低塔を有する 200m合成斜張橋の終局強度特性

首都大学東京	学生会員	井尾	伸太郎
首都大学東京	正会員	野上	邦栄
埼玉大学	正会員	奥井	義昭
(株)長大	正会員	森園	康之

1.背景・目的

都市内湾岸部に長大橋の建設において吊形式橋梁が検討対象となることが多い¹⁾が,地盤条件が非常に悪い場合 アンカレイジが不要な斜張橋が適している。しかし,吊橋と比較して塔高比が大きくなるため,空港近接時には電波 障害や航空制限の問題が生じ,また住宅近接時には日照権や通風権等の自然条件への配慮の問題が発生する。そのた め,塔高をこれまでの最適塔高である中央径間長の1/5より低くする必要がある。また,日本において合成斜張橋は 鋼製斜張橋と比べて建設実績は少ないが,経済性や施工性の面で優れている。そこで,昨今公共事業における建設コ スト縮減が課題となっている中,都市内空間において経済性や安全性の面から塔高を低くした合成斜張橋の適用の 可能性を探ることは有益である²⁾³⁾。以上のことを踏まえ本研究では,中央径間長 200mを有する合成斜張橋を対象 に桁上塔高を中央径間長の1/5の最適塔高を有するモデル(以下1/5モデル)と思い切って1/10と低くしたモデル(以 下 1/10 モデル)の弾塑性挙動と終局強度特性を明らかにすると共に,低塔化が終局強度に与える影響を検討する。

2.基本条件

図1に示すように,1/10及び1/5モデルの中央径間長Lc=200mと 側径間Ls=90mのスパン比はLs/Lc 1/2とする。また,桁上塔高Hは 中央径間長の1/10及び1/5とし桁下空間は両モデルとも同一の20m と仮定する。主桁断面には,図2に示すプレキャストRC床版+鋼I桁 の合成桁を選択する。主塔は図3のRC構造とし,その形状は,図4 のような2層ラーメン形式とする。ケーブルには両モデル共に ST1770材(a=100N/mm²)を使用している。以上の基本条件の下に 決定された断面諸元が表1である。低塔化により,1/10モデルは1/5 モデルに比べケーブル,合成桁断面内の軸力が増大するため,各々の 重量が大きい。なお,両モデルの試設計では,桁,塔,ケーブル材料 は同一と仮定している。構成則はコンクリートは放物線型,バイリニ ア型(図6),鋼桁及び鉄筋にバイリニア型(図7,表2),ケーブルにト

表 1: 断面諸元					
		単位	合成斜張橋		
塔断面			RC構造		
	桁断面 RC床版+鋼I相		√+鋼I桁		
塔高比			1/5	1/10	
桁	断面寸法	m	20×2.5	同左	
	換算板厚tu,tl,tw	mm	700×30,2100 ×12,600×60	700×30,2100 ×12,800×60	
	材質(床版)		40N/mm ²	同左	
	材質(鋼桁)		SM490Y	同左	
	断面積	m ²	0.91	0.93	
	曲げ剛性	m ⁴	0.44	0.54	
塔	断面寸法	m	2.5×4.0	同左	
	壁厚	mm	600	同左	
	材質(コンクリート)		40N/mm ²	同左	
	材質(鉄筋)		SD345	同左	
	断面積	m ²	6.36	同左	
	曲げ剛性	m ⁴	11	同左	
ケーブル	断面積	mm^2	5.349 ~ 10.198	8.582 ~ 16.202	
	外径	mm	106~147	136~175	
概算重量	RC床版	t	1976	1976	
	鋼桁	t	1452	1538	
	塔	t	2226	1717	
	ケーブル関連	t	301	391	
	合計	t	1753	1930	

リリニア型(図 8)を採用している。また,合成斜張橋の設計においてクリープ,収縮により終局強度が低下することが予想される⁴⁾⁵⁾ので,クリープ,収縮を無視した場合と考慮した場合の比較も行った。



キーワード 合成斜張橋,終局強度,塔高,クリープ

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL 042-677-1111

荷重載荷条件は,死荷重(D)とケーブルプレストレス(PS)が作用する初期状態に対し,図5に示す活荷重満載とした 常時荷重(D+L)を漸増載荷させる。したがって, (D+L)となる。ここに, は荷重倍率であり,初期状態のD+PS を1と考えることにより新たに全荷重倍率として = +1と定義する。また,クリープ,収縮を考慮した載荷方法 は,DとPSが作用した状態に対しクリープ,収縮による応力移行解析を行った状態を初期状態とする。



ートのひび割れ 支間中央部の鋼桁降伏 支間中央部のコンクリート床版のひび割れ 塔位置の鋼桁降伏の順に終 局を向かえる。図 10 に示すように終局時には,鋼桁の下フランジが降伏し,降伏した位置で桁の折れ曲がるよう に変形した。これより,終局状態が鋼桁の降伏に支配されていることがわかる。また,両モデルともコンクリート 床版・塔コンクリート・塔鉄筋はいずれも降伏及び圧縮強度に達することはなかったが,1/5 モデルのみケーブル が降伏し,クリープ,収縮を無視した場合と考慮した場合では終局を向かえるまでの挙動に差は見られなかった。

最後に,終局時の荷重倍率をまとめたのが表3である。終局時の荷重倍率は,1/5 モデルにおいてクリープ,収縮の考慮の有無の影響は小さく大きな差は見られなかったが,1/10 モデルにおいてクリープ,収縮の考慮の有無における荷重倍率は1/5 モデルと比べて大きく低下した。



図10:終局時総変位モード図と各部材の降伏・ひび割れ状況(クリープ・収縮を考慮した場合)

4.考察

低塔化およびクリープ,収縮の影響により,終局時倍率が減少するが,両 モデルとも終局時倍率1.90以上を有しており,十分な終局強度を確保してい る。よって低塔を有する合成斜張橋の建設実現の可能性が期待できる。

表 3: 両モデルの終局時倍率

モデル	クリープ,収縮を 無視	クリープ,収縮を 考慮
1/10	2.25	1.90
1/5	3.19	3.13

参考文献

1)(社)日本橋梁建設協会:鋼橋の概要,1996.2)野上,気仙,山沢,森園,長井:中央径間長400mおよび600m鋼製斜張橋の低塔化が終局強度に与 える影響,構造工学論文集 Vol.53A,2007.3) N.Yoshida,K.Nogami,H.Iwasaki and Y.Morizono:Ultimate Strength of Steel cable-stayed bridges with tower Height of 1/10 and 1/5 of center span length, Proceedings CE2008, Kenya,2008.4)奥井,長井,秋山:合成斜張橋にお けるクリープ・収縮による応力移行と終局強度に与える影響,構造工学論文集 Vol.49A,2003.5)(社)土木学会:コンクリート標準示方書(設計編), 1996