

1号機 ガレキ撤去作業時の ガレキ落下防止・緩和対策の実施について

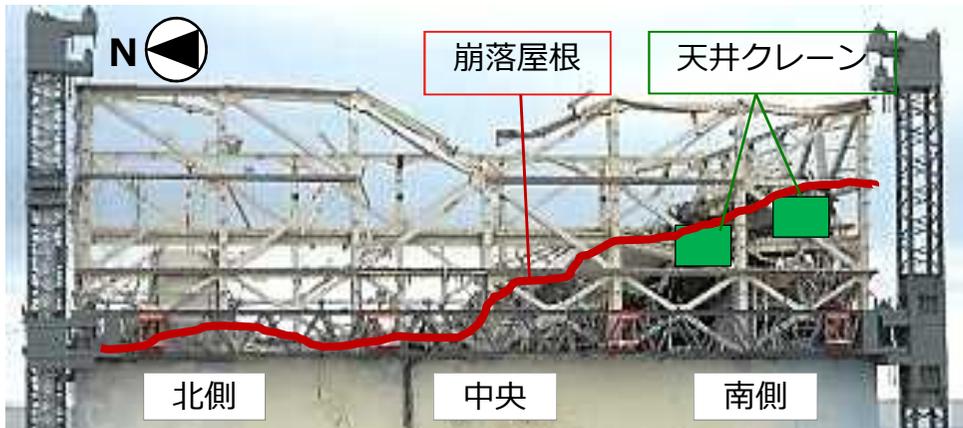
2020/1/30

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. ガレキ撤去開始前のオペレーティングフロアの状況（崩落屋根下） TEPCO

- 原子炉建屋の屋根は、水素爆発の影響によりオペレーティングフロア（以下、オペフロ）に落下し、北側はオペフロ床上に、南側は天井クレーンの上に落下。また、崩落屋根はつながった状態で、北側から南側に向かって隆起している状況。
- 崩落屋根は、ルーフブロック等、屋根スラブ、デッキプレート、屋根鉄骨が重なっている。

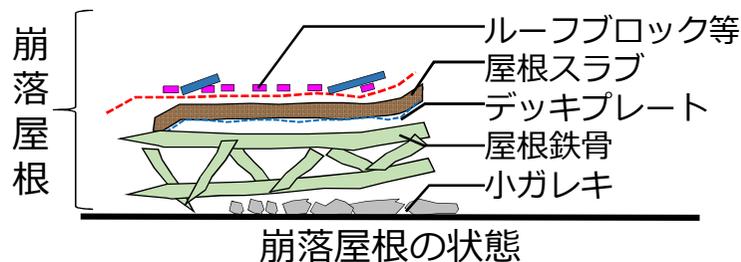


オペフロ上の崩落屋根状況（西面）

※防風フェンス取付前の写真を使用

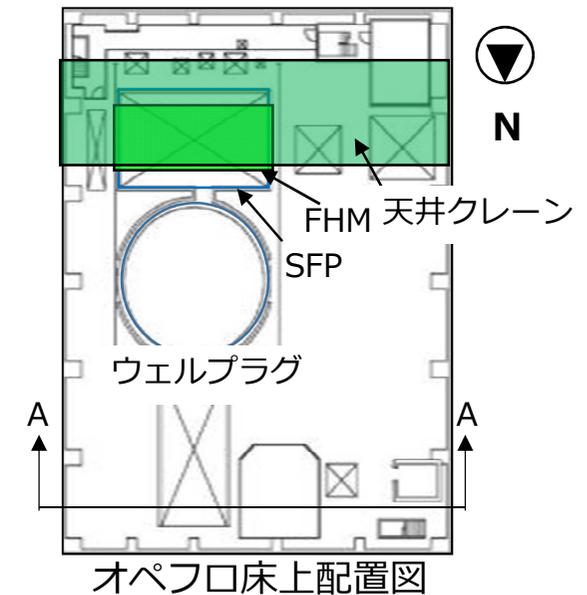


オペフロ上の崩落屋根状況（平面）



2. ガレキ撤去開始前のオペレーティングフロアの状況（崩落屋根下機器等） **TEPCO**

- オペフロ南側では、SFP上にFHM及び天井クレーンが配置されており、崩落屋根が天井クレーン上に落下している状況。
- 天井クレーンは、北側ガーダが変形してFHMに接触しており、トロリが傾いている状況。
- FHMは、中央部および脚部の一部が変形している状況。



3. ガレキ落下防止・緩和対策の全体概要及び目的

- 南側ガレキ撤去に際し屋根鉄骨・ガレキ等が落下するリスクを可能な限り低減するため、崩落屋根下についてガレキ落下防止・緩和対策を実施する。

①SFP養生

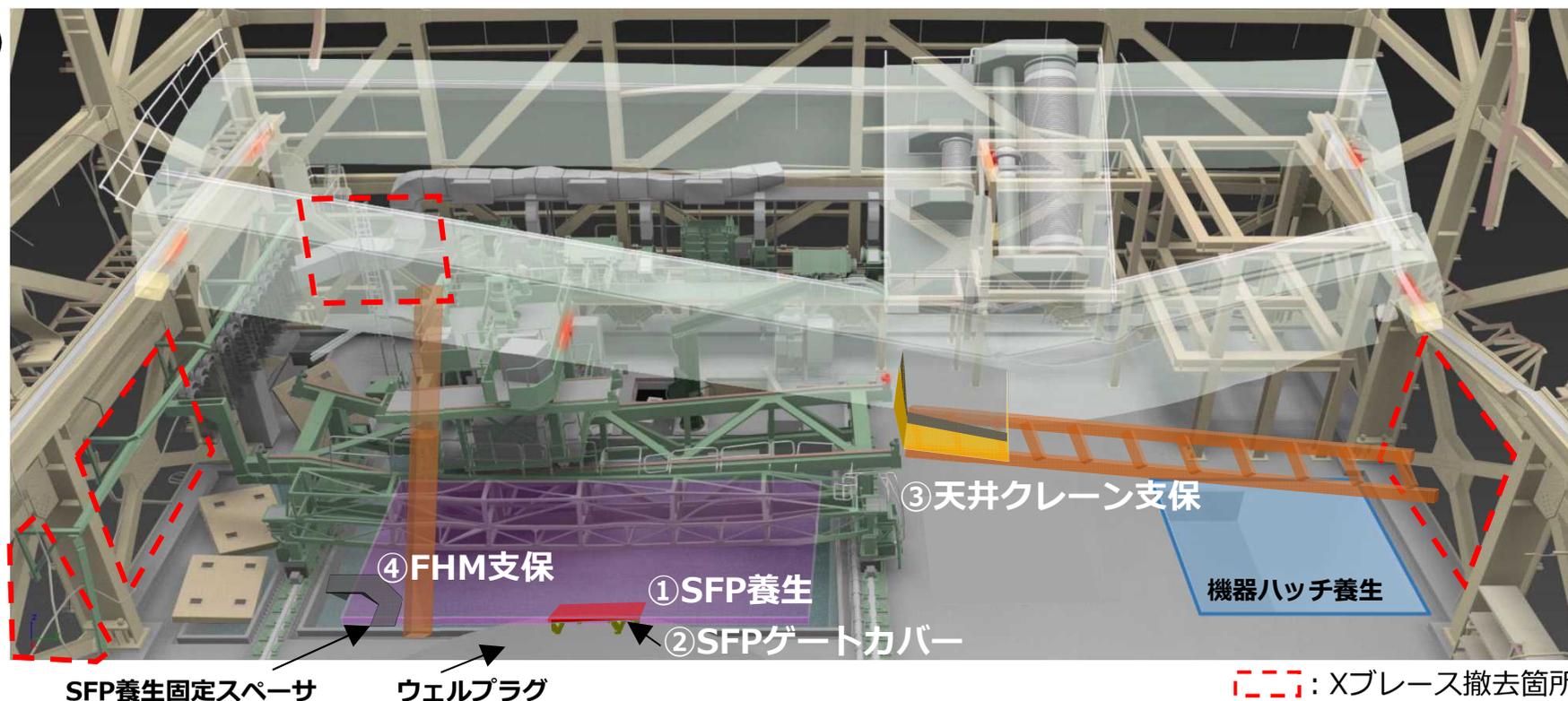
- 屋根鉄骨・小ガレキ等がSFPに落下した際に燃料等の健全性に影響を与えるリスク低減

②SFPゲートカバー

- 屋根鉄骨・小ガレキ等がプールゲート上に落下した際のプールゲートのずれ・損傷による水位低下リスクを低減

③天井クレーン支保、④FHM支保

- 屋根鉄骨・小ガレキ等撤去により、天井クレーン/FHMの位置ずれや荷重バランスが変動し天井クレーン落下に伴うダスト飛散のリスク及び燃料等の健全性に影響を与えるリスク低減



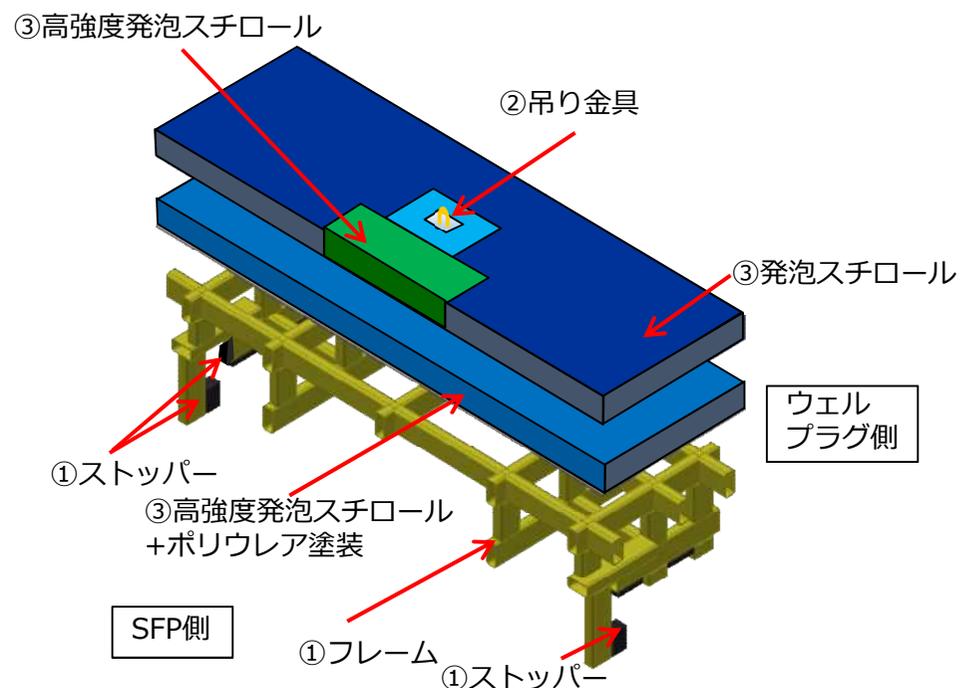
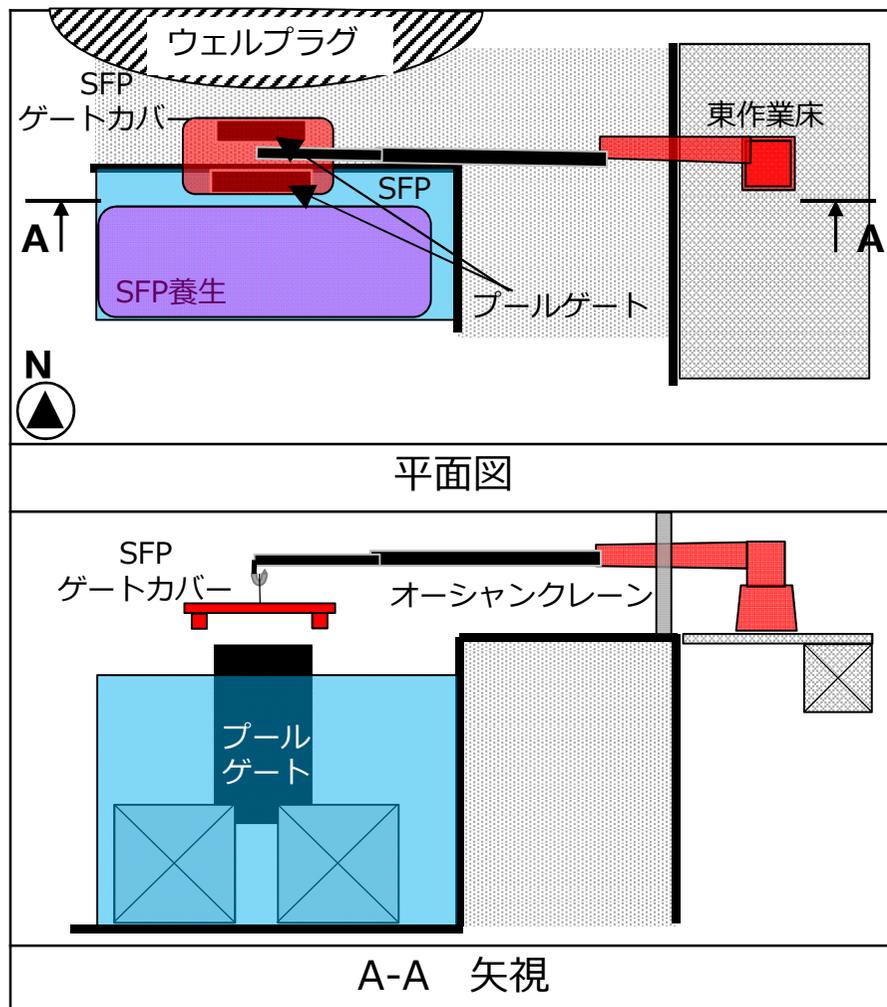
4. SFP養生設置概要

- 原子炉建屋東側に設置した作業床に養生バッグ投入装置を設置し、巻物状にした養生バッグをSFPに投入（①～③）。投入完了後に養生バッグを空気で展張させ（④）、展張後にエアモルタルを注入して設置完了（⑤）。

<p>①養生バッグ設置</p> <p>養生バッグ</p> <p>バッグ投入装置（東作業床）</p>	<p>②バッグ投入（開始）</p> <p>SFP</p>	<p>③バッグ投入（完了）</p>
<p>④バッグ展張</p>	<p>⑤エアモルタル注入・設置完了</p>	<p>配置イメージ</p>
<p>展張（北⇒南）</p>		<p>ウェルプラグ</p> <p>投入装置</p> <p>SFP</p> <p>養生バッグ</p> <p>西作業床</p> <p>東作業床</p> <p>南作業床</p>

5. SFPゲートカバー設置概要及び構造

- 東作業床に設置したオーシャンクレーンにより、遠隔操作にてプールゲートに接触しないようプールゲート上部に設置する。



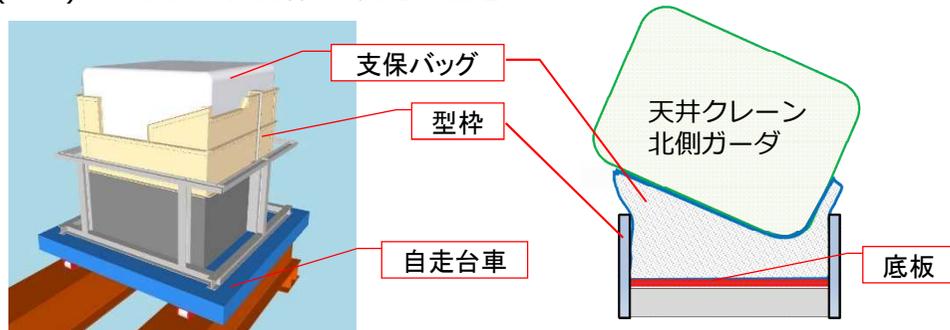
図：SFPゲートカバー概略図

6. 天井クレーン支保、FHM支保概要

- 天井クレーン・FHM落下対策として、天井クレーンとFHMに対してアクセス可能で効果的な位置に支保材と支保梁の設置を実施する。

天井クレーン支保	FHM支保
西作業床から北側ガーダV字変形部の下部に支保材を設置する	南作業床から損傷程度の大きいFHM東側サドル部近傍のFHM下部に支保梁を設置する

(※1)天井クレーン支保材 概略構造を以下に示す



天井クレーン支保材概略構造

支保バッグ設置 断面イメージ

支保バッグ 仕様			
外形	W2000mm×L1850mm×H630mm		
材質	外装	天端面	ポリエステル (内袋1層+外袋2層)
		側面・底面	高強度ポリエステル (内袋1層+外袋1層)
充填材	無収縮モルタル		

7. 天井クレーン支保設置概要

- 西作業床から支保材を挿入するためのレールを設置し（①～②）、レール上に支保材（自走台車+バッグ）を設置して北側ガーダのV字変形部下部まで自走させる（③～④）。その後、支保材のバッグに無収縮モルタルを充填し、ガーダ形状に倣った支保材を形成させる（⑤）。

①レール挿入	②レール設置	③支保材・台車設置
<p>西作業床</p>	<p>北側ガーダ</p>	<p>クレーン支保材（自走台車+バッグ）</p>
④台車自走完了	⑤モルタル充填、設置完了	配置イメージ
	<p>北側ガーダ</p> <p>FHM</p> <p>モルタル充填箇所</p>	<p>ウェルプラグ</p> <p>SFP</p> <p>天井クレーン</p> <p>西作業床</p> <p>東作業床</p> <p>南作業床</p>

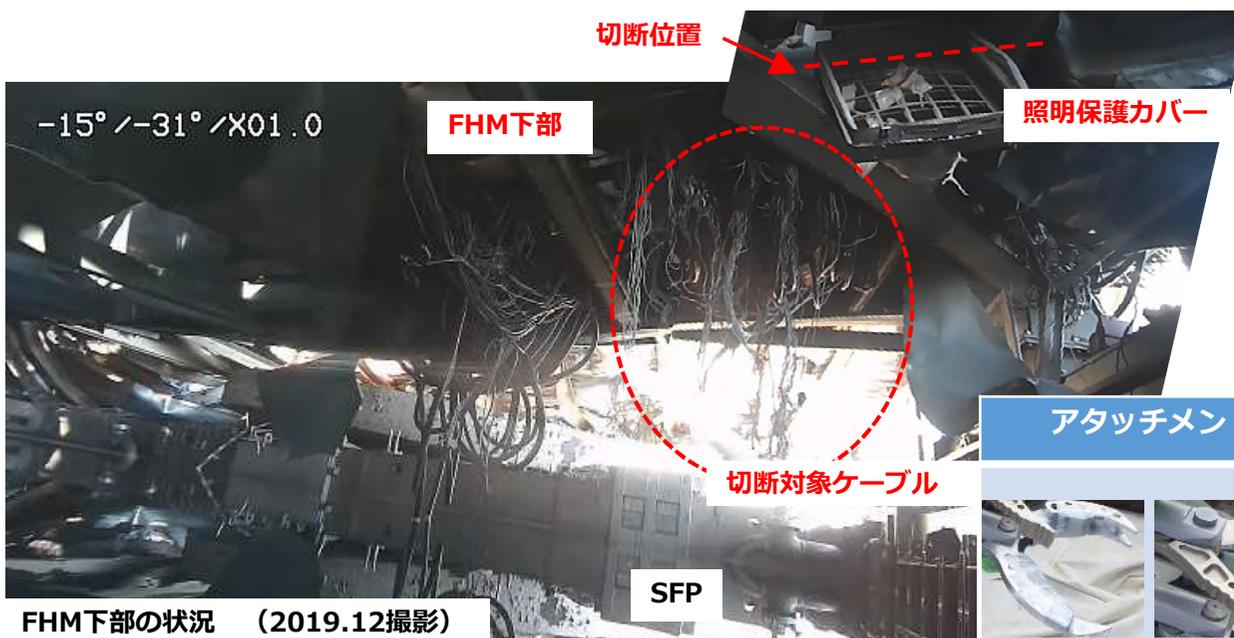
8. FHM支保設置概要

- 南作業床に梁挿入装置及び支保梁を設置し (①)、梁挿入装置及びガイドローラを用いて支保梁をFHM下部に挿入する (②～③)。その後、支保梁とFHMの隙間に矢板を設置して支保梁の固定を行う (④～⑤)。

①支保梁設置	②支保梁挿入	③支保梁挿入 (拡大図)
④矢板設置	⑤支保梁設置 (完了)	配置イメージ

9. FHM下部支障物撤去

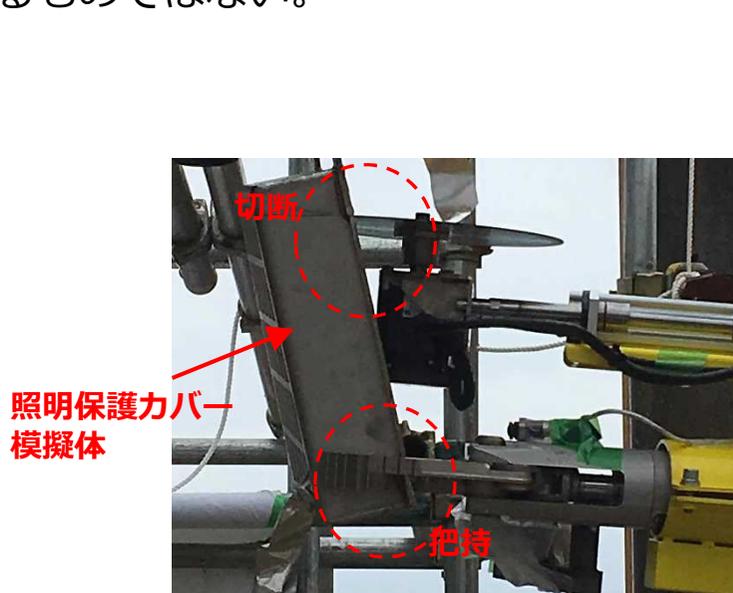
- FHM支保の設置では南作業床から支保梁を挿入するが、挿入作業に支障となる照明保護カバー及びケーブルを撤去する必要がある。
- 撤去作業には、南作業床にマルチハンドブームロボットを設置して、マルチハンドロボット先端にアタッチメントを装着し、撤去対象を把持して切断、撤去する。



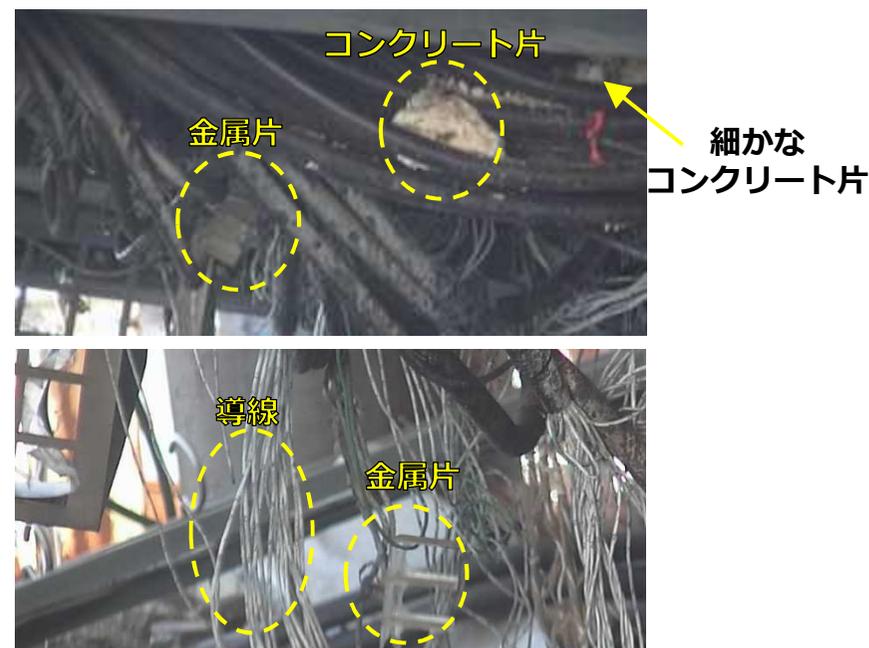
アタッチメント	工法	用途
	把持	切断時の把持
	押し切り切断	ケーブルの切断
	機械的切断	照明保護カバーの切断 (火気養生あり)

10. 支障物の撤去方法

- 支障物である照明保護カバーおよびケーブルについては、マルチハンドブームロボットで把持した上で切断、撤去を実施し落下防止を図る。
- なお、ケーブルに絡まっているコンクリートなどの小ガレキは落下するが、燃料に影響を与えるものではない。



図：モックアップ試験写真



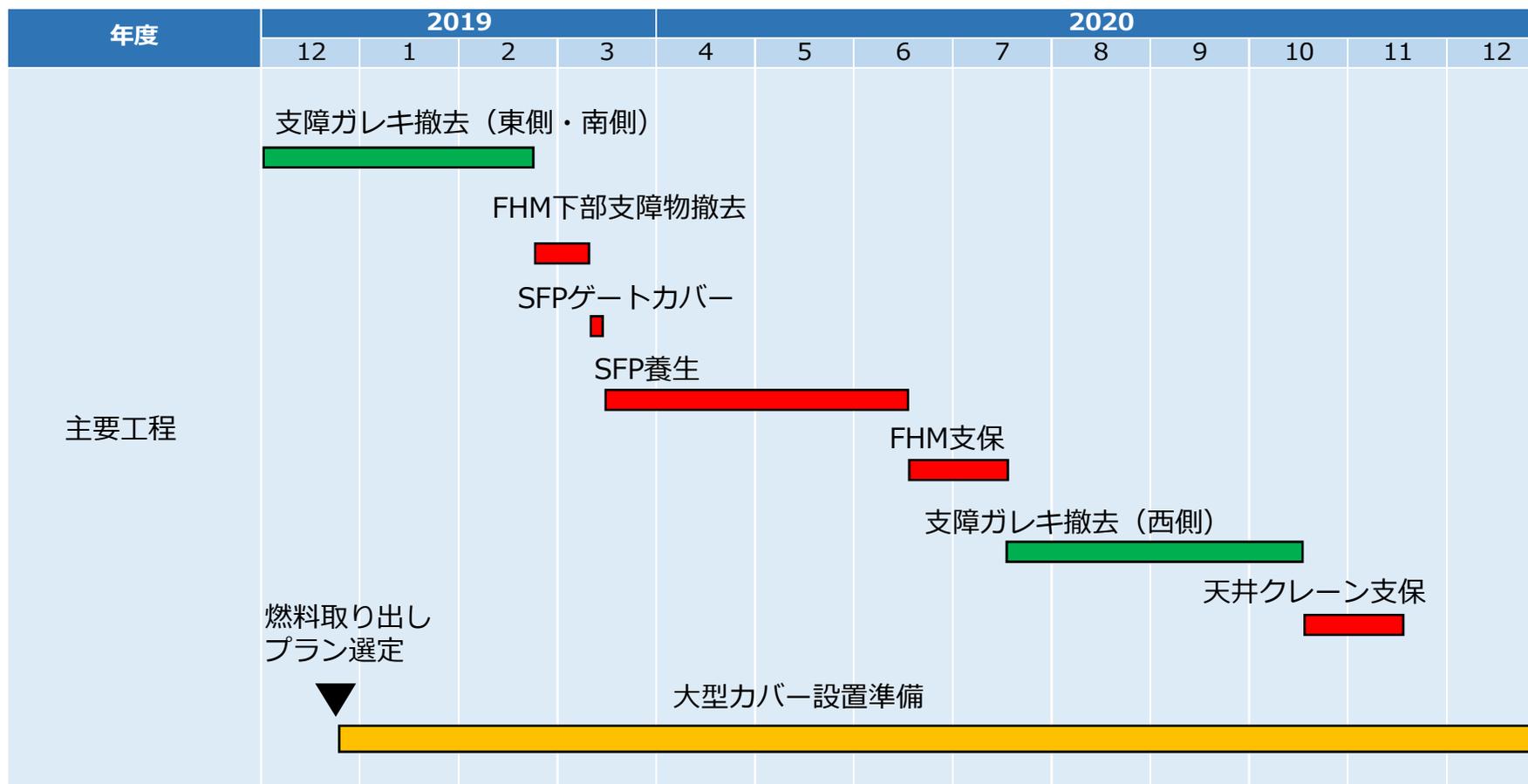
ガレキ名称	員数	推定寸法(mm)	推定質量(kg)
金属片	2※1	(最大) 100×40×10	~0.3
コンクリート片	1※1	φ100程度	~1.5
導線	(0~数本) ※2	(最大長さ) 2200程度	~0.2/m

※1 現状ケーブル内部に確認できる員数

※2 導線束を把持して切断するが、把持した束と切断する導線が一致しない場合、落下するリスクがある

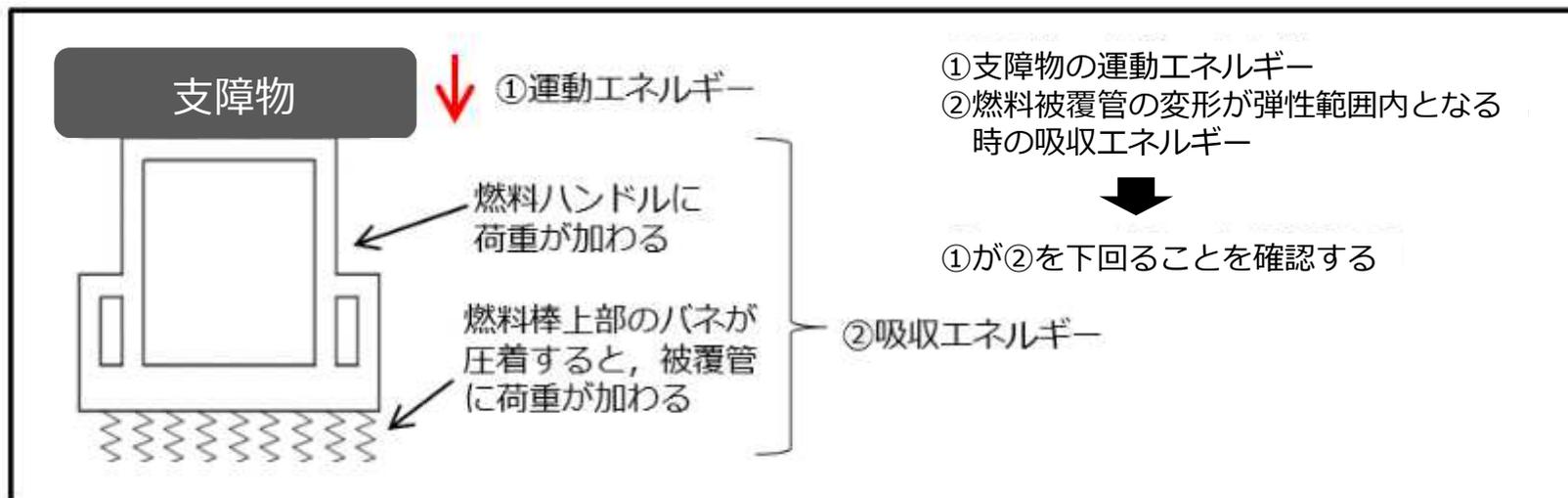
11. スケジュール

- SFP周辺小ガレキ撤去により必要な作業空間が確保でき次第、SFPゲートカバー、SFP養生、FHM支保及び天井クレーン支保を実施する予定。
- ガレキ落下防止・緩和対策の実施に向けて、事前にトレーニングを行い万全な体制を整えた上で安全最優先に作業を実施する。



※工事進捗などにより工程が変更する可能性がある

- 万一、支障物が落下した場合において、燃料へ与える影響は以下の通りである。
 - 支障物が燃料ハンドルに衝突すると、ハンドル及び燃料棒上部に取り付けられているバネに荷重が加わり、バネが圧着すると燃料被覆管に荷重が加わる。
 - 荷重により生じる燃料被覆管の変形量が弾性範囲内となるときは燃料被覆管等に吸収されるエネルギー（以下、吸収エネルギー）よりも、支障物の運動エネルギーが小さければ、燃料被覆管の変形は弾性領域内にとどまる。
 - 支障物の中で最大重量である照明保護カバー（約5kg）が落下した場合の運動エネルギーを評価した結果、吸収エネルギーを下回ることから、燃料への影響はないと考えられる。



【参考】 SFP養生バッグ設置作業モックアップ試験

- 投入作業性試験：投入装置を用いて養生バッグを模擬プールに投入(①～③)
- 展張試験：養生バッグを模擬プールに投入しエアにより展張(④、⑤)
- 充填試験：養生バッグを展張させた状態からエアモルタルを充填(⑥)

①養生バッグ投入



②バッグ着水



③バッグ投入完了



④エアによる展張開始



⑤展張完了



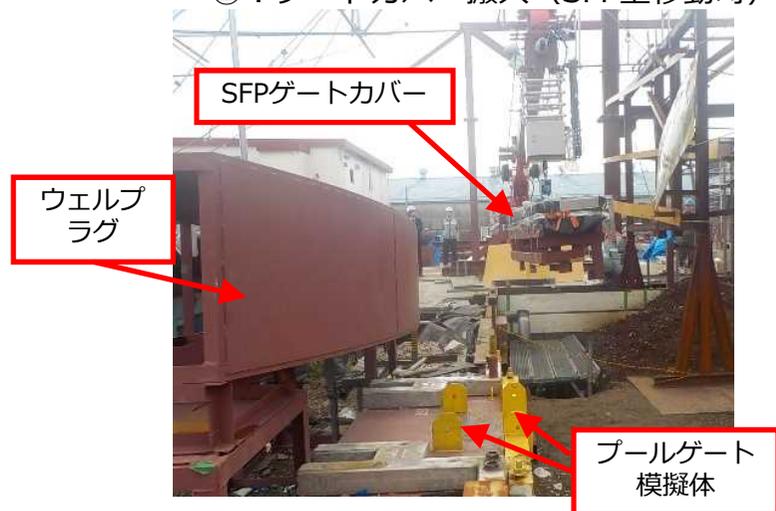
⑥エアモルタル注入後



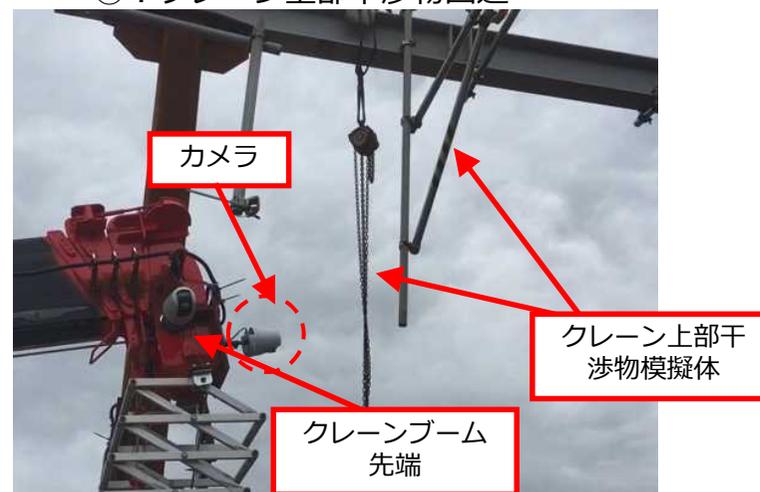
【参考】 SFPゲートカバー設置作業モックアップ試験

- 設置作業性試験：クレーン上部の干渉物に接触することなく搬入(①、②)
プールゲートに接触することなく、SFPゲートカバーを設置する(③、④)

①：ゲートカバー搬入（SFP上移動時）



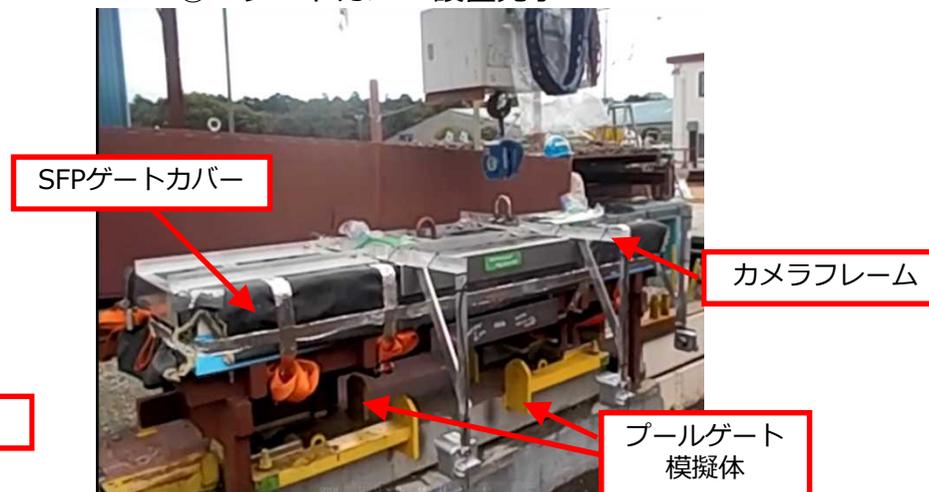
②：クレーン上部干渉物回避



③：ゲートカバー設置（途中）



④：ゲートカバー設置完了



【参考】 FHM支保設置作業モックアップ試験

- 支保梁設置作業性試験：支保梁挿入装置を用いて支保梁をFHM下部模擬体の下に挿入(①～③)
- 矢板挿入作業性試験：矢板挿入装置を支保梁に設定し、自走により支保梁とFHMの隙間に設置(④～⑤)

①支保梁挿入装置への支保梁搭載



②支保梁挿入



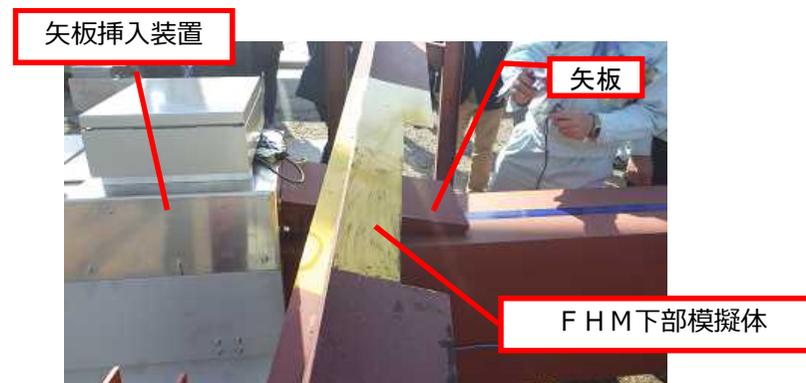
③支保梁挿入（完了）



④矢板挿入装置の支保梁への設定



⑤矢板挿入装置自走、挿入完了



【参考】天井クレーン支保設置作業モックアップ試験

- レール及び支保材設置作業性試験：レール及び支保材を吊り込み設置し、支保材を天井クレーンガーダの模擬体下部まで自走(①~③)
- 充填試験：支保材の型枠を上昇させ(④)、型枠に保持された支保バッグに無収縮モルタルを充填(⑤)

①レール吊り込み



②レール設定



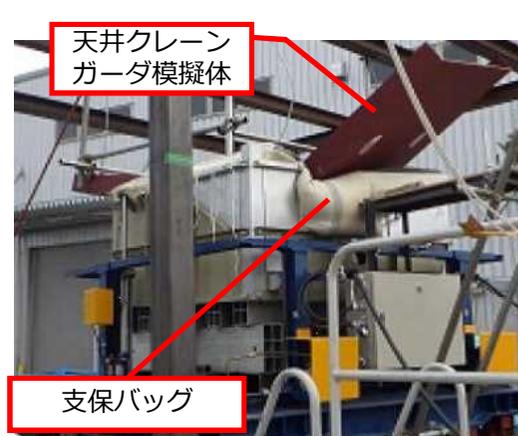
③支保材自走 (完了)



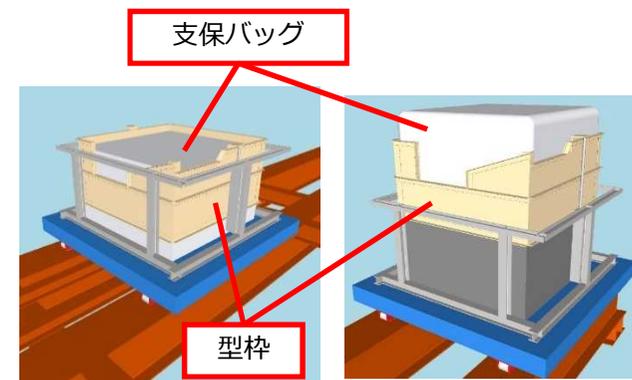
④支保材型枠上昇、モルタル充填



⑤モルタル充填完了



モルタル充填イメージ



充填前

充填後