

# 分塊圧延新ホットスカーファークollektorenの導入による 安全性向上と環境改善

金平 勝成\*

## 1. はじめに

知多工場の分塊圧延ラインでは、主に鋼片及び鋼材の生産が行われており、月間生産量は約80,000 tに達する

(図1)。これらの製品は高品質であり、同ラインは品質面においても優れた性能を有している。本ラインに設置されているホットスカーファークollektoren (以下、HSという) は、鋼片表面に形成される脱炭層を除去することで、製品の品質確保に寄与している。HSの溶剤工程においては粉じんが発生するため、これを吸引し除去する目的でHS集塵機が設置されている。この集塵機は環境面において重要な設備ではあるが老朽化が進行し維持管理が困難となった。今回、その設備更新に伴い、現状の課題を明確化し、解決に向け取組んだ。

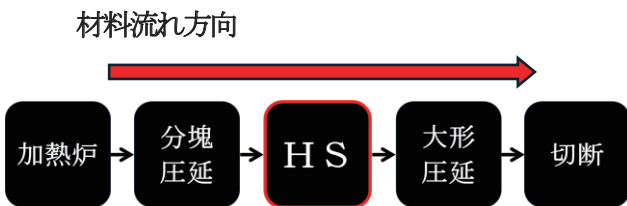


図1 分塊圧延ライン

## 2. HS集塵機の概要

HS集塵機はHSの粉じんを吸引しており、その吸引した粉じんには、HS処理の際に吹きかける高圧水により水蒸気を多く含む特性がある(図2)。そのため、一般的なる布式フィルターは使用されておらず、図3に示すように放電極に高電圧を印加し、極間にコロナ放電を発生させ、吸引した粉じんにマイナスの電荷を与えることで、粉じんを集塵極に吸着させている。図4に示すように、このような集塵機は電気式集塵機といい、集塵粒子のサイズが小さく、湿気のある粉じんの集塵に適用されている。

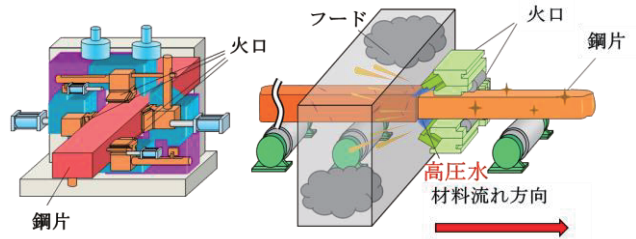


図2 HS本体概要

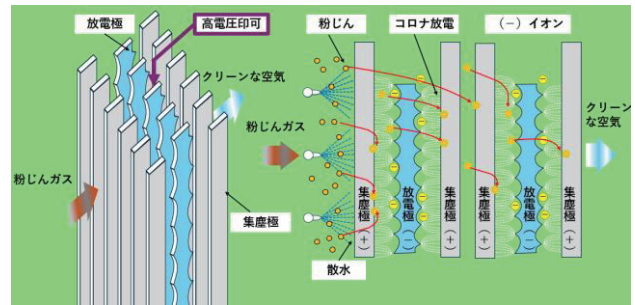


図3 電気式集塵処理方法

	集塵粒子	概略図
フィルター式	サイズ 0.1~20μm	<p>電気炉</p> <p>排気</p> <p>フィルター</p> <p>粉じんをフィルターにてろ過をして大気にクリーンな空気を放出</p>
	主な対象物 ・電気炉発生粉塵 ・ショットプラスト粉塵 ・カーボンブラック	
電気式	サイズ 0.05~20μm	<p>HS設備</p> <p>電気</p> <p>排気</p> <p>ファン</p> <p>粉じんを電気力で吸着させて大気にクリーンな空気を放出</p>
	主な対象物 ・湿式(乾式) ・金属ヒューム ・油煙 ・オイルミスト	

図4 集塵機処理方式比較

## 3. 課題

既設のHS集塵機では、表1に示すように3つの課題がある。1つ目の安全は、一酸化炭素中毒及び感電のリスクが存在し、従来は人の手による対策(一酸化炭素濃度計や検電器での確認作業)に頼っていたことで人による忘れが発生する恐れが課題となっていた。なお、溶剤時には鋼材に含ま

れる炭素と酸素が結び付き、一酸化炭素も発生するが集塵機では処理が出来ない仕様であった。2つ目の環境は、吸引力が不十分なことから建屋内の作業環境が悪くなる課題が存在した。3つ目の省エネは、設備更新にあたり、前述の環境面での課題解決のためにHS集塵機の粉じん処理能力を上げる必要があったが、一方で電力使用量の増加が懸念され、省エネ面での対応を求められた。そこで、新集塵機の導入にあたり、安全・環境・省エネの3つの課題に対する改善を図った内容について以下報告する。

表1 課題項目一覧

	課題項目
①安全	人の手に頼った安全対策による一酸化炭素中毒や感電のリスク
②環境	吸引の不足による作業環境悪化
③省エネ	本体電力使用量増加

#### 4. 課題解決の取組み

HS集塵機の更新にあたり、3つの課題に対して、以下の改善に取り組んだ。

- ①安全：作業者の安全性向上を目的に、人の手で実施していた安全対策を自動化・インターロック制御に変更し、一酸化炭素中毒や感電リスクを防止した。
- ②環境：建屋内の作業環境改善として、吸引のための風速・風量の最適化を実施した。
- ③省エネ：処理能力向上による電力使用量を抑えるため、インバータ制御による回転数最適化や、HS設備の稼働状況を自動判別し、必要時のみ高電圧を印加させる制御方式を採用して、電力使用量の低減を図った。

これらを設備仕様に織り込み、HS集塵機における安全・環境・省エネの課題解決に取り組んだ。

表2 改善項目一覧

	改善前	改善後
①安全	人の手による安全対策	安全対策の自動化・インターロック制御による作業者の安全性向上
②環境	建屋内粉じん飛散	吸引のための風速・風量の最適化
③省エネ	定速運転による操業常時印加	インバータ制御による回転数制御 HS設備の稼働状況に合わせ印加

#### 5. 新HS集塵機の改善項目

##### 5.1 安全への対応

これまで作業者が行っていた一酸化炭素濃度計での計測や、検電器での無電圧の確認を自動化し、HS集塵機本体の入口扉に電磁ロックを採用し、インターロック制御を導入した。電磁ロックの解除条件はHS集塵機内の自動換気完了及び本体アースの接地完了とした。HS集塵機内の自動換気時間は、一酸化窒素が完全になくなる(0ppm)までの時間を計測し、設備の老朽化を考慮した安全率3を乗じて15分と設定した。この電磁ロック及びインターロック制御の導入により、HS集塵機内の作業者の一酸化炭素中毒及び感電のリスクを排除した。

##### 5.2 環境への対応

建屋内の粉じん飛散を防ぐため、吸引のための風速・風量の最適化を実施した。吸引風速及び風量、吸引箇所設計にあたり、現状把握のため現場のHS設備や周辺設備形状、HSの溶剤条件をもとにCAE解析を行ったところ、既設のHSの溶剤箇所下部の側面から吸引した場合、吸引能力を単純に1.5倍~2倍に向上させても部分的にしか吸引できないことが判明した(図5)。そこで、更に漏れに対して解析を行ったところ、天蓋フードの設置が有効であることが分かり、HS設備前面への天蓋フード(図6)を設置することとした。

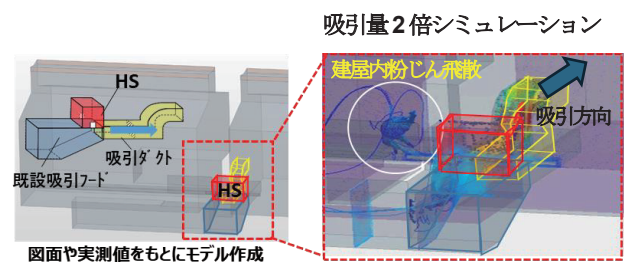


図5 CAE解析による既設集塵機の吸引状況確認

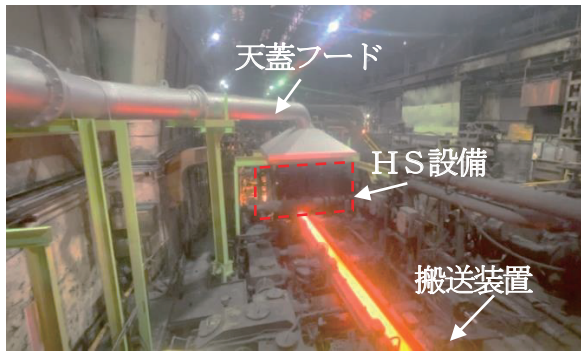


図6 天蓋フード設置状況

### 5. 3 省エネへの対応

吸引能力向上に伴う電力増加を抑えるため、集塵ファンにはインバーター制御による回転数の最適化を採用した。また、HS設備の運転停止信号をHS集塵機内に取り込み、HS集塵機本体の印加制御を行うことで、消費電力を削減する仕様とした(図7)。

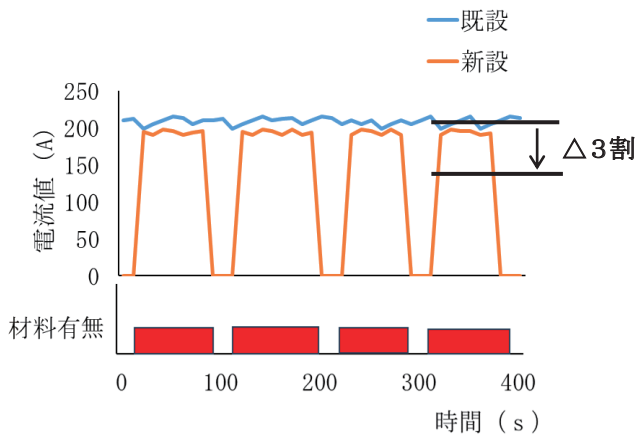


図7 材料の有無と集塵機本体印加タイミング

### 6. 取組み結果

安全面ではHS集塵機本体への入口扉に自動換気及びアース接地完了の条件付き電磁ロックの導入により、一酸化炭素中毒や感電のリスクを排除した。今回、設けた15分間の換気時間は操作画面上で15分以下には設定できないよう制限して、換気時間不足による一酸化炭素中毒の危険を排除した。

環境面では建屋内の粉じん濃度についてもHS集塵機本体周りの測定箇所4カ所(図8)において前面側が粉じんが多い傾向があったが、最大0.004g/m<sup>3</sup>から0.0018g/m<sup>3</sup>へと改善され(図9)、作業区分I(建屋内の粉じん濃度が目標の管理濃度0.002g/m<sup>3</sup>以下で95%信頼区間の上限値も管理濃度以下)を達成した。作業者からは吸引性能の向上及び

視認性の改善に関する肯定的な評価が得られており、現場環境の改善が実感されている。

省エネ面では吸引能力向上に伴う電力増加を抑えるため、不要な電力消費を抑制し、既設集塵機と比較して電力使用量を約15%削減した。CO<sub>2</sub>排出量:82.8t-CO<sub>2</sub>/月の削減と2,880千円/年のコスト削減を達成し、省エネと環境負荷低減の両立を実現した(図10)。

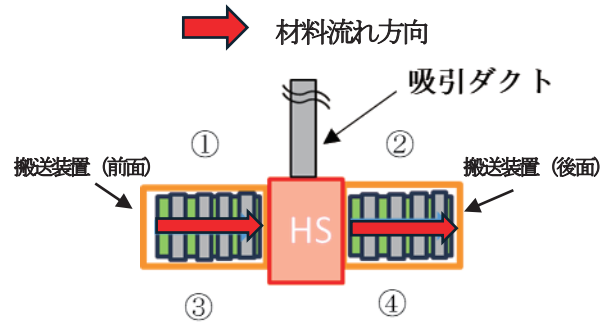


図8 建屋内作業環境粉じん濃度測定箇所

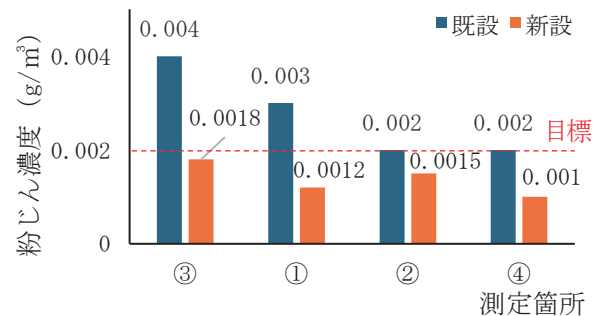


図9 更新前後の測定結果

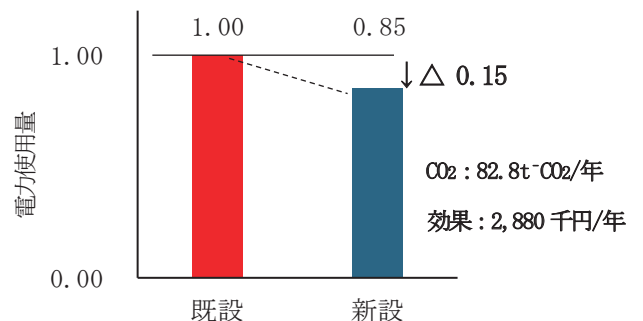


図10 更新前後の電力使用量比較

## 7. まとめ

本取組みによるHS集塵機における安全・環境・省エネへの対応の成果を表3に示す。

表3 結果まとめ

まとめ	
①安全	設備内進入時の安全対策の自動化と一酸化炭素中毒及び感電リスクを排除する仕組みを導入。
②環境	吸引効率の最適化により作業環境の質を向上。 最大0.004g/m <sup>3</sup> から0.0018g/m <sup>3</sup> に改善
③省エネ	運転制御の工夫により、CO <sub>2</sub> 排出量(82.8t-CO <sub>2</sub> /年)削減と電力使用量(2,880千円/年)の低減を達成。

これらの成果は、設備の持続可能な運用に寄与するとともに、今後の他設備への水平展開にも有用な知見となる。実測データとCAE解析を重視した技術的アプローチにより、課題の本質を捉えた改善が実現できた。

## 8. おわりに

今回の取組みでは、HS集塵機における安全・環境・省エネの課題に対し、現地現物での観察や実測データに基づく分析を通じて、実効性の高い改善策を導入することができた。特に、「現状把握」の重要性を再認識する機会となった。現場で起きている事実を正しく捉え真因追求する姿勢が、課題解決の質を高める鍵であることを、今回の取組みを通じて学ぶことができた。本事例で得られた知見を他設備や他工程にも展開し、広い視野と関係者との連携を重視した取組みを継続していく所存である。また、更新工事の実行にあたり、様々な関係者に協力いただき、無事完工することができたことに感謝を申し上げる。



図11 更新後のHS集塵機写真