

討 9 90t大型鋼塊の負偏析部に発現した巨視的介在物とマクロ組織について

(株)日本製鋼所室蘭製作所研究所

前川 静弥
福本 勝
○谷 口 見造

1. 緒言

鋼塊に発生する欠陥の一つとしての砂疵の軽減に関する研究は従来より数多くなされているが、その発生を防止するための決定的な対策は確立されていないのが現状である。当所においては、砂疵系欠陥について、溶鋼が、製鋼炉→取鍋→鑄型を経て完全凝固に至る過程を系統的に調査を行なっているが、ここでは特に鋼塊下半部に発現した砂疵とマクロ組織の関係、ミクロ的介在物の挙動について報告する。

2. 調査方法

溶鋼成分および、造塊条件を 表1 に、また鋼塊形状および試料採取位置を 図1 に示す。製鋼炉から鑄型内での凝固完了に至るまで溶鋼中の介在物を系統的に調査するため、各過程において、石英管採取法により介在物、および全酸素分析用試料を採取した。

また凝固後鋼塊B端側より600mmを切断して砂疵、介在物、および成分偏析の調査に供した。

表1 溶鋼成分および造塊条件

成分	C	Si	Mn	P	S	Al
wt%	0.38	0.36	0.75	0.012	0.007	0.003

溶解炉 : 80t エル式電気炉
鋼塊重量 : 89t 500
鑄込温度 : 1580°C

3. 調査結果および考察

製鋼炉、受鋼鍋、中間鍋、鑄型内の各過程において採取した試料より得に、全酸素、介在物分布、介在物組成を、一括して 表2 に示す。これによると

(i) 炉内には微細な介在物が懸濁している。

その組成は、還元期初期においては、 SiO_2 および MnO を主成分とし、出鋼直前になると Al_2O_3 や CaO が含まれる。

(ii) 受鋼鍋、中間鍋では、微小介在物がかなり少なくなる。これは、受鋼中に於ける懸濁介在物の浮上によるものと思われる。しかし受鋼鍋から中間鍋にかけては、あまり変化がなく、中間鍋での空気酸化によると思われる全酸素の増加と、介在物の増加がみられる程度である。組成的には、ほとんど変化がない。

(iii) 鑄型内においては、真空鑄込であるため、全酸素は激減しているが、介在物の大きさ、分布、およびその組成はほとんど変化がない。

一方、鋼塊B端側試料の縦断面のサルファプリント、マクロ組織と、砂疵発現位置との間に次のような関係が観察された。写真1、および2に砂疵近傍のマクロ組織写真を示す。

(i) 砂疵は周囲の組織とは異なつた、バンド状組織上に発現している。

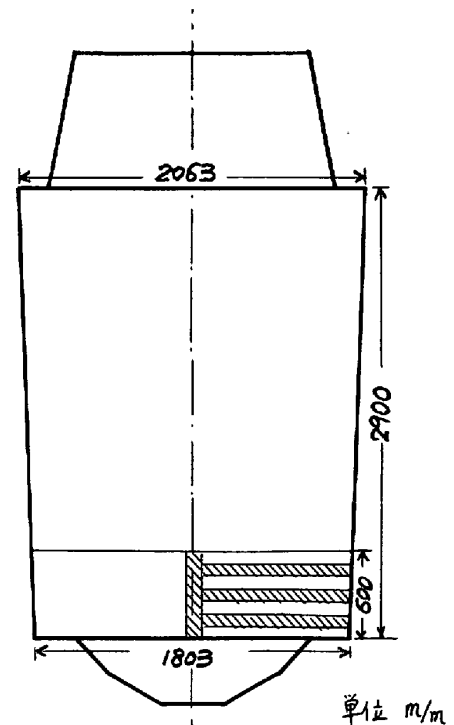


図1. 鋼塊形状および試料採取位置 (斜線部)

(ii) この部分はSの濃化帯である。

(iii) バンドの位置は、鋼塊B端より約500mmで軸心より若干ずれたところに位置している。

このような濃化部分は凝固の進行に伴い凝固前面にあし出されてきた濃化溶鋼が十分浮上しない間に濃化の軽微な部分が先に凝固することにより生じたものと思われる。この濃化溶鋼中には酸素および脱酸素元素が濃化しており、二次脱酸生成物の発生も大きいと考えられ、またマクロ的な介在物が混入していれば、その周囲における介在物の凝集により、更に大きい介在物となり砂疵として発現することが予想される。

表2 介在物分布、組成および全酸素

	全酸素 (ppm)	介在物、大きさと数 (n/cm^2)						組成: (E.P.M.A. 吸収補正值) (%)					
		3 μ	9 μ	15 μ	21 μ	27 μ	33 μ	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO
炉内SO直後	180	1017	68	5	3		3	46.4	41.5	—	—	—	3.3
。Tap直前	110	1749	179	18				47.4	11.7	12.4	19.0	—	2.7
受鋼鍋	22	278	22	2				41.3	—	14.3	10.8	12.8	2.7
中間鍋	61	358	107	9	3	1		43.8	13.1	8.6	7.8	11.8	4.1
鋼塊上部	19	246	83	8		1		43.6	4.8	17.6	21.1	10.9	1.9

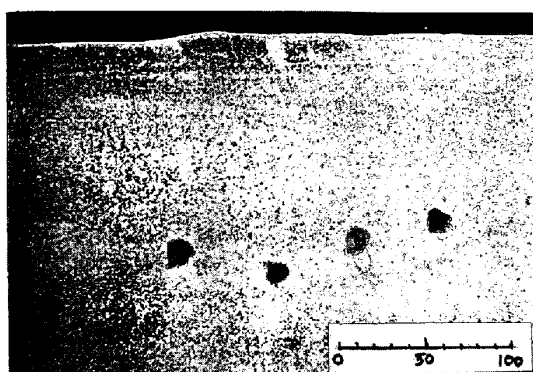


写真1 砂疵発現位置とマクロ組織

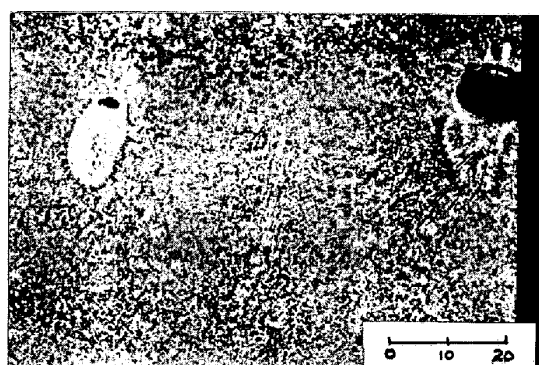


写真2 砂疵発現位置とマクロ組織(拡大)

次に砂疵の組成を表3に示す。その組成はほとんど同一で主としてSiO₂とCaOより成っている。CaOを大量に含んでいることより、二次脱酸生成物の凝集肥大化のみによって生じたものではなく外生的な混入物が存在していたものと考えられる。

表3 砂疵組成 (%)

	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
No 1	44.6	0.24	3.34	32.4	9.16	5.98
No 2	41.6	0.46	3.07	30.3	9.06	5.72
No 3	48.5	0.66	2.90	30.2	7.78	7.08
No 4	42.8	0.32	3.40	31.5	9.25	6.03

4. 結言

以上の結果を総括すると

(i) 砂疵はすべて濃化帯の上に存在し、この濃化帯はいわゆる負偏析部に位置し厚さ約20mmの皿状を呈する。

(ii) 濃化帯は排出された濃化溶鋼が十分浮上しない間にその上の濃化の軽微な部分が先に凝固してしまうために生ずる考えられ、濃化帯の中では砂疵は浮上しているがその上端で凝固層に捕捉され、砂疵として発現するものと思われる。