

| | |
|------------------|------------|
| 東海第二発電所 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 工認-125 改0 |
| 提出年月日 | 平成30年2月13日 |

V-1-1-9 発電用原子炉施設の蒸気タービン，ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書

目 次

| | |
|------------------------------------|---|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 基本方針 | 1 |
| 3. 評価 | 1 |
| 3.1 内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管の破損による飛散物 | 2 |
| 3.1.1 評価方針 | 2 |
| 3.2 高速回転機器の損壊による飛散物 | 2 |
| 3.2.1 評価方針 | 2 |
| 3.2.2 評価内容 | 2 |
| 3.2.3 評価結果 | 4 |

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第15条第4項及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に基づき、機器の損壊又は配管の破損に伴う飛散物により発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とすることについて説明するとともに、技術基準規則第54条第1項第5号及びその解釈に基づき、悪影響防止として高速回転機器が飛散物とならないことについて説明するものである。

配管の破損に関しては、設計基準対象施設に属する設備のうち原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲となる弁E12-009から弁E12-F008まで及び弁E12-F053A, Bから弁E12-F050A, Bまでの主配管（以下「RCPB拡大範囲」という。）が今回の申請範囲となることから、RCPB拡大範囲の破損に伴う飛散物により、発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計を行うことについて説明する。

また、機器の損壊に関しては、高速回転機器のうち新たな設計基準対象施設及び重大事故等対処設備が今回の申請範囲となることより、これらの高速回転機器がオーバースピードに起因する損壊に伴う飛散物とならないことを説明する。

なお、重大事故等対処設備のうち、原子炉隔離時冷却系ポンプ、高圧炉心スプレイ系ポンプ、低圧炉心スプレイ系ポンプ、ディーゼル発電機等については、設計基準事故時と使用する系統設備及び使用方法に変更がないこと並びに設計基準対象施設に関しては技術基準規則の要求事項に変更がないため、今回の申請において変更は行わない。

2. 基本方針

設計基準対象施設に属する設備は、内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管の破損に伴う飛散物により安全性を損なわない設計とする。

内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管については、材料選定、強度設計に十分な考慮を払うとともに、配管破損を想定し、その結果生じる可能性のある動的影響により、発電用原子炉施設の機能が損なわれることのないよう配置上の考慮を払うこととする。

また、新たな設計基準対象施設及び重大事故等対処設備については、高速回転機器が損壊し、飛散物とならないように保護装置を設けること等により、オーバースピードとならない設計とする。

3. 評価

発電用原子炉施設の安全性を損なうことが想定される配管の破損又は機器の損壊には、以下の要因が考えられる。内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管に

については破損に伴う飛散物により，発電用原子炉施設の安全性を損なわないことを，また，高速回転機器については損壊に伴う飛散物とならないことを評価する。

(1) 内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管の破損

・RCPB拡大範囲

(2) 高速回転機器の損壊

・常設代替高圧電源装置，常設高圧代替注入系ポンプ，常設低圧代替注水系ポンプ，電動駆動消火ポンプ等，今回の申請範囲となる高速回転機器である新たな設計基準対象施設及び主な重大事故等対処設備を第1表「主要回転機器一覧」に示す。

3.1 内部発生エネルギーの高い流体を内蔵する配管の破損による飛散物

3.1.1 評価方針

高温高圧の流体を内包する原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する主配管のうちRCPB拡大範囲について，配管の破損を想定し，評価結果に応じ設計上考慮する。

3.2 高速回転機器の損壊による飛散物

3.2.1 評価方針

ポンプ，ファン等の回転機器は，使用材料の検査，製品の品質管理，規格等に基づき安全設計及び定期検査により損壊防止を図ること並びにディーゼル駆動補機及びタービン駆動補機については，調速装置及び非常調速装置等を設けることにより損壊防止対策が十分実施される。具体的な回転機器のオーバースピードに起因する損壊防止対策については，「3.2.2 評価内容」により評価し，必要に応じ設計上考慮する。

3.2.2 評価内容

高速回転機器については，機器毎に駆動源が異なるため，それぞれオーバースピードに対する損壊防止について必要に応じ設計上考慮する。

(1) 電動補機

誘導電動機を駆動源とする機器は，供給側の電源周波数が一定であることより，負荷（インペラ側の水等）が喪失しても，電流が変動するのみで回転速度は一定を維持し，オーバースピードとならないため，設計上考慮する必要はない。

また，各機器については運転状態を考慮し，構造上十分な機械的強度を有する設計とし，通常運転時及び定期検査時等においても健全性を確認することにより，機器の損壊を防止する。

(2) ディーゼル駆動補機

ディーゼル機関を駆動源とする機器には、各々調速装置及び保護装置として非常調速装置等を設けオーバースピードに起因する機器の損壊を防止する設計とする。

調速装置は、通常運転時の定格回転速度を一定に制御する機能及び負荷変動時等の回転速度上昇を抑制する機能を有しており、負荷変動時等において回転速度が定格回転速度以上に上昇しても、調速装置の機能により非常調速装置が作動する回転速度未満に制御できるように設計する。

非常調速装置は、万一、調速装置が機能することなく異常な過回転が生じた場合においても、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備の技術基準の解釈」に適合する定格回転速度の1.16倍を超えない範囲で作動し機器を自動停止させることにより、本設定値以上のオーバースピードとならない設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。

非常調速装置がない機器については、異常な過回転に伴う異常振動等が確認された場合、直ちに手動での非常停止が可能な設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。

また、各機器については非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態においても構造上十分な機械的強度を有する設計とし、非常調速装置については、各機器をオーバースピード状態にして非常調速装置の作動確認を行うとともに、非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態の健全性を確認することにより、機器の損壊を防止する。

(3) タービン駆動補機

タービンを駆動源とする常設高圧代替注水系ポンプは、保護装置としてトリップ装置を設け、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する設計とする。

トリップ装置は、何らかの原因でタービン回転数が異常に上昇した場合においても、定格状態ではシャフト内にスプリングで保持されているトリップボルトが遠心力により飛び出し、レバーを押し上げ、リンクを介してトリップ排気弁のピストンロッドを上昇させることでトリップ装置を作動させ、駆動蒸気を遮断しポンプを自動停止させることにより、オーバースピードにならない設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。

また、常設高圧代替注水系ポンプ駆動用タービンは、単段式のタービンであり、タービン翼は一体鍛造品の円盤から放電加工により翼型を削り出す方法で製造されているものを適用することで、タービンが破損により飛散することがない設計とする。

3.2.3 評価結果

高速回転機器のオーバースピードに起因する損壊に関して「3.2.2 評価内容」により評価した結果、電動補機については、オーバースピードとならないため、設計上考慮する必要はない。

また、ディーゼル駆動補機については、調速装置及び保護装置として非常調速装置、タービン駆動補機については、保護装置としてトリップ装置を設けること、並びに非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態においても構造上十分な機械的強度を有する設計とすることし、非常調速装置がない機器については、手動での非常停止ができる設計とすることにより、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止している。非常調速装置については、各機器共に非常調速装置の作動確認を行うこと及びオーバースピード状態における各機器の健全性を確認するため、機器が損壊することはなく、損壊による飛散物は発生しない。

第1表 主要回転機器一覧

| 補機（回転機器） | | 電動 | ディーゼル 駆動 | タービン 駆動 |
|---------------|--------------------------|----|-------------|------------|
| 設計基準 対象施設 | 非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ | ○ | | |
| | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ | ○ | | |
| | 電動機駆動消火ポンプ | ○ | | |
| | ディーゼル駆動消火ポンプ | | ○ | |
| 重大事故等 対処設備 | 代替燃料プール冷却系ポンプ | ○ | | |
| | 常設高圧代替注水系ポンプ | | | ○ |
| | 常設低圧代替注水系ポンプ | ○ | | |
| | 可搬型代替注水大型ポンプ | | ○ | |
| | 可搬型代替注水中型ポンプ | | ○ | |
| | 代替循環冷却系ポンプ | ○ | | |
| | 緊急用海水ポンプ | ○ | | |
| | 緊急時対策所非常用送風機 | ○ | | |
| | 常設代替高圧電源装置 | | ○ | |
| | 常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ | ○ | | |
| | 緊急時対策所用発電機 | | ○ | |
| | 緊急時対策所用発電機給油ポンプ | ○ | | |
| | 可搬型代替低圧電源車 | | ○ | |
| | 窒素供給装置用電源車 | | ○ | |

NT2 補② V-1-1-9 ROE