

福島第一原子力発電所1号機 建屋カバー解体工事（壁パネル取り外し）の実施について

- 建屋カバー解体・ガレキ撤去の計画については、第29回廃炉安全監視協議会（2015年2月17日）で説明を行った後、2015年7月より屋根パネル取り外しを開始し、同年10月、全6枚の屋根パネル取り外しを完了
- 屋根パネル取り外し開始以降の「空気中の放射性物質濃度（以下、ダスト濃度）」は、**飛散防止剤の効果等**により、屋根パネル取り外し前と同等であった
- 飛散防止剤の効果によりダスト飛散は十分抑制できると考えているが、万一のダスト飛散に備え、現在、**重層的な対策のひとつである散水設備**を設置中
- 散水設備設置と並行して、壁パネル取り外し前に、オペレーティングフロア（以下、オペフロ）に崩落した原子炉建屋の屋根（以下、崩落屋根）上の**小ガレキ吸引**を実施中
- 飛散防止剤の効果が確認され、重層的な対策である散水設備の運用開始後、**屋根パネルの解体**を進め、**2016年9月頃**から**壁パネル取り外し**に着手

建屋カバー解体・ガレキ撤去時の飛散抑制対策一覧



■ 作業の状態と作業毎の飛散抑制対策は以下の通り

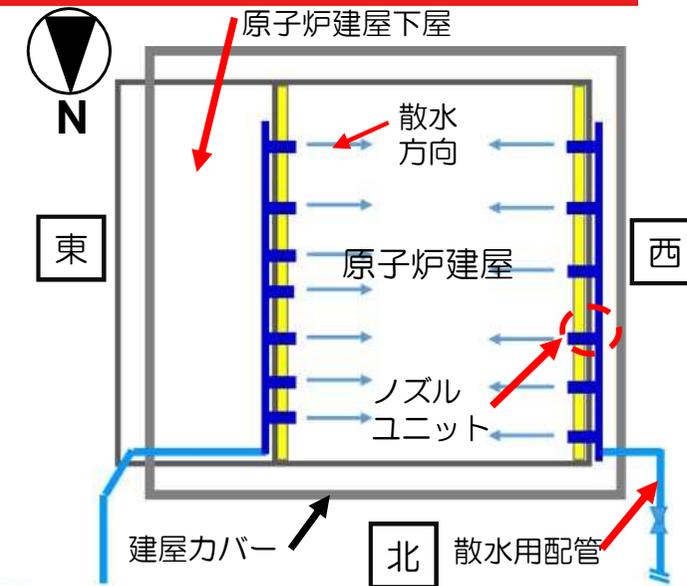
状態	工程	散水設備	壁パネル	ダストの飛散要因	飛散抑制対策			さらなる飛散抑制対策（重層的）			対策見直し時の対応
					飛散防止剤		ガレキ撤去時	緊急時	強風予想時	防風シート	屋根パネルの構内保管
					定期散布	作業時散布					
①屋根パネルが無い状態	 屋根パネル取り外し	なし	あり	風	1回/月 (上面から)	・作業前 ・作業後	-	飛散防止剤の緊急散布 又は 飛散防止剤散布装置による緊急散水	飛散防止剤の散布	なし	あり*
	 支障鉄骨撤去			・支障鉄骨撤去 ・風		・作業前 ・作業後					
	 散水設備設置・小ガレキ吸引			-		-					
	 壁パネル取り外し前の飛散防止剤散布			・作業前		-					
②壁パネルが外れていく状態	 壁パネル取り外し	あり	なし	風	1回/月 (上面および側面から)	-	-	緊急散水 (散水設備による)	予防散水 (散水設備による)	なし	なし
	 防風シート設置			-							
③屋根・壁パネルが無い状態	 ガレキ撤去			・ガレキ撤去 ・風		・作業後	・作業中の局所散水			あり	

- 壁パネル取り外し前に、以下の対策を実施
 - 万一のダスト飛散に備え、重層的な対策のひとつである散水設備を設置
 - 壁パネル取り外し前に、崩落屋根上のルーフブロック等の小ガレキを吸引
 - 崩落屋根下のガレキにも飛散防止剤が行き届くよう、ガレキの側面四方向からも飛散防止剤を散布
 - なお、飛散防止剤散布にあたっては、壁貫通型散布装置に加え、壁パネルの内側に、新たに開発した操作性の良い垂直型散布装置を挿入し、崩落屋根下にある空間全体のガレキに対して散布する計画
 - ✓ 飛散防止剤は、平均風速25m/s、瞬間風速50m/sの強風下であっても、飛散抑制効果を発揮することを確認済み
- 上記に加え、作業状態によらない共通の飛散抑制対策等を実施
 - 定期的に飛散防止剤の散布を実施（1回/月）
 - ダスト濃度は、作業中だけでなく、夜間・休日も24時間体制で監視

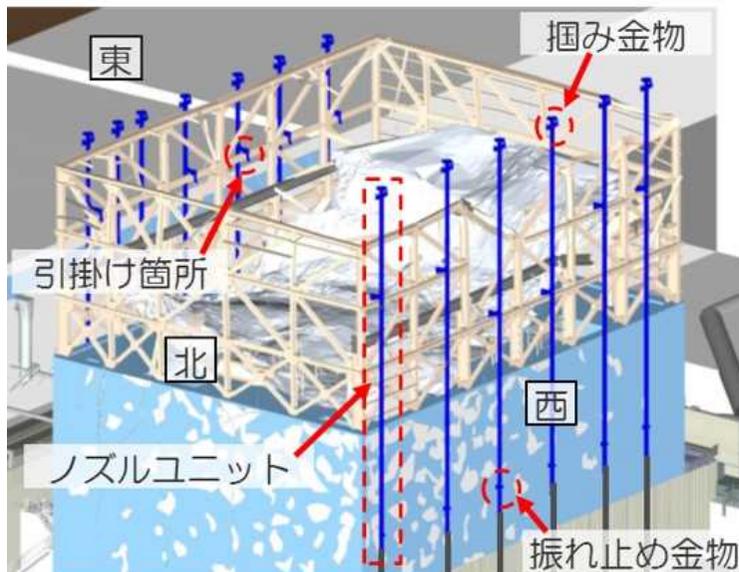
散水設備の設置1

- 原子炉建屋の既存鉄骨上に、散水ノズルを2~3箇所程度組み込んだ鉄骨製のユニット（以下、ノズルユニット）を引っ掛けて設置
- ノズルユニットは、東面7箇所、西面6箇所、計13箇所設置
- 散水ノズルは2種類（散水量：約15ℓ/min、約22ℓ/min）※を使用

※崩落屋根下は、空間が広いため、崩落屋根上より散水量を増量



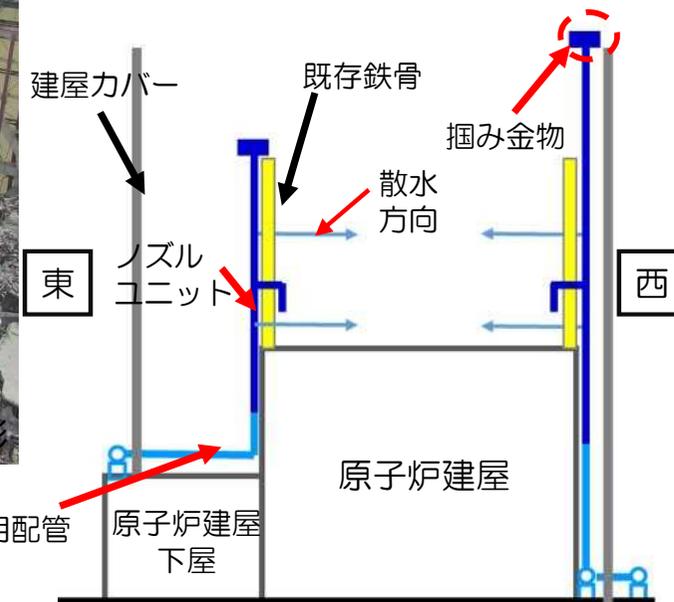
散水設備平面イメージ



散水設備イメージ（鳥瞰図）



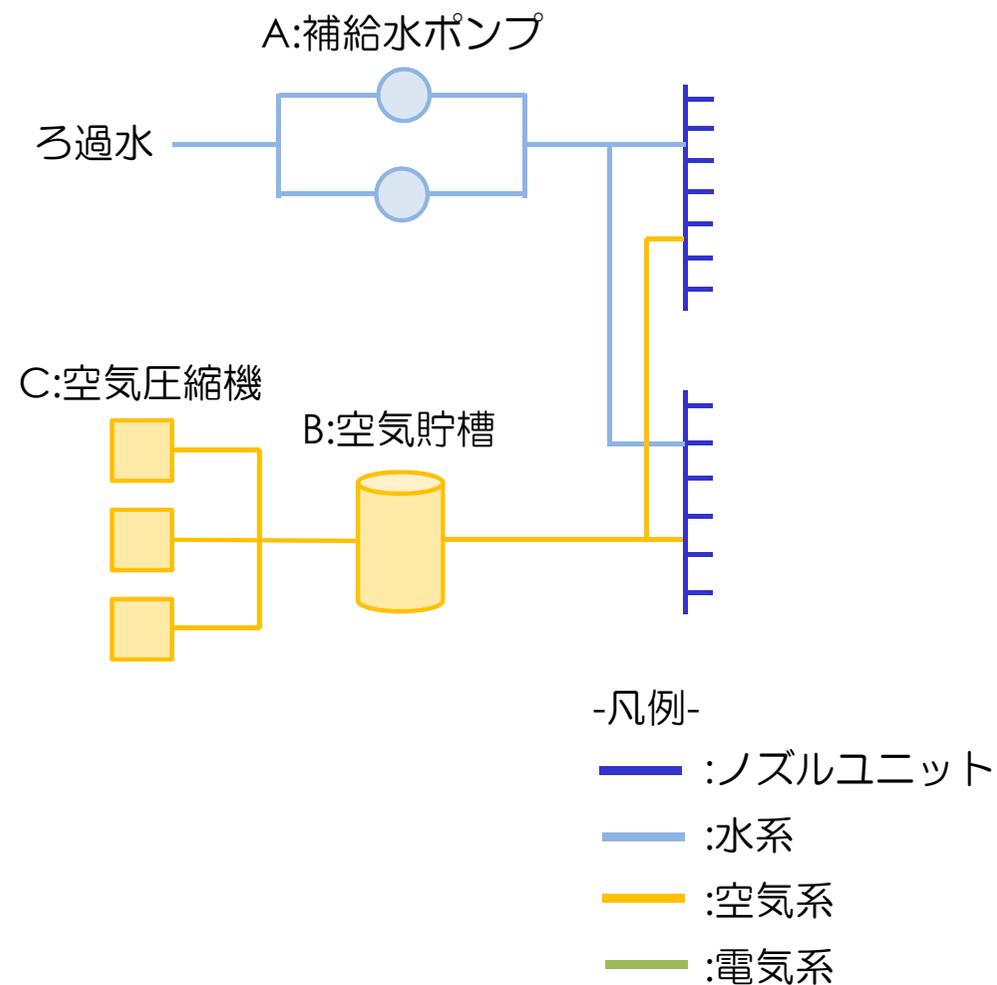
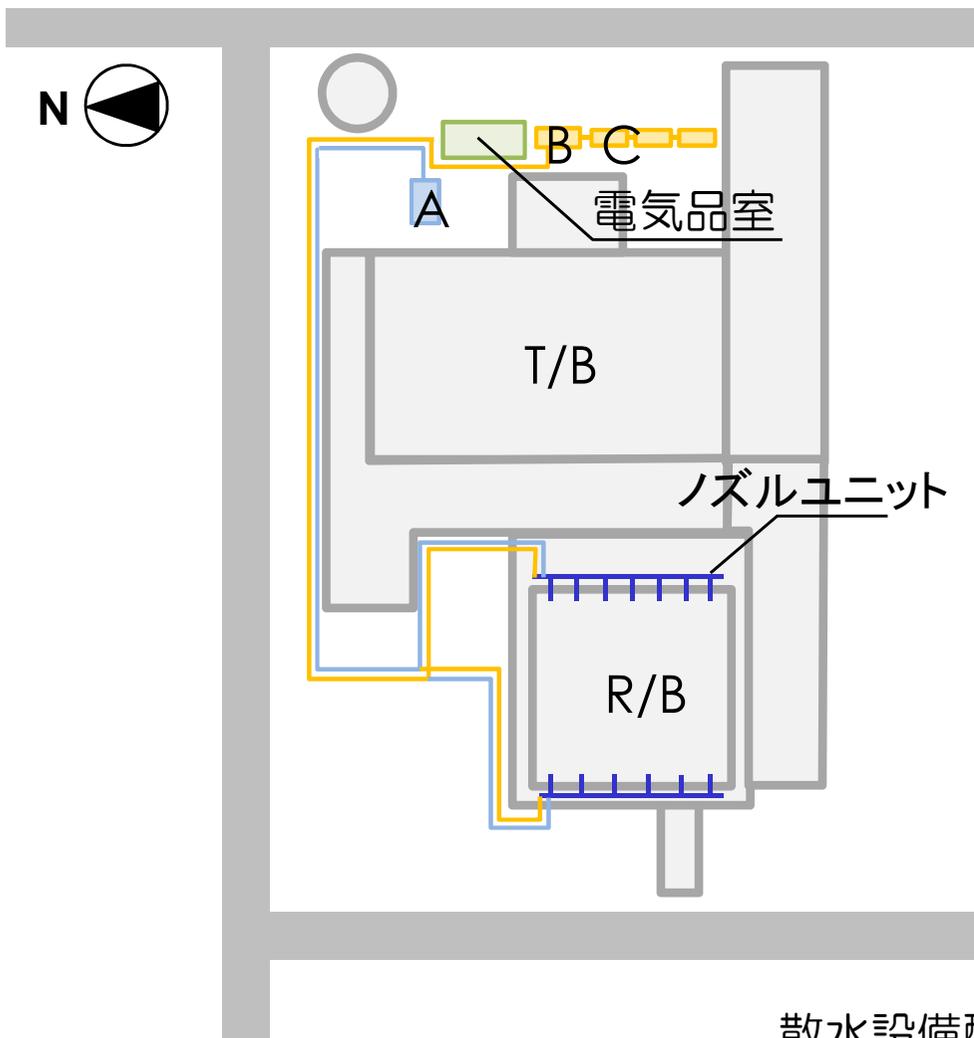
ノズルユニット設置状況



散水設備断面イメージ

散水設備の設置2

- 散水設備の全体概略図は以下の通り
- 散水に用いる水・空気・電気系は多重化
- ノズルユニットは予備品を配備



散水設備配置・系統イメージ

散水設備の運用

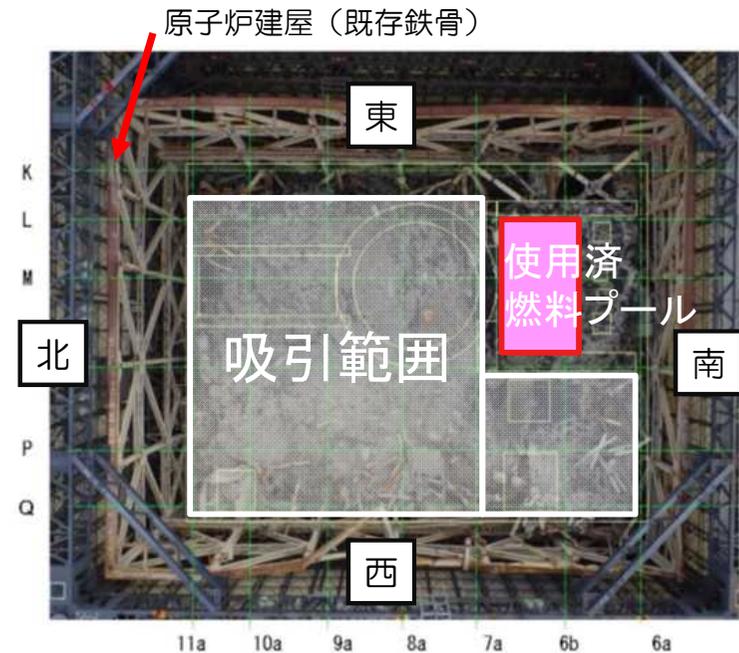
- 散水設備は、強風予想時に予め散水する「予防散水」や、万一オペフロのダストモニタ等が発報した場合の「緊急散水」を行うための設備
その運用方法は、以下の通り

散水の種類	実施 タイミング	実施までの時間		実施方法
		作業時	休工時	
予防散水	強風が予想される場合 (平均風速25.0m/s以上)	5分程度	5分程度	<ul style="list-style-type: none"> • 免震棟もしくは現場に設置してある操作盤にてボタン操作により散水を開始
緊急散水	各種ダストモニタ 警報発報時	5分程度	5分程度	<ul style="list-style-type: none"> • 免震棟若しくは現場に設置してある操作盤にてボタン操作により散水を開始 • ダスト濃度が作業管理値以下になるまで継続する • 緊急散水実施後は速やかに飛散防止剤散布を行う

小ガレキ吸引

- 崩落屋根上のルーフブロック等の小ガレキを壁パネル取り外し前に吸引※し、ダスト飛散リスクを低減
※使用済燃料プール上部を除く
- ダスト濃度は、オペフロ上のダストモニタ等で常時監視
- 各種ダストモニタ警報発報時、散水設備を用いた緊急散水を実施
- なお、「ガレキ状況の先行調査※」で、調査範囲の小ガレキ吸引を行ったが、その間、ダストモニタ・モニタリングポストに有意な変動はなかった

(※2016年3月27日～4月7日)



小ガレキ吸引範囲



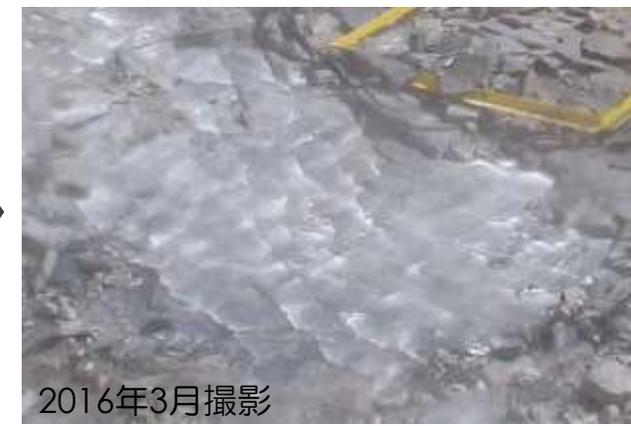
2016年3月撮影

小ガレキ吸引装置



2016年3月撮影

小ガレキ吸引前



2016年3月撮影

小ガレキ吸引後

小ガレキ吸引装置の概要1

■ 小ガレキ吸引装置は、吸引箇所のごみ状況に応じて2種類の装置を使用。装置概要は以下の通り

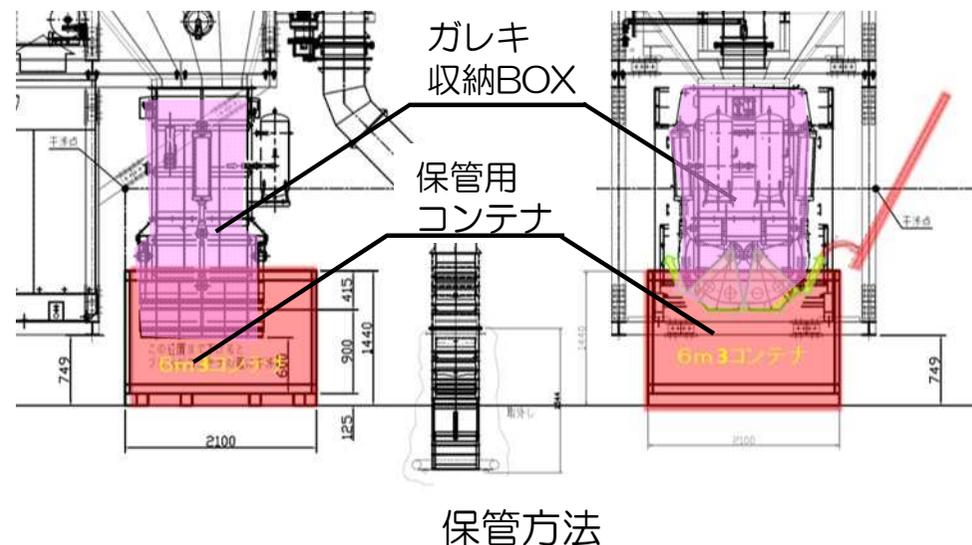
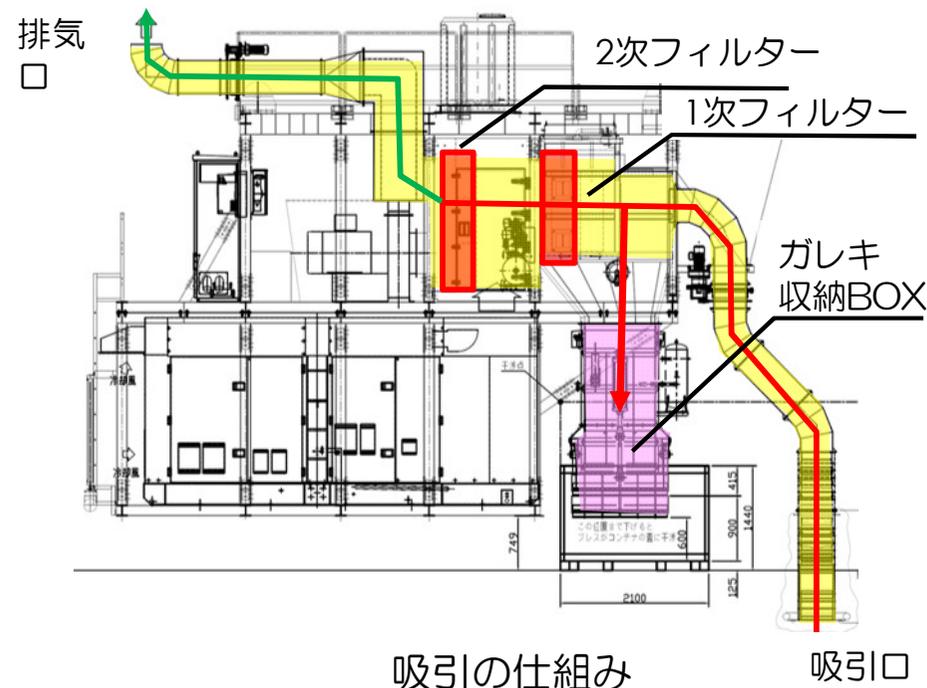
■ 主な仕様

- 寸法：長さ10m×幅2.9m×高さ6.6m
- 重量：約35t
- 吸引能力(小ガレキ1個あたり)
吸引可能サイズ 約30cm
吸引可能重量 約40kg

※主要な吸引対象物：ルーフブロック
(20cm×40cm×厚3cm 3.5kg)

■ ダスト対策

- 吸引空気は二重のフィルターを通して後部排気口から排気
- 小ガレキは装置下部のごみ収納BOXに一旦回収し、その内部で散水湿潤させ、保管用コンテナに移して、構内に保管



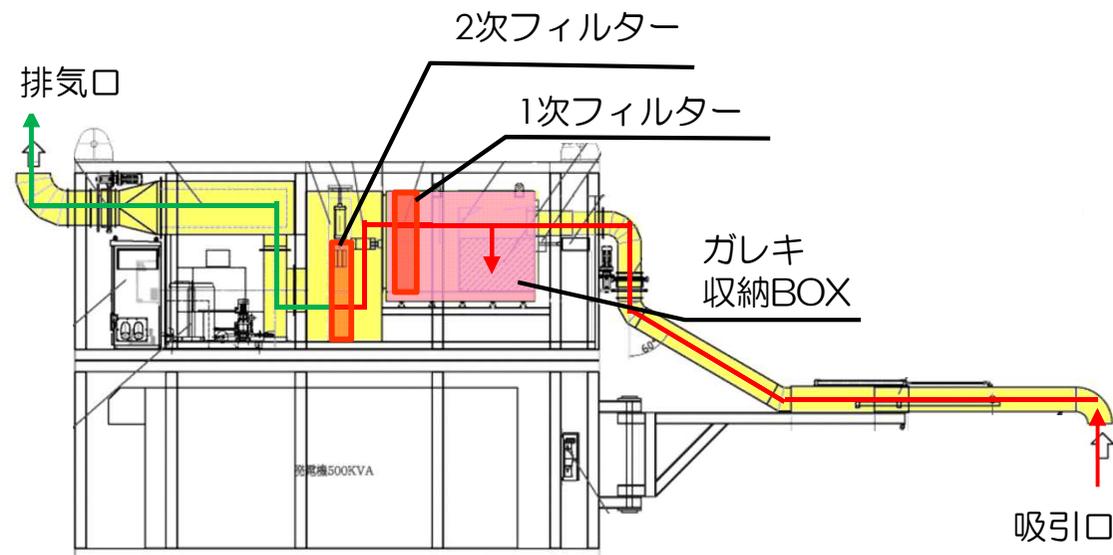
小ガレキ吸引装置の概要2

■ 主な仕様

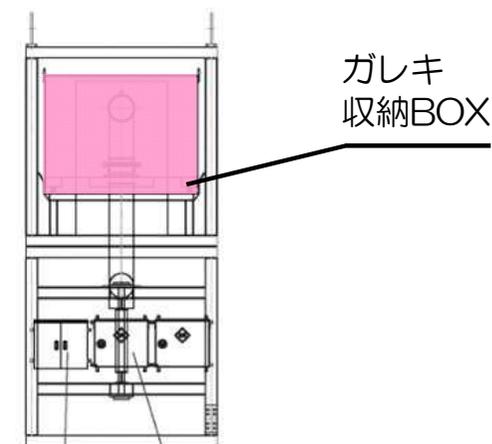
- 寸法：長さ13m×幅2.5m×高さ5.5m
 - 重量：約22t
 - 吸引能力(小ガレキ1個あたり)
 - 吸引可能サイズ 約25cm
 - 吸引可能重量 約20kg
- ※主要な吸引対象物：ルーフブロック
(20cm×40cm×厚3cm 3.5kg)

■ ダスト対策

- 吸引空気は二重のフィルターを通して後部排気口から排気
- 小ガレキはガレキ収納BOXに回収し、収納BOXごと交換し構内に保管



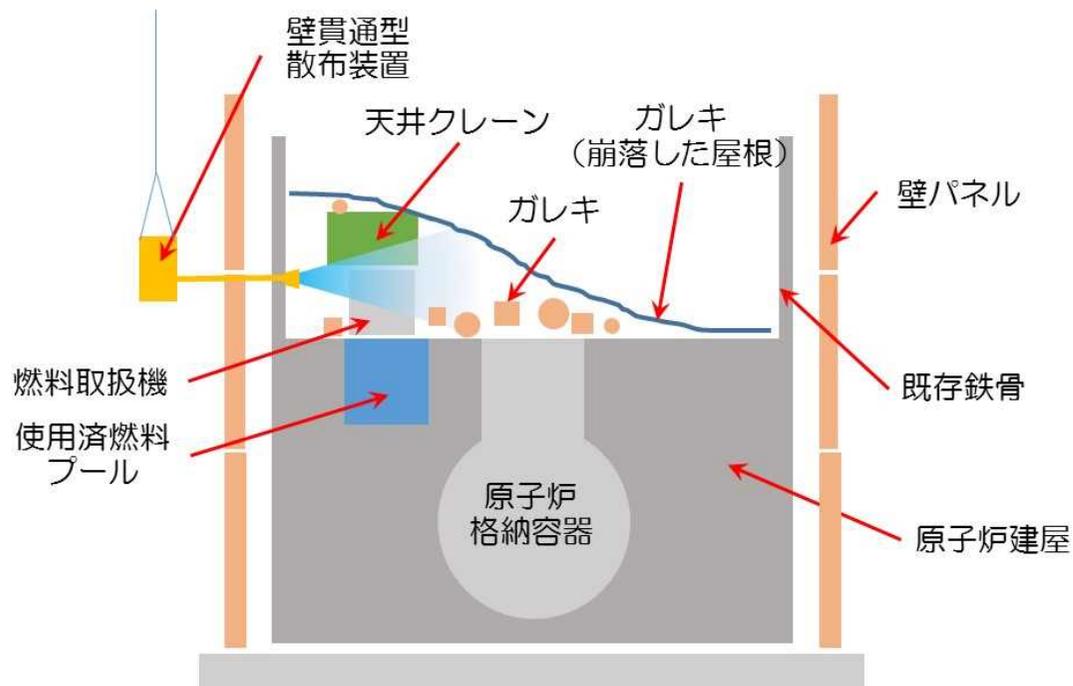
吸引の仕組み



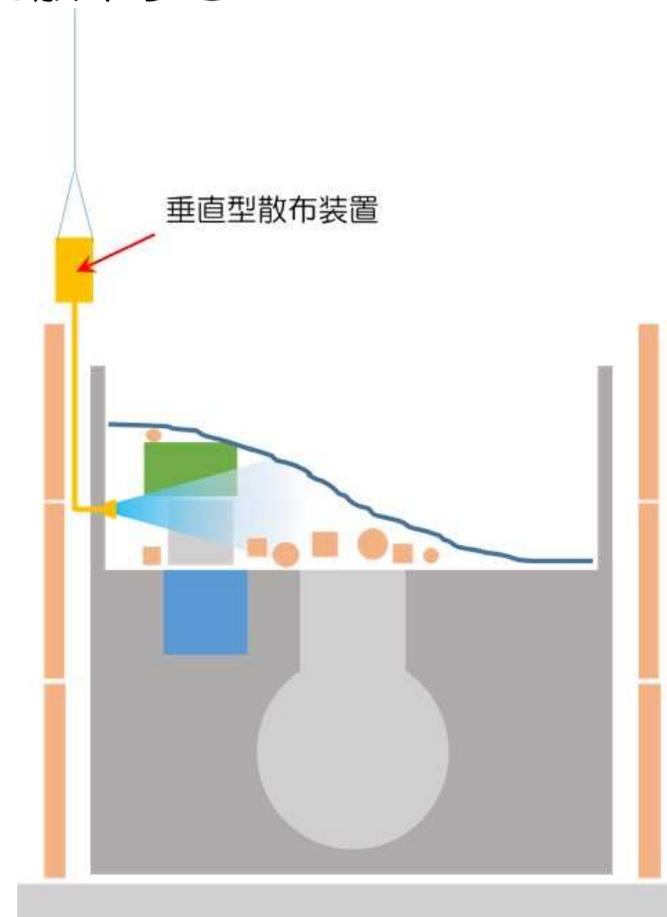
保管方法

壁パネル取り外し前の飛散防止剤散布方法

- 崩落屋根上面からの散布に加え、崩落屋根下のガレキに対して、壁パネル取り外し前に側面から飛散防止剤を散布し、ダスト飛散を抑制する
- 飛散防止剤の散布は、壁貫通型散布装置に加え、操作性の良い垂直型散布装置を新たに開発し、崩落屋根下にある空間全体のガレキに対して散布する
- 散布範囲を十分に重複させ隈なく散布する



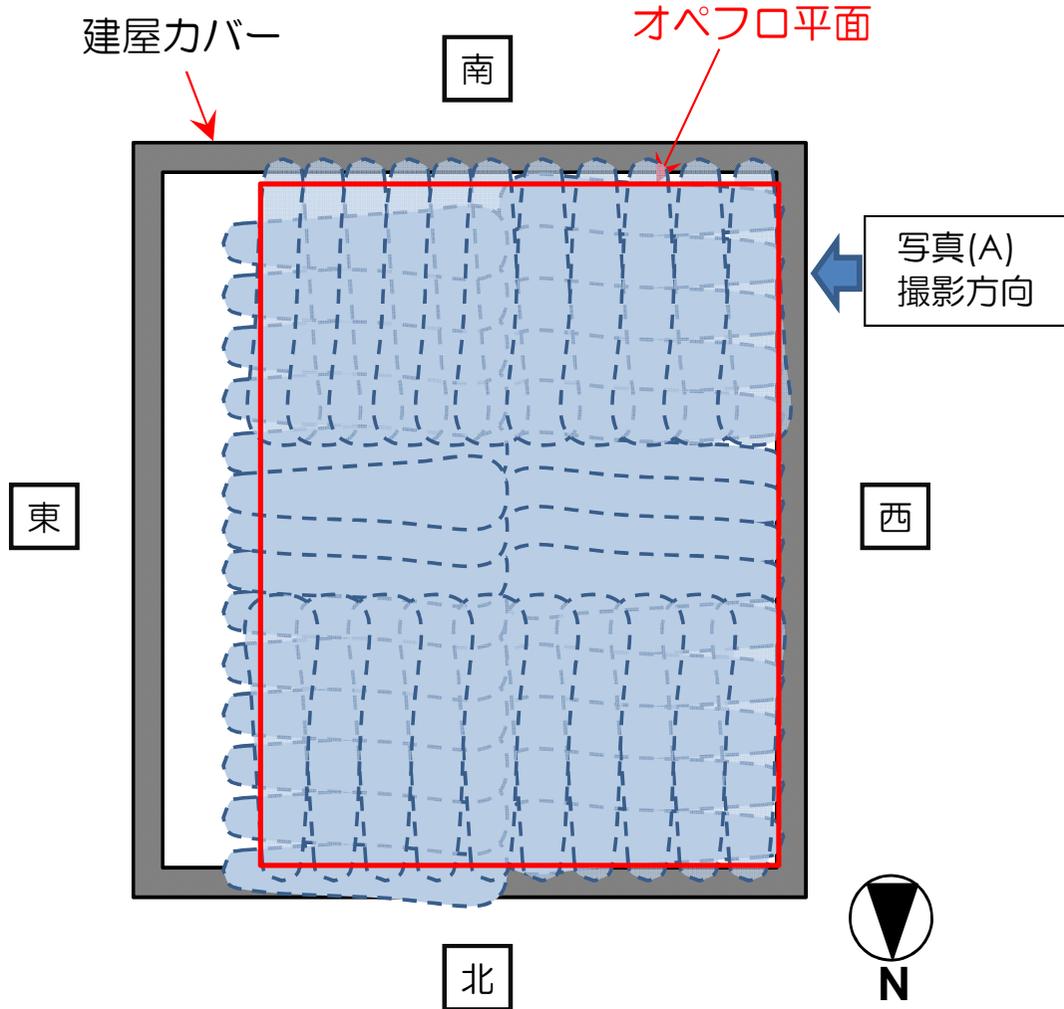
壁貫通型飛散防止剤散布



垂直型飛散防止剤散布

[参考]壁パネル取り外し前の崩落屋根下への飛散防止剤散布位置

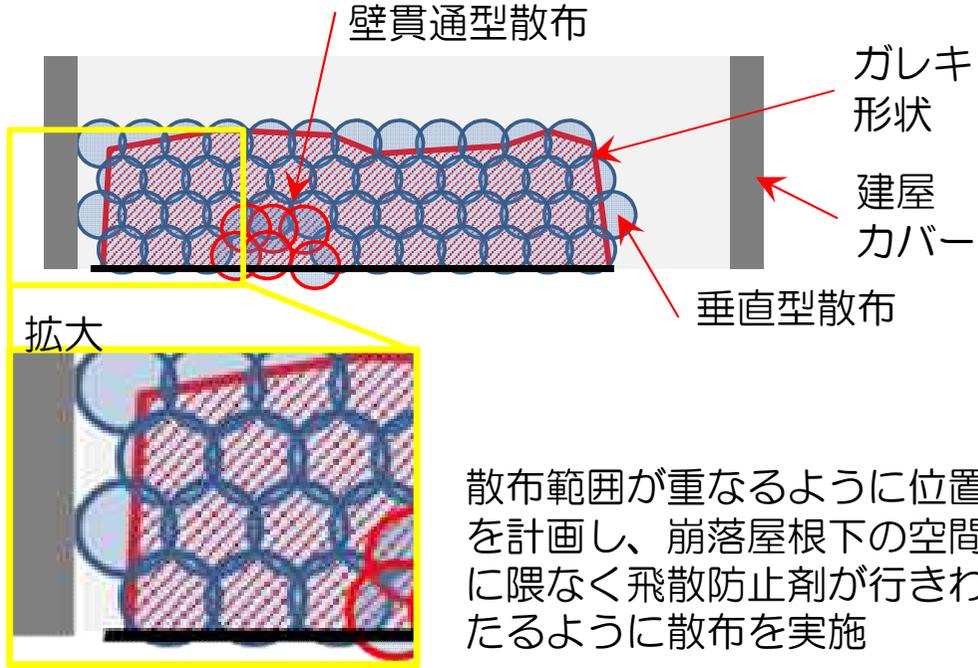
■ 壁パネル取り外し前の崩落屋根下のガレキに対する飛散防止剤散布位置は以下の通り



2015年10月頃撮影

ガレキ状況写真 (A)

崩落屋根下は隙間があり、大きな空間となっているところもある

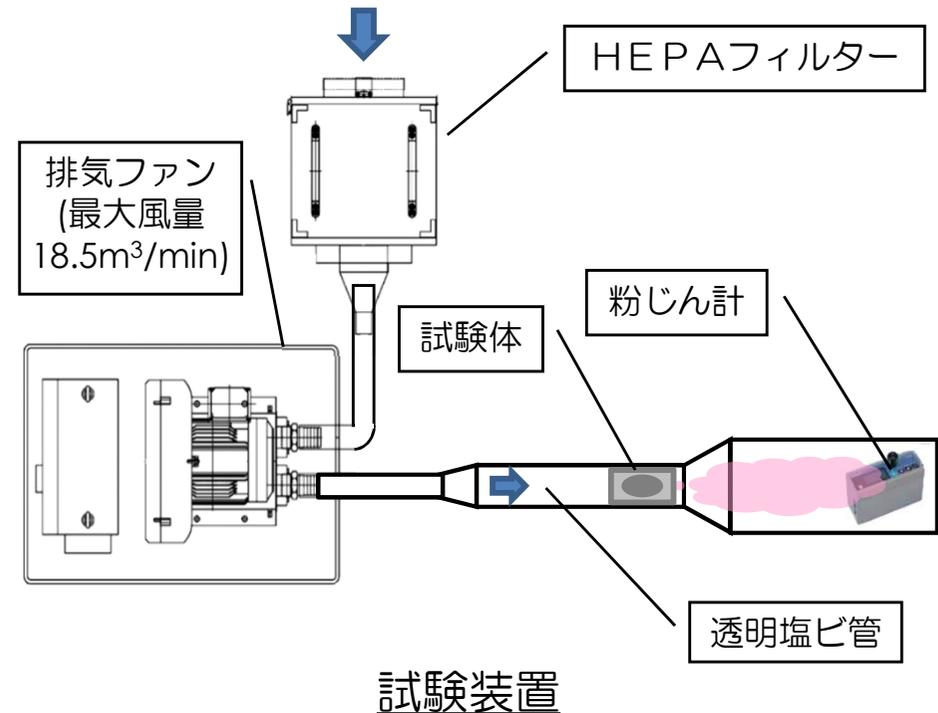


散布範囲が重なるように位置を計画し、崩落屋根下の空間に限なく飛散防止剤が行きわたるように散布を実施

飛散防止剤散布-立面イメージ (南面)

[参考]強風時における飛散防止剤の効果の確認試験結果

- 風速50mの状況下でも飛散抑制効果を発揮することを確認しており、結果は以下のとおり
- 飛散防止剤を散布した模擬ダストに平均的な風、瞬間的な風を模擬し送風し、ダスト飛散が抑制されることを確認した
- 試験条件
 - 模擬ダスト：ルーフブロック粉体
5g（中心粒径46μm）
 - 風速：平均風速15-20-25m/s
瞬間風速30-40-50m/s
 - 飛散防止剤散布量：7.5mg
標準散布量（1.5L/m²）相当
 - 飛散防止剤の乾燥：自然乾燥
- 試験結果
飛散防止剤は平均風速25.0m/s、瞬間風速50.0m/sまで飛散抑制効果があることを確認した



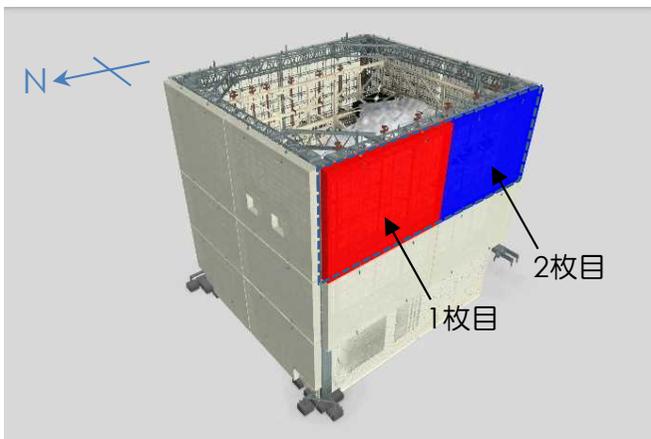
	平均風速 (m/s)			瞬間風速 (m/s)		
	15	20	25	30	40	50
飛散率 ※1	0.16%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%

本実験で検出したダストは、周辺環境等のダストを検出したものと想定される

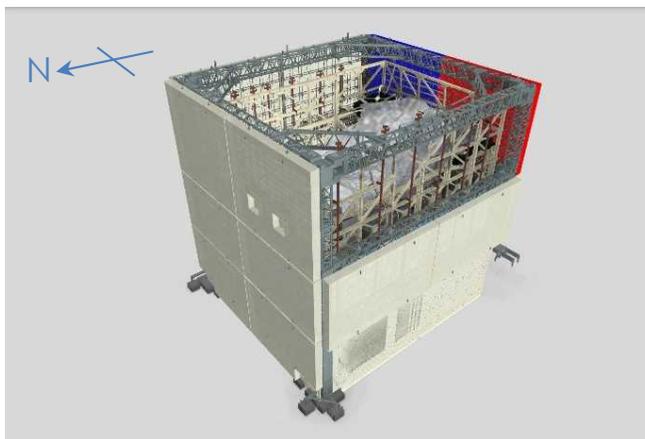
$$\text{※1 飛散率 (\%)} = \frac{\text{飛散防止剤散布時の飛散量}}{\text{飛散防止剤未散布時の飛散量}}$$

壁パネル取り外し手順

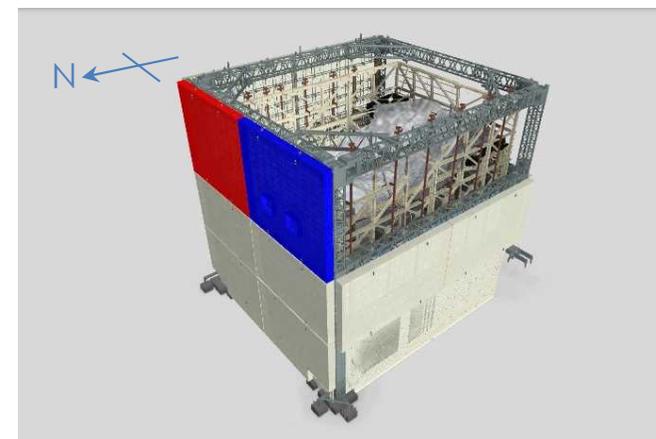
- 取り外すパネル枚数は全18枚 [最大サイズ 23m×17m、最大重量 約20t]
- 壁パネル取り外し手順は以下の通り。なお、壁パネル取り外し期間は、約3ヶ月を予定



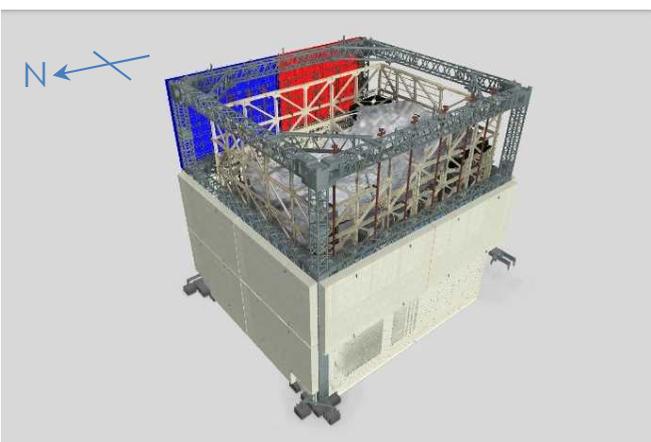
①西面(上段) 2枚



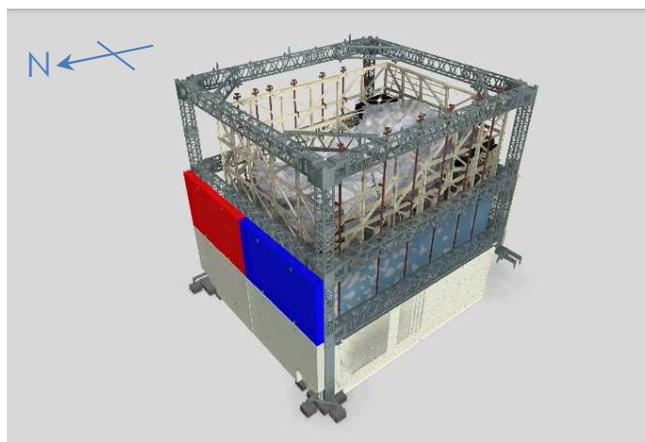
②南面(上段) 2枚



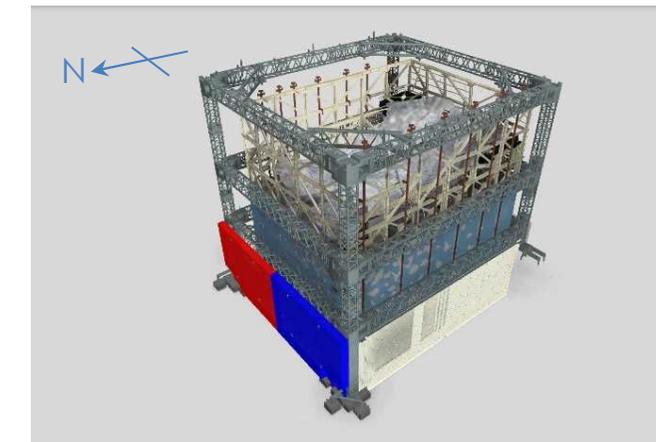
③北面(上段) 2枚



④東面(上段) 2枚



⑤東・西・南・北面(中段) 8枚



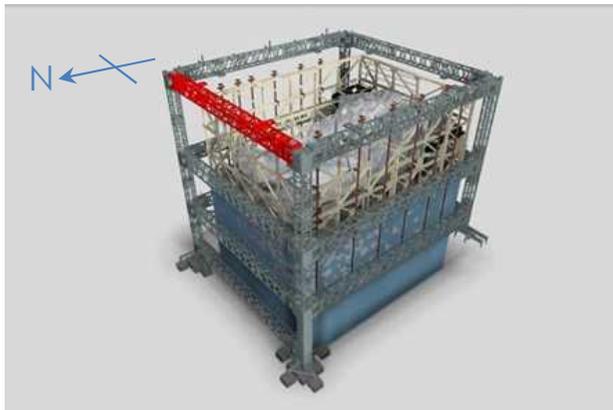
⑥北面(下段) 2枚

※今後の施工計画検討の中で、壁パネル取り外しの手順・期間が変更になる場合があります

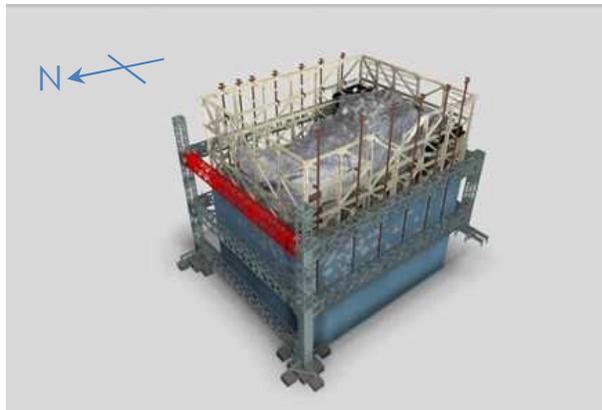
建屋カバー柱・梁改造、防風シート設置手順

- 壁パネル取り外し後、建屋カバーの柱・梁を取り外し、取り外した柱・梁の改造※を行うステップを踏んで、原子炉建屋オペフロレベル付近の建屋カバー中段梁に防風シートを設置。設置までの作業フローは以下の通り

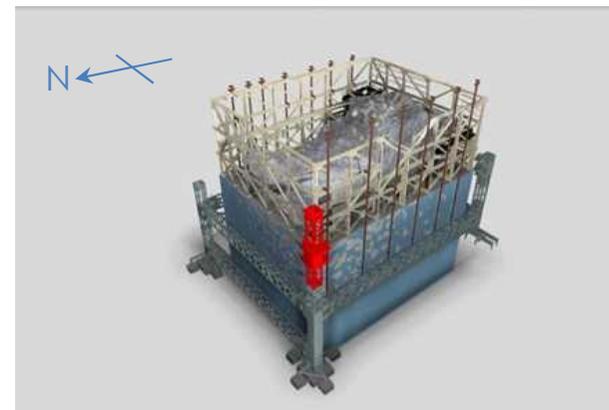
※現状、建屋カバーの中段梁上面は、オペフロ床面から3m程度高い位置にあり、ガレキ撤去作業と干渉するため、一度、取り外し、原子炉建屋オペフロレベル付近まで中段梁を下げる改造を実施。この改造にあわせ、防風シートを中段梁に設置



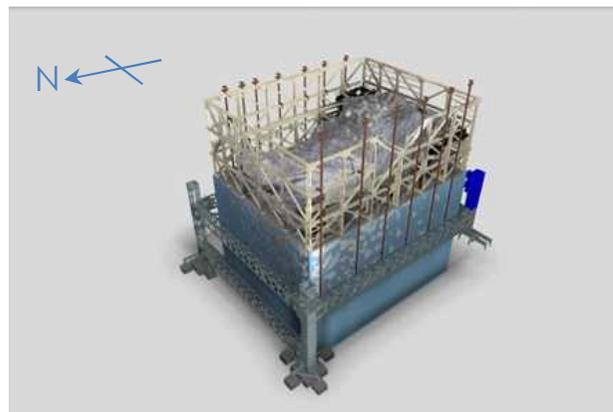
①上段梁取り外し



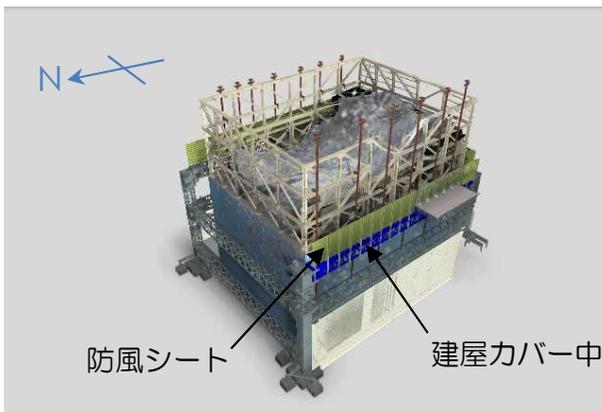
②中段梁取り外し



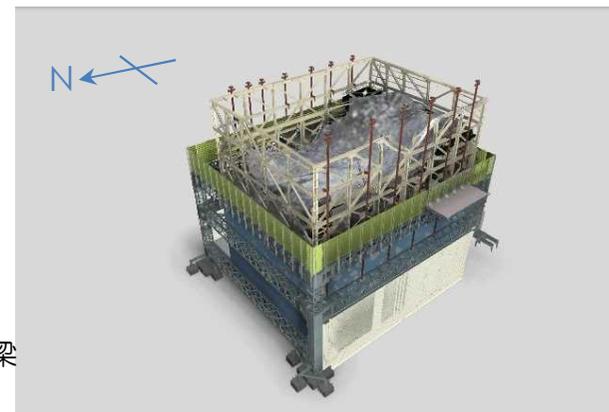
③柱取り外し



④柱設置(改造後)



⑤中段梁設置(改造後)・防風シート設置



⑥防風シート設置完了

※今後の施工計画検討の中で、防風シート設置の手順が変更になる場合があります

■ 設置目的

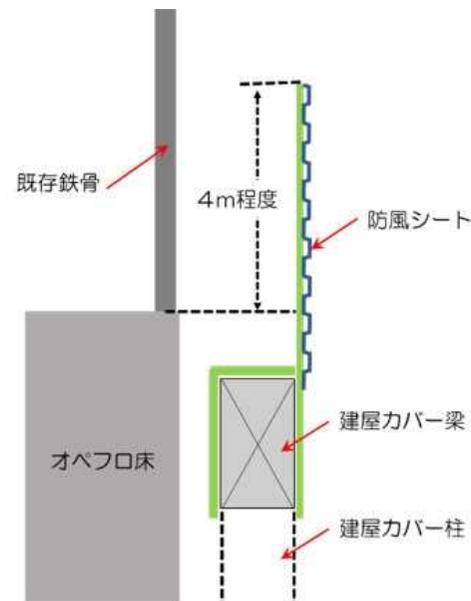
- 2015年7月～12月のガレキ状況調査において「2,3号機と同様に、原子炉ウェル付近の線量が高いこと」「崩落屋根下の単位質量あたりの放射能 [Bg/g] は、崩落屋根上より1桁～2桁程度高いこと」を確認した
- 飛散防止剤の効果によりダスト飛散を抑制できると考えていますが、ガレキ撤去前に、重層的な対策として防風シートを設置し、原子炉ウェル近傍の空間へ吹き込む風の流入量を低減することで、ダスト飛散リスクを低減する

■ 実施概要

- 原子炉建屋オペフロレベル付近の建屋カバー中段梁に、ルーフデッキ等の板材を、4m程度の高さで設置



防風シート 原子炉建屋東側写真 ウェル近傍の空間 2011年9月撮影



防風シート設置概要



防風シート設置イメージ

- 屋根パネルの解体にあたり、以下に留意し作業を進める
 - 飛散抑制対策
あらかじめ飛散防止剤を散布し、ダストを固着させた状態で解体を進める
 - モニタリング計画
構内ダストモニタおよび敷地境界ダストモニタで放射性物質濃度を監視するとともに、作業中は風向きを考慮し、作業エリアの放射性物質濃度を測定する
 - 廃棄物の保管方法
線量に応じ、発電所構内の適切な場所に保管する

建屋カバー解体・ガレキ撤去作業時の放射性物質の飛散監視体制 **TEPCO**

【作業共通】

- 放射性物質濃度は、作業中だけでなく、夜間・休日も24時間体制で監視
- 壁パネルを取外すなど状態が変わる際に風向きを考慮し、構内海側においてもダストサンプリングを実施



- オペレーティングフロア上のダストモニタで監視
- 構内ダストモニタで監視
- △ 敷地境界ダストモニタで監視
- 敷地境界モニタリングポストで監視

建屋カバー解体・ガレキ撤去作業時における警報発報時の対応

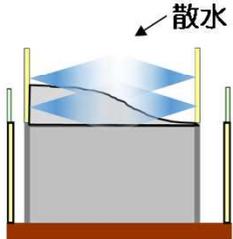
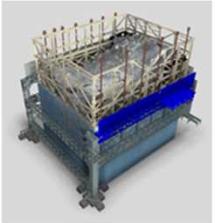
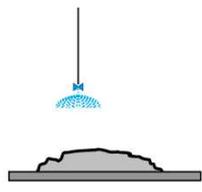
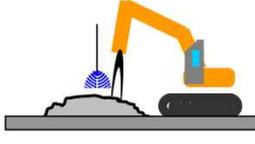
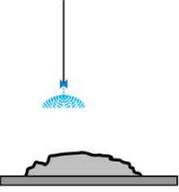
【作業共通】

	構内		敷地境界	
	オペフロ上 ダストモニタ (赤)	構内ダストモニタ (黄)	敷地境界付近 ダストモニタ (青三角)	モニタリングポスト (緑)
警報設定値	$5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$	$1.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$	$1.0 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$	バックグラウンド + $2 \mu\text{Sv/h}$ 以上の変動
警報設定の考え方	周辺監視区域境界の告示濃度*の 1/2に相当する レベルを超え ない値	放射線業務従事者の 告示濃度の1/20	周辺監視区域境界の 告示濃 度*の1/2	再臨界監視が出来る値に設定
警報発報後の対応 (飛散抑制対応)	作業中断、 緊急散水・飛散防止剤散布	作業中断、 緊急散水・飛散防止剤散布	作業中断、 緊急散水・飛散防止剤散布	—
25条通報	○	○	○	○
一斉メール	— (作業日報に記載)	○	○	○
その他の設定値 (兆候把握)	$1.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ (作業時にモニタで 確認する管理値)	$5.0 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$	—	($0.02 \mu\text{Sv/h}$ を超える 変動が発生)
発報後の対応 (飛散抑制対応)	作業中断、 緊急散水・飛散防止剤散布	作業中断、 緊急散水・飛散防止剤散布	—	ダストモニタの 指示等確認
25条通報	○	○	—	○ (確認の結果、異常な放出が認 められた場合)
一斉メール	— (作業日報に記載)	— (2系統故障の場合○)	—	○

※周辺監視区域境界の告示濃度は3ヶ月間の平均濃度

[参考]ガレキ撤去時のダスト飛散抑制対策 基本方針

- ガレキ撤去時のダスト飛散抑制対策は、散水しながら慎重に実施することを基本とし、重層的な対策として散水設備、防風シートを事前に準備
- ガレキ撤去計画は、施工計画等の検討を引き続き進め、内容が纏まり次第報告を行う

対策種別	ダスト飛散抑制の重層的対策		ダスト飛散抑制の基本対策			
作業工程	作業前準備		ガレキ解体	ガレキの集積移動	作業仕舞	
飛散抑制対策	散水設備	防風シート	飛散防止剤散布	局所散水	ガレキ吸引他	飛散防止剤散布
時期	強風予報時 警報発報時	常時	定期（1回/月）	作業中	作業中	作業終了後
作業イメージ						
1号機での対応方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ダスト飛散は、飛散防止剤の効果によりダスト飛散を抑制できると考えるが、万一に備えて散水設備を設置する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダスト飛散は、飛散防止剤の効果によりダスト飛散を抑制できると考えるが、万一に備えて原子炉ウエル近傍の空間へ吹き込む風の流入量を低減し、ダスト飛散リスクを低減する防風シートを設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・定期的（1回/月）にオペフロ全面に散布する 	<ul style="list-style-type: none"> ・散水しながら慎重に撤去を行う ・また、ガレキの汚染状況を事前に把握するとともに、ガレキ撤去工法の選定にあたっては、モックアップを行い、ダスト発生量の少ない工法を選定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・破碎したガレキは吸引もしくはパンチでつまんで慎重に撤去を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ・新たに発生したダストを固着し、飛散抑制するため、飛散防止剤を散布
3号機の状況 (2013.8.19の事象発生時)	<ul style="list-style-type: none"> ・設置なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・破碎したガレキをバケットで掻き集め集積するため、ダストが舞い上がりやすかった 	<ul style="list-style-type: none"> ・なし