

廃棄物処理施設の課題

第2回 廃棄物処理施設 運転上の課題と対策について

寺嶋 均

TERASHIMA Hitoshi

プロフィール

1935年に東京都で出生、1960年に早稲田大学理工学部機械工学科を卒業し東京都交通局に就職、1970年に東京都清掃局に異動し、ごみ処理施設の計画・建設・維持管理に24年間も従事、1994年に施設部長を最後に東京都清掃局を定年退職、(公財)東京都環境整備公社に技術部長で再就職、1997年に(公社)全国都市清掃会議の技術部長に転職し2011年に退職するまでの間に、国・公益団体・約60地方公共団体の技術関係委員会の委員・(一社)廃棄物処理施設技術管理協会の会長及び(公財)日本産業廃棄物処理振興センターの監事を歴任する。現在は(株)東京エコサービス(第三セクター)の顧問及び(一社)廃棄物処理施設技術管理協会の名誉会長。



原子力発電所の事故を起因としたエネルギー需給の逼迫やCOP21において採択された「パリ協定」を受け、廃棄物処理施設には、安定した高効率の廃熱利用や大幅な省資源・省エネが可能な設備の導入が求められています。また、新たな施設の建設や適正な維持管理による施設の安定稼働確保への見識が重要となります。

本年度の連載講義は、「廃棄物処理施設の課題」と題し、建設や維持管理などの課題について、東京都のごみ処理施設の計画・建設・維持管理に長年にわたり従事した経歴を持つ、(一社)廃棄物処理施設技術管理協会の名誉会長寺嶋均様にご解説いただきます。

第2回は、廃棄物処理施設 運転上の課題と対策について、ご解説いただきました。

廃棄物は、生活環境の保全と再資源化のため収集運搬・中間処理・最終処分の過程を経て適正に処理されている。中間処理については、ごみ焼却施設に代表されるように多数の設備機器(以下、「機械」という)から構成され、最も機械化が進んだ複雑・大規模な技術システム、すなわち廃棄物処理プラント(以下、「処理プラント」という)により実施されている。また、処理プラントの運營業務は、一般的に営業を含む総務と維持管理(運転+保全)からなり、プラントの運營業務(監視、操作、日常巡回点検・整備など)は運転員が担当し、プラントの保全業務(定期点検・検査、修理、改善など)は保全員が行っている。

処理プラントの建設には巨額の資金投資が必要であり、プラントを構成する機械が故障して停止すると、プラント稼働に必要な用役費は不要となるが、処理を停止している間にも人件費や高額な減価償却費などの無駄な費用負担が必要になる。処理プラント全体の安定稼働は、プラントを構成する非常に沢山の機械が故障することなく順調に稼働し続けることにより達成される。このため、処理プラントを構成する機械に故障を発生させることなく、プラント全体を安全・安定か

つ効率的に稼働させることが、廃棄物中間処理事業の運営にとって最も重要なことである。

以下、処理プラントの安定稼働を図るために必要な運營業務上の課題と対策について説明する。

1. なぜ故障するのか(故障のメカニズム)

品質管理されたメーカーで製造された機械は、大きな衝撃力を直接受けたりしないかぎり短期間で故障することはなく、かなり長期間にわたり安定稼働できるものである。しかしながら、長期間にわたり点検や注油などの整備を行っていても、機械内部に劣化による欠陥が生じ、欠陥が拡大すると突然、故障に発展し機械を停止せざるを得なくなる。例えば、長期間にわたり連続運転させていたポンプの故障事例であるが、ポンプの据付ボルトのナットがポンプ自体の振動でゆるみ始め、運転員による機械が正しく動いて機能を発揮しているか確認する日常巡回点検でも見過ごされていると、ゆるみが進行してポンプの振動が急に拡大し、ポンプのベアリングが焼き付き停止せざるを得ない故障に発展することがある。機械は多くの部品で組み立てられており、「機械が劣化する」とは部品が劣化し機械

廃棄物処理施設の課題

第2回 廃棄物処理施設 運転上の課題と対策について

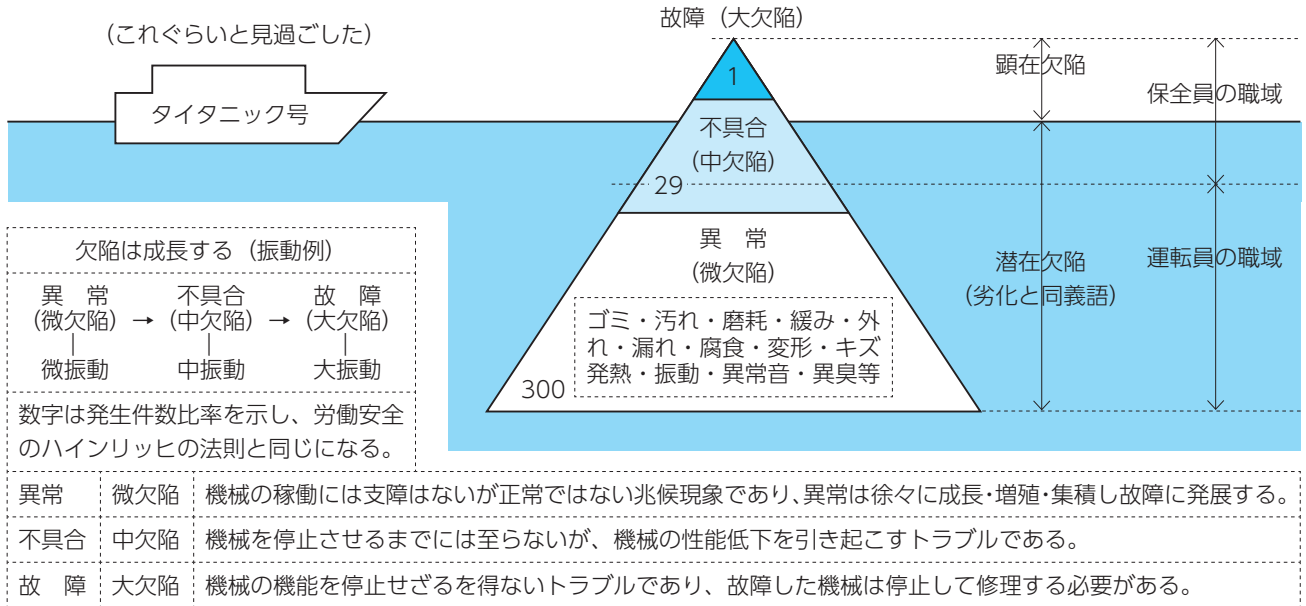


図 故障防止の異常監視

の性能が低下し故障するのである。

機械が故障して停止せざるを得なくなる前に、機械の状態が正常な状態でない前兆として振動・発熱・異常音・異臭などが現われてくるものであり、この前兆、すなわち「異常(微欠陥)」を早めに発見して対応処置することが故障の発生防止に重要である。処理プラントを構成する各機械の異常を放置して故障まで発展させないことが、プラント全体の長期安定稼働を確保するのである。図に示すように故障が発生する以前に数多くの異常放置と見過ごしがあつたと言わざるを得ない。性状や形状が一定せず様々な異物も含む廃棄物を中間処理する処理プラントは故障が発生しやすいので、自分が運転するプラントは自分が守るとの心構えを持って、機械の異常を見逃すことなく早期に発見し対応処置することが、故障ゼロすなわちプラント全体の安定稼働につながることになる。図に示すように故障は氷山の一角であり、水面下に隠れている異常(微欠陥)や不具合(中欠陥)などの潜在欠陥を放置していると、潜在欠陥がかなりのスピードで成長し故障(大欠陥)にまで発展するのである。

2. 異常の態様について

処理プラントを構成する設備には、多種類の機械が含まれ発生する異常も様々な現象となって現れるが、整理すると表1に示すようになる。これらの異常現象を、いかに早期に発見し対応処置できるかが運転員に課せられた重要な役割である。

3. 清掃と異常への対応処置について

運転員が異常を発見するため処理プラントを構成する機械の日常巡回点検を行う時、その機械が汚れている

では的確に異常の発見はできない。清掃とは、単にゴミや汚れを取り除いて機械の劣化防止を図るに止まらず、清掃によって機械の各部に接触して見ることにより、機械各部の発熱・振動・異音などの兆候(異常)を発見でき、不具合や故障の起きる前に手を打てることになる。汚れは異常や不具合を隠しており、清掃はこれらの潜在欠陥を見えるようにする点検と同義語であると言える。このため運転員は、処理プラントの清掃担当員でもあると受け止め、清掃業務を忌避してはならない。また、異常や不具合なり故障が発見されて早急な対応処置が求められた際、必要な工具・計器・交換部品・取扱い説明書などの保管先において、日頃から整理・整頓が徹底されていないと大慌てすることになる。したがって、清掃・整理・整頓は、運転員の最も基本的な業務である。

表1に示すとおり機械の異常現象については、多様な態様となって現れるが、比較的発生しやすい異常としては、①固定用ボルト・ナットのゆるみと、②給油不良が挙げられる。清掃・増締め・給油の3業務が徹底されると故障の発生が大幅に減少することが期待されており、劣化を防ぐ最低条件になるので、以下、この2点について説明する。

なお、その他の異常に関する対応処置については、機械の保全技術に関する知識・技能をベースとして多分野にわたる膨大な説明が必要になるので、参考文献を参照されたい。

(1) ボルト・ナットの増締め

何故、このように単純な異常の対応処置を取り上げ説明する必要があるのかと疑問を感じる方もあるかと思うが、私が昔ごみ焼却プラントの管理者をしていた

表1 異常(微欠損)の態様

区分	場所	異常(微欠陥)の例
締結・本体	ネジ・ボルト	緩み、ガタ、脱落、座金有無、汚れ、腐食
潤滑	オイル潤滑	油の劣化・汚れ、油面計の漏れ・表示不良、配管つまり、弁類の作動状態・油漏れ、給油機不良
	グリース潤滑	劣化・汚れ、漏れ、配管詰まり・つぶれ
駆動・伝達	モーター	異音、振動、偏心、発熱、取付ボルト緩み、モーターファン・ベアリング・継手の異常
	歯車・ベルト	異音・振動、ガタ、発熱、給油状態、プーリー磨耗、ベルト張り・汚れ
	ブレーキ・クラッチ	作動状態、パットの磨耗
作動流体	作動油系	油の劣化・汚れ、油面計の漏れ、配管つまり、弁類の作動状態、油漏れ、ポンプ異音・振動
	循環系	油面計の漏れ、配管つまり、ポンプ異音・振動、フィルター詰まり、アクチュエータ作動状態
	制御系	油・エア漏れ、作動状態、異音、振動、発熱
	ガス系	漏れ、フィルター、圧力計の作動状態、オイラー油量・滴下量、ドレン
	蒸気系	継手部の漏れ、弁類の作動状態・漏れ、圧力計の作動状態
電装制御	スイッチ・盤類	ランプ汚れ、扉シール、ダスト堆積、端子の汚れ、ネジ緩み、換気、メーター異常
	リミット・光電スイッチ	作動状態、結線、取付状態、汚れ

時に、増締めが原因で連続稼働ポンプの振動が急激に大きくなる故障が発生し、予備ポンプへの切り替えにもたつき、危うくプラント全体を停止せざるを得なくなるような事故を経験したことがあったからである。

ボルトやナットの適切な増締めについては、ボルトの材質や有効径に応じて標準的な締付力が定められている。ところが運転担当の上司から「しっかり締め込むように」と指示された運転員が、ボルトの軸径に見合った工具(スパナ)だけでは、しっかり締め込むには不十分と独自判断し、スパナのアーム(柄)部分に鉄パイプを差し込んで継ぎ足し、力任せにナットに回転力をかけたところ急に抵抗力が小さくなってナットがゆるんでしまい(弾性域から塑性域に移行してネジ山がつぶれるように変形した)、ポンプを固定するボルト・ナットの締結力が消失してポンプの振動が急に大きくなると

いう故障に発展したものである。そしてこの故障の修理にはポンプを再度、据え付け直しが必要になり、約2週間もの時間がかかってしまったという苦い経験である。

このような故障の発生を防ぐために上司からの指示は、「軸径に見合ったスパナの柄の握り位置を指定し力いっぱい片手で強く締めなさい」と具体的に言うべきであり、指示を受けた運転員は上司の指示が明確でないならば質問をし、理解してからの確な作業をすべきである。ボルト・ナットの締結力を定量的に把握できる工具としてトルクレンチの使用が望ましい。上述のように増締めのような単純な異常の対応処置に際しても、科学原理に基づくネジの機構・構造・機能についての理解が前提として必要になるのである。

表2 潤滑監視の構成

潤滑系統監視	
油質・量の監視	適種・適量
給油の監視	適時・適所・適法、担当分担
温度の管理	油温測定
漏えいの監視	配管・タンク・機器接合部の漏れ、作業時の漏れ
使用油(グリースを含む)の性状監視	
汚染の監視	汚染物(ほこり・水分・摩耗粉等)の監視
色相の監視	粘度特性の劣化防止、酸化など特性劣化
水分の監視	
更油の監視	交換周期

第2回 廃棄物処理施設 運転上の課題と対策について

(2) 給油について

処理プラントを構成する機械稼働部の故障は、半分近くが潤滑不良により発生していると言われている。適正な潤滑監視は、機械の安定稼働を支え長寿命化にもつながるものである。

適正な潤滑監視には、最初に処理プラント全体の給油マニュアルを作成する必要がある。処理プラントを構成する全機械（建築設備機械を含む）の取扱い説明書を調査し、表2に示すようなフレームにより潤滑監視マニュアルを作成し、忠実に実施する体制を整備し実施する必要がある。

4. 運転員は日常保全員に変身すべし

従来、処理プラントを構成する機械に異常・不具合や故障が発生すると、運転員から機械修理担当の保全員に連絡して修理を任せ分業態勢が多く見られたところである。しかしながら近年、技術の急速な進歩により処理プラントの運転自動化が進展し、運転員の業務は設備依存度が高まりつつあり、運転員が中央制御室で監視・操作する業務は大幅に減ってきている。このため、運転員も定期点検・給油・調整・部品交換・異常への対応処置などの日常保全業務まで分担し、自分が運転する処理プラントは自分が守ることをめざすことが、プラントの安定稼働に重要なことである。

運転員が担当する自分の処理プラントの機械を、「目で見て、耳で音を聞き、手で触って振動・発熱を感じ、臭いをかぐ等」五感を使うことにより、機械に存在する潜在欠陥（異常・不具合）を発見（顕在化）し、劣化や故障を未然に防止する活動が日常保全であり、プラントの安定稼働をめざす日常保全業務は運転員の本来業務とも考えられる。中央制御室内の監視・操作業務が大幅に軽減された埋め合わせもあり、運転員は運転業務を兼務する日常保全員に変身することが求められている。従来の運転と保全の分業主義は撤廃を迫られていると考える。

5. 今後の運転員に必要な能力

自分の処理プラントは自分で守る心構えで日常保全員をめざす今後の運転員には、表3に示すとおり能力が必要になる。

このことは、従来の運転部門と保全部門の分業態勢は、処理プラントの故障ゼロによる安定稼働化を推進するには限界があり、「私は運転する人、貴方は直す人」という現場体質を改め、より効率的に安定稼働を図るため運転員は日常保全員に変身し故障ゼロをめざすことが望まれているからである。

そして、運転員が日常保全員として必要な能力を身につけるためには、機械の不具合・故障の原因解析や保全（修理・改善）に関する知識・技能も習得しなけれ

表3 日常保全員に求められる能力

1	異常の発見能力	故障が起こりそうな前兆として異常を発見できる
2	異常の処置・復旧能力	発見した異常を元の正常な状態に戻せる
3	異常監視の基準設定能力	異常か正常かの判断基準を明確（できれば定量的）に決められる
4	異常監視の持続能力	決めた異常監視基準を守り続ける

ばならない。これらの知識・技能の習得に際しては、各機械が科学原理に基づく機構により特定の機能を発揮する構造になっており、その原理・機構・構造を十分に理解しないと、機械の稼働に伴い損耗（劣化）する部品や部材を修復または改善できないことを理解する必要がある。そのためには、基本的な知識から段階的に行う研修と、実際の現場における機械で訓練を積み重ねることが望まれる。

さらに、機械の不具合・故障の原因解析や修理に関するデータは、怠ることなく継続的に記録し、今後の運転・保全業務の改善に活用することが必要である。

6. おわりに

今後の運転員は、日常保全員に変身すべきであると記述したが、今日の技術進歩はめざましく特に計装制御の世界はブラックボックス化が進行し、現場の人間が手を出せない領域が増えてきている。また、機械の不具合の修復技術についても、例えば①振動発生原因となるポンプや送風機等と駆動用モーター間の軸芯ズレ調整、②送風機ファンのアンバランス調整、③ポンプのメカニカルシール交換、④ボイラードラムの外部水面計ガラスの交換、⑤Vベルトのたるみ調整などは、経験豊富で熟練した保全職員から現場の現物で直接指導を受けながら習得させることが望ましいが、そのようなベテラン保全員が高齢化で退職し、技術の承継が困難になってきている現状にあるのは非常に残念なことである。

しかしながら、運転員が五感を活用して機械の異常や不具合を早期に発見し、対応処置することにより処理プラントの安定稼働を確保するという地道な作業は、今後もその重要性が低下することはない。このため、運転員の職域を広げるために資質向上を図る教育訓練は、廃棄物処理事業者にとって大きな経営課題であると考えられる。

参考文献

- * 「自主保全士検定試験公式テキスト」、日本プラントメンテナンス協会編集、日本能率協会マネジメントセンター発行
- * 「一番最初に読む機械保全の本」、吉川達志著、日刊工業新聞社