

京都大学大学院 学生員 前田茂樹 京都大学工学部 正員 山田善一
京都大学工学部 正員 家村浩和 阪神電気鉄道 正員 鈴鹿隆英

1. まえがき RC構造物においては、部材のじん性が耐震安全性を検討する上での重要な問題となる。特に最近設計され始めている斜張橋のタワー部分の部材などには、高軸力が作用する。本研究は、高軸力に抵抗するため、高強度コンクリートを使用するとともに、じん性を向上させるため、従来の研究より有効とされている横拘束を行なったRC部材を用いて、高軸力下における静的

2. 供試体 供試体は図1に示すような形状をもったRC柱模型である。それぞれの供試体のコンクリート、主鉄筋、横筋、軸力の特徴を表1に示した。このように供試体の種類は10種類である。なお主鉄筋およびコンクリートについての材料試験の結果を表2に示した。またじん性率係数は、普通コンクリート、D10鉄筋の場合4.75、高強度コンクリート、D13鉄筋の場合4.86でほぼ同値となった。

3. 実験装置および計測方法 図2に示す装置を用いた。軸力は、供試体に通したPC鋼棒の一方をナットで固定し、他方を水平方向のアクチュエーターで引っ張るときの反力を用いて加えた。2点載荷なので載荷点間の曲げモーメントは一定となる。この区間に変位計を取り付けた。計測は、

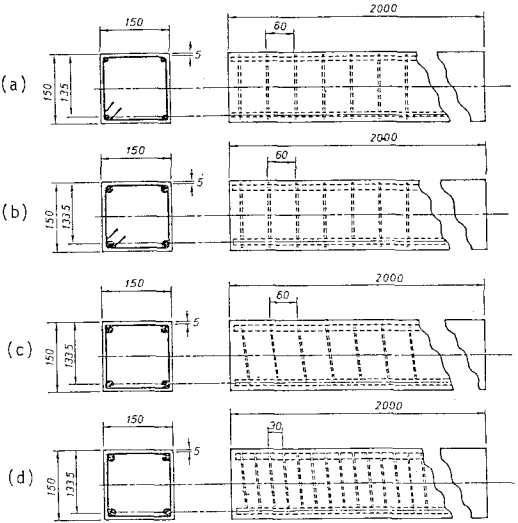


図1 供試体の形状 (単位: mm)

供試体	構造特性							
	PC鋼棒	コンクリートの種類	主鉄筋の種類	横筋の種類	横筋の間隔 (cm)	軸力 (kg/cm ²)	主鉄筋比 (%)	横筋比 (%)
SC-1	無	普通	D10	正方形フープ筋	6	0	1.27	0.91
SC-2	無	普通	D13	正方形フープ筋	6	0	2.28	0.91
SC-3	有	普通	D10	正方形フープ筋	6	0	1.27	0.91
SC-4	有	普通	D13	正方形フープ筋	6	0	2.28	0.91
SC-5	有	普通	D10	正方形フープ筋	6	50	1.27	0.91
SC-6	有	普通	D13	正方形フープ筋	6	50	2.28	0.91
SC-7	有	高強度	D13	スパイラルフープ筋	6	50	2.28	0.91
SC-8	有	高強度	D13	スパイラルフープ筋	6	100	2.28	0.91
SC-9	有	高強度	D13	スパイラルフープ筋	3	50	2.28	1.28
SC-10	有	高強度	D13	スパイラルフープ筋	3	100	2.28	1.28

水平方向のアクチュエーターを反力制御で操作して軸力を一定にし、鉛直方向のアクチュエーターを変位制御で操作して荷重を加え、そのときの変位計の値を読んだ。これより、供試体のモーメントー曲率関係を得た。

材料試験の項目	平均	標準偏差
主鉄筋D10の降伏強度 (kg/mm ²)	33.0	0.10
主鉄筋D10の引張強度 (kg/mm ²)	50.6	0.25
主鉄筋D13の降伏強度 (kg/mm ²)	39.8	2.36
主鉄筋D13の引張強度 (kg/mm ²)	56.3	0.64
普通コンクリート強度 (kg/cm ²)	44.5	74.5
高強度コンクリート強度 (kg/cm ²)	93.4	10.3

表2 材料試験の結果

4. 実験結果および考察 Park、Paulayらが示した理論的なモーメントー曲率関係と本実験より得られたモーメントー曲率関係を図3に示した。またそれぞれの供試体について、降伏時の曲率とモーメントを Φ_y, M_y とし、外部コンクリートの圧縮縁ひずみが限界に達する付近

表1 供試体の諸元

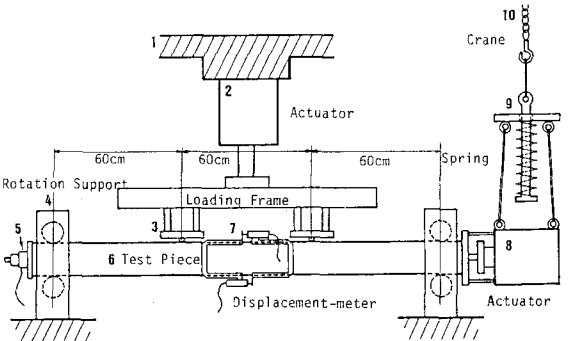


図2 実験装置

でモーメントが最大値を示す時の曲率とモーメントを $\Phi u, Mu$ とし、内部コンクリートの圧縮緑ひずみが限界に達する時の曲率を Φiu とした場合の曲率じん性率 $(\Phi u / \Phi y)$ とモーメント比 (Mu / My) と内部曲率じん性率 $(\Phi iu / \Phi y)$ を表3に示した。モーメントー曲率関係の理論解と実験値は、図3に示したようにほぼ同様な傾向を示した。同図中の降伏強度の差は、主鉄筋の降伏強度がばらついたためと考えられる。また曲率じん性率 $(\Phi u / \Phi y)$ の理論値は実験値の70~105%であった。まず高軸力下(50kg/cm², 100kg/cm²)での横拘束の差(スパイラルフープ筋の間隔が8cmと3cm)によってじん性がいかに変化するかを調べた。曲率じん性率 $(\Phi u / \Phi y)$ については、横筋の増加により実験値で5%たらず上昇したが、理論値では同値となった。しかし内部曲率じん性率 $(\Phi iu / \Phi y)$ については、横筋の増加により大幅に上昇することが、理論解析より確認された。さらに、モーメントー曲率関係の理論解と実験値が同様な傾向を示したことから、実験値でも大幅にじん性が改善されているものと言える。次に、圧縮および引張鉄筋比を両方とも0.64%から1.14%に増加すると、曲率じん性率 $(\Phi u / \Phi y)$ は、実験値で軸力が0kg/cm²のとき53%、軸力が50kg/cm²のとき26%低下し、理論値でそれぞれ41%, 34%低下した。つまりこの場合、圧縮鉄筋増加によるじん性上昇の影響よりも、引張鉄筋増加によるじん性低下の影響が大きいと考えられる。しかし内部曲率じん性率 $(\Phi iu / \Phi y)$ は、あまり低下していないので内部コンクリートに与える影響は少ないと考えられる。最後に高強度コンクリートの場合、軸力が100kg/cm²のときは軸力が50kg/cm²のときよりも、降伏強度が25%程度増加し、曲率じん性率 $(\Phi u / \Phi y)$ が15%程度低下し、内部曲率じん性率 $(\Phi iu / \Phi y)$ が12%程度低下した。なお軸力50kg/cm²の場合について、主鉄筋の強度を一定にしてコンクリート強度を変化させたものと、コンクリート強度を一定にして主鉄筋の強度を変化させたものの理論的なモーメントー曲率関係を計算したが、コンクリート強度が±20%変化してもモーメントー曲率関係はあまり変化しなかった。しかし主鉄筋の強度を±25%変化させると、供試体の降伏強度にかなりの差が生じ、モーメントー曲率曲線が大きく離れた。これより供試体の主鉄筋の降伏強度のばらつきが、供試体の降伏強度に与える影響が大きいことが判明した。

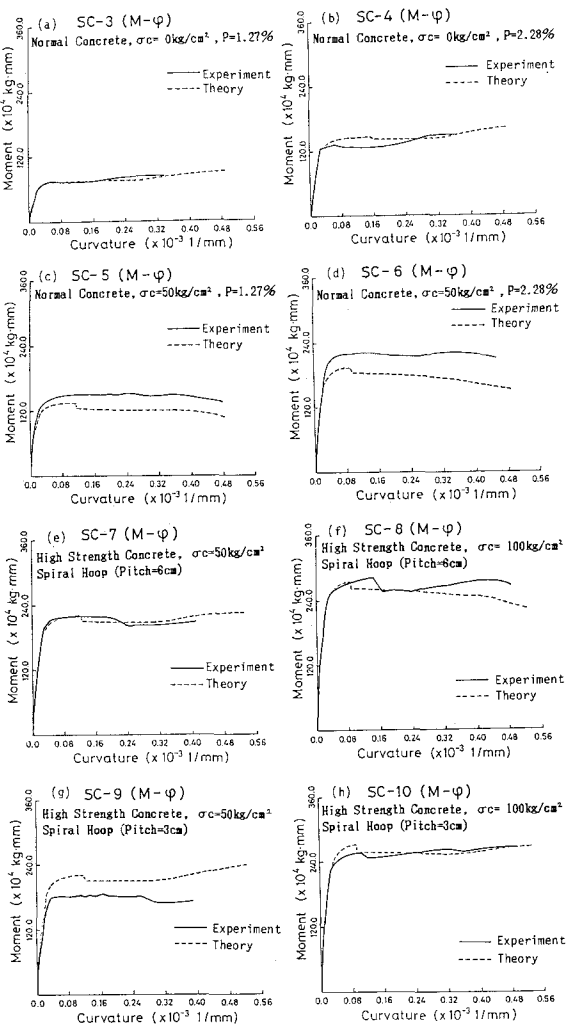


図3 モーメントー曲率関係

	実験値		理論値		
	$\Phi u / \Phi y$	Mu / My	$\Phi u / \Phi y$	Mu / My	$\Phi iu / \Phi y$
SC- 3	8.75	1.15	7.38	1.13	26.4
SC- 4	4.15	1.05	4.35	1.12	21.8
SC- 5	4.82	1.09	3.89	1.10	11.5
SC- 6	3.58	1.06	2.56	1.09	11.5
SC- 7	4.11	1.08	4.07	1.14	19.6
SC- 8	3.63	1.14	3.07	1.13	15.3
SC- 9	4.32	1.02	4.07	1.14	61.8
SC-10	3.64	1.12	3.07	1.13	48.6

表3 曲率じん性率

もモーメントー曲率関係はあまり変化しなかった。しかし主鉄筋の強度を±25%変化させると、供試体の降伏強度にかなりの差が生じ、モーメントー曲率曲線が大きく離れた。これより供試体の主鉄筋の降伏強度のばらつきが、供試体の降伏強度に与える影響が大きいことが判明した。

参考文献 1) Park, R., T. Paulay: Reinforced Concrete Structures, Wiley-Interscience, August 1974.