

ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006改訂版

抜粋

## 3.4.2 ごみ処理施設の一般構造

## 1) 土木・建築関係

ごみ処理施設は、施設を構成する建物、工作物、機械等は、自重、積載荷重、水圧、土圧、風圧、積雪荷重、地震力、温度応力等に対して構造上十分に安全でなければならない。また、建物は漏水又は地下水の浸入のおそれのないもので、かつ、雨天時等においても施設の安定した稼働が確保できる構造でなければならない。更に、建物や機械等は、必要に応じて、耐摩耗性、耐食性、耐熱性等を持つものでなければならない。なお、立地条件によっては地盤改良を行わなければならない場合もある。

以下、施設設計に当たって、設計者が十分にチェックする必要のある項目についての概要を述べる。

## (1) 自重

構造計画等に用いる自重とは、建物を構成する柱、梁、床、屋根、壁、基礎等の荷重のほか、炉本体、ろ過式集じん器、誘引送風機、コンデンサ等の機器を含めた荷重である。また、クレーン等の動荷重も考慮する必要がある。

## (2) 積載荷重

機械操作員、見学者等の人荷重のほか、メンテナンスやオーバーホール時の工具、機器、部品、車両等の一時的な荷重も含まれる。なお、鉛直荷重による柱と基礎の軸方向荷重算定に際し、床支持数による低減を行う場合もある。

## (3) 水圧、土圧

地下室、ピット、擁壁等は地下水圧や土圧を考慮して構造を決定する。地域によっては、地下水位が季節により大幅に変化することがあり、地域特性を考慮した構造設計、施工計画がなされなければならない。

## (4) 風圧

風圧は強風、台風時に屋根や壁面にかかる短期的な荷重であり、次式で求められる。

$$P = c \times q$$

P : 風圧力で風による短期的荷重。(kg)

c : 風力係数で風洞実験で定める場合のほか断面形状で決められている。

q : 速度圧(kg/m<sup>2</sup>)といい次の式で計算する。

$$\text{建築物の高さが16m以下の部分} \quad q = 60 \times \sqrt{h}$$

$$\text{建築物の高さが16mを越える部分} \quad q = 120 \times \sqrt[4]{h}$$

h : 地盤面からの高さ(m)

なお、地域、地形により国土交通省告示第1074号による低減及び建築基準法同施行令第87条第3項によって低減することがある。

## (5) 積雪荷重

積雪による荷重は次のように求める。

$$\text{積雪荷重} = \text{単位重量} \times \text{その地方の垂直最深積雪量}$$

単位重量は水平面1m<sup>2</sup>当たり積雪量1cmにつき2kg以上(3kgと規定している地域もある。)とし、多雪地域、屋根勾配等によって増減がある。

## (6) 地震力

地震時に構造物に加わる短期的な荷重である。建築物の地上部分、地下部分の地震力の計算はそれぞれ建築基準法、同施行令、省令等に基づいた「建築物の構造規定((財)日本建築センター発行)」に従って行われている。また、煙突、屋上設備の水槽も同様に行う。建築物の構造計算として、構造種別や高さの規定にかかわらず、保有水平耐力の計算手法を適用する場合もある。

地震時の土圧については、多くの実験的研究が行われているが、いまだ確実な結論が得られていない。従来の地震時土圧の計算法は、常時土圧に基づいており、根拠が十分であるとはいいがたいが、現在の段階では多くの研究結果から得られた若干の定性的性質を参考にして設計しているのが現状である。これらについては、防災ハンドブック(技報堂)、道路橋下部構造設計指針等に記載されている。なお、地下水槽等では壁体に及ぼす地震時水圧の増加についても考慮する必要がある。

(7) 温度応力

ラーメン、アーチなどの不静定構造物の設計で、温度変化による応力を加味して設計する必要がある場合は温度応力を考慮する。

(8) その他土木・建築工事における構造上の留意事項

① 地質調査

土木・建築工事の基礎工事費、地下構造物工事費は地盤によって相当の差があり、事前に調査をしておかないと適正な予算の把握が難しい。地質調査方法の種類には、ボーリング、試験掘り、物理的地下探査、貫入試験等があるが、発注に先立ち、建設予定地でこれらの地盤調査を行い、調査結果を設計条件の一つとすべきである。杭基礎を摩擦杭とするか、支持杭とするかの判断は地質調査によって決定され、その上で杭の種類や長さが定まる。したがって、建築とプラントを一括して性能発注する場合は、少なくとも、敷地内で数地点の標準貫入試験(N値)と付近の地下水位程度は、発注仕様書等に記入しておくことが必要である。

土壤汚染対策法(平成14年5月)は、ア.使用が廃止された有害物質使用特定物質に係る工場または事業場の敷地であった土地 イ.土壤汚染による健康被害の生ずる恐れがある土地に対し、工場の廃止及び除却、土地の改変などを行う際には、カドミウムや鉛などの有害物質の土壤調査を義務付けている。具体的には、都道府県、市区町村の条例の定めによることになるが、ごみ処理施設の新設、建替えなどに際しては法の対象となることもあるので、担当窓口との事前の相談・調整が必要である。なお、基準を超える有害物質が検出された場合には土壤の入替えなど所定の土壤汚染拡散防止対策を行うよう規定されている。

② その他

- i コンクリート床は、クレーンバケットやショベルローダ等の爪で摩耗するおそれのある場合、鉄筋かぶり厚さを増す必要がある。
- ii コンクリート及び鉄筋コンクリート構造物は建物の形状、高さ等により必要に応じて伸縮継手を設ける。
- iii 寒冷地では、コンクリート表面における凍結、融解の繰返しに対して考慮する必要があり、地下凍結と凍上も考慮して地中構造物を設計しなければならない。
- iv 建築物及び外構施設についての構造の詳細については、「Ⅱ編3.5建築物及び建築設備」及び「Ⅱ編3.6外構施設」を参照されたい。

2) 機械・設備関係

ごみ処理施設では、ごみの燃焼、破碎、発酵等に伴う種々の過酷な環境にさらされる機器が多いため、設計に当たっては、状況に応じた十分な配慮が必要となる。特に耐摩耗性、耐食性、耐熱性についての検討は、設備の初期機能を必要耐用年数まで保持させるうえで基本的なものである。

したがって、少なくとも部分補修、部分取替え等が容易で、かつ、汎用性を持たせた構造とし、材料選定に当たっては、経済性、互換性、汎用性等の点を十分考慮した設計とすべきである。

(1) 耐摩耗性

ごみ、焼却残さ、溶融スラグ等による摩耗に対して材料選定を適切に行うと同時に、必要な摩耗保護板や摩耗代を確保した上、補修、取替えも容易な構造とする。耐摩耗性が必要な主要部位としては、ごみ焼却施設では、クレーンバケットの爪、ストーカ炉の火格子、流動床炉の空気吹出し部、ごみや焼却残さの移動に伴う接

触面等がある。ガス化熔融施設と焼却残さ熔融施設では熔融スラグ流出部の耐火物、キルン式ガス化炉の内部伝熱管やガスシール部、また、ごみ燃料化施設では圧縮成型機ダイス等がある。

(2) 耐食性

ごみ焼却施設の構造は、燃焼ガスやダスト等の漏えい、飛散がないものとし、また、鋼材については、高温腐食や低温腐食領域での使用を避けるような設計を心掛けなければならない。

ごみ焼却施設で耐食性を考慮すべき主な設備・機器としては、火格子、高温部耐火材、燃焼ガス冷却設備、熱回収設備、煙道、排ガス処理設備、排水処理設備、煙突等がある。その他の施設においても、ごみ焼却施設に準ずるが、特に、ごみ高速堆肥化施設では、発酵槽からの多湿ガスの結露による腐食が考えられるので、ガスと接触する建物や機器について耐食性を配慮しなければならない。

(3) 耐熱性

ごみ焼却施設では熱的影響を受ける機器が多く、適切な材料選定と十分な構造的配慮が必要である。すなわち、焼却炉、燃焼ガス冷却設備、排ガス処理設備等に対する材料選定についての検討のほか、熱膨張の逃し方といった構造的な面でも十分配慮しなければならない点が多く、焼却施設では次のような例がある。

- ① 炉体鉄骨、ボイラ等を支える鉄骨、外筒を有する鋼製煙突の熱膨張等
- ② 炉体鉄骨が建築鉄骨と一体構造の場合の建築物との取り合い等
- ③ 煙道、蒸気配管等の支持方法と伸縮継手等

その他の施設においても熱的影響を受ける機器にあつては、ごみ焼却施設に準じて設計を行う必要がある。

(4) 騒音

ごみ処理施設においては、機器は一般に工場建屋内に収納し、騒音が特に大きい機器は区画された室内に設置するとともに、壁や天井に吸音材を取付ける等の騒音対策が必要である。

ろ過式集じん器や蒸気復水器等を屋外に設置する場合は、周囲に緑地帯を設ける等によって敷地境界まで隔離距離を確保し、騒音の低減を図ることが望ましい。しかし、敷地制約条件の厳しい場合も多く、必要に応じて周囲を防音壁で囲む等の対策を考慮する。

煙道の形状、寸法、排ガス流速等によっては、時には共鳴音や低周波騒音が発生することがある。このような現象は設計時点では予知できない場合もあり、発生した場合には外部に囲い壁を設置したり、煙道内に消音装置を設置する等の対策をとることになる。

破碎設備では、破碎機の形式によって騒音の大きさが異なるので、騒音対策としては破碎機の形式を考慮し、区画された室内に設置するとともに建物内壁に吸音材を取付けることが必要である。

(5) 雨天時の作業性

機器の点検整備を考慮して、近年ではほとんどの設備が建屋内に収納されている。また、最近では、集じん設備、排水処理設備も建屋内に収め、運転管理、補修作業の容易化を図る事例も多い。

(6) その他

ごみ焼却施設のように熱を扱う施設では、炉体をはじめ、ボイラ等のガス冷却設備、集じん器、送風機等からの放熱があり、室内温度が上昇するので十分な換気を計画して良好な作業環境を確保することが望ましい。

また、処理対象物の性質を考慮し、粉じんが漏れにくい構造とするとともに、粉じんが発生する箇所には、飛散を防止する集じん装置等を設置することが望ましい。

### 3.4.3 ごみ処理施設の耐震・防災構造

1) 災害対策の必要性

建築関係の耐震設計については、「本章3.2.1) (6)地震力」に記述した基準により設計されたものでは、但

築本体そのものについては平成7年の阪神・淡路大震災や平成16年の新潟中越地震などにおいてもほとんど問題が発生していない。地震により住民の生活に多大な影響を及ぼすに至ったごみ処理施設停止の主因は、配管のサポートなどが損傷を受けて発生した配管や設備等の被害によるものであった。したがって、配管サポートなど細部に至る設備関係も耐震性に配慮することが必要である。

最近のごみ処理施設では、次の理由により、従来以上に災害対策が重要となってきている。

(1) 広域化処理に伴う施設の大型化

ダイオキシン類の削減等を目的とした施設の大規模化に伴い、地震、風水害、火災等によるごみ処理施設停止の影響はより広範な地域に及ぶこととなった。

(2) 廃棄物の再資源化の推進に伴う施設の高度化

① 高効率発電を目的とする廃熱ボイラの高圧高温化

② 焼却残さの資源化とダイオキシン類削減にも有効な溶融炉における高温溶融やガス放出

③ 金属回収のための破砕機や電気溶融に伴う電気設備の高出力・高電圧化

これらを背景に、配管・設備の設計基準の見直し等、全体として均衡のとれた災害対策が取られなければならない。

2) 主要設備の耐震設計

ごみ処理施設では、建設費の削減を目指し、施設全体のコンパクト化や経済設計に努める傾向にある。しかし、この場合でも設計強度に不足はあってはならず、主要設備の重要度や危険度等を十分配慮した耐震設計とすることが必要である。特に、個々の機器、設備等に基準が設けられている場合は、これに関連する他の機器、設備等についても、それらの重要度、危険度に応じた耐震力を確保するよう配慮する。例えば、機器・配管・ダクト類の支持架構の耐震計算に、(社)日本電気協会発行「電気技術基準調査委員会」編による「火力発電所の耐震設計規程(JEAG3605-2003)」を基準として採用している事例がある。

ごみ処理施設では重量物の設備が多く、万一の災害発生時には重要な設備機器に多大の影響を及ぼすことが想定され、建物と同様、主要設備は建築基準法等関係法令に基づき設計する建物等と整合のとれた耐震力を確保するものとする。受配電設備、計装設備及び補機類についても、その重要度や危険度に応じて適切な耐震・防災設計を考慮しなければならない。

各機器の設置工事においても周辺機器との関連を考えるとともに、構造物に強固に据付け、機器の配管・配線の接続には十分な余裕及び柔軟性をもたせることが大切である。また、煙突は、屋外に独立して設置される例がほとんどであり、被災時の周辺施設への影響が大きく、人身災害につながる可能性があるため、十分な耐震性を考慮しなければならない。

3) 震災時等における二次災害の防止

各設備は、震災時等による二次災害を防止するため、必要な保安距離を確保するとともに、設備を安全に停止させるための制御システム及び非常災害時等(震災、風水害、断水、停電等)の危険を回避するための保安設備を設けるものとする。

(1) 保安距離、保有空地等を確保した各設備の配置

ごみ処理施設内には重油、灯油、軽油等の危険物のほか、苛性ソーダ、塩酸、硫酸等の薬品類や高温高圧蒸気等の災害時に二次災害を引起す要因となるものも多い。

したがって、消防法や労働安全衛生法等の関係法令を遵守した設計を行うほか、これら二次災害の発生要因となる設備と一般通路や点検通路との位置関係、また震災時等の緊急時の設備の緊急停止方法を総合的に考慮した安全設計が大切である。

危険物貯蔵所や油庫は、他の施設への影響を最小限度にとどめるために十分な保安距離、保有空地を確保す

る必要がある。

苛性ソーダ、塩酸、硫酸などの薬品タンクの設置については、濃硫酸と水との反応のように反応熱を発生するようなものは十分な離隔距離をとるとともに、必要な容量の防液堤内に設置する等の対策を行う。

なお、全体の配置計画では、これら各種の油や薬品などの配置は、お互いに一定の離隔距離を有するとともに、災害時の消火、救助、復旧等の活動が十分行えるように、保有空地は可能な限り広く確保することが望ましい。

(2) 各設備の運転を安全に停止させるための制御システム等

震災等における二次災害を防止するために、各設備の運転を緊急かつ安全に停止させる方法として、緊急停止システムやインターロックシステム等の採用が重要である。

例えば、焼却施設の場合、押込送風機、ごみ供給設備及び燃焼設備を緊急停止させるとともに、押込送風機が停止していなければ誘引送風機が停止しないインターロックシステム等が考えられる。

なお、電源及び計装空気源が断られた時、各種バルブ、ダンパ等はプロセスの安全サイドに作動させる必要がある。

また、緊急時における運転操作マニュアルや設備の保守点検マニュアルを整備し、日常から緊急時における的確な運転操作を習熟するとともに、各設備の確実な作動を確保しておくことが重要であり、このためには運転や保守の容易なシステム及び設備を選択すべきである。

(3) 異常時(震災、風水害、断水、停電等)の危険を回避するための保安設備

異常の種類と程度により安全確保の方法は異なるが、基本的には二次災害を防止するための保安設備を設置する必要がある。

① 震災

感震装置により地震を感知し、一定規模以上の地震に対しては自動的に助燃バーナやアンモニア等の薬品類の供給装置や焼却炉の燃焼装置等を停止し、機器の損傷による二次災害を防止するような自動停止システム等を考慮しておく。

② 風水害

風水害は地域性があるので降雨量、積雪量、風速等は過去のデータを十分把握して設計値を定めることが肝要である。建物や煙突の強度、雨水排水対策等は、土木建築的に特に考慮しておく必要がある。

機器配置については、できるだけ屋内配置とし、特に浸水が懸念されるような地区にあつては、施設の機能を確保するための重要機器や受配電設備等は地下階への設置を避けるとともに、一階レベルをあらかじめ高く設計する等の配慮が必要である。

③ 断水

短期的な断水の場合にも、定常運転を維持することが可能なように、施設規模、方式あるいは給水事情を考慮して受水槽、高置水槽の容量に適正な余裕を見込む必要がある。

また、阪神・淡路大震災で断水により焼却炉が停止した多くの事例を教訓として、断水が長期にわたる場合に備えて、節水型設備や循環使用型設備の採用、大型予備貯留槽の設置のほか、緊急時の水源としての地下水利用等も視野に入れ、設計時点で十分に検討しておく必要がある。

④ 停電

停電対策としては、施設の安全確保のための照明や保安上に必要な機器等を運転・操作するために、次の設備や機器の採用を考慮する必要がある。

- i 非常照明設備、非常放送設備等の非常電源内臓形機器
- ii 非常用発電設備

iii 制御システムのバックアップ電源としての無停電電源設備

これらの採用に当たっては、施設の規模や構造、運転管理からみた必要性等を十分配慮して決めなければならない。

⑤ 制御システムの異常対策

ごみ処理施設では、さまざまな処理工程において数多くの、そして多様な制御システムが採用されている。制御システムの異常は施設の重大事故につながるおそれもあり、システムの構成に当たっては、次のような配慮が求められる。

- i 異常時警報システムの確立
- ii フェールセーフシステムの採用
- iii 制御システムの分散化
- iv バックアップシステムの採用

異常対策は、すべての制御システムについて実施する必要はなく、制御対象機器の重要性や制御システムの規模等を考慮した上で適用するべきである。

4) 防災対策の例

(1) ごみピット

ごみピットは、火災の危険性の極めて高い場所の一つと考えられる。

ごみピットの防災対策としては、ごみピット天井面に走査型の赤外線式火災検知機を設置して、ごみ表面近くの温度変化を常に監視する方法がある。これは、ごみの異常温度上昇を早期に検出して警報を発するものであり、併せて放水銃と連動させ自動放水する設備の設置も行われており、クレーンの自動化(無人化)とともに普及が進んでいる。

(2) ごみ破碎設備

十分注意しても、ごみ中にボンベ等の危険物が混入してくることは避けられず、破碎設備での火災・爆発事故が多数発生している。したがって、破碎設備やその関連設備等の設計にあたっては、これらに配慮した設計をすべきである。

破碎設備は、破碎機室をできるだけ独立した構造とし、破碎作業中は破碎機室に人が入れないようにする。特に、高速回転式破碎機では粉じん爆発やガス爆発等の防止のために、通風に注意し、排風設備を設置する。破碎機内の酸素濃度低減のため、蒸気吹きこみを行う方法もとられ、蒸気供給が得られない場合はボイラを別途用意する必要があり、維持管理費が高額となるが、高い効果をあげている。また、万一の爆発事故に備え、爆風口等を設置して爆発による異常圧力を安全方向に逃がす配慮が必要である。破碎機の出口ではごみは振動コンベア等で分別搬送されるが、この時、破碎で過熱されたごみが発火することがあり、冷却・消火設備を考慮する必要がある。

(3) 危険物の貯蔵対策

危険物貯蔵所等の設置に際しては、関係法令を遵守するとともに、防災対策を考慮した配置とする。特に、ごみ処理施設には重油、灯油、軽油等の危険物貯蔵所を設置する必要があるため、施設内配置計画上、万一火災が発生した場合でも、近隣や避難路への影響が少なく、消火活動が効率良く行えるよう設計することが大切である。

3.4.4 積雪寒冷地及び塩害を受ける地域における対策

冬季における凍結・雪害あるいは海岸近隣地での材料腐食に伴う施設損傷等によって、ごみ処理施設の運営に支障が生じてはならない。施設計画に当たっては、同じような気象条件にあって既に稼動している施設の経験的事例