

新技術

SEM / in-situ 引張試験

① 概要

自動車部品の小型・軽量化が進む中で、材料にはより高い信頼性が求められています。また材料の開発や改良においては、従来の引張強度や疲労強度のような個別の機械的特性評価だけでなく、材料の詳細な変形・破壊挙動を把握することが重要となっています。

ここで紹介する引張試験 in-situ SEM は、材料の変形・破壊挙動を直接的に観察できる技術です。電子顕微鏡内に小型の引張試験機を組み込み、試験片へ引張負荷を付与します。その際の試験片の変形や破壊の様子をリアルタイムで観察します。観察像と共に、試験力を同時に取得しますので、従来は試験後の破断面や組織から推定するしかなかった材料の変形・破壊挙動をより正確・具体的に把握することができます。

これにより、変形・破壊メカニズムの解明が進むことで、材料の機械的な信頼性向上に貢献します。

② 主な仕様

観察視野 : 最大視野 1.2×2.0mm (60 倍)
 観察像 : 二次電子像 (表面形状像)
 反射電子像 (元素組成像・結晶方位コントラスト)
 ロードセル : 引張・圧縮 2 (kN)
 移動距離 : 最大 10mm
 試験速度 : 0.04 ~ 0.4mm/min
 試験片形状 : 標準 34×32×0.5 ~ 2mm t ダンベル型
 最小サイズ 6.8×32×0.5 ~ 2mm t

③ 試験事例

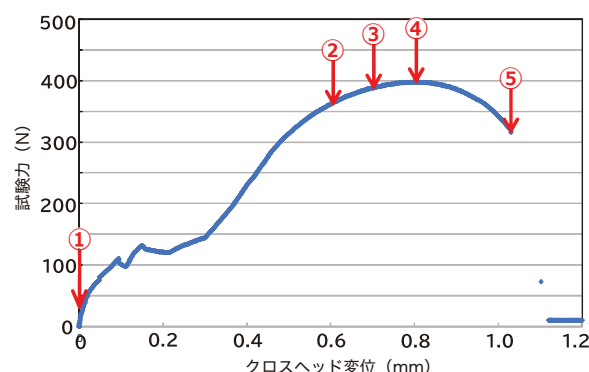
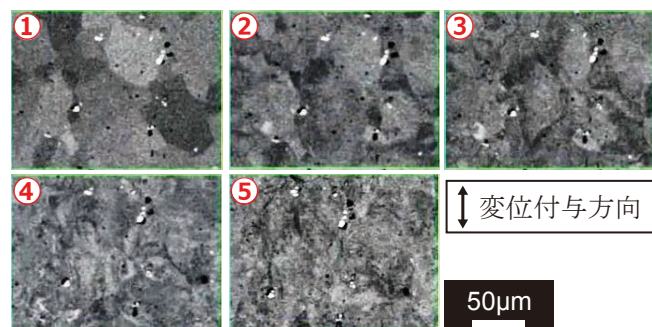
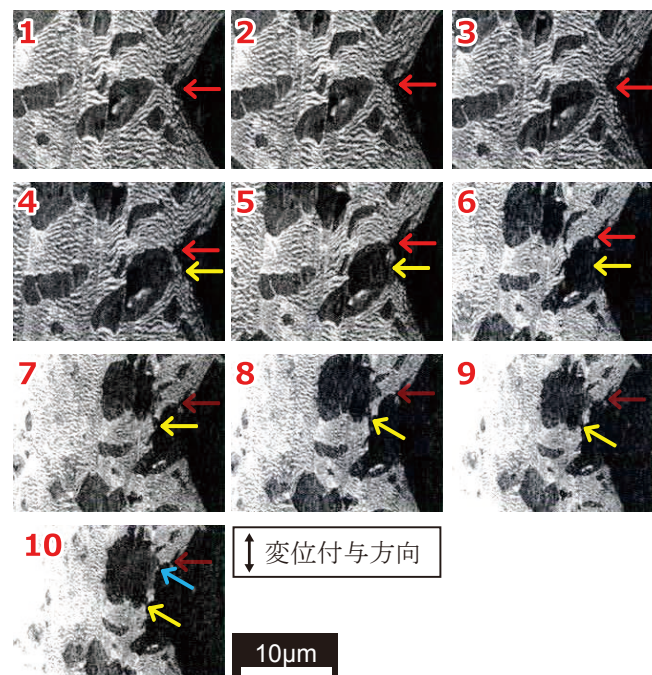
■事例1) 金属材料の引張試験 in-situ SEM

ダンベル形状の6000系アルミ合金を対象に評価した事例です。図1にクロスヘッド変位と試験力の関係、図2に各試験力(①~⑤)における試験片平行部中央のSEM観察像を示します。試験力が加わることで結晶に歪みが生じ、結晶粒が微細化していく過程が確認できます。

■事例2) 樹脂材料の引張試験 in-situ SEM

切れ目を入れた短冊状試験片(フィラーが添加された樹脂)を対象に評価した事例です。図3にき裂の進展経路のSEM観察像を示します。観察像は、き裂が発生してから経時的な変形・き裂進展挙動です。樹脂部が変形すると共に、フィラーを避けて、裂けるようにき裂が進展していく様子が確認できます。

■図1 クロスヘッド変位と試験力の関係

■図2 各試験力におけるSEM観察像
(反射電子像 チャネリングコントラスト)■図3 き裂進展経路のSEM観察結果
(反射電子像 白: フィラー 黒: 樹脂)

図中の矢印はき裂の先端を示す。

1 ~ 10に進むにつれ、赤→黄→青の順にき裂が進展している。