

3号機使用済燃料プール内 大型瓦礫撤去業務の再開について

平成26年12月24日

東京電力株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー
福島第一原子力発電所



東京電力

1. 概要

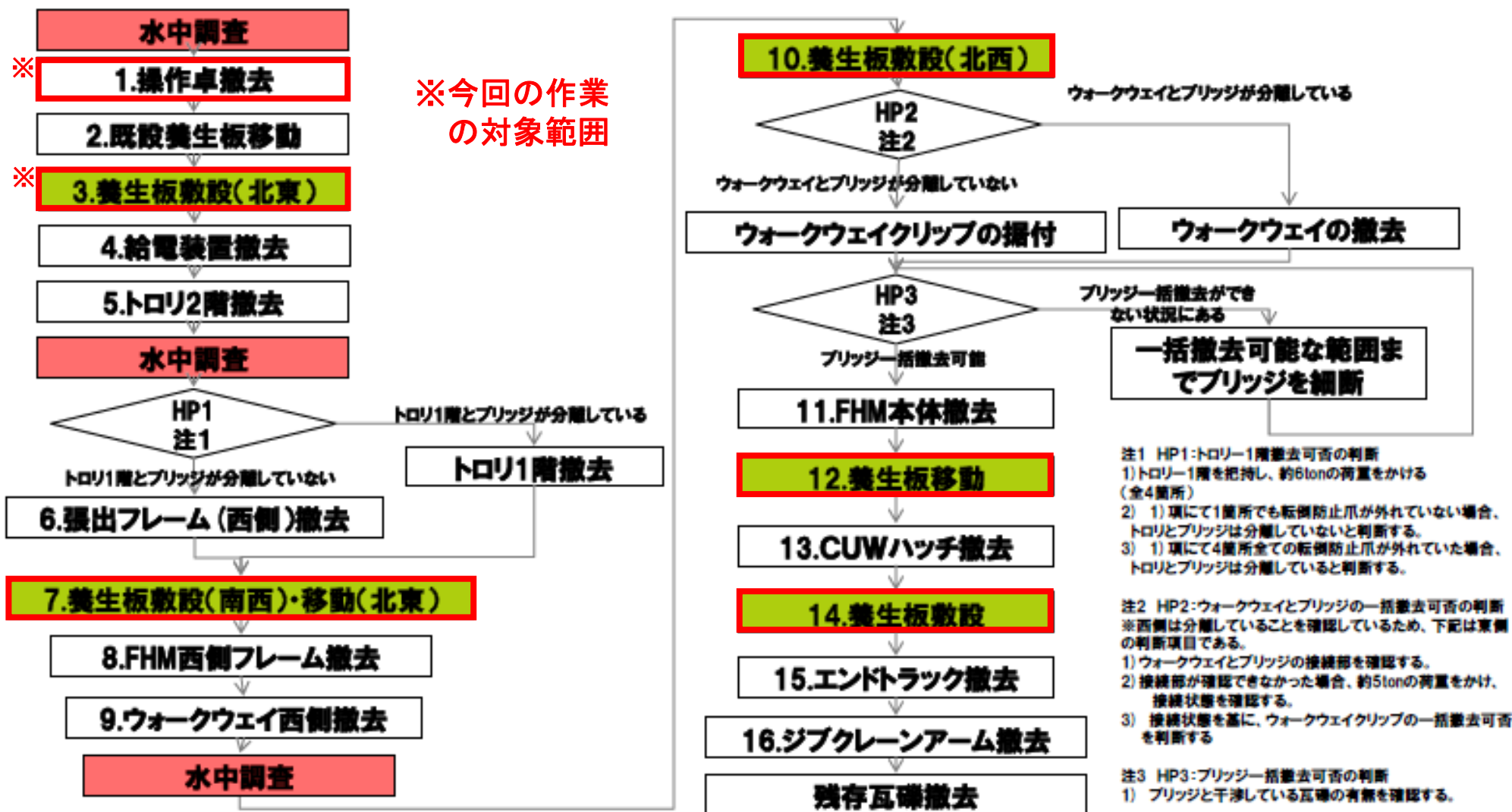
- 3号機使用済燃料プール内燃料（使用済燃料514体及び新燃料52体，計566体）取出作業の支障となる大型瓦礫撤去作業を，平成25年12月より実施していた。
これまでFHMマストを含めた鉄筋，デッキプレート，屋根トラス材の撤去を行い，FHM瓦礫撤去中であった。
その後，平成26年8月，操作卓他落下事象発生に伴い作業を中断。
- 再発防止対策を含む再開の準備が整ったことから，平成26年12月17日より，瓦礫撤去作業を再開した。



2. 操作卓落下事象に伴う再発防止対策

1. 作業再開前に瓦礫の現状を再確認し，現状と3D画像に相違がある場合は3D画像を修正する。
2. 作業開始時に，現場と3D画像との相違があり，3D画像のように撤去できない場合には撤去を行わず，3D画像を修正し，撤去計画を再検討する。
3. 瓦礫撤去計画の再検討により，必要が有る場合は，新たに撤去治具を製作する。
4. 3D画像を元にした把持方法の要求事項を撤去手順フローに明記する。
5. 取扱具による把持を行った結果，把持方法の要求事項が満たされない場合は吊上げ操作を実施しない。
6. 吊上げ後，何らかの干渉により撤去できない場合は，把持状態を確認し，対象物が安定状態であることを確認した上で，吊り上げたまま作業を中断し，吊降ろし場所や方法等の対応について関係者間で協議する。

3. 全体撤去フロー



4. 3D画像の修正について

■操作卓落下事象の再発防止対策として、「作業再開前に瓦礫の現状を再確認し、現状と3D画像に相違がある場合は3D画像を修正する」について

＜3D画像の修正が必要となる事象＞

- ・3D画像に反映されていない瓦礫が現場にある等で3D画像を基にした撤去計画では瓦礫取扱具がアクセスできない。
- ・撤去対象瓦礫の向き、把持部形状等に相違があり、撤去対象瓦礫を把持できない。
- ・撤去対象瓦礫が他瓦礫と干渉しており、吊り上げができない。
- ・撤去対象瓦礫の一部が欠落しており、3D画像を基にした撤去計画では撤去時にバランスが崩れる。

上記の観点から下記項目について確認を行う。

- ・撤去対象瓦礫の近傍瓦礫の状態
- ・撤去対象瓦礫把持位置
- ・撤去対象瓦礫と他瓦礫との干渉
- ・撤去対象瓦礫の欠落箇所

■今後の瓦礫撤去作業においては、3D画像の修正が必要となり、撤去計画の見直しが発生した場合には、作業を中断し別途検討するが、燃料に影響を与えない以下の瓦礫については、撤去を実施する。

- ・監視対象外瓦礫（鉄筋・デッキプレート・人頭大コンクリート瓦礫相当）
- ・使用済燃料に落下する恐れのない瓦礫



5. 操作卓状況確認結果（1 / 2）

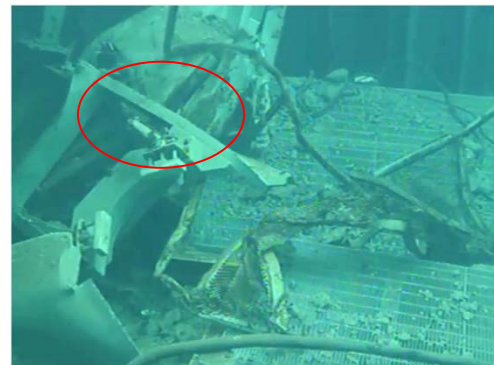
No.	大項目	確認内容	確認結果	撤去計画の見直し
1	近傍瓦礫	堆積位置に相違はないか	現場と3D画像に相違はない。	不要
2	把持位置	張出フレームの形状に相違はないか	現場と3D画像に相違はない。	不要
3	把持位置	操作卓の形状に相違はないか	現場と3D画像に相違はない。	不要
4	干渉	操作卓と燃料ラックの干渉に相違はないか	現場と3D画像に相違はない。	不要
5	部材の欠落	張出フレームの部材に相違はないか	現場と3D画像に相違はない。	不要
6	部材の欠落	操作卓の部材に相違はないか	操作卓内の部品が筐体外に出ている。現場と3D画像に相違があるが、小瓦礫のため、撤去計画の見直しは不要。	不要



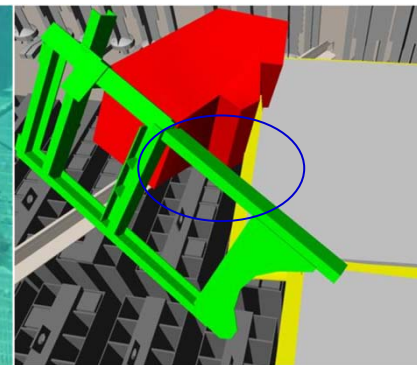
養生材北端に堆積しており、現場と3D画像に相違はない



操作卓 No.1確認結果

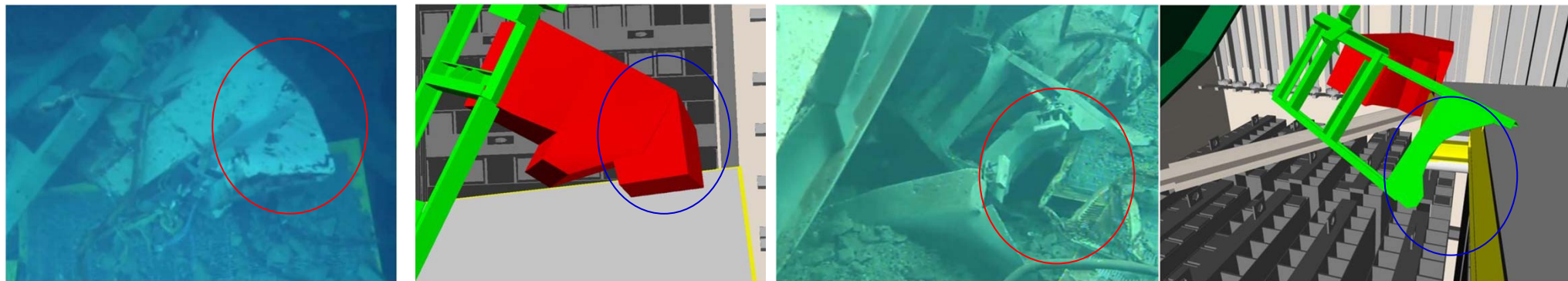


把持予定の位置の部材は変形しておらず、現場と3D画像に相違はない



操作卓 No.2確認結果

5. 操作卓状況確認結果 (2/2)

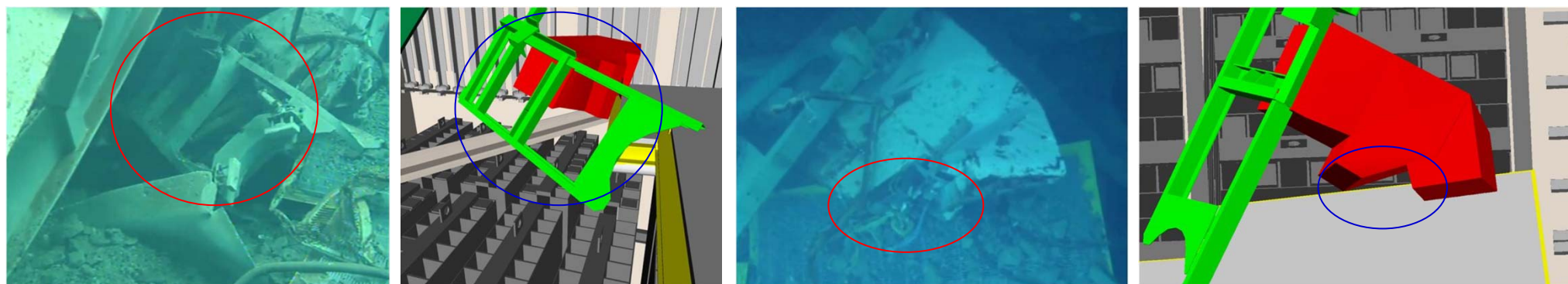


操作卓変形部も3D画像に反映しており、
現場と3D画像に相違はない

操作卓 No.3確認結果

張出フレームは燃料ラックと干渉しておらず、
現場と3D画像に相違はない

操作卓 No.4確認結果



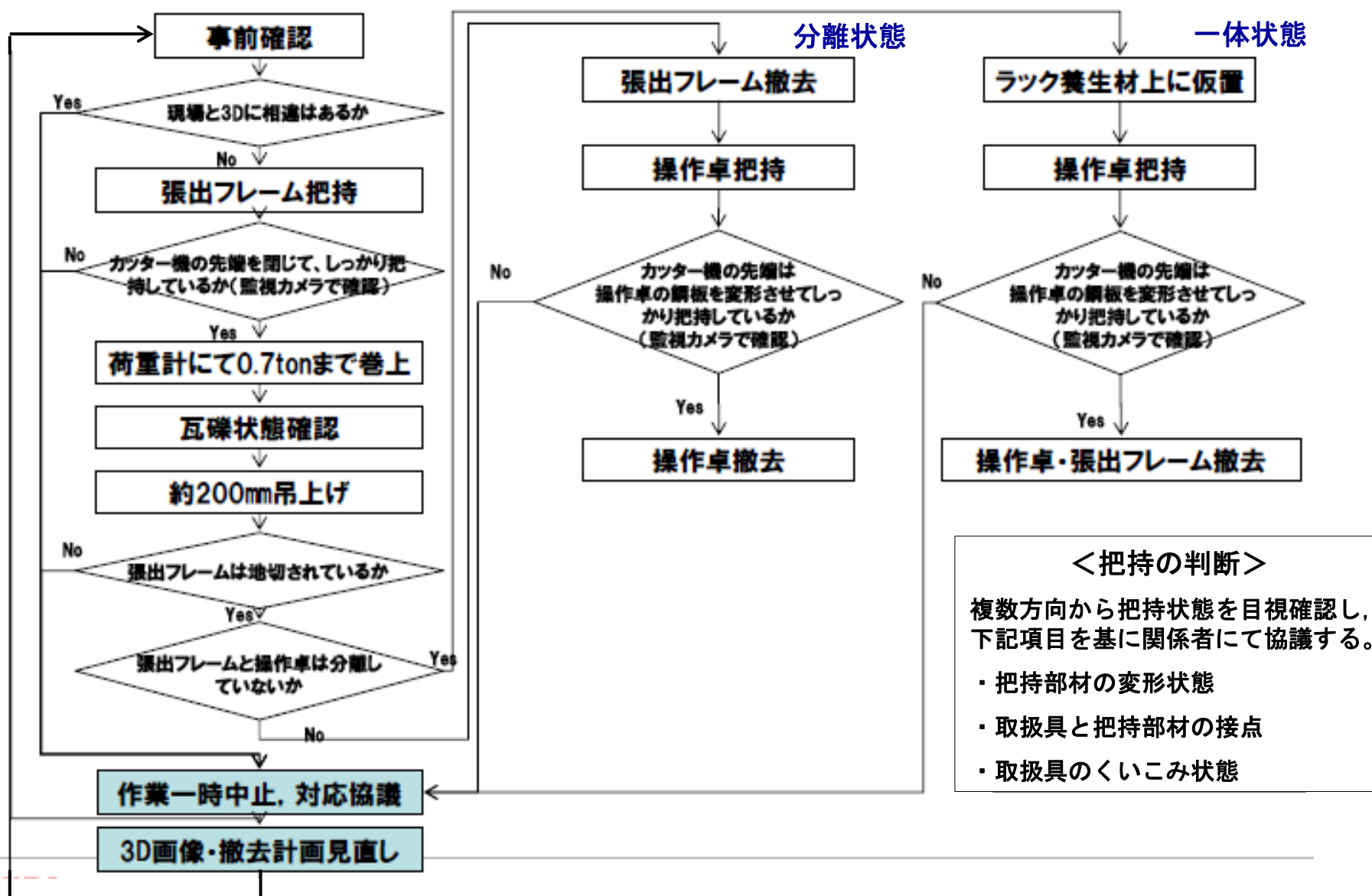
張出フレームの部材は欠損しておらず、
現場と3D画像に相違はない

操作卓 No.5確認結果

操作卓の一部変形が3D画像には反映されていないが、
小瓦礫のため、撤去方法には影響がないため
撤去計画の見直しは不要

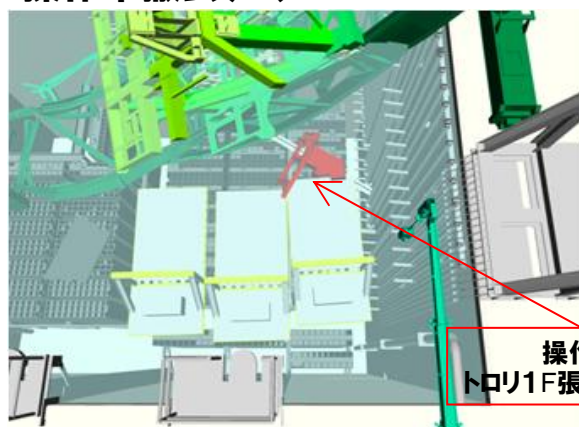
操作卓 No.6確認結果

6. 操作卓撤去フロー



7. 操作卓撤去手順とリスク管理と対策 (1 / 4)

操作卓撤去(1)



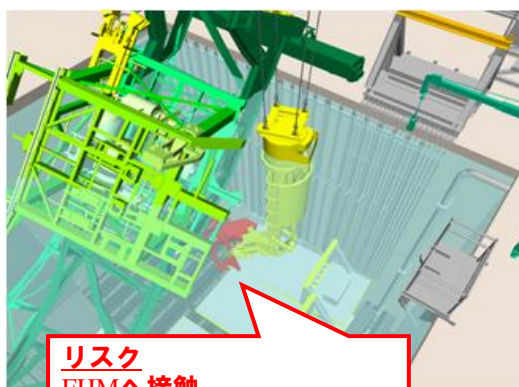
操作卓
トロリ1F張出フレーム



トロリ1F張出フレーム

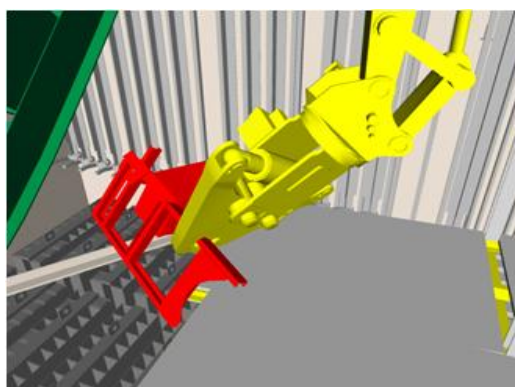
操作卓

1) 鋼材用カッター機にて
張出フレームを把持 (遠景)



リスク
FHMへ接触
→固定監視カメラ(南東、
南西)による監視

1) 鋼材用カッター機にて
張出フレームを把持 (近景)



※把持後、ゆっくり持ち上げ
連結有無を確認

手順

- ・鋼材用カッター機にてトロリ1F張出フレームを把持
- ・トロリ1F張出フレーム撤去
- ・鋼材用カッター機にて操作卓を把持
- ・操作卓撤去

使用取扱具

- ・C/C 1台
- ・鋼材用カッター：南側C/C

リスク

- ①FHMとの干渉
- ②取扱具からの落下
- ③撤去計画との相違

対策

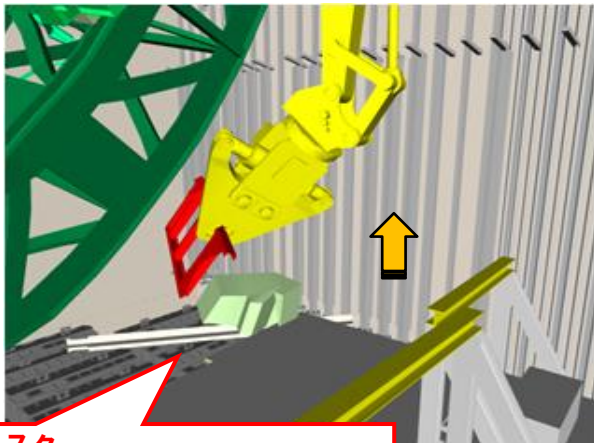
- ①把持状態を多方向から監視・確認
- ①荷重監視の徹底
- ②撤去時の運用(高さ管理, 燃料未装荷エリアへの移動)の徹底
- ②フェイルセーフ構造の取扱具の採用
- ②燃料ラック養生板の設置
- ②把持状態を多方向から確認
- ③作業を中断し, 撤去計画の見直し

撤去詳細

7. 操作卓撤去手順とリスク管理と対策 (2/4)

操作卓撤去(2)

2) 鋼材用カッター機にて
張出フレームを巻上げ



リスク
FHMへ接触
→固定監視カメラ(南東)による
監視

3) 南へ移動



4) 吊上げ、撤去



撤去詳細

手順

- ・鋼材用カッター機にてトロリ1F張出フレームを把持
- ・トロリ1F張出フレーム撤去
- ・操作卓撤去

使用取扱具

- ・C/C1台
- ・鋼材用カッター：南側C/C

リスク

- ①FHMとの干渉
- ②取扱具からの落下
- ③撤去計画との相違

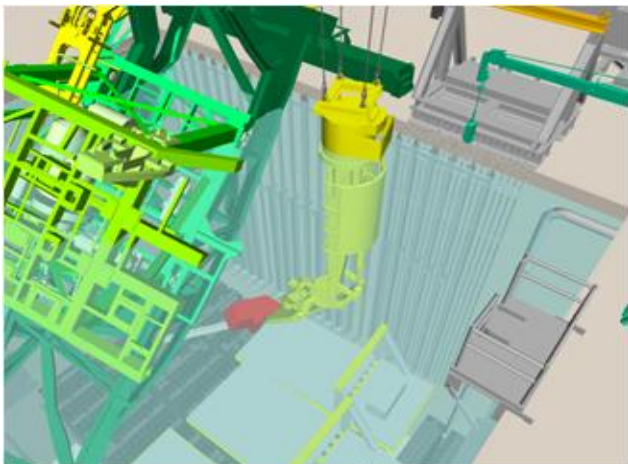
対策

- ①把持状態を多方向から監視・確認
- ①荷重監視の徹底
- ②撤去時の運用(高さ管理, 燃料未装荷エリアへの移動)の徹底
- ②フェイルセーフ構造の取扱具の採用
- ②燃料ラック養生板の設置
- ②把持状態を多方向から確認
- ③作業を中断し, 撤去計画の見直し

7. 操作卓撤去手順とリスク管理と対策 (3/4)

操作卓撤去(3)

5) 鋼材用カッター機にて
操作卓を把持 (遠景)

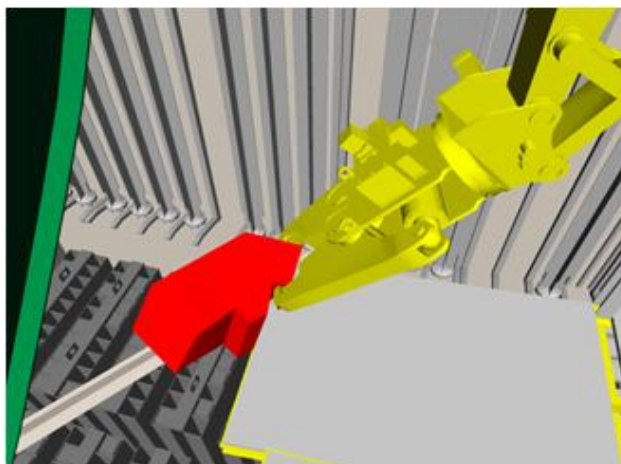


5) 鋼材用カッター機にて
操作卓を把持

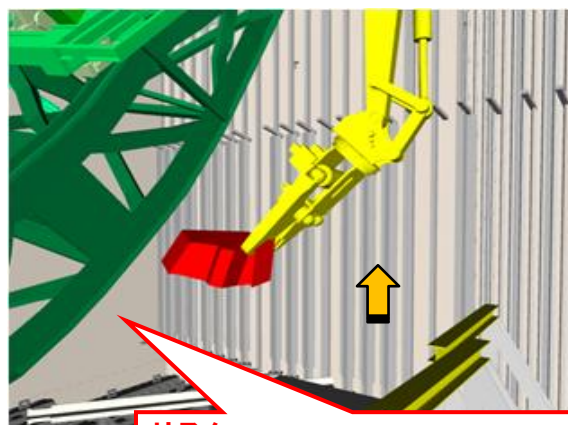


把持目標位置

5) 鋼材用カッター機にて
操作卓を把持 (近景)



6) 巻上げ



撤去詳細

リスク
FHMへ接触
→固定監視カメラ(南東)による監視

手順

- ・鋼材用カッター機にて操作卓を把持
- ・操作卓撤去

使用取扱い

- ・C/C1台
- ・鋼材用カッター:南側C/C

リスク

- ①FHMとの干渉
- ②取扱いからの落下
- ③操作卓内蔵物の落下
- ④撤去計画との相違

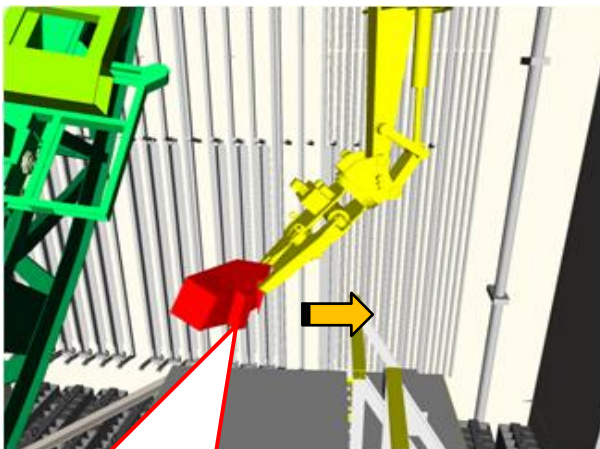
対策

- ①把持状態を多方向から監視・確認
- ①荷重監視の徹底
- ②③撤去時の運用(高さ管理, 燃料未装荷エリアへの移動)の徹底
- ②③フェイルセーフ構造の取扱いの採用
- ②③燃料ラック養生板の設置
- ②③把持状態を多方向から確認
- ④作業を中断し, 撤去計画の見直し

7. 操作卓撤去手順とリスク管理と対策 (4/4)

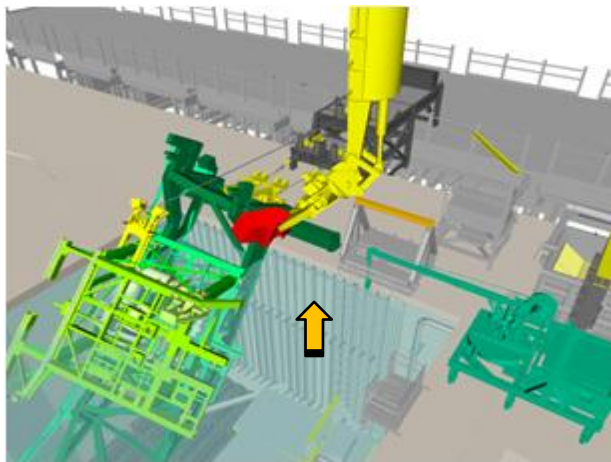
操作卓撤去(4)

7) 南へ移動



リスク
操作卓内蔵物の落下
→操作卓背面扉状態を固定監視カメラ（南東）により確認

8) 吊上げ、撤去



撤去詳細

手順

- ・鋼材用カッター機にて操作卓を把持
- ・操作卓撤去

使用取扱具

- ・C/C1台
- ・鋼材用カッター：南側C/C

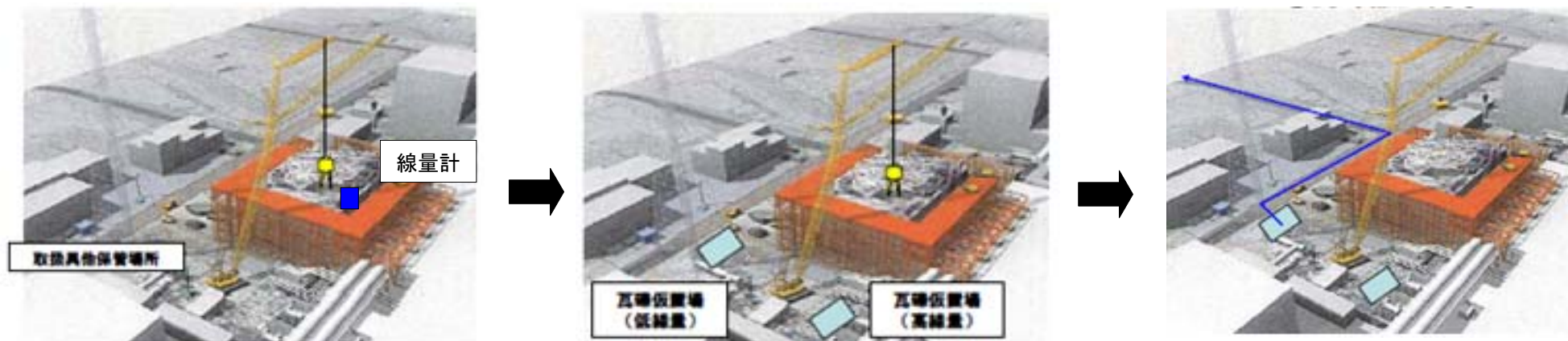
リスク

- ①FHMとの干渉
- ②取扱具からの落下
- ③操作卓内蔵物の落下
- ④撤去計画との相違

対策

- ①把持状態を多方向から監視・確認
- ①荷重監視の徹底
- ②③撤去時の運用（高さ管理，燃料未装荷エリアへの移動）の徹底
- ②③フェイルセーフ構造の取扱具の採用
- ②③燃料ラック養生板の設置
- ②③把持状態を多方向から確認
- ④作業を中断し，撤去計画の見直し

8. 瓦礫運搬



- ・ SFP内にて瓦礫を把持、吊上げ
- ・ 線量測定

- ・ オペフロ上で把持したまま水切り
- ・ 線量別に瓦礫仮置場まで吊下ろし
- ・ 必要に応じ瓦礫細断

- ・ 運搬JVにより瓦礫集積場所へ運搬

- ・ 小型瓦礫はオペフロでの水切により、ヤードへ吊下ろし時の落水はほとんどないが、FHMブリッジ等の大型瓦礫についてはヤード養生等の落水対策を予定
- ・ プール内瓦礫については、放射性物質の付着が少ないことから細断時のダスト対策は実施していないが、今後撤去予定の気中部の瓦礫については撤去前及び細断前に散水を予定

8. 工程

	平成26年 (2014)					平成27年 (2015)				
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
追加養生材		検討		設計・製作		据付	据付・移動	据付	移動	据付
既設養生材					移動					
瓦礫撤去作業			操作卓・張出しフレーム撤去※	準備		トロリ2階他撤去	ウォークウェイ他処理	ブリッジ撤去・解体	CUWハッチ撤去	エンドトラック他撤去
			※撤去しないと養生板が設置できないため、先行して撤去を行う。(燃料のないラック上の養生板へ移動し、撤去)							
									残瓦礫撤去	完了確認
										片付

今後、瓦礫撤去を進めて行く上で、瓦礫に応じた新撤去治具等を新規製作する場合は、工程に影響を及ぼす可能性がある。

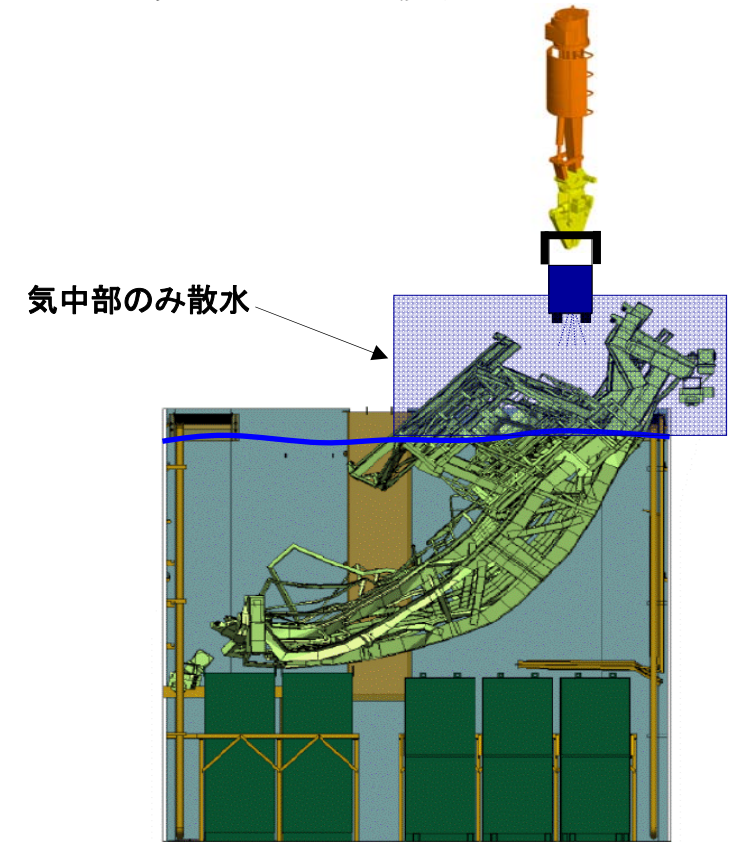


以下，参考資料



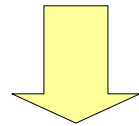
(参考) 瓦礫撤去時のダスト飛散防止対策

- 本作業はSFP内に堆積している瓦礫の殆どがSFP内に瓦礫が堆積（湿式）しているため、ダスト飛散はないと考えられるが、一部水中に堆積していない気中部のダストが付着している箇所（給電装置、トロリ2階、ブリッジ本体東側、床面接触部）に散水を行う。
 - ・ SFP内への異物の原因、水質の悪化が懸念されることから、ろ過水を使用
 - ・ 撤去直前に散水



- 撤去作業時は、オペフロダストモニタを常時監視

- ・ オペフロダストモニタ指示値
警報設定値： 5.0×10^{-3} (Bq/cm³)
作業管理値： 1.0×10^{-3} (Bq/cm³)



作業管理値を超える場合は、作業中断

(参考) 落下原因及び落下防止対策 (1 / 3)

- 燃料交換機の操作卓をクレーンにて吊り上げるため、専用治具（フォーク）にて操作卓を掴もうとしたところ、操作卓・張出架台（計約570kg）がプール内に落下。

事象・原因及び落下防止対策は下記の通り。

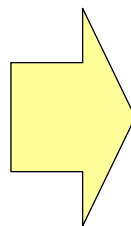
<事象・原因>

●事象

- ・フォークとFHMが干渉しフォークの爪5本で掴みに行こうとした際、爪2本でしか把持できなかった。

●原因

- ・3DCADによる3D画像で事前に確認していた状況と現場の状況に相違があった。



<落下防止対策>

- ・作業再開前に瓦礫の現状を再確認し、現状と3D画像に相違がある場合は3D画像を修正する。
- ・作業開始時に、現場と3D画像との相違があり3D画像のように撤去できない場合には撤去を行わず、3D画像を修正する。
- ・修正した3D画像を元にシミュレーションを行い、撤去計画を再検討する。
- ・瓦礫撤去計画の再検討により、必要がある場合は、新たに撤去治具を製作する。

(参考) 落下原因及び落下防止対策 (2/3)

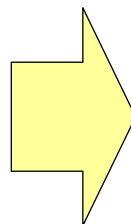
<事象・原因>

●事象

- ・ 爪2本でもしっかり吊り上げられ、撤去手順フロー上問題ないことから爪2本での吊り上げを実施した。

●原因

- ・ 撤去手順フローと3D画像（爪5本で把持）の関係が曖昧だった。



<落下防止対策>

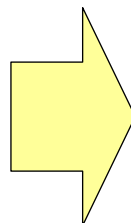
- ・ 3D画像を元にした把持方法の要求事項を撤去手順フローに明記する。

●事象

- ・ 爪2本で1mまで吊り上げ操作を実施した。

●原因

- ・ 吊上げ操作により、操作卓の状態が変わった可能性が高い。



- ・ 取扱治具による把持を行った結果、把持方法の要求事項が満たされない場合は吊り上げ操作を実施しない。
その後、撤去計画を再検討する。
- ・ 吊上げ後、何らかの干渉により撤去できない場合は、把持状態を確認し、対象物が安定状態であることを確認した上で、吊上げたまま作業を中断し、吊下ろし場所や方法等の対応について関係者間で協議する。

(参考) 追加養生板敷設と瓦礫撤去時の運用方針

<養生板敷設>

- 撤去前に撤去対象物の移動ルートにある燃料ラック上を原則養生する。
- 大型瓦礫着床の干渉等により養生板が追加設置できない場合は、養生板設置前に着床瓦礫を撤去する。
- 養生板が追加設置できない範囲を撤去対象物が移動する場合は、以下の「撤去時の運用」にて対処する。

「撤去時の運用」

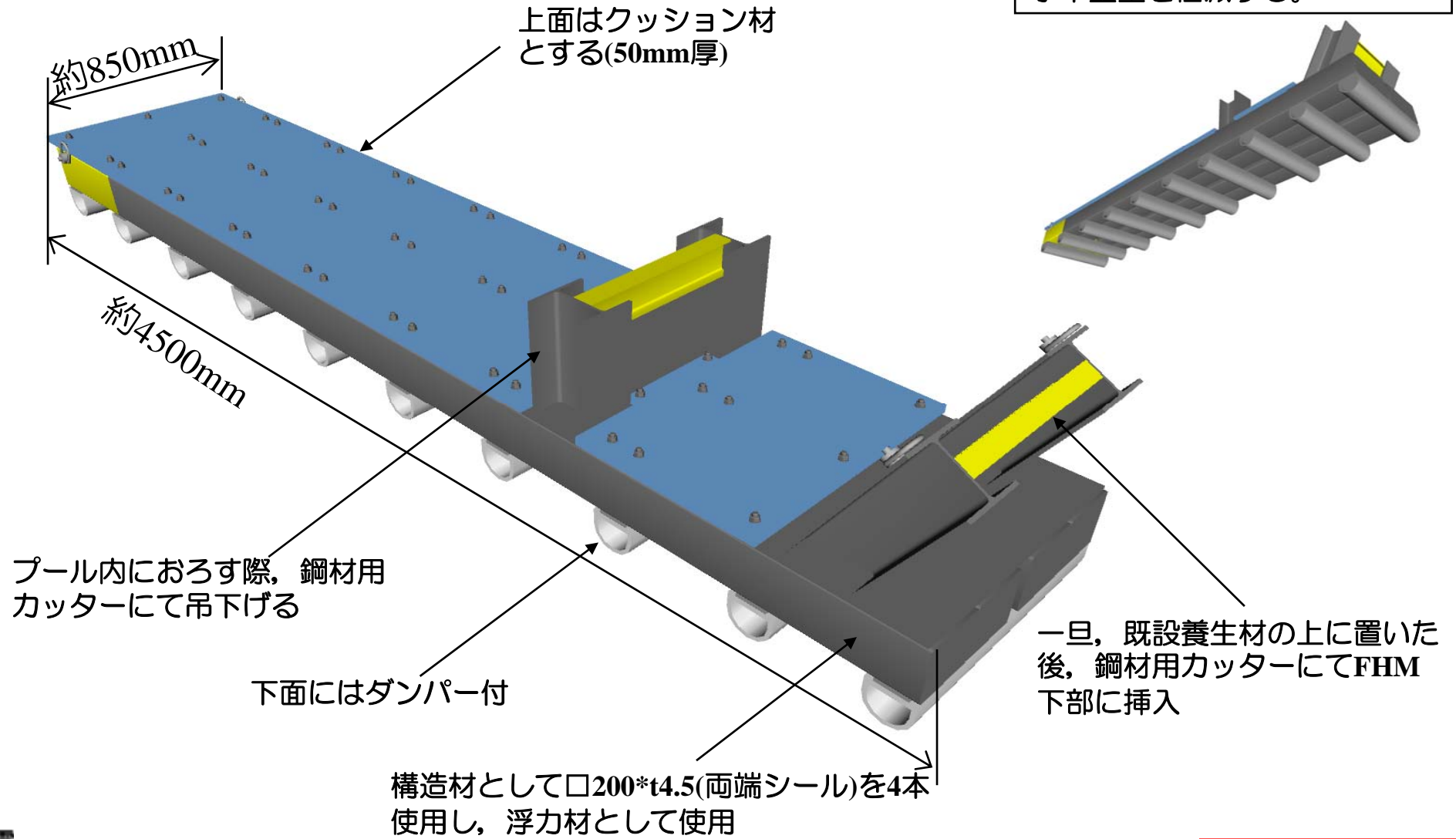
<FHMブリッジ以外>

- ・大型瓦礫の撤去時は吊上げ高さを管理し燃料ラックとの距離を抑えることで万が一の落下時の衝撃を低減する。
- ・燃料未装荷のエリア上で撤去する。

<FHMブリッジ>

- ・専用治具を用いて確実に把持し撤去を行う。

(参考) ラック養生板について (概略例)



(参考) FHM取扱具

● FHM撤去取扱具 概略図

- ・鉄筋，デッキプレートや屋根トラス材の撤去と同様に，カッター機，ケーブル用カッター機，フォーク等にて切断・把持



フォーク型バケット
(駆動装置と組み合わせて使用)



エンジン付き
フォーク型



鋼材用カッター機



ケーブル用カッター

(駆動装置と組み合わせて使用)



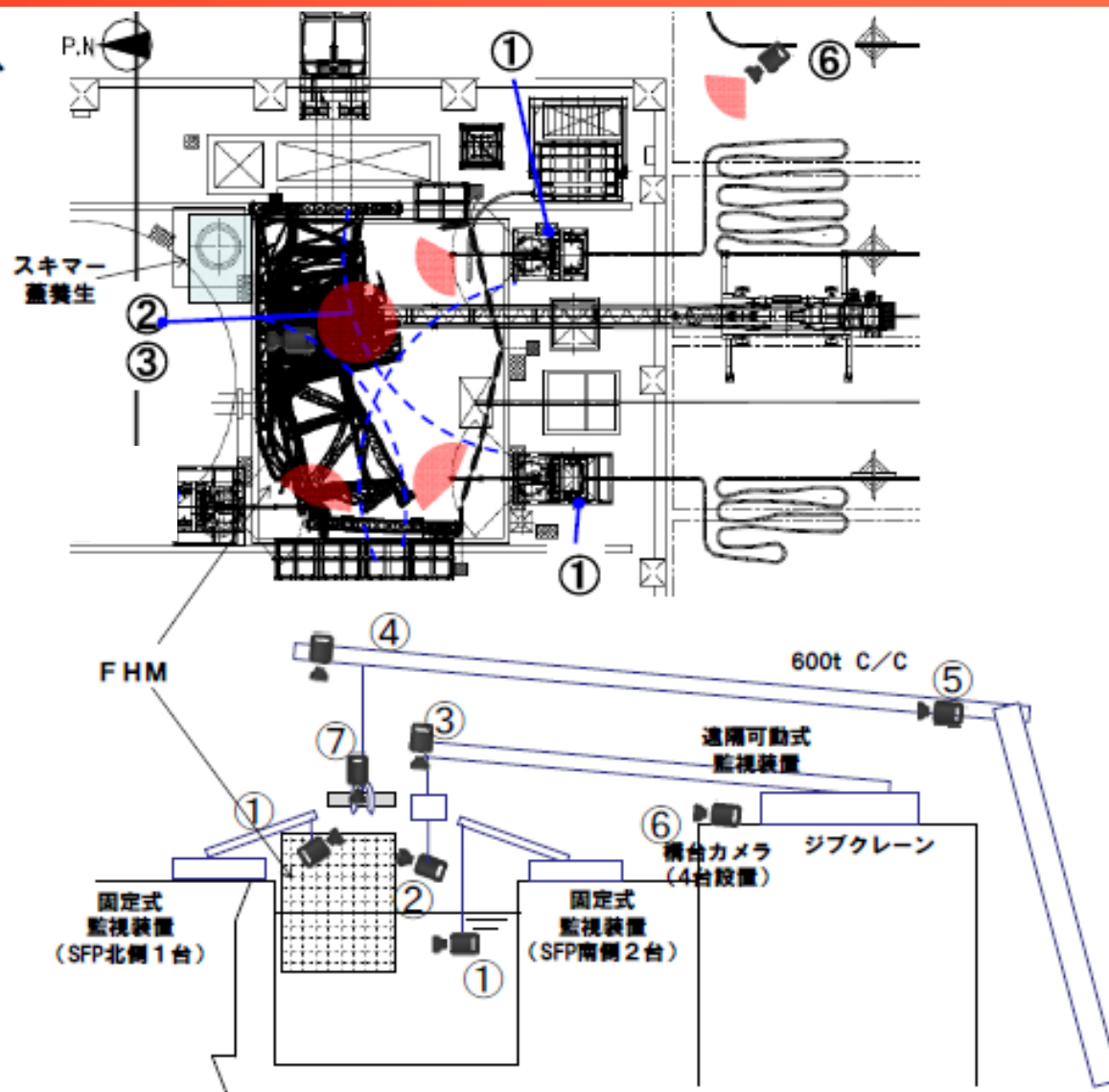
大型カッター

(参考) FHM撤去時の監視方法

撤去作業中の監視については、鉄筋・デッキプレート撤去と同様、オペフロ、SFP内を複数の監視カメラにて監視する。

【SFP周辺設置カメラ】

- ① 固定式監視装置カメラ 2台
- ② 遠隔可動式監視装置カメラ
- ③ ジブクレーン先端カメラ
- ④ 600t C/C先端カメラ
- ⑤ 600t C/C中間カメラ
- ⑥ 構台カメラ
- ⑦ 取扱具先端カメラ



(参考) 異常発生時確認項目

■ 異常発生時確認項目

確認項目	確認時期	確認方法	判定基準	実施者	確認者	
SFP水位	発生後直ちに	免震棟において、仮設水位計の指示値を確認(連続監視)	低下傾向がないこと	東芝	機械第三G	
モニタリングポスト指示値	発生後直ちに	免震棟において指示値を確認(連続監視)	有意な上昇がないこと	機械第三Gから保安班へ依頼	機械第三G	
SFP水放射能濃度	準備が整い次第	プール水を採取し、放射能を分析	有意な上昇がないこと	(採取)	機械第三G(東芝)	機械第三G
				(分析)	分析評価G	機械第三G
オペフロ雰囲気線量	発生後直ちに	操作室においてオペフロ線量計の指示値を確認(連続監視)	有意な上昇がないこと	東芝	機械第三G	
SFP内瓦礫及びSFP内設備状況	準備が整い次第	水中カメラによる確認	燃料及びプール設備に異常がないこと	東芝	機械第三G	