

Ⅱ－8 令和3年度管内火力発電所の事故(1／2)

	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
1	ボイラー	側壁管外側	令和3年 4月	当該火力発電所の操業巡回点検時に、ボイラー尿素ノズルフランジ部より蒸気漏れを発見し、点検の結果、側壁管外側の尿素噴霧口曲げ部に穴開き(破孔)及び周囲に腐食による減肉を確認したため、破損事故になった。
2	ボイラー	火炉側壁管	令和3年 5月	当該火力発電所の火炉巡回点検において、火炉水管にクリン力灰の付着を発見したため、のぞき窓より鉄パイプで除去していたところ、火炉より燃焼ガスが吹き出し、炉内圧力異常及びドラムレベル低警報が発報し、火炎が消失しボイラーが停止した。内部点検の結果、側壁水管1本の破孔が確認されたため、破損事故になった。
3	ボイラー	火炉燃料 投入口管	令和3年 6月	当該火力発電所の運転中に、復水タンクレベルの低下傾向が確認され、その後、ボイラー前壁給炭スクリュー付近にて噴出音を確認したため、ボイラー停止後に炉内点検を行ったところ、ボイラー前壁給炭シュート下部水管の破孔が確認されたことから、破損事故になった。
4	ボイラー	火炉側壁管	令和3年 8月	当該事業場内の火力発電所のボイラーへの給水量と蒸発量が逆転し、漏水が疑われたため、ボイラー内の点検を実施したところ、水管2本から漏水が確認されたことから、破損事故になった。
5	ボイラー	降水管	令和3年 8月	当該事業場内の火力発電所予備ボイラー昇圧中に降水管が破断し、ボイラーが自動停止したため、破損事故になった。
6	ボイラー	火炉側壁管	令和3年 10月	当該火力発電所の運転中に、急激な汽水胴圧力の低下によるボイラのチューブ漏洩が疑われたため、ボイラを停止して内部調査を行ったところ、ボイラ後部右側壁の水管からの漏水が確認されたことから、破損事故になった。

(期間:令和3年4月1日～令和4年3月31日)	
事故の原因	事故再発の防止対策等
【保守不備／保守不完全】 当該火力発電所において、NOx抑制用尿素ノズルを側壁管を通して炉内に尿素水を噴霧しているが、点検等で尿素ノズルを引き抜く際、後方に障害物があつたため、尿素ノズル保護管を炉内側に押し込んで引き抜いたことで尿素ノズルのセット位置がずれ、奥(炉内)まで差し込まれなかったことから、尿素の一部がボイラー側壁管にかかり腐食するとともに、側壁管が減肉し、破孔に至ったものと推定される。また、破孔した側壁管箇所は、シールボックスで覆われており、シールボックス内部には耐火材を充填しているため、点検が困難な箇所であつたことも事故につながつたと考えられる。	・保護管の取付位置が変わらないようにマーキングを行う。また、設置している現場に寸法を記入した構造図を掲示し、マーキングが見えなくなつても対応できるようにする。 ・他の噴霧口もノズル噴霧位置の確認を行う。(実施済) ・尿素噴霧口の炉内部から目視点検を行う。(耐火材剥れの有無、耐火材が剥れていた場合の側壁管腐食の有無)
【保守不備／自然劣化】 当該火力発電所のボイラー火炉側壁水管については、破孔した近傍の側壁水管底部にスートブローによる局所的な減肉と蒸気漏洩が発生し、それにより破孔した水管の缶水流量が減少したことからメタル温度が上昇したため、管の強度が低下して内圧に耐えられなくなり、破孔に至ったものと推定される。	・エロージョン該当管近傍(11本)抜管後に取替を実施。 ・破孔箇所周辺の炉壁管の肉厚計測を実施し、計算必要厚さ(tsr)を下回る減肉が見られるところは抜管の上、取替を行う。今後は年1回の定期検査の肉厚測定箇所に追加する。
【保守不備／保守不完全】 当該火力発電所のボイラー前壁水管が、耐火物の脱落により露出し、摩耗しやすい環境にさらされた状態で運転を継続したことにより摩耗が進展した結果、破孔に至ったものと推定される。	・耐火物の支持力確保による脱落防止を図る。 ・耐火物の耐スポール、爆裂対策を継続する。
【保守不備(自然劣化)】 当該火力発電所のボイラーの水管が煙灰による化学腐食により減肉し、噴破、漏水に至ったものと推定される。 噴破箇所はマンホール近傍で、内部点検のためにマンホールを開閉する際に付着した煙灰が冷却されることで露出部分が酸性となり、水管表面の腐食が促進されたと考えられる。	①ボイラーの水管の減肉速度評価及び肉盛り補修の実施 ボイラーマンホール周辺は、内部点検の開閉によって生じる温度差により減肉が進行しやすい傾向があり、加えて局所的であるが減肉速度が他と比べ速い傾向にあつたことから、定期修理期間中に測定した肉厚測定結果を基に減肉速度の評価を行い、減肉速度が高い場所へ肉盛り等の対策を講じることで、類似事故の防止を図る。 ②マンホール周辺の煙灰除去の機械化の検討 今回漏水したマンホール上部については、マンホール周辺の煙灰除去機構の検討及び導入を進める。
【保守不備(自然劣化)】 当該火力発電所の予備ボイラーは長期停止しており、配管の保温材劣化箇所より雨水が浸入し、十分に乾燥されなかったため、配管外面の腐食減肉により割れ(破孔)が発生するとともに、割れ箇所に水圧が集中して急激に割れが進行した結果、破断に至ったものと推定される。	・腐食・減肉が懸念される類似箇所の定期的検査(外面減肉及び肉厚測定)の実施。必要最小肉厚以下の配管の補修・更新。 ・定期事業者検査要領書の点検項目の見直し。検査の回ごとに保温・板金の外観点検の項目を追加。 ・休止期間中の(必要に応じ)保缶方法の見直し。
【保守不備／保守不完全】 当該火力発電所のボイラーチューブの噴破部位については、ボイラ内部の燃焼ガスの流れ方向を変える整流板の端面とボイラ側壁(メンブレン管)とが接する位置にあり、燃焼ガスの渦発生が起こりやすい場所であつたと想定されることから、燃焼ガス中の硬質灰や砂状物質によって局所的な摩耗が進行した結果、ボイラーチューブの噴破に至ったものと推定される。 なお、当該噴破部位は水管群の奥側となり、直接手で触ることや目視できない場所のため、これまでの定期点検等では目視点検や肉厚測定等による減肉確認が実施できておらず、摩耗の進行が捉えられていなかったことも、事故発生の要因と考えられる。	①水管プロテクターの設置(次回定期点検期間で設置予定) ・今回の局所摩耗は、根本的なボイラの構造及び燃料に起因する要素が大きいと考えられ、運用面での対策は困難であるため、摩耗発生部を保護する交換式のプロテクターを追加設置し、水管表面の摩耗防止を図る。また、構造上から同様の状況が発生すると考えられる反対側壁にもプロテクターの設置を行う。 ②プロテクター摩耗確認の追加実施 ・今回の保護部位は、直接の目視や触診での摩耗判断が困難であるため、定期点検時にはプロテクターの取り外しを行い、表面の摩耗状況を目視及び触診によって点検する方法を採用する。過度な摩耗が確認された場合には直ちに交換を実施し、水管に摩耗が波及しない運用を計画する。

Ⅱ－8 令和3年度管内火力発電所の事故(2／2)

	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
7	ボイラー	火炉側壁管	令和3年 10月	当該火力発電所の運転中に、ボイラーの炉底ホッパー下部のコンベアへの漏水が確認され、点検調査を行ったところ、側壁管からの水漏れが認められたことから、破損事故になった。
8	ガスタービン	空気圧縮機	令和3年 11月	当該事業場内の火力発電設備の定常運転中に、重故障アラーム(振動過大)を発報して緊急停止したため、点検を実施した結果、ガスタービンの空気圧縮機の動翼と静翼の一部に損傷と変形が確認されたことから、破損事故になった。
9	ボイラー	過熱器出口	令和4年 1月	当該火力発電所において、ボイラー三次過熱器出口蒸気圧力検出配管より漏洩があり、調査の結果、配管の亀裂が判明したため、破損事故になった。
10	ボイラー	火炉燃料 投入口管	令和4年 2月	当該事業場内の火力発電所において噴出音を確認し、ボイラーの水管破損が認められたため、停止し、点検を行ったところ、ボイラー前壁の給炭口下部水管に破孔が確認されたことから、破損事故になった。
11	ボイラー	節炭器	令和4年 2月	当該事業場内火力発電所のボイラー節炭器下部に水漏れが発生し、ボイラーを停止して調査したところ、節炭器管に穴あきが確認されたことから、破損事故になった。

(期間:令和3年4月1日～令和4年3月31日)

事故の原因	事故再発の防止対策等
【保守不備(保守不完全)】 当該火力発電所のボイラーの缶前壁管の漏洩部については、還元燃焼が行われる箇所で腐食しやすい環境にあることから、腐食防止として管表面に耐火物を施工しているが、耐火物の脱落または亀裂が生じたことによって、管表面にガスが接触・腐食減肉したことにより、穴あきが発生し、破損に至ったものと推定される。 また、耐火材が脱落した要因としては、ボイラーチューブ(炭素鋼)と耐火材との熱伸び差が異なることによる耐火材のひび割れ、もしくは、耐火材に付着したクリンカ(溶けた灰)が割れた際に、耐火材も同時に割れたことによる脱落の可能性が考えられる。	・配管材質を腐食に耐えられる材質に変更する。腐食対策として、他社製ボイラーでも実績のあるインコネル625(Cr-Ni系)肉盛管への更新を計画する。 ・インコネル625肉盛管を採用した場合、耐火材は不要となるため、今後は定期検査で腐食状況を確認する。
【保守不備(自然劣化)】 当該火力発電設備のガスタービンが、空気圧縮機の変静翼がローター(回転体)に接触し損傷したことにより、重故障アラーム(振動過大)を発報して緊急停止したものと推定される。また、間接原因として、変静翼オペレーティングレバーの経年劣化(使用年数不明)による摩耗脱落が発生したことにより、変静翼の可動域が増加し、許容可動範囲を超えたため、動翼に接触した可能性が考えられる。 なお、運転中はラギングカバーによりオペレーティングレバーの目視確認ができない構造であり、2年ごとの定期事業者検査の際は作動状態の確認のみで、摩耗やガタつきの確認は行っていなかった。	今回購入する圧縮機のオペレーティングレバーは全数新品とする とともに、パッケンジャー受入検査でも締付トルク、ガタつき、オペレーティングレバーの球面軸受・リベット絞めなどの管理を強化する。 現地復旧後は、以下の通り、点検・検査を強化して保守管理する。 ・ラギングカバーを取り外して目視可能な状態とし、定期的にオペレーティングレバーの目視確認をする。(日常点検) ・オペレーティングレバーの作動状態及び目視確認とガタつき有無確認を強化する。(定期事業者検査)
【設備不備(施工不完全)】 当該火力発電所のボイラー三次過熱器出口蒸気圧力検出配管と主蒸気温度計の電線管が干渉しており、電線管が検出配管の動きを拘束したため、弁の溶接部に応力が作用し、亀裂が発生したものと推定される。	・電線の位置をずらし、検出配管との隙間を確保した。 ・他の検出配管設置箇所についても溶接部の点検を実施し、異常が無いことを確認した。
【保守不備(保守不完全)】 当該火力発電所の水管が破損した原因は、耐火物施工時の焼結不足による耐火物の異常損耗により水管が露出し、高温雰囲気にて直接晒されたためと推定される。	① 耐火物材質の見直し ・補修部位(温度条件、摩耗条件)に合わせた材質の見直し。 ② 耐火物支持力の確保による脱落防止 ・適切なアンカー増設による支持力確保。 ③ 耐火物の耐スポール、爆裂対策 ・耐火物施工後の加温養生の実施。 ・乾燥焚きの実施。(昇温速度/時間の遵守) ・乾燥焚き並びに立上げ時の一次空気風量調整。(焼結確保) ・補修箇所は給炭タイミングを遅らせる。(焼結確保/摩耗防止)
【保守不備(保守不完全)】 当該火力発電所のボイラー節炭器管は、節炭器入口管寄せ内部の編流により流れ加速腐食(FAC)が発生する環境であったため、管台内部で減肉が進行した結果、減肉による穴あきが発生し、漏水に至ったものと推定される。	・漏洩した管1本を新管に交換するとともに、周辺部の肉厚測定を実施し、減肉の兆候が無いことを確認した。 ・流れ加速腐食(FAC)に対する恒久対策のため、節炭器入口管寄せ管台の材質(STB510(炭素鋼)からSTBA22(1%クロム含有))を更新する。