

し、又粉砕器具の材質が灰中分析結果に於ける主成分としての第二酸化鐵量として擴大せられ、その大きな相違の原因を把握する事を得た。

更に種々なる検討過程から不明な點を解消し、分析値決定上に於ける重大な基礎事項として、全ての分析試料の調製操作に注意を喚起した。

対策としては試料調製に於て磨砕を行うことや分析結果より一律なる補正值を定めて控除する方法は妥當でないと思ひ、嚴密なる正確度の要求せられる場合は瑪瑙調

製が最も安定な方法であり、又マグネットを用いて混入鐵粉の除去を施す方法も誤差を僅少とし得るが、これ等は多くの試料を調製する上に於て、所要時間及び勞力の點から困難視される。

随つて本検討に於て叩碎調製は誤差が極めて少なく、通常分析に安定なる近似値を與えた事實から、コークス試料調製上に薦めるものである。

(昭和 27 年 10 月寄稿)

中子の粘結劑に關する研究 (I)

(昭和 27 年 4 月本會講演大會にて講演)

三ヶ島秀雄*・成富弘明**

RESEARCH ON CORE SAND BINDERS (I)

Hideo Mikashima, Dr. Eng. and Hiroaki Naridomi

Synopsis:

Nowaday, some kinds of oil, resins and corn flours et al. are used as core sand binders to obtain desired properties of the core. But these core have weak strength in green sand state.

The authers have studied how to strengthen the green sand as well as the baked sand and to improve the permeability.

The results were as follows:

1. The strength of the baked sand in compression and bond test was excellent when dextlin, linseed oil and novolack were added each alone to the sand. The strength of green sand was greatly improved by adding rubber chloride, dextlin and novolack.

In the case that two or more kinds of binders were mixed with the sand, high strength was obtained when novolack, resin or dextlin was added in combination with 4% of linseed oil, and excellent strength was obtained when 2% of linseed oil, 2% of novolack, 1% of resin and 1% of dextlin were added to the sand.

2. Permeability of the baked sand has opposite inclination to the strength. Resin, vernish, pitch and novolack decreased the permeability of the sand in this order, but those values of permeability showed good results when baked at 200~250°C.

The addition of two or more kinds of binders decreased permeability not so greatly. Compression strain was maximum at the baking temperature of 200~250°C.

I. 緒 言

中子に添加せられる粘結劑としては一般に粘土が用いられているが、鑄造製品の砂落しに多大の勞力を要する缺陷がある。之の改善策として油中子が用いられているが、生型強度が弱く成型に多大の困難を感じている。最近では合成樹脂に關する研究も盛んとなり¹⁾²⁾、鑄物砂

管理に眞摯な努力が拂われつゝある。著者等は中子用鑄物砂に關して系統的研究を進めつゝあるが、今回はその第1報としてその概要を報告する。

油中子は之を乾燥又は空氣中に放置すると油自身が收

* 九州工業大學教授、工學博士

** 福岡縣金屬工業試験所

縮重合して、薄膜を生成し粘結力を著しく増大すると云う特性を利用している⁴⁾。油中子は約 350°C 以上になると粘結力を失つて冷却後の砂落しが容易になる。併し油のみでは生型造作が困難であるから、更に優秀な粘結剤の研究が種々行われている。最近米國では合成樹脂の實用化を見るに至つた。天然樹脂は中子油の粘稠性を増加させる目的で加えられるが⁵⁾左程の効果はあげ得ず、穀類質は生型強度は増すが高温強度が弱い、又油質のものは鑄型表面に滲出するため、外剛内柔の缺陷も生じ生型強度も弱い。又有機質は通氣性はよいが焼焙範圍が狭くガス發生量も多い。著者等は之等の缺陷を除去し、生型強度の増強と焼型強度、通氣性の向上を圖る目的を以て本實驗を企てたのである。

II. 實驗試料及び試験方法

砂は石見益田産特4號人造砂の 60~80 mesh のものを篩分けて用いた。

粘結剤としては先ず單一添加の影響を見るため第1表

第 1 表

記 號	種 類	添加量
1	デキストリン (煮)	4%
2	〃 (生)	〃
3	ノボラック	〃
4	亞麻仁油	〃
4'	〃	2%
4''	〃	6%
5	ワニス	4%
6	樹脂	〃
7	松樹	〃
8	—	〃
9	鹽化	2%

に示す様に亞麻仁油、オージン、ステアリン酸ピッチ、鹽化ゴム (ベンゾール液に 10% 溶解) 等を各 4% 添加した。この場合松樹脂とノボラックは粉碎して 100 mesh 以下のものを用いた。粘結剤を 2 種又は多種混合の配合法は第 2 表に示す通りである。

本研究に於ては液状粘結剤も多いので水分添加量を各 4% と一定にした。乾燥は 100, 150, 200, 250, 300°C の各温度に夫々 1 時間加熱し、通氣度試験片は濕態、乾態何れも直径 5 cm、高さ 5 cm の標準試験片に生型し、通氣度試験機により水柱壓力及び空氣の透過時間を測定し、次式によつて通氣度を算出した。

$$K = \frac{Vh}{pat}$$

但し V = 通過空氣量 cm^3 h = 試料の高さ cm

p = 壓力 cm a = 斷面積 cm^2 t = 通過時間 min

濕態強度 (抗折力又は附着力) は $3 \times 2.5 \times 30 \text{ cm}$ の試験片を作り、Bond tester に依り横折試験を行い、破斷應力を次式より算出した。

$$f = \frac{wl}{2z} = \frac{3wl}{bd^2} \quad (\text{gr/cm}^2)$$

但し w = 荷重 (破片の自重) gr l = 破斷面迄の距離 cm

z = 斷面係數 b = 幅 cm d = 高さ cm

乾態強度は支點間距離を 100 mm とし中央に荷重を加えて破斷し、次式により算出した。

$$f = \frac{wl}{4z} = \frac{3wl}{2bd^2} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

但し w = 荷重 kg l = 支點間の距離 cm

又抗壓力、壓縮歪は通氣度試験と同一寸法の試験片を用い、5t アムスラー試験機により測定した。

第 2 表

記 號	亞麻仁油	オージン	ノボラック	ワニス	松樹脂	デキストリン	ピッチ	粘 土
種 添 加	A	4	—	—	—	2	—	—
	B	4	—	2	—	—	—	—
	C	4	—	—	—	2	—	—
	D	4	—	—	—	—	2	—
	E	4	—	—	—	—	—	5
	F	—	4	—	—	—	2	—
	G	—	4	—	—	2	—	—
	H	—	—	4	—	2	—	—
	I	—	—	4	—	—	2	—
	J	—	—	4	—	1	—	—
	K	—	—	—	4	—	2	—
	L	—	—	—	4	2	—	—
多 種 添 加	N	4	1	2	—	2	—	5
	O	2	—	2	—	1	—	—
	P	3	1	—	—	1	—	—
	Q	3	1	—	—	1	—	5
	R	2	1	—	—	1	—	—

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

但し P=荷重 kg A=断面積 cm

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

但し l=高さ cm Δl=縮み cm

III. 試験結果

A. 濕態試験

第1表に示す様な単一粘結剤添加の場合の濕態に於ける通氣度及び抗折力は第3表に示す通りである。通氣度

第3表

記號	粘 結 剤	添加量 %	通氣度	抗折加 gr/cm ²
1	デキストリン(煮)	4	234	15.0
2	〃(生)	〃	168	15.6
3	ノボラック	〃	204	13.5
4	亞麻仁油	4	260	13.3
4'	〃	2	297	11.3
4''	〃	2	226	11.2
5	ワニス	4	287	10.1
6	ビツチ	〃	245	10.9
7	松樹脂	〃	242	17.5
8	オージン	〃	188	12.5
9	鹽化ゴム	2	193	15.6

は 4' (亞麻仁油 2%), 5 (ワニス), 4 (亞麻仁油 4%), 6 (ビツチ), 1 (デキストリン), 7 (松樹脂) の順に通氣度を低下し, 抗折力は概して通氣度と反對に之の良好なものは通氣度が低い。

第4表は各種粘結剤を2種又は多種配合した場合の生

第4表

記 號	通 氣 度	抗折力 gr/cm ²	
種 添 加	A	168	12.6
	B	173	11.6
	C	221	9.5
	D	209	10.1
	E	227	16.6
	F	203	14.1
	G	212	13.4
	H	218	20.0
	I	227	26.3
	J	211	12.8
	K	281	13.1
	L	204	14.2
	M	206	26.0
多 種 添 加	N	146	18.0
	O	238	12.8
	P	250	11.3
	Q	213	14.1
	R	259	11.3

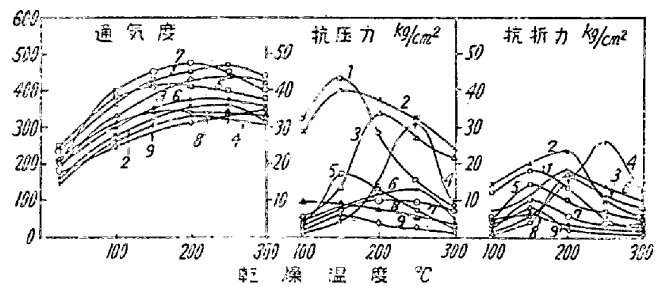
型通氣度及び抗折力を示す。之に依れば2種配合に於ける通氣度は L (ワニス+松樹脂) が最も優れ, K (ワニ

ス+デキストリン) が之に次ぎ, 生型抗折力は I (ノボラック+デキストリン), M (松樹脂+デキストリン) が大で II (ノボラック+松樹脂) が之に次ぎ, 亞麻仁油, ワニス, ビツチ等の添加は濕態に於ける強度は餘り良好でない。併し濕態強度と乾態強度は全く無関係であるので, 濕態強度は單に取扱上支障をきたさぬ程度の粘結力があれば充分である。又多種添加のものに於ては通氣度は P, R が優れ抗折力は N が優れている。

B. 乾態試験

(1) 單獨添加の場合

乾態に於ける通氣度は第1圖に示す様に一般的に200°~250°C で乾燥した試験片が最高を示し, 乾燥温度が更



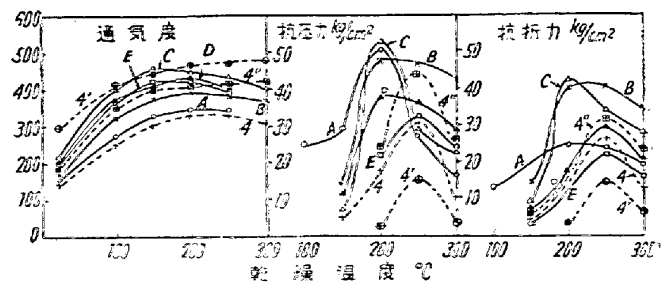
第1圖 單一添加の影響

に高くなれば再び低下する。濕態で通氣度が大きいものが必ずしも乾燥後通氣度が大きいとは限らず, 乾態に於ては一般に樹脂, デキストリン, 亞麻仁油等が良好である。抗圧力は添加剤の種類によつて最高強度を得る乾燥温度が異なるが大體に於て 150°~250°C で最高を示す。又抗折力は抗圧力とほぼ比例的關係を有し, 最高抗折力はデキストリンを煮沸して加えたものに得られ, 150°C 乾燥に於て 43.5 kg/cm² を示し, 次いでノボラック, 亞麻仁油の順になり他は 18 kg/cm² 以下となる。又之等粘結剤の中ノボラック, 亞麻仁油等は乾燥温度に對する感受性が鋭敏である。

(2) 2種添加の影響

(a) 亞麻仁油を基準としたもの

第2圖に示す様に通氣度は孰れも150°~250°C の間で



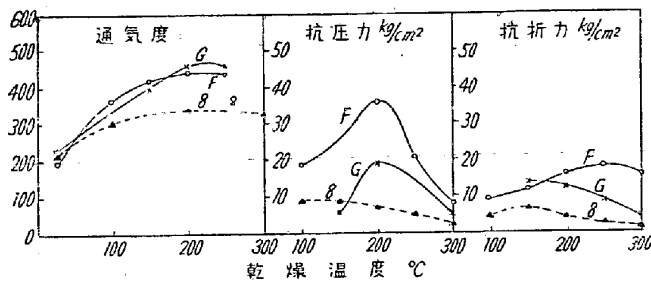
第2圖 亞麻仁油を基準としたもの

最高を示し樹脂 (C), ビツチ (D), 粘土 (E) を加えた

ものが比較的よいが、強度から見るとデキストリン、ノボラック、ピッチを加えたものが良く、抗壓力約 50kg/cm²、抗折力約 40 kg/cm² の値を示す (200°C 乾燥)。之を亞麻仁油のみ 6% (2 種添加に於ては何れも粘結劑の總添加量を 6% と一定にした) 加えた 4'' と比較すれば (B), (C) 試料は抗壓力、抗折力共に優れ、又ノボラック、樹脂等は通氣度も比較的良好的な成績を示した。

(b) オージンを基準としたもの

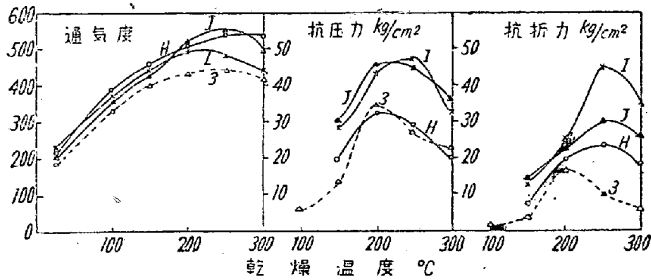
第 3 圖に示す様にオージン單獨の場合は成績が悪いが、他元素を添加すれば通氣度、抗折力、抗壓力共に幾分良好となる。デキストリン (F) を添加したものは樹脂 (G) を添加したものよりも幾分優れている。



第 3 圖 オージンを基準としたもの

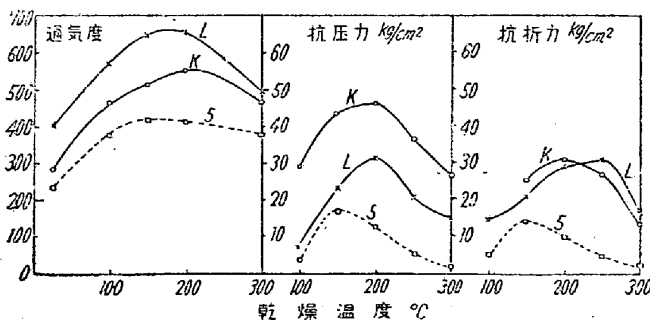
(c) ノボラックを基準としたもの

第 4 圖に示す様にデキストリンを添加した (I), (J) は通氣度及び強度共に良好で、通氣度 (250°C) 550、抗壓力、抗折力共に約 45 kg/cm² 程度を示すが、樹脂を添加した (H) は餘り良くない。



第 4 圖 ノボラックを基準としたもの

(d) ワスを主體としたもの

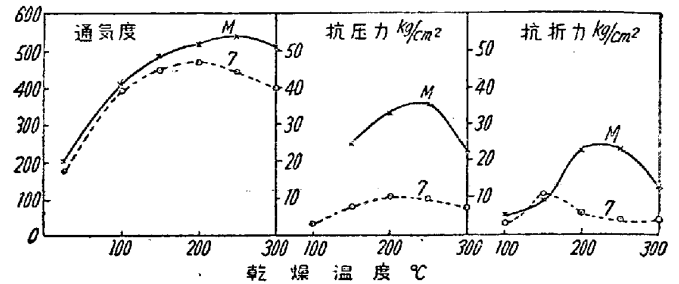


第 5 圖 ワスを基準としたもの

第 5 圖の様にデキストリン (K) と樹脂 (L) を加えて比較したが通氣度は樹脂添加の効果が極めて大 (650) であるが、抗壓力はデキストリン (K) 添加では 45 kg/cm² 迄改善せられるが、抗折力が 30 kg/cm² 程度を示し、前述の亞麻仁油、ノボラック系よりも著しく低下する。

(e) 樹脂を主體としたもの

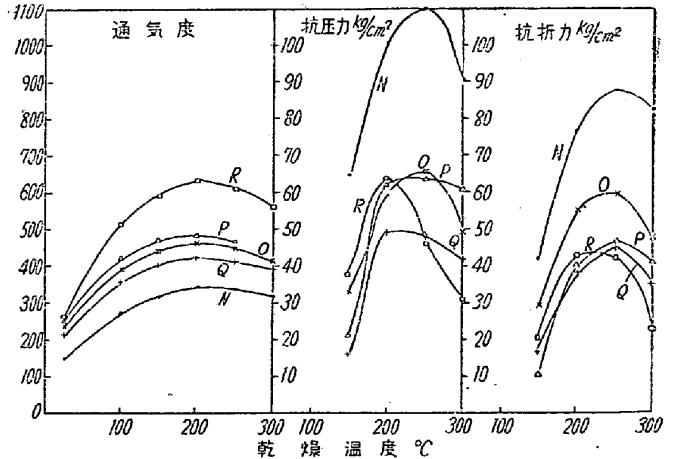
第 6 圖に示す様にデキストリンを加えたもの (M) のみに就て試験したが、樹脂單獨の抗壓力、抗折力が低いので強度の改善は著しいが、前述のものに比較すれば良好とは云い難い。



第 6 圖 樹脂を基準としたもの

C. 多種混合添加の影響

以上は 2 種類の粘結劑添加に就て試験した結果であるが更に各種の粘結劑を混合して配合した場合の性質の變化を試験した。その割合は第 2 表の (N), (O), (P), (Q) (R) の 5 種類である。その結果を第 7 圖に示す。



第 7 圖 多種添加の影響

(N) は添加量が他のものに比較して著しく多く、且粘土をも添加したため、強度は極めて大であるが、通氣度が著しく低い。この様に粘結劑を多種添加する事は實際作業上の缺陷等も生じるため餘り好ましくない。通氣度は (R) が特によく、(P), (Q) が之に次いで良好である。強度に於ける (N) は例外として抗壓力は (O), (P) (R) がよく、大體 60 kg/cm² 程度の強度を示すが、(Q)

の粘土の混じたものは抗壓力の低下が著しい。又抗折力は(O)が他のものより特に優れている。

IV. 實驗結果の考察

以上の實驗結果は各種粘結劑の單一添加、2種混合添加及び多種混合添加の場合に就て述べたが、之等の中何れが通氣度が良く而かも強度が高いかが重要な問題となる。第5表及び第6表は之等の見地から之をまとめて一

第5表 濕態試験結果の優劣性

性質	範圍	不良なものから良好なものへの順位					
通氣度	200以下	146 N	168 2	168 A	173 B	188 8	193 9
	200~250	203 F	204 3	206 M	209 D	211 J	212 G
		213 Q	218 H	221 C	226 4'	227 E	227 I
		234 1	238 0	242 7	245 6		
	250~300	250 P	259 R	260 4	281 K	287 5	297 4'
300以上	404 L						
抗折力 gr/cm ²	10以下	9.5 C					
	10~15	10.1 5	10.1 D	10.9 6	11.2 4''	11.3 4'	11.3 P
		11.3 R	11.6 B	12.5 8	12.6 A	12.7 O	12.8 J
		13.1 K	13.3 4	13.4 G	13.5 3	14.1 F	14.1 Q
		14.2 L					
15~20	15.0 1	15.6 2	16.6 E	17.5 7	18.0 N		
20以上	20.0 H	25.6 9	26.0 M	26.3 I			

括表示したものである。

但し第5表は濕態試験、第6表は乾態試験の結果を示す。之等は何れも性質不良のものから順次良好なものへ順列したものである。

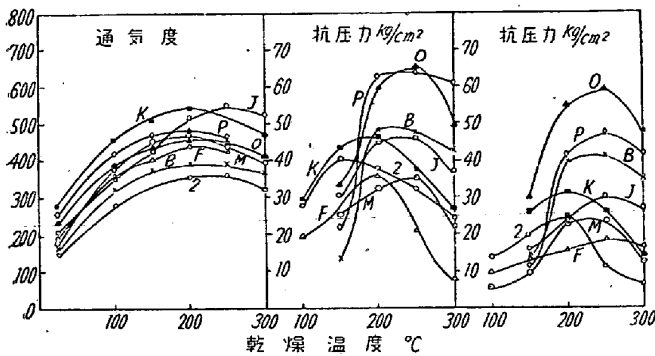
先ず第5表に示す濕態試験の結果に就て見るに、原則として通氣度の良好なものは強度が弱く、逆に強度の強いものは通氣度が低い。之等の中通氣度、強度共に比較的良いものを無理に求むれば、通氣度 227、抗折力 26.3 gr/cm²を示す(I)及び通氣度 242、抗折力 17.5gr/cm²を示す(7)である。然るに乾態試験に於ては適當に粘

結劑を配合し、且燒成溫度を適當にすれば、通氣性が優秀で而かも強度の高いものを得る事が必ずしも困難でない。例えば第6表中から通氣度、抗壓力、抗折力の三者

第6表 乾態試験結果の優劣性

性質	範圍	不良なものより良好なものへの順位					
通氣度	400以下	330 4	240 8	340 A	345 N	350 9	360 2
	400~500	375 6	390 B				
		415 5	420 Q	420 4''	425 E	430 D	440 3
		445 F	460 C	470 G	470 O	470 1	480 7
500~600	480 P	495 I					
	540 H	540 M	550 K	550 J			
	600以上	630 R	660 L				
抗壓力 kg/cm ²	0~20	6 9	9.5 8	10 7	13 6	17 5	19 G
	20~40	30.5 4	31.5 L	32.5 E	33 3	33 H	35 M
		36 F	38 D				
	40~60	40 2	43 1	44 4''	44.5 J	46 K	47.5 I
		48 B	49.5 Q	51 A	52.5 C		
60~80	63.5 R	64.5 P	65.5 O				
80以上	110 N						
抗折力 kg/cm ²	0~20	6.5 8	7.5 9	10 7	14 G	14.5 5	17 3
	20~40	18 F	18 6	18.5 1			
		22 E	23 2	23.5 M	23.5 H	24.5 A	26 4
	40~60	30 D	30 J	31 K	31 L	31.5 4''	
41 B		42 C	43.5 R	44.5 I	45 Q	47 P	
60以上	59.5 O						
80以上	88 N						

共に優秀なものを求めれば (O), (P), (I), (R), (K) 等が挙げられる。之等の中通気度 450 以上抗圧力 60 kg/cm² 以上抗折力 40 kg/cm² 以上を示すものは (O) (P), (R) 等であり、之に次いで良好なものは (I), (J), (K) 等である。(I), (J), (K) 類は何れも二種配合系に属するもので (O), (P), (R) は多種配合系に属するものである。之等の結果から総合的に之を考察すれば、一般に単一粘結劑より二種の混合粘結劑が優秀で、多種混合粘結劑は更に優秀な成績を挙げることが出来る。



第8圖. 綜合比較

又第8圖は前述の各項に於て最も優れた成績を示したもののみを集めた比較圖で、通気度に於ては (K), (J), (P) 等が優れ、抗圧力に於ては (O), (P), (B), (J), (K) 等が良く、抗折力も同様 (O), (P), (B) が優れている。以上の結果を總括的に見れば (O), (P) の配合のものが最も優れていることがわかる。(O) は亞麻仁油 2%, ノボラック 2%, 松樹脂 1%, デキストリン 1%, (P) は亞麻仁油 3%, オージン 1%, ノボラック 1%, デキストリン 1% より成る粘結劑である。

又壓縮歪を測定した結果本研究の範囲内に於ては餘り著しい差異は認められなかつた。併し乾燥温度が 250~300°C 以上になれば歪量を低下する傾向があるので餘り高めない方がよいと考えられる。

V. 結 論

以上9種の粘結劑について測定した結果を總括すれば

大體次の通りである。

(1) 強度は通気度と反對の傾向を示し、單獨の場合には生型抗折力は鹽化ゴム、デキストリン、ノボラック等の添加が効果的である。又乾燥型に於てはデキストリン、亞麻仁油、ノボラック等が優れている。粘上は何れの場合も好結果を與えない。二種混合の場合も單獨で良好な成績を示すものが良く、その添加量に依つて強度も變化し之等が多い程効果は大である。即ち亞麻仁油 4% にノボラック、樹脂、デキストリン等を各 2% 加えた場合がよく、更に亞麻仁油を 2% に減じ此れにノボラック 2%, 樹脂、デキストリン各 1% を添加した (O) 或は亞麻仁油 3%, オージン、ノボラック、デキストリン各 1% を添加した (P) は最も優れている。但し (N) は特別大きな値を示しているが、添加總量を特に多くし、且粘上を加えたもので、之は通気度が著しく悪く、他の影響もあり餘り好ましくない。

(2) 通気度は濕態試験ではワニス、ビッチ、樹脂、亞麻仁油、デキストリン、ノボラックの順に悪くなる。又乾態試験では一般に樹脂、デキストリン、亞麻仁油等が良好である。全般的に 200~250°C の乾燥温度で強度、通気度共に良好な成績を示す。之は多種混合添加の場合も同様である。又壓縮歪もこの附近の乾燥温度で夫々最高値を示す。即ち (O) 及び (P) の様な配合成分の混合添加が通気度、強度の兩方を綜合した場合優れている。

終りに本研究の一部は文部省科學研究費によつて遂行した事を附記して感謝の意を表する。

(昭和 27 年 10 月寄稿)

文 献

- 1) 河野良治郎: 金屬, Vol. 21, 1951, No. 12, 849.
- 2) V.E.Hillman: Iron Age, 166(1950), Sept 28.
- 3) E.Piwowarsky: Foundry Trade Journal, 85 (1948), Feb. 181.
- 4) 解説鑄物技術: (1950), 103.
- 5) E.Pragoff: Trans. A.F.A., 47(1939), Sept.)