

平成 16 年 1 月 13 日

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	973119
申請者氏名	坂上 賢一	

指導教官氏名	鈴木新一 助教授 蒔田秀治 教授 本間寛臣 教授
--------	--------------------------------

論文要旨 (博士)

論文題目	高速進展き裂の分岐時におけるエネルギー解放率と き裂先端構造に関する実験的研究
------	--

脆性材料が破壊する際には、数百 m/s 以上の速度で進展する高速進展き裂が発生する。このような高速進展き裂は、き裂速度が十分速い場合、進展の途中でき裂先端が 2 つ以上に分岐することが知られている。き裂先端の分岐は、高速進展き裂に見られる特徴的な挙動の一つとして知られているが、その力学的機構は現在でも完全には理解されていない。

分岐の力学的機構を明らかにする上で重要な点の 1 つは、分岐の瞬間におけるエネルギー解放率とき裂速度の変化である。き裂が 2 つに分岐すると、き裂が単位長さ進展するとき形成される破断面の面積が、分岐後は分岐前の 2 倍になる。このことから、エネルギー解放率あるいはき裂速度が、分岐の瞬間に不連続的な変化をすると考えられる。しかし、この問題は、実験技術上の困難から未解決のまま残されてきた。

本研究では、この問題を明らかにするため、高速度ホログラフィ顕微鏡法を使用し、高速進展き裂が分岐を起こす瞬間の高速度顕微鏡写真を撮影した。撮影された写真から、分岐の前後におけるき裂の開口変位を測定した。その結果、分岐前のき裂と分岐後の母き裂の開口変位は、き裂先端からの距離の 1/2 乗に比例していることが示された。また、き裂開口変位の測定結果をもとに、分岐の前後におけるエネルギー解放率を求めた。その結果、分岐の前後においてエネルギー解放率は連続的に変化することが示された。また、き裂速度も分岐の瞬間を挟んで連続であることが示された。分岐の瞬間におけるエネルギー解放率とき裂速度の連続性は、分岐を 2 次元的に考えたのでは説明が困難であり、分岐の瞬間におけるき裂構造を明らかにすることの重要性を示している。

分岐の瞬間におけるき裂構造を明らかにするため、パルスホログラフィ顕微鏡法を用い、高速分岐き裂の形状を平板試験片両面から同時に撮影した。その結果、分岐き裂の形状が平板試験片の両面において明らかに異なる場合が観察された。また、分岐き裂の形状が、平板試験片の両面ではほぼ一致するような場合においても、分岐点近傍ではき裂形状が試験片両面で異なっていることが示された。この結果は、分岐が 3 次元現象であることを示している。分岐が 3 次元現象であれば、分岐後のき裂面の面積は徐々に増加することになる。したがって、分岐の瞬間におけるエネルギー解放率とき裂速度の連続性は、分岐が 3 次元現象であることから説明することが可能である。

さらに、分岐の瞬間におけるエネルギー解放率とき裂速度の連続性、分岐の 3 次元性が材料物性に依存する現象であるか否かを検証した。その結果、複数の材料において上記の結果が確認された。このことから、分岐の瞬間におけるエネルギー解放率とき裂速度の連続性、分岐の 3 次元性は高速進展き裂の分岐に見られる特徴的な挙動であることが示された。