

II-8 令和2年度管内火力発電所の事故(1/2)

(期間:令和2年4月1日～令和3年3月31日)

| 事故発生電気工作物 | 事故発生箇所 | 事故発生日 | 事故の状況 | 事故の原因 | 事故再発の防止対策等 | |
|-----------|--------|-------|---------|--|---|---|
| 1 | 発電機 | 固定子 | 令和2年4月 | 通常の発電量で運転中、「発電機内部短絡」警報が発報し、タービン及び発電機がトリップ。 保護継電器87G(比率作動)、64GN(地絡過電圧)が動作していたこと、地絡過電圧メーターに最大900Vの地絡電圧指示(残針)が残っていたことから、発電機に異常がある可能性が高く、運転不可と判断。 固定子コイル#64下口コイルの素線の一部が溶損により消失。周辺コイル素線が部分的に溶損、絶縁キャップの損傷などが確認された。 | 【保守不備(自然劣化)】 コイルエンド部加わる電磁加振力と負荷変動に伴う絶縁キャップ内レジン素線の熱伸び差で生じるひずみにより、長期間(約20年)の運転の後、絶縁キャップ内の素線とレジンが剥離し、徐々にコイル素線が機械的に破断した。 最終的に、1グループ全てのコイルが破断した結果、アークが発生し4グループ全ての素線グループが溶損し、隣接するコイルの絶縁も損傷し、短絡・地絡事故に至った。 | 接続部の構造を既存の絶縁キャップ方式よりコイル間の絶縁を振動に強いテープ巻き方式へ変更。 |
| 2 | ボイラー | 節炭器 | 令和2年4月 | パトロール員が節炭器再循環配管の外装保温よりドレン滴下を確認。配管からの漏洩と判断し、ボイラーを停止後、漏洩箇所の詳細調査、補修を行うこととした。 節炭器再循環配管が部分的に外面腐食により減肉、エルボ溶接部に破穴があったため、破穴部を含め腐食が著しい範囲の配管を取替後、ボイラー再起動。 | 【保守不備(保守不完全)】 配管の吊装置取付部の保温板金が劣化し、保温内に雨水が侵入したことに加え、本配管は起動停止時にのみボイラー水が流れ、通常時は流れが無く外気と同じ雰囲気温度であるため、配管の湿潤状態が継続したことから外面腐食が促進され、破穴に至ったものと推定。 | ①応急対策 配管の吊装置の保温貫通部に雨養生の傘を取付け、劣化した保温板金は更新を実施。 ②恒久対策 配管の吊装置の保温貫通部養生及び保温板金の状況について、これまで実施していた運転パトロールに加え、保全部署による定期パトロール(年1回、目視)でも点検。 ③他ボイラーの点検調査 他ボイラーの主給水及び蒸気配管の内、通常時は液体の流れが無い配管について、屋外の吊装置及び水平配管の有無を確認し、該当する配管の保温板金状況を目視点検、雨水侵入の可能性のある部位について配管点検を実施。 ④他ボイラーの点検調査 ③の調査に該当した配管は、②と同様、保全部署による定期パトロール(年1回、目視)を実施。 |
| 3 | ボイラー | 節炭器 | 令和2年6月 | ECO系灰処理異常警報が発報し、現場巡回時にECO系アッシュインテーク(南)点検口より水の滴下を確認。ECOチューブの水漏れと判断し、ボイラー停止を決定。ボイラー消化、冷却ブローを開始。 翌朝マンホールを開放、チューブ水漏れを確認。その後チューブ取替作業を行い、水張を開始した。 翌朝昇圧開始、水圧テストが完了。夕方にマンホール閉止完了。工場負荷調整により起動は後日とし、約2週間後に点火。 | 【設備不備(製作不完全)】 節炭器入口管寄せ内の編流により流れ加速腐食(以下、「FAC」という。)が発生する環境であり、材質の選定が悪く管台の減肉が生じた。 | ①応急対策 チューブを新管に取替実施。 ②恒久対策 節炭器入口管寄せ管台の材質をSTB510(炭素鋼)からSTB22(1Cr鋼)に変更することでFACによる減肉を抑制。 ③水平展開 事故の発生したボイラーと同型式のボイラーについても節炭器入口管寄せ管台の材質変更を計画する。 |
| 4 | ボイラー | 節炭器 | 令和2年8月 | AHホッパー温度高の警報発報。ホッパーのロータリーで湿った灰が詰まっていることを確認し、現場確認を強化。 翌朝、昨日より濡れが少し多くなっていったため、点検強化を継続。濡れ箇所が熱交換器か節炭器か分からないため、ボイラーを停止して点検することを決定。ボイラー停止、冷却ブロー開始。 翌朝マンホールを開放、節炭器からの水漏れを確認。(全22段中上から19段目)ボイラー系内ブロー、補修及び煙道内部掃除作業を実施。CCDカメラを使用し濡れ箇所周辺の管の点検を実施し、問題が無いことを確認。作業完了後、水圧テスト実施、マンホール閉止、点火。 | 【保守不備(保守不完全)】 アッシュエロージョンによる損傷が推定される。 最上段、最下段(1段目、22段目)の肉厚測定は1回/2年実施しているが、事故箇所となった19段目を含む2～21段目についてはパネル間の隙間が狭く、定期的な肉厚測定点としていなかったため、減肉状況を把握できていなかった。 | ①CCDカメラ等を使用し、目視点検を定期的に行う。 ②アッシュエロージョンによる穴あきの可能性がある箇所側曲げ部付近を定期検査(1回/2年)の肉厚測定点として追加する。CCDカメラで目視検査を行い、減肉が確認された場所を代表点として測定する。肉厚測定は特殊器具を用いた技術(深相UT)で実施し、減肉状況を確認していく。 |
| 5 | ボイラー | 水管 | 令和2年10月 | 通常運転中に中央管理室にて、急激な発電出力低下や主蒸気温度低下が確認され、現場確認ではボイラー内部からの異音も確認された。その後は、タービン入口蒸気流量の低下、短時間での主蒸気温度上昇も確認されたため、ボイラー内部のチューブ漏洩の発生と判断し、ボイラーを停止した。 ボイラー冷却後の内部調査にて、スクリーン水管1本に墳破の跡が発見された。噴破部位は管の外周に平坦な面が形成されており、隣接する複数の管表面にも局所的な平坦面が確認された。 噴破管の肉厚測定の結果、平坦部位は噴破部を中心に急激な肉厚減少が発生しており、変形等ではなく摩擦によって平坦面が形成された事が明らかとなった。その他の平坦面発生管についても同様な肉厚減少が確認され、噴破管を含め合計15本の水管に肉盛溶接補修が必要であると判断を下し、補修を実施した。 | 【保守不備(保守不完全)】 事故発生箇所は燃焼ガスの流路面積が絞られることによりガス流速加速するエリアかつ、左右のボイラー内壁付近で発生していることから、流速上昇した燃焼ガスがボイラー側面との摩擦抵抗により、壁面付近に局所的な渦(乱流)を発生させ、燃焼ガス中の硬質灰や砂状物質がこの影響によって水管表面と比較的長時間接触することとなり、局所的な摩擦が進行したものと考えられる。 また、定期点検等の肉厚測定箇所に選定されていないため、摩擦の進行が確認できていなかった。 | ①水管プロテクターの設置 摩耗発生部を保護する交換式のプロテクターを追加で設置する。 ②プロテクター摩耗確認の追加実施 定期事業者検査では、追加プロテクター部の目視及び触診による点検を実施する。 |
| 6 | ボイラー | 側壁管 | 令和2年10月 | 現場巡回時、ボイラー下部ヘッダー室ケーシングより水が垂れているのを確認。ヘッダー、降水管、側壁管での漏れの可能性があるため、ボイラーを停止させ修理を行うこととした。 翌日、下部ヘッダー室マンホール開放し、点検するも濡れ箇所不明。濡れ箇所特定のため、ケーシング切断、ヘッダー・降水管・側壁管の点検を行うが濡れを確認できず。その後水圧テストを開始し、1時間キープするが濡れなし。数時間後、温度が下がったことで濡れ箇所がふさがった可能性があるため、点火して温度を上げることとした。ボイラー昇圧時、15Kで水漏れ再発生。施行先を手配し、ケーシング開放実施。缶前2次エアシールボックスの側壁管溶接部から水漏れ確認。 翌日、施行先にて補修工事を実施。PT試験、水圧テスト実施後、点火。 | 【設備不備(施工不完全)】 2次エアのシールボックスが側壁管とボイラーケーシングの両方に溶接固定されており、熱伸びを吸収しにくい構造となっていた。 側壁管の熱による伸縮が長期間繰り返され(空気孔設置後18年経過)、溶接部で応力割れが発生した。 | ①シールボックスは側壁管に固定することとし、ボイラーケーシングとの溶接固定を取り外す事で側壁管の熱による伸縮で過度の応力がかけられない構造に改善する。 ②水平展開として、同様の箇所15箇所について、2021年2月のボイラー停止時に点検を行い、不備がある場合は同様の処置を実施する。 |

II-8 令和2年度管内火力発電所の事故(2/2)

(期間:令和2年4月1日～令和3年3月31日)

| | 事故発生電気工作物 | 事故発生箇所 | 事故発生日 | 事故の状況 | 事故の原因 | 事故再発の防止対策等 |
|----|-----------|------------|---------|---|--|--|
| 7 | ボイラー | 蒸発管及び一次過熱器 | 令和2年11月 | 75MWから150MWに増負荷後、風箱圧力が低下。数時間後、火炉出口からバグフィルター入口温度上昇傾向のため、150MWから113MWに減負荷。更に数時間後、バグフィルター入口温度上昇のため、113MWから75MWに減負荷。減負荷後、炉底から火炉温度が上昇するとともに、SOx値が上昇したため継続運転は不可と判断。 翌日、原因を調査すべく火炉のぞき窓より内部を見たところ、炉底に水滴が垂れ落ちていることを確認。炉底部に入り火炉内部を目視したところ、一次過熱器貫通部付近の蒸発管からの漏洩を確認した。 蒸発管においては、火炉前壁一次過熱器下段パネル貫通部近傍部の曲げ管2本の破孔及び直管2本の局所減肉。一次過熱器においては下段パネルの最下管1本の破孔が確認された。 | 【保守不備(保守不完全)】 燃焼灰による摩耗により蒸発管が破孔し、その噴破水により一次過熱器管も損傷を受けたものと推定。 リーク発生箇所については、燃焼灰による摩耗が発生しやすい箇所であるため硬化肉盛り溶接を施工している箇所であった。これまで定期点検毎に目視及び触診による点検を実施し、「異常なし」と判断しており、肉厚測定までは実施していなかった。 | 今回リーク発生箇所となった1次過熱器貫通部下部の曲げ管の点検について、「目視・触診点検」に加え「全箇所の肉厚測定」を実施し、肉厚管理を行う。 |
| 8 | ボイラー | 水管 | 令和2年12月 | 当該事業場内の火力発電設備において、発電中に廃熱ボイラー水管が破損する事故が発生した。 | 【保守不備(自然劣化)】 当該事業場内の火力発電設備である廃熱ボイラーのマンホールの曲げ管(水管)が煙灰の付着や脱落を繰り返すことによりキャストブレンが剥離して曲げ管の母材が露出し、内部点検のためにマンホールを開閉する際に、露出部分に付着した煙灰が冷却されることで酸性となり、水管表面を経年的に腐食させ、破損に至ったものと推定される。 | 次回定期自主検査時に漏水したマンホールの更新を実施することとし、それまでは定期点検の際にマンホール曲げ管への煙灰付着状況を確認し、必要に応じて清掃を行う。 |
| 9 | タービン | 羽根 | 令和2年12月 | タービン軸受の振動突変事象があり、後日タービンを停止して分解点検を開始。中圧第10段タービン側羽根及びノズルの損傷が認められた。また、タービン側第11段から15段羽根及びノズルにも損傷が認められている。その他、油切り歯先とロータの接触等、振動変化の影響での損傷が認められている。 | 【調査中】 | 原因調査結果に基づき検討。 |
| 10 | ボイラー | 水管 | 令和3年2月 | 操業データ確認時、給水量に対し蒸気発生量が下がっている事を確認。管理職に連絡し、状態監視を強化した。 後日、更に蒸気発生量が低下。現地点検にて、ボイラー水管用スーツボックスに水滴付着を確認。過熱器又はボイラー水管の水漏れが考えられるため、ボイラーを停止し、修理することを決定。ボイラー消火、冷却ブロー後、外注業者にて漏れ箇所補修。 漏れ箇所及び近傍の水管合計3本にブラインドプラグを取り付け、水圧テストにて問題ないことを確認した。 | 【保守不備(自然劣化)】【保守不備(保守不完全)】 アッシュエロージョンによるボイラー水管の減肉が発生した。定期点検にて定点の肉厚測定を実施していたが、今回穴あきが発生した箇所は定点外の箇所であった。また、目視点検においても減肉を発見できなかった。 | ①減肉しやすい箇所にプロテクタを取り付ける。また、ボイラーのガス流れにより減肉しやすい箇所を定期検査での測定箇所に追加する。 ②同型のボイラーについても、定点で肉厚測定を実施していない箇所の点検を行い、減肉傾向がある場合は取替、プロテクタの取付などの処置を行う。 |
| 11 | ボイラー | 節炭器 | 令和3年2月 | 操業巡回点検時、節炭器入口管寄せ付近より湯気がだっているのを確認。チューブ漏れの可能性があるため、傾向監視を行う。数時間後、節炭器チューブ漏れの可能性が高いため、修理することで意思決定する。 翌日、節炭器管より漏れを確認。節炭器全41パネルの類似箇所の肉厚測定を実施した結果、漏れ箇所以外に3本減肉していたため、漏れ箇所及び減肉箇所の肉盛り補修を行った。 | 【保守不備(自然劣化)】、【保守不備(保守不完全)】 漏洩箇所及び減肉の見られた部位は、給水管の入口付近であるため、流れ加速型腐食(FAC)により減肉した。また、漏洩の発生した部位は、定期検査で肉厚を測定する定点外であり、肉厚測定ができていなかった。 | ①肉盛補修箇所の取り替えを行う。 ②今回減肉が確認された節炭器管寄せ出口の肉厚測定を定期的に行う。 ③事故の発生したボイラー及び同型のボイラーについて、流れ加速型腐食が発生する可能性のある箇所の調査を行い、定期修理時に肉厚測定を実施する。 |
| 12 | ボイラー | 冷却水管 | 令和3年2月 | 通常運転中、廃熱ボイラドラム水位下下限でトリップした。トリップ後、給水を継続したが、水位の回復が無いので各所点検を実施。ボイラ下の灰だしシュートより水の流出があることから、ボイラ水管損傷と判断。 炉内冷却を行い、本体冷却水管天井部で水管が噴破していることを確認し、後日仮復旧工事に着手した。 | 【保守不備(自然劣化)】 長期にわたるスートブロワの噴射蒸気による減肉の進行によりボイラ圧力に耐えきれなくなり噴破した。事故部位はスートブロワのセンサー上にあり、中間停止により蒸気にさらされる箇所であったが、距離があったためプロテクターの設置が無かった。また、定期的な肉厚測定箇所に選定されていなかった。 | ①噴破管を含め減肉の進行している水管を取り替え。 ②該当部位の水管全てにプロテクターを設置。 ③該当箇所を定期肉厚測定箇所を追加する。 ④スートブロワの噴射蒸気中のドレン排除時間を10分から15分に変更。 |