

レジンコーテッドサンドの二三の特性

Characteristics of Resin Coated Sand

高橋良治*

内 容 梗 概

シェルモールドの造型に従来一般に使用されている砂と粉末レジンとの混合物に代つて、最近レジンコーテッドサンドが次第に広く使用されるようになった。

レジンコーテッドサンドは、砂粒がレジンの皮膜によつて被覆されているので、いかなる条件の下においてもレジンが偏析しないのが特長である。レジンコーテッドサンドはこの外、流出性、充填性、強度、通気度、防湿性なども従来の砂粉末レジン混合物よりすぐれている。

本稿は両者の特性を比較検討した結果について述べたものである。

〔I〕 緒 言

シェルモールドの造型に一般に使用されている砂と粉末レジンとの混合物は、従来の鋳物砂に比べて多くの点ですぐれているが、レジンが湿潤剤を介して砂粒に附着しているに過ぎないために、その比重差により両者が分離しやすい。この傾向は圧搾空気によつてシェル中子を造型する際に特に著しく、中子表面部には他の部分の数倍におよぶレジンが偏在するといわれている。この種の中子は鋳鋼などにおいて特有の欠陥を引き起すので一般に敬遠されている。これに反してレジンコーテッドサンドは砂粒がレジンの皮膜によつて覆われているので、いかなる条件の下においても砂とレジンとが分離しないばかりでなく、流出性、充填性、強度、通気度なども砂、粉末レジン混合物よりすぐれているので、漸次これに代つて採用される傾向にある。

レジンコーテッドの製法は第1表^{(1)~(5)}に示すように種々あるが、著者はそのうち No. 3C の方法によつてレジンコーテッドサンドを試作し、その特性を砂粉末レジン混合物の特性と比較検討した。

〔II〕 研究の方法

(1) 製造材料

(A) 砂

砂は東海地方産の人造硅砂を使用した。第2表および第3表に粒度分布および化学成分の一例を示す。

(B) レジン

レジン第4表に示す特性の粉末レジンを使用した。

(C) アルコール

アルコールは工業用メタノールを使用した。

(2) 製 法

レジンコーテッドサンドはT社製のニーダを用い、第1図に示す方法で製造した。また砂粉末レジン混合物はレジンコーテッドサンドの製造工程において、メタノー

* 日立製作所戸畑工場

第1表 レジンコーテッドサンドの各種製造法
Table 1. Various Processes to Make Resin Coated Sand

分類	製 造 法
1	砂 ヘキサ 蠟状物質 →(混練)→液状ノボラック →(混練)→(水冷)→(取出し)→(粉碎) 熱風を送る
2	A 砂 粉末ノボラック →(加熱)→(混練)→ヘキサ→(混練)→取出し (水溶液) B 砂→(加熱)→粉末ノボラック→(混練)→ヘキサ→(混練)→取出し (水溶液)
3	A 砂→(加熱)→レジン→(混練)→(取出し)→(篩分) (アルコール溶液) B 砂→(加熱)→ヘキサ→(混練) →ノボラック→(混練)→(取出し)→(篩分) (アルコール溶液) C 砂 粉末レジン →(混練)→アルコール →(混練)→(取出し)→(篩分)

第2表 粒 度 分 布
Table 2. Grain Size Distribution of Silica Sand

粒 度 メッシュ	20	30	40	50	70	100	140	200	270	pan	AFS 粒度指数
含有量 (%)	0.2	0.2	0.2	2.4	48.8	32.4	8.0	3.0	1.6	3.0	73

第3表 化 学 成 分
Table 3. Chemical Compositions of Silica Sand

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	灼 減
98.22	0.58	0.48	0.25	0.25	0.23%

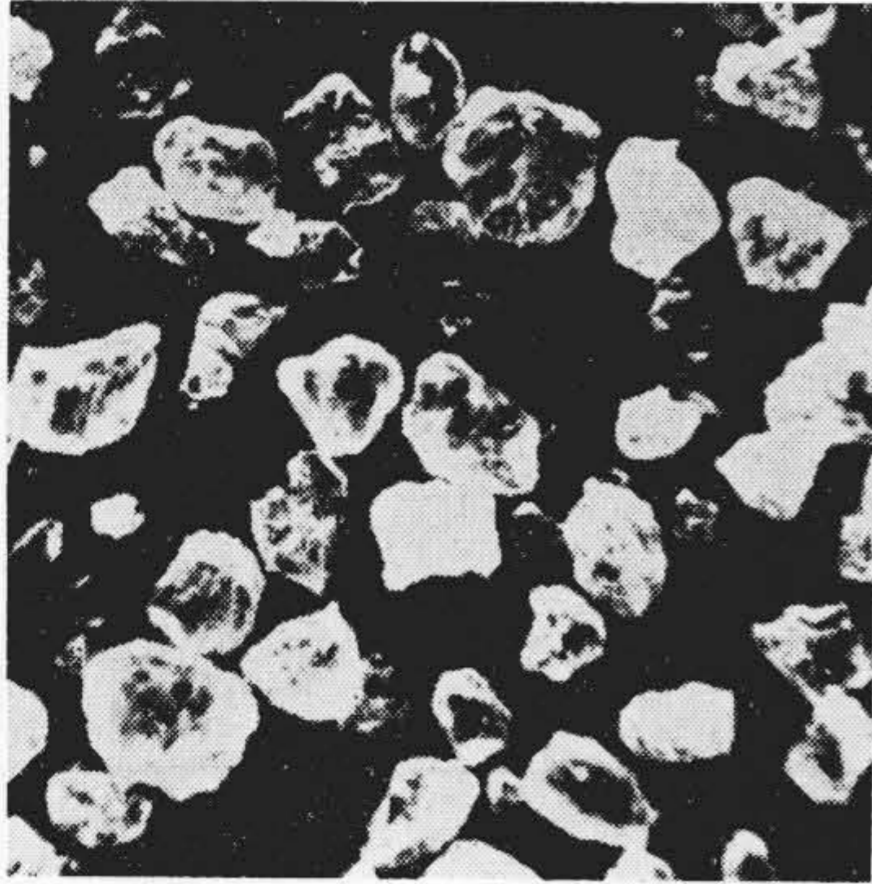
第4表 レジンの特性
Table 4. Characteristics of Resins

レジン名	A	B	C
特 性			
ゲル化時間 (sec)	35~40	33~38	28~33
流動度 (mm)	41	30	23
融 点 (°C)	85~88	89~92	89~92
灰 分 (%)	0.03	0.03	0.03
粉 末 度 (-200メッシュ%)	100	100	98

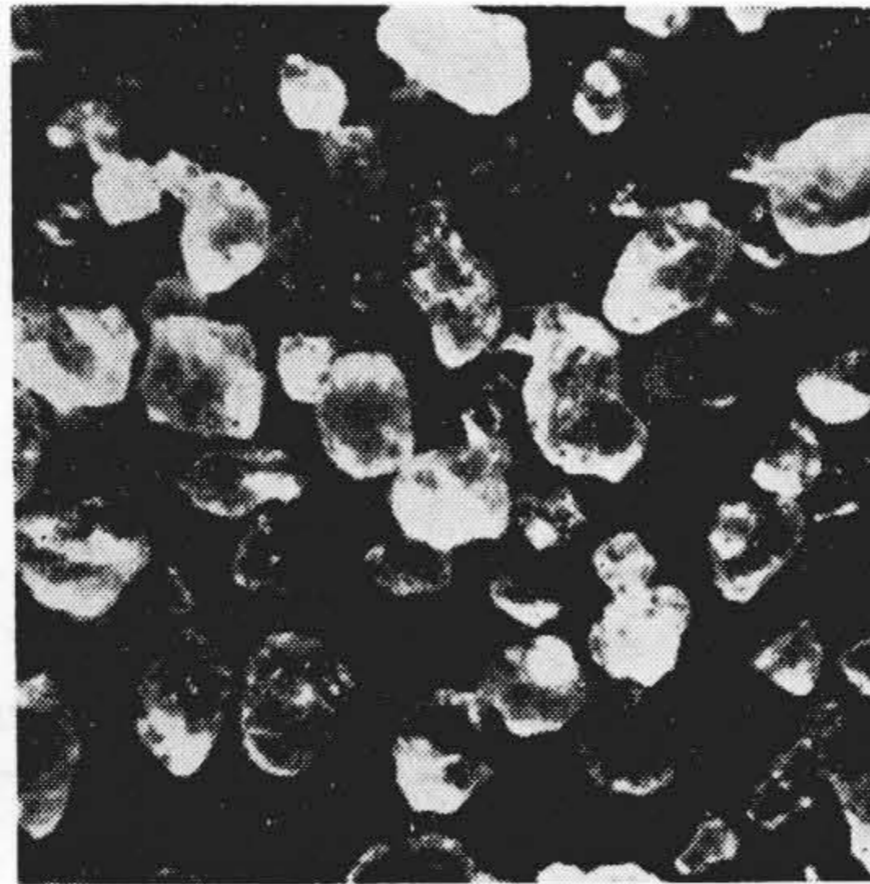
(注) ゲル化時間、流動度、融点および灰分は精密鋳造研究会の制定した試験法によつて測定した。



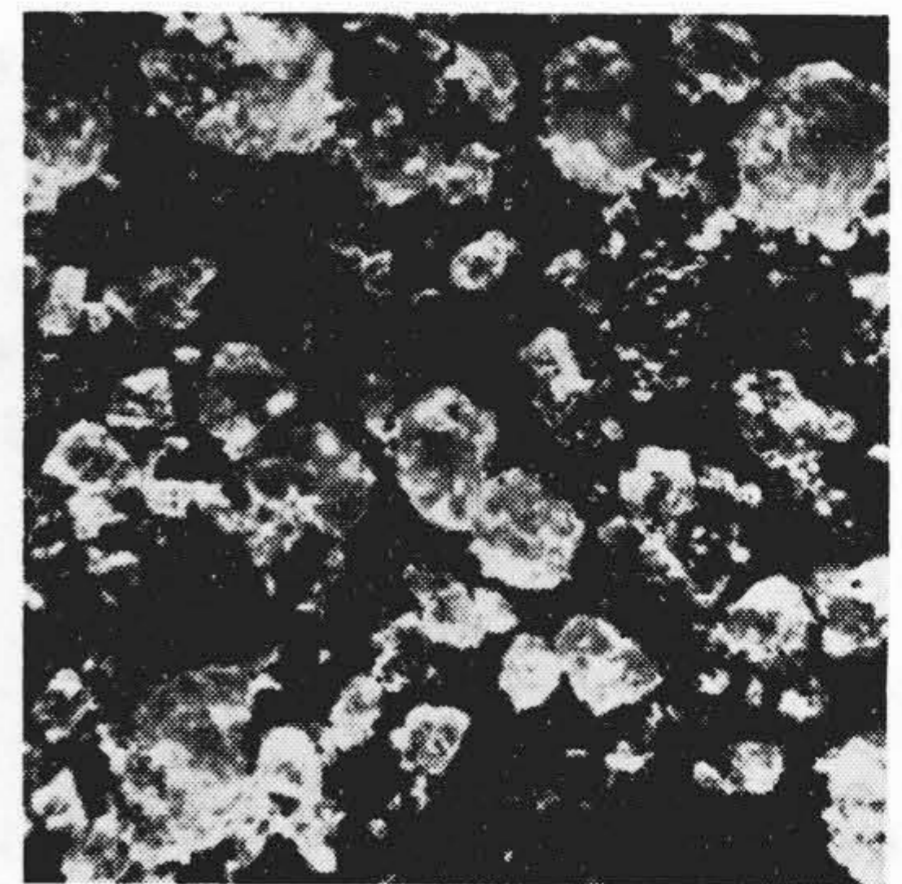
第1図 レジンコーテッドサンドの製造法
Fig.1. Cold Process to Make Resin Coated Sand



第2図 珪砂 ×20
Fig.2. Silica Sand ×20



第3図 レジンコーテッドサンド ×20
Fig.3. Resin Coated Sand ×20



第4図 砂, 粉末レジン混合物 ×20
Fig.4. Resin-Sand Mixture ×20

ルを配合する前に、ニーダーより採用した。第2図～第4図は珪砂、レジンコーテッドサンドおよび砂粉末レジン混合物を示したものである。

(3) 流出性および充填性試験法

第5表に示す試料各 50 g を、第5図に示す装置を用い、3 mmφ のオリフイスより下方のメスシリンダ内に流出させた際の、試料の流出所要時間およびメスシリンダ内の試料の容積を測定し、次式により流出性および充填性を計算した。

$$\frac{\text{試料の重量}}{\text{流出所要時間}} = \text{流出性 (g/sec)} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\text{試料の重量}}{\text{試料の容量}} = \text{充填性 (g/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2)$$

(4) 吸湿度試験法

デシケータ中で恒温まで乾燥した第5表 No. 2, No. 4, No. 6, No. 8, No. 10, No. 12, No. 13 に示す試料各 30 g を湿度 70% 温度 30°C の恒温恒湿槽に装入し、24 時間放置後にこれを秤量し、次式により吸湿度を計算した。

$$\frac{\text{吸湿試料の重量} - \text{乾燥試料の重量}}{\text{乾燥試料の重量}} \times 100 = \text{吸湿度 (\%)} \dots\dots\dots (3)$$

(5) 抗折力試験法

第6図および第7図に示す試料充填装置および金型を用いて 10×10×60 mm の試験片を製作し、第8図に示すように三点荷重の方法で、破断荷重を測定し、次式により抗折力を求めた。

$$F = \frac{3PL}{2bh^2} \dots\dots\dots (4)$$

第5表 配合割合
Table 5. Shell Moulding Sand Mixtures

試料番号	レジン名	配合割合			備考
		珪砂	レジン	メタノール	
1	A	100	3	0.80	レジンコーテッドサンド
2	A	100	4	0.80	
3	A	100	3	—	砂, 粉末レジン混合物
4	A	100	4	—	
5	B	100	3	0.80	レジンコーテッドサンド
6	B	100	4	0.80	
7	B	100	3	—	砂, 粉末レジン混合物
8	B	100	4	—	
9	C	100	3	0.80	レジンコーテッドサンド
10	C	100	4	0.80	
11	C	100	3	—	砂, 粉末レジン混合物
12	C	100	4	—	
13	—	100	—	—	珪砂

ここに F: 抗折力 (kg/cm²)

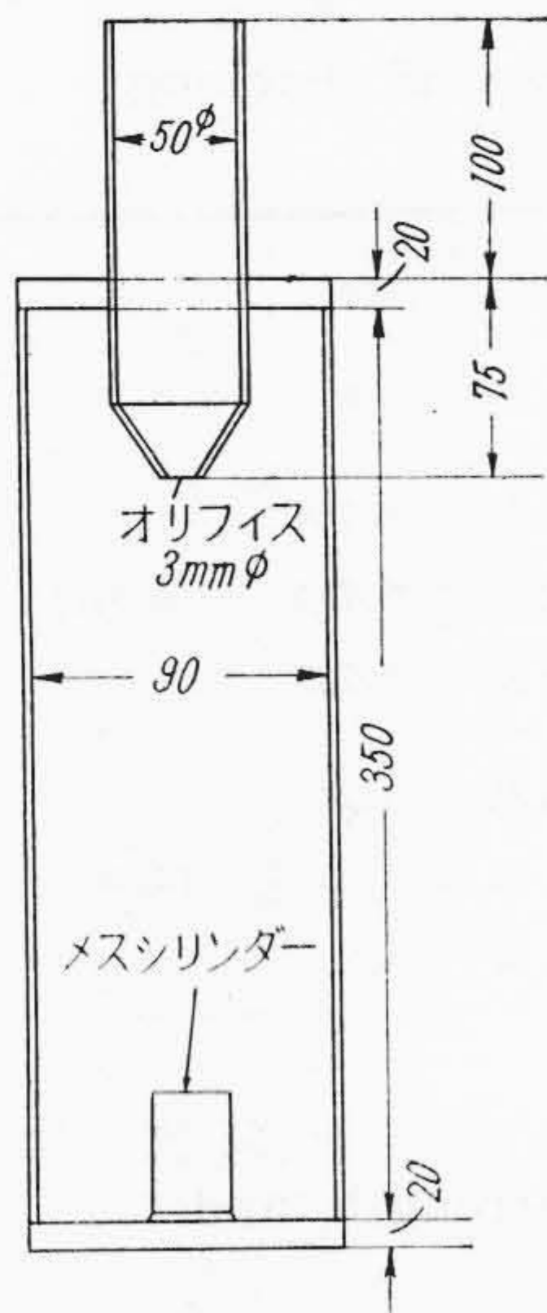
P: 荷重 (kg)

L: 支点間の距離 (cm)

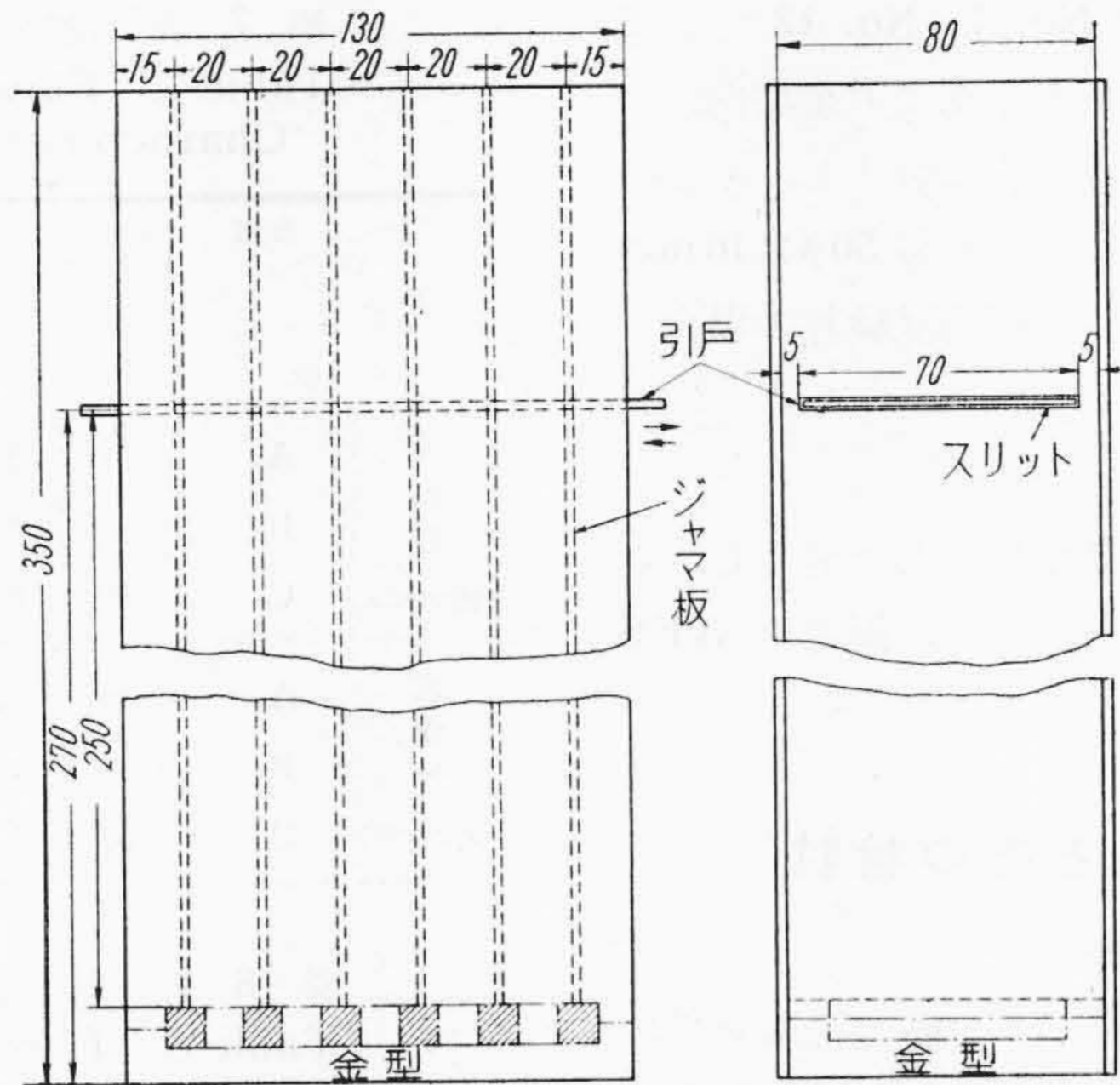
b: 試験片の幅 (cm)

h: 試験片の厚さ (cm)

実験に使用した試料は第5表 No. 1~No. 12 で、試験片1箇につき試料 50 g を引戸の上部より金型に落下させた。また試験片の製作条件は第6表に示す通りである。なお試験片はキュアリング終了後その上面をヤスリで平に削り取り、抗折力試験はこの面を横にして行った。



第5図 流出性および充填性試験装置
Fig. 5. Apparatus to Test Flowability and Packing Characteristics



第6図 試料充填装置
Fig. 6. Apparatus to Pack Shell Moulding Sand Mixtures

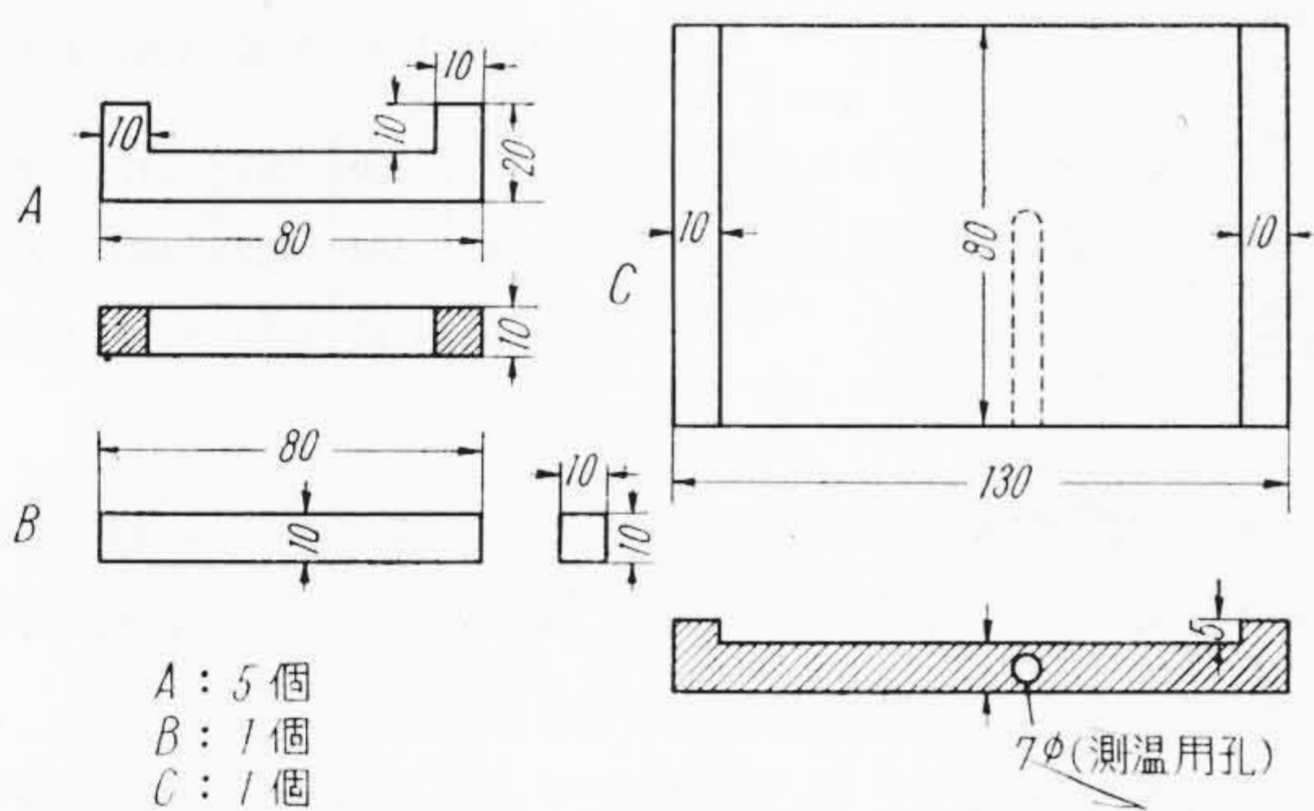
(6) 通気度試験法

第9図および第10図に示す試料充填装置および金型を用いて50φ×10 mmの試験片を製作し、通気度試験器を用いて空気の通過時間および水柱の高さを測定し、次式により通気度を求めた。

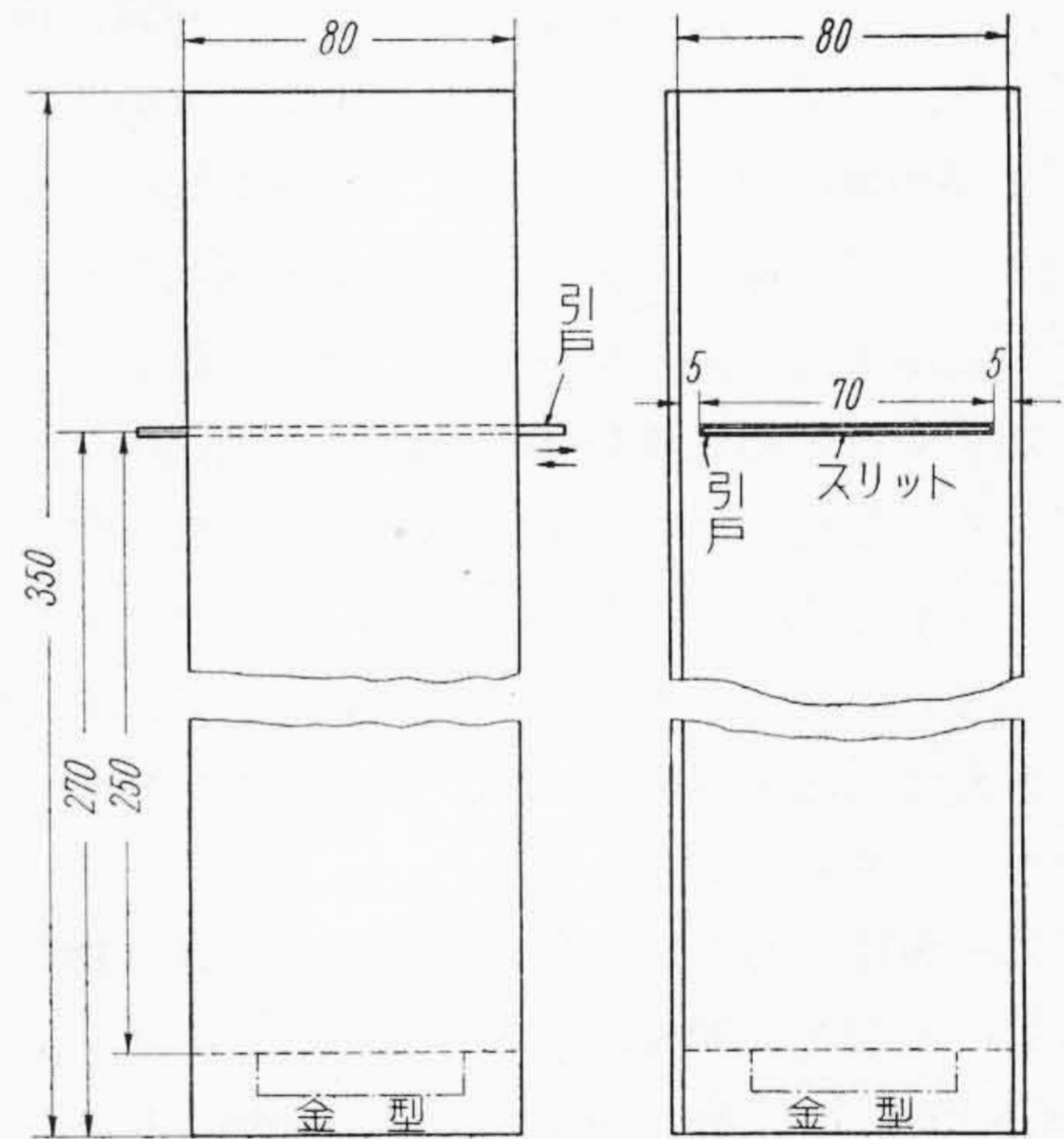
$$P = \frac{QL}{rAt} \dots\dots (5)$$

ここに

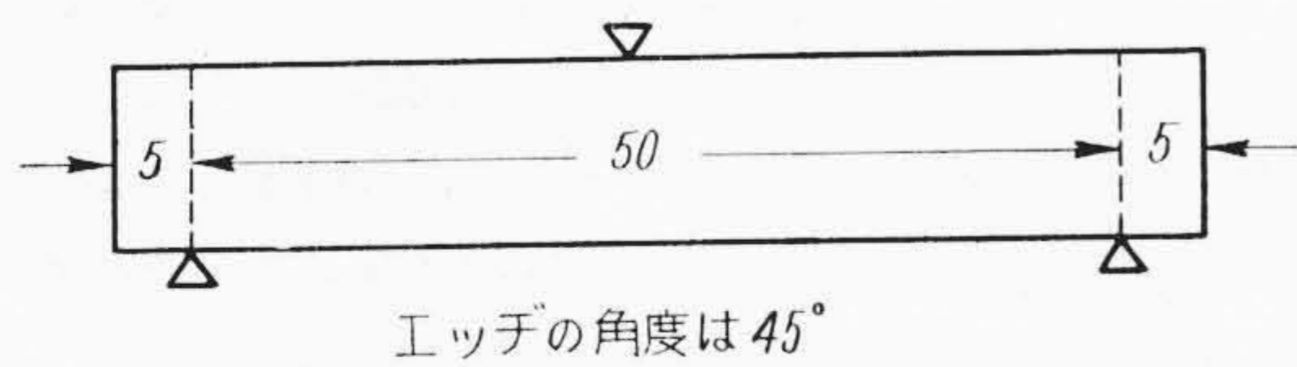
- P: 通気度 (cm/min)
- Q: 通過した空気量 (cm³)
- L: 試験片の高さ (cm)
- r: 水柱の高さ (cm)
- A: 試験片の断面積 (cm²)
- t: 時間 (min)



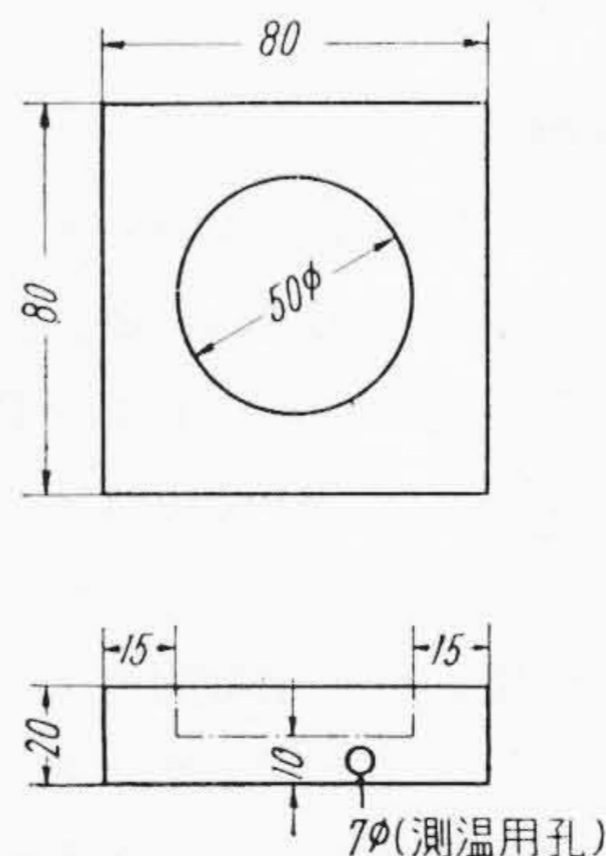
第7図 抗折力試験片用金型
Fig. 7. A Set of Metallic Patterns to Make Flexural Strength Test Specimens



第9図 試料充填装置
Fig. 9. Apparatus to Pack Shell Moulding Sand Mixtures



第8図 抗折力試験法
Fig. 8. Flexural Strength Test



第10図
通気度試験片用金型
Fig. 10. Metallic Pattern to Make Permeability Test Specimens

第6表 抗折力および通気度試験片の製作条件
Table 6. Moulding Conditions of Shell Specimens

セッティング温度	キュアリング温度	キュアリング時間
200 °C	200 °C	10 min

実験に使用した試料は第 5 表 No. 1~No. 12 で、試験片 1 箇につき試料 50 g を引戸の上部より金型内に落下させ、ついでこれを金型ぐるみ炉内に装入し、キュアリング終了後上面をヤスリで平に削り取り 50φ×10mm とした。なお試験片の製作条件は抗折力試験片の場合と同様である。

(7) 粒度分布

珪砂およびこれにレジン A を 3% 配合して製造したレジンコーテッドサンドの粒度分布を調べ、両者の AFS 粒度指数を比較した。

【III】 研究の結果とその検討

(1) 流出性および充填性

第 7 表に流出性および充填性を示す。砂、粉末レジン混合物の流出性は珪砂の流出性の 77~88% であるが、レジンコーテッドサンドはほとんど珪砂に匹敵するすぐれた流出性を示している。またレジンコーテッドサンドでは、レジンの配合量が多いものほど流出性が良くなっているが、砂、粉末レジン混合物ではレジンの配合量が多くなると逆に流出性は低下している。なお砂、粉末レジン混合物は少量でも湿潤剤を配合すると流出性が著しく低下し 3mmφ のオリフイスより流出不能になる。実際問題として砂、粉末レジン混合物は湿潤剤を配合しない状態で使用すると砂とレジンとの分離が顕著なので、これを防止するために 0.1~0.2% 程度の潤潤剤を配合使用している。したがって流出性が悪く、複雑な形状のシエルモールドを造型する場合、往々にしてブリッジが発生する。これに反しレジンコーテッドサンドは流出性が珪砂に匹敵するほど良好なので、ブリッジが発生するおそれはないと考えてよい。

つぎに充填性であるが、砂、粉末レジン混合物の充填性は珪砂の充填性の 92%、レジンコーテッドサンドは珪砂の 95~97% で、砂、粉末レジン混合物、レジンコーテッドサンドともにレジンの配合量が多いものほど充填性は低下している。なお砂、粉末レジン混合物は湿潤剤を含む場合、充填性がさらに低下することは、容易に想像される。

(2) 抗折力および通気度

第 8 表に抗折力および通気度を示す。レジンコーテッドサンドで造型したシエルモールドの抗折力は、砂、粉末レジン混合物の場合の 1.1~1.6 倍で、特にレジン B を用いて製造したレジンコーテッドサンドの強度はすぐれている。

レジン B がレジン A に比べ流動度、ゲル化時間ともに短いにもかかわらず、これでレジンコーテッドサンドを製造した場合に、前者の強度が後者に優るのは、前者が

第 7 表 流出性および充填性
Table 7. Flowability and Packing Characteristics

特性	分類 レジン名 レジン (%)	レジンコーテッドサンド		砂, 粉末レジン混合物		珪砂
		3	4	3	4	
流出性 (g/sec)	A	0.917	0.933	0.835	0.734	(0.947)
	B	0.918	0.935	0.832	0.735	
	C	0.915	0.931	0.830	0.739	
充填性 (g/cm ²)	A	1.30	1.27	1.24	1.23	(0.34)
	B	1.30	1.27	1.24	1.23	
	C	1.30	1.27	1.24	1.23	

第 8 表 抗折力および通気度
Table 8. Flexural Strength and Permeability

特性	分類 レジン名 レジン (%)	A		B		C	
		3	4	3	4	3	4
抗折力 (kg/cm ²)	①レジンコーテッドサンド	57.6	71.4	71.8	92.4	55.4	69.9
	②砂, 粉末レジン混合物	51.2	60.3	52.8	59.0	36.7	63.3
	①/②	1.13	1.18	1.36	1.57	1.51	1.10
通気度 (cm/min)	①レジンコーテッドサンド	225	206	220	201	217	197
	②砂, 粉末レジン混合物	204	187	198	182	196	180
	①/②	1.11	1.10	1.11	1.10	1.11	1.09

溶剤への溶解性を考慮して製造されているので、珪砂に対するレジンの被覆が、レジン A の場合よりも完全に行われていることに基因するものと思われる。

通気度も抗折力の場合同様レジンコーテッドサンドの方が砂、粉末レジン混合物よりも若干すぐれている。これは砂、粉末レジン混合物ではセッティング (setting) の間に流体化したレジンが珪砂の微粉を伴って金型の方向に流れるので、金型に接触した部分のシエルが緻密になり、これがシエルの通気度を低下させるのに反し、レジンコーテッドサンドでは、この傾向がほとんどなく、一様な密度のシエルがえられるので、砂粉末レジン混合物の場合のような通気度の低下は起きない。シエル表面部の密度の相異は当然鑄造品の鑄肌にも影響し、多くの場合レジンコーテッドサンド製のシエルモールドに鑄造した製品の鑄肌が、砂、粉末レジン混合物の場合より若干粗いのはこのためである。

(3) 吸湿度

第 9 表は各試料の吸湿度を示したもので、レジンコーテッドサンドの吸湿度は砂、粉末レジン混合物よりかなり低い値を示している。

レジンコーテッドサンドの吸湿性に関する従来の報

第9表 吸 湿 度
Table 9. Moisture-Absorbability

レジン名	備考	砂:レジン=100:4		
		硅砂	A	B
レジンコーテッドサンド (%)	0	0.037	0.027	0.035
砂, 粉末レジン混合物 (%)	—	0.080	0.090	0.057

告⁽⁵⁾は第1表 No. 1 の方法で製造したレジンコーテッドサンドを対象にしたもので、吸湿性の低下を、レジンコーテッドサンド製造時にヘキサメチレンテトラミン(以下ヘキサと略称する。)とともに硅砂に加える蠟状物質の防湿性に帰しているようであるが、蠟状物質が存在しない場合でも、吸湿度は低下するので、その原因はヘキサの存在様式の変化によると考えるのが妥当である。レジン構成する物質のうち、吸湿性を有するものはヘキサおよび遊離石炭酸で、特に前者に著しい。遊離石炭酸の吸質性を考慮しない場合、レジンの吸湿度は単にヘキサの含有量のみによるのではなく、その存在様式にもよる。これはつぎに示す事実からもあきらかである。すなわち初期のシエル用レジン、粉末状のノボラックにヘキサを配合していたので、レジンはかなり高い吸湿度を示していたが、最近のレジン、熔融状態のノボラックにヘキサを配合しているため、レジン、低吸湿度を示す。

しかし熔融状態のノボラックにヘキサを配合する場合、その全量を加えることは困難なので、今日使用されているレジン、ヘキサの一部を熔融混合し、他は以前と同様に粉末混合しているようである。レジンA、レジンB、レジンCもこの例にもれない。したがってヘキサの一部は依然として吸湿しやすい状態におかれているわけである。

これに反しレジンコーテッドサンドにおいては、レジン、単に硅砂を被覆しているばかりでなく、その内部において、ノボラックがヘキサを被覆しているためヘキサが吸湿する機会、著しく減少するわけである。

なお砂、粉末レジン混合物は湿度70% 温度30°の恒温恒湿槽に24時間放置すると、流出性が著しく低下し、3mmφのオリフイスより流出不能になるのに反し、レジンコーテッドサンドは硅砂同様、水をはったデシケータ中に数十日間放置したのちにおいても流出性の低下は認められない。

(4) 粒度分布

第10表は硅砂とレジンコーテッドサンドとの粒度分布を示したものである。レジンコーテッドサンドは砂粒の表面をレジンの皮膜が被覆しているため、硅砂より粒度が粗くなることは容易に想像される。

第10表 粒 度 分 布
Table 10. Grain Size Distribution of Silica Sand and Resin Coated Sand

分類	粒度分布メソレコ										AFS 粒度 指数
	20	30	40	50	70	100	140	200	270	pan	
硅砂	0.2	0.2	0.2	2.4	48.8	32.4	8.0	3.0	1.6	3.0%	73
レジンコーテッドサンド	—	—	—	3.2	49.6	33.2	10.0	3.3	1.0	—	66

〔IV〕 結 言

以上レジンコーテッドサンドと砂、粉末レジン混合物の特性とを比較検討した結果について報告したが、これを要約するとつぎの通りである。

- (1) 砂、レジン混合物の流出性は硅砂の流出性の90%以下であるが、レジンコーテッドサンドはほとんど硅砂に匹敵するすぐれた流出性を有している。
- (2) レジンコーテッドサンドの充填性は硅砂には若干劣るが、砂、粉末レジン混合物よりすぐれている。
- (3) レジンコーテッドサンドで成型したシエルモールドの強度は、砂、粉末レジン混合物の場合の1.1~1.6倍である。
- (4) レジンコーテッドサンドで成型したシエルモールドの通気度は、砂、粉末レジン混合物の場合より若干すぐれている。
- (5) レジンコーテッドサンドは、砂、粉末レジン混合物よりも吸湿度がかなり低い。
- (6) レジンコーテッドサンドは、これを製造する前の硅砂より若干粒度が粗い。

参 考 文 献

- (1) E.I.Valyi: American Foundryman, Vol. 25, No. 4, 138~143 (1954)
- (2) ACME Resin Corporation: An Explanation of the New PlastiSand Process
- (3) Durez Plastics & Chemicals, Inc.: Durez Coated Sand
- (4) Bakelite Company: Hot-processed Coated Sand
- (5) 村尾, 杉野: レジンコーテッドサンドについて (昭和30年度日本鋳物協会中国四国支部講演会)

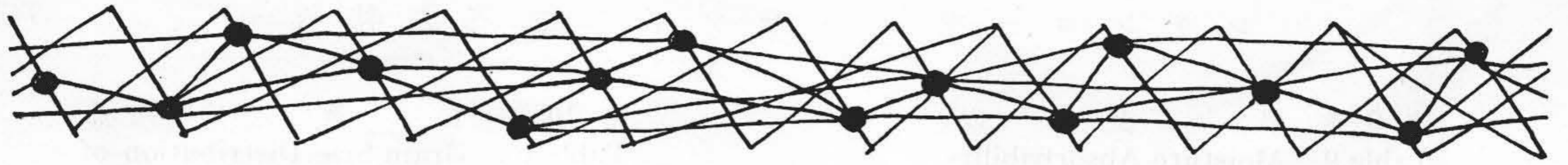
「日立評論」既刊号在庫案内

本誌「日立評論」の既刊号が少数ながら在庫しております。

御入用の方は下記へ直接御申込下さい。

日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング7階)



日立製作所社員社外寄稿一覧 (昭和31年3月受付分)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
日本機械学会 電気通信学会	日立製作所の原子力開発 トランジスタの温度特性	本社 中央研究所	島史郎 伴野正美
コロナ社	原動機の速度調整	日立研究所	深伊和 栖藤俊一 田静哉
農業電化協会 小峰工業技術K.K.	優良製品紹介欄 日立電気井戸ポンプ—農村生活の改善によせて 歯車の精度と運転性能 (第1報)	本社 中央研究所	黒田尙次 明山正元
運輸通信社	自動車技術は進歩したか、まだ研究の余地は残されているか	多賀工場	杉浦慎三
産業機械協会 日本機械学会	製氷、冷蔵設備について 原子炉自動制御における機器の諸問題	本社 中央研究所	秋田昭三 鴨井野文章
電線工業会	ゴム絶縁電線の耐水性試験 (耐オゾン性配合およびRH-RW型配合ゴム絶縁線の耐水性)	日立電線工場	渡辺茂隆
照明学会 日本規格協会	ネオン自動点滅装置 標準化と品質管理	戸塚工場 多賀工場	森山繁之介 波佐憲二
日本機械学会	天然ウラン重水炉の展望	日立工場	柴田万寿太郎 松本政吉 平山省一
農業電化協会 電気書院 特殊鋼倶楽部 電気学会	製品紹介「新型日立モートル」 水車の潤滑油給油方式の自動化 国産工具鋼最近の進歩 日立ゲルマニウムジャンクショントランジスター	本社 日立工場 安来工場 中央研究所	細谷栄次郎 逸見文彦 小柴定雄
日本医療衛生新聞 日刊工業新聞 日本電気協会 真空機器協会 電気三学会 日本冷凍協会 日本科学技術連盟	X線をはじめてから今日までの苦心談 21吋90度偏向受像管2/ALP4Aについて 設備投資の2,3の問題 MP蓄電器およびラッカ、フィルム蓄電器の真空蒸着 トランジスタの回路とその特性(一) パッケージ型空気調和機用クーリングタワーについて 最適条件を求める統計的方法	中央研究所 亀戸工場 茂原工場 本社 戸塚工場 中央研究所 栃木工場 中央研究所	内山三郎 和田正脩 西沢令智 村川武雄 山辺知定 伴野正美 高橋豊吉 島田正三
オーム社 エコノミスト	佐久間幹線に試用した弛角測定用クリノメータ 東南アジアをめぐる米ソ	日立電線工場 本社	山本義行 金子喜八郎 河野長策
小峰工業技術K.K. 日本鉄道車輛 工業協会 小峰工業技術K.K.	平削盤の油圧駆動 八幡製鉄納日立HG-35BB型液圧式ディーゼル機 関車 油圧駆動(下巻)	川崎工場 本社 川崎工場	松本源次郎 片桐貞一 新庄文人
オーム社 オーム社	蓄電池車の電気装置 ブラシの性能とその取扱い	本社 日立研究所	阿武芳朗 河合輝一 武政隆一