

(59) るつぼ回転振動法による熔融純鉄の粘性測定について

大阪大学工学部 足立 彰、森田善一郎、荻野喜清
○前花 忠夫、横谷 勝弘

1. 緒言

溶鉄および熔融鉄合金の粘性は、製錬、鑄造などの実際操業に関連するのみでなく、それらの液体構造を考察する上に重要であり、かゝる見地より多くの研究がなされてきた。しかし従来の結果をみるに、測定者による不一致が大きく、信頼のおける測定値にとぼしいのが実情である。一方、著者らは、高精度のもとで熔融金属の粘性測定を行なうことを目的としてるつぼ回転振動式粘性測定装置を試作し、測定法に関する基礎的検討を行ない、二、三の重要な知見を得た。そこで今回は、この結果をもとにして溶鉄の粘性係数を約 1500°C (過冷状態) $\sim 1700^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、従来の研究ではなされていないような狭い温度間隔で測定した結果をここに報告する。

2. 実験方法

測定装置としては前報¹⁾の bi-filer type の回転振動式粘性測定装置を用いた。測定試料としては、真空溶解純鉄を用い、一回の測定使用量は 213.6 g であった。測定るつぼとしては内径 22 mm 、高さ 100 mm のアルミなるつぼを、測定雰囲気として 1 気圧の He ガスを、また測温には Pt-30%Rh-Pt-6%Rh 熱電対を用いた。振動周期は 7~8 秒であり、慣性モーメントは 5000 g cm^2 であった。その他の測定条件および操作は前報¹⁾におけると同様である。

3. 実験結果および考察

以上の方法で溶鉄の粘性係数を約 1510°C (過冷状態) から約 1700°C の温度範囲にわたって約 10°C の温度間隔で測定した。図 1 に対数減衰率測定結果の一例を示す。すなわち同図において約 1610°C を境として曲線の勾配に明瞭な変化が認められる。つぎに図 1 の結果をもとにし、著者らが²⁾ アルキメデス法により測定した溶鉄の密度値を用いて粘性係数を求めた結果を図 2 に示す。本結果は、従来の諸結果の中では斎藤ら³⁾の結果に近い。図 3 は粘性流動の活性化エネルギーを求めるために $\ln \eta$ と $1/T$ との関係をとったものである。この図から明らかなように約 1610°C で直線の勾配が変化し、低温度領域の活性化エネルギーは約 11.50 kcal/mol であるのに対し、高温度領域のそれは約 6.12 kcal/mol となり前者の約 $1/2$ となる。なお著者ら²⁾は、密度測定においても、本粘性測定結果に対応して約 $1600\sim 1620^{\circ}\text{C}$ において密度が急減することを確かめている。また粘性計算に一般に採用されている Lucas⁴⁾の密度測定値を用いても同様の不連続変化が現われる。これらの事実から、熔融純鉄は約 1610°C において不連続な構造変化を生ずるものと考えられる。

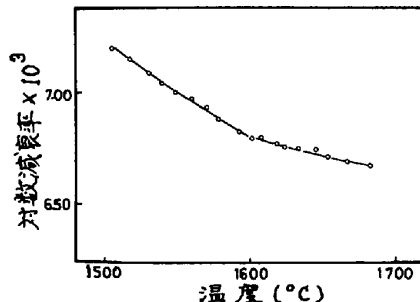


図 1. 対数減衰率と温度との関係

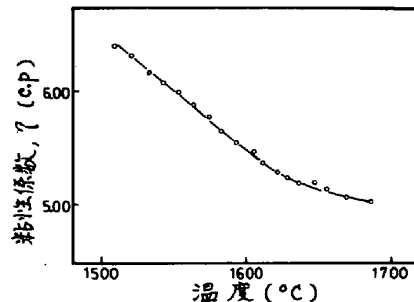
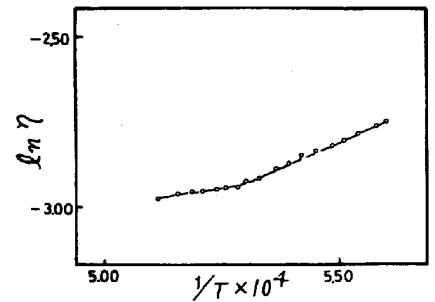


図 2. 粘性係数と温度との関係

図 3. $\ln \eta$ と $1/T$ との関係

[文献] 1) 足立, 森田, 荻野, 射場, 前花: 鉄と鋼, 55 (1969) S. 59

3) 斎藤, 中西, 白石: 日本金属学会誌, 31 (1967) 881

2) 足立, 森田, 荻野, 垣内: 日本金属学会講演大会発表予定 (昭和44年10月).

4) L. D. Lucas: Mém. Sci. Rev. Mét., 61 (1964) 97