

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. コンクリート断面の種類は、鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリート、鉄骨コンクリートに大別され、これらを英語で言うと、Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Steel-Framed Concreteとなる。
- b. 重力式ダムには、通例曲げモーメントが作用し、曲げ補強のため鉄筋を配する鉄筋コンクリート構造となることが多いが、プレストレストコンクリートとはしない。
- 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。従って、鉄筋の配置は、ひび割れの発生そのものを防ぐことはできないが、ひび割れ幅の開口を制御している。
- d. 鉄筋の線膨張係数はコンクリートの線膨張係数より、約10倍程度大きいため、鉄筋コンクリートが温度変化を受けると温度応力が発生し、ひび割れの発生に至ることがある。
- 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、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。

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

解答 b. d.

a. 正しい

b. 間違い:

重力式ダムには引張応力が作用せず、無筋コンクリート構造と なることが多い。

c. 正しい:

d. 間違い:

鉄筋の線膨張係数とコンクリートの線膨張係数はほぼ等しい。このため、線膨張係数の差異による温度応力は非常に小さい。

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。

問題2

鉄筋コンクリートの設計法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. 許容応力度設計法では、設計断面力による部材応力が、使用材料の許容応力度より大きいとき、部材の安全性が保証される。
- b. 終局強度設計法では、種々の荷重を大きめに割り増して設計断面力が設定され、断面耐力に対しては材料強度などのばらつきを考慮して、小さめに設計断面耐力が決定される。
- c. 終局強度設計法では、設計断面耐力が設計断面力より大きい場合、断面の安全性が照査される。
- d. 現行のコンクリート標準示方書の限界状態設計法では、限界状態として、終局限界、使用限界、耐久限界の3つの限界状態を規定している。
- e. 種々の限界状態のうち、使用限界をserviceability limit state、疲労限界をfatigue limit stateと英訳される。

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

解答 b. c. e.

- a. 誤り：
設計断面力による部材応力 < 使用材料の許容応力度のとき、OKである。
- b. 正しい：
- c. 正しい：
設計断面耐力 > 設計断面力のとき、設計照査される。
- d. 誤り：
耐久限界 疲労限界
- e. 正しい：

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、正しいものをすべて組み合わせているのはどれか。

- a. 鉄筋は明瞭な降伏点をもつ弾塑性材料であり、多くは異型鉄筋が用いられ、丸鋼はほとんど用いられない。
- b. 鉄筋鋼棒、コンクリートの弾性係数をアルミニウムのそれと比べると、鉄筋鋼棒 > コンクリート > アルミニウムの順序となる。
- c. 通例、材料の引張試験は、鉄筋の場合、直接引張試験、コンクリートでは割裂試験によって行われる。
- d. コンクリートは乾燥や硬化により収縮するため、鉄筋コンクリート部材では、鉄筋に引張応力、コンクリートに圧縮応力が作用する。
- e. 異型鉄筋の規格、SD345、SD390、SD490の3種類は、順に降伏強度が大きくなるが、弾性係数は等しい。

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

解答 a. c. e.

a. 正しい:

b. 間違い:

鉄筋鋼棒 200 kN/mm^2 、アルミニウム 70 kN/mm^2 、普通コンクリート $20 \sim 40 \text{ kN/mm}^2$ 、従って、鉄筋鋼棒 > アルミニウム > コンクリートの順序となる。

c. 正しい:

d. 間違い:

コンクリートのみが収縮するため、鉄筋が拘束材、コンクリートが被拘束材となり、鉄筋 圧縮応力、コンクリート 引張応力となって、内部的に釣合う。

e. 正しい:

問題4

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 (SD35) の降伏時のひずみ ϵ_{sy} は、おおよそ $\epsilon_{sy}=1800 \times 10^{-6}\text{mm}$ 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、両者の弾性係数比 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、370kNで破壊した。このコンクリートの圧縮強度は、47 N/mm²である。
- d. 圧縮強度が $f'_c=40\text{ N/mm}^2$ のコンクリートの弾性係数 E_c と引張強度 f_t は、おおよそ、 $E_c=15\text{ kN/mm}^2$ 、 $f_t=18\text{ kN/mm}^2$ である。

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

解答 b. c.

a. 誤り:

$\epsilon_{sy}=1800 \times 10^{-6}\text{mm}$ は単位が誤りで、正しくは $\epsilon_{sy}=1800 \times 10^{-6}$ 。ひずみの単位は無次元である。

b. 正しい:

弾性係数比 $n = E_s / E_c$

c. 正しい:

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 $f'_c=40\text{ N/mm}^2$ 、 $E_c=30\text{ kN/mm}^2$ 、 $f_t=3.5\text{ kN/mm}^2$ 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、おおよその値は判断できる。

問題5

セメントに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 強度発現の遅いものほど、初期材齢の水和熱は小さい。
- (2) 凝結は、温度が高いほど早くなり、風化が進むほど遅くなる。
- (3) セメントの粉末度(粒子の細かさ)が高いと一般にブリーディング量は増加する。
- (4) セメントの主要組成化合物の C_3S および C_2S では、 C_2S のほうが水和反応速度が遅い。なお、 C_3S は、けい酸三カルシウムを、 C_2S は、けい酸二カルシウムを示す。
- (5) セメントの強さは、セメントペーストの強さではなく、モルタルの強さで表される。

解答

(1)正しい:コンクリートは、セメントと水の水和反応により硬化し、強度が発現される。この反応が早期に進む場合、発生する水和熱が大きくなる。

(2)正しい:水和反応は化学反応である。したがって、温度が高いほど早くなる。また、風化とは、貯蔵中のセメントが空気中の水分と炭酸ガスを吸収して軽微な水和反応を起こすことをいう。風化したセメントは凝結が遅くなる。

(3)誤り:セメントの粉末度は比表面積(1g当たりの全表面積、単位は cm^2/g)で表され、粉末度が高いほど粒子が細かいことを示す。セメントの比表面積が大きいと練混ぜに必要とした水とセメント表面との接触面積が増えるので、ブリーディング水が減少する。

(4)正しい:けい酸三カルシウム(C_3S)は、セメントクリンカーの4つの主要組成化合物の中ではアルミン酸三カルシウム(C_3A)とともに水和が速く、とくに初期強度の発現に著しく貢献する。他方、けい酸二カルシウム(C_2S)の水和の速さは C_3S に比べると遅いが、水和が長く続くので長期における強度の発現に貢献する。

(5)正しい:セメントは、単独で使用されることはほとんどなく、モルタルまたはコンクリートとして使用されるので、JISではモルタルの圧縮強さで判断される。

問題6

コンクリートの配合設計に関する次の記述中のイ～ホに該当する語句の組合せとして、正しいものはどれか。

良いコンクリートの配合設計とは、使用する施工方法や打ち込む部位に応じたイが得られる範囲で、ロを出来るだけ少なくし、硬化後には所要のハ、ニおよび水密性などの性能を満足するようにホを定めることである。

語句群：

- a. ワークビリティー b. コンシステンシー c. プラスティシティー
- d. 単位水量 e. 単位セメント量 f. 単位粗骨材(かさ)容積
- g. 強度 h. 耐久性 i. 耐熱性
- j. 耐薬品性 k. 使用材料の割合 l. 細骨材率

解答群：

- | | イ | ロ | ハ | ニ | ホ |
|-----|---|---|---|---|---|
| (1) | a | d | g | h | k |
| (2) | b | e | h | i | l |
| (3) | a | e | l | j | l |
| (4) | c | f | g | j | k |
| (5) | b | d | g | h | l |

解答

配合設計の基本である。ワークビリティーは、コンクリート固有の性質を表すものではなく、施工対象により異なる。そして、単位水量を出来るだけ少なくするように配合する。また、硬化後の性質として重要な強度、耐久性がある。こうした性能を満足するように、主に硬化コンクリートの品質に関係する水セメント比や所要のワークビリティーが得られる範囲内で、なるべく単位水量が少なくなるような細骨材率(単位粗骨材(かさ)容積)を求め、使用材料の割合を求める。これらの割合(単位水量、水セメント比、細骨材率、全体で1000リットル)より、配合を求める。

問題7

セメントおよび鉄筋コンクリートの設計法に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

許容応力度設計法では、設計断面力による部材応力が、使用材料の許容応力度より大きいとき、部材の安全性が保証される。

セメントの凝結は、温度が高いほど、また、風化が進むほど早くなる。

終局強度設計法では、種々の荷重を大きめに割り増して設計断面力が設定され、断面耐力に対しては材料強度などのばらつきを考慮して、小さめに設計断面耐力が決定される。

現行のコンクリート標準示方書の限界状態設計法では、限界状態として、終局限界、使用限界、耐久限界の3つの限界状態を規定している。

セメントの粉末度(粒子の細かさ)が高いと一般にブリーディング量は増加する。

解答

誤り:

設計断面力による部材応力 < 使用材料の許容応力度のとき、OKである。

誤り:

水和反応は化学反応である。したがって、温度が高いほど早くなる。また、風化とは、貯蔵中のセメントが空気中の水分と炭酸ガスを吸収して軽微な水和反応を起こすことをいう。風化したセメントは凝結が遅くなる。

正しい:

誤り:

耐久限界 疲労限界

正しい:

セメントの粉末度は比表面積(1g当たりの全表面積、単位は cm^2/g)で表され、粉末度が高いほど粒子が細かいことを示す。セメントの比表面積が大きいと練混ぜに必要とした水とセメント表面との接触面積が増えるので、ブリーディング水が減少する。

問題8

セメントおよび鉄筋コンクリートの設計法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

コンクリートは乾燥や硬化により収縮するため、鉄筋コンクリート部材では、鉄筋に引張応力、コンクリートに圧縮応力が作用する。

異型鉄筋の規格、SD345、SD390、SD490の3種類は、順に降伏強度が大きくなるが、弾性係数は等しい。

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、両者の弾性係数比 n は $n=8$ である。

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、370kNで破壊した。このコンクリートの圧縮強度は、47 N/mm²である。

コンクリートは、使用する施工方法や打ち込む部位(部材)に応じたワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量を出来るだけ少なくして設計される。

解答

誤り:

コンクリートのみが収縮するため、鉄筋が拘束材、コンクリートが被拘束材となり、鉄筋 圧縮応力、コンクリート 引張応力となって、内部的に釣合う。

正しい:

正しい:

正しい:

正しい:

問題9

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

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート断面のひずみ分布は、断面内高さ方向に直線分布を仮定するが、これは、終局耐力の算定に際しても適用できる。

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート梁では、過鉄筋状態でも主鉄筋の増大に伴い曲げ終局耐力が増大する。この場合の破壊はきわめて脆性的となるが、設計上所定の安全率を満足すれば過鉄筋としてもよい。

圧縮鉄筋と引張鉄筋を有する断面を複鉄筋断面といい、引張鉄筋を考えない場合、単鉄筋断面となる。

引張鉄筋量があまり少ないと、曲げ引張ひび割れの発生と同じに引張鉄筋が降伏し、鉄筋コンクリートの抵抗機構が成立しない。このような観点から、最小鉄筋比が規定されている。

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もので、両鉄筋とも、予想されるひび割れに沿って配置することが原則である。

従来の慣用単位から、SI単位への概略の換算は、圧縮強度 $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ は、SI単位では $30\text{N}/\text{mm}^2$ となり、曲げモーメント $M=100\text{tf}\cdot\text{m}$ は、SI単位では $M=10\text{kN}\cdot\text{m}$ と換算される。

解答群

1. , 2. , 3. , 4. , 5. ,

解答 1. ,

解説

正しい : 断面のひずみ分布は、通例、終局時まで直線分布を仮定する。

誤り : 設計上所定の安全率を満足しても、過鉄筋は容認されない。

誤り : 圧縮鉄筋を考えない場合を単鉄筋断面とよぶ。

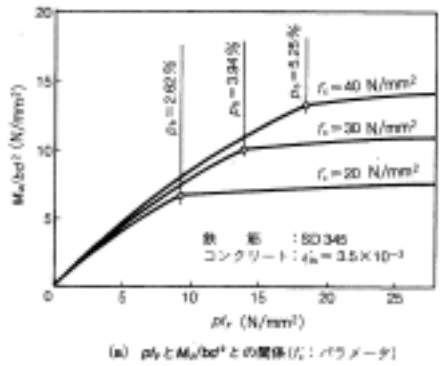
正しい : 最小鉄筋比に関する基本的な考え方である。

誤り : 両鉄筋とも、予想されるひび割れの直交方向に配置することが原則である

誤り : 曲げモーメント $M=100\text{tf}\cdot\text{m}$ は、SI単位では $M=1000\text{kN}\cdot\text{m}=1\text{MN}\cdot\text{m}$ と換算される。

問題10

次の図は、鉄筋コンクリート断面(単鉄筋長方形断面)の終局耐力 M_u を算定/図化したものである。図中で、 p =鉄筋比、 p_b =釣合い鉄筋比、 f_y = 鉄筋の降伏強度、 f_c =コンクリートの圧縮強度、 b =断面幅、 d =断面有効高さである。この図に関する ~ の記述のうち、正しいものの組み合わせはどれか。



この図の曲げ終局耐力は、コンクリートの圧縮応力に対して等価応力ブロックを用いて算定されたものである。

過鉄筋状態 (over-reinforcement) では、筋量を增大しても曲げ終局耐力は増加しない。

under-reinforcementの状態では、曲げ終局耐力に対するコンクリート強度の影響は小さい。

under-reinforcementの状態では、SD345の代わりにSD390を用いると曲げ終局耐力は1.3倍に上昇する。

コンクリートが高強度になるほど、釣合い鉄筋比は大きくなる。

コンクリートの圧縮強度が40N/mm²、引張鉄筋の鉄筋比が1.5%でSD345を用いた場合の曲げ終局耐力は、概略 $M_u=450\text{kN}\cdot\text{m}$ である。ただし、 $b=50\text{cm}$ 、 $d=100\text{cm}$ とする。

解答群:

1. , 2. , 3. , , 4. , , 5. , ,

解答 3. , ,

解説

正しい:この図からは必ずしもこのように判断できないが、正しいと考えられる。

誤り : 図中から、過鉄筋状態の場合でも、鉄筋量を增大すれば、曲げ終局耐力は若干増加することがわかる。

正しい: under-reinforcementでは、コンクリート強度の影響は小さいことがわかる。

誤り : SD345の代わりにSD390を用いると、降伏強度は $390/345=1.13$ となり、曲げ終局耐力の増加はこれより小さい。

正しい: 図中から、コンクリートが高強度になるほど、釣合い鉄筋比は大きくなることがわかる。

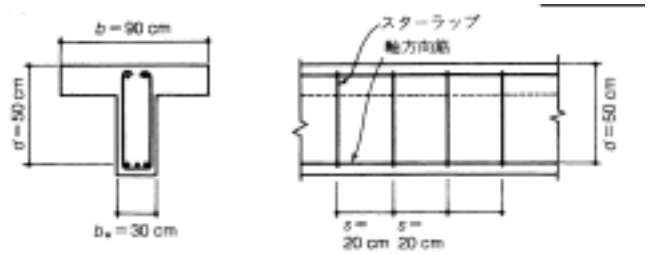
誤り : この場合、 $p_f y = 0.015 \cdot 345 = 5.175\text{N/mm}^2$ となり、圧縮強度が 40N/mm^2 のときの曲げ終局耐力を概略 $M_u/bd^2 = 5\text{N/mm}^2$ と読み取ることができる。従って、 $M_u = 5 \cdot b \cdot d^2 = 5 \cdot 500 \cdot 1000^2 = 2500 \cdot 10^6\text{N}\cdot\text{mm} = 2.5\text{MN}\cdot\text{m}$
(解答は、オーダーも数値も異なり、概略計算でも正しくないことが確認できる)

問題11

次の図のようなスターラップをもつT型断面のせん断耐力の算定について、正しいものはどれか。ただし、トラス理論によるせん断耐力を $V_s = \frac{A_w f_{wy} z}{s}$ にて算定するものとする。

ここで、 A_w = せん断補強筋の断面積、 f_{wy} = せん断補強筋の降伏強度、 z = せん断有効高さ ($z = jd$)、 s = せん断補強筋の配置間隔、 d = 部材の有効高さ。また、スターラップは、D13 (断面積 1.267cm^2)、SD295によるU型配筋とする。

- a. $V_s = \frac{2D13 \cdot 295 \cdot (500/1.15)}{200} = 162\text{kN}$
- b. $V_s = \frac{2D13 \cdot 295 \cdot (50/1.15)}{20} = 1.62\text{kN}$
- c. $V_s = \frac{D13 \cdot 295 \cdot (1.15 \cdot 500)}{200} = 107\text{kN}$
- d. $V_s = \frac{D13 \cdot 2950 \cdot (1.15 \cdot 50)}{20} = 10.7\text{kN}$
- e. $V_s = \frac{D13 \cdot 2950 \cdot 50}{20} = 9.3\text{kN}$



解答群：

1. a 2. b 3. c 4. d 5. e

解答 1. a

解説

$$V_s = \frac{A_w f_{wy} z}{s} = \frac{2D13 \cdot 295 \cdot (500/1.15)}{200} = 162\text{kN}$$

(グレーの教科書第6章:p.131～133, 表6-2のうち, 式(6.13)を参照。また, 例題6.3の計算方法も参考にされたい)

問題12

せん断力を受ける鉄筋コンクリートの設計法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. 梁部材には、曲げモーメントとせん断力が作用するが、一般にせん断耐力が曲げ耐力を上回るように配慮し、設計上せん断破壊を回避する必要がある。
- b. せん断破壊は、梁腹部に斜めひび割れが発生し、脆性的な破壊形式を有する。通例、スターラップ、帯鉄筋などのせん断補強筋および圧縮側主鉄筋の両者によって抵抗すると考えることができる。
- c. せん断耐力を算定する場合、トラス理論が多く用いられる。これは、コンクリートによる圧縮斜材(斜めひび割れを生じている腹部コンクリート)、腹鉄筋による引張斜材(鉛直スターラップの場合鉛直材)、主鉄筋または圧縮縁コンクリートによる上弦材と下弦材によって構成される。
- d. トラス理論を用いる場合、通例腹鉄筋の引張降伏によって耐荷力が算定される(塑性トラス理論)。ただし、腹鉄筋を多く配筋すれば、腹鉄筋が降伏する前にコンクリート圧縮斜材が圧縮破壊し、耐震設計上好ましいと言える。
- e. 現行のコンクリート標準示方書では、修正トラス理論を採用している、これは、T型断面の場合、腹鉄筋による効果(トラス理論によって算定される)に上フランジの効果を加算するものである。

解答群:

1. a, b 2. b, e 3. c, d 4. a, c 5. d, e

解答 a, c

解説

- a. 正しい : (グレーの教科書第6章:「6-1まえがき」参照)
- b. 誤り : 通例、スターラップ、帯鉄筋などのせん断補強筋および圧縮側主鉄筋の両者によって抵抗する。 - 圧縮側主鉄筋は全く関係しない。(教科書第6章:p.131~133のトラスメカニズムを復習すること)
- c. 正しい : (前問b.と同じ個所参照)
- d. 誤り : 耐震設計上、せん断破壊そのものを回避する必要がある。やむをない場合でも、コンクリートの斜め圧縮破壊は好ましくなく、腹鉄筋量を必要以上に配筋してはいけない。(グレーの教科書第6章:p.133, 式(6.20)参照)
- e. 誤り : 修正トラス理論は、腹鉄筋による効果(トラス理論によって算定される)にコンクリートの効果を加算するものである。上フランジの効果は関係なし。(グレーの教科書第6章:p.139, 式(6.28)参照)

問題13

コンクリートの材料分離に関する次の一般的な記述のうち、正誤の組合せが正しいものはどれか。

- A 空気量を大きくすると、材料分離しにくくなる。
- B スランプを大きくすると、材料分離しやすくなる。
- C 細骨材率を大きくすると、材料分離しにくくなる。
- D 水セメント比を小さくすると、材料分離しやすくなる。

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 正 | 正 | 誤 | 正 |
| 正 | 正 | 正 | 誤 |
| 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| 誤 | 誤 | 正 | 誤 |

解答

A 空気泡は水の膜で包まれて構成されているため、変形自由である。空気量を増すことによって、同一のスランプを得るために必要な単位水量を減らすことができる。よって、空気量を大きくすると材料分離しにくくなる。

B スランプが大きくなる、すなわちコンクリートが軟らかくなると、ブリーディングや骨材の分離等の材料分離が生じやすくなる。

C 骨材の表面には弱い力で拘束される水がある。細骨材のほうが、粗骨材に比べて粒子が細かいため、同じ量であっても表面積が大きい。よって、細骨材率を大きくすると、拘束される水量が増し、コンクリートの粘性が高くなり(粘り気が増し)材料分離しにくくなる。

D セメント粒子は細かく、粒子表面に弱い力で拘束する水がある。水セメント比が小さくなる、すなわちセメントの量に比べて水の量が減ると、粘性が高くなり、材料分離しにくくなる。

問題14

コンクリートの乾燥収縮に関する次の記述のうち、正誤の組合せが正しいものはどれか。

- A 同じ水セメント比の場合、単位水量が多いほど、乾燥収縮は大きい。
- B 同じ単位水量の場合、空気量が多いほど、乾燥収縮は小さい。
- C 骨材中の粘土分が多いほど、一般にコンクリートの乾燥収縮は大きくなる。
- D 断面が大きい部材は、小さい部材より乾燥収縮の速度は遅い。

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| 誤 | 正 | 正 | 正 |
| 正 | 正 | 誤 | 正 |
| 正 | 誤 | 誤 | 正 |
| 正 | 誤 | 正 | 正 |

解答

A コンクリートの乾燥収縮に影響を与えるものは主に単位水量であり、単位セメント量、水セメント比の影響は比較的少ない。さらに、単位水量が増えれば、収縮を拘束する骨材量が減少するために乾燥収縮が大きくなるとも考えられている。したがって、水セメント比が同じであれば単位水量が多いほど乾燥収縮は大きくなる。

B 単位水量が同じ場合は、空気量が多いほど乾燥収縮は大きくなる。設問のように小さくはならない。

C 骨材の石質や吸水性はコンクリートの乾燥収縮に大きな影響を与える。一般に軟質砂岩や粘板岩は大きな収縮を与え、石英質や長石類は小さな収縮をもたらす。骨材中に粘土分を含むと骨材の含水量が増大し、骨材の収縮が大きいのでコンクリートの乾燥収縮は大きくなる。

D 収縮はコンクリートの表面から水が乾燥するに伴って起こる。したがって、収縮も表面から内部へ進行するので、断面が大きいほど単位断面積当たりの水の乾燥量が少ないので乾燥収縮速度は速くなる。

問題15

コンクリートの材料分離および乾燥収縮に関する次の記述のうち、正誤の組合せが正しいものはどれか。

- A スランプを大きくすると、材料分離しやすくなる。
- B 水セメント比を小さくすると、材料分離しやすくなる
- C 同じ単位水量の場合、空気量が多いほど、乾燥収縮は小さい。
- D 断面が大きい部材は、小さい部材より乾燥収縮の速度は遅い。

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 正 | 正 | 誤 | 正 |
| 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| 正 | 誤 | 誤 | 正 |
| 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| 誤 | 誤 | 正 | 誤 |

解答

A スランプが大きくなる、すなわちコンクリートが軟らかくなると、ブリーディングや骨材の分離等の材料分離が生じやすくなる。

B セメント粒子は細かく、粒子表面に弱い力で拘束する水がある。水セメント比が小さくなる、すなわちセメントの量に比べて水の量が減ると、粘性が高くなり、材料分離しにくくなる。

C 単位水量が同じ場合は、空気量が多いほど乾燥収縮は大きくなる。設問のように小さくはならない。

D 収縮はコンクリートの表面から水が乾燥するに伴って起こる。したがって、収縮も表面から内部へ進行するので、断面が大きいほど単位断面積当たりの水の乾燥量が少ないので乾燥収縮速度は遅くなる。

問題16

曲げモーメントとせん断力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. 曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート（単鉄筋長方形断面）の中立軸比 k は、
で表される。一般に、 n は弾性係数比で1より大きく、 p は鉄筋比で1より小さく、算出される中立軸比 k は0.5より小さい正の値となる。この算定式は、曲げ部材の使用時における応力算定に用いられる。
- b. 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ものである。両鉄筋とも予想されるひび割れの直交方向に配置し、ひび割れの発生そのものを回避する。
- c. 集中荷重を受ける場合、梁部材には、曲げモーメントとせん断力が作用するが、設計上、せん断スパンが短いほどせん断破壊しやすくなる。ただし、せん断スパンとは、載荷点と支点を結ぶ距離を意味する。
- d. せん断破壊は、梁腹部に斜めひび割れが発生し、脆性的な破壊形式を有する。通例、スターラップ、帯鉄筋などのせん断補強筋および圧縮側主鉄筋の両者によって抵抗すると考えることができる。
- e. 現行のコンクリート標準示方書では、修正トラス理論を採用している、これは、腹鉄筋による効果（トラス理論によって算定される）にコンクリートの寄与分を加算するものである。

解答群:

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

解答 a. c. e.

解説

- a. 正しい: 単鉄筋長方形断面の中立軸比 k を求める式であり、使用時の応力算定に用いられる。(複鉄筋長方形断面の場合については、グレーの教科書第4章:p.72~74, 式(4.15)参照)
- b. 誤り: 「ひび割れの発生そのものを回避する」ことはできない。配筋の目的は、ひび割れ発生後のコンクリートの引張応力を鉄筋が代替し、ひび割れの過度な開口を制御することであり、ひび割れの発生そのものを防ぐことはできない(鉄筋コンクリートの基本的な原理である)。(教科書第1章:p.8参照)
- c. 正しい: せん断スパンが短いほど、曲げモーメントに対するせん断力の比率が大きくなるためである。(教科書6章:p.123~124, 図6-1参照)
- d. 誤り: せん断破壊に関しては、スターラップ、帯鉄筋などのせん断補強筋が関係し、圧縮側主鉄筋に抵抗機構はない。(教科書第6章p.126~:「6-2-3曲げ補強とせん断補強」参照)
- e. 正しい: 「修正トラス理論による耐荷力 = 腹鉄筋による効果(塑性トラス理論) + コンクリート」である。(教科書第6章:p.139~141, 式(6.28)参照)
現行の土木学会コンクリート標準示方書のみならず欧米主要コードに採用されている。

問題18

次に示すa. ~ e.の記述のうち、間違った記述のないものはどれか。ただし、記述の正誤は、下線部のみを対象とする。

- a. 鉄筋コンクリート部材では、ひび割れの発生を許容することにより経済的となる反面、過度なひび割れ開口は部材の劣化を助長し、変形も増大する。ひび割れ発生の程度は、使用限界状態と終局限界状態の照査に際して重要となる。
- 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。このときの曲げ剛性は、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次モーメントとの中間状態にあり、換算式による換算断面2次モーメントを用いる。
- c. 換算断面2次モーメントは、ひび割れ発生以降、作用荷重の増加により徐々に減少するが、主鉄筋量が少ないほど、または、スターラップが少ないほど、その低下の割合が大きい。
- 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、これを引張硬化という。引張硬化は終局耐力の算定では重要となる。
- e. 外的荷重による瞬間的な変形を短期変形といい、その後の持続荷重による変形を長期変形という。短期変形では、ひび割れ発生に大きな影響を受ける。長期変形では、短期変形に加えて、コンクリートのクリープ作用と収縮により時間の経過とともに増加するが、やがて一定値に収束する。

解答群:

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

解答 b. e.

解説

- a. 誤り : ひび割れ発生の程度は、使用限界状態に関係するが、終局限界状態の照査に際しては引張側コンクリートは一切考えない。(グレーの教科書第10章:「10-1使用限界状態とひび割れ」参照)
- b. 正しい : 換算断面2次モーメントは、全断面有効時の断面2次モーメントとひび割れ断面の断面2次モーメントとの中間状態にある。(教科書第10章:p.215~, 式(10.14)参照)
- c. 誤り : 換算断面2次モーメントは、主鉄筋量にはもちろん関係し、スターラップは関係なし(教科書第10章:p.200~219参照)
- d. 誤り : 引張硬化は使用限界状態の照査に重要となり、終局耐力時には、ほぼ消滅している。(教科書, 第4章:p.68~71, 第10章:p.200~217参照)
- e. 正しい : 長期変形 = 短期変形 + クリープ作用と収縮による時間的増加。(教科書第10章:p.219~221, 例題10.4の 参照)

問題19

次に示すa.～e.の記述のうち、間違った記述のないものはどれか。ただし、記述の正誤は、下線部のみを対象とする。

- a. 繰返し荷重による破壊を疲労破壊といい、破壊までの繰返し回数を疲労寿命という。変動荷重が作用する場合、死荷重(永久荷重)によるものを下限応力、死荷重+活荷重によるものを上限応力、活荷重(変動荷重)によるものを応力振幅と呼ぶ。材料の疲労寿命は、これら下限応力、上限応力、応力振幅のいずれか一つによって決定される。
- b. 材料の疲労寿命は、例えば、応力振幅が大きいほど疲労寿命は小さくなる。また、応力振幅が同じ場合、下限応力が大きいほど疲労寿命は小さくなる。
- c. 鉄筋の疲労強度式(S-N線式)では、両対数用紙(log-logグラフ)上で直線となる。一方、コンクリートの疲労強度式(S-N線式)では、片対数用紙(semi-logグラフ)上で直線(疲労強度:普通スケール、疲労寿命:logスケール)となる。
- d. 鉄筋コンクリートの梁部材では、曲げ疲労破壊およびせん断疲労破壊の両者を検討する必要がある。曲げ疲労破壊では、例えば、単鉄筋コンクリート梁の場合、圧縮コンクリートおよび引張鉄筋の両材料の疲労寿命を計算し、大きい方がその部材の疲労寿命となる。
- e. 実際の変動荷重では、下限応力、上限応力、応力振幅が大小様々に変化する。この場合、マイナー則(線形被害則)の適用が有効であるが、これは、コンクリート材料に限られる。

解答群:

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

解答 b. c.

- a.誤 り:材料の疲労寿命は、下限応力、上限応力、応力振幅のいずれか2つによって決定される。
- b.正しい:応力振幅が同じ場合、下限応力が大きいほど疲労寿命は小さくなる。
- c. 正しい:鉄筋の疲労強度式(S-N線式) 両対数用紙(log-logグラフ)上で直線。
コンクリートの疲労強度式(S-N線式) 片対数用紙(semi-logグラフ)上で直線。
- d.誤 り:圧縮コンクリートおよび引張鉄筋の両材料の疲労寿命を計算し、大きい方がその部材の疲労寿命となる。 小さい方が疲労破壊となる。
- e.誤 り:マイナー則(線形被害則)は、鉄筋とコンクリート両者に適用できる。

問題20

コンクリートの圧縮強度に関する疲労強度式は、次のように記述される。

ここで、

Kは係数で、水中コンクリートK=10,普通コンクリートK=17とする。

このような圧縮強度の疲労特性に関する次のa. ~ d.の記述のうち、正しいものの組み合わせはどれか。

- a.は振幅で表したもので、は下限応力に相当する。この疲労強度式は、疲労寿命を与えて疲労強度を求めるか、もしくは疲労強度から疲労寿命を算定するものである。
- b.水中コンクリートと普通コンクリートの疲労寿命を比べた場合、水中コンクリートの方が長寿命となる。
- c.疲労寿命(疲労回数)Nを 10^6 から 10^7 に大きくすると、疲労強度(疲労振幅)は9%減少する。ただし、普通コンクリート(K=17)の場合を考え、永久荷重を同一とする。
- d.疲労強度が圧縮強度の60%の場合、疲労寿命は、 $N = 1.5 * 10^5$ である。ただし、水中コンクリート(K=10)の場合を考え、永久荷重をゼロとする。

解答群:

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

解答 a. c.

- a.正しい:疲労強度式の使い方を説明している。
- b.誤り:水中コンクリートの疲労寿命 < 普通コンクリートの疲労寿命。
- c.正しい: $N = 10^6$ から $N = 10^7$ にすると、疲労強度は減少する。
 $(1 - 7/17)/(1 - 6/17) = 0.90909$
- d.誤り:水中コンクリート(K=10)で、永久荷重をゼロの場合。
 $0.6 = 1 - \log N/10$ を用いて、疲労寿命は、 $N = 10^4$

問題21

コンクリートの養生に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

養生の効果は、主として養生期間の初期に得られる。

膜養生は、コンクリートの打ち込みが終了し、コンクリート表面の浮き水がなくなる時期に行くと最も効果がある。

普通ポルトランドセメントを用いる場合、最低5日間は湿潤養生する。

湿潤養生期間を長くすると、コンクリートの水密性は向上する。

温度制御養生を行うのは、寒中コンクリートおよび暑中コンクリートの場合である。

解答

養生は、長期にわたって十分に行うのが望ましいが、特に材齢の初期の湿潤養生が大切である。材齢初期の養生が不十分だと、強度や耐久性の増進が望めなくなるばかりか、乾燥によるひび割れの原因となる。

コンクリート露出面からの水分の蒸発を防止する方法として、被膜養生が行われる。被膜養生を行う時期は、養生効果に大きな影響を及ぼし、表面の水光りが消えた直後に行うのが最も効果があるとされている。

コンクリートは、材齢の初期における硬化の増進が著しく、RC示方書では、湿潤養生の期間について、普通ポルトランドセメントを用いた場合には、打ち込み後、少なくとも5日間、常に湿潤養生を保たなければならないと規定している。

コンクリートの水密性は、湿潤養生によって著しく影響を受けるので、初期養生終了後もできるだけ湿潤養生を保つのが望ましい。

温度制御養生を行うのは、寒中コンクリート、暑中コンクリート、マスコンクリート、促進養生を行う工場製品コンクリート等である。

問題22

マスコンクリートに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面部の温度差によって生じるものである。

コンクリートの練り上がり温度を低くするために、コンクリート用材料を冷やすことをパイプクーリングという。

外部拘束による温度ひび割れは、部材全体の温度変化による伸縮が拘束されることによって生じるものである。

設計基準強度で基準とする材齢は、長期強度の増進が期待できるセメントを用いる場合には、91日以内でできるだけ長期にとるのがよい。

マスコンクリートのひび割れ誘発目地は、温度応力によるひび割れを所定の位置に集中して発生させることを主目的として設けられる。

解答

正しい：内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面部との温度差によって生じるものであり、表面が低温で内部が高温であると、コンクリート表面に温度差による引張応力を発生する。

誤り：マスコンクリートの練り上がり温度を下げるために、冷やした水、冷やした粗骨材、氷等をコンクリート材料として用いる方法は、プレクーリングと呼ばれる。一方、コンクリートの打込み開始時から冷却を行う方法があり、これはパイプクーリングと呼ばれる。

正しい：外部拘束による温度ひび割れは、部材全体の温度変化による伸縮が拘束されることによって生じる。すなわち、基盤岩盤あるいは下部コンクリートに、上部コンクリートの温度降下による伸縮が拘束されるとひび割れを発生することがある。

正しい：マスコンクリートでは、部材内の温度差と最高温度を低減させることが、温度ひび割れを制御するうえで非常に有効である。このためには、セメントの水和熱を低減させることが有効で、単位セメント量を少なくするとともに低発熱型のセメントを使用することが望ましい。これらのセメントは、長期材齢における強度増進が普通セメントに比べて大きい。そこで、設計基準強度に達するまでに発生する応力度が安全であることを照査したうえで、91日程度の長期材齢を設計基準強度の基準材齢とすることが推奨されている。

正しい：温度ひび割れの発生を材料、配合および施工面での対策で制御することは一般に困難である。このような場合、設計において計画的に構造物の機能を損なわないようにひび割れ誘発目地を適当な間隔に配置して、そこにひび割れを集中させ、温度ひび割れが他の部位に発生することを防止したり、低減することが行われる。

問題23

次に示すa.~e.のうち、間違った記述の個所はいくつあるか。ただし、記述の正誤は、下線部のみを対象とする。

- a. 限界状態を英語で言うと、使用限界状態: serviceability limit state、終局限界状態: ultimate limit state、疲労限界状態: fatigue limit stateと表現される。
- b. 鉄筋コンクリート部材の許容ひび割れ幅は大略0.1~0.3 mm程度である。また、許容ひび割れ幅は、コンクリートのかぶりが小さいほど、海洋コンクリートなどのように環境条件が厳しいほど、許容値を小さくしなければならない。
- c. 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。このときの曲げ剛性は、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次モーメントとの中間状態にあり、換算式による換算断面2次モーメントを用いる。
- d. 換算断面2次モーメントは、ひび割れ発生以降、作用荷重の増加により徐々に減少するが、主鉄筋量が少ないほど、コンクリート強度が大きいほど、その低下の割合が大きい。
- e. 外的荷重による瞬間的な変形を短期変形といい、その後の持続荷重による変形を長期変形という。短期変形では、ひび割れ発生に大きな影響を受ける。長期変形では、短期変形に加えて、コンクリートのクリープ作用と収縮により時間の経過とともに減少するが、やがて一定値に収束する。

解答群:

- 1つ 2つ 3つ 4つ 5つ

解答 2つ

- a. すべて正しい。
- b. 許容値を小さくしなければならない 大きくしなければならない。
- c. 正しい
- d. コンクリート強度は特に関係しない。
- e. 時間の経過とともに増加するが、やがて一定値に収束する。

問題24

マスコンクリートおよびコンクリートの養生に関する次の記述のうち、正誤の組合せが正しいものはどれか。

- A 内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面部の温度差によって生じるものである。
- B コンクリートの練り上がり温度を低くするために、コンクリート用材料を冷やすことをパイプクーリングという。
- C マスコンクリートのひび割れ誘発目地は、温度応力によるひび割れを所定の位置に集中して発生させることを主目的として設けられる。
- D 湿潤養生期間を長くするとコンクリートの水密性は向上する。
- E 温度制御養生を行うのは、寒中コンクリートおよび暑中コンクリートの場合である。

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| 正 | 正 | 誤 | 正 | 正 |
| 正 | 誤 | 正 | 誤 | 誤 |
| 正 | 誤 | 正 | 正 | 誤 |
| 誤 | 正 | 誤 | 正 | 正 |
| 誤 | 誤 | 正 | 誤 | 正 |

解答

- A正しい : 内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面部との温度差によって生じるものであり、表面が低温で内部が高温であると、コンクリート表面に温度差による引張応力を発生する。
- B誤り : マスコンクリートの練り上がり温度を下げるために、冷やした水、冷やした粗骨材、氷等をコンクリート材料として用いる方法は、プレクーリングと呼ばれる。一方、コンクリートの打込み開始時から冷却を行う方法があり、これはパイプクーリングと呼ばれる。
- C正しい : 温度ひび割れの発生を材料、配合および施工面での対策で制御することは一般に困難である。このような場合、設計において計画的に構造物の機能を損なわないようにひび割れ誘発目地を適当な間隔に配置して、そこにひび割れを集中させ、温度ひび割れが他の部位に発生することを防止したり、低減することが行われる。
- D正しい : コンクリートの水密性は、湿潤養生によって著しく影響を受けるので、初期養生終了後もできるだけ湿潤養生を保つのが望ましい。
- E誤り : 温度制御養生を行うのは、寒中コンクリート、暑中コンクリート、マスコンクリート、促進養生を行う工場製品コンクリート等である。