

伊方発電所1、2号機
タービン建家天井クレーンの照明用ケーブルの
焦げ跡について

令和6年3月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所1、2号機 タービン建家天井クレーンの照明用ケーブルの焦げ跡について

2. 事象発生の日時

令和5年9月20日 19時20分

3. 事象発生の設備

1、2号機 タービン建家天井クレーン1号機

4. 事象発生時の運転状況

伊方発電所1号機 廃止措置中

伊方発電所2号機 廃止措置中

5. 事象の発生状況

伊方発電所1、2号機は廃止措置中のところ、9月20日19時20分頃にタービン建家天井クレーン※1 1号機の照明用ケーブルに焦げ跡があることを確認した。当該照明用ケーブルプラグをコンセントから引き抜くとともに、上流にある分電盤にて照明用の電源ブレーカのスイッチを「切」とした。

その後、八幡浜地区施設事務組合消防本部（以下、「消防本部」という。）の立ち入りの結果、23時30分、火災ではないと判断された。

本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料-1、2）

※1 タービン建家天井クレーン

タービン建家内で実施する機器の点検作業や、作業用機材の運搬作業に使用するクレーン。

1、2号機のタービン建家は繋がっており、タービン建家天井クレーンは共用設備として1号機、2号機の2台が設置され、これらのクレーンはタービン建家内で1号機側、2号機側を行き来することができる。

今回、事象が発生したのはタービン建家天井クレーン1号機である。

6. 事象の時系列

9月20日

- | | |
|---------|--|
| 16時20分頃 | タービン建家天井クレーン1号機(以下、「当該クレーン」という。)の月例点検を実施していた作業員が、当該クレーンの照明用ケーブルに焦げ跡を確認し、焦げ跡を確認した照明用ケーブル(以下、「当該照明用ケーブル」という)プラグをコンセントから引き抜いた |
| 19時10分頃 | 保修員が、当該照明用ケーブルの焦げ跡の状況を確認し、当該クレーンの他の照明(3台)について目視で異常がないことを確認 |
| 19時20分頃 | 保修員が、当該照明用ケーブルの焦げ跡の状況を担当課長へ報告し、担当課長が状況を確認 |
| 20時12分 | 消防本部に連絡 |
| 22時40分頃 | 保修員が、上流の分電盤にて照明用電源ブレーカのスイッチの「切」を実施 |
| 23時30分 | 消防本部により火災でないと判断 |

(添付資料-2)

7. 調査結果

当該照明用ケーブルの焦げ跡について、以下の調査を実施した。

(1) 事象発見時の状況調査

a. 現場の状況

当該クレーンの北側のガーダ^{※2}に設置されている照明用のケーブルに焦げ跡があることを確認した。当該クレーンには南北合わせて2基のガーダが設置されており、それぞれに2台ずつ合計4台の照明が設置されているが、ケーブルに焦げ跡を確認した照明以外の3台に焦げ跡は確認されなかった。

また、伊方発電所1、2号機タービン建家天井の火災警報は発信していなかった。

※2 ガーダ

建物の天井部に設置したクレーンを走行させるため、走行用のレール間を渡すように設置される桁のこと。

b. 作業員への聞き取り調査

当該クレーンの照明用ケーブルはガーダ内に設置されているが、焦げ跡の発見時に炎や発煙は確認されず、また、異臭や異音もなかった。

事象発見時、当該照明用ケーブルに電源は供給されていなかったが、念

のため当該照明用ケーブルのプラグをコンセントから引き抜いた。

なお、当該照明にはクレーン運転に伴う照明器具の使用時のみに電源が供給される。

(添付資料－ 1、 2)

(2) 詳細調査

当該照明用ケーブルと電源回路の上流側にある短絡保護機能付き電源ブレーカ（以下、「電源ブレーカ」という）について、以下の調査を実施した。

a. 外観調査

ア) 照明用ケーブル

灯具を分解し、プラグから灯具ソケット^{※3}接続部までの全長（約 1.5 m）を確認したところ、損傷箇所においては、ケーブル全体の被覆であるシース^{※4}、ケーブル内部の導体^{※5}を覆う絶縁体^{※6}が焦げ、炭化し、また、導体が溶けて断線していることを確認した。

また、損傷箇所から灯具ソケット接続部の間のケーブルについては、灯具への引込用電線管の途中からシースを剥いており、白黒 2 種のケーブルをより合わせて先端は灯具ソケットに接続していた。

シースのない箇所のケーブルの絶縁体は、シースがある場合と比べて対候性、耐久性が劣ることから周囲の温度や湿度およびクレーン運転時の振動などの外部からの影響（以下、「外部影響」という）を受けやすく、また、シースの有無で振動の伝わり方が異なるため、シースの有無の境界部分（以下、「境界部」という）においては、境界部前後の振動の大きさの違いによる負荷が断続的に発生していた可能性がある。

なお、当該照明用ケーブルと並んで敷設していた灯具用の接地線は、被覆の一部が溶け、また、焦げて炭化しており導体の一部が断線していることを確認した。

(添付資料－ 3、 4)

※3 灯具ソケット

電球を取り付けるための受け口であり、電気回路に接続するための電気部品のこと。

※4 シース

ケーブルを構成する材料で、導体・絶縁体の一番外側にある被覆部分のこと。

※5 導体

電気を通す物質（銅線）のこと。

※6 絶縁体

ケーブルを構成する材料で、電気を通さず漏電しないように導体を被覆している材料のこと。

イ) 電源ブレーカ

スイッチやケーブル接続部の状態に異常がないことを確認した。

なお、当該照明用ケーブルの焦げや炭化の状況から、照明回路に過電流の発生があったと考えられるが、電源ブレーカと損傷箇所間に設置されている安定器^{※7}により過電流が抑制されたことにより、電源ブレーカによる過電流の検知には至らず遮断動作はしなかったものと推定される。

※7 安定器

放電ランプ（蛍光灯や水銀灯など）を点灯させる際に電流を一定の値に安定させるための抵抗を内蔵した装置のこと。

b. 照明回路の健全性確認

電源ブレーカの下流側回路の絶縁抵抗値を測定し、照明回路に異常がないことを確認した。

(添付資料－2)

c. メーカー調査

ア) 照明用ケーブル

当該照明用ケーブルの状況（シースおよび絶縁体が炭化し、導体が溶断）からケーブルに対する調査および原因の特定は困難であるが、本事象は何らかの原因によりケーブルの絶縁が劣化し、照明を使用した際に流れる電流により発生する熱の影響を受けて、損傷に至ったと推定されるとのメーカー見解を得た。

また、使用環境や状況等が当該クレーンと同様である他施設のクレーンにおいて、本件と同じ事象は確認されていないとの報告を受けた。

イ) 電源ブレーカ

外観および内部を確認した結果、異常は見られず、また動作試験を実施した結果、スイッチや回路の短絡^{※8}に伴い発生する過電流の遮断性能に異常は見られず、正常に作動することを確認したとの報告を受けた。

また、電源ブレーカは照明回路において発生する過電流等の異常時において適切に遮断する仕様（50AF／30AT）であるとの回答を得た。

※8 短絡（ショート）

電線やコードなどの絶縁劣化により、電位差のある2点間（ケーブル間）が接続され、電線から電線へ瞬時にして電流が直接流れる現象のこと。

d. 当該照明用ケーブルの敷設状況

プラグから灯具ソケット接続部までの間（全長約1.5m）に支持はなかった。

このため、クレーンの運転時には振動によりケーブルが振れていたことが考えられ、ケーブルが拘束される灯具へのケーブル引込箇所の近傍においてはケーブルに振動による負荷が掛かっていたことが推測される。

また、当該クレーンのガーダ内は、空調装置が設置されておらず外気温度や湿度の影響を受けやすい状況であった。

(3) 保守状況の調査

タービン建家天井クレーンの照明は、クレーンの法定点検（年次点検（1回／年）、月例点検（1回／月））に合わせて点検を実施することとしており、至近では、令和4年11月に年次点検として外観点検および照明回路の絶縁抵抗測定を、令和5年8月30日に月例点検として外観点検を実施し、異常がないことを確認している。なお、照明用ケーブルの外観点検では、外部から確認できる範囲を点検しており、灯具に引き込まれているケーブルについては点検していない。

また、当該照明については、平成14年12月に取り替えを実施しており、工事記録上、問題なく施工されていることを確認した。

(4) 過去の類似事象の調査

伊方発電所における過去事象を調査したところ、クレーンの照明用ケーブルに関する類似事象がないことを確認した。

(5) 類似設備の調査

当該照明用ケーブルに影響を与える要因としては、外部影響が考えられるが、温度や湿度による影響だけで本事象が発生することは考え難く、振動による影響が大きいと推定されることから、機器の運転による振動がケーブルに影響を与える可能性のあるクレーン設備を調査対象として選定した。

伊方発電所内のクレーン設備において、当該照明と同様の吊り下げ照明器具は74台ある。このうち当該照明用ケーブルと接続状態が類似している照明器具は28台であり、24台については境界部まで外観点検を実施し、異常がないことを確認した。残りの4台については、照明の設置箇所の関係からプラント運転中の寄り付きが困難であるため、今回は確認できる範囲で外観点検を実施したが、次回クレーン点検時に合わせて詳細な確認を行う。

また、その他の46台については、ケーブルの接続状態が異なり、同事象が発生する可能性は低いと考えられるものの、念のため外部から確認できる範囲について外観確認を実施した。

なお、46台のうち10台については、プラントの運転状況により立ち入りが禁止されており、直接確認できないため、最新の点検記録により点検結果に異常がなかったことを確認した。

8. 推定原因

調査結果より、他の照明には不具合は確認されておらず、外部影響のみが本事象の直接的な原因になったとは考えにくいことから、当該照明用ケーブルは、過去の照明器具の取り替え施工時に境界部において傷等の何らかの不具合が発生していたことで、外部影響により当該照明用ケーブルの絶縁体が劣化し、さらに照明器具の使用時に流れる漏れ電流によるジュール熱^{※9}の発生に伴い絶縁体の劣化が進行したことにより、白黒2種のケーブルの導体間で導通し短絡による過電流が発生し、シースおよび導体の焼損に至ったものと推定した。

また、当該照明用ケーブルは、クレーン運転に伴う照明器具の使用中的み電流が流れることから、短絡状態は断続的に繰り返され、導体の焼損により電流が流れなくなったことで損傷の拡大が損傷箇所の範囲で収まったものと推定した。

(添付資料-3、4)

※9 ジュール熱

抵抗がある導体に電流を流した時に発生する熱エネルギーのこと。

9. 対策

- (1) 当該クレーンと同様の吊り下げ照明器具を有し照明用ケーブルの接続状態が類似しているクレーンの点検に使用する作業要領書において、照明用ケーブルの外観確認を点検項目として明確に記載するとともに、点検要領として引き込み電線管の内部確認および境界部の確認を行うことを記載する。
- (2) 本事象の概要と推定原因を関係者へ周知するとともに、作業要領書の作成、確認の際に、ケーブル施工時にケーブルの損傷等を発生させない施工とすること、および施工後はケーブルに傷等がないことを確認することを社内規定に記載する。
併せて、ケーブルの敷設作業においてはケーブル設置場所の外部影響を踏まえケーブル本体や接続箇所へ過度な荷重がかからない施工とすることを社内規定に記載する。
- (3) 現在のプラントの運転状況により立ち入りが禁止されており、直接確認できなかったクレーンについては、次回定期検査時に現地確認を実施する。

なお、当該照明用ケーブルが接続されていた照明器具については撤去済みであり、当該クレーンの照明に使用している水銀灯は製造が終了していることから、当該クレーンの照明4台（撤去済みの照明1台を含む。）については、今後、ケーブルの構造・仕様について十分に留意した上で、LED照明等への取り替えを計画する。

以 上

伊方発電所 1、2号機 タービン建家天井クレーン
照明用ケーブル現地状況写真

タービン建家天井クレーン1号機(全景)



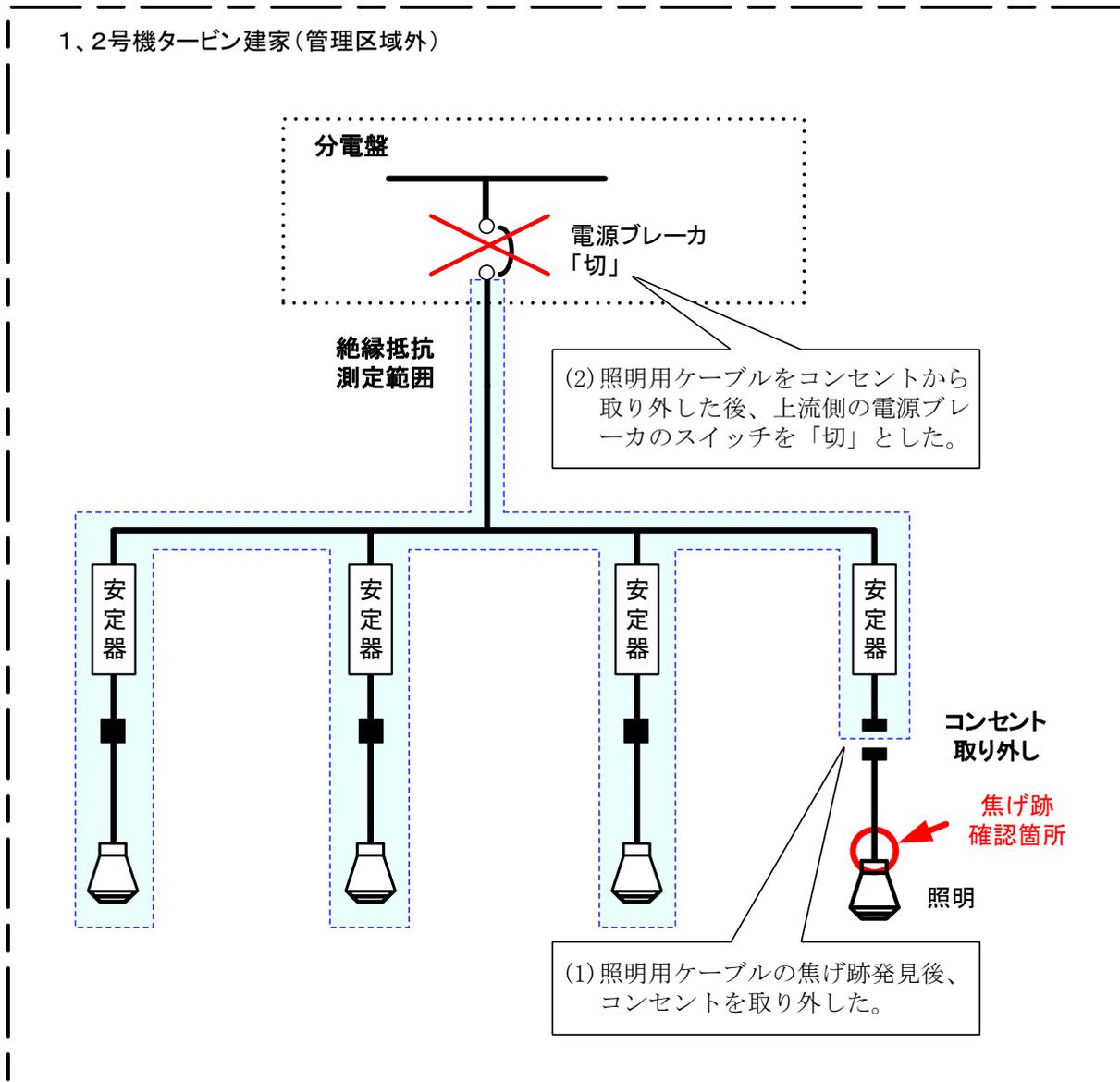
タービン建家天井クレーン1号機(拡大)



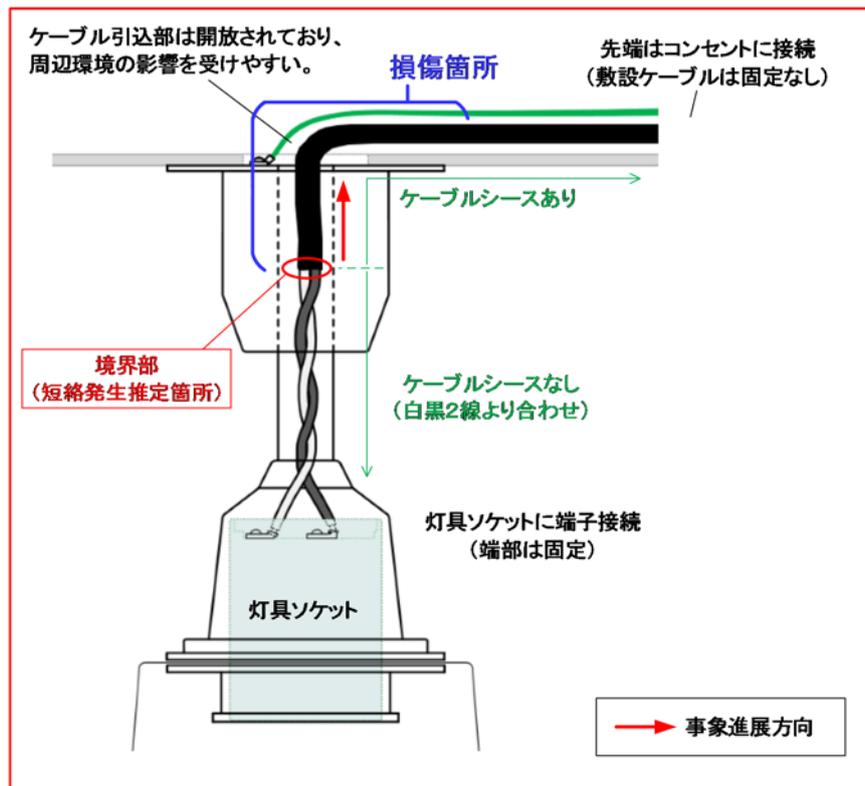
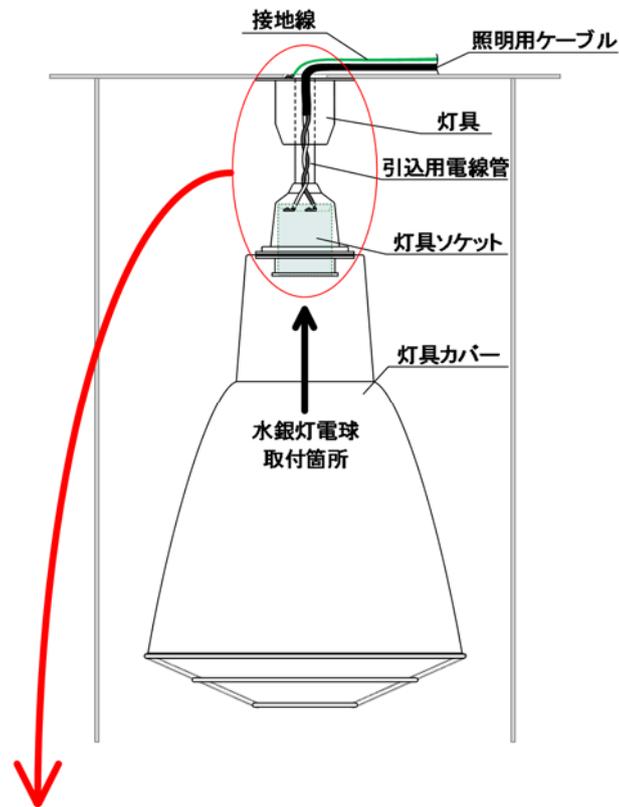
照明用ケーブル焦げ跡(ガーダ内部)



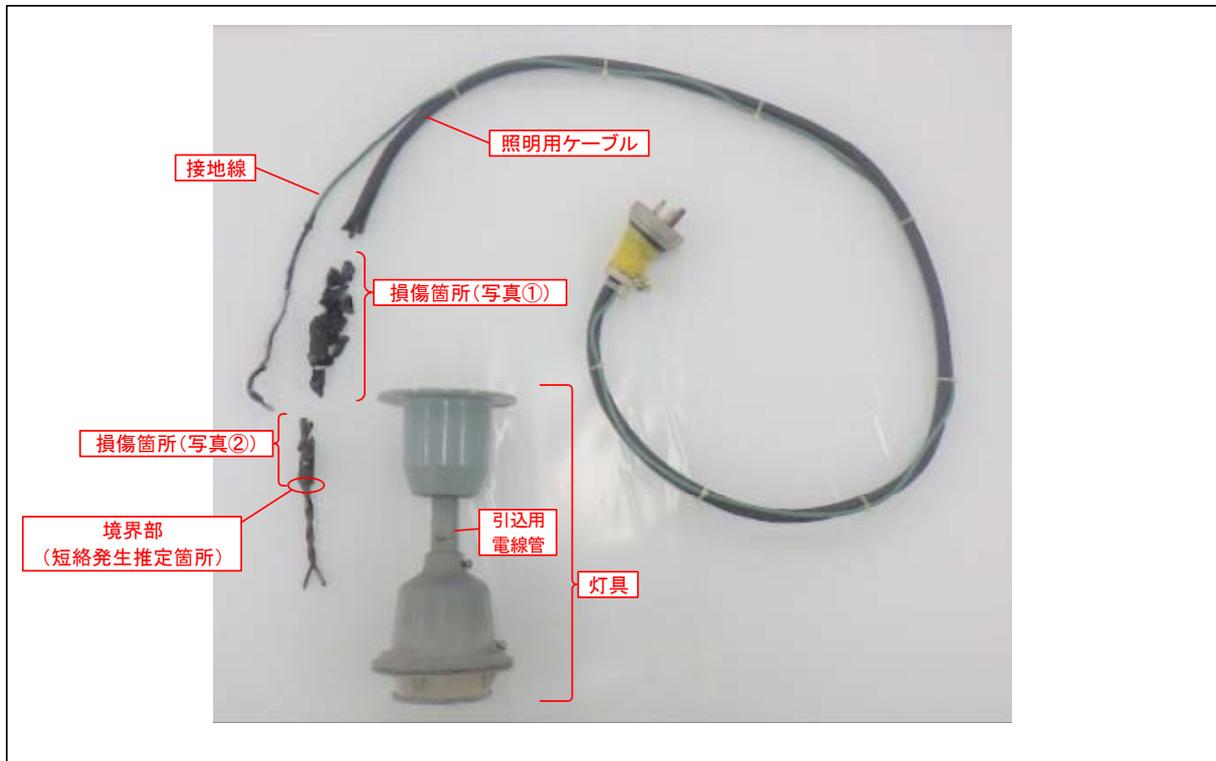
伊方発電所1、2号機 タービン建家天井クレーン
照明回路 概略系統図



タービン建家天井クレーン照明器具 構造図



照明用ケーブル外観調査状況



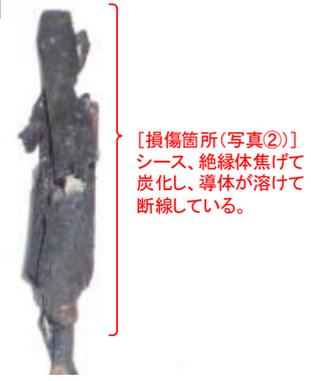
損傷箇所(写真①)
および接地線



[接地線]
被覆の一部が溶け、
また、焦げて炭化し
ており、導体の一部
が断線している。

[損傷箇所(写真①)]
シース、絶縁体焦げて
炭化し、導体が溶けて
断線している。

損傷箇所(写真②)



[損傷箇所(写真②)]
シース、絶縁体焦げて
炭化し、導体が溶けて
断線している。

引込用電線管
(内部)



引込電線管内部には、焦げ跡が
見られ、電線管端部に設置され
ているケーブル保護用のフッシ
ングにも焦げ跡がある。

照明用ケーブル断面図

