

県内産けい砂を用いた有機自硬性鑄型の研究

機械金属室 国 吉 和 男
石 原 金 盛

1. はじめに

県内鑄物砂は、本島、八重山、西表を含め4千万トンと推定されており¹⁾、その内けい砂として利用可能な砂は八重山と西表に賦存する2種で、推定800万トンである。これらのけい砂は生型用合成砂として、十分活用できることが明らかになったが、さらに自硬性鑄型へ利用範囲の拡大を図る必要がある。

一方県内において主に利用されている自硬性鑄型は、水ガラス系鑄型でこれまでに、①ハリ気による寸法精度の低下、②硬化速度の遅さから生産性が悪い、③砂の再生利用が困難、等の短所が指摘されている。それに替る新しいプロセスとして、有機自硬性鑄型が、全国的に普及しており近年、県内業界でも、有機プロセスに対する関心が高まっている。

本研究は、県内資源の活用範囲の拡大と、業界のニーズに対応して、県内産けい砂の基礎性状試験から、有機粘結剤による鑄型特性試験を行い、鑄込み試験により、欠陥の発生状況とその防止、およびガス分析、の比較検討をして、県内産けい砂の有機自硬性鑄型への適用性を判断することを目的としている。

2. 基礎性状試験

2・1 けい砂試料と有機粘結剤

県内産けい砂の試料としては、県内産鑄物砂9種の内から、粘土分が低く、 SiO_2 分の高い砂2種を選び、水洗後試料に供した。又比較するための基準の砂は、有機用の骨材として、国内で広く利用され、定評のあるフリマントルを使用し、計3種のけい砂を試料とした。

・県内産けい砂、吉原砂：石垣島吉原部落南

大原砂：西表島大原部落南

・基礎砂、フリマントル：オーストラリア産

県内の鑄物砂産地と試料採取地点は(図-1)に示す場所である。

吉原砂は石垣島の北部の石垣累帯に属し、オモト岳の麓に、すなわち吉原部落一帯に、花崗岩質岩石の風化物が推積して、砂層をなしているものである。

大原砂は、西表に賦存し、吉原と同様石垣累帯に覆われていて、大原砂は背後の御座岳の砂岩が風化し、水によって裾野まで運ばれ推積したものと考えられる。

有機自硬性鑄型に使用されている結合剤は大別すると、酸硬化樹脂系と、ウレタン樹脂系²⁾が有り数多く市販されているが、本実験ではそれらの中から、良く利用されている、2タイプを選択し実験に供した。

・酸硬化樹脂：フラン・ユリヤ樹脂を有機酸で硬化させるタイプ、2液(記号をF・Aとする)。

・ウレタン樹脂：フェノール樹脂をトリエチルアミン液を触媒にポリイソシヤネートで硬化させるタイプ、3液(記号をP・Iとする)。

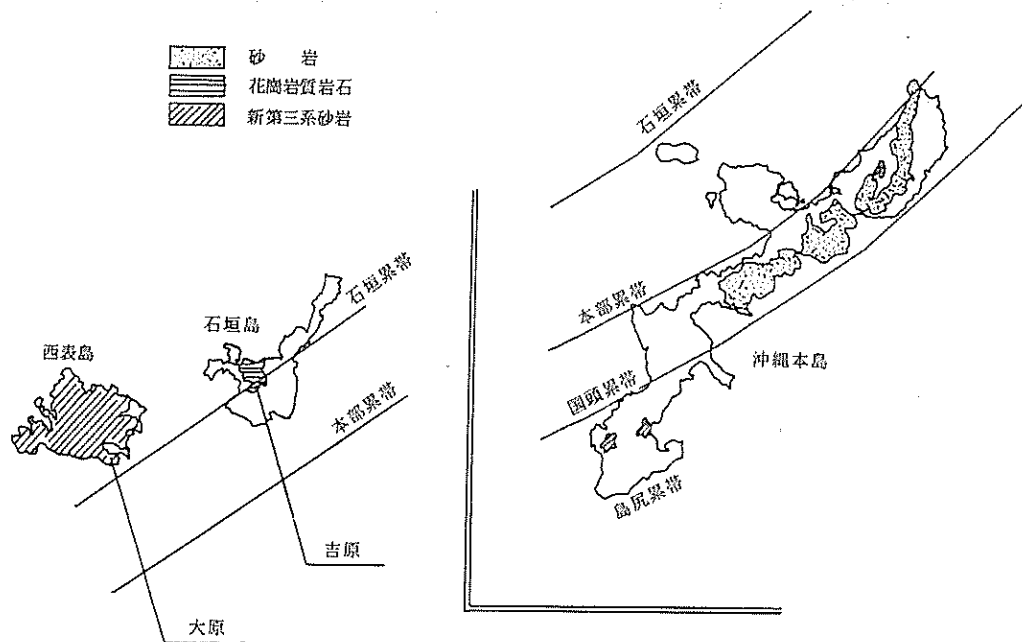


図1 県内鑄物砂産地と試料採取地点

2・2 試料の基礎性状

けい砂の物性は鑄型を造型する時の強度や鑄造欠陥に大きな影響を与える。特に有機自硬性鑄型は骨材の影響を大きく受けると言われている³⁾。3試料の、 SiO_2 分、酸消費量 (JACT試験法 S-4)、PH (JACT試験法 S-3)、比表面積 (水分付着量の比)、形状係数 (長径と短径の比)、熱膨張率 (除熱膨張、試験片 $5\phi \times 18\ell$ 、理学熱膨張計) 耐火度 (JIS M 8512) 充てん密度 (メスシリンダー 100 cc に充てん、g/cc) 粒形写真、粒度分布、粒度指数 F・N (JIS Z 2602) を測定し、さらに X線回折による定性分析を行なった結果を (表-1、2) (写真-1) (図-2) に示す。

大原砂はフリマントルに比して、粒度指数が 93.5 と高く、粒形も角丸形で、比表面積も高くなっている。その他の物性は、 SiO_2 分も 98.2% と高く鉱物組成もほとんど石英で耐火度を上げている。

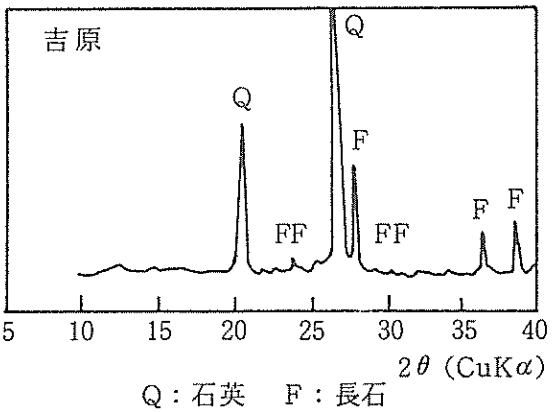
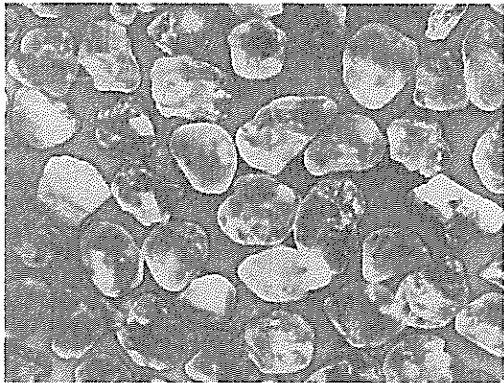
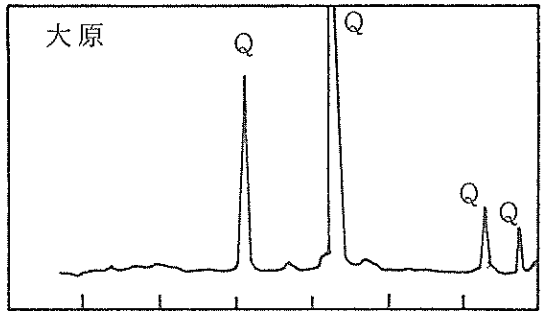
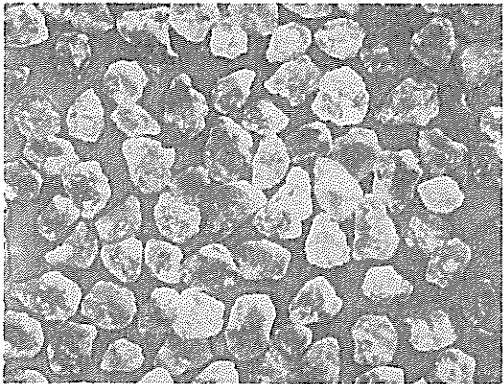
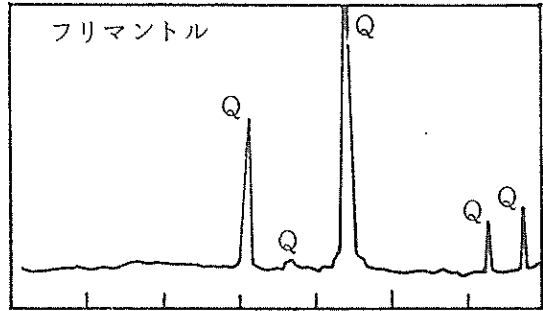
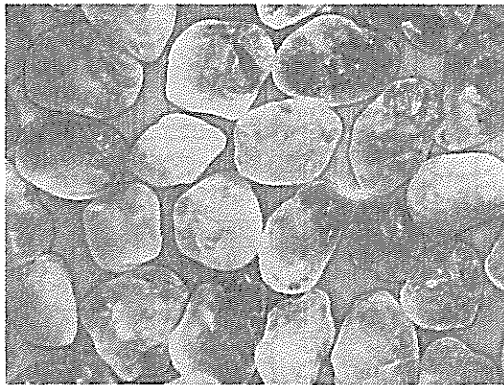
吉原砂は、フリマントル、大原砂に比べて、 SiO_2 分が低く、酸消費量、比表面積、形状係数が高く、粒度分布は 48 # ピークで粒形も丸形に近い。X線回折の結果からは、長石が認められ、着色法によると 14.4%¹⁾も含有しており、これが熱膨張率、耐火度を下げていると考えられる。

表 1 けい砂の基礎性状

	SiO_2	酸消費量	PH	比表面積	形状係数	熱膨張率	耐火度	充てん密度
フリマントル	99.2 %	0 ml/50g	6.5	1.0	1.30	1.02 %	-°C	1.78
大原	98.2	0.67	7.0	1.5	1.37	1.04	1750	1.64
吉原	91.5	2.67	6.5	2.1	1.38	0.92	1730	1.71

表2 粒度分布

メッシュ	14	20	28	35	48	65	100	150	200	270	PAN	FN (JIS)
フリマントル		1.6	15.5	38.7	29.7	11.7	1.9	0.5			0.4	57.6
大原			0.1	1.4	18.9	56.3	21.3	1.7	0.1	0.2		93.5
吉原	0.1	1.5	6.9	20.7	30.5	28.3	9.2	2.0	0.2	0.4	0.2	74.6



Q : 石英 F : 長石

写真1 粒形写真

上 フリーマントル×40

中 大原×40

下 吉原×40

図2 試料のX線回折パターン

3. 物理性状

3・1 実験方法

常温での鑄型特性を知るため、造型中最も重要と考えられる3つの工程での強度を次のように仮定し実験を行なった。

① 模型に砂をつめるまでの工程での強度 = 混練直後から2分毎に試験片 $50\phi \times 50\ell$ を、バイブレーターをかけながらランマーで3回つきかためて成型し、24時間室温で放置した試験片の表面安定度（ただし振とうは10[#]の篩い上で、2分間振とうした。以後表面安定度と言う）。

② 模型を抜きとる工程での強度 = 混練直後の試験砂を $50\phi \times 50\ell \times 16$ コ取り金型にバイブレーターと7kgの銅板で充分充てんし成型後、密閉状態で1時間放置した時の圧縮強度（以後抜型強度と言う）。

③ 中子納めないし、型合せ工程での強度 = 抜型強度を測定する試験片を、その直後金型から取り出し、室温で24時間（P・Iタイプでは4時間の時もある）放置した時の圧縮強度（以後鑄型強度と言う）。

各けい砂と有機粘結剤の混合攪伴には、万能混合攪伴機5DM-r（品川工業）を使用した。本機は回転数が4段（63、107、127、216 rpm）に可変できるので、回転数と混練時間が、抜型強度と鑄型強度にどのような影響を与えるか、予備実験で検討し、混練条件を一定にするようにした。

（図-3、4）はその結果で、F・Aは抜型強度において、回転数と混練時間による差はほとんどなく、鑄型強度は回転数の中、高速域で混練時間の差による影響を受け、60秒混練で強度が高くなる傾向にある。

P・Iは抜型強度が混練時間の影響を受け、30秒混練で回転数が低い程強度の低下が見られた。鑄型強度（4 Hr）は混練時間による差はほとんどなく、回転数の影響を受け、回転数が高くなると強度が向上する傾向が認められた。

以上のように検討した結果、試験片作成の混練条件は作業性も含めて考え、①回転数は63 rpm、②混合時間は60秒、③容器のカバーは開放、として、以後全て一定にした。

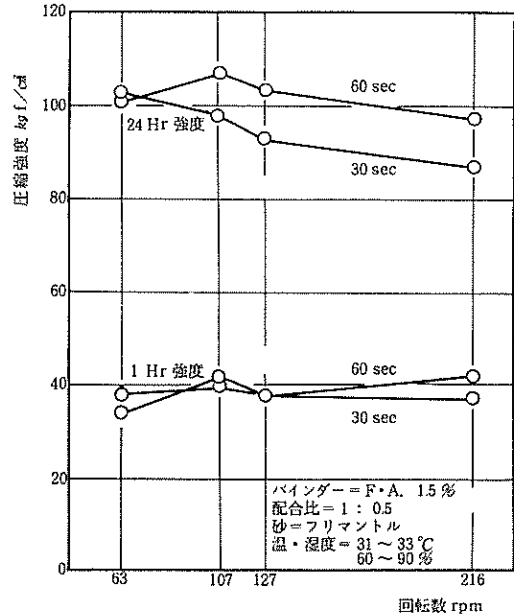


図3 回転数と混練時間による強度変化
- F・A -

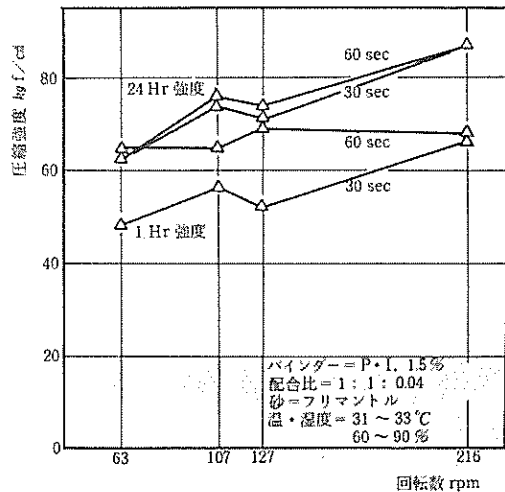


図4 回転数と混練時間による強度変化
P・I -

3・2 強度の経時変化

有機自硬性鋳型は化学的結合により、強度が発現するので⁴⁾反応時間、温度、湿度の影響を大きく受けると考えられる。沖縄における夏季と冬季のモデルの日を選び基準砂フリマントルによる圧縮強度の経時変化と、F・A、P・Iの基本的硬化の傾向を調べた。

夏季に比べ冬季は立上りの抜型強度の低下が大きく、F・Aが22%、P・Iが84%の強度しか発現してない。しかし、夏季、冬季とも、経時的な傾向、すなわち、F・Aはほぼ直線的に約8時間程度強度は向上し、以後24時間までなだらかな増加を示し、P・Iは4～8時間程でピークの強度を示して、以後劣化する傾向を示し、最終的な鋳型強度は夏季、冬季とも同程度の強度が認められた。

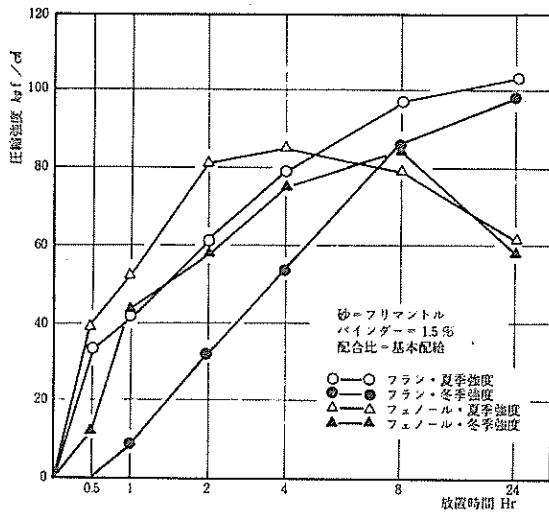


図5 圧縮強度の経時変化

3・3 基本配合による強度

本実験で使用するレジンはF・Aが2液、P・Iが3液のタイプでその配合比はカタログに指示されている。これを基本配合比として、バインダーの対砂比を変化させた場合の強度の影響を、夏季・冬季を比較しながら、各試料について検討した。

基本配合比、F・A (2液) = 結合剤 : 硬化剤 = 1 : 0.5

P・I (3液) = P : M : 触媒 = 1 : 1 : 0.04

※バインダーとはF・Aにおいては結合剤、P・Iにおいては(P+M)とする。

3・3・1 表面安定度

混練直後から硬化反応が進んでいることを考えると、造型作業の可能な時間、すなわち可使用時間は重要な意味を持ち、又それは大気の影響を大きく受けることが予想される。ここでは、基本配合比

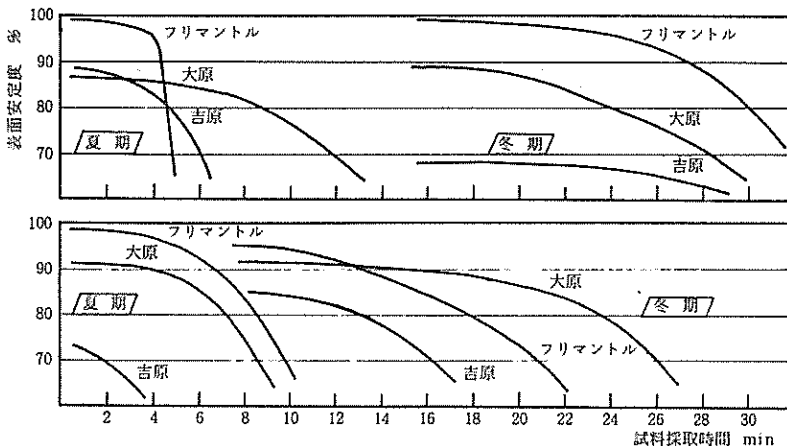


図6 試料採取時間と表面安定度の関係

上: F・A 下: P・I

で1.5%の表面安定度を測定し(図-6)、各けい砂の可使時間を検討した。

表面安定度80%で可使時間をみると、夏季より冬季が長く、F・Aで5~6倍、P・Iで2~3倍長くなっている。これは沖縄の高温多湿の夏場では硬化反応が早く、速かに造型作業を完了しなければならないことを示している。

表面安定度はフリマントルが最も高く、次に大原砂が90%前後を示して良好であった。しかし吉原砂は、F・Aの冬季、P・Iの夏季で70%以下で、比較的ぼろつきやすい砂であることがわかった。

3.3.2 圧縮強度

適性な強度を鑄型に持たせるための、バインダー対砂比は、けい砂の種類や、夏季・冬季の大気のちがいで変化するものと考えられる。ここで、バインダー対砂比の変化と、各けい砂の夏季・冬季における強度の関係を検討した。

F・Aの抜型強度(図-7)は、夏季で大原砂1.0%、吉原砂2.0%以下と、冬季の全試料とも、全く強度が発現しなかった。鑄型強度(図-8、9)は、夏季においてはバインダー増加とともに比例的に強度が向上しているが、冬季はフリマントル以外は強度が向上せず、大原砂、吉原砂とも夏季の40~60%の強度しか発現しなかった。

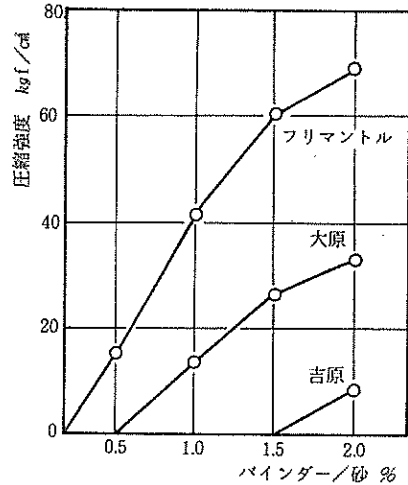


図7 バインダー比と抜型強度の関係
-夏季・F・A-

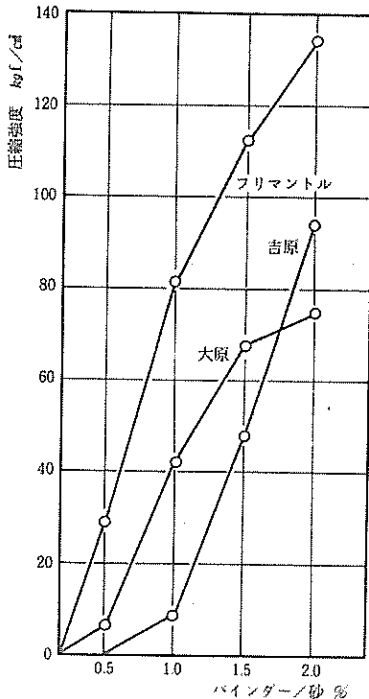


図8 バインダー比と鑄型強度の関係
-夏季・F・A-

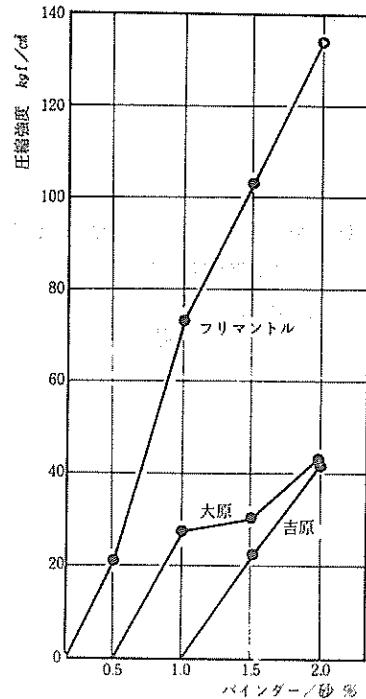


図9 バインダー比と鑄型強度の関係
-冬季・F・A-

P・Iの強度(図-10~13)は、両季節で各けい砂とも1.0%以上で、同程度の抜型、鑄型強度を
 発現しバインダー量が増加すれば、ほぼ比例的に強度が向上する傾向を示した。

これらのことは、P・Iに比べF・Aはけい砂と、大気環境の影響を受けやすいことを示している。
 又けい砂ごとにみると、フリマントルがいずれの樹脂においても安定した強度で、次に大原砂、吉
 原砂の順であった。大原砂はいずれの樹脂でも1.5%水準で十分な強度が得られることが明らかと
 なったが、吉原砂は、F・Aでは抜型強度がほとんどなく、F・Aタイプでの造型に不向であること
 がわかった。これは吉原砂の物性の中で、特に酸消費量(フリマントル0、大原砂0.67、吉原砂
 2.67 ml/50 g)、100[#]微粉が2.8%と高い、その他長石の含有等が影響していると推察されるの
 で、配合比や粒度改善による強度対策が必要であろう。

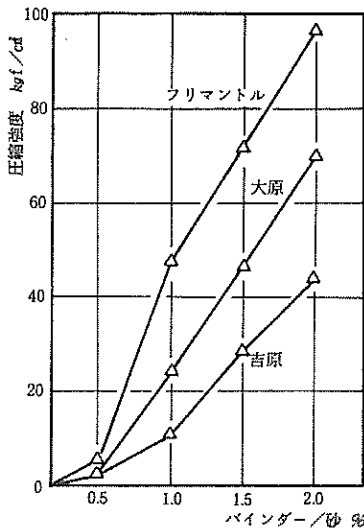


図10 バインダー比と抜型強度の関係
 -夏期・P・I-

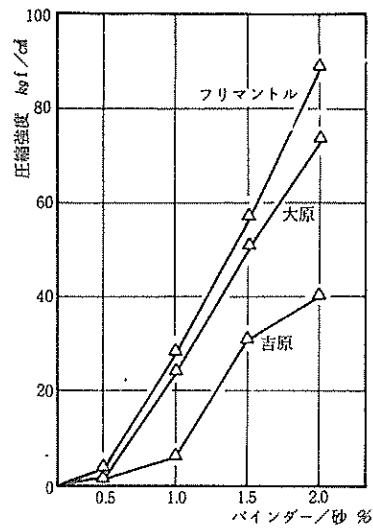


図11 バインダー比と鑄型強度の関係
 -夏期・P・I-

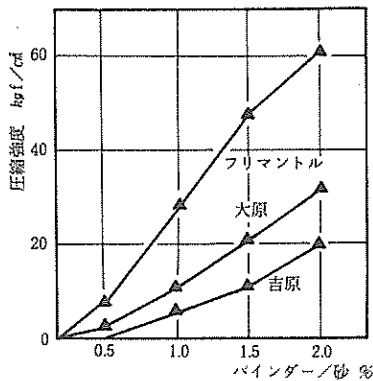


図12 バインダー比と抜型強度の関係
 -冬期・P・I-

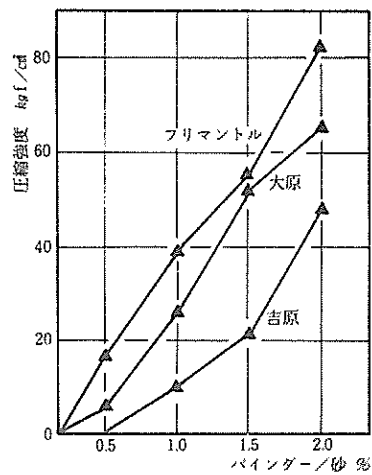


図13 バインダー比と鑄型強度の関係
 -冬期・P・I-

表-3 強度改善の配合比

F・A		P・I			
配合比	砂 2 kg に対する重量比 g	記号	P : M	触媒比	砂 2 kg に対する重量比 g
1 : 0.3	30 : 9	A	1 : 1	0.06	15 : 15 : 0.9
1 : 0.4	30 : 12			0.04	15 : 15 : 0.6
1 : 0.5	30 : 15			0.02	15 : 15 : 0.3
/	/	B	1 : 1.2	0.06	13.6 : 16.4 : 0.9
				0.04	13.6 : 16.4 : 0.6
				0.02	13.6 : 16.4 : 0.3
		C	1 : 0.8	0.06	16.7 : 13.3 : 0.9
				0.04	16.7 : 13.3 : 0.6
				0.02	16.7 : 13.3 : 0.3

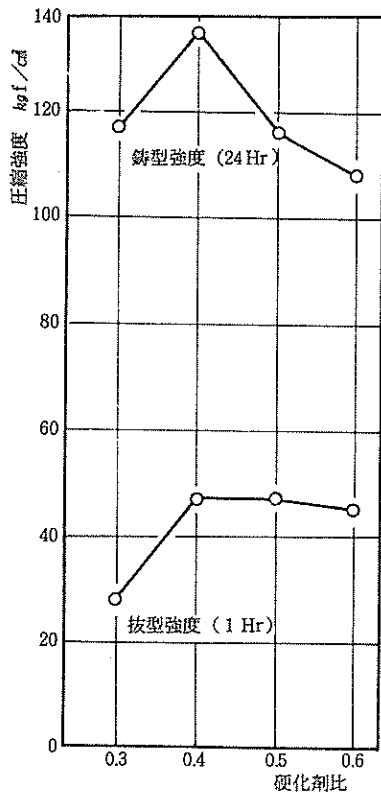


図14 硬化剤比と圧縮強度の関係
-フリマントル: F・A-

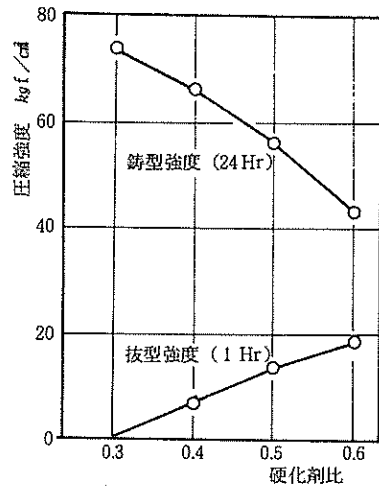


図15 硬化剤比と圧縮強度の関係
-大原: F・A-

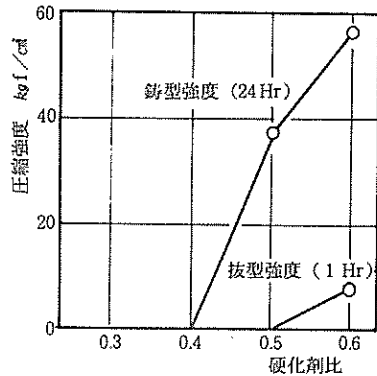


図16 硬化剤比と圧縮強度の関係
-吉原: F・A-

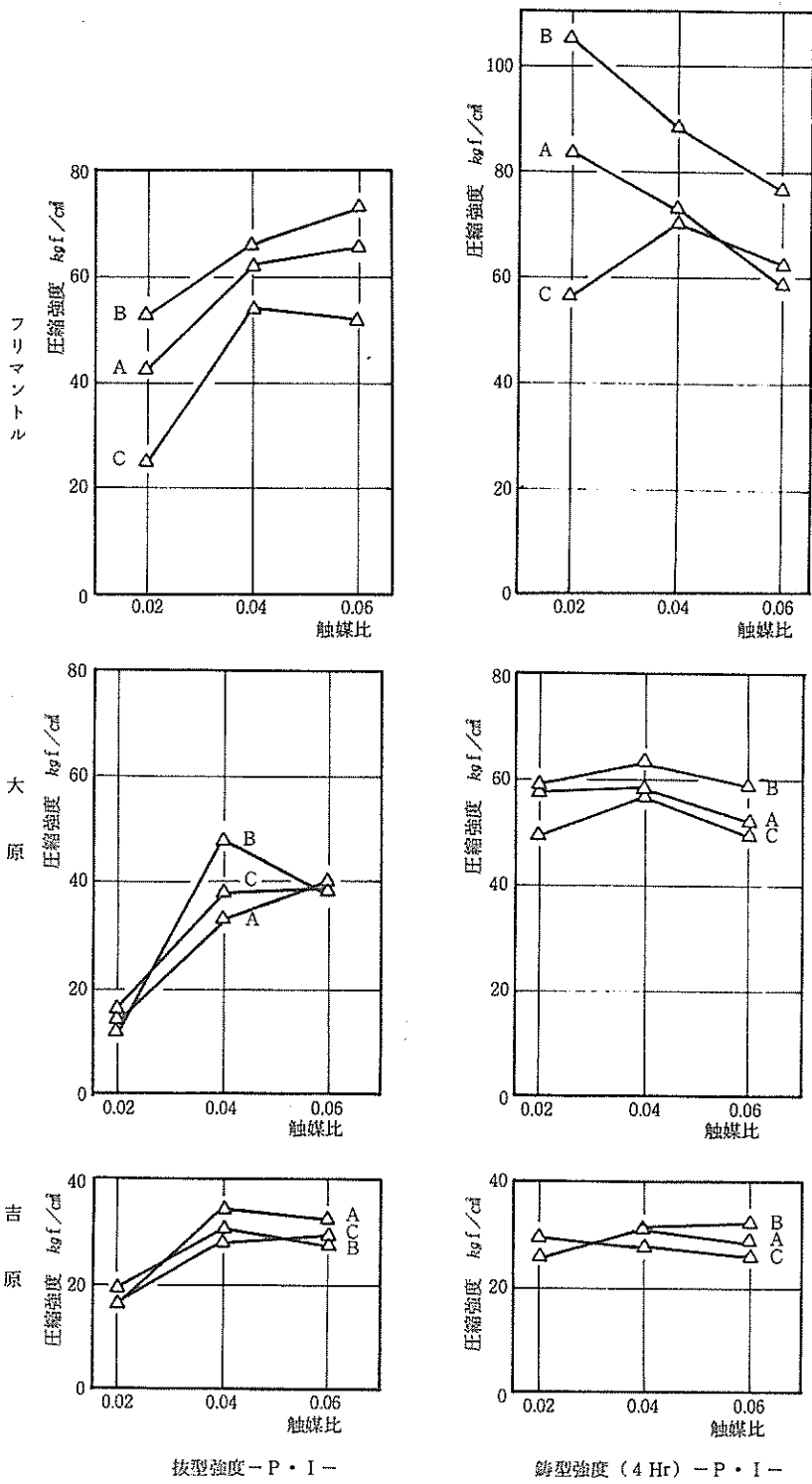


図-17 触媒比と圧縮強度の関係

3・4 強度の改善

3・4・1 配合比による改善

基本配合比による強度は前記のとおりであるが、F・A 2液、P・I 3液の配合割合は硬化速度及び強度に影響を与えると考えられる。県内産けい砂の強度がフリマントルに比べ、比較的低い水準であることから、砂に合った配合比の検討を行い強度の改善をこころみた。配合比はF・A 4種、P・I 9種を(表-3)のとおりとし、バインダー量は対砂比を1.5%と一定にした。結果は(図-14~17)に示す。

F・Aはフリマントル(図-14)で見ると、抜型強度は硬化剤比0.3%が最も低く、0.4%以上ではほとんど変化せず40~50kg/cm²であった。鑄型強度は0.4%で最高値を示し他は低下する傾向にある。

大原砂(図-15)の抜型強度は0.4%以上で強度が発現し、硬化剤比の増加とともにゆるやかに強度も向上する。鑄型強度は硬化剤比の低い水準0.3%で最も高くなり、比の増加とともに強度が低下した。

吉原砂(図-16)は基本配合比の強度でもみられたように全般的に強度が低い。しかし硬化剤比を増加すると、抜型、鑄型強度とも向上する傾向を示し、0.6%ではじめて抜型強度の発現がみられた。

P・Iはバインダーの(P:M)比の変化をA、B、Cの3種とし、触媒比を横軸に変化させて図示した。(図-17)これで見ると、P:M比の影響は、大原砂、吉原砂にはあまり見られず、フリマントルにおいてM比の大きい(B)が抜型、鑄型強度とも高く、M比の小さい(C)は、低い傾向を示した。触媒比から見ると、抜型強度は各けい砂とも比の増加とともに向上する傾向だが、鑄型強度は、フリマントルが低下の傾向を示し、大原砂は触媒比による鑄型強度の変化はほとんど認められなかった。

以上のことから、県産砂はF・Aにおいては硬化剤比を高めに、(特に吉原砂は0.6%以上)使用すれば抜型強度を安定したものにすることができるとし、又P・Iにおいては、フリマントル程敏感ではないが、触媒比により、立上りの強度すなわち抜型強度の改善が可能であることが明らかになった。

3・4・2 粒度による改善

3試料の内最も強度水準の低い吉原砂について100[#]以下を篩い分けし、強度の改善を試みたのが(図-18、19)である。

実験が冬季のため、F・Aの抜型強度は強度が発現してないが、F・A、P・Iに対して明らかに強度の向上がみられた。F・Aは鑄型強度が50kg/cm²以上に改善され十分な強度となる。又P・Iも、バインダー2.0%で粒度改善の効果が大きく出て、20~30%の強度向上が認められた。

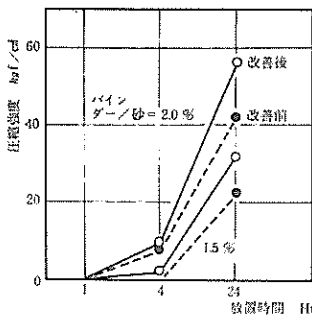


図18 吉原粒度改善 - F・A -

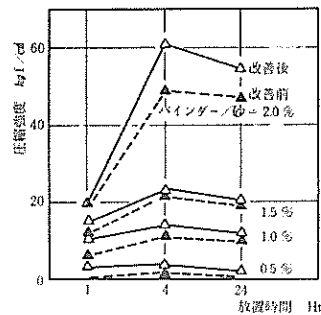


図19 吉原粒度改善 - P・I -

3・5 可使時間

前記の強度改善の配合表(表-3)を用いてバインダー1.5%の水準で、各けい砂の可使時間を求めた。表面安定度80%になる採取時間を可使時間として、硬化剤、触媒比との関係を検討した。

F・Aの場合(図-20)は、フリマントル、大原砂とも硬化剤比の増加で反比例的に可使時間は短くなり、フリマントルより大原砂が可使時間は長くなる傾向であった。

P・Iの場合(図-21、22)は、けい砂による差はみられず、P:M比はわずかに(B)(C)より(A)の方が可使時間は長いようである。又触媒比の増加では両砂とも直線的に可使時間は短くなる傾向が認められた。

吉原砂については、F・A、P・Iともバインダー1.5%の水準では表面安定度が低く、80%可使時間として検討することができなかった。

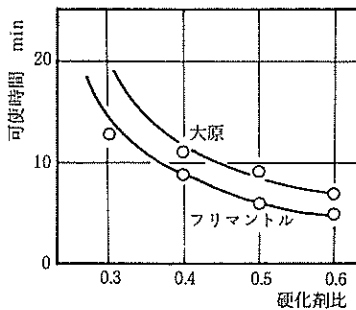


図20 硬化剤比と可使時間の関係
- F・A -

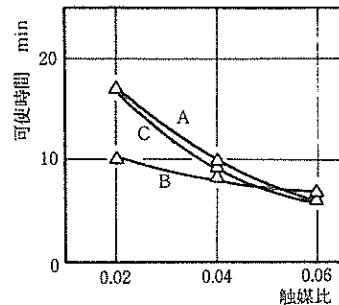


図21 触媒比と可使時間の関係
- フリマントル: P・I -

3・6 破碎性

自硬性鑄型の再生処理はいろいろな方法があり、その中で乾式の物理的衝撃による、エアースクラビング方式は代表的一つの方法である。このような再生方式におけるけい砂の破碎性の比較を行うため、(図-23)のような装置を作成し、くり返しターゲットに噴射し、破碎性を破碎係数を用いて検討した。(図-24)

$$\text{破碎係数} = \frac{F_N}{F_0} \quad \begin{array}{l} F_0 = \text{噴射前の試料の粒度指数} \\ F_N = N \text{回噴射後の粒度指数} \end{array}$$

エア-圧 5 kg/cm² で集塵せずに噴射を行なった。各けい砂とも噴射回数により破碎が進みその度合は、大原砂が最も高く、次に吉原砂、フリマントルの順であった。

次に各けい砂に、F・A、P・Iの基本配合比で1.5%をコーティングし、24時間放置してから、エア-圧 7 kg/cm² で噴射した。破碎係数とレジンのはく離状況を Ig Loss を用いて検討した。(図-25)

P・Iコーティングのフリマントル以外の各けい砂とも、噴射回数を増すといったん係数が増して頂点に達し、それから減少することから、2~3回でかなり破碎やはく離が進み、微粉が発生すると推定することができる。一方 Ig Loss は噴射回数を増す毎に低下し、8回でP・Iコーティングのフリマントルが5%、他は10~20%減少がみられた。これは集塵機的能力を上げ、初期に発生した微粉を

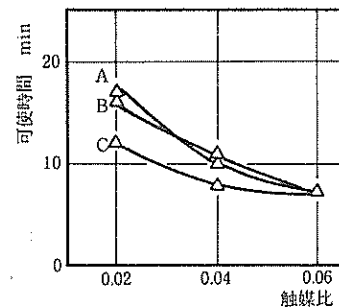


図22 触媒比と可使時間の関係
- 大原: P・I -

十分除去できれば、より以上の Ig, Loss 低下をはかり、かつ破碎係数の変動を比較的小さくすることができるかと推察されるので、県産けい砂も十分この方式による再生に耐え得るものとする。

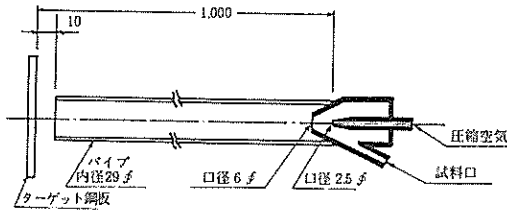


図23 破碎性試験装置

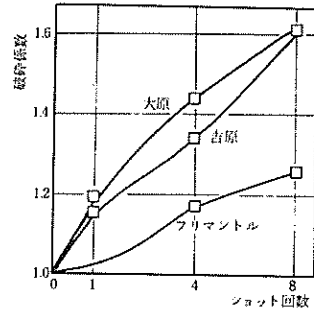


図24 ショット回数と破碎係数の関係

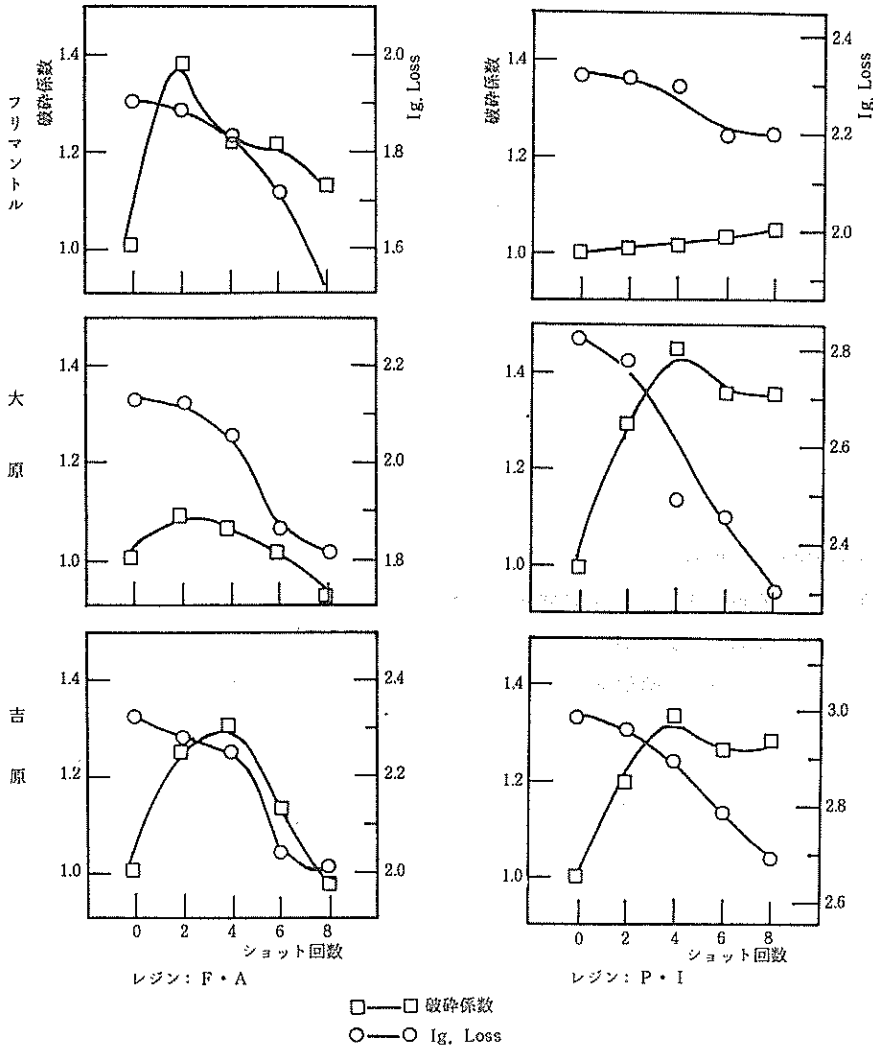


図25 ショット回数と破碎係数・Ig, Lossの関係

4 鑄込み試験

4・1 実験方法

有機自硬性鑄型の典型的な鑄造欠陥と言われる、侵食とベーニングの2種の欠陥の発生状況を比較検討する。試験片は名工試型侵食試験片とベーニング試験片を用い、その試験片寸法と中子納め、型合せの様子を(図-26、27)に示す。造型はバイブレーターで十分充てんし、1時間で抜型して、24時間大気中に放置後注湯した。溶解は高周波30kg炉を用い、溶湯はC = 3.2%、Si = 1.6%を目標にCE値 = 3.7 ~ 3.8で管理した。注湯速度は0.4 kg/secである。

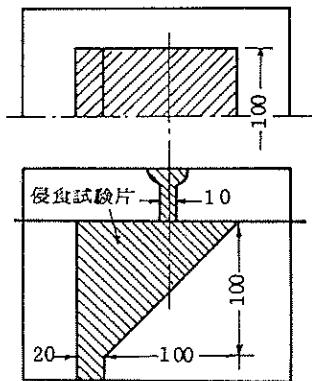


図26 侵食試験用鑄型

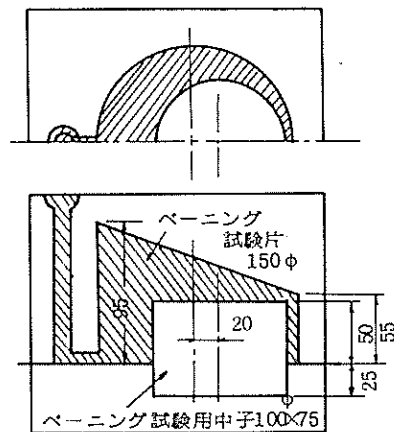


図27 ベーニング試験用鑄型

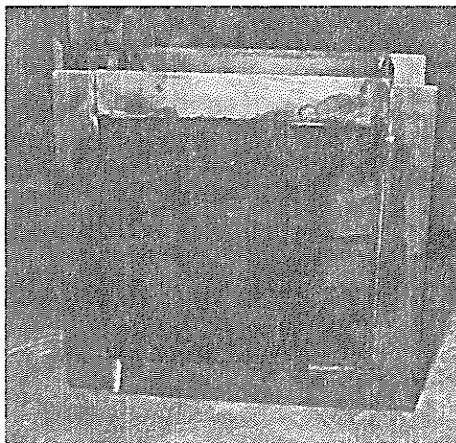


写真2 侵食試験用鑄型

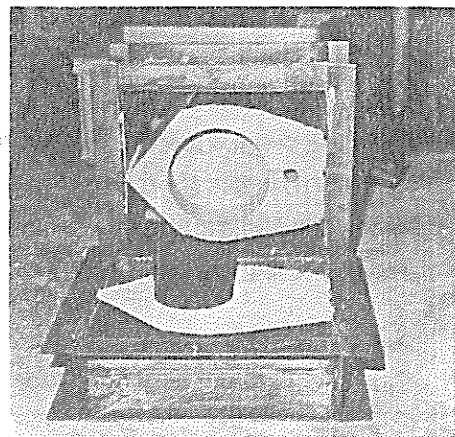


写真3 ベーニング試験用鑄型

4・2 侵食試験結果

各けい砂に基本配合比で、バインダー比を0.5、1.0、1.5、2.0%の4水準をとり鑄込温度1430°Cで鑄込んだ結果を(表-4)にまとめた。

P・Iより全体的にF・Aの方が多く侵食され、大原砂はバインダー比の高いものまで侵食がみられた。P・Iにおいて大原砂は全く侵食されず、わずかに洗ワレがみられたただけであった。これらの侵食欠陥の発生した状況を(写真-4)に示す。

次に欠陥の発生したレベル(表-5)に黒鉛系アルコール塗型をして、鑄込み温度1350℃で鑄込み、欠陥の防止をこころみた。結果は(写真-5)のとおりで、P・Iのフリマントル0.5%と、吉原砂1.0%は鑄型強度の弱さからくる型くずれの欠陥がみられたが、特にF・Aの各水準でかなりの防止効果がみられた。

表-4 高温鑄込(1430℃)による侵食試験結果

バインダー-%	F・A			P・I		
	フリマントル	大原	吉原	フリマントル	大原	吉原
2.0	無	小	無	無	無	無
1.5	無	小	小	無	無	無
1.0	小	中		無	無	大
0.5	大			大		

4・3 ベーニング試験結果

バインダーを1.5%として①高温鑄込み1430℃②標準鑄込み1350℃③1350℃で塗型有り(黒鉛系アルコール塗型、ハケ塗り)④1350℃でベンガラ1.0%添加の4種を鑄込み比較検討を行なった。

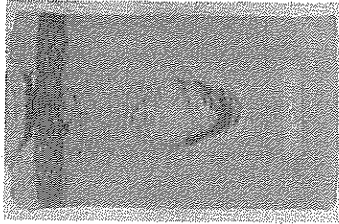
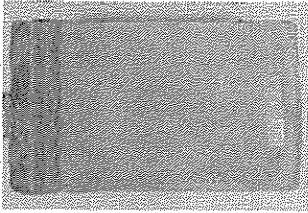
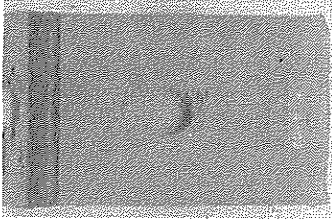
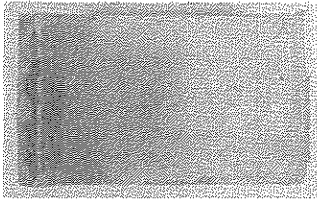
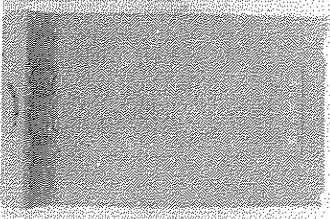
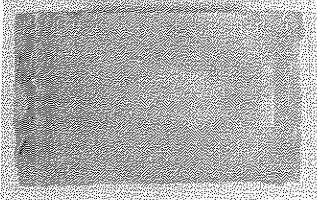
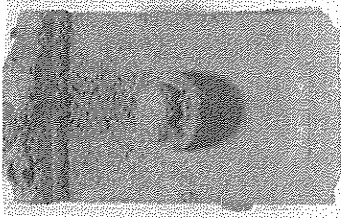
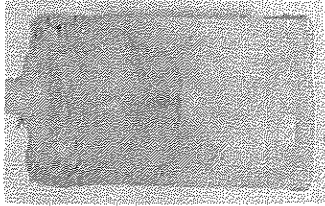
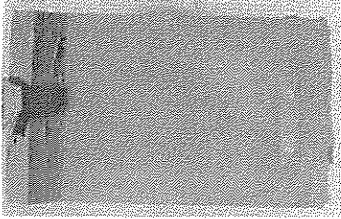
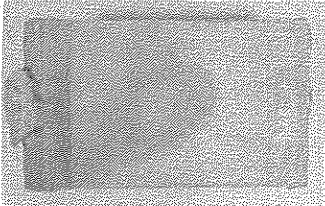
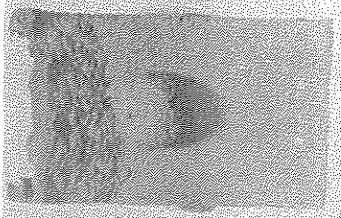
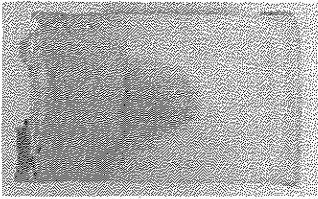
ベーニングの発生状況は(写真6~9)に示すとおりで、発生角度を測定して(表-6)にまとめた。①高温鑄込みではほとんど全周に発生し、最大侵入深さも吉原砂を除いて7~10mmと大きく発生している。②標準鑄込みでは、比較的P・Iに大きく発生し、大原砂は330度とやや全周に発生した。③塗型をしての鑄込みでは、P・Iの大原砂が210度と大きく減少し、他のけい砂にもかなりの防止効果がみられた。④ベンガラ1.0%添加による鑄込みでは、最もベーニング効果が明確に出て、F・Aの吉原砂、P・Iの大原砂、吉原砂においてベーニング発生角度が0となった。又発生角度が③と同程度のものでも侵入深さは大きく減少することが確認できた。

表-5 侵食欠陥発生水準

バインダー-% けい砂	F・A%	P・I%
フリマントル	0.5	0.5
大原	1.0	1.0
吉原	1.5	1.0

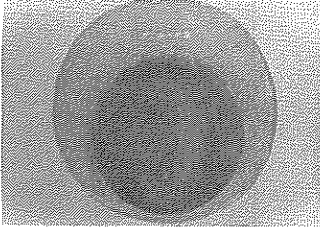
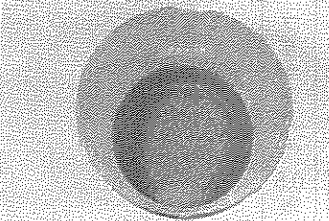
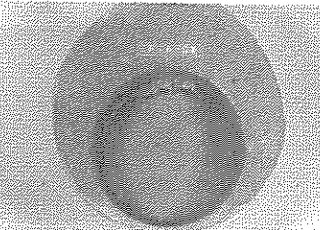
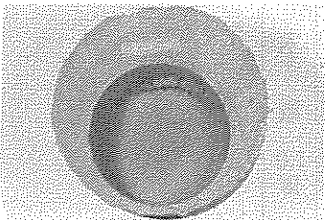
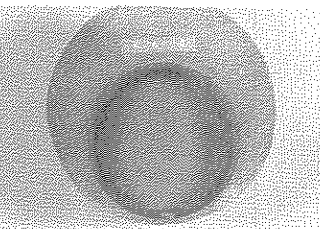
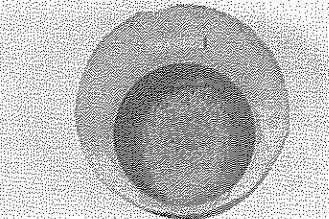
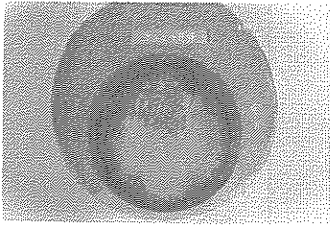
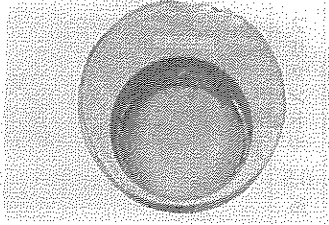
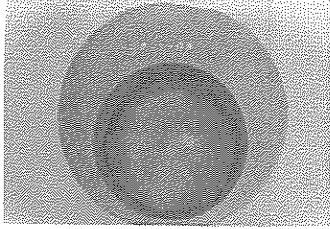
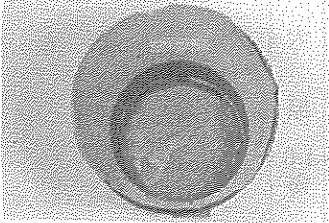
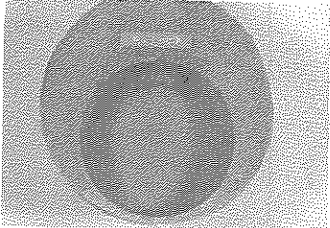
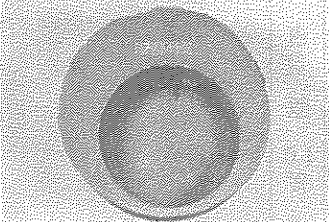
表-6 ベーニング発生角度

バインダー-% けい砂 鑄込条件	F・A			P・I		
	フリマントル	大原	吉原	フリマントル	大原	吉原
1430℃	360°	360°	360°	360°	360°	360°
1350℃	160°	110°	135°	270°	330°	120°
塗型	110°	140°	100°	190°	210°	170°
ベンガラ	115°	120°	0	190°	0	0

		高温鋳込 1430℃	標準鋳込塗型有り 1350℃
F・A	フリマントル 0.5%		
	大原 1.0%		
	吉原 1.5%		
P・I	フリマントル 0.5%		
	大原 1.0%		
	吉原 1.0%		

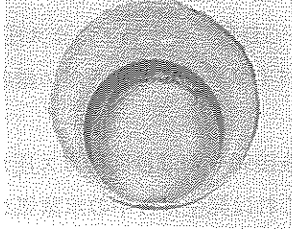
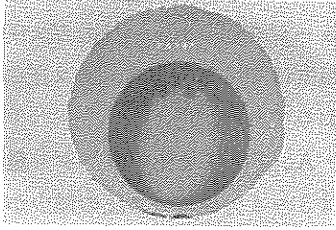
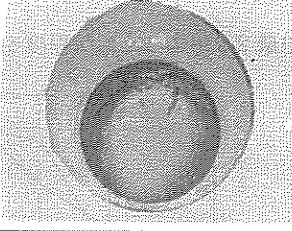
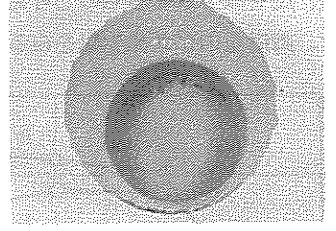
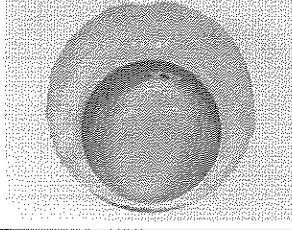
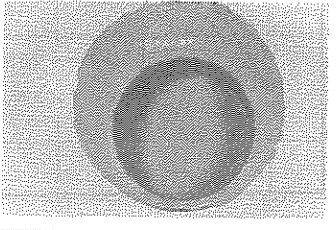
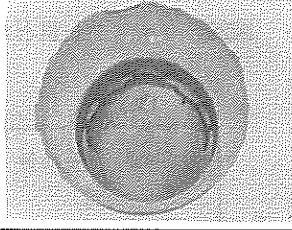
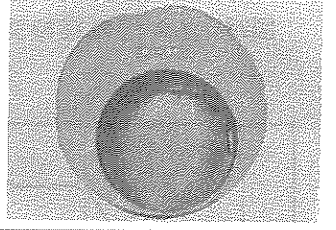
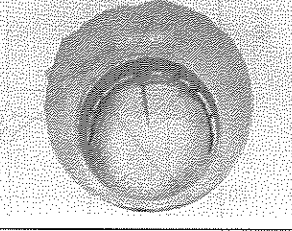
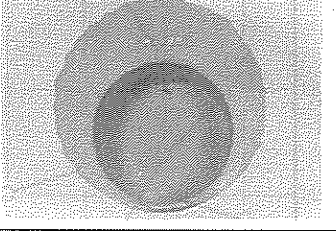
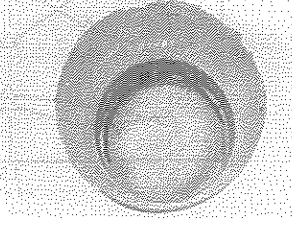
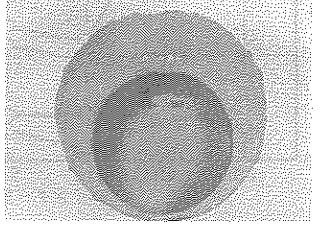
(写真 - 4)

(写真 - 5)

		高温 鑄込 1430℃	標準 鑄込 1350℃
F・A 1.5%	フリマントル		
	大原		
	吉原		
P・I 1.5%	フリマントル		
	大原		
	吉原		

(写真-6)

(写真-7)

		黒鉛系アルコール塗型	ベンガラ 1.0 ㇿ添加
F・A 1.5 ㇿ	フリマントル		
	大原		
	吉原		
P・I 1.5 ㇿ	フリマントル		
	大原		
	吉原		

(写真 - 8)

(写真 - 9)

5 ガス圧量およびガス分析

5・1 ガス圧量の測定

ジョージフィッシャー社のガス圧量測定装置（PGD型）を用いて、ガス圧量の測定を行なった。測定温度は850℃である。ガス圧の経時変化と、バインダー量によるガス量の変化は（図-28、29）のとおりである。

F・A、P・Iともバインダー量に関係なく暴熱後90～150秒間にガス圧がピークに達する。F・Aは3～4分後にガス圧の減少がみられるが、これは発生ガス中の水蒸気が実験炉中の低温部で冷却し、圧を減少させるものと考えられる。

また、両樹脂のガス発生量をみると大差なく添加量2.0%で20 ml/g程度を示した。

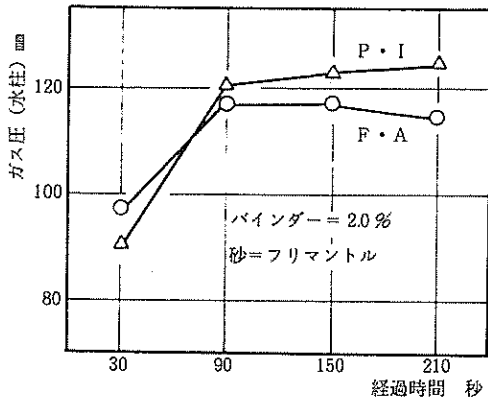


図28 ガス圧の経時変化

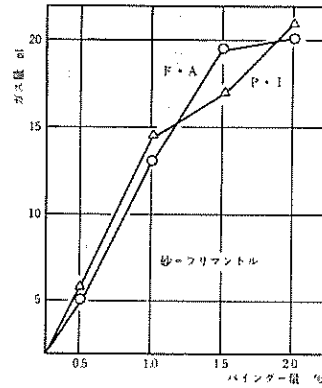


図29 バインダー量とガス量の関係

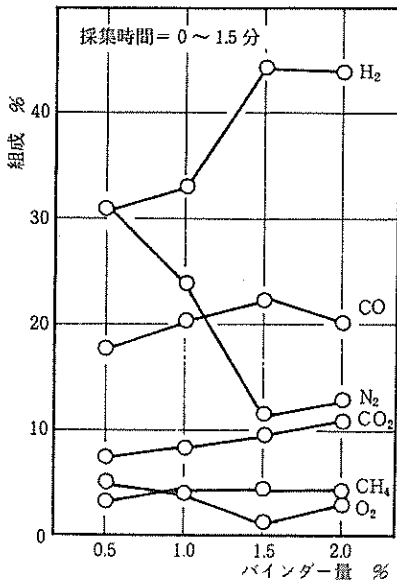


図30 バインダー量とガス組成の関係
- F・A -

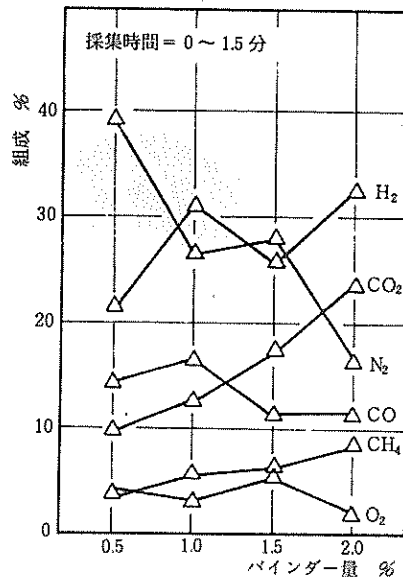


図31 バインダー量とガス組成の関係
- P・I -

5・2 ガス分析

フリマントル砂を骨材として、粘結剤の種類および添加量を変えたガス発生用鋳型試験片を作り、発生ガスの組成分析を行った。

試験片および捕集装置は総合鋳物センター⁷⁾法式に準じた。ガスの捕集速度は100 mlを1.5～2.0分間で吸引し、同一試験片から0～1.5分、5～7分、15～17分の3回捕集して、ガスの組成変化を調べた。捕集したガスはガスクロマトグラフ装置により分析を行なった。分析条件は(表-7)に分析結果は(図-30、31)に初期(0～1.5分)の例を示す。

これについてみると、いずれの粘結剤の場合も H_2 、 CO 、 N_2 が主成分をなし、 CO_2 、 CH_4 、 O_2 とつづく。F・Aは $H_2 + CO$ がP・Iに比べて多く、逆に $N_2 + CH_4$ が少ない傾向を示している。ここでは示していないが、サンプリングの経時変化によるガス組成は、 H_2 と N_2 が初期と後期では大差ないが、中期(5～7分)では H_2 ％が増大し、逆に N_2 ％が減少する傾向を示した。

表-7 ガスクロマトグラフ分析条件

使用機器	島津 GC-6A型
測定ガス	H_2 、 O_2 、 N_2 、 CH_4 、 CO 、 CO_2
キャリアーガス	Ar, 23ml (40ml at He 流量計)
カラム槽温度	70 °C
使用カラム	ガラスカラム・2.5 m、2 m (CO_2)
充填剤	モレキュラシーブ5A、シリカゲル
検出器	TCD
ブリッジ電流	50 mA

6 まとめ

県内資源のけい砂を有効的に活用するため、有機プロセスへの適用を目的とし、けい砂の物性から、有機自硬性鋳型の特性、鋳造欠陥と防止策、およびガス分析の比較検討を行なった結果、次のことがわかった。

- 1) 県産けい砂の基礎性状をみると、大原砂は有機自硬性鋳型に比較的適用性があり、吉原砂は、酸消費量、微粉など不適な面がある。
- 2) F・Aは夏季、冬季の強度変化が大きい、特に抜型強度の冬季での強度低下は大きい。鋳型強度は、フリマントルは夏季、冬季の強度差はみられないが、県産けい砂は夏季に比べ冬季は40～60％の強度にとどまった。
- 3) P・Iは冬季に抜型強度が少々低下するが、夏季、冬季とも県産けい砂で安定した強度を発現する。
- 4) レジンの配合比を変えることにより、ある程度強度の改善が可能で、F・Aではその効果は大きい。又P・Iは触媒比で抜型強度の改善が可能である。
- 5) 吉原砂は水洗後、ふるい分けによって、微粉を除去すれば、かなりの強度改善が可能で、バ

インダ-1.5%~2.0%で鑄型強度が実用強度30 kg/cm²以上を示す。

- 6) 破砕性試験はエアスクラビング方式を想定した装置で検討したが、噴射回数を増すと各けい砂とも直線的に破砕係数が増し、大原砂、吉原砂、フリマントルの順に破砕しやすい。
- 7) けい砂にレジンにコーティングして、破砕係数と Ig Loss を用いて再生処理に対して十分な強度かどうかを判断した。県産砂はレジンのはく離する程度の衝撃では比較的破砕しにくい。
- 8) 侵食試験はバインダ-%の低い水準では、ほとんど発生したが、注湯温度を下げ、塗型をすることでほとんど防止できる。
- 9) ベーニングは高温鑄込1430°Cではほとんど全周に発生したが、標準鑄込み1350°Cで、塗型、ベンガラ添加をすることでかなり効果的に防止でき、県産砂は特にその効果が大きかった。
- 10) F・A、P・Iとも暴熱後90~150秒でガス圧はピークに達し、そのガス発生量は樹脂によって大差なく、添加量2.0%で20 ml/g程度である。
- 11) 両樹とも発生ガスの組成はH₂、CO、N₂が主成分をなし、CO₂、CH₄、O₂がこれに次ぐ。
- 12) サンプリ-ングの経時変化によるN₂ガスは、初期と後期は同程度で、中期(5~7分)ではH₂が増大して、N₂%が減少する傾向を示した。

おわりに本研究を実施するにあたり、懇切なご指導とご助言をいただいた名古屋工業技術試験所第2部太田英明主任研究官をはじめ、中小企業庁技術課並びに沖縄県総合事務局商工課に対し、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 技術開発研究費補助事業成果普及講習会テキスト(鑄鉄鑄物の品質向上に関する研究)(1979、7)
- 2) 太田英明、鑄造技術研修講座テキスト、総合鑄物センター(1978)
- 3) 太田英明、他、鑄物50(1978)、11、688、
- 4) 松崎清一郎、鑄型用粘結剤の化学、日本鑄物協会、鑄型用有機粘結剤とその応用・講習会テキスト(1970)
- 5) 牟田口元堂、他、総合鑄物センター研究調査報告No.19.(1979)
- 6) 福迫達一、他、総合鑄物センター研究調査報告No.242.(1979)
- 7) 牧口利貞、他、総合鑄物センター研究調査報告No.236.(1978)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。