

I-280

多室箱桁をもつ斜張橋のFEMシヤラグ解析と設計

(株)長 大 正 員 中山 康士
長岡技術科学大学 正 員 長井 正嗣
埼 玉 大 学 正 員 奥井 義昭
(株)栗本鐵工所 正 員 赤尾 圭二 寺西 功

1. まえがき

近年、斜張橋は長大化する傾向にあり、それに伴い主桁の正確な応力評価が重要になってくる。すなわち、これまでも説明してきたように、支間と使用材料の材質に応じて、桁の板厚が応力でもって決定されるためである。

著者らは、多室箱桁を対象に曲げによるシヤラグ応力を考慮できるFEM解析を提案し、あわせその妥当性を説明したが¹⁾²⁾、本文では、従来より用いられている等価支間長と有効幅を用いる設計で得られるシヤラグ応力との比較を行い、設計上の注意点を明らかにする。

2. 解析の概要と妥当性

解析方法の詳細やその妥当性については既に文献1)、2)で説明しているので、以下簡単に紹介する。主桁箱要素に追加したトラス要素でケーブル張力の水平分力を受け持たせ、桁の軸力成分を分離して曲げ成分のみを取り扱う。こうすることによって、トラフや平板リブがフランジに偏心して取り付けられた場合でも、桁の曲げ剛性を精度よく評価できる。図-1に本解析モデルの概要を示す。

本手法の妥当性は、従来設計で用いる骨組モデルの解析結果との比較から確認できている。すなわち、不静定力である支点反力やケーブル張力が精度良く一致すること、また桁や塔のたわみも一致することを確認している。また、得られた不静定力を外力として、一室箱桁を対象とした中井らのシヤラグ解析の結果と良い一致を示すことが確認できている。したがって、多室箱桁に拡張した本FEM解析法は妥当と考える。

3. 有効幅による評価との比較

図-2に示す支間400mのマルチケーブル斜張橋を用いて検討した結果を紹介する。主桁は3室の箱断面で、上、下フランジにトラフリブを取付けている。表-1に主桁、塔、ケーブルの断面諸量を示すが、これらの値は概略設計を行い決定したものである。

曲げ応力の着目(比較)位置は図中のP1~P8の8箇所とする。平面骨組モデルの影響線解析を行い、正の影響線領域に活荷重を作用させてモーメント分布を求める。分布から等価支間長を決定し、また分布形状から放物線か三角形分布かを判断して有効幅を求め応力計算を行う。なお、この場合も前述の不静定力の比較を行い、両者が良い一致を示すこと確認している。

図-3に両者の結果を示す。有効幅を用いる場合、いずれの着目位置でも箱桁端部の応力集中が評価できていないことがわかる。従って、多室箱桁の場合、有効幅を用いる従来法では箱桁端部の応力集中の評価が困難と考えられる。本計算とは別に、同じ断面を用いた支間900m程度の斜張橋の検討を行っているが、その場合も本例題と同様のことが言えている。

4. まとめ

多室箱桁の場合、従来の等価支間長、有効幅を用いる評価では、箱桁端部に生じる応力集中が評価できない可能性が大きい。多室箱桁を対象に、中井らによって設計法が提案されているが、箱桁端部の応力評価にはFEMやFSM解析を別途行う必要がある。本手法はシヤラグ応力を含む曲げ応力が直接評価できることから有効であると考え、長大橋ほど軸力による応力が支配的となるものの、とくに塔近傍の応力評価は正確に行う必要があり、その手法として本手法は有益と考える。また、シヤラグ応力を設計上無視してもよいかといった判断を行う事前検討にも利用できる。

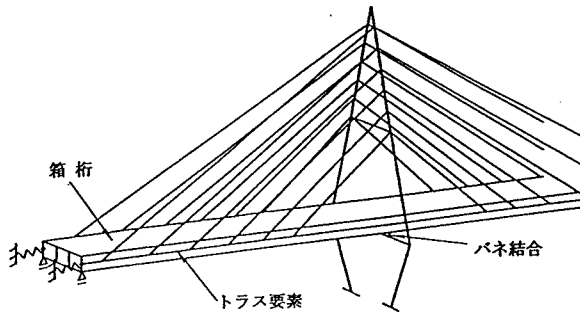


図-1 解析モデルの全体概要

表-1 断面諸量

(1橋あたり)		
	主桁	塔
断面積 (m ²)	0.961	0.720
断面2次モーメント (m ⁴)	1.453	1.080

(1橋あたり)	
Cable no.	A (m ²)
C1~C2	0.02271
C3	0.01439
C4	0.01255
C5	0.01162
C6	0.01070
C7	0.00931
C8	0.00839
C9~C10	0.00645
C11	0.00839
C12	0.00931
C13	0.01070
C14	0.01162
C15	0.01255
C16	0.01439
C17~C18	0.02271

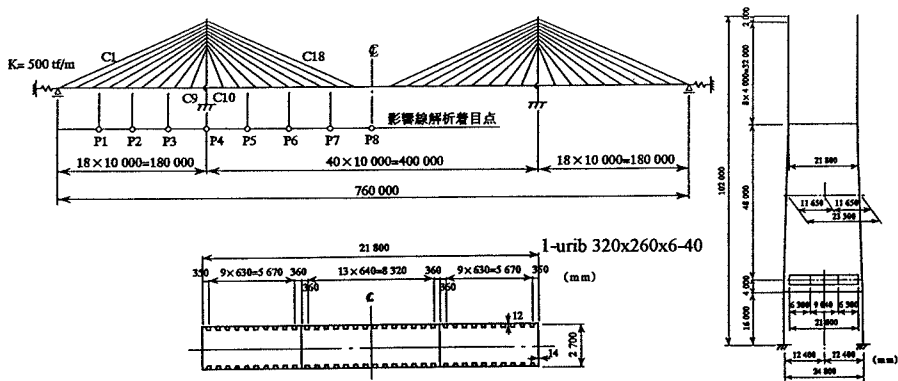


図-2 斜張橋モデル

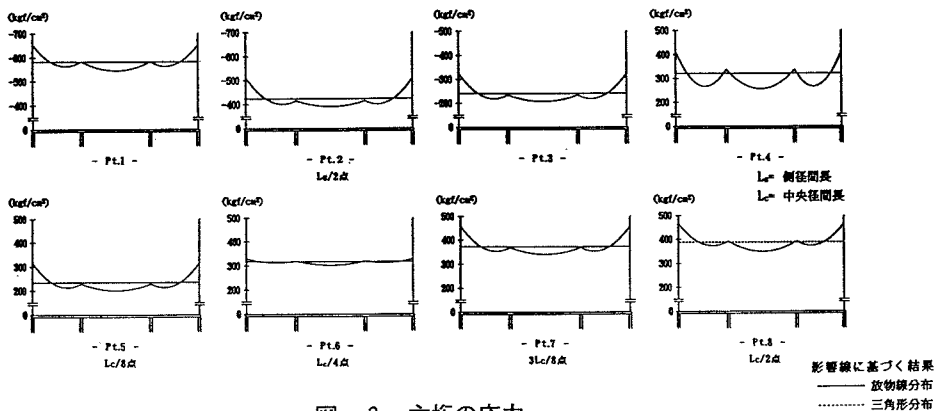


図-3 主桁の応力

参考文献 1) M.Nagai et al: shear-lag and distortional analysis of box girders in cable-stayed bridges by finite element method, Proc. of Int. Conf. on Computational Methods(1994) 2) 奥井他: 2主桁合成斜張橋のシララグを考慮した有限要素解析と有効幅の検討, 構造工学論文集(1995)