

コンクリート系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 村田 裕志， 正会員 畑 明仁

1. はじめに

コンクリート系床版の疲労損傷過程を解析的に模擬する手法の開発を目的に、汎用解析プログラムの疲労解析への適用性および土木学会コンクリート標準示方書の設計疲労強度式の適用性について基礎的な検討を行った。

2. 輪荷重走行試験の概要

対象とした試験は、土木研究所にて実施された鉄筋コンクリート（以下、RC）床版およびプレストレストコンクリート（以下、PC）床版の輪荷重走行試験¹⁾である。試験体は橋軸方向4,500mm、橋軸直角方向2,800mm、スパン2,500mm、厚さ250mmのRC床版と厚さ180mmのPC床版である。RC床版は配筋仕様の違いにより8oと8nの2種類、PC床版は1種類で、それぞれ2体ずつの計6体である。

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。試験結果は図-1に示すように、RC8o_1, 2の走行回数が25.6万回～52.0万回未破壊、RC8n_1, 2が39.4万回～49.0万回、PC8_1, 2が40.4万回～48.6万回であった。試験体名の下にコンクリート強度を記した。ここで、RC8n_1, 2の走行回数とコンクリート強度の関係が逆転しているのは、試験におけるばらつきの影響によるものと考えられる。

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

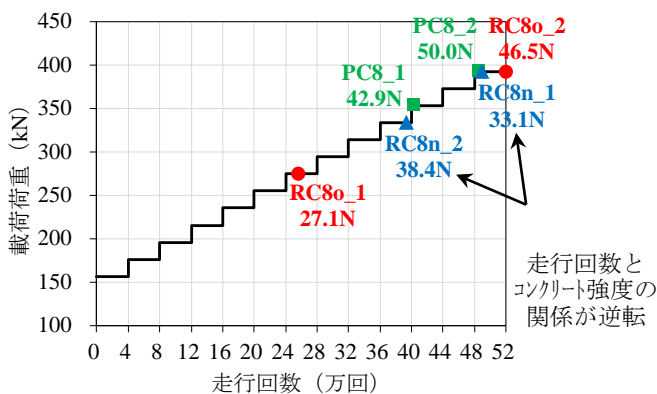


図-1 輪荷重走行試験結果

ログラム Abaqus²⁾を用いた。コンクリート、鉄筋およびPC鋼より線の疲労強度にはコンクリート標準示方書に記載されている設計疲労強度式³⁾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。式をグラフ化すると図-2のようになる。縦軸は初期強度に対する疲労強度の比率、横軸は走行回数（疲労寿命）である。走行回数52万回ときの疲労強度は、初期強度に対しコンクリートが0.66倍、鉄筋はその径により0.42～0.49倍、PC鋼より線が0.16倍となる。ここで、PC鋼より線については、式をそのまま適用すると過度に保守的な結果となったため、疲労強度の比率を3倍に補正し概ね鉄筋並みの比率を用いることにした。た

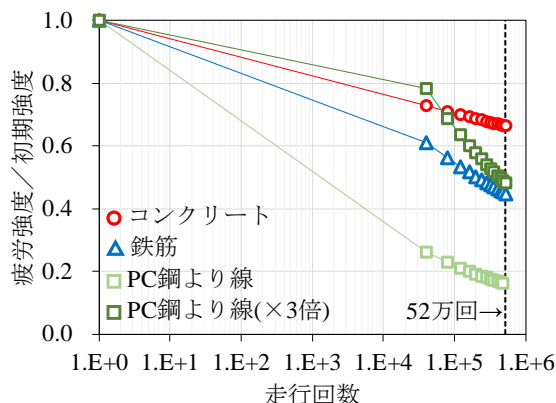


図-2 初期強度に対する疲労強度の比率

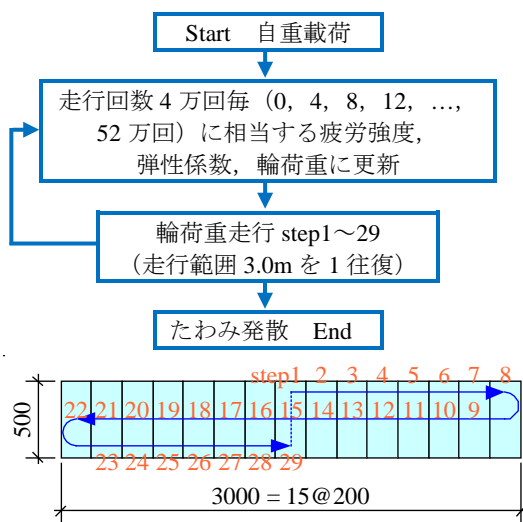


図-3 解析手順

キーワード 輪荷重走行試験，コンクリート系床版，疲労耐久性，疲労強度，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

だし、倍率の詳細な検討は今後の課題としたい。

次に、解析手順について述べる。図-3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、弾性係数、輪荷重を定義する。ここで、弾性係数の低下率は疲労強度の低下率に等しいものとした。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。この操作を繰り返し、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。

4. 解析結果

床版中央のたわみと走行回数の関係について、試験結果と解析結果の比較を図-4に示す。RC8o_1($f_c=27.1\text{N/mm}^2$)は試験結果の25.6万回に対し、解析結果は36万回を超えており大きな乖離が見られた。RC8o_2($f_c=46.5\text{N/mm}^2$)のたわみの進行は全般的に試験結果に対し解析結果の方が小さく評価している。その他の試験体については解析により試験結果を概ね安全側に評価できていると考えられる。

次に試験体のひび割れ状況について図-5, 6に示す。RC8o_1の試験結果からは、床版下面の中央部では格子(亀甲)状のひび割れが、四隅付近では斜め方向のひび割れがそれぞれ支配的であることが分かる。解析結果からも概ねこれと同様なひび割れ状況が読み取れる。橋軸直角方向の断面について見ると、試験結果は明らかに押抜きせん断破壊と思われるひび割れが生じている。解析結果についても押抜きせん断を連想させるひずみ分布が得られている。PC8_1の試験結果からは、床版下面ではPC鋼より線に沿った方向(橋軸直角方向)に卓越したひび割れが生じていることが分かる。床版の対称面近傍(中央付近)では橋軸方向のひび割れも確

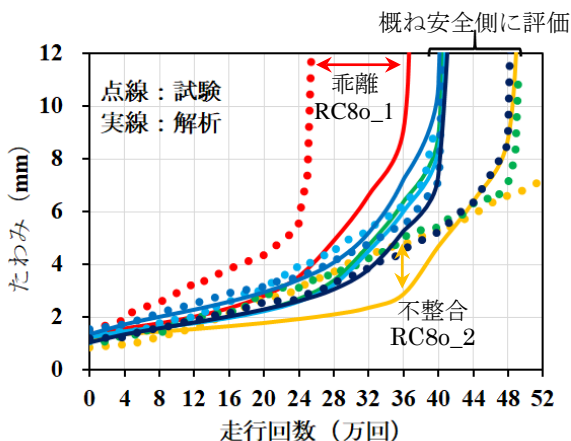


図-4 たわみ-走行回数

認できる。解析結果からも同様にPC鋼より線方向のひび割れと対称面付近の橋軸方向のひび割れを予想できる。また、橋軸直角方向の断面については、試験・解析結果共にRC床版よりもやや浅い角度で押抜きせん断によると思われるひび割れが分布している。

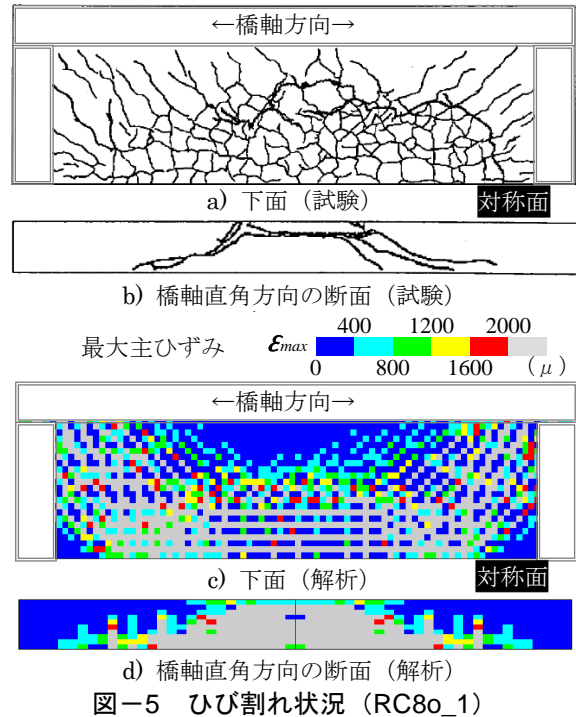


図-5 ひび割れ状況 (RC8o_1)

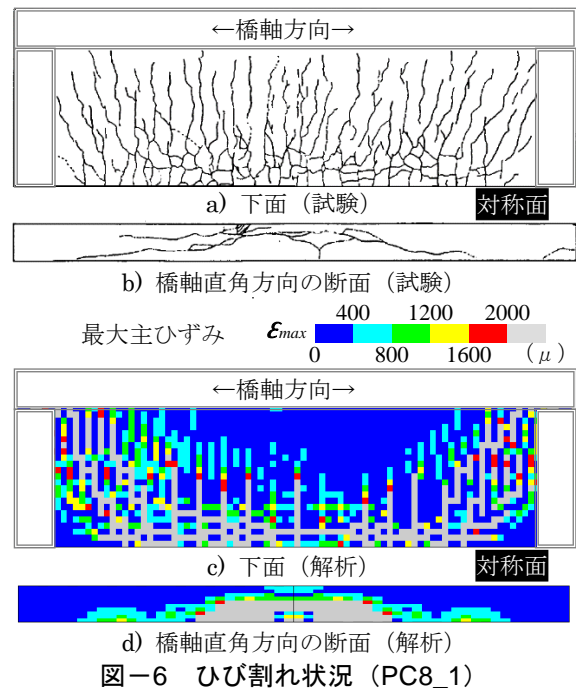


図-6 ひび割れ状況 (PC8_1)

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験, No.28, 2002.3
- 2) Dassault Systemes SIMULIA Corp. : Abaqus 2016 Documentation, 2016.
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書 [設計編], 2017.