

靱性改善効果に及ぼす主鉄筋径と有効高さの関係に関する研究

東京理科大学 学生員 ○角 直樹
 東京理科大学 正会員 佐藤 幸恵
 鉄道総合技術研究所 岡本 大

東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生員 元井 康博
 東京理科大学 学生員 三田 勝也

1.はじめに

RC 部材の耐震性能の向上には、耐力のみならず鉄筋降伏後の靱性にも十分配慮する必要がある。これまでの研究では、同一鉄筋比であっても、ある一定以上の直径の主鉄筋を用いることで、鉄筋がコンクリート中にめり込み破断せず、曲げ破壊靱性を大きく出来ることを明らかにしてきた[1]。しかし、部材の寸法、特に有効高さが主鉄筋のめり込みによる靱性改善効果に及ぼす影響は未だ明らかにされていない。

本研究では、大きな靱性を確保するために必要な最小の主鉄筋径と有効高さの関係について検討した。また、主鉄筋径が塑性ヒンジの変形挙動に及ぼす影響についても報告する。

2.実験概要

本研究では、表-1 に示すように D13 から D32 までの主鉄筋を配筋した計 19 体の供試体を作成した。桁高を 100mm から 300mm の 5 段階に変化させ、それぞれかぶり高が 20mm 以上となるよう有効高さを 61mm から 257mm まで変化させた。供試体寸法の例は図-1 に示すとおりであり、組み立て鉄筋として D6 の圧縮鉄筋を配筋した。スターラップは表-1 に示すよう、曲げ耐力に応じて変化した。主鉄筋を 1 本とした場合は、スターラップの変形を防ぐために図

-1 に示したように中間帯鉄筋を配筋した。

載荷方法は二等分点載荷による一方向単調曲げ試験とした。なお、試験材齢は 7 日とし、その時点でのコンクリートの圧縮強度は $40 \pm 5 \text{ N/mm}^2$ であった。

3.実験結果

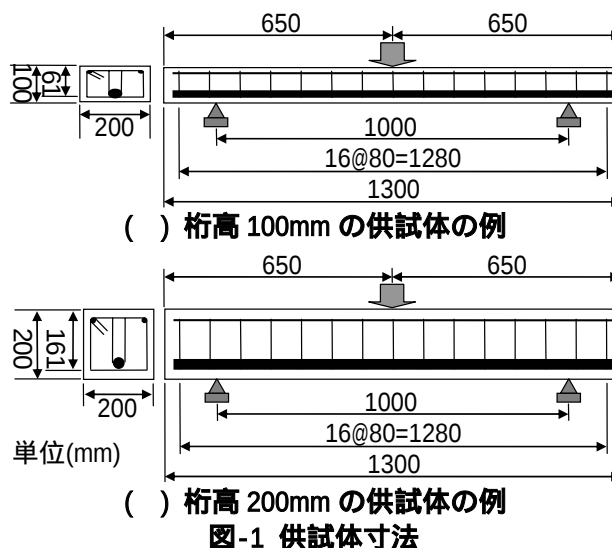
図-2 は、荷重-たわみ曲線の例を示したものである。供試体 では、早期に主鉄筋が破断し、耐荷力を失っている。その破壊性状は、図-3(a)に示すように、塑性ヒンジを形成する以前に主鉄筋が破断するというものであった。これと同様の破壊性状は、供試体 、 、 の主鉄筋径が断面に比べて小さく、鉄筋比が 0.75% 以下の供試体に見られた。

供試体 では、主鉄筋は破断することなく、たわみが大きくなっても高い靱性を保ち続けた。その破壊性状は、ひび割れ部で主鉄筋が抜け出し、図-3(b)のように、狭い範囲で曲率の大きな塑性ヒンジを形成した。これと同様の破壊性状は供試体 、 、 に見られた。また、供試体 、 、 は、図-3(b)と同様の破壊性状を示したものの、主鉄筋がコアコンクリートに少しめり込んだ直後に破断し、耐力を失った。

供試体 では、主鉄筋が破断することはなかったものの、たわみ 50mm 程度で、付着ひび割れを生じ、コンクリートと鉄筋の一体性が損なわれ急激な耐力

表-1 供試体一覧

番号	引張側主鉄筋		桁高 (mm)	有効高さ (mm)	鉄筋比	スターラップ	
	種類	本数				種類	ピッチ(mm)
	SD295 D13	1	100	61	1.03	D6	80
			200	161	0.39		
	SD345 D16	1	100	61	1.63	D6	80
			150	111	0.90		
			200	161	0.62		
			250	207	0.48		
	SD345 D19	1	300	257	0.39	D6	80
			200	151	0.89		
			300	257	0.56		
			150	111	1.74		
	SD345 D22	1	200	161	1.20	D6	80
			250	207	0.93	D6	55
			300	257	0.75	D10	80
			300	257	0.75	D10	70
	SD345 D25	1	200	151	1.57	D10	80
			300	257	0.99	D10	70
	SD345 D29	1	300	257	1.24	D10	70
	SD345 D32	1	300	257	1.55	D13	70
	SD295 D13	4	200	161	1.57	D6	80
			300	257	0.99	D10	80



キーワード 鉄筋コンクリート、有効高さ、鉄筋径、靱性、破断

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501 E-mail : saori@rs.noda.tus.ac.jp

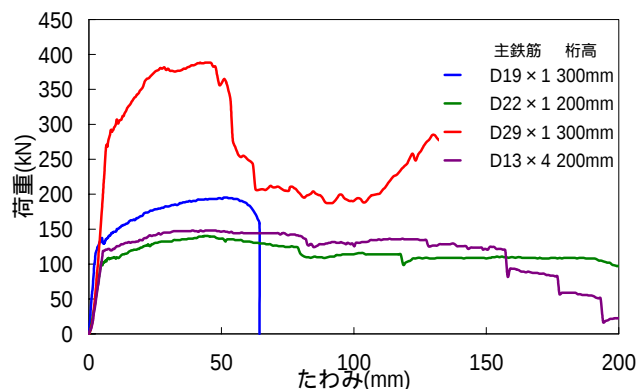


図-2 荷重-たわみ曲線の例

表-2 主鉄筋の破断および塑性ヒンジ区間一覧

番号	引張側主鉄筋 種類	本数	桁高 (mm)	有効高さ (mm)	破断時のたわみ (mm)	塑性ヒンジ区間 (cm)
	SD295 D13	1	100	61	192	11
			200	161	54	8
			100	61	-	13
			150	111	177	9
	SD345 D16	1	200	161	93	9
			250	207	67	20
			300	257	48	10
	SD345 D19	1	200	151	-	18
			300	257	64	20
			150	111	-	20
	SD345 D22	1	200	161	-	15
			250	207	-	20
			300	257	71	20
	SD345 D25	1	200	151	-	20
			300	257	137	23
	SD345 D29	1	300	254	-	35
	SD345 D32	1	300	254	-	35
	SD295 D13	4	200	161	158 177 194	-
			300	257	84 87 98 98	40

○: 破断せず

付着せん断破壊

低下を引き起こした。その破壊性状は、図-3(c)に示すように付着せん断破壊によるものであった。これと同様の破壊性状は、供試体、のような主鉄筋径が大きい供試体に見られた。

供試体では、急激な耐力低下は見られなかったが、主鉄筋比が1.57%と大きいにもかかわらず、たわみ158mmで中央に配筋した主鉄筋が1本破断し、その後、引き続き残りの鉄筋も破断する結果となった。その破壊性状は、図-3(d)のように、良好な付着性状を示し、ひび割れは有効高さの1.5倍程度の広範囲に分散していた。主鉄筋がコアコンクリートにめり込まずに破断したのは、ひび割れ断面からの鉄筋の抜け出しが小さいことから、図-3(b)のように局部的に曲率が大きくならなかったことで、大変形時に鉄筋自体の耐力が鉄筋をコアコンクリートに押し付ける力が大きくならなかったこと、鉄筋径がD13と小さく鉄筋自体の耐力を支配する鉄筋の断面積に比べ鉄筋の表面積の割合が大きくなり鉄筋をコアコンクリートに押し付ける応力が大きくならなかったことによると考えられる。細い主鉄筋を複数配筋した供試体でも、同様の破壊性状が見られた。

表-2は、主鉄筋の破断状況および塑性ヒンジ区間

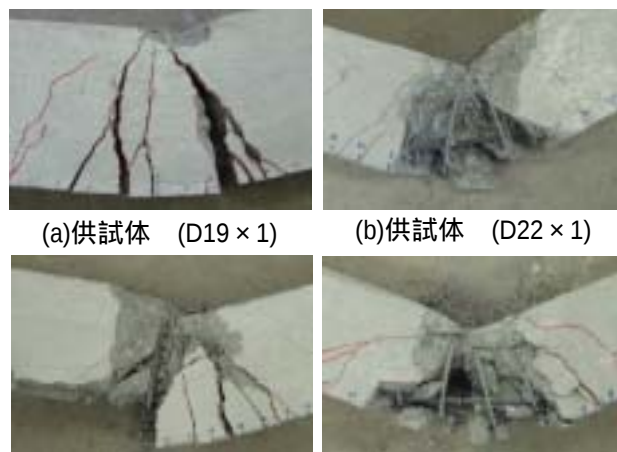


図-3 破壊状況の比較

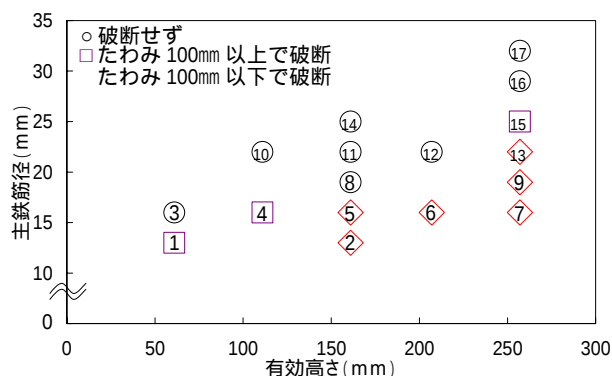


図-4 有効高さと主鉄筋径

を示したものである。また、図-4は、主鉄筋の破断した供試体と破断せずコンクリート中にめり込んだ供試体を区別し、有効高さと主鉄筋径の関係として整理したものである。桁高が大きくなるにつれて破断しなくなる鉄筋径は大きくなるという傾向が得られた。

以上より、主鉄筋径をある一定以上に大きくすると、主鉄筋が破断することなく、高い曲げ破壊靱性が得られることが明らかになった。しかし、主鉄筋が破断しなくなり始める鉄筋径は有効高さとともに大きくなるため、鉄筋径を大きくする場合には付着せん断破壊が起こらないように注意する必要がある。

4.まとめ

今回の実験範囲では、鉄筋径を大きくすることで、主鉄筋は破断することなく、高い曲げ破壊靱性を確保することができ、有効高さが大きくなるにつれ、破断しない最小鉄筋径は大きくなる傾向が得られた。ただし、鉄筋径を大きくするに当たっては、付着せん断破壊が起こらないように注意する必要がある。

[参考文献] [1]角直樹、辻正哲ら：鉄筋径の相違がRC部材の曲げ靱性に及ぼす影響、第33回土木学会関東支部技術研究発表会公演概要集、-010