

V-255

鉄筋コンクリートディープビームにおけるスターラップの効果について

福井県 正員 児玉 豊 治
北海道大学 正員 角田 与史雄
北海道大学 正員 古内 仁

1. まえがき

鉄筋コンクリートディープビームのせん断耐力は、普通のはりに比べてかなり高いことが知られている。しかし、大きなせん断力を受ける場合にはせん断補強鉄筋を配置することにより、せん断耐力を高めたい場合が少なくない。ところがディープビームにおけるせん断補強鉄筋の効果に関しては不明確な点が多く、土木学会コンクリート標準示方書¹⁾においては、ディープビームのせん断補強鉄筋の効果は考えないこととしている。ディープビームのせん断補強鉄筋としてはスターラップと水平鉄筋とが考えられるが、本研究では、スターラップの影響を検討する。

2. 実験方法

供試体は図-1および表-1に示すように幅 $b_w=15\text{cm}$ 、有効高さ $d=26.5\text{cm}$ の長方形断面を有する鉄筋コンクリート部材で、主鉄筋はすべて2D25からなり鉄筋比は $p_w=2.55\%$ である。せん断補強鉄筋は、垂直スターラップとし、せん断補強鉄筋量およびせん断スパン比 a/d を変化させ、載荷は対称の二点集中荷重で行った。なお、主鉄筋端部は付着破壊を防ぐため十分なスターラップを配置した。

また、実験中はせん断スパン内のスターラップのひずみの測定を行っている。

3. 実験結果および考察

供試体は、すべてせん断圧縮破壊をした。コンクリート強度 f_c' および供試体のせん断耐力 $V_{t,est}$ を表-1に示す。

せん断補強鉄筋のない鉄筋コンクリートはりおよびディープビームのせん断耐力を算定する方法として、二羽らは次式を提案している。²⁾³⁾

はりとしてのせん断耐力

$$V_o = 0.94(p_w f_c')^{1/3} (100/d)^{1/4} (0.75 + 1.4/(a/d)) b_w d \quad (1)$$

ディープビームとしてのせん断耐力

$$V_w = 0.53(f_c')^{2/3} (1 + \sqrt{p_w}) (1 + 3.33r/d) b_w d / (1 + (a/d)^2) \quad (2)$$

スターラップによるせん断耐力の増加量としては、

一般にトラス理論が用いられている。

$$V_s = A_w f_{wy} z / s \quad (3)$$

以上の式による各供試体のせん断耐力の計算値を表-2に示す。なお、 V_w が V_o より大きい場合がディープビームに相当するが、すべての供試体がこれに該当している。

まず、せん断補強鉄筋を持たない供試体NO.4では、実験値 $V_{t,est}$ は二羽式とほぼ一致しているとみなすことができる。

次に垂直スターラップのみでせん断補強した供試体について見れば、実験値 $V_{t,est}$ はすべて二羽式 V_w よりも大きな値をとっており、スターラップの効果があることがわかる。しかし、 $V_{t,est}$ は V_w とトラス理論

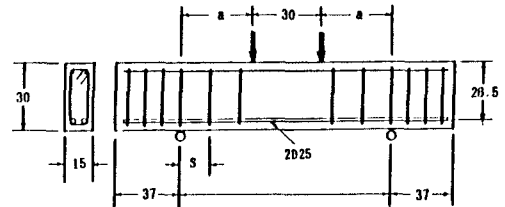


図-1 供試体の形状寸法

表-1

NO	a (cm)	スター ラップ	s (cm)	f_c' (tf)	$V_{t,est}$ (tf)
1	38	2D10	10	299	14.75
2	38	2D10	15	151	11.65
3	38	2D10	23	169	13.50
4	38	—	—	180	9.50
5	38	2D10	9.5	184	17.50
6	48	2D10	9.5	196	15.95
7	48	2D10	16	195	13.40
8	38	2D 6	8	378	19.70

表-2

NO	V_o (tf)	V_w (tf)	V_s (tf)
1	8.21	13.03	11.75
2	6.54	8.27	7.83
3	6.79	8.91	5.11
4	6.93	9.29	—
5	6.99	9.43	12.37
6	6.29	7.02	12.37
7	6.28	7.00	7.34
8	8.88	15.24	4.96

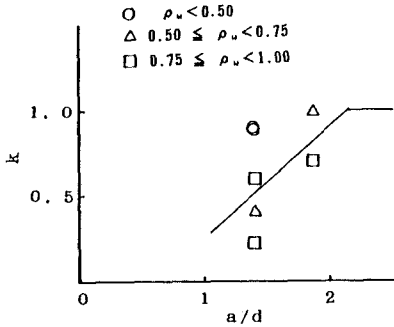
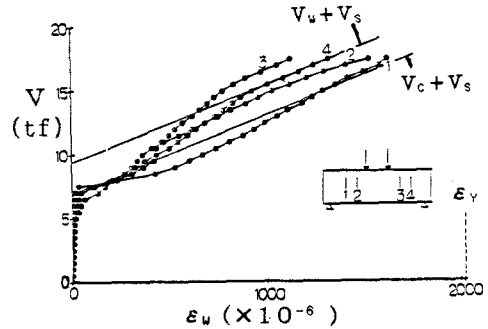

図-2 スターラップの効果と a/d の関係


図-3 NO.5のひずみ測定値

式 V_s の和($V_u + V_s$)を下回っており、ディープビームの場合にはトラス理論によるよりもせん断補強効果が低いことがわかる。いま、垂直スターラップがトラス理論に比べてどの程度有効であるかを調べるため、 $k = \Delta V / V_s = (V_{test} - V_u) / V_s$ を求め、 a/d との関係を描けば図-2に示すようである。これによれば a/d の減少に伴って k は低下する傾向が見られる。なお、図中の ρ_w はせん断補強鉄筋比 $\rho_w = A_w / (b_w s)$ を表すが、 ρ_w が大きいほど k の低下が著しい傾向がみられる。

図-3および図-4はせん断力とスターラップのひずみの関係を示したものである。図中の直線はコンクリートが受持つせん断力として V 。または V_u を用いたときのスターラップのひずみ ϵ_w の計算値($V = V_c + A_w E_s \epsilon_w z / s$, $V = V_u + A_w E_s \epsilon_w z / s$)を示したものである。これによれば、 ϵ_w の測定値は、計算値と類似した勾配を有しており、二本の直線のうち、 V_c を用いるときの計算値に近い値を示していることがわかる。しかし、スターラップのすべてが降伏点に達する前に部材としてのせん断破壊が生じていることがわかる。また、スターラップのひずみの測定値から得られた平均応力を(3)式の中の計算値

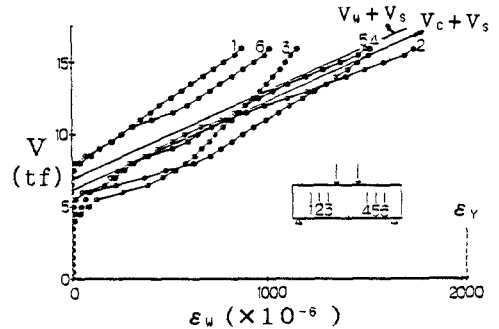


図-4 NO.6のひずみ測定値

f_{w0} に代入したときの V_s の計算値を V_{st} とおけば、 V_{st} / V_s と ρ_w の関係は図-3に示すようである。これより V_{st} / V_s は1を下回っており、 ρ_w の増加に伴い V_{st} / V_s は減少するようである。これが上述のようにスターラップの効果がトラス理論を下回った主たる要因と考えられる。

4. まとめ

ディープビームにおいてもスターラップはせん断補強鉄筋としての動きをする。しかし、その効果はトラス理論による計算値に比べて小さく、 a/d の減少とともに効果が低くなる傾向にある。また、その傾向はスターラップ量が多いほど著しい。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート標準示方書 昭和61年制定、2) 二羽淳一郎、山田一字、横沢和夫、岡村甫：せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度の再評価、土木学会論文集、1986、第372号/V-5、pp.167-176、
- 3) 二羽淳一郎：FEM解析に基づくディープビームのせん断耐荷力算定式、第2回せん断コロキウム論文集、1983、pp.119-126

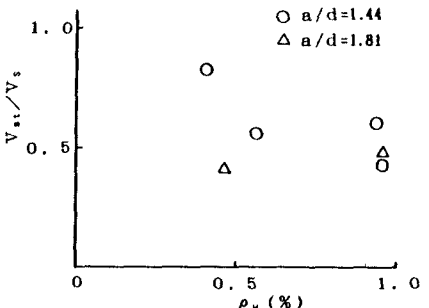


図-5 スターラップの測定値から求めたせん断力とトラス理論の比