

RC 部材に関する曲げモーメント・ねじりモーメント・せん断力および軸圧縮力の相関関係

○フェロー会員 泉 満明、名工建設 安田 享

1 まえがき

一般に構造物中の部材は曲げ、せん断、ねじりおよび軸方向力の組合せを受けている。これらの作用力を受けるコンクリート部材の合理的で経済的な設計を行うためには、これらの相関関係を解明して設計に適用する必要がある。曲げ、せん断、ねじりの組合せに関する説明は設計例を含めて文献 1) 2) に示されている。この研究は単純なトラスモデルを基本として RC 部材に関する曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントおよび軸圧縮力の相関関係を誘導したものである。

2 曲げ・せん断力・ねじり・軸圧縮力の相関関係

RC 部材の軸方向、横方向鉄筋、圧縮力を受けるコンクリート斜材を基本としたトラスモデルの曲げモーメント M 、せん断力 V に関する力の釣合を図 - 1 にしめす。軸方向力 N は軸鉄筋、ねじりモーメント M_t に関しては仮想中空断面におけるねじりによるせん断流を用いて力の釣合を仮定した。

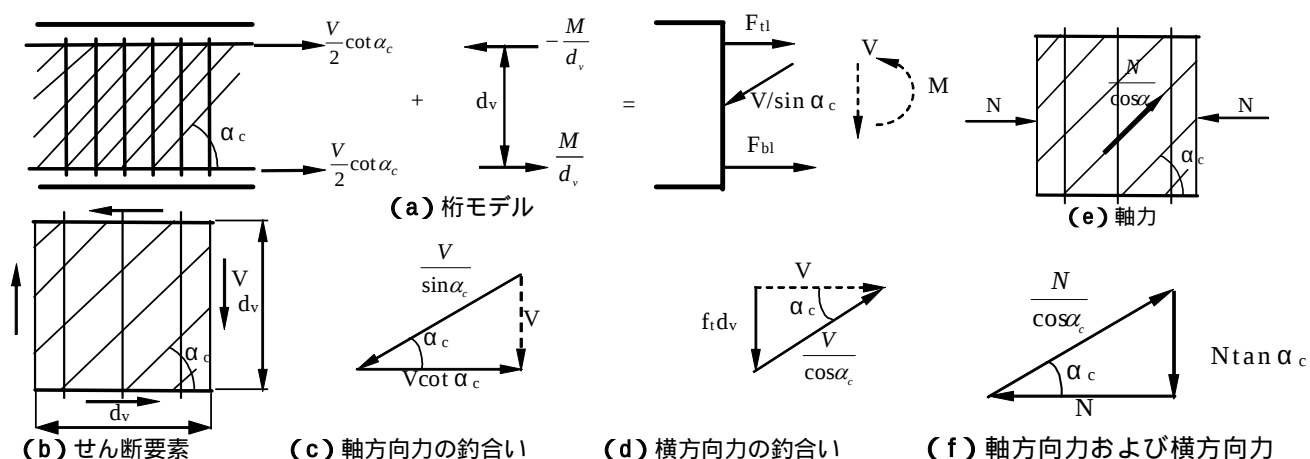


図 - 1 曲げモーメント、せん断力の相関関係に関する釣合

破壊形式は部材の下側軸方向鉄筋と横方向との降伏による第 1 破壊形式、上側軸方向鉄筋と横方向鉄筋の降伏による第 2 破壊形式、その他、片側の軸方向鉄筋と横方向鉄筋の降伏による第 3 破壊形式がある。

1) 第 1 破壊形式

図 - 1 に示す仮定から各モーメント、力による下側の軸方向鉄筋力 F_{bl} 、横方向鉄筋の軸方向単位長さ当たりの f_t は、

$$F_{bl} = \frac{M}{d_v} + \frac{V}{2} \cot \alpha_c + \frac{M_t u_0}{4A_m} - \frac{N}{2}, \quad f_t = \frac{V}{d_v} \tan \alpha_c + \frac{M_t}{2A_m} \tan \alpha_c + \frac{N}{d_v} \tan \alpha_c \quad (1)$$

となる。外力と内力の釣合式に式 (1) を代入して α_c を消去し、整理すると、

$$\frac{M}{F_{bl} d_v} + \frac{V^2}{2F_{bl} d_v f_t} + \frac{VN}{2F_{bl} d_v f_t} + \frac{M_t u_0}{8F_{bl} f_t} + \frac{M_t N b_v}{2F_{bl} A_m u_0 f_t} - \frac{N}{2F_{bl}} = 1 \quad (2)$$

となる。式 (2) は M, V, N および M_t の相関関係を表している。

式 (3) の F_{bl} および f_t の降伏値を F_{bly} 、 f_{ty} 、 $u_0 = 2d_v + 2b_v$ (せん断流中心線の周長) とすると、純曲

キーワード：破壊形式、相関関係、無次元式、相関関係面

住所：〒232-0026 横浜市南区二葉町 1-1-40 刈吉野町五番館 901、TEL (FAX) 045 262 1399

げ、純せん断、純軸圧縮および純ねじり強度を M_0 、 V_0 、 N_0 および M_{t0} とすると、式(3)で表すことができる。

$$M_0 = F_{bly} d_v, \quad V_0 = 2d_v \sqrt{\frac{F_{tly}}{d_v}} f_{ty}, \quad N_0 = 2F_{bly}, \quad M_{t0} = 2A_m \sqrt{\frac{2F_{tly}}{u_0}} f_{ty} \quad (3)$$

式(3)を式(2)に代入し、無次元の第1破壊形式は式(4)となる。

$$\frac{M}{M_0} + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 R - \frac{N}{N_0} + \left(\frac{M_t}{M_{t0}}\right)^2 R + \zeta_3 \frac{V}{V_0} + \zeta_4 \frac{M_t}{M_{t0}} = 1 \quad (4)$$

ここで、 $\zeta_3 = \frac{N}{F_{bly} u_0} \sqrt{\frac{F_{tly} d_v}{f_{ty}}}$, $\zeta_4 = \frac{N b_v}{F_{bly} u_0} \sqrt{\frac{2F_{tly}}{f_{ty} u_0}}$, $R = \frac{F_{tly}}{F_{bly}}$, F_{tly} (上側鉄筋の降伏力) とする。

2) 第2破壊形式

第2破壊形式は、上側軸筋と横方向鉄筋の降伏によるものとする。無次元の相関関係式は式(5)となる。

$$-\frac{M}{M_0} \frac{1}{R} + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 - \frac{N}{N_0} \frac{1}{R} + \left(\frac{M_t}{M_{t0}}\right)^2 + \zeta_4 \frac{M_t}{M_{t0}} \frac{1}{R} = 1 \quad (5)$$

式(4) (5) による第1および2の破壊形式に関連する相関関係面を図-2に示す。

3) 第3破壊形式

第3破壊形式は片側の軸方向筋と横方向筋の降伏によるものとする。これに関する相関関係は式(6)となる。

$$-\frac{N}{N_0} \frac{1}{R} + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{M_t}{M_{t0}}\right)^2 + \frac{VM_t}{V_0 M_{t0}} 2\sqrt{\frac{2d_v}{u_0}} + \frac{V}{V_0} \frac{\zeta_3}{R} + \frac{M_t}{M_{t0}} \frac{\zeta_5}{R} = \frac{1+R}{R}$$

ここで、 $\zeta_5 = \frac{N}{F_{bly}} \sqrt{\frac{F_{tly}}{2f_{ty} u_0}}$, (6)

3 結論

相関関係面を設計に適用することにより、従来より合理的で経済的な構造物の建設が行えるものと推定¹⁾できる。しかし、ここに示した相関関係は単純なトラス理論を基本としているために近似的なものであり精度を上げるためには今後の研究が必要である。第3破壊形式を表す式(6)は図示していないが、第1,2の最大値を制限するものである。

参考文献：

- 1) 泉 満明 “組み合わせ力を受けるコンクリート部材の設計” 技報堂出版、pp30～38、平成16年9月
- 2) 泉 満明 “組み合わせ力を受ける鉄筋コンクリート部材の設計” 名城大学理工学部研究報告 第41号、pp36～43、2001

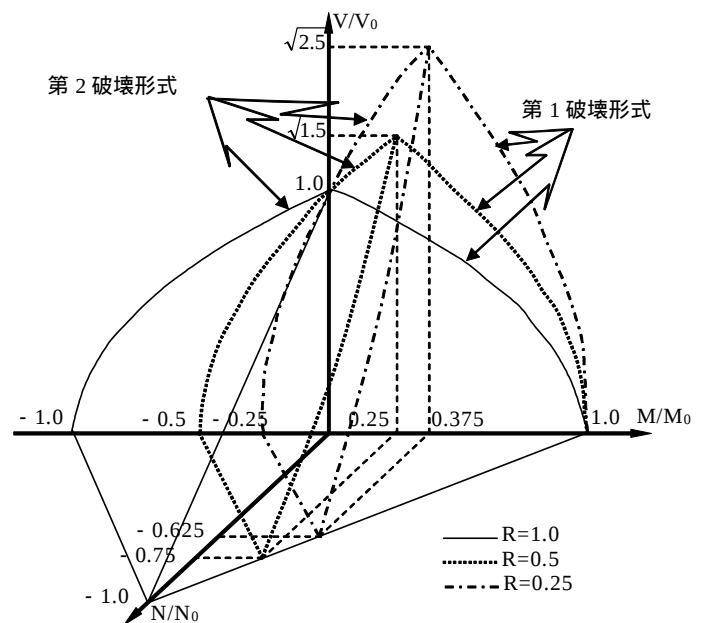


図-2 曲げ、ねじりモーメント、せん断力および軸圧縮力の相関関係面(第1,2破壊形式)