

鑄型材料とその特性

—— 県産けい砂について ——

石 原 金 盛
 国 吉 和 男
 金 城 清 彦*

1. はじめに

県内には“山砂”を含めると鑄物砂資源としてはおよそ4千万トンの賦存量が推定されることを前号に報告した¹⁾。そのうち天然けい砂は石垣島および西表島に分布し、その賦存量は約800万トンと推定された。沖縄本島名護市久志の山砂は粘土分15%を含有するがシリカ分が89%もあるので、水洗すればけい砂として使用できるものと考えられる。久志砂は賦存量も約2百万トン以上と推定されており、採掘および運搬の便を考え合わせると、その有効な活用を図る必要がある。

表1 鑄物砂の産出状況(44年5月調査)²⁾

県名	地名	種別	産出量(トン/月)	SiO ₂ (%)	粒度(号)	将来性
山形	遅谷	天然けい砂	10,000(47年から出荷)	96~99	4~6	◎
茨城	児島難	"	8,000	75~76	5~6	○
"	奥日光	人造けい砂	11,000(全産出量13,000)	96~99	5~7	○
"	秩父	人造けい砂	3,000	94~98	5~7	○
長野	筑摩	"	4,000~5,000	96~98	5~7	○
静岡	遠州灘	浜砂	4,000	80	5~6	○
愛知	瀬戸	天然けい砂	20,000~30,000(全産出量150,000)	96~98	5~7	○
"	"	風化けい砂	6,000	93~96	6~7	◎
"	三河	人造けい砂	9,000	97~99	5~7	○
"	知多	山砂	20,000	80		○
岐阜	土岐	天然けい砂	5,000~6,000(全産出量18,000)	97~98	4~6	○
"	"	風化けい砂	1,000	95~98	6~7	◎
"	原	天然けい砂	2,000		4~6	○
京都	掛津	浜砂	15,000	89~90	5~6	○
大阪	牧方	天然けい砂	5,000~6,000	87~89	4~5	○
島根	温泉津	天然けい砂	7,000	93~97	5~6	◎
"	浅利	浜砂	10,000	85~92	5	◎
山口	綾羅木	浜砂	15,000	95~96	5~6	
"	黒井	"	4,000	91~94	5	○
福岡	玄海	"	400~500	80	6	
鹿児島	吹上げ浜	浜砂	採取されていない	70	4~6	
※沖縄	吉原	天然けい砂	"	89~90	4~5	○
※"	大原	"	"	96~97	5~6	○

※ 沖縄は昭和53年7月調査、文献¹⁾による。

表-1に国内における鑄物砂の産出状況を示した。国内における天然けい砂の主産地は愛知県、岐阜県、大阪府などであるが、良質の天然けい砂はガラス原料としての需要が大きく、年々鑄物砂の入手が困難になっていくようである。したがって、県内資源としての県産けい砂は大切に活用す

* 沖縄鑄鉄工業株式会社

る必要がある。

今回の試験は前回に続いて、県産鑄物砂の利用範囲を拡げることと、生型としての工場現場への適用を図ることを目的として実施された。

2. 実験用試料

実験に用いた試料は県産砂では大原砂、吉原砂および久志砂の3種類である。また比較のため、現在県内工場で使用されているアヤラギけい砂も供試料とした。大原砂、吉原砂、久志砂とも水洗砂による試験を行い、前二者については原砂との比較も行った。

水洗は洗濯機を改造した砂洗い機により行い、砂10kgを注水洗浄したのち、1分間静置し、浮遊粘土分をすてるという方法により、洗浄液がすむまでこれをくりかえした。洗浄後は風乾により乾燥させたのち供試料として使用した。

3. 県産砂の基礎性状

以下に県産砂の化学組成と耐火度、X線回折図、粘土分と粒度分布の評価、粒形写真をまとめて、表2・表3・図1および写真1に示した。

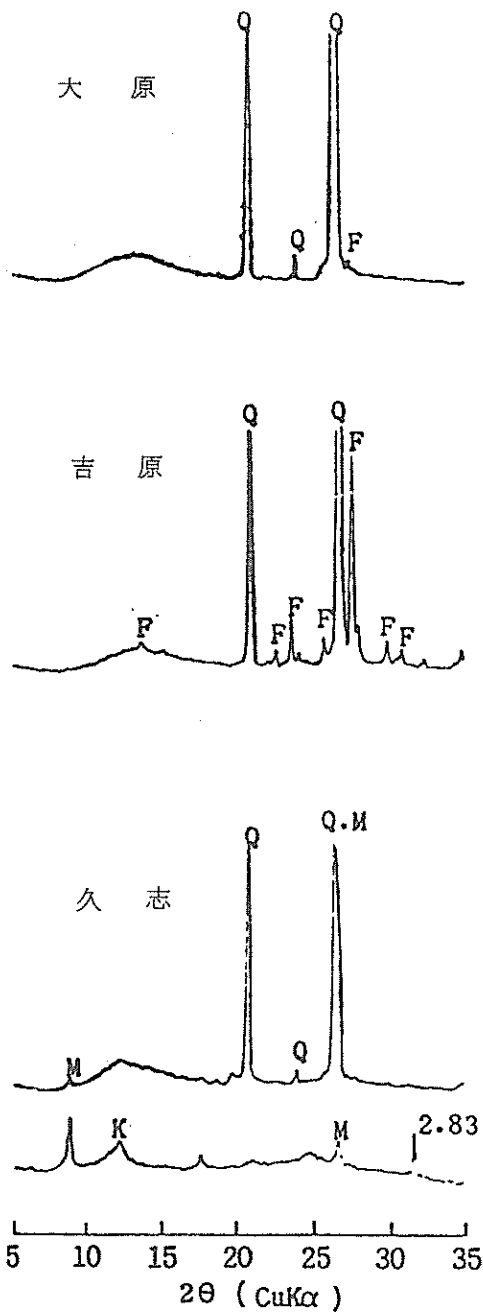
化学組成は3試料とも SiO_2 が89~97%で、また耐火度も1,650℃~1,750℃と高く良い砂といえる。X線回折図を見ると、吉原砂は母岩が花崗岩であるため長石を多く含むが、大原砂は殆んど石英で、久志砂は粘土分を15%含有するため、粘土鉱物が検出されている。

これらの県産砂は48~65メッシュをピークとする粗粒砂で、粒度分布の集中性もよいが、久志砂は微粉がやや多い。また粒形についてみると、吉原砂、大原砂は丸形で鑄物砂として好都合であるが、久志砂はやや角ばっていて、くり返し使用による破砕の進行が考えられる。

4. 常温物理性状

4.1 粒度分布(図2)

大原砂は粘土分1.2%で、草の葉等の有機物が混入しているが、これをふるいわけた原砂の粒度



Q : 石英
F : 長石
M : 雲母粘土鉱物
K : カオリン族粘土鉱物

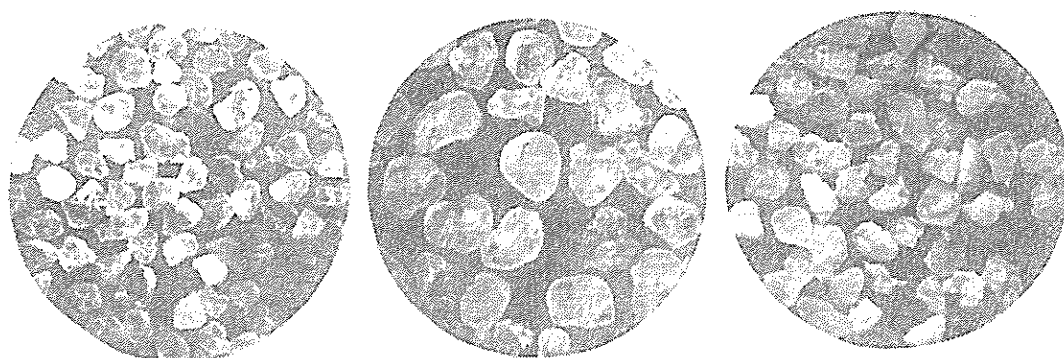
図1 X線回折図

表2 化学分析値および耐火度

試料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	lg loss	Total	耐火度
吉原	89.10	4.79	0.07	0.51	0.21	0.00	0.60	3.01	1.21	99.50	1,730℃
大原	97.31	0.44	0.08	0.96	0.03	0.00	0.07	0.43	0.44	99.76	1,750℃
久志	89.07	4.59	0.18	1.68	0.06	0.03	0.04	0.77	2.17	98.59	1,650℃

表3 各試料の粘土分と粒度分布の評価

試料名	粘土分	ピークメッシュ 粒度	集中度	200#アンダー (微粉)	備考
吉原	4% 低粘土	48 粗粒砂	良い	3%	JIS. 5種相当
大原	1% 低粘土	65 粗粒砂	良い	2%	JIS. 2種相当
久志	15% 中粘土	65 粗粒砂	48~100 : 60% 良い	9%	



① 大原 #65×20

② 吉原 #48×20

③ 久志 #65×20

写真1 粒形

分布と水洗砂のそれを較べると200#アンダーが1.8%と0.9%で多少差があるが大差はみられない。吉原砂は粘土分を約4%含有しており、200#アンダーも3.3%とやや多いが、水洗によって、粘土分、微粉を除去し、200#アンダーを0.8%とすることができた。久志砂は粘土分を15%も含有した山砂であるが、水洗によって200#アンダーが9.7%から1.5%に減少し28~100メッシュに粒度分布が集中した。

4.2 抗圧力

抗圧力、通気度、コンパクトビリティ、表面安定度の各試験作成においては、ベントナイト添加量を10%とし、水分を2~6%と変化させ、各特性値の変化を調べた。

まず、吉原砂についてみると、原砂は水分3.6~4.3%の間で2kg/cm²前後の抗圧力を示しているが、水分が4.4%になると急激に抗圧力が低下する。これは粘土分のため団粒を生ずることによるものであろう。これに較べて吉原水洗砂は水分値3.7%で1.1kg/cm²のピーク値を持つ自然なカーブを示している。すなわち吉原砂は水洗して使用する必要があることを示している。

その他の大原砂、久志砂、アヤラギ砂は概ね水分値3.0~3.6%間に1.0~1.3kg/cm²のピークをもつ同様な傾向のカーブをなしており、一般的けい砂の抗圧力を示している。

凡	番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
例	メッシュ	6	8	10	14	20	28	35	48	65	100	150	200	270	PAN	clay

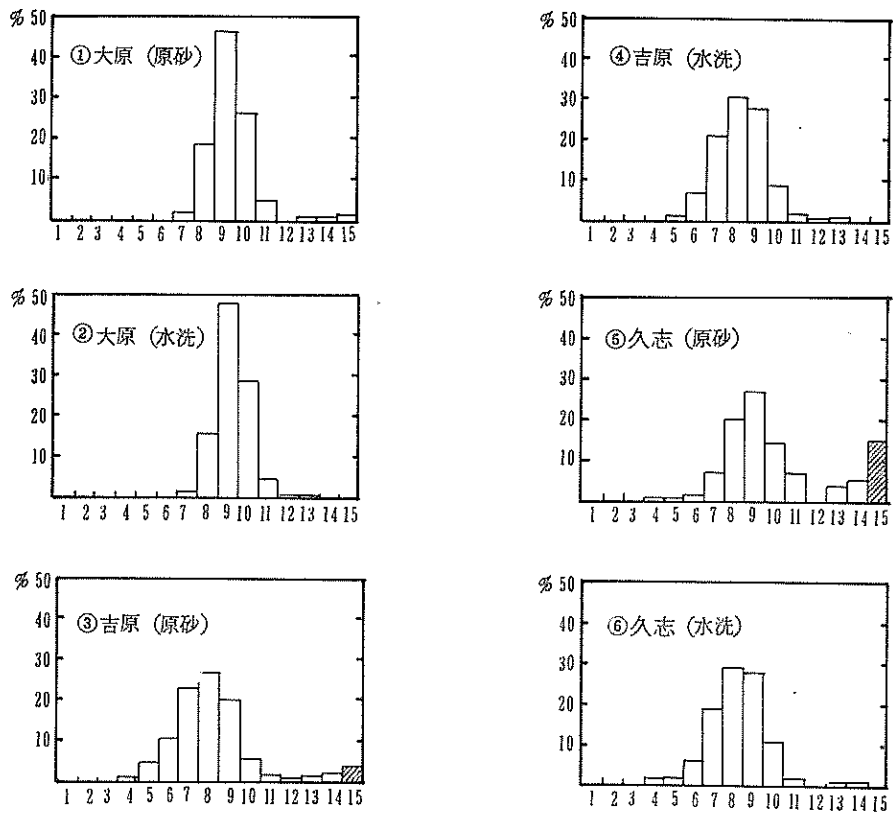


図2 粒度分布

4・3 通気度 (図4)

吉原砂は原砂の状態では、通気度にピーク値がなく異常なカーブを示しているが、水洗砂は水分3.7%で222cc/minの高い通気性を示し、ノーマルな曲線となる。また久志砂は全体の中で一番低い通気度を示し、ピーク値は水分4.8%のとき104cc/minであるが、これは粒度分布の集中性がわるいこと、200[#]アンダーの微粉が9%であること等が原因となって通気性を低くしているものと思われる。大原砂は水洗砂が原砂の方よりも高い通気性を示しており、吉原砂とともに、アヤラギ砂と比較して高い通気度を示している。

4・4 コンパクトビリティ (図5)

生型鑄造法においては、精度の良い鑄物をつくるためには均一で高密度の鑄型が要求される。したがって、使用する型砂の充てん性が大きな問題となる。充てん性の測定には一般にディタート、

ギッターズなどの「流動性」がよく用いられるがここではコンパクトビリティー試験によって充てん性を検討した。若尾、阪口らの実験によると、³⁾コンパクトビリティー指数が30~50%の範囲に入るような水分量るとき、他の測定値すなわち抗圧力や表面安定度が良好な値が得られるとしているこのことは型砂の配合はコンパクトビリティー指数が30~50%の水分域において、抗圧力や表面安定度が良好な値が得られるような配合が好ましいということにもなる。

図5からコンパクトビリティー指数が30~50%を示すのは吉原の原砂および久志砂を除けば、水分値3.2~3.6%であり、この値と抗圧力、通気度表面安定度の適正値における水分値が3.4%前後であることからすると、試験用型砂の配合は大体良好に行なわれていることがわかる。一般に鑄物砂中の蓄積物すなわち粘土分や微粉が多くなると適正水分値も増加することが知られており、⁴⁾吉原砂や久志砂がコンパクトビリティー30~50%において高い水分値を示す理由が理解できる。

4・5 表面安定度 (図6)

表面安定度 (SSI) は久志砂を除いて殆んど同様な性質を示し、水分値3.4%付近でSSI 70%以上を示している。これに比べて久志砂はSSIを70%以上とするのに必要な水分量が4.3%以上となり、他の砂とかなり異った性質を示している。

5. すくわれ試験

鑄込み試験に供した試料は大原砂、吉原砂、久志砂の県産3種とアヤラギ砂である。砂の配合は物理試験によって得られたデータにより、表4のように調整した。

造型は試料約7kgをシン普森型ミックスマラーに入れ、水分およびベントナイトを添加したのち、15分間混練する。水分を実測により確認したのち、モルディングマシンにより、2サンド方式で造型し、鑄型硬度を80前後になるように調整した。なお、比較のため、アヤラギ砂を骨材とし

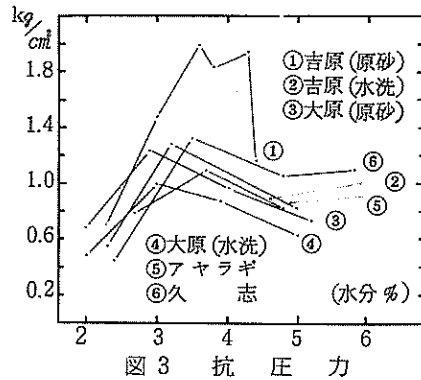


図3 抗圧力

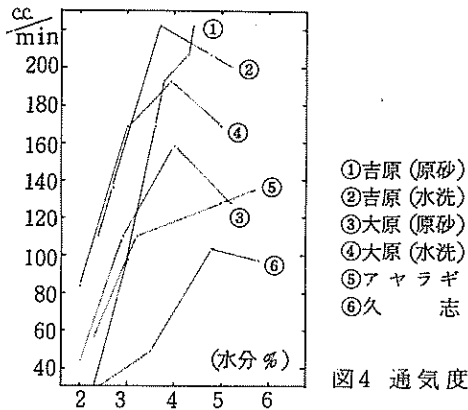


図4 通気度

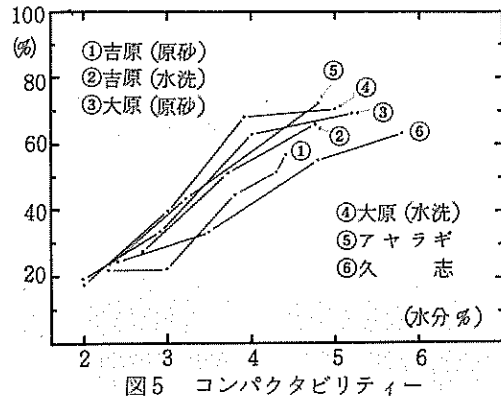


図5 コンパクトビリティー

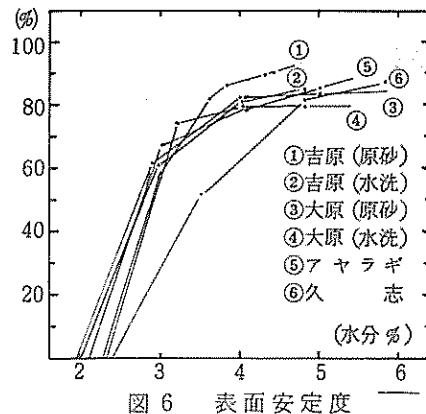


図6 表面安定度

て用いている工場のライン砂についても鑄込み試験を行った。また、でんぶんのすくわれ防止効果をみるため、大原砂のでんぶん添加による鑄込み試験を行った。溶湯は普通鑄鉄（FC 25程度）で鑄込温度は1,400℃とした。鑄込み試験片は名工試型すくわれ試験片である。鑄込み試験結果を表4に、またその試験片を写真2に示す。

すくわれ試験の結果には大差がなく、大原水洗砂のほかは一様に小～中程度のすくわれがみられた。久志砂は物理性状試験では、通気度や充てん性等において他の砂に劣る結果がみられたが、鑄込み試験では比較的良好な結果が得られた。なお、デンプン添加によるすくわれ防止試験では試験片の平板部のしぼられはなくなったが、逆に凹部のすくわれが現われ、その効果は明らかでなかった。

表4 配合砂の水分値

	試料名	適性水分 範	実測 水分値	ベントナイトほか
1	大原(原砂)A	2.0～4.0	3.6	B: 10%
2	大原(水洗)B	3.0～4.0	3.4	"
3	" " C	3.0～4.0	3.9	B: 10% デンプン 0.5%
4	" " D	3.0～4.0	4.0	B: 10% デンプン 1.0%
5	吉原(水洗)	3.5～4.0	3.9	B: 10%
6	久志(水洗)	3.5～4.0	3.7	"
7	アヤラギ砂	3.0～3.5	3.7	"
8	ライン砂	4.0～4.5	4.2	"

表5 すくわれ試験結果

	試料名	しぼ られ	すく われ	すくわれ の程度	備考
1	大原A	有	有	中	原砂
2	大原B	有	無	無	水洗砂
3	大原C	無	有	小	水洗砂+ デンプン 0.5%
4	大原D	無	有	小	水洗砂+ デンプン 0.5%
5	吉原(水洗)	無	有	中	水洗砂
6	久志(水洗)	有	有	小	水洗砂
7	アヤラギ	無	有	小	山口県産
8	ライン砂	無	有	中	工場の型砂

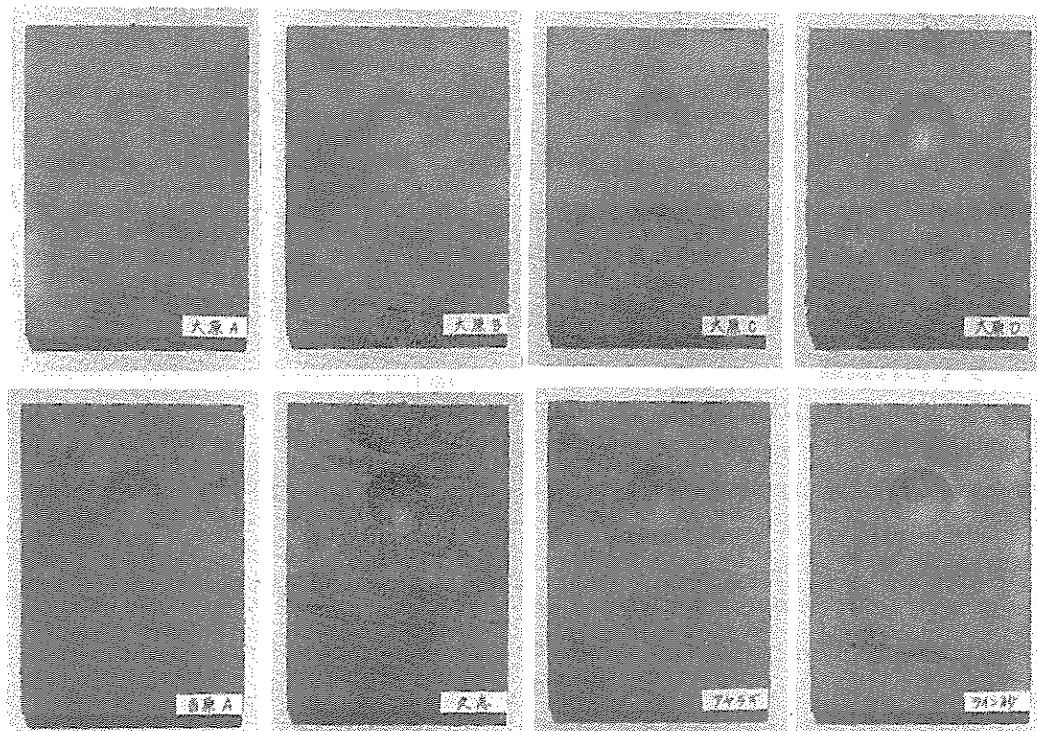


写真2 すくわれ試験片

6. まとめ

県産鑄物砂の工場現場への適用を図る目的で実施した試験の結果は次のとおりである。

- (1) 大原砂は原砂と水洗砂との比較検討を行ったが大差がなく、原砂のままでも良い試験結果が得られた。
- (2) 大原砂にすくわれ防止剤としてデンプン（コーンスターチ）を0.5%、1.0%添加した鑄込み試験ではその効果は明らかでなかった。
- (3) 吉原砂は粘土分を水洗しないと鑄型用けい砂としては好ましくない。水洗砂では物理性状試験及び鑄込み試験ともに良い結果が得られた。
- (4) 久志水洗砂は他の砂と比較して通気性や充てん性において劣るが、鑄込み試験では比較的良好な結果が得られた。したがって、工場での製品試作試験を行って、実用可能かどうかを判断する必要がある。

以上の実験により、県産砂とくに大原、吉原の砂はアヤラギ砂に優るとも劣らない結果が得られた。しかし、実験室段階では、砂のくり返し使用後の試験結果が得られていないので、工場への適用にあたっては、この点を注意する必要がある。

大原、吉原の砂を県内の鑄物工場でのみ、使用するとすれば、年間使用量約200トンに対し推定賦存量約800万トンであるから、殆んど半永久的な賦存量と考えてもよいであろう。

文 献

- 1) 石原金盛ほか、沖縄県工試業務報告（S53）、29（1979）
- 2) 太田英明・鑄型材料講習会テキスト、（1978）
- 3) 若尾芳之、阪口康司・鑄物、第44巻4号、130（1972）
- 4) 太田英明・鑄鍛造、鑄物砂における水分管理の現状とその対策、（1975）

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。