

最近の製粉工業

日清製粉機技術部* 豊田隆三

1. まえがき

製粉の仕事は人類発展の歴史と共にあると言われるが、挽砕機械として石臼の代りにロール機が用いられて設備全般にも近代製粉工場の形がとられて来たのは、今から約100年前の1860年代からである。我が国では、明治15年に農商務省北海道事務管理局が日産50パーレル（1パーレルは22キロの小麦粉4袋をいう）の製粉機械をアメリカから購入し札幌に工場を建設したのが機械製粉の創まりである。その後、明治33年頃からの種の工場が建設され始め、明治37、8年頃は機械製粉による小麦粉の生産は全国生産の10%位であったのが、明治末には60%になり、第1次世界大戦中急激に伸びて大正末期には完全に水車製粉を駆逐して機械製粉の能力が34,000パーレルにもなった。この結果、小麦粉の輸入は全くなくなり、逆に輸出品として数へられるようになった。戦後、国内食糧の絶対的不足から製粉工業の復興は目醒ましく、生産能力は大いに拡張され、引き続いて起った食品の高度化傾向に伴って、現在日産設備能力280,000パーレル（原料処理能力32,000トン）にもなっている。

その間、原料小麦の精選調質の面、挽砕工程の面、運搬装置の面、純化方法の面等の製造技術の進歩の結果、製粉機械設備もいろいろの工夫がなされ、現在のような純度の高い良品質の小麦粉が高い歩留が生産されるようになったが、ここでは最近の10年間に導入されたり話題になったり、又近い将来実用化されると想像される技術や機械設備について要旨を述べて見たい。それは、

1. ニューマチックミル
2. 空気分級による小麦粉の蛋白転移
3. 小麦粉のバルクハンドリング
4. 工程の自動制御と無人工場

である。

2. ニューマチックミル

小麦の空気による輸送は、1899年ハンブルグの港湾荷役設備として始めて実用化され、他の穀粒や石炭粒と共に古くから粒体の空気輸送工学の研究対象となっている。

製粉工場内の設備としても、バケットエレベーターやスクリーンコンベヤーに代って、中間製品の輸送に空気搬送を用いる方式が1930年代に特許として存在していたが、実用化されたのは第2次世界大戦中の1942年にスイスのビューラー社が挽砕工程の全搬送設備を一貫して空気搬送方式で設置したのが最初である。戦後、製粉工場の新設改造はヨーロッパや日本で特に著しかったが、製粉工場内で輸送設備がバケットエレベーターやスクリーンコンベヤーで行われているエレベーターミルに比べ、この方式の工場（ニューマチックミルといふ）は次の特徴を持つために、爆発的に普及し、同時期に開発導入された新型式の製造機械と共に製粉性能の画期的向向上を齎らし、ニューマチックミルは新鋭工場の別名として呼称されるようになった。（写真1）

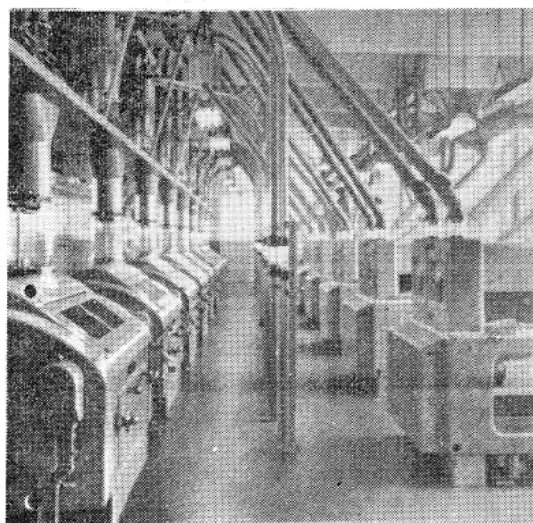


写真1 ニューマチックミル

2.1 製粉工場のスペースの節約

ニューマチックミルでは、エレベーターミルでエレベーターのランキングが占めるスペースが1本の小さいパイプに変わり、パイプを上下左右に自由自在に設置出来るので機械配置の弾力性が多くなり、同一のスペースで約30乃至40%の能力増加をすることが出来る。

2.2 中間製品中の微粉の分離と篩ひ分け効果の向上

搬送システムの末端にはサイクロンがあって中間製品と空気とを分離するが、中間製品中の微粉（数ミクロの程度）は空気と共に持ち去られ後段の集塵機行く。その量には

* 東京都中央区日本橋小網町1-2-4

0.1%以下であるが、この微粉の除去は、空気搬送の途中で中間製品が空気に洗われほぐされることと相俟って、篩い分け効果を向上させ、篩機の篩面積を縮小させる効果がある。

2.3 中間製品の冷却と脱水

粉砕の際発生した熱は中間製品を温ため、その温度が余りに高くなると小麦粉の品質を損傷する。空気搬送はフレッシュエアを使ふので之を冷却する効果がある。又、次項のアスピレーション効果と共に、中間製品の表面水分をとり前記の篩い分け効果をたかめる。

2.4 機械設備よりの排気の代行と粉塵爆発の予防

製粉機械の仕事の中には、摩擦、衝撃など発火源を作るものが多く、又、製造工程中での粉体相互の摩擦、粉体と金属との摩擦によって静電気が発生し、電気火花をとばす危険がある。小麦粉の粉塵は澱んだ空気中である濃度(1m³中に20gから50g位)になれば、限度以上の着火源(パチンコの玉を1000℃位に熱したものの程度のエネルギーを持つ)にあつて粉塵爆発を起すことが知られている。粉塵爆発は製粉工場の工場災害の最大のものなので、設備面や運転管理面からその防止に細心の注意が払われている。その1つとして、各製粉機械から絶えず空気を吸い、粉塵の機外への浮遊を防ぐと共に機内焙気の流動化を図ることが行われているが、空気輸送装置はこの役目をも兼ねて行うことになる。

2.5 工場管理の容易

ニューマミルでは工場内の見透しがよくなり、又、上述のように粉塵の噴出が少なくなり、又、機内での中間製品の滞留も少量となるため、工場管理が容易で清潔で衛生的な工場となる。小麦粉の滞留部分には虫の発生が起り易く、虫害は食品としての商品価値を落すものである。空気搬送は之を大きく改善する。

しかし、欠点としては消毒動力が重い(エレベーターミルに比べ約20%程度)ことと、負荷の変動に対して敏感であるので設備の設計に際して各搬送系統の負荷の推定、管内風速、管径の選定等に注意を要することなどがあるが、メリットは之等の欠点を補ってあまりある。

2.6 空気輸送の型式

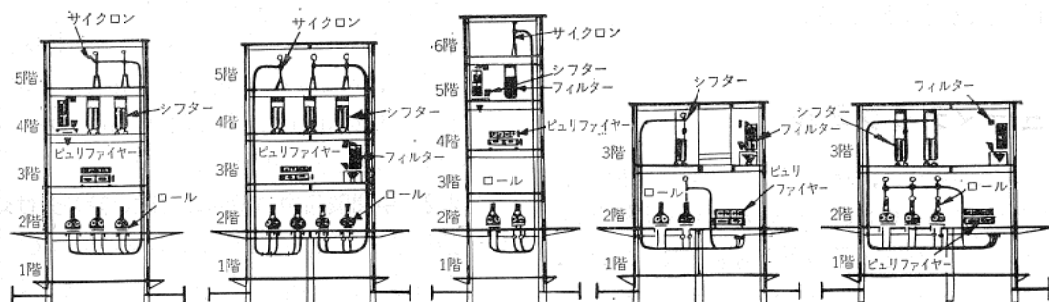


図1 挽砕工程の空気輸送方式

製粉工場の空気輸送設備には2方式がある。すなわち、吸引式と圧送式である。吸引式は挽砕工程に用いられ、圧送式は精選工程、精製工程に用いられる。挽砕工程(原料小麦を挽き砕いて小麦粉と麩とに分ける工程)で使われる製粉機械は、通常3乃至4階の床上に機種毎に一团となつて据えられ、原料小麦や中間製品は之等機械をつなぐサポート(樋)通つて自然落下し、途中の各機械で粉砕、篩い分け等の単位操作を受ける。最下段の床上の機械を通過した中間製品は再び上方に揚げられ次の仕事をされる。この輸送に空気搬送が使われる。輸送距離は20~30mである。(図1)

2.7 挽砕工程の空気輸送

挽砕工程内の空気搬送系路の数は、30乃至50本であるが、そのうち15乃至20本を1系統に纏めて搬送系をつくる。排風機としては、風量80ないし150m³/min、圧力600ないし1000mm w.g.のターボファンが使われる。サイクロンで捕集し切れない微粉を回収するため、ターボファンの後にバグフィルターが設置され、その抵抗を受け持つのに風量200ないし300m³/min、圧力100ないし200mm w.g.のアキシアルファンがフィルターの後についている。空気輸送される中間製品の総量は原料の約4ないし5倍で、挽砕工程内の小工程(取り扱う中間製品の質に応じて、ブレーキ工程、グレーディング工程、サイジング工程、ミドリリング工程などの小工程に分かれている)に応じて、管内風速、混合比等の空気搬送条件が異つて来る。すなわち、各小工程、その中の各段階によって、管内風速が経験的にきめられているが、(表1)普通15ないし22m/sec程度であり、重量混合比は0.5ないし3.0にとられている。輸送量の変動の大きい系統は混合比を小さくし余裕をもたせる。前述のように、各搬送系の管路の混合比、管内風速は経数的に設定されて居り、管路の負荷が決まれば管径は一義的に決定される。普通40ないし140mmの間のものがつかわれる。

この搬送系を形成する機械設備の内問題が多いのはバグフィルターである。回収の対象となる微粉は数ミクロン程度のもので水分を含んだ粘着性の強い粉なので、瀘布の清浄装置に工夫が要る。現在、機械的な清浄装置

表1 ストック別浮遊速度, 混合比, 選定管路風速

	ストック名	浮遊速度 m/sec	混合比	管路風速 m/sec
ブレイキ工程	1 B	8~9	3	20
	2 B	8~7	2~2.5	19~20
	3 B	5~6.5	2~2.5	コース 15~16 ファイブ 14~15
	4 B	4~5.5	1.5~2	コース 13~14 ファイブ 12~13
	5 B	4~5	1.5~2	コース 12~14 ファイブ 12~13
サジエン イグ程	コース	5~7	1.7~2.5	17~18
	ファイブ	5~6	1~2	16~18
ミリエン ドグ程	1 M~3 M	4~5	1.5~2	15~16
	4 M~6 M	3~4	1~1.5	14~15
	7 M~10 M	3~4	1~1.5	13~14

ジェット気流の吹き込みによる衝撃加振による方式へと変わりつつあり、清浄装置の性能の向上に応じて、許容処理風量が濾布 1m² あたり 1.0m³/min から 10m³/min まで改善されて来ている。

2.8 精選工程の空気輸送

精選工程は原料小麦から夾離物を除き挽砕するに都合のよい状態に小麦をする工程であるが、ここでは圧送式輸送装置が使われる。精選工程でも、精選機械は数階の床の上にプロセスの順序に従って据えつけられ、これ等を結ぶスポートを通して上から下に流れてゆく。そして、原料を最下階の機械から最上階へ運ぶため空気輸送が使われる。管路の系統は4ないし5系統（1系統に管は1本）あり、各々率立した系となっている。

空気原動機としてルーツブロワーが用いられ、管路の末端にはニューマセパレーターといわれる空気分離機兼精選機が設置されている。これにより、単にダストを捕集するばかりでなく、小麦とその夾離物の浮遊速度差を利用して、皮、麦稈、虫害粒、萎縮粒、等を選別除去する。

輸送量は1系統で10ないし15トン/時で、重量混合比は6ないし10、輸送距離は20~30m、管路風速は20m³/sec 前後である。ルーツブロワーは風量15ないし20m³/min、圧力1500ないし2000mm w.g. 電力量10ないし15KW のものが普通である。

2.9 精製工程の空気輸送

精製工程は、挽砕工程で製造された小麦粉と麩を製品として仕上げ（改質剤の添加、異種小麦粉の混合）、タンクに貯めるまでの工程であるが、この工程内での輸送の仕事は、出来上った製品を貯蔵タンクへ運ぶことと、タンクからタンクへの製品の入れ替へである。空気搬送はすべて圧送式である。能力は1.0トン/時から25トン/時におよぶものまでさまざまであり、その許容混合比も、

管路長、曲がり管のケ数によっても変って来るが、10ないし20あるいは30以上の高いものもある。管路長は20ないし150m などいろいろあり、管路長と設定混合比、管内風速、管径の選択は経験的に定められる。設計に際してはこれ等の輸送条件の慎重な決定が必要であり、フルデザイナーの性能が搬送系の性能発揮の基本的な要素となるが、製作各社は各々のデータをもってやっている。空気原動機としてルーツブロワーが用いられ、その使用圧は4000~6000mm w.g. である。大能力遠距離輸送の場合、ルーツブロワーを直列に2段に使い、インタークーラーを設置することもある。末端はタンクに直結され、特にレシーバーに相当するものはない。タンクからは少量の排気が行はれる。圧送方式では1管路に1ブロワーを用いるのが普通だが、1ブロワーで数管路に同時に1定量の空気を分配するためソニックバルブと称し超音速空気管前後の圧力差が一定であることを利用した空気流分配器もある。1本の管路である地点まで輸送し、途中分岐して多数のタンクにある時間毎に粉を送りこむために、管路分岐器が必要であるが、そのダストシールはなかなか難しい問題である。

2.10 むすび

今まで述べて来たように、戦後製粉工場は各工程に全面的に空気搬送装置を採用し輸送設備の合理化と共に遠隔操作化を図った。後述の製粉工場の無人運転化にもこのニューマチック化が大きく寄与するといえる。しかし、粉粒体の空気輸送の最適条件の発見はまだ確立されて居らず、実際が理論や実験的研究に先行している部分もあり、なお研究の余地は多分に残されている。

3. 空気分級による小麦粉の蛋白轉移

3.1 小麦粉の品質

小麦粉は、小麦を粉にして得られるものであるが、その定義は明確でなく、普通粒径125ミクロン又は150ミクロン以下のものを小麦粉といい、これより大きいものをセモリナとかグリッツとかいって区別している。小麦粉の品質を特徴づけるものには物理的特性と化学的特性とがある。物理的特性のうち重要なものに、粒度分布、色、吸水、粘弾性学的特性がある。化学的特性のうち重要なものは、水分、灰分、蛋白量、酸度などがあり、物理的特性と化学的特性との間にはある程度の相関があり、これがここで述べる空気分級による小麦粉の蛋白轉移の基礎になっている。

小麦粉の製造技術はいかにして胚乳部を皮部からシャープに分離するかにある。したがって、原理的には非常にシンプルなものといへる。そして、小麦粉の化学的特性は殆どそのまま原料小麦の化学特性の再現であ

るといへる。この外、小麦粉の化学的特性は製造時の採り分けや歩留りによって異なる。表2に小麦粉の成分の1例を示した。いろいろの小麦の品種の中で、硬質小麦は蛋白質が多く、軟質小麦は蛋白質が少ない。この原料の違いから来る蛋白質の差によって、強力粉、中力粉、薄力粉に分れ、小麦粉中の無機物質の量（灰分）によって、1号粉、2等粉、3等粉の等級に分けられている。用途としては、蛋白質の少ない粉すなわち薄力粉は製菓用に、中程度の蛋白質の中力粉は製麺用に、蛋白質の多い強力粉は製パン用に使われる。蛋白質の僅かの差も2次加工適性に鋭敏に影響する。また、蛋白質の量と質は、物理的特性である吸水や粘弾性学的特性にも非常に大きい影響をもっている。これまで述べたことで、小麦粉の2次加工性は含まれている蛋白質すなわち原料である小麦に大きく影響されることが判った。

表2 小麦粉の成分

	水分 (%)	蛋白質 (%)	脂肪 (%)	糖質 (%)	セニ (%)	灰分 (%)
1等薄力粉	14.0	7.0	0.8	77.6	0.2	0.4
1等中力粉	14.3	8.0	0.9	76.2	0.2	0.4
1等強力粉	14.6	12.0	1.1	71.7	0.2	0.4
2等薄力粉	14.0	8.0	1.0	76.2	0.3	0.5
2等中力粉	14.3	9.0	1.1	74.8	0.3	0.0
2等強力粉	14.6	13.0	1.3	70.3	0.3	5.5

3.2 小麦粉の分級

小麦粉は粒径数ミクロンから100ミクロン以上にわたる分布をもつ粉体の集まりであることは前述の通りであるが、これを粒径により分級して見ると図2に示すように、粒径と蛋白質、質との間に著しい関係があることが判った。図2は蛋白質量9.5%の中力粉を分級したものであるが、メッシュの細かいところには小麦粉中にあるバ

粒子の大きさ (ミクロン)	歩留り %	蛋白質 %	粒子の形	
			澱粉粒	クサビ形蛋白質
0-13	4	19	○ ○ ○ ○ ○ ○	▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲
13-17	8	14	○ ○ ○ ○ ○ ○	▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲
17-22	18	7	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●
22-28	18	5	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●
28-35	9	7	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●
35以上	43	11.5	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●
もとの粉の蛋白質			9.5%	

図2 分級された小麦粉の蛋白質と粒子の形状

ラバラになったクサビ形蛋白質が多く集まるので最も蛋白質が多く、粗い部分では蛋白質に包まれた澱粉の塊状物が集まるので蛋白質は親粉と同等か少し多い程度で、17ミクロンから35ミクロンの範囲は澱粉粒が多く集まるため蛋白質は最も少くなっている。すなわち、ある蛋白質の小麦粉から数種の異なる蛋白質の粉を得ることが出来るわけで、2次加工特性が小麦粉の蛋白質の量と質に左右されることを思えば、小麦粉を粒度により分級することにより、どんな種類の原料小麦からも希望する蛋白質の粉、したがって希望する2次加工適性の粉を得ることが出来るのである。このことは、小麦粉の加工特性が原料小麦の特性によって殆ど100%きめられるという従来の観念が根本的にくつがへすもので、小麦粉製造の1つの革命ともいい得る。この程度の細さをカットポイントとする分級操作は、通常の篩い分け操作では不可能で、空気渦流中に作られる遠心力の場を利用した空気分級により

めて達成される。製粉における空気分級は、国土が広大で局地的には2次加工適性を満足させる原料小麦を得ることが難しいアメリカやオーストラリアで特に発展利用されて来た。アメリカでは、蛋白質の少ない菓子用粉を得るために中程度の蛋白質をもつ小麦から低蛋白質の小麦粉をとることに利用されて居り、オーストラリアでは中程度の蛋白質の小麦から蛋白質のたかい小麦粉をとりパン製造時の配合剤として用いる外、同時に出来る蛋白質の少ない小麦粉を澱粉の代りに使っている。分級して得られる低蛋白質粉がスポンヂケーキやハイレシオケーキに適するのは蛋白質のためだけでなく、その粒度が細かくまた粒径がそろっているからである。

3.3 分級の工程と使用機械

空気分級の工程の基本的なものを図3に示す。先づ、親小麦粉を微粉碎機で粉碎し小麦粉中の澱粉粒と蛋白質粒を出来るだけバラバラにほぐした後、第1段の空気分級

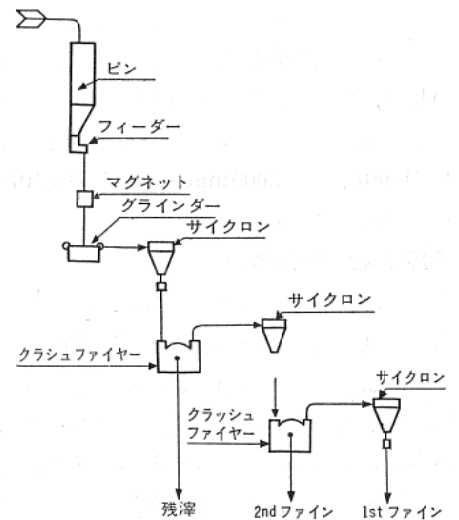


図3 低蛋白質採取操作方法

器にかけ粗い粉をぬきとる。カットポイントは60ミクロン前後が普通であるが、製造しようとする粉の品質に応じてカットポイントは変って来る。次に第2段の空気分級器にかかるが、カットポイントは15ミクロン前後で中間の細かさの粉と細粉に分けられる。使用される微粉碎機や空気分級器は、化学工業で用いられているものを製粉用に製作したもので、アメリカのスタートベント社、エントレーター社、シャープレス社、ドイツのアルピン社、ミアグ社などの製品が使われている。微粉碎は高速空気流の場での相互衝突、金属面との衝突、による破壊で、高速回転体としては遠心ブロー型、回転円盤にピンを植え込んだ型などいろいろあるが、回転体の周速度は150m/min以上におよび、2重反転円盤では300m/minを超えるものもある。当然のことながら消費動力が大きく、粉碎能を落さずに動力消費を減小させることが機械の今後の目標である。空気分級器の作用原理は、強制渦で作られる遠心力の場に小麦粉を空気と共に流入させた場合これに働く遠心力と空気抵抗との釣り合いから、大粒径の粉を外方に小粒径の粉を円方に分離することである。従って、カットポイントは空気に遠心流れを生ぜしめる廻転体の廻転速度と内方に向う空気流速すなわち分級ゾーンの断面幅を変化させることや風量をかへることにより変更し得る。

現在の分級装置は、粗、中、細の3種に分離するが、最近サイモン社で開発されたものは、微粉碎と分級が単1機械でされその分離も27種同時に行はれるもので注目に値する。空気分級装置は消費動力が大きいのが欠点である。しかし、小麦粉の改質の物理的方法の内最有力なものとなお今後の発展が期待される。

4. 小麦粉のバルクハンドリング

製粉工業の1つの特徴はその大量処理にある。またその売り上げ高利益率は極めて小さい。立地条件や生産すの製品の種類にもよるが、日産処理能力250トン以下の製粉工場は経営的に成り立ち難いとさへいわれる。そこで大量生産し製造コストを下げるあらゆる努力がなされている。最近の我が国の人件費の増高は著しく、製粉工場でも人件費は動力費をはるかに凌いでいる。小人数による工場管理が望まれる所以である。原料の受け入れから製造までの工程は原料や中間製品のバラ扱いがすすみ、人の仕事は殆んど機械の運転監視と流れの制御のみであるが、製品は25キロ紙袋に1袋1袋包装され流通するので、包装工程以降の製品の荷扱いの面に多数の人手を要している。例へば、250トンの工場では毎日8000袋の小麦粉を包装し倉庫に併付け併崩してトラックや貨車に積み込み発送せねばならぬ。これ等の荷扱いの能力

は1日1人あたり約3トンであるのでこの部門に如何に多くの人手を要しているかが判る。

従来の包装は、紙装に指定重量近くまで先づオーガーで充填した後、台秤の上に移し人手によって指定重量になるよう端量を加へ開口部をミシンで縫いつけて作業を完了する方式であった。10年程前から計量充填を自動秤にさせる自動充填機が開発されたが、その精度や充填時の粉塵発生防止になお改善の余地がある。家庭用に販売される小袋(1キロ又は0.5キロ)は製袋から充填、包装、封緘まで完全自動化され、その計量は容積計量であるが重量計量と極めてよい精度で一致する。大袋には袋の装着から封緘まで一貫して自動化されたものは未だないが、セメント袋のようなパルプ袋を使用する方式ではこの自動化が実用されている。とも角、小麦粉の自動包装化は簡単のようではなかなかむつかしい。そこでこの合理化のため、原料と同じように小麦粉をバラで流通させようとする傾向が出て来た。写真2は小麦粉タンクローリー車で我が国では6トン車10トン車の2



写真2 タンクローリー車

種がある。アメリカでは、省力経営と大型2次加工業者が発達していたので粉のバルク扱いは以前からあったが、日本やヨーロッパで普及して来たのはここ数年來のことである。バルクハンドリングは生産者である製粉工場にも消費者である2次加工業者にも、人件費の節約の意味に於て有利であるが、基本設備としてバラ貯蔵タンクとその附帯設備が必要であるという難点がある。原料の場合はサイロとよばれる1本100トンから1000トンの容量のピンの集合体に貯蔵され、タンク内の粒体がタンクに及ぼす圧力分布の計算式の典型的な例として引き合いに出される程一般的になっているが、小麦粉の貯蔵はその粒度や附着性のため簡単ではない。特にタンクのホッパー部分でブリッジングを起し易く排出をスムーズに行うことが極めて難かしい。ブリッジング防止のためホッパー部の形に図4のようないろいろの工夫をしたり、空気を吹きこんで粉体をスライドさせたり、粉全体にエアレーションして流動化させ排出し易くするものもある。粉タンク1本の容量はタンク群の総容量やタンク本数によ

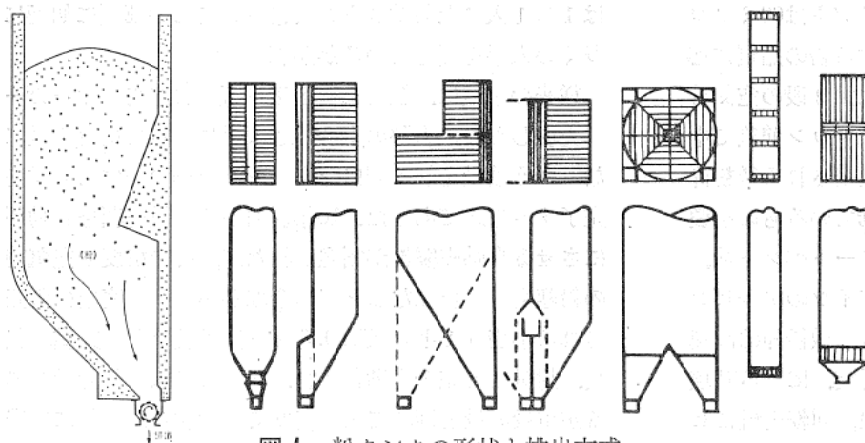


図4 粉タンクの形状と排出方式

り変るが、20トン、50トン、100トン単位が多い。5トンとか10トンの小さいタンクでは、タンクを密閉容器として内部を加圧して空気と共に粉をおし出すフーラー型のももある。何れにしても、粉タンクの設備費はかなり大きいので大型の製粉工場や大型の2次加工業者でないといふとペイがむつかしい。最新式の製粉工場では約1週間分の粉タンクをもつことが望ましく、消費者側では使用量の4日分をもつことがよいとされている。大型の粉タンクは鉄筋コンクリートで造られるが、小容量短期貯蔵のものは鉄製である。粉バラ貯蔵設備の設備費は貯蔵量トンあたり10万円前後である。

5. 工程の自動制御と無人工場

製粉工場内における加工工程は、精選、挽砕、精製の3工程に分かれているが、加工は連続的に行われ、各工程の間に、原料や中間製品や製品を1時ためておくタンクがあり、調質など加工目的自体の用と、工程の流れの調節の役目をする。加工は、粉碎、篩い分け、選別などすべて物理操作で行われ、その制御調節箇所も限られているから、工程中の品質管理は工程中の原料中間製品製品の流量管理で代行させることが出来るといってもいいすぎではない。精選工程では、原料を挽砕し易くするために適量の水を均一に原料に加へタンクに放置することと、所要の品質の小麦粉を得るために数種の原料を配合することが調整管理の主作業である。ある小麦粉を製造しようとする場合、そのための原料の種類、配合率、原料毎の加水率、放置時間はきまっているので、製造種別に応じてこの工程の作業のパターンをつくりこれを電算機に記憶させておけば、諸機械の遠隔操作とあいまって、プッシュボタンで精選工程を運転することが可能である。

挽砕工程は基本的には完全な流れ作業となって居りその調整箇所は粉碎機械であるロール機のロール間隙調整

のみである。したがって、この間隙調整作業とロール機個々の精砕率、あるいは挽砕工程全体の総合歩留、あるいはブレイキ工程前段の各ロール機の粉砕率とを連結し、粉砕率をロール間隙にフィードバックすれば、所期の結果を得ることが可能である。その他個々の機械にも中間製品の供給装置に対し供給量の変動に対する自動制御装置がつけられれば、流量の大変動による流れの中断を防ぎ得て、工

程の無人操作化に役立つ。

精製工程では小麦粉に改質剤を添加する作業と、貯蔵しようとするタンクを選んで小麦粉を投入する作業とが調整管理の主たるものである。添加率の制御は添加剤の薬剤供給量と小麦粉流量検出計を連結することにより自動化が図られ、タンクへの小麦粉の選択投入は、精選工程において原料の原料タンクへの投入と同じように、製造種別毎に1つのパターンを組んで電算機に記憶させておけば、これを自動的に実行し得る。

このように見てくると、製粉工場の工程制御はほとんどすべて粉粒体のマテリアルハンドリングの制御に帰することになり、粉体の計測や粉体のマテハン技術の進歩によってかなり容易に無人工場の出現を考えることが出来そうである。しかし製粉工場は利益率が低いので、設備投資過剰になることを極力注意せねばならず、このような無人化工場のための投資が十分ペイすることを計算して始めて実用化されることになる。

6. むすび

製粉工業においても、昭和30年代に諸産業で行われた技術革新とおなじように、過去10年にかんがりの技術的変革が行われた。その第一はニューマチックミルの導入による製粉性能の画期的向上であり、空気分級装置による小麦粉の改質であった。この両者は今後とも部分的な改良研究が続けられ、なお進歩するものと思われるが、今後10年の革新の方向としては、製造費のコストダウンのための省力設備の研究開発にあると思う。この目的のため、小麦粉のバルクハンドリングの進展があり、工場的小数人員による運転、最終的には無人工場を目標とする制御システムの開発があるであろう。しかし、ここで注意せねばならぬことは投下設備費と設備による経費の節約が見合はねばならぬことである。