

塔高を中央径間長の 1/5 および 1/10 とした 200m斜張橋の試設計と適用性

○首都大学東京大学院 学生会員 村上真也
首都大学東京 正会員 野上邦栄
(株)長大 正会員 森園康之
長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣

1. はじめに

長大橋の基本計画段階において、吊形式橋梁の建設が検討の対象になることが多い。この場合、空港の近隣に建設が計画される場合は、航空制限の問題が生じ、また建築構造物（住居）が近接している場合は、風や日照などの自然環境への配慮の問題が生じる。そのため、塔高をこれまでの 1/5 に比べて低く計画する必要があるが生じるが、これまでの知見と照らし合わせれば、経済性の面で劣ることになる。しかしながら、塔高に制約を受ける場合でも、斜張橋の適用の可能性を探っておくことは、昨今の強いコスト縮減要請の中で、経済設計の検討にあたっての選択肢、メニューを提供する上で極めて有益と考える^{1)~3)}。本研究では、以上の目的を達成するため、中央径間長 200m を対象に、桁上塔高を中央径間長の 1/5 とした斜張橋（以後、1/5 モデルと呼ぶ）及び 1/10 とした斜張橋（以後、1/10 モデルと呼ぶ）の試設計を行い、中央径間長の 1/10 とした低塔型鋼斜張橋（箱型断面、エッジガーダー）及び合成斜張橋の適用性を明らかにする。

2. 基本条件

斜張橋の試設計は、以下のような基本条件のもと、主塔及び主桁の発生応力に合わせて材質を変化させて、現行設計法⁴⁾の応力度照査をほぼ満足するように行った。

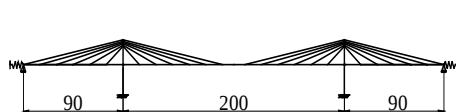


図-1 200m 斜張橋 (1/10 モデル)

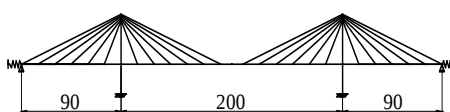
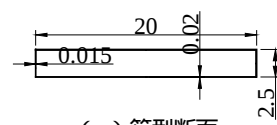
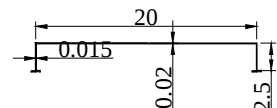


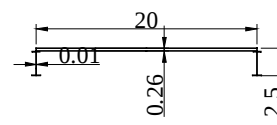
図-2 200m 斜張橋 (1/5 モデル)



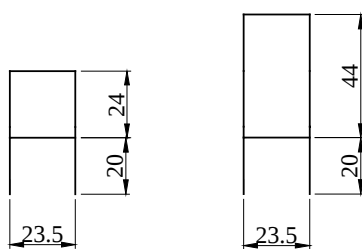
(a) 箱型断面



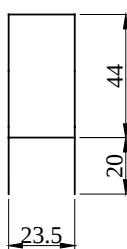
(b) エッジガーダー



(c) 合成桁

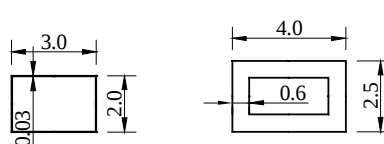


(a) 1/10 モデル

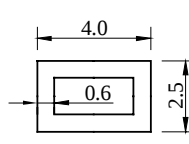


(b) 1/5 モデル

図-3 主塔形状



(a) 鋼製主塔



(b) RC 主塔

図-4 主塔共通断面

1) 径間割りは、図-1 及び図-2 のように中央径間長 l_c に対する側径間長 l_s のスパン比 $l_s/l_c = 1/2$ とする。また、桁上塔高 H は中央径間長の 1/5 及び 1/10 とし、桁下空間は両橋梁とも同一の 20m と仮定する。2) 主塔は、鋼斜張橋には鋼製主塔、合成斜張橋には RC 主塔を用い、その形状は、図-3 のようなラーメン形式とする。3) 塔柱断面及び桁断面は、図-4、5 のように 1/5 モデル、1/10 モデル共通の等断面に統一する。4) 荷重は、常時荷重（死荷重 D + 活荷重 L ）及び暴風時荷重（ D + 風荷重 W ）とし、温度変化、支点変位、地震、架設誤差は無視する。5) 活荷重 L は影響線載荷を行うが、集中荷重に 1458kN、等分布荷重に 35.45kN/m を用いる。また、風荷重は本四公団の耐風設計基準⁵⁾に準じて算出する。

〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL.(0426)77-1111 FAX.(0426)77-2772

Key Words: 鋼橋, 斜張橋, 低塔, 試設計

3. 試設計断面

中央径間長 200m 斜張橋を対象にして、1/10 モデル及び 1/5 モデルについて試設計を行った。その試設計した断面をまとめたのが表-1 である。

鋼製斜張橋は、主桁は常時、主塔は部分的に暴風時が支配的となり、主桁の最大応力度は、1/5、1/10 とともに箱型断面では 140MPa 以下、エッジガーダーでは 140～210MPa の範囲内となる。よって、表-1 に示す

ように主桁の材質は 1/5、1/10 とともに箱型断面には SM400、エッジガーダーには SM490Y を用いる。また、主塔の最大応力度はどちらも 140MPa 以下なので、両方に SM400 を適用する。

次に、合成斜張橋は主桁・主塔ともに常時が支配的となる。主桁の最大応力度は 1/5、1/10 とともに約 190MPa となり、主桁の材質は SM490Y、RC 主塔の設計基準強度は 40N/mm² となる。

4. 経済性比較と考察

表-1 の決定断面に対して鋼重及び概算工費を算出したものを表-2 にまとめ、主塔の低塔化による経済性について比較検討した。塔高を中央径間長の 1/5 から 1/10 にしたことによる鋼斜張橋の概算鋼重の増減は、断面が箱型・エッジガーダーともに主桁はほぼ同一、主塔は 22.8% 減少、ケーブルは 43.9% 増加となった。また、合成斜張橋の場合は合成桁はほぼ同一、RC 主塔は 22.9% 減少、ケーブルは 29.9% 増加となった。

次に、上部工の概算工費を算出するに当たり、概算工

費に用いた工費単価は、主桁と主塔の鋼材は 100 万円/t、主桁 RC 部材は 20 万円/m³、主塔 RC 部材は 30 万円/m³、ケーブルは 250 万円/t と仮定した。なお、高強度材ほど単価は高くなるがその比率の影響は小さく、ここでは無視している。塔高を中央径間長の 1/5 から 1/10 へ下げた場合の概算工費は鋼斜張橋（箱型断面）では 1.5% 減少、鋼斜張橋（エッジガーダー）では 2.0% 増加、合成斜張橋鋼では 4.9% 増加となり、低塔化が経済面に及ぼす影響はさほど大きくはない。

よって、塔高を中央径間長の 1/5 および 1/10 とした 200m 斜張橋の適用は十分に可能であるといえる。

参考文献

- 1) 森園，長井，野上，藤野：塔高を中央径間長の 1/10 とした鋼斜張橋の力学的特性と自定式吊橋との比較，構造工学論文集，Vol.50A，2004。
- 2) 秋本，野上，山沢，森園，長井：塔高を中央径間長の 1/10 とした鋼製斜張橋の終局強度特性，構造工学論文集，Vol.51A，2005。
- 3) 森園，長井，野上，藤野：塔高の低い鋼斜張橋の試設計と適用性に関する比較考察，橋梁と基礎，Vol.39，2005-12。
- 4) 本州四国連絡橋公団：鋼上部構造設計基準・同解説，1992。
- 5) 本州四国連絡橋公団：耐風設計指針・同解説，1989。

表-1 200m 斜張橋の断面諸元

		鋼製斜張橋				合成斜張橋	
塔断面		鋼箱型				RC構造	
桁断面		箱型		エッジガーダー		RC床版 + 鋼I桁	
塔高比(H/l _c)		1/10	1/5	1/10	1/5	1/10	1/5
桁	断面寸法	20×2.5	同左	同左	同左	同左	同左
	換算板厚 t ₀ , t ₁ , t _w	20, 15, 15	同左	20, 800×60, 15	20, 600×50, 15	700×30, 2100×12, 800×60	700×30, 2100×12, 600×60
	材質	SM400	同左	SM490Y	同左	同左	同左
	断面積	0.774	同左	0.57	0.53	0.93	0.91
塔	曲げ剛性	1.0961	同左	0.54	0.4	0.54	0.44
	断面寸法	2.0×3.0	同左	同左	同左	2.5×4.0	同左
	換算板厚(壁厚)	30	同左	同左	同左	600	同左
	材質	SM400	同左	同左	同左	40N/mm ²	同左
ケーブル	断面積	0.2964	同左	同左	同左	6.36	同左
	曲げ剛性	0.3917	同左	同左	同左	11	同左
	断面積 (mm ²)	7,197	4,195	7,197	4,195	8,582	5,349
	外径(d,mm)	~ 11,584	~ 7,197	~ 11,584	~ 7,197	~ 16,202	~ 10,198
		119 ~ 153	95 ~ 119	119 ~ 153	95 ~ 119	136 ~ 175	106 ~ 147

表-2 概算重量と工費

		鋼製斜張橋				合成斜張橋	
塔断面		鋼箱型				RC構造	
桁断面		箱型		エッジガーダー		RC床版 + 鋼I桁	
塔高比(H/l _c)		1/10	1/5	1/10	1/5	1/10	1/5
概算重量	RC床版(m ³)	-	-	-	-	1976	同左
	RC主塔(m ³)	-	-	-	-	1717	2226
	鋼桁(t)	3232	同左	2375	2225	1538	1452
	鋼製主塔(t)	880	1140	880	1140	-	-
	ケーブル(t)	246	171	246	171	391	301
	合計(t)	4357	4544	3500	3537	1930	1753
概算工費 (億円)	RC床版	-	-	-	-	3.95	同左
	RC主塔	-	-	-	-	5.15	6.68
	鋼桁	32.32	同左	23.75	22.25	15.38	14.52
	鋼製主塔	8.8	11.4	8.8	11.4	0	0
	ケーブル	6.15	4.28	6.14	4.28	9.78	7.52
	合計	47.27	48.00	38.68	37.94	34.27	32.67