

連続方桁橋の自由振動について

日本文学工学部 正員 ○五郎丸 英博
" " 浪越 勇

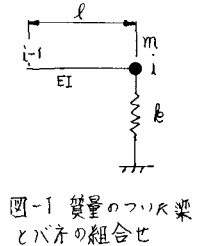
1 はじめに

連続方桁橋の面内曲げ自由振動に関し、伝達マトリックス法により解析を行った。2本の傾斜したストラットが桁とヒンジ結合している場合に對して、桁とストラットの部分を質量-バネ系に置き換え、ストラットの傾斜と断面積を変化させ、自由振動の変化を二径間連続梁、三径間連続梁と比較検討した。

2. 解析方法

連続方桁橋の桁とストラット部分を質量-バネ系に置換することにより比較的容易に伝達マトリックス法により振動解析を行うことができ、この場合の格間伝達式は(1)式のよう表わされる。

$$\begin{bmatrix} w \\ \phi \\ M \\ Q \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} 1 & -l & \frac{l^2}{2EI} & \frac{l^3}{6EI} \\ 0 & 0 & -\frac{l}{EI} & -\frac{l^2}{2EI} \\ 0 & 0 & 1 & l \\ mp^2 - k & -(mp^2 - k)l & \frac{(mp^2 - k)l^2}{2EI} & \frac{(mp^2 - k)l^3}{6EI} + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ \phi \\ M \\ Q \end{bmatrix}_{i-1} \quad (1)$$



ここで、 l : 部材長、 EI : 曲げ剛性、 m : 梁の集中質量、 p : 固有円振動数、 k : バネ定数、 w : 変位、 ϕ : 回転角、 M : 曲げモーメント、 Q : セン断力

(1)式において、バネが存在しない場合は、 k は零となり、バネがEI質量部分を含まない場合には4行12、3列は零で4行4列は1となる。

式(1)を簡略して、

$$Y_i = F_i Y_{i-1} \quad (2)$$

式(2)と格点伝達マトリックスの前掛けにより、梁の左端の自由度を右端まで伝達し、最終的には全未知量 Y に対して、次の同次連立方程式を得る。

$$A \cdot Y = 0 \quad (3)$$

(3)式より、振動数方程式は、式(4)となる。

$$D_0 + A = 0 \quad (4)$$

係数行列 A の中には、固有円振動数 p が含まれているので、 p の値を種々変化させ、式(4)を満足する解を見出せば固有円振動数が求まる。また、固有円振動数が求まれば、式(3)より、未知量 Y のうちどれかを1と仮定して、未知量の比を定めて梁全体のたわみ量を求めれば、振動モードを得る。

3 解析モデルと考察

計算に用いた断面形状寸法を図-2、表-1に示す。桁の部分の EI を一定として、ストラット部分の断面積とその間隔比 b/a を変化させ、振動数を計算した。計算に用いた解析モデルを図-3に示す。連続方桁橋の場合には13個所、3径間連続梁の場合には17個所、2径間連続梁の場合には12個所に質量を集中させて解析した。

計算結果より得られる対称一次、非対称一次の振動モードを図-4に示す。連続梁と比較した振動数を表-2に、 $b/a=0.8$ の場合のストラットの断面積を変化させた場合の振動数を表-3に示す。表-2より、方杖橋の振動数は、ほぼ経間連続梁の振動数と一致するのが判明する。開脚比を変化させた場合は、一次、二次の振動数は、開脚比を増すと、大きくなるが、三次以上の振動数に関しては、この傾向が見られない。ストラット部の断面積を減少させた場合には、低次の振動数は桁と同断面積の場合と比較して、ほぼ同じであるが、高次になるに従って小さくなる。

これより、桁とストラット部分をヒンジ結合した場合の連続方杖橋の曲げ自由振動数は、ストラットで支持された部分を剛支点に置き換えた経間連続梁とはほぼ同じ振動数を有し、開脚比(b/a)およびストラットの断面積の変化の影響は、高次の振動におけるほど顕著となる傾向にある。

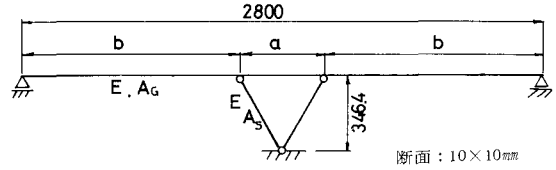


図-2 形状寸法

表-1 b/a

	I	II	III	IV	V
a	25.5	46.7	64.6	80.0	93.3
b	127.3	116.7	107.7	100.0	93.3
b/a	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

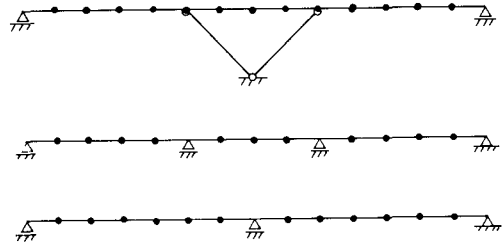
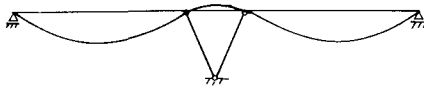
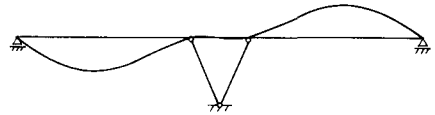


図-4 振動モード



対称一次



非対称一次

表-2 方杖橋と連続梁の振動数

b/a	0.2		0.4		0.6		0.8		1.0		
	方杖橋	3-連続梁	方杖橋	3-連続梁	方杖橋	3-連続梁	方杖橋	3-連続梁	方杖橋	3-連続梁	2-連続梁
f1	1.649	3.649	3.855	3.855	4.458	4.458	4.687	4.687	4.835	4.835	2.160
f2	1.953	3.955	4.306	4.306	5.128	5.130	5.560	5.562	6.004	6.008	1.374
f3	12.098	12.100	13.004	13.005	12.427	12.433	10.575	10.587	9.404	9.419	8.635
f4	12.843	12.100	14.138	14.146	16.864	16.872	18.248	18.256	19.237	19.240	10.922
f5	25.146	25.319	25.715	25.718	19.937	19.395	19.937	19.974	21.361	21.399	19.372
f6	26.611	26.641	29.546	29.567	33.893	33.893	31.491	31.352	27.490	27.582	22.673

表-3 ストラットの断面積の変化

A_s/A_g	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8
1	4.687	5.560	10.575	18.248	19.937	31.491	39.619	41.995
1/2	4.687	5.557	10.563	18.240	19.899	31.426	39.551	41.760
1/4	4.687	5.552	10.539	18.224	19.823	31.290	39.436	41.380
1/6	4.686	5.542	10.516	18.208	19.747	31.145	39.314	40.998
1/8	4.686	5.540	10.491	18.191	19.671	30.989	39.185	40.618
1/10	4.686	5.537	10.467	18.174	19.596	30.711	39.049	40.243