

V-439

ねじり荷重を受けるRC部材の耐力と変形解析

北海道大学工学部

正員 志村 和紀

北海道開発コンサルタント

原田 希樹

北海道大学工学部

正員 佐伯 昇

北海道大学工学部

正員 三上 隆

1. 本研究の目的

ねじりを受けるRC部材の代表的な解析モデルの一つとして、立体トラスモデルが挙げられるが、コンクリートの引張応力が考慮されない事などから、変形を過大に評価することが指摘されている。一方、部材をRC平板でモデル化した手法が発達してきており^{1)・2)}、変形挙動についても把握できると報告されている。本研究は、かぶり厚さを変化させた矩形断面及びT形断面RC部材の純ねじり実験を行い、この場合の耐力及び変形の算定におけるRC平板理論の適合性について検討したものである。

2. 実験概要

供試体は、図-1に示す様な矩形及びT形断面のものを用いた。それぞれの断面の横方向鉄筋で囲まれた部分は各供試体とも同一とし、かぶりのみを3種に変化させた。ここにかぶりとは、コンクリート表面から横方向鉄筋中心までの距離とした。図-2に示す様に、支間長 $L=165\text{cm}$ とし、供試体端部に取り付けたドラムをワイヤーで引張り、回転させる事によりねじり荷重を作用させた。他端は油圧ジャッキで固定して反力を得た。桁のねじり角は変位計により測定した。

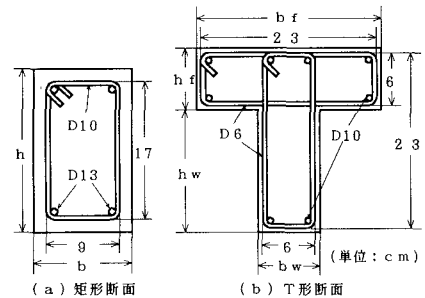


図-1 供試体断面

3. 解析方法

解析は中実断面のRC部材をねじりに対して有効な中空断面に置き換え、RC平板理論を適用した。作用トルクに対するせん断流 q が、ねじりに対する有効厚 t_e に一樣に分布する様な中空断面を有効断面と仮定する。この中空断面の側壁を構成するRC平板要素の力の釣合条件式、適合条件式を求め、さらに、ねじりを受ける部材の力の釣合条件式、変形の適合条件式を求め、繰り返し計算を用いて解を得た。鉄筋の応力-ひずみ関係は完全弾塑性とした。圧縮部コンクリートは圧縮-引張の2軸応力下にあるため、応力-ひずみ関係を低減させる事とし、Vecchio-Collinsモデル³⁾を使用した。引張部コンクリートの応力-ひずみ関係は、テンションスティフニングを考慮した岡村らのモデル⁴⁾を使用した。

4. 実験および解析結果

実験値については、矩形・T形ともにかぶりが大きくなるにつれてひびわれが発生する荷重及び最大耐力が高まるが、終局耐力に対するかぶりの影響は認められなかった。また、作用トルクとねじり角の関係は、ひびわれ発生付近までは弾性的であるがそれ以降は非線形な挙動を示す。全断面を有効とした解析値はねじりひびわれ発生付近までは実験値と良く一致したが、その後の剛性の低下が現れず、耐力は実験値を大きく上回った。また、

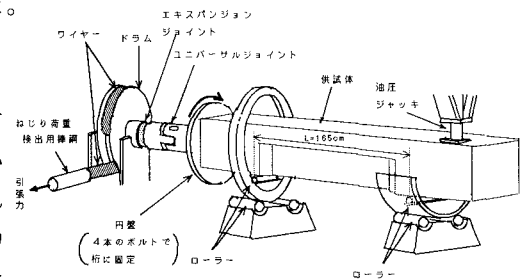


図-2 実験装置

かぶりコンクリートを無視した解析値は初期変形が過大となるが、次第に実験値に近づく。そこで、ひびわれ発生以降かぶりは剥離し、最終的に0となると仮定し、その減少量を以下の式で表わし解析に組み入れた。

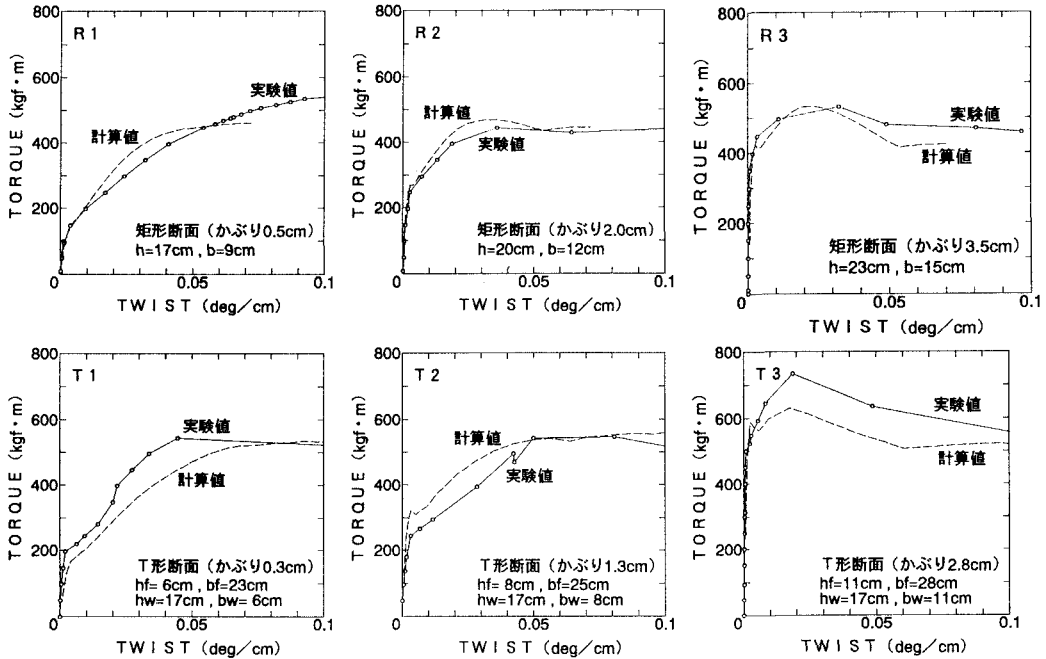


図-3 実験結果と解析結果の比較

$$\gamma_{xt} \leq \gamma_0 \quad C_* = C$$

$$\gamma_{xt} > \gamma_0 \quad C_* = C \left\{ 1 - \left(\frac{\gamma_{xt} - \gamma_0}{\gamma_1 - \gamma_0} \right)^a \right\}$$

ここで、C：全かぶり、C_{*}：有効かぶり、a：定数（=0.6）、 γ_0 ：有効かぶりが減少を始める時のせん断ひずみ（=0.0003）、 γ_1 ：有効かぶりが0となる時のせん断ひずみ（=0.0035）

結果は図-3のグラフに示すように、ほとんどの供試体について実験の挙動を良く捉えることができたが、T形断面でかぶり2.8cmのT3については耐力を多少低く評価している。矩形断面についての最大耐力の実験値に対する比は、R1, R2, R3でそれぞれ0.84, 1.04, 1.00となった。また、T形断面についての最大耐力の実験値に対する比は、T1, T2, T3でそれぞれ0.98, 1.02, 0.86であった。

5. まとめ

（1）ねじりを受けるRC部材は、横方向鉄筋で囲まれた部分が同一の場合、かぶりが大きくなる程ねじりひび割れの発生荷重及び最大耐力が大きくなるが、その後の耐力増加は小さくなり、終局耐力に対してはほとんど影響を及ぼさない。

（2）RC平板モデルを用いたねじり解析は、初期剛性の評価については良好であり、有効かぶりの減少を考慮することにより、ひびわれ後の変形状を概ね把握することが可能である。

【参考文献】

- 1) 長瀧 重義・李 承漢・岡本 亨久：鉄筋コンクリート部材のねじり耐荷機構に関する一考察，土木学会論文集，No.390/V8，1988
- 2) 二羽 淳一郎・楢貝 勇・守屋 紀和：ねじりを受けるRC棒部材に関する解析的研究，土木学会論文集，No.420/V13，1990
- 3) Vecchio, F. J. and Collins, M. P: The Modified Compression-Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear, ACI Journal, Vol.83, No.2, 1986
- 4) 岡村 甫・前川 宏一：鉄筋コンクリートにおける非線形有限要素解析，土木学会論文集，No.360/V3，1985