

## カーボンブラック粉碎と新製品E-ACM Carbon Black Grinding with the Dedicated Machine E-ACM

ロブ・フォーヒース,  
Rob VOORHEES,

須原 一樹  
Kazuki SUHARA

ホソカワミクロンインターナショナル,  
Hosokawa Micron International Inc. ,

ホソカワミクロン株式会社 企画管理本部  
Hosokawa Micron Corporation

### 1. カーボンブラック市場

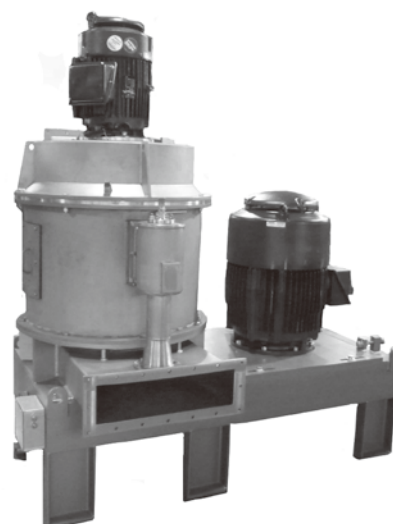
カーボンブラックはゴム工業では、不可欠な材料で、2012年予想世界総生産量2,600万トンの90%は、ゴム用途に使われる。高品質のカーボンブラックはゴムの強度アップ、耐摩耗性向上の目的で、車両用タイヤに大量に使われる。今年の見積りタイヤ製造量は15.5億本で、市場では、より高品質で安価なカーボンブラック製造技術が求められている。

### 2. カーボンブラックの品質向上のために開発されたホソカワの新製品E-ACM

市場からの高品質なカーボンブラック製造要求を満たすため、ホソカワでは新しい粉碎技術を開発した。長年、カーボンブラック業界では製品中のグリット量（粗粒：カーボンファーンエスの壁材などの不純物）を減らすために分級機内蔵型粉碎機 ACM パルベライザや高速衝撃式粉碎機マイクロパルベライザ AP 型が使われてきた。

ただ、これらの機種では、最新の市場要求を満たすには限界があるため、ホソカワでは以前からのロングギャップミルでの経験を活かし、ACM パルベライザを大幅改良することによって、最安価な製造コストで、最新の品質要求を満たすレベルまでグリット量を減らすことができる分級機内蔵型粉碎機を開発した。

その新製品 E-ACM の粉碎機構について説明する。



250 E-ACM

#### (1) 機構と特徴

原料は空気輸送で粉碎室へ分散されながら送り込まれる。グリット粒子（粗粉）の効率的な粉碎には、原料を充分分散させることが不可欠である。カーボンのような軽い原料を処理するには、全原料が必ず粉碎室を通ることが特に重要である。E-ACM では、粉碎ロータの下部から原料を供給するので全ての粒子は衝撃式粉碎機構（アングル型ハンマ）を通過することが保証されていると共に、粉碎室での滞留時間が最大になるよう立ち上がり風速が最適化されている。

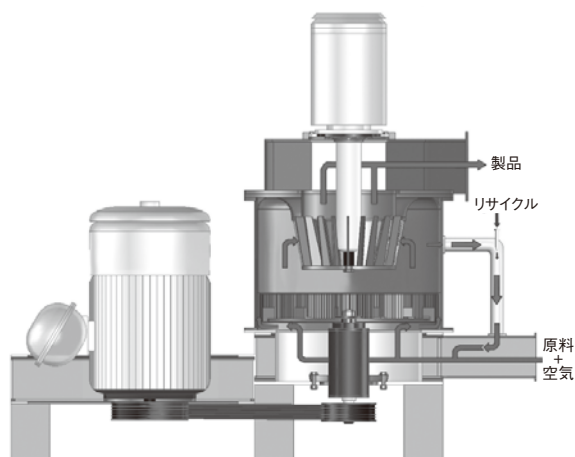


図1 E-ACM 内部機構  
E-ACM Grinding mechanism

### (2) 粉砕ハンマ

原料に最大の粉砕機会を与えるように粉砕室とハンマは設計されている。粉砕ハンマは衝撃面を広くするために背を高くしてあり、ライナとのクリアランスを狭くすることで粒子に対する衝撃力を高め、粒子同士の衝突・摩砕粉砕を促進するため高速ロータで渦流の生成を増やしている。また、ロータ径を小さくすることで、気流立ち上がり速度を抑え、原料の粉砕室滞留時間を延ばしている。

### (3) 粉砕室の改良

粉砕領域と分級領域を区別するため、粉砕室の背は高くなっている。この構造により、粗い粒子が跳ね飛ばされて分級ロータに入る可能性を低くできる。また、上昇気流が生成するサイクロン効果により粒子は予備分級されるため、結果として分級負荷の低減と効率的分級が可能になる。

### (4) 分級粗粒子のリサイクル粉砕

分級ロータ域のケーシングにゲートバルブの付いた開口部が設けられており、分級粗粒子は排出されて粉砕機原料供給口へエジェクタで送り込まれる。開口部の開度調整とエジェクタ設定条件により、リサイクル率が決まり、製品品質と処理能力のバランスの上で生産最適条件を求めることができる。

### (5) 高性能分級ロータ

グリット粒子を分級するためにエアシール仕様の斜め長ブレードロータを採用した。分級点はロータ回転数を変えて調整する。

## 3. プロセスの最適化と装置の性能

機械の性能は、プロセス全体の正しい設計に大きく依存する。E-ACM のシステム設計には三つの重要な要素があり、それぞれ深く関連しているので、機械の最大性能を引き出すためには注意深く設計・選択する必要がある。

### (1) 固気濃度の選択と維持

正しい固気濃度の設定が、装置性能の発揮には最も重要な因子となる。

処理量上げるために高すぎる固気濃度を取ると製品中のグリット残存量が増えるため、固気濃度の目安は0.3~0.4 kg (カーボンブラック) /m<sup>3</sup>(気体) の範囲が最適となる。

### (2) 原料供給速度

均一で安定した原料供給速度がシステムの最高性能を引き出す。安定した供給速度を実現するために既存の設備(集塵機およびロータリーバルブ)の改造が必要になる場合がある。

### (3) プロセスエア量の安定

処理するカーボンブラックのタイプにより、設定風量は変わるが、運転中は風量が安定しなければならないため、ファンの駆動モータをインバータ制御する。

## 4. システム設計

粉砕機は、通常カーボンブラック製造設備の中にインライン装置として組み込まれる。粉砕機による圧力損失を補うためプロセスファンは粉砕機の直後に設置される。(図2参照)

E-ACM は、正圧雰囲気では運転できないため、このファンは、粉砕機入口を若干負圧とする程度の静圧を持たねばならない。また全体のプロセスエアの他に、低圧空気が分級ロータシールエア用、ベアリングシールエア用に、高圧空気がエジェクタ作動に必要な。

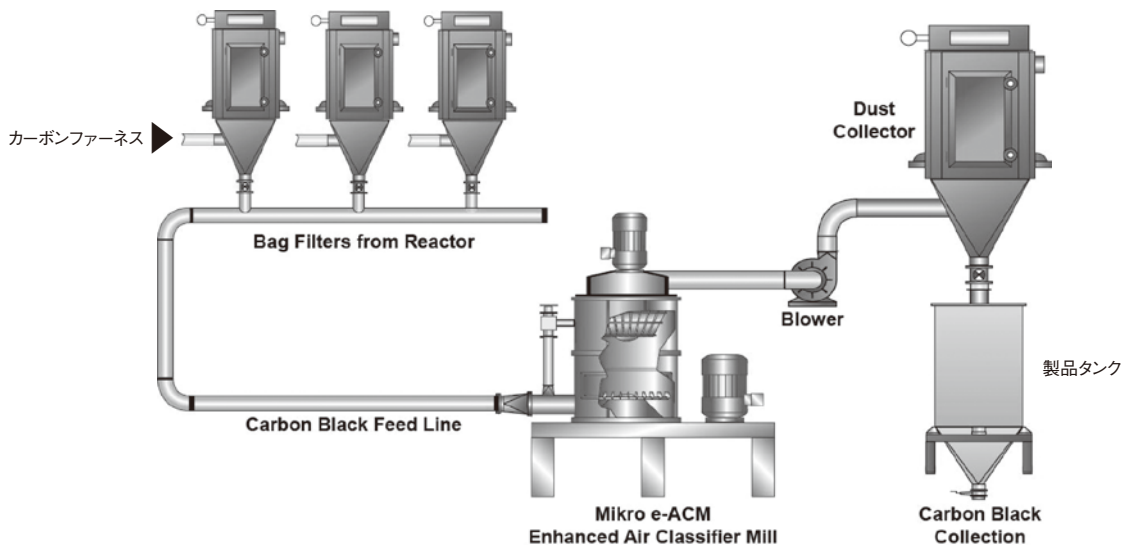


図2 カーボンブラック粉砕プロセス  
Flow Sheet of Carbon Black Grinding System

### 5. カーボンブラックの粉砕性能

一般的な二種類のグレードのカーボンブラックについてE-ACMの粉砕性能を表1に示す。

原料中のグリット量によって製品中のグリット量も影響を受ける。製品中のグリット量は分級回転数を上げたり、粗粉リサイクル量を増やすことにより減らすことができる。この場合、リサイクル量を増やすことにより、新規原料としての処理量は減少する。ある種のカーボンブラックは強い付着性を示すことがあり、この場合は機内流速を上げたり、機内部品表面摩擦係数を下げ、付着原料の剥離性を上げるよう特殊なコーティングを施すことがある。

E-ACMは、低投資コスト、低運転コストを実現しながら、現在得られる最高品質のカーボンブラックを提供する。

表1 E-ACM性能表 Performance of E-ACM

| グレード | 処理量<br>kg/kW/h | +325メッシュ<br>(PPM) | +500メッシュ<br>(PPM) |
|------|----------------|-------------------|-------------------|
| N660 | 26             | ≤ 2               | ≤ 15              |
|      | 41             | ≤ 35              | ≤ 50              |
| N550 | 25             | ≤ 1               | ≤ 10              |
|      | 30             | ≤ 5               | ≤ 20              |

### 6. E-ACM型式

各種カーボンブラック燃焼炉/反応機の処理量に対応すべく、一連の型式を準備した。

表2に一般的な処理量と必要風量を記す。カーボンブラックプロセスでは腐食性ガスを扱うので、当用途でのE-ACMの粉接部はステンレス製とするのが一般的である。

表2 E-ACM型式と処理量(参考値) E-ACM Models & Capacity (reference only)

| 型式        | モーター<br>(kW) | 風量<br>(Nm <sup>3</sup> /h) | 処理量<br>(kg/h) |
|-----------|--------------|----------------------------|---------------|
| 100 E-ACM | 75           | 8,500                      | 2,500         |
| 150 E-ACM | 110          | 11,900                     | 3,600         |
| 200 E-ACM | 150          | 17,000                     | 4,900         |
| 250 E-ACM | 185          | 20,400                     | 6,100         |
| 300 E-ACM | 225          | 25,500                     | 7,300         |
| 400 E-ACM | 300          | 34,000                     | 9,800         |