

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号： 17301
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2022 ~ 2022
課題番号： 22H04213
研究課題名 3次元き裂の成長挙動を高精度に予測する新しいメッシュフリー解析手法の開発

研究代表者

園部 陽平 (Sonobe, Yohei)

長崎大学・工学研究科・技術職員

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 460,000円

研究成果の概要：メッシュフリー体積法を用いた単独の3次元き裂成長挙動の解析手法を提案した。提案手法では、き裂面上の基準点と複数の閉曲線状に配置した節点群の入力データから3次元き裂面を補間し、算出した応力拡大係数などの破壊力学パラメータに基づいて、新たなき裂前縁となる節点群を配置することで、き裂成長を解析する。提案手法を用いて、一様引張を受ける3次元き裂が成長する様子を解析し、有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

構造物や製品の製造過程や使用中に発生した微小き裂が3次元的に成長し、破壊に至ることも多い。そのため、数値解析を用いて3次元き裂の成長の有無や進行経路を高精度に評価することは重要である。本研究では、メッシュフリー体積法を用いて、き裂面上の節点の入力データから3次元き裂の成長挙動の解析手法を提案した。き裂面に配置した節点のみで、き裂の成長挙動を解析可能な利点を活かして、合体を伴う複雑なき裂成長解析への応用を目指す。

研究分野：破壊力学

キーワード：3次元き裂 メッシュフリー体積法 き裂進展

1. 研究の目的

有限要素法などの数値解析手法を用いたき裂成長挙動の解析では、き裂が成長するたびに、解析した破壊力学パラメータに基づく成長予測を繰り返すため、計算時間や労力を要する。そこで、本研究の目的は、前年度採択課題で開発した(21H04089)き裂面上に配置した節点から3次元任意形状曲面き裂の高精度解析が可能なメッシュフリー体積法を改良した3次元き裂のメッシュフリー成長挙動解析手法の開発である。

2. 研究成果

(1) 3次元き裂のメッシュフリー成長挙動解析手法の開発

本研究では、3次元曲面状き裂のメッシュフリー体積法を核とした無限体中の単独き裂の成長挙動解析手法を提案し、解析プログラムを開発した。提案手法は、図1のようなき裂面上の基準点とその周りの閉曲線状の節点群の入力データを読み取り、図2のようにき裂面を定義し、メッシュフリー体積法(屈折したき裂を解析可能に改良)で解析された応力拡大係数などの破壊力学パラメータに基づいて成長量や成長方向を予測して新しいき裂前縁を追加する。その行程を繰り返すことで、き裂の成長挙動を解析する。

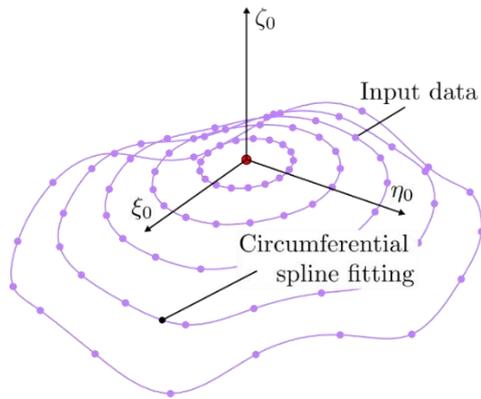


図1 入力データ

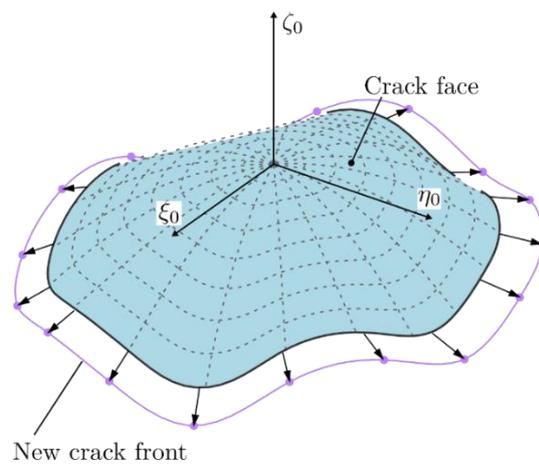


図2 き裂面と新しいき裂前縁

(2) 一軸引張を受ける部分球面状き裂の成長挙動解析

図3のようなz方向に一軸引張 σ_{zz}^∞ を受ける半天頂角が 60° の部分球面状き裂の成長挙動を提案手法によって解析した結果を図4に示す。その際、maximum tangential stress criterionに基づいて成長方向を決定した。初期のき裂前縁から大きく屈折した後に、なめらかに円板状のき裂へ成長していく様子が明らかになった。

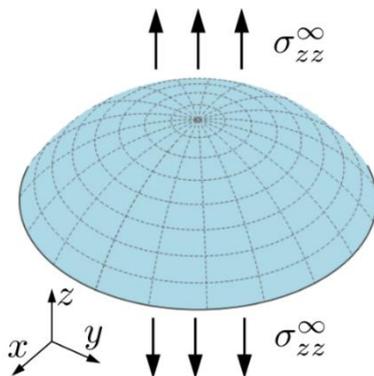


図3 一軸引張下の部分球面状き裂

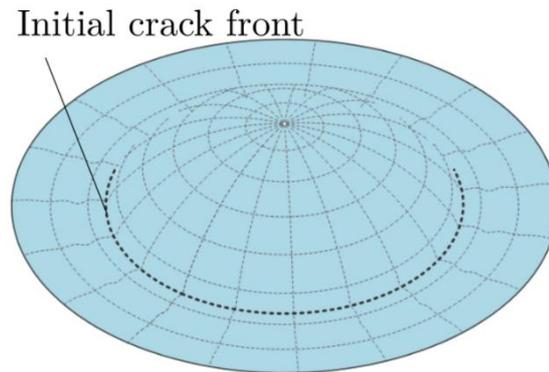


図4 成長後のき裂面形状

(3) まとめ

3次元曲面状き裂のメッシュフリー体積法を改良し、単独の3次元き裂の成長挙動の解析手法を提案した。初期のき裂が屈折した後になめらかに成長するような成長挙動の解析が可能となった。本研究では、無限体中の単独の3次元き裂の成長挙動の解析のみに留まったので、今後の課題として、表面から発生したき裂や複数の3次元き裂が合体しながら成長する際の成長挙動解析へ発展させていく必要がある。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 園部 陽平, 田頭 健太, 伊野 拓一郎, 才本 明秀
2. 発表標題 二次元異方性材料におけるき裂先端のエネルギー解放率に基づく応力拡大係数の算出方法
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2022 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田頭 健太, 園部 陽平, 才本 明秀
2. 発表標題 非定常点加熱による熱応力下における3次元表面き裂前縁の応力拡大係数
3. 学会等名 日本機械学会 M&M2022 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田頭健太, 園部陽平, 才本明秀
2. 発表標題 非定常内部点加熱を受ける3次元表面き裂の熱応力拡大係数
3. 学会等名 日本材料学会九州支部 第9回学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 園部 陽平, 田頭 健太
2. 発表標題 境界型応力解析手法を用いた3次元表面き裂解析プログラムの開発
3. 学会等名 実験・実習技術研究会 2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
才本 明秀	(Saimoto Akihide)