

## 鑄物砂の耐久度並に焼附に關する研究

(鑄物砂の研究 第4報)

(日本鐵鋼協會 第10回講演大會講演(2))

松 塚 清 人

## UPON DURABILITY AND BURNING-ON OF MOULDING SANDS.

By K. Matsuzuka.

SYNOPSIS—The most important properties of moulding sands in reference to the refractoriness are the so-called “durability” and “burning on”. In this report, the experiments by casting for the moulding sands of Japan and Manchuria were conducted in the same conditions as in foundry as far as possible, and after it, the used sands and the surfaces of casting were investigated from the points of view of the durability and the burning-on.

Comparing the results with the properties of bonding materials of moulding sands related in the 3rd report, the following conclusions were obtained.

(1) One of the most important properties of moulding sands influencing the durability is the quality and the quantity of bonding materials, e. g. the durability of moulding sands depends chiefly upon the reversibility of the water of kaolin and the irreversibility of the water of ferric hydrogel after heating at 400°C. Therefore, the durability of moulding sands which depends mostly upon the latter for its bonding power is comparatively weak.

(2) The durability of moulding sands depending mostly upon the quality and quantity of bonding material, the water-vaporization-experiments by the thermo-balance by prof. K. Honda are the most suitable methods for the durability test of moulding sands.

(3) For the burning-on, the most influential factor of moulding sands is the mineral composition of sand grades: The feldspar group of lower melting point is undesirable, especially orthoclase is detrimental. The naturally bonded moulding sands of Japan and Manchuria contain comparatively large quantity of the feldspar group.

(4) In order to protect from the burning-on, it is necessary conditions for bonding part that after casting, the bond near at the casted metal fuses in glassy state, incloses sand grains and thus makes the so-called “scale”. In cooling, it parts easily from the surface of casting by the difference of coefficient of expansion.

(5) The same principle holds good in steel casting. If necessary to lower the melting point of the bonding material with the purpose of making the scale, the addition of powdered iron oxide to it is one of the effective methods to protect from the burning-on.

## 目 次

## 緒 言

## 第1章 鑄造實驗

## 第1節 試料及鑄型製作 第2節 鑄造實驗

## 第2章 鑄物砂耐久度に就て

## 第1節 耐久度試験に就て 第2節 耐久度試験

## 第3節 實驗結果 第4節 各種鑄物砂の耐久度に就て

## 第5節 耐久度に及ぼす粘結部分の影響

## 第3章 鑄物砂焼附に就て

## 第1節 實驗並に結果 第2節 結果に對する所見

## 第3節 鋼鑄物の焼附に對する一考察

## 總 括

## 緒 言

究の第4報にして、鑄造時に於ける鑄物砂の性質特に耐久度並に焼附の現象を攻究せるものなり。

鑄造時鑄物砂に要求せらる可き耐火度は所謂焼附の損害を防ぐ爲め高温度に耐ゆる性質と經濟的事情より數回の加熱に耐ゆる所謂耐久度なり。

已に著者は第3報<sup>1)</sup>に於て鑄物砂の高温度時に於ける性質判定の基礎的手段として、高熱により最も影響を蒙る鑄物砂粘結部分の性状を闡明せんことを企て、その方法としてこの部分のみにつき化學分析の外に、本多式熱天秤による水分焼失實驗、本多式膨脹計による膨脹收縮實驗並に熱分析實驗を併せ行ひたり。その結果日本及び滿洲に産する鑄物砂の粘結部分を平戸型、福岡型、神戸型及び川口型の4型に分類せり、而して平戸型及び福岡型はその粘結力を主

としてカオリンに仰ぎ、川口型はカオリンの外にコロイド状水酸化第2鐵に主なる粘結力を求めうべく、神戸型はカオリン及びコロイド状水酸化第2鐵の兩者を適當に共有するものなるを知れり。

依つて本報告に於ては前記各鑄物砂を以て製作せる鑄型の鑄造實驗を行ひ、一方各種の砂の耐久度並に焼附を吟味すると共に他方に於ては鑄造實驗結果と前記粘結部分の實驗結果と比較研究して前記二現象の説明をも試みんと企圖したるものなり。

### 第1章 鑄造實驗

**第1節 試料及び鑄型製作** 鑄物砂の實驗試料としては前報告にて使用せるものと全く同一の砂を用ひたり、即ち平戸砂、福岡砂、福岡海中道砂、神戸砂、淡路砂、漢江砂、川口砂、滿洲三十里堡砂の8種を代表的のものとして選びたり。此等の砂の化學成分、粒狀度並に粘結部分の性質は已に前報告に述べたる所なり、尙ほ鑄造には鞍山銑鐵を使用せり。

前記の鑄物砂を電氣恒温装置により 105°~110°C にて乾燥し冷却後 1,500 gr を試料とせり。各種の砂の最良水分値(第2報<sup>1)</sup>第4章参照)は神戸砂 8%、川口砂 8%、淡路砂 8%、福岡海中道砂 6%、福岡砂 12%、平戸砂 8%、漢江砂 8%、三十里堡砂 4% なり。今これに 1% を加

へたるものを以て各鑄物砂の水分値となし第2報にて述べし方法によりよく混和して一晝夜密閉器中に貯藏せり。

鑄型製作の爲めに第1圖に示す如き装置を製作せり、總て金屬性にして M, N を連結し L を挿入して K なる圓筒(同一形のもの8個を製作す)を嵌らし、鑄物砂を入れ各砂を通じて略一定の搗固めをなし、N, L, M の順序に取り去りて所要の鑄型を製作す。鑄型製作に要せし砂の量は各砂により多少異なるも、福岡砂の 900 瓦を除きては他は略同様にして約 1,000~1,100 gr なり。尙ほ第1回鑄型製作に當りての鑄物砂殘量は第1回鑄造後使用せる砂と混じ第2回鑄型製作に使用せり。以下6回まで同一法を繰り返へせり。

**第2節 鑄造實驗** 鑄造實驗には後章に述ぶるが如き必要より、鑄造に際し複雑なる狀況を各鑄物砂の實驗を通じ出来る丈け一定にする目的を以て、各鑄物砂を以て8箇の鑄型を同一狀況の許に製作し、且つ同時に鑄造實驗を行はんと企てたり。斯くして鑄型製作の相違、鑄造す可き金屬の相違等鑄物砂以外より來る差違を除去せんと努めたり。

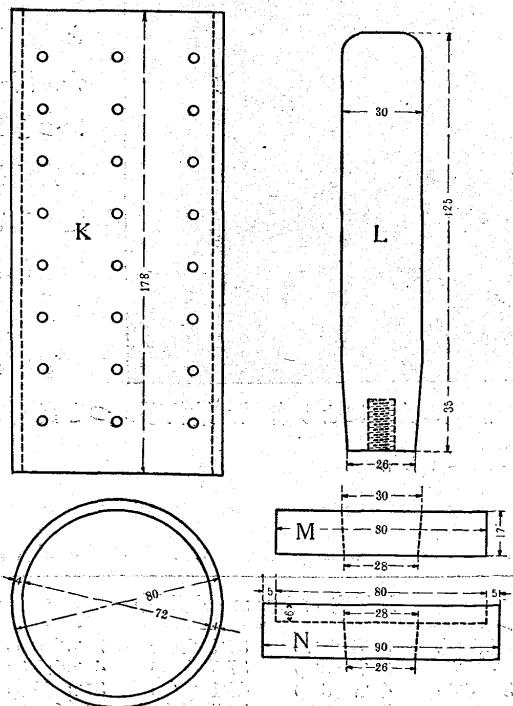
鑄造は本學機械工場備附のキューボラにて前記鞍山銑を熔融し 10 疋の取鍋に入れ放熱の影響を均一にするため圓周上等距離に配列せる8箇の鑄型に鑄造を行へり。尙ほ熔鐵の鑄造溫度は豫め補正せるミリボルトメーター及び白金、白金ロヂウム熱電對により測定し略 1,400°±20°C の溫度にて鑄造を行ひ、且つ鑄造順序の相違による鑄込溫度の差異に基く各鑄物砂に對する加熱影響の不同を除くため6回の鑄造に於て毎回その順位を變更せしめたり。

### 第2章 鑄物砂耐久度に就て

**第1節 耐久度試験に就て** 鑄物工場に於て同一鑄物砂に對する鑄造が繰り返へざるに從ひ鑄物砂はその粘結力を焼失し使用に堪えざるに至る、而して鑄物砂の種類によりその程度並に早さに著しき相違ありて、各鑄物砂に特有の耐久度(Durability)あるは周知の事實なり。然るに現今この問題に關しては從業者多年の經驗によりその概略を判斷するのみにして耐久度試験によりの確なる數値を得て操業に利用する方法なし。

これ鑄物砂の耐久度を支配する因子が極めて多岐多端なる爲めにして、C. M. Nevin<sup>1)</sup>の指摘せる如く工場に於

第 1 圖



<sup>1)</sup> 著者 九州帝國大學工學彙報 第2卷 第5號、第6號

<sup>1)</sup> C. M. Nevin, The life of Molding sands, Transactions, A. F. A., Vol. 33. pp. 763-791.

て鑄物砂の耐久度を支配する因子は鑄物砂粘結部分の性質並に量、鑄物砂の脱水量、氣中の狀況、鑄物砂の熔融點、鑄物の大き、鑄込溫度、通氣度、鑄物砂に加へし水分の量、金屬の性質にして又工場の狀況に應じ種々なる特種の因子を想像し得べし。

アメリカ鑄物業者組合に於ても鑄物砂耐久度試験方法につき種々研究しつゝあるも未だ標準方法として適當なるを發見するに至らず。即ち耐久度試験方法として考案されたるものうち鑄物砂を 600° F にて約 2 時間熱しその前後に於ける強度の減少を比較する H. W. Dietert<sup>1)</sup> 法、又はこの前後の性質を比較するに染料吸着量の減少を以てする R. F. Harrington 法あり。又鑄物砂の一定溫度に於ける脱水量又は復活水分量を以て耐久度を表はさんとする C. M. Nevin<sup>2)</sup> の方法あるも要するに鑄物砂耐久度につき一部の要素を試験するに過ぎずして鑄造實驗により判定するの完全なるに如かず<sup>3)</sup>。

**第 2 節 耐久度試験** 各種鑄物砂の耐久度を決定するに前述の如き理由の許に現場操業と最も近似し各種要素を包含する熔鐵鑄造の方法を採用せり。前章に述べし鑄造實驗は即ちこの目的の爲めにして而も耐久度に及ぼす各種の要素中鑄物砂以外の因子を出来るだけ一定となしたるものに外ならず。

前章の鑄造方法により鑄造を行ひ冷却を待ち型より取出したる鑄鐵は鐵刷毛にて附着せる砂を拂ひ落し次章に述ぶる燒附の試料に供し、使用後の鑄物砂はよく混和し、以下述ぶる如き方法により各水分値、最良水分値に於ける強度、通氣度を求め特に強度の減少率並に殘留強度を以て耐久度測定の尺度と爲せり。

鑄物砂の通氣度、強度の各試験に使用する供試體製作は第 2 報にて述べし方法と全然同一なり。即ち第 2 報第 1 圖に於て錘 6 回の落下により供試體 1 立方糎につき 3 珎糎の仕事と與え直径 2.5 糎、高さ 2.5 糎の供試體を得たり。この場合も圓筒甲型及び乙型の兩者を用ゆることにより強度、通氣度の兩試験に使用する供試體を全く同一狀況にて製作せり。

尙ほ鑄物砂に添加する水分の量により此等物理的性質に著大なる影響あるは已に第 2 報にて述べたる所にして此の場合には 3%、6%、8%、10%、12%、14% 等のうち鑄物砂に應じ適宜 4 箇の水分値を選択せり。

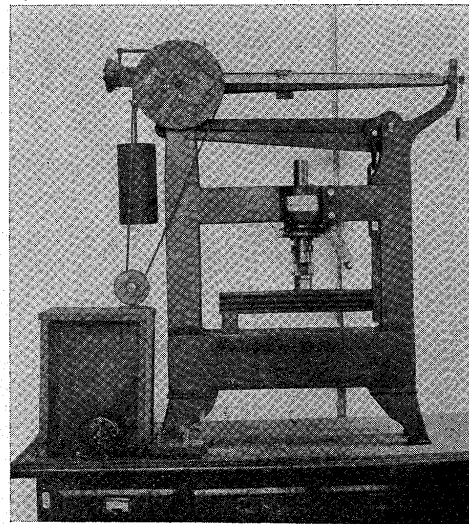
強度試験に於ては特に此の場合には正確なる數値を必要とせるを以て第 2 圖に示す如き装置を使用したり。

即ちレバー式にして且つモーターにより桿上の分銅を一定の速さ (15 糎/分) にて動かす如く製作し一端にスクリウダイアルありて 5 瓦まで測定しうるものなり。

斯くして供試體の破壊せし時の全重量を供試體の端面積 (cm<sup>2</sup>) にて除し鑄物砂の強度となせり。尙ほ同一の試料につき 6 回同一實驗を繰り返へしその平均値を求めたり。

通氣度測定に於ては第 2 報に述べし著者の考案せる装置

第 2 圖



(第 2 報第 2 圖) を使用し、全然同一方法に依れるものとす。この場合は同一試料につき 2 回同一實驗を繰り返へしその平均値を求めたり。

**第 3 節 實**

**驗結果** 前述の方法により各種の鑄物砂につき實驗せる結果を第 1 表に示す。

第 1 表

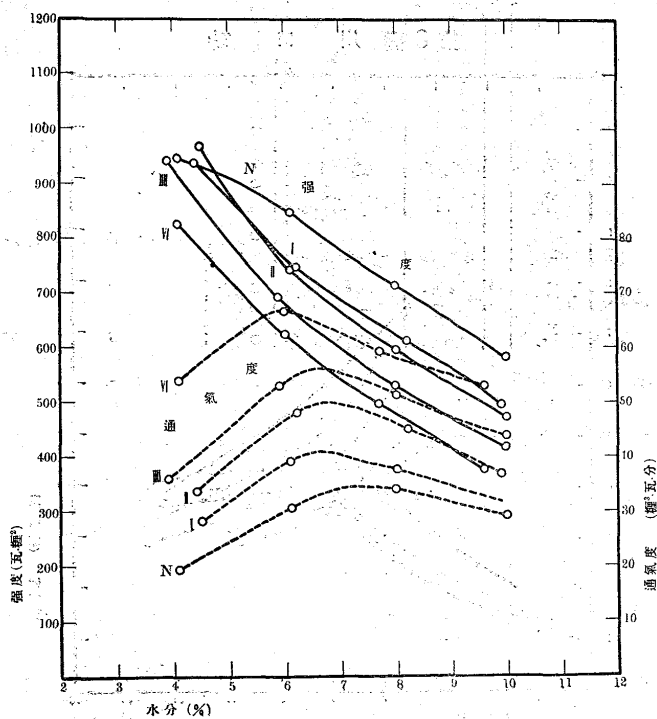
砂名	鑄造回数	強度 gr.cm <sup>2</sup> (水分%)				通氣度 cm <sup>3</sup> .gr.m (水分%)			
		948(4.1)	847(6.1)	716(8.0)	583(10.0)	19.5(4.1)	30.5(6.1)	34.1(8.0)	29.3(10.0)
平戸砂	N	948(4.1)	847(6.1)	716(8.0)	583(10.0)	19.5(4.1)	30.5(6.1)	34.1(8.0)	29.3(10.0)
	I	968(4.5)	743(6.1)	598(8.0)	474(10.0)	23.4(4.5)	59.2(6.1)	37.5(8.0)	40.0(10.0)
	II	939(4.4)	747(6.2)	612(8.2)	497(9.9)	33.8(4.4)	48.2(6.2)	45.1(8.2)	37.2(9.9)
	IV	942(3.9)	693(5.9)	532(8.0)	419(10.0)	36.0(3.9)	53.0(5.9)	51.5(8.0)	44.0(10.0)
砂	VI	825(4.1)	624(6.0)	498(7.7)	379(9.6)	54.0(4.1)	66.8(6.0)	59.3(7.7)	53.0(9.6)

砂名	鑄造回数	強度 $gr.cm^2$ (水分%)				通氣度 $cm^3.gr.m$ (水分%)			
		強度	強度	強度	強度	通氣度	通氣度	通氣度	通氣度
福岡砂	N	1287(4.3)	1541(8.0)	1564(9.8)	1693(13.7)	52(4.3)	53(8.0)	67(9.8)	93(13.7)
	I	1260(6.2)	1543(7.9)	1594(9.9)	1443(13.4)	39(6.2)	46(7.9)	61(9.9)	107(13.4)
	II	154(7.5)	1620(9.1)	1507(11.4)	1352(14.9)	40(7.5)	62(9.1)	82(11.4)	142(14.9)
	IV	1361(8.0)	1419(10.0)	1529(11.7)	1405(13.4)	83(8.0)	109(10.0)	156(11.7)	158(13.4)
	VI	1169(7.8)	1436(9.7)	1444(11.5)	1347(13.5)	138(7.8)	173(9.7)	206(11.5)	265(13.5)
	神戸砂	N	1044(4.0)	1086(6.0)	1049(7.7)	706(11.3)	46(4.0)	53(6.0)	67(7.7)
I		721(6.1)	626(8.1)	568(9.8)	474(11.9)	87(6.1)	102(8.1)	99(9.8)	102(11.9)
II		780(4.3)	699(6.3)	581(8.0)	446(11.7)	80(4.3)	101(6.3)	111(8.0)	102(11.7)
IV		563(4.2)	557(6.1)	439(7.9)	434(9.9)	80(4.2)	106(6.1)	124(7.9)	125(9.9)
VI		537(4.1)	520(6.1)	420(8.0)	378(9.9)	95(4.1)	125(6.1)	141(8.0)	153(9.9)
淡路砂		N	866(4.2)	907(6.0)	844(7.9)	535(11.8)	103(4.2)	136(6.0)	231(7.9)
	I	801(4.2)	844(6.1)	699(7.8)	501(11.4)	96(4.2)	138(6.1)	221(7.8)	265(11.4)
	II	784(3.9)	793(5.9)	673(7.8)	449(11.5)	84(3.9)	157(5.9)	254(7.8)	261(11.5)
	IV	641(3.9)	710(5.9)	647(7.7)	492(9.7)	115(3.9)	185(5.9)	245(7.7)	325(9.7)
	VI	636(6.0)	561(7.9)	446(9.8)	354(11.7)	207(6.0)	320(7.9)	410(9.8)	423(11.7)
	漢江砂	N	690(4.0)	724(5.7)	649(8.1)	488(11.4)	48(4.0)	75(5.7)	119(8.1)
I		574(4.0)	589(6.0)	536(7.7)	451(11.7)	58(4.0)	85(6.0)	131(7.7)	155(11.7)
II		502(3.9)	560(6.0)	511(7.8)	431(11.7)	61(3.9)	100(6.0)	142(7.8)	170(11.7)
IV		420(4.1)	456(6.0)	384(10.0)	393(12.0)	73(4.1)	117(6.0)	196(10.0)	189(12.0)
VI		398(5.8)	406(7.7)	402(9.7)	376(11.5)	136(5.8)	185(7.7)	200(9.7)	223(11.5)
川口砂		N	707(4.0)	783(6.0)	634(7.8)	374(11.5)	133(4.0)	199(6.0)	363(7.8)
	I	701(4.3)	790(6.1)	524(8.0)	329(11.7)	116(4.3)	203(6.1)	353(8.0)	365(11.7)
	II	607(4.1)	651(6.0)	—	289(11.6)	143(4.1)	228(6.0)	—	400(11.6)
	IV	559(4.0)	551(6.0)	373(7.9)	317(10.0)	172(4.0)	290(6.0)	437(7.9)	462(10.0)
	VI	486(4.2)	481(6.1)	360(8.0)	290(9.8)	189(4.2)	311(6.1)	474(8.0)	515(9.8)
	三十里堡砂	N	459(2.9)	516(4.2)	274(5.6)	234(7.7)	399(2.9)	448(4.2)	479(5.6)
I		187(3.2)	157(3.8)	138(5.1)	147(6.0)	581(3.2)	621(3.8)	668(5.1)	613(6.0)
II		204(3.0)	185(4.0)	156(5.9)	148(7.4)	546(3.0)	644(4.0)	693(5.9)	693(7.4)
IV		149(3.1)	151(4.4)	143(6.0)	153(7.6)	644(3.1)	733(4.4)	804(6.0)	763(7.6)
VI		117(3.1)	137(4.0)	136(6.0)	151(7.6)	653(3.1)	770(4.0)	764(6.0)	764(7.6)
海中道砂		N	1696(4.0)	1141(6.2)	591(8.1)	392(9.9)	495(4.0)	607(6.2)	621(8.1)
	I	1161(4.1)	672(6.0)	321(8.0)	254(10.0)	613(4.1)	804(6.0)	834(8.0)	621(10.0)
	II	1124(4.3)	668(6.0)	319(8.1)	233(9.7)	704(4.3)	1001(6.0)	784(8.1)	667(9.7)
	IV	912(4.2)	427(6.1)	255(7.7)	214(9.5)	901(4.2)	1126(6.1)	1001(7.7)	819(9.5)
	VI	630(4.1)	320(5.6)	183(7.9)	187(9.9)	1126(4.1)	1287(5.6)	1201(7.9)	1001(9.9)

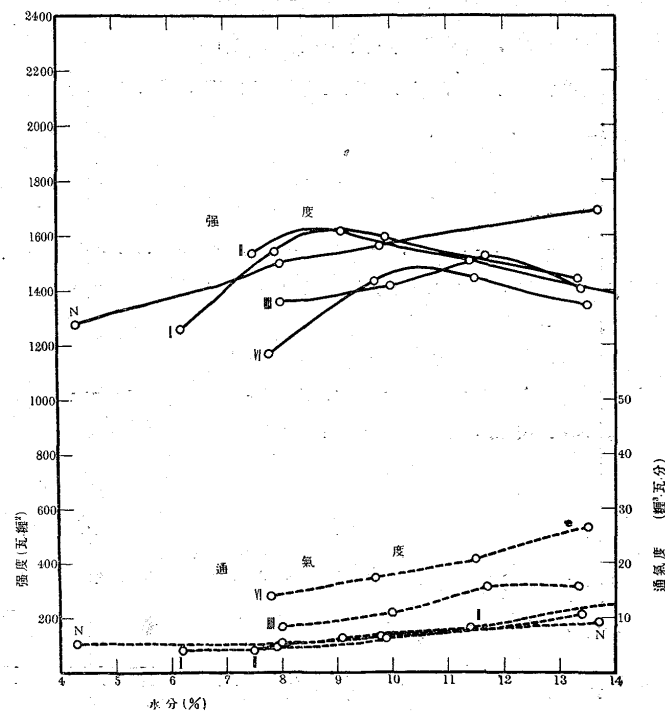
第4節 各種鑄物砂の耐久度に就て 今各種鑄物砂鑄造後の強度、通氣度につき吟味せん爲め前記實驗結果より水分を横軸に強度、通氣度を縦軸にとりて第3圖—第10圖を製す。

第3圖 平戸砂、今 N. を以て鑄造前の強度、通氣度を示し I, II, IV, VI を以てそれぞれ各回鑄造後の強度、通氣度とす。今平戸砂に就てみるに全實驗を通じ水分値大となれば強度の減退著しく通氣度の最大値は水分値比較的

第3圖 平戸砂



第4圖 福岡砂



小なり、故に最良水分値は6%附近にして鑄造による此の値の變位極めて少し。この價を基準とすればVIの残留強度625 gr.cm<sup>2</sup>にしてNの74%に當る、鑄造による強度の減少率少なきを知る可し。通氣度はVIにて53 糎<sup>3</sup>・瓦・分にしてNの77%を増加し通氣率の増加は著し。

第4圖 福岡砂、鑄造と共に稍不規則なる強度變化を示せども一般に強度減少率は著しく少し、VIの残留強度は水分最良値12%に於て1,420 gr.cm<sup>2</sup>にしてNの86.5%に過ぎず。耐久度最も大なる砂と云ふを得べし。通氣度は

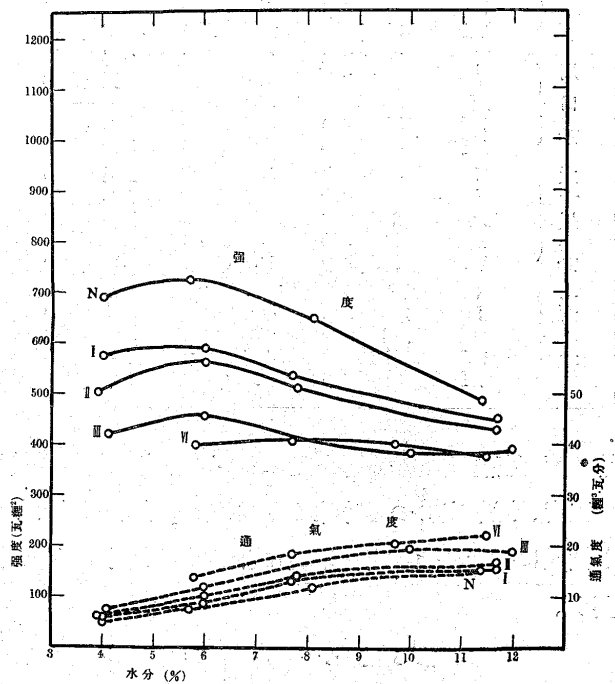
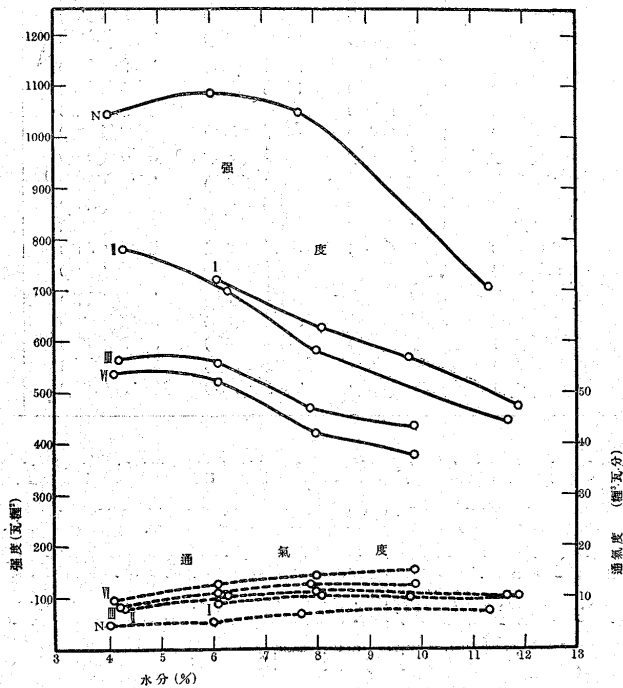
鑄造と共に増加し増加率は極めて大なり。

第5圖 神戸砂、N及Iの間に著しき強度の變化あれどその後は強度減退率比較的少し。通氣度は各水分に對し略同様の價をとる。9%を水分最良値とすればIにて62.7%残留しVIにて42.5%残留す。VIの残留強度は400 grなり。通氣度はVIにて15 cm<sup>3</sup>・gr・m. に過ぎず。

第6圖 淡路砂、鑄造の各回を通じ水分の強度最大値6%、通氣度最大値10%附近にあり。今水分最良値を9%とすればVIの残留強度500瓦にして65.7%に當る。

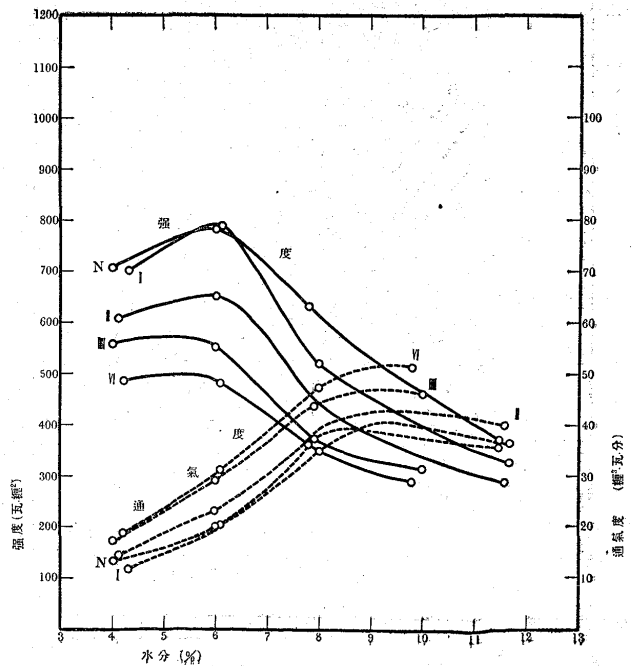
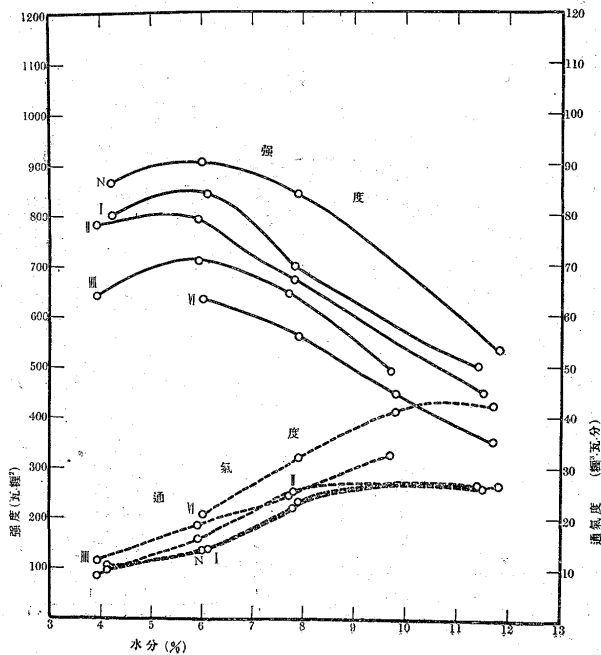
第5圖 神 戸 砂

第7圖 淡 路 砂



第6圖 淡 路 砂

第8圖 川 口 砂



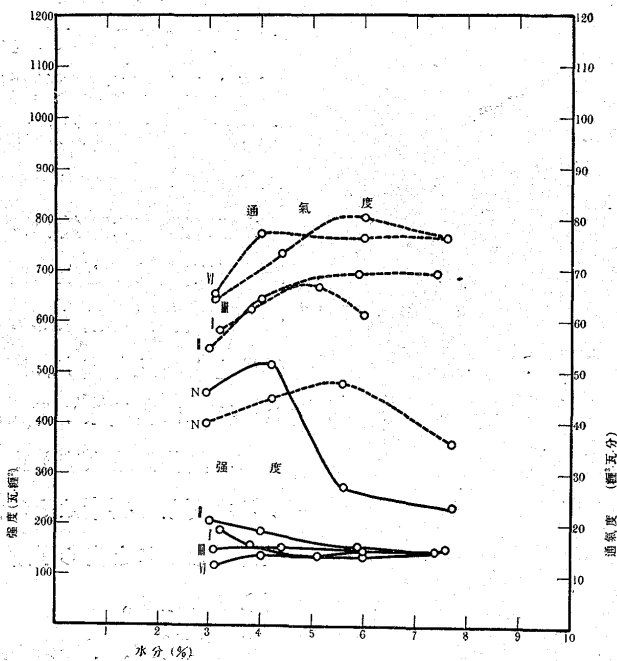
通氣度の増加率は概して少し。

第7圖 漢江砂、淡路砂と殆んど同一結果を示し最良水分値を9%とすればVIは400 gr.cm<sup>2</sup>にして66.6%に相當す。通氣度の増加率も同様少し。

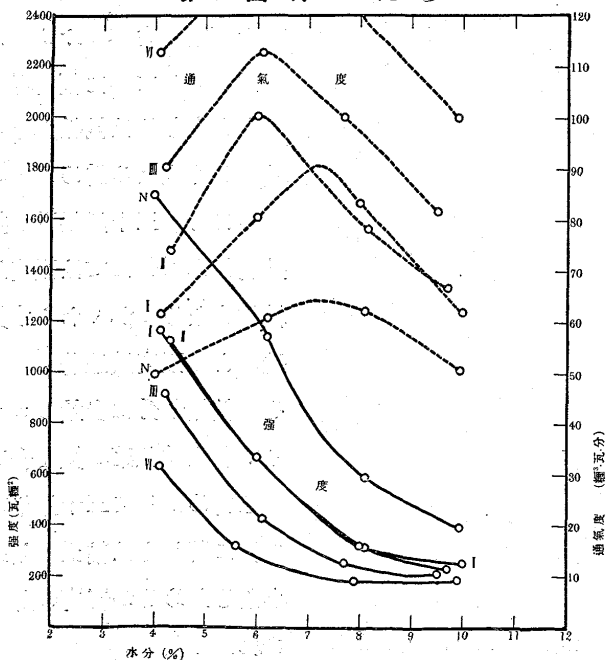
第8圖 川口砂、鑄造の各回を通じ水分の強度最大値6%、通氣度最大値9~10%にあり、今水分最良値を8%とすればVIの残留強度350 瓦・糎<sup>2</sup> (50.6%)となり強度著しく小となる。通氣度はVIにて47 cm<sup>2</sup>.gr.m.にして13.8%を増加するに過ぎず。

第9圖 三十里堡砂、水分の強度最大値はNにて4%

第9圖 三十里堡砂



第10圖 海中道砂

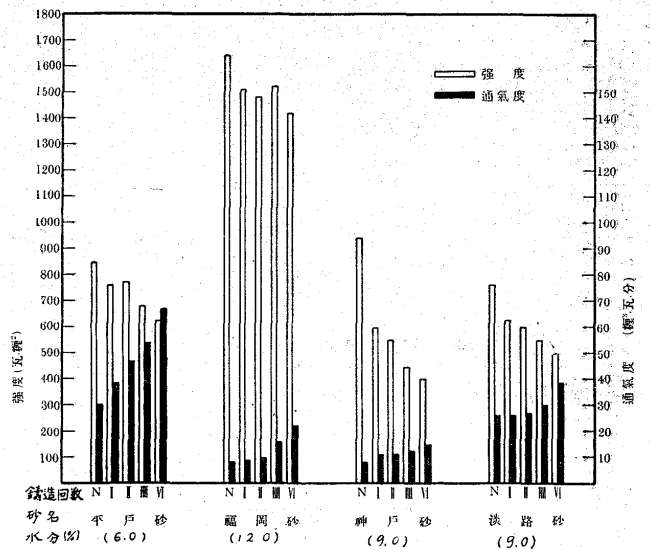


I 以後は強度過小なるため明かならず、通氣度最大値は各鑄造により多少異にすれど略5.5%附近にあり、今水分最良値を4%とすればVIの残留強度140 gr.cm<sup>2</sup>にしてNの27%に過ぎず強度減退の著しく大なるを示す。即ち耐久度極めて小なり。之に反して通氣度の増加率は極めて大なり。

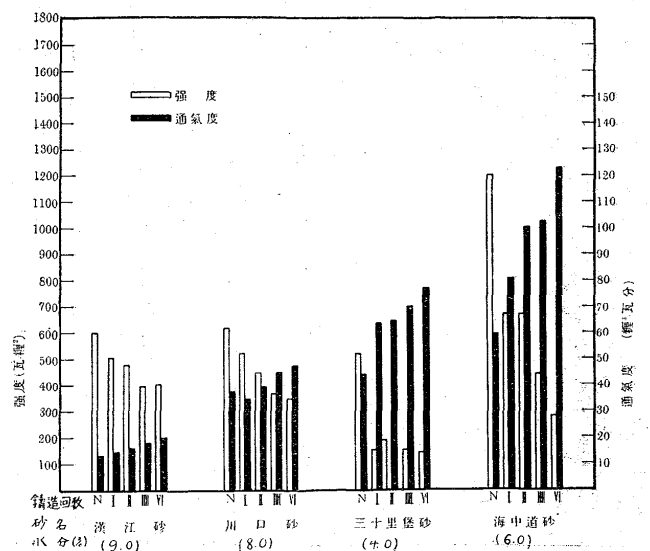
第10圖 海中道砂、強度最大水分値は4%以下にあり、水分増加と共に強度は著しく減退す。通氣度最大の水分値はNにて7% VIにて6%に移動す今5%を以て最良水分値とすればVIにて430 gr.cm<sup>2</sup>にして減退率大にして耐久度大なる砂と云ひ難きも通氣度は極めて大にして目的に應じ鑄物砂として有利に使用しうべし。

第11圖 及 第12圖は以上の結果を一目瞭然たらしむるために製作せるものにして、各砂の最良水分値(鑄造

第11圖



第12圖





後と雖この價にあまり變化なきは注目すべきことなり)に於て毎回の鑄造時に於ける残留強度及び通氣度を圖示したるものなり。即ちこれによれば福岡砂、平戸砂は鑄造による強度の減退比較的小にして川口砂、三十里堡砂は強度の減退大即ち耐久度小にして、神戸砂、淡路砂、漢江砂は略此等の中間にあるをみるべし。

**第5節 耐久度に及ぼす粘結部分の影響** 前節の鑄造實驗結果の検討により日本及び滿洲産鑄物砂の耐久度に著しき差違あり即ち福岡砂、平戸砂最も大、神戸砂、淡路砂、漢江砂少しく小となり、川口砂、三十里堡砂の最も小なる

を知れり。今此等の原因につき検討すべし。

第3報に於て鑄物砂粘結部分の性質をその高温時に於ける性質により平戸型、福岡型、神戸型(神戸、淡路、漢江)、川口型(川口、三十里堡)の4型に分ち、平戸型、福岡型はカオリンを多量に有しその粘結力は主として之に負ふものにして、川口型はカオリンの外コロイド狀水酸化第2鐵に多大なる粘結力を仰ぎ、神戸型は兩者を相當量共有し粘結力は此等兩者に基くものなること已に述べたる所なり。

又前報告熱天秤實驗による水分焼失並に復活水分實驗によりカオリンは 400°C まで加熱するも可逆的にして水酸

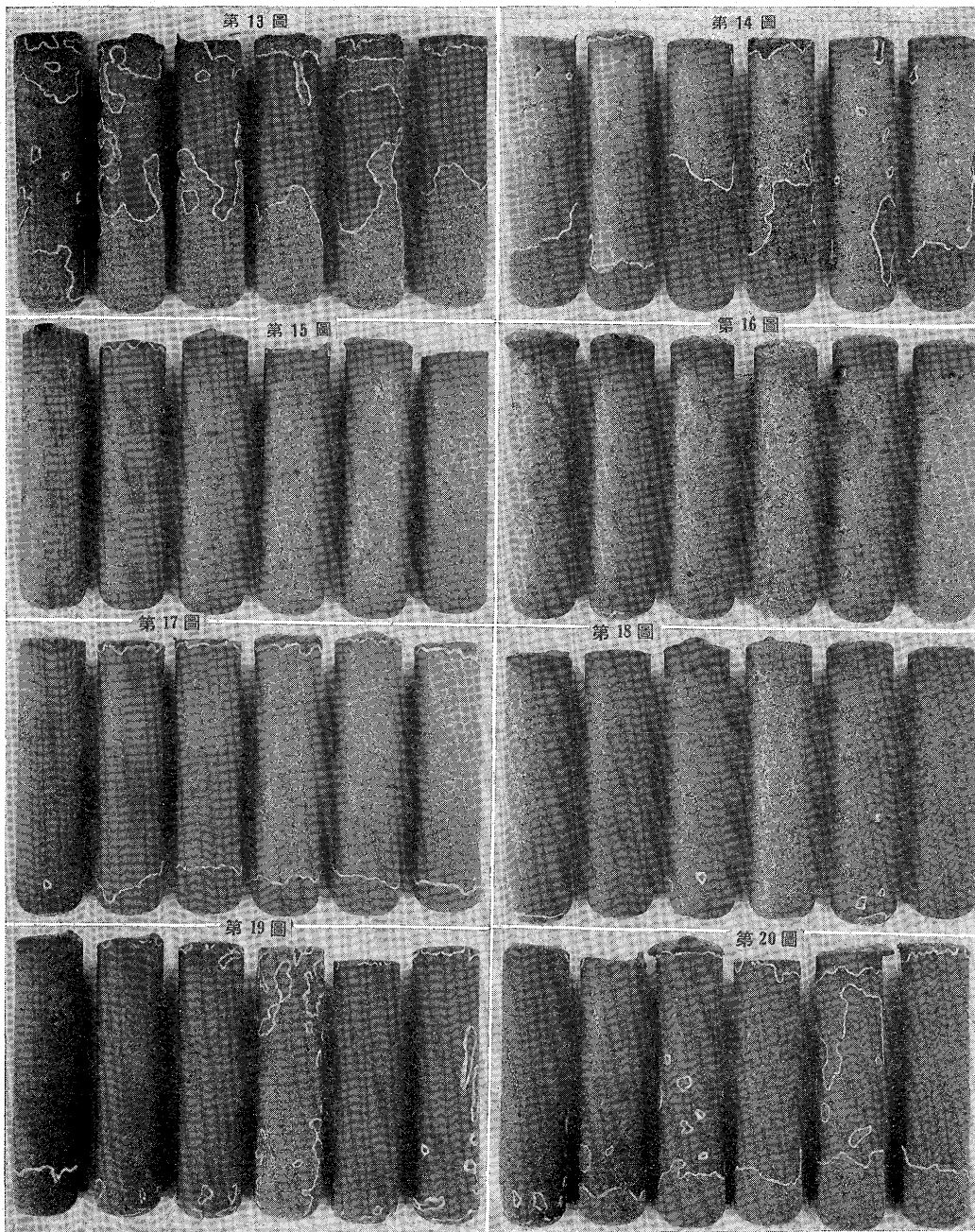
化第2鐵は同一温度にて已に影響をうけその大部分不可逆となり水分吸収量の著しく減ずるを實驗的に確めたり。

前記鑄造による鑄物砂の耐久度實驗結果と上に引用せる各鑄物砂の粘結部分の性質とを對比考察すれば、この兩者に密接なる聯關ありて、鑄物砂耐久度を支配する主要なる要素はその粘結部分なること自ら了解し得らるゝなり。

即ち福岡砂、平戸砂の耐久度大なるはその粘結部分の主要粘結力がカオリンなる爲めにして特に福岡砂の耐久力大なるは粘結部分の量著しく大なる爲めなり。

川口砂、三十里堡砂が鑄造前即ち N にては強度比較的大なるにかゝわらず鑄造による強度減退著しきはその粘結部分に多量のコロイド狀水酸化第2鐵を含有する爲めにして三十里堡砂の特に著しき粘土の量過小なるためその影響の加重されたるなり。

第13圖 (平戸砂) 第14圖 (福岡砂) 第15圖 (神戸砂) 第16圖 (漢江砂)  
第17圖 (淡路砂) 第18圖 (川口砂) 第19圖 (三十里堡砂) 第20圖 (海中道砂)



神戸砂、淡路砂、漢江砂の耐久度が略兩者の中間にあるもその粘結部分の性質が概ね兩者の中位にある點を考察せば自ら首肯さるゝ所なり。

之を要するに前述の如く鑄物砂耐久度を支配する因子を鑄物砂につき求むれば勿論粘土の量を考慮に入る可きも特に粘結部分の性質は之を支配する主要なる因子にして、従つて第3報にて述べし粘結部分の性質判定のための各實驗は鑄物砂耐久度決定上極めて意義あるものにして、特に粘結部分の性質を簡單明瞭に示す本多式熱天秤實驗による水分焼失實驗並に復活水分實驗は實驗室に於ける鑄物砂耐久度試験方法として極めて適切なるものなり。

### 第3章 鑄物砂焼附に就て

**第1節 實驗並に結果** 鑄造に際し鑄物砂が鑄物の鑄肌に熔着し所謂焼附の現象を呈し、之が除去に多大の費用を要し現場操業上極めて重要なは周知の事實なり。

此の焼附の原因を求むるに先づ鑄物砂そのものにつきて云へば鑄物砂の耐火度を擧ぐ可きも、これより直に焼附程度を判定するは困難にして、例へばゼーゲル錐を作りて求めたる耐火度と焼附とは一致せざる結果を示すこと屢々なり。此れ焼附原因が鑄物砂の熔融點以外の各種因子を含むを示すものにして、各鑄物砂の焼附に關する正確なる判定の基準を得んとせば、直接鑄造により得たる結果より判断するを以て最も適當と爲すに如かず。

依つて本報告に於ては第1章鑄造實驗にて述べし方法により、一方鑄物砂耐久度を判定すると同時に他方鑄造により得たる鑄鐵の鑄肌に焼附ける砂の量を一定方法により求め各鑄物砂の焼附に關する性質を考察せんとす。

第1章鑄造實驗より得たる鑄鐵を冷却を待ちて砂型より取り出し鐵刷毛にて鑄肌の砂を手にて出来る限り剝落し、斯くして尙ほ附着せる砂を以て焼附砂となしその表面積の

第2表 燒附量(%) (括弧内の數字は鑄造順位)

鑄造回数	鑄造回数						平均
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	
砂名							
平戸	32(2)	54(7)	54(6)	41(6)	59(3)	54(1)	49
福岡	31(1)	26(8)	61(5)	27(5)	7(4)	37(2)	32
神戸	0(8)	1(1)	0(1)	2(1)	0(3)	0(4)	1
淡路	3(6)	20(3)	23(3)	21(3)	19(6)	21(5)	18
漢江	0(4)	5(5)	1(7)	0(7)	0(2)	0(6)	1
川口	2(5)	1(4)	2(2)	3(2)	2(7)	1(7)	2
三十里堡	20(3)	2(6)	5(8)	20(8)	3(1)	9(8)	10
海中道	18(7)	19(2)	24(4)	36(4)	58(5)	29(3)	41

(尙ほ本實驗にありては各種鑄物砂の焼附に對する比較的の性質を知るを目的としたるを以て、實驗を簡易にするために實驗工場に於て使用さるゝ石炭粉、黒鉛等の添加物は暫く除去し考察せり。)

鑄肌の全面積に對する百分率を求めて焼附量となせり。第13圖—第20圖に示すは鑄造後の試料の寫眞にして各砂を通じ向つて左より右に鑄造の順序に列べたるものなり。圖にみる如く焼附砂の縁に白線を引き透寫紙に透寫しその切斷紙片の重量により面積の百分率を求めたり。その結果を第2表に示す。

**第2節 結果に對する所見** 前述の實驗結果第13圖—第20圖及び第2表につき考察するに6回の實驗を通じ毎回鑄造順位を變更し、従つて同一鑄物砂につきても少しく鑄込温度を異にするは免れざるも、然も焼附の量は鑄物砂の種類により明かに略同一傾向にあるを觀取しうべし。

即ち上記鑄物砂中にて平戸砂、福岡砂、海中道砂の3種は焼附量最も多し、平均値に就きてみれば平戸砂49%、福岡砂32%、海中道砂31%に達す。淡路砂18%、三十里堡砂10%にしてその次に位ひし、川口砂は2%にて著しく小となり、神戸砂1%、漢江砂1%にて殆んど焼附の現象を認めず。

今各種鑄物砂の焼附原因につき考察せんに、上述の焼附試験結果と第3報に於ける各鑄物砂粘結部分の性質とを對比するに、兩者の間には前章耐久度に於けるが如き密接なる關聯は認められず。即ちこの場合には砂粒部分及び粘結部分の2要素が相關聯して焼附現象を支配するものとみるを得べし。

尙ほこの事實を確かむるために各鑄物砂を第3報第1章にて述べし方法により砂粒部分と粘結部分とに分類し、産地を異にする兩部分を混合して鑄物砂と爲し、前述せし方法により鑄造實驗を試み且つ焼附量を求めたるにその結果は下の如し。

番 號	砂粒部分	粘結部分	燒附量(%)
1	平戸砂粒部分+	神戸粘結部分	29
2	神戸 "	平戸 "	8
3	福岡 "	漢江 "	10
4	漢江 "	福岡 "	3

以上の實驗結果を綜合するに鑄物砂焼附を支配する因子は砂粒部分並に粘結部分の性質の兩者にして特に砂粒部分の性質は極めて影響大なるを認め得べし。

各鑄物砂砂粒部分の性質につき考察するに次報鑄物砂鑄物分析の章に述ぶる如く、その主要成分は石英並に長石にして他の隨伴鑄物は極めて少し。然るに石英は耐火度高く普通焼附を生ずること少く長石が研究を要するものたるや明かなり。

而して焼附量最も多き平戸砂、福岡砂、海中道砂の各砂



は次報にて述べる砂粒部分の鑛物分析及び產地附近の地質的成因より考察するも長石特に正長石並に融點低き斜長石類を多く含むを知る。之に反し殆んど焼附の現象を呈せざる神戸砂、漢江砂は次報鑛物分析及び地質的成因より明かなる如く長石を含むも比較的融點高き斜長石類多し(長石類の融點は略正長石 1,200°C、曹長石 1,200°C、灰曹長石 1,370°C、曹灰長石 1,477°C、灰長石 1,550°C なり)。

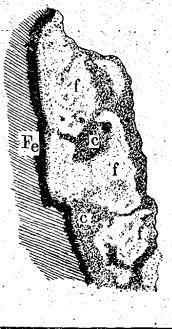
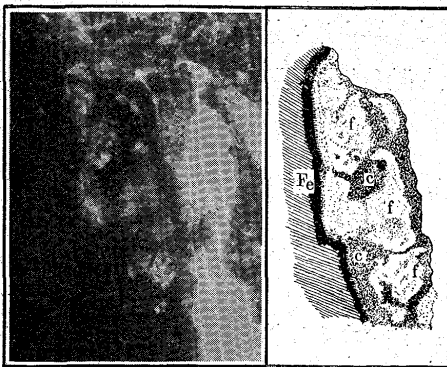
第 21 圖顯微鏡寫眞及び第 22 圖同スケッチは以上の事實を一層明確ならしむる爲めに行ひし實驗結果なり。即ち第 21 圖は平戸砂の焼附を示せるものにして、この實驗を行ふに當つては第 13 圖寫眞に示す平戸砂による焼附試料を焼附砂の附着せるまゝ約 2 耗の厚さの圓板に切斷し、焼附砂が薄片製作中剝奪するを防ぐため石英粒子を混ぜるセメントを以て焼附砂の外側を被覆せり。然も尙ほ焼附砂の大部分は剝落し最も強固に熔着せる部分のみを存せり。換言せば最も焼附き易き部分のみを残存せるなり。

第 21 圖寫眞の左端暗黒の部分は鐵にして之に接して鑛物の附着せるをみる可く白色の部分は薄片製作に當り剝奪せる粒子の跡なり。他はセメント及び之に添加せし石英粒子なり。

尙ほこの焼附ける鑛物につき顯微鏡下にて仔細に點檢するに第 22 圖スケッチにみる如く此等の鑛物はすべて長石特に正長石 (f にて示す) にして已に縁は熔融せる形跡あり。

第 21 圖

第 22 圖



り。C は粘結部分の熔融せるものにして最下部にある長石は之を媒介として鐵に焼附き上部 2 箇の正長石は殆んど中間物を缺如し直接

鑛物に焼附き以て鑛物砂焼附の支柱を形成せるを觀取し得べし。

次に粘結部分につき考察すべし。前記各鑛造實驗結果よりみるに例へば神戸型、川口型の粘結部分は焼附に對し防止的效果を示し、福岡型、平戸型は却つて之を助長する傾向あり。神戸砂、川口砂を以て鑛造せる際生ぜるスケール(鑛造に際し鑛肌に接せる粘結部分が熔結し砂粒部分と共

に皮狀の外觀を呈するものを斯く名づくべし。)を薄片に製作して顯微鏡下に檢するに粘結部分は熔融して硝子となり砂粒部分と強固に結着せるをみる。之に反し平戸砂の場合には粘結部分の熔融少く未だ硝子を作らず砂粒部分との結合の力も弱し、従つてスケールの量も前者に比べて著しく少し。

以上の實驗結果を綜合するに焼附を防ぐ粘結部分の要件は耐火度の高か過ぎざるを必要とし、酸化鐵等により鹽基性の硝子となりて砂粒部分を包み、冷却に際し收縮率の相違により前述のスケールを形成して鑛肌より容易に剝奪されうること必要なるを知るべし。

之を要するに各種鑛物砂の焼附はその原因を鑛物砂の成分に求むれば、砂粒部分がその主要因子にして融點低き長石類が最も有害なる影響を與へ、次に粘結部分は加熱により硝子となりて砂粒部分を包括し冷却に際し鑛肌より容易に離脱するスケールを作ることを肝要なり。

**第 3 節 鋼鑛物の焼附に對する一考察** 鑛造作業上焼附の損害の最も著大なるは高溫度を必要とする鋼鑛物鑛造に際してなり。然るに焼附の原因はこの場合も極めて複雑多岐にして原因を異にせる焼附現象をみるに屢々なり。即ち鑛物砂以外の原因としては鑛込溫度、氣中の瓦斯の狀況、込方の程度、熔鐵の壓力等極めて影響ある因子にして此等の原因が單獨に又は結合して焼附を惹起するものと思考せらる。

茲には前述の主として鑛鐵合金用として使用さるゝ含粘土質天然鑛物砂の焼附實驗より歸納せられたる鑛物砂そのものにつきての要件を根據として鋼鑛物に於ける焼附につき考察を試みんとす。

前節實驗結果より明かなる如く、鑛物砂の成分中先づ重要なるは砂粒部分の鑛物組成にして融點低き長石類を含まざるを第一要件と爲せり。然るに日本及び滿洲産鑛物砂はすべて多量の長石類を含有し(第 5 報に詳述す)外國産鑛鋼用天然鑛物砂と比較して著しく異なる。これ日本及び滿洲に於ては鑛鋼用鑛物砂にはすべて天然珪砂或は珪石を破碎したるものに耐火粘土を加へて所謂鑛鋼用人工鑛物砂を以て需用を充たさざるを得ざるの理なり。

次に鑛物砂の粘結部分は前記結論よりすれば加熱により熔融して硝子となり砂粒部分を被覆熔結し冷却と共に鑛肌に接せる部分に裂目を生じ容易に鑛肌より離脱せしめうるを要す。故に添加する粘土の熔融點には自ら極限ありて必

要以上高き時は却つて焼附を生ずる恐れあるを知るべし。

滿庵鋼鑄造の際焼附現象の僅少なるとは特に注目すべき現象にして以上粘結部分に對する理論の妥當なるを裏書きする一現象なりと云ふべし。即ちこの場合には鑄造と共に鑄型の表面に珪酸滿庵の綠色硝子狀の薄層を生じ冷却に際しこの部分に裂目を生じ容易すくスケールを剝落しうるものと解せらる<sup>1)</sup>。

又最近 A. V. Leun<sup>2)</sup> は熔融溫度 2,840°F, 2,960°F, 3,040°F の 3 種の耐火粘土を用ゐる鋼鑄物の鑄造を實驗せる結果その焼附が却つて熔融溫度と反對の結果を示す即ち熔融溫度の高きものが却つて焼附を生ぜりと報告せるは以上の理論より容易に説明し得らるゝを知るべし。

(尙ほ以上の事實を實驗的に確かむる爲めに第 1 章にて述べし鑄造方法により珪石粒子並にカオリンの混合よりなる鑄物砂を使用し焼附を生ぜし際之に 4% の粉末狀酸化鐵を添加して所期のスケールを作り焼附を防止せり。)

以上の事實を綜合するにこの場合と前記鑄鐵鑄造の場合と同様その鑄物砂粘結部分に就きては勿論鑄造溫度、鑄物の大き等と相聯關して考察すべきも鑄造により鑄型に近接せる部分は熔融して硝子となり前述のスケールを作ること必要にして従つて粘結部分の熔融點を選択するに當つては高くともこの點を限度とすべきものなり。従つて熔融點低下を必要とせる場合鑄物砂又は塗料に適當量の微粉末狀酸化鐵を加ふることは鹽基性硝子を作り焼附を防ぐ極めて有效なる一手段と云ふをうべし。

1) P. G. H. Boswell. A Memoir on British Resources of Refractory Sands. Part I. P. 55.

2) A. V. Leun, Sand Control in the Steel Foundry, Transactions, A. F. A., Vol. 3, No. 6 (1932)

## 總 括

本研究を總括すれば下の如し。

(1) 日本及び滿洲に産する鑄物砂の耐久度並に焼附に關する正確なる資料をうる目的を以て此等の砂を以て製作せる鑄型の鑄造實驗を行ひたり。

(2) 前記鑄造實驗後の各種の砂の耐久度試験結果と第 3 報粘結部分試験結果とを比較研究することにより粘結部分の性質が耐久度を支配する極めて重要な因子たるを示せり。即ち耐久度は 400°C 加熱によるカオリンの水分可逆性、コロイド狀水酸化第 2 鐵の水分不可逆性に重大なる關係ありて、後者に粘結力の大部分を仰ぐ鑄物砂は耐久度小なり。

(3) 鑄物砂の耐久度は主として粘結部分の性質並にその量により略と判斷し得るものにして特に本多式熱天秤による水分焼失實驗は鑄物砂耐久度判定の方法として極めて適切なり。

(4) 鑄物砂焼附實驗の結果は砂粒部分の鑄物成分が最も焼附に影響大なり。而して融點低き長石類殊に正長石は最も有害なり。日本及び滿洲産慣用鑄物砂には一般に多量の長石類を含む。

(5) 焼附より云へば粘結部分は鑄造と共に特に熔鐵に近接せる部分に於ては熔融して硝子となり砂粒部分を包結して所謂スケールを作り冷却と共に膨脹係數の相違により鑄肌より容易に離脱せしめうるを要件とす。従つて粘結部分の耐火度には自ら限度あるを知る。

(6) 鋼鑄物の焼附の場合も同様の理論成立するものにして粘結部分の融點降下の必要の場合例へば粉末狀酸化鐵を添加することは防止法の有效なる一手段なり。

尙ほ實驗に際しては旅順工科大學冶金學教室都筑堅太郎一村重幸兩君の助力を得たり。又地質的事項につきは同地質學教室各位の助言助力を得たり。共に記して感謝の意を表す。