

(3) 高炉羽口材料の溶融実験について

新日本製鐵 生産技研

○三塚正志, 森瀬兵治

福田敬爾

I はじめに: 高炉羽口は, 溶銑と接触する時多量の熱を受け, 入出熱の平衡がくずれると, 瞬間的に溶損する。それ故, 溶損防止対策としては, 入熱防止, 抜熱強化, 構造, 材料などの面から検討せねばならない。現在の羽口はCu製だが, 森山らは, 理論的研究の結果として, mpの高い鋼羽口が溶損しにくい, と報告している¹⁾。筆者らも, 溶損防止研究の一環として, 水冷中の試料の他面に溶鋼を注入する実験を行ない, 各種材料の溶融特性を調べたので報告する(ただし, データ数は少ない)。

II 実験と結果: 羽口材料の選択に際しては, 伝熱特性, 耐食性, 耐亀裂性, 加工性, 耐反応性, 機械的強度, コストなどを考慮せねばならない。筆者らは, 実績のあるCuとAl²⁾, 耐食性の大きい9/1 キュプロニッケルとアルミブラス, mpの高い鋼の5試料を用い, 溶鋼衝突時の溶融状態を調べた。実験は, 50φ×20~30mm試料の下面を流水冷却し, 上面に30~40mmφの溶鋼流を衝突させた(詳細は文献2)参照)。溶鋼は約2tで, 注入時間は, 最長3~4分間である。

表1. 実験の条件と結果

試料	試料	ℓ_0	ℓ_r	λ	Rt	溶融状況
505	鋼 (圧延)	30	2 ~3	0.09	2.2 3.3	4~6秒で上段, 10~12秒で中段, 15~17秒で下段の熱電対が溶断。36秒で注入停止。
501	キュプロニッケル (鋳物)	"	6 ~8	0.22	2.7 3.6	4~6秒で上段, 10~12秒で中段の熱電対が溶断。下段は4分間の注入に耐える。
502	"	"	0	"	—	20秒で平衡状態になり, 70秒後に水流が不安定になり, 完全に溶融。
504	アルミブラス (鋳物)	"	0	0.27	—	注入直後から溶融し, 12~13秒で完全に溶融する。
503	Al (圧延)	"	12 ~14	0.52	2.3 2.7	6~7秒で上段, 10~12秒で中段の熱電対が溶断。下段は4分間の注入に耐える。
107	Cu (圧延)	20	20	0.87	2.3 (3.4)	4分間の注入で溶融せず。

① ℓ_0, ℓ_r : 初期と残存厚み(mm), ② λ : 熱伝導率(400℃の値)(CGS)

③ Rt: 残肉の熱抵抗(CGS), ④ 测温位置: 上, 中, 下段は上面から5, 15, 25mm

⑤ 冷却水: 温度27~29℃, 流速3m/sec, ⑥ 溶鋼: 1520~1540℃(衝突時)

III 考察: 平衡状態に達してからの現象を図1のモデルで検討する。

$$R = \frac{\ell_r}{\lambda} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\alpha_2(\theta_2 - \theta_{s2})} - (R_1 + R_2) = \frac{R_1 + R_2}{[(\theta_2 - \theta_1)/(\theta_{s2} - \theta_{s1})] - 1} \quad \text{ただし, } R_1 = 1/\alpha_1, \quad R_2 = 1/\alpha_2 \quad \dots\dots (1)$$

ここで, θ_1 (27~29℃), θ_2 (1520~1540℃), θ_{s1} (150~200℃)を一定と仮定すると,

$$\ell_r = f(\lambda, \alpha_1, \alpha_2, \theta_{s2}) \quad \dots\dots (2)$$

一方, 実験結果からRを求めると, 材質によらず2.3~3.4となるから,

$$\ell_r = (2.3 \sim 3.4) \lambda \quad \dots\dots (3)$$

この結果によると, 平衡に達した4試料については, mpに関係すると考えられる θ_{s2} は, ℓ_r にほとんど影響しないことになる。

IV まとめ: i) ℓ_r は, 数式上は(2)式だが, 実験結果では(3)式となり, λ だけの関数となること。

ii) 羽口材料としては, 伝熱特性と残肉の機械的強度を考慮すると, λ の大きい材料が有利なこと(例えば, 純Cu)。

なお, λ の小さい18-8鋼製滓羽口を東田高炉に使用した時, 1回目の出滓時に破損した事実を付記する。

文献: 1) 森山, 荒木: 鉄と鋼, 61('75)4, S31

2) 三塚, 森瀬, 津田: 鉄と鋼, 57('71)2, P201

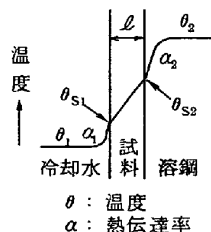


図1. 計算モデル

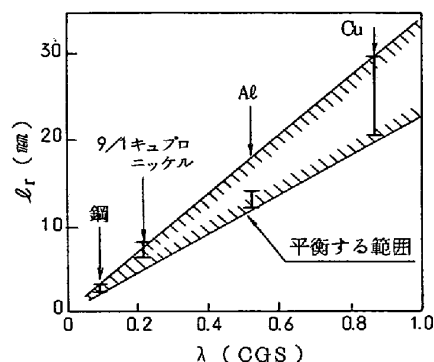


図2. 試料の熱伝導率と残存厚み