

問題1

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. 鉄筋コンクリートは、引張に弱いコンクリートを鉄筋にて補強したもので、耐久性にすぐれた複合構造であると言える。これを英語で言うと、Reinforced Concrete(直訳すると‘補強されたコンクリート’)となる。
 - b. コンクリート構造物は、現場にて施工される、「直打ちコンクリート」と、工場やヤードに製作され、現地にて架設される「プレキャストコンクリート」に大別される。
 - c. 鉄筋コンクリートは、鉄筋とコンクリートの単なる組み合わせではなく、鉄筋はコンクリートの引張破壊によるひび割れ開口を制御し、コンクリートは鉄筋を被覆することにより、圧縮鉄筋の座屈回避、腐食の防止に役立っている。
 - d. 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。従って、鉄筋コンクリートに温度変化が生じても、両者の間に温度応力は生じない。
 - 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、十分なかぶりにより鉄筋が腐食しないことが条件である。従って、かぶりが大きいほど、より高強度の曲げ耐力が得られる。

解答群:

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

解答 b. e.

- a. 正しい:鉄筋コンクリート= Reinforced Concrete(‘補強されたコンクリート’の意味)
- b. 誤り:
現場にて施工される、「直打ちコンクリート」 「場所打ちコンクリート」
工場やヤードにて製作:「プレキャストコンクリート」:正しい
- c. 正しい:鉄筋とコンクリートは、単なる組み合わせではなく、お互いに欠点を補完し、すぐれた構造材料として機能している。
- d. 正しい:鉄筋コンクリートの成立要件の一つである。
- e. 誤り:「かぶりが大きいほど、より高強度の曲げ耐力が得られる」とは言えない。

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、正しいものをすべて組み合わせているのはどれか。

- 許容応力度設計法では、使用材料の強度によって決まる許容応力度が、設計断面力による部材応力より大きいとき、部材の安全性が保証される。鉄筋コンクリートの場合、構成材料である、鉄筋とコンクリートの各々に対して、このような照査が行われる。
- 現行のコンクリート標準示方書では、限界状態設計法が用いられている。ここでは、限界状態として、終局限界(maximum limit state)、使用限界(service limit state)、疲労限界(fatigue limit state)の3つの限界状態を規定している。
- 使用限界では、部材の転倒、滑動などにより、その構造物が使用に供することができない状態、また、疲労限界では、繰り返しによる疲労破壊を想定する。
- 終局限界状態の照査に際しては、断面耐力に対しては材料強度のばらつきを考慮して、'小さめ'に設計断面耐力が算定される。この場合、主として、材料係数と部材係数の2つの安全係数が用いられる。
- 現行の土木学会コンクリート標準示方書は、構造設計を規定している「設計編」、「耐震設計編」に加えて、「施工編」、「ダム編」、「舗装編」などがある。

解答群:

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

解答 a. d. e.

- 正しい:許容応力度設計法では、設計断面力による部材応力 < 使用材料によって決まる許容応力度によって、安全性が照査される。これは、コンクリートと鉄筋それぞれに対して、別個に行われる。
- 英語の表現に誤りがある:
終局限界: maximum limit state ultimate limit state
使用限界: service limit state serviceability limit state
疲労限界: fatigue limit state OK
- 誤り:部材の転倒、滑動などには、終局限界として取り扱う。使用限界は、ひび割れ開口、部材変位など、設計荷重時における状態を考える。
- 正しい:設計断面耐力に対して:材料係数と部材係数
設計荷重に対して:荷重係数、構造解析係数
- 正しい:土木学会コンクリート標準示方書は、目的によって、「設計編」、「耐震設計編」、「施工編」、「ダム編」、「舗装編」などに分冊されている。

問題3

長さ1mの異型鉄筋D35, 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とひずみについて、正しいものの組み合わせはどれか。
ただし、鉄筋の弾性係数を $E_s=200\text{kN/mm}^2$, D35の断面積を簡単のため 10cm^2 とする。

- 応力 = 345N/mm^2 , ひずみ = 1.73%
- 応力 = 35 N/mm^2 , ひずみ = 1.73%
- 応力 = 345N/mm^2 , ひずみ = 1.73×10^{-3}
- 応力 = 35 N/mm^2 , ひずみ = 1.73×10^{-3}
- 応力 = 35 N/mm^2 , ひずみ = $1.73 \times 10^{-3}\text{ mm}$

解答群:

- a. b. c. d. e.

解答

この鉄筋の降伏時について計算するので、

・応力 = 降伏強度 = 345N/mm^2 , (SD345を使用)

・降伏時のひずみ = 降伏強度 / 弾性係数 = $345\text{N/mm}^2 / 200\text{kN/mm}^2$
= $0.00173 = 1.73 \times 10^{-3}$

従って、正答:c. 応力 = 345N/mm^2 , ひずみ = 1.73×10^{-3}

問題(解答番号9)

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。

ポルトランドセメントの主原料のうち最も多いのは、石灰石である。

セメントの粉末度が高いと凝結が早くなる。

セメントの粉末度が高いと一般にブリーディングが多くなる。

セメントの主要組成化合物であるアリット(C_3S)およびベリット(C_2S)では、 C_2S のほうが水和反応速度が遅い。

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

正しい:セメント(1000kg)の主原料は、石灰石(約1080kg)、粘土(約220kg)、けい石(約60kg)、石こう(約35kg)、鉍さい(約30kg)の順に多い。

正しい:粉末度が高いほど水と接触する表面積が大きくなるので水和反応が早くなり、凝結も早くなる。

誤り:粉末度が高いほど水と接触する表面積が大きくなるので、ブリーディング水が減少する。

正しい:アリット(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アルミン酸三カルシウム(C_3A)とともに水和が早い。

正しい:セメントが単独で用いられることはほとんどなく、モルタルあるいはコンクリートとして用いられるので、JISではモルタル供試体による圧縮強さで判断されている。

問題(解答番号10)

コンクリートの配合設計に関する次の記述において、(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)が得られる範囲内で、(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 | 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 |
| a | d | g | h | k |
| b | e | h | i | l |
| a | e | l | j | l |
| c | f | g | j | k |
| b | d | g | h | l |

解答

配合設計の基本である。ワークビリティは、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(解答番号9)

鉄筋コンクリートの設計法に関する次の記述のうち、正しいものをすべて組み合わせているのはどれか

- a. 許容応力度設計法では、応力(または強度)により、限界状態設計法では断面力(曲げモーメント、せん断力など)によって照査する。
- b. 許容応力度設計法では、設計荷重による部材応力が、使用材料の強度によって決まる許容応力度より大きいとき、部材の安全性が保証される。
- c. 限界状態設計法(終局限界)では、種々の設計荷重を‘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。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では、限界状態設計法が用いられている。ここでは、限界状態として、終局限界(ultimate limit state)、使用限界(serviceability limit state)、疲労限界(fatigue limit state)の3つの限界状態を規定している。
- e. 限界状態設計法では、いくつかの安全係数が用いられるが、主なものとして、設計断面耐力に対して、材料係数と構造解析係数、設計荷重に対して、荷重係数と部材係数が用いられ、構造物の重要度に応じて、構造物係数が用いられる。これらは、通例1より大きい数字で、不確定要素が大きいほど、大きくなる。

解答群:

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

解答

- a. 正しい:
許容応力度設計法: 応力(または強度)レベルによる照査.
限界状態設計法: 断面力(曲げモーメント、せん断力など)レベルによる照査
- b. 誤り:
許容応力度設計法: 荷重による部材応力 < 許容応力度 OK
- c. 正しい:
設計荷重: ‘大きめに’割り増して設計断面力を設定
設計断面耐力: ‘小さめに’して、設計断面耐力を設定
設計断面耐力 > 設計断面力 OK
- d. 正しい:
限界状態設計法の3つの限界状態
終局限界(ultimate limit state)
使用限界(serviceability limit state)
疲労限界(fatigue limit state)
- e. 誤り:
設計断面耐力: 材料係数と部材係数
設計断面力: 荷重係数と構造解析係数
構造物の重要度に応じて: 構造物係数

問題(解答番号10)

セメントに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

セメントの主要組成化合物であるアリット(C_3S)およびベリット(C_2S)では、 C_2S のほうが水和反応速度が遅い。

ポルトランドセメントの主原料のうち最も多いのは、石こうである。

セメントの強さは、セメントペースト(セメント+水)の強さで表される。

セメントの粉末度が低いと一般にブリーディングが多くなる。

セメントの粉末度が高いと凝結が遅くなる。

解答

正しい:アリット(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アルミン酸三カルシウム(C_3A)とともに水和が早い。

誤り:セメント(1000kg)の主原料は、石灰石(約1080kg)、粘土(約220kg)、けい石(約60kg)、石こう(約35kg)、鉍さい(約30kg)の順に多い。

誤り:セメントが単独で用いられることはほとんどなく、モルタルあるいはコンクリートとして用いられるので、JISではモルタル供試体による圧縮強さで判断されている。

正しい:粉末度が低いほど水と接触する表面積が小さくなるので、ブリーディング水は増加する。

誤り:粉末度が高いほど水と接触する表面積が大きくなるので水和反応が早くなり、凝結も早くなる。

問題(解答番号9)

次の図は、鉄筋コンクリート単純梁の、荷重Pと中央部のたわみとの関係を示したものである。この図について、間違っているものを解答群から一つ選べ。

- a. 図中Aは弾性状態(初期ひび割れ発生以前の状態)にあり、B点にて初期ひび割れが発生し、直ちに剛性が低下する。
- b. 常時の使用状態は、図中Cのように初期ひび割れ以降の領域を考え、弾性解析(RC断面)にて設計する。設計荷重では、曲げひび割れの発生を認めていることになる。
- c. 図中Cの状態では、直ちに部材が崩壊するわけではないが、ひび割れ幅、たわみなどを検討する必要がある(使用限界状態の照査)。ただし、鉄筋量が極端に少ないと、ひび割れ発生直後に主鉄筋が降伏することがあり、最小鉄筋(0.2%程度)の配筋が必要になる。
- d. 点Dにて最大耐力となるが、断面の配筋が、under-reinforcement であれば、引張鉄筋は降伏することなく、終局状態となる。

解答群:

- a b c d すべて正しい

解答

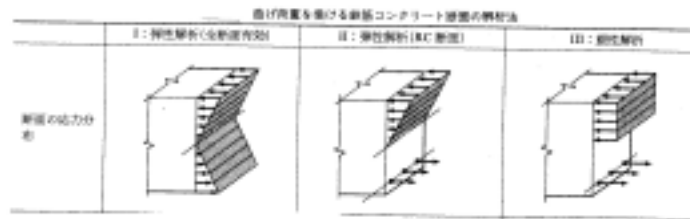
紅白の教科書, 第2章(設計手法): 図3-3, p.41 ~ 43,
および第4章(曲げ解析): 図4-2, p.46 ~ 49,を熟読すること。

- a. 正しい:
- b. 正しい:
- c. 正しい:
- d. 誤り:
 - under-reinforcement の場合 : 引張鉄筋が降伏 終局状態となる。
 - over-reinforcement の場合 : 引張鉄筋が未降伏 終局状態となる。

問題(解答番号10)

次の図は、曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート断面(単鉄筋長方形断面)の断面仮定を示したものである。この図について、間違っているものの組み合わせを解答群から一つ選べ。

- 図中のうち、Ⅰ：弾性解析(全断面有効)では、ひび割れ前の純弾性状態に対して、用いられる断面仮定であり、通例、鉄筋を考えなくてもよい。
- 図中のⅡ：弾性解析(RC断面)では、引張領域のコンクリートを無視するが、コンクリート引張応力を引張鉄筋が代替することになる。これは、許容応力度設計法、または、限界状態設計法(使用限界状態、疲労限界状態)の計算に用いられる。
- Ⅲ：弾性解析(RC断面)では、断面がunder-reinforcementであっても、圧縮側コンクリートの圧縮破壊に注意する必要がある。
- Ⅳ：塑性解析では、断面(under-reinforcementの場合)の終局状態をモデル化したもので、通例、圧縮側コンクリートは等価矩形応力ブロックを用い、引張鉄筋は未降伏状態を考える。
- 軸力作用下における曲げ解析においても、基本的に、図のような断面仮定をそのまま用いることができる。



解答群：

- a c b d c e a e c d

解答

まず、紅白の教科書、第4章(曲げ解析)のうち、4-1-3断面仮定と解析方法(p.49~51)を熟読すること。

- 正しい:全断面有効の場合、鉄筋を考えなくてもよい。鉄筋は、ひび割れ発生(コンクリートの引張破壊)以降、効果を発揮する。
- 正しい:弾性解析(RC断面)は、許容応力度設計法、または、限界状態設計法(使用限界状態、疲労限界状態)の計算に用いられ、RC理論の基本理論である。
- 誤り:弾性解析(RC断面)では、使用状態であり、材料の破壊(圧縮破壊、鉄筋降伏)は考えない。under-reinforcement, over-reinforcementの区別は特に意味はない。
- 誤り:塑性解析では、断面がunder-reinforcementの場合、引張鉄筋は降伏状態を考える。
- 正しい:純曲げ状態、および軸力+曲げの両者いずれも曲げ解析の断面仮定は共通する。

問題(解答番号9)

スターラップを有する長方形断面のせん断耐力算定式について、正しいものすべてを組み合わせているものを答えよ。ただし、せん断耐力に関して、せん断補強筋による寄与分を V_s 、コンクリートによる寄与分を V_c とし、さらに、 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、 f_c = コンクリートの圧縮強度、 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、とする。

- せん断耐力 V_y は、 $V_y = V_c + V_s$ にて算定することで、これを修正トラス理論という。
- コンクリートによる寄与分 V_c は、コンクリート圧縮強度から得られるせん断強度で算定され、せん断補強筋は多少関係するが、引張鉄筋の鉄筋量は、関係しない。
- せん断補強筋による寄与分 V_s は、 $V_s = \frac{A_w f_{wy} s}{z}$ で算定される。
- せん断補強筋による寄与分 V_s は、 $V_s = \frac{A_w f_{wy} z}{s}$ で算定される。
- V_s と V_c の単位は、 N (kN , MN など)、 f_{wy} と f_c の単位は、 N/mm^2 である。

解答群:

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

解答

紅白の教科書の、第6章せん断解析(特に、p.117~)を熟読すること。

- 正しい**: 修正トラス理論の定義であり、簡便な設計手法として、多くの設計手法に採用されている。
- 誤り**: コンクリート寄与分 V_c は、通例実験式を用い、コンクリート強度が最も関係する。引張鉄筋もせん断耐力に多少寄与し、 V_c に加算される(現行示方書では、係数 p として算定される)。せん断補強筋は、もちろんせん断耐力に直接関係するが、 V_s に算入され、これが次のc.とd.の問題となっている。 V_s に関する標準仕方書の算定式は、
$$V_s = \frac{A_w f_{wy} z}{s}$$

によって、与えられ、以下の2問のうち選択肢dが正しい。 V_s は、せん断高さ z に比例して、配筋間隔 s に反比例することからも、正解を選別できる。

- 誤り**:
- 正しい**:
- 正しい**: SI単位であらわすと、耐力 = N (kN , MN など)であり、強度 / 応力 = N/mm^2 (kN/cm^2 , MN/m^2 でもよい)となる。

問題(解答番号10)

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、間違っているのの組み合わせはどれか。

- a. コンクリート構造物のせん断問題としては、梁/柱部材のせん断耐力、スラブの押し抜きせん断、壁部材(耐震壁)の面内せん断、などがある。また、ねじりモーメントを受ける部材の設計も梁のせん断解析に酷似する。
- b. 一般に、梁部材や柱部材には、軸力、曲げモーメント、せん断力が作用する。せん断スパン(支点と載荷位置の距離)が大きいほど、せん断破壊しやすい。
- c. せん断力を受ける部材(梁または柱)は、腹部中央において、45度方向の主応力が生じ、このうち圧縮主応力を腹鉄筋(スターラップ、または折り曲げ鉄筋)が代替する。
- d. 現行の土木学会コンクリート標準示方書では、終局限界の照査については、修正トラス理論によってせん断耐力を算定している。許容応力設計法の場合も、トラス理論によって作用応力を算定している。
- e. これまでの大地震で、柱部材(橋脚など)が、基部にせん断破壊を生じ、大きな損傷を受けたことがあった。

解答群:

a c d b e c d a d b c

解答

紅白の教科書の、第6章せん断解析(特に、p.117~)を熟読すること。

- a. **正しい**: グレーの教科書では、梁/柱部材のせん断耐力 = 6章、スラブの押し抜きせん断 = 8章、壁部材(耐震壁)の面内せん断 = 9章、ねじり問題 = 7章にて取り扱っている。参照されたい。
- b. **誤り**: せん断スパン(支点と載荷位置の距離)が小さいほど、曲げモーメント比べてせん断力の比率が大きくなり、せん断破壊しやすい。(教科書第6章:p.123~124を復習すること)
- c. **誤り**: 45度方向の主引張応力が生じ、これにより斜めひび割れが生じ、この引張応力を腹鉄筋(スターラップ、または折り曲げ鉄筋)が代替する。コンクリートの圧縮主応力は、そのまま、圧縮ストラットになる。
- d. **正しい**: 現行示方書では、終局耐力、許容応力度の算定ともに、修正トラス理論を用いていることになる。前者(終局耐力)では、材料強度を用いるのに対して、後者は、許容応力度を用いることになる。(許容応力度設計法は、紅白の教科書第7章:とくにp.138~参照)
- e. **正しい**: 1995年に発生した阪神淡路大震災では、橋脚(鉄道橋、道路橋ともに)およびラーメン橋にせん断破壊を生じ、甚大な被害を被った。

問題(解答番号9)

通常の普通コンクリートを対象にする場合、下記のブリーディングに関する記述のうち、不適当なものはどれか。

- a. コンクリートの温度が高くなると、ブリーディング量が多くなる。
- b. セメントの比表面積が大きいほど、ブリーディング量は減少する。
- c. 一般に単位水量が多いと、ブリーディングしやすくなる。
- d. ブリーディング量の多少にかかわらず、沈下ひび割れが発生する危険性は変わらない。

解答群:

- a b c d すべて不適當

解答

- a. **正しい**: 温度が高くなると凝結時間が短くなるため、ブリーディングの発生する時間も短くなる。そのため、ブリーディング量は減少する。
- b. **正しい**: コンクリートの比表面積が大きいと、セメントと水の接触面積が大きくなる。そのため、セメント粒子周囲に拘束される水量が増し、ブリーディングは小さくなる。
- c. **正しい**: 単位水量が多いと、コンクリートの粘性が小さくなるため、コンクリート中の水分移動が容易になり、ブリーディング量が増加する。
- d. **誤り**: ブリーディングは、コンクリート中の水分が表面に析出する現象である。そのため、ブリーディングが多いほど、コンクリートの沈下量も増加する。このとき、型枠や鉄筋により沈下が拘束されると、沈下ひび割れが生じやすくなる。つまり、ひび割れの危険性が高くなる。

問題(解答番号10)

コンクリートの耐久性に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

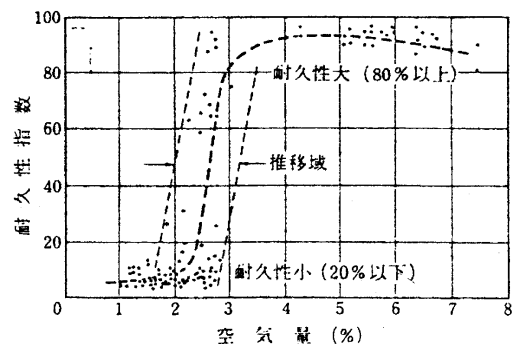
- a. コンクリート中の鉄筋は、常時波しぶきを受ける部分より、常時海水中ひある部分の方が腐食しにくい。
- b. コンクリートの中性化は、炭酸ガス濃度が高いほど、進行が速くなる。
- c. コンクリートのアルカリ骨材反応によるひび割れは、水分が供給されやすい部分に発生しやすい。
- d. コンクリートの耐凍害性は、適量のエントレインドエアにより格段に向上する。

解答群:

- a b c d 不適当なものは無い

解答

- a. **誤り**: 常時海水中にある場合より、常時波しぶきを受ける場合の方が、鉄筋は腐食しやすい。したがって、土木学会示方書では、水セメント比の最大値は常時波しぶきを受ける場合の方が5%小さく規定している。
- b. **正しい**: コンクリートの中性化とは、コンクリート中の水酸化カルシウムと空気中の炭酸ガス(二酸化水素)の反応により、コンクリートのpHが小さくなることをいう。この場合、pHは7までは小さくならない。したがって、空気中の炭酸ガス濃度が高ければ、コンクリートは早く中性化する。
- c. **正しい**: アルカリ骨材反応により生じた生成物は、吸水することにより膨張する。この膨張圧によりコンクリートがひび割れることになるため、常に水分の供給がある部分にひび割れが発生しやすくなる。
- d. **正しい**: 右図に示すように、3~6%の空気量で対凍害性は飛躍的に改善される。



問題(解答番号10)

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、間違っているのの組み合わせはどれか。

- a. 現行の土木学会コンクリート標準示方書では、終局限界の照査については、修正トラス理論によってせん断耐力を算定している。許容応力設計法の場合も、トラス理論によって作用応力を算定している。
- b. せん断力を受ける部材(梁または柱)は、腹部中央において、45度方向の主応力が生じ、このうち圧縮主応力を腹鉄筋(スターラップ、または折り曲げ鉄筋)が代替する。
- c. コンクリート構造物のせん断問題としては、梁/柱部材のせん断耐力、スラブの押し抜きせん断、壁部材(耐震壁)の面内せん断、などがある。また、ねじりモーメントを受ける部材の設計も梁のせん断解析に酷似する。
- d. これまでの大地震で、柱部材(橋脚など)が、基部にせん断破壊を生じ、大きな損傷を受けたことがあった。
- e. 一般に、梁部材や柱部材には、軸力、曲げモーメント、せん断力が作用する。せん断スパン(支点と載荷位置の距離)が大きいほど、せん断破壊しやすい。

解答群:

a c d b e c e d e b c

解答

紅白の教科書の、第6章せん断解析(特に、p.117~)を熟読すること。

- a. **正しい**: 現行示方書では、終局耐力、許容応力度の算定ともに、修正トラス理論を用いていることになる。前者(終局耐力)では、材料強度を用いるの対して、後者は、許容応力度を用いることになる。(許容応力度設計法は、紅白の教科書第7章:とくにp.138~参照)
- b. **誤り**: 45度方向の主引張応力が生じ、これにより斜めひび割れが生じ、この引張応力を腹鉄筋(スターラップ、または折り曲げ鉄筋)が代替する。コンクリートの圧縮主応力は、そのまま、圧縮ストラットになる。
- c. **正しい**: グレーの教科書では、梁/柱部材のせん断耐力 = 6章、スラブの押し抜きせん断 = 8章、壁部材(耐震壁)の面内せん断 = 9章、ねじり問題 = 7章にて取り扱っている。参照されたい。
- d. **正しい**: 1995年に発生した阪神淡路大震災では、橋脚(鉄道橋、道路橋ともに)およびラーメン橋にせん断破壊を生じ、甚大な被害を被った。
- e. **誤り**: せん断スパン(支点と載荷位置の距離)が小さいほど、曲げモーメント比べてせん断力の比率が大きくなり、せん断破壊しやすい。(教科書第6章:p.123~124を復習すること)

問題(解答番号11)

コンクリートの耐久性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。

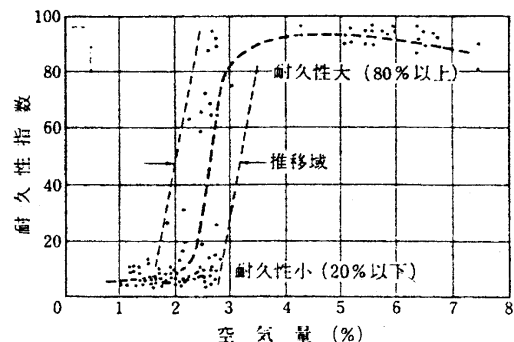
- a. コンクリートの中性化は、外界の炭酸ガス濃度に関係なく、その進行速度は一定である。
- b. コンクリートのアルカリ骨材反応によるひび割れは、水分が供給されやすい部分に発生しやすい。
- c. コンクリート中の鉄筋は、常時波しぶきを受ける部分より、常時海水中にある部分の方が腐食しやすい。
- d. コンクリートの耐凍害性は、適量のエントレインドエアにより格段に向上する。

解答群:

a	b	c	d
正	正	正	正
誤	正	正	誤
誤	誤	誤	誤
誤	正	誤	正
正	誤	誤	正

解答

- a. **誤り**: コンクリートの中性化とは、コンクリート中の水酸化カルシウムと空気中の炭酸ガス(二酸化水素)の反応により、コンクリートのpHが小さくなることをいう。この場合、pHは7までは小さくならない。したがって、空気中の炭酸ガス濃度が高ければ、コンクリートは早く中性化する。
- b. **正しい**: アルカリ骨材反応により生じた生成物は、吸水することにより膨張する。この膨張圧によりコンクリートがひび割れることになるため、常に水分の供給がある部分にひび割れが発生しやすくなる。
- c. **誤り**: 常時海水中にある場合より、常時波しぶきを受ける場合の方が、鉄筋は腐食しやすい。したがって、土木学会示方書では、水セメント比の最大値は常時波しぶきを受ける場合の方が5%小さく規定している。
- d. **正しい**: 右図に示すように、3~6%の空気量で対凍害性は飛躍的に改善される。



問題(解答番号10)

鉄筋コンクリートの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 ~ の中から選択せよ。

- a. 使用限界状態での照査は、崩壊時における使用性(鉄筋コンクリートの場合、ひび割れ、変形など)をチェックするもので、英語で serviceability limit state という。
- b. 使用限界状態では、使用状態でのひび割れ幅が、許容ひび割れ幅より小さくなること、使用状態での変形量(たわみ量など)が、許容たわみ量より小さくなることによって照査される。
- c. 使用限界状態でのひび割れ照査に対して、次のことが言える。
・許容ひび割れ幅: かぶり厚さが小さいほど、環境条件が厳しいほど、許容ひび割れ幅は小さくなる。
・使用状態でのひび割れ幅: 鉄筋応力が大きいほど、異型鉄筋より丸鋼を用いた方が、ひび割れ幅は大きくなる。
- d. 使用荷重状態では、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、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次モーメントより大きい。
- e. ひび割れは、局所的なコンクリートの引張破壊であるが、埋設してある鉄筋によって、急激な破壊と過度なひび割れ開口が制御される。このとき、コンクリートと鉄筋の付着(bond)が重要であり、付着が良好なほど、ひび割れ本数は多く(ひび割れ間隔は小さく)、1本のひび割れ幅は小さくなる。

解答覧:

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

解答

- a. **間違っている:**
崩壊時における使用性ではなく、使用荷重時における使用性を照査する。
- b. **正しい:**
使用限界で照査は、
使用状態でのひび割れ幅 < 許容ひび割れ幅
使用状態でのたわみ量 < 許容たわみ量
- c. **正しい:**
許容ひび割れ幅: 許容される限界のひび割れ幅(p.152, 表8-2)
使用状態でのひび割れ幅: 断面力(曲げモーメントなど)によって生じる実際のひび割れ(p.153~, 式(8.8))
- d. **間違っている:**
3つの断面2次モーメントの大小関係は、
全断面有効時の断面2次モーメント > 使用荷重状態での断面2次モーメント > RC断面の断面2次モーメント
- e. **正しい:**
付着良好な場合 ひび割れ本数: 多(ひび割れ間隔: 小), ひび割れ幅: 小
付着不良な場合 ひび割れ本数: 少(ひび割れ間隔: 大), ひび割れ幅: 大

問題(解答番号11)

ひび割れを生じている鉄筋コンクリート断面の換算断面2次モーメント I_e は、次式によって計算できる(コンクリート標準示方書)。

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3 I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3\right) I_{cr}$$

ここで、 I_g : 全断面時の断面二次モーメント、 I_{cr} : RC断面の断面二次モーメント

M_{cr} : ひび割れ発生時の曲げモーメント、 M : 作用曲げモーメント

このとき、次の記述のうち、正しい正誤の組合せを解答覧 ~ の中から選択せよ。

- a. この式の換算断面2次モーメント I_e によって、ひび割れを生じている梁柱部材の変形(たわみ)を算定することができる。
- b. この式によって、梁柱部材の終局時までの変形(たわみ量)を検討することができる。
- c. 長方形断面(高さ h 、幅 b)の場合、 $I_{cr} = bh^3 / 12$ で計算できる。
- d. 換算断面2次モーメント I_e は、作用曲げモーメント M の大きさによって、次のような両極端をとる。
 $M = M_{cr}$ $I_e = I_g$, $M =$ $I_e = I_{cr}$
- e. 計算の一例として、 $M = 1.1 * M_{cr}$ のとき、 $I_e = 0.59 * I_g + 0.85 * I_{cr}$ となる。

解答覧:

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| a. | b. x | c. x | d. | e. x |
| a. x | b. x | c. | d. | e. |
| a. | b. | c. x | d. x | e. x |
| a. x | b. | c. x | d. | e. |
| a. x | b. | c. | d. x | e. |

解答

- a. 正しい:
 I_e = ひび割れを生じている断面の換算断面2次モーメント。ただし、使用荷重状態に限る。
- b. 誤り:
使用状態のみで、終局時までの変形(たわみ量)は計算できない。
- c. 誤り:
全断面有効時の長方形断面の場合、 $I_g = bh^3 / 12$ となる。
応用力学で学習しているはず。
- d. 正しい:
換算断面2次モーメント I_e は、このように I_g と I_{cr} の両極端をとり、 $I_g < I_e < I_{cr}$ となる。
- e. 誤り:
上式を用いると、 $M = 1.1M_{cr}$ のとき、 $I_e = 0.75 * I_g + 0.25 * I_{cr}$ となる。
右辺の2つの係数を足すと、常に1とならなければならない。

問題(解答番号10)

材料の疲労特性を表すS-N線図は、一般に、縦軸に応力パラメータ(設計では疲労強度となる)、横軸に疲労寿命をとり、右下がりの図となる。コンクリートの疲労強度(通例、圧縮強度)の算定式に多用されるGoodman型のS-N線図は、次式で表される。

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

次の記述のうち、間違っているものを解答覧 ~ の中から選択せよ。

- a. 上式の場合、縦軸を応力振幅 σ_r を普通スケール、横軸の疲労寿命Nをlogスケールとすると、グラフ上で放物線(2次曲線)となる。
- b. 応力振幅 σ_r が一定のとき、下限応力 σ_{\min} が小さいほど疲労寿命Nが大きくなる(長寿命となる)。
- c. 最大応力($\sigma_r + \sigma_{\min}$)が一定の場合、下限応力 σ_{\min} が大きいほど疲労寿命Nが大きくなる(長寿命となる)。
- d. 係数Kは、材料定数で、水中コンクリート/軽量コンクリート:K=17、一般コンクリート:K=10、となる。

解答覧:

- a. b. c. d. すべて、正しい。

解答

- a. 間違い:
縦軸を応力振幅 σ_r を普通スケール、横軸の疲労寿命Nをlogスケール。直線式となる。
Semi-log式。
- b. 正しい:
応力振幅 $\sigma_r =$ 一定: 下限応力 σ_{\min} が小さいほど、疲労寿命Nが大きくなる(長寿命となる)。
- c. 正しい:
最大応力($\sigma_r + \sigma_{\min}$) = 一定: 下限応力 σ_{\min} が大きいほど、疲労寿命Nが大きくなる。
- d. 正しい:
係数Kは、材料定数で、水中コンクリート/軽量コンクリート:K=17、一般コンクリート:K=10、となる。

問題(解答番号11)

前問のコンクリートの疲労強度式(Goodman型のS-N線式)を用いて,応力振幅を求めよ.
ただし,下限応力を,コンクリート強度(=30 N/mm²)の20%,疲労寿命をN=1*10⁶回(百万回)とし,
定数をK=17(一般のコンクリート)とする.

最も近いものを解答覧 ~ の中から選択せよ.

解答群:

- = 5 N/mm²
- = 10 N/mm²
- = 15 N/mm²
- = 20 N/mm²
- = 25 N/mm²

解答

与えられたGoodman型のS-N線図に対して,下限応力 $\sigma_{\min}/f_k=0.2$, 疲労寿命Nは, $N = 1 \times 10^6$ 回
から,

$$\frac{\sigma_r}{f_k} = \left(1 - \frac{\log N}{K}\right) \left(1 - \frac{\sigma_{\min}}{f_k}\right) = \left(1 - \frac{6}{17}\right) (1 - 0.2) = 0.517$$

$$\text{応力振幅} = f_k \times 0.517 = 30 \times 0.517 = 15.5 \text{ N/mm}^2$$

問題(解答番号9)

各種コンクリートの特徴に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- a. 短い鋼繊維(0.6×30mm程度)を容積比で1～2%混入した鋼繊維補強コンクリートは、通常のコンクリートに比べ、引張特性より圧縮特性が著しく改善される。
- b. コンクリート製品によく用いられる蒸気養生に関して、蒸気養生を行ったコンクリートは、標準水中養生を行ったコンクリートよりも長期強度が小さい。
- c. プレストレストコンクリートに関して、コンクリートに導入されるプレストレスは、コンクリートのクリープや乾燥収縮、PC鋼材のリラクセーションなどにより、初期の値より低下する。
- d. マスコンクリートの表面に発生する温度ひび割れは、鉄筋を多量に配置することによって防止することができる。

解答群:

a, b b, c a, d b, d a, c

解答

- a. **誤り**:コンクリートの引張に弱いという弱点を改善するために、鋼繊維等の短繊維が混入される。したがって、鋼繊維を混入することにより、引張側の特性が著しく改善される。
- b. **正しい**:蒸気養生は硬化初期にコンクリートを強制加熱するため、若材齢での強度発現は標準水中養生のものより高くなるが、それ以降の強度発現が抑制されるため、長期材齢では、標準水中養生を行ったコンクリートの方が強度が高くなる。
- c. **正しい**:PC鋼材のリラクセーション、コンクリートのクリープ・乾燥収縮など時間の経過によって、導入されたプレストレスは減少する。
- d. **誤り**:鉄筋の配置は、温度ひび割れ幅を制御することを目的としたものである。施工性などが確保できる範囲で、できるだけ細径の鉄筋を分散して配置するよう配筋を計画する必要がある。

問題(解答番号10)

コンクリートの施工に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- a. コールドジョイントは、打込み時の気温が高いときに生じやすい。
- b. JISには、一般に、レディーミクストコンクリートは、練混ぜを開始してから2.0時間以内に荷卸しができるように運搬しなければならないと定められている。
- c. 型枠に作用するコンクリートの側圧は、1回の打込み高さが大きいほど、小さくなる。
- d. 鉄筋を曲げ加工するときは、加熱しながら行うのが原則である。

解答群：

- a b c d すべて誤りである

解答

- a. **正しい**: 気温が高いと、コンクリートの凝結が早まるだけでなく、表面からの水分蒸発により表層部分が凝固しやすくなるため、コールドジョイントが発生しやすくなる。
- b. **誤り**: JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)には、一般に1.5時間以内に荷卸しできるように運搬しなければならないと定められている。
- c. **誤り**: 1回の打込み高さが大きいほど、側圧は高くなる。
- d. **誤り**: 鉄筋は加熱すると材質が害されることがあるので、曲げ加工は常温で行うのが原則とされている。

問題(解答番号9)

ひび割れを生じている鉄筋コンクリート断面の換算断面2次モーメント I_e は、次式によって計算できる(コンクリート標準示方書)。

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3 I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M}\right)^3\right) I_{cr}$$

ここで、 I_g : 全断面時の断面二次モーメント、 I_{cr} : RC断面の断面二次モーメント

M_{cr} : ひび割れ発生時の曲げモーメント、 M : 作用曲げモーメント

このとき、次の記述のうち、正しい正誤の組合せを解答覧 ~ の中から選択せよ。

- a. 換算断面2次モーメント I_e は、作用曲げモーメント M の大きさによって、次のような両極端をとる。
 $M=M_{cr}$ $I_e = I_g$, $M=$ $I_e = I_{cr}$
- b. この式によって、梁柱部材の終局時までの変形(たわみ量)を検討することができる。
- c. 計算の一例として、 $M=1.1 * M_{cr}$ のとき、 $I_e = 0.59 * I_g + 0.85 * I_{cr}$ となる。
- d. 長方形断面(高さ h , 幅 b)の場合、 $I_{cr} = bh^3 / 12$ で計算できる。
- e. この式の換算断面2次モーメント I_e によって、ひび割れを生じている梁柱部材の変形(たわみ)を算定することができる。

解答覧:

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| a. | b. x | c. x | d. | e. x |
| a. x | b. x | c. | d. | e. |
| a. | b. | c. x | d. x | e. x |
| a. | b. x | c. x | d. x | e. |
| a. x | b. | c. | d. x | e. |

解答

- a. 正しい:
換算断面2次モーメント I_e は、このように I_g と I_{cr} の両極端をとり、 $I_g < I_e < I_{cr}$ となる。
- b. 誤り:
使用状態のみで、終局時までの変形(たわみ量)は計算できない。
- c. 誤り:
上式を用いると、 $M=1.1M_{cr}$ のとき、 $I_e = 0.75 * I_g + 0.25 * I_{cr}$ となる。
右辺の2つの係数を足すと、常に1とならなければならない。
- d. 誤り:
全断面有効時の長方形断面の場合、 $I_g = bh^3 / 12$ となる。
応用力学で学習しているはず。
- e. 正しい:
 I_e = ひび割れを生じている断面の換算断面2次モーメント。ただし、使用荷重状態に限る。

問題(解答番号10)

各種コンクリートの特徴に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- a. コンクリート製品によく用いられる蒸気養生に関して、蒸気養生を行ったコンクリートは、標準水中養生を行ったコンクリートよりも長期強度が大きい。
- b. マスコンクリートの表面に発生する温度ひび割れは、鉄筋を多量に配置することによって防止することができる。
- c. 短い鋼繊維(0.6 × 30mm程度)を容積比で1～2%混入した鋼繊維補強コンクリートは、通常のコンクリートに比べ、引張特性が著しく改善される。
- d. プレストレストコンクリートに関して、コンクリートに導入されるプレストレスは、初期値より変化することはない。

解答群:

- a b c d すべて誤り

解答

- a. **誤り**: 蒸気養生は硬化初期にコンクリートを強制加熱するため、若材齢での強度発現は標準水中養生のものより高くなるが、それ以降の強度発現が抑制されるため、長期材齢では、標準水中養生を行ったコンクリートの方が強度が高くなる。
- b. **誤り**: 鉄筋の配置は、温度ひび割れ幅を制御することを目的としたものである。施工性などが確保できる範囲で、できるだけ細径の鉄筋を分散して配置するよう配筋を計画する必要がある。
- c. **正しい**: コンクリートの引張に弱いという弱点を改善するために、鋼繊維等の短繊維が混入される。したがって、鋼繊維を混入することにより、引張側の特性が著しく改善される。
- d. **誤り**: PC鋼材のリラクセーション、コンクリートのクリープ・乾燥収縮など時間の経過によって、導入されたプレストレスは減少する。