

長径間ゲルバートラス橋の立体的自由振動について

山口大学 正頁・會田忠義
福岡大学 村上 正

天草連絡道路1号橋(天門橋)の架設以来、多くの長径間トラス橋が架設されている。これらの長径間トラス橋は耐震設計上、振動特性が必要であることは周知の通りである。自由振動中、橋軸直角鉛直方向の振動については、従来通り平面トラスとして解析され得るが、橋軸直角水平方向の振動に対してはトラス橋を平面構造として取り扱うことはできず、構造に忠実に立体的解析を行なう方が望ましい。著者らはこれまでにトラス橋の振動特性の立体的解析法を提示し、天門橋などの立体的振動特性を明らかにしてきた。本論文は、上記の方法を応用拡張して、2層トラス橋の立体的解析法を略述するとともに、これを現在架設中の南港連絡橋に適用して、その立体的振動特性を示したものである。

解析に当たって次の主な仮定を入れた。

- ① 横断面を構成している水平材および垂直材の軸力による伸縮を無視する。
- ② 上記の水平材は曲げに対して剛体である。
- ③ 同じく垂直材は曲げ変形を起す。その結果、図-1に示す変形が起る。特に、横断面内に対傾構がある場合、図-2のようにせん断変形の等しい箱型ラーメンにモデル化する。ただし、垂直材の曲げ剛性は上層の垂直材の部材角と下層の垂直材の部材角が等しいように換算する。
- ④ 床板の橋軸に直角な水平軸まわりの曲げ剛性を無視する。
- ⑤ 同じく橋軸に直角な鉛直軸まわりの曲げ剛性を考慮する。
- ⑥ 同じく橋軸に平行な軸まわりのねじり剛性を考慮する。
- ⑦ 同じく橋軸方向の伸縮剛性を無視する。
- ⑧ 床板は運動方程式を立てるべき注目横断面の位置で弾性支持された連続ばりとする。
- ⑨ トラス橋の質量を2パネルあるいは3パネルなどの注目の横断面の節点に集中させる。

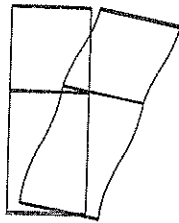


図-1

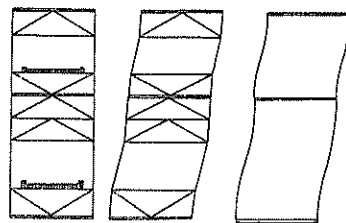


図-2

①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨の仮定に基づき、運動方程式を立てる。注目横断面の位置で弾性支持された連続ばりとする。⑨、トラス橋の質量を2パネルあるいは3パネルなどの注目の横断面の節点に集中させる。

運動方程式

トラス橋の変位および変形は仮定にしたがうと、横断面の重心の橋軸に直角な水平および鉛直変位 (U_i, W_i)、横断面のせん断変形 (θ_i, Γ_i) ならびに六つの節点の橋軸方向変位 ($V_{6i+m}, m=1, 2, \dots, 6$) である。ここに $i=0, 1, 2, \dots, n$ である。

自由振動中、 i 番目の横断面に図-3に示す荷重および復元モーメントが生じた場合を想定すると、運動方程式は次式で表わされる。式中、 m_{6i} は横断面の全質量、 L_i^v および L_i^h は質量慣性モーメント、 m_{6i+m} は節点 $6i+m$ の質量である。

$$m_{6i} \frac{d^2 U_i}{dt^2} = -(K_{R1} + K_{R2} + K_{R3} + K_{R4} + K_{R5} + K_{R6}) U_i - R_{T1i} - R_{T2i} \quad (1)$$

$$m_{6i} \frac{d^2 W_i}{dt^2} = -(K_{V1} + K_{V2} + K_{V3} + K_{V4} + K_{V5} + K_{V6}) W_i \quad (2)$$

$$L_i^v \frac{d^2 \theta_i}{dt^2} = \sum_{m=1}^6 \bar{e}_{R, 6i+m} K_{Vm} + \sum \bar{M} - M_{T1i} - M_{T2i} \quad (3)$$

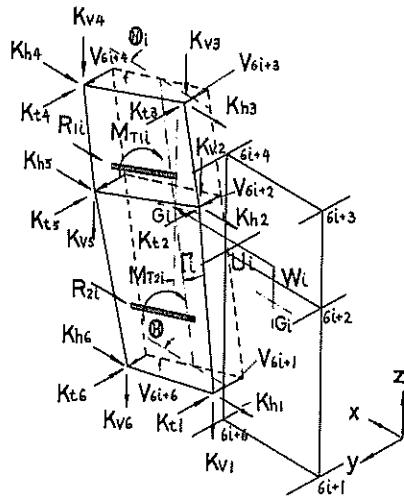


図-3

(図-4を参照)

$$L_{i-1}^2 \frac{d^2 P_i}{dt^2} = - \sum_{m=1}^6 \bar{C}_{i,6im} K_{6im} - \sum R \bar{Q}$$

$$- R_{i1} \bar{E}_{i1} - R_{i2} \bar{E}_{i2} \dots \quad (*)$$

(図-5 参照)

$$M_{6im} \frac{d^2 V_{6im}}{dt^2} = - K_{6im} \dots \quad (5)$$

上記の運動方程式をまとめた行列表示すると、
 式となる、

$$[D_i] X_{i-2} + (A_i + 2D_i) X_{i-1} + (B_i + 3D_i - \omega^2 W_i) X_i + (C_i + 4D_i) X_{i+1} + 5D_i X_{i+2} = 0 \dots \quad (6)$$

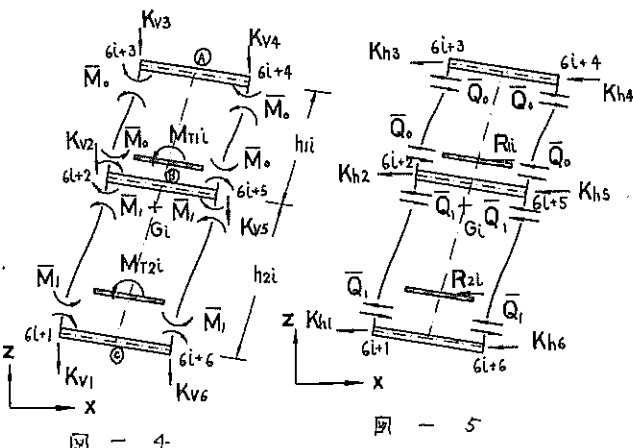


図 - 4 -



図 - 6 注目の横断面の位置

長径間ケルバートラス橋の自由振動
 本解析では、南港連絡橋の図-6に示した横断面に運動方程式を適用した。この場合、鉛直変位を無視し、横断面の水平変位およびせん断変形ならびに節点の橋軸方向変位を考慮した。また、両端のラーメン式橋脚の変形は考慮したが、中間の橋脚は固定であるとした。図-7に6次までのモードを示し、下表に固有周期を12次まで示した。

橋軸垂直水平方向の自由振動の固有周期

次数	周期	次数	周期	次数	周期
1	3.472	5	1.181	9	0.719
2	2.821	6	0.959	10	0.677
3	1.494	7	0.915	11	0.657
4	1.485	8	0.805	12	0.637

参考文献

- 1) 會田：トラス橋の自由振動の立体的解析、土木学会論文集、163号
- 2) 村上・會田：横断面の変形を考慮したトラス橋の自由振動の立体的解析、九大工学集報、44巻4号
- 3) 會田：トラス橋の振動解析、日本鋼橋造協会誌、8巻72号
- 4) 村上・會田：ランカートラス橋の自由振動の立体的解析、土木学会論文集

218号

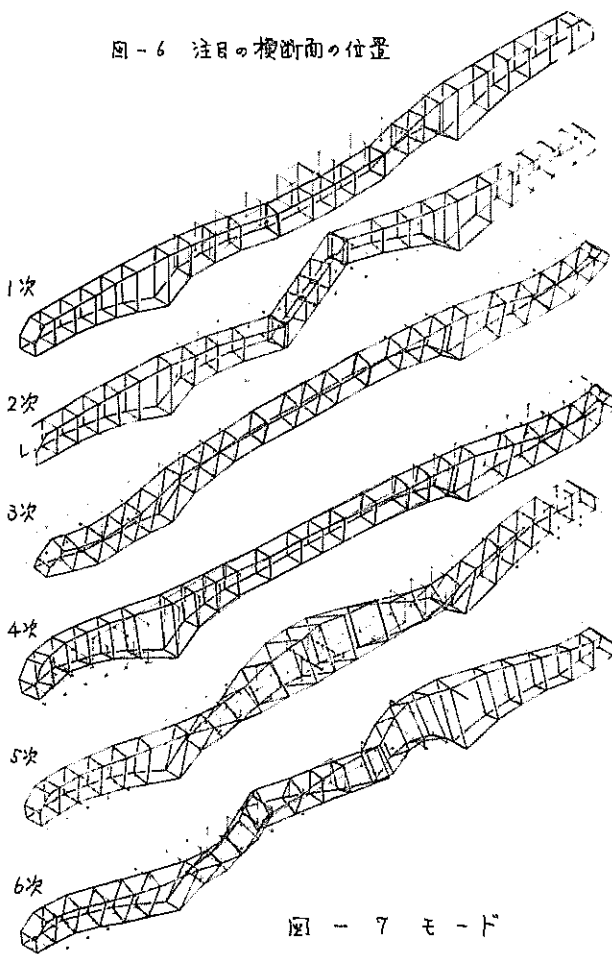


図 - 7 モード