

平成25年度発電用原子炉等廃炉・安全技術開発費補助金

「格納容器漏えい箇所特定秘術・補修技術開発」

PCV下部補修(ベント管内埋設による止水工法) のうち閉止補助材と止水材の組合せ試験 結果概要

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

閉止補助材と止水材の組合せ試験

PCV下部補修(ベント管内埋設による止水工法)の全体概要

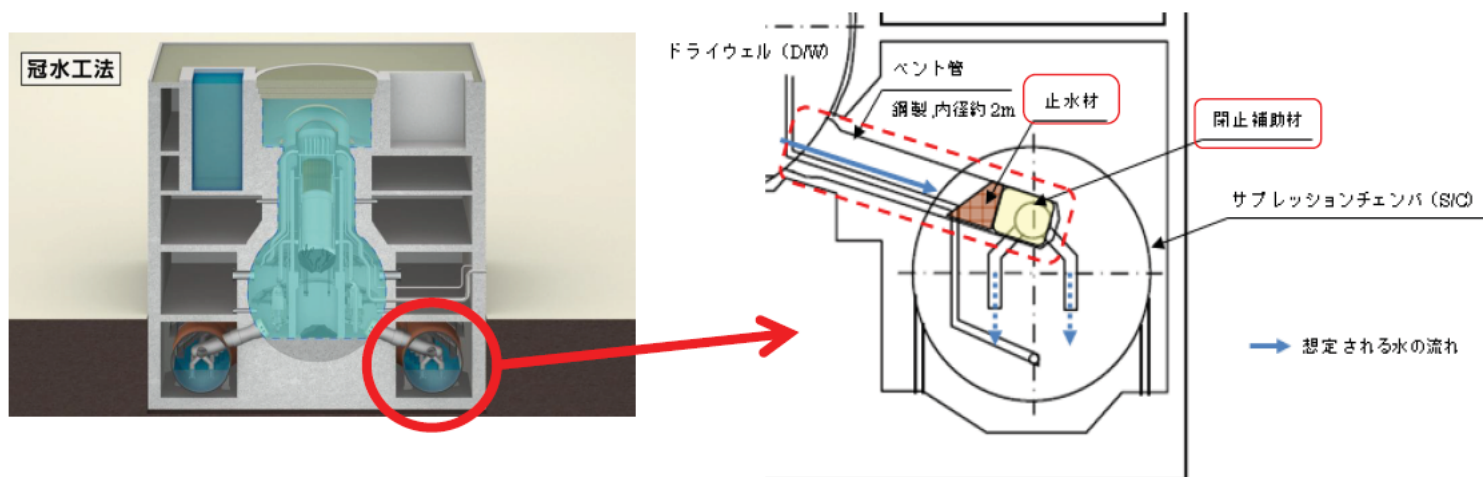


図1-1 PCV下部補修の対象範囲

【補修工法概略】

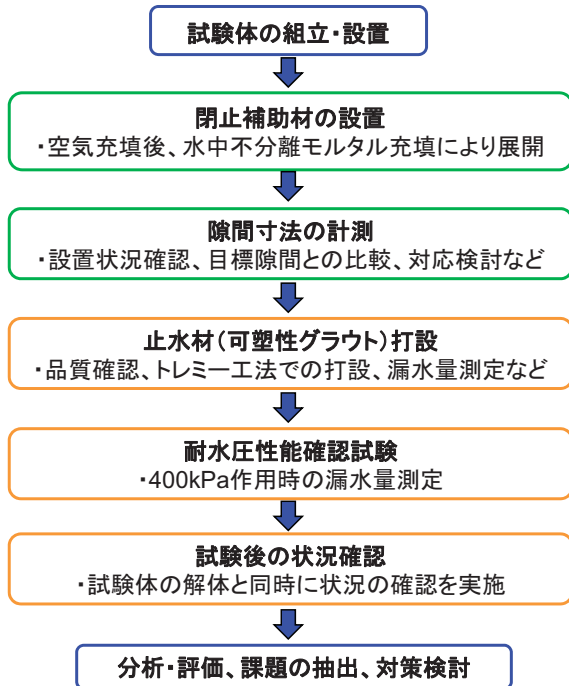
- ① Tクエンチャーを止水
- ② ベント管内(8本)の先端部分に閉止補助材(インフレイタブルシール)を設置し、暫定的に水の流路を堰止める
- ③ 閉止補助材の上流側に止水材(グラウト材等)を充填して止水
- ④ S/CをPCVバウンダリから切り離し

閉止補助材と止水材の組合せ試験 試験計画

①目的

- ⇒ベント管内埋設による止水工法の成立性を確認する。
- ⇒施工手順を確認し、課題の抽出及び対策検討を行い、今後の試験計画に反映させる。

②試験フロー

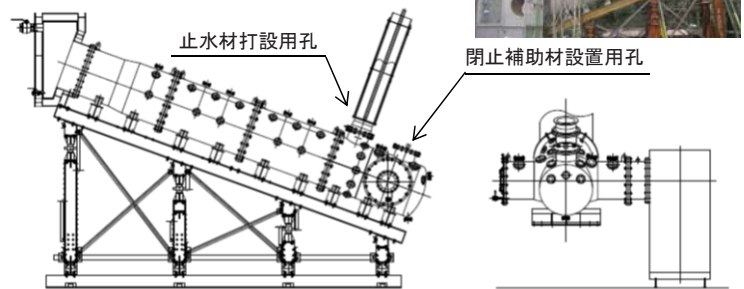


③試験条件

- 対象プラント: 1F-2
- 試験体スケール: 実機の約1/2スケール
- 環境条件:
 - ・ベント管内流水 「約15リットル/分」 (8本中2本目に施工する場合を考慮)
 - ・流水温度 「約35°C」
 - ・ベント管内干渉物 「有り」(基準容器サポート、電線管)
- 目標漏水量: 暫定目標値 1リットル/分

④試験体概要

鋼製で約1/2スケールベント管を模擬



閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(1)

閉止補助材の設置状況の流れ

ベント管上流側から

①展開前

円筒端部の中心線

②空気充填後

③モルタル注入中

円筒端部の中心線

④モルタル注入後(断面A-A)

ベント管上部の隙間が大きいため、副閉止補助材の設置をすることとした。

高さ約120mmの余裕

ベントヘッダー(干渉物無し側) (断面B-B)

閉止補助材設置用孔

ベントヘッダー(干渉物有り側) (断面C-C)

⑤副閉止補助材設置後(断面A-A)

副閉止補助材

閉止補助材設置用孔

ベントヘッダー(干渉物無し側) (断面B-B)

ベントヘッダー(干渉物有り側) (断面C-C)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(2)

閉止補助材の設置状況、隙間寸法計測結果(ベント管側)

閉止補助材設置後の上部の隙間は目標隙間を大きく上回ったため、副閉止補助材を設置した。副閉止補助材設置後の隙間寸法は、開口面積で約 $1.5 \times 10^4 (\text{mm}^2)$ となり、1/2スケールでの目標隙間面積 $1.28 \times 10^4 (\text{mm}^2)$ を約20%上回る結果となった。

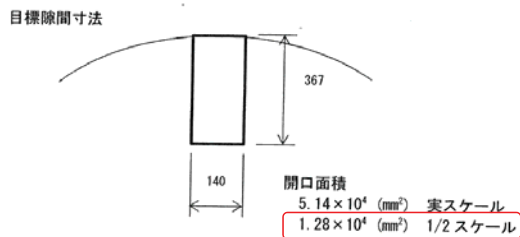


図4-1 目標隙間寸法と面積

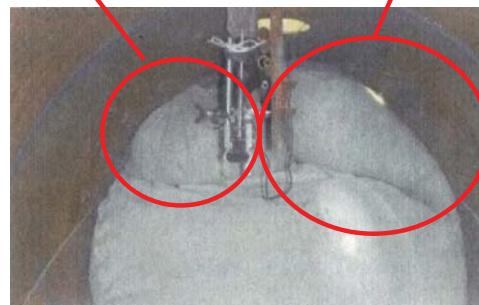


写真4-1 閉止補助材設置後の隙間(写真)

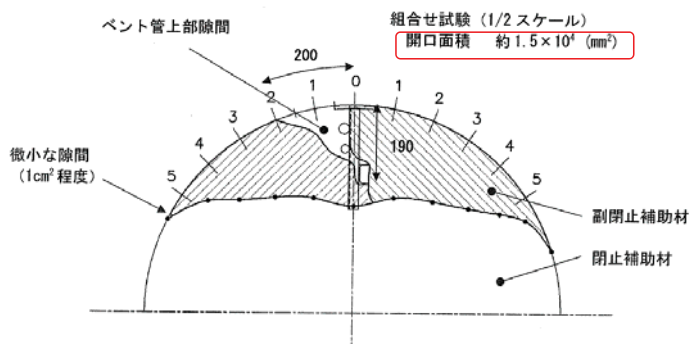


図4-2 閉止補助材設置後の隙間寸法と面積

閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(3)

閉止補助材の設置状況、隙間寸法計測結果(ベントヘッダー側)

当初計画では干渉物無し側のベントヘッダー側(下図の左側)は、これまでの試験結果から閉止補助材設置により開口部が塞がることを想定していたが、今回の試験においては閉止補助材が干渉物有り側のベントヘッダー側(下図の右側)に大きく展開し、左側への展開が不十分となって隙間(水の流路)が左右に残る結果となった。

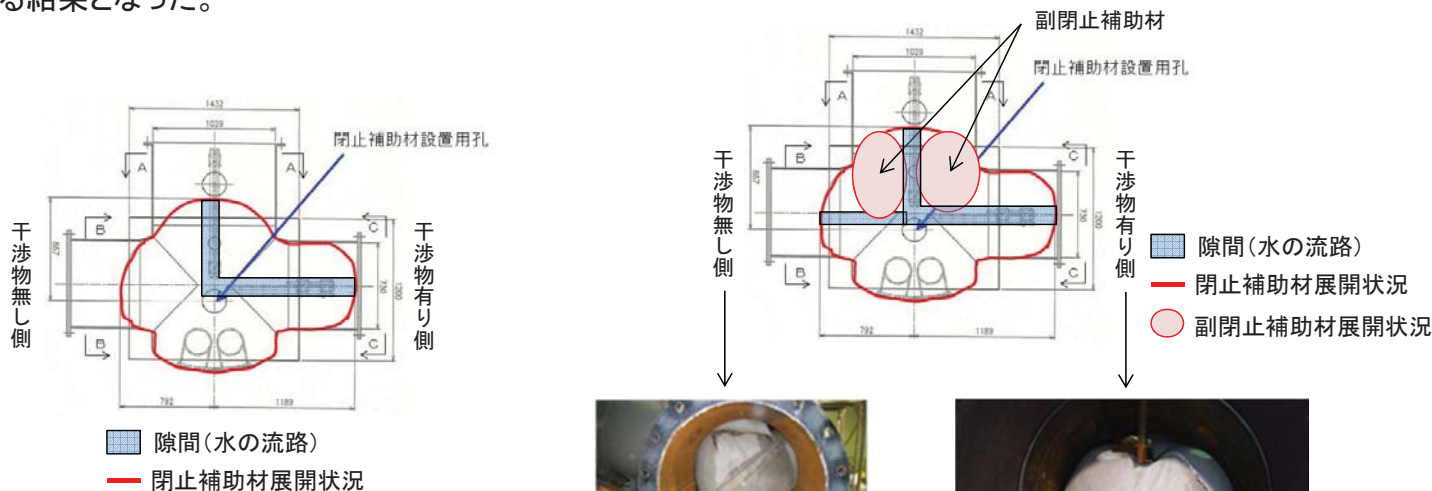


図5-1 当初想定の隙間(水の流路)

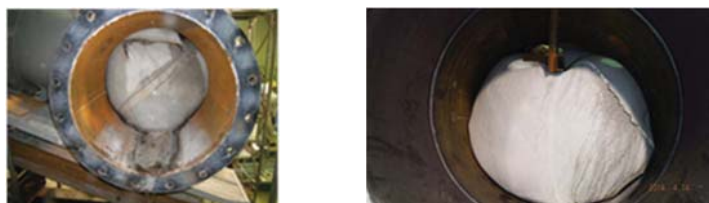


図5-2 閉止補助材設置後の隙間(水の流路)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(1)

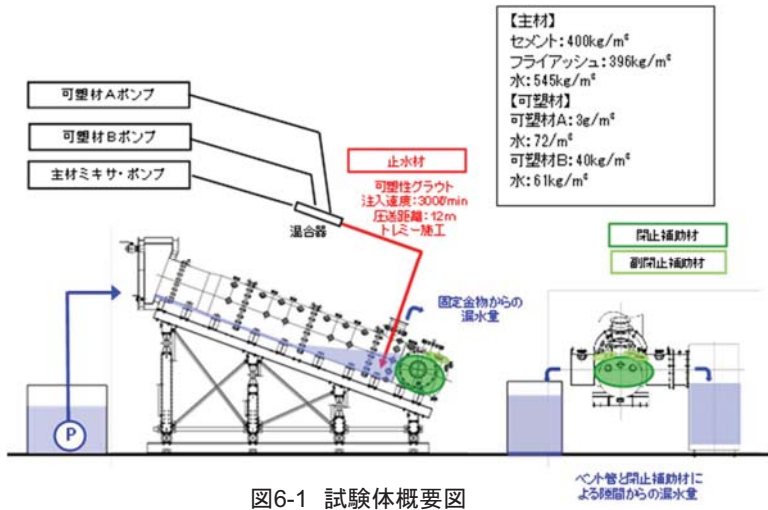


図6-1 試験体概要図

表6-1 品質管理試験結果

採取のタイミング	混合方法	JISフロー (mm)	針貫入抵抗 (N)	練上り温度 (°C)	備考	
注入前	卓上ミキサ (高速5sec)	主材2バッチ練り終了後	101 × 101	18.2	25.9	JISフロー試験例
		主材4バッチ練り終了後	101 × 100	15.4	25.6	
		主材6バッチ練り終了後	101 × 100	18.7	26.5	
		主材8バッチ練り終了後	101 × 101	17.5	26.6	
		主材10バッチ練り終了後-1	100 × 100	17.9	26.1	
		主材10バッチ練り終了後-2	101 × 100	18.4	26.7	
注入中	スタティックミキサ	1500圧送時	104 × 104	8.0	29.2	スタティックミキサ混合後 10m地点で採取
		10000圧送時	103 × 101	4.1	28.7	
		15000圧送時	-	-	-	
		20000圧送時	102 × 101	8.3	28.7	
		23000圧送時	108 × 107	6.2	28.2	

表6-2 試験状況(経過時間と事象)

注入開始からの時間	注入量 [ℓ]	事象	漏水量 [ℓ/min]		
			右側	左側	合計
-	-	圧送開始(品管)	11.03	7.62	18.65
0:00:00	0	注入開始	11.03	7.62	18.65
0:01:06	330	トレミー①	74.32	10.40	84.72
0:02:43	815	トレミー②	40.54	56.82	97.36
0:02:44	820	1m ³ 採取	40.54	56.82	97.36
0:04:32	1360	トレミー③	5.45	20.75	26.20
0:05:42	1710	トレミー④	68.10	12.61	80.71
0:06:13	1865	2m ³ 採取	203.40	12.18	215.58
0:07:04	2120	注入終了(2.3m ³)	257.06	2.06	259.12
0:15:00			0.81	1.05	1.86
0:30:00			0.96	0.36	1.32
1:00:00			0.88	0.13	1.01
1:30:00			0.94	0.11	1.05
2:00:00			1.08	0.10	1.18
2:30:00			1.11	0.10	1.21
3:00:00			1.25	0.09	1.34
3:30:00			1.38	0.09	1.47
4:00:00			1.67	0.09	1.76
4:15:00		水圧が30kPaに到達	1.67	0.10	1.77
4:30:00			1.70	0.10	1.80
4:45:00		実験終了	1.68	0.10	1.78



写真6-1 グラウト打設状況

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(2)

漏水量の経時変化

試験中の漏水量の変化を図7-1(合計), 図7-2(右側, 左側別)に示す。可塑性グラウトの注入開始に伴い、閉止補助材によってせき止められていた水が一気に流れ出し、注入直後は一旦、漏水量が増加した。その後、グラウトの充填とともに漏水量は減少し、約1.0ℓ/minまで減少した。その後の水位上昇により、再び漏水量が増加し、ベントヘッダ中心からの水位が3.0m(30kPa)では、約2.0ℓ/minの漏水量になったが、充填されたグラウトが押し流される現象は生じなかった。また、固定金物からは水位を3.0mまで上昇させても漏水は確認されなかった。

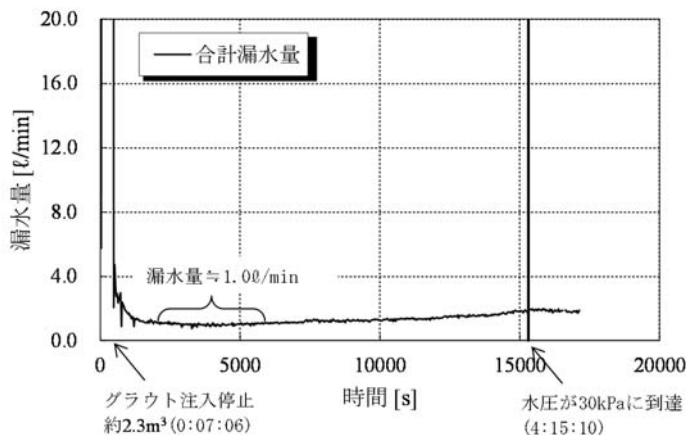


図7-1 合計漏水量

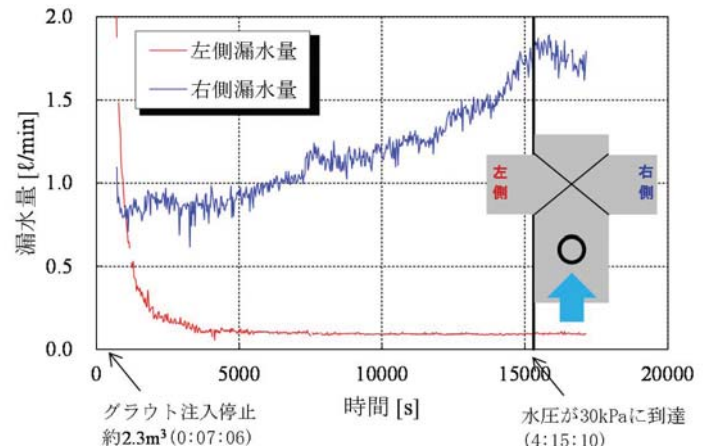


図7-2 ベントヘッダからの漏水量

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(3)

可塑性グラウトの耐水圧試験

ベント管試験体内に設置されたインフレイタブルシール(充填モルタルの材齢:27日)および、可塑性グラウト(材齢:20日)が、冠水時の水圧約400kPaに対し破壊(材料の圧縮破壊、流出)することなく、所定の漏水量(暫定目標値:1ℓ/min以下)を維持できるか確認した。

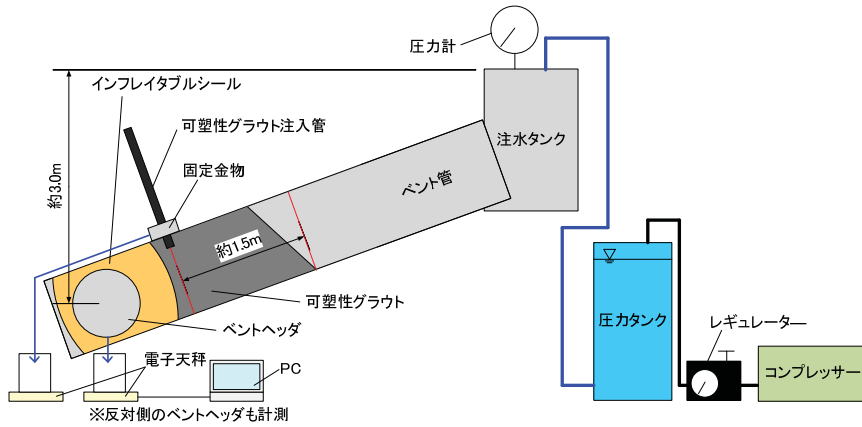


図8-1 試験装置(400kPa耐水圧)



写真8-1 漏水量計測項目(400kPa耐水圧)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(4)

耐圧試験結果

①水圧上昇による漏水量の変化

図9-1、9-2に漏水量と作用水圧の関係を示す。水圧の上昇に伴い漏水量が増加し、約120kPaまでは目標漏水量である1ℓ/min以下を達成できたが、130kPa以上では、満足できなかった。特に、ベントヘッド右側(干渉物無し側)については、250kPa付近までは漏水量と水圧がほぼ線形関係を保持したが、それ以上の水圧の作用下では線形関係を保持できず、漏水量がより増加した。一方、固定金物および注入管からの漏水は見られなかった。

また、作用する水圧を一旦降下させた後に、再度上昇させた場合(図9-1、9-2中の再加圧のプロット参照)、1回目の水圧上昇過程よりも漏水量が増加する結果が得られた。これは、1回目に上昇させた水圧により、水みちが生じ(拡大)したためだと考えられる。

目標としていた400kPa耐圧時での漏水量は目標値を満足できなかったが、止水材は破壊・流出することなく留まり、形状を保持していたため、止水材としての適性を有していると判断でき、今後更に漏水量の低減対策を行うとともに、漏水する水の処理の方法についても検討していく。

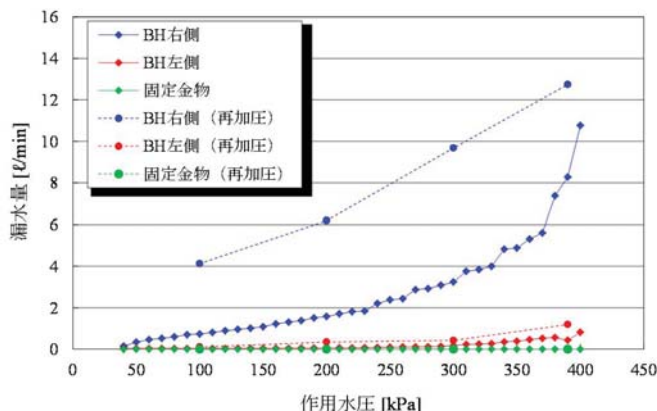


図9-1 漏水量-水圧関係(計測項目別)

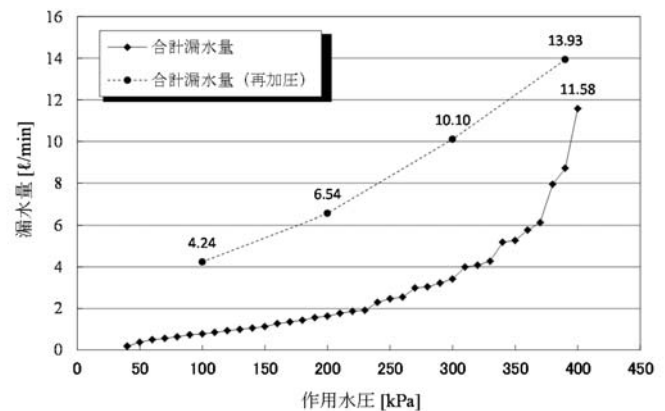
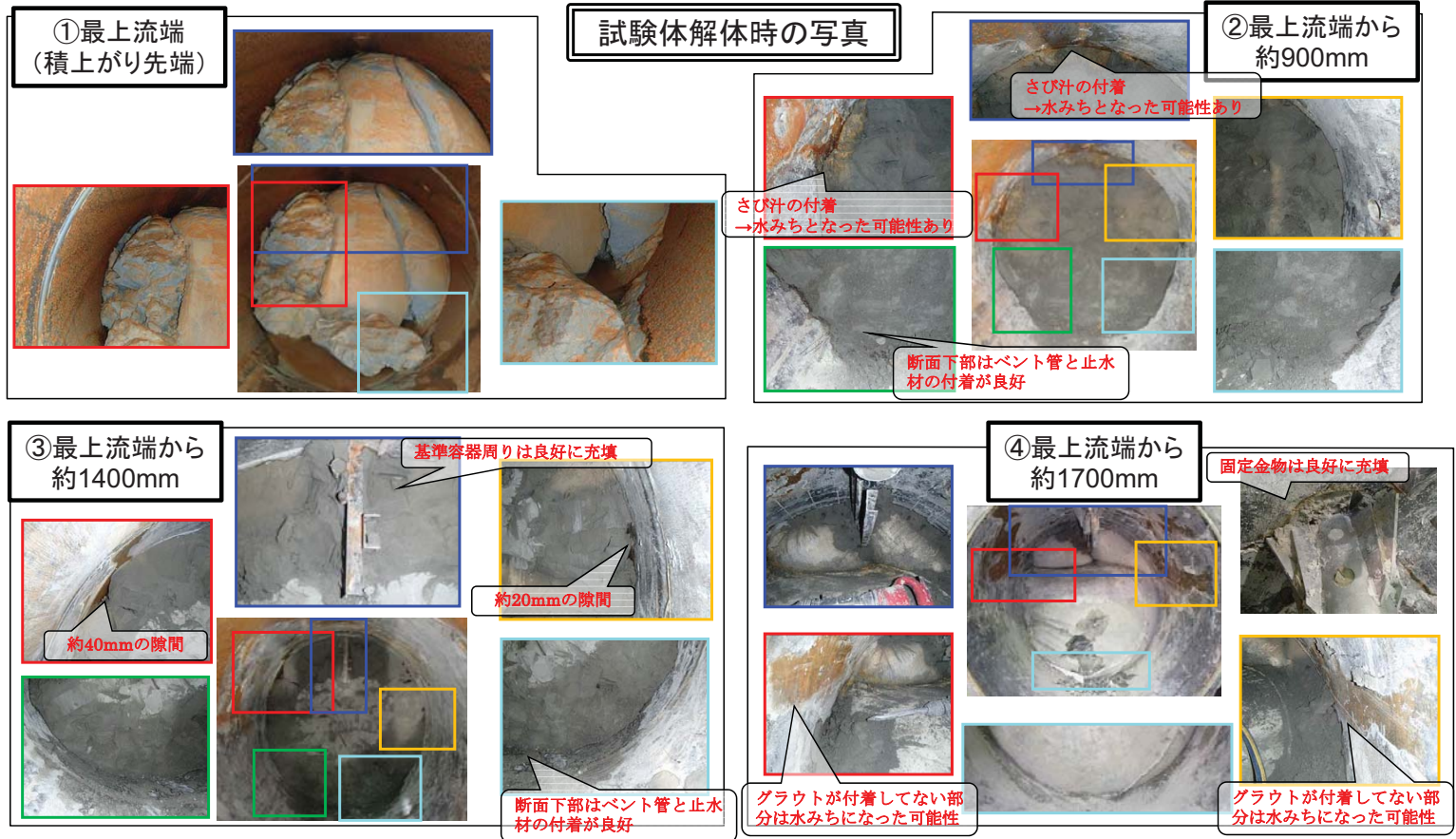


図9-2 漏水量-水圧関係(合計)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(5)



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

10

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(6)

水圧上昇による水みち形成の推定

図11-1に示すように、250kPa付近までは漏水量と水圧がほぼ線形関係を保持したが、それ以上の水圧の作用下では線形関係を保持できず、漏水量がより増加した。また、約350kPa以上では、さらに著しく漏水量が増加している。

このことから、250kPa付近において水みちが生じ始め、350kPa付近で、水みちが貫通したと考えられる。漏水経路の変化の推定図を図11-2に示す。

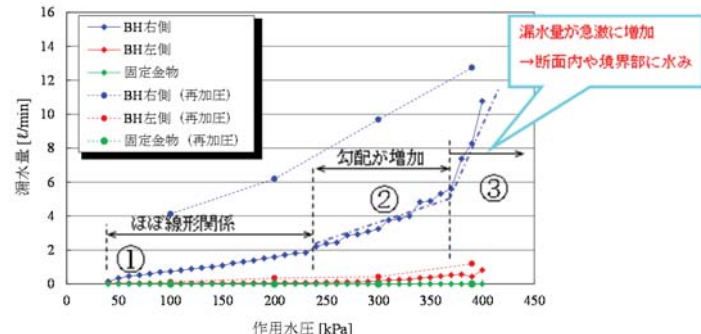


図11-1 漏水量-水圧関係

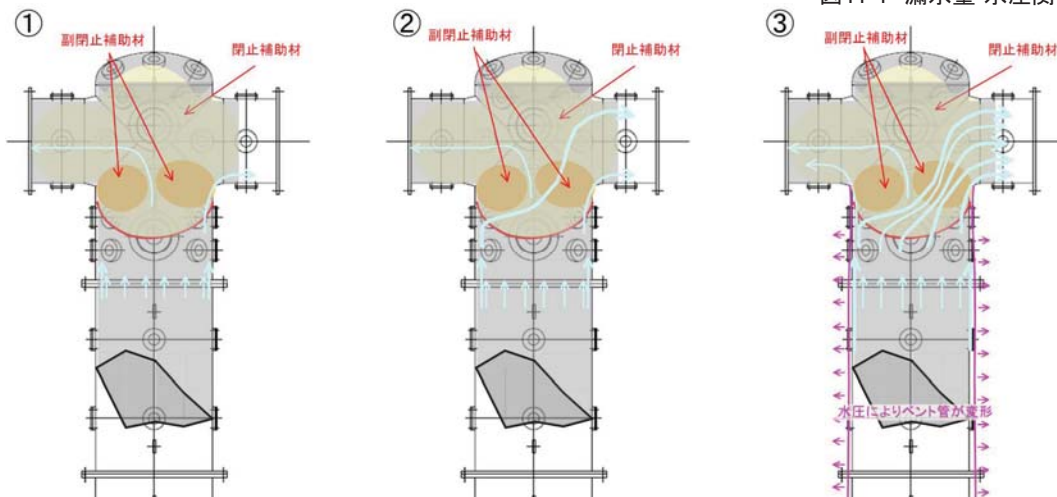


図11-2 漏水経路の変化の推定

IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

11