

玄海原子力発電所3号炉

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]

九州電力株式会社

玄海3号炉の重機器サポート、空気圧縮装置、燃料取扱設備、原子炉容器上部ふた付属設備、原子炉容器内挿物、濃縮減容設備、セメント固化装置、焼却減容設備、スチームコンバータ及び水素濃度制御装置（以上の総称として以下、「機械設備」という。）のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器を設置場所、型式、材料等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、構造等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧を表1に、機能を表2に示す。

本評価書においては、これら代表機器について技術評価を行うとともに、代表機器以外の機器についても技術評価を展開している。また、基礎ボルトについては各機器の基礎ボルトをまとめて11章で技術評価を実施している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考えられる。

なお、点検等で確認した結果、異常が認められた場合、速やかに対策を施すこととしており、異常が認められた場合に、対策を実施する旨の記載は省略している。

機械設備及び基礎ボルトは以下の11に分類している。

- 1 重機器サポート
- 2 空気圧縮装置
- 3 燃料取扱設備
- 4 原子炉容器上部ふた付属設備
- 5 原子炉容器内挿物
- 6 濃縮減容設備
- 7 セメント固化装置
- 8 焼却減容設備
- 9 スチームコンバータ
- 10 水素濃度制御装置
- 11 基礎ボルト

なお、空気圧縮装置、濃縮減容設備及びスチームコンバータの弁に分類されるものについては、「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含まれていない。

また、玄海1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉の共用設備のうち1号炉、2号炉及び4号炉で設置されている機械設備については、「玄海原子力発電所3号炉 共用設備（他号炉設備）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含まれていない。

表1 (1/10) 玄海3号炉 主要な機械設備 重機器サポート

機器名称	重要度*1	部位名称	使用条件
			最高使用温度(°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	約280
		上部胴サポート オイルスナバ	約180
		中間胴サポート	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	約200
		下部サポート	約230
		支持脚	約310
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	約49
		オイルスナバ	約49
		下部サポート	約160
		支持脚	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	約190
		下部サポート (スカート)	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (2/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置

分離基準		機器名称 (台数)	選 定 基 準				選定	選定理由	
設置場所 型式	流 体		材 料	仕 様 (容量)	重 要 度*1	運 転			使 用 条 件
屋 内 空気圧縮装置	空 気	鉄 鑄	約1,260Nm ³ /h	MS-1	連 続	約0.83*2	約250*3	◎	重要度
			約2Nm ³ /h	高*4、重*5	一 時	約1.4*6	約144*7		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

*4：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が1,900kPa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

*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

*6：ガスサンプル冷却器側の最高使用圧力を示す

*7：ガスサンプル冷却器伝熱管の最高使用温度を示す

表 1 (3/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備

分離基準 型式	機器名称 (台数)	選定基準				選定理由
		重要度*1	仕様	運転	使用条件 使用温度	
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 燃料集合体 1 体分×約8.5m	一時	気中：約45℃ 水中：約41℃	◎ 使用温度
	使用済燃料 ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約19.6kN×約9.0m	一時	気中：約30℃ 水中：約41℃	
—	燃料移送装置 (1)	PS-2	容量×移送距離： 燃料集合体 1 体分×約19.9m	一時	気中*2：約45℃ 約30℃ 水中：約41℃	◎

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：上段は原子炉格納容器内、下段は燃料取扱建屋内を示す

表 1 (4/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準			選定理由
設置場所	材料		重要度*1	使用条件 最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)	
原子炉容器上部ふた上	ステンレス鋼	制御棒クラスタ駆動装置 (53 (予備4))	PS-1	約17.2	約343	構造 (駆動機能あり)
		炉内熱電対用ハウジング (4)	PS-1	約17.2	約343	

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (5/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物

機 器 名 称 (体 数)	重要度*1	使 用 条 件	
		最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
制御棒クラスタ (53)	MS-1、重*2	約17.2	約343

*1：機能は最上位の機能を示す

*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

表 1 (6/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準				選定理由
			重要度*1	使用条件*3	最高使用温度*4 (°C)	内部流体 (塩化物イオン濃度)	
減容方式	流体	材料	最高使用圧力*4 (MPa [gage])	最高使用温度*4 (°C)	内部流体 (塩化物イオン濃度)	選定理由	
蒸発減容	廃液	ステンレス鋼	約 0.1 / 約 0.93	約 150 / 約 185	約 350ppm	◎	
	ほう酸水		約 0.93 / 約 0.1	約 185 / 約 150	約 0.15ppm		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が1,900kPa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：加熱器又は蒸発器の使用条件を示す

*4：管側/胴側を示す

表 1 (7/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 セメント固化装置

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)
セメント固化装置 (1)	高*2	一 時	約0.98*3	約185*4

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：濃縮装置加熱器管側の最高使用圧力を示す

*4：濃縮装置加熱器胴側の最高使用温度を示す

表 1 (8/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 焼却減容設備

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件	
		運転	最高使用圧力 (kPa [gage])
燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備 (1)	高*2	— 時	約1,400

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が1,900kPa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

表 1 (9/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 スチームコンバーター

機器名数	機 器 名 称	重要度 ^{*1}	使 用 条 件 ^{*3}				
			運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])		最高使用温度 (°C)	
スチームコンバーター (1)		高 ^{*2}	連 続 (運転時)	一 次 側 約3.1	二 次 側 約0.93	一 次 側 約240	二 次 側 約185

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が1,900kPa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：スチームコンバーター本体の使用条件を示す

表 1 (10/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置

分離基準	機器名 (台数)	機 器 名 称	選 定 基 準		選 定	選 定 理 由
			重 要 度*1	使 用 条 件		
水素濃度制御装置		静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	運 転 一 時	◎	温 度
		電気式水素燃焼装置 (14)	重*2	一 時		

*1：機能は最上位の機能を示す

*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：水素反応の筐体（排気）温度を示す

表 2 (1/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 重機器サポートの機能

機 器 名 称	部 位 名 称	機 能
原子炉容器サポート	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。
蒸気発生器サポート	上部胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	上部胴サポート オイルスナバ	上部胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	中間胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	中間胴サポート オイルスナバ	中間胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	支 持 脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。
1 次冷却材ポンプ サポート	上部サポート	1 次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	オイルスナバ	上部サポートを構成しており、1 次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート	1 次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	支 持 脚	1 次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。
加圧器サポート	上部サポート	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート (スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。

表 2 (2/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置の機能

機 器 名 称	機 能
制御用空気圧縮装置	プラント出力運転中（停止中も含む）の制御に必要な空気作動弁、空気式計器等に清浄で乾燥した圧縮空気を供給する空気圧縮装置である。
格納容器雰囲気 ガスサンプリング 圧縮装置	原子炉格納容器内雰囲気サンプリング用として設置するガス分析のための空気圧縮装置である。

表 2 (3/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備の機能

機 器 名 称	機 能
燃料取替クレーン	原子炉格納容器内原子炉キャビティで炉心内燃料集合体の交換のため、炉心と燃料移送装置の間での燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
使用済燃料ピットクレーン	燃料取扱建屋内使用済燃料ピットで燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
燃料移送装置	原子炉格納容器と燃料取扱建屋内燃料移送チャンネル間の燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。

表 2 (4/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備の機能

機 器 名 称	機 能
制御棒クラスタ駆動装置	炉心制御のための制御棒クラスタを駆動する装置である。
炉内熱電対用ハウジング	原子炉容器炉内温度計測のための熱電対を原子炉容器から引き出す管台である。

表 2 (5/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物の機能

機 器 名 称	機 能
制御棒クラスタ	通常運転中の反応度変化を補償すること及び停止の際、炉心の余剰反応度を吸収するための原子炉容器内挿物である。

表 2 (6/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備の機能

機 器 名 称	機 能
廃液蒸発装置	液体廃棄物を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
ほう酸回収装置	余剰ほう酸水を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。

表 2 (7/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 セメント固化装置の機能

機 器 名 称	機 能
セメント固化装置	凝縮水を加熱・蒸発した濃縮液を、循環させ移送先の濃縮液タンク、予備濃縮液タンクから混練機へ供給する。

表 2 (8/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 焼却減容設備の機能

機 器 名 称	機 能
燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備	廃棄物は熱により熔融し、グラニュール出口部より取出す設備である。

表 2 (9/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 スチームコンバータの機能

機 器 名 称	機 能
スチームコンバータ	給水を高圧タービン抽気又は主蒸気により加熱して補助蒸気を発生させ各機器へ供給する。

表 2 (10/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置の機能

機 器 名 称	機 能
静的触媒式水素再結合装置	触媒の働きにより原子炉格納容器内の水素を低減させる装置である。
電気式水素燃焼装置	電気ヒータで燃焼させることにより原子炉格納容器内の水素を低減させる装置である。

1 重機器サポート

[対象機器]

- ① 原子炉容器サポート
- ② 蒸気発生器サポート
- ③ 1次冷却材ポンプサポート
- ④ 加圧器サポート

目 次

1. 対象機器	1
2. 重機器サポートの技術評価	2
2.1 構造及び材料	2
2.2 経年劣化事象の抽出	28
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	50

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている重機器サポートの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 重機器サポートの主な仕様

機器名称	重要度*1	部位名称	機能	使用条件
				最高使用温度(°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約280
		上部胴サポート オイルスナバ	上部胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約180
		中間胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	中間胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約200
		下部サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約230
		支持脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約310
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		オイルスナバ	上部サポートを構成しており、1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		下部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約160
		支持脚	1次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約190
		下部サポート (スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

2. 重機器サポートの技術評価

本章では、1章で対象とした以下の4種類の重機器サポートについて技術評価を実施する。

- ① 原子炉容器サポート
- ② 蒸気発生器サポート
- ③ 1次冷却材ポンプサポート
- ④ 加圧器サポート

2.1 構造及び材料

2.1.1 原子炉容器サポート

(1) 構造

玄海3号炉の原子炉容器サポートは、1次冷却材出入口管台パッド部に付けられており、サポートブラケット（サポートシュ、サポートリブ）、シムプレート及び基礎ボルトにより、自重を支持するとともに地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

なお、鉛直方向変位は、原子炉容器の転倒モーメントにより発生する可能性があるが、原子炉容器本体の自重により相殺されることから上向きの変位は生じないため、上方を拘束する支持構造物は設けていない構造としている。

玄海3号炉の原子炉容器サポートの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の原子炉容器サポートの使用材料を表2.1-1に示す。

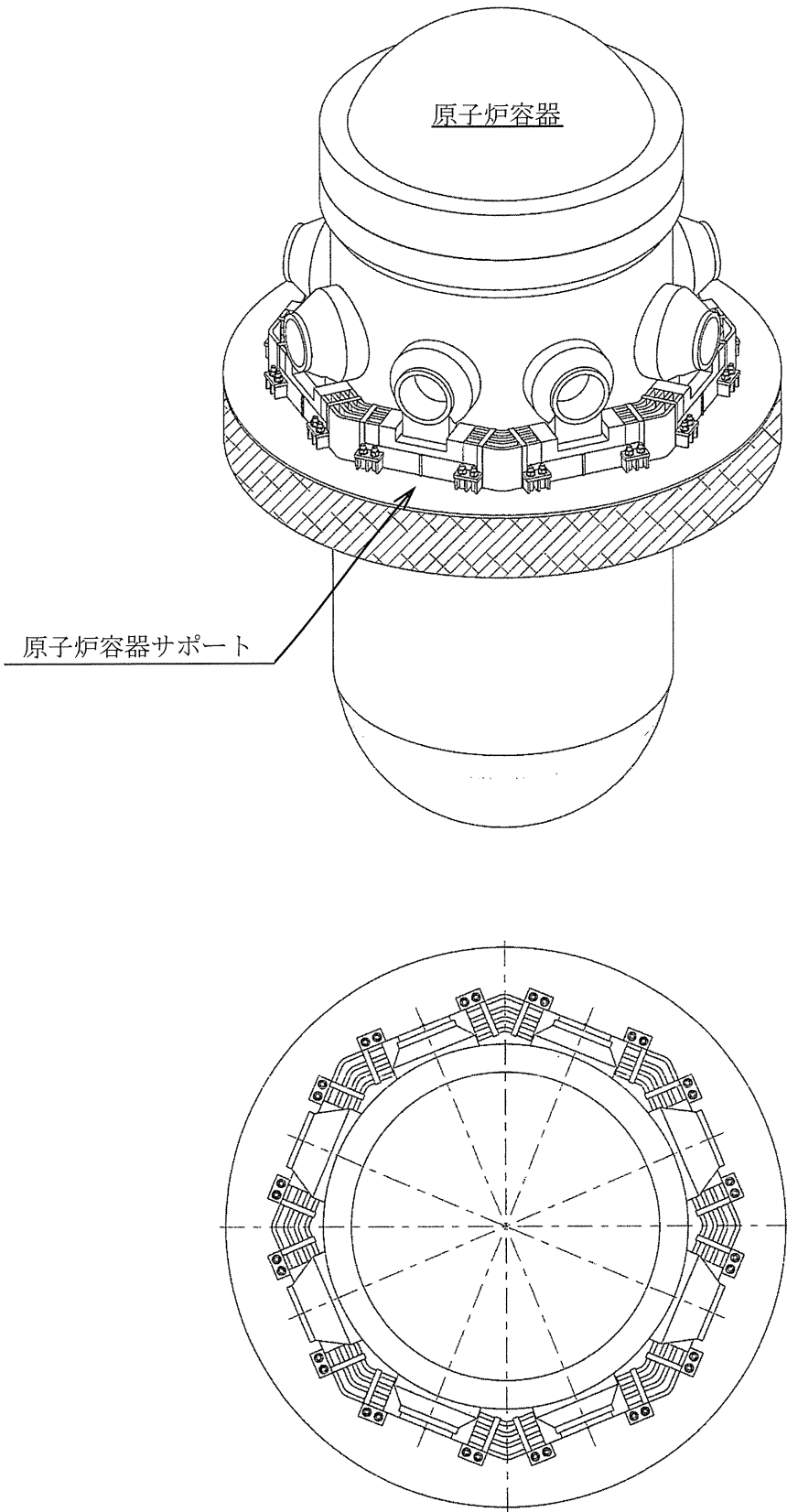
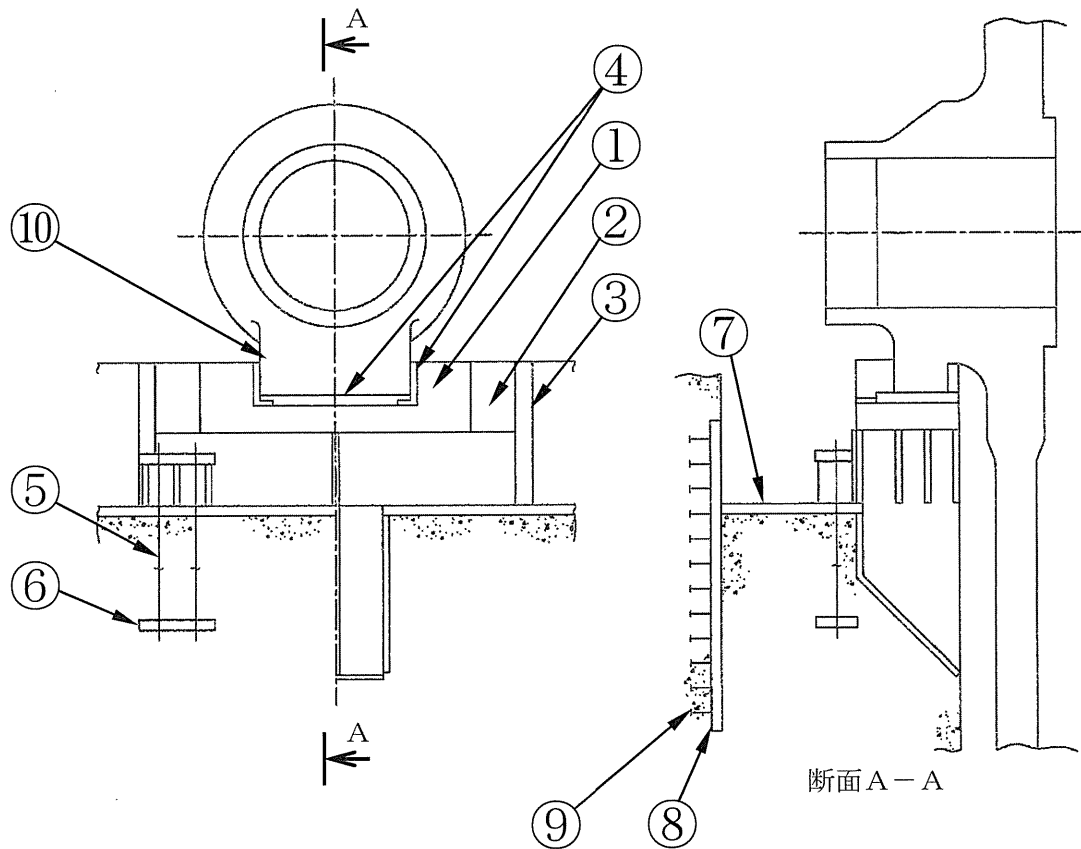


図2.1-1(1/2) 玄海3号炉 原子炉容器サポート構造図



No.	部 位
①	サポートブラケット (サポートシュ)
②	サポートブラケット (サポートリブ)
③	サポートブラケット (側板)
④	シムプレート
⑤	基礎ボルト
⑥	埋込金物
⑦	ベースプレート
⑧	外周プレート
⑨	埋込補強材
⑩	パッド (原子炉容器本体)

図2.1-1(2/2) 玄海3号炉 原子炉容器サポート構造図

表2.1-1 玄海3号炉 原子炉容器サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートブラケット (サポートシュ)	低合金鋼
サポートブラケット (サポートリブ)	炭 素 鋼
サポートブラケット (側板)	炭 素 鋼
シムプレート	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
外周プレート	炭 素 鋼
埋込補強材	炭 素 鋼
パッド (原子炉容器本体)	低合金鋼

2.1.2 蒸気発生器サポート

(1) 構造

玄海3号炉の蒸気発生器サポートは、上部胴サポート、中間胴サポート、下部サポート及び支持脚の4種類が設置されている。

上部胴サポートは、蒸気発生器本体上部胴部に吊り金物により吊り下げられたバンド、バンド側スナバ取付ラグ、サポートコラム、サポートビーム及びオイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

中間胴サポートは、蒸気発生器本体中間胴部に吊り金物により吊り下げられた八角形のリングフレーム、バックバンパ、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。オイルスナバは、抵抗力発生媒体にオイルを使用している。

下部サポートは、蒸気発生器水室のパッド部に設置されたサポートビーム、サポートブロック等により、地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

支持脚は、蒸気発生器水室のパッド部に4本取り付けられており、サポートパイプ、支持脚ブラケット、ヒンジ、押え金物、支持脚ベースプレート、ベースプレート、これらを接続する支持脚ピン等により自重を支持するとともに地震時の鉛直方向の変位を拘束する構造である。

玄海3号炉の蒸気発生器サポートの構造図を図2.1-2～図2.1-6に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の蒸気発生器サポートの使用材料を表2.1-2～表2.1-5に示す。

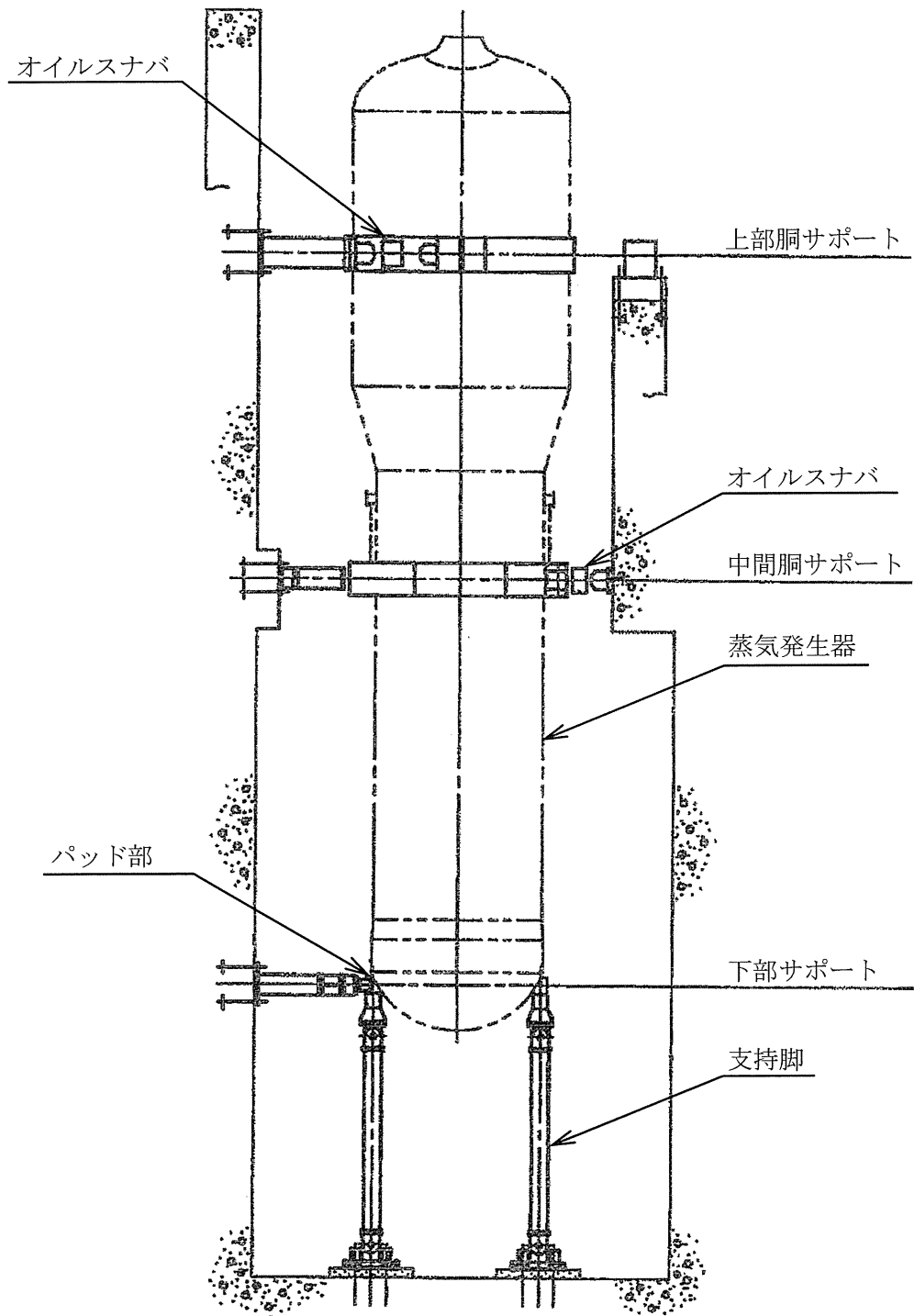
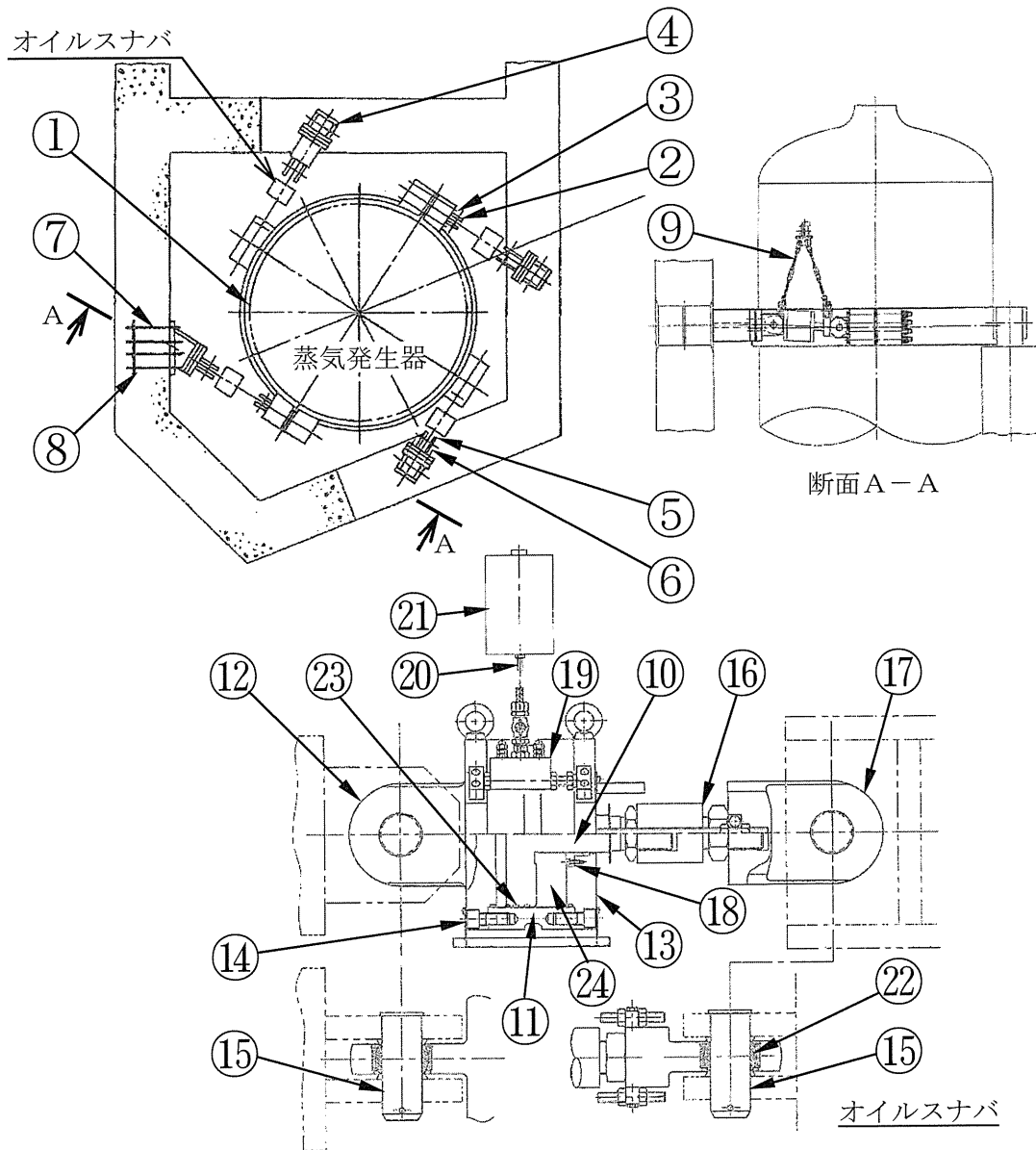


図2.1-2 玄海3号炉 蒸気発生器サポート構造図

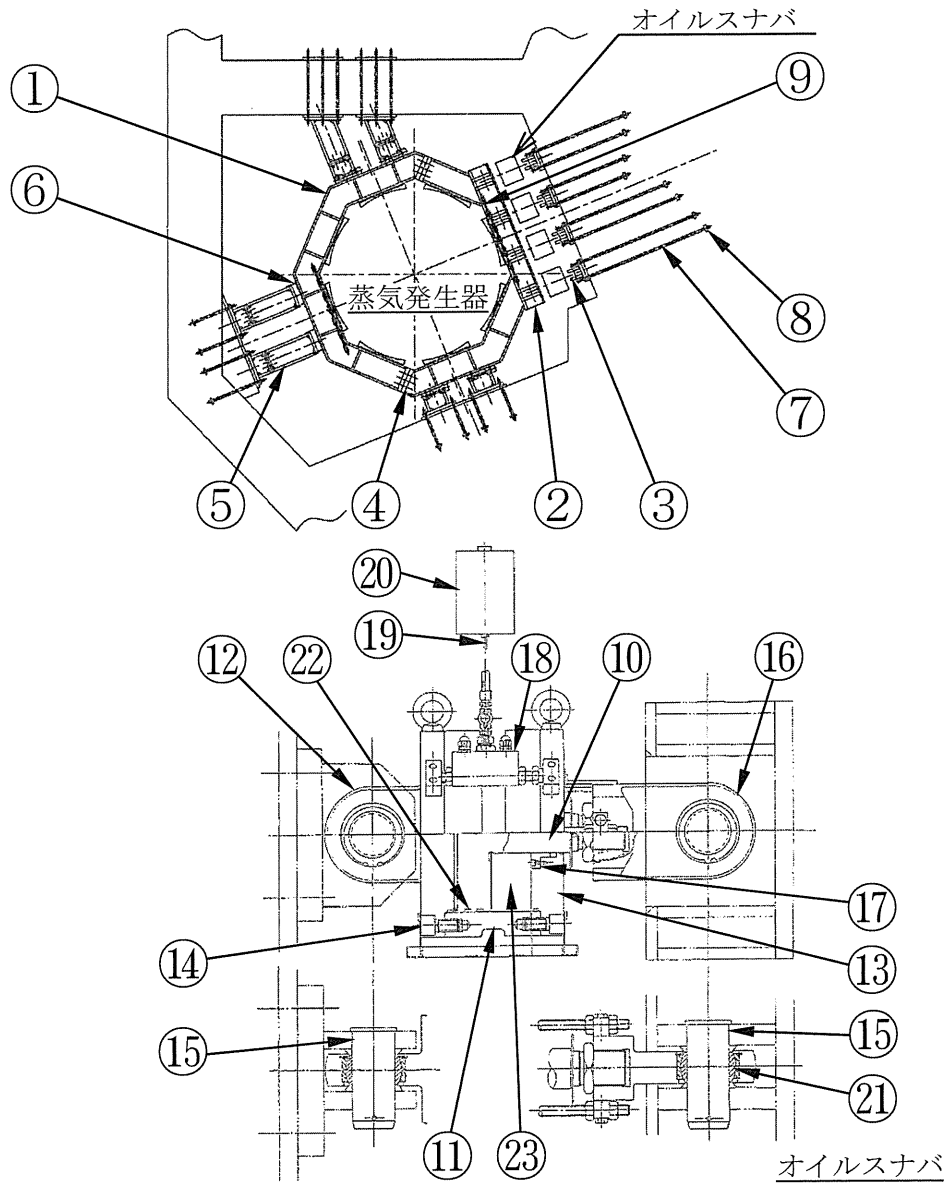


No.	部 位	No.	部 位
①	バンド	⑬	ロッドカバー
②	バンド側スナバ取付ラグ	⑭	タイボルト
③	バンド組立ボルト	⑮	ピ ン
④	サポートコラム	⑯	ターンバックル
⑤	サポートビーム	⑰	コネクティングラグイーヤ
⑥	サポートビーム取付ボルト	⑱	ブッシュ
⑦	基礎ボルト	⑲	コントロールバルブ
⑧	埋込金物	⑳	給油管
⑨	吊り金物	㉑	オイルリザーバ
⑩	ピストンロッド	㉒	球面軸受
⑪	シリンダチューブ	㉓	オイルシール
⑫	シリンダカバーイーヤ	㉔	オ イ ル

図2.1-3 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート構造図

表2.1-2 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
バンド		炭 素 鋼
バンド側スナバ取付ラグ		炭 素 鋼
バンド組立ボルト		低合金鋼
サポートコラム		炭 素 鋼
サポートビーム		炭 素 鋼
サポートビーム取付ボルト		低合金鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭 素 鋼
吊り金物		低合金鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭 素 鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	ターンバックル	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給 油 管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オ イ ル	消耗品・定期取替品

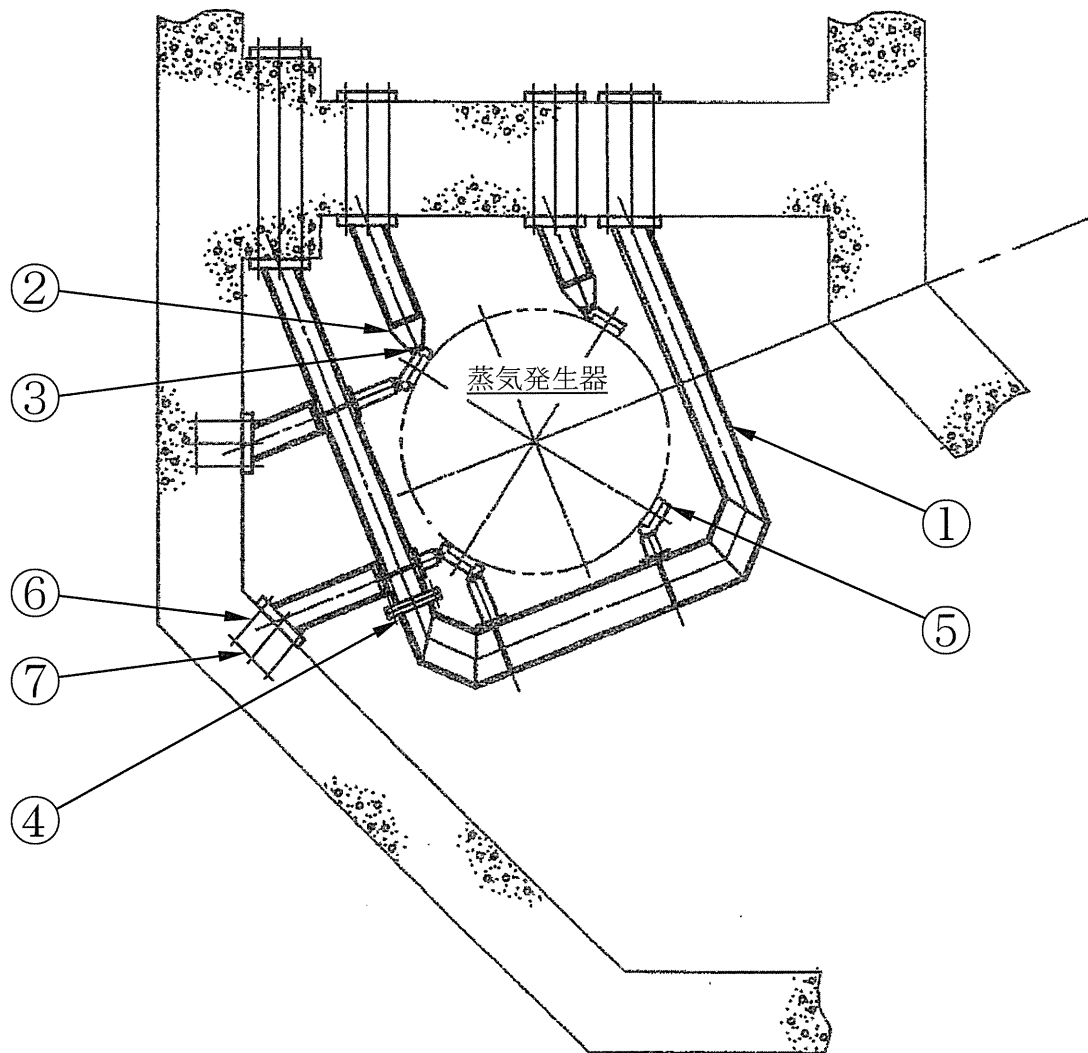


No.	部 位	No.	部 位
①	リングフレーム	⑬	ロッドカバー
②	リングフレームスナバ取付部	⑭	タイボルト
③	スナバブラケット	⑮	ピ ン
④	リングフレーム組立ボルト	⑯	コネクティングラグイーヤ
⑤	バックバンパ	⑰	ブッシュ
⑥	シ ム	⑱	コントロールバルブ
⑦	基礎ボルト	⑲	給 油 管
⑧	埋込金物	⑳	オイルリザーバ
⑨	吊り金物	㉑	球面軸受
⑩	ピストンロッド	㉒	オイルシール
⑪	シリンダチューブ	㉓	オ イ ル
⑫	シリンダカバーイーヤ		

図 2.1-4 玄海 3 号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポート構造図

表2.1-3 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
リングフレーム		炭 素 鋼
リングフレームスナバ取付部		炭 素 鋼
スナバブラケット		炭 素 鋼
リングフレーム組立ボルト		低合金鋼
バックバンパ		炭 素 鋼
シ ム		炭 素 鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭 素 鋼
吊り金物		低合金鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭 素 鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給油管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オ イ ル	消耗品・定期取替品

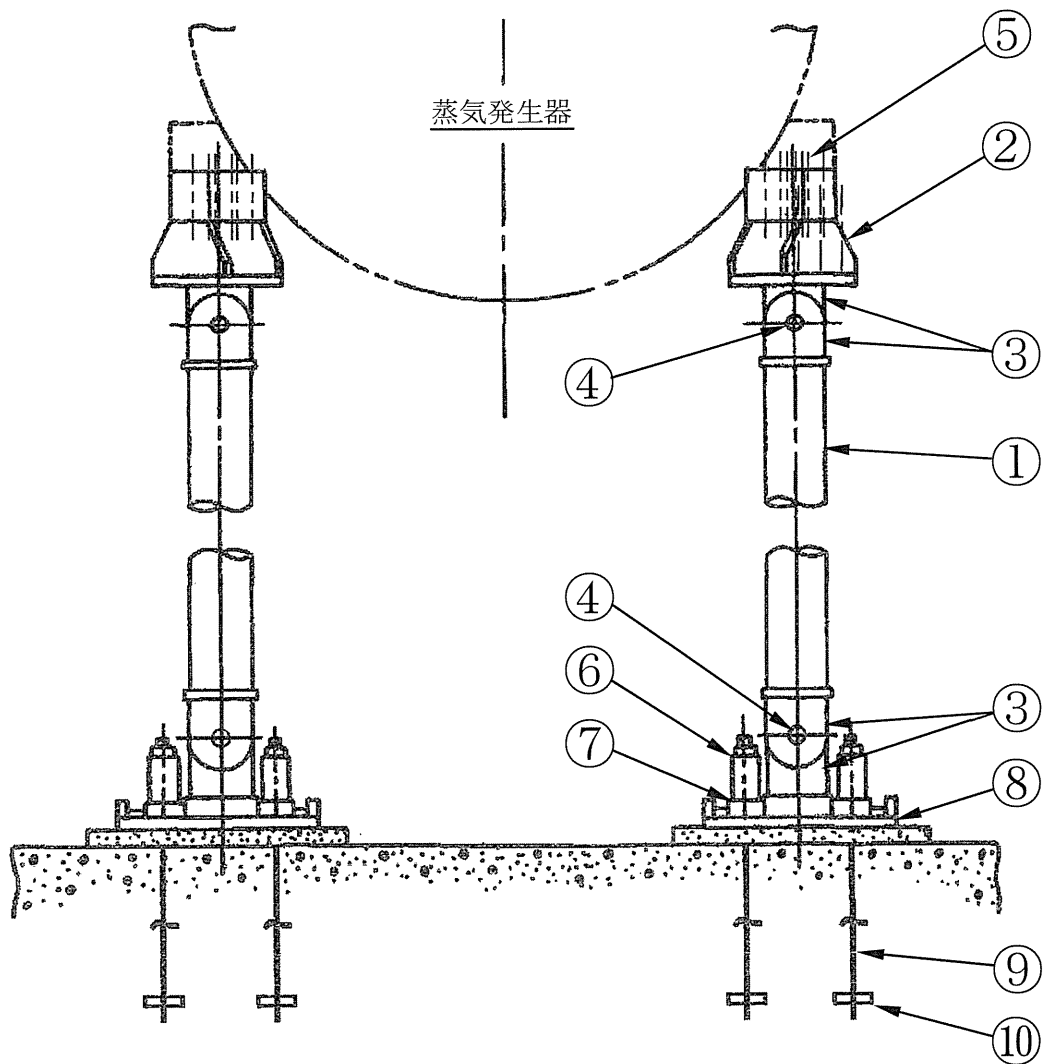


No.	部 位
①	サポートビーム
②	サポートブロック
③	シ ム
④	サポートビーム組立ボルト
⑤	パ ッ ド
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2.1-5 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート構造図

表2.1-4 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートビーム	炭 素 鋼
サポートブロック	低合金鋼
シ ム	炭 素 鋼
サポートビーム組立ボルト	低合金鋼
パ ッ ド	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼



No.	部 位
①	サポートパイプ
②	支持脚ブラケット
③	ヒンジ
④	支持脚ピン
⑤	植込ボルト
⑥	押え金物
⑦	支持脚ベースプレート
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト
⑩	埋込金物

図2.1-6 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚構造図

表2.1-5 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートパイプ	炭 素 鋼
支持脚ブラケット	炭 素 鋼 低合金鋼
ヒ ン ジ	炭 素 鋼
支持脚ピン	低合金鋼
植込ボルト	低合金鋼
押え金物	低合金鋼
支持脚ベースプレート	低合金鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼

2.1.3 1次冷却材ポンプサポート

(1) 構造

玄海3号炉の1次冷却材ポンプサポートは、上部サポート、下部サポート及び支持脚の3種類が設置されている。

上部サポートは、ポンプ電動機フランジ部の水平面内に取り付けたブラケット、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部サポートは、ポンプケーシングラグ部3ヶ所に設置されたタイロッド、ブラケット等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

支持脚はポンプケーシングラグ部に3本取り付けられており、サポートパイプ、支持脚ブラケット、ヒンジ、押え金物、支持脚ベースプレート、ベースプレート、これらを接続する支持脚ピン等により、自重を支持するとともに地震時の鉛直方向の変位を拘束する構造である。

玄海3号炉の1次冷却材ポンプサポートの構造図を図2.1-7～図2.1-10に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の1次冷却材ポンプサポートの使用材料を表2.1-6～表2.1-8に示す。

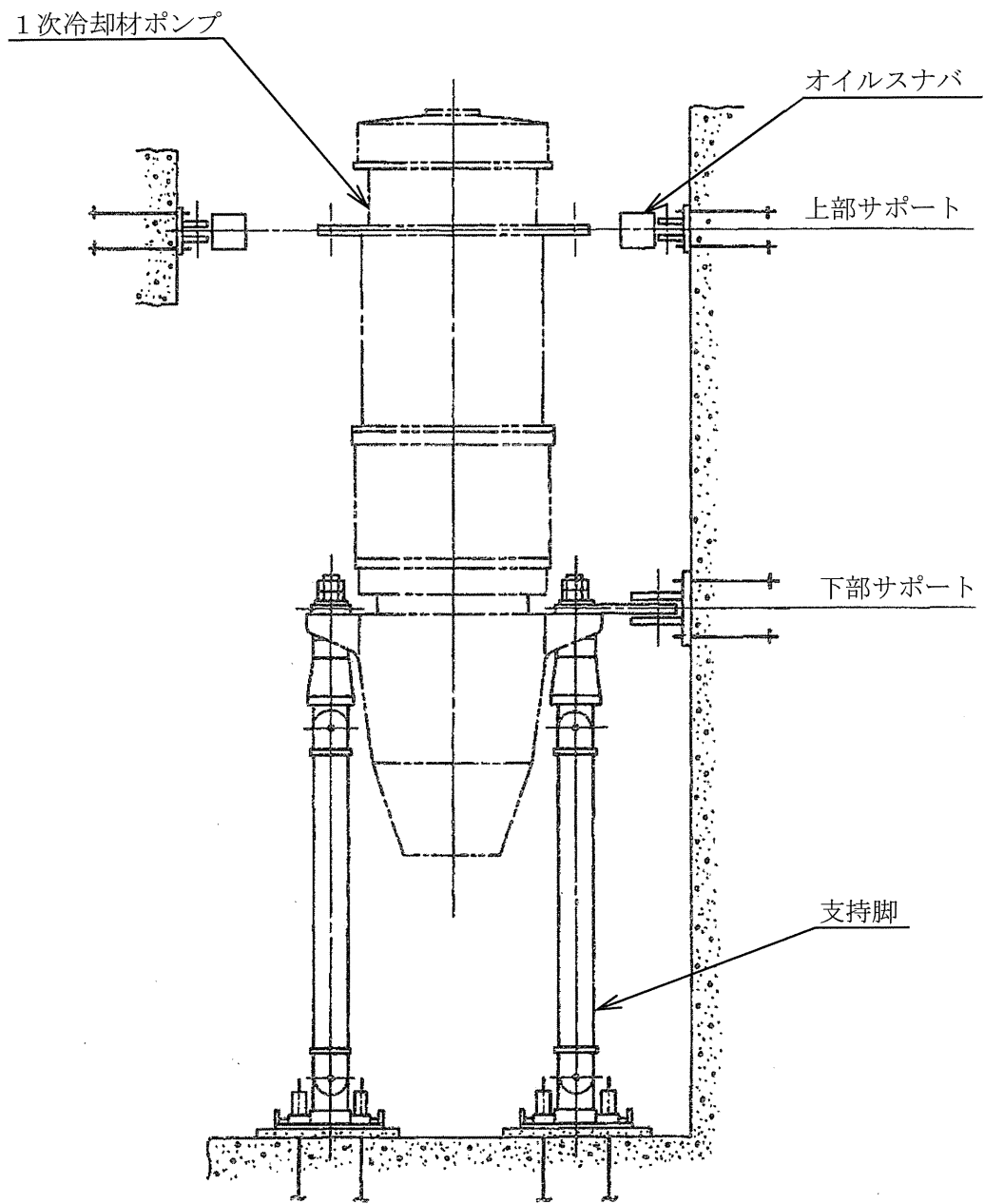
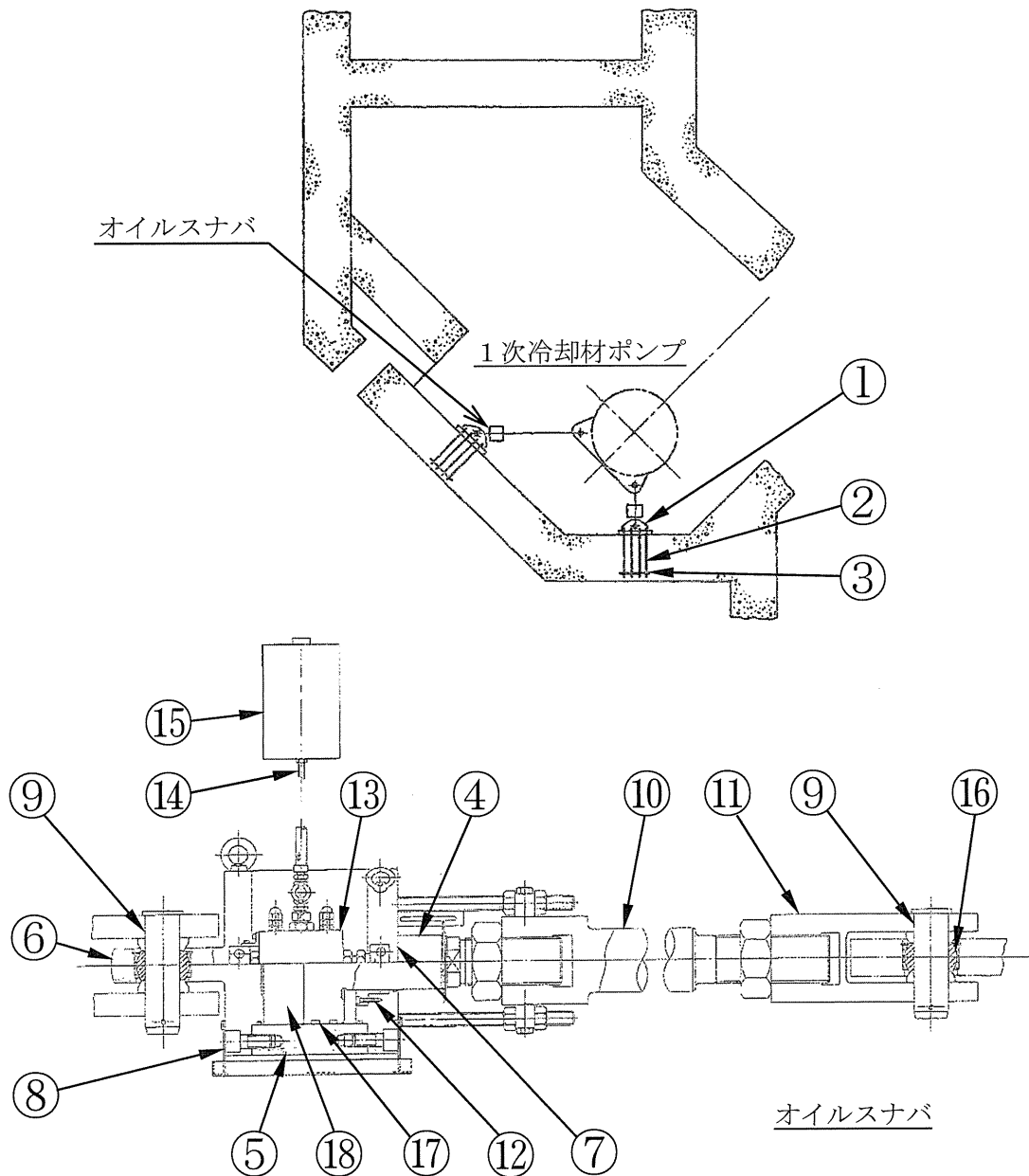


図2.1-7 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート構造図

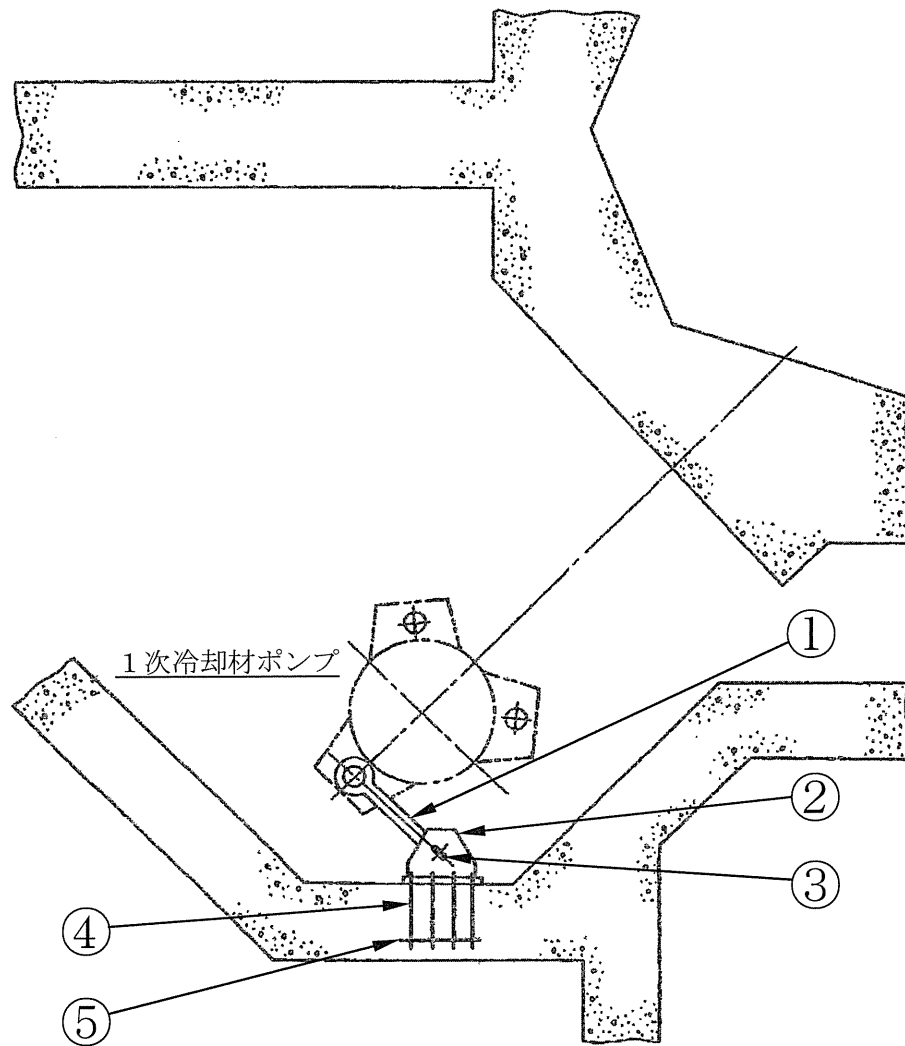


No.	部 位	No.	部 位
①	ブラケット	⑩	ターンバックル
②	基礎ボルト	⑪	コネクティングラグイーヤ
③	埋込金物	⑫	ブッシュ
④	ピストンロッド	⑬	コントロールバルブ
⑤	シリンダチューブ	⑭	給油管
⑥	シリンダカバーイーヤ	⑮	オイルリザーバ
⑦	ロッドカバー	⑯	球面軸受
⑧	タイボルト	⑰	オイルシール
⑨	ピ ン	⑱	オ イ ル

図2.1-8 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート構造図

表 2.1-6 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
ブラケット		炭 素 鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭 素 鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭 素 鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	ターンバックル	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給 油 管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
オ イ ル	消耗品・定期取替品	



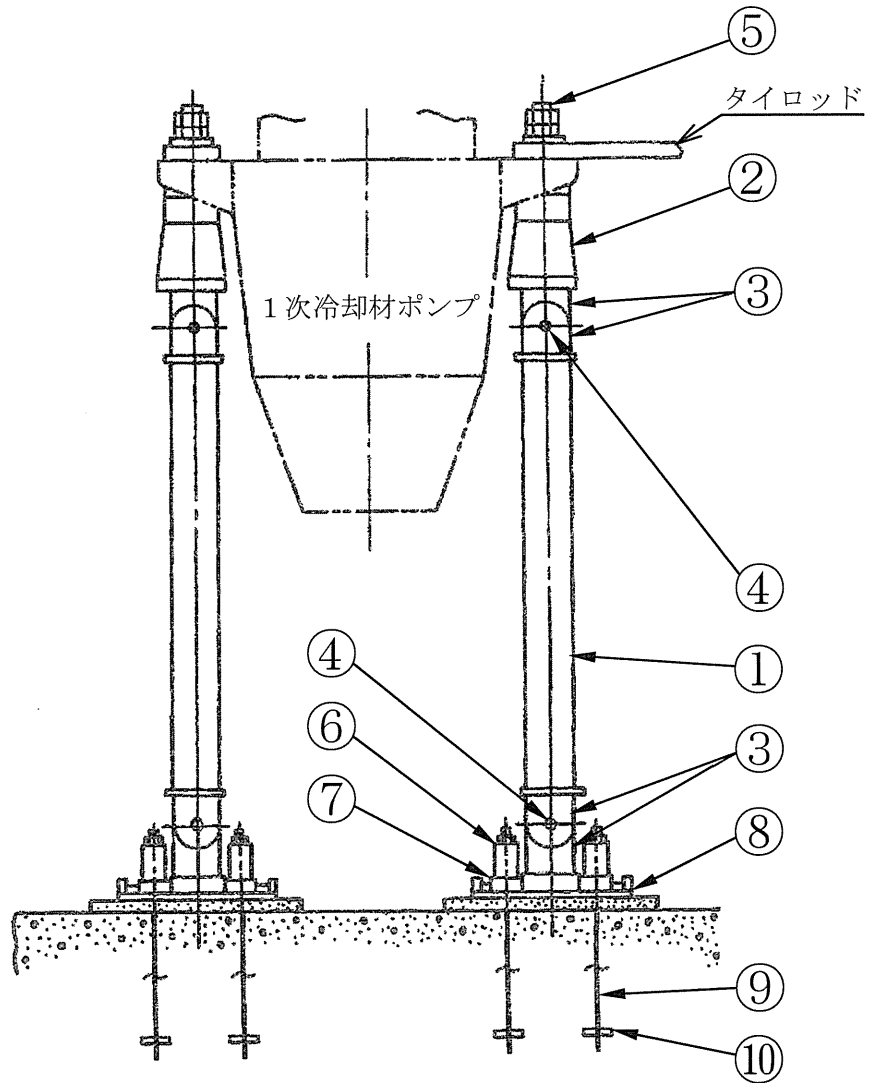
(注) サポートは、耐震サポートのみを示している。

No.	部 位
①	タイロッド
②	ブラケット
③	タイロッドピン
④	基礎ボルト
⑤	埋込金物

図2.1-9 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート構造図

表2.1-7 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
タイロッド	低合金鋼
ブラケット	炭 素 鋼
タイロッドピン	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼



No.	部 位
①	サポートパイプ
②	支持脚ブラケット
③	ヒンジ
④	支持脚ピン
⑤	支持脚取付ピン
⑥	押え金物
⑦	支持脚ベースプレート
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト
⑩	埋込金物

図2.1-10 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚構造図

表2.1-8 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートパイプ	炭 素 鋼
支持脚ブラケット	炭 素 鋼 低合金鋼
ヒ ン ジ	炭 素 鋼
支持脚ピン	低合金鋼
支持脚取付ピン	低合金鋼
押え金物	低合金鋼
支持脚ベースプレート	低合金鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼

2.1.4 加圧器サポート

(1) 構造

玄海3号炉の加圧器サポートは、上部サポート及び下部サポートの2種類が設置されている。

上部サポートは、加圧器胴部の水平面内に取り付けたサポートブロック、サポートパイプ及び取付ボルトにより地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部サポートは、加圧器胴下部に溶接したスカート、基礎ボルト及び埋込金物により地震時の水平及び鉛直方向の変位を拘束する構造である。

玄海3号炉の加圧器サポートの構造図を図2.1-11～図2.1-13に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の加圧器サポートの使用材料を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

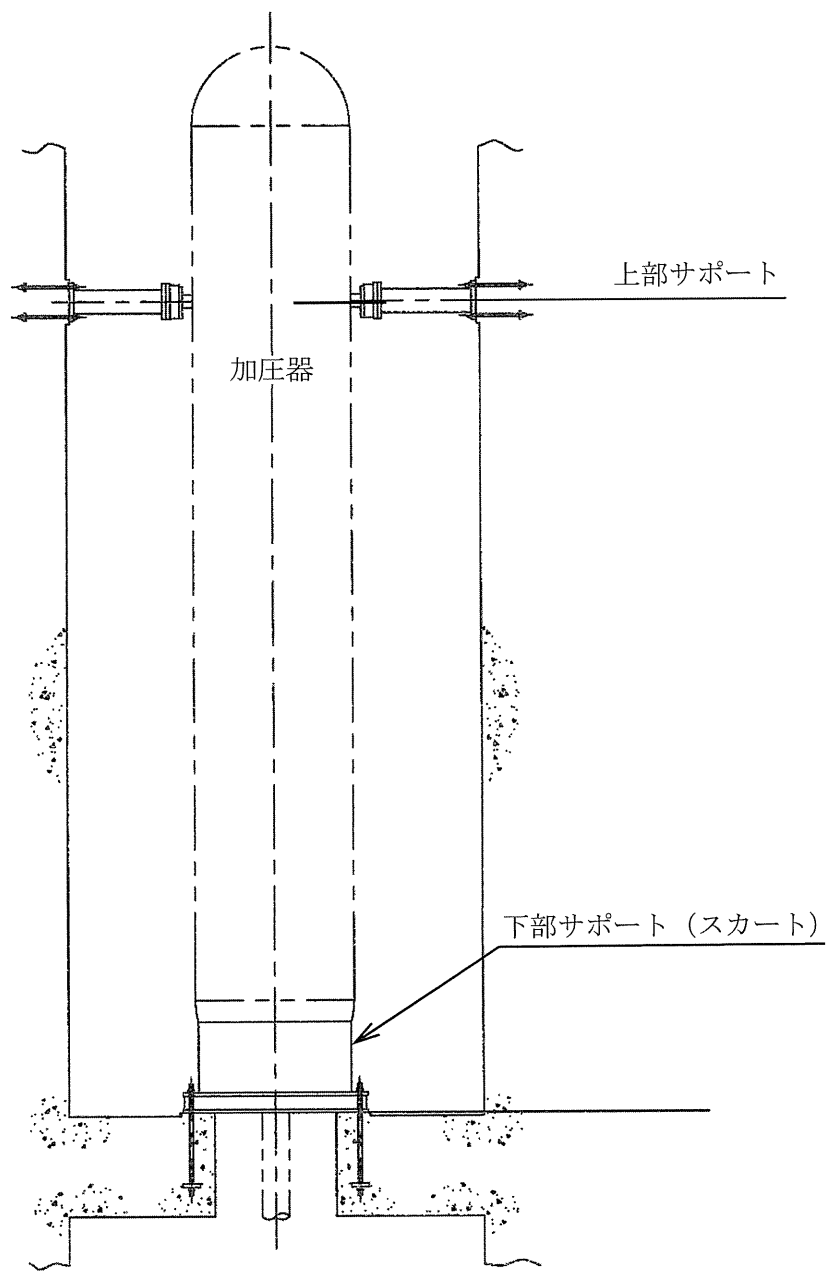


図2.1-11 玄海3号炉 加圧器サポート構造図

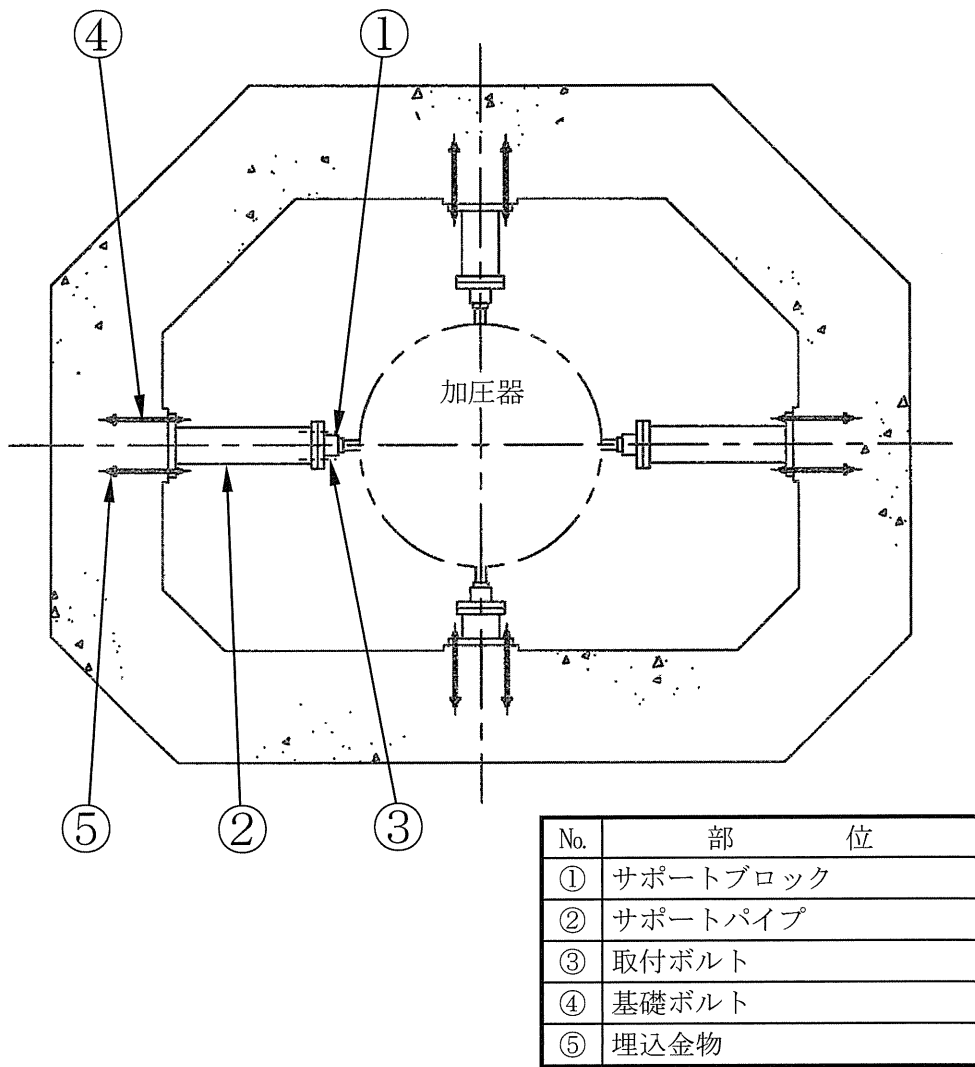
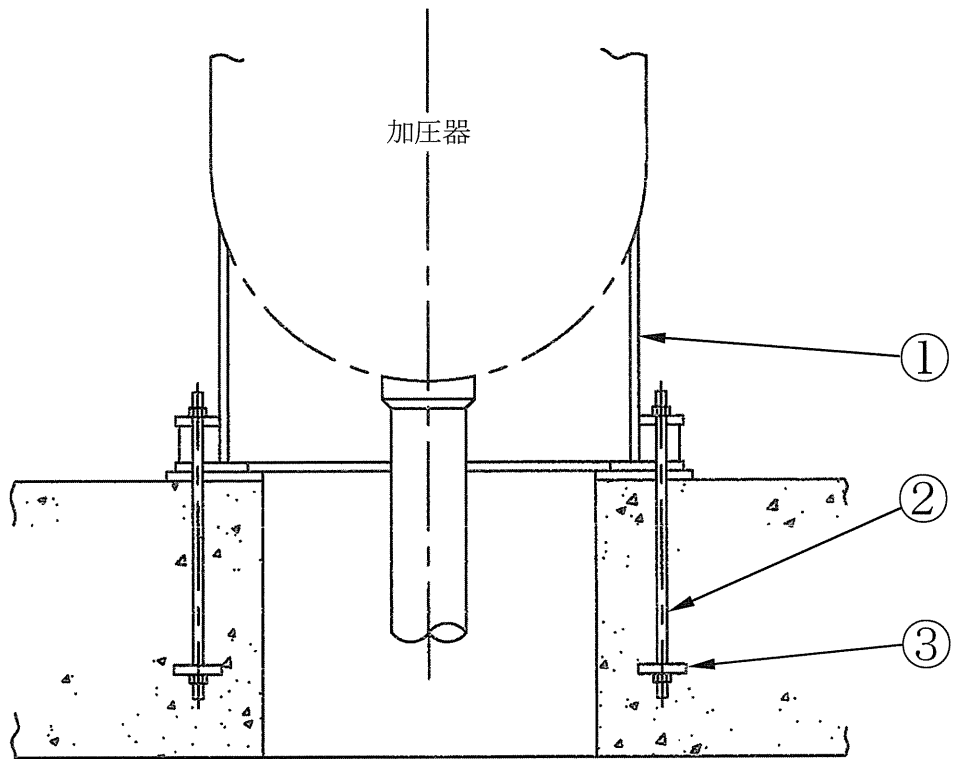


図2.1-12 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポート構造図

表2.1-9 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートブロック	低合金鋼
サポートパイプ	炭 素 鋼
取付ボルト	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼



No.	部 位
①	スカート
②	基礎ボルト
③	埋込金物

図2.1-13 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）構造図

表2.1-10 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）主要部位の使用材料

部 位	材 料
スカート	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭素鋼

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

原子炉容器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ及び加圧器の機能を維持するために重機器サポートは、次の項目が必要である。

① 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

重機器サポート個々について、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、個々の部位の構造、材料、使用条件（温度、中性子及びγ線照射等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-3～表2.2-6に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-3～表2.2-6で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

プラントの起動・停止時等に発生する加圧器本体の熱膨張により、繰返し荷重を受けるスカートの溶接部においては、材料に疲労が蓄積することから、経年劣化に対する評価が必要である。

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

以下の事象（表2.2-3～表2.2-6で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

(1) サポートブラケット等大気接触部の腐食（全面腐食）[共通]

サポートブラケット等は炭素鋼及び低合金鋼を使用しており、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

摺動部及び蒸気発生器パッドと下部サポートシムとの接触面の摺動部には潤滑材を塗布しており、腐食が発生し難い環境である。

サポートブラケット等は、これまでに摺動部等を含めて有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、サポートブラケット等は摺動部等を含めて、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 原子炉容器炉心近傍部材（サポートリブ）の照射脆化〔原子炉容器サポート〕

原子炉容器サポートは他の重機器サポートに比べ原子炉容器炉心近傍に設置されており、中性子及び γ 線照射により材料の靱性が低下することが想定される。

図2.2-1に照射脆化評価を行った評価部位を示す。

評価部位は原子炉容器サポートのうちせん断荷重が大きいサポートリブとし、当該部の運転開始後60年時点における照射脆化評価を行った。

評価は、運転開始後60年時点において S_s 地震力を受けたとしてもサポートの健全性が保たれることを破壊力学評価を用いて検討した。

応力拡大係数及び破壊靱性値の計算は、電力共同研究「原子炉容器支持構造物の照射脆化に関する研究」及びASME Section III Appendix Gに基づいて実施した。

まず、破壊靱性値の評価式としては、供試材を用いた静的破壊靱性試験及び動的破壊靱性試験から、電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていた K_{IR} 式が図2.2-2に示すとおり供試材を包絡することから原子炉容器サポート使用部材に適用できることを確認した。電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていた K_{IR} 式を以下に示す。なお、初期関連温度（推定 T_{NDT} ）は国内PWRプラントの建設時のミルシートや同種供試材の試験結果等を基に推定した。

$$K_{IR} = 29.43 + 1.344 \exp(0.0261(T - T_{NDT} + 88.9))$$

K_{IR} : 破壊靱性値 [MPa \sqrt{m}]

T : 最低使用温度 [°C]

T_{NDT} : 関連温度 [°C]

原子炉容器サポート廻りの中性子照射量は米国オークリッジ国立研究所（以下、「ORNL」という）で開発改良された2次元輸送解析コード“DORT”を用いて全エネルギー領域にわたって算定し、この値を基に図2.2-3に示すNUREG-1509（“Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports” R. E. Johnson, R. E. Lipinski NRC 1996 P14）に記載されているORNLのHFIR炉のサーベイランスデータ及び米国 SHIPPINGPORT（Shippingport）炉の材料試験データ等の上限を包絡する曲線を基にした脆化予測曲線を用いて脆化度（遷移温度：脆化量推定値（ ΔT_{MDT} ） $^{\circ}\text{C}$ ）を推定した。

評価は、原子炉容器サポートの最低使用温度を基準としてS_s地震が発生したとき、製造時又は溶接時の欠陥を想定した場合に脆性破壊が発生するか否かを破壊力学評価を基に検討した。

評価に用いた欠陥寸法は、「日本電気協会 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（JEAC4206-2007）」に準拠し、板厚の1/4として、き裂のアスペクト比（深さと表面長さの比率）はASME Sec. III Appendix Gに準拠して1/6とした。

なお、破壊力学評価に用いる応力拡大係数は、サポートリブに対しては平板要素としてRaju-Newmanの次式を使用した。

$$K_I = F \sigma \sqrt{(\pi a/Q)}$$

$$F = (M_1 + M_2 \cdot (a/t)^2 + M_3 \cdot (a/t)^4) g \cdot f_\phi \cdot f_w$$

0 < a/c ≤ 1 の場合

$$Q = 1 + 1.464(a/c)^{1.65}$$

$$M_1 = 1.13 - 0.09 \cdot (a/c)$$

$$M_2 = -0.54 + 0.89/(0.2 + a/c)$$

$$M_3 = 0.5 - 1/(0.65 + a/c) + 14(1 - a/c)^{24}$$

$$f_\phi = ((a/c)^2 \cos^2 \phi + \sin^2 \phi)^{1/4}$$

$$g = 1 + (0.1 + 0.35 \cdot (a/t)^2) (1 - \sin \phi)^2$$

$$f_w = \left(\sec \left(\frac{\pi c}{2b} \sqrt{a/t} \right) \right)^{1/2}$$

1 < a/c < 2 の場合

$$Q = 1 + 1.464(c/a)^{1.65}$$

$$M_1 = \sqrt{c/a} \cdot (1 + 0.04 \cdot c/a)$$

$$M_2 = 0.2 \cdot (c/a)^4$$

$$M_3 = -0.11 \cdot (c/a)^4$$

$$f_\phi = ((c/a)^2 \sin^2 \phi + \cos^2 \phi)^{1/4}$$

$$g = 1 + (0.1 + 0.35 \cdot (c/a) (a/t)^2) (1 - \sin \phi)^2$$

$$f_w = \left(\sec \left(\frac{\pi c}{2b} \sqrt{a/t} \right) \right)^{1/2}$$

ここで、

a : き裂深さ

c : 表面長さの半長

t : 平板の厚さ

b : 平板の幅の半長

φ : き裂前縁の位置を表す角度

表2.2-1に評価結果を示す。

評価結果よりサポートリブは劣化が進展すると仮定した場合におけるプラント運転開始後60年時点を想定し原子炉容器サポートの最低使用温度でSs地震が発生したとしても、破壊靱性値 (K_{IR}) が応力拡大係数 (K_I) を上回っていることから、原子炉容器サポートの健全性は保たれることを確認した。

さらに、キャビティシール据付時の隙間計測に原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

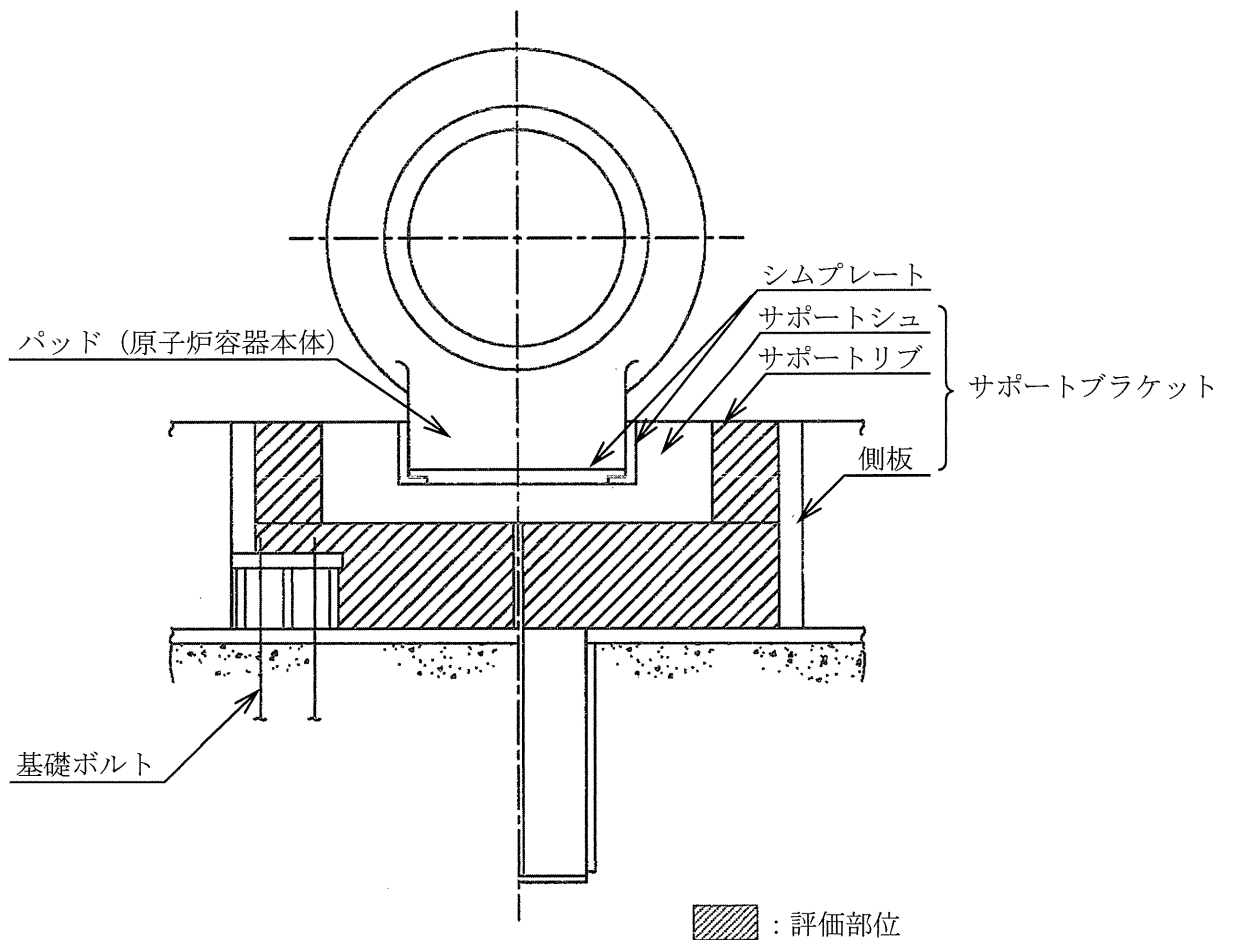


図2.2-1 玄海3号炉 原子炉容器サポートの照射脆化評価部位

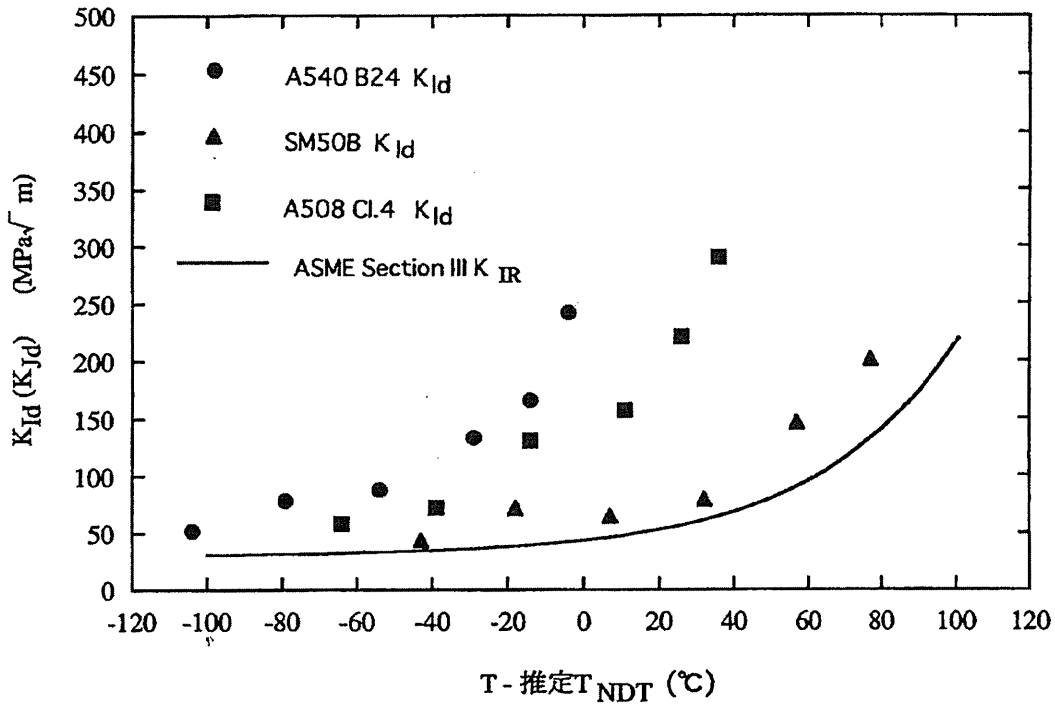


図2.2-2 動的破壊靱性と (T-推定 T_{NDT}) の関係

[出典：電力共通研究「原子炉容器支持構造物の照射脆化に関する研究」1999年度]

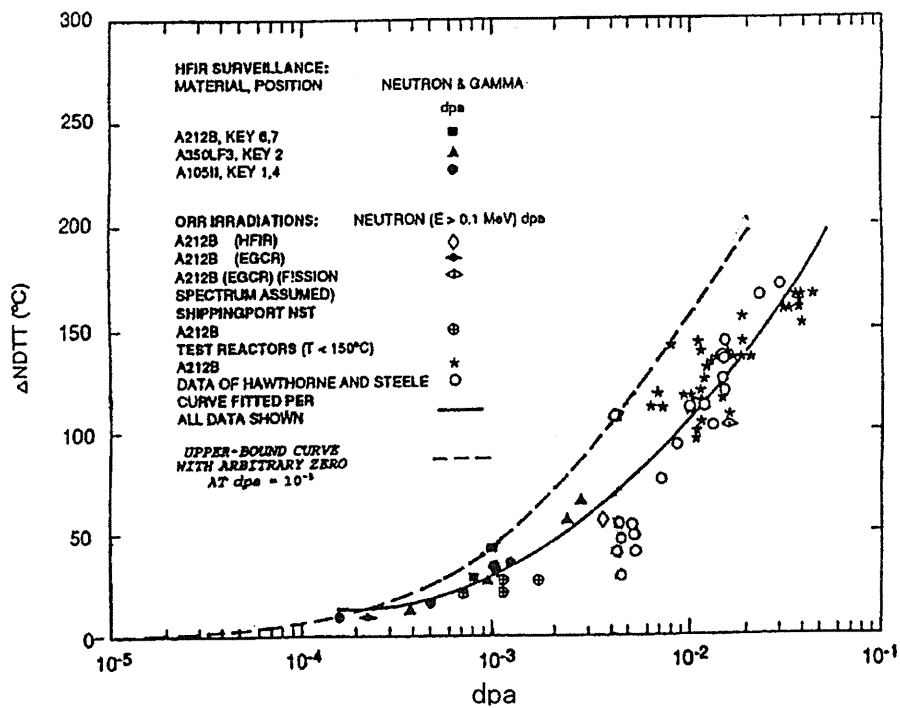


図2.2-3 原子炉容器サポートの脆化予測曲線

[出典：NUREG-1509 (“Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports”

R. E. Johnson, R. E. Lipinski NRC 1996 P14)]

表2.2-1 玄海3号炉 サポートブラケット（サポートリブ）の脆化評価結果

評価部位 (材料名)	サポートブラケット（サポートリブ） (SM50B)
K_I/K_{IR}	0.13
評価	○

(3) パッド及びヒンジ等摺動部の摩耗

[原子炉容器サポート、蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

機器の移動を許容するサポートの摺動部材（パッド、ヒンジ等、ただしピンは除く）は、機器の熱移動や振動により摩耗が想定される。

摩耗が想定される代表部位として原子炉容器サポートの摺動部を図2.2-4に、蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部を図2.2-5に示す。

原子炉容器サポート、蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部は、重機器の自重を支えていることから当該部に発生する荷重は小さいとは言えないため、運転開始後60年時点における推定摩耗量を評価した。

摩耗量については、現在定量的に評価する理論が確立されていないが、ここではホルム (Holm) の理論式 (機械工学便覧 ((社) 日本機械学会)) により、概略の摩耗量の推定を行った。

$$\text{ホルムの式: } W = K \cdot S \cdot P / P_m$$

W : 摩耗量 [m^3]

K : 摩耗係数 [-]

S : すべり距離 [m]

P : 荷重 [N]

P_m : かたさ [N/m^2]

なお、評価にあたっては、通常運転時における評価対象サポートに加わる荷重を算出した。すべり距離については計算により求めた熱移動量を基に運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱの過渡条件とその回数から算出した。

摩耗係数及び硬さについては、J. F. Archard&W. Hirst, Proc. Roy. Soc., 236, A, (1956), 397より使用温度での硬さの変化を考慮しても安全側の評価となるよう、実機より柔らかい材料である潤滑材なしの軟鋼-軟鋼のデータを引用した。

評価結果を表2.2-2に示す。

評価結果より運転開始後60年時点の推定摩耗深さ(推定減肉量)は許容値に比べ小さい。また、原子炉容器パッドについてはキャビティシール据付時に偏りが無いことを定期的に確認しており、これまでに有意な偏りは認められないことから、長期運転にあたっては支持機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。

また、パッドの摩耗に対しては、定期的に原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことをキャビティシール据付時の隙間計測により確認し、ヒンジ等摺動部の摩耗に対しては、外観点検時にかみ合い深さ(ヒンジ先端からそれとかみ合うヒンジ底部まで)を目視確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2.2-2 玄海3号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果

評価部位	運転開始後60年時点での推定摩耗深さ / 許容値
原子炉容器パッド	約1/3
蒸気発生器支持脚ヒンジ	約1/1250
1次冷却材ポンプ支持脚ヒンジ	約1/2500

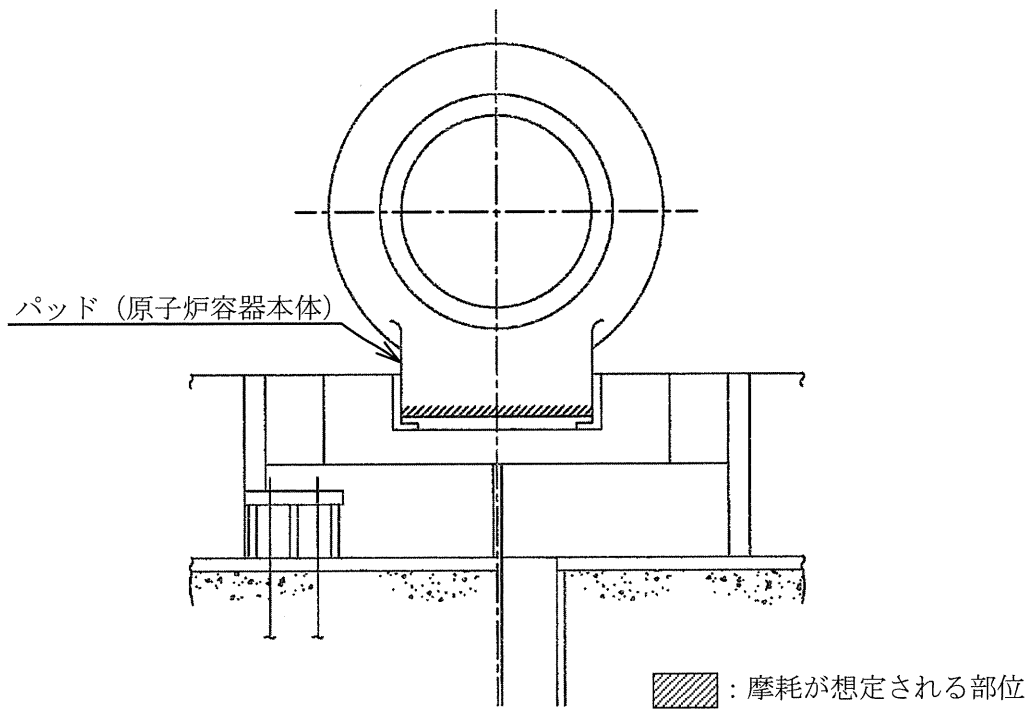


図2.2-4 玄海3号炉 原子炉容器サポートの摺動部 (パッド)

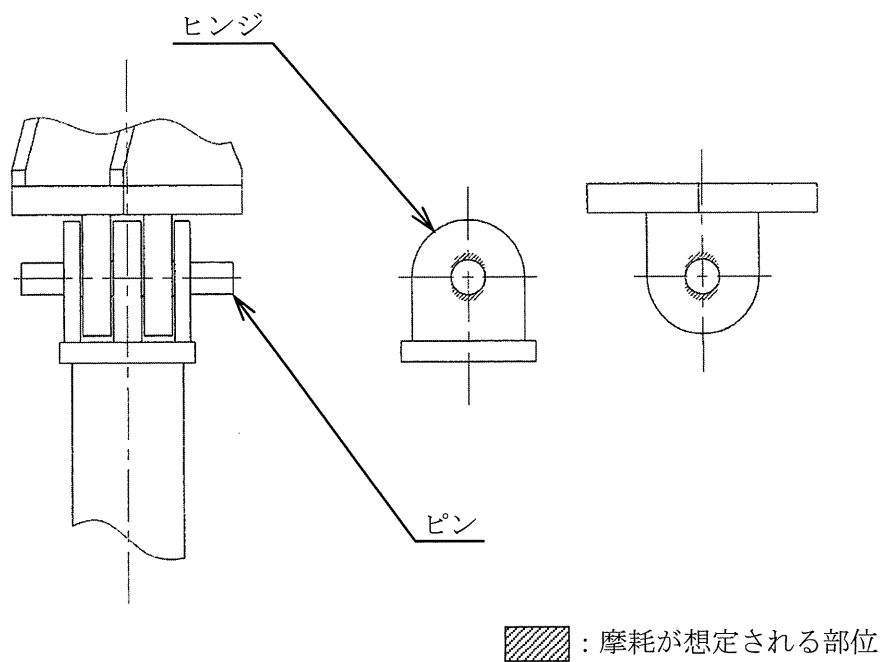


図2.2-5 玄海3号炉 蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部 (ヒンジ)

(4) ピン等の摩耗 [蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

機器の移動を許容するサポートの摺動部材は、機器の熱移動や振動により摩耗が想定される。

しかしながら、蒸気発生器及び1次冷却材ポンプのオイルスナバは地震時の水平方向変位を拘束するものであり、蒸気発生器の上部胴サポート、中間胴サポート及び1次冷却材ポンプの上部サポート及び下部サポートにかかる荷重は小さい。

通常運転における熱移動はサイクル数が少ない(最大変位が想定されるのはプラント起動・停止時)ため、著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

振動による摩耗については発生荷重が小さく、可動部を摺動させるほどの力は生じないと考える。

ピン(材料:SNB23-3)については、ヒンジ(材料:SM490B)及びタイロッド(材料:SNCM630)よりも硬質な材料を使用しており、オイルスナバのピストンロッド(材料:SNB23-4)については、ブッシュ(材料:BC6-C)よりも硬質な材料を使用している。

一方、オイルスナバのピンについては、運転時有意な荷重がかからない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、外観点検時の目視確認により、ピンのかみ合い部及びオイルの漏れ等の異常がないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

(5) ヒンジ溶接部の疲労割れ [蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

支持脚はプラント起動・停止時等に発生する機器の熱移動によるスライド方向以外の繰り返し荷重により、ヒンジ溶接部において疲労割れが想定される。

しかしながら、スライド方向以外に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、外観点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

前述の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

(7) 埋込金物の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物、原子炉容器サポートの外周プレート（コンクリート埋設部）及び埋込補強材は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部にあり、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

オイルスナバに使用しているオイルシール及びオイルは分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用は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。

表2.2-3 玄海3号炉 原子炉容器サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化					
機器の支持	サポートブラケット (サポートシユ)		低合金鋼		△									*1:照射脆化 *2:大気接触部 *3:コンクリート 埋設部
	サポートブラケット (サポートリブ)		炭素鋼		△					△*1				
	サポートブラケット (側板)		炭素鋼		△									
	シムプレート		低合金鋼		△									
	基礎ボルト		低合金鋼		△									
	埋込金物		炭素鋼		▲									
	ベースプレート		炭素鋼		△									
	外周プレート		炭素鋼		△ ^{*2} ▲ ^{*3}									
	埋込補強材		炭素鋼		▲									
	パッド (原子炉容器本体)		低合金鋼	△	△									

△：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）
▲：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2.2-4(1/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート 上部胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						考 備	
				減 耗	腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	バンド		炭素鋼		△						
	バンド側スナバ取付ラグ		炭素鋼	△	△						
	バンド組立ボルト		低合金鋼		△						
	サポートコラム		炭素鋼		△						
	サポートビーム		炭素鋼	△	△						
	サポートビーム取付ボルト		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	吊り金物		低合金鋼		△						
	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
	シリンドラチューブ		低合金鋼		△						
	シリンドラカバー		低合金鋼		△						
	ロッドカバー		炭素鋼		△						
	タイボルト		低合金鋼		△						
	ピ ン		低合金鋼	△	△						
	タンバックル		低合金鋼		△						
	コネクティングラグ		低合金鋼		△						
	ブッシュ		銅合金铸件	△							
	コントローバルバルブ		炭素鋼		△						
給油管		ステンレス鋼									
オイルリザーバ		ステンレス鋼									
球面軸受		軸受鋼									
オイルシール		—									
オイル		—									

△：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2.2-4(2/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	リングフレーム		炭素鋼		△						
	リングフレームスナバ取付部		炭素鋼	△							
	スナバブラケット		炭素鋼	△							
	リングフレーム組立ボルト		低合金鋼		△						
	バックバンパ		炭素鋼		△						
	シム		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	吊り金物		低合金鋼		△						
	ピストンロッド		低合金鋼	△							
	シリンダチューブ		低合金鋼		△						
	シリンダカバー		低合金鋼		△						
	ロッドカバー		炭素鋼		△						
	タイボルト		低合金鋼		△						
	ピ ン		低合金鋼	△							
コネクティングラグ		低合金鋼	△								
ブッシュ		銅合金鋳物	△								
コントロールバルブ		炭素鋼		△							
給油管		ステンレス鋼									
オイルリザーバ		ステンレス鋼									
球面軸受		軸受鋼									
オイルシール		—									
オイル		—									

△：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2.2-4(3/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化				
機器の支持	サポートビーム		炭素鋼		△								
	サポートブロック		低合金鋼		△								
	シ ム		炭素鋼		△								
	サポートビーム 組立ボルト		低合金鋼		△								
	パ ッ ド		低合金鋼		△								
	基礎ボルト		低合金鋼		△								
	埋込金物		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）
 ▲：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2.2-4(4/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
機器の支持	サポートパイプ		炭 素 鋼		△							
	支持脚ブラケット		炭 素 鋼 低合金鋼		△							
	ヒンジ		炭 素 鋼	△	△	△						
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△							
	植込ボルト		低合金鋼		△							
	押え金物		低合金鋼		△							
	支持脚 ベースプレート		低合金鋼		△							
	ベースプレート		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		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）

▲：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2.2-5(1/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	ブラケット		炭素鋼	△	△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
	シリンダチューブ		低合金鋼		△						
	シリンダカバー イーヤ		低合金鋼		△						
	ロッドカバー		炭素鋼		△						
	タイボルト		低合金鋼		△						
	ピ ン		低合金鋼	△	△						
	タンバックル		低合金鋼		△						
	コネクティンング イーヤ		低合金鋼		△						
	ブッシュ		銅合金铸件	△							
	コントローバルブ		炭素鋼		△						
	給油管		ステンレス鋼								
オイルリザーバ		ステンレス鋼									
球面軸受		軸受鋼									
オイルシール		—								◎	
オイル		—								◎	

△：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2.2-5(2/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポータ 下部サポータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 耗	肉 腐 食	割 れ		材 質 変 化		そ の 他		
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
												摩 耗
機器の支持	タイロッド		低合金鋼	△	△							
	ブラケット		炭素鋼	△	△							
	タイロッドピン		低合金鋼	△	△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		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）

▲：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2.2-5(3/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	支持脚ブラケット		炭素鋼 低合金鋼		△						
	ヒンジ		炭素鋼	△	△						
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	支持脚取付ピン		低合金鋼		△						
	押え金物		低合金鋼		△						
	支持脚 ベースプレート		低合金鋼		△						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		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）

▲：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2.2-6(1/2) 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
機器の支持	サポートブロック		低合金鋼		△							
	サポートパイプ		炭素鋼		△							
	取付ボルト		低合金鋼		△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		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）

▲：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2.2-6(2/2) 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
機器の支持	スカート		低合金鋼		△		○					
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		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）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

a. 事象の説明

加圧器本体の熱膨張によりスカートは繰返し荷重を受け、図2.3-1に示すようなスカートの溶接部においては、疲労が蓄積する。

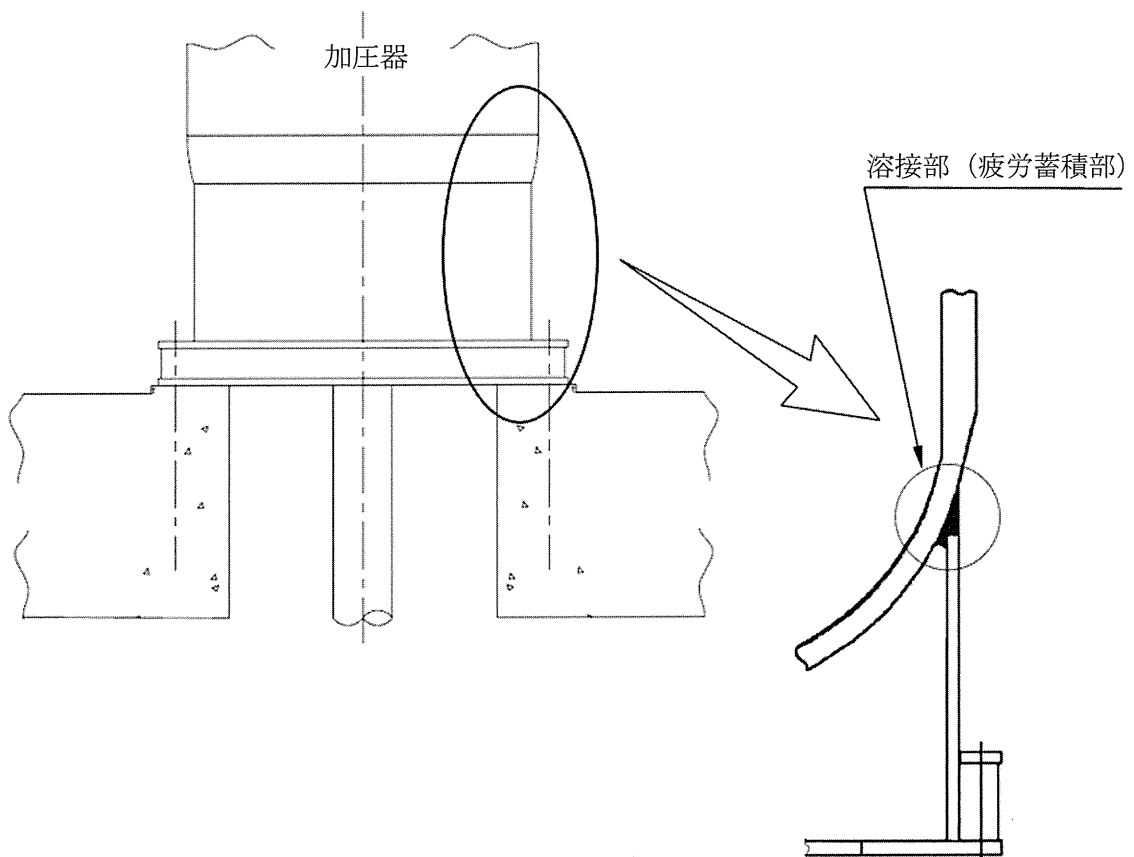


図2.3-1 玄海3号炉 加圧器スカート部の疲労蓄積部

b. 技術評価

① 健全性評価

プラント運転時の加圧器本体の熱膨張により発生する応力が大きいと考えられる加圧器スカート溶接部を対象として「(社)日本機械学会設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価を行った。

評価対象部位を図2.3-1に示す。

疲労評価に用いた過渡回数を表2.3-1に示す。

なお、2018年度末までの運転実績に基づき推定した2019年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し、より保守的に設定した過渡回数とした。

評価結果を表2.3-2に示すが、許容値を満足する結果が得られている。

表2.3-1 玄海3号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価に用いた過渡回数

運転状態 I

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
起動 (温度上昇率55.6°C/h)	23	60
停止 (温度下降率55.6°C/h)	22	60
負荷上昇 (負荷上昇率5%/min)	201	884
負荷減少 (負荷減少率5%/min)	193	876
90%から100%へのステップ状負荷上昇	2	4
100%から90%へのステップ状負荷減少	2	4
100%からの大きいステップ状負荷減少	1	4
定常負荷運転時の変動 ^{*1}	—	—
燃料交換	15	68
0%から15%への負荷上昇	24	64
15%から0%への負荷減少	17	57
1 ループ停止 / 1 ループ起動		
I) 停 止	0	2
II) 起 動	0	2

運転状態 II

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
負荷の喪失	4	7
外部電源喪失	1	5
1次冷却材流量の部分喪失	0	2
100%からの原子炉トリップ		
I) 不注意な冷却を伴わないトリップ	1	8
II) 不注意な冷却を伴うトリップ	0	2
III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	0	2
1次冷却系の異常な減圧	0	2
制御棒クラスタの落下	0	3
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	0	2
1次冷却系停止ループの誤起動	0	2
タービン回転試験	6	6
1次系漏えい試験	21	59

*1：設計評価においては、1次冷却材温度は高温側±1.4°C、低温側±2.4°C、1次冷却材圧力は+0.39MPa、-0.29MPaの変動があるものとしているが、この過渡項目の疲労累積係数への寄与は小さく、また、実際には通常運転中のゆらぎとして、このような変動は生じていない

表2.3-2 玄海3号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価結果

評価部位	疲労累積係数 (許容値：1以下)
加圧器スカート溶接部	0.194

② 現状保全

加圧器スカート溶接部の疲労割れに対しては、定期的に超音波探傷検査を実施し有意な欠陥のないことを確認している。

さらに、高経年化技術評価に合わせて、実績過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、疲労割れ発生の可能性はないと考える。

ただし、疲労評価は、実績過渡回数に依存するため、今後、実績過渡回数を把握し、評価する必要がある。

また、疲労割れは超音波探傷検査により検知可能であり、また、割れが発生するとすれば応力の観点から考えて溶接部であると判断されることから、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

加圧器スカート溶接部の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

2 空気圧縮装置

[対象機器]

- ① 制御用空気圧縮装置
- ② 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 制御用空気圧縮装置全体構成	3
2.2 構造、材料及び使用条件	5
2.3 経年劣化事象の抽出	33
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	55
3. 代表機器以外への展開	56
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	56
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	57

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている空気圧縮装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの空気圧縮装置を型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

表1-1に示す空気圧縮装置について、設置場所、型式、流体及び材料を分離基準として考えると、いずれの空気圧縮装置も同様であることから、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

重要度の高い制御用空気圧縮装置を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 空気圧縮装置の主な仕様

分離基準			選定基準				選定	選定理由		
設置場所 型式	流体	材料	機器名称 (台数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件				
						運転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
屋内 空気圧縮装置	空気	鉄 鋳	制御用空気圧縮 装置(2)	約1,260Nm ³ /h	MS-1	連続	約0.83*2	約250*3	◎	重要度
			格納容器雰囲気 ガスサンプリング 圧縮装置(1)	約2Nm ³ /h	高*4、重*5	一時	約1.4*6	約144*7		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

*4：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が1,900kPa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

*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

*6：ガスサンプリング冷却器胴側の最高使用圧力を示す

*7：ガスサンプリング冷却器伝熱管の最高使用温度を示す

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気圧縮装置について技術評価を実施する。

① 制御用空気圧縮装置

2.1 制御用空気圧縮装置全体構成

玄海3号炉の制御用空気圧縮機は、プラント通常運転時には1台が常時運転状態であり、外部電源喪失時及び安全注入時に自動起動（2台）する。

制御用空気圧縮機は大気を吸入し、2段階の圧縮により約0.7 MP aの圧縮空気を吐出する。

圧縮空気は、第1段圧縮（低圧側）後に制御用空気圧縮機インタークーラ、第2段圧縮（高圧側）後に制御用空気圧縮機アフタークーラで冷却し、制御用空気ドレンセパレータでドレン水を分離後、制御用空気だめに貯蔵される。

制御用空気だめに貯蔵された圧縮空気は、制御用空気除湿装置に送られ、乾燥した制御用空気となる。

制御用空気除湿装置から出た制御用空気は、制御用空気除湿装置アフターフィルタでろ過後に制御用空気系統に送られ、空気作動弁等に供給される。

制御用空気圧縮装置の全体構成図を図2.1-1に示す。

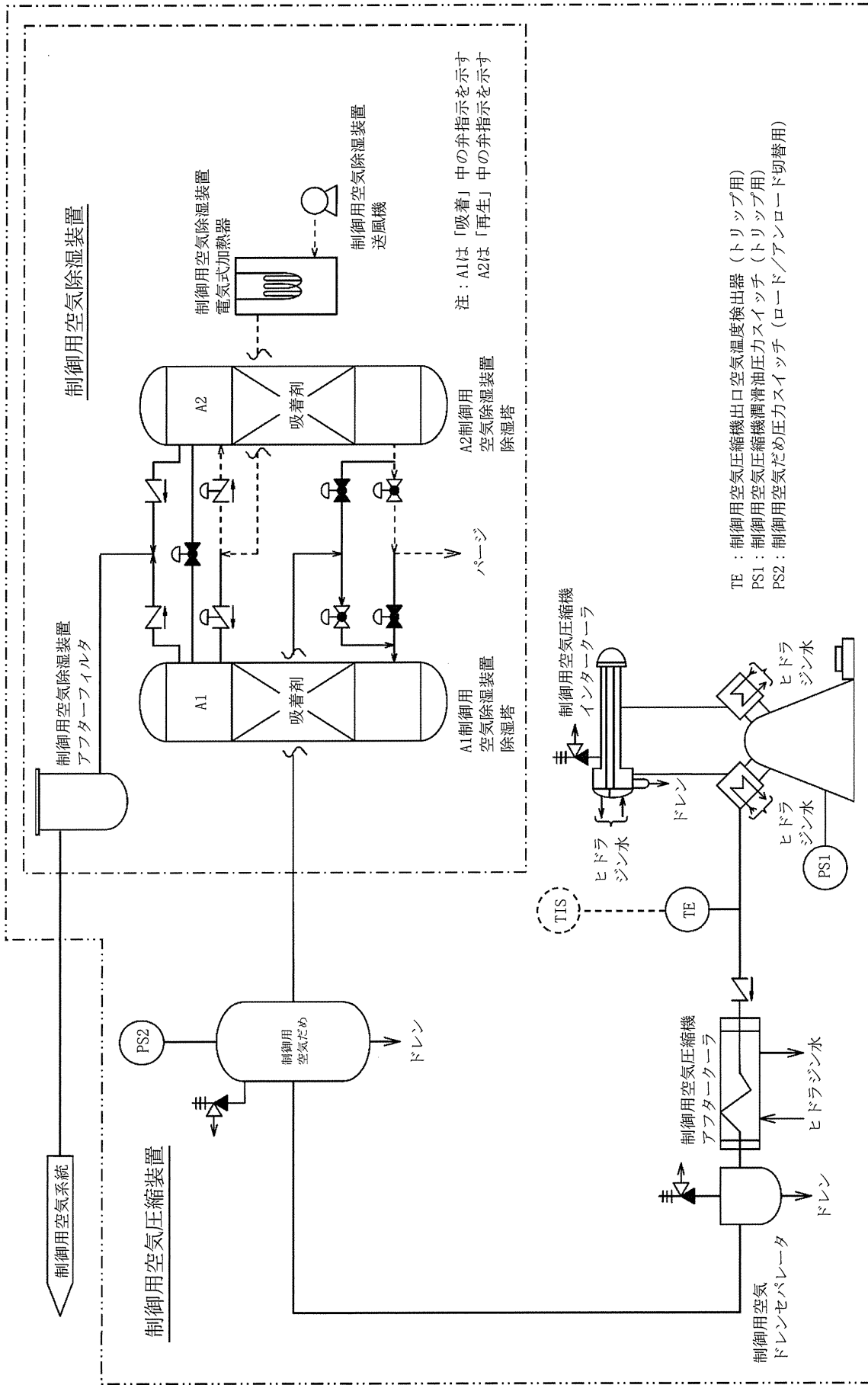


図2.1-1 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置 全体構成図

2.2 構造、材料及び使用条件

2.2.1 制御用空気圧縮機

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気圧縮機は往復式2段圧縮であり、低圧側及び高圧側はシリンダ直径等の寸法は異なるが、同一の構造・材料を使用している。低圧側及び高圧側には、吸入弁と吐出弁が取付けられており、シリンダの中を往復するピストンの動作により吸入弁から空気（大気圧）が吸入され、圧縮された空気が吐出される。

ケーシング及びシリンダは鋳鉄であり、ピストンはアルミ合金鋳物で、主軸は低合金鋼である。

制御用空気圧縮機用電動機は、定格出力150kW、定格電圧440V、定格回転数1,770rpmの全閉屋内形三相誘導電動機（低圧用電動機）である。

電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受（ころがり）を備えている。

制御用空気圧縮機インタークーラは横置直管式であり、低圧側での圧縮により加熱された空気を冷却する。

伝熱管には銅合金、胴板には炭素鋼を使用しており、それぞれヒドラジン水（防錆剤注入水）、空気に接している。

制御用空気圧縮機アフタークーラは横置直管式であり、高圧側での圧縮により加熱された空気を冷却する。

伝熱管には銅合金、胴板には炭素鋼を使用しており、それぞれヒドラジン水（防錆剤注入水）、空気に接している。

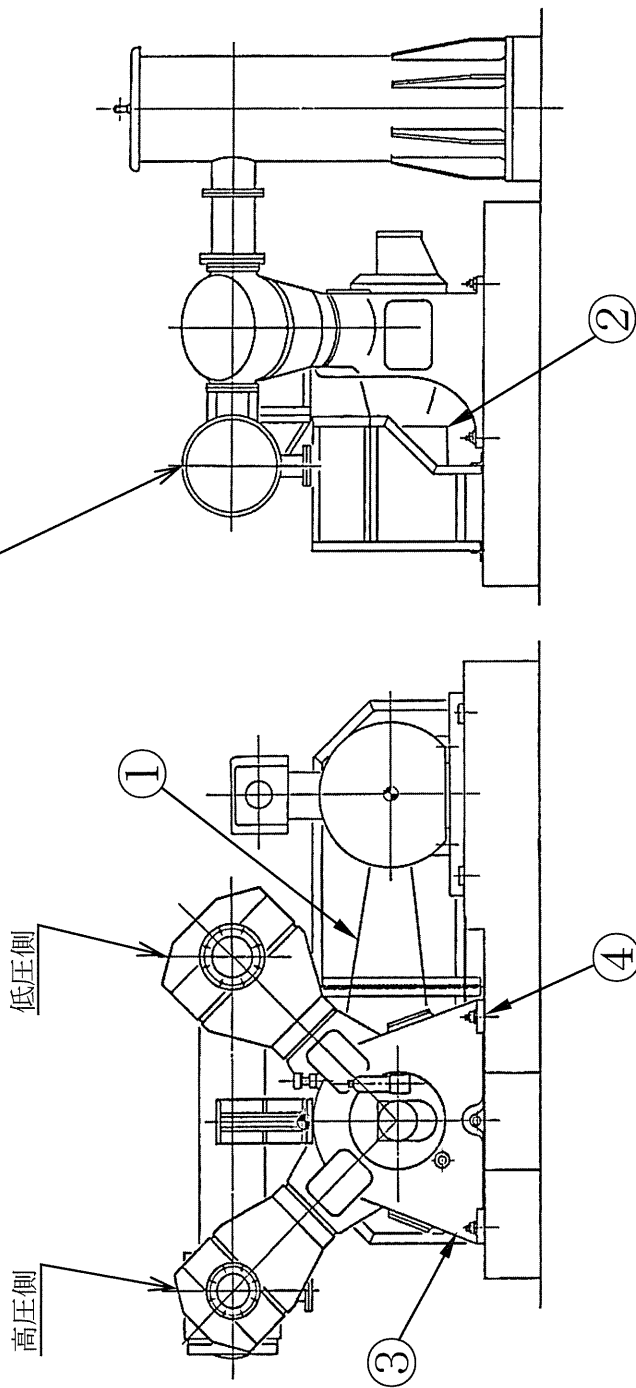
制御用空気ドレンセパレータは炭素鋼製のたて置円筒形であり、圧縮空気を冷却した時に生じるドレン水を除去する。

制御用空気圧縮機の構成機器の外形図及び構造図を図2.2-1～図2.2-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

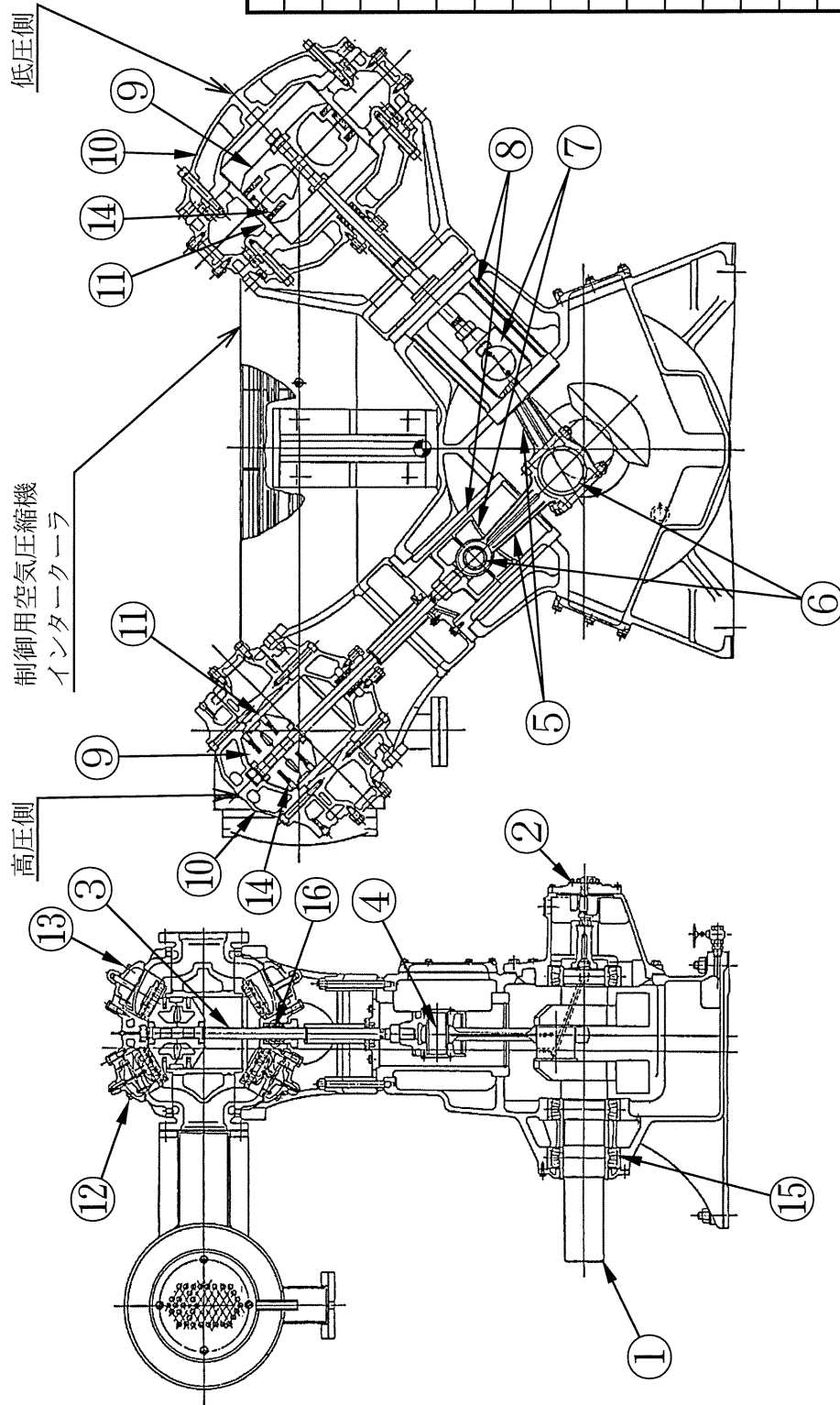
玄海3号炉の制御用空気圧縮機の構成機器の使用材料及び使用条件を表2.2-1及び表2.2-2に示す。

制御用空気圧縮機インタークーラ



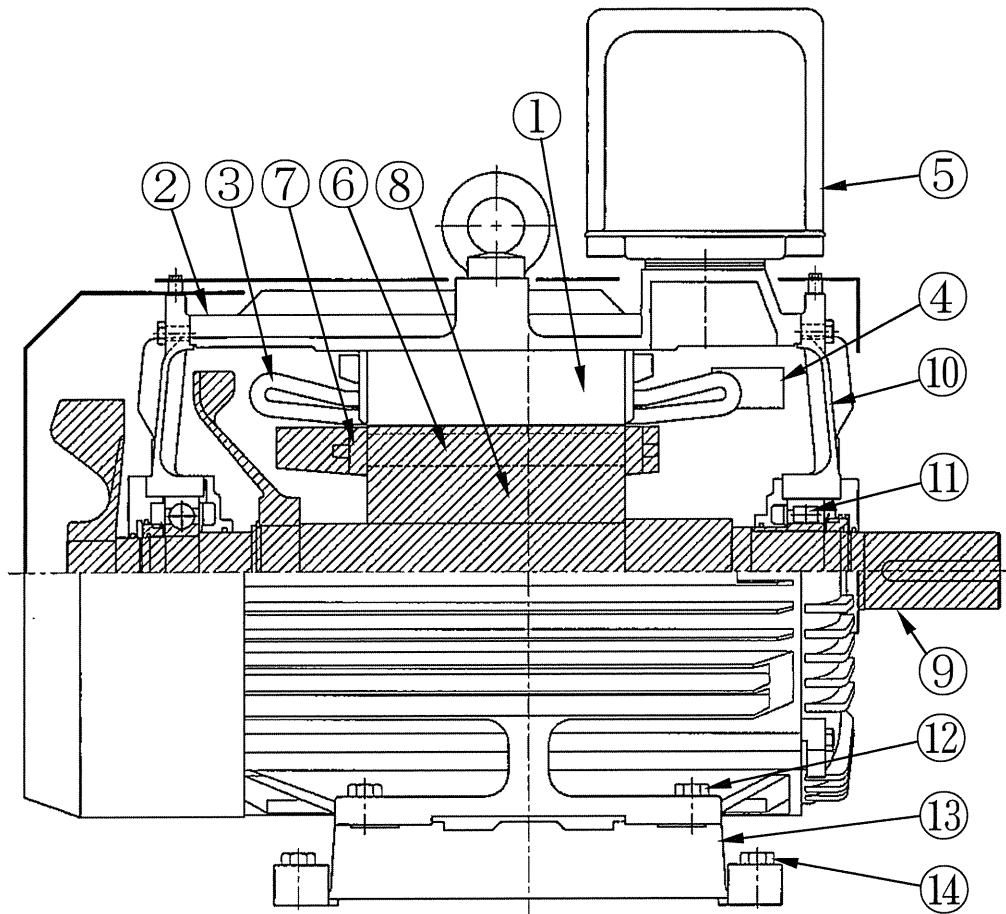
No.	部 位
①	Vベルト
②	Vプーリ
③	ケーシング
④	基礎ボルト

図2.2-1 玄海3号炉 制御用空気圧縮機外形図



No.	部 位
①	主 軸
②	油ポンプ歯車
③	ピストンロッド
④	リストピン
⑤	連接棒
⑥	連接棒メタル
⑦	クロスヘッド
⑧	クロスヘッドガイド
⑨	ピストン
⑩	シリンダ
⑪	シリンダライナ
⑫	吸入弁
⑬	吐出弁
⑭	ピストンリング
⑮	軸受 (ころがり)
⑯	グラインドパッキン

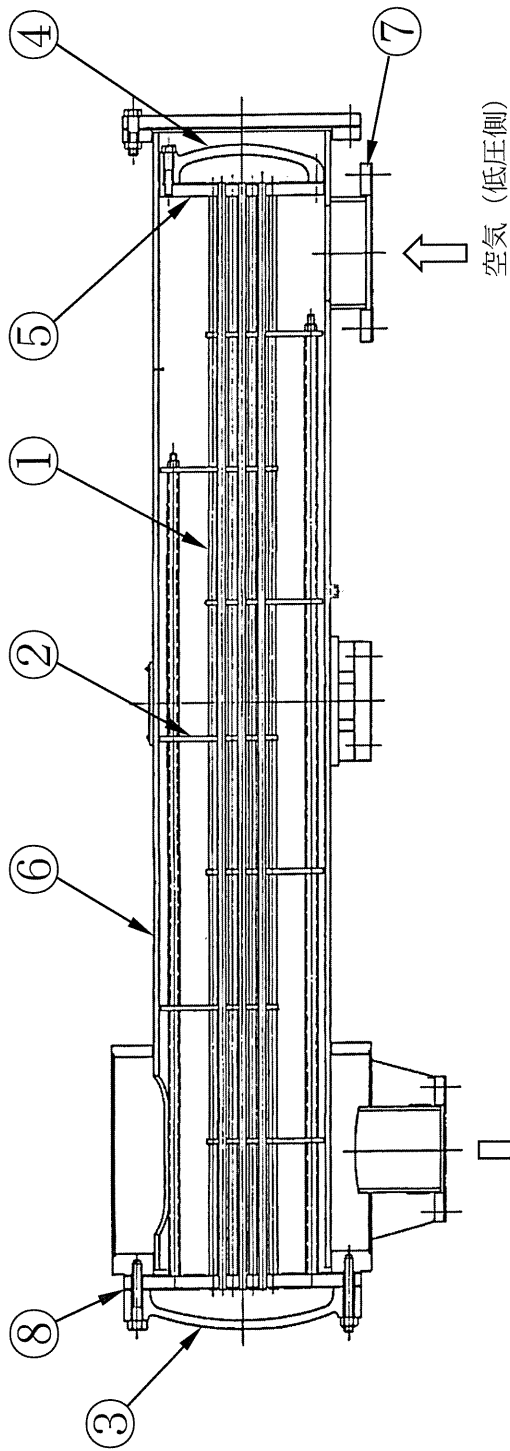
図2.2-2 玄海3号炉 制御用空気圧縮機構造図



注：斜線部が回転部を示す

No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線
⑤	端子箱
⑥	回転子棒
⑦	エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受（ころがり）
⑫	取付ボルト
⑬	台 板
⑭	基礎ボルト

図2.2-3 玄海3号炉 制御用空気圧縮機用電動機構造図



空気 (低圧側)

空気 (高圧側)

ヒドラジン水

ヒドラジン水

No.	部 位
①	伝 熱 管
②	邪 魔 板
③	メインプレートトカバー
④	フローティングプレートトカバー
⑤	管 板
⑥	胴 板
⑦	フランジ
⑧	ガスケット

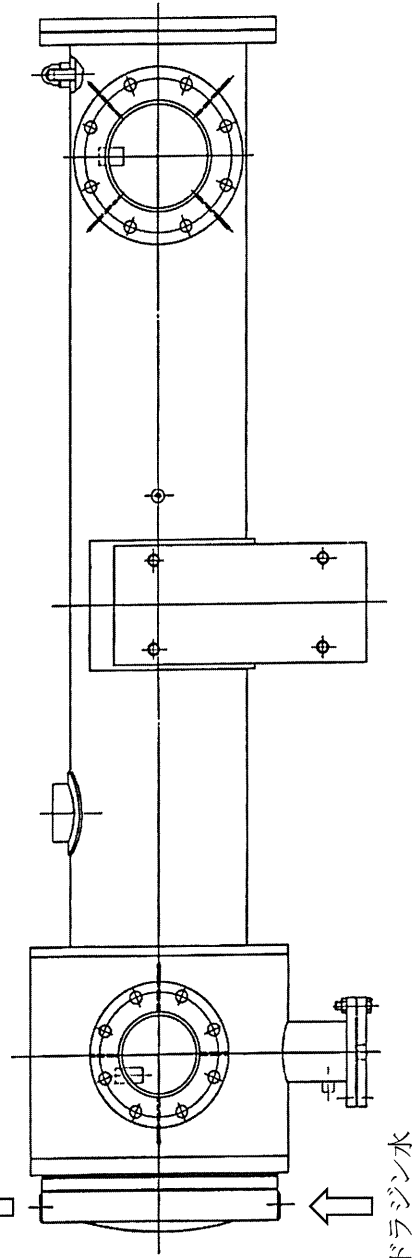
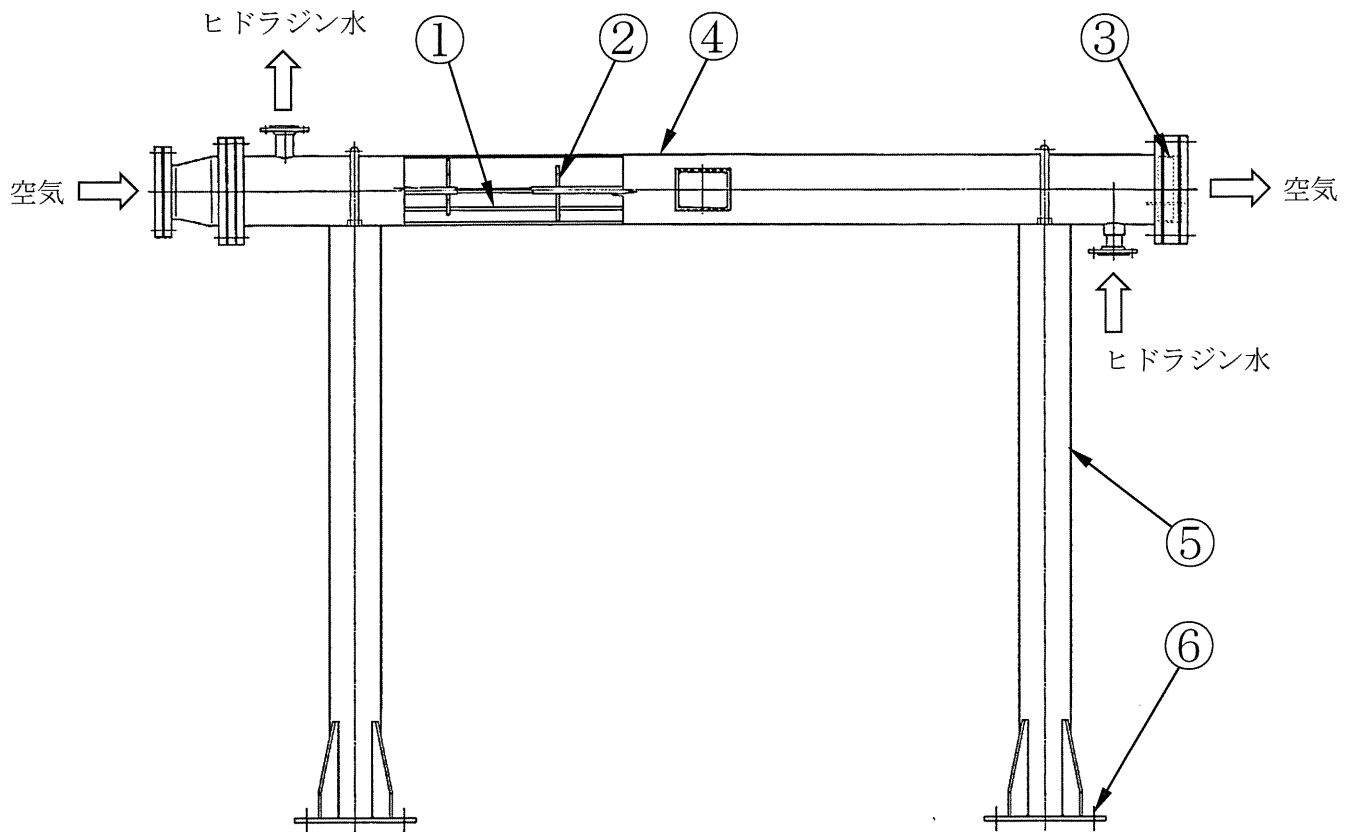
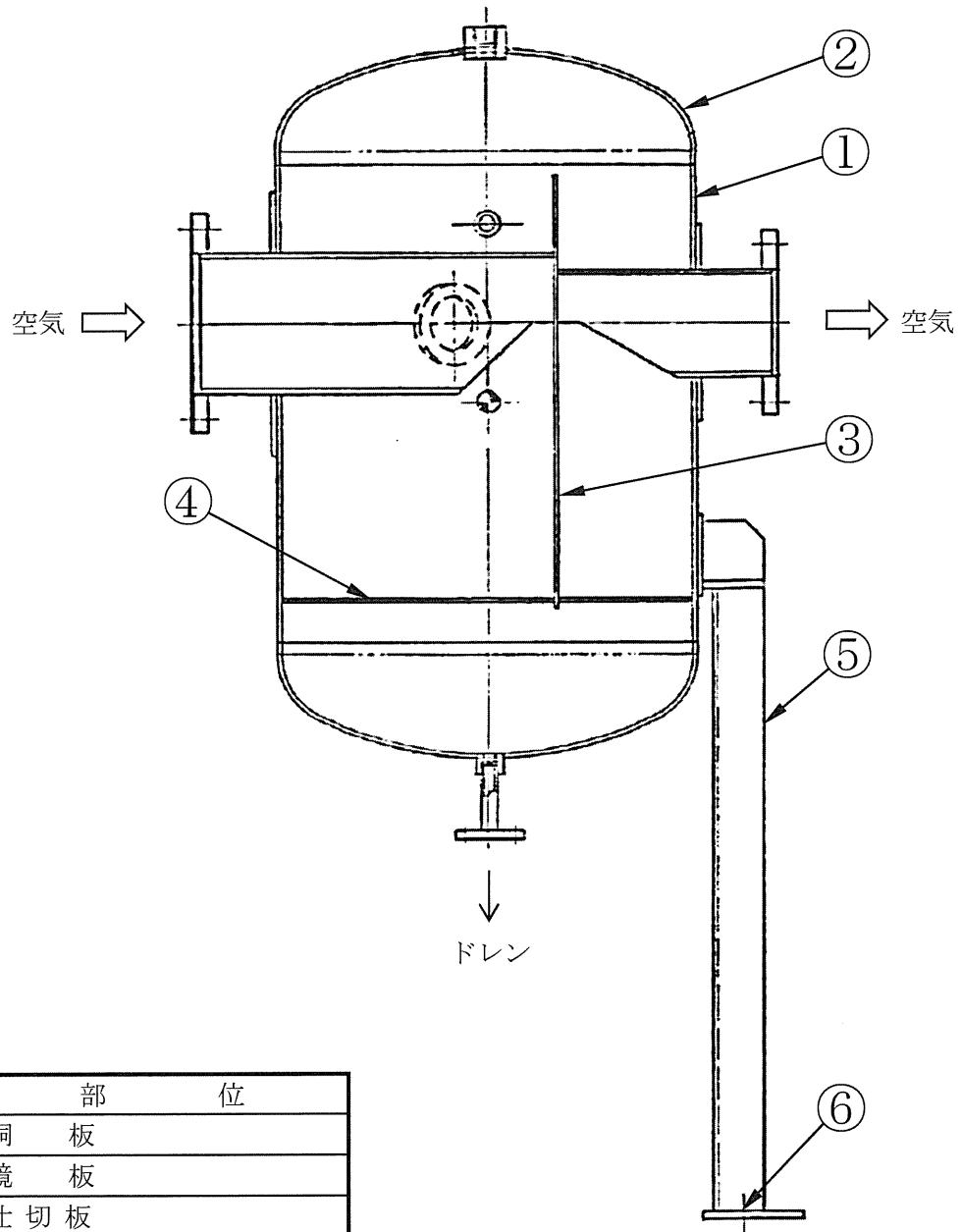


図2.2-4 玄海3号炉 制御用空気圧縮機インタークーラ構造図



No.	部 位
①	伝熱管
②	管支持板
③	管板
④	胴板
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

図2.2-5 玄海3号炉 制御用空気圧縮機アフタークーラ構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	仕 切 板
④	多 孔 板
⑤	支 持 脚
⑥	基 礎 ボ ル ト

図2.2-6 玄海3号炉 制御用空気ドレンセパレータ構造図

表2. 2-1 (1/2) 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気圧縮機	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	主 軸	低合金鋼
	油ポンプ歯車	炭 素 鋼
	ピストンロッド	低合金鋼 (クロムメッキ)
	リストピン	低合金鋼
	連 接 棒	炭 素 鋼
	接続棒メタル	消耗品・定期取替品
	クロスヘッド	鋳 鉄
	クロスヘッドガイド	鋳 鉄
	ピストン	アルミ合金鋳物
	シリンダ	鋳 鉄
	シリンダライナ	鋳 鉄 (クロムメッキ)
	吸 入 弁	消耗品・定期取替品
	吐 出 弁	消耗品・定期取替品
	ピストンリング	消耗品・定期取替品
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	グランドパッキン	消耗品・定期取替品
	ケーシング	鋳 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 用電動機	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)
	口 出 線	銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)
	端 子 箱	炭 素 鋼
	回転子棒	アルミニウム
	エンドリング	アルミニウム

表2.2-1(2/2) 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気圧縮機 用電動機	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鑄 鉄
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	鑄 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 インタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	邪 魔 板	炭 素 鋼
	メインプレートカバー	鑄 鉄
	フローティングプレートカバー	鑄 鉄
	管 板	炭 素 鋼
	胴 板	炭 素 鋼
	フランジ	炭 素 鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	管支持板	フェノール樹脂
	管 板	銅 合 金
	胴 板	炭 素 鋼
	支 持 脚	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気ドレン セパレータ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	仕 切 板	炭 素 鋼
	多 孔 板	炭 素 鋼
	支 持 脚	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-2 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の使用条件

制御用空気圧縮機	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約200℃	
	定格容量	約1,260Nm ³ /h	
	内部流体	空気	
制御用空気圧縮機 用電動機	定格出力	150kW	
	周囲温度	約40℃*1	
	定格電圧	440V	
	定格回転数	1,770rpm	
制御用空気圧縮機 インタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約1.37MPa [gage]	(胴側) 約0.44MPa[gage]
	最高使用温度	(管側) 約95℃	(胴側) 約200℃
	内部流体	(管側) ヒドラジン水	(胴側) 空気
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約0.83MPa[gage]	(胴側) 約1.37MPa[gage]
	最高使用温度	(管側) 約200℃	(胴側) 約95℃
	内部流体	(管側) 空気	(胴側) ヒドラジン水
制御用空気ドレン セパレータ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約50℃	
	内部流体	空気	

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.2 制御用空気だめ

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気だめは炭素鋼のたて置円筒形であり、圧縮空気を貯蔵する。

玄海3号炉の制御用空気だめの構造図を図2.2-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気だめの使用材料及び使用条件を表2.2-3及び表2.2-4に示す。

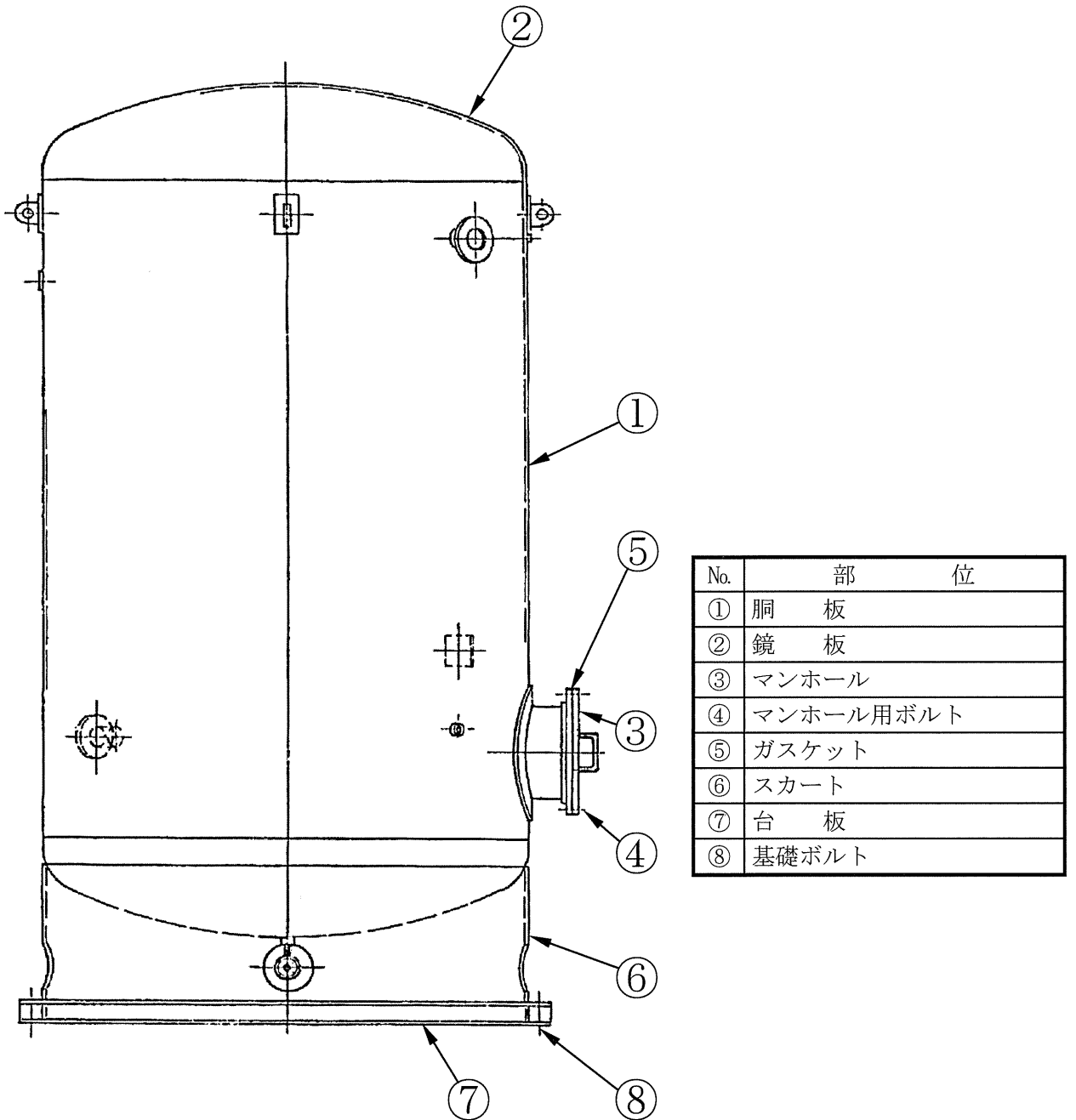


図2.2-7 玄海3号炉 制御用空気だめ構造図

表2.2-3 玄海3号炉 制御用空気だめの主要部位の使用材料

部 位		材 料
制御用空気だめ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	マンホール	炭 素 鋼
	マンホール用ボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	スカート	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-4 玄海3号炉 制御用空気だめの使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	空 気

2.2.3 制御用空気除湿装置

(1) 構造

玄海3号炉制御用空気除湿装置は、吸着剤を充填した除湿塔2塔を備え、装置内の空気作動弁が自動的に切り替わることで、「吸着」と「再生」工程を両塔交互に行い、圧縮空気を連続して乾燥する構造である。

「再生」工程は「加熱」と「冷却」モードに分けられ、「加熱」モードでは制御用空気除湿装置送風機で圧送された外気を制御用空気除湿装置電気式加熱器で加熱させ、高温空気を再生側の制御用空気除湿装置除湿塔に送り、水分を含んだ吸着剤を加熱し、吸着された水分を水蒸気状にして加熱空気とともに機外へ排出する。また、「冷却」モードでは冷却弁が開き「吸着」工程中の制御用空気除湿装置除湿塔の乾燥空気の一部を使用して「加熱」モードで熱くなった吸着剤を冷却し、次回の「吸着」工程に備える。

この一連の「再生」工程を行っている間、もう一方の塔では連続して空気を乾燥する「吸着」工程を行っている。

「吸着」工程は約8時間であり、一方「再生」工程の「加熱」モードと「冷却」モードは、それぞれ約4時間で自動的にタイマー運転される。

制御用空気除湿装置除湿塔、制御用空気除湿装置電気式加熱器（ヒータ除く）、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置アフターフィルタには鋳鉄、炭素鋼及び低合金鋼を使用している。

制御用空気除湿装置送風機用電動機は、定格出力7.5kW、定格電圧440V、定格回転数1,740rpmの全閉屋内形三相誘導電動機（低圧用電動機）である。

電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受（ころがり）を備えている。

制御用空気除湿装置の構成機器の構造図を図2.2-8～図2.2-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気除湿装置の使用材料及び使用条件を表2.2-5及び表2.2-6に示す。

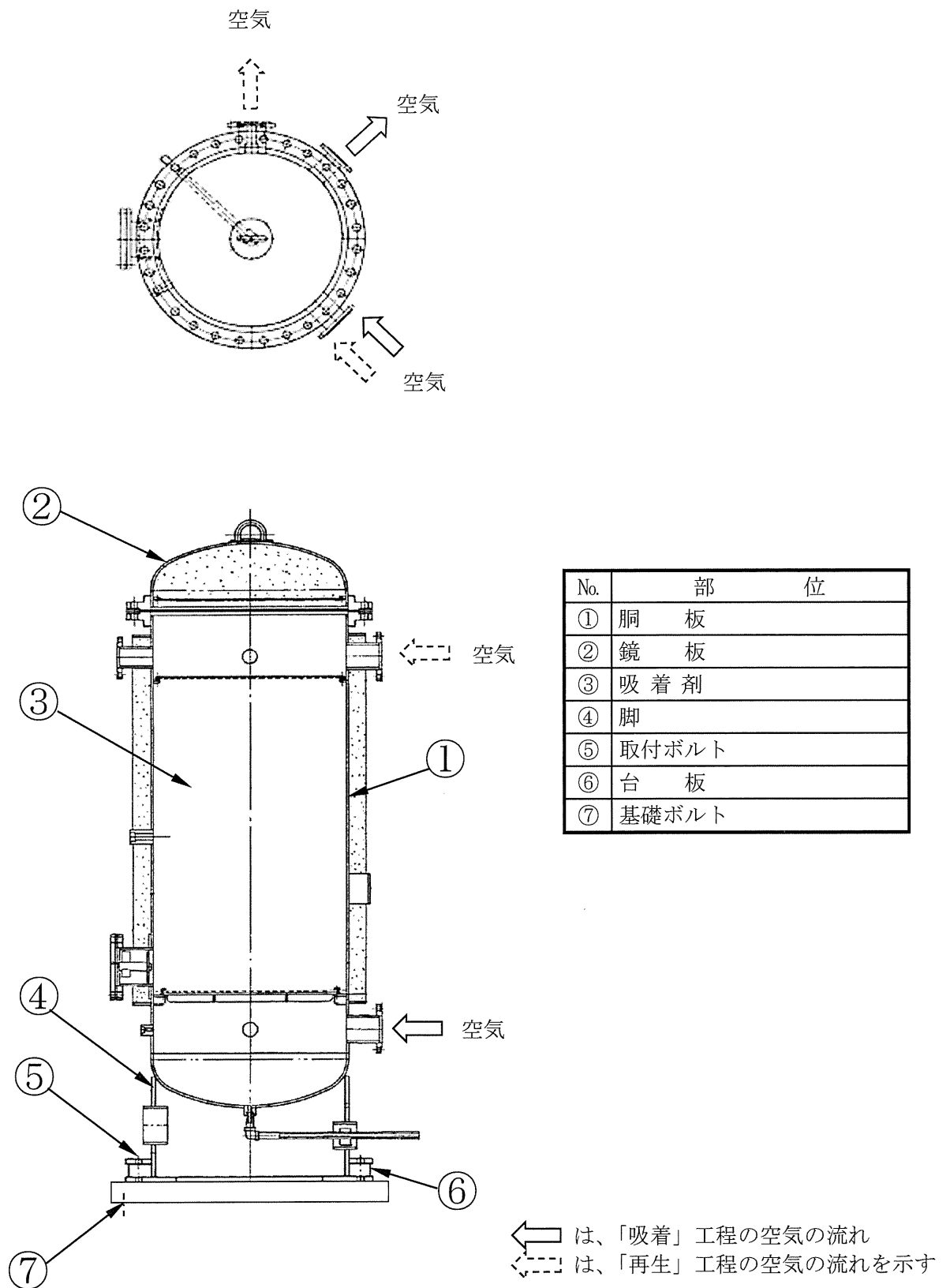
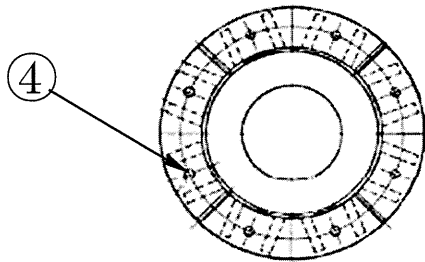
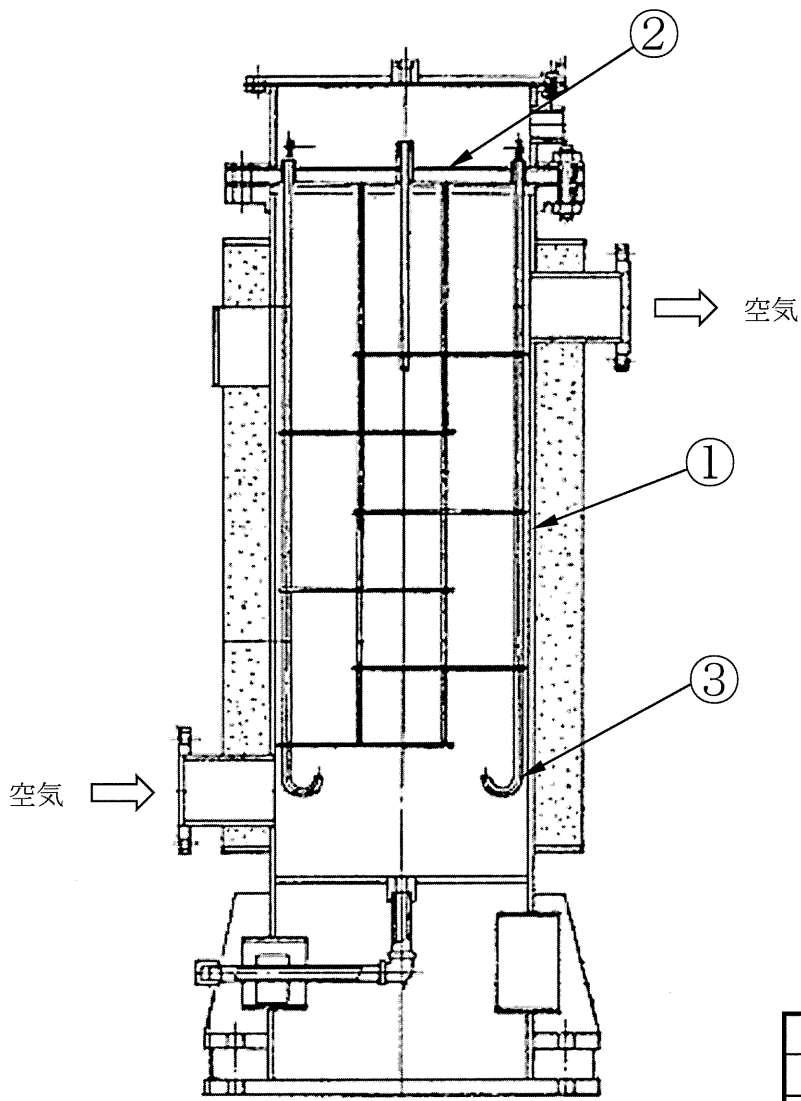
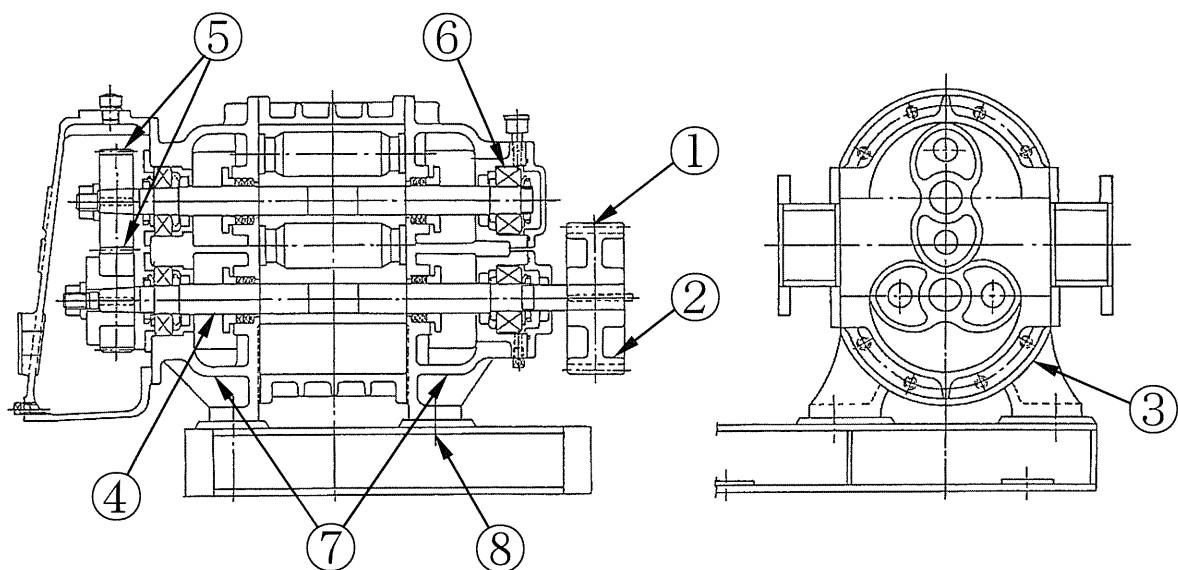


図2.2-8 玄海3号炉 制御用空気除湿装置除湿塔構造図



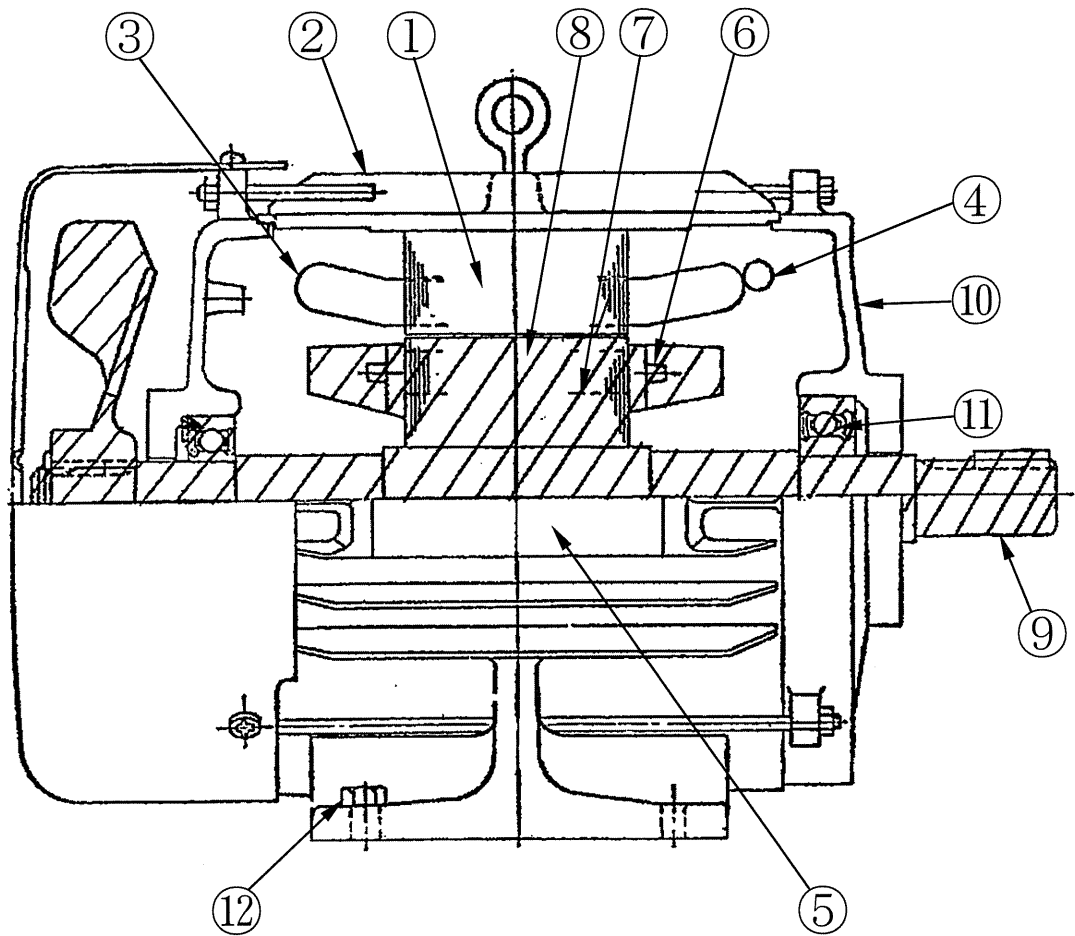
No.	部 位
①	胴 板
②	管 板
③	ヒ ー タ
④	取付ボルト

図2.2-9 玄海3号炉 制御用空気除湿装置電気式加熱器構造図



No.	部 位
①	Vベルト
②	Vプーリ
③	ケーシング
④	主 軸
⑤	歯 車
⑥	軸受 (ころがり)
⑦	サイドフレーム
⑧	取付ボルト

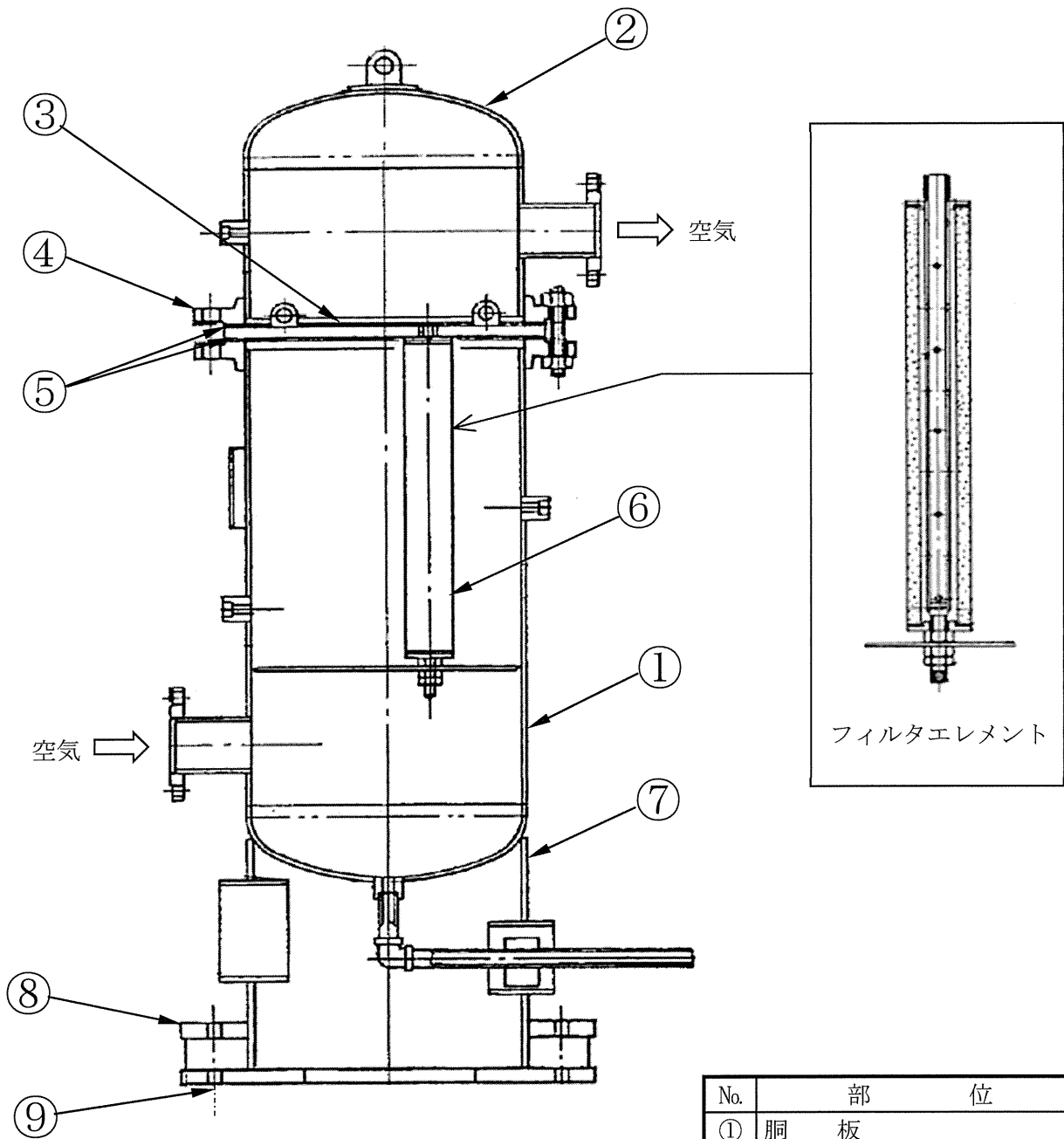
図2.2-10 玄海3号炉 制御用空気除湿装置送風機構造図



注：斜線部が回転部を示す

No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線・接続部品
⑤	端子箱
⑥	エンドリング
⑦	回転子棒
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受（ころがり）
⑫	取付ボルト

図2.2-11 玄海3号炉 制御用空気除湿装置送風機用電動機構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	管 板
④	胴フランジ
⑤	ガスケット
⑥	フィルタエレメント
⑦	スカート
⑧	ベースプレート
⑨	取付ボルト

図2.2-12 玄海3号炉 制御用空気除湿装置アフターフィルタ構造図

表2.2-5(1/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気除湿装置 除湿塔	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	吸 着 剤	消耗品・定期取替品
	脚	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気除湿装置 電気式加熱器	胴 板	炭 素 鋼
	管 板	炭 素 鋼
	ヒ ー タ	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2.2-5(2/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気除湿装置 送風機	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	ケーシング	鋳 鉄
	主 軸	炭 素 鋼
	歯 車	低合金鋼
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	サイドフレーム	鋳 鉄
	取付ボルト	炭 素 鋼
制御用空気除湿装置 送風機用電動機	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、ポリエステルフィルム ポリエステル樹脂等（F種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、エチレンプロピレンゴム （F種絶縁）
	端 子 箱	炭 素 鋼
	エンドリング	アルミニウム
	回転子棒	アルミニウム
	回転子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2. 2-5(3/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部 位		材 料
制御用空気除湿装置 アフターフィルタ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	管 板	炭 素 鋼
	胴フランジ	炭 素 鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	フィルタエレメント	消耗品・定期取替品
	スカート	炭 素 鋼
	ベースプレート	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2.2-6 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の使用条件

制御用空気除湿装置 除湿塔	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約250℃
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 電気式加熱器	最高使用圧力	約0.05MPa[gage]
	最高使用温度	約300℃
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 送風機	定格容量	約9.2m ³ /min
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 送風機用電動機	定格出力	7.5kW
	周囲温度	約40℃*1
	定格電圧	440V
	定格回転数	1,740rpm
制御用空気除湿装置 アフターフィルタ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃
	内部流体	空気

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.4 制御用空気圧縮装置計器

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置計器は、圧縮機運転モードの自動切替や圧縮機異常時に自動停止させる目的で、制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器及び制御用空気だめ圧力スイッチを設置している。

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチは、制御用空気圧縮機の潤滑油圧力が異常に低下した場合に圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

制御用空気圧縮機出口空気温度検出器は、制御用空気圧縮機の出口空気温度が異常に上昇した場合に圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

制御用空気だめ圧力スイッチは、制御用空気だめ圧力が設定値に達した場合に圧縮機ロード／アンロード運転切替信号を発信する機能を有している。

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置計器の主要構成図を図2.2-13に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器及び制御用空気だめ圧力スイッチの使用材料及び使用条件を表2.2-7及び表2.2-8に示す。

表2.2-7 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器の主要部位の使用材料

部 位	材 料
制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機出口空気温度検出器	ステンレス鋼他
制御用空気だめ圧カスイッチ	消耗品・定期取替品

表2.2-8 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器の使用条件

設 置 場 所	原子炉周辺建屋
周 囲 温 度	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.5 制御用空気圧縮装置配管

(1) 構造

玄海3号炉制御用空気圧縮装置の配管は、母管及びフランジボルトで構成されている。

母管には炭素鋼を使用しており空気に接している。

また、各配管はフランジ又は溶接により他の配管及び機器に接続されている。

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置全体構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置配管の使用材料及び使用条件を表2.2-9及び表2.2-10に示す。

表2.2-9 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管の主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭 素 鋼
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.2-10 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約200℃*1 約 50℃*2 約 95℃*3
内 部 流 体	空 気

*1：制御用空気圧縮機アフタークーラ出口まで

*2：制御用空気圧縮機アフタークーラ出口より制御用空気除湿装置
除湿塔入口まで

*3：制御用空気除湿装置除湿塔出口より

2.3 経年劣化事象の抽出

2.3.1 機能達成に必要な項目

制御用空気圧縮装置の機能である空気の圧縮、乾燥、容量（空気流量）確保の機能を維持するためには、次の5つの項目が必要である。

- ① 空気の圧縮、容量（空気流量）の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持
- ④ 空気の乾燥
- ⑤ 駆動機能の確保

2.3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御用空気圧縮装置について、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、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.3-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.3-2で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機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り、機械的、熱的、電気的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.3.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.3-2で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) Vプーリの摩耗

制御用空気圧縮機及び制御用空気除湿装置送風機のVプーリは、Vベルトとの接触により摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時にVベルトの張力管理及びVプーリの目視確認を実施し、有意な摩耗がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(2) 制御用空気圧縮機等の外面からの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機等、制御用空気ドレンセパレータ、制御用空気だめ、制御用空気除湿装置及び配管は鋳鉄又は炭素鋼を使用しており、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(3) 主軸等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機及び制御用空気除湿装置送風機の主軸等は、低合金鋼、炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、油霧囲気下にあり、腐食が発生し難い環境にある。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 主軸、ピストンロッド等の摩耗

制御用空気圧縮機の主軸（連接棒メタルとの接触部）、ピストンロッド、リストピン、クロスヘッド及びクロスヘッドガイドについては、摺動部に摩耗が発生する可能性がある。

しかしながら、分解点検時に目視確認又は寸法計測を実施し、有意な摩耗がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) 主軸の摩耗

制御用空気圧縮機、制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の軸受はころがり軸受を使用しており、軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ、運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認又は寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(6) 主軸等の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機の主軸、ピストンロッド、連接棒、ピストン、制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の主軸には、運転時に発生する応力により、疲労が蓄積し、高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認又は浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(7) 歯車の摩耗

制御用空気圧縮機の油ポンプ及び制御用空気除湿装置送風機の歯車は、接触部があることから摩耗が想定される。

しかしながら、潤滑油を供給し摩耗を防止しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) シリンダ、シリンダライナ、インタークーラプレートカバー及びアフタークーラ胴板の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機のシリンダ、シリンダライナ、制御用空気圧縮機インタークーラのメインプレートカバー、フローティングプレートカバー及び制御用空気圧縮機アフタークーラ胴板は鋳鉄又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が発生し難い環境にある。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) シリンダライナの摩耗

制御用空気圧縮機のシリンダライナはピストンリングとの摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダライナは内面をクロムメッキし、摺動するピストンリングは、定期的に交換しており、シリンダライナに急激な摩耗が進展する可能性はないと考える。これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(10) シリンダライナ及びインタークーラ胴板等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機のシリンダライナ内面等、制御用空気圧縮機インタークーラ胴板等、制御用空気除湿装置電気式加熱器、アフターフィルタ内面等及び除湿塔出口以降の配管は鋳鉄、炭素鋼及び低合金鋼を使用しており、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は空気であり、内面の腐食が発生し難い環境にある。これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) フレーム、ブラケット、端子箱及び台板の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機のフレーム、ブラケット及び台板は鋳鉄、端子箱は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、分解点検等の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(13) 回転子棒・エンドリングの疲労割れ

回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、回転子棒・エンドリングはアルミ充てん式（一体形成）であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じることはなく、疲労割れは発生し難い構造である。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(14) 伝熱管の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機インタークーラ及び制御用空気圧縮機アフタークーラは管側又は胴側流体により、伝熱管に振動が発生した場合、管支持板部で伝熱管に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、共振を起こさない固有振動数となるような伝熱管支持スパンとしている。これまでに有意な割れがないことを確認しており、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認及び漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(15) 胴板等耐圧構成品の内面からの腐食（全面腐食）

制御用空気ドレンセパレータ、制御用空気だめ、制御用空気除湿装置除湿塔及び配管の湿り空気雰囲気中で炭素鋼を使用している部位は長期使用により腐食が想定される。

酸素含有水中における炭素鋼の腐食挙動が放物線則に従うとして、運転開始後60年間の腐食量を評価した。その結果、表2.3-1に示すとおり運転開始後60年時点での推定腐食量は、設計上の腐れ代に対して小さいことから、急激な腐食の進行により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。

また、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2.3-1 玄海3号炉 制御用空気だめ腐食評価結果

運転開始後60年時点 での推定腐食量	腐れ代
約8/21	

(16) フランジボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気だめのマンホール用ボルト及び制御用空気圧縮装置配管フランジボルトは、ガスケットからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。

しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(17) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機用電動機、制御用空気除湿装置送風機、制御用空気除湿装置除湿塔、制御用空気除湿装置電気式加熱器及び制御用空気除湿装置アフターフィルタの取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(18) 制御用空気圧縮機空気温度検出器の特性変化

空気温度検出器は長期間の使用に伴い、検出特性及び信号伝達特性の変化が想定される。

しかしながら、検出器は、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、また屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。

また、抵抗測定及び絶縁抵抗測定により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(19) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

2.3.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット、電動機軸受（ころがり）、吸着剤、吸入弁、吐出弁、Vベルト、ピストンリング、フィルタエレメント及びグランドパッキンは分解点検時に取り替えている消耗品であり、軸受（ころがり）、接続棒メタルは分解点検時の寸法計測により、ヒータは分解点検時の絶縁抵抗測定結果により取り替えている消耗品である。

また、制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ及び制御用空気だめ圧力スイッチは定期取替品である。

いずれも、長期使用はせず取替え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。

表2.3-2(2/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				摩 耗	腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
駆動機能の確保	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：絶縁低下 *2：高サイクル疲労割れ
	フレーム		鋳 鉄		△						
	固定子コイル		銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)							○*1	
	口 出 線		銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)							○*1	
	端 子 箱		炭 素 鋼		△						
	回転子棒		アルミニウム				△				
	エンドリング		アルミニウム				△				
	回転子コア		珪素鋼板		△						
	主 軸		炭 素 鋼	△			△*2				
	ブラケット		鋳 鉄		△						
	軸受 (ころがり)	◎	—								
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						
台 板		鋳 鉄		△							
基礎ボルト		炭 素 鋼		△							
機器の支持											

○：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)

表2.3-2(3/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化				
											△		△ ^{*1}
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	伝熱管		銅合金				△ ^{*1}						*1: 高サイクル疲労割れ
	邪魔板		炭素鋼		△								
	メインプレートカバナー		鉄 鑄		△(内面) △(外面)								
	フローティングプレートカバナー		鉄 鑄		△(内面) △(外面)								
	管 板		炭素鋼		△								
	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	フランジ		炭素鋼		△								
	ガスケット		◎	—									

△: 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2.3-2(4/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕 割 れ	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	伝熱管		銅合金				△*1					*1：高サイクル 疲労割れ
	制御用 空気圧縮機 アフタークーラ		フェノール樹脂									
	管板		銅合金									
	胴板		炭素鋼					△(内面) △(外面)				
	支持脚		炭素鋼					△				
	基礎ボルト		炭素鋼					△				
機器の支持												

△：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2.3-2(5/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
空気の乾燥	仕切板		炭素鋼		△							
	多孔板		炭素鋼		△							
機器の支持	支持脚		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）

表2.3-2(6/13) 玄海3号炉 制御用空気だめに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	マンホール		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	マンホール用ボルト		低合金鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	スカーツ		炭素鋼		△							
機器の支持	台 板		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）

表2.3-2(7/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)							
	鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)							
空気の乾燥	吸着剤	◎	-									
機器の支持	脚		炭 素 鋼		△							
	取付ボルト		炭 素 鋼		△							
	台 板		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）

表2.3-2(8/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				摩 耗	腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	管 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥	ヒ ー タ	◎	—								
機器の支持	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ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(9/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
空気の乾燥	Vベルト	◎	—								*1：軸受部 *2：高サイクル 疲労割れ
	Vプーリ		鑄 鉄	△							
	ケーシング		鑄 鉄	△							
	主 軸		炭 素 鋼	△ ^{*1}	△	△ ^{*2}					
	歯 車		低合金鋼	△	△						
	軸受(ころがり)	◎	—								
	サイドフレーム		鑄 鉄					△(内面) △(外面)			
機器の支持	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ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(11/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	アフター フィルタ		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	管 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
	胴フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)							
空気の乾燥	ガスケット	◎	—									
	フィルタエレメント	◎	—									
機器の支持	スカート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		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2.3-2(12/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
空気の圧縮、容量 (空気流量)の確保	制御用空気圧縮機潤滑油 圧力スイッチ	◎	—								
	制御用空気圧縮機出口空気 温度検出器		ステンレス 鋼他							△*1	
	制御用空気だめ圧カスイッチ	◎	—								

△：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2.3-2(13/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭 素 鋼		△ ^{*1} (内面) △ ^{*2} (内面) △(外面)						*1：制御用空気圧縮機～制御用空気除湿装置除湿塔 *2：制御用空気除湿装置除湿塔出口以降
	フランジボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：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）

2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.4.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の事象は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、絶縁低下に対する技術評価は、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

また、ヒートサイクル試験方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価を用いた供試体にはともに接続部品が含まれていることから、接続部品の運転に必要な絶縁耐力は、固定子コイル及び口出線の評価と同様と判断する。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する高経年化への対応は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応を参照のこと。

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になっていない機器への展開について検討した。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

① 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件（温度等）及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

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

2.3.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

3.2.1 フランジボルトの腐食（全面腐食）

格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置配管フランジボルトは、ガスケットからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。

しかしながら、定期的に見視確認を実施し、有意な摩耗がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.2 台座等の腐食（全面腐食）

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器、格納容器雰囲気ガスサンプル湿分分離器の台座、支持脚、埋込板及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.3 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

2.3.3の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

3.2.4 伝熱管及び胴管の腐食(流れ加速型腐食)

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管及び胴管は内部流体により、流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、伝熱管及び胴管は耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼を使用しており、流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.5 伝熱管の高サイクル疲労割れ

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器は内部流体により振動が発生した場合、伝熱管に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、構造上、伝熱管と接触する部位がなく、有意な振動が発生する可能性はない。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.6 伝熱管の応力腐食割れ

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管はステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、内部流体は空気であり、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.7 伝熱管及び胴管のスケール付着

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管及び胴管は流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、伝熱管の内部流体は空気、胴管の内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されていることから、スケール付着の可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3 燃料取扱設備

- 3.1 燃料取扱設備（クレーン関係）
- 3.2 燃料移送装置

本技術評価書は、玄海3号炉で使用されている燃料取扱設備の高経年化に係る技術評価についてまとめたものである。

玄海3号炉で使用されている燃料取扱設備は、クレーン関係及び装置関係に大きく分かれ、型式でグループ化すると2つのグループに分類されるため、本評価書においては、これら対象設備2種類についての技術評価を行う。

本評価書では、燃料取扱設備の型式を基に、以下の2つに分類している。

- 3.1 燃料取扱設備（クレーン関係）
- 3.2 燃料移送装置

3. 1 燃料取扱設備（クレーン関係）

[対象機器]

- ① 燃料取替クレーン
- ② 使用済燃料ピットクレーン

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	22
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	40
3. 代表機器以外への展開	44
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	44
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	46

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要な燃料取扱設備（クレーン関係）の主な仕様を表1-1に示す。

これらの燃料取扱設備（クレーン関係）を型式の観点からグループ化し、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

表1-1に示す燃料取扱設備（クレーン関係）について、同様の構造を有していることから、1つのグループにまとめられる。

1.2 代表機器の選定

使用条件として使用温度が高い燃料取替クレーンを代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 燃料取扱設備 (クレーン関係) の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準				選定	選定理由
		重要度*1	仕様 (容量×揚程)	運転	使用条件 使用温度		
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	燃料集合体1体分×約8.5m	1時	気中：約45℃ 水中：約41℃	◎	使用温度
	使用済燃料ピットクレーン (1)	PS-2	約19.6kN×約9.0m	1時	気中：約30℃ 水中：約41℃		

*1：機能は最上位の機能を示す

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燃料取扱設備（クレーン関係）について技術評価を実施する。

① 燃料取替クレーン

2.1 構造、材料及び使用条件

(1) 構造

玄海3号炉の燃料取替クレーンはトロリ上で操作を行う橋形クレーンであり、原子炉格納容器内での燃料交換に供される装置で、原子炉キャビティ上をまたいで設置されている。

走行レール上を走行するブリッジ、ブリッジ上を横行するトロリ、トロリ上に据付けたアップストラクチャ、マストチューブ、マストチューブ内に取り付けられた燃料集合体を取り扱うグリッパチューブ及びグリッパより構成される。

ブリッジの車輪は4輪で、うち2輪で駆動する構造である。また、車輪近傍には燃料取替クレーンの浮き上がり防止のため、走行レール頭部を抱き込む形状の転倒防止金具を設けている。制御設備は補助継電器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体、チャンネルベース及び取付ボルトから構成される。

玄海3号炉の燃料取替クレーンの構造を図2.1-1～図2.1-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の燃料取替クレーンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

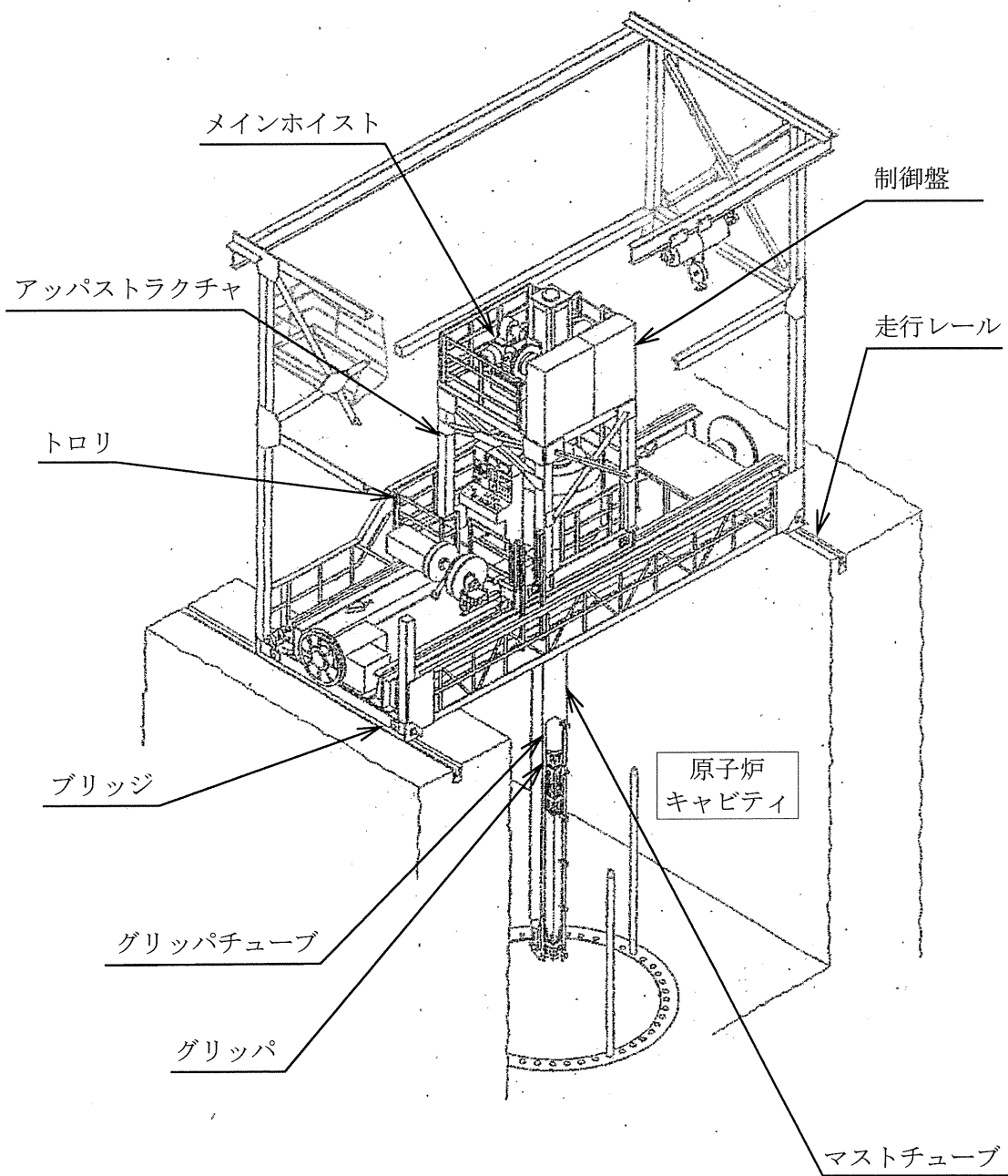
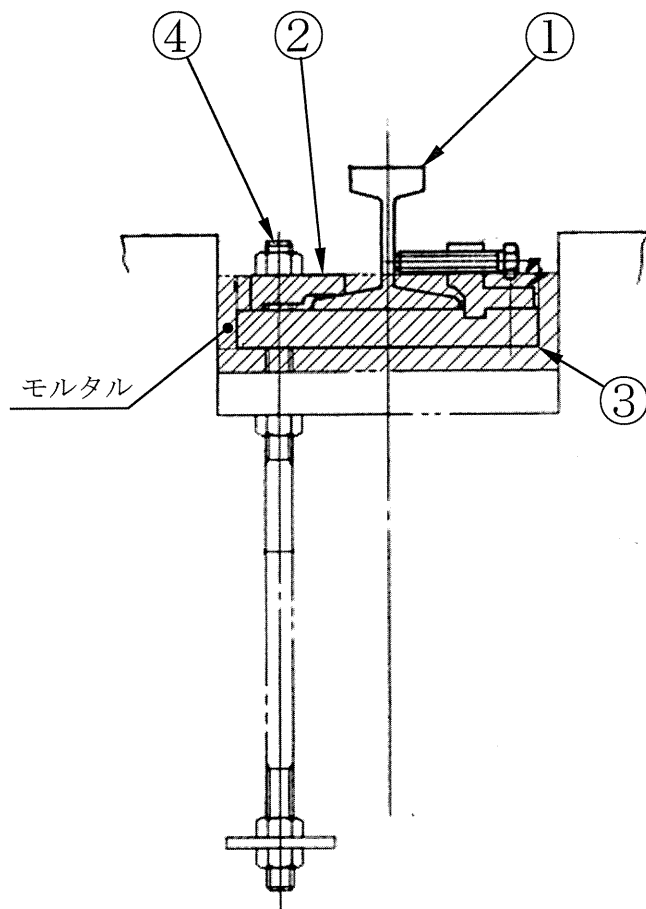
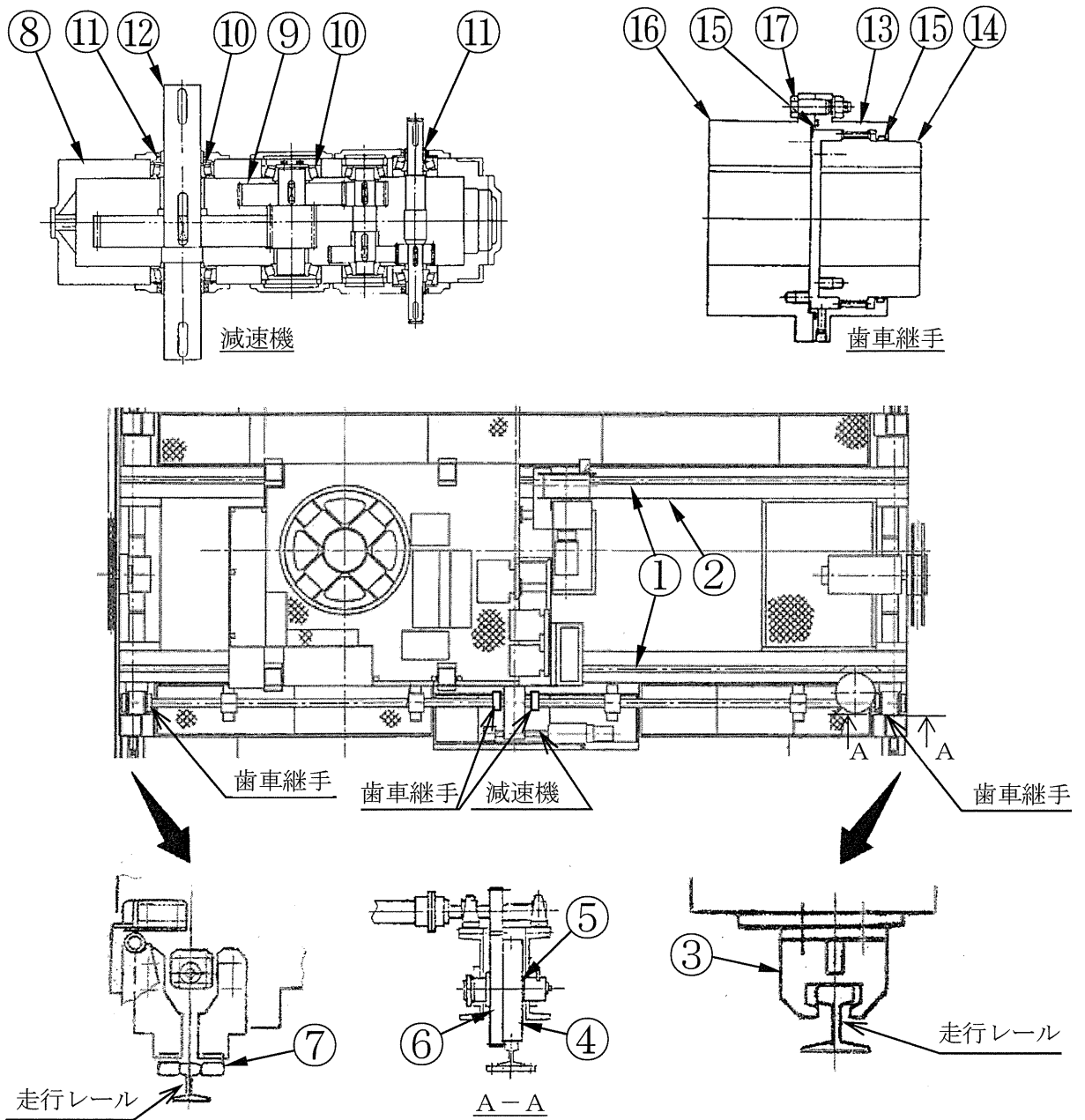


図2.1-1 玄海3号炉 燃料取替クレーン全体構成図



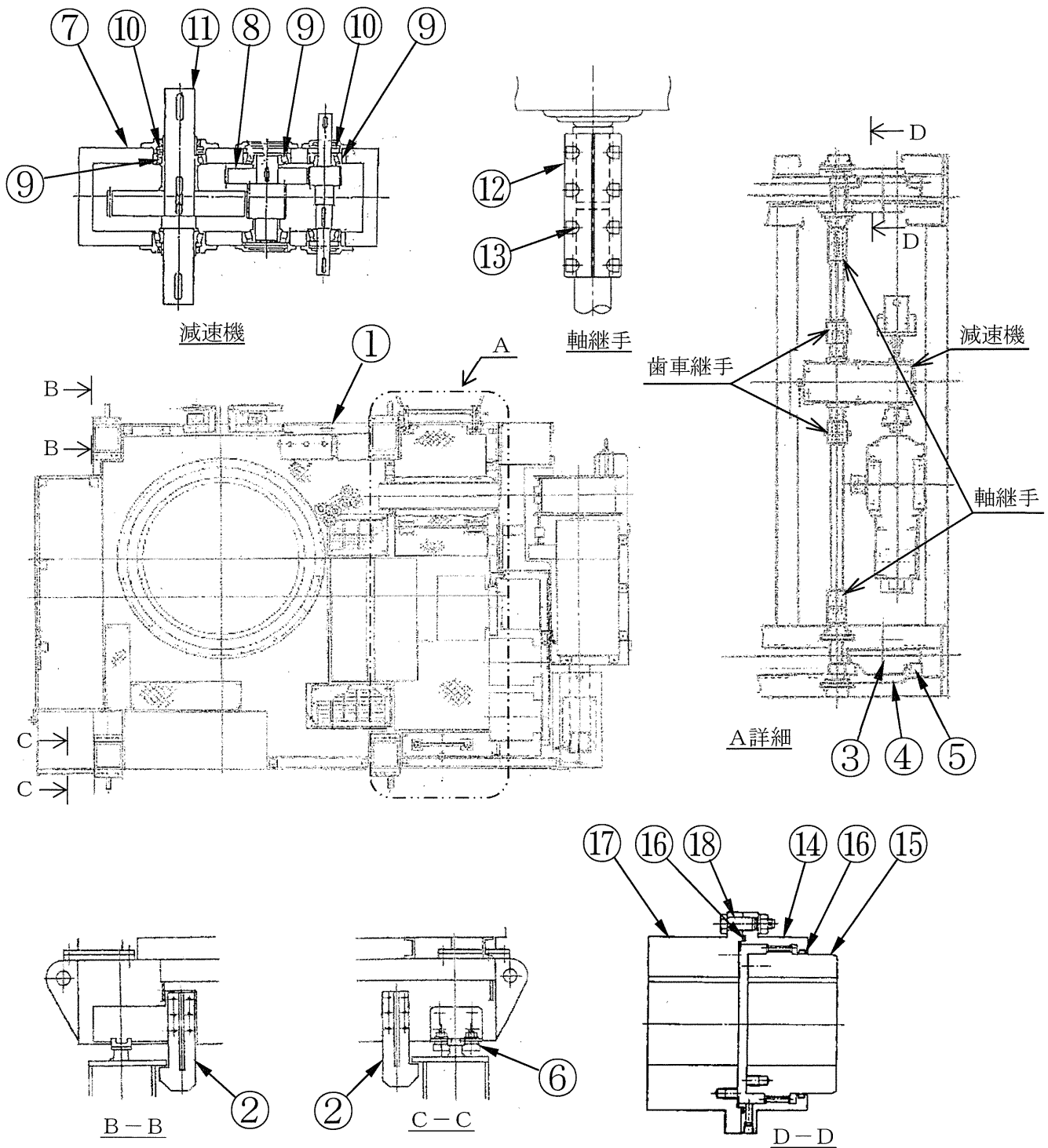
No.	部 位
①	走行レール
②	レール押さえ
③	埋込金物
④	基礎ボルト

図2.1-2 玄海3号炉 燃料取替クレーン 走行レール部構造図



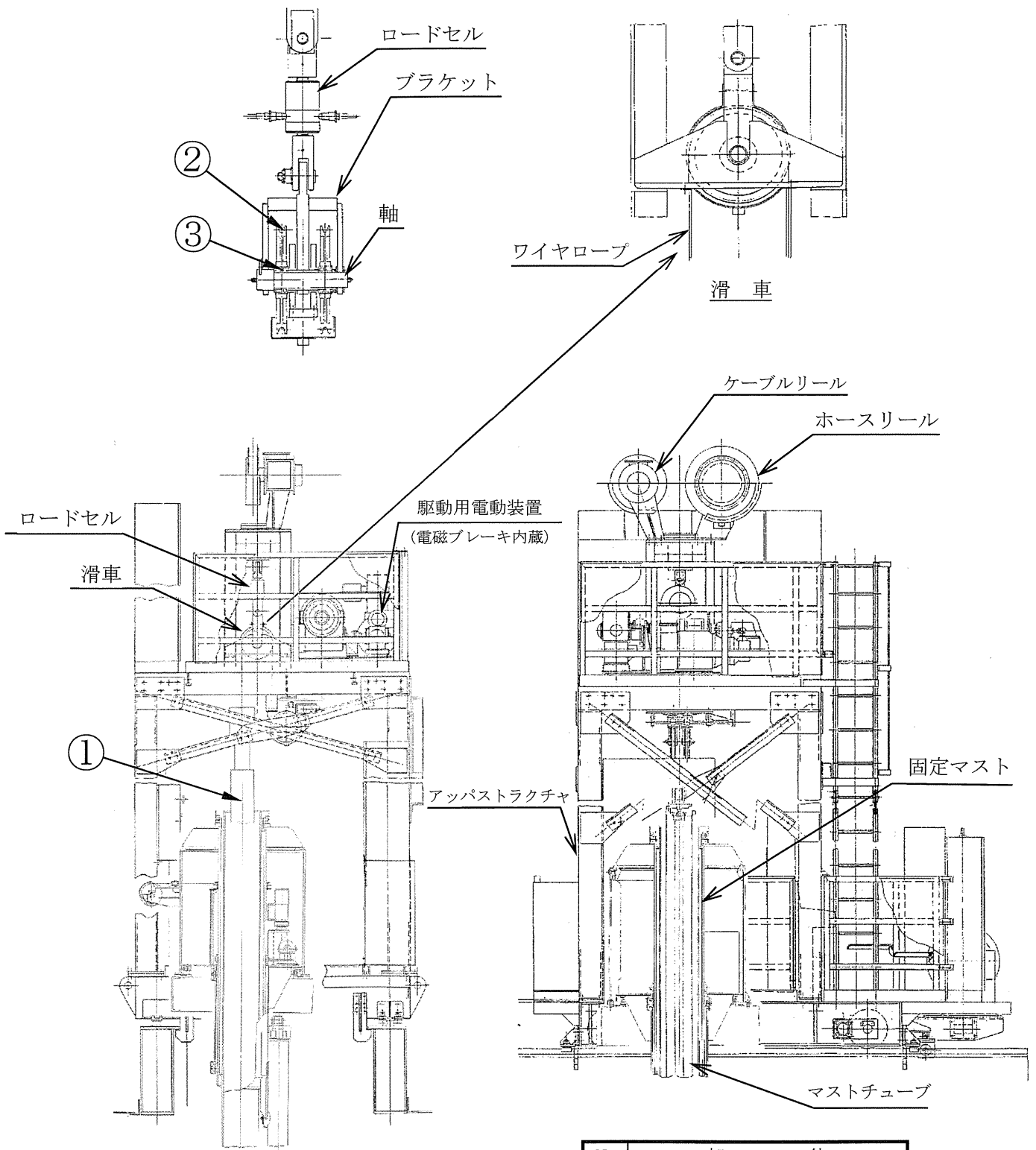
No.	部 位	No.	部 位
①	横行レール	⑩	軸受 (ころがり)
②	ブリッジガータ	⑪	オイルシール
③	転倒防止金具	⑫	軸
④	車 輪	⑬	スリーブ
⑤	車輪軸受 (ころがり)	⑭	ハ ブ
⑥	車輪部歯車	⑮	Ｏリング
⑦	ガイドローラ	⑯	フランジ
⑧	ケーシング	⑰	六角ボルト
⑨	歯 車		

図2.1-3 玄海3号炉 燃料取替クレーン ブリッジ構造図



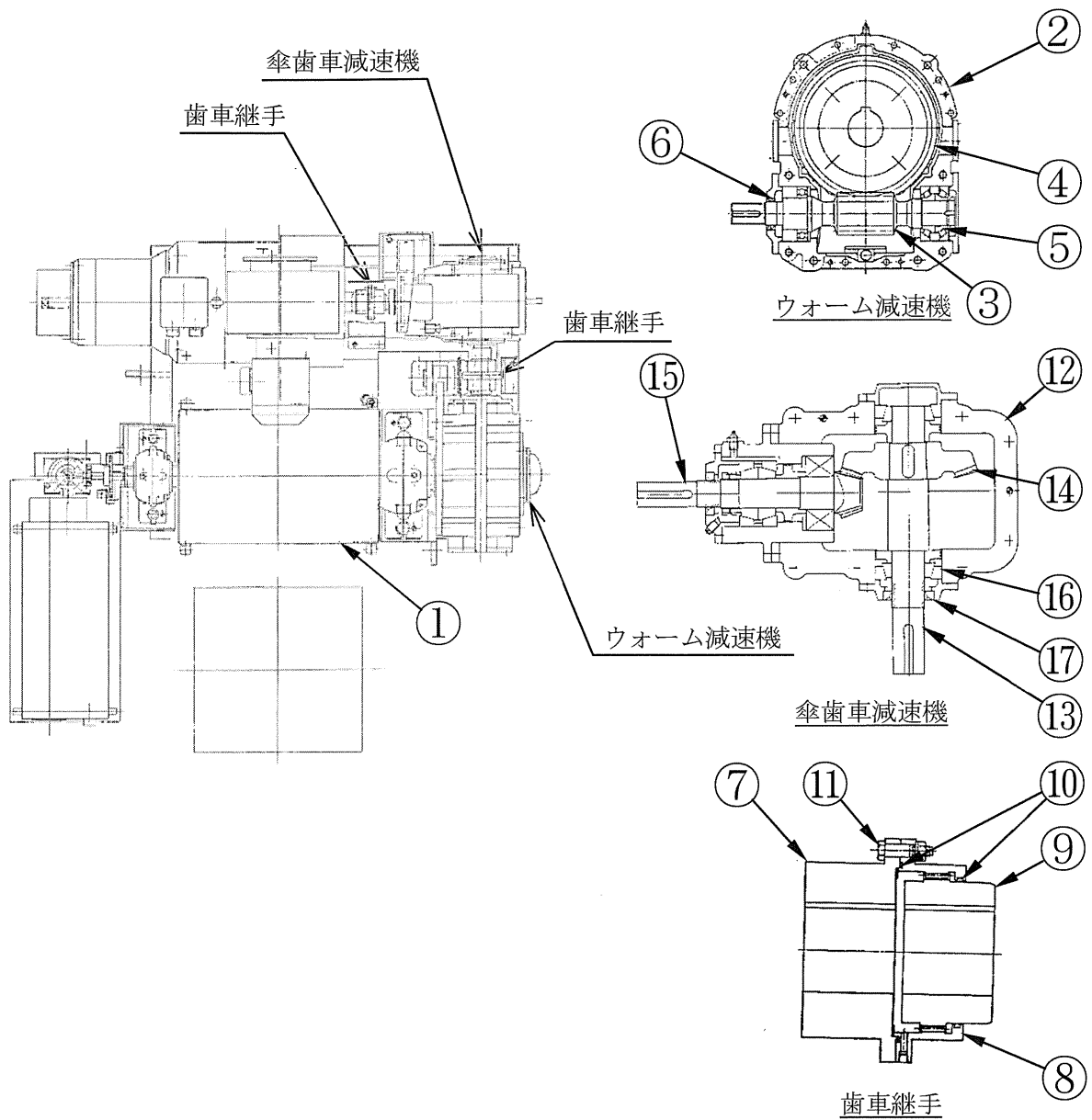
No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	トロリ架台	⑦	ケーシング	⑬	六角穴付ボルト
②	転倒防止金具	⑧	歯 車	⑭	スリーブ
③	車 輪	⑨	軸受 (ころがり)	⑮	ハ プ
④	車輪軸受 (ころがり)	⑩	オイルシール	⑯	Ｏリング
⑤	車輪部歯車	⑪	軸	⑰	フランジ
⑥	ガイドローラ	⑫	ボ デ ィ	⑱	六角ボルト

図2.1-4 玄海3号炉 燃料取替クレーン トロリ構造図



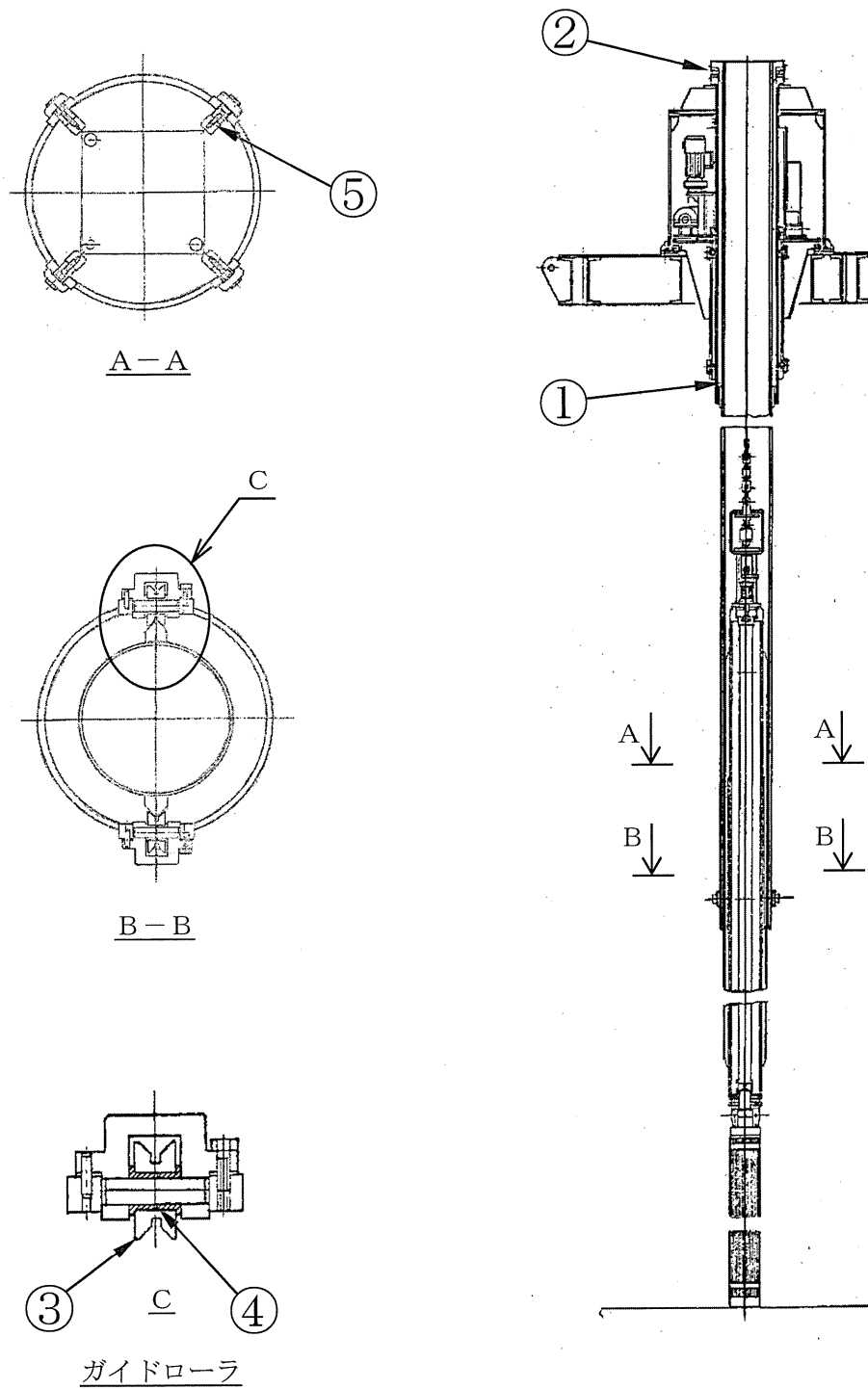
No.	部 位
①	ワイヤロープ
②	シーブ
③	軸受 (ころがり)

図2.1-5 玄海3号炉 燃料取替クレーン アップストラクチャ構造図



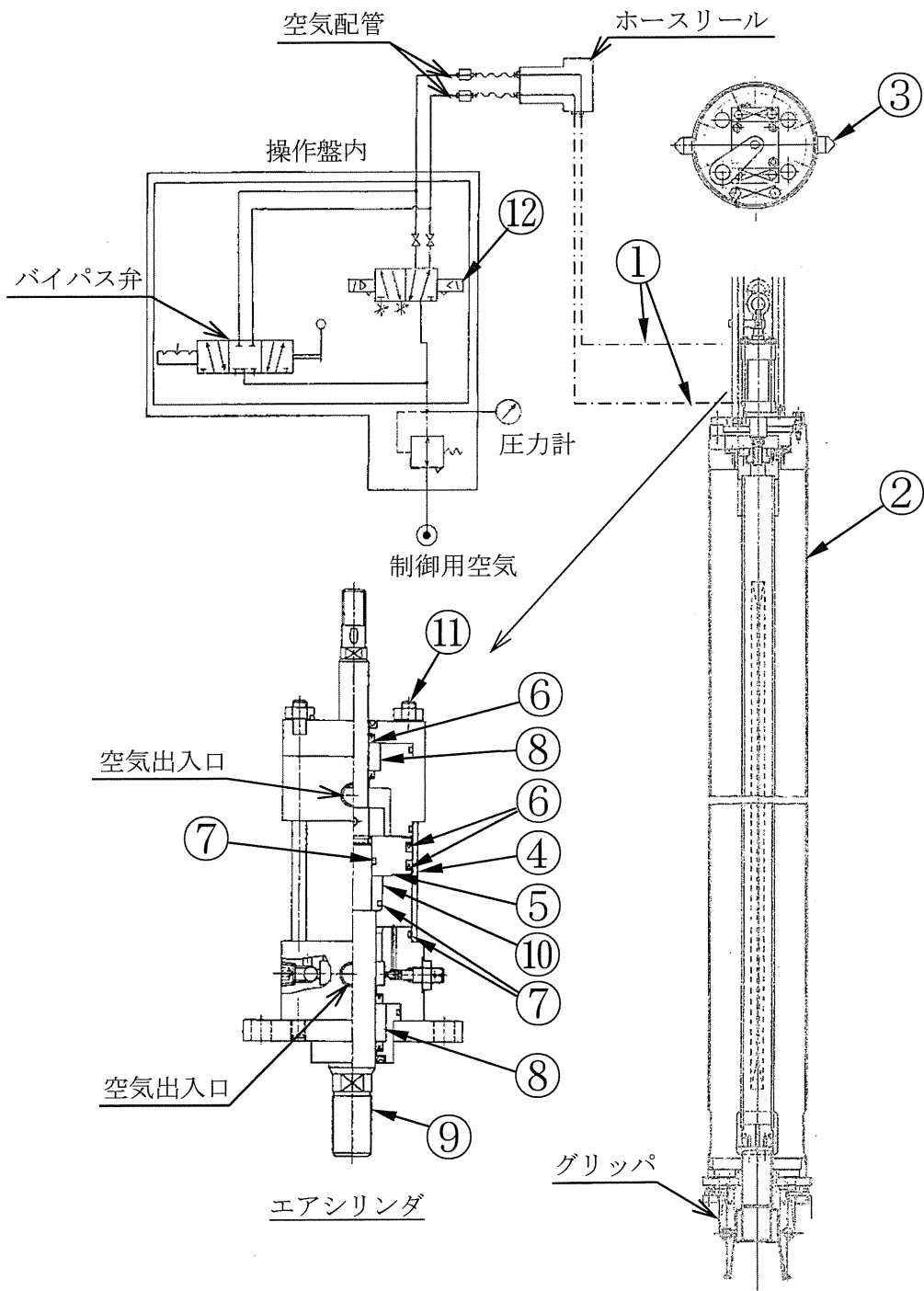
No.	部 位	No.	部 位
①	ワイヤドラム	⑩	Oリング
②	ケーシング	⑪	六角ボルト
③	ウォーム	⑫	ケーシング
④	ウォームホイール	⑬	軸
⑤	軸受 (ころがり)	⑭	歯 車
⑥	オイルシール	⑮	軸
⑦	フランジ	⑯	軸受 (ころがり)
⑧	スリーブ	⑰	オイルシール
⑨	ハブ		

図2.1-6 玄海3号炉 燃料取替クレーン メインホイスト構造図



No.	部 位
①	固定マスト
②	スラスト軸受 (ころがり)
③	ローラ
④	軸受 (すべり)
⑤	燃料ガイドバー

図2.1-7 玄海3号炉 燃料取替クレーン マストチューブ構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	エアホース	⑦	Oリング
②	グリッパチューブ	⑧	軸受 (すべり)
③	ガイドレール	⑨	ピストンロッド
④	シリンダチューブ	⑩	クッションリング
⑤	ピストン	⑪	タイロッド
⑥	パッキン	⑫	電磁弁

図2.1-8 玄海3号炉 燃料取替クレーン グリッパチューブ構造図

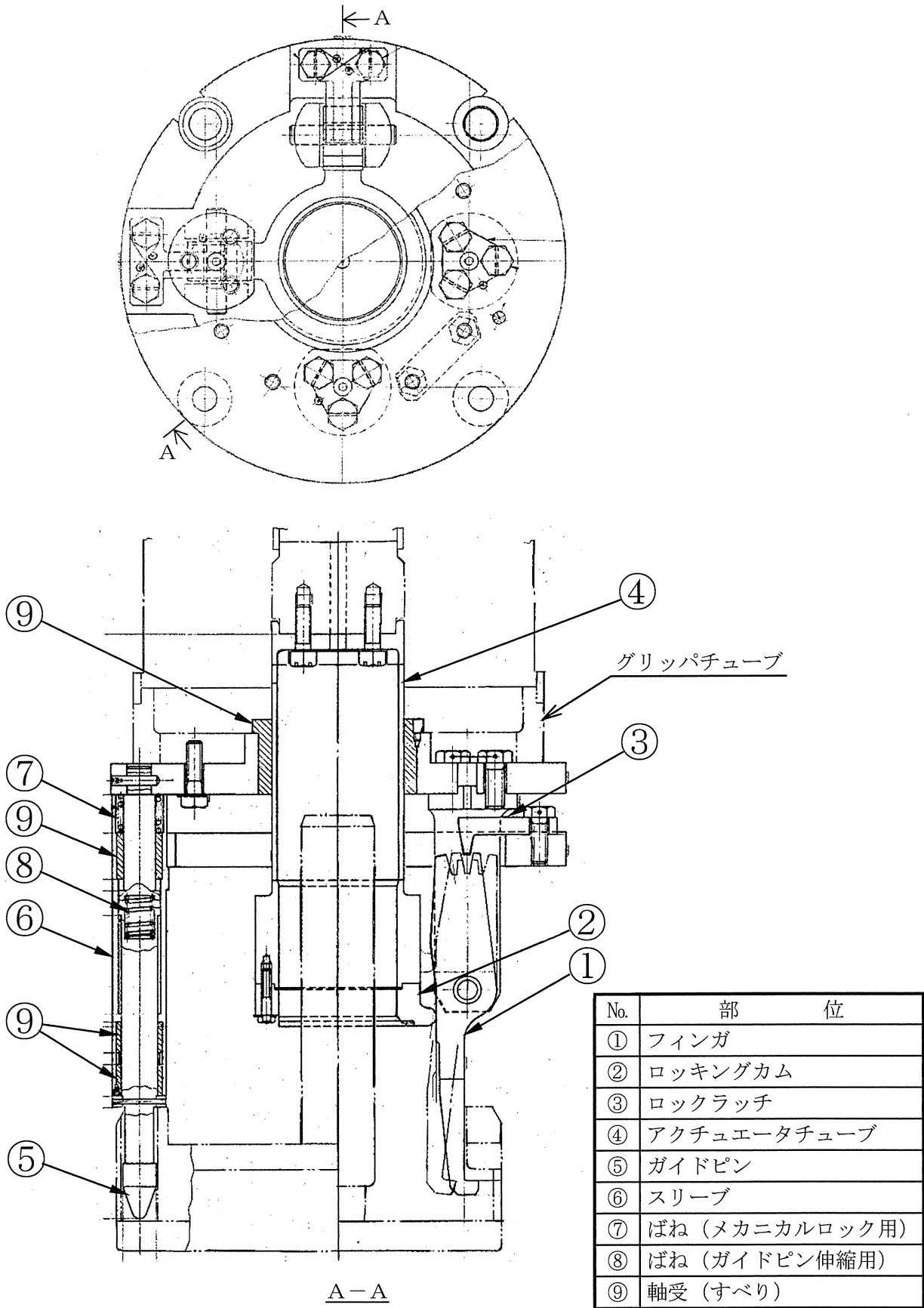
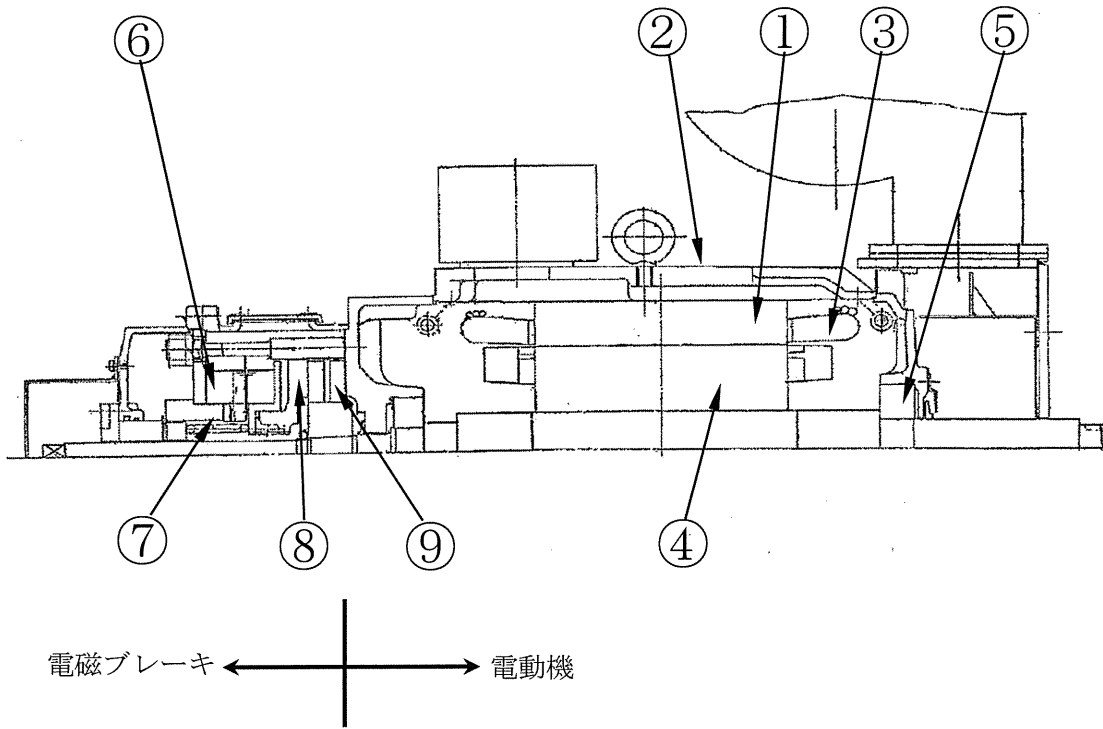
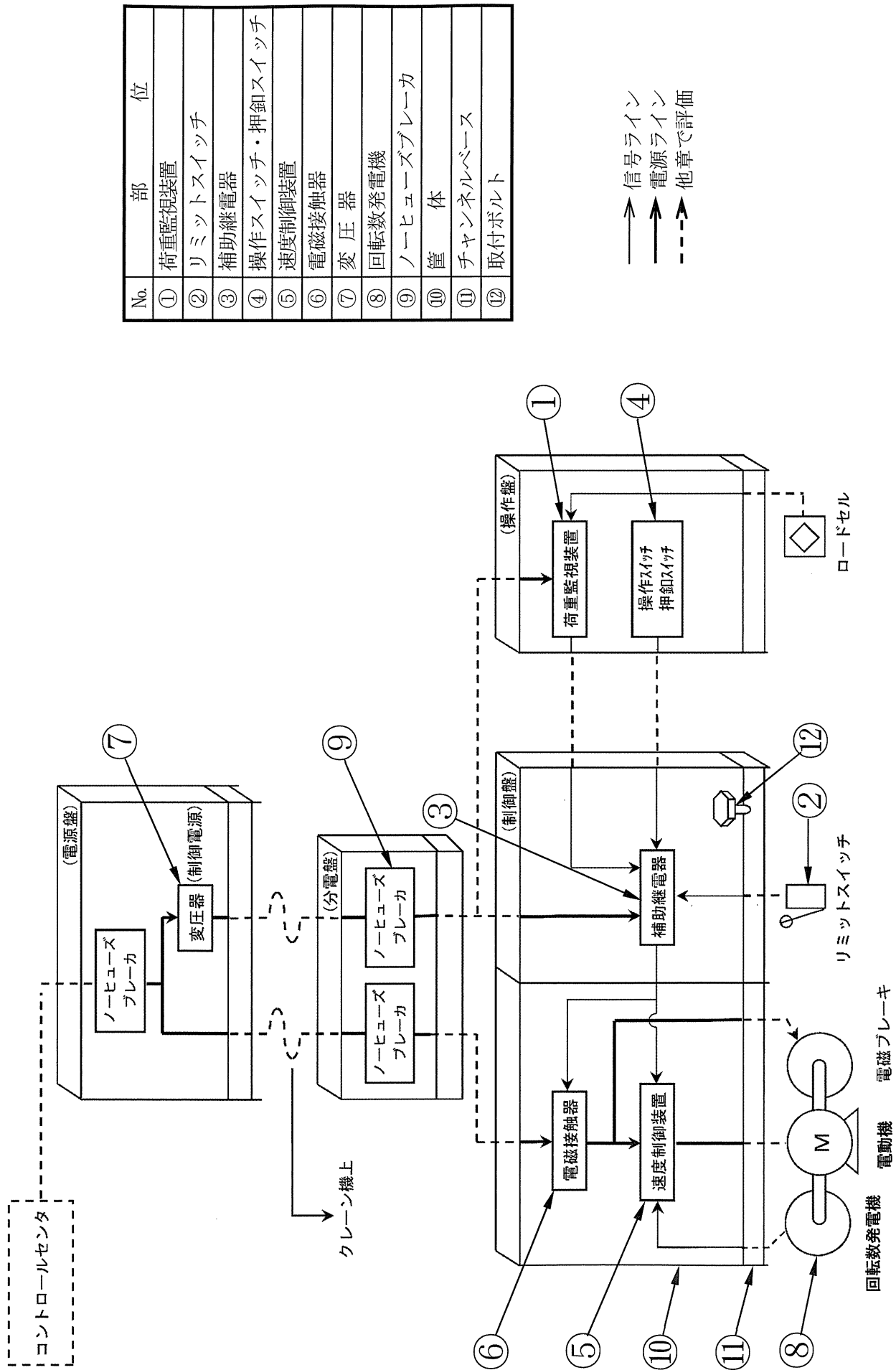


図2.1-9 玄海3号炉 燃料取替クレーン グリッパ構造図



No.	部 位
①	電動機 固定子コア
②	電動機 フレーム
③	電動機 固定子コイル
④	電動機 回転子コア
⑤	電動機 軸受 (ころがり)
⑥	電磁ブレーキ 固定鉄心
⑦	電磁ブレーキ ばね
⑧	電磁ブレーキ ブレーキ板
⑨	電磁ブレーキ ライニング

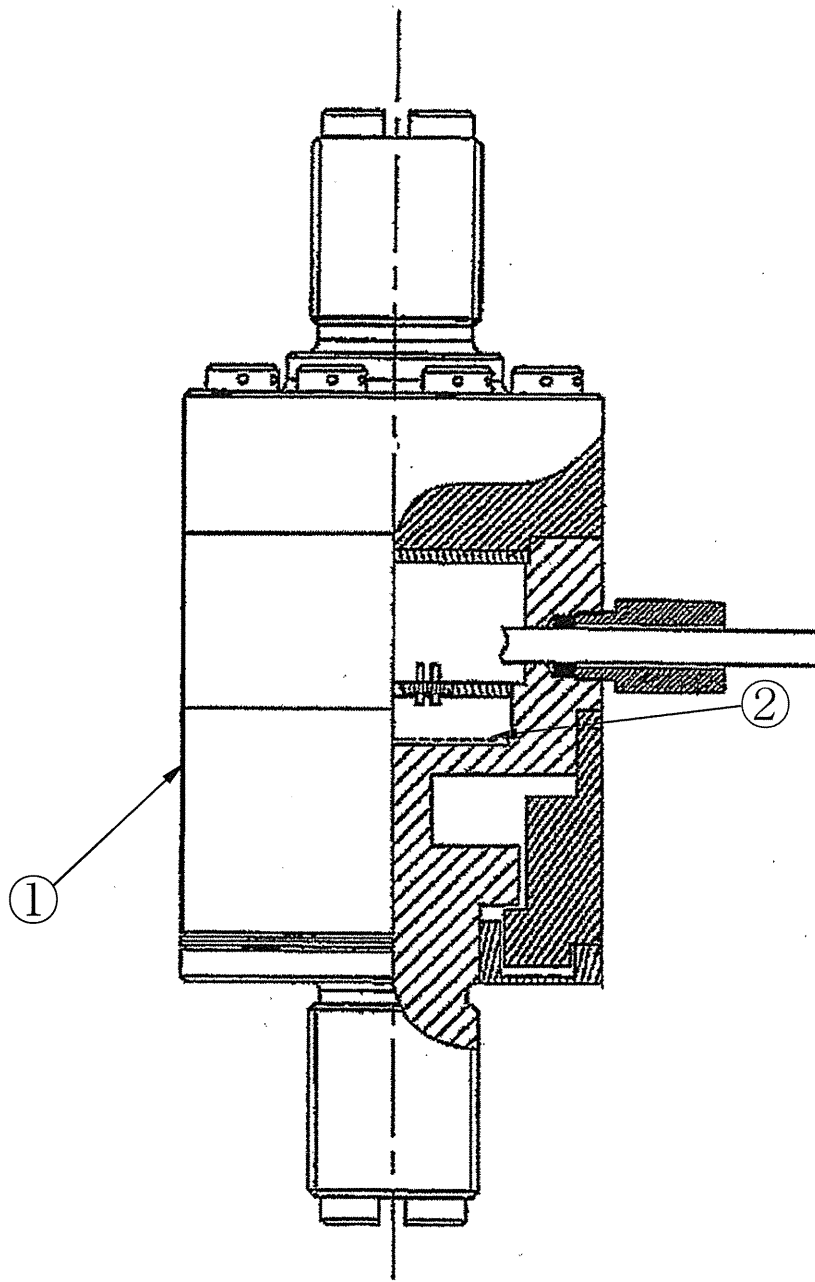
図2.1-10 玄海3号炉 燃料取替クレーン 駆動用電動装置 (メインホイスト) 構造図



No.	部 位
①	荷重監視装置
②	リミットスイッチ
③	補助継電器
④	操作スイッチ・押釦スイッチ
⑤	速度制御装置
⑥	電磁接触器
⑦	変圧器
⑧	回転数発電機
⑨	ノーヒューズブレーカ
⑩	筐 体
⑪	チャンネルベース
⑫	取付ボルト

→ 信号ライン
 → 電源ライン
 - - - 他章で評価

図2.1-11 玄海3号炉 燃料取替クレーン 制御設備の主要機器構成図



No.	部 位
①	本 体
②	荷重変換部

図2.1-12 玄海3号炉 燃料取替クレーン ロードセル構造図

表2.1-1(1/5) 玄海3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
走行レール部	走行レール	炭素鋼	
	レール押さえ	炭素鋼	
	埋込金物	炭素鋼	
	基礎ボルト	低合金鋼	
ブリッジ	横行レール	炭素鋼	
	ブリッジガータ	炭素鋼	
	転倒防止金具	炭素鋼	
	車 輪	低合金鋼鋳鋼	
	車輪軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品	
	車輪部歯車	炭素鋼	
	ガイドローラ	消耗品・定期取替品	
	減速機	ケーシング	鋳 鉄
		歯 車	低合金鋼
		軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		軸	低合金鋼
	歯車継手	スリーブ	炭素鋼
		ハ ブ	炭素鋼
		Ｏリング	消耗品・定期取替品
		フランジ	炭素鋼
		六角ボルト	低合金鋼
	トロリ	トロリ架台	炭素鋼
		転倒防止金具	炭素鋼
		車 輪	低合金鋼鋳鋼
車輪軸受（ころがり）		消耗品・定期取替品	
車輪部歯車		低合金鋼	
ガイドローラ		消耗品・定期取替品	

表2.1-1(2/5) 玄海3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位			材 料
トロリ	減速機	ケーシング	鋳 鉄
		歯 車	低合金鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		軸	低合金鋼
	軸継手	ボ デ ィ	炭 素 鋼
		六角穴付ボルト	低合金鋼
	歯車継手	スリーブ	炭 素 鋼
		ハ ブ	炭 素 鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品
		フランジ	炭 素 鋼
		六角ボルト	低合金鋼
	アップストラクチャ	ワイヤロープ	
滑 車		シ ー ブ	ステンレス鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
メインホイスト	ワイヤドラム		ステンレス鋼
	ウォーム減速機	ケーシング	鋳 鉄
		ウォーム	低合金鋼
		ウォームホイール	高力黄銅鋳物
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
	歯車継手	フランジ	炭 素 鋼
		スリーブ	炭 素 鋼
		ハ ブ	炭 素 鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品
		六角ボルト	低合金鋼

表2.1-1(3/5) 玄海3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位			材 料
メインホイスト	傘歯車減速機	ケーシング	鋳 鉄
		軸	炭 素 鋼
		歯 車	低合金鋼
		軸	低合金鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
マストチューブ	固定マスト		炭 素 鋼
	スラスト軸受 (ころがり)		消耗品・定期取替品
	ガイドローラ	ロ ー ラ	ステンレス鋼
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
	燃料ガイドバー		ステンレス鋼
グリッパチューブ	エアホース		消耗品・定期取替品
	グリッパチューブ		ステンレス鋼
	ガイドレール		ステンレス鋼
	エアシリンダ	シリンダチューブ	ステンレス鋼 硬質クロムメッキ
		ピストン	銅合金鋳物
		パッキン	消耗品・定期取替品
		Oリング	消耗品・定期取替品
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
		ピストンロッド	ステンレス鋼 硬質クロムメッキ
		クッションリング	炭 素 鋼 硬質クロムメッキ
		タイロッド	ステンレス鋼
	電 磁 弁		消耗品・定期取替品

表2.1-1(4/5) 玄海3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部	位	材 料
グリッパ	フィンガ	ステンレス鋼
	ロックカム	ステンレス鋼
	ロックラッチ	ステンレス鋼
	アクチュエータチューブ	ステンレス鋼
	ガイドピン	ステンレス鋼
	スリーブ	ステンレス鋼
	ばね (メカニカルロック用)	ステンレス鋼
	ばね (ガイドピン伸縮用)	ステンレス鋼
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品

表2.1-1(5/5) 玄海3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
駆動用 電動装置	電動機	固定子コア	珪素鋼板
		フレーム	鋳 鉄
		固定子コイル	銅、ポリエステルイミド+ポリアミドイミド (H種絶縁)
		回転子コア	珪素鋼板
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	電磁 ブレーキ	固定鉄心	珪素鋼板、銅 ポリエステル (B種絶縁)
		ば ね	ばね鋼、ピアノ線
		ブレーキ板	鋳 鉄
		ライニング	耐熱性有機化学繊維
	回転数発電機	銅、ポリエステル (B種絶縁)	
制御設備	荷重監視装置	半 導 体、電解コンデンサ他	
	リミットスイッチ	消耗品・定期取替品	
	補助継電器	消耗品・定期取替品	
	操作スイッチ・押釦スイッチ	銅、銀他	
	速度制御装置	半導体、リレー、電解コンデンサ他	
	電磁接触器	消耗品・定期取替品	
	変 圧 器	銅、アラミド繊維、エポキシ樹脂 (F種絶縁)	
	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品	
ロードセル	本 体	ステンレス鋼	
	荷重変換部	ひずみゲージ	
筐 体		炭 素 鋼	
チャンネルベース		炭 素 鋼	
取付ボルト		炭 素 鋼	

表2.1-2 玄海3号炉 燃料取替クレーンの使用条件

運 転 荷 重		容量：燃料集合体1体分
温 度	気 中	約45℃
	水 中	約41℃
設 置 場 所		原子炉格納容器内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

燃料取替クレーンの機能である燃料移送機能を維持するためには、次の6つの項目が必要である。

- ① クレーンの支持機能
- ② 走・横行機能
- ③ 昇降機能
- ④ 燃料把持機能
- ⑤ 機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持
- ⑥ 盤の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

燃料取替クレーンについて、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、個々の部位の構造、材料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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-1で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 電動機の固定子コイルの絶縁低下

電動機の固定子コイルの絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(2) 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(3) 回転数発電機の絶縁低下

回転数発電機の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(4) 変圧器の絶縁低下

制御設備の変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

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

以下の事象（表2.2-1で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

(1) 走行・横行レール及び車輪の摩耗

走横行レール及び車輪はクレーンの走横行により摩耗が想定される。また、レール側面はガイドローラとのすべりで摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面、側面及び車輪は、ガイドローラにより横すべりを防止しており、ころがり接触であることから摩耗が発生し難い構造である。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 走行・横行レール及びブリッジガータ等の腐食（全面腐食）

走行レール、レール押さえ、横行レール、ブリッジガータ、トロリ架台、転倒防止金具（ブリッジ、トロリ）、車輪（ブリッジ、トロリ）、ブリッジの減速機（ケーシング、軸）、歯車継手（スリーブ、ハブ、フランジ、六角ボルト）、トロリの減速機（ケーシング、軸）、軸継手（ボディ、六角穴付ボルト）、歯車継手（スリーブ、ハブ、フランジ、六角ボルト）、メインホイストのウォーム減速機（ケーシング）、歯車継手（フランジ、スリーブ、ハブ、六角ボルト）、傘歯車減速機（ケーシング、軸）、マストチューブの固定マスト及び電動機（低圧）のフレームは炭素鋼、低合金鋼、鋳鋼、鋳鉄又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、走行レール及び横行レールとの車輪接触部の腐食については、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

走行レール及び横行レールとの車輪接触部以外の大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認等により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(3) 走行・横行レール及びブリッジガータの疲労割れ

走行レール、横行レール及びブリッジガータには、トロリ等の荷重が常時かかる状態となることから、疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動が発生しないように設計されており、疲労割れが発生する可能性は小さく、これまでにき裂は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 歯車及び軸継手等の摩耗

ブリッジ及びトロリの車輪部歯車、減速機（歯車）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）、軸継手（六角穴付ボルト）及びメインホイストのウォーム減速機（ウォーム、ウォームホイール）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）及び傘歯車減速機（歯車）は摩擦により、摩耗が想定される。

しかしながら、歯車は常に潤滑油が供給されており、摩耗し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) シープ及びワイヤドラムの摩耗

アップストラクチャのシープ及びメインホイストのワイヤドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、シープはワイヤロープの巻取りにそって回転し、また、ワイヤドラムはドラムの回転にあわせてワイヤロープが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗し難い構造であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) ガイドローラ及びガイドレールの摩耗

マストチューブのガイドローラ（ローラ）は、グリッパチューブ昇降時にグリッパチューブのガイドレールと接触しながら、グリッパチューブを案内するため、摩耗が想定される。

しかしながら、ガイドローラとガイドレールの間は、転がり接触であることにより摩耗量は軽微であると考えられ、これまでに異常な動き等は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(7) 燃料ガイドバーの摩耗

マストチューブの燃料ガイドバーは、燃料昇降時に燃料集合体支持格子と滑り接触するため、摩耗が想定される。

しかしながら、燃料対角方向に数mmの隙間を有しているため、接触面圧が小さいこと及び燃料ガイドバーは硬度の高いステンレス鋼（SUS630）で製作されており、摩耗量は軽微であると考えられる。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) エアシリンダの摩耗

グリッパチューブのエアシリンダのシリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドは機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダチューブとピストン及びピストンロッドと軸受（すべり）はパッキン及びグリスにより隔てられており、摩耗し難い構造であり、これまでに異常な動き等は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(9) ロッキングカムの摩耗

グリッパのロッキングカムはフィンガとの機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、定期的にグリッパの作動確認及び隙間計測にて異常がないことを確認しており、必要に応じて取替えることにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(10) ロックラッチの摩耗

グリッパのロックラッチはフィンガとの機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、燃料取扱時にロックラッチがフィンガの上部溝に嵌合することから、ロックラッチの摩耗の発生の可能性はあるが、これまでの点検実績から発生の可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的にフィンガの面間寸法を計測することにより、機器の健全性を確認している。

(11) フィンガ及びガイドピンの摩耗

グリッパのフィンガは、ロッキングカムとの摺動及び燃料ラッチ時のこすれにより摩耗が想定される。

しかしながら、ロッキングカム（SUS630）に比べて、フィンガはさらに耐摩耗性に優れたSUS630（熱処理方法が異なる）を使用し摩耗し難くしている。

また、グリッパのガイドピンは、燃料への挿入時に燃料集合体上部ノズル（SUS304）との接触により摩耗が想定される。

しかしながら、材料をSUS630として、摩耗し難くしている。

フィンガ及びガイドピンについては、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) ばねの変形（応力緩和）

グリッパ（メカニカルロック用及びガイドピン伸縮用）及び電磁ブレーキのばねは、応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。

(13) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

電動機（低圧）の固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理等により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(14) 固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(15) ブレーキ板の摩耗

電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けることにより摩耗が想定される。

しかしながら、材料をライニングより硬い鋳鉄として摩耗を抑制しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(16) ライニングの摩耗

電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。

しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査あたりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(17) 荷重監視装置及び速度制御装置の特性変化

制御設備の荷重監視装置及び速度制御装置は、長期間の使用に伴い特性変化が想定される。

しかしながら、荷重監視装置及び速度制御装置を構成している電気回路部は、定格値（定格電圧、電流値）に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間での特性変化を起こす可能性は小さい。

製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング等を実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さい。

また、速度制御装置及び荷重監視装置は、定期的な機能・性能試験により、機器の健全性を確認している。

さらに、プラント運転中は基板を取り外し、格納容器外に保管することとしている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(18) 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

制御設備の操作スイッチ及び押釦スイッチは、接点部分に付着する塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、操作スイッチ及び押釦スイッチの接点部分は盤内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な動作確認により、機器の健全性を確認している。

(19) 荷重変換部の特性変化

ロードセルは、長期間の使用に伴う荷重変換部（ひずみゲージ）のはがれ等による特性変化が想定される。

しかしながら、ひずみゲージ貼り付け部は、不活性（窒素）ガスを封入した気密構造になっており、ひずみゲージの酸化を防止しているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。

また、定期的な初期不平衡測定により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(20) 筐体、チャンネルベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御設備の筐体、チャンネルベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(21) 走行レール用基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

前述の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

(22) 走行レール用レール押さえ及び埋込金物の腐食（全面腐食）

レール押さえ及び埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、走行レールはモルタルに埋設され、モルタルが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎ボルト等の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

各種電動機、減速機の軸受（ころがり）、オイルシール、歯車継手のOリング、ワイヤロープ及び滑車の軸受（ころがり）は、分解点検時に取り替えている消耗品である。

また、ブリッジ及びトロリの車輪軸受（ころがり）、ガイドローラ、マストチェーンのスラスト軸受（ころがり）、ガイドローラの軸受（すべり）、グリッパチェーンのエアホース及び電磁弁、エアシリンダのパッキン、Oリング、軸受（すべり）及びグリッパの軸受（すべり）は、作動確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。なお、リミットスイッチ、補助継電器、電磁接触器及びノーヒューズブレーカは、定期取替品である。

いずれも、長期使用はせず取替え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。

表2.2-1(1/6) 玄海3号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品・定期取替	材料	経年劣化事象						備考		
					減摩	肉腐	割れ		材質変化	その他			
							疲労割れ	応力腐蝕割れ				熱時効	劣化
クレーンの支持機能	走行レール部	走行レール		炭素鋼	△	△	△					*1:大気接触部 *2:モルタル埋設部	
		レール押さえ		炭素鋼		△ ^{*1}							
		埋込金物		炭素鋼			▲ ^{*2}						
		基礎ボルト		低合金鋼			△						
		横行レール		炭素鋼		△	△						
		ブリッジガーター		炭素鋼			△						
		転倒防止金具		炭素鋼			△						
		車輪		低合金鋼鋳鋼		△							
		車輪軸受(ころがり)		—	◎								
		車輪部歯車		炭素鋼		△							
走行機能	ブリッジ	ガイドローラ		—									
		減速機		ケージング									
		歯車		歯車									
		軸受(ころがり)		軸受(ころがり)									
		オイルシール		オイルシール									
		軸		軸									
		スリーブ		スリーブ									
		歯車継手		歯車継手									
		リング		リング									
		フランジ		フランジ									
六角ボルト		六角ボルト											

△：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(2/6) 玄海3号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考					
					減 耗		腐 食	割 れ		材 質 変 化						
					摩 耗	腐 食		疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効		劣 化	そ の 他			
横行機能	ト ロ リ	トロリ架台		炭素鋼		△										
		転倒防止金具		炭素鋼			△									
		車 輪		低合金鋼鋳鋼	△											
		車輪軸受 (ころがり)	◎	—												
		車輪部歯車		低合金鋼	△											
		ガイドローラ	◎	—												
		減 速 機	ケーシング			鑄 鉄			△							
			歯 車			低合金鋼	△									
			軸受 (ころがり)	◎	—											
			オイルシール	◎	—											
		軸 継 手	軸			低合金鋼			△							
			ボ デ イ			炭素鋼			△							
			六角穴付ボルト			低合金鋼	△									
		歯車継手	スリーブ			炭素鋼	△									
ハ ブ				炭素鋼	△											
Oリング	◎			—												
フランジ				炭素鋼						△						
六角ボルト				低合金鋼	△											
ワイヤロープ	◎			—												
昇降機能	アップパストラクチャ			ステンレス鋼	△											
	滑 車			—												
		軸受 (ころがり)	◎	—												

△：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(3/6) 玄海3号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考											
					摩 耗	腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他										
							疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化												
昇降機能	メイン ホイースト	ワイヤドラム		ステンレス鋼	△																	
		ウオーム		ケージング		鋳 鉄				△												
		減速機		ウオーム		低合金鋼	△															
				ウオームホイール		高力黄銅铸件	△															
				軸受 (ころがり)	◎	—																
				オイルシール	◎	—																
				フランジ		炭素鋼					△											
				スリーブ		炭素鋼	△				△											
				ハブ		炭素鋼	△				△											
				Oリング	◎	—																
				六角ボルト		低合金鋼	△				△											
				ケージング		鋳 鉄					△											
				傘歯車		炭素鋼					△											
				減速機		炭素鋼					△											
				歯 車		低合金鋼	△															
		軸		低合金鋼					△													
		軸受 (ころがり)	◎	—																		
		オイルシール	◎	—																		
		固定マスト		炭素鋼					△													
		スラスト軸受 (ころがり)	◎	—																		
		ガイド		ステンレス鋼	△																	
		ローラ	◎	—																		
		軸受 (すべり)	◎	—																		
		燃料ガイドバー		ステンレス鋼	△																	

△：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(6/6) 玄海3号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							考 備																						
				減 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	割 れ	絶 縁	導 通	特 性		そ の 他																					
													摩 耗	腐 蝕	疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	絶 縁 低 下	導 通 不 良	特 性 変 化														
機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持	荷重監視装置		半導体 電解コンデンサ他																														
	リミットスイッチ	◎	—																														
	補助継電器	◎	—																														
	操作スイッチ、押釦スイッチ		銅、銀他											△																			
	速度制御装置		半導体、リレー 電解コンデンサ他																														
	電磁接触器	◎	—																														
	変圧器		銅 アミド繊維 エポキシ樹脂 (F種絶縁)						○																								
	ローセル		◎	—																													
	筐体			ステンレス鋼 ひずみゲージ																													
	チャネルベース			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

△：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）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 電動機の固定子コイルの絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルの絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

b. 技術評価

① 健全性評価

固定子コイルの絶縁低下については、絶縁仕様が低圧ポンプ用電動機に比べて同等以上であるため、低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの絶縁耐力を保有する運転期間は16.5年と考えられる。

しかしながら、低圧ポンプ用電動機と設置場所が異なることから、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

固定子コイルの絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることを確認している。

また、絶縁抵抗測定の結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイルの絶縁低下については、16.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

固定子コイルの絶縁低下については、引き続き定期的な絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

2.3.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

a. 事象の説明

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下は、熱による絶縁物の特性変化、絶縁物に付着する塵埃又は内部の微小ボイド等による放電等、熱的、電氣的及び環境的要因で経年的な変化が進行し、外表面、内部等から絶縁低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（B種：許容最高温度130℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

2.3.3 回転数発電機の絶縁低下

a. 事象の説明

回転数発電機の絶縁低下は、熱による絶縁物の特性変化、絶縁物に付着する塵埃又は内部の微小ボイド等による放電等、熱的、電氣的及び環境的要因で経年的な変化が進行し、外表面、内部等から絶縁低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

回転数発電機は、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、回転数発電機の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（B種：許容最高温度130℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

回転数発電機の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、回転数発電機の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

回転数発電機の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

2.3.4 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

制御設備の変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境の変化の程度は小さく、塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（F種：許容最高温度155℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

① 使用済燃料ピットクレーン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 電動機（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

代表機器と同様に固定子コイルは、長期間の運転を想定すると絶縁低下を生ずる可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、固定子コイルの絶縁低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施していく。

3.1.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

代表機器と同様に電磁ブレーキは通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁低下を生じる可能性がある。

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（B種：許容最高温度130℃又はH種：許容最高温度180℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

現状保全としては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

また、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、電磁ブレーキの絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

3.1.3 回転数発電機の絶縁低下

代表機器と同様に回転数発電機は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁低下を生じる可能性がある。

回転数発電機は、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、回転数発電機の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（B種：許容最高温度130℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

現状保全としては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

また、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、回転数発電機の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

3.1.4 変圧器の絶縁低下

代表機器と同様に変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境変化の程度は小さく塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（F種：許容最高温度155℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

現状保全としては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行っている。

絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、変圧器の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 走行レール及び車輪の摩耗

走行レール及び車輪はクレーンの走行により摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面はガイドローラにて横すべりを防止しており、ころがり接触のため、急激な摩耗の進展の可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 走行レール及びホイスト等の腐食（全面腐食）

走行レール、クレーン構造部（ブリッジ、転倒防止金具）、減速機（ケーシング、軸）、車輪、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）、ホイスト（ワイヤドラム、ケーシング、歯車、フック、シーブ）及び電動機（低圧）のフレームは炭素鋼等であり、腐食が想定される。

しかしながら、走行レール車輪接触部の腐食については、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

走行レール車輪接触部以外の大気接触部は、塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認等により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.3 走行レールの疲労割れ

走行レールには、ブリッジ等の荷重が常時かかる状態となることから疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動が発生しないように設計されており、疲労割れが発生する可能性は小さく、これまでにき裂は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 歯車及び継手等の摩耗

減速機（歯車）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）及びホイスト（歯車、フック）は摩擦により、摩耗が想定される。

しかしながら、運転中、歯車は常に潤滑油が供給されており、摩耗し難い環境であり、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 シープ及びワイヤドラムの摩耗

シープ及びワイヤドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、シープはワイヤロープの巻取りにそって回転し、ワイヤドラムはドラムの回転にあわせてワイヤロープが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗し難い構造であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.6 ロッキングカム及びフィンガの摩耗

ロッキングカム（アクチュエータ）及びフィンガは、燃料ラッチ時の摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ロッキングカムは硬質クロムメッキを施工し、フィンガは材料をSUS630として摩耗し難くしており、これまでに異常のないことを確認していることから、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的なグリッパの作動確認及びフィンガ開閉寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 ガイドピンの摩耗

ガイドピンは、燃料への挿入時に燃料トップノズル（SUS304）との接触により摩耗する可能性が想定される。

しかしながら、材料をSUS630として摩耗し難くしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.8 ばねの変形（応力緩和）

グリッパ（ガイドピン伸縮用）及び電磁ブレーキのばねは、応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.9 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

電動機の固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理等により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.10 固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理等により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.11 ブレーキ板の摩耗

電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けることにより摩耗が想定される。

しかしながら、材料をライニングより硬い炭素鋼として摩耗を抑制しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.12 ライニングの摩耗

電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。

しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査あたりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.13 ライニングのはく離

電磁ブレーキのライニングは高湿度環境での長期間の使用によりはく離が想定される。

2008年7月、敦賀2号炉のタービン動補助給水ポンプ起動入口弁の直流電動機用電磁ブレーキにおいて、電磁ブレーキのライニングのはく離が発生しているが、この事象は、当該弁が外気の影響を受ける高湿度エリアに設置されていたことに伴い発生した結露水がライニングの接着面に浸透し、接着力を低下させたものである。

しかしながら、玄海3号炉については、使用済燃料ピットクレーンは、空調により換気された環境にあり、かつブレーキ内部が閉鎖されていることから結露水が発生し難い構造である。また、これまでに有意なはく離は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.14 荷重監視装置、シーケンサ及び速度制御装置の特性変化

制御設備の荷重監視装置、シーケンサ及び速度制御装置は、長期間の使用に伴い特性変化が想定される。

しかしながら、荷重監視装置、シーケンサ及び速度制御装置を構成している電気回路部は、定格値（定格電圧、電流値）に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間での特性変化を起こす可能性は小さい。

また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング等を実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さい。

さらに、定期的な機能・性能試験により、機器の健全性を確認している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.15 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押釦スイッチは接点部分に塵埃が付着することにより、導通不良が想定される。

しかしながら、操作スイッチ及び押釦スイッチの接点部分は盤内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な動作確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.16 荷重変換部の特性変化

ロードセルの荷重変換部が特性変化する主要因としては、ひずみゲージのはがれ等による抵抗の変化が想定される。

しかしながら、ひずみゲージ貼り付け部は、熱硬化型接着剤により固定されているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。また、定期的な初期不平衡測定により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.17 筐体、チャンネルベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御設備の筐体、チャンネルベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.18 走行レール基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

3. 2 燃料移送装置

[対象機器]

- ① 燃料移送装置

目 次

1. 対象機器	1
2. 燃料移送装置の技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	24

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている燃料移送装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 燃料移送装置の主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	仕様 (容量×移送距離)	使用条件	
			運転	使用温度
燃料移送装置 (1)	PS-2	燃料集合体1体分× 約19.9m	一時	気中*2 : 約45℃ 約30℃ 水中 : 約41℃

*1 : 機能は最上位の機能を示す

*2 : 上段は原子炉格納容器内、下段は燃料取扱建屋内を示す

2. 燃料移送装置の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 燃料移送装置

(1) 構造

玄海3号炉の燃料移送装置は、燃料取替用チャンネル底面に設置されており、トラックフレーム、燃料コンテナ、コンベアカー、走行駆動装置、リフティングアーム、水圧ユニット、制御盤等により構成されている。

トラックフレームは溶接構造物であり、レールは原子炉キャビティ及び燃料取替用チャンネルに設置されている。

燃料コンテナは、燃料集合体を移送する時に収納する箱型の容器で、ピボット支持によりコンベアカーに取り付けられている。コンベアカーは、両側に取り付けられた車輪が回転してトラックフレーム上を走行する。

走行駆動装置は、コンベアカーを水平移動するための装置で、チェーン、スプロケット、ラインシャフト等にて電動機の動力をコンベアカーに伝えている。

リフティングアームは、レールをまたぐように設置され、一端がピボット支持によりトラックフレームに取り付けられた構造である。

水圧ユニットの水圧シリンダからの給水にてリフティングアームを駆動し、燃料コンテナが旋回して直立する。また、水圧シリンダを元の位置に戻すことにより、燃料コンテナは水平位置に復帰する。

制御設備は、補助継電器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体、チャンネルベース、取付ボルト及び基礎ボルトから構成される。

玄海3号炉の燃料移送装置の構造を図2.1-1～図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の燃料移送装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

原子炉格納容器側

燃料取扱建屋側

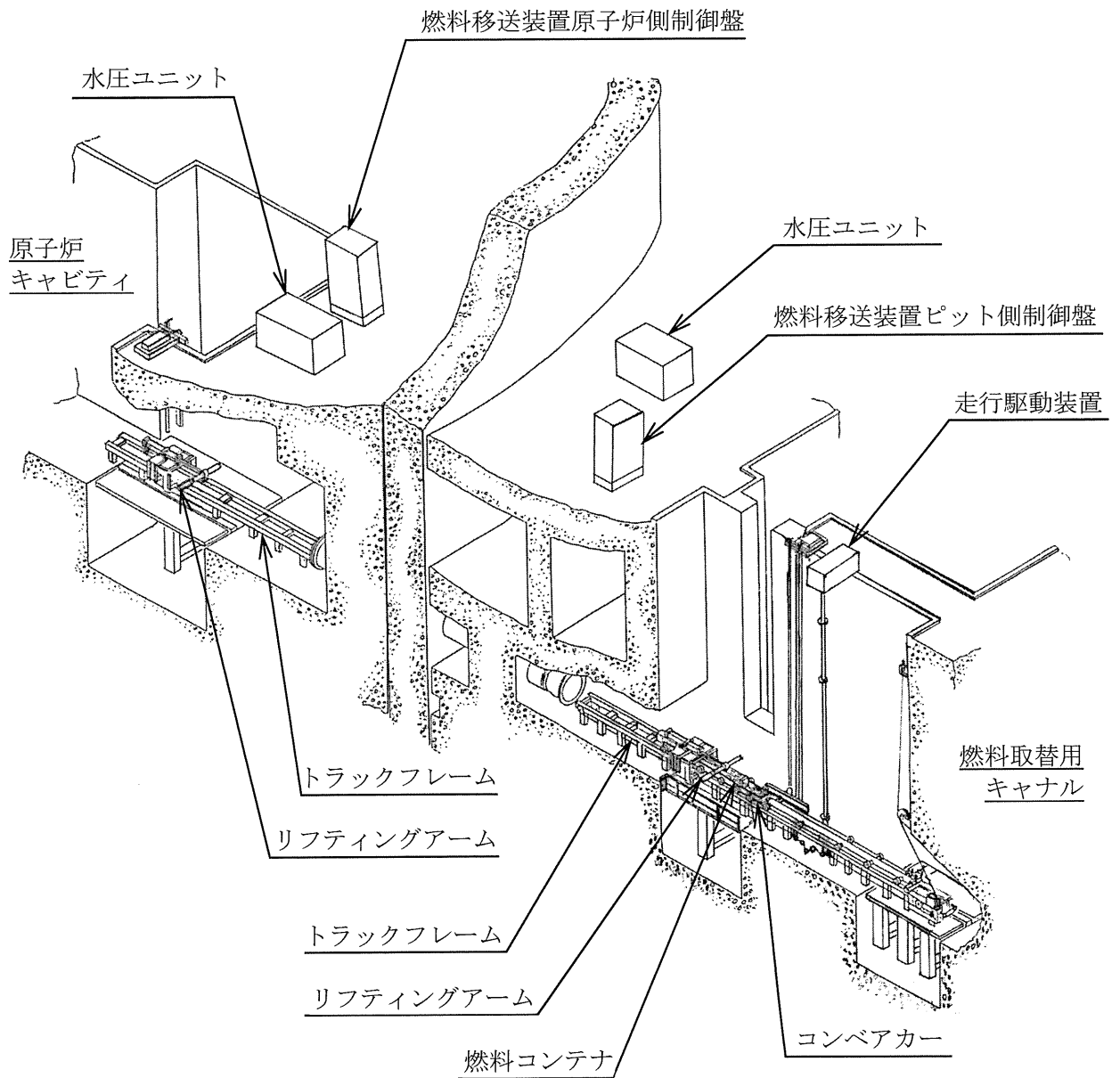
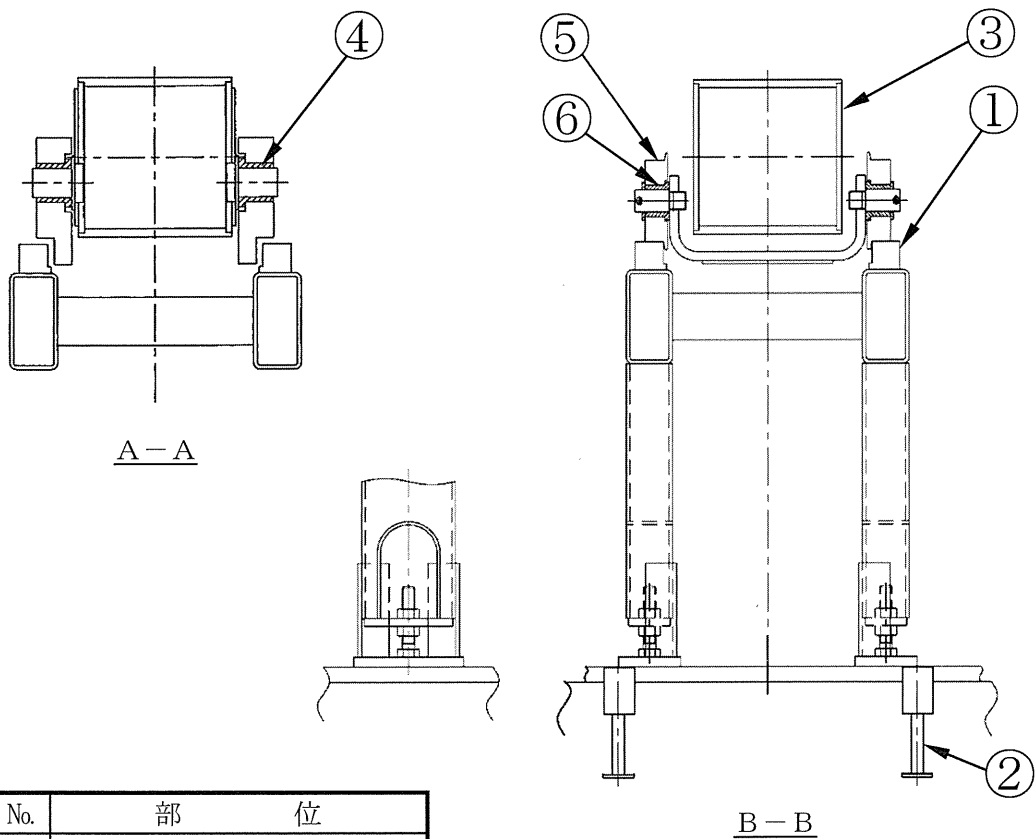
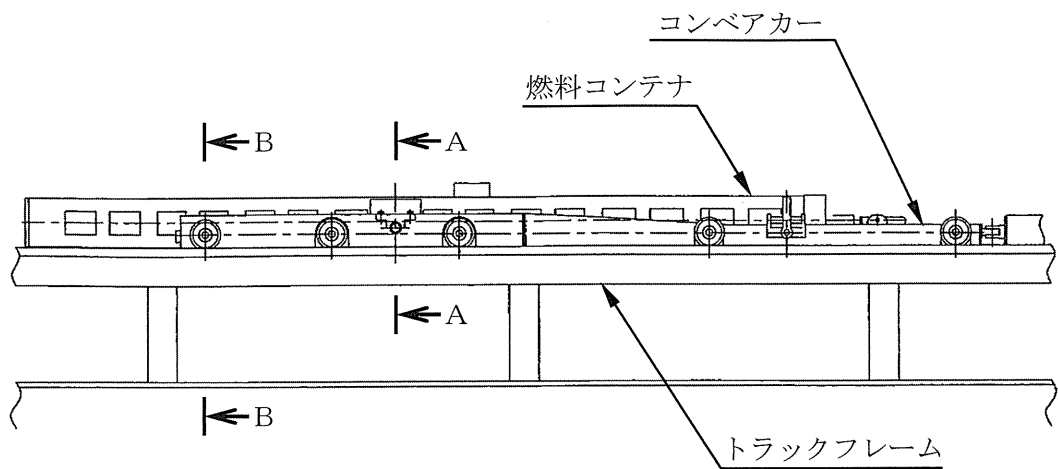
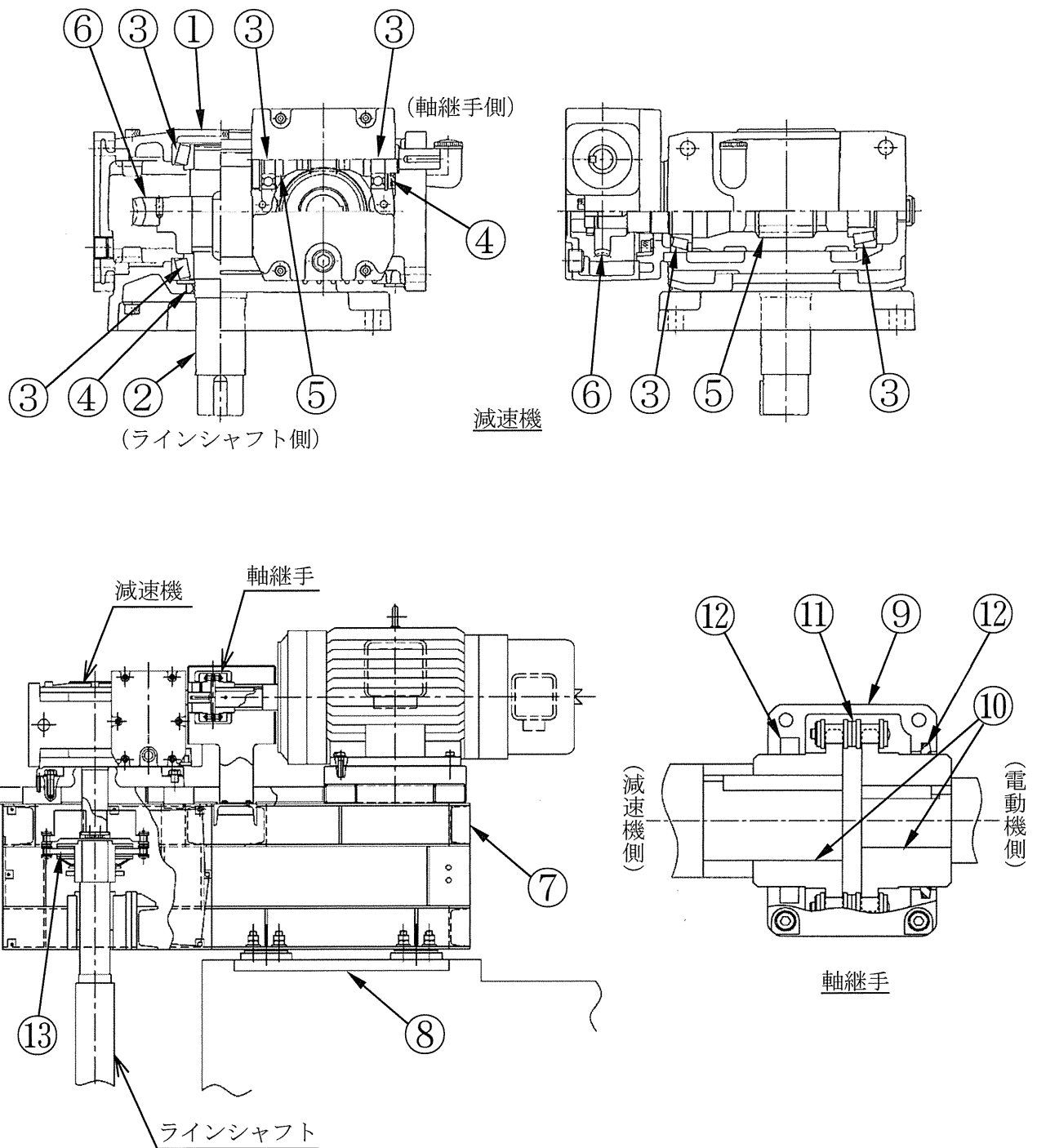


図2.1-1 玄海3号炉 燃料移送装置全体構成図



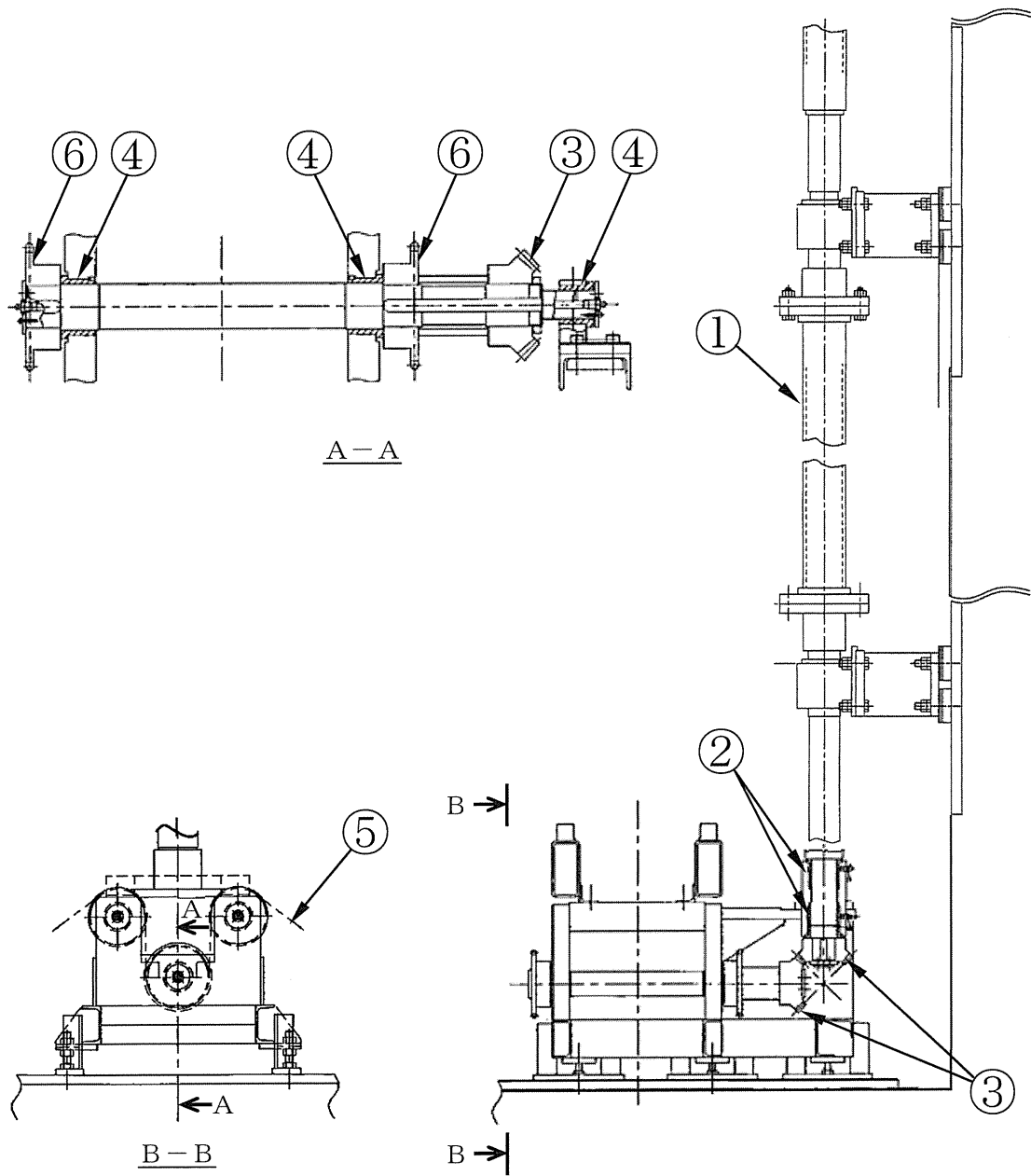
No.	部 位
①	レール
②	基礎金物
③	燃料コンテナ
④	ピボット軸受 (すべり)
⑤	車 輪
⑥	車輪軸受 (すべり)

図2.1-2 玄海3号炉 燃料移送装置 トラックフレーム、燃料コンテナ
及びコンベアカー構造図



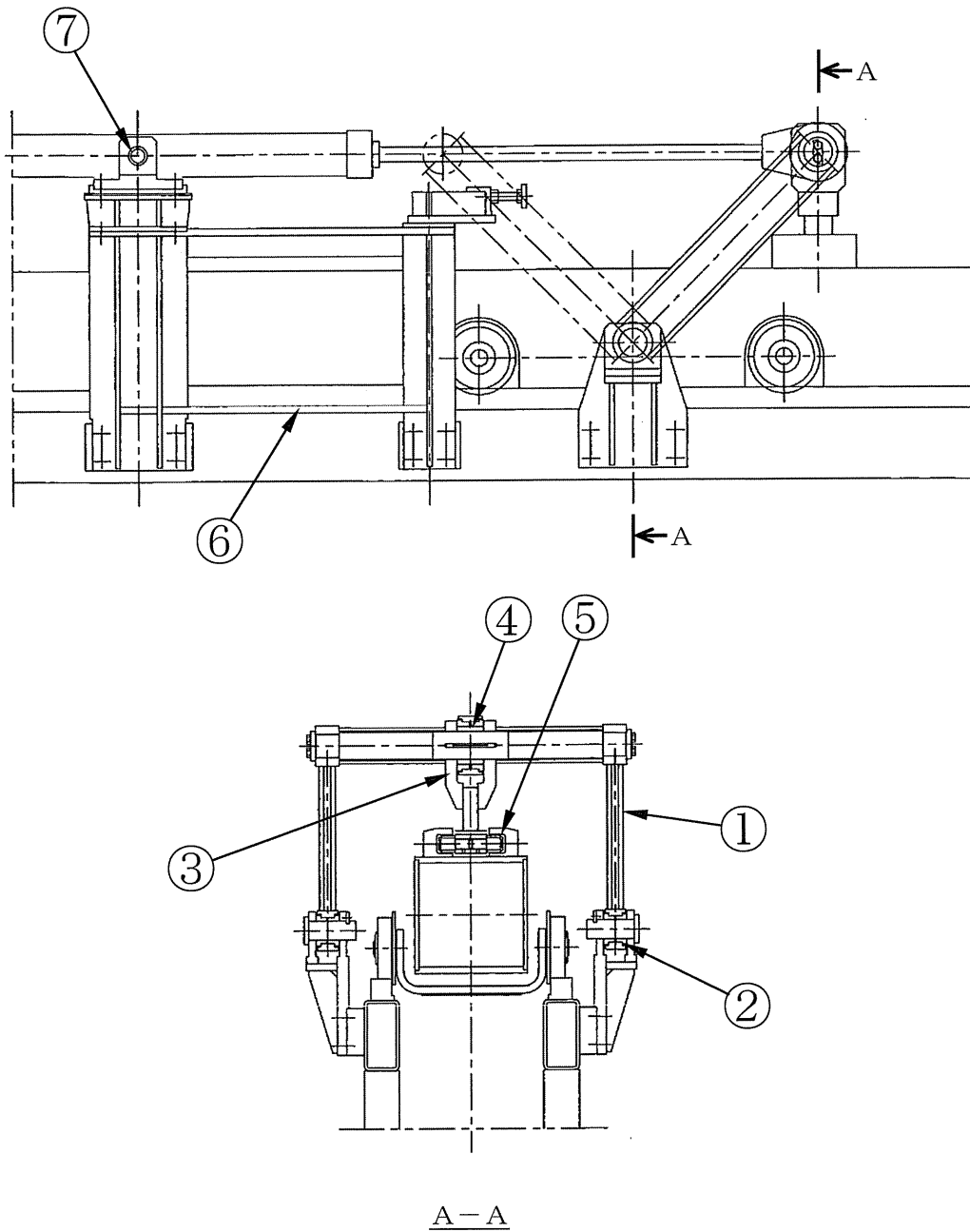
No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	ケーシング	⑥	ウォームホイール	⑪	チェーン
②	軸	⑦	架 台	⑫	オイルシール
③	軸受 (ころがり)	⑧	基礎金物	⑬	トルクリミッタ (摩擦板)
④	オイルシール	⑨	ケーシング		
⑤	ウォーム	⑩	スプロケット		

図2.1-3 玄海3号炉 燃料移送装置 走行駆動装置構造図 (上部)



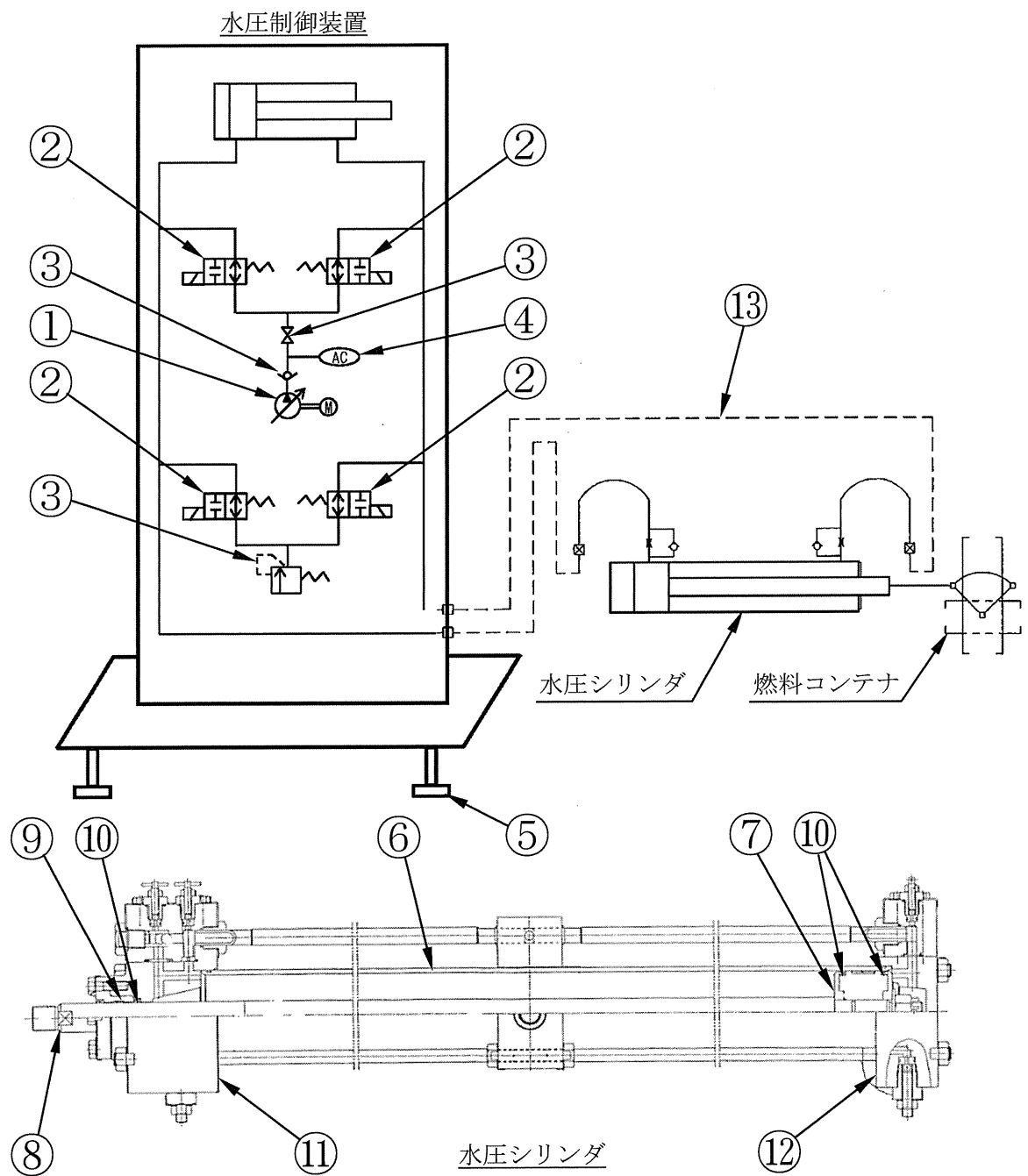
No.	部 位
①	ラインシャフト
②	ラインシャフト部軸受 (すべり)
③	かさ歯車
④	かさ歯車部軸受 (すべり)
⑤	チェーン
⑥	スプロケット

図2.1-4 玄海3号炉 燃料移送装置 走行駆動装置構造図 (下部)



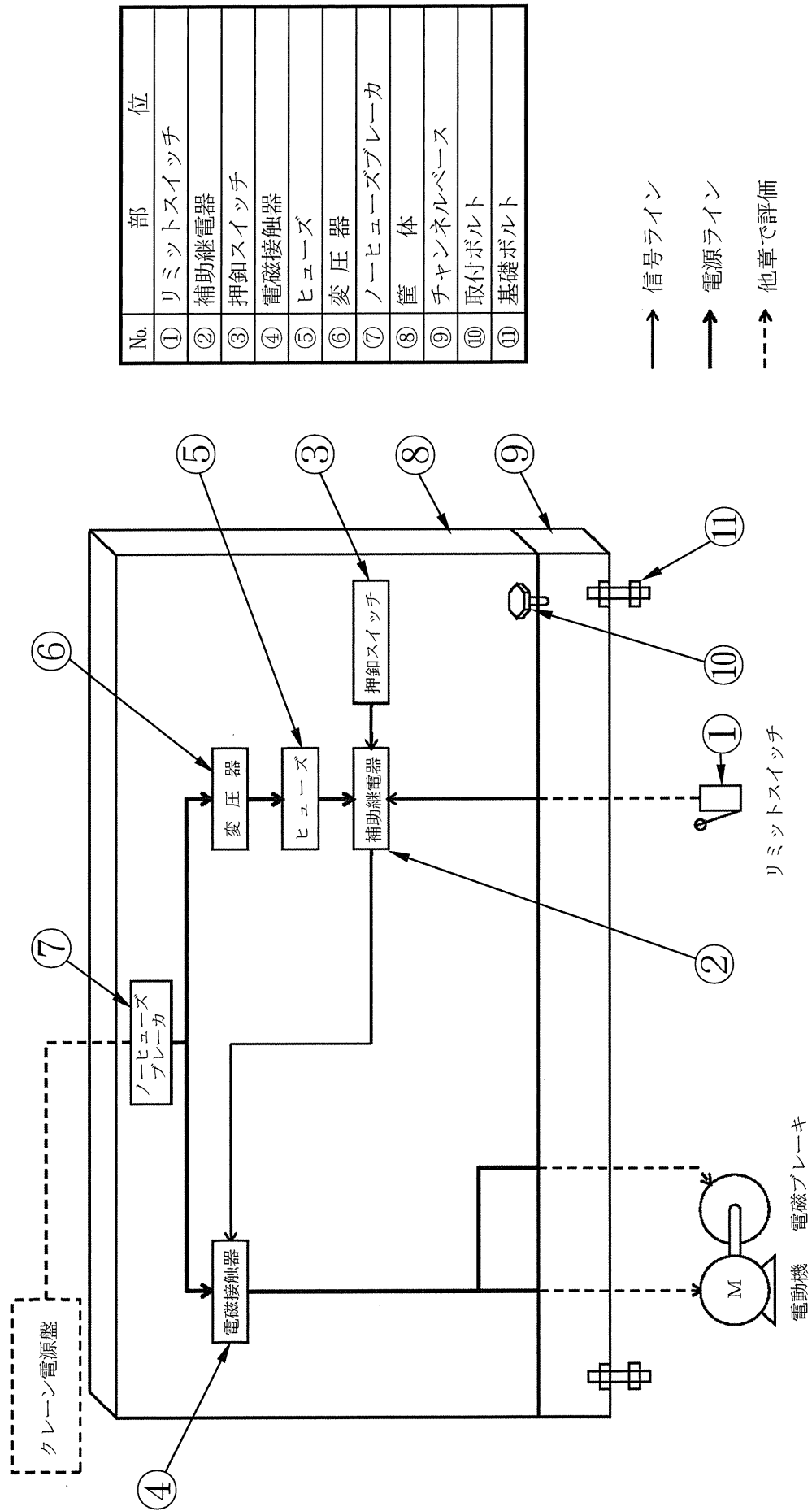
No.	部 位
①	リフティングアーム
②	ピボット軸受 (すべり)
③	ホーク
④	ホーク部軸受 (すべり)
⑤	リフティングローラ
⑥	架 台
⑦	シリンダ部軸受 (すべり)

図2.1-5 玄海3号炉 燃料移送装置 リフティングアーム構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	⑧	ピストンロッド
②	電磁弁 (パッキン)	⑨	軸受 (すべり)
③	仕切弁、切替弁、圧力調整弁 (パッキン)	⑩	パッキン
④	アキュムレータ	⑪	ロッド側本体
⑤	基礎金物	⑫	ヘッド側本体
⑥	シリンダチューブ	⑬	配 管
⑦	ピストン		

図2.1-6 玄海3号炉 燃料移送装置 水圧ユニット構造図



No.	部 位
①	リミットスイッチ
②	補助継電器
③	押しスイッチ
④	電磁接触器
⑤	ヒューズ
⑥	変圧器
⑦	ノーヒューズブレーカ
⑧	筐 体
⑨	チャンネルベース
⑩	取付ボルト
⑪	基礎ボルト

図2.1-7 玄海3号炉 燃料移送装置 制御設備主要機器構成図

表2.1-1(1/2) 玄海3号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部 位		材 料	
トラック フレーム	レール	ステンレス鋼	
	基礎金物	ステンレス鋼	
燃料コンテナ	燃料コンテナ	ステンレス鋼	
	ピボット軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
コンベアカー	車輪	ステンレス鋼	
	車輪軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
走行駆動装置	減速機	ケーシング	消耗品・定期取替品
		軸	消耗品・定期取替品
		軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		ウォーム	消耗品・定期取替品
		ウォームホイール	消耗品・定期取替品
	架台	炭素鋼	
	基礎金物	炭素鋼	
	軸継手	ケーシング	アルミダイカスト
		スプロケット	炭素鋼
		チェーン	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
	トルクリミッタ（摩擦板）	レジンモールド	
	ラインシャフト	ステンレス鋼	
	ラインシャフト部軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
	かさ歯車	ステンレス鋼	
	かさ歯車部軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
	チェーン	ステンレス鋼	
	スプロケット	ステンレス鋼	
	リフティング アーム	リフティングアーム	ステンレス鋼
ピボット軸受（すべり）		消耗品・定期取替品	
ホーク		ステンレス鋼	
ホーク部軸受（すべり）		消耗品・定期取替品	
リフティングローラ		消耗品・定期取替品	

表2.1-1(2/2) 玄海3号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部 位		材 料	
リフティング アーム	架 台	ステンレス鋼	
	シリンダ部軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
水圧ユニット	水圧制御装置	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	消耗品・定期取替品
		電磁弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		仕切弁、切替弁、 圧力調整弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		アキュムレータ	消耗品・定期取替品
		基礎金物	炭 素 鋼
	水圧シリンダ	シリンダチューブ	ステンレス鋼 (硬質クロムメッキ)
		ピストン	ステンレス鋼
		ピストンロッド	ステンレス鋼 (硬質クロムメッキ)
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
		パッキン	消耗品・定期取替品
		ロッド側本体	ステンレス鋼
		ヘッド側本体	ステンレス鋼
	配 管	ステンレス鋼	
	制御設備	リミットスイッチ	消耗品・定期取替品
補助継電器		消耗品・定期取替品	
押釦スイッチ		銅、銀他	
電磁接触器		消耗品・定期取替品	
ヒューズ		消耗品・定期取替品	
変 圧 器		銅、アラミド繊維 絶縁ワニス (H種絶縁)	
ノーヒューズブレーカ		消耗品・定期取替品	
筐 体	炭 素 鋼		
チャンネルベース	炭 素 鋼		
取付ボルト	炭 素 鋼		
基礎ボルト	炭 素 鋼		

表2.1-2 玄海3号炉 燃料移送装置の使用条件

移 送 荷 重		定格荷重：燃料集合体 1 体分	
使用温度	気 中	原子炉格納容器内	約45℃
		燃料取扱建屋内	約30℃
	水 中		約41℃
設 置 場 所		原子炉格納容器内 燃料取扱建屋内	

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

燃料移送装置の機能である燃料移送機能を維持するためには、次の5つの項目が必要である。

- ① 装置の支持機能
- ② 走行機能
- ③ リフティング機能
- ④ 機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持
- ⑤ 盤の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

燃料移送装置について、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、個々の部位の構造、材料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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-1で○となっているもの）としては、以下の事象がある。

(1) 変圧器の絶縁低下

制御設備の変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

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

以下の事象（表2.2-1で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

(1) レール及び車輪の摩耗

トラックフレームのレール及びコンベアカーの車輪は、機械的要因で摩耗が想定される。

しかしながら、水中での水潤滑であり、また、ころがり接触のため摩耗し難い構造となっており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 架台等の腐食（全面腐食）

走行駆動装置の架台及び軸継手（ケーシング、スプロケット）は炭素鋼又はアルミダイカストであり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の点検時等の異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) トルクリミッタ（摩擦板）の摩耗

走行駆動装置のトルクリミッタ（摩擦板）は機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、使用前の点検時の目視確認により状態を確認し、有意な摩耗が確認された場合は適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(4) かさ歯車の摩耗

走行駆動装置のかさ歯車は機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、かさ歯車は水中での水潤滑であり、摩耗し難い構造となっており、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の点検時の異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) チェーン（ブッシュ部）の摩耗

走行駆動装置のチェーンのブッシュ部は、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、使用前の点検時にチェーンの伸び計測を実施し、伸びの傾向を監視しており、有意な伸びが確認された場合は、必要に応じて取替えることにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(6) スプロケット及びチェーン（ローラ外面）の摩耗

走行駆動装置のスプロケットとチェーンのローラ外面は相互の接触により、摩耗が想定される。

しかしながら、ころがり接触のため摩耗し難い構造となっており、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) シリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドの摩耗

水圧シリンダのシリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドは機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダチューブとピストン及びピストンロッドと軸受（すべり）はパッキン及びグリスにより隔てられて摩耗し難い構造となっており、これまでに異常な動き等が認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、使用前の点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 基礎金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

走行駆動装置及び水圧ユニットの水圧制御装置基礎金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(9) 押釦スイッチの導通不良

制御設備の押釦スイッチは接点部分に付着する浮遊塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、押釦スイッチの接点部分は盤内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な動作確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 筐体、チャンネルベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体、チャンネルベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(11) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

前述の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

(12) 基礎金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

走行駆動装置及び水圧ユニットの水圧制御装置の基礎金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部では、コンクリートが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎金物の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

オイルシールは分解点検時等に取り替えている消耗品である。

また、燃料コンテナのピボット軸受（すべり）、コンベアカーの車輪軸受（すべり）、軸継手のチェーン、ラインシャフト部軸受（すべり）、かさ歯車部軸受（すべり）、リフティングアームのピボット軸受（すべり）、リフティングローラ、シリンダ部軸受（すべり）、ホーク部軸受（すべり）、水圧ポンプ（軸受、パッキン）、電磁弁等（パッキン）、水圧ユニットのアクュームレータ、水圧シリンダのパッキン及び軸受（すべり）は、作動確認等の結果に基づき取り替えている消耗品である。なお、走行駆動装置の減速機、リミットスイッチ、補助継電器、電磁接触器、ヒューズ及びノーヒューズブレーカは、定期取替品である。

いずれも、長期使用はせず取替え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。

表2.2-1(1/5) 玄海3号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減摩	肉食	割れ		材質変化	その他		
							腐食	疲労割れ				応力腐食割れ
装置の支持機能	トラックフレーム	レール		ステンレス鋼	△							*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部
		基礎金物		ステンレス鋼								
走行機能	燃料コンテナ	燃料コンテナ		ステンレス鋼								
		ピボット軸受(すべり)	◎	—								
	コンベアカー	車輪		ステンレス鋼	△							
		車輪軸受(すべり)	◎	—								
	走行駆動装置	減速機	ケーシング	◎	—							
軸			◎	—								
軸受(ころがり)			◎	—								
オイルシール			◎	—								
ウオーム			◎	—								
ウオームホイール			◎	—								
基礎金物	架台	架台		炭素鋼				△				
		基礎金物		炭素鋼				△ ^{*1} ▲ ^{*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(2/5) 玄海3号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考		
					摩 耗	肉 食		割 れ		材 質 変 化			そ の 他	
						腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化				
走行機能	走行 駆動装置	軸 継 手		アルミダイカスト		△								
					炭素鋼		△							
				◎	—									
				◎	—									
				トルクリミッタ (摩擦板)		インゼルト		△						
				ラインシャフト		ステンレス鋼								
				ラインシャフト部軸受 (すべり)	◎	—								
				かさ歯車		ステンレス鋼		△						
				かさ歯車部軸受 (すべり)	◎	—								
				チェーン		ステンレス鋼		△						
		スプロケット		ステンレス鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/5) 玄海3号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考				
					摩 耗	腐 食	割 れ	割 れ		材 質 変 化		そ の 他			
								疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕						
リフティング 機能	リフティング アーム	リフティングアーム		ステンレス鋼									*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部		
		ピボット軸受 (すべり)	◎	-											
		ホーク		ステンレス鋼											
		ホーク部軸受 (すべり)	◎	-											
		リフティングローラ	◎	-											
		架 台		ステンレス鋼											
		シリンダ部軸受 (すべり)	◎	-											
		水圧 ユニット	水圧制御 装置	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	◎	-									
				電磁弁 (パッキン)	◎	-									
				仕切弁、切替弁、 圧力調整弁 (パッキン)	◎	-									
アキユムレータ	◎			-											
		基礎金物		炭 素 鋼					△ ^{*1} ▲ ^{*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(4/5) 玄海3号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考		
					摩 耗	腐 食	割 れ	材 質 変 化		そ の 他			
								疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕			熱 時 効	劣 化
リフティング機能	水圧ユニット	水圧シリンダ		ステンレス鋼 (硬質合金)	△								
		ピストン		ステンレス鋼	△								
		ピストンロッド		ステンレス鋼 (硬質合金)	△								
			軸受 (すべり)	◎	-								
			パッキン	◎	-								
			ロッド側本体		ステンレス鋼								
			ヘッド側本体		ステンレス鋼								
			配 管		ステンレス鋼								

△：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) 玄海3号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象								備 考											
				摩 耗	腐 食	肉 食	割 れ	絶 縁	導 通	特 性	その他												
													疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	絶 縁 低 下	導 通 不 良	特 性 変 化						
機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	制御設備																						
	リミットスイッチ	◎	—																				
	補助継電器	◎	—																				
	押釦スイッチ		銅、銀他											△									
	電磁接触器	◎	—																				
	ヒューズ	◎	—																				
	変 圧 器		銅 アミト、繊維 絶縁ワニス (H種絶縁)												○								
	ノーヒューズブレーカ	◎	—																				
	盤 体			炭素鋼																			
	チャンネルベース			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）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

制御設備の変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境変化の程度は小さく、塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（H種：許容最高温度180℃）を使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。