

# 焼結機用水封式円形 クーラの改善 (循環式排熱回収との適性強化)

スチールプラントック株式会社  
製鉄・環境技術部 製鉄グループ

技 師 水管 稔彦

## 1. はじめに

高炉の前処理設備として鉄鉱石粉鉱を調質・塊成化する焼結設備の歴史は古く、建設実績においても国内外に多くの実績を有し技術的にも確立され、成熟した設備である。しかしながら、日本においてはその大部分が1965(昭和40)年から1975(昭和50)年に建設されており、設備の老朽化が進んでいる。

特に焼結鉱を空冷処理する焼結クーラは、屋外設置の製缶構造であるため老朽化が著しく、メンテナンスに多大な時間と費用が必要であり、更新時期を迎えている上に、省エネや環境改善対策も必要となってきている。

このような要求に応え、基本冷却性能、省エネ、環境

対策、メンテナンス性に優れたクーラとして開発されたものが水封式円形クーラである。

水封式円形クーラは1号機が1996(平成8)年に、2号機が1998(平成10)年に順調に稼動した。

本稿では、水封式円形クーラの概要と2009(平成21)年に実施した改善内容を紹介する。

## 2. 水封式円形クーラの概要

### (1) 焼結クーラ

焼結クーラの設備フローを図1に示す。

焼結クーラとは、焼結機で焼成された500~700℃の焼結鉱を後工程の成品処理設備及び搬送設備で扱えるように100℃前後以下に空冷処理する設備である。

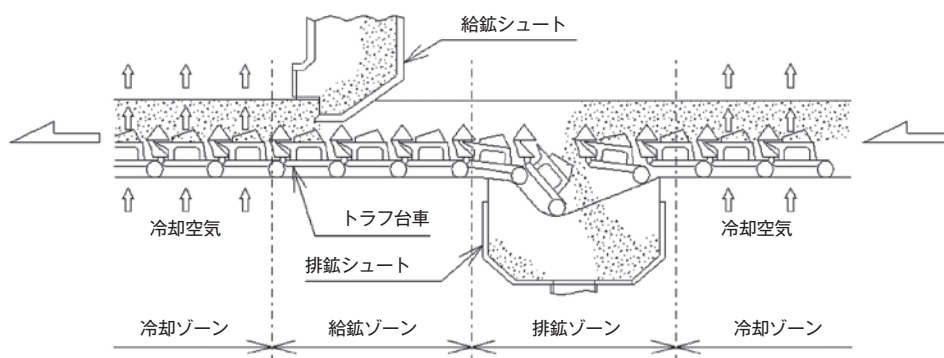


図1 焼結クーラ設備フロー

線型、テーブル型やセル型などがある。

その中で押込通風式円形及び直線クーラは、大型機に多く採用されており、排熱回収という観点からも「高温排気部と低温排気部に分け、高温排気部のみで熱回収ができる」、「原料層厚が高く熱交換率が高い」といった点で他のクーラより優位である。

水封式円形クーラは押込通風式円形クーラを進化させたものであり、構造的に似通っている。

ゆえに、押込通風式円形クーラであれば支持架構、駆動装置、排鉬シュートなどを流用し水封式へのモデルチェンジが可能である。

## (2) 水封式円形クーラの特長

水封式円形クーラの特長を従来型押込通風式円形クーラと比較し紹介する。

### ① 水封シール

従来型押込通風式円形クーラのシールは、静止体

(冷却空気を送るダクトやエアチャンバ等)と移動体(焼結鉬を搬送するトラフ台車等)間の摺動シールが大半であり「シールの磨耗が激しく点検・保守に多くの時間と労力を要する」、「磨耗及び経年変化に対する追従性が悪く、ダストを含む漏風が多くなり、その結果クーラ廻りにダストが堆積し、環境が悪くなる」等の問題がある。

水封式円形クーラでは図2に示すように、静止体と移動体間のシールを水封により実現しているため、理論的に漏風がない構造である。

トラフ台車部シールも、相対移動のない固定シールであり確実なシールができ、摺動がないため漏風量を大幅に低減できると共にシール材の磨耗も大幅に減少できる。

表1に水封式円形クーラ実機での漏風計測結果を整理した値を示す。計測の結果からクーラ全体で漏

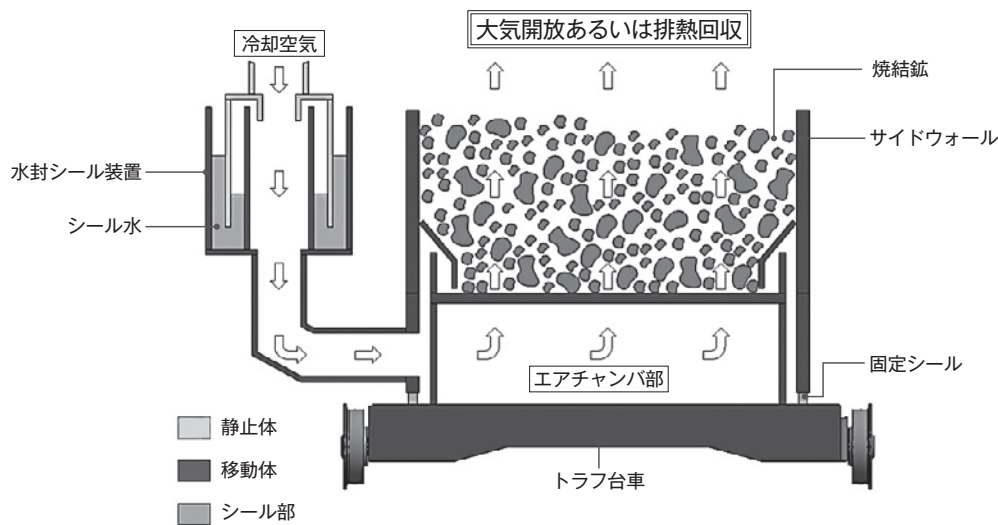


図2 水封シール説明

表1 水封式円形クーラ実機での漏風計測結果

計測した水封式円形クーラ実機の仕様			計測結果			
能力	(t/h)	775(max)	生産量	(t/d)	10000	
クーラ面積	(m <sup>2</sup> )	315	原料層厚	(mm)	1500	
クーラ径	(mm)	35000	クーラ速度	(%)	35-37	
トラフ幅	(mm)	3500	冷却時間	(min)	68.2	
トラフ高さ	(mm)	1650	供給焼結鉬温度	(°C)	514-790	
クーラ速度	(min/rev.)	30-120	排出焼結鉬温度	(°C)	40-60	
送風機	風量	(Nm <sup>3</sup> /min)	9700×2	送風機風量	(m <sup>3</sup> /min)	17000
	吐出圧	(mmH <sub>2</sub> O)	350	漏風量	(m <sup>3</sup> /min)	714
ホットスクリーン有無		有	漏風率	(%)	4.2	

注)漏風計測は、漏風部の風速を計測して漏風面積を掛けた推定量。  
フード部の漏風は冷却能力と無関係のため含めず。

表1に水封式円形クーラ実機での漏風計測結果を整理した値を示す。計測の結果からクーラ全体で漏風率が5%以下であることが確認された。

従来型押込通風式円形クーラにおいて漏風の計測を実施した正確なデータはないが、シールの劣化などにより30~40%の漏風率と予想されている。

このため、送風機の容量としてはこの漏風率を考慮したものとなっているが、水封式円形クーラにおいては従来型押込通風式円形クーラと比べて2/3の送风量で問題がないことが分かり、従来型押込通風式円形クーラから水封式円形クーラにモデルチェンジする際、増産にも十分対応できることが実証された。

## ② エアチャンバ内蔵トラフ台車

従来型押込通風式円形クーラのトラフ台車は、焼結鉱を積荷するエリアは冷却空気を通過させるため通気板となっている。

この通気板の開口部から落下する焼結鉱を回収するために、クーラのほぼ全周にエアチャンバ(送風室兼落鉱シュート)、2重ダンパなどの落鉱回収装置が設置されている。

水封式円形クーラでは、トラフ台車は図3に示すように2段式となっており、その上部は従来と同じ通気板が取り付けられ、下部には送風室であると同時に通気板開口部からの落鉱を受けるエアチャンバが内蔵された構造となっている。

エアチャンバ上の落鉱は排鉱部にて通気板上の焼結鉱と共に排出されるので、落鉱回収装置が全く不要となる。

## ③ 設備の信頼性

水封式円形クーラは、数多くの操業実績のある従

来型押込通風式円形クーラと基本構造が同じであり、実機も10年以上の操業実績のある信頼性が高い設備である。

## 3. 循環式排熱回収との適性強化

### (1) 焼結クーラ循環式排熱回収の概要

焼結クーラで高温の焼結鉱を冷却する過程で発生する高温排気ガスを、排熱回収ボイラにて熱回収し、熱回収後の200℃程度の顕熱を持った排気ガスを捨てることなく、再び焼結クーラに冷却空気として戻し循環させることにより「熱回収を行なう排気ガス温度を高め、排熱回収率を高める」、「大気へダストを放出しない」省エネで環境にも良いシステムである。

### (2) 循環式排熱回収設置後の課題

水封式円形クーラ1号機は、1996(平成8)年稼動以来順調に操業されていたが、7年後の2003(平成15)年に循環式排熱回収設備を追設した後から状況が変化した。

#### ① 水封シール装置の腐食・破孔

水封シール装置内を流れる冷却空気は、大気温のダストを含まない空気であったが、循環式排熱回収装置を追設したことにより200℃程度のダストを含む空気が流れるようになった。

このダストが水封シール装置内に堆積し、シール水を強アルカリ性に変化させ、その結果ケーシングが腐食し、一部に破孔が発生した。

#### ② 給鉱及び排鉱ゾーンのシール機構不具合

図1に示すように、給鉱及び排鉱ゾーンには焼結鉱がトラフ台車上に積荷されていないため、冷却ゾーンと同じように冷却空気が流れるとトラフ台車の通気板を経由して吹き抜けるため、冷却空気を遮断する必要がある。

このため、給鉱及び排鉱ゾーンのシール機構を静止体に移動体とわずかな隙間を設けた位置に平板を設置し、給鉱及び排鉱ゾーンの大气開放部への冷却空気吹き抜けを最小限とするデッドプレートと称する摺動ラビリンスシールを設置していた。

ところが、経年変化及び調整不良により隙間が拡大、更に冷却空気が200℃程度まで上昇したことに伴い、ボリューム及び動粘性係数が増加し送風圧

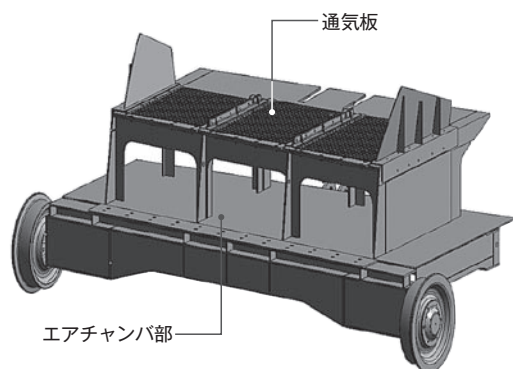


図3 水封式円形クーラ用トラフ台車

力が上昇し、デッドプレートからの漏風が増加した。

その結果、漏風が強アルカリ性の水を巻き上げ、給鉱及び排鉱ゾーン近傍に飛散するという問題が発生した。

### (3) 循環式排熱回収との適性強化改善内容

2009（平成21）年に水封式円形クーラ1号機を循環式排熱回収との適性強化改善する機会を得たので、その改善内容を紹介する。

#### ① 水封シール装置の腐食・破孔対策

水封シール装置移動体の送風路は、デッドプレートを機能させるため、各トラフ台車ごとに仕切板が取り付けられ、区画化されていたが、今回の改造では仕切板を全廃し、送風路を円周方向に連通させた。

このことにより、送風路で流動する冷却空気の流速を大幅に緩和することになり、シール水のある区画へダストを含んだ冷却空気が廻りこむことを大幅に防止できる。

更に、水封シール装置の材質をステンレスにし、またわざわざ進入するであろうダストも除去できるように清掃用サクシジョンノズルを設置して、簡便にダスト清掃とシール水の交換が可能ないようにした。

#### ② バタフライ式ダンパシールの採用

静止体と移動体間のシールであるデッドプレートを廃止し、代わりに図4に示すように各トラフ台車の冷却空気取入口ダクトに、機械的に自動開閉が行われるバタフライ式ダンパシールを設置した。

バタフライ式ダンパシールは摺動シールであったデッドプレートと比べ、経年変化を受けにくくシール性を長期間維持でき、シンプルな構造で維持管理が容易であり、設置場所にもアクセスしやすく、保

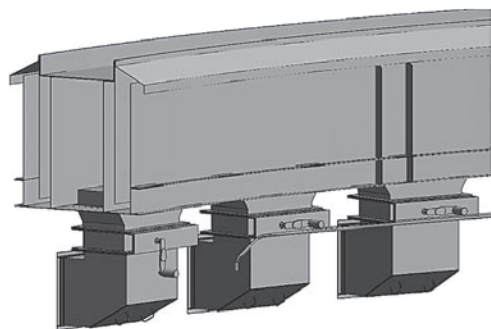


図4 バタフライ式ダンパシール

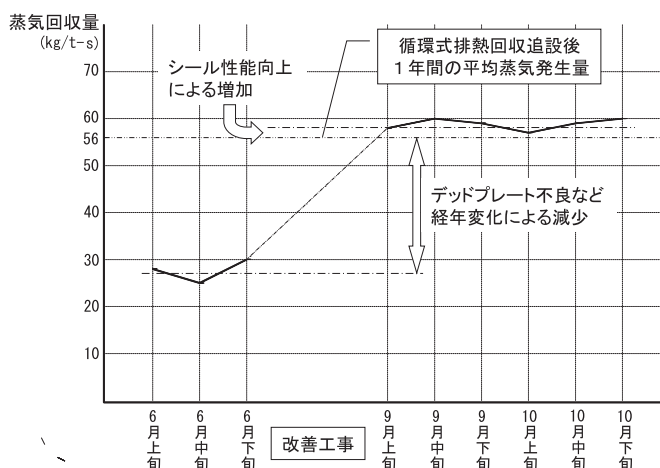


図5 改善前と改善後蒸気発生量

守・点検性を飛躍的に向上させた。

### (4) 改善後の蒸気発生量の向上

図5に改善前後の蒸気発生量を示す。図5の蒸気発生量とは、焼結鉱1トン当たりにおける蒸気の発生量(kg)のことである。

改善前の蒸気発生量は、循環式排熱回収装置追設後約1年間は安定していたが、その後循環式排熱回収装置後の過酷な操業環境により、デッドプレート不良など経年変化が促進し漏風量が増加した結果、急激に減少していった。

改善後の蒸気発生量は、排熱回収設備追設後1年間の平均を上回っており、これによりバタフライ式ダンパシールがデッドプレートよりシール性能が優れていることが分かる。

このことより、改善後の水封式円形クーラは改善前より漏風が少なく、循環式排熱回収との適性が強化されたことが実証された。

## 4. おわりに

今回の改善により、水封式円形クーラの最大の特長であるシール性は維持され、磨耗及び経年変化の影響を受けにくくなり、循環式排熱回収設備設置後の過酷な操業環境にも十分耐えうる設備となった。改善後の1号機は2009（平成21）年9月より順調に操業している。

今後も現状には満足せず、更なる高性能化を目指し、優れた設備を提供していく所存である。