

鑄造用クロマイトサンド

島田健三*

1. はじめに

わが国においてクロマイトサンドが鑄型材料として使用されるようになってほぼ10年を経過した。初期には鑄鋼用鑄物砂として、コスト面からジルコンサンドの代替品としての意向が強かったようであるが、技術的な検討がすすむなかで、次第にジルコンサンドと並んで独自の地位を確保したといえるようである。表1、2は最近4年間のクロム鉱およびジルコンの輸入量であるが、石油ショックによる景気の後退をみるまでは年々増加の一途をたどってきたことがわかる。76年は景気の回復基調をうけて昨年を上回る輸入があるものと推定されている。

表1にみられるように、わが国は世界各地からクロム鉱(=クロマイトサンド)を輸入しているが、鑄物砂としてのクロマイトサンドは一部フ

イリピン産のものが使用されているようであるが、ほとんどは南アフリカ産のものである。国内にもクロム鉱は地質学的には各所に散存しているが¹⁾、現在探掘されているのは、岡山・鳥取県境の中国山脈におけるものがほとんどであって、その探掘量は約2,000 t/月といわれ、耐火煉瓦の原料となっている。写真1は南アフリカ・トランスバール地方のクロマイト鉱山の一部分であって、その広さは鉱区を管理するのに軽飛行機で行っているといわれる程である。

クロマイトは金属原料のほかマグクロ、クロマグ煉瓦

として知られる中性耐火材料の主要な原料として使用されているが、西欧諸国や産地では古くから鑄物砂として用いられていたようである。しかし、わが国では使用の歴史も浅く、当初は不慣れなこと

や、供給されるクロマイトサンドの性状の不安定なことから問題も多かったようであるが、現在では焼着、浸透に対して強い鑄物砂として安定して使用されるようになった。しかし、問題がすべて解消し

表1 クロム鉱輸入量(t)

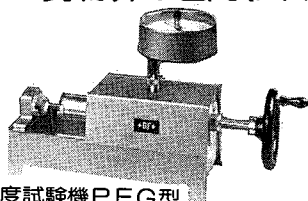
	1969	1972	1973	1974	1975
ソ 連	—	104,159	95,333	122,650	94,757
フィリピン	—	77,550	115,480	127,033	152,907
南アフリカ	—	445,263	631,527	423,738	342,815
インド	—	153,947	221,224	310,888	359,687
イラン	—	24,548	—	63,833	51,511
イラク	—	—	—	—	—
トルコ	—	10,369	45,121	—	97,607
マダガスカル	—	18,855	—	60,320	57,705
ブラジル	—	40,305	35,558	14,900	—
パキスタン	—	—	—	17,983	13,119
キューバ	—	—	1,000	—	—
アルバニア	—	—	7,040	—	—
スーダン	—	—	11,333	10,000	14,942
ニューカレドニア	—	—	—	3,566	1,001
モザンビーク	—	—	—	—	13,649
アメリカ	—	—	—	—	10,633
フィンランド	—	—	—	—	107
合計	733,000	874,996	1,163,616	1,154,911	1,268,875
※(鑄造用)	20,500	40,200	46,300	35,800	27,900

*名古屋工業技術試験所 主任研究官

※ 通関統計による 岡崎産物(株)貿易部調査による。

+GF+ Sand Testing Equipment

鑄物界の名門(スイス)ジョージ・フィッシャー社の最新鑄物砂試験機



万能強度試験機 PFG型
(寸法430mm×613mm×180mm)

〈特長〉

- 小形、軽量で取扱い容易。
- 各種アクセサリーの交換により、拡張性に富んだテストが可能。
- PHD型アクセサリーを使用して、抗圧力max250kg/cm²が可能。
- 測定値の読みは、160mmφのミラー付き超精密圧力ゲージで見やすく高精度です。

輸入元

ジョージ・フィッシャー工作機械株式会社

本社 大阪市北区伊勢町30(伊勢町東洋ビル) ☎06(364)4921(代)
営業所 東京 ☎03(402)7511(代) 名古屋 ☎052(262)3681(代)

発売元 高千穂精機株式会社

本社 東京都新宿区下落合1-1-8日本通訳協会ビル ☎03(367)4421(代)
営業所 大阪 ☎06(361)2727 山形 ☎0236(31)7523 仙台 ☎022(27)1711

たわけではない。とくに鑄鋼において材質の高級化，形状の大型，複雑化あるいは粘結剤の多様化などにつれて新しい問題が発生する。このようなことは鑄造作業上から宿命的なことのように思われるが，われわれは先輩にならって努力しなければならぬと考えている。

2. クロマイト

クロマイトは $FeO \cdot Cr_2O_3$ (chromite) および $MgO \cdot Cr_2O_3$ (Picrochromite) がよく知られている。いずれも図1のようなスピネル(尖晶石， $MgO \cdot Al_2O_3$)型の結晶構造をもつ等軸晶形の鉱物である。

表3は2つのクロマイトの諸性質を示したものである。もちろん，天然に産するクロマイトは表3のような理想状態であるわけではなく，表4²⁾の分析値からも知られるように(Fe, Mg)O・(Cr, Al, Fe)₂O₃の

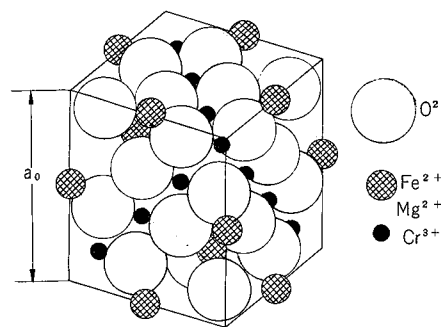


図1 クロマイトの結晶構造模型

のような一般式で示されるスピネル型鉱物のほか，不純物として CaO, MnO, SiO₂ あるいは TiO₂ などを伴って産出するのが通例である。以下では特記する以外はいずれも南アフリカ産クロマイトサンドを用いておこなった実験について述べる。

3. 鑄物用クロマイトサンド

3.1 性状

試料に用いたクロマイトサンドの性状は次のようである。

外 観 黒色 砂粒状
粒 形 押角形
比 重 4.52
耐 火 度 2,000±25℃
結 晶 型 スピネル型単一相

格子定数 a 8.31Å

粒形は写真2あるいは本紙・第234号(昭51.6.20)表紙にみられるように，他の鑄物砂と比べると稜角の割合ははっきりした平滑なへき解面をもつ砂粒である。

粒度は以前には，粗目，中目あるいは細目など数種のもものが市販されていたが，現在は表5のように粒度的にはあまり差のないものだけのものである(他にフラワーがある)。新 JIS 規格では70号，旧規格ではほぼ6号に相当する。フィリピン産のクロマイトサンドの粒度分布は文献値³⁾であるが，南アフリカ産と比較して細粉が多いようである。

3.2 加熱の影響

鑄型は溶湯の温度，流動に対

表2 ジルコン輸入量(t)

	1969	1972	1973	1974	1975
オーストラリア	—	113,463	125,601	111,049	83,404
インド	—	1,797	10,304	2,800	—
マレーシア	—	1,901	2,023	5,192	1,366
合計	71,000	117,161	137,908	119,041	84,772
※(鑄造用)	32,000	21,000	23,200	22,000	13,700

※ 通関統計による 岡崎鉱産物(株)貿易部調査による。

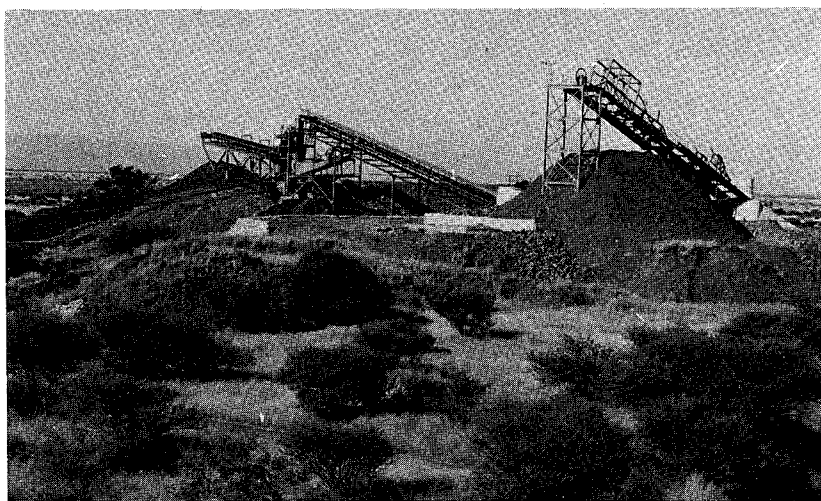


写真1 クロマイトの採掘場 岡崎鉱産物(株)提供

表3 クロマイトの性質

鉱物名	組成	融点(℃)	熱膨張率 (25~850℃)	格子定数 (Å)			
				ASTM	Wyckoff	Verway	Andrews
クロマイト	$FeO \cdot Cr_2O_3$ 32.1 : 67.9	1770	0.740	8,348	8,344	8.39	8,375
ピクロクロマイト	$MgO \cdot Cr_2O_3$ 21.0 : 79.0	2180	0.745	8,333	8,305	8.36	8,368

シェル鑄型用抗折力試験機 S-30B型

レコーダー付高温引張試験機 S-60A型

コートッドサンド融点測定器

卓上型抗圧試験機

衝撃試験機

表面引掻強度試験機

鑄型熱膨張力測定機

鑄造技術普及協会 技術部設計三指導

発売元

高千穂精機株式会社

本 社 東京都新宿区下落合1-1-8日本通訳協会ビル
TEL (03) 367-4421
山形支店 TEL (0236) 31-7523
仙台営業所 TEL (0222) 27-1711
大阪営業所 TEL (06) 361-2727

する耐性ばかりでなく、焼着、浸透に対しても耐性が求められる。クロマイトサンドが、これまで鑄鋼用鑄型材料として使用されていた高純度けい砂、オリビンサンドあるいはジルコンサンドのなかに

進出してきたのは上記の諸点に高い耐性を示すからである。すなわち、強固な鑄型となる性質が認められたからである。表6に各種鑄物砂の融点を示したが、鑄物砂

としては単に融点が高いだけでなく、物理的、化学的に安定でなければならない。安定の要素の一つに熱膨張性がある。図2は鑄物砂の熱

膨張曲線であって、クロマイトはジルコンに次いで低膨張であり、けい砂と比較して低温部で1/2, 高温部では1/4である。このことは、鑄型中で型

表5 粒度分布 (%)

Mesh	南アフリカ産			フィリピン産	
	A	B	C	A※	B※※
20	—	—	0.1	—	—
28	—	1.3	3.7	—	0.5
35	4.2	7.0	23.5	—	16.3
48	26.8	20.4	21.6	30.8	19.5
70	27.9	32.1	22.7	16.2	24.5
100	18.8	21.7	14.8	—	21.5
150	13.8	11.9	8.7	16.0	13.2
200	6.3	4.2	3.6	5.6	3.05
270	1.8	1.1	0.5	31.4	1.25
PAN	0.4	0.3	0.1		
FN	116.7	109.9	91.2	—	—

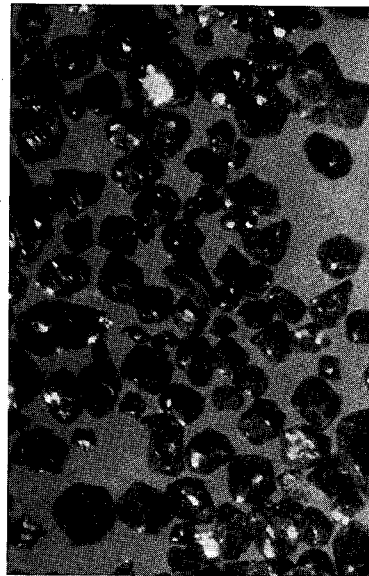


写真2 クロマイトサンドの粒形 (×40)

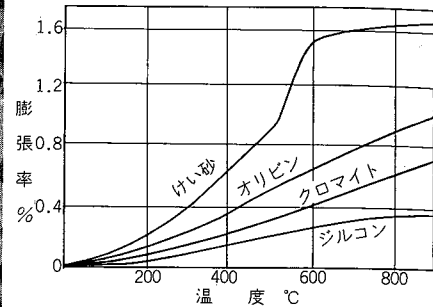


図2 鑄物砂の熱膨張

表6 鑄物砂の融点

鑄物砂	組成	融点(°C)
けい砂	SiO ₂	1700~1750
オリビン	2(Mg·Fe)·SiO ₂	1700~1800
ジルコン	ZrO ₂ ·SiO ₂	2200~2300
クロマイト	(FeMg)O·(Cr,Al,Fe) ₂ O ₃	1970~2030

※ 提：クロムサンド試験結果、耐火物 22 (1970) p. 39
 ※※ JACT 小林氏提供

表4 クロマイト鉱の化学成分

	トランスパール	インド	ローデシア	ギリシャ	トルコ	キューバ	ソ連	フィリピン	※ フィリピン	※※ フィリピン	※※※ 南アフリカ	※※※※ 南アフリカ
SiO ₂	1.04	1.27	3.58	3.75	3.96	4.35	3.29	3.74	3.61	2.9	1.02~1.32	1.6
TiO ₂	0.74	0.37	0.10	0.26	0.33	0.30	0.33	n.d.	—	—	0.23	0.61
Al ₂ O ₃	16.20	12.74	13.86	22.80	16.40	26.80	7.62	30.54	28.67	25.1	15.46	14.71
FeO	20.90	7.17	11.26	14.01	8.31	8.57	4.24	13.67	—	—	25.60	25.1
Fe ₂ O ₃	5.00	15.92	3.46	0.06	4.17	8.47	12.40	n.d.	—	15.6	—	—
CaO	0.46	0.57	1.01	1.45	0.18	0.47	0.95	0.36	0.44	0.70	0.03	0.13
MgO	9.44	13.51	14.87	17.58	20.16	18.11	12.70	18.13	16.91	18.0	10.63	10.1
MnO	0.21	0.18	0.13	0.18	0.06	0.06	0.17	0.41	—	—	—	0.26
Cr ₂ O ₃	45.60	45.33	47.61	37.41	45.16	30.33	56.48	33.10	35.16	34.8	45.45~46.30	45.3
CO ₂	0.10	0.22	1.58	0.50	0.18	0.22	0.58	n.d.	—	—	—	—
H ₂ O	0.31	2.67	2.55	1.46	1.09	2.32	1.44	n.d.	lg. Loss 0.22	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	—
V ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.37
Fe	—	—	—	—	—	—	—	—	11.62	—	—	—

※ マシンロック鉱山 JACT 小林氏提供 ※※ (株)日本製鋼所室蘭製作所 ※※※ 金星興業(株) ※※※※ 岡崎鉱産物(株) 資料による。
 他は吉木：耐火物工学 技報堂 昭和38年 p. 398

国産最高の砂!! 水洗いした人造珪砂!!

三河珪砂

製造販売元  **三河珪石株式会社**

TEL (0564) 51-1507(代表)

材の移動が少なく、高耐火性であることとあいまって諸種の鑄造欠陥の防止に利点があることを意味する。

3.3 雰囲気の影響

雰囲気はクロマイトサンドのように影響するかを知るために、酸素、空気、窒素および精製アルゴン中に加熱した。

実験方法は、試料約10gを白金ボートにとり、電気炉で所定雰囲気を保持しながら300℃/hに昇温し、1,300℃で2時間加熱したのち、所定雰囲気のまま炉冷した。酸素および窒素は市販のボンベガスであり、アルゴンは不純物を0.1ppm以下に精製して使用した。このような処理により試料に重量増加が認められた。その結果は表7のようであって、酸素分圧が高いほど

表7 加熱雰囲気による重量変化におよぼす影響

加熱雰囲気	重量増加率 (%)
酸素	1.95
空気	1.82
窒素	0.09
精製アルゴン	0.004

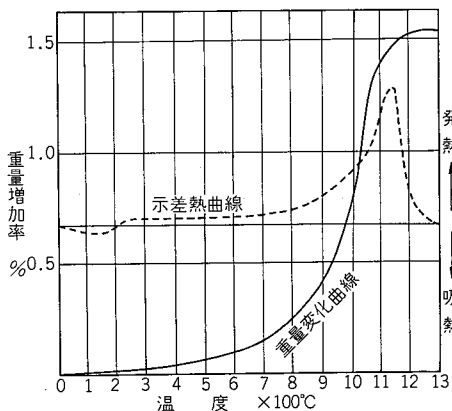


図3 クロマイトサンドの加熱重量変化と示差熱分析

重量増加も大きくあらわれることがわかる。このことは試料中で酸化反応がおこなわれていることを示唆するものである。この過程を知るために、空气中で熱天秤、示差熱分析によって検討した。得られた結果は図3のようであって、クロマイトサンドは酸化雰囲気中で熱処理されると、200℃より重量の増加がはじまり、800℃より著しく、1,200~1,300℃において最大値を示すようになる。同時に行った示差熱分析もよい一致を示している。鈴木⁴⁾らはさらに1,500℃までの重量変化を測定し、1,300℃以上では重量は減少することを明らかにしている。

各種雰囲気に熱処理されたクロマイトサンドのX線回析の結果を図4に示す。素原料はスピネル単一相であるが、酸化雰囲気に処理された試料ではスピネル相とともに新しい相が認められる。窒素あるいはアルゴン雰囲気のそれは素原料と同様にスピネル単一相である。

さらに試料を研磨して顕微鏡によって観察した状態が写真3である。酸素および空气中に処理した試料では素原料やアルゴン中に処理した試料にはみられない格子状の析出相が粒内に多量にみられる。窒素中に処理した試料では少量の析出相がみとめられる

が、これは窒素ボンベ中の不純物酸素の影響と考えられ、X線回析の際には検出できなかったのは、生成量が少ないためであると考えている。アルゴン雰囲気

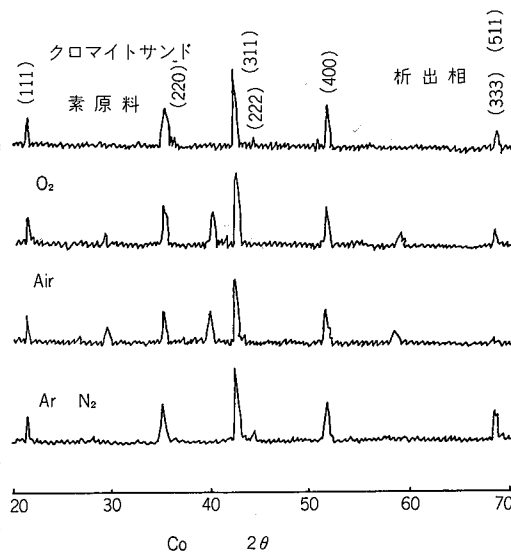
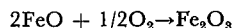


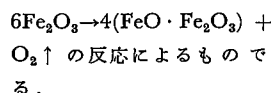
図4 各種雰囲気で加熱したクロマイトサンドのX線回析

ではX線回析の場合と同様に新しい相の生成は認められず、素原料と同様の状態である。析出相に注目してX線マイクロアナライザによって線分析すると、析出相は素地部より、Fe、Cr濃度が高く、Mg、Al濃度は低く、Siは変化がないことが確認された。Siはクロマイトサンド中では不純物として脈石からの混入と考えられるので、粒内で濃度変化のないことは当然のことと考えてよい。これらの結果から析出相は、 $FeO \cdot Cr_2O_3 + O_2 \rightarrow (Fe, Cr)_2O_3$ 、 $(Fe, Mg)O \cdot (Cr, Al, Fe)_2O_3 + O_2 \rightarrow (Fe, Cr)_2O_3 + MgO(Cr, Al)_2O_3$ 、 $(FeMg)O \cdot (Cr, Al, Fe)_2O_3 + O_2 \rightarrow (Fe, Cr)_2O_3 + MgO \cdot Al_2O_3$ のような酸化反応によって生成する $(Fe, Cr)_2O_3$ であることがわかった。X線回析のデ

ータも文献値⁵⁾とよく一致する。析出相の生成にともなう重量変化は



による増加であり、前川ら⁶⁾の高温での減少は



3.4 CO₂型の硬化収縮

CO₂型は糜砂からの高アルカリ分の溶出による公害が社会的に問題となり、業界でもいろいろ対策が講じられているが、簡便であるため、なおすがたい造型法である。けい砂CO₂型では硬化のさい収縮する⁶⁾ことから造型が容易であるといわれている。しかし、現場ではクロマイトサンドCO₂型はけい砂CO₂型に比べて造型、とくに抜型が困難であるといわれる。筆者はこの点に注目し、クロマイトサンドCO₂型の硬化収縮について検討した。

実験方法はクロマイトサンド

鑄鉄強靱化用添加剤

ストロゲン

Jmc 日本重化学工業株式会社

本社 〒103 東京都中央区日本橋小網町 8 番 4 号
☎ (03) 667-1331(大代表)

〈効果〉

1. パーライト組織の強化と安定化による耐摩耗性の向上
2. 引張強さの向上による強靱化
3. 質量効果の改善と硬度の向上
4. 焼入性の向上
5. 溶解方式の合理化
6. 不良発生率の低減
7. 鑄物製品の信頼性向上

営業所 大阪(06)443-0321 4 名古屋(052)563-0638
八幡(093)871-0525 高岡(0766)21-0601
君津(04395)2-0928 室蘭(0143)44-8281
大分(0975)58-6478

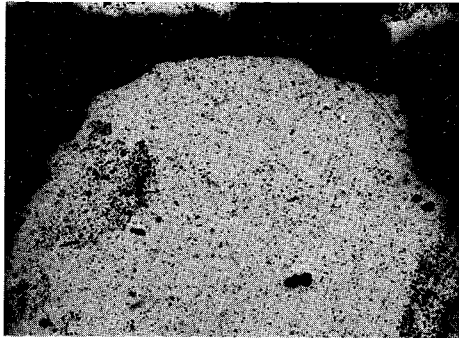
にモル比 2.3, Bé 50 の水ガラスを 2%, 5% 添加し, シンプソンミルにて 3 分間混練し $\phi 30 \times 50 \text{mm}$ の試験片を成形して供試体とした。供試体は一端を封じたガラス管に挿入し, CO_2 ガスを送って自由膨張量を測定した。図 5 にその結果を示した。図にみられる

ようにクロマイト CO_2 型の硬化収縮率は添加水ガラス 2% の場合 0.02%, 5% の場合 0.01% である。このように硬化収縮の少ないことが造型作業, とくに抜型のさい, けい砂 CO_2 型に比較して慎重さを必要

とする原因となるように考えられる。

なお, CO_2 型の硬化収縮は水ガラス中の遊離水分の脱水によるものと考えられている

が, 本実験では水ガラスの添加率の少ない試料では収縮率が大きくなり, これまでの定説に反する結果となったが, この原因については明らかにすることができなかった。



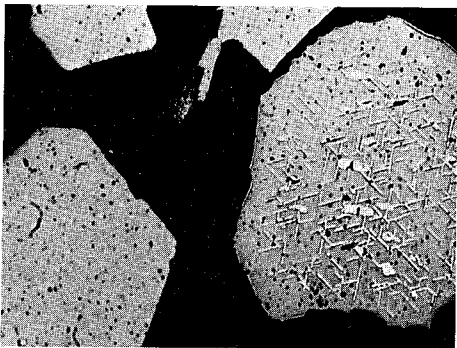
(a) 素原料



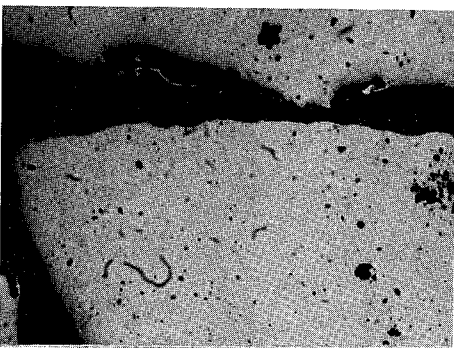
(b) O₂



(c) air



(d) N₂



(e) Ar

写真 3 各種雰囲気中 1300°C 2 h. 加熱されたクロマイトサンドの顕微鏡写真 (×200×3/4) 析出相 (b), (c), (d) の白色格子状にみられるもの。

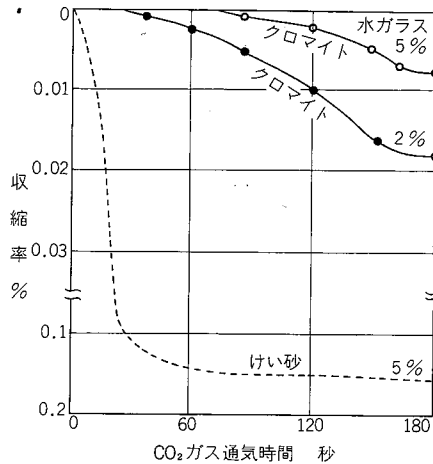


図 5 CO_2 型の硬化収縮

4. クロマイト鑄型の耐焼着浸透性

4.1 加圧熱間変形

鑄物が所要の寸法精度に鑄造されるためには, 鑄型は溶湯の凝固まで移動しないことが要求される。しかし, 溶湯による加熱, 流動あるいは加圧によって膨張・収縮の変化が生じることはいぬめない。図 6 はクロマイト-ベントナイト系について熱間加圧下の変形を測定した結果を示したものである。試料はクロマイトサンドにベントナイト 6%, 水 2% を添加し, シンプソンミルにて 15 分間混練したものを $\phi 25 \times 25 \text{mm}$ に 10kg/cm^2 で加圧成形して供試体とした。供試体は空气中, 電気炉で 800, 1,000, 1,300°C に加熱し, 所定温度に達したならば直ちに電源を断って炉冷した。この焼結体に, 溶湯高さ約 1 m を想定し 0.7kg/cm^2 の荷重を与えながら, 高さ方向の熱間変形量を測定した。図にみられるように低温部ではわずかに膨張がみられるが, 800°C から収縮が始まり, 焼結温度の低い供試体ほど収縮が大きくあらわれる。測定後の供試体は胴ふくれなどの変形は認められない。以上のことから試料の熱間加圧下の変形は添加ベントナイトの熱履歴によるものと考えられる。またクロマイトサンドの焼結

美しい鑄肌、すばらしい崩壊性

鑄鋼用ルイアルミナサンド

アルミナ (Al_2O_3) 含有量: 80%品、70%品、60%品、55%品、50%品、45%品各種

エース産商株式会社

東京都港区西新橋2丁目15番17号岡本ビル
〒105 TEL 03(501) 8981(代)

機構として一部が溶融して液相が生成することによって焼結が進行するという説もあるが、実験結果はこの説に否定的である。なぜならば供試体は再加熱されるので、初焼結において液相が生じているならば、高温に焼結された試料は、低温焼結の試料より液相になった量が多いはずであるため、変形率は高くならなければならない。しかし、測定の結果は逆である。すなわち、クロマイトサンドの焼結は固体反応によって進行すると考えられる。小林⁷⁾からコールドセット鑄型を用いて、熱間強度、残留強度について検討し同様の結果を示している。

4.2 引張り強さ

鑄型は溶湯との物理的、化学的な反応において、安定で強い鑄型壁をつくることを必要としている。このため型砂に微粉を添加して充てん密度をあげたり、塗型を施して目的を達する方法がある。また、鑄型壁が焼結して強度が高くなれば、溶湯の流動や圧力に対して抵抗性が増加し、欠陥

の発生を抑えることが可能となる。鑄型強度を知るためには一般に圧縮強度が測定されているが、溶湯の浸透に対しては、引張り強さを測ることが適切であると考えられる。このため、クロマイトサンド、ジルコンサンド、オリビンサンドおよびけい砂鑄型の引張り強さを測定し比較検討した。試料はダイカル法にて形成し、1,000, 1,100, 1,200および1,300°Cに各30分間保持したのち炉冷し、供試体とした測定の結果は図7のようであった。けい砂は全く引張り強さを示さず、オリビンサンドは1,300°Cに処理した供試体のみ測定可能であった。ジルコンサンドは1,000°C、1,100°Cではクロマイトより低い強さであるが、1,200~1,300°Cに処理したものはクロマイトより高い強さが認められた。クロマイトサンドでは1,000°Cに処理したのから高い引張り強さを示すが、1,300°Cに処理しても強度の向上はゆるやかであった。同種の基材で粒度が細かいものが引張り強さが高くなるのは粒子間の接触面

積が大きくなることによるものである。これらのことからクロマイトサンドは低温で加熱時間が短い

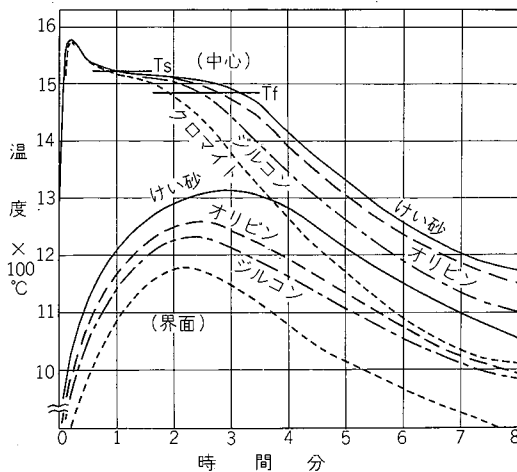


図8 各種鑄物砂による冷却曲線 (S C 49)

他の鑄物砂と比較すると引張り強さの差はさらに大きくなるものと推定される。すなわち、クロマイト鑄型は低温で焼結し他の砂型より初期強度が高くなり、溶湯の焼着浸透に対して強い耐性を示すと考えられる。一方、ジルコン鑄型は高温に処理されておれば、浸透に対してクロマイト鑄型よりも抵抗性を示すであろうが、常法の場合ではクロマイト鑄型よりも溶湯は浸透しやすいことが考えられる。なお芦川⁸⁾はクロマイトサン

ドは焼結性が高いこととともに充てん性のよいことが耐浸透性を高くする一因であるとしている。

4.3 冷却能

クロマイト鑄型の焼着・浸透に対する耐性はこれまで述べてきたほかに熱の伝導性がよく、冷却能が高いことがあげられる。二宮⁹⁾から各種砂鑄型にSC49材を鑄造して比較検討し、図8の結果を得ている。クロマイト鑄型は他の材料鑄型に比べ最も冷却速度が大きいことがわかる。すなわ

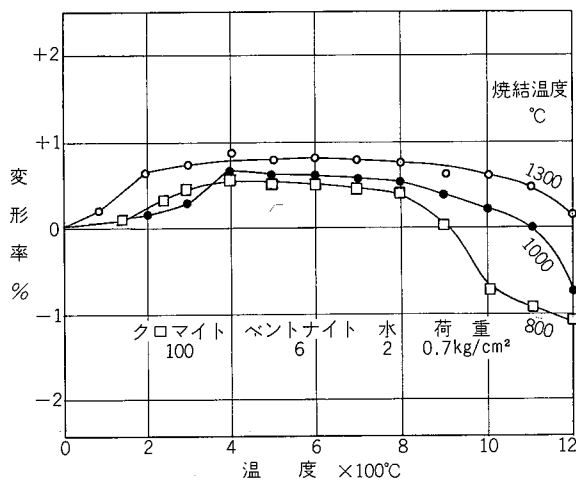


図6 クロマイトサンドの加圧熱間変形率

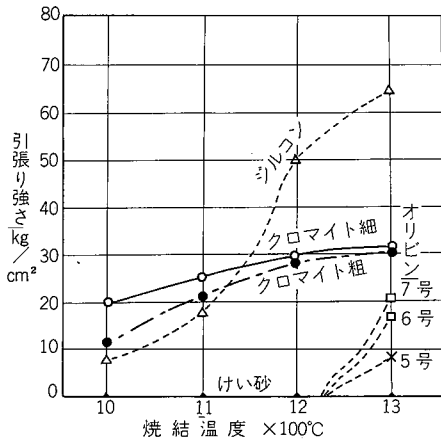


図7 各種鑄物砂の焼結温度と引張り強さの関係

ち溶湯の凝固が早く、鑄型への浸透を抑え、また押湯を少なくすることが可能となる。また冷却能の大きい性質は他の鑄物砂と組合せて、鑄型の特定部分にクロマイトサンドの量を制御することによってチラーの働きを期待することができる。

4.4 不純物の影響

クロマイト鑄型が多用されるにしたがい年々増加してきた原砂のなかには品質の変動があ

造型のスピードアップ!

巧リコート40

- インベストメント法
- シヨウプロセス
- ユニキヤスト法
- シー・エムプロセス

●関連材料についてもお問合せ下さい。



日本コルコート化学株式会社

〒143 東京都大田区大森西3丁目28番1号 ☎03(762)8526代

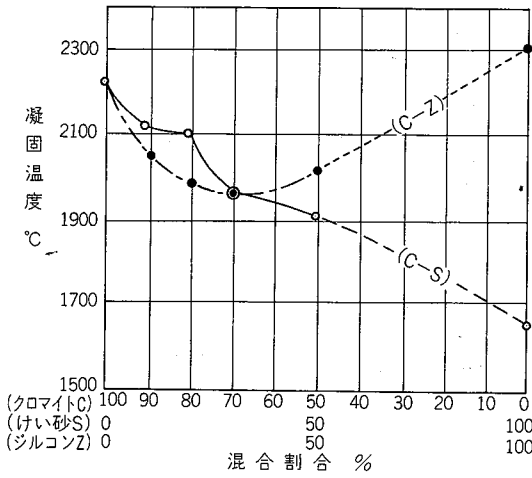


図9 クロマイト-けい砂, クロマイト-ジルコン系の凝固温度

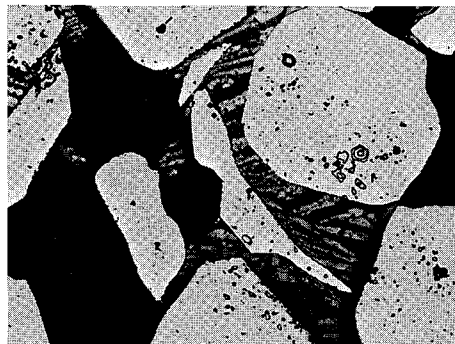
ったり、あるいは生産現場での砂管理の不徹底、くりかえし使用による不純物の混入などによって所期の目的が達せられなくなるおそれがある。ここではクロマイトサンドにほぼ同一粒度のけい砂およびジルコンサンドが混入した場合について検討した。けい砂が混入すると見掛け密度は低下し、通気度は大きくなる。これはけい砂の粒形の影響であって、クロマイトサンド単味の場合の良好な充てん性が阻害されるためである。ジルコンサンドの混入は、見掛け密度、通気度に対しては影響は少ない。これらの不純物の混入によって大きく影響されるのは耐熱性である。名古屋工業技術試験所に設置されている太陽炉によって試料の凝固点を測定した結果を図9に示す。けい砂、ジルコンサンドがクロマイトサンド中に混入すると凝固点を著しく低下させることがわかる。抗折力においてもこれらの砂が10%混入すると1/2に低下する。隣接したクロマイトサン

ド相互間では固体反応により強く焼結するが、不純物の混入によりクロマイトサンドの連続性が失われるため焼結

が困難になるためである。これらのことから、クロマイトサンド中にけい砂、ジルコンサンドなど不純物が混在すると、充てん性は阻害され耐火度・抗折力が低下して焼結性の小さい弱い鑄型となり、焼着や浸透が発生し、クロマイト鑄型の特質が失われることになる。砂管理には充分な注意が必要である。

5. 鑄造後のクロマイト鑄型

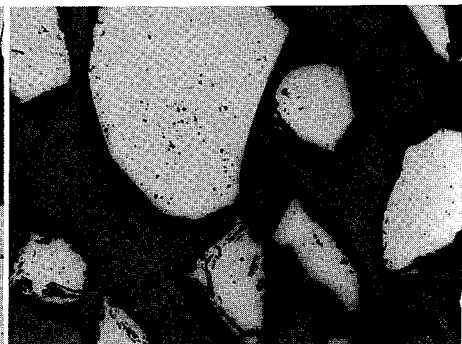
これまで実験室的手法によ



N プロセス型



CO₂ 型



フラン型

写真4 鑄鋼溶湯によって加熱されたクロマイトサンド ×100

てクロマイトサンドについて検討した。しかし、実用の鑄型では造型方法、溶湯温度、雰囲気などの違いによってクロマイトサンドのうける影響は実験室的手法による場合と異なることが考えられる。生産現場から提供された鑄造後のクロマイト鑄型はいずれもケーキ状によく焼結しており、鑄型壁面はとくにち密である。同じ履歴のジルコン鑄型と比べて金属の浸透も少ない。写真4は、550~60°Cの溶湯によって加熱されたCO₂型、Nプロセスおよびフラン自硬性鑄型のクロマイトサンドの研磨面を示したものである。いずれも酸化雰囲気処

理された場合にみられる格子状析出相は認められない。写真5は、写真4に示したNプロセス鑄型の一部を空气中で再加熱した状態を示すものであって、試料は所定温度に達した後、直ちに電気炉より取出し空冷している。再加熱の試料を研磨・

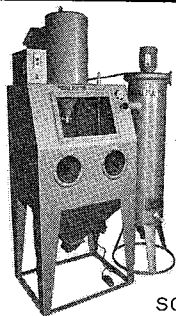
検鏡した結果、写真5にみられるように1000°Cでは析出相は認められないが、1100°C以上では析出相が認められるようになる。これから鑄造時の鑄型内は酸素分圧がきわめて低いことがわかる。またCO₂型、Nプロセス鑄型では粒間に針状晶が多数認められる。これは粘結剤とクロマイト中のMgOが反応しフォルステライト(2MgO·SiO₂)が生成したものと考えられる。この針状晶の生成もクロマイト鑄型の強度、耐浸透性の向上に寄与しているとする説⁹⁾もある。圧縮強さは、フラン系鑄型は無機粘結剤鑄型に比べて低く、同じ配合の鑄型では、十分に空気の供給される炉内に焼結した鑄型が溶湯によって加

年間約500台の生産台数と貴重な経験、技術が性能を保証します。

抜群の高性能!! ニューマスタ 金型研掃 製品の砂落とし。

特長

1. 全く新しい考え方にに基づき設計され、全くほこりが出ない無公害装置であります。
2. 研掃材は自動循環し、しかも遠心分離されるので常に清浄でノズルに供給されます。
3. 安価でコンパクト、保守容易、自動化設計製作。
4. 金型に損傷を与えることなく、短時間でなめらかな金属肌がえられます。



SGK 標準型



代理店 株式会社
ソフコ

東京都世田谷区代沢4-33-12 ☎(03)424-3311 155

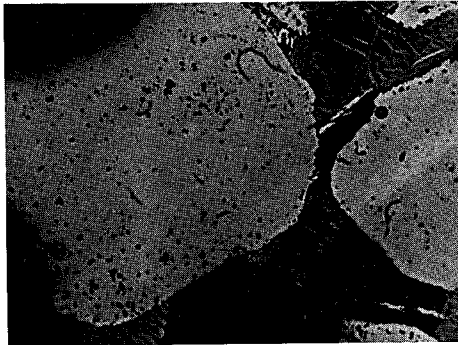
設計製作 **Fuji** 株式会社

不二製作所

熱された鑄型よりも高い値を示した。このような圧縮強度の差はフラン系鑄型では、低い酸素分圧のなかで、有機物が消失したのち焼結が始まるからであろうし、電気炉を用いて焼結した試料に比べて焼結状態が不均一であることに原因するものと考えている。その他 堤⁹⁾¹⁰⁾ フィリピン産クロマイトサンドをCO₂型で使用しねずみ鑄鉄および球状黒鉛鑄鉄を鑄造し、けい砂CO₂型の場合と比較し、鑄肌、砂落ち性が良好であった、としている。

6. 塗 型

焼着・浸透に対して強い耐性をもつクロマイトも塗型基材



(a) 1000°C



(b) 1100°C



(c) 1300°C

写真5 クロマイトフラン鑄型の再加熱の影響 ×200×3/4

としては産出国ではジルコン系塗型¹¹⁾とともに使用されているようである。しかし、わが国では充分に発達していないのが現状のようである。

7. ま と め

これまでのことをまとめると

- 1) 鑄造用クロマイトサンドはX線的にはスピネル単一相である。
- 2) 酸化雰囲気中で加熱すると(FeCr)₂O₃を析出する。しかし鑄造後のクロマイトサンドでは析出相は認められない。このことは鑄造時の鑄型内の酸素分圧が低いことを示すものである。
- 3) クロマイトCO₂型鑄型は硬化収縮が、けい砂CO₂型に比べて約1/10であり、抜型のさい慎重でなければならない。

- 4) クロマイトサンドの焼結は固体反応によって進行する。
- 5) クロマイト鑄型はジル

コン、オリビン、けい砂鑄型に比べて初期強度が高く、熱の伝導性がよい。

- 6) クロマイトサンドにけい砂、ジルコンサンド等不純物が10%混入するとクロマイトサンドの特性は失われる。
- 7) 鑄造後のクロマイト鑄型の壁面はち密な焼結層を形成している。無機粘結剤を用いた場合は針状物質、(フォステライト)が生成し、鑄型の強度、耐焼着・浸透性の向上に寄与する。

このほか、クロマイトサンドは高い耐火度と低い熱膨張性、良好な充てん性などが加味されて、有用な鑄型基材となっている。

8. お わ り に

以上クロマイトサンドについて筆者の実験を中心に述べた。本稿が何らかの参考となるのであれば望外の喜びとするものである。文中筆の足りない部分もお多いと思われるが文献¹²⁾など参照して頂きたい。

さらに、良質の鑄物を生産するために、けい砂、オリビンサンドのように各種の粒度分

布をもつ良質のクロマイトサンドが安定して供給されることをのぞみたい。

実験は学振24委員会・大塚委員長、鹿島先生はじめ委員各位の指導、協力によって行ったものである。また、JACT小林先生、岡崎産物側に種々の資料の御提供を頂いた。併せて感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 北原：尖晶石族の化学的研究，地質学会雑誌，53，(1947)，p. 55.
- 2) 吉木：耐火物工学，技報堂，p. 398.
- 3) 堤：クロムサンド試験結果，耐火物，22，1 (1970)，p. 39
- 4) 鈴木，曾我，中田：コールドセット鑄型に起因する浸炭について，鑄物，43，3 (1971)，p. 170.
- 5) J.C.P.D.S: Powder Diffraction File No. 2-1357.
- 6) 鑄造技術講座：9巻，特殊鑄型，p. 39 日刊工業新聞.
- 7) 小林，鈴木，中田：コールドセット鑄型の焼着防止法について，鑄物，44，6 (1972)，p. 473.
- 8) 芦川：クロマイトサンドの耐焼着性に関する一考察，鑄物，44，8 (1972)，p. 633.
- 9) 二宮，野崎：鑄型の種類と鑄鋼の冷却速度，鑄物，42，9 (1970)，p. 821，78回講演大会概要.
- 10) 堤：クロムサンド試験結果，耐火物部会議事録，鑄物，41，8 (1969)，p. 720.
- 11) JACT：型と中子の塗型法 (1973)，p. 36，37
- 12) 例えば学術振興会第24委員会：鑄鋼の焼着に関する研究.

注目される技術・すすめたい製品 ショープロセス・ロストワックス法 精密鑄造用耐火物

トージルF Pシリーズ"実績が証明します

特徴・耐熱温度2,000°C

- ・低膨張・無変態
- ・多角質・粒状物
- ・粒度PH(別製)は御希望通り納品出来ます

東洋ジルコン工業株式会社

本社 大阪府南区瑞町通り4丁目22番
東京出張所 東京都台東区浅草橋5丁目2番3号
大阪工場 大阪府住吉市古町2丁目9番32号

〒542 TEL 06 251 4690
〒111 TEL 03 862 1911
〒582 TEL 0729 72 1803 代