

に就て言及する事を差控へたいのであるが之は無論見る人によりて色々見解あらんも兎に角之の方策がよし萬全の策とは云へないにしろ從來多年の懸案解決に一步を進めたるものとして歓迎する處であるが尙ほ吾等は將來各方面より最も公正に且つ些細に之を觀察し尙ほ其他の未決事項と共に討議研究して若し不完全なる點あらば其完成を促し以て鐵鋼國策終局の目的を達成する事に更に盡力致さねはならぬと考へるのである。

最後に今度出來た鐵鋼協議會と日本鐵鋼協會との關係に就て一言致したいと思ふ之は或る意味に於て無論多少重複する事があるかも知れないが大體に於て其間自ら分野は定まつて居るのであつて御承知の如く日本鐵鋼協會は鐵及鋼の製造者鐵鋼の加工者販賣者需用者製鐵原料の供給者鐵及鋼に關係ある技術者及篤志者を網羅せるもので今回出來た鐵鋼協議會は鐵鋼製造者のみの團體であり日本鐵鋼協會の會員は主として個人として入會せるもので鐵鋼協議會の會員は製鐵所及各社を代表せるものであるから已に會の成立に於て其立場が異つて居るのみならず日本鐵鋼協會は學術技術の研究を主とし兼て鐵鋼の經濟並に政策に就て研究する處の機關であり鐵鋼協議會は同業者相共に協議して實行方策を求むるを主とす乃ち一は理想の方策を立つる研究機關で一は具體的實行方策を定むる處の機關である故に將來この研究と實行との兩機關は互に相倚り相扶けて始めて共に其功果を完ふするものと考へる従て日本鐵鋼協會の使命は將來一層重きを加ふるもので會員協同一致の努力に依り益々會務の發展に勤めぬばならぬ事と考へる以上を以て開會の辭に代へ之より總會の議事に移る事とする。

鑄物砂の研究

(大正十四年十月十七日日本鐵鋼協會創立十週年記念大會講演)

[東大工學部製造冶金學研究室報告第四]

三 島 德 七

目 次

I 緒 言	VII 染料吸着試験(Dye Adsorption Test)
II 研究試料及び其の産地	VIII 加熱による鑄物砂の變質
III 化學的成分	IX 鑄型内に於ける温度の分布
IV 分粒試験 (Sizing Test)	X 耐火性試験
V 通氣性試験 (Permeability Test.)	IX 結 論
VI 粘結性試験 (Bonding Cohesiveness Test.)	

I 緒 言

從來本邦に於て鑄物に關する科學的研究は其數極めて少く、何事も熟練なる職工の技巧經驗にのみ依頼せんとする弊を見るは、機械工業の發展上甚だ遺憾とする所なり。鑄物と密接の關係を有する鑄

物砂に在りても亦同様にして、古來之に關する研究及び文献は殆ど無く、今猶其の試験方法すら一定せざる有様なり。

本研究の目的は、本邦に於て使用せらるゝ各種鑄物砂を總括して、其の物理的並に化學的性質を研究し、更に進みては夫等が鑄物製品に及ぶ影響を明にすると共に、又鑄物砂の試験方法をも確定せんとするに在り。然れども實驗開始後日尙ほ淺きを以て、本講演は其第一報たるに過ぎず、更に今後の研究に依て其の完成を期せんとす。

II 研究試料及其の産地

本研究に使用せし試料の産地は第1表に示すが如し。

第1表 研究試料と其産地

No.	鉄鑄物用	No.	鋼鑄物用
1	埼玉縣川口砂		A. 硅砂
2	神奈川砂	1	愛知縣瀬戸地方の砂
3	神戸湊川砂	2	岐阜縣多治見地方の砂
4	兵庫長田砂	3	同 土岐津地方の砂
5	大阪府下阿部野砂	4	徳島縣吉野川の砂
6	堺及び住吉砂	5	茨城縣助川の砂
7	大阪府南河内郡太子口砂		B. 粘土
8	同 北野田砂		
9	同 狭山砂		
10	同 奥山砂	1	尾張粘土
11	淡路砂	2	伊賀粘土
12	山口縣の砂	3	復州粘土
13	大分縣の砂	4	勝間粘土
14	唐津砂	5	川口粘土
15	肥前平戸砂	6	博多粘土
16	戸畑砂		

而して、其の大部分は全國に亘る著名なる各鑄物工場よりの寄贈に依り、他の一部は砂問屋より直接蒐集せる者なり。其の數總て56、之を内譯すれば、鉄鑄物用砂……17、硅砂及鋼鑄物用砂……18、鋼鑄物用粘土…6、可鍛鑄物用其他……8、中子用砂…7、となる。

而して第1表鉄鑄物用砂の中 No.1 及 No.2 は共に關東に於て古來有名なる者にして No.3 乃至 No.11 は専ら阪神地方に於て使用せられ、No.12 乃至 No.16 は主として九州地方に於て使用せ

らるゝ者なり。但し神戸湊川砂は關西に於て古來著名なれども既に使ひ盡されて現今其跡を絶てり。

鋼鑄物用硅砂は、其の産額の多きと値段の安き點よりして尾張、美濃産のもの最も廣く使用せられ、No.4 は神戸地方に、No.5 は關東に限つて使用せらる。又粘土中最も多く使用せらるゝ者は、No.1 及 No.2 にして、No.3 と No.4 は専ら阪神地方に、No.5 は關東に、No.6 は九州地方に限りて使用せらる。

III 化學的成分

各種鑄物砂の化學的成分は第2表及第3表に示す如し。(但し表中には工場名の發表を避くる爲め鉄土 M, 硅砂 S, ……等の如き略號を用ひたり。以下皆同じ)

第 2 表 鉄鑄物砂其他の化學成分

種 類	成 分	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	Ignition Loss. %
川 口 生 型 砂		66.27	19.35	5.81	2.18	2.14	5.06
川 口 川 砂		74.72	11.24	5.45	2.42	2.55	2.01
川 口 塗 型 砂		69.04	12.87	7.55	2.47	2.30	4.04
神 奈 川 砂 (1)		67.32	18.45	6.37	0.86	0.97	6.92
神 奈 川 砂 (2)		65.81	15.21	7.83	2.07	0.61	7.13
神 戸 砂		80.71	12.47	3.28	0.70	0.43	2.80
勝 間 砂		77.86	11.24	4.96	0.73	0.61	2.90
銑 土 K		79.38	11.09	3.48	0.84	0.33	2.96
銑 土 M		80.91	10.74	2.81	0.34	0.41	2.56
銑 土 N		80.67	11.36	3.05	0.89	0.25	3.04
銑 土 Y		79.20	13.94	1.48	0.61	0.65	2.75
山 口 縣 銑 土		71.52	15.46	4.96	1.01	0.86	4.10
銑 土 O		76.47	12.64	3.64	0.85	0.97	3.67
大 分 縣 川 砂		76.91	12.29	4.97	1.20	0.83	2.85
戸 畑 濱 砂		80.32	10.08	3.04	1.07	0.75	3.15
銑 土 H		76.38	13.93	2.07	2.20	1.09	3.75
可 鍛 鑄 物 砂 K ₁		76.70	13.88	3.63	0.89	0.75	3.84
同 上 K ₂		77.38	13.92	3.57	1.01	0.65	2.19
同 上 K ₃		75.92	13.79	3.64	1.05	0.73	2.72
可 鍛 鑄 物 中 子 砂 C ₁		76.36	16.50	2.89	0.80	0.33	3.03
同 上 C ₂		74.50	19.42	2.49	1.33	0.14	2.07
砲 金 鑄 物 砂 N ₁		81.10	11.01	3.29	1.05	0.52	2.93
同 上 N ₂		80.77	11.36	3.15	0.96	0.45	3.04

第 3 表 硅砂及粘土の化學成分

種 類	成 分	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	Ignition Loss. %
硅 砂 A		98.32	0.15	0.77	0.05	0.09	0.41
硅 砂 B		98.20	0.75	0.43	0.04	0.07	0.35
硅 砂 C		98.50	1.40	0.06	0.20	0.16	0.21
硅 砂 D		98.62	0.81	0.52	—	0.09	—
硅 砂 E		97.32	0.41	0.96	0.05	0.07	0.58
硅 砂 K ₁		98.48	0.80	0.53	0.10	0.09	—
硅 砂 K ₂		97.43	1.26	1.06	0.12	0.08	—
硅 砂 M		95.76	2.11	0.88	—	—	0.95
硅 砂 S		95.41	1.78	1.35	0.09	0.11	1.16
硅 砂 N		95.44	2.03	0.80	0.09	0.08	1.06
銀 砂 (八幡)		97.02	1.08	1.03	0.26	0.36	—

銀砂 N	96.38	1.83	0.17	0.56	0.38	—
ガニスターサンド(八幡)	90.22	3.57	4.17	0.43	0.97	—
硅石煉瓦粉(八幡)	92.04	4.09	1.97	1.04	0.72	—
伊賀粘土	51.30	33.25	2.45	0.67	0.42	11.91
尾張粘土	51.18	32.39	1.76	0.75	0.59	12.50
川口粘土	61.34	22.43	5.51	1.62	1.79	7.07
復州粘土	49.48	34.09	3.98	0.78	0.39	12.20
粘土 S	52.03	35.04	1.50	0.48	0.65	11.23
博多粘土	55.10	29.76	2.10	1.21	0.32	11.80
木節粘土	50.85	31.95	1.95	0.78	0.75	12.88

此中の數種を除く外は悉く當實驗室に於て分析せし結果なり。第2表は銑鑄物及び可鍛鑄物用の者にして、第3表は鋼鑄物用硅砂及び粘土を集めたる者なり。而して鑄物砂の化學成分は、其耐火性と密接なる關係を有するが故に、鋼鑄物に在りては極めて重要視せられ、常に出来るだけ SiO_2 の高き者を望むと雖も、銑鑄物の方面に於ては必ずしも之によりて直ちに砂の良否を判斷し難し。然れども歐米諸國に於ても之に依て大體の標準を定むる所無きにしもあらず。例へば Osann 教授に依れば米國某鑄物工場に於て鑄物砂を購買する際其の化學成分に關して、次の如き標準を定むるが如し。

銑鑄物用砂	SiO_2 75-85%	Al_2O_3 15%以下
	Fe_2O_3 5%以下	$\text{CaO}+\text{MgO}$ 2.5%以下
	Alkalies 0.75%以下	化合水 4%以下

余の分析結果は、本邦に於ける各種鑄物砂に對する標準を示す者にして、之に依れば硅砂は、二三の者を除きては何れも極めて優良なる者使用せられ、 SiO_2 96~98.5%、 Al_2O_3 1.5%以下、 Fe_2O_3 1.0%以下、 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 0.5%以下、Ignition Loss 1.%以下を示せり。粘土も亦尾張、伊賀等の良品にして此等を歐米の實例に比較するも遜心を認めず。又銑鑄物砂に至りては其成分種々なりと雖も、 SiO_2 65~80%、 Al_2O_3 15%以下、 Fe_2O_3 5%以下、 $\text{CaO}+\text{MgO}$ 2%以下、Ignition Loss 5%以下に屬する者最も多數を占むるを見る。

IV. 分粒試験 (Sizing Test)

1. 實驗方法、鑄物砂の種類に由りて之を二つに分てり。

(1) Clay substance (粘土質) を含まざる者、

之に屬する者に於ては 105乃至110°C にて完全に乾燥せし試料 100 瓦を取り之を第4表に示すが如き8種の標準篩 (Tyler Standard Sieve) と、Ro-Tap Shaker を用ひて、30分間篩分けを行ひたる後夫々之を秤量す。

(2) Clay substance (粘土質) を含むもの

先づ Clay substance を除く爲めに次の操作に付す。即ち 105 乃至110°C にて完全に乾燥せし試料 50 瓦を2立入りの廣口罎に入れ、之に 475c.c.水と25 c.c.の1% NaOH Solution とを加へて密封し、

第 4 表

Sieve Number	Sieve Opening m.m.	Wire Diameter m.m.	Tolerance in Average Opening
6 mesh	3.33	1.02	± 3%
12	1.68	.69	"
20	.83	.42	± 5%
40	.42	.25	"
70	.210	.140	± 6%
100	.147	.102	"
150	.104	.074	± 8%
200	.074	.053	"

之を1分間に60廻轉の Shaking machine (振盪機) にかけて1時間激しく振盪す。然る後之に1.7立まで水を加へ、硝子棒にて激しく攪拌せし後、10分間之を放置し、直ちにサイフォンを以て其の上液を除去す。但しサイフンの下端は罎の底面より常に1吋の高さに保つ。次で再び之に1.7立迄水を加へて前同様に激しく攪拌し、今度は、5分間放置の後直ちにサイフォンを以て上液を取去る。以下此の操作を繰返しつゝ遂に5分間の放置後に於て其上液が全く clear solution となる迄繼續す。

其回数鉄鑄物砂に在りては約35回、鋼鑄物砂に於ては約18回なり。斯る操作の後に於て残留せる砂をブネル漏斗 (Buchner's funnel) にて濾過し、更に乾燥の後之を秤量して得たる値を m 瓦とすれば (50-m) 瓦は clay substance に相當す。斯くして clay substance を除去せし m 瓦は (1) の方法に附して篩分けを爲せり。

・ 實驗結果 本實驗の結果は第5表乃至第8表、並に第一圖、第三圖、第五圖及第六圖に示す如し。

第 5 表 珪砂及鋼鑄物砂の分粒試験

砂の種類	砂粒の大小 Mesh	篩目									clay substance %
		+ 6	+ 12	+ 20	+ 40	+ 70	+ 100	+ 150	+ 200	- 200	
珪砂 A		71.08	23.71	0.17	0.01	0.03	—	—	—	—	—
珪砂 B		2.35	85.56	12.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	—
珪砂 C		—	—	92.61	6.69	0.17	0.04	0.04	0.03	0.42	—
珪砂 D		—	—	9.11	65.02	24.12	1.04	0.32	0.11	0.25	—
珪砂 E		1.15	8.21	66.17	20.85	3.10	0.42	0.20	—	—	—
珪砂 S ₁		6.63	14.59	34.40	24.04	11.76	5.49	1.97	0.24	0.88	—
珪砂 S ₂		—	—	2.94	15.09	41.64	25.25	10.19	2.15	2.74	—
天然珪砂 O ₁		0.40	18.34	37.62	25.28	14.14	2.67	0.84	0.29	0.41	—
天然珪砂 O ₂		57.85	41.06	0.25	0.21	0.63	—	—	—	—	—
天然珪砂 O ₃		7.29	27.83	51.73	10.81	1.18	0.25	0.18	0.15	0.64	—
天然珪砂 O ₄		64.52	35.45	—	—	—	—	—	—	—	—
鋼鑄物用砂 K ₁		3.71	24.37	18.36	11.22	5.85	3.63	3.21	1.61	11.13	16.87
鋼鑄物用砂 K ₂		1.22	17.41	24.27	17.58	7.59	3.95	2.51	2.19	8.18	15.21
鋼鑄物用砂 K ₃		1.71	9.08	13.24	22.59	12.56	6.14	4.05	3.14	10.66	16.72
鋼鑄物用砂 T ₁		0.14	7.68	20.55	25.44	8.15	5.55	3.41	2.69	9.74	16.85
鋼鑄物用砂 T ₂		1.35	13.72	21.97	13.14	8.68	5.24	2.89	2.10	8.92	15.98
鋼鑄物用砂 T ₃		—	2.68	4.36	14.90	25.83	14.19	8.31	4.00	11.56	15.17
鋼鑄物用砂 M		—	27.20	24.00	14.38	6.98	3.21	2.46	1.64	6.70	13.40

鋼鑄物用砂 N ₁	7.05	21.11	31.86	17.20	6.06	2.66	0.88	0.42	2.14	10.60
鋼鑄物用砂 N ₂	2.45	11.55	14.90	23.94	11.49	7.13	5.66	3.17	5.91	13.80
鋼鑄物用砂 O	40.53	36.24	4.65	2.07	1.32	0.70	0.72	0.63	4.10	12.95
鋼鑄物用砂 O ₁	36.95	33.04	7.44	2.95	1.42	1.10	0.61	0.72	3.71	12.06
鋼鑄物用砂 O ₂	7.97	26.01	17.55	15.13	8.86	3.59	2.40	1.36	4.65	12.48
鋼鑄物用砂 O ₃	3.38	16.17	35.14	18.06	7.09	2.27	1.38	0.86	3.69	11.94
鋼鑄物用砂 O ₄	2.15	10.01	27.69	23.35	13.75	4.13	2.11	11.7	3.86	11.78
鋼鑄物用砂 B ₁	1.30	5.70	30.51	28.34	15.49	4.94	1.79	0.22	1.09	10.62
鋼鑄物用砂 B ₂	—	4.13	10.91	20.76	30.18	15.83	5.48	1.08	1.62	10.01
鋼鑄物用砂 B ₃	—	—	2.65	14.58	37.48	22.73	9.17	1.93	2.46	9.00
鋼鑄物用砂 C ₁	5.0	22.62	37.90	10.10	2.90	2.41	1.10	1.51	4.09	12.40
鋼鑄物用砂 C ₂	2.10	7.09	40.16	27.29	9.31	0.90	0.20	0.27	1.02	11.63
鋼鑄物用砂 C ₃	—	1.51	44.62	29.81	9.94	0.93	0.42	0.35	0.64	11.78
砲金鑄物砂 N ₃	—	—	15.89	9.70	13.80	16.71	9.37	4.84	11.11	18.58
問上 N ₄	2.46	11.54	14.90	12.93	11.49	11.15	5.66	3.17	7.90	18.80

第6表 鉄鑄物砂の分粒試験

砂の種類	砂粒の大きさ Mesh	+ 12	+ 20	+ 40	+ 70	+100	+150	+200	-200	clay substance %
川口生型砂		—	0.07	0.73	7.91	14.34	17.42	11.35	26.14	22.04
川口塗型砂		—	0.39	16.60	51.97	11.32	5.03	1.53	3.18	9.98
川口混合砂		—	1.41	5.34	24.90	34.60	11.23	3.05	5.64	13.78
川口川砂(a)		—	0.35	15.02	76.46	5.17	1.74	0.39	0.53	0.34
川口川砂(b)		—	9.75	31.55	47.37	6.59	2.10	0.37	0.62	1.65
神奈川砂		0.17	1.42	8.90	9.42	18.50	33.80	8.63	7.22	11.94
阿部野砂		0.97	1.97	1.80	3.71	10.22	21.91	23.20	24.65	11.57
住吉釜砂		25.58	10.47	13.44	10.34	6.74	3.93	2.20	7.36	19.94
住吉生型砂		0.45	0.86	5.38	27.64	27.41	14.54	5.14	9.62	8.74
銑土 K		5.70	40.89	26.30	8.80	2.23	0.87	0.31	1.78	13.12
銑土 M		8.46	22.48	25.52	17.12	5.42	1.91	1.56	4.10	13.43
銑土 N		—	33.88	6.94	11.34	12.35	7.57	2.84	10.08	15.00
生型用硅砂 H		0.04	0.23	2.77	5.87	26.88	32.88	14.23	9.27	7.80
釜砂 H		9.33	16.73	23.78	16.74	6.58	7.07	4.66	3.35	11.71
赤生型 L		0.61	1.02	3.18	3.14	9.26	19.83	25.42	25.90	13.34

第7表 可鍛鑄物砂の分粒試験

砂の種類	砂粒の大きさ Mesh	+ 20	+ 40	+ 70	+100	+150	+200	-200	clay substance %
可鍛鑄物砂 K ₁		2.02	1.76	2.22	2.96	4.22	6.09	56.94	23.79
同上 K ₂		5.87	5.21	13.91	11.99	9.17	3.28	35.90	14.56
同上 K ₃		4.42	6.80	15.22	14.01	8.33	2.83	34.57	13.82
戸畑 F		3.47	4.18	13.30	51.17	16.73	4.68	6.47	—
戸畑 Y		0.71	1.49	44.97	47.56	3.35	0.93	0.99	—
戸畑 K		3.48	3.91	3.14	10.49	20.27	20.46	38.25	—

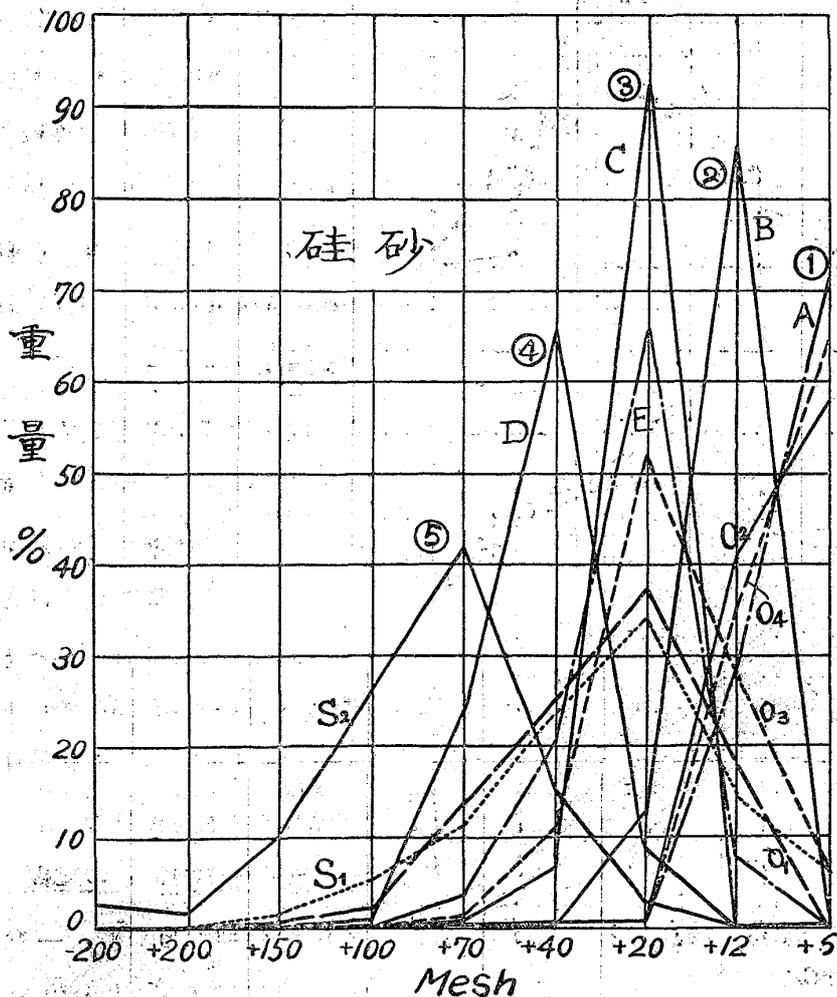
第 8 表 中子用砂の分粒試験

砂の種類	砂粒の大きさ Mesh	+ 6	+ 12	+ 20	+ 40	+ 70	+100	+150	+200	-200	clay substance %
鉄鑄物用 (荒)		4.16	12.03	19.36	26.41	12.85	3.71	2.23	1.20	5.21	12.84
鉄鑄物用 (細)		—	1.84	3.83	8.16	33.08	21.58	5.19	2.57	6.67	11.78
鋼鑄物用 (荒)		—	54.19	45.20	0.48	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	—
鋼鑄物用 (細)		—	—	8.83	63.06	27.70	0.29	0.07	0.03	0.02	—
鋼鑄物用 (極細)		—	—	—	1.31	45.83	49.90	2.68	0.18	0.07	—
可鍛鑄物用 C ₁		—	0.19	2.34	10.61	27.98	25.33	27.68	3.93	1.36	0.49
可鍛鑄物用 C ₂		—	0.95	1.87	5.45	17.48	14.76	11.69	3.24	24.04	20.51

(1) 硅砂及び鋼鑄物用砂

(a) 硅砂には天然産のものとして人工的に粉砕せしものとの2種あれども、本邦に於ては前者に屬するもの極めて少く、現今使用せらるゝ者の殆ど大部は後者に屬す。而して兩者は砂粒の形狀著しく異なるを以て一見之れを判別し得べし。即ち前者は著しく丸味を帯ぶるに反し、後者は角張れるを常とす。従つて鑄型としての粘結性及通氣性に相當の差異を生すべきなり。本實驗の結果本邦に於ける硅砂はその大きさによりて第1圖に示すが如く之を①、②、③、④、⑤の5種類に分つ事を得たり。①は+6 meshにて最大値を示すものにして、②は+12 meshに於て、③は+20 meshに於て、④は+40 meshに於て、⑤は+70 meshに於て夫々最大値を有するものなり。而して就中③に屬するもの最も多く使用せらるゝを見る。

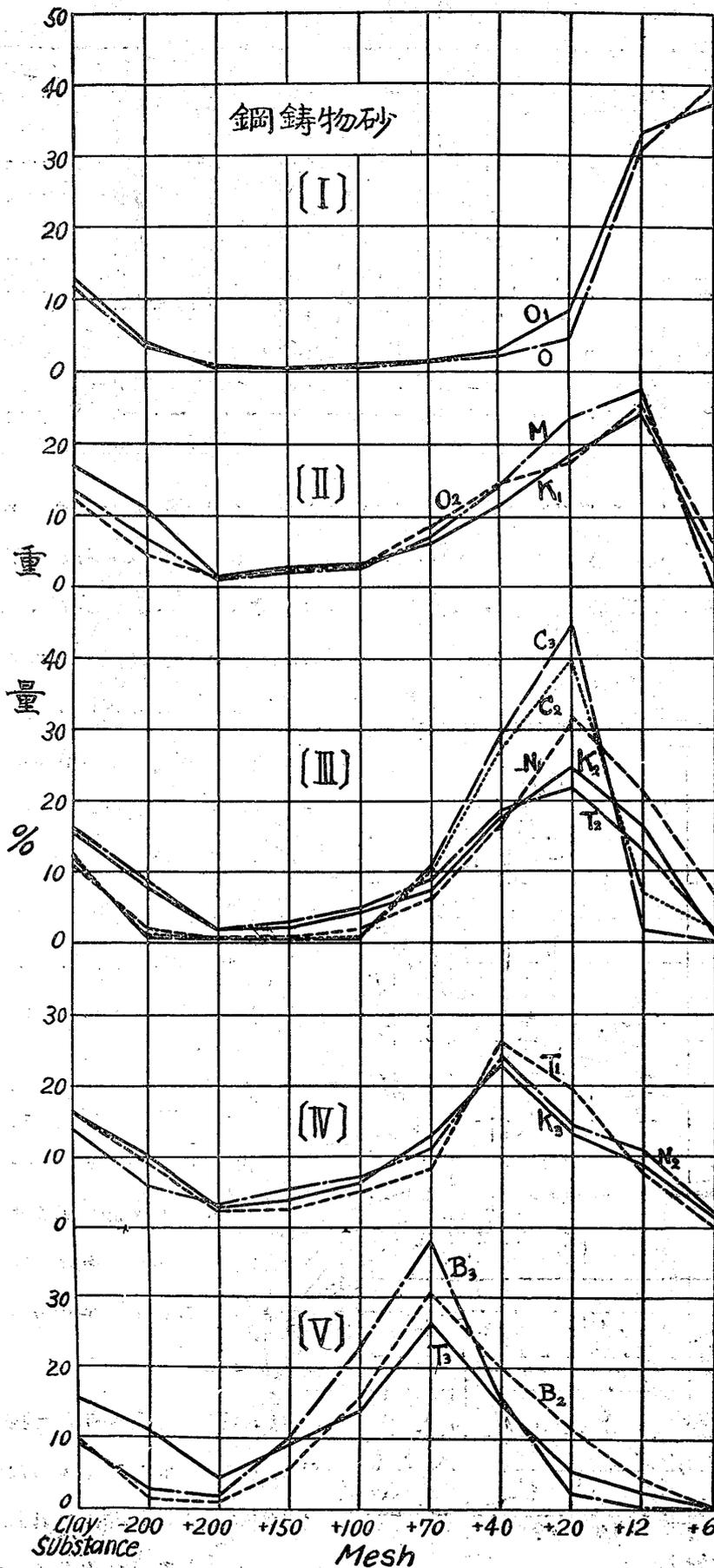
第 一 圖



れるを常とす。従つて鑄型としての粘結性及通氣性に相當の差異を生すべきなり。本實驗の結果本邦に於ける硅砂はその大きさによりて第1圖に示すが如く之を①、②、③、④、⑤の5種類に分つ事を得たり。①は+6 meshにて最大値を示すものにして、②は+12 meshに於て、③は+20 meshに於て、④は+40 meshに於て、⑤は+70 meshに於て夫々最大値を有するものなり。而して就中③に屬するもの最も多く使用せらるゝを見る。

(b) 鋼鑄物砂は上記各種の硅砂に適量の粘土を加へたるものなれば其種類も亦自ら硅砂の其れに類すべきは當然の結果なり。蓋

第二圖

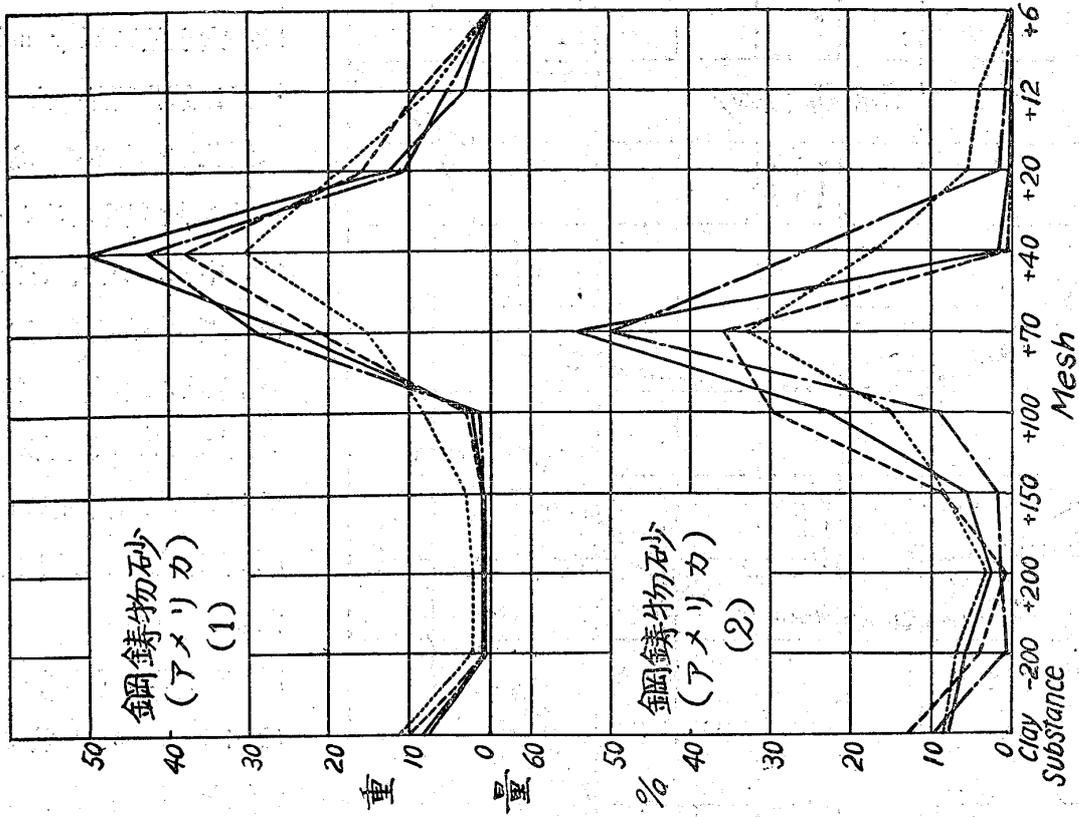


し一般に鋼鑄物砂に於ける砂粒の大小並に clay substance の量は鑄物製品の大さによりて變化すべきものにして大物に於て最も粗なるものを用ひ、中物、小物、となるに従ひて順次細かきを用ふべきなり。而して本實驗の結果は第2圖に示す如く本邦の鋼鑄物砂を分つて〔I〕〔II〕〔III〕〔IV〕〔V〕の五種となすを得たり。

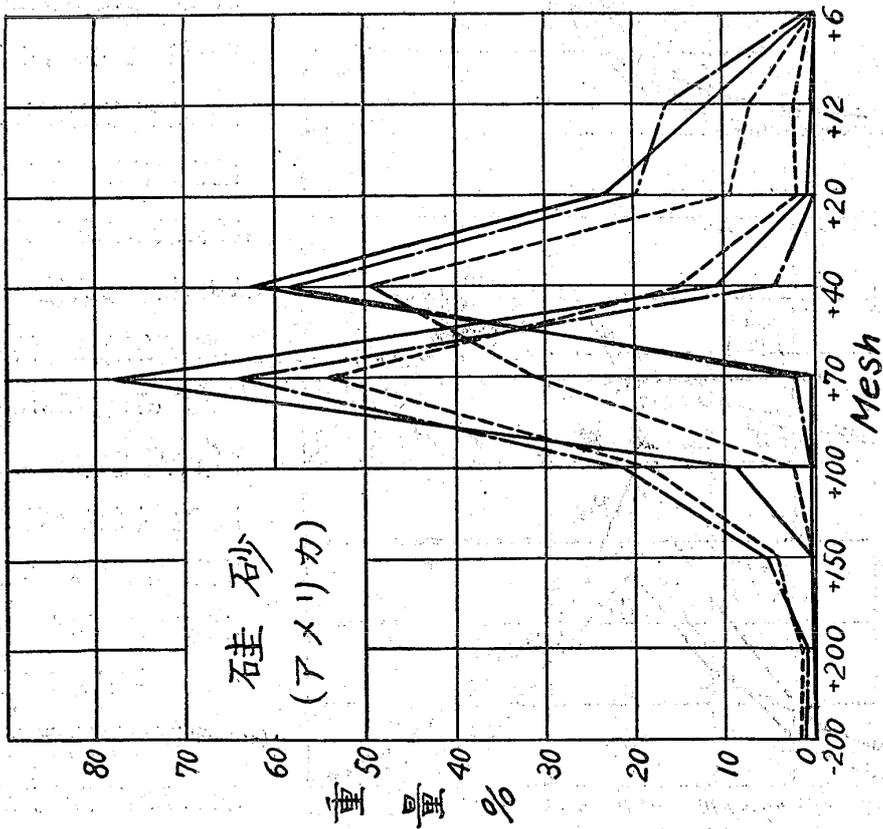
〔I〕は+6 Mesh に於て、〔II〕は +12 Mesh に於て夫々最大値を示し其の砂粒甚だ粗大にして大物鑄物に使用せられ、〔III〕、〔IV〕は其の砂粒中位にして +20, +40, に於て夫々最大値を示し、専ら中物鑄物に使用せらる。〔V〕は砂粒最も細なる者にして、+70 に於て最大値を示し主として小物鑄物用に供せらる。而して clay substance の量は〔I〕より〔V〕に至るに従ひて順次少くなるべき理なれども實際の例は必しも然らずして本圖に示す如く 10 乃至 17% の間を上下するを見る。

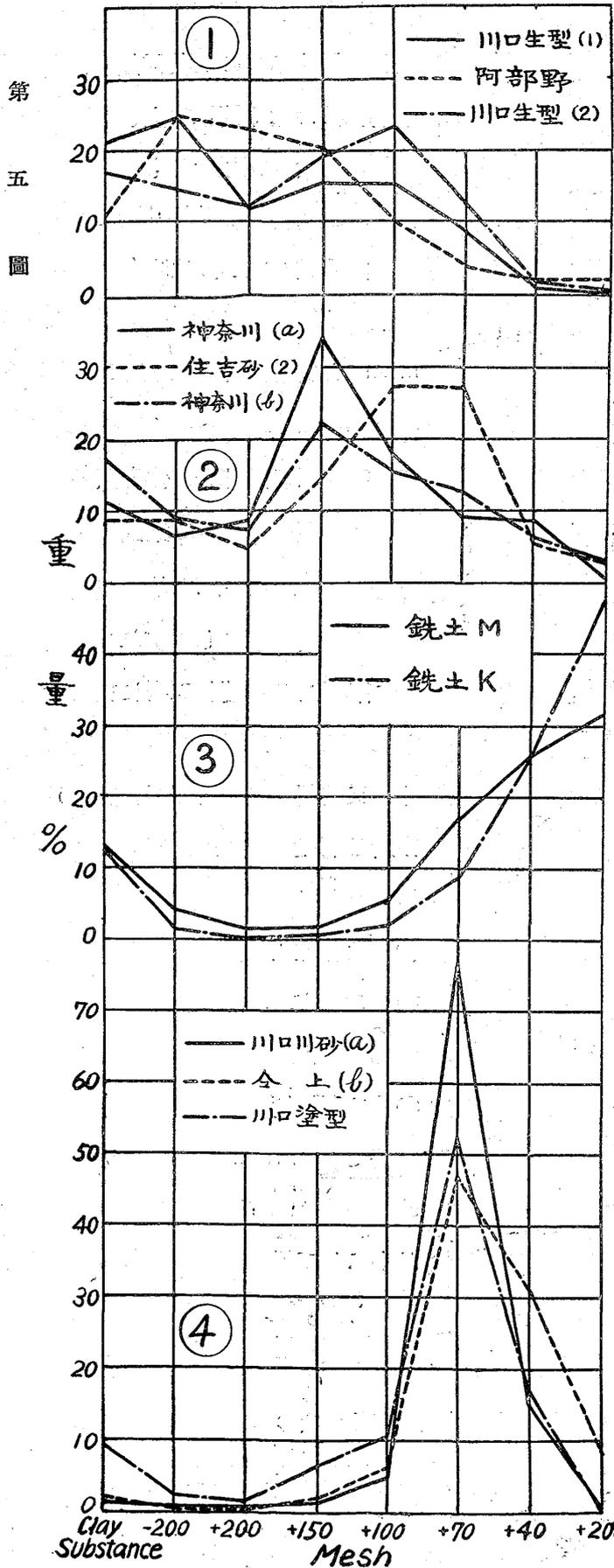
(c) 米國の鋼鑄物砂との比較
最近米國鑄物業組合 (American Foundrymen's Associa-

第四圖



第三圖





tion) より選出せる鑄物砂調査委員が、米國各州より集めたる 600 余种の鑄物砂に就て Sizing Test を行ひたる報告* を見るに、硅砂並に鋼鑄物砂の主要なるものは第 3 圖及び第 4 圖に示すが如し。蓋し本報告を以て直ちに米國の全般を代表せる者と見做し難しと雖も、之によりて彼地の大勢を伺ふ事を得べきなり。今之を本邦の硅砂及び鋼鑄物砂と比較すれば次の二點に於て著しき差異あるを認むべし。

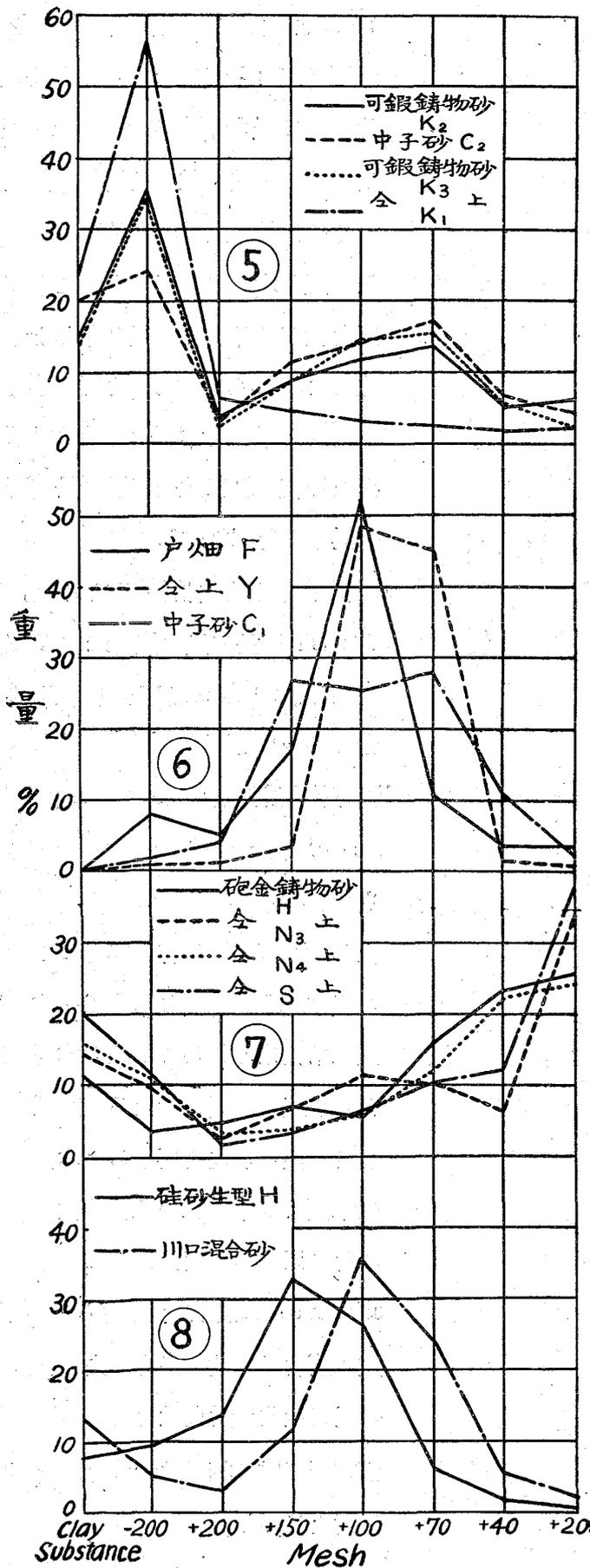
(i) 米國の硅砂及鋼鑄物砂は +40, 及 +70 mesh に於て最大値を示すもの多數を占め、20 mesh 以上の粗粒を多量に含むもの少き事。

(ii) 米國鋼鑄物砂に於ける Clay substance の含有量は一般に本邦の夫れよりも少き事。

但し (ii) は (i) に伴ふ必然的の結果と見做すべきものなれども又一方には米國にて使用せらるゝ粘土が本邦の夫れよりも遙に良質の者なるに基因するやも計り難し。之を要するに本邦に於ては米國よりも砂粒の比較的粗大なるものを使用するの傾向ありて其結果 clay substance の含有量も亦多し。蓋し一般に鑄物砂の粘土多きに失すれば鑄型の通氣性並に耐火性を害するものなれば前記二點の相違は大に考慮を要すべき所なるべし。

* Transaction of the American Foundrymen's Association. vol XXXII part2 (1925)

第六圖



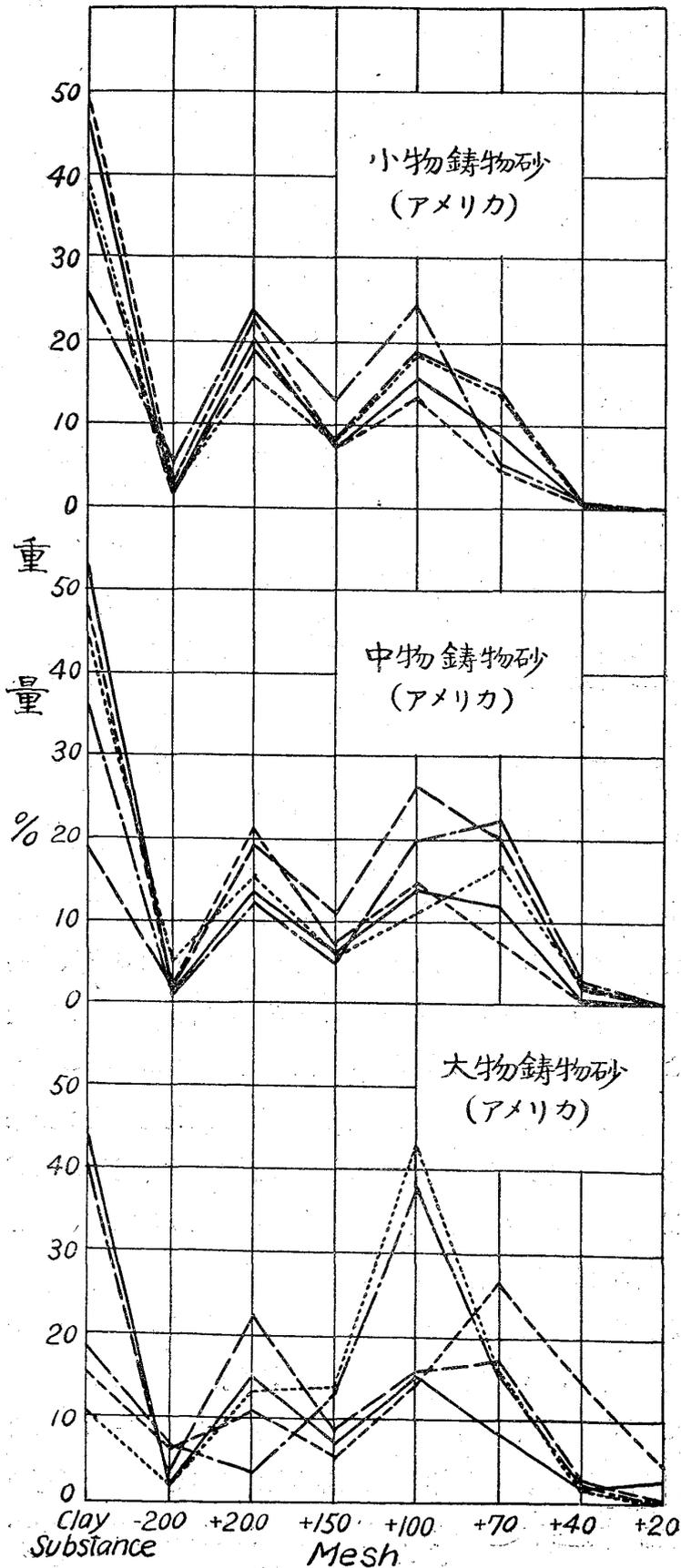
(2) 銑鑄物砂、可鍛鑄物砂及び其他

之れに屬するものは其種類多様にして鋼鑄物砂の如く簡単に之を分類し能はざれども大凡相似たるものを集めて一群とすれば第5圖及第6圖に示すが如し。第5圖①及②は現今生型砂として最も著明なるものの類にして、40 mesh より粗きもの極めて少く、且 clay substance 10~20% を含み、川口、神奈川、阿部野、住吉砂等之に屬す。③は其の曲線が鋼鑄物砂の夫れと酷似し +20、+40 等の粗大なるものを多く含む類にして何れも鋼鑄物工場に附屬せる銑鑄物工場に於て使用せられ居る事は注目に値する所なるべく、又其製品が大物の優良品なる事も亦斯る砂を使用せらるる理由なるべし。

④は各種川砂及び之より作りたる塗型砂の類にして +70 mesh の者が其大部分を占む。

⑤は可鍛鑄物砂にして、-200 mesh に於て maximum value を示し且つ clay substance も亦多し。是其の製品小にして肌の美しき事を必要とする爲ならん。⑥は中子砂の類にして通氣性の大なる事を第一目的とするが故に用途によりて粗きものと細かきものと別ありと雖も何れも其粒の揃へるを特徴とす。⑦は砲金鑄物用砂の類にして③は専ら釜砂として使用せら

第七圖



るる者なり。以上何れも其曲線上に夫々の特徴を示せり。

米國鉄鑄物砂との比較 第7圖は前記米國鑄物砂調査委員の報告^{*}による鉄鑄物砂の試験結果にして、之を本邦の夫れに比較すれば、40mesh 以上の粗粒を殆ど含まざる事は兩國共に一致せる處なれども、次の二點に於て著しき相違を見るは特に注目すべき處なりとす。即ち

- (i) 米國の砂は本邦のものに比し clay substance の含量遙に多き事。
- (ii) 米國砂は -200mesh の含量極めて少き事。

蓋し米國砂の粘土含有量は餘りに多きに失するを認む。恐くは之に粘土の少き砂を混用する者なるべしと愚考す。

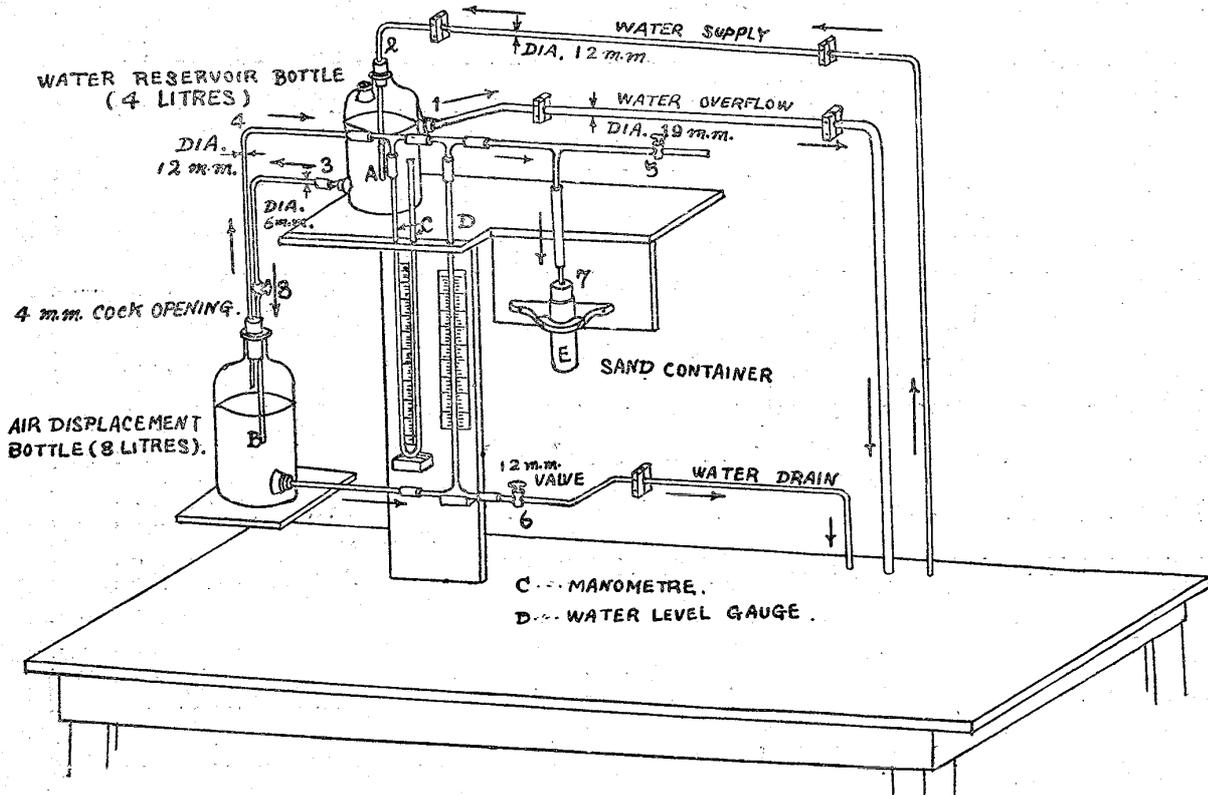
寫眞、卷末に各種鑄物砂14種の顯微鏡寫眞を掲げ、之に依りて其の形狀、大きさ等に於ける特徴を示せり。

* Transaction of the American Foundrymen's Association. Vol. XXXII. Part 2 (1925.)

V 通氣性試験 (Permeability Test)

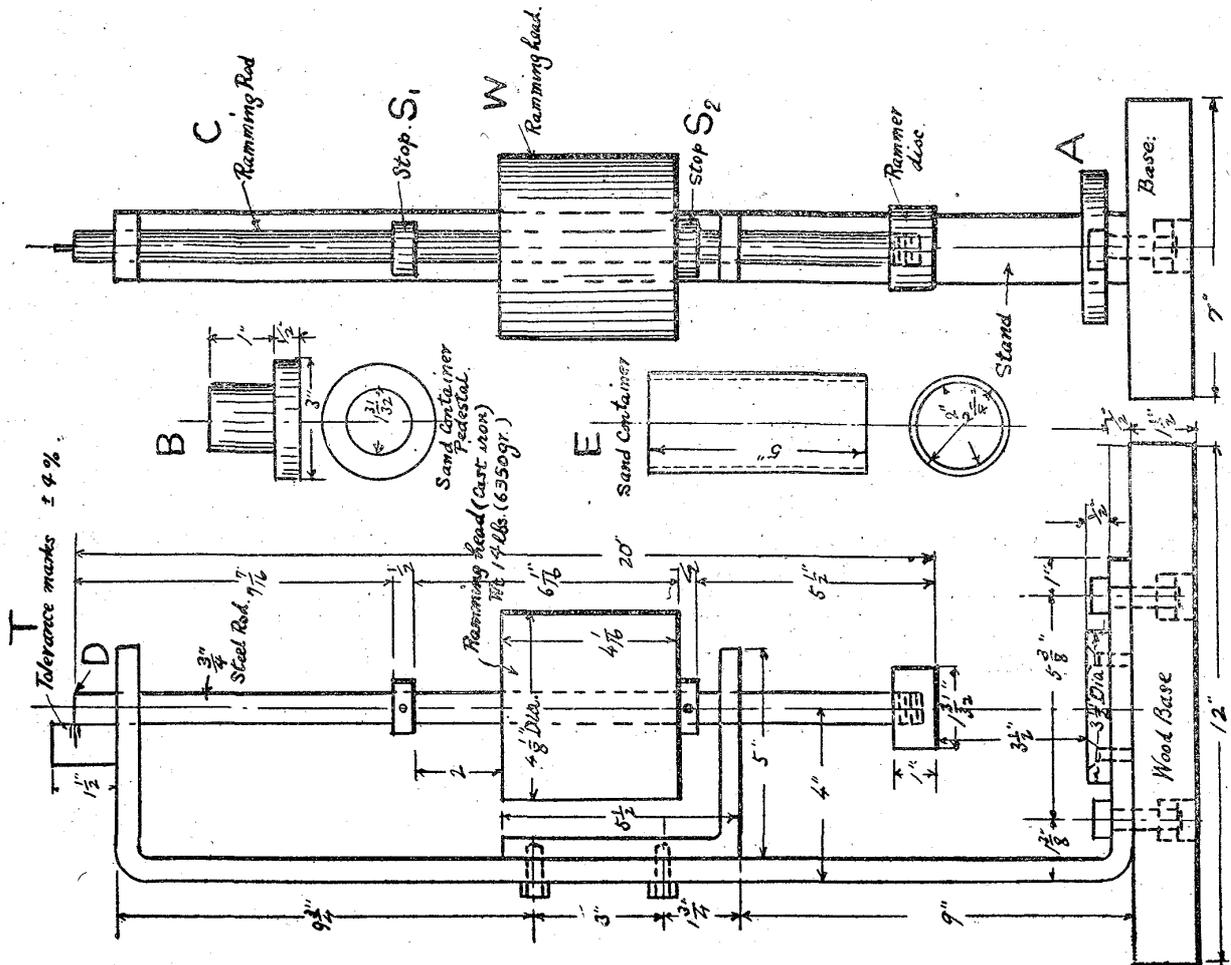
1. 通氣性測定装置 (第8圖参照)

第八圖



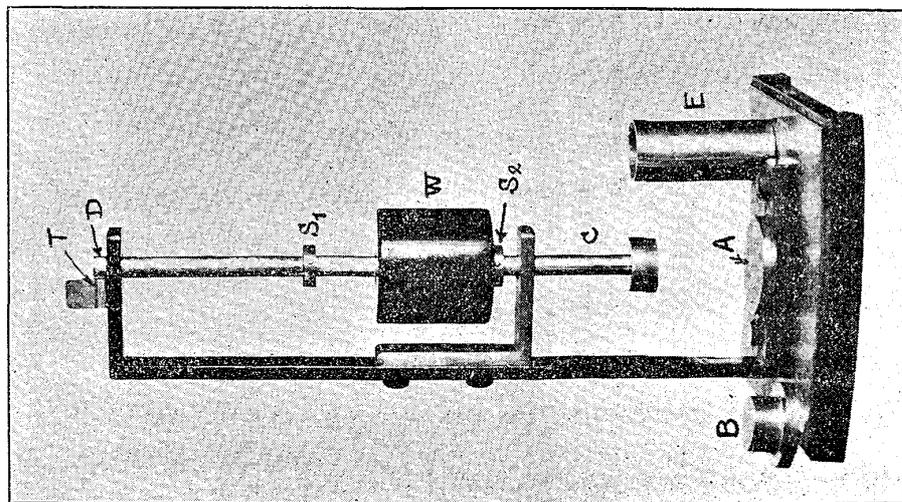
Aは4立入の貯水罎 (Water reservoir bottle) にして水は水道より Tube 2 を経て之に送らる。Tube 1 は Overflow にして之によりて實驗中 bottle A の水面を一定に保たしむ。B は8立入の空氣置換罎 (Air displacement bottle) にして、Tube 3 及び Cock 8 によりて A に連る。従つて最初B中に滿されたる空氣は3より來る水によりて置換せられて Tube 4 に出で更に Sand Container E を通りて外氣中に逃る。但しEは高さ5吋、内徑2吋を有する、眞鍮製圓筒にして試料を一定の方法によりて之に填めたるものなり。Cは壓力計にして流出する空氣の壓力を示し、Dは水準計にしてBに於ける水面の變化を示す。故に豫め之に目盛を施し置けば實驗中試料を通して流出する空氣の量を正確に測定し得べし。6は排水管にして實驗後B中の水を排出するに用ふ。

又試験せんとする砂を填めるには第9圖及方第10圖に示す如き装置を使用せり。Eは Sand Container, Bは Pedestal, Cは Rammer-rod (搗固め棒), Wは Ramming-head (搗き固め錘), S_1, S_2 は二個の Stopper (止め) にして之によりて W の動く高さを2吋に限定せり。Tなる三本の線は Tolerance mark にして、棒の上端Dが此線内にある時、E中の試料は其高さ2吋に對して $\pm 4\%$ の Tolerance 内にある様に製作せり。猶主要各部の構造及び寸法は悉く第10圖に記入して説明を省略する事とせり。



RAMMING DEVICE FOR PERMEABILITY TEST.

第十圖



第九圖

2. 試験の方法

先づ第9圖に示す B 及び E を正しく A 上に乗せ、之に試験せらるべき砂の適量 (水分によりて異れども約200瓦) を入れ、靜かに Rammer rod C を卸す。次で Ramming head W を Stopper S₁ まですり上げ、然る後之を落下せしむ。斯くて3回 Ramming の後に於て Rammer rod の上端 D が丁度 Tolerance mask T 内にあらば、之を試料として採用せり。若し然らざれば砂の重量を加減して再び作り直すを要す。

但し所要の水分を含む砂を作るには豫め105°C~110°C にて完全に乾燥せしもの1000瓦に所要の水量 (蒸發による損失を見込みて豫め1/4乃至1%の餘分を加ふ) を加へて充分に混和し、然る後之を Air-tight の容器に入れて更に24時間放置し、以て水分の分布を一様ならしめたる後之を使用せり。

次に試料を含める E (Sand container) を第8圖に示す装置中の所定の位置に取付け、先づ cock 6 と5 を閉ぢ、cock 8 を細く開くと共に水の供給を調節して bottle A の水面を一定ならしめたる後、cock 8 を充分に開けば、bottle B 中の空氣は、Tube 4 を經て E に至り、砂を通りて大氣中に流れ去るべし。依つて C の示す壓力が一定となれる後水準計 D の目盛を讀みつゝ2立の空氣が E より流れ出るに要する時間を Stop-watch にて正確に測定すれば次の如くして砂の通氣率を知る事を得べし。即ち今壓力が水柱1糎の時、1分間に、底面積1平方糎、高さ1糎の試料を通りて逃れ出づる空氣の量を以て通氣率と定むれば

$$\text{通氣率 } \mu = \frac{Q \cdot l}{P \cdot A \cdot t} \text{ にて示さる}$$

但し Q は1回の試験毎に流出せる空氣の量を立方糎にて表はしたるもの、A は試料の底面積を平方糎にて表はしたるもの、l は試料の高さを糎にて表はしたるもの、P は糎にて表はしたる水柱の高さ、t は分にて表はしたる時間、

而して本實驗に於ては常に Q を 2000 立方糎、A は 20.208 平方糎、l は 5.28 (2吋) とせるを以て壓力と時間を正確に讀むことにより直ちに μ の値を知る事を得べし。

3. 實驗の結果

(1) 壓力と通氣量の關係

鑄物砂の水分、搗固め回數及び通氣時間を一定に保ち單に空氣の壓力のみを變じたる場合其通氣量が如何に變化するかを川口、神奈川の兩砂に就て實驗せるに第9表並に第11圖に示すが如き結果を得たり。之に依て通氣量はその壓力に正比例して増加する者なるを知る。

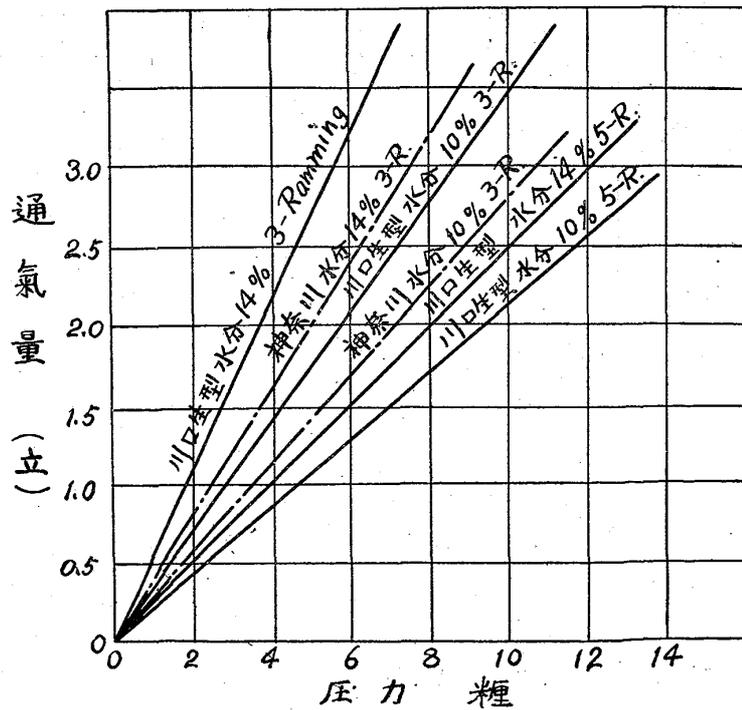
(2) 通氣率と水分との關係

各種鑄物砂の水分を變じて之と通氣率との關係を試験せるに第10表及び第11表、並に第12圖乃至第14圖に示すが如き結果を得たり。

第9表 壓力と通氣量の關係

砂の種類	水分%	搗固回数	時間(分)	壓力(糎)	通氣量(立)	砂の種類	水分%	搗固回数	時間(分)	壓力(糎)	通氣量(立)
川口-生型砂	10	3	3	2.0	0.70	神奈川砂	10	3	3	1.0	0.26
"	"	"	"	3.5	1.23	"	"	"	"	3.0	0.85
"	"	"	"	5.0	1.78	"	"	"	"	5.0	1.35
"	"	"	"	6.5	2.21	"	"	"	"	7.9	2.15
"	"	"	"	8.0	2.86	"	"	"	"	10.0	2.78
"	"	"	"	11.0	3.82	"	"	5	"	3.0	0.64
"	"	5	"	2.0	0.46	"	"	"	"	5.0	1.06
"	"	"	"	5.0	1.09	"	"	"	"	7.0	1.45
"	"	"	"	8.0	1.72	"	"	"	"	10.1	2.11
"	"	"	"	9.9	2.17	"	"	"	"	12.0	2.52
"	"	"	"	12.0	2.55	"	14	3	"	1.0	0.42
"	14	3	"	1.0	0.53	"	"	"	"	3.0	1.23
"	"	"	"	2.0	1.14	"	"	"	"	5.5	2.20
"	"	"	"	4.0	2.11	"	"	"	"	8.0	3.21
"	"	"	"	5.0	2.68	"	"	5	"	3.0	0.81
"	"	"	"	7.0	3.75	"	"	"	"	5.0	1.34
"	"	5	"	3.0	0.75	"	"	"	"	8.0	2.15
"	"	"	"	5.0	1.26	"	"	"	"	10.0	2.69
"	"	"	"	7.0	1.75						
"	"	"	"	8.8	2.17						
"	"	"	"	12.0	2.98						

第十一圖



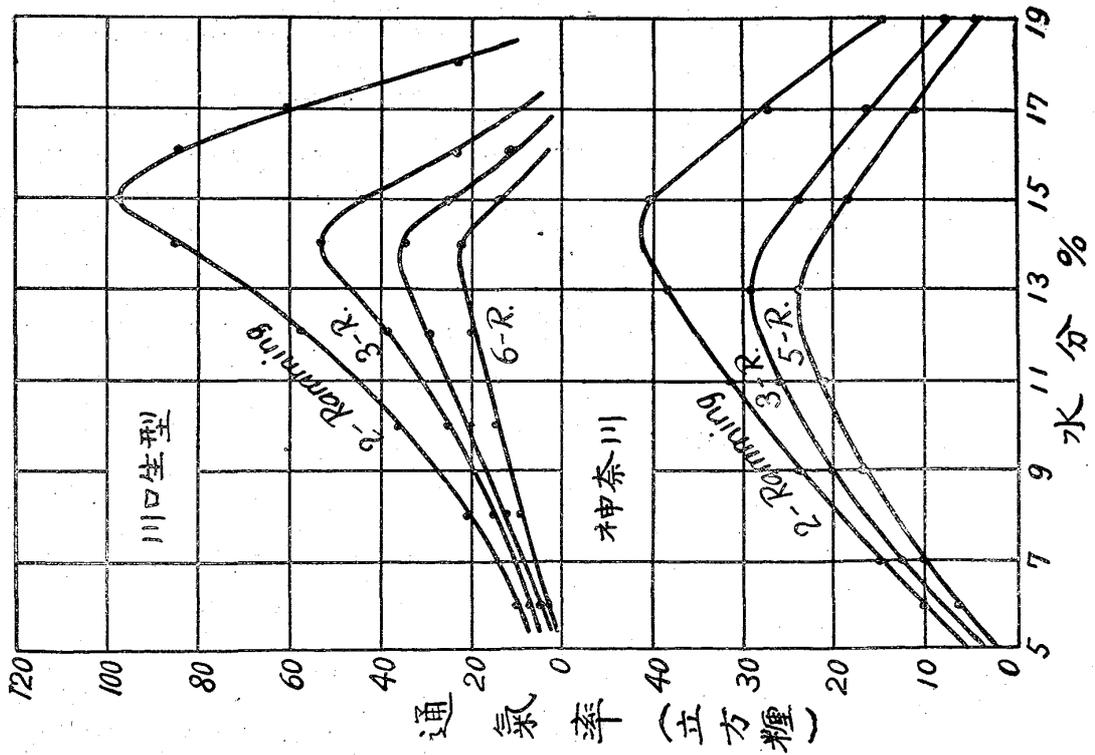
第 10 表 通氣率と水分の關係 (1)

砂の種類	水分 %	通 氣 率 (立方糎)				
		2-Ramming	3-Ramming	4-Ramming	6-Ramming	8-Ramming
川口生型砂	6	10.04	8.15	5.92	4.12	—
"	8	18.25	16.90	16.39	9.51	—
"	11	34.78	25.25	21.70	15.13	—
"	12	54.48	35.40	29.41	21.78	—
"	14	84.95	52.21	35.32	21.22	—
"	15	96.40	33.81	19.13	10.62	—
"	16	84.15	23.64	14.51	—	—
"	17	60.05	8.18	—	—	—
"	18	22.50	—	—	—	—
鋼鑄物砂 M.	4	159.32	108.11	85.20	63.25	47.12
"	6	391.38	266.31	199.72	154.30	116.51
"	7	530.54	—	272.43	—	160.43
"	8	704.25	470.32	350.10	278.33	200.60
"	9	681.31	402.15	276.34	192.41	150.42
"	10	301.55	211.38	159.82	100.10	51.53
"	11	142.33	99.32	61.22	—	—

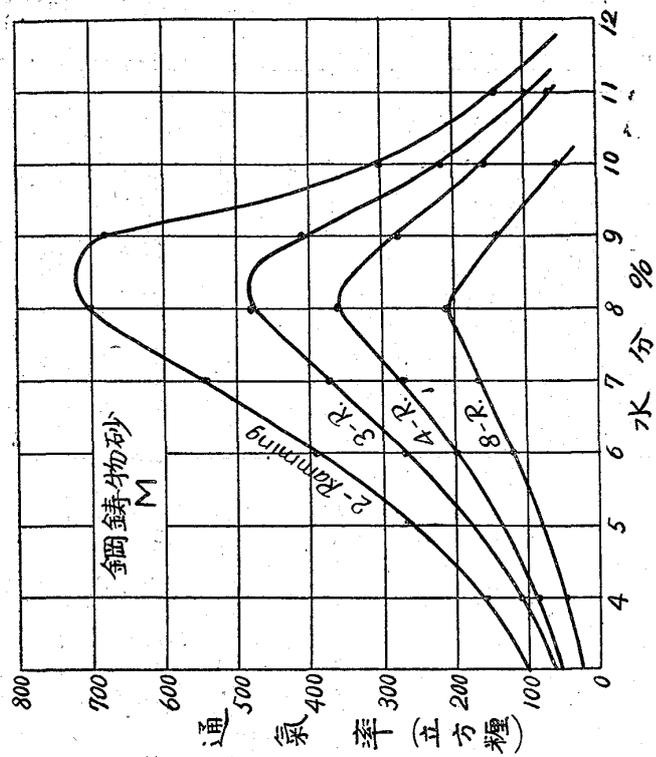
第 11 表 通氣率と水分の關係 (2)

砂の種類	水分 %	通 氣 率 (立方糎)			砂の種類	水分 %	通 氣 率 (立方糎)		
		2-Ramming	3-Ramming	5-Ramming			2-Ramming	3-Ramming	5-Ramming
神奈川砂	6	9.45	7.10	4.95	"	10	91.52	78.91	67.91
"	9	27.62	21.12	18.60	"	14	71.51	59.80	48.43
"	11	32.50	24.79	21.38	"	17	49.54	40.32	—
"	13	37.32	26.12	18.92	赤生型砂 L	5	40.32	30.13	—
"	15	39.42	22.56	18.21	"	7.5	43.92	33.54	—
"	17	24.50	14.78	10.55	"	10	45.21	35.20	—
"	19	—	2.96	—	"	14	39.30	29.50	—
阿部野砂	5	45.92	34.83	26.31	可鍛鑄物砂 K ₁	5	—	7.98	5.91
"	7.5	56.13	45.72	36.13	"	7	—	8.54	6.65
"	10	60.09	49.93	40.33	"	10	—	11.09	8.33
"	14	43.45	33.78	24.10	"	13	—	11.75	8.90
"	17	23.51	13.92	—	"	16	—	10.01	6.53
住吉生型砂	5	130.40	116.15	105.91	可鍛鑄物砂 K ₂	5	—	16.49	12.03
"	7.5	175.91	153.90	128.75	"	7	—	22.32	17.57
"	10	150.77	135.12	116.54	"	10	—	26.65	19.98
"	14	112.13	98.53	86.10	"	13	—	26.41	19.35
生型用硅砂 H	5	87.82	76.41	66.13	"	16	—	24.77	14.59
"	7.5	100.41	88.92	77.10					

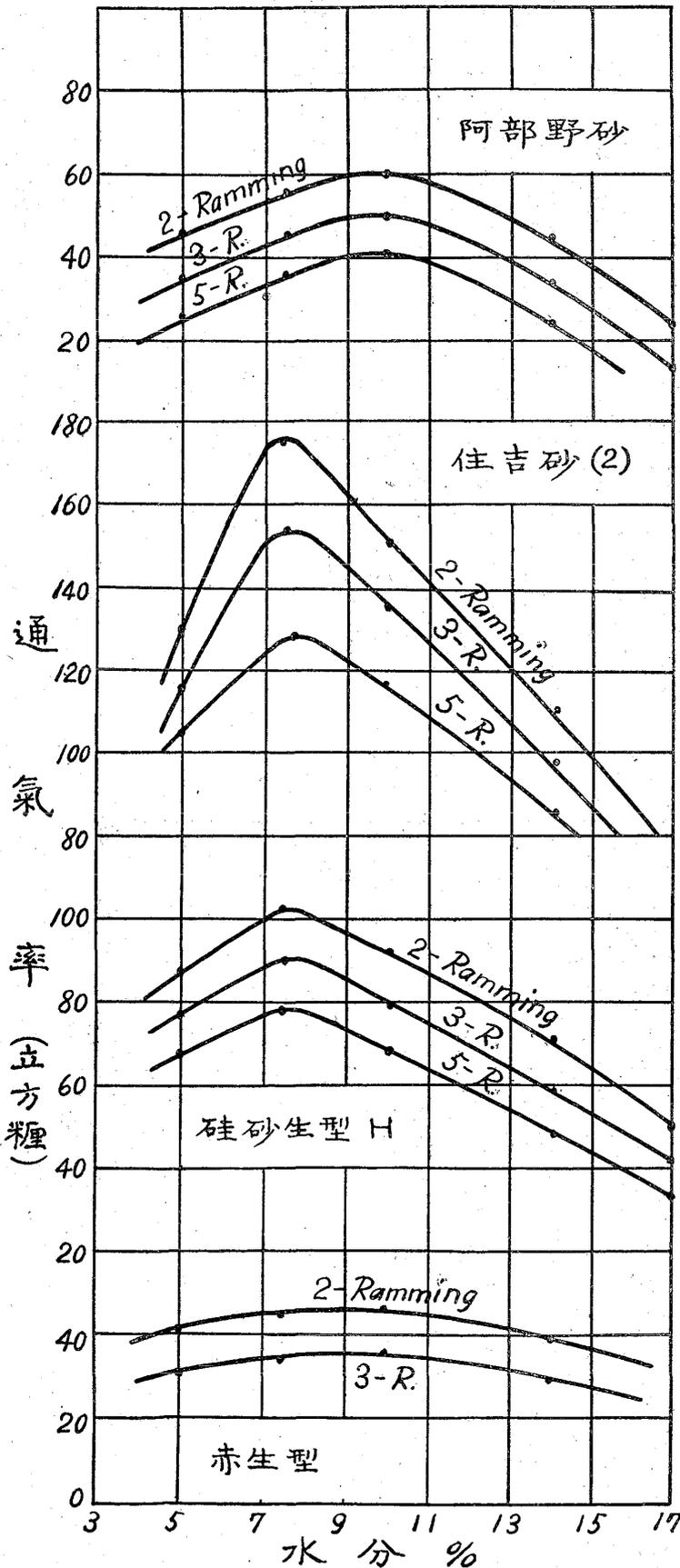
第十二圖



第十三圖



第十四圖



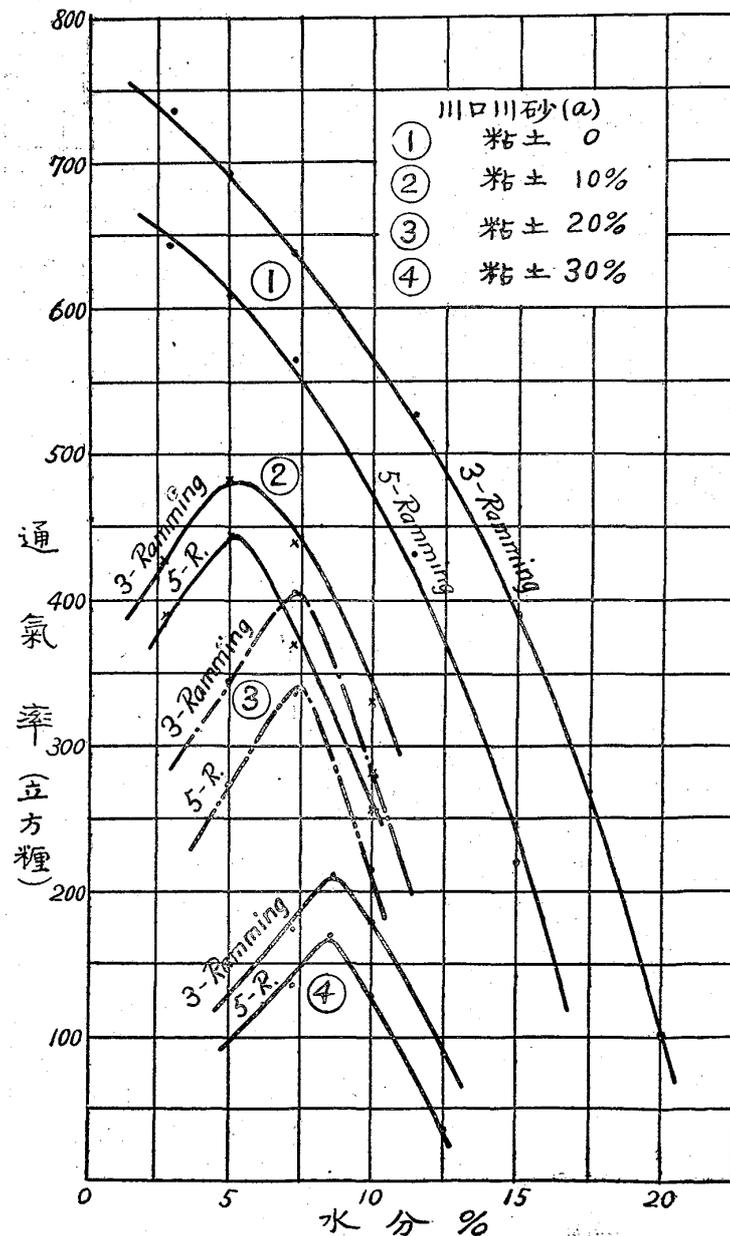
即ち何れの鑄物砂に於ても其通氣率は水分の加はると共に次第に増加し、遂に或る一定水分に於て最大値に達し、更に水分を増加すれば却てその通氣率を減ず。而して其最大値を表すべき水分は鑄物砂の種類によりて異なるを見る。蓋し Clay substance を含有せざる砂、例へば硅砂、川砂の如きものにおいて、加へられたる水分は砂粒と砂粒の間隙を塞ぐを以て其通氣率は水分を増加すと共に次第に減すべき理なり。然るに普通の鑄物砂の如く Clay substance の微粉を含むものにおいて、水分の添加によりて、一方には此等微粉が互に相集りて其の大きさを増し又他方には砂粒の周圍に附着して其の粒の大きさを増す作用をなす結果却つて砂の通氣率を増加するものなり。而して此作用は水分の増加と共に次第に盛になり、遂にある點に於て其極限に達すべし。更に其以上水分を増せば過剰の水は砂粒と砂粒の間隙を塞ぐを以て次第に通氣率を減ずるに至るものなり。故に此最大値を示すに要する水分は、砂中に含まる、Clay substance の多少によりて自ら異なる事明かにして、Clay substance の多き程多量の水分を要すべきなり。

以上の考察の正しき事は第 12 表及び第 15 圖に示せる實驗結果に依りて之を證明する事を得べし。即ち第 15 圖の曲線 ① は粘土を全く含まざる川口川砂

第12表 通気率と粘土及水分の関係

砂の種類	粘土 %	水分 %	通気率 (立方糎)		砂の種類	粘土 %	水分 %	通気率 (立方糎)	
			3-Ramming	5-Ramming				3-Ramming	5-Ramming
川口川砂	0	3.0	732.96	642.56	"	"	10.0	312.83	275.38
"	0	5.0	688.46	600.35	"	20	5.0	349.31	267.73
"	0	7.0	637.66	571.86	"	"	7.0	402.92	344.23
"	0	12.5	530.10	434.80	"	"	10.0	275.38	200.03
"	0	15.0	387.0	214.18	"	30	5.0	130.25	100.21
"	0	20.0	101.06	測定出来ず	"	"	7.0	176.60	138.22
"	10	3.0	422.21	388.52	"	"	8.5	207.50	165.12
"	"	5.0	480.17	441.69	"	"	10.0	183.12	120.48
"	"	7.0	441.52	361.14	"	"	13.0	70.04	30.37

第十五圖

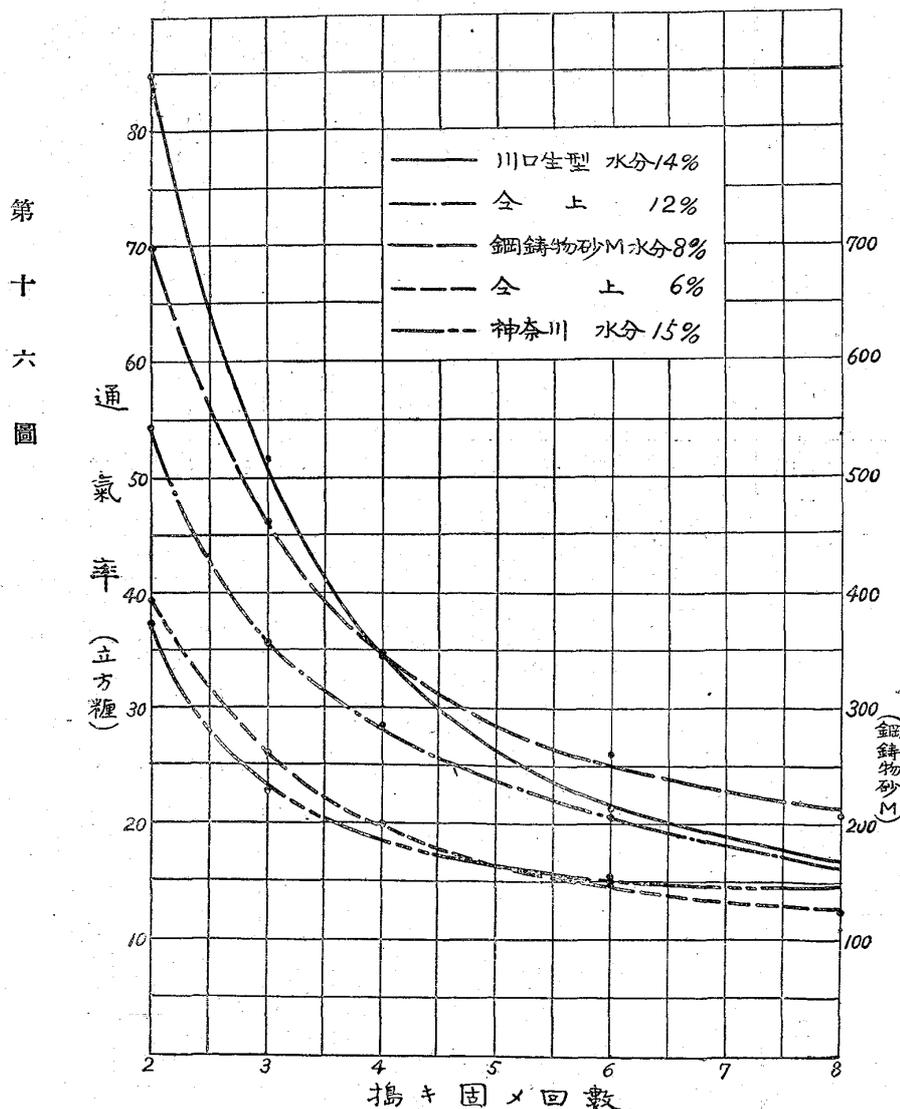


に 3 乃至 20% の水分を加へて其通氣率の變化を測定せる結果を示し、曲線 ②、③、④、は此砂に粘土を夫々 10%、20%、30% 添加せるものに對し水分を順次に加へ行きて其通氣率の變化を測りたる結果なり。而して①に於ては水分の増加と共に通氣率は次第に減少するのみなれども、②、③、④に於ては水分夫々 5%、7%、8.5% に於て通氣率最大となり其れ以上水分を増加すれば却て通氣率を減少するを見る。且つ最大通氣率を示す時の水分は ②、③、④ と順次に多きを要するも其最大値は順次低下せるを示す。

以上本實驗の結果に依りて水分と通氣率との間には極て重大なる關係の存する事を知る。

(3) 通氣率と搗き固め回數 (Number of Ramming) との關係

搗固め回數を多くすれば通氣率の減少すべきは直ちに想像し得る處にして先に第10表及第11表に示せる結果より數種を選びて通氣率と搗固め回數との關係を圖示すれば第16圖に示すが如し。即

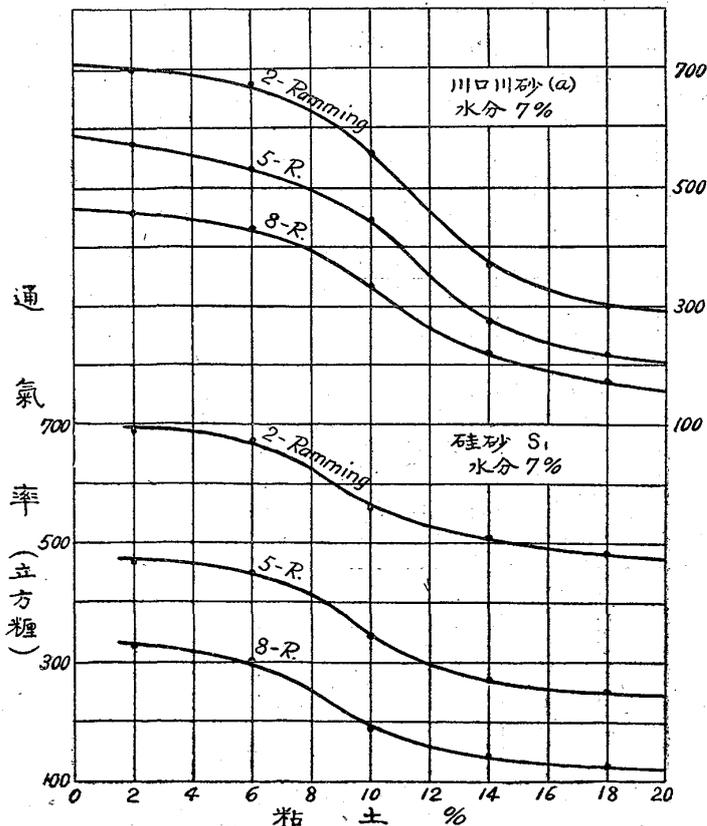


第 13 表 通氣率と粘土の關係

砂の種類	粘 % 土	水 % 分	通 氣 率 (立方寸)		
			2-Ramming	5-Ramming	8-Ramming
川 口 川 砂	0	7	703.24	584.61	569.50
"	2	"	698.47	575.31	462.30
"	6	"	685.30	530.42	434.27
"	10	"	561.40	449.35	341.51
"	14	"	369.52	271.52	220.34
"	18	"	301.31	220.36	179.82
硅 砂 S ₁	2	7	681.33	463.51	321.34
"	6	"	672.31	449.45	306.51
"	10	"	551.24	347.13	187.22
"	14	"	509.52	271.52	141.35
"	18	"	488.65	258.71	128.57
硅 砂 M *	3	7	以下 3-Ramming		
"	6	"	2400.41	1975.40	—
"	10	"	1912.92	1578.41	—
"	15	"	794.00	549.52	—
"	20	"	461.33	343.32	—
硅 砂 D	2	7	1072.34	1000.54	—
"	6	"	939.81	862.51	—
"	10	"	661.32	612.45	—
"	15	"	332.51	341.32	—
"	20	"	320.25	279.91	—

* 硅砂Mは鋼鑄物砂Mより clay substance を除きたる者なり

第十七圖



ち何れの砂に於ても搗き固め回数を増す時は、始め急激に後徐々に其通氣率を減少す。且つ其減少度は Clay substance の含有量多きもの程著し。

(4) 通氣率に及ぼす粘土の影響

各種鑄物砂に粘土を 0 より 20% まで種々に配合して其通氣率を測定せるに第 13 表並に第 17 圖及第 18 圖に示す如き結果を得たり。但し本實驗中水分は 7% に一定せり。而して之に依れば鑄物砂の種類によりて多少の相違あるも、粘土約 5% までは徐々に其通氣率を減するも 6 乃至 15% の間に於て急激なる減少を示し、それ以後に於て

は其の影響再び少し。且つ砂粒の小なるもの程粘土の影響を受くる事遅し。

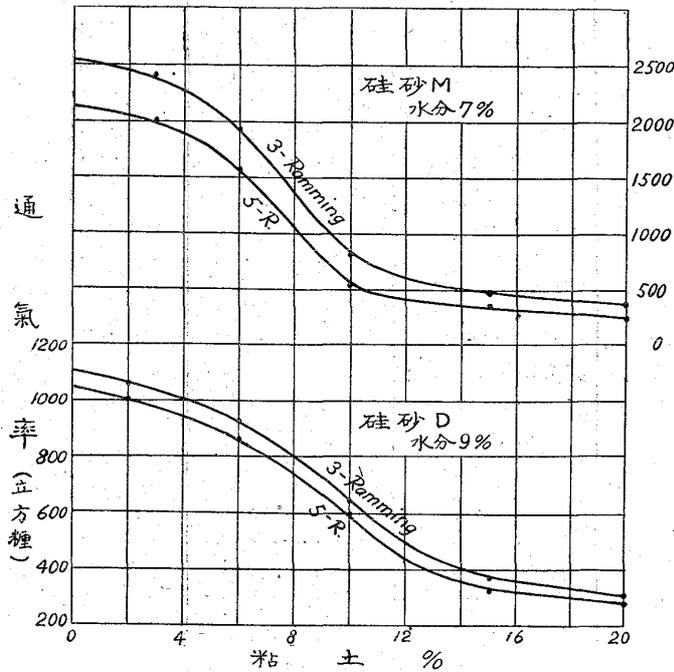
(5) 通氣率に及ぼす砂粒の大きさの影響

砂粒の大きさ (Grain size) と通氣率との關係を知らむが爲め神奈川、戸畑 K、及び中子用硅砂を以

て8~10mesh, 20~40 mesh, 40~70mesh 70~100mesh, 100~140meshなる5種の試料を作り、之に就て種々の實驗を行へるに第14表及第19圖に示す結果を得たり。而して之に依れば 10mesh より70mesh、に至る間に於て著しく通氣率を減ずるも 100mesh 以下に於ては其の影響極て少し。

(6) 砂粒の形狀と通氣率の關係に對しては目下實驗中なれば他日之を報告すべし。

第十八圖

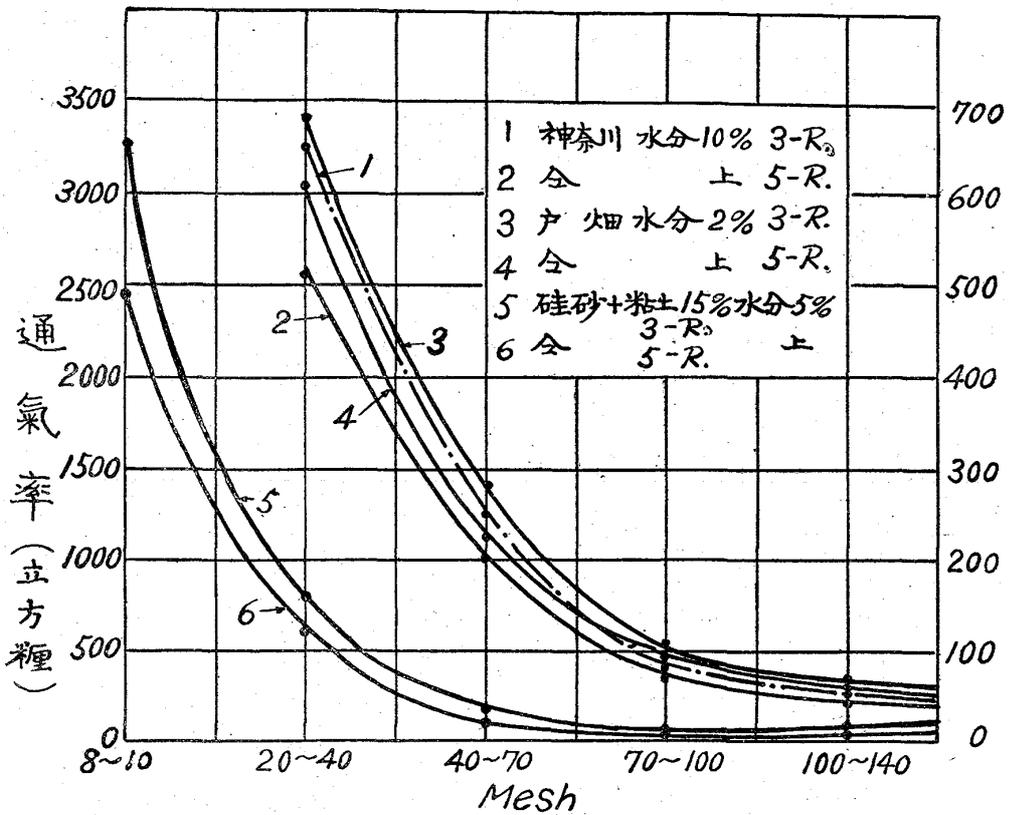


第 14 表 通氣率と砂粘の關係

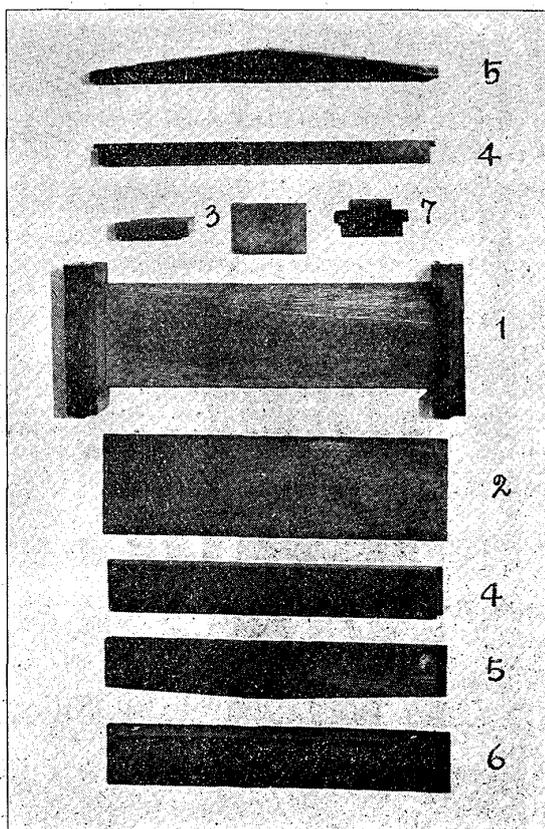
試料の種類	水分 %	搗固め回数	通 氣 率 (立 方 糎)				
			8~10mesh	20~40mesh	40~70mesh	70~100mesh	100~140mesh
神奈川砂	10	3	—	657.74	252.62	88.51	56.15
〃	〃	5	—	509.35	202.10	70.52	46.92
戸畑 K	10	3	—	674.95	276.52	101.25	69.26
〃	〃	5	—	601.35	217.86	90.69	63.46
〃	2	3	—	688.44	282.53	109.78	70.85
〃	〃	5	—	640.93	251.35	90.22	64.92
中子用硅砂 +15%粘土*	5	3	3250.41	800.13	164.54	70.33	40.86
〃	〃	5	2437.62	599.25	118.53	45.42	29.54

※ 中子用硅砂のみにては試料を作り得ざるを以て特に15%の粘土を加へたり

第十九圖



第二十圖

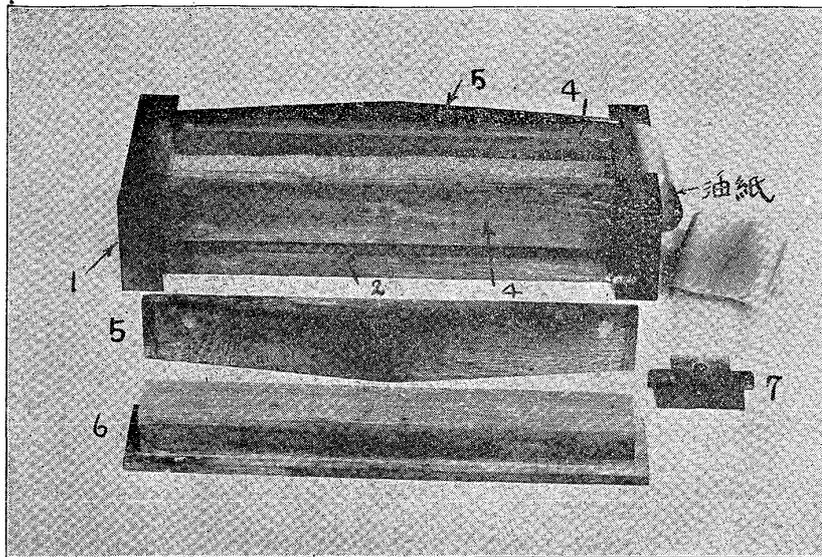


VI 粘結性試験 (Bonding or Cohesiveness Test.)

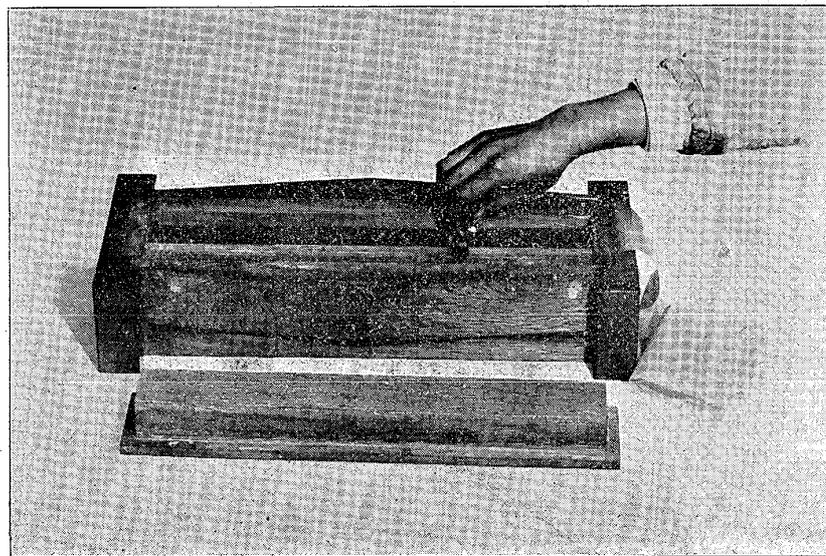
1. 試験装置及び方法

先づ試験せらるべき砂の適量 (水分によりて多少の相違あるも約1000瓦) を第20圖及第21圖に示すが如き特種の構造を有する組立て木型に入れ次で5を挿入して砂を其面側より壓縮せし後、搔き板7を用ひて其表面を平端ならしむ。(第22圖参照) 之に6なる蓋と枕木Mを乗せ第23圖に示す装置によりて20封度の錘Wを高さ16時の位置より3回落下せしめて長さ16時、幅2時、高さ約1時、の試料棒を作る。次で静かに木型の兩側を取りはづしたる後試料棒は底板2及び其上に豫め

第二十一圖



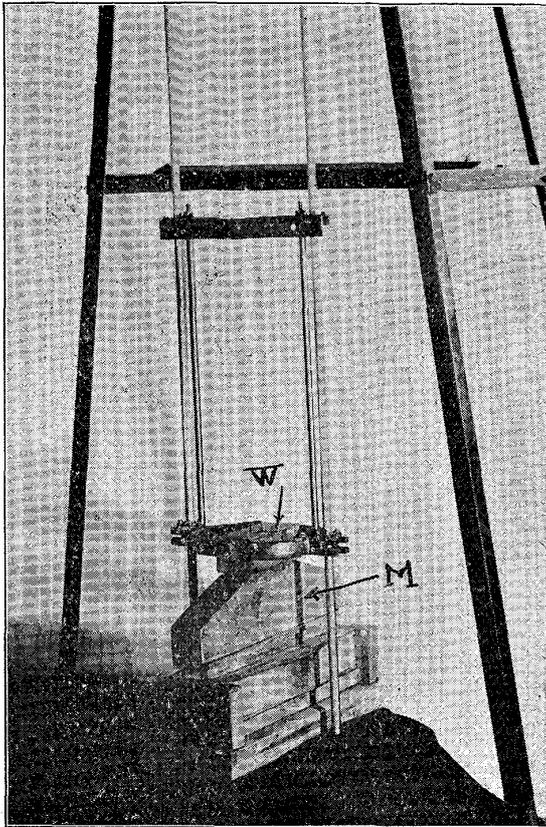
第二十二圖



布き置きたる油紙と共に取り出して第 24 圖に示す實驗臺上の一定の位置に乗せ油紙の一端を廻轉軸に取り付けて之を毎分 6 吋の速度にて靜かに引張れば試料棒は油紙と共に引出され遂に或長さに達すれば自らの重さによりて破斷するに至るべし。依て此破斷片を秤量し之を瓦にて表す數字を以て直ちに砂の粘結力を示す事とせり。(但し粘結力の意義及其表し方に就ては大いに議論すべき餘地あるが故に相當研究を重ねたれども本問題は之を他日に譲り茲には省略すべし)

試料の長さとは木型の構造上常に一定となし得るも、高さは丁度之を一時に作る事困難にして本實驗中 1.05 より 1.20 吋の間を上下せり。故に豫め試料の高さの相異による粘結力の變化を試驗し置きて之を用ひて試料の高さ 1 吋の場合に於ける粘結力に換算せり。即ち表中に示す粘結力の數字は何れも此換算せるものなり。又本實驗に於ては試料の各部が一樣に填め込まれ居る事が最も重要なる條件にして若し然らざれば實驗結果はまちまちにして遂に不成功に終るべきなり。故に一回毎に試料棒の

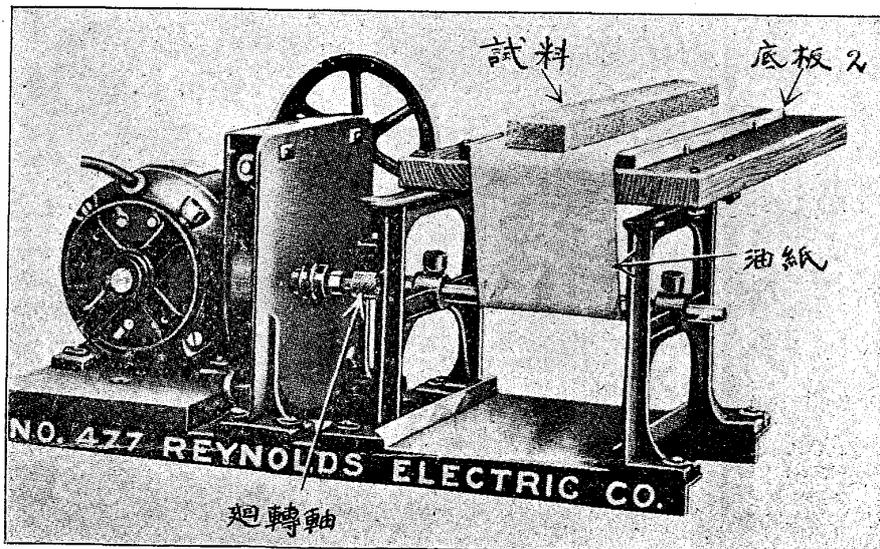
第二十三圖



兩側に沿ひ兩端及中央部に於て合計 6 箇所の高さを測定し若し $\pm \frac{2}{100}$ 吋以上の差違あるものは試料の填め方に缺點あるものとして之を使用せず。又破斷片の重量の何れかが其等の平均値より $\pm 10\%$ 以上の偏差 (Deviation) を示す場合には是亦試料の作り方に缺點ありたるものとして之を採用せざる事とせり。以上二つの吟味に通過せるものより破斷片 6 個の平均値を取りて粘結力とせり。本實驗には多少の熟練を要する處多しと雖も少しく馴るれば $\pm 5\%$ 位の偏差 (Deviation) に止め得て極めて良結果を得るに至れり。

木型各部の構造及其寸法等は第 25 圖に明示せり。又實驗の方法中説明不充分なる所あるべきも餘り繁雜に流るゝを以て詳細の説明は省略せり。

第二十四圖



2. 実験結果

(1) 水分と結力との関係

各種鑄物砂の粘結力と水分との関係を實驗せる結果は第15表にして之を圖示すれば第26圖(A)の如くなる。即ち何れの砂に在りても、水分の増加と共に其粘結力を増し遂に或る水分に於て最大値に達

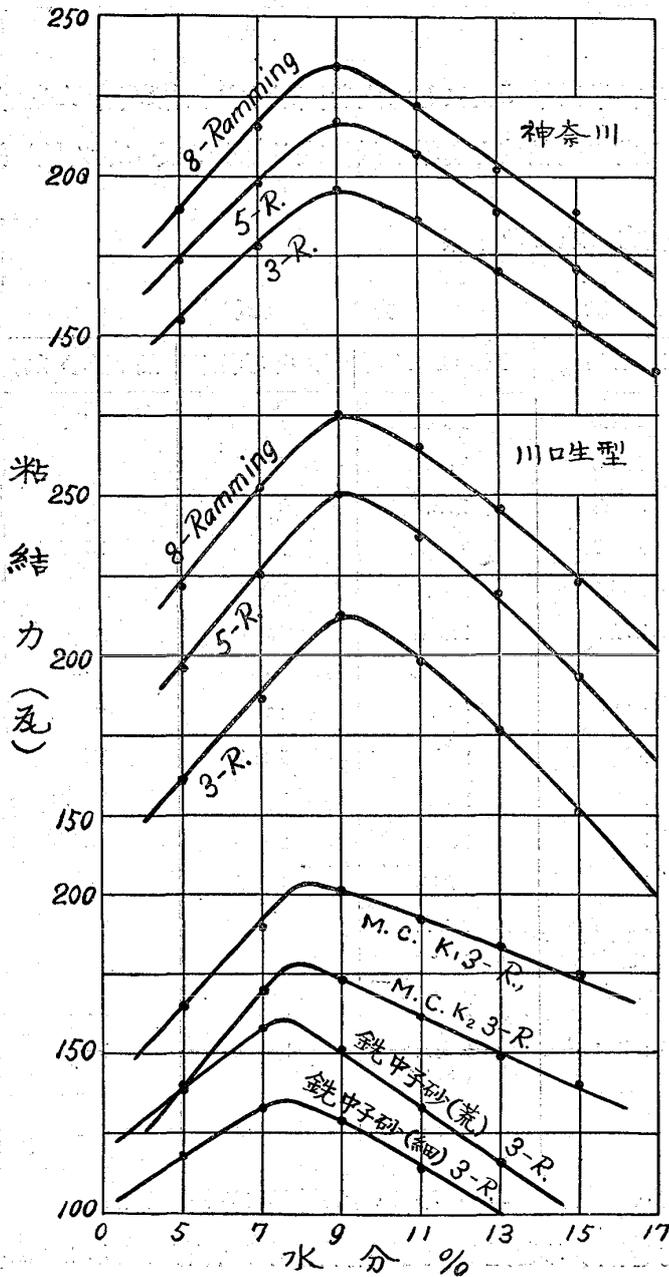
第 15 表 粘結力と水分の関係

水分 %	搗固め回数	粘 結 力 (瓦)					
		川口生型砂	神奈川砂	M. C. K ₁	M. C. K ₂	銑中子砂(荒)	銑中子砂(細)
5	3	160.2	150.5	162.3	138.2	141.2	117.4
7	"	186.7	184.4	189.5	170.1	158.4	132.5
9	"	214.4	192.6	201.8	172.7	152.1	129.3
11	"	195.5	186.5	193.7	161.9	132.5	114.5
13	"	181.1	173.7	185.1	150.2	115.2	—
15	"	153.5	157.3	174.6	140.4	—	—
17	"	124.9	143.2	—	—	—	—
5	5	194.2	173.2	194.2	165.2	167.5	138.5
7	"	224.8	197.5	226.7	203.9	187.2	157.8
9	"	249.7	217.8	241.6	206.1	180.9	153.2
11	"	236.5	209.1	232.2	193.8	156.8	135.9
13	"	219.3	190.0	222.1	179.2	137.1	120.2
15	"	193.1	172.5	209.8	166.1	—	—
5	8	220.0	189.4	—	—	—	—
7	"	252.1	214.9	240.2	216.3	207.3	172.1
9	"	274.2	274.5	250.1	225.2	200.4	165.7
11	"	264.3	222.5	—	—	—	—
15	"	222.7	191.5	—	—	—	—

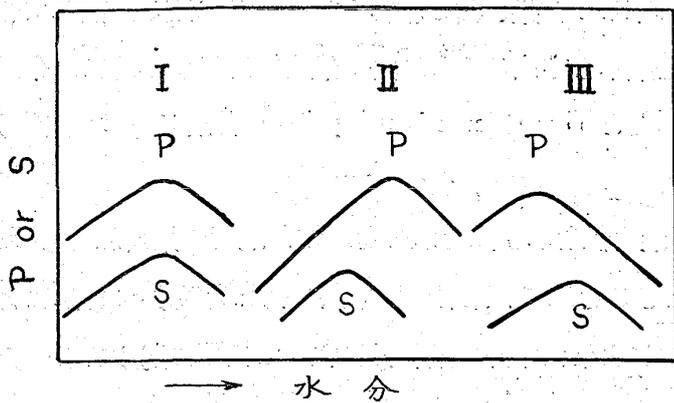
(* M. C. K₁ 及 M. C. K₂ は夫々可鍛鑄物砂 K₁ 及び可鍛鑄物砂 K₂ の略なり。第 16 表に於ても亦然り) 且、更にそれ以上水分を増加すれば却て其粘結力を減ずるを見る。蓋し鑄物砂中に含有せらるる Clay substance は水分を得るに従つて次第に其の粘結力を増し遂に或る水分に於て最大に達し、それ以上水分を増加すれば水は砂粒と砂粒との間隙に出で来るの結果、其の粘結力を減ずるに至る。而して先に通氣性試験の項に於て述べたる如く鑄物砂の通氣率も亦或る水分に於て最大値を示すが故に、今通氣率の曲線を P 粘結力の曲線を S にて示せば、P と S との maximum point の組合は第 26 圖(B) の如く I, II, III, の 3 つの場合を生すべきなり。

而して I の case に在りては P 及 S が同時に最大値を示す如き水分を選ぶが最善の策なれども II 及 III の場合に在りては P 及 S の最大値一致せざるを以て、兩者のうち其の何れを重すべきかによりて、其水分を適當に選定するを要す。余の實驗によれば本邦の鑄物砂に在りては II に屬するもの大多數を占むるが如し。

第二十六圖 (A)



第二十六圖 (B)



今又米國に於ける 589種の鑄物砂に就きて實驗せる結果を見るに其33%はIに屬し、56%はIIに、11%はIIIに屬するを見る。即ち本邦と同じく II に相當する場合が其の過半数なるを示せり。仍て實際鑄型を作る場合鑄物砂に加ふべき水分に對しては、此の點に就て大いに考慮を要すべく、本邦に於ける實狀は水分の添加稍多きに過るを見る。

(2) 粘結力と搗固め回数 (Number of Ramming) との関係

Ramming の回数を増すに従つて砂の粘結力を増加すべきは勿論なれども、其狀況を明にせん爲め各種鑄物砂に就て搗固め回数と粘結力との關係を實驗せるに第16表及び第27圖の如き結果を得たり。乃ち何れの鑄物砂に於ても其粘結力は Number of Ramming を増すと共に最初は急激に増大するも後次第に徐々となり遂に8回以上に至れば其影響極めて僅少ななるを認む。

(3) 粘結力に及ぼす Clay の影響

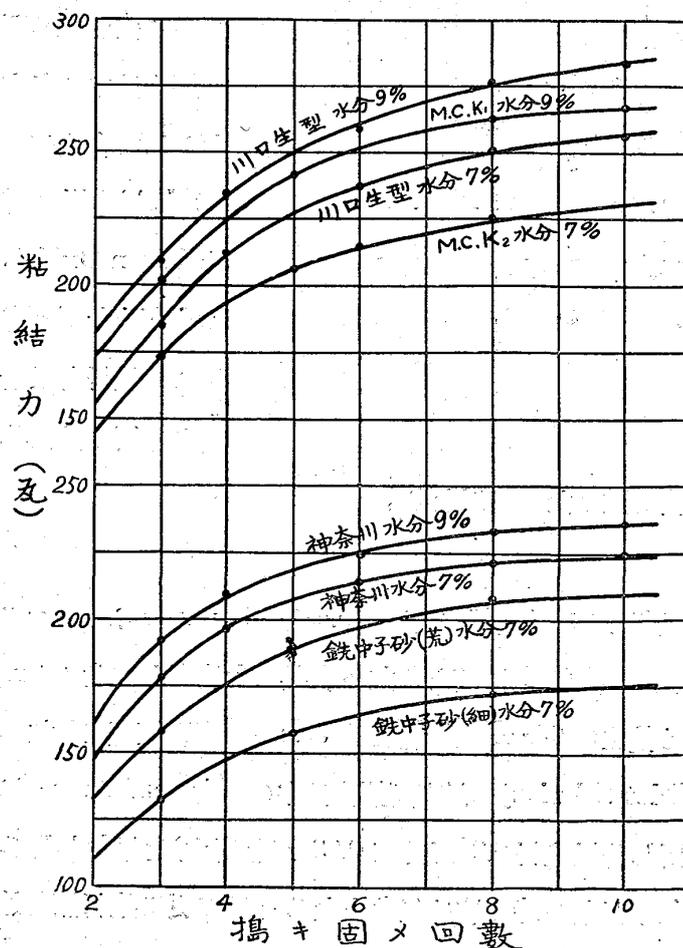
川口川砂及び珪砂Dに粘土5乃至30%を加へ、水分を一定に保ちて粘結力に對する粘土の影響を實驗せるに、其の結果は第17表及第28圖に示すが如し。即ち粘土5%位迄は其影響微々たれども、10乃至25%の間に於ては著しく其の粘結力を増大し、更に25%以上に至りては再び其増加度を減するを見る。且つ其の増加度は砂粒の大小に依りて相異を生ず

*:Transaction of the American Foundrymen's Association. Vol XXXII. Part 2. (1925)

第16表 粘結力と搗固め回数との關係

水分%	搗固め回数	粘 結 力 (瓦)					
		川口生型砂	神奈川砂	M. C. K ₁	M. C. K ₂	銑中子砂(荒)	銑中子砂(細)
11	2	164.7	154.1	—	—	—	—
"	3	195.2	183.9	193.7	161.9	132.5	114.5
"	4	220.1	202.5	—	—	—	—
"	6	243.8	219.3	240.4	200.8	162.5	142.3
"	8	259.7	227.5	253.1	210.3	171.3	150.4
"	10	265.2	230.7	—	—	—	—
9	2	184.9	160.9	—	—	—	—
"	3	214.4	192.6	201.8	172.7	152.1	129.3
"	4	238.5	213.1	—	—	—	—
"	6	255.0	221.5	250.3	214.6	187.5	160.4
"	8	276.3	232.6	262.1	225.2	195.0	165.9
"	10	287.1	239.7	—	—	—	—
7	2	155.1	147.5	—	—	—	—
"	3	183.2	177.7	189.5	170.1	158.4	132.5
"	4	212.5	197.5	—	—	—	—
"	6	237.3	215.1	232.3	207.9	198.1	164.7
"	8	250.0	221.3	240.2	216.3	207.3	172.1
"	10	257.5	225.1	—	—	—	—

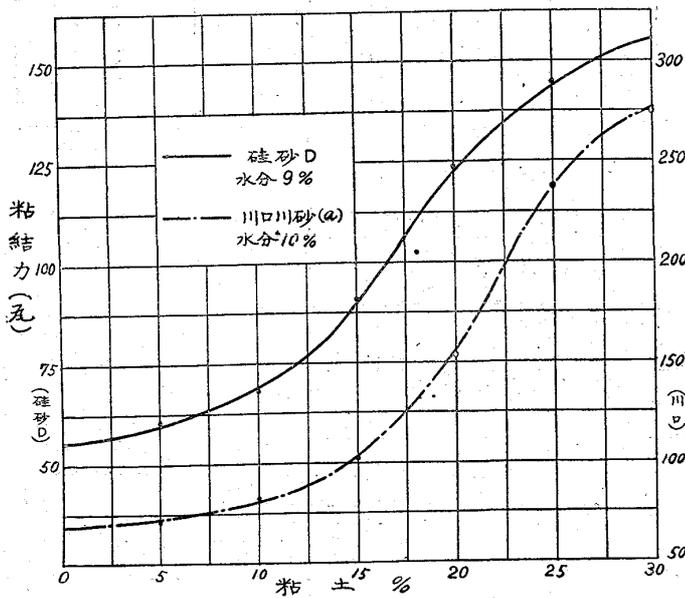
第二十七圖



第 17 表 粘結力と粘土の關係

砂の種類	粘土 %	水分 %	搗固め回数	粘結力 (瓦)
川口川砂	5	10	3	72.8
〃	10	〃	〃	80.4
〃	15	〃	〃	100.5
〃	20	〃	〃	154.1
〃	25	〃	〃	237.5
〃	30	〃	〃	275.4
珪砂 D	5	9	3	61.5
〃	10	〃	〃	71.3
〃	15	〃	〃	90.5
〃	20	〃	〃	120.3
〃	25	〃	〃	145.1

第二十八圖



之著者が茲に染料吸着試験を試みたる所以なり。

1. 實驗方法

105~110°C にて完全に乾燥せし試験25瓦を1000c.c.入のエレムマイヤーフラスコに入れ之に 300c.c. の蒸留水と、5 c.c. の 10% NH₄OH 溶液とを加へ、其口を密封し之を 60 r.p.m. の振盪機によりて 30分間激しく振盪す。然る後之に 90c.c. の蒸留水と 5c.c. の 10% 醋酸を加へ次に豫め作りたる濃度既定の染料液⁽¹⁾(Crystal Violet Solution)の適量(鑄物砂中の Clay substance によりて吸着し盡される以上稍と過剰⁽²⁾に加ふるを要し普通染料 0.3 瓦乃至 0.13 瓦を要す)を添加し再び口を封じて30分間振盪す。此時若し染料液の添加不足なる時は液は無色となるを以て更に染料液を追加し行きて遂に上澄液

べきは勿論なり。

(4) 猶ほ砂粒の大きさ及び其の形状の相異、粘結劑 (Binder) の添加等が如何に鑄型の粘結性に影響を與ふべきやの問題は、頗る興味ある問題にして、實地作業と重大なる關係を有する者なれば、之等に對しては既に研究に着手せるを以て遠からず發表する所あるべし。

VII 染料吸着試験 (Dye Adsorption Test)

鑄物砂の粘結力は専ら其中に含まるる Clay Substance 或はコロイド狀物質の多少並に其性狀 (Nature) に依て定まる者なり。從て此の Clay substance の量と同時に其性狀をも併せ知る試験法を定むる事は極めて必要なりとす。

鑄物砂中に存在するコロイド狀物質は主として含水アルミニウム硅酸鹽 (Hydrated Al-Silicate), 含水酸化鐵 (Hydrated Iron Oxide), 及び含水硅酸 (Hydrated Silicic Acid) 等よりなり、此等は何れも染料を吸着する力強く、且つ吸着量多き鑄物砂程其粘結力大なるを見る。

が適當なる濃さの紫色を呈するに至りて止む。而して更に之を 24 時間放置せし後、其の上澄液 25c.c. を取りて之と濃度既知の標準液との比色試験によりて、上澄液中に残留せる染料の總量を決定し、之を初めに加へたる量より差引けば砂中の Clay substance によりて吸着せられたる染料の量を知る事を得べし。

- 1 5.00瓦の染料を1000c.c.蒸餾水に溶解せしもの。
- 2 比色試験に附する關係上100c.c.の溶液中に染料の6乃至15疋を含むをよしとす。
- 3 標準液；0.500瓦の染料を500c.c.の蒸餾水に溶解せし者にして必ず暗室に保存し置くべし。

2. 實驗結果 各種鑄物砂に就て染料吸着試験を試みたる結果は第18表及第19表に示すが如し。即

第 18 表 染料吸着試験 (1)

砂の種類	D 染料吸着量 疋/100瓦砂	C Clay- substance %	D/C	砂の種類	D 染料吸着量 疋/100瓦砂	C Clay- substance %	D/C
鋼鑄物砂 K ₁	589.3	16.88	34.91	同上 B ₃	325.2	9.00	36.13
同上 K ₂	544.8	15.21	35.82	同上 M	483.7	13.40	36.10
同上 K ₃	598.2	16.72	35.78	同上 N ₁	420.6	10.60	39.68
同上 T ₁	578.8	16.85	34.35	粘土 S 伊賀粘土 川口粘土 復州粘土 勝間粘土 (a) 勝間粘土 (b) 粘土 O	5346.7 5713.6 3909.2 4985.1 7210.9 5844.3 5214.3		
同上 T ₂	568.2	15.98	35.56				
同上 T ₃	473.0	17.17	27.61				
同上 C ₁	399.4	12.40	32.21				
同上 C ₂	376.2	11.63	32.35				
同上 C ₃	370.1	11.18	33.10				
同上 B ₁	389.5	10.62	36.63				
同上 B ₂	369.1	10.01	36.54				

第 19 表 染料吸着試験 (2)

砂の種類	D 染料吸着量 疋/100瓦砂	C Clay- substance %	D/C	砂の種類	D 染料吸着量 疋/100瓦砂	C Clay- substance %	D/C
川口生型砂 (a)	773.6	22.03	35.01	赤生型砂 S ₂	947.6	15.41	61.50
同上 (b)	568.1	16.42	34.60	赤型生砂 H ₁	746.1	13.35	55.90
神奈川砂	512.3	11.94	42.91	赤釜砂 H ₂	775.2	11.71	66.20
阿部野砂	756.5	11.55	65.57	荒生型 T ₁	498.1	9.23	53.96
銑土 K	497.8	13.12	37.94	細生型 T ₂	848.2	19.06	44.45
銑土 M	790.5	13.43	58.86	白生型 F	1448.1	18.46	50.89
銑土 N	530.1	15.00	35.34	川口塗型砂	296.4	9.98	29.70
住吉生型砂	442.8	8.75	51.74	M. C. K ₁	1484.5	23.79	62.40
住吉赤釜砂	741.9	19.94	37.21	M. C. K ₂	561.4	14.56	38.56
白生型砂 S ₁	696.2	10.74	64.82	M. C. K ₃	349.0	13.80	25.30

* M. C. K₁ : M. C. K₂, M. C. K₃ は可鍛鑄物砂 K, 同上 K₂, 同上 K₃ の略なり

ち鋼鑄物砂に在りてはDの値は約 350 より 600 珥の廣き範圍に跨れども之を Clay substance の量にて割りたる値(D/C)に至りては大凡 35 に近き數字を示せり。是何れの鋼鑄物工場にて使用する粘土も、其品質には大差なき事を表はせるものにして、唯 $C_1C_2C_3$ に於て稍劣れるを認むるのみ。仍て此結果より推定すれば尾張、美濃産の粘土に對しては D/C の値35.5位を標準と見做し得べし。次に鉄鑄物用砂及び其他に於ては D/C の値、鋼鑄物砂の場合の如く一樣ならずして頗る廣き範圍に涉りて相違せるを認む。是れ當然の事にして此類に屬するものは有機物其他の不純物を含む事多く、且つ其の産地も亦種々に異なるのみならず又 -200 mesh に相當するものを可なり多量に含み、之も亦多少染料吸着性を有する事等に基因するものならん。

之を要するに染量吸着試験は其の操作簡單なると共に先きに論じたる分粒試験、通氣性試験、粘結性試験等と同様頗る有效なる者にして、本試験法によりて初めて Clay substance の量と同時に其の性状をも併せ知る事を得べし。且つ次項(加熱に依る鑄物砂の變質)に於て述る如く粘結力と染料吸着量とは互に相並行するを以て、甚だ手数を要する粘結性試験に代ふるに極めて簡單なる染料吸着試験を以てするを得るは頗る便宜を感ずる所なり。依て本試験法を實地鑄物工場に於て採用せば其の利益多かるべく殊に鋼鑄物を主業とする所に於て一層然るべきを信ず。

猶本實驗中 D/C の値著しく大なるものに對しては此等の中を含める Colloid を約 2500 倍の顯微鏡を用ひ、透過光線にて其内部構造を調査せるに何れも他のものと異りて Colloid の内部に更に多數のヒビあるを認めたり。次に之に染料を吸着せしめたる後再び檢鏡せるに染料が明に此のヒビ中に浸入し居る事を見たり。仍て此現象が D/C の値を著しく大ならしめたる有力なる原因と見做し得べく其後此方面に向つての研究を進めつゝあるを以て他日其の詳細を報告する事あるべし。

VIII 加熱による鑄物砂の變質

實際鑄造作業を行ふに方りて鑄型の内部は可成りの高溫度に達し且つ加熱せらるゝ時間も亦相當長きに渉るべし。従て加熱の爲めに起る鑄物砂の變質狀況を明にするは極めて大切なる事なり。本實驗は斯る目的を以て特に施行せし者なり。

1. 實驗の方法

完全に乾燥せる各種鑄物砂の夫々を白金電氣抵抗爐を用ひて充分空氣に曝しつゝ、 200°C より 1100°C に至る各溫度に於て1時間加熱せる後之を冷却せしめたる者に就きて粘結性試験、通氣性試験、及び染料吸着試験を施し以て其等諸性質の變化を測定せり。

2. 實驗の結果

第20表 加熱による鑄物砂の變質(1)

砂の種類 加熱温度°C	川口生型砂				神奈川砂			
	粘結力 (瓦)	減少率 %	通氣率 c.c	増加率 %	粘結力 (瓦)	減少率 c.c	通氣率 %	増加率 %
105	214.4	—	27.15	—	192.1	—	20.85	—
200	204.3	4.75	31.20	14.91	178.9	6.87	23.21	11.31
300	180.1	15.95	35.91	32.26	155.8	18.90	26.10	25.18
400	149.6	30.22	41.73	53.70	115.1	40.08	34.25	64.27
500	82.5	61.52	56.13	106.74	64.3	66.52	48.24	131.36
600	74.1	65.39	65.94	142.89	56.2	70.74	60.15	198.08
700	66.8	68.84	70.82	160.84	50.4	73.76	65.48	214.05
800	52.1	75.74	—	—	42.1	78.08	—	—
900	測定出來ず	—	—	—	—	—	—	—

第21表 加熱による鑄物砂の變質(2)

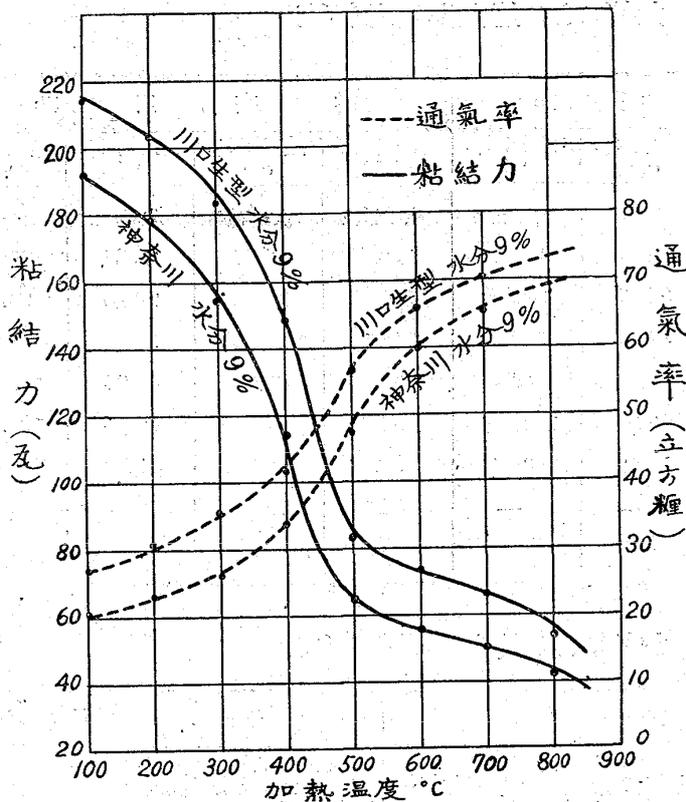
砂の種類 加熱温度°C	川口生型砂		神奈川砂		銑土 K		戸畑 K		鋼鑄物砂 K ₁	
	染料吸着量 /100瓦	減少率 %	染料吸着量 /100瓦	減少率 %	染料吸着量 /100瓦	減少率 %	染料吸着量 /100瓦	減少率 %	染料吸着量 /100瓦	減少率 %
105	567.6	—	1241.7	—	498.5	—	521.6	—	573.6	—
200	519.8	8.42	1105.2	10.90	—	—	—	—	549.8	4.15
300	445.3	21.54	995.7	19.81	405.2	18.72	390.1	25.21	503.5	12.22
400	365.1	35.67	813.4	34.49	—	—	—	—	468.4	18.34
500	210.3	62.95	316.9	74.48	142.5	71.41	194.4	62.73	261.2	54.46
600	195.5	65.55	246.1	80.18	85.3	82.89	173.2	66.79	178.9	68.82
700	175.4	69.10	192.5	84.49	72.6	85.42	165.3	68.81	154.0	73.15
800	155.1	72.67	166.8	86.57	61.4	87.88	135.2	74.08	130.5	77.25
900	114.7	79.79	142.1	88.55	44.3	91.11	97.5	83.22	80.5	86.07
1000	70.4	87.7	—	—	—	—	—	—	35.0	93.89
1100	34.0	94.01	—	—	—	—	—	—	25.9	95.48

第20表及第29圖は川口、神奈川の兩砂に就て加熱に依つて起る粘結力及び通氣率の變化を示せるものにして第21表及第30圖は各種鑄物砂の加熱に伴ふ染料吸着量の變化を示すものなり。而して之等兩圖より明かなる如く粘結力及び染料吸着量は加熱温度の上昇と共に次第に其値を減少するも350°C附近より其度を増し殊に400乃至500°Cの間に於て急激なる下降を示し其減少率實に最初の60乃至70%に及ぶ。而して600°Cよりは其變化極めて緩慢となり、800°Cを超ゆるに及びて稍急となり遂に1,000°Cに至りて殆ど零に近付くを見る。

(但し800°C以上に加熱せるものに於ては粘結力極めて小なるを以て其の測定殆ど不可能なり)

然るに通氣率に在りては第29圖に明かなる如く加熱温度の上昇と共に却て増大し其變化の有様は全く粘結力の場合と相反するを見る。

第二十九圖



以上に述べたる鑄物砂の加熱に伴ふ諸性質變化の原因は主として其内に含まる、Clay substance の變質に基くものなりと推定せらるゝを以て之を確むる爲 3種の粘土(粘土S.勝間粘土、及び川口粘土)を試料とし、之に前記同様 200乃至 1000°Cに至る各温度に時間加熱を施したる後、其の各々に就て染料吸着量の變化を試験せるに、第22表及第31圖の如き結果を得たり。

而して第31圖に示す曲線を第30圖に於ける粘結力の曲線並に第30圖に於ける染料吸着量の曲線と比較するに、何れも各温度に於ける變化の有様よく一

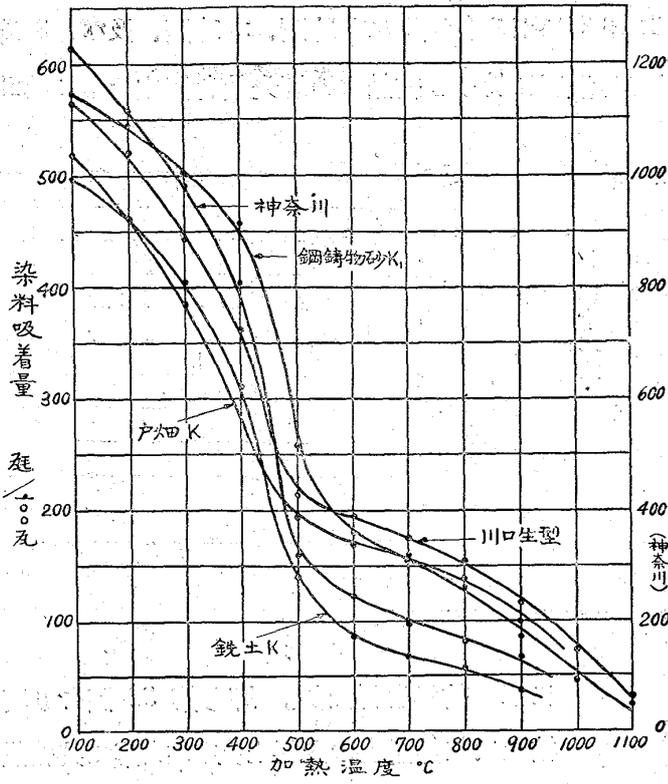
第 22 表 加熱による粘土の變質

加熱温度 °C	粘 土 S		勝 間 粘 土		川 口 粘 土	
	染料吸着量 珎/100瓦	減少率 %	染料吸着量 珎/100瓦	減少率 %	染料吸着量 珎/100瓦	減少率 %
105	5346.7	—	7210.9	—	3909.2	—
200	4912.5	8.12	6685.4	7.28	3601.3	7.87
300	4296.6	19.64	5840.8	19.01	3105.2	20.57
400	3615.3	32.38	4525.6	37.24	2670.0	31.70
500	1618.9	69.72	1722.9	76.15	1064.3	72.78
600	1347.3	74.80	1394.6	80.66	887.5	77.32
700	1082.7	80.12	1180.6	83.61	815.3	79.14
800	992.3	81.44	1052.8	85.42	762.0	80.53
900	912.5	82.93	760.5	89.45	554.3	85.82
1000	900.8	83.15	—	—	—	—

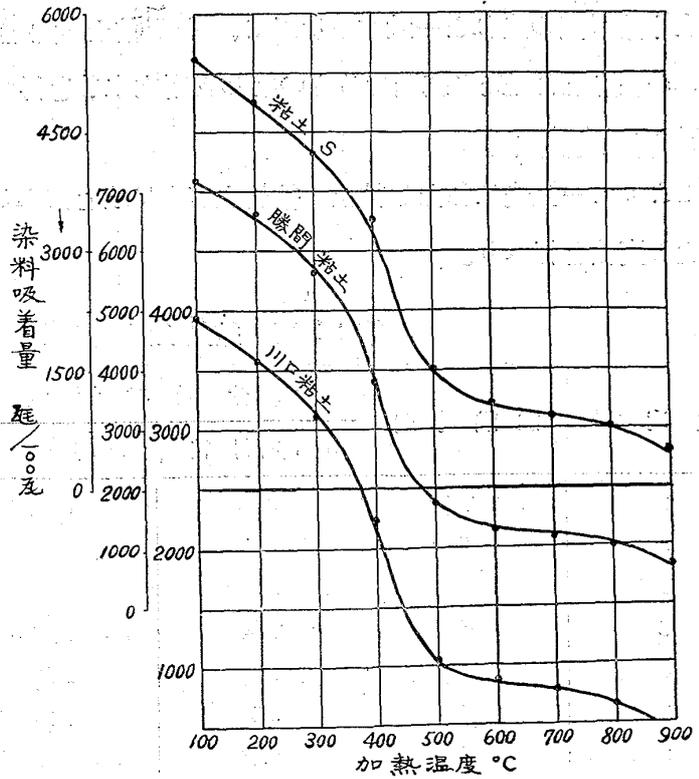
致し 其形状に於て全く同一なりと斷定し得るを以て、之より上記推定の決して誤りに非ざるを知る。即ち各種鑄物砂の加熱に伴ふ諸性質の變化は明に其内に含有せらるゝ Clay substance の變質に基く者なりと斷言するを得べし。

然らば次に此粘土の變質は何に基因すべきか 之を確むる爲め前と同一の粘土に就て其の結晶水焼失試験を行へり。即ち豫め完全に乾燥せる粘土粉末 (100 mesh) 20瓦を採り之を白金電氣抵抗爐内に

第三十圖



第三十一圖

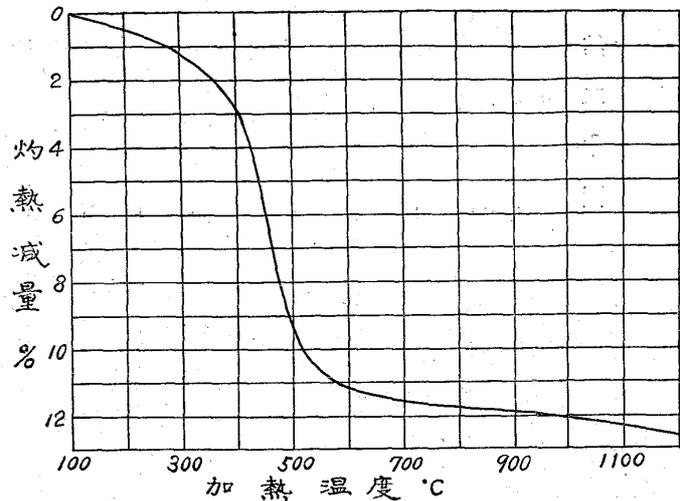


於て充分空氣に曝し乍ら 200°C 乃至 1200°C に至る各溫度に 1 時間、2 時間、及び、3 時間加熱せし後、之を冷却して再び之を秤量し、以て各溫度に於ける結晶水の燒失量を測定せるに第 23 表及第 32 圖

第 23 表 粘土の結晶水燒失

加熱溫度 °C	灼 熱 減 量%		
	一時間 加熱後	二時間 加熱後	三時間 加熱後
105	0	0	0
200	0.62	0.69	0.72
300	0.80	0.85	1.09
400	2.06	2.23	2.33
500	8.44	9.21	9.65
600	10.76	11.09	11.21
700	11.17	11.31	11.40
800	11.70	11.82	11.85
900	11.79	11.92	11.98
1000	12.17	12.20	12.23
1100	12.22	12.28	12.34
1200	12.31	12.39	12.52

三十二圖



に示す結果を得たり。即ち第 32 圖より明なる如く、粘土は加熱溫度の上昇と共に次第に其結晶水を失ひ、約 350°C 迄は其變化徐徐なれども 350°C 乃至 500°C

間に於て其減少最も著しく、結晶水の全量の約 77% を失ふに至る。而して 600°C 以上に於ては溫度の上昇と共に極めて徐々に減少を續け、遂に 1200°C に至りて其全部を失ふに至る。而して其の曲線の形狀全く第 31 圖の夫れと一致するを以て、上記粘土の加熱による變質は全く之に含まる、Clay Substance の結晶水燒失に基因せるものなりと斷定するを得べし。

3. 結晶水回復試験

加熱によりて一旦失はれたる粘土の結晶水が之に水を與ふる事によりて再び回復するや否やを確めんとて次の實驗を行へり。

第 24 表 結晶水回復試験

加熱溫度 °C	加熱時間	水分吸収量 %		加熱時間	水分吸収量 % 24 時間後
		24 時間後	48 時間後		
200	1 時間	0.11	0.14	3 時間	0.22
300	"	0.29	0.38	"	0.45
400	"	0.32	0.37	"	0.52
500	"	0.91	0.97	"	1.22
600	"	1.11	1.31	"	1.28
700	"	0.58	0.60	"	0.69
800	"	0.11	0.15	"	0.42
900	"	0.22	0.30	"	0.32
1000	"	0.15	0.19	"	0.12

即ち 200°乃至 1000°C の各温度に於て1時間及3時間加熱せし粘土の20瓦をとり、之に充分の水を與へて24時間及び48時間放置したる後之を 105乃至 110°C に於て乾燥して再び秤量し、以て結晶水の回復量を測定せり。其結果は第24表に示すが如し。之に依れば一旦焼失せし結晶水は常温常壓の元に在りては多少の回復性を有すと雖も其量たるや極めて微少なるを知る。蓋し本問題に對する識者の意見は絶対に回復せずとなす者と又反對に回復性を有すとすものとの二説に分れ未だ何れとも決定せざるものゝ如し J. S. Laird and R. F. Geller (J. A. C. S. 1919 vol. 2. 828.) は焼失粘土を 1000 lbs/ft² なる高壓の下に於て 200~270°C の熱湯と48時間作用せしめたるに生粘土に近き結晶水を有するに至れりと報告しあるも、余の行ひたるが如き常温常壓の下に於て約50時間程度の實驗に於ては、一旦焼失せる粘土の結晶水は其の回復性極めて僅少にして殆ど問題視するに足らずと信す。

之を要するに本實驗の結果は次の諸項に歸着すべし。

- (1) 各種鑄物砂を 500°C 以上の高温度に加熱すれば其の粘結力並に染料吸着量は著しく減少し約最初の70%を失ふに至る。
- (2) 加熱に依て起る鑄物砂諸性質の變化は主として其中に含まるゝ Clay substance の結晶水焼失に伴ふ變質に基因す。
- (3) 一旦焼失せし結晶水は常温常壓の下に於ては容易に回復せず。従て加熱によりて失はれたる鑄物砂の粘結力は容易に回復の見込なし。
- (4) 加熱温度に對する粘結力變化の曲線並に染料吸着量變化の曲線は其の形狀殆んど一致するを以て面倒なる粘結性試驗の代りに簡單なる染料吸着試驗を用ひて差支へなし。

IX 鑄型内に於ける温度の分布

吾人は既に前記の實驗に於て鑄物砂が高温度に曝される事によりて著しき變質を爲す事を知れり。然らば實際鑄物を作るに當りての鑄物砂變質の程度や如何に。之を知らんと欲すれば鑄型内部に於ける温度の分布状態を調べ以て彼我對照するを最善の策と爲す。本實驗は實に斯る必要を痛感して行へるものとす。

1. 實驗装置及方法

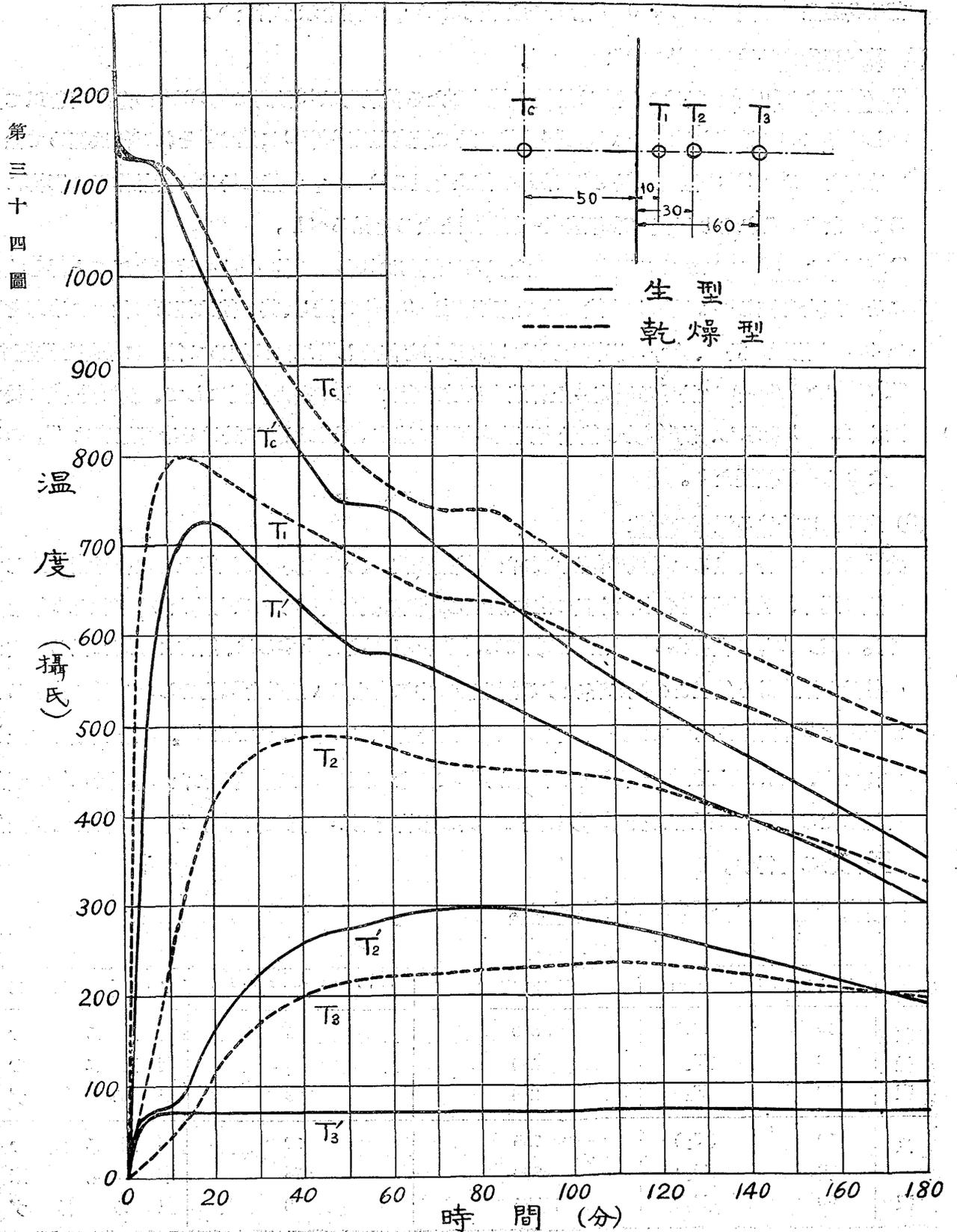
第33圖に示す如き可なり大なる寸法を有する鑄鐵製型枠に川口生型砂を使用して生型(水分13%)並に乾燥型を造り之に100耗立方の鑄鐵を鑄込み、豫め T_c, T₁, T₂, T₃ の各點に挿入せる Thermo-couple によりて熔融金屬の温度並に鑄肌より夫々 10, 30, 60 耗の距離にある鑄型内部の温度の變化を測定せり。鑄型は合せ型と爲し鑄込まれたる金屬の直接外氣に觸るゝ事を避けたり。而して本實驗は東京砲兵工廠鑄造工場に於て行ひたるものにして鑄鐵は熔鉄爐にて熔融せる者を用ひ其成分は次に示す如し。

T.C. 3.78%, Si 1.75%, Mn 0.42%, P. 0.15%, S 0.04%、鑄込温度は生型と乾燥型に於て夫々 1250°C 及び 1240°C とし、鑄造後前記四ヶ所の温度を、初めは 30秒毎に後には 1分毎に之を読み 3時間

を經るに及びて中止せり。尙湯口の位置大さ及其他主要なる寸法は何れも第33圖に記入せり。

2. 實驗結果

本實驗の結果を圖示すれば第34圖に示す如し。



(1) 熔融金屬の冷却曲線

T_c , T_c' は夫々乾燥型及び生型に鑄込みたる熔融鉄鐵の冷却曲線にして生型の場合は水分の影響大なるを以て乾燥型に比し冷却速度の大なるを示すは當然の理なり。而して 1130°C 附近の水平部は共融晶の凝固を示し 730°C 附近の水平部は Ar_1 變態を示す者なり。

(2) 乾燥型内に於ける温度の變化

T_1 (鑄肌より10耗) に於ける温度は熔鉄を鑄込みたる後最初は10秒間に約 20°C の急速度を以て上昇し次第に其の速度を減じつゝ遂に14分後に於て最高温度 800°C に達す。それ以後は極めて徐々に冷却を初め 640°C 附近に於て1時冷却の停止を見るは Ar_1 變態に於ける發熱作用の影響によるものなり。それより以後は冷却速度一層緩慢となるを見るべし。

T_2 (鑄肌より30耗) に於ける温度の變化を見るに最初は10秒間に約 4°C の速度を以て上昇し次第にその速度を減じつゝ遂に40分後に於て最高温度 490°C に達し、其の後は極めて徐々に冷却を初め 450°C 附近に於て、 Ar_1 の影響を受けて1時冷却を停止し其以後は極めて徐々に冷却を繼續す。

T_3 (鑄肌より60耗) に於ける温度の上昇速度は前二者に比して甚だ緩慢にして、約50分後に於て漸く 220°C を示し、約100分の後最高温度 235°C に達す。それ以後に於ける冷却速度は T_3 の場合よりも一層緩慢なり。

(3) 生型内に於ける温度の變化

次に生型の場合を見るに鑄鉄の鑄込まれたる後鑄型内の諸點に於ける温度上昇は乾燥型に比して一般に遅く、其最高温度も亦低く且つ之に達する時間も長きを要するは勿論なり。(但し T_3 を除く)。而して T_2 の曲線が 75°C 附近に於て1時温度の上昇を停止するは、鑄物より流れ出る一定量の熱量が温度計と鑄肌との間に存在する鑄物砂の中に含まるゝ水分を氣化せしむる爲に費さるゝが爲なり T_3 曲線に到りては鑄肌を去る事最も遠きを以て 75°C までは T_2 と殆ど同様に上昇すれども、それ以上は遂に温度の上昇を見ずして止むに至る。又鑄込まれたる熔鉄が Ar_1 變態を起したる後鑄肌に近き部分 (T_1) に於ては其の影響を明かに認め得るも T_2 , T_3 に於ては全然之を認むるを得ず。

次に實驗の結果を一括すれば次表の如し。

	鑄肌よりの距離 m.m	最高温度 $^\circ\text{C}$	最高温度に達する時間 (分)	Ar_1 の影響
乾燥型	10 (T_1)	800	14	明瞭に認む
	30 (T_2)	490	40	明瞭に認む
	60 (T_3)	235	100	認め得ず
生型	10 (T_1)	725	19	明瞭に認む
	30 (T_2)	300	78	不明瞭
	60 (T_3)	75	8	認め得ず

(4) 鑄型砂の變質

本實驗に使用せし鑄型に就て大凡 T_1 , T_2 , T_3 の位置に相當せる部分即ち鑄肌より5乃至15耗、20乃至30耗、50乃至60耗の位置より砂を搔き取り之を試料として染料吸着 試驗を行ひしに次表の如き變化を示せり。

型の種類	試料の種類	染料吸着量 μ g/100 μ	減少率 %
乾燥型	新砂	572.5	—
	T_1 (鑄肌より5~15耗)	165.2	71.14
	T_2 (" 20~30耗)	230.3	59.77
	T_3 (" 50~60耗)	525.1	8.28
生型	新砂	570.7	—
	T'_1 (鑄肌より5~15耗)	173.4	69.61
	T'_2 (" 20~30耗)	449.6	21.22
	T'_3 (" 50~60耗)	503.9	1.19

即ち本表に依れば鑄肌より約50耗以上の距離にある砂は殆ど變質なしと見做して差支なけれども其他は然らず。即ち T_1 , T'_1 に相當する砂に在りては兩型共に最初の染料吸着量の約70%を失ひ、乾燥型の T_2 に相當する砂にありては其の約60%を、生型 T'_2 のに相當する砂にありては其の約21%を失ふを見る。而して染料吸着性と粘結力とは前述の如く全く相並行するものなれば本試驗の結果は直ちに粘結力其のものゝ變化なりと斷ずるも無理なし。依て T_1 , T'_1 に相當するものは勿論、 T_2 に屬するものと雖も最早其の儘にては再び使用に耐へざるべし。

蓋し鑄型内に於ける溫度の分布状態は鑄物の大きさ、鑄込溫度並に鑄型の大きさ、形狀等によりて多少異なるべけれど、本實驗に依りて實地鑄造に際して起る鑄物砂變質の有様並に鑄型内に起る現象を窺知するを得べし。

X 耐火性試験

1. 各種鑄物砂の耐火度

本試験に使用せる加熱爐は Tammann 式及クリプトル電氣抵抗爐にして1400°C 以下はゼーゲルコーンと豫め補正を加へたる高熱計とを併用し其れ以上の高溫度に對してはゼーゲルコーンのみを使用せり。加熱速度は電氣爐附屬變壓器の一次側に入れたる抵抗器を以て適當に加減せり。試験せらるべき鑄物砂は之を粉碎して 100 mesh の篩を通したる後之を以て普通のゼーゲルコーンと全く同形の cone と爲せり。而してゼーゲルコーンと試料とは常に爐内に於ける對照的位置に置いて次第に溫度を上げ遂に兩者が同時に曲り初むる溫度及び約 90 度屈曲せる時の溫度とを測定せり。而して前者は後者より常に20乃至30°C 位低きを常とせり。以下の各表には後者のみを記入する事とせり。但しゼーゲルコーンは獨逸製の者を使用せり。

第 25 表 各種鑄物砂の耐火度

砂の種類	耐火度 °C	砂の種類	耐火度 °C
川口生型砂 (a)	1295	珪砂 A	1760
同上 (b)	1280	珪砂 B	1750
川口眞砂 (a)	1300	珪砂 C	1750
同上 (b)	1290	鋼鑄物用中子砂(荒)	1740
川口塗型砂	1280	同上(細)	1750
神奈川砂	1310	可鍛鑄物用中子砂 T	1690
阿部野砂	1400	同上 K	1420
銑土 K	1400	戸畑 F	1460
銑土 M	1390	粘土 S	1660
銑土 N	1370	勝間粘土	1650
可鍛鑄物砂 K ₁	1390	復州粘土	1640
同上 K ₂	1380	川口粘土	1410
同上 K ₃	1370		

實驗の結果は第 25 表に示すが如し。即ち珪砂及鋼鑄物用中子砂の耐火度は 1740°C~1760°C 又粘土は概ね 1660°C~1640°C を示し唯一つ川口粘土に限りて著しく低き耐火度 (1410°C) を呈せり。是れ酸化鐵其他の不純物を多く含有するが爲めなり。銑鑄物用砂に在りては普通の生型砂は 1310~1280°C 間の耐火度を有し、阿部野砂、銑土 K, 及以下 2 種は 1400°C 乃至 1370°C を示す。又可鍛鑄物用砂の耐火度は 1370 乃至 1460°C を示せり。蓋し鑄物砂の耐火度は其の化學成分に依て定まる者なれば珪砂、粘土等は其の分析結果に依て大凡耐火度を推知せらる可きなり。

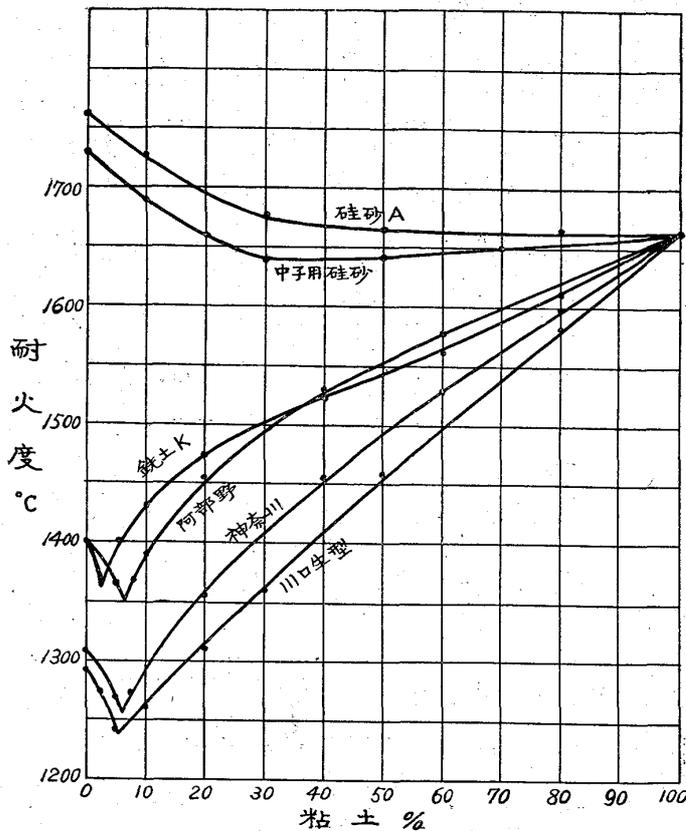
2. 各種鑄物砂の耐火度に及ぼす粘土の影響

各種の鑄物砂に種々の割合に粘土 S を加へて前記と同様の方法にて其耐火度の變化を試験せるに其の結果は第 26 表及第 35 圖に示すが如し。而して此の結果より見れば鑄物砂に粘土を加ふれば常に幾分の耐火度降下を起せども其影響は甚しく大なる者に非ずと認む。而して珪砂に於ては粘土を約 30% 加へたる時又銑土に於ては之に粘土約 2-7% を加へし時其耐火度最も低し。

第 26 表 耐火度に及ぼす粘土の影響

珪砂 A %	粘土 %	耐火度 %	中子用珪砂 %	粘土 %	耐火度 %	阿部野砂 %	粘土 %	耐火度 %	神奈川砂 %	粘土 %	耐火度 %	川口生型 %	粘土 %	耐火度 °C	銑土 K %	粘土 %	耐火度 °C
100	0	1760	100	0	1740	100	0	1400	100	0	1310	100	0	1295	100	0	1400
90	10	1720	90	10	1690	95	5	1370	95	5	1270	97.5	2.5	1275	97	3	1360
80	20	1690	80	20	1660	92.5	7.5	1370	—	—	—	95	5	1240	95	5	1400
70	30	1670	70	30	1640	90	10	1390	90	10	1290	90	10	1260	90	10	1430
50	50	1670	50	50	1645	80	20	1460	80	20	1360	80	20	1310	80	20	1470
30	70	1660	30	70	1650	60	40	1530	60	40	1460	60	30	1360	60	40	1520
0	100	1660	0	100	1660	40	60	1570	40	60	1530	40	50	1460	40	60	1560
						20	80	1620	20	80	1600	20	80	1580	20	80	1610
						0	100	1660	0	100	1660	0	100	1660	0	100	1660

第三十五圖



第 27 表 耐火度に及ぼす酸化鐵の影響

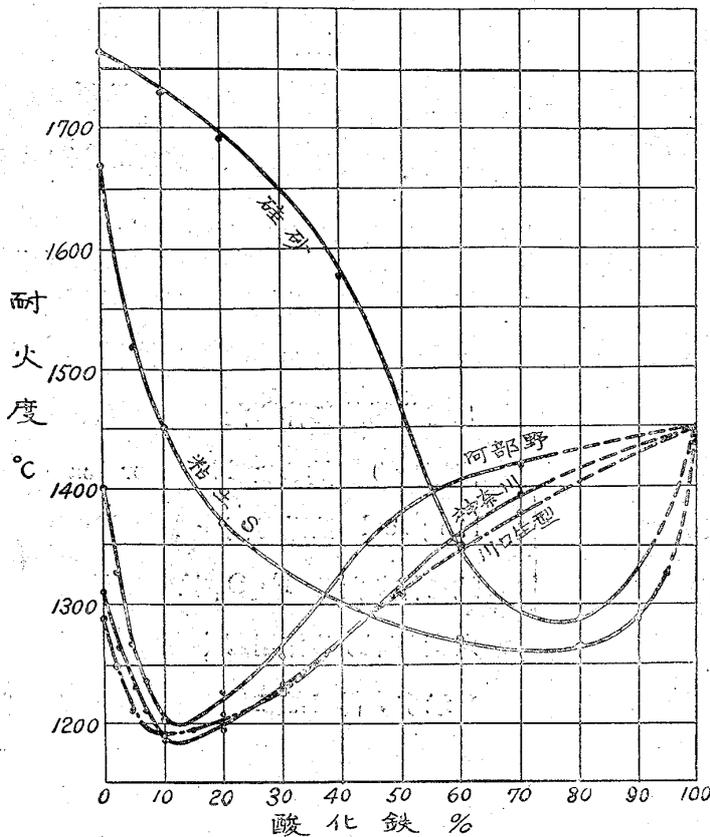
粘土 %	酸化鐵 %	耐火度 °C	砂砂 A %	酸化鐵 %	耐火度 °C	神奈川砂 %	酸化鐵 %	耐火度 °C	阿部砂 %	酸化鐵 %	耐火度 °C	川口生型砂 %	酸化鐵 %	耐火度 °C
100	0	1670	100	0	1760	100	0	1310	100	0	1400	100	0	1290
95	5	1510	—	—	—	98	2	1265	98	2	1325	98	2	1250
90	10	1460	90	10	1730	95	5	1230	95	5	1265	95	5	1210
80	20	1370	80	20	1590	93	7	1210	93	7	1240	—	—	—
60	40	1390	60	40	1370	90	10	1185	90	10	1200	90	10	1190
40	60	1270	40	60	1350	85	15	1195	85	15	1205	—	—	—
20	80	1260	20	80	1290	80	20	1200	80	20	1220	90	20	1200
10	90	1290	—	—	—	70	30	1220	90	30	1250	70	30	1230
5	95	1340	—	—	—	50	50	1320	50	50	1380	50	50	1310
0	100	1450	0	100	1450	30	70	1390	30	70	1410	30	70	1380
						0	100	1450	0	100	1450	0	100	1450

實驗の結果は第27表及第36圖に示すが如く何れの砂も之に少量の酸化鐵を加ふる事によりて著しく其耐火度を低下するを見る。依て實地工場に於て古砂を混合する場合或は古砂の混入し來る恐れある場合には之と同時に酸化鐵の伴ふ事を避くるやう大いに注意を要すべきなり。然らざる時は著しく鑄型の耐火度を低下して種々の失敗を起す事あるべし。又實際鑄物製作に際して其の膚に焼付けを生ずる事も一つには其部分に酸化鐵を生じて俄に著しく鑄型の耐火度を低下する事に原因すべしと想像せ

3. 各種鑄物砂の耐火度に及ぼす酸化鐵の影響

鑄物砂に酸化鐵を加ふれば常に其の耐火度を下ぐる事は何人も想像し得る處なり。今其の程度を確むる爲めに本實驗を行へり。而して酸化鐵としては Hammer-scale Rolling scale 並に $FeCl_3$ を原料として化學的に作りたる Fe_2O_3 の三種を使用せり。然るに Hammer scale と Rolling-scale は殆ど同一の結果を示し化學的に作りたる Fe_2O_3 は前二者よりも耐火度を下げる作用弱く其差常に約 $20^\circ C$ を示す。仍て茲には Hammer-scale を加へたる場合のみを掲げて他を省略せり。

第三十六圖



らるべき也。

XI 結 論

以上諸實驗の結果を總括すれば次の如し。

1. 現今本邦に於て使用せらるる各種鑄物砂の全般に亘りて其產地並に化學的成分を明にし、且鋼鑄物用砂、粘土及び鉄鑄物砂に對する標準を示せり。
2. 分粒試験の結果 硅砂及び鋼鑄物砂は何れも之を5種に、鉄鑄物砂及び其他は之を8種に分類する事を得更に之を米國の實例と比較對照して其の長短を述べたり。
3. 通氣試験を行ひて、水分と通氣率の

間に極て重要なる關係を有する事、及び粘土、砂粒の大きさと形狀並に搗固め程度が瓦斯抜けに及ぼす影響を明にせり。

4. 粘結性試験を行ひ粘結力に及ぶ水分、粘土、及び搗固め程度の影響を明にし、且つ之と通氣率との關係を述べたり。
5. 染料吸着試験を行ひ之に依りて各種鑄物砂に含有せる Clay substance の量と其の性状を併知する事を得たり。次に本試験法の特長と其の利用法を述べ且つ染料吸着量と粘結力との關係を明にせり。
6. 加熱に依る鑄物砂の變質を研究せるに粘結力、染料吸着量等は加熱温度の上昇と共に順次其値を減少し特に 400 乃至 500°C の間に於て最も著しき變質を起す事を知れり。而して此等諸性質の變化は鑄物砂に含まるる Clay substance の結晶水焼失に伴ふ變質に基因する事を明にせり。
7. 一旦焼失せし粘土中の結晶水は常溫常壓に於ては容易に回復せず、從て加熱に依て失はれたる鑄物砂の粘結力は容易に回復する者に非ざるを知る。
8. 鑄造實驗を行ひて鑄型内部に於ける温度の分布状態を測定し、併せて實地鑄造に際して起る鑄物砂變質の程度を明にせり。
9. 各種鑄物砂の耐火度を測定し更に之に及ぼす酸化鐵並に粘土の影響を決定せり。

擧筆するに方り著者は本研究に關し東京帝國大學工學部に於ける故大島道太郎博士獎學資金の補助を受けたるを以て茲に謹で謝意を表す。

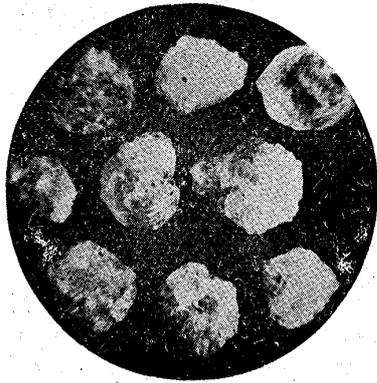
鑄物砂の研究附圖

寫眞の説明

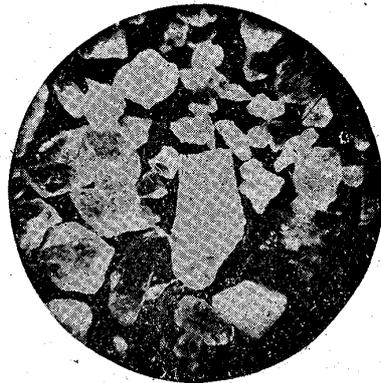
寫眞1乃至6は鋼鑄物用硅砂中代表的のものを選びたるものにして寫眞1と2は天然産のもの、他は悉く人工的に粉碎せし者なり。而して前者は常に著しく丸味を帯ぶるに反し、後者は角張れるもの多し。寫眞6は著しく扁平状にして且つ角張れるものなり。

寫眞7乃至11は本邦著名の生型砂の類を示し、砂粒の形狀に多少の差異あるを認む。寫眞12乃至14は共に可鍛鑄物用砂に屬す。

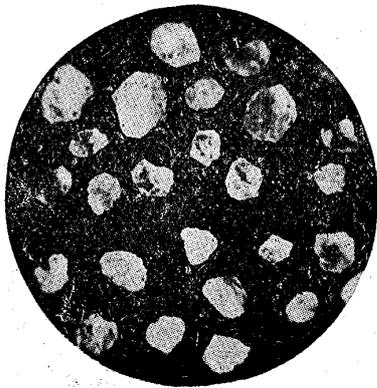
寫眞 1
天然硅砂 O2.
約×9



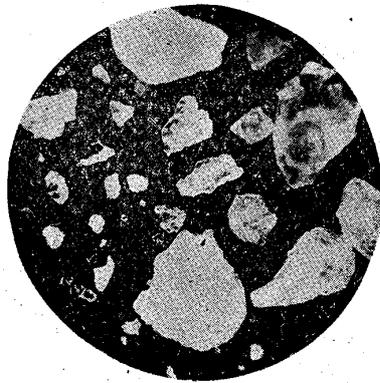
寫眞 4
硅砂 D.
約×9



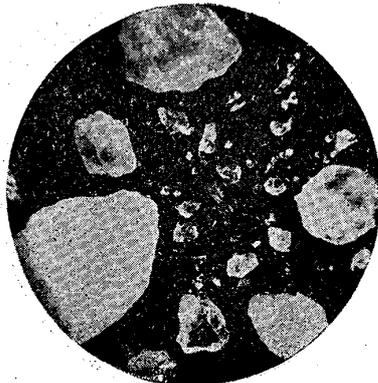
寫眞 2
天然硅砂 O1.
約×9



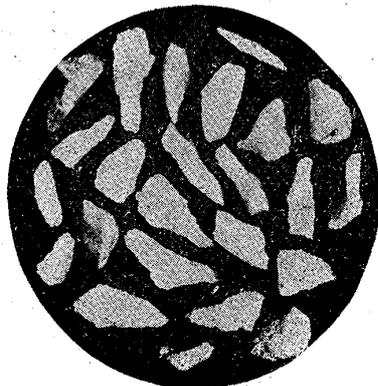
寫眞 5
硅砂 T.
約×9



寫眞 3
硅砂 M.
約×9

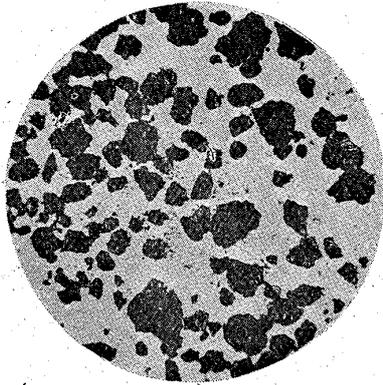


寫眞 6
硅砂 C.
約×9

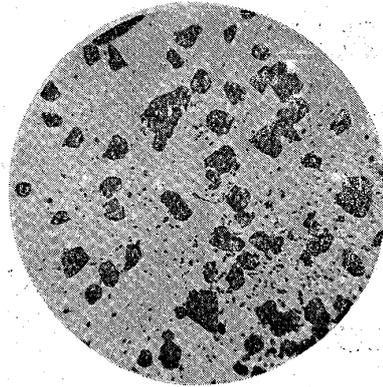


鑄物砂の研究附圖

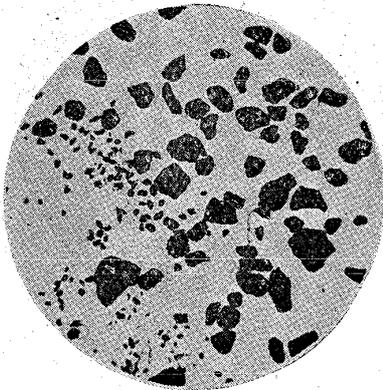
寫真 7
川口生型砂
約×9



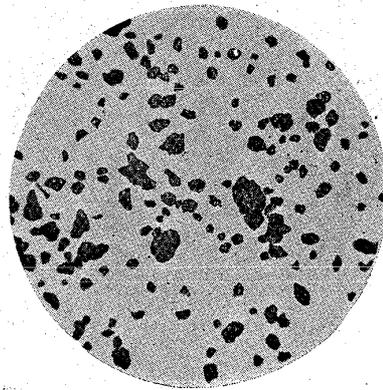
寫真 11
住吉砂
約×9



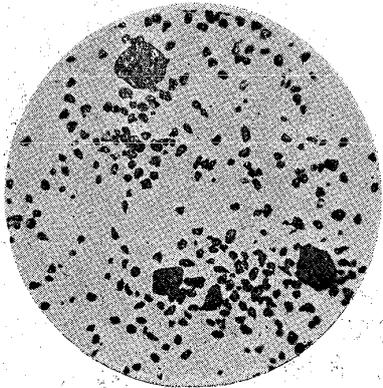
寫真 8
川口川砂
約×9



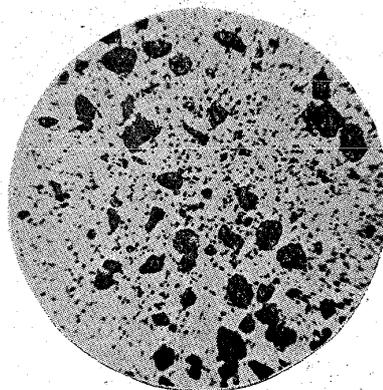
寫真 12
戸畑 F.
約×9



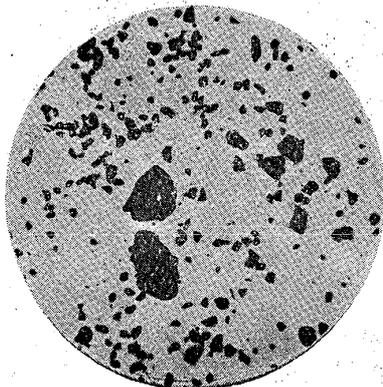
寫真 9
神奈川砂
約×9



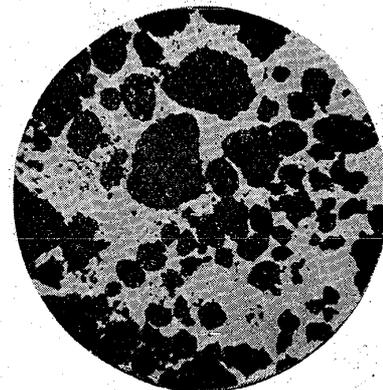
寫真 13
可鍛鑄物砂 K₂
約×9



寫真 10
阿部野砂
約×9



寫真 14
可鍛鑄物砂 K₃
約×9



猶本研究に方りて其の試料を寄贈せられたる全国の鑄物工場各位に對し深く感謝の意を表すると共に實驗中熱心なる助力を與へられたる助手八十島氏の勞を深謝す。(完)

銑鐵市場在庫月報

大正 15 年 3 月 31 日現在 三菱商事株式會社金屬部

市場	持主別			合計	前月比較
	製産筋 ^施	問屋筋 ^施	消費筋 ^施		
東京	4.144	3.660	5.070	12.874	+ 231
横濱			5.530	5.530	- 160
名古屋		2.248	2.580	4.828	- 695
大阪		11.950	9.350	21.300	- 1.250
神戸		2.100	49.260	51.360	- 610
阪神	3.219			3.219	+ 1.686
門司		507	4.345	4.852	- 1.069
長崎		20	448	468	+ 199
大連	17.159	6.322	870	24.351	- 12.775
函館		50	80	135	+ 14
釜石	10.419			10.419	+ 192
室蘭	17.072			17.072	- 1.596
兼二浦	27.276			27.276	+ 5.705
計	79.289	26.857	77.538	183.684	
前月比較	- 2.836	- 2.625	- 10.123		

銑鐵市場在荷品種別表

(概數)

大正 15 年 3 月 31 日現在 三菱商事株式會社金屬部

品種	京濱	名古屋	阪神	九州	滿鮮	北海道	其他	合計	増減
	^施	^施	^施	^施	^施	^施	^施	^施	^施
兼二浦	1.732	378	3.400	237	27.276			33.043	+ 4.121
釜石	1.122	720	826	100			10.419	13.187	+ 1.137
輪西	5.400	1,500	2,910	20		17.107		26.937	+ 509
漢陽		80	600	15				645	- 48
鞍山	1.190	710	4.140	1,245	19.969			27.254	- 12.956
本溪湖	460	300	33.127	790	3.652			33.329	- 1.758
仙人	250							250	+ 170
大暮				100				100	-
グリーンブ ランド	290	100		15				405	- 115
ヒマタイト			300					300	- 400
バーン	1.570	700	2.200	1.065	530			6.065	- 70
スキデン			200	30				230	- 14
ベンガール	130	20	1.600	30				1.780	- 903
タタ	1.480		19.700	1.105				22.285	+ 2.505
雜	4.780	300	6.620	568	200	100		12.568	- 2.306
合計	18.404	4.828	75.879	5.320	51.927	17.207	10.419	183.684	- 10.123
増減	+ 71	- 695	- 174	- 870	- 7.070	- 1.582	+ 192		