

名古屋大学工学部	学生員	伊藤 仁志
名城大学理工学部	正会員	石川 靖晃
名古屋大学大学院	学生員	伊藤 睦
名古屋大学大学院	正会員	中村 光
名古屋大学大学院	フェロ-会員	田邊 忠顕

1. はじめに

コンクリート構造物に発生するひび割れの進展を予測することは、耐久性を考える上で非常に重要である。温度、自己収縮、乾燥収縮等の初期応力により RC 構造体の表面に発生するひびわれが断面の中心部分に向けて進展し、場合によって表面ひびわれが閉じ、ひび割れ先端部が開くといった現象も予測されている¹⁾。コンクリートに発生するひび割れは複雑に進展するため、初期応力等の要因によるひびわれの発生を精度よく予測するには、対象となる構造物を3次元でモデル化し解析することが望ましい。しかし、構造物全体を3次元要素で分割して解析を行うことは、現時点では現実的ではない。その対処法として、構造物の全体挙動を考慮しながらある一部分のみをクローズアップして解析することが有効であると考えられる。

本研究では、解析対象となる全体構造系の一部分を抽出し、境界をはり要素と結合させた3次元モデルを構築する。加えて、コンクリート-鉄筋間の新たな付着モデルを導き、次元ひびわれ解析を効率的に行うための手法を提案する。

2. 解析方法

(1) 解析のモデル化

コンクリートを8節点からなる3次元アイソパラメトリック6面体要素、鉄筋を2節点棒要素で表現する。ひびわれ幅は二重節点の各節点の変位差として算定した²⁾。また、ひびわれ発生後のコンクリートの引張軟化特性には図-1に示すような1/4モデルを採用した。

(2) 付着のモデル化

図-2に示すように、鉄筋節点の位置にコンクリートの仮想節点を考えると、仮想節点変位はコンクリート要素節点の変位と形状関数から求める。局所座標系でのコンクリート仮想節点と対応する鉄筋節点の相対変位を求め、そこから鉄筋とコンクリート間の付着応力を求めた。つまり、相対変位をコンクリート要素と鉄筋要素の節点変位から補間して求めることで付着をモデル化している。なお、本研究では相対変位の分布を鉄筋要素内の2点で線形補間している。本モデルでは、コンクリートに仮想節点を複数導入することにより、コンクリート要素内の任意の位置に鉄筋を複数挿入することができる。

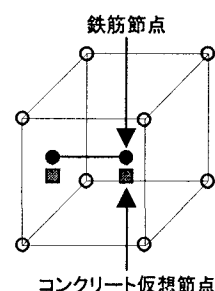


図-2 付着モデル

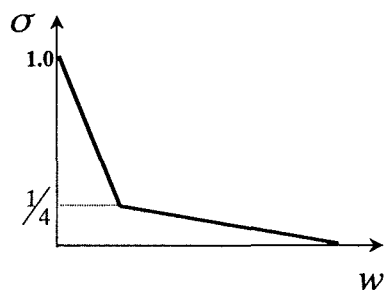


図-1 引張軟化曲線-1/4モデル

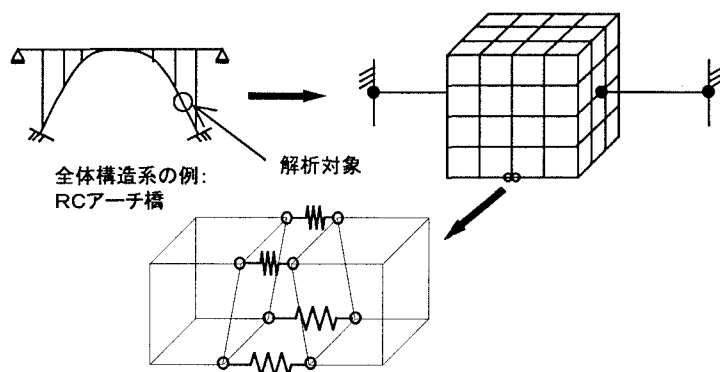


図-3 モデル化のフロー

3. 解析概要

図-3に構造全体系の一部を対象とした局所的モデルを示しているが、今回は図-4に示すような、幅、高さがそれぞれ90(cm)、奥行きが40(cm)で、12本の鉄筋を有するRCブロックの温度ひびわれに関する解析的検討を行った。二重節点を各所に配置し、ひびわれ面を想定した。温度解析における初期条件は、普通コンクリートの打ち込み温度が20℃、境界条件として外気温が15℃(一定)とした。コンクリートの引張強度、弾性係数等の物性値は土木学会コンクリート標準示方書施工編³⁾より求めた。

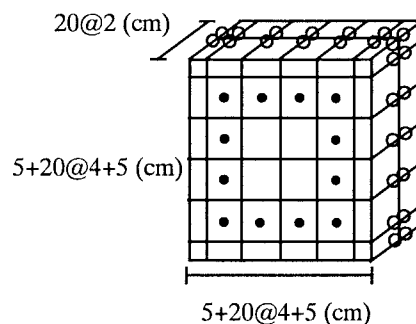


図-4 解析モデル

4. 解析結果

温度解析の結果を図-5、ひびわれ解析の結果を図-6に示す。温度が降下した材令5日にひびわれが断面中心部と表面部に同時に発生し、中心部のひびわれ幅が表面部よりも大きくなるという結果を得られた。構造物の表面に発生したひびわれが中心部に進展することを解析的に示された。今回は外気温を一定として解析を行ったが、自然条件に即した外気温を境界条件として与えることにより、ひびわれが複雑な進展挙動を示すことも予測される。

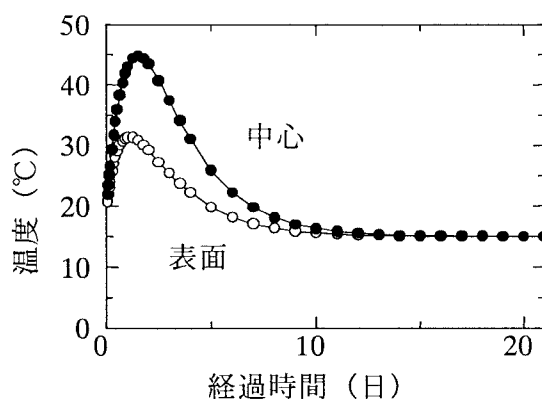


図-5 温度履歴

5. まとめ

コンクリート-鉄筋間の新たな付着モデルを構築し、初期応力による3次元ひびわれ解析を効率的に行うための手法を提案した。簡単な解析モデルを用いて3次元温度ひびわれ解析を行い、温度ひびわれの発生と進展の状況を予測した。

今後は、実構造物の数値解析を行って本解析方法の適用性を検討し、さらに図-2に示すように全体構造系の一部を3次元的に抽出し、初期応力や外力に起因するひびわれ進展予測問題へと展開することを課題とする。

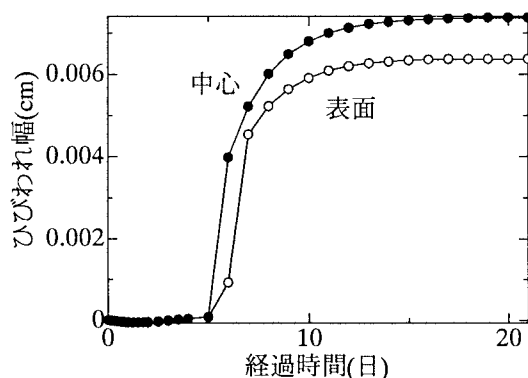


図-6 ひびわれ幅経時変化

6. 参考文献

- 1) 石川, 木全, 石川, 田辺, 表面ひび割れ深さの進展を予測する CP ひび割れ幅法の開発, コンクリート工学年次論文報告集 Vol.24, 2002 (投稿中)
- 2) 田辺忠顕, 温度応力ひびわれ幅制御手法の開発とコード原案の作成に関する研究, 1992
- 3) 土木学会, 平成 11 年版コンクリート標準示方書[施工編]-耐久照査型-改訂資料, コンクリートライブラリー, P43~74