

事業者の水素防護対策について

2022年 7月20日
原子力エネルギー協議会
(ATENA)

1. 水素防護対策検討の考え方

- 新規制基準対応済みプラントは、多くの炉心損傷防止対策・格納容器破損防止対策が導入されているため、格納容器からの水素漏えいがかかる確率は極めて小さく、さらに対処すべき事故の態様、水素漏えい箇所や規模等について想定をするのは難しい。
- 従って、ある事象の条件を設定し、対策を検討するという、これまで設計基準事故や重大事故で採用していたアプローチを採るよりも、プラントの置かれた状況に応じて柔軟な対応が取れるようなマネジメント策を幅広く検討しておく方がより効果的であると考えられる。
- そこで、抽出した水素防護対策候補※の**効果に係る簡易評価及び機能させるための条件等を整理**（スライド4）した。
- 今後、考え得る事象のケース分け（経過時間、起因事象、等）や、各ケースでの対策候補の優先順位付け等を上記整理に基づき実施し、広範な水素漏えい事象に対応できるように検討を進めていく。

※水素防護対策候補

格納容器から原子炉建屋への水素を防止・抑制する対策（格納容器ベント）

原子炉建屋に漏えいした水素の排出対策（自然排出、強制排出）

原子炉建屋内での処理（PAR）

2. 水素防護対策検討の進め方

- 水素防護対策の検討については、以下の通り**水素防護対策の検討について**、以下の通り**BWR事業者で共通的なアプローチ**となることから、**ATENA及び個社で役割分担**のうえ、取り組んでいく。

【水素防護対策の検討アプローチ】

ATENA

各水素対策案の簡易評価の実施
(水素濃度、被ばく量の観点から対策案の特徴を整理)

各事業者

プラントウォークダウンの実施
(水素が滞留するおそれのある場所の特定)

アクションプランの作成

- ✓ 検討項目の抽出
- ✓ 各検討項目の実施スケジュール策定
(短期、中長期の仕分け)

〔短期的対応〕

事業者共通の取組の実施

- ✓ **短期的な水素防護対策案の検討・実施**
(例：AMG改定ガイド（仮称）策定)
- ✓ **中長期的な水素対策案の検討・実施**
(例：原子炉建屋内の水素対策高度化、AMG改定ガイド（仮称）改定)

水素防護対策の検討実施

〔中長期的対応〕

追加的な水素防護対策の検討実施

3. 水素防護対策検討スケジュール（概略）

アプローチ	実施項目	実施主体	2022年度 第二四半期	2022年度 第三四半期	2022年度 第四四半期	2023年度	2024年度	
簡易評価	各水素防護対策の簡易評価（被ばく・水素濃度）	ATENA	■					
プラントウォーク ダウン	標準手順書の作成	ATENA	■					
	ウォークダウンの実施	各事業者	■					
アクションプラン 作成	検討項目の抽出、 スケジュールリング	ATENA	■					
共通的取組の 実施	短期的対応の検討・実施	ATENA	■					
	中長期的対応の検討・実施	ATENA	■					
短期的 対応	短期的な水素防護対策の 自社への反映	各事業者		■				
中長期的 対応	中長期的な水素防護対策 の自社への反映	各事業者				■		

4. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果 (1/3)

		水素処理・排出能力	被ばく影響 (敷地境界)	電源の要否	インターロックの影響	下層階での水素滞留への影響	その他の留意点
格納容器から原子炉建屋への水素漏えい防止・抑制策							
格納容器 ベント		— (格納容器から環境へ直接水素を排出)	影響 大※1 (早期ベント実施時)	不要	—	—	—
原子炉建屋へ漏えいしてきた水素の処理・排出策							
触媒式水素再結合器		中	—	不要	—	—	—
強制排出	非常用ガス処理系	中	影響 小 (排気筒放出、フィルタ有)	要 (非常用母線/SA電源で動作可)	—	・下層階に吸込口あり (プラント依存)	・着火リスクあり
	常用換気空調系	大	影響 小 (排気筒放出)	要 (常用母線)	原子炉事故時に隔離※2	・下層階に吸込口あり	・着火リスクあり ・耐震Cクラス
自然排出	ブローアウトパネル	大	影響 中 (地上放出)	不要	—	—	—
	トップベント	小	評価結果 中 (地上放出)	不要	—	—	—

※1：早期ベント（事象発生から十数時間以内を想定）をすると、被ばく影響の大きい短半減期希ガス（格納容器ベントのフィルタで捕捉不可）が直接環境に大量に放出されるため。

※2：隔離信号は原子炉水位低（L-3）、ドライウェル圧力高、オペフロ放射能高、等

4. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果（2/3）

（1）水素処理・排出能力

- ✓ 排気量が多い**常用換気空調系**や開口部面積が大きい**ブローアウトパネル**が最も能力が高く、次いで触媒式水素再結合器と非常用ガス処理系、トップベントの順。
- ✓ **トップベント**は排気量は小さいが、**オペフロの成層化防止に効果を発揮する場合がある**。
- ✓ **格納容器ベント**は、原子炉建屋への**漏えい防止・抑制策として有効**。
- ✓ **下層階から直接水素を排出**できるのは、下層階にダクト・吸入口がある**常用換気空調系と一部のプラントの非常用ガス処理系**。
- ✓ **自然排出**を利用する場合、原子炉建屋 1 階にある**大物搬入口を開放**すれば、水素排出能力が向上することを評価にて確認。

（2）被ばく影響

- ✓ 被ばく影響は、**放出放射能量、放出高さ（拡散効果）及びサイト条件**（敷地境界までの距離、気象等）に大きく影響される。
- ✓ 本簡易評価で扱う範囲（事象発生後～数十時間）では、被ばく影響はフィルタに捕捉されない希ガスによるものが支配的となる。
- ✓ **格納容器ベント**使用では、**希ガスが直接環境に大量に放出されるため評価結果は大**。希ガスの多くは**短半減期核種**であり、格納容器内で滞留・減衰させることが被ばく低減に効果的。
- ✓ **強制排出**は、原子炉建屋に漏えいしてきた放射能を**高所放出**（排気筒放出）することから、**拡散効果が期待**できるため、**評価結果は小**。
- ✓ **自然排出**は、原子炉建屋に漏えいしてきた放射能を被ばく影響が大きい**地上放出（原子炉建屋上部）**することから、被ばく影響は強制排出よりも大きく、**評価結果は中**。

4. 水素防護対策候補に係る簡易評価結果 (3/3)

(3) 電源・インターロック

- ✓ 強制排出を利用するためには、電源が必要。
 - 非常用ガス処理系；非常用母線に接続しており、SA電源によって電力供給可能。
 - 常用換気空調系；常用母線に接続。
- ✓ 常用換気空調系は、起因事象（例：LOCA）によってはインターロック動作によって隔離されるケースがあるため、起動にあたってはインターロック解除が必要になる場合あり。

(4) 下層階での水素滞留への影響

- ✓ 常用換気空調系は、原子炉建屋下層階にダクト・吸込口があり、下層階に水素が漏えい・滞留しても排出することが可能。
- ✓ 非常用ガス処理系は、原子炉建屋下層階にダクト・吸込口があるプラントもあり（プラント設計により異なる）、このようなプラントでは下層階に水素が漏えい・滞留しても排出することが可能。

(5) その他の留意点

- ✓ 強制排出を使用する場合、着火リスクを低減させるための検討が必要。
（例；使用条件（水素濃度制限）の設定、等）
- ✓ 常用換気空調系は、耐震Cクラスで設計されているため、地震起因の場合にはそれを念頭においた動作確認等が必要。