

ゲルバー形式の斜張橋の静力学的特性について

大阪大学工学部 正員 前田 幸雄

大阪大学工学部 正員 林 正

大阪大学大学院 学生員 〇井 本 賀 章

1. まえかき 一般に斜張橋は多次不静定な構造物であるため支点沈下の影響を敏感に受けるが、主桁をゲルバー桁とする事により外的に静定な構造物となり、この影響が少なくなる。本研究は、文献¹⁾の弾性方程式を用い、特定な形状のゲルバー形式斜張橋について数値計算を行ない、その静的な弾性特性を追究したものである。

2. 計算例 数値計算を行なった斜張橋の一般

図を図-1に示す。基本主桁は等断面の3径間ゲルバー桁で、ヒンジは中央径間に設けて吊桁を有する形式とした。8本のケーブルは主桁を等間隔で支持し、その張り方はRADIAL, HARP, STAR-Typeの3形式とした。また、与えた断面諸元は、 $U_0 = E_0 I_0 / E_c I_c = 10$; $X_0 = E_0 I_0 / l_0^2 E_c A_c = 10^{-4}$; $\rho = h / l_0 = 0.1$ である。研究内容は $A_{1,2}$ 及び $A_{3,4}$ -Type の斜張橋についてヒンジの位置を種々に変化させて、その影響を調べた。本文中の記号については文献¹⁾を参照されたい。

(1). ヒンジの位置による比較. ここではRADIAL $A_{3,4}$ -Type について調べる。図-2から言う事は、主桁の曲げモーメント及びたわみに関してはヒンジの位置を $k=14, 26$ に設けるのが良いと思われる。中央径間にヒンジを有するゲルバー桁でも通常この位置近くにヒンジを設けるようである。この事をヒンジの位置が $k=14, 26$ の場合を基準として考察してみる。まず、ヒンジを中央点 20 に向って設けるに従い、各諸量の絶対値は大きくなる。このことは張出部が長くなるに従って、その部分のたわみが増大し、この影響がそのまま各部材に大きな応力を生じさせる事になる。しかし $k=18, 22$ にヒンジを挿入した時には

$k=16, 24$ の場合の値よりも小さな値になる。これは張出部の先端をケーブルで支持して、そのたわみを減少させたたわみであって(図-4)、この場合には斜張橋は1基の塔に対して一つの構造系を構成するようになり、特定の荷重以外には斜張橋全体としての荷重分配は行なわれない。逆にヒンジが中間支点の近くに来た場合、中間支点上に大きな負モーメントが生じる事がある。これらの事より

図-1. 一般図

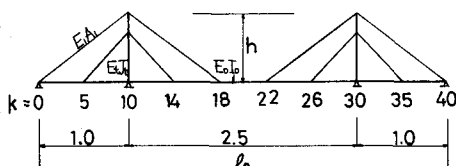


図-2. 主桁の最大・最小曲げモーメント図

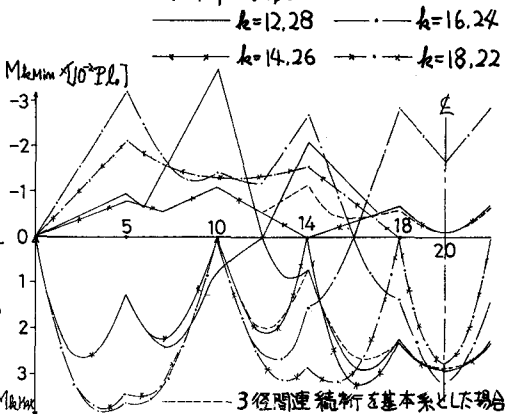
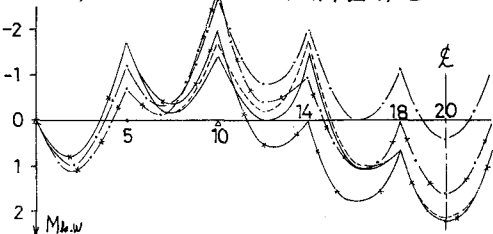


図-3. 全載等分布荷重による主桁曲げモーメント図



ヒンジ位置において主桁をケーブルで支持する
等により張出部のたわみはかなり低減され、各
部の応力調整が有効に行なわれる。次に塔基部
の曲げモーメントに関しても、ヒンジの位置が
 $k=14, 26$ の場合、小さな値を示す。以上の事は
他の形式、すなわち A_{3-4} , A_{4-3} , A_{4-4} , & $A_{1,2}$
-Type でかつケーブルを RADIAL 又は HARP-Type
に張った場合についても同様の事が言える。

(2). 形式による比較 最適ヒンジ位置と思
われる $k=14, 26$ の場合について考える。

RADIAL-Type と HARP-Type を比べた場合、主桁の断面諸量に関しては側径間では約2倍
以上の差を示し、又中央径間では両者の差は大きくないので RADIAL-Type の方が有利であ
る。STAR-Type では張出部のたわみが非常に大きくなるので、この形式の斜張橋は実用的
ではないと思われる。ケーブルを1本でも滑動支持にすれば、各形式による差はあまり顕
著ではなくなり、特に RADIAL-Type の場合には全ケーブル固定支持と比べ非常に不利になる。
 $A_{1,2}$ -Type についてもほぼ同様の傾向を示し、RADIAL $A_{1,1}$ -Type が最も望ましい形式となる。
次に RADIAL $A_{1,1}$ と A_{3-3} を比べた場合、主桁の断面諸量に関してはほとんど差は認められな
いか、ケーブルを滑動支持にした場合には塔基部を固定した A_{3-4} -Type の方がいくらか有利
になる。また $\delta_{k, max}$ の値を 3×10^5 すなわちケーブル断面積を約 3.3 倍にした場合、主桁のたわみ
は半減され、主桁の断面諸量はかなり低減される。

3. 基本系を3径間連続桁とした斜張橋との比較、 ヒンジ位置が $k=14, 26$ である A_{3-3}
-Type と基本系を3径間連続桁とした場合とを比べた場合、側径間においては主桁の曲げ
モーメントはあまり差が表われないうち中央径間では、ヒンジの近くを除いて、10~20%程度
3径間連続桁とした方が減少する。主桁のたわみについてもほぼ同様の事が言える。また
全載等分布荷重による主桁曲げモーメントに関してはあまり優劣はないが、ヒンジの位置
を $k=12, 28$ とした場合にはガルバー形式の方がやや優利になる。

4. 結論 以上の考察から次のような事が言える。①ヒンジの位置を適当に配置した
斜張橋では基本系を連続桁としてもガルバー桁としてもその作用応力には大差がない。し
かし変形に関してはガルバー形式の方が8%程度大きくなる。②ヒンジの位置は格点番号
 $k=14, 26$ に設けるのが最適と思われる。一般的にケーブルの主桁支持点に設定するのがよ
い。③斜張橋の基本形式は全ケーブルを固定支持にした場合には、 $A_{1,1}$ と A_{3-3} とは主桁に
関しては差が認められないが塔基部の曲げモーメントを考慮すれば $A_{1,1}$ -Type が優れてい
る。ケーブルを滑動支持にした場合には A_{3-3} -Type の方が優利である。いずれの形式でも
ケーブルは固定支持にするのが望ましい。④ケーブルの張り方は、3形式のうちではやは
り RADIAL-Type が優れており、STAR-Type は経済上極めて不利になる。

本研究により吊桁を有する斜張橋も静力学的にはその使用性を認める事が出来る。

参考文献：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

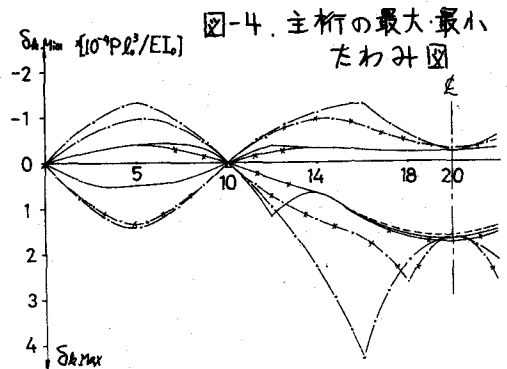


図-4. 主桁の最大・最小
たわみ図