

第 5 章 維持管理

第 1 節 運転管理

§ 27 導入効果をもつめる管理の要点

革新的技術の導入効果をもつめるためには、設備ごとに以下の点に留意して運転管理を行うことが望ましい。

(1) 高効率発電設備

- 1) 脱水汚泥含水率
- 2) 蒸気発生量
- 3) スートブロワの運転頻度
- 4) 発電設備追加に伴う追加監視項目
- 5) 主任技術者の設置

(3) 局所攪拌空気吹込み設備

- 1) 燃焼空気量
- 2) 炉内温度
- 3) O₂濃度
- 4) 流動不良
- 5) 局所攪拌空気吹込み設備の追加に伴う追加監視項目

【解説】

(1) 高効率発電設備

安定的に効率の高い発電を行うため、焼却炉に投入する脱水汚泥含水率や廃熱ボイラにおける蒸気発生量、スートブロワの運転頻度を適正に管理する。また、既設設備に対して追加設置を行う場合は、廃熱ボイラへの切り替え時に炉内圧力が変動する、スートブロワ運転時に炉内圧力が変動する等運転への影響が発生する恐れがあるため、既設設備側との連絡を密にしつつ切り替えを行う。また、焼却発電設備に伴い、ボイラを安定的に運転・管理を行うために、ボイラ薬品の追加(1回/1週間程度)、純水装置薬品の追加(1回/2週間程度)等の追加作業が発生する。

1) 脱水汚泥含水率

発電量を増加させるためには、廃熱ボイラに流入する排ガスの熱量を増大させて発生する蒸気量を増加させるとともに、蒸気温度、蒸気圧力を維持する必要がある。

廃熱ボイラに流入する排ガスは空気予熱器で熱交換を行った後の排ガスであるため、空気予熱器における熱回収を適正に行うことも必要である。

空気予熱器において必要以上に熱回収を行うことは発電量の低下につながるため、炉内温度を監視して燃焼空気温度を最適な温度とするとともに温度変動の少ない安定した状態に維持することが重要である。

2) 蒸気発生量

前述の通り、発電量を増加させるためには蒸気量を増加させることが重要である。

したがって、タービンバイパスで蒸気を復水することは蒸気の無駄につながり避けるべきで、発生した蒸気を無駄なくタービンで使用できるようにタービン出力の調整を行うことが重要である。

3) スートブロワの運転頻度

廃熱ボイラの伝熱面を清浄な状態に維持することは、蒸気量を維持するために重要で、スートブロワはボイラ出口の排ガス温度や蒸気量、蒸気圧力、蒸気温度を監視して、必要な時に適切なタイミングで行うことが重要となる。

一方、スートブロワを使用することは、本来発電に使用できる蒸気の減少につながるため必要最小限とする必要がある。

なお、選択的にスートブロワを使用した場合、ボイラ内の回収熱バランスが変わるため、ボイラ内温度変化に留意のこと。

4) 発電設備追加に伴う追加監視項目

発電設備の追加に伴う追加監視項目を表 27-1 に示す。

表 27-1 発電設備の追加に伴う追加監視項目

機器	監視項目
廃熱ボイラ	ボイラドラム水位・圧力、過熱蒸気流量・圧力・温度、缶水電気伝導度・pH、ボイラ給水流量、ボイラ出口ガス温度、ボイラ差圧
蒸気タービン	タービン入口過熱蒸気流量・圧力・温度、復水器器内圧力・温度、復水温度、冷却水流量・温度・圧力

5) 主任技術者の設置

本技術は、電気事業法 43 条に該当する自家用電気工作物となるため、電気主任技術者及びボイラタービン主任技術者の選任が必要となる。主任技術者に求められる要件については資料編 4.発電設備設置時の適用法令を参照のこと。

(2) 局所攪拌空気吹込み設備

安定的な N_2O および NO_x の除去を維持するために、燃焼空気量、炉内温度、 O_2 濃度を適切に管理するとともに、流動不良を生じないように留意した管理を行う。

1) 燃焼空気量

燃焼空気量が適正流量よりも多い場合、炉内の燃焼ガスが冷却されるためフリーボード温度が低下するため、局所吹込みの効果が低下することになる。さらに、所定の空気割合で流動空気として供給される空気量が増加するため砂層における燃焼が抑制されないため、局所吹込みの効果が低下することになる。

炉出口排ガス中の O_2 濃度を監視して、最小流動化空気量を維持したうえで適正空気流量となるように管理する必要がある。

2) 炉内温度

炉内温度が低下すると、特に N_2O 削減効果が低下する。

炉内温度の低下の要因としては、前述の燃焼空気量のほか、脱水汚泥含水率、脱水汚泥有機分割合などの汚泥性状、燃焼空気温度、汚泥焼却量が挙げられる。

汚泥焼却量や汚泥性状に関しては容易に調整することが難しく、処理場全体として調整を行うことが必要となる。

局所攪拌空気吹込み設備を運転すると炉内温度(フリーボード温度)が上昇する傾向がある。焼却炉メーカーにより炉内温度(フリーボード温度)については上限が定められている場合はその温度を超えることがないように留意することが必要となる。炉内温度が 850°C 以上となる高温場をできる限り広く確保できるように制御することで、局所攪拌空気吹込み設備の運転効果を高めることが可能である。

3) O_2 濃度

焼却する汚泥量に対して燃焼空気が多い場合、炉出口の排ガス中の O_2 濃度が高くなる。

炉内温度を高温に維持するため、局所吹込みの効果を維持するために最適な燃焼空気量とするために O_2 濃度を監視することが重要となる。実証フィールドでの例として $6.6\sim 7.0\%$ 程度の範囲で管理を行っているが、設備により適切な制御範囲が異なる可能性があるため、十分な検討を行った上で、管理範囲を決定する。

4) 流動不良

局所攪拌空気吹込みにおいて燃焼空気量を十分に削減することが重要となる。また、局所攪拌空気吹込み設備を運転すると、燃焼空気量の一部を局所攪拌空気(二次空気)として吹き込むことにより、砂層に供給される空気(一次空気)流量が減少する。

気泡流動層焼却炉においては最小流動化風量を一次空気量が下回ると砂層の流動状態が低下し、局所的に温度低下を生じる流動不良と呼ばれる現象を生じる。

流動不良が発生すると、燃焼排ガスの性状の悪化や砂層内でのクリンカーの生成につながり、最終的に焼却運転が継続できなくなる恐れがある。

第 1 節 運転管理

局所攪拌空気吹込みを行う際には砂層の温度分布の偏差に注意して、流動不良が発生しないように監視を行うとともに、砂層温度の偏差が大きくなった場合は、一時的に流動空気量を増やすなどの対策を行うことも必要である。

また、汚泥の投入異常により、砂層の流動へ悪影響を与える可能性があるため、ケーキ投入量については設定した投入量に対して、実際の投入量と差異がないか、灰発生量等の指標と照らし合わせて日常的に確認する。

5) 局所攪拌空気吹込み設備追加に伴う追加監視項目

局所攪拌空気吹込み設備の追加に伴う追加監視項目を表 27-2 に示す。

表 27-2 局所攪拌空気吹込み設備の追加に伴う追加監視項目

機器	監視項目
局所攪拌空気吹込み 設備設備	局所攪拌空気流量、一次空気流量、砂層温度偏差

§ 28 運転管理項目

導入システムの運転管理では、各設備に対して、測定、分析、解析を行い、適正な運転が行われていることを確認する。

- (1) 高効率発電設備
- (2) 局所攪拌空気吹込み設備

【解説】

(1) 高効率発電設備

安定的かつ効率的な熱回収および発電を維持するための主な管理基準を表 28-1～3 に示す。

表 28-1 焼却炉廻りの管理基準

項目	測定方法	管理基準	備考
汚泥含水率	分析	設計基準値*以下	低下で発電量増加
汚泥有機分	分析	設計基準値*以下	上昇で発電量増加
汚泥発熱量	分析	設計基準値*以下	上昇で発電量増加
汚泥投入量	連続	安定していること	自動計測

汚泥性状・投入量についてはボイラ蒸発量や発電量に大きく影響するため、ここに示している。その他の管理基準については従来の焼却炉で指示があるものに従う必要がある。
 ※革新的技術を導入する焼却設備の設計基準値以下とする。設計基準値の設定はメーカーごとに異なるため、詳細はメーカーに確認すること。

表 28-2 廃熱ボイラ廻りの管理基準

項目	測定方法	管理基準	備考
ボイラードラム水位	連続	規定水位	自動制御
ボイラードラム圧力	連続	届出値以下* ¹	自動制御
過熱蒸気流量	連続	安定していること	自動計測
過熱蒸気圧力	連続	届出値以下* ¹	自動計測
過熱蒸気温度	連続	届出値以下* ¹	自動計測
缶水電気伝導度	連続	JIS 基準値以下	自動計測
缶水pH伝導度	連続	JIS 基準値以下	自動計測
純水水質	日常点検	規定硬度以下	管理者による分析
給水量	連続	必要量	自動制御
出口ガス温度	連続	運転指標以下	管理基準値以上で スートブロウ運転
ボイラー差圧	連続	運転指標以下	同上
その他	日常点検	保安規程* ² による	保安規程* ² による

第 1 節 運転管理

※1 発電設備の設置の際、所轄の経済産業省産業保安監督部に届け出た工事計画書の届出値以下に管理する必要がある。

※2 保安規程とは、自家用電気工作物(ボイラー、発電機など)を設置する者が、電気事業法の規程により使用開始前に所轄の経済産業省産業保安監督部へ届け出るものである。

表 28-3 蒸気タービン発電機の管理基準

項目	測定方法	管理基準	備考
入口過熱蒸気流量	連続	安定していること	自動計測
入口過熱蒸気圧力	連続	届出値以下※1	自動制御
入口過熱蒸気温度	連続	届出値以下※1	自動制御
復水器内圧力	連続	運転指標以下	自動計測
復水器器内温度	連続	運転指標以下	自動計測
出口復水温度	連続	運転指標以下	自動計測
各種冷却水量	連続	運転指標以下	自動計測
各種冷却水圧力	連続	運転指標以下	自動計測
各種冷却水温度	連続	運転指標以下	自動計測
その他	日常点検	保安規程による	保安規程による

※1 発電設備の設置の際、所轄の経済産業省産業保安監督部に届け出た工事計画書の届出値以下に管理する必要がある。

(2) 局所攪拌空気吹込み設備

安定的かつ効率的な N₂O、NO_x の排出抑制状況を維持するための主な管理基準を表 28-4 に示す。

表 28-4 局所攪拌空気吹込み設備の管理基準

項目	測定方法	管理基準	備考
燃烧空気量	連続	安定していること	自動計測
污泥焼却量	連続	安定していること	自動制御
O ₂ 濃度	連続	目標値以下	自動計測
N ₂ O濃度	連続	目標値以下	自動計測
NO _x 濃度	連続	規制値以下	自動計測
砂層温度	連続	適正範囲内	自動計測
フリーボード温度	連続	設定値以上	自動計測
局所攪拌空気比率	連続	上限値以下	自動計測

※局所攪拌空気比率の上限値は、流動不良を発生させないように設定する。

第 2 節 保守点検

§ 29 保守点検

導入システムを長期間、適切な状態に維持するために、点検整備を実施する。

(1) 日常点検

現場巡回点検の頻度は、1 日間に 2 回を標準とする。

(2) 定期点検 (法定点検)

設備を長期的に維持するために 1 回/年を基本に点検を行う。

【解説】

(1) 日常点検

通常の運転監視は、中央制御室にて遠隔で監視する。

一方、常時監視する必要が無い機器の点検は、日常点検として、設備の安定運転を維持するために、運転中に実施する。頻度は 1 日間に 2 回 (昼間・夜間) を標準とする。主要点検項目を表 29-1 に示す。また参考に点検リストの一例を表 29-2 に示す。

局所攪拌空気吹込みを行う際には砂層の温度分布の偏差に注意して、流動不良が発生しないように監視を行うとともに、砂層温度の偏差が大きくなった場合は一時的に流動空気量を増やすなどの対策を行うことも必要である。詳細は資料編 1.3.3 を参照のこと。

基本的な保守・点検は従来設備の延長として考えて問題ないが、廃熱ボイラ及び発電設備などの電気工作物については、別途定めた保安規定に則った巡視点検・保守の実施が必要となる。詳細は「(2) 定期点検 (法定点検)」表 29-3 参照のこと。

表 29-1 日常点検主要項目

機器分類	項目
各機器共通	腐食、破損、変形、漏れ、汚れ、錆、塗装剥離、ボルト等緩み
搬送機器	詰まり、付着固着、摩耗、チェーン等の張り
駆動機器	異音、振動、発熱、油量、電流値
計器類	指示値
分析計類	分析サンプルガス量、標準ガス残量、校正
薬液タンク類	残量確認 (補充)
電気工作物※	自主保安管理 (詳細は保安規定による)

※電気工作物:蒸発器 (廃熱ボイラ)、蒸気タービン・発電機など については、「(2) 定期点検 (法定点検)」表 29-3 による。

表 29-2 現場巡回監視点検リスト(一例)

年 月 日		開始時刻		記録者		DCS		直流電源装置				上水 加圧 ポンプ		純水装置								純水タンク		
		付	日	時	分	姓	名	発電機 出力	蓄電池 出力	整流器 出力	蓄電池 電流	吐出 圧力	流量	水位	給水 温度	圧力	処理 水 EC	機盤 温度	積算値	フィルター圧力		水位	水温	
								(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	1	2	3	4	5	6	7	8	入口	出口	9	10

統括管理者	BT主任技術者	電気主任技術者

(2) 定期点検(法定点検)

定期点検は、設備を長期的に維持するために、機器毎に規定の頻度で必要な項目に関し、停止中に実施するものであり、法令による主要項目を表 29-3 および表 29-4 に示す。

保守オーバーホールの頻度は、各機器の耐用年数等をもとに、適正なストックマネジメント検討を行うことにより設定することが重要である。

なお、焼却炉については、従来設備に準じて実施する。(労働安全衛生法、大気汚染防止法、消防法)

表 29-3 法定点検項目(電気事業法)

機器設備	巡視		点検(検査含む)		
	頻度	点検項目	頻度	点検項目	備考
廃熱ボイラー	1 回/1 日	・外観 ・ドラム水位 ・振動、異音、温度 ・漏洩の有無 ・計器指示値	1 回/2 年	・外部点検 ・測定試験 ・内部点検	・外部から目視及び器具類等により各部の点検を行う。 ・測定器を用いて安全弁の吐出圧力測定等を行う。 ・分解して各部の点検を行う。
蒸気タービン	1 回/1 日	・外観 ・水面計点検 ・振動、異音、温度 漏洩、排油、弛み ・計器指示値	1 回/4 年	・外部点検 ・測定試験	・外部から目視及び器具類等により各部の点検を行う。 ・測定器を用いて非常調速機の作動回転数等の測定を行う。
発電機	1 回/1 日	・外観 ・振動、異音、温度 ・計器指示値	1 回/2 年	・外部点検 ・測定試験	・外部から目視及び器具類等により各部の点検を行う。 ・測定器を用いて絶縁抵抗測定を行う。 ・分解して各部の点検を行う。
			1 回/4 年	・内部点検	
遮断器	1 回/1 週	・外観 ・異音、温度、汚損 ・計器指示値			

表 29-4 法定点検項目圧力容器(労働安全衛生法)

機器分類	項目
スートブロー アキュムレータ	労働安全衛生法に基づく定期検査及び性能検査(1 回/1 年)

第 3 節 緊急時の対応

§ 30 緊急時の対応

停電、地震、蒸気タービン発電機停止や給水の停止時において、本システムを含む汚泥焼却設備が機能停止した場合に、安全に装置を停止するための対応を示す。

- (1) 停電発生時
- (2) 地震発生時
- (3) 蒸気タービン発電機停止時の対応
- (4) 給水の停止時
- (5) 発電を止めた場合の影響範囲

【解説】

(1) 停電発生時

停電時は、焼却炉への汚泥、補助燃料、燃焼用空気の供給が止まり、炉内における燃焼もとまるため排ガスの発生が停止する。加えて、誘引ファンも停止するため排ガスの廃熱ボイラへの流入が減少する。

蒸発器(廃熱ボイラ)については、排ガスの流入が停止した後も余熱により高温に維持されるため、ボイラ給水ポンプが停止した場合、ボイラの水位が下がり、空焚きとなって水管が焼損してしまう恐れがある。また、強制循環ボイラの場合はこれに加えてボイラ循環ポンプの停止により水管への給水が不十分となり焼損を生じる恐れがある。そこで、非常用電源によりボイラ給水ポンプやボイラ強制循環ポンプが再起動可能な自動制御を設置する。

蒸気タービンについては、焼却炉の運転停止により廃熱ボイラへの排ガスの通ガスが停止すると蒸気温度、蒸気圧力が低下、これを検知して主蒸気止め弁が全閉となり蒸気の供給が遮断されて緊急停止(トリップ)に至る。蒸気の供給が停止し、タービンの回転が止まった状態ではタービンの上側の温度が下側よりも低下することにより変形を生じることを防ぐために、タービンが完全に冷却されるまで連続的に回転させるためのターニング装置と潤滑油の供給を維持するための補助油ポンプに電源を供給するための非常用電源を設ける。非常用電源設備はタービン設備の一部として設置し、タービンが停止可能となるまで油ポンプを運転可能な容量を選定する。

計装設備に電源を供給する制御電源については、設備の状態を継続的に監視するとともに非常時に対応した自動制御の作動を可能とするため無停電電源装置を設ける。

既設設備への追加設置を行う場合、既設の非常用発電設備の容量に追加したポンプ等の動力が加味されていないため、既設の非常用発電設備の容量を確認し、不足する場合には別途非常用発電設備を設ける、もしくは停電時に安全に発電設備を切り離すことができるよう設計を行う。

(2) 地震発生時

地震発生時は、地震の揺れの大きさにより感震装置の作動あるいは運転員の判断により設備を非常停止させる。非常停止後の対応については(1)と同様である。

(3) 蒸気タービン発電機停止時の対応

蒸気タービン発電機本体は、法で定められた警報装置および保護装置を具備することで保安を担保しており、不測の事態においても他機器に影響を与えずに速やかに停止するものとしている。蒸気タービン発電機が停止した場合、蒸気タービン発電機入口の蒸気遮断弁を即座に閉とし、蒸気を速やかにタービンバイパス側に切り替える制御を設ける。

(4) 給水の停止時

冷却水(砂ろ過水)の給水が停止した場合、発電設備だけでなく焼却設備の給水対象機器もインターロックにより停止するため、発電設備、焼却設備のいずれも停止する。

上水の給水が停止した場合に、焼却設備に給水対象機器が存在しない場合は、発電設備の給水対象機器の停止により発電設備のみを非常停止させ、焼却設備の運転は継続する状態となる。この場合、焼却設備が運転中であるため、可能な場合は廃熱ボイラへの通ガスを停止して使用水量を低減させる処置が必要となる。発電設備の非常停止後の対応は廃熱ボイラについては排ガスの流入が停止した後も余熱により高温に維持されるため、ボイラが十分に冷却されるまで、ボイラ給水ポンプ、ボイラ強制循環ポンプ等の補機類の運転を継続する。蒸気タービンについては非常停止後十分に冷却されるまで一定速度でローターを回転させるターニング運転を行った上で停止する。

(5) 発電を止めた場合の影響範囲

発電が停止した場合、炉を含めた設備全体として受電電力量が増加するが、これに対応出来る受電・配電設備としておく必要がある。

また、受電契約によっては、発電開始/停止の連絡を電力会社にする必要が有る。