

高層煙突

大規模な工場や発電所、ゴミ焼却場では、高さ 100m を超す大型の煙突が使用される。これら高層煙突の多くは鋼製や鉄筋コンクリート製であり、支持鉄塔を備えたものも多い。鉄鋼が活躍する設備として、高層煙突の設計、材料選択などについて紹介する。



〔写真左〕東京電力常陸那珂火力発電所 1 号煙突（高さ 230m）。景観に配慮した鋼製鉄塔支持型。青色の筒身と白色の八角クロスバイラル型の鉄塔からなり、夜間はライトアップされ「常陸那珂レインボータワー」の愛称ももつ。1 本目の筒身は鉄塔内でオフセットしており、この後筒身が追加されて集合型となる予定。〔写真右〕東京電力富津火力発電所 3、4 号煙突（高さ 150m）。外側配置の 4 筒身と内側配置の 3 筒身、計 7 筒身の鋼製多脚型で、煙突間を外装鋼板で覆い、形状、色彩を周辺環境となじませて景観に配慮している。

■高層煙突とその役割

煙突は、焼却装置などで発生する排煙（ばい煙、熱、大気汚染物質等）を高所まで導いて排出させることにより、地表への影響を低める装置である。

煙突の排煙は熱や排出速度によって上昇した後、風下に流されながら拡散する。排煙の量、地表への影響に従って十分な拡散効果を得られる煙突の高さを取ることが重要であり、このため大型のプラントなどでは、一般に高層煙突と呼ばれる高さ 100m を超えるクラスの煙突が多く使われる。日本国内では 200m 以上（東京電力鹿島火力発電所、231m）、世界的には 400m を超える煙突も存在する（カザフスタン、エキバストス第二発電所、419.7m）。

近年は排煙中の汚染物質などの除去技術が進み、燃料もクリーンなものが多く使われるようになった結果、煙突の高さは平均して低くなる傾向にあるが、一方では環境への配慮はより厳しく問われており、高層煙突の必要性はなお高い。

■高層煙突の設計と構造

使用条件、立地条件、景観などにより煙突の形状や材質はさまざまだが、高さ 100m 以上の高層煙突の場合は、鋼板製もしくは鉄筋コンクリート製が一般的である。

煙突は設置面積に比べ著しく高さをもつ建築物であるため、風の影響（風荷重）と、地震の際の煙突重量（水平荷重）による転倒の危険をいかに防ぐかが設計上の重要なポイントである。形状と大きさによって決まる風荷重は鋼板製、鉄筋コンクリート製

で大きな差はない。しかし転倒モーメントを決定付ける煙突自体の重量は、同サイズの場合鉄筋コンクリート製が鋼板製の数倍となる。

日本は地震国であること、大規模な工場が地盤の軟弱な海岸地帯の埋立地に多いことから、軽量で基礎が簡易な鋼板製煙突が多く用いられる。また、地震や強風時の共振現象による倒壊を防ぐため、煙突自体の強度を高めるだけでなく、バランスウェイトや制振ダンパーを配することで振動を減衰させる工夫が行われる。一方、地震の少ない国では材料調達や施工性にメリットがある鉄筋コンクリート製が多くなる。

鋼板製高層煙突各種



東京電力福島第一原子力発電所 5、6 号排気筒（高さ 120m）。鋼製 1 筒（独立型）鉄塔支持型。構造は煙突と変わらないが、原子力発電所で建屋内の換気を目的に設置されるものを「排気筒」と呼ぶ。



鋼製 4 筒集合型・鉄塔支持型煙突。東京電力姉崎火力発電所 1、2 号煙突（高さ 200m）。



鋼製 4 筒集合型・多脚型煙突。中部電力渥美火力発電所 3、4 号煙突（高さ 200m）。

鋼板製煙突は、排煙を通す筒身が1本の独立型と、複数を束ねた集合型に大別される。独立型か集合型かは排煙の量・筒身の太さによって選択される。

独立型には、筒身のみ自立型と、鉄塔で筒身を支える鉄塔支持型があるが、自立型は高さ100m以下の煙突が主で、高層煙突にはほとんど用いられない。

集合型にも複数の筒身が支え合う多脚型と鉄塔支持型がある。鉄塔支持型は、排煙を流す機能体である筒身と、設計荷重（転倒モーメント）に対抗する強度体である鉄塔とを分離することで安全性を高めており、また、後から筒身を追加する分割施工も行いやすい。老朽化した場合でも周囲の鉄塔はそのまま利用し、筒身のみを交換することも可能である。一方、多脚型は機能体と強度体を筒身に兼用させる合理的かつ経済的な型式で、構造がシンプルで保守が行いやすい利点がある。

鉄塔支持型（独立型、集合型）や多脚型を外装板で覆い、景観に配慮した煙突もある。

■鋼板製煙突の材質

鋼板製煙突には、筒身、支持鉄塔とも共通して、SS、SM、SN、SMA、STK 材などの鋼種が主に用いられる。筒身内部には排煙中の腐食成分や熱から筒身鋼板を保護するためのライニン

グが施される。ライニング材料は無機系、有機系、金属系の3つに大分され、特に近年は、筒身建設後にセメント系材料を吹付け施工する無機系キャストブル・ライニングが最も頻繁に使用されている。

長期間にわたるメンテナンスフリーが強く望まれる場合には、筒身に腐食に強い SUS304、SUS316 などのステンレス材料や合金材料、それらを合わせたクラッド鋼板も使われる。また燃料の種類などにより腐食環境が特に厳しい場合には、エンドユーザー、製鉄会社、煙突メーカーが共同し、煙突用の高耐食鋼材が新規開発されることもある。

■高層煙突のメンテナンスと今後

近年では耐風性や耐震性に関する動的安定性のシミュレーション技術なども向上しているが、一方で阪神淡路大震災の経験、近く発生が危惧される東海地震の存在などにより耐震要求レベルはますます高まっている。このため、より優れた耐震設計や耐震装置の開発が望まれているほか、既設の高層煙突の耐震補強についても合理的で経済的な工法の開発ニーズが高まっている。

煙突各部の耐用年数は、運転条件や環境、材料に大きく左右されるが、平均的には外部の塗装が8～10年程度、内部のライニングが10～15年程度といわれる。一般に、2年に1度

程度の簡易点検、4年に1度程度の詳細点検、10年に1度程度の精密点検が行われ、点検結果に基づいて塗装の塗り替え、ライニングの更新、腐食または劣化した構造部材の交換や補強などが適宜行われる。また筒身内部に付着物が多い場合は、水洗なども行われる。

こうした保守点検作業用には、ラック・ピニオン式エレベータや点検歩廊が設けられるほか、筒身内部の検査・水洗用のロボットなども開発され使用されている。

ただし高層煙突のメンテナンスは大掛かりであり、その間は通煙が行えないため操業への影響が大きい。メンテナンスフリーに対する要望は今後もますます高まっていくものと考えられ、腐食に強く低コストの鋼板材料が求められている。

〔取材・文＝川畑英毅〕

取材協力・写真提供＝

三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社



●キャストブル・ライニングの施工風景

煙突内部、キャストブル・ライニングの施工風景。金網を張った上にコンクリート系材料を吹付けていく。

●鉄筋コンクリート製煙突

東京電力横浜火力発電所7号煙突。4筒集合型（高さ200m）。



●煙突内部メンテナンス装置

煙突内部の洗浄、点検に使用されるITV水洗装置。煙突頂部から吊り下げ遠隔操作する。下端の十字が水洗用のノズルで、水の補給は地上より高圧ポンプで圧送する。

