

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 西村宜男

運輸省港湾局 正員 山縣延文

1. まえがき 近年鋼床版と主構弦材を直接結合したトラス形式主桁を有する長大斜張橋の建設ならびに計画案が次々に発表されている。鋼床版合成形式の構造上の特長の1つは弦材力の一部を鋼床版に分担させることにより鋼重の節減が可能となる点にある。このような合成効果を考慮し且つ格点で導入されるケーブル力や斜材力の弦材と鋼床版への分散をも捕捉できる実用計算法を開発するために部分構造法を用いた有限要素法により鋼床版合成トラス斜張橋の全体解析を行なった。解析結果に基づく合理的な実用計算法の考案と構造上の問題点について論ずる。

2. 解析モデル 解析モデルは図-1に示すように6段のHiAmケーブル（断面積 $97.35\text{cm}^2$ ）の対称な3径間斜張橋である。2層の鋼床版はそれぞれ上下弦材の上フランジと直接結合されている。鋼床版は図-2に示すように、弦材格点位置に両側主構を連結する横桁が配置され、横桁間に3本の横リブを有する。橋軸方向には3本の縦桁が配置され、その間にU型および平鋼の縦リブを有している。この鋼床版部とこれに接続した弦材を1つの部分構造とし、内部接点変位ベクトルを消去して、両端の境界接点変位に関する部分構造剛性行列を作成する。1境界辺当たりの接点数は16(96d. o. f.)でこの部分構造において縮重される自由度は1056である。これを図-1に示す全体構造についてアセンブルすると、1/2モデルについて全体系の自由度は4533となる。なお、部分構造において消去された自由度も含めると全自由度は49749である。

3. 実用計算法の概要 ここで実用計算法と称しているのは、弦材の剛性および応力算定に対する鋼床版の有効幅を以下に述べる方法で評価し、平面骨組み解析によって求められた部材力から応力を求める方法である。

1) 弦材の伸び剛性および曲げ剛性に対する鋼床版の有効幅を $\beta_{1b}, \beta_{2b}$ とし有効弦材断面 $A_n, A_b$ を算定する。

2) 骨組み解析によって算出された軸力を平均軸力と称し1)による有効断面 $A_n$ で除して垂直応力とする。

3) ケーブル力および斜材力の水平成分の和を格点導入軸力とし、着目格点の両側弦材に配分する。格点導入軸力に対しては弦材断面 $A_n$ で除して垂直応力とする。

2)で求めた着目格点両側の平均軸力による応力の平均値に格点導入軸力による応力を加算する。

4) 曲げモーメントに対しては1)の有効断面の断面係数を用いて線応力を求める。紙面の都合上鋼床版の有効

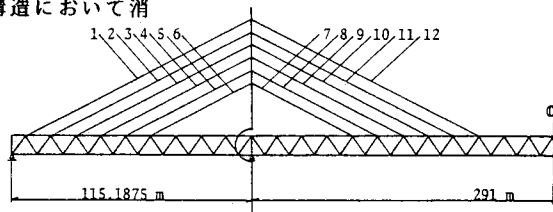


図-1 解析モデルの骨組構成

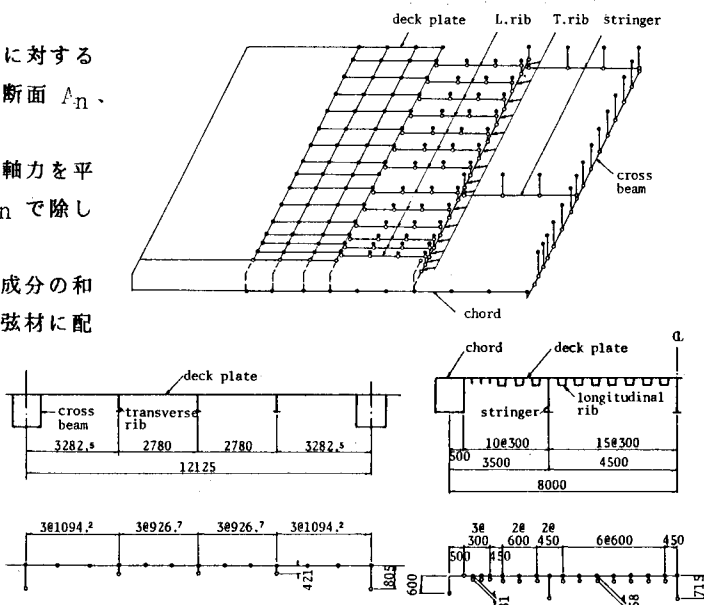


図-2 鋼床版部の構成と有限要素分割

表-1 ケーブル張力の比較

| cable No. | Case 1 |       | Case 2 |       |
|-----------|--------|-------|--------|-------|
|           | FEM    | 骨組解析  | FEM    | 骨組解析  |
| 1         | 117.6  | 119.6 | 145.9  | 148.7 |
| 2         | 116.6  | 118.3 | 133.8  | 136.4 |
| 3         | 115.5  | 116.9 | 121.0  | 123.2 |
| 4         | 114.4  | 115.3 | 108.2  | 109.8 |
| 5         | 113.7  | 114.1 | 96.6   | 97.5  |
| 6         | 114.6  | 114.2 | 88.1   | 88.0  |
| 7         | 119.5  | 120.4 | 118.2  | 120.2 |
| 8         | 124.1  | 125.3 | 126.1  | 128.3 |
| 9         | 125.0  | 126.3 | 129.3  | 131.4 |
| 10        | 122.7  | 124.1 | 128.7  | 130.7 |
| 11        | 117.7  | 119.0 | 124.8  | 126.7 |
| 12        | 110.0  | 111.1 | 117.7  | 119.4 |

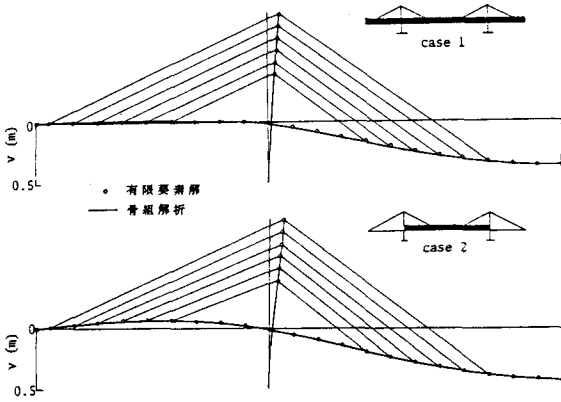


図-3 全体系の変位の比較

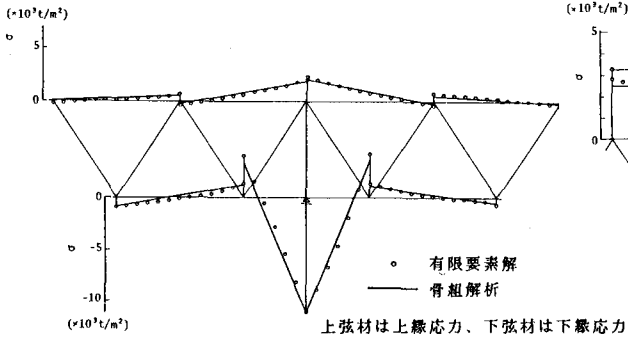


図-4 中間支点近傍の弦材の2次応力

幅算定法の詳細は当日申し上げる。

以上のような実用計算法と有限要素法の計算結果を図-3～図-5および表-1に比較して示す。なお荷重強度は分布荷重を考え、上下デッキに載荷している。変位、ケーブル張力、2次曲げを含む弦材応力について、実用計算法は有限要素解と良好に対応している。

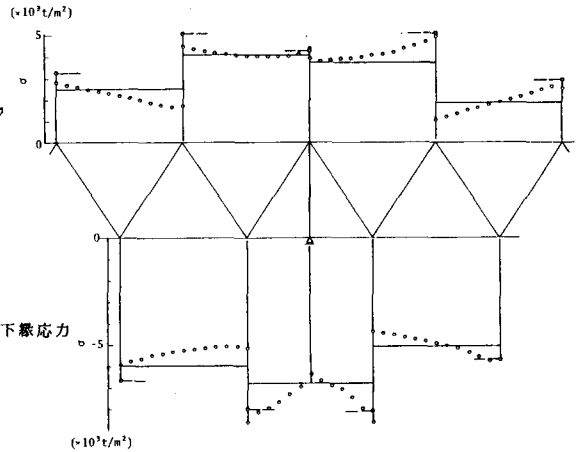


図-5 中間支点近傍の弦材の軸力による垂直応力

4. 中間支付近弦材の2次応力 この形式のトラス桁では中間支点両側の弦材の2次曲げ応力が他の部分に比べて著しく大きくなる特長を有している。図-6は弦材の2次曲げに対する中間支点支持条件および垂直材断面の影響を示している。

2次曲げモーメントを低減するには斜材との格点位置で支持する法が得策である。図-1の解析モデルのような骨組み構成では上弦材格点をタワーリングとする方式を採用するか、パネル長を修正して、下弦材格点に斜材が連結されるよう骨組み構成を変更すると2次応力を低減できる。

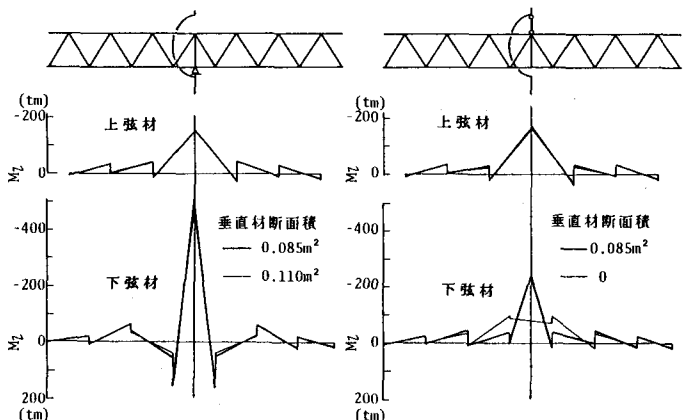


図-6 中間支点における支持方法と弦材の2次曲げモーメント