

2T-3

コンピュータグラフィクスによる金属混粒結晶
粒子の3次元モデルシミュレーションシステム

岡 満徳、岡田厚正

千葉工業大学

1. 緒言 金属結晶のような不透明粒子集合体の立体情報を物体の任意断面から推定するシステムを構築するため、前報¹⁾では金属の整粒結晶粒子の3次元モデルをコンピュータグラフィクスによって自動的に形成させたところ、整粒モデルの任意断面粒子分布と実用の金属結晶粒度基準である学振標準図²⁾との間に統計学的に相似性の成り立つことを確認し、断面情報からの立体判定を可能にした。

そこで本研究においては、異なった大きさの粒子が混入した実在の混粒分布を解析するため、混入粒子の大きさや混入密度を変えた数種類の3次元混粒モデルをコンピュータグラフィクスによって作成し、モデル断面についての測定値から立体を構成する大きさの異なる立体粒子の分布状態を統計学的に推定するために有用なシミュレーションシステムを開発して画像処理への適用を試みた。

2. 混粒結晶の3次元モデル

(1) シミュレーションの対象

金属結晶粒に大きさの異なる粒子が混入した混粒は偏在型と混在型の2種類に分けられる。ここではモデリングに当たって細粒中に混入する粗粒の体積比の設定が比較的容易な偏在型混粒をシミュレーションの対象とした。すなわちコンピュータ内部の3次元空間を指定の体積比にもとづき細粒と粗粒のそれぞれの位置空間に分割し、各

空間に粒度に対応した頻度の結晶核を無作為に指定したのち、核を中心に所定の成長速度で等軸状に成長した結晶粒が相互に接触したところを結晶粒界とした。

(2) モデル作成プログラムの概要

立体モデルの作成にはACOS850-10大型コンピュータを使用し、モデルの断面情報処理用としてはPC-9801 VMを使用した。マシン内部の対象立体空間には図1のように1辺の長さ t 。および t_i なる単位立方体をそれぞれ v 。および v_i なる体積比にて集積させ、各立方体中にそれぞれ1個ずつの核を置くものとして、核の生成位置座標 P_i は乱数によってプログラムし、核から等方的に成長した結晶粒によって空間がすべて埋めつくされたときにモデリングが終了するようプログラムした。

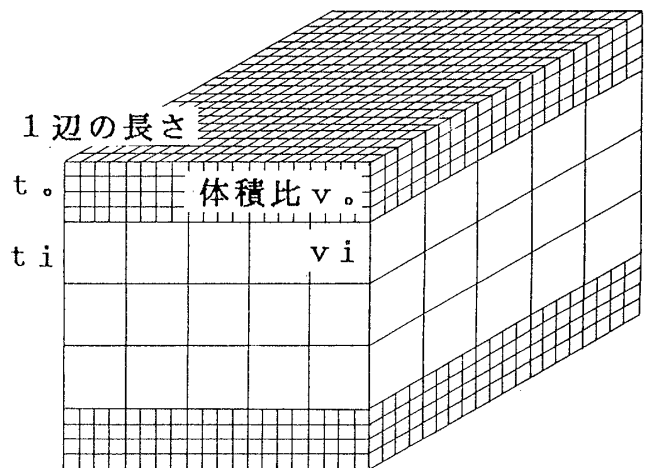
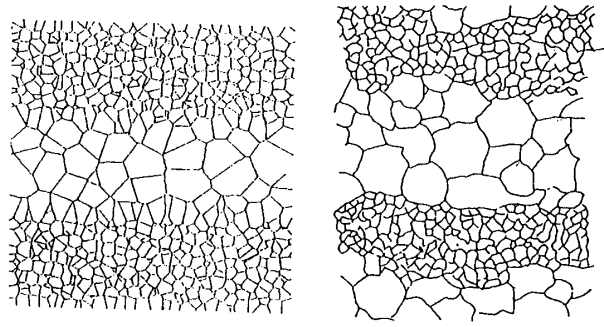


図1 対象空間における核の位置決め

3. モデルと実在混粒との相似性

シミュレーションモデルの切断によって得られる混粒結晶粒界モデルの一例は図2a)のとおりであり、同図b)の学振結晶粒度標準に例示された実在の偏在型混粒と比較しても肉眼的にはほとんど差異がないように見られた。



a)モデル切断面 b) 実在の偏在型混粒
図2 混粒モデルと実在混粒の比較

4. 切断面からの混粒分布の推定

(1) 断面粒子の測定パラメータ

シミュレーションモデルの任意断面粒子に対する測定パラメータはいずれも切片長とした。ここに切片長とは同一の粒子を複数回通過しないように等間隔平行に設けた走査線が、粒界によって区切られる線分の長さをいう。

(2) 正規確率紙上の混粒分布

混粒の切片長分布を累積曲線として図3の正規確率紙上に描くといずれも図中の整粒分布を示す直線から離れ、混入粒の粒度差および混入度によって曲線の形態が異なることがわかった。

(3) 混粒を形成する粒の粒度判定

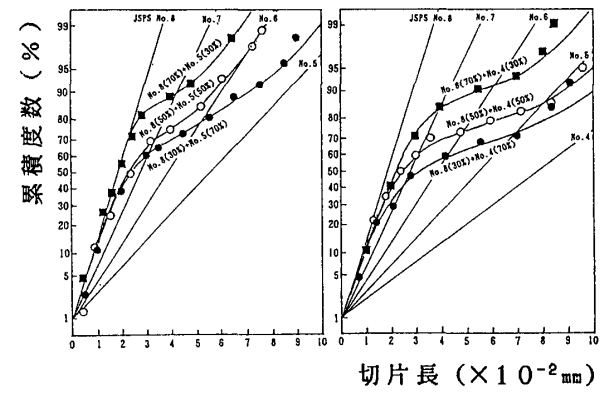
混粒分布のヒストグラムは図形処理により学振岡田法³⁾の整粒基準にもとづく2種の整粒分布に分離した。図4に例示したとおりこのモデルの場合は設定条件どおり粒度番号No.8の整粒とNo.4の整粒に分離判定でき、それぞれの粒度分布の平均立体粒径が判定できることがわかった。

(4) 混合率の推定

断面粒子の平均切片長 m と標準偏差 σ から算出する混粒度 σ_s と、混粒モデルの体積率 v_i との相関を求め、実測値 σ_s を用いて混入粒の体積率 v_i を推定するシステムを構築した。

5. まとめ

混粒断面の画像解析によって得られる切片長分布の特性値から、混粒を構成するそれぞれの粒の平均立体粒径および体積率を推定することができた。



a)No.8 +No.5混粒 b) No.8+No.4 混粒
図3 切片長分布の累積曲線

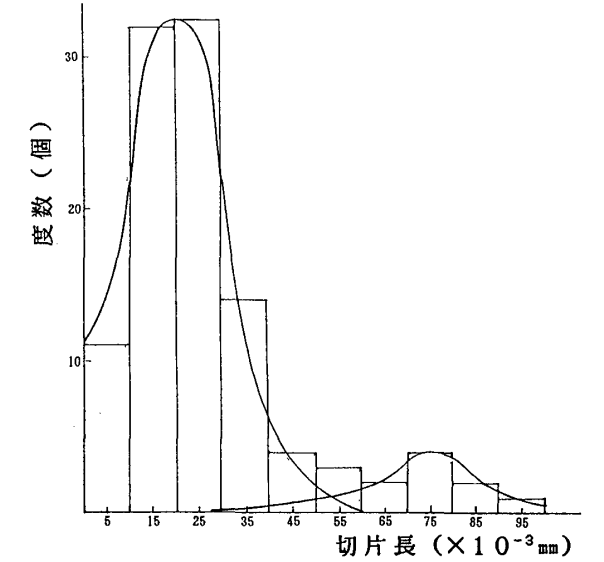


図4 切片長分布ヒストグラムの例

文献：
 1) J.S.P.S.: Standard Method of Measuring the Austenite Grain Size in Steel, (1965)
 2) 岡、岡田：情報処理学会第35回全国大会講演論文集(III)2603
 3) A.Okada:A Study on Austenite Grain Size of Steel, Rep.of CIT, 11 (1968), 14