

I-31 ケーブルの弛緩を考慮した長大斜張橋の立体有限変位解析

東京都立大学 正員 中村 一史・前田 研一・成田 信之
 長岡技術科学大学 正員 林 正・ 東京都立大学・佐藤 廣直
 川田工業(株) 瀬戸内 秀規・(株)鴻池組 大井 孝晃

1. まえがき

斜張橋の長大化は著しく、現在、建設中の多々羅大橋(中央径間長890m)を経て、中央径間長が1,000mを超えるのは時間の問題とされている。このような長大斜張橋の実施設計においては、自重によるサグの影響に加えて、任意方向荷重によるケーブルの弛緩の影響も考慮した立体有限変位解析が不可欠になると考えられる。本研究は、別に提案した解析手法¹⁾を導入し、中央径間長1,000mの試設計例を対象に立体有限変位解析を実施して、設計風荷重時の静的挙動に及ぼすケーブルの弛緩の影響の把握を試みたものである。

2. 立体有限変位解析法

適用した解析手法は、その概要が別項¹⁾に記載されており、ここでは内容の記述を省略する。本手法を導入した解析プログラムは、斜張橋特有の設計条件を満足し、主桁、塔が所定の完成形状となる平衡状態で、微小変位解析から定められたプレストレスを含む設計張力が作用するケーブルに関して、自重によるサグのみならず、任意方向荷重による弛緩の影響を考慮した立体有限変位解析が行える機能を有するものである。

3. 解析モデルと設計風荷重

解析に用いたモデルは、図-1に示すような中央径間長1,000mの長大斜張橋の試設計例²⁾を参考に設定した。その断面諸元を表-1に示す。また、静的風荷重の設定にあたっては、本州四国連絡橋公団の耐風設計基準・同解説³⁾を準用し、基本風速を40m/sとして設計基準風速、設計風荷重の算定を行った。風荷重は、橋軸直角方向の水平荷重として載荷するものとした。

表-1 断面諸元

	A形塔を有するモデル		H形塔を有するモデル	
	主 桁	主 塔	主 桁	主 塔
$\Delta(\text{m}^2)$	1.58	1.24~3.30	1.58	1.23~3.26
$J(\text{m}^4)$	6.4	12~20	6.4	12~20
$I_y(\text{m}^4)$	150	10.20~24.40	150	10.16~24.31
$I_z(\text{m}^4)$	2.66	11.99~45.22	2.66	11.86~44.72
$E(\text{t/m}^2)$	21000000	21000000	21000000	21000000
$G(\text{t/m}^2)$	8100000	8100000	8100000	8100000
	ケーブル		ケーブル	
$\Delta(\text{m}^2)$	0.006278~0.01343		0.006275~0.01343	
$E(\text{t/m}^2)$	20000000		20000000	

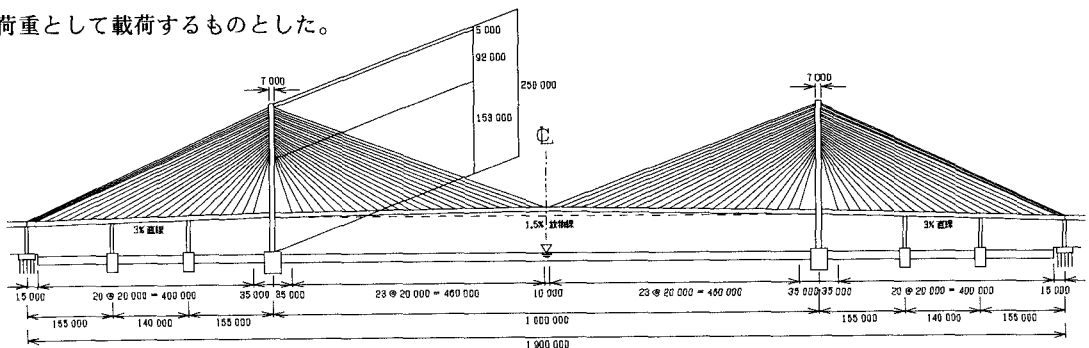


図-1 解析モデルの一般形状図

4. 解析結果とその考察

ケーブルの弛緩を考慮するためにリンクケーブルを導入したA形塔あるいはH形塔を有するモデルと、ケーブルの弛緩を無視して直線ケーブルとしたA形塔あるいはH形塔を有するモデルを設定し、これらの4種

のモデルを対象に橋軸直角（Z軸）方向に設計風荷重を載荷した静的応答解析を行った。まず、図-2に、リンクケーブルモデルの変形図を示す。また、表-2に主桁、塔およびケーブルの着目点における断面力、変位を各モデルごとで比較した結果を示す。

これらの結果から、塔の形状によって、主桁および塔の橋軸直角方向変位、主桁の面外曲げモーメント、および塔面内曲げモーメントでそれぞれ大きな相違が見られ、A形塔の方がH形塔に比べて小さな値となることがわかった。また、ケーブルのモデル化の相違によっては、橋軸直角方向の面外変形にはほとんど差異がない一方、主桁の橋軸方向、鉛直方向および塔の橋軸方向変位、および主桁の面内曲げモーメントでそれぞれ差異が見られ、サグおよび弛緩の影響を同時に考慮する必要性が明らかになった。

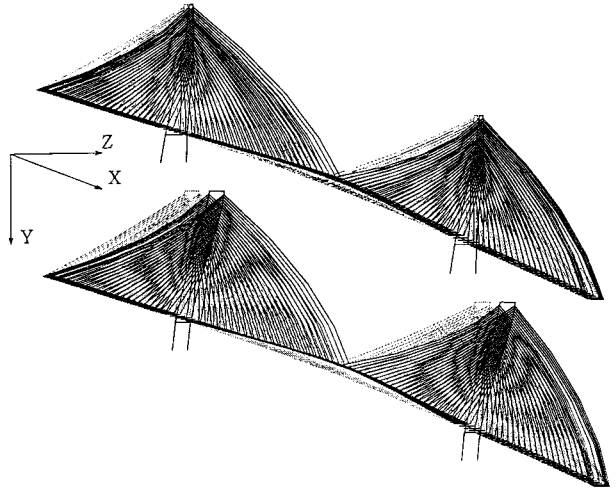


図-2 リンクケーブルモデルの変形図

表-2 各モデル着目点の変位と断面力

桁の節点変位および断面力

モデル名	橋軸方向変位 u (m)		鉛直変位 v (m)	橋軸直角方向変位 w (m)	面内モーメント M _z (tf・m)	面外モーメント M _y (tf・m)	
	側径間端	桁中央点	桁中央点	桁中央点	桁中央点	桁中央点	塔位置
A形直線	0.079	0	0.024	2.676	54.876	-124941.665	176872.805
A形リンク	0.011	0	-0.264	2.683	-905.839	-124768.431	177083.057
H形直線	0.011	0	0.074	3.241	23.897	-147150.048	216371.002
H形リンク	0.014	0	-0.218	3.250	-946.947	-147083.047	216579.223

塔の節点変位および部材端力

モデル名	橋軸方向変位 u (m)		鉛直変位 v (m)		橋軸直角方向変位 w (m)		塔面内曲げモーメント M _y (tf・m)			
	塔頂		塔頂		塔頂		塔頂		橋梁	
	風上側	風下側	風上側	風下側	風上側	風下側	風上側	風下側	風上側	風下側
A形直線	0.009	0.011	0.038	-0.026	1.027	1.026	-28618.181	-22988.836	64293.018	67012.953
A形リンク	-0.040	-0.038	0.038	-0.026	1.027	1.026	-28640.476	-22962.021	64272.173	67022.504
H形直線	-0.009	0.029	0.019	0.103	4.928	4.928	-75918.891	-73839.124	155671.537	154051.190
H形リンク	-0.057	-0.022	0.019	0.103	4.929	4.929	-75917.107	-73835.200	155685.124	154059.678

リンクケーブルの節点変位

モデル名	鉛直変位 v (m)				橋軸直角方向変位 w (m)			
	側径間最上段		中央径間最上段		側径間最上段		中央径間最上段	
	風上側中間節点	風下側中間節点	風上側中間節点	風下側中間節点	風上側中間節点	風下側中間節点	風上側中間節点	風下側中間節点
A形直線	*	*	*	*	*	*	*	*
A形リンク	-0.007	-0.061	0.017	-0.386	3.941	3.984	6.044	5.749
H形直線	*	*	*	*	*	*	*	*
H形リンク	-0.015	0.036	-0.104	-0.138	5.874	5.884	8.227	7.962

5. あとがき

以上の結果からは、設計風荷重による静的挙動を検討する際、ケーブルの弛緩が面内変位および断面力に及ぼす影響は無視できないこと、および、塔面内の形状によって橋全体の橋軸直角方向の面外変位および断面力の値が大きく異なることなどがいえた。最後に、常に適切なお助言をいただいた山野長弘氏（川田テクノシステム(株)）に対し心より謝意を表したい。

〔参考文献〕

- 1) 前田研一・林 正・瀬戸内秀規・中村一史・成田信之・他：長大斜張橋の立体的有限変位解析における形状決定，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，1994.
- 2) 星埜正明・宮田利雄：長大斜張橋（支間1,000m）の試設計，橋梁と基礎，建設図書，1990.2.
- 3) 本州四国連絡橋公団：耐風設計基準（1976）・同解説，昭和51年3月.