

鐵 と 鋼 第十四年 第三號

昭和三年三月二十五日發行

論 說

鑄物砂の試験法に就て

藤田守太郎

I. 緒 言

鑄造に鑄物砂の大切な事は明なることであり獨逸の或雜誌によると不良鑄造品の 50 %は砂に基
因すると迄云はれてをり英國では良き鑄物砂を遠く白耳義及佛國から輸入してをる有様で我國でも良
き鑄物砂を得るために遠方より高價を拂つて使用してをる工場も少くない。實際ある特種の鑄物に對
しては殆ど信仰的に某地産砂でなければ絶対に不可であるとさへ稱へてをる人があるが之は馬鹿げた
事で昔は多年の經驗上優良砂であつたにしても順次地質的に變質して行く場合もあり又全く無くなつ
てしまう場合もある。斯の如き場合は勿論平常に於ても如何にして優良な砂を經濟的に求むるかは鑄
造工場としては大きな問題でなければならん。

然るに従來其研究に就ては等閑に過ぎた憾みがあつたが近年になつて内外共に其研究次第に盛んに
なると共に米國の如きは鑄物砂を實際に工場で試験し夫に合格したものを使用してをる所もあり我

* 歐米に於ける研究は數年來雜誌其他に發表されたものが非常に多く茲に一々記述することは出来ないが參考すべ
き書籍及研究の二三を擧ぐれば下の如きものである。

P. G. H. Boswell: A Memoir on British Resources of Refractory Sands for Furnace and Foundry Pur-
poses. C. Irresberger: Die Formstoffe der Eisen-und Stahl giesserei. A. Holmes: Petrographic
Methods and Calculations. H. A. Schwartz: The Significance of the Screen test of Moulding Sand,
Trans. Am. Found. Assoc. 1923, p. 762. T. E. Fletcher: On some Characteristics of Moulding Sand and
their Graphical Representations, Tr. Iron & Steel Inst. 1923, 107. p. 139. L. Treuheit: A hardness tes-
ting apparatus for moulds and cores, Foundry Tr. Jr. 1924, p. 50. L. Treuheit: Formstoff-und
For menprüfung, St. U. E. 1927, 47, S. 121.

翻つて我國で發表されたものでは大正 5 年 9 月大河内氏(鐵と鋼)は鑄型内に於ける温度の分布を測定して砂型中
に含まれてゐる水分が鑄造の際湯に及ぼす影響を研究發表され、製鐵所に於ては大正 12 年中配合砂に就て各種の物
理的性質を究め通氣度と熱傳導度及磨滅度との關係を決定した。越へて大正 14 年 2 月菊田氏(鐵と鋼)は通氣試験、
粘着試験、耐火度試験等を、主として可鍛鑄鐵用砂に就て施行され砂の燒付原因は酸化鐵の存在に依るものなる事を
詳述してをらる。同年 9 月には高橋氏(金屬の研究)は通氣率と有孔率との關係を決定され、其翌月三島氏は日本
鐵鋼協會講演大會(鐵と鋼第 12 年 p. 338)に於て本邦鑄物砂の各地に産するもの 56 種に就て各種の性質を究め同時
に加熱による鑄物砂の變質状態をも併せ實驗され殆んど餘す所なく、次で松塚氏(九大、工學彙報第 1 卷 p. 31)は砂
粒に就て新天地を開き砂の配合に關し有力なる資料を與へられた。

以上は今日迄に發表されたもの、中著者の知つてをるものだけであるが之以外にも各所では研究されたものが多數
ある事と思ふ。

國に於ても或工場ではこの試験をなしてをると云う事であり尙この事は將來益々盛んになることであらうと思ふ。

従つて簡単に鑄物砂としての適否を識別する事は非常に必要な事と考へ現在各工場で使用中の多種多様の鑄物砂に就て分析、篩分を行ひ又砂粒の形狀を調べて準據すべき項目の發見に努めた。幸に何等か参考になる點があれば著者の光榮である。

II. 試 料

本實驗に使用した試料は下記の各工場から御寄贈を受けたものである。

本學部機械學鑄物工場。福岡市渡邊鐵工所。長崎三菱造船所。戸畑鑄物株式會社戸畑工場。福岡市磯野七平鑄造所。福岡市東邦電機工作所九州工場。佐世保海軍工廠。兼二浦三菱製鐵所。福岡炭坑。戸畑鑄物株式會社若松工場。宮崎縣日本窒素肥料株式會社、八幡製鐵所堂山鑄物工場。尼ヶ崎久保田鐵工所。神戸鐵道監理局鷹取工場。八幡製鐵所二瀬出張所。大阪住友製鋼所。外國工場。

而して之等の試料總數 87 種を到着順により番號 No. 1, …… No. 83 等を附した。其產地別を示せば表の如くである。

第 1 表

産 地	神 戸 砂	平 戸 砂	福 岡 砂	唐津川砂	箕 島 砂	小野田砂
No.	4, 9, 64	2, 10, 14, 16	1, 37, 50	13	53	54
産 地	二 瀬 砂	黒 鉛	木 節 粘 土	二 島 粘 土	—	—
No.	70	61	18, 24, 41, 62, 87,	51	—	—
産 地	* 外 國 砂		混 合 又 は 古 砂		不 明 (新 砂)	
No.	71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84,		3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 35, 47, 48, 49, 52, 57, 85, 86,		17, 21, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 65, 66, 67, 68, 69,	

又これ等の試料を使用の目的により分類すれば第 2 表の様になる。表中粘土は原料に相等するが便宜上之より分離して別に「粘り粉」とした。

* 外國砂 No. 71…Worksop Yellow Sand No. 72…French Red Sand No. 73…Worksop Red Sand
No. 74…Scotch Silver Sand No. 75…Scotch Fire Clay No. 76…Raw Ganister Crushed No. 77…
Belgian Yellow Sand No. 78…Belgian Silver Sand No. 79…“Kelham” Yorkshire Sand No. 80
…Cornish Red Sand No. 81…Mansfield Red Sand No. 82…Moulding Sand from Darford Hearth
No. 83…Worsop Sand, Davy & Brothers Co., Sheffield No. 84… —

第 2 表

鑄 鉄 砂 ・ ……古砂

	床 砂	中子砂	肌 砂	切仕砂	振り粉
原 料	1, 10, 11, 13, 14, 28, 33, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 50, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 70, 参考	11, 13, 14,	14,	—	61
混 合	5, 6, 11, 12, 27, 29, 34, 48, 49, 52, 57,	3, 7, 12, 26,	35, 47,	—	—

鑄 鋼 砂

	床 砂	中子砂	肌 砂	仕切砂	振り粉
原 料	43, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84,	—	17, 21,	—	—
混 合	22, 85, 86,	—	19, 23,	—	20, 25,

鑄 合 金 砂

	床 砂	中子砂	肌 砂	仕切砂	振り粉
原 料	2, 4, 9, 10, 13, 16	—	—	—	—
混 合	15	8	—	—	—

粘 り 粉 (粘土)

原 料	18, 24, 30, 31, 32, 39, 41, 45, 51, 55, 62, 75, 87,
-----	---

III. 實 験

A. 化學分析：——化學分析は示性分析 (Rational Analysis) と完全分析 (End Analysis) とをなした。示性分析とは鑄物砂が粘土質物質と石英及長石からなるものとしてこれ等が如何なる割合に含まれるものなるやを知らんがためになしたものである。然しこれ等を定むることは頗る困難で大凡の結果を得るに過ぎない。

この粘土質物質は主として $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ からなる。

之は酸に溶解するから濃硫酸にて浸漬して鹽酸に溶解し次に炭酸曹達で處理して粘土質物質の量を知る。普通の長石は $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ である、この中の Al_2O_3 の量を知りて長石の量を知る。又石英は兩者の量を引くことに依りて知るものである。

而して示性分析の方法は試料約 5gm を取り 105~110°C にて 6 時間乾燥して混合水分を知りたる後この試料を 250c.c. の蒸發皿に移し次の操作をなす。

- (1) 50c.c. の蒸溜水と 10c.c. の濃アンモニヤ水を加へ硝子棒にてよく攪拌して沸騰し。
- (2) 次に 50c.c. の濃硫酸と濃硝酸の 2~3 滴を加へ硫酸の白煙が盛んに出る迄沸騰し之に多くの蒸溜水を加へ約 4 時間靜止して上澄を棄つる。
- (3) 次に結晶炭酸曹達を 25 gm 加へ蒸溜水を 250 c.c. 加へ 2~3 分間加熱し之に結晶苛性曹達を 25 gm 加へ 1 時間沸騰し更に多くの蒸溜水を加へ約 3 時間靜止して上澄を棄つる。
- (4) 次に濃鹽酸を 50c.c. 加へ 30 分間沸騰し之に多くの蒸溜水を加へ靜止して上澄を棄つる。
- (5) 次に (3) をなす。
- (6) 次に濃鹽酸を加へた時溶液が着色せない様になる迄(3)(4)を繰返す。濃鹽酸を加へて着色せない時は尙一度(3)をなす。
- (7) 次に之に蒸溜水を加へて靜止して上澄を棄てかくの如く上澄を數度棄て濾過する。之の沈澱を蒸溜水にてよく洗滌し再び稀鹽酸 1 と蒸溜水 2 の割合の溶液にてよく洗滌す。
- (8) 次に乾燥室にて水分を除去したる後白金坩堝に入れて焼きたるものを秤量する。

この時の重量は 石英+長石 であるから水分を見たる試料の重量からこの重量を引きたるものを粘土質物質の量とする。

次に白金坩堝に弗化水素約 15c.c. と濃硫酸 3~4 滴を入れ蒸發すれば SiO_2 は SiF_4 なる氣體となりて逃げ水に溶解性の硫酸礬土が残る。之を冷却して蒸溜水に溶解したる後鹽化アンモニヤとアンモニヤ水にて水酸化アルミニウムの沈澱を作る。此沈澱を濾紙上に集めてよく洗滌し乾燥室にて水分を除去したる後坩堝に入れて焼くことによりて Al_2O_3 を得る。之を秤量しその重量に 5.41 を乗じたるものを長石の量とする。

茲に於て始め水分を引きたる試料の重量より粘土と長石の量を引きたるものを石英の重量とする。

而して示性分析は同一試料を 2 回宛分析して平均の値を求めその試料の成分とした。

又完全分析は一般に行はれているものと同様の方法で行つたから其説明を省略する。

第 3 表はこれ等の分析の結果を示したもので又第一圖は正三角形の各頂點を其成分の 100% として示性分析の結果を三角形内の相等の所に記入したものである。

* 主として C. Irresberger: Die Formstoffe der Eisen-und Stahlgießerei, 1920, S. 47 に依る

* W. F. Hillebrand: The Analysis of Silicate and Carbonate rocks, 1919

第3表 鑄 鉄 砂

使用目的	番 號	産 地 稱	水分 %	示性分析%			完 全 分 析 %										備 考
				石 英	長 石	粘 土 質 物	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	燃 燒 損 耗	耐 火 度 SK. #	
床 原 砂 料	1	福 岡 砂	4.28	30.55	6.20	63.26	76.48	13.20	4.56	0.38	0.33	0.48	0.07	4.38	26	黒鉛 1.51 弗化水素不溶物 1.14 燃焼損中の炭素 0.123	
	10	平 戸 砂	2.73	49.57	22.25	28.18	84.32	9.15	1.54	0.74	0.40	0.52	0.05	3.17	29		
	11	古 砂	1.14	46.81	30.52	21.23	78.68	10.40		3.38	1.42	1.19	0.20	0.11	3.18		
	13	唐津川砂	0.20	46.56	37.87	15.64	83.80	9.88		1.35	1.69	1.61	0.33	0.11	1.29		
	14	平 戸 砂	2.92	50.35	21.61	27.80											
	28	可 鍛 砂	8.68	25.06	12.74	62.21	65.21	19.12		4.98	0.34	0.53	0.26	0.12	9.44		
	33	白 砂	2.12	12.26	51.34	36.41	87.94	1.67	1.57	1.22	1.16	1.22			3.06		
	36	不 明	1.91	48.02	4.96	47.03	77.48	12.23	0.47	3.66	0.73	0.62			5.83		
	37	福 岡 砂	6.11	23.00	6.42	70.58	73.28	13.64	0.47	3.66	0.67	0.93			8.09		
	38	不 明	1.22	57.57	21.05	21.38	93.78	1.59	0.39	0.62	0.67	0.56			2.10		
	40	不 明	0.41	39.23	48.81	11.96	94.64	2.42	1.10	痕跡	0.73	0.78			1.03		
	42	蛙 目 砂	2.21	52.89	12.92	34.19											
	44	鑄 鐵 床 砂	0.24	42.78	44.95	12.28											
	46	不 明	0.37	65.06	16.57	18.37	86.48	7.78		2.32	0.30	0.36	3.04		1.16		

使用目的	番 號	産 地 稱	水分 %	示性分析%		
				石 英	長 石	粘 土 質 物
床 原 砂 料	50	福 岡 砂	15.71	54.05	1.62	44.33
	53	釜 島 砂	1.15	41.20	50.19	8.61
	54	小 野 田 砂	13.30	33.38	22.74	43.88
	56	不 明	0.07	51.79	19.79	28.42
砂 料	57	古 砂	17.82	15.39	31.70	52.91
	58	不 明	1.66	34.93	22.73	42.34

使用目的	番 號	産 地 稱	水分 %	示性分析%		
				石 英	長 石	粘 土 質 物
床 原 砂 料	59	川 砂	0.11	57.09	37.81	5.11
	60	濱 砂	—	—	—	—
	63	不 明	2.23	21.63	39.66	38.72
	64	神 戸 砂	9.89	41.69	28.34	29.97
砂 料	70	二 瀬 砂	—	—	—	—

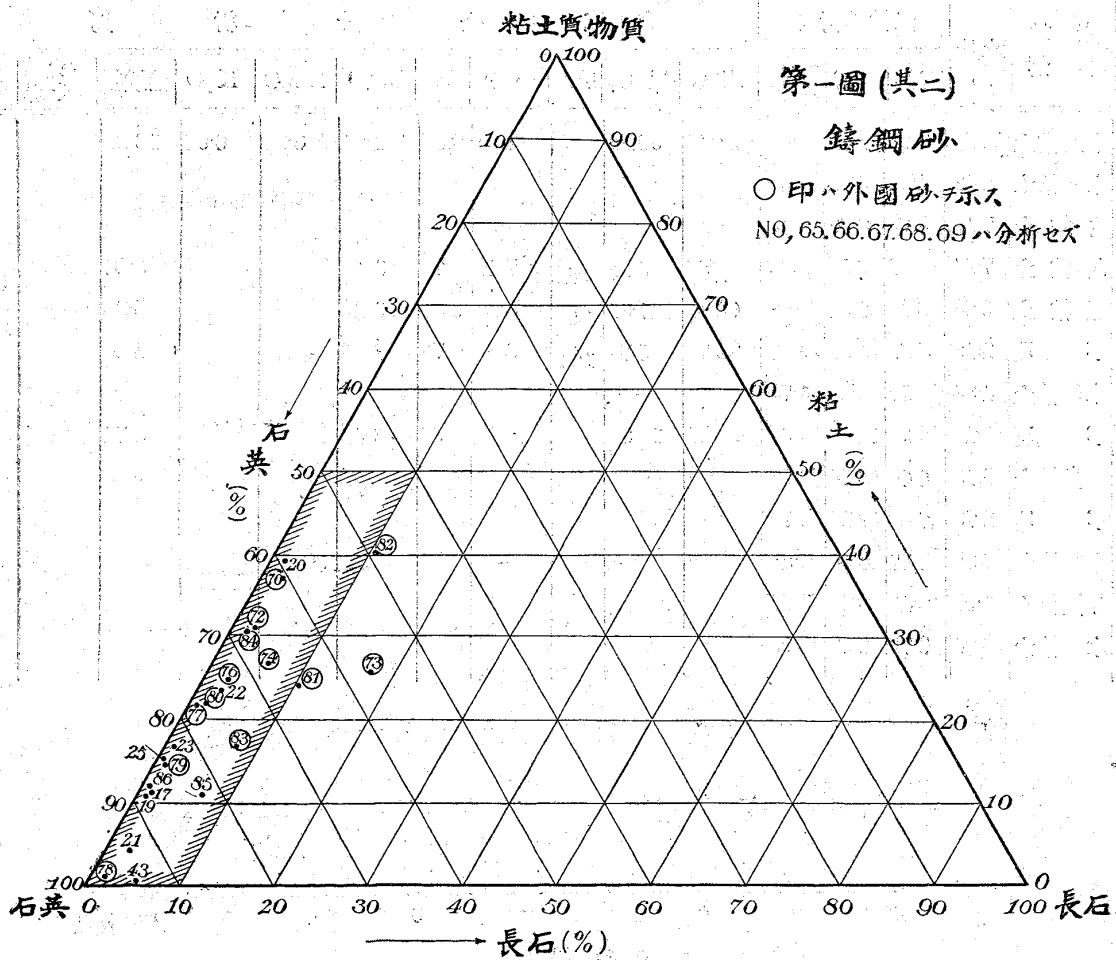
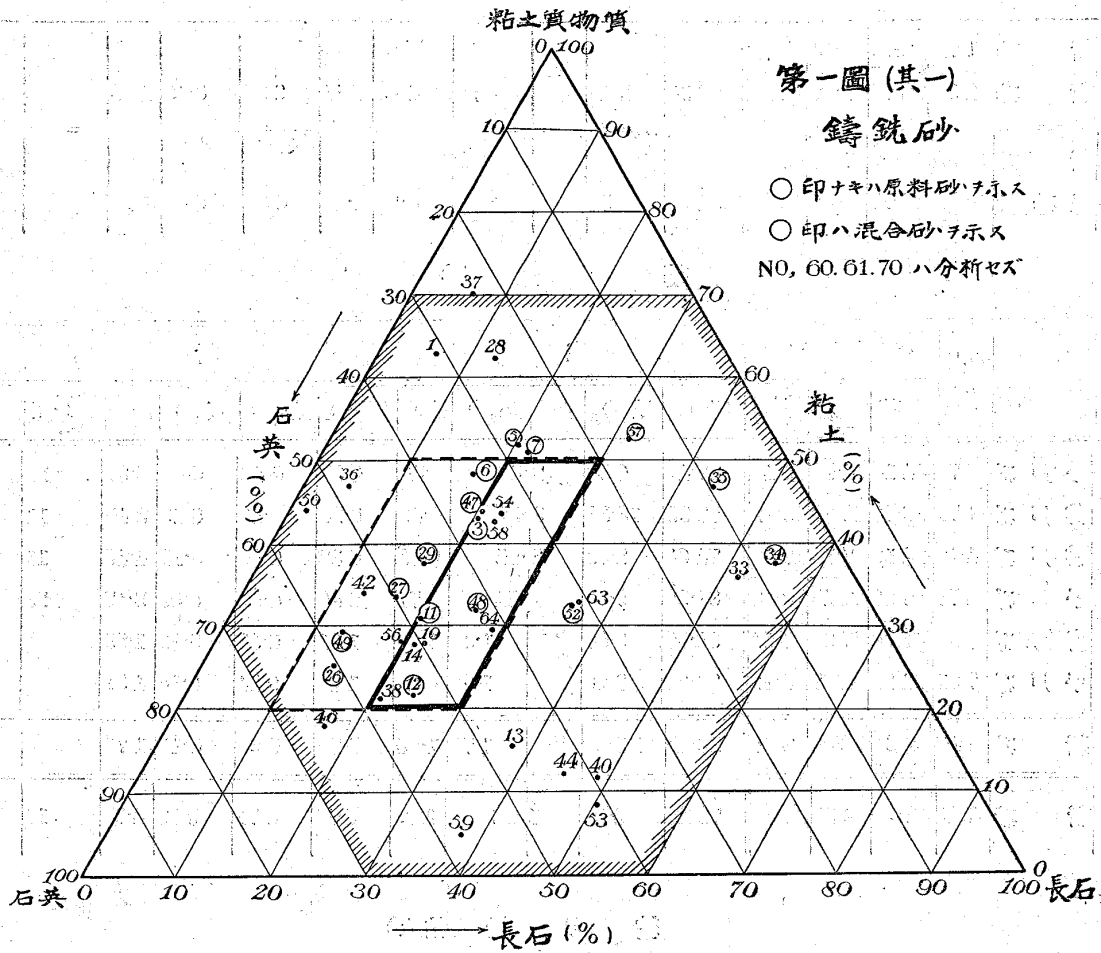
使用目的	番 號	産 地 稱	水分 %	示性分析%			完 全 分 析 %										備 考
				石 英	長 石	粘 土 質 物	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	燃 燒 損 耗	耐 火 度 SK. #	
床 混 砂 合	5	新 砂	6.82	29.60	19.09	51.32	73.05	12.75	6.60	0.76	0.35	0.47	0.09	5.82	12		
	6	新 砂	3.44	34.40	17.59	48.02	73.67	12.90	4.76	0.75	0.40	0.50	0.07	6.84	17		
	11	古 砂	1.14	46.81	30.52	21.23	78.68	10.40		3.38	1.42	1.19	0.20	0.11	3.18		
	12	古 砂 (可鍛砂)	4.06	52.71	24.14	21.91	77.97	11.55		2.39	1.72	2.24	0.26	0.14	3.68		
	27	古 砂 (可鍛砂)	4.14	49.47	16.48	33.81	79.03	11.24		4.19	1.18	0.37	0.33	0.10	3.57		
	29	古 砂 (可鍛砂)	0.48	44.46	17.48	38.07	78.73	10.80		6.94	0.74	0.40	0.28	0.11	1.76		
	34	古 砂 (燒砂)	0.68	7.27	54.76	37.98	79.42	6.96		痕跡	1.59	0.33			6.20		
	48	古 砂	1.04	40.08	25.89	32.01	72.40	13.24		4.88	1.56	1.60	1.10		4.50		

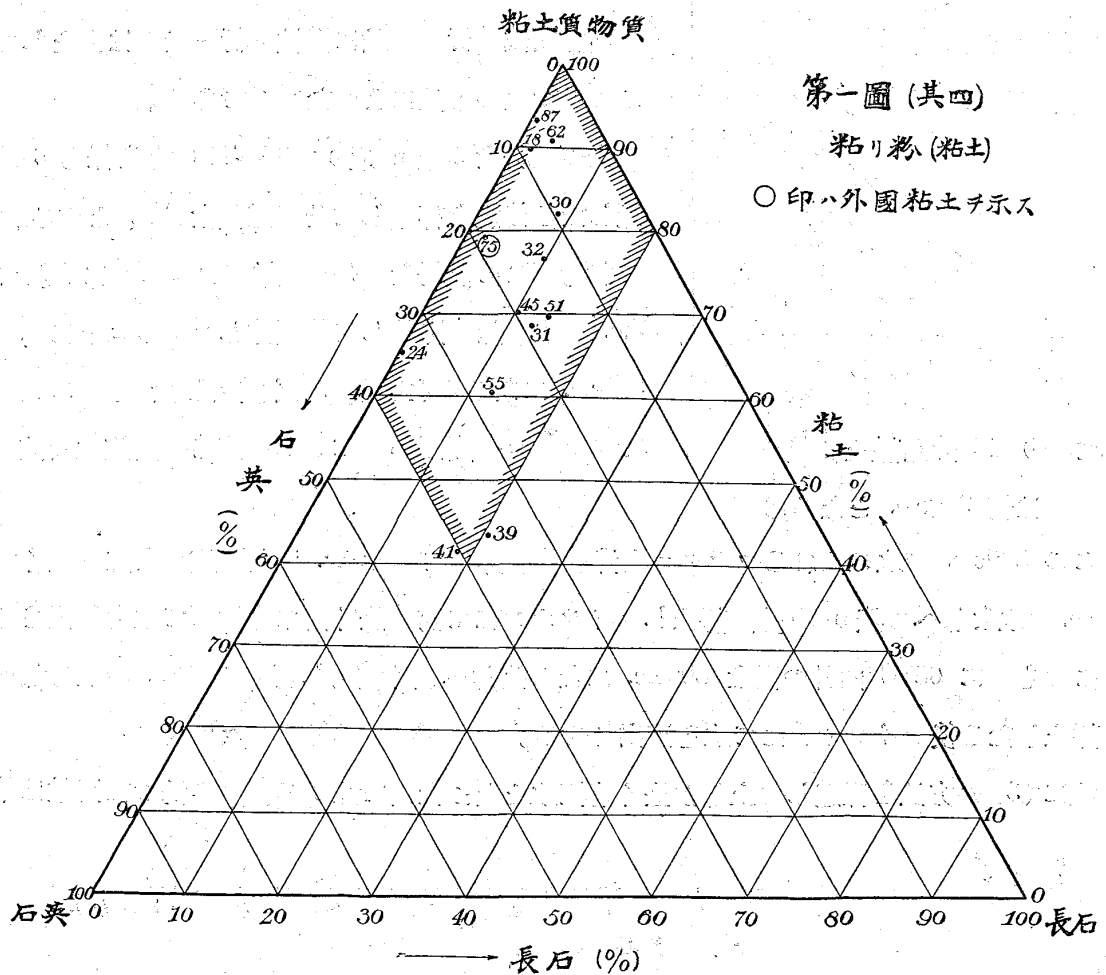
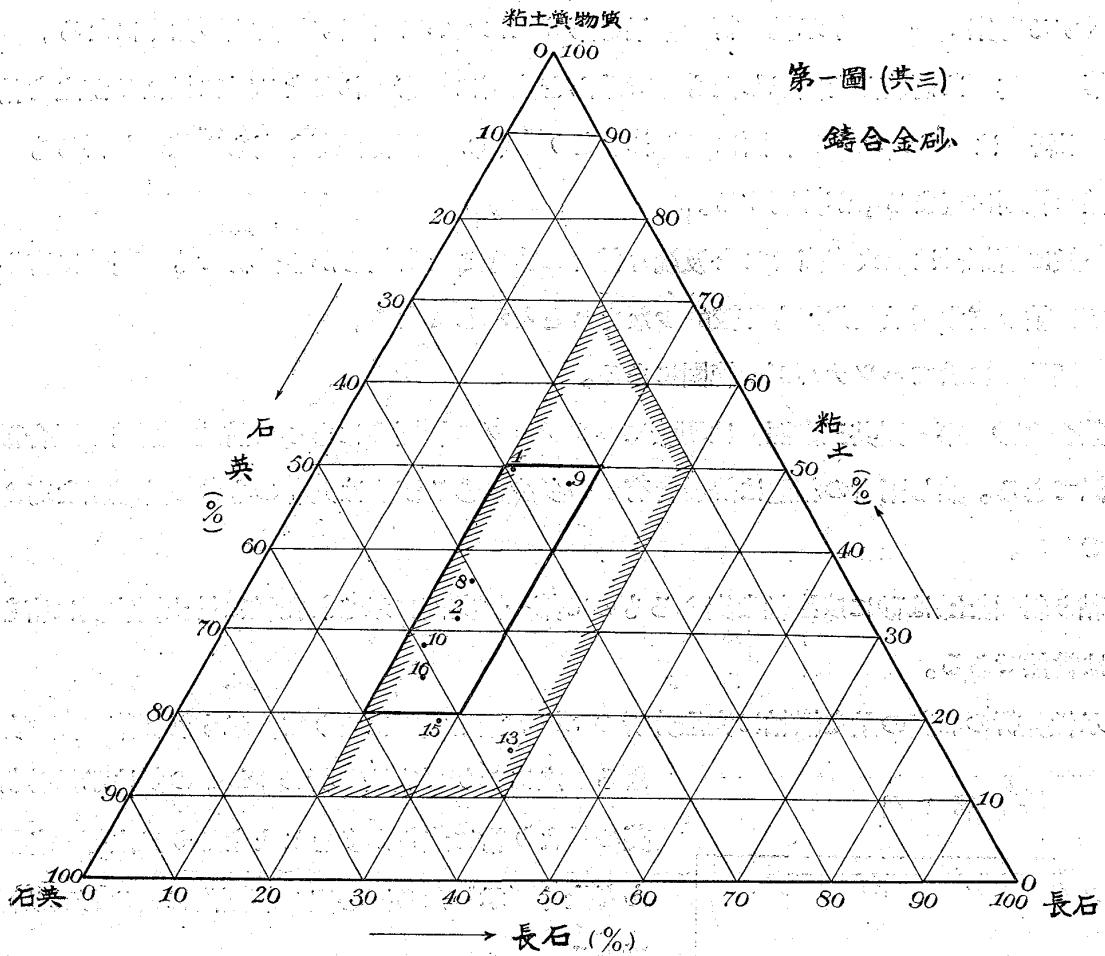
	49	古砂	1.75	57.77	12.99	29.15	80.86	10.80		3.46	0.48	0.64	1.60	2.40		
	52	古砂	0.35	31.38	35.33	32.84										
	57	古砂	17.82	15.39	31.70	52.91										
中料	11	古砂	1.14	46.81	30.52	21.23	78.68	10.40		3.38	1.42	1.19	0.20	0.11	3.18	黑鉛 1.15 弗化水素不 溶解物 1.44
	13	唐津川砂	0.20	46.56	37.81	15.64	83.80	9.88		1.35	1.69	1.61	0.33	0.11	1.29	
	14	平戸砂	2.92	50.35	21.61	27.80										
子混合	3	古砂	1.25	36.42	20.21	43.38	75.84	13.64	4.37	1.28	0.58	0.37	0.07	3.78	20	弗化水素不 溶解物 1.21
	7	古砂	3.64	27.49	21.95	50.57	69.61	17.13	5.86	1.09	0.47	0.51	0.12	5.13	12	
	12	古砂 (可鍛砂)	4.06	52.71	24.14	21.91	77.97	11.55		2.39	1.72	2.24	0.26	0.14	3.68	
	26	古砂	2.69	60.55	14.09	25.37	83.30	7.21		2.92	0.77	0.46	0.30	0.12	4.98	
原料	14	平戸砂	2.92	50.35	21.61	27.80										
肌混合	35	古砂	2.89	9.13	43.86	47.01	81.54	4.06	1.18	2.36	1.22	1.10		7.18		
	47	古砂	2.63	35.82	20.85	42.96	73.18	13.24		4.60	1.26	1.12	1.84	4.48		
振り粉	原料	61	黒鉛	0.77												

鑄鋼砂

使用目的	番號	產地稱	水分 %	示性分析 %			使用目的	番號	產地稱	水分 %	示性分析 %		
				石英	長石	粘土質					石英	長石	粘土質
床原砂料	43	銀砂	0.04	94.42	5.25	0.34	床原砂料	76	外國砂	0.05	72.58	2.59	24.83
	65	硅砂						77	外國砂	1.12	77.35	1.11	21.54
	66	硅砂						78	外國砂	0.06	97.35	1.17	1.48
	67	硅砂						79	外國砂	0.47	84.06	0.97	14.97
	68	硅砂						80	外國砂	1.05	76.66	1.37	21.97
	69	硅砂						81	外國砂	0.84	65.35	10.48	24.17
	71	外國砂	0.25	60.20	2.26	37.54		82	外國砂	3.81	49.20	10.51	40.29
	72	外國砂	0.31	66.35	2.30	31.35		83	外國砂	0.41	75.63	7.90	16.47
	73	外國砂	0.38	56.73	17.35	25.92		84	外國砂	1.02	67.48	1.90	30.62
	74	外國砂	0.06	67.12	5.94	26.94							

使用目的	番號	產地稱	水分 %	示性分析 %			完全分析 %									
				石英	長石	粘土質	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	燃燒損	耐火度 SK
床混合砂	22	古砂	3.45	74.17	2.65	23.19	90.51	2.85		2.65	1.13	0.24	0.32	0.15	1.53	
	85	美濃硅砂	0.41	82.27	6.59	11.14										
	86	美濃硅砂	3.60	87.16	0.91	11.94										
原料	17	不明	0.05	87.67	1.50	10.84										
	21	荒口砂	0.99	93.34	2.57	4.10	94.00	2.18		0.13	0.77	0.42	0.37	0.13	2.08	





結果に対する考察：— 今示性分析の結果を第2表に基いて考察すれば次の如くなる。

(1) 第一圖其一は鑄鉄砂を圖示したもので殆んど全面に散布されてをる様に見えるが之を精査すれば (i) 原料砂はハツチングの範圍に限られてをり (ii) 又混合砂即ち直ちに使用し得るものは主として點線の範圍に蒐まる事が分明する。

(2) 一般に鑄鋼砂は耐火度高きこと及焼き付きの少きことを望むから分析でも石英分に富み長石少なく並びに粘土質物質及酸化鐵も比較的少なきことを示してをる。

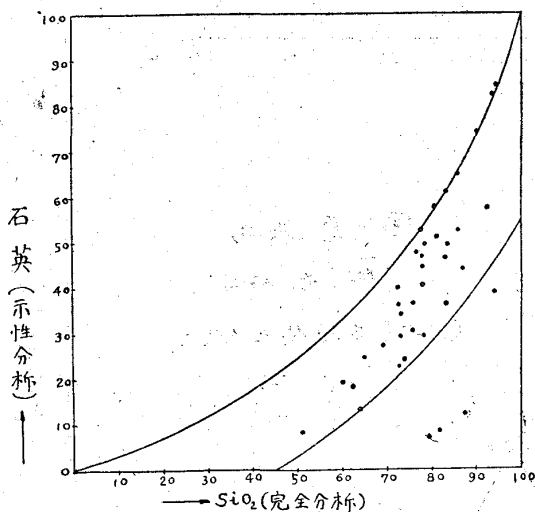
即ち第一圖其二に於てハツチングの範圍にある。

(3) 鑄合金砂 (第一圖其三参照) は明瞭にハツチングの範圍内にあつて前述の鑄鉄用混合砂の範圍と略ぼ似てをる。然し兩者の相違は長石含有量の多少にあるが之は夫等のものの熔融點を考ふれば自明の事である。

(4) 粘り粉(粘土)は砂に成型性を與ふるもので第一圖其四に示された様に粘土質物質に富む範圍に入るのは當然である。

終りに示性分析の石英の量を縦軸に完全分析の SiO_2 量を横軸にとりて圖示すれば第二圖の如くなる。

第2圖



なる。之によりて完全分析の SiO_2 の量は示性分析の石英の量より常に幾らか多きことを知り又之等の各點は殆んど全く圖示したる同心圓の範圍内に入ると云ひ得るのである。

B. 機械分析 茲に機械分析と云ふは主として篩分のこととて次の方法によつたものである。

先づ試料を 50 gm 取り $105\sim 110^\circ\text{C}$ を保ち 6 時間乾燥したる後之を秤量してその重量を W_1 とする。

(1) この試料を 1 l の圓錐形フラスコに入れて 300 c.c. の水を加へ沸騰して後攪拌しフラスコ中に其容量が 800 c.c. になる迄水を加へ強く震蕩し次に再び 200 c.c. の

水を加へて振り 15 分間靜止の後サイフォンでフラスコの底面から 2 cm の高さの所迄水を流出させる (残りの水は約 300 c.c. となる。)

(2) この 300 c.c. の水の入れるフラスコを沸騰後攪拌して 800 c.c. になる迄水を加へ強く震蕩し再び 200 c.c. の水を加へて振り 10 分間靜止しサイフォンにて前と全く同じ方法にて水を流出させる。

(3) このものに 65°C 内外の湯を 800 c.c. になる迄加へ強く震蕩し再び 200 c.c. の水を加へて振り 5 分間靜止したる後サイフォンにて水を流出させる。

(4) 次に (3) の方法を繰返して上部が全く清澄水となつた所で止める。この洗つた回数は第 4 表に示す。

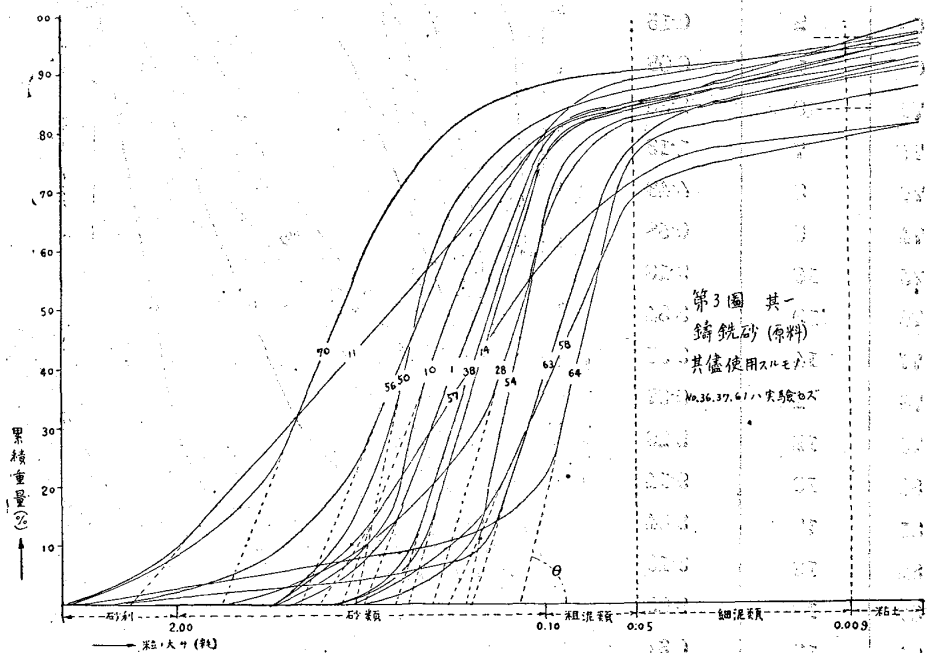
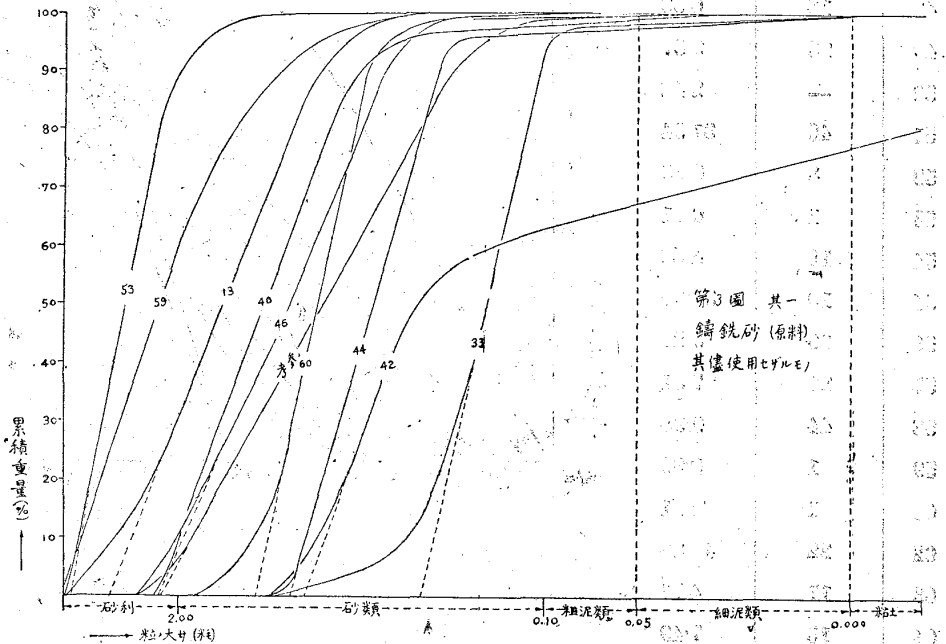
(5) 殘物を 105~110°C で乾燥させて秤量しその重量を W_2 とし $W_1 - W_2$ を粘土とする (この粘土の重量は第4表に示す)。

(6) W_2 は第5表に示す篩によりて篩分をなす。

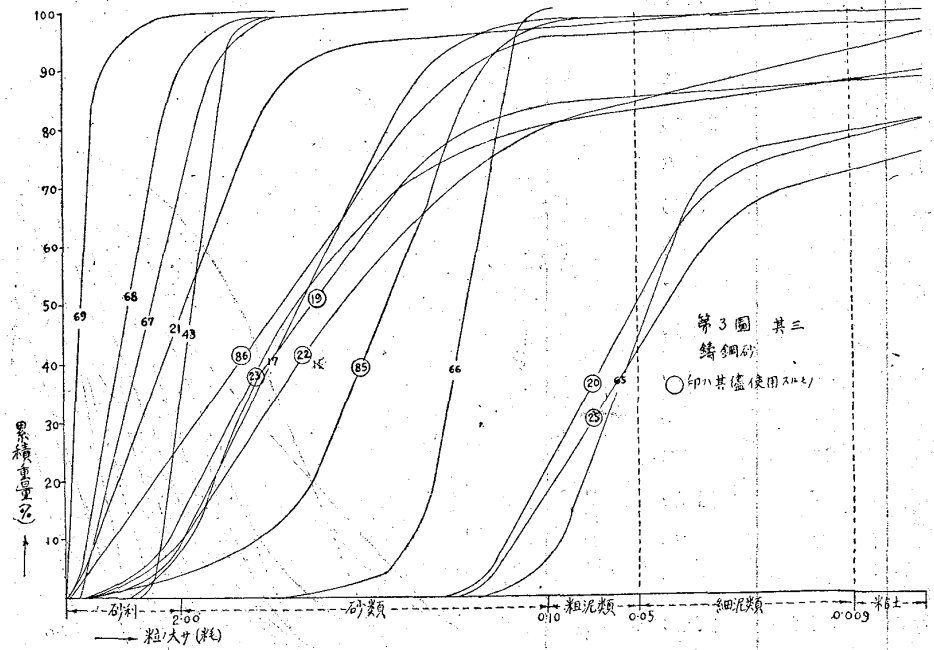
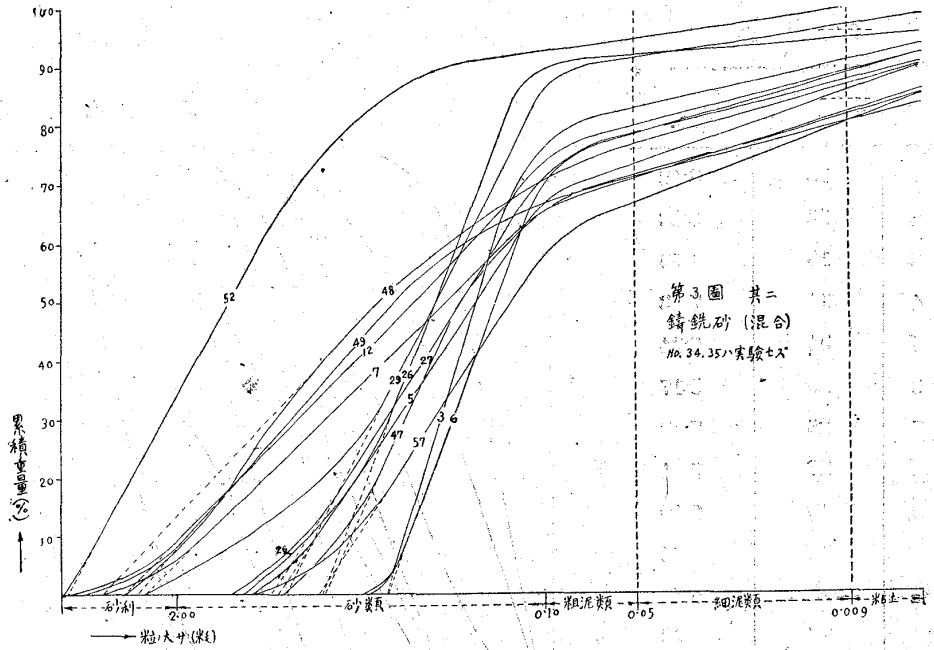
第四表

No.	洗滌回数	粘土 gm.
1	18	3.42
2	13	3.33
3	19	4.59
4	11	7.53
5	34	6.34
6	29	5.17
7	26	7.89
8	27	7.04
9	19	6.40
10	10	2.25
11	10	3.82
12	17	5.26
13	1	0
14	14	2.21
15	11	4.89
16	20	3.48
17	5	0.51
18	63	42.91
19	12	5.94
20	14	10.83
21	7	0.96
22	11	3.75
23	23	6.00
24	47	23.87
25	21	13.70
26	20	2.35
27	32	5.96
28	21	4.76
29	7	1.40
33	7	0.26
38	11	3.72
39	35	17.53
40	4	0.30
41	63	36.87
42	22	7.54
43	1	0.03

第三圖



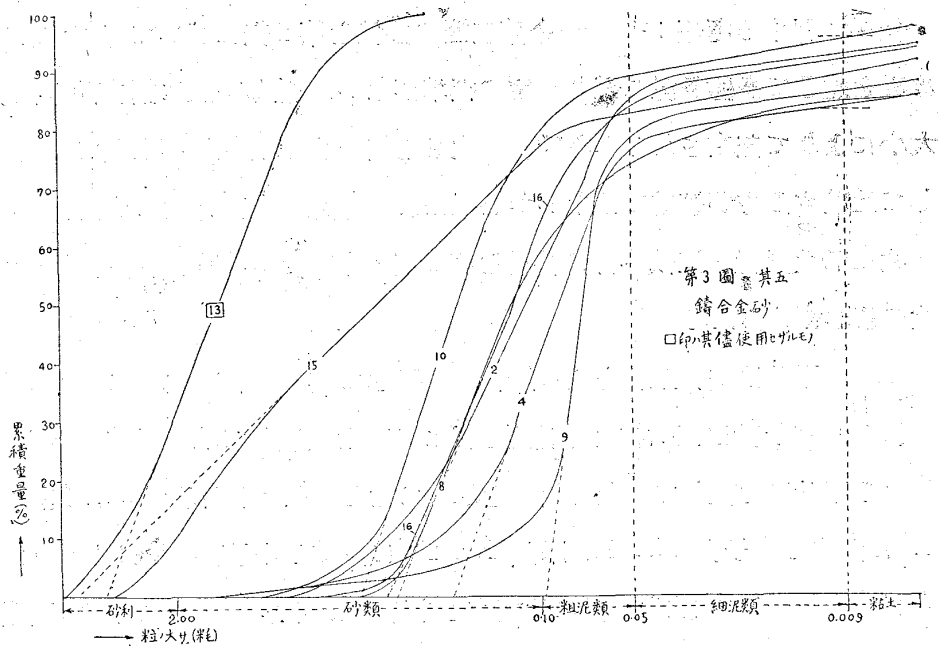
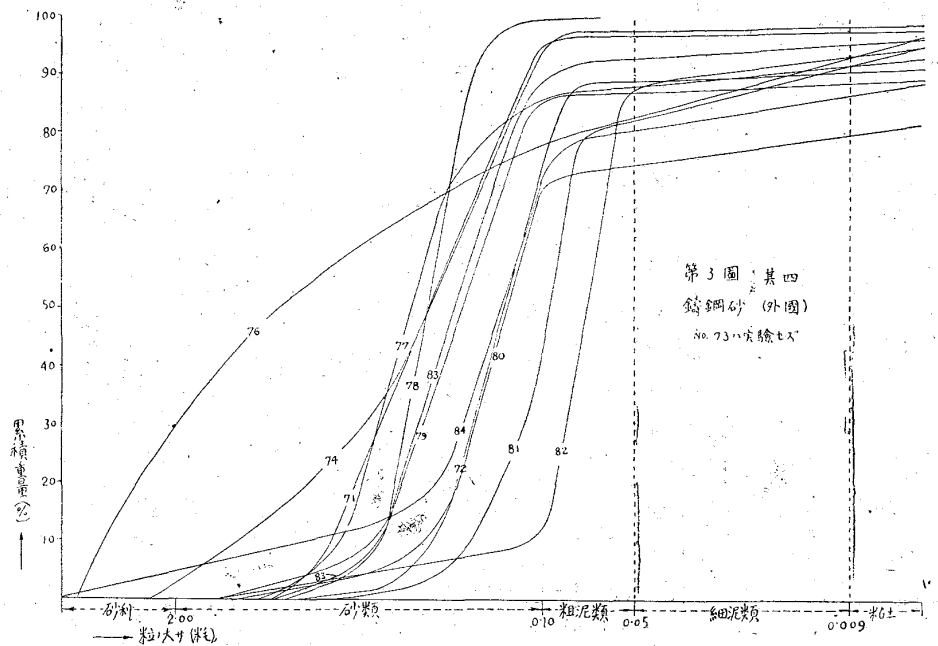
No.	洗滌回數	粘土 gm.
44	2	0.07
45	50	27.86
46	2	0.09
47	26	8.20
48	18	6.58
49	28	9.57
50	—	2.42
51	40	31.94
52	8	0.69
53	1	0.01
54	16	4.50
55	19	33.39
56	16	3.27
57	27	7.91
58	44	9.96
59	1	0.06
60	1	0.21
62	22	40.88
63	17	4.71
64	15	7.49
65	8	10.52
66	4	0.06
67	2	0.06
68	2	0.15
69	1	0.03
70	10	2.80
71	7	1.13
72	8	4.43
74	5	0.58
75	16	9.18
76	10	3.34
77	14	3.95
78	2	0.07
79	12	5.29
80	19	9.14
81	18	3.84
82	18	3.10
83	10	2.03
84	13	6.37
85	6	0.46
86	8	1.32



No.	洗滌回数	粘土 gm-
87	36	22.47
参考	4	0.52

第五表
RO-Tap. Testing Sieve Shaker
製造所 The W. S. Tyler Company, Cleveland, Ohio. U. S. A.

篩目	(開き目)直徑m.m.
5	4.320
10	2.240
20	0.863
30	0.503
40	0.381
50	0.279
60	0.221
70	0.185
80	0.175
90	0.150
100	0.147
130	—
150	0.104
200	0.074
—	0.009

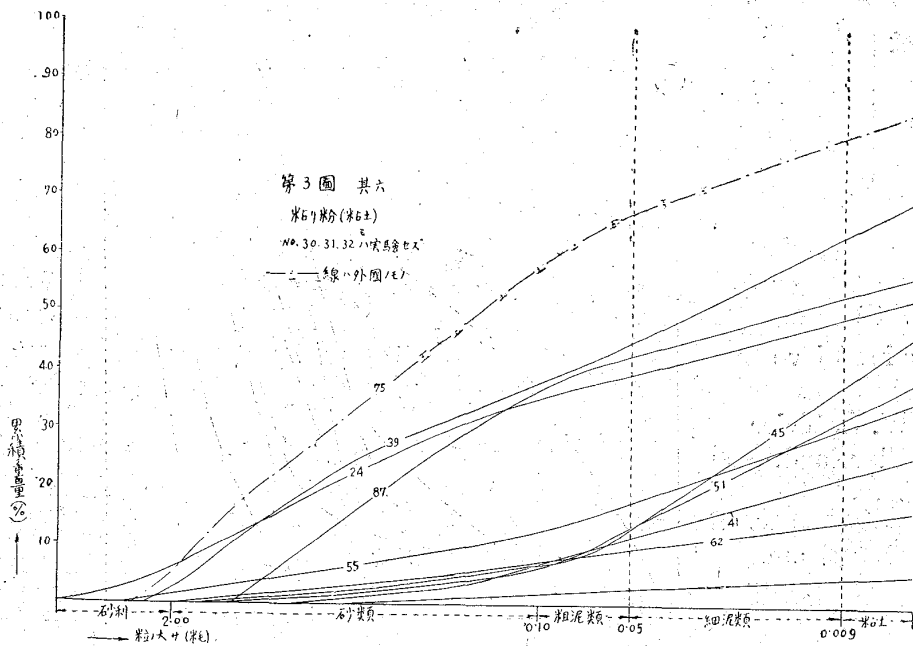


(1) この結果は第三圖の如き曲線になる。同曲線は累積曲線にして横軸に粒の大きさを對數級數的にとり縦軸には累積重量%をとって描いたものである。又曲線を説明するに便宜上粒子の直徑 2m.m. 以上のものを砂利、2m.m. 以下 0.1m.m. 迄のものを砂類、0.1m.m. 以下 0.009m.m. 迄のものを泥類、(直徑 0.009m.m. は上に述べた水洗法によりて止まりたる最小粒子のものを measuring microscope を用ひて測定し得たる値である。) 0.009m.m. 以下を粘土と命名する。

(2) 又泥類は更に之を兩分して 0.05m.m. 以上を粗泥、夫以下を細泥と名づける。

(1) Arthur Holmes: Petrographic methods and Calculations, 1920, p. 215 及 P. G. H. Boswell: A Memoir on British Resources of Refractory Sands, Part I, 1918, p. 29.

(2) 此命名法は大體 Arthur Holmes: Petrographic Methods and Calculations, 1920, p. 197 に依つたのであるが 0.009m.m. 以下のものを粘土とした點は異なつてゐる。



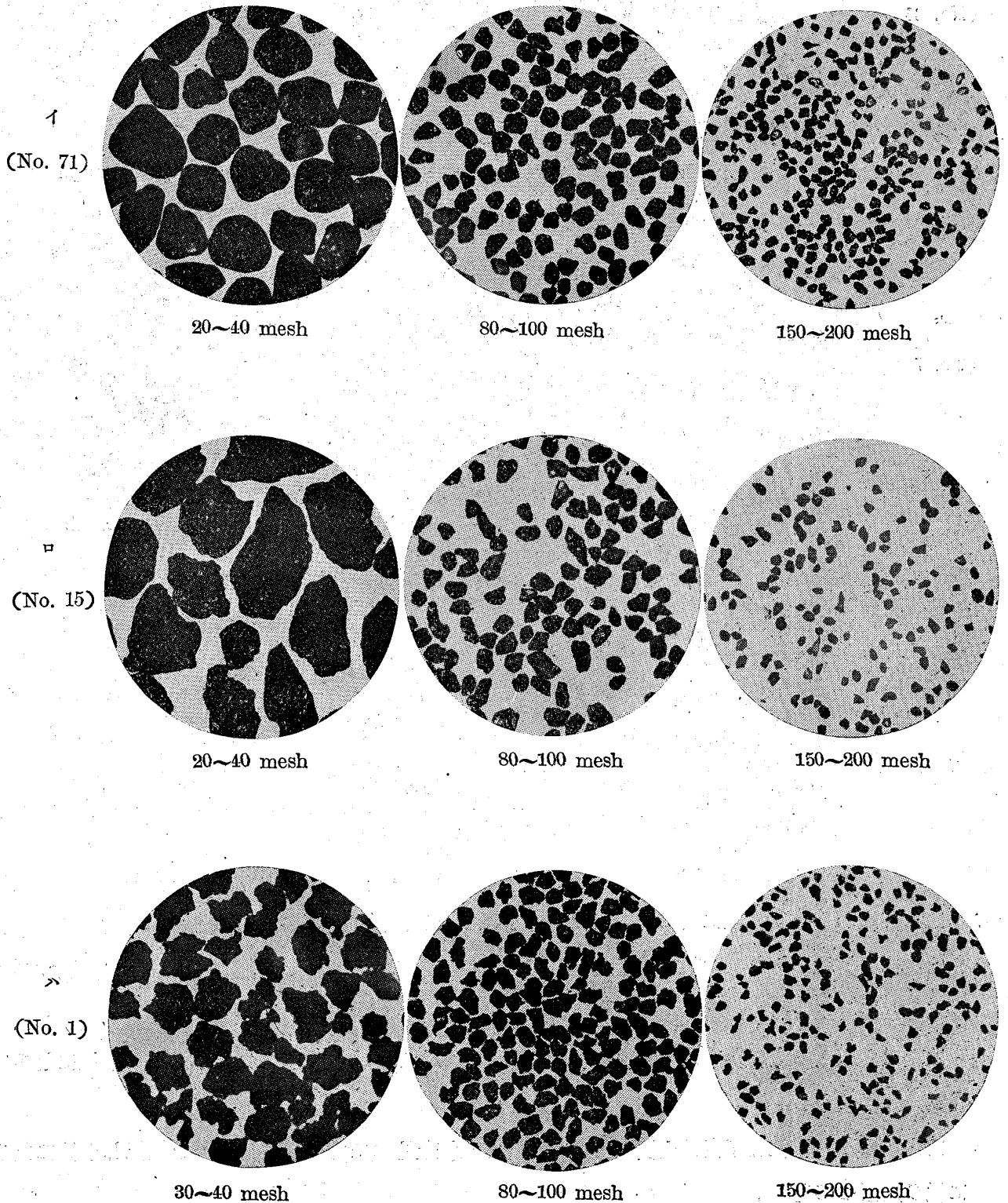
結果に對する考察：— 今第三圖の曲線を第2表に基いて考察すれば原料砂は銑、鋼、合金の鑄物砂を通じて多種多様に亘り一定の標準がない。然し一般に鑄物砂の粒子の大小は造らるべき鑄物の大小によりて左右されるから砂粒の大きさを銑、鋼、合金用等として比較するよりも大物又は小物用として比較する方が適當ではないかと思はれる。又混合砂に就ても同様の傾向がある。

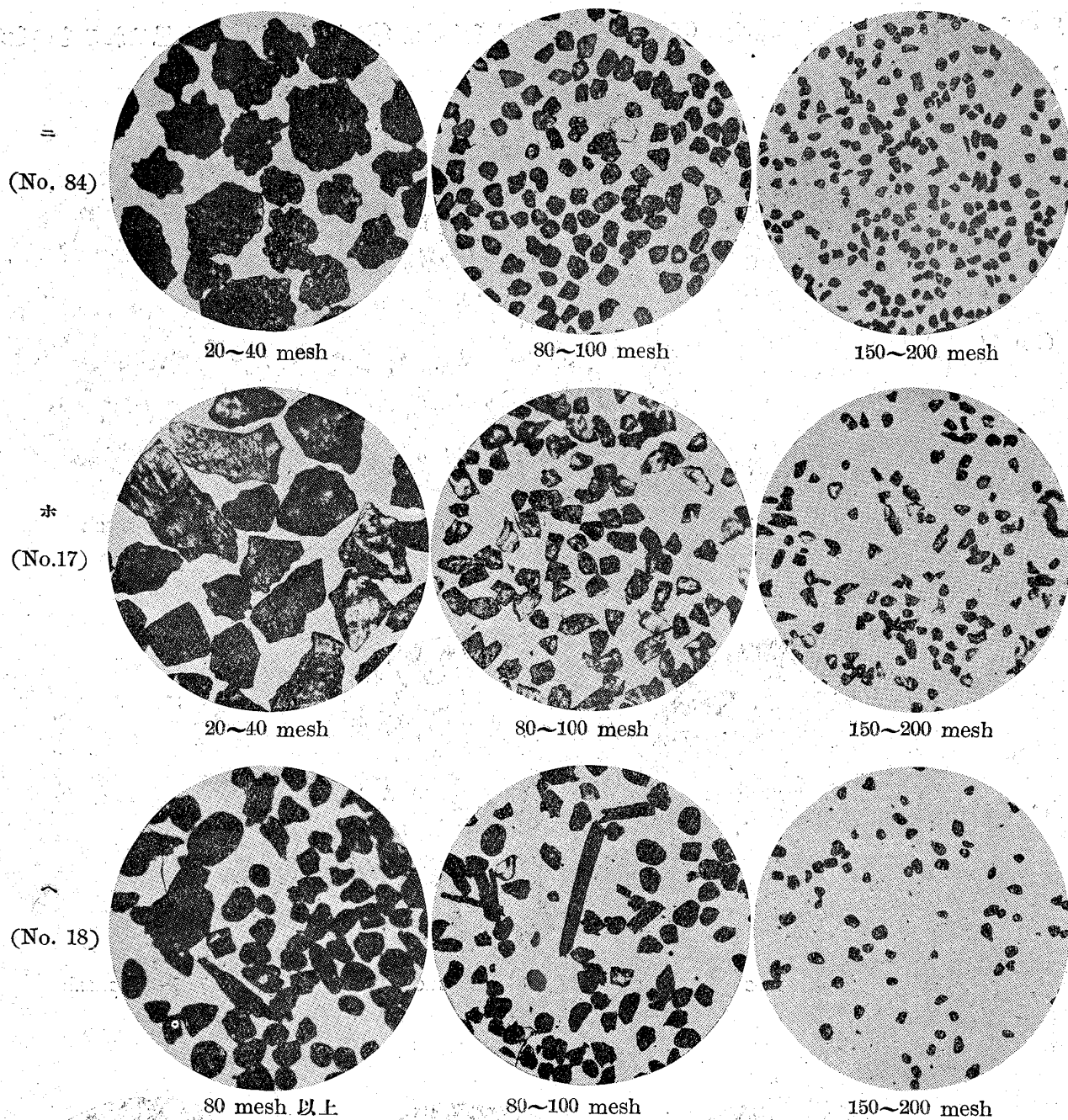
次に示性分析及機械分析の結果を第2表の床砂、中子砂、肌砂、仕切砂及振り粉に就て考察すると次の事が認められる。

- (1) 床砂は銑、鋼、合金の鑄物砂を通じて其成分、粒位共に一定の標準はない。
- (2) 中子砂は瓦斯抜よく且鑄造後この砂を破壊して取り出す必要あるため粘土質物質は其工場に於ける床砂に比較して少なき傾向を示してをる。例へば床砂 No.1 に對する中子砂 No.3, 床砂 No. 11 に對する中子砂 No. 12, 床砂 No. 27 に對する中子砂 No. 26 の如きが之である(第一圖其一、参照)。而して其粒位を床砂に比較するも殆んど差違を認め難いが多少粗粒となる傾向がある即 No. 5 の床砂に對する No. 7 の中子砂 No. 27 の床砂に對する No. 26 の中子砂等其例である(第三圖其二参照)。
- (3) 肌砂は示性分析の結果に於ては床砂と殆んど區別がないが床砂に比較して細粒を示してをる。例へば No. 48 の床砂に對する No. 47 の肌砂はそれである(第三圖其二参照)。
- (4) 仕切砂は上型と下型とを離れ易くするためのものであるから粘り氣の少い細粒を望む事は明であるが試料が無かつたため床砂と比較することが出来ない。
- (5) 振り粉は鑄湯に接觸するものであるから耐火性のものなる事及鑄肌をよくするため微粒のものなることを望む故に化學分析及機械分析共にその傾向を示してをる。例へば No. 22 の床砂に對して No. 25 の振り粉はそれである。(第3表及第三圖其三参照)。

C. 砂粒の形状 水洗篩分をなしたる各鑄物砂の形状を顯微鏡（たゞ廓大して見ることの出来る簡單のもの）にて詳細に調べ略次の6種に分類することを得た。第四圖は其代表的と思はれるものを示したのである。

第四圖 15倍





イ は石英粒からなり大粒に於ては非常に丸く小粒になるに従ひ角張つてをる。

ロ は主に石英粒からなり大粒及小粒を通じて角張つてをるものが多い。然しイとは明に區別する事が困難な場合がある。

ハ は主に粘土質のものからなり大粒は多角形をなしてをるが大體に於て丸味があつて小粒になるに従ひ角張つてをる。

= は大粒は小石英粒を丁度粘土質のもので結合した様なものであるが外形はハと類似し小粒になるに従ひ角張つてをる。

ホ は石英を人工で粉碎したものであるから大粒及小粒を通じて角張つてをる。

へ は主に粘土質のものであつて大粒及小粒を通じて非常に丸く之に塵埃を混入してをる。

この分類法に依つて第2表の鑄鉄、鑄鋼、鑄合金及粘り粉（粘土）の各鑄物砂の形狀を示すと第6表の如くである。

第6表 鑄鉄砂（備考……符號○は其ものが大部分であることを示す）

形	イ	○イ+ハ	イ+ロ	ロ	○ロ+イ	○ロ+ハ	ハ	ロ+ハ	=	○=+イ	=+イ
原	64	10	13	60	44	—	1	—	54	38	63
料		14	33		46		28		56		
		70	53				50				
			59				58				
	混	26	3	—	6	—	5	—	7	—	29
合	57	27		11							
				12							
				47							
				48							
				49							
				52							

混合砂には全部鐵粒が熔け付てをつて之等は第2表によると古砂であることが知られる。

鑄鋼砂

形	イ	○イ+ロ	イ+ロ	イ+ハ	ロ	○ロ+ホ	ハ	=	=+イ	ホ	○ホ+イ	○ホ+ハ	○イ+=
原	⑦①	66	40	42	21	—	⑧②	⑧④	⑦④	17	—	—	⑦②
料	⑦⑥	⑦⑧							⑧①	43			
	⑦⑦									65			
	⑦⑨									67			
	⑧①									68			
	⑧③									69			
	混		—	—	—	22	23	—	—	—	19	85	20
合					25						86		

混合砂の中 No. 22 のみに鐵粒が熔け付てをる。○印は外國砂を示す。

鑄合金砂

形	○イ	○イ+ハ	ロ
原	—	2	9
料		4	
		10	
		16	
	混	8	
合			15

粘り粉（粘土）

形	ロ+ハ	ロ+=+ハ	ハ	○ハ+ロ
原	24	39	18	41
料	51		45	
	62		55	
	75		87	

混合砂にて No. 8 は鐵粒が熔け付き No. 15 は付かない。

結果に對する考察：—

(1) 鑄物砂は總て以上の6種の形狀のもの又はそれ等の混合である。

(2) 鑄鉄砂の形狀はイ、ロ、ハ、ニ又は其等の混合であり、鑄鋼砂で我國のものは主にロ、ホ、又はロ、ホの何れかとイとの混合であり、外國のものは主にイ、稀にハ、ニであり、鑄合金砂は主にイ、ロであり、粘り粉(粘土)は主にヘ又はそれと他との混合である。

(3) 砂粒の形狀によつて大體にその化學成分を知ることが出来る即イは石英平均 70% ロ、ニは石英平均 50%、ホは石英平均 70%、ハは粘土質物質平均 50%、ヘは粘土質物質平均 80%、である。

(第 3 表示性分析参照)

(4) 顯微鏡を用ふれば砂粒の形狀を知ると同時に (i) 之に熔着せる鐵粒の多少によつて其砂の古き程度、(ii) 其色彩によつて酸化鐵の多少を知り大體の耐火度、(iii) 其他貝殻、塵埃等の介雜物の多少を知ることが出来る。

IV. 砂 の 選 擇

以上の實驗を基礎として任意の砂を選び出すことが出来る。今其一例として我國の工場で使用してをるもので現に優良なる鑄物砂 (鑄鋼砂を除く) と稱せらるるもの即神戸砂 (No. 4, 9, 64) 及平戸砂 (No. 2, 10, 14, 16) に類似のものを求めんに先づ之等の砂が上記實驗にて示してをる諸性質を列記すると

(i) 示性分析にては次に示す表の如き成分を有してをる。

No.	石 英	長 石	粘土質物質
10	50	22	28
14	50	22	28
64	42	28	30
2	44	25	31
4	30	21	49
9	24	28	48
16	51	25	24

即第一圖其一及其三に於て太き實線の範圍にある故に其範圍にある混合砂 No. 3, 5, 7, 8, 11, 12, 47, 48, 57 及原料砂 No. 38, 54, 58 は成分に於て此條件に適つてをる。尙鑄鉄砂に於ては點線の範圍 (即混合砂) にあるものは太き實線の範圍にあるものに比べて只長石分が少ないと云ふ差がある丈であるから其範圍にある混合砂 No. 26, 27, 29, 49 及原料砂 No. 42, 46, 56 も亦上の條件を備へてをるものと云ひ得る。

No.	砂利+砂類+粗泥類	細泥類	粘 土
10	89.0	6.5	4.5
14	84.5	11.5	4.0
64	76.0	10.0	14.0
2	85.0	8.0	7.0
4	76.5	7.5	16.0
9	78.5	8.0	13.5
16	84.0	8.0	8.0

(ii) 内外の人の鑄物砂に對する多くの説を綜合すると瓦斯拔を良くして且鑄型の崩れないことを望むためには砂利、砂類及粗泥類の粒位の揃つたものの大部分を適當の粘土にて包みたるものにして細泥類は出來得る限少きものが良い様である。今上記優良砂の機械分析に於けるこれ等の關係を示すと左表の如くである。(第三圖其一及其五参照)

(砂利、砂類、粗泥類、細泥類、粘土は累積重量%にて示す)

即適當の粘土とは全重量の 4~16%の粘土を含有し

又細泥類は全重量の 11.5% 以下を示してをる。

又粒位の揃つたものとは第三圖に示した累積曲線にて曲線の主要直線部と横軸とのなす角 θ (第三圖其一No. 64 参照)が大なるもの程粒位が揃つてをると云ふ事が出来る。故に上記優良砂に就てこの θ を示すと次の如き(い)表になる。

(い) 表

No.	10,	14,	64,	2,	4,	9,	16,
θ	75,	75,	78,	60,	70,	85,	69,

即 60° 以上を示してをる。而して他の砂にてこれ等の條件に適合したるものを表示すれば左の(ろ)表の如くである。

(ろ) 表

No.	細泥類	粘土	θ
1	6.0	8.5	70.0
3	4.7	12.5	74.5
6	10.5	11.0	69.0
8	10.5	15.5	67.0
26	2.5	4.5	69.0
38	9.0	7.0	72.0
50	6.0	6.0	75.6
54	6.5	10.5	77.0
56	8.5	6.5	68.0
63	10.0	9.0	71.0
70	3.5	6.0	67.5

(iii) 砂粒はイの形状のもの多く之に少量のハを混じ時に口なることもある即次の(は)表の通である。

(は) 表

No.	砂粒の形状
10	○ イ + ハ
14	イ + ハ
64	イ ○ イ + ハ
2	○ イ + ハ
4	イ + ハ
9	□
16	○ イ + ハ

○印は其ものが大部分であることを示す

故に之と同形の砂粒を有してをるものを第6表より求むれば次の(に)表の如くなる。

以上の (i), (ii), (iii) の各條件全部を具備した砂は No. 3, 8, 26 であるから之等は鑄鉄又は鑄合金として優良のものと認めることが出来る。

この3種の砂の中 No. 3 は或大家の指導してをられる鑄物工場の砂で、No. 8 は

(に) 表

砂粒の形状	No.			
	○ イ + ハ	イ	□	イ + □
	70	26	60	13
	3	57	6	33
	27	8	11	53
			12	59
			47	
			48	
			49	
			52	
			15	

海軍省指定の或工場の重要な鑄造品に対する砂、又 No. 26 は特殊の注意を要する鑄物に対する砂である事は本方法が相當有力なるものである證とする事が出来る。

以上述べた事は神戸砂及平戸砂と類似の砂を求むる方針を示した一例であるが若し特種の砂を使用してをらるる工場に夫に代る様な砂を求めようとせらるる場合に於て一手段たる事を失はないと考へらるる。

V. 結 尾

(1) 鑄物砂の成分即其示性分析によつて之等を分類することが出来た。即第一圖に示した如く鑄鉄砂、鑄鋼砂、鑄合金砂及粘り粉(粘土)の間には各々劃然たる區別がある、而して我國の鑄鉄砂が比較的廣き範圍(第 圖其一参照)に互つてをるのは鑄物砂の選擇を重視しない結果ではないかと思はれる。

(2) 砂粒の大きさ即機械分析(篩分)は之によりて鑄鉄、鑄鋼及鑄合金を區別する事は困難であるが製作しようとする鑄物の大小に應じて夫々適當した砂を選び又は配合する助けになる。

(3) 顯微鏡によつて水洗した砂粒を調べると其形状によつて鑄鉄砂、鑄鋼砂、鑄合金砂及粘り粉

(粘土)に對して明に區別することが出來ると共に砂の化學成分の大體を推察し得て分析の結果を豫測する事が出來且其他の重要な諸性質をも知る事が出來る(砂粒の形狀の結果に對する考察参照)。

(4) IV. に述べた如き方法は任意の砂を選擇し又は或砂の適否を識別するに有力な方法であると考へる。

(5) 鑄鋼用の我國の砂と外國の砂とを上記實驗に於て得たる結果にて比較すると我國の砂は

(i) 粘土分が少ない故に使用に當りて粘土を加へるの手數を要する(第一圖其二参照)。

(ii) θ 小である即粒位の不揃を示してをり又細泥類を比較的多く含むから通氣性は悪くなり勝である(第三圖其三、其四参照)。

(iii) 砂粒の形狀に於て人工による砂 θ が大部分を占め僅に自然砂 θ を含むに反し外國砂は全部天然のものであつて殊に θ に屬するものが多い。この事は粉碎の手數を省き且型の各部の均等なものを造るに與つて力ある。(第四圖及第6表参照)。

終りに臨み本實驗に於ける試料の蒐集に對し非常な御盡力を賜はり且つ種々御指導の勞を吝まれなかつた金子恭輔博士に心から御禮申上げ同時に實驗に關しては終始下村益太郎君の御助力を仰いだ事を附記して厚く感謝する次第である。

鍊鐵の衝擊抗力に就て

(昭和2年11月5日日本鐵鋼協會第三回講演大會に於て講演)

吉川晴十

Impact Tests of Strained Wrought Iron and Cast Steel.

By H. KIKKAWA, Member.

In the proof tests of chain cables and crane chains in several leading countries, it is required that the chain should stand a load which is nearly 72% of the breaking strength.

Wrought iron may, however, become brittle after it was strained by a stress beyond a certain limit and if this embrittling occur by the proof test, the chain will be used in a brittle condition after the test, which must, therefore, be revised.

Izod tests were made on test-pieces taken from three samples of wrought iron, which were strained to various degrees by a tensile testing machine to know the limit and the extent of embrittling by the strain.

The same tests were made on test pieces of a low carbon cast steel, as cast steel is often employed for chain cables recently.

The results of tests were as follows:—

(1) The Izod value of wrought iron is reduced after it was strained by a tensile stress over 60% of the breaking strength.

(2) The degree of embrittling is variable according to the material, some samples become only slightly brittle and the others lose nearly 2/3 of their impact value after they were loaded about 72% of the breaking stress.