

1/5 縮小モデルを用いた RC 円形橋脚の耐震性の寸法効果に関する実験的検討

岐阜大学 学生会員 ○山本翔吾
岐阜大学 正会員 木下幸治

1. はじめに

従来、実大模型に関する実験データがほとんど存在しなかった為、縮小模型実験により実大 RC 橋脚の地震時の破壊特性や曲げ復元力をどの程度正確に評価できるかは、ほとんど検討されてこなかった¹⁾。しかし近年、実大の構造物を用いた震動台実験²⁾や載荷実験³⁾が可能となり実大構造物実験に基づいて寸法効果が明らかになりつつある。このような状況を受け本研究では文献³⁾で行われた 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の実験で使用した載荷実験の比較から寸法効果の影響を明確することを目的とし、第 1 著者の昨年度の研究⁴⁾で行われた実橋脚の 1/10 縮小モデルの載荷実験(図-1, 表-1, 並び表-2 参照)に続き、1/5 縮小モデルの載荷実験結果(2 体: Type1, 2)を報告する。

2. 載荷実験方法

図-2 に実験装置の外観図を示す。軸力は実大モデルに作用された軸力(1565kN)から縮尺率に従い 60kN を二本のジャッキ(一本あたり 30kN)でかけた。載荷実験では主鉄筋が降伏するときの変位を δ_y とし、 $\pm 0.3\delta_y$ と $\pm 0.5\delta_y$ から始めて $\pm 0.5\delta_y$ ずつ増加させ各 1 サイクル載荷した。なお、本縮小モデルの降伏変位は鉄筋のひずみ計測が困難であるためファイバー要素解析により算出したものを用いた。

3. 載荷実験結果

図-3 にコンクリートで製作した 1/5 縮小モデル(Type 1)の載荷履歴を示す($\delta_y=6.2\text{mm}$)。15.5mm ($2.5\delta_y$)の時に微細なひび割れが発生し、27.9mm ($4.5\delta_y$)の時にかぶりコンクリートのふくらみと剥離を確認し、最大荷重 62.9kN となった。31.0 mm ($5.0\delta_y$)の時に大きく荷重が減少し、40.3 mm ($6.5\delta_y$)の時に載荷を終了した。図-4 にモルタルで製作した 1/5 縮小モデル(Type 2)の載荷履歴を示す($\delta_y=4.76\text{mm}$)。23.8mm ($5.0\delta_y$)の時に最大荷重 68.8kN となり、その

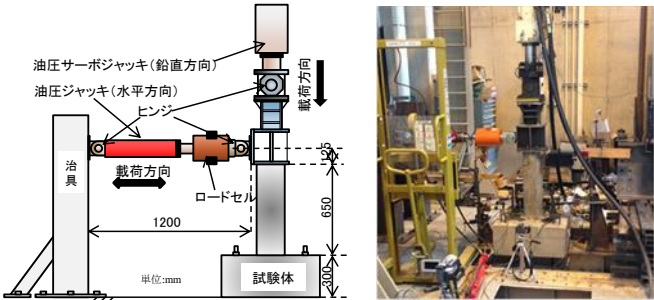


図-1 1/10 縮小モデルの試験システム及び外観図⁴⁾



図-2 1/5 縮小モデル実験装置の外観図

表-1 文献³⁾と本研究のモデルの比較

試験体	実大モデル	1/2縮小モデル	1/5縮小モデル	1/10縮小モデル
円形橋脚の直径 (mm)	2000	1000	400	200
円形部の高さ (mm)	6900	3380	1350	650
主鉄筋 (試験部位)	D29 SD295	D16 SD295	D6 SD295	D6 SD295 D3 SD295
帯鉄筋 (試験部位)	Φ13 SR235	Φ6 SR235	Φ3.2 鉄線	Φ1.2 鉄線
作用軸力 (kN)	1565	359	60	15
終局耐力 (kN)	1297	333	51	13

表-2 本研究と既往研究⁴⁾のモデルの比較

試験体	1/5縮小モデル		1/10縮小モデル	
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
材料	粗骨材の最大寸法15mm コンクリート	モルタル	モルタル	モルタル
鉄筋	縮尺率に合わせる	縮尺率に合わせる	縮尺率に合わせる	鉄筋比を合わせる

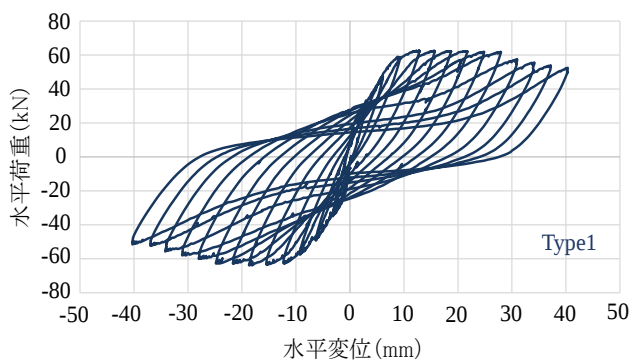


図-3 1/5 縮小（コンクリート）モデルの荷重履歴

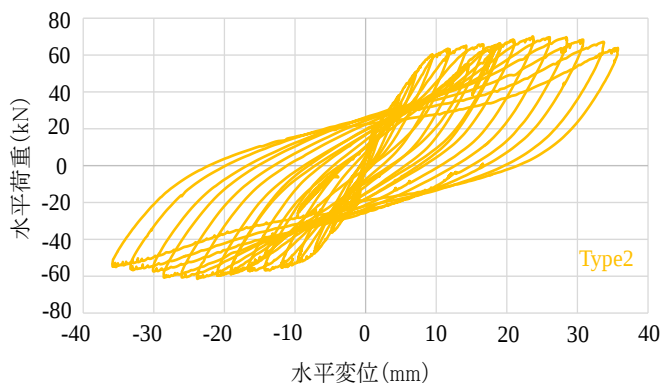


図-4 1/5 縮小（モルタル）モデルの荷重履歴

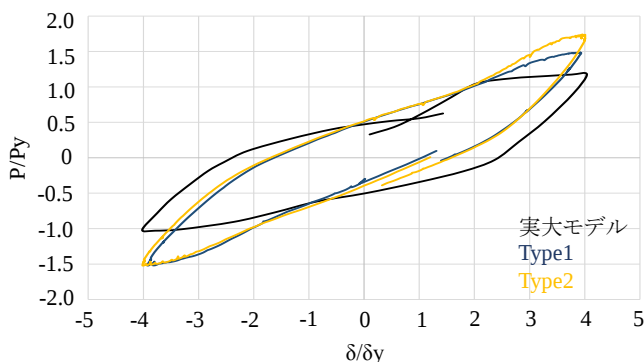


図-5 $\pm 4.0\delta_y$ サイクルでの比較

後荷重に伴い荷重は徐々に減少し、 30.9 mm ($6.5\delta_y$)の時に大きなかぶりコンクリートが剥離し、大きく荷重が減少した。 33.3 mm ($7.0\delta_y$)の時に主鉄筋の座屈を確認し、 35.7 mm ($7.5\delta_y$)の時に荷重を終了した。各 1/5 縮小モデルの荷重終了時には荷重方向の橋脚上面、下面いずれもコンクリートの剥落が確認できた。図-5 に $\pm 4.0\delta_y$ サイクル時の各 1/5 縮小モデルと実大モデルでの比較を示す。なお、実験結果の整理において実験結果で得た水平変位と水平荷重を鉄筋の降伏変位と荷重で割る無次元化による補正、自重並びにジャッキの傾きによる水平荷重の補正を行った。図より、コンクリートのモデル (Type1) とモルタルのモデル (Type2) の履歴曲線は良く一致し、履歴ル

ープの大きさに大きな差異は見られなかった。よって 1/5 縮小モデルに用いた材料 (コンクリート、モルタル) の違いによる影響は小さいと考えられる。一方、実大モデルと 1/5 縮小モデルの履歴曲線には差異が見られた。これは実大モデルと 1/5 縮小モデルに使用されている主鉄筋のふしの形状、間隔の違いによって生じているのではないかと考えられる。すなわち、Type1, Type2, Type3 の主鉄筋には縮尺率にあわせた市販の D6 鉄筋を使用しており、それぞれの荷重履歴に大きな差異は見られていない。一方、Type4 の主鉄筋には鉄筋比に合わせた特注 D3 鉄筋を使用し、節の形状・間隔までも再現した結果、実大モデル、1/2 縮小モデルの履歴曲線とよく一致した⁴⁾。以上の四タイプのモデルの荷重実験結果の比較より、使用されている主鉄筋が履歴ループの形状に影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 川島一彦, 太田啓介, 大矢智之, 佐々木智大, 松崎裕: RC 橋脚の曲げ塑性変形に及ぼす粗骨材寸法及び鉄筋断面積の評価法の影響, 土木学会論文集 A I (構造・地震工学), Vol.68, No.4, pp.543-pp.555, 2012.
- 2) 川島一彦, 佐々木智大, 右近大道, 梶原浩一, 運上茂樹, 堺淳一, 幸左賢二, 高橋良知, 矢部正明, 松崎裕: 現在の技術基準で設計した RC 橋脚の耐震性に関する実大震動台実験及びその解析, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.2, pp.324-343, 2010.
- 3) 岩田秀治, 関雅樹, 上月隆史, 阿知波秀彦: 荷重実験による 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, 土木学会第 66 会年次学術講演概要集, 第 I 部門, pp.765-766, 2011.
- 4) 杉森克成, 木下幸治, 内田裕市: 円形 RC 橋脚の耐震性における寸法効果に関する実験的検討, 第 69 回土木学会学術講演会, 第 I 部門, I-285, 大阪大学, 2014.