

平面曲線を有する複合斜張橋の設計

(その1: 曲線斜張橋の静的構造特性)

山口県宇部小野田湾岸道路建設事務所 山田文彦
山口県砂防課 長井治明

大日本コンサルタント(株) 正○宮木 健
同上 正 梅崎秀明
同上 正 板橋啓治

1. はじめに

栄川橋梁は、宇部湾岸道路が山口県宇部市内で航路を有する河川を横過する橋梁で、航路空間を確保する等の理由から、斜張橋として設計された。

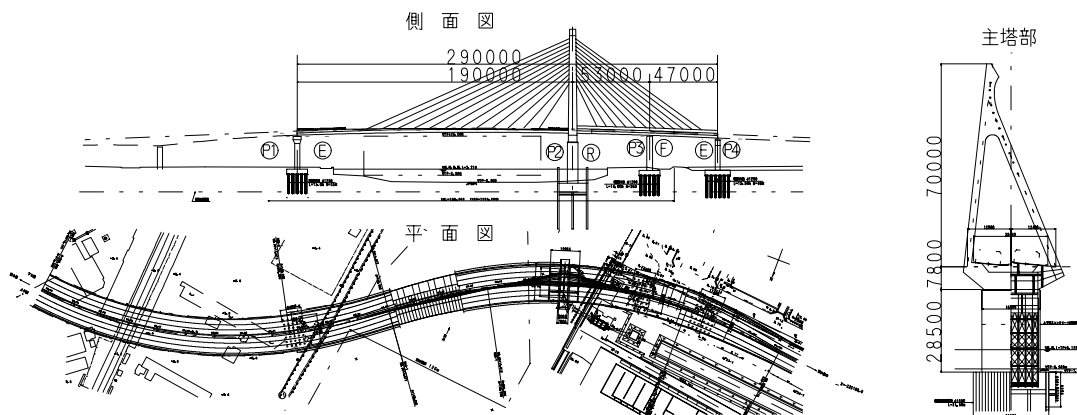
本橋の主桁は、曲線の影響を小さくするために側径間長を短くし、主径間と側径間の死荷重バランスを図るため主径間を鋼箱桁、側径間をPC箱桁(即ち鋼・コンクリート複合斜張橋)とした。

本橋は、架橋地点の厳しい地形的制約により曲線橋となるため、ケーブル張力による水平力は主桁軸力の他に塔位置での主桁支点到橋軸直角方向水平反力を生じさせることとなり、支点部(特に主桁支点部(特に主桁と脚の交差部))の構造が橋梁全体の構造特性に大きく影響する。従って、静的構造解析により橋全体の構造特性を把握することで最適な支点構造を追求した。

本橋の構造諸元を表-1、全体一般図を図-1に示す。

橋梁名	栄川橋梁(仮称)		
橋梁形式	3径間連続斜張橋		
	(鋼・コンクリート複合桁、1面ケーブル)		
橋の長さ	橋長290m, 支間長189.1m + 53.0m + 46.3m		
幅員	23.7m ~ 25.5m		
平面線形	A=140m ~ R=280m ~ A=140m (曲線桁)		
上部工形式	主桁	主径間(P1~P2)	鋼箱桁
		側径間(P2~P4)	PC箱桁
	塔	鋼製非対称A型塔	
下部工形式	P1, P2, P3	鉄筋コンクリート橋脚	
	P2	鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)橋脚	

表-1 本橋の構造諸元



2. 検討方針

従来、2径間の斜張橋の多くは表-2の ~ に示すような支点構造である。と は主桁と塔の結合条件(剛結, 固定支承)が異なるだけで塔部の1点で地震時慣性力を受け持つ構造特性は同様であるが、は支承が弱点となりうるので耐震上好ましいとはいえない。また、3径間の斜張橋に採用される のような構造を本橋に採用しても、曲線の影響により主桁橋軸直角方向断面力や橋軸直角方向変位が大きくなり、不適切と考えられる。よって、上部工の地震時慣性力を分散する構造として、ゴム支承の採用を考えた と に対して静的解析を実施し、各構造の静的構造特性を検討した。

模 式 図		
1点固定方式	剛結・主塔・主桁	
	分離・主塔・主桁	
リール方式	オールフ	
	方式 反力分散	

表-2 斜張橋の支持条件

Key Word 複合斜張橋、曲線橋、支承

連絡先 名古屋市西区菊井2-19-11 TEL052-581-8994 FAX052-565-9706

3. 解析モデル

解析モデルは、橋全体の静的構造特性を確認するため上下部工併せた3次元骨組モデル(図-2)とし、橋脚と主桁の結合条件を、支承構造としたモデル(図-3)と剛結構造としたモデル(図-4)の2種類のタイプとした。荷重は、自重、橋面に鉛直に作用する活荷重、橋軸方向および橋軸直角方向に作用する静的な地震慣性力とした。

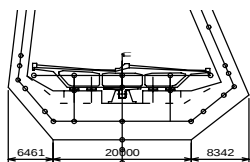


図-3 支承構造モデル

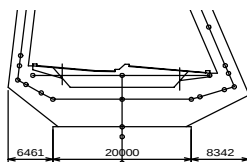


図-4 剛結構造モデル

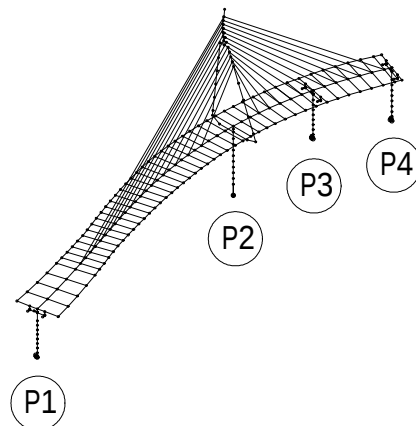


図-1 解析モデル(剛結構造)

4. ケーブルプレストレス

斜張橋の静的構造特性に大きく影響する斜材ケーブルのケーブルプレストレスは負反力用支承(ペンデル支承)を用いない方針としたことから、常時において支承(P1, P3, P4)に負反力を生じさせないよう決定した。

5. 静的構造特性

解析結果を表-3, 4および図-5に示す。

P2橋脚を支承構造とすることで、P2橋脚への橋軸方向地震時慣性力の分担量(P2橋脚の S_y)は小さくすることができる。しかし、剛結構造が大部分の主桁の慣性力を剛結部から伝達するのに対して、支承構造は慣性力の一部を作用位置の高い斜材ケーブルから伝達されるため、結果的に橋軸方向曲げモーメントには大きな差異がみられず(差11%)、橋梁全体の特性に大きな違いはなかった(表-3参照)。

表-4に示すように、支承構造とした場合、支承には常時に橋軸直角方向に2万kN以上の大きな水平反力が発生する。このため、支承構造とした場合、大規模地震時等に万一支承が損傷した場合、橋全体の構造系が不安定になる恐れがある。以上のことから、本橋のP2橋脚位置での支持条件は、橋脚と主桁を剛結することにした。

6. まとめ

曲線斜張橋の静的構造特性を、主としてP2橋脚位置に生じる橋軸直角方向反力という観点から検討した。P2橋脚と主桁を剛結することにより構造的に安定な案を選定した。

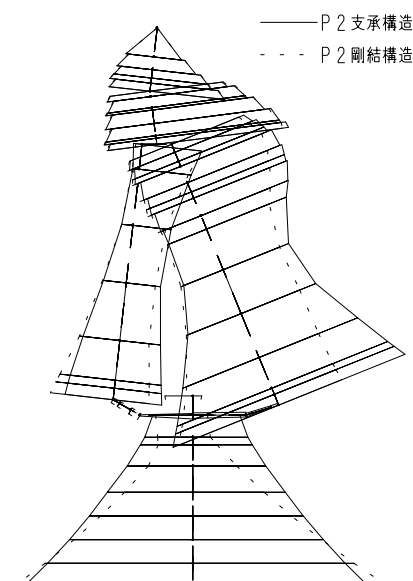
主桁断面力	面内曲げモーメント(kN・m)				
	P1~P2支間	P2支点部	P2~P3支間	P3支点部	P3~P4支間
Case-1	常 176038	常 -160715	常 71248	常 -81637	常 51716
Case-2	常 176578	常 -174538	常 78056	常 -88078	常 50250

主塔断面力	主柱基部		
	N(kN)	My(kN・m)	Mz(kN・m)
Case-1(max)	地 -36279	常 69872	地 -53266
(min)	常 -78450	地 -83540	常 -120334
Case-2(max)	地 -35288	常 65908	地 -49902
(min)	常 -78120	常 -41811	常 -118093
主塔断面力	支柱基部		
	N(kN)	My(kN・m)	Mz(kN・m)
Case-1(max)	地 -7601	常 29558	風 -3771
(min)	常 -16204	地 -30018	常 -19732
Case-2(max)	地 -7373	常 38739	風 -4338
(min)	常 -16198	常 -22234	常 -21671

P2橋脚断面力	P2橋脚基部				
	N(kN)	Sy(kN・m)	Sz(kN・m)	My(kN・m)	Mz(kN・m)
Case-1(max)	地 -172785	地 29346	地 31912	地 739877	地 1427813
(min)	常 -192020	地 -29357	地 -32848	地 -773963	地 -257713
Case-2(max)	地 -175459	地 38229	地 31895	地 782808	地 1414928
(min)	常 -194647	地 -34553	地 -32894	地 -863991	地 -256612

注) N: 軸力, Sy: 橋軸方向せん断力, Sz: 橋軸直角方向せん断力
My: 橋軸方向曲げモーメント, Mz: 橋軸直角方向曲げモーメント
値は常時換算値で数字横の文字は荷重ケースを示す(常: 常時, 風: 風時, 地: 地震時)。
主柱: 斜材ケーブルが定着される側の塔柱、支柱: 斜材ケーブルが定着していない側の塔柱
Case-1: 支承構造、Case-2: 剛結構造

表-3 主要箇所の断面力



(単位:kN)		
組合せ荷重	割増し係数	橋軸直角方向水平力
死荷重時	1	16546
常時	1	21482
温度変化時	1.15	18858
風時(活荷重無載荷時)	1.25	19730
風時(活荷重載荷時)	1.25	18483
直角方向地震時(震度法レベル)	1.5	19178

注) 値は常時換算値。

表-4 P2の支承橋軸直角方向水平反力

図-5 主塔およびP2橋脚の橋軸方向曲げモーメント図