

深層学習を用いたビッカース硬さくぼみ測定技術



田中 幸美

たなか ゆきみ
yukimi.tanaka@aist.go.jp
産業技術総合研究所
計量標準総合センター
工学計測標準研究部門
材料強度標準研究グループ
研究員

2016年3月東京大学大学院新領域創成科学研究科修士課程修了。同年4月産業技術総合研究所に入所。入所後は、硬さ標準の校正業務に携わるほか、測定技術の高度化および微小領域の機械特性評価に関する研究開発に携わる。

共同研究者
服部浩一郎、清野豊（産総研）

“硬さ”は材料の強さを表す指標であり、あらゆる産業界で用いられています。その一つであるビッカース硬さ試験は、ピラミッド形状のダイヤモンド圧子を材料表面に押し込み、できたくぼみのサイズを測定することで硬さ値を得る手法です。くぼみは顕微鏡により測定されますが、くぼみ端の低コントラスト、表面の粗さ、押し込みにより生じるクラックなどの影響により、画像解析による自動測定が難しい場合があります。本研究では、深層学習を用いて、多種多様な試料に対応可能な自動測定システムを開発しました。

はじめに

“硬さ”は材料の強さを表す指標であり、自動車産業をはじめとして、あらゆる産業で用いられています。一般的な硬さ試験では、硬質の圧子を既定の試験力で試料表面に押し込み、残ったくぼみの大きさから試料の硬さ値を算出します。シンプルな測定法であるとともに、引張強度のように試料を壊す必要がないため、最終検査にも利用されます。当研究グループでは、硬さ標準を供給するとともに、硬さ標準の高度化に向けた研究開発を行っています。

ビッカース硬さ試験では、ピラミッド形状のダイヤモンド圧子を試料表面に既定の試験力で押し込み、残ったくぼみサイズを光学顕微鏡で測定することにより硬さ値を算出します（図1）。対応範囲が広く、バルク材料から薄板まで様々な試料サイズに対応でき、対象となる材料も金属、セラミックスやプラスチックなど多岐にわたって適用されます。

顕微鏡によるくぼみサイズの測定に関して、特に標準供給など高精度な測定が求められる現場では、測定者が標線をくぼみ端に合わせることによって測定する手動測定がいまだに一般的です。本稿では、顕微鏡によるくぼみサイズ測定の課題、正確かつ汎用性の高い自動測定法の開発についてご紹介いたします。

くぼみサイズ測定の課題

くぼみサイズの測定は一見簡単なように見えますが、三次元形状を二次元顕微鏡画像で測定するため、くぼみ縁の非常に浅い部分はコントラストが低くなり、結果としてくぼみ端の決定が難しくなります。また、顕微鏡の光量や対物レンズの開口数などで見かけ上のくぼみ端が変化することも知られています[1]。そもそもISO規格[2]では、くぼみ端の定義に関して3次元形状に基づく厳密な定義がなされておらず、測定者の判断に任されているのが現状です。測定者個人の熟練度合が測定不確かさに影響することも知られており[3]、安定した測定には測定者の技量が必要とされています。そのため、測定者に依存しない、画像処理による自動測定法の開発が求められています。

画像解析によるくぼみの自動測定技術はすでに開発が進められており、市販の硬さ測定装置にも導入されています。しかしながら、多種多様な材料に適用するにはまだロバスト性が低いのが現状です。従来の画像処理手法ではくぼみ端の決定が困難な例を図2に示します。くぼみ端のコントラストが低くぼやけたような状態では、くぼみ端が実際よりも内側に誤

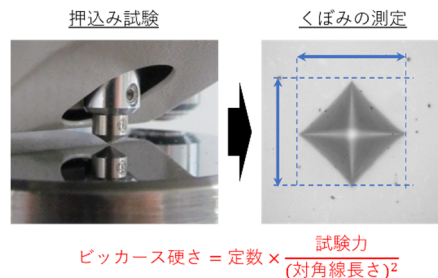


図1 ビッカース硬さ試験

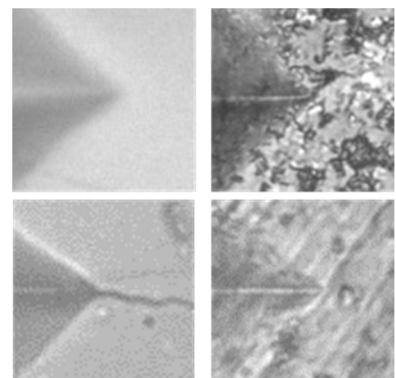


図2 画像処理によるくぼみ端の決定が困難な例