

「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術開発」

PCV上部貫通部（ベローズ、機器ハッチ） 補修技術の開発状況について

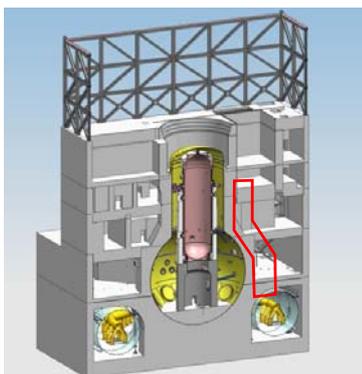
平成26年6月27日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

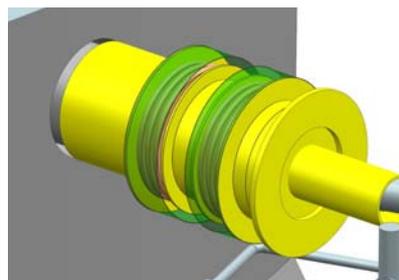
1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■ 実施概要

- 1～3号機原子炉建屋のPCV上部貫通部（ベローズ）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。
- 開放部に設置されている貫通部に対して非セメント系材料で止水する工法の検討を行う。



原子炉建屋断面



ベローズ概要

現場環境の特徴

- 気中環境での補修
- 高線量



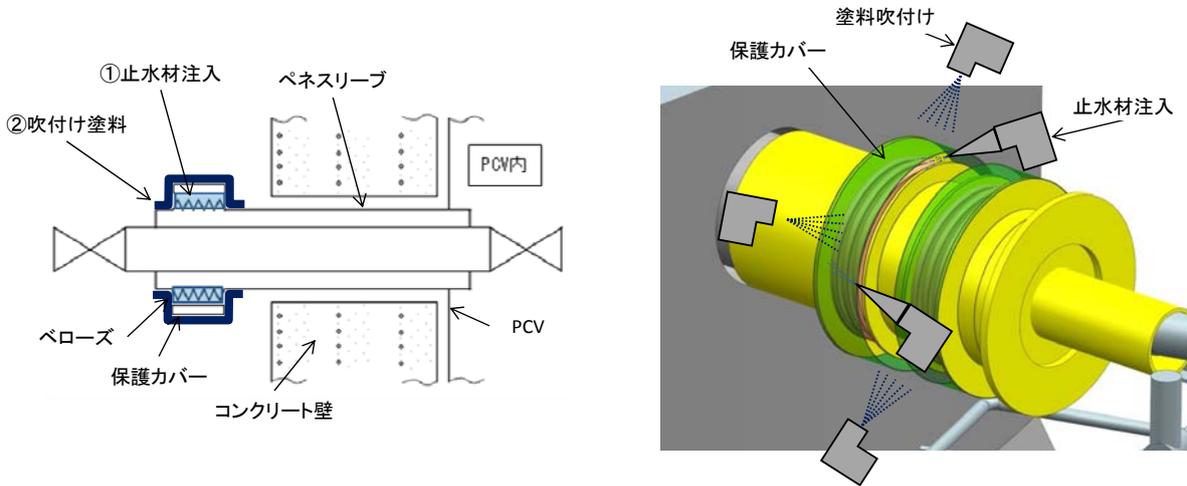
補修概念

- 遠隔作業で、重量の軽い非セメント系の材料で止水
- 水張り等により線量低減後に恒久止水を実施

1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■工法概念

- ①既設の保護カバーとベローズの隙間部に止水材を注入して止水する。
- ②ベローズ・保護カバーの外周面に高強度の防水塗料を吹付けて止水する。
- ③①と②の組合せ



ベローズ付貫通部補修方法概要(案)

1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■止水材の調査と絞込み

シリコン系、発砲ウレタン系、エポキシ系、ゴム系、無機系、ポリマー系から止水材の候補をリストアップし、下記の試験を実施して、止水材の候補の絞込みを実施。

- ・耐水圧性確認のための試験

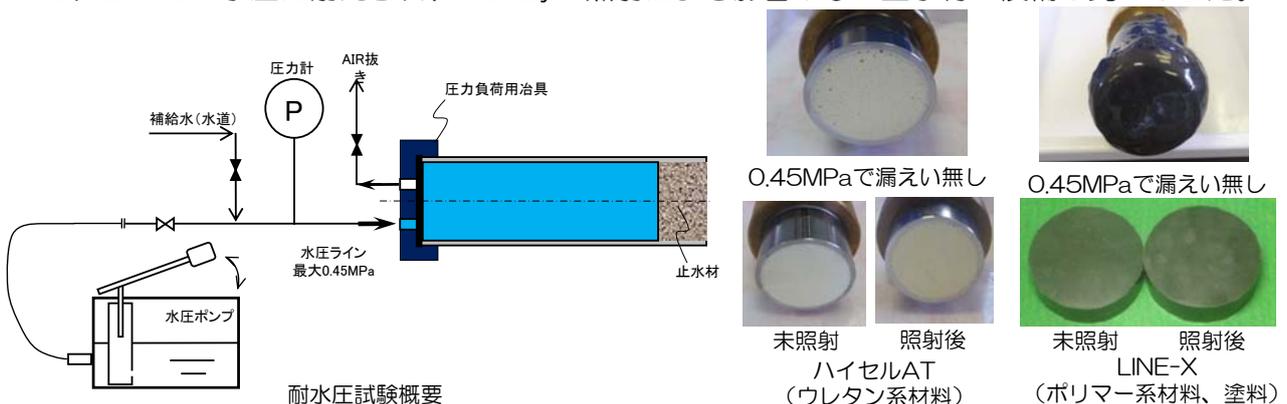
下図に示すようなΦ50の鋼管の試験体内に止水材を充填して、0.45MPa（30m相当の水頭圧の1.5倍）に耐えられる止水材を選定。

- ・耐放射線性の確認試験

10⁴Gyの照射試験による止水材の影響を確認。

■試験結果

0.45MPaの水圧に耐えられ、10⁴Gyの照射による影響がない止水材の候補が見つかった。



1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■ 汚れの影響確認試験の概要

実機環境影響で想定される試験体の汚れ（液体系（油）、固体系（錆））を模擬し、止水性能検証のための耐水圧性試験を行い、汚れの影響について確認。
汚れとしては、潤滑油（グリース）と赤錆（酸化鉄）を使用。

■ 試験結果

- ・ 汚れ成分が少しでも付着した場合、ごくわずかな圧力でも漏水が確認された。
- ・ 汚れ成分の付着により、発砲ウレタン材料の発泡が抑制される現象が観察された。
- ・ 硬化後の材料も凹みが見られ、試験体鋼管と発砲ウレタン材料の接着力も小さく、汚れ成分が止水性に大きく影響するため、汚れの対策が必要。



【グリース+鉄粉を全体に付着】



【グリース+鉄粉をまだらに付着】



【グリース+鉄粉を全体に付着】



【グリース+鉄粉をまだらに付着】

汚れを付着させた試験体の例

耐圧試験時の状況

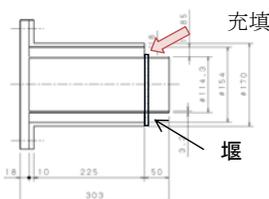
1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■ 充填性確認試験の概要

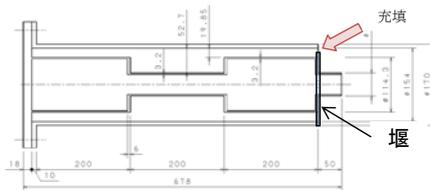
代表的なベロー付ペネトレーションを模擬した小規模の亚克力製可視化試験体で止水材の注入性（充填性）を確認。
止水材としては、発砲ウレタン（ハイセルAT）使用。

■ 試験結果

- ・ 発砲ウレタン（ハイセルAT）を注入すると保護カバーの開放部から漏れて充填できないので、充填するためには漏れを防止する堰が必要。
- ・ 堰を設けることができれば、発砲ウレタンを充填できることを確認した。堰の構築方法の検討が必要。
- ・ 段差のあるタイプは、奥側に空気溜りができて完全には充填ができなかった。奥まで充填するためには空気抜きが必要。



保護カバーが短いタイプを模擬した試験体



空隙



保護カバーが長いタイプを模擬した試験体

1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

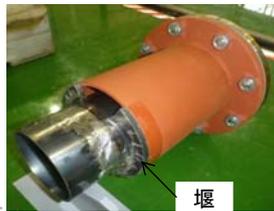
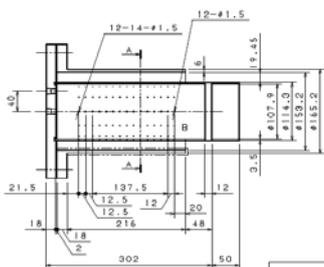
■耐水圧性試験の概要

代表的なベロー付ペネトレーションを模擬した小規模の鋼管製試験体を用い、止水材の耐水圧性を確認。（最大0.45MPaまで昇圧し、1時間保持後、0.30MPaで最大5時間加圧。）

止水材としては、発砲ウレタン（ハイセルAT）、LINE-Xを使用。

■試験結果

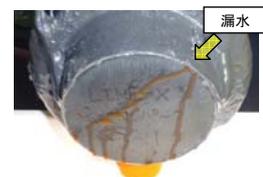
- ・発砲ウレタン（ハイセルAT）は耐水圧性は良好。
- ・LINE-Xの試験体2体のうち1体で、0.3MPaで保持中、内筒とLINE-Xの接着面から漏えいが確認された。



耐水圧性試験体



発砲ウレタンは漏えい無



1体で0.3MPaで加圧中に漏えい

耐水圧性試験結果

1. PCV上部貫通部（ベローズ）補修技術の開発

■まとめ・考察

- 水頭圧30m相当の1.5倍の水圧（0.45MPa）に耐えられ、 10^4 Gyの照射による影響がない非セメント系材料の止水材の候補（発砲ウレタンのハイセルAT、塗料のLINE-X）が見つかった。
- 実機環境影響で想定される試験体の汚れ（グリース、錆）を模擬し、耐水圧性を確認した結果、汚れ成分が止水性に大きく影響することが確認された。汚れの対策の検討が必要。
- 代表的なベロー付ペネトレーションを模擬した試験体を用い、止水材の充填性を確認した結果、保護カバーの開放部に止水材の漏れを防止する堰が必要であることを確認した。堰の設置方法の検討が必要。
- 今回実施した試験結果を受けて、止水工法の検討を進めていく。

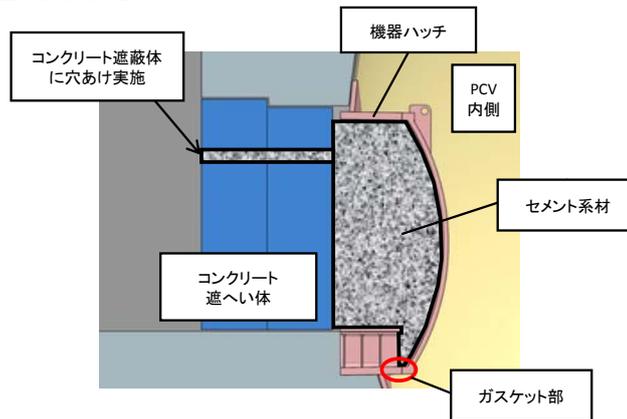
2. PCV上部貫通部（機器ハッチ）補修技術の開発

■ 機器ハッチの補修技術開発

- 機器ハッチについて、想定漏えい箇所であるガスケット部からの漏えいを防止する工法を検討。

工法の概要

- コンクリート遮蔽体に穴あけを実施し、そこから止水材（セメント系材料）を注入・充填して止水する。
- 止水材の充填の際にPCVと生体遮蔽のギャップから止水材の漏えいを防ぐために、発砲ウレタンで目止めを実施する。



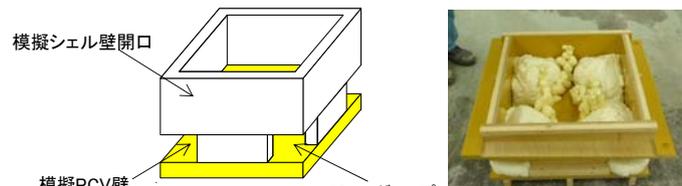
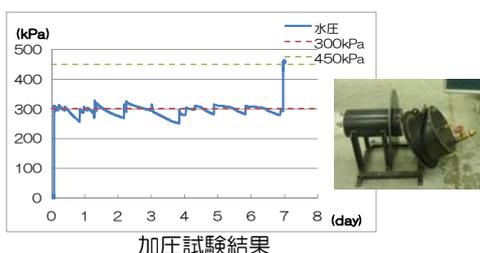
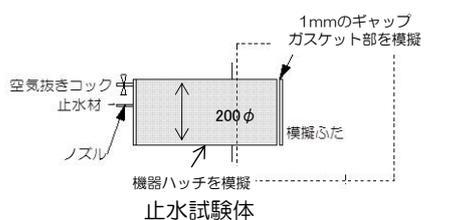
機器ハッチの止水概念

2. PCV上部貫通部（機器ハッチ）補修技術の開発

■ 機器ハッチ止水試験の概要と実施結果

機器ハッチを模擬したスケール試験体にて、止水材（セメント系材料）を充填して止水試験、発砲ウレタンによる止水材の漏えい防止効果の確認試験を実施。

- 機器ハッチのガスケットを模擬した試験体に止水材を充填して、0.30MPa（30m相当の水頭圧）で1週間、0.45MPa（30m相当の水頭圧の1.5倍）で1時間加圧して漏えいがないことを確認。
- PCVと生体遮蔽のギャップを模擬した試験体のギャップを発砲ウレタンで埋めた後、60kPa（止水材を充填したときの側圧）で加圧し、漏えいがないことを確認。
- スケールアップした試験体を使用した止水試験での止水性能の確認と、発砲ウレタンによる目止めの施工方法の検討が必要。



漏えい防止効果の確認試験用試験体

