

コンクリート工学：第3回模擬試験

出題範囲：紅白の教科書のうち、以下の内容を鋭意学習されたい。

「2章：鉄筋とコンクリートの材料力学」のうち、基本的な内容

「3章：鉄筋コンクリート設計法」のうち、限界状態設計法

「4章：曲げモーメントを受ける部材」の全般。

「6章：せん断力を受ける部材」のうち、曲げ補強/せん断補強、など

問題 以下の文章のうち、記述に誤りがないものを3つ選び、小さい順に番号を記せ

0. コンクリート円柱供試体（直径10cm，高さ20cm）を用いて圧縮試験を行ったところ，最大荷重423kNで破壊した．このコンクリートの圧縮強度は，概略， $f'_c = 50 \text{ kN/mm}^2$ である．
1. 鉄筋とコンクリートの弾性係数比 n は，「 $n = \text{鉄筋の弾性係数 } E_s / \text{コンクリートの弾性係数 } E_c$ 」によって定義され，6～10程度となる．このとき，分子の E_s は，鉄筋の種類（SD295, SD345 etc.）および鉄筋径（D16, SD29 etc.）には関係しない．分母の E_c は，コンクリートの配合によって異なり，高強度ほど，高弾性係数となる．
2. コンクリートの練りませの際，一生懸命練れば，練るほど，そのコンクリートは高品質となり，強度は高くなる．
3. 限界状態設計法では，終局限界に対して， $g_i \frac{S_d}{R_d} \leq 1.0$ によって照査される（ g_i ：構造物係数， S_d ：設計断面力， R_d ：設計断面耐力，である）．とくに，設計断面耐力は，実際の断面耐力（生の値）に比べて，安全係数（通例1より大きい数）により割増したものである．この照査式の意味は，分母が分子より，大きければ，OKであることを意味する．
4. 曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート断面の解析として， \quad ：弾性解析（RC断面）では，圧縮コンクリートを弾性，引張側コンクリートを無視，引張鉄筋は降伏状態と考える．これは，通例，曲げモーメントが与えられたときの材料（鉄筋とコンクリート）の作用応力を算出するものである．
5. また， \quad ：塑性解析では，引張側コンクリートを無視，圧縮コンクリート

の等価矩形分布ブロックを仮定し、引張鉄筋を降伏とする。このような断面仮定は、過鉄筋状態でない場合 (under-reinforcement) の曲げ終局耐力の算定に用いられる。

6. 曲げ部材の最大鉄筋比は、過鉄筋状態 (over-reinforcement) を回避するため、最小鉄筋比は斜めひび割れ発生後すぐに鉄筋が降伏しないようにするためである。コンクリート標準示方書では、最大鉄筋比： $p < 0.75 * \rho_{\text{釣り合い鉄筋比}}$ 、最小鉄筋比： $p > 0.2\%$ のように規定されている。
7. 梁部材に配置される鉄筋は、主鉄筋 (軸方向鉄筋) と腹鉄筋 (スターラップ、折曲げ鉄筋) に分類され、前者は曲げモーメント、後者はせん断力に抵抗する。両鉄筋とも、予想されるひび割れの直交方向 (またはそれに近い角度) に配置することが原則である。
8. 鉄筋コンクリート梁のせん断補強筋には、複鉄筋断面 (web-reinforcement) が用いられ、これは、スターラップと折曲げ鉄筋がある。せん断耐力の算定には、修正トラス理論が用いられる。一方、曲げ補強については、主鉄筋 (軸方向筋) が不可欠である。

コンクリート工学：第3回模擬試験：解答と解説

解答：1 . 5 . 7

0 . 誤り：50kN/mm² でなく，50 N/mm²

$f'_c = \text{最大荷重 } 423\text{kN} / \text{断面積 } 100\text{mm} * 100\text{mm} * / 4 = 53.8\text{N/mm}^2$ (概略 = 50 N/mm² である)

1 . 正しい：

鉄筋の種類 (SD295, SD345 etc.) によって降伏強度は変わるが，弾性係数は一定 ($E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$) である。また，鉄筋径は，降伏強度/弾性係数とも，関係のない別の話である。

2 . 誤り：

「一生懸命練ること」は大切であるが，それは品質を保つためであり，高品質，高強度とはならない。

3 . 誤り：

設計断面耐力 R_d は，実際の断面耐力 (生の値) に比べて，安全係数 (通例 1 より大きい数) により，小さくしたものである。

4 . 誤り：

弾性解析 (RC断面) では，引張鉄筋は降伏前の弾性状態を考える。

5 . 正しい：

過鉄筋状態でない場合 (under-reinforcement) の曲げ終局耐力の算定法である，「等価矩形分布ブロック」を再確認されたい。これは，RCの設計で最も多く用いられる。

6 . 誤り：

曲げ部材については，斜めひび割れは関係ない。正しくは，「曲げひび割れ発生後すぐに鉄筋が降伏しないようにするため，最小鉄筋比： $p > 0.2\%$ のように規定されている」である。

7 . 正しい：

主鉄筋 (軸方向鉄筋) と腹鉄筋 (スターラップ、折曲げ鉄筋) の分類と役割を再度，学習されたい。

8 . 誤り：

コンクリート梁のせん断補強筋 腹鉄筋 (web-reinforcement)

曲げ補強 複鉄筋断面 (圧縮鉄筋と引張鉄筋) は，主鉄筋 (軸方向筋) を指す。

コンクリート工学：第3回実力試験

問題 以下の文章のうち、記述に誤りがないものを3つ選び、小さい順に番号を記せ

0. コンクリート円柱供試体(直径10cm,高さ20cm)を用いて圧縮試験を行ったところ,最大荷重275kNで破壊した.このコンクリートの圧縮強度は,概略, $f'_c = 15 \text{ N/mm}^2$ である.

1.鉄筋とコンクリートの弾性係数比 n は「 $n = \text{鉄筋の弾性係数 } E_s / \text{コンクリートの弾性係数 } E_c$ 」によって定義され,通例10~20程度となる.これは,鉄筋がコンクリートの10~20倍程度,‘硬い’ということの意味する.

2. 異形鉄筋の品質は,SD295, SD345 のように表記される. SD295 は,降伏強度が $f_y=295 \text{ N/mm}^2$, SD345 は,降伏強度が $f_y=345 \text{ N/mm}^2$, を意味し,弾性係数は,降伏強度に比例する.

3.限界状態設計法では,終局限界に対して, $g_i \frac{R_d}{S_d} \leq 1.0$ によって照査される(g_i : 構造物係数, S_d : 設計断面力, R_d : 設計断面耐力), 設計断面耐力は,実際の断面耐力(生の値)を安全係数により割引き,一方,設計断面力は,安全係数により割増したものである.

4. 曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート断面の解析として, : 弾性解析(RC断面)では,圧縮コンクリートを弾性,引張側コンクリートを無視,引張鉄筋は弾性状態と考える.これは,通例,曲げモーメントが与えられたときの材料(鉄筋とコンクリート)の作用応力を算出するものである.

5. 曲げモーメントを受ける断面の終局耐力は,引張側コンクリートを無視,圧縮コンクリートに対して等価矩形分布ブロックを仮定し,引張鉄筋を降伏状態とする.ただし,over-reinforcementの場合,引張鉄筋は未降伏状態である.

6. 曲げ部材の最大鉄筋比は,過鉄筋状態(under-reinforcement)を回避するため,最小鉄筋比は曲げひび割れ発生後すぐに鉄筋が降伏しないようにするためである.コンクリート標準示方書では,最大鉄筋比: $p > 0.75 * \text{釣合い鉄筋比}$, 最小鉄筋比: $p < 0.2\%$ のように規定されている.

7. 梁部材に配置される鉄筋は,主鉄筋(軸方向鉄筋)と腹鉄筋(スターラップ,折曲げ鉄筋)に分類され,前者はせん断力,後者は曲げモーメントに抵抗する.両鉄筋とも,予想されるひび割れの直交方向(またはそれに近い角度)に配置

することが原則である。

8. 鉄筋コンクリート梁にせん断力が作用すると、45度方向に引張主応力を生じ、このため、その直交方向にひび割れが発生する。これを斜めひび割れ、またはせん断ひび割れと呼ぶ。

コンクリート工学：第3回実力試験：解答と解説

解答：4、5、8

0. 誤り：

$$f'_c = \text{最大荷重 } 275\text{kN} / \text{断面積 } 100\text{mm} * 100\text{mm} * /4 = 35.0\text{N/mm}^2$$

1. 誤り：鉄筋の弾性係数は一定 ($E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$) であり，コンクリートのそれは $E_c = 20 \sim 40 \text{ kN/mm}^2$) であり，従って，両者の弾性係数比は， $n=6 \sim 10$ 程度となる．
2. 誤り：鉄筋の種類 (SD295, SD345 etc.) によって降伏強度は変わるが，弾性係数は一定 ($E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$) である．
3. 誤り：照査式の分子/分母が、間違っている。設計断面耐力 R_d が分母、設計断面力 S_d が分子となり、 $S_d < R_d$ を照査することになる。
4. 正しい：記述のとおりで，断面条件の意味を考えれば，容易に答えられる．
5. 正しい：過鉄筋状でない場合 (under-reinforcement) の曲げ終局耐力の算定法である，「等価矩形分布ブロック」を再確認されたい．これは，RCの設計で最も多く用いられる．
6. 誤り：過鉄筋 = over-reinforcement である．最小鉄筋比と最大鉄筋比の記述も間違えている (模擬問題を参照されたい)．
7. 誤り：主鉄筋 (軸方向鉄筋) と腹鉄筋 (スターラップ、折曲げ鉄筋) の分類と役割を再度，学習されたい．
8. 正しい：梁のせん断力が作用した場合 (曲げ，軸力がないとき)，純せん断となり，主応力は，45度方向となる．ひび割れは，引張主応力の直交方向に発生する．

コンクリート工学：第4回模擬試験

出題範囲：紅白の教科書のうち、以下の内容を鋭意学習されたい。

- 「8章 ひび割れと変形：使用限界状態」のうち、計算を含まない基本事項
- 「9章 繰返し荷重を受ける部材：疲労限界状態」9-1 疲労荷重と疲労破壊
- 「11章 耐震設計」のうち、計算を含まない基本的事項

問題 以下の文章のうち、記述に誤りがあるものを3つ選び、小さい順に番号を記せ

1. 鉄筋コンクリート部材では、通例、異形鉄筋が用いられる。これは、コンクリート中に埋設される鉄筋との付着を良くするためである。これにより、規則的に複数のひび割れを生じ、従って、1本あたりのひび割れ幅は小さくなる。
2. 鉄筋コンクリートの許容ひび割れ幅 w_a は、腐食性環境の場合、 $w_a=0.04C$ (C :かぶり厚さ mm)で表される。この場合、かぶり厚さが、例えば、 $C=35mm$ のとき、許容ひび割れ幅は $w_a=1.4mm$ となる。
3. ひび割れを生じた梁部材でも、ひび割れ間のコンクリート引張力が残存し抵抗する。これを引張硬化 (tension stiffening) と呼ぶ。引張硬化を考慮した変形解析を行う場合、Branson (ブランソン) による換算断面2次モーメントが用いられる。この換算断面2次モーメントは、全断面有効時の断面2次モーメントより小さく、弾性解析 (RC断面) の断面2次モーメントより大きい。
4. 1回の載荷では破壊しないが、多数回の負荷により破壊することを疲労破壊と呼ぶ。疲労破壊に至るまでの回数を疲労寿命と呼ぶ。1回の応力振幅が大きくなるほど、疲労寿命は小さくなる (少ない繰返し回数で、破壊する)。

5. コンクリートの疲労強度に多用される Goodman 型の S-N 線図は、次式で表される。ここで、 s_r は応力振幅（疲労強度）、 s_{\min} は下限応力（自重などのように、常時作用する最小応力）、 f_k は静的強度を意味する。定数 K は、水中・軽量コンクリートの場合： $K = 10$ 、一般コンクリートの場合： $K = 17$ 、となる。

$$\frac{s_r}{f_k} = \left(1 - \frac{\log N}{K} \right) \left(1 - \frac{s_{\min}}{f_k} \right)$$

6. 下限応力 s_{\min} をゼロとし、定数 K を $K=17$ （普通コンクリート）とすると、疲労寿命 $N = 200$ 万回に対する応力振幅 s_r （疲労強度）は、静的強度 f_k の約 48% である。

7. 地震時の弾性応答スペクトルは、地震波による時刻歴応答のうち最大値を示したもので、この最大応答値は、振動子（構造物を 1 質点系に置換えたもの）の固有周期に依存する。固有周期は、1 回の振動（1 周期）に要する時間（秒）で、構造物の質量が小さいほど、高さが高いほど、固有周期は大きくなる（ゆっくり揺れる）。RC 橋脚の場合、0.5～2 秒程度である。

8. 強震時における RC 橋脚の破壊形式は、曲げ破壊とせん断破壊に大別される。設計上、靱性確保のため、せん断破壊を回避するように配慮することが重要である。このため、横補強筋を十分に配置し、かつ、曲げ耐力が過度に大きくならないように配慮することが重要である。

9. 土木学会コンクリート標準示方書（耐震性能照査編）では、2 つの地震動および 3 つの耐震性能が設定されている。これらは、以下のようにまとめられる。

- ・ レベル 地震動：耐用期間内に数回発生する大きさの地震動
- ・ レベル 地震動：耐用期間内に発生する確率がきわめて小さい強い地震動
- ・ 耐震性能：地震後にも機能は健全で、補修をしないで使用可能
- ・ 耐震性能：地震後に機能が短時間で回復でき、補修を必要としない
- ・ 耐震性能：地震によって、構造物全体が崩壊しない

第4回模擬試験：解答と解説

正解：2, 6, 7

1. 正しい：付着が良好なほど、ひび割れ本数は多く、1本あたりのひび割れ幅は小さくなる。
2. 誤り：腐食性環境の場合、許容ひび割れ幅は、 $w_a=0.004C$ (C ；かぶり厚さmm)。かぶり厚さが、 $C=35\text{mm}$ のとき、許容ひび割れ幅は $w_a=0.14\text{mm}$ となる（許容ひび割れ幅は、大略、 $w_a=0.1\sim 0.3\text{ mm}$ であることから判断できる）
3. 正しい：Branson による換算断面2次モーメントは、全断面有効時の断面2次モーメントと弾性解析（RC断面）の断面2次モーメントの間にある。
4. 正しい：1回の応力振幅が大きくなるほど、疲労寿命は小さくなる。
5. 正しい：コンクリートの疲労強度：Goodman 型の S-N 線図をきちんと理解する。定数 K は、大きいほど長寿命となる（事実、水中・軽量コンクリート ($K=10$) より、一般コンクリート ($K=17$) の方が、寿命が長い。
6. 誤り： $s_{\min}/f_k=0$, $K=17$, $\log N = \log(2 \cdot 10^6) = 0.630$ から、約63%である。
$$\frac{s_r}{f_k} = \left(1 - \frac{6.30}{17}\right)(1 - 0) = 0.629 \cdot 1 = 0.629 \text{ (約63\%)}$$
7. 誤り：固有周期：構造物の質量が大きいほど、高さが高い（剛性が小さい）ほど、固有周期は大きくなる（ゆっくり揺れる）。
8. 正しい：曲げ耐力 < せん断耐力、となるように設計することが重要。すなわち、曲げ破壊が先行するように、軸方向筋を制限する（曲げ耐力を抑える）必要がある。
9. 正しい：コンクリート標準示方書にある3つの耐震性能と2つの地震動を具体的に記述したもの。すべて正しい。

コンクリート工学：第4回実力試験

問題 以下の文章のうち、記述に誤りがあるものを3つ選び、小さい順に番号を記せ

1. 無筋コンクリートは、ただ1本のひび割れで破壊するが、鉄筋コンクリート部材では、初期ひび割れ発生後、規則的に複数のひび割れを生じる。この場合、鉄筋とコンクリートの付着が良好なほど、ひび割れ本数は多く発生し、従って、一本あたりのひび割れ幅は小さくなる。
2. 鉄筋コンクリート部材の許容ひび割れ幅は、大略0.05～0.08mm程度である。鉄筋の腐食防止のため、コンクリートのかぶりが必要である。かぶりが小さいほど、環境条件が厳しいほど、腐食しやすいので、許容ひび割れ幅を小さくしなければならない。
3. 使用荷重時における変形解析では、ひび割れを考慮した断面の換算断面2次モーメントを用いる。これは、全断面有効時の断面2次モーメントより小さく、弾性解析(RC断面)の断面2次モーメントより大きい。
4. 1回の載荷では破壊しないが、多数回の負荷により破壊することを疲労破壊と呼ぶ。疲労破壊に至るまでの回数を疲労寿命と呼ぶ。1回の応力振幅が大きくなるほど、疲労寿命は小さくなる。
5. コンクリートの疲労強度に多用される Goodman 型の S-N 線図は、次式で表される。ここで、 s_r は応力振幅(疲労強度)、 s_{\min} は下限応力(自重などのように、常時作用する最小応力)、 f_k は静的強度を意味し、定数 K は実験結果に基づいて決定されるが、大きいほど長寿命となる。

$$\frac{s_r}{f_k} = \left(1 - \frac{\log N}{K} \right) \left(1 - \frac{s_{\min}}{f_k} \right)$$

6 . 下限応力 s_{\min} を静的強度 f_k の 20% , 定数 K を $K=10$ (水中コンクリート) とすると , 疲労寿命 $N = 1 \cdot 10^6$ 回 (1 0 0 万回) に対する応力振幅 s_r (疲労強度) は , 静的強度 f_k の 32% である . すなわち、下限応力 $s_{\min} = 0.2 f_k$ 、上限応力 $= 0.32 f_k$ にて、1 0 0 万回荷重を作用させると疲労破壊する。

7 . 地震時の弾性応答スペクトルは、地震波による時刻歴応答のうち最大値を示したもので、この最大応答値は、振動子 (構造物を 1 質点系に置換えたもの) の固有周期に依存する . 応答スペクトルは、加速度応答スペクトル、速度応答スペクトル、変位応答スペクトル、の 3 つがある .

8 . 強震時における R C 橋脚の破壊形式は、曲げ破壊とせん断破壊に大別される . 設計上、靱性確保のため、せん断破壊を回避するように配慮することが重要である . このため、横補強筋 (帯鉄筋) の配筋に注意が肝要である .

9 . 土木学会コンクリート標準示方書 (耐震性能照査編) では、3 つの耐震性能、2 つの地震動が規定されている . 一例として、レベル 地震動 (耐用期間内に数回発生する地震動) に対しては、耐震性能 3 (構造系全体が崩壊しない) を満足する必要がある。

第4回実力試験：解答と解説

解答：2, 6, 9

1. 正しい：付着が良好なほど、ひび割れ本数は多く、ひび割れ幅は小さい。
2. 誤り：許容ひび割れ幅は、大略 0.1 ~ 0.3mm 程度である
3. 正しい：Branson による換算断面 2 次モーメントは、全断面有効時の断面 2 次モーメントと弾性解析 (RC 断面) の断面 2 次モーメントの間にある。
4. 正しい：1 回の応力振幅が大きくなるほど、疲労寿命は小さくなる。
5. 正しい：Goodman 型の S-N 線図をきちんと理解する。
6. 誤り： $s_{\min} / f_k = 0.20$, $K=17$, $\log N = \log(1 * 10^6) = 6$ から、次式を得る。
$$\frac{s_r}{f_k} = \left(1 - \frac{6}{10}\right)(1 - 0.2) = 0.4 * 0.8 = 0.32$$
したがって、上限応力 = 下限応力 + 応力振幅 = $0.2 f_k + 0.32 f_k$ に $= 0.52 f_k$ となる。
7. 正しい：地震時の弾性応答スペクトルの定義と種類 (加速度応答スペクトル, 速度応答スペクトル, 変位応答スペクトル)。
8. 正しい：橋脚の RC 破壊形式：曲げ破壊とせん断破壊に大別される。
曲げ破壊が先行するように、軸方向筋を制限する (曲げ耐力を抑える) 必要がある。
つまり、曲げ耐力 < せん断耐力, となるように設計することが重要。
9. 誤り：
レベル 地震動に対しては、耐震性能 1 を満足する必要がある。
レベル 地震動に対しては、耐震性能 2 または 3 を満足する必要がある