

(V-32) RCディープビームのウェブ鉄筋の効果に関する実験的研究

東海大学大学院 学生会員○江波戸史恭
東海大学工学部 正 会 員 佐久間雅孝
東海大学工学部 正 会 員 安本 修一

1. はじめに

現在の土木学会コンクリート標準示方書¹⁾では、ディープビームの設計においてウェブ鉄筋を考慮しない式が示されている。ウェブ鉄筋の効果については、石橋、林川などの研究^{2) 3)}がなされている。これらの研究では、主鉄筋量の多い場合について検討を行っている。しかし、本研究では、主鉄筋量の少ない場合についてウェブ鉄筋を補強することによりディープビームの主鉄筋の応力、ひびわれ性状、破壊状況がどのように変化するのかを検討した。

2. 実験概要

表-1、図-1に本実験によるはりの諸元と形状寸法を示す。①a/dを変化させたはり4種類②Pwを変化させたはり3種類③ウェブ鉄筋補強の有無による3要因を組み合わせたはり12本作成した。I～IIIシリーズは、ウェブ鉄筋を補強しないもので主として主鉄筋の効果を見るために行った。IVシリーズは、補強しないIIIシリーズと比較するために鉄筋比を同一にしてウェブ鉄筋を補強した。ウェブ鉄筋は、示方書の規定に従い決定した。

載荷は、2点集中とし、鋼板(載荷幅5cm)を設置した。また、各荷重段階における鉄筋とコンクリートのひずみは図-1に示す位置で測定した。同時にひびわれ進展も目視により観察した。

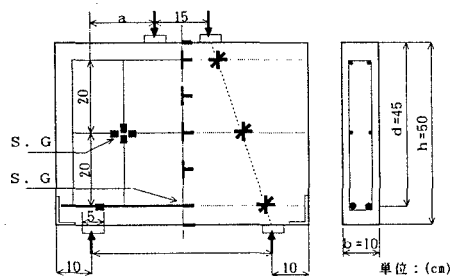
3. 実験結果と考察

(1) 示方書式によるせん断耐力計算値との比較

表-2に実験結果を示す。また図-2は、せん断耐力の実験値(Vu)と示方書式の計算値(Vcal1)との比較を示した。図-2よりウェブ鉄筋を補強しないはり、すなわちI～IIIシリーズでは、a/dが0.39～0.94の間で実験値は計算値を下回る。一方、補強したはりではa/dが0.39～0.94の間において両者はほぼ一致している。ここで、a/d=1.22については示方書式の適用範囲外で傾向が変わっているようである。また、実験値は計算値を約23%下回っているが、示方書式の元となる二羽の論文⁴⁾によると、本実験とほぼ同様のはりの場合、有限要素法解析の結果が示方書式の計算値を約24%下回ることが示されており本実験とほぼ同様の結果となっている。

(2) ウェブ鉄筋の補強効果

表-3にウェブ鉄筋を補強しないせん断耐力(Vu3/ $\sqrt{f'c}$)を基準に補強したせん断耐力(Vu4/ $\sqrt{f'c}$)との比較を示す。



主鉄筋 2D13 (As=2.53cm² fy=4050kgf/cm²)
2D19 (As=5.73cm² fy=4020kgf/cm²)
2D22 (As=7.74cm² fy=3800kgf/cm²)
ウェブ鉄筋 2D6 (As=0.633cm² fy=4110kgf/cm²)

図-1 供試体の諸元と形状寸法

表-1 供試体の諸元

		a (cm)	ℓ (cm)	a/d	Pw (%)	f'c (kgf/cm ²)
I	1-1	17.5	50	0.39	0.56	278
	1-3	42.5	100	0.94	0.56	278
II	2-1	17.5	50	0.39	1.27	290
	2-3	42.5	100	0.94	1.27	290
III	3-1	17.5	50	0.39	1.72	290
	3-2	30.0	75	0.67	1.72	247
	3-3	42.5	100	0.94	1.72	290
	3-4	55.0	125	1.22	1.72	253
IV	4-1	17.5	50	0.39	1.72	319
	4-2	30.0	75	0.67	1.72	329
	4-3	42.5	100	0.94	1.72	319
	4-4	55.0	125	1.22	1.72	310

表-2 実験結果と各算定式によるせん断耐力

	斜めひびわれ せん断力 (tf)	せん断耐力 Vu (tf)	示方書式 Vcal1 (tf)	二羽式 Vcal2 (tf)	Vu × 10 ³ √f'c
I	1-1	11.0	15.8	20.4	0.95
	1-3	7.5	12.4	12.9	0.74
II	2-1	12.5	22.8	27.4	1.34
	2-3	7.5	19.9	17.0	1.17
III	3-1	12.5	23.0	30.3	1.35
	3-2	8.0	17.6	22.6	1.12
	3-3	8.0	14.7	18.8	0.86
	3-4	8.5	15.8	13.3	0.99
IV	4-1	11.5	31.5	31.7	1.76
	4-2	8.5	25.0	26.7	1.38
	4-3	9.5	21.1	19.7	1.18
	4-4	8.0	20.7	14.7	1.18

表-3より1.18~1.37の結果を得た。このことから、ディープビームの適用範囲($a/d=0.94$ 以下)のはりにおいてウェブ鉄筋を補強することによりせん断耐力が約20~35%増加したことがわかる。

(3) 斜めひびわれせん断力と主鉄筋の最大ひずみ

表-4にウェブ鉄筋を補強したはりウェブ鉄筋を補強しないはりの斜めひびわれせん断力とせん断耐力、主鉄筋の最大ひずみを示す。表-4から見ると a/d の変化とウェブ鉄筋の有無に関係なく斜めひびわれせん断力は、あまり大きな違いは見られないようである。しかし、せん断耐力の斜めひびわれせん断力に対する比は、補強しないはりでは1.8~2.2 また、補強したはりでは2.2~2.9の値であった。このことから、斜めひびわれはウェブ鉄筋の影響をほとんど受けず、ウェブ鉄筋を補強することにより斜めひびわれ荷重後においてウェブ鉄筋が効果的に働きせん断耐力を増加させていることがわかる。

次に表-4から、両はりの主鉄筋の最大ひずみを比べるといわゆるディープビームと言われる $a/d=0.94$ 以下のはりでは、中

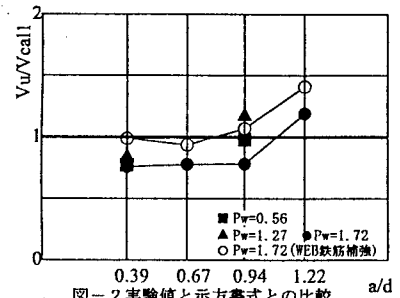


図-2 実験値と示方書式との比較

表-3 IIIシリーズとIVシリーズの比較

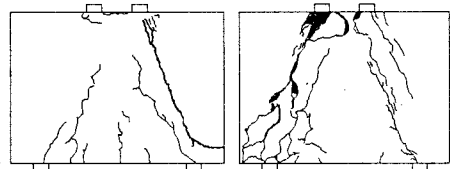
a/d	0.39	0.67	0.94	1.22
$Vu/4\sqrt{f'_c}$				
$Vu/3\sqrt{f'_c}$	1.31	1.23	1.37	1.18
$Vu/4\sqrt{f'_c}$	1.37	1.42	1.44	1.31

表-4 ウェブ鉄筋の有無による斜めひびわれせん断力と主鉄筋の最大ひずみ

a/d	ウェブ鉄筋	斜めひびわれせん断力 V_{dc} (tf)	せん断耐力 V_u (tf)	V_u/V_{dc}	主鉄筋の最大ひずみ $\times 10^{-6}$		
					端部	中央部	端部
0.39	無	12.5	23.0	1.84	641	743	860
	有	11.5	31.5	2.74	1553	1282	1871
0.67	無	8.0	17.6	2.20	1019	785	1047
	有	8.5	25.0	2.94	1325	1231	1369
0.94	無	8.0	14.7	1.84	747	920	993
	有	9.5	21.1	2.22	1202	1483	1695
1.22	無	8.5	15.8	1.86	1169	1210	1273
	有	8.0	20.7	2.59	1326	1729	1423

(4) ひびわれ性状

図-3に、ウェブ鉄筋を補強したはりウェブ鉄筋を補強しないはりの破壊時のひびわれ状況の代表例を示す。ひびわれは、最初に荷重点下の内側で曲げひびわれが発生し、続いて荷重の増加とともに、支点と載荷点を結ぶ線の内側に斜めひびわれが発生し上側に進展する。最終的には、支点と載荷点を結ぶ線上に斜めひびわれが発生し破壊に至る。補強しないはりでは、支点と載荷点を結ぶ線上の斜めひびわれの発生とともに破壊に至る。一方、補強したはりでは、ウェブ鉄筋の効果により斜めひびわれの分散が起こっている。



3-1 4-1 (ウェブ鉄筋補強)

図-3 ひびわれ状況

4. まとめ

- ウェブ鉄筋を補強しないディープビームの実験値は、示方書の計算値を約22~24%下回った。
- 示方書の規定に従ってウェブ鉄筋を補強したはりでは、ウェブ鉄筋を補強しないはりに比べて、せん断耐力が約20~35%増加した。主鉄筋の最大ひずみやひびわれ状況を総合して考えるとウェブ鉄筋がせん断耐力の増加に寄与していることがわかる。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート標準示方書(設計編)、平成3年版 2) 石橋忠良、斉藤啓一、寺田年男：せん断スパン比の小さいRCはりでのせん断補強効果について、コンクリート工学年次論文報告集、9-2、pp. 311-316、1987 3) 林川俊郎、斉藤文彦、角田与史雄：せん断補強鉄筋を有するRCディープビームの強度について、コンクリート工学年次論文報告集、12-2、pp. 319-324、1990 4) 二羽淳一郎：ディープビーム的鉄筋コンクリート部材のせん断耐荷機構 (東京大学学位博士論文)