

セラミックスの壊れにくさを高精度に測定

圧子圧入法で亀裂の先端まで可視化して再現性よく測定



宮崎 広行

みやざき ひろゆき
h-miyazaki@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
セラミック組織制御プロセス
研究グループ
主任研究員
(中部センター)

入所以来、セラミックスの機械的および熱的特性に関する研究を行ってきました。これまでの機械試験手法では評価が難しい、ベアリングボールや放熱基板など小型のセラミック製品を対象とした機械特性測定法の国際規格化に向けた研究を進めています。これら日本製品の品質保証や優位性の証明に役立つ標準的な試験手法の開発を通して、産業界へ貢献したいと考えています。

関連情報：

- 参考文献

兼松 渉、宮崎 広行：産総研 TODAY, 13(2), 16 (2013).

● 用語説明

* 破壊じん（靱）性：材料の壊れにくさを示す指標。この値が高い材料は、何らかの理由により多少の傷が入った場合でも、破壊に対して高い抵抗力を示す。

** 圧子圧入法：鏡面研磨したセラミック試験片の表面に四角すいのダイヤモンド圧子を圧入し、それにより生成した亀裂の長さを測定して、破壊じん性を測定する手法。

● プレス発表

2014年3月10日「セラミックの壊れにくさを簡便で高精度に測定する手法を開発」

圧子圧入法の問題点

ファインセラミックス製のボールベアリングや切削工具など、多種多様な高性能小型ファインセラミック製品の世界市場は拡大の一途をたどっており、製品の機械特性評価手法として圧子圧入法による破壊じん（靱）性*試験の重要性がますます高まっています。しかし、これまでの圧子圧入法**では、金属顕微鏡を用いても、亀裂先端の位置の同定が困難な場合があり、破壊じん性算出に必要な亀裂長さの正確な読み取りに熟練が必要でした。このため再現性が劣る場合もあり、海外では圧子圧入法は敬遠されてきました。

可視化溶液を塗布して亀裂長さを高精度に測定

圧子圧入法による破壊じん性試験では、ダイヤモンド圧子の圧入により生成した亀裂の長さを測定します。これまでの手法では、表面を鏡面研磨しても微細な凹凸が残り、それによる光の乱反射の影響があるため、金属顕微鏡の高倍率観察で空間分解能を向上させても、亀裂先端位置を特定することが難しい場合がありました。

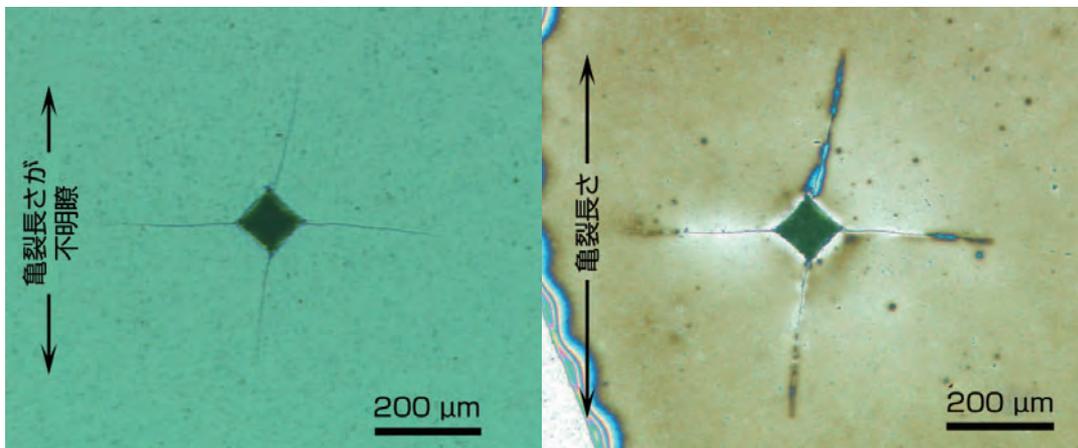
今回開発した技術では、市販の透明塗料をある濃度範囲に希釈した可視化溶液を、圧子圧入後の試験片表面に塗布し透明被膜を形成します。この透明被膜により表面が平滑化すること

で乱反射が低減され、亀裂先端がより鮮明になります。また、亀裂付近では透明被膜の膜厚がわずかに異なるため、亀裂と離れた部分とは異なる光の干渉色を示します。これにより亀裂先端が着色して見えるため、より一層鮮明に亀裂を観測できます。透明塗料の濃度が低いと、皮膜の厚みが不足してこのような効果は得られず、反対に、濃度が高いと皮膜が厚すぎて亀裂自体が見えにくくなってしまいますため、最適な濃度範囲になるよう調整しました。これらの効果により、今回の技術を用いると、広く一般に普及している総合倍率100～200倍程度の通常の金属顕微鏡を用いた観察でも、高い精度で亀裂長さを測定することができるようになりました。

大学と公的研究機関、民間企業の研究所など9研究機関が、共通の試験片を用いて、今回開発した技術により破壊じん性の測定を行ったところ、高い再現性が得られ、この技術が有効であることが示されました。

今後の予定

今後は海外研究機関の協力を得て、測定値の再現性が高いことを実証していきます。これにより、この手法が簡便で信頼性の高い測定方法であることを周知し、国際標準化機構 (ISO) に国際規格として提案する予定です。



セラミック表面の圧痕（くぼみ）の金属顕微鏡写真

これまでの手法（左）では不鮮明だった亀裂先端が、今回の手法（右）では亀裂長さを測定できるほど鮮明になっている。