

I-87 吊橋の架設中の形状変化について

早稲田大学 正員 堀井 健一郎

吊橋の上部構造の架設にあたって、完成したときの形状を予定のものと一致させるためには各種の調整が必要である。しかし形状を狂やす原因と考えられるものが多数ありしかもそれらが複雑にからみ合って影響するため、ある架設段階から完成形状を推定して適切な調整を行うことはかなり困難な問題と思われる。そこで架設途上の吊橋の形状変化に影響を有するとみなされるいくつかの原因の中から、荷重重の相違・ケーブルの弾性係数の変化またはそれと等価な状態・温度計測の誤差などを取りあげ、これらが形状の変化に對しどのように影響するかを調査してみた。この種の問題は径間数の多い吊橋の場合に特に複雑でありまたそれだけに適切な調整が望まれるわけである。ここでは主として各スパンを単純ばりで補剛した三径間吊橋を対象とする。

吊橋上部構造の架設段階を大別して、ケーブルの架設・補剛構の架設・床版および舗装の施工に分けてみれば、ケーブルの架設はそれ自身が必然的に調整を要する作業であるから、この段階を終了したときの形状が以後の調整の基本になるわけである。すなわち形状の計算に使用する基本ケーブル長はこの段階での測量値から求めれば、これ以後補剛構閉合までの各荷重状態に對應するケーブルの形状は、原理的には各スパン毎に上記基本ケーブル長に弾性変長を考慮したものと、ケーブルの釣合形状から定まるケーブル長とを等置したものと、ケーブル支間の總和がアンカー間の距離に等しいとあいたものを連立に解いた結果から計算することができる。補剛構が閉合されてからあとの変形は等分布荷重がその存在するスパンについては満載されているという条件のもとで、しかもハンガーの張力は補剛構に等分布してかゝるものと仮定すれば、ケーブルの釣合形状は単一の放物線となるからその長さ l とスパンの比 $n = \frac{l}{L}$ の函数であらわすことができ、これを

$$n = \frac{1}{L} [f_0 - \Delta f] \quad , \quad \Delta f = \frac{f_0 \cdot H - \alpha l^2}{H + \mu l^2} \quad \alpha = \frac{w}{8}$$

ここに f_0 : 全死荷重載荷時のセンターサグ

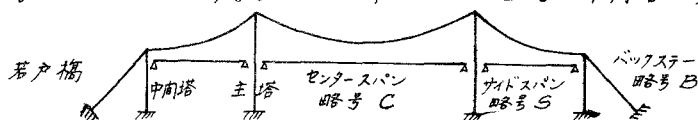
w : 等分布荷重

EI : 補剛構の曲げ剛性係数 , l_s : 補剛構の支間 (一定値と仮定)

H, l : 未知量としての ケーブル水平張力およびスパン

$$\mu = \frac{1}{8} \cdot \frac{384 EI}{5 l_s^4}$$

とおくことにより近似的に計算できる。以上の手法に従って前掲の原因が存在したときそれが形状にどのように影響するかを検討した。次頁の表はその中から若戸橋の寸法・諸元を用いて計算を行った結果の一部について、スパンの変化とサグの変化との関係ととりまとめて表示したものである。この計算に於ては主塔・中間塔のタワミの影響を無視した。



$\frac{\Delta f}{\Delta l}$ の表

表中上段は センタースパン、下段は サイドスパン に関する数値を示す。

変換対象	基準	変換範囲	変 更 個 所					
			C. S. B.	C. S.	C.	S.	S. B.	B.
荷 重 $E = 1.6 \times 10^6$		$\times 1.0817$ $\sim \times 0.9387$		4.4750~4.4906 2.9814~2.9706	○ 変換対象欄中、E はケーブルの弾性係数 (kg/cm^2) を示す。			
		$\times 1.0817 \sim 0.9387$ $\times 0.9387 \sim 1.0817$		3.6747~3.6562 4.6009~4.6130				
変換範囲は 床版・鋪装 の重量の $\times 1.2 \sim \times 0.8$ に相当する。	V	$\times 1.0817 \sim 0.9387$ 1.0 1.0 $\times 1.0817 \sim 0.9387$			3.9984~4.0000 2.5547~2.6140		1.8569~1.8594 11.7471~12.0061	
		V → I		4.5361 -0.9634	○ 荷重段階 I: 補剛構荷重 II: サイドスパンのみ車道床版打設 III: 全径間車道床版打設 IV: 全径間歩車道床版打設 V: 全死荷重載荷			
		V → IV		4.5108 -1.1108				
荷 重 $E = 1.7 \times 10^6$	I	I → V		4.5140 -1.0245				
	II	II → III			4.1372 2.4332			
ケーブルの 弾性係数 V	1.7	B. 1.65~1.5 1.65 ~ 1.5	4.3949~4.3827 2.2886~2.2854		○ 表中 ⊖ 符号のものは Δf の関係が逆の場合を示す。 例とはスパンの拡大に対し Δf が増加した場合である。			
	1.6	B. 1.7~1.5 1.7 ~ 1.5	4.4058~4.3901 2.2890~2.2871					
	1.5	B. 1.7~1.55 1.7 ~ 1.55	4.4152~4.4026 2.2924~2.2941					
変換範囲の B はバック ステー	1.7	1.65~1.5 1.7 B. 1.7			4.81486~4.79446 2.7600~2.7273			
数字は弾性 係数の 10^6	1.6	1.7 B. 1.6			-4.53333 2.5818			
と省略した	1.5	1.5 B. 1.5			-4.28572 2.4553			
	1.7	1.7 B. 1.7 1.65~1.5				1.8665~1.8632 2.0769~2.0771		
	1.7	1.7 B. 1.65~1.5 1.65~1.5				1.8664~1.8623 2.1268~2.1267		
	1.5	1.5 B. 1.7				1.8567 -0.1272		1.8701~1.8639 2.8750~2.7297
	1.7	1.7 B. 1.65~1.5						
ケーブルの温度 V	60℃ 50~10 30	B. 60~10 B. 30	4.6421~4.7083 2.2961~2.3261		4.5642~4.52634 2.5901~2.5863		1.8583~1.8608 2.0769~2.0772	
	30 50~10 30	B. 30						1.8589~1.8597 2.5918~2.5902
	30 50~10 30	B. 50~10						
アンカー間距離 V	計画 650.596 650.60~650.55			1.8527 ~ 1.8581 2.5690 ~ 2.5913				
補剛構 EI I	$\times 0.8 \sim 2.0$ 1.0 1.0 $\times 0.8 \sim 1.8$			4.0462~4.0998 2.7702~2.7665		1.9328~1.9284 12.144~12.0910		
変換は比率で 示してある。	1.0	補剛せず" 1.0 補剛せず"		4.2625 2.7729				
	0	補剛せず"	1.7379 13.4934					
	1.0	$\times 0.8 \sim 1.8$				2.0332~1.9495 12.1174~12.0266		
バックステー長 II	計画 1.73m ~ 3.73							1.9437~1.9454 3.0031~3.0044
バックステー長 III	計画 1.24 ~ 4.24							1.9033~1.9054 2.8288~2.8275

この計算に当り、資料を提供して頂いた 道路公団若戸橋工事々務所 ならびに 横河橋梁製作所の関係各位に 感謝すると共に TOSBAC-3/21 (秋電3科教室) による数値計算に協力された本学大学院 宮原 玄 君の 労を多とする。