

## ガラスの超精密加工 — 保存環境（湿度）が加工溝の遅れき裂進展に与える影響 —

工学部 機械システム工学科 金枝 敏明、原田 尚与志、藤井 一家

Keywords : ガラス、湿度、保存環境、スクラッチ、超精密加工

### 1. 本研究の成果

ガラスの超精密機械加工のモデル実験として、スクラッチ試験を行った。そしてスクラッチした試料を低湿度下、大気下、蒸留水下の各状態で保存した。その結果、遅れき裂進展は保存環境の湿度に依存し、低湿度下に保存することで大幅に抑制できることがわかった。

### 2. 目的と背景

本研究は、ガラス材料を超精密機械加工したときに得られる加工痕の延性領域の拡大を目指すものであり、今回はスクラッチ試験後に大気中の湿度が延性/脆性遷移に及ぼす影響を調査する。

ガラスの超精密機械加工には、能率や複雑形状の加工といった点で延性モード加工による切削加工が最適であると考えられる。延性モード加工とは、ガラスなどの割れやすい材料でも、割れの起こらない切込み量（臨界切込み量）に設定することで、加工面にヒビや割れが発生しない機械加工法である。しかし、現在は臨界切込み量が  $0.1\mu\text{m}$  以下に制限されるため、加工能率が低下するという大きな欠点がある。

この欠点を改善するために、臨界切込み量が増大する切削方法で研究したところ、加工面上に時間経過によって Subsurface crack（表面下き裂）が延性領域へ進展する遅れき裂進展という現象を発見した。

この遅れき裂進展は延性加工痕を時間効果によって悪化させる現象の一種である。延性加工痕の減少は臨界切込み量の減少と同じことを意味するため、改善すべき問題である。そこで、その発生条件、および抑制方法を調査した。

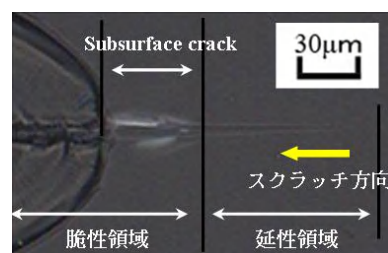
### 3. 具体的方法

試料には光学部品としてよく使用されるガラスBK7を用い、装置には精密NC 2次元切削装置を使用した。工具は刃先角  $148^\circ$  の角錐型ピッカースダイヤモンド圧子を用いた。試料を漸増切込み切削となる（徐々に切込みが深くなる）ように水平から  $0.5^\circ$  に傾けて取り付け、最大切込み深さを  $5\mu\text{m}$  と一定にして大気中にてスクラッチ試験を行った。なお、このとき得られた臨界切込み量は約  $0.1\mu\text{m}$  であった。

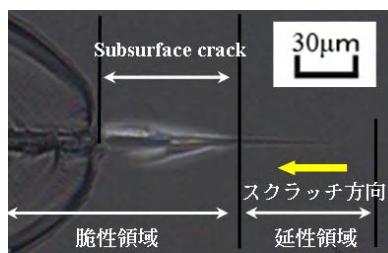
また、水分による影響について調査するため、スクラッチした試料を湿度約 10%（低湿度下）、約 50%（大気下）、水中（蒸留水下）の各状態で 744 時間まで保存した。その後、光学顕微鏡でスクラッチ痕を観察し、切削直後に観察したデータと比較することで遅れき裂進展の有無を判断した。

### 4. 応用の可能性

光学レンズなどの各種光学部品などに使われているガラス材料を加工した後、湿度を調節することで、加工表面の劣化を抑制することが可能であると思われる。



a) 遅れき裂進展前



b) 遅れき裂進展後

図 1. 遅れき裂進展の様子

遅れ破壊の種類わけ  
Type A — 延性領域を減少させるような進展  
Type B — Subsurface crack 内部のみでの変化  
進展なし — 変化のなかったもの

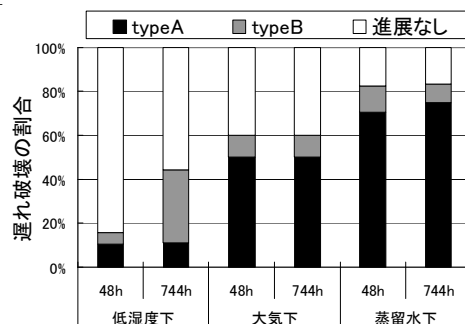


図 2. 保存環境の湿度の違いと時間経過が遅れき裂進展に与えた影響