

# 「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術開発」

## 上部PCV(小部屋)及びS/C補修技術の 開発状況について

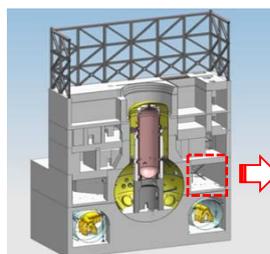
平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

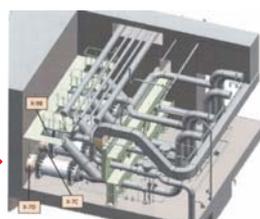
### 1. 上部PCV (小部屋) 補修技術の開発

#### ■ 実施概要

- 1～3号機原子炉建屋の上部PCV（ドライウェル）を対象に，想定漏えい箇所の補修方法に関する技術開発を実施。
- 線量環境等の現場環境から，補修対象箇所を小部屋内と開放部に大別。それぞれの環境に合わせた補修技術を開発。
- 小部屋内の補修では，セメント系材料による埋設工法を念頭に，施工上必要となる補修装置，及び補修材料の開発を実施。



原子炉建屋断面



MSトンネル室概要

#### 想定損傷箇所

- 地震や海水による損傷
- 配管ベローズ
  - 電気ペネ
  - 機器ハッチ
  - 閉止フランジ

#### 現場環境の特徴

- 気中環境での補修
- 高線量
- 狭隘，設備の密集

#### 補修概念

- 耐久性に優れたセメント系材料による埋設
- 遠隔補修装置による材料の打設

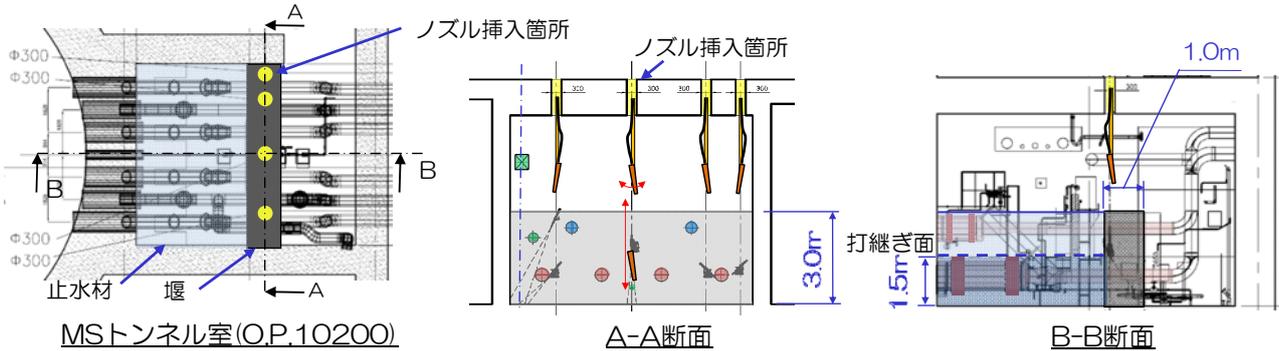
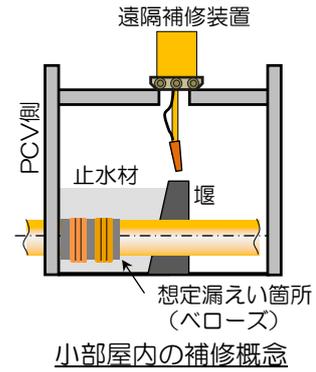
# 1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

## ■ 工法概念

- 配管ベローズや電気ペネ等の想定漏えい箇所を確実に埋設するため、止水材（セメント系材料）は高い流動性を持つものを開発。
- 埋設する範囲を最小化するため、部分的に堰を構築。
- 堰の構築は、遠隔補修装置の適用や狭隘部での施工環境を考慮し、吹付けモルタルを選定。

## ■ 施工計画の検討

- 想定される現場状況に応じて、施工対象の部屋ごとに具体的な施工計画の作成を実施。



# 1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

## ■ 遠隔補修装置の仕様と要素試作

現場環境、及び施工計画に基づき遠隔補修装置の仕様策定と要素試作を実施

### 1) 環境条件

温度：最高 40°C，最低 0°C

湿度：最大 80%程度

瞬間線量率：3Sv/h（数分間程度の短時間）

集積線量：200Sv（耐放射線性の劣る部品は、定期交換で対応するものとする）

### 2) 装置構成

止水材を注入するためのノズルを小部屋内に挿入する打設装置(1番機)と、ホースを引き回すホース巻取り装置(2番機)で構成される。

### 3) 軸構成

下表参照。

表 遠隔補修装置の軸構成

No.	軸	ストローク
1	ノズル昇降	6600mm
2	ノズル回転前後 (1番機の進行方向が前)	前: +75° 後: -60°
3	ノズル回転左右 (1番機の進行方向に対して右側に回転)	0~30°

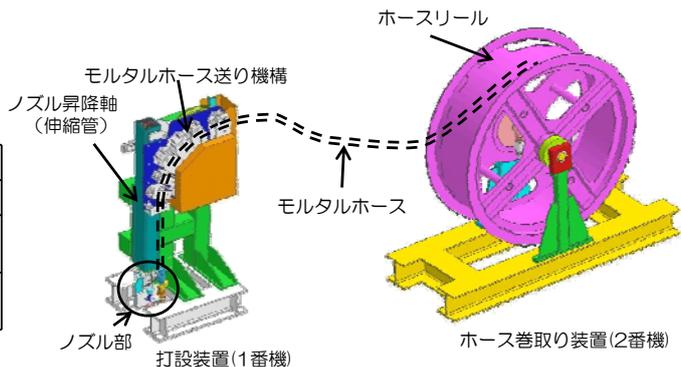


図 遠隔補修装置要素試作品の概要

# 1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

## ■ 実機適用性試験の概要

下記の検証を目的に、実機環境を模擬した試験設備、及び遠隔補修装置の要素試作品による施工試験を実施。

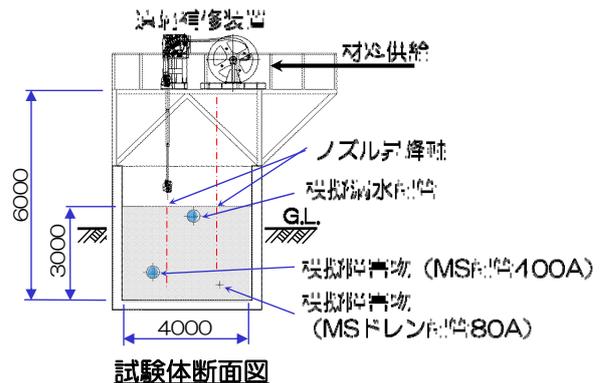
- 堰施工技術の成立性
- 遠隔補修装置の成立性
- 止水材の耐圧性能

## ■ 試験条件

- 実機施工規模の模擬
- 施工計画にて設定した堰（h=3.0m, w=1.2m）の構築
- 施工計画から抽出した障害物（MS配管等）と、ノズル昇降軸の配置
- 模擬漏水配管から300kPaの加圧



試験体全景



# 1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

## ■ 試験結果

- 遠隔補修装置により、計画通りの堰を成形、また止水材の打設を完了。
- 止水材打設時に堰からの止水材流出、及び堰の変位や転倒は無く、堰としての機能を果たしていることを確認した。
- 止水材の耐圧性能試験では水圧による止水材の破壊や目視可能な漏れは無かった。（但し漏水箇所付近のひび割れを通じた止水材内部への浸透が観測された。）

堰施工技術の成立性、遠隔補修装置の成立性、止水材の耐圧性を確認できた

## ■ 今後の課題

- 実機施工時に、ノズル揺動（ハンドリング）のために必要となる視機能（モニタリング装置、センサー類）の検討が必要。
- 止水材打設時のひび割れ抑制策検討。
- 施工箇所、及び施工箇所上部の実地調査と施工計画への反映。



配管周囲の堰構築



堰一般部の構築



堰の構築完了



止水材の打設



止水材の打設完了

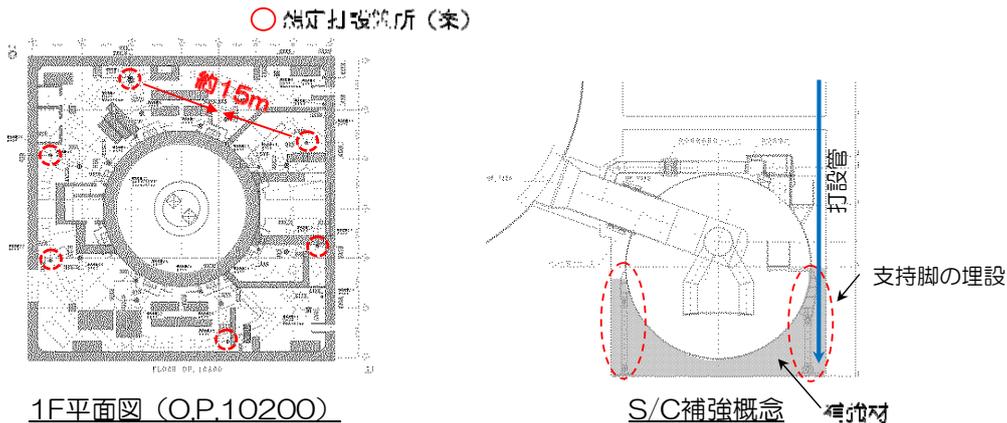
## 2. 1 S/C補強に向けた技術開発

### ■ サプレッション・チェンバ (S/C) の補強に向けた技術開発

S/Cの耐震性の強化, 将来的な腐食への対応として, S/Cの補強方法を検討。

#### 工法の概要

- 1階床面から高い流動性を持つ補強材（水中不分離モルタル）を打設, 支持脚を含むS/C下部を埋設して補強。
- 既存設備の干渉から打設可能な箇所が限定される。
- 補強材はS/Cの片側から打設し, S/C下部を経て反対側に立ち上がる必要がある。また平面的に最大15m程度の流動が必要。



## 2. 1 S/C補強に向けた技術開発

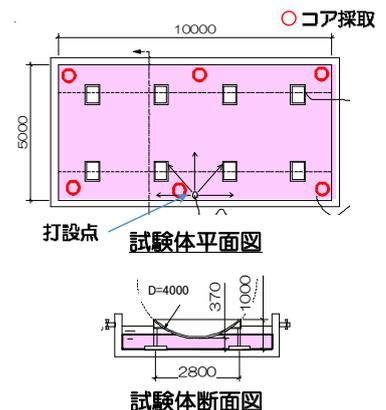
### ■ 長距離流動性確認試験の概要

S/Cを1/2スケールで部分的に模擬した試験体に補強材を打設。

- 広大な空間での補強材の流動状況, 立ち上がり状況
- 補強材硬化後の材料品質（圧縮強度）の分布
- S/C支持脚周囲への補強材充填状況

### ■ 長距離流動性確認試験の成果と今後の課題

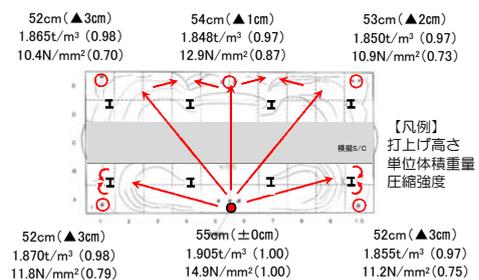
- S/C下部や支持脚周囲に密実に充填できたことを確認。
- 補強材天端はほぼフラット (1/167~1/500) に仕上がることを確認。
- 単位体積質量, 圧縮強度から流動後の材料品質のばらつきが小さいことが確認できた。
- 今後, S/Cの健全性評価と合わせて材料の必要強度や打設範囲の見極めが必要。



試験装置全景

支持脚周囲の充填

S/C下部の充填



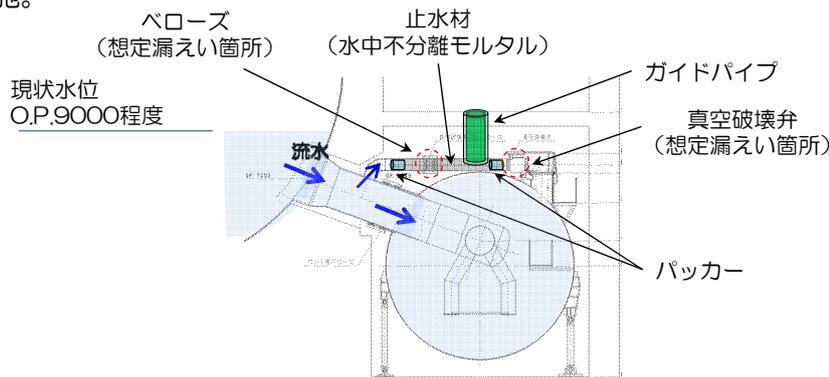
## 2. 2 真空破壊装置補修技術の開発

### ■真空破壊装置の補修技術開発

- 1号機の固有設備である真空破壊装置について、想定漏えい箇所であるベローズ及び真空破壊弁からの漏えいを防止する工法を検討。

### 工法の概要

- 1階床面から真空破壊装置を削孔しパッカーを挿入して仮止水。その後止水材（水中不分離モルタル）にて管内を充填。
- 真空破壊装置内が満水の場合、削孔時にPCV保有水の漏えいが考えられるため、事前にガイドパイプの設置しその中で削孔する概念を考案。ガイドパイプの概念検討を合わせて実施。



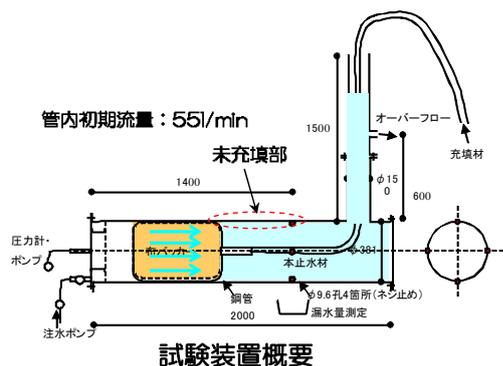
真空破壊装置の補修概念

## 2. 2 真空破壊装置補修技術の開発

### ■真空破壊装置閉止試験の概要と実施結果

真空破壊装置を模擬（径はフルスケール）した試験体にて、パッカーによる仮止水性の検証、及びその後本止水材打設による止水効果の検証を実施。

- 実機での施工を模擬し、模擬試験体の上部からパッカーを挿入。その後パッカー展開のための水中不分離モルタルの打設を実施。
- 布パッカーは流水中で展開すると、管内で滑ることがあった。
- 布パッカーの展開により、上流からの流量は大幅（55l/min→0.67l/min）に低下。その後本止水材の打設を実施した。
- 本止水材の硬化後、管内最上部に空隙が残り完全な止水性を得ることができなかった。これは布パッカーからのわずかな漏水が管内に滞留し、管上部まで本止水材を充填することができなかったためと考えられる。
- 今後、布パッカーのすべりを抑え、仮止水性を高める構造の検討が必要。



試験装置概要



試験装置組立て状況



布パッカー概要