

膨張材を用いた高張力らせん鉄筋柱の力学的特性

呉工業高等専門学校 正員 竹村 和夫
小野田セメント(株) 〇正員 谷村 充

広島大学工学部 正員 米倉亜州夫
(株) 銭高組 川井 雅博

1. まえがき

過去に、膨張材を添加したらせん鉄筋柱の力学的特性に関する研究を行った⁽¹⁾。その結果、同一圧縮強度で膨張材を添加した柱(膨張コンクリート柱)と無添加の柱(普通コンクリート柱)とを比較すると、ある膨張材量で鉄筋量が適当である場合には膨張コンクリート柱の耐力が大となった。膨張材量が過大な場合には相当量の初期引張応力がらせん鉄筋に生じ、これが外力による引張応力に加算され、鉄筋量が少ないとらせん鉄筋の降伏がコンクリートの破壊や軸方向鉄筋の降伏より先行し、柱の耐力や変形能力が低下する。以上のことから、この種の柱ではらせん鉄筋に高張力鋼を用いることが有効であると考えられる。本論文は、膨張コンクリートを用い、らせん鉄筋に高張力鋼($f_y=150\text{ kgf/mm}^2$ 程度)を使用した柱の力学的特性に及ぼす膨張材量、コンクリート強度、軸方向およびらせん鉄筋量の影響を実験的に検討した結果の報告である。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント、膨張材はエトリンガイト系のものを用いた。細骨材には河口砂、粗骨材には最大寸法15mmの流紋岩砕石を用いた。コンクリートの配合、軸方向およびらせん鉄筋の配筋は表-1に示す通りであり、図-1に示す寸法のらせん鉄筋柱を表-1の計画に従って作成した。圧縮強度測定用には $\phi 10 \times 20\text{ cm}$ の円柱供試体を用いた。ただし、膨張コンクリートの場合は試験材令まで鋼製の型枠中で養生した拘束供試体の強度を採用した。供試体は 20°C の水中で養生を行い、試験材令は28日とした。柱の載荷中の変位を測定するため、対称な位置に変位計を2個設置した。

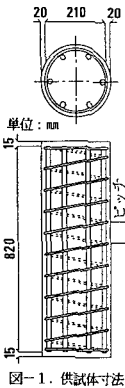


図-1 供試体寸法

表-1. 実験計画
(a) らせん鉄筋に高張力鋼を用いた柱

シリーズ	水結合材比 (%)	単位膨張材量 E (kg/m^3)	軸方向鉄筋		らせん鉄筋	
			直径 (mm)	本数	直径 (mm)	ピッチ (cm)
A	55	0, 60, 80, 100	D13	6	7.4	4
B	55	60	D10 D13 D16	6 6 6	7.4	4
C1	55	60	D13	6	7.4	2, 4, 6
C2	55	0	D13	6	7.4	2, 4, 6
D1	45, 55, 70	60	D13	6	7.4	4
D2	45, 55, 70	0	D13	6	7.4	4

(b) らせん鉄筋に普通鋼を用いた柱

シリーズ	水結合材比 (%)	単位膨張材量 E (kg/m^3)	軸方向鉄筋		らせん鉄筋	
			直径 (mm)	本数	直径 (mm)	ピッチ (cm)
A	55	0, 60, 80, 100	D13	6	#6	2.5
C1	55	60	D13	6	#6 #9	2.5, 4 3
D1	45, 55, 70	60	D13	6	#6	4

3. 結果と考察

図-2～6に柱の耐力の実測値と計算値を示す。実測値は試験機が示す荷重の最大値とした。計算値は土木学会標準示方書に示されている算定式に従い、部材係数 γ を1.0として算出した。また、軸方向鉄筋量は軸方向鉄筋比(p)で示し、らせん鉄筋量はらせん鉄筋の換算断面積($Aspe$)で示す。

図-2は単位膨張材量と柱の耐力との関係である。らせん鉄筋に高張力鋼および普通鋼を用いたいずれの場合も膨張材量 60 kg/m^3 で耐力が最大となった。膨張

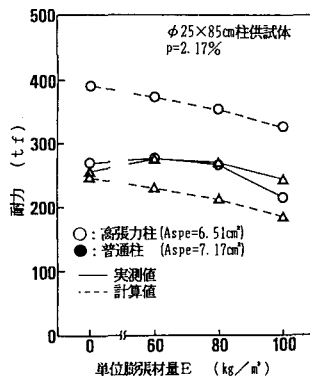


図-2. 単位膨張材量と耐力との関係

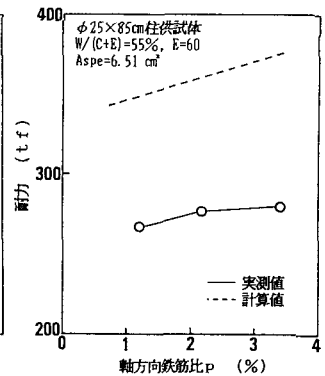


図-3. 軸方向鉄筋量と耐力との関係 (高張力鋼を用いた柱)

材量が 60 kg/m^3 以上では膨張量が過大となり、この程度の拘束鉄筋量では核コンクリートを十分拘束できなかったといえる。この結果より、膨張コンクリートを使用した柱の場合、 60 kg/m^3 をその膨張材量の基準とした。

軸方向鉄筋量が異なる場合(図-3)は、その増加とともに軸方向鉄筋の荷重負担分が増すため耐力は増加する。

らせん鉄筋量が異なり、高張力鋼および普通鋼を用いた柱の耐力を比較すると、図-4に示すようである。らせん鉄筋量が増すといずれの場合も耐力は増加するが、らせん鉄筋量が最も多い場合には高張力鋼を用いた柱の耐力が急増し、普通鋼を用いたものより大となり荷重はさらに増加する傾向を示した。このことから、らせん鉄筋量が多い、すなわちらせん鉄筋のピッチが密な場合には高張力鋼が有効に作用し、核コンクリートへの三次元的な拘束効果をより多く発揮したといえる。

図-5は、高張力鋼および普通鋼を用いた柱のコンクリートの圧縮強度と耐力の関係である。圧縮強度の増加とともに両柱とも耐力は増すが、同一圧縮強度で比較すると高張力鋼を用いた場合が普通鋼のものよりらせん鉄筋のピッチ s が大きいかにかかわらず耐力は大である。高張力鋼を用いた場合、普通鋼と比較すると大変形に耐え、核コンクリートに対する拘束力が増すためと考えられる。

図-6は圧縮強度と耐力の関係で膨張コンクリート柱と普通コンクリート柱との比較であるが、膨張コンクリート柱の場合が同一圧縮強度において耐力は大となる。ただし、図-5、6において膨張材を用いたコンクリートの圧縮強度は拘束供試体による強度で示した。

なお、図-2~6において、普通鋼を用いた場合はいずれも計算値が実測値を下回っている。しかし、高張力鋼を用いた場合は計算値が実測値を大幅に上回っている。これは、示方書の算定式ではらせん鉄筋が降伏しているものとして耐力を算出するが、本研究の場合、実際には高張力鋼はその降伏点まで達していなかったことに主原因がある。高張力鋼を有効に利用するためには、らせん鉄筋のピッチを十分密とし核コンクリートの拘束を確実にすることが必要である。

図-7はらせん鉄筋量が多い場合の荷重-変位関係である。膨張コンクリートの使用如何にかかわらず高張力鋼を用いた場合が変形能力は大きい。

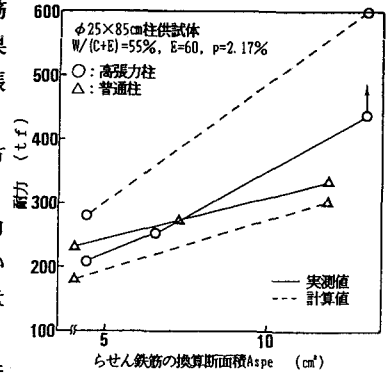


図-4. らせん鉄筋量と耐力との関係
(らせん鉄筋種類の影響)

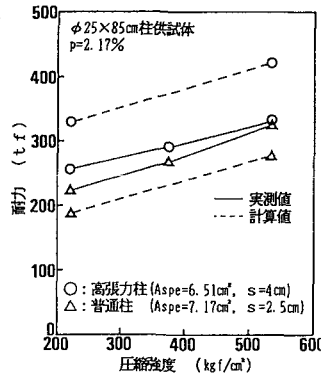


図-5. コンクリート強度と耐力との関係
(らせん鉄筋種類の影響)

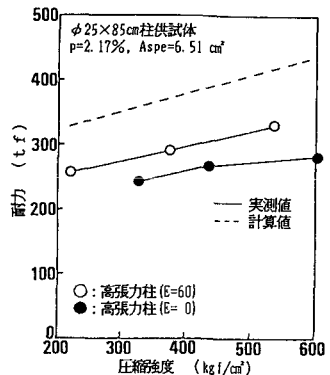


図-6. コンクリート強度と耐力との関係
(コンクリート種類の影響)

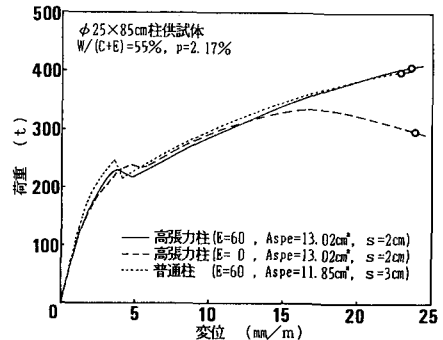


図-7. らせん鉄筋量が多い柱の荷重-変位曲線

〈参考文献〉(1) 竹村和夫他: ケミカルプレストレスを受けた鉄筋コンクリート柱の一軸圧縮特性, セメント技術年報, 第42巻, pp. 343~346, 1988