

北見工大 田牧純一 ○(院)富士勝則 北川武揚

1. はじめに 砥石表面トポグラフィの観察に多用されているSEMは、高分解能及び立体的情報を視覚的に捕らえることができるという利点を持っているが、その定量的評価は観察者の主観に頼っているのが現状である。本研究は、SEMステレオ画像を計算機処理しダイヤモンド砥粒切れ刃の立体形状の自動構築を試み、その際の最適解析条件を明らかにして、これを種々の砥粒について適用し、あわせて目視解析法、触針法で測定した結果と比較、検討を行なったものである。

2. 画像処理システム 図1に解析手順とその際の最適解析条件を示す。図に示すように、SEMステレオ写真は傾斜角 7.5° で撮影し、イメージスキャナーにより解像度150dpi、モノクロ256階調でパソコンに取り込まれる。そのデータはホストコンピュータに転送され、強調化処理後に、探索アルゴリズムとして正規化残差逐次検定法(NSSDA法)を用いて、写真の撮影領域のずれと試料の平均粒径を考慮して探索領域を制限し、 30×20 画素の窓領域を設けて対応点探索作業が行なわれる。その後、プロフィール高さを計算し、ミスマッチング点の平滑化を行ない、鳥瞰図及び等高線図を出力する。

3. 測定試料及び測定方法 試料はダイヤモンド砥石クラスタ(SDC100 N50M)をスティック砥石(GC180)でドレスしたもので、その中の任意砥粒について、倍率170倍でステレオ写真を撮影した。なお砥石クラスタはあらかじめ触針式三次元粗さ測定装置を用いて測定を行ない、また撮影したステレオ写真についても、XYプロットにスケールルーペを取り付けた簡易デジタイザを用いて目視により対応点探索作業(目視解析法)を行なって高さを計算をした。

4. 解析結果 計算機解析と目視解析法、触針法とを比較する場合には、最も正確な情報を提供している目視解析法を基準データとした。

4.1 砥粒突出し量 図2に目視解析の砥粒突出し量を基準とした計算機解析(○印)、触針法(●印)の砥粒突出し量の相関図を示す。この図から計算機解析の方が触針法に比較して、その分布が45度の直線で示される基準線により近く、ばらつきも少ないことがわかる。このことはそれぞれの偏差(目視解析の砥粒突出し量と各測定法の砥粒突出し量の差の二乗平均平方根)が $5.6\mu\text{m}$ と $8.9\mu\text{m}$ であることからわかる。これは、触針法が目視解析法、計算機解析のように砥粒とマトリックスを特定できないので境界が判然としないこと、また触針の走査軌跡の直線性からの逸脱と触針先端形状により先端が試料に正しく追従していないことが要因である。

4.2 切れ刃形状 図3に #100のメタルボンド砥粒のSEM写真の一例を示す。この砥粒について目視解析法から得られた鳥瞰図を図4に、計算機解析から得られた鳥瞰図を図5に、触針法から得られた鳥瞰図を図6に示す。ここで、図4、5に示す網かけ部分は砥粒部を示し、このようにSEMステレオ写真の画像解析の場合

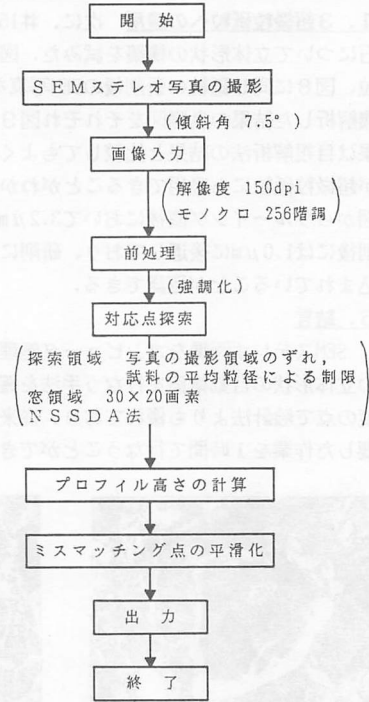


図1. 解析手順フローチャート

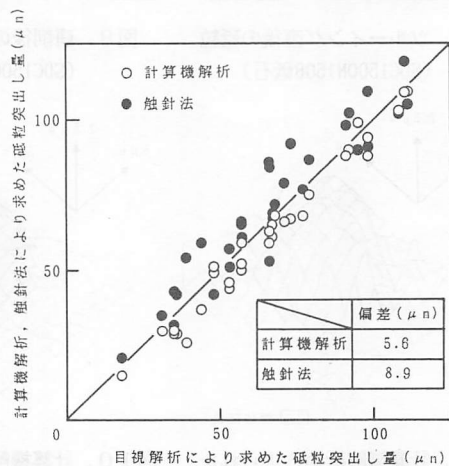


図2. 各解析法により得られる砥粒突出し量の比較

は写真から砥粒部分の特定ができる。図3, 4, 5, 6を比較すると目視解析法、計算機解析の両者が切れ刃形状、ボンドテールについてプロファイルがよく一致していることがわかる。しかし両者に比べて触針法の結果は全体に滑らかなものである。特に砥粒前面部と側面部の急勾配部分についてこのことがいえる。これは、触針先端の丸みのためにボンドベース面に触針先端が到達しないためである。

4. 3超微粒砥粒への適用 次に、#1500のレジンボンド超微粒砥石について立体形状の構築を試みた。図7にツールイング直後の砥粒、図8に同じ砥粒の研削後のSEM写真を示す。これらについて計算機解析した結果の鳥瞰図をそれぞれ図9, 10に示す。これらの結果は目視解析法の結果と比較してもよく一致しており、計算機解析が超微粒砥粒にも適用できることがわかった。また、これらの鳥瞰図からツールイング直後において $3.2\mu\text{m}$ あった砥粒突出し量が、研削後には $1.0\mu\text{m}$ に後退しており、研削により砥粒がボンド内に埋め込まれていることが確認できる。

5. 結言

SEMステレオ画像をコンピュータ処理することにより砥粒切れ刃の立体形状の自動構築を行なう手法を確立した。この手法は解析精度の点で触針法よりも優れており、従来の目視解析法で10時間近く要した作業を1時間でこなすことができる。

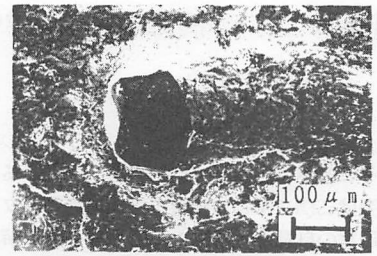


図3. SEM写真(SDC100N50M砥石)

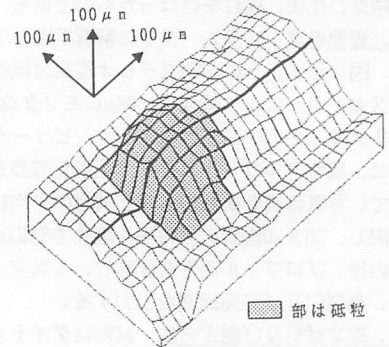


図4. 目視解析法から得られた鳥瞰図



図7. ツールイング直後の砥粒 (SDC1500N150B砥石)



図8. 研削後の砥粒 (SDC1500N150B砥石)

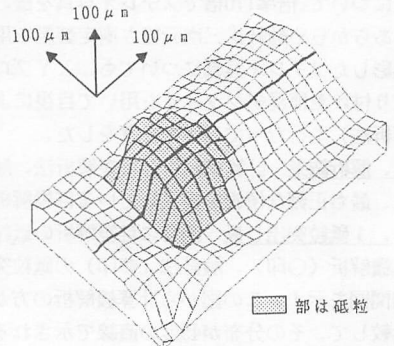


図5. 計算機解析から得られた鳥瞰図

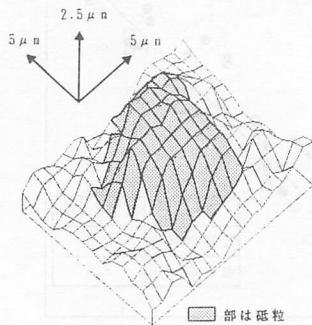


図9. 計算機解析から得られた鳥瞰図(ツールイング直後)

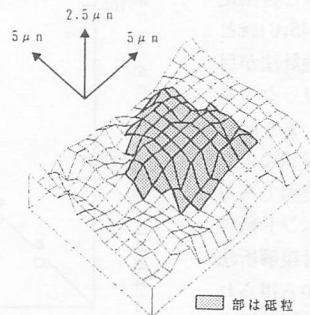


図10. 計算機解析から得られた鳥瞰図(研削後)

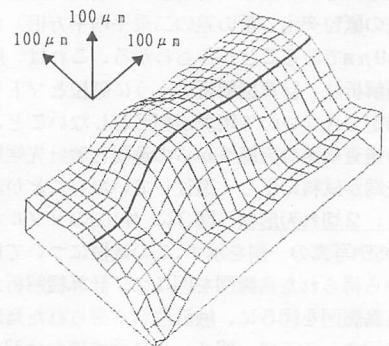


図6. 触針法から得られた鳥瞰図