

本文は弾性床に埋込まれたはりの支持点加振に対する応答解析を行ったものである。

はり要素および弾性床要素の剛性、減衰、質量マトリックスは参考文献で誘導したものをを用いる。

弾性床要素のマトリックスは 1) 弾性床要素ははり要素に密着している。2) 弾性床はWinklerの仮定に従う。として、はり要素の節点変位が弾性床要素になす仕事が弾性床要素内に貯えられる仕事と等しいとして導いた。

すなわち、はり要素の変位関数を $\{u_{ij}\} = [N] \{g_{ij}\}$ (1)

とすれば、弾性床要素の剛性マトリックスは $[K_s] = \int_{L_{ij}} [N]^T [\bar{E}_s] [N] dz$ (2)

図1の支持点 R しを加振し、その応答を求めるには弾性床要素の剛体運動モードのマトリックスが必要である。

図2ははり要素 ij に密着している弾性床要素 $ijRL$ である。節点 R および $し$ の既知変位を g_{RL} とし、この向の変位 v_{RL} を次の式で表わせば $\{u_{RL}\} = [N] \{g_{RL}\}$ (3)

式(1),(3)より、分布バネの変形量 $\{u\}$ は

$$\{u\} = \begin{Bmatrix} u_{ij} - u_{RL} \\ v_{ij} - v_{RL} \\ w_{ij} - w_{RL} \\ \theta_{zij} - \theta_{zRL} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{ij} \\ v_{ij} \\ w_{ij} \\ \theta_{zij} \\ u_{RL} \\ v_{RL} \\ w_{RL} \\ \theta_{zRL} \end{Bmatrix} = [I - I] \begin{Bmatrix} u_{ij} \\ u_{RL} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

弾性床要素の微小長 Δz 当りの仕事 ΔU は

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{1}{2} \{u\}^T [\bar{E}_s] \{u\} \\ &= \frac{1}{2} \{u_{ij}^T \ u_{RL}^T\} \begin{Bmatrix} I \\ -I \end{Bmatrix} [\bar{E}_s] \begin{Bmatrix} I \\ -I \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{ij} \\ u_{RL} \end{Bmatrix} \\ &= \frac{1}{2} \{g_{ij}^T \ g_{RL}^T\} \begin{bmatrix} N^T \bar{E}_s N & -N^T \bar{E}_s N \\ -N^T \bar{E}_s N & N^T \bar{E}_s N \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} g_{ij} \\ g_{RL} \end{Bmatrix} \quad (5) \end{aligned}$$

式(5)を z について積分し、式(2)を用いれば剛体運動モードの剛性マトリックス $[K]$ (24×24)を得る。

$$[K] = \begin{bmatrix} K_s & -K_s \\ -K_s & K_s \end{bmatrix} \quad (6)$$

同様なマトリックスを質量、減衰マトリックスにも導き、直接剛性法を用いて、埋込みばりの運動方程式をつくる。

$$\begin{Bmatrix} M_{dd} & M_{dp} \\ M_{pd} & M_{pp} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_d \\ \ddot{u}_p \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} D_{dd} & D_{dp} \\ D_{pd} & D_{pp} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_d \\ \dot{u}_p \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} K_{dd} & K_{dp} \\ K_{pd} & K_{pp} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} u_d \\ u_p \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} X_d \\ X_p \end{Bmatrix} \quad (7)$$

支持点 R の加速度 $\ddot{u}_p$ 、速度 $\dot{u}_p$ 、変位 u_p を与え、線形加速度法によって、他の節点の応答を求めた。次頁のグラフははり上端の水平変位を示したものである。ただし、はりの断面積は 113.1 cm^2 、ヤング率は $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、断面二次モーメントは 4637 cm^4 、密度は 7.9 g/cm^3 とし、他の入力データは次頁の表を用いた。

参考文献

宮原 玄 「埋込みばりの動的解析」

昭和47年土木学会年次学術講演会 I-196

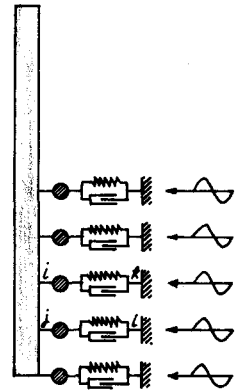


図 1.

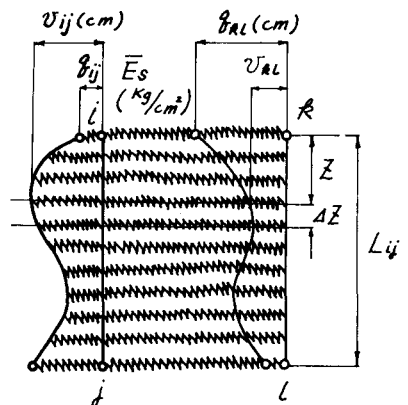


図 2.

記号	弾性床の バネ定数 ($\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$)	弾性床の ダンパ係数 ($\frac{\text{kg} \cdot \text{sec}}{\text{cm}}$)	弾性床の 附加質量の 半径 (cm)	固有周期 (sec)	
				Case 1	Case 2
ST	1.0	0.01	20.0	0.2519	0.7536
SF	10.0	0.01	20.0	0.1847	0.6331
DP	1.0	0.10	20.0	0.2519	0.7536
MS	1.0	0.01	100.0	0.2567	0.7545

ST : ——— DP : - - - - -

SF : — · — · — MS : · · · · ·

