

3号機使用済燃料プール内瓦礫撤去作業中における燃料交換機操作卓他の落下事象の原因および対策について

平成26年10月27日
東京電力株式会社

時系列（１）

<平成26年8月29日>

8：00 作業開始

9：00 ガレキ把持用治具（フォーク）の動作確認

9：25 燃料交換機（FHM）操作卓撤去作業開始

9：58 撤去対象物に対しフォークの閉操作開始

10：13 現状のフォーク向きではFHMと干渉（写真）し対象物を掴めないため、
フォーク向きを180°回転させ、再度対象物に対しフォークの閉操作開始

10：15 フォーク閉操作によるFHM操作卓把持確認

時系列（２）

- 1 0 : 1 6 F H M 操作卓吊り上げ開始
~ 左右 5 本あるフォークの爪の中で 2 本でしか把持することができなかった
1 1 : 1 0 (写真) が , 関係者と協議し吊り上げ荷重が 1 . 3 t まで吊り上げ可能と判断し対象物を吊り上げていった。
この際 , 吊り上げ開始後 , 約 0 . 4 ~ 0 . 6 t 程度で対象物が吊り上がり始め , その後吊り上げと共に荷重が徐々に上昇していき , 1 m 程度吊り上がった段階で荷重が制限荷重の 1 . 3 t に達したため , それ以上の吊り上げを中止し , 元の位置に吊り下ろした。
この時 , 吊り上げ荷重が 0 k g になったことを確認した。
(上記より , 操作卓がケーブル等に引っ掛かり荷重が増加したと推定する。)
- (「吊り上げ荷重 1 . 3 t 」とは , 爪 2 本により把持能力低下を考慮した荷重制限である (計算方法 : 把持力 37 k N × 摩擦係数 0.35 = 1.3 t))
- 1 1 : 1 0 F H M 操作卓吊り上げ中断
- 1 2 : 0 0 F H M 操作卓をより確実に把持するために , フォークの爪 5 本で掴み直しをするため , フォーク開操作を開始

時系列（3）

12:45頃 フォークの向きを再度変更（90°）し、再度フォークにて対象物を掴むための閉操作を実施中（写真 ）にフォークの爪が操作卓に接触したことで、操作卓及び張出架台がラック養生材上に落下

14:37 SFP水の放射能分析を行うため、SFP冷却再開（SFP内瓦礫撤去作業のため、8月25日からSFP冷却を停止していた）

<平成26年8月30日>

8:00 落下物及び落下物近傍の水中カメラによる状況確認調査開始
操作卓の他に張出架台も落下していることを確認

10:40 状況確認調査終了

落下原因及び落下防止対策（ 1 / 2 ）

本事象について，落下原因と落下防止対策を以下に示す。

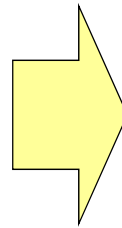
< 事象・原因 >

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。



< 落下防止対策案 >

- ・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。

3D画像とは，設計情報や実際の映像よりCGを使い，現場の状況をPC上で再現したもの（P15参照）

落下原因及び落下防止対策（ 2 / 2 ）

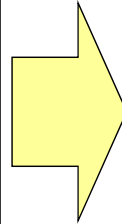
< 事象・原因 >

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。
（ P 1 6 参照 ）

原因

- ・ 撤去手順フローと 3 D 画像（爪 5 本で把持）の関係が曖昧だった。



< 落下防止対策案 >

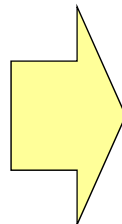
- ・ 3 D 画像を元にした把持方法の要求事項を撤去手順フローに明記する。

事象

- ・ 爪 2 本で 1 m 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。



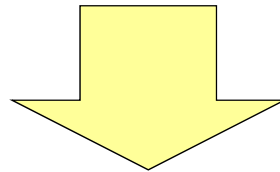
- ・ 取扱治具による把持を行った結果、把持方法の要求事項が満たされない場合は吊り上げ操作を実施しない。
その後、撤去計画を再検討する。
- ・ 吊上げ後、何らかの干渉により撤去できない場合は、吊上げたままで作業を中断し、吊下ろし場所や方法等の対応について関係者間で協議する。

影響緩和対策について

前頁の対策により落下事象の発生防止を図るが，今回の落下事象での養生板の有効性から，万一の落下発生を考慮し以下の更なる影響緩和対策を実施する。

これまでの計画では，撤去対象瓦礫の状態が不安定なものについては養生板を敷設することとし，安定しているものには養生板不要と判断していた。

本事象はラック養生板上に落下したため，燃料への影響は緩和された



今後の瓦礫撤去作業の実施にあたり，養生板の追加を実施する。

ラック養生板の追加にあたり，以下を検討した

- ・ラック養生板の要求事項の明確化
- ・養生板の敷設方法（瓦礫撤去時の運用含む）

ラック養生板について（１）

1．新養生板への基本要項

大型瓦礫の落下による燃料への衝撃を分散・緩和し，鉛直方向に荷重を伝えること。

2．設計制約条件

使用済燃料の冷却を阻害しないこと。

FHM下部に敷設可能であること。

据付部放射線環境： $1 \times 10^2 \text{ Gy / h}$ 程度

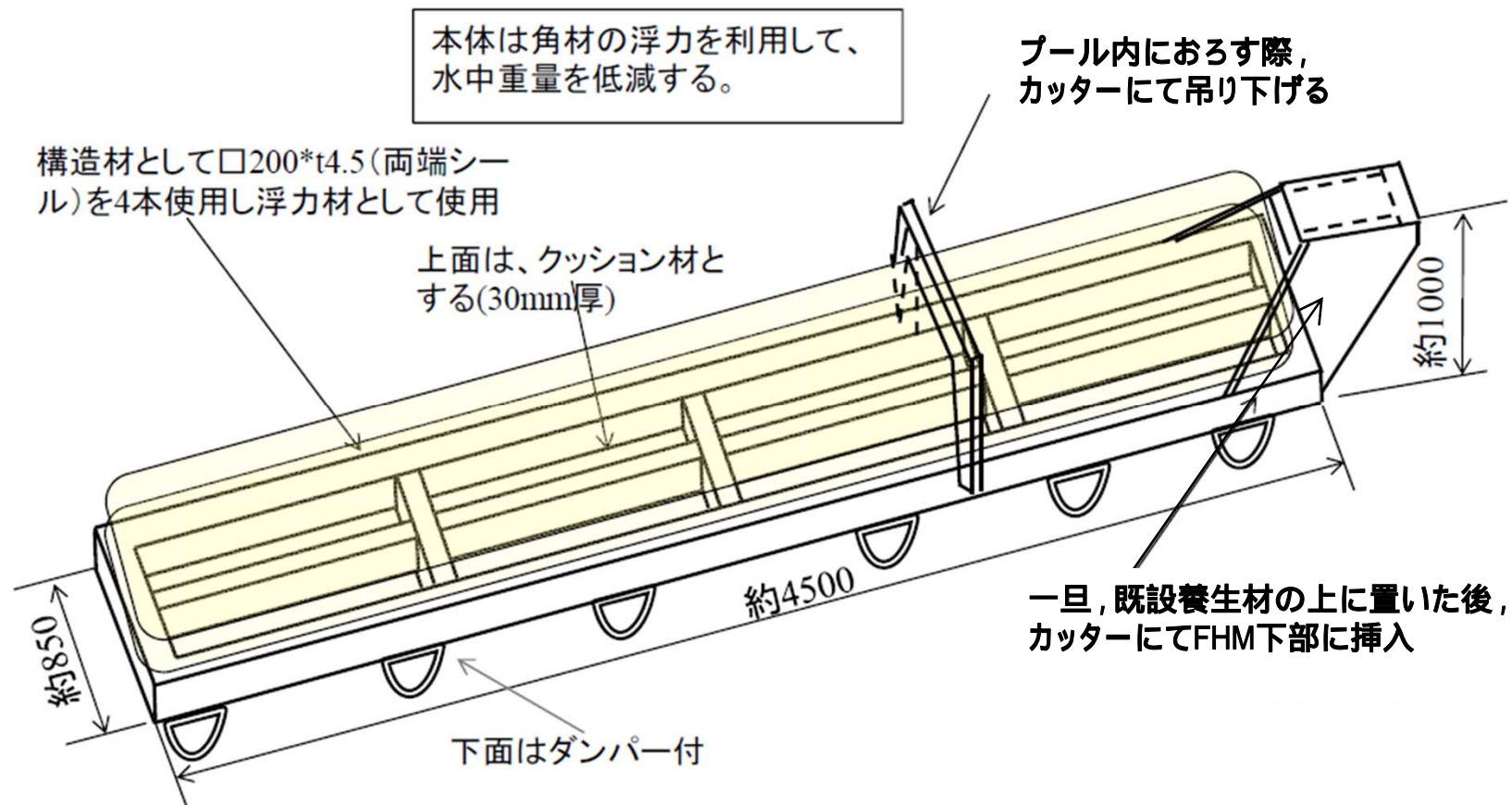
瓦礫撤去時に観察ポイント視野を阻害しないこと。

短納期であること。

3．設計仕様

- ・荷重が燃料に対して鉛直方向に伝わるよう，養生板が大変形しないこと。（　）
- ・衝撃分散のための緩衝材を備えること。（　）
- ・下部に冷却水を通す空間を確保すること。（　）
- ・養生板の長さは4500mm以下であること。（　）
- ・養生板の厚さは約450mm以下であること。（　，　）
- ・耐放射性を有すること。（　）
- ・できる限り市販品を使用すること。（　）

ラック養生板について(2)



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。

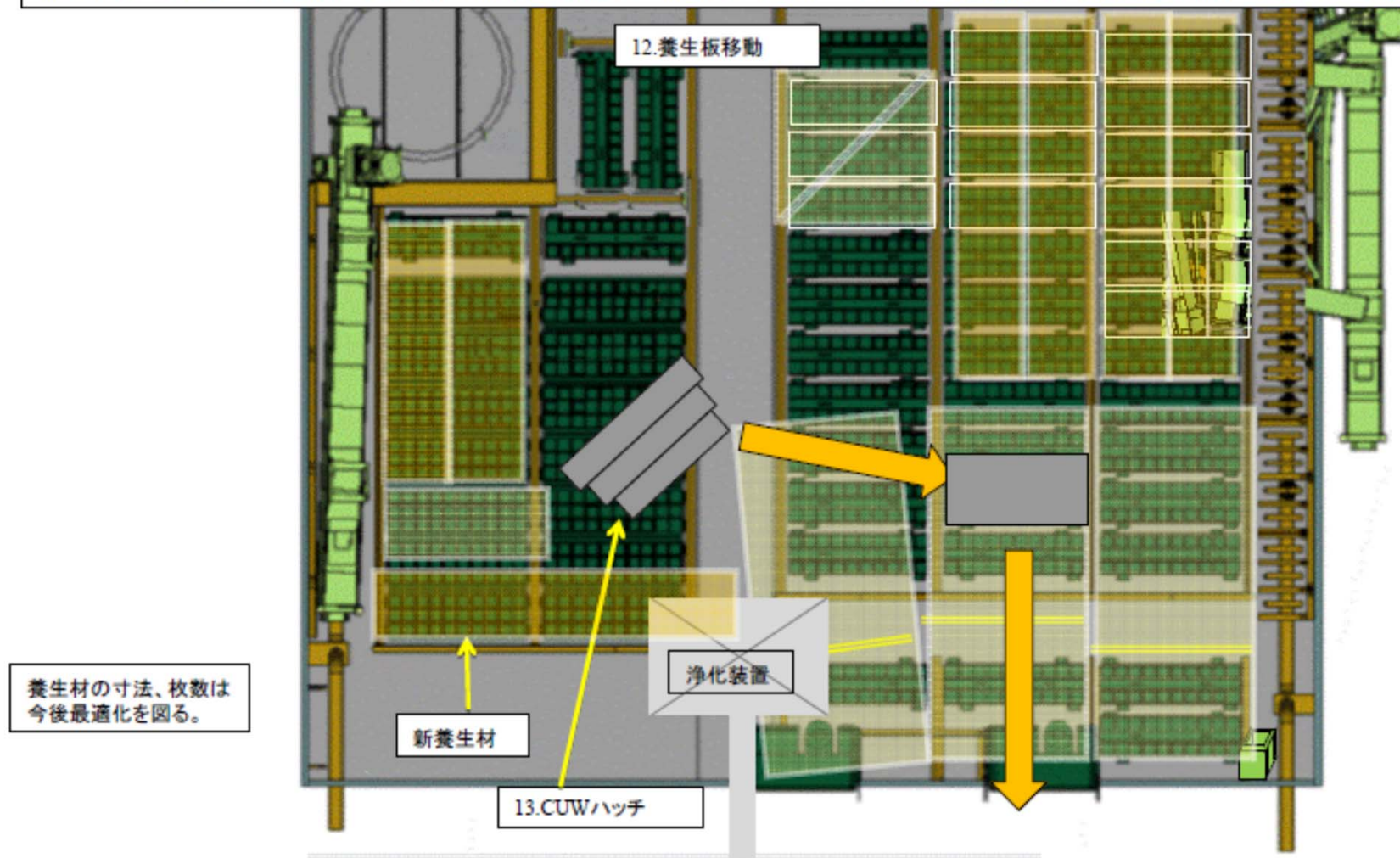
< FHMブリッジ >

- ・ 専用治具を用いて確実に把持し撤去を行う。

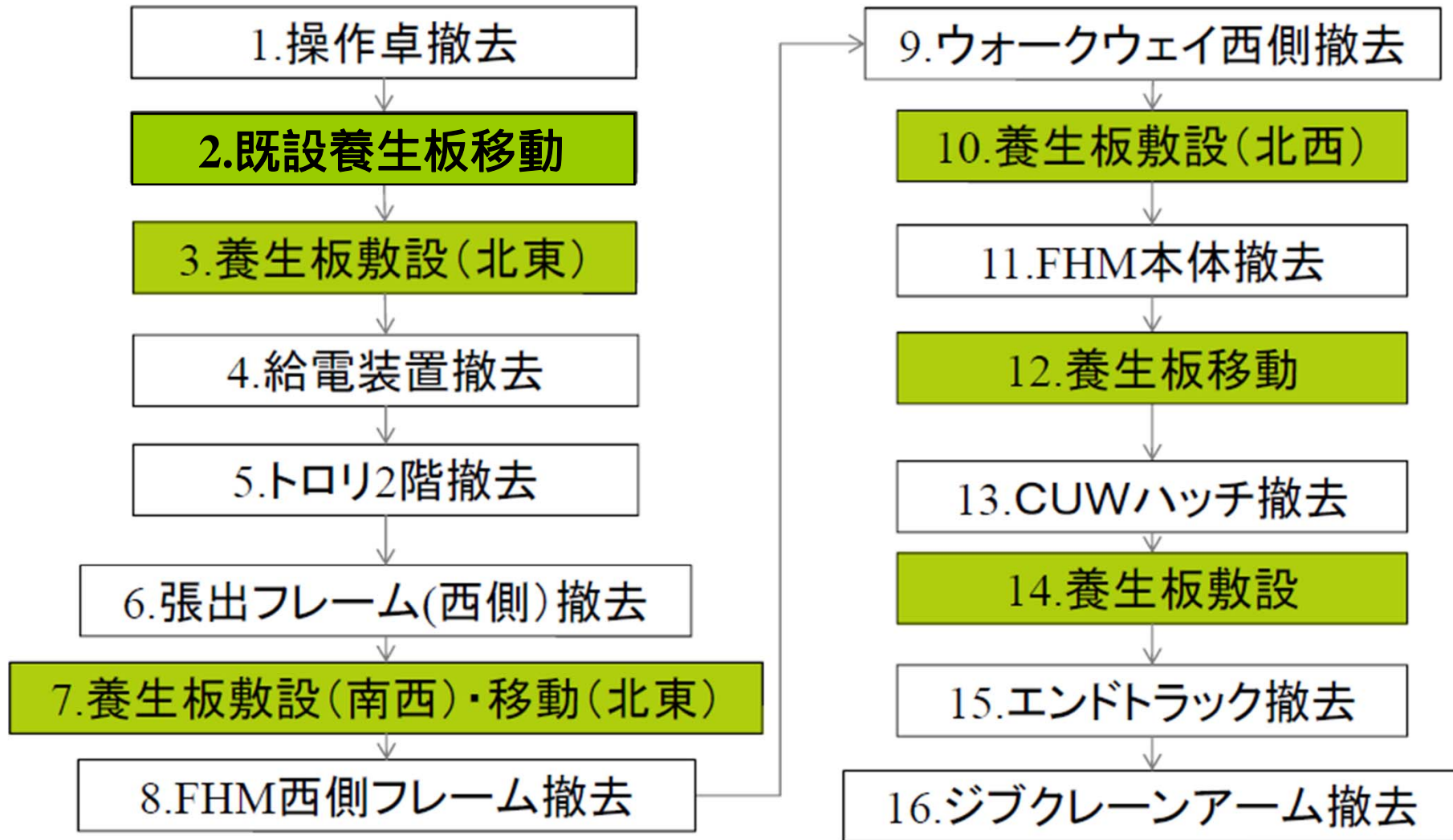
瓦礫撤去時の運用（例）

12.養生板移動 13.CUWハッチ撤去

CUWハッチ撤去装置がFHM本体と干渉するため、FHM本体撤去後にCUWハッチを撤去する。ただし、FHM本体撤去時にCUWハッチ周辺の使用済燃料を保護するため、CUWハッチ周辺を特殊形状の養生板にて養生する。



追加養生板，及び瓦礫撤去手順



工程（案）

	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 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)	準備	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	残瓦礫撤去 完了確認
その他		原因・対策説明		オペフロ除染						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。

(参考) 現場状況

フォークと干渉したトロリー部

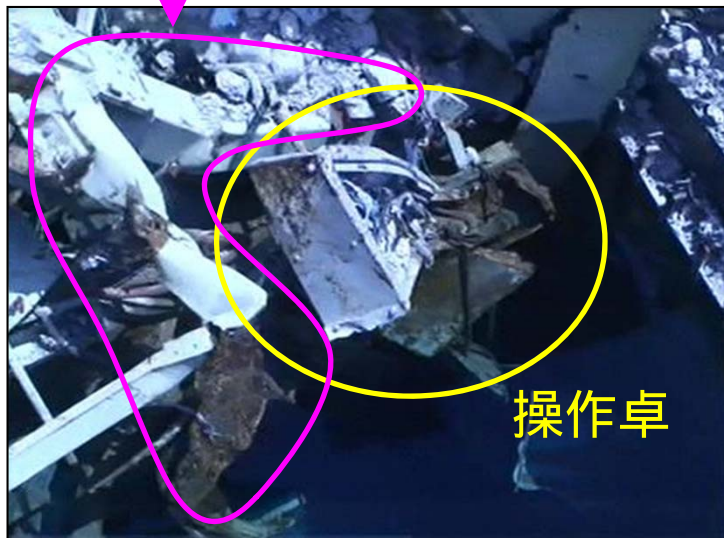


写真 撤去前の操作卓の状況
(南側 上方より撮影)



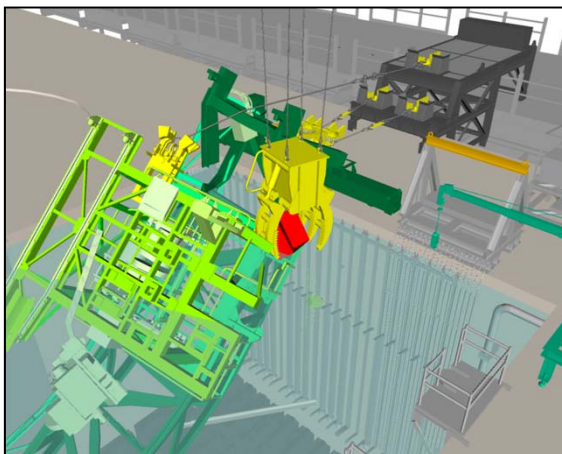
写真 爪 2 本での把持状況 (南側より撮影)



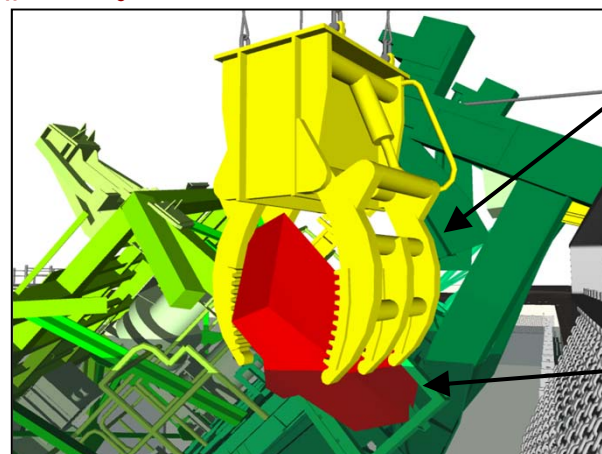
写真 爪 5 本で撤去しようとした状況 (西側 側方より撮影)

(参考) 3D画像について

3D画像は、瓦礫撤去作業の実施にあたり、撤去計画立案の為に製作するものである。
なお、3D画像製作にあたっては、カメラ等により得た画像情報や設計図面から幾つかの支点を取り、各方向から確認しながら結びつけながら製作している。
この3D画像に基づきクレーン操作者は撤去方法を確認する。



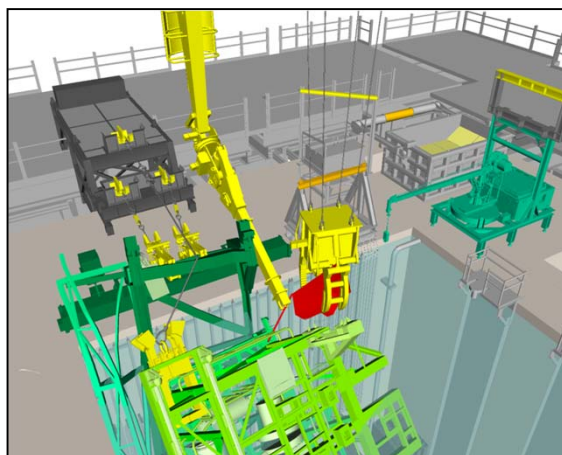
フォークによる把持の画像（遠景）



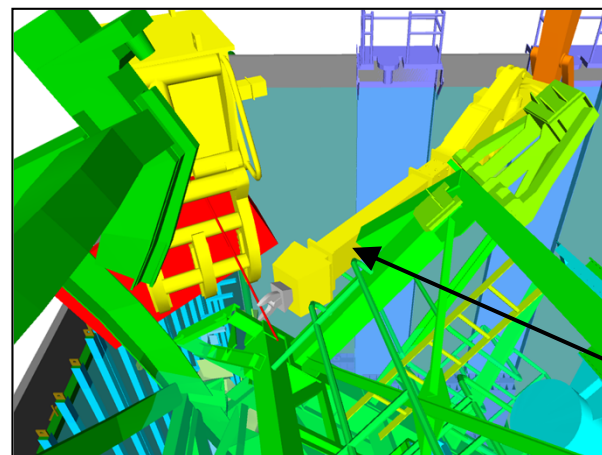
フォーク

操作卓

フォークによる把持の画像（近景）



把持吊り上げ後のカッターでの吊り上げ画像（遠景）



ケーブル用
カッター

把持吊り上げ後のカッターでの吊り上げ画像（近景）

(参考) 当日の作業フロー

操作卓の撤去

