

鉄筋コンクリート橋脚のせん断耐力に及ぼす寸法効果の影響に関する実験的研究

東急建設(株)技術研究所 正会員 大滝 健 正会員 黒岩 俊之
 京都大学工学研究科 フェロー会員 家村 浩和

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材の耐震性能は、コストや実験施設、工程上の制約から、縮小モデルを用いた実験によって検証されるのが一般的である。しかしながら、縮小モデルによる実験結果は、必ずしも実構造物の挙動を再現しているとは限らない。したがって、縮小試験体の実験結果を、実構造物に適用するためには、寸法効果について検討することが必要である。鉄筋コンクリート梁部材のせん断耐力が、寸法効果によって低下することは、これまでに多くの実験的あるいは理論的研究によって指摘されてきている。しかしながら、せん断補強筋や側方鉄筋を有する鉄筋コンクリート柱のせん断耐力に及ぼす寸法効果の影響に関する実験的研究は少ない。そこで本研究では、矩形断面を有する鉄筋コンクリート橋脚の繰り返し荷重下におけるせん断耐力に及ぼす寸法効果の影響を調べるために、実大規模およびその縮小試験体を作成し、正負交番荷重実験を行った。

2. 試験体および実験方法

試験体配筋図を図1に、試験体一覧を表1にそれぞれ示した。試験体は、実大橋脚1体と、その1/2スケールの試験体2体、1/4スケールの試験体6体である。縮小試験体については、主鉄筋の本数と径の縮尺率を揃えるとともに、コンクリートの粗骨材最大寸法に関しても、縮尺率を考慮した。また、帯鉄筋については、帯鉄筋比と実降伏強度の積($\rho_v f_{yh}$)が同等となるようにそのピッチを決定した。加力は片持ち梁形式で、試験体頂部に取り付けたアクチュエータにより、正負交番荷重を行った。縮小試験体に関しては、実大試験体と等価な荷重パターンとした。

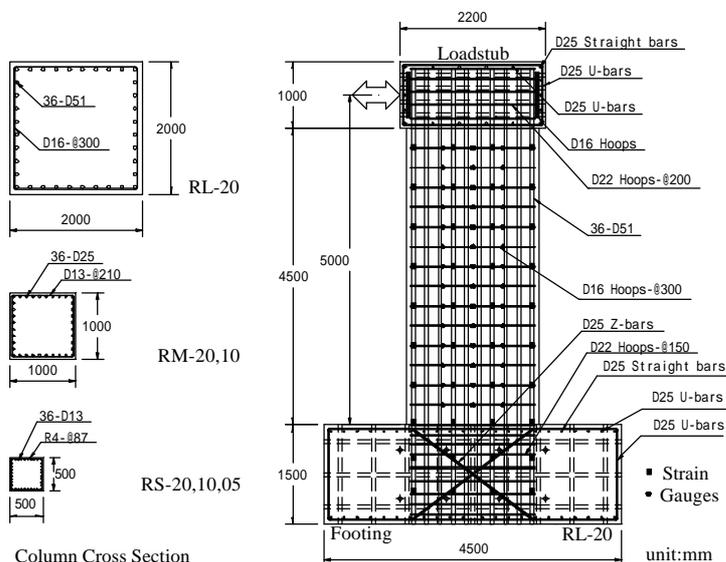


図1 試験体配筋図

表1 試験体一覧

Unit	cross section $B \times D$ (mm)	shear span a (mm)	concrete compressive strength f'_c (MPa)	maximum aggregate size a_g (mm)	longitudinal reinforcement			transverse reinforcement				axial force ratio $P/f'_c A_g$
					quantity	ρ_l (%)	yield strength f_{yl} (MPa)	quantity	ρ_v (%)	yield strength f_{yh} (MPa)	$\rho_v f_{yh}$	
RL-20	2000x2000	5000	29.7	20	36-D51	1.82	390	D16-@300	0.066	371	24.6	0.005
RM-20	1000x1000	2500	30.9	20	36-D25	1.82	376	D10-@210	0.068	363	24.7	0.004
RM-10			32.1	10								
RS-20	500x500	1250	43.1	20	36-D13	1.82	373	R4-@87	0.058	425	24.6	0.004
RS-10			48.4	10								
RS-05			35.3	5								
RS-20r			27.5	20								
RS-10r	500x500	1250	30.0	10	36-D13	1.82	360	R4-@67	0.075	330	24.8	0.004
RS-05r			33.1	5								

キーワード：鉄筋コンクリート橋脚、せん断耐力、寸法効果

連絡先：〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062-1

TEL 042-763-9507 FAX 042-763-9503

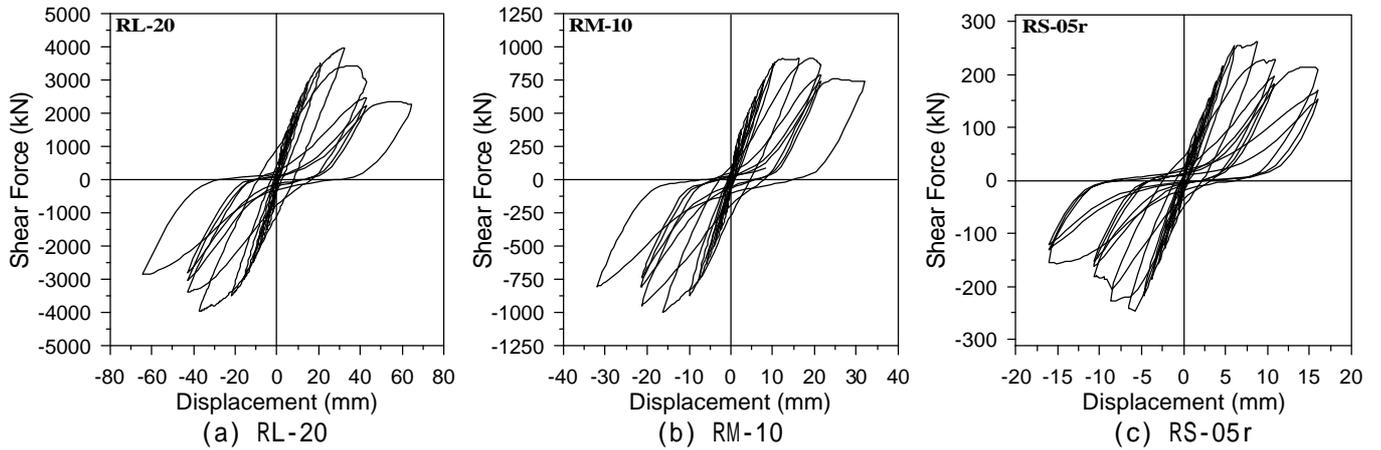


図2 荷重 - 変形関係

3. 実験結果および考察

試験体は、最外縁主筋降伏直前にせん断ひび割れが拡大し、耐力低下するせん断破壊となった。試験体の荷重 - 変形関係の一例を図2に示す。これらの履歴曲線は非常によく対応しており、またひび割れパターンもほぼ同等であった。図3に同じ破壊型式となった試験体のせん断強度（有効せん断応力度）の正負平均値と柱寸法の関係を示す。せん断強度は、最大耐力から帯筋のせん断力負担分を差し引くことによって求めた。帯筋のせん断力負担分は、試験体のせん断ひび割れ角度から、トラスの角度を30度と仮定し、また帯筋ひずみデータからすべての帯筋が降伏しているものとして算定した。なお、せん断強度はコンクリートの圧縮強度の3乗根に比例するものとして補正してある。図中各種設計式より得られた値を併せて示した。これによると、柱のせん断強度は、骨材寸法が大きいほど大きく、骨材寸法が一定の場合、寸法効果によって低下する。一方、骨材寸法が断面の縮尺率と比例する場合にはその影響は小さい。ただし、その程度は、試験体と骨材の相対的な寸法比に影響され、断面が1m以上の場合には急速に小さくなる。各種算定式は、実験結果と比較的良好に対応しているものの、CANを除いて断面寸法が2m以上においても、寸法による耐力低下を考慮しており、この範囲においてRC柱のせん断強度を過小評価する可能性がある。

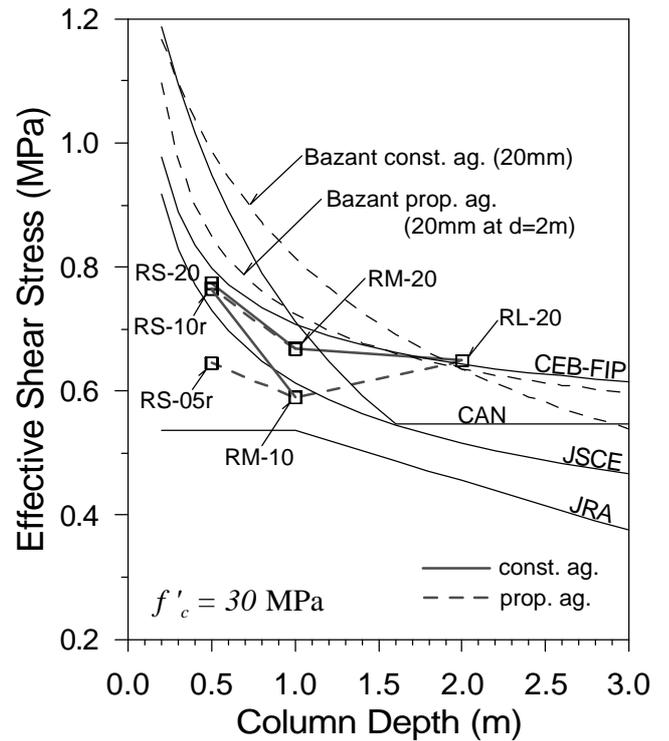


図3 せん断強度の寸法効果

4. おわりに

繰り返し荷重を受けるRC柱の場合には、多数のひび割れが交錯するため、ひび割れ界面における骨材の噛み合わせがせん断耐力に及ぼす影響が大きい。一方、ひび割れ幅やひび割れ間隔には主筋（側方鉄筋）のダボ作用や帯鉄筋量が影響を及ぼし、RC柱のせん断強度を評価する上で重要な要因となる。今後、これらの影響を定量的に評価する手法を検討する予定である。

参考文献（図中算定式）

- Bazant: Bazant, Z.P. and Sun, H.-H., "Size Effect in Diagonal Shear Failure: Influence of Aggregate Size and Stirrups," *ACI Materials Journal Proceedings*, V.84 No.4, July-Aug. 1987.
- CAN: Canadian Standard Association, "Design of Concrete Structures A23.3-94 Structures (Design)," Dec. 1994.
- CEB-FIP: Comite Euro-International du Beton CEB-FIP Model Code 1990.
- JRA: (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成8年12月
- JSCE: (社)土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，平成8年3月