

RC 単柱式橋脚の耐荷力と靱性に関する 2 軸相関特性

東京都市大学 学生会員 ○樋口 航平
東京都市大学 正会員 吉川 弘道

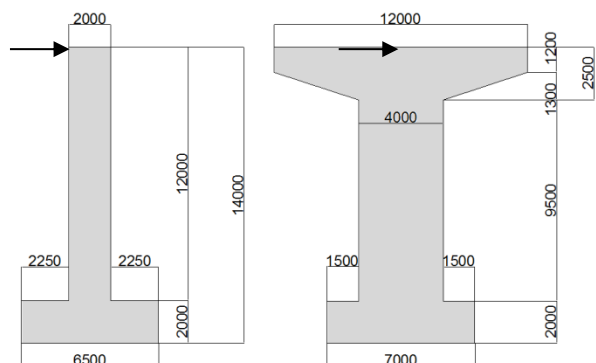
1.はじめに

現行の道路橋示方書では、橋軸方向/橋軸直角方向に分けて耐震設計を行っているが、RC 橋脚のように強い非線形領域（鉄筋降伏、コンクリート圧壊 etc.）に及ぶ場合、極めて不十分である。

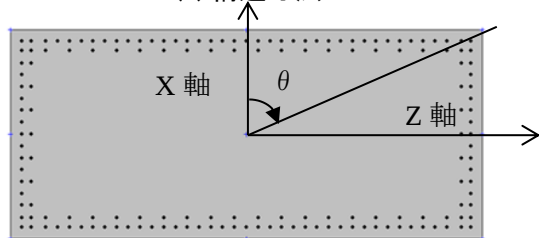
本報は、第 1 段階として、橋軸方向、橋軸直角方向を含む斜め方向のプッシュオーバー解析を実施し、耐荷力と靱性の評価を行うものである。特に、正規化した相関曲線の評価を試みた。

2.対象構造物

鉄筋コンクリート橋脚（RC 橋脚）を対象構造物とし、その諸元として図-1、表-1 を示す。解析モデルとして、非線形 2 軸ファイバーモデルを採用し、単調増分載荷（プッシュオーバー解析）を実施した。断面形式として、縦横比を 1 : 1, 1 : 1.5, 1 : 2 とした 3 断面を設定した。



(a) 構造寸法



(b) 基部断面

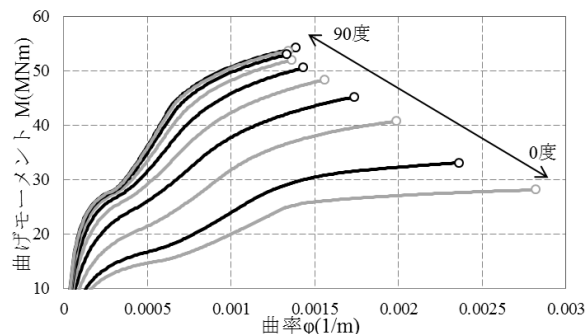
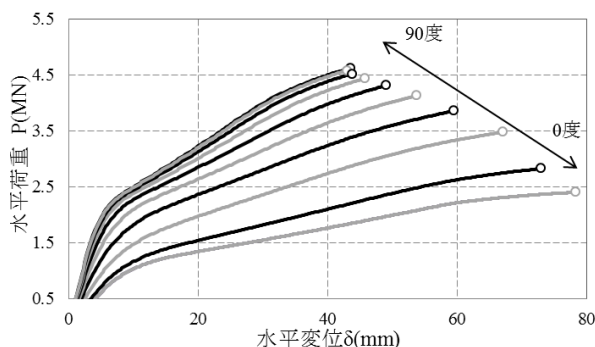
図-1 構造諸元 (case3)

表-1 パラメータ一覧

	H(mm)	B(mm)	全断面鉄筋比 $P_t(\%)$
case1 (1:1)	2000	2000	0.752
case2 (1:1.5)	2000	3000	0.570
case3 (1:2)	2000	4000	0.572

3. 解析結果

載荷方向 θ (図-1 (b)) を、10 度刻みで計 10 回とし、それぞれにプッシュオーバー解析を実施した。

図-2 曲げモーメント-曲率(M- ϕ)曲線 (case3)図-3 荷重-変位(P- δ)曲線 (case3)

解析結果として、M- ϕ 曲線(図-2)、P- δ 曲線(図-3)を示した。両図とも、載荷角度 θ の増大に従い、高強度低靱性へと移行して行くことが分かる。

なお、終局の定義は道路橋示方書に準拠した。すなわち、軸方向圧縮鉄筋位置におけるひずみが終局ひずみに達するときとした。

$$\varepsilon_{cu} = 0.002 + 0.033\beta \frac{\rho_s \sigma_{sy}}{\sigma_{ck}} + \frac{0.2\sigma_{cc}}{E_{des}} \quad (1)$$

4. 耐荷力に関する 2 軸相関特性

まず、耐荷力に関する 2 方向(X 軸、Z 軸方向)の相関特性について、図-4 のように整理した。

ここで、図-4(a)は実単位、図-4(b)は正規化による無次元表示である。正規化相関特性は、下式により表現するものとする。

$$\left(\frac{P_u^x}{P_{uo}^x}\right)^m + \left(\frac{P_u^z}{P_{uo}^z}\right)^n = 1 \quad (2)$$

次に、相関係数 m , n を解析結果から同定するこ

キーワード プッシュオーバー解析, 正規化, 相関特性

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 都市工学科 吉川研究室 Tel 03-5707-0104

とによりものである．相関係数 m , n の値を表-2
のように整理した．

表-2 相関係数 m , n の値

	相関係数	
	m	n
耐力力 P	1.90	2.43
靱性 δ	1.51	1.90

橋軸直角方向の長さ (B) の増減によって、終局時の耐力力に大きな変化をもたらした．具体的には、 B の増加によって耐力力は増加の傾向を確認できる．また、正規化をすることによって3つの成分は同一曲線上に位置することが判明した．

5. 靱性に関する2軸相関特性

今度は、靱性(終局時の変位)に関する、2軸の相関特性について考える．ここで図-4 同様に、図-5(a) は実単位、(b) は正規化による無次元表示である．この場合も、式(2)を靱性に変えて、相関係数 m , n を同定するものである．

こちらでは B の増加によって耐力力は減少の傾向が確認できる．

そしてこちらも、正規化をすることによって3つの成分は同一曲線上に位置することが判明した．

6. まとめ

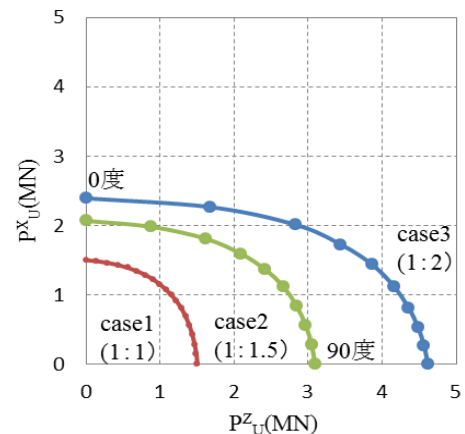
非線形ファイバーモデルを利用してプッシュオーバー解析(単調増分载荷)を実施した．载荷角度を変化させることにより2軸曲げを再現し、荷重-変位曲線を算出した．そこから道路橋示方書を参考に終局点を見つけ出した．

上記で算出した耐力力 P 、靱性 δ の X 軸、 Z 軸の値を使用して正規化相関特性を実施した．

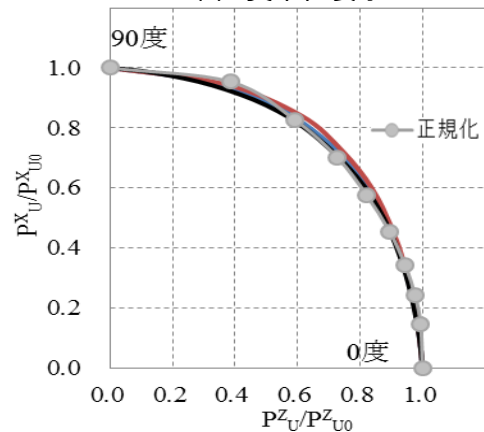
そのことに合わせて式(2)の楕円の方程式により耐力力 P 、靱性 δ それぞれの最適な相関係数を発見するに至った．この係数の傾向としては $m < n$ であることが言える．

参考文献

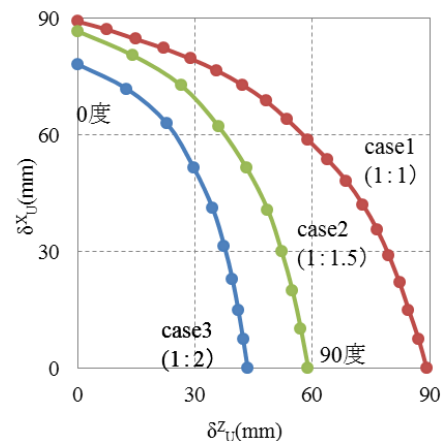
- 1) 道路橋示方書・同解説V耐震設計編，社団法人日本道路協会，丸善株式会社，2012.3
- 2) 吉川弘道，青戸拡起，甲斐義隆：数値シミュレーションで考える構造解析，建通新聞社，2009.11
- 3) 吉川弘道：鉄筋コンクリート構造物の耐震設計と地震リスク解析，丸善株式会社，2008.02



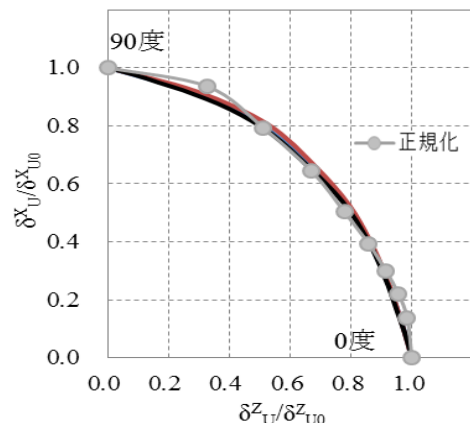
(a) 実単位表示



(b) 正規化無次元表示
図-4 耐力力評価



(a) 実単位表示



(b) 正規化無次元表示
図-5 靱性力評価