

北海道大学工学部	正員	佐藤 浩 一
北海道大学工学部	正員	渡辺 昇
本州四国連絡橋公団	正員	大島 久

1. まえがき

偏心荷重による図-1のような吊橋の立体解析は種々なされているが、塔頂における塔とケーブルとの結合状態は図-2(a)のようにローラ結合として解析している。図-2(b), (c)のようにピン結合として解析した例は文献(4), (5), (6)で示されているが、鉛直角折れについては示されていない。

本報告はローラ結合とピン結合との構造上の差が吊橋構造全体にどのような影響を及ぼすかを鉛直角析れを中心に解析するものである。解析法としては荷重項を含んだ形で剛性マトリックスを誘導し、要素数を極端に少なくして解析した。

比較した項目は次の通りである。

- (1) 曲げ解析と立体解析との比較
- (2) 塔の変形を無視した場合(ローラ結合)と考慮した場合(ピン結合)との比較
- (3) 塔頂に作用する圧縮力 N を無視した場合と考慮した場合との比較
- (4) 塔の斜材を無視した場合と考慮した場合との比較
- (5) ケーブルの温度変化を無視した場合と考慮した場合との比較

2. 吊橋の微分方程式と剛性マトリックス

これらについては文献(2), (3), (4), (5), (6)を参照されたい。

3. 数值计算例

図-3 のような本州四国連絡橋の因島大橋を例にとつた。断面諸元、主塔、載荷幅の求め方などについては、文献(6)を参照されたい。

因島大橋の鉛直角折れについての計算結果

最大鉛直角折れを求める載荷点と載荷幅は図-4 の載荷状態である。

ただし, 曲げ解析の場合の中央径間の載荷

幅は 275.38 m とした。温度変化のみによるたわみ角と鉛直角折れは表-1 のようになる。ケーブルの温度変化は $\pm 30^{\circ}\text{C}$ とした。表-1 のたわみ角は時計まわりを正とした。表-2 は構造上の差による鉛直角折れの最大値をケーブルの温度変化を考慮して表にまとめたものである。表中で D は死荷重, L は活荷重を表わしている。また, A は曲げ解析, B は立体解析を表わして

いる。表-1,2 において、鉛直角析れは下方

に桁がたわむ場合を正とした。表-1, 2 よりわかることは、構造上の差によつて鉛直角折れにはほとんど影響を及ぼさないが、ケーブルの温度変化によつて鉛直角折れにかなり影響を及ぼす。

なお、図-4 の載荷幅の決定は、最初に影響線を求め、最大となる橋軸方向の載荷幅の基準を決め、その前後の数種類の載荷幅を用いて鉛直角折れを計算し、その中で最大となるものをその時の載荷幅とした。また、本解析法の特長は文献(6)に詳細に示してある。

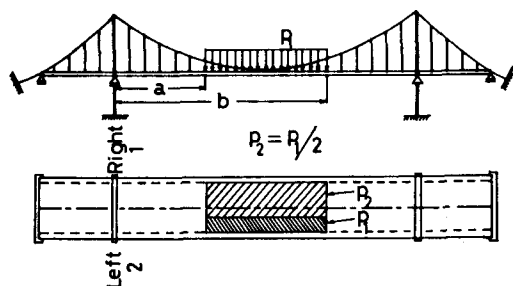


Fig. - 1 吊橋の偏心荷重

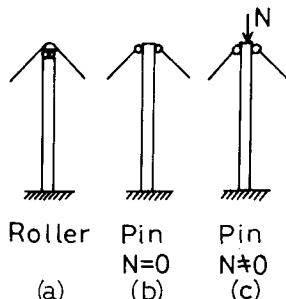


Fig. - 2 塔とケーブル
との結合状態

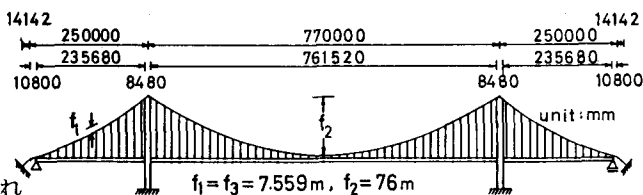


Fig. 一 3 因島大橋の一般図

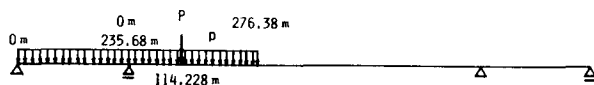


Fig. - 4 載荷点と載荷幅

Deflection and Bent Angle		D+L+30°c		D+L-30°c	
		Deflection Angle	Bent Angle	Deflection Angle	Bent Angle
Roller		-0.7326 4.0203	4.7529	0.7379 -4.0152	-4.7531
Diagonals (Considered)	Pin N=0 ton	-0.7806 4.0010	4.7816	0.7845 -3.9963	-4.7808
	Pin N=8544tons	-0.7362 4.0189	4.7551	0.7414 -4.0138	-4.7552
Diagonals (Neglected)	Pin N=0 ton	-0.7800 4.0008	4.7808	0.7838 -3.9961	-4.7799
	Pin N=8544tons	-0.7356 4.0191	4.7547	0.7408 -4.0141	-4.7549

Table - 1 unit : $\times 10^{-3}$ Radian

Maximum Bent Angle			D+L+30°c	D+L+0°c	D+L-30°c
Roller			A	26.8033	21.8931
			B	24.2375	19.3457
Diagonals (Considered)	Pin N=0 ton	A	26.8051	21.8661	16.9286
		B	24.2420	19.3213	14.4023
(Considered)	Pin N=8544tons	A	26.8034	21.8913	16.9795
		B	24.2378	19.3439	14.4506
Diagonals (Neglected)	Pin N=0 ton	A	26.8051	21.8664	16.9293
		B	24.2420	19.3216	14.4029
(Neglected)	Pin N=8544tons	A	26.8034	21.8916	16.9802
		B	24.2377	19.3442	14.4513

Table - 2 unit : $\times 10^{-3}$ Radian

4. あとがき

(イ) 曲げ解析と立体解析とを比較すれば多少差異が生じている。

(ロ) 塔の変形を無視した場合(ローラ結合)と塔の変形を考慮した場合(ピン結合)とを比較すれば、ほとんど差異が生じていない。塔頂に作用する圧縮力 N を無視した場合と考慮した場合とを比較すれば、ほとんど差異が生じていない。塔の斜材を無視した場合と考慮した場合とを比較すれば、ほとんど差異が生じていない。これらの傾向は曲げ解析と立体解析に共通である。

本計算は北海道大学大型計算機センターのFACOM 230-75 および HITAC M-180 を利用した。

参考文献

- 1) Hawranek, A., u. Steinhardt, O. : Theorie und Berechnung der Stahlbrücken. Springer, 1958.
- 2) 渡辺 昇, 佐藤浩一, 戸田 : 多径間吊橋のねじりを考慮した剛性マトリックス解析法について。
土木学会北海道支部論文報告集 第34号, 1978.
- 3) 佐藤浩一, 渡辺 昇, 大島 久 : 剛性マトリックス法による吊橋のねじり解析。
土木学会第33回年次学術講演会講演概要集 第I部, 1978.
- 4) 渡辺 昇, 佐藤浩一 : 剛性マトリックス法による塔のねじれ変形を考慮した吊橋のねじり解析。
土木学会北海道支部論文報告集 第35号, 1979.
- 5) 佐藤浩一, 渡辺 昇, 大島 久 : 塔の変形を考慮した吊橋の立体解析。
土木学会第34回年次学術講演会講演概要集 第I部, 1979.
- 6) 渡辺 昇, 佐藤浩一, 大島 久 : 偏心荷重による吊橋の立体解析と構造特性。
土木学会北海道支部論文報告集 第36号, 1980.