

道路橋 UFC 床版の輪荷重走行試験に関する再現解析

大成建設（株） 正会員 ○小尾 博俊， 正会員 橋本 理， 正会員 村田 裕志

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（以下，UFC）から成る道路橋床版の疲労損傷過程を解析的に模擬することを目的として，汎用解析プログラムによる輪荷重走行試験の再現解析を行った。

2. 輪荷重走行試験の概要

解析対象とした試験は，（国研）土木研究所にて実施された UFC 床版の輪荷重走行試験である。試験体寸法は橋軸方向 4,500mm，橋軸直角方向 2,800mm，スパン 2,500mm の 2 方向リブ付き床版であり，リブ以外のスラブ厚さは 40mm である。走行試験は初期荷重を 156.8kN（16 トン）として，走行回数 4 万回毎に 19.6kN（2 トン）ずつ荷重を増加させる階段状漸増載荷である。試験結果は走行回数 48.1 万回，荷重 392.0kN 時に押抜きせん断により破壊に至っている。

3. 疲労解析手法

輪荷重走行試験を再現する疲労解析には汎用解析プログラム Abaqus¹⁾を用いた。UFC および PC 鋼材の疲労強度には，UFC 指針²⁾およびコンクリート標準示方書³⁾に記載されている設計疲労強度式を適用した。紙面の都合上，式の記載は省略する。なお，本稿では材料係数等の係数は全て 1.0，永続作用による応力度は 0.0 とした。UFC の疲労強度式をグラフ化すると図-1 のようになる。縦軸は初期強度に対する疲労強度の比率，横軸は疲労寿命である。圧縮側の疲労強度は 1 本の直線で表されるのに対し，引張側は疲労寿命に応じ 3 つの区間

から成っている。解析手順は図-2 に示すように，まず，床版の自重を載荷する。その後，走行回数 4 万回毎（0，4，8，12，…，52 万回）に相当する疲労強度，輪荷重に更新。輪荷重は載荷面 500mm×200mm の範囲を一樣な荷重とし，順次，ステップ 1～29 まで移動し 1 往復することで 4 万回分の走行を模擬した。この操作を

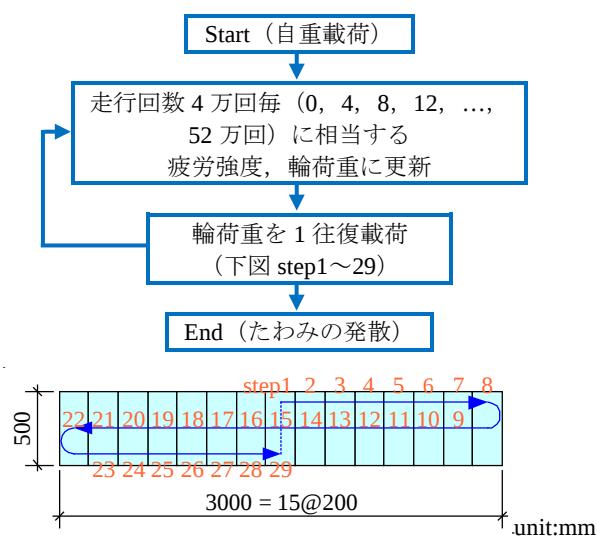


図-2 解析手順

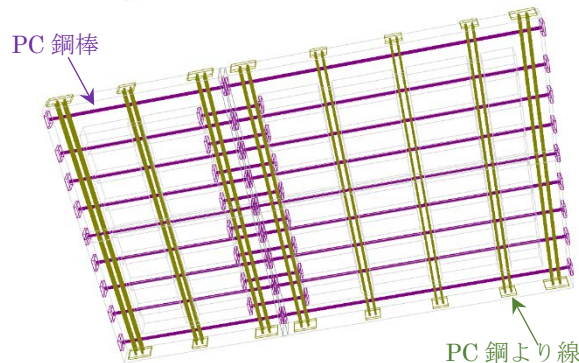
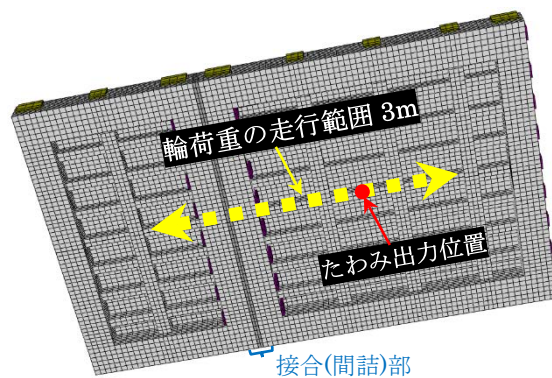


図-3 解析モデル

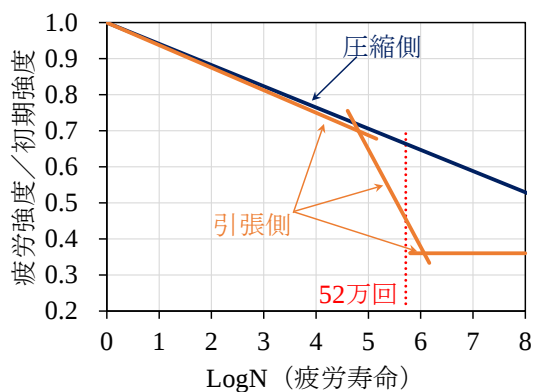


図-1 UFC の疲労強度と寿命の関係

キーワード UFC 床版，輪荷重走行試験，設計疲労強度式，FEM 解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター TEL 070-2653-0163

繰返し、床版のたわみが発散したときに計算終了（破壊に至る）とした。

次に、解析モデルについて述べる（図-3 参照）。床版本体、間詰部およびPC 鋼材の定着プレートは8 節点ソリッド要素で、PC 鋼棒は2 節点ビーム要素で、PC 鋼より線は2 節点トラス要素でそれぞれモデル化した。また、プレストレスはPC 鋼材を床版への埋込要素とし軸応力（緊張力）を付与することで導入した。

4. 解析結果

再現解析としては、ヤング係数が疲労強度と同率で低下すると仮定した case-1 と、ヤング係数は低下しないものとした case-2 を実施した。輪荷重走行時の最大たわみ（出力位置は図-3 を参照）の履歴を図-4 に示す。走行回数 0 回時において、試験と解析のたわみに 1mm 弱の差が生じている。主因としては境界条件等が考えられるが今後の課題としたい。case-1 は走行回数 30 万回程度から試験との乖離が大きくなり、走行回数 40 万回超で破壊に至っている。一方、case-2 は概ね試験と同様なたわみの進行過程を示しているが、52 万回まで完走しても破壊には至っていない。これらのことから、ヤング係数低下率の適正值を検討することで、解析精度の向上を図ることができるものと考えられる。

図-5 には破壊時における試験と解析のひび割れ状況を示す。解析結果は case-1 の最大主ひずみ図である。試験結果と解析結果を比較すると、破壊位置やひび割れ範囲などは概ね一致していることが分かる。

5. まとめ

汎用解析プログラムと設計疲労強度式を適用し、輪

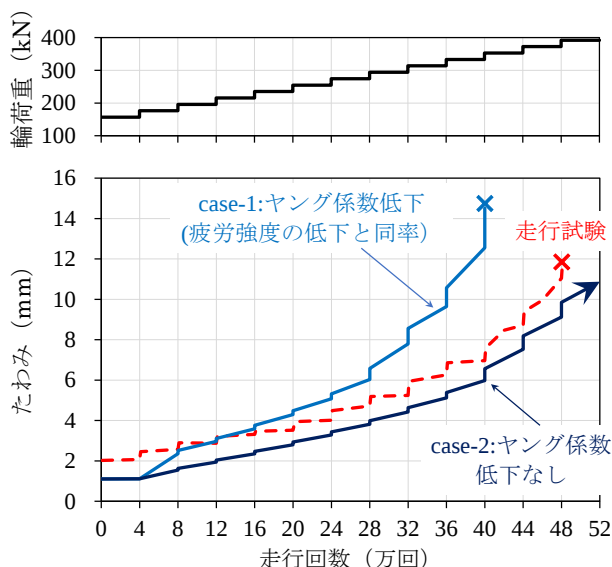


図-4 床版たわみ（試験 vs. 解析）

荷重走行試験の再現解析を実施した。その結果、たわみの進行過程を概ね評価できる見込みを得た。ヤング係数低下率等の適正值を検討し、解析精度の更なる向上を図りたい。

なお、本研究は(国研)土木研究所と当社を含む民間 5 社の「短繊維補強コンクリートを用いた橋梁床版の耐久性向上技術に関する共同研究」において実施した。

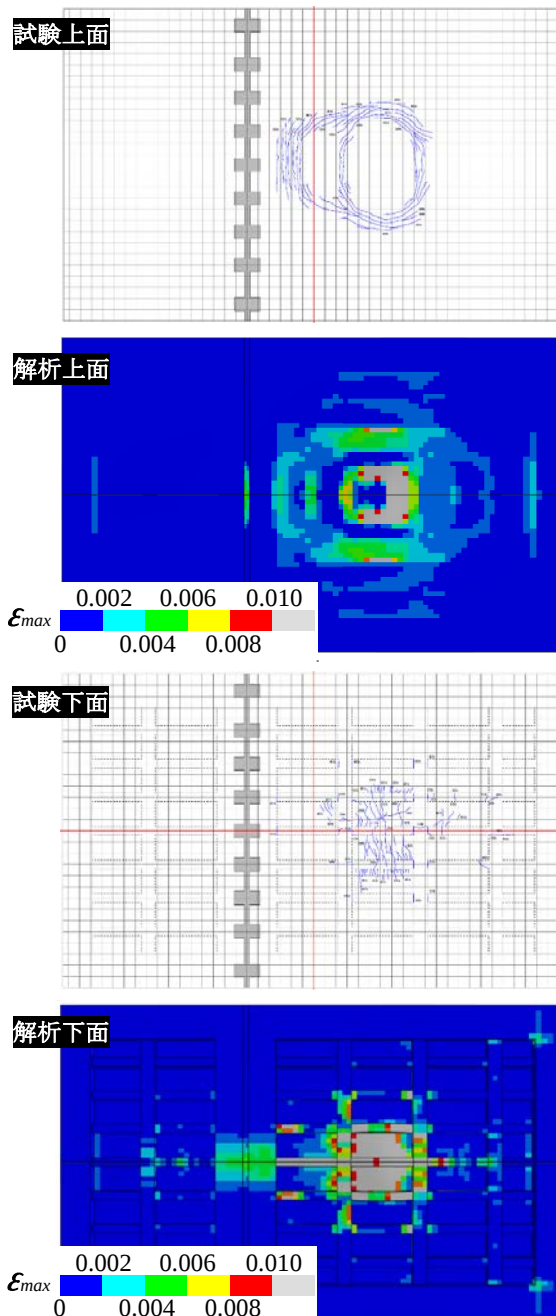


図-5 ひび割れ状況（試験 vs. 解析）

参考文献

- 1) Dassault Systemes SIMULIA Corp. : Abaqus 2018 Documentation, 2018.
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），2004.
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕，2017.