

複製構造モデルによる構造物挙動の予測に関する基礎的研究（その2）

東京大学 学生会員 ○秀島 喬博
 東京大学 正会員 松本 高志
 東京大学 学生会員 中西 雅通

1. はじめに

通常、構造物の劣化をシミュレーションする際には、損傷劣化のない初期状態を入力値とし、遠い将来の劣化状態を予測するべくシミュレーションが行われる。しかしながら、供用中の構造物が置かれる荷重条件・環境条件には、様々な不確定性が存在し、一回のシミュレーションで将来の状態を高精度に予測することには原理的に困難が存在する。一方、近年の計測技術と情報通信技術の進歩により、多頻度の状態計測が容易となっており、現状態を入力値として繰り返し比較的近い将来の予測を行うことも可能となってきた。そこで本研究では、台風進路予測のように近い将来を繰り返し予測する手法の開発を試みた。ここでは、複製構造モデルによる構造物挙動の予測手法と呼ぶ。

本手法の概略を以下に述べる。コンクリート表面のひび割れ画像から、ひび割れの輪郭・幅のデータを得る。これを不連続面を表現するインターフェイス要素として有限要素法に組み込み複製構造モデルを作成する。このモデルを解析することにより近い将来の構造物の挙動を予測する。この一連の手法を短期で繰り返し行うことで、従来の手法より精度よく予測できるかを検証する。

本研究では、繊維補強コンクリート（FRC）供試体に単調 4 点曲げ载荷を行いながら写真を撮影した。画像解析を行って得られたひび割れデータをもとに複製構造モデルを作成し、短期繰り返し予測の妥当性と個別予測の妥当性を検証した。

2. 複製構造モデルの作成

FRC 供試体に変位制御単調载荷 4 点曲げ（図 1）を加え、コンクリート表面のひび割れの画像をマイクロスコープで撮影する。その写真に画像処理をして、得られたひび割れデータをもとに FEM 要素分割をして、複製構造モデル（図 2）を作成する。ひび割れは、解析用に 0.25cm ごとの直線の連なりの区分直線としてモデルに組み込む。このようにして、インターフェイス要素がひび割れ部分に導入される。ひび割れデータのないところは、ひび割れの先端から真上に直線を延ばした線をひび割れが進展する線とした。撮影時点でひび割れが入っておらずひび割れデータのない領域については、ひび割れが直線に進展することになる。

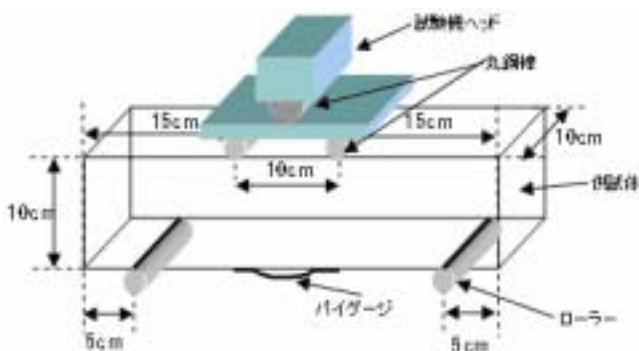


図 1 試験機概要

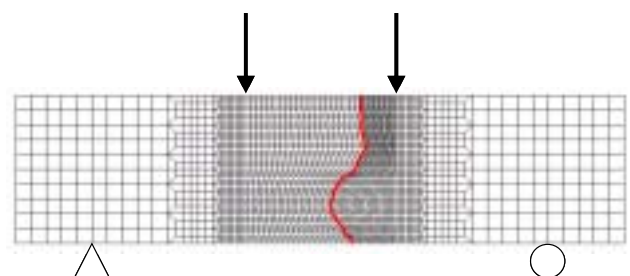


図 2 複製構造モデル例

キーワード 複製構造モデル 短期繰り返し予測

連絡先 〒160-0004 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-5841-7455

3. 複製構造モデルによる予測解析の結果と検証

本研究の目的は、A)短期繰り返し予測の妥当性と B)個別予測の妥当性の検証である。

- A) ひとつの構造物においてひび割れの進展に伴い予測精度が上がっていること
- B) ひび割れの形状を反映させた解析により個々の構造挙動の予測精度が上がっていること

本研究では、荷重とひび割れ開口変位の関係で実験結果と解析結果を比較した。図3、図4は解析結果の一例（図3：供試体4、図4：供試体2）である。図3はA)の検証のため、図4はB)の検証のための解析結果である。Cr1→Cr2→Cr3 とひび割れが進展していく複製構造モデルの解析では、ピーク荷重付近についてはひび割れ進展後のデータを用いて解析した方が精度よく予測できている（図3）。また、ひび割れの形状を反映したモデルの解析では、ひび割れを中心に直線で入れた平均的なモデルに比べ、複製モデルが実験結果に近い解析結果を得られることが確認できた（図4）。

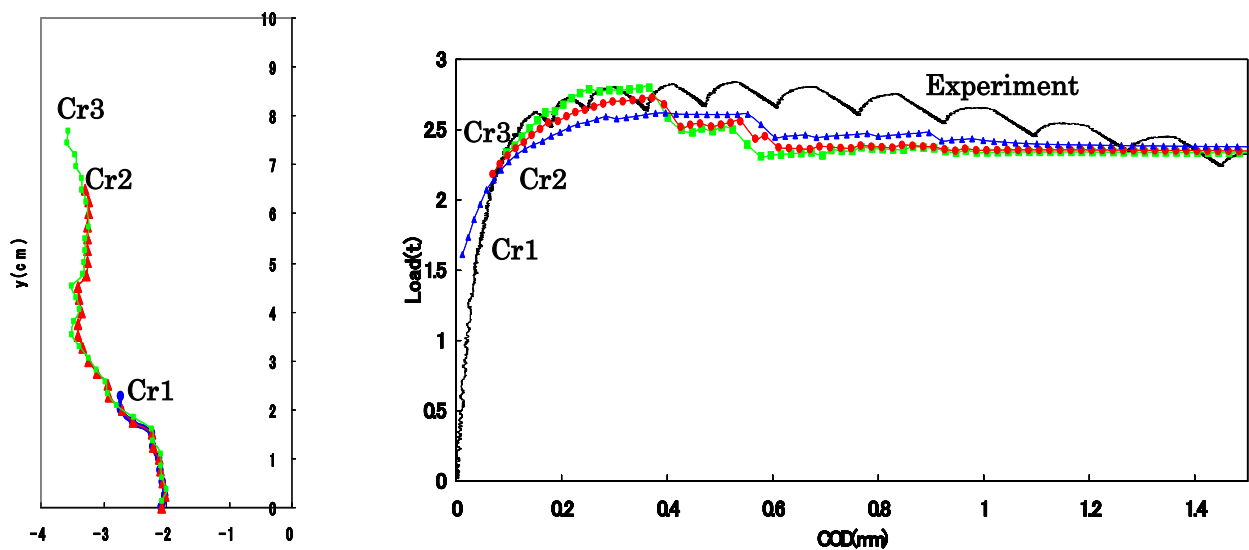


図3 A)繰り返し予測

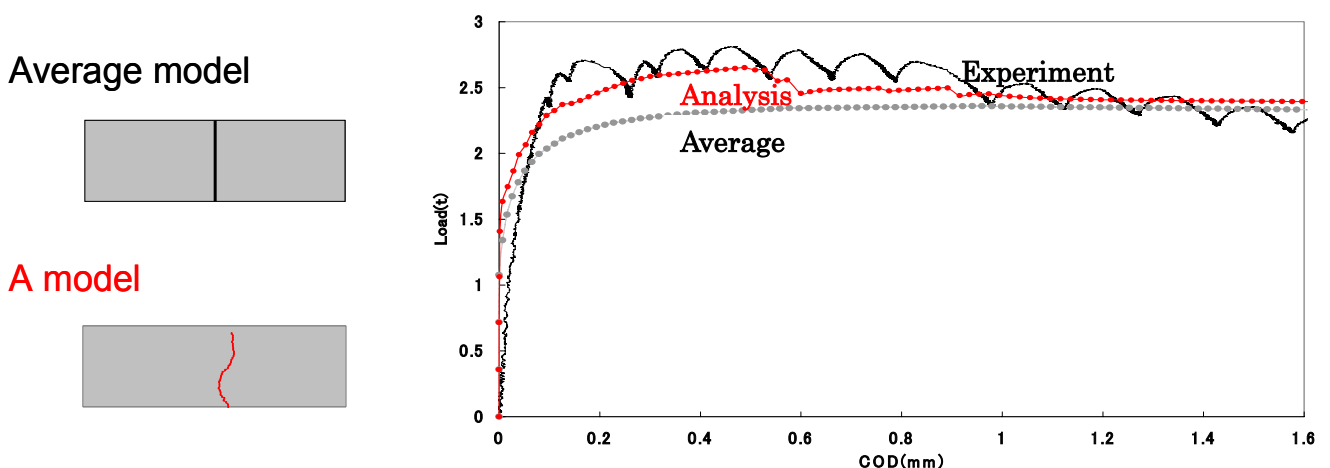


図4 B)個別予測

4. おわりに

本研究では、2次元の画像計測を行ったが、将来的には3次元の画像計測を行うことを目標としており、内部鉄筋の劣化状態、ひび割れの3次元的形状、複数存在するひび割れの複製化などを含めた複製構造モデルの構築が考えられ、これにより予測の精度はさらに向上すると思われる。