

事故・故障等発生報告書

東二総発第25号
令和5年7月28日

茨城県知事 大井川 和 彦 殿

住 所 茨城県那珂郡東海村大字白方1番の1
事業所名 日本原子力発電株式会社
東海事業本部東海第二発電所
氏 名 所長 山口 嘉 温
(公 印 省 略)

原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する協定第17条第1項の規定により、原子力施設等における事故・故障等の発生について次のとおり報告します。

| | |
|------------------------------|--|
| 発 生 年 月 日 | 令和5年7月19日(水) |
| 発 生 場 所 | 東海第二発電所 サービス建屋(管理区域) |
| 件 名 | 東海第二発電所 サービス建屋 1階 ランドリー室 乾燥機 No. 7 制御盤内端子台の焦げ跡について(第1報) |
| 状 況 原 因 対 策 環境への影響等 | 別紙のとおり |

添付資料：東海第二発電所 サービス建屋 1階
ランドリー室 乾燥機 No. 7 制御盤内端子台の焦げ跡について

2023年7月28日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所 サービス建屋 1階
ランドリー室 乾燥機 No.7 制御盤内端子台の焦げ跡について

1. 状況

東海第二発電所は第25回定期事業者検査中のところ、2023年7月19日14時24分頃、ランドリー室の乾燥機^{※1}No.7（以下、「当該乾燥機」という）を点検中^{※2}の当該乾燥機メーカーから派遣された協力会社社員（以下、「協力会社社員」という）が、当該乾燥機の制御盤内端子台に焦げ跡らしきものを発見し、この点検に立ち会っていた当社社員より、中央制御室の発電長に連絡した。このため、発電長は14時27分に公設消防に一般回線^{※3}にて連絡した（覚知時刻14時27分）。また、自衛消防隊は14時44分に出動した。

公設消防は、14時43分に発電所に到着（消防車1台、ワゴン車1台、サイレン・赤色灯有）した。その後、現場確認を実施した公設消防により、15時13分に火災と判断された旨の情報を当社通報連絡責任者が確認した。また、鎮火時刻については7月10日の10時55分と推定される^{※4}との連絡を公設消防より受けた。

※1：管理区域内で使用した作業着を洗濯した後、乾燥する機器であり、東海第二発電所には全7台が設置されている。

※2：当該乾燥機は2023年7月10日10時50分頃、エラー表示（インバータ異常）が発生し自動停止した。この際、異臭・煙等の異常は確認されず、当該乾燥機のNFB（ノーヒューズブレーカー：配線用しゃ断器）を「切」とし、当該乾燥機メーカーに点検を依頼していた。

※3：現場の状況から現時点において進展性はないと判断し、一般回線で連絡した。

※4：7月10日の10時50分に当該乾燥機は自動停止しており、状況から裕度を見て自動停止から5分後の10時55分を鎮火時刻と推定するとのことであった。

[添付資料-1, 2]

2. 原因

2-1 原因調査

原因究明のため各種調査を実施し、判明した結果を以下に示す。

(1) 当該乾燥機について

全7台ある乾燥機のうち、当該乾燥機を含む5台（No.3～No.7）は今年更新している。No.5～No.7は2023年1月23日に発電所に搬入、No.3及びNo.4は2023年3月4日に発電所に搬入した。また、当該乾燥機は2023年3月26日から使用開始しており、事象発生までの運転期間は短期間であり、この間に不具合が発生していないことを確認した。

(2) 当該乾燥機の制御盤内端子台について

1) 協力会社社員への聞き取り調査

焦げ跡が確認された当該乾燥機の制御盤内端子台（以下、「当該制御盤内端子台」という）について、協力会社社員に聞き取りをしたところ、当該制御盤内端子台は工場出荷前に組み立て・調整されたものであり、発電所搬入後には制御盤内を開けての調整等を実施していないことを確認した。

2) 公設消防との合同調査

公設消防と当社による合同の現場確認において、以下の事実を確認した。

- ・当該制御盤内端子台に接続される駆動モータ用電源ケーブル3相（U相，V相，W相）のうち，U相端子部に変色及びケーブル端末部に約1.5cmの焦げ跡を確認した。また，端子部に緑青らしきものが付着していることを確認した。
- ・U相端子部を固定するネジが完全に締め付けられておらず，端子を触診したところ，ぐらつき（固定不足）があり確実に固定されていない状態を確認した。
- ・当該制御盤内端子台の下部に灰らしきものがあることを確認した。
- ・その他の部位に特段の異常は確認されなかった。

以上の結果から，U相端子部ネジの締め付け不足により端子が確実に固定されていない状況で通電していたため今回の事象が発生した可能性がある。

[添付資料－3]

3) 当該制御盤内端子台の詳細点検

当該制御盤内端子台のU相端子部にぐらつき（固定不足）を確認したことから，当社は公設消防の許可を得た後，詳細点検を実施した。

①U相端子部の点検

- ・当該U相端子部のネジが完全に締め付けられていなかったことから，その状態から増し締めを試みたが，増し締めは出来なかった。
- ・当該U相端子部のネジを緩めて一旦取り外した後，再度当該ネジを締め付けたところ，同じ位置で引っかかり，ネジを完全に締め付けることは出来なかった。
- ・当該U相に接続するケーブルの端子を確認した結果，丸型の端子が欠損し三日月状になっていることを確認した。
- ・他相（V相，W相）端子部のネジを取り外してU相端子部のネジ穴への締め付けを試みたところ，同じ位置で引っかかり，ネジを完全に締め付けることは出来なかった。
- ・当該U相端子部のネジを他相（V相，W相）端子部のネジと比較したところ，寸法や形状に差異はなく，異常は認められなかった。

以上の結果から，U相のネジ穴部に不具合があると考える。

[添付資料－4]

②製造メーカー聞き取り調査

- ・制御盤内端子部のネジ締め付けはドライバーを用いて手締めをしており，目視によるネジ部とネジ穴部の隙間確認は実施していないとのことであった。

以上の結果から，工場出荷前の組み立て・調整時にネジ穴部に何らかの欠陥が生じ，ネジを締め付けたものの締め付けが不完全な状態のまま出荷された可能性がある。

③他の端子部等の点検

- ・他相（V相，W相）等その他の端子部全34箇所について点検したところ，ネジの締め付け不足・端子部の変色・ケーブルの焦げ跡等の異常は確認されなかった。
- ・当該制御盤内端子台のその他の部位（端子台樹脂部等）について点検した結果，異常がないことを確認した。

[添付資料－4]

④緑青らしきものの成分分析

公設消防との合同調査において、緑青らしきものが確認されたことから成分分析を実施したところ、銅成分が確認されたことから、緑青であることを確認した。緑青は電線等の材料に含まれる銅が火災等の熱影響により生じるものであることから、本事象に伴い生じたものとする。

[添付資料－5]

⑤他乾燥機の制御盤内端子台の点検

同型の乾燥機 No. 3～No. 6の4台についても制御盤内端子台を点検した結果、ネジの締め付け不足・端子部の変色・ケーブルの焦げ跡等の異常は確認されなかった。

以上の結果から、U相端子部のネジが完全に締め付けられずに端子が確実に固定されておらず、端子部の接触面積が減少したことで、接触抵抗が増え、端子部が過熱しケーブルに焦げ跡が発生したと考えられる。

[添付資料－6]

4) その他の要因による可能性

その他の要因による可能性がないか、様々な視点からの洗い出しを行い、以下の要因を抽出し、これらについて調査を実施した。

①端子の固定不足

ネジの締め付け不足により端子が確実に固定されていない場合、端子部の接触面積が減少することで、端子部が過熱し焼損に至る可能性がある。「3) 当該制御盤内端子台の詳細点検」に記載のとおり、ネジの締め付け不足による端子の固定不足を確認したことから本事象の発生要因と考えられる。

②過電圧

当該制御盤内端子台への入力電圧が定格入力電圧200Vに対して過剰に高かった場合は焼損に至る可能性がある。このため、入力電圧を確認した結果、入力電圧は199Vであり基準値以内であることを確認した。また、他相（V相、W相）の端子に異常がないこと、同じ電源元から同じ電圧が供給される他の乾燥機の制御盤内端子台の端子部にも異常が認められなかったこと及び事象発生が考えられる7月10日時点において中央制御室内の監視にて発電所内での異常な電圧変動は確認されていないことから過電圧が要因となる可能性はない。

③結露

端子間に結露による水分が付着した場合、相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該乾燥機の制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露状態でないことを確認したことから結露が要因となる可能性はない。

④トラッキング

端子間に水分及び塵埃がある場合、トラッキングに伴う相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該乾燥機の制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露がないこと、塵埃の付着がないことを確認したことからトラッキングが要因となる可能性はない。

⑤小動物の侵入

当該乾燥機の制御盤内に小動物が侵入した場合、小動物が端子間に接触し相间短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、当該乾燥機は屋内の管理区域内に設置されており、小動物の侵入は考えにくい。また、当該制御盤の端子台収納箱は、ネジにより締め付けられた閉止状態となっており小動物が侵入することは不可能であり、小動物が侵入した痕跡もないことから、小動物の侵入が要因となる可能性はない。

⑥乾燥機運転時振動によるネジの緩み

乾燥機運転時は振動が発生する。この振動の影響で徐々にネジが緩むことにより端子にぐらつきが生じた場合、本事象の発生が考えられるが、当該乾燥機において、緩み防止用の留めワッシャが付いており、ネジが正しく締め付けられていれば、乾燥機本体の振動によってネジが緩むとは考え難いこと及び当該乾燥機において、端子部の変色・ケーブルの焦げ跡が確認されたU相端子部以外にネジの緩みがないこと、また同型の乾燥機においても同様に端子台のネジに緩みがないことを確認しており、U相端子部のネジだけが緩み本事象に至る可能性はない。

⑦ケーブル断線

ケーブルが一部断線した場合、抵抗が増加し過熱することによる焼損等の発生が考えられるが、当該ケーブルに焦げ跡は確認されたものの断線していないことを目視にて確認しており、当該ケーブルの断線が要因になる可能性はない。

[添付資料－7]

2－2 事象発生メカニズム

「2－1原因調査」の調査結果より、当該制御盤内端子台のU相端子部の変色及びケーブル焦げ跡が発生したメカニズムは以下のとおりと推定する。

【①工場出荷時のU相ネジの不完全な締め付けが発生】

工場での当該乾燥機の制御盤組み立て・調整時において、U相のみネジが完全に締め付けられておらず、端子が確実に固定されていない状態（初期不良）のまま、発電所に納入された。

↓

【②当該乾燥機使用中にU相端子部の片当たりが発生】

U相端子部は完全に締め付けられておらず、端子穴内径はネジ径より大きいいため、ケーブルの自重等によりU相端子の片当たりが生じ、接触面積が減少する状態（接触抵抗が増加）となった。

↓

【③U相端子部の接触面積が少ない状態での通電による過熱状態の発生】

U相端子部の接触面積が少ない状態（接触抵抗が増加した状態）で通電が繰り返されたことにより、U相端子部は過熱状態となる。

↓

【④U相端子部の接触面積が少ない状態での通電による過熱状態の継続】

U相端子部は過熱状態が継続することにより、最終的に端子接触部は焼損（欠損）し緑青が生じるとともにケーブル端に焦げ跡が発生した。また、これに伴いによりインバータエラーが発生し乾燥機は自動停止した。

[添付資料－8]

2-3 事象の原因

本事象の原因は以下のとおりと推定する。

- ・製造メーカーにおいて工場出荷前の制御盤組み立て・調整過程において、目視や触手等による確実なネジ締め付け確認が不足していたことにより初期不良が発生した。

3. 対策

本事象を受け、製造メーカーに工場出荷前の制御盤組み立て・調整過程でのネジ締め付けを確実に実施するよう注意喚起を行う。また、今年度に予定している洗濯機及び乾燥機の取替に当たっては、発注仕様書にネジの確実な締め付けに係る注意事項を明記する。

従来から発電設備に対しては、設備使用時に不具合が生じぬよう、工場や現地における電源ケーブル端子台の締め付け確認を含む検査等を通じて品質の維持に努めている。今後、再発防止として火災事象に結び付くような電源ケーブル端子台を有する一般設備についても、調達管理の中で締め付け確認を要求することを検討していく。

4. 水平展開

当該乾燥機以外に現在使用中の同一製造メーカーの製品が発電所敷地内に11台（洗濯機4台、乾燥機7台）あるため、これらについて端子部の締め付け状態を確認し、全数異常のないことを確認した。

その他設備への水平展開について、今後検討していく。

5. その他の対応

2022年度に火災を3件発生させてしまった対応として、現在、火災発生未然防止の各種取り組みを所員・協力会社社員が全所一丸となって取り組んでいるところであるが、原子力事業者として火災は絶対起こしてはならないという強い決意のもと、引き続き火災発生未然防止活動に取り組んでいく。

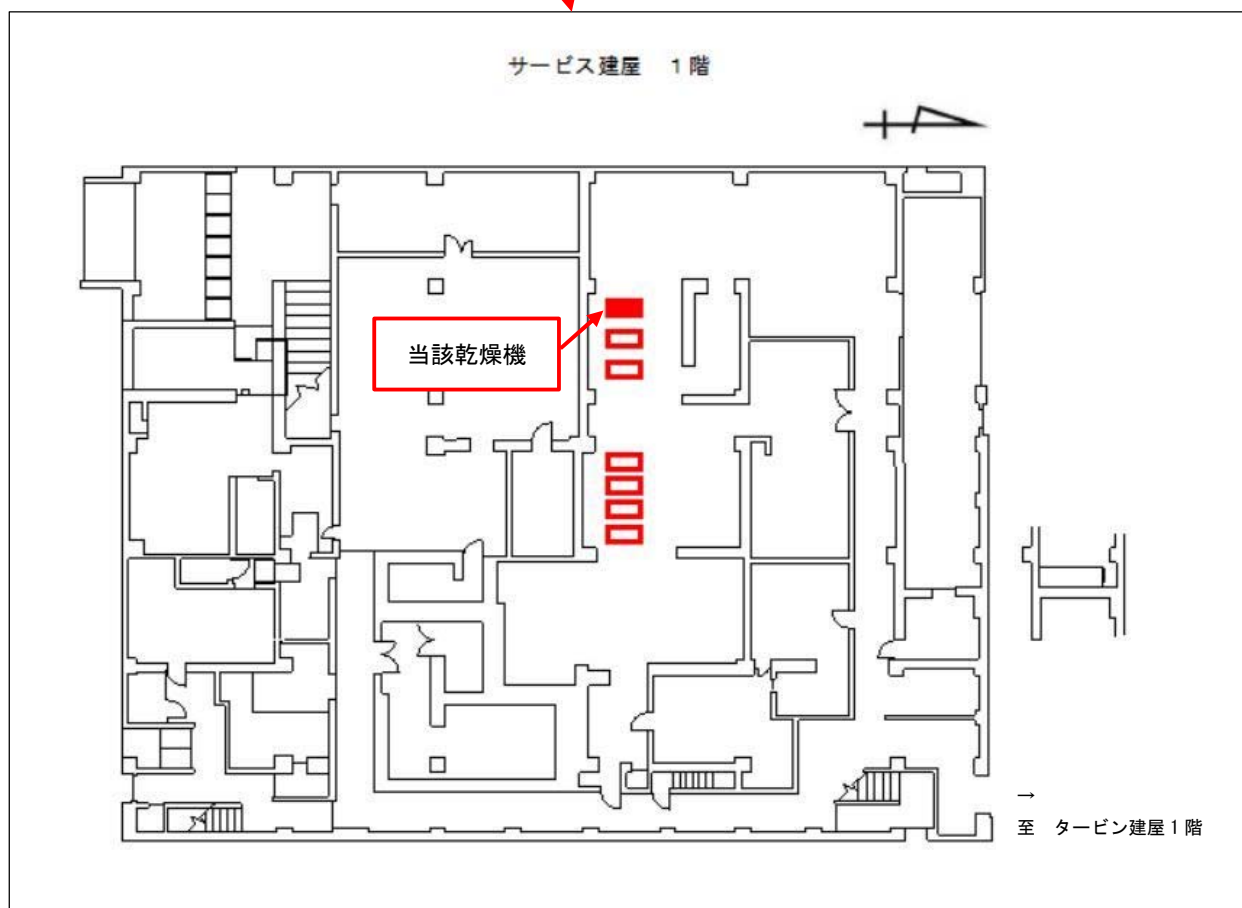
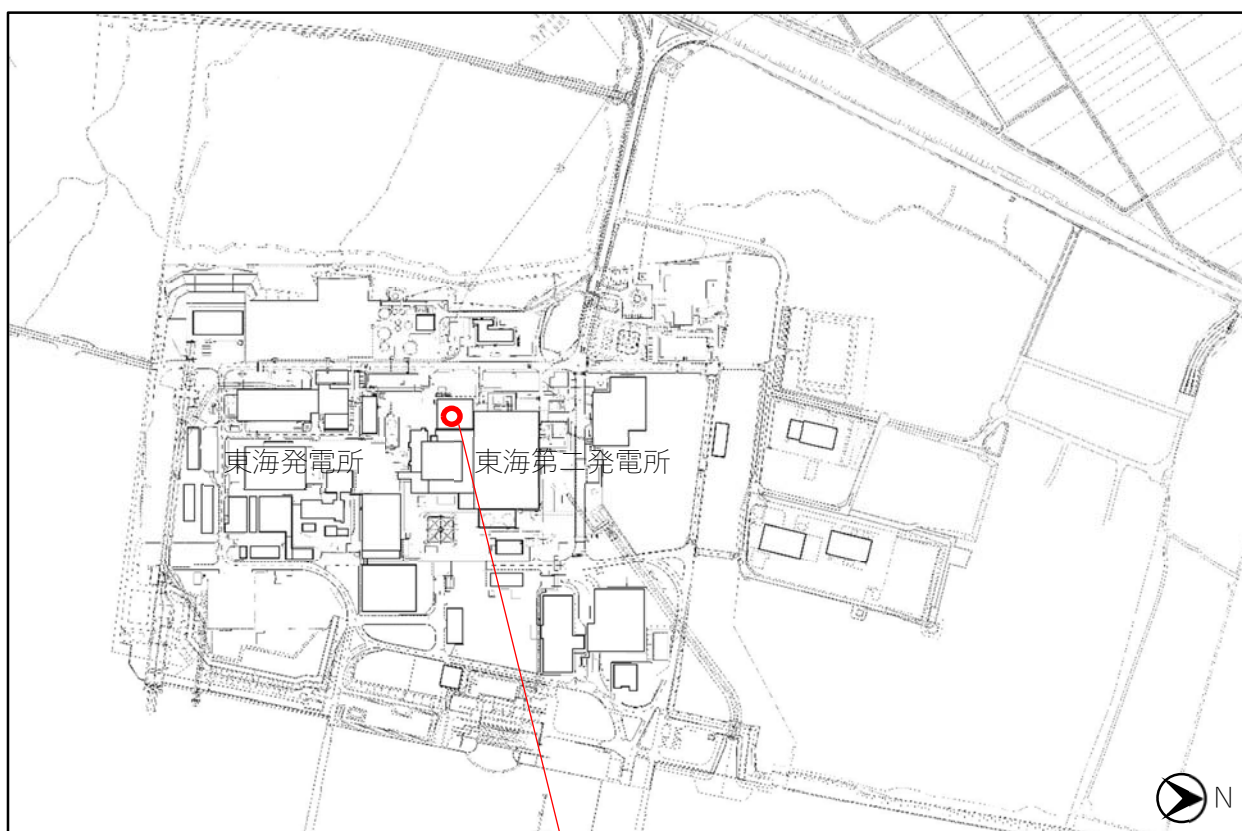
6. 環境への影響

本事象に伴う人身災害の発生及び周辺環境への影響は無く、モニタリングポストの指示値にも変動は無かった。

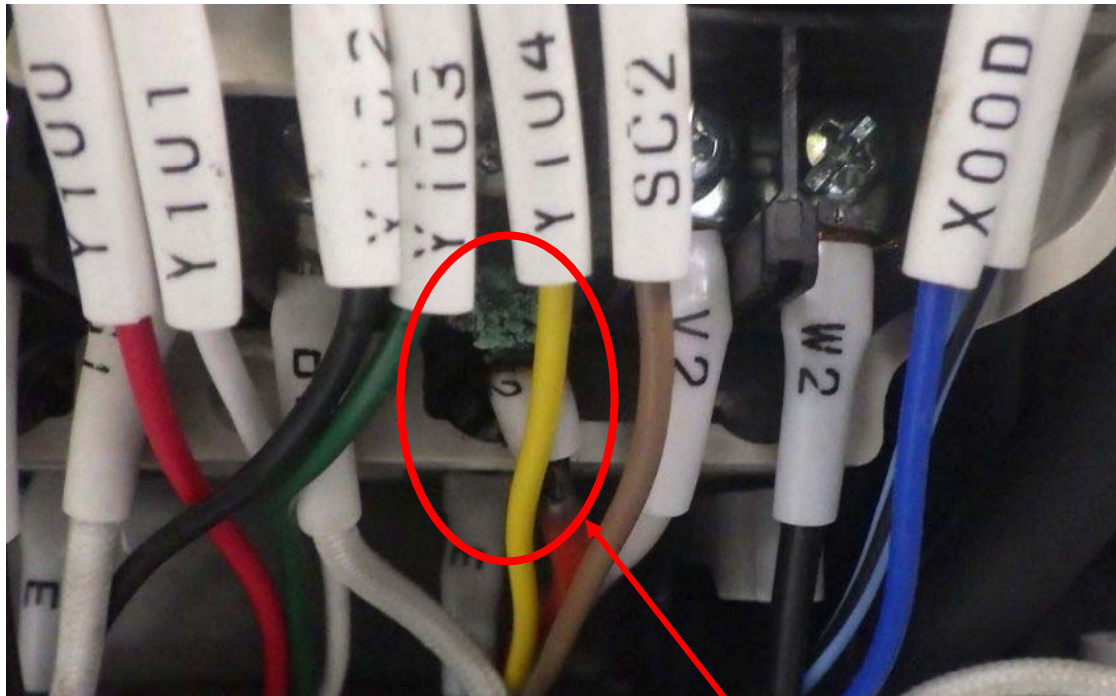
[添付資料-9]

以上

東海発電所・東海第二発電所構内配置図



東海第二発電所 サービス建屋1階ランドリー室 当該乾燥機制御盤内端子台の状況



緑青, 焦げ跡らしきものを確認



乾燥機
寸法(mm) : 1503(幅) × 1637(奥行) × 2156(高さ)




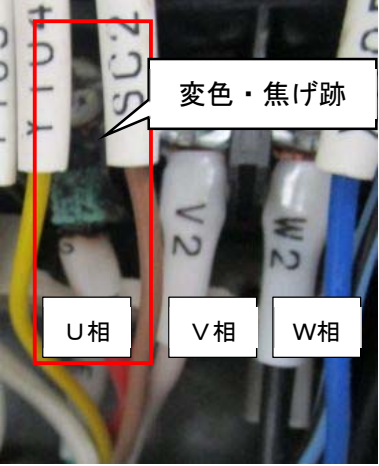
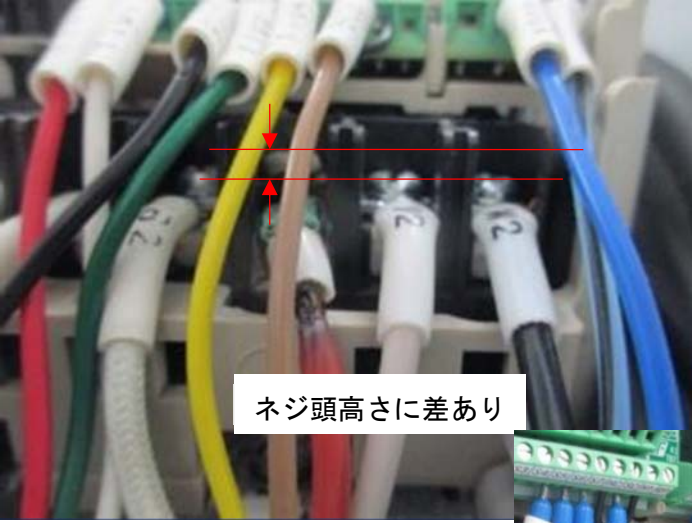

端子台



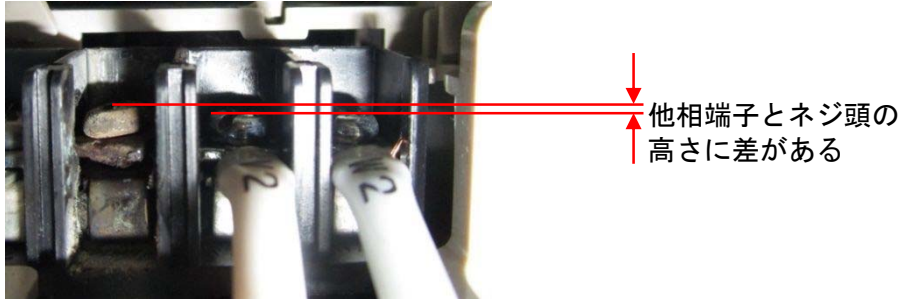
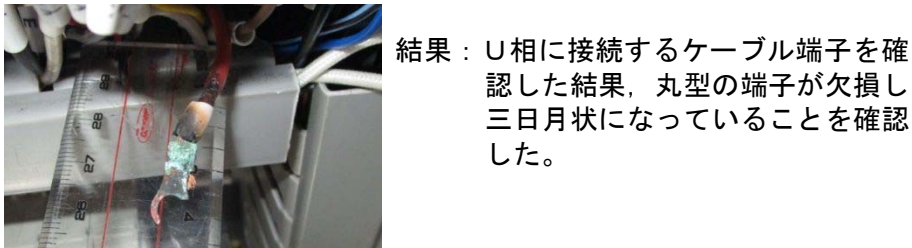
制御盤内

事象の経緯

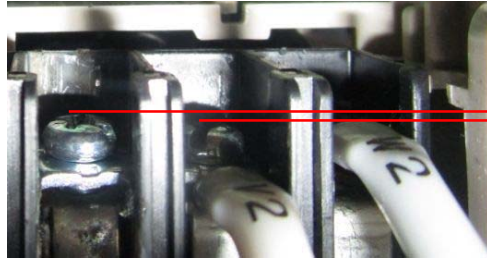
| 日 時 | 事 象 |
|-----------------------|---|
| 2023年7月10日 10時50分頃 | 当該乾燥機は、エラー表示（インバータ異常）が発生し自動停止 この際、異臭・煙等の異常は確認されず、当該乾燥機のNFB（ノ ーヒューズブレーカー：配線用しゃ断器）を「切」とした |
| 2023年7月19日 14時00分 | 当該乾燥機について、当社社員の立会の下、協力会社社員による 点検を開始 |
| 14時24分頃 | 当該乾燥機を点検中の協力会社社員が、制御盤内端子台に焦げ跡 らしきものを発見し、この点検に立ち会っていた当社社員が中央 制御室へ連絡 |
| 14時27分 (覚知時刻) | 中央制御室より公設消防へ一般回線にて連絡 |
| 14時43分 | 公設消防到着 (消防車1台、ワゴン車1台 サイレン・赤色灯有) |
| 14時44分 | 自衛消防隊出動 |
| 14時49分 | 茨城県に状況連絡 |
| 14時52分 | 東海村に状況連絡 |
| 15時13分 | 公設消防が、本事象は火災であると判断 |
| 15時59分 | 通報連絡責任者は公設消防が「15時13分をもって本事象は火災 であると判断」したことを確認 |
| 16時23分 | 公設消防より、鎮火時刻については7月10日の10時50分に当 該乾燥機は自動停止しており、状況から裕度を見て自動停止から 5分後の10時55分を鎮火時刻と推定するとの連絡を受けた |

| 当該乾燥機制御盤内の外観点検 | |
|----------------|---|
| 目的 | 当該乾燥機制御盤内の外観を確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月19日 |
| 確認内容 | <p>当該乾燥機制御盤内について以下を確認する。</p> <p>①端子台の状態確認 ②当該乾燥機制御盤内の外観目視確認</p> |
| 確認結果 | <p>①端子台の状態確認</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>端子台変色部</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>変色・焦げ跡</p> <p>U相 V相 W相</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>ネジ頭高さに差あり</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  <p>端子部のぐらつき（固定不足）あり</p> </div> |

| | |
|----|---|
| | <p>結果：U相端子部に変色及びケーブル端末部に約1.5cmの焦げ跡を確認した。また端子部に緑青らしきものが付着していることを確認した。</p> <p>当該端子台の端子部について確認をした結果、焦げ跡が確認されたU相端子部については、ネジが完全に締め付けられておらず、端子を触診したところぐらつきがあり確実に固定されていない状況を確認した。</p> <p>②当該乾燥機制御盤内の外観目視確認</p> <div data-bbox="491 517 844 1144">  <p>灰らしきもの</p> </div> <div data-bbox="895 694 1326 1032">  </div> <p>結果：当該乾燥機制御盤内の下部に灰らしきものがあることを確認した。また、その他部位に異常は確認されなかった。</p> |
| 備考 | <p>以上の結果から、U相端子部のネジの締め付け不足により確実に端子が固定されていない状況で通電していたことにより今回の事象が発生した可能性がある。</p> |

| 当該制御盤内端子台の詳細点検 | |
|----------------|---|
| 目的 | 当該制御盤内端子台のU相端子部に緩みを確認したことから、U相端子部の詳細確認を実施する。 |
| 点検日 | 2023年7月19日 |
| 確認内容 | <p>U相端子部について以下の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①ネジの増し締め確認 ②ケーブル端子の確認 ③他相端子のネジでの締め付け確認 ④他相ネジとの比較確認 ⑤他の端子部等の点検 |
| 確認結果 | <p>①ネジの増し締め確認</p>  <p>結果：ネジが完全に締め付けられていなかったことから、その状態から増し締めを試みたが、増し締めは出来なかった。 また、ネジを一旦取り外した後、再度当該ネジを締め付けたところ、同じ位置で引っかかり、ネジを完全に締め付けることは出来なかった。</p> <p>②ケーブル端子の確認</p>  <p>結果：U相に接続するケーブル端子を確認した結果、丸型の端子が欠損し三日月状になっていることを確認した。</p> |

③他相端子部のネジでの締め付け確認



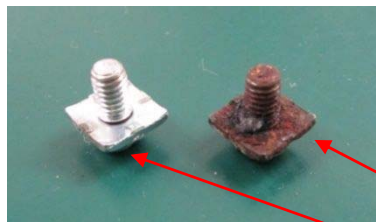
①と同様に差がある

添付資料-4

(2/2)

結果：他相（V相，W相）端子部のネジを取り外してU相のネジ穴への締め付けを試みたところ，同じ位置で引っかかり，ネジを完全に締め付けることは出来なかった。

④他相端子部のネジとの比較確認



結果：U相端子部のネジを他相端子部のネジと比較したところ，寸法や形状に差異はなく，異常は認められなかった。

U相端子部のネジ

他相端子部のネジ

⑤他の端子部等の点検



端子台箇所




結果：他相（V相，W相）等その他の端子部全34箇所について点検したところ，ネジの締め付け不足・端子部の変色・ケーブルの焦げ跡等の異常は確認されなかった。

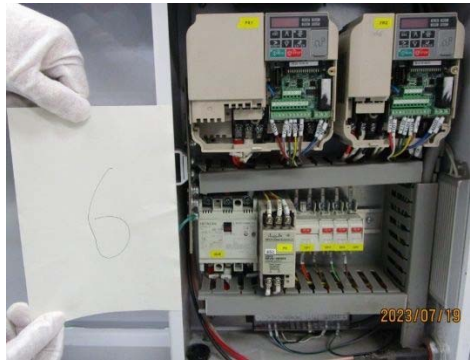
当該制御盤内端子台のその他の部位（端子台樹脂部等）について点検した結果，異常がないことを確認した。

備考

以上の結果から，工場出荷前の組み立て・調整時にネジ穴部に何らかの欠陥が生じ，ネジを締め付けたものの締め付けが不完全な状態のまま出荷された可能性がある。

| 緑青らしきものの成分分析 | | | | |
|--|---|---------|-------------------|---|
| 目的 | U相ケーブル端末部に確認された緑青らしきものの成分を分析する。 | | | |
| 分析日時 | 2023年7月20日 15時30分 | | | |
| 確認内容 | U相のケーブル端末部より回収した緑青らしきものについて、成分分析から付着物を特定する。 | | | |
| 確認結果 | 1. 使用機器 走査型電子顕微鏡 (SEM) エネルギー分散型X線分析装置 (EDX) | | | |
| | 2. 分析結果 単位：質量% | | | |
| | | 緑青らしきもの | 緑青 (参考) | |
| | | | CuCl ₂ | CuCl ₂ ・3Cu(OH) ₂ |
| | C (炭素) | 6 | — | — |
| | O (酸素) | 9 | — | 21 |
| | Cl (塩素) | 14 | 56 | 13 |
| | Ca (カルシウム) | 3 | — | — |
| | Cu (銅) | 68 | 44 | 66 |
| | 合計 | 100 | 100 | 100 |
| 3. 考察 分析結果より、緑青らしきものの主成分はO (酸素)、Cu (銅)、Cl (塩素) であり、U相のケーブル端末部で確認されたものは緑青と同様な成分であること確認した。 なお、緑青らしきものにC (炭素) が検出された理由は、採取箇所の煤が検出されたものと推察される。 | | | | |
| 備考 | 緑青は電線等の材料に含まれる銅が火災等の熱影響により生じるものであることから、本事象に伴い生じたものと考える。 | | | |

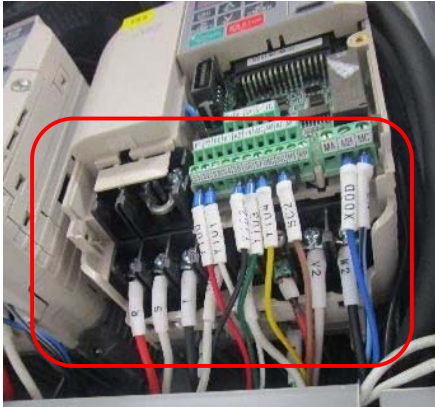
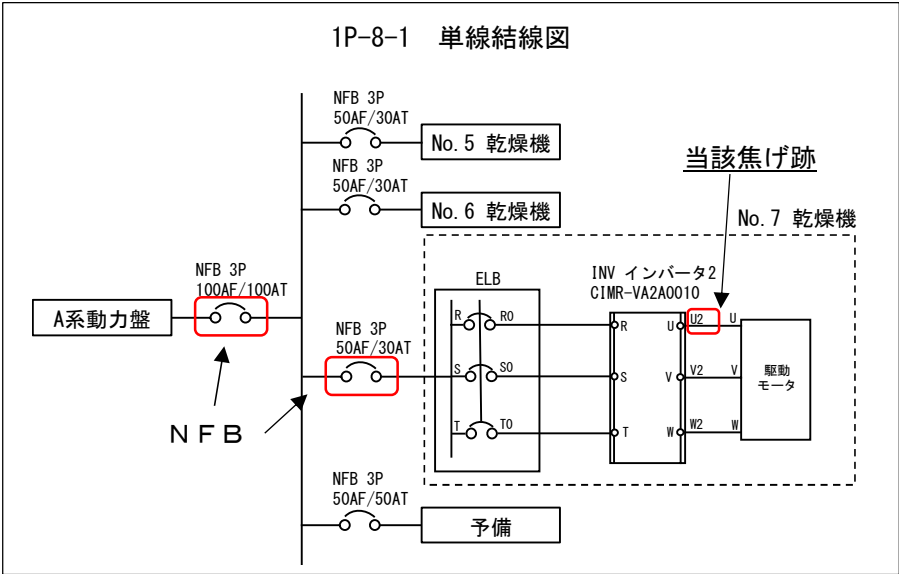
| 他乾燥機の制御盤内端子台の点検 | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|------------|------------|---|
| 目的 | 同型の乾燥機 No. 3～No. 6 の4台についても，制御盤内の端子台について点検を行い当該乾燥機と同様の事象があるか確認する。 | | | | | | | | | | |
| 点検日 | 2023年7月19日 | | | | | | | | | | |
| 確認内容 | 制御盤内端子台について，次の点検を実施する。 ①端子台ネジの緩み ②端子部の変色 ③ケーブルの焦げ跡 ④その他，異常の有無 | | | | | | | | | | |
| 確認結果 | <p>No. 3 乾燥機</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①端子台ネジの緩み</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>②端子部の変色</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>③ケーブルの焦げ跡</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>④その他，異常の有無</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> | 項目 | 結果 | ①端子台ネジの緩み | 無 | ②端子部の変色 | 無 | ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | ④その他，異常の有無 | 無 |
| | 項目 | 結果 | | | | | | | | | |
| | ①端子台ネジの緩み | 無 | | | | | | | | | |
| ②端子部の変色 | 無 | | | | | | | | | | |
| ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | | | | | | | | | | |
| ④その他，異常の有無 | 無 | | | | | | | | | | |
| <p>No. 4 乾燥機</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①端子台ネジの緩み</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>②端子部の変色</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>③ケーブルの焦げ跡</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>④その他，異常の有無</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> | 項目 | 結果 | ①端子台ネジの緩み | 無 | ②端子部の変色 | 無 | ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | ④その他，異常の有無 | 無 | |
| 項目 | 結果 | | | | | | | | | | |
| ①端子台ネジの緩み | 無 | | | | | | | | | | |
| ②端子部の変色 | 無 | | | | | | | | | | |
| ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | | | | | | | | | | |
| ④その他，異常の有無 | 無 | | | | | | | | | | |
| <p>No. 5 乾燥機</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①端子台ネジの緩み</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>②端子部の変色</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>③ケーブルの焦げ跡</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>④その他，異常の有無</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> | 項目 | 結果 | ①端子台ネジの緩み | 無 | ②端子部の変色 | 無 | ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | ④その他，異常の有無 | 無 | |
| 項目 | 結果 | | | | | | | | | | |
| ①端子台ネジの緩み | 無 | | | | | | | | | | |
| ②端子部の変色 | 無 | | | | | | | | | | |
| ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | | | | | | | | | | |
| ④その他，異常の有無 | 無 | | | | | | | | | | |

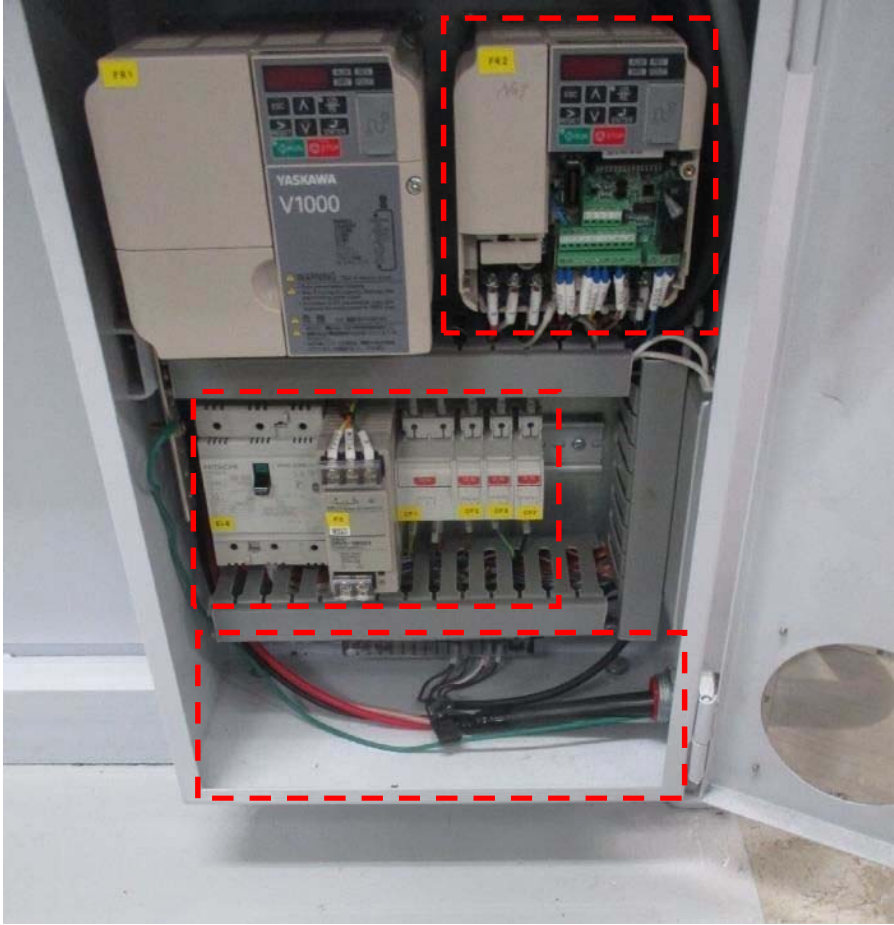
| | <p>No. 6 乾燥機</p>  <table border="1" data-bbox="911 327 1350 510"> <thead> <tr> <th>項 目</th> <th>結 果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①端子台ネジの緩み</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>②端子部の変色</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>③ケーブルの焦げ跡</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>④その他, 異常の有無</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> | 項 目 | 結 果 | ①端子台ネジの緩み | 無 | ②端子部の変色 | 無 | ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | ④その他, 異常の有無 | 無 |
|-------------|---|-----|-----|-----------|---|---------|---|-----------|---|-------------|---|
| 項 目 | 結 果 | | | | | | | | | | |
| ①端子台ネジの緩み | 無 | | | | | | | | | | |
| ②端子部の変色 | 無 | | | | | | | | | | |
| ③ケーブルの焦げ跡 | 無 | | | | | | | | | | |
| ④その他, 異常の有無 | 無 | | | | | | | | | | |
| <p>備考</p> | <p>ネジの締め付け不足・端子部の変色・ケーブルの焦げ跡等の異常は確認されなかった。</p> | | | | | | | | | | |

当該制御盤内端子台の焦げ跡 要因分析図

| 事象 | 要因 | 調査内容・結果 | 評価 | 添付資料 |
|----------------|------------------|---|----|------|
| 当該制御盤内端子台焦げ跡発生 | 端子の固定不足 | ネジの締め付け不足により端子が確実に固定されていない場合、端子部の接触面積が減少することで、端子部が過熱し焼損に至る可能性がある。このため、U相端子部のネジの締め付け状態を確認した結果、ネジの締め付け不足による端子の固定不足を確認したことから本事象の発生要因と考えられる。 | ○ | 別紙-1 |
| | 過電圧 | 当該制御盤内端子台への入力電圧が定格入力電圧200Vに対して過剰に高かった場合は焼損に至る可能性がある。このため、入力電圧を確認した結果、入力電圧は199Vであり基準値以内であることを確認した。また、他相（V相、W相）の端子に異常がないこと、同じ電源元から同じ電圧が供給される他の乾燥機の制御盤内端子台の端子部にも異常が認められなかったこと及び事象発生が考えられる7月10日時点において中央制御室内の監視にて発電所内での異常な電圧変動は確認されていないことから過電圧が要因となる可能性はない。 | × | 別紙-2 |
| | 結露 | 端子間に結露による水分が付着した場合、相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該乾燥機の制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露状態にないことを確認したことから結露が要因となる可能性はない。 | × | 別紙-3 |
| | トラッキング | 端子間に水分及び塵埃がある場合、トラッキングに伴う相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該乾燥機の制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露がないこと、塵埃の付着がないことを確認したことからトラッキングが要因となる可能性はない。 | × | 別紙-4 |
| | 小動物の侵入 | 当該乾燥機の制御盤内に小動物が侵入した場合、小動物が端子間に接触し相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、当該乾燥機は屋内の管理区域内に設置されており、小動物の侵入は考えにくい。また、当該制御盤の端子台収納箱は、ネジにより締め付けられた閉止状態となっており小動物が侵入することは不可能であり、小動物が侵入した痕跡もないことから、小動物の侵入が要因となる可能性はない。 | × | 別紙-5 |
| | 乾燥機運転時振動によるネジの緩み | 乾燥機運転時は振動が発生する。この振動の影響で徐々にネジが緩むことにより端子にぐらつきが生じた場合、本事象の発生が考えられるが、当該乾燥機において、緩み防止用の留めワッシャが付いており、ネジが正しく締め付けられていれば、乾燥機本体の振動によってネジが緩むとは考え難いこと及び当該乾燥機において、端子部の変色・ケーブルの焦げ跡が確認されたU相端子部以外にネジの緩みがないこと、また同型の乾燥機においても同様に端子台のネジに緩みがないことを確認しており、U相端子部のネジだけが緩み本事象に至る可能性はない。 | × | - |
| | ケーブル断線 | ケーブルが一部断線した場合、抵抗が増加し過熱することによる焼損等の発生が考えられるが、当該ケーブルに焦げ跡は確認されたものの断線していないことを目視にて確認しており、当該ケーブルの断線が要因になる可能性はない。 | × | 別紙-6 |

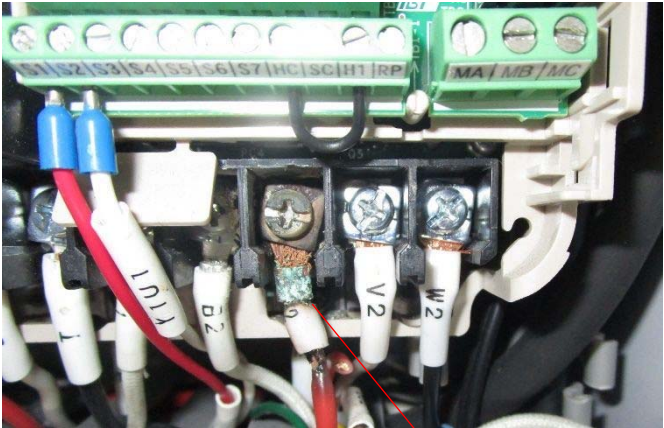
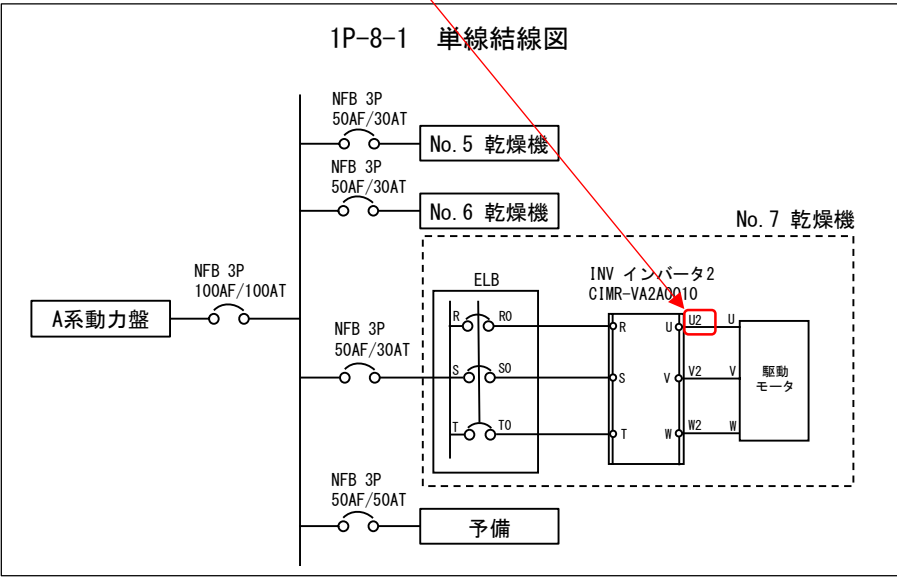
| 当該乾燥機の制御盤内のネジ締め付け状況調査 | |
|-----------------------|---|
| 目的 | ネジの締め付け不足による端子の固定不足の有無を確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月19日 |
| 確認内容 | 目視・触診にてネジの締め付け状態及び端子固定状況を確認した。 |
| 確認結果 | <div data-bbox="512 678 1316 1115" data-label="Image"> </div> <p>ネジ頭の高さに差あり</p> <p>U相端子部のみネジ締め付け不足と端子の固定不足が確認された。</p> <p>締め付け不足がなかったネジ (代表例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ U相のネジ頭は他のネジ頭との高さに相違が確認され、締め付け不足が確認された。 ・ 触診にて、U相の端子のぐらつき (固定不足) が確認された。 |
| 備考 | ネジの締め付け不足により端子のぐらつき (固定不足) があった場合、端子部の接触面積が減少したことで、端子部が過熱し焼損に至る可能性がある。 |

| 当該乾燥機の制御盤過電圧調査 | |
|----------------|--|
| 目的 | 過電圧が端子の変色やケーブル端末部の焦げ跡の要因となったかを確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月19日 |
| 確認内容 | U相以外の端子の変色、ケーブル端末部焦げ跡及び上流側NFBの作動の有無を目視確認する。 |
| 確認結果 | <p>・ U相以外に端子の変色、ケーブル端末部に焦げ跡がないことを確認した。</p>  <p>・ 当該乾燥機の上流側のNFBが作動していない（ON状態であること）を確認した。</p> <p style="text-align: center;">1P-8-1 単線結線図</p>  |
| 備考 | <p>当該端子への入力電圧が定格入力電圧200Vに対して過剰に高かった場合は焼損に至る可能性がある。このため、入力電圧を確認した結果、入力電圧は199Vであり基準値以内であることを確認した。また、他相の端子に異常が無いこと、同じ電源元から同じ電圧が供給される他の乾燥機の制御盤内端子台の端子部にも異常が認められなかったこと及び事象発生が考えられる7月10日時点において中央制御室内の監視にて発電所内での異常な電圧変動は確認されていないことから過電圧が要因となる可能性はない。</p> |

| 当該乾燥機の制御盤内結露調査 | |
|----------------|---|
| 目的 | 結露が端子の変色やケーブル端末部の焦げ跡の要因となったかを確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月20日 |
| 確認内容 | 当該乾燥機の制御盤内における結露の有無を確認する。 |
| 確認結果 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">結露、結露の形跡なし</div>  |
| 備考 | 端子間に結露による水分が付着した場合、相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該乾燥機の制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露状態にないことを確認したことから結露が要因となる可能性はない。 |

| 当該乾燥機の制御盤内インバータ端子トラッキング調査 | |
|---------------------------|--|
| 目的 | トラッキングがケーブルの焦げ跡の要因となったかを確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月20日 |
| 確認内容 | 当該乾燥機の制御盤内におけるインバータ端子にトラッキングの原因となる水分及び塵埃の堆積有無を確認する。 |
| 確認結果 | <div data-bbox="561 609 1224 678" style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;">水分及び塵埃の堆積なし</div>  |
| 備考 | 端子間に水分及び塵埃がある場合、トラッキングに伴う相间短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、NFBは動作していないこと、当該制御盤内及び同型の乾燥機の制御盤内は乾燥状態であり結露がないこと、塵埃等の付着がないことを確認したことからトラッキングが要因となる可能性はない。 |

| 当該乾燥機の制御盤内小動物侵入調査 | |
|-------------------|---|
| 目的 | 小動物の侵入がケーブルの焦げ跡の要因となったかを確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月20日 |
| 確認内容 | 制御盤内への小動物による侵入形跡の有無を確認する。 |
| 確認結果 | <p>小動物の侵入形跡なし 制御盤本体、扉に破損・変形なし</p>  <p>2023/07/20</p>  <p>電線管接続部に隙間なし</p>  <p>通気口ネットに破れなし</p> |
| 備考 | 当該乾燥機の制御盤内に小動物が侵入した場合、小動物が端子間に接触し相間短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、当該乾燥機は屋内の管理区域内に設置されており、小動物の侵入は考えにくい。また、当該制御盤の端子台収納箱は、ネジにより締め付けられた閉止状態となっており小動物が侵入することは不可能であり、小動物が侵入した痕跡もないことから、小動物の侵入が要因となる可能性はない。 |

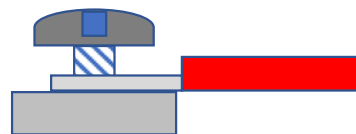
| 当該乾燥機の制御盤内ケーブル断線調査 | |
|--------------------|--|
| 目的 | ケーブル断線による短絡が発生していないことを確認する。 |
| 点検日 | 2023年7月20日 |
| 確認内容 | ケーブルの外観確認を実施し断線のないことを確認する。 |
| 確認結果 | <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>1P-8-1 単線結線図</p>  </div> <p style="margin-top: 10px;">U相のケーブル等の外観を確認し、断線はなかった。</p> |
| 備考 | ケーブルが断線した場合、短絡により端子部の焼損等の発生が考えられるが、ケーブルに焦げ跡は確認されたものの断線していないことを目視にて確認しており、ケーブルの断線が要因になる可能性はない。 |

当該乾燥機制御盤内端子台の焦げ跡発生メカニズム



①工場出荷時のU相端子部のネジの不完全な締め付けが発生

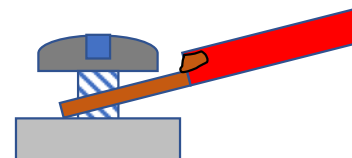
工場での制御盤組み立て・調整時において、U相端子部のネジのみが完全に締め付けられておらず、端子が確実に固定されていない状態（初期不良）のまま、発電所に納入された。



側面から見たイメージ

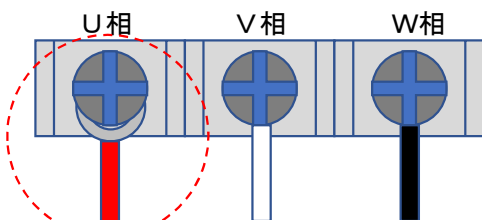
③U相端子部の接触面積が少ない状態での通電による過熱状態の発生

U相端子部の接触面積が少ない状態（接触抵抗が増加した状態）で通電が繰り返されたことにより、U相端子部は過熱状態となる。

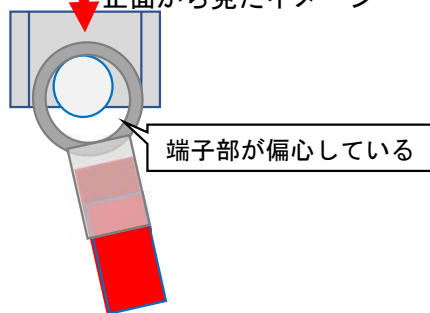


側面から見たイメージ

23



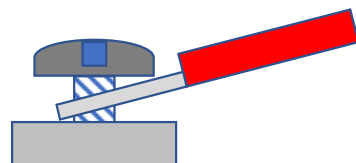
正面から見たイメージ



拡大イメージ

②当該乾燥機使用中にU相端子部の片当たりが発生

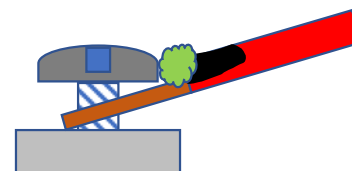
U相端子部は完全に締め付けられておらず、端子穴内径はネジ径より大きい場合、ケーブルの自重等によりU相端子の片当たりが生じ、接触面積が減少する状態（接触抵抗が増加）となった。



側面から見たイメージ

④U相端子部の接触面積が少ない状態での通電による過熱状態の継続

U相端子部は過熱状態が継続することにより、最終的に端子接触部は焼損（欠損）し緑青が生じるとともにケーブル端に焦げ跡が発生した。また、これに伴いによりインバータエラーが発生し乾燥機は自動停止した。



側面から見たイメージ

トレンドグラフ【モニタリングポスト（低レンジ）】

