

高軸力下で水平交番載荷を受けるRC柱の水平変形に及ぼす基礎ｽﾀﾌﾞの影響

日本大学工学部 正 ○中村晋, 吉田浩明

佐藤工業(株) 正 伊東良浩

1.はじめに

いづれ地震動に対する開削ﾄﾝﾈﾙの構造部材の断面性能は、他の土木構造物の耐震設計過程と同様に部材の変形性能の非線形を考慮した構造解析により得られた断面力及び変形性能の照査に基づいて決定される。一方、開削ﾄﾝﾈﾙを構成する部材のうちRC柱は、他の土木構造物と異なり、比較的高い軸力が作用するという特徴を有している。また、その様な条件下で、RC柱の性能として要求される変形性能を満たすためにはせん断補強筋量が多くなることが想定される。これらの条件下でのRC柱の変形性能の評価指標、例えば靱性率また終局部材角等の評価手法は十分に確立していない。さらに、構造部材の変形性能の非線形性を規定する上で重要な損傷に応じた部材の変形機構モデルは、従来低軸力下での曲げ変形を対象として構成され、高軸力下でのモデルとしての適用性は明らかとなっていない。

ここでは、開削ﾄﾝﾈﾙの耐震設計を行う上で想定される条件下におけるRC柱の変形性能を把握するために実施された9体の実大規模の試験体の水平交番載荷実験に基づき、作用軸力が終局変位に及ぼす影響、さらに高軸力下での柱部の損傷と基礎ｽﾀﾌﾞの損傷の関係について報告する。

2.検討に用いる実験データの概要

検討には地下鉄中柱の実大規模のRC試験体を対象として実施された水平交番載荷実験結果を用いる。表-1に検討に用いる試験体の諸元を示す。いずれの実験も、水平力と軸力は、それぞれ2つの100tｱｸﾁｬｰﾀｰ、ﾛｰﾗｰ支承を持つ300tｱｸﾁｬｰﾀｰにより、ピン治具を介して試験体に作用させた。加力ｽｸｼﾞｰﾑは、まず 1.25×10^{-3} radで1回の正負繰返し加力を行った後、9段階の変形角R(2.5,5,10,14.9,20,30.3,40,50,58.8 $\times 10^{-3}$ rad)で3回繰返す正負繰返し加力とした。ｽﾀﾌﾞ高さは、主筋径の35倍以上の1,150mmとし、主鉄筋の定着を確実にするためにｽﾀﾌﾞ底部に設けた鉄板に溶接している。ここで、終局変位は水平方向の復元力を喪失また、載荷過程で著しく復元力が低下した変位ｻｲｸﾙの1つ前の変位ｻｲｸﾙの加力変位とした。

ここで用いた試験体の形状は、その断面形状が2種類、せん断ﾊﾟｰｿﾝ比が2.5～4.75となっている。用いた鉄筋は、地下鉄中柱を対象としていることから主鉄筋比がかなり高い5.96%から3.57%の範囲であり、帯鉄筋比はいずれも1.0%以下となっている。また、ｺﾝｸﾘｰﾄ強度は、Case4,5で50kN/mm²以上の高強度となっているが、他は20～30kN/mm²となっている。また、釣合い軸力比は0.53～1.23の比較的高い条件の試験体が8体であり、0.12と低い条件の試験体が1体となっている。

表-1 分析に用いる試験体の諸元

諸元 Case	柱断面 (mm)	柱高さ (せん断ス パース比) (mm)	鉄筋				コンクリート強度 (kN/mm^2)	軸力(kN) (釣り合い 軸力比)	曲げせ ん断耐 力比	終局変 位(mm)	
			主鉄筋(SD345) 材料 (降伏強度 kN/mm^2)	主鉄 筋比 (%)	帯鉄筋(SD345) 材料 (降伏強度 kN/mm^2)	帯鉄 筋比 (%)					
1	600 × 600	1700 (2.83)	D29(394.5)	3.57	D16(384.9)	0.66	22.6	33.5(0.77)	1.30	51.5	
2			D16(409.5)		21.6		36.1(0.64)	1.34	51.5		
3			D13(382.7)		23.5		38.8(0.64)	1.62	85.0		
4	400 × 400	1000 (2.5)	D32(371.3)	5.96	D13(403.2)	0.99	58.1	30.7(0.53)	1.09	55.0	
5		1900 (4.75)	D32(394.0)		D16(391.6)	0.63	52.2	26.8(0.61)	1.49	40.2	
6			D32(380.6)		D10(368.4)	0.36	28.1	15.7(1.03)	1.26	57.0	
7			D32(407.8)		D10(397.9)		23.2	1.6(0.12)	1.48	76.0	
8			D10(397.9)				20.6	16.5(1.23)	1.74	57.0	
9			D25(400.7)	3.80			24.5	14.3(0.98)	2.13	95.0	

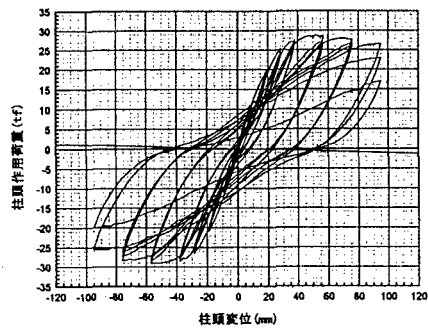
3.作用軸力が終局変位及び部材の損傷に及ぼす影響

釣合い軸力比の最も大きなCase8と最も小さなCase7の荷重-変形関係を図-1に示す。図より、明らかに釣合い軸力比の小さなCase7の方が終局変位が大きくなっていること、釣合い軸力比が1.0以上でも靱性のある復元力特性を示していることが分る。次に、表-1に示した9Caseについて、釣合い軸力比と終局変位の関係を図-2に示す。ここで、曲げせん断耐力比 R が1~1.5, 1.5~2.0及び2.0以上の場合を分けて示している。これより、曲げせん断耐力比 R が1~1.5の場合は、コンクリート強度が 50 kN/m^2 以上の場合を除き釣合い軸力比が0.5程度以上で終局変位がほぼ一定値となることが分る。また、曲げせん断耐力比 R が1.5~2.0の場合、2.0以上と増加するにつれ、釣合い軸力比が1.0に近い値となっても終局変位は、曲げせん断耐力比 R が1.0~1.5の場合より大きな値となっている。

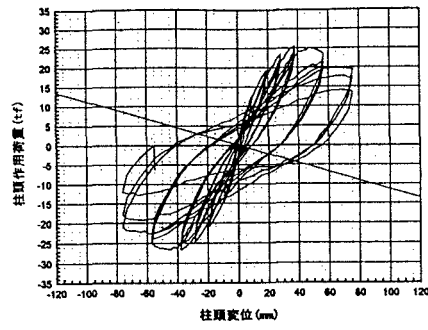
釣合い軸力比の最も高いCase8について、柱部材の最終変形時の損傷状況を写真-1、基礎 $\lambda 7^\circ$ の損傷状況を写真-2に示す。基礎 $\lambda 7^\circ$ の損傷状況は実験終了後(約半年後)にワイヤーで柱を切断することにより調べたものである。柱部材については既に種々の実験で明らかにされているように、曲げひび割れが柱上部まで進展するまゝに脚部のかぶりコンクリートが圧壊し、コアコンクリートの劣化また主鉄筋の座屈により終局に至っている状況が観察された。一方、従来明らかにされていない基礎 $\lambda 7^\circ$ についても、主鉄筋の周りで損傷しており、その損傷も柱部材の変形性能に影響を及ぼすものと推定される。

4.あとかき

ここでは、地下鉄RC柱を想定した既往の9体の実大規模の試験体の水平交番載荷実験に基づき、作用軸力が終局変位に及ぼす影響、さらに高軸力下での柱部の損傷と基礎 $\lambda 7^\circ$ の損傷の関係について検討を行った結果、釣合い軸力比1.0程度でも靱性のある復元力特性を示すこと、それには基礎 $\lambda 7^\circ$ の損傷が関連していることが明らかとなった。



a)Case7



b)Case8

図-1 軸力の差異に応じた荷重-変位関係

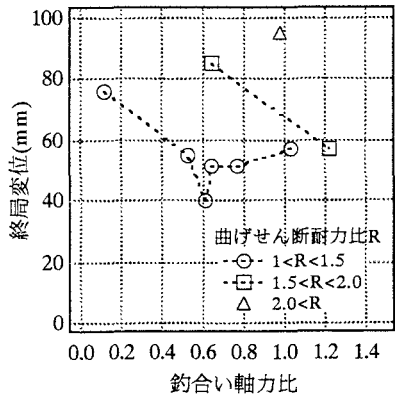


図-2 釣合い軸力と終局変位の関係

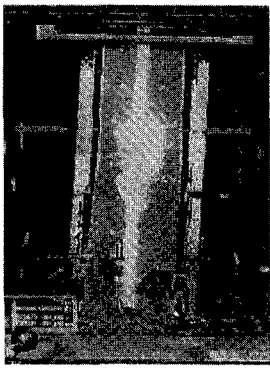


写真-1 柱の損傷状況



写真-2 基礎 $\lambda 7^\circ$ の損傷状況