既設 RC 床版余寿命解析ソフトウェアの実用化検証

法政大学　正会員　○藤山　知加子，寺本　夏季，田村　駿介
ショーボンド建設（株）　正会員　平塚　慶達，正会員　千田　峰生
東京大学大学院　フェロー　前川　宏一

1. はじめに

既設道路橋 RC 床版の余寿命を推定するための非線形有限要素解析ソフトウエア（コード名 FABriS）が， 2012 年に東京大学で開発された(平成 22～23 年度国土交通省建設技術研究開発助成制度)．FABriS は，既設構造物で観察されるひび割れの発生原因に関わらず，ひび割れ幅や位置の情報を解析要素のひずみに置き換えて現状の損傷を再現した上で，繰返し荷重に対するその後のたわみの推移をシミュレーションするものである [1)]．本研究では，FABriS 実用化検証のため，異なるひび割れパターン（損傷）を RC 床版に与えた後に輪荷重走行試験を実施し，FABriS を用いて再現解析を試みた．同時に，床版下面のひび割れスケッチからひび割れ幅や位置情報を簡易に取得する補助アプリケーションを作成し，その有効性を検証した．

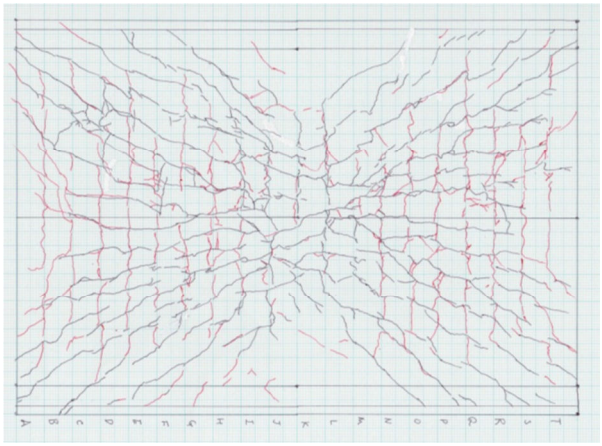
2. 試験体概要および床版下面のひび割れ

対象とした床版試験体は，昭和 39 年鋼道路橋設計示方書に従って設計した RC 床版 6 体で，橋軸方向 3500mm，橋軸直角方向 2800mm（支間長 2500mm），厚さ 160mm，ハンチ付きのタイプとした．異なるひび割れパターンを導入するため，版中央 1 か所の静的載荷（S シリーズ），版中央 1 か所で定点疲労（F シリーズ），支間中央レーンでの輪荷重走行（M シリーズ）をそれぞれ事前に与えた．予備載荷と本載荷の条件を表－1 に示す．

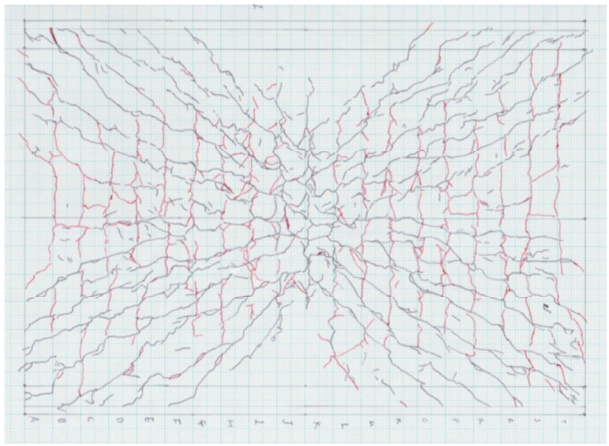
各予備載荷後に，床版下面で取得したひび割れの例（22 シリーズ）を，図－1～3 に示す．図中の黒線が版中央の載荷によるひび割れ，赤線は輪荷重走行試験でのひび割れである．22-S および 22-F では，定点載荷時には橋軸直角方向のひび割れは版中央付近でしかなく，橋軸方向に近いひび割れは，版中央より 4 方の隅角部に伸びる X 型であった．その後の輪荷重によって，直角方向のひび割れがほぼ等間隔で版全体に発生したことがわかる．22-M は他のケースに比べて直角方向のひび割れが短かった．いずれのケースも除荷時に載荷点直下付近で幅 0.2mm を超えるひび割れもあったが，多くは 0.2mm 以下であった．

表－1　載荷条件

試験体名	予備載荷	本載荷
22-S	静的 288kN +移動荷重 160kN(1000 回)	220kN
22-F	定点疲労 220kN(3 万回) +移動荷重 160kN(1000 回)	220kN
22-M	移動荷重 160kN(1000 回)	220kN
16-S	静的 230kN	160kN
16-F	定点疲労 160kN(10 万回)	160kN
16-M	－	160kN



図－1　22-S 予備載荷後の床版下面ひび割れ図



図－2　22-F 予備載荷後の床版下面ひび割れ図

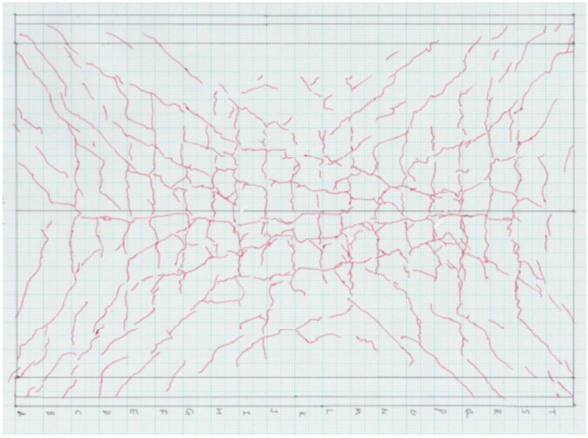
キーワード　既設 RC 床版，余寿命推定，疲労，FABriS，ひび割れ情報取得アプリケーション
連絡先　〒162-0843　東京都新宿区市谷田町 2-33　法政大学デザイン工学部　TEL03-5228-1435

3. ひび割れ情報取得アプリケーション

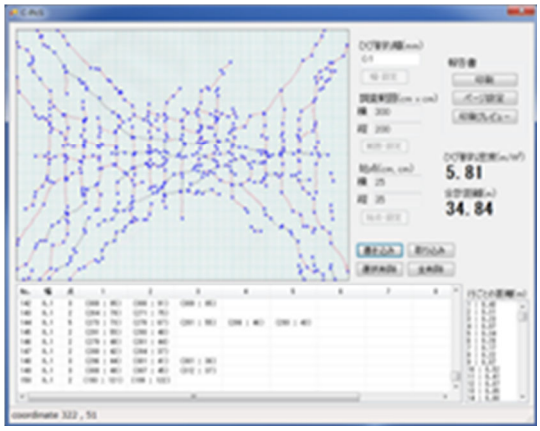
Visual Basic 2010 を用いて，ひび割れ情報取得のための Windows アプリケーションを作成した．アプリケーションは，実用化を想定しあらゆる人が使用することを考えて，クリックのみの簡易な操作で構成した．

はじめに，アプリケーションを起動し，作成したひび割れスケッチの画像を取り込む．取り込む画像のサイズの指定はなく，縦横比は自動調整される．続いて，床版全体における画像の位置情報を決めるため，始点と調査範囲を設定して準備が完了する．次に，位置情報を取り出すひび割れのひび割れ幅を数値入力し，ひび割れ上をクリックすると，クリックした位置に点が描画され，リストにクリックした位置の座標とひび割れ幅のデータが書き込まれる（図－4)．他のひび割れに移る場合は，ひび割れ幅の設定から，同じ操作を繰り返していく．最後は「書き込み」ボタンを押すことで，エクセルファイルを作成することが出来るものである．参考の為，クリックにあわせてひび割れ密度とひび割れの合計長さが算出される機能も加えた．

図－1～3 で示される程度のひび割れ図を用いた試行では，1 枚あたり 15 分程度で解析に必要なひび割れデータを取得することができた．



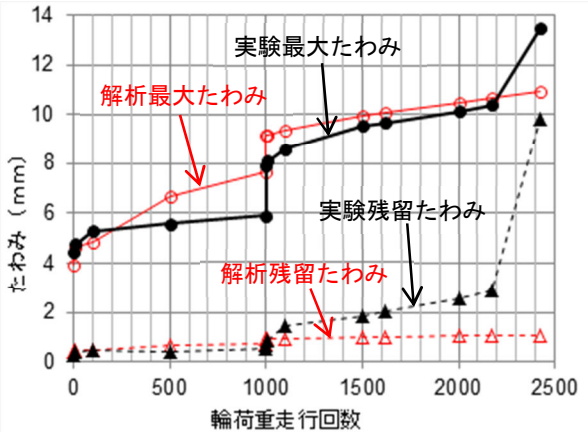
図－3　22-M 予備載荷後床版下面ひび割れ図



図－4　アプリケーション使用時のイメージ

4. 既存損傷を持つ RC 床版の再現解析

アプリケーションで取得したひび割れ情報を FABriS の入力データとして用い，輪荷重走行試験の再現解析を実施した．図－5 に 22-S を対象として算出した版中央のたわみと走行回数の関係を，実験結果とともに示す．解析では，予備載荷のうち，定点静的載荷後までのひび割れを入力し，その後輪荷重 160kN で 1000 回，引き続き 220kN での輪荷重試験本載荷をシミュレーションした．



図－5　FABriS によるたわみの推移（22-S）

輪荷重走行試験を開始した時点での解析と実験のたわみは最大，残留ともにほぼ一致している．その後は，160kN での輪荷重走行回数 1000 回までは最大たわみが過大に算出される傾向にあったが，荷重を 220kN とした後の本載荷では，最大たわみの増加割合は実験とよく一致した．以上より，ひび割れの観察～ひび割れ情報取得アプリケーションによる入力データ作成～損傷を再現した数値解析について，妥当性が確認された．一方，解析で実験と同回数の輪荷重を作用させても，実験のような急激な破壊は得られなかった．つまり，FABriS によって実床版の崩壊に達する時間まで予測するにはさらに検討が必要であるが，FABriS によるたわみの予測値を基準とすれば，定期的モニタリングによるたわみの実測値が FABriS の予測値を上回る点を捉えることで，対策時期の判断材料を合理的に与える可能性が示唆された．

参考文献

1) 前川宏一，藤山知加子，TangXueJuan，小林薫：擬似クラック法に基づく疲労応答解析と既設 RC 床版の余寿命推定，平成 24 年度国土交通省国土技術研究会論文, http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/giken/program/kadai/pdf/ippan/ippan2-09.pdf, 2012.