

補足 A-6 偏心荷重を受ける単柱式鉄筋コンクリート橋脚の橋軸直角方向の動的解析

図 A-6.1 に示すような、上部工の重量 (W) が橋脚に偏心して作用する場合には、運動エネルギーは以下のように表せます。

$$E = \frac{W}{2g} \dot{\delta}^2 + \frac{I_0'}{2} \dot{\theta}^2 \quad (\text{A-6.1})$$

ここに、 I_0' は柱断面中心に関する上部工の慣性モーメントで、上部工は幅 B_0' 、厚さ t_0 の長方形断面

と仮定すれば、 $I_0' = \frac{W}{g} \left(\frac{B_0'^2}{3} + \frac{t_0^2}{12} \right)$ となり、ポテンシャルエネルギー U は、式 (A-5.14) のひずみエネルギーと上部工の自重による位置エネルギーより

$$U = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} P \\ M \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \delta \\ \theta \end{bmatrix} - We\theta = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \delta \\ \theta \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \\ \theta \end{bmatrix} - We\theta \quad (\text{A-6.2})$$

ここに、 e は上部工の重心から橋脚断面中心までの水平距離、となります。したがって、補足 A-5 で示した式 (A-5.6) および (A-5.7) より、ラグランジュの運動方程式は、偏心荷重がある場合には以下のようになります。

$$\begin{bmatrix} W/g & 0 \\ 0 & I_0' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\delta} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} + \mathbf{C} \begin{bmatrix} \dot{\delta} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} + \mathbf{K} \begin{bmatrix} \delta \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -Wz/g \\ We \end{bmatrix} \quad (\text{A-6.3})$$

式 (A-6.3) から分かるように、偏心モーメント (We) は静的のみならず動的にも影響を与えるので、偏心距離が大きい場合には、レベル 2 地震に対する耐震性能 2 または 3 の照査に際しては、鉄筋コンクリート橋脚断面に塑性ヒンジが発生すると不安定な構造になり、倒壊の危険性が増すので、特別な注意が必要であることが指摘できます。

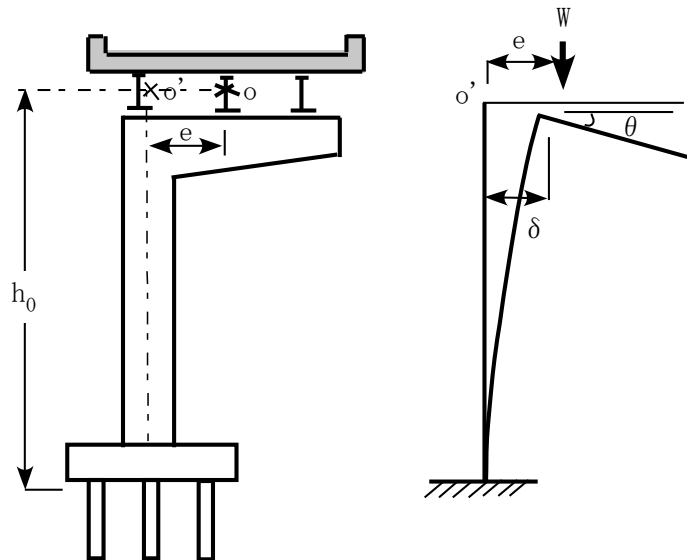


図 A-6.1 偏心載荷での単柱式鉄筋コンクリート橋脚の橋軸直角方向の振動モード

以上