

膨張材を添加した鉄筋コンクリート柱の一軸圧縮特性

広島大学 正会員 田澤栄一
 呉工業高等専門学校 正会員 竹村和夫
 広島大学 学生会員 坂田拓司
 広島大学 ○学生会員 市坪 誠

1. 目的

近年、アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の損傷例が報告されているが、軸方向力が卓越する柱部材についてはほとんど研究されていないのが現状である。ここではコンクリートの膨張が柱の一軸圧縮特性に及ぼす影響に関する基礎的特性を得ることを目的として、膨張コンクリートを用いて、膨張コンクリートの一軸拘束特性、らせん鉄筋柱の養生中の挙動や終局耐力などに及ぼす軸方向鉄筋量、らせん鉄筋量、膨張材量、コンクリートの圧縮強度の影響について検討を行った。

2. 方法

使用材料は普通ポルトランドセメント、細骨材には風化花

崗岩系山砂、粗骨材は石灰岩碎石、膨張材はカルシウムサルホアルミネート系のものとした。鉄筋は軸方向鉄筋にD・10 mm、らせん鉄筋にφ6 mmを用いた。鉄筋の試験結果を表-1に示す。

表-1 鋼材の試験結果

	断面積 (mm ²)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)	弾性係数 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)
φ6 mm	24.9	30.8	43.9	2.00
D10 mm	56.9	33.6	44.7	2.06

コンクリートの配合の概要を表-2に示す。図-1に示す寸法の供試体を、紙製型枠にアクリル板で底をしたものに内部振動機を用いて成型した。ひずみゲージは、軸方向鉄筋に2ヶ所、軸方向のほぼ中央に中心軸に対して対称な位置に貼りつけた。材令2日で脱型した自由膨張供試体及び試験材令まで型枠中においた型枠拘束供試体は、ともにφ10×20 cmの供試体を用いた。全ての供試体は材令3日以後20℃の水中で養生を行った。

表-2 コンクリートの配合と圧縮強度

記号	W/(C+E) (%)	単位膨張材量 (kg/m ³)	材令 (日)	自由膨張		型枠拘束	
				f (kgf/cm ²)	E ($\times 10^5$ kgf/cm ²)	f (kgf/cm ²)	E ($\times 10^5$ kgf/cm ²)
N1	58.8	—	30	374	3.37	334	3.08
N2	58.8	—	29	367	3.31	—	—
N3	74.6	—	36	227	2.71	219	2.67
N4	94.1	—	30	140	2.36	138	2.30
E1	54.8	70	29	339	3.01	340	3.22
E2	54.8	70	29	200	2.00	—	—
E3	67.1	85	30	26	—	219	2.38
E4	54.8	85	36	141	—	325	3.05
E5	41.0	85	30	257	2.04	523	3.77
E6	54.8	100	36	7	—	307	2.97

N 普通コンクリート、E 膨張コンクリート

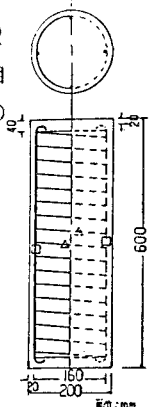


図-1 供試体の寸法

3. 結果

図-2～4に養生中の一軸拘束膨張試験結果を示す。普通コンクリート・N1は、ほとんど膨張しないのに対し、膨張コンクリートでは膨張量、膨張速度とも大きく、材令7日までに膨張ひずみのほとんどが発現

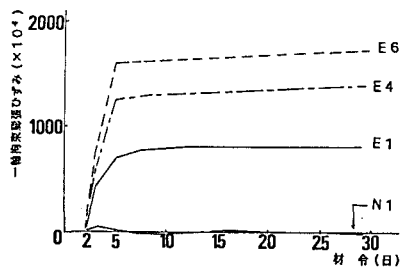


図-2 一軸拘束膨張ひずみと材令

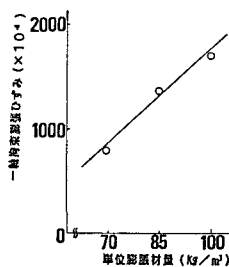


図-3 単位膨張材量とひずみ

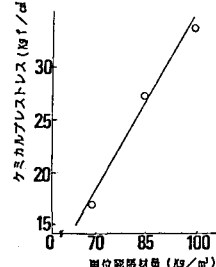


図-4 単位膨張材量とケミカルプレストレス

しており、この期間内で、膨張はほぼ完了するといえる。単位膨張材量と膨張ひずみの関係は、膨張材量が 60 kg/m^3 程度までは比例するといわれているが、 $70 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ の範囲でも同様のことがいえる。単位膨張材量とケミカルプレストレスの間も同じく比例関係がみられる。

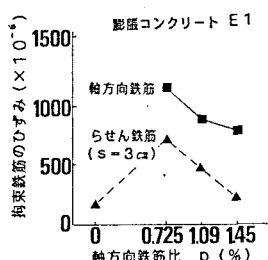


図-5 軸方向鉄筋比と鉄筋のひずみ

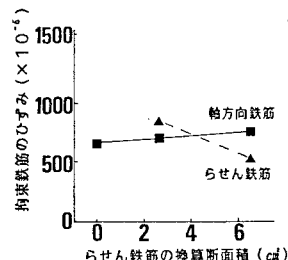


図-6 らせん鉄筋量と鉄筋のひずみ

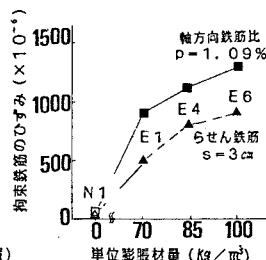


図-7 単位膨張材量と鉄筋のひずみ

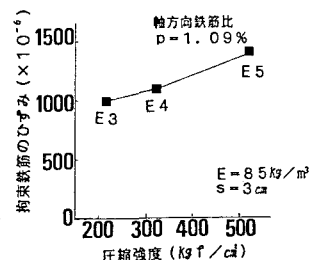


図-8 圧縮強度と鉄筋のひずみ

らせん鉄筋柱における養生中の鉄筋に生ずるひずみを図-5～8に示す。軸方向鉄筋量の増加に伴い軸方向鉄筋のひずみは減少し、横方向つまりらせん鉄筋のひずみも減少する。らせん鉄筋量を増加すると横方向のひずみは減少するが、軸方向のひずみは若干増加する。膨張材量を増すと、軸方向・横方向鉄筋のひずみともに増加する。同一膨張材量においてコンクリートの圧縮強度が増すと、鉄筋のひずみは増加する。

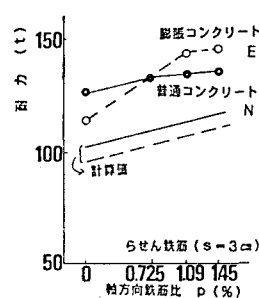


図-9 軸方向鉄筋比と柱の耐力

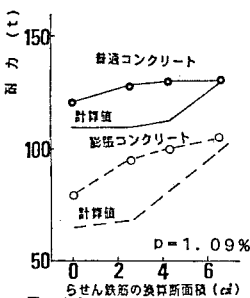


図-10 らせん鉄筋量と柱の耐力

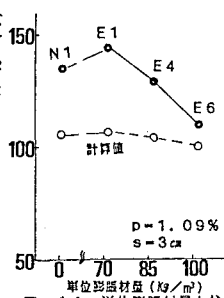


図-11 単位膨張材量と柱の耐力

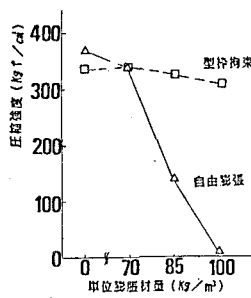


図-12 テストピースにおける単位膨張材量と柱の耐力

図-9～11は、柱の耐力の実測値と計算値を示している。軸方向鉄筋量を増やすと耐力は増加するが、増加割合は膨張コンクリートの方が大きい。らせん鉄筋量の増加に伴って耐力は大きくなる。この場合も膨張コンクリートの膨張量や拘束鉄筋量を増やすと、核コンクリート(らせん鉄筋にとり囲まれたコンクリート部)がより三次元的な拘束を受けて耐力の増加の傾向が現われる。ここで、膨張材量 70 kg/m^3 では普通コンクリートの場合より耐力が大となるが、膨張材量 85 kg/m^3 以上になると耐力は小さくなる。図-12に示すように自由膨張に比べ型枠拘束のものは、膨張材量を増やしても膨張コンクリートの圧縮強度はほとんど減少しないが、これは型枠による拘束力が十分であるためと思われる。

つまり、図-11のような柱の耐力の実測値が得られたのは、膨張材の膨張力に対し鉄筋の拘束力が十分でなかったためであると考えられる。図-13に示すように、柱の耐力はコンクリートの圧縮強度に対して比例する傾向がある。同一圧縮強度では、膨張コンクリートの方が普通コンクリートより耐力が大きくなるものが多いが、更に核コンクリートの強度特性等について検討する必要がある。

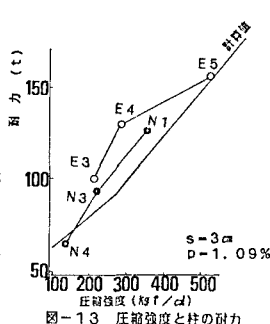


図-13 圧縮強度と柱の耐力