

1. まえがき

弾性支承のバネ定数が梁の延在方向で種々異なる場合の梁の地震応答についての一計算方法を述べる。

応答計算の対象として、一端固定、他端ツワミ角 0 となる例えは橋梁の抗基礎と有する橋脚を取り上げ、梁と各支柱に分割し、それぞれの変位量(変位、速度、加速度)をルンゲ、クッター、ジル法により求める。

外力として EL-CENTRO 1940 N-S 成分と、1968.5.16 十勝沖地震の新石狩大橋(一般国道 275 号)の G-L の E-W 成分を使用し、線型振動の場合と梁が降伏応力に達した後には復元力特性が降伏的に各支柱とも双一次型と仮定した場合につき応答計算を行ない結果について若干の考察を加える。

2. バネ定数の算定およびルンゲ、クッター、ジル法による運動方程式

各支柱のバネ定数は図-1 の弾性支承で持つ連続梁として各支柱の単位荷重による変位と伝達マトリクス法により算定するものにより求めた。図-1 の $\bar{k}_k$ はそれぞれ鉛直および回転バネを表す。

伝達マトリクス法において連続の条件から k_k の両端における状態ベクトル $\bar{U}_k^L, \bar{U}_k^R$ 支柱 k における連続条件(ツワミヒツワミ角が連続)から次式となる。

$$\bar{U}_{k+1}^L = \bar{R}_k \bar{U}_k^R \quad (1)$$

ここに $\bar{R}_k$ はそれぞれ格変伝達マトリクスおよび梁 k の格間伝達マトリクスを表す。

$$\text{また梁の両端の境界条件は } \bar{U}_1^L = \bar{R} \bar{U}_1^R, \bar{R} \bar{U}_n^L = 0 \quad \text{となる。} \quad (2)$$

ここに $\bar{R}$ 、 $\bar{A}_1^L$ は左端の境界マトリクスおよび初期ベクトル、 $\bar{R}$ は右端の境界マトリクスを表す。これを $n=1$ で右端の境界条件を満足するように数値計算の際 $\bar{k}_n$ とツワミ角 0 に収束するまで増加させる。

一方各支柱系を図-2 の復元力特性と有するとすると、運動方程式と絶対変位を表現すると、 $M_r \ddot{x}_r - C_r(\dot{x}_{r+1} - \dot{x}_r) + G(x_r - x_{r-1}) - f_{r+1}(x_{r+1} - x_r) + f_r(x_r - x_{r-1}) = -m_r \ddot{z}$ (3)

ここに復元力は $f_r(x_r - x_{r-1}) = (1 - M_r) K_r(x_r - x_{r-1}) \pm M_r K_r(Y_{r,y} \mp Y_{r,0})$ であり、 $Y_{r,y}, Y_{r,0}$ は相対変位、 M_r は弾性傾斜率を表す。

(3)式において $\ddot{x}_r = \ddot{z}$ とおけば次式となる。

$$\ddot{x}_r = \ddot{z}, \ddot{z} = \frac{1}{m_r} \{ C_r(\dot{y}_{r+1} - \dot{y}_r) - G(y_r - y_{r-1}) + f_{r+1}(x_{r+1} - x_r) - f_r(x_r - x_{r-1}) \} - \ddot{z} \quad (4)$$

(4)式を電算 FACOM 230-25E 使用して計算した。

3. 応答計算例の結果

計算に用いた数値は次表に示す。

表-1 諸定数

γ	$m_r(\text{kg})$	$k_r(\text{kg/cm})$	$C_r(\text{cm})$	$G_r(\text{kg/cm})$	M_r
10	13,835.66	2.8006×10^3	2.0	0.02	0.75
9~1	1,335.30	7,010.79	"	"	"

4. 考察およびおわりに

本計算で新石狩大橋の入力加速度を2倍にして EL-CENTRO のそれと同等程度とした。ここには $\gamma=10$ の変位、加速度のみを図示した。両入力波に対し、 $\gamma=10$ の振動変位が最大となり、この変位で最初に弾塑性に移行した。しかし線型、弾塑性振動を問わず、応答変位にあまり差はないが加速度では弾塑性振動の場合小さくなる傾向が見られた。

