

川田工業(株) 正員 ○ 中崎 俊三
 川田工業(株) 内海 靖
 川田工業(株) 正員 野村 国勝

1. まえがき

周知の如く、橋梁の伸縮継手および沓の損傷例は非常に多く、この補修費用と補修時の交通障害は無視できないものがある。このようなことからノージョイント化等の技術開発が望まれる訳であるが吊橋補剛トラスにおける鋼床版の合成化(連続化)もその一つである。(ちなみにベンジャミン・フランクリン橋は損傷したRC床版を連続鋼床版に架け替えている)合成鋼床版を有する補剛トラス形式の吊橋の例としてエメリッヒ橋およびマタディ橋があげられるがこれら二橋はいずれも上路部が完全に鋼床版で覆われている。しかし吊橋が長大化すればする程、耐風安定性上から上路部に開孔部を設ける必要がある。本文はこのように上路部に開孔部を有する場合の鋼床版の合成方法について主に面外挙動に着目して検討したものである。

2. 合成方法とその特徴

2・1 構造案

図-1に2タイプの構造案を示す。

(1) タイプ-1、2共通の特徴

- ①鋼床版と主横トラス上弦材を一体とするが上横構は従来通り残す。
- ②連続合成であるので伸縮継手および沓が不要である。
- ③合成であるので剛性が増す。完全合成されるものとする本計算例で面外、振りに対し約20%桁剛性が増す。
- ④縦桁下フランジと上横構の交差部で両者を連結することにより上横構の座屈長が約1/3になるので上横構の経済設計が可能となる。
- ⑤鋼床版の他に別個、上横構があるので面材架設においては従来の技術の延長で架設できる。また、架設時の耐風安定性から鋼床版半載の必要がある場合でも上横構があるので振りに対して安定した系が保たれる。
- ⑥将来の鋼床版の架け替えに際しても上横構があるので安定した系で工事ができる。

(2) タイプ-1の特徴

- ①本州四国連絡橋の既往の例と形式は全く同じであるが縦桁下フランジと主横トラス上弦材を高力ボルトで剛結したもの。鋼床版の位置が高いので合成のための連結構造の検討が必要である。
- ②形式は従来と同じであるので空気力特性および施工性は従来とほぼ同じである。
- ③維持管理はタイプ-2より容易である。

(3) タイプ-2の特徴

- ①鋼床版の位置が低い分だけ受風面積が減少する。空気特性は従来と異なるであろう。
- ②合成に対して構造的に無理がない。

2・2 力学的特徴

- ①主横トラス上弦材は鋼床版と主構との結合部材であるので力学上Shear-Connectorとして働く。
- ②①により上横構が無くても構造的に成り立たないことはないが面外荷重に対しラーメン構造となり、主構上弦材の二次応力が大きくなる。したがって力学的にも上横構はあった方がよい。

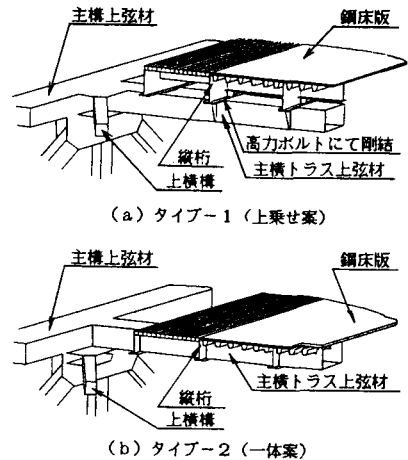


図-1 鋼床版の合成方法

2・3 合成効果の確認（単純梁系）

鋼床版の合成効果を見るために図-4（a）に示すモデルで等分布荷重による面外計算を行った。モデルは鋼床版を板要素とし他は棒要素であり縦リブ、横リブ、縦桁も棒要素として考慮した。使用プログラムはNASTRANである。

図-2に示す計算結果より合成効果は約25%と大きい。これは補剛トラス上面のみをモデル化した為に鋼床版の寄与率が大きくなった為である。25%の剛性上昇率は鋼床版による断面二次モーメント増加率と一致することから十分に合成されていることがわかる。

3. 1000m級吊橋への適用例

ここでは図-3に示す1000m級吊橋に鋼床版を合成した補剛トラスを適用した場合の計算例を示す。その意図は①吊橋に適用した場合でも鋼床版は合成効果を示し、かつ鋼床版の応力が乱れることはないか②Shear-Connectorとしての主横トラス上弦材は応力上問題ないかである。計算モデルと計算結果を図-4に示すが主横トラス上弦材の棒要素と鋼床版の板要素との連結節点を縦桁の位置のみとしたがこれは図-1のタイプ-1を意識したものである。

（タイプ-1を検討するためには厳密には立体的取扱が必要であるがタイプ-2に対するモデルとしては合成上安全側と思われる）なお、計算は桁を棒モデルとしたモイセフの面外解析よりハンガーの面外伝達力を求め、それを図-4（a）に示すモデルに載荷したものである。

（1）鋼床版の応力；図-4（b）にその結果を示すが鋼床版の応力は主横上弦材応力と中立軸とを結んだ線上（破線）にあり合成効果は十分認められると同時に鋼床版の応力上の乱れは少ない。ただしその結果、外桁付近の鋼床版はSS41以上の材質が要求される可能性が生じる。

（2）主横トラス上弦材の応力；通常的主横トラス断面で常時換算応力で1700kg/cm程度であった。

（3）縦桁固定点反力；縦桁位置における主横トラス上弦材の断面力の差をタイプ-1の固定点反力とした場合の結果を図-4（c）に示すが常時換算値で $R_{xmax} = 256t$ 、 $R_{ymax} = 102t$ であった。

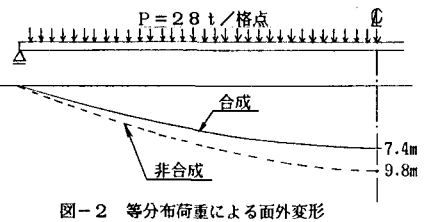


図-2 等分布荷重による面外変形

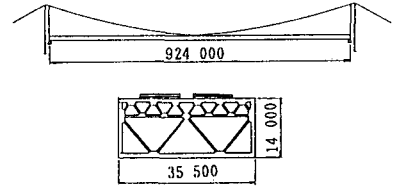


図-3 対象とする吊橋

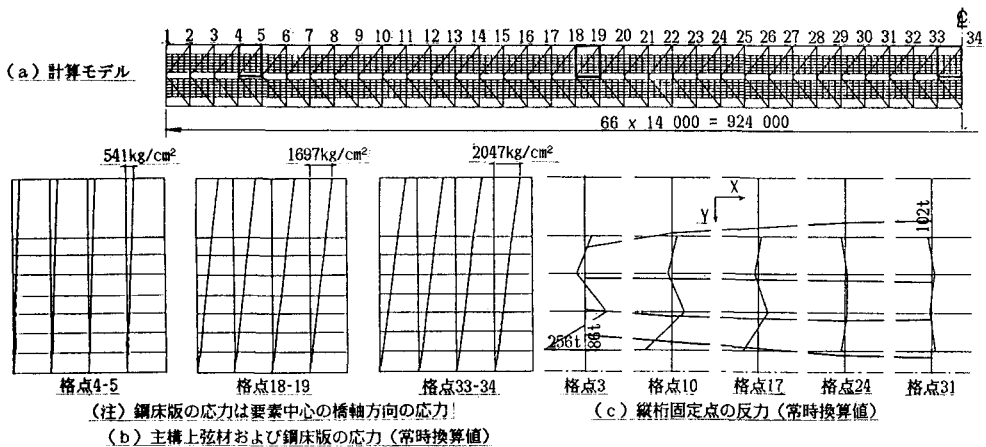


図-4 計算モデルおよび計算結果

4. まとめ

図-1に示した鋼床版の合成案を1000m級吊橋にあてはめて面外計算を行ったが十分な合成効果が確認された。今後はタイプ-1の立体的応力の検討と鋼床版縦桁と主横トラス上弦材の連結構造の検討および鉛直荷重による検討が必要と思われる。本文が今後の吊橋鋼床版合成化の参考になれば幸いである。