

BWRプラントにおける原子炉格納容器からの漏えいに関する  
エアロゾル粒子の捕集効果について

## 検討目的

- 重大事故等時の被ばく評価等においては環境中への放射性物質の放出量を求める際に、原子炉格納容器からの漏えいを想定している。
- 漏えい経路として原子炉格納容器のフランジ・ガスケットシール部及び電気配線貫通部のシール部等が想定されるため、この漏えい経路に対するエアロゾル粒子の捕集係数（DF）について設定する必要がある。

## 既存の知見

原子炉格納容器からの漏えい経路でのエアロゾル粒子の捕集特性に関する試験研究は以下のようなものがある。

- ✓ 米国のCSE試験
- ✓ 小規模試験による小配管などでのエアロゾル捕集の研究
- ✓ 欧州のIRSN試験やCOLIMA試験
- ✓ 原子力発電技術機構の放射性物質捕集特性試験（以下、「NUPEC試験」）

このうち、重大事故等時の環境下での原子炉格納容器貫通部のシール部からの漏えいに着目した「NUPEC試験」を確認する。

## NUPEC試験の確認

- 漏えいポテンシャルを有する部位として、有機シールなど非金属で構成される貫通部（電気配線貫通部及びフランジ・ガスケット）に着目。
- 破損試験体を用いたエアロゾル捕集特性試験から以下の事項を確認
  - ✓ 粒径分布が $1.28\mu\text{m}$ ～ $1.38\mu\text{m}$ の粒径範囲において、破損口の流路係数などを含めた等価面積とDFには、ある程度の相関性が示されている。
  - ✓ DFの支配的な因子としてエアロゾル粒子径が挙げられるが、約 $1\mu\text{m}$ の粒径でのDFは上記の粒径範囲の約0.7倍、約 $2\mu\text{m}$ の場合には約2倍となる。
  - ✓ 等価面積の温度依存性（高温ほど等価面積が小さい）は、低電圧モジュールでは確認されているが、フランジ・ガスケットでは明確には確認されていない。

## 実機への適用検討

- 格納容器のいずれの型式においても、貫通部等のバウンダリ構成は同様であり、シール部の試験結果に着目することは適切。
- 重大事故時における格納容器貫通部のエアロゾル捕集効果としてNUPEC試験結果を実機へ適用するにあたり、実機で想定される各種条件と比較した結果、以下の事項が確認された。
  - ✓ シール材の材質、環境条件（圧力、蒸気条件）についてNUPEC試験条件と実機条件とを比較し、NUPEC試験は実機に適用可能である。
  - ✓ 設計漏えい率を仮定した場合に算出される総リーク面積は等価面積で数 $\text{mm}^2$ 前後と想定しており、これが各貫通部からの微小な漏えいに起因すると仮定すると、健全な部材一つ当たりのリーク面積はNUPEC試験における破損後の部材のリーク面積（等価面積で数 $\text{mm}^2$ ）よりも1桁程度小さいと想定できる。
  - ✓ エアロゾル粒子の粒径は、数 $\mu\text{m}$ 程度を想定しており、NUPEC試験における粒子径の傾向によれば、等価面積に対するDFはより大きな値になると推定される。

## 結論

NUPEC試験の適用検討の結果、DFと等価面積には、ある程度の相関性が示されており、設計漏えい率を仮定した場合のリーク面積が、NUPEC試験における破損後のリーク面積（等価面積で数 $\text{mm}^2$ ）よりも1桁程度小さいと想定でき、等価面積に対するDFとの関係からすると、DFは数100よりさらに大きい桁の値となると想定できる。一方で、ある特定のフランジ・ガスケットからのリークに起因するものと仮定しても、DFは100程度となると想定できる。

よって、重大事故等時の被ばく評価等において適用する原子炉格納容器からの漏えいに関するエアロゾル粒子の捕集効果の値として、これに1桁程度の余裕をみてDF=10とすることは妥当であると考えられる。