

KRCニーダの用途例について

小林 隆* 酒井則孝* 久保洋二*

Cases of use of KRC Kneaders

Takashi Kobayashi, Noritaka Sakai, Yoji Kubo

It is requested to consider high quality products, improvement of quality, development of new products, energy saving and decrease in cost, which are rapidly proceeding to keep continuation.

Cases of use and experiment of Kneaders (KRC kneaders) are reported hereunder.

1. はじめに

化学工業、プラスチック工業、製薬、窯業、食品工業、電子工業などのあらゆる分野に、混練機は使用されている。最近では原料の複合化が進み、単一原料で造られるケースが稀であり、原料の配合に、製品の均一化の用途に、混練機は混合機とともに、各分野の製造工程には不可欠な機械である。栗本鉄工所では、連続混練機として、リボン形、スクリュ形、ピンミキサ形、パドル形等種々のタイプの混練機を製作しているが、ここに紹介する「KRCニーダ」は、あらゆる操作〔混合、混練、分散、粉碎、反応、溶融、乾燥、蒸発、濃縮、脱気、押出、成形、輸送他〕、に利用され、工程の合理化、連続化、品質向上、省エネルギーなどに活躍している。

KRCニーダとは **K**urimoto **R**eadco **C**ontinuous Kneader の略称であり、1971年に TELEDYNE-READCO 社（米国）より技術導入を実施して以来、日本のニーズに適応した国産化を行い、製品の納入実績も300台を越えるに至り、また実験件数も1500件以上にのぼっている。ここにこの15年間の納入実績と実験データの分析を行い、KRCニーダの適合性を有効に利用した用途例を紹介し、装置の連続化およびプロセスの変更等の利用に役立つ検討資料を提供する。

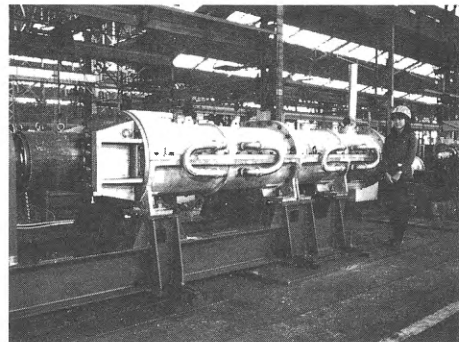


図1 KRCニーダ外観図

Fig. 1. Example of KRC Kneader (type S 20)

2. KRCニーダの説明

まず最初にKRCニーダの特長、構造と機能を紹介する。

2.1 特長

(1) 抜群な連続混練性能

密閉パレル、小さいクリアランス、パドル相互のセルフクリーニング作用、同方向回転、材料に最適なパドルの組合せ等により、非常に短時間で処理物に均一分散、圧縮、引延し、せん断、粉碎作用を万遍なく与える。したがってバッチニーダの30分～60分に相当する混練を、投入から排出迄短時間(15秒～10分)にワンパスで処理できる能力を持つ。

(2) 処理物の動きは完全なピストンフロー

パドル（羽根）とパレル（胴体）間のクリアランスが小さいだけでなく、両軸のパドル間のクリアランスも非常に小さい。したがってパドル～パレル間およびパドル相互間にもシビアなセルフク

リーニングがおこなわれる。したがって処理物の滞留点がなく、原料の投入が続くかぎり、処理物は順次前方に送られ、連続式混練機に不可欠な完全なピストンフローが得られる。

(3) 広範囲な材料粘度

スクリュおよびパドルが自由に組替えられる構造を有するため、パドルの種々の組合せにより、液状の処理物から数10万ポイズの高粘度物質まで混練可能となる。したがって気相、液相状態で投入された原材料が、途中でペースト状となり、排出時は固体になるような樹脂の反応にも、パドルの組合せにより充分対応できる。

(4) コンパクトで小さい動力

密閉された空間ボリュームを通過する材料を短時間で有効に処理するため、非常にコンパクトな機種であり、単位床面積当りの処理量は大きなものとなる。また駆動馬力も小さく省エネタイプである。

(5) 組合せが自由なパドル

(6) 理想的なセルフクリーニング作用

(7) 安価な維持費

2.2 KRCニーダの構造と性能

クリモトKRCニーダは、横型密閉式を標準とする連続混練機である。まゆ型のパレルの内に、2本の攪拌軸を横一列に並べ、それぞれの軸に、スクリュとパドルを組み込み、同一方向に等速で回転させる。パレルの一端上部から供給された原料は、スクリュで混練ゾーンに送り込まれ、ここでパドルに依り混練されて、パレルの他端下部、側面または前方より連続的に排出される。

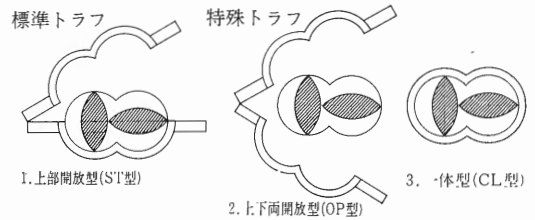


図2 KRCニーダのパレル形式
Fig. 2. Type of Barrel

(1) パレル (胴体)

パレルは図2のように、3種類の形式があり、食品などには開放型、気密を要する処理物には、一体型と用途により使いわける。外部には、ジャケットを設けてあり、加熱、冷却混練の時に使用する。特殊な場合、電熱ヒータを使用する場合もある。

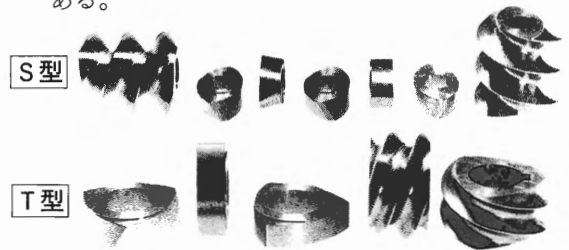


図3 スクリュー・パドルの断面

Fig. 3 Various parts of screws and paddles

(2) パドル (羽根) およびスクリュ

パドル、スクリュとも断面形状は、凸レンズ型(S型)、または擬三角形(T型)をしている。スクリュは、主に原料を混練部に送る役目をする。パドルは、図3のように、フラットパドル(F)一混練、ヘリカルパドル(H)一混練と送り、逆ヘリカルパドル(RH)一混練と逆送りの3種類があ

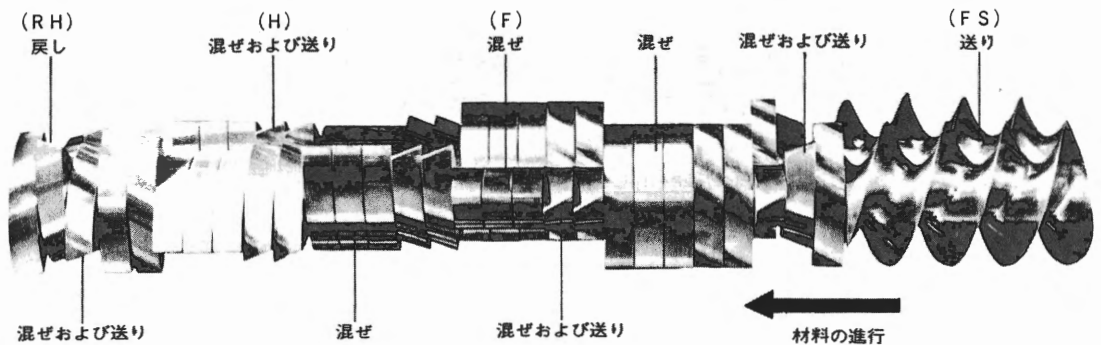


図4 パドルの種類及組合せ (S型)
Fig. 4 Example of paddle configuration

る。この3種類のパドルにはキー溝がおおの45度(または30度)ずつの角度の異なる4種類のものがある。

(3) パドルの組合せ

図4のように2本のシャフトには、スクリューと20~40個のパドルが組込まれており、これらは1枚ずつ自由に組替えができる。例えばパドルの第1番目には、 $5 \times 4 = 20$ (パドルおよびスクリューの種類×角度) とおりのものが使用可能である。

したがって機械全体では、 $20^{20} \sim 40 \approx \infty$ 無限に近い組合せがある。しかし原料の種類、目的などに応じた基本的なパドルパターンがあり、適宜使いわけしている。

上記の“パドルの自由な組合せ”により、このニーダの適応粘度は、液状から数10万ポイズの高粘度物質まで広がり、そのための用途も、プラスチック、食品、化学反応、薬品、窯業、汚泥のセメント固化と多岐にわたっている。また滞留時間も大きな幅で調整可能である。

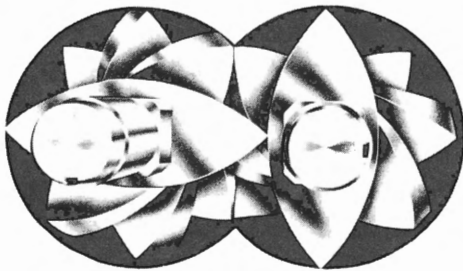


図5 パドルの位相

Fig. 5 Example of paddle arrangement

(4) セルフクリーニング機能

図5のように、2本のシャフトに組込まれた左右一対のパドルは、90度位相がずれており(擬三角形は同位相)これらは、一方のパドルの先端が、他方のパドルの側面をクリーニングするように、一定の微少の間隙を保ちながら、同一方向に回転する。

したがって、投入された原料は、パドルとバレル間パドルやスクリュー相互間の、非常にシビヤなセルフクリーニング作用により、遅滞することなく、ピストンフローで排出されていく。

(5) 混練機構

このニーダの主要な混練機構は、下記のとおりである。

パドルの組合せにより生じる、軸方向の材料への圧縮および引延し。

パドルの回転によって生じる、軸と垂直方向の材料への圧縮および引延し。

パドルとバレル間、パドル相互間での材料への剪断、材料の性状に適応したパドルパターンで混練を行うと、上記混練機構が有効に働き、材料に不連続な体積変化をつぎつぎ与え、短時間で有効な混練をおこなうことができる。

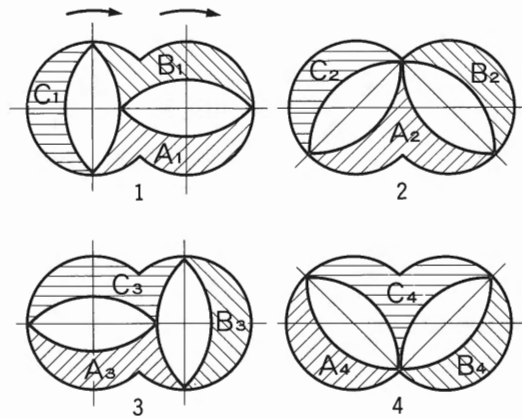


図6 混練機構(S型)

Fig. 6 Mechanism of mixing (S type)

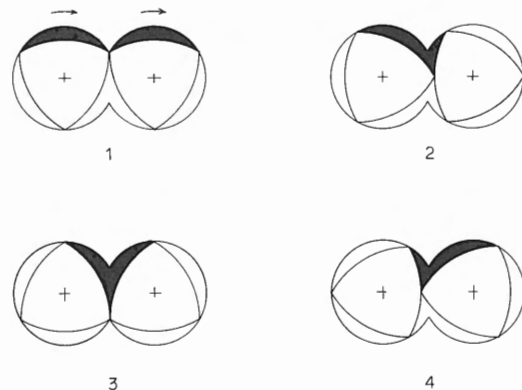


図7 混練機構(T型)

Fig. 7 Mechanism of mixing (T type)

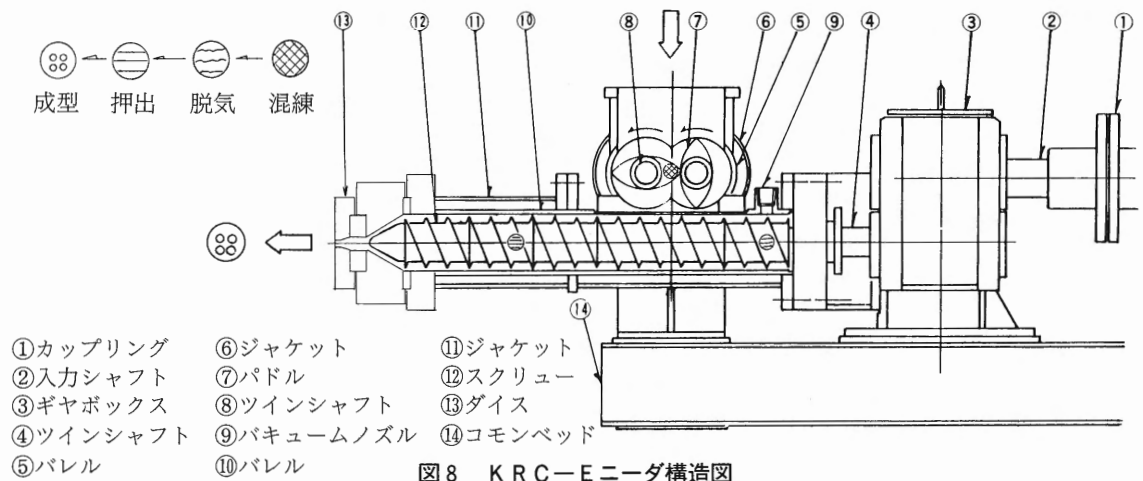


図8 KRC-Eニーダ構造図
Fig. 8 Arrangement of kneader & extruder

2.3 高トルク型 (T型) KRCニーダ

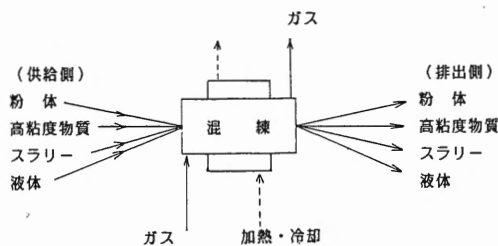
図7のようにパドルの形状が擬三角形であり、S型KRCニーダの凸レンズ型のパドルに比して、大きな動力が使用でき、単位体積あたりの馬力は6~7倍になる。組合せが自由なパドル、セルフクリーニング作用などは、S型KRCニーダと同じ特長をもっており、機能と構造もS型KRCニーダと同じである。

2.4 KRC-Eニーダ (E型)

図8のように、KRCニーダの下段に、セルフクリーニング作用を持つ、2軸スクリーウ押出機を組合せたものであり、従来の混練機能に、脱気・高圧押し・成型の各機能の追加を目的としたものである。

3. KRCニーダの用途

粉体の連続混練だけでなく、下記物質の組合せに対しても、連続した混合・混練に効果を発揮する。



特に混練中、材料の形態が変化する物質に有効で、セルフクリーニング効果により混練とともに容易に輸送できる。

また、混練機を外部より加熱、冷却することにより、混練中に必要な操作条件を付加することができるので、単一機器で多機能な用途に使用できる。

4. 実験について

クリモトでは住吉工場内に混練専用の実験工場を設置し、各種実験機器を取り揃えて実験を行っている。KRCニーダも、客先の広い分野、シビアな混練要求に対応すべく、1"~5"サイズ迄実験機各種15台、付属機器としてフィーダ、ポンプ、ペレタイザー、スチールベルト、ダブルロール、加熱装置、冷却装置、真空ポンプ等を取り揃えあらゆる実験に対応できる体制を整えており、基礎データ収集から、スケールアップまで幅広い実験活動が可能である。またテスト機は客先への貸出しも行っている。

KRCニーダによって希望する製品を得る為の取組み方法として

- (1) 目的、処理方法を適確につかむ
混合、混練、均一分散、脱気、反応、粉碎、溶融、乾燥、蒸発、濃縮、押出、成型、溶解、冷却、輸送その他
- (2) 処理する原料の特質を良く理解し、配合すべき原料および配合率を選ぶ
原料水分、粘度、充填剤量、比重、粒度
- (3) 投入方法
予備混合、供給機の種類、胴体途中からの投

- 入、供給量および定量性
- (4) 温度条件
 - 入口条件、出口条件、ジャケットの加熱、冷却、ジャケットのゾーン数
- (5) 滞留時間
- (6) パドルパターン
- (7) パドル回転数
- (8) 圧力条件
- (9) 機長 (L/D)
- (10) 製品の形状
- (11) 前処理の条件
- (12) 後処理の条件
- (13) 実験フロー
- (14) 混練物の分析および評価方法

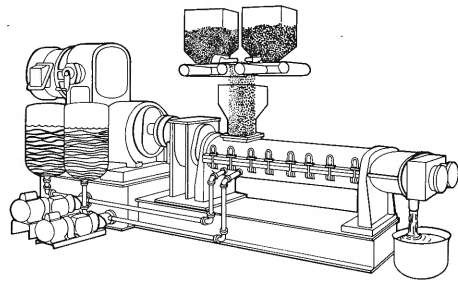


図9 KRCニーダの使用例
Fig. 9 Example of mixing system

5. KRCニーダの仕様

表1 KRCニーダの仕様
Table 1 Specification of KRC.

＜標準S型諸元＞

項目 \ 型番	S 1	S 2	S 4	S 5	S 6	S 8	S 10	S 12	S 15	S 18	S 20	S 24
パドル径 (mm)	25	50	100	125	150	200	250	300	375	450	500	600
ドラフ長さ (mm)	255	445.5	720	900	1080	1440	1800	2160	2700	3240	3600	4320
パドル回転数(R/M)	~360	~360	~360	~300	~300	~240	~240	~200	~200	~100	~100	~90
所要動力 (kW)	0.4~0.75	1.5~11	3.7~30	7.5~55	11~75	30~90	55~132	75~200	90~300	110~355	132~600	160~800

＜標準T型諸元＞

項目 \ 型番	T 2	T 4	T 5	T 6	T 8	T 10	T 12	T 15	T 18
パドル径 (mm)	50	100	125	150	200	250	300	375	450
トラフ長さ (mm)	445.5	720	900	1080	1440	1800	2160	2700	3240
パドル回転数(R/M)	~360	~300	~300	~240	~240	~200	~200	~150	~100
所要動力 (kW)	3.7~22	15~75	30~110	45~160	90~300	150~450	200~600	355~900	500~1200

6. KRCニーダの用途別実績 (61年4月現在)

表2、表3にKRCニーダの納入実績と実験件数を示す。

表2 納入実績

Table 2 Application graph of delivered KRC.

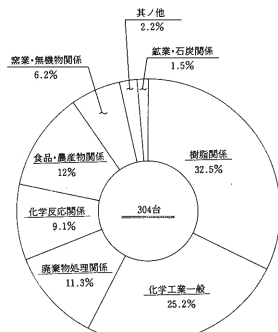
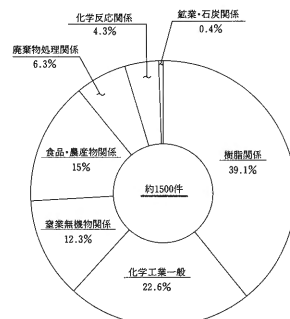


表3 実験件数

Table 3 Application graph of test data.



7. KRCニーダの代表的使用例

KRCニーダの代表的使用例と、フロシート例を表4および図10～図12に示す。

表4 KRCニーダの代表的使用例
Table 4 Summary of KRC kneader

<化学工業一般>

混練材料名	用途及製品	混練方法	着 眼 点
油 脂	洗剤、石鹼	粉+液+添加剤の混練 混練+押出成形+ホットカット	均一分散 反応も考慮
シーリング材 コーキング材	建築用、自動車用 工業用品、家電製品	樹脂液+タンカルの混練 1段機+脱泡容器+2段機 +自動充填	2次凝集粒の解砕 1段機硬練り2段機軟練り 連続式の安定性・生産向上
接 着 剤	工業、家電用 セメダイン	軟質ゴム+オイル+添加剤の溶融混練 樹脂+ワックスの溶融混練 混練+押出成形+コールドカット	溶融点の異なる材料の混練 連続式の安定性・生産性向上
触 媒	脱硝触媒	酸化アルミ+無機酸溶液+ファイラー の混練 混練+押出成形	発熱防止 耐摩耗、耐蝕
ゴム添加剤	ゴム製品	脱水ケーキ+添加剤の混練 混練+造粒	均一分散 供給部のブリッジ防止
皮 革	合成皮革	樹脂+溶剤 加熱溶融	樹脂の溶解 滞留時間（反応）
再生ゴム粉	接着剤	再生ゴム粉（チューブ）の加熱溶融	耐摩耗 高温（耐熱）
ダイナマイト	火薬 ロケット燃料	高粘度物+ガラス粉 （模擬原料）	メタルタッチ不可（金属接触）、軸受 部の発熱防止 機械の分解掃除簡単に ガラス粉をつぶさない
C M C	各種原料への添加剤	パルプ+NaOH+アルコール+溶剤	均一分散 反応も考慮

<化学反応>

混練材料名	用途及製品	混練方法	着 眼 点
樹 脂 の 重 合 反 応	ポリウレタン ポリアセタール ポリスチレン	気+液+固相の状態での反応 排出状態は粒状又は液状	各相・粘度に応じたパドルの組合せ 除熱効果、多段式、気密性 冷却反応で固化進行し除々に粉砕
付 加 重 合 解 重 合 縮 重 合	ポリプタジエン ナイロン	低温下における液状の高粘度化 高压混練	連続化による品質、生産性向上、気 密性 クローズ式、熱収支、脱気、脱水
晶 析	人口甘味料（各種水あめ、ソルビト ール） 有機薬品	スラリー状で投入、冷却とともに結 晶化を進め、粒状で排出	前段晶析/後段冷却 付着防止

有機ポリマー	複合材料の強化繊維	粉+液相の状態での反応 排出状態は液状	高温（耐熱） 滞留時間 気密性
金属石鹼	伸線剤 顔料分散剤	硬化油+消石灰の反応 スラリー状で投入加熱とともに反応を進め冷却解砕	バッチから連続、省力化 前段反応/後段冷却解砕 滞留時間

〈樹脂関係〉

混練材料名	用途及製品	混練方法	着 眼 点
複 合 樹 脂	エンジニアリングプラスチックの 全ての樹脂製品 P P、P E、A B S、P V C、E V A、E P	2種以上の樹脂の混練 樹脂+添加剤の混練・造粒 ホットカット、コールドカット、水 中カット	低圧溶融混練・溶融点異なる微量添 加剤の均一分散押出、成形、造粒
マスターバッチ	射出成形素材の基材 P P、P E	フィラーリッチの混練、造粒 コールドカット	素材に分散性の良い基材が必要 着色にムラが生じないこと
静 電 ト ナ ー	複写感光剤 通称コピー又はゼロックス	樹脂+酸化鉄・カーボンの溶融混練 スチールベルト、クラッシュャ、ミル、 スクリーン	2次凝集粒の粉碎及均一分散 感光性（鮮明度、耐久性）を高める
I C 封 止 材	電気関連部品 半導体 絶縁材	シリカ粉末+エポキシ樹脂+硬化剤 溶融混練 スチールベルト、クラッシュャ、ミル、 スクリーン	硬化剤の均一分散 反応度に対する温度調節 摩耗対策
磁 気 塗 料	磁気テープの塗料 ビデオテープ、オーディオテープ	酸化鉄・純鉄粉+樹脂+溶剤の混練	発熱をおさえる 2次凝集粒の粉碎及均一分散 バッチ→連続化
導 電 性 樹 脂	電子機器 電磁波公害の防止部品	樹脂+カーボン・金属粉の 溶融混練、造粒	充填材の素性を保持し、均一に混練
粒 体 塗 料	塗装用塗料 自動車塗料	熱硬化性樹脂+顔料の溶融混練	凝集2次粒子を塗膜以下に粉碎混練
フェノール樹 脂 積 層 品	電気関連部品 自動車関係部品	フェノール樹脂+ガラス繊維+無機 質基材 スチールベルト、クラッシュャ、ミル	反応度に対する温度調節 摩耗対策 ガラス繊維の素材を保持し均一分 散
複 合 磁 石	モーター関係部品 電器関係部品	フェライト+樹脂の溶融混練 高配合比 ホットカット	パドルの組合せ 温度調節
B M C	電機関係部品 自動車関係部品	不飽和ポリエステル液+充填材+補 強材の混練	補強材の素性を保持し均一分散 各種原料の定量供給

<食 品>

混練材料名	用途及製品	混練方法	着 眼 点
カカオフレーク	チョコレート	粉体+粉糖・粉乳の混練・液化 界面活性剤・オイル添加	冷却・粘度調整 添加剤の分散均一安定化
ドウ (dough)	ビスケット クッキー スナック	粉体+添加剤の加熱混練 高粘度流体で排出	着色・ α 化・触覚・味覚 過湿防止、粘度の調整 高級食品の品質向上、新感覚
クリーム ペースト	乳加製品 チーズ、バター、マーガリン キャンディー	高粘度流体+添加剤の混合・混練	製造ラインの自動化 品質の向上・冷却 成形・改質
水産素材	竹輪・蒲鉾等練り製品 水産物の加工製品 ハム・ソーセージ	素材+添加物(塩・調味料・着色) 冷却混練	微量添加剤の均一分散 組織化による触覚の向上 混練効果による成形性
穀 物	米菓 小麦粉の加工製品	粉+添加剤の加熱混練	調合・ α 化・味覚 製造ラインの自動化(包装工程まで) 短時間調理、高圧・高温・圧縮・膨化
植物性たん白	大豆・ゴマ・醸酵(みそ) 飼料改良品	粉+液の圧縮・搾油	高級・減容化・組織化 健康食品・低カロリー化 適度な混練が必要、抽気・脱水
新食品素材	米ヌカ・モミガラ・オガクズ 脱脂大豆 ペットフード・調味料	搬送・混合・混練・粉碎・剪断・圧縮 添加剤の注入・圧力・温度制御 抽気・脱水・押出・成形・膨化・乾燥	調理・熔融・殺菌・防腐・組織化 化学反応 連続自動化・工程の短縮化

<窯業・無機物関係>

混練材料名	用途及製品	混練方法	着 眼 点
黒 鉛	電極 高品位製品 軸受	カーボン+添加剤の熔融混練 ホットカット 押出成形	加熱と剪断熱の混練・熔融 耐摩耗
耐 火 材	難燃材 建材、家電品(金庫)	セメント+充填剤の混練 気泡剤充填	耐火度、強度、軽量化、充填剤 の均一化 空気の注入、硬化時間の短縮
充 填 式 電 池	Ni-cd 電池	粉体+液の混練	粉体粒子のこわれは特に問題なし 耐摩耗
ポケット電池	アルカリ電池	粉体+黒鉛+バインダーの混練	パドルの組合せ 耐摩耗、粉碎
セラミックス	I・C基板	セラミックス粉末+バインダーの混練 (アルミナ他)	2次粒子の混練粉碎 耐摩耗 脱気

〈その他〉

混練材料名	用途及製品	混練方法	着眼点
低レベル放射性 廃棄物処理 R.A.D.S	廃液の減容固化 イオン交換樹脂廃液、冷却水 洗浄廃液の廃棄処理	乾燥灰+焼却灰+アスファルト+レ ジン セメントの混練固化	システムのクローズ化・連続化 保守・点検の容易化・メンテナンス 無害安定化
石灰スラリー C.W.M	スラリー調整・低粘度化 ボイラー燃料	微粉炭+水+添加剤の混練 石炭粉粒子内部の水分を分離	水・添加剤の分散・高濃度(脱水) テクトローピー現象 粘度の安定化 パドルパターン
スラッジ 下水汚泥 産業廃棄物	汚泥固化処理 廃棄物の固化処理 減容処理	汚泥+灰+セメントの混練・固化 廃棄樹脂の熔融混練	セメントの分散性・固化強度 金属異物の除去 無害安定化
集塵ダスト	加湿 造粒前工程	ダスト+水・セメントの混練・湿潤 造粒・成形・搬送	ダストの飛散防止 ハンドリング 造粒物強度の向上
高粘度流体	輸送 高粘度物質の移送	粘着力・附着力の高い物質の解砕・搬 出・シールド 加熱・冷却、脱気混練	供給・排出のハンドリング・配管圧送 連続化・省力化 容積吐出・セルフクリーニング・スク リュを多く

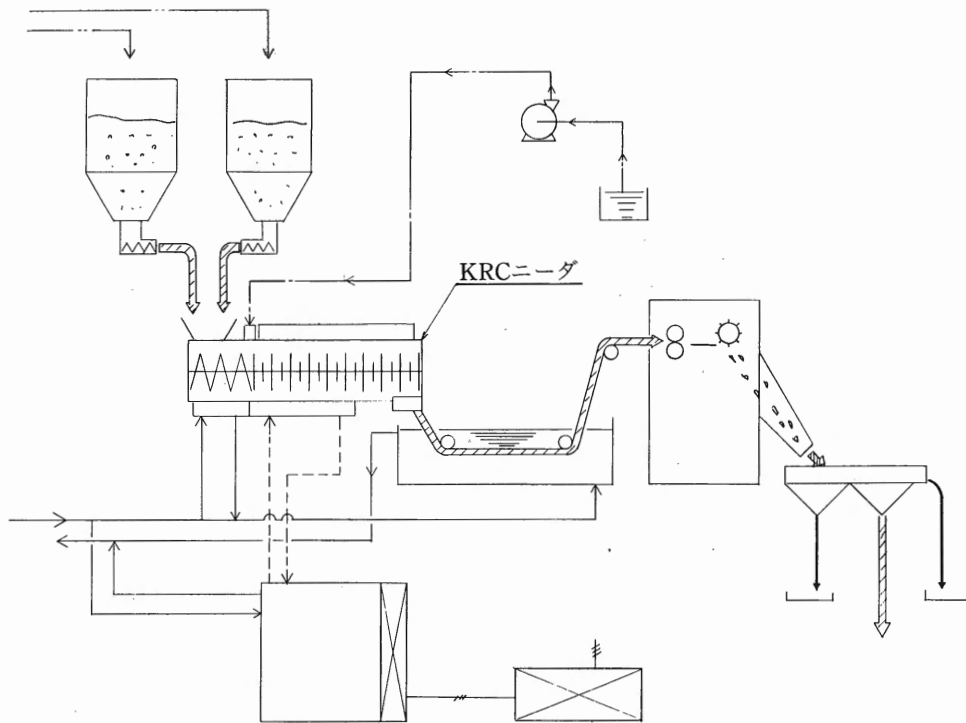


図10 複合樹脂混練・造粒フローシート
Fig. 10 Flow sheet of complex resin process

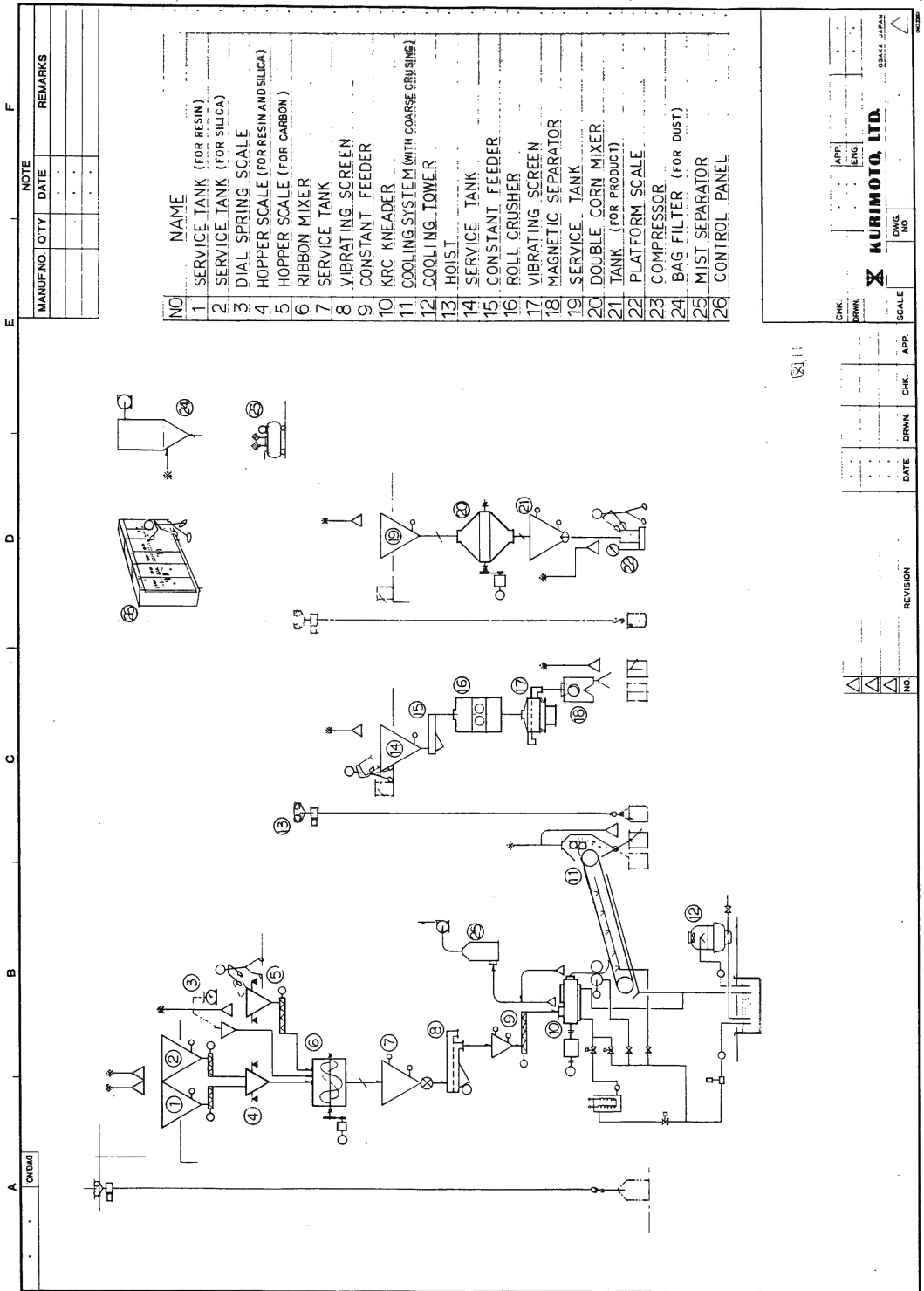


図11 フローシート例
Fig. 11 EPOXY COMPOUNDING PRODUCTION PLANT FLOW CHART

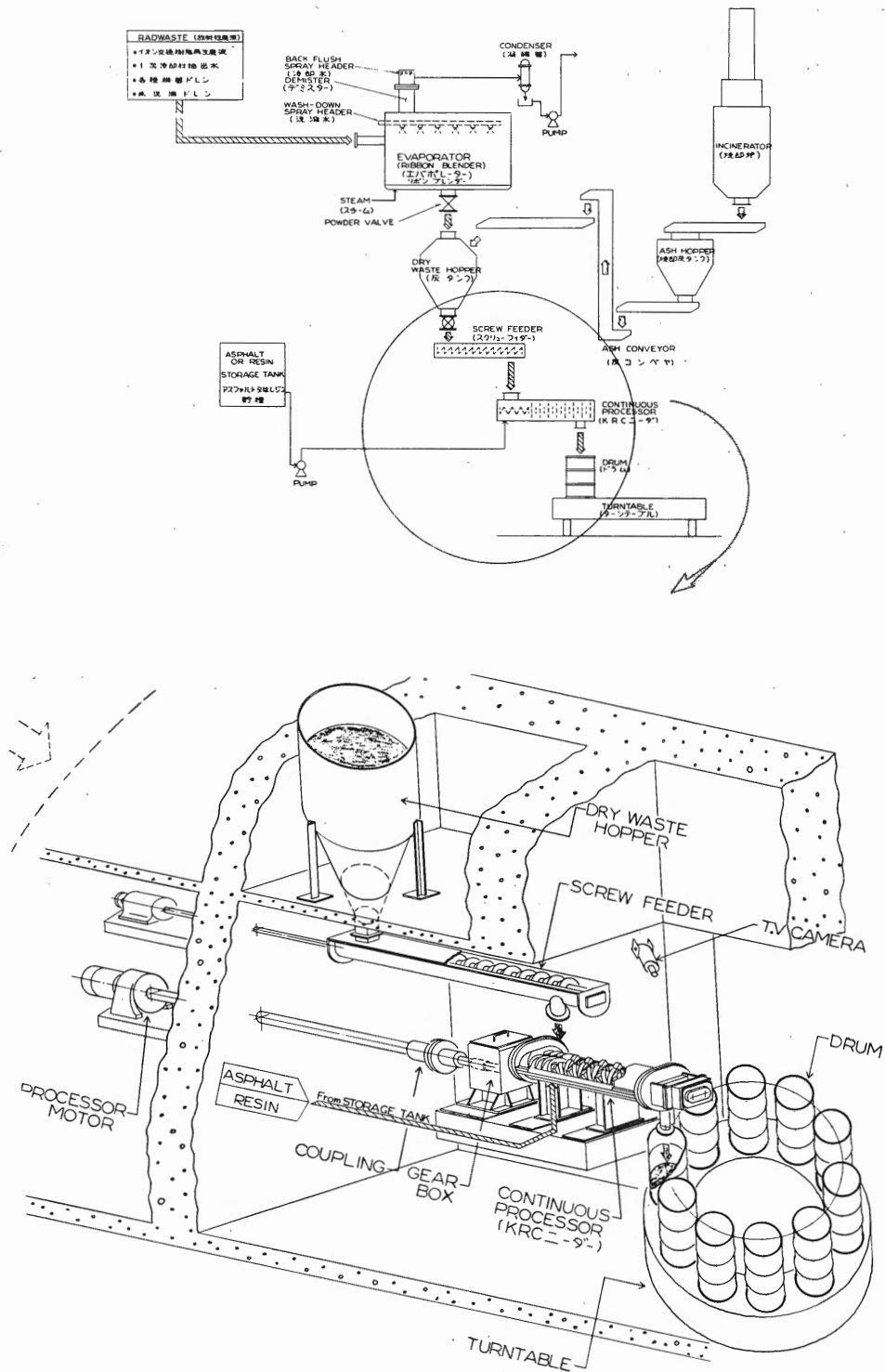


図12 低レベル放射性廃棄物減容固化装置
 Fig. 12 RADWASTE DISPOSAL SYSTEM (TELEDYNE READCO 社の実施例)

8. KRCニーダの具体的使用例

8.1 粘着性原料（シーリング剤等）の連続混練方法

従来粘着性原料などは、バッチ方式で数時間かけて製造されているが、最近では取扱いや作業環境等が悪いため、連続方式が増加している。ここにKRCニーダによる連続、混練、脱気をおこなった用途例を紹介する。

図13に全体組立図を示す。粉末と液状ポリマーを主原料とした粘着性原料を連続的に混練する方法において一端に供給口、他端に排出口を有するケーシング内に2本の回転軸を平行に配置し、この各回転軸に多数のパドルと、排出口より相反する方きの段付円板状のスペーサを固定した第1段KRCニーダの投入口より該原料を連続的に定量フィードすると、原料はパドルにより均一分散されながら排出口よりあるスペーサの部分へくると、間隙が微細であるため内部圧力が保持されて充満率が高まる結果、強力な混練が得られると

ともに、混練物同志のすりつぶし作用が発生して、混練物中の2次凝集粒の破碎がおこなわれる。また混練物がスペーサの微細間隙を通過する際にもパドルによる混練部において破碎されなかった2次凝集粒の破碎をおこないながら、排出口に向かう。

原料の均一分散、2次凝集粒の破碎をおこなうためにつぎのような構造にした。

(1) せん断速度を5000 1/sec以上とした

2次凝集粒を破碎するには小スキマ、高速度が必要である。このためパドル～パドル、パドル～パレル間のスキマを0～0.5mm以下とし、パドルの回転数は400rpmとした。

(2) パドル形状および組合せ

パドルは特殊フラットパドルを主体に使用し逆送りおよび練りの組合せとし、滞留時間が長くなるようにした。

(3) スペーサ

段付円板が互いにはまりこむ組合せで、微細スキマとし、内部の圧力を保持し充満率を高めるようにした。

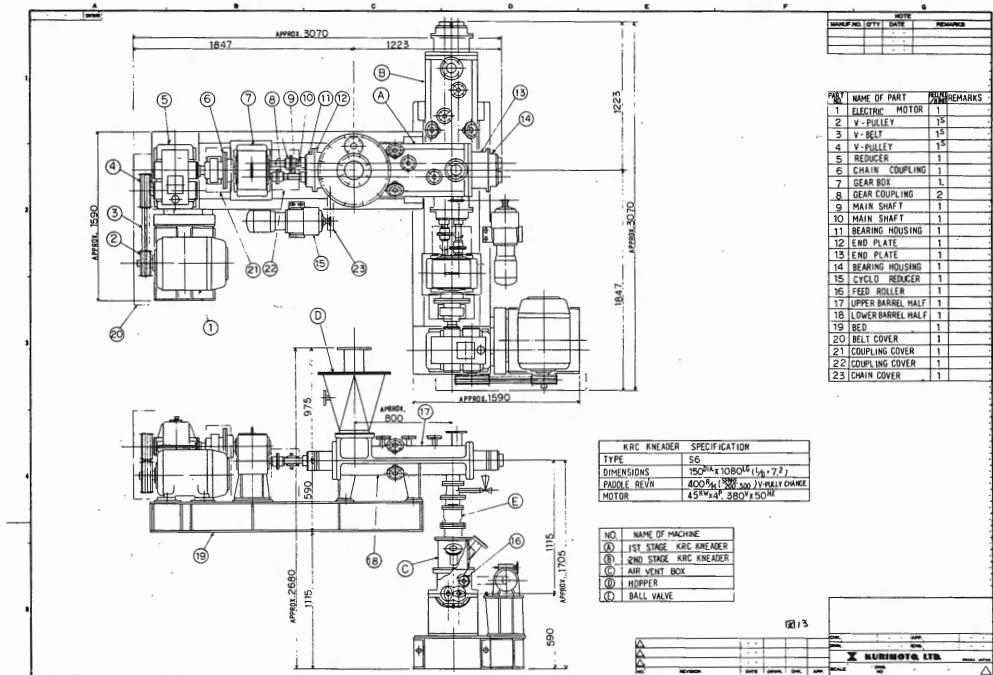


図13 粘着性原料全体組立図
 Fig. 13 Arrangement of adhesive material mixing system

(4) ジャケット

原料の混練による発熱を防ぐためジャケットは水冷とした。

(5) 原料の配合比

粉末に含まれた2次凝集粒を解砕するため、規定の配合比よりも液体量を少なくして硬練りにした。

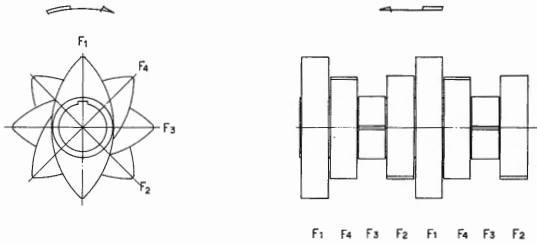


図14 パドル組合せ図

Fig. 14 configuration of paddles

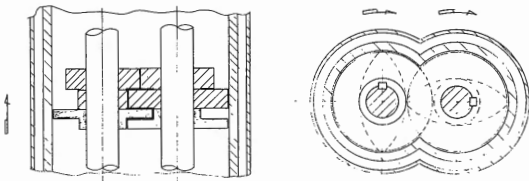


図15 スペーサ組込図

Fig. 15 Arrangement of spacer ring

図14、図15にパドルの組合せとスペーサの組合せを示す。

上記(1)~(5)を具備することにより100~200 μ mの2次凝集粒を40 μ m以下に解砕ならしめた。

第1段KRCニーダの排出口より排出された混練物は、第2段KRCニーダとの間に連結された真空式脱泡容器内に多数の孔を有した、プレーカプレートを通過する時、ひも状に押し出されて真空脱泡容器内に流下する。このようにひも状に流下するため、混練物の表面積はきわめて多くなる。したがって真空式脱泡容器内を真空ポンプで吸引することにより、混練物中の空気は脱気されて良好な第1段階の脱気が行われる。脱気された混練物は、さらに第2段KRCニーダの投入口より同混練機内に供給される。投入された混練物は送り方向に組合されたパドルにより前方に送られるが、この時前記混練物中に残存する空気は、混練部の圧密部の比較的低いケーシング内の内壁か、混練物中の圧力の低い部分にバックフローす

る。これを真空ポンプによりケーシングから脱泡容器を経て吸引し、第2段階の脱気を行う。こうして殆んど空気を含まない混練物が、排出口から排出される。排出後混練物は後処理機構に連結される。

第2段KRCニーダは、第1段KRCニーダと同一構造で小スキマ、高速度である。なおパドルはフラットを主体として使用し、高真空に対応するため、送りの組合せにしている。第1段KRCニーダで硬練りにしたために不足した液体は、第2段KRCニーダの胴体途中よりポンプで注入され均一分散される。以上KRCニーダを真空脱泡容器を介して2台直列に連結することにより、粘性原料が均一分散、2次凝集粒の解砕、脱気的作用をしながら連続的に混練することができた。

実績としては、2台直列の組合せで多数列を納入している。

また社内においてもS2KRCニーダを2台連結して、ポンプ、フィーダ、真空ポンプの組合せによるパイロットテスト装置もあり、実験により混練物の評価をおこなっている。

8.2 トナー（現像剤）の混練について

トナーとは複写機用現像剤のことで、近年OA化が進むにつれ、急速に普及している。このトナーを製造する混合・混練工程にKRCニーダが使用されている。

現在最も多く使用されている電子複写方法は、

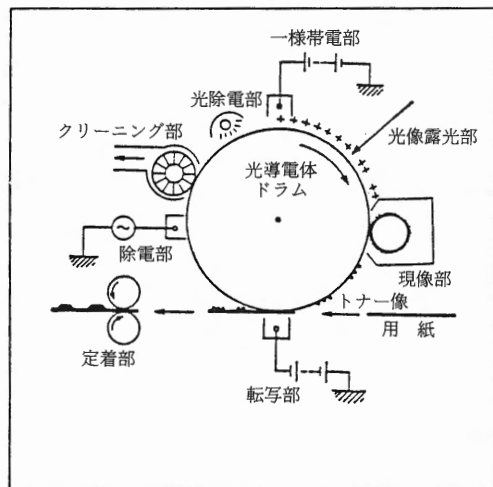


図16 複写機のプロセス

Fig. 16 Duplicating process of toner

普通紙へ画像を転写するゼログラフィ法で、このプロセスを図16に示す。



簡単に言えば帯電した粒子（トナー）が、普通紙に乗り移るわけで、このトナーにも種々あり、大別すると、トナーのみを用いる1成分系と、キャリア（鉄粉）とトナー（着色粉体）からなる2成分系があり、表5に示す。

表5 乾式現像剤と現像方式の分類
Table 5 Developing method.

	現像剤 (トナー/キャリア)	現像法
1成分系	・絶縁性非磁性トナー ・導電性非磁性トナー	・ファーブラシ法 ・パウダークラウド法 ・オープンチャンパー法
	・導電磁性トナー	・マグネダイナミック法
	・絶縁磁性トナー	・ジャンピング現像法
2成分系	・絶縁性非磁性トナー/ビーズキャリア	・カスケード法
	・絶縁性非磁性トナー/磁性キャリア	・磁気ブラシ法
	・絶縁磁性トナー/磁性キャリア	

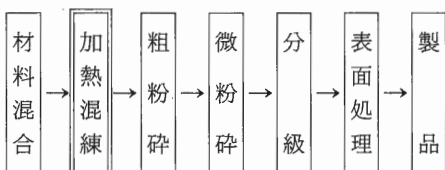
トナー粒径は通常10~15 μ mで、成分は表6に示すものを含んでいる。

表6 トナー材料構成
Table 6 Material Components.

トナー材料	1成分トナー	2成分トナー
熱可塑性樹脂	30~60 (wt%)	80~90 (wt%)
染・顔料(着色剤)	0~10	5~15
電荷制御剤	1~5	1~5
磁性顔料	40~70	0
その他(流動化剤)	0~5	0~5

トナー粒子物性は、電子写真プロセスおよび画像に影響を及ぼし、材質、粒径、形状、電気特性、磁気特性等重要な要素である。

トナー製造工程を図17に示す。



加熱、混練工程は、トナーの各特性を決定する上で極めて重要な工程で、材料混合物を均一に溶解、分散（粒子の表面に各微量添加剤を平均に包

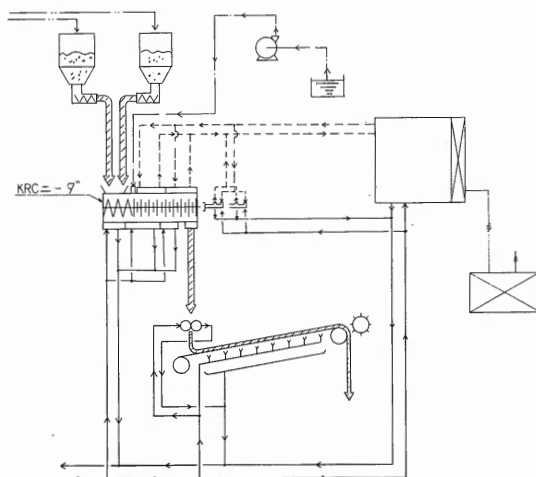


図17 静電トナー混練・粗砕フローシート
Fig.17 Example flow sheet of toner kneading process.

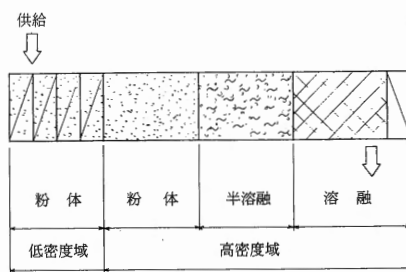


図18 ニーダ内の材料形態
Fig.18 method of material melting state.

み込む) することが要求され、トナーの地肌カブリ、耐久性、トナー飛散、クリーニング性等に影響を及ぼす。

加熱混練工程に使用されるKRCニーダは、つぎの点に注意を要する。

- 定量供給
- 加熱温度
- 回転数
- せん断発熱
- パドルパターン

材料形態（粉体~半熔融~熔融）を図18に示す各操作条件とトナーの製品物性に影響を及ぼす因子が錯綜しており、体系づけることは容易ではない、一応の傾向は得られているものの、これらを分析する上で必要な混練度の測定法も種々で、中間分析と最終製品での評価方法によるが、統一した分析方法（尺度）はなく、トナー帯電量、粒度

分布を測定する専用測定器、形状や表面状態を観測する電子顕微鏡、比表面積や密度を測定する粉体特性測定器、軟化点などはフローテスター等の高分子材料用測定器などの多岐に渡って適用している。また、最終製品での現像による画像、耐久性等の確認も不可欠である。

最近では種々の現像システムおよび現像剤が開発され、高品質化、長寿命化へ進むにつれ、トナー製造工程における溶融、混練工程の重要性は極めて高い。

KRC ニーダがトナーの加熱混練工程に適している主な理由は

1. 低圧、低温でも、充分な溶融、分散が行える
2. 自由なパドルパターンの選択ができ、幅広い混練特性（トナー物性）が得られる。
3. セルフクリーニング性により、材料の置換が容易である。
4. 比較的小型で設置面積も小さい。

その他従来の混練機に比べ、混練機能が非常にすぐれている故に、トナー用混練機として使用されている例が多い。

9. おわりに

混練操作は原料の取扱いや配合精度などの点か

ら、バッチ操作が多く用いられている。しかし最近では工程の簡略化、装置の小型化、環境の改善、取扱いの容易さや多量生産に適し、自動化が容易で均一な品質が得られ易い連続操作が増加している。しかし連続混練に関する報告は少なく、解析もほとんどなされていない。今後は納入実績や実験におけるソフトの積み重ね、大学への委託研究による理論的な解析、ユーザとのタイアップ等をはかり、より高度なソフトの取得、実験機および実験室の整備をし、あらゆるニーズに対応できる高度な実験を行っていきたい。

今後の展望としては、KRC ニーダが従来の混練以外に反応、溶解、乾燥、ファインセラミック、コンピュータ関連部材、高粘度原料、超耐熱エンブラ等に用途が広がるものと期待しており、これらに対応すべく超高温高圧KRC ニーダの開発、原料への着色防止、耐摩耗等に関する研究を進めており、多種多様なユーザの要求に対応していきたい。

参考文献

1. 岡、化学工場、第25巻、第4号、P.59～64
2. 酒井、公開実用新案公報昭60-168909
3. 鮎子田、粉体工業協会、技術資料