

形鋼多主 I 桁橋の立体挙動の解明に関する研究

長岡技術科学大学 正会員 藤本昌樹
 長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣
 長岡技術科学大学 正会員 岩崎英治

1. 研究の背景及び目的

近年、橋梁建設コストの削減に向けた取り組みが各機関で活発に行われている。特に、日本道路公団(JH)を中心として、従来の橋構造をシンプル化し、かつ鋼桁とコンクリート床版を合成させた合成構造の復活によるコストダウン対策が行われている。前者の取り組みは、横方向補剛部材をシンプル化しても、構造上問題のないことが立体 FEM 解析で明らかにされる¹⁾とともに、1部材が大型化し、鋼重量が多少増加しても、小型の部材数を削減し、工数増に伴う人件費が削減できる点をねらったものである。合成構造の復活への取り組みは、耐久性の高いプレストレス(1方向)コンクリート床版を用い、輪荷重を鋼桁に伝達する床版作用のみでなく主構造(桁作用)としての機能をあわせ期待し、一層の経済性の達成を意図したものである。

スパンが 30m 以下の市場では、PC 橋梁が経済的であるとされ多用されている状況から、本研究では、スパン 30m 以下の小支間橋梁に着目し、競争力のある鋼系橋梁として、形鋼を主桁とし、主桁間に中間横桁をまったく設けないシンプル化された合成桁橋を提案する。このような取り組みは、海外では実例があるものの、我が国では実績がなく、その挙動について十分調査検討しておく必要がある。特に、荷重分配が床版によってなされることから、床版に対して、余分な負荷を与えていないかを明らかにする必要がある。あわせて、床版の荷重分配を再現する格子モデルの構築が必要となる。本研究では試設計したスパン 15m, 25m の橋モデルを対象に 3次元 FEM 立体解析により鉛直荷重作用下での挙動を明らかにし、本形式が実用に十分供することを明らかにする。

2. 解析方法及びモデル

本研究では型鋼を用いた合成 6 主 I 桁橋を対象とし、モデル化している。図 1 に単純合成桁モデルの側面を示すが、中間横桁は、道路橋示方書に従い 5,000mm 間隔で配置し、端部に主桁高と同じ高さを持つ端横桁を配置している。図 2 に橋の断面を示すが、主桁の配置は共通である。

計算パラメータとして、スパンは 15m, 25m, 幅員は 9.2m とする。床版厚は最小厚 200mm 及び 220mm も検討対象とする。構造パラメータとしては床版 + 鋼桁モデル(モデル A)、中間横桁 + 鋼桁モデル(モデル B)、床版 + 中間横桁 + 鋼桁モデル(モデル C)の 3通りのモデルを用いる。また、支持条件として、両端支点を単純桁として支持し、床版作用による曲げモーメントを明らかにする際には、主桁下端で鉛直方向を連続支持とする。

荷重は、すべての構造モデルを対象とした集中荷重、L 荷重の対称荷重及び、偏載荷重、また、T 荷重偏載荷重を行う。本研究で扱うモデルにおいては、対称荷重と偏載荷重の車輪位置の差異が小さいため車 3 台の場合は偏載荷重のみを行う。また、主桁間隔が狭いことから床版中央に車輪荷重が作用する 2 台載荷も扱う。

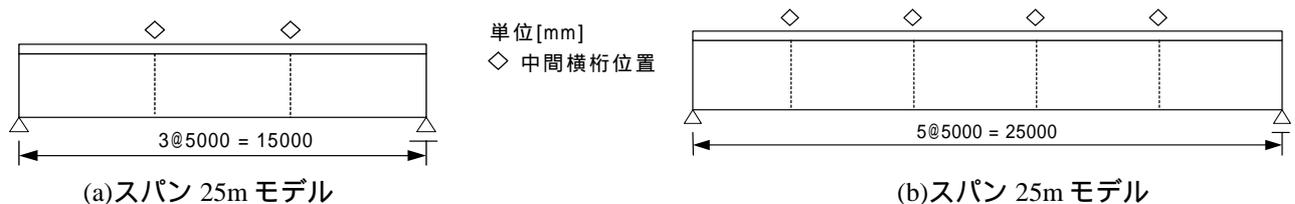


図 1 側面

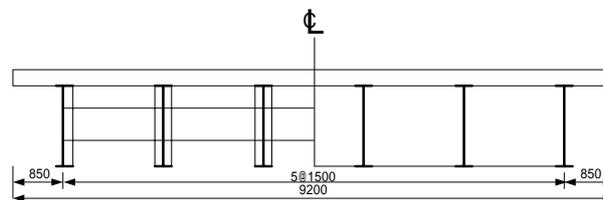


図 2 断面

3. 要素分割

解析には汎用 FEM 解析プログラム DIANA を使用し、単純合成桁の床版部分を 20 節点ソリッド要素、鋼桁は 8 節点シェル要素を用いてモデル化している。

キーワード：中間横桁、中間横補剛材、荷重分配、合成桁橋、シンプル化

〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学環境建設系 TEL:0258-47-9602 FAX:0258-47-9600

4. 解析結果

図3にスパン中央の下フランジ応力から評価した荷重分配係数を示す。図中、×印は曲げ剛度 $Z=$ の場合の値である。図より、合成桁モデルAとCの荷重分配係数の比較では、各桁ともほぼ同様の傾向を示し、中間横桁が荷重分配に及ぼす影響はあまり大きくないことがわかる。また、床版のない鋼桁モデルBの荷重分配係数も合成桁モデルと大きな差異は見られず、 $Z=$ の場合の値に近い。これは、このモデルでの Z 値が約23と比較的大きいためである。

図4にT荷重載荷時の主鉄筋方向の床版曲げモーメントを示す。図中の横線が設計値である。これより、合成桁モデルA(横桁無し)、C(横桁あり)での発生曲げモーメントはほぼ等しく、中間横桁の影響を受けていないことがわかる。また、最大曲げモーメントは約11.5kNm/mで、設計曲げモーメントの約80%となり、設計式は10~15%安全側に設定されていることを考えると、設計式は多少安全側ではあるが、本形式に適用してよいと言える。車両3台の場合、最大曲げモーメントは2台載荷の場合より小さく、主桁間隔が狭い場合、車両台数よりも載荷位置の影響を強く受けることがわかる。また、配力鉄筋方向の床版曲げモーメントも主鉄筋方向と同様のことが言える。

図5にL荷重載荷時の床版曲げモーメントを示す。着目位置は、スパン中央である。これより、モデルA(中間横桁無し)はモデルC(中間横桁有り)に対して、1.5~1.8倍の値となっている。しかしながら、絶対値は最大4.6kN・m/mで設計曲げモーメント(表4.7参照)14.4kN・m/mに比べて30%程度と小さい。よって、T荷重による曲げモーメントを加えてもほぼ道示の値に等しいことから、L荷重載荷時の作用分担モーメントを直接重ね合わせても、設計可能であると言える。

また、床版を離散化し作成した格子モデルに対し、格子解析を行った結果、FEM解とは若干の相違を生じている。したがって、今後、主桁のねじれ合成も考慮する必要があると考えられる。

5. 結言

本研究で得られた主要な成果を要約すると以下のようになる。

- (1) 荷重分配性能に与える中間横桁の効果は極めて小さい。
- (2) T荷重による床版の主鉄筋及び配力筋方向曲げモーメントに与える中間横桁の影響は極めて小さく、また、設計にあたり、現行道路橋示方書で得られる値は多少安全側で利用できる。
- (3) L荷重載荷時の荷重分配に関する主鉄筋方向の床版曲げモーメントは小さい。
- (4) 床版の荷重分配効果を表す格子モデルを検討したが、高い精度を得るためには、主桁のねじれ剛性を考慮する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 長井正嗣, 吉田康治, 藤野陽三: シンプルな構造システムを持つ形鋼多主I桁橋の立体力学挙動, 構造工学論文集, 土木学会, vol.43A, pp114-1151, 1997
- 2) 新日本製鐵(株): PANEL-HBB[H形橋梁のニューモデル], 2003
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, I共通編, 鋼橋編, 丸善, 2003

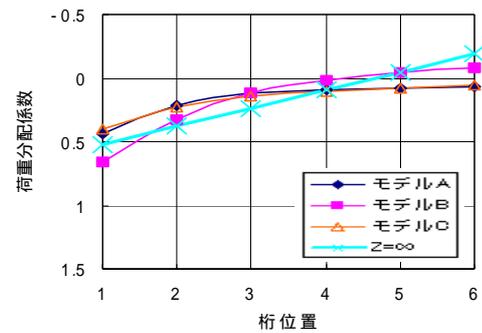


図3 荷重分配係数

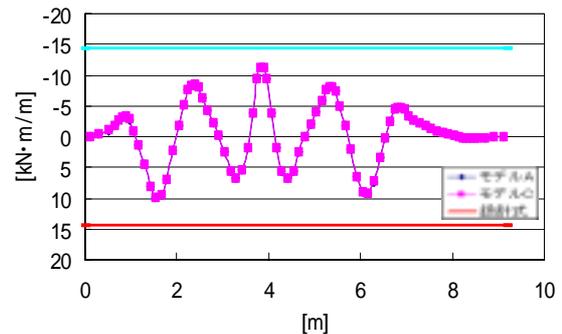


図4 床版曲げモーメント(T荷重2組載荷)

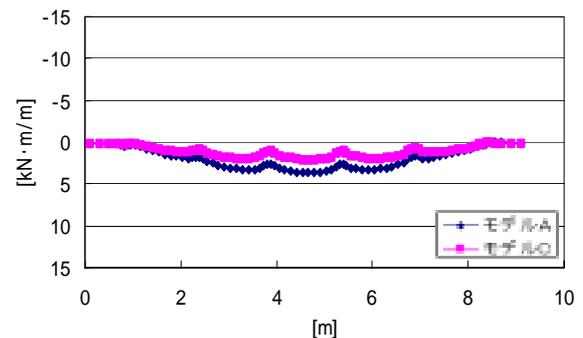


図5 床版曲げモーメント(L荷重対称載荷)