

訂正版

特定原子力施設監視・評価検討会
(第35回)
資料2

HIC上のたまり水発生の 原因と対策の検討・実施状況

2015年5月22日

東京電力株式会社

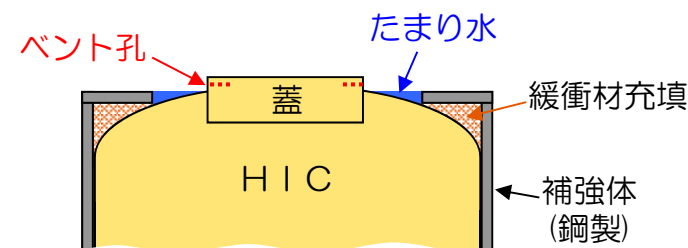


東京電力

前回の検討会（第34回）での主な報告事項

■ 概要

定期的実施している保管中の高性能容器（以下、HIC）の漏えい有無確認作業を実施していたところ、HIC蓋外周部にたまり水を確認（H27.4.2）

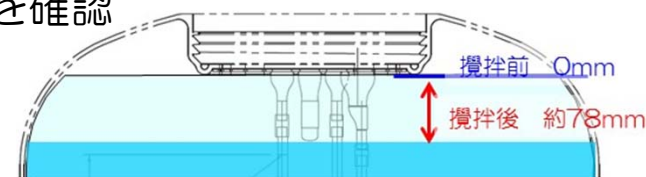


■ 調査・結果

● 上記事象を受け、他のHICについても、保管期間の長いもの、内容物や処理対象水の違いを考慮して調査を実施した結果、103基中、12基にたまり水を確認（H27.4.16時点）

● たまり水が確認された12基のHICについては、以下の傾向を確認

- HICの発生日：2014年10月末～11月上旬
- 内容物：増設ALPSより発生した炭酸塩沈殿物スラリー
- HIC側面線量率：比較的高線量（6.9～13.2mSv/h）



● その後、HIC蓋開放調査を増設ALPS建屋内および第二施設で実施し、主に以下を確認

- HIC内部で、HIC内容物の液位が上昇していること。
- HIC内を攪拌したところ、気泡の発生とともに、液位が低下したこと。（最大78mm低下:上図）

■ 暫定対策

- 定期的なたまり水の確認・拭き取り、吸水剤の設置、パトロールの実施による系外漏えいの防止・監視
- HICへのスラリーの排出を停止する設定液位をより低く抑える運用に変更（約160分）

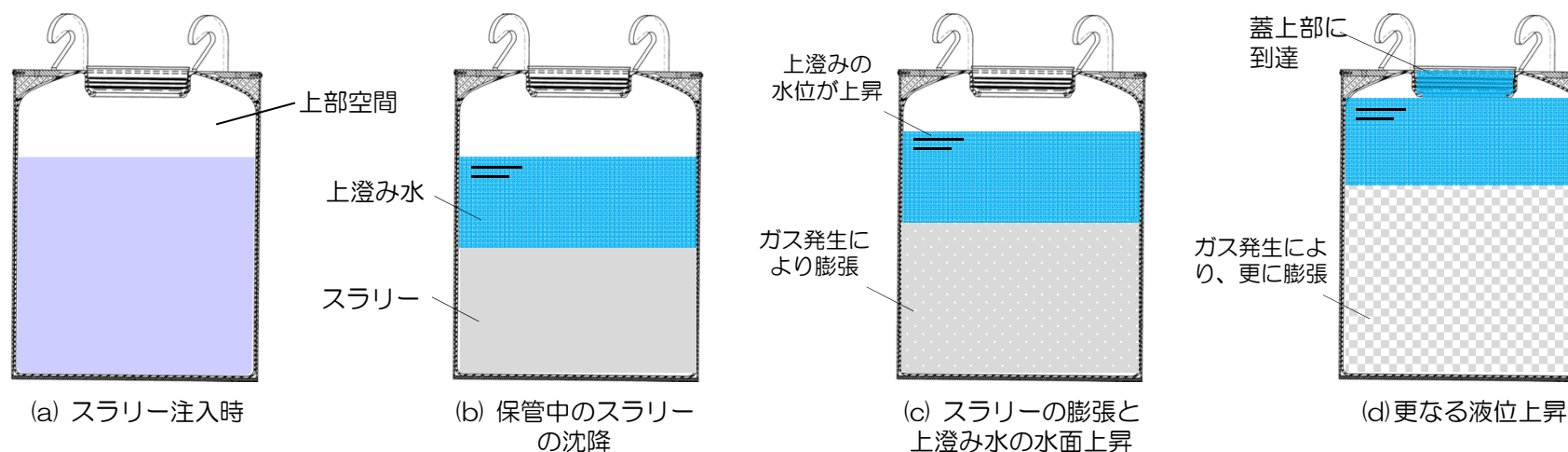


引き続き、他のHICについて調査・点検を実施し、データ拡充および要因・メカニズムの把握を進めることとした。

HIC上にたまり水が発生した推定メカニズム

■スラリーの体積膨張・液位上昇のメカニズム（推定）

- ◆ ALPSで発生する炭酸塩沈殿物は、均質なスラリー状でHICに排出される
- ◆ HICの保管後、静置されている間にHIC内で徐々にスラリー成分が沈降。平行して放射線により水が放射線分解されて発生した水素等のガス成分が生成
- ◆ 沈降して密度を増したスラリー内で、ガス成分が抜け切らず、スラリー部の体積が膨張したと推定
- ◆ この結果、HIC内の上澄みの水面が上昇し、HIC上部から押し出されたと推定



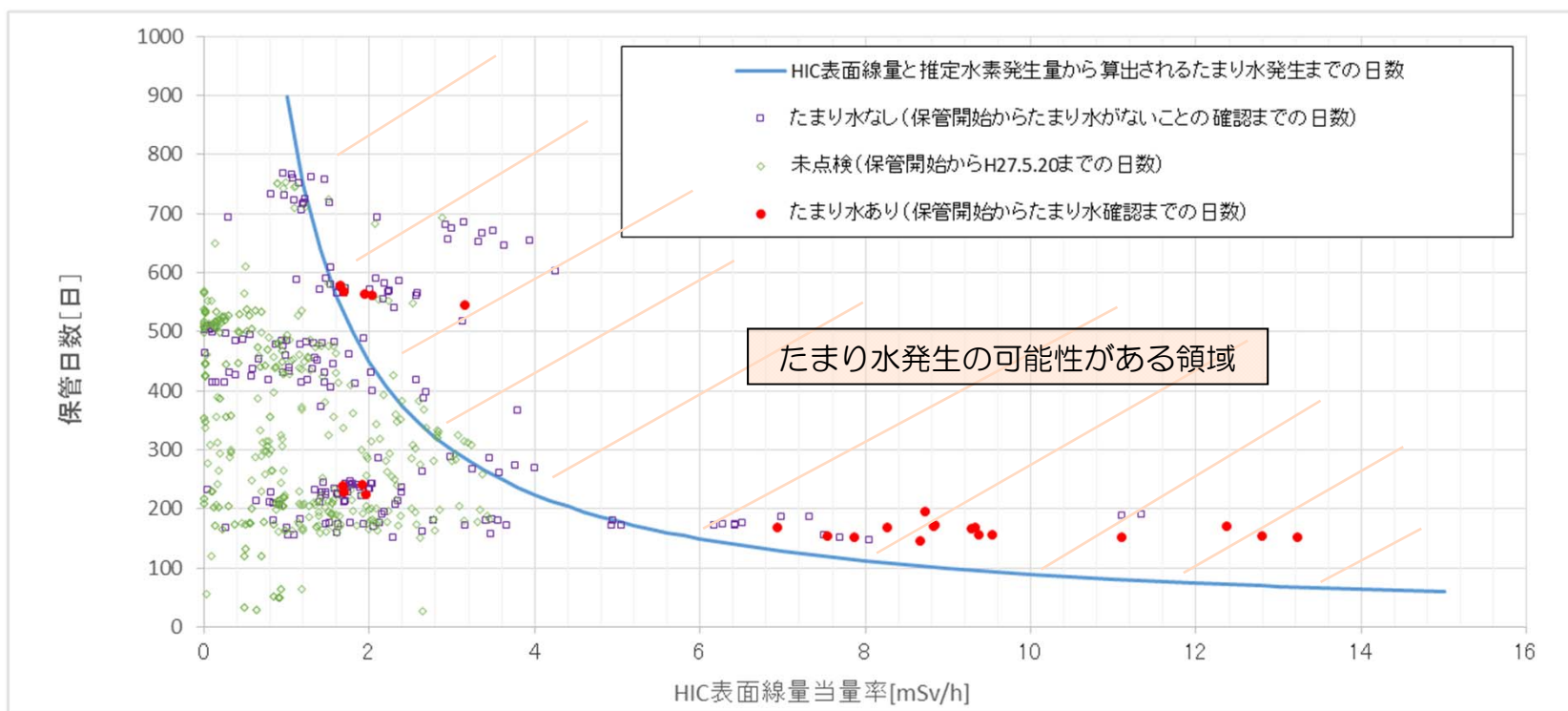
スラリーの体積膨張・液位上昇の推定挙動

- スラリーがガス成分を保持するメカニズムや、発生したガスのうち液位上昇に寄与する割合など、未解明な部分は残るものの、保管中のHICの点検を、優先度をつけて計画するための考え方として採用

保管済みHIC点検の優先順位の考え方

■推定メカニズムから、未点検HICの点検に関する優先順位付けを実施

- HIC表面線量当量率と保管日数から推定される水素発生量を液面上昇量とみなし、液面上部空間の体積と比較して、たまり水発生までの日数を評価（下図中の青線）
- 下図に示す一時保管施設に保管中のHICについて、青線を超えるものはたまり水発生の可能性がある領域、青線を下回るものは、現時点でまだ可能性が低い領域と評価
- 未点検HICのうち、青線をすでに超えているHIC（計21基）については、早急な点検を実施する必要あり（優先順位1）



鉄共沈スラリーHIC、吸着材用HICは除く

保管済みHICの点検結果

- HICからたまり水が発生するに至るまでの残り日数ごとにHICを分類
- たまり水が発生している可能性のあるもの・可能性の高いものから優先順位をつけて点検を実施中

単位：基

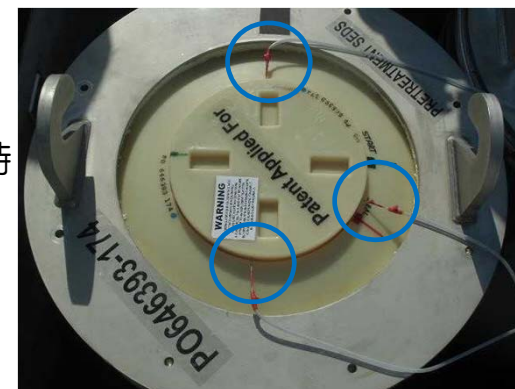
たまり水発生までの残り日数	母数※	点検実施済み		未点検	備考
		たまり水有り	たまり水なし		
30日以上	1,189	4	126	1,059	優先順位3
20～30日	6	0	3	3	優先順位2
10～20日	8	0	4	4	
0～10日	9	0	6	3	
-10～0日	7	0	2	5	優先順位1
-20～-10日	3	0	1	2	
-30～-20日	7	0	5	2	
-30日以下	78	22*	44*	12	
合計	1,307	26*	191*	1,090	

平成27年5月20日時点

※：鉄共沈スラリーHIC、吸着材用HICは除いた基数

保管済みHICからの系外漏えい防止に向けた対応

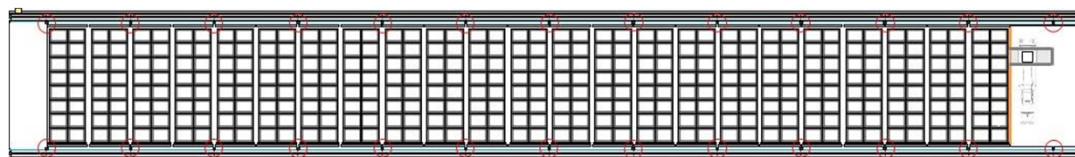
- 278基**を点検した結果、26基*でにじみあるいはたまり水が認められた。なおボックスカルバート床面に水が流れ落ちていたものは新たに発見されていない。（※5月20日時点。同一ボックスカルバート内の点検優先度高でないHICを含む。）
- にじみ・たまり水が認められたHICでは、拭取り・蓋内の水の回収を行うと共に、HIC上部に吸水剤を設置し、次回点検までに水が溢れ落ちることを防止
 - HIC蓋内の容量（約20ℓ）、吸水剤の容量（約50ℓ）
 - 1日に発生するたまり水は、概ね1ℓ程度であることを確認しているため、約70日間の余裕を確保可能と推定
- たまり水の認められていないHICにも吸水剤を順次設置
- 施設全体の監視強化
 - 線量が必ずしも高くないHICでたまり水が確認されたことを受け、たまり水が確認された当該HICのスポット監視から、施設全体の監視へと強化を実施



(a) 吸引機による蓋内水の回収
(3箇所のカンパネ孔に細管を差込み吸引)



(b) 吸水剤の設置状況



【変更後】

- 赤丸箇所（計26箇所）の集水枡でサーベイ実施（1回/日）
- 施設全体のウォークダウンパトロール

HIC内スラリーに関する調査状況

HIC蓋開放調査

- HIC表面線量率、保管時期、内容物の違いを考慮して対象を選定し、調査を実施

	HIC S/N (保管位置)	選定ポイント	漏えい	種類	表面線量	保管日(経過日数*) *2015/4/1時点
①	182 (AJ8) 既報	初回調査 増設ALPSへ移送後に蓋を開放	○	増設C系炭酸塩	13.2 mSv/h	2014/11/1 (151日)
②	172 (AJ5) 既報	溢水量最大 第二保管施設での初回調査	○	増設C系炭酸塩	12.8 mSv/h	2014/10/31 (152日)
③	183 (AK7)	漏えいが確認されていない中で表面線量最大	×	増設C系炭酸塩	11.4 mSv/h	2014/11/3 (149日)
④	187 (AG6)	漏えいが確認されている中で表面線量低め	○	増設A系炭酸塩	6.9 mSv/h	2014/10/28 (154日)
⑤	237 (AO6)	表面線量6mSv/h ※漏えいは全て約7mSv/h以上	×	増設B系炭酸塩	6.2 mSv/h	2014/11/6 (148日)
⑥	231 (X8)	保管時期が11/21 ※漏えいは10/28～11/10に集中	×	増設A系炭酸塩	3.5 mSv/h	2014/11/21 (131日)
⑦	238 (A3)	保管時期が10/15 ※漏えいは10/28～11/10に集中	×	増設B系炭酸塩	2.1 mSv/h	2014/10/15 (168日)
⑧	214 (X8)	保管時期が11/20 ※漏えいは10/28～11/10に集中	×	増設A系炭酸塩	1.4 mSv/h	2014/11/20 (132日)
⑨	342 (L6)	既設ALPSの炭酸塩の中で表面線量最大	×	既設B系炭酸塩	4.3 mSv/h	2013/8/29 (579日)
⑩	243 (W6)	既設ALPSの炭酸塩の線量による影響調査	×	既設C系炭酸塩	3.1 mSv/h	2013/11/28 (489日)
⑪	088 (L6)	低線量でにじみが認められたもの	○	既設B系炭酸塩	1.7 mSv/h	2014/9/22 (191日)
⑫	024 (W6)	既設ALPSの炭酸塩の線量による影響調査	×	既設B系炭酸塩	1.3 mSv/h	2014/3/6 (391日)
⑬	133 (H3)	鉄共沈の中で表面線量最大	×	既設A系鉄共沈	4.3 mSv/h	2013/6/4 (666日)
⑭	053 (V3)	鉄共沈の中で表面線量2番目	×	既設C系鉄共沈	4.0 mSv/h	2013/11/3 (514日)
⑮	013 (V3)	データ点数の増	×	既設C系鉄共沈	1.8 mSv/h	2014/4/18 (348日)
⑯	102 (F4)	高線量Cs吸着材で保管期間長	×	既設Cs吸着材	3.3 mSv/h	2013/10/10 (538日)
⑰	218 (R4)	高線量Sr吸着材で保管期間長	×	既設Sr吸着材	9.3 mSv/h	2014/4/11 (355日)

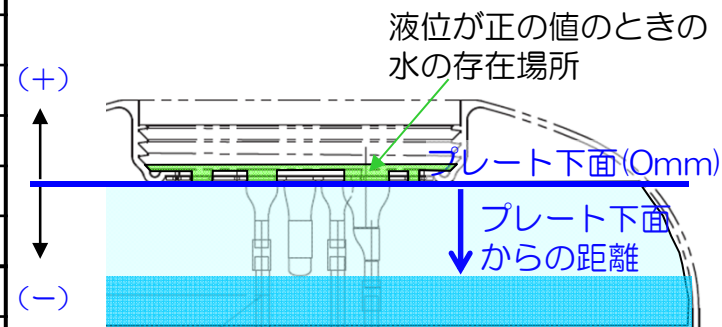
HIC蓋開放調査結果（攪拌による液位低下状況）

■ 液位測定／攪拌調査結果

- 炭酸塩スラリーHIC（①～⑫）
 - HIC内を棒で攪拌した結果、気泡が発生し、静置後は液位が低下することを確認
 - 液位低下量は線量の高い②～④で大きく、⑤でやや低下、低線量の⑥～⑧で小さい
- 鉄共沈スラリー（⑬～⑮）
 - 攪拌前後でほぼ液位変動がなかったことから、気泡による液位上昇は少ないと推定
- 炭酸塩、鉄共沈とも、攪拌棒は底部まで容易に届き、また抵抗は少なかった

	HIC S/N	攪拌前液位*	攪拌後液位*	液位低下量	
増設 炭酸塩	①	182 (AJ8)*	-64mm	-74mm	10mm
	②	172 (AJ5)	0mm	-78mm	78mm
	③	183 (AK7)	+8mm (0**)	-40mm	48mm(40**)
	④	187 (AG6)	+32mm (+2**)	-40mm	72mm(42**)
	⑤	237 (AO6)	-28mm	-60mm	32mm
	⑥	231 (X8)	-48mm	-58mm	10mm
	⑦	238 (A3)	-63mm	-71mm	8mm
	⑧	214 (X8)	-70mm	-82mm	12mm
既設 炭酸塩	⑨	342 (L6)	-8mm	-47mm	39mm
	⑩	243 (W6)	0mm	-56mm	56mm
	⑪	088 (L6)*	+48mm (+4**)	-52mm	100mm(56**)
	⑫	024 (W6)	-56mm	-68mm	12mm
鉄共沈	⑬	133 (H3)	-62mm	-66mm	4mm
	⑭	053 (V3)	-71mm	-72mm	1mm
	⑮	013 (V3)	-60mm	-68mm	8mm

* HIC内プレート下面からの距離。
 ** 液位が正である場合、水の存在する断面面積が小さいため、HIC全断面相当に変換した値



HIC上部断面図

※：①No.182は調査場所へ構内移送する際の振動で液位が低下したと推定
 ⑪No.088の特殊性有無を検討中

HIC蓋開放調査結果（ガス分析結果-1/2）

- スラリー内のガス成分を明らかにする目的で、周囲からの空気混入を防止できるようにガス捕集方法を逐次改善
- 攪拌により液面に浮かび上がってきた泡を効率的に捕集

		HIC S/N (攪拌前水位)		H ₂	O ₂	CO	CO ₂
増設 炭酸塩	③	AK7 (183) (+8mm)	HIC蓋内ガス	1.07	23.07	<0.01	0.07
			HIC直上部攪拌中ガス	2.88	23.73	<0.01	0.04
	④	AG6 (187) (+32mm)	HIC蓋内ガス	3.91	22.46	<0.01	0.01
			HIC直上部攪拌中ガス	43.42	8.85	0.02	0.02
	⑤	AO6 (237) (-28mm)	HIC蓋内ガス	0.09	23.25	0.04	0.21
			HIC直上部攪拌前ガス	0.22	23.12	<0.01	0.25
			HIC直上部攪拌中ガス	16.47	20.91	<0.01	0.14
	⑥	X8 (231) (-48mm)	HIC蓋内ガス	0.14	23.19	<0.01	0.06
			HIC直上部攪拌前ガス	0.08	23.20	<0.01	0.06
			HIC直上部攪拌中ガス	0.25	22.93	<0.01	0.06
	⑦	A3 (238) (-63mm)	HIC蓋内ガス	0.76	23.15	0.03	0.10
			HIC直上部攪拌前ガス	0.16	23.13	<0.01	0.07
HIC直上部攪拌中ガス			0.09	23.13	<0.01	0.09	
⑧	X8 (214) (-70mm)	HIC蓋内ガス	0.06	23.27	<0.01	0.08	
		HIC直上部攪拌前ガス	0.05	23.28	0.02	0.06	
		HIC直上部攪拌中ガス	0.10	23.44	0.02	0.09	

単位：
Vol.%

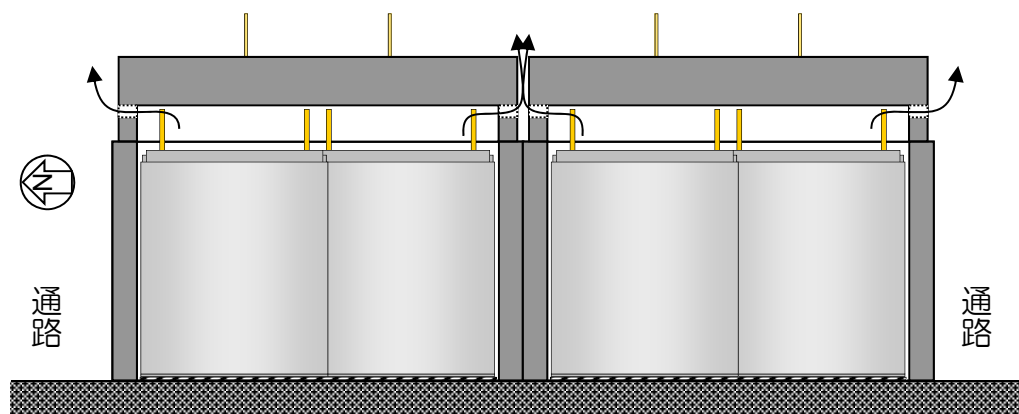
HIC蓋開放調査結果（ガス分析結果-2/2）

		HIC S/N (攪拌前水位)		H ₂	O ₂	CO	CO ₂	単位： Vol.%
既設 炭酸塩	⑨	L6 (342) (-8mm)	HIC蓋内ガス	0.23	22.97	<0.01	0.14	*:HIC蓋に ベント孔 なし
			HIC直上部攪拌前ガス	0.74	20.63	<0.01	0.08	
			HIC直上部攪拌中ガス	0.56	21.98	<0.01	0.07	
	⑩	W6 (243) (0mm)	HIC蓋内ガス	ガス採取できず*				
			HIC直上部攪拌前ガス	9.85	18.40	0.06	0.06	
			HIC直上部攪拌中ガス	12.64	19.58	0.18	0.09	
	⑫	W6 (024) (-56mm)	HIC蓋内ガス	0.20	23.35	0.05	0.16	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.34	22.65	0.06	0.07	
			HIC直上部攪拌中ガス	1.69	22.28	<0.01	0.04	
鉄共沈	⑬	H3 (133) (-62mm)	HIC蓋内ガス	0.02	23.41	<0.01	0.19	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.03	23.29	<0.01	0.30	
			HIC直上部攪拌中ガス	0.02	23.15	<0.01	0.25	
Cs吸着材	⑯	F4 (102) (-)	HIC蓋内ガス	<0.01	23.44	<0.01	0.23	
			HIC直上部攪拌前ガス	<0.01	23.39	<0.01	0.29	
			HIC直上部攪拌中ガス	<0.01	23.31	<0.01	0.31	
Sr吸着材	⑰	R4 (218) (-)	HIC蓋内ガス	0.02	23.21	<0.01	0.16	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.03	21.99	<0.01	0.08	
			HIC直上部攪拌中ガス	ガス採取せず				

- 高い値が得られたものは、炭酸塩で、攪拌前の水位が高かった場合が多く、攪拌時のガスを効果的に捕集できた場合と推定。他の場合では空気の混入、水素の拡散の影響を受けた可能性あり
- 鉄共沈スラリーおよび吸着材用HICには水素がほとんど含まれないことを確認

可燃性ガスの滞留防止

- 可燃性ガス（水素）は、蓋に設けられたフィルタ・ベント孔を通じてHIC外に排出され、HIC直上部にて約2.3%以内にとどまる設計としていた。HIC蓋開放調査において、攪拌前のHIC直上部の水素濃度は、概ね1パーセント未満となっており、スラリーによるガス保持の影響を除けば、想定通りと考えられる。
- HIC内に保持された水素は、攪拌等の影響により気層に排出され、一時的にHIC直上部の水素濃度が上昇するが、フィルタ・ベント孔を速やかにカルバート内に排出される。HIC蓋開放調査の際のガス分析において、攪拌後の水素検知のために嚴重なビニール養生を要したことから、水素の拡散速度が速く、速やかに大気に解放されることがわかった。
- HICからベントされたガスは、ボックスカルバート蓋の南北面に、内部空間の最高点と同じ高さには設けた換気口から大気放散されるためボックスカルバート内に滞留することはない。
- HIC内は、一時的に水素濃度が上昇する可能性があるが、着火源はなく着火する可能性は小さい。また、HIC外は水素が滞留することはないが、作業安全上の観点から、電動機類を水素と接触しないように設置する等の防爆対策を実施する。



吸着材用HICの確認結果

- 吸着材（メディア）用HICは、脱水処理してから一時保管施設で保管を実施
- したがって、今回確認された事象のような水位上昇は考えられないものの、念のためにHICの蓋を開放し、確認を実施

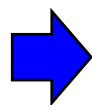
確認対象HIC

HIC S/N (保管位置)	内容物	発生場所	表面線量	第二施設への 格納年月日	確認日	経過日数
⑩ No.102(F4)	Cs用 吸着材	既設ALPS	3.335mSv/h	2013/10/10	2015/5/9	576
⑰ No.218(R4)	Sr用 吸着材	既設ALPS	9.310mSv/h	2014/4/11	2015/5/10	394

■ 確認結果

HIC S/N (保管位置)	蓋外周部の溜 まり水有無	蓋内部の水有無	HIC外観点検	メディアの攪拌に よる液位低下	備 考
⑩ No.102(F4)	なし	なし	異常なし	なし (0 mm)	
⑰ No.218(R4)	なし	なし	異常なし	なし (0 mm)	メディアが固まって おり、攪拌できず※

※：Sr用吸着材の発熱量が、最も大きいことが要因として考えられる



吸着材用HICでは、今回と同様の事象が生じていないことを確認。ガス分析では高濃度の水素の滞留も認められていない

これまでに実施した調査結果（まとめ）

- たまり水の発生由来について
 - 水のサンプリング結果より、HIC内の上澄み水が出たものと判断

- HIC内の液位上昇について
 - スラリーの攪拌により発泡し、攪拌後に液位が低下することを確認したことから、HIC内で発生したガスがスラリー内に留まり、液位を上昇させたと推定

 - 炭酸塩スラリーHIC（既設・増設）で大きな液位上昇が認められている。他方、鉄共沈スラリーは、高線量、長期保管したものでも上昇は小さかった

 - 吸着材用HICについては、保管前に脱水処理を実施しているが、念のためにHIC蓋開放調査を実施。結果、特段の異常は確認されず、水が出る可能性は極めて低いと判断

 - 比較的高線量でたまり水が確認されたHICと保管期間が同程度でありながら、低線量のHICでたまり水が確認された要因については、引き続き、検討が必要

- スラリー内で発生したガスについて
 - 水素ガスが検出されており、放射線分解によるものと推定
 - 炭酸塩スラリーでは高い水素濃度が得られる場合があったのに対して、鉄共沈スラリー、吸着材入りHICでは水素はほとんど認められていない

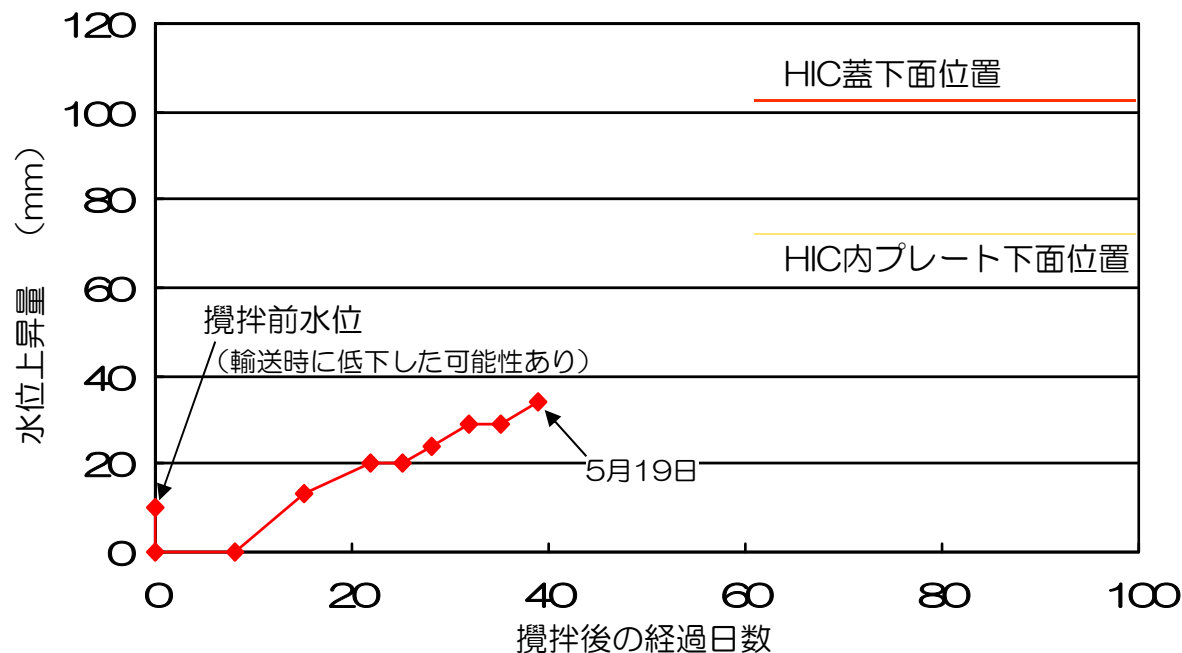
スラリーの挙動確認試験-1

■水位上昇の経過確認

- 増設ALPS建屋内に移送したHIC（①No.182）について、内部攪拌終了後に静定した水位がどのように上昇してくるかを監視中
- 視点：水位上昇速度の把握、水位が単調に上昇し続けるか
- 本HICは、たまり水が発生する水位まで上昇した履歴がある。蓋下面位置高さ以上まで水位が再上昇する前に上澄み水を一定量抜き取り、経過観察を継続する

■観察状況

- 攪拌後の10日程度は水位変化無し（水素が飽和濃度に達するまでの期間と推定）
- 水位上昇開始後の上昇速度は概ね1.8ℓ/日に相当

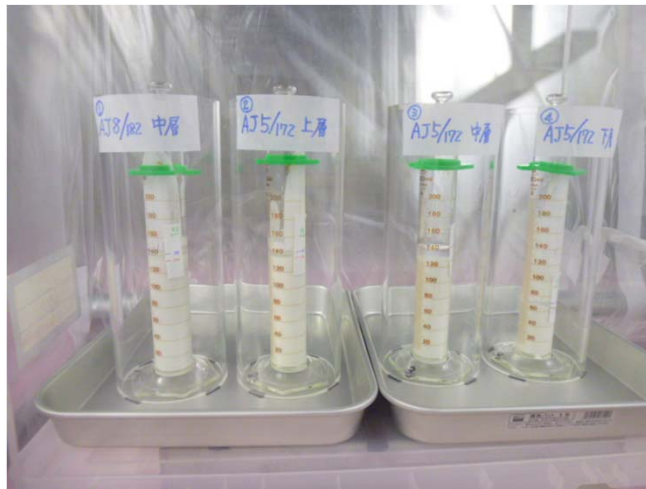


攪拌後の水位観察状況

スラリーの挙動確認試験-2

前回の監視・評価検討会では
ビーカ試験と称していたもの

- スラリー内でのガスの保持状況確認（メスシリンダー試験）
 - 実スラリーをメスシリンダーに充てんし、その上にHIC内の上澄み水を投入。これを静置し、スラリー/上澄み水境界面および水面の変動、気泡の発生・滞留状況を記録する
 - No.182から採取したほか、静置状態であったNo.172から、上澄み水下のスラリーの上層（HIC内プレート下面より下方約500mm）、中層（同約1000mm）、下層（同約1500mm）から採取したサンプルを観察対象
 - 5/2から観察を開始。5/19に気泡がスラリーの中に保持されていることが観察されたが、まだ水位、上澄み/スラリー界面の高さに変化は現れていない
 - 今後、微細な気泡でも観察できるよう、デジタル顕微鏡を設置予定



AJ8/182中層

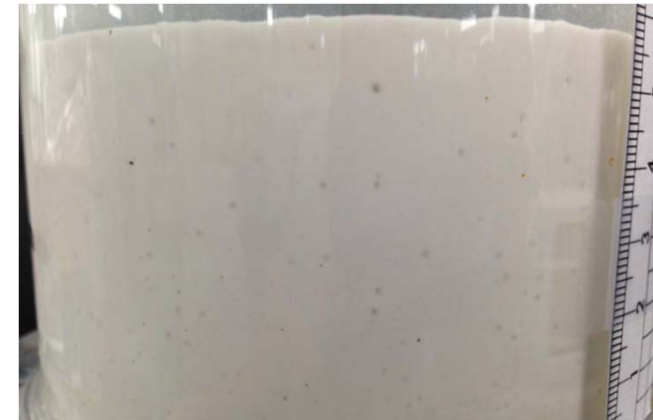


AJ5/172上層

スラリーの挙動確認試験-3

■コールド試験

- 視点：スラリーによるガス保持特性の把握
- 予備試験として、加圧した空気の圧力開放によって生成した気泡が模擬炭酸スラリーに保持されることを確認。
- 現在、実機模擬の反応、濃縮方法により、炭酸塩沈殿の濃縮スラリーを作成中。また、下部から微小気泡を下部から吹き込む試験についても準備中。
- 模擬スラリー（炭酸塩，鉄共沈）調整後，気泡発生による水位挙動試験を実施する。
- スラリーの濃度、粒度等の影響についても必要に応じて評価する。



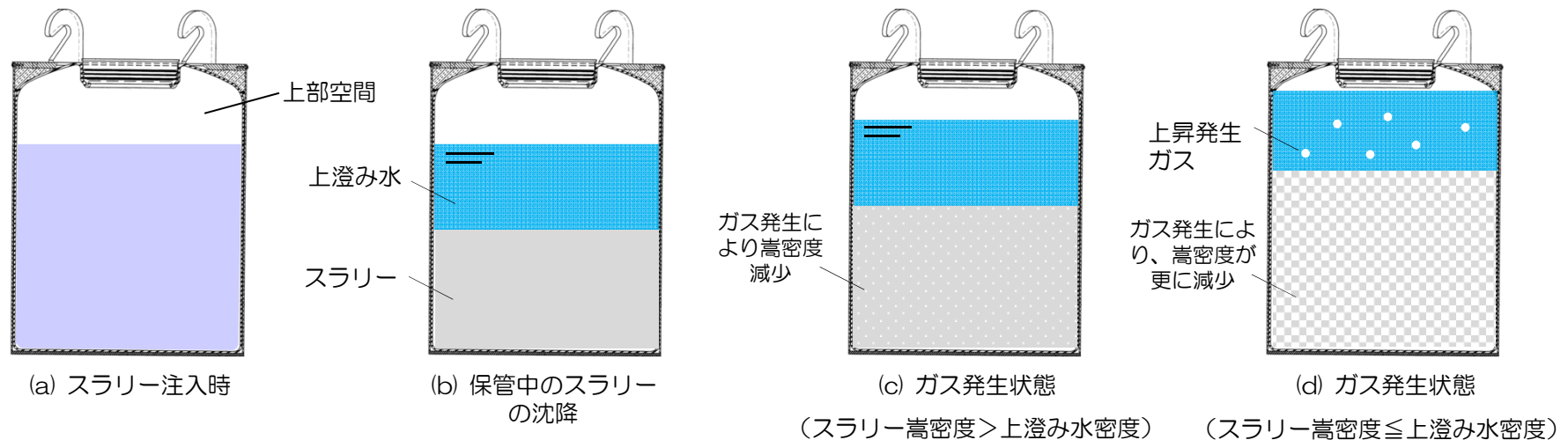
スラリー内のガス滞留による体積膨張・液位上昇の上限の推定

■ スラリーの体積膨張・液位上昇のメカニズム（推定）

- スラリー内の水の放射線分解によって発生した水素ガスが、スラリー内に滞留・蓄積してスラリー部の体積を膨張させた結果、液位上昇が発生

■ 体積膨張・液位上昇の上限値に対する考え方

- ガスが、スラリー内部に留まるメカニズムは明確になっていないものの、ガスの蓄積に伴い嵩密度が減少することにより、スラリーは浮力によって対流し易くなると予測される
- ガスの蓄積によりスラリーの嵩密度が減少して、上澄み水の密度を下回ったときに、ガスは上部に放出されるため、体積膨張・液位上昇には上限があると考えられる
- この上限液位が蓋下面に到達しないだけの上部空間を確保できるように、HIC注入量を制限することにより、たまり水発生の再発は抑制できると考えられる



スラリーの体積膨張・液位低下の推定挙動

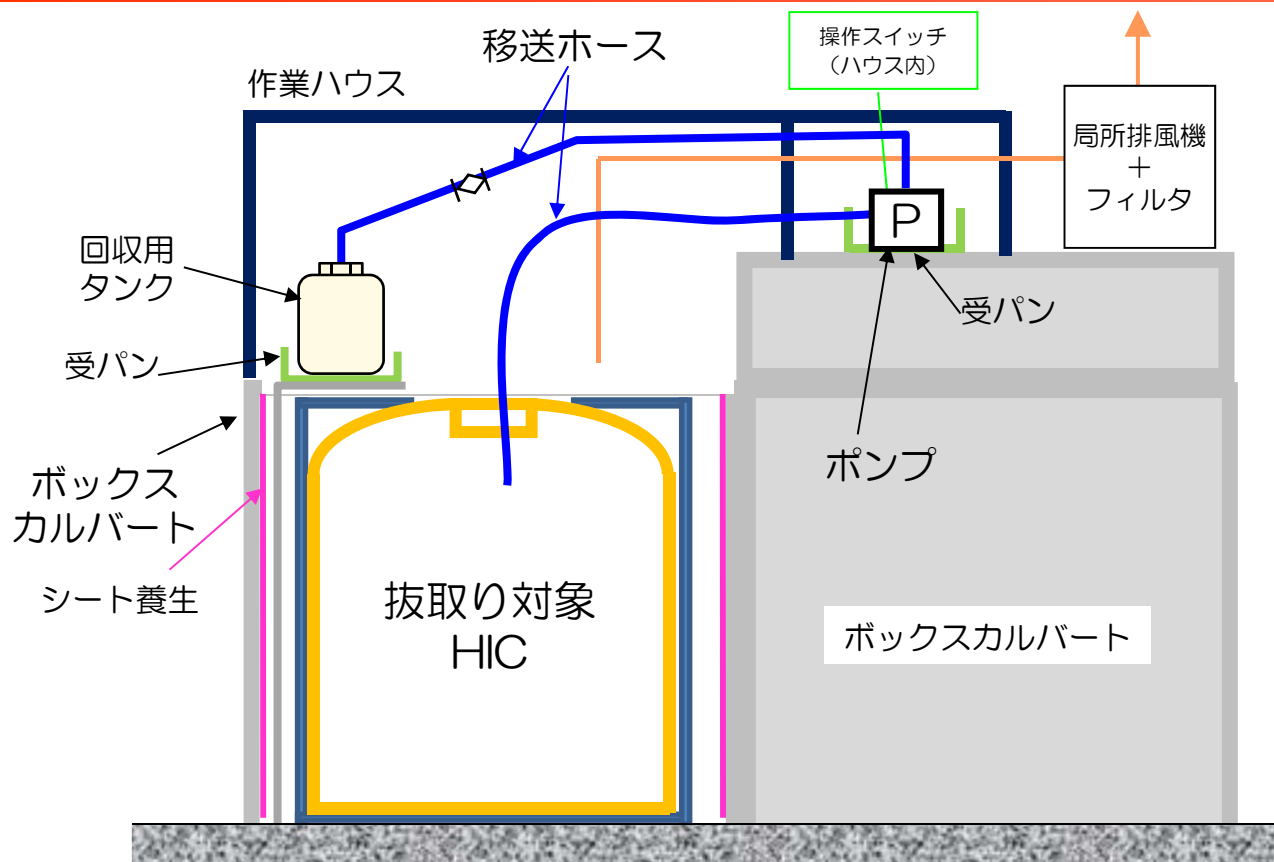
スラリー内のガス滞留による体積膨張・液位上昇の上限の推定

- スラリーの性状
炭酸塩スラリーの主要成分は炭酸カルシウム (CaCO_3) 及び水酸化マグネシウム ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)
その比重を2.71g/ccとする。(比重が大きい炭酸カルシウムが100%とみなした)
- スラリーの初期密度：通常運転時の実績として150 g/ℓとする
- スラリーの平均密度： $(1000-150/2.71+150) / 1000 = 1.095\text{g/cc} \rightarrow 1.1\text{g/cc}$ とする
- 対流が発生するガス保有量の推定
スラリーが対流を始めるのは、スラリーの平均嵩密度が、上澄み水の密度を下回る時であると想定されるため、**体積が1.1倍、すなわち、容積が10%以上に増えた状態と推定できる。**
- HIC内の必要空間容積
保有するスラリー量に対して、**10%以上の空間容積を確保しておけば、HICの溢水は防止できると考えられる。**
現在、HIC液位を、最大で蓋下端より4インチであった運用から、**蓋下端より8インチへ変更済み。**
その時のHIC内のスラリー保有量、必要な空間容積、確保できている空間容積は下表のとおり

	既設ALPS	増設ALPS
スラリー保有量	2524 ℓ	2508 ℓ
必要な空間容積	253 ℓ	251 ℓ
確保されている空間容積	254 ℓ → OK	270 ℓ → OK

- 上記の考え方および推定の妥当性については、実機の試験等によっても確認することとし、必要に応じて、保管中HICの水抜き基準へ反映する。
- また、HICによってスラリー密度は異なるため、全てのHICを網羅した水抜き基準の設定を今後実施。

保管中HIC用の簡易水抜き装置案（緊急対応用）



- 作業概要
 - 第二施設において、抜取り対象HIC内の水を回収用タンクへポンプで移送
 - 回収したHIC内水は、再びALPSで処理
- 実施計画第三章に基づいて、ALPS異常時の措置活動を定めた要領書内に本作業の手順を定めて、適切な管理下で作業を実施

【汚染・漏えい拡大防止】

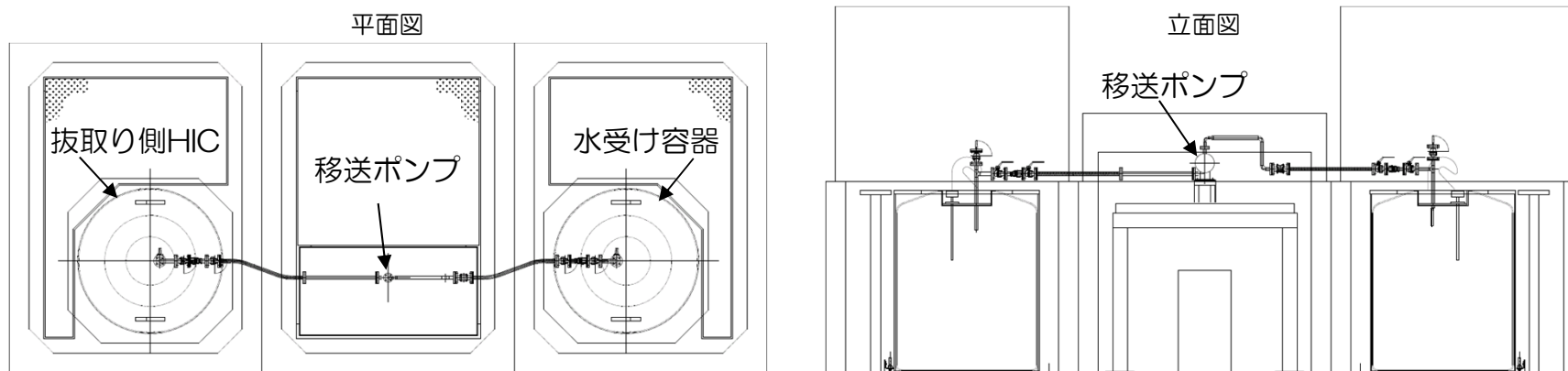
- ボックスカルバート内外の作業エリアは十分な汚染防止養生を行う。
- 回収用タンクには、水位の専任監視員を配置し、ポンプを緊急停止できるスイッチを設ける。

【水素対策】

- ハウス内には局所排風機を設ける。
- 作業実施前および作業中は、水素ガス検知により、適宜、水素濃度を測定することとし、必要に応じて換気を行う

保管中HICの水抜き装置案（本格運用段階）

- 第二施設のボックスカルバートエリアにおいて、HIC内の水を抜取り、別のHICに回収する。回収水はHICによりALPSに返送し、ALPSで再度処理する。



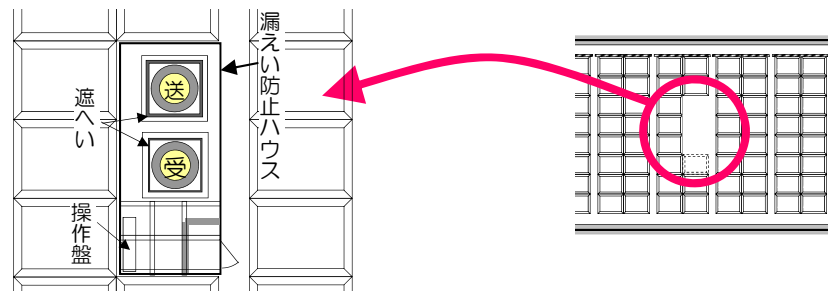
汚染・漏えい対策

- ◆ ボックスカルバート内は全面防水塗装のうえ養生して供用する。
- ◆ HICを格納したボックスカルバートはハウスで覆い、水を扱う作業時は装備を交換する。

水素対策

- ◆ ハウス内は局所排風機で換気する。ポンプは圧縮空気駆動のものを採用する。

- 処理対象数の増加を念頭に、より本格的な水抜き装置へ速やかに移行させる。



今後のスケジュール（案）

- 優先順位1～2のHICのたまり水有無確認・吸水バグの設置は、最短で5月末に完了、HIC上澄み水の抜き取り対策は、平成27年12月に完了予定。
- 上澄み水の抜き取り対策が完了するまでに、溢水の可能性があるHICについては、暫定対策（吸水バグの設置、HIC内攪拌による液位低下）の実施により、溢水防止を図る。

項目	No.	実施事項	4月			5月			6月			7月		
			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
系外漏えい防止	1	たまり水有無確認・吸水バグの設置（既確認HIC）	▼ 事象発生											
	2	たまり水有無確認・吸水バグの設置（追加調査）												
原因調査（要因絞込み）	3	HIC蓋開放調査												
原因調査（メカニズム特定）	4	水位経過の監視（AJ8:No.182）												
	5	メスシリンダー試験												
	6	コールド試験												
短期的暫定対策	7	HIC水位の低下運用	済(-120ℓ)	済(-40ℓ)										
	8	HIC内攪拌等による水位低下												
中期的対策	9	HIC上澄み水の抜き取り	仮設											
			本設											

* 優先順位3は、暫定対策（No.2,8）との組み合わせにより、溢水防止を図る

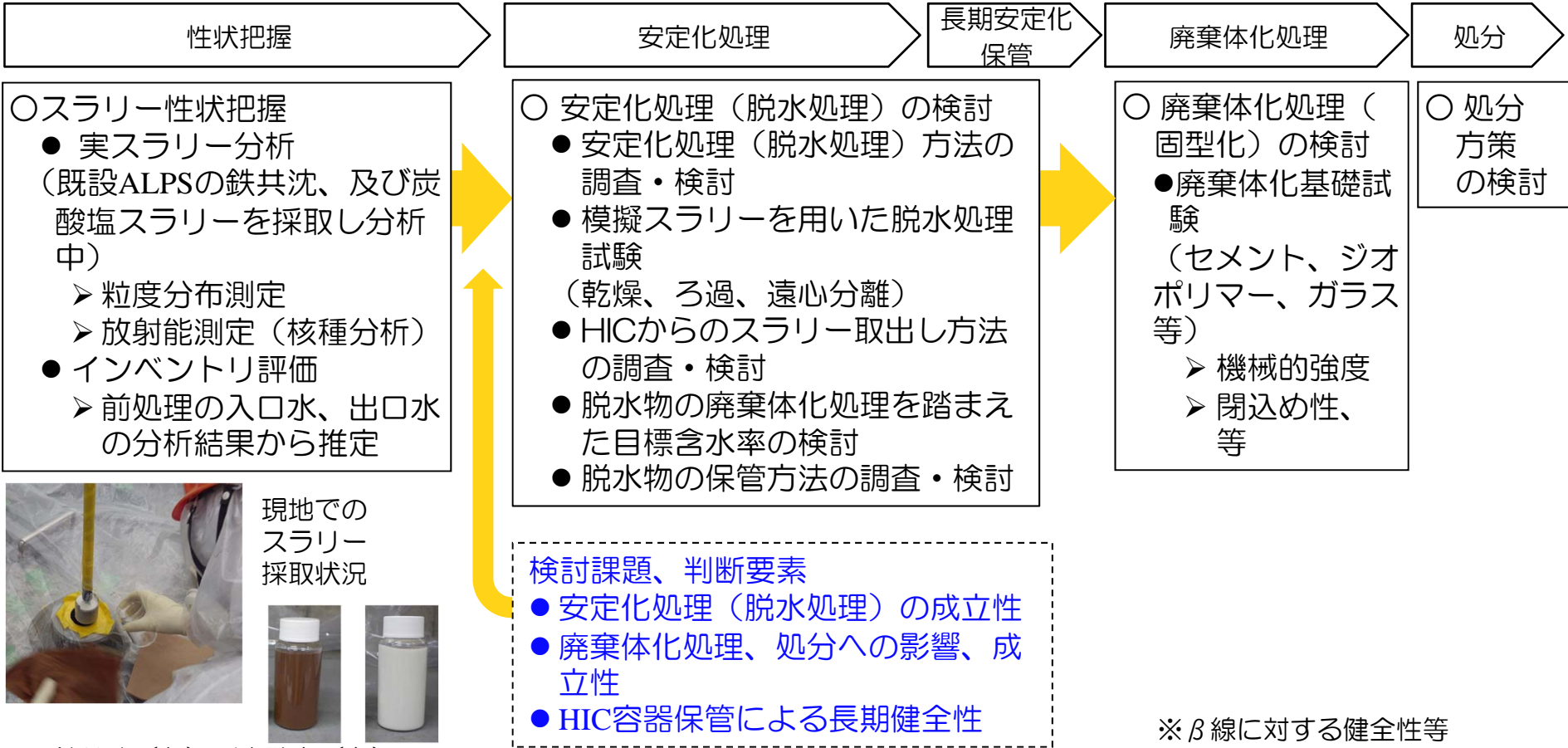
※1：HIC想定液位、クレーン使用状況、被ばく等を考慮し、合理的な手法で対応を実施

※2：対策が完了するまでに、溢水の可能性があるHICについては、暫定対策（吸水バグの設置、HIC内攪拌による液位低下）の実施により、溢水防止を図る。

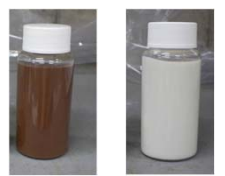
中長期的な対策について

水処理二次廃棄物を含む放射性廃棄物の処理・処分に向けた研究開発は、主にIRIDと共に実施中であり、ALPSスラリーについても素案段階であるが、廃棄体化処理、処分までのプロセスを視野に入れて基本的な考え方を検討している。

また、ALPSスラリーは含水率が高いため、長期安定保管中の放射性物質の飛散・漏えいリスクを低減させるべく、安定化処理（脱水処理）について検討を進めているところ。



現地でのスラリー採取状況



鉄共沈（左）／炭酸塩（右）スラリー
東京電力

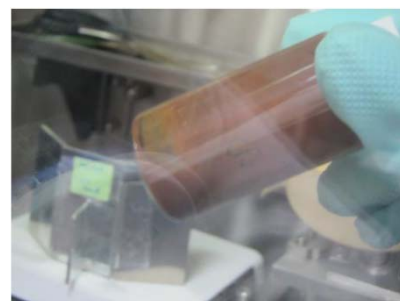
JAEAにおける分析について

- 多核種除去設備のスラリー（鉄共沈，炭酸塩沈殿）については，IRID/JAEA等において平成25年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（事故廃棄物処理・処分技術の開発）」において，廃棄物の処理・処分の安全性の見通しを得る上での分析を行っている。

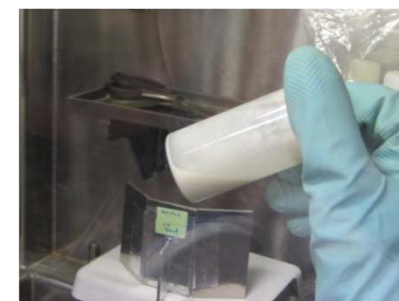
主な分析結果は以下の通り

- 鉄共沈スラリー，炭酸塩沈殿スラリーともに ^{90}Sr が主要核種。鉄共沈スラリーで $(1.2 \pm 0.1) \times 10^9 (\text{Bq/L})$ ，炭酸塩沈殿スラリーで $(1.4 \pm 0.1) \times 10^{10} (\text{Bq/L})$ 。
- スラリーの外観観察から，炭酸塩沈殿よりも鉄共沈スラリーの方が粘性が高い様子が観察された。
- 鉄共沈スラリーは粒子を形成しない軟泥状。炭酸塩沈殿スラリーは平均粒子径は $3.6 \mu\text{m}$ ，最大粒子径は $23.2 \mu\text{m}$
- 固液比

	質量比 (%)		体積比 (%)	
	固体	液体	固体	液体
鉄共沈	10	90	3	97
炭酸塩	14	86	6	94



鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー

- 水位上昇に着目したJAEAでのホット試験（実スラリー及び模擬スラリーへのガンマ線照射）を検討中（粒径分布測定，放射能測定，目視観察等）。
- JAEAへスラリー搬出予定

(参考) 作業における被ばく低減対策について

- HICの原因調査および対策実施に関する被ばく低減対策については、以下の実施を基本とし、適宜、改善を図る。
 - 距離の確保（極力、遠隔操作による作業を実施）
 - 遮へいの設置（ゴム遮へいスーツの着用、遮へい板・シートの設置）
 - 作業時間の低減（治工具の簡易化、作業効率の改善）

【参考】これまでの作業における被ばく線量（最大値）

- ボックスカルバート蓋開放による溜まり水有無調査
0.07 mSv/日（ γ ）、0.00 mSv/日（ β ）
- HIC蓋開放による原因調査
（HIC表面線量が最も高かったAJ8（13.2 mSv/h）から実スラリーを採取）
0.53 mSv/日（ γ ）、3.40 mSv/日（ β ）

(参考)可燃性ガスの発生量評価

- 設計上、可燃性ガス(水素)の発生量は、吸着した核種の崩壊エネルギーが、全て容器内に残留する水に吸収されるとして評価
- 水素発生速度 H (ℓ/h)は次式により算出

$$H = 3600 \times 22.4 \times G \times \alpha \times V \times 6.24 \times 10^{19} \times D \div A$$

H : 水素発生速度 (ℓ/h)

3600: 時間から秒への換算係数

22.4: 1molの気体の体積 (ℓ/mol)

G : 水が100eVのエネルギーを吸収した際に発生する水素分子の個数, 0.45

α : 含水率, 1.0 (スラリー)

V : HIC内充填物体積, 2610 ℓ (高性能容器タイプ2)

6.24×10^{19} : (W/cm^3) から ($100eV/\ell/sec$) への換算係数

D : 吸収熱量 (W/cm^3)

A : アボガドロ数 (6.02×10^{23} 個/mol)

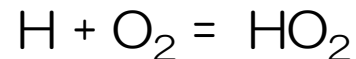
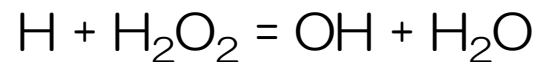
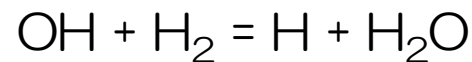
- HICに収容する炭酸塩スラリーの設計上のSr濃度: $7 \times 10^{13} Bq/m^3$, その時の吸収熱量 D : $1.3 \times 10^{-5} (W/cm^3)$ とすると, 水素発生速度 H は0.128 ℓ/h
 - なお, HIC上部空間の水素濃度は, 水素がフィルタ, ベント孔から濃度勾配により拡散されるとして, 約2.3%に止まると評価
- AJ5に収容していたNo.172HICのSr濃度は, CFFの濃縮倍率等から $5.2 \times 10^{13} Bq/m^3$ と評価され, その際の水素発生速度は0.095 ℓ/h (1日で約2.3 ℓ)
- 水の放射線分解により, 酸素が水素の1/2発生するため, 仮に水素, 酸素がスラリー内に閉じ込められると仮定すると, No.172HICの体積膨張は0.1425 ℓ/h (1日で約3.4 ℓ ※)

※: 点検実施の優先順位付けでは, これまでの調査で確認されている溢水量の実績 (約1 $\ell/日$) や観察結果 (p.15) を踏まえ, 2 $\ell/日$ で評価を実施。

(参考) HICにおける水素発生量の想定について

- 水の放射線分解では、放射線のエネルギーの一部が水に吸収され、水の分解に使用される。このとき、生成する分解生成物（ e^- 、 H 、 H_2 、 OH 、 H_2O_2 等）の吸収エネルギー100eVあたりの個数をG値（個/100eV）といい、一般的に、分解初期の水素のG値は、0.45であることが知られている。

- 純水系では、分解生成物のOHラジカルが水素と反応し、水への再結合反応が生じて、見かけのG値は0.45よりも低下する。



- 海水系では、OHラジカルを捕捉する成分（スカベンジャー）として、塩化物イオン（ Cl^- ）や臭化物イオン（ Br^- ）が含まれており、OHラジカルの水へ再結合反応が阻害されるため、水素のG値は0.45から低下しにくい。



- HICからの水素発生量評価においては、内容物の炭酸イオンや海水成分、pH等の影響を考慮せず、吸着した核種の崩壊エネルギーが、全て容器内に残留する水に吸収されるとし、水素発生量のG値を0.45と評価していることから、保守的な評価となっている。

(参考) スラリー内のガス保持のメカニズムの推定

- 表面張力—水素の気泡が、スラリーの粒子表面で発生し、表面張力により粒子表面に付着する。
- 静電的相互作用—スラリーの粒子および水素の気泡は、表面が帯電していると考えられ、これらの電荷の正負が異なる場合、静電引力により引きつけられ、気泡が粒子表面に保持される。
- 粘性—スラリーの粘性が高い場合、気泡が浮力により上昇する際の抵抗力が大きく、ガスが長期間保持される。
 - 文献調査、コールド試験、専門家へのヒアリング調査等により、スラリー内のガス保持のメカニズムを検証する。

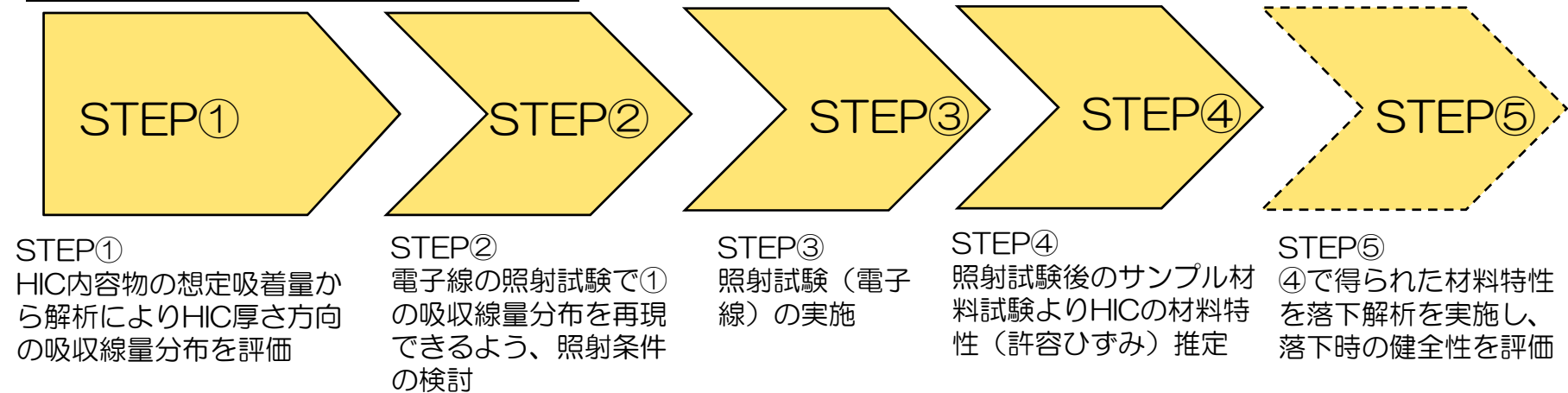
HICの β 線に対する健全性確認の状況について

HICの長期健全性に関する検討状況について（β線に対する健全性確認）

■ HICの長期健全性に関する検討状況について（β線に対する健全性確認）

- HICの長期健全性に関する検討として、これまで知見が少なかったβ線（電子線）に対するHICの健全性について、評価を実施中
- 電子線を用いた照射試験を実施し、照射後のHIC材料特性変化の評価及び落下解析によりβ線に対するHICの健全性を評価

β線に対する健全性確認のフロー



STEP① β線に対する吸収線量の評価

■ HIC収容物に含まれるβ核種

- RO濃縮塩水に含まれるβ核種のうち、主要なβ核種は、Sr90及びSr90の娘核種であるY90
- HIC収容物のうち、これらの核種を最も多く含むのは、Srを除去する吸着材（Sr吸着材）
- Sr吸着材に含まれるSr90、Y90の放射能濃度は以下のとおりと評価される

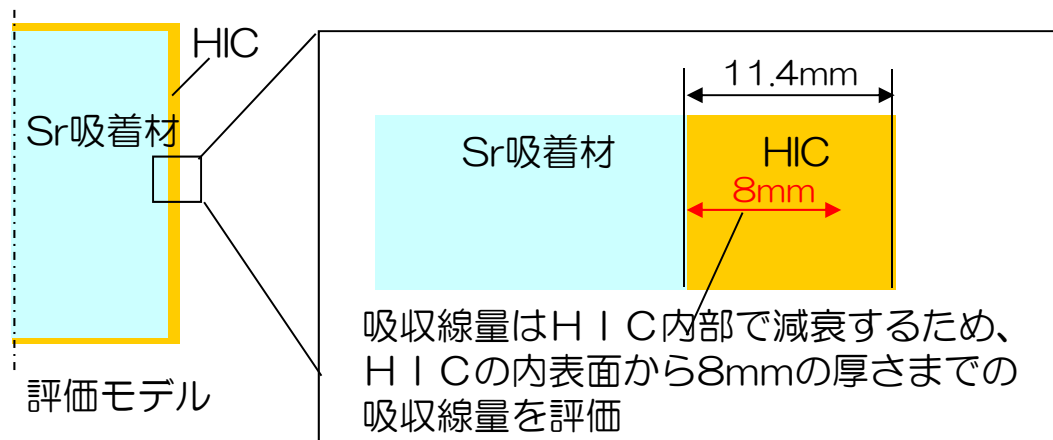
表1 Sr吸着材のSr90、Y90想定吸着量

	想定吸着量
Sr90	2.2E+13 Bq/m ³
Y90	2.2E+13 Bq/m ³

■ HICの吸収線量率評価

- Sr吸着材を収容するHICについて、解析により吸収線量の評価を解析により実施
- 評価条件・評価モデルは、以下のとおり。

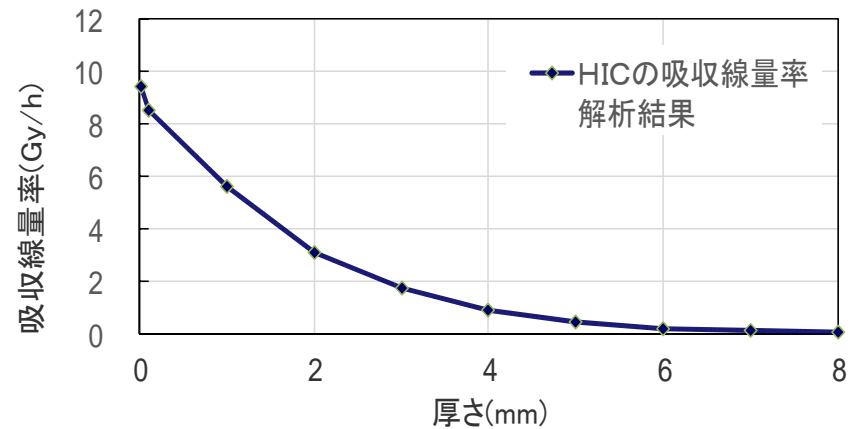
評価条件	
考慮する核種	Sr90、Y90 ※放射能濃度は、表1「吸着材2（Sr吸着材）」の濃度を用いた
評価線種	β線（電子線）及び制動X線
解析コード	MCNP5



STEP①、②

- STEP① HICの吸収線量率評価結果
HICの吸収線量率評価結果を以下に示す。

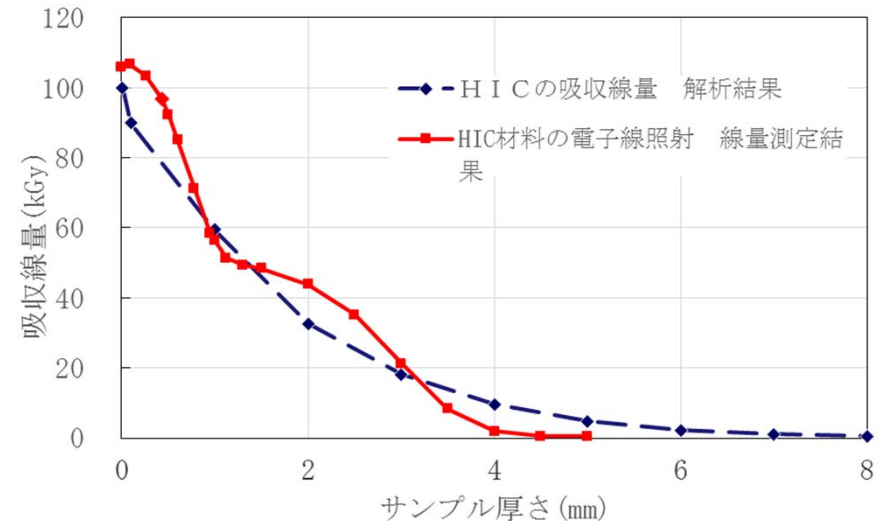
HIC厚さ方向の吸収線量率の分布は、
収容物と接する内表面が高く、外側に向かうにつれて下がる傾向となる。



HICの吸収線量率 解析結果

※厚さ0mmはHIC内表面の位置を指す

- STEP② HICの照射試験条件の設定
 - STEP①において解析により得られたβ線（電子線）によるHIC厚さ方向の吸収線量分布の評価結果が得られた
 - 得られた吸収線量分布を模擬できるよう300keVと1MeV電子線照射の重ね合わせによる照射条件を設定
 - 下グラフにHIC吸収線量の解析結果と300keVと1MeVの電子線の重ね合わせによる吸収線量分布の比較を示す。厚さ方向に対して吸収線量の低下の様子は実測値は概ね表現できている。



STEP③

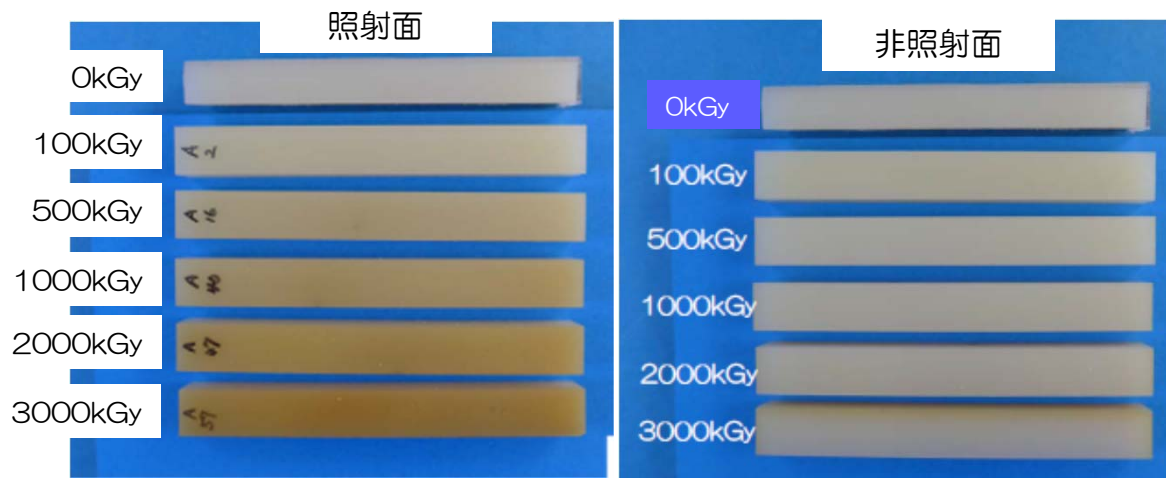
STEP③電子線照射試験の照射試験の実施

STEP②にて設定した照射条件に基づき、HICサンプルに対して以下の条件で照射試験を実施。

照射条件（積算吸収線量）	照射なし、100kGy、500kGy、1000kGy、1500kGy、1800kGy、2000kGy、2500kGy、3000kGy
--------------	--

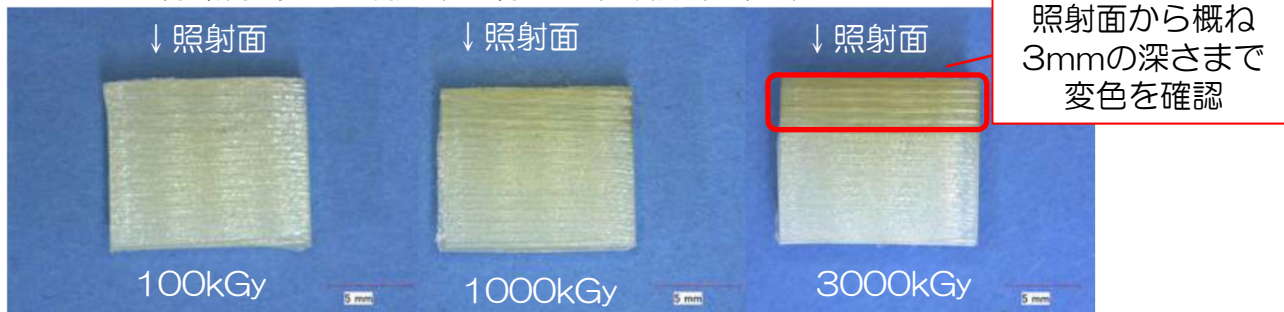
電子線照射後の試験片の様子

試験片表面の様子



- ▶ 試験片は積算吸収線量が高いほど表面の変色の度合いが大きい。電子線の影響により硬化が進んでいるものと推定。
- ▶ 一方、断面の観察からHICの厚さ11.4mmに対して変色の深さは、照射面から概ね3mm程度（積算吸収線量3000kGy）、電子線の影響は限定的。

電子線照射後の試験片の様子（試験片断面）



今後の予定

■今後の予定

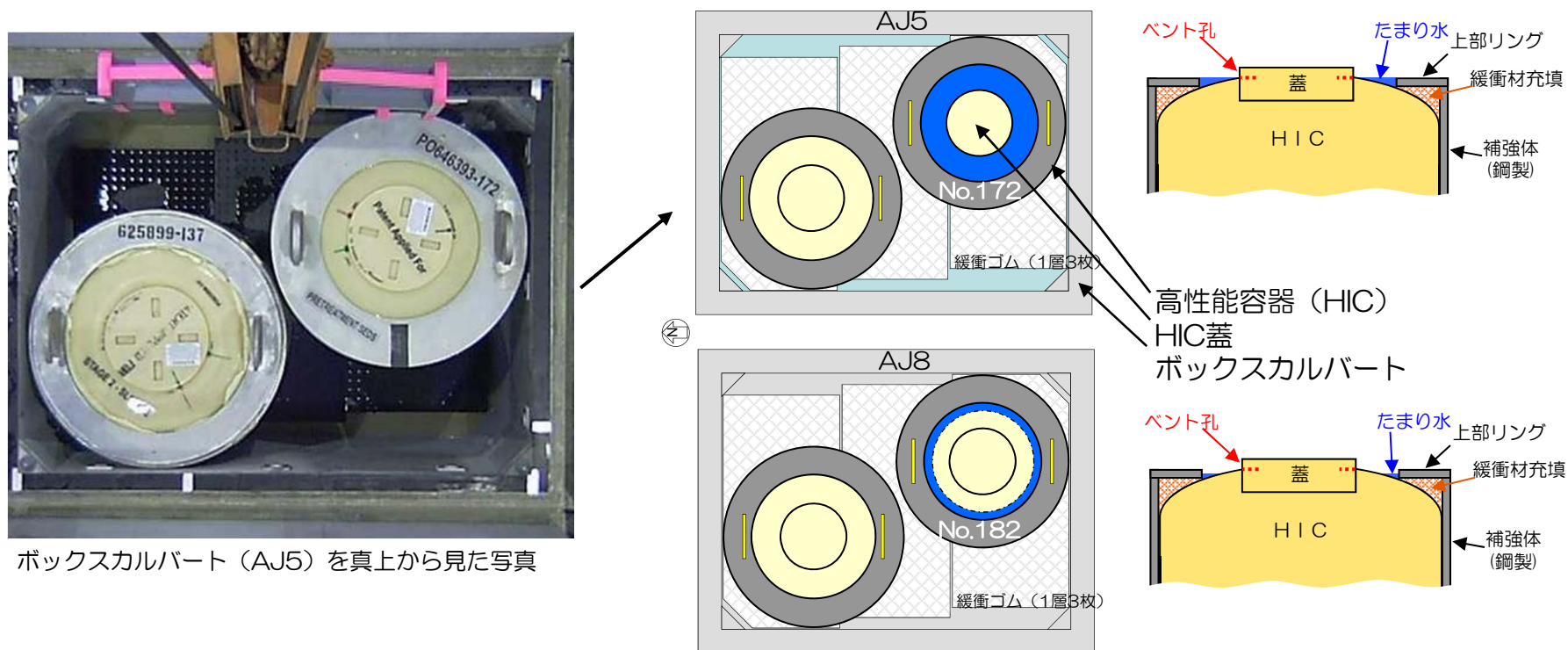
- 現在、落下解析を実施中
- 解析より得られたひずみ量と材料試験（高速引張り、高速曲げ試験）により得られた材料特性（引張り、曲げの許容ひずみ量）との比較から評価を実施予定。

<落下解析条件>

評価条件	落下高さ [m]	初期速度 [m/s]	落下対象	備考
垂直落下	9.5	13.7	緩衝体 (ゴム80mm)	<ul style="list-style-type: none">• 垂直落下における最も厳しい条件• セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）
角部落下	3.1	7.8	コンクリート	<ul style="list-style-type: none">• 角部落下における最も厳しい条件• セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設）

(参考) 事象概要

- 定期的実施している、高性能容器（以下、HICという）の漏えい有無確認において、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設）のロケーションAJ5のボックスカルバート内床面にたまり水を確認。現場での目視確認により、AJ5内のHIC（シリアル No.172）で、HIC上の蓋外周部にもたまり水があることを確認。
- 作業時にHICの蓋に手をついたところ、蓋外周部のベント孔から水が押し出されてきたことから、たまり水はHIC内の水が溢れ出したものと判断。
- たまり水はボックスカルバート内にとどまっており、系外への漏えいがないことを確認
- 同日調査した類似のHIC（No.182）の蓋外周部にもたまり水を確認（床面は水なし）



(参考) 当該HICの蓋開放調査の結果(1/5)

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

① サンプル分析結果

- HICふた内部水およびHIC内の上澄み水のサンプルを分析した結果、たまり水と放射能濃度、塩素濃度がほぼ同じであり、たまり水はHIC内の上澄み水と同一である可能性が高い。
- HIC内の上澄み水をサンプリング採取したところ、目視では無色透明であり、長期保管によって、炭酸塩（白濁）成分が沈降していると推定。

単位：Bq/ℓ、小数点以下第二位を切上げ

No.182 (AJ8)	全β	トリチウム	Cs134	Cs137	塩素(ppm)
HIC上のたまり水	3.9E+06	1.5E+06	1.9E+03	7.2E+03	3000
ふた内部の水	4.5E+06	1.7E+06	2.1E+03	7.1E+03	2700
HIC内の上澄み水	1.9E+07	2.0E+06	2.4E+03	8.7E+03	3800

No.172 (AJ5)	全β	トリチウム	Cs134	Cs137	塩素(ppm)
HIC上のたまり水	3.0E+06	—	1.9E+03	6.8E+03	—
ふた内部の水	3.4E+06	1.7E+06	1.9E+03	6.9E+03	2600
HIC内の上澄み水	3.9E+07	2.0E+06	2.4E+03	8.7E+03	3300



← HIC内の上澄み水のサンプリング状況。
炭酸塩（白濁）は確認されず。（No.182）

(参考) 当該HICの蓋開放調査の結果(2/5)

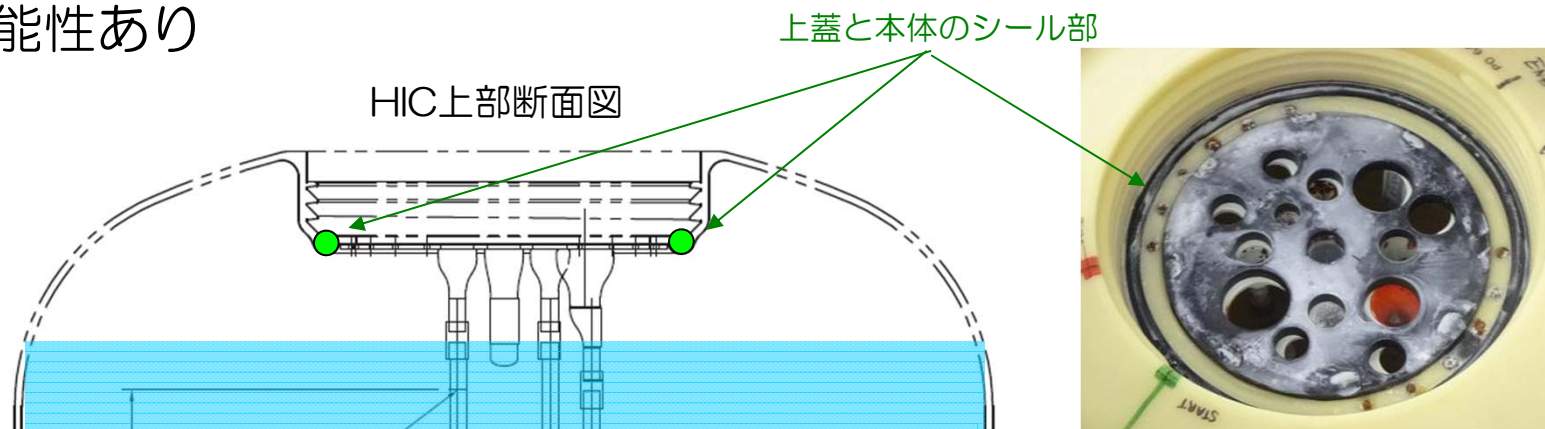
特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

② HIC内包水温度測定

- 内部水温測定結果：HIC上部、中部、下部、底部で熱電対にて測定
- No.182 (AJ8)：13.2～14.1℃
- No.172 (AJ5)：12.4～13.2℃
- 有意な発熱や温度勾配等は確認されておらず、HIC内容物の熱膨張による影響の可能性は低い

③ HIC蓋シール性確認 (No.182のみ)

- HIC上蓋開放前に上蓋と本体のすき間にろ過水を注入したところ、ろ過水がHIC内に流入することを確認。
- 上蓋と本体のシール性が低いと推定され、内容物の流出経路となる可能性あり



(参考) 当該HICの蓋開放調査の結果(3/5)

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

④ ベントフィルタ健全性確認

- ふた内空間部には液体が溜まっていることを確認
- ふたのベントフィルタを確認したところ、炭酸塩の付着による閉塞等、有意な異常は確認されず
- フィルタの通水、通気性を確認したところ、新規品と同程度であることを確認



ベントフィルタ
調査状況。
異常は確認されず。

⑤ 外観点検

- HICの有意な変形・破損等は確認されず
- 補強体とのすき間に充填した発泡ウレタンにすき間が生じていない等、有意な収縮は確認されず

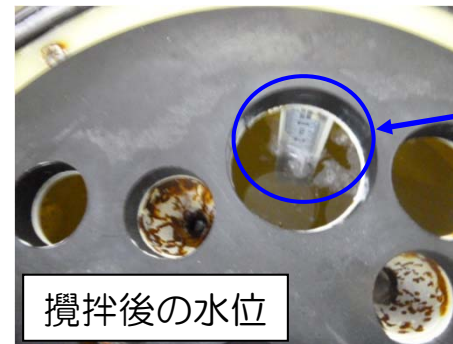
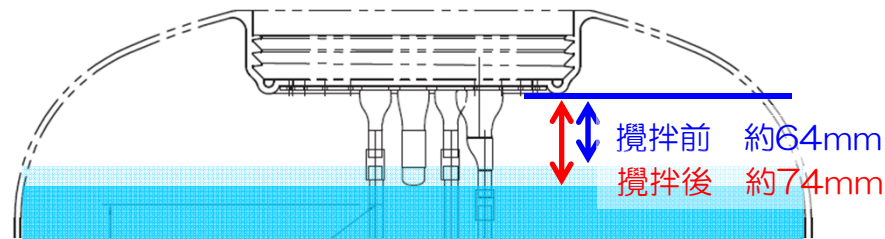
(参考) 当該HICの蓋開放調査の結果(4/5)

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

⑥ 蓋開放時の水位測定、⑦ HIC内の水（スラリーを含む）の攪拌調査

■No.182 (AJ8)

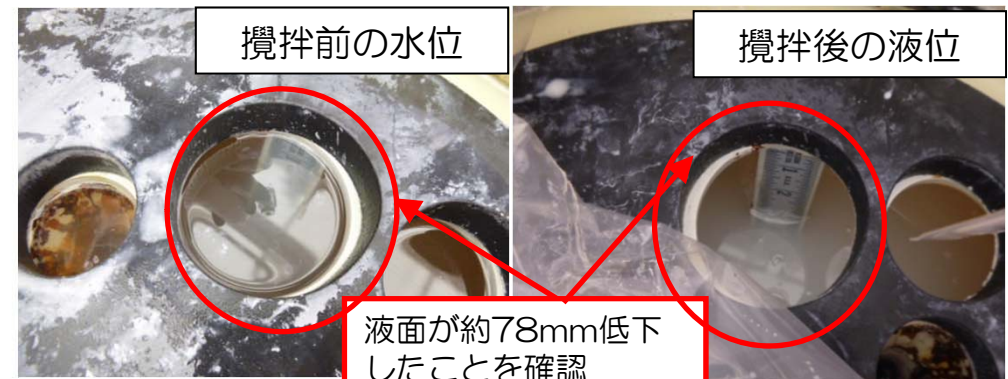
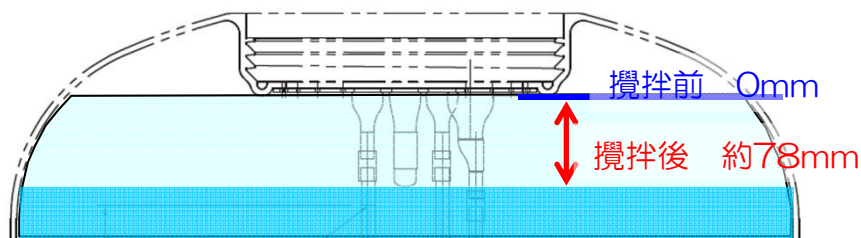
- 蓋開放時、HIC内の水位は内蓋下面より約64mm下方。
- その後、HIC内を攪拌したところ、小さな気泡を確認。
- 静置後、水位を再測定したところ約10mm低下して、水位が約74mmになった。



水位観察用目盛りにより、液面が約10mm低下したことを確認

■No.172 (AJ5)

- 蓋開放時の水位はほぼ内蓋上面と同位置（満水）。
- HIC内を攪拌したところ、水面に気泡を確認。その後、静置した状態で水位を再確認したところ、約78mm低下した。



液面が約78mm低下したことを確認

HIC上部断面図

(参考) 当該HICの蓋開放調査の結果(5/5)

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

⑧ ガス測定

■ No.182 (AJ8)

- 捕集したガスを可燃性ガス検知管に通したところ反応が見られた。
二酸化炭素検知管では反応なし。

■ No.172 (AJ5)

- スラリー攪拌後のガスを捕集するために、HIC内ふた直上に設けたビニールカバー内およびHIC内側の上肩部からガスを捕集してガスクロマトグラフで分析。

単位：Vol.%

No.172 (AJ5)	H ₂	O ₂	CO	CO ₂
HIC直上部攪拌後ガス	0.16	23.30	<0.01	0.04
HIC上肩部攪拌後ガス	0.12	23.33	0.13	0.03

- 今後の蓋開放調査においても捕集方法に改良を加えてガス分析の確実さを増すよう検討を継続する。

(参考)HICからの溢水発生の調査結果

■推定要因と蓋開放調査の結果

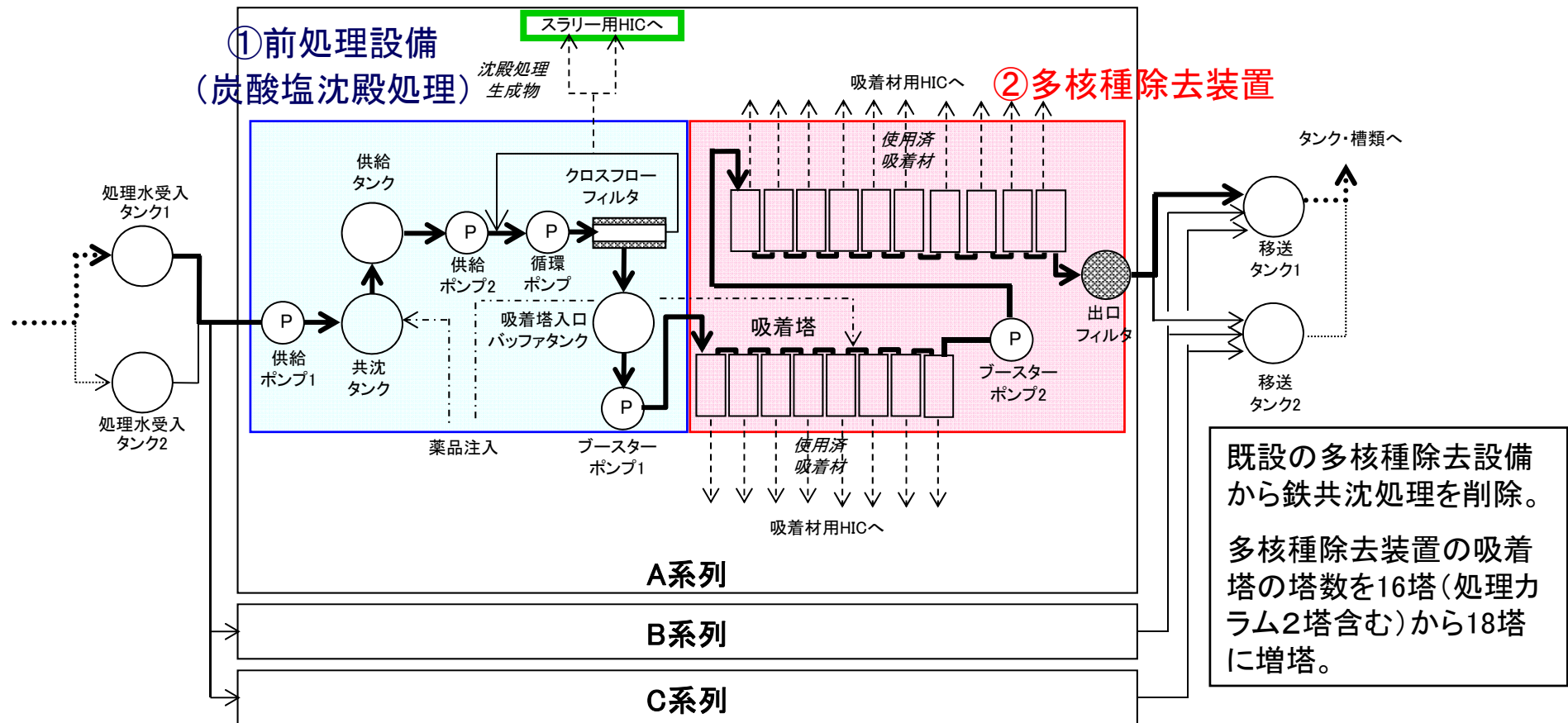
要因1	要因2	要因3	調査項目	評価	
外部からの流入	雨水	ボックスカルバートの換気口や蓋との隙間からの浸入、天井からの浸み込み	①サンプリング分析	× 同じ構造の他のボックスカルバートで床面に水たまりがない。AJ5/8内の他方のHIC上にたまり水がない。たまり水に放射能、塩分、トリチウムが含まれている。	
	結露水	ボックスカルバート内結露水の滴下、HIC自体の結露			
HIC内部から流出	蒸発水の凝縮	蒸発水が蓋内および蓋ベント孔付近で凝縮	①サンプリング分析 ②HIC内の水温測定	× 水温は位置によらずほぼ外気温と同程度であった。蓋内の水から放射能、塩分が検出されており、可能性は低い。	
	輸送時のスロッシング	スロッシングによって内包液が蓋内および蓋ベント付近へ流出	③HIC蓋シール性確認 ④ベントフィルタ健全性確認 ⑤HIC外観確認	× 輸送終了直後および保管後数ヶ月間確認されなかったことから可能性は低い。	
	スラリー過剰排出	HICへの排出量が通常より多くなり溢水	聞き取り調査 ⑥液位実測	× 格納後数ヶ月間溢水しなかったこと、複数システムで生じていることから可能性は低い	
	HIC収縮	HIC容器、保護容器の温度による収縮によって、内包水が流出	⑤外観点検 各材料、物質の線膨張率から詳細評価	× ポリエチレン、SUSの熱膨張率は小さく影響は小さい。内部の温度差も小さい。発泡ウレタン充填部にもはがれは認められず。	
	内部水の膨張	HIC内部液体の温度上昇による膨張	HIC内部液体の温度上昇による膨張	②HIC内の水温測定 ⑥液位実測	× HIC空隙部の体積約140ℓと比較して、スラリーの熱膨張は大きくてもは約45ℓ程度(4℃→80℃)で影響は小さい。温度上昇も認められなかった。
		ガス発生による水位上昇	ガス発生による水位上昇	⑥液位実測 ⑦攪拌調査 ⑧ガス分析	○ ガスが液体内に留まり、かつ水位を約100mm上昇させた可能性は否定できない。攪拌によりガスが留まっていることを確認。

×可能性低い ○可能性あり

(参考) 増設多核種除去設備の構成

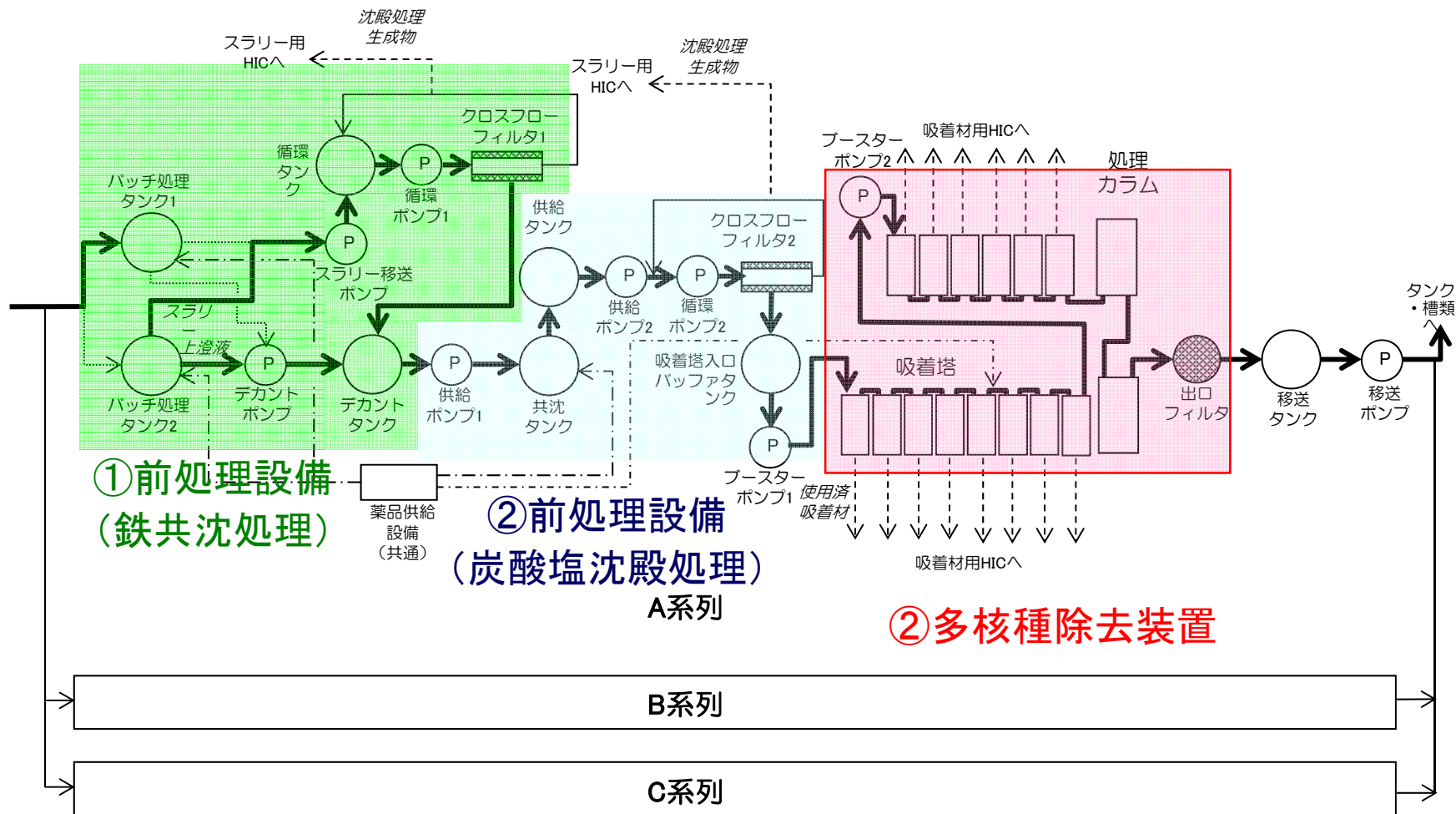
■ 増設多核種除去設備は、前処理設備と多核種除去装置から構成される。

- ①前処理設備 : 炭酸塩沈殿処理による吸着阻害物質Ca, Mgの除去
- ②多核種除去装置: 吸着材による核種の除去



(参考) 既設の多核種除去設備の構成

■ 既設の多核種除去設備の構成



(参考) 炭酸塩沈殿物の概要

■ 前処理（炭酸塩沈殿）の概要

増設多核種の前処理（炭酸塩沈殿）では、処理対象水（Sr等の放射性核種に加え、Ca、Mgを含有）に炭酸ソーダ・苛性ソーダを注入し炭酸塩を生成。このプロセスにおけるpHは、概ねpH12～12.5で調整される。

■ 前処理工程における化学的反応及び生成物

前処理工程で用いる薬液に対する主な反応式は以下の通り

注入薬液	反応式※
Na ₂ CO ₃ aq	Ca ²⁺ + Na ₂ CO ₃ → CaCO ₃ (↓) + 2Na ⁺
NaOH aq	Mg ²⁺ + 2NaOH → Mg(OH) ₂ (↓) + 2Na ⁺

※他の2荷のイオンにおいても記載の反応式と同様の反応をし得る

■ HIC内容物のpHについて

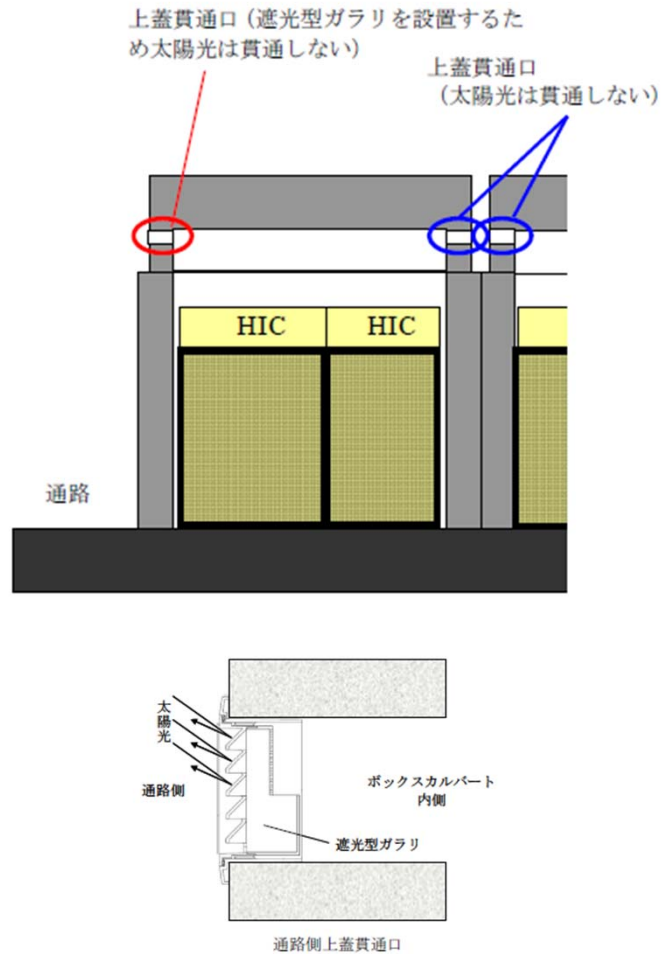
蓋部に溜まり水が確認されたHICについて、内包水のpHを測定し、前処理プロセスにおけるpHと同程度であることを確認。

ロケーション（採取箇所）	pH
AJ8（HIC内包水）	12.4
AJ8（HIC蓋内部の水）	12.2

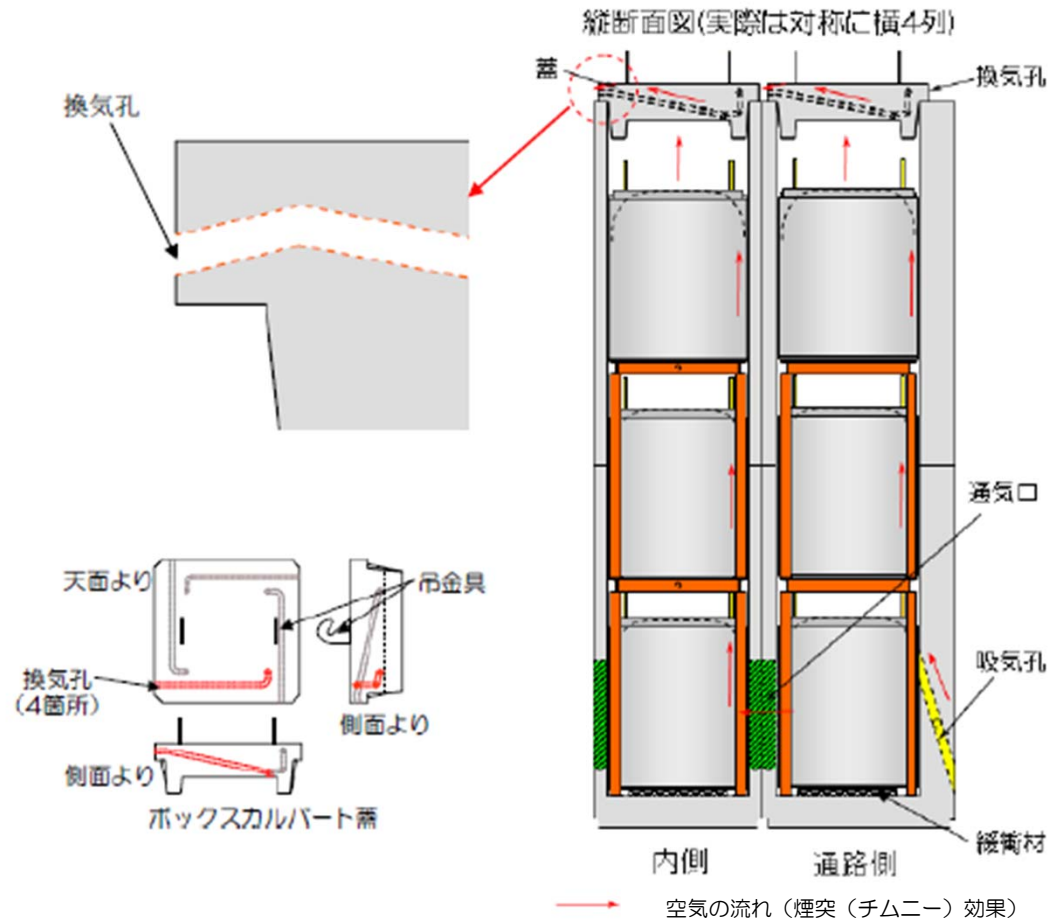
(参考)ボックスカルバートの概略構造

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より

■ 第二施設

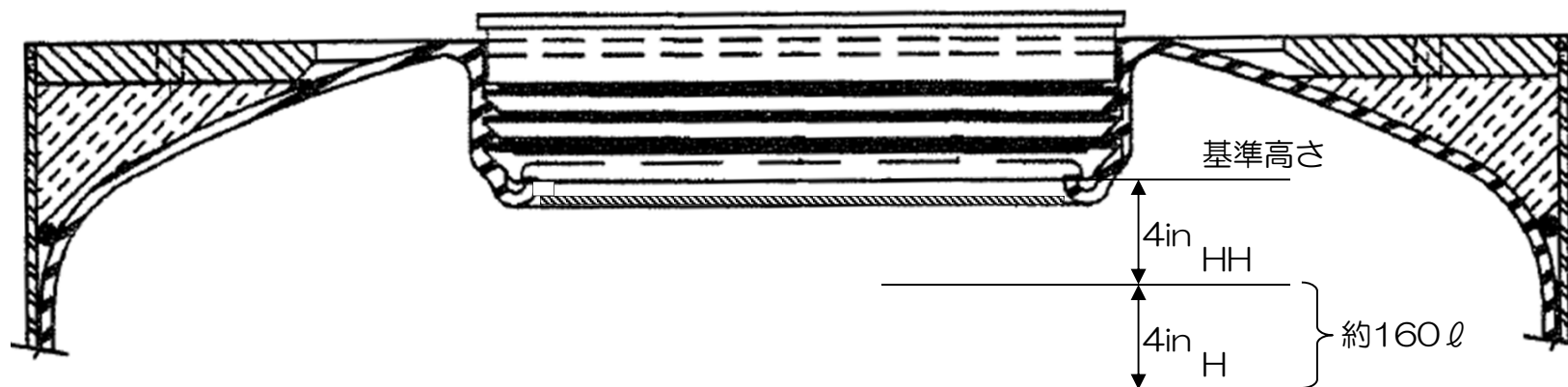


■ 第三施設



(参考) HIC内へのスラリー排出量

特定原子力施設監視・評価
検討会(第34回) 資料2より



これまでの運用

- 液位高 (H: ふた下面より8in) でスラリーの受け入れ停止
- その後、スラリー注入装置 (SEDS) 内の残液、配管洗浄水排出を3~4バッチ行い液位高高 (HH: ふた下面から4in) まで注入して終了。注入状況はカメラで液位を観察しながら実施。HH到達で自動停止。

HIC上のたまり水発生の 原因と対策の検討・実施状況 (別添)

2015年5月22日

東京電力株式会社



東京電力

ベント孔なしHIC蓋について

■ 当該HIC点検

- 4月29日、協力企業が当該HIC（PO625899-243(W6)）の蓋内ガスサンプリングを実施する際にベント孔がないことを確認し、当社へ報告。
- 蓋開放時に内部の空気が噴出するなどの内圧上昇の兆候は確認されなかった。
- 点検後、蓋を手で締め込み可能な位置から約1 / 4回転戻し、締め込まない状態でガス流路を確保。

■ データ整理

- 5月21日、第35回特定原子力監視・評価検討会の準備に向けデータの整理を実施していたところ、HIC蓋内ガスのデータに欠損を確認。データ欠損原因を点検担当部署に確認したところ、HIC蓋ベント孔がなかったことが理由と判明。

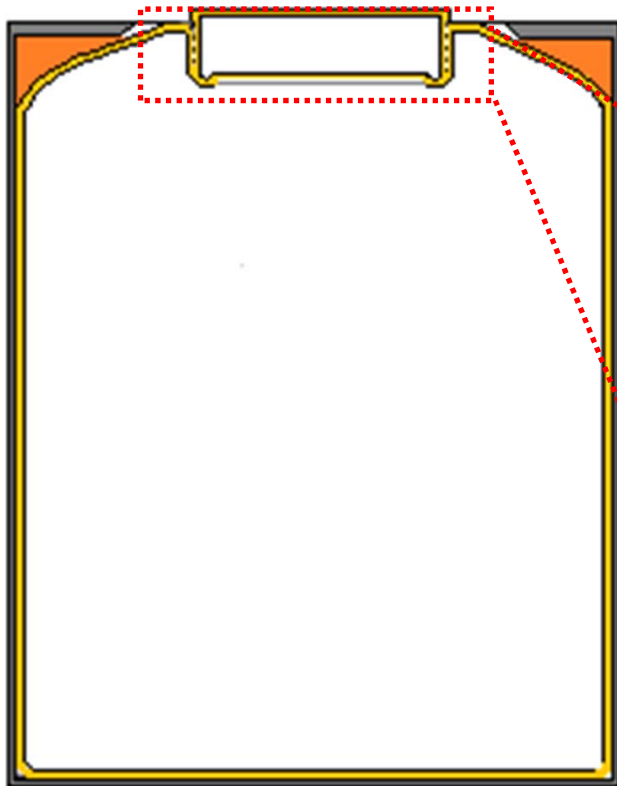
■ ベント孔なしHIC蓋発生事象の原因について

- 製造 — HIC蓋は、HIC本体とともに米国工場にて製造。本事象は、製品の工程管理に問題があり、ベント孔を開ける作業工程を飛ばしたことによるものと推測される。
- 出荷前検査 — 当該HIC蓋は、ベントフィルタ個数の確認項目はあったものの、ベント孔の確認項目はなかった。
- 受領時検査 — 当該HIC蓋を含め、ベント孔検査は実施していなかったHICは334基。2014年6月以降は、ベント孔の検査を実施

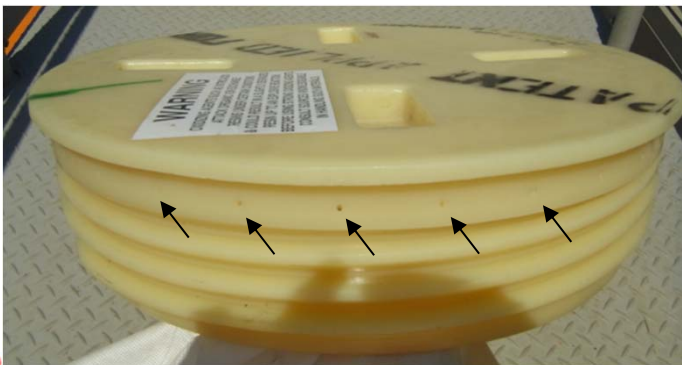
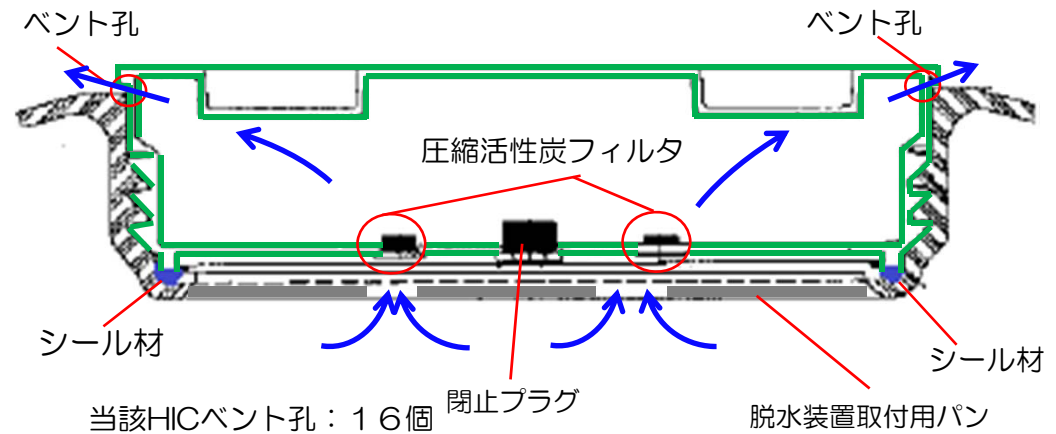
■ ベント孔の調査について

- ベント孔検査を実施していなかったHICについては速やかに、点検を実施しベント孔の有無を確認する。

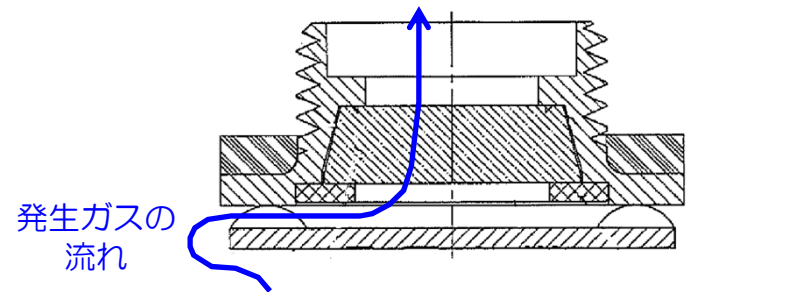
HICの蓋概要



HIC蓋拡大図



圧縮活性炭フィルタ拡大図



HIC蓋開放調査結果（ガス分析結果-2/2）

「HIC上のたまり水発生の原因と対策の検討・実施状況」P.9より

		HIC S/N (攪拌前水位)		H ₂	O ₂	CO	CO ₂	単位： Vol.%
既設 炭酸塩	⑨	L6 (342) (-8mm)	HIC蓋内ガス	0.23	22.97	<0.01	0.14	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.74	20.63	<0.01	0.08	
			HIC直上部攪拌中ガス	0.56	21.98	<0.01	0.07	
	⑩	W6 (243) (0mm)	HIC蓋内ガス	ガス採取できず*				
			HIC直上部攪拌前ガス	9.85	18.40	0.06	0.06	
			HIC直上部攪拌中ガス	12.64	19.58	0.18	0.09	
鉄共沈	⑫	W6 (024) (-56mm)	HIC蓋内ガス	0.20	23.35	0.05	0.16	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.34	22.65	0.06	0.07	
			HIC直上部攪拌中ガス	1.69	22.28	<0.01	0.04	
Cs吸着材	⑬	H3 (133) (-62mm)	HIC蓋内ガス	0.02	23.41	<0.01	0.19	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.03	23.29	<0.01	0.30	
			HIC直上部攪拌中ガス	0.02	23.15	<0.01	0.25	
Sr吸着材	⑭	F4 (102) (-)	HIC蓋内ガス	<0.01	23.44	<0.01	0.23	
			HIC直上部攪拌前ガス	<0.01	23.39	<0.01	0.29	
			HIC直上部攪拌中ガス	<0.01	23.31	<0.01	0.31	
Sr吸着材	⑮	R4 (218) (-)	HIC蓋内ガス	0.02	23.21	<0.01	0.16	
			HIC直上部攪拌前ガス	0.03	21.99	<0.01	0.08	
			HIC直上部攪拌中ガス	ガス採取せず				

*W6(243)は、HIC蓋にベント孔なし。

- 高い値が得られたものは、炭酸塩で、攪拌前の水位が高かった場合が多く、攪拌時のガスを効果的に捕集できた場合と推定。他の場合では空気の混入、水素の拡散の影響を受けた可能性あり

- 鉄共沈スラリーおよび吸着材用HICには水素がほとんど含まれないことを確認