

首都高速道路公団 正員 杉田一直
東北大学工学部 正員 倉西 茂

§1. はじめに

一般にトラス補剛桁をもった吊橋の解析は、その格点数が多大となるため トラスを連続な薄肉構造に置き変えて行なわれている。このように薄肉構造に置き変えると、トラスの組み違い等による力学特性を十分に考慮できないと思われる。又、橋荷重を受ける吊橋の解析は、Moisseif-Lienhardt の解法に代表されるように、鉛直軸廻りの曲げ変形のみが考慮されてきた。しかし一般にはねじり変形も生じてくる。そこで本解析においては、補剛桁がトラスの性質を失わない範囲でモデル化し、吊橋に横荷重が作用する場合について、ねじり及び断面変形を考慮して解析を行なった。

§2. 解析方法

本解析で行なっている主な仮定は次の通りである。

- (1) 補剛トラス型式は、図-1 に示す通りであるが、横橋の組み違いによって実線のを TYPE-A、破線のを TYPE-B と呼ぶ。又、トラスは上下左右対称である。
- (2) 対傾橋を構成する各部材は剛体であり、四隅は面内変形にのみ抵抗する回転バネで結ばれている。
- (3) 塔の曲げ剛性およびねじり剛性は無視する。
- (4) 線型化弾性理論に対応する微小量のみを考慮する。

解析に当り、図-2, 3 に示す断面力、変形モードを仮定し、

- (1) 補剛トラスの鉛直軸廻りの曲げに関する三連モーメント式(セリ断面変形も考慮)

- (2) 縦方向バイモーメントに関する三連モーメント式(縦方向バイモーメント-ずれ角-ねじり角関係式)

- (3) ケーブルに関する横方向の力の釣り合式
- (4) 補剛桁に関する横方向の力の釣り合式

- (5) 補剛桁に関するねじりの釣り合式
- (6) 対傾橋に関するずれの釣り合式

を導出し、これらを基礎方程式として用いた。 $\phi_k + \theta_k$

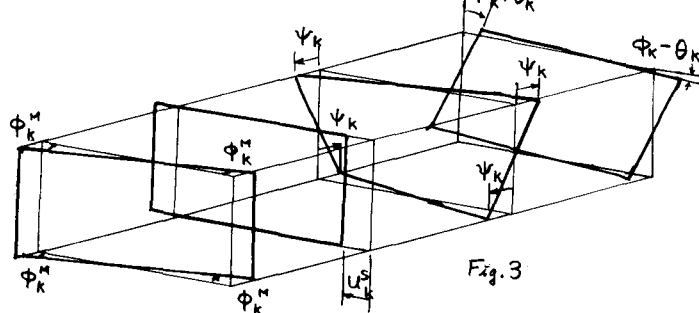


Fig. 3

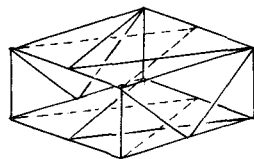


Fig. - 1

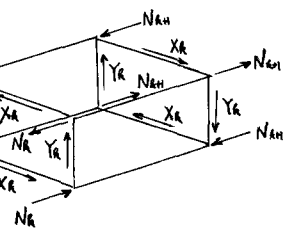
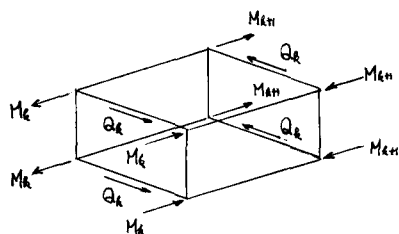


Fig. - 2

§3. 諸元及び結果

対象としている吊橋の形式、寸法等は29回、31回 全国大会で発表したものと同じである。結果の一部を図4~7に示す。なおこれらの数値計算では、荷重はケーブル、補剛桁共に満載とし、対傾橋セリ断面剛性は 1.5×10^5 と

として行なった。

1) 補剛トラス死荷重強度の影響

補剛桁の単位長さ当りの死荷重強度 $w^s = 28.7 \text{ t/m}$ のものを標準として w^s/w^s を 0.5 ~ 2 まで変化させた場合の変形量、部材力の変化を図-4, 5 に示す。補剛桁の水平変位 u^s 、ケーブルの水平変位 u^c 、ねじり角 ϕ 、すれ角 θ の絶対値は主径間中央部 ($x=32$) において最大となる。 u^s , u^c は補剛トラスの死荷重強度を増加させるに伴い減少するが、逆に ϕ , θ , $\phi-\theta$ は増加する。これは、補剛桁の死荷重強度を増加させるに従い、ケーブルと補剛桁の剛性差が大きくなり、それによってねじり変形が大きくなるものと考えられる。この事から ϕ , θ , $\phi-\theta$ に関しては鉛直荷重との連成解は、それぞれ独立に解いて重ね合わせたものよりも大きな値を与える可能性があることが予想される。

補剛トラスの死荷重強度を増加させた場合、上下横橋斜材軸力 L_k , $\bar{L}_k$ 、上下弦材軸力 O_k , U_k の最大値は減少する(図5)。 L_k , $\bar{L}_k$ については w^s を増加させるに伴いそれぞれの軸力差が大きくなる。これは補剛桁に作用するねじりモーメント荷重が増加するためであると考えられる。部材力の点から考えると補剛トラスの死荷重強度を増加させることは有利となる。

1) 横橋剛度の影響

横橋標準断面積 $A_c = 0.0606 \text{ m}^2$ とし A_c/A_c を 0.5 ~ 2 まで変化させた場合について計算を行なった(図6, 7)。

横橋断面積を増加させると補剛トラスのねじり剛性、水平方向のせん断剛性共に増加する。横橋剛度を小さくすることは中を急激に増加させるために好ましくないと思われる。 θ はねじり剛性の増加に伴い若干の減少を示すが、 $\theta = 1.5 \times 10^{-5}$ 程度の対傾橋せん断剛性を有しているとその影響は小さいと思われる。補剛桁の水平変位 u^s は水平方向のせん断剛性の増加に伴い若干の減少を示すがその影響は小さい。すなわち、補剛桁のねじり剛性はねじり変形に対して大きな影響をおよぼすが、水平方向のせん断変形が水平変位におよぼす影響はそれほど大きくないと考えられる。

横橋剛度の変化による各軸力最大値の変化はほとんど見られない(図-7)。横橋剛度はねじり変形に大きな影響を与えるという事を考慮すると、横橋断面積は応力度によって断面を決定するよりもむしろ吊橋のねじり変形を減少させるという目的で断面を決定する事が適当であると思われる。

5.4. おわりに

他に(1)断面形不変の場合、(2)対傾橋せん断剛性の影響、(3)変断面の影響、(4)連続-2ヒンギス吊橋の比較算について計算を行なったが、これらの結果は当日会場で発表する。

