

I-60

斜張橋主桁の有効座屈長の検討

本州四国連絡橋公団 正員 松本 毅 正員 山口和範
遠藤和男

1. まえがき

斜張橋主桁は、多数のケーブルで弾性支持されるため、ケーブル張力の水平成分により大きな圧縮力が作用する。圧縮力を受けるからには有効座屈長の評価が必要になると思われるが、斜張橋主桁は変断面であり、軸力が橋軸方向に変化することから、有効座屈長を合理的に計算する方法は確立されていない。

今回の報告では、図-1に示す斜張橋を対象にして、解析モデル、荷重載荷方法を変えた座屈固有値解析(Ef法)を実施し、斜張橋主桁の有効座屈長及び座屈点に関する試算を行った¹⁾²⁾。

2. 解析方針

解析モデルは全橋平面解析モデルを用いるが、剛性の与え方として①主桁の諸元には精算断面諸元を用いる実断面モデル、②断面2次モーメントは主桁全長に渡り平均断面2次モーメントを用いる平均Ie断面モデル、③断面積、断面二次モーメントともに主桁全長に渡り平均したものを用いる平均断面モデルの3つのモデルを考えた。活荷重の与え方は、中央径間の図-1に示す3点の軸力に着目した影響線を求め、設計荷重を影響線載荷した。部材110-111N-maxの影響線を図-2に示す。なお荷重組合せ(D+Ps+ α L)については、有効座屈長が荷重条件によって変化するため極端な荷重載荷状態を想定したものであり、固有値 α の値には着目していない。

表-1 解析ケース

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
桁の剛性	実断面モデル	実断面モデル	平均Ieモデル	平均断面モデル	実断面モデル
活荷重	影響線載荷 (3ケース)	影響線載荷 (1ケース)	影響線載荷 (3ケース)	影響線載荷 (3ケース)	桁に10000tの 軸力を導入。ケ ブル塔の軸力0t
荷重組合せ	D+Ps+ α L	α (D+Ps+L)	D+Ps+ α L	D+Ps+ α L	

3. 解析結果

解析結果の総括表を表-2に示す。終局時の応力度 P_{cr}/A 最大位置での有効座屈長は、ケース1~4ではほぼ40m、ケース5では80m程度となった。ケース1、ケース4、ケース5の有効座屈長をそれぞれ図-3、4、5に示す。ケース4では塔支点部、ケース5では中央径間中央で有効座屈長が最低となったが、ケース1~3ではほぼ同じ傾向となり断面②と③の変化部で最小となった。

4. 考察

ケース1、ケース2(実断面モデル)、ケース3(平均Ieモデル)の何れのケースでも、断面②と③の変化部で座屈上最も弱点(終局時の応力度 P_{cr}/A 最大)となっており、このことは荷重載荷パターン、荷重組合せを変えても変わらなかった。また有効座屈長は、荷重載荷パターンを変えると多少変化し、影響線の着目位置が支間中央になるほどこの位置(P_{cr}/A 最大)での有効座屈長が長くなる傾向になったが、ほぼ40m程度であると考えられる。この有効座屈長(36.9~44.6m)は、ケーブル定着間隔(20m)の1.8~2.2倍という長さであるが、桁がケーブルにより弾性的に拘束されているためにケーブル定着間隔よりも仮想ヒンジが拡がったものと思われる。

ケース4(平均断面モデル)では、塔付き支点部が座屈上最も弱点となり、有効座屈長は40m程度であった。実断面のこの位置での剛性は平均断面のそれよりも大きいので、塔付き支点部の有効座屈長は40mよりも短いものと考えられる。

ケース5(実断面モデル)では、中央径間中央が座屈上最も弱点となり、有効座屈長は80m程度であった。しかし現実には桁にこのような一様軸力が作用することはなく、微小軸力部材の有効座屈長評価の必要性については議論の残るところである。

●：本解析ケースで座屈上弱点となる箇所

ケース	活荷重	荷重組合せ	α	3P位置		P _{cr} /A最大位置	座屈モード
				$\ell c(m)$	$\ell c(m)$		
1	部材110-111N-max	D+Ps+ α (L)	10.367	72.1	②、③断面変化部	44.6	
	部材122-123N-max		9.073	66.7	②、③断面変化部	38.1	
	部材138-139N-max		8.828	62.3	②、③断面変化部	36.9	
2	部材138-139N-max	α (D+Ps+L)	2.384	61.8	②、③断面変化部	37.1	
3	部材110-111N-max	D+Ps+ α (L)	10.428	62.6	②、③断面変化部	44.3	
	部材122-123N-max		9.068	58.4	②、③断面変化部	38.3	
	部材138-139N-max		8.723	55.3	②、③断面変化部	38.3	
4	部材110-111N-max	D+Ps+ α (L)	10.160	43.8	塔支点部 (3P)	43.8	
	部材122-123N-max		8.437	42.0	塔支点部 (3P)	42.0	
	部材138-139N-max		7.847	41.0	塔支点部 (3P)	41.0	
5	桁のみにP ₀ =-10000L (1/2Br)の軸力	α P ₀	1.153	111.8	中央支間中央	79.6	

圖-2 影響線圖 (部材110-111N-max)

図-3 有効座屈長 (ケース1)

図-4 有効座屈長 (ケース4)

図-5 有効座屈長 (ケース5)

参考文献：1)鋼上部構造委員会報告書、本州四国連絡橋公団、(財)海洋架橋調査会、平成5年3月、2)鋼上部構造委員会報告書、本州四国連絡橋公団、(財)海洋架橋調査会、平成6年3月