

V-493

純ねじりを受けるRC部材の有効かぶりの評価

北海道大学工学部 正 員 志村 和紀
北海道大学工学部 正 員 佐伯 昇

1. はじめに

RC平板モデルを用いた純ねじりを受けるRC部材の変形解析は、実験と良く一致することが報告されているが¹⁾、かぶりが大きく異なる場合などについて検討する必要があると考えられる。著者らはねじりひび割れ発生後の剛性低下の評価方法として有効かぶりを仮定する方法を昨年報告したが^{2), 3)}、有効かぶり式の定数を著者らの比較的寸法の小さい試験体の実験結果を基に定めたため、耐力を幾分小さく評価することが懸念された。そこで、他の研究者のより広範囲の実験データを加えた検討を行い、有効かぶり式の再評価を行った。

2. 解析方法

RC平板モデルによる解析法は、中実断面のRC部材を中空の箱型断面に置換え、断面の壁に生じるせん断流と壁を構成するRC平板の力の釣合および変形条件より解を得るものである。圧縮主応力方向のコンクリートは圧縮-引張の2軸応力下にあるため、応力-ひずみ関係を低減することが必要である。

本解析では圧縮コンクリートの応力-ひずみ関係を2次放物線とし、Vecchio-Collinsの低減係数⁴⁾を用いた。引張主応力方向の応力-ひずみ関係については付着応力による剛性の増加を考慮するためTension Stiffeningを考慮した岡村らのモデルを用いた⁵⁾。

付着応力を考慮した場合と引張コンクリートの応力-ひずみ関係を引張強度に達した後は応力を分担しないものとした場合についてのトルク-ねじり角関係の例を実験値と共に図-1に示す²⁾。付着応力を考慮した場合は考慮しない場合に比べ直線的領域が長くなり、ねじりひび割れ発生トルクが評価できる。これは引張コンクリートの応力-ひずみ関係における塑性流れ部分の有無によるものと考えられる。また、Tension Stiffeningを評価する際、本来はコンクリートの応力-ひずみ関係に対応して鉄筋の応力-ひずみ関係を修正すべきであるが、純ねじり解析においてTension Stiffeningがねじりひび割れ発生後の耐力に大きく影響しないこと、また計算が複雑になることから、鉄筋については引張試験による降伏点をそのまま用いた完全弾塑性とした。

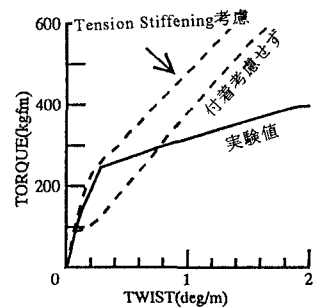


図-1 Tension Stiffeningの影響

3. 有効かぶり式の検討

図-2に示すように実験値はねじりひび割れ発生付近までは全断面を有効とした解析値と良く一致し、以後かぶりコンクリートを無視した場合の解析値に近づいて行く。そこで、せん断ひずみを指標としかぶりを徐々に減少させる手法を試みた²⁾。

$$\left[\begin{array}{ll} \gamma_h < \gamma_0 & C_e = C \\ \gamma_h \geq \gamma_0 & C_e = C \left\{ 1 - \left(\frac{\gamma_h - \gamma_0}{\gamma_1 - \gamma_0} \right)^a \right\} \end{array} \right] \quad (1)$$

C :全かぶり, C_e :有効かぶり, a :定数

γ_h :計算上の縁せん断ひずみ

γ_0 :有効かぶりが減少を始める時のせん断ひずみ

γ_1 :かぶりが0となる時のせん断ひずみ

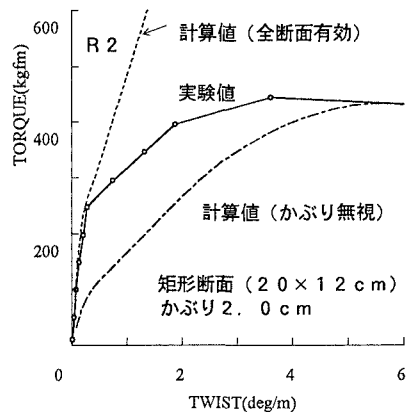


図-2 解析上のかぶりの影響

既往の文献^{6), 7)}でトルク-ねじり角関係の示されている27の実験データから定数を定めることとし、 $a=1.0$, $\gamma_0=0.0002$, $\gamma_1=0.003$ を得た。

4. 解析結果

検討に用いた試験体の諸元を表－1に示す。

表－1 検討に用いた試験体諸元・耐力の計算結果

研究者	シリーズ	データ数	断面	h cm	b cm	h/b	b/b ₀	T _{test} /T _{cal} (平均)
H s u	B	10	矩形中実	38.1	25.4	1.50	1.18	0.94-1.16
	D	4	矩形中空	38.1	25.4	1.50	1.18	0.88-0.96
	M	6	矩形中実	38.1	25.4	1.50	1.18	1.09-1.13
	I	5	矩形中実	38.1	25.4	1.50	1.18	0.99-1.04
	J	4	矩形中実	38.1	25.4	1.50	1.18	1.05-1.29
	G	8	矩形中実	50.8	25.4	2.00	1.18	0.94-1.18
	N	5	矩形中実	30.5	15.2	2.00	1.17	0.98-1.09
	K	4	矩形中実	49.5	15.2	3.25	1.93	1.24-1.50
	C	6	正方形中実	25.4	25.4	1.00	1.18	0.91-1.29
								全平均
長瀧	C	3	正方形中実	20.0-30.0	20.0-30.0	1.00	1.05-1.58	1.00-1.04
	S	3	正方形中実	30.0	30.0	1.00	1.15	0.82-0.91
著者	R	3	矩形中実	17.0-23.0	9.0-15.0	1.53-1.89	1.13-1.88	0.93-1.21
	S	4	正方形中実	20.0-30.0	20.0-30.0	1.00	1.05-1.58	0.86-0.98
		計	65					1.04

h：断面高さ、b：断面幅、b₀：断面内横方向鉄筋間距離、T_{cal}：最大トルクの計算値、T_{test}：最大トルクの試験値

本有効かぶり式を用いた解析結果の例を図－3に示す。これによれば、鉄筋比が高くなるにつれて（G1～G5）計算値は変形、耐力共に小さくなる傾向にある。

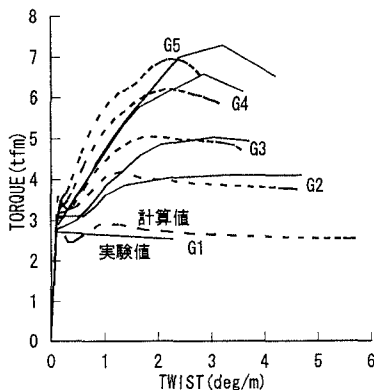
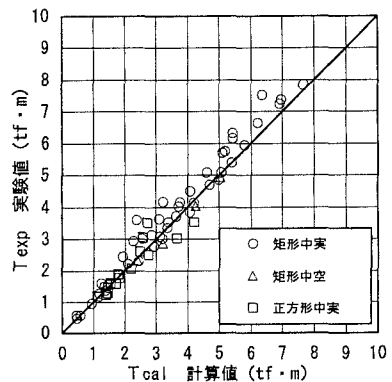
また、耐力について計算値と実験値の比較を行った結果を表－1および図－4に示す。表－1によれば、実験値の計算値に対する比は全65データの平均が1.04であり、耐力についてはほぼ良好な精度で評価できると思われる。また、各実験シリーズ別にみると実験値の計算値に対する比は1.0以上のものが多く、幾分安全側の評価となっている。

5. まとめ

- (1) RC平板モデルを用いた純ねじり解析に有効かぶり式を用いることにより、部材の変形挙動を概ね把握できる。
- (2) 有効かぶり式中の定数として $a=1.0$ 、 $\gamma_0=0.0002$ 、 $\gamma_1=0.003$ を用いた場合、耐力の評価は幾分安全側となる。

参考文献

- 1) 二羽、検貝、守屋：ねじりを受けるRC棒材に関する解析的研究，土木学会論文集 420/V-13，1990
- 2) 志村、原田、佐伯：ねじりを受ける矩形およびT形RC部材の変形性状について，コンクリート工学年次論文報告集 16-2，1994
- 3) 志村、原田、佐伯、三上：ねじり荷重を受けるRC部材の耐力と変形解析，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，1994
- 4) Vecchio, Collins: The Modified Compression-Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear, ACI Jour. 83-2, 1986
- 5) 岡村、前川：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 360/V-3，1986
- 6) Hsu: Torsion of Structural Concrete Behaviour of Reinforced Concrete Rectangular Members, ACI SP-18, 1968
- 7) 長瀧、李、岡本：鉄筋コンクリート部材のねじり耐力機構に関する一考察，土木学会論文集、390/V-8，1988

図－3 トルク－ねじり角関係⁵⁾

図－4 耐力の実験値と計算値の比較