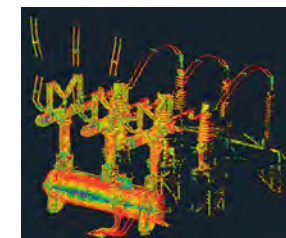
発電施設の3次元モデルと景観シミュレーション



⑤既設構造物の3次元計測およびモデリング(電力設備の一事例)

既設構造物内の細かな設備の計測や、近接しての計測が難しい危険な場所(充電部等)などにおいて、3次元レーザ計測を用いたモデリング(右図)が有効です。それにより、仮想現実空間内での新規設備の設計や配置シミュレーションが可能となります。

変電設備等では、通常、停電してから既存設備を計測していましたが、この技術を用いることで、停電時間や計測漏れを大幅に削減することが可能となりました。また、従来では計測が困難だった3次元形状の曲線なども忠実に再現できるため、より精度の高い現状把握が可能となります。



03 おわりに

ICTを活用した技術は日々進展しています。中電技術コンサルタント(株)では、「i-Construction 推進コンソーシアム」(国土交通省)や「建設3次元情報利活用研究小委員会」(土木学会)、「ICT普及専門委員会」(建設コンサルタンツ協会)等に参画するとともに、最新の動向を踏まえながら、効率的かつ効果的なICT技術の活用推進に取り組んでいます。

📞 問い合わせ先 | 企画本部 事業企画部(3D情報活用担当) TEL 082-256-3362

10 位置情報を用いた案内アプリの開発・実証

01 はじめに

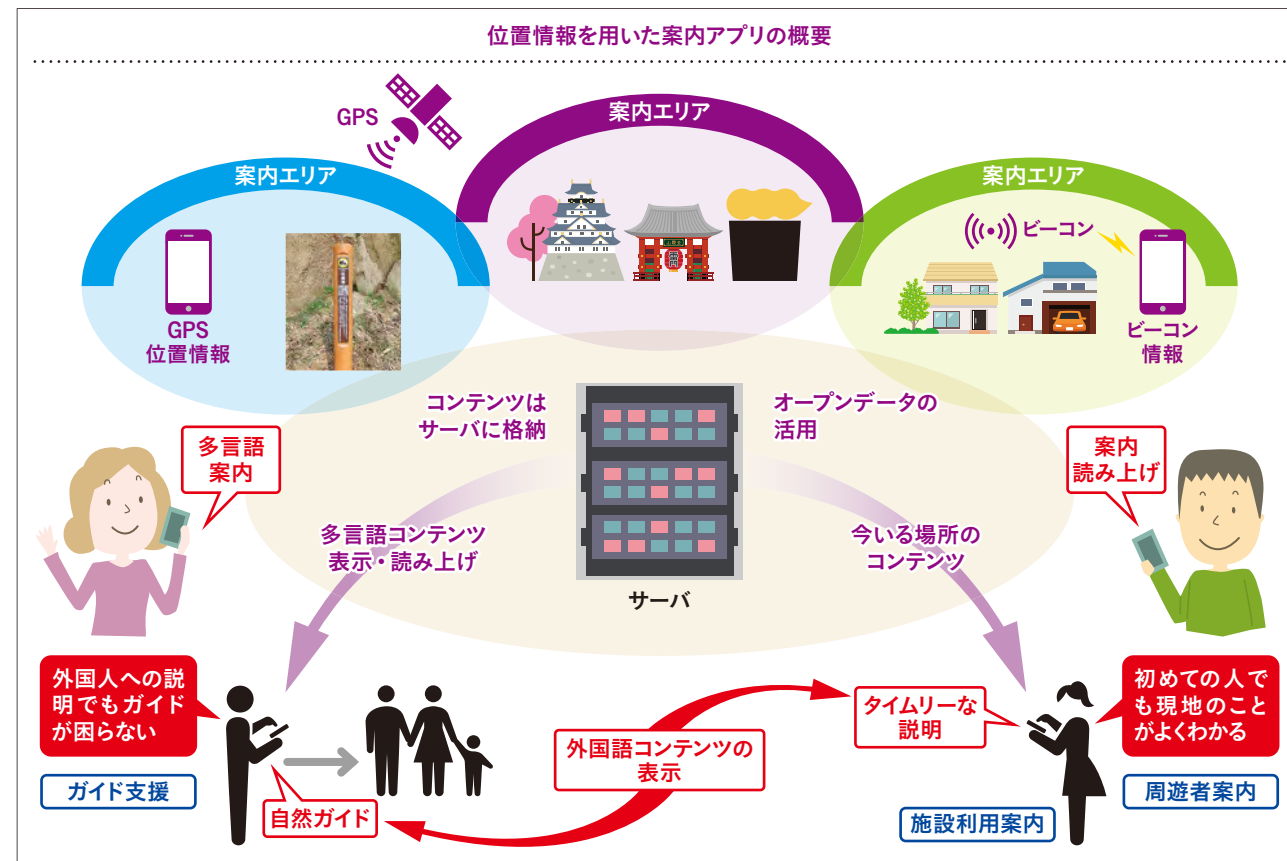
スマートフォンを用いる観光地アプリは数多くありますが、地域に限定したものが多く汎用性が乏しくなっています。また、専門的な内容や、既存のコンテンツを基にした学習的な内容を現地で簡単に案内できるものが少ないのが現状です。スマートフォンにはGPSやBluetoothなどが標準装備されており、これらの機能を用いた位置情報により、サーバと連携して当該位置に応じたタイムリーな案内、多言語対応、読み上げ機能を備えた汎用アプリ「ココガイド!」を開発し、活用シーンの拡大を図っています。

02 技術の適用場面

スマートフォンが取得する位置が、あらかじめ設定された案内地点の近くにあるとき、その地点に紐付けてサーバ上に置かれている案内文、画像、動画等の案内コンテンツを提供します。多言語対応で、読み上げも可能であり、同じアプリでどこでも使えます。これらの特徴により下記の適用シーンを想定します。

(1)観光案内・学習支援

- ①**名所・史跡等の観光案内**：その場所にふさわしいショートコンテンツをタイムリーに提供します。多言語コンテンツの提供と読み上げにより、案内効率の向上に寄与できます。個人旅行や修学旅行等では、その場所での過去の事象をコンテンツ提供することで旅行の満足度が高まります。
- ②**自然・歴史等の学習支援**：自然や歴史はその場で深く知りたいものですが、案内ガイド者には限りがあり十分な説明ができない現状に対して、本アプリの活用によりパーソナルガイドが可能になります。また、今後、小中学校等におけるICT活用が進み、端末を活用した総合学習等の実施も予想されるため、学習ツールとして活用することにより、引率者の支援、学習効率の向上に寄与します。



(2)生活・防災支援

- ①**生活支援**：今後整備が進む見込みの公共施設や生活支援情報に関するオープンデータを本アプリで提供します。外国人や障害者、引越して来られた方などへの生活ガイドツールとしての活用を想定します。また、地域再発見のツールとして、外出・散歩を促すことで健康づくりを支援します。
- ②**防災支援**：災害時の避難場所の状況や使い方など、普段の静的な情報に加えて、非常時に刻々と変わる防災情報をサーバ側のコンテンツ更新により都度提供できます。また、過去の災害場所における当時の被災状況等の記録情報の提供を行うことで、記憶の風化の防止、啓蒙ツールとしても活用できます。



03 技術紹介

- ①**汎用アプリの開発**：取得した位置情報に基づき、サーバと通信して位置情報に紐付けられたコンテンツをサーバからスマートフォンに提供する仕組みとしているため、アプリは中継機能のみでコンテンツを持ちません。このため、アプリ自体はどこでも使用でき、サーバ側にコンテンツを用意しておけば利用できます。
- ②**GPSとビーコン両用**：位置情報の取得手段として、GPSとBluetoothビーコンの両方に対応したアプリです。このため、屋外ではGPS、屋内や地下空間ではビーコンと使い分けが可能です。
- ③**多言語対応と読み上げ**：同一コンテンツを複数の多言語で表示可能とし、汎用読み上げソフトを活用して当該言語での読み上げを行うことができます。
- ④**動画閲覧**：動画コンテンツも閲覧できるため、当該場所での過去のイベント等を見ることができます。また、YouTube等のネット動画も閲覧できるため、地域で製作したネット動画の配信を促進するツールとしても活用できます。
- ⑤**コンテンツ表示範囲の設定**：GPSで指定した緯度経度の位置を中心とした円内に入ったときに表示される仕組みとし、その半径を任意に設定できるものとしているため、場所ごとに案内開始地点が設定できます。また、離れた場所でもコンテンツの確認が可能です。

04 論文発表

- ビーコンを用いた移動体管理システム【平成27年度電気学会C部門大会】
- 広島市元宇品の地質ガイド～案内アプリの開発・実証～【平成29年度日本応用地質学会全国大会】

05 おわりに

本アプリは、地域資源のデジタル化やオープンデータの取り込みによって地域コンテンツを充実させ、観光、学習、生活支援、防災など多面的なシーンでの利便性向上を図る予定です。中電技術コンサルタント(株)では、これからもICTを活用した様々な地域サポートサービスを提案していきます。

問い合わせ先 | 電気本部 電気通信部 Tel 082-256-3328



主な社外投稿・発表論文一覧(2016年度)

分 野	学会・委員会 / 論文集	論 文 名
電気通信	電気学会	電気使用量 30 分値を用いた高齢者見守りの検証
	電気設備学会	予備発電設備の設置設計における危険物取扱の検討
土質・地質	日本応用地質学会	H26広島豪雨災害に係る支部アウトリーチ活動
	土木学会中国支部	地震時残留変形解析手法（ニューマーク法）を用いた盛土安定解析に関する考察
	地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」	基礎杭の表面粗度が管理型海面処分場の底面遮水機能に及ぼす影響
	地盤工学会関東支部	膨潤材塗布が廃棄物処分場に打設する杭の廃棄物連込み現象に及ぼす影響
	中国地質調査業協会	岩盤中の透水性把握のための地質的調査手法
	地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」	浸透水圧を考慮した斜面の安定性評価と簡易的な評価手法の提案
橋 梁	土木学会中国支部	老朽化鋼トラス橋の耐荷力評価に関する解析的検討
	IAMBAS 2016	Renovation of Corroded Steel Member with Resin and Rebars
砂 防	土木学会水工学委員会	近年発生した表層崩壊の発生規模と降雨・地質特性との関係に関する研究
	土木学会西部支部	広島西部山系における土石流発生危険度評価の精度向上に関する検討
	砂防学会	風化花崗岩地帯における平面形状の異なる斜面の降雨時の地下水位上昇について
	日本地すべり学会	福岡式を用いた斜面崩壊発生時刻の予測精度の向上
交 通	土木学会土木計画学研究委員会	生活道路における交通事故危険箇所予測モデルに関する研究
	土木学会土木計画学研究委員会	観光地におけるパーク&シャトルバスライド施策による観光行動変化について
港湾・海事	土木学会海洋開発委員会	潮位を利用した航路航行実態に関する分析
	日本航海学会	橋梁のレーダ映像のマスクング特性とレーダ反射強度
	国土技術政策総合研究所資料 No.923	衛星 AIS を用いた北極海航路航行実態に関する研究
トンネル	土木学会	トンネル切羽観察アプリの開発とビッグデータ化への試み
岩 盤	西日本岩盤工学会	岩盤不連続面のスティック・スリップ挙動に関する実験的検討
	西日本岩盤工学会	振動実験に基づく斜面上の岩盤ブロックの地震時挙動評価と解析的検討
	ISRM (岩の力学連合会)	Stick-slip behavior of rock discontinuities and its implications in the estimation of strong motions during earthquakes
	ISRM (岩の力学連合会)	An experimental study of the planar sliding of rock slopes during dynamic loading under dry and immersed conditions
	ISRM (岩の力学連合会)	スティック・スリップ現象の断層運動への適用性に関する実験的および解析的検討
	ISRM (岩の力学連合会)	不連続面を有する岩盤斜面の地震時安定性に関する実験的および解析的検討
環 境	日本地球惑星科学連合	日本の浅海域における海水中 Co ₂ 分圧に係る現地観測とパス解析
	土木学会論文集 B3 (海洋開発) Vol.72, No.2	春季出水期におけるコムケ湖の水質変動解析と大気-海水間 Co ₂ フラックスの推定
	土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.72, No.2	湧水に着目したコムケ湖の水質変動特性の把握
	土木学会	錦海ハビタットにおける湿地の生物多様性空間の創出事業



近年の表彰実績

	対象業務	発注機関	表彰内容
2017 年 表彰	新門司沖環境影響評価書作成業務	国土交通省 九州地方整備局 北九州港湾・空港整備事務所	局長表彰 (優良施工業者 (業務部門))
	福山港整備効果検討業務	国土交通省 中国地方整備局 広島港湾・空港整備事務所	局長表彰 (優良業務・優秀建設技術者)
	長門俵山道路外測量設計業務	国土交通省 中国地方整備局 山口河川国道事務所	局長表彰 (優良業務・優秀建設技術者)
	太田川流量観測精度向上検討業務	国土交通省 中国地方整備局 太田川河川事務所	所長表彰 (優良業務・優秀建設技術者)
	島根西部地域道路検討業務	国土交通省 中国地方整備局 浜田河川国道事務所	所長表彰 (優良業務・優秀建設技術者)
	鳥取西道路標識詳細設計業務	国土交通省 中国地方整備局 鳥取河川国道事務所	所長表彰 (優良業務・優秀建設技術者)
	岩国飛行場 (H26) 防衛施設整備 (運用地区) 統合管理業務	防衛省 中国四国防衛局	調達部長顕彰
	国道 375 号 忍原大橋 耐震補強設計業務	島根県 県央県土整備事務所	島根県優良業務表彰
2016 年 表彰	平成 27 年度 清水港大型船舶受入施設検討業務	国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所	局長表彰 (優良業務・優良業務技術者)
	大田・静間道路鳥井地区外 構造物詳細設計業務	国土交通省 中国地方整備局 松江国道事務所	局長表彰 (優良業務請負団体) 所長表彰 (優秀建設技術者)
	栗平地区施設設計業務	国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山地砂防事務所	所長表彰 (優良業務・優秀業務技術者)
	平成 27 年度 吉井川水系河川整備計画検討業務	国土交通省 中国地方整備局 岡山河川事務所	所長表彰 (優良業務請負団体)
	平成 27 年度火山噴火時における 無人災害調査技術検討業務	国土交通省 九州地方整備局	災害復旧等功労業者 (支援・協力)

	対象業務	表彰団体	表彰内容
2017 年表彰	北広島町立壬生小学校校舎	一般社団法人 広島県建築士事務所協会	第 9 回ひろしま建築文化賞 優秀賞
2016 年表彰	西川緑道公園周辺整備事業	岡山市	岡山市景観まちづくり賞 街並み部門



主な資格の有資格者数

資格名称	有資格者数	資格名称	有資格者数	資格名称	有資格者数
工学博士	13 名	一級建築士	17 名	電気工事施工管理技士 (1 級, 2 級)	11 名
理学博士	1 名	構造設計一級建築士	4 名	監理技術者 (電気)	1 名
学術博士	1 名	設備設計一級建築士	2 名	工事担任者 (アナログ, デジタル)	7 名
技術士	250 名	一級建築施工管理技士	3 名	第 1 級陸上特殊無線技士	4 名
(上記のうち総合技術監理部門)	68 名	補償業務管理士	7 名	エネルギー管理士	2 名
RCCM	63 名	宅地建物取引主任者	5 名	IT ストラテジスト	1 名
測量士	101 名	行政書士	1 名	システム監査技術者	5 名
一級土木施工管理技士	113 名	公害防止管理者 (水質, 騒音・振動)	8 名	システムアーキテクト	6 名
地質調査技士	18 名	環境計量士	2 名	ネットワークスペシャリスト	1 名
コンクリート主任技士	3 名	環境アセスメント士	1 名	応用情報技術者	11 名
コンクリート技士	2 名	土壤環境監理士	1 名	CALS/EC エキスパート	1 名
コンクリート診断士	11 名	電気主任技術者 (第 1 種, 第 3 種)	13 名	気象予報士	1 名
土木鋼構造診断士	4 名	電気通信主任技術者	1 名		2017.9.1 現在
VE リーダー	2 名	電気工事士 (第 1 種, 第 2 種)	13 名		