

伊方発電所1号機 廃止措置における被ばく低減について

平成29年7月18日
四国電力株式会社

1. 放射能レベル低減方策

廃止措置にあたり解体・撤去を行う設備に対して放射能レベルを低減させる方策としては、大きく分けて時間的減衰を図る方法と全系統除染を実施する方法がある。

① 時間的減衰

安全貯蔵期間を長く設定することにより、放射能を時間的に減衰させる。

- 安全貯蔵期間の長さに応じた放射能の時間的減衰により、放射線業務従事者の被ばく低減効果が期待できる。
- 安全貯蔵期間を長くすると、廃止措置全体の期間が長くなる。
- 放射化による汚染※¹および二次的な汚染※²に対して有効。

② 全系統除染

化学薬品を系統全体に流すことにより、設備や配管表面に付着した放射性物質を除去する。

- 系統全体の放射線量が高い場合に被ばく低減に有効であり、また、廃止措置全体の期間を短くできる。
- 全系統除染はポンプ等プラント設備を使用することから、廃止措置開始の早い段階で実施する必要があり、除染作業に伴う被ばくと放射能レベルの比較的高い廃棄物が発生することとなる。
- 二次的な汚染に対して有効。

※1：原子炉運転中の中性子照射により、炉内構造物等の構造材が放射化されるため、このような汚染を放射化による汚染という。ここで、炉心構造物等の材質はステンレス鋼であり、これに不純物として含まれるC⁶⁰の放射化により生成される⁶⁰C⁶⁰が他の物質に比べて線量の寄与度が高い。

※2：1次冷却材中には、配管等の母材部から剥離または溶解した腐食生成物が存在しており、これに不純物として含まれるC⁶⁰が炉心部で放射化され、循環の過程で配管等の表面に付着する。このような汚染を二次的な汚染という。これについても※1と同様、⁶⁰C⁶⁰の線量寄与度が高い。

2. 放射能レベル低減方策の選定

伊方1号機は、蒸気発生器や広範囲にわたる1次系配管の取替を行っており、系統全体としては比較的放射線量が低いことから全系統除染は行わず、安全貯蔵を長くすることや線量の高い箇所の特化した部分的な除染を行うことで、被ばくならびに放射性廃棄物の低減を図ることとしている。

具体的には、

- 安全貯蔵期間を25年と長くすることで第3段階に解体撤去を行う線量の高い原子炉領域設備（原子炉容器、炉内構造物等）及びメインループを構成する設備（蒸気発生器、一次冷却材ポンプ、一次冷却材管等）の放射能の時間的な減衰を図り、放射線業務従事者の被ばく低減に資することとしている。
- 時間的な減衰によりプラント全体の放射能レベルが低減するとともに、詳細な汚染状況の調査を踏まえ、除染が有効と考えられる範囲については部分的な除染を行うことにより、例えば、設備や配管表面に付着した放射性物質の放射能レベル区分をL2からL3へ下げるなど、系統除染と同等の放射能レベル区分まで下げることができ、放射性廃棄物の発生量の低減を図れると考えている。また、系統除染に伴い発生する放射能レベルの比較的高い廃棄物も抑制できる。なお、放射能レベル区分毎の廃棄物量については、第1段階にて精査し、第2段階開始までに行う廃止措置計画変更認可申請に反映することとしている。

3. 安全貯蔵期間の設定

時間的減衰を図るとの方針の下、以下の考え方に基づき安全貯蔵期間を設定

電離放射線障害防止規則（第3条の2抜粋）

労働者が常時立ち入る場所における外部放射線による実効線量と空気中の放射性物質による実効線量との合計を1週間につき1 mSv以下にしなければならない。

1週間の作業時間を40時間と想定した場合の線量当量率は0.025 mSv/hであるが、管理区域には1日10時間立入できることなどより、保守性を見込んで0.01 mSv/hを目安に安全貯蔵期間を設定することとした。

原子炉格納容器内の雰囲気線量当量率は最大で0.15 mSv/hであるが、今後、機器・配管等の内部に残存している水による遮蔽効果がなくなることなどを考慮して0.23 mSv/h程度に増加すると推定した。

PWRプラントの支配的な外部被ばく線源はコバルト60であることから、半減期が約5.3年であることを考慮し、雰囲気線量当量率を0.01 mSv/hまで減衰させるために安全貯蔵期間を25年として設定した。

4. 被ばく低減効果

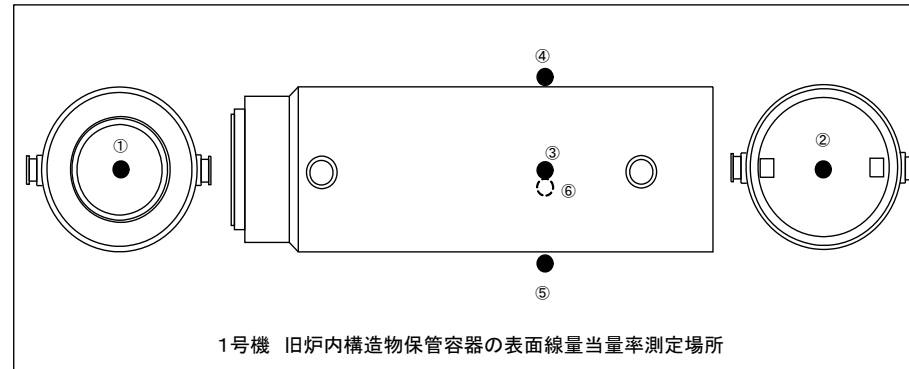
- 放射化による汚染および二次的な汚染ともに、放射線業務従事者の被ばくへの寄与は、コバルト60が大きいことより、安全貯蔵期間を10年間長くすることで、コバルト60の放射エネルギーは時間的減衰により低下し、作業場の線量当量率が低減できる。

具体的には、コバルト60の半減期は約5.3年であることから、放射線業務従事者の被ばくは $1/2^{(10/5.3)} \approx 1/4$ 程度になると考えられる。

- また、二次的な汚染により線量の高い設備については、機械的方法または化学的方法を効果的に組み合わせた除染を行い、放射化による汚染により放射能レベルの比較的高い原子炉領域設備の解体においては、水中での切断、遠隔操作による切断等の工法を採用することにより、更なる被ばく低減を図ることとする。

【参考1】 1号機 旧炉内構造物保管容器の表面線量当量率 減衰状況

放射化により汚染された放射性廃棄物の例として、
伊方1号機 旧炉内構造物保管容器の表面線量当量率について減衰状況の確認結果を以下に示す。

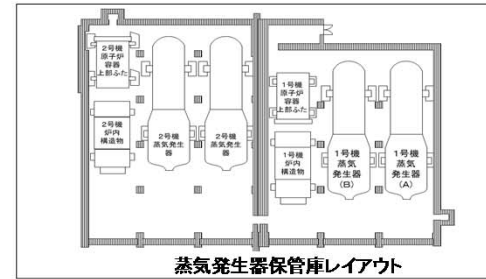
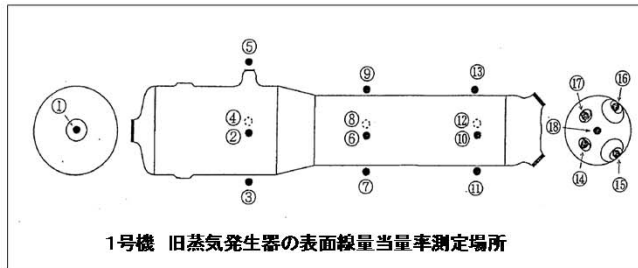


測定点	表面線量当量率 (mSv/h)		減衰状況 ^(※)
	H16.10.11 ～ H16.10.16	H28.8.18	
1	<0.001	<0.001	—
2	0.25	0.080	1/3
3	0.50	0.082	1/6
4	0.60	測定不可	—
5	0.45	0.085	1/5
6	0.55	0.073	1/8

※: Co-60の半減期は約5.3年のため、計算上は11.8年経過すれば約4.7分の1まで減衰

【参考2】 1号機 旧蒸気発生器の表面線量当量率 減衰状況

二次的な汚染による放射性物質の例として、
伊方1号機 旧蒸気発生器の表面線量当量率について減衰状況の確認結果を以下に示す。



●1号機 旧A蒸気発生器

測定点	表面線量当量率(mSv/h)		減衰状況 ^(※1)
	H10. 2.16	H28.4.18 【182年後】	
1	0.040	0.003	1/13
2	0.010	<0.001	—
3	0.018	<0.001	—
4	0.0092	測定不可	—
5	0.0080	測定不可	—
6	0.75	0.037	1/20
7	0.55	0.035	1/16
8	0.65	測定不可	—
9	0.55	測定不可	—
10	0.45	0.036	1/13
11	0.30	0.030	1/10
12	0.35	測定不可	—
13	0.40	測定不可	—
14	0.20	0.003	1/67
15	0.50	0.008	1/63
16	0.45	測定不可	—
17	0.25	0.003	1/83
18	0.65	0.002	1/325

●1号機 旧B蒸気発生器

測定点	表面線量当量率(mSv/h)		減衰状況 ^(※1)
	H10. 2.18	H28.4.18 【182年後】	
1	0.040	測定不可	—
2	0.0030	測定不可	—
3	0.0030	<0.001	<1/3
4 ^(※2)	0.0030	0.004	1/0.75
5	0.0030	測定不可	—
6	0.50	測定不可	—
7	0.45	0.035	1/13
8	0.55	0.029	1/19
9	0.65	測定不可	—
10	0.35	測定不可	—
11	0.30	0.029	1/10
12	0.22	0.028	1/8
13	0.38	測定不可	—
14	0.60	測定不可	—
15	0.30	0.006	1/50
16	0.30	0.008	1/38
17	0.55	測定不可	—
18	0.60	0.002	1/300

※1: Co-60の半減期は約5.3年のため、計算上は18.2年経過すれば約11分の1まで減衰

※2: 1号機旧蒸気発生器保管後に1号機旧炉内構造物保管容器を追加したため、平成28年の測定値は線量影響を受けていると考えられる。