年次大会・パルプセッションB

最新型ライムキルンとその納入実績

フィンランドアールストロームマシナリーケムレック事業部 ヨウニ ヤンティ
住重アールストローム株式会社技術本部技術第二部 末 本 良 一

LIME KILN TODAY-WHAT IS LEARNED

Jouni Jäntti

Ahlstrom Machinery CHEMREC Division R & D
Manager

Yoshikazu Suemoto

Ahlstrom sumiju K.K. Process & Engineering Division,
Engineering Dep. II

末本良一

In order to decrease heat consumption and to increase the capacity especially in modernizations, Ahlstrom has designed LMD (Lime Mud Dryer) system and Sector cooler. LMD system and Sector cooler have simple and strong construction. To prevent plugging problem, Ahlstrom eliminated a crusher and high inside circulations from the feed end of lime kiln.

1. 現代のライムキルン—LMD ライムキルン と近代化工事

1.1 概 要

新しいライムキルンシステムが最近5年間にわたり、

それ以前の20年間より数多くテストされた。排ガスを利用したライムマッド乾燥装置が考案され、サテライトクーラーは新しいセクタークーラーになった。この近代化の主な目的は熱原単位の減少と生産量の増加であった。

排ガス利用のライムマッド乾燥装置自体は新しい発明ではない。従来は、ライムマッドフィルター出口におけるライムマッド中の水分が多い為、ライムマッド乾燥装置中における内部循環量を多くし、さらにパドルミキサー及びケージミルを設置していた。このパドルミキサー等において、詰まり等のプロセス上の障害が特に多発し、復旧作業が頻繁に必要であった。さらに、ライムマッドの内部循環量が多い為 IDF、ケージミル、パドルミキサー等に非常に大きな動力を必要とした。

ライムキルンへの乾燥したライムマッドの新しい供給方法が 80 年代に研究された。同時に、ライムマッドフィルター出口におけるライムマッドの固形分濃度の上昇し、75%以上になった事によりライムマッド乾燥装置中における多量の内部循環は不要となった。フィンランドの Kemi 市の Metsä-Botnia 工場で多段階の近代化プロジェクトが 1987 年スタートし、これにより LMD ライムキルンが開発された。

1.2 LMD ライムキルン(LMD : Lime Mud Dryer の略)

LMD ライムキルンは今日の形式(図 1 に示す)に至るまでに数段階にわたって開発された。下図はキルンの窯尻に設置されるライムマッド乾燥装置の LMD

システムであり、主要機器は以下の通りである。

- 排ガスダクト
- LMD サイクロン
- 電気集塵機
- IDF
- スクラバー
- CPR ライムマッドフィルター
- ライムマッド供給用コンベヤー

図 2 にライムマッドの供給装置を示す。

従来のサテライトクーラーに代わり下記の特長を持つセクタークーラーが開発された。

- コンパクトでしかも大容量

図 2 ライムマッド供給装置

図 1 LMD システム

図 3 従来のサテライトクーラー

図 4 セクタークーラー

図 5 セクタークーラーの据付例

- 大粒径の焼成石灰を横排出とした為、コンクリート支柱高さが低くなり、基礎工事費用が大幅に低減した
- 外部放熱が少ないのでバーナー室の環境が改善された。

図5はセクタークーラーの設置例である。コンパクトであり、バーナーの調整及びキルン内の点検が容易に行える構造である。

図6は下記の特長を持つ、独立したNCガス専用ノズルを備えたPyro GLバーナーである。

- 最新型ライムキルン専用のデザイン
- 重油、天然ガス、NCガスに対応
- 高品質な焼成石灰が得られる最適な安定した火災

1.3 近代化 (LMD への改善)

納入実績 28 プラント中の 18 プラントは近代化の改

造である。これらの近代化工事のいずれもが、著しい生産量の増加をもたらした。場合により、工事を数段階に分けて行う事もあり、例としてはセクタークーラーを先に設置し次の機会に LMD システムの取付工事を行う場合がある。

2. 経 験

2.1 生産量

近代化工事を行ったキルンの性能テストは、工事の操業が許せば全て行われた。

生産量の測定結果は我々の期待に十分に答えるものであった。近代化工事を行ったライムキルンの生産量増加は表2で見える事ができる。改善前の生産量 300 T/D の直径 3.6 m のライムキルンを改造した例が最も大きな生産量の増加を示した。キルンの長さにもよ

図 6 Pyro GL バーナー

表 1 LMD ライムキルン (新設)

客先	キルン寸法(m)		仕 様	納入年	生産量(T/D)		備 考
	直径	長さ			設計値	測定値	
A 1	2.8	60	LMD	1988	160	85	工場生産量の限界
A 2	3.0	65	LMD	1990	220	220	
A 3	3.6	75	LMD+SC	1990	300	320/300	天然ガス/重油
A 4	3.6	75	LMD+SC	1992	340	340	
A 5	4.0	95	LMD+SC	1992	450	460	
A 6	3.6	75	LMD+SC	1994	380		
A 7	4.5	105	LMD+SC	1994	680	550	工場生産量の限界
A 8	4.25	96	LMD+SC	1996	540		
A 9	4.0	105	LMD+SC	1996	500		
A 10	4.5	125	LMD+SC	1996	680		

(注) : SC : センタークーラーの略

るが、500 T/D の生産量を達成した。

2.2 温度と熱原単位

初期の LMD キルンはライムマッドの固形分濃度 75% を基準としていた。ライムキルンの長さは窯尻温度が 550℃ となる様に選択された。この温度では排ガ

スは大きな熱を持っており供給されたライムマッドのほとんど全てがサイクロンへ行き、水の蒸発により排ガス温度を 400℃ 下げる。従ってサイクロン後の排ガス温度は約 150℃ である。実際には固形分濃度 75% の場合はほとんどなく、現在は通常 80% 以上である。

表 2 LMD への改造実績

客先	キルン寸法(m)		仕 様	納入年	生産量(T/D)		備 考
	直径	長さ			設計値	測定値	
B 1	3.6	82	LMD	1988	380	450	工場生産量の限界
B 2	3.4	72	LMD+EP	1990	260	300/280	天然ガス/重油
B 3	2.8	60	LMD	1990	160		
B 4	3.6	106	LMD+SC+EP	1992	500	510	
B 5	3.3	103	LMD+SC+EP	1992	300	312/309	天然ガス/重油
B 6	2.7	60	LMD	1992	130	95	
B 7	3.0	65	LMD	1992	130	120	工場生産量の限界
B 8	3.0	79	LMD	1992	250	220	
B 9	4.0		LMD+SC	1993	180		
B 10	3.4	100	LMD+SC	1993	350	385	
B 11	3.4	62	LMD+SC	1993	180	175	
B 12	3.4	80	LMD+SC	1994	250	320	
B 13	3.4		LMD+SC	1994	680		
B 14	3.4		LMD+SC	1994	680		
B 15	3.4	82	LMD+SC	1995	680		
B 16	3.4		LMD+SC	1995	680		
B 17	3.4	87	LMD+SC	1995	680		
B 18	3.4	110	LMD+SC	1996	680		

(注)：SC：センタークーラーの略

天然ガスを使用する場合は熱伝達が（重油より）低い
ため、窯尻の排ガス温度は上昇する。

図 7 に窯尻排ガス温度とライムマッドの固形分濃度
の関係を燃料をパラメータとして示す。

天然ガス使用のライムキルン窯尻排ガス温度は、重
油又は木材ガス化燃料の場合より高くなる。これらの

ライムキルンにはチェーンは取付けられていない。最
初から取付けられていないキルンもあり、他は後で取
り外された。重油使用キルンの排ガス温度の差は、生
産量の違いによる。

窯尻排ガス温度に比して、サイクロン後の排ガス温
度はバラツキが小さい。天然ガスは温度が高い。

重油又は木材ガス化燃料の場合、サイクロン後の排
ガス温度の制御性は非常に良い。ライムマッドの固形
分濃度は 70～80% の場合、排ガス温度は 160～180℃
である。

ライムマッド固形分濃度は 80% 以上の場合、温度
は上昇を始める。今日のキルンサイズでは高固形分濃
度における、最高の熱経済的利益を得る事が出来ない。
固形分濃度の上限はたぶん 85% であろう、そしてこ
れ以上になると温度上昇がライムマッド中の水分の必
要蒸発量の低下による利益を「食べて」しまう。これ
は高固形分濃度が到達する価値がない事を意味しない。

図 7 窯尻排ガス温度

図 8 サイクロン後の排ガス温度

固形分濃度が高くなれば、TRS 及びアルカリロスが低くなる。とにかく、これらの特にプロセスの外らんによる高温に対しての電気集塵機の安全確保を行うべきである。

今日の LMD システムが 2 系統の安全用水システムを備えている。一つは従来の ON-OFF のインターロックである LMD が水散布システムを備える場合もあり、これは排ガス温度により動作する。LMD システム下部にノズルが有り、少量 (<1 l/Sec) の水を排ガス中に散布する。この水がライムマッドから「失われた水」を補充する。

新しい LMD ライムキルンの熱原単位の保証値は、キルンサイズによるが、重油の場合 5,400~5,800 MJ/g (133~143 kg/T 石灰) であり、天然ガスの場

合 5% 増となる。

3. 操 業 性

3.1 リ ン グ

LMD キルン内のリングの状態は、従来型のキルン (ロングキルン) と同様である。

3.2 ダストの漏れ

時折発生する窯尻からのダスト漏れは、オペレータにとっては面倒な問題に見える。キルン内の温度分布の変化により、リングは成長する。キルン内のリングが生長すると、リングより窯尻側のライムマッド量が増加し (レベルが上がリ) 窯尻のスクリーンの能力が不足となりライムマッドの一部がシールボックスを通過して外へ出てくる。これはスクリーンの羽根の高さ増す事により、解決された。

3.3 詰 ま り

LMD 内の詰まりはほとんど発生しなかった。とくにスタートアップ時であった。原因としては冷えた表面上の凝縮水であろう。注意深くスタートアップする事によりこの発生はない。

これらの問題は、ライムマッドの固形分濃度を一定に高く保つことにより下げられる。

4. 改 造 例

表 3 にフィンランドにおける近代化の改造例を示す。

表 3

項 目		改造前	改造後	備 考
石灰泥の固形分濃度 (%)		75	77	
焼成石灰の残 CaCO (%)		2.0	1.1	
生産量 (T/D)		270	408	保障値 400 T/D
温度 (%)	窯 尻	210—230	650	
	サイクロン後		205	
熱原単位 (MJ/T)		5,700—5,800	5,500	試運転中に保障値達成

新設機器：LMD システム

：セクタークーラー

：CPR フィルター