

施工から要求される材料性能 — 構想から現場まで土木技術者として —



施工から要求される材料性能 本年3月までの成果

原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の開発
平成28/29年度成果報告 出典

IRID

(2)PCV下部補修技術の開発 2)ベント管内埋設による止水

No.14

【目的】

ベント管内を止水材で埋設止水し、S/Cへの汚染水漏えいを防止し、D/W内に水位形成する工法の開発。

【課題】

- ・遠隔補修装置、閉止補助材、副閉止補助材の改良。
- ・ベント管止水に適した止水材の選定。
- ・止水箇所の長期健全性維持、漏えいが発生した場合の対策。

構成要素	役割
①閉止補助材	止水材投入のための仮の堰を構築する。
②副閉止補助材	閉止補助材設置後の残存隙間を目詰める。
③止水材	閉止補助材の隙間を埋め、漏えいに対する障壁を構築する。
④補修材	長期劣化や外的要因に起因するひび割れ等を補修する。
⑤遠隔補修装置	S/C、ベント管への穴あけ、干渉物撤去、閉止補助材、副閉止補助材、止水材の投入を遠隔で行う。

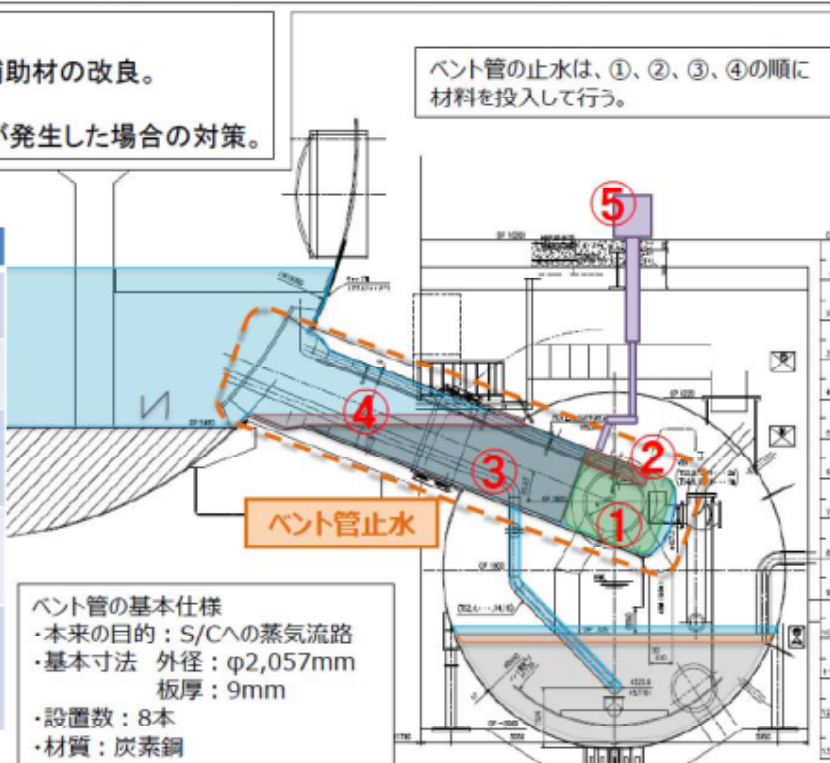


図2.2.1 ベント管内埋設による止水技術の概要

(2)PCV下部補修技術の開発 2)ベント管内埋設による止水

No.17

④補修材の検討

経年劣化、地震等により止水部で漏えいが発生した場合に備え、止水材上部に補修材層を形成し閉塞する。補修材として重泥水を選定し、要素試験による止水材に発生するひび割れ等に対する止水効果を確認した。

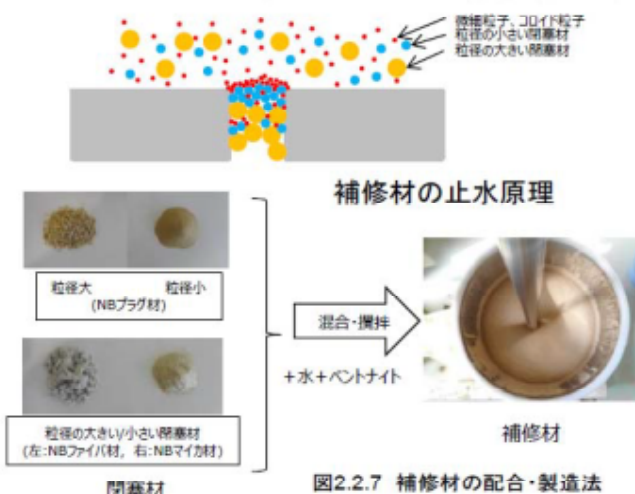
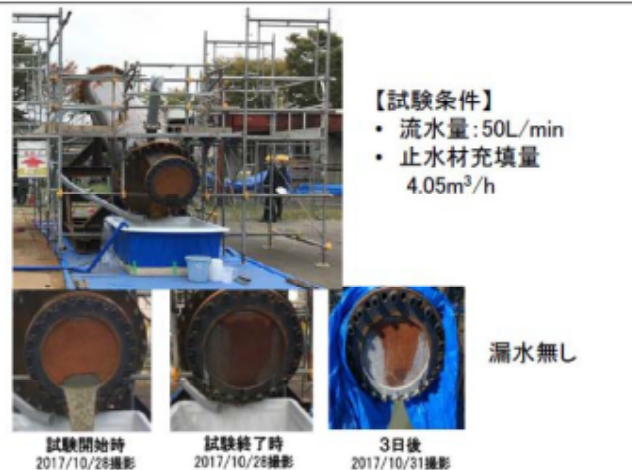


図2.2.7 補修材の配合・製造法

⑤1/2スケールベント管止水・耐圧試験

実寸の副閉止補助材充填模擬部(漏えい部)を設置した1/2スケール試験を実施し、自己充填コンクリートによる流水下で止水性を確認した。また、重泥水打設後の耐圧試験では、漏水量6mL/min(0.4MPa時)の結果が得られた。



【試験条件】
 ・ 流量: 50L/min
 ・ 止水材充填量: 4.05m³/h

図2.2.8 1/2スケールベント管止水試験

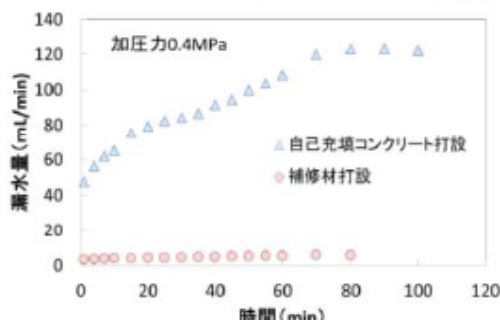


図2.2.9 1/2スケール耐圧試験結果 (0.4MPa)

(2)PCV下部補修技術の開発 2)ベント管内埋設による止水

No.18

⑥1/1スケールベント管止水試験

1/1スケール試験体に遠隔補修装置ツール、監視カメラを用いて設置した閉止補助材、副閉止補助材を設置し、自己充填コンクリートを充填し、止水可能であることを確認した。

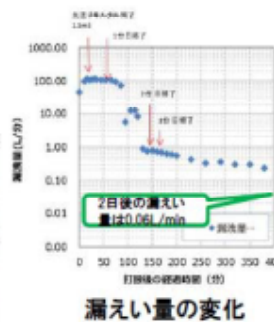
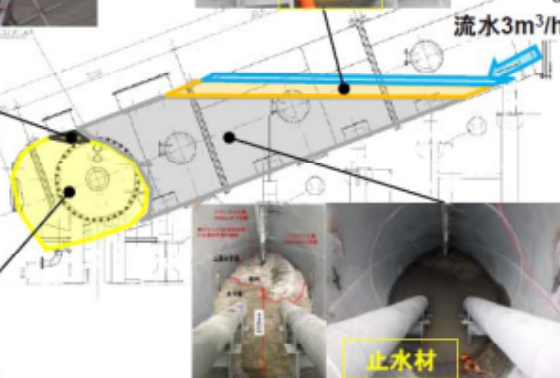
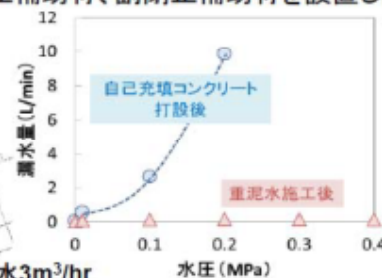
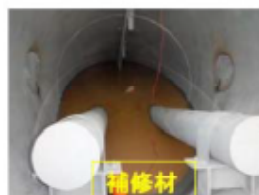


図2.2.10 1/1スケールベント管止水試験結果

【まとめ】

- 自己充填コンクリート止水材と補修材を組み合わせた工法を選定し、1/1スケールの実模擬ベント管試験により、流水環境下の止水を確認し、補修材施工後の加圧試験により0.4MPaまでの止水性能を確認した。
- 実機向け課題として、閉止補助材展開の確実性向上(管理項目の要素試験による精査、展開失敗時のやり直し機構の追加)や自己充填コンクリートの流動性・経時変化の改善、施工時間の短縮等を抽出した。

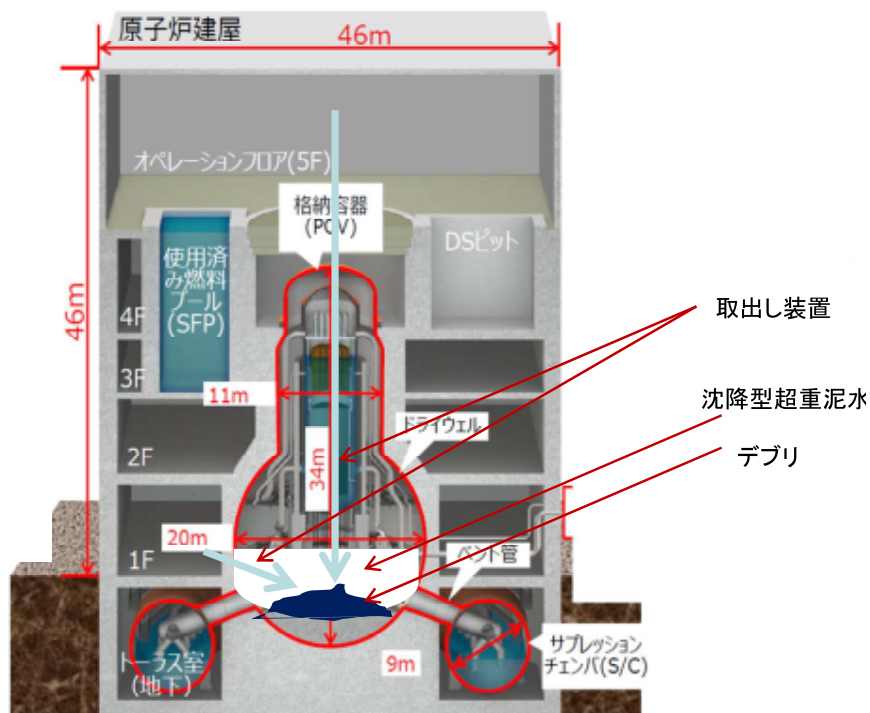
IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

デブリ取り出し環境技術

沈降型超重泥水

- 飛散、高線量の遮へい
- 遮へい層上部での作業基盤
- デブリ回収
- デブリ取り出し後の分級



沈降型超高比重泥水の検討

超重泥水の種類と機能

泥水種類		超高比重泥水	亀裂閉塞型重泥水 (補修材)	沈降型超高比重泥水
配合材料	加重材	硫酸バリウム	硫酸バリウム	硫酸バリウム
	増粘剤	ベントナイト	ベントナイト	天然・半合成高分子化合物
	分散剤	リン酸塩	リン酸塩	—
	閉塞材	—	無機鉱物(6種類)	—
	粘性破壊剤			酵素
性状	密度(g/cm ³)	2.5以上	1.8以上	3.0以上
	フロー値(mm)	350以上	200~300	350以上
機能	1次	放射線遮蔽	亀裂閉塞/遮水	放射線遮蔽
	2次	低浸透性空隙(亀裂)閉塞/遮水	放射線遮蔽	飛散防止
	3次	(自己修復)	自己修復	強度発現/自己修復
使用目的(F1事故対応)		放射線遮蔽等全般	ベント管/SCの亀裂漏水箇所の亀裂閉塞/止水	デブリ回収時のPCV充填材
適用方法		F1トラス室、PCV内に同流体を充填し、建屋内への地下水流入を防止すると共に放射線を遮蔽する。	ベント管/SCの亀裂漏水箇所に同流体を打設し、閉塞材で亀裂を閉塞後、ベントナイトなどにより低透水層を形成して遮水する。	高比重ポリマー泥水に粘性破壊剤を添加する事により高比重・自己修復性が高く且つ、強度の高いバライト沈降層を形成させる。

分散と沈降機能

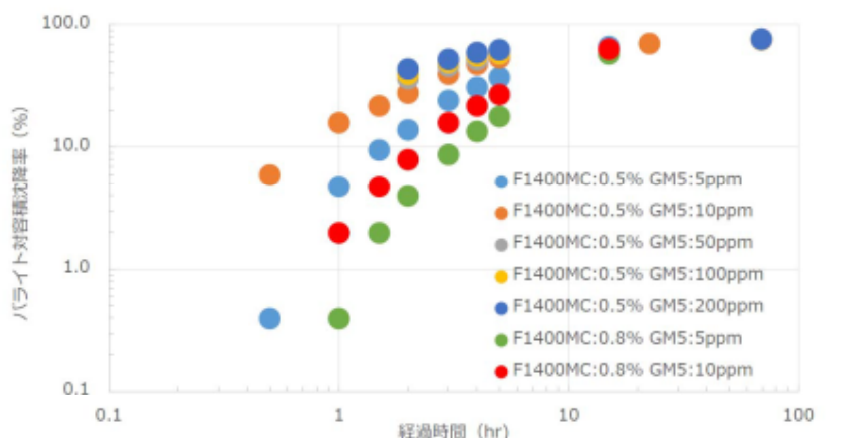
沈降型超高比重泥水の配合組成

材料名	添加量 (g)
水道水	100
高粘性タイプポリマー (F1400MC)	0.5
バライト	400
酵素 (GM5) 対ベース流体	セルロシン 10~200ppm

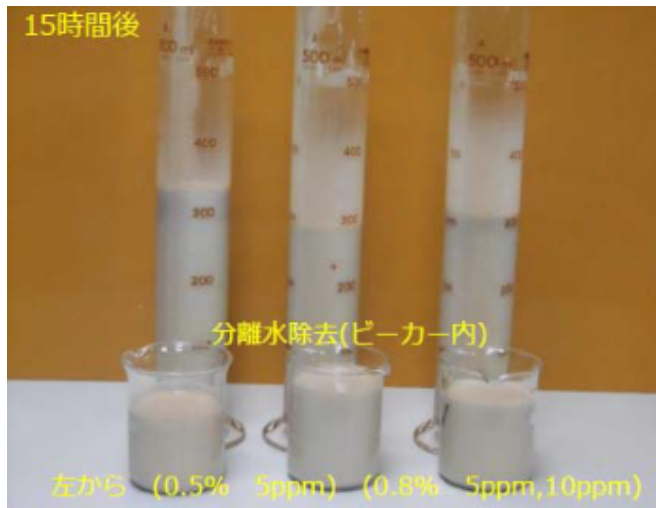
沈降型超高比重泥水の物性値

出来上がり重量 (g)	500.5	
出来上がり容量 (ml)	195.2	
流体密度 (g/cc)	2.56	
フロー値 (cm)	F1400MC:0.5%	320
	F1400MC:0.5%	225

※ 流体の比重計算においてはGM5とF1400MCは無視した。
 ※ バライト密度は4.2(g/cc)を用いた。



バライトの時間と対容積沈降率の関係



基盤強度と遮へい機能

測定項目		経過日数	
		2日	7日
分離水密度 (g/cc)		1.18	1.01
パライト沈降層水分 (%)	モールド上部	11.96	12.42
	モールド下部	7.12	9.59
パライト沈降層密度 (g/cc)	モールド上部	3.04	3.01
	モールド下部	3.42	3.21
貫入抵抗力(N)	5.0(cm)	393.7	414.2
	7.5(cm)	675.0	613.6
	10.0(cm)	715.9	715.9
q _c (kN/m ²)	5.0(cm)	1215.3	1278.4
	7.5(cm)	2083.4	1894.0
	10.0(cm)	2209.6	2209.6

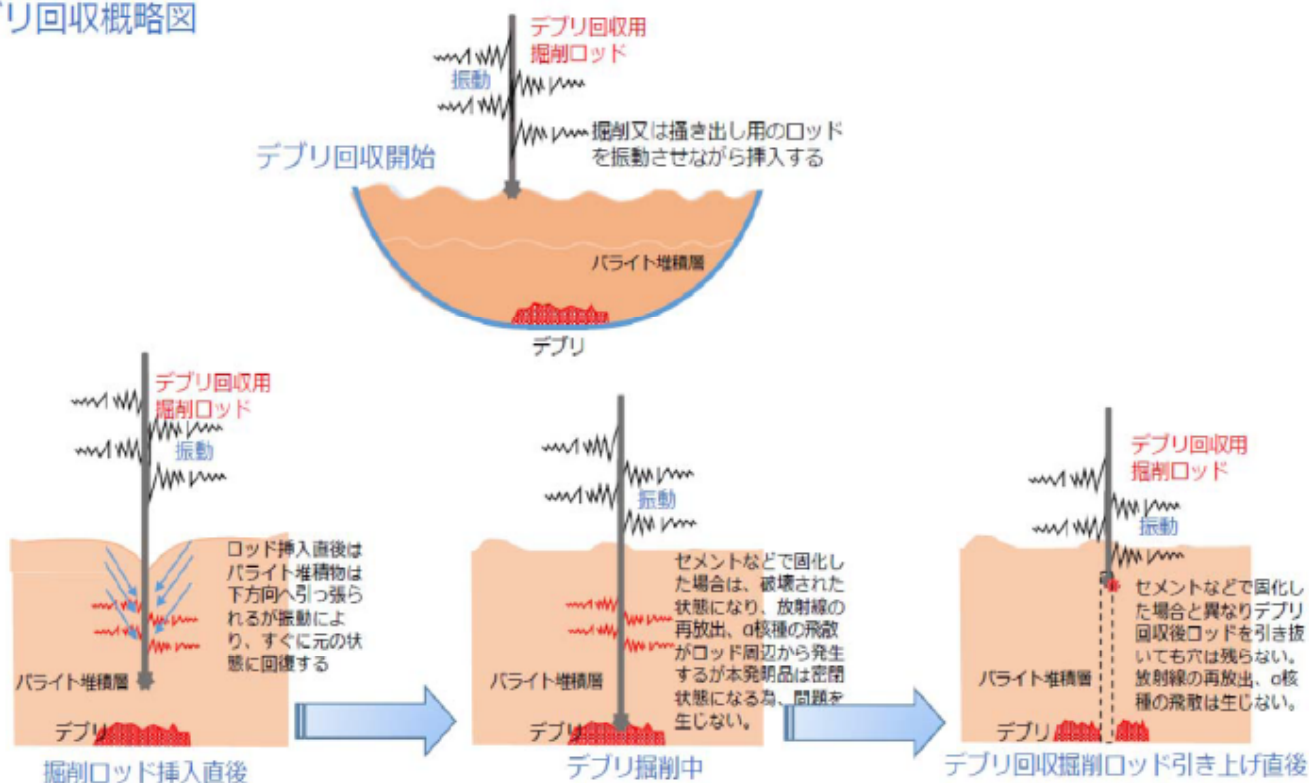


コーン貫入試験中

遮へい、飛散防止、回収

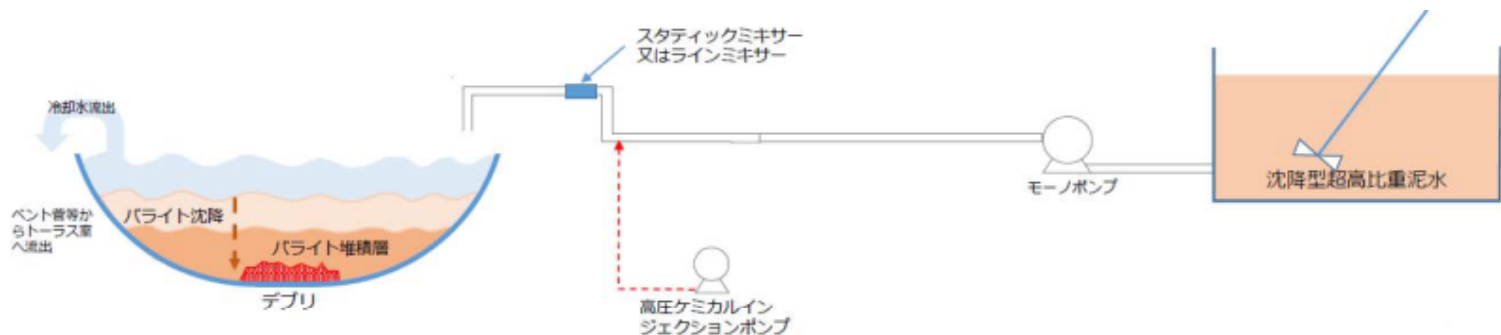
比重3.0、 $q_c \geq 1,200 \text{ kN/m}^2$

デブリ回収概略図



沈降型重泥水 性状確認試験

沈降型超重泥水の課題

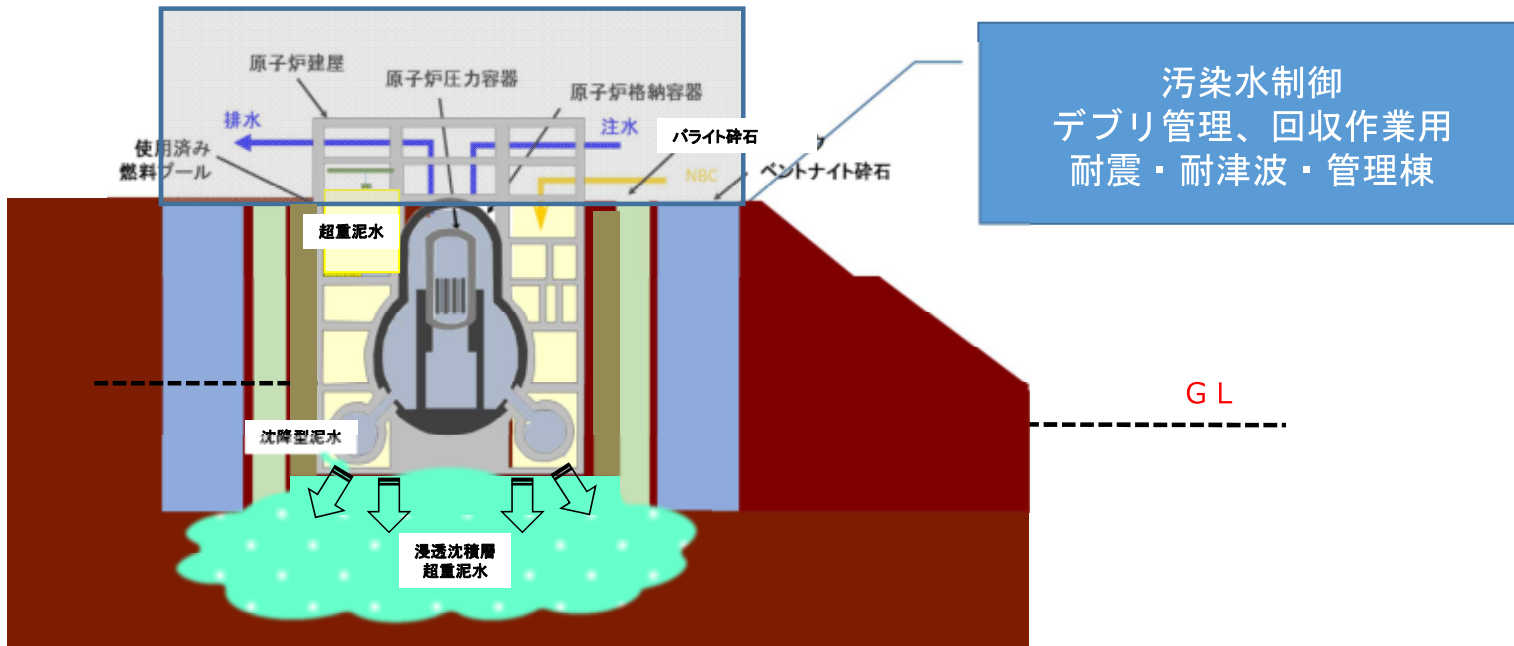


課題

検討課題としては、次の項目が挙げられる。

1. バラスト堆積層のコーン指数等の物性値の測定、検討
2. バラスト堆積層がデブリと接触した場合のデブリから発生する崩壊熱(400℃)の堆積層中の熱伝導の状況の確認 (堆積層の比熱、熱伝導率(度)等の基本物性値の測定)
3. 沈降型超高比重泥水の製造に必要な高分子ポリマーの添加、溶解等の設備の検討
4. 分解酵素添加用のインジェクションポンプ、ラインミキサーなどの検討
5. 酵素には最適な分解温度がある。今回の試験は26℃で実施したが原子炉建屋内温度35℃前後の温度で測定する必要がある。
6. 増粘剤は高分子ポリマーを使用しているため放射線照射による分解の影響も調査する必要がある。(体積膨張も含め)

超長期保管・300年構想



1. 土構造隔離トップ部分は耐震・耐津波性の被覆型構造
2. 建屋周囲を埋める土質系材料はベントナイト砕石遮水・バライト砕石で遮へい
3. 原子炉建屋と格納容器間の充填は超重泥水、底盤遮水は浸透沈積層形成で保持
4. 格納容器内は水の循環で冷却管理
5. 原子炉建屋とバライト砕石間の空隙充填は沈降型超重泥水



<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/movie-now/ch-mirai2061.html>



一般社団法人
NB研究所

<http://nb-institute.com/>

