

(92) 連鑄ノズルの肉塞機構

川崎製鉄 技術研究所 ○中戸 参 理博江見俊彦 新谷宏隆
千葉製鉄所 上田典弘

1. 緒言; Alキルド鋼連鑄時には、ノズルが詰り易く製品性状が損われ、多連鑄が困難になる事がある。肉塞はアルミナの析出や付着とする説が多いが、肉塞物中に見出される凝固した鋼の形態に着目して調査し、肉塞の機構について興味ある知見が得られた。

2. 調査方法; 薄板および厚板用Alキルド鋼($Al_{sol}=0.030\sim0.080\%$)鑄込後のノズルを回収して肉塞物の化学分析、X線回折、電顕観察、凝固鋼のX線透視とアルカリ溶融による形態観察を行なった。

3. 調査結果; アルミナグラファイト質浸漬ノズルの内面付着物は凝固鋼と数ppmの溶鋼酸素に相当する酸化物から成る。酸化物はノズルの壁面近くで見られる緻密な層(A)と溶鋼流面側の赤白色粉(B)および白色粉(C)に大別される(表1)。Aは Al_2O_3 が主体だがCaO, SiO_2 も比較的多く、 $\alpha-Al_2O_3$ のほかにも $CaO\cdot 6Al_2O_3$ を含み走査型電顕観察では六角板状の結晶が認められた。B, Cは Al_2O_3 が90%以上を占め、CaOと SiO_2 は少ない。互いに焼結した $\alpha-Al_2O_3$ がほとんどであるが(写真1), $CaO\cdot 6Al_2O_3$ も見られた。凝固鋼の形態をX線透視、アルカリ溶融で調べると、断面観察では粒状に見える(写真2, 左)が実際には互いに結びつき大きな集合体を形成している(写真2, 右および写真3)ことが確認された。以上の所見は、溶融石英質浸漬ノズルの場合も同様である。

表1. ノズル肉塞物の化学組成

	Chemical Composition (%)			
	Al_2O_3	SiO_2	CaO	T. Fe
A	66.2	10.4	11.6	1.3
B	92.0	0.8	0.4	5.5
C	94.0	0.8	2.3	1.6

4. ノズル肉塞の機構; 肉塞機構は図1のように、注入初期のノズル壁面温度が低いため溶鋼流入時に壁面に島状の凝固鋼が付着する(i)。壁面近傍の流速は遅く、島状凝固鋼の間隙には流れの淀みが生じ、溶鋼中に 10^5 (粒径 6μ) $\sim 10^7$ (粒径 2μ) $^3/cm^3$ も存在するアルミナや滴入空気起因の酸化物が焼結機構により付着、堆積する(ii)。付着、堆積した酸化物は量を増し、島状凝固鋼前面の溶鋼流停滞層を発達させ、溶鋼から島状鋼への伝熱量を減じて島状鋼の棒状成長を促す(iii)。壁面付近の流れが激しく、乱れている時には一旦凝固成長した島状鋼の先端が再溶融することもあるが、酸化物に囲まれているので著しく洗い流される可能性は少なく、抜熱条件によっては再び成長する(iv)。すなわち、ノズル肉塞は鋼の珊瑚状凝固、成長とその樹間を埋める酸化物の沈積の相補的作用により進行する。ジルコン質タンディッシュノズルの肉塞機構もこれと同じであることが確認された。タンディッシュ内の過熱度が $20\sim 40^\circ C$ のAlキルド鋼を非溶模型ノズルで鑄込む際、肉塞はノズル壁を介しての溶鋼からの抜熱で支配され、溶鋼の Al_2O_3 濃度が高くノズル内で空気酸化が起れば加速される。

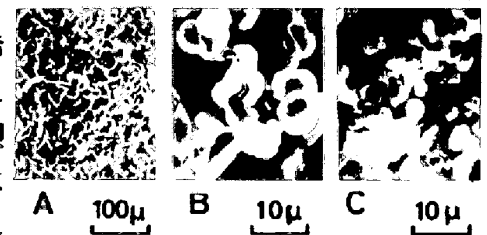


写真1. ノズル肉塞酸化物の走査型電顕像

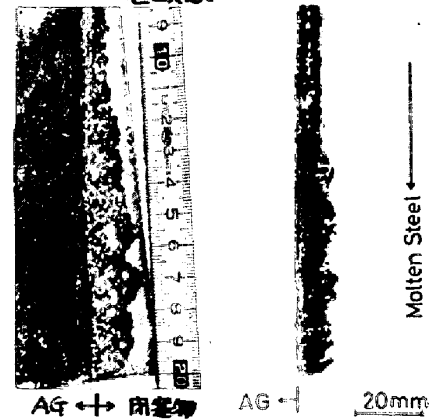


写真2. 肉塞物中の凝固鋼の形態

図1. ノズル肉塞機構モデル

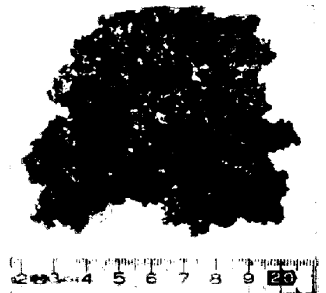
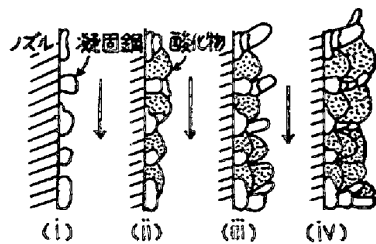


写真3. 凝固鋼の形態