

新型高炉ガス清浄設備／ 乾式多塔電気集塵システム

New type Gas Cleaning Plant at Blast Furnace /
Dry type Multi Vessel Electrostatic Precipitator system

① はじめに

高炉での溶銑製造過程において、高炉頂部から大量(数十万 Nm³/h/基)に発生する高炉ガスは、副生ガスとして、主に製鉄所全体の自家消費燃料として使用されています。

高炉ガスには、鉄銹石粉やコークス粉から構成される高炉ダストが含まれているため、燃料として利用される前にガス清浄設備で清浄する必要があります。

高炉ガス清浄設備としては、一次集塵として「重力沈降式除塵機」、または「サイクロン式除塵機」により粗粒ダストを除去し、二次集塵として「湿式集塵機」、または「乾式バグフィルター」により微粒ダストを除去することで、99.9%以上のダストを除塵処理しています。

一方、高炉ガスは高炉頂部において圧力が0.15～0.25MPa(G)程度、温度も100～150℃程度あり、圧力・熱エネルギーを有しています。高炉ガス清浄設備では圧力エネルギーの一部を集塵に利用し、後段の炉頂圧回収発電設備で残りの圧力・熱エネルギーを電力エネルギーとして回収しています。

近年の環境保護・省エネニーズの高まりにより、二次集塵設備に関しては以下の観点から乾式集塵機への要望が強まっています。

- ①圧力損失・温度降下が小さいため発電量が多い
- ②水使用量を大幅に削減できる

当社は、長期稼働実績を持つ「高炉乾式バグフィルター」、「高炉湿式電気集塵機」、「焼結乾式電気集塵機」で培ったコア技術を組み合わせることで、高性能かつコンパクトな「高炉乾式電気集塵機」を開発しました。ここでは、当社独自の乾式多塔電気集塵システムの概要・特長・試験についてご紹介します。

② 乾式多塔電気集塵システムの概要

電気集塵機とは、“放電線に高電圧をかける事で、粒子は負極に帯電し、正極である集塵板に引き寄せられる”という『クーロンの法則』を利用したものです。電気集塵特有の「省スペース+大規模集塵可能」「保守・メンテナンス性能良好」「圧力損失・消費電力が少ない」「集塵可能温度帯域が広い(設備耐用性が高い)」等の特長を生かし、製鉄分野では、「焼結集塵」「高炉ガス二次集塵」「転炉ガス集塵」「ガス精製集塵」等に幅広く採用されています。中でも「高炉ガス二次集塵機」においては、これらの電気集塵機の特長を遺憾なく発揮することが可能となります。

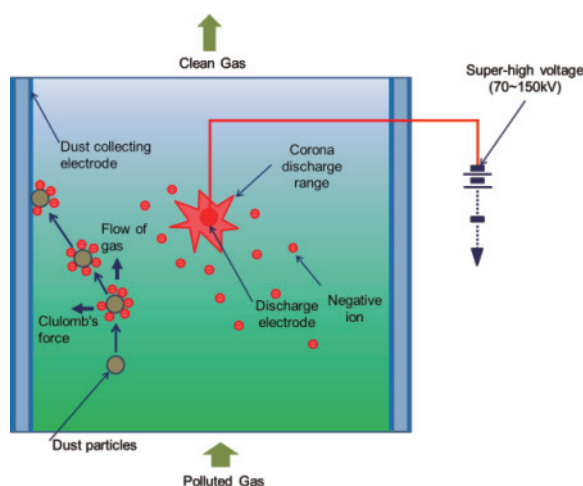


図1. 電気集塵の原理図

当社の「高炉乾式電気集塵機」の設備の特徴は以下の通りです。

- ①集塵板に付着したダストは、機械式の槌打装置により払い落とし、高炉ガス気流搬送でダストホッパーまで搬送します。
- ②集塵塔は並列に設置されており、ダスト払落し時は各塔の入口弁を閉止し、系から完全に隔離した状態で、1塔ずつ槌打を行います。これにより、

槌打時に巻き上がる捕集ダストによる出口ダスト濃度の上昇を防止します。

- ③集塵部は全て金物を使用しているため、重力沈降式除塵機と同等の温度まで使用可能です。
- ④集塵後の出口ダスト濃度は従来方式と同等の5 mg/Nm³以下です。
- ⑤予備集塵塔が併設されており、万一、荷電が停止しても、瞬時に集塵塔の切り替えが可能であるため、高炉操業の継続が可能です。

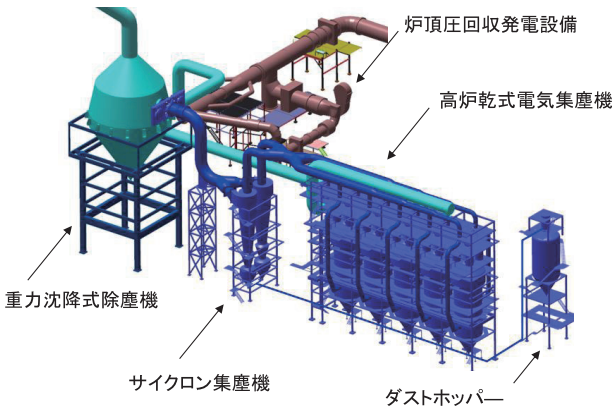


図2. 3D全体図(5000m³級大型高炉の計画例)

③ 特長

当社の高炉乾式電気集塵機は以下の特長を有します。

1) 設備信頼性向上

当社は1970年代前半に焼結分野で「焼結乾式電気集塵機」の技術確立し、電気集塵機の技術進化を遂げてきました。その技術を高炉分野に応用し、1980年代後半に湿式の二次集塵設備として、従来よりも圧力エネルギーの使用量を低下させる目的で実機化・商用化したのが「高炉湿式電気集塵機」です。この設備は現在も日本の大型高炉3基で稼働しています。

表1 高炉湿式電気集塵機 納入実績

高炉湿式電気集塵機	納入先	納入年	基数	炉容積(m ³)	備考
新日鐵住金(株) 君津製鉄所	第3高炉	1985	1式	4822	高炉休止に伴い2016年稼働停止
新日鐵住金(株) 八幡製鉄所	第1高炉	1985	1式	4407	高炉休止に伴い1998年稼働停止
新日鐵住金(株) 名古屋製鉄所	第3高炉	1986	1式	4300	
新日鐵住金(株) 君津製鉄所	第4高炉	2003	1式	5555	
新日鐵住金(株) 君津製鉄所	第2高炉	2012	1式	4500	

また、当社は1980年代後半に乾式の二次集塵設備として、従来の湿式タイプよりも圧力エネルギーの使用量・温度エネルギー低用量を減らす事を目的として「高炉乾式バグフィルター」を独自開発し、実機化・商用化しました。この設備は現在も日本の大型高炉4基、中国の大型高炉1基で稼働しています。

表2 高炉乾式バグフィルター 納入実績

高炉乾式バグフィルター	納入先	納入年	基数	炉容積(m ³)	備考
新日鐵住金(株)大分製鉄所	第2高炉	1989	1式	5245	
新日鐵住金(株)名古屋製鉄所	第1高炉	1992	1式	4650	
新日鐵住金(株)大分製鉄所	第1高炉	1993	1式	4884	
日新製鋼(株)呉製鉄所	第1高炉	1998	1式	2650	
新日鐵住金(株)大分製鉄所	第2高炉	2004	1塔	5775	高炉拡大改修に伴い能力増強
新日鐵住金(株)名古屋製鉄所	第1高炉	2007	1塔	5443	高炉拡大改修に伴い能力増強
新日鐵住金(株)大分製鉄所	第1高炉	2009	1塔	5775	高炉拡大改修に伴い能力増強
太原鋼鐵製鉄所(中国)	第5高炉	2009	1式	4350	

注) 基数にて「1塔」と記載のものは高炉拡大改修に伴い1塔増設したものの。

当社の「高炉乾式電気集塵機」はこれら実績ある設備構造の組み合わせで構成されており、高い設備信頼性を有します。

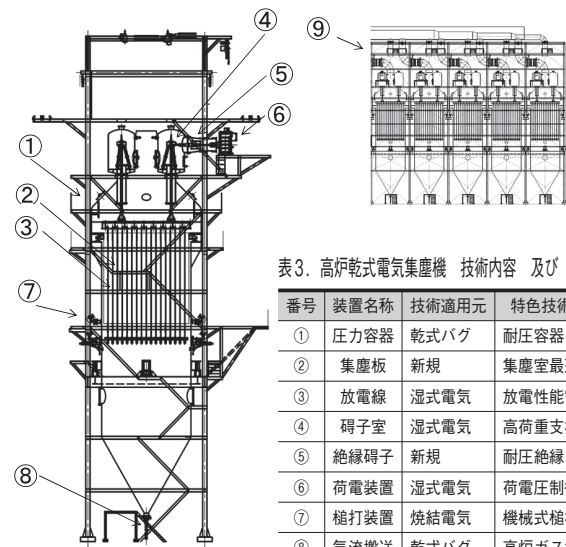


表3. 高炉乾式電気集塵機 技術内容及び適用元

番号	装置名称	技術適用元	特色技術内容
①	圧力容器	乾式バグ	耐圧容器
②	集塵板	新規	集塵室最適化
③	放電線	湿式電気	放電性能安定化
④	碇子室	湿式電気	高荷重支持絶縁
⑤	絶縁碇子	新規	耐圧絶縁
⑥	荷電装置	湿式電気	荷電圧制御
⑦	槌打装置	焼結電気	機械式槌打
⑧	气流搬送	乾式バグ	高炉ガス搬送
⑨	多塔構成	乾式バグ	多塔瞬時切替

図3. 各種保有技術と適用部位

2) 乾式稼働率向上

高炉は「吹き抜け」と呼ばれる突発的な高炉ガスの温度上昇が発生する場合があります。乾式集塵機の保護および後段設備の保護が重要となります。従来の「高炉乾式バグフィルター」では、設備保護(フィルター保護)のため「湿式集塵機」を併設していま

たが、電気集塵とすることで完全乾式操業を可能とし、稼働率向上を図ります。

3)メンテナンス性向上

「高炉乾式バグフィルター」では、数年に一度の頻度で数千本にも及ぶ定期的なフィルターの取り替え(新品との交換作業)が必要になりますが、電気集塵では電極や集塵板の交換は不要なため、メンテナンスが容易です。

4)省スペース

当社の「高炉乾式電気集塵機」は集塵板を六角ハニカム形状とすることで、集塵性能を飛躍的に改善させました。その結果、集塵塔数の大幅な削減が可能となり、設置スペースを小さくしました。従来、スペース不足のため、乾式化が困難であった高炉にも導入可能性が広がったこととなります。

5)低コスト

六角ハニカム形状により集塵塔数削減が可能となった結果、設備費が小さくなります。また、機器点数が少ないため、窒素や高圧空気等のユーティリティ使用量は少なくなります。

4 パイロットプラントでの試験結果

開発に当たり、当社独自にラボ実験、高炉実ガステスト、オフライン中型試験(1/3モデル試験)を行っています。

1)高炉実ガステスト[2011年]

本テストでは1組の集塵板で高炉実ガスを使用した試験を実施しました。試験の結果、目標性能である出口ダスト濃度 5 mg/Nm^3 以下の達成を確認し、実機の設計条件として、高炉ガス必要滞留時間、荷電圧、放電線と集塵板の最適距離等のデータを採取しました。

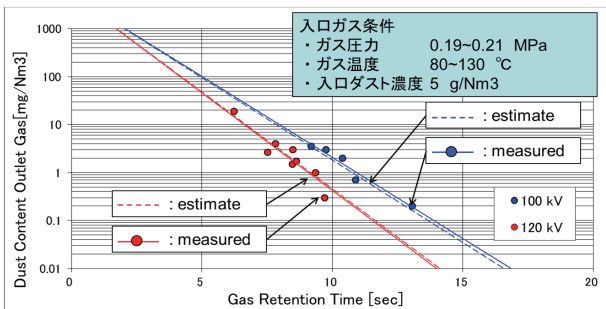


図4. 出口ダスト量ーガス滞留時間の関係

2)オフライン中型試験[2014年]

本テストでは複数の集塵板を組み合わせたスケールアップ試験を実施しました。これにより目標性能の達成を確認すると共に、集塵板の最適形状を決定し、設備全体の基本構造を決定しました。

5 今後の取り組み

当社は長年の実績ある独自技術を融合した、信頼性の高い乾式多塔式電気集塵システムを提供することで、省エネルギー・低炭素社会の実現に貢献します。

お問い合わせ先

製鉄プラント事業部

製鉄プラントエンジニアリング第一部

製鉄商品技術室

TEL(093)588-7022