

### 損傷事例に基づく鋼橋の疲労損傷点検シミュレータの開発

東京都市大学 正会員 ○横山 薫  
 東京都市大学 フェロー会員 三木 千壽  
 東京都市大学 正会員 小西 拓洋  
 東京都市大学 正会員 高森 博之

#### 1. はじめに

道路法施行規則の一部を改正する省令が平成26年3月31日に告示され、同年7月1日より施行された。これにより、橋長2.0m以上の橋、高架の点検は近接目視による5年に1回の定期点検が基本となった。また、定期点検を行う者は、点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有することが明記された<sup>1)</sup>。そのため、点検技術者の効率的な養成が喫緊の社会的要求事項と考えられる。一方で鋼橋の疲労損傷は、その発見が難しく、点検にあたっては高度な専門知識や経験が必要とされる。そこで、本研究では、点検技術者の効率的な育成に寄与する損傷事例に基づいた疲労損傷点検シミュレータの開発を行った。

#### 2. 開発と動作の環境

シミュレータの開発には3Dゲーム開発ソフトのUnity<sup>2)</sup>を用いた。Unityは世界で290万人以上の開発者が利用するゲーム開発ソフトであり、最近では医療や建築の分野でも利用され始めている。Unityはマルチプラットフォームに対応可能であり、開発したアプリケーションをWindowsやMac, Linux上で動作させることが可能である。著者らは疲労損傷の情報を技術者の誰もが容易に入手可能とするため、公表された疲労損傷と補修事例のユーザー参加型データベースをインターネット上に公開し、事例の追加などのメンテナンスを行っている<sup>3)</sup>。そこで、開発したシミュレータもインターネット閲覧ソフトで動作可能なWeb Playerで公開することとした。なお、動作には初回のみUnity Web PlayerをPCにインストールする必要がある。

#### 3. シミュレータの利用方法

インターネット閲覧ソフトを使って次の URL にアクセスすると前述のデータベースの Front Page が表示される(図 1)。

<http://fatigue.civil.tcu.ac.jp/pukiwiki/>

キーワード：疲労, 点検, シミュレータ

連絡先：〒158-0082 東京都世田谷区等々力 8-15-1 東京都市大学 総合研究所 TEL 03-5706-3111



図1 データベースのFront PageのWeb画面



図2 シミュレータのタイトル画面

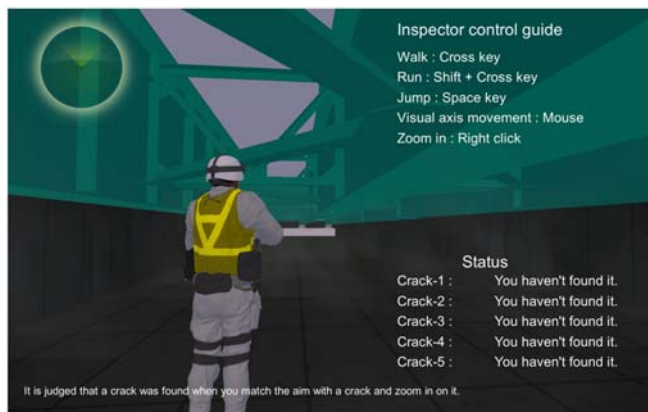


図3 シミュレータのスタート画面

図1の赤点線枠で示した Simulator を選択するとシミュレータのタイトル画面が表示される (図2). タイトル画面には点検員の Mission と Control guide が記載されている. キーボードの「s」ボタンを押すとシミュレータがスタートする (図3).

**4. シミュレータの内容**

シミュレータの設定は全面足場が設置された RC 床版鋼単純3主桁桁橋の疲労損傷点検である. 対象橋梁には対傾構, 横構があり, 支間中央には荷重分配横桁が配置されている. また桁橋で発生頻度の多い5つの疲労き裂をモデル化している (図4). ユーザーはキーボードの十字キーで点検員の移動を行い, マウスの移動で視点移動を, 右クリックでズームアップを行う. き裂近傍に視点を合わせ, ズームアップを行うと (図5), き裂発見の判定が実行され, 画面には発見したき裂の発生原因と, 同じ部位で発生頻度が多いき裂を説明するスライドが表示される (図6). スライド中のき裂の写真はデータベースの事例を用い, 写真のキャプションにはその引用元のページ名が示されている. 利用者はそのスライドを閲覧することにより疲労損傷に対する理解を深めることができる. 5つの疲労き裂を発見すると Mission 完了が示され, Retry と Quit を選択できる画面が表示される.

**5. おわりに**

3D ゲーム開発ソフトを用いて損傷事例に基づく疲労損傷点検シミュレータを開発した. 開発したシミュレータはインターネットにアクセスできる環境下であれば, インターネット閲覧ソフトを用いて誰でも利用可能である. 本稿では桁橋の事例を示したが, 他形式の橋梁への展開も容易である. 本シミュレータが多くユーザーに利用され, 疲労損傷に対する理解向上の一助となれば幸いである.

**謝辞:** 本研究は文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究 (A) 課題番号 25249063) により実施したものである. また東京都市大学知識工学部情報科学科視覚メディア研究室の包 躍教授から Unity に関する貴重な助言を頂いた. ここに記して謝意を示します.

**参考文献**

- 1) 例えば国土交通省ホームページ: <http://www.milt.go.jp/>
- 2) 例えばUnityホームページ: <http://japan.unity3d.com/>
- 3) 横山 薫, 三木 千壽, 関屋 英彦, 白旗 弘実: 疲労損傷に対する補修事例のユーザー参加型データベースの構築, 土木学会第69回年次学術講演会(平成26年9月), I-497

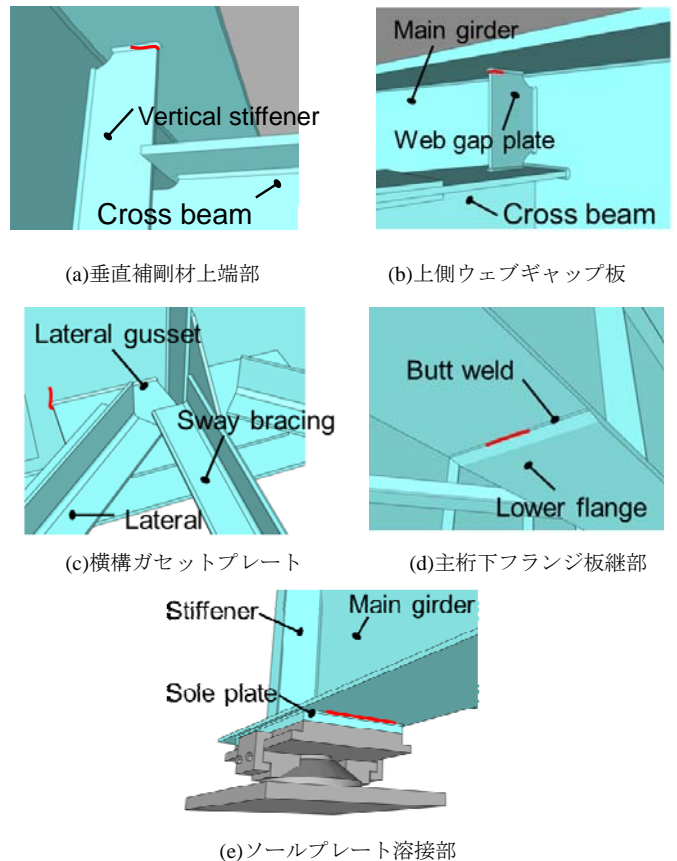


図4 モデル化した疲労き裂



図5 き裂発見シーン

(この後, 図6のき裂解説スライドが表示される)

- Explanation -  
The causes of crack A are primary stress of main girder and local out-of-plane bending of main girder web caused by deflection difference between main girders. The cause of crack B and C is stress concentration caused by lateral axial force.

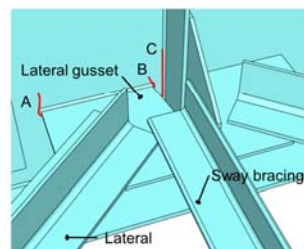


Photo of the crack in the database (The third line of the metropolitan expressway (Part 2))

※You can return to simulator when you depress q key button.

図6 き裂解説スライド