

(124) セミキルド鋼塊の気泡におよぼす振動の影響

住友金属 中央技術研究所 工博田上豊助 荒木泰治
和歌山製鉄所 ○河合忠二

1. 緒言

セミキルド鋼あるいはリムド鋼の凝固時に発生する気泡を浮上除去するためには気泡と凝固壁との間の附着力よりも大きい外力を与えなければならない。本実験では外力として比較的簡単に得られる振動力を利用してセミキルド鋼塊の気泡離脱条件の検討を行なった。

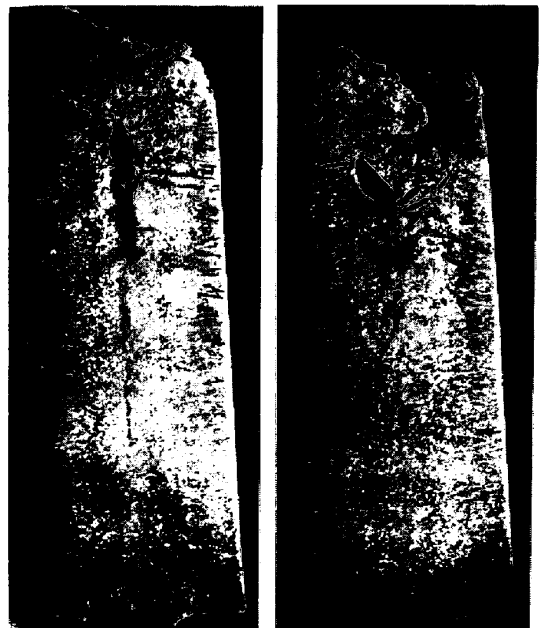
2. 実験内容

振動を与える方法としては 1) 水平反転振動, 2) 垂直上下振動の2通りとし, 前者については 80 kg 鋼塊にて毎分 528 サイクル, 最大加速度 3.53 g まで, 後者については 800 kg 鋼塊にて 960 サイクル, 1.66 g まで条件を変化して実験を行なった。調査鋼種は約 0.2% C, 約 0.03% Si, 0.5~0.7% Mn のセミキルド鋼で, 鑄した後鋼塊を縦断して気泡発生状況を調査するとともに, 水による模型実験によって求めた振動による溶鋼流速を用いて気泡の附着力を推定した。

3. 実験結果ならびに考察

比較静止鋼塊の気泡発生状況から, 気泡径は 80 kg と 800 kg 鋼塊でそれぞれ 6 mm と 7 mm, 気泡長さはいずれも 30~40 mm と 60~70 mm であった。振動鋼塊の気泡発生状況を調査した結果水平反転振動の 80 kg 鋼塊の場合, 360 サイクル, 加速度振幅 1.6 g, 速度振幅 43 cm/sec 以上の鋼塊において管状気泡は完全に分離除去されていた。また垂直上下振動の 800 kg 鋼塊の場合, 加速度振幅 0.78 g 以上の鋼塊において除去されることがわかった。なおそれ以下の加速度 (0.35~0.75 g) の場合の残留気泡は小さく, 振動停止後の残留気泡は静止鋼塊のものとはほぼ同様であるという結果を得た。

以上の結果より気泡が離脱する条件について考えてみる。いま凝固界面に生成した気泡に作用する力として, i) 重力加速度による浮力: F_0 , ii) 振動加速度による力: F_1 , iii) 気泡に対する溶鋼の相対速度による抗力: F_2 , iv) 凝固界面における気泡の附着力: F_3 がある。気泡の離脱条件としては力をベクトルとして $F_0 + F_1 + F_2 = F_3$ で与えられる。このうち F_2 に対しては振動による溶鋼の流速とその時の抗力係数が必要である。流速については水の模型実験を行ない容器内水流速を熱線風速計の原理に基づいて測定した。その結果, 垂直上下振動の場合には外力として溶鋼の流速は無視できるが, 水平反転振動では流速による抗力と振動加速度による力の和が最大となる時刻における外力を考えなければならないことがわかる。これらの実験結果とすでに報告されている物理定数を用いて気泡の附着力を計算すると 80 kg 鋼塊の場合 1390 dyne, 800 kg 鋼塊の場合 1960 dyne を得た。附着力は $F_3 = 2\pi r \sigma \sin \varphi$ (r : 気泡径, σ : 表面張力, φ : 接触角) の関係があり, 今回得られた値は両鋼塊の気泡径を考慮するとほぼ一定の直線上にあることがわかった。そして以上の結果を基にして気泡除去に必要な外力を気泡径および溶鋼深さの関数において求めることができた。



(静止鋼塊) (振動鋼塊-0.78g)

写真 1 800 kg 鋼塊の垂直上下振動の効果