

(31) 高炉送風羽口の溶損過程の研究

名工大 材料開発研究施設 ○ 森 山 昭
荒 木 和 男

I. 緒 言 羽口が溶銑と接触すると、冷却水が膜沸騰状態となり、バーン・アウトに至ると信じられる^{1)~3)}が、その防止策として(1)冷却水流速増加、(2)羽口炭肉化、(3)高融点材料の適用などが述べられている^{2),3)}。本報では羽口・溶銑接触時の伝熱過程を解析して溶損防止策を検討する一般的方法を考察する。例として従来の銅羽口、平川¹⁾のアルミ羽口、および、あらに鋼羽口の各場合を論じた。

II. 羽口壁内定常温度分布 Sciulli²⁾と三塚³⁾が実測した羽口壁の温度分布は直線的である。それらから羽口に属する熱的特性値が求められる。壁厚 d 、熱伝導率 k_c の羽口の高温側表面温度 $T_{i,x=0}$ が材料の融点 $T_{i,m}$ をこえないことを考慮すればBiot数 $=k_c d / R_i$ (R_i :炉側伝熱係数)に一定の制限が現れる(図1)。たとえば、銅および鋼羽口は高炉の定常操業下で十分安全であるが、アルミ羽口は壁厚4.8cm以上で表面が溶融する。

III. 溶銑接触直後の羽口先端温度 問題を接触直後に限定すれば、羽口・溶銑接触界面温度 $T_{i,x=0}$ は $\omega_i = \sqrt{k_c \rho_c c_i / R_m \rho_m c_m}$ (下付記号 i, m は羽口・溶銑, ρ は密度, c は比熱)の簡単な関数となる。図2にこれを示す。銅および鋼羽口は接触直後に溶融する危険はないが、アルミ羽口は $d=1\text{cm}$ でも表面から溶融しはじめることがわかる。

IV. 持続的溶銑接触 実測値^{2),3)}から羽口の冷却熱流束は図3とされ、これを定式化する。溶銑からの熱負荷は $q_L = 383 \text{ cal/cm}^2 \text{ sec}$ 、また、溶銑側伝熱係数 $R_m = 0.833 \text{ cal/cm}^2 \text{ sec} \cdot ^\circ\text{C}$ と見積られる。 $T_{i,x=0} \leq T_{i,m}$ の範囲で物性値一定の仮定に基づく非定常伝導解析解、また、 $T_{i,x=0} > T_{i,m}$ の範囲で定常逐次の溶融・凝固モデルにより溶損過程と解析した。結果の1例を図4,5に示す。銅とアルミ羽口は、結局、溶損に至る可能性が大きい。鋼羽口は0.9cm厚以下で溶損を免れる可能性がある。

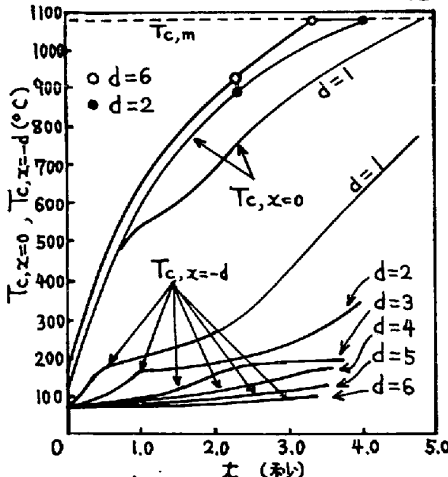


図4. 鋼羽口の高高温側および冷却側表面温度

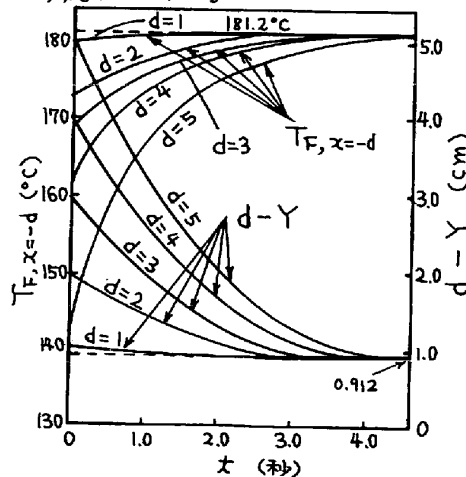


図5. 鋼羽口の溶融厚さおよび冷却側表面温度

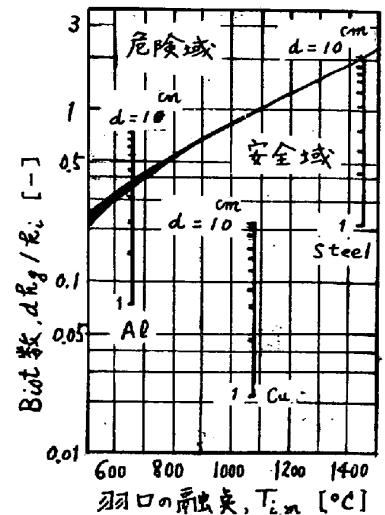


図1. 限界Biot数

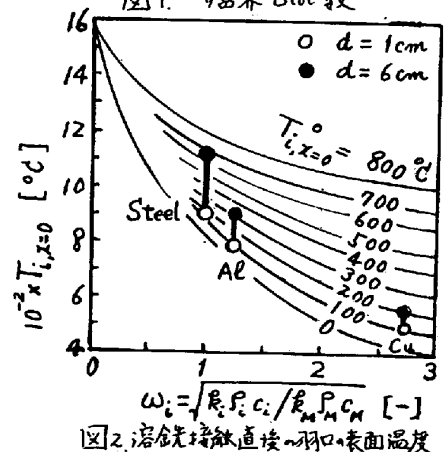


図2. 溶銑接触直後羽口表面温度

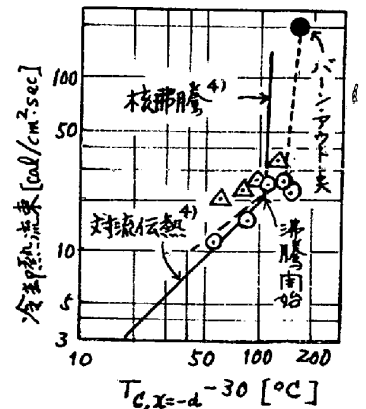


図3. 羽口の冷却熱流束

文献1) 平川: 鉄と鋼 16 (1930), 595, 2)
C.M. Sciulli: J. Metals (1968) No. 3, 53, 3) 三
塚: 鉄と鋼 57 (1971), 201, 4) W.H. McAd-
ams: Heat Transmission, p.392 (McGraw-Hill)