

I-195 一面吊り斜張橋上部構造に及ぼす支点変位の影響

武蔵工業大学 学生員 高橋広幸 武蔵工業大学 正員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正員 増田陳紀 武蔵工業大学 正員 皆川 勝

1. はじめに

近年、構造工学上以外の種々の理由により、軟弱地盤のような地盤条件の悪いところにも高次不静定構造物である斜張橋を建設するよう要請されることがある。本研究では、一面吊り斜張橋が、例えば橋脚の不等沈下などにより面外変形するときの、橋梁各部に生じる応力を解析するための比較的簡易な解析方法を提案する。さらに、1987年にバンコクに建設されたラマIX世橋を対象として、橋脚が不等沈下によって橋軸まわりに回転する場合の上部構造の応力解析を行い、実橋梁における各構造要素に生じる断面力ならびに最大応力と橋脚の不等沈下量の関係を検討する。

2. 解析方法

(1) 解析方法 二面吊り斜張橋が面外変形する場合の解析を一平面内の骨組構造として解析しようとするれば種々の問題が生ずるものと考えられるが、一面吊りの場合にはそのようにモデル化することに大きな問題はない。そこで、本研究では、比較的簡易な解析により一面吊り斜張橋の面外変形特性を検討することを念頭に、橋梁全体を平面骨組構造としてモデル化し、解析には、著者らが以前より使用している立体骨組の幾何的非線形解析システム¹⁾を用いる。本方法においては、1節点6自由度の通常の骨組要素を用いており、したがって、骨組解析の段階では断面のそりなどの薄肉断面としての影響は考慮されない。

(2) ベンデルシューのモデル化 Fig. 1に示した対象橋梁を平面骨組にモデル化するためには、橋軸直角水平方向にある距離をもって配置される一対のベンデルシューをケーブル面内の要素にモデル化することが必要になる。そこで、本研究では有限要素の定式化に基づいてベンデルシューに対して専用の要素を構成する。すなわち、主桁下フランジおよび橋脚頂部は変形しないものと仮定してベンデルシュー要素の節点変位と個々のベンデルシューの両端の変位との関係を表わす。個々のベンデルシューについては通常の棒要素を適用し、先のベンデルシュー要素の節点変位と個々のベンデルシューの両端の変位との関係を用いてベン

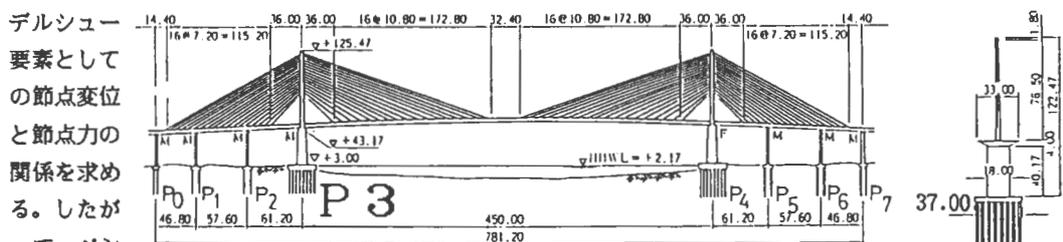


Fig. 1 ラマIX世橋²⁾

デルシュー要素の剛性は、1本のベンデルシューの剛性の2倍となる。ただし、面外の曲げ剛性に関しては、ケーブル面からベンデルシューまでの偏心を考慮し、主桁の橋軸まわりの回転に対してベンデルシューが軸力で抵抗するような新たな項が付加されることになる。

(3) 応力の評価方法 応力を評価するためには薄肉断面としてのはりの理論を用いる。各部材（ケーブル、主桁、主塔、ベンデルシュー）

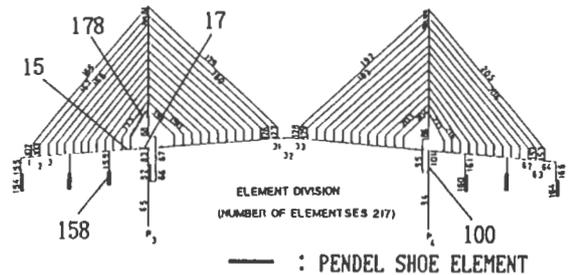


Fig. 2 要素分割図（要素数217）²⁾

Table 1 各種部材断面の最大応力の比較
(P3面外回転 0.05m/37m)

STRUCTURAL MEMBER CATEGORY	CABLE	MAIN GIRDER		TOWER		PENDEL SHOE
LARGEST STRESS						
NORMAL STRESS (kgf/cm ²)	1	-104		16		1389
SHEAR STRESS (kgf/cm ²)	—		-77		-38	—
ELEMENT (Ref. Fig.2)	178	17	15	100	100	158
LOCATION OF THE LARGEST NORMAL STRESS : ● AND SHEAR STRESS : ▲						

の断面について、最大応力の発生する場所を選び出し、それらの位置における直応力およびせん断応力を計算する。ここでペンデルシューの応力算定には、モデル化に対応した方法をとる。すなわち、ペンデルシュー要素の節点変位からペンデルシュー両端の変位を各々のペンデルシューについて計算し、その変位に一般的な棒要素の剛性行列を乗ずることによって個々のペンデルシュー両端の節点力を求める。このようにして求めたペンデルシューの節点力から、ペンデルシューの断面に発生する応力を計算する。

3. 解析結果および考察

対象橋梁を Fig. 2 に示すようにモデル化した。また、荷重条件として、Fig. 1 に示す P3 橋脚の底部に 0.05m/37m の強制支点変位 (面外回転) を与えた。

橋脚底部の不等沈下の増加に対する各部材カテゴリーごとの最大軸力の増加を Fig. 3 に示す。若干ではあるが、すべての部材の軸力に非線形性があらわれていることがわかる。

橋脚底部の不等沈下量が 0.05m/37m (面外回転) の場合について、各部材の最大応力の比較を Table 1 に示す。各部材の直応力は、この程度の支点変位に対しては、ペンデルシューを除いて非常に小さい。しかし、ペンデルシューの直応力が他の部材のそれと比べて非常に大きくなっており、我国の道路橋示方書に規定されている S S 4 1 材に対する許容応力 (1400 kgf/cm²) に近い値が生じている。ペンデルシューの直応力のうち、曲げ応力が 65.6% と大きく、個々のペンデルシューに作用する軸力により生ずる垂直応力は 34.4% と小さい。

4. 結論

橋脚の面外への変位は、特にペンデルシューについては大きな応力を発生させ得ることが明らかとなった。ペンデルシューの直応力は、特に、ペンデルシューの曲げ応力によるところが大きい。ペンデルシュー両端の面外曲げに関する接合条件をゆめ、ユニバーサルジョイント的な接合方法をとることも検討すべきかもしれない。

◆ 参考文献 ◆

- [1] 吉田 裕・増田陳紀・森本 剛・広沢規行：立体骨組構造の増分釣り合い方程式とその解法，土木学会論文報告集，第300号，pp.21-31，1980年8月
- [2] MASUDA, N., NISHIWAKI, T., NINAGAWA, M. and KAMIMOTO, Y. : Analysis of single-plane fan-type cable-stayed bridges subjected to non-uniform supports settlements, International Conference on Cable-Stayed Bridges, pp.176-187, Bangkok, Nov. 1987.

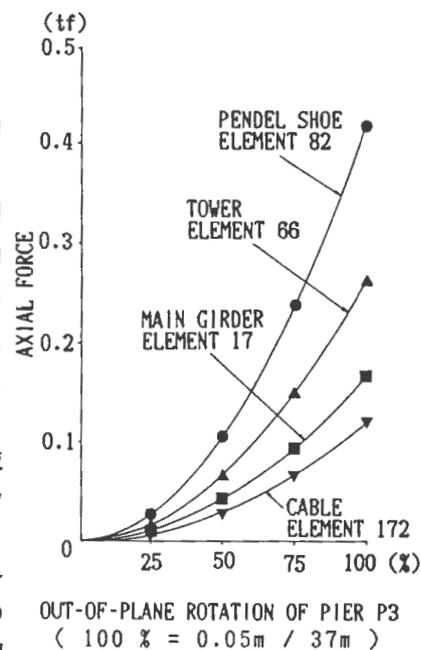


Fig. 3 軸力と不等沈下量の関係