合成床版2主桁橋梁全橋モデルを用いた床版疲労解析

法政大学 学生会員 〇荻山 陽太朗, 正会員 藤山 知加子 一般社団法人 日本橋梁建設協会 正会員 松村 寿男, 高須賀 丈広

<u>1. はじめに</u>

本研究の目的は,鋼コンクリート合成床版を有する全橋モデ ルを対象とした3次元非線形 FEM 解析により,合成床版の疲 労耐久性に関する分析を行うことである.既往の研究¹⁾におい て,床版のみをモデル化した実験供試体レベルの解析的検討は なされているが,主構造を含めてモデル化した研究は行われて いない.そこで本研究では合成床版,主桁,横桁,垂直補剛材, 壁高欄を実橋レベルで再現した全橋モデルの構築,全橋モデル による合成床版の疲労損傷過程の分析を試みる.

2. 構造モデルの構築

本研究では、コンクリートの疲労損傷を再現できる FEM 解 析ソフト「COM3D」(東京大学開発)を用い解析を行う.対象と する床版形式は、ずれ止めにスタッドを用い、底鋼板を橋軸直 角方向に配置したリブで補剛したロビンソン型とした.また橋 梁形式は、圏央道で用いられている2主鈑桁橋を対象とした. 図-2に全橋モデルの全景図を示す.

モデルは,詳細な応力性状を確認するため床版,主構造は全 てソリッドにより構築した.また,ずれ止め構造,鋼―コンク リート界面の付着に関して,図-3のような境界面要素を用いて モデル化した.ずれ止めであるスタッドは,境界面要素を底鋼 板全域に一様に配置し,線形バネとして定義した.またリブ― コンクリート界面には,リブを囲むように境界面要素を配置し, 特性値を設定することで初期付着を再現した.

境界面要素の特性値は,既往の研究²⁾で行われた合成桁の負 曲げ試験の再現解析を行い,実験値との比較によって求めた. スタッドの値は全体本数を底鋼板面積で除したバネ値を底鋼板 全体に一様に与えることにより設定した.また,リブの初期付 着力は丸鋼とコンクリートの付着強度を参考に設定した.

<u>3. 静的解析</u>

次に全橋モデルによる静的解析により変形挙動,破壊形態の 確認を行った.載荷条件は,床版中央に輪荷重載荷幅1輪分の 幅に10cmの強制変位を与え静的載荷とした.解析の結果,載荷

幅に100mの強制変位を与え前的載制とした. 解析の結末,載何 点における荷重と変位の関係から,急激に耐力が低下し,破壊に至っている事がわかる(図-4).また,載荷 点付近の断面変形図を確認すると,せん断変形した要素が確認できる(図-5).これらのことから,破壊形態 は押し抜きせん断破壊であると判断した.

キーワード ロビンソン型合成床版, COM3D, 全橋モデル, 疲労解析 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都市環境デザイン工学科 TEL03-5228-1406



 リブ(ソリッド)

 スタッドを再現した 境界面要素

底鋼板(ソリッド)

図-3 モデル化の詳細



図-4 載荷点変形図

-429

<u>4. 疲労解析</u>

本検討では、実橋の供用状態を想定した疲労解析を行った.図-6に示すように2車線の道路橋を想定し、輪荷 重4輪分の荷重を橋軸方向に設計速度100km/hで移動載 荷した.荷重条件は1輪あたり140kNとし、輪荷重4 輪分の合計560kNの荷重で解析を試みた.図-7に載荷 回数と底鋼板の支間中央部たわみ値の関係を示す.設計 荷重560kNにおいて、たわみは増加しておらず、破壊に は至っていない事がわかる.設計荷重より大きいが破壊 性状を分析するため、1680kN、5600kNの荷重を用いて 解析を行った.荷重1680kNにおいて、さらに解析を続 けたところ、500万回走行時にたわみの数mm程度の変 化が見られた.

図-8 に支間中央部リブ付近におけるコンクリートの 着目要素を,表-1 に荷重 1680kN 時の着目要素における 各ひずみの推移を示す.リブ上の RC 要素において,最 大主ひずみ,橋軸直角方向ひずみが大きく増加している ことから,リブに沿ったひび割れが発生していると考え られる.さらに同じ要素において,橋軸方向断面のせん 断ひずみが大きく増加している.この時リブ横のコンク リート要素において,版厚方向のひずみが卓越している ため,図-9 のような水平ひび割れが発生する要因となる 可能性が示唆された.

荷重 5600kN では、低い走行回数から大きなたわみが 生じている.同様にひずみを確認すると、リブ周辺に 300 $\mu \sim 1000 \mu$ のひずみが集中しひび割れが発生していた.

<u>5. 結論</u>

- I. 境界面要素により,スタッド,リブの初期付着が良 好に再現され,全橋モデルの妥当性が確認された.
- II. 通常の交通荷重において,現設計のロビンソン型合成床版は十分な疲労耐久性を有していると言える.
- III. リブ付近の局所的なひずみの増加から、本形式合成 床版は、疲労荷重受けることで水平ひび割れが発生 する可能性が示唆された.

参考文献

- 松村寿男,上村明弘,藤山知加子,前川宏一:合成床版 の輪荷重走行試験の疲労損傷解析による再現,第7回床 板シンポジウム論文集,pp.269-274,2012.6
- 2)街道浩,渡辺滉,橘吉宏,岩田幸三,伊藤剛:長支間用の鋼・コンクリート合成床版を適用した連続合成桁の静的載荷試験,第3回道路橋床版シンポジウム論文集, pp.241-246,2003.6.



$\overline{\ }$	最大主ひずみ		橋軸直角 方向ひずみ		橋軸方向 ひずみ		床版厚方向 ひずみ		橋軸方向断面 せん断ひずみ	
走行回数	1回	500万回	1回	500万回	10	500万回	10	500万回	1回	500万回
リブ上	56	312	-45	-52	-36	260	29	62	-35	-202
リブ横1	49	121	-12	-15	-24	4	13	56	-17	-71
リブ横2	55	114	-17	-19	-28	-9	6	83	-56	-75
リブ間	54	63	-20	-55	-21	-56	27	21	-31	-57



図-9 水平ひび割れの発生と進展¹⁾

-858-