

SFP養生設置作業における想定事象と対策

以下の想定事象に対し、設計・評価において問題ないことを確認。

また、現場状況を模擬したモックアップ・トレーニングにて対策手順が確立できていることを確認。

想定事象	対策	備考	
養生バッグ投入前の不具合	クレーン、監視カメラ、通信設備等の故障、不具合が生じる	作業開始前に動作確認を行い、異常が認められた場合には修理、交換等を行った上で、SFP養生設置作業を開始する。	
養生バッグ投入時の不具合	投入装置の故障、不具合が生じる	作業開始前に動作確認を行い、異常が認められた場合には投入を中断し、東側作業床上にて修理、又はヤードへ吊り降ろして修理を実施する。	
	投入時にSFPゲートと接触する	養生バッグがSFPゲートに接触しないようなプロテクターを設置する。また、ゲートに接触した場合でも、養生バッグがSFPゲートに引っ掛からないようバッグ先端部は円錐形状とする。 なお、SFPゲートを押し付ける水圧に対して養生バッグの衝突による力は十分小さいと評価している。	参考資料1
養生バッグ展張時の不具合	養生バッグがFHM下部のケーブル等に引っかかり展張できなくなる	干渉する可能性のあるものを事前に調査し、養生バッグの投入、展張前にSFP水位を500mm下げの計画とする。	参考資料2
	養生バッグが反対側に回転し、展張できなくなる	養生バッグが展張しやすい姿勢となるよう、展張前において養生バッグの端部位置の管理する。また、遠隔のアームロボット(マルチハンドブームロボ)を用いて、エア注入前にバッグ端部の一部を予め展開し、反転するリスクを低減する。	参考資料3
	展張用エアマットへの送風機、エア注入システムの故障、不具合が生じる	作業開始前に動作確認を行い、送風機に異常が認められた場合には予備機に切り替える。 展張用エアマットへのエア注入システムに不具合が発生した場合、養生バッグのエアモルタル室にエアを注入し、展張を行う。	
エアモルタル充填時の不具合	養生バッグ膨らまし用の送風機、エア注入システムの故障、不具合が生じる	作業開始前に動作確認を行い、送風機に異常が認められた場合には予備機に切り替える。エア注入システムに不具合が発生した場合は、養生バッグを空気で膨らませない状態で、エアモルタルの注入を行う。なお、モックアップにて成立性を確認している。	
	エアモルタル製造プラント、充填システムの故障、不具合が生じる	作業開始前に動作確認を行い、エアモルタル製造プラント、充填システムに異常が認められた場合には予備システムに切り替える。	
	ホース破損に伴いSFP内にエアモルタルが漏れいする	過圧状態とならないよう系統圧力を管理する。 漏れいリスクの高いホース接続部は、モルタルメーカーの実績を踏まえた接続工法、管理基準を採用するとともに、万一の漏れいに対し、接続部は透明カバーで養生を行う。 養生バッグ投入時、ホースに荷重が掛からない様、ワイヤーで養生バッグ後端部(東側)を保持しながら着水させる。 なお、エアモルタルが漏れいした場合はSFP水のpHが上昇する可能性がある(最大約pH11)が、循環冷却を再開させることで、数日で中和できることを実験にて確認している。	参考資料4
	エアモルタル充填時に養生バッグとFPC配管サポートが干渉し、水位回復時に養生バッグが浮上しない	エアモルタル充填前にSFPの水位を250mm上昇させ、養生バッグとFPC配管サポートと干渉を回避する。	参考資料5
	養生バッグ固定時の不具合	養生バッグが燃料上部を覆わない	寸法検査等、品質管理によりバッグのサイズを管理すると共に、エアモルタル固化に伴う収縮率をモックアップ試験にて確認し、燃料上部を覆えるサイズであることを確認している。 地震等により養生バッグの位置ずれが生じないよう固定スペーサを設置する。
FPC配管等と干渉し、固定用スペーサを設置できない		マルチハンドブームロボを用いて養生バッグを位置を修正する	
上記対策にもかかわらず、SFP養生設置作業の継続が不可となった場合は、マルチハンドブームロボを用いて投入した養生バッグを南側に寄せ、新たに養生バッグを製作し、設置する。		参考資料7	

実施計画Ⅲ第1編第32条の安全措置に対するリスク

想定リスク	想定事象	対策	備考
水位監視時の不具合	水位監視機器の故障、不具合が生じ、遠隔での監視ができない	遠隔監視設備として、仮設の水位計(正)と水位監視用カメラ(副)の2系統を設置する。電源及び通信系統も2系統あり、不具合発生時は切替操作を実施する。 万一、遠隔での水位監視ができない場合は、東作業床にアクセスし、目視にて水位を確認する。	参考資料8

SFP養生を設置に伴いSFPへ与える影響/リスク

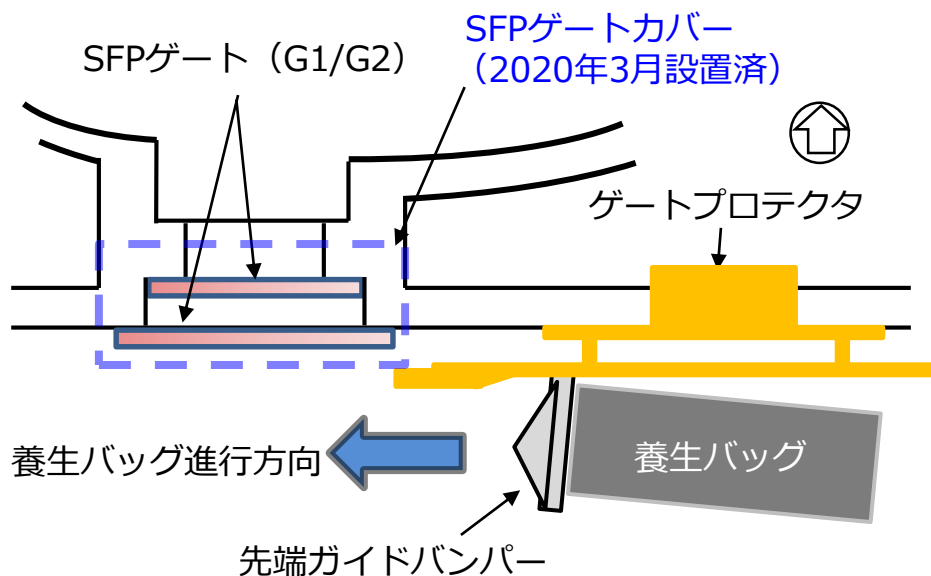
想定リスク	想定事象	対策	備考
SFP養生設置作業中におけるSFP水温上昇	設置作業中、循環冷却を停止させるためSFP水温が上昇する	本作業期間中における温度評価を行い、運転上の制限(60℃)を満足すると評価している。また、水温計で日々確認を行う。(本作業期間(約20日)において約17℃上昇と評価)	参考資料9
地震時のスロッシングによる影響	地震時のスロッシングにより、養生バッグがSFP内の既設構造物と接触し、損傷する	SFP養生は、固定用スペーサ(北側/東側)及びチャンネル着脱機(南側)により位置を固定している。仮にスロッシングが生じたとしても、エアモルタルの圧縮強度は1.8N/mm ² であるため、チャンネル着脱機(SUS304)やスペーサ(SUS304)を破断させる応力は発生しない。	参考資料6
	養生バッグがスキマサージタンク流入口を塞ぐ	SFP南側にはチャンネル着脱機があるため、養生バッグが南側壁面のスキマサージタンク流入口を塞ぐことはない。 養生バッグはSFP水面の80%以上を覆うとともに固定スペーサ等で位置ずれを防止しているため、地震時のスロッシングにより養生バッグがチャンネル着脱機(SUS304)に衝突する可能性は低いと考えられるが、仮にチャンネル着脱機と接触した場合は、エアモルタルの圧縮強度が1.8N/mm ² であるため、チャンネル着脱機を大きく損傷させる応力は発生しない。 なお、養生バッグ南側には芯棒(アルミ製)があり、仮に養生バッグ内部のエアモルタルが破損しても、芯棒がチャンネル着脱機と接触するなどにより養生バッグがSFP南側壁面に密着することはないため、スキマサージタンク流入口を塞ぐ事象には至らない。	参考資料10
ガレキ落下による養生バッグの損傷	ガレキ落下時の衝撃により養生バッグが損傷する。	想定されるガレキの最大重量は、約1.4ton、SFP養生全体で約10tonの重量を受けとめられる構造としている。	

参考資料集

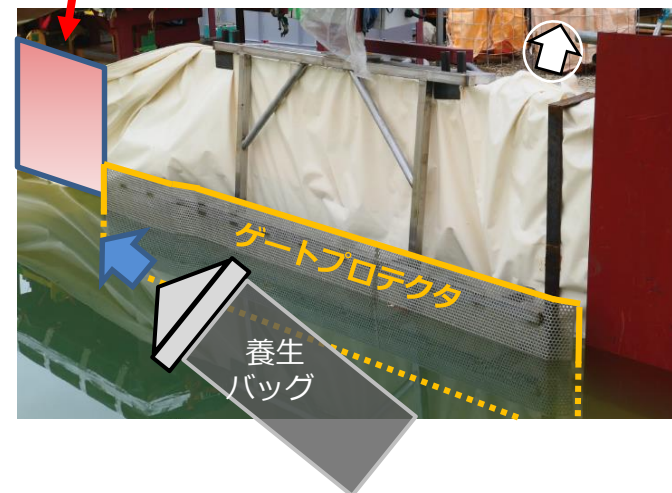
2020/5/27

TEPCO

- SFPゲート東側にゲートプロテクタを設置し、養生バッグがSFPゲートを側面から接触することを防止する。
(養生バッグ投入完了後に、ゲートプロテクタを撤去する)

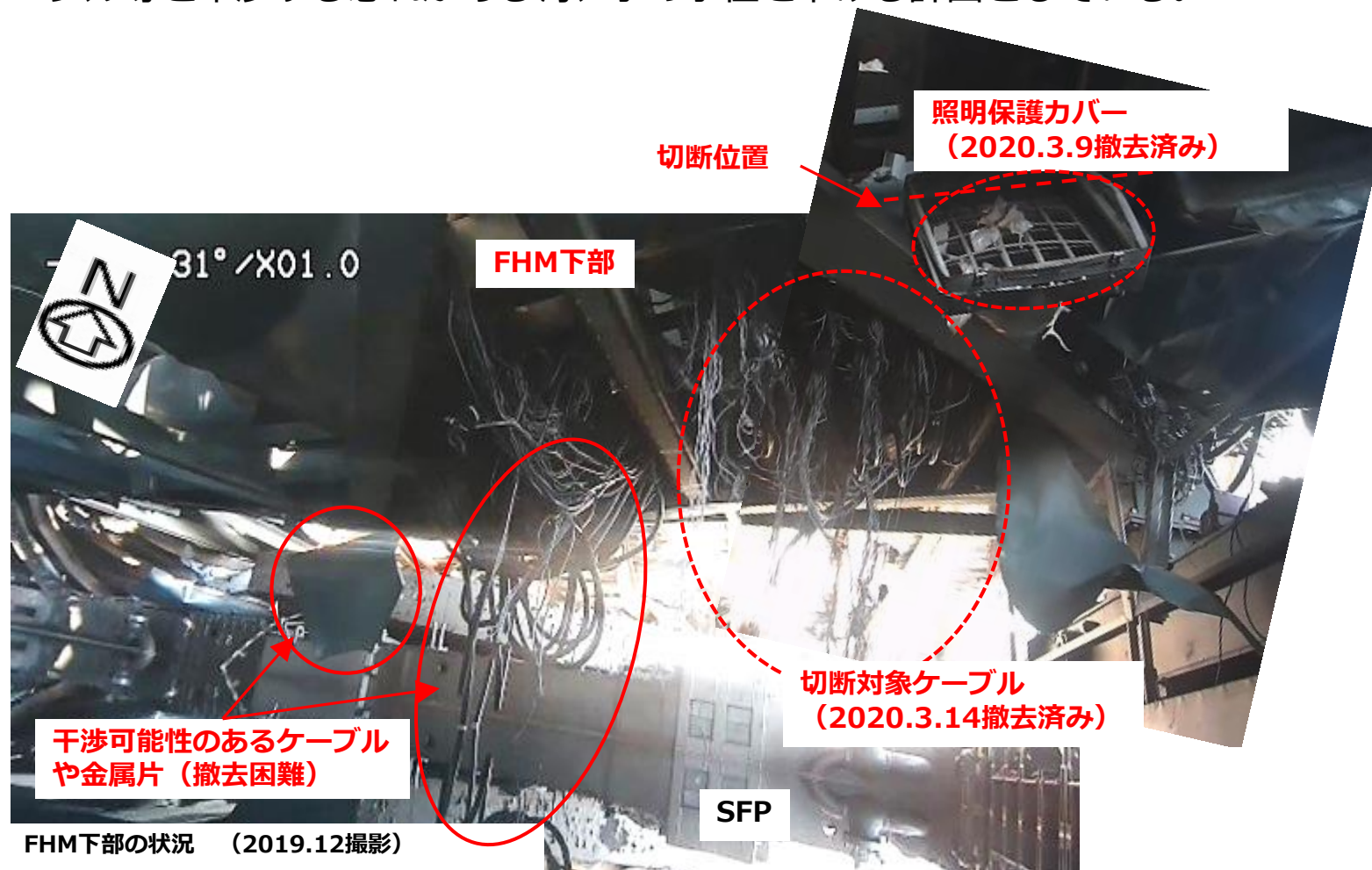


SFPゲート (G1)



ゲートプロテクタによるSFPゲート接触防止のイメージ

- FHM下部から垂れ下がったケーブル等があり、オーバーフロー水位で養生バッグを展開するとケーブル等と干渉する恐れがある為、予め水位を下げる計画としている。

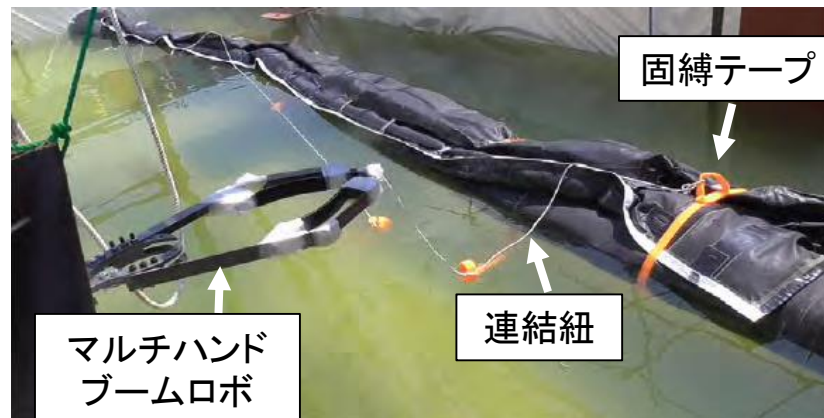


南側からSFP及びFHM下部をのぞいた状況

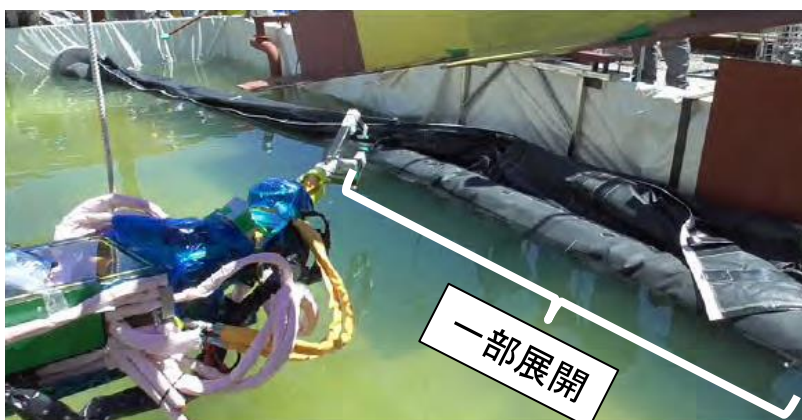
- 養生バッグの反転を防ぐため、以下の対策を実施
 - 投入完了時の養生バッグの姿勢の管理（バッグ端部が頂部付近にあること）
 - 展張前に、マルチハンドブームロボを用いて養生バッグ固縛テープを取り外すと同時に、端部を一部展開させる



養生バッグ投入完了後の状況

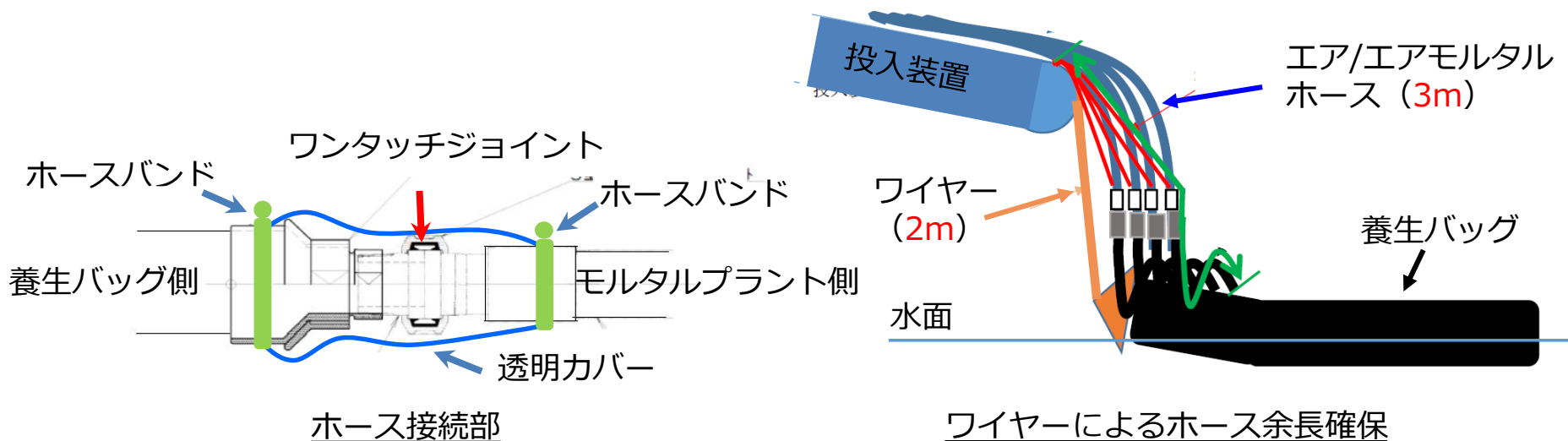


固縛テープ取外し状況

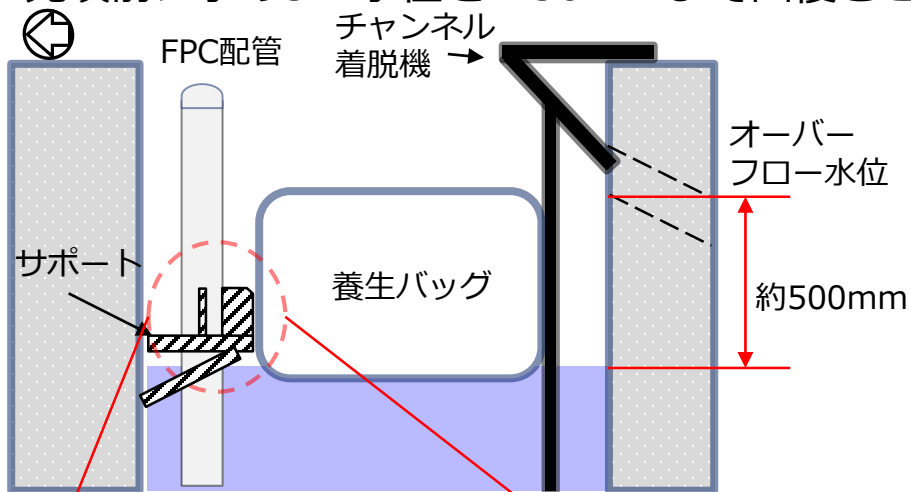


展張前に養生バッグを一部展開させた状況

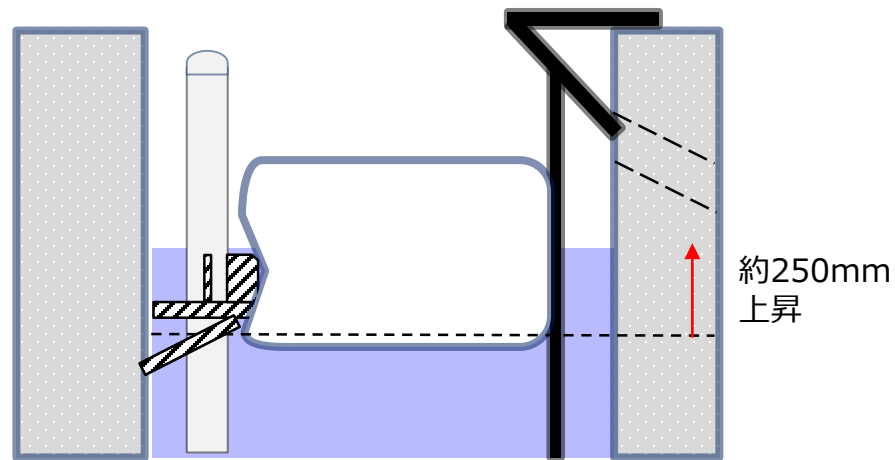
- エアモルタルの漏えいが生じないように以下の対策を実施
 - ホース接続部はモルタルメーカーの実績を踏まえた接続方法，管理基準を採用するとともに，透明カバーで養生を行う
 - 養生バッグ投入時において，ホースに過度な荷重が掛からないようにワイヤーで養生バッグ後端部を保持しながら着水させる



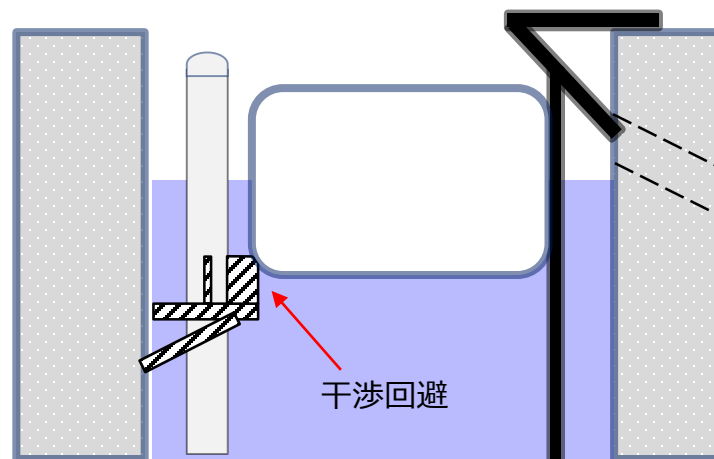
- エアモルタル充填時に養生バッグとFPC配管サポートが干渉する可能性があることから、充填前に予めSFP水位を-250mmまで回復させ、干渉リスクを回避する



エアモルタル充填前



水位-500mmでエアモルタルを充填した場合



水位-250mmでエアモルタルを充填した場合

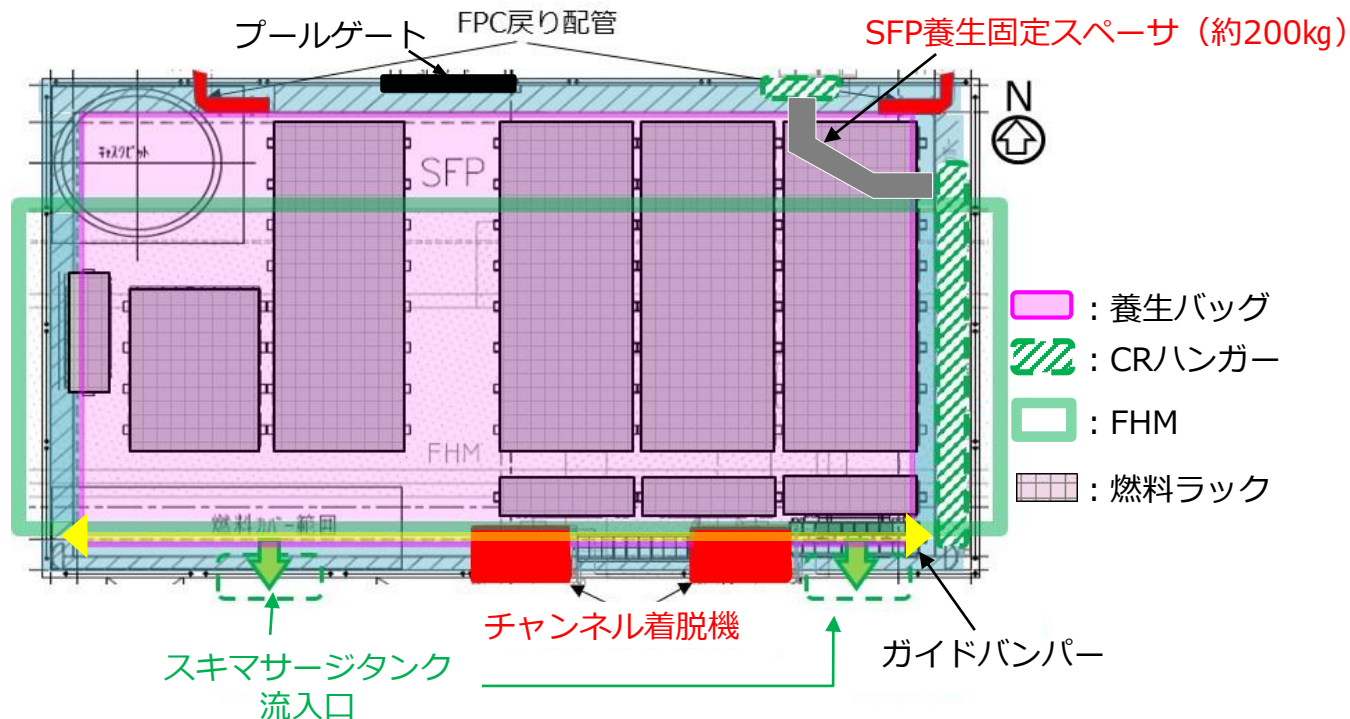


FPC配管サポート (2019/9撮影)

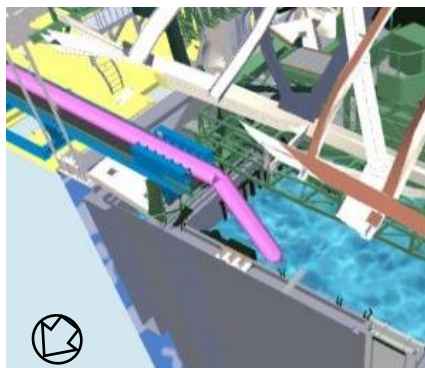
- 養生バグのサイズ管理を行うとともに、エアモルタル固化に伴う収縮を考慮しても燃料上部を覆うことができるサイズであることを確認済
- 養生バグ設置後において、養生バグ北東部に固定用スペーサを設置することにより、南側はチャンネル着脱機、西側はガイドバンパーで位置が固定され、地震時の位置ずれを防止する

	東西[mm]	南北[mm]
養生バグ寸法	11029	6199
施工完了時寸法 (想定) ※	10808	6075
燃料設置エリア	10645	5995

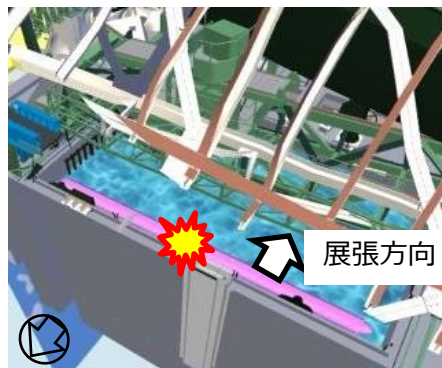
※モックアップ試験結果を踏まえた想定値



- SFP養生バッグの展張において不具合が生じた場合、南作業床からマルチハンドブームロボットを用いて、養生バッグを南側へ介錯し、予備の養生バッグを投入、展張する計画。



養生バッグ投入途中



養生バッグ投入完了



養生バッグ介錯イメージ

マルチハンドブームロボット

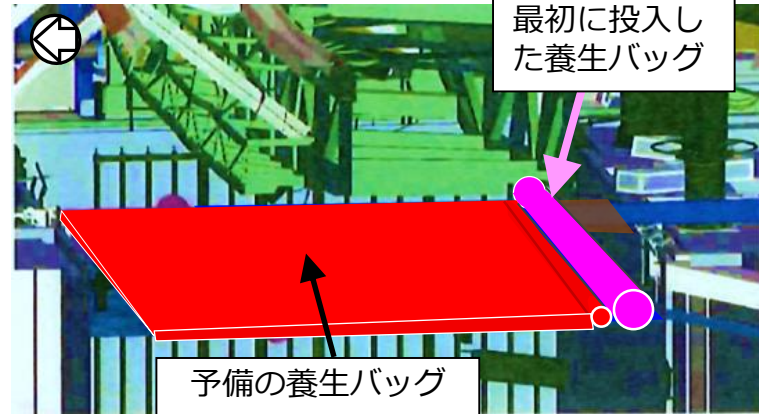


養生バッグを南側に寄せる状況

マルチハンドブームロボット

模擬プール

養生バッグ模擬体

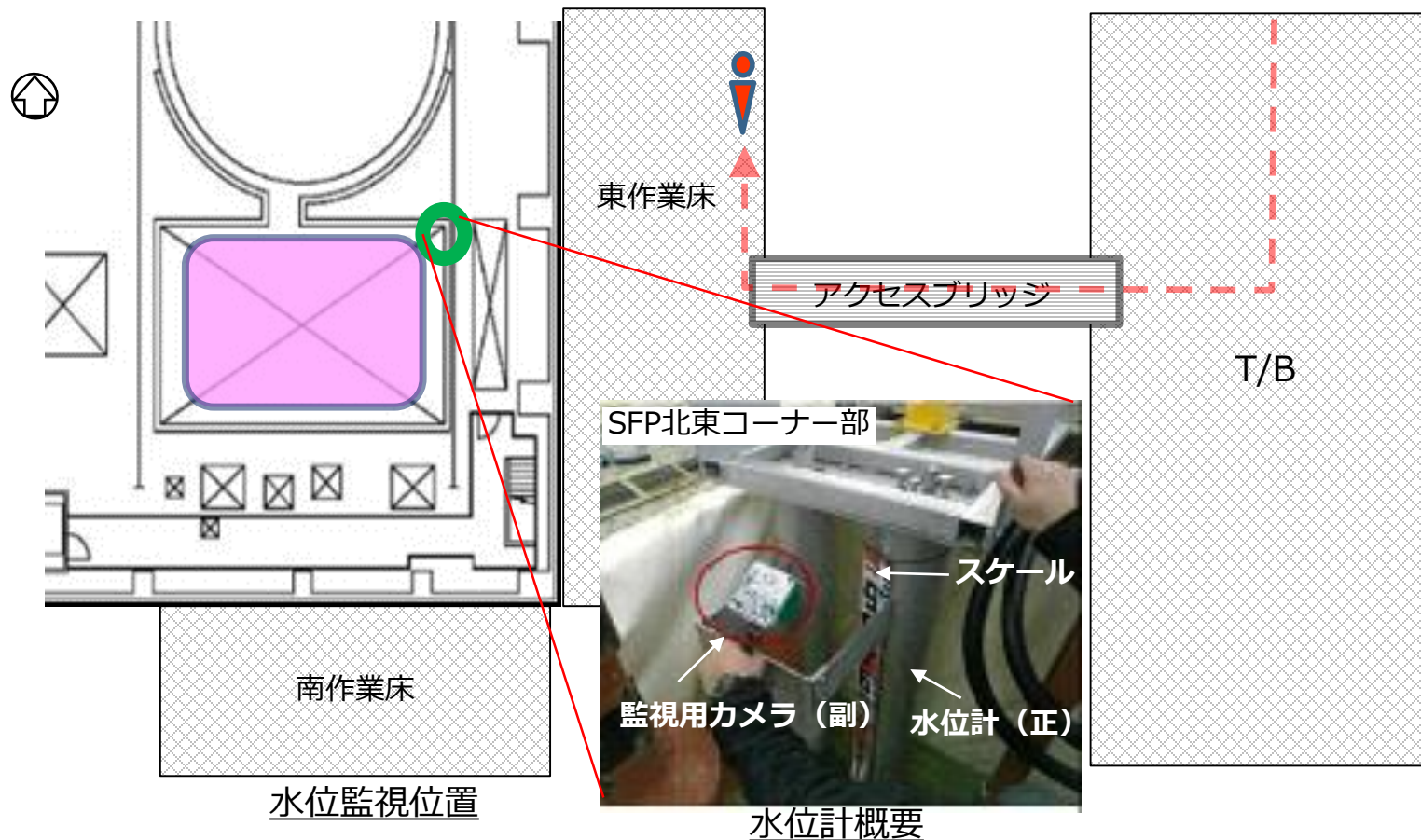


予備の養生バッグ投入後イメージ

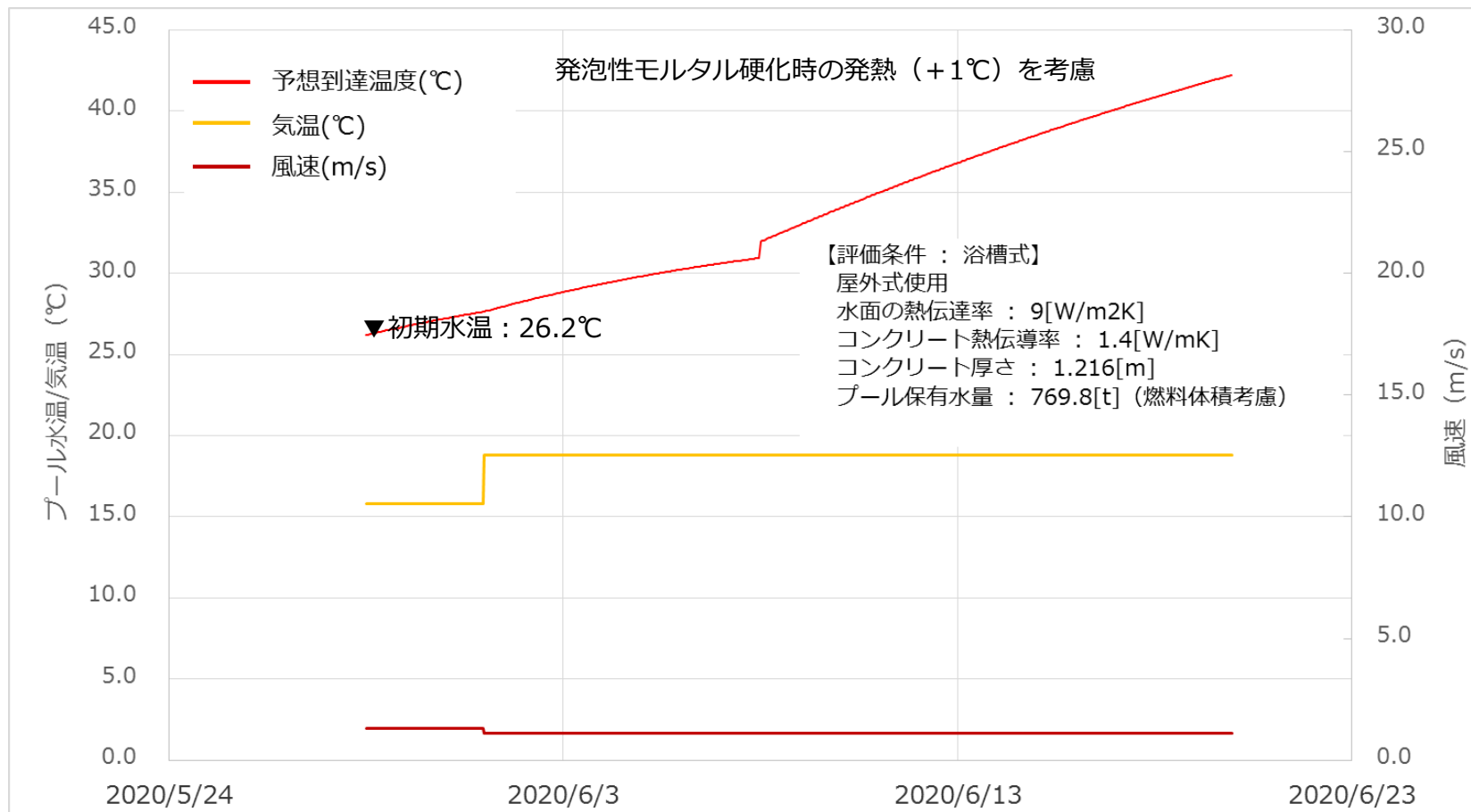
最初に投入した養生バッグ

予備の養生バッグ

- SFPに設置した仮設水位計の出力値を遠隔操作室で監視し（正），水位計に不具合が生じた場合は，監視用カメラでスケールの読み取りを行う（副）。なお，水位計及びカメラ用の電源及び通信系統は2系統あり，不具合が生じた場合は切り替えを行う。
- 万一，上記の遠隔監視ができなくなった場合には，東側作業床にアクセスして直接目視で水位の確認を行う（安全を確保した上で速やかに作業床にアクセスを行う）

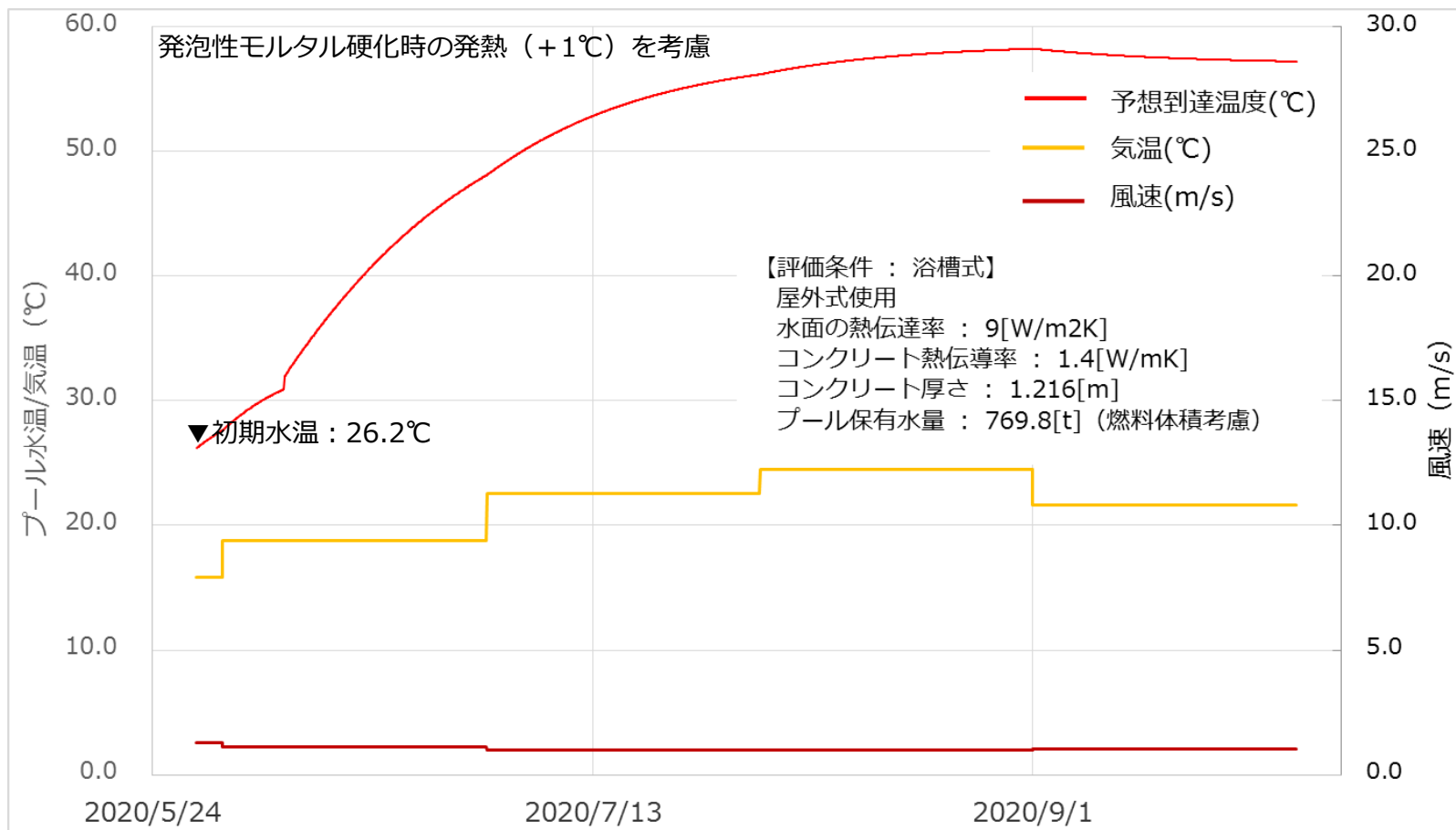


- SFP養生設置期間中のSFP水温の温度評価を行い、運転上の制限（60℃）を満足すると評価している（本作業期間（約20日）において約17℃上昇と評価。下図参照）



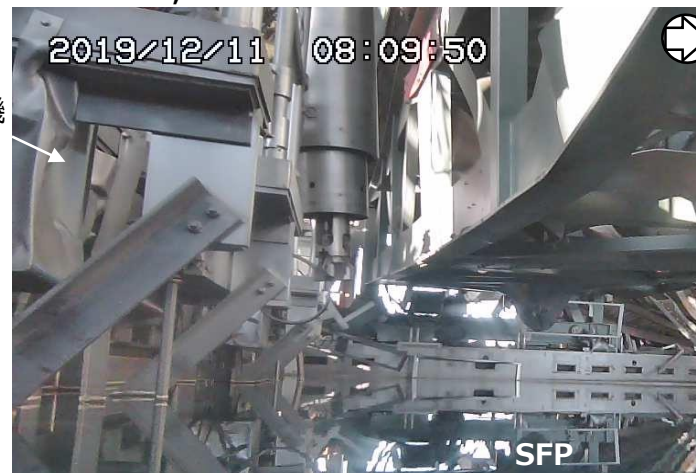
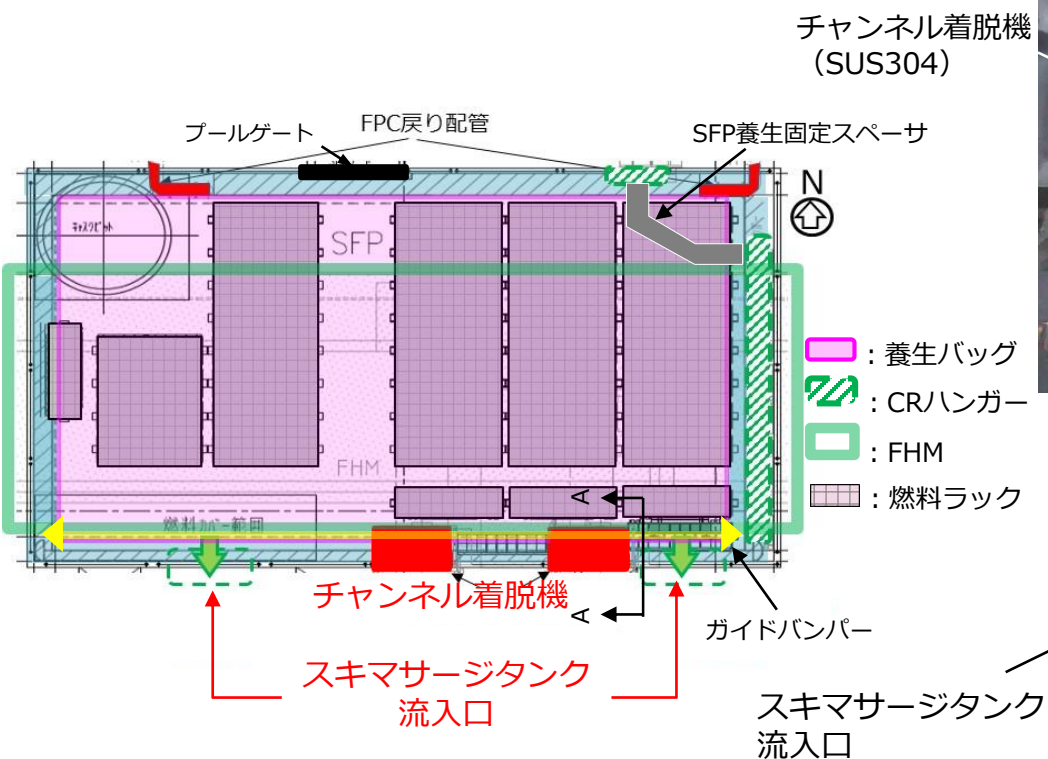
SFP水温上昇予測（SFP養生設置期間中，1次系循環を停止した場合）

- SFP養生設置後において、仮に夏季期間（9月末）まで継続的に循環冷却を停止した場合でも運転上の制限（60℃以下）を満足すると評価している（最大約58℃と評価。下図参照）
- なお、実際の水温上昇が評価値を上回る可能性もあることから、SFP養生設置後の冷却系停止については、水温予測評価の不確かさをふまえ計画する

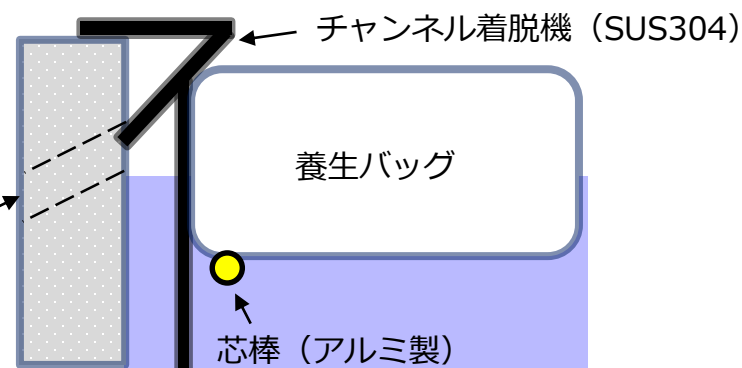


SFP水温上昇予測（9月末まで1次系循環を停止した場合）

- SFP南側にはチャンネル着脱機があり、養生バッグが南側壁面のスキマサージタンク流入口を塞ぐことは無い。
- 養生バッグ南側には芯棒（アルミ製）があり、養生バッグ内のエアモルタルが破損しても芯棒がチャンネル着脱機（SUS304）と接触するなどにより、スキマサージタンク流入口を塞ぐ事象には至らない



A-A矢視



養生バッグとチャンネル着脱機の接触イメージ