

V-237

許容応力度設計法と限界状態設計法による  
「曲げ」および「せん断」に対する安全度の比較検討

芝浦工業大学	正員 加藤 茂美
芝浦工業大学	正員 矢島 哲司
芝浦工業大学	○学生員 三浦 雄治

## 1 目的

鉄筋コンクリート部材の設計計算方法に関して昭和61年度のコンクリート標準示方書の制定にあたり、限界状態設計法が新たに採用されている。しかし、一方で従来の許容応力度設計法も暫定的ながら認められている。

従って、当面両設計法によって算出される断面の持つ安全度を比較検討することは意義があると考えられる。そこで、本研究では「曲げ」および「せん断」に関する終局耐力を両設計法から算定しその結果に対する図化的な安全度の検討を試みたものである。

## 2 検討方法

限界状態設計法において用いられる終局断面耐力に着目し、許容応力度設計法においても許容応力度を用いて定められる断面耐力を許容断面耐力とし両者を比較検討した。

検討に用いたモデルは単鉄筋長方形断面、せん断補強鉄筋としては鉛直スターラップのみを用いた場合とし、断面耐力の算定式については以下の通りである。また、一般的な利用性と、比較を容易にするため、両断面耐力とも無次元化した。

### 2. 1 「曲げ」耐力の算定

#### ○許容断面曲げ耐力

$$\frac{Ma}{f'_{ok}bd^2} = \frac{1}{2f'_{ok}} \left( \frac{\sigma_{se}}{d} \right) \left( \frac{x}{d} \right) \left( 1 - \frac{1}{3} \frac{x}{d} \right) = \left( \frac{\sigma_{se}}{f'_{ok}} \right) \omega_b \left( 1 - \frac{2}{3} \frac{f'_{ok}}{\sigma_{se}} \frac{\sigma_{se}}{f'_{wuk}} \omega_b \right) \quad \text{①}$$

#### ○終局曲げ耐力

$$\frac{Mrd}{f'_{ok}bd^2} = \frac{0.68}{\gamma_c \gamma_b} \left( \frac{x}{d} \right) \left( 1 - 0.4 \frac{x}{d} \right) = \left( \frac{1}{\gamma_c \gamma_b} \right) \omega_b \left( 1 - 0.58823 \frac{\gamma_c}{\gamma_b} \omega_b \right) \quad \text{②}$$

ここで

$$\omega_b = \frac{Asf'_{wuk}}{bd f'_{ok}} \quad \text{とし、以後鉄筋係数と呼ぶ。}$$

### 2. 2 「せん断」耐力の算定

#### ○許容せん断耐力

スターラップが降伏する場合

$$\frac{Va}{bw \cdot d \cdot f'_{od}} = j \left( \frac{1}{2f'_{od}} \frac{\tau_{se}}{f'_{wuk}} + \frac{Aw}{bw \cdot s} \frac{f'_{wuk}}{f'_{od}} \frac{\sigma_{se}}{f'_{wuk}} \right) = 0.87 \left( 0.5 \frac{\tau_{se}}{f'_{od}} + \omega_w \frac{\sigma_{se}}{f'_{wuk}} \right) \quad \text{③}$$

腹部コンクリートが斜め圧縮破壊する場合

$$\frac{Va}{bw \cdot d \cdot f'_{od}} = 0.87 \frac{\tau_{se}}{f'_{od}} \quad \text{④}$$

#### ○終局せん断耐力

スターラップが降伏する場合

$$\begin{aligned} \frac{Vyd}{bw \cdot d \cdot f'_{od}} &= \frac{0.9 \beta_a \beta_o \beta_n f'_{od}^{-0.25}}{\gamma_b} + \frac{Aw \cdot f'_{wuk} f'_{wsd}}{bw \cdot s} \frac{1}{f'_{wuk} f'_{od}} \frac{j}{\gamma_b} \\ &= \frac{0.9 \beta_a \beta_o \beta_n f'_{od}^{-0.25}}{\gamma_b} + \frac{0.87}{\gamma_c \gamma_b} \omega_w \end{aligned} \quad \text{⑤}$$

腹部コンクリートが斜め圧縮破壊する場合

$$\frac{V_{yd}}{bw \cdot d \cdot f'_{cd}} = \frac{4}{\gamma_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{(f'_{cd})}} = \frac{3.0769}{\sqrt{(f'_{cd})}} \quad \text{⑥}$$

ここで

$$\omega_w = \frac{Aw}{bw \cdot s} \frac{f'_{wuk}}{f'_{cd}} \quad \text{とし、これをスターラップの鉄筋係数とする。}$$

以上、①～⑥式を用い、図-1、図-2を作成し、次の項目について検討した。ただし(1)、(2)に関しては「曲げ」および「せん断」の両者に共通である。また材料係数等の諸条件は標準示方書を参考にした。

- (1) 許容応力度設計法によって与えられた許容応力度を満足する鉄筋係数を用いて終局断面耐力を算定し許容断面耐力と比較検討する。
- (2) 限界状態設計法によって与えられる安全度を満足する鉄筋係数を用いて許容断面耐力を算定し、終局断面耐力と比較検討する。
- (3) 最大せん断耐力（腹部コンクリートの斜め圧縮破壊時）について、(1)と同様に検討を実施する。

図-1 「曲げ」の場合

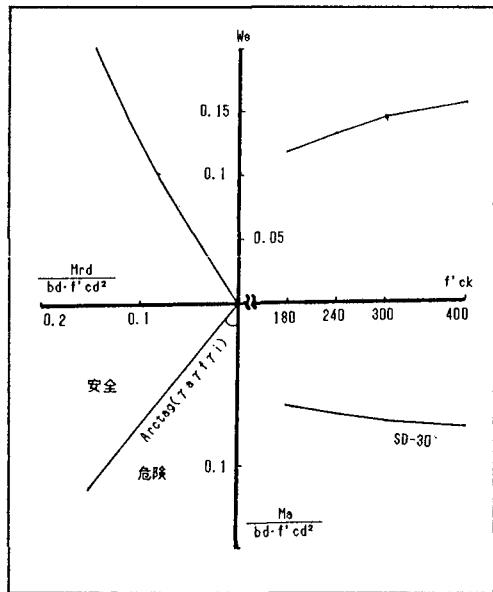
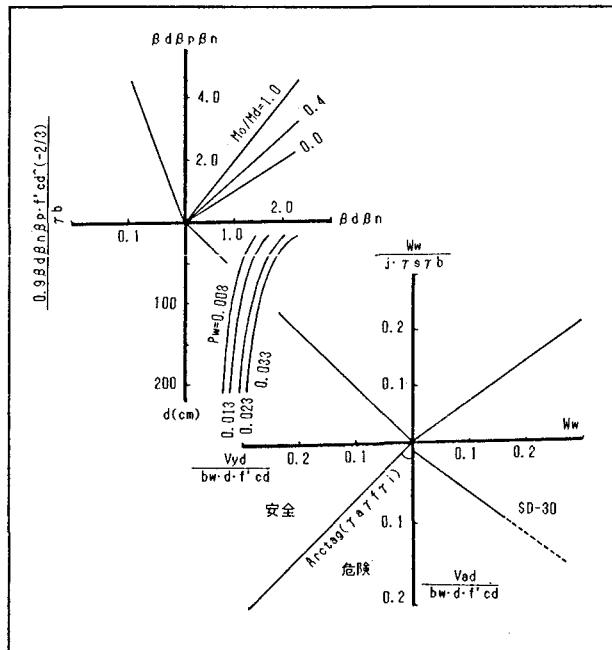


図-2 「せん断」の場合



### 3. 結果

許容応力度設計法の範囲内にある鉄筋係数を用いて両設計法を比較してみると、図中の第3象限において必ず安全側となる。つまりこれは許容応力度設計法により定められる鉄筋係数を用いて終局断面耐力を算定した場合、限界状態設計法においての安全度は常に満足されているということである。逆に限界状態設計法の範囲内にある鉄筋係数を用いて比較すると必ずしも安全側とはならず、従って限界状態設計法により定まる鉄筋係数を用いた場合は、許容応力度設計法において必ずしも許容応力度の範囲に入っているとは限らないと言える。また図-2の第4象限の点線と実線の境目で表される最大許容せん断耐力と限界状態設計法における最大終局せん断耐力を比較してみると、後者の方がかなり大きいことがわかる。

最後に、両設計法の安全度を比較する場合において、このような手法を用いておこなうと非常に便利であり、かつ有用である。

＜謝辞＞本研究をご指導頂いた日本構造橋梁研究所猪股俊司博士に対してここに付記して謝意を表します。