

港湾内に設置したCs・Sr吸着繊維の性能評価結果について

2016年12月22日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

吸着繊維による港湾内の海水浄化について

TEPCO

- 開渠内海水の放射性物質濃度が高い状況における海水の浄化方法を検討するために4号機取水路前（海側遮水壁開口部前）に2015年1月に設置していたCs・Sr吸着繊維について、2016年11月8日に撤去した。
- 吸着性能の評価の結果、吸着性能はCs-137については海水濃度が低い状況で吸着量が頭打ちとなった。
- Sr-90についてはCsに比べて吸着量が大幅に少なかった。

<参考>

- 引揚げた吸着繊維は護岸エリアで解体後、袋詰めして放射性廃棄物として構内で保管している（線量率：BG相当）。
- 海側遮水壁の閉合前と比較して、閉合後は海水中の放射性物質濃度はCs-137で1/10程度(告示濃度の1/30)、Sr-90で1/100程度(告示濃度の1/10以下)に低下している。
- 大雨時に海水濃度の上昇が見られるが、開渠内に流入する排水路の濃度上昇の影響と考えられ、低減対策として排水路の清掃、浄化材の設置を進めている。Cs吸着繊維については排水路の浄化材として一部の箇所を使用している。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【評価方法】

- 吸着繊維の性能評価のため、開渠内海水の放射性物質濃度が高い状況（海側遮水壁閉合前）における吸着性能を評価した。（評価期間：2015/1/15～2015/7/3）
- 吸着繊維を港湾内海水に浸漬後、評価用試料を浸漬期間を5回に分けて回収し、Cs-137、Sr-90の濃度（吸着量）を測定した。（浸漬日数：33,64,103,134,169日）
- 浸漬期間毎の吸着量と港湾内海水のCs-137、Sr-90の平均濃度から平衡状態における濃度の比である分配係数を算出した。

$$\text{分配係数(L/kg)} = \text{固相(Bq/kg)} / \text{液相(Bq/L)}$$

【評価結果-1】

- Cs-137について、海水濃度が上昇しても吸着量は64日以降頭打ちとなった。
 - 吸着量： 3.5×10^5 Bq/kg（169日後）
 - 海水濃度：40 Bq/L（4号機シルトフェンス内側 169日間平均値）
 - 分配係数： 8.8×10^3 L/kg（169日後 4号機シルトフェンス内側海水濃度で算出）
- Sr-90について、海水濃度の上昇につれて吸着量が増加した。
 - 吸着量： 3.0×10^3 Bq/kg（169日後）
 - 海水濃度：670 Bq/L（4号機シルトフェンス内側 169日間平均値）
 - 分配係数：4.5 L/kg（169日後 4号機シルトフェンス内側海水濃度で算出）

【評価結果-2】

- Cs-137の吸着量は、K排水路で浸漬した結果との比較から、吸着繊維が浸漬された液体中の放射性物質濃度が高いほど増加する結果となっている。また、分配係数は模擬海水による室内実験の結果と比べると一桁程度低めであった。
 - ・ 4号機取水路前（今回 再掲）
 - 吸着量： 3.5×10^5 Bq/kg（169日後）
 - 海水濃度：40 Bq/L（4号機シルトフェンス内側 169日間平均値）
 - 分配係数： 8.8×10^3 L/kg（169日後 4号機シルトフェンス内側海水濃度で算出）
 - ・ K排水路（2015年3月4箇所浸漬開始）
 - 吸着量： $4.9 \times 10^6 \sim 3.4 \times 10^7$ Bq/kg（約350日後）
 - 枝排水管からの流入水濃度：約2,000～約4,000 Bq/L
- 海水中に浸漬した吸着繊維を引揚げて観察した結果、表面がコケ等の付着物で汚れていたことから浸漬日数が長くなるにつれてコケ等が付着して吸着性能が低下したことも考えられる。（参考の写真参照）
- Sr-90の吸着量は、Cs-137に比べて海水濃度が10倍以上高いにも係わらず1/100以下となり、海水中に大量の安定Srが存在する環境下ではSr-90の吸着は難しいことを示す結果となっている。

吸着繊維の核種濃度、港湾内海水の核種濃度、吸着繊維の分配係数

Cs吸着繊維

浸漬日 /引揚日	浸漬日数 (日)	Cs吸着繊維の 核種濃度	港湾内海水の核種濃度*		Cs吸着繊維の分配係数	
			4号機シルトフェンス内側海水	南側遮水壁前海水	4号機シルトフェンス内側海水	南側遮水壁前海水
			Cs-137 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)	Cs-137 (L/kg)
2015/1/15	0	0	-	-	-	-
2015/2/17	33	110,000	24	13	4,600	8,500
2015/3/20	64	440,000	22	13	20,000	34,000
2015/4/28	103	410,000	31	15	13,000	27,000
2015/5/29	134	300,000	36	18	8,300	17,000
2015/7/3	169	350,000	40	20	8,800	18,000

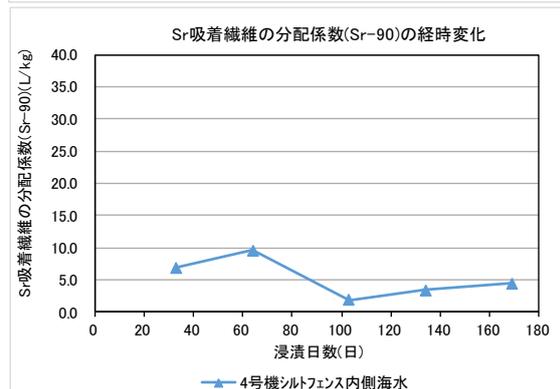
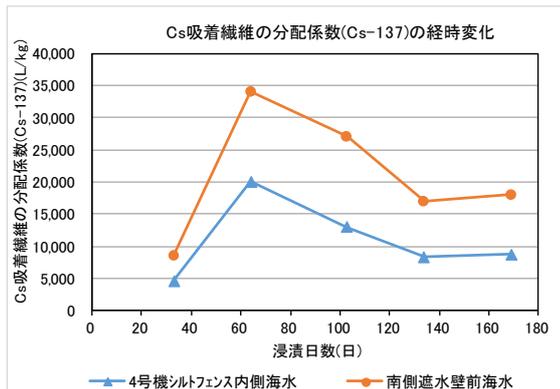
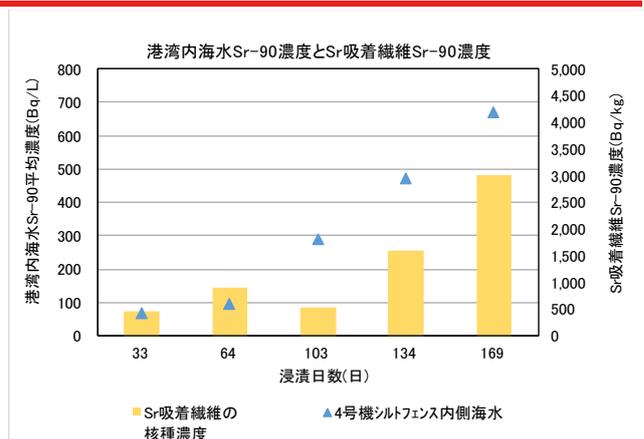
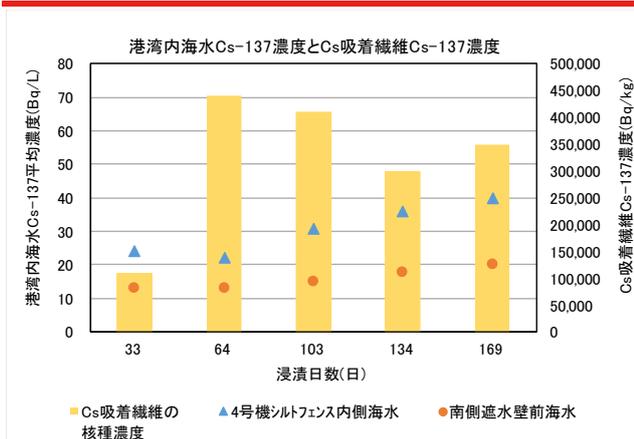
*: 分析用試料の浸漬日(1/15)からそれぞれの引揚日(2/17~7/3)までの平均濃度

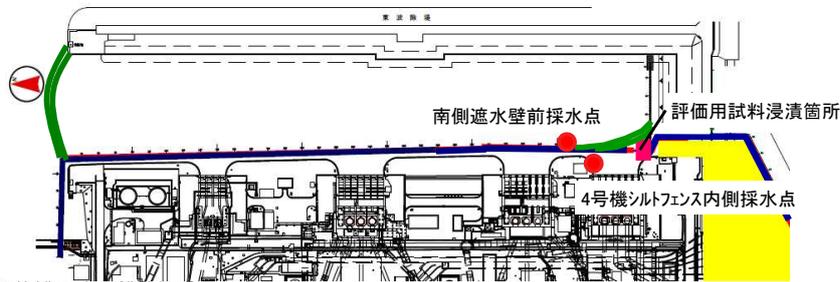
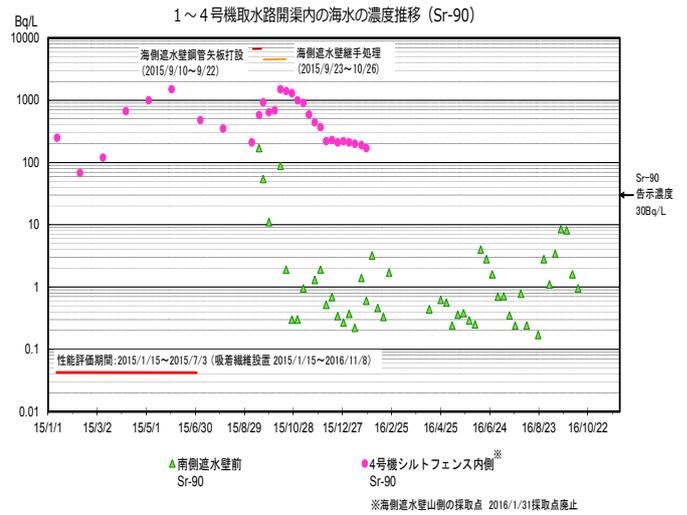
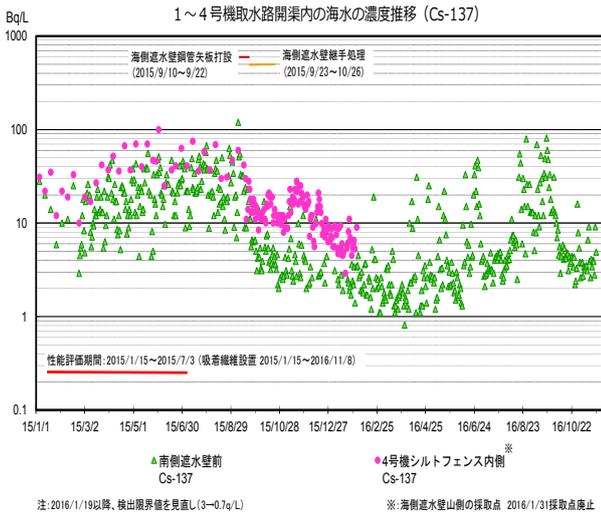
Sr吸着繊維

浸漬日 /引揚日	浸漬日数 (日)	Sr吸着繊維の 核種濃度	港湾内海水の核種濃度*		Sr吸着繊維の分配係数	
			4号機シルトフェンス内側海水	南側遮水壁前海水	4号機シルトフェンス内側海水	南側遮水壁前海水
			Sr-90 (Bq/kg)	Sr-90 (Bq/L)	Sr-90 (Bq/L)	Sr-90 (L/kg)
2015/1/15	0	0	-	-	-	-
2015/2/17	33	470	68	-	6.9	-
2015/3/20	64	900	94	-	9.6	-
2015/4/28	103	530	290	-	1.8	-
2015/5/29	134	1,600	470	-	3.4	-
2015/7/3	169	3,000	670	-	4.5	-

*: 分析用試料の浸漬日(1/15)からそれぞれの引揚日(2/17~7/3)までの平均濃度

Cs・Sr吸着繊維の性能評価結果 (4/4)





2016年11月8日撮影

■ 目的

- ・ 1～4号機取水口付近は、現在もセシウム、ストロンチウム濃度が高いレベル
- ・ 昨年度、3号機取水口前に繊維状セシウム吸着材を設置して浄化試験を実施したが、現在はストロンチウムの濃度がセシウムより高い状況
- ・ 今年度は、セシウム吸着材に加えてストロンチウム吸着材を併せて、海水中放射能濃度の高い4号機取水口付近に設置し、性能を評価
- ・ 評価結果に応じて、設置範囲の拡大等を検討

■ 期待される効果

- ・ セシウムに加え、ストロンチウムの除去能力について評価し、取水路のセシウム、ストロンチウムの濃度低減につなげる。
- ・ 海水中の安定化ストロンチウムと放射性ストロンチウムの吸着割合を評価

設置場所について(1/2)

- ・海水中放射能濃度が高く、潮汐による海水の流動が大きい、
遮水壁開口部（4号機取水路前）付近に設置
(分析・性能評価用のサンプルも併せて設置)



設置場所について(2/2)



ストロンチウム吸着繊維と重ね合わせて固定化



分析・性能評価用のサンプル

セシウム・ストロンチウム吸着繊維装着カーテン状ネット

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

海水浄化の実施スケジュール

■実施概要

H26年11月20日

- ・ストロンチウム吸着繊維（簡易型、1 m×1 m）を4号機取水路前の遮水壁開口部近傍に設置
（ストロンチウム吸着繊維は実海水中への投入実績がないため先行して実施）

H26年12月～H27年1月

- ・セシウム・ストロンチウム吸着繊維を取り付けたカーテン状ネット（20 m×5 m）を遮水壁開口部に設置（H26年12月：準備、H27年1月15日：浸漬）
- ・分析用として、セシウム・ストロンチウム吸着繊維単体（5m）も設置

H27年1月～7月

- ・2週間～1ヶ月に1回引き揚げ、分析・性能評価を実施
- ・繊維への核種吸着量の測定等の性能評価を実施（約6ヶ月）

2-1-2. 交換した浄化材の分析結果



- 排水路清掃時に取り外した浄化材について、試料の採取、分析を行いセシウム回収量を評価した。

表 K排水路浄化材分析結果

番号	設置場所名称	流入水の採水日	流入水のCs-137濃度 (Bq/L)	流入水のCs-137粒子状割合	浄化材の種類	設置量 (kg)	浄化材のCs-137濃度 (Bq/kg)	Cs-137回収量 (Bq)	Cs-137回収量集約 (Bq)
①	枝管 12(8)東	2014/11/26	2200	91%	繊維状吸着材	1	4.9E+06	4.9E+06	6.5E+08
②-1	枝管 12(7)東	2014/11/26	1900	81%	繊維状吸着材	2	8.2E+06	1.6E+07	
②-2					ゼオライト	50	2.2E+06	1.1E+08	
③-1	枝管 12(5)東	2014/11/26	4000	53%	繊維状吸着材	2	2.8E+07	5.6E+08	
③-2					ゼオライト	50	1.5E+06	7.5E+07	
④-1	枝管 34(2)東	2014/12/1	2400	21%	繊維状吸着材	5	3.4E+07	1.7E+08	
④-2					ゼオライト	120	7.8E+05	9.4E+07	
⑤	枝管 34(6)東	2014/12/1	6400	9%	ゼオライト	120	9.7E+05	1.2E+08	8.7E+07
⑥	枝管 34(22)東	2014/12/1	3900	100%	ゼオライト	50	1.5E+05	7.5E+06	
⑦-1	排水路②上流	-	43	-	ゼオライト	400	1.8E+04	7.2E+06	
⑦-2	排水路②中流	-	43	-	ゼオライト	400	1.8E+04	7.2E+06	
⑦-3	排水路②下流	-	43	-	ゼオライト	400	6.5E+03	2.6E+06	
⑧-1	排水路①上流	-	41	-	ゼオライト	400	8.9E+03	3.6E+06	
⑧-2	排水路①中流	-	41	-	ゼオライト	400	1.6E+04	6.4E+06	
⑧-3	排水路①下流	-	41	-	ゼオライト	400	1.5E+05	6.0E+07	
総計								7.4E+08	

※流入水のCs-137濃度は、①～⑥の枝管については採水日、⑦～⑧のゼオライトは設置期間(約1年)のK排水路排水口濃度の平均値



©Tokyo Electric Power Company