圧搾とは、固体混合物を収容する分離室の隔壁を移動させることによって圧縮作用をおこさせて固液分離を行なう操作である。一般に、圧搾操作は原料のポンプによる圧送が困難な場合や、濾過よりもさらに完全な固液分離を目的として、化学工業・窯業および食品工業とくに搾油や醸造部門において広く利用されており、また濾過器との併用も行なわれはじめている。

圧搾の過程は濾過と圧密の二期間より成り立っており、濾過理論と土質力学におけるテルツァギの圧密理論とを適用して解析できる。本講では、まず圧搾装置と既往の研究について概説し、ついで従来の工業濾過理論の分類のように、圧搾理論を定圧・定速および変圧々搾操作の各場合について述べることとする。

[I] 圧搾装置と圧搾の既往の研究*

白戸 紋平**・村瀬 敏朗**

はじめに

圧搾 (expression) とは、固液混合物を搾布 (press cloth) などのような液体を通過させ固体を通過させない隔壁内に収容し、これを圧縮することによって液体と湿潤ケーキとに分離する操作である。加圧濾過では普通内容積が一定の濾室内へポンプでスラリーを圧入して固液分離を行なうのに反し、圧搾では固液混合原料を収容している隔壁自体を移動させて圧縮をおこさせ固液分離を行なう。

濾過と圧搾とは同一目的のために利用される操作であるが、一般に濾過すべき原液スラリーはポンプで圧送できる程度の流動性をもつ必要があり、一方圧搾分離すべき原料は一般に高濃度で半固体状の場合も多い。すなわち、圧搾操作はポンプによる原料の圧送が困難な場合や濾過よりもさらに完全な固液分離を目的とする場合に利用される。

圧搾のようないわゆる機械的脱水操作は、熱的な他の諸操作に比べてはるかに経済的であり、また製紙工業で見られるように乾燥操作と併用されることも多い。また、植物油工業における搾油操作は、溶剤抽出法に比べると分離は不完全であるが、品質のよい製品を得ることができる点で賞用されており、溶剤抽出法との併用も広

く行なわれている。このほか、窯業、合成ゴムなど各種化学工業のほか醸酵工業における醸造醪 (fermentation mashes) の分離、ジュースその他各種食品工業にも広く利用されている。

このように、圧搾操作を必要とする工業分野はかなり広く Perry's Chemical Engineers' Handbook²⁰⁾ にも圧搾操作が化学工学の単位操作の一つとして紹介されているが、これに関する文献はきわめて少ない現状である。本講では、従来主に経験的にのみ取扱われてきた圧搾操作について、装置とその解析方法を中心として次の5点から述べることにしたい。

- I. 圧搾装置と圧搾の既往の研究
- II. 圧縮ケーキの諸特性とテルツァギの圧密論
- III. 定圧々搾
- IV. 変圧々搾
- V. 圧搾過程の数値解析

ここでは、まず圧搾装置を概説し、圧搾に関する既往の研究について述べる。

1. 圧搾装置

圧搾装置にはバッチ式と連続式とがある。バッチ方式のものはほとんどが水圧式であり、水圧機 (hydraulic press) とはいえバッチ式装置を意味すると考えてよい。バッチ式圧搾機 (batch press) はいままで長く利用されてきたが、現今では連続操作の目的から、ねじプレス

* 昭和45年2月23日 受理

** Mompei Shirato, Toshiro Murase 名古屋大学 工学部 化学工学科

図1 プレートプレス (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.666, Interscience (1964))

(screw press) やローラーミル (roller mill) などが普通に利用されている。とくに搾油部門でのバッチ式の利用は、現在ほとんどその影を潜めている。

1.1 バッチ式プレス

バッチ式プレスには、原料を搾布に包んで圧搾する開放型 (open type) と、搾布を必要とせず原料を直接ケージ (cage) に入れて圧搾する密閉型 (closed type) との2種類がある。また、開放型にはプレート・プレス (plate press), 箱型プレス (box press) などがあり、密閉型にはケージ・プレス (cage press), ポット・プレス (pot press) などがある。

(i) 開放型

a) プレート・プレス

開放型はアングロ・アメリカンプレス (Anglo-American press) ともいい。図1に示すように上下の端板に固定された4本の支柱をもち、75mm ないし 125mm ごとの等間隔にプレートを懸垂させ、原料を木綿・羊毛などの搾布で完全に包んで水圧ラムを上昇させて圧搾を行なう。原料はプレートとプレートの間で圧搾されてほぼ正方形のケーキになり、搾出液は下部端板に設けられた液槽に入る。プレート・プレスでは、ケーキの密着を防止し搾出液の流出をよくするために、表面を波形にしたプレートを普通に利用する。

b) 箱型プレス

箱型プレスは、プレートの代りに図2に示すようなプレス箱 (press box) を用いて、原料を搾布で包むことが容易にでき、また耐久性に富む厚地の搾布を使用することができる。プレス箱は、原料の装入と圧搾後のケーキの取り出しを容易にするために、

図2 プレス箱 (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.667, Interscience (1964))

図3 ケージ・プレス (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.669 Interscience (1964))

その前面の幅は後面よりやや大きくなっており、深さ 5 cm, 長さ 90cm, 前面の幅 37cm, 後面の幅は 35cm 程度のものが普通に利用されている。プレス箱の底には格子状の排液用みぞが設けてあり、その上に多孔板を敷き原料を装入する。プレス操作を行なうには、原料を徐々に加圧していくことが最も肝要であり、たとえば搾油¹⁾の場合には自動弁を用いてラム圧力を変化させ、初期圧力 14Kg/cm² 程度で初期搾出液を得てから徐々に最高圧力 110Kg/cm² 程度にまで上昇させる。すなわち操作は、原料の装入、最高圧力まで徐々に加圧する変圧々搾、最高圧力での定圧々搾、圧搾ケーキの取り出し、の順序で行ない、操作時間は各バッチごとに 20 分から 30 分間程度である。使用するプレス箱は 15~16 個が普通であり、処理量はたとえば 15 個のプレス箱を用いて綿

図4 角形ケージ (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.670, Interscience (1964))

図5 ポット・プレス (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.671, Interscience (1964))

図6 FE inc. 型 濾過器 主要部

実から搾油する場合で 8ton/day 程度である。

(ii) 密閉型

a) ケージ・プレス 図3および図4に例示したようなケージ・プレスでは、搾布を必要とせず、原料を丈夫な鋼製の孔あきケージ内に装入して開放型よりも高

図7 カーバー水圧式濾過圧搾機 (The Fred S. Carver Inc.)

圧で圧搾を行なう。液体含有率が高く繊維質の少ない原料を圧搾する場合には、搾出液の流量が大きくなって開放型を用いると搾布の破裂が起こりやすくなるので、ケージ型の方が適している。ケージには丸形と角形とがあり、多数の棒鋼またはみぞ付き鋼板を並べて濾材として使用する。操作は、開放型のように4本の支柱の間にケージを置き、水圧ラムによって圧搾を行なう。圧搾圧力は 420 Kg/cm^2 か、それ以上が普通である。圧搾時のケージ内における液体の移動は主として軸方向に起こり、これと直角の放射方向には少ないので、排水板 (drainage plate) と搾布とを介して原料をケージ内に層状に積み重ねて圧搾するのが有効である。とくに大型プレスでは、原料の装入や圧縮ケーキの排出をプレス操作を利用して行なったり、ケージの運搬装置を設けたりすることも多い。

b) ポット・プレス 図5には、ケージの代りに蒸気加熱を施した短円筒状の一連のポットを上向きに重ねて配置したポット・プレスを示してある。ポット・プレスはケージ・プレスの特殊型であって、ココアバターなど常温では固体状を呈している油脂の分離に用いられる。圧搾圧力は、開放型とケージ型との中間程度のものが多い。ポット・プレスの利点は、原料を加熱できること、非常に柔らかい非繊維質の原料に適していることであるが、欠点は装置の大きさや価格に比べて処理量の低いこと、操作に多くの労力を必要とすることである。

c) 濾過圧搾機 いわゆるケーキ濾過操作で乾燥ケーキを得たい場合に、たとえば圧濾器 (filter press) においては空気、熱風または水蒸気を器内に送入するが、ガス温度が高いと濾布の寿命が短くなり、また引火性物質の処理の場合には注意を必要とする。また、図6に示した FE inc. 型濾過器ではオリバー型の濾過円筒の上部に円筒表面と同一速度で同一方向に走行するエンドレスベルトをロールで導き、円筒上の濾過ケーキを圧搾してケーキの含水量をベルトを使用しない場合に比べ 25~50% 程度減少できる。たとえば、陶磁器製造工業などにおける圧濾器操作で空隙が液体で飽和した低水分濾

過ケーキを得たいとき、濾過圧力を極度に上昇させることは理論的にもその脱液効果が殆んど期待できず、このような場合濾過と圧搾の両操作の組合わせがきわめて有効となる。

図7に示したカーバー水圧式濾過圧搾機 (Carver hydraulic filter press) は、ポット・プレスを改良し、圧濾器とポット・プレスとの作用を組合せた装置である。まず、原料スラリーをポンプで圧入し、濾過圧 40 Kg/cm^2 程度で濾過を行ない濾過ケーキ (filter cake) を形成させてから、 400 Kg/cm^2 におよぶ圧搾圧力を用いて圧搾して乾燥した圧搾ケーキ (press cake) を産出する。ケーキの排出を含む全操作が自動化でき、各種食品工業で広く利用されている。大型装置では1サイクル当り 1t 程度のケーキが得られる。

図8には大倉式濾過圧搾機、図9には藪田式自動濾過機³³⁾を示した。清酒などの製造工程では、醸酵もろみを何百枚もの袋に入れ、通称酒槽 (ふね) という容器内に積み上げ水圧機で徐々に圧力を加えて濾過し、途中均一な厚さにするために積み直しをしてさらに圧搾し、最後に粕を袋から1枚1枚取り出すという非常に労力のいる方法で圧搾操作を行ってきた。上記の濾過圧搾機では、まず原料もろみの圧濾器として濾過ケーキを形成させた後、空気圧搾装置により圧搾シートを介してケーキの圧搾を行なうことによって、もろみ圧搾工程の合理化と労力の節減を計っている。

図10には、堅型自動化圧濾器ウクライナ・フィルター (Ukraine filter) を示した。その構造は、上下の端板の間に多数の濾板 (filter plate) を重ね、エンドレス濾布をそれらの間にジグザグに張り、濾板締付装置によって下部端板が上がると濾板が下から順次に締付けられる。濾室には特殊な水圧ダイヤフラムを設けて、生成した濾過ケーキを圧縮圧力 15 Kg/cm^2 程度まで圧搾し、短時間にケーキの脱水度を上げることができる。圧搾ケーキの排出は、濾板締付装置をゆるめて下部端板を下げると各濾板が下降し、各濾板間に約 45mm のクリアランスができる。駆動装置で濾布を移動させ濾布上のケーキを左右に除滓した後、濾布を水洗する。濾布に付着しやすいペースト状ケーキなどへの適用は困難であるが、上下水汚泥、工業廃水、湿式集塵スラリー、石膏、酸化チタン、水酸化マグネシウム、消石灰、粘土などの濾過脱水に利用できる。

図8 大倉式圧濾機

図9 藪田式自動濾過機配置図 (藪田産業 (株))

図10 ウクライナフィルターの構造略図

1.2 連続式プレス

a) エクスペラーおよびねじプレス 特に植物油関係では水圧機はすたれ、これに代って連続式エクスペラー (continuous expeller) またはねじプレス (screw press) と称する連続式プレスが広く利用されている。長所としては、水圧機に比べて労賃を大幅に節約でき、搾布を必要とせず広範な種類の原料に利用でき、しかも液体の

図 11 Super Duo 型エクスペラー (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.675, Interscience (1964))

処理能力：30t/day, 所要動力：40HP

処理できる原料：菜種、亜麻仁、ヒマシ、サフラワー、カボック、綿実、コブラ等

図 12 末広式 SE 型スクリーパー・プレス ((株) 末広鉄工)

収率が高い点である。欠点としては、動力の消費が比較的大きく、操作などかなりの熟練を必要とし、また間欠的な用途にはあまり適当でないことである。

1900年に V. D. Anderson がエクスペラーと称する最初のスクリーパーの試作に成功し、1910年頃クルップ社がドイツにおける製造権を取得して、水圧プレスにかける前の予備装置として製作したのが始めである。アメリカでは、植物種子油の収率が高いので賞用され、1926年に RB 型エクスペラー、その後 Duo 型や Super

図 13 アンダーソン・エクスペラーの胴体排液部 (Swern, D., et al.: "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", p.677, Interscience (1964))

Duo 型エクスペラー (図 11) が開発されている。French Oil Mill Machinery Co. も 1933 年にねじプレスと称する連続式プレスを開発し、現在アメリカではこれら 2 社が特に著名である。図 12 には末広式スクリーパー²⁷⁾を例示した。それらの主な相違点は圧搾方法とケージの冷却法である。アンダーソン・エクスペラーでは、まず垂直ケージによって一次脱液すなわち分離の容易な液を搾出し、つづいて水平ケージによって残液を高圧下で搾出す。フレンチねじプレスでは、1 個の水平ケージのみで徐々に圧力を高めて圧搾する。ケージの冷却は、エクスペラーでは熱交換器によって 50°C 程度に冷却した搾出油自体を用いており、ねじプレスでは水冷法によっている。

エクスペラー、ねじプレスともにウォーム軸を回転することにより原料がケージ内に送り込まれウォームにより圧縮されて、液体は図 13 に示したような棒鋼の間隙を通してケー

ジの外へ、固形物は排出口から機外へ押し出される。主ウォーム軸とウォームは原料 1cm² 当り 700~2000Kg/cm² におよぶ圧搾圧力を作用させながら原料をケージ中を前進させ、さらに押し出す作用をする。圧搾圧力は、たとえば図 14 に示したようにウォーム軸とケージとにテーパをつけたり、ピッチを次第に変化させたウォームを利用するなどして発生させることができ、原料がケージ内を前進するにつれて次第に大きな圧搾圧力を受ける。処理すべき原料の種類や、完全な圧搾分離が目的

表1 エクスペラーによる脱液性能の一例²⁷⁾

原料名	液体名	供給試料中の液分 [wt. %]	排出試料中の液分 [wt. %]	処理量(正味固形分) [t/hr]	所要動力 [HP]
植物種子	植物油	30~60	10~15	1.25	30
"	"	30~60	0.5	0.5	20
合成ゴム	水	60~70	10	3.0	150
コーンジャーム・コーンハル (Corn germ・Corn hull)	水	70~80	50~55	1.0	15
植物種子皮殻	水	70~80	50~55	0.8	10
パルプ	ソーダ液	80~90	55~65	0.75	15
砂糖	糖液	80~85	50~60	0.75	15
果実	果汁	80~90	50~55	0.5	10
動物肉	動物油	70~80	25~30	0.5	10

かそれとも単に一次脱液を目的とし後に溶剤抽出を行なうかなどによって、種々の形のウォーム軸が使用されている。排液部 (drainage barrel) は図13に示したように長方形断面の棒鋼 (barrel bar) から成り、スペーサー (spacing clip or spacer) を各棒鋼間に配して適当な間隔に保つ。この棒鋼間隔は、搾出液の流路と圧搾ケーキの粗い汙材としての役目をし、たとえば綿実の場合、原料供給部で 0.25mm、中心部で 0.18mm、排出部で 0.25mm 程度である。ケージのケーキ排出口には、その開き度の調節装置をもち、開きの大きさを調節することによっても原料に作用する圧搾圧力を変化させる。

エクスペラーおよびねじプレスは、とくに激しい摩耗をうけるので、各部品は耐摩耗性の特殊鋼を使用するが、ウォーム軸その他の摩耗により処理量が低下しがちである。この型式のプレスは、とくに繊維質を多く含む原料の圧搾に適しており、動植物油の分離、紙パルプ、合成ゴムなどの脱水に広く利用されている。エクスペラーの脱液性能の1例を表1に示した²⁷⁾。

図15には最近開発された French 式8段プレス¹⁰⁾を示した。このねじプレスは、ゴムおよびプラスチックの脱水、動植物油の分離などに利用でき、初期液分 50wt. % 程度の原料を 0.5wt. % 以下にまで圧搾脱水できると称している。

b) ローラーミルおよび円板プレス

ローラーミル (roller mill) は、2本ロールのものと、3本ロールのものが普通に使用されている。3本ロールのものは圧搾のほかに粉碎作用も行ない、甘蔗などに広く利用されている。2本ロールのミルは圧搾脱水のみを行ない、製紙、繊維および織物工業などで利用される。3本ロールミルでは水平に並べた2本のロールの中間に上部ロールをのせ、これを水圧ラムによって下部ロールに押しつけて回転圧搾する。ロールは鋳鋼製で、その表面にみぞをつけたものを用いることが多いが、また原料を傷つけないためにロール表面にフェルトなどの被覆を施すこともある。

図14 末広式スクリュープレスの各種ウォーム軸 ((株) 末広鉄工)

図15 French 式8段プレス (French Oil Mill Machinery Co.)

連続式円板プレス (continuous disk press) は果物、木材パルプ、合成ゴム、その他種々な物質の機械的脱液に利用する。プレスは、相対する二面が互に平行でないように配置した2枚の回転円板から成り、原料は回転二円板間の最も間隔の広い部分で供給され、供給時の容積の 1/4 程度にまで圧縮される。作用圧は最大 14Kg/cm² 程度までである。

1・3 低圧プレス・遠心圧搾

植物油工業では、抽出操作を行なう前処理として、普通高圧エクスペラーまたはねじプレスを低圧・高容量で運転して、原料の一次脱液を行なうこともあるが、特殊

遠心分離法を利用する場合は、ヤシ油の分離以外比較的少ないが最近動物性油の精製にも利用されている。

2. 既往の研究と問題点

圧搾の対象となる原料の種類と性質は千差万別であって、いままでに発表されている結果はある特定の原料に対する実験式のみであって、圧搾操作の解析に一般に利用できるような理論的方法はなかったといえる。

Gurnham & Masson¹¹⁾ は圧搾によって得られる液量(搾出液量)と圧搾速度とを知るための重要な特性として、ケーキの圧縮平衡状態を繊維質原料を用いて研究している。すなわち、原料にかける圧搾圧力 p [G/cm^2] を dp だけ増加させたとき、全圧縮ケーキ容積に対する含有固体質量の比、すなわちケーキのかさ密度の増加 dD [g/cm^3] と圧力増加率 dp/p とが比例すると仮定して

$$\frac{dp}{p} = K_e dD = K_e d\left(\frac{1}{v_e}\right) \quad (2 \cdot 1)$$

と書き、これを積分して圧縮平衡状態における固体質量基準のケーキの比容積 v_s [cm^3/g] と圧縮圧力 p との関係を (2・2) 式で与えている。

$$\log p = k_1 + (k_2/v_s) \quad (2 \cdot 2)$$

ここに、 K_e , k_1 および k_2 は実験によって定まる定数である。

Deerr⁶⁾ は、実験用小型ポット・プレスを用いて、甘蔗の圧搾実験を行ない、圧搾ケーキの体積 $V_c[\text{cm}^3]$ と圧搾圧力 p との関係を表わす実験式

$$V_c = \frac{C}{p^{n'}} \quad (2 \cdot 3)$$

を提案し、 C はある一定な実験定数、 n' は圧搾条件によって定まる実験定数であるとしている。

また、Koo¹⁵⁾は試験用ケージ・プレスを用いて7種類の植物油原料種子を70~300 Kg/cm²で圧搾し、搾出液量と圧搾時間との関係を示す実験式(2・4)

$$W = C' W_0 \frac{\sqrt{p} \sqrt[8]{\theta}}{\sqrt{\nu^2}} \quad (2.4)$$

を発表している。ここに、 $W[g]$ は搾出液の質量、 $W_0[g]$ は原料に含まれている液の全質量、 $p[G/cm^2]$ は圧搾圧力、 $\theta[sec]$ は圧搾時間、 $\nu[cm^2/sec]$ は搾出液の動粘性係数、 C' は実験定数、 z は原料種子によって1/6ないし1/2の値をもつ指数である。Kooの研究のほか、Baskervilleら²⁾およびCarter⁴⁾も搾出液量を計算するための実験式を発表しており、Hicox¹³⁾は工場で実用されている水圧プレスの実験データを解析して搾油操作上留意すべき事項の要約を行なっている。

最近になって、寺本・田口・永井²⁹⁾らは醸造糖について、また Körömendy¹⁶⁾は果汁の圧搾についてそれぞれ実験的な研究を行なっているが、これまで圧搾に関する一般的な解析法はなかったといえる。筆者ら²³⁻²⁵⁾は、一般に空隙が液体で飽和されているいわゆる湿潤飽和原料の圧搾過程が滲過期間と圧密期間とより成り立っており、前者に対しては滲過理論、後者に対しては土質力学におけるテルツァギーの圧密理論^{17, 28, 30)}を適用して理論的に解析できることを示した。次回以降これらの解析方法を中心に述べる。

連続式プレスについては、これまで植物油原料種子の連続圧搾¹⁹⁾、ねじプレス^{3, 9, 12, 14, 32)}、エクスペラー^{7, 8)}の性能試験および製品^{12, 31)}に関する報告や、連続式ねじプレスと類似の送りねじ (feed screw) および押出しプレス¹⁸⁾ (extrusion press) などの装置に関する研究が発表されているが、連続式プレスに関する広範な研究はまったく行なわれていない現状であり、空隙が液体で飽和されていない湿潤試料の圧搾過程の解析とともに今後の研究を要する問題である。

主要記号

C	$= (2 \cdot 3)$ 式の実験定数	V_c	$=$ 圧搾ケーキの体積	$[\text{cm}^3]$
C'	$= (2 \cdot 4)$ 式の実験定数	v_s	$=$ 固体質量基準のケーキの比容積	$[\text{cm}^3/\text{g}]$
D	$=$ ケーキのかさ密度	W	$=$ 搾出液の質量	$[\text{g}]$
K_s	$= (2 \cdot 1)$ 式の比例定数	W_0	$=$ 原料中に含まれている液の全質量	$[\text{g}]$
k_1, k_2	$= (2 \cdot 2)$ 式の実験定数	z	$= (2 \cdot 4)$ 式の実験定数	
n'	$= (2 \cdot 3)$ 式の実験定数	θ	$=$ 圧搾時間	$[\text{sec}]$
p	$=$ 圧搾圧力	ν	$=$ 搾出液の動粘性係数	$[\text{cm}^2/\text{sec}]$
				$[\text{G}/\text{cm}^2]$

文 献

- 1) Baskerville, W.H. & A.C. Wamble: Tenn. Univ. Agr. Expt. Sta. Bull., No.131 (1945)
- 2) Baskerville, W.H., Glass, A.J. & A.H. Morgan: *Oil Mill Gaz.*, 51, 56 (May, 1947)
- 3) Burner, A.H.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 34, 4 (1957)
- 4) Carter, C.L.: *Oil Mill Gaz.*, 56, 40 (March, 1952)
- 5) Chang, W.-Y., Couch, J.R. & et al.: *J. Am. Chemists' Soc.*, 32, 103 (1955)
- 6) Deerr: *Hawaiian Sugar Planters' Assoc. Expt. Sta., Agr. and Chem. Ser., Bull.* No.22 (1908); No.30 (1910); No.38 (1912)
- 7) Dunning, J.W.: *Oil Mill Gaz.*, 58, 11 (June, 1954)
- 8) Dunning, J.W. & R.J. Terstage: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 31, 28 (1954)
- 9) French, A.W.: *Oil Mill Gaz.*, 60, 18 (March, 1956)
- 10) French Oil Mill Machinery Co.: *Chem. Eng.*, 74, 60 (July 31, 1967)
- 11) Gurnham, C.F. & H.J. Masson: *Ind. Eng. Chem.*, 38, 1309 (1949)
- 12) Harris, W.B. & A.C. Wamble: *Texas Eng. Expt. Sta., News* (Sept., 1955)
- 13) Hicox, G.H.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 30, 481 (1953)
- 14) Keahey, H.P.: *Oil Mill Gaz.*, 58, 21 (April, 1954)
- 15) Koo, E.C.: *Ind. Eng. Chem.*, 34, 342 (1942)
- 16) Kormendy, I.: *J. Food Science*, 29, 631 (1946)
- 17) 最上武雄: “土質力学”, 90, 岩波 (1961)
- 18) 森 芳郎: “化学機械技術, 19集”, 51, 丸善 (1957)
- 19) Oil Mill Operators' Short Course: *Oil Mill Gaz.*, 58, 9 (Dec., 1954)
- 20) Perry, J.H.: “Chem. Engrs' Handbook”, 4th ed., 19~39, McGraw Hill, New York (1963)
- 21) Pons, W.A. Jr., Thurber, F.H. & C.L. Hoffpauir: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 32, 98 (1955)
- 22) Rea, H.E. Jr. & A.C. Wamble: *Texas Eng. Expt. Sta., Res. Rept.*, No.11 (Feb., 1950)
- 23) 白戸紋平, 加藤宏夫, 村瀬敏朗, 柴田正人: 醸酵工学雑誌, 43, 255 (1955)
- 24) 白戸紋平, 村瀬敏朗, 加藤宏夫, 深谷成男: 化学工学, 31, 1125 (1967)
- 25) Shirato, M., Murase, T., Negawa, M. & T. Senda: *J. Chem. Eng. Japan*, 3, 98 (1970)
- 26) Swern, D. & et al.: “Bailey's Industrial Oil and Fat Products”, 663, Interscience, New York (1964)
- 27) 館守 信: “エクスペラーによる連続脱液操作の問題点と実施例”, 第23回研究談話会前刷集, 49, 化学工学協会東海支部 (1969)
- 28) Taylor, D.W.: “Fundamentals of Soil Mechanics”, John Wiley & Sons, New York (1958)
- 29) 寺本四郎, 田口久治, 永井史郎他: 醸酵工学雑誌, 41, 1, 6, 412 (1962); 42, 41, 247, 448, 527, 582 (1964); 43, 266 (1965)
- 30) Terzaghi, K. & P.B. Peck: “Soil Mechanics in Engineering Practice”, John Wiley & Sons, New York (1948)
- 31) Thurber, F.H. & H.L.E. Vix & et al.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 31, 384 (1954)
- 32) Wamble, A.C. & W.B. Harris: *Texas Eng. Expt. Sta., Res. Rept.*, No.47 (April, 1954)
- 33) 蔵田 昇: “戸過圧搾法の概要とその実績”, 第23回研究談話会前刷集, 36, 化学工学協会東海支部 (1969)

[つづく]

高分子学会から

POLYMER JOURNAL

が創刊されました。

1970年1月, 高分子学会から英文原報誌「POLYMER JOURNAL」が創刊されました。

POLYMER JOURNALは, 隔月刊(奇数月)で年6回発行され, 高分子化学, 物理ならびに生体高分子など高分子科学の全分野の未発表の優れた論文と速報が, 毎号20篇前後掲載され, 高いレベルの国際誌として編集されています。体裁は, B5判, 毎号約150頁です。

POLYMER JOURNAL 年間購読費

(注) 会員: 高分子学会の会員

種 別	正会員	維持・賛助 会 員	非会員	バックナンバー
購読費円/年	4,000	12,000	15,000	18,000

1冊頒価 4,000 円

POLYMER JOURNAL の購読を希望される方は, 高分子学会にご連絡下さい。

なお POLYMER JOURNAL への投稿も歓迎しております。

詳しくは下記へお問い合わせ下さい。

連絡先 社団法人 高分子学会 [P・J 係]
104 東京都中央区銀座 5-12-8 [本州ビル]
Tel 東京 (03) 543-3771 (代)