

斜塔を有する長大斜張橋のフィジビリティスタディ

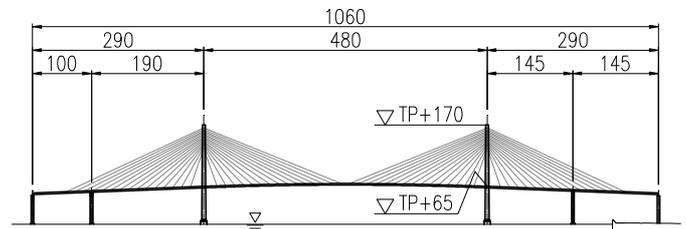
阪神高速道路(株) 正会員 藤林美早, 杉山裕樹, 茂呂拓実
 (株)総合技術コンサルタント 正会員 宮崎裕司, 渡邊裕規

1. はじめに

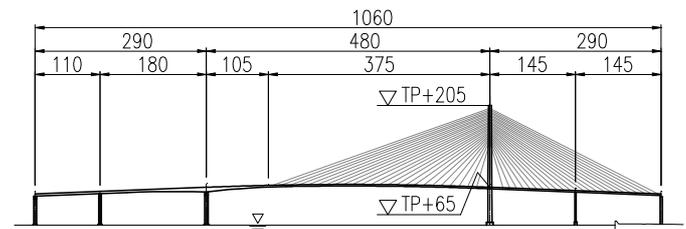
橋梁技術の進歩とともに様々な斜張橋が建設されてきている。橋に求められる性能は単に道路としての機能のみならず、架橋条件に応じて街の景観を大きく向上させることを求められることもある。これまで2主塔の長大斜張橋は多く建設されてきているが、1主塔の長大斜張橋の事例は少ない。本稿では、従来2主塔斜張橋としていた支間長に対して、景観向上を目的に1主塔とした場合、さらに、主塔を傾斜させた場合の構造成立性に関する検討結果を報告する。

2. 検討対象橋梁

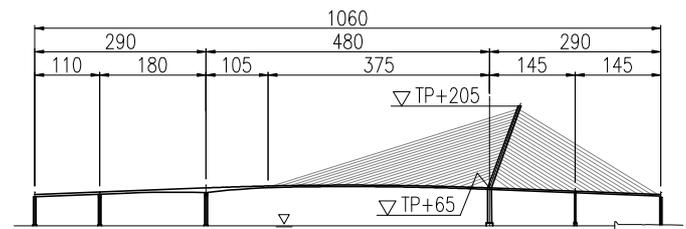
検討対象橋梁を図-1に示す。支間長は480mとし、一般的な(a)2主塔斜張橋を基本とし、同じ支間長で主塔を1本とした(b)1主塔斜張橋、さらに、その主塔を傾斜させた(c)1主塔斜張橋(斜塔)を検討対象とした。なお、試設計レベルであることから設計計算は常時およびレベル1地震動時としている。



(a) 2主塔斜張橋



(b) 1主塔斜張橋



(c) 1主塔斜張橋(斜塔)

図-1 検討対象橋梁

3. 2主塔斜張橋と1主塔斜張橋の比較

(a)2主塔斜張橋および(b)1主塔斜張橋の試設計結果による活荷重たわみと主桁・ケーブルの数量を表-1に示す。主桁は一般的な扁平鋼床版一箱桁としている。1主塔は2主塔に比べ、活荷重たわみが2倍程度大きく、また、ケーブル非吊り部の中間支点上に大きな負の曲げモーメントが生じるため、主桁鋼重が若干増加する結果となった。ケーブル本数は減少するが、ケーブル延長が長くなることや上段側ケーブルの張力が大きくなるため、ケーブル重量は2割程度増加する。

表-1 活荷重たわみと主桁・ケーブルの数量

	(a)2主塔斜張橋	(b)1主塔斜張橋
活荷重たわみ	0.95m	1.84m
主桁鋼重	16,270t	17,770t
ケーブル重量	1,290t	1,510t
ケーブル本数	120本	96本

表-2 橋軸方向地震に対する特性

		(a) 2主塔斜張橋	(b) 1主塔斜張橋	
主要モード ^{注1)}	橋軸移動 (スウェイ)	固有周期 $T=3.89s$ [116gal _(L1) ^{注2)}	固有周期 $T=4.86s$ [93gal _(L1) ^{注2)}	
スペクトル解析 (L1地震)	桁端変位	0.55 m	0.58 m	
	支承反力	18,300 kN	22,600 kN	
	塔基部 断面力	曲げモーメント	619,000 kN・m/柱	742,000 kN・m/柱
		せん断力	12,700 kN/柱	14,700 kN/柱

注1) 応答スペクトル解析における塔基部応答が大きいモード 注2) モードの固有周期における加速度応答スペクトル(h=5%)の値

キーワード 1主塔斜張橋, 斜塔斜張橋, フィジビリティスタディ

連絡先 〒650-0041 神戸市中央区新港町16-1 阪神高速道路(株)建設更新事業本部神戸建設所 TEL078-331-9801

橋軸方向の地震応答特性を表-2 に示す．塔基部に曲げが作用する主要モードでは 1 主塔の方が長周期化しており，塔基部の断面力は 2 割程度の増加である．なお，橋軸直角方向では，塔基部の断面力は 1 主塔と 2 主塔で同程度であった．

1 主塔は主桁，ケーブルの数量が増加するが，その程度は小さく，一方で 1 主塔とすることにより主塔本数が減ること，また，同箇所の基礎が小さくなることにより，コストはやや安価になる傾向にあった．活荷重たわみがやや大きいという課題はあるが，1 主塔の構造実現性は高いと考えられる．

4.1 主塔斜張橋における鉛直塔と斜塔の比較

ここでは試算として斜塔の傾斜角を 20 度として，また，ケーブルを景観に配慮しハーブ型として試設計を行った．図-2 に斜塔の構造特性を模式図にて示す．簡単のため，ケーブル 1 組（最上段）を取り出した力学モデルで考えると，死荷重時に主塔に曲げを生じさせないようにケーブル張力を設定した場合，主塔軸力の傾斜による水平分力と主桁の軸力差が内力として釣り合うこととなる．したがって，主塔と主桁を剛結させることで合理的な構造となる．また，主塔を傾斜させることにより，塔重量をカウンターウェイトとして活用することが可能となる．

(b) 1 主塔斜張橋および (c) 1 主塔斜張橋（斜塔）の試設計結果による活荷重たわみと主桁・ケーブルの数量を表-3 に示す．斜塔は鉛直塔に比べ，活荷重たわみは 1 割程度大きくなっているが，これはケーブル形式をファンからハーブに変更した影響と考えられる．主桁鋼重は斜塔としたことで軸力が増加し若干増加する．ケーブル重量も増加しているがこれもケーブル形式によるものと考えられる．

橋軸方向の地震応答特性を表-4 に示す．塔基部に曲げが作用する主要モードでは，斜塔の方が短周期化しており，塔基部の断面力は 6 割程度の増加である．斜

塔の方が短周期化した理由は，主桁と主塔を剛結させた影響が大きいと考えられる．

1 主塔斜張橋にて塔を傾斜させることにより，主桁，ケーブルの数量は増加するが，その程度は小さい．主桁と主塔を剛結することによる地震慣性力の増大が課題ではあるが，構造実現性は高いと考えられる．

5. まとめ

本稿では支間長 480m に対して，1 主塔斜張橋および 1 主塔斜張橋（斜塔）のフィジビリティスタディを行った．その結果，1 主塔斜張橋および 1 主塔斜張橋（斜塔）とも実現可能性があることが明らかとなった．今後はレベル 2 地震時に対する検討を行うとともに，最適化検討を行い，検討を深めていきたいと考えている．

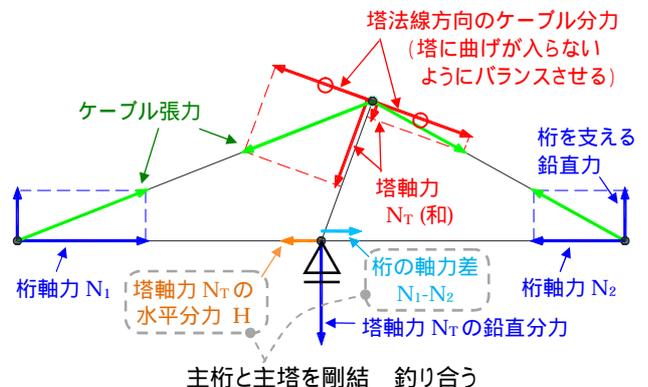
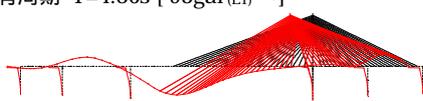
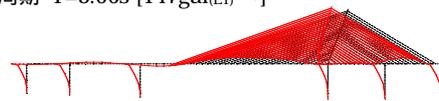


図-2 斜塔の構造特性（模式図）

表-3 活荷重たわみと主桁・ケーブルの数量

	(b) 1 主塔斜張橋	(c) 1 主塔斜張橋 (斜塔)
活荷重たわみ	1.84m	2.03m
主桁鋼重	17,770t	18,030t
ケーブル重量	1,510t	1,670t
ケーブル本数	96本	96本

表-4 橋軸方向地震に対する特性

		(b) 1 主塔斜張橋	(c) 1 主塔斜張橋 (斜塔)	
主要モード ^{注1)}	橋軸移動 (スウェイ)	固有周期 T=4.86s [93gal _(L1) ^{注2)}	固有周期 T=3.06s [147gal _(L1) ^{注2)}	
				
スペクトル解析 (L1 地震)	桁端変位	0.58 m	0.33 m	
	支承反力	22,600 kN	- (剛結)	
	塔基部断面力	曲げモーメント	742,000 kN・m/柱	1,190,000 kN・m/柱
		せん断力	14,700 kN/柱	23,100 kN/柱

注1) 応答スペクトル解析における塔基部応答が大きいモード

注2) モードの固有周期における加速度応答スペクトル(h=5%)の値