

I-544

常時に偏心荷重を受ける鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の評価方法

首都高速道路公団 正会員 池 内 武 文
建設省土木研究所 正会員 長谷川 金 二
鹿島建設(株) 正会員 竹 田 哲 夫
(株)建設技術研究所 正会員 後 藤 和 満

1. はじめに

平成2年2月の道路橋示方書V耐震設計編において、関東大地震級の稀に起こる大地震に対して、鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力を照査することとなった。この照査方法は、常時に偏心荷重を受けていない場合を主に対象としており、道路橋示方書の5.2の解説でも、偏心の影響が大きい場合には別途検討しなければならないこととなっている。常時に偏心荷重を受ける橋脚の地震時保有水平耐力の照査で問題になる点は、地震時保有水平耐力 P 、や等価水平震度 k_h に偏心の影響をどのように考慮すればよいかという点と、偏心荷重が橋脚のじん性にどのように影響するかという点であろう。

ここでは、曲げ破壊に対する地震時保有水平耐力の照査に着目し、逆L形の橋脚の試算結果を用いながら常時に橋軸直角方向の偏心モーメントが作用している場合の照査方法について検討したので、報告する。

2. 偏心モーメントが作用する橋脚の動的挙動

偏心モーメントが作用する場合、地震時に橋脚がどのように挙動するか、動的解析により確認することとした。解析は、静的に求めた $M-\phi$ 関係から非線形履歴復元モデルを作成して行った。解析に用いた橋脚は図-1の逆L形のRC橋脚である。

解析に用いた入力は、1968年の日向灘沖地震の板島橋周辺地盤記録を道路橋示方書の保有水平耐力照査用の加速度応答スペクトルに適合するよう振幅調整したものである。解析は非線形履歴復元モデルを用いているので履歴減衰が考慮されており、減衰定数は1%だけ考慮した。

応答結果を荷重変位履歴曲線でしめたものが図-2の実線である。偏心モーメントの作用する橋脚では変位が片側に進行しており、エネルギー吸収が少ないことが考えられる。

3. 偏心モーメントが作用する方向に地震力が作用する場合の地震時保有水平耐力の検討

2の動的解析結果を参考に静的に保有水平耐力照査の方法を検討する。まず最初に、図-1の橋脚を対象に、偏心モーメントが作用しているとして P 、 δ を計算すると、図-3の実線のようにになった。計算の簡略化を考え、偏心が無いとして P 、 δ を計算すると図-3の破線のように、耐力が大きく、変位が小さく評価

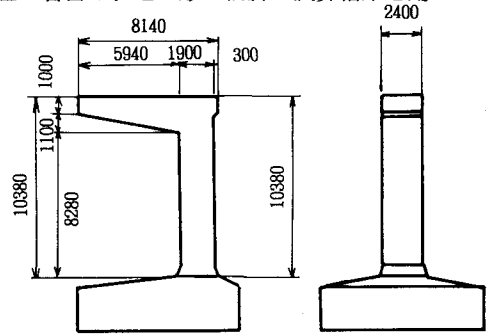


図-1 検討に用いた逆L形橋脚

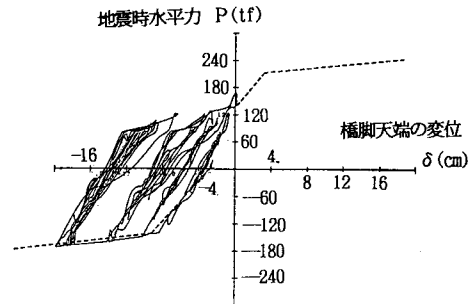


図-2 偏心橋脚の動的解析結果

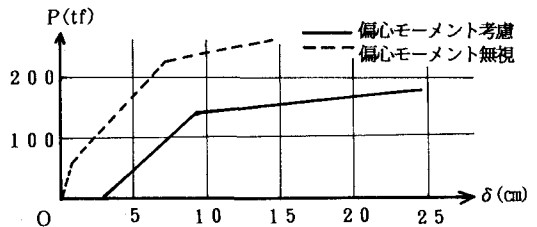


図-3 偏心橋脚の $P-\delta$ 関係

されることになる。なお、基部のハンチの影響は無視した。

次に、 $P-\delta$ 関係からエネルギー一定則を適用し、地震力と保有水平耐力の比較を行う。偏心が無いとした場合は道路橋示方書によって計算できるが、偏心がある場合は図-4のようにエネルギー一定則を適用する。なお、 P は橋脚天端に作用する地震時水平力、 δ は橋脚天端の変位で常時の偏心モーメントも地震力も作用していない場合を0としている。 δ_0 は偏心モーメントによる橋脚天端変位である。ここで、橋脚が弾性と考えた場合に橋脚に作用する地震力が、 P_E 、その時の変位が δ_E とすると、 $\triangle ABC$ の面積と $\square ADE$ の面積を比較することとなる。この場合地震時保有水平耐力、等価固有周期算定時の橋脚の剛性、許容塑性率、等価水平震度は次式のようになる。

$$P_A = P_y + (P_u - P_y) / \alpha \quad (1)$$

$$K_y = P_y / (\delta_y - \delta_0) \quad (2)$$

$$\mu = 1 + (\delta_u - \delta_y) / \alpha (\delta_y - \delta_0) \quad (3)$$

$$k_{ne} = k_{no} / \sqrt{2\mu - 1} \quad (4)$$

$\alpha = 1.5$ とした場合の試算結果は、表-1のようになった。偏心を無視した場合は保有水平耐力を大きく評価することになり、常時偏心モーメントが作用している橋脚の保有水平耐力の照査は、偏心を考慮し、(1)~(4)式で照査するほうが安全側であることがわかった。また、この方法で照査すると、この例では、動的解析と同程度の変位量になった。

ここでは、 α を1.5として試算検討を行ったが、 α は多数の実験結果を踏まえ、計算上の照査点と橋脚の許容できる破壊形態をあわせるよう定められた定数であり、今回の検討では α の値を検討できなかった。今後早急に実験を行い検討する予定である。

4. 偏心モーメントが作用する方向と反対側に地震力が作用する場合の地震時保有水平耐力の検討

偏心モーメントと反対側に地震力を載荷した場合について考えると、次の2つの場合が考えられる。

- ①震度法の設計で偏心モーメントと同じ側に地震力を載荷した場合必要となる鉄筋量を反対側にも配筋している。
- ②震度法の地震力によるモーメントから偏心モーメントを減じた場合必要となる鉄筋量を配筋している。

①は偏心モーメントが小さい場合に考えられるケースで、2の照査を行っておけば、反対側は安全になると考えられる。②の場合には、照査が必要であるが、2と同様に試算を行ったところ、表-2のようになり偏心を無視すると保有水平耐力を小さく評価しており、計算の簡略化を考えると、偏心が無いとして照査を行えば安全側の結果が得られると考えられる。

5. おわりに

常時に偏心荷重が作用する橋脚について、静的、動的に解析を行い、保有水平耐力の検討を行い、一応照査方法を提案した。しかし、 α の値など未検討な部分について今後早急に検討することが必要である。

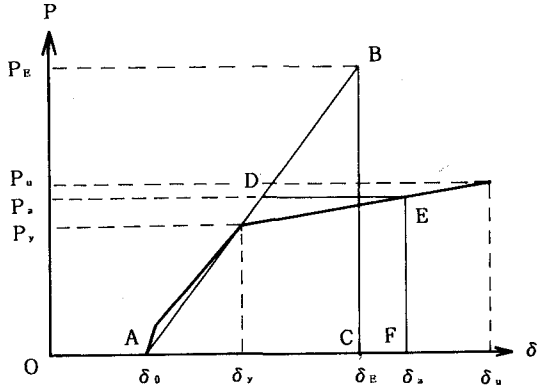


図-4 偏心橋脚のエネルギー一定則の概念図

表-1 偏心荷重を受ける橋脚の保有水平耐力の照査結果（偏心モーメントと同方向）

ケースNo.	計算方法	保有水平耐力 作用力
ケース1	偏心モーメントを無視。	1. 34
ケース2	偏心モーメントを考慮。	1. 07

表-2 偏心荷重を受ける橋脚の保有水平耐力の照査結果（偏心モーメントと逆方向）

ケースNo.	計算方法	保有水平耐力 作用力
ケース1	偏心モーメントを無視。	1. 27
ケース2	偏心モーメントを考慮。	1. 57