

2号機TIP案内管付着物の 簡易金属分析結果について

2013年11月28日

東京電力株式会社



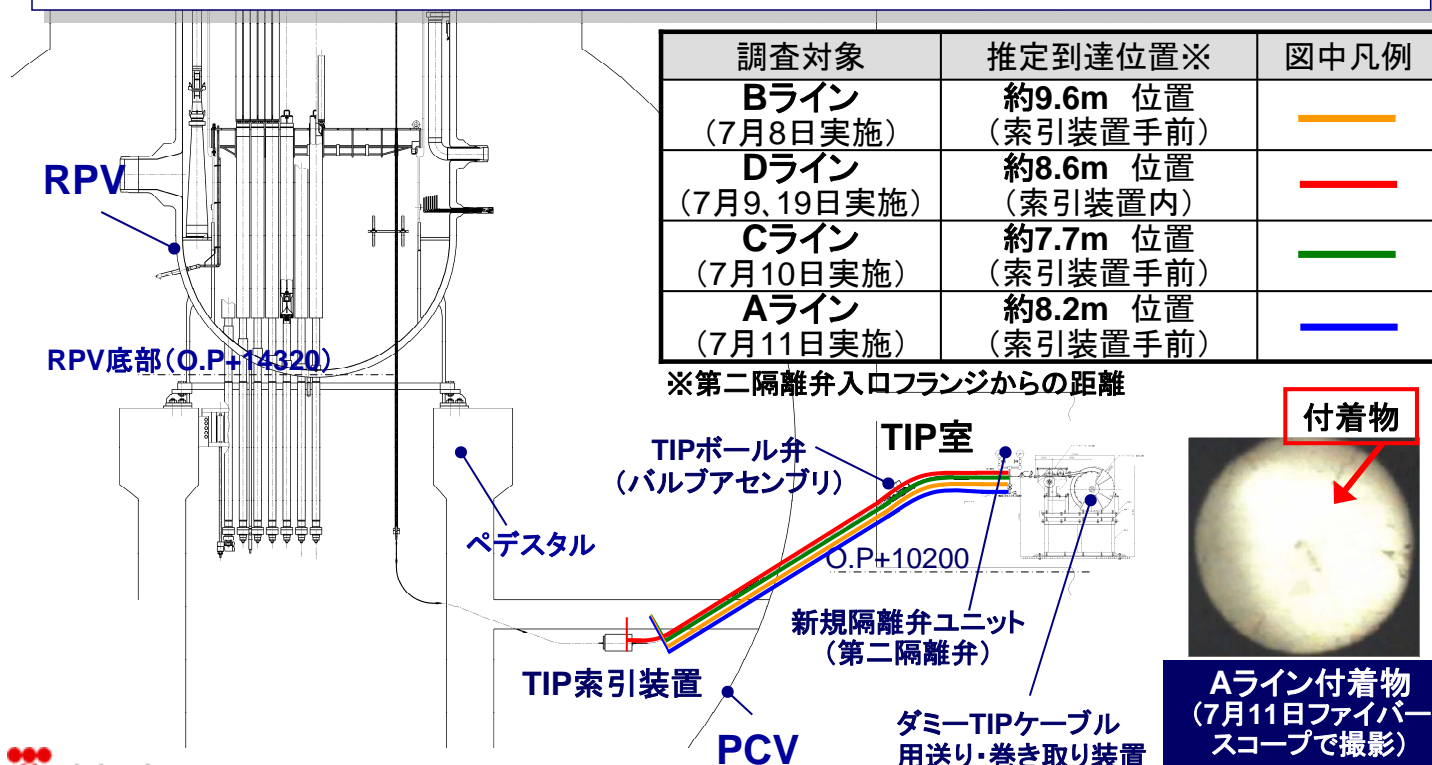
東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

1. これまでの経緯

2

- 2号機TIP案内管のファイバースコープによる健全性確認作業を行い、TIP案内管内部に付着物による閉塞を確認(H25年2月)。
- ダミーTIPケーブルによる障害物対策を行い、TIP案内管の健全性確認を再実施した際、索引装置付近で挿入不可となり、ケーブル先端に付着物を確認(H25年7月)。



2. 簡易金属分析の目的

3

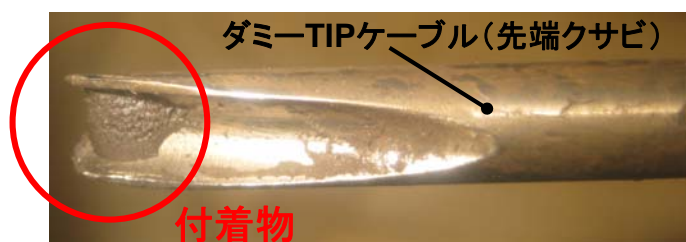
- 閉塞物(付着物)の種類、混入ルートを特定することを目的として、ダミーTIPケーブル先端の付着物の成分分析(構成元素の把握)を試みることにした。
- 携帯型の簡易蛍光X線分析装置※を用いて金属分析を実施。
※試料にX線を照射して発生する蛍光X線のエネルギー(波長)や強度を解析することにより試料を構成する元素の種類や含有量を調べる装置



携帯型蛍光X線
分析装置



検出窓に試料を押しつけ、分析している様子



TIP案内管(Bライン)に挿入した
ダミーTIPケーブル先端付着物の状況

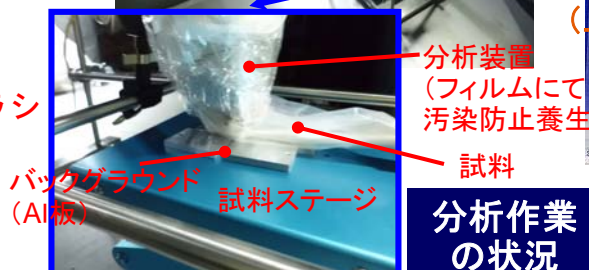
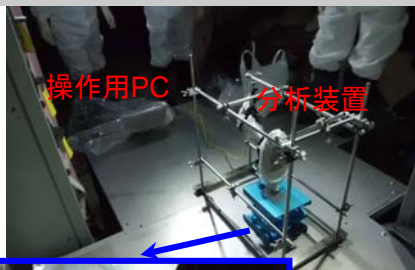
3. 金属分析方法の概要(測定方法)

4

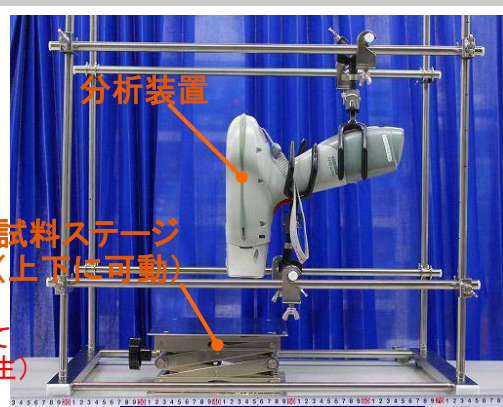
- 分析対象試料
比較的量の多かったBライン(7/8採取)、Dライン(7/9採取)の付着物を選定。ダミーTIPケーブル先端より歯ブラシ、綿棒に付着させ取り除いた状態。
- 分析方法
通常は検出窓に試料を押し付けて分析を行うが、試料が高線量であることから、被ばく低減のため装置の遠隔操作方法を検討。試料を試料ステージに載せて、分析装置の検出窓付近へ固定した状態で分析を実施。装置の操作は、通信ケーブルで装置と接続した操作用PCにて離れた位置で実施。
- 分析場所: 2号機タービン建屋1階南西エリア(雰囲気線量: 0.1mSv/h)



試料外観



分析作業
の状況



分析装置外観

試料	測定日	確認された元素
TIP-B (歯ブラシ付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zr、Mo
TIP-B (粉状※1)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo
TIP-B (綿棒付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo
TIP-D (塊状※2)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr
TIP-D (歯ブラシ付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zr、Mo

※1:袋の中に入っていた粉状の物質を寄せ集めて測定を実施

※2:袋の中に入っていた塊状の物質を測定

5. 分析結果の考察

■TIP-B・Dラインの付着物で主に検出された元素

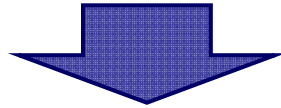
Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo

- Zrは燃料被覆管、チャンネルボックスに由来するものと考えられるが、Zrの存在形態（金属、酸化物などの化合物等）については不明。
- Fe、Cr、Niは、TIP案内管あるいは炉内構造物等に使用されているステンレス鋼などに起因するものと考えられる。
- Coは由来は特定できないが、通常運転時の炉水中にも含まれる。
- Mnは、RPVに使用されているマンガン・モリブデン鋼などに起因するものと考えられる。
- Moは、TIP案内管内面に潤滑剤として塗布されている二硫化モリブデン(MoS₂)に起因するものと考えられる。また、マンガン・モリブデン鋼やステンレス鋼などの構造材の材料に起因することも考えられる。
- Clは、主に装置の汚染防止のために用いたフィルムに起因しており、海水成分として含有しているかは明確には不明。
- Cuは、試料の分析の際に用いたAl板にも含まれており、明確に含有しているかは不明。



■TIP案内管は付着物のため閉塞した状態であるが、付着物成分の由来の考察より、TIP案内管の気密性が喪失し開放した状態となって炉内と通じるルートができ、混入した可能性がある。

- 閉塞物の種類、混入ルートを特定する目的に対して、今回の金属成分分析結果より断定はできないものの、ある程度の考察は得られたと考える。
- 詳細分析を実施するには、1F構外への輸送が必要となるが、付着物が高線量のため計測器や分析場所の制約により1F構内での α 線測定が困難であり、輸送容器決定に必要な放射エネルギーの評価が難しい。余裕を確保してB型容器での輸送も考えられるが、B型輸送に必要な手続き(輸送物の設計審査、輸送容器製作・検査、輸送計画の確認等)には1年以上かかる見込み。

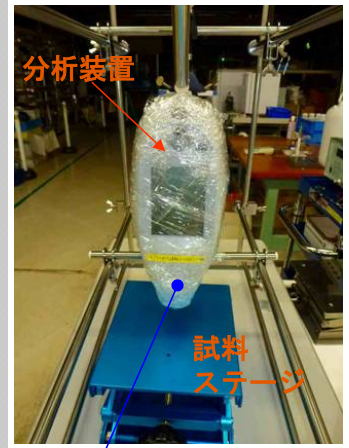


- TIP案内管の炉内調査等への活用の観点では、時間をかけて詳細な成分分析を実施するよりも、炉内へのアクセス方法の検討が重要であることから、混入ルート特定を目的とした成分分析は一旦終了する。
※他の目的で付着物の詳細分析が必要な場合には、別途、輸送方法も含め検討する。
- TIP案内管を活用した炉内調査、温度計設置作業の取り組みで得られた結果については、国PJで実施を計画している「圧力容器内部調査技術の開発」における炉内アクセス方法の検討に活用していく。

【参考①】ダミーTIPケーブル先端の付着物の状況

対象	写真	状況
Bライン (7/8)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が広範囲に汚れていた。 γ 線: 5mSv/h、 $\gamma + \beta$ 線: 200mSv/h
Dライン (7/9)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が一部だけ汚れていた。 γ 線: 14mSv/h、 $\gamma + \beta$ 線: 30mSv/h
Cライン (7/10)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が広範囲に汚れていた。 γ 線: 50mSv/h、 $\gamma + \beta$ 線: 200mSv/h
Aライン (7/11)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が一部だけ汚れていた。 γ 線: 17mSv/h、 $\gamma + \beta$ 線: 45mSv/h
Dライン (7/19) 追加作業		ダミーTIPケーブルを引き抜き後、全体的に付着物を確認。 γ 線: 95.0mSv/h、 $\gamma + \beta$ 線: 120.0mSv/h

- 測定で得られるX線スペクトル分布より、試料固有のX線スペクトルピークに対して定性分析(元素の確認)を行う。
- 分析結果を評価する上での留意事項
 - 分析装置の分析対象元素はTi~Biの範囲※
(スペクトルを見ることでS~Biの範囲まで確認可能)
※気体、揮発性物質、強磁性体物質を除く
 - 本装置は合金の判別を行うための物であり、今回の場合、試料が微量のため定量化が困難 → **定性分析を実施**
 - 分析装置の汚染防止のためフィルムを通して分析したため、フィルムの成分であるClが検出される。
 - 分析実施の際にバックグラウンド(BG)として既知のAl板を用いている。Al板には微量のFeとCuが含まれている。



フィルムにて汚染防止養生

H																	He				
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	L	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

■ : 分析装置対象元素
□ : スペクトルで確認可能な範囲

L:ランタノイド元素
東京電力

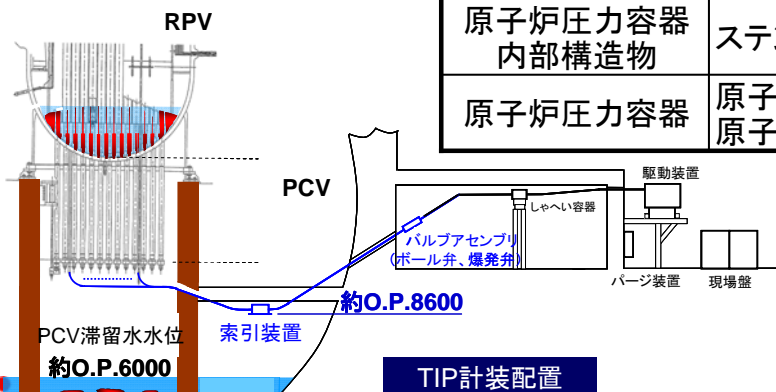
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

【参考③】TIP系統構成機器の主要材料

構成機器	主要材料
TIP駆動装置	炭素鋼
遮へい容器	炭素鋼、鉛、ステンレス鋼
TIPパージ装置	ステンレス鋼、炭素鋼
TIP爆発弁	ステンレス鋼、アルミニウム合金、火薬
TIPボール弁	ステンレス鋼、炭素鋼、アルミニウム合金
TIP案内管	ステンレス鋼、乾燥潤滑剤(二硫化モリブデン、フェノール樹脂)
TIP索引装置	ステンレス鋼、炭素鋼、アルミニウム合金、黄銅
TIP校正管	ステンレス鋼
LPRM検出器	ステンレス鋼、Cu-Zn(クロムメッキ) アルミナセラミック:ケーブル絶縁材
炉心支持構造物	ステンレス鋼、ニッケル合金
原子炉圧力容器内部構造物	ステンレス鋼、ニッケル合金
原子炉圧力容器	原子力発電用マンガン・モリブデン鋼、 原子力発電用鍛鋼品、ステンレス鋼、ニッケル合金

格納容器外
格納容器内
(通常運転時は
隔離されている)



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社