

## 問題14(8.鉄筋コンクリートの特徴)

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材料である。
- b.鉄筋コンクリートに曲げモーメントを与えると、コンクリートにひび割れを生じる。このときコンクリート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ことができる。
- c.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。
- d.鉄筋コンクリートは、はり、柱、スラブ、壁、ラーメンなど、多くの構造形式に適用が可能である。
- e.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。

## 解答群

- a. b、      b. c、      c. d、      d. e.,      a. e.

## 問題14(8.鉄筋コンクリートの特徴)の解説と正答:

ヒント:鉄筋コンクリートの基本的な特徴をまとめたもの。

- a.正しい:鉄筋コンクリートの基本中の基本
- b.誤まり:鉄筋の配置により,ひび割れの発生を防ぐことができる. 発生を防ぐことはできない(鉄筋は,ひび割れ発生後の,ひび割れ開口を制御する).
- c.誤まり:重量が軽いこと. 例えば,鋼構造に比べて,自重は増加する.
- d.正しい:土木、建築、海洋構造物など適用範囲は広い。
- e.正しい:鉄筋に対する「かぶり」の3つの役割:防火耐火、座屈回避、腐食防止

正解: b. c

## 問題14(9.コンクリートと鉄筋の材料力学)

断面が $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 、長さ $100\text{cm}$ の無筋コンクリート柱に、 $400\text{kN}$ の圧縮力を作  
用させた。このときの応力と変形量(縮み量)を求めよ。コンクリートのヤング係数  
を $25\text{ kN/mm}^2$ 、圧縮強度を $28\text{ N/mm}^2$ とする。

### 解答群

応力 =  $10\text{ N/mm}^2$ 、変形 =  $0.4\text{ mm}$

応力 =  $10\text{ N/mm}^2$ 、変形 =  $0.04\text{ mm}$

応力 =  $100\text{ N/mm}^2$ 、変形 =  $0.4\text{ mm}$

応力 =  $100\text{ N/mm}^2$ 、変形 =  $0.04\text{ mm}$

応力 =  $100\text{ N/mm}^2$ 、変形 =  $0.25\text{ mm}$

問題14(9.コンクリートと鉄筋の材料力学)の解説と正答:

$$\cdot \text{応力} = \text{荷重/断面積} = \frac{400kN}{20 \times 20cm^2} = 1kN/cm^2 = 10N/mm^2$$

注:弾性解析であるので,圧縮強度  $28N/mm^2$  は、直接必要としない。

$$\cdot \text{変形量} = \text{ひずみ} \times \text{全体の長さ}$$

$$= l = \frac{\sigma}{E_c} l = \frac{10N/mm^2}{25 \times 10^3 N/mm^2} \times 1000mm = 0.4mm \quad (\text{縮み量})$$

正解:

## 問題14(10. 鉄筋コンクリートの設計) :

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、設計断面力が設計断面耐力より小さい場合、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に設定されている限界状態として、終局限界、機能限界、耐久限界の3つの限界状態を規定している。
- e. 使用限界では、部材の断面破壊(曲げ破壊など)、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を考え、また、疲労限界では、繰り返しによる疲労破壊を想定する

解答群:

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

ヒント: 文中の「大きい」、「小さい」ということに注意せよ。現行のコンクリート標準示方書に記述されている、照査法と限界状態をセットで整理するとよい。

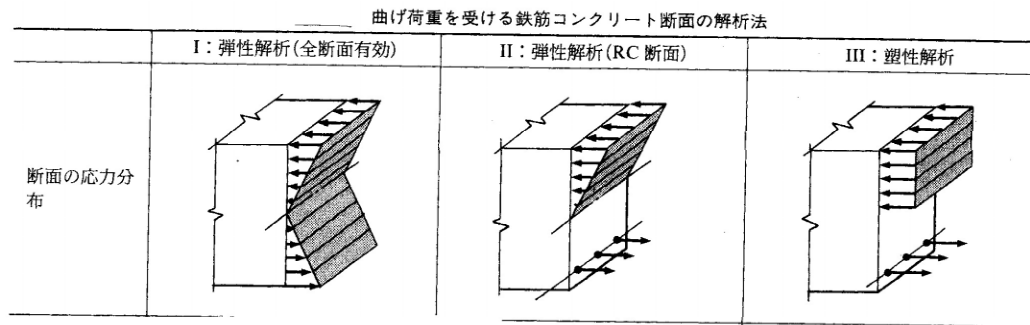
## 問題14(10.鉄筋コンクリートの設計)の正答および解説

正解      b. c.

- 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:設計断面耐力および設計断面力の意味と定義を再度整理する.
- c. 正しい:設計断面力 < 設計断面耐力のとき, 設計照査される.
- d. 誤り:機能限界    使用限界, 耐久限界    疲労限界.
- e. 誤り:使用限界状態(service limit state):通常の使用または耐久性に関する限界状態で、例えば、使用荷重時における、ひび割れによる変形、耐久性、機密性など。

# 問題14(11.曲げモーメントを受ける部材):

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)の仮定を示したものである。この図の記述について、間違っているもの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:塑性解析(終局耐力の算定)は、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応力ブロックを用い、鉄筋については、under-reinforcementの場合、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(軸力と曲げモーメントを受ける部材)においても、基本的に、この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      b      c      d      すべて正しい

ヒント:これら3断面は、いずれも正の曲げモーメントを受ける場合であり、図の上側が圧縮域、下側が引張域となっている。各断面が、変形過程のどこを表しているかを考えると理解しやすい。

## 問題14( 11.曲げモーメントを受ける部材)の正答および解説

正解      c

- a. 正しい: 全断面有効の場合, 鉄筋を考えなくても, 大きな違いはないと考えてもよい. 引張鉄筋は, ひび割れ発生(コンクリートの引張破壊)以降, とくに効果を発揮する.
- b. 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, 古くから用いられているRC断面の基本理論である.
- c. 誤り: 塑性解析による終局耐力の算定に際しては, 断面がunder-reinforcementの場合, 引張鉄筋は降伏状態を考える.
- d. 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14(12.軸力と曲げを受ける部材):

鉄筋コンクリート橋脚の設計に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- a. 橋脚に配筋する鉄筋は、設計上、曲げモーメントによって主鉄筋(軸方向筋)がきまり、帯鉄筋(または、らせん鉄筋)はせん断補強筋として機能する。帯鉄筋またはらせん鉄筋は、また、圧縮荷重下にあるコンクリートの拘束効果を確保するために重要である。
- b. 橋脚は、上方からの積載荷重を下方または地盤に伝える役目を持ち、主として圧縮荷重を受け、これが偏心軸圧縮荷重として作用することが多い。
- c. 偏心軸圧縮荷重により、橋脚本体には、軸圧縮力、曲げモーメント、せん断力が生じる。
- d. 地震荷重(水平荷重)が作用した場合、基部には曲げモーメントとせん断力が作用し、耐震設計上、曲げ破壊が先行するように配慮する必要がある。

ヒント:鉄筋コンクリート橋脚は、上載荷重(交通荷重、桁の重量、橋脚の自重)が偏心軸圧縮荷重として作用し、地震荷重(偶発荷重の1つ)は、水平荷重として作用する。

解答群:

a

b

c

d

間違っているものはない

## 問題14( 12.軸力と曲げを受ける部材)の正答および解説

正解は, c

- a. 正しい:主鉄筋(軸方向筋):曲げモーメントに抵抗. 帯鉄筋:せん断補強筋および圧縮コンクリートの拘束効果の確保.
- b. 正しい:柱の役割 上方からの積載荷重を下方または地盤に伝える. 橋脚の場合:偏心軸圧縮荷重として作用することが多い.
- c. 間違っている:偏心軸圧縮荷重により,橋脚には,軸圧縮力,曲げモーメントが生じる.せん断力は生じない.
- d. 正しい:耐震設計では,曲げモーメントとせん断力が作用する場合,靱性確保の立場から曲げ破壊の先行が絶対必要(せん断破壊は,生じてはいけない).

問題14(13.せん断力を受ける部材):

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、間違っているものを解答群から選べ。

- a. 通例、梁部材は、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. 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、通例、スターラップの引張降伏により、断面の終局状態と考える。
- c. 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  
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  $V_{cd}$  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。
- 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が、この場合、曲げ破壊が先行するように配慮されなければならない。

解答群:

- a.            b.            c.            d.            間違っているものはない。

## 問題14( 13.せん断力を受ける部材)の正答および解説

正解: c.

- a. 正解:  
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. 全記述とも正しい:  
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.
- c. 間違っている: .  
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、前者の $V_{cd}$ にて勘案(考慮)される。
- d. 全記述とも正しい:  
鉄筋コンクリート橋脚は、破壊モードとして曲げ破壊になるように設計されなければならない。

## 問題14(14.耐震解析と耐震設計):

耐震解析に用いる1質点系モデルの動特性は,固有周期 $T$ によって表され,これは,下式によって定義される.(ただし, $m$  = 質量, $k$  = 剛性(ばね定数))

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

次の記述のうち,正しいものの組み合わせはどれか.

- 固有周期 $T$ は,質点が1周期の運動に要する時間で,その逆数が固有振動数(1秒間に何回振動するか)である.土木構造物の固有周期は,通例, $T = 2 \sim 5$ 秒程度である.
- ばねが硬く,質量が小さい場合,その系は,速く(小刻み)に揺れようとし,これは,固有周期 $T$ が小さく,高振動数となる.一方,剛性が小さく,質量が大きい場合,この逆となる.
- 部材の質点の質量 $m$ を2倍にすると,固有周期 $T$ は, $\sqrt{2}$ 倍となる(長周期となる).
- 部材の断面剛性(曲げ剛性 $EI$ )を全高さにわたり2倍にすると,固有周期 $T$ は, $\sqrt{2}$ 倍となる(長周期となる).

解答群:

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

## 問題14( 14.耐震解析と耐震設計)の正答および解説

正解:

- a. 誤り:固有周期と固有振動数の定義は正しい.ただし、土木構造物の固有周期は、 $T = 0.5 \sim 2$ 秒程度である.
- b. 正しい:固有周期の式から、判断できる.  
ばねが硬く( $k$ 大)、質量が小さい( $m$ 小) 短周期、高振動数.
- c. 正しい:質量 $m = 2$ 倍 固有周期 $T = \sqrt{2}$ 倍となる(長周期となる)
- d. 誤り: $k = 2$ 倍  $T = \frac{1}{\sqrt{2}}$ となる.すなわち、上記、問b.のように、剛性を増加させると、短周期側になる.

## 問題14(耐震設計):

鉄筋コンクリート橋脚の耐震設計法に関する次の記述のうち,間違っているものはどれか.

- a. 単柱形式の橋脚は片持ち梁形式,門型橋脚の場合はラーメン形式となる.単柱橋脚の場合,地震時には,頂部に慣性力として交番水平力が作用し,このため,橋脚基部には,大きな曲げモーメントとせん断力が繰返し生じる.
- b. 強震時における橋脚の破壊形式は,曲げ破壊とせん断破壊に大別される.また,中間的な曲げ降伏後のせん断破壊となることも少なくない.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.
- c. せん断破壊の回避には,横補強筋(帯鉄筋またはらせん鉄筋)の適切な配筋が重要となる.この横補強筋は,コアコンクリートを拘束・保持する役目もある.このため,その継ぎ手やフックに対する細部にわたる配慮が不可欠で,耐震構造細目として,示方書に明記されている.
- d. 土木学会コンクリート標準示方書(耐震設計編)では,3つの耐震性能(耐震性能Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ),および2つの地震動(レベル1地震動、レベル2地震動)が規定されている.

解答群:

- a.            b.            c.            d.            すべて正しい

## 問題14(耐震設計)の正答および解説

正解:

- a. 正しい: 単柱形式/門型橋脚ともに, 地震時には, 頂部に慣性力として交番水平力が作用し, 橋脚基部には, 大きな曲げモーメントとせん断力が生じる.
- b. 正しい: 橋脚の破壊形式: 曲げ破壊, 曲げ降伏後のせん断破, せん断破壊に大別される. 靱性確保のため, せん断破壊を回避することが不可欠(靱性設計).
- c. 正しい: 横補強筋(帯鉄筋またはらせん鉄筋)は, せん断補強筋とコアコンクリートを拘束・保持する2つの機能.
- d. 正しい: 土木学会コンクリート標準示方書: 性能照査型. 道路橋示方書( : 耐震設計編): 地震時保有水平耐力法として, タイプ とタイプ の設計水平地震動が設定されている.