

I-A309

プレートガーダー橋の実橋載荷試験及び立体 FEM 解析による検証

日本道路公団 東京第一管理局 正会員 ○窪田賢司
 同 上 正会員 西 浩嗣
 (社) 建設機械化研究所 正会員 谷倉 泉
 (株) 日本構造橋梁研究所 正会員 上野淳人

1. はじめに

全線供用を開始して約30年が経過した東名高速道路の鋼橋では、交通量の増大、車両の大型化及び経年劣化が相まって、様々な部位に損傷が見られるようになった。また、床版増厚工法による補強やガードレールの壁高欄化、遮音壁の設置が進められ、これら死荷重の増加は、既設部材に大きな負担となりつつある。このようなことから、本研究は、鋼3径間連続非合成鋼桁橋を対象に40tトレーラー4台による実橋載荷試験を行い立体 FEM 解析により検証、また、現在の設計手法として行われている格子計算との比較を行うことにより、既設橋の補強設計手法について検討を加えたものである。

2. 載荷試験及び立体 FEM

解析

(1) 実橋載荷試験

実橋載荷試験は、トレーラーの台数と載荷位置を組合せて13パターンの載荷を行った。ここでは、図1(a)、(b)に示すように、側径間スパン中央及び支点上の断面に作用する曲げモーメントが、B活荷重相当となるような荷重状態を再現した載荷について記す。

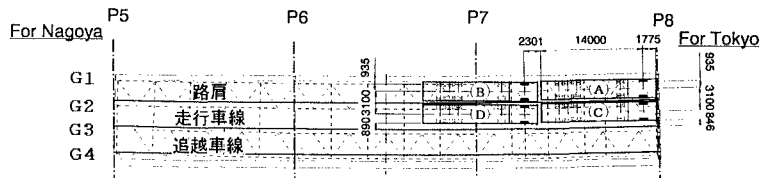
(2) 立体 FEM 解析

FEM 解析モデルは、載荷試験の挙動を忠実に表現できるように表1に示すパラメータを与え、影響を調べた。

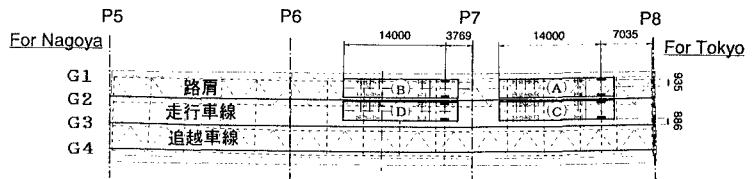
I系は主桁・縦桁と床版の合成の影響、II系は床版剛性 E の影響、III系は支承機能の影響を調べたものである。

(3) 解析の検証

載荷試験結果と FEM 解析結果を比較し、図2(a)、(b)に示す。(a)はスパン中央、(b)は支点部の下フランジ応力度の値である。主な結果を以下に記す。



(a) 側径間スパン中央着目、縦並列4台載荷



(b) 支点上着目、縦並列4台載荷

図1 実橋載荷試験

表1 解析ケース

パラメータ ケース	主桁、縦桁と床版 の結合状態		床版の剛性 $E=2.5 \times 10^6$ kgf/cm ²	支承の機能状態	
	主桁	縦桁		変位機能	回転機能
I-1	合成	合成	$E \times 1.0$	バネ	固定
I-2	合成	非合成			
I-3	非合成	非合成			
II-1	合成	非合成	$E \times 1.0$	固定	固定
II-2			$E \times 0.8$		
II-3			$E \times 0.6$		
III-1			$E \times 1.0$	固定	固定
III-2				バネ	固定
III-3				固定	バネ
III-4				バネ	バネ

キーワード：プレートガーダー橋、載荷試験、FEM 解析、格子計算、補修・補強

連絡先：〒216-0024 川崎市宮前区南平台 1-1 TEL044-877-4181 FAX044-866-3521

- ①Ⅰ系については、床版と主桁を合成断面として解析した結果（Ⅰ－1、2）が実測値に近い。
- ②Ⅱ系については、床版剛性 E の変化が主桁応力に及ぼす影響は小さい。
- ③Ⅲ系については、支承の変位機能をバネに置換えたケースが実測値に近い。

以上のことから、Ⅲ－2の解析モデルが実橋の挙動を正確に表すモデルであると考えられる。

（4）立体 FEM 解析と格子計算の比較

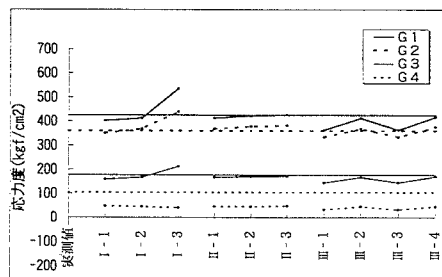
前述の解析モデルⅢ－2にB活荷重及び載荷試験荷重（40 t トレーラー4台）の載荷について解析を行った。また格子計算では、合成桁、非合成桁について、B活荷重を載荷した時の外桁下フランジの側径間中央、支点部の応力度を算出した。これらの解析結果を表2に示し、以下に主な結果を記す。

①FEM 解析と載荷試験の比較：L載荷時のFEM 解析値は実測値と同程度の値を示し、実橋の状態を再現する適切な立体モデルと言える。

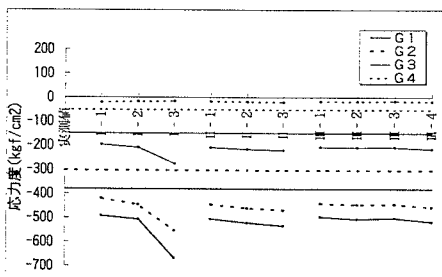
②載荷試験とB活荷重の比較：FEM 解析モデルにB活荷重を載荷した場合の値 L は、実測値と同程度である。これは、実橋載荷試験を評価する上で十分な載荷荷重であったものと思われる。

③合成桁と非合成桁の比較：モデル橋の上部工型式は非合成桁であるが、FEM 解析の値は格子（合成桁）の値に近い値を示している。これは、スラブ止め及び上フランジと床版の付着、摩擦抵抗などの影響により、主桁と床版が一体となって合成桁として挙動しているためと考えられる。

④発生応力度と許容応力度の比較：格子（非合成桁）の $L+D$ は、許容応力度を超過している。しかしながら、実測値及びFEM 解析から推定するとB活荷重を載荷しても許容応力度を満足するものと推測される。



（a）スパン中央



（b）支点部

図2 下フランジ応力度

表2 外桁下フランジ応力度 (kgf/cm²)

応力の比較	実測値	立体 FEM 解析モデル					格子計算（合成桁）			格子計算（非合成桁）		
	L'	L'	L	D	L+D	L+D	L	D	L+D	L	D	L+D
スパン中央	425	412	637	778	1190	1415	1038	832	1870	1347	903	2250
支点部	-380	-506	-400	-697	-1203	-1097	-646	-860	-1506	-826	-936	-1762
許容応力度	側径間中央：1900、支点部：-1633											

注）D:死荷重、L:B活荷重載荷、L':40tトレーラー4台載荷

3. あとがき

今回の載荷試験、立体 FEM 解析モデルの作成及び格子計算との比較を行うことにより、本モデル橋の当初設計で考慮していない部材や構造の挙動についても解析的な面から評価することが可能となった。今後の既設橋の補強対策における非合成桁の簡易的な設計手段としては、合成桁として格子計算により既設桁を照査し、補強対策の否かを判断することも可能ではないかと思われる。しかしながら、実橋においては、合成桁として十分に機能しているどうか詳細な調査による確認を行う必要があるものと考えられる。

最後に、本研究の実施に当たり、東京工業大学 三木教授を委員長とする「鋼橋補修・補強検討委員会」のご指導を賜った。ここに感謝の意を表します。