

斜張橋の剛性による静力学的特性に関する一考察

STATICAL FEATURES OF CABLE-STAYED GIRDER BRIDGES

前田 幸雄*・林 正**・井本 賀章***

By Yukio Maeda, Masa Hayashi and Yoshiaki Imoto

1. 緒 言

斜張橋の静力学的特性に関する研究として、すでに発表した形式による構造特性に関する研究²⁾では、部材の剛性は一定にしたままで構造形式による特性を調べたが、本文では、代表的な 9 形式の 3 径間連続斜張橋について、部材の剛性による静力学的な特性を明らかにした。

研究方法としては、各部材の剛比を無次元パラメータとして参考文献¹⁾に示した弾性方程式に導入し、電子計算機を利用したパラメータ解析を用いた。数値計算においては、塔およびケーブルの剛比を極限の値まで変化させて、斜張橋の静力学的な弾性挙動に及ぼす剛性の影響を調べた。

斜張橋のように多種類の構成部材を有する構造物の設計においては、部材の剛比の選定に苦しむことが多いと思われる。たとえば、斜張橋は主桁をケーブルで補剛した構造形式であるから、その特質を生かすためにはケーブルの剛性を大きくするほうがよい。しかし、それにも限度があるはずであり、適切な剛比の決定には迷うことである。

構造物を合理的に設計するためには、その力学的性状が明らかにされていなければならないが、斜張橋については十分に研究されているとはいえ、参考資料も数少ない。特に、剛性による特性を扱った研究としては、岡内・安藤の研究³⁾があるが資料不足の感がある。このような意味からも、本文に集録した資料が斜張橋の設計の参考資料に加えられるれば幸いである。

2. 研究内容

(1) 研究方法

斜張橋の各部材の剛性による弾性特性を、大型電子計

* 正会員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科

** 正会員 大阪大学助手 同

*** 正会員 工修 日本鋼管(株)重工本部

算機を活用したパラメータ解析によって究明した。すなわち、部材の剛性に関する断面諸量を無次元化したパラメータとして弾性方程式に導入し、これらの値を変化させたときに得られる種々の応力および変形量の特性曲線を描けば、そのパラメータに関する斜張橋の弾性特性を知ることができる。

本文では、次の 4 個の無次元パラメータを用いた。

$\rho_t = h_t/l_0$: 第 t 塔のケーブル取付け高さに関するパラメータ

$\nu_t = E_0 I_0 / E_t J_t$: 第 t 塔の曲げ剛性に関するパラメータ

$\kappa_j = E_0 I_0 / l_0^2 E_j A_j$: 第 j ケーブルの伸び剛性に関するパラメータ

$r_u = \frac{\sum_{j=1,2,5,6} A_j}{\sum_{j=1}^8 A_j}$: 全ケーブルの断面積に対する上

段ケーブルの断面積の比に関するパラメータ

ここに、 h_t は第 t 塔に属する上段ケーブルの塔との取付点の高さ、 $E_t J_t$ は第 t 塔の曲げ剛性、 $E_j A_j$ は第 j ケーブルの伸び剛性を表わす。また、 l_0 、 $E_0 I_0$ は基準長さおよび基準剛度で、本文では主桁の全長および曲げ剛性を選んだ。

(2) 研究項目

本文では、次の 3 項目について斜張橋の剛性による静力学的弾性特性を調べた。

- ① 塔の曲げ剛性による特性 (ν_t に関する特性)
- ② ケーブルの伸び剛性による特性 (κ_j に関する特性)
- ③ 上・下段ケーブルの断面積比による特性 (r_u に関する特性)

研究項目①では、斜張橋の各部材に生じる応力と変形とに及ぼす塔の曲げ剛性の影響を調べる。項目②では、全ケーブルの断面積を変化させた場合の影響を、項目③では項目②とは逆に、全ケーブルの断面積の総和を一定にしたままで、上・下段ケーブルの断面積の比を変化させた場合の影響を明らかにする。このとき、4 本の上段

ケーブル（および下段ケーブル）は、同一断面を有するものとする。

(3) 計算例 (INPUT DATA)

a) 構造形式

研究の対象とした斜張橋は、2基の塔と8本のケーブルを有する対称な形である。主桁は等断面の3径間連続桁で、その径間比は1.0:2.5:1.0とした。

基本形式¹⁾としては、全ケーブルを塔上で固定支持した A₁₋₁、A₃₋₃、B'₁₋₁-type の3形式を用いた(図-1)。

ケーブルの張り方は、図-2 に示したような Radial, Harp, Star-type の3形式とした。したがって、計算した斜張橋の構造形式は、図-1 と 2 を組合わせた9形式となる。A₁₋₁-type と図-2 の形式を組合わせた場合には、

$$R.A_{1-1}, H.A_{1-1}, S.A_{1-1}$$

のような記号で表わした。

ケーブルの主桁支持位置は、主桁格点番号(図-3)を用いて表-1 に示した。

b) 無次元パラメータ

数値計算において用いた無次元パラメータの値は、各研究項目に対して表-2 のごとき組合わせを考えた。

表には非実用的な値を含んでいるが、これはそのパラ

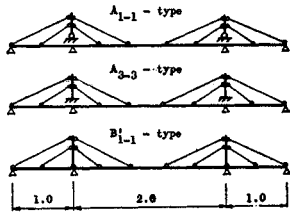


図-1 基本形式

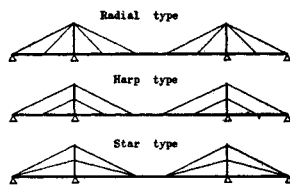


図-2 ケーブルの張り方

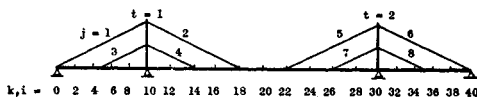


図-3 部材番号と主桁格点番号

表-1 ケーブルの主桁支持位置の格点番号

Cable No.	1	3	4	2	5	7	8	6
R. H-type	0	5	14	18	22	26	35	40
Star-type	0	0	18	18	22	22	40	40

表-2 各研究項目において用いた無次元パラメータの値

①	$\rho_t=0.1$ $\nu_t=0, 0.1, 1, 10, 100, 1000$ $\kappa_j=10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$
②	$\rho_t=0.1$ $\nu_t=10$ $\kappa_j=0, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 2 \times 10^{-4}, 3 \times 10^{-4}, 10^{-3}, 3 \times 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 1$
③	$\rho_t=0.1$ $\nu_t=10$ $\Gamma=10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}$ $r_u=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0$

メータに関する極限の性状を知るためであって、数値計算においては、部材の破断や屈座などの現象を考慮していない。

表-2 において用いた記号 Γ は、全ケーブル断面積の平均値に関する値であって、

$$\Gamma^{-1} = \frac{1}{8} \sum_{j=1}^8 \kappa_j^{-1}$$

なる関係がある。研究項目 ①, ② においては、全ケーブルの断面積を同一としたから、

$$r_u=0.5, \Gamma=\kappa_j (j=1, 2, \dots, 8)$$

となる。

参考のために、わが国の著名な斜張橋^{4), 5)}について、一般図と無次元パラメータの値を本文の終りに示した。

c) 荷重データ

主桁に載荷した荷重としては、主桁を40分割した格点に単位集中荷重 $P_i=1$ を作用させた場合と、図-4 に示したような7種類の単位等分布荷重 $w=1$ を用いた。これらを次のような記号で表わす。

$$P-1, L-0, L-1, \dots, L-6$$

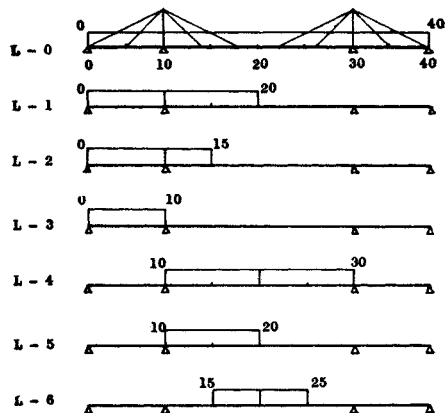


図-4 等分布荷重の種類

(4) 計算結果 (OUTPUT DATA)

a) 計算値

各形式の斜張橋について、前述の荷重に対する次の10種類の値を算出した。

- ① ケーブル張力の鉛直成分 V_j ($j=1, 2, \dots, 8$)
- ② ケーブル張力 X_j ($j=1, 2, \dots, 8$)
- ③ 塔基部の曲げモーメント M_t ($t=1, 2$)
ただし、 A_{1-1} -type では塔の midpoint における値。
- ④ 塔基部の軸力 N_t ($t=1, 2$)
- ⑤ 塔頂の水平変位 L_t ($t=1, 2$)
- ⑥ 塔の部材回転角 β_t ($t=1, 2$)
ただし、 A_{3-3} -type は除く。
- ⑦ 主桁の支点反力 R_n ($n=0, 10, 30, 40$)
- ⑧ 主桁の軸力 N_k ($k=0, 1, 2, \dots, 40$)
- ⑨ 主桁の曲げモーメント M_k ($k=0, 1, 2, \dots, 40$)
- ⑩ 主桁のたわみ δ_k ($k=0, 1, 2, \dots, 40$)

b) 特性曲線

計算結果を図示するために、縦座標には種々の荷重による部材の断面力または変形量をとったが、集中荷重による場合には最大の影響値を示した。主桁に関する値では、特に着目断面を指示しない限り、全格点における最大値または最小値を用いた。また、塔の曲げモーメントは、その絶対値を示した。これらを、

$$\max V_j, \max M_k, \min M_k, |M_t|$$

などの記号で表わした。

3. 剛性による力学的弾性特性

すべての計算結果を示すことはとても不可能なことから、資料はほんの一部のみを示し、興味ある特性を要約して箇条書きにした。

(1) 塔の曲げ剛性による特性

塔の曲げ剛性による影響は、塔に関しては当然著しいが、主桁およびケーブルに関しては比較的少ないといえる。

塔の剛性が主桁の剛性の $1/10$ ($\nu_t=10$) のときには、本文で扱った3基本形式の斜張橋はよく似た力学的性状を示し²⁾、さらに塔の曲げ剛性の値が小さくなると、3基本形式はまったく同じ弾性挙動を示すようになる。

また、Radial と Star-type とでは影響は少なく、Harp-type で最もよく現われる。特に、 $R.A_{1-1}$ と $S.A_{1-1}$ -type では、塔の曲げ剛性は理論的に影響しない。

塔の曲げ剛性による特性は、ケーブルの剛性 (κ_j) を変えても同じような傾向であるので、グラフはすべて $\kappa_j=10^{-4}$ の場合を示した。

まず、塔の曲げモーメントについては (図-5)

a) $H.A_{1-1}$ と B'_{1-1} -type とでは、塔に関して対称な位置に荷重が載荷された場合には、 ν_t の影響は現われにくい。 A_{3-3} -type では Radial, Harp, Star-type と同じような傾向を示し、塔の剛性にほぼ比例するような

大きな曲げモーメントが生ずる。

ケーブル張力の鉛直成分については (図-6, 7)

b) すべての形式において、荷重が塔に関して対称な位置にある場合には、塔の曲げ剛性の影響は少ない。

c) 影響がよく現われるのは、Harp-type の下段ケー

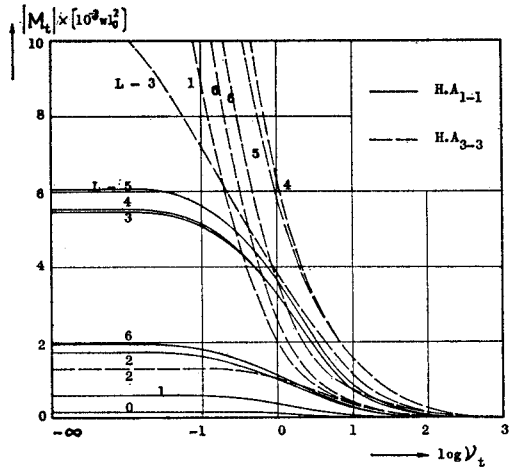


図-5 第1塔曲げモーメントの ν 特性曲線

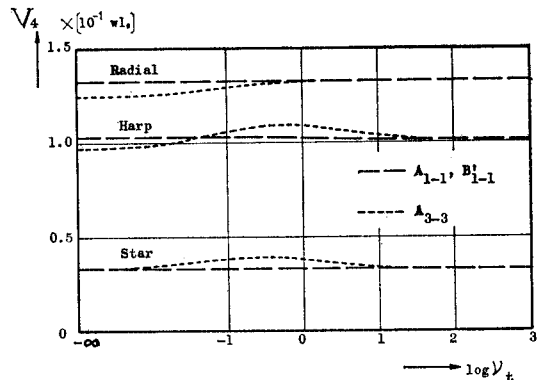


図-6 第4ケーブル張力鉛直成分の ν 特性曲線 (L-0)

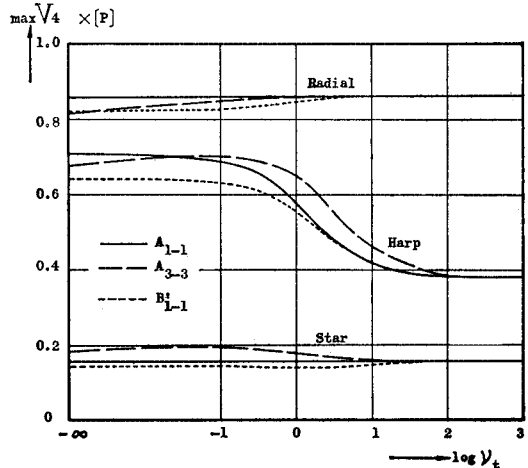


図-7 第4ケーブル張力鉛直成分の ν 特性曲線 (P-1)

ブル（第3, 4 ケーブル）で、上段ケーブルでは少ない。
したがって、主桁の曲げモーメントについて、次のようなことがいえる（図-8~11）。

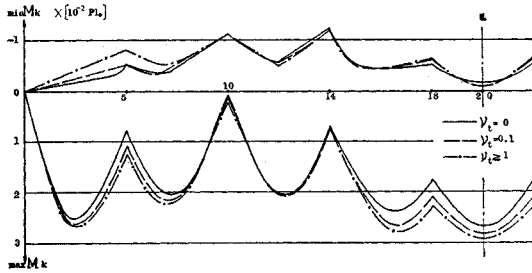


図-8 主桁の最大・最小曲げモーメント図 (R.A.3-3; P-1)

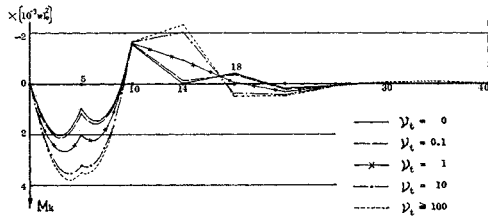


図-9 主桁の曲げモーメント図 (H.A.1-1; L-3)

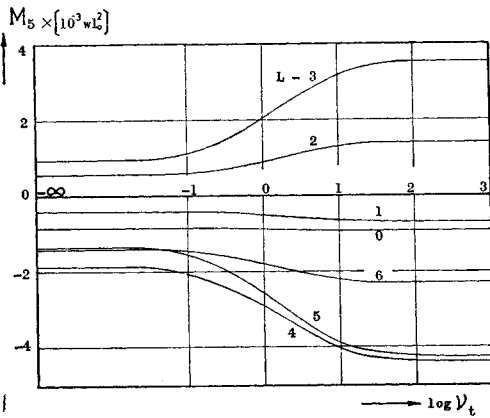


図-10 格点5の主桁曲げモーメントの ν 特性曲線 (H.A.1-1)

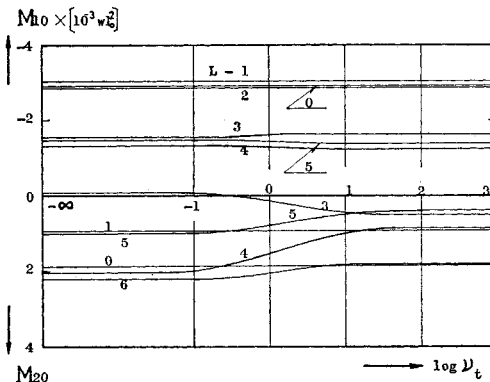


図-11 格点10と20の主桁曲げモーメントの ν 特性曲線 (H.A.1-1)

d) ν_t の影響は各基本形式とも Harp-type において最も著しく、Radial と Star-type ではわずかである。

e) 荷重位置が塔に関して対称なときには、H.A.1-1 と B'1-1-type では ν_t の影響はほとんど認められない。

f) 荷重位置が塔に関して非対称なときで、かつ、 $\nu_t = 0.1 \sim 10$ のときに ν_t の値による影響が認められる。

g) ν_t の影響がよく現われる断面は、下段ケーブルの主桁支持点 ($k=5, 14$) 付近であり、 ν_t の値により 2~3 倍増減する。

断面 10 および 20 では、 ν_t の影響は少ない。

主桁と塔の軸力については

h) H.A.1-1 と B'1-1-type では塔の剛性の影響はほとんどない。A.3-3-type では、 ν_t の値の増加とともに軸力も大きくなるが、 ν_t の値が 3 以上になると影響しなくなる。

(2) ケーブルの伸び剛性による特性

ケーブルの伸び剛性による影響は、すべての部材において顕著に現われる。ケーブルの剛性のある有限の値まで大きくすると、斜張橋の弾性挙動は極限の状態に達して、それ以上剛性を大きくしても影響しなくなる。

また、各基本形式における特性には、大きな相違点はない。

ケーブル張力の鉛直成分については（図-12, 13）

a) Radial と Harp-type の第4 ケーブルでは、 $\kappa_j = 3 \times 10^{-4}$ のときに最大値を示すこともあるが、一般に剛

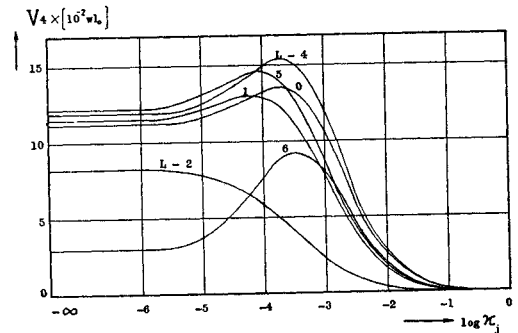


図-12 第4ケーブル張力鉛直成分の κ 特性曲線 (R.A.1-1)

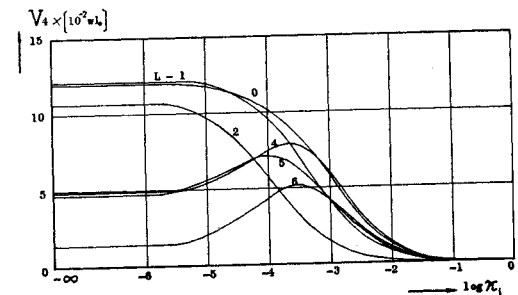


図-13 第4ケーブル張力鉛直成分の κ 特性曲線 (H.A.1-1)

性の低下とともに張力も減少する。

塔の曲げモーメントについては (図-14, 15)

b) 斜張橋の形式および荷重により多少異なるが、ケーブルの剛性がかなり低い ($\kappa_j = 10^{-3} \sim 10^{-2}$) のときに最も大きな値が生じる。また、 κ_j の値が 10^{-5} より小さくなると、モーメントは一定値となる。

主桁の曲げモーメントについては (図-16~19)

c) ケーブルの剛性の変化に対する曲げモーメントの変化の割合は、 $\kappa_j = 10^{-4} \sim 10^{-2}$ のときに最も大きい。また、 $\kappa_j < 10^{-5}$ のときには、モーメントはほとんど変化しない。

d) $\kappa_j = 10^{-3}$ のときに、斜張橋の主桁の曲げモーメン

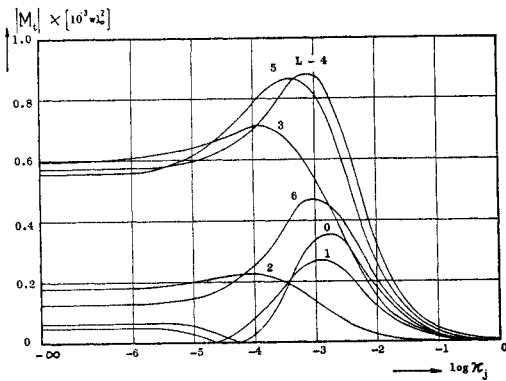


図-14 第1塔曲げモーメントの κ 特性曲線 (H.A₁₋₁)

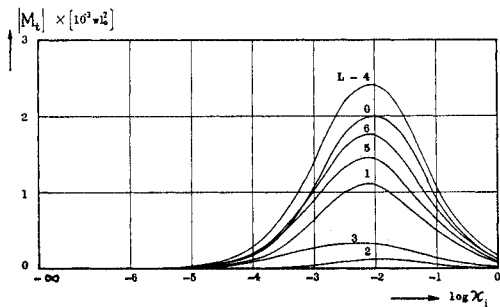


図-15 第1塔曲げモーメントの κ 特性曲線 (R.A₃₋₃)

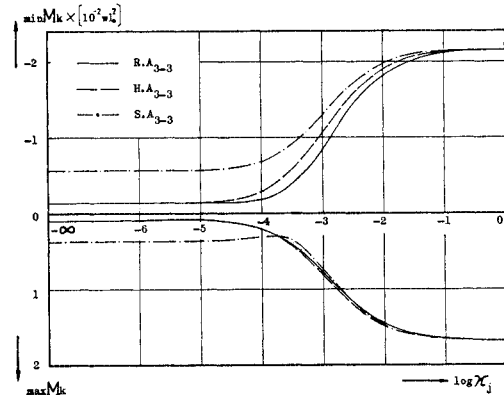


図-16 主桁曲げモーメントの κ 特性曲線 (L-0)

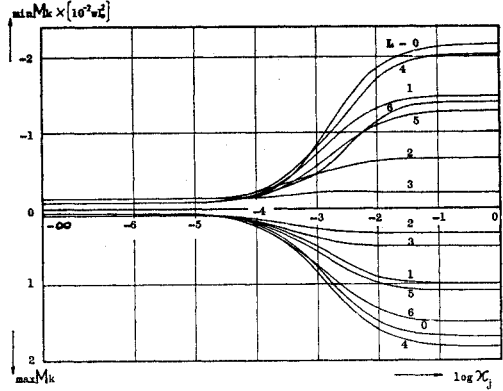


図-17 主桁曲げモーメントの κ 特性曲線 (R.A₁₋₁)

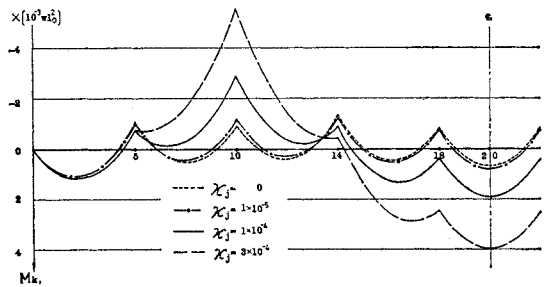


図-18 主桁の曲げモーメント図 (H.A₃₋₃; L-0)

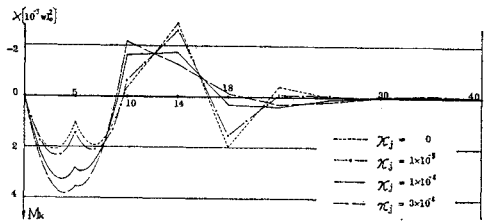


図-19 主桁の曲げモーメント図 (H.A₃₋₃; L-3)

トは基本系である3径間連続桁の値の半分以下に減少する。

主桁および塔の軸力については

e) $\kappa_j = 10^{-5} \sim 10^{-2}$ の間で、ケーブルの剛性が増加するにつれて一様に増加する。

(3) 上・下段ケーブルの断面積比による特性

本節でも、塔の曲げモーメント以外は各基本形式とも同じ傾向を示した。

ケーブル張力の鉛直成分について (図-20)

a) Radial と Harp-type では、ケーブルの総断面積が大きい場合 ($\Gamma = 10^{-5}$) には、 $r_u = 0.2 \sim 0.8$ の間では特性曲線はなだらかになる (図-20)。このことは、他のケーブルおよび荷重についてもいえるので、 $\Gamma = 10^{-5}$ のときには、上・下段ケーブルの断面積比を変えても諸応力には大して影響しないことを意味する。

塔の曲げモーメント (図-21, 22)

b) A₁₋₁ および A₃₋₃-type では、ケーブルの張り方

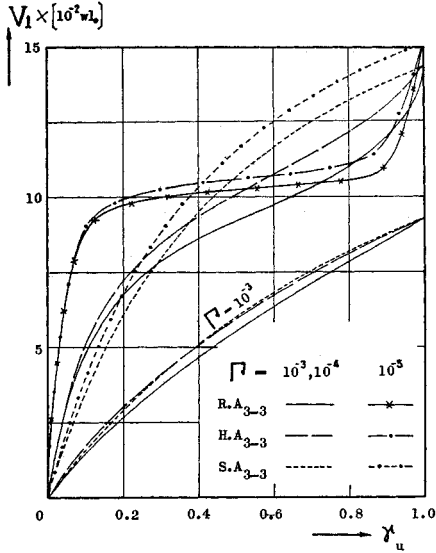


図-20 第1ケーブル張力鉛直成分の γ 特性曲線 (A₃₋₃; L-0)

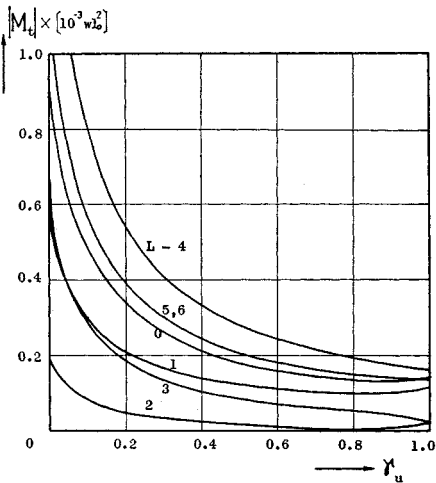


図-21 第1塔曲げモーメントの γ 特性曲線 (R.A₃₋₃; $\Gamma=10^{-4}$)

と荷重位置によらず、 r_u が増加するにつれて曲げモーメントは減少する。

B'₁₋₁-type では、荷重により多少異なるが、 $r_u=0.3 \sim 0.7$ のときにモーメントは最小になる。そして、その絶対量は、他の2形式に比べてずっと小さい。

主桁の曲げモーメント (図-23~27)

e) $\Gamma=10^{-5}$ と 10^{-3} の場合には、種々の荷重に対しても図-23 のような傾向を示す。

$\Gamma=10^{-4}$ のときには、荷重により特性曲線の形状も変わる (図-24, 25)。

d) 主桁の各断面における影響は、Radial と Harp-type では同じような傾向である (図-26, 27)。

e) Star-type では、荷重および Γ の値によらず、 r_u

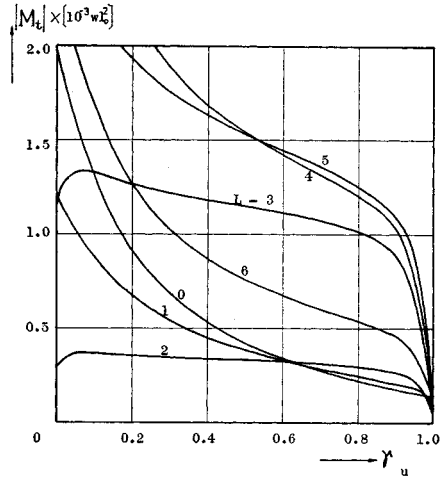


図-22 第1塔曲げモーメントの γ 特性曲線 (H.A₃₋₃; $\Gamma=10^{-4}$)

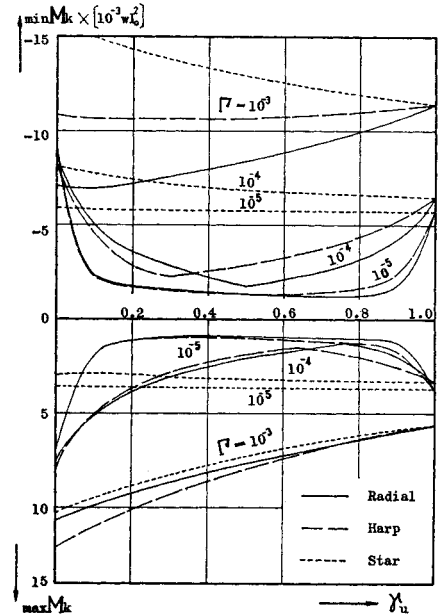


図-23 主桁曲げモーメントの γ 特性曲線 (A₃₋₃; L-0)

の値が大きいほどモーメントの絶対量は減少する。

主桁の軸力については

f) Radial-type ではほとんど影響しないが、Harp と Star-type では r_u の増加につれて減少する。

4. 静力学的特性に関する考察

主桁の径間比が 1.0:3.0:1.0 の場合についても数値計算を行なったので、これらの資料を加えて斜張橋の静力学的特性を考察してみる。

主桁の径間比が変わっても、力学的特性はほとんど変

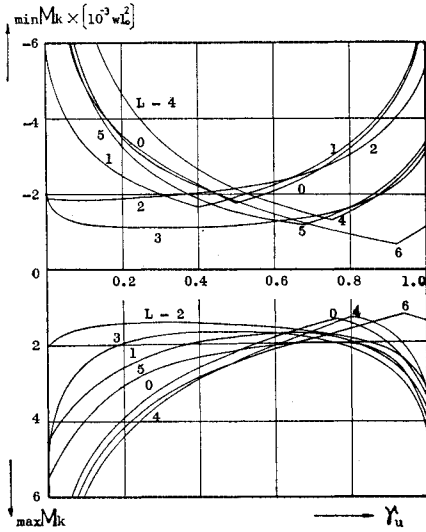


図-24 主桁曲げモーメントの γ 特性曲線 (R.A₁₋₁; $\Gamma=10^{-4}$)

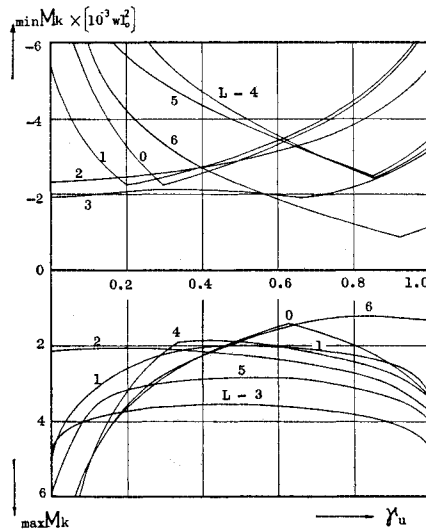


図-25 主桁曲げモーメントの γ 特性曲線 (H.A₁₋₁; $\Gamma=10^{-4}$)

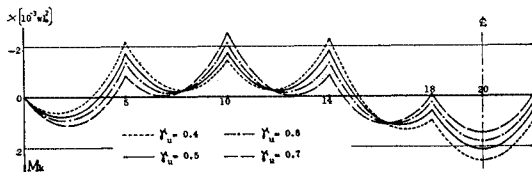


図-26 主桁の曲げモーメント図 (R.A₁₋₁; L-0; $\Gamma=10^{-4}$)

わらない。もちろん個々の計算値は異なるが、最も影響が現われたのは H.A₁₋₁-type の塔の曲げモーメントである。すなわち、ケーブルの配置が塔に関して非対称になったために、塔に関して対称な荷重に対しても ν_2 の影響が大きく現われるようになった。

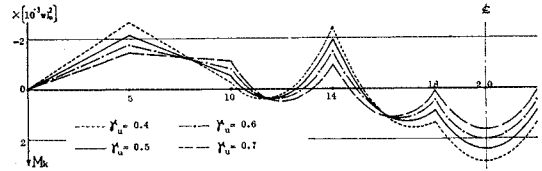


図-27 主桁の曲げモーメント図 (R.A₁₋₁; L-4; $\Gamma=10^{-4}$)

本文の計算結果と構造特性に関する研究結果²⁾とから、斜張橋の静力学的性状に最も大きく影響するのはケーブルに関する諸条件であるといえる。まず、ケーブルの剛性については、一般に剛性の大きいほど主桁と塔の曲げモーメントは減少する。しかし、あまりケーブルを太くしても意味がないことはすでに指摘したが、この限界値は $\kappa_j=3 \times 10^{-5}$ ぐらいと判断される。

さて、全ケーブルについて一番大きな張力が生じるのは、荷重 L-0 が作用するときである。そこで、このときすべてのケーブルの応力度がほぼ等しくなるような κ_j の値を求めてみると、 $r_u=0.5$ のときには Radial-type で $\kappa_j=\Gamma \approx 2 \times 10^{-4}$ 、Harp-type で $\kappa_j=\Gamma \approx 1 \times 10^{-4}$ となった。Star-type では、つねに上段ケーブルの応力度が下段ケーブルの 1.6~1.8 倍になる。特に、計算例で扱った S.A₁₋₁-type では、上・下段ケーブルの応力度の比が剛比や荷重とは無関係に決まる。すなわち、

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_l} = \frac{h_l}{h_u} \times \left(\frac{\sin \alpha_u}{\sin \alpha_l} \right)^2$$

ここに、 h_u, α_u は上段ケーブルの塔との取付け高さやケーブルの傾斜角を、 h_l, α_l は下段ケーブルのそれらの値を表わす。本文の計算例では、上式の値は 1.7474 になる。

こんどは逆に、すべてのケーブルの応力度が等しくなるような r_u の値を求めると、 $\Gamma=10^{-5}$ と 10^{-4} のときには、Radial-type で $r_u \approx 0.6$ 、Harp-type で $r_u \approx 0.5$ 、 $\Gamma=10^{-3}$ のときには、それぞれ約 0.5 と 0.4 であった。また、主桁の径間比が 1.0:3.0:1.0 のときには、Radial, Harp-type とともに $\Gamma=10^{-4}$ のときに $r_u \approx 0.6$ である。

図-24、25 の特性図からは適正な上・下段ケーブルの断面積比は決めたいが、上述のことより、Radial-type で $r_u=0.6 \sim 0.7$ 、Harp-type で $r_u=0.5 \sim 0.6$ ぐらいが適当ではなからうかと思われる。なお、Radial-type では、荷重 L-4 による場合も考慮して、第1ケーブルを一番太くするべきである。

次に、ケーブルの張り方と部材の剛性との関連性を調べてみる。Radial-type では、ケーブルの剛性を増せばどのような荷重に対しても主桁の曲げモーメントは全径間にわたって減少する。しかし、Harp-type では塔に関して非対称な荷重が作用する場合には、ケーブルの剛

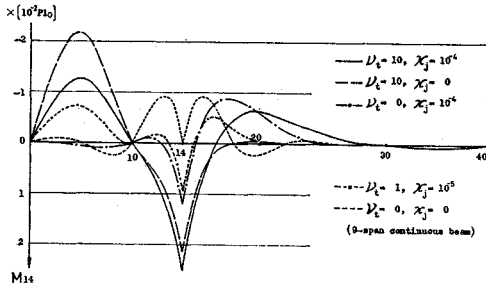


図-28 格点 14 の主桁曲げモーメント影響線 (H.A.3-3)

性を増しても主桁のモーメントは必ずしも減少しない(図-19)。

たとえば、 $\nu_2=10$ のときにケーブルの剛性のみを大きくしても、第4ケーブルの主桁支持点($k=14$)では、その格点上に作用する荷重に対しては効果なく(図-28)、端径間に作用する荷重により大きな負モーメントが生じるようになる(図-19)。また、格点18でも大きなモーメントが生じる。これは、塔の曲げ変形によってケーブルの上端が動くためである。むしろ、ケーブルの剛性よりも塔の曲げ剛性を大きくするとモーメントは一樣に減少する(図-9, 28)。したがって、Harp-typeにおいて主桁の曲げモーメントを減少させるには、ケーブルの剛性ととも塔の剛性も大きくしなければ十分な効果は現われない。ところが一方、塔の剛性を大きくすれば塔に生ずる曲げモーメントも大きくなる(図-5)。

このような力学的性状から、Harp-typeを採用する場合には塔の剛性を大きくすることよりも、西ドイツのKnie橋のように各段のケーブルの一方をそれぞれ不動点に定着するほうが効果がある。さらに、ケーブルを塔に関して対称形に張り、かつ、最上段以外のケーブルを塔上で滑動支持にして塔の曲げモーメントの減少をはかるのがよい。

以上のことより、部材の剛性とケーブルの張り方について、次のようなことがいえる。

① 塔の曲げ剛性については、RadialとStar-typeでは塔の耐荷力を考慮したうえで、なるべく剛性を小さくするほうが経済的である。Harp-typeでは、塔と主桁の曲げモーメントの増減を考慮して適正な剛度を決定する必要がある。

② ケーブルの剛性については、 κ_j の値が 10^{-4} 以下になるとケーブルの断面積を増してもその効果は現われにくくなる。

③ 上・下段ケーブルの断面積比については、Radial-typeでは上段ケーブルの断面積が下段ケーブルの1.5~2.0倍程度、Harp-typeでは同じぐらいか、やや上段ケーブルを太くするほうがよいと思われる。Star-typeは下段ケーブルを用いる意味がなく、上段ケーブルを太

くするほうがよい。

④ ケーブルの張り方については、なるべく塔に関して対称形に張るのが望ましい。

⑤ ケーブルを塔頂付近に集めると、主桁を支持する効果が良くなり、かつ、塔の曲げモーメントも減る。

⑥ ケーブルと塔との取付点の変位を少なくするように工夫する。それには、ケーブルの一端を不動点に定着させるのがよい。また、Maracaibo橋に用いられているようなA-typeの塔を採用するのもよいであろう。

5. 結 語

本文では、数百橋の斜張橋についての数値計算の結果から、斜張橋の静力学的な弾性挙動に及ぼす部材の剛性の影響を定量的に明らかにした。その結果、部材の剛性に関するパラメータの値が、 $\nu_2=1\sim 10$ 、 $\kappa_j=10^{-4}\sim 10^{-3}$ のときには、剛比のわずかな変化が諸応力および変形量に敏感に影響する。また、これらの値が実橋においてよく用いられている値に近いことを考えれば、各部材の剛比の決定には十二分に注意する必要がある。

この点に関し、実橋に用いられているケーブルは、一般的に剛性がまだ低すぎると思われる。力学的には、もっとケーブルの断面積を増加すれば主桁の曲げモーメントは減少する。このとき増大する主桁の圧縮軸力は、ケーブルを橋台または橋脚にアンカーすることにより、少なくすることができる⁶⁾。さらに追究すれば、これは最適設計の問題となり、今後の研究によらざるをえない。ただ、今後の斜張橋の設計においては、主桁の剛性を減らしてもっと柔な構造物にすべきであると考えている。

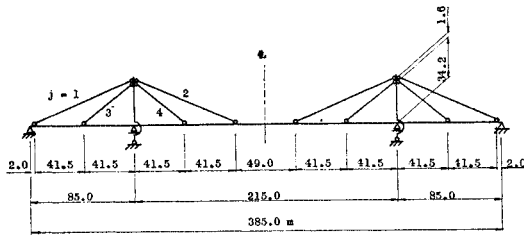
通常、設計においては数回の試算を繰り返す必要があるが、参考文献1)で示した計算式は演算時間がきわめて短いので、このような比較設計を行なう場合には便利な式であるといえよう。

数値計算には、大阪大学大型計算機センターのNEAC 2200-M 500と京都大学大型計算機センターのFACOM 230-60を用いた。計算時間は、FACOMを使用した場合、1橋につき5~6秒であった。

参 考 文 献

- 1) 前田・林：任意な形状の斜張橋の解析，土木学会論文集，第160号，昭和43年12月
- 2) 前田・林：3径間連続桁を基本系とする斜張橋の形式による静力学的構造特性に関する研究，土木学会論文報告集，第175号，昭和45年3月
- 3) 岡内・安藤：斜張橋の特性に関する二、三の考察，第22回年次学術講演会講演概要，昭和42年5月
- 4) 日本道路公団：尾道大橋設計計算書(1968)
- 5) 近藤他5名：豊里大橋，三菱重工技報，Vol. 7, No. 7, 1970
- 6) 前田・林・迫田：斜張橋の応力調整に関する二、三の考察，第25回年次学術講演会講演集，昭和45年11月

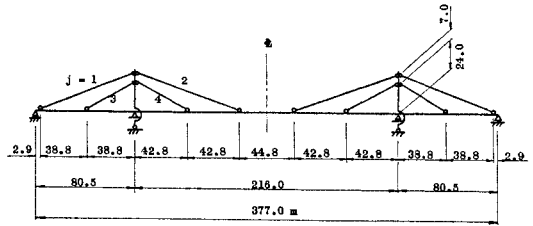
参考資料



附図-1 尾道大橋一般図 (R.A₁₋₁-type)

附表-1 尾道大橋に関する無次元パラメータの値

Main Girder	span ratio=1.0 : 2.529 : 1.0				
Tower	$\rho_u=0.0930, \rho_l=0.0888, \nu_l=10.26$				
Cable	No.	1	2	3	4
	ϵ_j	1.326×10^{-4}	1.494×10^{-4}	2.218×10^{-4}	2.055×10^{-4}
	r	$r_u=0.606$		$r_l=0.394$	



附図-2 豊里大橋一般図 (R-H.A₁₋₁-type)

附表-2 豊里大橋に関する無次元パラメータの値

Main Girder	span ratio=1.0 : 2.683 : 1.0				
Tower	$\rho_u=0.0822, \rho_l=0.0637, \nu_l=10.68$				
Cable	No.	1	2	3	4
	ϵ_j	1.472×10^{-4}	1.742×10^{-4}	1.962×10^{-4}	1.962×10^{-4}
	r	$r_u=0.572$		$r_l=0.428$	

(1970. 7. 3・受付)
(1971. 8. 18・再受付)