

学籍番号: _____ 名前: _____

コンクリート演習 (構造 / 設計) : 期末試験

January 14, 2005 吉川弘道

問題1: 次の各設問の【 】に、最も適当な語句、または数値を記入せよ。

- 鉄筋コンクリート断面の略称を英語で言うと、RC (【 reinforced concrete 】) であり、RC と PC の中間部材を【 PRC (PPC) 】と呼ぶ。
- 鉄筋コンクリートは、多くの構造形式への適用が可能で、例えば、梁、柱、【 床板、壁、スラブ 】などがある。
- 3つの材料、コンクリート、鉄筋鋼棒、アルミニウムのヤング係数(弾性係数)の大小関係は、小さい方から【 < < 】となる。
- 異形鉄筋(D25, SD345)に引張荷重を与えて降伏させた。このときの鉄筋の応力は【 345N/mm² 】、伸び量は【 1.38mm 】である。D25の断面積を簡単のため5cm²とし、試験片の長さを80cmとする。
- 直径10cm高さ20cmの円柱供試体を用いて、圧縮強度試験を実施したところ、【 275kN 】で破壊した。このコンクリートの圧縮強度は35N/mm²とする。また、直径が15cm高さ30cmの円柱供試体の場合、破壊荷重は、【 2.25 】倍となる。
- 図中の は、弾性解析(全断面有効)、図中 は【 弾性解析(RC断面) 】、 は【 塑性解析 】、と呼ぶ。
- 鉄筋コンクリートの曲げ部材の鉄筋比について、曲げ引張りひび割れの発生直後に引張鉄筋が降伏することを避けるため、【 最小鉄筋比 】を規定し、過鉄筋(over-reinforcement)を回避するため、【 最大鉄筋比 】が規定されている。

問題2. 次の記述はいずれも間違いが一つある。間違っている箇所にアンダーラインを引き、正しい修正文を空白に記せ。

- コンクリート部材の断面形式として、通例、ダムは無筋コンクリートであり、梁部材は鉄筋コンクリート、柱部材はプレストレストコンクリートとなる。
鉄筋コンクリート、鉄骨鉄筋コンクリート
- 鉄筋の腐食防止、および圧縮鉄筋の破断回避のため、コンクリートによる鉄筋棒鋼の被覆(かぶり)が重要となる。
座屈
- 外的に拘束されない鉄筋コンクリートが、コンクリート硬化後に乾燥収縮を受けると、鉄筋により拘束され、コンクリートには引張応力が発生する(これを拘束応力と呼ぶ)。このため、収縮が大きいと、コンクリートのひび割れに至ることがあり、初期ひび割れの代表的な要因である。鉄筋量が多いほど、このような拘束応力を低減させることができる。
拘束応力は増加する。
- 一般に、コンクリートは高圧縮強度になるほど、ヤング係数は大きくなり、鉄筋も降伏強度が大なるほど、ヤング係数は大きくなる。
鉄筋は降伏強度が大きくなっても、ヤング係数は変化しない。(Es=200kN/mm²)
- 圧縮強度が $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ の普通コンクリートのヤング係数は、概ね $E_c = 28\text{N/mm}^2$ である。
 $E_c = 28\text{ kN/mm}^2$
- 曲げモーメントを受ける部材の設計では、常時の荷重下において、ひび割れの発生を認めている。これは、弾性解析(RC断面)によって解析され、断面の終局荷重を算定することもできる。
使用荷重時の応力
- 曲げ部材では、軸方向鉄筋として、圧縮鉄筋と引張鉄筋の両方が配される断面を‘複鉄筋断面’、圧縮鉄筋または引張鉄筋のみが配される場合を‘単鉄筋断面’と呼ぶ。
除去 (引張鉄筋のみ配される場合を‘単鉄筋断面’と呼ぶ)

問題3: 次のような、曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート断面について解答せよ。

算定式を黒板に示すので参考にすること。

曲げモーメント $M = 200\text{kN}\cdot\text{m}$ が作用したときの、ヤング係数比、中立軸比コンクリート、コンクリートの圧縮応力度 σ'_c 、鉄筋の引張応力度 σ_s を求めよ。ただし、次の条件を用いる。

- ・ 断面諸元: 単鉄筋長方形断面, 鉄筋比: 1.2%, 部材幅 = 300mm, 全高さ = 750mm (かぶり 70mm)
- ・ 材料条件: コンクリートの設計基準強度 $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$, $E_c = 28\text{kN/mm}^2$
- ・ 鉄筋: SD295

解答欄:

ヤング係数比 = 7.14

中立軸比 = 0.337

圧縮応力度 $\sigma'_c = 9.62\text{N/mm}^2$

鉄筋の引張応力度 $\sigma_s = 135\text{N/mm}^2$

係数の整理:

$$\text{ヤング係数比: } n = \frac{200\text{N/mm}^2}{28\text{N/mm}^2} = 7.143, \quad np = 7.143 \times 0.012 = 0.08571$$

$$\text{中立軸比: } k = -np + \sqrt{(np)^2 + 2np} = 0.3371, \quad j = 1 - k/3 = 0.8876$$

予備計算:

断面寸法: 幅 $b = 300\text{mm}$ 、有効高さ $d = \text{全高さ} - \text{かぶり厚さ} = 750 - 70 = 680\text{mm}$

$$bd^2 = 300 \times 680^2 = 138.7 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\frac{M}{bd^2} = \frac{200\text{kN}\cdot\text{m}}{138.7 \times 10^6 \text{ mm}^3} = \frac{200 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{138.7 \times 10^6 \text{ mm}^3} = 1.442 \text{ N/mm}^2$$

応力の算定:

係数の整理: $kj = 0.3371 \times 0.8876 = 0.2992$ 、 $pj = 0.012 \times 0.8876 = 0.01065$

$$\cdot \text{コンクリートの圧縮応力: } \sigma'_c = \frac{2M}{kjbd^2} = \frac{2}{0.2992} 1.442 \text{ N/mm}^2 = 9.625 \text{ N/mm}^2$$

$$\cdot \text{鉄筋の引張応力: } \sigma'_c = \frac{M}{pjbd^2} = \frac{1.442 \text{ N/mm}^2}{0.01065} = 135.4 \text{ N/mm}^2.$$

* コメント: ここでの計算は、4桁を有効数字として取扱っており、最終的に解答欄には、3桁にて解答している。すなわち、計算過程では1桁多く算術し、最終的に3桁としたものである(ただし、この方法に明確な理由はなく、終始3桁でもよい)。

算定応力の検証:

$$\cdot \text{コンクリートの圧縮応力: } \frac{\sigma'_c}{f'_c} = \frac{9.625 \text{ N/mm}^2}{30 \text{ N/mm}^2} = 0.32$$

$$\cdot \text{鉄筋の引張応力: } \frac{\sigma_s}{f_y} = \frac{135.4 \text{ N/mm}^2}{295 \text{ N/mm}^2} = 0.46$$

* コメント: この算定応力の検証とは、 $M = 200\text{kN}\cdot\text{m}$ に対する作用する材料応力(コンクリートと鉄筋)と、それぞれの材料強度との比を算出したものである。作用する材料応力は、その強度(圧縮強度、または降伏強度)を越えることは有り得ないので、この比は、1より小さいことが必要条件である(十分条件ではない)。