

目的と目標

本事業は、東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策に資する技術の開発を支援する事業を中長期ロードマップに基づき行うことで、福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策を円滑に進めることを目的とします。技術戦略プラン2015に示された燃料デブリ取り出しの3工法を対象として、各工法の実現性を評価するために必要な要素技術の開発・評価を行う燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業の部分提案事業者として『燃料デブリの切削・集塵技術の性能に関する試験』を実施し、技術成熟度(TRL)をレベル4に向上することを目標とします。

事業の概要と特長

平成25年度補正予算廃炉・汚染水対策事業費補助金事業に係る公募で実現可能性を検討した、燃料デブリ切削用遠隔ボーリング技術の検討結果に基づき、ロボットボーリングマシンによる燃料デブリの切削・集塵・回収等の基盤技術開発を実施した。

1. ロボットボーリングマシン

ロボットボーリングマシンの開発を行い、基幹部品となるガイドケーシング・ドリルヘッド・ロッドチェンジャ・ロボットアーム等を開発し、性能試験で動作確認、性能確認を行った。

また、ガイドケーシングセット、自動切削、ロッド回収、ケーシング回収など従来作業員が手作業で行っていた運転・メンテナンス作業の自動化を行い、基本動作が可能であることを確認し、無人・遠隔・自動化施工に対応できる基本的見通しを得た。

2. ビット

① ダイヤ種別適合性評価

燃料デブリ切削用ダイヤモンドビット開発のため、インプリ・サーフェイス・PDCの3種類のダイヤモンド砥粒別の模擬燃料デブリ切削に対する適合性を評価し、インプリ・PDCを選定した。

② 切削性能評価

選定したインプリ・PDCについてコアビット及びノンコアビットの用途別のビットを開発するため、切削性能試験を諸条件を変え模擬デブリ試験体に対して行った。インプリ・PDC共にデータを蓄積し、現場適用の可能性を確認した。

さらに上記(φ46mmビット)の開発成果に基づくφ95mmビットの設計、試作を行いφ46mmビットと同等の切削性能が得られることを確認した。さらに、φ95mmノンコアビットはロボットボーリングマシンに装着しても同様の性能を示すことを確認した。

3. 集塵・回収・収納装置

送水設備で駆動水を供給して水ジェットエダクタ内に真空状態を作り、切削スライムを吸引し、遠心分離式固液分離装置で水と切削スライムに分離させることを目的としている。

水ジェットエダクタを使用した吸引・汲上試験で基本性能、適用性を確認し、沈殿したスライムの吸引、汲上が可能であることを確認した。また、次期開発のための知見を得られた。

ダイヤフラムポンプ、固液分離装置を使用した試験で基本性能、適用性を確認した。

送水削孔のため発塵はないが作業環境の残留粉塵抑制に使用するミストの性能試験を実施した。ビニールフィルムで覆った中に模擬粉塵を充填させミストによる粉塵の捕捉効果を確認し、煙状の粉塵に対しても小径ミストによる粉塵抑制が効果的であることを確認した。

4. 写真計測装置・線量モニタリング装置

写真計測装置に関しては、オペフロからの撮影体系を模擬した撮影試験、画像の写真計測解析を実施し、写真計測の基本性能を確認した。

線量モニタリング装置に関しては、小型で線量・温度・湿度センサーを搭載した装置を開発し、対放射線性能試験を行い、高線量領域での適用性を確認した。

これまでに得られた成果

1. ロボットボーリングマシン

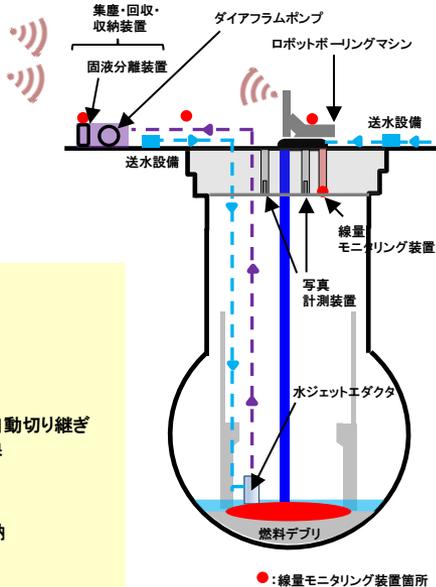


ロボットボーリングマシン

ロボットボーリングマシンR100T-2.0仕様

項目	仕様	
型式	R100T-2.0	
掘削口径	標準 101 mm	
無人掘削長さ	12m	
寸法 (作業時)	全長	8,720 mm
	全巾	2,800 mm
	全高	7,260 mm
重量	全整備重量	18,000 kg
	回転数	500 rpm
能力	トルク	1,500 - 2,000 N·m
	ストローク	4,050 mm
	給進力 (引き)	機械出力 100 kN
	給進力 (押し)	機械出力 60 kN
電動機	75kW-4P 電動機	
駆動と操作	駆動方式	全電気油圧式
	操作方式	自動を含む遠隔操作方式

遠隔操作室
 ロボットボーリングマシン
 線量モニタリング装置
 写真計測・炉内観察



●: 線量モニタリング装置箇所

事業実施計画の概要

ガイドケーシングセット

自動切削

- ロッドの自動切り継ぎ
- ビット交換

ロッド回収

- ロッド収納

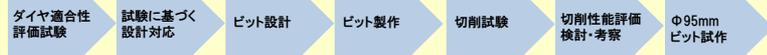
ガイドケーシング回収

切削完了

自動運転フロー

2. ビット

ビット開発フロー



ビット種別と性能評価

ビット種別	切削速度	ビット強度/ 耐久性	貫入自傷/ バイブレーション影響	カッピング/ スライズ/ 回収容易性	切削距離/ 切込量	設計自由度	評価	開発課題
インプリ	◎ 比較的高い	◎ 強固のための無理が大きく 自主作用有	◎ 貫入可能で 振れの影響を 軽減しにくい	◎ 削り ・回収容易	◎ 研削 ・鋭角 ・切込量少	◎ デザイン形 状の自由度 が高い	◎ 適合性高い	● 切削性能向上 ・ビットライフ延長
サーフェイス	◎ ×-△ 常時高い	◎ ×-△ 切削条件の 影響が大きく 硬質しにくい	◎ 貫入が難しく く、タイヤが 故障傾向	◎ 削り ・回収容易	◎ 研削 ・切込量少	◎ 一定範囲で 設計自由度 がある	◎ 適合性低い	-
PDC	◎ 適合性は 最も高く 強靱性と TMR実績 に期待	◎ ○-◎ 小径位する が強度は比 較的劣り再 耗ち少ない	◎ カッター部 害・角質で 切削距離安 定性を向上 切戻しを 抑制	◎ ○-◎ ビットデザ インと切削 条件で決ま り回収可能	◎ 研削 ・鋭角 ・切込量大	◎ PDCカッター による制約 があるが変 更可	◎ 適合性高い	● 切削性能向上 ・ビットライフ延長 ・ノックアウトの デザイン

インプリコアビット



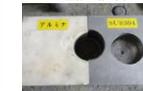
共通試験体



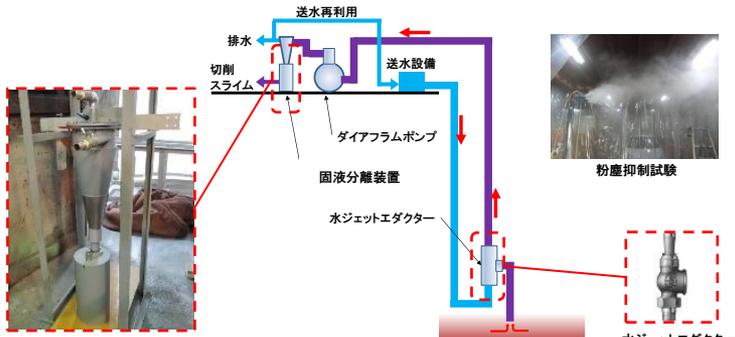
インプリノンコアビット



共通試験体



3. 集塵・回収・収納装置

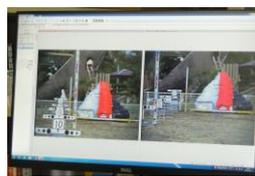


固液分離装置

回収・収納装置設計、製作

水ジェットエダクター

4. 写真計測装置・線量モニタリング装置



写真計測モニタ画面



炉内写真計測用プローブ



炉内線量測定用プローブ耐放射試験



線量計