

I-137 シャーラグ解析による2主桁合成斜張橋の有効幅の検討

栗本鉄工所

正員 赤尾圭二

正員 寺西 功

埼玉大学

正員 奥井義昭

李 卓飄

長岡技術科学大学

正員 長井正嗣

1. はじめに

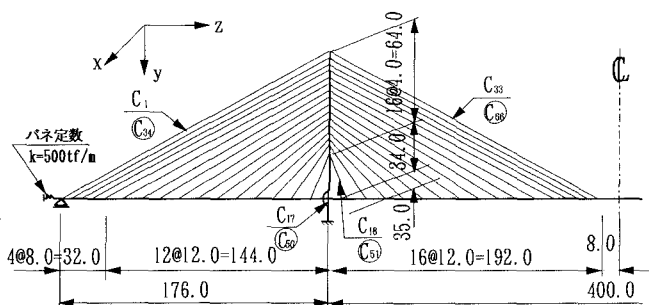
高強度材料の開発、架設技術及び構造解析法の進歩を背景として、斜張橋はその最大支間を急速に延ばしつつある。我が国のスパン200m～500m程度の斜張橋においては、かつてはそのほとんどが主桁を鋼材で作成した鋼製斜張橋であったが、コンクリート斜張橋がその適用支間を延ばしつつある。また、海外ではコンクリート斜張橋が鋼製斜張橋に比べより経済的であることから、競争入札における鋼製斜張橋の採用例がなくなってきた。これに対抗すべく、2主桁合成斜張橋が提案され、いくつかの建設例が見られるようになった。2主桁合成斜張橋は、主桁床版部に圧縮力に強く経済的なコンクリートを、引張り力が作用する主桁下部には、軽量で引張り強度の高い鋼材を用いた斜張橋で、経済性に優れている。しかし、2主桁合成斜張橋では、主桁の腹板間隔が大きくなることから、せん断遅れが生じやすく、はり理論で得られる応力に較べ床版部には大きな応力が生じる。既往の設計においては、有効幅の概念を用いて、せん断遅れの影響を考慮する方法が用いられるが、斜張橋では曲げモーメントの分布が通常の橋梁構造物に較べかなり複雑となるため、既往の有効幅の算定式を適用するのには疑問が残る。以上のような背景から、本研究ではせん断遅れを考慮した有限要素モデルを用いて、シャーラグ解析を行い、有効幅を算出し既往の設計法との比較を行った。

2. 解析方法

主桁の有限要素については、床版内部の橋軸直角方向の応力分布を2次曲線とし、他の主桁部分（下フランジ、腹板）は線形分布を仮定した膜要素を組み合わせ主桁要素を作成した。（解析法の詳細については文献[1]参照）一方、タワーとケーブルに関しては、各々、通常の梁要素、軸力要素としてモデル化し斜張橋全体の有限要素モデルを作成した。これより、床版内部のせん断遅れを考慮した応力分布が計算可能となる。

3. 解析結果および考察

解析においては中央支間400mと600mの2つのモデルについて検討をおこなった。以下ではこれらを400mモデル、600mモデルと呼ぶ。図1に400mモデルの側面図を、図2には主桁の断面図を示す（600mモデルについては紙面の都合上割愛した）。400m、600mモデル共、4車線を仮定して腹板間隔は28mとした。塔の形状は2主桁合成斜張橋で最も標準的なH型とし、ケーブルの配置



異なるものと予想され、死荷重と活荷重を同時に載荷させた状態で有効幅を算出しても余り本質的なものとは考えずらいこと、および、死荷重状態の曲げモーメント分布はケーブルプレストレスの導入量により大きく異なることの2つの理由による。

以上の解析モデルについて図3に示す主桁上の6点を着目点として影響線解析を行い、曲げモーメントが最大となる活荷重の載荷位置を求める。次にこれらの載荷位置に活荷重を固定荷重として載荷し、シャーラグ解析を行い有効幅を算出した。計算結果の一例として、400mモデルの $L_c/4$ 点における床版内の応力分布を図4に示す。シャーラグ解析では床版内の応力分布は腹板位置で最大となり腹板の中間位置で最小となるが、主桁も通常の梁要素を用いた平面解析では平面保持の仮定から橋軸直角方向の応力分布は一樣となる。

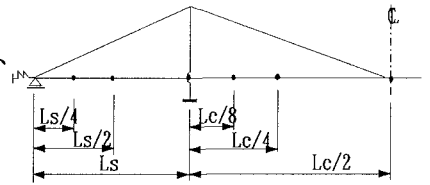


図3 着目点

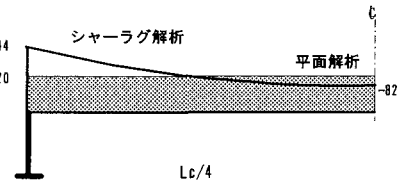


図4 床版内の応力度の分布

一方、既往の設計法による有効幅の算出については上記の固定荷重解析を通常の梁理論で実施し、曲げモーメント分布を求め、曲げモーメントが正の領域の部分の長さを等価支間長として採用し、道路橋示方書に従い有効幅を算出した。図5、6にシャーラグ解析と既往の設計法より算出した有効幅の比較結果を示す。図5が400mモデル、図6が600mモデルの結果を表し、横軸は着目点、縦軸は腹板間隔の半幅 b に対する有効幅 b_m の比率を表す。これらの図より、長支間化に伴い平面解析を用いた既往の設計法により算出した有効幅とシャーラグ解析より算出した有効幅の差異は小さくなるものの、600mのモデルにおいても既往の設計法では10～15%程度危険側の評価となることが分かる。

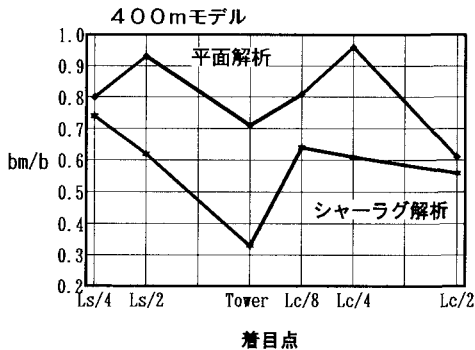


図5 有効幅の比較（400mモデル）

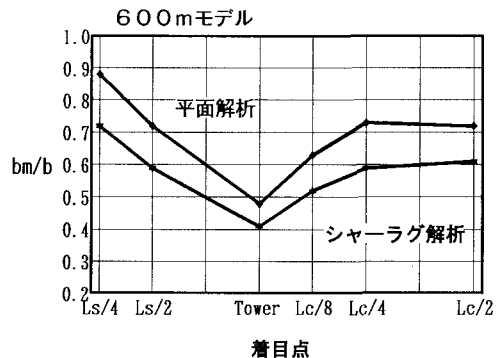


図6 有効幅の比較（600mモデル）

4. まとめ

シャーラグ解析を行い中央支間400mと600mの二つの2主桁合成斜張橋について有効幅の検討を行った。その結果、既往の設計法より算出された有効幅は本解析によるものと比べ、400mモデルで最大35%、600mモデルで最大15%程度大きく、既往の設計法では、危険側の評価となることが明らかになった。実際の設計においては死荷重時応力等が重ね合わされるため、この比率のまま照査応力が許容応力を超過しているわけでは無いが、斜張橋の有効幅の算出方法は検討すべき課題であるものとする。

参考文献

- [1] 中山、長井他：斜張橋主桁の軸力成分を分離した曲げシャーラグFEM解析、第49回年次学術講演会概要集、平成6年