

部分定着式斜張橋の3次元固有振動特性

九州大学工学部 学生員○大久保浩弥

九州大学工学部 正会員 大塚 久哲

八代高専 正会員 水田 洋司

九州大学大学院 学生員 篠崎 晴彦

1. 緒言

斜張橋の主桁支持方式としては、自定式、完定式、部定式の3方式が考えられるが、最も経済的で長大橋に有利な支持方式は、主桁に軸力を伝達しない伸縮継手を挿入した部定式斜張橋であることが指摘されている¹⁾。著者らはこれまで、各支持方式の斜張橋の地震応答特性について、主に2次元モデルで比較検討してきたが²⁾、実際は、橋軸直角方向の曲げ振動、ねじり振動を考慮できる3次元モデルでの解析の方がより厳密な比較となることは明かである。しかし、3次元モデルは自由度がかなり多く、莫大な計算量となる。したがって本研究では、中央径間中央点の境界条件を変化させることによって自由度を半減させた、半橋モデルと全橋モデルでの固有振動特性の比較検討を行い、その上で、実橋モデルでの自定式斜張橋と部定式斜張橋の解析を試みるものである。

2. 解析モデル及び解析方法

モデルは図-1に示すような2面ケーブルセミファン形斜張橋で、H形塔とA形塔の2種類とし、主塔基部は完全固定とする。部定式の伸縮継手は、中央径間の1段目と2段目のケーブル定着点間に挿入し、モーメントを完全に伝達しない伸縮継手とした。

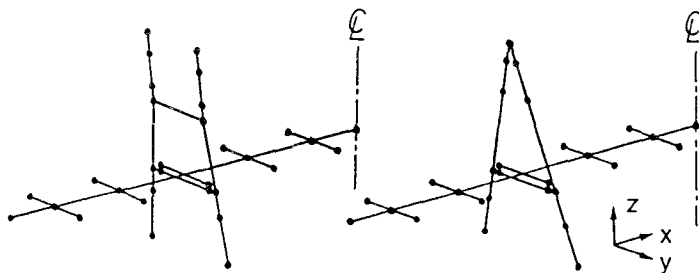


図-1 解析モデル

また、半橋モデルでの解析の際の中央径間中央点の境界条件として、自定式では表-1.1、部定式では表-1.2に示すような4種類をそれぞれ考慮した。

3. 解析結果及び考察

別表に固有周期の計算結果を示す。

表-1.1 境界条件(自定式)

内・外	支 承 部						中 央 径 間 中 央 点					
	X	Y	Z	$\hat{X}$	$\hat{Y}$	$\hat{Z}$	X	Y	Z	$\hat{X}$	$\hat{Y}$	$\hat{Z}$
逆・逆	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
対・対	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
逆・対	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
対・逆	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0

表-1.2 境界条件(部定式)

内・外	支 承 部						中 央 径 間 中 央 点					
	X	Y	Z	$\hat{X}$	$\hat{Y}$	$\hat{Z}$	X	Y	Z	$\hat{X}$	$\hat{Y}$	$\hat{Z}$
逆・逆	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
対・対	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
逆・対	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
対・逆	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0

注： 表-1.1, 1.2において、1は拘束、0は無拘束を示す。また逆・逆とは、面内逆モード、面外逆モードを、 $\hat{X}$ はx軸まわりの回転角を意味する。

表-2.1 固有周期の比較(自定式H形塔)

(単位:sec)

	全体解析	逆・逆	対・対	逆・対	対・逆
1	1.149	1.149		1.149	
2	0.8182		0.8182		0.8182
3	0.6847		0.6847	0.6847	
4	0.5635	0.5635		0.5635	
5	0.3934		0.3934	0.3934	
6	0.3932	0.3932			0.3932
7	0.2604	0.2604			0.2604
8	0.2571		0.2571		0.2571
9	0.2341		0.2341	0.2341	
10	0.2326	0.2326		0.2326	
11	0.2326		0.2326		0.2326
12	0.2206	0.2206		0.2206	
13	0.2096		0.2096	0.2096	
14	0.1965	0.1965			0.1965
15	0.1765		0.1765		0.1765
16	0.1665	0.1665		0.1665	
17	0.1605	0.1605			0.1605
18	0.1304		0.1304	0.1304	
19	0.1084	0.1084			0.1084
20	0.09452		0.09452	0.09452	

表 2.1～2.3 では、半橋モデルの逆・逆と対・対及び逆・対と対・逆の固有周期がそれぞれ全橋モデルの固有周期と完全に一致している。しかしながら、表 2.4 に示すように高次になると逆・対と対・逆において全橋モデルの固有周期と必ずしも一致しない場合が生じる。なお、半橋モデルにおいて、異なる境界条件で解析しているにもかかわらず、同じ固有周期となるのは、橋軸方向の振動と橋軸直角方向の振動がほとんど連成せず、どちらかが卓越した振動をしているためと思われる。

固有振動モードも全橋モデルと半橋モデル（境界条件：逆・逆、対・対）で同じ形となる（図－2 に自定式斜張橋（H 形塔）の 3 次までの固有振動モードを示す）。

以上の結果より、逆・逆、対・対の 2 種類の境界条件による半橋モデルでの解析で、全橋モデルの固有振動特性を把握できることがわかる。

4. あとがき

今後は本研究での結果を踏まえて、実橋モデルでの自定式斜張橋と部定式斜張橋の比較検討を進めていく予定である。

表－2.2 固有周期の比較（自定式 A 形塔）

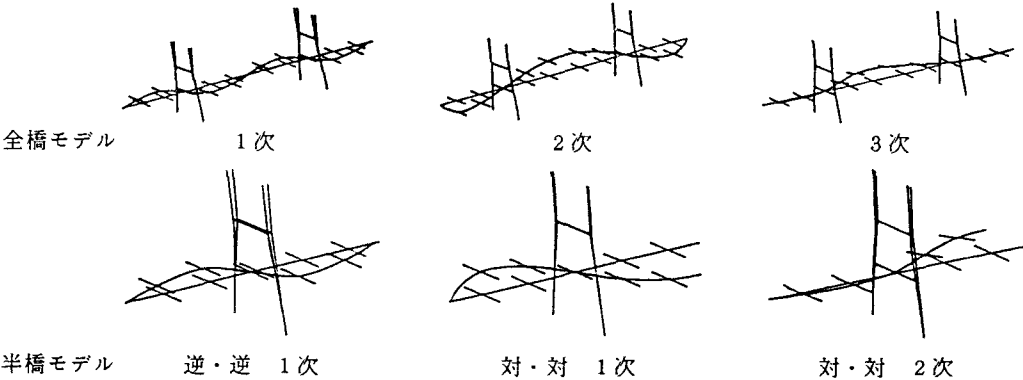
	全体解析	逆・逆	対・対	逆・対	対・逆
1	1.165	1.165		1.165	
2	0.8223		0.8223		0.8223
3	0.6796		0.6796	0.6796	
4	0.5687	0.5687		0.5687	
5	0.2581		0.2581		0.2581
6	0.2367	0.2367			0.2367
7	0.2316		0.2316	0.2316	
8	0.2303	0.2303			0.2303
9	0.2212	0.2212		0.2212	
10	0.1962		0.1962	0.1962	

表－2.4 固有周期の比較（自定式 A 形塔）

	全体解析	逆・逆	対・対	逆・対	対・逆
24	0.07973	0.07973		0.07972	
25	0.07926		0.07926		0.07926
45	0.02470		0.02470	0.02467	
46	0.02458	0.02458			0.02465
47	0.02455		0.02455	0.02452	
48	0.02425		0.02425		0.02425

表－2.3 固有周期の比較（部定式 H 形塔）

	全体解析	逆・逆	対・対	逆・対	対・逆
1	0.8170		0.8170		0.8170
2	0.7451	0.7451		0.7451	
3	0.7223		0.7223	0.7223	
4	0.3695		0.3695	0.3695	
5	0.3693	0.3693			0.3693
6	0.3538	0.3538		0.3538	
7	0.3159	0.3159			0.3159
8	0.2331		0.2331	0.2331	
9	0.2319		0.2319	0.2319	
10	0.2319	0.2319			0.2319
11	0.2127		0.2127		0.2127
12	0.2114		0.2114	0.2114	
13	0.2024	0.2024			0.2024
14	0.1731	0.1731		0.1731	
15	0.1662		0.1662		0.1662
16	0.1605	0.1605			0.1605
17	0.1305		0.1305	0.1305	
18	0.1061		0.1061		0.1061
19	0.1061	0.1061			0.1061
20	0.09916	0.09916		0.09916	



図－2 固有振動モード

参考文献

- 1)Ohtsuka, H., et al: Optimum Anchoring for Long Span Cable-Stayed Bridges, Proc. of JSCE, Struc. Eng./ Earthq. Eng., Vol. 1, No. 2, Japan Society of CivilEngineers, pp. 201～209, Oct. 1984.
- 2)大塚、水田、園田:主桁支持方式の異なる長大斜張橋の地震応答特性:土木学会第41回年次講演会概要集 I -484, 1986年11月