

住友金属 正会員 山川 純雄
住友金属 正会員 白川 潔
住友金属 正会員 ○ 中川 憲一

1 緒言

ねじ鉄筋のカプラー継手は、ねじのかみ合い時のガタのため継手部にすべりが生じる。そこで著者らはこのすべりを防止するためにトルク法とエポキシ樹脂充填法をD32で検討し、両方式が継手剛性向上法として実用上問題ないという結論を得た。⁽¹⁾

ここでは、この両方式が太径ねじ鉄筋D51の場合にもD32と同様に適用出来るかどうかを検討するとともに、トルク法における応力伝達機構についても検討を行なったので、その結果につき報告する。

2 実験概要

供試鉄筋の表面形状を図1に、ふしの寸法を表1に、機械的性質を表2にそれぞれ示す。

実験はすべて継手単体の静的引張試験であり、継手を含む鉄筋の伸び δ をダイヤルゲージで測定した。なお、トルク法についてはカプラー端とナットとの間の開口量も併せて測定した。

3 実験結果とその考察

3.1 継手長さや強度：継手長さを決定するために、ねじ鉄筋をカプラーで接合しただけの継手の引張試験を行ない、その結果を既報のD32と比較して図2に示す。この図よりD32、D51とも同様の傾向を示していることが判る。すなわち、ねじ山数が3.5以下ではねじ山がせん断破壊しており、ねじ山数が3.5以上になると鉄筋が破断している。これは既報のごとく(1)式に示すようなねじ山のせん断破壊強度をVon Misesの降伏条件を拡張して、 $\sigma_{\tau u} = \sigma_u / \sqrt{3}$ で与えられるものと仮定した理論式とよく一致しており、継手の強度は推定可能である。

$$\sigma_{\tau u} / \sigma_u = n \cdot A_{\tau} / \sqrt{3} \cdot A_s \cdots \cdots (1)$$

ここに $\sigma_{\tau u}$ ：せん断破壊時の軸応力、 σ_u ：母材引張強さ、 n ：ねじ山数

A_{τ} ：ねじ山のせん断面積、 A_s ：母材断面積

以上のことからD51の最適継手長さは安全率を見込んで200mmとし、以後の実験ではすべてこのカプラー長さを用いた。

3.2 継手剛性：図3～図5にD51の静的引張試験結果の一例を示す。

図3、図5の縦軸は作用軸力を鉄筋断面積で除した値 σ 、横軸は前述の伸び δ を標点距離で除した値 ϵ およびカプラーとナット間の開口量である。図4は、図3より母材の弾性係数Eに対する継手のみかけの弾性係数Esの比 $E_s/E = 0.7\sigma_y$ ($\sigma_y = 3,000 \text{ kg/cm}^2$) および $0.95\sigma_y$ の応力レベルでもとめ、締付トルクとの関係を示したものである。これらより、以下の諸点が判明した。

(1) D32の場合と同様、Esはトルクの増大につれて大きくなるが、ねじり作用により鉄筋がせん断降伏するトルク $4.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}$ (但し $\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3}$ と仮定) の約2倍のトルク $1,000 \text{ Kg} \cdot \text{m}$ になるとEsは若干低下する傾向がある(図4)。しかしながら、SD30の規格降伏点以内においては $500 \sim 1,000 \text{ Kg} \cdot \text{m}$ のトルク

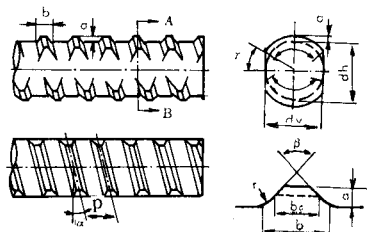


図1 ねじ鉄筋の形状

表1 鉄筋のふし形状寸法

鉄筋の種類	ふし高さ a mm	ふし底幅 b mm	ふしの間隔 p mm	基 元 形		リード角 α deg	ふしの欠損角 γ deg	ふし底の丸味半径 r mm
				dh mm	dv mm			
D51	4.50	13.0	20.0	48.0	48.0	9.0	≤ 40	3.0
D32	2.00	7.0	16.7	30.9	30.9	9.0	≤ 40	1.0

表2 鉄筋の機械的性質

種 類	降伏点 kgf/cm ²	引張強さ kgf/cm ²	伸 び %
D51	3350	5350	29.2
D32	4020	6160	24.2
カプラー	材 質 S 45 C		

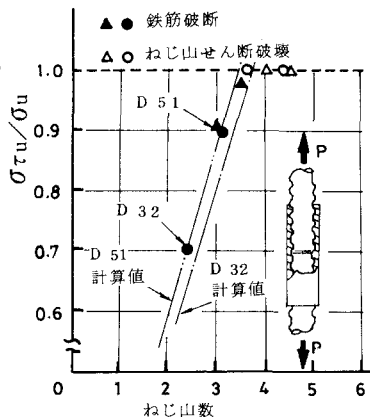


図2 継手強度

を与えれば母材と同等以上の剛性を示す(図3)。なお、トルク 1,000Kg・m の場合も破壊性状はトルク:0 の場合と同様であった。したがって、必要トルク 500Kg・m の2倍程度のトルクを作用させても静的引張力に対して、継手性能は変化しないと考えられる。

(2) トルク法の Es は鉄筋応力の上昇につれて低下する傾向があるが、エポキシ樹脂充填法の Es は鉄筋の降伏点近くまでは一定で、母材のそれより若干高い。

3.3 トルク法における継手部の応力伝達機構:トルク法は引張ボルト接合の一種で、締付トルクによる継手部鉄筋の導入軸力が作用軸力により解放されるまではその剛性は高いが、カプラーとナットが離間すると剛性はかなり低下すると考えられる。そこで、ねじの理論による締付トルクと導入軸力の関係式(2)をねじ鉄筋継手に適用した結果の一例を図6に示したが、実験値とほぼ一致している。

$$T = \{ dp \cdot (1.15\mu_s + \tan\alpha) + dw \cdot \mu_w \} \cdot N / 2 \dots\dots\dots (2)$$
ここに T:締付トルク, N:導入軸力, dp:おねじの有効径, μ_s :ねじ面における摩擦係数(0.3), μ_w :座面における摩擦係数(0.15) α :ねじのリード角, dw:ナット座面の摩擦トルクの等価直径
これまでの実験結果では母材と同等の継手剛性を確保するための必要トルクはD32の場合150Kg・m, D51の場合500Kg・mで、これに対応する導入軸力は図6より約1,500kgfである。これより、トルク法では鉄筋直径にかかわらず導入軸力が少なくとも1,500kgf以上となるようトルク値を決定してやればよいことがわかる。

つぎに、ナットとカプラーとが離間する時の軸力Noは鉄筋のばね定数Kbとナット、カプラーのそれKcとより、引張ボルト接合における計算式(3)を用いて、図5に示すようにもとまる。

$$N_o = (1 + \frac{K_b}{K_c}) \cdot N \dots\dots\dots (3)$$

図5の開口量Wの実測値には計測技術の関係上、カプラーおよびナットの弾性変形量の一部も含まれており、実際より大きい値を示している。そこで、Wが急増する点を離間と考えるとトルク400Kg・mの場合は、計算値と実験値がよく一致している。600, 800, 1,000Kg・mの場合、計算値が実験値を大きく上まわっているのは、実験では $\sigma = 3,350\text{kg/cm}^2$ で鉄筋が降伏しているのに計算ではこれを無視しているためと考えられる。

4 結 言

トルク法およびエポキシ樹脂充填法はねじ鉄筋D51カプラー継手の剛性向上法としても適用できること、またトルク法の応力伝達機構には引張ボルト接合の理論が適用できることが判明した。今後はエポキシ樹脂充填法の応力伝達機構につき検討する予定である。

○参考文献

(1)垣見昇, 白川潔“ねじ鉄筋継手の力学特性”鉄筋の継手および定着の設計施工に関するシンポジウム発表報文集 PP61~64, S51. 3. 10

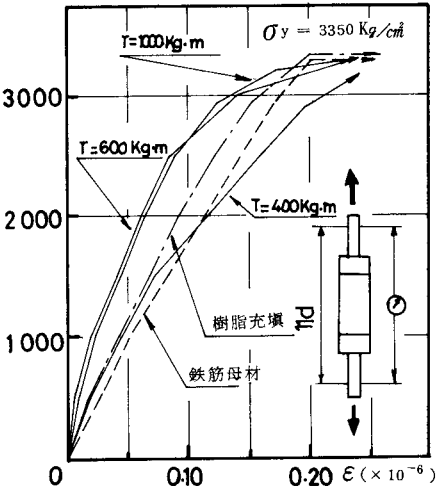


図3 継手剛性 (D51)

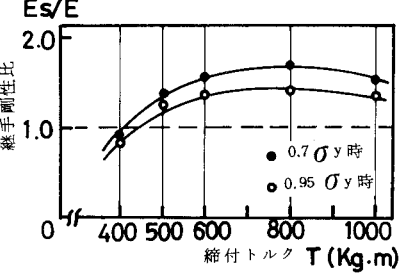


図4 継手剛性比と締付トルク(D51)

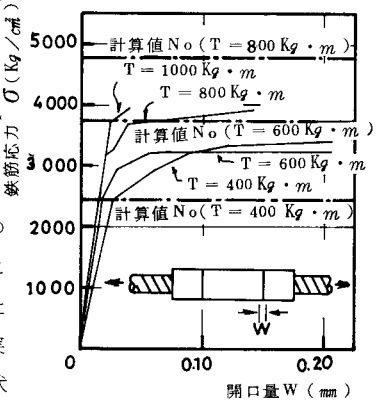


図5 カプラーとナット間の開口量

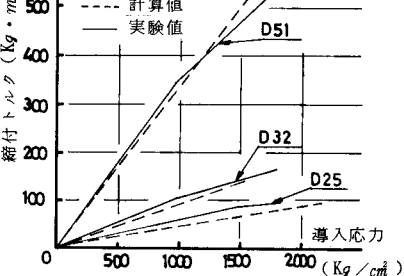


図6 締付トルクと導入軸力