

逆 L 形円形鋼管柱の繰り返し載荷実験および弾塑性解析による研究

愛知工業大学 学生員 成瀬 孝之
愛知工業大学 正会員 青木 徹彦
愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶

1. はじめに

これまでに数多くの研究機関で T 形鋼製橋脚(上部工重量が橋脚の中心軸に作用する橋脚)の繰り返し載荷実験が盛んに行われてきた。それに加え、解析的な研究も盛んに行われ、幅厚比パラメータ、径厚比パラメータ、細長比パラメータなどの橋脚パラメータが強度と変形能に及ぼす影響や、履歴曲線によるエネルギー吸収量の影響などが明らかとなってきた。しかしながら、高速道路や市街地における高架橋などは、逆 L 形鋼製橋脚やラーメン鋼製橋脚の数も少なくない。名古屋高速道路公社の既設鋼製橋脚は 380 基あり、その内、約一割の 39 基が逆 L 形橋脚である¹⁾。そこで本研究では上部工重量が橋脚に偏心して作用する逆 L 形円形鋼製橋脚の繰り返し載荷実験と汎用有限要素解析ソフト MARC による弾塑性解析を行い、本研究で定義する偏心パラメータが T 形円形鋼製橋脚と比べ強度や変形能に及ぼす影響を検証する。

2. 実験概要

供試体概念図を Fig.1、供試体寸法を Table 1 に示す。実験で用いる偏心パラメータは本研究で定義する e/r (e : 上部工重量の重心から橋脚図心までの偏心量、 r : 橋脚断面の断面二次半径)であり、 $e/r=0.0$ (中心軸載荷の橋脚に相当)、 1.0 、 2.0 の計 3 体を行う。($e/r=1.0, 2.0$ は平成 12 年 3 月現在実験中である。) 載荷方法は上部工重量に相当する鉛直荷重 P を降伏軸力 P_y の 20% ($P=0.2P_y$) で一定載荷のもと、地震時に作用する慣性力を想定した水平力として、 $e/r=0.0$ の時の降伏変位 δ_y を基準とし、変位制御によって繰り返し漸増載荷を行う。降伏変位 δ_y は式(1)、(2)によって求められる。なお、繰り返し回数は 1 回とする。

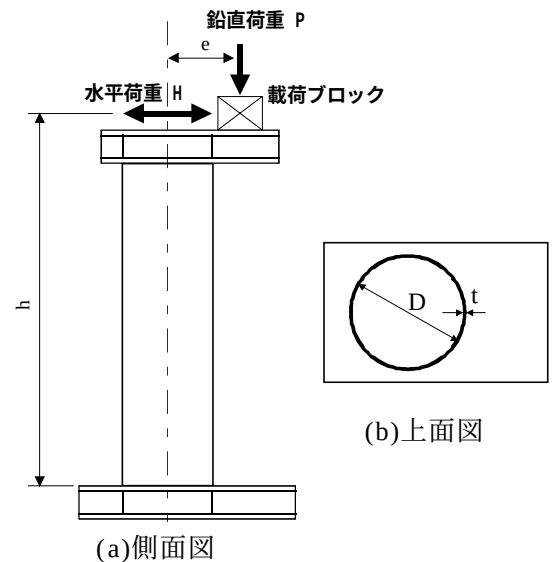


Fig.1 供試体概念図

$$H_y = \frac{M_y}{h} \left(1 - \frac{p}{p_y} \right) \quad (1)$$

$$\delta_y = \frac{H_y h^3}{3EI} \quad (2)$$

ここで、 H_y : 水平降伏荷重、 M_y : 降伏モーメント、 h : 柱の有効高さ、 E : ヤング係数、 I : 断面二次モーメントである。

3. 実験結果

$e/r=0.0$ (中心軸圧縮柱)の荷重、変位をそれぞれ降伏荷重 H_y 、降伏変位 δ_y で無次元化した履歴曲線を Fig.2 に示す。水平荷重 H は局部座屈が発生し始めた $+4\delta_y$ で最大荷重 $H_{max}=934.5\text{kN}$ に達した。その後水平耐力を次第に失い $+8\delta_y$ で最大荷重 H_{max} の半分以下である 422.0kN まで水平耐力を失った。

Table 1 供試体寸法

鋼種	STK400
外径 $D(\text{mm})$	812.8
板厚 $t(\text{mm})$	12.7
柱の有効高さ $h(\text{mm})$	3375
断面二次半径 $r(\text{mm})$	283
径厚比パラメータ Rt	0.0629
細長比パラメータ $\bar{\lambda}$	0.262

Key Words: 偏心, 逆 L 形, 繰り返し載荷実験

〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 Tel : 0565-48-8121 Fax : (0565)48-3749

4. 解析結果

解析の対象は実験と同様、偏心パラメータ $e/r=0.0, 1.0, 2.0$ の計 3 体の解析を行った。解析モデルを Fig.3 に示す。解析に使用したソフトは汎用有限要素プログラム MARC を使用した。構成則は移動硬化則、要素は 4 辺形線形厚肉シェル要素、降伏応力 σ_y は鋼種 STK400 の公称値 $\sigma_y=245\text{Mpa}$ 、ヤング係数 $E=210.0\text{GPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ を用いた。Fig.4~6 に解析結果を示す。Fig.4 では解析時に降伏応力に公称値を用いているため、最大荷重において実験値より解析値の方が 3 割程度低い値を示した。今後、材料引張り試験を行い解析結果を精度良く表現できるようにする必要がある。Fig.5,6 では、 $e/r=0.0$ に対して最大荷重が $e/r=1.0$ では 2 割、 $e/r=2.0$ では 4 割程度低下している。これは偏心载荷方向で初期の偏心モーメント $M_0(=Pe)$ による水平荷重

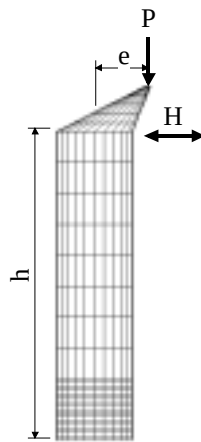


Fig.3 解析モデル

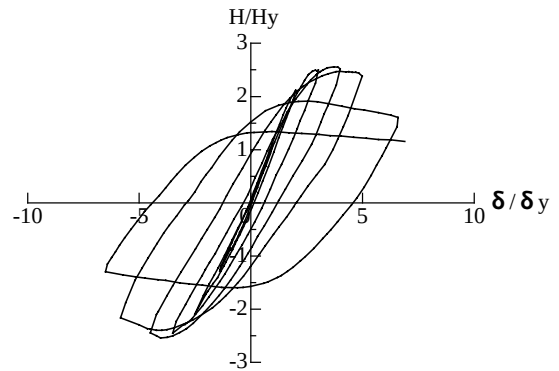


Fig.2 $e/r=0.0$ の履歴曲線(実験)

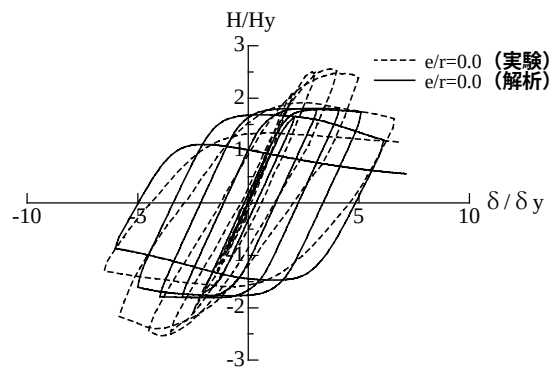


Fig.4 $e/r=0.0$ の履歴曲線(実験及び解析)

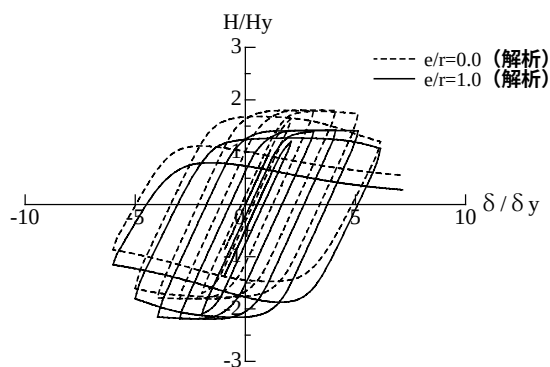


Fig.5 $e/r=0.0$ と $e/r=1.0$ の履歴曲線(解析)

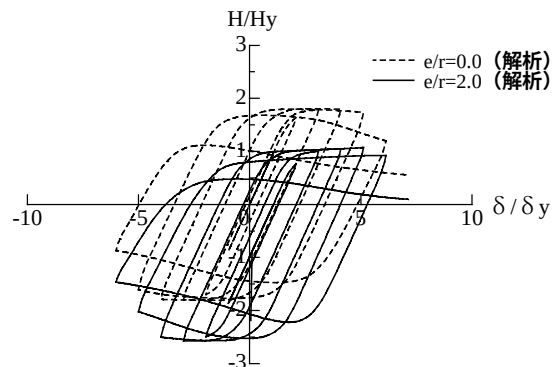


Fig.6 $e/r=0.0$ と $e/r=2.0$ の履歴曲線(解析)

$H_0(=M_0/h)$ の分だけ荷重が低下していると思われる。逆に、反対方向では上昇している。これは、偏心载荷による付加モーメントにより偏心载荷方向では橋脚の劣化を進展させ、その反対方向では橋脚の劣化を抑制しようとするためであると考えられる。

5. まとめ

本研究では逆 L 形円形鋼管柱の供試体 $e/r=0.0$ の実験を 1 体と解析を 3 体行った。今後は、供試体 $e/r=1.0, 2.0$ の実験を行い、解析結果とともに逆 L 形円形鋼管柱の強度及び変形能について明らかにする。

「参考文献」

- 1) 高 他：逆 L 形鋼製橋脚の繰返し弾塑性解析，第 2 回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集，pp.165-172，1998.11
- 2) 宇佐美 他：鉛直荷重が偏心して作用する鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験，土木学会論文集 No.626/I-48，pp.197-206，1999.7