

伊方発電所第 3 号機
エタノールアミン含有排水生物処理装置
曝気ブロワの異常について

平成 3 0 年 3 月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 エタノールアミン含有排水生物処理装置 曝気ブロワの異常について

2. 事象発生の日時

平成29年 9月16日 6時46分

3. 事象発生の設備

3号機 エタノールアミン含有排水生物処理装置 曝気ブロワB

4. 事象発生時の運転状況

3号機 通常運転中（発電出力912MW）

5. 事象の概要

平成29年9月16日、伊方発電所第3号機は通常運転中のところ、エタノールアミン*¹（以下、ETAという。）含有排水生物処理装置*²に故障を示す警報が発信した。

運転員が、現地を確認したところ、同装置に空気を供給する曝気ブロワ*³Bからと思われる粉塵、飛散物を同日6時46分に確認した。

そのため、予備機の曝気ブロワAを起動して同装置の運転を継続した。

その後の調査で、曝気ブロワBの軸の一部がハウジング*⁴と接触していることを確認した。

その後、曝気ブロワB一式を取替え、11月29日14時05分、起動試験を行い運転に異常のないことを確認し、通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラント運転への影響および環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1，2）

*1 エタノールアミン（ETA）

2次系の系統水のpH調整に使用する薬品

*2 エタノールアミン含有排水生物処理装置

プラントからの排水に含まれるETAやアンモニアなどの薬品を微生物の作用等により分解処理する装置であり、一般的な、し尿浄化槽と同様の構造である。

*3 曝気ブロワ

ETA分解槽などに空気を送る設備であり、曝気ブロワにより送られた空気は、槽内の排水の攪拌や微生物の呼吸に使用される。

*4 ハウジング

ケーシングの端面に取り付けて、ケーシングと共にローターを収納する部屋を構成する部品で、ベアリングを支持する機能を有する。

6. 事象の時系列

9月16日

6時23分	2次系補機制御盤 現地盤	「総合排水処理装置」 「生物処理装置故障」	警報発信 警報発信
6時24分		「火災報知器作動」	警報発信
		(ETA含有排水生物処理装置建屋2F)	
6時34分		運転員にて現場確認実施(曝気ブロワB過負荷による自動停止、C運転継続、火災はないことを確認)	
6時46分		運転員にて、曝気ブロワBからと思われる粉塵、飛散物を確認	
7時40分		保修員にて、曝気ブロワBのファンベルトの歯が一部欠損していることを確認	
8時10分		エタノールアミン含有排水生物処理装置処理を停止	
9時12分		曝気ブロワ切り替え操作開始(曝気ブロワC手動停止)	
9時27分		曝気ブロワA, C起動	
10時30分		エタノールアミン含有排水生物処理装置処理を再開	

11月29日

14時05分 曝気ブロワB一式取替完了(通常状態に復旧)

7. 調査結果

(1) 現場調査(事象発生時)

a. モータ

ファンベルトを取外し、ハンドターニングを実施した結果、異常なく回転することを確認した。

また、モータの絶縁抵抗値、巻線抵抗値についても異常は認められなかった。

b. ブロワ

ファンベルトを取外し、ハンドターニングを実施した結果、本体プーリが回転しないことを確認した。

c. ファンベルト

ファンベルトの外観点検を行ったところ、ベルト側面に摩耗およびノッチ*5の欠損が認められ、ベルトカバー内およびカバーの下に、摩耗粉塵の飛散が見られた。

(添付資料-3)

*5 ノッチ

ベルトの内面に幅方向に切れ込みを入れ、曲げやすくしたもので、動力損失の低減を図るもの

(2) ブロワの詳細調査

a. ケーシング

外観目視点検した結果、外面および内面に変形、接触傷等の異常は認められなかった。

b. ロータシャフト

ブロワのギヤカバーを開放し、ロータシャフトA、ロータシャフトBを連結しているタイミングギヤを取り外した後に、ハンドターニングした結果、ロータシャフトAは異常なく回転したが、ロータシャフトBは回転しなかった。

ロータシャフトBを抜き取って、詳細点検したところタイミングギヤ側の軸表面にハウジングRとの接触傷と変色が認められた。

接触傷の軸寸法を計測したところ、直径で $\phi 70.00\text{ mm}$ に対し、最小で $\phi 69.72\text{ mm}$ と 0.28 mm の摩耗を確認した。

また、ロータシャフト羽根部端面には、ハウジングR、Lとの軽微な接触傷を確認した。

ロータシャフトAおよびロータシャフトBのプーリ側の軸は、異常は認められなかった。

(添付資料-4, 5)

c. ハウジング

ハウジングR、L内面に、ロータシャフト羽根端面との軽微な接触傷を確認した。

また、ハウジングRのロータシャフトB貫通穴の角部と内面に、ロータシャフト軸との接触傷および割れを確認した。

(添付資料-4, 6)

d. ベアリング

ロータシャフトBタイミングギヤ側のベアリングについては、全体的に表面がこげ茶色に変色していた。

内封されているグリースは黒色化しており、油分が完全に消失し固形化していた。

ベアリング単独で回転させると、固形化したグリースが摺動面とベアリング球の間に入り込み、球が引きずられながら回転しており動きが重く引っ掛かりが感じられた。

残りの3個のベアリングについては、グリースの減少は見られたものの、変色もなくスムーズに回転することを確認した。

(添付資料-7)

e. ファンベルト

ファンベルトについては、側面に摩耗が見られ、ノッチも約半分程度欠損状態であった。

(添付資料-3)

f. その他

ギヤオイルに有意な劣化、変質、油面低下はなく、また吸込・吐出配管の詰まり、外観の異常等はなかった。

(3) 保守状況の調査

a. ブロワ点検状況

当該ブロワの分解点検は、平成17年に装置を設置した以降、実施していない。

平成20年2月、平成23年9月と平成28年11月にファンベルトの取替、平成20年2月ギヤ油の取替、平成29年1月にベアリングのグリースアップを実施している。

b. 点検計画・管理

当該ブロワは、日常の巡視点検等で異常兆候が確認された場合など必要に応じて、点検を実施する計画であり、平成17年の設置以降ファンベルトの劣化、油脂類の減少以外は、異常は認められていなかった。

また、ベアリングの潤滑不良等を確認する振動測定を月1回実施する計画であり、至近では、平成29年8月24日に実施し、毎日の巡視点検を平成29年9月15日に実施していたが、異常は認められなかった。

c. グリースの補充状況

定期的なグリースの補充は行っていないが、振動測定結果により、グリースの補充を実施しており、至近では平成29年1月に実施していた。

(4) 運転状況の調査

曝気ブロワは、3台設置しており、2台運転で、月1回運転機の切替をしている。当該ブロワは、平成29年7月19日の運転機切替より、当該事象発生まで連続で運転していた。

なお、曝気ブロワは、空気を圧縮して送気する装置であることから、正常状態でも圧縮部本体が比較的高温で運転している。

(5) A, C号機の調査

同じ環境にある曝気ブロワA, Cを分解点検した結果、ケーシング、ロータシャフトおよびハウジングとも接触等の異常は認められなかった。

ベアリングは、グリースの減少は見られたもののスムーズに回転し、至近に注入したグリースが内部に供給されており、潤滑機能が維持されていることを確認した。

8. 推定原因

曝気ブロワは、高温下での連続運転に伴いベアリング内のグリースが減少する傾向にあるため、ベアリング内グリースの減少の個体差により、当該ブロワのロータシャフトタイミングギヤ側ベアリングにおいて、潤滑不良による摩擦熱が発生してベアリングの温度が上昇し、ベアリング内のグリース油分の減少が促進され、運転継続によりベアリング温度が異常上昇したと推定される。

その結果、熱伝導により、ロータシャフト軸が伸びてハウジングに接触してブロワの回転不良となり、ファンベルトが滑り急激に摩耗するとともに、モータの過負荷となって保護装置により自動停止したものと推定される。

なお、火災報知器の作動については、ファンベルトの摩耗に伴い発生した粉塵によるものと推定される。

9. 対 策

(1) 曝気ブロワB本体を新品に取替えた。

また、A、Cについて、分解点検を行い、ベアリングを取替えた。

なお、ベアリングのグリースについては、A、B、Cとも温度特性に優れグリース油分の減少が少ないものに変更し、グリース寿命の延長を行った。

(2) 軸受温度上昇による潤滑不良の発生を未然に防止するため、万一、軸受部の温度が通常よりも高い状態となった場合には、容易に認識できるよう、当該ブロワの軸受上部のハウジングにサーモラベル*⁶を貼付け、日常の巡視点検時に確認する。

(添付資料-8)

* 6 サーモラベル

ラベルの表示部の変色により、温度上昇の有無を容易に確認できる温度管理用シール

(3) 曝気ブロワについて、従来の振動測定データの分析評価に加え、サーモラベルによる温度確認によりグリース補充を行うとともに、必要に応じてベアリングの取替を実施することとする。

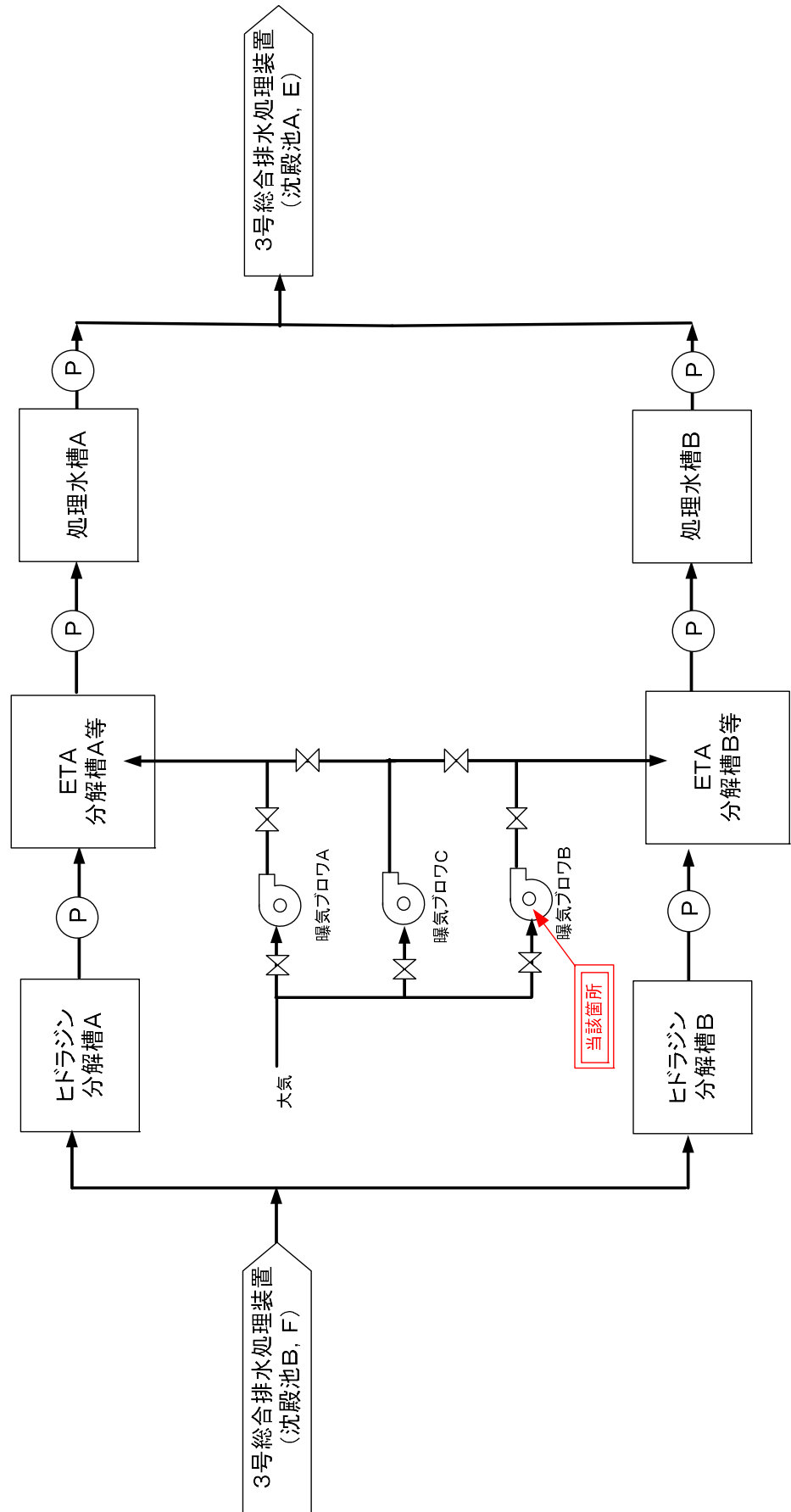
(4) 当該ブロワと同様に連続運転となる同型式のブロワについても、軸受温度の異常上昇による潤滑不良の発生を未然に防止するため、サーモラベルによる温度確認によりグリース補充を行うとともに、必要に応じてベアリングの取替を実施することとする。

以 上

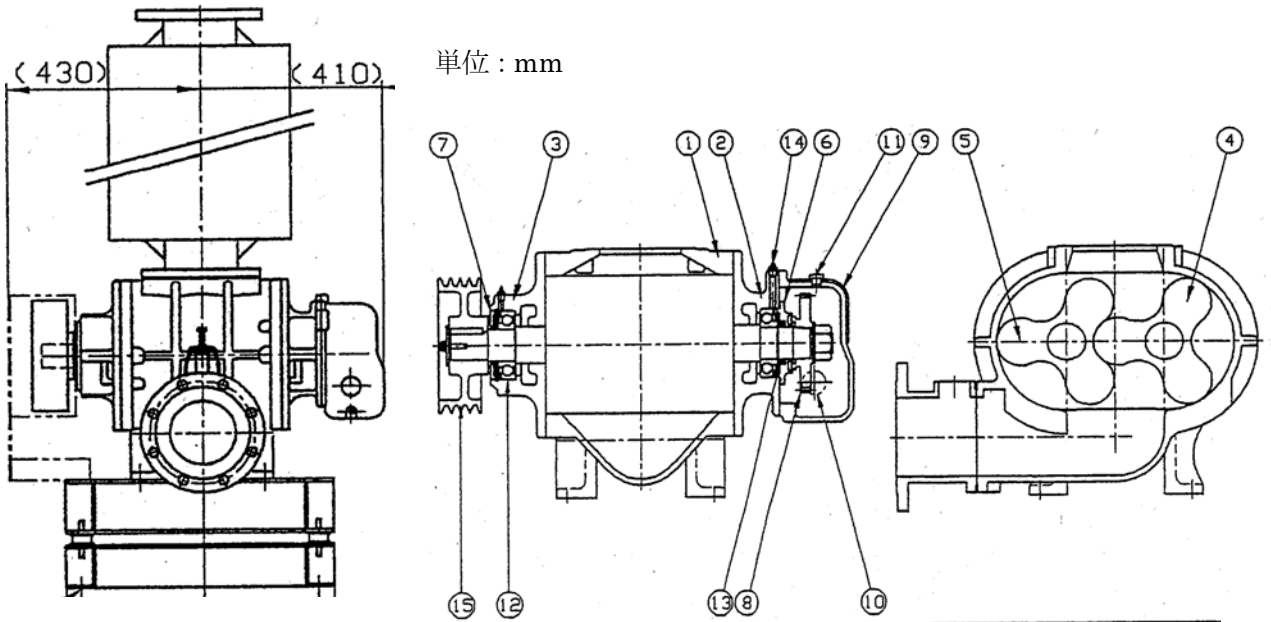
添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方3号機 E T A含有排水生物処理装置 概略図
- 添付資料－ 2 曝気ブロワB 構造図
- 添付資料－ 3 曝気ブロワB ファンベルト調査結果
- 添付資料－ 4 曝気ブロワB 軸貫通部調査結果
- 添付資料－ 5 曝気ブロワB ロータシャフト調査結果
- 添付資料－ 6 曝気ブロワB ハウジング調査結果
- 添付資料－ 7 曝気ブロワB ベアリング調査結果
- 添付資料－ 8 曝気ブロワ サーモラベル

伊方3号機 ETA含有排水生物処理装置 概略図

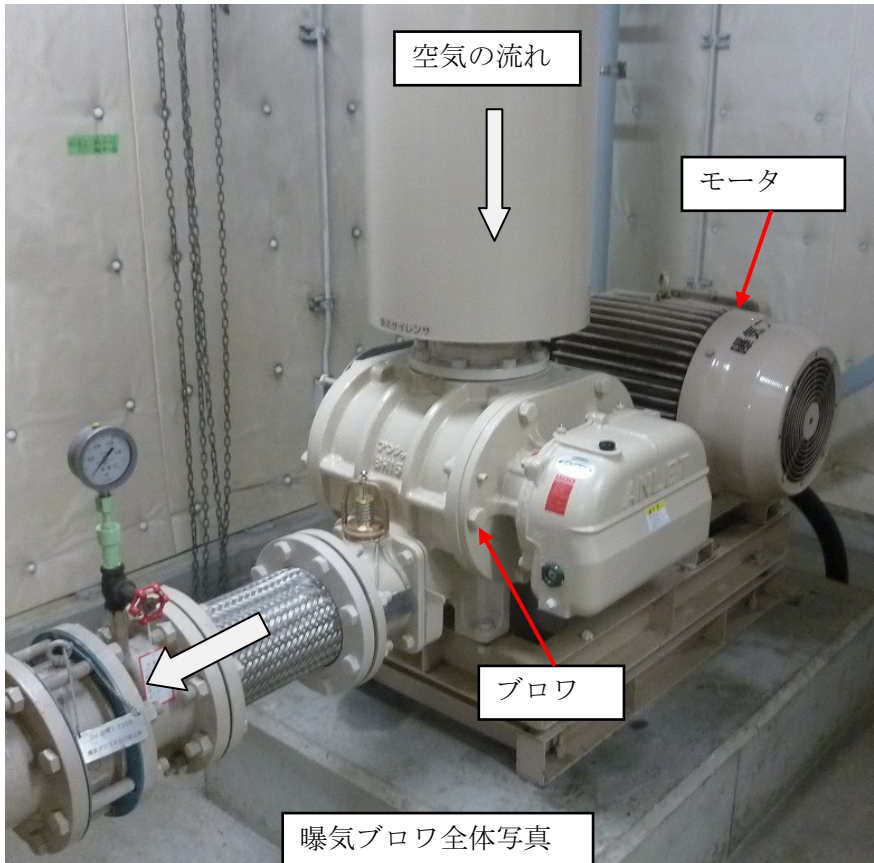


曝気ブロワB 構造図



【曝気ブロワ仕様】
 ・空気量：18Nm³/min
 ・圧力：63.7kPa
 ・回転速度：1400min⁻¹

番号	部品名称
1	ケーシング
2	ハウジングR
3	ハウジングL
4	ロータシャフトA
5	ロータシャフトB
6	カラーR
7	Vシール
8	タイミングギヤ
9	ギヤカバー
10	オイルゲージ
11	オイルキャップ
12	ベアリング
13	オイルシール
14	グリスニップル
15	本体ブーリ



曝気ブロワB ファンベルト調査結果

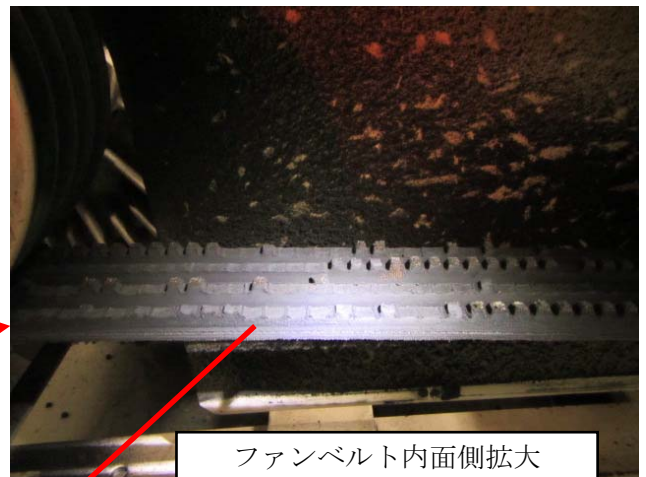
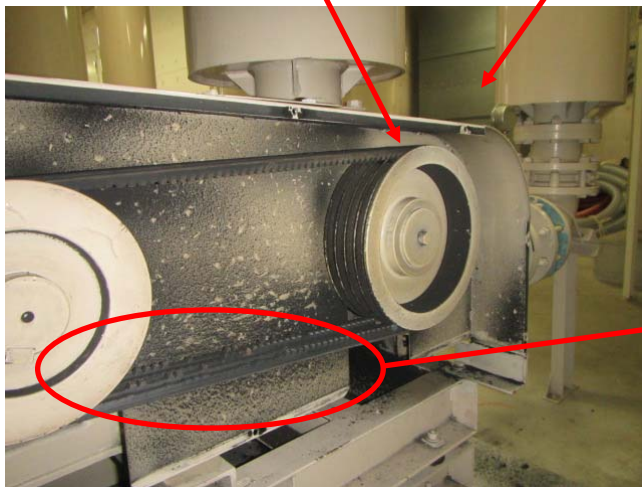


本体プーリ



曝気ブロワB ファンベルトカバー

- ・ベルトカバー内およびカバーの下に摩耗粉塵が飛散していた。



ファンベルト内面側拡大

- ・ノッチが半分程度欠損していた。

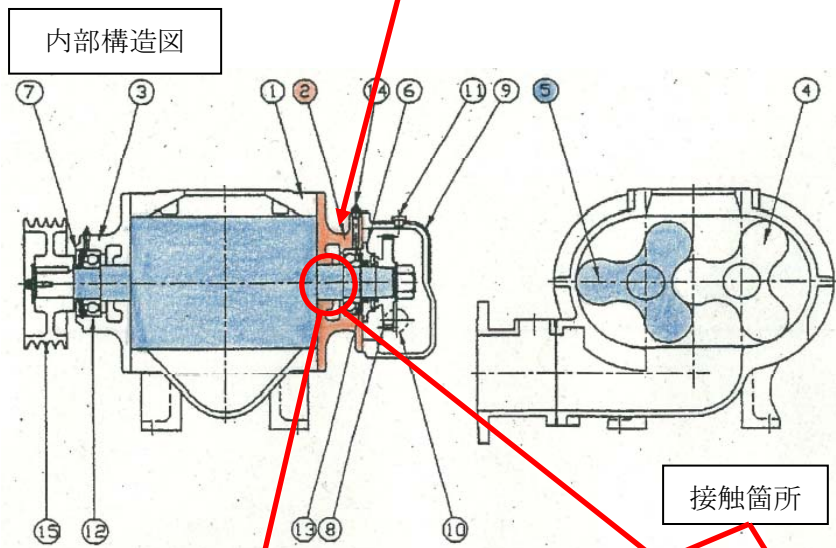
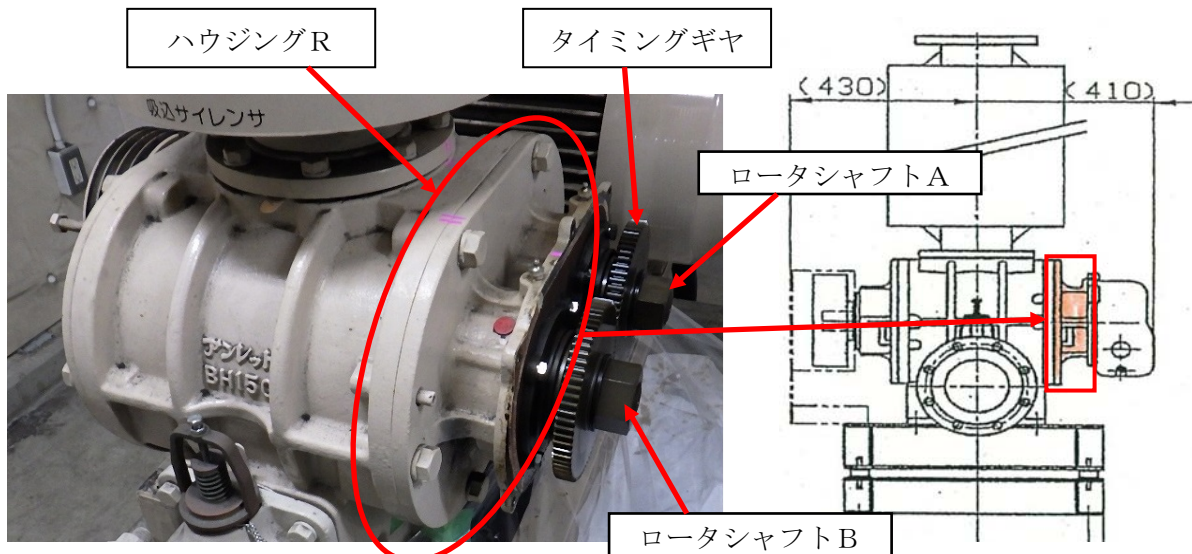
ノッチ

- ・側面が摩耗していた。



ファンベルト

曝気ブロワB 軸貫通部調査結果

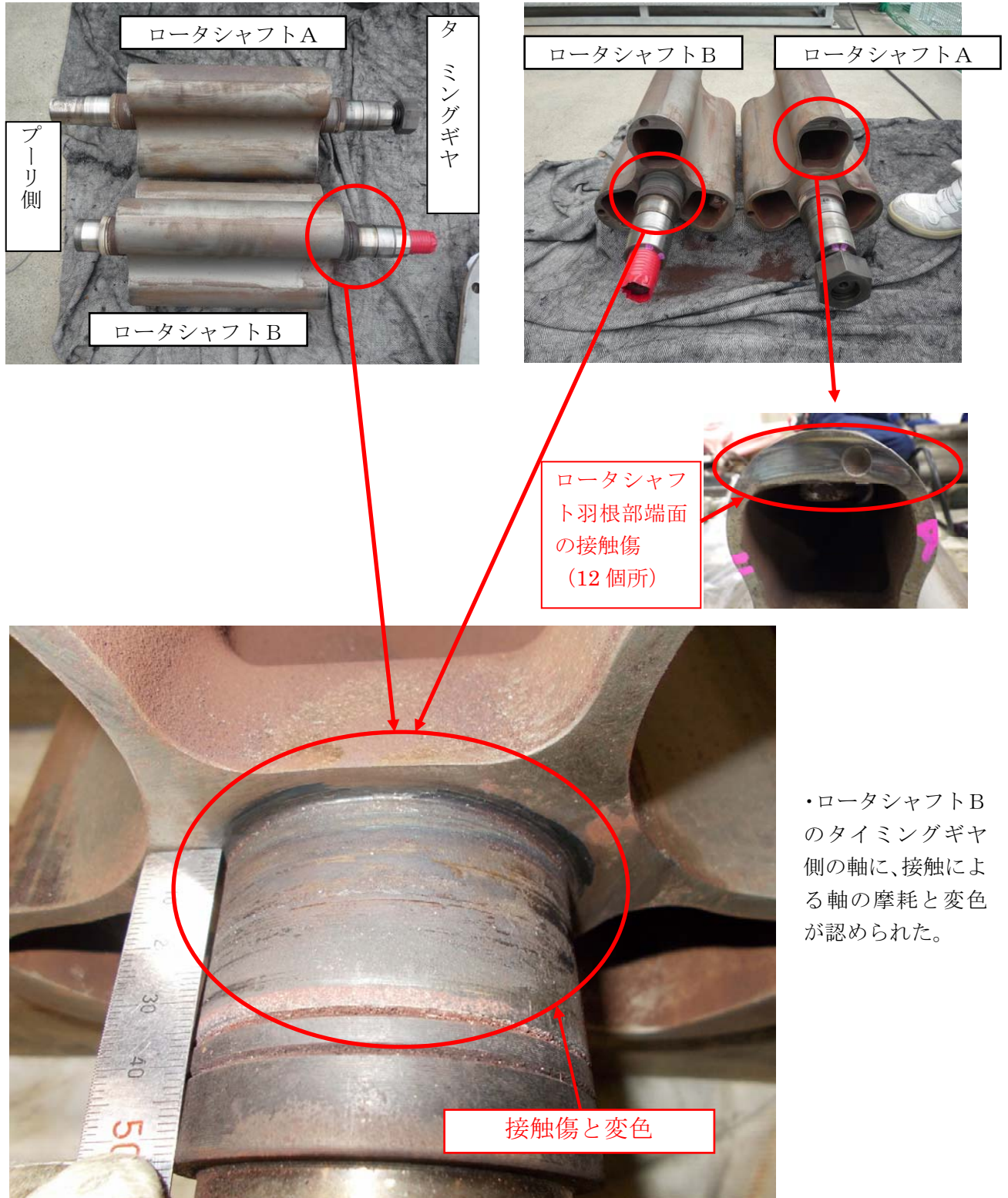


番号	部品名称
1	ケーシング
2	ハウジングR
3	ハウジングL
4	ロータシャフトA
5	ロータシャフトB
6	カフ-R
7	Vシール
8	タイミングギヤ
9	ギヤカバー
10	オイルゲージ
11	オイルキャップ
12	ベアリング
13	オイルシール
14	グリスノップル
15	本体プーリ



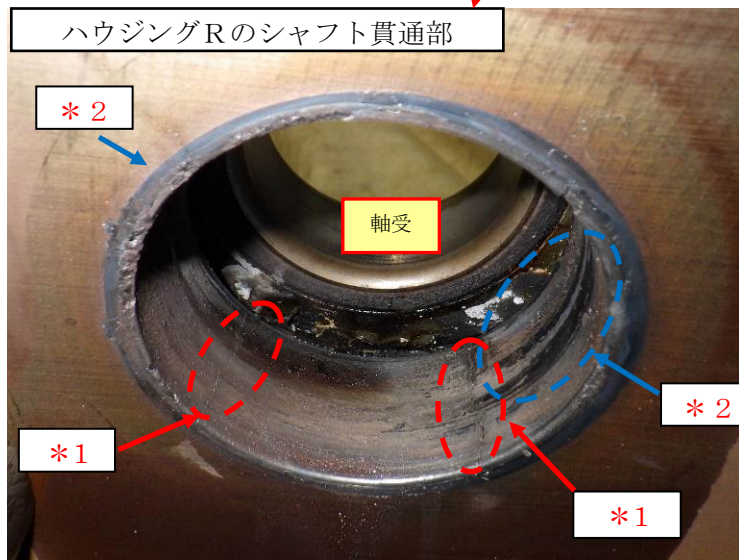
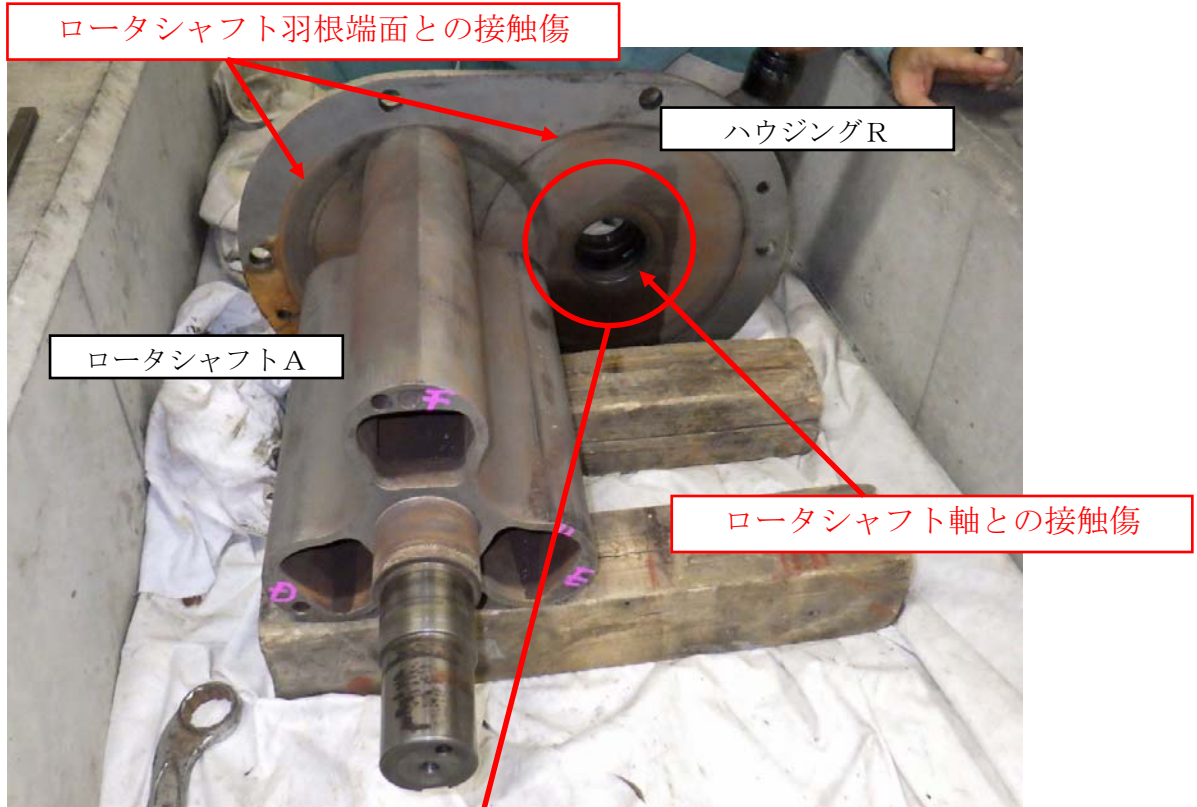
・軸とハウジングRの軸貫通部が接触していた。

曝気ブロワB ロータシャフト調査結果



・ロータシャフトBのタイミングギヤ側の軸に、接触による軸の摩耗と変色が認められた。

曝気ブロワB ハウジング調査結果



- *1 : 割れ
- *2 : 接触傷

曝気ブロワB ベアリング調査結果

ロータシャフトB タイミングギヤ側ベアリング

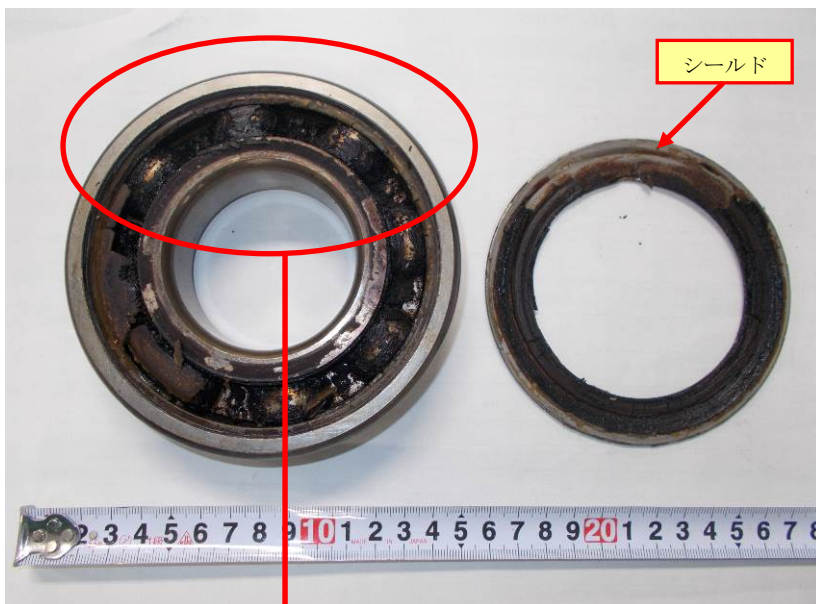


ベアリング

[全体写真]

- ・全体的にこげ茶色に変色していた。
- ・回転させると動きが重く引っ掛かりが感じられた。

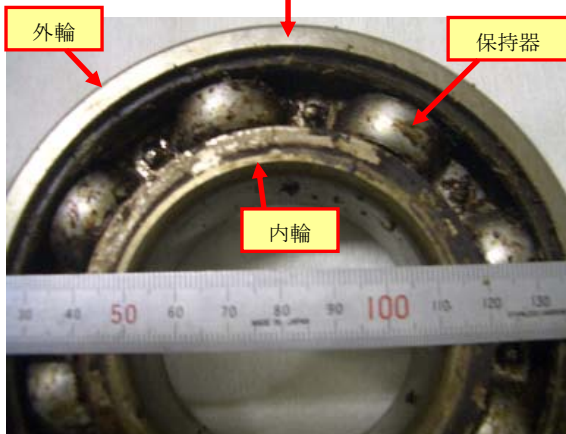
シールド



シールド

[シールドを取外した状態]

- ・内封されているグリースは黒色化しており、油分が完全に消失し固形化していた。



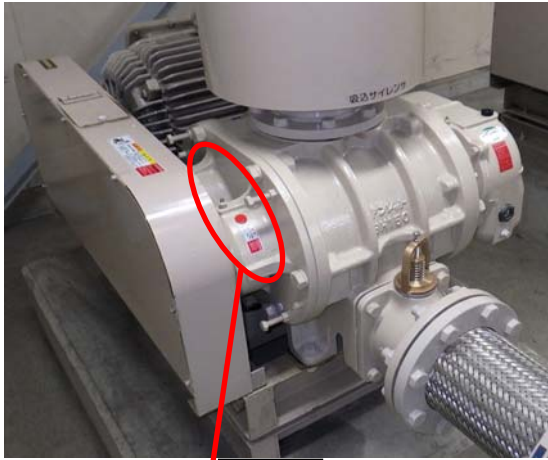
外輪

保持器

内輪

- ・固形化したグリースが摺動面と球の間に入り込み、球が引きずられながら回転することで摩擦熱が生じ変色したと推定される。

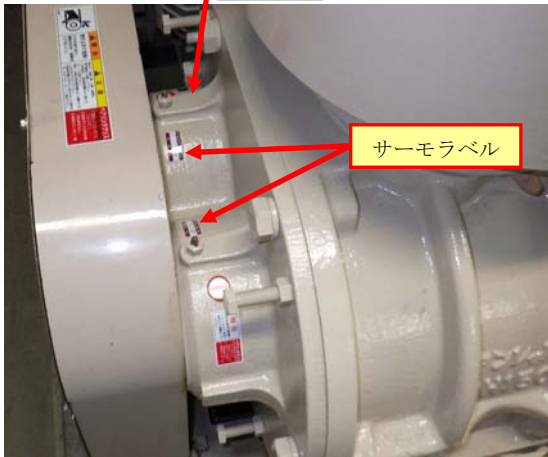
曝気ブロワ サーモラベル



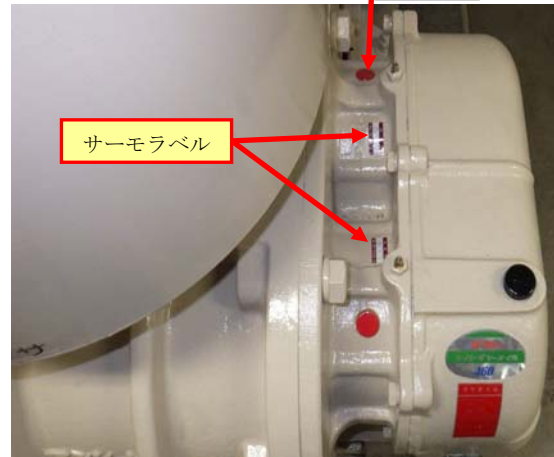
拡大



拡大



サーモラベル



サーモラベル

・ハウジング L,R の上部（ベアリング部分）にサーモラベルを貼付けた。（合計4箇所）

