

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造 / 設計

問題 1

鉄筋コンクリートの特徴に関する次の記述のうち、間違っているものの組み合わせはどれか。

- a. 鉄筋コンクリート（英語：Reinforced Concrete）は、圧縮に強いコンクリートと引張強度の高い鉄筋による複合構造と言える。
- b. 鉄筋の腐食防止、圧縮鉄筋の座屈回避のため、コンクリートによる鉄筋の被覆が必須であり、従って、コンクリートのかぶり量が極めて重要となる。
- c. 鉄筋コンクリートでは、過度な引張応力が発生するとコンクリートにひび割れを生じるが、このときの引張応力を鉄筋が肩代わりする。このため、十分な鉄筋の配置により、ひび割れの発生を防ぐ必要がある。
- d. 鉄筋コンクリートの長所は、耐久的であること、重量が軽いこと。短所は、ひび割れが発生しやすいこと、現場打設により、施工管理、養生管理が必要になることである。
- e. 鉄筋コンクリートが構造材として成立するには、十分な付着により鉄筋とコンクリートが一体となって変形すること、十分なかぶり量により鉄筋が腐食しないことが条件である。

解答群

- a と e
- b と c
- c と d
- c と e
- b と d

解説と正答:

正解： c と d.

a 正しい：

b 正しい：

c 誤り：鉄筋の配置により、ひび割れの発生を防ぐ必要がある。発生を防ぐことはできない（発生後の、ひび割れ開口を制御する）。

d 誤り：重量が軽いこと。例えば、鋼構造に比べて、自重は増加する。

e 正しい：鉄筋コンクリート部材が成立するための基本条件である。

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造 / 設計

問題 2

コンクリートの弾性係数 E_C ,コンクリートの圧縮強度 f'_c ,鉄筋の弾性係数 E_S ,鉄筋の降伏強度 f'_y の値について、最も適切なものはどれか。

- a. $E_C=25 \text{ kN/mm}^2$, $f'_c=40 \text{ N/mm}^2$, $E_S=200 \text{ kN/mm}^2$, $f'_y=350 \text{ N/mm}^2$
- b. $E_C=25 \text{ MN/mm}^2$, $f'_c=30 \text{ N/mm}^2$, $E_S=200 \text{ MN/mm}^2$, $f'_y=300 \text{ N/mm}^2$
- c. $E_C=25 \text{ kN/mm}^2$, $f'_c=400 \text{ N/mm}^2$, $E_S=200 \text{ kN/mm}^2$, $f'_y=1300 \text{ N/mm}^2$
- d. $E_C=2.5 \text{ GN/mm}^2$, $f'_c=40 \text{ MPa}$, $E_S=20 \text{ GN/mm}^2$, $f'_y=350 \text{ Mpa}$
- e. $E_C=25 \text{ GN/mm}^2$, $f'_c=4 \text{ kN/mm}^2$, $E_S=200 \text{ GN/mm}^2$, $f'_y=35 \text{ kN/mm}^2$

解答群：

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.

解説と解答：

正解： a.

それぞれ、以下のような値となる。

コンクリートの弾性係数 $E_C=20 \sim 40 \text{ kN/mm}^2$,

コンクリートの圧縮強度 $f'_c=20 \sim 80 \text{ N/mm}^2$,

鉄筋の弾性係数 $E_S=200 \text{ kN/mm}^2$ (一定値)

鉄筋の降伏強度 SD295 $f'_y=295 \text{ N/mm}^2$, SD345 $f'_y=345 \text{ N/mm}^2$, SD390 $f'_y=390 \text{ N/mm}^2$

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造 / 設計

問題3

鉄筋とコンクリートの材料特性に関する次の記述のうち、正しいものの組み合わせはどれか。

- a. 鉄筋の弾性係数を $E_s=200\text{kN/mm}^2$ とすると、SD345の降伏時のひずみは、おおよそ、 $s_y=2800 \times 10^{-6}\text{mm}$ である。
- b. 鉄筋の弾性係数を $E_s=200\text{kN/mm}^2$ 、コンクリートの弾性係数を $E_c=25 \text{ kN/mm}^2$ とすると、弾性係数比 n は $n=8$ である。
- c. 直径が 10cm の円柱供試体を用いて、圧縮強度試験を実施したところ、370 kN で破壊した。このコンクリートの圧縮強度は、大略 350 N/mm^2 である。
- d. 圧縮強度が $f'_c=40 \text{ N/mm}^2$ のコンクリートの引張強度 f_t は、おおよそ $f_t=23\text{kN/mm}^2$ である。

解答群：

- a.
- b.
- c.
- b. d.
- a. d.

解答： b.

解説：

a. 誤り：正しくは：降伏時のひずみ $s_y = 345 \text{ N/mm}^2 / 200 \text{ kN/mm}^2 = 1800 \times 10^{-6}$ ひずみの単位は無次元であることにも、注意されたい。

b. 正しい：

弾性係数比 $n = E_s / E_c$ **c. 誤まり**：

圧縮強度 $f'_c = \text{最大荷重} / \text{断面積} = 370 \text{ kN} / (50 \times 50 \text{ mm}^2) = 47 \text{ N/mm}^2$ **d. 誤り**：

圧縮強度が $f'_c = 40 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 3.5 \text{ kN/mm}^2$ である。

普通コンクリートの弾性係数は $E_c = 20 \sim 40 \text{ kN/mm}^2$ 、引張強度 $f_t = (1/10 \sim 1/13) \times f'_c$ を知っていれば、上記 c. d. について、おおよその値は判断できる。

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造／設計

問題4

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリートに関する次の記述のうち、正しいものの組み合わせはどれか。

- a. 断面解析として（under-reinforcement の場合）、弾性解析（RC断面）では、圧縮コンクリートを線形仮定し、引張域のコンクリートは考えない。一方、塑性解析では、圧縮コンクリートを等価応力ブロックに置換え、引張鉄筋を降伏状態とする。
- b. 上記のうち、前者の弾性解析（RC断面）は、許容応力度設計法、後者の塑性解析では、使用限界および終局限界の照査に用いられる。
- c. 上記のいずれの場合も、断面のひずみ分布は直線と仮定される（平面保持の仮定）。また、鉄筋とコンクリートは一体に変形すると考えられ、鉄筋のひずみは、その位置のコンクリートのひずみに等しい。
- d. 一般に、曲げひび割れ発生後すぐに引張鉄筋が降伏しないように、「最小鉄筋比」が、過鉄筋とならないため、「最大鉄筋比」が定められている。
- e. 鉄筋の降伏ひずみは0.015～0.020、圧縮コンクリートの終局ひずみは0.0035、引張コンクリートのひび割れ発生時のひずみは0.0001～0.0002程度である。

解答群：

- a c e
- b c d
- b d
- a d e
- a c d

解答：

解説：

a. 正しい：設問 a, b については、紅白の教科書 p.49～51，および表 4-1 を確認すること。

b. 誤まり：塑性解析では、終局限界の照査に用いられ、弾性解析（RC断面）は、使用限界と疲労限界に用いられる。

c. 正しい：曲げ解析における断面仮定の基本事項。

d. 正しい：健全な断面を設計するため，最小鉄筋比と最大鉄筋比が規定されている．

e. 誤まり：鉄筋降伏ひずみのオーダーがまちがい．正しくは，0.0015～0.0020

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造/設計

問題5

鉄筋コンクリートに関する次の記述のうち，正しいものの組み合わせはどれか．

- a. 鉄筋の降伏ひずみは 0.0015～0.0020，圧縮コンクリートの終局ひずみは 0.0030～0.0035，引張コンクリートのひび割れ発生時のひずみは 0.0001～0.0002 程度である．従って，曲げを受ける鉄筋コンクリート部材では，まず，コンクリートのひび割れが生じる．
- b. 鉄筋コンクリートの長所は，耐久的であること，重量が軽いこと．短所は，ひび割れが発生しやすいこと，現場打設により，施工管理，養生管理が必要になることである．
- c. 鉄筋コンクリートが構造材として成立するには，十分な付着により鉄筋とコンクリートが一体となって変形すること，充分なかぶりにより鉄筋が腐食しないことが条件である．このため，異型鉄筋が多く用いられる．
- d. コンクリートは高圧縮強度低引張強度の材料で，引張強度の圧縮強度に対する比は 1/10～1/15 程度である．例えば，コンクリート標準示方書の算定式を用いると，圧縮強度が 30 N/mm^2 (300 kgf/cm^2) のコンクリートは，引張強度 2.2 N/mm^2 (22.4 kgf/cm^2) と算定される．一方，曲げ強度は，この引張強度より 10%程度小さい．
- e. 鉄筋コンクリート部材では，コンクリートが乾燥収縮を受けると，一般に，コンクリートには引張応力，埋設されている鉄筋には圧縮応力が作用する．このため，乾燥収縮が大きいと，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．このような拘束応力は，鉄筋量が多いほど緩和され，多く配筋するとよい．

解答群：

a e c d b d c e a c

解答：

解説

a. 正しい :

b. 誤り : 重量が軽いこと 例え、鋼製構造に比べると、重量は重い .

c. 正しい :

d. 誤り : 曲げ強度の引張強度の関係が間違っている .

圧縮強度 f'_c , 引張強度 f_t , 曲げ強度 f_b とすると , 土木学会標準示方書の算定式は , SI 単位系で表すと次式で与えられている

・ 引張強度 : $f_t = 0.23 (f'_c)^{2/3}$

・ 曲げ強度 : $f_b = 0.42 (f'_c)^{2/3}$

これに従うと , 圧縮強度が 30 N/mm^2 (300kgf/cm^2) のとき , 次のように算出される .

・ 引張強度 : $f_t = 0.23 (f'_c)^{2/3} = 2.22 \text{ N/mm}^2$ ($f_t / f'_c = 2.22 / 30 = 1/13.5$)

・ 曲げ強度 : $f_b = 0.42 (f'_c)^{2/3} = 4.06 \text{ N/mm}^2$ ($f_b / f'_c = 4.06 / 30 = 1/7$)

以上の計算から , 誤りの箇所は次のよう訂正される .

誤りの記述 : 「曲げ強度は , この引張強度より 10%程度小さい」

正しい記述 : 「曲げ強度は , この引張強度より 80%程度大きい」となる .

e. 誤り : 拘束応力は , 鉄筋量が多いほど緩和され , 多く配筋するとよい .

拘束応力は鉄筋量が多いほど大きくなる

13 年度前期 : 総合演習ゼミ (1) 構造 / 設計

問題 6

鉄筋コンクリートの使用限界 (ひび割れと変形) に関する次の記述のうち , 正しいものの組合せ を解答群 ~ の中から選択せよ .

a. 引張荷重を受ける鉄筋コンクリート部材では , ひび割れを生じることが多いが , 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 , 従って , ひび割れ幅は小さくなる .

b. 鉄筋コンクリート部材の許容ひび割れ幅は大略 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 程度である . 通例、コンクリートのかぶり大きいほど、環境条件が厳しいほど、許容ひび割れ幅を小さくしなければならない。これは、埋設してある鉄筋の腐食を抑制し、構造物の耐久性を確保するためである。

c. 土木学会標準示方書のひび割れ幅算定式によれば , 丸鋼を用いた場合 , 異形鉄筋に比べて , ひび割れ幅は 1.5 倍となる . 従って , 丸鋼を用いた場合 , より厳しい許容ひび割れ幅を課すことになる .

- d. 作用荷重がひび割れ発生強度を超えると、ひび割れが発生するが、ひび割れ間のコンクリートの引張抵抗はなお残存し、これを引張硬化(tension stiffening)といい、終局耐力の算定では重要となる。
- e. 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(等価)断面 2 次モーメントが用いられる。ひび割れ部材の換算断面 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。

解答群：

- a. e.
- b. e.
- b. d.
- a. c.
- e.

解答： a. e.

a. 正解：鉄筋コンクリートのひび割れに関する基本事項である。_

b. 誤り：コンクリートの**かぶり**が大きいほど、許容ひび割れ幅は小さくしなければならない。

かぶりが小さいほど(腐食しやすいので)許容ひび割れ幅は小さくしなければならない。

c. 誤り：丸鋼を用いた場合、異形鉄筋に比べて、ひび割れ幅を大きくなる(例えば、土木学会標準示方書のひび割れ幅算定式によれば、ひび割れ幅は 1.5 倍となる)。ただし、許容ひび割れ幅は、異形鉄筋、丸鋼の区別には関係なく、外的な要因(環境条件)によって、決定する。

d. 誤り：引張硬化(tension stiffening)は、使用限界の照査に重要であり、終局耐力時では消散し、考えない。

e. 正解：換算断面 2 次モーメントは、のような、大小関係となる。

13年度前期：総合演習ゼミ（1） 構造/設計

問題7

鉄筋コンクリートの疲労限界と使用限界に関する次の記述のうち、正しい正誤の組合せを解答群 ~ の中から選択せよ。

- a. 材料の疲労特性を表す S-N 線図は、縦軸に応力パラメータ S，横軸に疲労寿命 N をとり、右下がりの図となる。また、応力パラメータ S として、応力振幅または最大応力とすることが多く、横軸の N は通例 log スケールとなる。応力パラメータ S を応力振幅とした場合、同一の応力振幅に対して、下限応力が小さいほど N が大きくなる（長寿命となる）。
- b. 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 次モーメントと RC 断面（引張コンクリートが全く寄与しない断面）の断面 2 次モーメントとの中間状態にある。この換算断面 2 次モーメントは、主鉄筋量が多いほど大きい。作用荷重の増加により減少する。
- c. 一般に、鉄筋コンクリート部材では、ひび割れの発生を許容するが、鉄筋量を増加することによりひび割れを閉合させることができる。ただし、乾燥収縮などの体積変化を拘束することによりひび割れが発生することも多く見られる。このようにコンクリートに収縮ひずみが作用する場合は、コンクリートに圧縮応力、鉄筋に引張応力が作用することになる。
- d. 終局限界状態に対して、十分安全に設計照査された構造物は、使用限界状態に対しての設計照査を省略することができるが、疲労限界状態に対しては別途行う必要がある。これは、使用限界状態は、終局限界状態より低い荷重レベルにあるためであり、疲労限界状態とは多数回の繰返し荷重下（応力した下）における照査作業であるためである。

解答群：

- a. , b. , c. x , d. x
a. x , b. , c. , d.
a. , b. , c. x , d. x
a. x , b. x , c. , d.
a. x , b. x , c. x , d.

解答： a. , b. , c. x , d. x

解説：

a. 正解：疲労問題に関する基本事項である。すべての記述は正しい：

- ・ S -N 線図は、縦軸に応力パラメータ S，横軸に疲労寿命 N をとり、右下がりの図となる。
- ・ 応力パラメータ S として応力振幅または最大応力とすることが多く、横軸の N は通例 log スケールとなる（コンクリート材料の場合：semi-log 関係、鉄筋棒鋼の場合：log-log 関係となる）。

b. 正解：ひび割れ断面の換算断面 2 次モーメントは、通例、Branson の実験式を用いることが多く、容易に算定することができる。

正解のポイント： 換算断面 2 次モーメントは、

- ・主鉄筋量が多いほど、 I_{cr} が大きくなるため、 M_{cr} は大きくなる。
- ・作用荷重の増加により減少する。 M_{cr} が小さくなるため、 M_{cr} は小さくなる。

c. 2 箇所間違っている：・鉄筋量を増加することによりひび割れを閉合させることができる。

ひび割れ幅を制御することはできるが、閉合させることができない。

- ・収縮ひずみが作用する場合：コンクリートに圧縮応力、鉄筋に引張応力が作用する。

コンクリートに引張応力、鉄筋に圧縮応力が作用する。

(それ故、コンクリートにはひび割れが発生するのである)

d. 間違っている：終局限界状態に対して OK であっても、使用限界状態を省略することはできない。

正解のポイント：

限界状態設計法における設計照査は、終局限界状態、使用限界状態、疲労限界状態の 3 限界状態すべてに対して、個々に行う必要がある。