

I-333

斜張橋の架設管理における考察

本州四国連絡橋公団	正員	奥川 淳志
同	正員	○高城 信彦
同	正員	藤原 亨
日立造船（株）	正員	金吉 正勝

まえがき

斜張橋は他の橋梁形式と比較して景観的に優れていると判断されることや、地形条件等に対して全体系に多様な工夫の余地があり、かつ工費的にも優位な場合が多いことから、近年、数多く架設されている。

わが国においても横浜ベイブリッジ（支間長460m）が完成しているほか、生口橋（支間長490m）が工事中、など長径間化の傾向が著しい。

従来、斜張橋の架設精度管理については、斜張橋が高次の不静定構造であり、製作架設における精度確保が極めて重要と考えて、多くの努力が払われているにもかかわらず、いくつかの架設例でみる限り、ケーブル張力は減少し、かつ桁には上向きの誤差が残る傾向がある。

本文は、この傾向をもたらす原因について考察を行ったものである。

誤差要因

斜張橋は桁、塔および多数のケーブルから構成される構造物であり、その構造解析は、全体系を骨組構造としてモデル化し実施されている。この時、桁および塔は棒部材として取り扱い、ケーブルもまたサグを考慮した換算ヤング係数を有する棒部材としてモデル化されることが多い。

全体系のケーブル張力、桁および塔の変形に着目して、各種の誤差要因による影響度について計算した結果を表に示す。

計算モデルは支間長150m+490m+150mの生口橋とした。

考察

誤差要因の影響結果から明らかなことは、ケーブルの張力を減少させ、かつ桁の上向き誤差を生じる要因は、（1）鋼重（または死荷重）、（2）鋼桁の角折れ、（3）架設機材の重量の減少であるが、いずれも実際の誤差としては非常に過大な数値となり、真の要因とは想定できないと考えるのが妥当であろう。

一方、設計値について考えると、全体系を棒要素で構成し、死荷重を節点に集中化させる手法によってモデル化しているが、ケーブルについても同様な手法がとられているため、架設管理に用いるケーブル張力の設計値を誤って過大に扱っている可能性がある。一つの推定としては、ケーブル上下端に集中させたケーブル自重により計算される軸力をケーブル張力の真の設計値として便宜的に用いることである。試算によれば、桁の変形およびケーブル張力の誤差をもたらす死荷重強度はケーブル重量と強い関連性がうかがえることから、設計計算の取り扱いが架設誤差の主因となっている可能性がある。

表1. 各種誤差によるケーブル張力・桁・塔の変形への影響

誤差ケース	側径間ケーブルT			中央径間ケーブルT			桁変形 D Y			塔変形 D X	備 考
	C8	C11	C14	C15	C18	C21	C18	C19	C20		
有限変形	-2.2	-1.6	0.2	-0.2	-1.5	-1.0	1.5	1.6	1.7	1.4	
柔ケーブル	-6.8	-5.1	-2.8	-2.7	-4.5	-4.6	0.0	-0.1	0.0	1.0	ケーブルのサグを考慮
塔部水平変	3.0	-7.7	-12.7	2.3	0.1	-1.6	-5.1	-3.6	-1.6	43.6	仮固定→スライド
P C 桁水平バネ	-1.3	-2.3	-1.3	-0.3	-0.0	-0.2	-1.6	-1.6	-1.6	-3.3	$1.5 \times 10^3 \rightarrow 1.5 \times 10^4 \text{ tf/m}$
塔部水平材部材長	-0.3	-1.4	6.6	5.5	-0.2	-0.5	-1.2	-1.0	-0.7	8.1	桁の回転位置 2 m 移動
ケーブルE	2.5	2.6	11.8	10.2	1.8	1.2	28.6	-35.8	-43.1	-17.7	$2.0 \times 10^7 \rightarrow 2.1 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$
鋼桁E	-0.4	-0.5	-2.0	-0.5	-1.0	0.1	-0.3	0.8	1.3	-0.1	$2.1 \times 10^7 \rightarrow 1.98 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$
複合断面I	-0.1	-0.2	-0.7	-1.2	-0.1	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	$5.6 \rightarrow 3.0 \text{ m}^*$
P C 桁E	2.7	1.5	-5.9	4.9	0.3	-0.3	0.9	0.7	0.6	0.7	$3.1 \times 10^8 \rightarrow 3.3 \times 10^8 \text{ tf/m}^2$
鋼重	-3.9	-3.0	-1.4	-1.5	-2.6	-3.5	-4.2	-5.2	-6.2	-2.7	$\Delta \omega = -0.1 \text{ tf/m}$
P C 桁塔部材材長	1.2	-6.9	-13.6	-9.3	-0.6	0.3	24.6	30.6	36.5	31.3	$\Delta \ell = 0.020 \text{ m}$
塔の高さ	-2.5	1.7	12.0	10.0	-0.2	-0.5	-13.9	-16.0	-18.0	-9.9	$\Delta h = 0.010 \text{ m}$
鋼桁ブロック長 B 1	-1.8	-2.8	-11.5	-24.6	-1.3	2.8	56.6	66.4	75.3	-0.3	$\Delta \ell = -0.010 \text{ m}$
〃 B 2	-0.7	-1.0	-4.2	4.2	-1.7	2.0	27.8	33.2	38.1	-0.2	〃
鋼桁角折れ B 1	-0.8	-1.0	-4.2	-3.0	-1.3	0.3	-1.8	-1.4	-1.0	-0.3	$\Delta b = 0.010 \text{ m}$
〃 B 2	-0.5	-0.4	-1.4	9.7	-2.6	-0.4	-2.2	-2.0	-1.6	-0.5	〃
〃 B 3	-0.3	-0.0	0.1	4.1	-1.8	-1.7	-1.4	-2.1	-2.2	-0.5	〃
〃 B 4	-0.2	0.1	0.4	0.2	1.3	-3.4	4.4	-1.3	-2.8	-0.4	〃
ケーブル長 C 8	25.0	-5.3	-2.3	0.4	0.0	0.1	-3.3	-4.1	-4.9	-5.5	$\Delta \ell = -0.010 \text{ m}$
〃 C 9	-7.8	-5.4	-2.2	0.4	0.0	0.0	-3.3	-4.1	-4.9	-4.9	〃
〃 C 1 0	-7.4	-5.6	-2.6	0.5	0.0	0.0	-3.4	-4.1	-4.9	-4.5	〃
架設機材重量	-9.8	-7.5	0.9	-6.4	-11.2	-7.0	-10.4	-14.6	-18.4	-7.0	-10%

注) 1. 値は誤差系—正規の系

2. 桁変位 D y (mm) は、上向きを負で表示

3. 塔変位 D x (mm) は、中央径間の変形を正で表示

4. ケーブル張力 T (tf/B r)

あとがき

斜張橋の架設管理は非常に厳密に実施されているにもかかわらず、ケーブル軸力の減少と桁の上向きの誤差をもたらしている。

この原因としては、ケーブル死荷重の取り扱いの違いによる誤差が現実の架設形状を最も適切に説明する。今後、より詳細な検討によって誤差要因を確認する。

参考文献：1) 各港西大橋工事誌、日本道路公団名古屋建設局、昭和61年3月

2) 横浜ベイブリッジ中央径間の架設精度管理、結城正洋他、橋梁と基礎、平成3年4月