

令和2年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金」

「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発
(燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発)」

2020年度実施分成果

2021年9月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)

目次

1. 「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発（燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発）」の目的と目標
2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績
3. 本事業の概要
4. 本事業の実施スケジュール
5. 本事業の実施体制
6. 本事業の実施内容
 - 1)大型搬出容器の気密機構の開発
 - 2)アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発
7. まとめ
8. 実施目的を達成するための具体的目標

1. 「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発（燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発）」の目的と目標

【燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発の目的】

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所(1F)では、核燃料が炉内構造物とともに溶融し、燃料デブリとして原子炉圧力容器(RPV)内及び原子炉格納容器(PCV)内に存在していると考えられる。

RPV及びPCV内部の燃料デブリは、現在未臨界状態にあると考えられるが、事故によって原子炉建屋(R/B)、RPV、PCV等が損傷している等、プラント自体が当初設計とは異なる不安定な状態に置かれているため、燃料デブリを取り出して燃料デブリの未臨界状態を維持し、放射性物質の拡散を防止して安定な状態にする必要がある。

上記の背景のもと、本事業は、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(以降、中長期ロードマップ)に基づき、東京電力ホールディングス株式会社が実施するエンジニアリングやプロジェクト管理と連携しながら、大規模な燃料デブリ取り出し作業を実現することを目標に検討を実施する。本事業での開発成果は、東京電力ホールディングス株式会社が行うエンジニアリングに活用する。

本事業は、1Fの廃炉・汚染水対策に資する技術の開発を支援する事業を、中長期ロードマップ及び「2020年度廃炉研究開発計画」(廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第75回))に基づき行うことで、1Fの廃炉・汚染水対策を円滑に進めるとともに、我が国の科学技術の水準の向上を図ることを目的とする。

「燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発」においては、燃料デブリ取り出し作業時における公衆、作業員の安全を確保するために重要となる放射性物質の閉じ込め、作業員の被ばく線量の低減に関わる各要素技術について、開発を実施する。

【開発全体の目標】

中長期ロードマップに基づき、更なる規模を拡大した燃料デブリ取り出し作業を実現することを目標に検討を実施する。

【実施期間】2020年12月～2022年3月(16ヶ月)

2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績

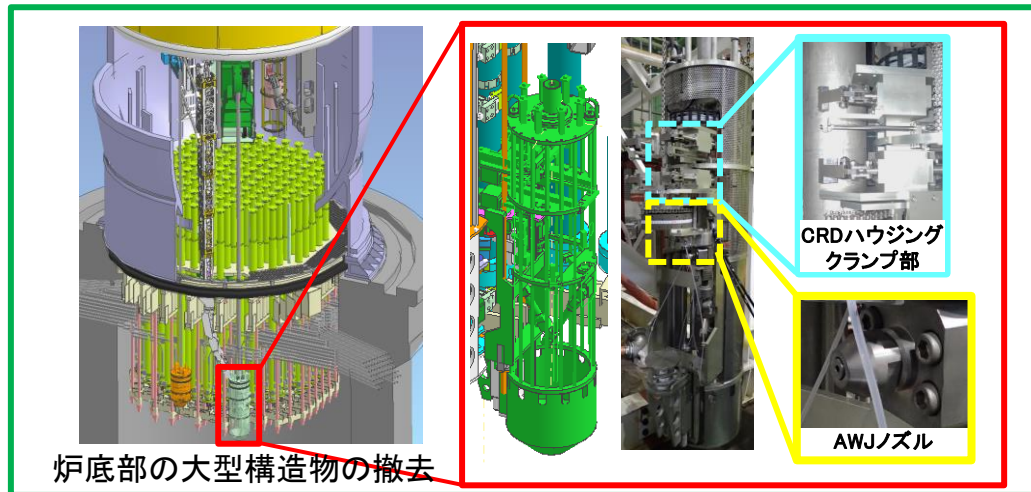
No.3

本事業に関わる過去の補助事業の実績を以下に整理した。

(1) 上アクセス大型一体搬出工法

【燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化（以降、基盤技術高度化：2017-18年度実施）での主な検討成果】

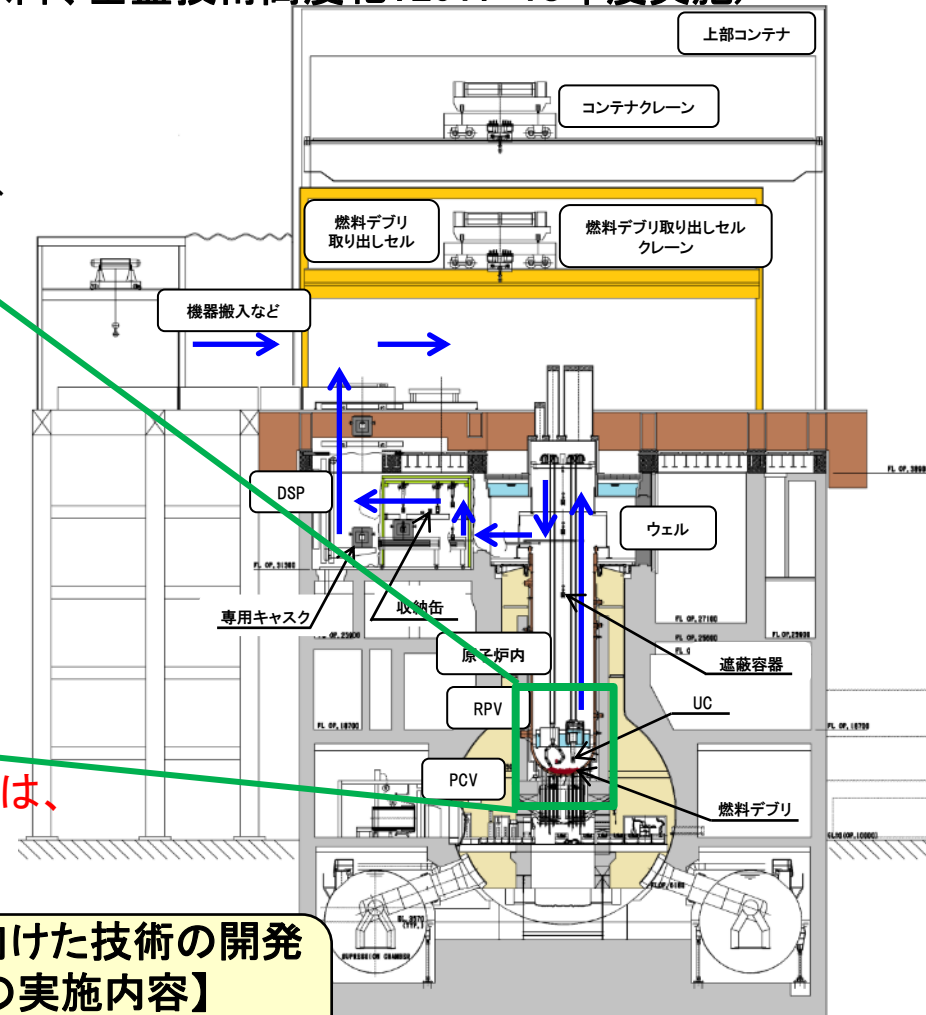
- ・ アクセスルート構築（干渉物撤去）イメージを作成し、炉底部について模擬構造物を用いた要素試験を実施して撤去手順の実現性を検証。
- ・ 切り出し単位、切断部分の形状・厚さ、切断方法など手順の想定を行い、取り出し期間（スループット）の試算を実施。



炉底部の大型構造物の撤去

PCV内で構造物を細断し、ユニット缶に収納して搬出する方法は、作業性・作業時間の観点から難易度が高い

【燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発（以降、取り出し規模の更なる拡大：2019-20年度実施）での実施内容】
構造物をできるだけ大きく搬出し別建屋で細断する工法の実現性確認



2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績

No.4

(1) 上アクセス大型一体搬出工法

【新規上アクセス工法(構造物一体撤去・搬出)の概念】

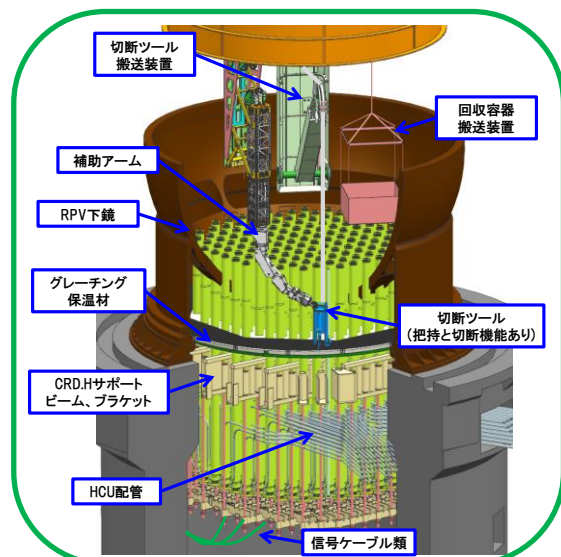
「取り出し規模の更なる拡大」にて検討した構造物一体撤去・搬出工法の概念を以下に示す。

- ✓ 構造物単位で一体で搬出。
- ✓ 炉心部は複数単位に分割、炉底部は下鏡を一体でRPVから切り離しを実施。
- ✓ 搬出対象物の遮蔽・気密は容器、アクセスルートまたはそれらの組合せにて対応。
- ✓ 取り出した構造物の細断、容器への収納はR/Bから離れた建屋にて実施。

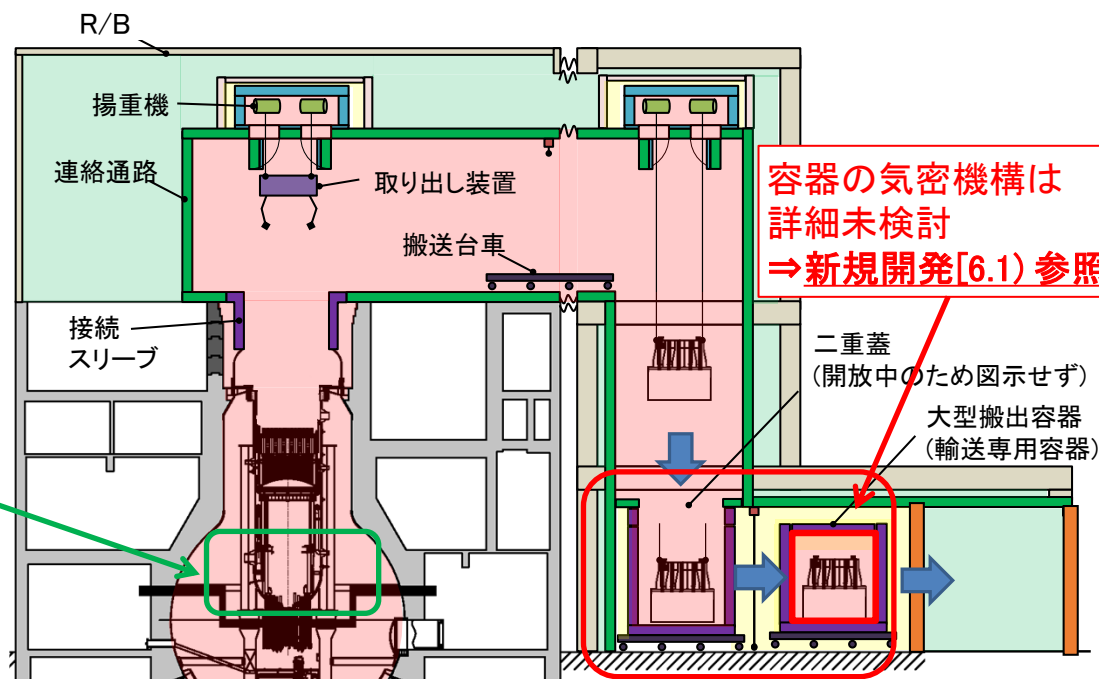
【「取り出し規模の更なる拡大」での検討内容】

19-20年度の補助事業(取り出し規模の更なる拡大)において以下を検討した。

- ✓ 一体搬出工法(搬出ルート)の検討。
- ✓ 炉底部解体方法の検討・要素試験。



炉底部干渉物撤去作業イメージ



検討中の一体搬出工法(搬出ルート)

2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績

No.5

(1) 上アクセス大型一体搬出工法

【「取り出し規模の更なる拡大」で検討した構造物の一体搬出工法での主な課題】

「取り出し規模の更なる拡大」事業において検討を実施した主な課題について①～⑤に示す。
検討結果は「取り出し規模の更なる拡大」2020年度実施分最終報告(2021年8月)参照。

課題③: 揚重機

- ・大型構造物の取扱方法
- ・揚重機のメンテナンス

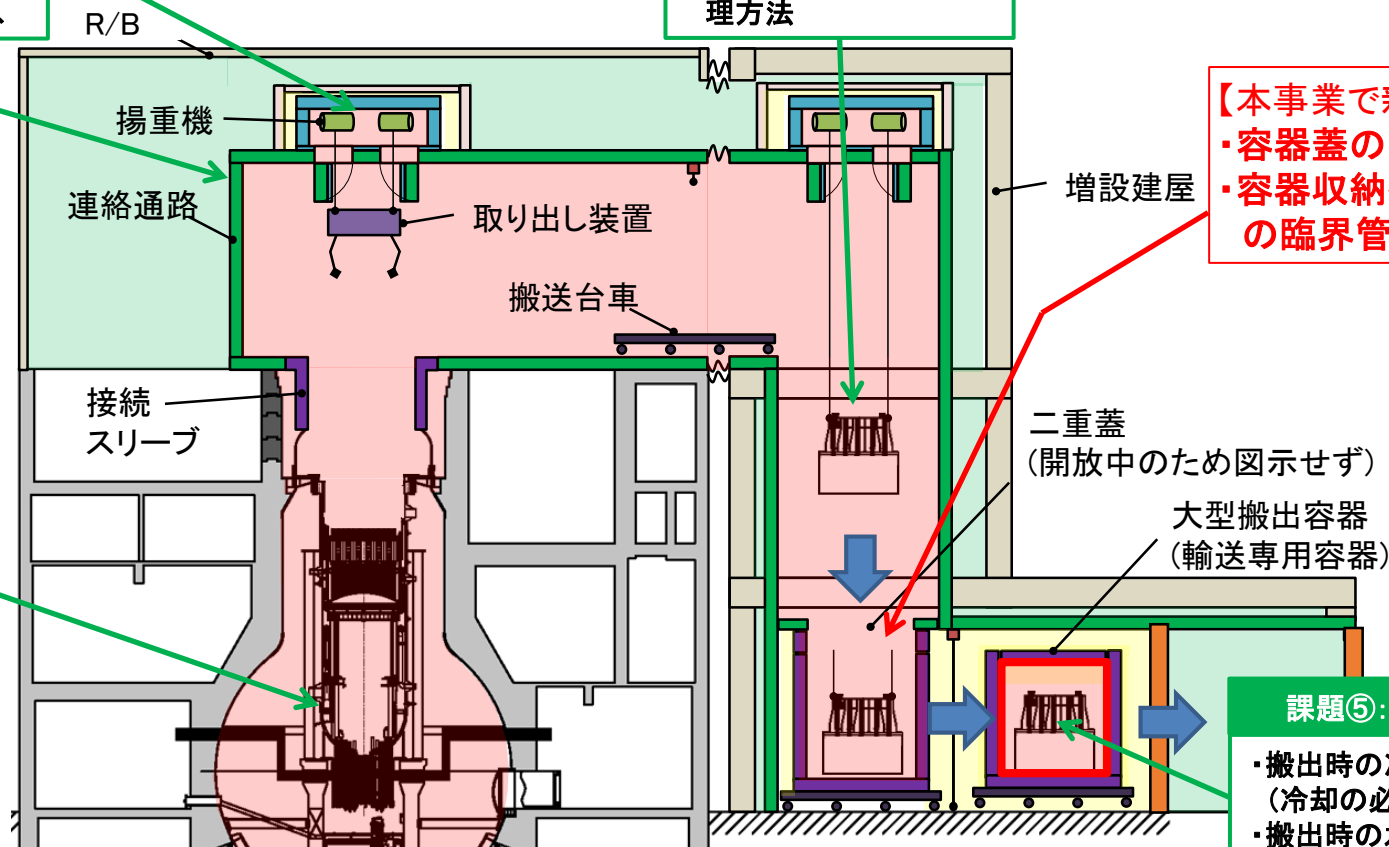
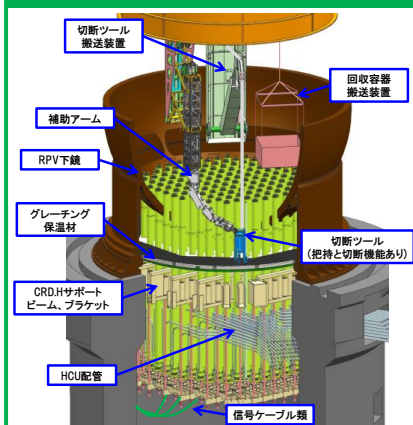
課題④: 臨界管理

- ・容器収納までの臨界管理方法

課題②: 連絡通路の遮蔽・気密

- ・建屋負荷(オペフロ上の荷重)も考慮し、連絡通路の質量低減も踏まえた遮蔽厚
- ・構造物搬出時の気密確保

課題①: 炉底部撤去方法



【本事業で新規開発】
・容器蓋の気密機構
・容器収納後、移送中の臨界管理方法

課題⑤: 冷却・水素

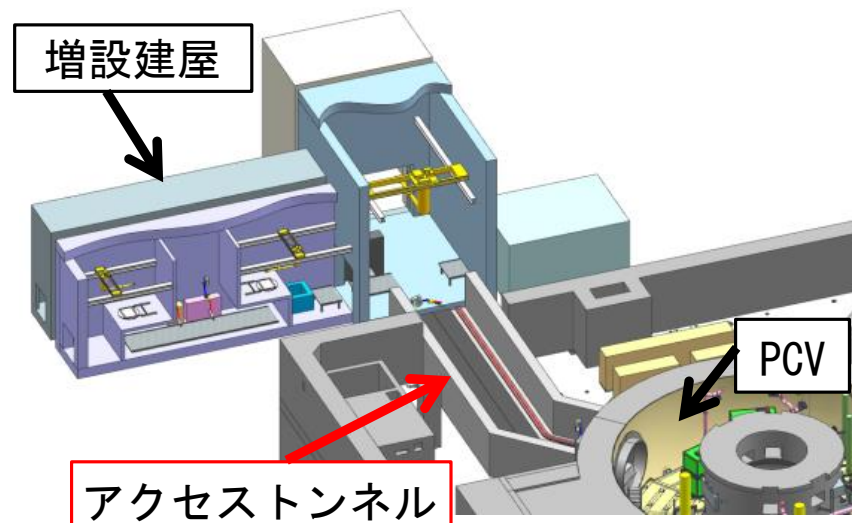
- ・搬出時の冷却方法 (冷却の必要性)
- ・搬出時の水素対策

(2) アクセストンネル

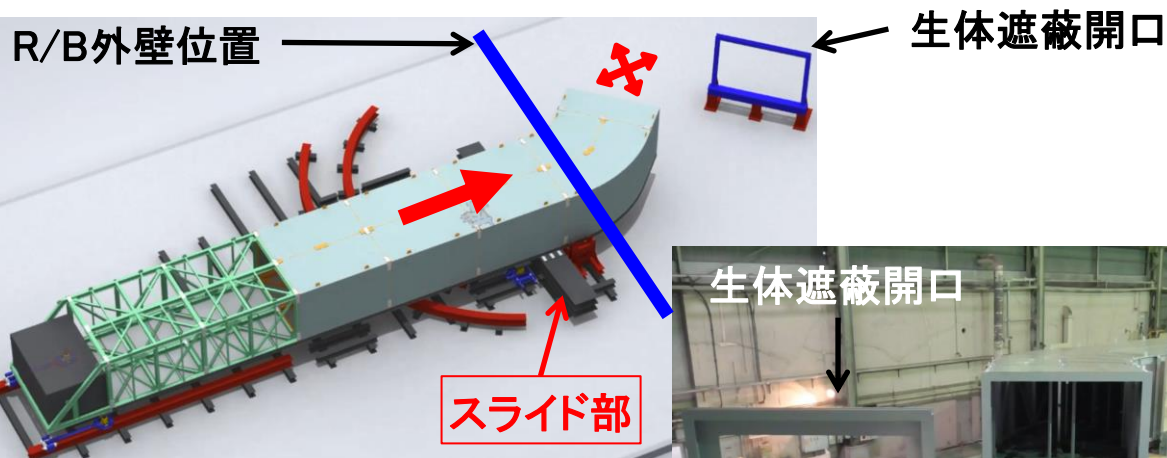
【燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化(以降、工法・システム高度化:2017-18年度実施)での主な検討成果】

- R/B外の増設建屋とPCVを遮蔽機能を持ったアクセストンネルで接続し、搬出入ルートを構築する。
- 1階床荷重制限を守るため、アクセストンネルの荷重はR/B外壁と生体遮蔽壁で受ける。
- 作業員の被ばく低減のため、R/B外で組立を行い、遠隔で挿入して設定する。

以上について検討し、**形状寸法を模擬**した送り出しに関する要素試験を実施して実現性を確認した。

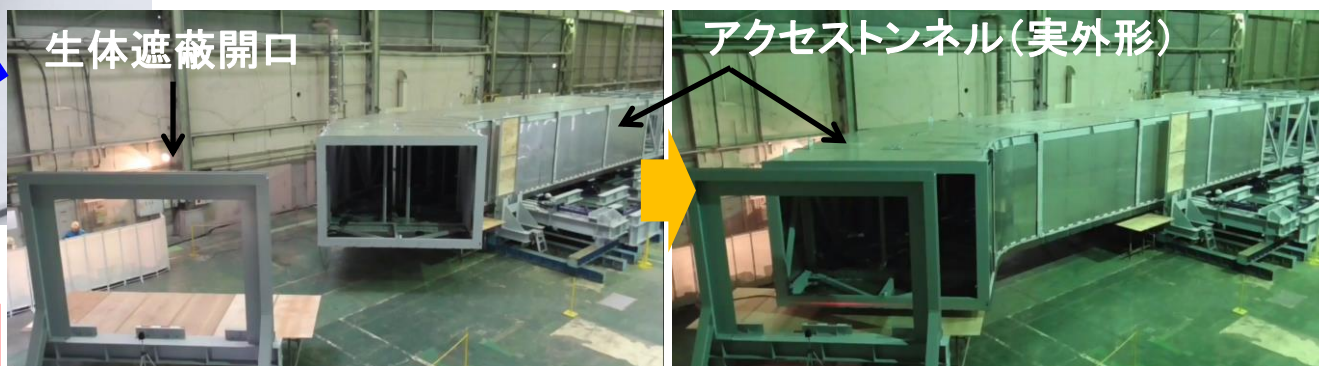


アクセストンネルの概要



机上検討

スライド部については荷重を模擬した検討が必要(新規開発[6.2)①参照])



要素試験実施状況

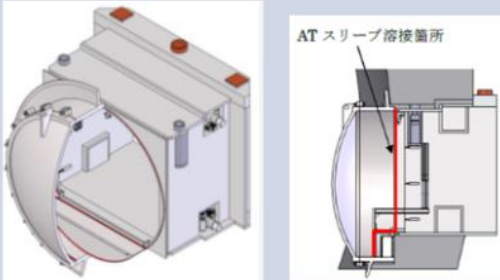
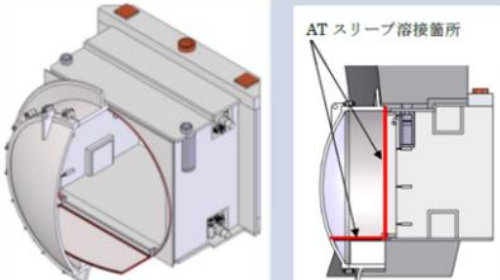
2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績

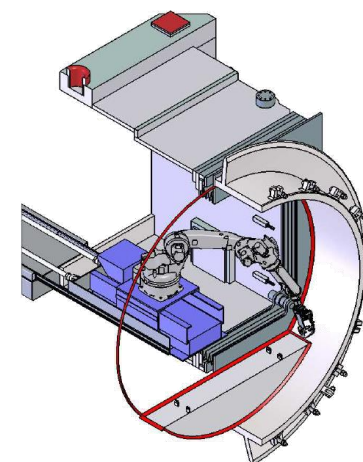
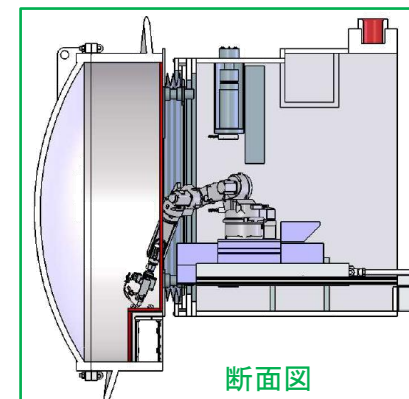
No.7

(2) アクセストンネル

【「取り出し規模の更なる拡大」(19-20年度実施)での実施内容:① アクセストンネルスリーブ(ATスリーブ)の接続方法の検討】

- 複数の溶接接続構造案を検討し、比較評価を実施。下記ケース1を主案として検討した。
- ATスリーブの構造検討後、溶接接続に関する試験を実施した。

		ケース1	ケース2
			
		- 機器ハッチ内足場は部分撤去 - ATスリーブは機器ハッチシェルの端面に溶接 - ATスリーブの下側は、足場シールカバーを介して機器ハッチシェルの内面に溶接	- 機器ハッチ内足場は部分撤去 - ATスリーブは機器ハッチシェルの端面に溶接 - 足場の上にプレートを設置し、ATスリーブの下側と機器ハッチ内面および機器ハッチ扉と溶接
ATスリーブ内への汚染閉じ込め		◎ 接続部は全て溶接	◎ 接続部は全て溶接
施工性	設置ステップ数	○ 足場撤去あり、耐圧試験1回	△ 足場撤去あり、耐圧試験2回
	開先合わせ(機器ハッチ内)	○ 足場シールカバーと足場撤去部の取合い検討が必要	◎ 足場プレートは置くだけを想定
	溶接作業性	○	○
総合評価		○	△



機器ハッチへのATスリーブ溶接イメージ

2. 2017～18年度・2019～20年度実施事業の実績

(2) アクセストンネル

No.8

鉛直方向変位*

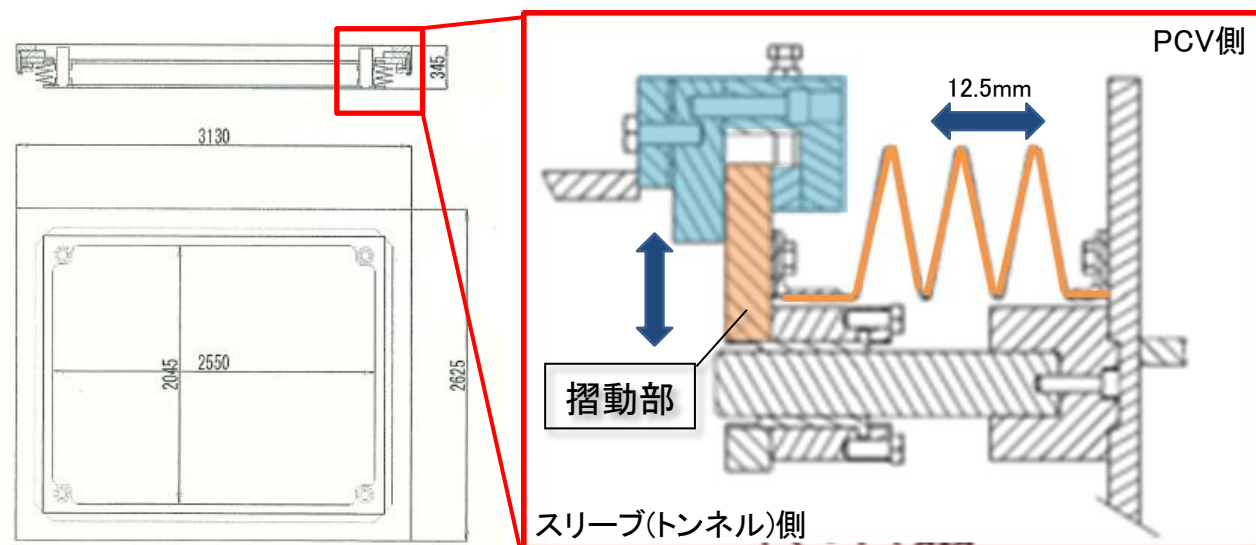
位置	OPからの レベル[mm]	評価点 [mm]	鉛直変位 [mm]
ハッチ 上端	12905	13490	0.12

【「取り出し規模の更なる拡大」(19-20年度実施)での実施内容:② ATスリーブ構造の検討】

- PCVとアクセストンネルをATスリーブで接続する。ATスリーブはアクセストンネルの荷重を支持すると共に、PCV側に設けた変位吸収機構により地震時の変位を吸収する。
- 変位吸収機構も含めてATスリーブについて検討実施。
⇒地震時の変位量を考慮すると水平方向に±12.5mmの変位量の確保*が必要。
適用部分での面間距離は350mm程度。
ベローズ構造等の既存技術での対応は困難のため、新規構造の検討を実施。

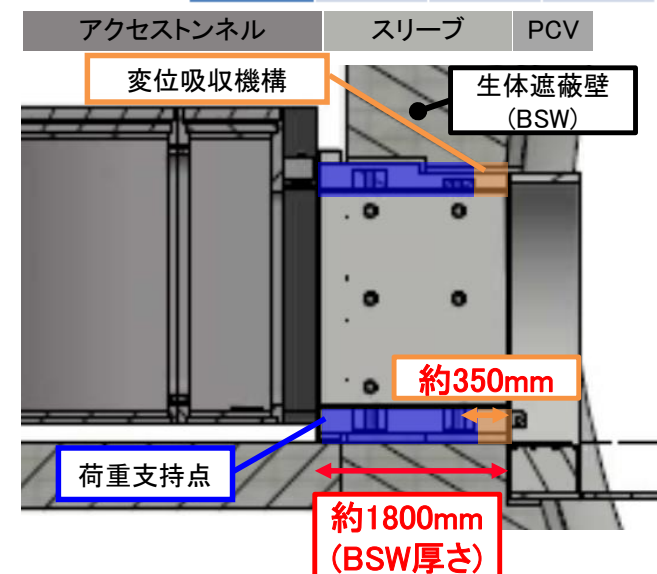
水平方向変位*

位置	OPからの レベル[mm]	評価点 [mm]	水平変位 [mm]
ハッチ 上端	12905	13490	12.5
ハッチ 中央	11260	11180	9
ハッチ 下端	9675	9760	7



検討中の変位吸収機構の構造案

変位吸収構造詳細



アクセストンネルとPCVとの接続部構造の一例

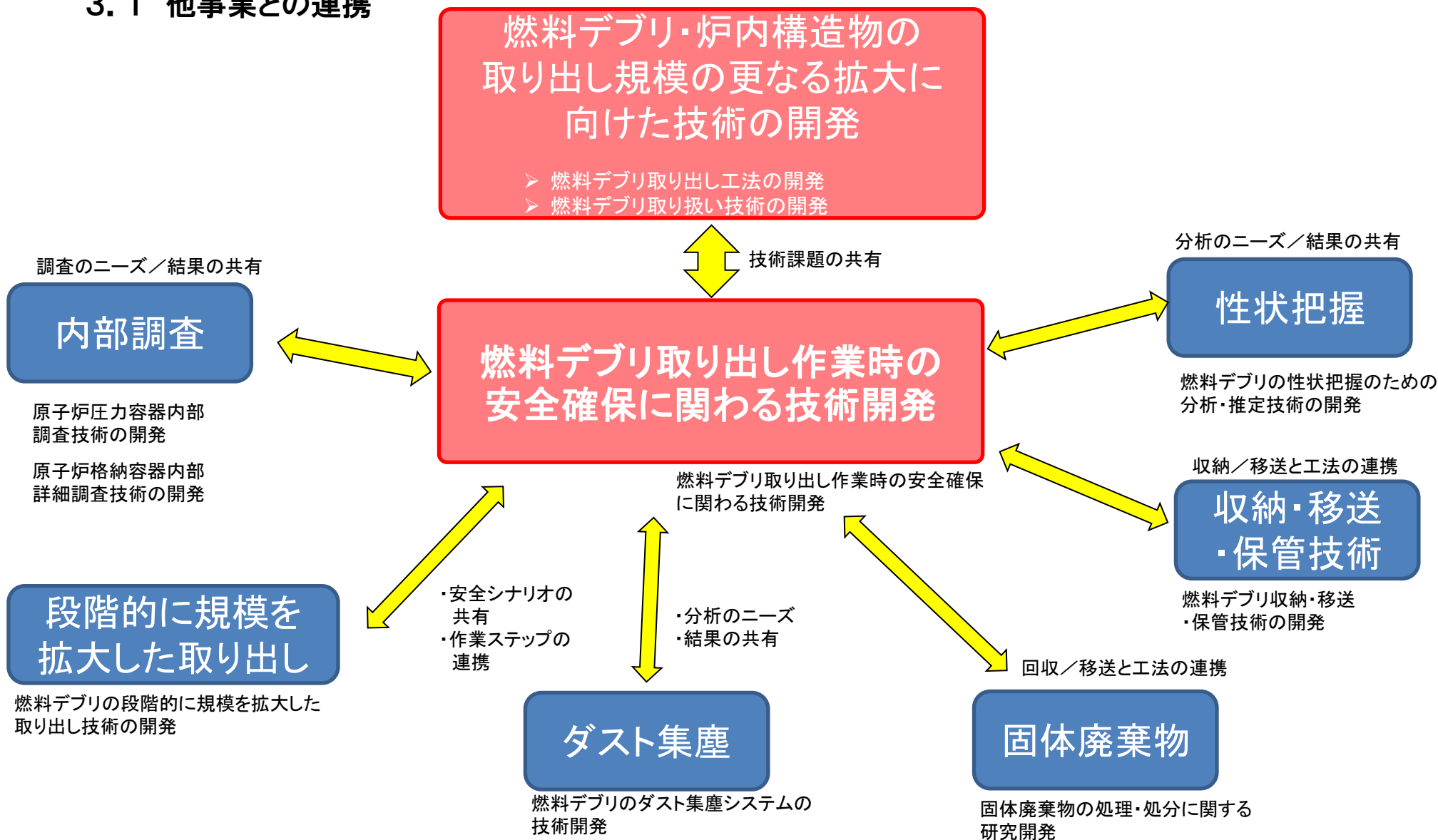
[補足] トンネルとスリーブは固定されており、地震時はR/Bと一体で動く。
(地震時の変位は変位吸収機構で吸収)

「取り出し規模の更なる拡大」事業において、変位吸収機構について詳細検討まで実施。
⇒変位吸収機構の具体化(試作)・要素試験による実現性の確認が必要。(新規開発[6.2]②参照)

3. 本事業の概要

No.9

3.1 他事業との連携



本事業では上記事業と連携し、必要に応じて合同会議を実施。

3. 本事業の概要

No.10

3.2 公募の開発項目と実施方針

公募の開発項目	実施方針(案)	該当頁
1) 大型搬出容器の気密機構の開発	燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに関しては、上アクセス工法のスループット向上のため大型一体搬出工法について2019年度からの開発で検討を実施中である。大型構造物を搬出するためには、汚染拡大防止機能及び高線量の収納物に対する遮蔽機能を有する大型搬出容器について開発する必要がある。 大型搬出容器の前提条件と必要開発項目を検討した上で、大型搬出容器蓋部の気密・機構の開発を実施する。また、構造物収納後から保管するまでの臨界管理方法の検討を行う。	No. 14～32
2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発	① アクセス用重量構造物の接続構築技術 R／Bに設置するアクセス用の新設設備(アクセストンネル、セル等)は数百トン規模の重量構造物であるため、重量構造物の遠隔でのPCVとの接続構築技術の開発を実施する。	No. 35～43
	② 接続部の閉じ込め構造 新設設備は接続部の閉じ込め機能を保持するとともに地震時の変位を吸収する機能を設ける必要があるため、PCV接続部の変位吸収構造の開発を実施する。	No. 44～49

3. 本事業の概要

3.3 本プロジェクトを進めるうえでの留意事項

本事業における計画を遂行するにあたり、留意事項について以下に記載する。

【留意事項】

大規模な燃料デブリ取り出し作業時における公衆、作業員の安全を確保するために重要となる、構造物を搬出するための大型搬出容器の気密機構およびPCVに接続するアクセス用の新設設備の遠隔接続・接続部の閉じ込め技術について検討を実施する。

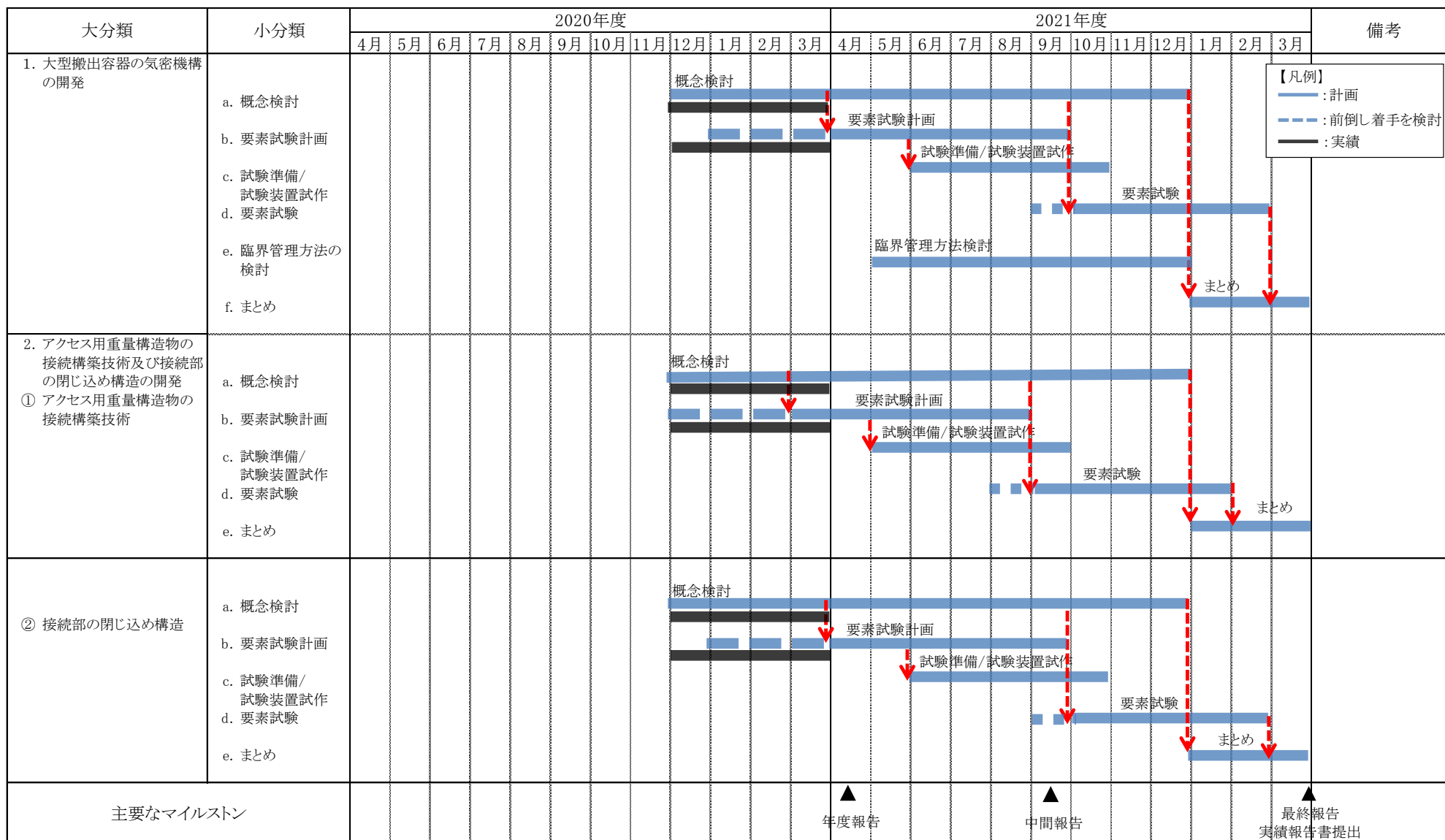
検討に際し、以下について遠隔で扱う装置の取り扱い性、保守方法を考慮した開発を行う。

- ・高線量エリアに設置することから、遠隔での保守が原則となる。
- ・装置の汚染と必要な除染に配慮する必要がある。
- ・保守を行うための作業エリアが限られる。
- ・保守作業によって発生する廃棄物を極力抑える必要がある。
- ・臨界監視装置の設置、取り扱いに配慮する必要がある。

4. 本事業の実施スケジュール

No.12

燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発（燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発）実施スケジュール



技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
➤ 全体計画の策定と技術統括のとりまとめ ➤ 技術開発の進捗などの技術管理のとりまとめ

東京電力ホールディングス株式会社
➤ 現場適用性の観点での諸調整

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
【要素試験・技術開発】 (1) 大型搬出容器の気密機構の開発 (2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

連携する開発プロジェクトチーム

燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発	燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術開発
燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発(燃料デブリのダスト集塵システムの技術開発)	原子炉圧力容器内部調査技術の開発
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発(X-6ペネトレーションを用いた内部詳細調査技術の現場実証)	燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発(堆積物対策を前提とした内部詳細調査技術の現場実証)	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発
	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発

6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに関しては、上アクセス工法のスループット向上のため大型一体搬出工法について2019年度からの開発で検討を進めている。

その成立のためには、構造物の原子炉からの切り離しと大型構造物の搬出が必要になるが、後者に用いる大型搬出容器について、汚染拡大防止機能及び高線量の収納物に対する遮蔽機能を有するものとして開発する必要がある。

大型搬出容器の前提条件と必要開発項目を検討したうえで、大型搬出容器蓋部の気密・遮蔽構造の開発、漏洩率の評価(必要に応じて評価方法の調査)、大型搬出容器によるR/B(又は増設建屋)からの搬出システムの概念検討を行う。また、蓋部気密構造に関する要素試験を実施し、技術の成立性を確認する。併せて、燃料デブリが付着した大型構造物を一体で収納する大型搬出容器の臨界安全の確保についても検討を行う。これらの検討、開発を踏まえて大型搬出容器の現場適用性に関する評価と課題整理を行う。

6. 本事業の実施内容

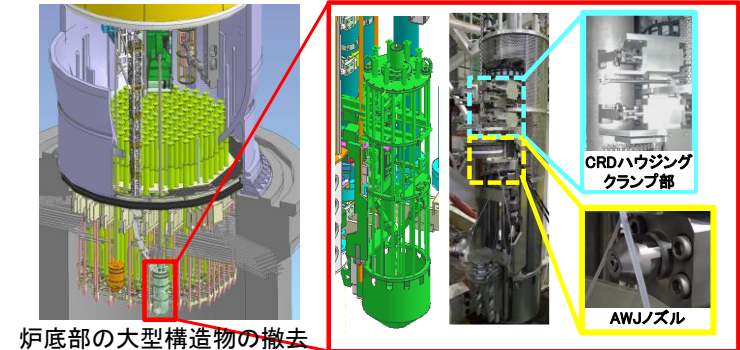
No.15

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

基盤技術高度化(2017-18年度実施)

【PCV内細断工法の検討】

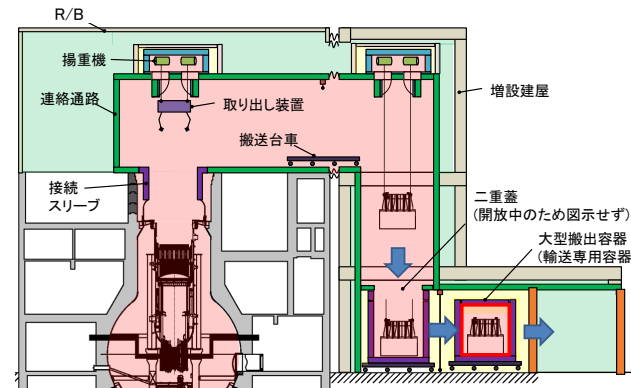
- 炉底部構造物模擬体を用いた要素試験の実施
- スループット試算、課題の抽出



取り出し規模の更なる拡大(2019-20年度実施)

【一体搬出工法の検討】

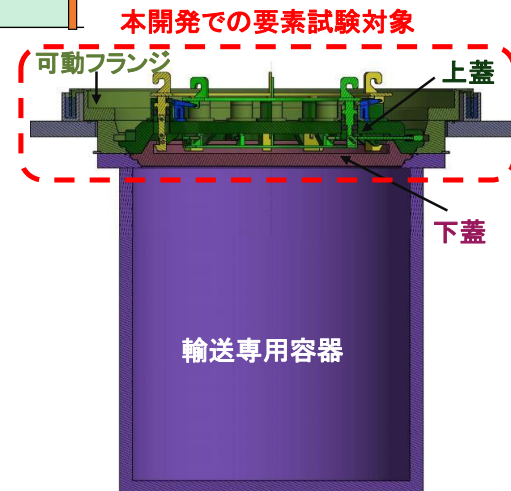
- 炉底部解体に関する要素試験の実施
- 大型搬出容器に関する概念検討
- 容器収納までの臨界管理方法の検討



今回実施

【大型搬出容器蓋の実現性確認】

- 容器蓋の気密機構の開発・要素試験
- 容器収納後(移送中)の臨界管理方法の検討



今後の検討項目

- 大型搬出容器本体の実現性確認(製作性等)
- 大型切断工法、搬送装置の実現性確認 等

大型搬出容器(輸送専用容器)概念

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【課題】

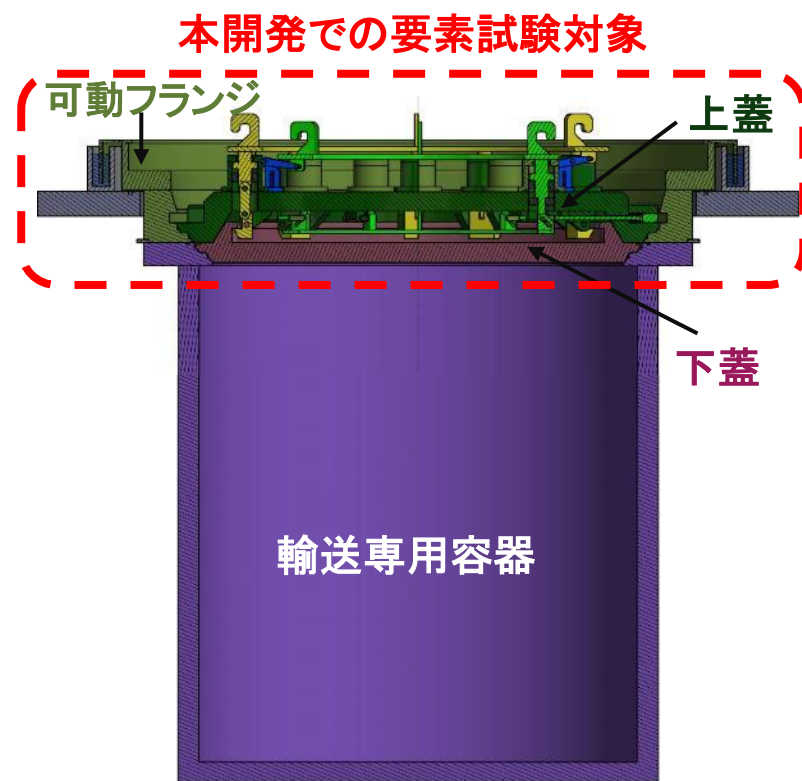
- ・ 大型搬出容器蓋部分の遮蔽を考慮した気密構造の概念検討。
- ・ 検討した蓋部分の気密構造の実現性確認。
- ・ 燃料デブリ付着構造物を大型搬出容器に収納し、別建屋に移送して保管するまでの臨界管理方法。

【実施内容】

- ・ 大型構造物や高線量の汚染物を搬出するための、大型搬出容器に関する汚染拡大防止機能(気密構造)の検討を行う。
- ・ 高線量の構造物が収納されることを考慮し、大型搬出容器の遮蔽構造の検討を行う。
- ・ 蓋部分の漏洩率の評価(必要に応じて調査)を行うために概念検討を実施し、試験条件を検討したうえで試験計画を立案する。
- ・ 要素試験を行い、検討した蓋部分の気密構造の実現性を確認する。
(試験では、下蓋表面汚染防止のための上蓋一下蓋接続状態での気密性および下蓋－容器接続状態での蓋部分の気密性について確認する計画)
- ・ 燃料デブリが付着した構造物を容器に収納し、別建屋に移送して保管するまでの臨界管理方法の検討を行う。

【得られる成果】

- ・ 大型搬出容器蓋部分の遮蔽を考慮した気密構造の提示。
- ・ 構造物収納後、保管するまでの臨界管理方法の提示。



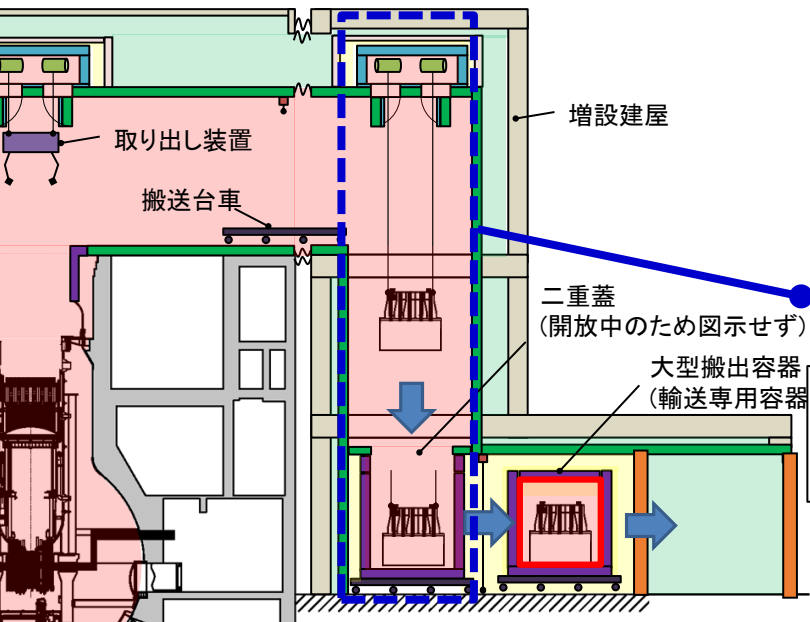
大型搬出容器(輸送専用容器)
の概念

6. 本事業の実施内容

No.17

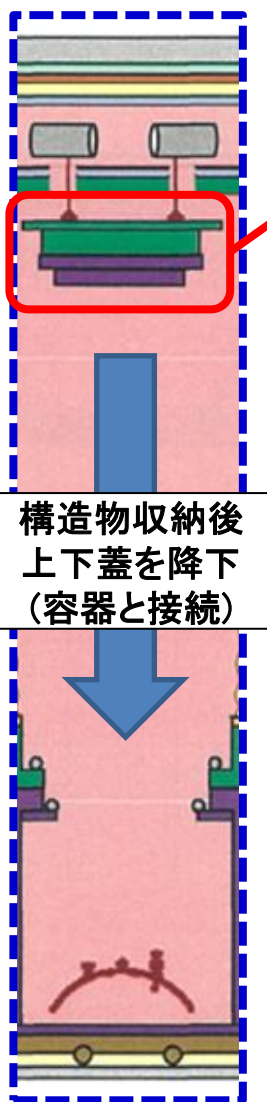
1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器の適用方法】

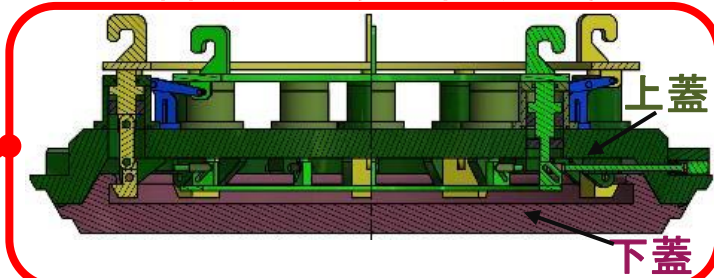


検討中の一体搬出工法

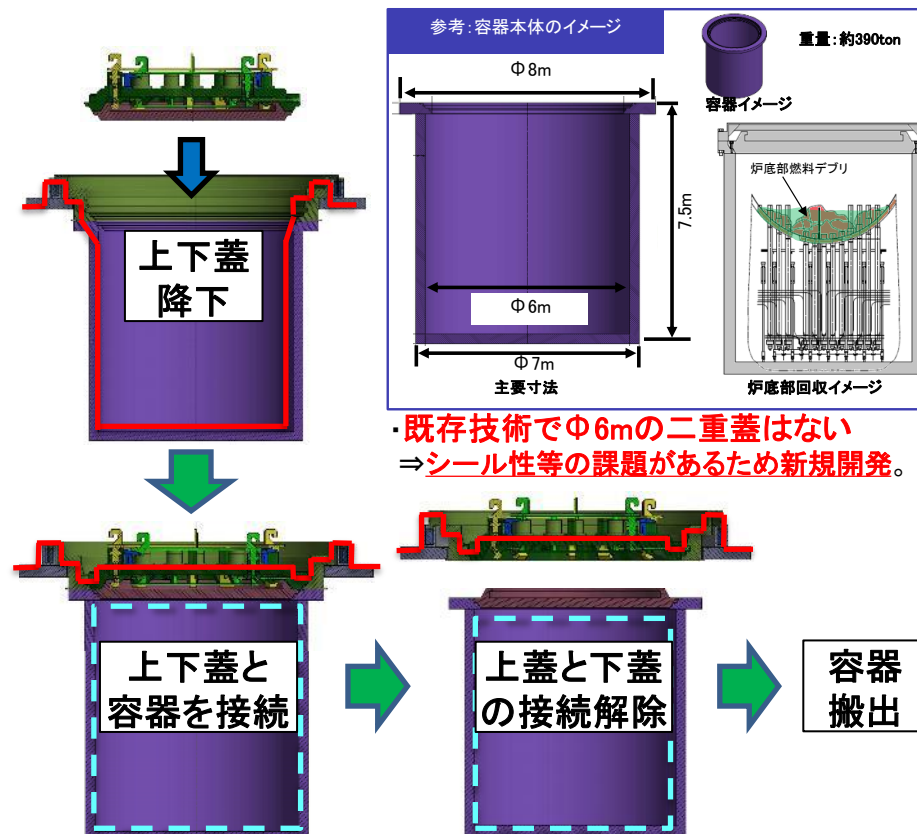
容器が大型であり、汚染拡大防止のためのオーバーパックが困難
⇒二重蓋を用いることで容器表面の汚染が防止でき、オーバーパック不要



本開発での要素試験対象



輸送専用容器二重蓋構造(案)



・既存技術でΦ6mの二重蓋はない
⇒シール性等の課題があるため新規開発。

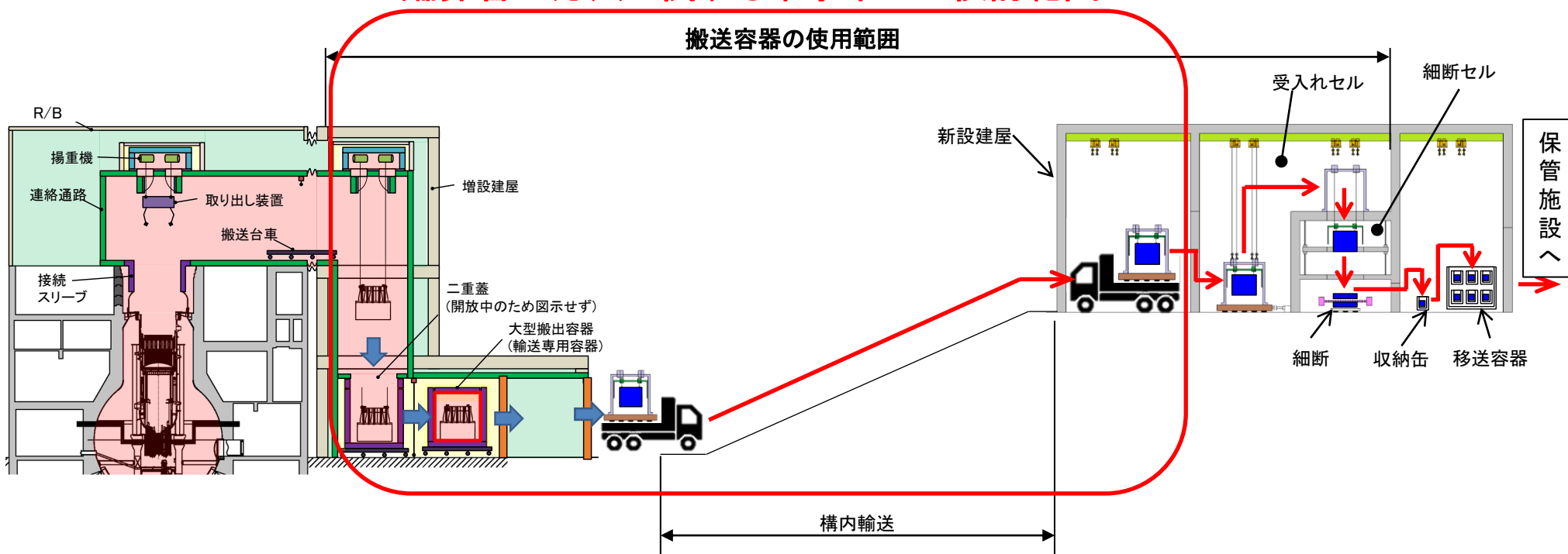
輸送専用容器の搬出手順(案)

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【臨界管理方法の検討】

燃料デブリ付着構造物を大型搬出容器に収納し、別建屋に移送して保管するまでの臨界管理方法を検討する

臨界管理方法に関する本事業での検討範囲



基本方針：現状形状維持による未臨界維持

⇒課題を抽出し、対応策を検討する（2021年度に検討）

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【大型搬出容器に関する基本方針・仕様】

- ・収納する構造物に関係なく、共通仕様の容器を用いる。
- ・構造物(線量)に応じ、追加遮蔽体を設置する。
- ・容器は輸送専用として、繰り返し使用する。⇒輸送時の振動等を考慮し、ゴム系のOリングを使用。

項目	容器仕様	備考
用途	構内輸送容器	
搬送対象物	ドライヤ、セパレータ、上部格子板、炉心部、炉底部 他	No.20参照
概算寸法	Φ6000×H7500[mm]	
概算重量	390[ton]	容器本体のみ(構造物、蓋含まず)
容積	220m ³	
内容物最大線量率	1000Sv/h	上部格子板
遮蔽厚(γ線)	280[mm]	別途追加遮蔽体130mm
遮蔽厚(中性子線)	100[mm]	燃料デブリ線源で評価
セル内圧力	-100 [Pa]	容器設置の部屋に対して
容器表面設計温度	130℃	パッキン
主材質	低合金鋼	
使用回数	未定	複数回使用を検討

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【大型搬出容器での搬出対象(1/2)】

大型搬出容器で搬出する対象を下表に示す。(一体搬出工法で撤去する構造物全て)

No.	搬出対象物	搬送時概略寸法 [m]	概略重量[ton]	線量率[Sv/h]	備考
1	シールドプラグ	検討中		確認中	
2	PCVヘッド	検討中	12	4(Cs)	
3	RPV保温材	検討中		4(Cs)	
4	RPVヘッド	検討中	24	30(Cs)	
5	ドライヤ	5467 × H5474	29.4	400(Cs)	
6	セパレータ+シュラウドヘッド	5385 × H5632	51.8	200(Cs)	
7	ガイドロッド	Φ90 × L3.1	0.1	200(Cs)*	3分割のうち最大の寸法・重量
8	給水スパージャ	3.6 × 0.9 × t0.5	0.3		4分割で取り出し
9	炉心スプレイ配管	3.6 × 0.9 × t1.6	0.3		
10	上部格子板(シュラウド上部胴)	5487 × H1542	15.6	1000(Co)	
11	炉心部(シュラウド中間胴)	Φ4508.2 × H4473.6	235.5	350(Co)	ジオポリマーで充填
12	ジェットポンプ	0.5 × 1.2 × t4.3	0.8	200(Cs)*	ジェットポンプ上部の寸法・重量
13	ICM案内管/スタビライザ	3.2 × 3.2 × 3.8	1.2		
14	シュラウドサポート(下部胴含む)	Φ5.4 × H3.8	11.0		
15	炉底部	Φ4900 × H5467.7	249	150	ジオポリマーで充填、サポート類含む
16	粒状燃料デブリ 他	—	—	—	小型容器に集め、大型容器で纏めて搬出

(注記)概略寸法および重量は1F-2/3をベースとし、線量率は1F-1をベースとして検討。

*: セパレータ+シュラウドヘッドと同等と推定

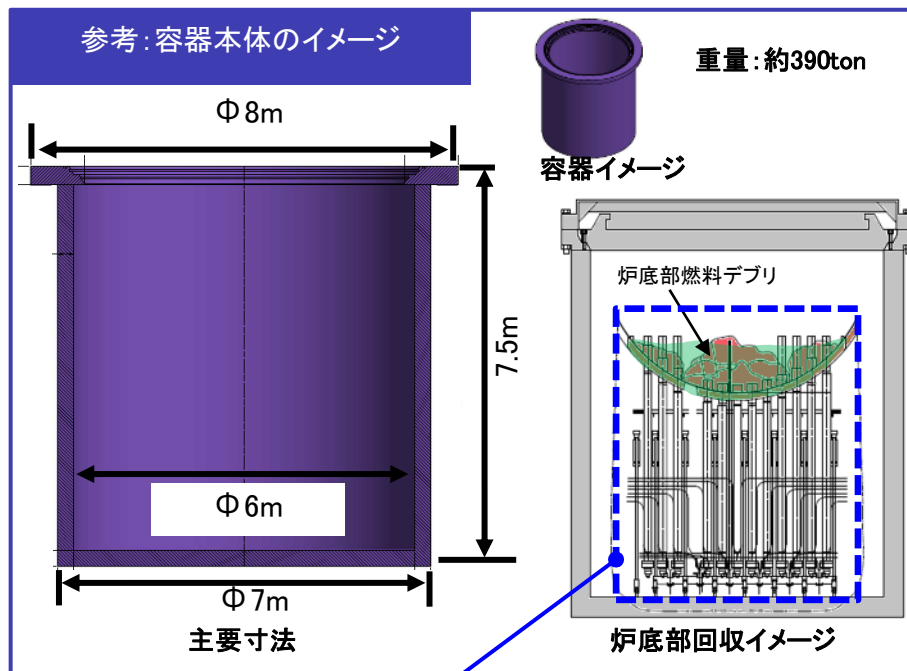
: 代表構造物**

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【大型搬出容器での搬出対象(2/2)】

構造物を一体で搬出するため、容器は搬出する構造物を収納可能な寸法(内径)とした。構造物の例として、寸法や重量の大きいドライヤ、セパレータ・シュラウドヘッドおよび炉底部を以下に示す。

構造物の主要寸法



必要に応じて
追加遮蔽体設置

	①ドライヤ	②セパレータ シュラウドヘッド	③炉底部
図			
寸法 [m]	約Φ5.5 × H5.5	約Φ5.4 × H5.6	約Φ4.9 × H5.5
重量 [ton]	約30	約52	約250(充填材含む)
備考			落下防止のため充填材での固化を検討中

6. 本事業の実施内容

No.22

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【大型一体搬出工法での構造物搬出に関わる概略ステップ(1/2)】

構造物搬出に関わる全体の概略ステップおよび1次バウンダリを以下に示す。

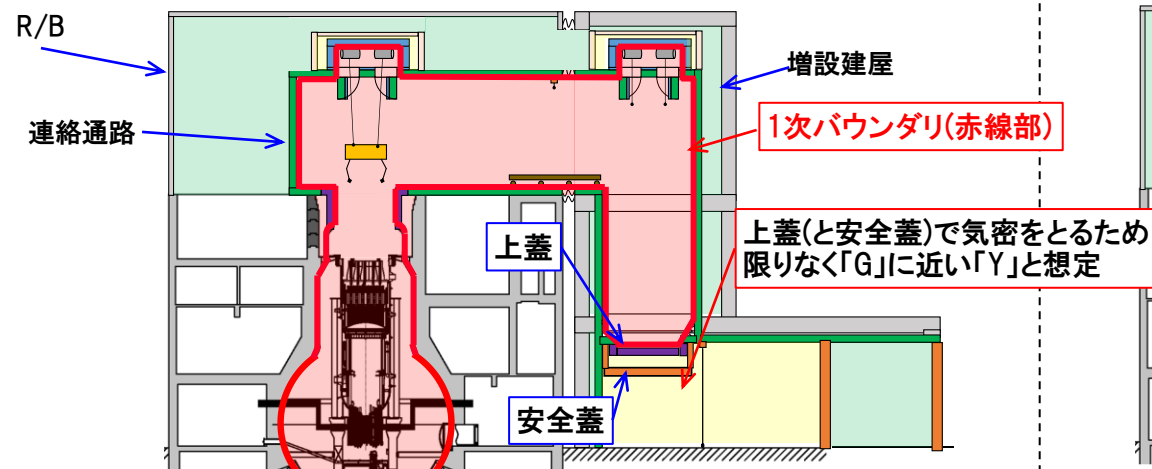
【注記】

R:レッド(高汚染)区域

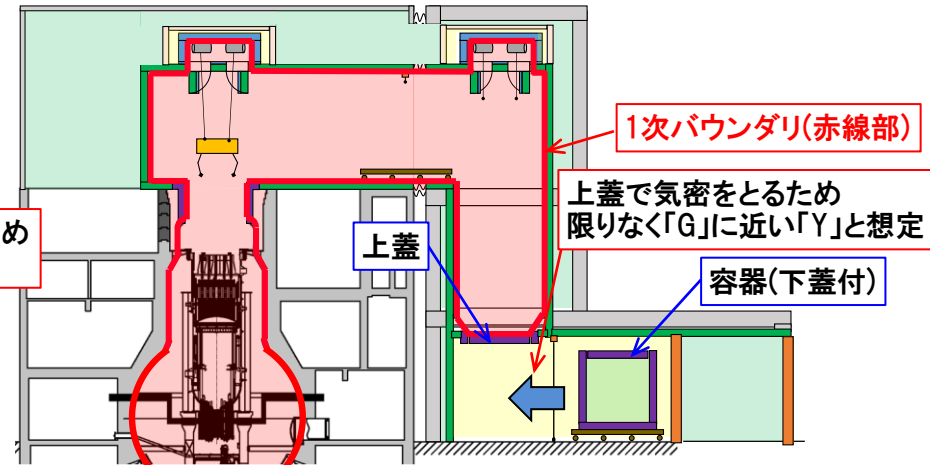
Y:イエロー(中汚染)区域

G:グリーン(低汚染)区域

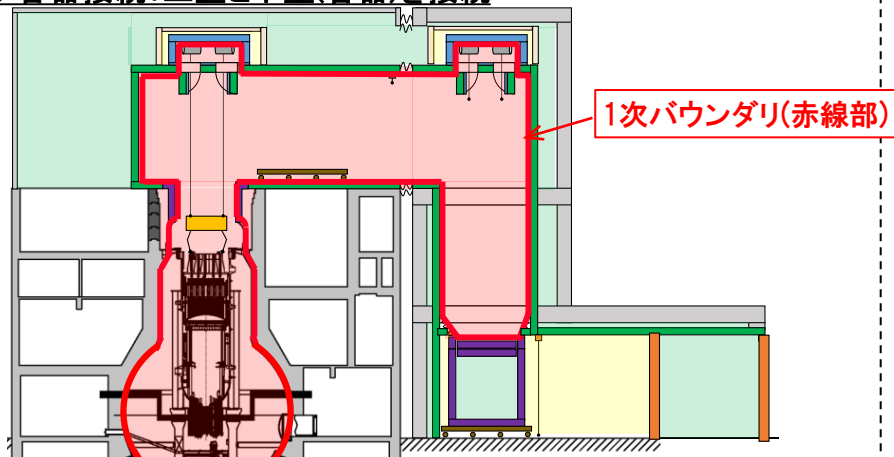
① 容器搬入準備:安全蓋を取り外す



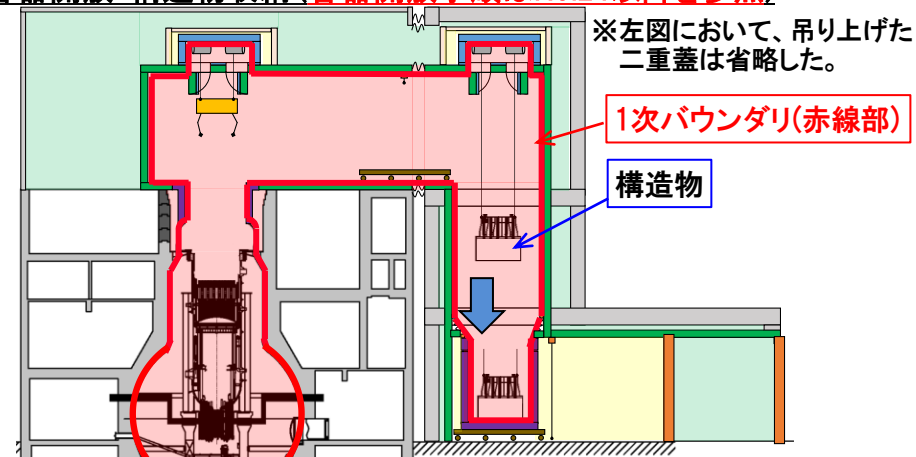
② 容器搬入:大型搬出容器を搬入



③ 容器接続:上蓋と下蓋(容器)を接続



④ 容器開放・構造物収納(容器開放手順はNo.24以降を参照)



6. 本事業の実施内容

No.23

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

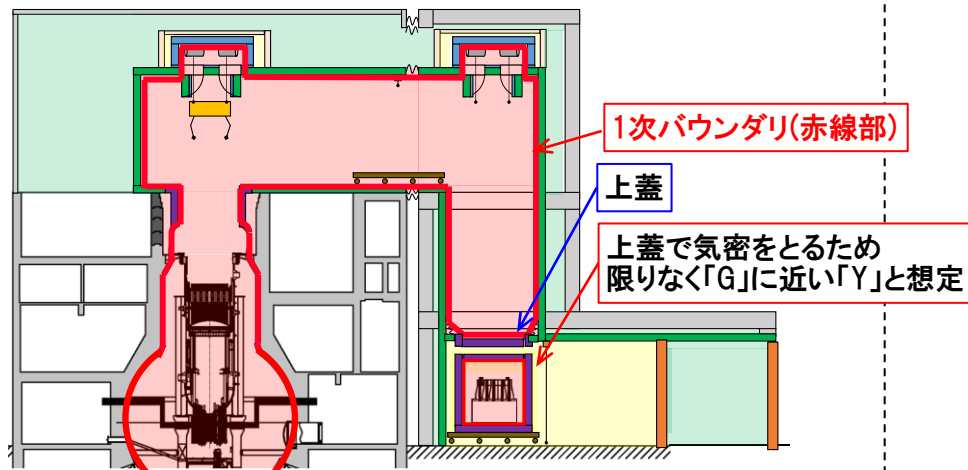
【大型一体搬出工法での構造物搬出に関わる概略ステップ(2/2)】

構造物搬出に関わる全体の概略ステップおよび1次バウンダリを以下に示す。

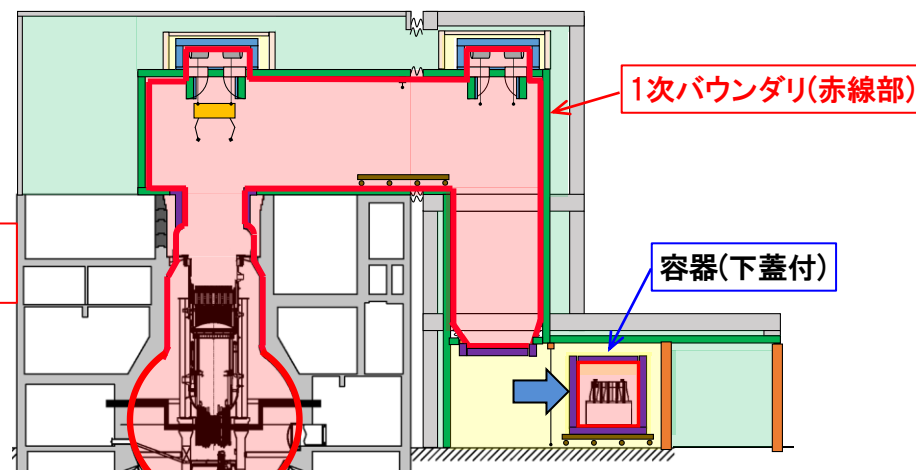
【注記】

R:レッド(高汚染)区域
Y:イエロー(中汚染)区域
G:グリーン(低汚染)区域

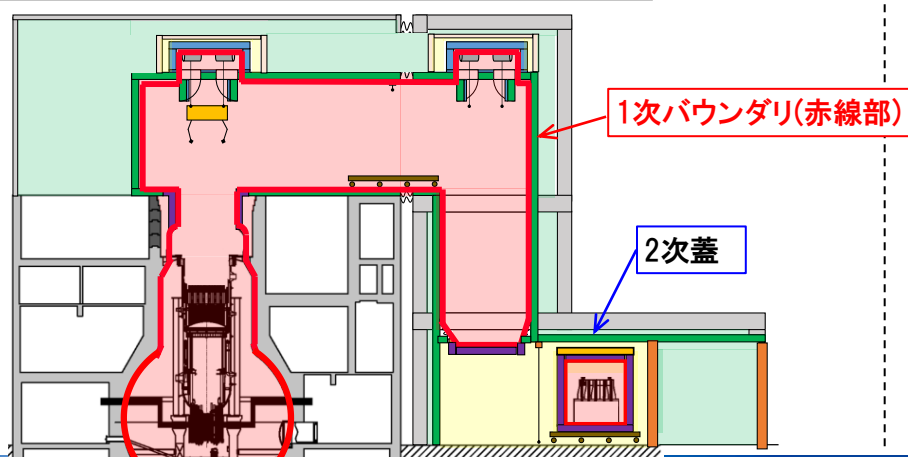
⑤ 容器切り離し:上蓋と下蓋の連結を解除



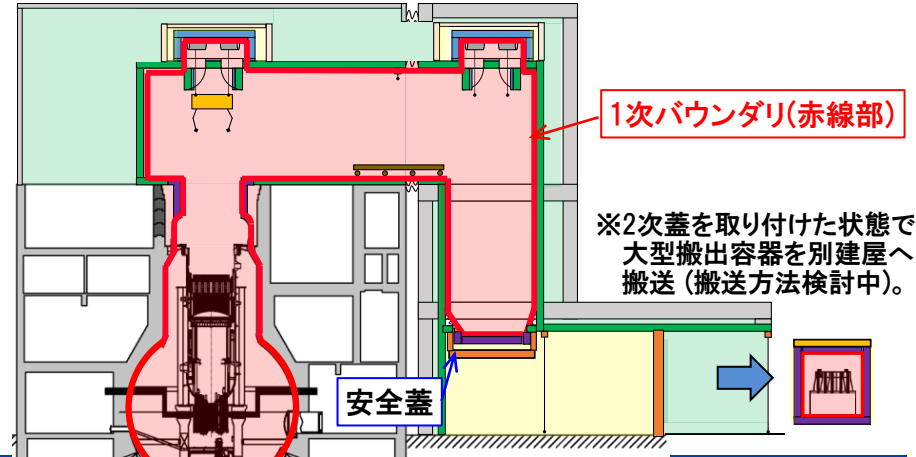
⑥ 容器搬出:大型搬出容器を搬出



⑦ 2次蓋取り付け:構内輸送用に2次蓋を取り付け



⑧ 別建屋へ搬送:大型搬出容器を別建屋へ搬送



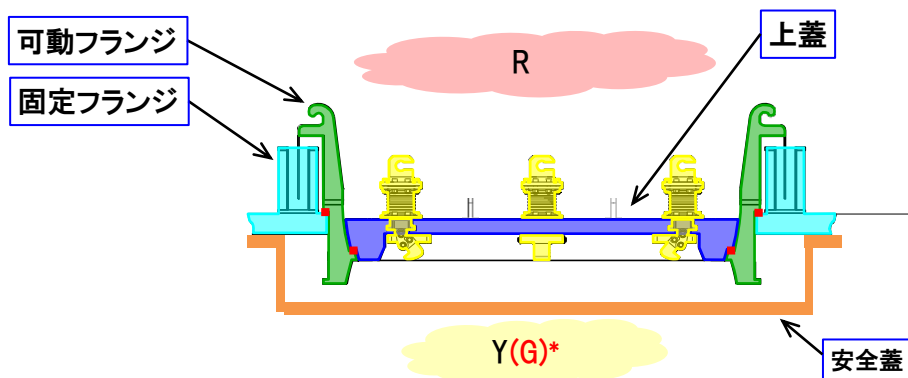
6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器 蓋運用概略ステップ(1/2)】

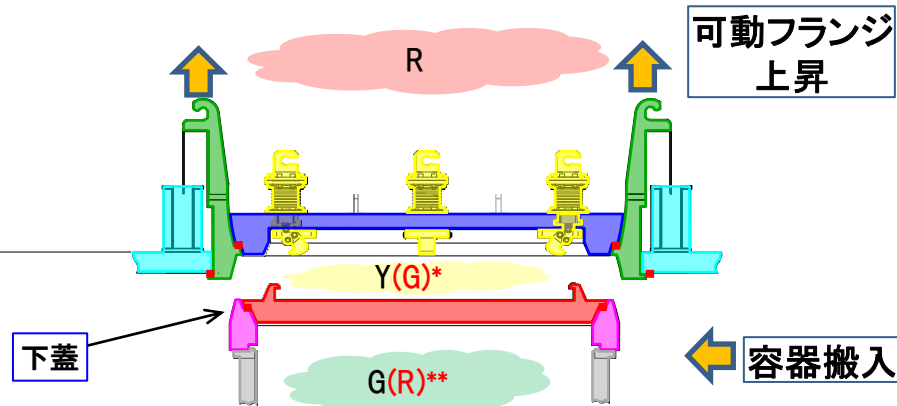
① 容器搬入準備

安全蓋を取り外す。



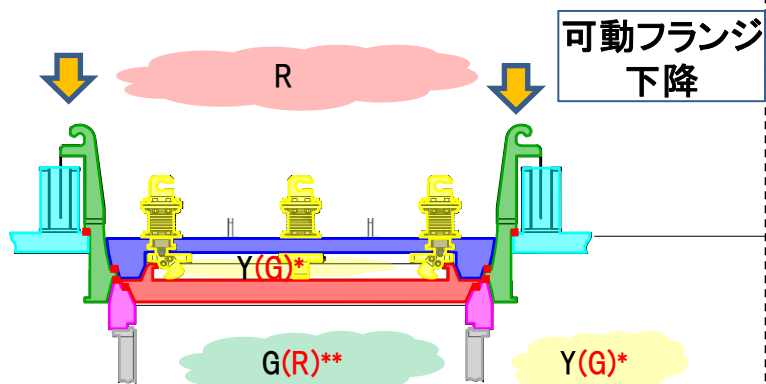
② 容器搬入

可動フランジを上昇させ、容器を可動フランジ直下に位置合わせする。



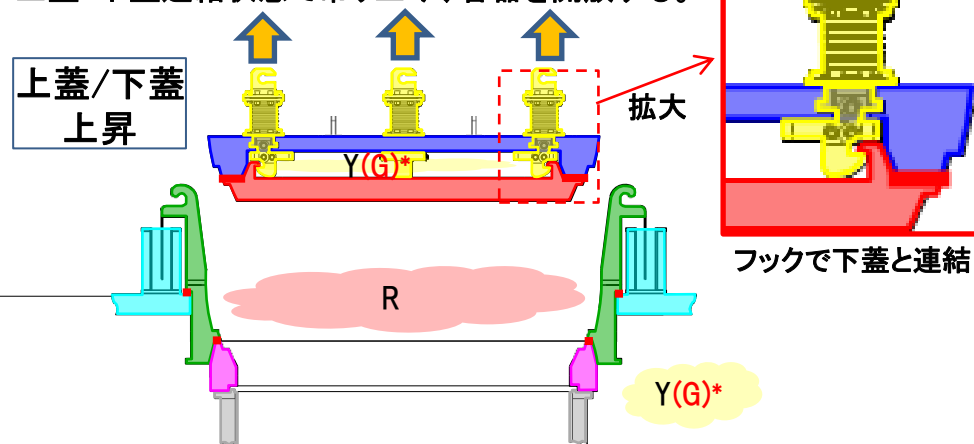
③ 容器接続

可動フランジを下降させ、容器本体と可動フランジを接続する。



④ 容器開放

上蓋・下蓋連結状態で吊り上げ、容器を開放する。



No.24

【注記】

R: レッド(高汚染)区域
Y: イエロー(中汚染)区域
G: グリーン(低汚染)区域

6. 本事業の実施内容

No.25

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

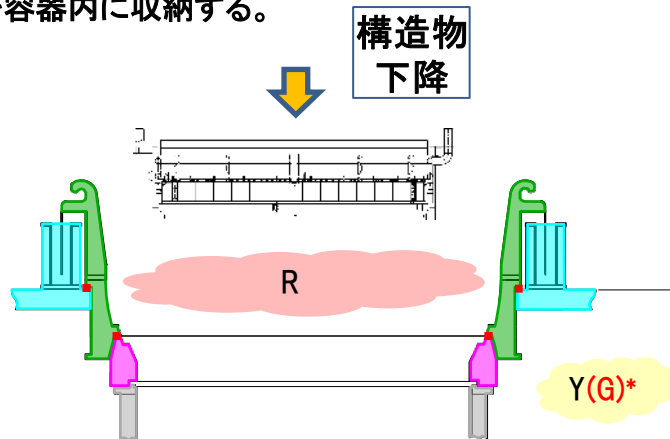
【輸送専用容器 蓋運用概略ステップ(2/2)】

【注記】

R:レッド(高汚染)区域
Y:イエロー(中汚染)区域
G:グリーン(低汚染)区域

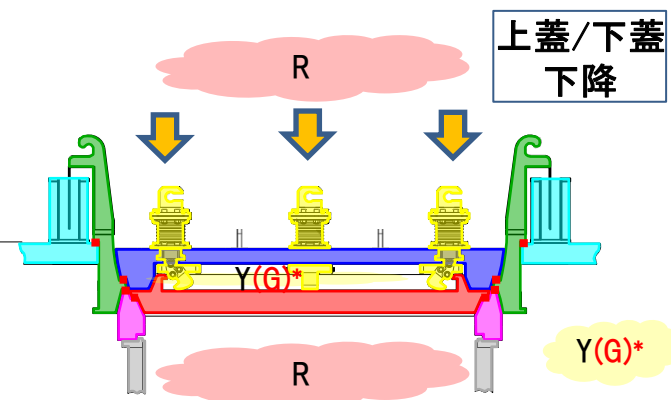
⑤ 撤去構造物収納

構造物を容器内に収納する。



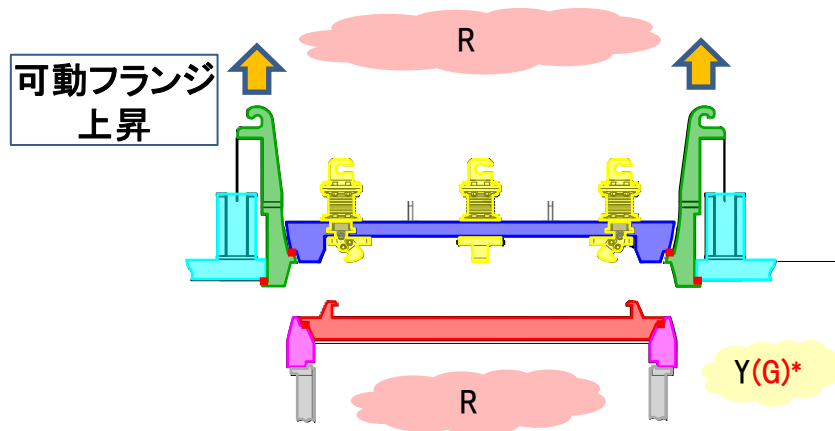
⑥ 容器閉

上蓋・下蓋連結状態で吊り下げる。



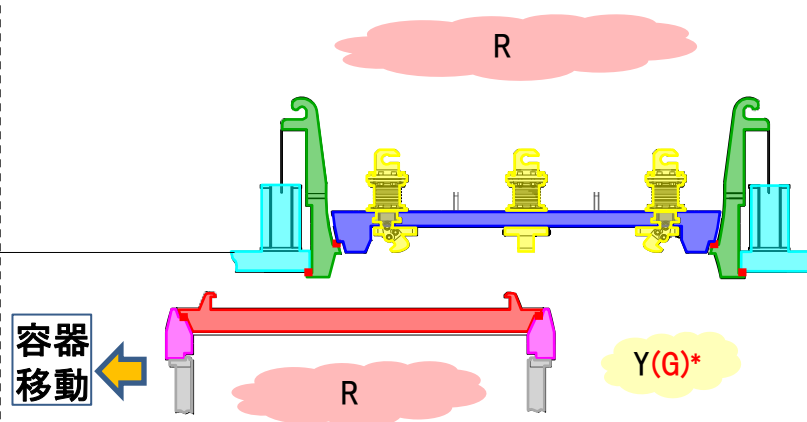
⑦ 容器切り離し

上蓋・下蓋の連結を解除し、容器を切り離す。



⑧ 容器搬出

容器を搬出する。



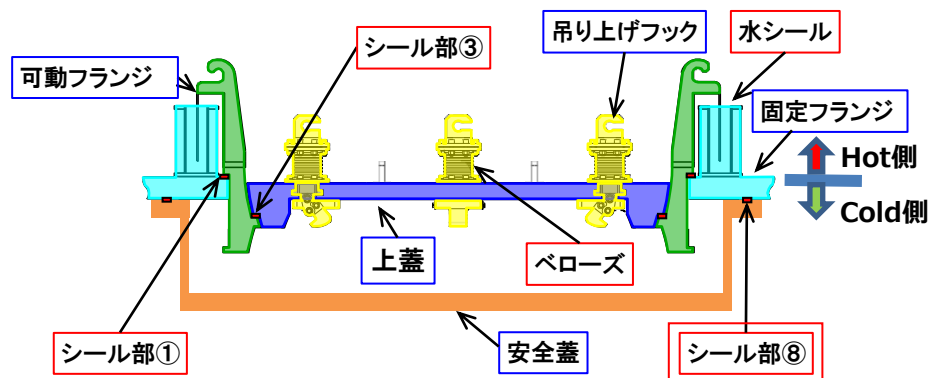
1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器蓋の構造(1/2)】

主要ステップでの構造を以下に示す(各部品の概要は次頁参照)。

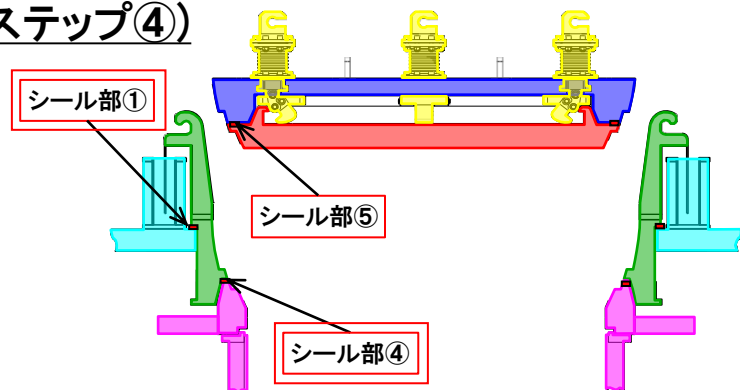
容器は輸送専用であり、繰り返し使用する(開閉回数が多い)ことから、シール部はゴムシールを検討中。

通常状態(構造物搬出等の作業時以外)

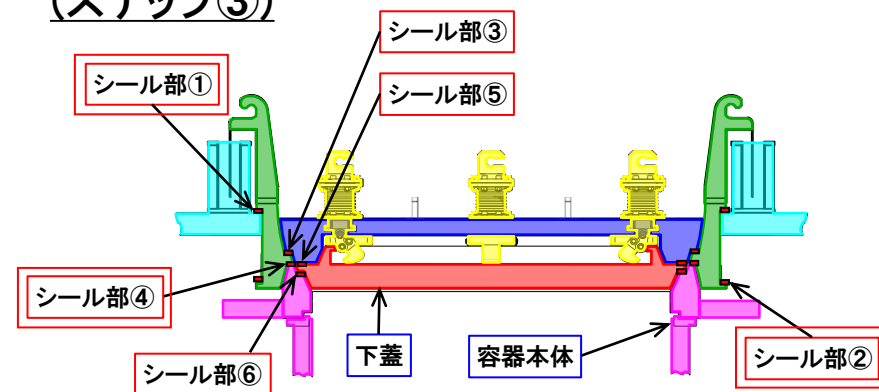


本状態が取り出し期間中最も長いと想定されるため、安全性を考慮して安全蓋を設置

容器開放時 (ステップ④)

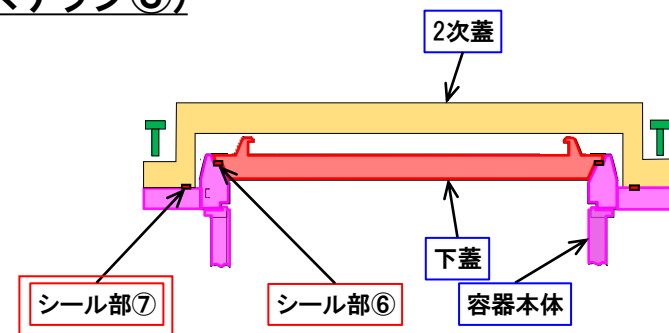


容器接続時 (ステップ③)



シール部②は容器接続前に可動フランジが上昇した際にシール部①と同じ役割を果たす。

容器搬出時 (ステップ⑧)

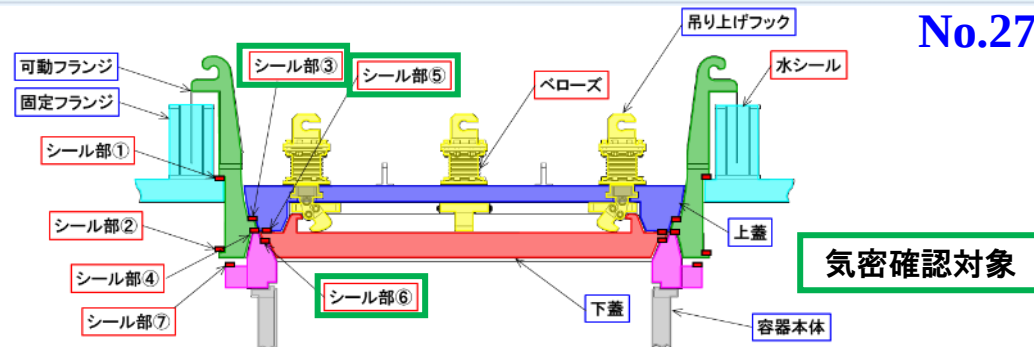


6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器蓋の構造(2/2)】

各部品(機器)の概要を以下に示す。



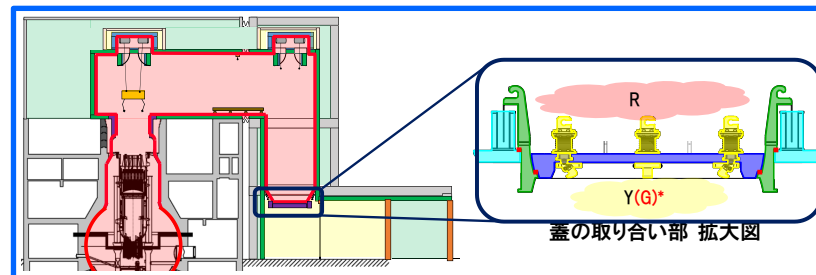
機器	概要	遮蔽	気密取合(シールNo)		選定理由
固定フランジ	バウンダリを構成する増設建屋に固定されたポート。	有 (増設建屋同等)	固定フランジ上部	①	固定フランジは建設時に据え付けられ、昇降動作のみで動作も単純なため、優先度が低いと判断。
			固定フランジ下部	②	
可動フランジ	- 容器設置時に可動するフランジで、通常は上蓋と接続し、バウンダリを形成する。 - 容器接続時は、容器と接続しバウンダリを形成する。	有 (増設建屋同等)	固定フランジ上部	①	
			固定フランジ下部	②	
			上蓋	③	遠隔で着座する部分でありシール性を確認。
			容器	④	容器の調心が取れていれば、定位置での昇降動作のみとなり、優先度が低いと判断。
上蓋	- 可動フランジと接続し、バウンダリを形成する。 - 下蓋と接続し、2重蓋の役割を果たす。	無	可動フランジ	③	遠隔で着座する部分でありシール性を確認。
			下蓋	⑤	遠隔で接合する部分でありシール性を確認。
			上蓋	⑤	
下蓋	- 上蓋と接続し、2重蓋の役割を果たす。 - 容器と接続し、汚染拡散防止および構造物からの線量を遮蔽する。	有	容器	⑥	遠隔で着座する部分でありシール性を確認。
容器	- 可動フランジと接続し、バウンダリを形成する。 - 下蓋および2次蓋と接続し、構内輸送容器の役割を果たす。	有	可動フランジ	④	容器との芯が合っていれば、定位置での昇降動作のみとなり、優先度が低いと判断。
			下蓋	⑥	遠隔で接合する部分でありシール性を確認。
			2次蓋	⑦	2次蓋に関する部分であり、容器側での確認対象範囲。
2次蓋	容器と接続し、輸送時の密封境界となる。	有	容器	⑦	
安全蓋	固定フランジと接続し、通常時にバウンダリを構成する。	有 (増設建屋同等)	固定フランジ	⑧	グリーンエリア内での接続であり、優先度が低いと判断。

6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器 蓋運用時の課題(1/2)】

No.28



【注記】
R:レッド(高汚染)区域
Y:イエロー(中汚染)区域
G:グリーン(低汚染)区域

	1. 容器搬入・接続	2. 容器開放	3. 容器閉	4. 容器切り離し
ステップ図				
内容	➢ 下蓋が接続された容器本体を搬入し、可動フランジ直下に位置合わせする。 ➢ 可動フランジを下降させ、容器本体と可動フランジを接続する。(上蓋と下蓋も接続)	➢ 上蓋・下蓋を連結した状態で吊り上げ、容器を開放する。	➢ 構造物収納後、上蓋・下蓋を連結した状態で吊り下げる。 ➢ 上蓋・下蓋の連結を解除し、下蓋を容器本体に着座させ、上蓋を可動フランジに着座させる。	➢ 可動フランジを上昇させ、容器を切り離す。
主な課題	① 容器搬入方法 ② 容器位置決め方法 ③ 蓋開閉機構(上蓋と下蓋の接続) ④ 接続確認方法(可動フランジと容器本体、上蓋と下蓋) ⑤ シール部の気密性(①④⑤)	① 吊り上げた際のシール部⑤の気密性	① 蓋開閉機構(上蓋と下蓋の脱着) ② 接続確認方法(下蓋と容器本体、上蓋と可動フランジ) ③ シール部の気密性(③⑥)	① 容器を切り離して良いかの判断基準 ② シール部の気密性(②)

6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【輸送専用容器 蓋運用時の課題(2/2)】

No	課題	内容	検討	試験	備考
1	容器搬入方法	容器は車両に積載した状態で搬入する計画であり、その方法を検討する、	○	—	既存技術を適用
2	容器位置決め方法	容器を積載した車両での位置合わせは困難であるため、車両と容器の間に位置調整機構を設けることを検討する。	○	—	既存技術を適用
3	蓋開閉機構	上蓋と下蓋の接続・脱着方法を検討し、要素試験により実現性を確認する。	○	○	
4	接続確認方法	遠隔での接続確認方法を検討し、要素試験にて確認する。 ⇒案:接続部に目印を付け、それを定点カメラで確認する等 [対象] 上蓋と下蓋、下蓋と容器本体、上蓋と可動フランジ	○	○	
5	シール部の気密性	シール方法について検討し、要素試験によりシール性能を確認する。 試験対象は、遠隔で着座する部分である上蓋および下蓋に関する次の3か所とする。 ・シール部③:可動フランジ-上蓋間 ・シール部⑤:上蓋-下蓋間 ・シール部⑥:下蓋-容器間	○	○	
6	吊り上げた際のシール部⑤(上蓋-下蓋間)の気密性	上蓋と下蓋一体で吊り上げた際にシール部の気密性が維持できるようなシール方法を検討する。 ⇒下蓋を吊り上げることを検討しており、その場合、吊り上げ前にシール部⑤の気密が保持できていれば吊り上げ時も問題ないと考えられるため、試験は実施しない。	○	—	上記No.5で代替
7	容器を切り離して良いかの判断基準	容器を切り離し、搬出して良いかの判断基準を検討し、要素試験で妥当性を確認する。	○	○	

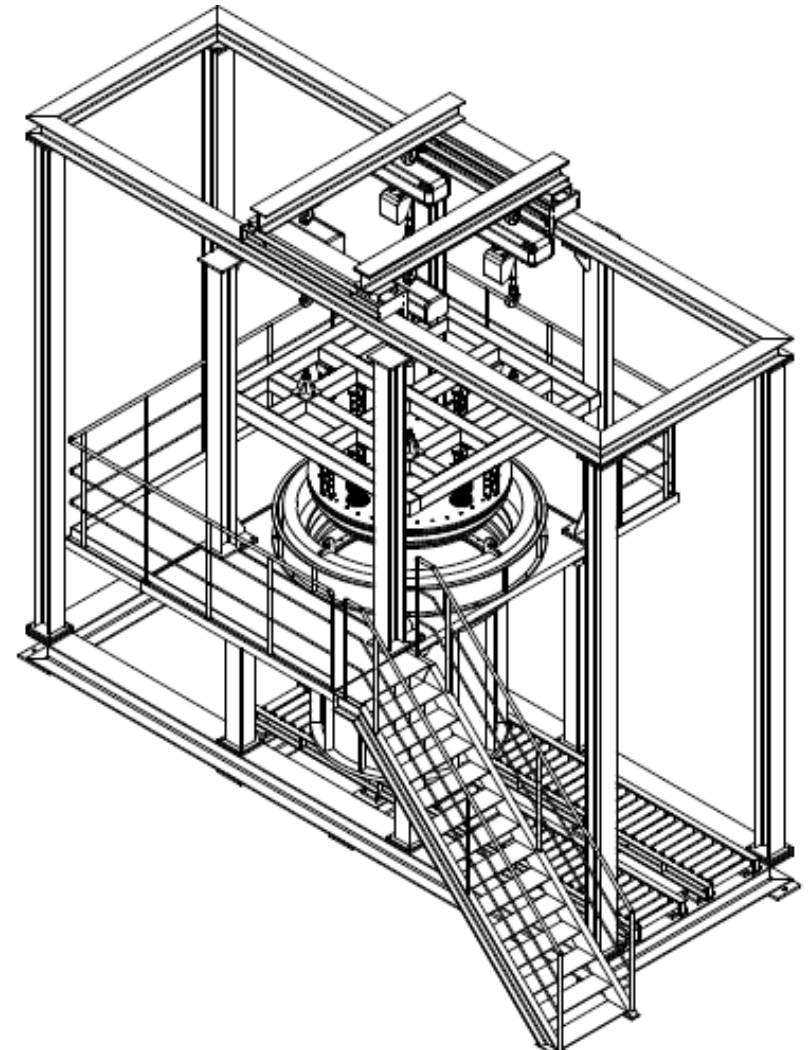
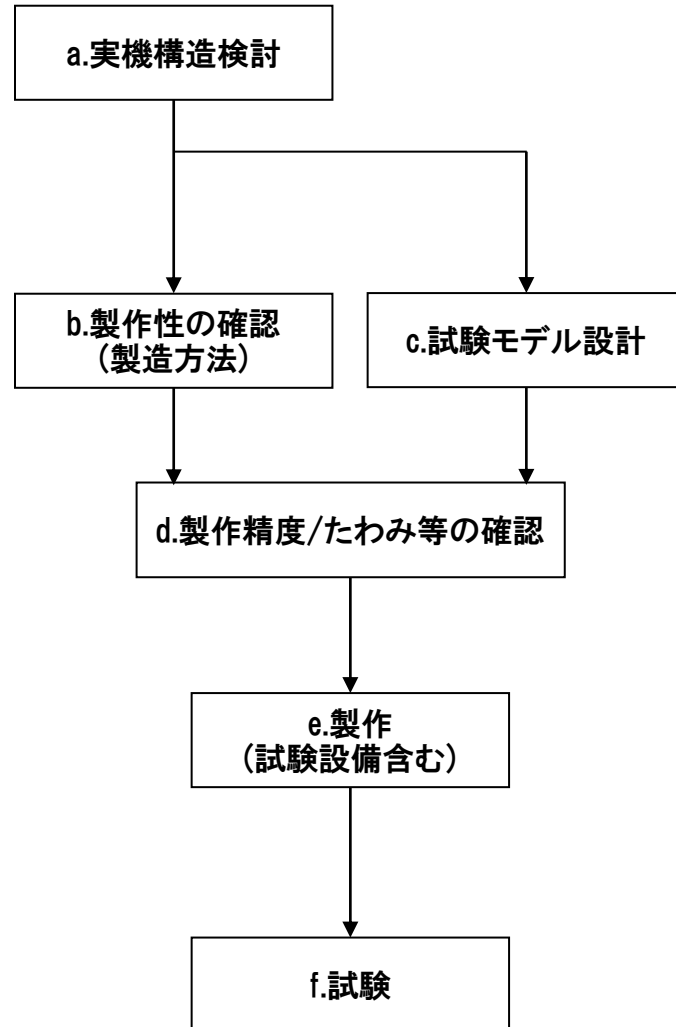
⇒No.3～5および7について、要素試験を実施する。

6. 本事業の実施内容

No.30

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【試験手順】



構想図

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【試験計画】

No	項 目	内 容	監視・測定 記録項目	判定基準
1	蓋開閉機構の 妥当性	- フック操作による蓋開閉機構の動作確認 - 下蓋を設置して、フックで上蓋を吊り上げた際の上蓋および下蓋の取り付け確認および隙間等の確認	➢ 異音、ガタなど ➢ 上蓋と下蓋の取り付け ➢ 隙間(Ｏリングの潰し量)	➢ 正常に動作すること。 ➢ 寸法通りであること。 ➢ Ｏリングの仕様および設計の範囲内であること。
2	接続確認方法 の検証	上蓋と下蓋、下蓋と容器本体および上蓋と可動フランジが接続できたことを遠隔で確認	➢ 隙間(Ｏリングの潰し量)	➢ Ｏリングの仕様および設計の範囲内であること。
3	気密性能	- 各ステップにおける気密性の確認 - 対象は、シール部③：可動フランジ-上蓋間、シール部⑤：上蓋-下蓋間、シール部⑥：下蓋-容器間とする。	➢ 隙間(Ｏリングの潰し量) ➢ 圧力	➢ Ｏリングの仕様および設計の範囲内であること。 ➢ 漏えい率〇〇以下 (検討中)
4	再現性の確認	複数回試験を行い、監視項目について再現があることを確認する。	上記1～3項目と同じ	—
5	容器を切り離して 良いかの判断基準	検討した判断基準について、妥当性を確認する。	(構造検討後、別途設定)	

(備考)

・本計画は設計進捗により変更となる可能性あり。

・参考漏えい率(3号機使用済み燃料輸送容器): 9×10^{-1} ref cm³/s

6. 本事業の実施内容

1) 大型搬出容器の気密機構の開発

【機器構成(実機との比較)】

開発試作対象

No.	機器	実機仕様(概略寸法)*	モックアップ仕様(概略寸法)*
①	可動フランジ	➤ 直径9300、高さ1600、重量150ton	➤ 検討中
②	固定フランジ	➤ 直径11100、厚さ375、重量170ton	➤ 検討中
③	上蓋	➤ 直径6800、高さ800、重量100ton	➤ 実機と同じ(一部簡略化)
④	下蓋	➤ 直径6800、厚さ280、重量100ton	➤ 実機と同じ
⑤	容器	➤ 直径7500、厚さ280、高さ7500、重量390ton	—
⑥	吊り上げフック	➤ 直径500、高さ1500	➤ 検討中
⑦	試験用容器	—	➤ 検討中

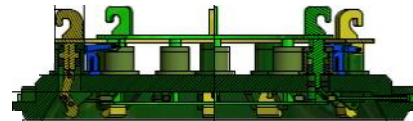
※寸法は概略寸法を示す。

【機器イメージ*】

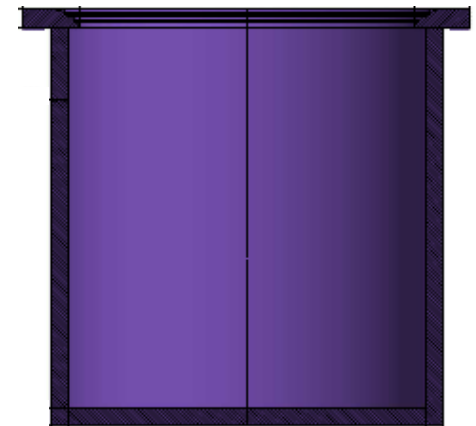
①可動フランジ



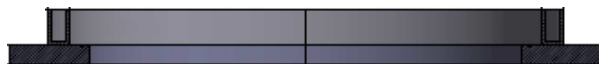
③上蓋⑥吊り上げフック



⑤容器



②固定フランジ



④下蓋



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

R/Bに設置するアクセス用の新設設備(アクセストンネル、セル等)について、PCV等の既設構造物との接続部の閉じ込め機能確保のための技術開発として、接続部の構造、工法、検査、保守等の開発課題を検討、整理し、以下を含む必要な要素試験を実施し技術の成立性を確認する。

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

アクセス用の新設設備をPCV接続部(機器ハッチ等)に取付けるには、数百トン規模の重量構造物をR/B内に移送し精度よくPCV接続部に位置調整する作業を、作業時の被ばく低減を行い、作業安全を確保して行う必要がある。そのために、R/Bの床等の荷重制限を超えないようにすること、R/B内の既存構造物、機器を回避しながら、重量構造物を進行、旋回、位置調整すること、及びR/B内では放射線量が高いため可能な限り作業員は現場に入らず遠隔操作で行うことを考慮した取付けを可能とする接続構築技術(位置調整取り付け)の開発が必要である。橋梁、プラント等の技術調査を含めて検討し、適用可能な重量構造物の接続構築技術を開発する。また、実重量を模擬したモックアップによる要素試験を実施して現場適用性を確認する。

② 接続部の閉じ込め構造

PCVに接続するアクセス用の新設設備は、接続部の閉じ込め機能を保持するとともに地震時の変位を吸収する機能を設ける必要がある。R/Bに設置する重量構造物のPCV 接続部の変位吸収構造について、既存技術の組合せ、改良等も考慮した開発を行い、要素試験を実施して実現性を評価する。

6. 本事業の実施内容

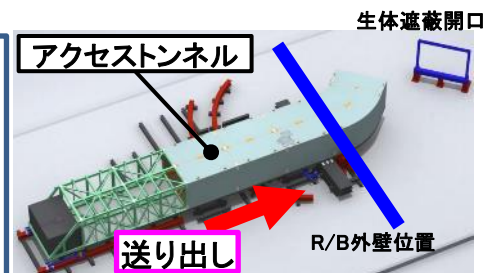
No.34

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

工法・システム高度化(2017-18年度実施)

【工法実現性の確認(形状寸法模擬要素試験実施)】

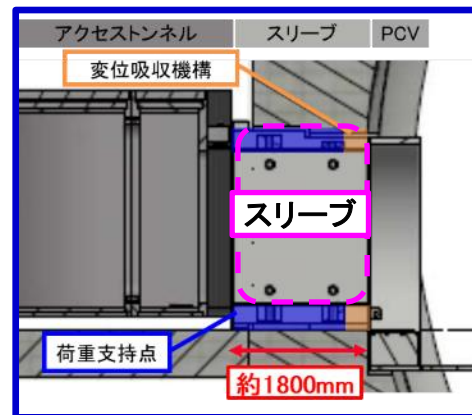
- トンネルパーツの送り出し
- 狹隘開口における曲面トンネルの送り出し
- 遠隔作業監視、位置決め精度



取り出し規模の更なる拡大(2019-20年度実施)

【接続方法の検証】

- 上記で抽出した課題の検討
- BSWとの接続方法(スリーブ溶接試験)
- スリーブ(変位吸収機構)構造検討



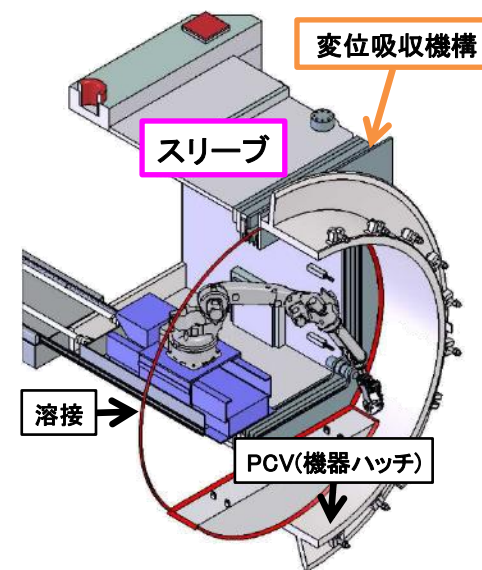
今回実施

【試験による実現性確認】

- 重量物送り出し(質量模擬)
- 変位吸収機構(気密機能)

今後の検討項目

- スリーブ遠隔設置・溶接方法の検討 等



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

【課題】

- ・ アクセストネルの遠隔送り出し作業は形状寸法を模擬した要素試験により実現性の見通しを得た。
- ・ 建屋内スペース条件から、送り出し途中での旋回技術が課題。

【実施内容】

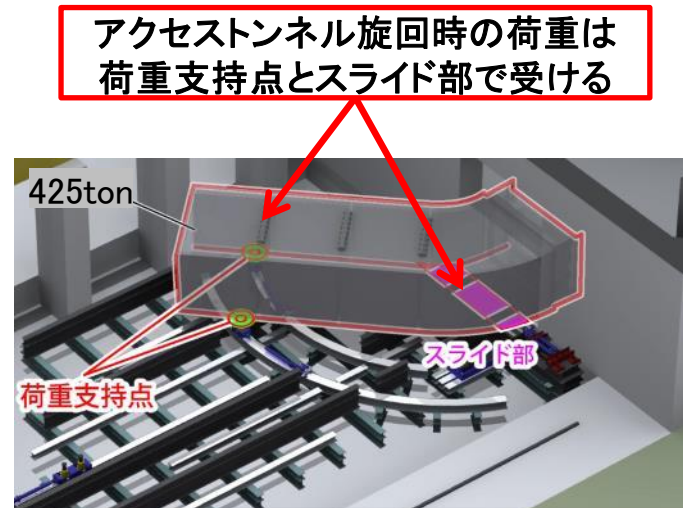
- ・ アクセストネルの旋回部(スライド部)に関して、荷重の影響を考慮して構造検討を行う。
- ・ 検討したスライド部の実現性を確認するために、スライド部の荷重を模擬(旋回時のアクセストネルユニット実機質量を模擬)した試験等の要素試験計画を立案する。
- ・ 要素試験を行い、検討したスライド部の実現性を確認する。
(実現性確認のため、摺動面のトンネル本体への追従性確認等を実施予定)

【得られる成果】

- ・ 荷重の影響を考慮したアクセストネルスライド部構造の提示。



アクセストネル設置イメージ



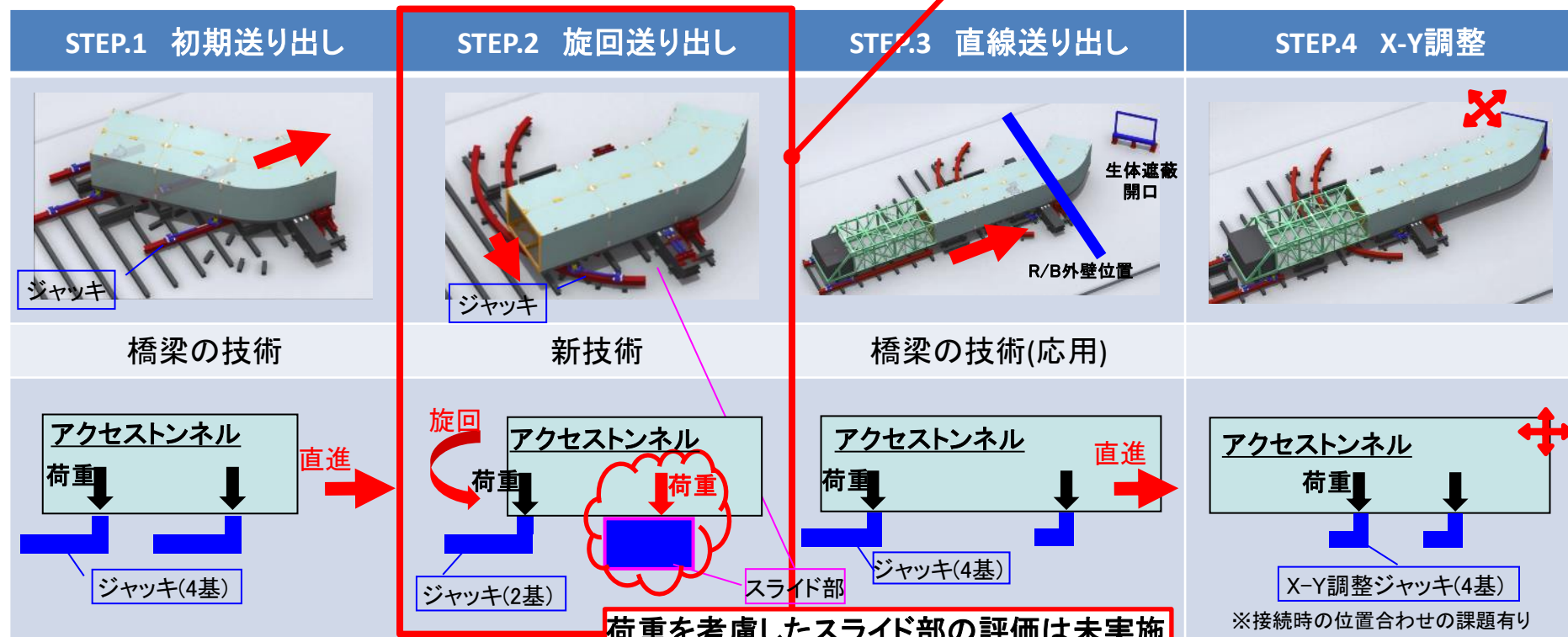
アクセストネルスライド部イメージ

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

【旋回部(スライド部)の開発が必要な理由】

スライド部:ブロックで荷重を受け、ジャッキでアクセストンネルを旋回させた際にスライド(摺動)させる。



荷重を考慮したスライド部の評価は未実施

18年度までの成果 (工法・システム高度化)	形状模擬体にて、ジャッキを使用した 狭隘部の送り出しと精度 を確認(STEP1,2,3,4共通) ・ 実機と同容量のジャッキ を使用したため、実機質量においても問題ない ・形状模擬では軽量であったため、スライド部の評価は出来ていない
本事業	質量模擬体にて、スライド部の機能を確認(STEP2)

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

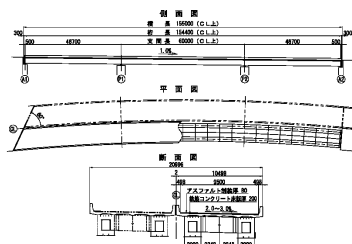
【橋梁で実績のある工法との比較】

- 橋梁では一般的に直線的に送り出しを行う。ただし、環境により下図の様にRを付けて送り出す場合もある。
 - 作業スペースは十分に確保されていることが多いため、ジャッキを前後に設置(4基以上)して送り出す。従って、摺動は行わない。
 - 送り出す構造物には曲線も含まれるが、曲げ半径が大きく直線に近い場合、工法に影響が出る様な偏荷重にはならない。
- ⇒ 今回は作業スペースが狭く、狹隘部への送り出し(通過)となるため、摺動を行う必要がある。

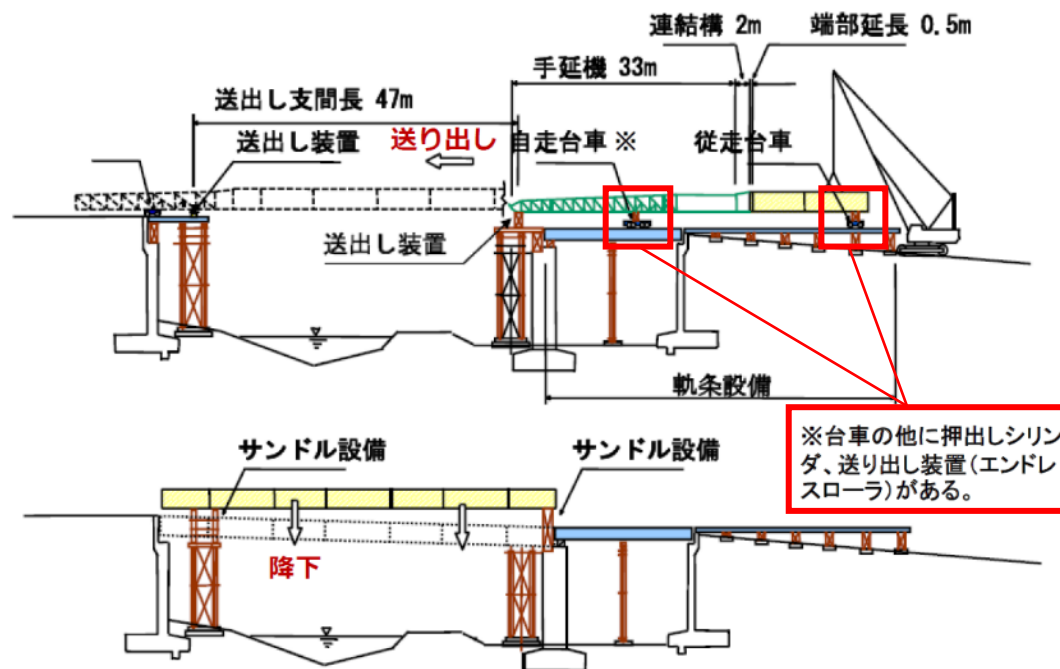


送り出しレールを曲げている例

104-7-a 未来へのかけ橋



構造物が曲線の例



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

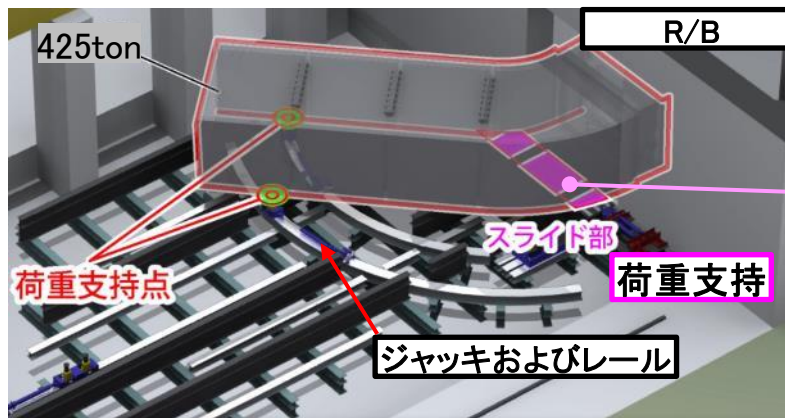
① アクセス用重量構造物の接続構築技術

18年度までの結果
(形状模擬)

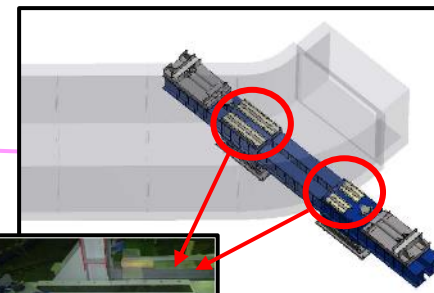


- ・ 送り出し実現性の確認
- ・ 狭隘開口における曲面形状トンネルの送り出し実現性確認
- ・ 遠隔作業監視(遠隔据付)
- ・ 位置決め精度(±50mm)の確認

【アクセストンネルのスライド部】



スライド部



摺動面

- ・ 損傷したR/Bへの負荷を最小限に留めるため、既存の柱は撤去せずにアクセストンネルを設置する計画である。そのためには、アクセストンネルをR/B近傍で旋回させる必要がある。
- ・ アクセストンネルの後方はレール上をジャッキで旋回可能であるが、前方は旋回用のレールを敷くスペースがないため、スライド部にて荷重を支持しつつ旋回(摺動)させる。

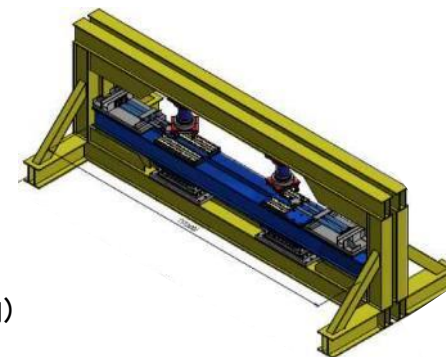
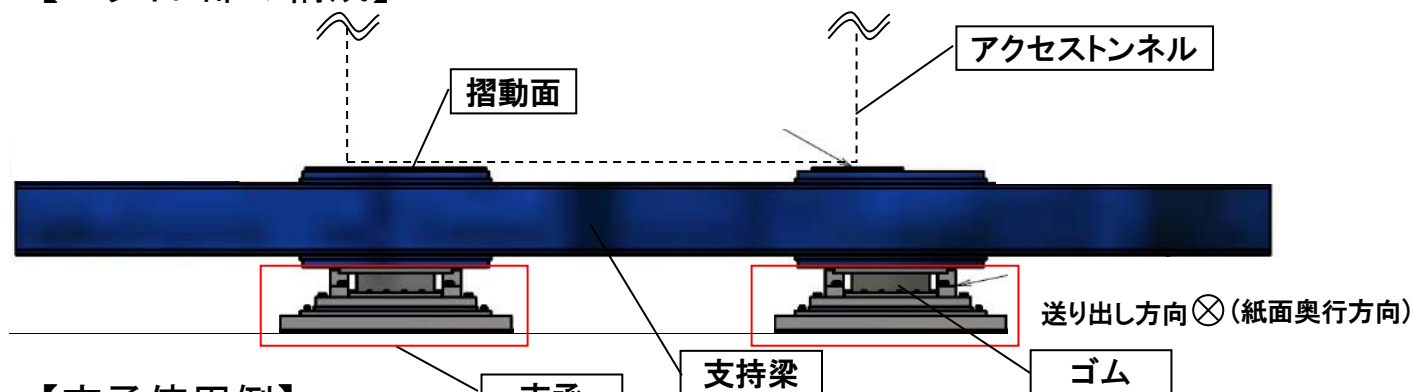
⇒18年度までは形状模擬にてアクセストンネル送り出しに関する実現性を確認した。

アクセストンネルの旋回も試験を実施したが、形状模擬体であり、質量を模擬していないため今回は質量模擬にて確認する。

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

【スライド部の構成】



【支承使用例】

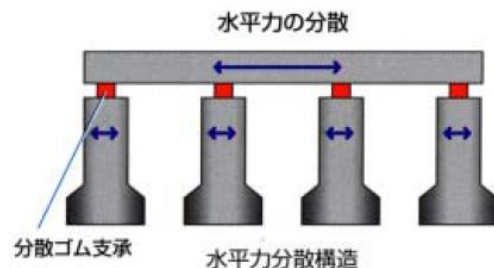


橋梁では地震時の水平力を複数の下部構造に分散させるために用いられる(伸び/縮み)。

ゴム



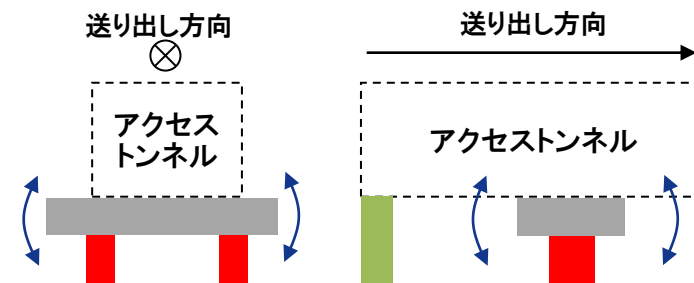
ゴム支承(橋梁の例)



橋梁の支承の技術を応用して、摺動面をアクセストンネル下面に追従させ、なるべく面圧を均一にする。

(偏心荷重+重心位置移動)

送り出し方向 ⊗



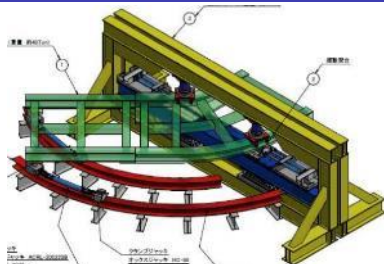
推進ジャッキ 支持梁 支承

アクセストンネルの例

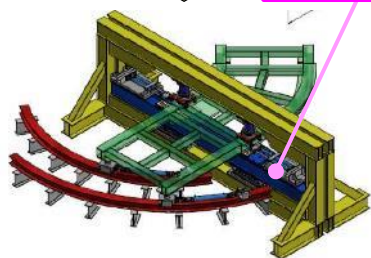
2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

本事業での実施内容
質量を模擬して45度旋回

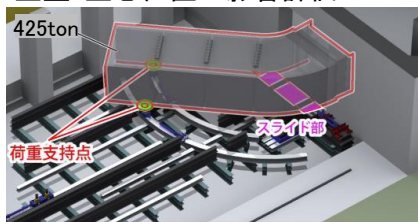


スライド部



確認項目

- 摺動面のトンネル本体への追従性
- 摺動面摩擦データ
- 重量・重心位置の影響評価



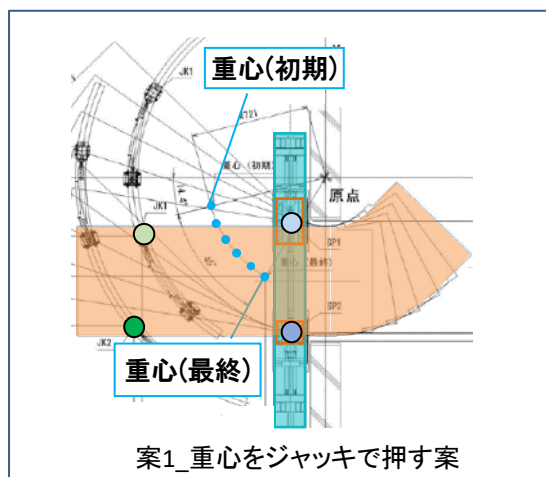
スライド部

【公募時の実施内容概要】

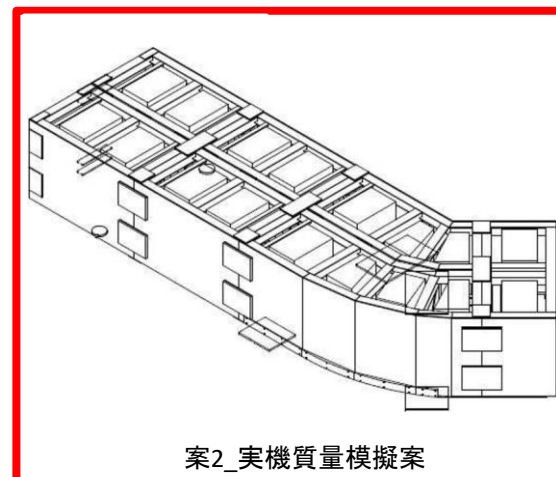
- ・実機質量模擬体を製作して試験をするのが望ましいが、部分模擬体を製作する。
- ・ジャッキによる押し付けにて荷重を模擬し、スライド部に関するデータを取得する。
(取得データ: 摺動面のトンネル本体への追従性、摺動面摩擦データおよび重量・重心位置の影響評価等)
- ・荷重模擬のため、以下の検討等により試験条件を決定する。
 - ・アクセストンネル旋回に伴う重心位置の変化
 - ・荷重の解析⇒ジャッキへの押し付け力の設定

設計進捗および専門家のご意見を反映し、質量模擬方法を見直し
→案2の実機質量模擬案にて実施

※実機模擬体形状については、引き続き検討を実施



案1_重心をジャッキで押す案

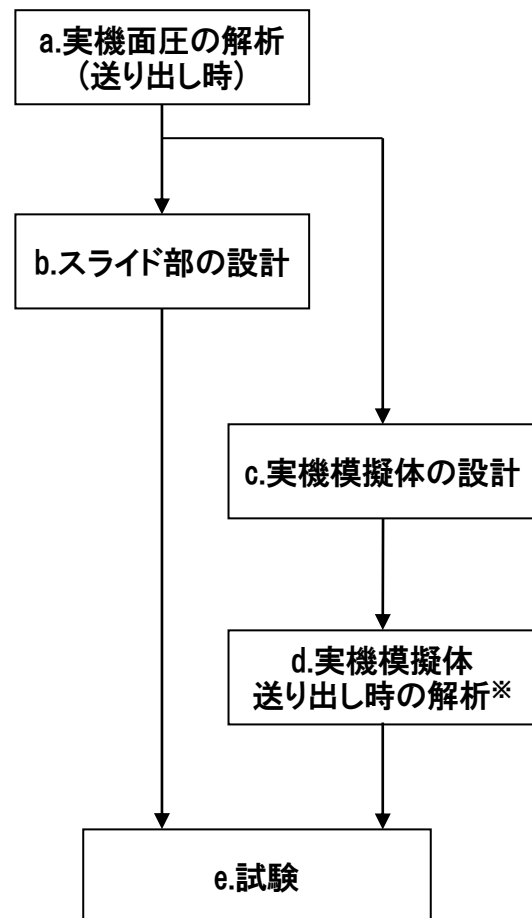


案2_実機質量模擬案

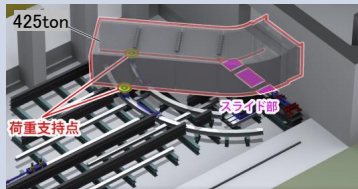
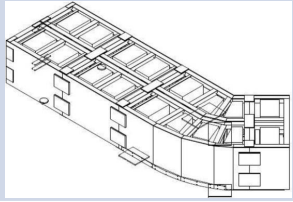
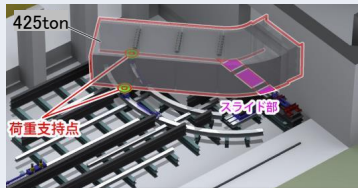
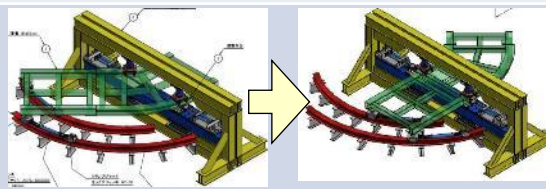
2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

【試験手順】



※試験前にaと比較、試験後にeと比較することを確認

	内容	イメージ
a.	<u>実機モデル</u> にて、送り出し時にスライド部に与える <u>荷重(面圧)を解析</u> 。支承(ゴム)についてもバネとしてモデル化。	 解析: 実機モデル
b.	実機の解析結果を用いて <u>スライド部構造(材質等)の設計(開発)</u> を行う。 (複数設計を行い、試験パラメータとする)	
c.	実機模擬体の設計を行う。 (右図より簡易的な形状になる予定)	
d.	実機模擬体形状による解析を実施。面圧やたわみ等を確認。試験前にaと比較、試験後にeと比較。(重量等が変更になっても解析のみで検証出来るようにする)	 解析: 実機模擬体
e.	荷重条件と旋回ジャッキの押し出し力より、 <u>摩擦係数を算出</u> 。この値が <u>摺動面(スライディングプレート)の適用範囲内</u> 、また、 <u>旋回ジャッキ推力が能力の範囲内</u> であることを確認する。	 ※イメージは今後更新。

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

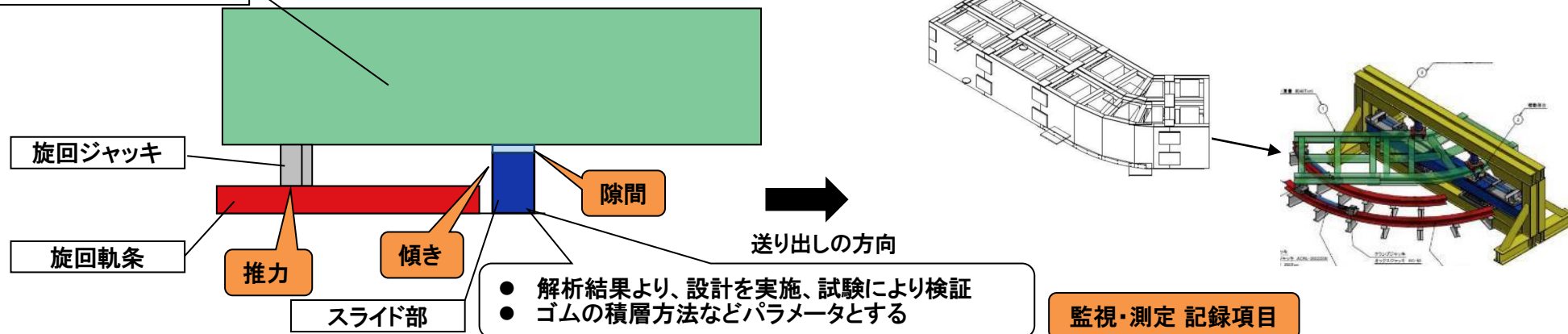
【試験計画】

開発の目標: 旋回ジャッキによる送り出し可能 → 設計通りの面圧 → 支承部が機能している

No	項目	内容	監視・測定記録項目	判定基準
1	実機質量模擬体の送り出し	● 実機質量模擬体の送り出し試験を行う。 ● 旋回は0～45°を5°毎に行う。	➢ 旋回ジャッキ推力	送り出しが可能であること。 (旋回ジャッキ推力 ≤ 50ton/個)
2	摺動面の摩擦抵抗	● 旋回ジャッキの推力から摺動面(スライディングプレート)の摩擦係数を確認する。	➢ 摩擦係数の算出 (仕様との比較)	摺動面の仕様範囲内であること。 (摩擦係数:0.04～0.2)
3	摺動面の追従性	● 各計測ポイントを設定し、送り出し前後の模擬アクセストネルフレームの底板と摺動面の隙間およびスライド部の傾き状態を計測する。	➢ アクセストネルフレームと摺動面の隙間 ➢ スライド部傾き	—
4	再現性の確認	● 複数回試験を行い、監視項目について再現があることを確認する。	上記1～3項目と同じ	—

(備考) 本計画は設計進捗により変更となる可能性あり。

模擬アクセストネルフレーム



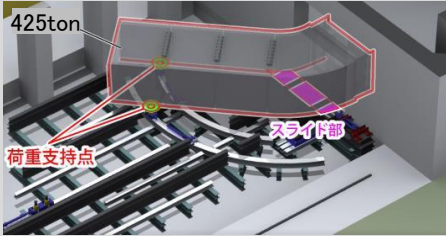
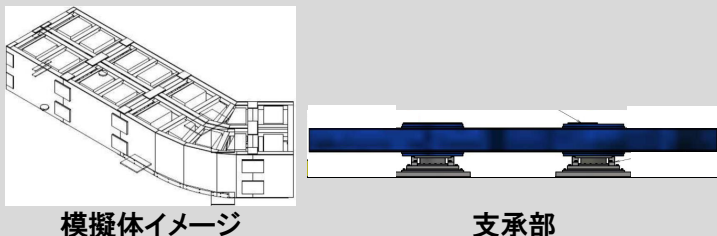
6. 本事業の実施内容

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

① アクセス用重量構造物の接続構築技術

【機器構成(実機との比較)】

開発試作対象

No.	機器	実機仕様*	モックアップ仕様*
①	アクセストンネル本体	➢ 断面寸法:幅4.5×高3.1(m) ➢ 遮蔽厚さ:300mm(底面110mm) ➢ 旋回ユニット:(アクセストンネル1~5ユニット) ➢ 重量:425ton ➢ 摺動面:ステンレス磨き加工	➢ 断面寸法:幅4.5(m) ※高さ検討中 ➢ 遮蔽厚さ:未考慮(フレーム構造) ➢ 旋回ユニット:(アクセストンネル1~5ユニット) ➢ 重量:実機質量をウェイトにより模擬 ➢ 摺動面:ステンレス磨き加工
②	スライド部	➢ 摺動面:スライディングプレート ➢ 許容面圧:49MPa(500kgf/cm²) ➢ 許容速度:100m/min ➢ 使用温度:-200℃~+260℃ ➢ 摩擦係数:0.04~0.2	実機仕様と同じ
③	試験設備	—	(検討中)
④	送り出し機構	➢ 旋回ジャッキ:能力(押し)約50ton×2基 ➢ 旋回ジャッキ:ストローク1000(mm) ➢ 鉛直ジャッキ:能力 約200ton ➢ 鉛直ジャッキ:ストローク 約230(mm)	実機仕様と同じ
イメージ			

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

② 接続部の閉じ込め構造

【課題】

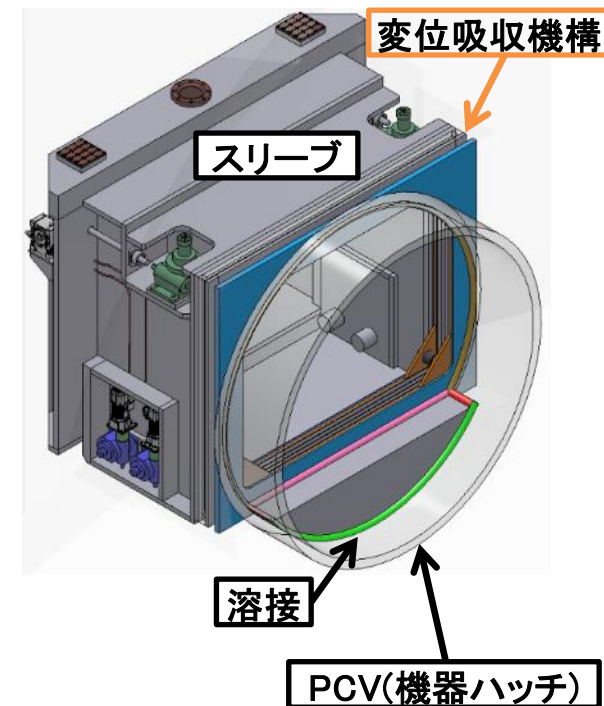
- ・ 閉じ込め機能を保持した状態で地震時等の変位を吸収可能なアクセストンネル接続部の具体化。
- ・ 検討した変位吸収機構の実現性確認。

【実施内容】

- ・ アクセストンネルのPCVとの接続部に関して、閉じ込め機能（気密構造）を考慮した地震時等の変位を吸収するための変位吸収機構の具体化を行う。
- ・ 検討した変位吸収機構の実現性を確認するために必要な要素試験計画を立案する。
- ・ 要素試験を行い、検討した変位吸収機構の実現性を確認する。
（実現性確認のため、動作確認や気密性確認を実施予定）

【得られる成果】

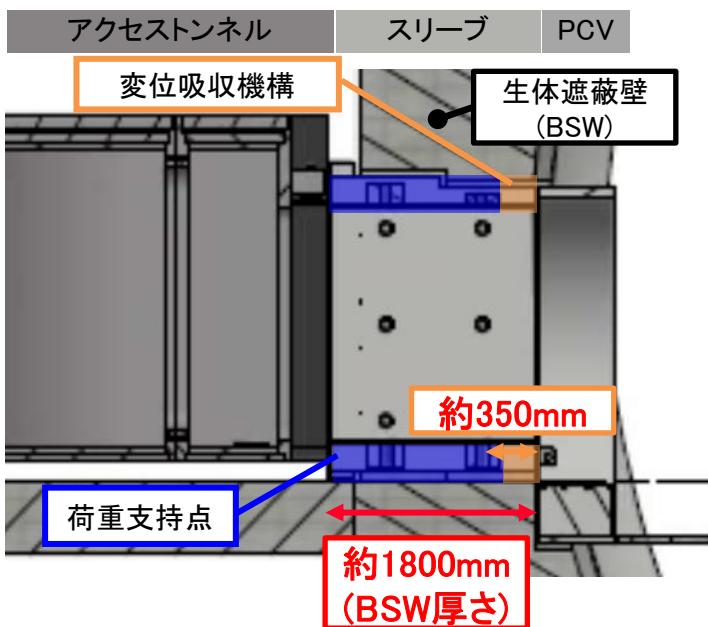
- ・ 閉じ込め機能を保持した状態で地震時等の変位を吸収可能なアクセストンネル接続部構造（変位吸収機構）の提示。



接続部構造の一例

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

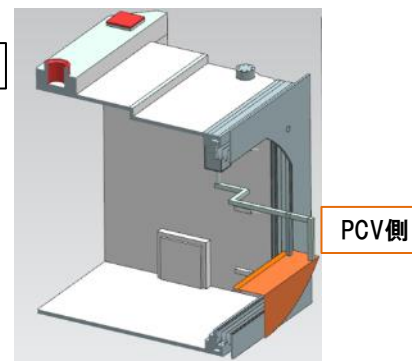
② 接続部の閉じ込め構造



【変位吸収機構の概要】

- ・PCVとアクセストンネルを接続するため、スリーブを設ける。
- ・スリーブとトンネルは固定され、地震時はR/Bと一体で動くため、スリーブのPCV側に変位吸収機構を設ける。
(**変位量は最大 $\pm 12.5\text{mm}$ と想定***)
- ・スリーブはトンネルの荷重を支持する必要があるため、生体遮蔽壁の厚さ:**約1800mmの中で、荷重支持と変位吸収が必要**である。
⇒荷重支持を考慮すると変位吸収機構に使用可能な範囲は約350mm。ベローズのみで $\pm 12.5\text{mm}$ の変位を吸収するには1000mm以上必要のため、新規開発が必要。

アクセストンネル側



スリーブイメージ

変位量の推定 (mm)*	
水平	± 12.5
鉛直	± 0.2

面間距離 (mm)
約350

変位吸収機構の設置場所は寸法制約が厳しく、また、高線量および狭隘である。19-20年度補助事業の検討結果を踏まえ、変位吸収機構について、設置後のメンテナンス方法(要否/監視方法/点検方法等)を含めて検討し、試作する。

6. 本事業の実施内容

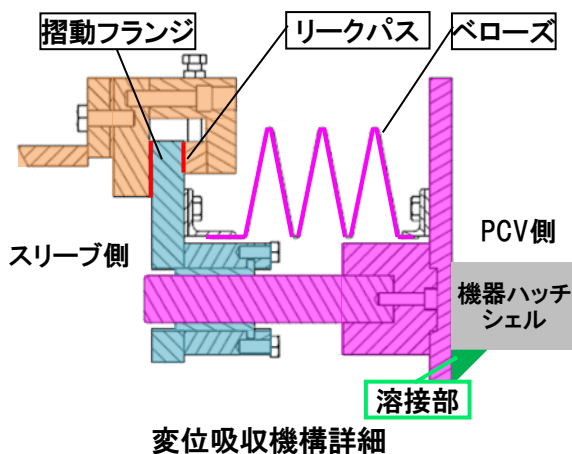
No.46

2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

② 接続部の閉じ込め構造

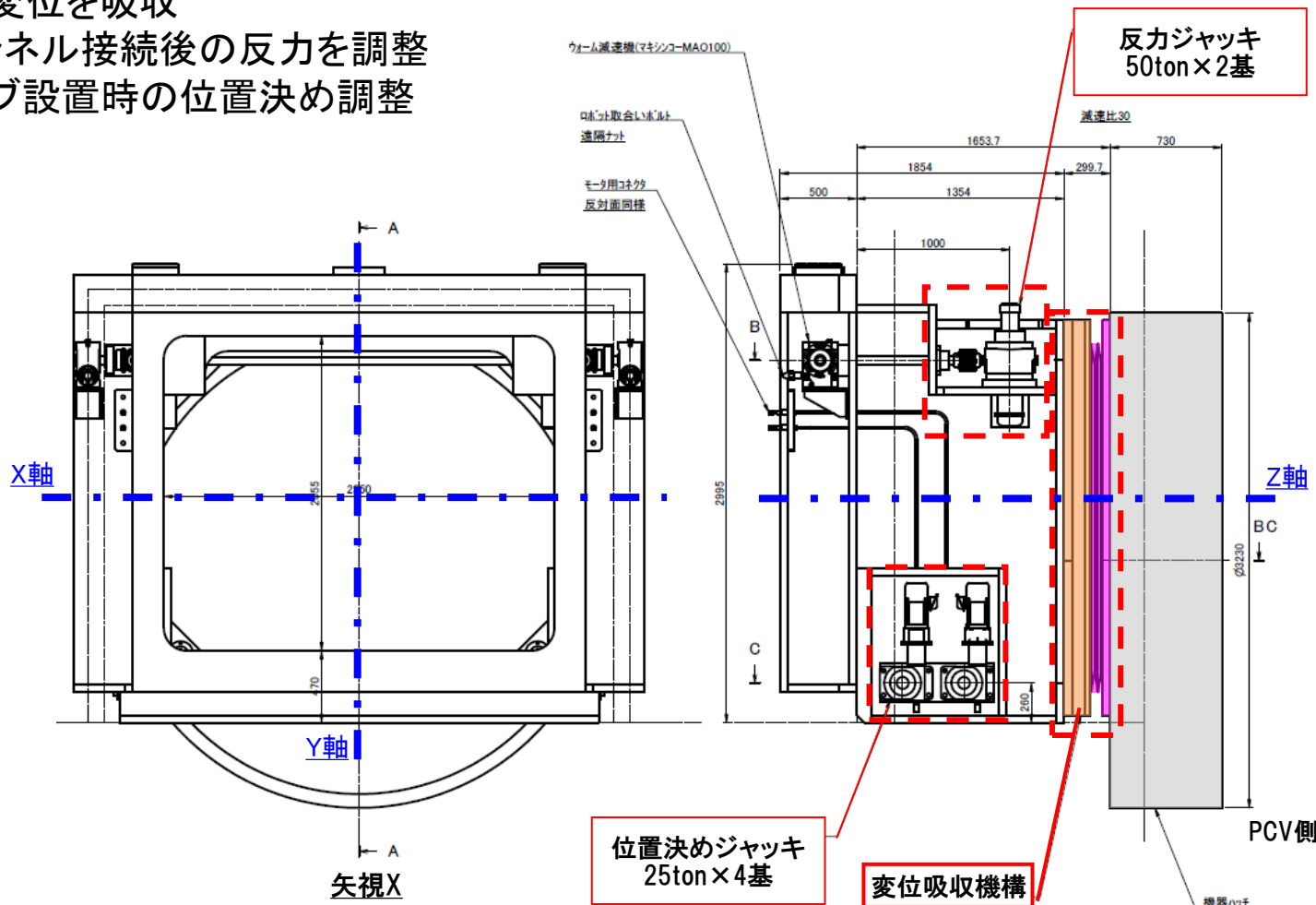
【ATスリーブの構造】

- ・変位吸収機構: 地震時の変位を吸収
- ・反力ジャッキ: アクセストンネル接続後の反力を調整
- ・位置決めジャッキ: スリーブ設置時の位置決め調整



変位平面	対応
XY	摺動フランジ
YZ	ベローズ
ZX	ベローズ

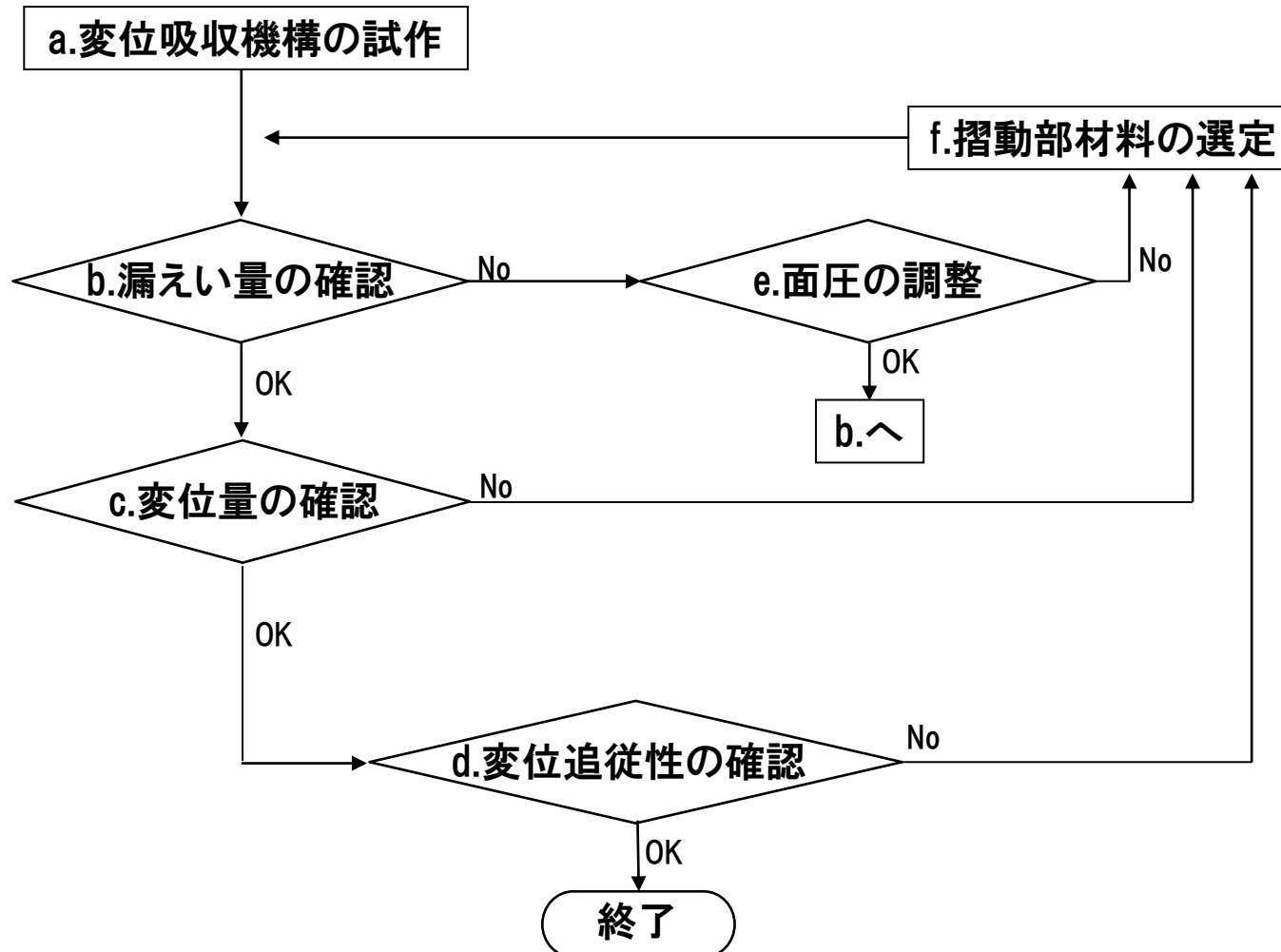
- ・XY平面上の変位は、摺動フランジで対応
- ・YZ, ZX平面上の変位は、ベローズで対応



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

② 接続部の閉じ込め構造

【試験手順】



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

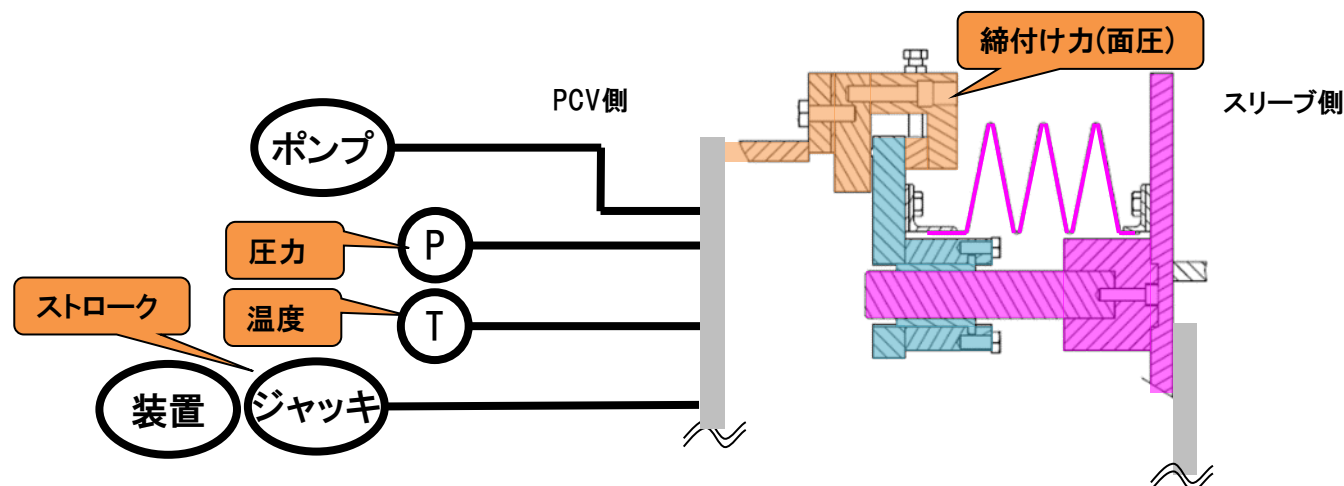
② 接続部の閉じ込め構造

【試験計画】

No	項目(注記)	内容	監視・測定 記録項目	判定基準
1	漏えい量 (試験手順(b))	● 変位吸収機構の動作の前後で圧力変動が規定値の範囲内であること。	➢ 圧力 ➢ 温度 ➢ 面圧	所定の範囲内であること。 漏えい率〇〇以下(検討中)
2	変位量 (試験手順(c))	● 変位量を満足できるか確認する。確認はジャッキ等を用いて変位させる。 ● 変位の方向はX,Y,Z,θ。	➢ 変位量を変えるための試験用ジャッキのストローク	所定の変位量を達成すること。 水平±12.5mm以上 鉛直±0.2mm以上
3	変位追従性 (試験手順(d))	● 想定される加減速度を与え、変位追従性があることを確認する。動作後、漏えい量の確認を行う。 ※加振装置ではなく簡易的な装置(ジャッキ等)を用いて行う。変位量は±12.5mmとする。	➢ 外観(有害な傷等の発生) ➢ 作動中の音	所定の範囲内であること。 漏えい率〇〇以下(検討中)

(備考) 本計画は設計進捗により変更となる可能性あり。

(注記) 「項目」記載内容は前頁の「試験手順」と対応。



2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

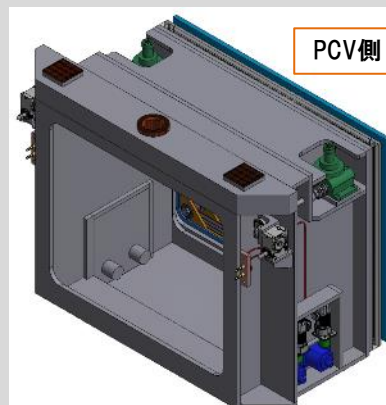
② 接続部の閉じ込め構造

【機器構成(実機との比較)】

開発試作対象

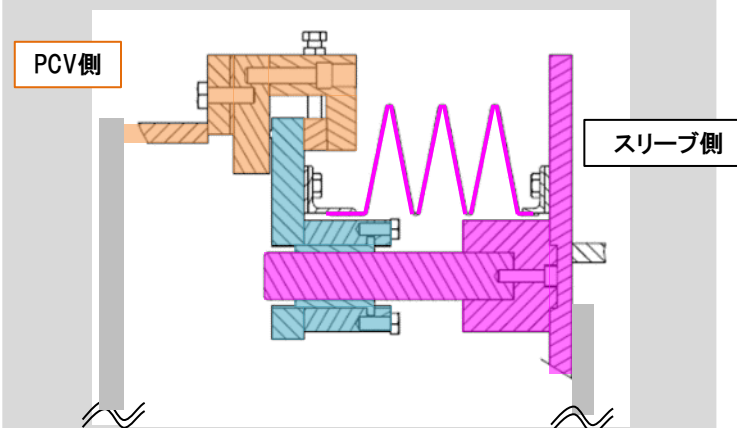
No.	機器	実機仕様*	モックアップ仕様*
①	スリーブ	➢ 形状: W3730 × D2200 × H2995 ➢ 重量: 約25ton ➢ 反力ジャッキ: 50ton × 2基(台形ねじ/ロボットによる操作) ➢ 位置決めジャッキ: 25ton × 4基(電動シリンダ)	—
②	変位吸収機構	➢ 機構: ベローズ(軸方向) + 摺動フランジ ➢ 変位量: 水平12.5mm、鉛直0.2mm(注記) ➢ 変位の方向: X,Y,Z,θ ➢ 摺動フランジ材質: (本事業での成果を反映)	➢ 機構: ベローズ(軸方向) + 摺動フランジ ➢ 変位量: 水平12.5mm、鉛直0.2mm(注記) ➢ 変位の方向: X,Y,Z,θ ➢ 摺動フランジ材質: 検討中

イメージ



アクセストンネル側

※スリーブ含む



※変位吸収機構のみ

*実機機仕様およびモックアップ仕様共に計画段階のものであり、変更になる可能性あり。

(1)大型搬出容器の気密機構の開発

- 大型構造物を搬出するために必要となる、汚染拡大防止機能及び高線量の収納物に対する遮蔽機能を有する大型搬出容器蓋部の気密機構について検討した。
- 大型搬出容器蓋部の気密機構に関する要素試験計画を立案中。今後、要素試験により実現性を確認する。併せて、構造物収納後から保管するまでの臨界管理方法の検討を実施する。

(2)アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発

①アクセス用重量構造物の接続構築技術の開発

- 重量構造物であるアクセストンネルに関して、遠隔でのPCVとの接続構築技術を検討中。
- 重量構造物の接続構築技術に関する要素試験計画を立案中。質量模擬方法については当初検討していたジャッキによる押し付け方法ではなく、実機質量模擬体を製作して模擬することで検討中。今後、要素試験により実現性を確認する。

②接続部の閉じ込め構造の開発

- アクセストンネルとPCV接続部に設ける変位吸収機構の具体化を実施中。
- 変位吸収機構に関する要素試験計画を立案中。今後、要素試験により実現性を確認する。

8. 実施目的を達成するための具体的目標

No.51

(1) 大型搬出容器の気密機構の開発	上アクセス工法における大型搬出容器について、汚染拡大防止機能及び高線量の収納物に対する遮蔽機能を有するものとして検討され、大型搬出容器の前提条件と必要開発項目を検討した上で、大型搬出容器蓋部気密構造に関して要素試験による技術の実現性が確認できていること。また、構造物収納後から保管するまでの臨界管理方法が提示されていること。 (終了時目標TRL:レベル3)
(2) アクセス用重量構造物の接続構築技術及び接続部の閉じ込め構造の開発	① アクセス用重量構造物の接続構築技術 R/Bに設置するアクセス用の新設設備(アクセストンネル)について、作業員の被ばく線量低減のため、遠隔操作で行うことを考慮した遠隔での重量構造物の接続構築技術に関して要素試験により実現性が示されていること。 (終了時目標TRL:レベル3) ② 接続部の閉じ込め構造 アクセストンネルとPCV等の既設構造物との接続部について、閉じ込め機能を確保しつつ地震時の変位を吸収するために必要な変位吸収構造について、要素試験により実現性が示されていること。 (終了時目標TRL:レベル4)

TRLレベル	説明	フェーズ
TRL7	実用化が完了している段階。	実運用
TRL6	現場での実証を行う段階。	フィールド実証
TRL5	実機ベースのプロト機を製作し、工場等で模擬環境下での実証を行う段階。	模擬実証
TRL4	開発、エンジニアリングのプロセスとして、試作レベルの機能試験を実施する段階。	実用化研究
TRL3	従来 of 経験を応用、組合せによる開発、エンジニアリングを進めている段階。または、従来経験のほとんど無い領域で基礎データに基づき開発、エンジニアリングを進めている段階。	応用研究
TRL2	従来経験として適用できるものがほとんど無い領域の開発、エンジニアリングを実施し、要求仕様を設定する作業をしている段階。	応用研究
TRL1	開発、エンジニアリングの対象について、基本的内容を明確化している段階。	基礎研究