

質問 10.11 上部構造等の死荷重による偏心モーメントが作用する鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有耐力及び許容塑性率並びに動的解析の用いる非線形履歴モデルについての留意点を教えて欲しい。

回答 10.11

道示 10.7 では、図 10.11-1 に示すような、上部工の重心が橋脚柱断面中心線（骨組線）より水平距離（ e ）だけずれている場合の鉄筋コンクリート橋脚の耐震性能照査の規定があります。ここでは、上部工の重量（ W_u ）と橋脚の張り出し部重量（ W_{pu} ）を合せた重量（ $D = W_u + W_{pu}$ ）による偏心モーメント（ $M_0 = De$ ）を求め、水平地震慣性力による橋脚柱断面の曲げモーメント（ M_s ）と同じ方向である場合は、 M_0 を考慮し、 $M_s + M_0$ の作用による降伏モーメント（ M_y ）を求め、逆方向である場合は、安全性の配慮により、 M_0 を無視して、耐震性能の照査を行うように規定されています。

すなわち、偏心モーメント（ M_0 ）を考慮したときの単柱式鉄筋コンクリート橋脚の上部工の重心 O

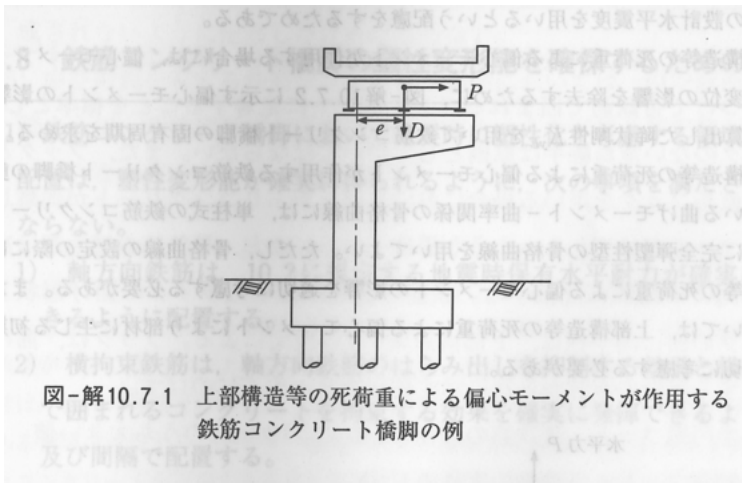


図 10.11-1

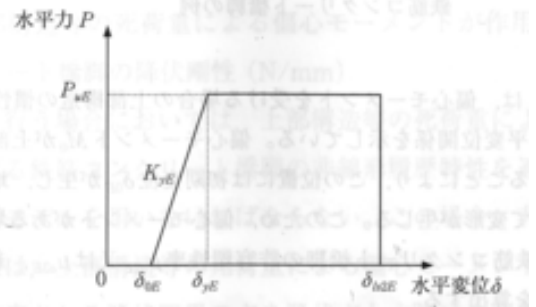


図 10.11-2 $P-\delta$ 曲線

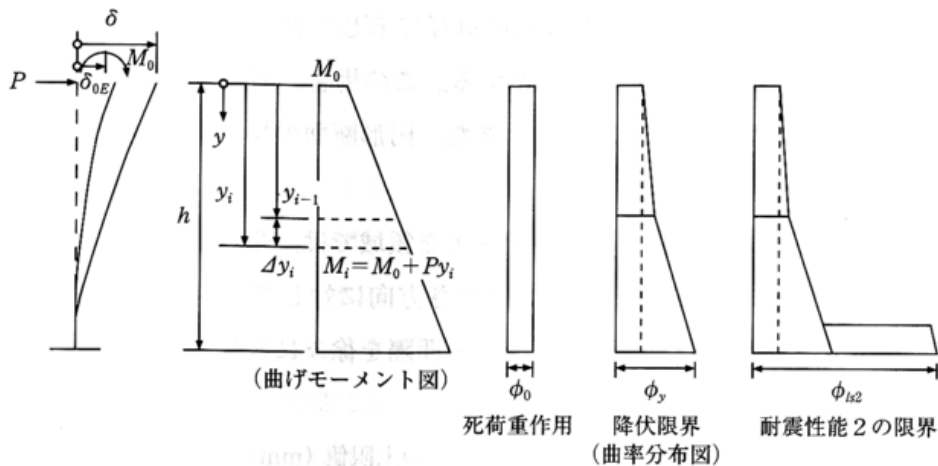


図-解10.7.3 上部構造等の死荷重による偏心モーメントが作用する場合の曲げ変形による水平変位 δ の求め方（耐震性能 2 の場合）

図 10.11-3 曲率分布

に作用する水平荷重（ P ）と水平変位（ δ ）の関係は、初期変位（ δ_{0E} ）を持つ完全弾塑性型モデルで表わし

ています。また、終局水平荷重 (P_{uE}) は以下のように表せます。

$$P_{uE} = \frac{M_y - M_0}{h} \quad (10.11-1)$$

ここに、 M_y は終局曲げモーメント (完全弾塑性モデルでの降伏モーメントに対応) で、耐震性能 2 および 3 では M_{ls2} および M_{ls3} に対応しており、 h は上部工の重心から橋脚柱下端までの距離、であります。

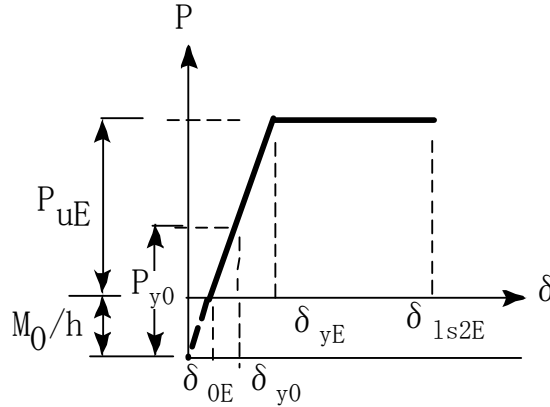


図 10.11-4 偏心荷重の有る場合の $P-\delta$ 曲線

ところで、すでに質問 10.2 での図 10.2-1(a) で示したように、単柱式鉄筋コンクリート橋脚の降伏剛性 (K_{yE}) は、図 10.3-2 で示したように、初降伏剛性であり、偏心モーメント (M_0) に相当する水平荷重 (M_0/h) を考慮すれば、図 10.11-4 に示すように、

$$K_{yE} = \frac{P_{y0}}{\delta_{y0}} \quad (10.11-2)$$

ここに、 P_{y0} 、 δ_{y0} : 偏心モーメントが無い場合 ($M_0 = 0$) の初降伏荷重および変位である。初降伏剛性 (K_{yE}) は一定であるので、降伏変位は以下ようになります。

$$\delta_{yE} = \frac{P_{uE} + M_0/h}{P_{y0}} \cdot \delta_{y0} \quad (10.11-3)$$

また、偏心モーメント (M_0) による変位は

$$\delta_{0E} = \frac{M_0}{P_{y0}h} \cdot \delta_{y0} \quad (10.11-4)$$

であり、図 10.11-4 に示すような初期変位 (δ_{0E}) を有する完全弾塑性型の $P-\delta$ 曲線での塑性率 (μ) は、耐震性能 2 の照査に対して、

$$\mu = \frac{\delta_{lb2} - \delta_{0E}}{\delta_{yE} - \delta_{0E}} \quad (10.11-5)$$

と定義され、曲げ破壊型と判定された場合の耐震性能 2, 3 での許容塑性率などに関しては、偏心モーメントの無い場合に準じた許容塑性率 (μ_{a2E} 、 μ_{a3E}) の規定が設けられています。

以上は、静的照査法についての話で、動的照査法については、前述の回答 7.5 で述べたように、 $P-\delta$ 関係の履歴曲線や塑性率の採り方など、多くの課題が残されているように思います。また、幅員の広い上部工を支える単柱式鉄筋コンクリート橋脚などでは、橋軸直角方向の地震に対して、1 自由度系の振動問題による取り扱いでは不十分であり、耐震性能 1 では動的線形解析が、耐震性能 2, 3 では動的非線形解析が必要になると思われます。具体的な取り扱いについては、補足 A-6 を参考にしてください。

以上