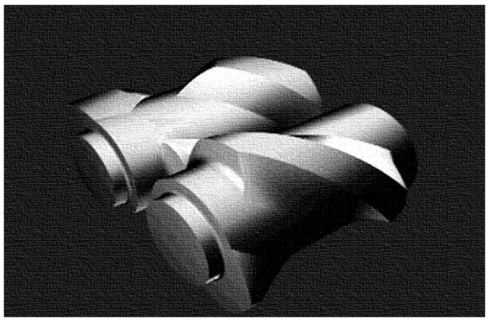
地球環境に貢献する三菱インターナルミキサー

Mitsubishi Internal Mixer Contributing to the Global Environment



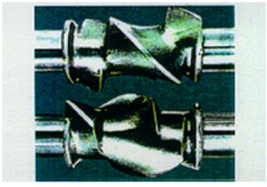
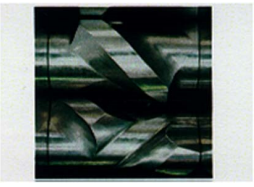
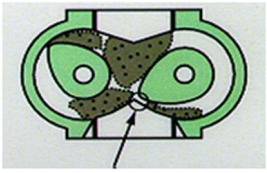
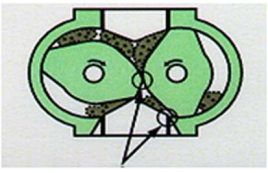
三菱重工マシナリーテクノロジー(株)
事業統括本部ゴム・タイヤ機械事業部
ゴム・タイヤ機械営業課
☎(082)291-2276

自動車用タイヤを始め，ゴムホースやベルト，パッキンなど各種ゴム製品に対する高品質化，高機能化への要求が一段と高まっている。ゴム製品は用途に応じて多種多様な原材料が混合され，最終製品へと加工される。インターナルミキサー(密閉式混練機)は，その最上流プロセスとなる混練工程において，製品ゴム品質を担う生産設備として幅広く利用されている。

三菱重工マシナリーテクノロジー(株)では，高度な混練技術に対するお客様のニーズを鑑み，当社独自の新型噛合式ロータを搭載したインターナルミキサーMR-EX(図1)を開発し，ゴム・タイヤ製品の品質向上，生産性改善に寄与している。

図1 三菱インターナルミキサー

表1 ロータ形式と機能

ロータ形式		接線式ロータ	噛合式ロータ
ロータ形状			
混練機構		 ①ロータ／チャンバ壁面間	 ①ロータ／チャンバ壁面間 ②ロータ／ロータ間
機能	剪断性	◎優	◎優
	混合性	○良	◎優
	噛込性	◎優	○良
	冷却性	△可	◎優

1. 噛合式 MR-EX ミキサーの特徴

1.1 ミキシングロータの機能

インターナルミキサーは，混練機内部に搭載されるロータ形状から，表1に示すような接線式と噛合式に大別される。接線式ロータでは，ロータとチャンバ壁面間で混練が行われ，ロータ間クリアランスが大きいため原材料の噛み込みが早く，一般に混練時間は短い。しかしながら，ロータ先端部において高せん断作用が付与されることから，混練中のゴム温度上昇が早く，冷却性に難がある。特に発熱性の高いゴム配合では，許容上限温度に達すると混練作業を中止する必要があり，所望のゴム品質を得るためには，一旦ゴムを排出，冷却した後，再度混練を繰り返すことが行われる。

一方，噛合式ロータは，二本のロータが互いに噛み合う構造であり，ロータとチャンバ壁面間の

みならず，ロータ・ロータ間における混練作用も備えている。ロータ間クリアランスが小さいため，接線式ロータと比較して原材料の噛込性に劣るものの，ロータ間での圧延効果により高いせん断力を付与すると同時にゴムとの接触面積が大きく冷却性に優れたゴム混練が可能である。

1.2 ロータ構造

当社噛合式ロータの構造を図2に示す。本ロータは，従来の接線式ロータ及び噛合式ロータの長所を融合したユニークなロータ翼であり，特に混合性と冷却性を重視した噛合式ロータである。本ロータは以下の特徴を有する。

(1) ロータ翼配列は3翼とし，4翼接線式ロータの翼配列を折り込むことで，ゴム流動性と噛込性を向上させている。

(2) ロータ間に適正なクリアランス変動を与え，せん断性とロータ間噛込性を向上させている。

(3) ロータ翼とロータ軸の2ピース構造を採用することで，翼内部には冷却水をスパイラル循環させることで，ロータ翼先端部まで冷却効果を向上させている。

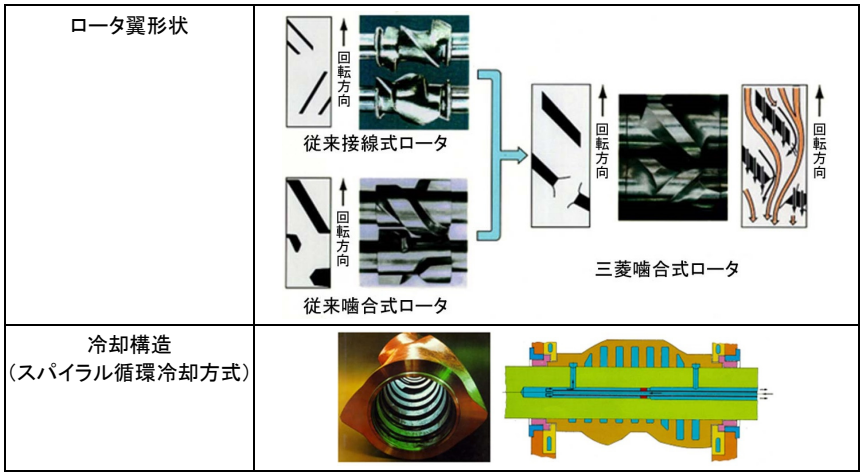


図2 三菱噛合式ロータの構造

2. ゴム混練特性

2.1 噛合式ロータによる改善事例

従来の接線式ロータとの混練性能比較結果を図3に示す。当社噛合式ロータは，ゴム排出温度が低く，高い冷却性能を有しており，フィラー分散性が向上することでゴム物性改善が達成できている。さらに，従来接線式ロータでは困難であった混練回数の削減による生産効率向上を可能にした。図4に生産性向上事例を示す。当社噛合式ミキサーの導入により，混練回数が削減されるとともに生産時間の短縮が実現でき，生産効率の改善に貢献している。

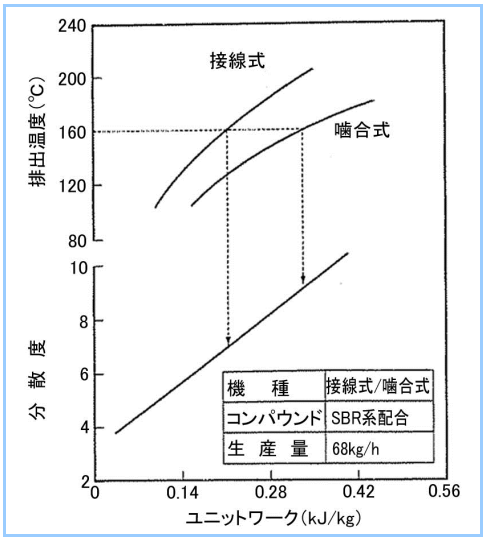


図3 ゴム混練性能比較

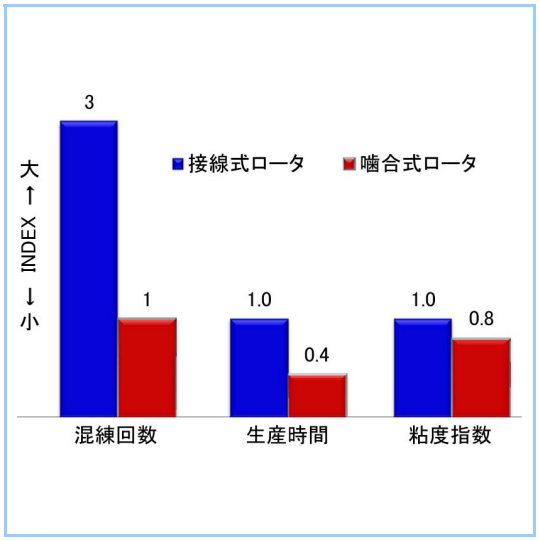
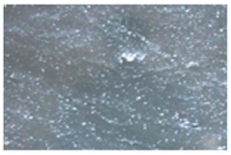


図4 生産性改善事例

2.2 低燃費タイヤへの適用

日本では 2010 年より自動車用タイヤにおける低燃費性能表示(ラベリング制度)がスタートしたことから，タイヤ業界では燃費性能の高いシリカ配合ゴムの需要が急増している。シリカ配合ゴムでは，シリカ材料特有の化学反応制御が求められ，従来のタイヤ用ミキサーではシリカ粒子を均一に混練することが困難であった。当社はロータ翼形状の最適化と翼先端まで冷却性能を向上した新型噛合式ロータ(EX7型)の開発により，シリカ配合の均一混練と反応制御を可能とした。表2にシリカ配合ゴムにおける混練性能比較結果を示す。従来の噛合式ロータ(E型)と比較し，新型噛合式ロータは，混練エネルギー(ユニットワーク)が少なく混練効率が改善され，省エネ効果が期待されるとともに，シリカ分散性の向上が達成できている。

表2 シリカ配合ゴム混練性能比較

ロータ型式	従来噛合式(E型)	新型噛合式(EX7 型)
混練時間	5min	5min
混練エネルギー	0.73kWh/kg	0.66kWh/kg
シリカ分散性	X＝4.6 	X＝6.8

3. 今後の展望

地球環境保全ならびに省資源化への対応が求められる中，ゴム・タイヤ業界においては生産プロセスの革新が迫られており，技術革命に対する期待が大きい。当社では新型噛合式ロータを搭載した MR-EX ミキサーを開発し，従来困難であった混練回数の削減及びゴム高品質化が可能になるとともに，省エネ，生産性向上を実現することで，環境負荷低減への貢献が期待できる。

今後も更に多様化するお客様のニーズに応えるべく，技術革新，機能向上に努めていきたい。