

D/G 5 A 過給機出口配管フランジ溶接部のき裂確認について

2021年11月15日

東京電力ホールディングス株式会社

D/G 5 A 過給機出口配管フランジ溶接部のき裂確認について

1. 事象概要

2021年11月11日（木）5号機D/G 5 A点検中の75%負荷試験時において、過給機（ハンドル側）の出口配管フランジ溶接部のき裂より、煤を含んだ排気ガスが漏えいしていることを確認した。

なお、必要な非常用電源は確保されており、LCO逸脱には該当しない。（D/G5B,6A,6B待機中）

<運転上の制限の要求> ⇒ 5,6号機で2台、各号機で1台が待機状態であることを要求

2. 時系列

<2021年11月10日（水）>

D/G 5 A 無負荷試験 異常なし（当該箇所の漏えいなし）

<2021年11月11日（木）>

10:49 D/G 5 A 起動（75%負荷試験）

11:35 D/G 5 A 発電機出力25%

11:55 過給機（ハンドル側）出口配管フランジ部に排ガス漏えい確認

12:13 D/G 5 A 停止（漏えいが止まったことを確認）

3. 漏えい箇所



過給機（ハンドル側）
出口配管フランジ溶接部

漏えい幅：約80mm（周方向）

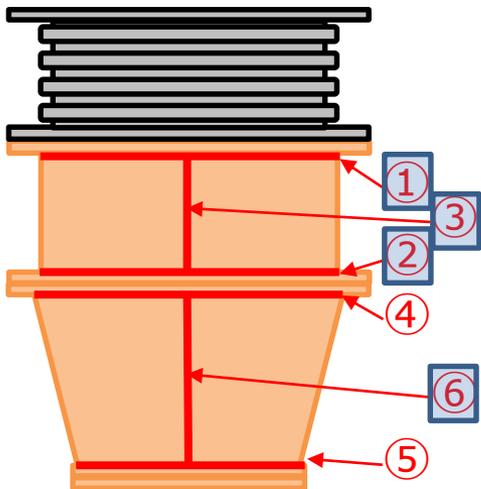


フランジ溶接部の浸透探傷試験実施結果（燃料ハンドル側）

浸透探傷試験(P T)実施結果

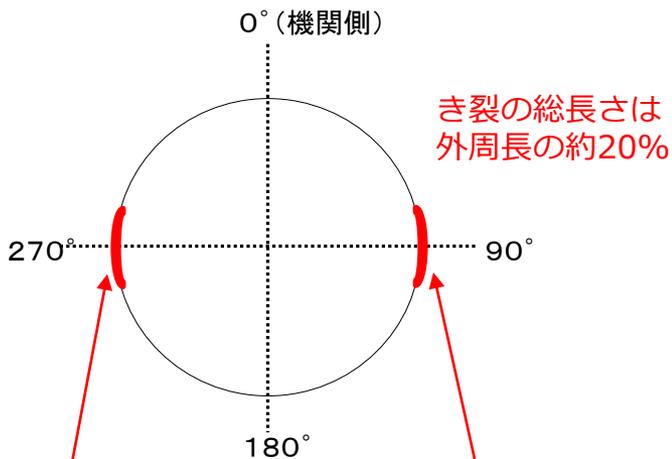
◇燃料ハンドル側

— : 溶接線

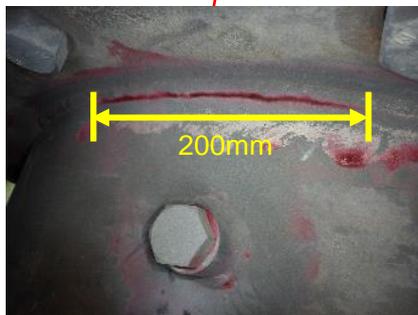
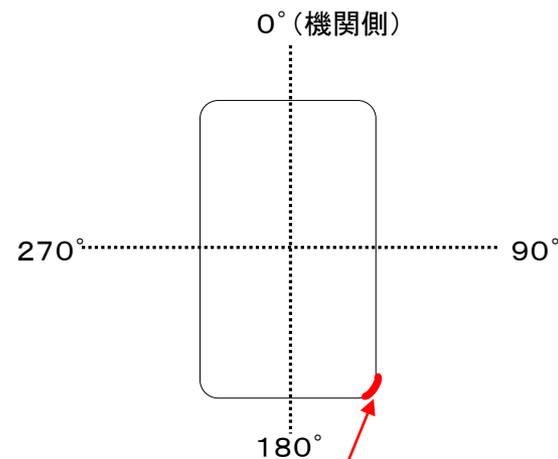


①②③⑥に指示模様なし

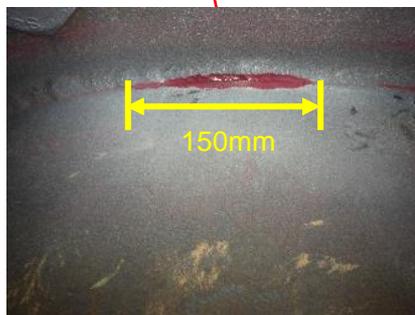
④の断面



⑤の断面



漏えいあり



漏えいなし



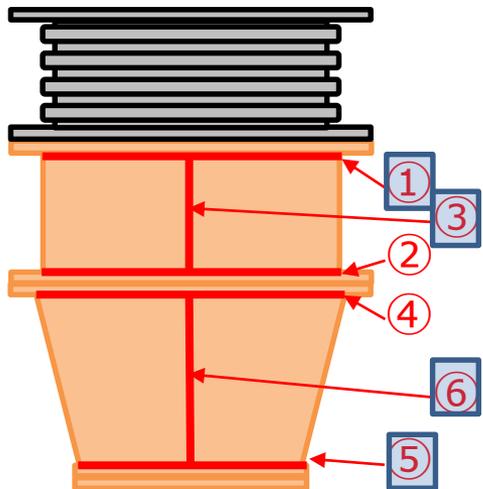
漏えいなし

フランジ溶接部の浸透探傷試験実施結果（発電機側）

浸透探傷試験(P T)実施結果

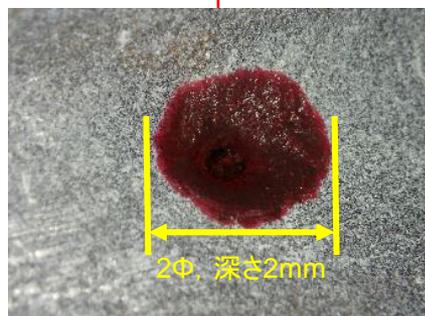
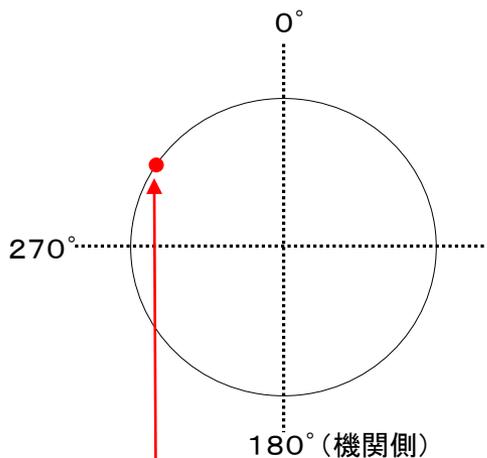
◇ 発電機側

— : 溶接線



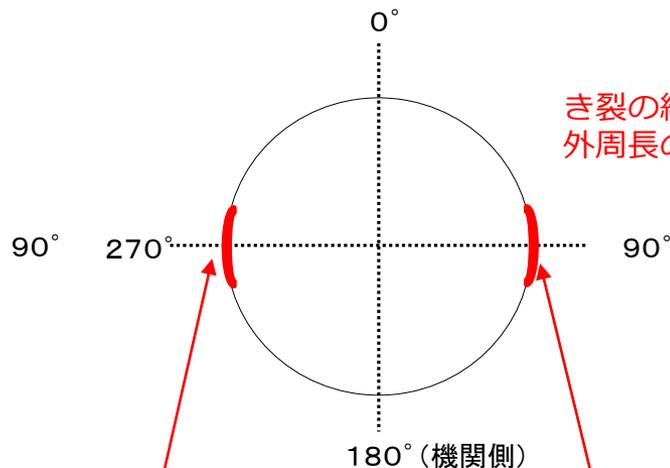
①③⑤⑥に指示模様なし

②の断面

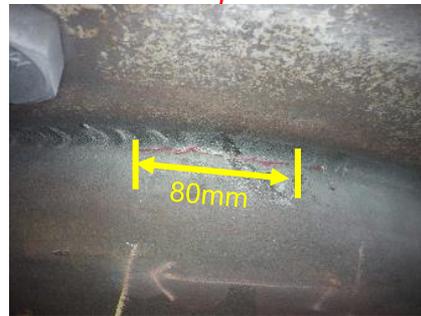


漏えいなし

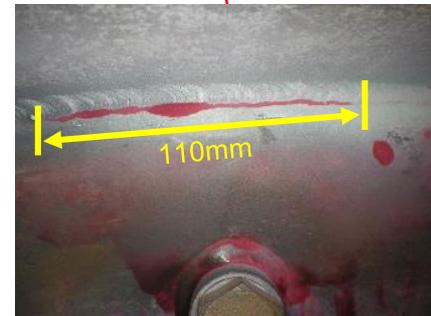
④の断面



き裂の総長さは外周長の約11%



漏えいなし



漏えいなし

要因分析結果（1 / 2）

以下の要因分析結果に基づき、当該配管の内面点検及びき裂の断面観察を行う。

△：要因の可能性あり
×：要因の可能性なし

一次要因	二次要因	三次要因	要因説明	調査項目	調査結果	判定
設計	材料選定		材料選定不良による強度不足	材料確認 実績確認	炭素鋼（SS400）を使用しており、一般陸船含め、本材料を使用しており、十分な使用実績がある。	×
	構造		フランジ部の溶接設計不良	溶接形状 実績確認	差し込みフランジ構造の溶接には隅肉溶接を適用しており、十分な使用実績がある。	×
	疲労評価		疲労限度以上の繰返し応力	実績確認	一般陸船含め、本材料を使用しており、当該プラントでも設計寿命を上回る十分な使用実績（47年）あり。	×
材料	素材	機械強度	機械的強度不足	材料検査記録 確認 (機械試験)	管理対象製品ではないため、記録の保存は無いが、溶接部のき裂であり、素材には問題はない。	×
		化学成分	化学成分の不良による強度不足	材料検査記録 確認 (成分分析)	管理対象製品ではないため、記録の保存は無いが、溶接部のき裂であり、素材には問題はない。	×
製造	溶接	溶接要領	施工要領の検討不足	溶接施工要領	一般的なアーク溶接による隅肉溶接であり、溶接としては問題ない。	×
		溶接不良	溶接欠陥（アンダーカット、オーバーサイズ、ピンホール等）	溶接ビード形状 (脚長、止端部形状)の確認	当該プラントでも設計寿命を上回る十分な使用実績（47年）があり問題はないが、要因としての可能性あり。	△

要因分析結果（2 / 2）

以下の要因分析結果に基づき，当該配管の内面点検及びき裂の断面観察を行う。

△：要因の可能性あり
×：要因の可能性なし

一次要因	二次要因	三次要因	要因説明	調査項目	調査結果	判定
据付， 保守点 検	点検実 施の有 無	復旧時の芯 狂い	溶接部への過大荷 重による損傷	作業要領の確 認	過去の接続部再組立時に強制的な組立は無かった。	×
		取付不良	点検部位(角フラン ジ部)のボルト締め 付け不足	ガス漏れ確認 (フランジ 面)	漏えい痕が確認されなかった。	×
運転	振動		運転時の過大振動	試験運転記録 確認	過去の記録を確認したが，振動計測値は無い。 東日本大震災時に今まで経験していない過大振動の中，急速起 動が行われ負荷運転が継続されており，その影響は否定できな い。その後のメンテナンスにおいて排気立上り管は詳細な点検 は実施していなかった。	△
			排気脈動による過 大振動	試験運転記録 確認	過去の記録を確認したが，振動計測値は無い。	△
		ボルト締め付 け不足	フランジ部の締め 付け不足による過 大振動	試験運転記録 確認	過去の記録を確認したが，振動計測値は無い。 また，漏えい痕が確認されなかった。	×
	熱	熱応力	熱伸縮による過大 応力	排気出口温度 の履歴確認	運転時排気温度が最高使用温度以下であり問題無い。	×
	疲労		振動や熱サイクル 等による疲労	破面観察	分解後確認。	
	腐食	排気ガス	排気ガスによる硫 酸腐食	き裂箇所 の腐食確認	分解後確認。	
結露		結露による酸化腐 食	き裂箇所 の腐食確認	分解後確認。		

き裂の補修について

補修方法

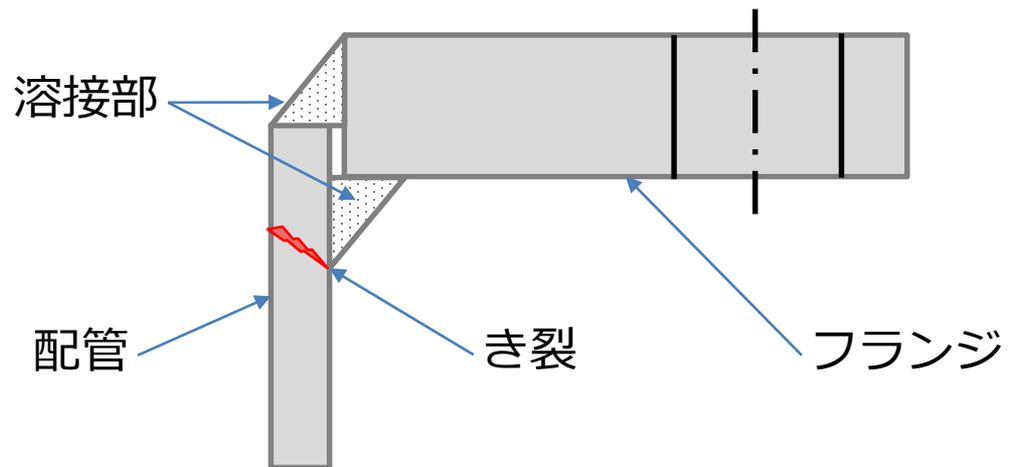
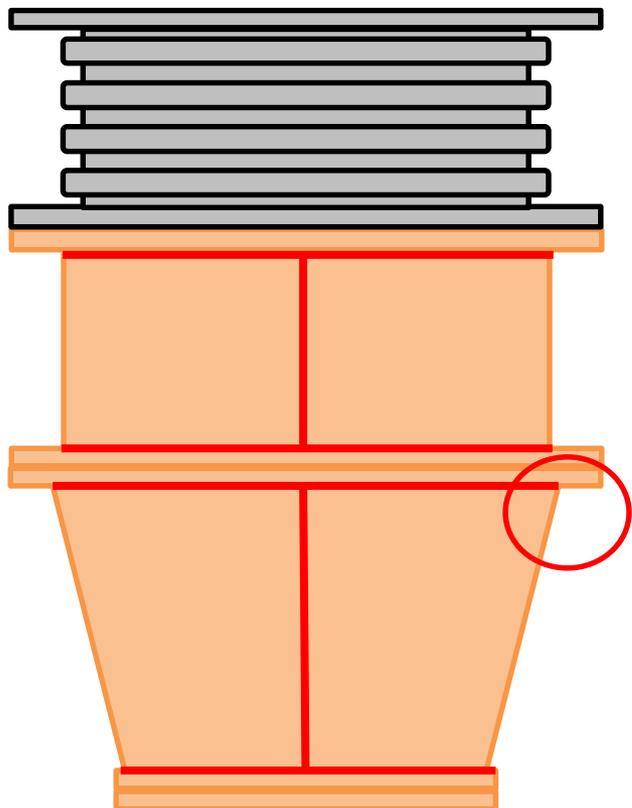
新規製作品と取替を実施予定

- ・納期は年内を要求しているが現在確認中（11 / 15回答予定）
- ・D/G 5 Aの他にD/G 5 B, D/G 6 A, D/G 6 B, 所内共通D/G (A, B) についても順次取替を計画
- ・D/G 5 Aの当該配管については、速やかに取り外しを行い、内面点検やき裂部の断面観察を行い、原因分析を行う。
- ・新規製作品に取替後、D/G 5 Aについては、速やかに75%及び100%負荷試験を行い、問題がなければ待機状態に移行する。

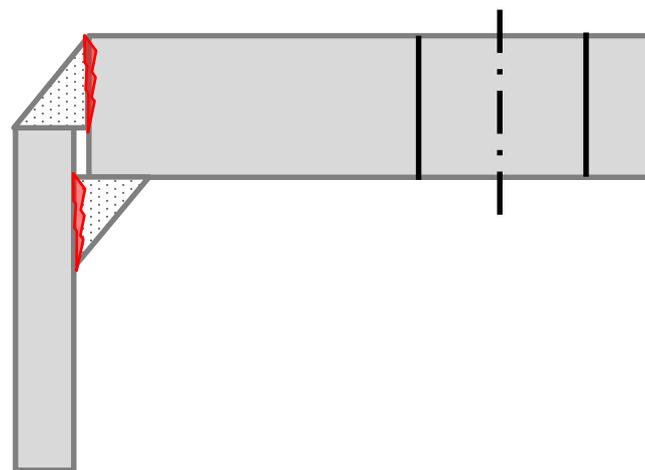
配管仕様

- | | | | |
|-------------|---------|------|-------|
| (1) 材質：配管 | SS400 | 公称肉厚 | 3.2mm |
| フランジ | SS400 | | |
| (2) 最高使用温度 | 500℃ | | |
| (3) 最高使用圧力 | 0.01MPa | | |
| (4) 溶接検査対象外 | | | |
| (5) 差し込み溶接 | | | |

想定されるき裂の進展経路



想定パターン① 母材にき裂がある場合



想定パターン② 溶接部のみのき裂がある場合

本事象に対する法令上の扱いに関する当社見解

福島第一原子力発電所5号機

非常用ディーゼル発電機5A過給機出口配管フランジ溶接部の亀裂事象に対する福島第一規則第18条の考え方

1. 福島第一規則第18条の考え方

2021年11月11日に発生した非常用ディーゼル発電機（以下、「D/G」という。）5A過給機出口配管フランジ溶接部（以下、「当該溶接部」という。）の亀裂事象は、実施計画記載設備であるD/G5Aの不具合であり、福島第一規則第18条第三号に関係することから、法令上の扱いについて整理した。

福島第一規則第18条 第三号

三 発電用原子炉設置者が、発電用原子炉施設のうち実施計画に定められたものの点検を行った場合において、発電用原子炉施設の安全を確保するために必要な機能を有していないと認められたとき。ただし、核燃料物質等の漏えいを防止するための機能を有していないと認められた場合であって、第十号ただし書又は第十一号ただし書のときを除く。

発電用原子炉設置者（福島第一原子力発電所）が、発電用原子炉施設（5号機または共通する部分においては5・6号機）のうち実施計画に定められたもの（D/G5A）の点検を行った場合において、発電用原子炉施設の安全を確保するために必要な機能（5・6号機電源系統設備に要求される機能）を有していないと認められたとき。ただし、核燃料物質等の漏えいを防止するための機能を有していないと認められた場合であって、第十号ただし書又は第十一号ただし書のときを除く。

5・6号機電源系統設備に要求される機能は以下の通りであり、D/G5A単体で機能を有していない場合でも、他のD/Gや電源車により非常用所内電源が確保できれば、必要な機能は有していると考えます。

なお、機器単体で必要な機能を有していないとした場合、電源車1台の故障でも「福島第一規則第18条第三号」に該当するという法令上の解釈になるものと考えます。

実施計画Ⅱ章 2.32 5・6号機電源系統設備

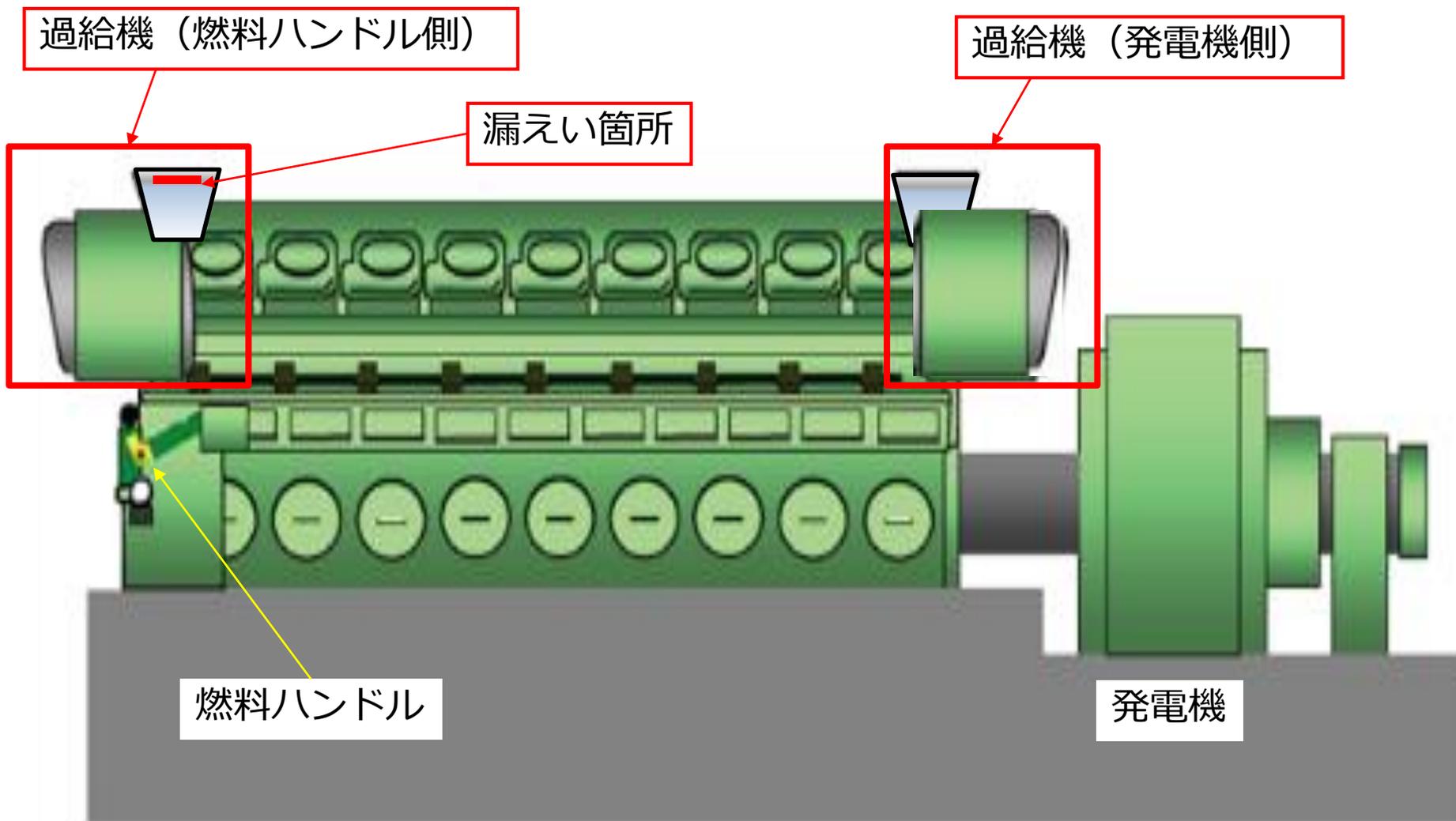
要求される機能

- (1)燃料交換において、外部電源が1系列動作可能であること。
- (2)非常用所内電源が使用できない場合は、代替となる電源を有すること。

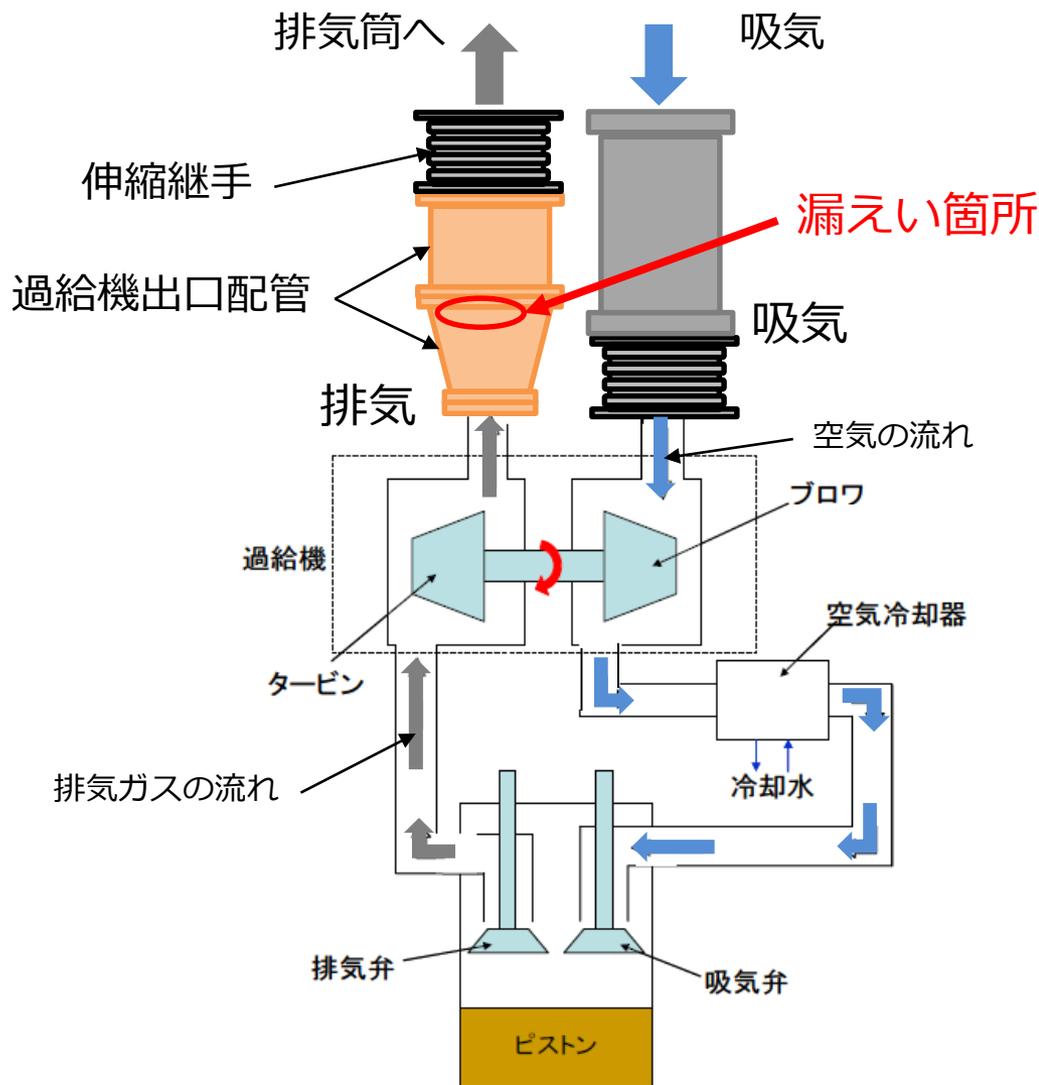
要求される機能を構成する主な機器

- (1)5号機 : 起動変圧器, 非常用ディーゼル発電機, 非常用ディーゼル発電機冷却海水系
- (2)6号機 : 非常用ディーゼル発電機, 非常用ディーゼル発電機冷却海水系
- (3)5・6号機共用 : 電源車 (代替電源)

【参考】 D/G概略図



【参考】過給機概略図



過給機出口配管
 材質：SS400
 (一般構造用圧延鋼材)

漏えい箇所の温度条件

負荷条件	温度
無負荷	120 °C
75%負荷	420 °C
100%負荷	470 °C

各負荷における圧力：不明

過給機概要図