

代替工法のための燃料デブリ切削・集塵技術の実現可能性検討事業 <大成建設株式会社>

目的と目標

本事業は、燃料デブリ切削用遠隔ロングボーリング技術の開発をテーマに、燃料デブリ取出し代替工法をサポートする要素技術の実用化に資することを目的としている。

目標としては、極めて高硬度で多様な物性が予想される燃料デブリを、新開発するロボットボーリングマシン及び新設計のダイヤモンドビットでオペフロレベルからのロングボーリングで切削し、切削時の粉塵、冷却水、燃料デブリを回収するための、機材及びシステム概念と実現可能性の検討を行い、具体的な開発計画を立案することとした。

TMI-2で実績のあるボーリング技術に、最新技術を適用して安全、効率的で信頼性の高い燃料デブリ切削技術を確立する。

事業の概要と特長

作業に必要な周辺機材を含めたシステム開発に近いスコープ

遠隔ロボットボーリングマシン

- マシンのチルト、スイングでオペフロの開口1箇所から複数箇所を掘削。
- オペフロから35 m以上のロングボーリングに対応したロッド支持構造。
- 新開発のロッド自動継ぎ足し機構、ビット自動交換機構を搭載。
- 全操作が自動を含む遠隔操作で、クローラータイプの自走式。
- ロータリーパーカッションなど多目的な削孔に対応可能な仕様。

ダイヤモンドビット、ドリリングツールズ

- PDC、サーフェイス、インプリを基本に、多様な物性のデブリに対応。
- 新設計による特殊ビット形状、ダイヤモンド及びマトリックス仕様。
- 掘削の確実性の高いノンコアビット、コアを残すコアビットの両タイプ。
- 燃料デブリコア試料採取に対応したドリリングツールズ。

粉塵、燃料デブリ回収・収納システム

- 送水削孔で発塵がほとんどないため、粉塵抑制装置を補助的に使用。
- TMI-2の実績を参考として、燃料デブリ吸引・搬送システムを新開発。
- 1Fで検討中の小型収納管に対応する、セパレータ内蔵の回収装置。

遠隔作業の補助システム

- 燃料デブリの寸法・形状を把握する写真計測システム。
- 作業エリアの無線による線量モニタリングシステム。
- 上記マシンシステムとの併用によって遠隔作業の安全・円滑化を図る。

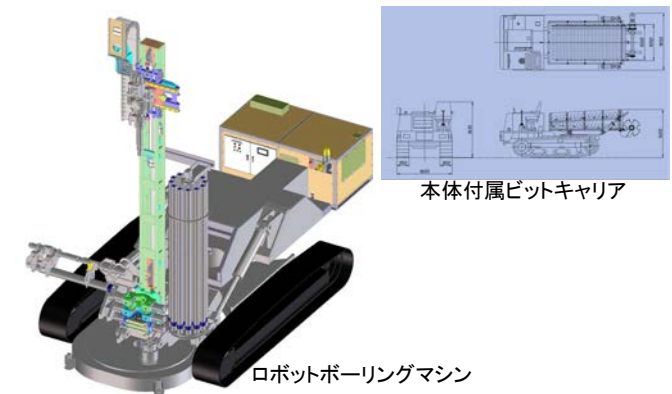
特に力を入れている点、得意分野の活用



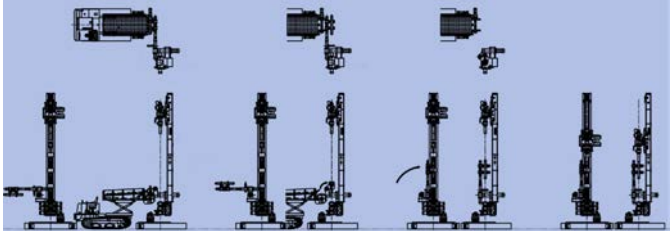
- 実施体制にボーリング機材でトップの鉦研工業(株)、(株)クリステンセン・マイカイ。
- 世界レベルの技術を適用した、効率的かつ実効性のある技術開発計画。

得られた成果

➤ ロボットボーリングマシン



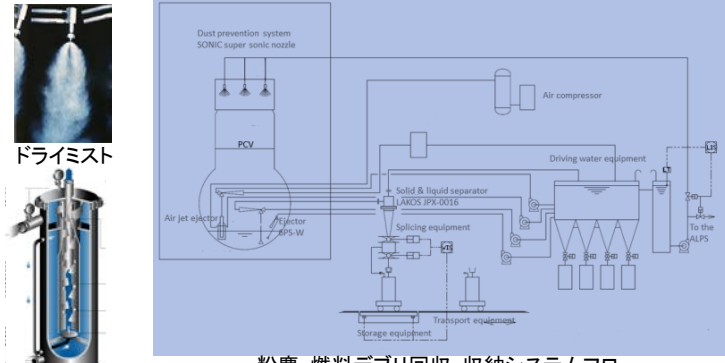
本体付属ビットキャリア



ビット自動交換フロー

- ロボットボーリングマシンの概念
- ロボットボーリングマシン各部構造
- ロボットボーリングマシン設計仕様
- ロボットボーリングマシン基本計算
- ロッド支持方法、先端定着方法
- ロッドの寸法仕様、形状
- ロッド自動継ぎ足し方式、手順
- ビット自動交換方式、手順
- 付属ビットキャリアの概念、仕様
- ボーリングマシン自動制御フロー
- 遠隔操作システム、油圧・電気系統
- ロングボーリングへの対応策
- 実証試験用構台の概念、エレベータ
- 現地組立、配置、準備作業手順
- マシン点検計画

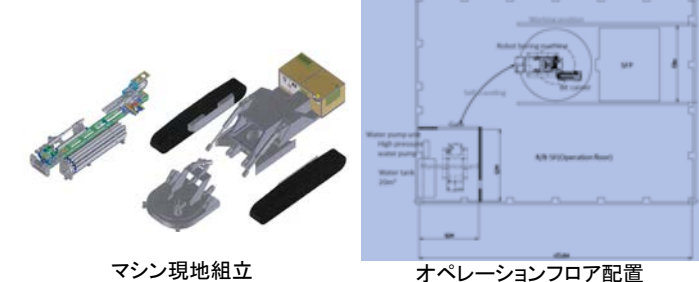
➤ 燃料デブリ回収・収納システム



粉塵・燃料デブリ回収・収納システムフロー

- 粉塵抑制装置の概念
- 燃料デブリ回収・収納装置の概念
- 燃料デブリ回収・収納システムフロー

➤ 現場適用の検討



マシン現地組立

オペレーションフロア配置

➤ 開発スケジュール、コスト

- 開発スケジュール及びコストを検討
- 最短2年間で開発可能の見通しを得た
- 平準化を考慮し、実施期間を4年間に延伸

開発スケジュール

Item / Year	FY1 (2015)	FY2 (2016)	FY3 (2017)	FY4 (2018)	FY5 (2019)	FY6 (2020)
Robot boring Machine	Detailed design Detailed manufacture test	Prototype production Prototype test	Prototype development/operation Operation test	Demonstration test (2017) Scale-up test	Comprehensive test	Application
Bit & Drilling tools	Debris test piece design & manufacture 440t test Test preparation	Debris test piece manufacture 440t test 440t test	Debris test piece manufacture 440t test 440t test	Debris test piece manufacture 440t test 440t test	Debris test piece manufacture 440t test 440t test	Application
Fuel debris collection & storage	Storage equipment basic design Sector development test	Storage equipment detailed design Sector development test	Storage equipment detailed design Sector development test	Storage equipment detailed design Sector development test	Storage equipment detailed design Sector development test	Application
Photogrametric measurement	Photo device basic design Photo device detailed design test	Photo device detailed design test Photo device prototype	Photo device detailed design test Photo device prototype	Photo device detailed design test Photo device prototype	Photo device detailed design test Photo device prototype	Application
Dose monitoring	Monitoring device design test Monitoring device manufacture	Monitoring device manufacture Monitoring device test	Monitoring device manufacture Monitoring device test	Monitoring device manufacture Monitoring device test	Monitoring device manufacture Monitoring device test	Application
Major Achievements	Type D drill pipe prototype Drill pipe manufacture test Drill pipe manufacture test Drill pipe manufacture test Monitoring device design test	Storage machine prototype (2016) Storage machine operation test 440t test 440t test Monitoring device prototype	Bit carrier prototype Storage machine operation test 440t test 440t test Photo device design test Monitoring device prototype	Storage machine demonstration Storage machine operation test 440t test 440t test Photo device design test Monitoring device prototype		

➤ ダイヤモンドビット

Noncore bit 95 mm

- Large cuttings (6 Blade)
- Fixture (Concave shape) Shell (Outer member)
- Fixture (Concave shape) Shell (Outer member)
- Fixture (Concave shape) Shell (Outer member)

● More efficient
Soft to Medium rock

● Medium to Hard rock

● Hard rock

● Hard rock

- 13種類の新設計ダイヤモンドビット
- 各ビットの基本仕様、設計意図
- 模擬デブリ試験体(2タイプ)の概念
- 4ステップによる効率的開発フロー
- TMI-2適用ビットとの比較
- コア試料の採取方法、装置概念
- ドリリングツールズ概念

Core bit 95 x 57 mm

- PDC + metal hybrid Shell (Outer member)
- Same shape as TMI-2 Shell (Outer member)
- Stability (Convex shape) Shell (Outer member)
- Fixture, Stability Shell (Outer member)

● Metal cutting
Soft to Medium rock

● Soft to Medium rock

● Medium to Hard rock

● Hard to Extra hard rock

模擬デブリ試験体①

模擬デブリ試験体②

Principle: Shearing, Fracture

Large cuttings

Efficient

PDC bit

Principle: Grinding

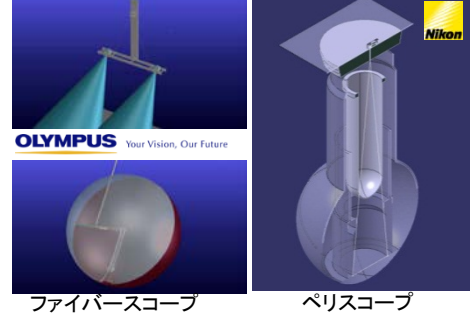
Small cuttings

Steady

Impregnated bit

新設計のダイヤモンドビット(一部)

➤ 写真計測装置

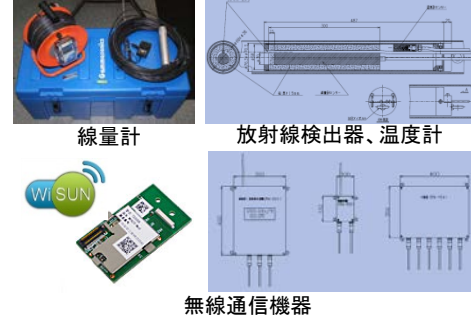


ファイバースコープ

ペリスコープ

- 写真計測装置の概念
- 照明装置の概念
- 解像度の確認
- 写真計測適用性確認

➤ 線量モニタリング装置



線量計

放射線検出器、温度計

- モニタリング装置概念
- 高線量対応の検出器
- 無線通信規格、機器
- 温度計

今後に向けた課題

- 詳細設計、試作及び動作確認試験
- 35m空間掘削を模擬した実証試験
- 工法とのインターフェース検討
- 補助設備の詳細検討とシステム化
- ペDESTALから5Fへのスラリー排水経路
- 実環境での先行実証・改良(コア試料採取)