

問題1. 鉄筋コンクリートに関する次の記述は、いずれも誤りを含んでいる。誤りの箇所を丸く囲みその上または下に正しい記述を示せ

例: コンクリートは一般に引張力に強く、圧縮力に弱い。
弱く 強い

鉄筋コンクリート部材では、コンクリートのかぶり c が大きいほど、環境条件が厳しいほど、許容ひび割れ幅 w_a は小さくしなければならない。土木学会標準示方書では、腐食性環境における許容ひび割れ幅は、 $w_a=0.004c$ で与えられており、例えば、かぶりが $c = 65\text{mm}$ のとき、 $w_a = 0.26\text{mm}$ となる。 小さい

曲げひび割れの発生によって部材の曲げ剛性は低下するが、一般に使用荷重状態であれば、全断面有効時の断面2次モーメント I_g とひび割れ断面(引張コンクリートが全く寄与しない断面)の断面2次モーメント c_r との中間状態にあり、通例、土木学会標準示方書による換算断面2次モーメントを用いる。この換算断面2次モーメントは、断面力(曲げモーメント)の増大とともに c_r から I_g に移行する。 c_r の算定に際しては、鉄筋を無視してもおおきな違いはない。
 I_g c_r I_g

梁部材において、載荷点と支点を結ぶ距離をせん断スパン(shear span)と呼び、この区間では、曲げモーメントよりせん断力が卓越する。さらに、せん断スパンを断面の有効高さで除したものを、せん断スパン比とよび、せん断スパン比が大きいほど、せん断破壊しやすく、せん断補強筋の適切な配筋が肝要である。 小さい

耐震解析に用いる1質点系モデルの動特性は、固有周期 T によって表され、これは、 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ によって定義される(m = 質量, k = 剛性(ばね定数))。従って、ばねが硬く、質量が大きい場合、 T は小さくなり、その系は、速く(小刻み)に揺れようとする。このため、例えば、構造物の断面剛性(曲げ剛性 EI)を全高さにわたり2倍にすると、固有周期 T は、 $1/\sqrt{2}$ 倍となる。 小さい

鉄筋コンクリート橋脚は過大地震を受けた場合、主鉄筋降伏後に生ずる、圧縮コンクリートの剥落、引張鉄筋の破断、せん断補強筋の座屈(ちょうちん座屈)により終局段階となる。このため、十分な変形性能を保有するねばりのある構造物の設計が重要となる。この場合、部材の塑性変形量を降伏変位で除した保有靱性率が耐震設計上の目安となる。 軸方向鉄筋 かぶり

疲労特性を表す、S-N 線図は、通例、縦軸 = 繰返し回数、横軸 = 応力パラメーターによって表す。このとき、繰返し回数は、 $10^3 \sim 2 \times 10^6$ 回程度を対象とし、また、応力パラメーターは、繰返し応力の応力振幅または最大応力などを用いる。また、この応力パラメーターは、その材料の静的強度(1回で破壊する強度)より小さい応力である。

横軸=繰返し回数, 縦軸 = 応力パラメーター

異型鉄筋の疲労強度式では、片対数用紙(semi-log グラフ)上で、右下がりの直線となる。ある一定の応力振幅を与えたとき、永久荷重による最少応力(下限応力となる)が小さいほど疲労寿命(疲労破壊するまでの回数)は大きくなる。
両対数用紙(log-log グラフ)

地震時における鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊を回避するには、横補強筋(帯鉄筋またはらせん鉄筋)の適切な配筋が重要となる。この横補強筋は、かぶりコンクリートを拘束・保持する役目もある。このため、その継手、定着、フックに対する細部にわたる配慮が不可欠で、耐震限界として、示方書に明記されている。

コア, 耐震構造細目

問題 2. 圧縮力を受ける部材の最大耐力を計算せよ。ただし、帯鉄筋柱とし、適当な安全係数を設定して、用いること。
 断面諸元: 円形断面 直径 = 50cm, 鉄筋比 = 1.5%,
 材料条件: 鉄筋 = SD345, コンクリート: 圧縮強度 = 35N/mm²

解答のポイント: 紅白の教科書 p80 (式 5.3), p81 例題 5.2 を参考にすること。

$$\text{設計断面耐力式(帯鉄筋柱)}: N'_{oud} = (0.85f'_{cd} A_c + f'_{yd} A_{st}) / \gamma_b \dots (\text{式 5.3})$$

安全係数…材料係数 コンクリート $\gamma_c = 1.3$, 鉄筋 $\gamma_s = 1.0$ 部材係数 $\gamma_b = 1.3$ とする。

コンクリート断面積 $A_c = \frac{d}{4} = \frac{3.14 \times 500^2}{4} = 196250 \text{mm}^2$
 鉄筋断面積 $A_{st} = p_s A_c = 0.015 \times 196250 = 2943.8 \text{mm}^2$
 最大耐力 $N'_{oud} = \left\{ (0.85 \times \frac{35}{1.3} \times 196250) + (\frac{345}{1.0} \times 2943.8) \right\} / 1.3 = (4.49 + 1.02) \times 10^6 / 1.3 = 4.23 \text{MN}$

問題 3. 次の条件にて、圧縮荷重下におけるコンクリートの疲労強度を求めよ(安全係数は、一切考えない)。ただし、下記条件には不要なものを含んでいる

- ・コンクリートの種類: 一般のコンクリート(圧縮強度の特性値 = 35N/mm²)
- ・疲労回数: 150万回
- ・応力振幅: 圧縮強度の30%, 永久荷重(最小応力): 圧縮強度の20%とする。

解答のポイント: 紅白の教科書 p174 式(9.4)の土木学会式を用いる。ただし、問題では安全係数は一切考えないことに注意せよ。また、「応力振幅: 圧縮強度の30%」が不要な条件である。

土木学会 設計疲労強度式(コンクリート) $f_r = k_1 f'_c (1 - \frac{\sigma_p}{f'_{cd}}) (1 - \frac{\log N}{K}) \dots (\text{式 9.4})$

ここで, $K = 10$: 普通コンクリートでしばしば水で飽和される場合, 及び軽量骨材コンクリート
 $K = 17$: その他の一般のコンクリート

コンクリート圧縮強度 $f'_c = 35 \text{N/mm}^2$
 永久荷重(最小応力): 圧縮強度の20% $\sigma_p = 35 \times 0.2 = 7 \text{N/mm}^2$, $\frac{\sigma_p}{f'_{cd}} = 0.2$

よって $N = 1.5 \times 10^6$ に対する疲労強度 f_r は

$$f_r = 0.85 \times 35 \times (1 - 0.2) \times (1 - \frac{\log(1.5 \times 10^6)}{17}) = 15.15 \text{N/mm}^2$$

問題 4. 過大な地震力を受けた RC 構造物が破壊したときの様子を、次の2例について図に書いて示せ。

(教科書 11章の崩壊過程, および授業中に示したスライドを参考に、概略図を示してほしい)

T型橋脚(単柱形式)がせん断破壊した場合, 鉄道橋(3径間ラーメン橋, 中間梁あり)がせん断破壊した場合。

解答のポイント: 各自, 教科書 11章またはスライドを参考にしてもらいたい。