

増設ALPS配管洗浄作業における身体汚染発生

2023年10月31日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

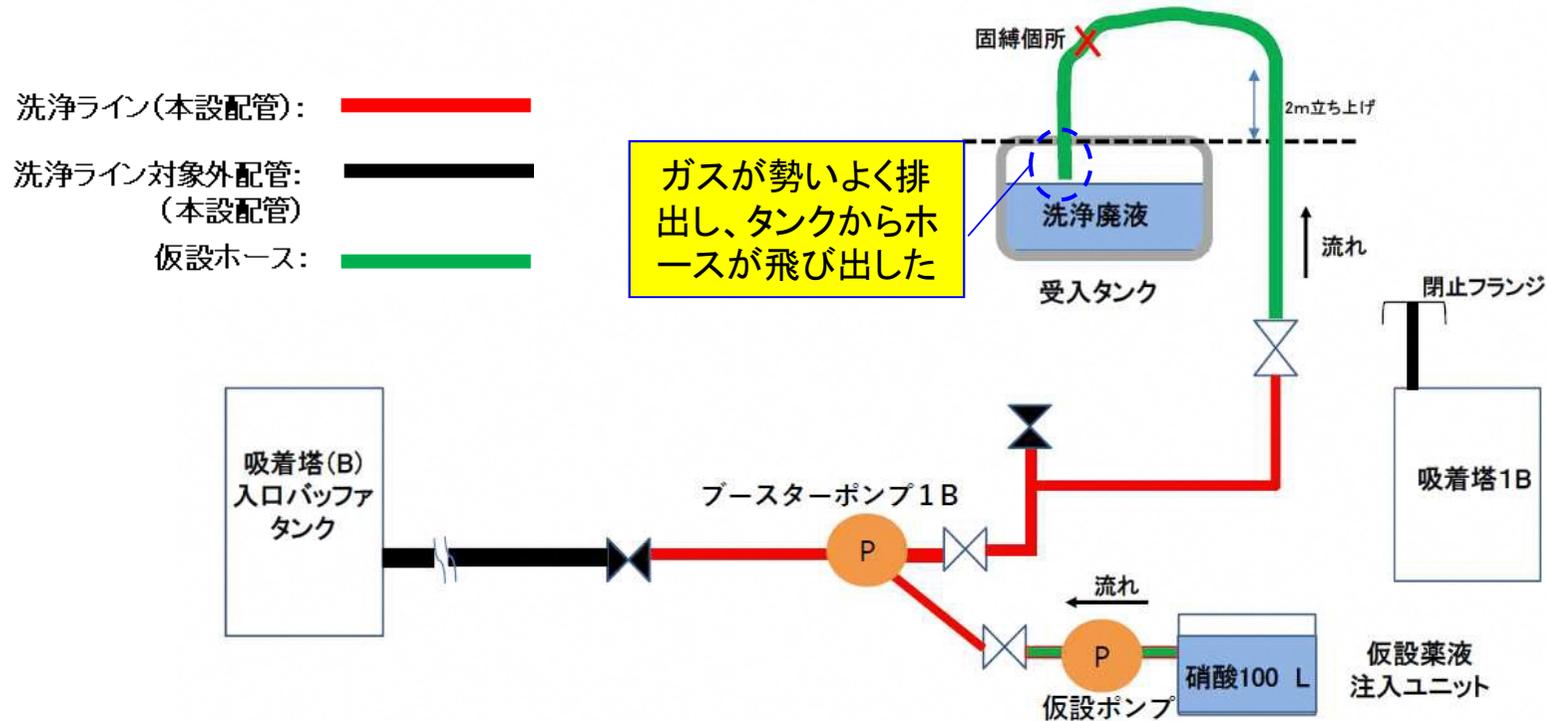
- 2023年10月25日 10時40分頃、増設ALPSのクロスフローフィルタ出口配管内の洗浄作業を実施していたところ、洗浄廃液を移送していた受入タンク内から仮設ホースが外れ、近傍で作業を実施していた協力企業作業員2名(A,B)に洗浄廃液が飛散した。
- 外れたホースを速やかにタンク内に戻した上記作業員1名(A)のAPD(β線)が鳴動。
- 近傍で同作業にあっていた作業員は身体汚染の可能性があることから、ERにて汚染測定を実施した結果、5名のうち洗浄廃液が飛散した2名(A,B)および飛散水の清掃にあたった2名(D,E)に身体汚染あり、1名(C)は身体汚染なしを確認。
- その後、身体汚染を確認した4名(A,B,D,E)の除染を実施し、飛散水の清掃を実施した2名(D,E)は除染が完了。洗浄廃液が飛散した2名(A,B)については、汚染レベルは下がったものの、退出基準(4Bq/cm²)以下までの除染が困難であったことから、福島県立医科大学附属病院へ搬送。
- なお、汚染測定を実施した5名については鼻腔スミアを実施し、内部取り込みがないことを確認。また、ER医師の診断の結果、薬液による熱傷はなく、放射線障害による熱傷の可能性は低いと判断された。
- 福島県立医科大学附属病院へ搬送された2名(A,B)については、診断後に入院。
- 病院での処置を受けた後、10/28に退院。元請け企業によると、現時点で2名(A,B)の体調面に問題はなく、汚染部位の皮膚に特に異常は確認されていない。
- ホース先端がタンクから外れた原因は、配管内部に溜まった炭酸塩と洗浄薬液(硝酸)の反応によって発生したガスが勢いよく排出され、タンクから外れたものと判断。

2. 時系列

時系列	
5:30頃	<ul style="list-style-type: none">朝礼、TBM-KY
7:30頃	<ul style="list-style-type: none">現場KY、作業開始
10:40頃	<ul style="list-style-type: none">ホースの外れによる洗浄廃液の飛散が発生外れたホースの戻し、飛散水の簡易ふき取り
11:10頃	<ul style="list-style-type: none">当社に連絡作業員5名の汚染した装備を脱衣し、簡易な身体除染を実施
12:28	<ul style="list-style-type: none">1人目（A）の身体汚染者がERに到着（飛散時に最も至近距離にいた作業員）
12:32頃	<ul style="list-style-type: none">1人目（A）の除染を開始
12:40	<ul style="list-style-type: none">第25条報告（第一報）を通報
12:42	<ul style="list-style-type: none">残り4名（B～E）がERに到着し、除染を開始
13:08	<ul style="list-style-type: none">増設A L P S建屋への関係者以外の立ち入り制限を実施
14:45	<ul style="list-style-type: none">作業員5名の放射性物質の内部取り込みなしを確認作業員5名のうち1名（C）身体汚染なし、2名（D,E）除染完了
19:23	<ul style="list-style-type: none">残る作業員2名（A,B）の管理区域退出レベル以下の除染は困難と判断
19:52	<ul style="list-style-type: none">第25条報告（第二報）を通報
20:59	<ul style="list-style-type: none">作業員2名（A,B）が福島医大付属病院へ出発
22:25	<ul style="list-style-type: none">福島医大付属病院へ到着
00:10	<ul style="list-style-type: none">作業員2名（A,B）については診断後に入院。
10/28PM	<ul style="list-style-type: none">作業員2名（A,B）が退院。

3. 発生状況

- ALPSの運転に伴い配管内に溜まった炭酸塩を硝酸で溶かして洗浄する作業を実施
- 配管内部に溜まった炭酸塩と洗浄薬液（硝酸）の反応によって発生したガスが、受入タンク内のホース先端部から勢いよく排出されたことによりタンクからホースが飛び出し、近傍で作業を実施していた協力企業作業員2名（A,B）に洗浄廃液が飛散し、汚染した。
- 飛散した洗浄液を清掃した作業員のうち2名（D,E）は、清掃時または装備（アノラック）脱衣時に汚染したものと推定。



4. 作業計画および身体汚染結果

■ 本作業の計画線量：0.6mSv APD警報設定値：ガンマ0.5mSv、ベータ5mSv

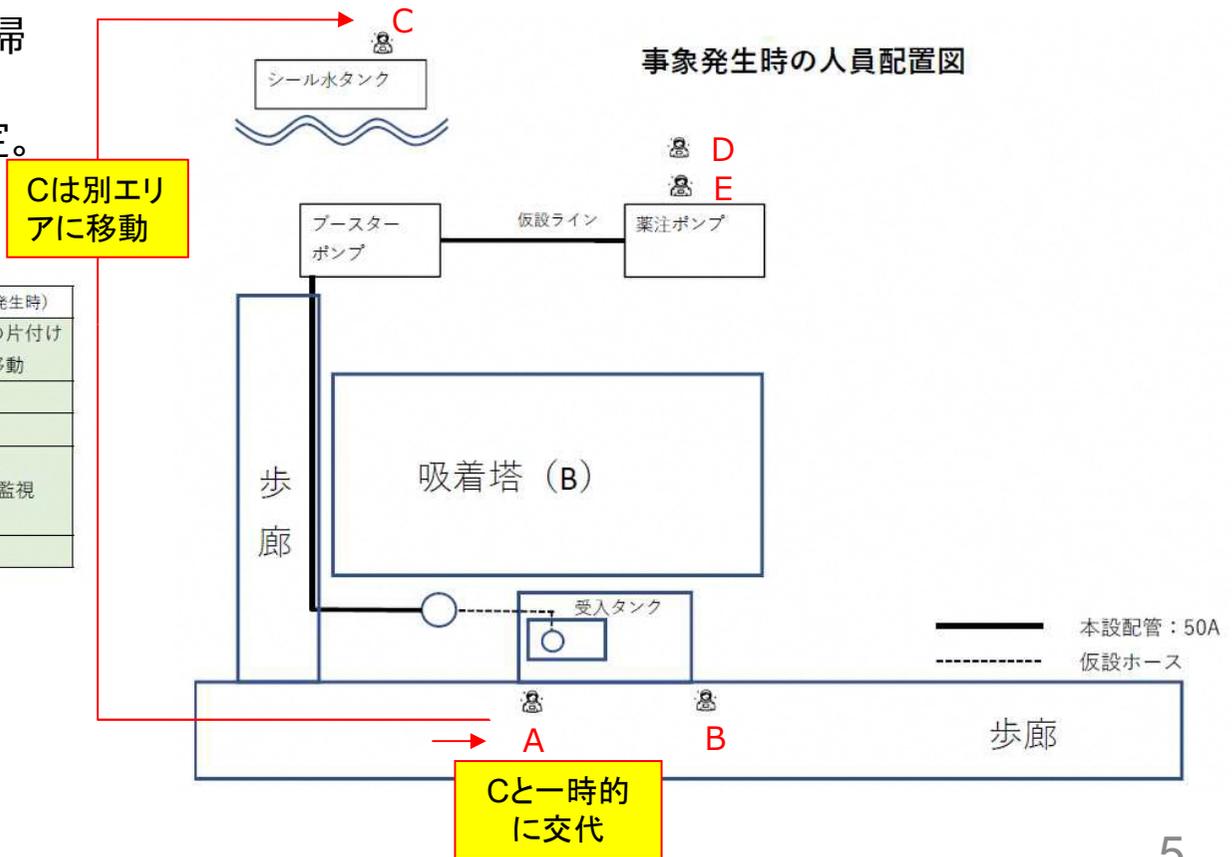
作業員ごとの装備、汚染状況、内部・外部被ばく

作業員	年齢 性別	装備	汚染状況 (除染前)	汚染状況 (除染後)	内部ひばく	外部被ばく (mSv)
A 会社1	20 代 男性	<ul style="list-style-type: none"> 作業用カバーオール2重※ 靴下2重・ゴム手袋2重 全面マスク リングバッジ 水晶体バッジ 	全身 (100kcpm超)	除染後、 病院搬送	鼻腔スミア結果 異常なし B.G相当	γ：0.11 β：6.6
B 会社1	40 代 男性	※：作業員Bは飛散を発見後、 飛散水の簡易ふき取りを 実施する前にアノラック (下)を着用	下半身、両手 (3.5kcpm)	除染後、 病院搬送		γ：0.07 β：1.6
C 会社2	30 代 男性	<ul style="list-style-type: none"> 作業用カバーオール+ アノラック 靴下2重・ゴム手袋3重 全面マスク リングバッジ 水晶体バッジ 	汚染なし	汚染なし		γ：0.16 β：2.0
D 会社3	30 代 男性		下半身 (1.4kcpm)	汚染なし		γ：0.02 β：0.2
E 会社1	40 代 男性		下半身、両手 (13kcpm)	汚染なし		γ：0.02 β：0.3

5. 汚染した原因

- 薬注ポンプで注入中、発生するガスの発生に合わせてポンプの起動・停止を繰り返していたが、作業員Cは、受入タンクの水位上昇やホースが動くことがなかったため、タンク監視を作業員Aと一時的に交代し、別エリアで行っていた作業場に移動。
- 作業員Cが作業員Aと一時的に交代した際、作業員Aがアノラックを着用せずに作業をした。
- その後、ホースからの飛散が発生し、カバーオールに付着・浸透し汚染。
- また、タンク近傍にいた作業員Bについてもカバーオールに付着・浸透し汚染。
- 作業員D、Eについては、清掃時または装備（アノラック）脱衣時に汚染したものと推定。

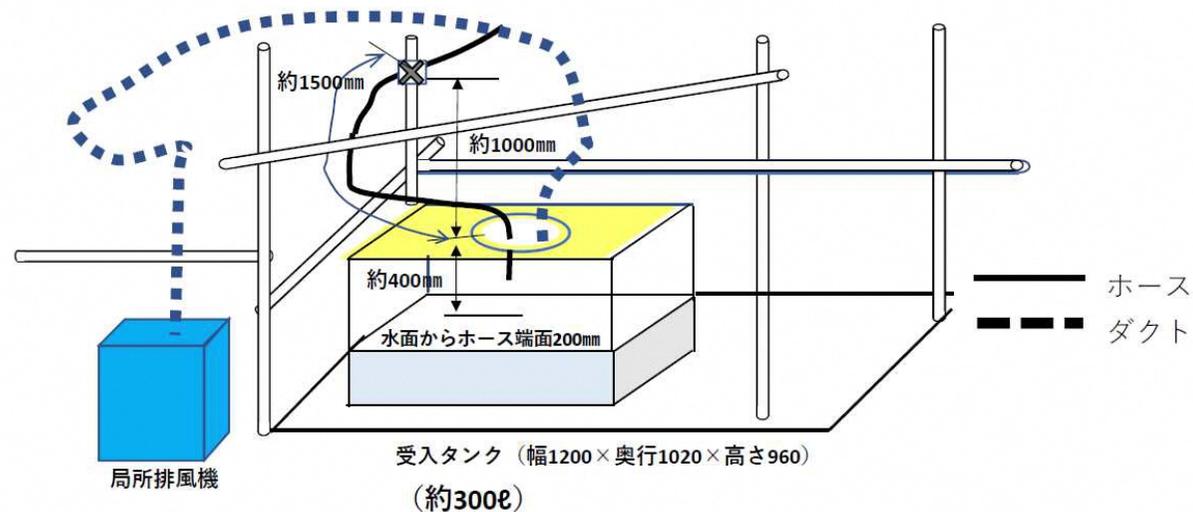
	作業員	役割分担（作業開始時）	役割分担（事象発生時）
作業員	C	受入タンク監視	他配管洗浄後の片付け 作業場に移動
	D	薬注ポンプ操作	同左
	E	薬注ポンプ監視	同左
	A	受入タンク監視（助勢）	受入タンク監視
	B	受入タンク監視（助勢）	同左



6. ホースが外れた原因

- 仮設ホースの固縛の位置はタンクから距離があったため、炭酸塩と硝酸の反応で発生したガスが勢いよく排出した際にホース先端がタンクから飛び出した。
- なお、炭酸塩と硝酸の反応によってガスが発生することは認識していたため、仮設ホース内のガス発生状況を監視しながら洗浄作業を実施していたものの、過去に実施してきた同作業において、ホースがタンクから外れる程のガスの排出は経験がなかった。

仮設タンク周辺状況（作業中）



7. 対策

■ 飛散させない対策

- 勢いよくガスが排出された場合でもホースが飛び出さない適切な固縛位置を計画する。
- 工事監理員および工事担当者は、計画通りの固縛位置になっていることを作業開始前に確認することとする。

■ 汚染させない対策

- 作業に適した装備の徹底を図る。水を扱わない作業者であっても、水の飛散により汚染する恐れがある場合は、アノラックを着用する。

- 本事象を踏まえ、当日の作業体制・役割分担および各作業員の装備について確認することを所内で改めて周知済。

7. 対策

■ 飛散させない対策

- 勢いよくガスが排出された場合でもホースが飛び出さない適切な固縛位置を計画する。
- 工事監理員および工事担当者は、計画通りの固縛位置になっていることを作業開始前に確認することとする。

■ 汚染させない対策

- 作業に適した装備の徹底を図る。水を扱わない作業者であっても、水の飛散により汚染する恐れがある場合は、アノラックを着用する。

- 本事象を踏まえ、当日の作業体制・役割分担および各作業員の装備について確認することを所内で改めて周知済。

(参考) 増設ALPS配管洗浄作業におけるAPD警報設定値越えについて

- ✓ 今回、APDの警報設定値を超えた作業員AのAPD警報設定値及びAPD実績値は、以下の表の通りである。

	APD警報設定値	APD実績値
β線	5.0mSv	6.6mSv
γ線	0.5mSv	0.11mSv

- ✓ β線のAPD警報設定値は、作業に応じて設定するが、設定しない限り初期設定値として5 mSvとしている。尚、5mSvは、年間の皮膚の等価線量限度500mSvに対して、保守的に設定している。
- ✓ 作業員AのAPDのβ線線量値は、6.6mSvであり、年間の皮膚の等価線量限度500mSvに対して十分に低く、また、仮に作業員AのAPDのβ線線量値を実効線量として皮膚の組織荷重係数(0.01)を乗じてγ線線量値に加算しても、以下の通り評価され、年間の実効線量限度50mSvに対して十分に低い。

$$0.11\text{mSv}(\gamma \text{線}) + 0.066\text{mSv}(\beta \text{線}) = 0.176\text{mSv}$$

- ✓ 尚、APDのβ線線量値は付着した放射性物質からの皮膚の等価線量は含まれておらず、これについては現在評価中である。

(参考) 過去5年間に発生した不適合事象 (身体汚染)

- ✓ 過去5年間に発生した不適合事象 (身体汚染) は、以下の通り。
- ✓ 不適合の基準は、以下の2つ
 - ・内部取り込みが発生した場合または内部取り込みが発生せずとも口・鼻周りに汚染が発生した場合
 - ・除染しても退出モニタにて退出基準を下回らない場合等。
- ✓ 尚、過去5年間においては、退出モニタにて退出基準を下回らないケースは発生していない。

	発生日	発生場所	概要
①	2022.5.25	高温焼却炉建屋	Yzoneの資材をサーベイ、除染することなく担いで運搬したことで右耳周り、あご下、首回り及び保護衣へ汚染伝播。
②	2022.1.6	H4タンクエリア	汚染した枯葉を触れたゴム手袋で、顔面に触れたことによる汚染伝播
③	2021.11.19	淡水化处理設備	G-Yβ連通設備開放時、G装備に伝播した汚染がY装備着脱時に顔面に汚染伝播
④	2021.3.10	プロセス主建屋	発汗による全面マスクの曇りを取ろうとして、汚染したゴム手袋で顔面に触れたことによる汚染伝播
⑤	2020.8.18	3号機T/B	半面マスク作業時に刷毛による清掃を行い、舞い上がった粉塵が顔面の露出部に付着
⑥	2020.4.13	プロセス主建屋	作業中の全面マスク吐出弁の不具合による、呼吸に伴う放射性物質の取込み
⑦	2020.2.6	2号機R/B	全面マスクの取外し時に、マスクに付着した汚染が顔面部へ汚染伝播
⑧	2020.2.18	プロセス主建屋	全面マスクの取外し時に、マスクに付着した汚染が顔面部へ汚染伝播
⑨	2019.10.11	サイトバンカ 建屋	靴の履き替え時に、床面に足裏を着地させたことで床面の汚染が足裏へ汚染伝播
⑩	2019.6.6	4号機T/B	靴の履き替え箇所に靴が不足しており、靴を履かずに作業エリアへ入室し、床面に足裏を着地させたことで床面の汚染が足裏へ汚染伝播

(参考) 増設ALPS 系統図

