

I - 15

既設鋼鈑桁橋の FEM 解析における床版評価方法に関する研究

岩手大学工学部 正会員 ○宮本 裕
(株)土木技研 正会員 新銀 武
岩手大学工学部 白岩 知絃

1. はじめに

平成 5 年，道路橋設計活荷重が 200KN から 250KN に改訂された．それを受けて(社)岩手県土木技術センターが主催する共同研究会では，平成 10 年から実橋載荷試験に基づく既設鋼鈑桁橋の耐荷力評価手法を検討してきた．その結果，平成 15 年に既設橋梁の耐荷力評価の手法を「既設鋼鈑桁の計測・評価マニュアル（案）」としてとりまとめ，余剰耐荷力により A 及び B 活荷重への対応が可能かどうかを判定する手法を提案した．提案している耐荷力照査の手法は実橋載荷試験結果に基づく 3 次元 FEM 解析モデルを作成し耐荷力評価を行うものである．しかし，FEM 解析モデルの作成に当たっては，鉄筋の評価や床版のヤング係数評価等検討の余地も多い．本論文では，FEM 解析によって既設鋼橋の耐荷力評価を行う場合の鉄筋コンクリート床版のモデル化に着目した．最初実際に鉄筋を配置した鉄筋コンクリート床版の FEM 解析モデルを作成し，鉄筋を配置しないコンクリート床版の FEM 解析と比較することで，鉄筋の影響を検討した．また，鉄筋を配置しないコンクリート床版モデルを用いて鉄筋を配置したコンクリート床版モデルの剛性を評価するためには，コンクリートのヤング係数をどのような値にすればよいのか検討を行った．さらにそれらの結果を踏まえ，最適化された床版モデルを用いて，鋼鈑桁橋の FEM 解析を行い，その計算結果と実測値を比較することによりモデルの妥当性を検証した．

2. 床版 FEM 解析モデルの検討

2-1 対象橋梁と解析概要

鉄筋コンクリート床版モデルとコンクリート床版モデルを作成し，FEM 解析によるたわみによって比較する．また，その結果から両床版モデルで同じたわみ値となるコンクリート床版モデルのヤング係数を最適化手法により求める．対象橋梁は，岩手県久慈市県道久慈岩泉線に位置する梨の木橋を選定した．梨の木橋の諸元を図-1 に示す．床版モデルは応力分布が均一化する長さとして，10m 程度の部分を橋長から取り出した．コンクリートと鉄筋のヤング係数の初期値は道路橋示方書よりそれぞれ $2.80 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ ， $2.10 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ とした．拘束条件としては，ハチ両端部をヒンジ（以下 Fix と表示）支持とした．比較位置は荷重条件ごとに床版モデル裏面の最大のたわみが生じる点とした．図-2 に鉄筋コンクリート床版モデル図を示す．また，表-1 に解析荷重条件を示す．

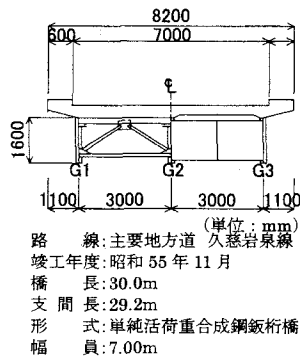


図-1 梨の木橋諸元

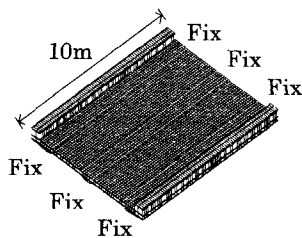


図-2 鉄筋コンクリート床版モデル図

表-1 床版モデル解析荷重条件

200KN 集中荷重	
250KN トラック 荷重	
10KN/m ² 等分布 荷重	

2-2 床版モデルの検討結果

たわみの比較結果を表-2 に示す．表-2 より，鉄筋コンクリート床版モデルとコンクリート床版モデルのたわみの差は，約 3%程度であった．これらの結果を用いて鉄筋コンクリート床版モデルとコンクリート床版モデルのたわみを一致させるコンクリート

床版モデルのヤング係数を求めた。その結果、コンクリートのヤング係数 $2.90 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ で両モデルのたわみ値がほぼ一致した(表-3 修正鉄筋無しモデル)。

表-2 鉄筋考慮モデル、鉄筋無しモデルたわみ比較

荷重ケース	鉄筋考慮モデル	鉄筋無しモデル	たわみ比
200KN集中荷重	4.61mm	4.78mm	1.04
250KNのトラック荷重	3.97mm	4.09mm	1.03
等分布荷重	7.10mm	7.33mm	1.03

※たわみ比＝鉄筋考慮モデルのたわみ/鉄筋無しモデルのたわみ

表-3 鉄筋考慮モデル、修正鉄筋無しモデルたわみ比較

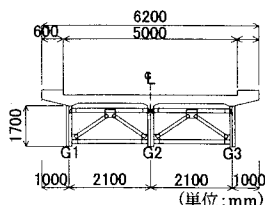
荷重ケース	鉄筋考慮モデル	鉄筋無しモデル	たわみ比
200KN集中荷重	4.61mm	4.61mm	1.00
250KNのトラック荷重	3.97mm	3.94mm	0.99
等分布荷重	7.10mm	7.08mm	1.00

※たわみ比＝鉄筋考慮モデルのたわみ/修正鉄筋無しモデルのたわみ

3. FEM 橋全体モデル解析値と実測値の比較検討

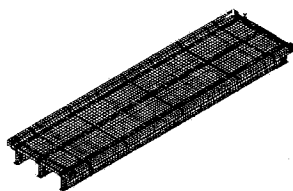
3-1 概要

FEM 橋全体モデルを作成し、そのモデルから得られた解析値を実測値と比較することにより、モデルの妥当性を検討する。橋全体モデルの検討では、梨の木橋のほかに落合橋を対象橋梁とした。落合橋の諸元を図-3 に示す。落合橋、梨の木橋ともに、コンクリートのヤング係数は前述した $2.90 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ とした。落合橋は新設橋でありゴム支承を有している。落合橋の境界条件は、固定側をヒンジ(以下 Fix と表示)、可動側をローラー(以下 Mov と表示)とした。また、梨の木橋の境界条件は、支点拘束が有るためケース1として固定側 Fix、可動側 Fix とし、ケース2として床版の劣化を考慮したヤング係数を用いて、固定側を Fix、可動側に水平反力を作用させた2パターンを採用した。図-4 に梨の木橋の全体モデル図を示す。また、表-4 に橋全体モデルの荷重条件を示す。



地区名：葛巻北西地区
竣工年度：平成12年3月
橋長：33.2m
支間長：32.4m
形式：単純活荷重鋼板桁橋
幅員：5.00m

図-3 落合橋諸元



節点数：14457
要素数：10308

図-4 梨の木橋全体モデル図

表-4 橋全体モデル荷重条件

落合橋	250KN 250KN	1475, 2050, 1475	(mm)
	(Mov) 1/2 (Fix)		
梨の木橋	250KN 200KN	2475, 2050, 2475	(mm)
	(Mov)or(Fix) 1/2 (Fix)		

3-2 FEM 橋全体モデルの検討結果

落合橋の FEM 橋全体モデルの中桁支間 1/4 点のたわみの FEM 解析値と実測値との比較を表-5 に示す。その結果、中桁たわみの比率は約 1.00 という値になり先の検討結果の妥当性を示すものとなった。一方、梨の木橋の橋全体モデルの中桁支間中央たわみの FEM 解析値と実測値との比較を表-6 に示す。表-6 のケース2はコンクリートのヤング係数を $1.60 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ とし、水平支承反力を G1 桁に 225KN、G2 桁に 197KN、G3 桁に 190KN 作用させたモデルの解析結果である。表-6 の結果より可動側ヒンジのケース1の場合中桁最大たわみの比率は 0.66 となり、コンクリートのヤング係数を低減し、可動支承に水平支承反力を作用させたケース2の場合は 1.01 となった。

表-5 落合橋たわみ実測値とFEM解析値の比較

実測値	FEM解析値	比率
7.55mm	7.44mm	0.99

※比率＝FEM解析値/実測値

表-6 梨の木橋たわみ実測値とFEM解析値の比較

	実測値	FEM解析値	比率
ケース1	4.20mm	2.77mm	0.66
ケース2	4.20mm	4.23mm	1.01

※比率＝FEM解析値/実測値

4. まとめ

新設橋の FEM 解析において鉄筋を考慮しないコンクリート床版モデルを使用する場合、コンクリートのヤング係数は $2.90 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ で評価可能である。このような簡単なコンクリートの床版のモデル化により実体に近い FEM 解析モデルの作成が可能になることがわかった。しかし、経過年数の大きい橋梁に関しては、床版の劣化によるヤング係数の低下などが考えられ、さらなる検討が必要である。また、床版に含まれる鉄筋量の違いによるヤング係数評価の傾向を確かめるため、より複数の事例について検討が必要と思われる。