

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公開できません。

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	補足-100-1 改1
提出年月日	平成30年6月15日

## 工事計画に係る補足説明資料

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

補足-100-1

平成30年6月

日本原子力発電株式会社

## 補足説明資料目次

1. 配管破損防護対策について
2. ディーゼル駆動補機及びタービン駆動補機の評価対象及び過速度トリップ設定値について
3. 常設高圧代替注水ポンプの構造及び調速装置・非常調速装置の作動方式について

## 1. 配管破損防護対策について

## 目 次

1. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
2. 障壁について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
3. 配管ホイップレストレイントについて・・・・・・・・・・・・・・・・・・3

## 1. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針

「原子力発電所配管破損防護設計技術指針 J E A G 4613-1998」（日本電気協会）による配管破損防護に関する設計の方法を以下に示す。

### 第3章 防護設計の方法

#### 3.5 防護設計の実施

配管の破損に対して防護対象の機能を確保し、また配管破損による派生事象が安全評価上の「事故」の規模を上回らないように、防護設計は次の基本的な考え方にに基づき行うものとする。

- i) 破損想定配管と防護対象は、相互に距離を離す。
- ii) 隔壁（建屋区画室等）を設ける。
- iii) 配管破損による動的影響を防護対象に与えないため及び想定事象を緩和するため、パイプホイップレストレイント等の設置及び主要機能の支持設計を行う。

〔解説〕

（解説3-4）強度評価

- (2) 告示の規定対象外の設備（パイプホイップレストレイント、建屋構築物）は、その機能維持を図る。

告示の規定対象外の設備の許容状態を以下に示す。

##### a. パイプホイップレストレイント

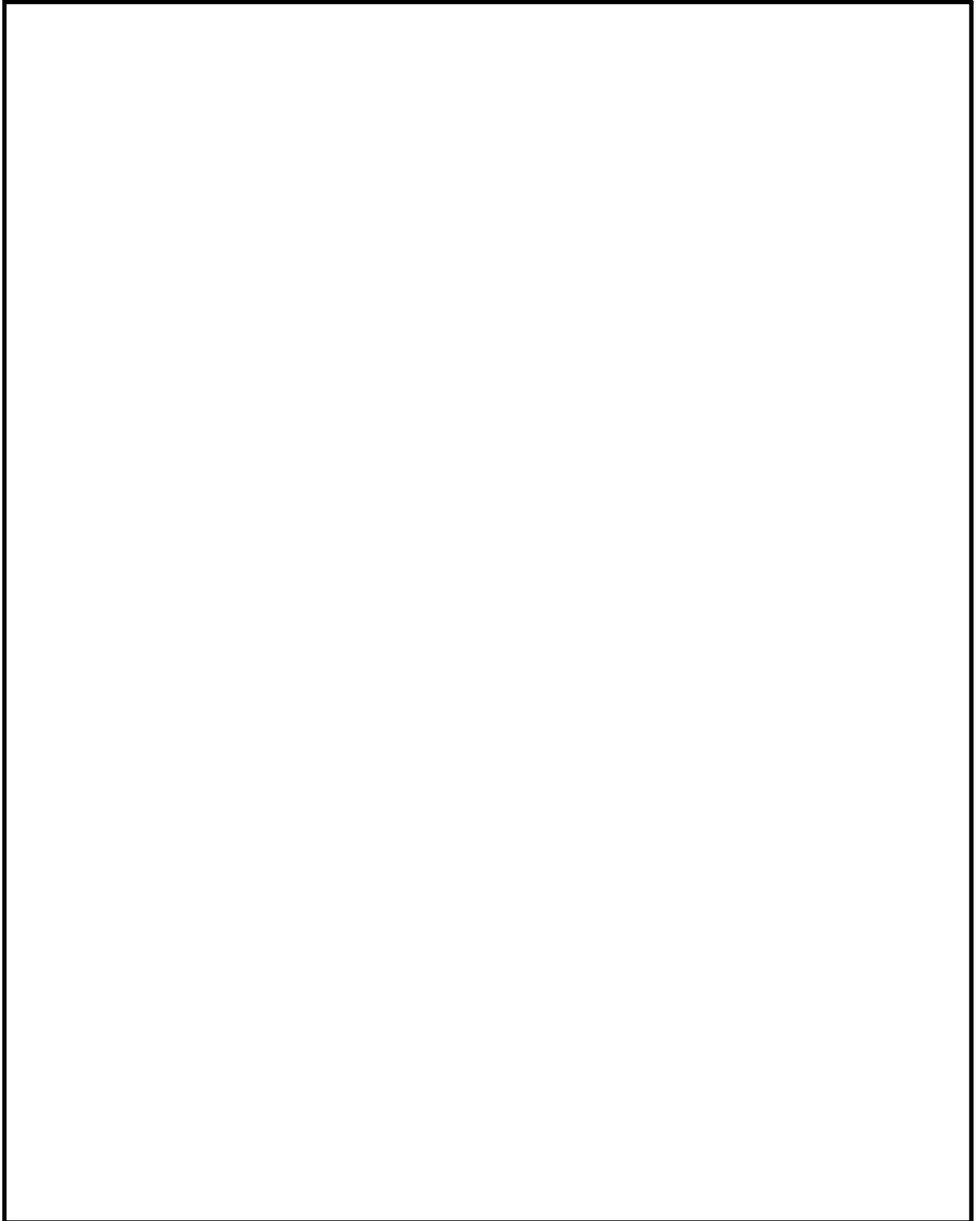
配管とパイプホイップレストレイントの衝突時に消散される運動エネルギーをレストレイントの塑性域まで考慮し吸収できる設計とする。

##### b. 隔壁

破断配管が隔壁に打撃を与えても隔壁外の防護対象に損傷を与えることのないように設計する。

## 2. 障壁について

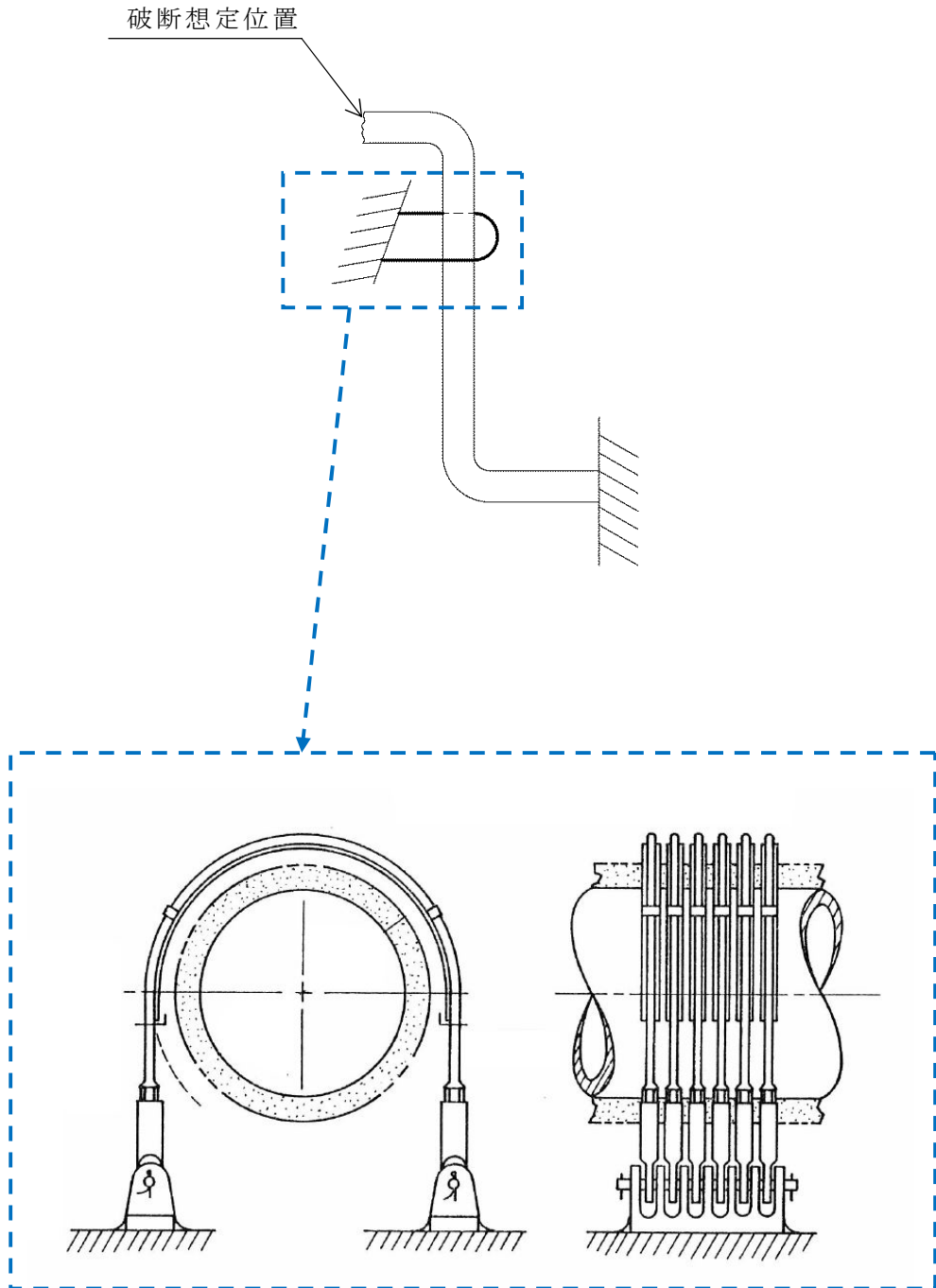
原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲（RCPB拡大範囲）となる主配管の配置及び障壁による区画を第1図に示す。



第1図 障壁による区画図

### 3. 配管ホイップレストレイントについて

配管破損防護設計上の防護対象としての配管ホイップレストレイントについての構造例を第3図に示す。



第3図 配管パイプホイップレストレイント構造図（例）

## 2. ディーゼル駆動補機及びタービン駆動補機の評価対象 及び過速度トリップ設定値について



## 目 次

1. ディーゼル駆動及びタービン駆動機器の評価対象について・・・1
2. ディーゼル駆動及びタービン駆動補機の過速度トリップ回転速度について・・・2

1. ディーゼル駆動及びタービン駆動機器の評価対象について

ディーゼル駆動及びタービン駆動の高速回転機器の損壊に関しては、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ものであるが、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。

このことから、今回の評価対象機器としては、ディーゼル駆動及びタービン駆動の機器のうち、新たな設計基準対象施設及び重大事故等対処設備とする。第1表にディーゼル駆動及びタービン駆動機器の評価対象を示す。

第1表 ディーゼル駆動及びタービン駆動機器の評価対象

機器名称（回転機器）		ディーゼル 駆動	タービン 駆動	評価対象
設計 基準 対象 施設	ディーゼル駆動消火ポンプ	○		○
	ディーゼル駆動構内消火ポンプ	○		○
	原子炉隔離時冷却系ポンプ		○	
	蒸気タービン		○	
	タービン駆動原子炉給水ポンプ		○	
	非常用ディーゼル発電機	○		
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	○		
重大 事故 等 対 処 設 備	常設高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	○		○
	常設代替高圧電源装置	○		○
	緊急時対策所用発電機	○		○
	可搬型代替低圧電源車	○		○
	窒素供給装置用電源車	○		○

2. ディーゼル駆動及びタービン駆動補機の過速度トリップ回転速度について

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であるディーゼル駆動補機及びタービン駆動補機の過速度トリップ回転速度を第2表及び第3表に示す。

第2表 ディーゼル駆動補機の過速度トリップ回転速度

補機 (回転機器)	回転速度		
	定格 回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ )	過速度トリップ 回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ )	<参考> 火技基準*1 (非常調速装置)
ディーゼル駆動消火ポンプ	1,500	1,725(約115%)	1.16倍を 超える以前
ディーゼル駆動構内消火ポンプ	1,500	1,725(約115%)	
可搬型代替注水大型ポンプ	2,300	2,645(約115%)	
可搬型代替注水中型ポンプ	2,300	2,600(約113%)	
常設代替高圧電源装置	1,500	1,725(約115%)	
緊急時対策所用発電機	1,500	1,725(約115%)	
可搬型代替低圧電源車	1,500	1,690(約113%)	
窒素供給装置用電源車	1,500	1,690(約113%)	

\*1：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基づく過速防止装置の作動範囲

第3表 タービン駆動補機の過速度トリップ回転速度

補機 (回転機器)	回転速度	
	定格回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ )	過速度トリップ回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ )
常設高圧代替注水系ポンプ	5,860(締切運転時)	6,739(約115%)

3. 常設高圧代替注水ポンプの構造及び調速装置・非常調速装置  
の作動方式について

## 目 次

1. 常設高圧代替注水ポンプの構造について・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
2. 動翼及び非常調速装置の構造について・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
3. 調速装置及び非常調速装置の作動方式について・・・・・・・・・・・・3

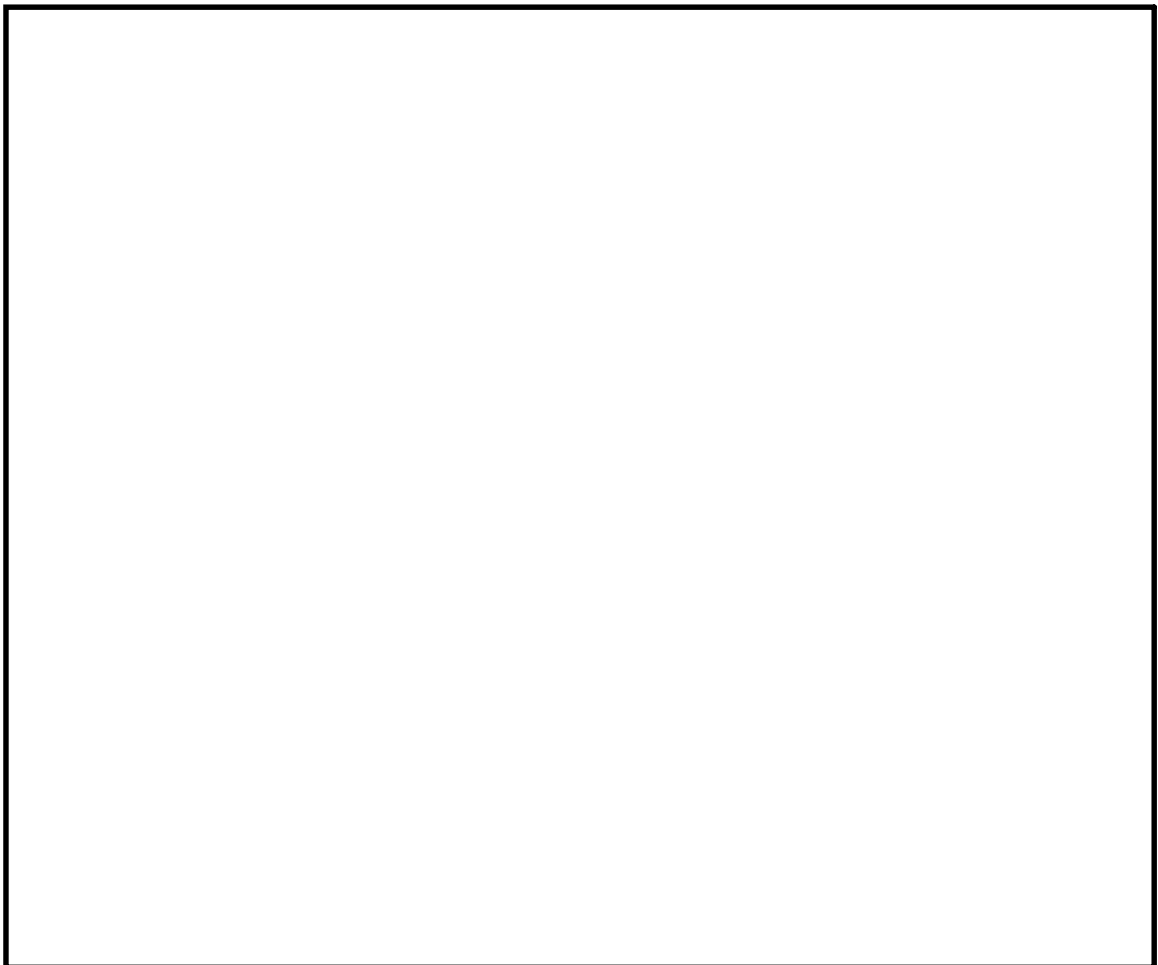
## 1. 常設高圧代替注水ポンプの構造について

常設高圧代替注水系ポンプはタービン及びポンプが1つのケーシングに収まる一体型ケーシング構造であり、軸封部の無い設計である。

また、常設高圧代替注水系ポンプは機械式ガバナであり、ポンプ吐出のベンチュリの圧力差により圧力ガバナピストンが作動し、リンク機構を通じて蒸気加減弁を調整し、ポンプから吐出する流量を一定に制御する設計となっており、電源を必要としないガバナである。

さらに、軸受は自給水により潤滑する方式であるため、潤滑油装置も不要な設計となっている。

以上のことから、常設高圧代替注水系ポンプは系統の弁操作のみで起動停止が可能であり、起動時に高圧代替注水系注入弁を開操作した後は、高圧代替注水系蒸気供給弁の開閉操作でポンプの起動停止操作が可能な設計とする。常設高圧代替注水系ポンプの概略構造を第1図に示す。



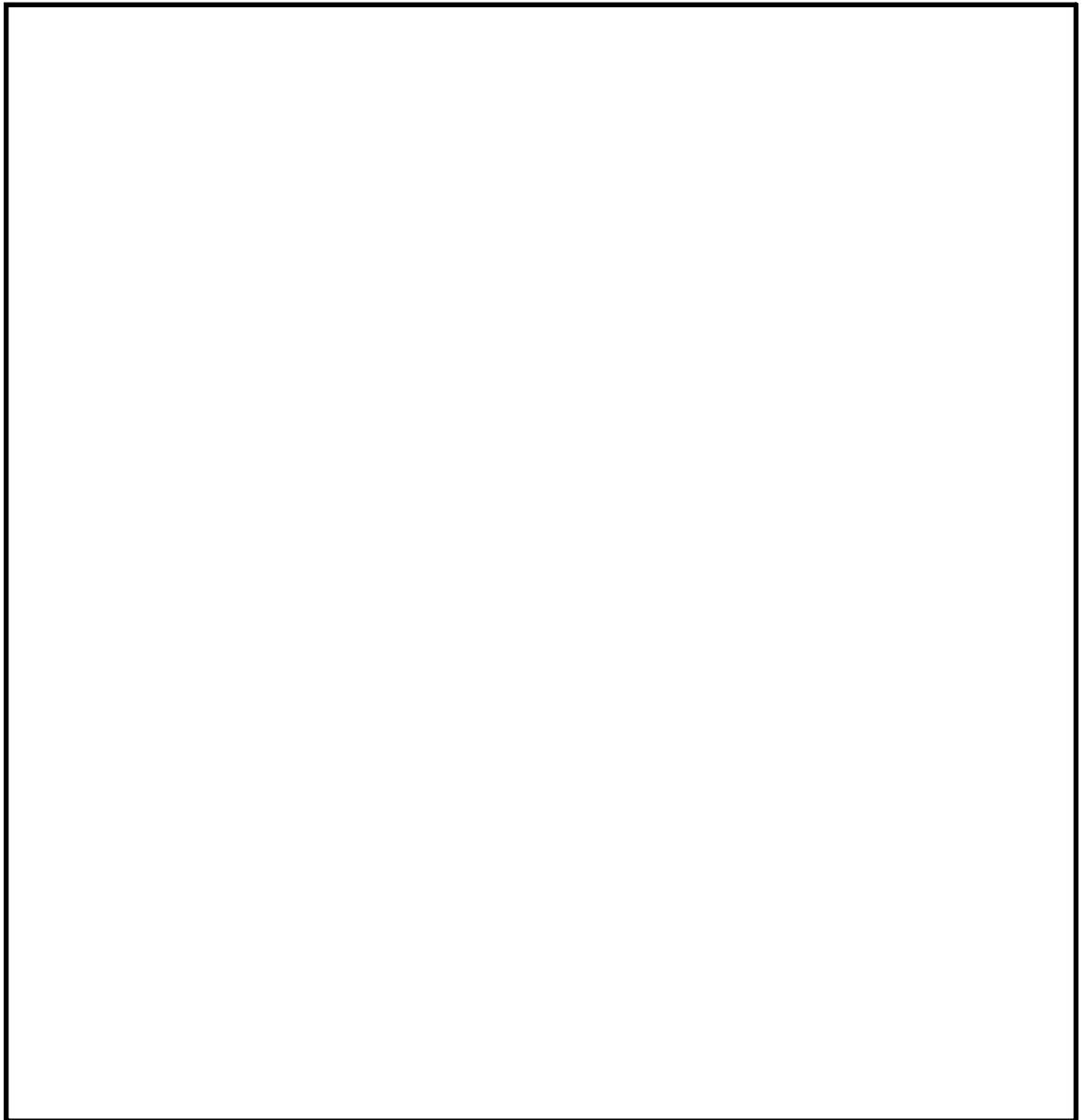
第1図 常設高圧代替注水系ポンプ 構造概要図

## 2. 動翼及び非常調速装置の構造について

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。

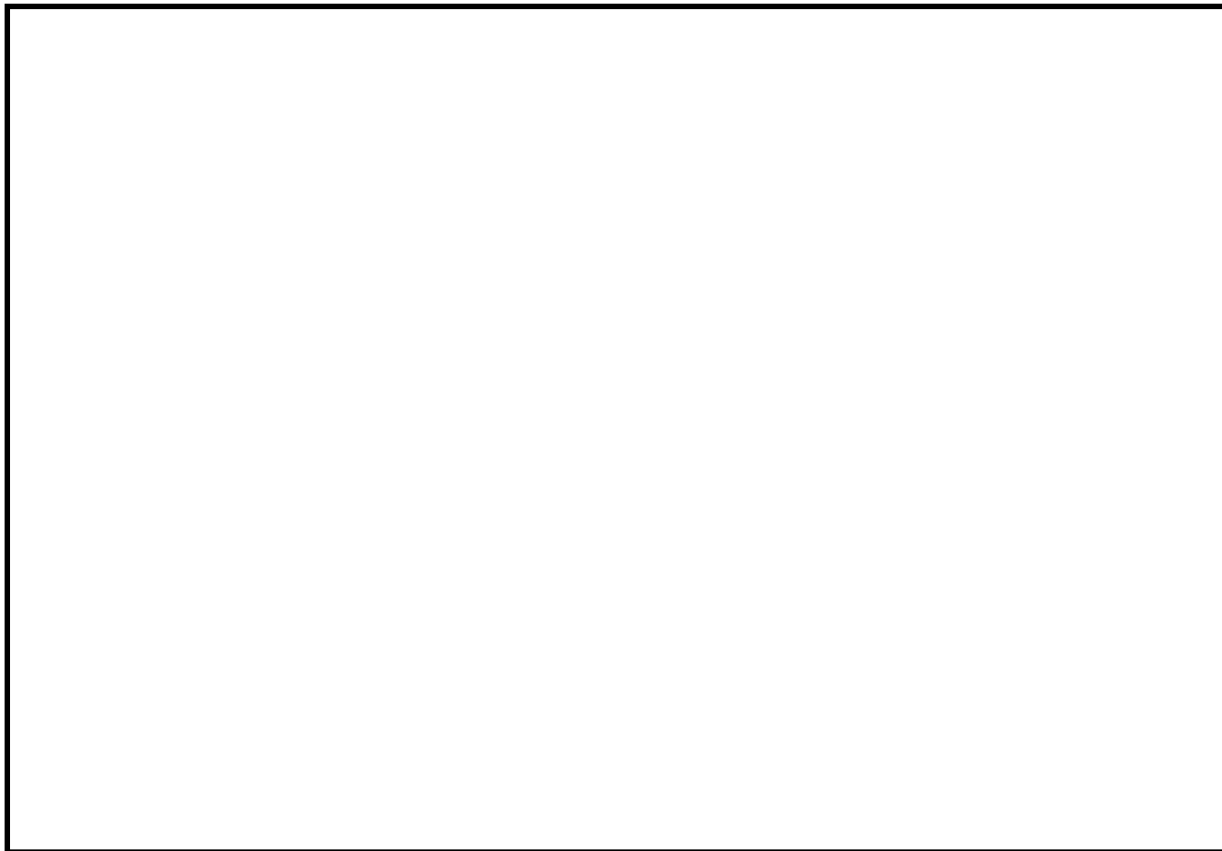
常設高圧代替注水系ポンプ駆動用タービンは、何らかの原因でタービン回転数が異常に上昇すると、トリップボルトが遠心力によりばね力に打ち勝ちボルトの重心が移動し、トリップ機構を作動させることにより、駆動蒸気を遮断しポンプを自動停止させ、オーバースピードにならない設計とする。

常設高圧代替注水系ポンプ駆動用タービンの構造を第2図に示す。



第2図 常設高圧代替注水系ポンプ駆動用タービンの構造図

### 3. 調速装置及び非常調速装置の作動方式について



第3図 常設代替高圧注水系ポンプ概要図

#### <通常待機時（ポンプ停止状態）>

- ・圧力ガバナのピストン（①）は、ピストンロッドに取り付けられたスプリングにより上昇した状態であり、②のリンク機構を介して接続されるトリップ/スロットル弁（③）は最下方に下降した状態となっている。この状態においては、駆動用高圧蒸気入口ポート（④）が全開状態にある。ここに高圧蒸気が供給されればタービンは起動するが、通常待機状態では高圧代替注水系蒸気供給弁（⑤）が「全閉」であることから蒸気は供給されずポンプは待機停止状態にある。

#### <ポンプ起動～定格流量>

- ・通常待機時の状態で、高圧代替注水系蒸気供給弁（⑤）を「開」（中央制御室スイッチ操作または現場人力操作）とすると、トリップ装置（⑭）のピストン内を通り高圧蒸気がピストン左側に通気され、蒸気力によりピストンが右方向へ移動し、全開状態の駆動用高圧蒸気入口ポート（④）を通り蒸気がタービンに供給され、タービン駆動のポンプが起動する。
- ・起動後、タービンは速やかに定格回転数に到達し、ポンプが水を吐き出し始め、ポンプ吐出部のベンチュリノズルから低圧側ライン（⑥）及び高圧側ライン（⑦）を通じて高/低圧水が圧力ガバナに供給される。



- ・ポンプ定格流量状態では、低圧側ライン（⑥）圧力、高圧側ライン（⑦）圧力及び圧力ガバナのスプリング力がバランスし、トリップ/スロットル弁のピストン（③）は駆動用高圧蒸気入口ポート（④）の中間位置で定格流量一定制御状態となる。

#### <流量変動時の制御動作>

- ・定格流量状態での運転中に流量が上昇すると、ベンチュリ効果により低圧側ライン（⑥）の圧力と高圧側ライン（⑦）の圧力のバランスが崩れ、圧力ガバナのピストン（①）は下降し、②のリンクを介してトリップ/スロットル弁のピストン（③）を上方に押し上げる。
- ・これにより駆動用高圧蒸気入口ポート（④）のポートが閉じ始め、タービンへの駆動蒸気量が減少することでタービン回転数が低下しポンプ吐出量を減少させる。
- ・定格流量状態での運転中に流量が低下した場合は、上記と逆の動きにより流量を増加させる。

#### <過速度トリップ>

- ・何らかの原因でタービン回転数が異常に上昇すると、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（⑧）（\*）が遠心力により飛び出し、レバー（⑨）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（⑩）を上昇させる。
- ・トリップ排気弁のピストンロッド（⑩）に接続しているピストンは、通常、高圧蒸気検出ライン（⑪）と低圧（背圧側）蒸気検出ライン（⑫）を分断しているが、ピストンが上昇することにより高圧蒸気検出ライン（⑪）と低圧（背圧側）蒸気検出ライン（⑫）が通じ、高圧蒸気検出ライン（⑪）の圧力が低圧（背圧側）蒸気検出ライン（⑫）を通し、タービン排気室に抜ける。
- ・高圧蒸気検出ラインはトリップ装置の空間（⑬）につながっており、通常時は高圧蒸気によりトリップ装置のピストン（⑭）を右側に押し付け、トリップ/スロットル弁が「開」状態となり蒸気をタービンに供給しているが、上記の動作により高圧蒸気検出ライン（⑪）の圧力が低下すると、トリップ装置のピストン（⑭）は蒸気力により左側に移動し蒸気が遮断されポンプが停止する。

以上のとおり、常設高圧代替注水系ポンプは、直流電源の電動弁を中央制御室から「開」とすることで起動可能であり、その後の定格運転の流量制御はポンプ吐出水によるベンチュリ効果で自己制御される。