

遮水性盛土の総合的な品質管理法

最新の技術知見とICTを融合した新たな品質管理

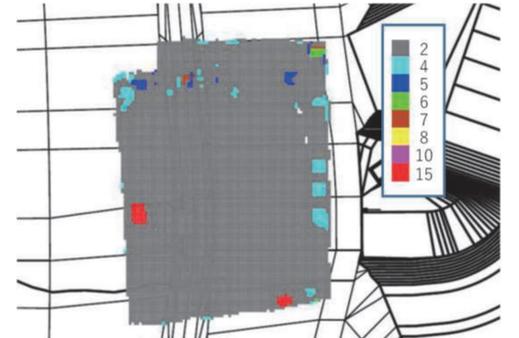
応募者名：独立行政法人水資源機構／鹿島建設株式会社
 技術開発者：〔独立行政法人水資源機構〕 坂本 博紀、曾田 英揮／〔鹿島建設株式会社〕 小林 弘明
 共同開発者：東京大学名誉教授・東京理科大学名誉教授 龍岡 文夫

技術の概要

- 土質の全量管理
含水比・粒度を水分計・画像粒度解析システムにより全量管理
- 地盤剛性指標・現場締固めエネルギーの面的管理
地盤剛性指標を面的管理・転圧エネルギーをGNSSにより面的管理
従前は困難とされてきた遮水性盛土の面的管理を初めて実現
- 締固め管理基準の改善
飽和度と現場の締固めエネルギーの考慮により、品質を向上



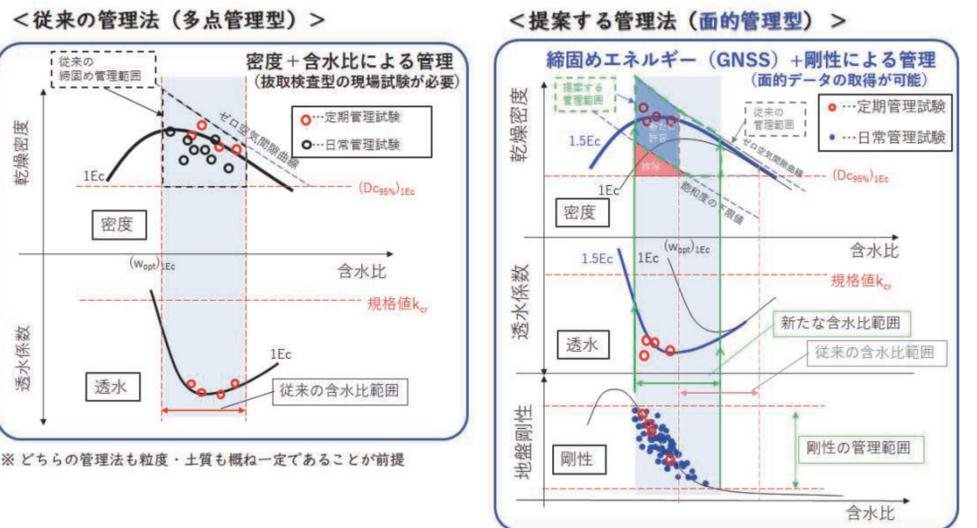
遮水性盛土の転圧状況



面的な地盤剛性指標の記録（例）

技術の特徴

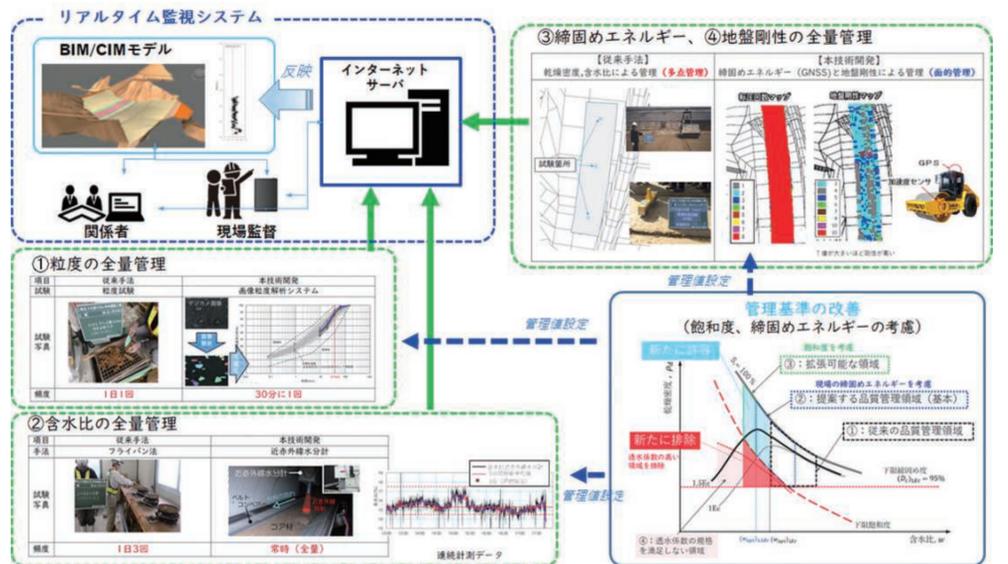
- 遮水性盛土の構築では、従来、密度と含水比による抜取検査型の多点計測による管理を行ってきた。新たな管理法では
- 遮水性を規定する盛土材の土質（①粒度・②含水比）と③締固めエネルギーをICTによって全量管理した。
 - 施工後の品質確認では、GNSSによる③締固めエネルギーとローラ加速度応答法から連続的に得られる④地盤剛性指標による締固め管理により、遮水性盛土の締固め状態を面的に管理（全量管理）することを実現した。
 - ①～④のICT施工管理情報をクラウドに集約管理し、施工中のリアルタイムで効率的な締固め管理（遠隔管理）を可能とした。
 - 飽和度と現場の締固めエネルギーを考慮することで、同一材料でもより高い品質が期待できるように①～④の管理基準を改善している。



従来の遮水性盛土の締固め管理との違い（イメージ）

技術開発の効果

- 施工中断時間の短縮
転圧後の品質管理試験の時間を約1300時間以上縮減
- 監督労務の削減
品質管理記録を遠隔地からリアルタイムな確認が可能となり、発注者の監督員の人員を過去の同規模ダムと比較して約半数に縮減
- 盛土品質の向上
透水係数は全て遮水性を満足し、締固め度（密度）は平均値で100%を超過
- 高速施工
100m超級のフィルダムにおける高速施工を実現



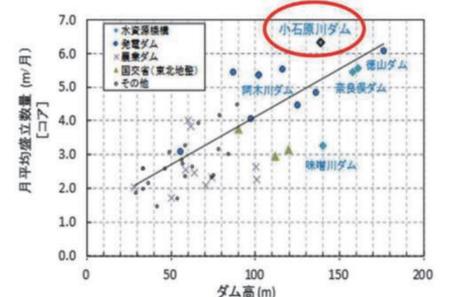
総合的な遮水性性能の品質管理（全体イメージ）



本技術を適用した小石原川ダム



提案技術による密度試験の削減



フィルダムコア（遮水性盛土）の月平均盛立量

防水層にUFCを用いたプレキャストPC床版

UFCとコンクリートの合成構造であるUFC複合床版

応募者名：東日本高速道路株式会社／株式会社大林組
 技術開発者：〔東日本高速道路株式会社〕 本間 淳史／〔株式会社大林組〕 大場 誠道

技術の概要

UFC複合床版（以下、本技術）は、床版取替工事を対象に新たに開発した技術で、コンクリート上に超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）を打ち重ねた複合構造のプレキャストPC床版である（図-1）。本構造では、プレキャスト床版同士の接合部にもUFCを打設・接合することで、橋面全体をUFCにより防水できる国内外に前例のない技術である。なお、技術開発にあたっては、UFCとして常温硬化型のUFC（スリムコート）を用いた。

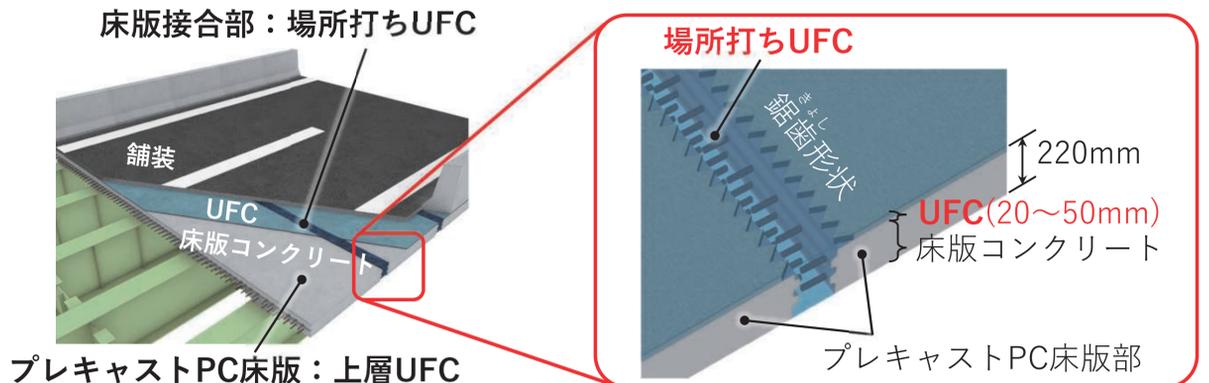


図-1 UFC複合床版の概要

技術の特徴

- 高耐久かつ防水性能を有するプレキャストPC床版**
 - 床版コンクリートのかぶり部を超高強度・高耐久なUFCに置き換えることにより、床版の耐久性が大きく向上する（図-2）。
 - 緻密で遮水性に優れるUFCを床版上面に採用することで、現場の床版防水工が不要となり、工期短縮や省力化を図ることができる。さらに、プレキャストPC床版の接合部もUFCを使用することで橋面全体の防水が可能となる。
- 床版コンクリートへのUFCの打ち重ねによる一体化**
 - プレキャスト床版の製作時に、下層コンクリートにUFCを打ち重ねることで、UFCの収縮が拘束されず、UFCに発生するひび割れを抑制することができる（写真-1）。
- 鋸歯形状によるUFCの接合**
 - プレキャスト床版の接合部が防水の弱点とならないように、UFC部分を鋸歯形状とした。この構造により、打継面の引張とせん断で効率よく作用力に抵抗できるため、打継目における防水性能を確保した（写真-2、3）。



写真-1 UFCの打ち重ね状況

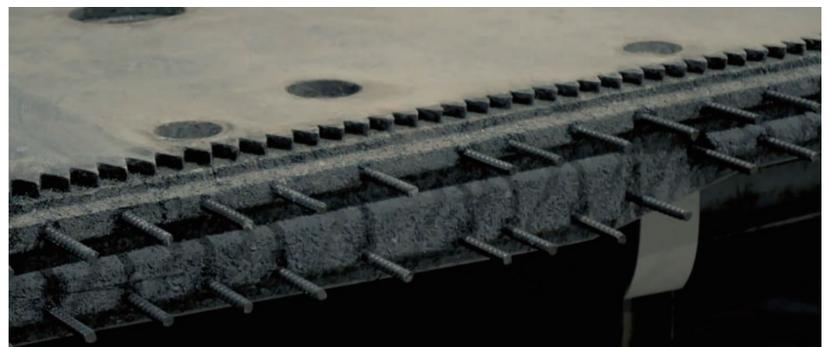


写真-2 UFC複合床版の端面部（UFC部：鋸歯形状）

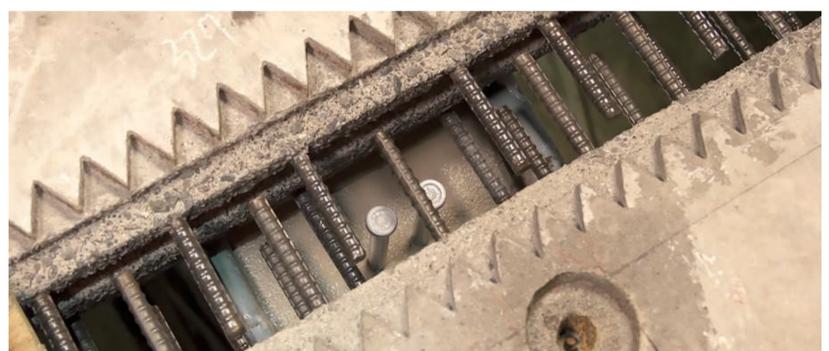


写真-3 UFC複合床版の接合部

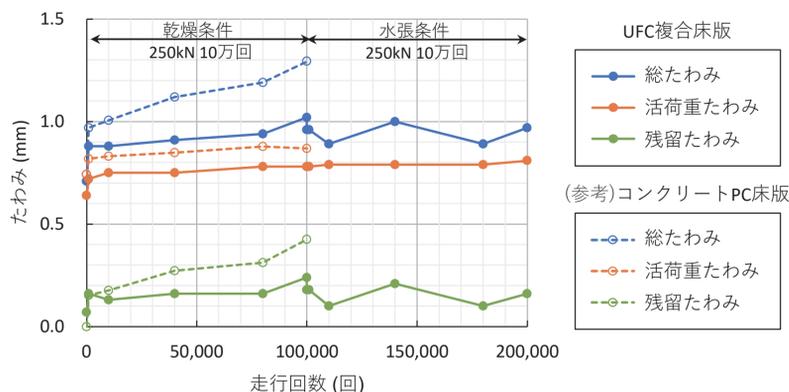


図-2 輪荷重走行試験によるたわみ量（UFC複合床版とPC床版との比較）

技術開発の効果

- 通行規制期間の短縮**
 - 従来の床版防水工に必要な工程を削減
- 天候不順による工程遅延リスクの回避**
 - 降雨時に施工できない床版防水工が不要
 - 天候不順により工程が遅延し、通行規制期間に影響するリスクを回避
- ライフサイクルコストの低減、舗装更新工事の合理化**
 - 舗装（基層）更新時に床版防水工が不要
 - UFCは高強度な材料であることから、舗装更新時に防水性能が損なわれないため、省力化、通行規制期間の約6割の削減、約1割のコスト縮減を実現（橋長276.9mの鋼桁橋を対象とした100年LCC）



写真-4 UFC複合床版架設完了

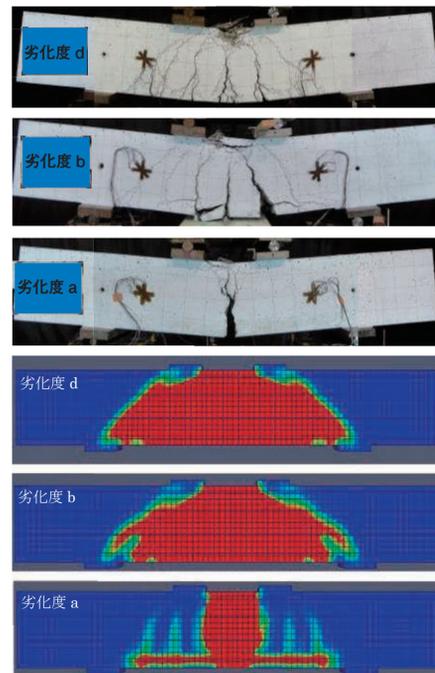
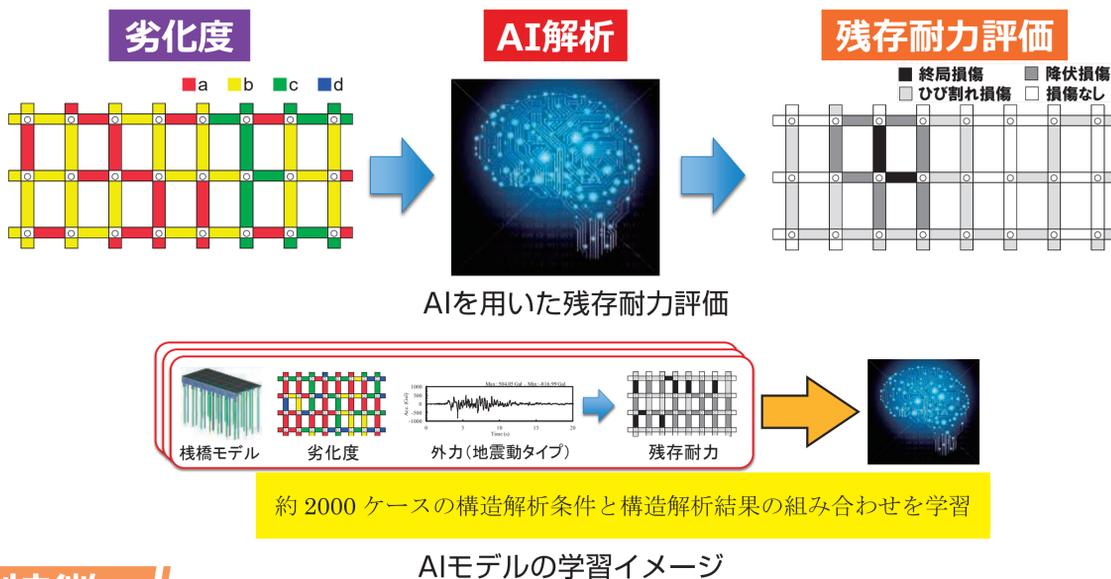
人工知能を用いた栈橋の残存耐力評価技術

構造物の寿命を予測し合理的・計画的な維持管理に貢献

応募者名：五洋建設株式会社
 技術開発者：〔五洋建設株式会社〕 宇野 州彦
 共同開発者：東京工業大学 教授 岩波 光保

技術の概要

- ・栈橋の供用継続の可否や補修補強を行うタイミングの合理的な判断指標や判断が可能な技術がこれまで存在しなかった。
- ・残存耐力から構造物の寿命を推定し、施設管理者が意思決定しやすい情報を提供できるツールを考案した。



実験・解析による劣化度と部材耐力の関係性の把握

技術の特徴

- 高精度な損傷予測技術
⇒約2,000ケースの構造解析条件と構造解析結果の組み合わせをAIに学習させることで、概ね80%以上の正解率で損傷の予測が可能である。
- 容易に損傷予測が可能
⇒AIを用いた評価技術であるため、損傷する部材とその程度を即時に把握することが可能である。
- 様々な構造形式に適用が可能
⇒直杭式栈橋構造のみならず斜杭式構造へも適用でき安全側に評価される。杭式ドルフィン構造にも適用可能である。



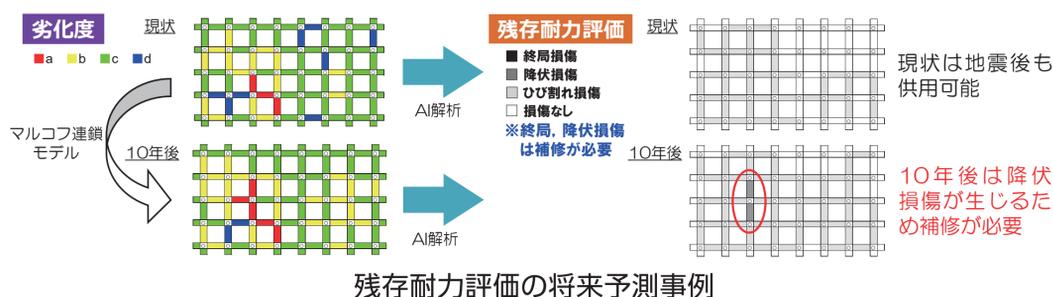
AIモデルの精度検証結果

| | 栈橋A | 栈橋B |
|------------|-------|-------|
| 劣化度 | | |
| 構造解析結果(正解) | | |
| AI予測結果 | | |
| 正解率 | 90.7% | 86.2% |

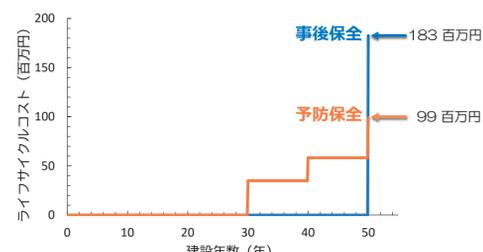
劣化した栈橋の残存耐力評価と正解率

技術開発の効果

- ✓効率的に残存耐力を評価
⇒詳細調査や詳細解析等を用いた残存耐力評価に比べ、残存耐力を算定する期間を最大で約91%短縮(3,000m²の栈橋を対象とした場合)
- ✓残存耐力の将来予測によりLCCを低減
⇒年数経過や補修補強による定量的な効果を考慮した残存耐力評価により、「予防保全」が可能となりLCCを低減(試算したケースでは建設後50年経過時で約46%コスト削減)



残存耐力評価の将来予測事例



本技術を用いたライフサイクルコストの試算例

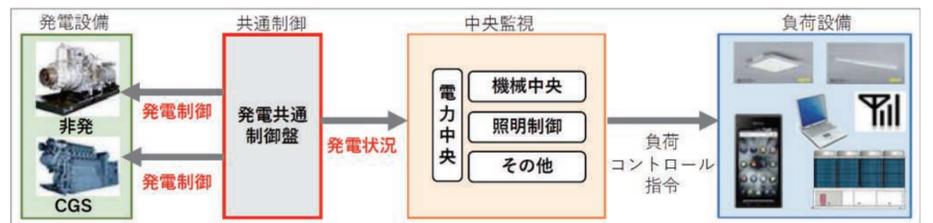
実発電と実負荷状況に応じた発電共通制御システム

多元化電源を明日へつなぐ「次の」複合制御システム

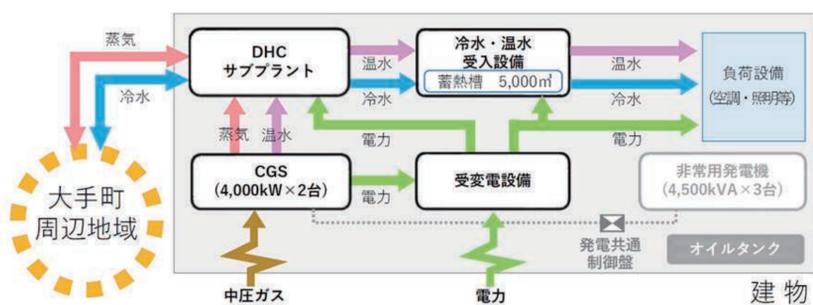
応募者名：株式会社日本設計／東芝インフラシステムズ株式会社
 技術開発者：〔株式会社日本設計〕 佐藤 好宏／〔東芝インフラシステムズ株式会社〕 市川 博則・中原 毅朗
 共同開発者：株式会社竹中工務店／株式会社きんでん

技術の概要

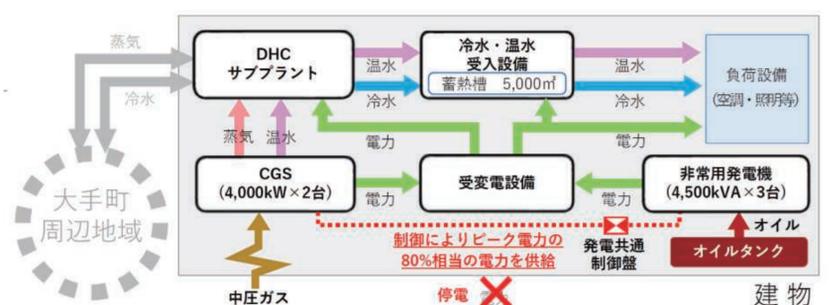
- ・災害時において多元化されたエネルギー（通常時の80%相当、燃料備蓄72時間）と実発電・実負荷状況に応じた発電共通制御システムの開発
- ・特性の異なる原動機（ガスタービンとガスエンジン）を同期させて、発電設備の状況に合わせた電力供給範囲の選択と自動制御を実現



発電共通制御システムの概念図



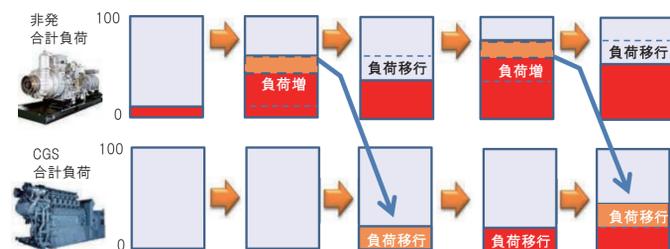
通常時のエネルギー相関図



停電時のエネルギー相関図

技術の特徴

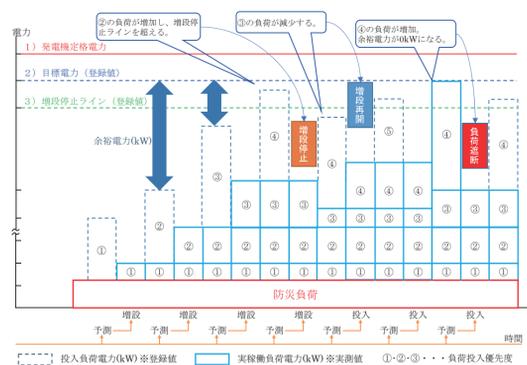
- ・CGSの特性を考慮した発電設備の同期のタイミング制御
- ・同期時に非発の力率を監視し、アラート発報時はCGSの出力制御を行い、非発の停止を回避
- ・デマンドレスポンス機能による燃料備蓄の有効活用が可能
- ・負荷制御（電力供給エリアの拡大と縮小）の速応性と選択性を改善



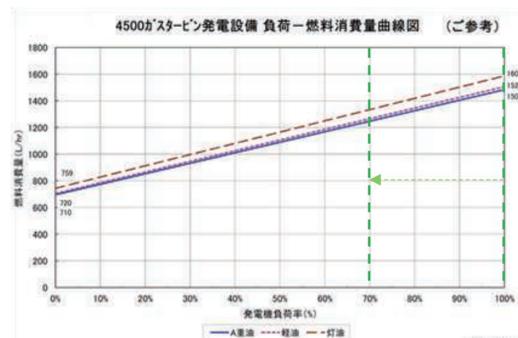
発電設備間の負荷移行

CGSの軽負荷運転防止を考慮したタイミングで台数と出力制御

| 機能改善 | 従来 | 本技術 |
|---------------|------|------|
| 速応性（制御周期） | 1分単位 | 1秒単位 |
| 選択性（電力供給先の選択） | 16段階 | 32段階 |



制御機能改善と発電量に応じた電力供給範囲の制御方法

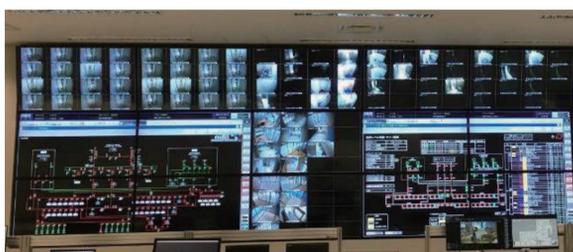


非常用発電機 燃料消費曲線図

発電機負荷率をデマンドレスポンス機能により可変させることで燃料の有効活用と長時間運転が可能



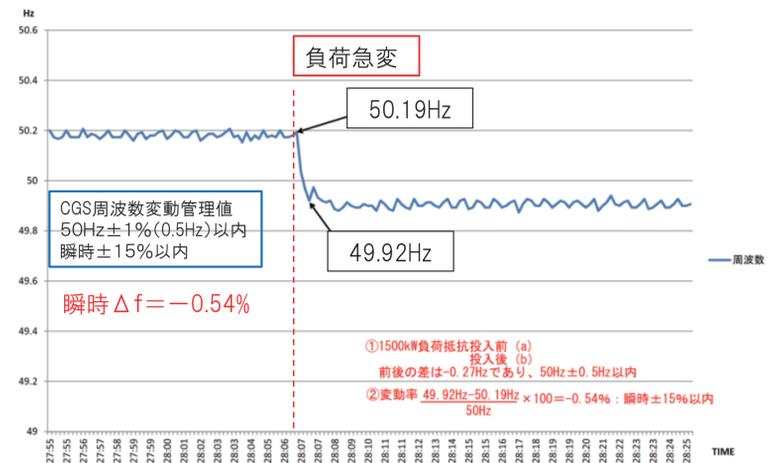
発電共通制御盤サマリ画面



災害時における電力制御状況

技術開発の効果

- ・通常時の80%相当の電力と本技術の活用で入居企業の事業継続と地域の防災拠点化に貢献
- ・最適化されたBCP制御を自動制御で構築したことによる運用の省力化



実証試験 CGS2号機_1,500kW急上昇_周波数換算データ

6m継ぎボルト打設装置を搭載したロックボルト専用機

山岳トンネル工事におけるロックボルト作業を完全機械化

応募者名：大成建設株式会社

技術開発者：〔大成建設株式会社〕 友野 雄士・宮本 真吾 / 〔古河ロックドリル株式会社〕 棚島 秀一

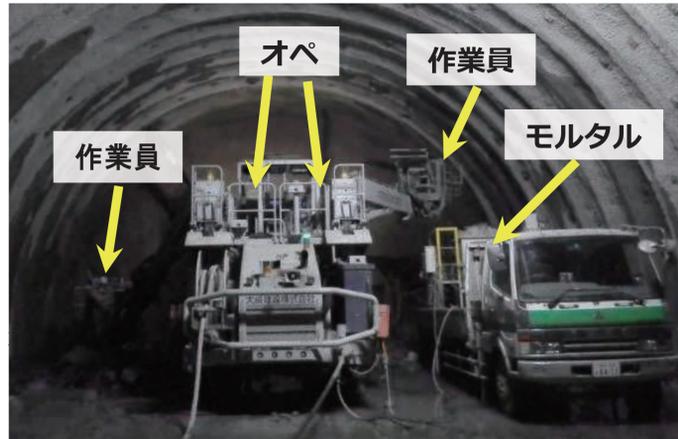
共同開発者：古河ロックドリル株式会社

技術の概要

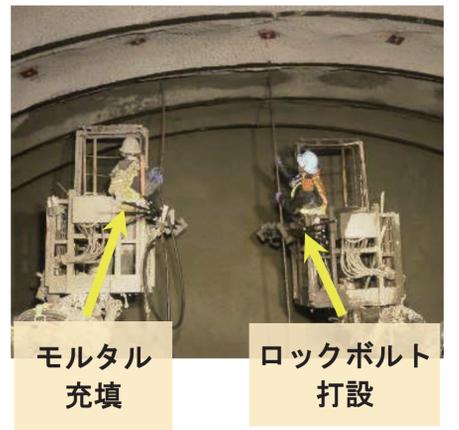
本技術は、従来人力で行っていた山岳トンネル工事のロックボルト打設作業を機械化するものである。本技術の活用により、切羽近傍の危険な空中作業・重労働を完全に機械化し、安全性を飛躍的に向上させ、大幅な省人化と生産性向上を実現できる。



本技術によるロックボルト施工

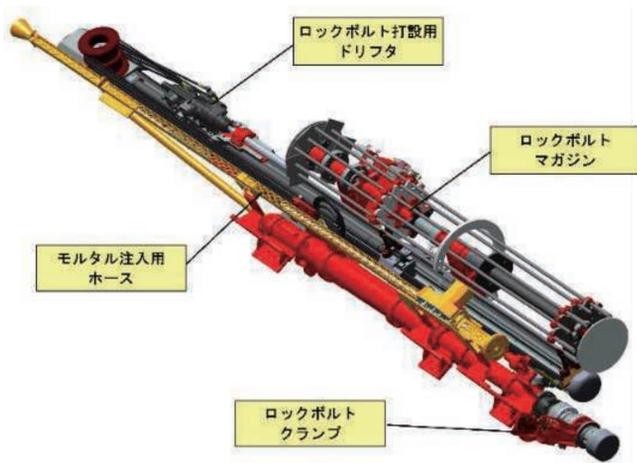


従来のロックボルト施工（右：人力施工状況）



技術の特徴

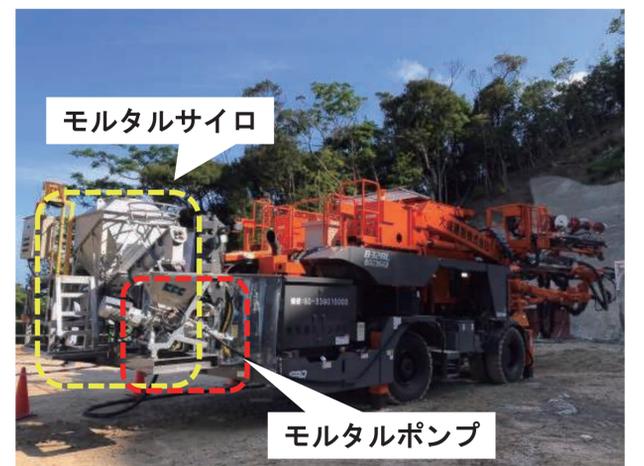
- 3, 4, 6m 全てのロックボルト打設が可能
継ぎ仕様の打設装置を用いることで、短尺（3m、4m）から長尺（6m）までの一般的なロックボルト全てに対応した。
- 役割を分けた3ブーム構成
左右の削孔ブームを中央の打設ブームが追いかけて施工することで、効率的な施工を実現した。
- モルタル供給装置を機体に一体化
機体後方にモルタル供給装置、モルタルポンプを一体化し、モルタル充填操作をキャビン内から可能にした。
- コンピュータによる削孔ガイダンスシステムを搭載
削孔位置のガイダンスはもちろん、削孔実績を記録することで、削孔した孔に打設装置をスムーズに誘導し、正確かつスピーディーな施工を実現した。



打設装置詳細



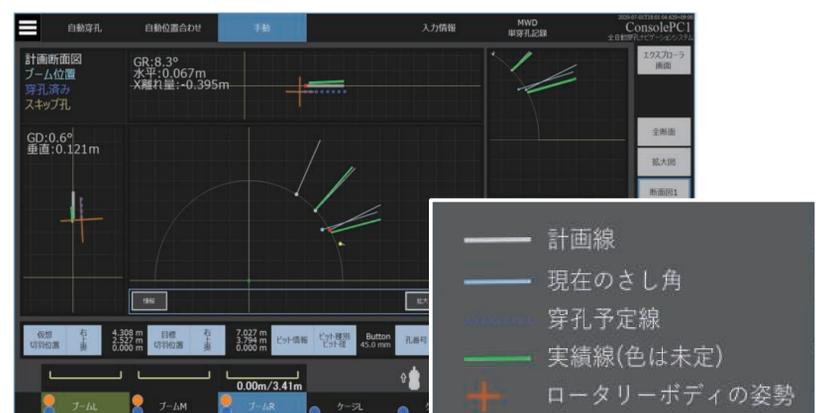
左右：削孔ブーム 中央：打設装置



モルタル供給装置の一体化

技術開発の効果

- 生産性向上
従来は5人で行っていた作業が2名で可能になり、生産性が2.5倍向上。1本ブーム型のロックボルト専用機と比較して施工時間を50%短縮。
- 安全性向上
切羽近傍での高所かつ重労働であるロックボルト作業を完全に機械化することで、安全性を飛躍的に向上。



削孔・打設ガイダンス画面

水防活動支援情報共有システム

気候変動下の流域治水の支援技術

応募者名：国土交通省国土技術政策総合研究所

技術開発者：〔国土交通省国土技術政策総合研究所〕 板垣 修／〔日本工営株式会社〕 村上 あすか／〔日本工営株式会社〕 伊藤 顕子

共同開発者：日本工営株式会社／株式会社エヌ・ティ・ティ・データ北陸

技術の概要

- 水防活動を担う水防団・自治体等が、**リアルタイムの水防活動状況と、活動現場で必要な情報を同時に共有**できる。
- WEBページ形式**で、水防活動位置や現場写真等を**地図上に一元的に表示**。
- 水防活動内容の判断の他、退避判断に必要な情報を見落とさないよう、**動的情報**（雨量、河川水位等）と**静的情報**（浸水想定区域、内水浸水実績、重要水防箇所等）を**重ね合せ表示**。

技術の特徴

(1) 現場における水防活動状況の入力・情報共有支援

■SNSからの入力

- ・SNSを用いて送信した現場状況写真は、自動的に地図上表示。
- ・水防分団等が使い慣れた方法を尊重し、機能を付加。
- ・利用自治体ニーズから、**重要度（緊急・危険・安全）の色分け表示**機能を付与。

■WEBページからの入力

- ・写真に加え、重要度、対応状況等の文字入力が可能。
- ・「河川管理施設の変状」、「浸水状況」等の項目を**プルダウン方式で選択**。

■活動位置の自動抽出

- ・活動位置を自動抽出し地図上に表示するスマートフォン向けアプリを開発。
- ・災害対策本部等が安全な場所での活動かどうかを確認できる。

■対応履歴を時系列（クロノロジー）で表示可能

(2) 指示・報告メッセージの送信支援

- 異なる伝達手段（SNS送信とメール送信）を用いた同一の指示内容を**一括で送信可能とする機能**を付与。

■対応指示に要する時間の短縮、指示漏れ等の回避。

(3) 実況情報の表示 ～動的情報～

- 雨量、河川水位、内水の浸水推定区域等の動的な情報を地図上に表示。
- 河川の基準水位超過状況や避難指示等の発令状況を、アラートとしてシステム画面上部に常に大きく表示。

(4) 事前登録情報の表示 ～静的情報～

- 事前登録した情報を、前述の動的情報と重ね合わせることが可能。
（重要水防箇所、水防倉庫、排水機場、樋門・樋管、浸水想定区域図、過去の浸水範囲、避難所・要配慮者施設等）

技術開発の効果

- 従来の大きな課題であった水防活動情報の伝達・共有に要する時間を短縮
- 現場から送られた情報等が一元的に集約され、水防活動関係部署間で**リアルタイムに共有**



○水防活動内容の**迅速かつ適確な判断**を可能とし、時々刻々と変化し要請される**水防活動時間を創出**するとともに、現場での**活動者の安全確保**にも寄与。

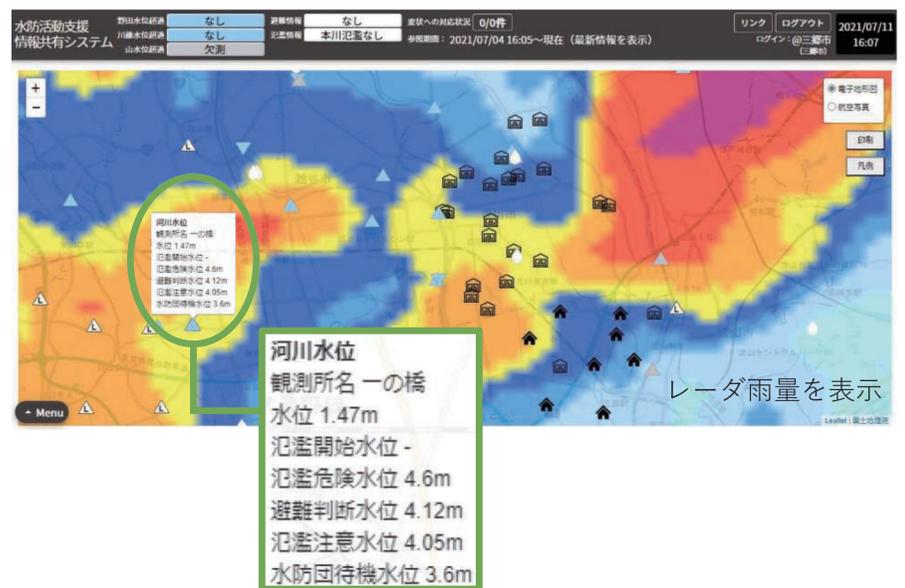
○もって、地域の防災・減災につながると考えられる。



(1) 現場から入力された写真の地図表示（重要度ごとに色分け）と対応履歴の時系列（クロノロジー）表示



(3) (4) 実況情報と事前登録情報の重ね合わせ表示



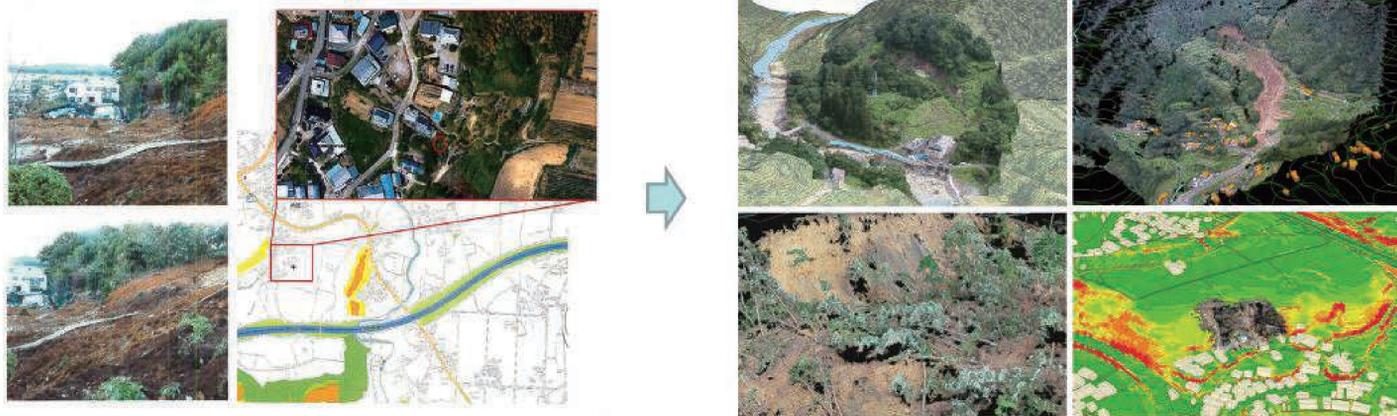
地すべり災害対応のBIM/CIMモデル

地すべり災害対応へのBIM/CIMモデルの活用技術

応募者名：国立研究開発法人土木研究所
 技術開発者：〔国立研究開発法人土木研究所〕 杉本 宏之・竹下 航

技術の概要

- 災害時の緊急対応では、災害の**全体像を把握**し、関係機関で**情報共有**しながら対応することが重要。
- カラー点群データとオープンデータ等による**BIM/CIMモデル**を短時間で作成し、**バーチャル現場**として災害対応に活用する手法を開発。

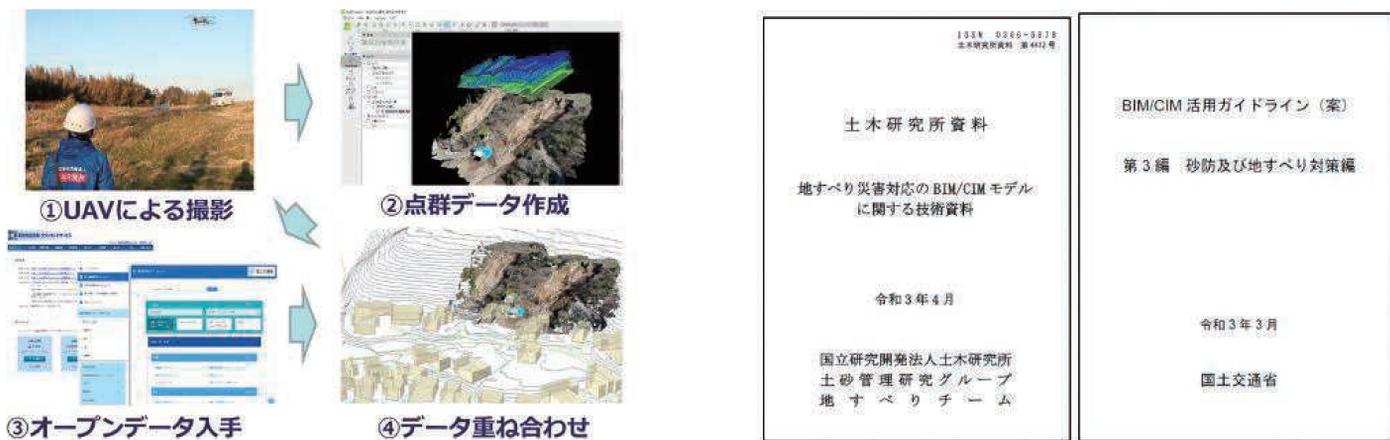


従来の災害初動時の地図・写真の例

地すべり災害対応のBIM/CIMモデル

技術の特徴

- 災害状況を**発災当日にバーチャル現場化**することが可能で、特殊な技術は不要。
- 災害対応に特化したモデル**では初めて国土交通省「BIM/CIMガイドライン」に採用。詳細は「土木研究所資料」として公表。



1日以内と迅速にBIM/CIMモデル作成が可能

BIM/CIMガイドライン初の災害対応に特化したモデル

技術開発の効果

- カラー点群データによる災害現場の3D化（バーチャル現場）により、**災害の全体像把握**や関係機関の**情報共有**が容易。
- 地形・地質等のオープンデータの活用で、発生原因・災害リスクの分析、応急対策工の検討等も可能となり、**迅速な災害対応**に貢献。



カラー点群による状況把握

発生原因・災害リスクの分析、
応急対策工の検討

関係機関との
情報共有

迅速な災害対応

自走式床版搬送据付装置

アームローラー工法

応募者名：丸栄コンクリート工業株式会社
 技術開発者：〔丸栄コンクリート工業株式会社〕 阪口 裕紀

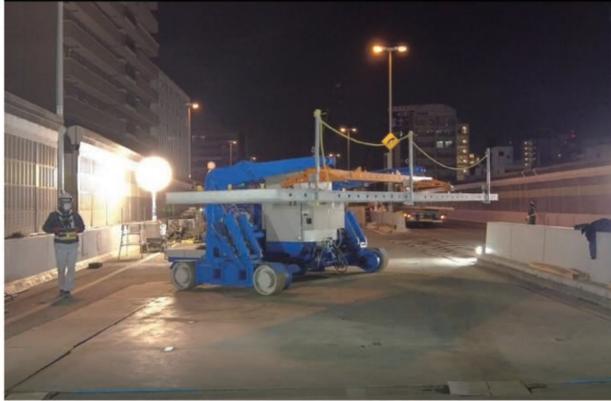
技術の概要

床版の架け替え工事は、既設の橋梁や高架橋でクレーンを使用して行われるため、施工現場での通行止めや車線規制が必要になるだけでなく、現場条件によっては各種制約への対応や周辺対策等が必要になり、社会経済活動等に与える影響が大きいという問題を抱えている。本技術は既設の橋梁や高架橋における床版架け替え工事が抱える課題を解決するため、プレキャスト床版を搬送し据え付ける専用の施工装置を開発した。

① 製品荷取り



② 装置旋回



③ 製品搬送



④ 製品設置



⑤ 装置後退



⑥ 装置旋回



技術の特徴

- ① PCa床版をトラックから直接取り受け、把持した状態で前後進・旋回・床版の上げ下げができ、正確かつスムーズに床版の据え付けまでの一連の作業を装置単独で行うことができる。
- ② 左右の走行車輪が独立して駆動する機構を有しており、位置を変えずに360度旋回が可能である。クレーンを使用せず、2車線分の作業スペースで一連の据え付け作業を行うことができる。
- ③ クレーンに比べてはるかに軽い装置重量、かつ車輪位置を主桁位置に合わせて変更可能な機構を有しており、床版掛け替えの際の桁等の補強が不要あるいは大きく削減することができる。
- ④ PCa床版の搬送・据え付けだけでなくカットした床版の撤去・搬送にも使え、さらに専用アタッチメントの装着により、高欄の搬送・据え付け等の他の用途にも対応できる汎用性・展開性を有している。



技術開発の効果

- ① 床版30枚のプレキャスト床版架設工における積算検討では、160tクレーンを使用して設置する従来工法と比較して、約20%の工事費削減ができる。
- ② PCa床版架設においては、1枚の床版架設（床版受取～床版据え付け完了）に要した時間が最短18分と計測され、従来の約半分の時間で架設できる可能性が証明され、施工速度の向上効果が大きく、通行止め期間を大きく短縮することができることが証明された。