

東海第二発電所  
空調設備の技術評価書

(運転を断続的に行うことを前提とした評価)

日本原子力発電株式会社

本評価書は、東海第二発電所（以下、「東海第二」という）で使用している安全上重要な空調設備（重要度分類審査指針におけるクラス1の空調設備）及び常設重大事故等対処設備に属する空調設備について、運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお、クラス2及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の空調設備はない。

評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

評価対象機器を型式、内部流体、材料等でグループ化し、それぞれのグループから、重要度、運転状態、流量、最高使用圧力等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後、代表以外の機器について評価を展開している。

1. ファン
2. 空調機
3. 冷凍機
4. フィルタユニット
5. ダクト
6. ダンパ及び弁

なお、非常用ガス処理系、非常用ガス再循環系、緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の配管は「配管の技術評価書」、非常用ガス処理系、非常用ガス再循環系、緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の弁、中央制御室換気系隔離弁、緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の電動弁用駆動部は「弁の技術評価書」にてそれぞれ評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

また、本文中の単位の記載は、原則としてSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表 1(1/2) 評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様 (流量×静圧)	重要度*1
ファン	中央制御室ブースターファン	5,100 m <sup>3</sup> /h ×2,108 Pa	MS-1 重*4
	非常用ガス処理系排風機	3,570 m <sup>3</sup> /h ×1,500 Pa	MS-1 重*4
	非常用ガス再循環系排風機	17,000 m <sup>3</sup> /h ×5,227 Pa	MS-1 重*4
	緊急時対策所非常用送風機*5	5,000 m <sup>3</sup> /h ×5,600 Pa	重*4
	中央制御室排気ファン	3,400 m <sup>3</sup> /h ×196 Pa	MS-1
	ディーゼル室換気系ルーフトファン	71,400 m <sup>3</sup> /h ×216 Pa	MS-1
空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800 m <sup>3</sup> /h ×490 Pa	MS-1
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800 m <sup>3</sup> /h ×490 Pa	MS-1
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800 m <sup>3</sup> /h ×340 Pa	MS-1
	中央制御室エアハンドリングユニットファン*5	42,500 m <sup>3</sup> /h ×981 Pa	MS-1 重*4
冷凍機	中央制御室チラーユニット	210,000 W*2	MS-1
フィルタユニット	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1 重*4
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1 重*4
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1 重*4
	緊急時対策所非常用フィルタ装置*5	5,000 m <sup>3</sup> /h*3	重*4
ダクト	中央制御室換気系ダクト (角ダクト)	42,500 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1 重*4
	ディーゼル室換気系ダクト (角ダクト)	71,400 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1
	中央制御室換気系ダクト (丸ダクト)	42,500 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1
	原子炉建屋換気系ダクト (丸ダクト)	231,200 m <sup>3</sup> /h*3	MS-1

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：冷却能力を示す

\*3：流量を示す

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*5：新規に設置される機器

表 1(2/2) 評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様 (流量)	重要度*1
ダンパ 及び弁	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500 m <sup>3</sup> /h	MS-1
		5,100 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
	ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000 m <sup>3</sup> /h	MS-1
	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
	非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
	中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
		5,100 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
	ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400 m <sup>3</sup> /h	MS-1
	緊急時対策所換気系グラビティダンパ*3	5,000 m <sup>3</sup> /h	重*2
	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400 m <sup>3</sup> /h	MS-1
		5,100 m <sup>3</sup> /h	MS-1 重*2
	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200 m <sup>3</sup> /h	MS-1
	中央制御室換気系隔離弁	3,400 m <sup>3</sup> /h	MS-1
34,800 m <sup>3</sup> /h*3		MS-1	

\*1 : 当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2 : 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*3 : 新規に設置される機器



表2(1/2) 評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
中央制御室ブースターファン	非常時に起動し、中央制御室内の空気を再循環ラインで循環し、中央制御室内の空気の放射性物質を除去する。
非常用ガス処理系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し、原子炉建屋の負圧を維持するとともに、原子炉建屋内のガスをフィルタユニットに通過させ、放射性物質を吸着除去した後、排気筒へ排風する。
非常用ガス再循環系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し、原子炉建屋内のガスに含まれる放射性物質を効率的に吸着除去するため、原子炉建屋内とフィルタユニット間で再循環させる。
緊急時対策所非常用送風機	重大事故等の発生時に起動し、緊急時対策所内の空気をフィルタユニットに通過させ、放射性物質を吸着除去し、緊急時対策所に留まる要員の居住性を確保する。
中央制御室排気ファン	中央制御室内の空気を換気する。
ディーゼル室換気系ルーフベントファン	ディーゼル室内の空気を換気する。
高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	低圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
残留熱除去系ポンプ室空調機	残留熱除去系ポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
中央制御室エアハンドリングユニットファン	中央制御室内を換気し、環境を調整する。
中央制御室チラーユニット	冷水を中央制御室エアハンドリングユニットファン冷却コイルに送り、中央制御室を冷却する。
非常用ガス再循環系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合、原子炉建屋内ガスの放射性物質を効率的に吸着除去する。
非常用ガス処理系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合、原子炉建屋内ガスの放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系フィルタユニット	中央制御室空調設備の非常時の再循環ラインに取付けられ、中央制御室内空気の放射性物質を除去する。
緊急時対策所非常用フィルタ装置	緊急時対策所の空気中の放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）	ディーゼル室換気系の空気流路を形成する。
中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	原子炉建屋換気系の空気流路を形成する。

表2 (2/2) 評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
中央制御室換気系空気作動式ダンパ	中央制御室換気系の空気作動式ダンパで、中央制御室換気系ファン入口に取付けられており、空気流路を確保する。
ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	ディーゼル室換気系の空気作動式ダンパで、ディーゼル室換気系の外気取入口に取付けられており、空気流路を確保する。
非常用ガス処理系グラビティダンパ	非常用ガス処理系の重力式ダンパで、非常用ガス処理系排風機出口に取付けられており、逆流を防止する。
非常用ガス再循環系グラビティダンパ	非常用ガス再循環系の重力式ダンパで、非常用ガス再循環系排風機出口に取付けられており、逆流を防止する。
中央制御室換気系グラビティダンパ	中央制御室換気系の重力式ダンパで、中央制御室換気系ファン出口に取付けられており、逆流を防止する。
ディーゼル室換気系グラビティダンパ	ディーゼル室換気系の重力式ダンパで、ディーゼル室換気系ルーフベントファン出口に取付けられており、逆流を防止する。
緊急時対策所換気系グラビティダンパ	緊急時対策所換気系の重力式ダンパで、緊急時対策所非常用送風機出口に取付けられており、逆流を防止する。
中央制御室換気系手動式ダンパ	中央制御室換気系の手動式ダンパで、中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインに取付けられており、空気流路を確保する。
原子炉建屋換気系隔離弁	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合、原子炉建屋を隔離する。
中央制御室換気系隔離弁	非常時に中央制御室を隔離する。

# 1. ファン

[対象ファン]

- ① 中央制御室ブースターファン
- ② 非常用ガス処理系排風機
- ③ 非常用ガス再循環系排風機
- ④ 緊急時対策所非常用送風機
- ⑤ 中央制御室排気ファン
- ⑥ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 .....	1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 .....	1-1
1.2 代表機器の選定 .....	1-1
2. 代表機器の技術評価.....	1-3
2.1 構造, 材料及び使用条件 .....	1-3
2.1.1 非常用ガス再循環系排風機.....	1-3
2.1.2 緊急時対策所非常用送風機.....	1-6
2.1.3 中央制御室排気ファン.....	1-9
2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン.....	1-12
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	1-15
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	1-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	1-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	1-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価.....	1-24
3. 代表機器以外への展開.....	1-25
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	1-25
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	1-25

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なファンの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのファンを型式、駆動方式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし、表 1-1 に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に、重要度、運転状態、流量、静圧の観点から代表機器を選定する。

#### (1) 遠心式直結型ファン

このグループには、中央制御室ブースターファン、非常用ガス処理系排風機、非常用ガス再循環系排風機が属するが、重要度、運転状態は同等であることから、流量の大きい非常用ガス再循環系排風機を代表機器とする。

#### (2) 遠心式直動型ファン

このグループには、緊急時対策所非常用送風機のみが属するため、これを代表機器とする。

#### (3) 軸流式ベルト駆動ファン

このグループには、中央制御室排気ファンのみが属するため、これを代表機器とする。

#### (4) 軸流式直動型ファン

このグループには、ディーゼル室換気系ルーフベントファンのみが属するため、これを代表機器とする。

表 1-1 ファンのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	駆動方式		仕様	重要度*1	使用条件		
			流量×静圧 (m <sup>3</sup> /h×Pa)		運転状態		
遠心式	直結型	中央制御室ブースターファン*2	5,100×2,108	MS-1 重*3	一時		重要度 運転状態 流量
		非常用ガス処理系排風機*2	3,570×1,500	MS-1 重*3	一時		
		非常用ガス再循環系排風機	17,000×5,227	MS-1 重*3	一時	◎	
	直動型	緊急時対策所非常用送風機*2	5,000×5,600	重*3	一時	◎	
軸流式	ベルト駆動	中央制御室排気ファン	3,400×196	MS-1	連続	◎	
	直動型	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400×216	MS-1	一時	◎	

◎：代表機器

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：新規に設置される機器

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の4基のファンについて技術評価を実施する。

- ① 非常用ガス再循環系排風機
- ② 緊急時対策所非常用送風機
- ③ 中央制御室排気ファン
- ④ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

### 2.1 構造，材料及び使用条件

#### 2.1.1 非常用ガス再循環系排風機

##### (1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系排風機は、流量 17,000 m<sup>3</sup>/h、静圧 5,227 Pa の遠心式ファンであり、2基設置されている。

非常用ガス再循環系排風機は、冷却材喪失事故等の事故時に原子炉建屋内の空気をフィルタユニットを介して循環させるものであり、空気を排風する主軸、羽根車及びモータ、機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

また、羽根車及び主軸は、ケーシングボルトを緩め、ケーシングを開放することにより、点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系排風機の構造図を図 2.1-1 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ (低圧, 全閉型)
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングボルト
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

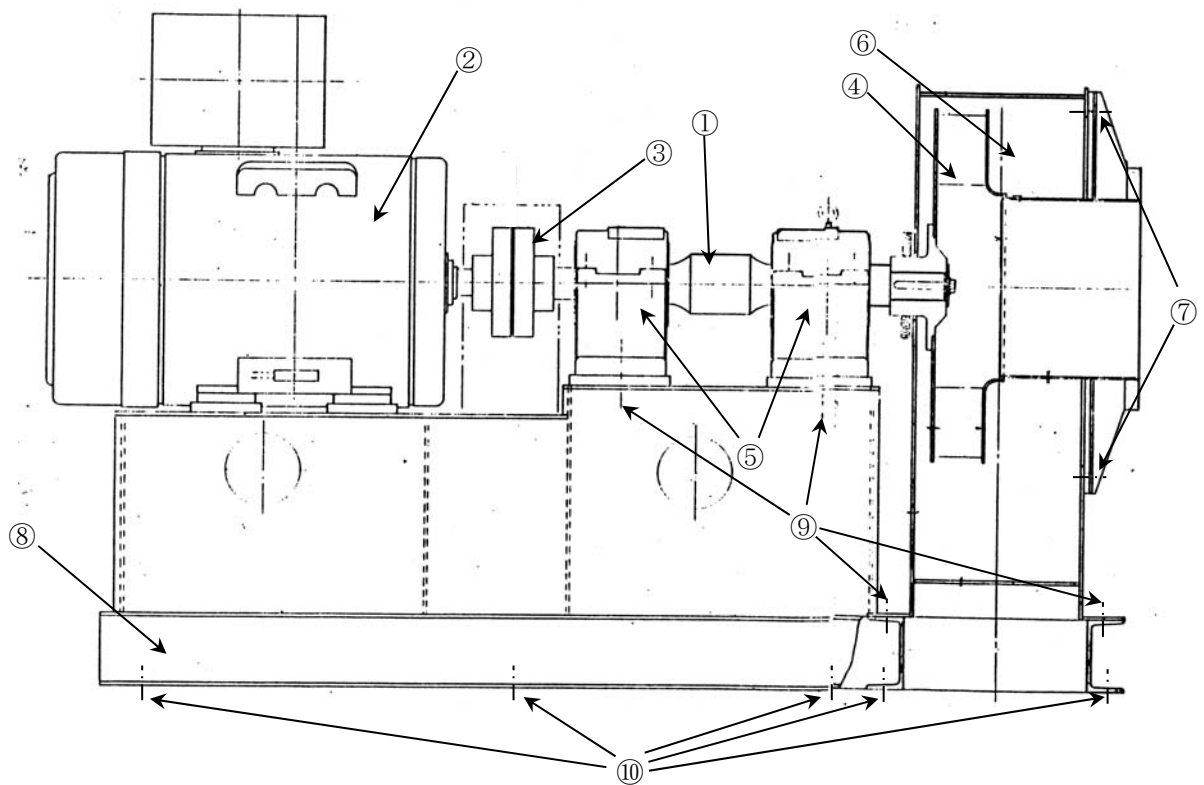


図 2.1-1 非常用ガス再循環系排風機構造図



表 2.1-1 非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング：アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		軸継手	鋳鉄
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2 非常用ガス再循環系排風機の使用条件

流量	17,000 m <sup>3</sup> /h
回転速度	3,000 rpm
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.1.2 緊急時対策所非常用送風機

### (1) 構造

東海第二の緊急時対策所非常用送風機は、流量 5,000 m<sup>3</sup>/h、静圧 5,600 Pa の遠心式ファンであり、2基設置される。

緊急時対策所非常用送風機は、重大事故等の発生時に起動し、緊急時対策所内の空気をフィルタユニットに通過させ放射性物質を吸着除去し、緊急時対策所にとどまる要員の居住性を確保するものであり、空気を排風する羽根車及びモータ、機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

東海第二の緊急時対策所非常用送風機の構造図を図 2.1-2 に示す。

### (2) 材料及び使用条件

東海第二の緊急時対策所非常用送風機主要部位の使用材料を表 2.1-3 に、使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	モータ (低圧, 全閉型)
②	羽根車
③	ケーシング
④	ベース
⑤	基礎ボルト

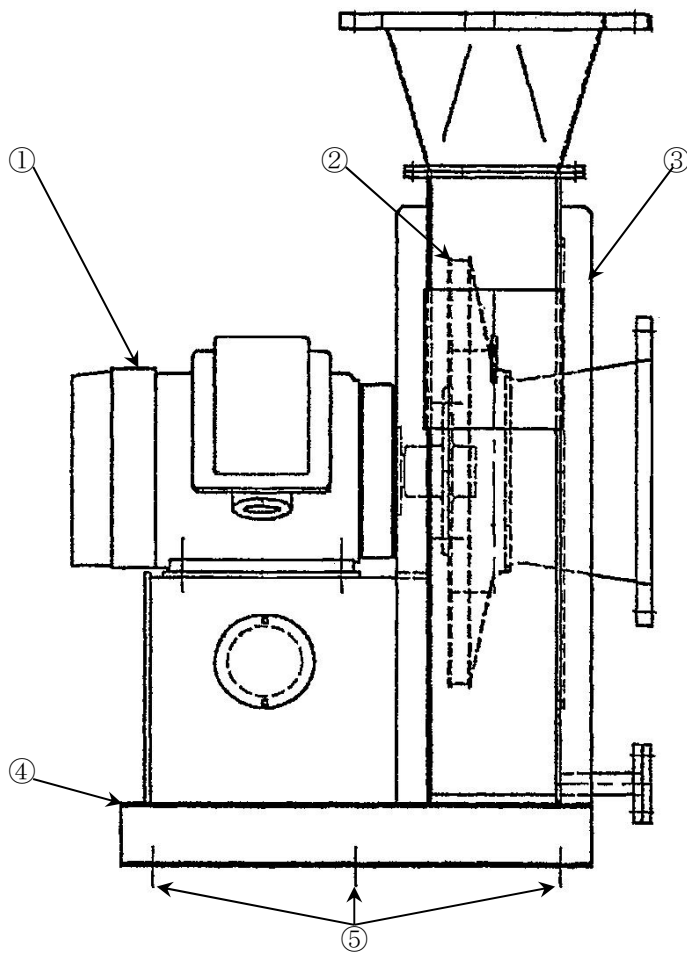


図 2.1-2 緊急時対策所非常用送風機構造図

表 2.1-3 緊急時対策所非常用送風機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング：アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-4 緊急時対策所非常用送風機の使用条件

流量	5,000 m <sup>3</sup> /h
回転速度	3,000 rpm
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

### 2.1.3 中央制御室排気ファン

#### (1) 構造

東海第二の中央制御室排気ファンは、流量 3,400 m<sup>3</sup>/h、静圧 196 Pa の軸流式ファンであり、1 基設置されている。

中央制御室排気ファンは、中央制御室内を換気するためのものであり、空気を排風する羽根車及びモータ、機器を支持するための取付けボルト等からなる。

また、羽根車は、ケーシングボルトを緩め、ケーシング等を取外すことにより、点検手入れが可能である。

東海第二の中央制御室排気ファンの構造図を図 2.1-3 に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室排気ファン主要部位の使用材料を表 2.1-5 に、使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ (低圧, 全閉型)
③	Vプーリー
④	Vベルト
⑤	羽根車
⑥	軸受 (ころがり)
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングボルト
⑨	取付ボルト

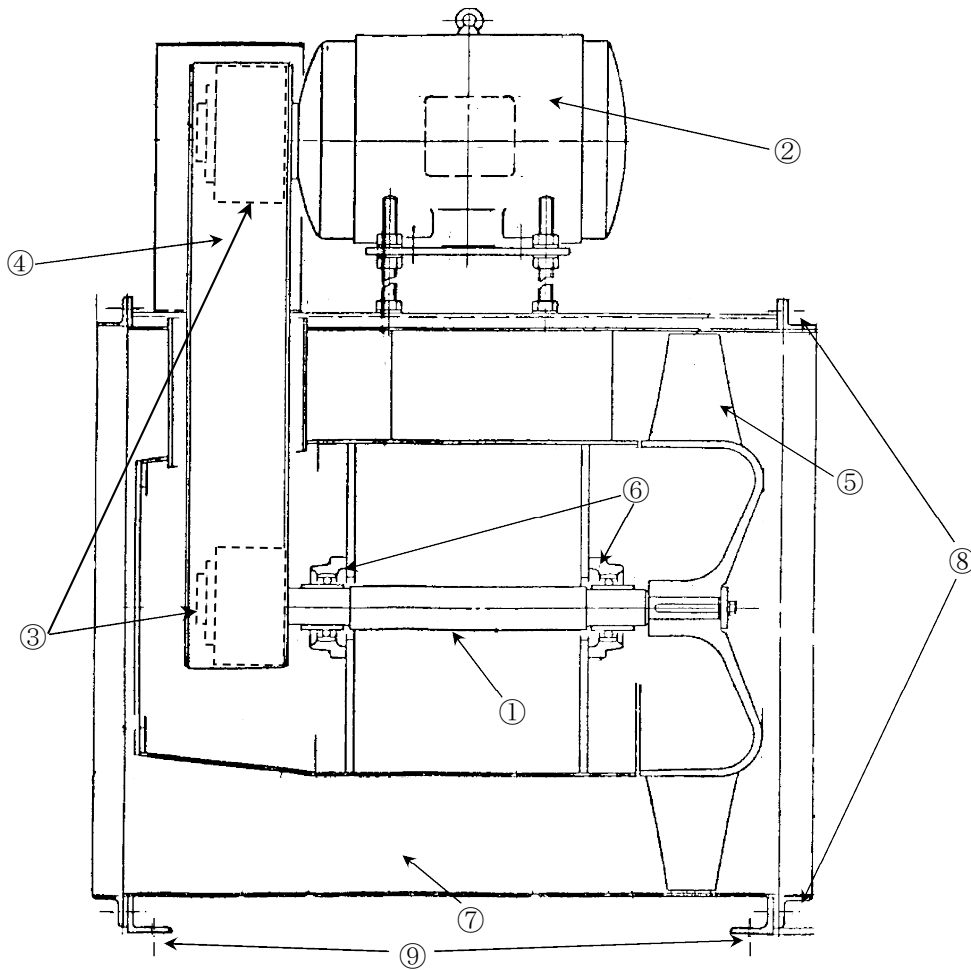


図 2.1-3 中央制御室排気ファン構造図

表 2.1-5 中央制御室排気ファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング：アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		Vプーリー	鋳鉄
		Vベルト	（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-6 中央制御室排気ファンの使用条件

流量	3,400 m <sup>3</sup> /h
回転速度	1,910 rpm
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

#### 2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン

##### (1) 構造

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンは、流量 71,400 m<sup>3</sup>/h、静圧 216 Pa の軸流式ファンであり、非常用ディーゼル発電機室（2C D/G 室、2D D/G 室、HPCS D/G 室）にそれぞれ 2 基ずつ、計 6 基が設置されている。

ディーゼル室換気系ルーフベントファンは、非常用ディーゼル発電機運転時に室内の冷却を行うものであり、空気を排出する羽根車及びモータ、機器を支持するための取付けボルト等からなる。

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンの構造図を図 2.1-4 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料を表 2.1-7 に、使用条件を表 2.1-8 に示す。



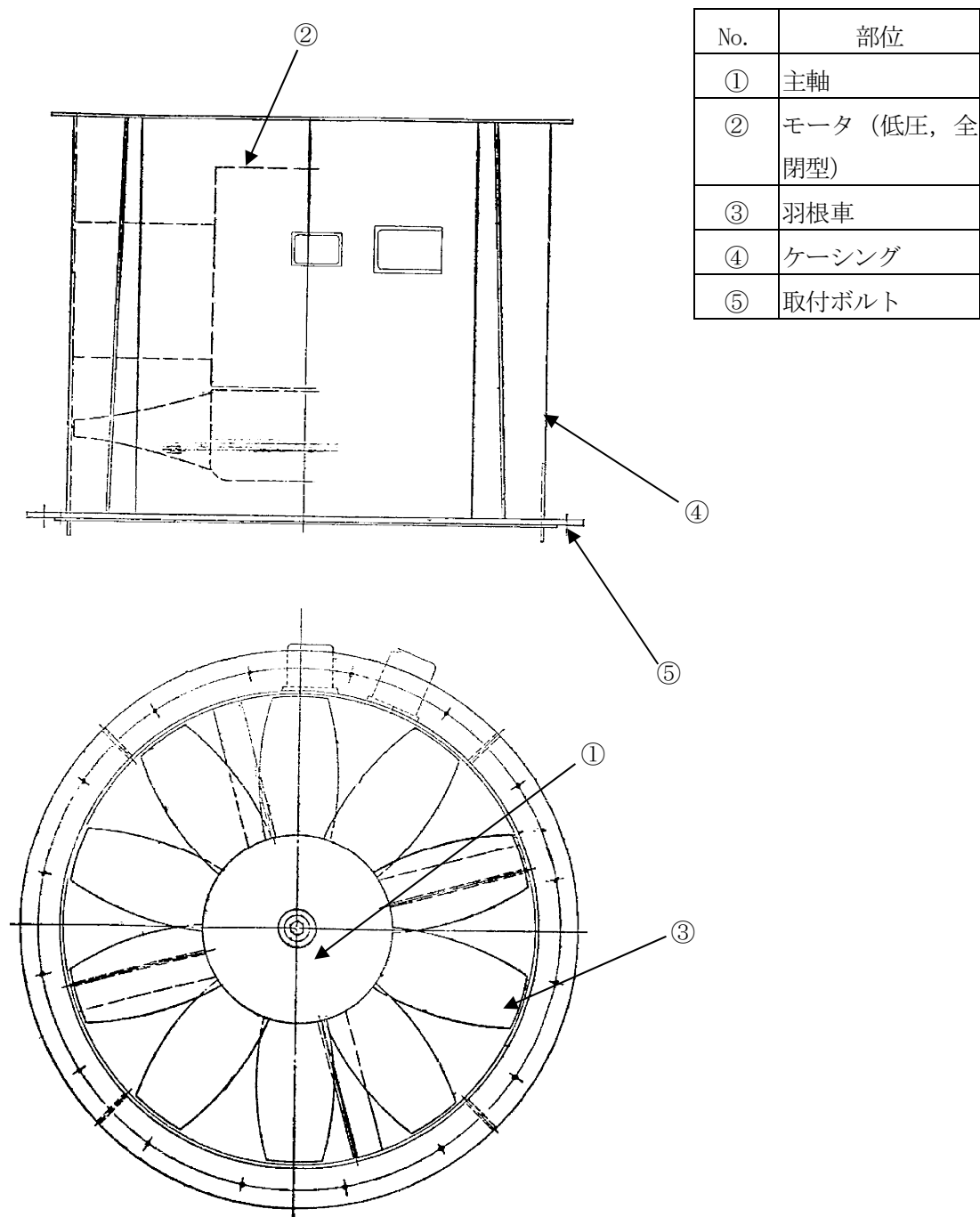


図 2.1-4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン構造図

表 2.1-7 ディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング：アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8 ディーゼル室換気系ルーフベントファンの使用条件

流量	71,400 m <sup>3</sup> /h
回転速度	1,000 rpm
周囲温度	45 °C
内部流体	空気
設置場所	屋外

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 流量の確保
- (2) バウンダリの維持
- (3) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

ファンについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、応力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は、以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

V ベルト、軸受(ころがり)は消耗品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

- a. モーター（低圧、全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔非常用ガス再循環系排風機〕

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

b. 主軸の摩耗〔非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン〕

ころがり軸受を使用しているファンでは、軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが、分解点検時の目視点検及び寸法測定において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって、主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. Vプーリーの摩耗〔中央制御室排気ファン〕

Vプーリーは鋳鉄であり、Vベルトとの接触部が回転により摩耗する可能性があるが、Vベルトは張力管理されており、急激に摩耗が進展する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検を実施しており、摩耗状況に応じてVプーリーの取替を行うことにより機能を維持している。

したがって、Vプーリーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 主軸の腐食（全面腐食）〔非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン〕

主軸は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって、主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. Vプーリーの腐食（全面腐食）〔中央制御室排気ファン〕

Vプーリーは鋳鉄であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、Vプーリーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 軸継手の腐食（全面腐食）〔非常用ガス再循環系排風機〕

軸継手は鋳鉄であり、腐食が想定されるが、分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって、軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 羽根車の腐食（全面腐食）〔非常用ガス再循環系排風機，緊急時対策所非常用送風機〕

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが、分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

緊急時対策所非常用送風機は、新たに設置されることから、今後、点検時に羽根車の目視点検を行い、腐食の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

したがって、羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所非常用送風機は、新たに設置されることから、今後、点検時に目視点検を行い、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって、ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. ベースの腐食（全面腐食）〔非常用ガス再循環系排風機，緊急時対策所非常用送風機〕

ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時にベースの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. 主軸の高サイクル疲労割れ〔非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン〕

主軸には，ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお，分解点検に目視点検及び浸透探傷検査を実施しており，これまでの目視点検及び浸透探傷検査においても欠陥は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- k. 羽根車の腐食（全面腐食）〔中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン〕

羽根車は耐食性に優れたアルミニウム合金鋳物であり，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認しており，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- l. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗〔共通〕
- m. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）〔共通〕
- n. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕
- o. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕
- p. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ〔共通〕

以上，l. ～p. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ [共通]

以上，a. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1(1/4) 非常用ガス再循環系排風機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ
		モータ(低圧, 全閉型)	◎ (軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	*2：主軸 *3：フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー及び端子箱
		軸継手		鋳鉄		△						
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						*5：取付ボルト
	軸支持	軸受(ころがり)	◎	—								*6：主軸の高サイクル疲労割れ
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						*7：回転子棒及び回転子エンドリング
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						*8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)



表 2.2-1(2/4) 緊急時対策所非常用送風機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	モータ (低圧, 全閉型)	◎ (軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5 ▲*6				○*7	*1: 主軸 *2: フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー及び端子箱 *3: 固定子コア及び回転子コア *4: 取付ボルト *5: 主軸の高サイクル疲労割れ *6: 回転子棒及び回転子エンドリング *7: 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		ステンレス鋼								

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

表 2.2-1(3/4) 中央制御室排気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ
		モータ(低圧, 全閉型)	◎ (軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	*2：主軸 *3：フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー及び端子箱
		Vプーリー		鋳鉄	△	△						*4：固定子コア及び回転子コア
		Vベルト	◎	—								*5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金 鋳物		△						*7：回転子棒及び回転子エンドリング
	軸支持	軸受(ころがり)	◎	—								*8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

表 2.2-1(4/4) ディーゼル室換気系ルーフベントファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ
		モータ (低圧, 全閉型)	◎ (軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	*2：主軸 *3：フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー及び端子箱
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金 鋳物		△						*4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						*6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						*8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

### 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

- (1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]  
モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価結果について、1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 非常用ガス処理系排風機
- ② 中央制御室ブースターファン

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

##### a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下[共通]

代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

##### a. 主軸の摩耗[共通]

代表機器と同様，ころがり軸受を使用しているファンでは，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，非常用ガス処理系排風機，中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

##### b. 主軸の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様，主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが，非常用ガス処理系排風機，中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 羽根車の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様、羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが、非常用ガス処理系排風機、中央制御室ブースターファンは、新たに設置されることから、今後、点検時に羽根車の目視点検を行い、必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって、羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ケーシング、ケーシングボルト、取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様、ケーシング、ケーシングボルト、取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部に塗装が施されており、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機、中央制御室ブースターファンは、新たに設置されることから、今後、点検時に目視点検を行い、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって、ケーシング、ケーシングボルト、取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様、ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部に塗装が施されており、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機、中央制御室ブースターファンは、新たに設置されることから、今後、点検時にベースの目視点検を行い、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって、ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸の高サイクル疲労割れ[共通]

代表機器と同様、主軸には、ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため、繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが、設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお、非常用ガス処理系排風機、中央制御室ブースターファンは、新たに設置されることから、今後、点検時に主軸の目視点検及び浸透探傷検査を行い、欠陥の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

したがって、主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗[共通]
- h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）[共通]
- i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]
- j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]
- k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ[共通]

以上，g. ～k. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[共通]

以上，a. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。



## 2. 空調機

[対象空調機]

- ① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
- ② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
- ③ 残留熱除去系ポンプ室空調機
- ④ 中央制御室エアハンドリングユニットファン

## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....	2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....	2-1
1.2 代表機器の選定.....	2-1
2. 代表機器の技術評価.....	2-3
2.1 構造,材料及び使用条件.....	2-3
2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機.....	2-3
2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン.....	2-6
2.2 経年劣化事象の抽出.....	2-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	2-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	2-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	2-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価.....	2-17
3. 代表機器以外への展開.....	2-18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	2-18
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	2-18

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な空調機の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの空調機を流体（冷却コイル内部流体）の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

空調機冷却コイルの内部流体を分類基準とし、表 1-1 に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に、重要度、運転状態、流量、静圧の観点から代表機器を選定する。

#### (1) 海水冷却コイル空調機

このグループには、高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機、低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機及び残留熱除去系ポンプ室空調機が属するが、重要度は同じであることから、運転状態の厳しい残留熱除去系ポンプ室空調機を代表機器とする。

#### (2) 純水冷却コイル空調機

このグループには、中央制御室エアハンドリングユニットファンのみが属するため、同空調機を代表機器とする。

表 1-1 空調機のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
		仕様	重要度*2	使用条件		
内部流体*1		流量×静圧 (m <sup>3</sup> /h×Pa)			運転状態	
海水	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1回/月)		重要度 運転状態
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1回/月)		
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800×340	MS-1	一時*3	◎	
純水	中央制御室エアハンドリングユニットファン*4	42,500×981	MS-1 重*5	連続	◎	

◎：代表機器

\*1：冷却コイル内部流体を示す

\*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*3：1回/月（残留熱除去系 B, C ポンプ室）及び2回/月（残留熱除去系 A ポンプ室）

\*4：新規に設置される機器

\*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空調機について技術評価を実施する。

- ① 残留熱除去系ポンプ室空調機
- ② 中央制御室エアハンドリングユニットファン

### 2.1 構造、材料及び使用条件

#### 2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機

##### (1) 構造

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機は、残留熱除去系ポンプ室の冷却を行うもので、流量 6,800 m<sup>3</sup>/h、回転速度 1,500 rpm の空調機であり、3基設置されている。

残留熱除去系ポンプ室空調機は、空気を送風するモータ、羽根車、空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成されている。冷却コイルの内部流体は海水であり、水室、管板内部には、冷却コイルの腐食を防止するための防食板が設置されている。

また、当該空調機は、冷却コイルのろう付け部に腐食が確認されたことから、2001年度～2003年度に健全性向上のため、ろう付けを使用しない水室型の冷却コイルをもつ空調機へ一式交換を行っている。

なお、羽根車はケーシングボルトを取外すことで点検手入れが可能である。冷却コイル、水室、管板は冷却コイルボルトを取外すことで点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機の構造図を図 2.1-1 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。

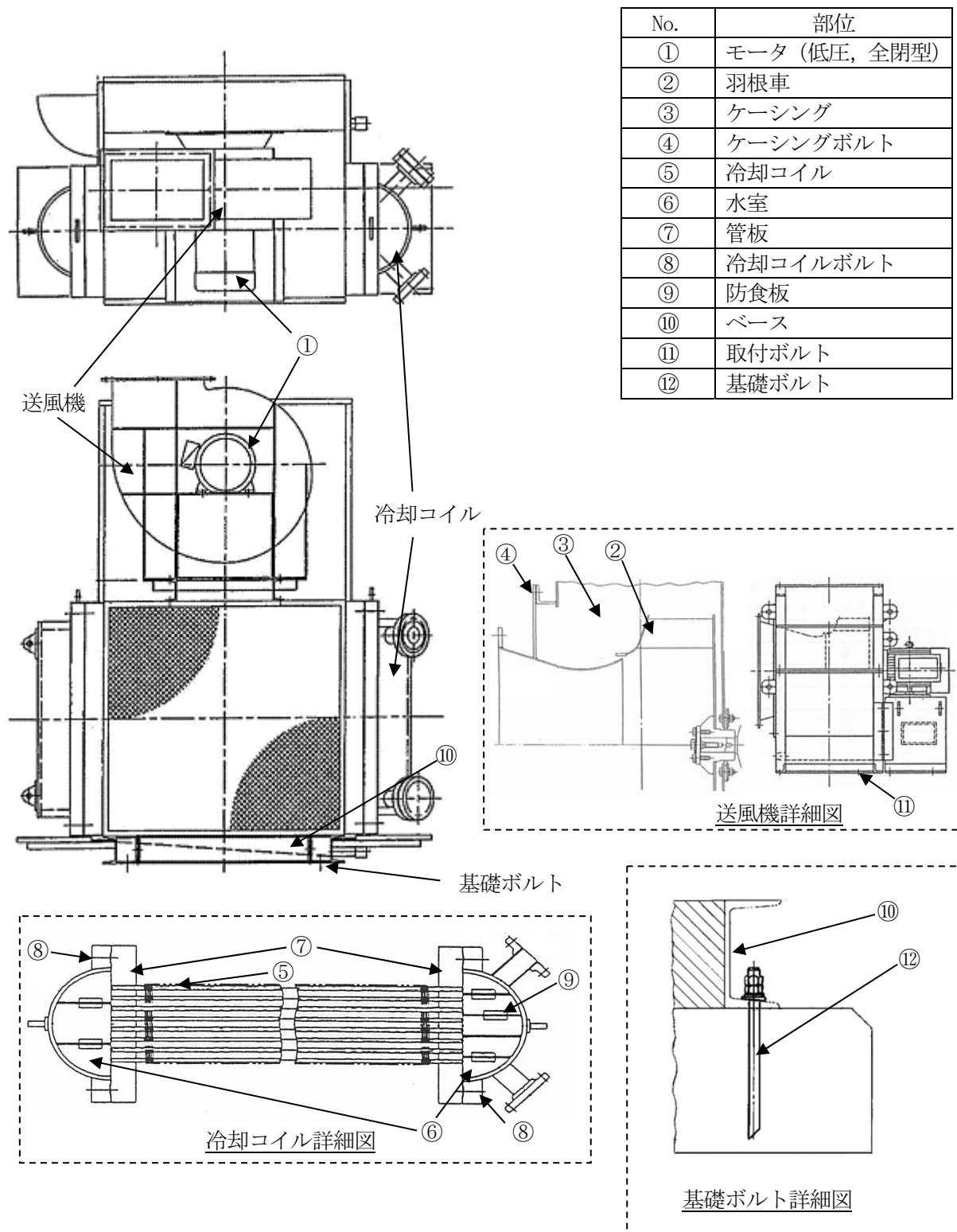


図 2.1-1 残留熱除去系ポンプ室空調機構造図

表 2.1-1 残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング： アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅合金
		水室	銅合金
		管板	銅合金
		冷却コイルボルト	低合金鋼及び炭素鋼
		防食板	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂

表 2.1-2 残留熱除去系ポンプ室空調機の使用条件

流量	6,800 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
回転速度	1,500 rpm
内部流体	空気（送風機）, 海水（冷却コイル）
設置場所	屋内

## 2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン

### (1) 構造

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンは、中央制御室の冷却を行うもので、流量 42,500 m<sup>3</sup>/h、回転速度 1,110 rpm の空調機であり、2 基設置されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは、空気を送風するモータ、羽根車、空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成され、冷却コイルの内部流体は純水である。

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンの構造図を図 2.1-2 に示す。

### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に、使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	モータ (低圧, 全閉型)
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	ケーシング (ユニット)
⑦	ケーシング (送風機)
⑧	フィルタ
⑨	冷却コイル
⑩	基礎ボルト

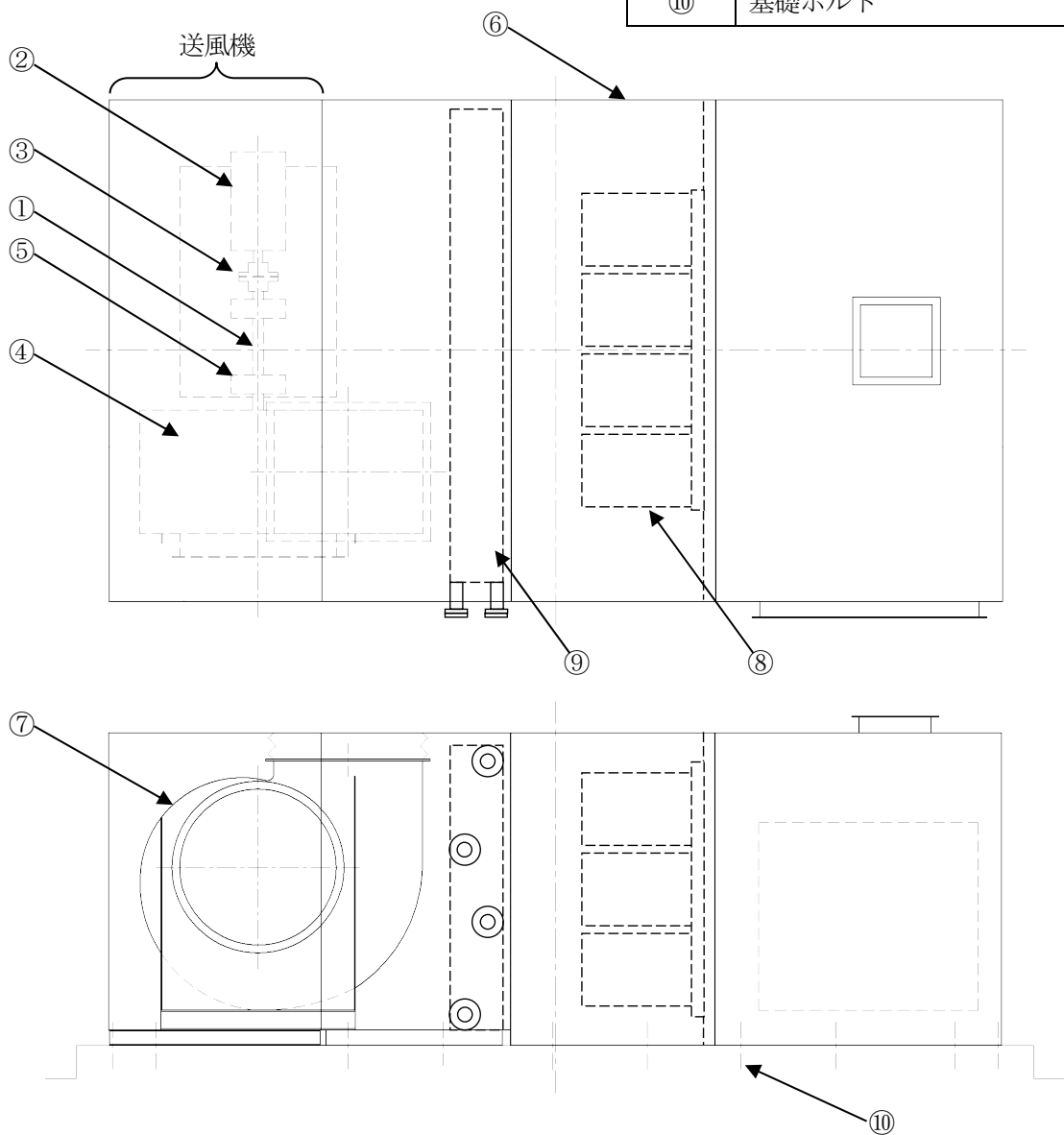


図 2.1-2 中央制御室エアハンドリングユニットファン構造図

表 2. 1-3 中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ (低圧, 全閉型)	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エンドリング：アルミニウム フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー, 端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		軸継手	鋳鉄
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング (ユニット)	炭素鋼（亜鉛メッキ）
		ケーシング (送風機)	炭素鋼（亜鉛メッキ）
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	（消耗品）
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅
機器の支持	支持	基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2. 1-4 中央制御室エアハンドリングユニットファンの使用条件

流量	42, 500 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
回転速度	1, 110 rpm
内部流体	空気（送風機） 純水（冷却コイル）
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空調機の機能である送風機能、空気調和機能及び冷却機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 流量の確保
- (2) バウンダリの維持
- (3) 空気浄化機能の確保（中央制御室エアハンドリングユニットファンのみ）
- (4) 冷却機能の確保
- (5) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

空調機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、流量、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は、以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり）、フィルタ、防食板は消耗品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

- a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

b. ケーシングの腐食（全面腐食）〔共通〕

ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は亜鉛メッキ又は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは、新たに設置されることから、今後、点検時にケーシングの目視点検を行い、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって、ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 軸継手の腐食（全面腐食）〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕

軸継手は鋳鉄であり、腐食が想定されるが、中央制御室エアハンドリングユニットファンは、新たに設置されることから、今後、点検時に軸継手の目視点検を行い、必要に応じて補修することにより機能を維持できると考える。

したがって、軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 羽根車の腐食（全面腐食）〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが、分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって、羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕

ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 冷却コイルの異物付着〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕

残留熱除去系ポンプ室空調機の冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し，伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，外面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 主軸の腐食（全面腐食）〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕

主軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. 主軸の摩耗〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕

ころがり軸受を使用している送風機の主軸においては，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕

水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 主軸の高サイクル疲労割れ〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕

主軸には，送風機運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性がある。

しかし，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 羽根車の腐食（全面腐食）〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕

中央制御室エアハンドリングユニットファンの羽根車は耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さい。

なお，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗〔共通〕

m. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）〔共通〕

n. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

o. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

p. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ〔共通〕

以上，l. ～p. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後  
も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣  
化事象（日常劣化管理事象以外）
- a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔残留熱除去系ポンプ室空調機〕  
基礎ボルトの健全性については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するも  
のとし、本評価書には含めていない。
- b. 冷却コイルの腐食〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕  
新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルは耐食  
性を有する銅であり、コイル内面は内部流体が水質管理された純水であることから、  
腐食進行の可能性は小さい。  
したがって、冷却コイルの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではな  
いと判断する。
- c. 冷却コイルの異物付着〔中央制御室エアハンドリングユニットファン〕  
新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルの内部  
流体は、水質管理された純水であり、異物付着の可能性は小さい。  
したがって、冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象では  
ないと判断する。
- d. モータ（低圧、全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ〔共通〕  
以上、d. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち、低圧ポンプモータ  
と同一であることから、当該評価書を参照のこと。



表 2.2-1 (1/2) 残留熱除去系ポンプ室空調機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
					減肉		割れ		材質変化			その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
流量の確保	エネルギー伝達	モータ (低圧, 全閉型)	◎(軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5 ▲*6				○*7	*1: 主軸 *2: フレーム, エンドブラケット, ファン, ファンカバー及び端子箱 *3: 固定子コア及び回転子コア *4: 取付ボルト *5: 主軸の高サイクル疲労割れ *6: 回転子棒及び回転子エンドリング *7: 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *8: 異物付着 *9: 外面 *10: 内面 *11: 樹脂の劣化	
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△							
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△							
		ケーシングボルト		炭素鋼		△							
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅合金		△					△*8		
		水室		銅合金		△*9*10							
		管板		銅合金		△*9*10							
		冷却コイルボルト		低合金鋼及び炭素鋼		△							
		防食板	◎	—									
		ベース		炭素鋼		△							
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂		△					▲*11		

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象 (日常劣化管理事象以外)

表 2. 2-1 (2/2) 中央制御室エアハンドリングユニットファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム、エンドブラケット、ファン、ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *9：異物付着
		モータ(低圧, 全閉型)	◎(軸受(ころがり))	銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		軸継手		鋳鉄		△						
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金		△						
	軸支持	軸受(ころがり)	◎	—								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング(ユニット)		炭素鋼(亜鉛メッキ)		△						
		ケーシング(送風機)		炭素鋼(亜鉛メッキ)		△						
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	◎	—								
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅		▲					▲*9	
機器の支持	支持	基礎ボルト		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象(日常劣化管理事象以外)

### 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

- (1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]  
モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価結果について、1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
- ② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]  
代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

- a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機]

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

- b. ケーシングの腐食（全面腐食） [共通]

代表機器と同様，ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- c. 羽根車の腐食（全面腐食） [共通]

代表機器と同様，羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

代表機器と同様，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 冷却コイルの異物付着 [共通]

代表機器と同様，冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，冷却コイルの外表面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食） [共通]

代表機器と同様，水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗 [共通]

- h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食） [共通]

- i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） [共通]

- j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

- k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

以上，g. ～k. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機〕

基礎ボルトの健全性については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

b. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ〔共通〕

以上，b. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

### 3. 冷凍機

[対象冷凍機]

- ① 中央制御室チラーユニット

## 目次

1. 対象機器 .....	3-1
2. 冷凍機の技術評価.....	3-2
2.1 構造,材料及び使用条件.....	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出.....	3-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	3-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	3-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	3-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価.....	3-20



1. 対象機器

東海第二で使用している主要な冷凍機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 冷凍機の主な仕様

型式	機器名称	仕様	重要度	使用条件
		冷却能力 (W)		運転状態
スクリー式	中央制御室 チラーユニット	210,000	MS-1	連続

## 2. 冷凍機の技術評価

### 2.1 構造，材料及び使用条件

#### (1) 構造

東海第二の中央制御室チラーユニットは，外気を冷却源とする冷却能力 210,000 W のスクリー式冷凍機であり，2 基設置されている。

チラーユニットは，圧縮機，凝縮器，蒸発器，配管・弁及び冷水ポンプ等で構成される。

また，圧縮機はケーシングを開放することにより，点検手入れが可能である。

なお，1995 年度から 1996 年度に中央制御室換気系の機能維持を目的に，冷凍機（冷水ポンプを除く）の取替を実施している。

東海第二の中央制御室チラーユニットの系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に，圧縮機の構造図を図 2.1-3 に，冷水ポンプの構造図を図 2.1-4 に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	圧縮機
②	膨張弁
③	制御用電磁弁
④	凝縮器
⑤	蒸発器
⑥	冷水ポンプ及びモータ

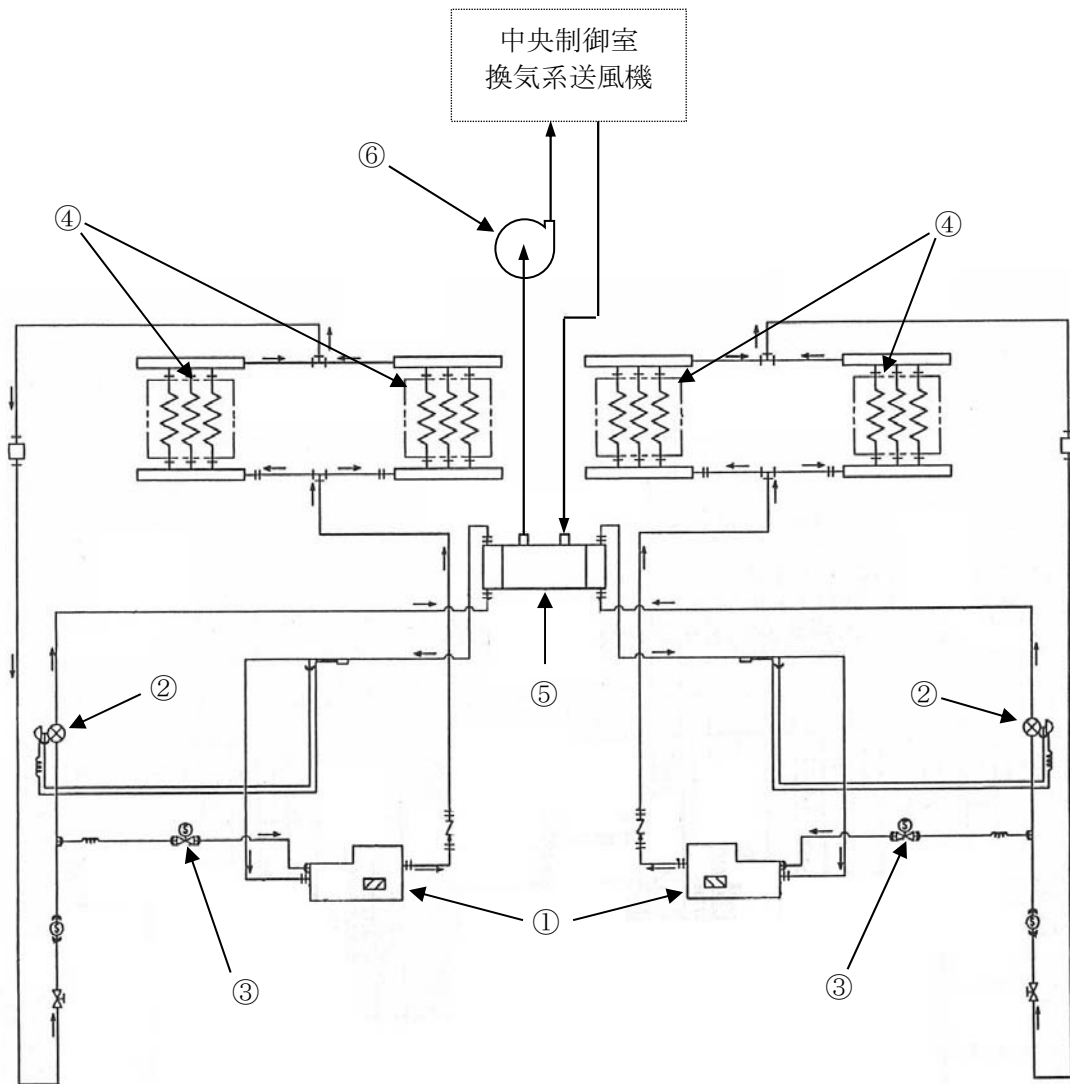
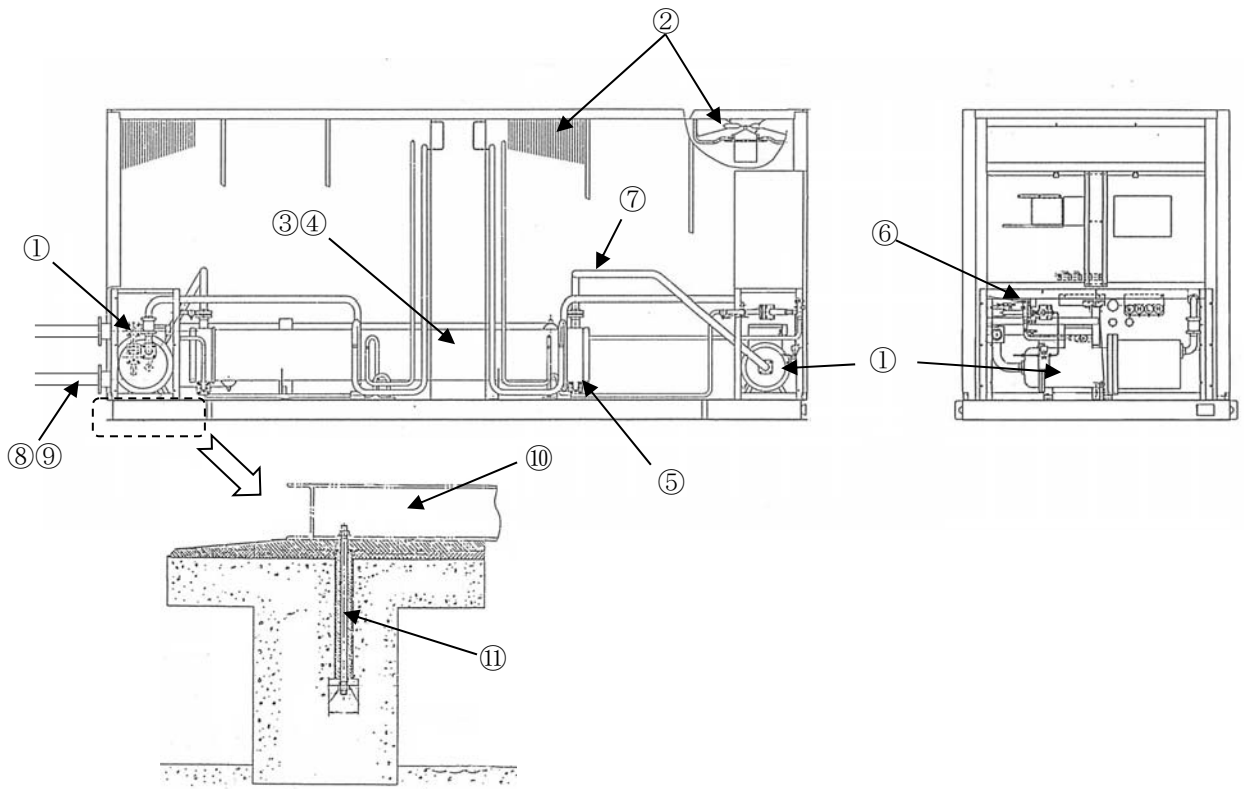


図 2.1-1 中央制御室チラーユニット系統図

No.	部位
①	圧縮機
②	凝縮器
③	蒸発器伝熱管
④	蒸発器胴
⑤	蒸発器水室
⑥	膨張弁
⑦	冷媒配管
⑧	冷水配管
⑨	冷水配管サポート
⑩	ベース
⑪	基礎ボルト



基礎ボルト詳細図

図 2.1-2 中央制御室チラーユニット構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	ロータ
③	軸受 (ころがり)
④	圧縮機モータ
⑤	スライドバルブ
⑥	ロッド
⑦	ピストン
⑧	ピストンリング
⑨	D カバー
⑩	E カバー
⑪	吐出容器

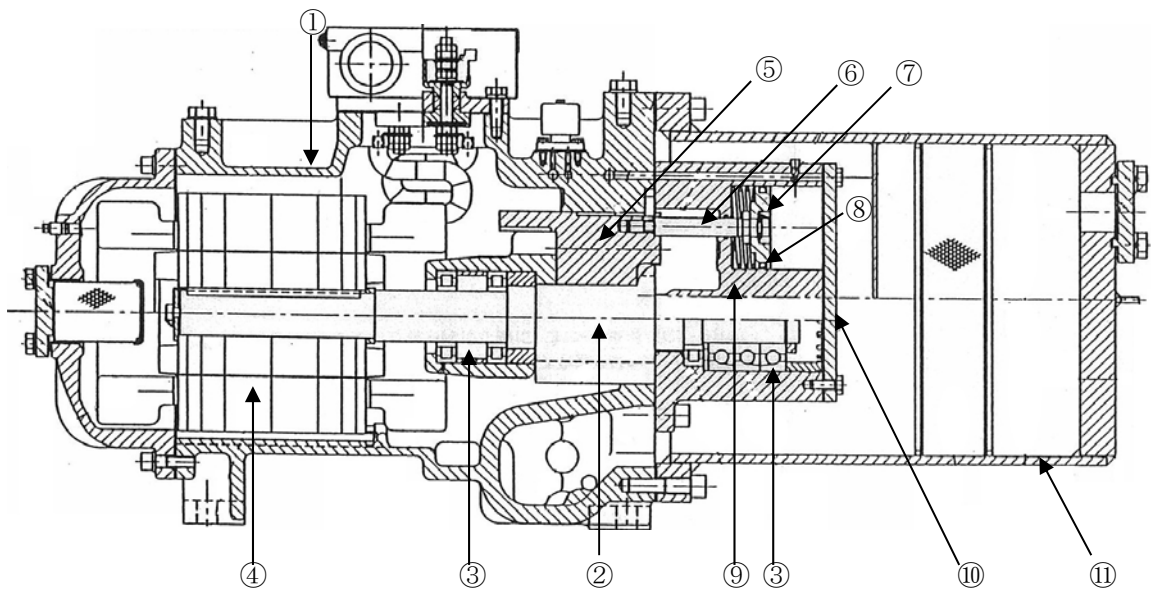


図 2.1-3 中央制御室チラーユニット 圧縮機構造図

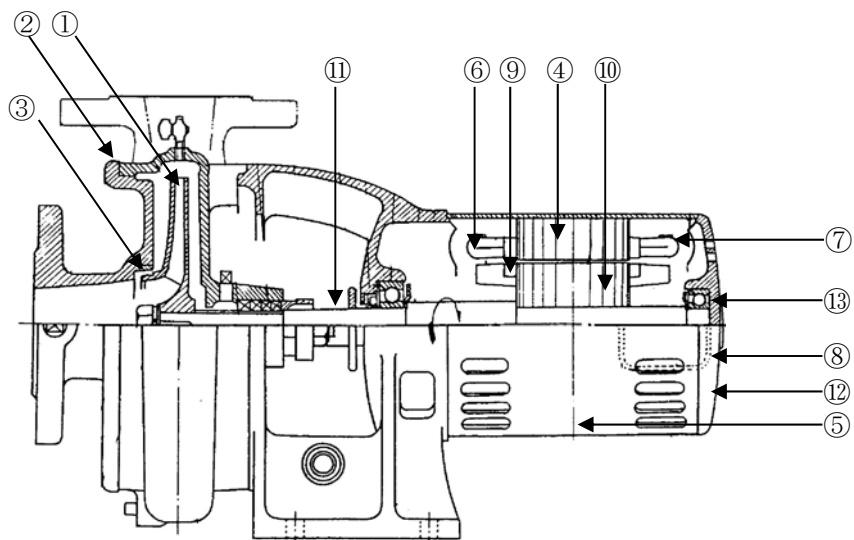


図 2.1-4 中央制御室チラーユニット 冷水ポンプ構造図

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	羽根車	⑥	固定子コイル	⑪	主軸
②	ケーシング	⑦	口出線・接続部品	⑫	エンドブラケット
③	ライナリング	⑧	端子箱	⑬	軸受（ころがり）
④	固定子コア	⑨	回転子棒 回転子エンドリング		
⑤	フレーム	⑩	回転子コア		

表 2.1-1(1/2) 中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
冷却機能の確保	エネルギー変換	ケーシング	鋳鉄	
		ロータ	(消耗品)	
		軸受 (ころがり)	(消耗品)	
		圧縮機モータ (低圧, 全閉型)	固定子コイル及び口出線・接続部品：銅, 絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 端子箱：圧延鋼板 リアカバー：鋳鉄	
		スライドバルブ	鋳鉄	
		ロッド	炭素鋼	
		ピストン	炭素鋼	
		ピストンリング	(消耗品)	
		D カバー	鋳鉄	
		E カバー	炭素鋼	
		吐出容器	炭素鋼	
	熱交換伝熱	凝縮器	(定期取替品)	
		蒸発器	伝熱管	銅
			胴	炭素鋼
			水室	炭素鋼
		膨張弁	(定期取替品)	
		制御用電磁弁	(定期取替品)	
		冷媒配管	銅	
	冷水配管	炭素鋼		

表 2.1-1(2/2) 中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車	鋳鉄
			ケーシング	鋳鉄
			ライナリング	青銅鋳物
		冷水ポンプモータ (低圧, 開放型)	固定子コア	けい素鋼
			フレーム	圧延鋼板
			固定子コイル	銅, 絶縁物
			口出線・接続部品	銅, 絶縁物
			端子箱	圧延鋼板
			回転子棒・回転子エンドリング	アルミニウム
			回転子コア	けい素鋼
			主軸	炭素鋼
			エンドブラケット	鋳鉄
	軸受 (ころがり)	(消耗品)		
機器の支持	支持	冷水配管サポート		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂

表 2.1-2 中央制御室チラーユニットの使用条件

冷却能力	210,000 W
内部流体	冷媒 (R-22) 冷水 (純水)
周囲温度	35 °C
設置場所	屋外



## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

冷凍機の機能（冷却機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 冷却機能の確保
- (2) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

冷凍機について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（冷却能力、内部流体、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 で示すとおり、想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ロータ、軸受（ころがり）、ピストンリングは消耗品、凝縮器、膨張弁、制御用電磁弁は定期取替品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお, 下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3 項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, 又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表 2.2-1 で○)。

- a. モータ (低圧, 開放型) の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [冷水ポンプ]
- b. モータ (低圧, 全閉型) の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [圧縮機]

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### b. ケーシング，吐出容器，水室，胴の腐食（全面腐食）〔圧縮機，蒸発器〕

圧縮機のケーシングは鋳鉄，圧縮機の吐出容器，蒸発器の水室，胴は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内部流体はフロン冷媒であり，大気接触部は塗装を施しているため腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，吐出容器，水室，胴の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 冷水配管の腐食（全面腐食）

冷水配管は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため，腐食が発生する可能性は小さく，配管取合部の目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，冷水配管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）

ベース，冷水配管サポートは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ピストン，D カバーの摩耗 [圧縮機]

圧縮機のピストン及びD カバーの摺動部にはピストンリング（消耗品）を取り付けており，これの取替を前提として設計しているため，各部の摩耗は低減されている。

また，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ピストン，D カバーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 羽根車，ライナリングの摩耗 [冷水ポンプ]

冷水ポンプの羽根車とライナリングの摺動摩耗等により，羽根車とライナリングの隙間が増加し，内部漏えい量の増大による性能低下の可能性があるが，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，羽根車，ライナリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングの腐食（全面腐食） [冷水ポンプ]

冷水ポンプのケーシングは，鋳鉄を使用しているため腐食が想定されるが，外面は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため腐食の可能性は小さい。

また，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） [冷水ポンプ]

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアは，けい素鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）〔冷水ポンプ〕

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱は，圧延鋼板，鋳鉄であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面には塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗〔冷水ポンプ〕

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- k. スライドバルブ，ロッド，ピストン，Dカバー，Eカバーの腐食（全面腐食）〔圧縮機〕

圧縮機のスライドバルブ，Dカバーは鋳鉄，ロッド，ピストン，Eカバーは炭素鋼であり腐食が想定されるが，周囲流体はフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検を実施しており，これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，スライドバルブ，ロッド，ピストン，Dカバー，Eカバーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

1. 冷媒配管の腐食（全面腐食）

冷媒配管は，耐食性の良い銅を使用しており，内部流体は腐食性のほとんどないフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に外面の目視点検を実施しており，これまで有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，冷媒配管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔冷水ポンプ〕

冷水ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ、ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが、ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド>必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階で既に考慮されており、この大小関係は経年的に変化するものではない。

なお、これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず、今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、羽根車の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ライナリングの腐食（全面腐食）〔冷水ポンプ〕

冷水ポンプのライナリングは耐食性の良い青銅鋳物を使用しており、ポンプ内部流体は水質管理された純水であるため、腐食の発生する可能性は小さい。

なお、これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず、今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ライナリングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. モータ（低圧，開放型）の主軸の高サイクル疲労割れ〔冷水ポンプ〕

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の主軸には、モータ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、点検時に目視確認を行い、これまで有意な欠陥は確認されておらず、今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、モータ（低圧，開放型）の主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. モータ（低圧，全閉型）のリアカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）〔圧縮機〕

q. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔圧縮機〕

以上、p.～q.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち、低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

基礎ボルトの健全性については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

b. 伝熱管の腐食（全面腐食）〔蒸発器〕

蒸発器の伝熱管は、耐食性の良い銅を使用しており、かつ管外面は水質管理された純水であるため、腐食の発生する可能性は小さい。

また、管内面についても腐食性のほとんどないフロン冷媒であるため腐食の発生する可能性は小さく、今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、伝熱管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[冷水ポンプ]

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかし，図 2.2-1 に示すとおり，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されているため，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性は小さい。

したがって，モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

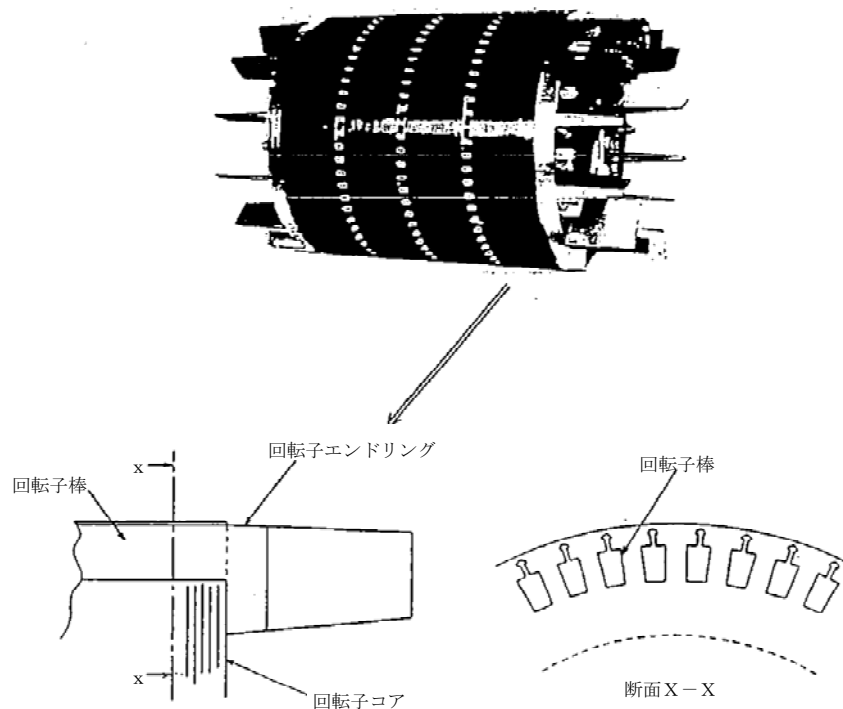


図 2.2-1 アルミダイキャスト回転子構造図

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[圧縮機]

圧縮機モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れについては「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。



表 2.2-1 (1/3) 中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		材質変化		その他		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
冷却機能の確保	エネルギー変換	圧縮機	ケーシング		鋳鉄		△						*1:端子箱, リアカバー *2:固定子コア及び回転子コア *3:回転子棒及び回転子エンドリング *4:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
			ロータ	◎	—								
			軸受(ころがり)	◎	—								
			圧縮機モータ(低圧, 全閉型)		アルミ, 銅, 絶縁物他		△*1*2	▲*3				○*4	
			スライドバルブ		鋳鉄		△						
			ロッド		炭素鋼		△						
			ピストン		炭素鋼	△	△						
			ピストンリング	◎	—								
			Dカバー		鋳鉄	△	△						
			Eカバー		炭素鋼		△						
吐出容器		炭素鋼		△									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/3) 中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	熱交換伝熱	凝縮器		◎	—							*1：キャビテーション
		蒸発器	伝熱管		銅		▲					
			胴		炭素鋼		△					
			水室		炭素鋼		△					
		膨張弁		◎	—							
		制御用電磁弁		◎	—							
		冷媒配管			銅		△					
	冷水配管			炭素鋼		△						
	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車		鋳鉄	△	△*1					
			ケーシング		鋳鉄		△					
ライナリング				青銅鋳物	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (3/3) 中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
						減肉		割れ		材質変化			その他
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプモータ（低圧，開放型）	固定子コア		けい素鋼		△					*1：絶縁特性の低下 *2：高サイクル疲労割れ *3：樹脂の劣化	
			フレーム		圧延鋼板		△						
			固定子コイル		銅，絶縁物						○*1		
			口出線・接続部品		銅，絶縁物						○*1		
			端子箱		圧延鋼板		△						
			回転子棒・回転子エンドリング		アルミニウム			▲					
			回転子コア		けい素鋼		△						
			主軸		炭素鋼	△		△*2					
			エンドブラケット		鋳鉄		△						
			軸受（ころがり）	◎	—								
機器の支持	支持	冷水配管サポート			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [冷水ポンプ]

### a. 事象の説明

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電氣的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

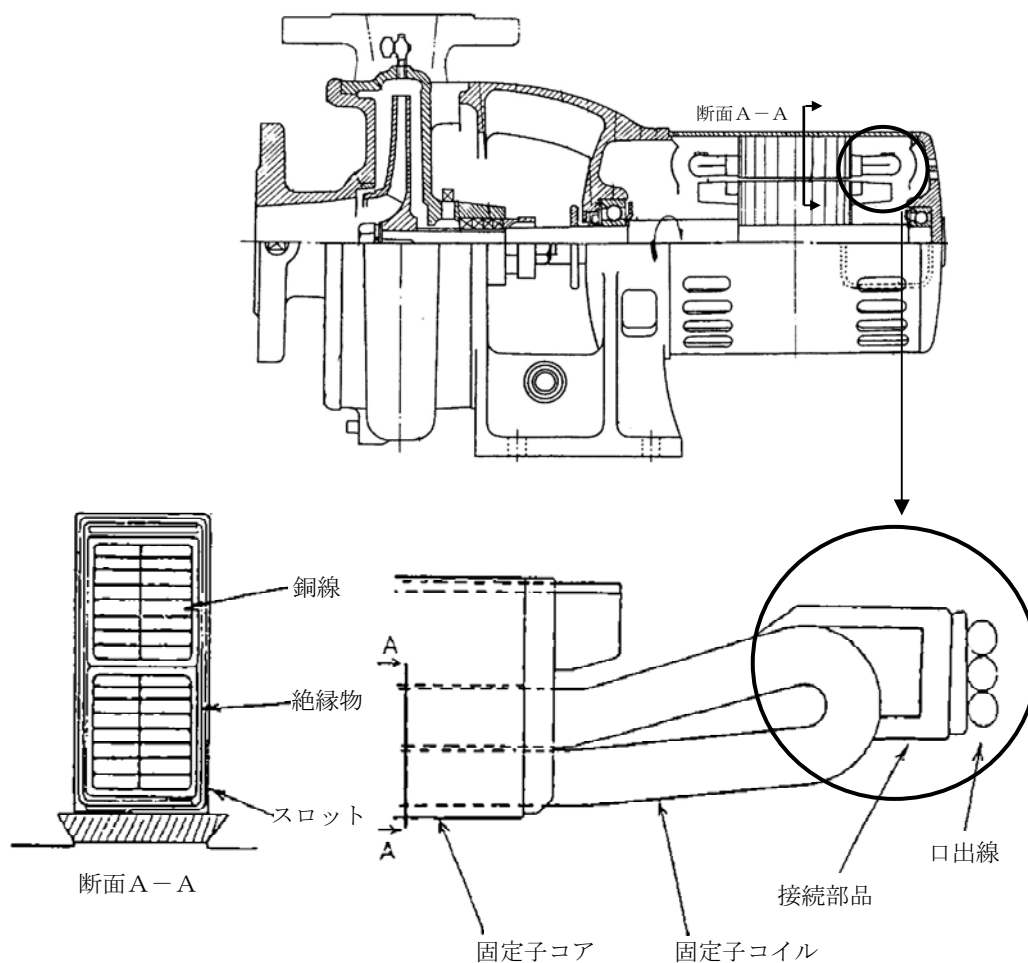


図 2.3-1 固定子コイルの絶縁部位

## b. 技術評価

### ① 健全性評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があるが、これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響及ぼす要因は熱的劣化であることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

### ② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を行い、熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また、これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は、洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は、固定子コイル及び口出線・接続部品又はモータを取替えることとしている。

### ③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は小さく、また、現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能と考えられる。今後も、目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで、異常の有無の確認は可能であり、現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

## c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も点検時に目視確認、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて、洗浄、乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施する。

## (2) モータ（低圧、全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [圧縮機]

圧縮機モータ（低圧、全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」、「技術評価」及び「高経年化への対応」は、「ポンプモータの技術評価書」のうち、低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

## 4. フィルタユニット

[対象フィルタユニット]

- ① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン
- ② 非常用ガス処理系フィルタトレイン
- ③ 中央制御室換気系フィルタユニット
- ④ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....	4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....	4-1
1.2 代表機器の選定.....	4-1
2. 代表機器の技術評価.....	4-3
2.1 構造, 材料及び使用条件.....	4-3
2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン.....	4-3
2.2 経年劣化事象の抽出.....	4-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	4-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	4-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	4-7
3. 代表機器以外への展開.....	4-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	4-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	4-11

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なフィルタユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのフィルタユニットを材料の観点からグループ化し、このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

材料を分類基準とし、フィルタユニットを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に、重要度、運転状態、流量の観点から代表機器を選定する。

#### (1) ステンレス鋼製フィルタユニット

このグループには、非常用ガス再循環系フィルタトレイン、非常用ガス処理系フィルタトレイン、中央制御室換気系フィルタユニット及び緊急時対策所非常用フィルタ装置が属するが、重要度、運転状態は同じであることから、流量の大きい、非常用ガス再循環系フィルタトレインを代表機器とする。



表 1-1 フィルタユニットのグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
		仕様	重要度*2	使用条件		
材料*1		流量 (m <sup>3</sup> /h)		運転状態		
ステンレス鋼	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000	MS-1 重*3	一時	◎	重要度 運転状態 流量
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570	MS-1 重*3	一時		
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100	MS-1 重*3	一時		
	緊急時対策所非常用フィルタ装置*4	5,000	重*3	一時		

\*1：ケーシングの材料を示す

\*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*4：新規に設置される機器

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下のフィルタユニットについて技術評価を実施する。

### ① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

#### 2.1 構造、材料及び使用条件

##### 2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

###### (1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインは、ステンレス鋼製の箱型構造で、原子炉建屋に2基設置されている。

フィルタトレインは、ケーシング、デミスタ、エアヒータ、プレフィルタ、粒子用高効率フィルタ、活性炭フィルタ、スペースヒータ、ベース及び基礎ボルト等からなる。

また、フィルタトレインは、点検口からケーシング内に入ることにより、点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインの構造図を図 2.1-1 に示す。

###### (2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	デミスタ
③	エアヒータ
④	プレフィルタ
⑤	粒子用高効率フィルタ
⑥	活性炭フィルタ
⑦	スペースヒータ
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

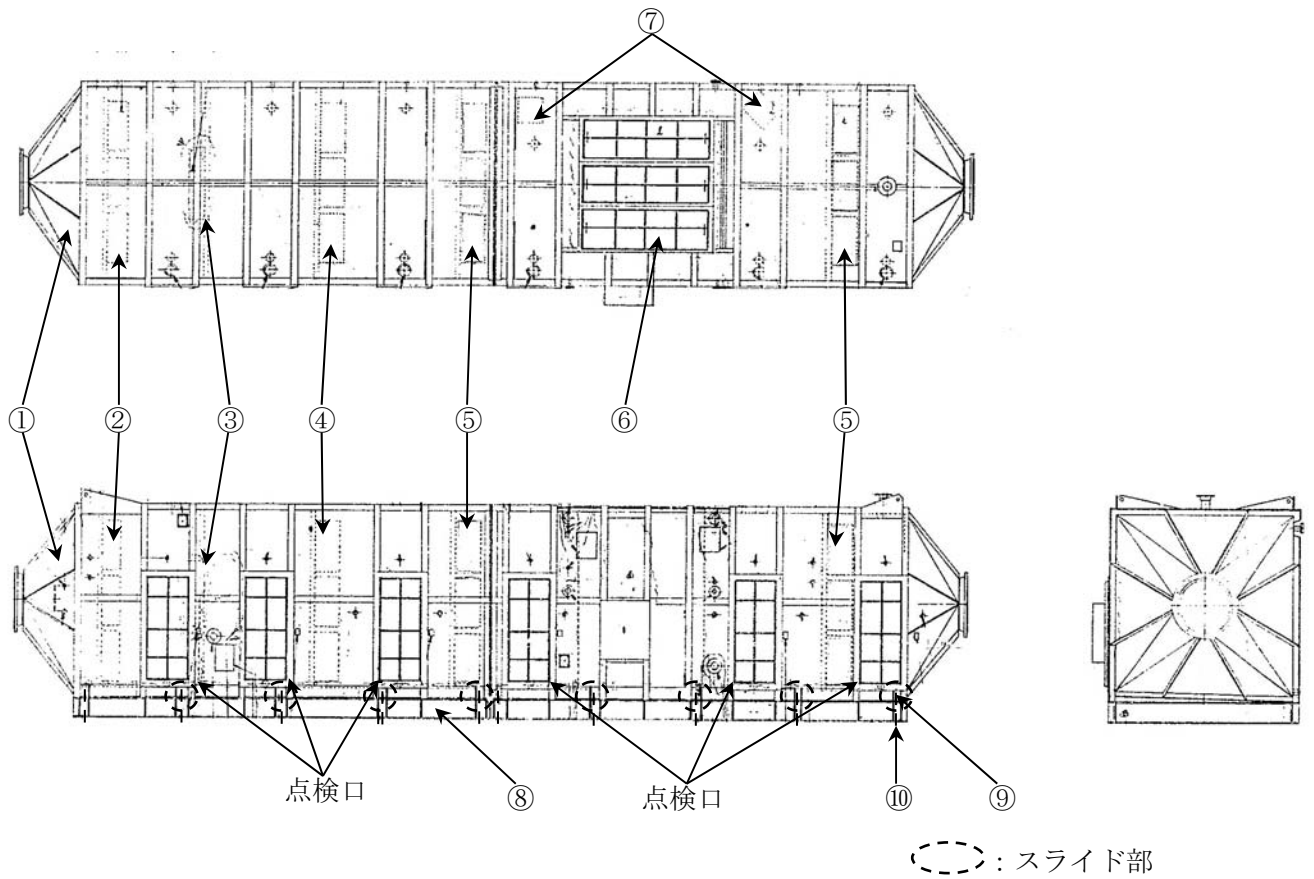


図 2.1-1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン構造図

表 2.1-1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	ステンレス鋼
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ	ステンレス鋼, グラスファイバ
		エアヒータ	ステンレス鋼, ニクロム線, 絶縁物
		プレフィルタ	(消耗品)
		粒子用高効率フィルタ	(消耗品)
		活性炭フィルタ	(消耗品)
		スペースヒータ	ステンレス鋼, ニクロム線, 絶縁物
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2 非常用ガス再循環系フィルタトレインの使用条件

内部流体	空気
周囲温度/設計温度	40 °C/72 °C
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

フィルタユニットの機能である空気浄化機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) バウンダリの維持
- (2) 空気浄化機能の確保
- (3) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

フィルタユニットについて、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 に示すとおり、想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

プレフィルタ、粒子用高効率フィルタ、活性炭フィルタは消耗品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

#### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

#### b. ケーシング、デミスタ、エアヒータ、スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ

ケーシング、デミスタ、エアヒータ、スペースヒータは、ステンレス鋼であり、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし、付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m<sup>2</sup>）以下に管理するため、代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し、その結果により必要に応じ、外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また、東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって、ケーシング、デミスタ、エアヒータ、スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり、絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており、パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし、絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ、かつ外気をシールしていることから、パイプ腐食に伴う外気湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また、点検時には絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

したがって、エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり、加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており、パイプの腐食による外気湿分の浸入により、ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし、ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ、かつ外気をシールしていることから、パイプ腐食に伴う外気湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また、点検時には絶縁抵抗測定を行い、有意な断線のないことを確認している。

したがって、エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）

ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）

ベーススライド部は炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

したがって、ベーススライド部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、目視点検により腐食の有無を確認し、必要に応じ手入れ等を実施することにより機能を維持している。

したがって、取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。



表 2.2-1 非常用ガス再循環系フィルタトレインに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋼				△*1			*1：貫粒型応力腐食割れ	
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ		ステンレス鋼, グラスファイバ				△*1			*2：シーズヒータ部	
		エアヒータ		ステンレス鋼*2, ニクロム線, 絶縁物				△*1		△*3*4	*3：ヒータの絶縁特性低下 *4：ヒータの断線	
		プレフィルタ	◎	—							*5：ベース本体	
		粒子用高効率フィルタ	◎	—							*6：スライド部	
		活性炭フィルタ	◎	—								
		スペースヒータ		ステンレス鋼*2, ニクロム線, 絶縁物					△*1		△*3*4	
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△*5*6						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 非常用ガス処理系フィルタトレイン
- ② 中央制御室換気系フィルタユニット
- ③ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系フィルタトレイン，中央制御室換気系フィルタユニット]

基礎ボルトの健全性については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

b. ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ[共通]

ケーシング（共通），エアヒータ及びスペースヒータ（非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置のみ）は，ステンレス鋼であり，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m<sup>2</sup>）以下に管理するため代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下 [非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置]

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし，絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線 [非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置]

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により，ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし，ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な断線のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様、ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから、今後、塗膜の状態を目視点検で確認し、必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって、ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）〔非常用ガス処理系フィルタトレイン、緊急時対策所非常用フィルタ装置〕

代表機器と同様、ベーススライド部は炭素鋼であり、腐食が発生する可能性があるが、目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから、今後、目視点検を実施し、必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって、ベーススライド部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔非常用ガス処理系フィルタトレイン〕

代表機器と同様、取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、目視点検により腐食の有無を確認し、必要に応じ、手入れ等を実施することにより機能を維持している。

したがって、取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

## 5. ダクト

[対象ダクト]

- ① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）
- ② ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）
- ③ 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）
- ④ 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....	5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....	5-1
1.2 代表機器の選定.....	5-1
2. 代表機器の技術評価.....	5-3
2.1 構造, 材料及び使用条件.....	5-3
2.1.1 中央制御室換気系ダクト (角ダクト) .....	5-3
2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト (丸ダクト) .....	5-6
2.2 経年劣化事象の抽出.....	5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	5-10
3. 代表機器以外への展開.....	5-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	5-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	5-15

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダクトの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダクトを型式及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び材料を分類基準とし、ダクトを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に、重要度、運転状態、流量の観点から代表機器を選定する。

#### (1) 角ダクト

このグループには、中央制御室換気系ダクト、ディーゼル室換気系ダクトが属するが、重要度は同等であることから、運転状態の厳しい中央制御室換気系ダクトを代表機器とする。

#### (2) 丸ダクト

このグループには、中央制御室換気系ダクト、原子炉建屋換気系ダクトが属するが、重要度、運転状態が同等であることから、流量の大きい原子炉建屋換気系ダクトを代表機器とする。

表 1-1 ダクトのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	材料		仕様	重要度*2	使用条件		
			流量*1 (m <sup>3</sup> /h)		運転状態		
角ダクト	亜鉛メッキ鋼板	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1 重*3	連続	◎	重要度 運転状態
		ディーゼル室換気系ダクト	71,400	MS-1	一時		
丸ダクト	炭素鋼	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1	連続	◎	重要度 運転状態 流量
		原子炉建屋換気系ダクト	231,200	MS-1	連続		

◎：代表機器

\*1：仕様が異なる機器がある場合は、仕様の最大のものを示す

\*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す



## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下のダクトについて技術評価を実施する。

- ① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）
- ② 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

### 2.1 構造，材料及び使用条件

#### 2.1.1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

##### (1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）は、亜鉛メッキ鋼板である。

ダクトは、ダクト本体、補強材、フランジ、ガスケット、ベローズ、ボルト・ナット、支持鋼材、基礎ボルトおよび埋込金物からなる。

東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の構造図を図 2.1-1 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。

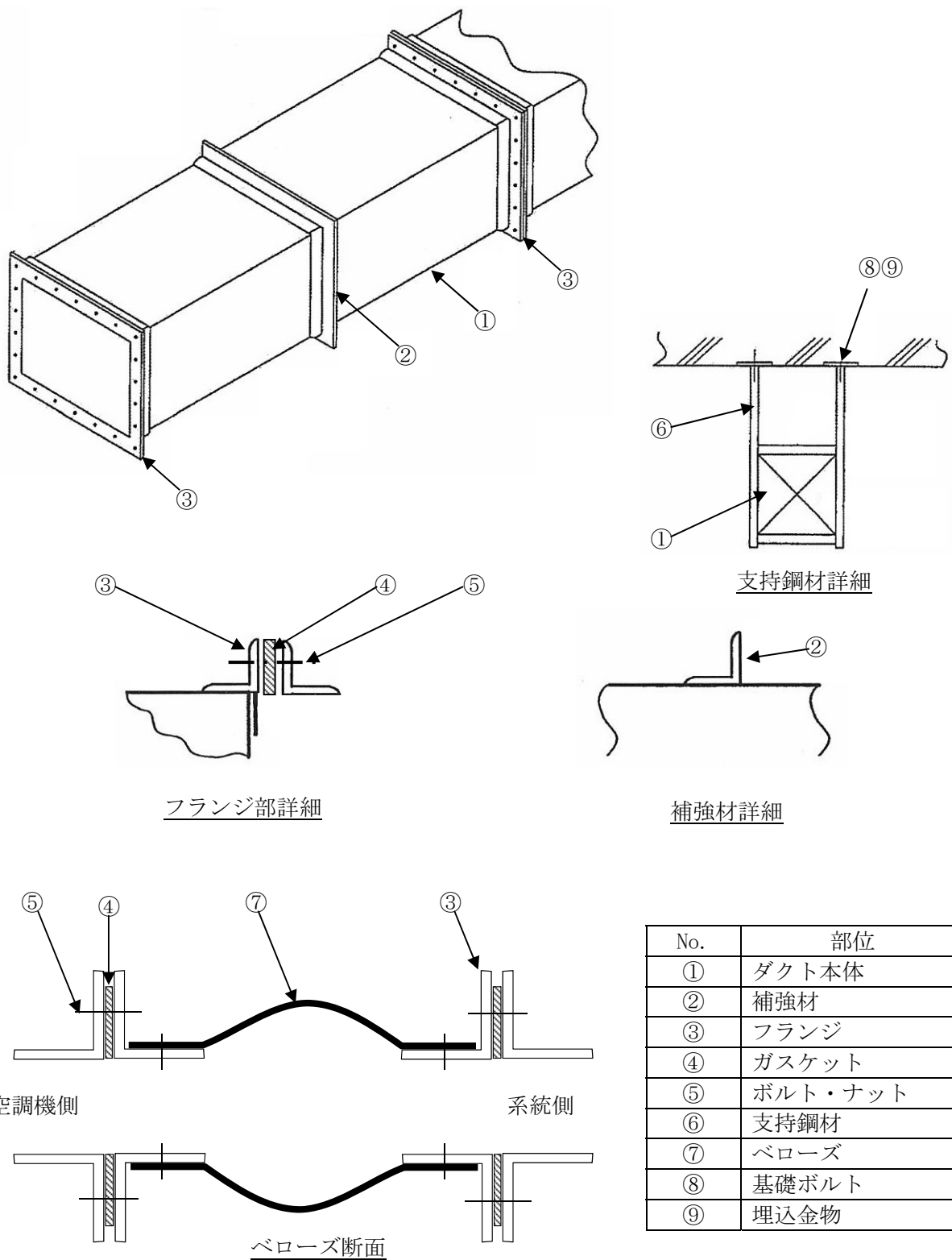


図 2.1-1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）構造図

表 2.1-1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼板
		補強材	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿, ゴム
		ボルト・ナット	炭素鋼
		ベローズ	ゴム
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

### (1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）は、炭素鋼である。

ダクトは、ダクト本体、フランジ、ガスケット、ボルト・ナットからなる。

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の構造図を図 2.1-2 に示す。

### (2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）主要部位の使用材料を表 2.1-3 に、使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	ダクト本体
②	フランジ
③	ガスケット
④	ボルト・ナット

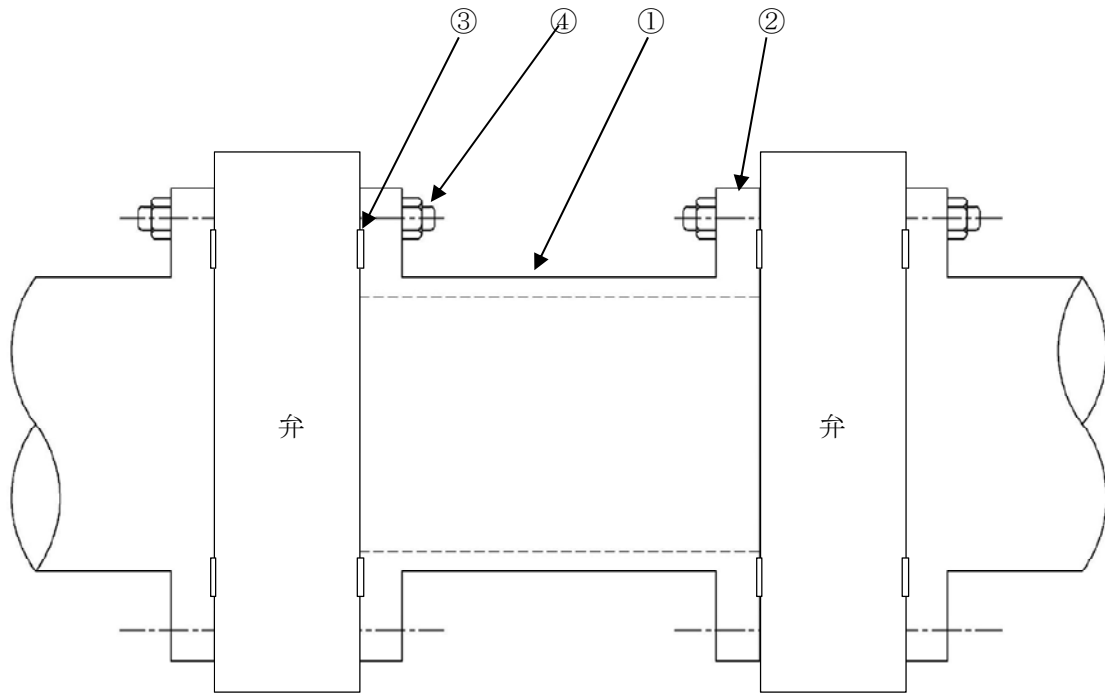


図 2.1-2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）構造図

表 2.1-3 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿
		ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-4 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダクトの機能である流体の流路の確保の達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) バウンダリの維持
- (2) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダクトについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開したうえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、流量、周囲温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ダクトについては、消耗品及び定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系ダクト（角ダクト）〕

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）〔共通〕

ダクト本体は亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり腐食が想定されるが、亜鉛メッキ鋼板は耐食性に優れており、炭素鋼には塗装を施していることから、亜鉛メッキもしくは塗装が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、ダクト本体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジ、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）〔共通〕

フランジ、ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、ボルト・ナットはクロームメッキを施しており、フランジは塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、フランジ、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系ダクト（角ダクト）〕

補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし、補強材、支持鋼材は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



- e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]  
埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。  
したがって、埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。
- f. ガスケットの劣化[共通]  
ガスケットは、経年劣化が進展する可能性があるが、これまでの機器点検等において異常は認められていない。  
また、定期的なダクトの点検に合わせガスケットの点検を実施することとしており、劣化の進展が確認された場合にはガスケットの交換を実施することが可能である。  
したがって、ガスケットの劣化は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。
- g. ベローズの劣化[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]  
ベローズの材質はゴムであり、経年劣化が進展する可能性があるが、屋内環境にあることから紫外線等による劣化はなく、劣化進展が極めて小さいと考えられる。  
また、定期的なダクトの点検に合わせベローズについても点検を実施することとしており、劣化の進展が確認された場合にはベローズの交換を実施することが可能である。  
したがって、ベローズの劣化は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが、コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし、コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。今後も使用環境に変化がなく、これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

基礎ボルトの樹脂の劣化については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/2) 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼板		△					*1:樹脂の劣化 (後打ちケミカルアンカ) *2:コンクリート埋設部	
		補強材		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿, ゴム						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		ベローズ		ゴム						△		
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂		△				▲*1		
		埋込金物		炭素鋼		△▲*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2) 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）
- ② 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）]

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様、ダクト本体は亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、ダクト本体は耐食性を有する亜鉛メッキ鋼板のダクトであり、炭素鋼のダクトは塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、ダクト本体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジ、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様、フランジ、ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食が発生する可能性がある。

しかし、ボルト・ナットはクロームメッキを施しており、フランジは塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、フランジ、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）〔ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）〕  
代表機器と同様、補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。  
しかし、補強材、支持鋼材は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。  
したがって、補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。
- e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）〔ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）〕  
代表機器と同様、埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。  
したがって、埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。
- f. ガasketの劣化〔共通〕  
代表機器と同様、ガasketは経年劣化が進展する可能性があるが、これまでの機器点検等において異常は認められていない。  
また、定期的なダクトの点検に合わせガasketの点検を実施することとしており、劣化の進展が確認された場合にはガasketの交換を実施することが可能である。  
したがって、ガasketの劣化は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）[ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）]

代表機器と同様、埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが、コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし、コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。

今後も使用環境に変化がなく、これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）[ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）]

基礎ボルトの樹脂の劣化については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

## 6. ダンパ及び弁

[対象ダンパ及び弁]

- ① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
- ② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
- ③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
- ④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
- ⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
- ⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
- ⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
- ⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
- ⑨ 原子炉建屋換気系隔離弁
- ⑩ 中央制御室換気系隔離弁



## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....	6-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....	6-1
1.2 代表機器の選定.....	6-1
2. 代表機器の技術評価.....	6-4
2.1 構造, 材料及び使用条件.....	6-4
2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ.....	6-4
2.1.2 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ.....	6-7
2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ.....	6-10
2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁.....	6-13
2.1.5 中央制御室換気系隔離弁.....	6-16
2.2 経年劣化事象の抽出.....	6-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	6-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	6-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	6-21
3. 代表機器以外への展開.....	6-29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....	6-29
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	6-29

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダンパ及び弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダンパ及び弁を型式及び駆動方式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし、ダンパ及び弁を表 1-1 に示す通りグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に、重要度、運転状態、流量の観点から代表機器を選定する。

#### (1) 空気作動式ダンパ

このグループには、中央制御室換気系空気作動式ダンパ、ディーゼル室換気系空気作動式ダンパが属するが、重要度は同じであることから、運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパを代表機器とする。

#### (2) 重力式ダンパ

このグループには、非常用ガス処理系グラビティダンパ、非常用ガス再循環系グラビティダンパ、中央制御室換気系グラビティダンパ、ディーゼル室換気系グラビティダンパ、緊急時対策所換気系グラビティダンパが属するが、重要度が高く、運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパを代表機器とする。

#### (3) 手動式ダンパ

このグループには、中央制御室換気系手動式ダンパが属するが、重要度が高く、運転状態が同じであり、流量の大きい中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパを代表機器とする。

#### (4) 空気作動式バタフライ弁

このグループには、原子炉建屋換気系隔離弁のみが属するため、原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁を代表機器とする。

#### (5) 電動式バタフライ弁

このグループには、中央制御室換気系隔離弁のみが属するが、重要度が同じであり、運転状態の厳しい中央制御室換気系隔離弁を代表機器とする。

表 1-1(1/2) ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度*2	使用条件			
型式	駆動方式		流量*1 (m <sup>3</sup> /h)		運転状態			
ダンパ	空気作動式	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500	MS-1	連続	◎	中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ	重要度 運転状態
			5,100	MS-1, 重*3	一時			
		ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000	MS-1	一時			
	重力式	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570	MS-1, 重*3	一時		中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ	重要度 運転状態
		非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000	MS-1, 重*3	一時			
		中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500	MS-1, 重*3	連続	◎		
			5,100	MS-1, 重*3	一時			
		ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400	MS-1	一時			
	緊急時対策所換気系グラビティダンパ*4	5,000	重*3	一時				
	手動式	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400	MS-1	一時		中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ	重要度 運転状態 流量
			5,100	MS-1, 重*3	一時	◎		

◎：代表機器

\*1：流量が異なる機器がある場合は、流量の最大のものを示す

\*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*4：新規に設置される機器

表 1-1 (2/2) ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度*2	使用条件			
型式	駆動方式		流量*1 (m <sup>3</sup> /h)		連続	運転状態		
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200	MS-1	連続	◎	原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁	
	電動式	中央制御室換気系隔離弁	3,400	MS-1	連続	◎	中央制御室換気系 隔離弁	重要度 運転状態
			34,800*3	MS-1	一時			

◎：代表機器

\*1：流量が異なる機器がある場合は、流量の最大のものを示す

\*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*3：新規に設置される機器

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下のダンパ及び弁について、技術評価を実施する。

- ① 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ
- ② 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ
- ③ 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ
- ④ 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁
- ⑤ 中央制御室換気系隔離弁

### 2.1 構造，材料及び使用条件

#### 2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ

##### (1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは空気作動式ダンパで、2基設置されている。

中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは、ケーシング、ボルト・ナット、羽根、軸、軸受（ころがり）、空気作動部、作動部取付ボルト、リンケージ等からなり、付属品として作動空気用の制御用電磁弁がある。空気作動部は、ピストン・シリンダ型で復帰用スプリングを有する。

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの構造図を図 2.1-1 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	空気作動部
⑦	作動部取付ボルト
⑧	リンケージ
⑨	制御用電磁弁

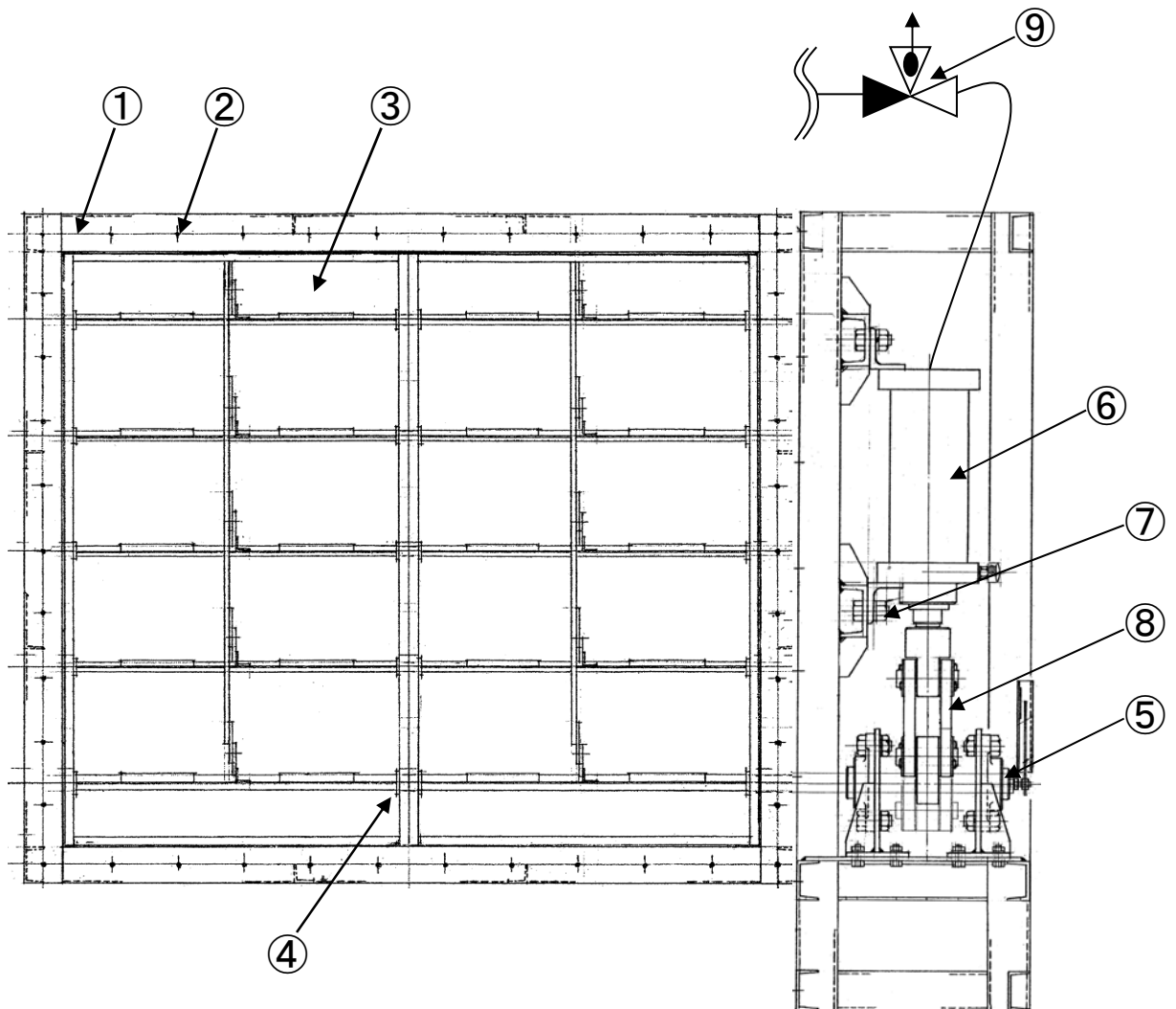


図 2.1-1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ構造図

表 2.1-1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
	エネルギー変換	空気作動部	（定期取替品）
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リンケージ	ステンレス鋼
制御用電磁弁	（定期取替品）		

表 2.1-2 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの使用条件

流量	42,500 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.1.2 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ

### (1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパは重力式ダンパで、2 基設置している。

中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパは、ケーシング、ボルト・ナット、羽根、軸、軸受（ころがり）、ウェイトからなる。

中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパの構造図を図 2.1-2 に示す。

### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ主要部位の使用材料を表 2.1-3 に、使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	ウェイト

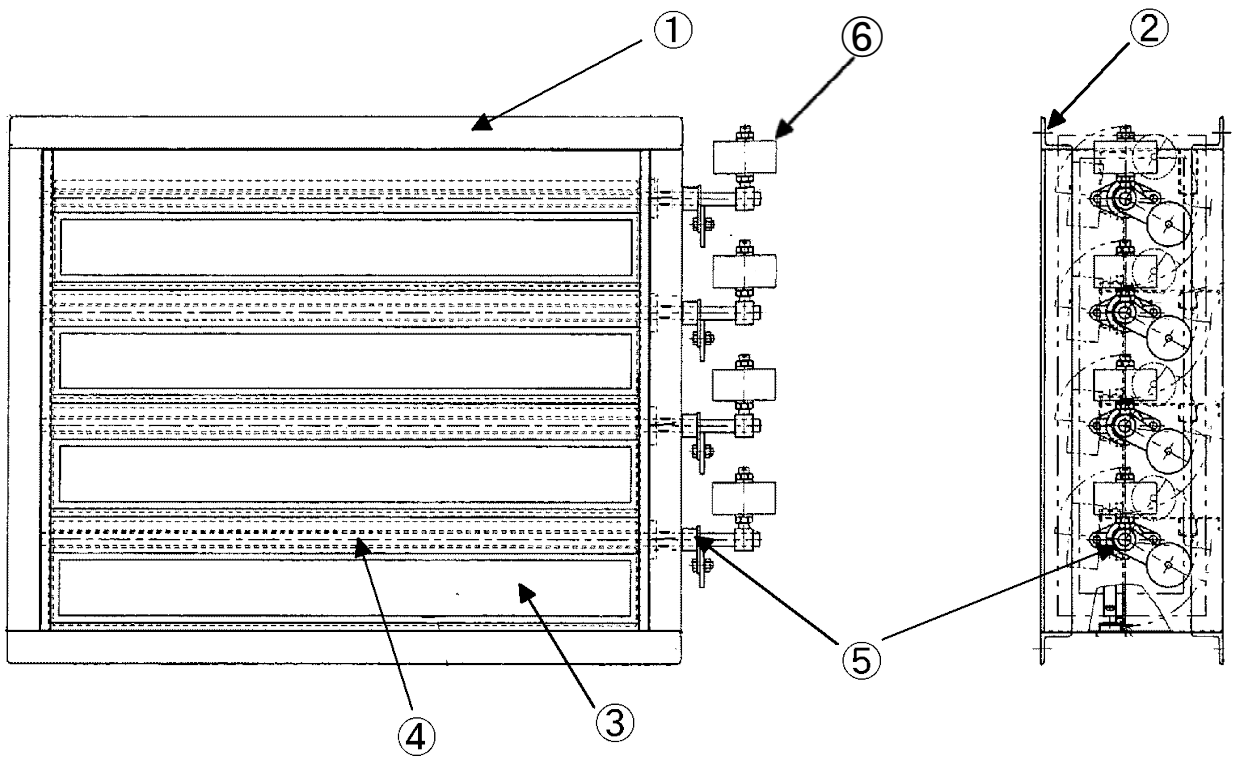


図 2.1-2 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ構造図

表 2.1-3 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		ウェイト	炭素鋼

表 2.1-4 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパの使用条件

流量	42,500 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

### 2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ

#### (1) 構造

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは手動式ダンパで、1基設置している。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは、ケーシング、ボルト・ナット、羽根、軸、軸受（ころがり）、連結棒、開閉器、ハンドル軸からなる。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの構造図を図 2.1-3 に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料を表 2.1-5 に、使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	連結棒
⑦	開閉器
⑧	ハンドル軸

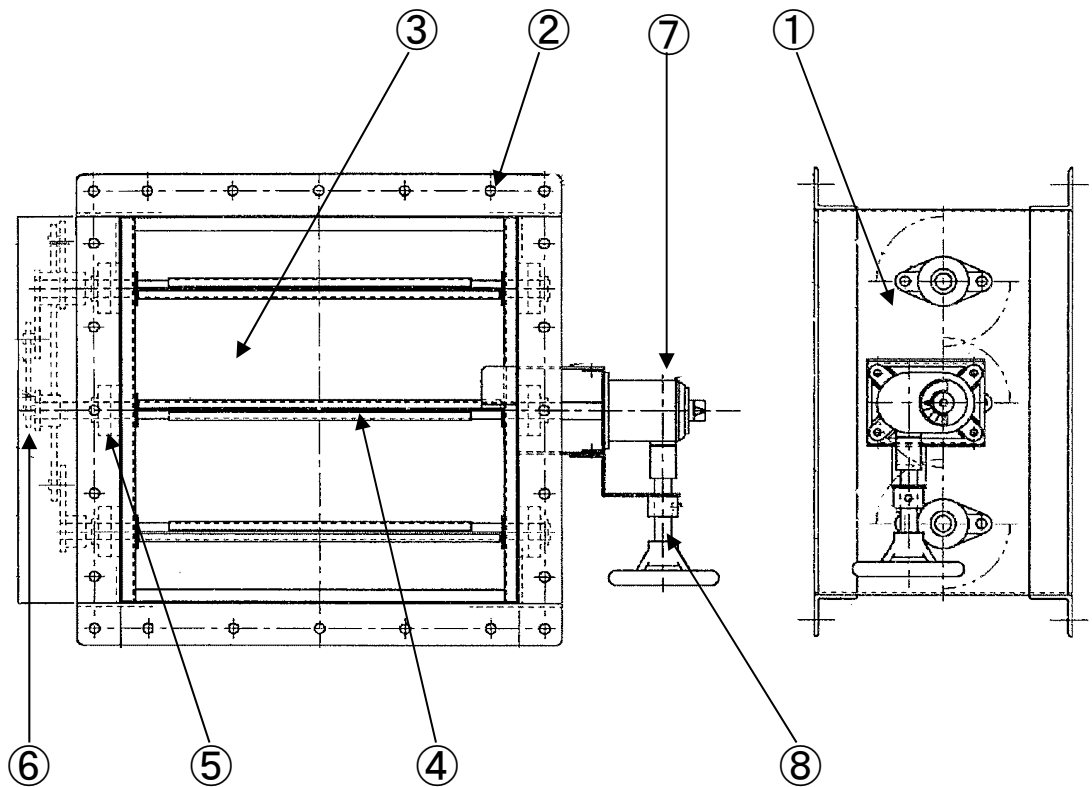


図 2.1-3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ構造図

表 2.1-5 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		連結棒	炭素鋼
		開閉器	アルミニウム合金
		ハンドル軸	炭素鋼

表 2.1-6 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの使用条件

流量	5,100 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

#### 2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁

##### (1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は、空気作動式バタフライ弁で、給気側に 4 基、排気側に 4 基設置されている。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は、弁箱、ボルト・ナット、弁体、弁体シート、弁棒、軸受（ころがり）、空気作動部、ハウジング、作動部取付ボルト等からなり、付属品として作動空気用の制御用電磁弁、四方弁がある。空気作動部は複動ピストン・シリンダ型でスプリングを有しない。軸封部には空気の漏れを防止するためにグラウンドパッキンを使用している。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に、使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	グランドパッキン
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	軸受 (ころがり)
⑧	空気作動部
⑨	ハウジング
⑩	作動部取付ボルト
⑪	リミットスイッチ
⑫	制御用電磁弁
⑬	四方弁
⑭	支持脚
⑮	取付ボルト

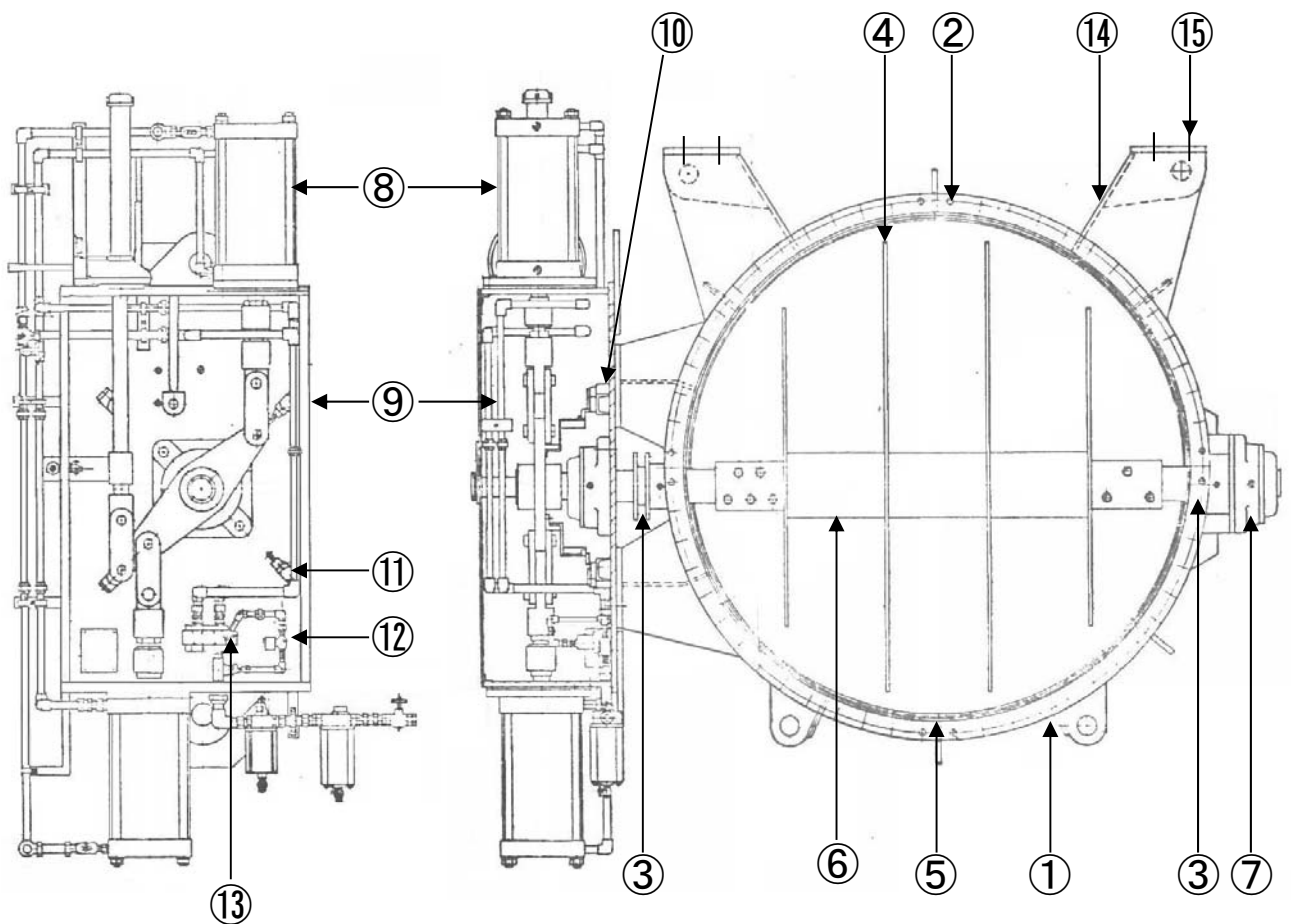


図 2.1-4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁構造図

表 2.1-7 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	シール	グラントパッキン	(消耗品)
		弁体	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁体シート	(消耗品)
		弁棒	ステンレス鋼
	エネルギー変換	軸受 (ころがり)	(消耗品)
		空気作動部	炭素鋼, 鋳鉄
		ハウジング	炭素鋼
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リミットスイッチ	(定期取替品)
制御用電磁弁	(定期取替品)		
四方弁	(定期取替品)		
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の使用条件

流量	231,200 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内



## 2.1.5 中央制御室換気系隔離弁

### (1) 構造

東海第二の中央制御室換気系隔離弁は、電動式バタフライ弁で、給気側に4基、排気側に2基設置されている。

中央制御室換気系隔離弁は、弁箱、ボルト・ナット、弁体、弁体シート、弁棒からなる。軸封部には空気の漏れを防止するためにOリングを使用している。

中央制御室換気系隔離弁の構造図を図2.1-5に示す。

### (2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料を表2.1-9に、使用条件を表2.1-10に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	Oリング
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	ブッシュ
⑧	支持脚
⑨	取付ボルト

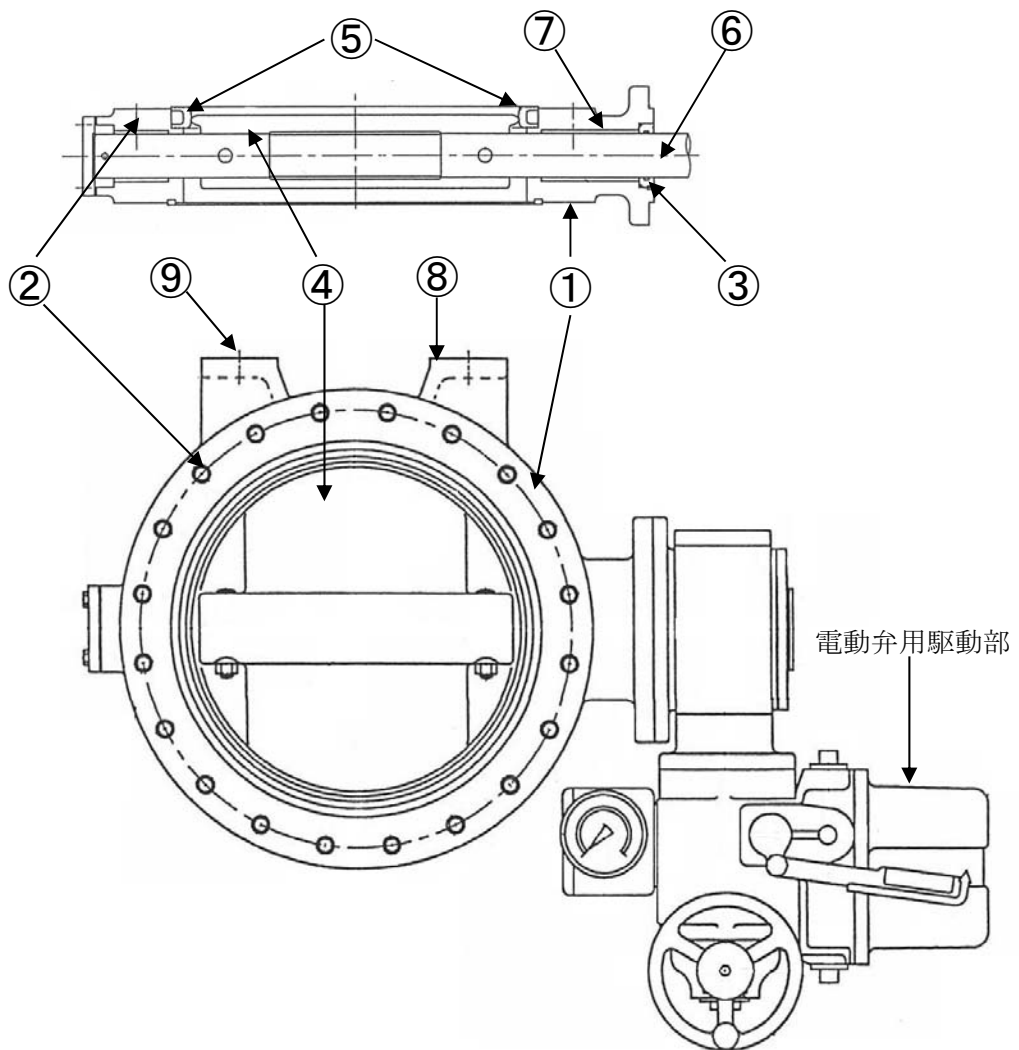


図 2.1-5 中央制御室換気系隔離弁構造図

表 2.1-9 中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
	シール	Oリング	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼
		弁体シート	(消耗品)
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ブッシュ	銅合金
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼鋳鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-10 中央制御室換気系隔離弁の使用条件

流量	3,400 m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40 °C
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダンパ及び弁の機能（流体調節機能、隔離機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) バウンダリの維持
- (2) 隔離機能の維持
- (3) 作動機能の維持
- (4) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダンパ及び弁について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流量、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○または△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は、以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン、Oリング、弁体シート及び軸受（ころがり）は消耗品、リミットスイッチ、空気作動部、制御用電磁弁、四方弁は定期取替品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. ブッシュの摩耗，固着〔中央制御室換気系隔離弁〕

ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は90度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

また，定期検査毎に弁の作動試験を実施しており，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持している。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ，中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ〕

ケーシング，羽根，軸，ウェイト（中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）〔原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁，中央制御室換気系隔離弁〕

弁箱，弁体（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），ハウジング（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），支持脚，取付ボルトは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）〔共通〕

ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 空気作動部の腐食（全面腐食）〔原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁〕

空気作動部は炭素鋼及び鋳鉄であるが、内面は常に除湿された清浄な空気であり、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

さらに、動作確認により空気作動部の健全性の確認を行っており、これまで異常は認められていない。

したがって、空気作動部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁〕

作動部取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ〕

連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装が施されていることから、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく、目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. 軸の固着 [中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ, 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ, 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ]

ダンパの軸は、軸受の潤滑油の枯渇、劣化により固着する可能性があるが、目視点検及び動作確認により、有意な固着のないことを確認している。

また、動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

したがって、軸の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. 弁棒の摩耗 [原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁, 中央制御室換気系隔離弁]

弁体の開閉速度は遅く、回転角度は 90 度程度に限定され、開閉頻度も少ないことから、摩耗の発生する可能性は小さい。

なお、分解点検時に目視点検等を実施しているが、これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから、これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. 開閉器の腐食（全面腐食） [中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ]

開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり、腐食の発生する可能性は小さい。

なお、これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから、これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、開閉器の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。



表 2.2-1 (1/5) 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受(ころがり)	◎	—								
	エネルギー変換	空気作動部	◎	—								
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リンケージ		ステンレス鋼								
制御用電磁弁	◎	—										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/5) 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受(ころがり)	◎	—								
		ウェイト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/5) 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受(ころがり)	◎	—								
		連結棒		炭素鋼		△						
		開閉器		アルミニウム合金		△						
		ハンドル軸		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/5) 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼		△						
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼		△						
		弁体シート	◎	—								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		軸受（ころがり）	◎	—								
	エネルギー変換	空気作動部		炭素鋼, 鋳鉄		△						
		ハウジング		炭素鋼		△						
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リミットスイッチ	◎	—								
		制御用電磁弁	◎	—								
四方弁	◎	—										
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2. 2-1 (5/5) 中央制御室換気系隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	Oリング	◎	—								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼								
		弁体シート	◎	—								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ブッシュ		銅合金	△						△*1	
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼鋳鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
- ② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
- ③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
- ④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
- ⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
- ⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
- ⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
- ⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
- ⑨ 中央制御室換気系隔離弁

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器以外に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

##### a. ブッシュの摩耗，固着 [中央制御室換気系隔離弁]

代表機器と同様，ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は90度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，弁の作動試験を実施し，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持できると考える。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）[中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ]

代表機器と同様，ケーシング，羽根，軸，ウェイト（グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- c. 弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）[中央制御室換気系隔離弁]

代表機器と同様，弁箱，支持脚，取付ボルトは炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器と同様，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ〕

代表機器と同様，作動部取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）〔中央制御室換気系手動式ダンパ〕

代表機器と同様，連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 軸の固着〔中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ〕

代表機器と同様，ダンパの軸は，軸受の潤滑油の枯渇，劣化により固着する可能性があるが，目視点検及び動作確認により，有意な固着のないことを確認している。

また，動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検及び動作確認を行い，その結果により必要に応じて潤滑油の給油もしくは補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，軸の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



h. 弁棒の摩耗 [中央制御室換気系隔離弁]

代表機器と同様、弁体の開閉速度は遅く、回転角度は90度程度に限定され、開閉頻度も少ないことから、摩耗の発生する可能性は小さい。

なお、分解点検時に目視点検を実施しているが、これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから、これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから、今後、分解点検時に目視点検を行い、その結果により必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって、弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 開閉器の腐食（全面腐食） [中央制御室換気系手動式ダンパ]

代表機器と同様、開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり、腐食の発生する可能性は小さい。

なお、目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから、これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって、開閉器の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

東海第二発電所  
機械設備の技術評価書

(運転を断続的に行うことを前提とした評価)

日本原子力発電株式会社

本評価書は、東海第二発電所（以下、「東海第二」という）で使用されている安全上重要な設備（重要度分類審査指針におけるクラス1及びクラス2の設備）、高温・高圧の環境下にあるクラス3の設備及び常設重大事故等対処設備に属する設備のうち、他の技術評価書にて評価を実施していない設備（以下、「機械設備」という）について、運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

また、他の技術評価書に記載のある機器の基礎ボルト評価については、本評価書にて評価を行うものとする。

本評価書では以下の機械設備を評価している。

1. 制御棒
2. 制御棒駆動機構
3. 水圧制御ユニット
4. ディーゼル機関
  - 4.1 ディーゼル機関本体
  - 4.2 ディーゼル機関付属設備
5. 可燃性ガス濃度制御系再結合装置
6. 燃料取替機
7. 燃料取扱クレーン
8. 制御用圧縮空気系設備
9. 気体廃棄物処理系付属設備
10. 新燃料貯蔵ラック
11. 補助ボイラ設備
12. 廃棄物処理設備
13. 排気筒
14. 使用済燃料乾式貯蔵容器
15. 水素再結合器
16. 基礎ボルト

4. ディーゼル機関のうち、潤滑油冷却器、清水冷却器を除く冷却水系（海水）については、「ポンプの技術評価書」、「容器の技術評価書」、「配管の技術評価書」及び「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

また、13. 排気筒のコンクリート基礎部の評価については「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

なお、文書中の単位の記載は、SI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表1 (1/2) 評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	仕様	重要度*1
制御棒	ボロン・カーバイド型制御棒	—	MS-1, 重*2
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構	—	MS-1, 重*2
水圧制御ユニット	水圧制御ユニット	—	MS-1, 重*2
ディーゼル機関本体	非常用ディーゼル機関 (2C, 2D号機)	5, 502 kW×429 rpm	MS-1, 重*2
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	3, 052 kW×429 rpm	MS-1, 重*2
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関*3	1, 450 kW×1, 500 rpm	重*2
	常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)	1, 450 kW×1, 500 rpm	重*2
ディーゼル機関付属設備	非常用ディーゼル機関 (2C, 2D号機) 付属設備	—	MS-1, 重*2
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	—	MS-1, 重*2
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備*3	—	重*2
	常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) 付属設備*3	—	重*2
	補機駆動用燃料設備*3*4	—	重*2
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	容量 : 340 m <sup>3</sup> [N]/h	MS-1
燃料取替機	燃料取替機	容量 : 450 kg	PS-2
燃料取扱クレーン	原子炉建屋6階天井走行クレーン	容量 : 主巻125 ton 補巻5 ton, 1 ton	PS-2
	DC建屋*5天井クレーン	容量 : 130 ton	PS-2

\*1 : 当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2 : 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*3 : 新規に設置される機器

\*4 : 可搬型重大事故等対処設備 (ディーゼル機関を含む) に可搬型の機器を用いて軽油を供給する設備

\*5 : 使用済燃料乾式貯蔵建屋

表 1 (2/2) 評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	仕様	重要度*1
制御用圧縮空気系設備	制御用圧縮空気系設備	容量：978 m <sup>3</sup> /h	高*2
気体廃棄物処理系 付属設備	蒸気式空気抽出器	容量：357.5 kg/h	高*2
新燃料貯蔵ラック	新燃料貯蔵ラック	縦形貯蔵方式	PS-2
補助ボイラ設備	補助ボイラ設備	蒸発量：16 ton/h	高*2
廃棄物処理設備	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	処理流量：1,500 m <sup>3</sup> /h (廃液濃縮器加熱器)	高*2
	機器ドレン系設備	容量：331 kWh (クラッド スラリ濃縮器加熱器)	高*2
	減容固化系設備	容量：200 kg/h (乾燥機)	高*2
	雑固体減容処理設備高周波熔融炉 設備	処理能力：250 kg/h/個 (高周波熔融炉)	高*2
	雑固体焼却系設備	焼却容量：870 kW (焼却炉)	高*2
	セメント混練固化系設備	処理能力：300 °C (蒸発固化体乾燥機)	高*2
	セメント固化系設備*3	容量：0.32 m <sup>3</sup> (濃縮廃液計量タンク)	高*2
	使用済樹脂貯蔵系設備*3	容量：4.77 m <sup>3</sup> /h (使用済粉末樹脂ポンプ)	高*2
排気筒	主排気筒	鉄塔支持型鋼製 (制震装置 付)	MS-1
	非常用ガス処理系排気筒	主排気筒支持型鋼製	MS-1, 重*4
使用済燃料乾式貯 蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵容器	密封監視機能付縦置円筒型	PS-2
水素再結合器	静的触媒式水素再結合器*5	再結合効率：0.50 kg/h/個 (水素濃度 4.0 vol%, 大 気圧, 100 °C)	重*4

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：最高使用温度が 95 °C を超え、又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

\*3：評価対象は停止保管設備のみ

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*5：新規に設置される機器

なお、基礎ボルトについては本文参照のこと。

表2 評価対象機器機能一覧

設備名称 (機器名称)	機能	
制御棒	原子炉出力を抑制するとともに、原子炉停止に必要な負の反応度を与える。	
制御棒駆動機構	制御棒の挿入・引抜き又はスクラム動作を行う。	
水圧制御ユニット	高圧窒素ガスにより緊急挿入に必要な初期水圧エネルギーを制御棒駆動機構へ供給する。	
ディーゼル機関	電源喪失事故等に起動し、接続する発電機を駆動する。	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	原子炉格納容器内の水素及び酸素濃度を抑制し、水素燃焼による格納容器内の圧力及び温度上昇を防ぐ。	
燃料取替機	燃料等を安全に取扱う。	
燃料取扱クレーン	新燃料，使用済燃料乾式貯蔵容器等を安全に取扱う。	
制御用圧縮空気系設備	空気制御弁等へ駆動用圧縮空気を供給する。	
気体廃棄物処理系付属設備	駆動用蒸気を用いて、主復水器内の非凝縮性ガスを抽出し、主復水器の真空度を確保する。	
新燃料貯蔵ラック	新燃料を一時的に保管する。	
補助ボイラ設備	廃棄物処理設備の廃液濃縮用及びタービン起動時に清浄蒸気が必要とする場合の蒸気を供給する。	
廃棄物処理設備	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	床ドレン廃液，高電導度ドレン廃液等を濃縮し，蒸留水と濃縮廃液とを分離する。
	機器ドレン系設備	非助材型ろ過装置から発生するクラッドスラリを沈降分離後，上澄水を濃縮処理し，凝縮水を機器ドレン処理水タンクへ回収する。
	減容固化系設備	濃縮廃液を乾燥・造粒して容器に詰め，貯蔵する。
	雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	雑固体廃棄物の溶融等を行い，減容処理する。
	雑固体焼却系設備	管理区域で発生する可燃性雑固体廃棄物（ポリエチレン，紙，木材等，一部の難燃物含む）を焼却・減容処理する。
	セメント混練固化系設備	固体廃棄物をセメントと混練して固化処理する。
	セメント固化系設備	液体廃棄物及び固体廃棄物をセメントと混練して固化処理する。
	使用済樹脂貯蔵系設備	使用済粉末樹脂をタンク内に貯蔵し放射能を減衰させた後，ドラム缶内に固化し貯蔵保管する。
排気筒	発電所より発生する排気ガスを大気中に放出する。	
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料を安全に保管する。	
水素再結合器	炉心の著しい損傷が発生した場合において，原子炉建屋の水素濃度の上昇を抑制し，水素爆発を防止する。	
基礎ボルト	機器を据付け固定，支持する。	

# 1. 制御棒

[対象機器]

- ① ボロン・カーバイド型制御棒

## 目次

1. 対象機器 .....	1-1
2. 制御棒の技術評価.....	1-2
2.1 構造,材料及び使用条件.....	1-2
2.2 経年劣化事象の抽出.....	1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	1-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価.....	1-10



## 1. 対象機器

東海第二で使用している制御棒の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 制御棒の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件	
		最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ボロン・カーバイド型制御棒	MS-1, 重*3	8.62	302

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：環境の最高使用圧力を示す

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

## 2. 制御棒の技術評価

### 2.1 構造, 材料及び使用条件

#### (1) 構造

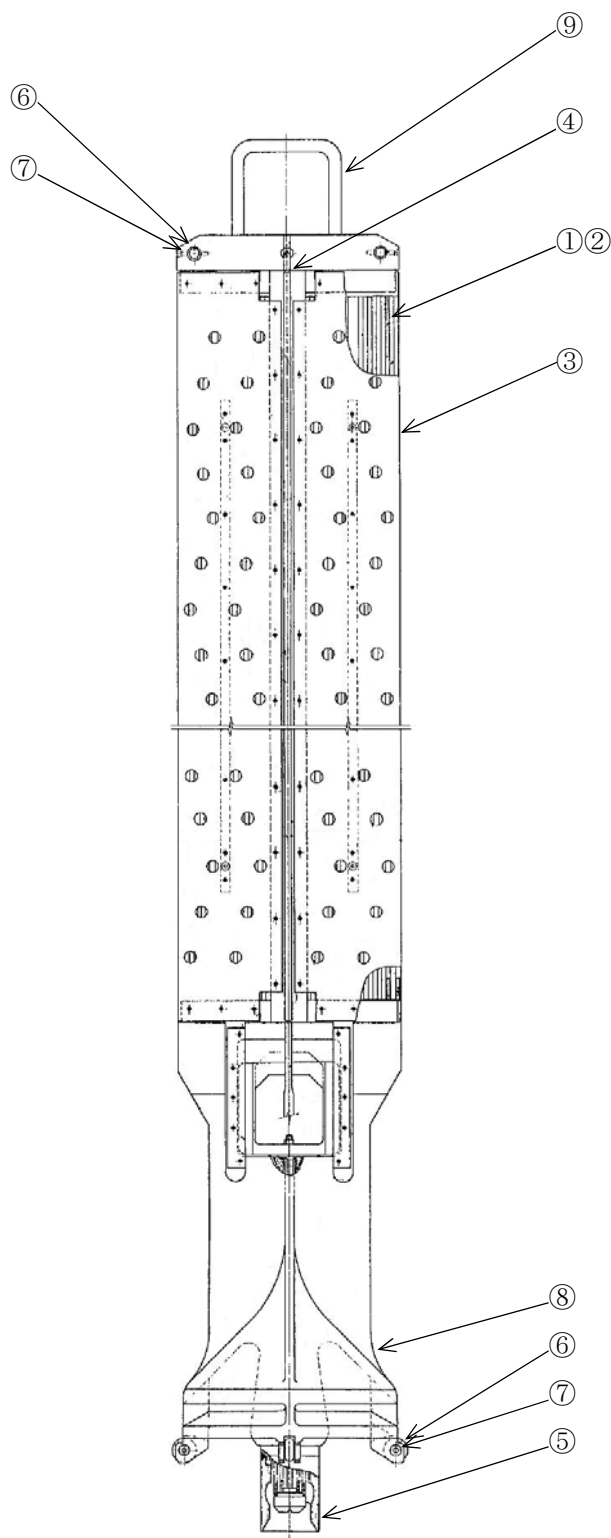
東海第二のボロン・カーバイド型制御棒は、十字型に組み合わせたステンレス鋼のU字型シースの中に制御材（ボロン・カーバイド（ $B_4C$ ）粉末を充填したステンレス鋼管）を納めたものであり、合計185本設置されている。制御棒は制御棒案内管内に設置され、制御棒の下端は制御棒駆動機構と結合している。

制御材被覆管、シース、タイロッド、ソケット、上部ハンドルはステンレス鋼を、ローラはコバルト基合金又はニッケル基合金を、ピンはコバルト基合金又はステンレス鋼を、落下速度リミッタはステンレス鋼鋳鋼を使用している。

東海第二のボロン・カーバイド型制御棒の構造図を図2.1-1に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二のボロン・カーバイド型制御棒主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位
①	制御材
②	制御材被覆管
③	シース
④	タイロッド
⑤	ソケット
⑥	ローラ
⑦	ピン
⑧	落下速度リミッタ
⑨	上部ハンドル

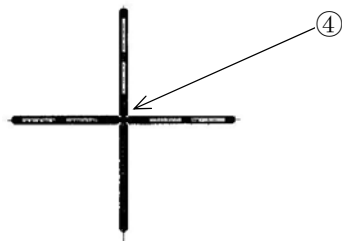


図 2.1-1 ボロン・カーバイド型制御棒構造図

表 2.1-1 ボロン・カーバイド型制御棒主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			タイプ 1 (A 社製)	タイプ 1 (B 社製)
原子炉の緊急停止	中性子吸収	制御材	ボロン・カーバイド	
	支持	制御材被覆管	ステンレス鋼	
		シース	ステンレス鋼	
		タイロッド	ステンレス鋼	
		ソケット	ステンレス鋼	
		ローラ	コバルト基合金	ニッケル基合金
		ピン	コバルト基合金	ステンレス鋼
過剰反応度の印加防止	保持	落下速度リミッタ	ステンレス鋼鋳鋼	
ハンドリング	支持	上部ハンドル	ステンレス鋼	

表 2.1-2 ボロン・カーバイド型制御棒の使用条件

最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
流体	純水 (原子炉冷却材)

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒の機能（原子炉出力の制御機能）達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 原子炉の緊急停止
- (2) 過剰反応度の印加防止
- (3) ハンドリング

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御棒について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、応力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 に示すとおり、想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

制御棒には、消耗品及び定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

- a. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 制御材の中性子吸収による制御能力低下

制御材はボロン・カーバイドであり、熱中性子捕獲による制御材の減少により制御能力が低下する。

制御棒については、軸方向に4分割した各セグメントのいずれかの平均反応度が新品の90%まで減少したときの核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施しており、今後もこの運用を継続していくことで、有意な制御能力低下が起こらないものとする。

また、定期検査時に原子炉停止余裕検査を実施し、十分な制御能力を有していることを確認している。

したがって、制御材の中性子吸収による制御能力低下は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 制御材被覆管、シース、タイロッド、ソケット、ピン、上部ハンドルの粒界型応力腐食割れ

制御材被覆管、シース、タイロッド、ソケット、ピン、上部ハンドルはオーステナイト系ステンレス鋼であり、これらの部位については高温の純水中にあることから、材料が鋭敏化し、引張応力のレベルが高い溶接熱影響部において粒界型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら、制御棒については、核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施していると同時に、粒界型応力腐食割れにより制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを、定期検査毎にそれぞれ原子炉停止余裕検査、制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査により確認している。

したがって、制御材被覆管、シース、タイロッド、ソケット、ピン、上部ハンドルの粒界型応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの中性子照射による靱性低下

制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルはオーステナイト系ステンレス鋼であり，中性子照射による靱性低下の発生が想定される。

しかしながら，制御棒については，核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施しているとともに，中性子照射による靱性低下により制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを，定期検査毎にそれぞれ原子炉停止余裕検査，制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査により確認している。

したがって，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの中性子照射による靱性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ローラ及びピンの摩耗

制御棒の挿入・引抜き時にローラ及びピンが摺動するため，摩耗の発生が想定されるが，ローラは耐摩耗性の高いコバルト基合金又はニッケル基合金，ピンは耐摩耗性の高いコバルト基合金又は耐摩耗性を向上させたステンレス鋼であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，定期検査毎に制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施しており，これまで動作不良は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ローラ及びピンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射スウェリング

高照射領域で使用されている機器については，照射スウェリングの発生が想定されるが，ステンレス鋼の照射スウェリングは，約 400 °C から約 700 °C で発生する事象であり，BWR の制御棒の使用温度条件（約 280 °C）では，照射スウェリングが発生する可能性は小さい。

なお，定期検査毎に制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施しており，これまで動作不良は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射スウェリングは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射下クリープ

高照射領域で使用されているステンレス鋼製の機器については，照射下クリープの発生が想定されるが，照射下クリープの影響が問題となるのは内圧等による荷重制御型の荷重である。

制御材被覆管に関しては，制御材の熱中性子捕獲による  $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$  反応により，He 発生に伴う内圧上昇が，他の部位については自重が荷重制御型の荷重の要因として考えられる。内圧及び自重については，応力差が許容値に対し十分小さくなるよう設計的に考慮されており，これらの荷重の影響は十分に小さい。

また，制御材被覆管の He 発生に伴う内圧上昇の観点から決まる機械的寿命に対して十分に保守的な運用基準により取替を実施しており，さらに定期検査毎の制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査において，これまで動作不良は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射下クリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 落下速度リミッタの熱時効

落下速度リミッタはステンレス鋼鋳鋼であり，また高温純水中にあるため，熱時効による材料の靱性低下等の機械的特性が変化することが想定されるが，落下速度リミッタには，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，初期き裂が発生する可能性は小さい。

なお，制御棒受入時に外観検査を実施しており，制御棒には有意なき裂がないことを確認している。

また，「平成 8 年度プラント長寿命化技術開発に関する事業報告書」（平成 9 年 3 月 財団法人 発電設備技術検査協会）において，BWR の炉水温度（約 280 °C）におけるステンレス鋼鋳鋼の熱時効による材料への影響は大きくないとしているため，熱時効が発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，落下速度リミッタの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



表 2.2-1 ボロン・カーバイド型制御棒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
					減肉		割れ		材質変化			その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
原子炉の緊急停止	中性子吸収	制御材		ボロン・カーバイド							△*1	*1:中性子吸収による制御能力低下	
	支持	制御材被覆管		ステンレス鋼				○*2△*3		△*4	△*5*6	*2:照射誘起型応力腐食割れ	
		シース		ステンレス鋼				○*2△*3		△*4	△*5*6	*3:粒界型応力腐食割れ	
		タイロッド		ステンレス鋼				○*2△*3		△*4	△*5*6	*4:中性子照射による靱性低下	
		ソケット		ステンレス鋼				△*3				*5:照射スウェリング	
		ローラ		コバルト基合金	△								*6:照射下クリープ
				ニッケル基合金	△								
		ピン		コバルト基合金	△								
	ステンレス鋼		△				○*2△*3		△*4	△*5*6			
過剰反応度の印加防止	保持	落下速度リミッタ		ステンレス鋼鋳鋼					▲				
ハンドリング	支持	上部ハンドル		ステンレス鋼				○*2△*3		△*4	△*5*6		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

#### a. 事象の説明

ステンレス鋼については，中性子照射を受けると材料自身の応力腐食割れの感受性が高まるとともに，材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは，この状況に引張応力場が重畳されると発生する可能性がある。

東海第二において，1999年及び2011年に上部ハンドルのローラ近傍に照射誘起型応力腐食割れと推定されるひびが発見されている。

なお，本事例は局所的なひびであり，主要部位には発生しておらず制御棒の機能上問題となるものではない。

#### b. 技術評価

##### ① 健全性評価

照射誘起型応力腐食割れは，中性子照射に加え，引張応力の存在下で発生の可能性が高まると考えられる。制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルは溶接熱影響部に引張応力が存在し，制御材被覆管には，制御材の熱中性子捕獲による $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応によるHe発生に伴う内圧上昇並びに制御材の体積膨張によって引張応力が作用する。図2.3-1に示すように，BWR環境（高温水環境）下のステンレス鋼について，SUS304は約 $5 \times 10^{20}$  n/cm<sup>2</sup>，SUS316は約 $1 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>（ $E > 1$  MeV）以上の累積照射を受けた場合に応力腐食割れの感受性への影響が現れると考えられている。

ボロン・カーバイド型制御棒は，軸方向に4分割した各セグメントのいずれかの平均反応度が新品の90%まで減少したときの核的寿命に対して保守的に定めた運用基準（取替基準： $2.0 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>（熱中性子），取替目標値： $1.5 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>（熱中性子））に基づき取替を実施してきている。

この運用基準では，ボロン・カーバイド型制御棒については $1.5 \times 10^{21}$  n/cm<sup>2</sup>（熱中性子）の中性子照射量となることから，照射量の観点からは，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性は否定できない。

前述のとおり東海第二において，1999年にA社製制御棒（25本）上部ハンドルローラ近傍に製造時の残存不純物と照射量蓄積の相乗効果により，照射誘起型応力腐食割れと推定されるひびが発見された。本事象は，製造時の不純物が除去されずに供用され，腐食生成物が成長したことによるものと推定された。

水平展開として，他年代に製作された供用中のA社製制御棒（160本のうち代表10本）について目視点検を実施し異常のないことを確認するとともに，当該制御棒（25本）について不純物が残留している恐れのないB社製制御棒との取替，並びに制御棒加工時の不純物管理の徹底を実施することとした。

また、本事象発生後、B社製制御棒は、上部ハンドルガイドローラピン穴を長穴構造とした SCC 対策品に設計変更されており、以降、制御棒については SCC 対策品への取替を実施している。

なお、2011年に、1999年に取替えたB社製制御棒（8本）において同事象が発生したため、当該制御棒について SCC 対策品に取替を実施している。

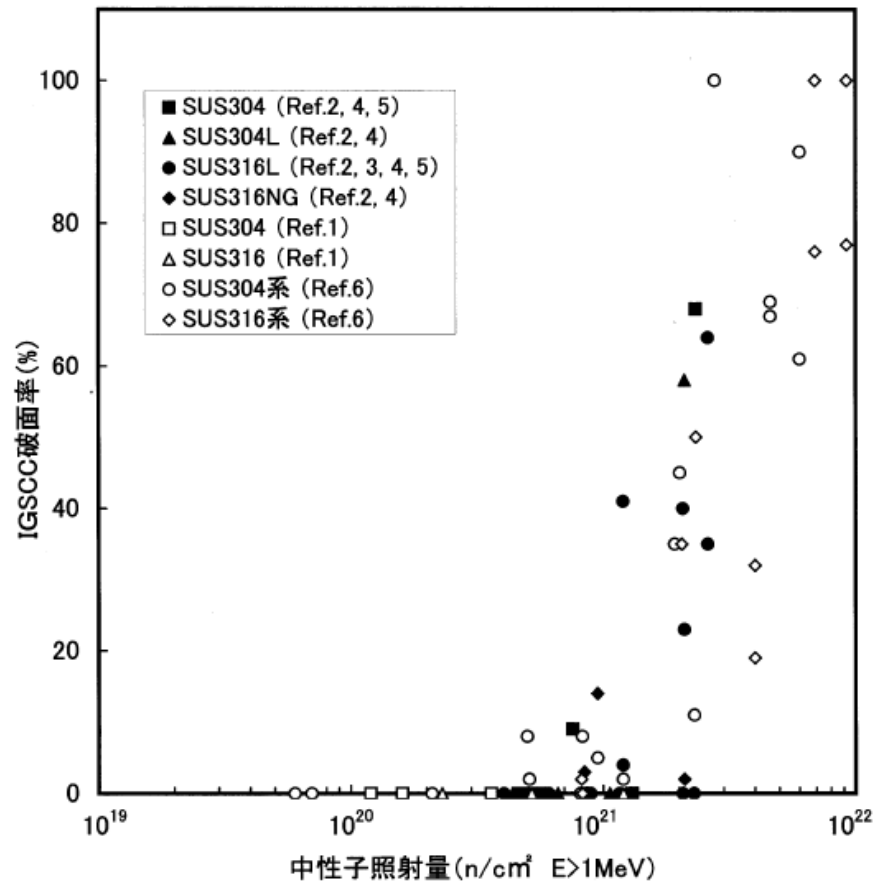


図 2.3-1 304, 316 ステンレス鋼の粒界割れ破面率に及ぼす中性子量の影響 (参考)

[図で引用されている参考文献]

- Ref.1: K. Chatani et al, "Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking Susceptibility of Core Component Materials" Proceedings of 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2005.
- Ref.2: 「平成 16 年度照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術調査研究に関する報告書」独立行政法人 原子力安全基盤機構
- Ref.3: K. Chatani et al, "IASCC Susceptibility of Thermal Treated Type 316L Stainless Steel" Proceedings of 11th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2003.
- Ref.4: Y. Tanaka et al, "IASCC Susceptibility of Type 304, 304L, and 316L Stainless Steel" Proceedings of 8th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1997.
- Ref.5: K. Fukuya et al, "Mechanical Properties and IASCC Susceptibility in Irradiated Austenitic Steels" Proceedings of 6th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1993.
- Ref.6: S. Suzuki, M. Kodama, S. Shima, M. Yamamoto; Fifth International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors(1991). Effects of Fluence and Dissolved Oxygen on IASCC in Austenitic Stainless Steels.

## ② 現状保全

制御棒については、核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施している。

なお、照射誘起型応力腐食割れにより制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを、定期検査毎にそれぞれ原子炉停止余裕検査、制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査により確認している。

さらに、新制御棒について不純物管理を徹底しているとともに、SCC 対策品の制御棒に取替を実施している。

## ③ 総合評価

照射誘起型応力腐食割れに対しては、運用基準に基づく制御棒の取替、定期検査毎の原子炉停止余裕検査、制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施していくことで、機能上の観点から健全性の確認は可能と判断する。

さらに、新制御棒について不純物管理を徹底するとともに、SCC 対策品の制御棒に取替を実施することで、照射誘起型応力腐食割れの発生する可能性を低減できると考える。

## c. 高経年化への対応

制御材被覆管、シース、タイロッド、ピン、上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れに対しては、高経年化対策の観点から現状保全の内容に追加すべき項目はない。

## 2. 制御棒駆動機構

[対象機器]

① 制御棒駆動機構

## 目次

1. 対象機器 .....	2-1
2. 制御棒駆動機構の技術評価.....	2-2
2.1 構造,材料及び使用条件.....	2-2
2.2 経年劣化事象の抽出.....	2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	2-6

## 1. 対象機器

東海第二で使用している制御棒駆動機構の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 制御棒駆動機構の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (°C)
制御棒駆動機構	MS-1, 重*3	連続	8.62	302

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：環境の最高使用圧力を示す

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す



## 2. 制御棒駆動機構の技術評価

### 2.1 構造，材料及び使用条件

#### (1) 構造

東海第二の制御棒駆動機構は，水圧により制御棒の挿入・引抜き又はスクラム時に動作するものであり，185本設置されている。

制御棒駆動機構は，制御棒駆動機構ハウジング内に収納されており，制御棒駆動機構ハウジング下端のフランジにボルトにより取り付けられている。

制御棒駆動機構の上端は，カップリングスパッドと制御棒下端のカップリング部（ソケット及びロックプラグ）とを結合することにより，制御棒を固定している。

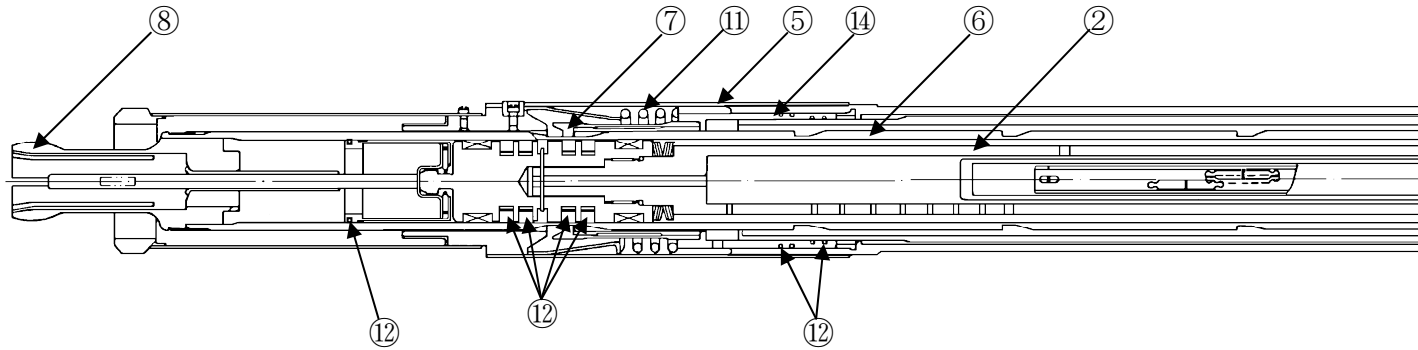
制御棒の挿入・引抜きは，シリンダチューブとピストンチューブ間にあるドライブピストンに水圧をかけることにより行い，コレットフィンガがインデックスチューブのラッチ溝にかみ合うことにより制御棒を所定の位置に固定する。この時，制御棒の荷重はアウターチューブで支持されている。

ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，フランジはステンレス鋼，コレットピストン，コレットリテナチューブはステンレス鋼鋳鋼，コレットフィンガ，コレットスプリング及びカップリングスパッドは高ニッケル合金が使用されている。

東海第二の制御棒駆動機構の構造図を図 2.1-1 に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二の制御棒駆動機構主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	ドライブピストン
②	ピストンチューブ
③	シリンダチューブ
④	アウターチューブ
⑤	コレットリテナチューブ
⑥	インデックスチューブ
⑦	コレットフィンガ
⑧	カップリングスパッド
⑨	フランジ
⑩	取付ボルト
⑪	コレットスプリング
⑫	シールリング
⑬	Oリング
⑭	コレットピストン
⑮	ボール

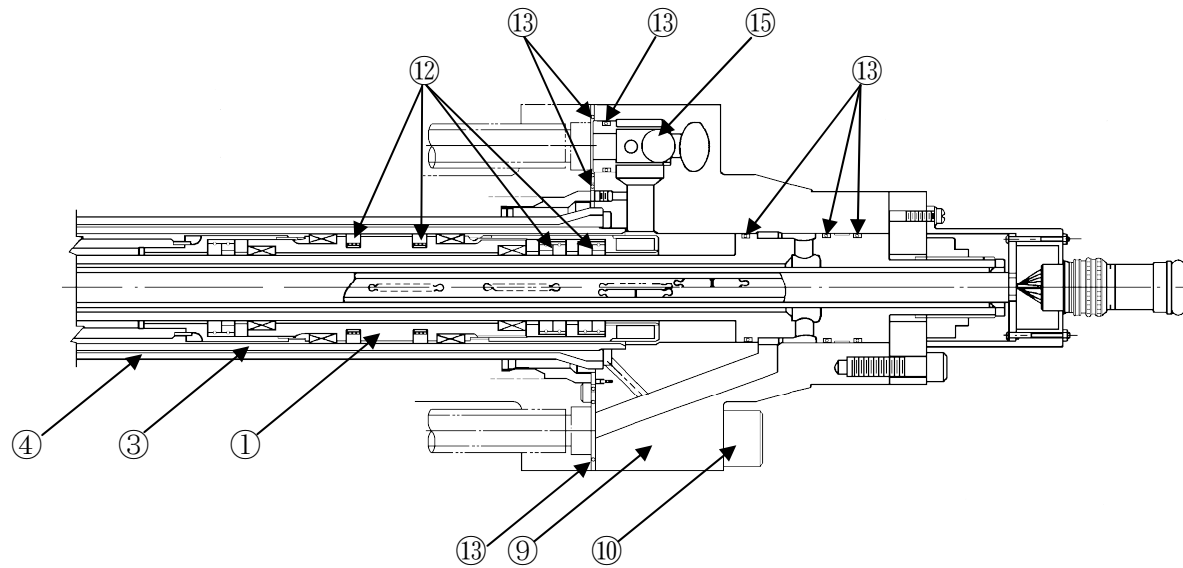


図 2.1-1 制御棒駆動機構構造図

表 2.1-1 制御棒駆動機構主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
制御棒駆動力の確保	駆動力の確保	ドライブピストン	ステンレス鋼
		ピストンチューブ	ステンレス鋼
		シリンダチューブ	ステンレス鋼
		アウターチューブ	ステンレス鋼
		コレットピストン	ステンレス鋼鋳鋼
		コレットリティナチューブ	ステンレス鋼鋳鋼
	ボール	(消耗品)	
	シール	シールリング	(消耗品)
制御棒の位置保持	位置保持	インデックスチューブ	ステンレス鋼
		コレットフィンガ	高ニッケル合金
		コレットスプリング	高ニッケル合金
制御棒との結合	カップリング	カップリングスパッド	高ニッケル合金
バウンダリの維持	耐圧	フランジ	ステンレス鋼
		取付ボルト	低合金鋼
	シール	Oリング	(消耗品)

表 2.1-2 制御棒駆動機構の使用条件

最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
内部流体	純水

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒駆動機構の機能（制御棒の挿入・引抜き又はスクラム動作）達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 制御棒駆動力の確保
- (2) 制御棒の位置保持
- (3) 制御棒との結合
- (4) バウンダリの維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御棒駆動機構について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 に示すとおり、想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ボール、シールリング及びOリングは消耗品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食

ピストンチューブ，コレットピストン及びインデックスチューブについては耐摩耗性を向上させるため，窒化処理を施しているが，シールリングとの隙間で窒化層の表面が劣化し，隙間腐食が発生する可能性がある。

ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食については，分解点検時の目視検査により有意な隙間腐食がないことを確認しており，必要に応じて取替を行うことで機能を維持している。

したがって，ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガの粒界型応力腐食割れ

ピストンチューブ，アウターチューブ及びインデックスチューブはオーステナイト系ステンレス鋼，コレットフィンガは高ニッケル合金であり，応力腐食割れの発生が想定されるが，分解点検時の目視検査により異常がないことを確認しており，必要に応じて取替を行うことで機能を維持している。

したがって，ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- c. ドライブピストン、ピストンチューブ、シリンダチューブ、コレットピストン、コレットリティナチューブ、インデックスチューブ、コレットフィンガ、カップリングスパッドの摩耗

ドライブピストン、ピストンチューブ、シリンダチューブ及びインデックスチューブはステンレス鋼、コレットピストン及びコレットリティナチューブはステンレス鋼鋳鋼、コレットフィンガ及びカップリングスパッドは高ニッケル合金であり、各部の摺動による摩耗の発生が想定される。

ピストンチューブ及びインデックスチューブは表面に耐摩耗性向上のため窒化処理を施したステンレス鋼であり、摺動するシールリング材料より硬いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

ドライブピストン及びシリンダチューブはステンレス鋼であり、シールリング材料より硬いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

コレットリティナチューブ及びコレットピストンはステンレス鋼鋳鋼、コレットフィンガは高ニッケル合金であるが、摺動部について耐摩耗性を向上させた処理（コルモノイ溶射）を施しており、摩耗が発生する可能性は小さい。

カップリングスパッドは、制御棒と制御棒駆動機構との結合及び分離の回数が少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、これまでの点検結果において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ドライブピストン、ピストンチューブ、シリンダチューブ、コレットピストン、コレットリティナチューブ、インデックスチューブ、コレットフィンガ、カップリングスパッドの摩耗は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. コレットスプリングのへたり

コレットスプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため、へたりの発生が想定される。

しかし、コレットスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されていること及びコレットスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの点検結果において有意なへたりは確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、コレットスプリングのへたりは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，プラント運転中は窒素雰囲気となるため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジの粒界型応力腐食割れ

ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジはオーステナイト系ステンレス鋼であり，応力腐食割れの発生が想定されるが，内部流体が制御棒駆動水圧系からの冷却水であり，運転温度も 100 °C 以下であることから，応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1 制御棒駆動機構に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品 ・ 定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材料変化			その他
					摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
制御棒駆動力の確保	駆動力の確保	ドライブピストン		ステンレス鋼	△			△ <sup>*3</sup>			*1:隙間腐食 *2:へたり *3:粒界型応力腐食 割れ	
		ピストンチューブ		ステンレス鋼	△	△ <sup>*1</sup>		△ <sup>*3</sup>				
		シリンダチューブ		ステンレス鋼	△			△ <sup>*3</sup>				
		アウターチューブ		ステンレス鋼				△ <sup>*3</sup>				
		コレットピストン		ステンレス鋼鋳鋼	△	△ <sup>*1</sup>						
		コレットリテナチューブ		ステンレス鋼鋳鋼	△							
	ボール	◎	—									
シール	シールリング	◎	—									
制御棒の位置保持	位置保持	インデックスチューブ		ステンレス鋼	△	△ <sup>*1</sup>		△ <sup>*3</sup>				
		コレットフィンガ		高ニッケル合金	△			△ <sup>*3</sup>				
		コレットスプリング		高ニッケル合金						△ <sup>*2</sup>		
制御棒との結合	カップリング	カップリングスパッド		高ニッケル合金	△							
バウンダリの維持	耐圧	フランジ		ステンレス鋼				△ <sup>*3</sup>				
		取付ボルト		低合金鋼		△						
	シール	Oリング	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



### 3. 水圧制御ユニット

[対象機器]

- ① 水圧制御ユニット

## 目次

1. 対象機器 .....	3-1
2. 水圧制御ユニットの技術評価.....	3-2
2.1 構造, 材料及び使用条件.....	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出.....	3-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....	3-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	3-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	3-7

## 1. 対象機器

東海第二で使用している水圧制御ユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 水圧制御ユニットの主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
水圧制御ユニット	MS-1, 重*2	一時	12.06	66

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

## 2. 水圧制御ユニットの技術評価

### 2.1 構造, 材料及び使用条件

#### (1) 構造

東海第二の水圧制御ユニットは, アクムレータ, 窒素容器, 配管及び弁から構成されている。

東海第二の水圧制御ユニットの構成図及び水圧制御ユニットの構造図を図 2.1-1 に示す。

#### (2) 材料及び使用条件

東海第二の水圧制御ユニット主要部位の使用材料を表 2.1-1 に, 使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	アキュムレータ
②	窒素容器
③	スクラム弁
④	方向制御弁
⑤	配管及び弁

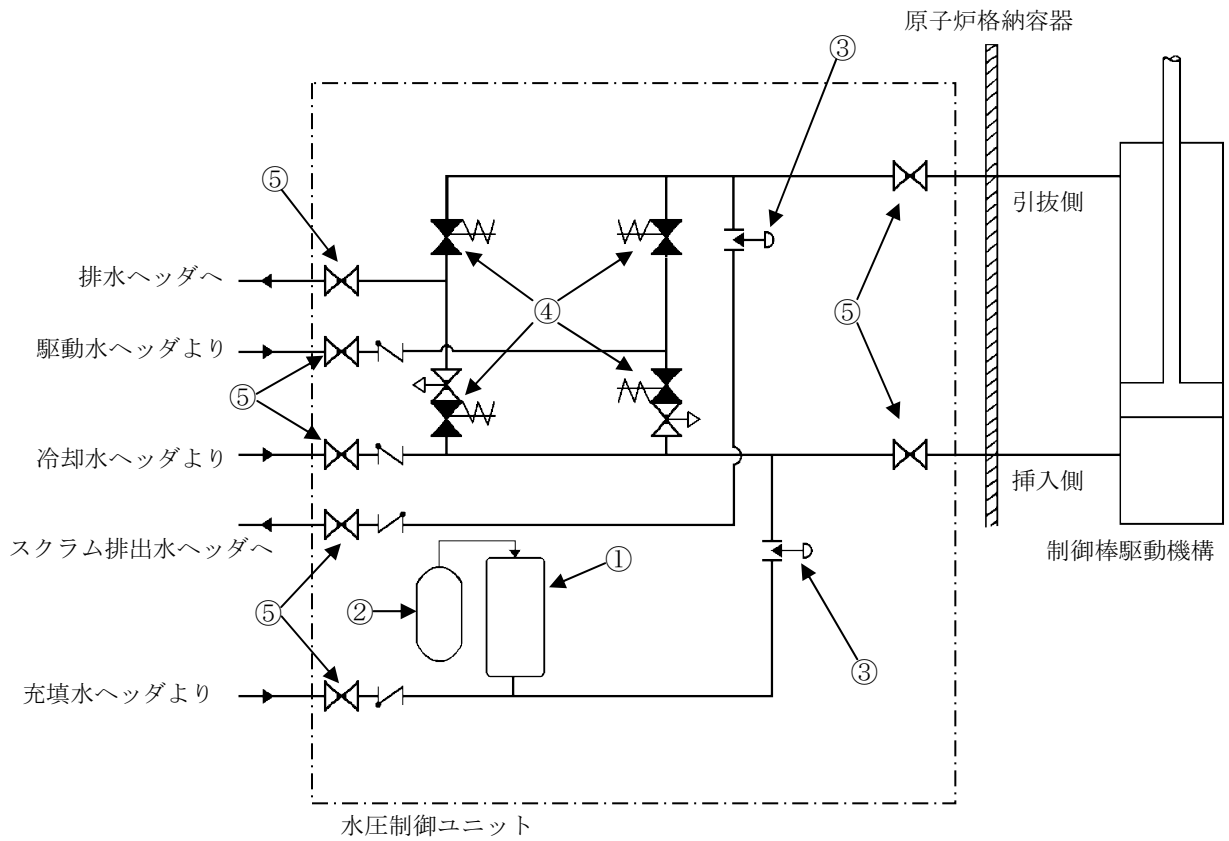


図 2.1-1 (1/2) 水圧制御ユニット構成図

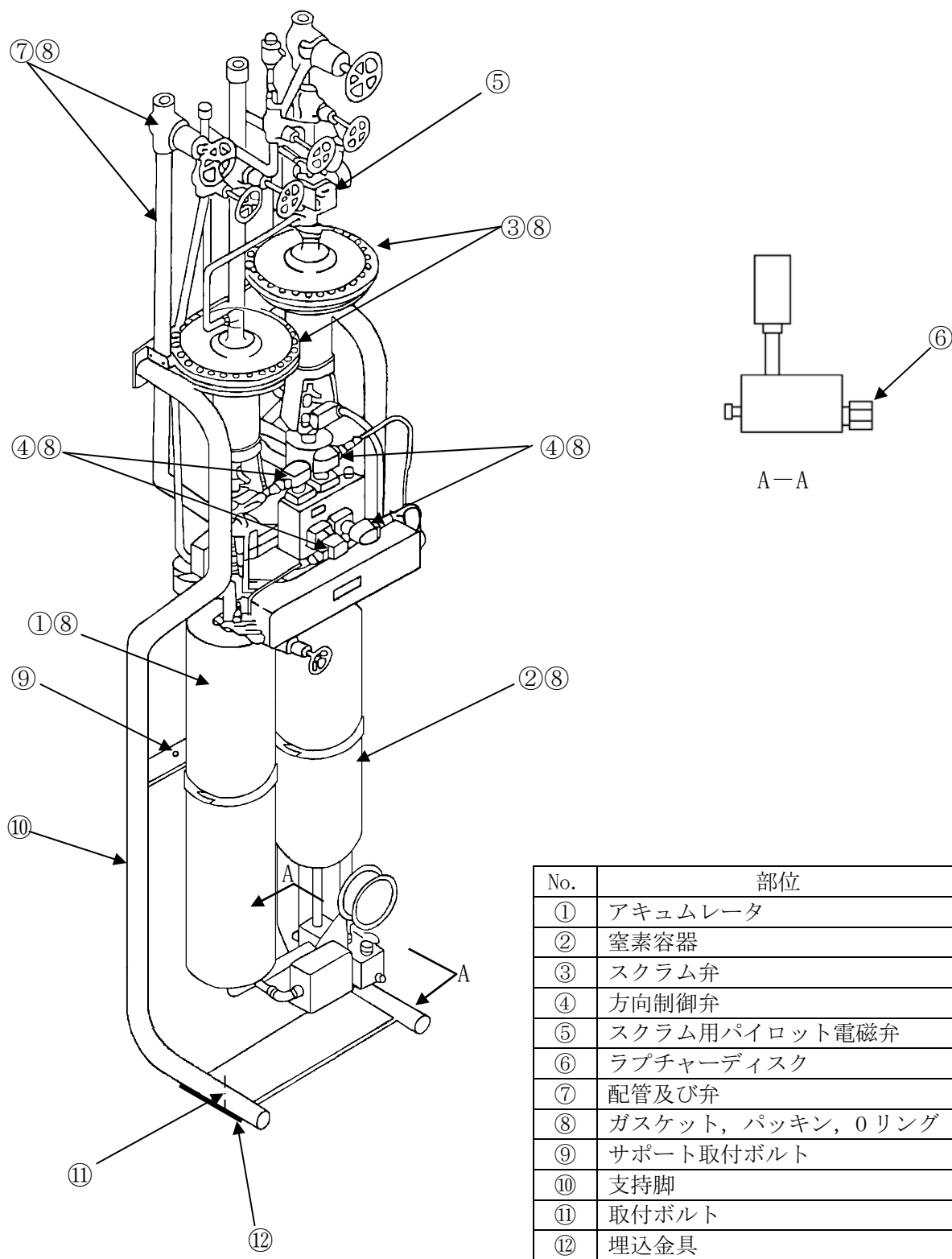


図 2.1-1(2/2) 水圧制御ユニット構造図

表 2.1-1 水圧制御ユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
原子炉の緊急停止	スクラム機能	アキュムレータ	ステンレス鋼
		窒素容器	炭素鋼
		スクラム弁	弁箱：ステンレス鋼 弁体：ステンレス鋼 ダイヤフラム：(消耗品)
		方向制御弁	弁箱：ステンレス鋼 弁体：ステンレス鋼
		スクラム用パイロット電磁弁	(定期取替品)
		ラプチャーディスク	ステンレス鋼
		配管及び弁	配管：ステンレス鋼 弁：ステンレス鋼
	シール	ガスケット, パッキン, Oリング	(消耗品)
機器の支持	支持	サポート取付ボルト	炭素鋼
		支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 水圧制御ユニットの使用条件

最高使用圧力 (MPa)	12.06
最高使用温度 (°C)	66
内部流体	純水, ガス (窒素)

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

水圧制御ユニットの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- (1) 原子炉の緊急停止
- (2) 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

水圧制御ユニットについて、要求機能を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体の種類、応力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 に示すとおり、想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△、▲）。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品及び定期取替品の扱い

スクラム弁ダイヤフラム、ガスケット、パッキン、Oリングは消耗品、スクラム用パイロット電磁弁は定期取替品であり、設計時に長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①、②に該当する事象については、2.2.3 項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 窒素容器（外面）、サポート取付ボルト、支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

窒素容器、サポート取付ボルト、支持脚及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また、目視点検により塗膜の状態を確認し、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、窒素容器（外面）、サポート取付ボルト、支持脚、取付ボルトの腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また、目視点検により塗膜の状態を確認し、必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって、埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. スクラム弁、方向制御弁、ラプチャーディスク、配管及び弁の貫粒型応力腐食割れ

スクラム弁、方向制御弁、ラプチャーディスク、配管及び弁はステンレス鋼であり、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより、外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが、代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し、その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また、東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって、スクラム弁、方向制御弁、ラプチャーディスク、配管及び弁の貫粒型応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. アクキュムレータの摩耗

アクキュムレータは、ピストンと摺動するため摩耗の発生が想定されるが、アクキュムレータのピストンとの摺動部にはOリングを取付けており、直接接触摩耗しないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、アクキュムレータの摩耗は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. スクラム弁、方向制御弁及び弁の弁棒の疲労割れ

スクラム弁、方向制御弁及び弁については、弁棒の疲労割れの発生が想定されるが、弁開閉操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作又はストローク調整を行っていることから、疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、スクラム弁、方向制御弁及び弁の弁棒の疲労割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 配管の粒界型応力腐食割れ

水圧制御ユニット配管は、内部流体が100℃未満であることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお、定期的に耐圧部の漏えい検査を実施しており、これまでの点検結果において粒界型応力腐食割れは確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、配管の粒界型応力腐食割れは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. スクラム弁のスプリングのへたり

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため、へたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており、さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが進行する可能性は小さい。

なお、定期検査毎に制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施しており、これまでの点検結果において有意な機能低下は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、スクラム弁のスプリングのへたりは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 窒素容器（内面）の腐食（全面腐食）

窒素容器は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、内部流体は窒素であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、窒素容器（内面）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、コンクリート埋設部については、コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1 水圧制御ユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品 ・ 定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
原子炉の緊急停止	スクラム機能	アキュムレータ		ステンレス鋼	△						*1：スプリングのへたり *2：貫粒型応力腐食割れ *3：配管の粒界型応力腐食割れ *4：弁棒 *5：ダイヤフラム *6：機器外面 *7：機器内面 *8：大気接触部 *9：コンクリート埋設部	
		窒素容器		炭素鋼		△*6▲*7						
		スクラム弁	◎*5	ステンレス鋼			△*4	△*2		△*1		
		方向制御弁		ステンレス鋼			△*4	△*2				
		スクラム用パイロット電磁弁	◎	—								
		ラプチャーディスク		ステンレス鋼				△*2				
	配管及び弁		ステンレス鋼			△*4	△*2*3					
	シール	ガスケット, パッキン, Oリング	◎	—								
機器の支持	支持	サポート取付ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*8▲*9						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 4. ディーゼル機関

## 4.1 ディーゼル機関本体

[対象機器]

- ① 非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）
- ② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関
- ③ 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関
- ④ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）

## 目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....	4. 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....	4. 1-1
1.2 代表機器の選定.....	4. 1-1
2. 代表機器の技術評価.....	4. 1-2
2.1 構造, 材料及び使用条件.....	4. 1-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) .....	4. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出.....	4. 1-7
2.2.1 代表機器の機能達成に必要な項目.....	4. 1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....	4. 1-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....	4. 1-8
3. 代表機器以外への展開.....	4. 1-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	4. 1-22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	4. 1-22

## 1. 対象機器及び代表機器の選定

### 1.1 グループ化の考え方及び結果

東海第二で使用している主要なディーゼル機関本体の主な仕様を表 1-1 に示す。

### 1.2 代表機器の選定

ディーゼル機関本体のグループには、非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関、緊急時対策所用発電機ディーゼル機関、常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）が含まれるが、重要度、運転状態及び機関出力の観点から非常用ディーゼル発電設備（2C, 2D 号機）を代表機器とする。

表 1-1 ディーゼル機関本体の主な仕様

機器名称	選定基準			選定	選定理由
	重要度*1	使用条件			
		運転状態	仕様 (機関出力×回転速度)		
非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機)	MS-1, 重*3	一時*2	5,502 kW×429 rpm	◎	重要度、運転状態及び仕様（機関出力）
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	MS-1, 重*3	一時*2	3,052 kW×429 rpm		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関*4	重*3	一時*2	1,450 kW×1,500 rpm		
常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)	重*3	一時*2	1,450 kW×1,500 rpm		

\*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち、最上位の重要度クラスを示す

\*2：通常は待機，定期的（運転回数：約 20 回/年，運転時間：約 40 時間/年）に定例試験を実施

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

\*4：新規に設置される機器



## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

### ①非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）

#### 2.1 構造，材料及び使用条件

##### 2.1.1 非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）

###### (1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）は、出力 5,502 kW、回転速度 429 rpm の 4 サイクル縦型 18 気筒ディーゼル機関（排気タービン式の過給機付）であり、2 機設置されている。

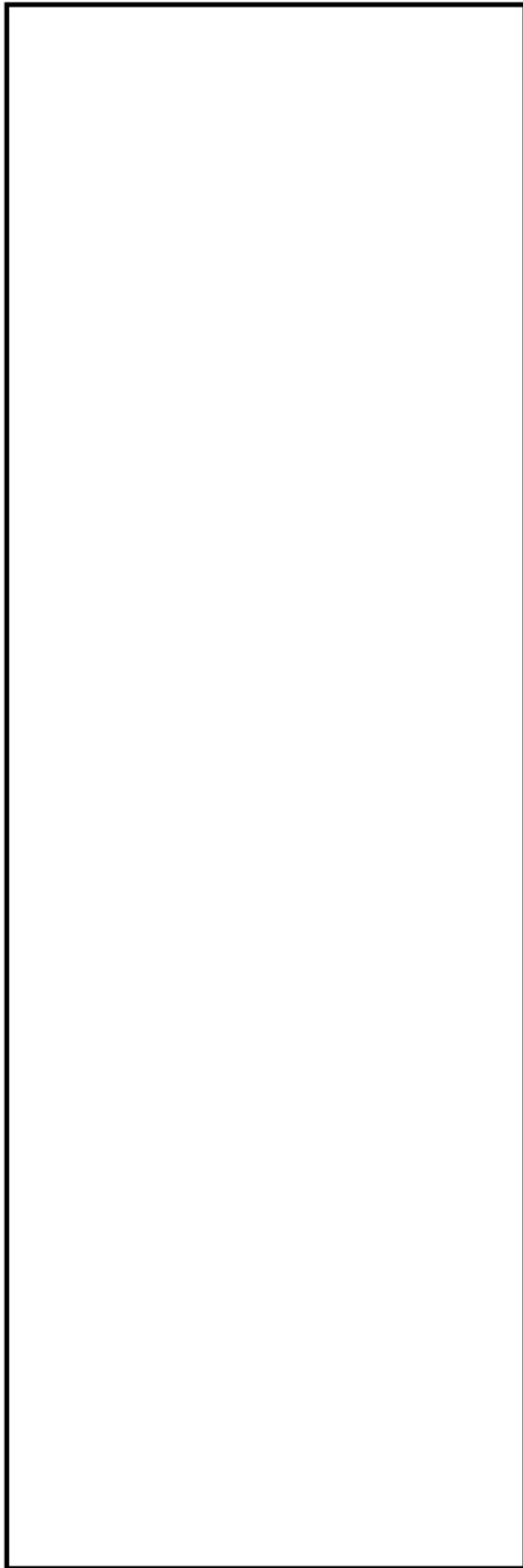
ディーゼル機関の主要部位としては、

- ① 燃料噴射ポンプ，燃料噴射弁等の燃料系統に属する部位
- ② ピストン，連接棒，クランク軸等の熱エネルギーを運動エネルギーに変換し伝達するための部位
- ③ 排気弁及び吸気弁とこれらを駆動する部位としてカム，カム軸，動弁装置と過給機，空気冷却器等からなる吸・排気系統に属する部位
- ④ 始動弁等，ディーゼル機関起動のための部位
- ⑤ シリンダヘッド，シリンダライナ，シリンダヘッドボルト，シリンダブロック，クランクケース等のシリンダ内の爆発圧力を保持する部位
- ⑥ 调速装置等のディーゼル機関の出力を調節するための部位
- ⑦ 主軸受メタル等の軸支持部位
- ⑧ 吸気管・排気管等の空気及び排気ガスを吸・排気するための部位

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）の構造図を図 2.1-1 に示す。

###### (2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C, 2D 号機）の主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	燃料噴射ポンプ	⑩	クラシクピンメタル	⑲	空気冷却器	㉘	伸縮継手
②	燃料噴射弁	⑪	連接棒	⑳	カム, カム軸, ローラ	㉙	吸気管
③	ピストン	⑫	クラシクピンボルト	㉑	動弁装置	㉚	排気管
④	ピストンピン	⑬	歯車各種	㉒	调速装置	㉛	シリシクダ安全弁
⑤	ピストンリング	⑭	はずみ車	㉓	主軸受メタル	㉜	クラシク室安全弁
⑥	ピストンピンメタル	⑮	カップリシクボルト	㉔	シリシクダヘッド	㉝	クラシクケース
⑦	空気分配弁	⑯	吸気弁	㉕	シリシクダライナ	㉞	埋込金物
⑧	始動弁	⑰	排気弁	㉖	シリシクダヘッドボルト	㉟	吸・排気管サポータ
⑨	クラシク軸	⑱	過給機	㉗	シリシクダブロック	㊱	基礎ボルト

図 2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) 構造図

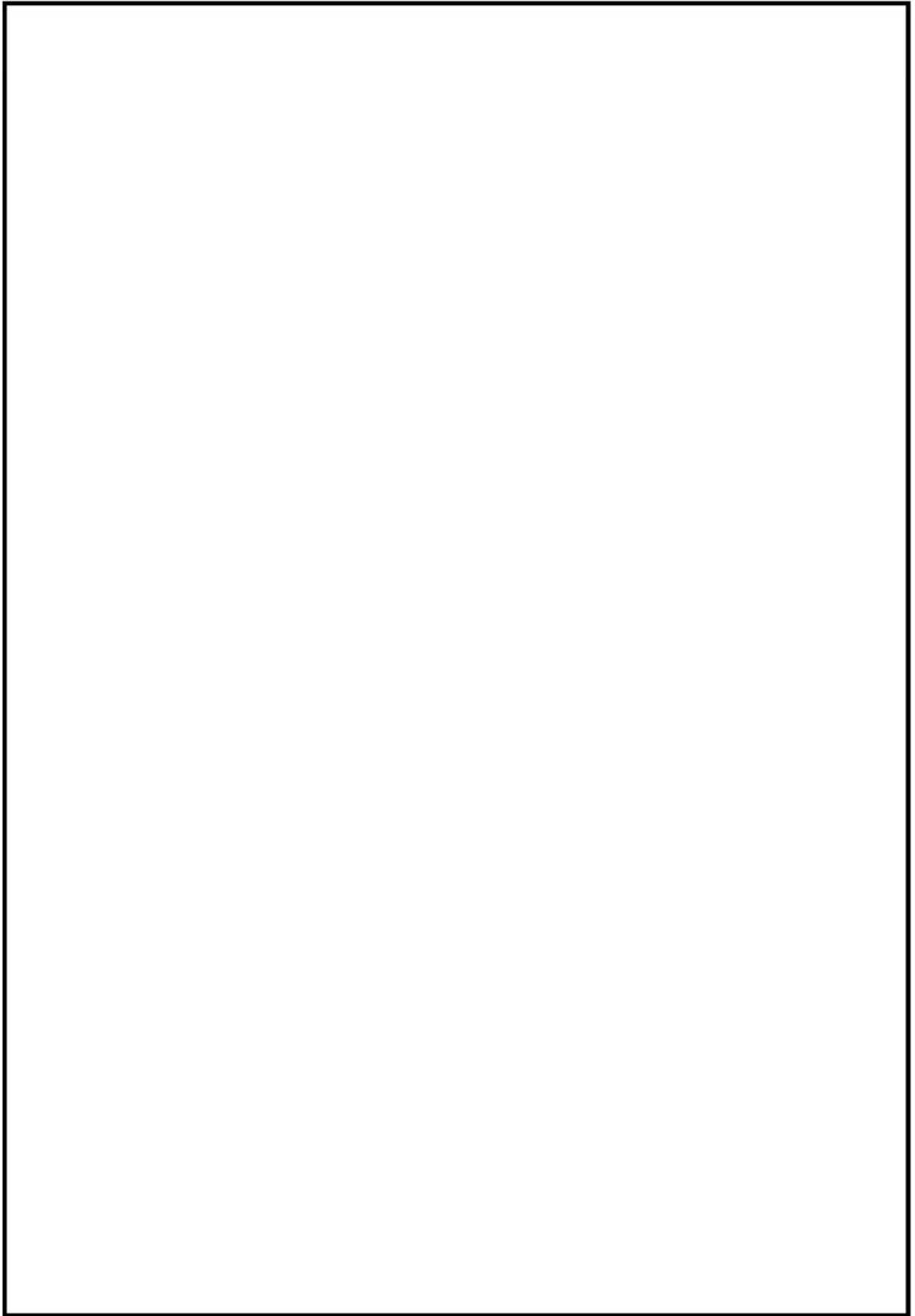


図 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) 構造図

表 2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
発電機駆動機能の確保	エネルギー変換	燃料噴射ポンプ	ポンプ	
			ポンプケーシング	
			ポンプデフレクタ	
		燃料噴射弁	弁	
			スプリング	
		ピストン		
		ピストンピン		
		ピストンピンメタル		
		ピストンリング		
		始動弁	弁	
			ケース	
		空気分配弁	弁	
	ケース			
	エネルギー伝達	クランク軸		
		クランクピンメタル		
		接続棒		
		クランクピンボルト		
		歯車各種		
		はずみ車		
		カップリングボルト		
	エネルギー交換	吸気弁		
		排気弁		
		吸気弁・排気弁スプリング		
		過給機	ケーシング	
			ロータ	
			ノズル	
		空気冷却器	水室	
			伝熱管	
	カム, ローラ, カム軸			
	動弁装置			

表 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
発電機駆動機能の確保	エネルギー調節	調速装置		
	軸支持	主軸受メタル		
	爆発力の維持	シリンダヘッド		
		シリンダライナ		
		シリンダヘッドボルト		
	吸気・排気系	シリンダブロック		
		伸縮継手		
		吸気管		
	その他	排気管		
		シリンダ安全弁		
		クランク室安全弁		
	機器の支持	支持		パッキン, ガスケット
				クランクケース
埋込金物				
吸・排気管サポート				
		基礎ボルト		

表 2.1-2 非常用ディーゼル機関 (2C, 2D 号機) の使用条件

機関出力	5,502 kW (7,480 ps)
回転速度	429 rpm
最高爆発圧力	9.3 MPa
使用燃料油	軽油



### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔非常用ディーゼル機関（2C, 2D号機）〕

基礎ボルトの健全性については、「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 過給機ケーシング（冷却水側）、シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）

過給機ケーシング（冷却水側）、シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）は□であり、冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため、純水（補給水）を通水していることから、接液部に腐食の発生が想定される。

しかしながら、シリンダヘッド、シリンダライナ、シリンダブロックについては分解点検時の目視点検、過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施し、有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって、過給機ケーシング（冷却水側）、シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. はずみ車、カップリングボルト、シリンダヘッドボルト、吸気管、排気管（外面）、クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）

はずみ車、カップリングボルト、シリンダヘッドボルト、吸気管、排気管、クランクケース及び吸・排気管サポートは□であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、目視点検により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって、はずみ車、カップリングボルト、シリンダヘッドボルト、吸気管、排気管（外面）、クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は□であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、目視点検により塗膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって、埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

空気冷却器水室は□であり、内部流体は海水であるため腐食の発生が想定されるが、水室内面には耐食性向上のためタールエポキシライニング処理が施されているとともに、防食処置のため亜鉛板が設置されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、水室開放点検時にライニング部の目視点検を行い、はく離等が認められた場合は必要に応じてライニングの補修を行うこととしている。

したがって、空気冷却器水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 空気冷却器伝熱管の異物付着

空気冷却器の内部流体は海水であり、伝熱管に異物付着の発生が想定されるが、開放点検時に伝熱管の清掃を行っており、これまでの点検結果において運転中に伝熱性能に影響を及ぼすような異物の付着は確認されていない。

したがって、空気冷却器伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）

空気冷却器伝熱管は保護被膜を形成する耐食性の良い□であるが、伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により、伝熱管内面の腐食（流れ加速型腐食）による減肉の発生が想定される。

しかしながら、運転期間は年間約 40 時間と非常に短く、腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また、開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって、空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



h. 吸気弁、排気弁（弁棒、弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗

吸気弁及び排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動、弁シート部はシリンダヘッド（シート部）との金属接触による摩耗の発生が想定されるが、運転時間は年間で約 40 時間と非常に短いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、これまで分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、吸気弁、排気弁（弁棒、弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れ

ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナには、機関の起動・停止に伴う繰り返し熱応力による疲労割れが想定されるが、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており、低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検からも有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ピストンピンの高サイクル疲労割れ

ピストンピンには、非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積されるため、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ピストンピンの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. クランク軸の高サイクル疲労割れ

クランク軸には、非常用ディーゼル機関運転中に生じるねじり応力、爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積されるため、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、クランク軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### 1. 接続棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

接続棒及びクランクピンボルトには、非常用ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力、また、接続棒には、更に爆発圧力による圧縮応力により疲労が蓄積されるため、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、接続棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### m. 燃料噴射弁、燃料噴射弁スプリング、ピストン、吸気弁、排気弁、吸気弁・排気弁スプリング、過給機ロータ、シリンダヘッド、シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れ

燃料噴射弁、ピストン、吸気弁、排気弁、吸気弁・排気弁スプリング、シリンダヘッド、シリンダライナ及びクランクケースには非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングには、予圧縮による静荷重応力と非常用ディーゼル機関運転中に各々の弁の規定ストローク分だけ繰り返し圧縮されることにより変動応力が生じる。

また、過給機ロータのタービン翼埋め込み部には、非常用ディーゼル機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力が発生する。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、燃料噴射弁、燃料噴射弁スプリング、ピストン、吸気弁、排気弁、吸気弁・排気弁スプリング、過給機ロータ、シリンダヘッド、シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

シリンダヘッドボルトには、非常用ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら、高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 過給機ケーシング、過給機ロータ、過給機ノズル及び排気管のクリープ

排気温度は高温であることから過給機ケーシング、過給機ロータ、過給機ノズル及び排気管のクリープによる変形・破断の発生が想定される。

しかしながら、過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設計上考慮されているとともに、排気管に発生する応力は伸縮継手により吸収されることからクリープによる変形・破断が発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検においてクリープによる変形・破断は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、過給機ケーシング、過給機ロータ、過給機ノズル及び排気管のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 燃料噴射ポンプの摩耗

燃料噴射ポンプはプランジャをバレル内で上下運動させることにより、燃料油を加圧し、燃料噴射弁へ送油するため、摺動部であるプランジャとバレルに摩耗の発生が想定されるが、摺動部には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、燃料噴射ポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 燃料噴射弁の摩耗

燃料噴射弁は、燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃料室内に噴射する動作を繰り返すため、燃料噴射弁可動部には摩耗の発生が想定されるが、燃料噴射弁可動部には耐摩耗性の高い[ ]を使用しており、これまでの点検時の噴霧テストにおいても、摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

また、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、燃料噴射弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. ピストンの摩耗

ピストンは、非常用ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンはピストンリングとシリンダライナとが接触する構造のため、ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定結果からも有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ピストンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. ピストンピン及びシリンダライナの摩耗

ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず、半径方向・軸方向ともに隙間があるため、非常用ディーゼル機関運転中の回転撓動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに、常時潤滑油が供給されており、シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから、摩耗の発生する可能性は小さい。

なお、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、ピストンピン及びシリンダライナの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 始動弁及び空気分配弁の摩耗

始動弁及び空気分配弁は、シリンダヘッドに圧縮空気を投入する際に可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが、起動回数は年間約 20 回と非常に少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、始動弁及び空気分配弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. クランク軸の摩耗

クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒に結合されており、ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転摺動するため、摩耗の発生が想定されるが、クランク軸は耐摩耗性の高い  であり、潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、クランク軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 動弁装置及び歯車各種の摩耗

動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ、押し棒及び揺れ腕等の部位によって吸・排気弁に伝達するため、可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが、可動部には常時潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、歯車各種はクランク軸の動力をカム軸等に伝えているため、摺動を伴う摩耗の進行が想定されるが、すべて潤滑油雰囲気下にあることから、摩耗が進行する可能性は小さい。

なお、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、動弁装置及び歯車各種の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. カム、ローラ、カム軸の摩耗

カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって、吸気弁及び排気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動することから、カム及びローラの表面に摩耗の発生が想定されるが、カムの表面及びローラ表面には、耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに、カムとローラには常時潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

なお、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、カム、ローラ、カム軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. シリンダヘッド（燃焼側）、ピストン（頂部）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁、過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）

ディーゼル機関の燃料油には硫黄分が含まれているため、排気ガス中の三酸化硫黄により、シリンダヘッド、ピストン、シリンダライナ、排気弁、過給機ケーシング及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかし、本ディーゼル機関の使用燃料は硫黄分の少ない軽油（硫黄分 0.5%以下）を使用しており、排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5%の場合約 100℃）に対し、排気ガス温度は十分に高いことから、硫酸が生成される可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、シリンダヘッド（燃焼側）、ピストン（頂部）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁、過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）

燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると、ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが、デフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため、ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

また、デフレクタのエロージョンが進行すると微小な金属片が発生し、プランジヤの固着や燃料噴射弁の詰まりが想定されるが、デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから、微小な金属片が発生する可能性は小さい。

さらに、運転時間は年間約 40 時間と非常に短く、これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗

シリンダより排出された高温ガスは排気管により過給機に導入され，過給機ノズル（タービンノズル）により偏流され，タービンブレードに有効なガス流を発生させプロワを駆動するトルクを得ている。このため，過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが超高速で衝突することになり，ブレードに摩耗の発生が想定されるが，運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，ロータについても，運転時間が年間約 40 時間と非常に短いこと，かつ潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積

ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの爆発面は，カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると不完全燃焼等の発生が想定されるが，運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検において有意なカーボンの堆積は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 伸縮継手の疲労割れ

伸縮継手はディーゼル機関運転時の排気管の熱膨張を吸収し，排気管等に外力が負荷されないように排気管に設置している。このため，伸縮継手は繰り返し変位を受けることで，疲労割れの発生が想定されるが，伸縮継手はこれらの変位を考慮して設計されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伸縮継手の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ac. 調速装置の性能低下

調速装置はディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に、その機関回転速度の変化を感知し、ある規定回転速度となるようにディーゼル機関に投入する燃料量を調節している。

このため、調速装置は摺動等による摩耗及び潤滑油の変質、異物の付着による摩耗増加等が進行することで、性能低下（動作不良）の発生が想定される。

しかしながら、運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから、性能低下（動作不良）が発生する可能性は小さい。

なお、調速機本体の分解点検、調速機リンク機構の摺動抵抗測定及び定期試験時の作動確認により、調速装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており、これまでの点検結果において有意な性能低下は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、調速装置の性能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ad. 伸縮継手のクリープ

伸縮継手は排気温度が高温であることから、クリープによる変形・破断の発生が想定されるが、通常運転状態での当該材料におけるクリープ破断に至る時間は 100,000 時間以上であることに比して、プラント運転開始 60 年後の累積運転時間は 2,400 時間程度（年間運転時間が約 40 時間）と非常に短いことから、これらの材料がクリープ破断を起こす可能性は小さい。

なお、これまでの目視点検においてクリープによる変形・破断は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、伸縮継手のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（ケミカルアンカ）（吸気管及び排気管）

基礎ボルトの健全性については、「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. カップリングボルトの疲労割れ

非常用ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部は、カップリングにはずみ車を挟み、ボルトで結合されているため、機関起動時にカップリングボルト部の応力が大きくなり、疲労割れの発生が想定されるが、起動回数は年間約 20 回と非常に少ないことから、疲労割れが発生する可能性は小さく、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、カップリングボルトの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 燃料噴射弁スプリング、吸気弁・排気弁スプリング、シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたり

燃料噴射弁、吸気弁・排気弁、シリンダ安全弁及びクランク室安全弁のスプリングには常時応力が作用した状態で使用されるため、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されている。

また、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さく、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、燃料噴射弁スプリング、吸気弁・排気弁スプリング、シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は  であり、腐食の発生が想定されるが、コンクリート埋設部については、コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/3) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考				
					減肉		割れ		材質変化			その他			
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化					
発電機駆動機能の確保	エネルギー変換	燃料噴射ポンプ	ポンプ		△							*1:頂部			
			ケーシング										*2:キヤビン		
		燃料噴射弁	デフレクタ												
			弁												
		ピストン	ピストンリング	ピストン											
				ピストンピン											
				ピストンピンメタル											
				ピストンリング											
				始動弁											
				空気分配弁											
		エネルギー伝達	連接棒	クランクピンボルト											
				クランクピンメタル											
クランク軸															
歯車各種															
はずみ車															
カップリングボルト															

△：高経年化対策着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/3) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考			
					減肉	割れ		材質変化		その他				
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
発電機駆動機能の確保	エネルギー交換	吸気弁			△*1		△					*1: 弁棒, 弁案内		
		排気弁			△*1		△						*2: 排気側	
		吸気弁・排気弁スプリング						△*5					*3: 冷却水側	
		過給機	ケーシング											*4: 流れ加速型腐食
			ロータ											*5: 高サイクル疲労
			ノズル						△*5					労割れ
		空気冷却器											*6: スプリングのへたり	
		カム, ローラ, カム軸	水室					△						*7: クリーブ
			伝熱管											*8: 異物付着
		動弁装置												*9: 性能低下
調節装置					△									
軸支持		主軸受メタル									△*9			

△：高経年化対策着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (3/3) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
					減肉	割れ		材質変化		その他			
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
爆発力の維持		シリンダヘッド			△*1	△*2*3	△*7*8				△*9	*1:シート部	
		シリンダライナ			△	△*2*3	△*7*8				△*9	*2:冷却水側	
		シリンダヘッドボルト				△	△*7					*3:燃焼側	
		シリンダブロック				△						*4:内面	
発電機駆動機能の確保	吸気・排気系	伸縮継手					△				△*10	*5:外面	
		吸気管				△						*6:コンクリート埋設部	
		排気管				△*4*5						*7:高サイクル疲労割れ	
		シリンダ安全弁											*8:低サイクル疲労割れ
		クランク室安全弁											*9:カーボン堆積割れ
		パッキン, ガスケット					△	△*7					*10:クリープ
機器の支持	支持	クランクケース			△	△*6						*11:スプリングのへたり	
		埋込金物			△▲							*12:樹脂の劣化	
		吸・排気管サポート			△								
		基礎ボルト			△								

△：高経年化対策着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）  
 ▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

[対象機器]

- ① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関
- ② 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関
- ③ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

##### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関]

代表機器と同様、基礎ボルトの健全性については、「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

- b. 過給機ケーシング（冷却水側）、シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関、緊急時対策所用発電機ディーゼル機関、常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様、過給機ケーシング、シリンダヘッド、シリンダライナ及びシリンダブロックは  であり、冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため、純水（補給水）を通水していることから、接液部に腐食の発生が想定される。

しかしながら、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のシリンダヘッド、シリンダライナ、シリンダブロックについては分解点検時の目視点検、過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施し、有意な腐食がないことを確認することとしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから、今後分解点検時の目視点検及び冷却水通路の目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のシリンダヘッド、シリンダライナ、シリンダブロックについては分解点検時の目視点検、過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施することとしている。

したがって、過給機ケーシング（冷却水側）、シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- c. はずみ車, カップリングボルト, シリンダヘッドボルト, 吸気管, 排気管, クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関, 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様, はずみ車, カップリングボルト, シリンダヘッドボルト, 吸気管, 排気管, クランクケース及び吸・排気管サポートは [ ] であり, 腐食の発生が想定される。

しかしながら, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の各部位の大気接触部には塗装を施しており, 腐食が発生する可能性は小さい。

また, 目視点検により塗膜の状態を確認し, はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから, 各部位の大気接触部には塗装を施すことで腐食が発生する可能性を低減できるものとする。

また, 今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し, はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって, はずみ車, カップリングボルト, シリンダヘッドボルト, 吸気管, 排気管, クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. 埋込金物の腐食（全面腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関]

代表機器と同様, 埋込金物は [ ] であり, 腐食の発生が想定されるが, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の大気接触部は塗装を施しており, 腐食が発生する可能性は小さい。

また, 目視点検により塗膜の状態を確認し, はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから, 埋込金物の大気接触部には塗装を施すことで腐食が発生する可能性を低減できるものとする。

また, 今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し, はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって, 埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器水室は□であり，内部流体は海水であるため腐食の発生が想定されるが，水室内面には耐食性向上のためタールエポキシライニング処理が施されているとともに，防食処置のため亜鉛板が設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，水室開放点検時にライニング部の目視点検を行い，はく離等が認められた場合は必要に応じライニングの補修を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，水室の腐食が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，水室の腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，空気冷却器水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 空気冷却器伝熱管の異物付着〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器の内部流体は海水であり，伝熱管に異物付着の発生が想定されるが，開放点検時に伝熱管の清掃を行っており，これまでの点検結果において運転中に伝熱性能に影響を及ぼすような異物付着は確認されていない。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，伝熱管に異物付着が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，伝熱管に異物付着が発生する可能性は小さい。

したがって，空気冷却器水室の異物付着（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



- g. 空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器伝熱管は保護被膜を形成する耐食性の良い□であるが，伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により，伝熱管内面腐食による減肉の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の年間の運転時間は代表機器と同程度であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. 吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，吸気弁及び排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動，弁シート部はシリンダヘッド（シート部）との金属接触による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の年間の運転時間は代表機器と同程度であるため，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関、緊急時対策所用発電機ディーゼル機関、常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナには、ディーゼル機関の起動・停止に伴う繰り返し熱応力による疲労割れが想定されるが、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており、低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検からも有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計される計画であるため、低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) のピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており、低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. ピストンピンの高サイクル疲労割れ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関、緊急時対策所用発電機ディーゼル機関、常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様、ピストンピンには、ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積されるため、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが、高サイクル疲労割れは設計上考慮されることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、ピストンピンの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- k. クランク軸の高サイクル疲労割れ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関, 常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様, クランク軸にはディーゼル機関運転中に生じるねじり応力, 爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積されるため, 高サイクル疲労割れの発生が想定されるが, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから, 高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお, これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず, 今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが, 高サイクル疲労割れは設計上考慮される計画であることから高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから, 高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから, クランク軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

1. 接続棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関, 常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様, 接続棒及びクランクピンボルトには, ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力, また, 接続棒には, 更に爆発圧力による圧縮応力により疲労が蓄積されるため, 高サイクル疲労割れの発生が想定されるが, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから, 高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお, これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず, 今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが, 高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから, 高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから, 高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから, 接続棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- m. 燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れ〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，燃料噴射弁，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースには機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングには，予圧縮による静荷重応力と機関運転中に各々の弁の規定ストローク分だけ繰り返し圧縮されることにより変動応力が生じる。

また，過給機ロータのタービン翼埋め込み部には，ディーゼル機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力が発生する。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労は設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，高サイクル疲労は設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- n. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]  
代表機器と同様，シリンダヘッドボルトには，ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定される。  
しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。  
なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。  
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されている計画であることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。  
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。  
今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。
- o. 過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープ [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]  
代表機器と同様，排気温度は高温であることから過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープによる変形・破断の発生が想定される。  
しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設計上考慮されているとともに，排気管に発生する応力は伸縮継手により吸収されることから，クリープによる変形及び破断が発生する可能性は小さい。  
なお，これまでの目視点検においてクリープによる変形・破断は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。  
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設計上考慮されるとともに，排気管に発生する応力は伸縮継手により吸収される計画であることから，クリープによる変形及び破断が発生する可能性は小さいと考える。  
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設計上考慮されるとともに，排気管に発生する応力は伸縮継手により吸収されることから，クリープによる変形及び破断が発生する可能性は小さい。  
今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- p. 燃料噴射ポンプの摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，燃料噴射ポンプはプランジヤをバレル内で上下運動させることにより，燃料油を加圧し，燃料噴射弁へ送油するため，摺動部であるプランジヤとバレルに摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の摺動部には，耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射ポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- q. 燃料噴射弁の摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，燃料噴射弁は，燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃料室内に噴射する動作を繰り返すため，燃料噴射弁可動部には摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の燃料噴射弁可動部には，耐摩耗性の高い低合金鋼を使用しており，これまでの点検時の噴霧テストにおいて摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間が代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- r. ピストンの摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，ピストンは，ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストンは，ピストンリングとシリンダライナとが接触する構造のため，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，ピストンはピストンリングとシリンダライナとが接触する構造とする計画であることから，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストンは，ピストンリングとシリンダライナとが接触する構造であるため，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- s. ピストンピン及びシリンダライナの摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず，半径方向・軸方向ともに隙間があるため，ディーゼル機関運転中の回転摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，常時潤滑油が供給されており，シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，ピストンピン表面には常時潤滑油が供給されシリンダライナにも潤滑油が供給される計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストンピン表面には常時潤滑油が供給されており，シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストンピン及びシリンダライナの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- t. 始動弁及び空気分配弁の摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関, 常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の始動弁及び空気分配弁は, シリンダヘッドに圧縮空気を投入する際に可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の起動回数は代表機器と同程度であることから, 摩耗が発生する可能性は小さい。

なお, これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず, 今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが, 代表機器と異なり空気分配弁はない設計であるため, 始動弁のみに摩耗の発生が想定されるが, 起動回数は代表機器と同程度と想定されることから, 摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) は, 代表機器と異なり空気分配弁はないため, 始動弁のみに摩耗の発生が想定されるが, 起動回数は代表機器と同程度であることから, 摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから, 始動弁及び空気分配弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- u. クランク軸の摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関, 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関, 常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関)]

代表機器と同様, クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒に結合されており, ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転摺動するため, 摩耗の発生が想定されるが, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のクランク軸は耐摩耗性の高い   であり, 潤滑油が供給されていることから, 摩耗が発生する可能性は小さい。

なお, 年間の運転時間は代表機器と同程度であり, これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず, 今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが, クランク軸には潤滑油が供給されるとともに, 年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから, 摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置 (ディーゼル機関) のクランク軸には潤滑油が供給されるとともに, 年間の運転時間は代表機器と同程度であることから, 摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから, クランク軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



- v. 動弁装置及び歯車各種の摩耗〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ，押し棒及び揺れ腕等の部位によって吸・排気弁に伝達するため，可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の可動部には常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，歯車各種はクランク軸の動力をカム軸等に伝えているため，摺動を伴う摩耗の進行が想定されるが，すべて潤滑油雰囲気下にあることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，動弁装置の可動部種には常時潤滑油が供給されるとともに，歯車各種はすべて潤滑油雰囲気下にある計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，動弁装置の可動部には常時潤滑油が供給されているとともに，歯車各種はすべて潤滑油雰囲気下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，動弁装置及び歯車各種の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- w. カム，ローラ，カム軸の摩耗〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって，吸気弁及び排気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動することから，カム及びローラの表面に摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のカムの表面及びローラ表面には，耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，カムとローラには常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，カムとローラには常時潤滑油が供給される計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のカムとローラには常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，カム，ローラ，カム軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- x. シリンダヘッド（燃焼側）、ピストン（頂部）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁、過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関、緊急時対策所用発電機ディーゼル機関、常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様、燃料油には硫黄分が含まれているため、排気ガス中の三酸化硫黄により、シリンダヘッド、ピストン、シリンダライナ、排気弁、過給機ケーシング及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかしながら、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の使用燃料は硫黄分の少ない軽油（硫黄分 0.5%以下）を使用しており、排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5%の場合約 100℃）に対し、排気ガス温度は十分に高いことから、硫酸が生成される可能性は小さい。

なお、これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが、使用燃料は硫黄分の少ない軽油を使用することとしており、排気ガス中の三酸化硫黄の露点に対し、排気ガス温度は十分に高い設計とする計画であることから、腐食が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は、使用燃料は硫黄分の少ない軽油を使用しており、排気ガス中の三酸化硫黄の露点に対し、排気ガス温度は十分に高いことから、腐食が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、シリンダヘッド（燃焼側）、ピストン（頂部）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁、過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- y. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）〔高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）〕

代表機器と同様，燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると，ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関ではデフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

また，デフレクタのエロージョンが進行すると微小な金属片が発生し，プランジヤの固着や燃料噴射弁の詰まりが想定されるが，デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，微小な金属片が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，デフレクタが設置されるとともにデフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施される計画であることから，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，デフレクタが設置されているとともに，デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- z. 過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，シリンダより排出された高温ガスは排気管により過給機に導入され，過給機ノズル（タービンノズル）により偏流され，タービンブレードに有効なガス流を発生させプロワを駆動するトルクを得ている。このため，過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが超高速で衝突することになり，ブレードに摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，ロータについても，年間の運転時間は代表機器と同程度であること，かつ潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されるとともに，ロータは潤滑油環境下にある設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，ロータは潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- aa. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積 [高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）]

代表機器と同様，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの爆発面は，カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると不完全燃焼等の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検において有意なカーボンの堆積は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，カーボン堆積が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。