

2022年度阪神高速研究助成(若手研究者助成) 研究概要書

申請者	所属 名古屋大学大学院 職名 准教授	フリガナ ハン ジ タケン 氏名 判治 剛
共同研究者	所属 職名	フリガナ 氏名
連絡先	所属 名古屋大学大学院 職名 准教授 住所 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 C1-3(651) 電話 052-789-4618	フリガナ ハン ジ タケン 氏名 判治 剛
研究課題名	疲労き裂進展シミュレーションを援用した鋼橋の合理的維持管理手法の提案	
研究結果	<p><u>1. 研究背景および目的</u> 鋼橋では、一般に、疲労き裂を発生させないことが維持管理の大前提である。しかし、鋼橋の長寿命化が進むと、累積交通量の増加に伴う疲労き裂の発生リスクの増加は避けられず、ある程度の疲労き裂の発生は許容し、発生したき裂とうまく付き合いながら維持管理することも重要となる。そのためには、実橋梁において、疲労き裂がどのように進展するのかなどのき裂の進展性に関する情報が不可欠である。本研究は、き裂の進展性に応じた合理的な維持管理手法の確立のための足掛かりとして、疲労き裂進展シミュレーション技術を援用し、実橋梁に生じた疲労き裂の進展性の定量化を試みたものである。</p> <p><u>2. 疲労き裂進展シミュレーション</u> 疲労き裂の進展を評価する際にはき裂先端の応力拡大係数(K 値)が重要な指標となり、それをいかに求めるかがカギとなる。実橋梁のような複雑な応力場における疲労き裂に対しては、一般に有限要素法(FEM)が利用される。通常FEM では、き裂進展に伴い複雑かつ詳細なメッシュ処理が求められ、実橋レベルでの取扱いは容易ではない。一方、近年の技術発展がめざましい拡張有限要素法(XFEM)では、要素内部にき裂面の不連続性を含む高度な近似を構成できるため、要素とは独立にき裂のモデル化が可能となる。つまり、実橋梁を対象とした大規模かつ複雑な応力場での進展計算が必要な場合には、メッシュフリー解析法であるXFEMのほうが有利である。本研究では、市販の汎用有限要素解析ソフトウェア ABAQUS に標準搭載されている XFEM の機能を利用した。き裂進展シミュレーションのフローを図 1 に示す。</p>	

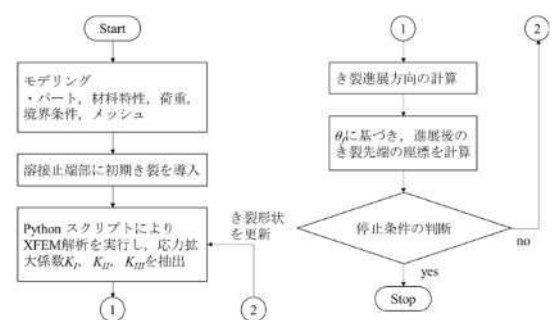


図 1 本研究でのき裂進展解析フロー

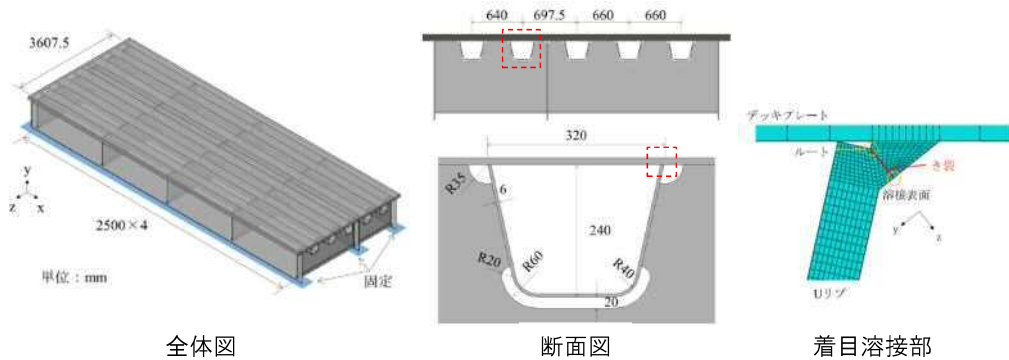


図 2 解析モデル

3. 鋼床版における疲労き裂進展挙動の評価 都市内高架橋のような重交通路線における鋼床版では、近年、多くの疲労き裂が報告されている。その中で、多くの割合を占めるき裂タイプとして、本研究では、閉断面リブ(Uリブ)とデッキプレートの溶接部に発生し、溶接ビードを貫通する方向に進展するき裂に着目した。解析モデルを図 2 に示す。

鋼床版の主な寸法は、デッキプレート厚 12 mm, Uリブ厚 6 mm, 横リブ間隔 2500 mm であり、溶接溶込み量はリブ厚の 33.3%とした。また、床版上面には、厚さ 75 mm のアスファルト舗装をモデル化している。この鋼床版上に大型車のダブルタイヤを模擬した荷重を移動載荷し、疲労き裂進展シミュレーションを行った。

解析により得られたき裂進展経路の一例を図 3 に、き裂進展に伴う応力拡大係数(K 値)の変化を図 4 に示す。図 3 は Uリブウェブを側面からみた図であり、縦軸は着目溶接線を 0 mm とした鉛直方向の距離である。これらは溶接ビードを貫通したき裂(200 mm, 400 mm)が Uリブ内に少しか進展した状態を初期値として解析した結果である。いずれの場合も、Uリブに進展したき裂は Uリブに沿う方向に少し進展した後、徐々にデッキプレート方向に角度を変えながら進む経路が得られた。このようなき裂経路は実橋梁でも報告されており、本結果からそれが力学的に起きうるということが説明できたといえる。また、き裂進展に伴う K 値の推移から、き裂が長くなると K 値も漸増しており、このき裂は停留するタイプではなく、少しずつ速度を増しながら進展するタイプであると推測できる。ビード貫通き裂は、一般に、緊急度の高いき裂と定性的に分類されているが、本結果はその裏付けとなるものであると考える。

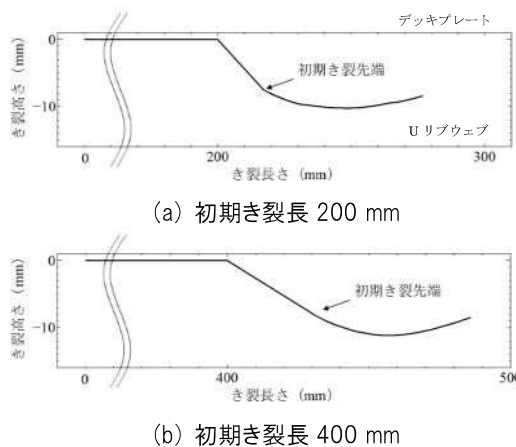


図 3 き裂進展経路の一例

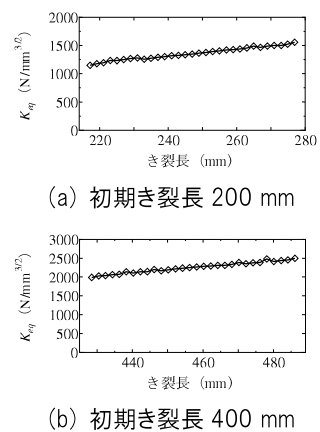


図 4 き裂進展に伴う K 値の変化