竪型ミル特集

セメント、骨材の生産合理化に貢献

セメント業界や骨材業界などでは生産工程で原燃料の破砕、粉砕が重要な役割を担っている。良質な製品を製造することと併せて、粉砕・破砕工程はエネルギーを多量に消費するため、いかに電力コストを抑制するかが重要な課題とされる。とくに需要減に伴う減産や今夏の電力抑制対策もあり、製造現場では様々な対策を講じている。こうした観点からセメント業界では、各工場に竪型ミルが導入され省エネの推進に貢献している。また、コンクリート用骨材の分野では天然砂の枯渇により砕砂や高炉スラグの需要が増加しており、これに対応して製砂機として竪型ミルが導入されている。主要メーカーの竪型ミルの特長や実績などについて紹介する。

宇部竪型ミルによる多品種少量生産について

はじめに

近年、新素材開発の関連として、粉体製造プロセスが脚光を浴びている。化学機械業界もこの数年来省エネルギーの観点より一次粉砕機として回転式衝撃粉砕機（チューブミル）に替わり、竪型ローラーミルが多く採用されてきた。また、最近では各種砕料の高付加価値の製品開発、新用途開発が行われており　竪型ローラーミルの高機能化が要求されている。

これらの粉砕技術の一端として、当社は竪型ローラーミルに対する長年のメーカーとしての設計、製作の実績と社内における建設資材および各種フィラー材のユーザーとしてのノウハウの蓄積を基に、大容量微粉砕（少品種多量生産）に多くの実績をあげている。

これに対して商品のライフサイクル短縮の観点から竪型ローラーミルに多品種少量生産のニーズが高まっている。本報では、同ニーズに基づく竪型ローラーミルの高性能化について紹介する。

宇部竪型ミルの概要

(1)用途

宇部竪型ミルは、粉砕と同時に乾燥・分級・気流搬送ができる利点を生かし、セメント原料、石灰石、石炭、コークス、燐鉱石等の大容量粉砕をはじめ、タルク、セメントクリンカー、高炉水砕スラグ等の高微粉砕にも適している。

また、最近ではボトムアッシュ、廃ボード、貝殻、木材等の産業廃棄物の粉砕を行っており、環境リサイクル事業にも貢献している。

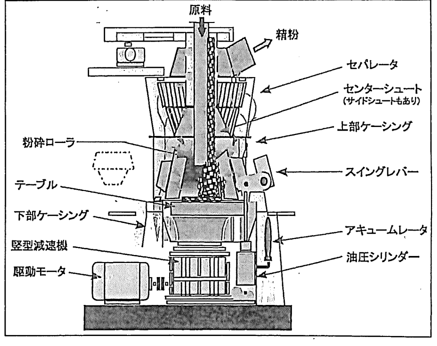
(2)納入実績

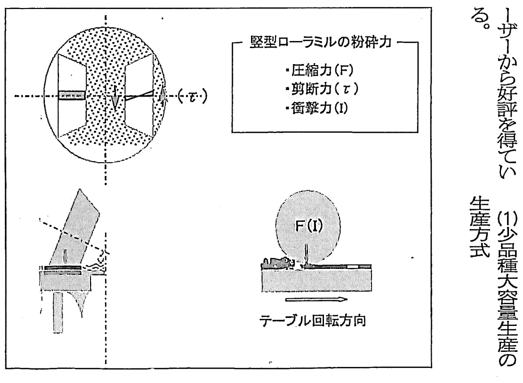
①処理：0.7〜760t/h

②製品粒度：DP50（平均粒子径）＝1.5〜200μm

当社では、各産業界のニーズに応じて世界最大級のテーブル直径6100㍉の超大型ローラミル（UM61・4：760t/h）をはじめ、国内外において、500台の納入実績を有しており、ユーザーから好評を得ている。

宇部竪型ローラミルの構造





宇部竪型ローラミルの粉砕機構

生産方式

(1)少品種大容量生産の生産方式

本方式の場合粉砕目的が一定、たとえばセメント原料の粉砕、鉱物の一定目的の粉砕の場合、粉砕原料性状、製品能力、製品粒度がほぼ一定で常にコンスタントな生産を行うことが特徴である。主な操作因子は一度設定するとほとんど変更しない場合が多い。

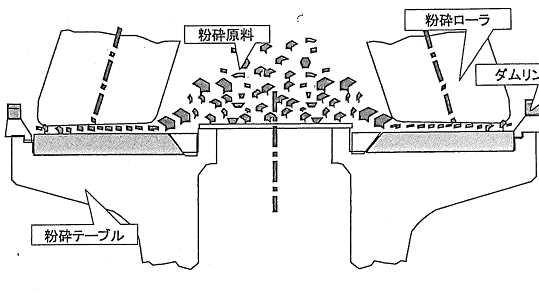
(2)多品種少量生産の生産方式

一台の竪型ローラミルに対して粉砕目的が多数あることが特徴である。

①同一原料において製品粒度を変えて異なる目的に使用する

②異なる原料を粉砕する

③目的変更の周期



生産方式

生産方式変更に伴う課題と対策

一台のミルを粉砕目的を変更して使用する場合、粉砕条件の違いから、ミルの設定項目、即ち操作因子を変更しなければならない。セパレータ回転数、ローラ粉砕力、風量は容易に遠隔で操作可能であるがダムリング高さは一度ミルを停止し、ミル内で高さ調整の作業が必要となってくる。

粉砕目的が著しく変更する場合、ミルを安定的にかつ効率的に運転するためにはこの操作因子の変更が必ず必要となってくる。

理由：粉砕ローラは上述どおり粉砕される原料の摩擦力で回転する。ここで原料とは新たに供給している原料ではなく、ミル内で循環している非常に微細な粒子であり、この原料摩擦角の安定化を図らねばミル振動が発生する。

ミル振動は、この摩擦角、粉砕移動速度（テーブル回転数）、粉砕力の3要素に大きく影響される。

(1)課題

一日に数回設定変更（粉砕目的の変更）を行い、かつ短時間で人手を掛けずに切り替えが可能なこと。

(2)対策

竪型ローラミルは下記の関係（m、n、一乗の影響度はある）が成り立つ。

製品粒度∝セパレータ回転数
粉砕能力∝風量*テーブル回転数*粉砕力
ミル振動∝粉砕力*テーブル回転数*摩擦角
ミル動力∝粉砕力*ダムリング高さ*摩擦角

この関係を当社の実験ミルにより、多くの実験を行い検証しさらに実機のフィールドデータからまとめ、操作因子の内、ミルを停止しダムリングを交換することなく、難粉砕性の粉砕を行う場合は、ミル振動値をセンサーでキャッチしテーブル回転数を自在に変更することによりミルを安定化させる。

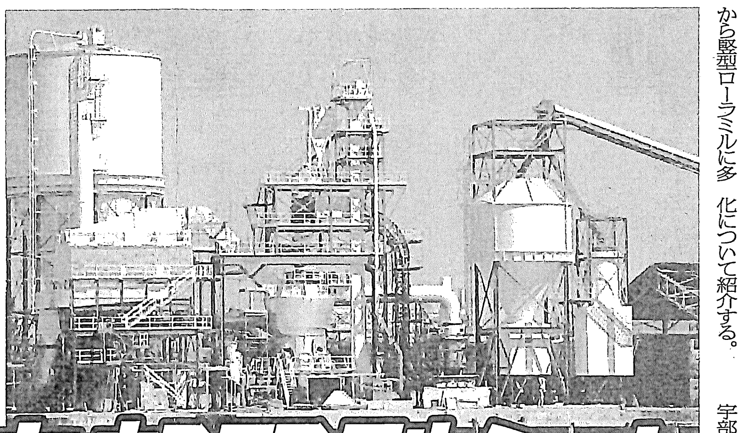
また容易な粉砕の場合はテーブル回転数を上昇させ粉砕能力を最大限にひきだす〝テーブル回転数制御方式〟の特許を取得した。

あとがき

今回、宇部竪型ミルによる多品種少量生産について紹介しましたが、今後とも更なる高機能、高効率の竪型ローラーミルを納入できます様に、多種原料の粉砕テスト及び粉砕システムに関する研究、開発設計を継続してゆきます。

宇部興産機械

豊富な納入実績



宇部竪型ミル

宇部興産機械は産業界の各種用途に対応すべく竪型ミルの改良、開発を実施してきた。この結果、納入実績は国内セメント原料用竪型ミルでは90％以上、建設ラッシュに沸く中国市場においても大型の原料ミルにおいては20％以上の市場シェアを持っており、トータルの納入台数も累計で511台となった。セメント業界のみならず各分野に対応し、最も多くの納入実績を持つ宇部社のローラミルの今後の開発方針が一層注目されるところだ。

特に注目されるのがスラグ粉砕への適応であり、国内外で初めて竪ミルによるスラグ粉砕に成功し、85年千葉リバーメント社にUM32Sを納入、その後順調に受注を重ね、計30台の納入実績となっている。

主な納入先は太平洋セメント（UM28S）、JFE福山工場（UM35S）、豪州スチールセメント（UM30S）、ユニオンスチールセメント（UM38S×2台）、名古屋エスメント（UM35S）、韓国双龍セメント（UM45S）等に納入しいずれも順調に稼働し顧客から好評を得ている。

高炉水砕スラグの粉砕に本機を採用することで、従来のボールミル方式と比較して製品品質も全く遜色がなく、電力原単位が40〜50％低減するという大きな効果がある。構造的には粉砕ローラとテーブルのメタルタッチを完全に防止するためメカニカルストッパーを設けており、またローラがコニカル型であり運転中の適性層厚が確保でき効率の良い、低振動な稼働ができる。また、ローラは材質を耐摩耗性の高い特殊硬化肉盛にし、形状はコニカルタイプを採用しているためローラをミル外に出すことなく自動溶接機により短時間で再肉盛が可能であり大幅なメンテナンスコストの低減が図られた。

スラグ粉砕のハイブレーン化に対応すべく新規に「UKS型セパレータ」を開発し6000〜10000㎠／gも可能としている。

さらにクリンカミルとして、90年韓国・双龍セメント寧越工場にUM45C型を納入、引き続き、同社間慶工場にもUM45C型を納入し順調に稼働している。また、これらの実績により韓国・現代セメントから世界最大級の粉砕能力を持つクリンカミル（UM50C型）2基を94年納入、稼働中である。

なお、中国向けとしては唐山鋼鉄社向けUM46S、建龍鋼鉄向けで同様にUM46Sを納入し、淮鋼鋼鉄向けでUM50Sを納入した。その後も大型スラグミルの受注は好調である。このように多くの納入実績、および順調な稼働状況に基づき、各国より活発な引合いを受領している。

また、樹脂、製紙、ゴムなどの産業分野でフィラー剤として使用されるタンカル、タルクなどの高微粉砕（特に10000〜20000㎠／g）に適応できる新型セパレータを組み込んだ宇部スーパーローラミル（USVミル）が好評を博している。

本機の大きな特長は①回転式ベーンセパレータ「UKS型」を採用し高微粉の製品分級がシャープに行える。また、従来のミルに比較し粉砕圧の高面圧化が可能な構造となっている②従来この分野で使用されていたターボミルに比べて電力原単位が3分の1の1㌧あたり150kW時ですむ③粉砕能力もターボミルが時間あたり数百kWであるのに対し「USVミル」は時間あたり数㌧から10㌧の炭カルを処理することができる。

このような特長が評価され、納入実績もソブエクレー、富士タルク、片倉チッカリン、備北粉化等と増え、炭カル、タルク粉砕用として順調に稼働している。

宇部竪型ローラミルの各種シリーズはセメント業界をはじめ各種の産業界の要望に確実に応えるものとして、脚光を浴びている。

納入実績

ミルタイプ 原料	2ローラ	3ローラ	4ローラ
セメント原料	19	2	113
クリンカ／スラグ	3	4	71
石炭	196	9	—
オイルコークス	28	—	—
コークス	12	—	—
石灰石／ドロマイト	24	9	—
燐鉱石及び熔燐	7	—	—
その他	13	1	—
小計	302	25	184
合計	511		