

技術資料 (No.6 改訂 1) (案)
その他
水・蒸気系等発電設備の解体計画の策定

概要

- 方針「工事等を安全・確実にいき、プラントの安全確保に影響させない」のもと、第 2 段階では、性能維持施設に影響を与えず、隔離しやすいタービン建物の設備の解体に着手し、第 4 段階開始までに完了する。
- 今回の廃止措置計画の変更申請範囲は、解体撤去対象設備の廃止措置計画の策定である。
- 解体撤去の対象とする廃止措置対象施設はタービン及び付属設備、発電機及び励磁装置である。
- 解体撤去対象設備の解体撤去では性能維持施設に影響を及ぼさないよう解体撤去着手前に隔離や養生等を行う。
- 解体撤去工事の際は高所作業等の一般労働災害防止対策を講じる。

令和 3 年 5 月 12 日
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. はじめに	1
2. 解体撤去の範囲（第2段階での対象設備）	1
3. 性能維持施設との隔離	1
3.1 隔離方針	1
3.2 隔離方法	2
4. 解体撤去工事の方針	3
4.1 方針	3
4.2 手順	3
4.3 方法	4
5. 解体撤去物の扱い	4
6. 解体撤去に係る安全確保対策	4
6.1 一般安全	4
6.2 想定外トラブルへの備え	5
7. 今後の予定	7

図表

図 2.1	解体範囲	8
図 2.2	解体対象	8
図 4.1	隔離と解体撤去範囲のイメージ	9
図 6.2.1	ふげんのトラブル事例	10
表 2.1	タービン建物内の解体撤去対象設備	11

1. はじめに

第 2 段階以降の廃止措置を安全に進めるためには、性能維持施に影響を与ることなく、安全に解体作業を実施することが重要である。したがって、もんじゅとして定めた廃止措置の 3 方針の一つである「工事等を安全・確実にを行い、プラントの安全確保に影響させない」のもと、廃止措置計画で計画しているとおおり、第 2 段階から水・蒸気系等発電設備の解体撤去に着手し、第 4 段階開始までに完了する。

ここでは具体的な解体撤去範囲と性能維持施設との隔離、解体撤去の手順、解体撤去方法、解体撤去物の扱い、解体撤去に係る安全確保対策について示す。

2. 解体撤去の範囲（第 2 段階での対象設備）

水・蒸気系等発電設備とは、ナトリウム機器以外の設備のことを指す。

そのうち、換気空調設備、廃棄物処理設備等（廃止措置計画 6-1 表による）は、廃止措置第 3 段階でも必要な性能を維持し使用し、その供用が不要となったときから解体する。

第 2 段階では、性能維持施設が少なく、隔離しやすいタービン建物の設備の解体に着手する。

タービン建物内には主蒸気設備、蒸気タービン設備、補助蒸気設備、換気空調設備、消火設備、発電機及び励磁装置、主要変圧器、所内高圧系統、所内低圧系統等（表 2.1 のとおり）がある。そのうち性能維持施設でなく第 2 段階以降も廃止措置作業に使用しない水・蒸気系等発電設備が解体撤去対象設備となる。第 2 段階以降に解体撤去対象とする範囲概略を図 2.1、図 2.2 に示す。

3. 性能維持施設との隔離

3.1 隔離方針

解体撤去対象設備は、配管やケーブル等で性能維持施設と接続されている機

器もあり、その場合は、性能維持施設に影響を与えないよう性能維持施設と隔離を行った上で設備を解体撤去する。機械系機器の隔離原則は、弁や閉止板等で性能維持施設からの隔離を行う。電気系機器の隔離原則は、遮断器を開放することで性能維持施設からの隔離を行うが、遮断器撤去が可能な場合は遮断器を撤去する。

3.2 隔離方法

解体撤去対象設備と接続されている主な性能維持施設には①蒸発器、過熱器、②補助蒸気ヘッダ、③補給水タンクがある。図 4.1 にイメージを示す。

- ① 蒸発器、過熱器はナトリウムから主蒸気への熱交換のために原子炉補助建物に設置されており、タービン建物の主蒸気設備と接続されている。
- ② 補助蒸気ヘッダは所内への蒸気供給のため設置されている、主蒸気設備及び蒸気タービン設備と接続されている。
- ③ 補給水タンクは所内への蒸気を供給する補助ボイラへの給水源として設置されており、補給水設備と接続されている。

これらの設備を代表例として隔離方法案を以下に示す。

① 蒸発器、過熱器からの隔離方法案（検討中）

蒸発器、過熱器はナトリウムが抜き取られてはいるものの主蒸気配管で主蒸気設備と接続されており、主蒸気側は伝熱管保管のため窒素を封入している。この配管をタービン建物と原子炉補助建物との間で適切な処置を施した上で切断し、閉止板等で蒸発器、過熱器を隔離した上で、タービン建物側設備を解体撤去する。過熱器、蒸発器のナトリウム側は酸化防止のためアルゴンガスを維持しており、主蒸気側配管を隔離してもナトリウムの酸化防止機能を失うことはない。しかしながら念のため、主蒸気配管切断後は開口部を閉止し主蒸気配管側には窒素ガスを封入する。具体的な隔離方法は解体着手までに原子炉施設保安規定に基づく QMS 文書で定める。

② 補助蒸気ヘッダからの隔離案（検討中）

補助蒸気ヘッダは、主蒸気設備や蒸気タービン設備と配管にて接続されている。このため、水・主蒸気設備と蒸気タービン設備に繋がる配管は、補助蒸気ヘッダ廻りの止弁を閉止し、配管を切断、閉止キャップにて配管開口部を閉止する。具体的な隔離方法は解体着手までに原子炉施設保安規定に基づく QMS 文書で定める。

③補給水タンクからの隔離案（検討中）

補給水タンクは補給水設備と配管にて接続されている。このため、補給水設備廻りの止弁を閉止し、補給水タンクから隔離した上で、補給水タンク及びその周辺機器を除いた範囲の補給水設備を解体撤去する。具体的な隔離方法は解体着手までに原子炉施設保安規定に基づく QMS 文書で定める。

4. 解体撤去工事の方針

4.1 方針

作業を安全かつ合理的に行えるよう、以下の方針にて解体撤去工事を行う。

- ① 解体撤去工事に関する性能維持施設の隔離と識別管理法などの経験・実績を蓄積し、次工事方法への改善・反映を行うことができるよう段階的な計画を定める。
- ② 解体撤去工事を安全かつ合理的に進めるため、解体撤去工事を始めるまでに解体作業量を平坦化するよう、具体的な計画を定めた上で実施する。
- ③ 蒸気タービン設備の潤滑油系統、タービン制御系統には危険物として規制対象となる油を保有しており、また、補給水設備に復水脱塩装置再生用の薬品（塩酸及び苛性ソーダ）を保有しており、火災や労働災害のリスクがある。これらのリスクを低減するため、まず油や薬品を回収し処分する。
- ④ 解体撤去対象近傍に性能維持施設が存在する場合には、工事が性能維持施設に影響しないよう、事前に養生・識別を行う。

4.2 手順

解体撤去工事では、解体撤去する機器について、上記 3.の隔離措置を行った後、配管等の切断・撤去し、取り外しを行う。取り外し後、機器をタービン建物内の解体作業場所に移動して解体、その後建物外へ搬出する。移動が困難な重量物については据付場所で解体を行い建物外へ搬出する。

4.3 方法

解体に用いる方法にはガス切断機やプラズマ切断機などを用いる火氣的解体方法や、バンドソーやグラインダーなどを用いる機械的解体方法がある。また、解体対象設備・機器の配置・構造、作業性等から設置場所での解体と切離し・移動後の解体の選択肢がある。さらに、廃棄に至るまでの解体片の仮置き・パッキング等のエリア管理も必要である。そのため、解体対象設備・機器に応じて安全かつ効率的な手順と方法を選択するとともに、工事に伴うリスク（ガスの使用、火気の使用、粉じんの発生、揚重作業等）にも配慮し対策を施したうえで解体する。

もんじゅタービン設備・機器の配置・構造は火力発電所のものに近く、産業界での解体経験は軽水炉タービン設備の解体よりも相対的に多い。その様な産業界での知見・経験も参考に詳細な解体計画を策定する。

5. 解体撤去物の扱い

タービン建物の設備の解体撤去物は非放射性である。これらは一般産業廃棄物としてリサイクルまたは廃棄する。解体撤去物をリサイクルまたは廃棄するまで性能維持施設、解体工事などに影響を与えないよう保管場所を確保して飛散や脱落しないよう安全に保管する。

6. 解体撤去に係る安全確保対策

6.1 一般安全

第 2 段階では、燃料体が原子炉等から取出されており、放射能インベントリ

の大きい使用済み燃料は、燃料池に貯蔵された状態である。タービン建物と燃料池との間には、原子炉補助建物、原子炉建物の壁が多数存在し、タービン建物の事故や災害が直接的に燃料池に影響を与えることはない。しかし、隣接する補助建物には、固化状態とはいえ2次系のナトリウムが保管されている。他系統へ影響を与える災害として、火災、爆発が考えられる。

発電機の冷却用に水素ガスを用いているが、既に水素ガスは撤去されているため水素ガス漏えいによる火災、爆発はない。しかし、タービン建物内には、潤滑油系や制御系用の油が比較的大量に保管されている。これらの油を保有する機器に関しては、比較的早い時期に解体・撤去を行い、油火災のリスクを除去する。また、機器を解体する際には、ガス切断機やプラズマ切断機を用いる。このような火気を使用する工事に際しては、難燃性の資機材の使用、可燃性ガスの管理を徹底し、火災発生を防止する。

タービン建物内には、補助ボイラが設置されており、蒸気が通る配管が設置されており、蒸気が含まれる配管が設置されており、補助ボイラ及び蒸気配管は第2段階以降も供用される設備である。一方、タービン建物には、重要な安全機能を有する設備はなく、配管から蒸気が噴出しても原子炉施設の安全には影響しない。しかし、蒸気噴出は解体作業員の労働災害発生要因となる。このため、供用される補助ボイラ及び蒸気配管に関しては、エリアや配管の識別表示を行うとともに、保全計画に従い計画的な点検を実施し、蒸気バウンダリとしての機能・性能を維持する。

解体・撤去工事に伴う重量物の取扱いによる災害防止対策として、重量物に適合した揚重設備の使用等クレーン等安全規則に従った措置を講じる。また、一般労働災害防止対策として、高所作業対策、有害物対策、感電防止対策、粉じん障害対策、酸欠防止対策、振動対策、騒音対策、火傷防止対策、回転工具取扱対策等を講じる

6.2 想定外トラブルへの備え

先行する海外高速炉の廃止措置経験では、

Expect the Unexpected! You will meet situations that were not planned; such as physical configuration different than documented, contamination or high radiation not anticipated, air flow in the wrong direction, or many other kinds.

との教訓がある。もんじゅの設計や、据付工事を実体験したことの無い世代が廃止工事を進める。予期しない状況に遭遇した場合は、工事を一時的に中断し、安全を確認（例えば原因究明と対策検討）してから工事を再開する。ここが建設工事とは大きく異なる点であり、解体工事工程の目標設定は一定の自由度をもって設定する。

一方で、あらかじめ想定されるトラブルを予想し、未然にトラブル発生を防止することも必要であり、廃止措置が先行するふげんのトラブル経験を活用し、トラブル発生リスクを低減する。廃止措置先行プラントであるふげんの廃止措置におけるトラブル経験から、解体時の主なトラブルとして火気を使用する作業による火災や放射性物質の漏えい等が挙げられる。

火災のトラブル事例として、廃止したボイラのダクトをガス切断していたところ、切断したノロが通風機の入口フィルタに落下し、煙が出ているところを作業員が見つけ、消火器を使用して初期消火を実施したという事例がある（図 6.2.1 参照）。原因は、撤去対象物に関する協力会社への情報不足（設備担当者は通風機の空気取入部内に可燃性のフィルタがあることを認識していたものの、養生実施や事前撤去の必要性についての意識が不足し、協力会社への情報提供が不十分であった）、ガス溶断作業前の確認不足（作業要領書において、通風機のダクトのガス溶断作業前の設備担当者による火気養生等の立会い確認を必要としていなかったため、作業責任者のみで火気養生等の確認を行ったこと）、ガス溶断時の火気養生不足（協力会社においては、通風機の空気取入部内のフィルタが可燃性であることの認識がなかったため通風機の空気取入部への養生を行わなかった）である。再発防止策は、作業対象の機器類の可燃物の情報を設備担当者から協力会社に対して確実に情報提供するようルール具体化（チェックシー

トに反映)、作業において火気を使用する作業に着手する前には作業対象の機器類内も含めて可燃物の撤去又は火気養生が実施されているか設備担当者の立会により確認することとし作業要領書のホールドポイントとするようルール of の具体化 (チェックシートに反映)、養生 (防火) シートによる堰や受皿などにより火気養生していない箇所へのノロの飛散等を防止するための処置を講じるようルール of の具体化 (作業要領書へ反映) である。

また、放射性物質の漏えいトラブル事例として、管理区域で重水の試験装置の電極ノズルのねじ込み継手部からの重水漏えい事例がある。原因は、漏えいの可能性のある箇所に対して接触防止の措置や継手の回り止めなどの保護策を講じず狭隘な作業場所にあるねじ込み継手に人や物が接触した可能性があることや、装置は既設のドレンラインで重水系の貯槽へ抜き出すことができないものであるため装置内に重水が残留した状態であることや装置の出入口弁の閉止による隔離措置を以て供用終了措置を完了したことである。対策として、重水漏えい可能性のある箇所に対して人や物が接触することを防止する対策を実施することや、系統内に重水が残存する箇所について抜出し又は回収をした上で供用終了措置を完了するなどの対策を実施した。

【P】上記内容は、水平展開にてもんじゅ QMS 文書に反映済みであり、今後も他プラントにおけるトラブル情報を取り込む活動を継続し解体作業に反映していく。

7. 今後の予定

廃止措置計画申請までに●●する。

詳細な解体工事計画を QMS 文書で定めた上で第 2 段階から解体作業を実施する。詳細計画を検討していく過程で抽出される課題に対しては、それぞれの課題を解決することで安全かつ合理的な工事計画としていく。

以上

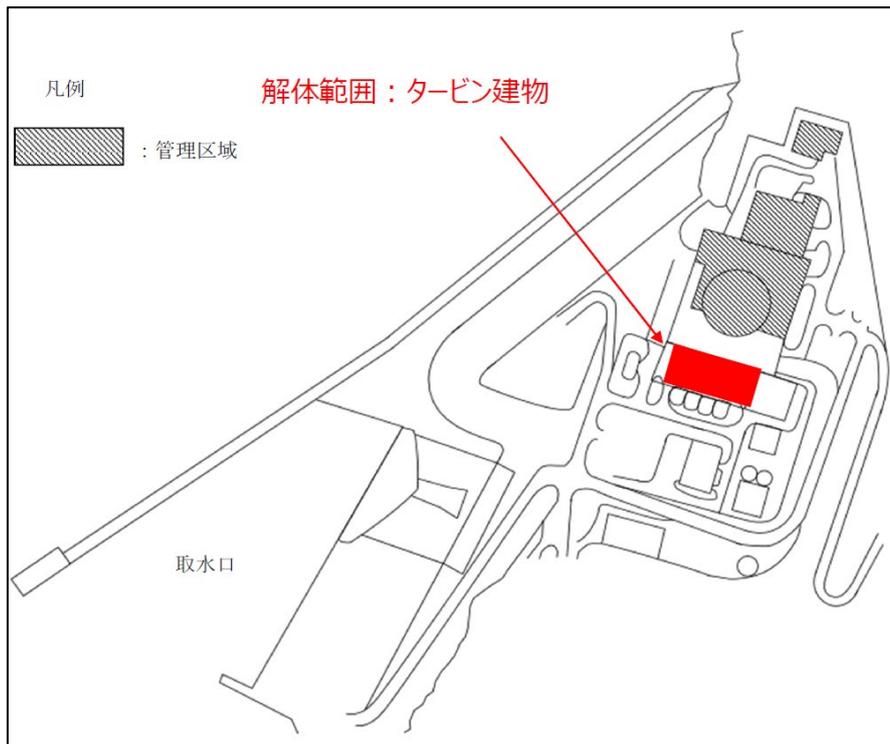


図 2.1 解体範囲

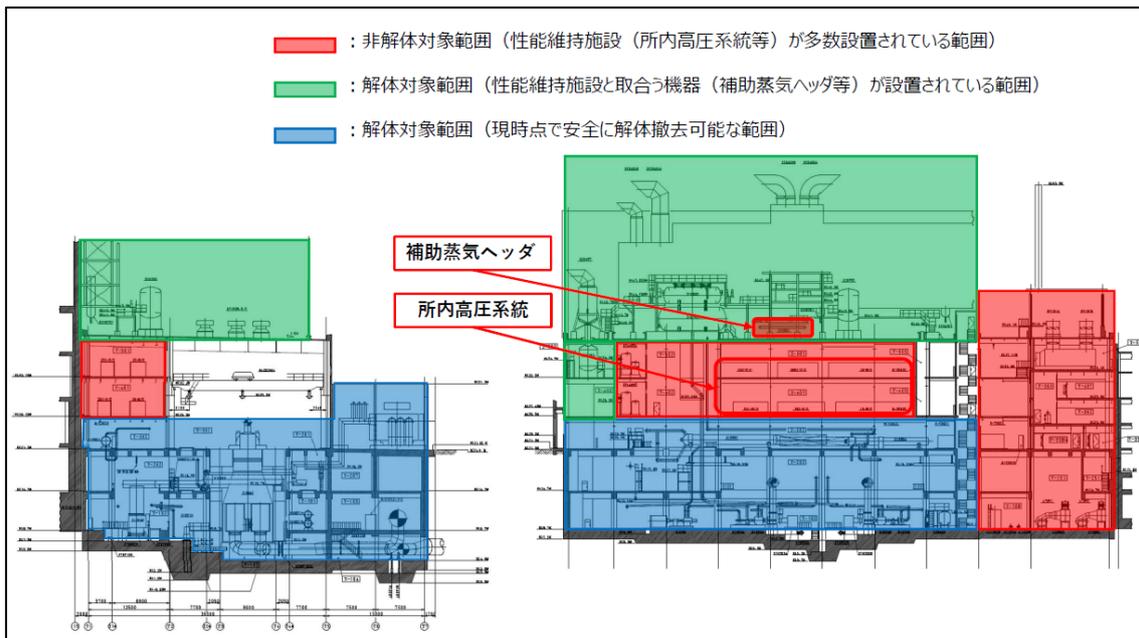
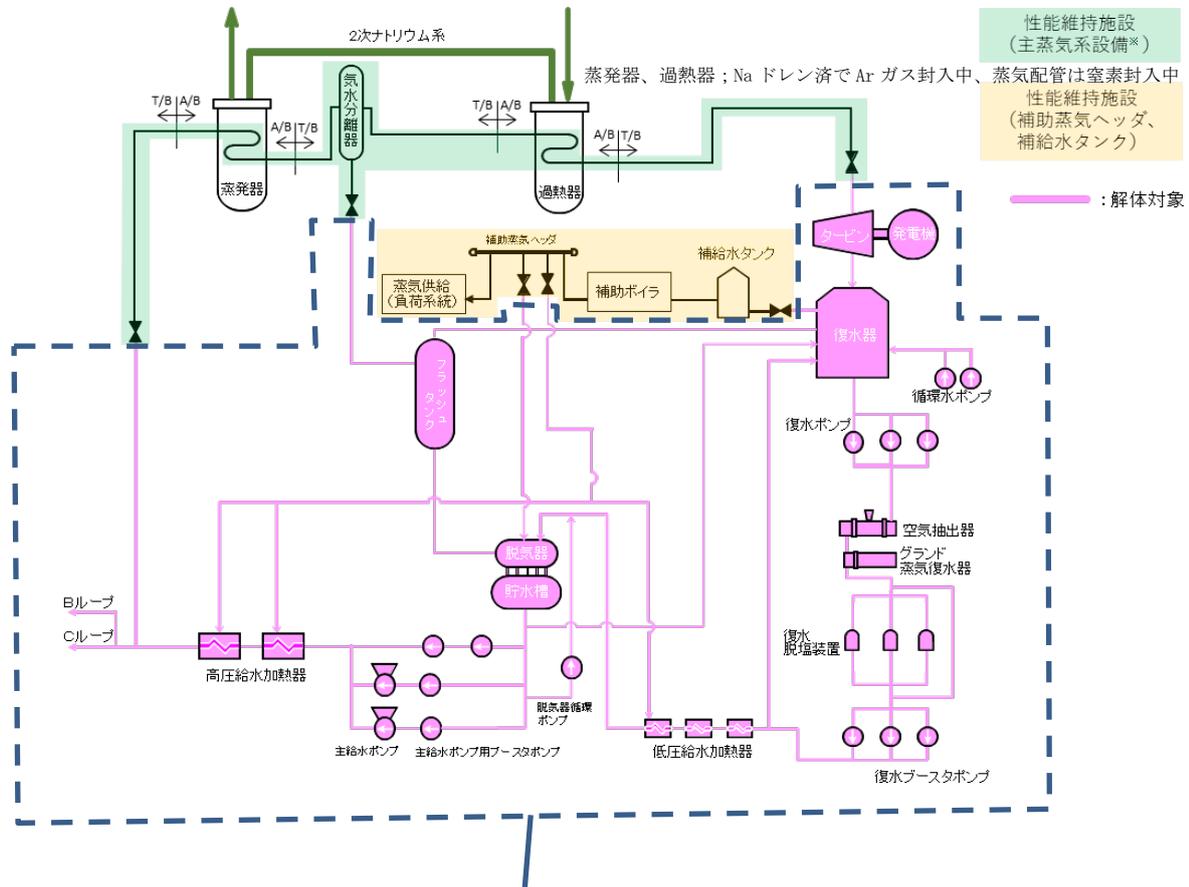


図 2.2 解体対象



隔離後、解体撤去する範囲

図 4.1 隔離と解体撤去範囲のイメージ

1. 発生箇所



2. 発生状況

タービン建屋地下2階ボイラー室

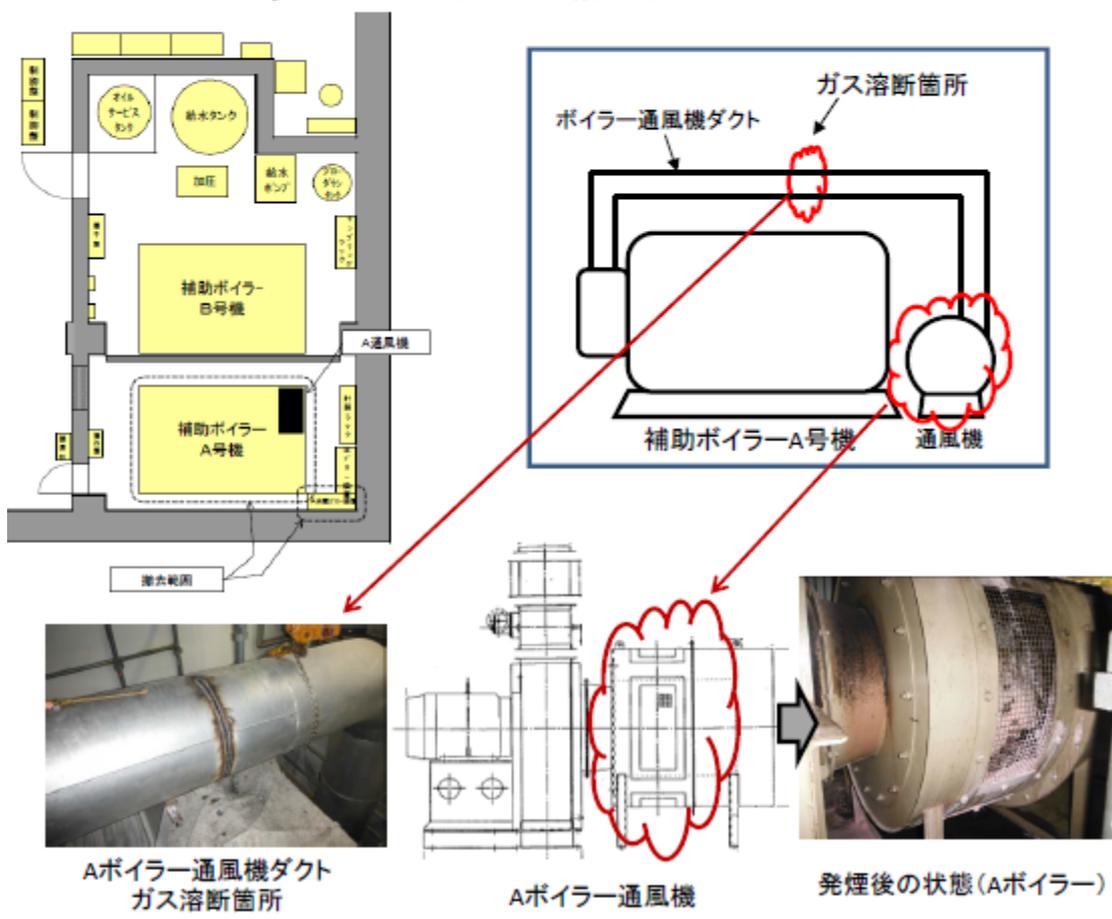


図 6.2.1 ふげんのトラブル事例

系統施設	設備	解体予定	備考
タービン及び付属設備	主蒸気系設備	○	A/B 設置配管を除く範囲
	蒸気タービン設備	○	
	復水設備	○	
	給水設備	○	
	補給水設備	○	補給水タンクを除く範囲
発電所補助施設	淡水供給設備		T/B 内に配管・弁等が設置
	換気空調設備		T/B エアを対象とした設備
	圧縮空気設備		
	制御用圧縮空気設備		T/B 内に配管・弁等が設置
	所内用圧縮空気設備		圧縮機・冷却器・配管・弁等
	ガス供給設備		
	窒素ガス供給設備		T/B 内に配管・弁等が設置
	補助蒸気設備		ボイラ、蒸気ヘッダ、配管等
	消火設備		T/B エアを対象とした設備
	排水処理設備		床排水及び排水移送設備
電気設備	発電機及び励磁装置	○	
	主要変圧器		
	主変圧器、所内変圧器		
	起動変圧器		
	所内高圧系統		
	所内低圧系統		
	通信設備、照明及び作業用電源設備		
	電線路		
計測制御系統施設	プロセス計装		
	安全保護系プロセス計装	△	主蒸気止め弁開度計装品
	主蒸気及び給水計装	△	
	その他の計装	△	
	原子炉制御設備		
	給水流量制御系	△	
	主蒸気温度制御系	△	
主蒸気圧力制御系	△		

○：第2段階から解体撤去に着手予定、△：機械側設備の解体に合わせて撤去予定

表 2.1 タービン建物内の解体撤去対象設備