

タクマ圧力波式ダスト除去装置(VSPS)

株式会社タクマ
技術センター 装置技術部
熱装置技術課

巽 圭司

1. はじめに

灰分を含む燃料を熱源としたボイラでは、燃焼ガス中に含まれるダストが運転経過とともに徐々に伝熱管に付着するので、ダスト除去機能がないと伝熱性能の低下、ガス流路の閉塞、伝熱管の腐食損耗などを引き起こし、正常な運転の継続が困難な状況に陥る。このためボイラの安定操業には運転中に伝熱管表面に付着するダストを定期的に除去する装置が必要である。

ボイラのダスト除去装置はダスト成分、温度域、伝熱管形状により適切なものが選定されるが、従来の装置としては蒸気や空気を伝熱管に噴射するスートブロワが多く用いられてきた。しかし、蒸気を使用したスートブロワはボイラで熱回収し生成した蒸気の一部をダスト除去に消費するため、発電ボイラではその消費分の発電量が減少することになる。また、都市ごみ焼却炉廃熱ボイラを初めとする厳しい腐食環境に晒される場合、蒸気噴射による摩耗と腐食が繰り返される腐食摩耗(エロージョン・コロージョン)により伝熱管の減肉を促進するといった欠点が挙げられる。

そこで、近年、蒸気を使用しない圧力波によるダスト除去が注目され、実用化が進んでいる。圧力波式ダスト除去装置はスートブロワに比べて装置がコンパクトなことや有効範囲が広いため設置台数を少なくでき、更に、伝熱管の摩耗が少ないことから伝熱管の延命化も期待されている。

一方、圧力波によるダスト除去方式は有効範囲が広い反面、威力が大きくボイラに作用する力は大きくなるため、設備の大きさや伝熱管のダスト付着状況に合わせて、圧力波の威力をコントロールすることはとても重要である。

当社は、圧力波の威力調整を可能とする独自の圧力波式ダスト除去装置(以下、VSPS: Variable Shock Pulse Soot blower)を開発し、複数のごみ焼却施設で実証試験を行い、十分なダスト除去能力を有することを確認した。

本稿ではVSPSの構成や特徴について紹介し、実機実証試験の結果について報告する。

2. VSPSの概要

(1) 装置本体

VSPSの本体概略図を図1に示す。各構成要素について以下に記す。

① 燃烧容器

メタンと酸素の混合ガスを貯留する容器であり、その混合ガスを瞬間的に燃烧することで压力波を放出する。燃烧容器的放出口と反対の位置にガス供給口と着火装置を設置している。

② 本体フレーム

本体フレームには燃烧容器的放出口と同じ大きさの開口が設けられており、燃烧容器とフレームの間に膜を挟むことによって燃烧容器内の混合ガスを着火前の所定の充填圧で保持する。また、フレームに

取り付けられた油圧シリンダによって、フレームと燃烧容器的フランジ（Oリングを設置）及び膜を押さえ、混合ガス充填時のシールと压力波放出時に発生する反力でフランジが開くことを防止している。

③ 膜ロール

燃烧後、膜には燃烧容器的放出口と同じ円状の開口ができるので、新たな膜を供給するために200mの膜ロールを装置に取り付けている。4時間に1回の頻度で運転を行うと、この1巻200mで約300日の運転が可能である。

④ 巻取装置

燃烧後に油圧シリンダの動作で膜を開放し、電動モータによって膜の巻き取りを行うと同時に、新たな膜を装置内に供給する。

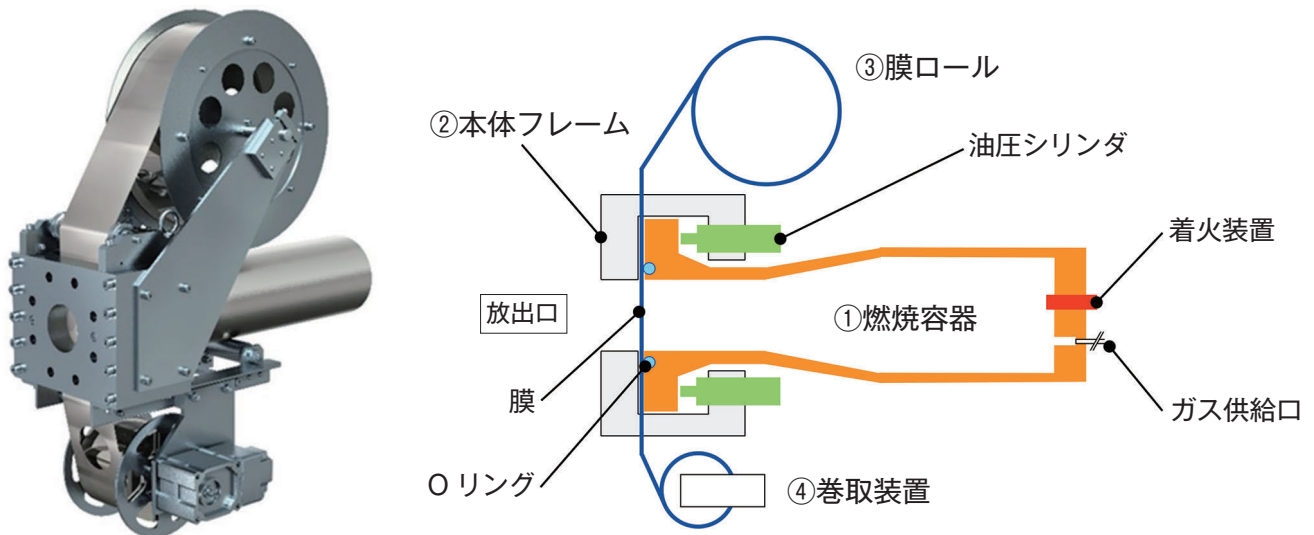


図1 VSPS本体概略図

(2) 全体フロー

本システムの全体フローを図2に示す。本システムはポンベユニット、バルブユニット、油圧ユニット、装置本体、制御盤の5つで構成されている。

ガスポンベユニットでは、メタンガスポンベと酸素ガスポンベに減圧弁が接続されており、それぞれ1.0MPa未満に減圧してバルブユニットにガスを供給する。

バルブユニットでは各種電磁弁と圧力計を備え、メタンガス及び酸素ガスを制御盤で設定した所定の混合比及び充填圧になるよう燃焼容器へのガス供給を行う。

油圧ユニットではハイドロブースタで空気圧を15MPa程度の油圧に変換し、油圧シリンダへ供給する。

(3) 動作フロー

VSPSのガス充填から圧力波噴射までの動作フローを図3に示す。

初め、放出口を膜でシールした燃焼容器にメタン及び酸素ガスをそれぞれ充填していき、所定の圧力(1.0MPa未満)で保持する(図中①②)。

次にガス供給配管をバルブにより閉止し、燃焼容器端部に設置した着火装置でガスを発火させる(図中③)。

最後に、燃焼容器内の混合ガスが燃焼・膨張することで内部圧力が上昇し、膜が破れることで、燃焼容器の放出口から圧力波が放出される(図中④)。

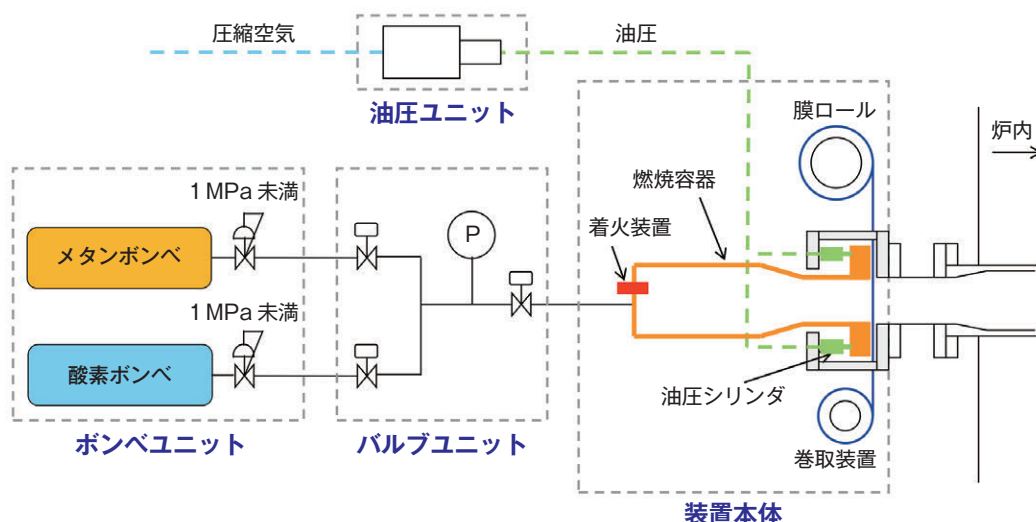


図2 全体フロー

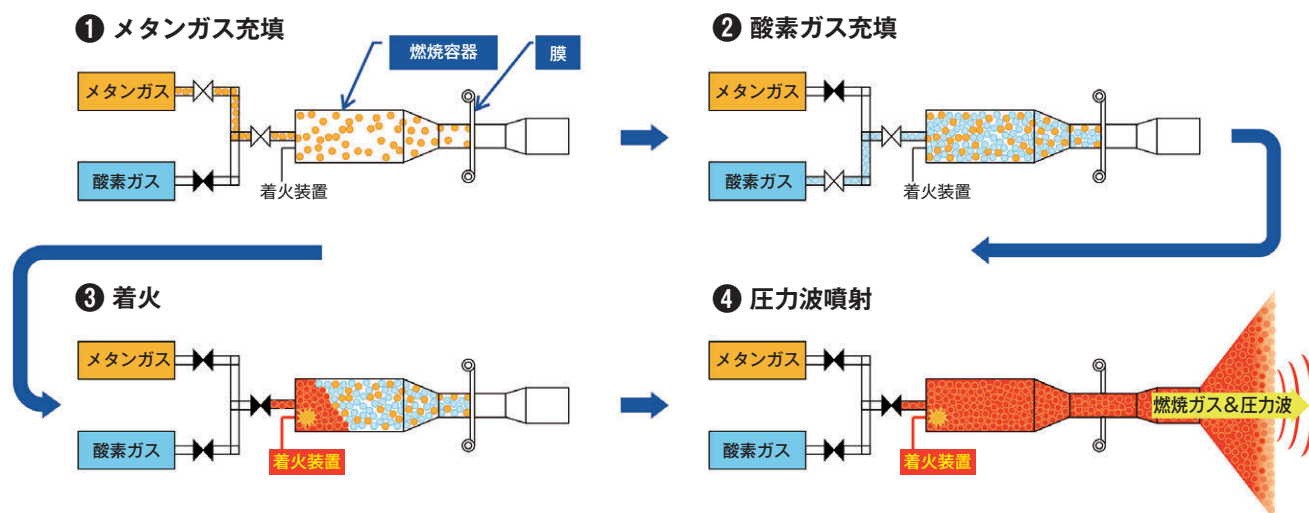


図3 動作フロー

(4) 特徴

① コンパクトな形状

燃焼容器に直接メタンガスと酸素ガスを供給するシステムとすることで容器の数量を1つにし、膜で燃焼容器をシールすることで圧力波の放出部の構造がシンプルとなり、装置本体は高さ約800mm×幅約250mm×奥行約650mmとコンパクトな形状となっている。このため、スートブロウと比べて設置及びメンテナンスに必要なスペースは小さく、部品点数も少ないことからメンテナンス性にも優れている。また、各部の軽量化を図り、ボイラ本体に直接固定することによって、ボイラ以外から装置をサポートした際に生じるボイラの熱伸びとの変位差を吸収するための機構を不要としている。

② 膜の使用

本装置は燃焼容器の放出口に設置した膜によってガスをシールし、燃焼時には膜を破って圧力波を放出する。膜を使用することで放出口の面積が大きく取れ、発生した圧力波を無駄なく放出することを可能としている。

③ 安全性

ガスの充填圧は1.0MPa未満としており、装置の取り扱いが安全かつ容易となっている。また、高圧ガス保安法の対象外であり、装置の使用に際し申請などの手続きは不要である。

④ 威力可変式システム

燃焼容器内のガス圧力を確認しつつガスを供給する制御としているため、ガス充填圧やガスの混合比の調整が運転中でも可能であり、焼却炉の規模やダストの付着度合に応じた圧力波の威力調整が可能としている。

3. 実機適用事例

VSPSのダスト除去性能を確認するため、これまで複数の都市ごみ焼却施設で性能検証を行ってきており、産業廃棄物ボイラにおいても実運用を行っている。以下にVSPSの適用例として実証試験の概要及び結果を紹介する。

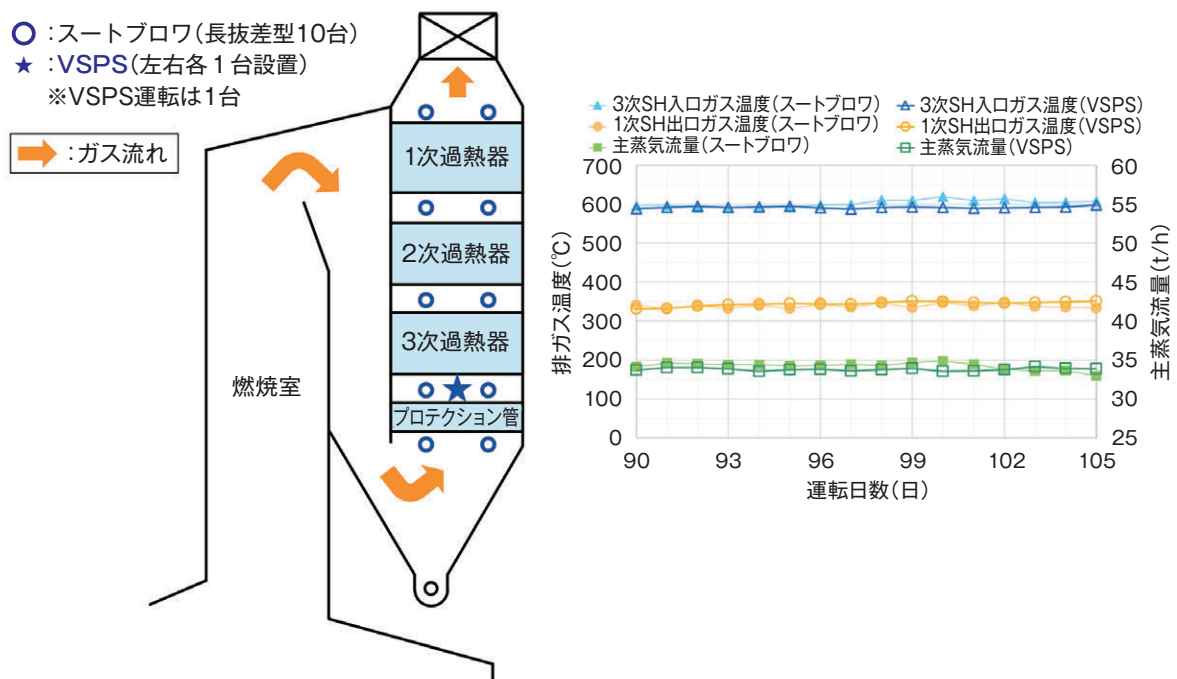


図4 過熱管群実証試験

(1) 過熱管群実証試験

都市ごみ処理量250t/日・炉である施設Aの過熱管群（ダスト除去装置として長抜差型スートブロウを合計10台設置）に燃焼容器5LのVSPSを設置し、実証試験を実施した。

VSPS設置位置と運転トレンドを図4に示す。VSPSはダスト除去効果を高める場合を想定して3次過熱器入口の左右両側壁パネルに設置したが、運転条件を調整し、片側1台でガス充填圧力を0.6MPa、運転頻度4時間に1回で、過熱管群の入口・出口ガス温度がスートブロウ運転時と同等となることを確認した。

なお、本施設より炉幅の大きいボイラにおいては威力（ガス充填圧力）や運転頻度の増加、もしくは設置台数を増やすことで対応が可能である。

(2) エコマイザへの適用実証試験

都市ごみ処理量240t/日・炉である施設BのエコマイザにVSPS1台を設置し、実証試験を実施した。

VSPS設置位置と運転トレンドを図5に示す。VSPSはエコマイザ入口部に設置し、既存のスートブロウと同様のダスト除去性能となるまで運転条件（燃焼容器、ガス充填圧力、運転頻度）を調整した結果、スートブロウ運転とVSPS運転の炉立上げから100～

115日目までのトレンドデータより、VSPS単独運転においてもエコマイザ出入口ガス温度差がスートブロウ運転時とほぼ同等となることを確認した。

4. 今後の展望

当社が独自開発した威力調整可能な圧力波式ダスト除去装置は、省スペース化、発電量の増加、過熱管減肉抑制など優れた特徴を有し、実証試験により、ボイラの様々な部位において運転継続に必要なダスト除去性能を十分に有することを確認できた。

現在、より大型ボイラにおいて設置台数の最小化を図るため、更に威力の高い装置の開発を行っている。威力増加への検討事項に関しては、ガス充填圧力、容器容量と形状、酸素比、燃料種などが挙げられる。今後、それぞれの具体的な効果を把握し、引続き効率的かつ経済的な装置の開発に取り組み、装置のラインアップを広げていく予定である。

また、今後は灰性状によるダスト除去性能や伝熱性能の違い、それに応じたボイラ構造、VSPSのランニングコストを含めた経済性等をバランスよく組み合わせる必要があり、引続き実機での運転も踏まえて最適化を追求し、ボイラの運転及び整備全体の性能向上を目指していく所存である。

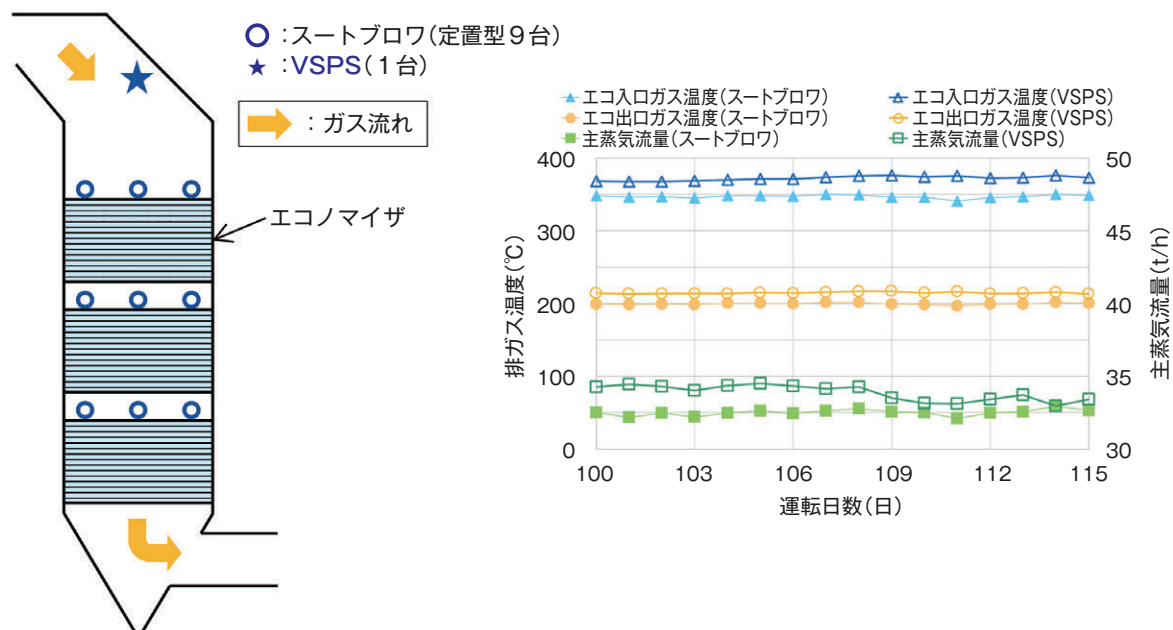


図5 エコマイザ実証試験