年次大会・パルプセッション A

LMD 付ライムキルンの操業経験

中越パルプ工業株式会社能町工場原質動力部 川 田 正 人

Operating Experience of Lime Kiln with Lime Mud Dryer

Masato Kawata

Chuetsu Pulp and Paper Co., Ltd, Nōmachi Mill

No 3 lime kiln started up in 1991 at Nōmachi Mill Chuetsu Pulp and Paper Co., Ltd. with the new pulping plant.

Completely moisture free lime mud which goes through the lime mud dryer is fed to the kiln.

This report describes the operating experience of the lime kiln with the lime mud dryer.

1. はじめに

能町工場は、富山県高岡市の北東に位置し5台の抄紙機で上質紙をはじめクラフト紙、高級白板紙、純白ロール紙などを生産している。平成2年に回収ボイラー新設、平成3年にパルプ設備の1系列増設、上級紙マシンと続く一連の近代化工事を終え、日産紙1,000t体制を確立した当社の中核工場である。新LMDライムキルンは、パルプ設備増強の一環として平成3年4月に稼働した。このキルンの特徴は、LMD（ライムマッドドライヤー）によって石灰泥が水分0%で窯尻に供給されることである。国内で最初に運転されたLMDライムキルンの操業経験について報告する。

2. 設備概要

2.1 苛性化設備仕様

緑液クラリファイヤー、白液クラリファイヤー、ライムスレーカーを更新した。緑液クラリファイヤーは、貯槽兼用1,800 m³ 緑液処理量は、4,294 m³/D、清澄

度30 mg/lである。白液クラリファイヤーは、2,930 m³ 白液処理量は、4,060 m³/D、清澄度20 mg/lである。ライムスレーカーは、Φ6.7 m×2.5 mH 焼成石灰360 ton/Dに対応している。

2.2 LMD 付キルン設備能力

- ・生産量（ライムキルン出口） 220 ton/D
- ・重油消費量 5,400 MJ/ton（焼成石灰）
石灰泥フィルター出口スラッジ固形分濃度80%以上
- ・焼成石灰 純度 85%以上
残 CaCO₃ 3.0 以下

2.3 LMD キルン仕様

- ・キルンサイズ Φ3.0×65 m^l（459 m³）
チェーンゾーン 8.0 m
カムライニング 20.5 m
中間ゾーン 20.5 m
焼成ゾーン 12.4 m
ダム 2.4 m
- ・キルン傾斜 2.0/100

図 1 Lime Kiln with LMD

- ・ LMD サイクロン $\Phi 2.2 \times 9.4 \text{ mH}$
- ・ サテライトクーラー $\Phi 1.2 \times 5.5 \text{ mI}$ 9 個
- ・ EP (乾式集塵機) $507.6 \text{ Nm}^3/\text{min}$
- ・ 石灰泥フィルター $\Phi 4.0 \times 6.0 \text{ mI}$

2.3 LMD (ライムマッドドライヤー)

図 2-1, 図 2-2 に示すように石灰泥フィルターで脱水された石灰泥は、スクリーフィーダーで LMD ダクトへ供給される。供給された石灰泥は、LMD ダクトを上昇する排ガスによってサイクロンセパレーターへ搬送され乾燥石灰泥としてキルンに投入される。サイクロンセパレーターで分離された排ガスは、EP (乾式集塵機) で乾燥石灰泥が回収される。LMD とは、このように排ガスの熱で、従来のフラッシュドライヤーと同様にほぼ 100% 乾燥した石灰泥を、キルン窯尻に供給するが、ケージミルは設置していない。

3. LMD ライムキルン導入の経緯

KP パルプ生産量 850 t/D から 1,100 t/D の増産に対応するには、新ライムキルンの能力は 220 t/D (焼

成石灰) 必要であった。また敷地の関係で湿式ロングキルンの導入は無理であった。

この前提条件を含め住重アールストローム社の LMD ライムキルンを導入した理由は、

- (1) キルン本体に供給する石灰泥を LMD で 100% 乾燥できることによって従来型の FD (フラッシュドライヤー) に比べランニングコストが低くなる。既設 No 2 ライムキルンより重油原単位が約 7 l/CaO T, 電力原単位は約 17 kWh/CaO T 低くなる。
- (2) ショートキルンであるがキルン窯前にレンガのダム (450 mmH) を設置することにより、石灰泥の滞留時間が 3.5 時間と長時間の低温焼成ができ多孔質の柔らかい高純度の焼成石灰ができる。
- (3) 焼成石灰の顕熱回収は、サテライトクーラーによって効率良くエアーと熱交される。ただし、LMD ライムキルンの国内実績の無いことが懸念された。

図 2-1

図 2-2

図 2 Lime Mud Dryer Design

4. LMD ライムキルンの操業経験

4.1 石灰泥フィルター

LMD ライムキルン操業上の重要なポイントは常に安定した石灰泥を供給することである。石灰泥の不均一な供給や不十分な洗浄による高アルカリ (Na) を含む石灰泥は、キルン内でのリング・ボールの形成を促す。またキルン後の緑液と焼成石灰の消和反応や苛性化に悪影響を及ぼす。

石灰泥フィルターの面積は 75 m² で濾布はポリプロピレン製のプラスチックワイヤーを使用している。フィルター上の石灰泥は、常時温水で洗浄されている。石灰泥供給の安定化にフィルターインレットの液面制御をおこなっている。

フィルター出口の石灰泥固形分濃度の安定、維持のため、現在は 1 日に 1 回プレコート更新、フィルター洗浄を行っている。プレコートスクレパーは、タイマーコントロールにより自動掻き取り制御となっており石灰泥濃度 80% 以上を確保している。

石灰泥の分析値は、以下のとおりである。

石灰泥フィルター前

・ 固形分濃度	35.9%
・ Na ⁺	0.46%
・ Na ₂ O 換算	0.62%

石灰泥フィルター後

・ 固形分濃度	84.0%
・ Ca ²⁺	39.0%
・ C (炭素)	10.67%
・ C からの換算 CaCO ₃	88.9%
・ Na ⁺	0.01%
・ Na ₂ O 換算	0.01%

4.2 EP (乾式電気集塵機)

EP のガス処理能力は、508 Nm³/min (at 150°C) で通常 230~250°C のキルン排ガスが EP で処理される。排ガス中の石灰泥は、99% 以上が乾燥したまま捕集されチェーンコンベアーでサイクロンで分離された石灰泥とともにキルンへ投入される。EP 内部は、スパイラル型の放電極と集塵極が交互に設置され、捕集された石灰はハンマーリングによって下部のチェーンコンベアーに集められる。EP 内部のガス流均一化は、集塵性能上最も重要な因子である。EP 内部のガス流均一化は、多孔板のガス整流板を 2 段に設置している。EP を出た排ガスは、ID ファンからベンチリースクラバーを経て系外放出となる。現在までに集塵機の性能低下や大きなトラブルはない。

4.3 ライムキルン

キルン窯前の温度は 1,050~1,100°C、窯尻の温度は 500~550°C で残 O₂ 濃度が 1.5~3.0% になるよう重油量をコントロールしている。キルン窯前のドラフトは -1.5~-2.5 mmH₂O になるよう ID ファンをインバーター制御している。キルンの回転数は通常 220 T/D で 1.6 rpm である。

4.4 操業上の問題点と対策

スタート後の操業状況は、石灰泥流量計の誤差など計装関係のトラブルもあったが、大きな問題として

- (1) 焼成石灰の残 CaCO₃ が 10~20% と高く純度がかなり低い。
- (2) LMD サイクロン出口排ガス温度が 350°C と高い。
- (3) 重油使用量が多い。
- (4) キルン窯尻シール部から石灰泥の洩れ。

問題(1), (2), (3), について、状況として石灰泥フィルターから LMD ダクトへ供給された石灰泥が、排ガスと共にサイクロンへ上昇する量が少なく乾燥されていない石灰泥がキルンへ供給されていることから、原因として LMD ダクト排ガス上昇速度が小さいと考えられた。計算上 LMD ダクトの排ガス流速は、9.8 m/sec 以上であれば石灰泥は排ガスとともにサイクロンへ上昇するはずだが、設計流速 12 m/sec ですべての石灰泥が上昇するわけでは無かった。

排ガス上昇速度を大きくすれば、石灰泥のほとんどが排ガスと十分に熱交されながらサイクロンへ運ばれ乾燥された石灰泥がキルンに供給されることによってこの問題が解決されるであろうと予測した。

対策として排ガス上昇速度を大きくするため LMD ダクトの径を狭くすることとした。

図 3 のようにスクリーフィーダー石灰泥落口の LMD ダクトを改造した。

設計排ガス速度は、12 m/sec であったが第一段階、第二段階と改造し最終的にはダクト開口部の面積を当初の約 37% とし排ガス速度を 31 m/sec とした。

また 70% 以下の石灰泥はベトついた状態となるのでスクリーフィーダーの落口を改造し石灰泥が均一に分散するようにした。

その結果、LMD サイクロン出口排ガス温度は 250°C 以下となり焼成石灰の純度、残 CaCO₃ ともに良くなった。

問題(4)の状況として焼成石灰量 200 t/D 以上に上げるとキルン窯尻フードのラビリンズシールから石灰泥が洩れだした。キルンの回転数を上げると洩れは少なくなるが止まるわけではない。フィルター出口の石灰

表 1

保証項目	保証値	操業実績値
焼成石灰生産量	220 T/24 hr	202.7 T/24 hr
焼成石灰中残 CaCO_3	3.0%以下	平均 2.875%
重油消費量	5,400 MJ/石灰 ton	5,340.8 MJ/石灰 ton
排ガス（煙突にて）		
ばい塵	100 mg/ Nm^3 以下	5.0 mg/ Nm^3 以下
H_2S 含有量	10 ppm 以下	2.0 ppm 以下
SO_x 含有量	10 ppm 以下	1.0 ppm 以下
NO_x 含有量	100 ppm 以下	23.0 ppm 以下
石灰泥フィルター出口		
固形分濃度	80%以上	平均 83.3%

（生産バランスにより焼成石灰 202.7 t/D でテスト実施する）

図 3

泥固形分濃度は常時 80%以上あるが、プレコート更新後は一時的に洩れは止まる。石灰泥中の残アルカリを調査したが 0.05%以下と問題になるレベルではない。またキルン停止時に内部を点検したが窯尻部にわずかにリングが形成されているだけであった。以上のことからキルン窯尻部の石灰搬送能力不足と考えられた。

石灰泥搬送能力は、窯尻のスパイラルウィングの高

図 4

さに比例することから対策としてウィング高さ 300 mm から 500 mm とした。また図 4 のようにフィードローターに洩れ防止小羽板を 8 枚取り付け、シャベルの嵩上げもおこなった。この改良工事により石灰泥の洩れは無くなった。

5. 実 績

ダクト改造の結果、メーカー保証値を十分満足できる実績が得られた（表 1）。

6. おわりに

試運転以来 4 年以上経過したが、LMD ダクト等、改造後は大きなトラブルも無く順調にきている。今後は、パルプ蒸解液製造プラントとして更に高品質の焼成石灰製造を目指し、省エネにも取り組んでいきたい。