

武蔵工業大学大学院 学生員 大江 亮二 学生員 青戸 拓起
武蔵工業大学工学部 正会員 吉川 弘道

1. はじめに

地震動を受ける鉄筋コンクリート単柱式橋脚は、断面主軸方向に沿わない複雑な3次元挙動を呈する¹⁾²⁾(図-1). 従って、構造物の耐震性評価を行う際、水平2方向地震力を同時に受けるシミュレーションの検証が不可欠となる. そこで本研究では、兵庫県南部地震での観測記録波形をもとに2方向地震力を受けるRC単柱橋脚の弾塑性解析を実行し、橋脚柱頭変位の軌跡を追求するものである.

2. 2軸曲げ相関関係の導入

(1) 相関関係の定義

RC単柱式橋脚の実挙動を3次元骨組みモデルで再現する際、2軸曲げの相関関係を導入する³⁾. これは、断面主軸周りの2方向別に定義される剛性 $M-\phi$ 関係を用いて、構造物のひび割れ、降伏、終局状態を判定し解析する. 斜め方向の入力に対しては、主軸周り $M-\phi$ 関係より擬似的な相関面を与える. 2軸曲げの相関降伏面は下式のように表現できる.

$$\left(\frac{M^Z}{M_y^Z} \right)^\alpha + \left(\frac{M^Y}{M_y^Y} \right)^\alpha = 1.0$$

各項は M^Z : Z 軸周りの作用曲げモーメント, M_y^Z : Z 軸周りの降伏曲げモーメント, M^Y : Y 軸周りの作用曲げモーメント, M_y^Y : Y 軸周りの降伏曲げモーメント, α : 相関面を仮定するべき定数である.

(2) 静的解析による検証例

円形断面を有する柱部材に同一水平荷重を静的に载荷される. この場合、入力角度を変化されても柱頭変位量は同一にならない. 図-2より相関ありモデルは、どの角度の水平荷重に対しても同一の変位量を示している. しかし、相関なしモデルの場合、主軸の独立解析の合成であるため、斜め方向の水平荷重に対してはその分解された荷重が小さくなる. つまり、変位は小さくなってしまふ. 従って、2軸相関関係を考慮しなければ斜め方向の応答は再現できないことがわかる.

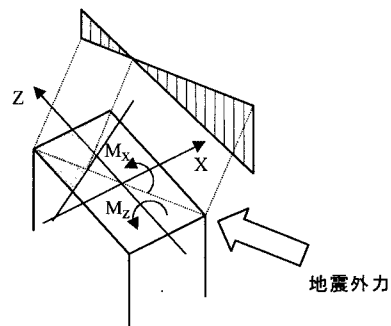


図-1 2軸曲げの一例

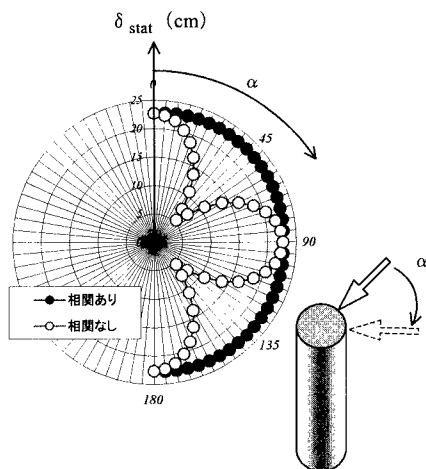


図-2 静的解析結果

表-1 兵庫県南部地震での観測記録波形

呼び名	観測地点
観測波形 I	神戸海洋気象台
観測波形 II	大阪ガス 葦合供給所構内地盤上
観測波形 III	関西電力 新神戸変電所
観測波形 IV	阪神高速 東神戸大橋
観測波形 V	関西電力 尼崎第三
観測波形 VI	関西電力 研究所

キーワード: 鉄筋コンクリート, 2軸曲げ, 非線形動的応答解析, 橋脚柱頭変位, 平均比率

連絡先: 〒158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL:03-3703-3111 FAX:03-5707-1165

3. 非線形動的解析結果

(1) 概要

非線形動的応答解析では 2 で示した 2 軸曲げを考慮した“相関ありモデル”と軸別の独立解析を合成した“相関なしモデル”の応答を検証した。

解析対象モデルは円形断面を有するRC 丸単柱式橋脚とし、多質点系モデルに置換した。復元力特性は Takeda モデルで与え、剛性低下指数は 0.4、減衰定数は 2%とした。入力地震波は表－1 に示す兵庫県南部地震での観測記録波形 5 種類を用いた 4)。

(2) 考察

a) 最大応答変位の比率

図－3は観測波形 1 を入力としたときの柱頭変位の軌跡である。両モデルは異なる履歴を描いており、相関ありモデルの方が大きい応答変位を示した。その他の観測波形においても、同様の結果が得られた。

次に橋軸 (LG) 方向の最大応答変位を求め、その両モデルの最大応答変位比率を図－4 に示す。相関考慮によって最大応答変位が倍近く増加するものも生じたが、その平均比率は 1.5 であった。

b) 残留変位の比率

自由振動を付加し、解析終了時の残留変位を求め、相関あり、相関なしモデルの比率を算定した。その結果を図－5 に示す。平均残留変位は相関なしモデルで 2.1cm、相関ありモデルで 5.3cm となり、その平均比率は 2.6 であった。この解析において、残留変位の方が最大応答変位より平均比率が顕著に表れた。

4. まとめ

2 方向地震力を受ける RC 単柱橋脚の弾塑性解析を実施し、以下の結果が得られた。

- ① RC 柱部材の静的解析より、2 軸相関関係を考慮しなければ斜め方向の応答が正確に再現できない。
- ② 2 軸相関関係を考慮したモデルによる動的解析は、相関関係を考慮しないモデルに比べ最大応答変位、残留変位ともに増加し、その平均比率は 1.5、2.6 であった。

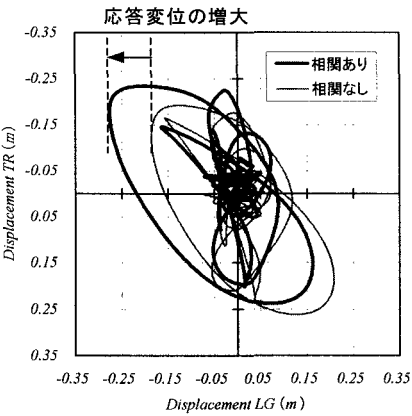
【参考文献】

1) 青戸 拓起, 大江 亮二, 吉川 弘道: 2 方向地震力を受ける RC 単柱橋脚のせん断強度劣化, 第 3 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集 pp341-348, 1999. 12

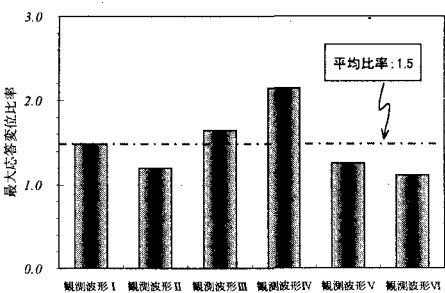
2) 生出佳, 中島章典, 斉木功: 橋脚の剛体ばねモデルによる三次元弾塑性解析, 第 54 回年次学術講演会 I-B203, pp404-405, 1999. 9

3) CRC 総合研究所: Ver 6. 2 DYNA2E (立体骨組み動的解析プログラム) 理論説明書, 使用説明書, 1999. 3

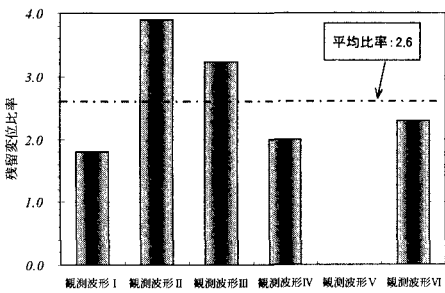
4) 財団法人 震災予防協会: 強震動アレー観測 No.3, 1998. 3



図－3 柱頭変位の軌跡



図－4 最大応答変位の比率



図－5 残留変位の比率