

I-119

鋼斜張橋主塔に関する実績調査

横河橋梁製作所 正会員 鈴木克弥

東京都立大学 正会員 野上邦栄

東京都立大学 正会員 成田信之

1. まえがき 径間長100m～350mが最も経済的範囲と言われてきた鋼斜張橋は、近年その長大化が著しく、本四公団のプロジェクトである多々羅大橋は径間長890mと世界に類をみない斜張橋になる。ところで、斜張橋の構造全体系は、ケーブル、補剛桁および塔の構成要素が種々の構造形式を採りえるため、他の橋梁形式に比べて極めて多様な構造系が存在する。特に塔はケーブル配置などにより多様な構造形式・形状が選択できることになるが、支間長に対して塔高の比が吊橋に比べて大きくなるため斜張橋全体系の景観に与える影響も大きい。したがって、塔の設計に際しては、応力・変形状に適合した合理的でしかも機能的な設計をすることが重要になるが、わが国では、斜張橋主塔の設計法は各公団および自治体独自の設計法により行われており設計規程として確立している訳ではない。このような状況にあって、斜張橋の重要な構成要素である塔に関する詳細な実績調査報告はこれまで少なく、その構造特性および座屈設計内容を把握することは今後の塔の合理的さらに信頼性に富んだ設計法を確立する上で重要である。ここでは、現時点での斜張橋主塔に関する国内外の資料を整理し、設計上の一資料を提供することを目的としている。

2. 調査対象橋梁・調査内容 今回、調査対象とした斜張橋は表-1に示すように最大径間長200m以上の鋼製主塔を持つ58橋(工事中を含む)である。調査内容は、紙面の都合上省略するが斜張橋全体系に関する9項目と塔構造に関する20項目から成る。これらの項目に対する調査は文献を用いて行った。なお、工事中の斜張橋は試算設計時の断面諸元の値を用いた。

3. 構造特性調査 最大径間長 L と塔高 H との関係を径間数をパラメータにして分類したのが図-1である。塔高は、2径間で $H/L=1/4.7 \sim 1/2.1$ 、3径間以上の場合 $1/8 \sim 1/3.4$ の広い範囲に分布している。図-2は、吊構造、ケーブルおよび塔の合計として求めた上部構造総鋼重 w_a とその内に占める塔鋼重 w_t について調べたものである。1面ケーブルの場合4～15%、2面ケーブルの場合8%～43%の広い範囲に分布しており、長大化に伴い30%を越える塔が増加している。図-3は塔柱の塔基部フランジ幅に対する塔頂部フランジ幅の比率を示したものである。橋軸方向ではその比率が1～0.6と塔頂部に行くほど

表-1

橋 梁 名	国 名	竣工年	最大 支間長 m	径間数	ケーブル形式	ケーブル 面数	塔の 構造形式
1 多々羅大橋	Japan (本四公団)	計画中	890.0	3	Fan	2	A**
2 名港中央大橋	Japan (建設公団)	工事中	580.0	3	Fan	2	A
3 姫路臨海橋	Japan (首都公団)	工事中	510.0	3	Fan	2	A
4 生口橋	Japan (本四公団)	工事中	490.0	3	Fan	2	A**
5 東神戸大橋	Japan (首都公団)	工事中	485.0	3	Harp	2	H*
6 横浜ベイブリッジ	Japan (首都公団)	1989	460.0	3	Fan	2	H*
7 Second-Bogghly	India	工事中	457.2	3	Fan	2	H*
8 Suam-Bo (Chao Phraya)	Thailand	1987	450.0	7	Fan	1	H**
9 若尾島橋	Japan (本四公団)	1988	420.0	3	Fan	2	Single
10 礪石島橋	Japan (本四公団)	1988	420.0	3	Fan	2	H**
11 名港東大橋	Japan (建設公団)	計画中	410.0	3	Fan	2	A**
12 名港西大橋	Japan (建設公団)	1985	405.0	3	Fan	2	A*
13 Saint Nazaire	France	1975	404.0	3	Conv.	2	A
14 Mississippi (Luling)	U.S.A.	1982	372.5	5	Conv.	2	A*
15 大和川橋梁	Japan (阪神公団)	1982	355.0	3	Harp	1	Single
16 Sloboda	Yugoslavia	1981	351.0	5	Fan	1	Single
17 Neuenkamp	Germany	1971	350.0	8	Fan	1	Single
18 天保山橋梁	Japan (阪神公団)	1989	350.0	3	Fan	2	A**
19 Jindo	Korea	1984	344.0	3	FanConv.	2	A
20 West-Gate	Australia	1978	336.0	5	Conv.	1	Single
21 Echibrand	Germany	1974	325.0	3	Fan	2	A**
22 Karali River	Hepal	工事中	325.0	2	Fan	2	H
23 Knie	Germany	1969	319.0	2	Harp	2	Twins*
24 Erskine	U.Kingdom	1971	304.9	3	Single	1	Single
25 Bratislava	Czechoslov.	1972	303.0	3	Conv.	2	A
26 Severin	Germany	1959	301.7	2 (5)	Fan	2	A*
27 Deggenau	Germany	1973	290.0	2	Conv.	1	Single
28 Kurt-Schumacher (Mannheim Nord)	Germany	1971	287.0	2 (4)	Fan	2	A
29 Friedrich-Ebert (Bonn Nord)	Germany	1967	280.0	3	Fan	1	Single
30 Leverkusen	Germany	1964	280.0	5	Harp	1	Single
31 Dolsan	Korea	1984	280.0	3	Fan	2	A
32 Speyer	Germany	1975	275.0	2 (4)	Panlarp	2	A
33 Buik	Netherlands	1976	270.0	3	Fan	1	Single
34 Willem	Netherlands	1981	270.0	3	Conv.	2	Portal
35 Theodor-Hoess	Germany	1957	260.0	3	Harp	2	Twins
36 Oberkassel	Germany	1976	257.8	2 (7)	Harp	1	Single
37 Roes-Kalkar	Germany	1967	255.0	3	Harp	2	Twins
38 Save	Yugoslavia	1979	253.7	6	FanStar	2	H
39 末広大橋	Japan (建設公団)	1975	250.0	3	Fan	1	Single
40 Papineau-Leblanc (Montreal)	Canada	1969	240.7	3	Conv.	1	Single
41 かもめ大橋	Japan (大阪府)	1975	240.0	3	Fan	1	Single
42 Kassa	U.Kingdom	1978	240.0	1 (3)	Harp	2	Twins
43 雲雀大橋	Japan (建設省)	1987	240.0	5	Fan	2	A
44 毛見1号線	Japan (和歌山県)	工事中	238.8	2	Fan	2	A
45 電線橋北大橋	Japan (大阪府)	1989	238.0	3	Fan	1	Single
46 Raiffeisen (Neuwied)	Germany	1978	235.2	2 (3)	Fan	1	Single
47 Wye	U.Kingdom	1966	234.7	3	Single	1	Single
48 Hainburg	Austria	1972	228.0	2 (3)	Conv.	2	A
49 New-Langwa	Zambia	1968	222.0	3	HarpStar	2	Twins*
50 六甲大橋	Japan (神戸市)	1976	220.0	3	Fan	2	H
51 かつしかハープ橋	Japan (首都公団)	1987	220.0	2 (4)	Fan	1	Single
52 Longscreak	Canada	1969	217.0	3	Conv.	2	Portal
53 豊田大橋	Japan (大阪府)	1970	216.0	3	Fan	1	A
54 尾道大橋	Japan (本四公団)	1968	215.0	3	Conv.	2	Portal
55 Linz	Austria	1972	215.0	2 (4)	Harp	1	Single
56 Gofshoide	Belgium	1978	210.2	3	Fan	2	Twins
57 Ratan	Australia	1968	205.7	2 (5)	Conv.	2	A*
58 島根に和寺大橋	Japan (大阪府)	1987	200.0	2 (3)	Fan	1	Single

*: 桁下まで伸びた形式 ** : 桁下で絞り形式

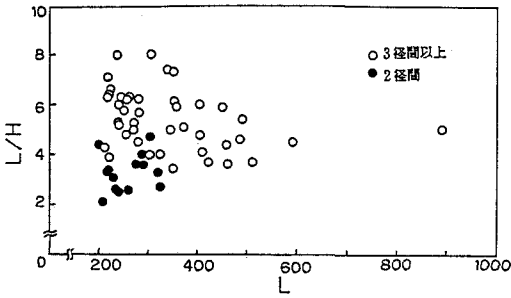


図-1

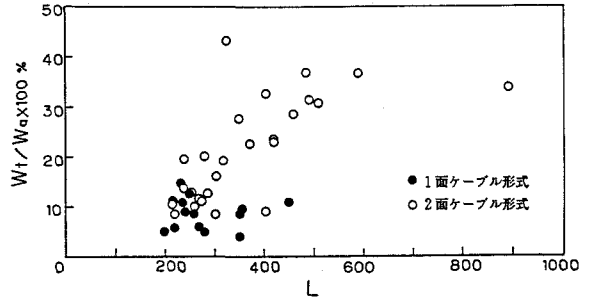


図-2

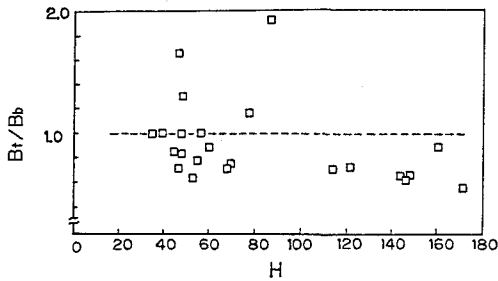


図-3

橋名	荷重の組み合わせおよび荷重係数	所要荷重係数
I橋	$1.3(D+PS+T+SD) + \alpha(i+1)L$	$\alpha_{req} = 2.20$
H橋	$1.1(D+PS) + 1.00(SD+B+T) + \alpha W$	$\alpha_{req} = 1.54$
	$1.1(D+PS) + 1.00(SD+B+T+L) + \alpha BQ$	$\alpha_{req} = 1.54$
	$1.70(D+PS) + \alpha(i+L)$	$\alpha_{req} = 1.70$
Y橋	$1.00(D+PS+T) + \alpha((i+L)/2+BQ)$	$\alpha_{req} = 1.26$
	$1.25(D+PS) + \alpha W$	$\alpha_{req} = 1.26$
	$1.30(D+PS+T) + \alpha(BQ+L)$	$\alpha_{req} = 1.30$
T橋	$1.30(D+PS) + \alpha(i+L)$	$\alpha_{req} = 2.17$
	$1.30(D+PS+T) + \alpha(i+L)$	$\alpha_{req} = 1.30$
	$1.25(D+PS+T) + \alpha W$	$\alpha_{req} = 1.25$
	$1.30(D+PS+T) + \alpha(BQ+L)$	$\alpha_{req} = 1.30$
K橋	$1.70(D+PS+B) + \alpha(i+L), \alpha = 1.7/\sigma_{sl}$ の割増率	$\sigma_{cr} = 1.7\sigma_{cat}$
	$1.36(D+PS+B) + \alpha(i+L+W), \alpha = 1.7/\sigma_{sl}$ の割増率	$\sigma_{cr} = 1.7\sigma_{cat}$

D:死荷重, L:活荷重, T:温度の影響, W:風荷重, i:衝撃, B:架設・製作誤差
PS:バネ力, SD:支点移動の影響, BQ:地震荷重

変断面形状になっている。一方橋軸直角方向は等幅に近い橋梁が多い。

4. 座屈設計調査 わが国の斜張橋主塔の設計において、道示の適用外となる最大支間長が200mを越えるような橋梁に対しては、各公団および自治体が塔の試算設計を実施して設計法の検討を行い、独自の設計基準を設けている。その設計法は、①一般骨組構造設計法、②標準設計法、③特殊設計法の3方式に分類できる(表-1)。②③のように実際の設計に耐荷力照査が採用されたのは1980年代に入ってからであり、この照査に用いる代表的荷重の組み合わせは表-2のようにまとめられる。

表-1

