

I-208

トラス上弦材と合成した鋼床版の構造特性

株式会社宮地鐵工所 正会員 能登晋彦

1. はじめに

権石島橋は、本四連絡橋恩島一環ルート海峡部の権石島、岩黒島の間に架設される道路鉄道併用のケーブル2面のマルチ・ファン型3径間連続鋼斜張橋である。主桁は、トラス形式で上弦材と鋼床版とが合成されている。そこで、その構造特性を明確にするために、本検討を行うものである。

2. 解析法および平面骨組モデル

権石島橋の設計では、鋼床版が合成された上弦材について、簡易計算法¹⁾(平面骨組モデルは偏心を考慮せず、偏心に因する項は別途考慮する。以後J V計算法と称す)と採用した。またこれと対比すべく、慣用計算法²⁾(平面骨組モデルは偏心を考慮しており、又軸力の応力計算法もJ V計算法とは異なる)による解析を行った。これらの計算法を検討するために、応力函数法³⁾、立体有限要素法解析(以後F E M解析と称す)を行った。そして、J V計算法、慣用計算法の妥当性、問題点を示し、さらに構造物の特性とF E M解析によって調べるものである。

(1) 載荷荷重とモデル

ケーブル軸力の水平分力及び斜材軸力が上弦材、鋼床版にどのように伝達するかをみるため、8パネルのトラスモデルに、それぞれ軸方向荷重(水平荷重)、曲げ荷重(鉛直荷重)と載荷する。

軸方向荷重としては上弦材端格点に 200^t (case-1)、各格点に 500^t (case-2)、曲げ荷重としては中央格点に 1000^t (case-3)、各格点に 125^t (case-4)、格間を6等分した位置に 20.835^t (case-5)と載荷する。

(2) 慣用計算法

軸力による応力は前格間から生じている軸力(初期軸力)と当該格間で生じた軸力(格点軸力)に分け、格点軸力は上弦材断面積のみで、初期軸力は軸力の符号変化点と等価支間長として、道示8:3・4より求めた有効幅(鋼床版の)と上弦材断面積の和で負担するものとする。

曲げモーメントによる応力は、曲げモーメントと上弦材の剛性による全体束の曲げモーメントと偏心曲げモーメントと梁桁曲げモーメントに分け、各々に対応する有効幅で負担するものとする。

(3) J V計算法

格点で導入される軸力が漸次、上弦材から鋼床版に広がっていくことを考慮して、応力は次のように計算する。

$$\sigma = \frac{N_2}{A_2} + \frac{a N_1}{A_1} + \frac{a N_0}{A_0}$$

$N_2, a N_1, a N_0$: 各々、2パネル前の軸力、1パネル前、着目パネルの軸力差
 A_2, A_1, A_0 : 各々、上弦材プラス鋼床版全幅、1/2幅、零の有効幅の面積

曲げモーメントによる応力は、慣用計算法と同様に算定する。

3. 解析結果と考察

(1) 立体有限要素法解析と応力函数法解析の結果

CASE-1は図-1に示すように、デッキプレートに軸力の流れは、荷重近傍で極端に大なり応力($\sigma_{\max} = 1161$ 、参考: 平均応力 $\sigma = -482.5$)が発生し、2パネル終端付近で $\sigma_{\max} = -543$ 、 $\sigma_{\min} = -161$ 、4パネル終端付近で $\sigma_{\max} = -449$ 、 $\sigma_{\min} = -453$ と順次均等化されている。

CASE-3について、斜材軸力の水平分力が上弦材に伝達されるため、2パネルづ

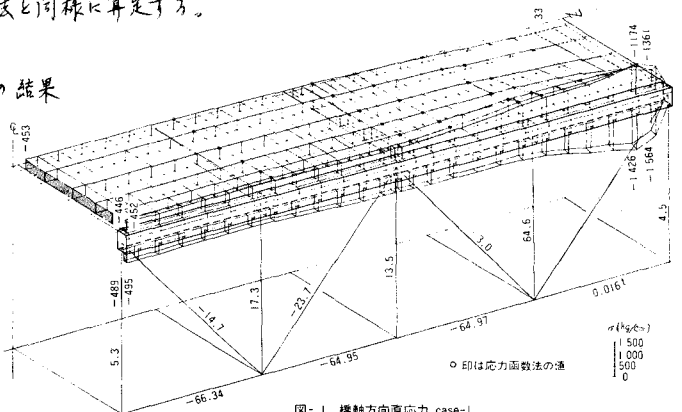


図-1 橋軸方向面応力 case-1

つ同値の軸力が作用するが、図-2に示す

ように、応力はそれとはかなり異なったものとなっている。

これは水平分力の導入前後(第3格点)のネガティブシヤラゲ、レヤラゲの影響及び各種曲げモーメントの影響と考えられる。

(2) 各種計算法の対比

CASE-3を図-3に示す。斜材軸力

が上弦材、鋼床版に導入される第3格点で、応力は大きな変曲点と有し、この格点と挟んだ支保側、中央径間側で各々零及び圧縮の最大値を示す。慣用、J.V.計算法は約2位の余裕を示す。

応力函数値は第1パネルこそ多少低目であるが(等方性板のためせん断剛性が過大評価)、2パネル目以降はFEM値と良く一致している。

曲げモーメントによる応力は、J.V.計算法は慣用計算法に比べて、偏心曲げモーメントの評価が約5位であり、これが第1、2パネルに表われている。

両計算法ともFEM値に比べ大き目な値を示しているが、応力函数値とFEM値は良く一致している。

(3) 有効幅

FEM値(対象は合計軸力)と応力函数値(対象は軸力、曲げ軸力、合計軸力)による有効幅を各々調べ、有効幅の性状と知り、かつ、両解析法の相関性を把握するものである。結果を図-4、5に示す。

4. まとめ

合成トラス形式の構造について、本検討より次のことが言える。

- ① 平面トラスへのモデル化は、骨組に偏心を考慮する場合鋼床版の有効幅を考慮し、偏心を考慮しない場合全幅有効とするのが妥当である。
- ② 慣用計算法による軸力(軸力分の)は局部的にFEM値と下まわることもあるが、J.V.計算法は、一般的には安全側であるので、設計法としては各々と考えられる。
- ③ 慣用計算法による偏心曲げモーメントは過大評価と考えられる。J.V.計算法の方が現実に近いと思われる。本検討の手法による全体系、斜材および偏心曲げモーメントの応力の算定は各々と考えられる。
- ④ 応力函数法は、等方性板としても良い結果を示すが、直交異方性板にすれば、より精度が向上する。
- ⑤ 格点近傍の特異な応力分布および、均等な応力の範囲が特にFEM解析により明確になった。

参考文献 1) 権石島橋上部工共同企業体; 権石島橋上部工詳細設計; 昭和59年2月 2) 首都高速道路公団, 日本橋梁建設協会; 特殊構造部材検討(その2) 報告書第1編; 昭和58年3月 3) 浦田、山村; 補剛トラス桁と鋼床版骨組を合成した橋梁の実用計算法 土木技術27巻6号(昭和47年6月)
4) 日本道路協会; 道路橋示方書・同解説; 昭和55年2月

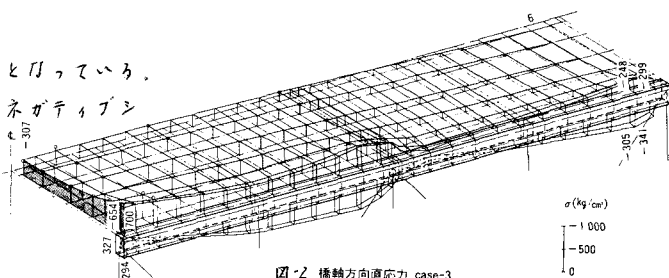


図-2 橋軸方向直応力 case-3

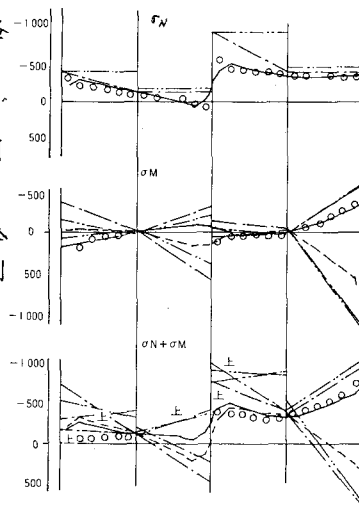


図-3 上弦材の橋軸方向直応力 case-3

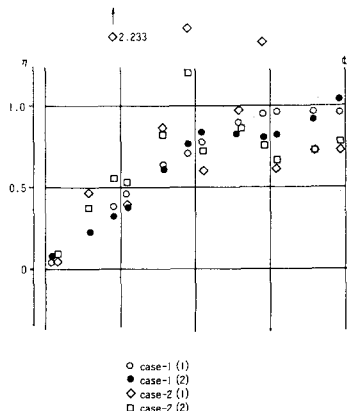


図-4 軸方向荷重による全軸応力(FEM値)の有効幅率

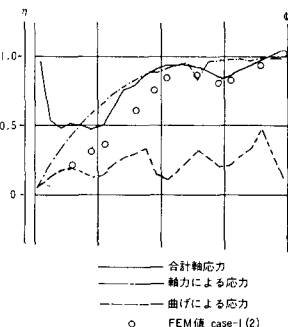


図-5 軸方向荷重(case-1)の各軸応力(応力函数値)の有効幅率