

架設系吊橋の立体変形に係る諸問題について

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 O 西村宣男

1. まえがき 関門橋や平戸大橋の建設、および本州四国連絡橋の建設計画を通じて、架設系吊橋の平面解析用プログラムが各方面において開発され、架設系吊橋の橋軸を含む鉛直面内の構造特性が検討され、その成果が発表されている。しかしながら架設系の立体構造特性に関する情報は極めて乏しい。架設系吊橋においては、以下のような項目に関する立体変形が、強度設計、品質管理、および作業保安上の問題点として検討されなければならないように思われる。1) 架設系に橋脚重が作用したときの弦材・横構応力、2) 架設機材の偏心載荷、逐次剛結工法における吊材引込力のアンバランス、あるいはブロッツ工法における吊込み力のアンバランスなどによる既架設補剛トラスの部材応力、3) 架設誤差部材長誤差の立体的影響、4) 架設系の固有振動特性。これらのうち1)項目は前回発表した。今回は2), 3)項目について数値計算により考察を加えるが、紙面の都合上3)項目を中心とする。なお、数値計算には著者らの開発したブロッツ変形法による汎用プログラム¹⁾を使用した。

2. 部材長誤差のモード化 吊構造各部材の部材長誤差の取扱い方法について述べる。単一部材の部材長誤差特性は誤差が正規分布し、平均値が0、標準偏差1mm程度であることが報告されている。²⁾

1) 弦材 : 吊構造は4本の弦材を含んだ直方体ユニットで構成されるものとする。その内の1本に $\Delta\lambda$ なる部材長誤差が含まれる場合、着目部材の両端節点に部材軸方向に次式で与えられる付加力 F^c を作用させる。 $F^c = \Delta\lambda EA_c / \lambda$ ここで λ : パネル長(弦材長)
 A_c : 弦材断面積。付加力 F^c は鉛直面内変形ばかりでなく立体変形も引起す。そこで図1に示すように F^c を4つの一般化力に対応したモードに分解すると f_a, f_b は鉛直面内変形を引起し、 f_c, f_d は立体変形を引起す外力となっている。そこで単独に F^c を作用させるのではなくて成分 f_a, f_b, f_c, f_d および f_d を個々に作用させて、部材力や変形に与えるモードの要因分析を行なう。

2) 主構斜材 : 斜材の部材長誤差 Δd の影響は部材両端の節点に鉛直付加力 V^d および水平付加力 H^d を作用させたときの变形と応力と評価できる。 $V^d = \Delta d EA_d \lambda / d^2$, $H^d = \Delta d EA_d \lambda / d^2$, d : 斜材長, A_d : 斜材断面積。この付加力も、鉛直面内変形を引

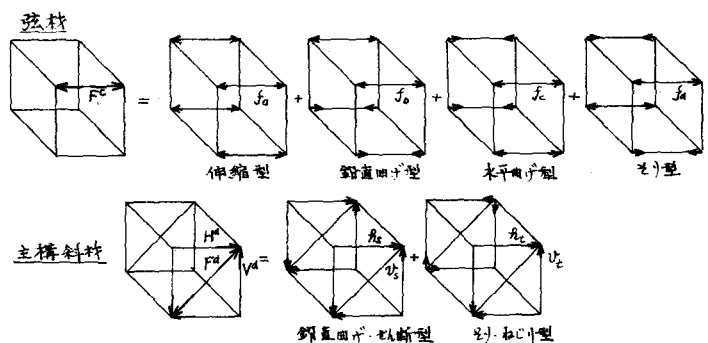


図1 弦材および斜材の部材長誤差評価のための外力のモード分解

起す r_s, r_b と面外変形を引起す r_{st}, r_{bt} に分けることができる。

3) 横構斜材：横構はその骨組形式によって取扱いが異なるが、ここではKトラスについて考える。2本の斜材の部材長誤差を $\Delta r_a, \Delta r_b$ で表わす。これらはその構面内の2つのモードに分解できる。2本の斜材が同符号の値 Δr_1 を持つ場合と異符号 Δr_2 を持つ場合のうち、前者は部材力に影響しない、後者を考えればよい。 Δr_2 モードに対応する付加力は図2のように作用させる。 $F^b = \Delta r_2 EA_b \lambda / r^2$, $Q^b = \Delta r_2 EA_b b / 2r^2$, A_b, r は斜材の断面積、部材

3. 部材長誤差の影響。スパン長 $260^m + 1,100^m + 260^m$ の3区間連続補剛トラスを有する吊橋をモデルとして、計算を行った。図3は弦材の部材長誤差(30)の弦材力に対する影響を表わしている。代表的なスパン方向位置においてパネルの弦材に30の部材長誤差が含まれたときの弦材力のスパン方向分布を示している。部材力には各モードに対応した吊橋の変形特性の相違が現われて、それぞれ特徴ある分布形状を呈している。弦材力に対してはそり型の影響が最も大きい。このことは吊橋を平面構造として取扱っている

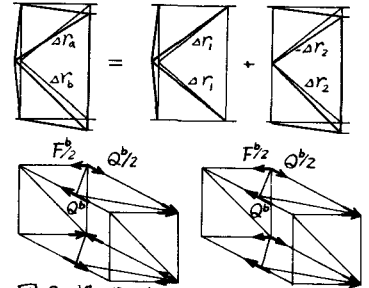


図2 横構斜材長誤差評価のための外力のモード分解

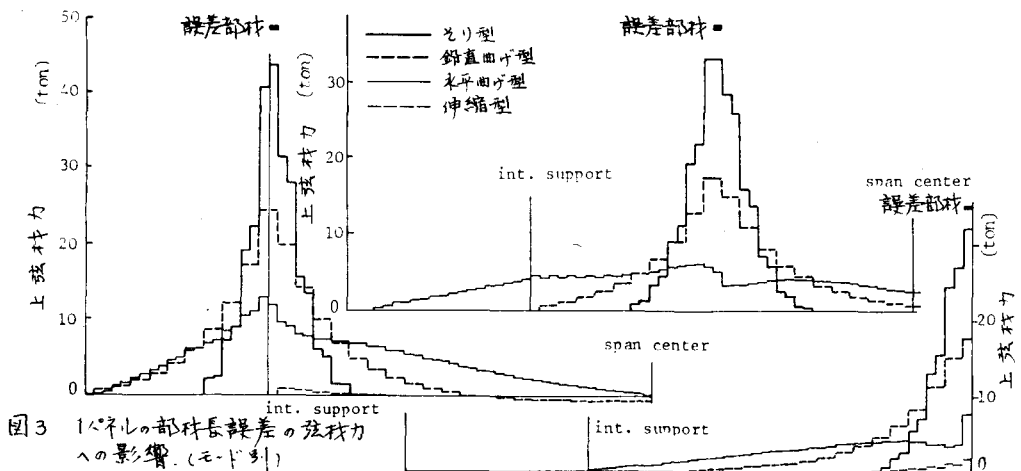


図3 1パネルの部材長誤差の弦材力への影響。(モード別)

従来の研究²⁾では捕えられない現象である。図4は全橋にわたって弦材長誤差(30)の影響を考慮したときの弦材力の分布を表わしている。他部材の部材長誤差の影響、まえがきの2)項については当日申し上げる。

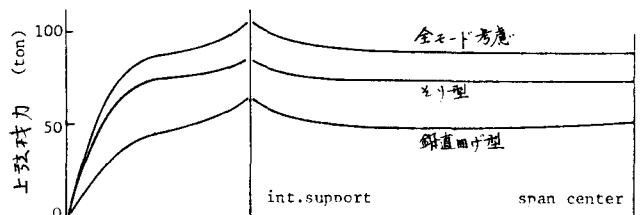


図4 弦材の部材長誤差(30)による弦材力

参考文献 1). 小松, 西村, 中川: ブロック変形法による吊橋の立体有限変形解析, 土木学会論文報告集投稿中, 2) 長谷川, 原因: 補剛トラスの部材長誤差による吊橋の変形応力について, 土木学会論文報告集, NO. 229, 1974.