

## 載荷実験による RC 円形橋脚の実大モデルと 1/2 縮小モデルの損傷度比較

JR 東海 正会員 岩田秀治, フェロー 関雅樹, 正会員 上月隆史, 正会員 阿知波秀彦

### 1. 目的

載荷実験を行うにあたり縮小モデルでは鉄筋径や骨材の最大寸法など全てを正確な比率で縮小することは困難である場合が多い。本検討では大きな縮尺率である 1/2 縮小モデルで、段落としを有する円形 RC 橋脚の載荷実験を行い、更に正確な損傷度の把握・耐震性能評価のために、実大モデルでの実験も行った。以下、双方の両モデルの載荷実験による損傷比較などについて示す。

### 2. 試験体概要

実大モデルの配筋を図 1 に、1/2 縮小モデルの配筋を図 2 に示す。また、材料特性のデータを表 1 に示した。主筋の規格が両者で異なっているが、鉄筋の本数、鉄筋比を調整することにより、主鉄筋全体の耐力比が同じとした。

### 3. 実験概要

実橋脚に作用する軸力は、実大モデル 1565kN、1/2 縮小

モデル 359kN を載荷させ、主筋が降伏する変位量を  $y$  とし、 $\pm 1 y, \pm 2 y, \pm 4 y$  を各 3 サイクル載荷した。1/2 縮小モデルは更に  $\pm 8 y$  載荷を 3 サイクル、 $\pm 12 y, \pm 16 y, \pm 20 y$  を 1 サイクル載荷し、実大モデルは  $\pm 240\text{mm}$  を 1 サイクル載荷した。実大モデルは、アクチュエーターの盛替を行わない範囲での載荷を行ったため、このような載荷ステップとした。

### 4. 実験結果

両モデルの載荷ステップごとの損傷の状態を図 3, 図 4 に示す。また、荷重 - 変位曲線を図 5, 図 6 に示す。

両モデルの破壊形式は基部の曲げ破壊モードであった。実大モデルは、 $\pm 4 y$  の 2 サイクル目の載荷時にコンクリートが大きく剥離し主鉄筋の座屈が確認された。一方、1/2 縮小モデルは  $\pm 8 y$  の 2 サイクル目で確認された。図 5, 図 6 より、実大モデルは  $\pm 4 y$  の 2 サイクル目から、1/2 縮小モデルは  $\pm 8 y$  の 2 サイクル目から最大荷重が大きく低下し始めている。これは軸方向鉄筋の座屈が顕著になった時と一致しており、主筋の座屈により耐力が低下することが分かる。ここで、実大モデルは  $y = \pm 44.7\text{mm}$ 、1/2 縮小モデルは  $y = \pm 17.3\text{mm}$  であり、実大モデルの方が  $y$  は相対的に大きかった。これは、ゲージ貼付箇所のひずみが降伏に達した時の変位を  $y$  としているため、実際の降伏変位とは若干誤差があると考えられ

表 1 試験体の材料特性

	実大モデル	1/2縮小モデル
コンクリート	24-12-25H $f_c' = 29.7(\text{N/mm}^2)$	24-12-20H $f_c' = 33.7(\text{N/mm}^2)$
主鉄筋	D29 SD345 $\sigma_y = 395, f_y = 565(\text{N/mm}^2)$	D16 SD295 $\sigma_y = 352, f_y = 407(\text{N/mm}^2)$
	鉄筋比 0.859% (1-1断面)	鉄筋比 1.011% (A-A断面)
帯鉄筋	13 SR235 $\sigma_y = 334, f_y = 478(\text{N/mm}^2)$	6 SR235 $\sigma_y = 266, f_y = 343(\text{N/mm}^2)$
	鉄筋比 0.044%	鉄筋比 0.043%

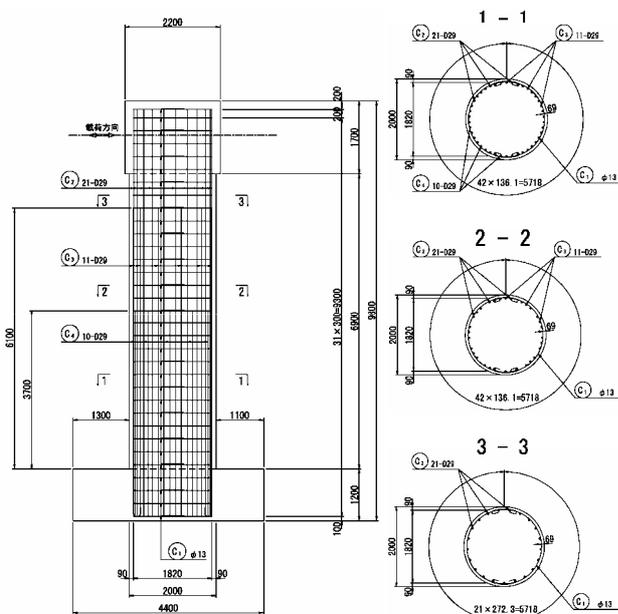


図 1 実大モデルの配筋

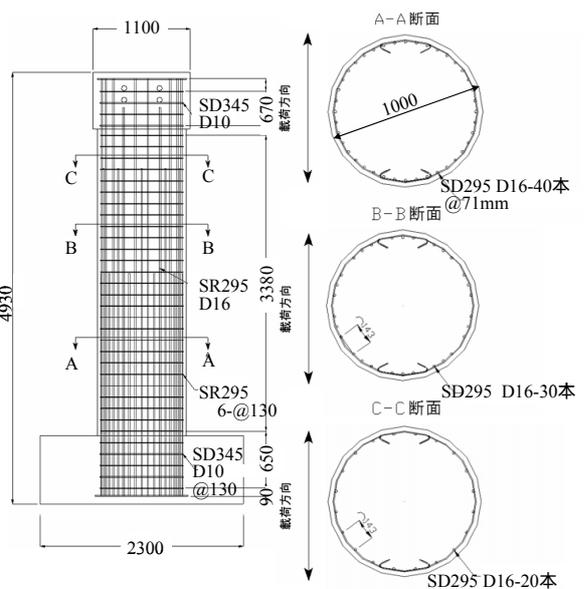


図 2 1/2 縮小モデルの配筋

キーワード： 実大試験体，載荷実験，スケール則，損傷比較，鋼板巻き補強

連絡先： JR 東海 技術開発部 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 tel0568-47-5375, fax0568-47-5364

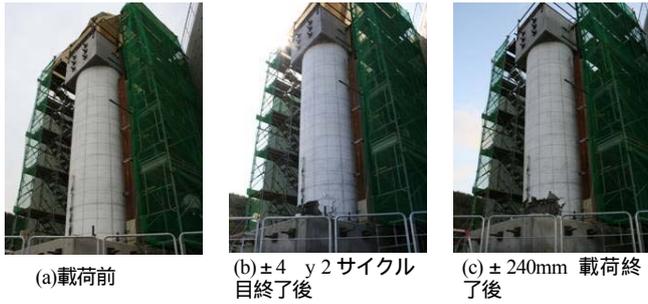


図3 実大モデルの損傷

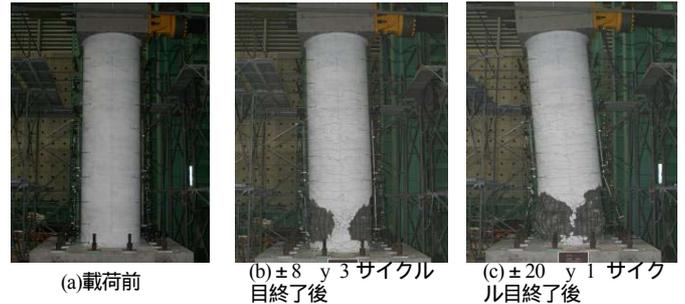


図4 1/2縮小モデルの損傷

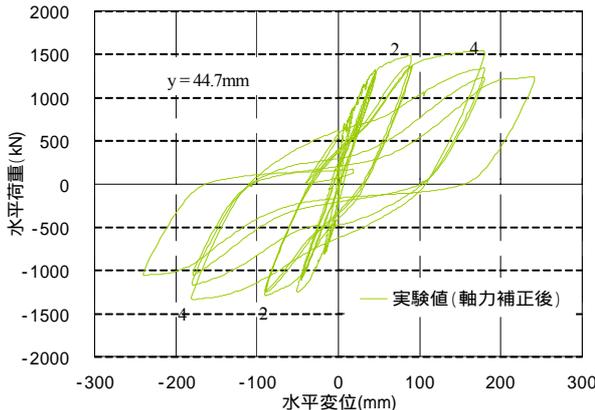


図5 実大モデルの荷重 - 変位曲線

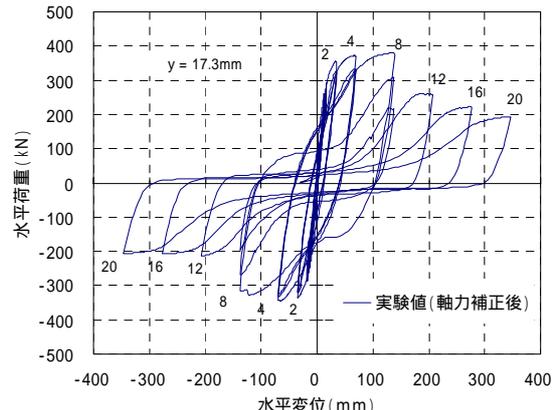


図6 1/2縮小モデルの荷重 - 変位曲線

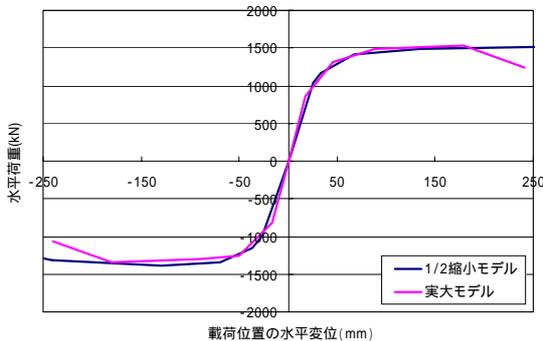


図7 荷重 - 変位曲線の包絡線(実大モデル換算)

ること、1/2縮小モデルのコンクリート強度が高かったことが原因と考えられる。

また、荷重変位±250mmまでの実大と1/2縮小モデルの荷重 - 変位曲線の包絡線を図7に示す。なお、1/2縮小の結果は実大の結果を変位2倍、荷重値4倍にしてある。

### 5. 損傷の比較検討

実大、1/2縮小モデルともに主筋の腹の位置は基部から高さ500~600mmの位置であり、コンクリート剥落が生じたのは基部から高さ800~1000mmまでの範囲であった。よって、相対的に1/2縮小モデルの方が座屈長と塑性ヒンジの範囲が大きくなった。表1より、1/2縮小モデルの鉄筋径が相対的に大きい、鉄筋径の大きい方が座屈長と塑性ヒンジ長が長くなるという既往のデータがある<sup>1)</sup>。座屈長が長いと、座屈に抵抗する帯筋の数量、かぶりコンクリートの量が多

くなり、主筋の座屈に抵抗する拘束力が高まる。このため、1/2縮小の方が座屈の発生が遅くなったと考えられる。また、寸法効果の影響として、1/2縮小の方が帯筋の曲率が大きい、帯筋による内部コンクリートの拘束圧が高くなると考えられる。しかし、図7より、両モデルは荷重変位±180mm程度の範囲までの荷重 - 変位曲線の包絡線がよく一致しており、実大、1/2縮小による違いは見られなかった。±180mmより絶対値の大きな変位において1/2縮小モデルの方が荷重値の大きくなったのは座屈発生が遅かったことが考えられる。

### 6. 実大と1/2縮小モデルの荷重実験の損傷比較のまとめ

- 双方、破壊形態は曲げ破壊モードとなり、荷重 - 変位曲線の包絡線は実大モデル換算で±180mm程度の範囲まではほぼ同様になった。
- 主筋の座屈発生は1/2縮小モデルの方が遅く、耐力の低下し始める変位が相対的に大きくなった。1/2縮小モデルの主鉄径が相対的に太かったことが原因と考えられるが、帯筋の拘束力の寸法効果の影響もあったと考えられる。
- 塑性ヒンジ長、主筋の座屈など局所的には損傷に差があり、ポストピーク後の挙動は大きな相違があった。現行の耐震評価式なども踏まえて、今後も検討が必要であると考えている。

### 【参考文献】

- 1) 星隈順一, 運上茂樹, 長屋和宏: 鉄筋コンクリート橋脚の変形性能に及ぼす断面寸法の影響に関する研究, 土木学会論文集 No.669/ -50, 215-232, 2001.2