

主桁支持方式の異なる斜張橋の3次元地震応答解析

九州大学 大学院 学生員○園田佳巨

九州大学 工学部 正会員 大塚久哲

八代工専 正会員 水田洋司

九州大学 工学部 龍 正義

1. 緒言

斜張橋の主桁支持方式としては、自定式、完定式、および部定式の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、部定式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、2次元モデルで比較検討してきた²⁾。しかし実際の斜張橋は、橋軸直角方向の振動モードも入り混じった複雑な振動をすることから、従来の2次元モデルでは、厳密な比較にはならない。したがって本研究では、3次元モデルによって橋軸直角方向の振動をも考慮し、各支持方式の地震応答特性について比較することとする。

2. 解析モデル及び解析手法

本研究では、2面ケーブルのセミアン形鋼斜張橋を図-1に示すような、離散化した3次元モデルとして解析しており、各節点で6自由度を考慮し、地盤との相互作用は考えないこととする。部定式の伸縮継手は、両側径間の2段目と3段目のケーブル定着点間に挿入し(全部で5段ケーブル)、モーメントを完全に伝達する伸縮継手($k=\infty$)と、モーメントを全く伝達しない伸縮継手($k=0$)の2種類を考慮した。

固有値解析においては、ケーブルの初期張力の影響は、微小であったので考慮せず、バイセクション法で解析を行った。また地震応答解析では、各モードに減衰定数として、斜張橋の上部構造系の一般的な値である、0.02を用いた。入力地震波はエルセントロ地震波(N-S成分、最大加速度100galとして計算)を用い、各支点へ鉛直方向に同時に作用するものと仮定した。応答スペクトル法を用いて応答計算を行う時の使用モード数は、2次元解析では30次までであったが、3次元解析においては100次までとした。これは、3次元解析では高次モードまで全体の応答に寄与する可能性があるので、固有モードを用いた静的鉛直変位、有効質量によるモードの寄与率、刺激係数の値等を調べた結果から決定したものである。

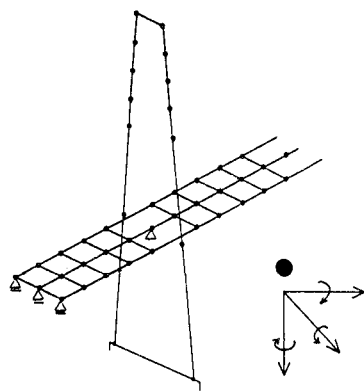


図-1 解析モデル

表-1 固有振動数の比較 (H_z)

次元	次数	自定式	完定式	部定式($k=\infty$)	部定式($k=0$)
2次元	1	0.5557	0.5608	0.5603	0.4388
	2	0.7535	0.7530	0.7509	0.5960
	3	1.2130	1.2180	1.2240	1.1070
	4	1.6000	1.4870	1.6000	1.4460
	5	1.9300	1.7800	1.9390	1.8070
3次元	1	0.5429	0.5433	0.5419	0.4557
	2	0.5530	0.5529	0.5501	0.4685
	3	0.5645	0.5611	0.5646	0.5846
	4	0.7007	0.7003	0.7007	0.7007
	5	0.7150	0.7207	0.7508	0.7498

(250mモデル)

3. 数値計算結果と考察

主径間長250mの斜張橋の3次元モデルによる計算結果を示す。ただし参考のため、以前著者が解いた2次元モデルによる解(10段ケーブル)を併記した。

(1) 固有振動数の比較(表-1)

表より1次の振動数は、各支持方式毎にほぼ同じであるが、2次元モデルの2次の振動数は、3次元モデルではほぼ5次の振動数に等しいことがわかる。したがって、2次元モデルでは考慮されなかった振動モードが、かなり全体の応答に寄与し、変位応答等の結果が3次元解析では変わってくる可能性があると思われる。また支持方式間の比較をすると、

3次元モデルでも、部定式 ($k=0$) が他の支持方式に比べ、かなり小さくなっている。

(2) 変位の最大応答値 (応答スペクトル法による) の比較

(a) 主桁の鉛直変位 主径間中央付近で、部定式 ($k=0$) の変位が3次元モデルでは小さくなり、他の支持方式との差がほとんどなくなった。しかし側径間の伸縮継手の部分では、2次元モデルと同様に部定式 ($k=0$) が最大であり、主径間中央部より大きな値をとる (図-2)。

(b) 主桁の水平変位 (橋軸方向) 側径間の伸縮継手の部分で、部定式がかなり大きい変位をとる。2次元モデルでは、自定式が主桁端部で最大の応答を示していたが、3次元モデルでは部定式 ($k=0$) が、ほとんど同じくらいの変位を生じている。また完定式の変位が、かなり小さくなった (図-3)。

(c) 主塔の水平変位 (橋軸方向) 左側の塔の水平変位を比較してみると、3次元モデルでは部定式 ($k=0$) の変位が、他の支持方式とあまり変わらない大きさになった (図-4)。

4. 結語

水平方向入力時の応答、あるいは位相差を考慮した解析結果については、現在計算中であり、講演当日発表予定である。

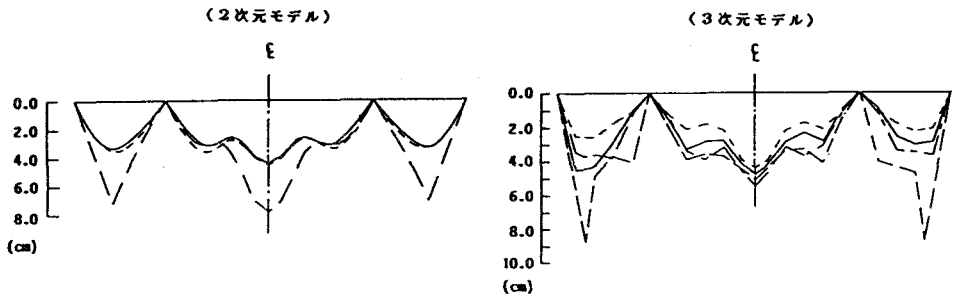


図-2 主桁の鉛直変位

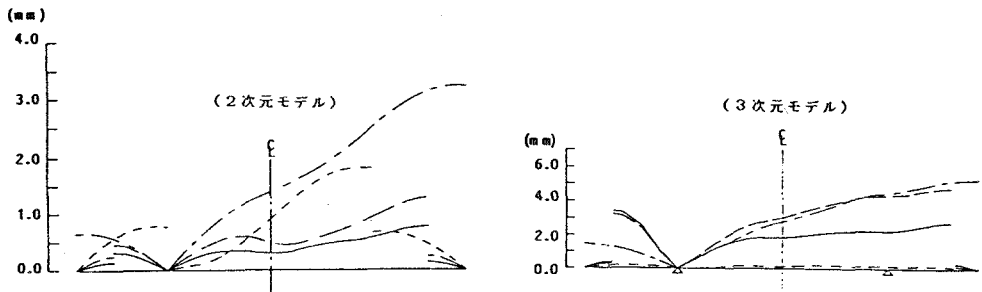
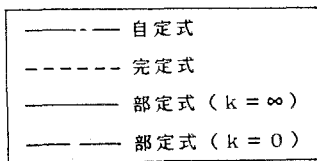


図-3 主桁の水平変位



参考文献

- 1) Ohtsuka, H., et al.: Optimum Anchoring for Long Span Cable-Stayed Bridges, Proc. of JSCE, Structural Engineering/Earthquake Engineering, Vol.1, No2, Oct. 1984, pp.742-764
- 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

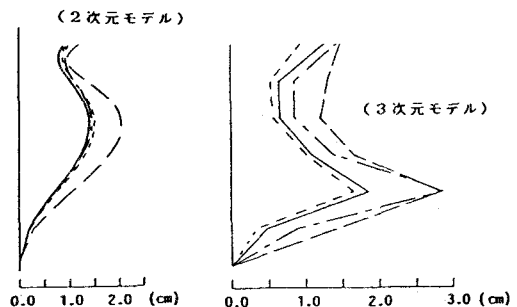


図-4 主塔の水平変位