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主飯桁橋を対象とした. 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が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.

3. 静的解析

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

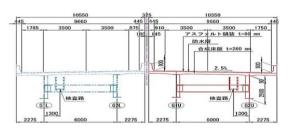


図-1 研究対象-2 主桁橋

節点数:99778, 要素数:67842

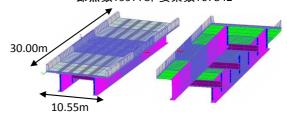


図-2 全橋モデル全景図

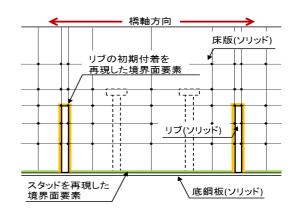


図-3 モデル化の詳細

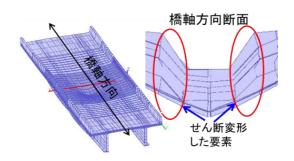


図-4 載荷点変形図

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

4. 疲労解析

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

- 1) 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.

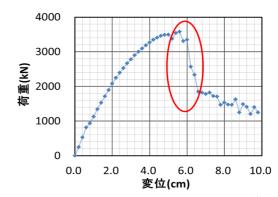


図-5 載荷点における荷重-変位曲線

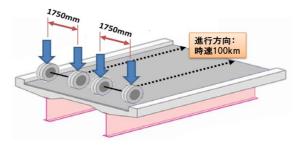


図-6 全橋モデルにおける移動載荷イメージ

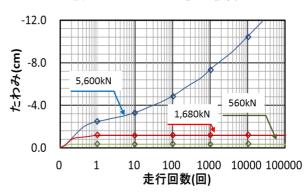


図-7 載荷回数―最大たわみの関係



図-8 コンクリートの着目要素

表-1 荷重 1680kN 時のひずみの進展

	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	10	500万回	10	500万回	10	500万回	10	500万回	10	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

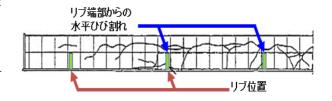


図-9 水平ひび割れの発生と進展1)