

## 新堅型製砂ミル『オーロラミル』の開発 Development of New Vertical Sand Mill “AURORA MILL”

畑中 治\*

Osamu Hatanaka

主要建設材料である砂は、今まで天然砂が大半を占めていたが、良質な天然砂の枯渇化ならびに環境保全の重要性により、さまざまな採取規制が行われている。このため、砕砂の需要が年々増加している。

当社では、数年前から堅型製砂機であるSVXミルを販売しており、角のない優れた砕砂を生産できることから好評を得ているが、よりコストパフォーマンスの優れたものにするために構造の全面的な改良を行い、新堅型ミルを開発した。

Sand used for main construction material has been almost natural sand. Recently various picking regulations have been done because of exhaustion of the natural high-quality sand and the importance of the environmental preservation. Therefore, demand for the manufactured sand is on the increase year by year. We have sold SVX Mill that is a sort of vertical sand mill for several years. SVX Mill can produce crushed sand that has round corners and it gets popularity. We have done the complete check of the structure and have developed new vertical sand mill.

### 1. はじめに

従来、建設基礎資材である砂については、河川、海および山地から採取した天然砂といわれるものが大半を占めていた。ところが近年、良質な天然砂の枯渇に加え、自然環境保護のため、さまざまな採取規制が行われるようになってきている。このため、石を砕いてつくる砕砂の需要が増加しており、新たな製砂機の要求が高まっている。

各種製砂機のうち堅型ミルは、乾式方式で粒形の良い砕砂が生産でき、設置面積、振動・騒音および動力原単位が少ないなどの特長がある。そこで当社では、数年前から他社に先駆けロッドミルより粒形の良い製砂機として堅型ミル『SVXミル』を販売し、好評を得ている。今回、永年にわたり蓄積した破碎・粉砕技術に納入実績から得られたデータを加味し、全面的な構造の見直しを行い、SVXミルの長所をさらに高め、コスト、性能面においてロッドミルに代わる新堅型ミル『オーロラミル(A-VXシリーズ)』を開発、商品化した。

本稿では、オーロラミルの性能と技術的特長について紹介する。

図1にオーロラミルの外観を示す。

### 2. 天然砂と砕砂の特長

#### 2.1 天然砂

天然砂は下記の特長をもっている。

- 1) 粒形が丸いため、コンクリートの流動性が良く、水の使用量が少なくなる。
- 2) 大きな生産設備が不要で、低コストである。



図1 オーロラミルの外観  
Fig. 1 View of AURORA MILL

#### 2.2 砕砂

一方の砕砂の場合、天然砂と比較して粒形が角張っている、生産設備のランニングコストが高価である、振動・騒音が大きいなど、製品の品質および設備に関する問題があるが、次のような特長<sup>1)</sup>により砕砂の生産量は増加している。

- 1) 石質が安定している。
- 2) 粒度分布が一定である。
- 3) 水分がほぼ一定に保てる。
- 4) 軟石、泥塊などの不純物が除去されていることにより、品質が安定している。
- 5) 安定供給ができる。

\* 機械事業部 産業機械技術部 破碎システム

### 3. 構造

オーロラミルは原料を供給する供給シュート、タイヤ型の3個のローラと凹型のテーブルからなる破碎部、テーブルの上下可動と破碎力を与えるための環状油圧シリンダ部、電動機からの動力を伝達する減速機と特殊継手および主軸からなる駆動部、上下フレームとローアベースから構成されており、ユニット式構造になっている。

図2にオーロラミルの断面構造を示す。原料はミルの上部から水平回転するテーブル中心に供給され、遠心力によりテーブル外周方向に移動する。原料はテーブルの凹部上面に沿うように取り付けられた3個のローラとテーブルの間で破碎された後、テーブル外周部全域からそのまま排出シュートを通して搬送コンベヤ上に落下する。

ローラとテーブルとの間に噛み込まれる原料は相互擦り合わせ作用をともなった圧縮・せん断作用により破碎されるため、角のない優れた粒形の碎砂生産が可能となっている。

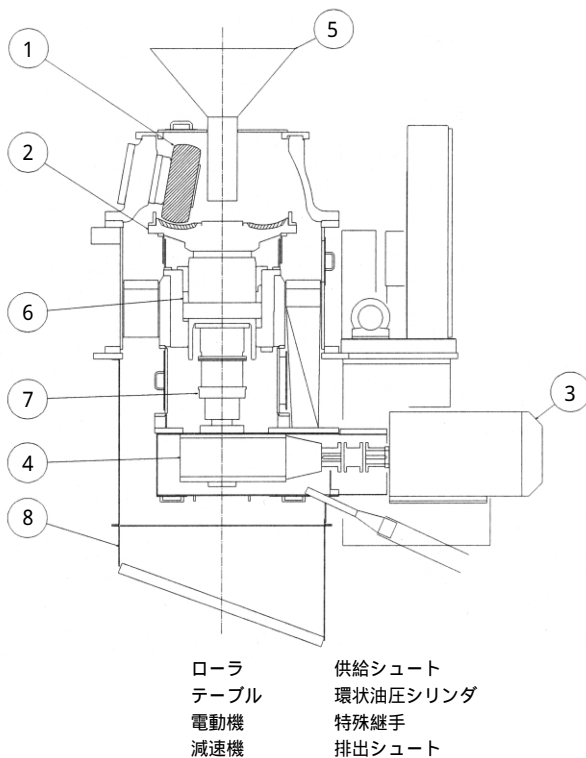


図2 オーロラミルの構造図  
Fig. 2 Structure of AURORA MILL

### 4. 特長

オーロラミルの特長を以下に示す。

#### 1) 構造のシンプル化

ローラ軸を上部フレームに固定し、テーブル部を上下可動させて間隙調整を行う方式を採用したことにより、ローラ軸取付部が簡素化され、低コスト化を実現した。

#### 2) 操作性の向上

運転中、常にローラとテーブル間の間隙が一定値になるよう制御することにより、一定破碎層厚を維持することが可能になり、微粉の発生量低減化、産物粒度(FM値)のコントロールがスイッチ操作でできるようになっている。

#### 3) 碎砂生産能力の向上

テーブルの回転数を上げ、テーブル支持力を大きくすることにより、処理能力が向上し、同一型番で従来機の2倍の生産能力を発揮する(当社比)。

#### 4) 耐摩耗部品の低コスト長寿命化

ローラおよびテーブルなどの摩耗部は、新しく開発した高硬度、緻密組織の硬化肉盛(高Cr系)を使用しており、長寿命化を図っている。

また、摩耗した部分を再肉盛することにより、ローラおよびテーブルを数回再使用することができ、ランニングコストを下げるができる。

#### 5) 優れた粒形の碎砂生産

圧縮・せん断作用による原料同士の擦り合わせ作用により、粒形判定実積率JIS規格を大幅にクリアする碎砂の生産が可能である。

碎砂粒形判定実積率：57~60%

#### 6) 据付が容易なユニット式構造

ユニット化されているため、据付が容易であり、設置面積も小さい。

#### 7) 低振動・低騒音

ローラとテーブルが接触せず、圧縮とせん断による合理的な破碎原理のため、低振動・低騒音で良好な作業環境を維持し、周囲の環境保全に貢献することができる。従って、公害対策費用もほとんど不要である。

#### 8) 高水分含有原料の破碎が可能

高水分を含んでいる原料の破碎が可能であり、湿式製砂設備でも適用可能である。

#### 9) 全周排出構造

製品はテーブルから搬送コンベヤ上に直接落下するため、従来の堅型ミルで必要としていた製品排出用掻き取り板は不要となっている。従って、掻き取り板部の消耗部品および製品の掻き取りに伴う動力消費がなくなり、ランニングコストを下げるができる。

5. 能力と製品粒度

5.1 基本フロー

オーロラミルを組み込んだ製砂プラントの基本フローは図3に示すとおりである。同図のとおり基本フローは簡単で、新規設備はもちろんのこと、既設設備にも大きな改造を必要とせず、容易に組み込み可能である。

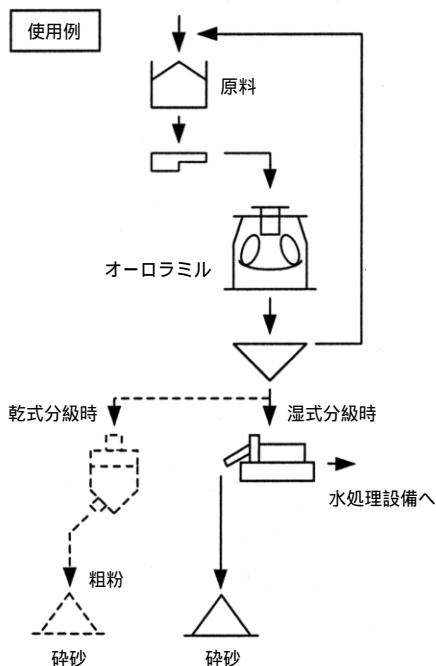


図3 製砂プラントのフローシート  
Fig. 3 Flow sheet of crushed sand plant

5.2 オーロラミルの能力

オーロラミルは3サイズの型番があり、表1に各サイズの能力を示す。同表において、3種類の原料サイズ(2.5~5mm、0~13mm、0~40mm)を規定量投入した場合の砕砂の生産能力を示している。

5.3 製品粒度

図4、図5および図6は、3種類の原料サイズ(2.5~5mm、0~13mm、0~40mm)を単味でオーロラミルによって破碎した場合の粒度分布の参考例である。

同図において、ミル破碎物はミル出口で回収した破碎品である。砕砂はミル破碎物を3.5~4.5mmのふるい目でふるい分けた製品のままで、湿式または乾式分級による、0.075mm以下の微粉の除去は行っていない。

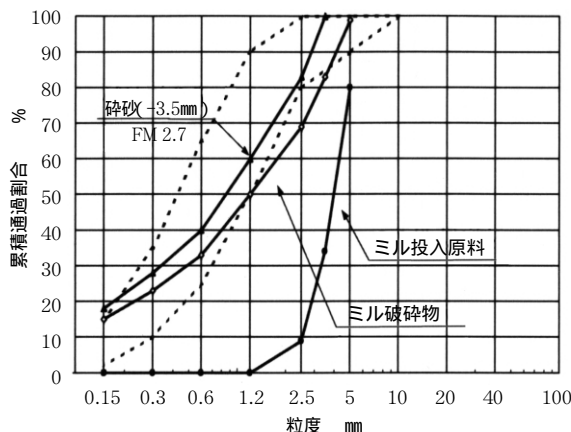


図4 砕砂粒度分布 (原料: 2.5~5mm)  
Fig. 4 Size distribution of crushed sand (Size of raw material: 2.5~5mm)

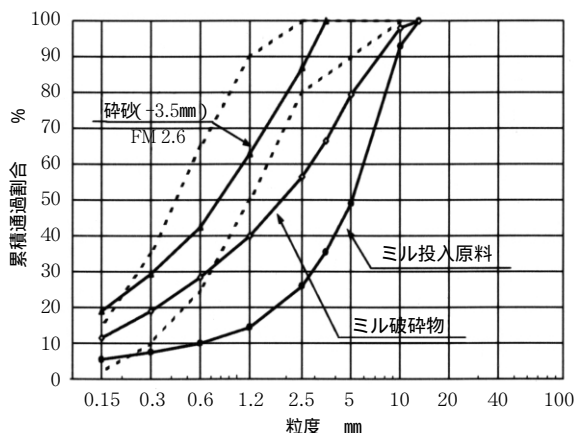


図5 砕砂粒度分布 (原料: 0~13mm)  
Fig. 5 Size distribution of crushed sand (Size of raw material: 0~13mm)

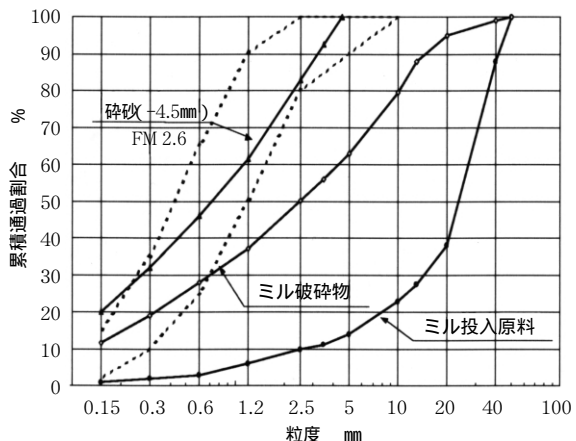


図6 砕砂粒度分布 (原料: 0~40mm)  
Fig. 6 Size distribution of crushed sand (Size of raw material: 0~40mm)

表1 オーロラミル能力表  
Table 1 Capacity of AURORA MILL

型番	テーブル軌道円径 mm	供給量 t/h	原料粒度別砕砂生産能力 t/h			電動機 kW
			2.5~5mm	0~13mm	0~40mm	
A-VX150	700	60	40~45	37~40	34~37	100~200
A-VX300	1,000	140	88~98	80~90	71~82	250~350
A-VX500	1,250	220	130~150	118~143	103~123	450~550

### 5.4 製品粒形

粒形の丸みを判断する指標として、粒形判定実積率がある。砂の場合、JIS規格で53%以上であることが定められており、一般的には57%以上、目標値で58%以上が望まれている。図7はオーロラミルで破碎した産物の碎砂実積率測定結果をまとめたものである。

粒度の異なる10種類以上の原石を条件を変えて40条件にて破碎し、得られた各々の産物の碎砂実積率を範囲別に分けると図7のようになる。一番低い実積率でも56%以上であり、JIS規格値を大幅にクリアしている。実積率57%以上が95%、同58%以上が72.5%であり、平均値でも58.4%となっていることから、製品砂の粒形が非常に良好なことが認められる。

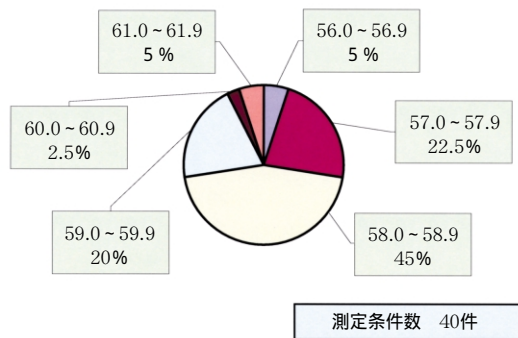


図7 実積率の分布

Fig.7 Distribution of solid content in aggregate

## 6. 使用実績

### 6.1 仕様

納入先 : 中国地方 A社  
 型番 : A-VX150  
 設備電動機 : 190kW  
 原石名 : 安山岩  
 (堅型インパクトクラッシャと設置換え)

### 6.2 破碎粒度分布

図8にサンプリング結果の粒度分布を示す。

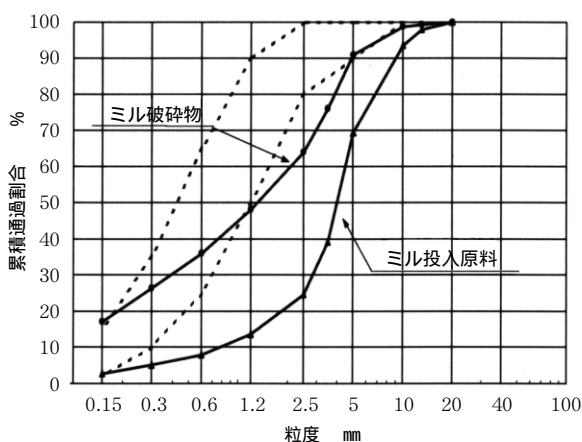


図8 碎砂粒度分布

Fig.8 Size distribution of crushed sand

### 6.3 碎砂実積率

オーロラミル破碎物のサンプリングを行い、碎砂実積率を測定したところ、58.5%と粒形は非常に良好であった。

### 6.4 オーロラミル導入後の効果

#### 1) フィルタプレスの運転回数の減少

導入前	8回/日
導入後	5回/日

コンクリート用骨材として使用する場合、0.075mm以下の微粉は不要である。当納入先では湿式により微粉の除去を行っており、除去された微粉はフィルタプレスにより回収される。

オーロラミルに設置換えしたことにより、微粉の発生量が減少していることが確認できる。

#### 2) リターン量の減少

オーロラミルの下流にある既設ボールミルのオーバーサイズリターン量(+3.5mm)が減少した。旧設備の堅型インパクトクラッシャと比較して破碎効率が良く、ボールミルに投入される粗粒が減少したためである。

## 7. おわりに

はじめに述べたように、品質、石質が安定しており、安定供給ができる碎砂の需要が今後さらに高まっていくと考えられる。

今回、新しく開発した堅型製砂ミル『オーロラミル(A-VXシリーズ)』を紹介したが、今後もさらに実験と改良を重ね、本機の性能をより高めていく考えである。

### 参考文献

1) 金子貫太郎、印藤正夫、藤本信司：V Xミル(堅型ローラミル)の用途開発例、クリモト技報No.36、1997.3

### 執筆者

畑中 治

Osamu Hatanaka

平成9年入社

破碎機の設計に従事

