

菱エンジニアリング 正〇木 村 弘 三
名城大 正 泉 満 明

1. はじめに

本報告は、コンクリート部材に純ねじりモーメントが作用した場合の軸方向鉄筋によるジベル作用が、終局ねじり強度に与える影響について研究したものである。

コンクリート部材に配置されたねじり補強鉄筋量が、over-reinforcementの場合、終局ねじりモーメントが作用しても、鉄筋の降伏が発生しないので、鉄筋のジベル作用によるねじり抵抗が存在することが想定される。本報告では、長方形断面を有する部材にこのジベル作用を、図-1, 2に示すような簡単な仮定により算定できるとして、式を誘導し、試験結果と比較検討したものである。

2. 式の誘導

図-1に示すように、コンクリート部材にねじりモーメントが作用し、 S の間隔で配置された横方向鉄筋の間で軸方向鉄筋が A の位置から A_1 の位置に部材軸まわりに回転して変位したものとする。この A から A_1 に変位および回転する際の軸方向鉄筋の抵抗をここではジベル作用とする。

したがって、このジベル作用によるねじりモーメント(M_{td})は、次式となる。

$$M_{td} = M_{td1} + M_{td2} \quad (1)$$

ここで、 M_{td1} ：鉄筋の変位によるねじりモーメント

M_{td2} ：回転による鉄筋自体のねじりモーメント

式(1)において、右辺の第2項は、一般に非常に小さいので、ここでは無視する。 M_{td1} の値は、軸方向鉄筋の曲げ抵抗によるもので、 S の間隔で軸方向鉄筋を支持する横方向鉄筋の引張抵抗にも関連するものである。したがって、両者のうち、小さい方の値により、ジベル作用によるねじりモーメントは制限されると仮定する。

軸方向鉄筋を、図-2に示すように横方向鉄筋間隔(S)の $1/2$ の支間を有する片持梁と仮定し、ジベル力としては、等分布荷重 W が軸方向鉄筋に作用するものとする。

したがって、ジベル作用によるねじりモーメントは、次式となる。

$$M_{td1} = \frac{K_1 E_s I_s}{S^2} \cdot \theta' \left(1 - \frac{\sigma_s}{\sigma_{sv}}\right) \quad (2)$$

ここに、 K_1 ：コンクリート部材の断面形状と鉄筋の断面形状による定数
 $32(d_o^2 + b_o^2)$ 、

E_s, I_s ：鉄筋のヤング係数、断面2次モーメント

θ' ：コンクリート部材の終局時における単位長さ当りの回転角

S ：横方向鉄筋の部材軸方向配置間隔

σ_{sv}, σ_s ：鉄筋の降伏点、ジベル作用以外の応力度

式(2)の中で、 $(1 - \sigma_s/\sigma_{sv})$ は、軸方向の鉄筋のジベル作用は、軸方向鉄筋応力度が降伏点に達するまで有効に存在するとする。したがって、ねじりにより使用されている応力度と降伏点応力度の差がジベル作用に利用できるものとしたものである。横方向鉄筋に作用する力は、図-3に示すものと仮定する。長方形断面の短辺および長辺方向の横方向鉄筋の応力度は、次式となる。

$$\text{短辺} \quad \sigma_{svb_o} = \frac{16 I_s E_s d_o}{A_{sv} S^2} \cdot \theta' \quad (3)$$

$$\text{長辺} \quad \sigma_{svd_o} = \frac{16 I_s E_s b_o}{A_{sv} S^2} \cdot \theta' \quad (4)$$

図-1 軸方向鉄筋の移動

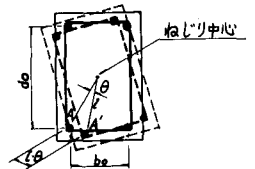
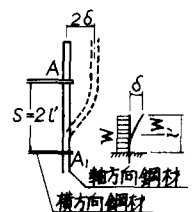


図-2 Dowel Action のモデル



したがって、横方向鉄筋の引張応力によるジベル作用によるねじりモーメントに対する有効度は、

$$K_d = \frac{\sigma_{svs} - \sigma_{sv}}{\sigma_{svd'}} \quad \text{or} \quad K_b = \frac{\sigma_{svs} - \sigma_{sv}}{\sigma_{svb'}} \quad (5)$$

により与えられ、上式が1.0以上であれば、式(2)によるものがジベル作用によるねじりモーメントを与え、1.0未満の場合のねじりモーメント (M_{tdi}') は、

$$M_{tdi}' = M_{tdi} K_d \quad \text{or} \quad M_{tdi}' = M_{tdi} K_b \quad (6)$$

ここで、 A_{sv} ; 横方向鉄筋1本の断面積

σ_{svs} , σ_{sv} ; 横方向鉄筋の降伏点、ジベル作用以外の鉄筋の応力度

のいずれか小さい方で与えられる。

3. 検討結果

長方形断面に関する各研究者の^{1) 2)}実験結果を立体トラス類似の式で算定し、軸方向、横方向鉄筋共に終局時に降伏していないもの (over-reinforcement) を選び出し、ジベル作用のねじりモーメントを式(2)あるいは(6)により算定し、その値の小さい方を単純に累加したものを実験値と比較したものが表-1に示すものである。

表-1の結果より明らかのように、ジベル作用による影響を考慮した方が、over-reinforcementの場合、算定値の精度が向上することが明らかである。

4. むすび

今後の研究としては、さらに、式の精密化へ一般化、他の部材断面形状への適用について研究を進める必要があるものと思われる。

この研究は、大矢 (建設省)、焼田 (名工建設) の協力により行われたもので、両氏に感謝するものである。

参考文献

- 1) 藤井 他2名; 純ねじりを受けるコンクリート部材の挙動に関する2.3の考察

第36回土木学会年次学術講演会 V-146 (昭和56年10月)

- 2) 村田 他4名; 太径鉄筋 (D51) を用いた柱のねじり強さに関する実験 (第1報)

第27回土木学会年次学術講演会 V-33 (昭和47年10月)

- 3) 泉 満明 ; コンクリート部材の終局ねじり強度の算定と設計法に関する研究

土木学会論文報告集 305号 1981. 1

図-3

断面隅角における力の釣合い

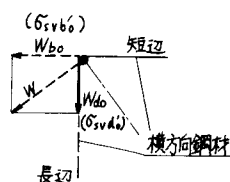


表-1 ねじりにおける実験値と計算値との比較一覧表

実験者	供試体 No.記号	P_u/P_o	① 実験値	計算値 M_{tu}	ジベル作用 M_{tdi}	$M_{tu}+M_{tdi}$	θ/M_{tu}	$\theta/M_{tu}+M_{tdi}$
H S U	B 5	1.01	5.72	4.46	0.20	4.66	1.28	1.23
	B 6	1.04	6.28	4.56	0.47	5.03	1.38	1.25
	M 4	1.50	5.05	4.00	0.07	4.07	1.26	1.24
	M 5	1.51	5.67	4.29	0.30	4.59	1.32	1.24
	M 6	1.50	6.12	4.67	0.54	5.21	1.31	1.17
	K 3	1.01	2.90	1.57	0.71	2.28	1.85	1.27
	K 4	0.99	3.57	1.62	0.69	2.31	2.20	1.55
	J 3	1.02	3.59	2.64	0.18	2.82	1.36	1.27
	J 4	1.01	4.14	2.74	0.56	3.30	1.51	1.25
藤 井 学	C 4	1.03	2.58	2.52	0.04	2.56	1.02	1.01
	C 5	1.04	3.03	2.61	0.31	2.92	1.16	1.04
	C 6	1.01	3.49	2.72	0.62	3.34	1.28	1.04
	K-0	0.97	1.98	1.56	0.13	1.69	1.27	1.17
	L-0	1.00	2.17	1.49	0.55	2.04	1.46	1.06
	村 田 二 郎	太径-5	3.92	23.9	18.4	2.49	20.9	1.30
太径-6		4.00	23.9	18.5	2.61	21.1	1.29	1.13
太径-7		4.26	22.6	18.5	2.58	21.1	1.22	1.07
太径-8		4.26	25.0	18.5	2.58	21.1	1.35	1.18
太径-9		1.05	16.7	14.3	0.37	14.7	1.17	1.14
					平均	1.37	1.18	
備考	式(2)中の θ は実験値, 実験値のない場合は文献3)の式で算定。 太径5~8は、軸方向鉄筋はD51, 太径9は軸方向鉄筋はD25のものである。							

式(2)中の θ は実験値、実験値のない場合は文献3)の式で算定。

太径5~8は軸方向鉄筋はD51、太径-9は軸方向鉄筋はD25のものである。