

電気浸透式パルプモールド成形機

山口 幹昌(やまぐち みきまさ)

松本 廣(まつもと ひろし)

中田 七生(なかた ななお)

1 まえがき

パルプモールドは古紙を原料とするので焼却・埋立処分が容易であり、リサイクル率100%の製品であるため、環境保全・省資源のうえで好ましい包装材・梱包(こんぽう)材である。

一方、環境規制の厳しいアメリカやヨーロッパでは、発泡スチロールが処分困難という理由で包装材として使用できなくなりつつある。

このような背景から、最近では建材、パレット、型枠、園芸資材などの工業製品や包装材の分野にも用途の拡大が図られている。

ところでパルプモールドは発泡スチロールより高コストであることが問題となっている。この理由としてパルプモールドは古紙を水に溶解して作ったパルプ液を多孔性の金型で沪過して成形し、乾燥して製品としているので設備費が高く、そのうえ、成形品に含まれる多量の水分を乾燥させるエネルギーが必要なことがあげられる。

富士電機では難脱水性の材料を効率よく低含水率にできる電気浸透脱水技術を有している。このたび、上記の課題に対しこの技術を応用し、成形品の含水率を従来の70%以上に対し55%以下にできる電気浸透式パルプモールド成形機を開発したので、この成果について紹介する。

2 電気浸透式脱水の原理

図1に示すようにパルプ纖維は、表面が負に帯電した状態にあり、表面付近の水には電気二重層と呼ばれる電荷の不均一な分布が生じている。このため外部電場を作らせると二重層中の電荷が移動し、これに伴って陰極側に水分の移動が生じる。この水分の移動する現象が電気浸透である。真空抄造よりも低含水率のパルプモールドの成形品を得るには、図2に示すように加圧脱水式によりパルプ纖維層を脱水する方式が採られている。加圧脱水式では沪過板の表面にパルプ纖維の圧密層が形成されるので、その上部のパルプ纖維層の脱水が十分できない。

図1 電気二重層モデル

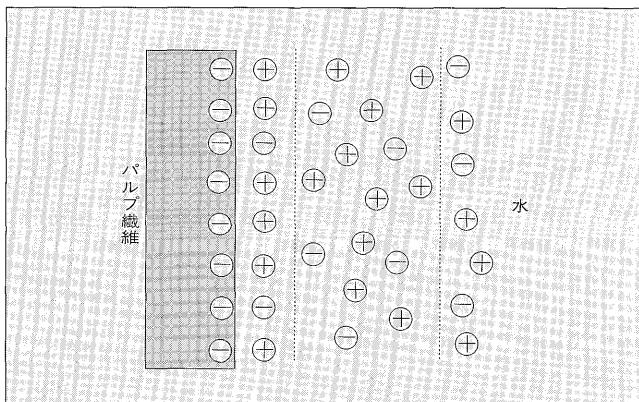
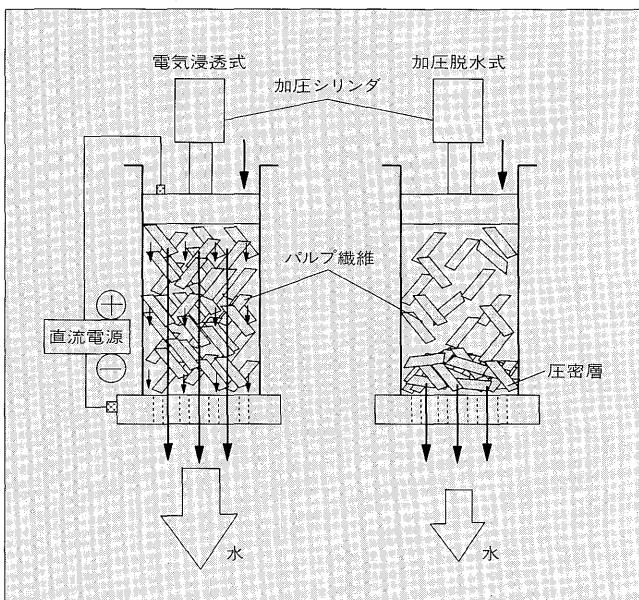


図2 電気浸透式脱水原理



一方、加圧板を陽極、沪過板を陰極とし、直流電源からパルプ纖維層に直流電圧を印加する電気浸透式では、パルプ纖維層のすべての領域において同時に電気浸透による水の移動を起こすことができ、沪過板の表面にパルプ纖維の圧密層を形成することなく低含水率の脱水ができる。



山口 幹昌

昭和46年入社。電気浸透式ベルトプレス、沪過濃縮装置などスラッジの処理装置の研究開発に従事。現在、(株)富士電機総合研究所環境・エネルギー研究所主任研究員。



松本 廣

昭和36年入社。電動機制御装置設計・受変電設備のエンジニアリングに従事。現在、富士電機テクノエンジニアリング(株)環境事業本部環境システム統括部特機部課長。



中田 七生

昭和47年入社。富士電機計装(株)入社。計装システムの営業に従事。現在、富士電機テクノエンジニアリング(株)環境事業本部環境システム統括部専任部長。

③ 電気浸透式パルプモールド成形機の概要

3.1 構成

この装置の外観を図3に、構成を図4に示す。装置はパルプ解碎機、パルプ液供給槽、加圧シリンダ、金型、沪液タンク、真空ポンプ、直流電源、エアコンプレッサ、供給ポンプ、切換弁、制御盤から構成されていて、パルプ液供給槽にパルプ液が循環供給され充満した状態で自動運転をすることができる。

3.2 運転フロー

この装置は、真空沪過抄造成形→低加圧での電気浸透脱水→高加圧での電気浸透脱水を主な工程として運転される。

この装置の詳細な運転フローを図5、成形品の断面図を図6に示す。また、図5の各ステップの内容は次のとおりである。

図3 電気浸透式パルプモールド成形機の外観

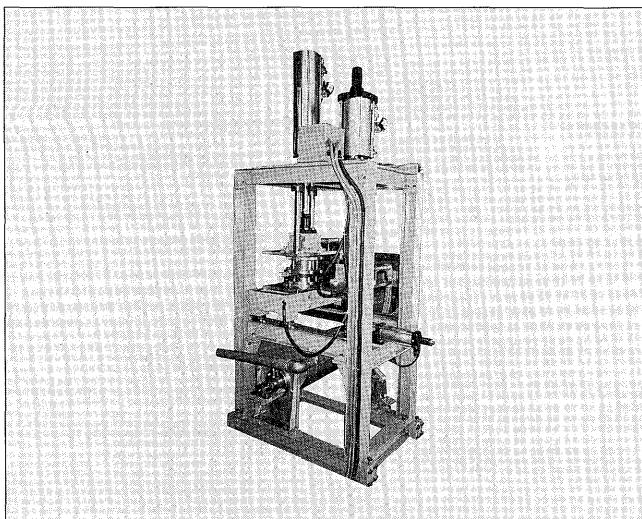
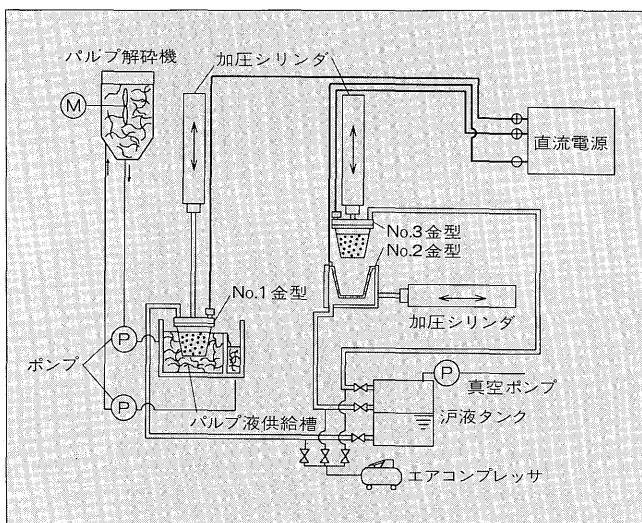


図4 電気浸透式パルプモールド成形機の構成



(1) ステップ1：真空沪過抄造成形

No.1 金型をパルプ液供給槽内に入れ、真空ポンプを作動して金型表面にパルプ纖維層を沪過により形成する。

(2) ステップ2：低圧電気浸透脱水準備

真空ポンプを作動し成形品を吸引しつつ No.1 金型をパルプ液供給槽から引き上げ、その下方に No.2 金型を移動する。

(3) ティップ3：低圧電気浸透脱水

成形品とともに No.1 金型を No.2 金型に押し付け、加圧 (3 kg/cm^2 以下) しつつ、金型間に直流電圧を印加して成形品を電気浸透により脱水する。

(4) ステップ4：成形品移送準備

No.1 金型内に加圧空気を供給してエアプローしつつ No.1 金型を引き上げ、No.2 金型に低圧電気浸透脱水された成形品を残す。

(5) ステップ5：高圧電気浸透脱水準備

No.2 金型を No.3 金型の下へ移動する。

(6) ステップ6：高圧電気浸透脱水

No.3 金型を No.2 金型に押し付けて加圧 (6 kg/cm^2 以下) しつつ、金型間に直流電圧を印加し、成形品を電気浸透により脱水する。

図5 電気浸透式パルプモールド成形機の運転フロー

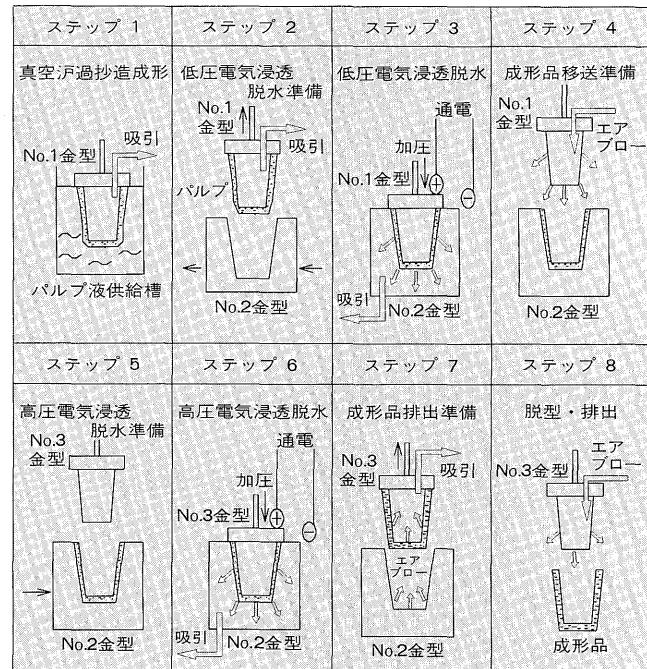
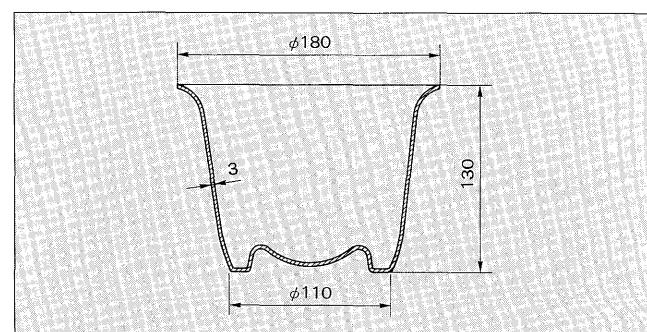


図6 成形品の断面図



透により脱水する。

(7) ステップ7：成形品排出準備

No.3 金型内を真空として成形品を吸引しつつ、No.3 金型を No.2 金型から引き上げる。

(8) ステップ8：脱型・排出

No.3 金型内に加圧空気を供給して成形品を No.3 金型から下方へ落下して排出する。

4 パルプモールドの成形実験

4.1 試料パルプ

新聞古紙、広葉樹パルプ (LBKP)、製紙スラッジ (DIP) を原料とし、次の3種の原料割合と濃度のパルプ液を試料とした。

- (1) No.1：新聞古紙 100% (濃度 0.8%)
- (2) No.2：新聞古紙 50% + LBKP 50% (濃度 0.72%)
- (3) No.3：新聞古紙 70% + 製紙スラッジ 30% (濃度 1.05%)

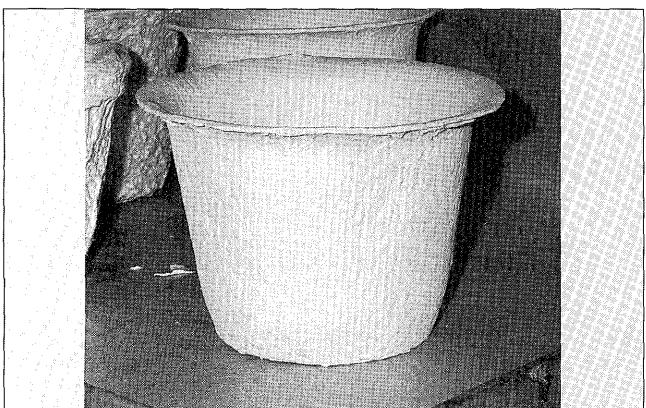
4.2 実験結果

圧力-600 mmHg とした真空抄造、圧力 2.4 kg/cm^2 とした低圧電気浸透脱水、圧力 5.5 kg/cm^2 とした高圧電気浸透脱水の順に成形品の脱水を重ね、各工程での成形品の含水率を調べた。これにより成形できたパルプモールドは図7に示すとおりである。

実験結果は図8、9、10に示すとおりである。電圧印加のない従来の加圧脱水式よりも、印加電圧を 100 V, 150 V, 180 V, 200 V などとした電気浸透式の方が成形品の含水率は低かった。また電気浸透式の場合、印加電圧を高めるほど成形品の含水率を低くできた。

試料が新聞古紙 100% の場合、成形品の含水率は加圧脱水式では 71% であったのに対し、電気浸透式では印加電圧 200 V で最も低く 53.9% であった。この試料では電気浸透式の方が加圧脱水式より成形品の含水率を 16.1% 低くできたことになる。試料が新聞古紙 50% + LBKP 50% の場合では成形品の含水率は加圧脱水式が 70% であったのに対し、電気浸透式では印加電圧 180 V で最も低く 52.4% であった。また試料が新聞古紙 70% + 製紙スラッジ 30%

図7 成形品の外観



% の場合では成形品の含水率は加圧脱水式が 73% であったのに対し、電気浸透式では印加電圧 200 V で最も低く 51.9% であった。

一方、電気浸透式では、印加電圧を高めることにより含水率をより低くできたが、その分、電力を多く要した。図11, 12, 13に電力原単位と成形品の含水率の関係を示す。

図8 成形品の脱水特性(1)

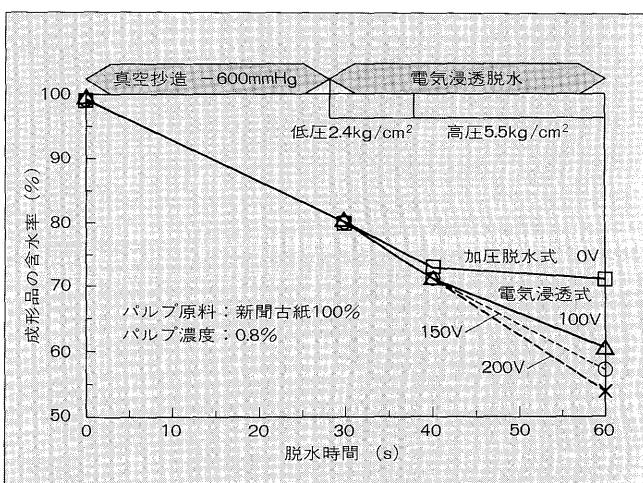


図9 成形品の脱水特性(2)

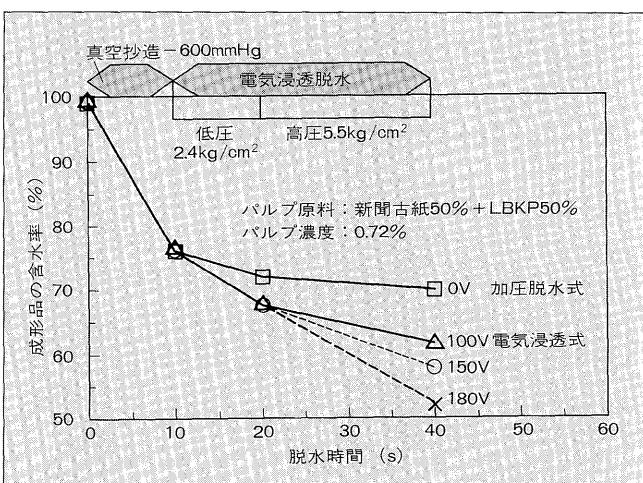


図10 成形品の脱水特性(3)

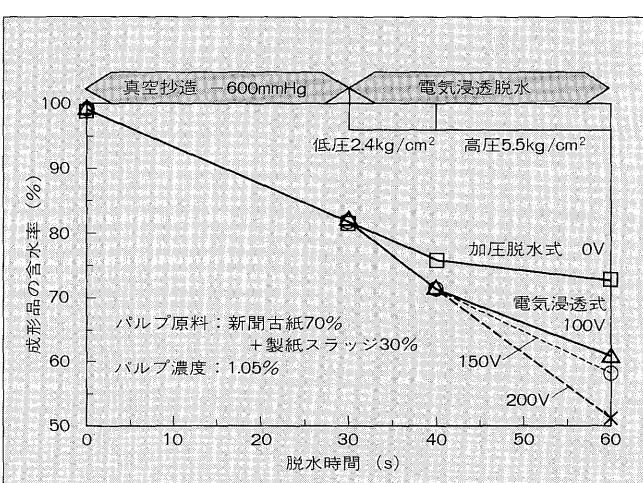


図11 成形品の電力原単位と含水率(1)

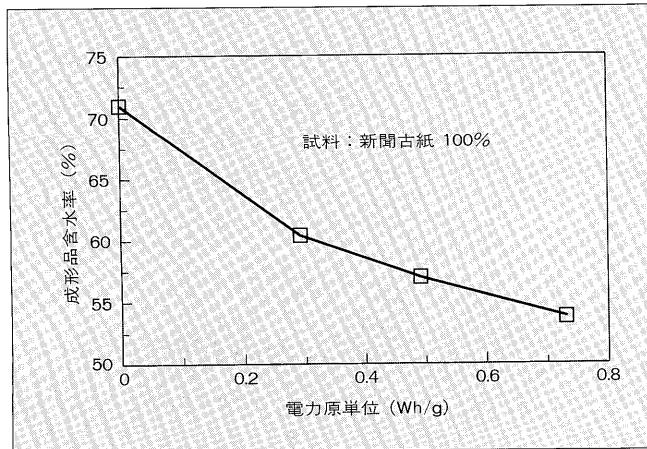


図12 成形品の電力原単位と含水率(2)

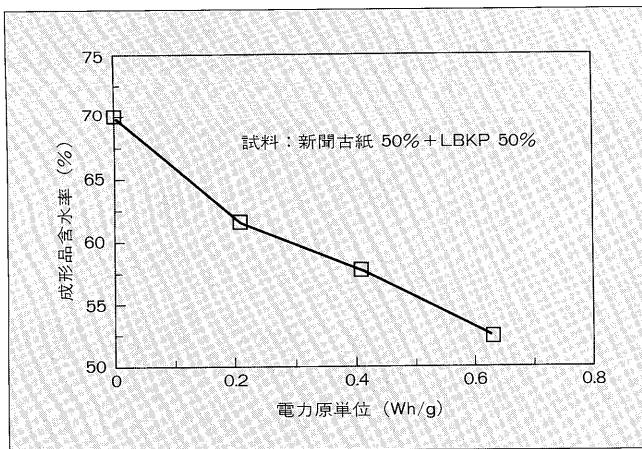
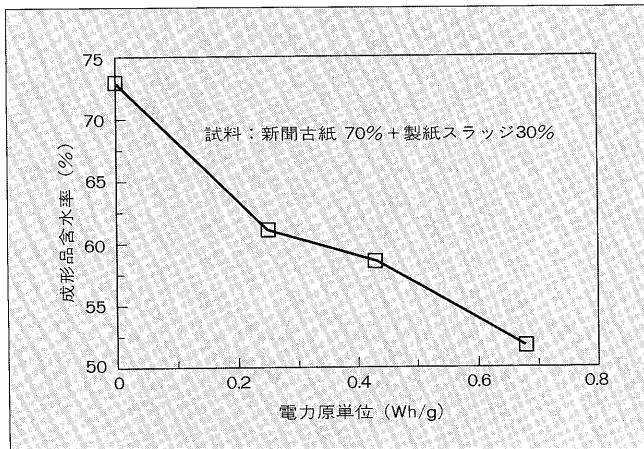


図13 成形品の電力原単位と含水率(3)



5 乾燥用電力コストの比較

電気浸透式成形により成形品の含水率を加圧脱水式より低くできたが、これによる乾燥用電力コストの削減効果を明らかとするため、①電気浸透式、②真空抄造式、③加圧脱水式の三つの成形方式について赤外線で乾燥させる場合の電力コストを算出した。この結果は表1に示すとおりである。電気浸透式の乾燥用電力コストには成形に要した電

表1 乾燥用電力コストの比較

原料パルプ	データ	方式	電気浸透式成形+赤外線乾燥	真空抄造式成形+赤外線乾燥	加圧脱水式成形+赤外線乾燥
		成形品含水率 (%)	53.9	80	71
新聞古紙 100%	成形品含水量 (g)/100g 乾燥パルプ	117	400	249	
	乾燥用電力量 (Wh)/100g 乾燥パルプ	251	704	434	
	成形品含水率 (%)	52.4	76	70	
新聞古紙 50% + LBKP 50%	成形品含水量 (g)/100g 乾燥パルプ	110	317	233	
	乾燥用電力量 (Wh)/100g 乾燥パルプ	230	556	403	
	成形品含水率 (%)	51.7	82	73	
新聞古紙 70% + 製紙スラッジ 30%	成形品含水量 (g)/100g 乾燥パルプ	107	455	270	
	乾燥用電力量 (Wh)/100g 乾燥パルプ	230	803	470	
	成形品含水率 (%)				

* 計算条件 成形品温度：電気浸透式70°C、真空抄造式20°C、加圧脱水式20°C

乾燥効率：0.4（赤外線方式）、乾燥後含水率：8%

**電気浸透式乾燥用電力量：脱水に要した電力を含めた値とした。

*** LBKP：広葉樹のパルプ

力量も含めたが、それでもこの方式が最も小さい結果となった。例えば新聞古紙100%のパルプの場合、真空抄造式では乾燥パルプ100gに対し電力量は704Wh、加圧脱水式では434Wh、電気浸透式では251Whであり、顕著な差が認められた。

6 あとがき

成形用金型を電気浸透の電極とした電気浸透式パルプモールド成形機を試作し、新聞古紙などをパルプ原料としたパルプモールドの成形実験を行った。この結果、従来の加圧脱水式よりも電気浸透式の方が成形品の含水率を17.1~21.3%低くすることができ、乾燥用電力コストも従来の約40%削減できる試算結果が得られた。また、これに伴い乾燥設備の縮小も期待できる。

今後は成形時間の短縮、金型の簡素化などの課題を取り組んでいく所存である。

最後に、この開発にあたり多大なご協力をいただいた(株)齊藤鐵工所殿に感謝する次第である。

参考文献

- (1) 山口幹昌ほか：電気浸透脱水装置による下水および上水汚泥の脱水、用水と廃水、Vol.28, No.4, p.370~375 (1986)
- (2) 秋好敏雄：パルプモールドの新しい展開、包装技術、Vol.29, No.6, p.648~650 (1991)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。