

問題 コンクリート工学 1

鉄筋とコンクリートの材料力学に関する次の記述のうち、正しいものの組合せ①～⑤の中から選択せよ。

- a. 一般に、材料の応力～ひずみ関係は、「応力 σ = 弾性係数 E * ひずみ ϵ 」で表される。また、これらの単位は、SI 単位系の一例として、 $\sigma[\text{N/mm}^2] = E[\text{N/mm}^2] * \epsilon[\text{mm}]$ のように表される。
- b. ポアソン効果とは、ある方向に例えば圧縮ひずみを与えると、その直交方向に異符号のひずみ(伸びひずみ)を生じる現象である。ポアソン比の例として、コンクリートの場合 $\mu=0.2$ 、鋼材で $\mu=0.3$ 程度である。
- c. 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。
- d. 異形鉄筋は、代表的なひずみ硬化型弾塑性材料である。鉄筋規格 SD30 と SD35 とを比べると、降伏強度は SD35 の方が大きい、降伏ひずみは SD30 の方が大きい。また、弾性係数は SD30 と SD35 と同じ値で、通例設計では 200 kN/mm^2 を用いる。
- 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、鉄筋量が多いほど大きくなる。

解答覧:

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

問題 コンクリート工学 1 解答

解答

④

解説)

a. SI 単位の表示が間違っている。

誤り : $d[\text{N}/\text{mm}^2] = E[\text{N}/\text{mm}^2] * \{ \text{mm} \}$ のように表される。

正しくは: $d[\text{N}/\text{mm}^2] = E[\text{N}/\text{mm}^2] * \{ \text{無次元} \}$ のように表される。

正解のポイント:

変形, (変位,) ひずみ, 応力, 荷重, 弾性係数の関係および単位は材料力学の必修事項。

b. 正答

ポアソン効果の定義およびポアソン比の例(コンクリートと鉄筋)ともに正しい。

正解のポイント:

ポアソン効果の定義と意味は, 固体の力学の必修事項。また, 代表的な材料のポアソン比も覚えてもらいたい。ちなみに, ポアソン比は弾性理論では, 0.0~0.5 の値をとる。

c. 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

$$\cdot \text{引張強度: } f_t = 0.23 (f'_c)^{2/3}$$

$$\cdot \text{曲げ強度: } f_b = 0.42 (f'_c)^{2/3}$$

これに従うと, 圧縮強度が $30 \text{ N}/\text{mm}^2$ ($300 \text{ kgf}/\text{cm}^2$) のとき, 両強度は次のように算出される。

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

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

以上の計算から, 誤りの個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。

正解のポイント:

圧縮強度 f'_c , 引張強度 f_t , 曲げ強度 f_b との関係については, 大略以下のような関係にある。

$$f_t = (1/10 \sim 1/15) f'_c, \quad f_b = (1/5 \sim 1/8) f'_c, \quad f_b \approx 0.6 f_t$$

本例に示した土木学会標準示方書の算定式を知らなくても, 上記の関係から正解を判断することができ, 少なくとも $f_b > f_t$ を知っていれば, 問題文の誤りの個所は推察できる。

d. 降伏ひずみの大小が異なる

誤りの記述: 「降伏強度は SD35 の方が大きい, 降伏ひずみは SD30 の方が大きい」

正しい記述: 「降伏強度, 降伏ひずみともに SD35 の方が大きい」

$$\text{SD35: 降伏強度 } f_y = 345 \text{ N}/\text{mm}^2, \quad \text{降伏ひずみ } \epsilon_y = 345 \text{ N}/\text{mm}^2 / 200 \text{ kN}/\text{mm}^2 = 1.73 * 10^{-3}$$

$$\text{SD30: 降伏強度 } f_y = 295 \text{ N}/\text{mm}^2, \quad \text{降伏ひずみ } \epsilon_y = 295 \text{ N}/\text{mm}^2 / 200 \text{ kN}/\text{mm}^2 = 1.43 * 10^{-3}$$

正解のポイント:

弾性係数は鉄筋規格に関わらず, 同じ値(設計では $200 \text{ kN}/\text{mm}^2$)を用いる。従って, 降伏強度が大きくなると, そのまま降伏ひずみも大きくなる。

e. 正答

正解のポイント:

鉄筋コンクリート部材のうちコンクリートのみが, 乾燥収縮(非弾性ひずみの代表例)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, 鉄筋量が多いほど, 拘束応力は大きくなり, コンクリートのひび割れが発生しやすくなる。

問題 コンクリート工学 2

コンクリートに用いられるセメントおよび骨材に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

1. 普通ポルトランドセメントの主原料のうち、最も多いものは、石こうである。
2. セメントの性質に関連して、セメントの比表面積が大きいものほど、初期強度は小さい。
3. セメントクリンカーの主要組成化合物およびその水和物の特性に関連して、水和反応の速度は、 C_3S より C_2S の方が遅い。ここで、 C_3S は、けい酸三カルシウム($3CaO \cdot SiO_2$)のことで、アリットあるいはエーライトと呼ばれる。 C_2S は、けい酸二カルシウム($2CaO \cdot SiO_2$)のことで、ベリットあるいはビーライトと呼ばれる。
4. 骨材に関連して、絶乾質量の0.01%を超える塩分(NaCl量に換算)を含む海砂は、鉄筋コンクリート用骨材として使用できない。
5. 骨材に関連して、現在、コンクリート用骨材の大半が碎石・砕砂である。この碎石の粒形判定には実積率が用いられるが、実積率の値が大きいほど、碎石の角ばりが著しいことを示す。なお、実積率とは、骨材の単位容積質量(kg/l)を骨材の比重で除し、百分率で表したものである。

解答覧:

- ① 1.
- ② 2.
- ③ 3.
- ④ 4.
- ⑤ 5.

問題 コンクリート工学 2 解答

解答

③

解説)

1. 誤り

普通ポルトランドセメント 1000kg を作るのに必要な主な原材料は、石灰石(約 1080 kg), 粘土(約 220 kg), けい石(約 60 kg), 鉱滓(約 30 k), 石こう(約 35 kg)である。

正解のポイント:

セメントの原材料は、必修事項。

2. 誤り

化学組成が近似していれば、比表面積が大きいかほど水と接する面積が増えるので、水和が速く初期強度は大きくなる。JIS では比表面積を、普通ポルトランドセメントで $2500\text{cm}^2/\text{g}$, 早強ポルトランドセメントで $3300\text{cm}^2/\text{g}$, 超早強ポルトランドセメントで $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上と定めている。

正解のポイント:

コンクリートの強度発現は、セメントと水との水和反応である。接触面積が反応速度に大きな影響を与える。

3. 正しい

けい酸三カルシウムは(C_3S)、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($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$, 略して 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。一方、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。

正解のポイント:

セメントクリンカーの主要組成化合物の種類およびその特徴を覚えておくこと。

アリットまたはエーライト: $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S)

ベリットまたはビーライト: $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S)

セリット : $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_4AF)

アルミン酸三カルシウム : $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A)

4. 誤り

海砂を鉄筋コンクリートに用いる場合の塩含有量の限度について、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)では、NaCl 換算で細骨材の絶乾質量に対して 0.04%以下と規定されている。

正解のポイント:

塩含有量は0%が理想であるが、有る限度以内なら鉄筋コンクリートに大きな悪影響を及ぼさない。

5. 誤り

砕石・砕砂は、川砂利、川砂に比べて骨材の角ばりが大きく、扁平あるいは細長い形状の粒子をかなり含んでいる。骨材が角ばっていたり扁平であった場合、骨材の詰まり方が悪くなるため、骨材間の空隙が増加し、実積率は減少する。したがって後半部分の「実積率の値が大きいほど、砕石の角ばりが著しいことを示す」という部分は正しくない。

正解のポイント:

実積率、砕石・砕砂の形状の特徴を把握しておくこと。また、骨材を容器に詰める場合の骨材形状の影響について、イメージ出来ればさほど難しくない。

問題 コンクリート工学3

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリートの力学に関する次の記述のうち、正しいものの組合せを解答覧の①～⑤の中から選択せよ。

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、

$k = -np + \sqrt{2np + (np)^2}$ 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、終局状態における曲げ耐力の算定に用いられる。

b. 曲げモーメントを受ける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幅を制御することができる。例えば、活荷重作用時では、ひび割れ発生を前提とし引張側コンクリートの応力を考えない。一方、ひび割れ幅の開口量(ひび割れ幅)は、使用限界状態として照査する必要があり、このときの許容ひび割れ幅は、0.01～0.03mm程度である。

c. 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の直交方向に配置することが原則である。

また、曲げ終局耐力の算定に際しては、主鉄筋の配筋量を増加すると耐力を増加させることができるが、過大に配筋するとコンクリート圧壊が先行することになり(圧壊先行型)、靱性が損なわれ設計上好ましくない。

d. 曲げ部材の断面耐力(曲げ終局耐力)を算定する場合、等価応力ブロック法が多く用いられる。これは、ひずみ分布は終局時であっても直線分布(平面保持の仮定)とし、応力分布については、引張鉄筋は降伏状態とし、コンクリートについては、圧縮側を等価な矩形ブロックに置換し、引張側は無視するものである。設計に際しては、通例、**under-reinforcement**を確認する必要があり、**over-reinforcement**(過鉄筋)は認めない。

e. 限界態設計法(終局限界状態)を用いる場合、設計断面力(設計曲げモーメント)および設計断面耐力(設計曲げ耐力)を算定する必要がある。両者は似通った名前で紛らわしいが、断面力は外からの荷重による断面力であり、後者の断面耐力は、断面の保有する終局耐荷力を表す。

一般に、設計断面力は、荷重係数などにより実際の断面力を割引き(低減させ)、設計断面耐力は材料係数や部材係数により、実際の耐力より増加させ、最終的に設計断面力<設計断面耐力により、安全性が照査される。

解答欄:

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

問題 コンクリート工学3 解答

解答

④

解説)

a. 間違っている. 曲げ耐力の算定には使われない:

正しくは: 終局状態における曲げ耐力の算定に用いられず, 許容応力度設計法または限界状態設計法のうち使用限界状態と疲労限界状態の照査に用いられる.

正解のポイント: 教科書4章を参照すること. 特に, p.71 の表 4-1 が参考になる.

b. 許容ひび割れ幅はもっと大きくてよい. :

一般に, 許容ひび割れ幅は, 0.01~0.03mm程度ではなく, 0.1~0.3mm程度である.

正解のポイント: 教科書 10 章のうち, 10-3-1 許容ひび割れおよび例題 10-3 を参照すること.

c. 全記述とも正しい:

正解のポイント: 教科書4章(曲げ部材)の関連箇所を参照すること. また, 6 章のうち, 「6-2-2, 梁部材の応力分布とひび割れ」および「6-2-3 曲げ補強とせん断補強」も参考になる.

d. 全記述とも正しい:

正解のポイント: 教科書4章(曲げ部材)の関連箇所を参照すること. 特に, (2) 釣合い鉄筋比 (p.82~87)を参考にするとよい.

e. 間違っている:

正しい記述は,

・設計断面力(member force, sectional force)は, 荷重係数や構造解析係数により実際の断面力を増加させる. (過大な荷重を想定して, 設計断面力として‘大きめ’に算定する)

・設計断面耐力(ultimate capacity of section)は, 材料係数や部材係数により, 実際の耐力より減少させる. (材料のバラツキを想定して, 設計断面耐力として‘小さめ, 控えめ’に算定する)

・最終的に, 設計断面力 $S_d <$ 設計断面耐力 R_d により安全性が照査される. (コンクリート標準示

方書に従えば, $\gamma_i \frac{S_d}{R}$ により, 設計照査される.)

正解のポイント: 教科書 3 章:限界状態設計法(p.44~53)を参照すること.

問題 コンクリート工学4

フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリート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。

1. AE コンクリートに関してコンクリートの温度が低くなるほど、空気量は減少する。
2. コンクリートの中性化は、大気中の炭酸ガス作用により、コンクリート中の炭酸カルシウムが水酸化カルシウムに変化することによって起こる。
3. 同じ水セメント比の場合、コンクリート中の単位水量が多いほど、乾燥収縮は大きい。
4. コンクリートの凍害は、練混ぜ水の凍結によるので、硬化したコンクリートでは起こらない。
5. 運搬によりスランプの低下が生じたコンクリートに水を加えてスランプを回復させると、コンクリートの強度が低下する。

解答覧:

- ① 1. 正, 2. 正, 3. 誤, 4. 正, 5. 誤
- ② 1. 誤, 2. 正, 3. 誤, 4. 誤, 5. 誤
- ③ 1. 正, 2. 誤, 3. 正, 4. 正, 5. 正
- ④ 1. 誤, 2. 誤, 3. 正, 4. 誤, 5. 正
- ⑤ 1. 誤, 2. 正, 3. 正, 4. 誤, 5. 正

解説)

1. 誤り

コンクリートの練上がり温度が低くなると、コンクリートの粘性が大きくなるため空気泡が抜けにくくなり、単位 AE 剤量が一定であれば空気量は増える。

ポイント:

コンクリートの練上がり温度と粘性の関係に注意。

2. 誤り

硬化したコンクリートはセメントの水和により生成された水酸化カルシウムによってアルカリ性を示す。コンクリートの中性化とは、大気中の二酸化炭素の作用によって水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化して表面から徐々にアルカリ性を失うことをいう。

ポイント:

コンクリートの中性化のメカニズムを理解していること。

3. 正しい

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。

ポイント:

乾燥収縮に影響を与えるものを理解しておくこと。

4. 誤り

コンクリートの凍害は、コンクリート中の主としてセメントペースト部分の毛細管空隙中の自由水が管径の大きい部分より凍結膨張して未氷結水を押し出し、間隙水圧が増大する結果、内部の組織が破壊されることをいう。したがって、練混ぜ水の凍結によるものとは限らない。硬化コンクリートでも未硬化コンクリートでもいずれの場合でも起こる。

ポイント:

凍害のメカニズムを理解すること。

5. 正しい

スランプが低下したコンクリートに水量を追加すると、スランプは回復するがコンクリートの強度をはじめとする品質は大きく低下する。このため水量の追加は絶対やってはいけないことである。なお、流動化剤を添加して再攪拌すれば、コンクリートの品質を変化させずにスランプを回復することができる。

ポイント:

水量の追加は、水セメント比の増加を引き起こし、強度が低下する。

問題 コンクリート工学 5

せん断力を受ける鉄筋コンクリートの力学に関する次の5つの記述のうち、正しい正誤の組合せを解答覧①～⑤の中から選択せよ。

- a. 通例、梁部材は、その断面に曲げモーメントとせん断力が作用するが、せん断スパン a の大きさによって、この両断面力の比率が異なる。せん断スパン a が小さいほど、せん断力の比率が大きくなり、せん断破壊の可能性が大きくなる。
- b. 単柱形式の鉄筋コンクリート橋脚は、構造的に片持ち梁と考えてよい。このような部材には、自重(これは中心軸圧縮力となる)、上載荷重(偏心軸圧縮力)、地震荷重(柱頭部に作用する水平力)が主たる設計荷重となる。自重と上載荷重により、橋脚基部には、軸力と曲げモーメントが作用し、自重と地震荷重の組み合わせを考えると、橋脚には曲げモーメントとせん断力が作用する。
- c. せん断力を受ける鉄筋コンクリート梁の耐荷力(せん断耐力)は、トラス理論によって明快に算定することができる。トラス理論を用いる場合、軸方向鉄筋(圧縮鉄筋と引張鉄筋)が上下弦材、斜めひび割れの生じている腹部コンクリートが斜め圧縮材、スターラップ(せん断補強筋)が引張斜材として置き換えられる。このうち、スターラップの引張降伏もしくはコンクリート斜め圧縮材の圧縮破壊により、終局状態となると考える。通例、前者のスターラップの引張降伏を想定する。
- d. 土木学会コンクリート標準示方書のせん断設計では、設計せん断耐力を修正トラス理論で算定する。修正トラス理論は、せん断耐力 V_{yd} を

$$\text{せん断耐力 } V_{yd} = \text{コンクリートの寄与分 } V_{cd} + \text{せん断補強筋による成分 } V_{sd}$$

のような合算式によって考えるもので、前者の V_{sd} はトラス理論によって算定され、後者の V_{sd} は、せん断補強筋の寄与分に主鉄筋の効果が若干加算される。

- e. 上記のコンクリートの寄与分 V_{cd} は、 $V_{cd} = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vcd} b_w d / \gamma_b$ で表される。

このうち、 f_{vcd} はコンクリートのせん断強度を表し、普通コンクリートの場合、圧縮強度の1/3程度であり、 γ_b は、部材係数で、せん断の場合、1.3程度である。また、3係数 $\beta_d, \beta_p, \beta_n$ のうち、係数 β_d は部材有効高さの影響、 β_p はせん断補強筋の影響を表す。

解答覧:

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

問題 コンクリート工学5 解答

解答	①
----	---

解説)

a. 正解:

正解のポイント:せん断スパン a を有効高さ d で割ると、せん断スパン比 a/d となり、せん断スパン比 a/d の小さい梁部材:梁背の高い梁(Deep Beam)
せん断スパン比 a/d 大きい梁部材:細長い梁(Slender Beam)
のように、分類できる。

b. 「自重+地震荷重」の記述が誤り:

自重+上載荷重=橋脚基部には、軸力と曲げモーメントが作用する(問題文は正しい).
自重+地震荷重=軸力, 曲げモーメント, せん断力が作用する(問題文を修正).
正解のポイント:片持ち梁を想定して、自由端に上記両ケースの荷重を負荷したときの断面力分布を考えよ。

c. 全記述とも正しい:

正解のポイント:せん断力耐力を算定するとき用いられるトラス理論の基本的な考え方の記述。

d. 間違っている:

誤り:前者の V_{cd} はトラス理論によって算定され、後者の V_{sd} は、せん断補強筋の寄与分に主鉄筋の効果が若干加算される。
正解:前者の V_{cd} はコンクリート強度の実験式によって算定され、後者の V_{sd} は、せん断補強筋の寄与分であり、トラス理論で算定される(主鉄筋の効果は全く関係しない)。

正解のポイント:教科書5章(せん断部材)の関連箇所を参照。特に、6-4(p.139~144)を参考にするとよい。

e. 誤りが2箇所あり:

正解のポイント:2箇所の誤りは、次のように訂正される(解説も加えている):

・ f_{vcd} はコンクリートのせん断強度を表し、 $f_{vcd} = 0.9\sqrt{f'_{cd}}$ で表され、設計圧縮強度 f'_{cd} の2%程度(約1/50)とかなり小さい。

・係数 β_p はせん断補強筋の影響を表すのではなく、主鉄筋の影響を表す。 β_p は鉄筋比 $p=2\%$

の場合 $\beta_p=1.25$ となり、高々1.5である

問題 コンクリート工学 6

各種コンクリートに関する次の記述のうち、正誤の組合せが適当なものはどれか。

6. マスコンクリートに関して、コンクリートのひび割れを防止するためには、温度降下はできるだけゆるやかにするのがよい。
7. マスコンクリートに関して、パイプクーリングを行う場合、冷却温度が大きすぎると、ひび割れが発生することがある。
8. 水中コンクリートに関して、水中では、材料分離が生じやすいため、一般に大気中で施工する通常のコンクリートよりスランプを小さくするのがよい。
9. 暑中コンクリートに関して、練混ぜ水の温度が、コンクリートの練上がり温度に及ぼす影響は、セメントの温度の影響よりも小さい。
10. コンクリート製品は、高温促進養生を行うので、品質の変動が大きい。

解答覧:

- ① 1. 正, 2. 正, 3. 誤, 4. 正, 5. 誤
- ② 1. 正, 2. 正, 3. 誤, 4. 誤, 5. 誤
- ③ 1. 正, 2. 誤, 3. 正, 4. 正, 5. 正
- ④ 1. 誤, 2. 誤, 3. 正, 4. 誤, 5. 正
- ⑤ 1. 誤, 2. 正, 3. 正, 4. 誤, 5. 正

問題 コンクリート工学 6 解答

解答	②
----	---

解説)

1. 正しい

マスコンクリートでは打込み後、かなりの温度上昇を示し、最高温度に達したのち温度降下が起こる。型枠を取り外すときのコンクリートの温度が外気温よりも相当に高い場合には、取り外した際にコンクリートが急激に冷やされて、表面にひび割れが発生するおそれがある。このため、表面を覆うなどして、徐々にコンクリート温度を下げるのが大切である。

ポイント:

マスコンクリートにおいて常に問題となる温度ひび割れの発生原因を理解すること。

2. 正しい

ダムコンクリートでは、コンクリート打設後にパイプクーリング(部材内部にあらかじめパイプを配管して、水を通して冷却する)が行われるが、その冷却速度が大きすぎると、かえって部材内部の温度差が大となり、ひび割れが発生することがある。

ポイント:

パイプクーリングと温度ひび割れに関する知識が必要。

3. 誤り

水中でコンクリートを打ち込む場合、コンクリートが円滑に水中を流動できるように、スランブは通常のコンクリートより大きくする。場所打ち杭や連続地中壁など比較的狭い場所へトレミー管で打ち込む場合、スランブは18~21cmが多い。

ポイント:

スランブ、コンクリートの流動性(あるいは、粘り)について勉強すること(水中不分離性コンクリート)。

4. 誤り

暑中コンクリートは施工的にも物性的にもいろいろ問題が多いので、コンクリート温度をなるべく低くすることが望ましい。コンクリートの温度は以下の式で求められる。

$$\theta = \frac{0.2(\theta_a W_a + \theta_c W_c) + \theta_f W_f + \theta_w W_w}{0.2(W_a + W_c) + W_f + W_w}$$

ここに、 θ :コンクリートの練上がり温度(°C)

$\theta_a, \theta_c, \theta_f, \theta_w$:骨材, セメント, 骨材の表面水, 練混ぜ水の各温度(°C)

W_a, W_c, W_f, W_w :骨材, セメント, 骨材の表面水, 練混ぜ水の各質量(kg)

0.2:骨材およびセメントの比熱(水の比熱は1)

すなわち、練上がり温度は、各材料の温度と質量と比熱の積により左右される。質量からみると骨材の影響が最も大きいですが、比熱も考慮すると水は骨材に次いでおり、セメントが最も少ない。

ポイント:

練上がり温度に影響を与える材料の順位は、①骨材、②水、③セメントである。

5. 誤り

コンクリート製品の製造は、現場施工と比べて製造条件が一定で、品質管理もしやすいので、製品の品質変動は少ない。

ポイント:

高温促進養生も温度管理が行われているので、変動要因とはならない。

問題 コンクリート工学 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覧①～⑤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. コンクリートの疲労強度(通例圧縮応力)の算定式に多用される Goodman 型の S-N 線図は、

$$\frac{\sigma_r}{f_k} = \left(1 - \frac{\log N}{K}\right) \left(1 - \frac{\sigma_{\min}}{f_k}\right)$$
 で表される。この場合、下限応力 σ_{\min} を静的強度 f_k の 20%、

応力振幅を σ_r を静的強度 f_k の 50% とすると、このときの疲労寿命 N は、 $2.37 \cdot 10^6$ 回である

(ただし、定数 K については、普通コンクリートを想定して、 $K=17$ とした)。

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り、換算式による換算断面2次モーメントを用いることが多い。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ですが、作用荷重の増加により減少する。

d. 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あり、拘束する鉄筋の量が多いほどひび割れは発生しやすくなる。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。

e. 終局限界状態にて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(応力下)における照査作業であるためである。

解答覧:

① a.○, b.×, c.○, d.×, e.×

② a.×, b.×, c.○, d.○, e.○

③ a.○, b.○, c.○, d.×, e.×

④ a.×, b.○, c.×, d.○, e.○

⑤ a.×, b.○, c.×, d.×, e.○

問題 コンクリート工学7 解答

解答

③

解説)

a. 正解:

下記の文章はいずれも正しい記述であり、疲労問題に関する基本事項である。

- ・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)。
- ・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. 正解:

正解のポイント:与えられた Goodman 型の S-N 線図に対して、下限応力 / =0.2, 応力振幅 / =0.50 を代入すると、疲労寿命 N は、 $2.37 \cdot 10^6$ 回が得られる。

c. 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でき、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、 $I_{e,cr}$ は大きくなる。
- ・作用荷重 P の増加により減少する。 $I_{e,cr}$ が小さくなるため、 $I_{e,cr}$ は小さくなる。

d. 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。

・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。

→ 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)

e. 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。

問題 コンクリート工学 8

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。

1. マスコンクリートに関して、水や骨材などの使用材料を冷却して用いることは、温度ひび割れを抑制するために有効である。
2. コンクリートは、酸には侵されるが、塩類や油類には侵されない。
3. コンクリートの中性化は、大気中の炭酸ガスの作用により、コンクリート中の水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化することによって起こる。
4. セメントの性質に関連して、セメントの比表面積が大きいものほど、初期強度は大きい。
5. コンクリート製品の製造作業は天候に左右されることが少ないので、生産計画が立てやすい。

解答覧:

- ① 1.
- ② 2.
- ③ 3.
- ④ 4.
- ⑤ 5.

問題 コンクリート工学 8 解答

解 答

②

解説)

1. 正しい

コンクリートに使用する材料である水や骨材を冷却して用いると、コンクリートの打込み温度が下がり、内部温度上昇量が低減するので、温度ひび割れを制御するうえできわめて有効である。

2. 誤り

化学物質によるコンクリートの劣化は、とくに酸とコンクリート中の水酸化カルシウムとの反応による塩類の生成や溶出などによって生じる。塩類による劣化は酸によるものよりも小さいが、水酸化カルシウムと反応して可溶性物質を作ったり、カルシウムサルフォアルミネートの結晶を生成して体積膨張し、コンクリートを劣化させる。また、遊離脂肪酸を含む油類は水酸化カルシウムと反応して脂肪酸石灰(石鹼)を生成し、コンクリートを侵す。

3. 正しい

硬化したコンクリートはセメントの水和により生成された水酸化カルシウムによってアルカリ性を示す。コンクリートの中性化とは、大気中の二酸化炭素の作用によって水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化して表面から徐々にアルカリ性を失うことをいう。

4. 正しい

化学組成が近似していれば、比表面積が大きいほど水と接する面積が増えるので、水和が速く初期強度は大きくなる。JIS では比表面積を、普通ポルトランドセメントで $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 、早強ポルトランドセメントで $3300\text{cm}^2/\text{g}$ 、超早強ポルトランドセメントで $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上と定めている。

5. 正しい

コンクリート製品は、一般に上屋のある工場で製造されるので、天候に左右されず、生産計画が立てやすい。