

# (121) 製鋼プロセスにおける流動解析 (流動場の解析 I)

名古屋大学工学部

○工博 浅井滋生

State Univ. of New York Prof. J. Szekeley

1. 緒言 多くの冶金反応プロセスにおいて、溶鋼の流動が浴の濃度や温度の均一化、脱酸反応の促進、介在物の浮上分離等、数々の重要な現象に大きな役割を果たしていることは明らかである。そしてこれらの問題について数多くの研究が進められて来たが、そのほとんどが流動の効果を経験的・実験的にとり扱ったものであり、そこから流動場内部の情報(例えば、流速分布、乱流エネルギー、乱流の熱や物質の拡散係数等)を定量的に取る得ることは難しい。

著者らは一連の研究<sup>(1-4)</sup>で、Spalding の先駆者的努力によって開発された乱流の数学的モデルを冶金反応装置内の流動現象の解析に適用し、得られた流動場内部の情報を冶金反応特有の諸現象の解明に向けたが、これらの研究は、冶金反応装置内の流動現象に正面から取り組もうとする最初の試みであると考え、本報告では以下の4つの適用例を示す。i) アルゴン攪拌による取鍋内容鋼の混合、ii) 連続鋳造における流動とその効果、iii) 連続鋳造における電磁誘導攪拌、iv) リミングアクションによる鋳型内容鋼の流動。

2. 定式化 基礎式は、連続と運動の方程式から導かれる流れ関数と渦度の式と乱流粘性係数の適当な表示式よりなっている。乱流の粘性係数は層流の粘性係数と異なり、物性値ではなく、場所に依存するので、乱流場の流体力学では、この乱流粘性係数をどのように表示するかが重要となり、種々のモデルが提出されている。ここでは、Spalding の提出したモデルを用いた。温度分布が問題となる連続鋳造プロセスの解析には、エネルギー収支式を加味して、結局、4~5個の2次元2階楕円型偏微分方程式を連立して数値計算した。

3. 結果 ここでは、モデルがどのようにして、冶金装置内の流動の計算に用いられるかを示す。

3.1 アルゴン攪拌による取鍋内容鋼の混合 数学的モデルの適用性を調べるために、2次元の装置による水モデル実験を行ない、計算によるフローパターンとの比較を行なった。

3.2 連続鋳造における流動とその効果 数学的モデルの適用性を調べるために、実操業で得られた凝固プロフィールと計算値との比較をし、また、種々の操業条件下での流速分布、温度分布の計算も行なった。

3.3 連続鋳造における電磁誘導攪拌 流動を伴う場の Maxwell の電磁場の方程式を解析的に解き、これを乱流場を記述する方程式と組み合わせて、電磁誘導により引き起こされる速度分布を求めた。その一例を図1に示す。破線で囲まれた部分に磁場をかけた場合である。

3.4 リミングアクションによる鋳型内容鋼の流動 鋳型内のリミングアクションによる流れを想定して、凝固界面に液の推進力を与えた場合のフローパターンを計算した。

4. 結論 乱流流体の数学的モデルを一連の冶金装置に適用した。計算結果は実験値と比較的よく一致を示した。計算時間は膨大であるが、流体場内部の情報が得られるので、将来有望な手法になると思われる。

文献 1) J. Szekeley and S. Asai: Met. Trans. Vol. 5, Feb., P. 463 (1974), 2) J. Szekeley, S. Asai and C. W. Chang: Joint Meeting (IHM and IChE) London, England, April 10, 1974, 3) J. Szekeley, S. Asai and C. W. Chang: International Iron and Steel Congress, Düsseldorf, Aug., 1974, 4) S. Asai and J. Szekeley: Ironmaking and Steelmaking

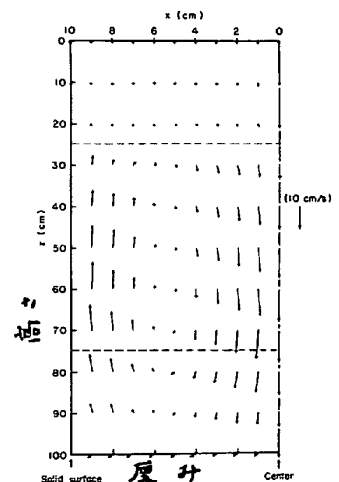


図1 電磁誘導攪拌による流速分布