

3.6 1.5 ton/h キュボラ溶湯の改善

浜 石 和 人

1. 県内媒社は1.5 ton/h キュボラ溶解により普通鋳物を生産している。最近取引先より黒鉛の分布状態マトリックス組織が悪く機械的性質が劣るためクレームがつき、この対応策につき依頼を受けた。

持込まれた2, 3の試料の溶解条件, 化学成分, 機械的性質, 組織の調査をしその結果をもとにして更に2-3の現場実験を試み媒社鋳物に検討を加えクレーム対策の一指針を得ることとした。その途中経過を報告する。

2. 調査事項および調査結果

調査は持込みの試料について可能な限り溶解条件, 化学成分, 機械的性質, 組織について行った。

表1に溶解条件, 表2に化学成分, 図1に各試料の坑引長, 硬さをそして写真1に各試料の組織を示す。なお新鉄はJIS 1種1号B相当品, 鋼屑はSS41であり, 各試料の出湯温度は約1,530℃, 接種温度は1,460~1,480℃, 鋳込温度は約1,400℃であった。

表1 溶 解 条 件

No.	溶 解 条 件						接 種		
	新 鉄	戻 り	鋼 屑	Si-C	石灰石	コークス	Ca-S;	S・P	F-Mn
A	40	30	30	1	3	16	0	0	0
B	30	40	30	1	3	16	0	0	0
C-1	30	40	30	0	3	16	0	0	0
C-2	"	"	"	0	"	"	0.1	0.025	0
C-3	"	"	"	0	"	"	0.1	0	0
C-4	"	"	"	0	"	"	0	0.025	0
D-1	40	20	40	0	3	16	0	0	0.5
D-2	"	"	"	0	"	"	0.1	0.025	"
D-3	"	"	"	0	"	"	0.1	0	"
D-4	"	"	"	0	"	"	0	0.025	"

表2 各試料の化学成分

No.	化 学 成 分						CF	Sc
	C	Si	Mn	P	S	Cu		
A	3.67	2.13	0.72		0.083	0.530	4.48	1.01
B	3.72	2.14	0.51	0.102	0.071	0.280	4.47	1.04
C-1	3.37	1.40	0.68	0.056	0.095	0.013	3.86	0.89
C-2	3.38	1.48	0.65	0.056	0.091	#	3.89	0.90
C-3	3.35	1.41	0.68	0.071	0.096	0.520	3.84	0.88
C-4	3.37	1.39	0.68	0.071	0.094	0.129	3.86	0.89
D-1	—	—	—	—	—	—	/	
D-2	#	#	#	#	#	#		
D-3	#	#	#	#	#	#		
D-4	#	#	#	#	#	#		

表1に示すように試料Aは新鉄、戻鉄の配合比が試料BC, Dと異なる。試料BとCは等しい。鋼屑の配合比はA, B, Cとも30である。また試料A, BにはSi-Cが炉頂より添加してある。

試料Dの地金配合比は前三者と異り鋼屑40と多く、Si-C無添加である。

Dを除く各試料の化学成分, CE, Sc, Siは鋼屑配合比30と一定で, Si-Cを添加し新鉄ともどり鉄の配合比を変えた場合 $C_{(A)}\% = 3.67$, $Si_{(A)}\% = 2.13$, $CE_{(A)} = 4.48$, $Sc_{(A)} = 1.01$, $C_{(B)}\% = 3.72$, $Si_{(B)}\% = 2.14$, $CE_{(B)} = 4.47$, $Sc_{(B)} = 1.04$ と炭素, ケイ素量, CE値に大差はなく, A, Bとも過共晶気味の組成である。返面鋼屑配合比30でSi-C添加の試料Cの炭素, ケイ素, CE, Scは $C_{(C)}\% = 3.35 \sim 3.37$; $Si_{(C)} = 1.39 \sim 1.48$, $CE_{(C)} = 3.84 \sim 3.89$, $Sc = 0.88 \sim 0.90$ と亜共晶組成となっている。つまり, 同鋼屑配合の場合, 炭素, ケイ素量はSi-C添加によってかなり影響を受けると言える。

試料Dの分析は行わなかった。

次に図1より各試料の抗張力, 硬さは過共晶成分のA, Bは亜共晶組成のCに比べかなり劣っている。

試料C, Dの番号1~4は1が無処理, 2がSP剤+Ca-Si添加, 3がCa-Si添加, 4がS・P剤添加である。試料Cの抗張力, 硬さは各処理効果は著しくなく, 無処理試料より劣っている。

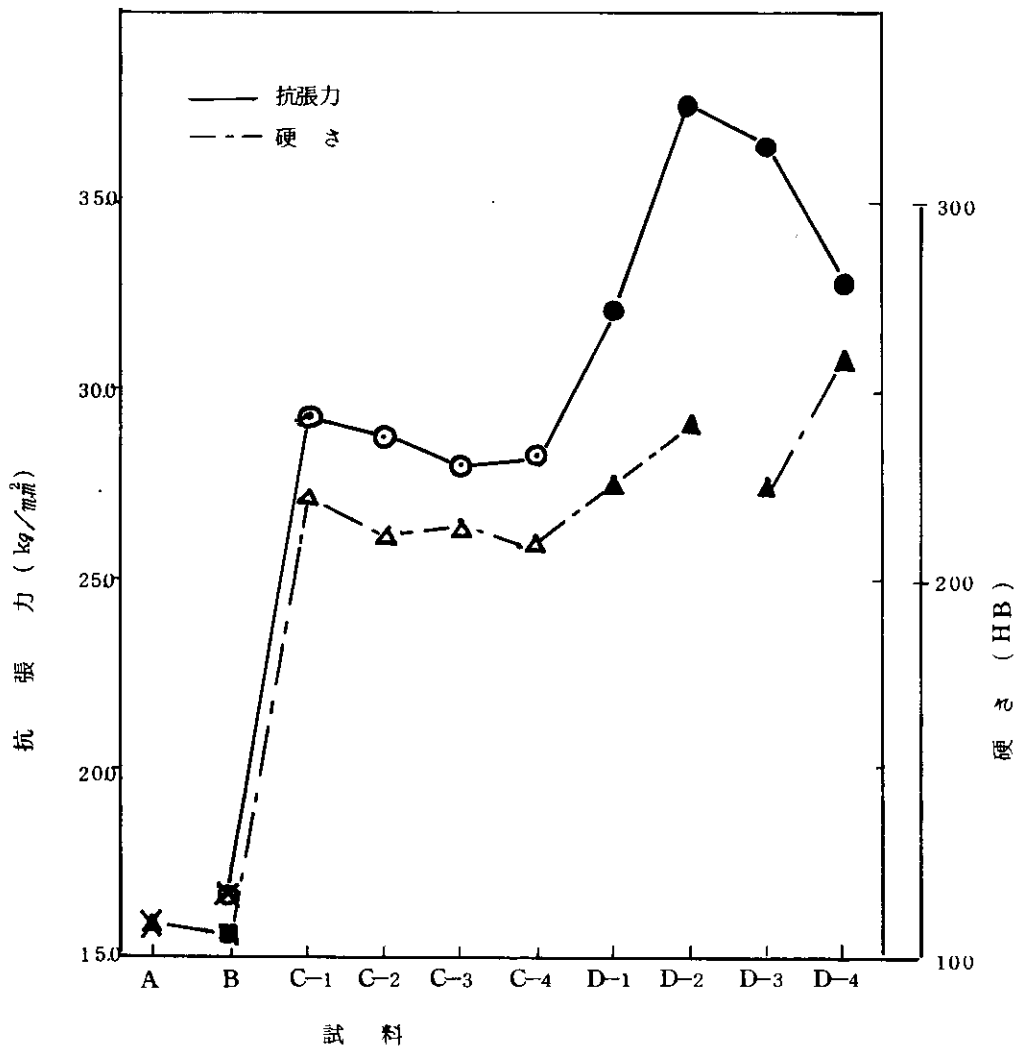
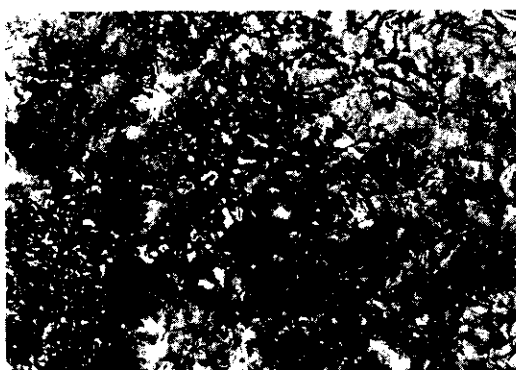


図 I 各試料の硬さおよび抗張力

試料Dでは各処理の効果が著しく現われ抗張力はCa-Si+S・P剤処理, Ca-Si, S・P剤, 無処理の順と高くなり, 硬さはCa-Si+SP処理が最も高く出るべきと思われるが, S・P剤, Ca-Si+S・P剤, Ca-Siおよび無処理の順となっている。

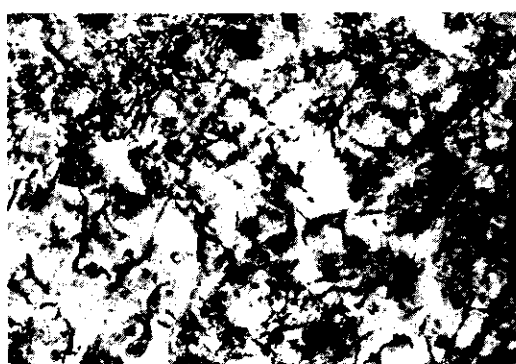
(写真1) 各試料の組織 5% Nital 腐食 $\times 100$



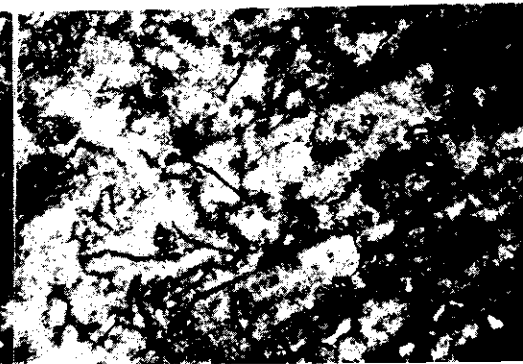
試料 A



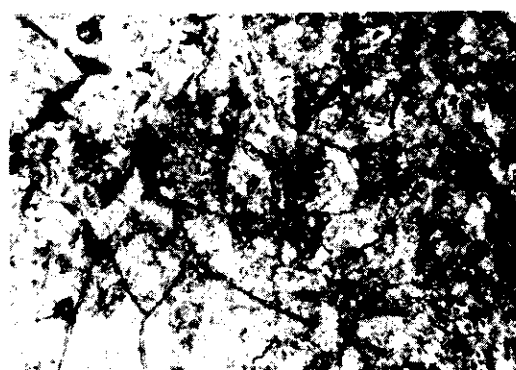
試料 B



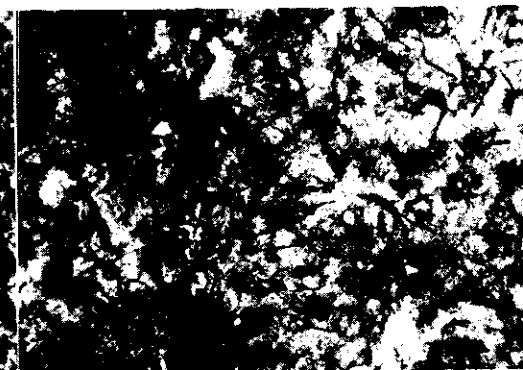
試料 C-1



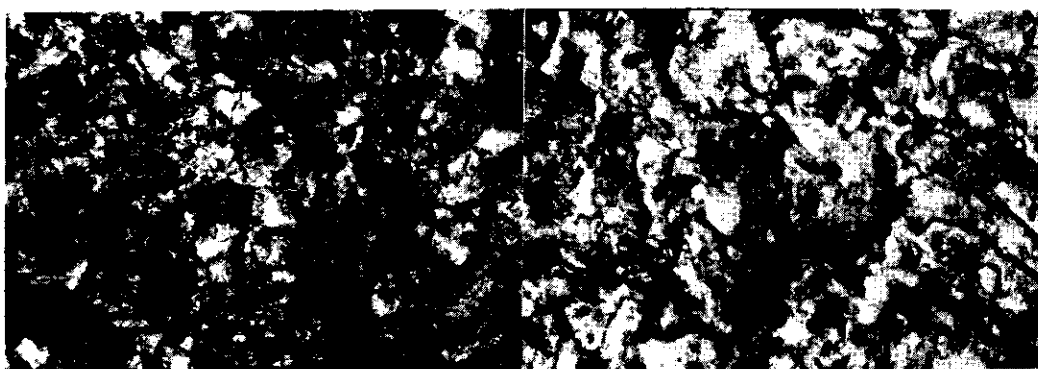
試料 C-2



試料 C-3

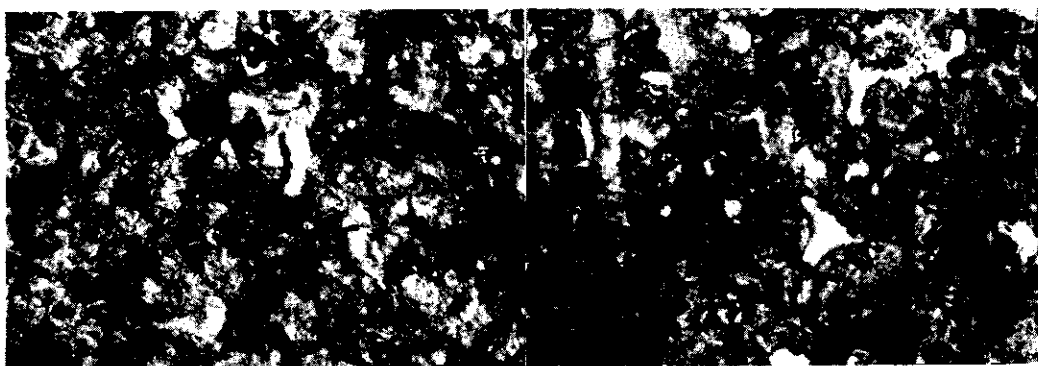


試料 C-4



試料 D-1

試料 D-2



試料 D-3

試料 D-4

各試料の組織は写真 I より試料 A の黒鉛は片状 (A 型) と共晶 (E 型) 黒鉛の混合組織で、試料 B の黒鉛はバラ (B 型) の傾向の片状 (A 型) 黒鉛である。またマトリックスは A, B ともパーライトにかなりのフェライトが観察された。

試料 C の無処理分試料 C-1 黒鉛は片状 (A 型) 黒鉛と共晶状 (E) 黒鉛の混合組織であるが、各処理によって A 型に改善されている。C-2 ~ C-4 間の黒鉛は C-3 が良く成長している。試料 C-4 の黒鉛は C-3 より短い黒鉛が多く析出している。試料 C-2 は C-3, C-4 の黒鉛より析出が少ない。マトリックスは C-1 ~ C-4 試料ともパーライトであり、マトリックス間に顕著な差は認められなかった。

試料 D の黒鉛は 1 ~ 4 試料ともに A 型であり D-1 ~ D-3 の三者とも大差はないが、D-4

の黒鉛は細く十分に成長していない。マトリックスはD1～4ともパーライトであるが、D-4にはステダイトが観察された。

3. (調査結果まとめ)

調査結果をまとめると以下のことが言える。

- (1) 鋼屑配合比一定の場合Si-C添加量により炭素、ケイ素量が大巾に変動し、その結果黒鉛形態、マトリックスが影響され、機械的性質が変化する。
- (2) 鋼屑の配合量が多くなると抗張力、硬さが向上し、更にS・P剤、Ca-Si処理によって改善可能で、S・P剤を添加すると抗張より硬さが向上する傾向がある。
- (3) S・P剤、Ca-Siの添加により黒鉛組織が改善される。

以上の調査結果をもとにして以下の実験を試みた。

4. 実験方法

調査結果よりSi-C添加による鑄鉄の化学成分の変動S・P剤、Ca-Siが鑄鉄の組織、機械的性質に影響を及ぼすことが明らかになったので、表3の地金配合、接種の溶湯を20φ×400の試料を鑄込み各試料の化学成分、クサビ試験、組織、抗張力、硬さ、抗折試験を行い更にSi-C、S・P剤、Ca-Siの効果を検討した。

表3 溶解条件・接種剤

		溶 解 条 件					接 種			
No		新 鉄	戻 り	鋼 屑	Si-C	石灰石	コークス	Ca-Si	S・P剤	F-Mn
I	a	4 0 (kg)	2 0 (kg)	4 0 (kg)	0 (kg)	3 (kg)	1 6 (kg)	0 (%)	0 (%)	0. 5 (%)
	b	#	#	#	0	#	#	0. 1	0. 0 2 5	#
	c	#	#	#	0	#	#	0. 1	0	#
	d	#	#	#	0	#	#	0. 3	0	#
II	a	#	#	#	0. 5	#	#	0	0	#
	b	#	#	#	#	#	#	0. 1	0. 0 2 5	#
	c	#	#	#	#	#	#	0. 1	0	#
	d	#	#	#	#	#	#	0. 3	0	#

5. 実験結果

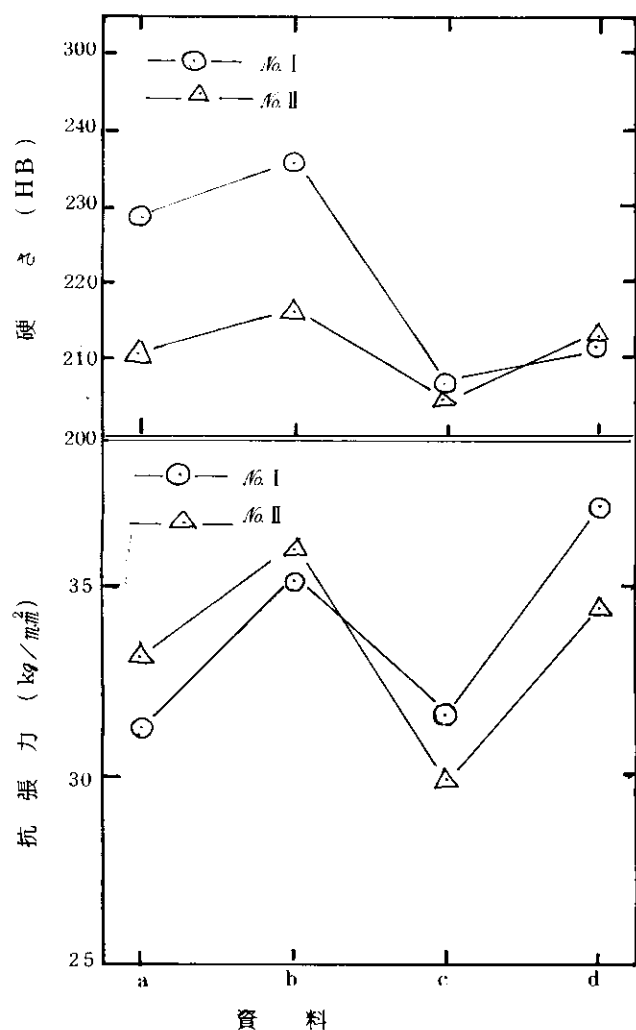
試料の分析結果を表4に示す。

表4 試料の化学成分

No	化 学 成 分						C・E	Sc
	C	Si	Mn	P	S	Cu		
I	3.39	1.24	0.65	0.056	0.085	0.17	3.82	0.88
II	3.36	1.75	0.53	0.072	0.098	0.16	3.97	0.91

表4より試料 $\#I$, $\#II$ の炭素量は3.39%, 3.36%で大差はないが、ケイ素は1.24%と1.75%とかなりの差が出ている。

図IIに各試料の抗張力、硬さを、図IIIに抗接試験結果を示す。



図II 各試料の抗張力およびブリネル硬さ

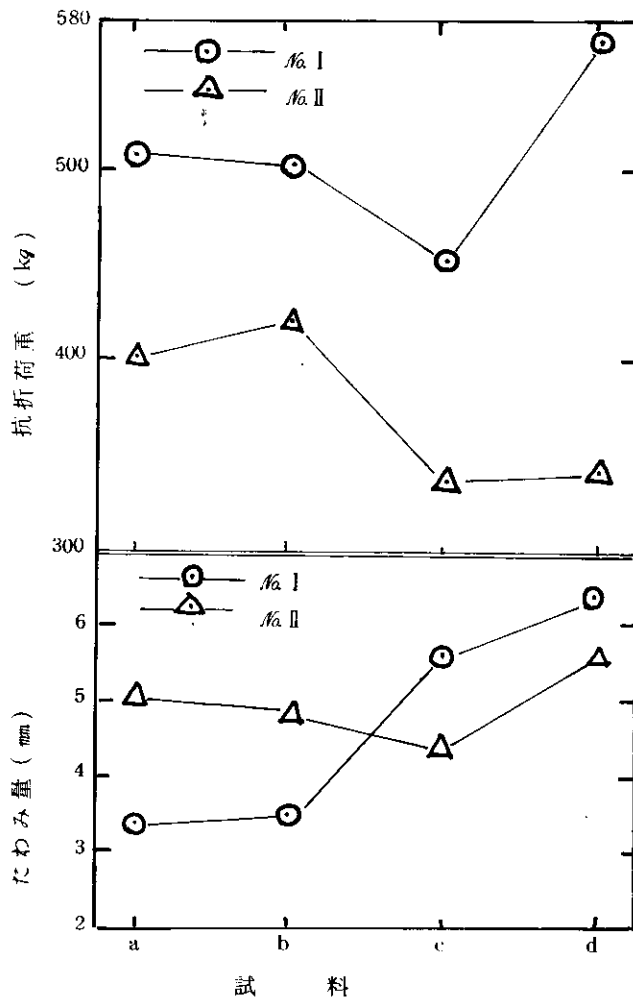
折荷重は $\#I$ のa~dが $\#II$ のa~dよりかなり高く、 $\#I$ のb, Cはaより低く、dが最も高くなり、 $\#II$ ではbが最も高く、a, cdとなっている。

以上のように無処理およびSP+Ca-Si処理において $\#I$ と $\#II$ に差があり、この差がCa-Si添加により逆になっているのは、Si-Cの影響によるSi量の差によるものと考えられる。次に写真Iに各試料の組織とクサビ試験結果を示す。

図IIより抗張力はSiC添加試料 $\#II$ の無処理のa, Ca-Si+SP剤添加のbがSiC無添加試料 $\#I$ のa・bより高い値を示し、Ca-Si添加のc・dでは $\#I$ が $\#II$ より高い値を示している。また各添加剤により抗張力は改善されている。硬さについては、抗張力とは逆に $\#I$ のa, bが $\#II$ のa, bより高く、 $\#I$ のc, d, $\#II$ のc, dはほぼ同じ値を示している。

S・P剤, Ca-Siの効果も顕著に現れ、中でもCa-Si 3%添加のdは最も抗張力が高く、また硬さは他の試料に比べ低い。

図IIIからタフミ量は $\#I$ のa, bは $\#II$ のa, bより低く、 $\#I$ のc, dは $\#II$ のc, dより高くなっている。 $\#I$ はCa-Si添加により良く改善されている。 $\#II$ はdが最も良く改善されているが、各試料間に大巾な差はない。抗



図Ⅲ 各試料のタワミ量と抗折荷重

るより、Ca-Si単独添加の改善効果が大である。マトリックスについては明確な差は認められなかった。

№Ⅰのa～d、№Ⅱのa～d各試料の黒鉛はA型黒鉛であるが、№Ⅰに比べSi-C添加の№Ⅱの黒鉛が良く成長している。Ca-Si両者共にCa-Si接種試料の黒鉛が良く改善されている。このことはクサビ試験結果からも明らかである。

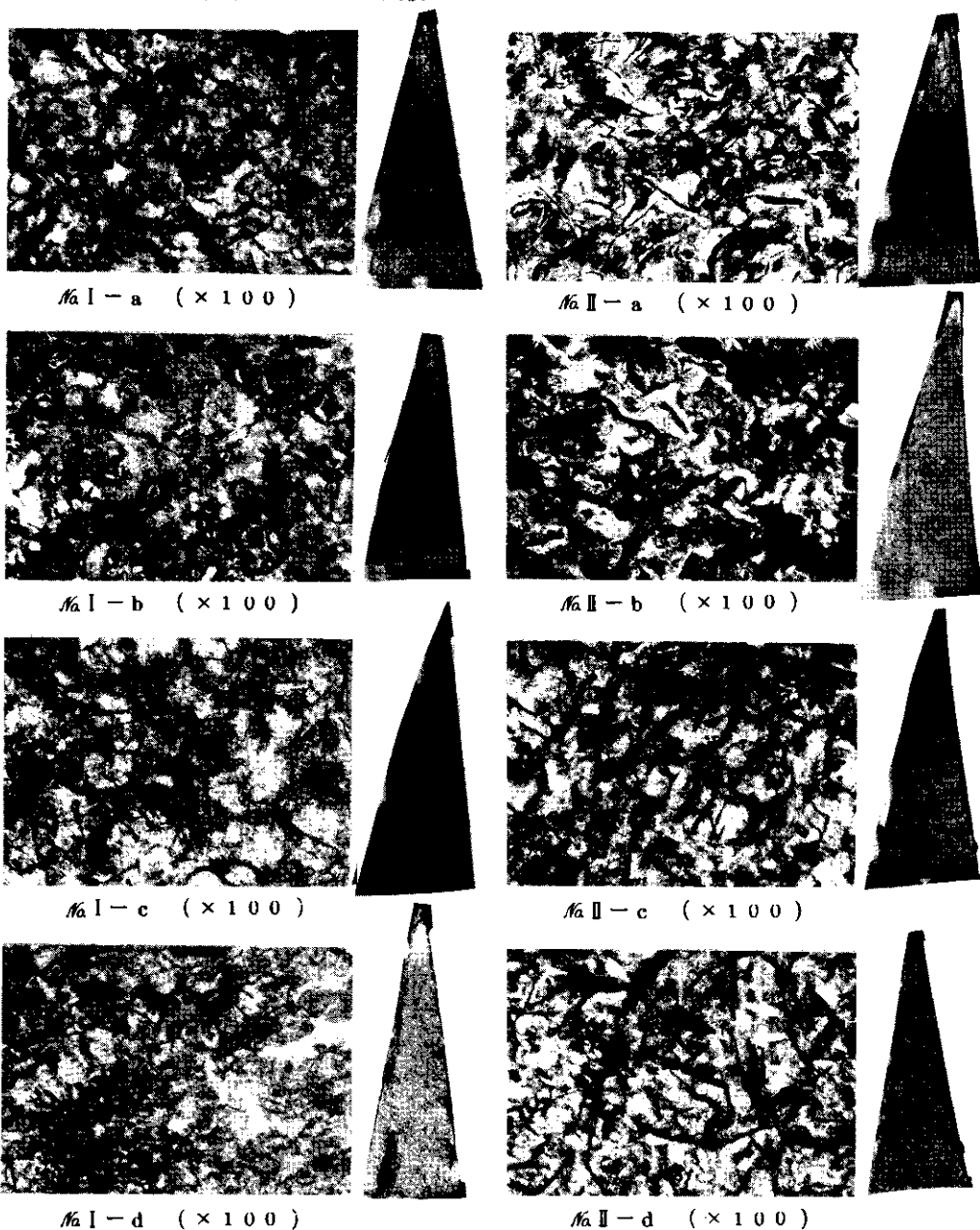
(6) まとめ

これまでの試験結果をまとめると

- (1) 地金配合比一定でC-Siを添加した場合、ケイ素量が増加した。
- (2) 無処理溶湯およびS・P剤+Ca-Si溶湯ではSi-C無添加試料の抗張力はSiC添加試料より高く、タワミ量は多い。硬さはその逆となった。しかし、Ca-Siを接種した場合Si-C添加溶湯の方が無添加溶湯の抗張力より低く、タワミ量も少ない。硬さはほぼ等しい。抗折荷重は、Si-C無添加の方が高い値を示した。

(3) 黒鉛組織はS・P剤を利用す

写真2 各資料の組織およびクサビ試験



(あ と が き)

1.5 ton/h キュボラ溶解鑄物のクレーム対策として現場実験の途中経過を報告したが、一応機械的性質、黒鉛地の改善は出来た。しかし、まだ日により材質のバラツキが大きいので、今後安定した材質の鑄物製造のため、更に詳しい検討を加えてゆく。

最後に多忙中にもかかわらず成分分析に協力願った当センター田中研究員に感謝の意を表します。