

らせん鉄筋コンクリート柱の強度に及ぼす骨材品質および配合の影響

東京理科大学 学生会員 ○宮野 雄一郎
 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 正会員 田中 秀明
 東京理科大学 学生会員 澤本 武博
 東京理科大学 小倉 浩則

1. はじめに

現行の土木学会コンクリート標準示方書では、軸方向荷重に対し、らせん鉄筋は同量の軸方向鉄筋の2.5倍の効果があるとしている。これは、らせん鉄筋による拘束応力の5倍が一軸圧縮強度に付加されるとした場合と一致する。しかし、対象となるコンクリート強度の範囲や単位マトリックス量の範囲が拡大している現状、さらには骨材の多様化の現状をふまえると、骨材の品質や配合条件別にらせん鉄筋による拘束効果の影響を再確認しておく必要があると考えられる。

本研究では、骨材品質やコンクリートの種類、拘束力の違いが三軸圧縮応力下におけるコンクリート強度に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

今回対象とした細骨材および粗骨材は、それぞれ川砂（N）、再生（R）、軽量（L）、砂鉄（S）の4種類および砕石（N）、再生（R）、軽量（L）、鉄鉱石（S）の4種類である。これらの組み合わせを表-1に示したように変化させて製造した水セメント比55%の通常強度のコンクリート、水結合材比17%の高強度コンクリート、水結合材比30%の粉体系高流動コンクリートおよび水セメント比55%の増粘剤系高流動コンクリートについて、実験を行った。載荷試験用供試体は、φ150×300mmの円柱であり、軸方向鉄筋にはD6を、またらせん鉄筋にはφ6を用いた。

実験結果の整理にあたっては、～を仮定し求めたk値を用いた。拘束応力下におけるコンクリートの強度は、一軸圧縮強度にらせん鉄筋による拘束圧のk倍の値が加算されたものとなる。らせん鉄筋は等圧曲線（円形）状に配置されており、それに作用する力はコンクリートに作用する内圧と釣り合い、この内圧は柱軸方向に均一に作用する。らせん鉄筋柱の終局耐力は、らせん鉄筋で囲まれたコンクリートの受け持つ耐力に、軸方向鉄筋の降伏点耐力を加算した値となる。

表-1 コンクリートの種類およびらせん鉄筋のピッチがk値に及ぼす影響

コンクリートの種類		通常強度のコンクリート					高強度コンクリート								高流動コンクリート						
															粉体系				増粘剤系		
骨材の種類*		NN	NR	RR	NL	LL	NN	NR	RR	NL	LL	NS	SN	SS	NN	RR	LL	SS	NN	RR	LL
コンクリートの一軸圧縮強度 (N/mm ²)		38.6	33.8	27.2	36.2	32.0	129	88.0	69.4	84.6	80.7	99.4	120	94.3	64.4	47.8	59.7	53.4	32.3	22.4	22.5
k 値	15mm**	6.0	4.2	5.1	2.2	2.5	13.8	9.8	10.9	8.8	8.6	14.8	9.9	11.2	8.1	5.5	5.0	7.8	4.3	3.9	4.1
	20mm**	5.2	3.8	4.0	2.0	1.9	19.0	15.6	12.5	12.9	9.8	15.2	14.6	16.9	10.4	8.1	6.9	9.1	5.0	3.2	3.3
	30mm**	7.5	2.9	5.1	2.4	0.4	30.6	14.0	19.4	13.1	13.4	24.1	14.4	15.1	14.6	8.4	11.5	12.4	7.0	4.8	5.1

*使用した細骨材（前）と粗骨材（後）の記号

**らせん鉄筋のピッチ

キーワード：鉄筋コンクリート らせん鉄筋 高強度コンクリート 高流動コンクリート 再生骨材 軽量骨材

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科

3. 結果および考察

3.1 骨材の組み合わせおよび配合がk値に及ぼす影響

表-1 に示した通り、通常強度のコンクリートでは、再生粗骨材や軽量粗骨材を用いた場合のk値が川砂・砕石を用いたものに比べて小さくなった。再生粗骨材の場合は、骨材中の岩石分が少なくまたその最大寸法も小さいことから、モルタルのk値に近づいたと考えられる。また、軽量粗骨材の場合は、骨材が弱く、らせん鉄筋の拘束効果が顕著になるひずみ領域では死石となるため、モルタルの挙動に近づいたと考えられる。

高強度コンクリートでも、再生骨材・軽量骨材コンクリートのk値は、砕石・川砂を用いたものに比べて小さくなり、再生骨材と軽量骨材のk値はほぼ等しい値となった。これは、モルタル強度が高く、再生・軽量骨材ともに最大耐力に至る前の段階で破壊したためと考えられる。鉄鉱石を用いたもの（NS;SS）のk値が、砕石を用いたものに近づいているのは、骨材強度が高く、砕石と同様に最大耐力に至る寸前まで破壊されなかったことによると考えられる。砂鉄・砕石コンクリートのk値は、川砂・砕石高強度コンクリートにおける値に比べて小さくなった。これは、モルタルよりも砕石の方が先に破壊し、粉状化しやすかったためと考えられる。

高流動コンクリートにおいても、再生や軽量骨材を用いると、k値は他の骨材を用いた場合に比べ小さくなる傾向にあった。また、増粘剤系高流動コンクリートのk

値は、通常強度のコンクリートの場合とほぼ同等であったが、粉体系高流動コンクリートのk値は、全体的に大きくなった。これは、粉体系の方が増粘剤系に比べて、一軸圧縮強度が大きかったためと考えられる。

横方向拘束応力のコンクリートの一軸圧縮強度に対する比とk値の関係は、図-1 に示した通りである。全体的に一軸圧縮強度に比べて横方向拘束応力が小さくなると、k値が大きくなる傾向を示した。

3.2 破壊性状とk値の関係

図-2 は、載荷試験後の供試体の破壊性状のスケッチの一例である。k値の小さいコンクリートは、粉状化が起こりその部分でらせん鉄筋が破断した。しかし、k値の大きいコンクリートは、鼓状の塊の外側で鉛直方向のひび割れが進展していく過程でらせん鉄筋が破断し、粉状化する以前に最大耐力に至った。高強度コンクリートでは、かぶりコンクリートが剥落し始める時のひずみが大きくなることに加えて、鉛直方向ひび割れの進展過程でらせん鉄筋が破断することから、かぶり剥落後から最大耐力に達するまでの変形量は小さくなる傾向にあった。以上の傾向から、最大耐力時にコンクリートが粉状化しにくい程、また終局に至る破壊面の方向が載荷方向に近くなる程、k値は大きくなるが最大耐力時の変形量は小さくなると推定された。

4. まとめ

高強度や高流動コンクリートの場合は、示方書に準じて算出したらせん鉄筋柱の終局耐力は極端に安全側の値となる可能性が大きい。逆に、再生や軽量骨材を使用した場合は、危険側の値となる可能性が大きい。

今後、再生骨材や高強度軽量骨材等の利用が盛んになる可能性や、高強度コンクリートや高流動コンクリートが多用される可能性も大きいため、骨材の品質や配合条件別にらせん鉄筋の拘束効果を評価できるようにすることが必要になると考えられる。

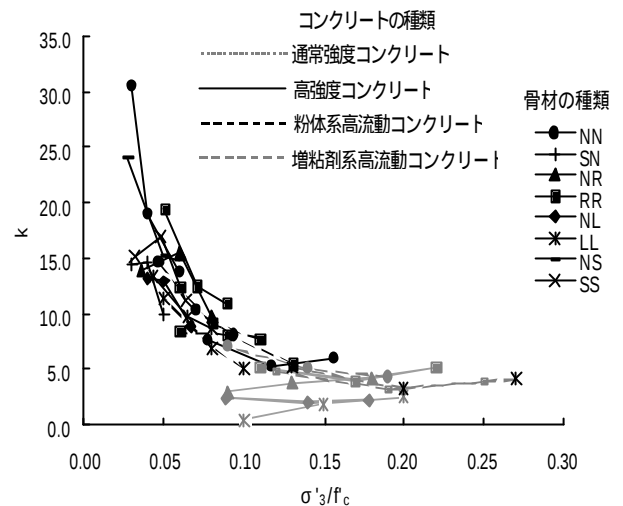


図-1 σ'_3/f'_c と k 値の関係

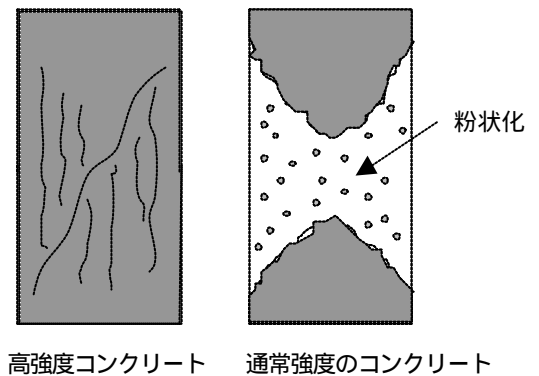


図-2 載荷試験後の供試体の破壊性状