

鉄道設計技士試験

2022年度

専門試験Ⅱ（鉄道土木）問題

公益財団法人鉄道総合技術研究所
鉄道技術推進センター
鉄道設計技士試験事務局

無断転載を禁じます

【記述式】

以下の4問の中から3問を選択し、解答用紙の問題番号を○で囲み、その欄に解答しなさい。

問1

次の文章は、分岐器について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。

- (1) 分岐器類は、一般にポイント、リード、クロッシングおよびガードから構成されている。クロッシングは軌間線が交差する部分をいい、固定クロッシング、(①)、乗越クロッシングに大別される。固定クロッシング部分を列車が通過する際には、車輪内面がガードレールあるいはクロッシングのウイングレールに接触し、線路直角方向の作用力が発生する。この作用力を(②)と呼ぶ。
- (2) 分岐器を正確に組み立てるには、基本レール、リードレールおよび主レールの曲げ加工を行う必要がある。図1はリードレールの曲げ方において、弦を8等分した場合の正矢 (V_1, V_2, V_3, V_4) [mm]であり、次式で算出される。

$$V_1 = \frac{1}{8} \times (③)$$

なお、 $R \gg V_1$ とし、三平方の定理より、 $R^2 = (R - V_1)^2 + \left(\frac{\ell}{2}\right)^2$ が成立つものとする。

ここに、

R : 曲線半径 [m]

ℓ : 弦長 [m]

とする。

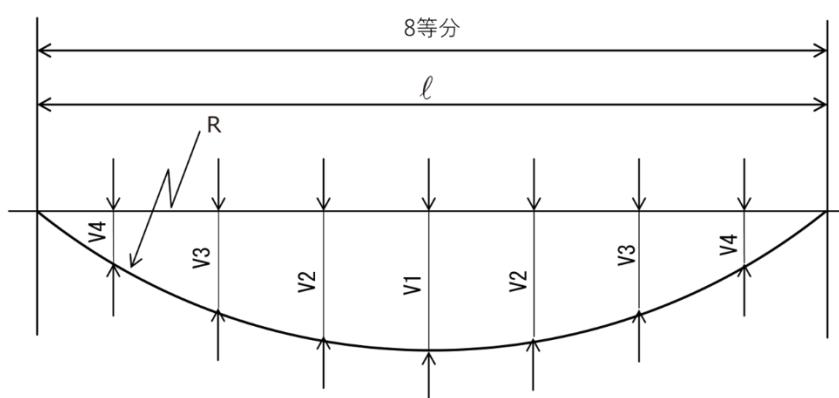


図1 リードレールの曲げ方

(次ページにつづく)

図2は、50N片開き分岐器（入射角なし曲線トングレール、関節ポイントを用いる場合）の設計条件図である。なお、曲線半径 $R=165.328$ [m]、クロッシング角 $\theta=7^{\circ}09'$ 、軌間 $G=1.435$ [m]、 $L_0=21.769$ [m]、 $\ell_1=15.000$ [m]、 $\ell_2=10.000$ [m]、 $M=1.2$ [m]、 $N=2.25$ [m]、 $\tan\theta=0.12544$ 、 $\sin\theta=0.12447$ 、 $\cos\theta=0.99222$ 、 $\frac{\sin\theta}{2}=0.06236$ 、 $\frac{\cos\theta}{2}=0.99805$ 、 $\frac{\cot\theta}{2}=16.00599$ とし、以下、(3)、(4)に適用するものとする。

著作権の都合上、省略

図2 50N片開き分岐器の設計条件図

- (3) 図3に示すトングレール先端は、トングレール頭部幅が薄くなることから、あらかじめ軌間線欠線が設けられている。 P_0 を、リード半径接点とトングレール頭部幅5 [mm]の位置の間の距離から、トングレール先端の長さ d を差し引いた長さとした場合、トングレール先端までの距離 P_0 は(④) [mm]である。ただし、 $d=130$ [mm]とする。また、トングレール後端部の開きを140 [mm]以上とした場合、最低限必要なトングレールの長さは(⑤) [mm]である。ただし、トングレールの長さは、100 [mm]単位に切り上げた数値とする。

著作権の都合上、省略

図3 トングレールの先端

- (4) 分岐器のスケルトンのうち、分岐交点からクロッシング後端までの距離 b は(⑥) [mm]である。また、基準線側のクロッシング後端から基準線に対して垂線をおろし基準線と交わった点と分岐線側のクロッシング後端から分岐線に対し垂線をおろし分岐線と交わった点の距離 h は(⑦) [mm]である。

問2

次の文章は、曲線半径とカントについて述べたものである。()の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。なお、①、②については、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。また、③、④については、有効数字2桁で解答しなさい。

- (1) 軌間 1,067 [mm]、軌道面の傾斜角度が 5° の場合、カントは (①) [mm] である。
なお、 $\sin 5^\circ = 0.0872$ 、 $\cos 5^\circ = 1$ とする。
- (2) 軌間 1,067 [mm]、設計最高速度を 130 [km/h]、曲線通過速度を 80 [%] の条件で設計する。カント不足量(均衡カントと設定カントの差)を 70 [mm] とすると、曲線半径 519 [m] に対する設定カント C_m は (②) [mm] である。なお、曲線半径と均衡カントの関係は、式1により求めることとする。
- (3) 列車が(2)の曲線を設計最高速度の 80 [%] で通過する場合、図に示す遠心加速度 f は (③) [m/s²] である。なお、遠心加速度 f は、式2により求めることとし、 $\tan \theta = \sin \theta$ 、 $\cos \theta = 1$ とする。
- (4) 列車が(2)の曲線を設計最高速度の 80 [%] で通過する場合、図に示す軌道面に平行な横加速度成分 p は (④) [m/s²] である。なお、遠心加速度 f は、式2により求めることとし、 $\tan \theta = \sin \theta$ 、 $\cos \theta = 1$ とする。

$$\frac{V^2}{R} = \frac{C}{G} g \quad \dots \text{(式1)}$$

$$f = \frac{V^2}{R} \quad \dots \text{(式2)}$$

ここに、

R : 曲線半径 [m]

G : 軌間 [m]

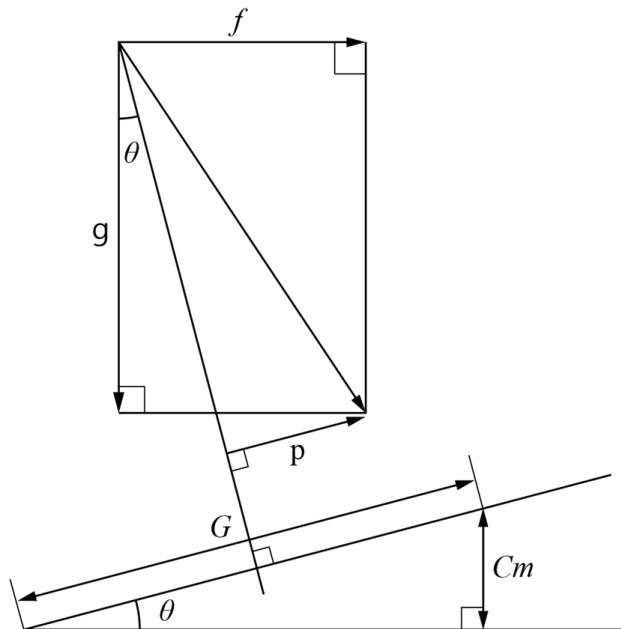
V : 列車速度 [m/s]

g : 重力加速度 [m/s²]

C : 均衡カント [m]

f : 遠心加速度 [m/s²]

なお、重力加速度は 9.8 [m/s²] とする。



問3

次の文章は、鉄筋コンクリート柱の中性化に起因する帶鉄筋の腐食について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。また、⑤、⑥については、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。さらに、同一番号の（ ）には同一語句または数値が入るものとする。

ここで、鉄筋コンクリート柱の諸元は図1の通り、変状過程と鋼材腐食深さの関係は、図2および表に示す通りである。

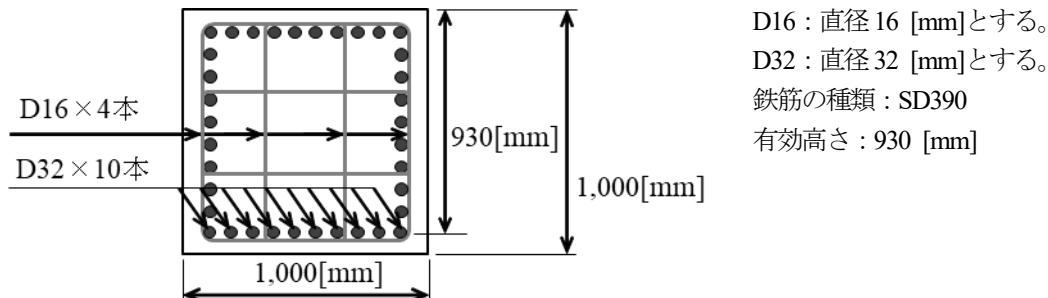
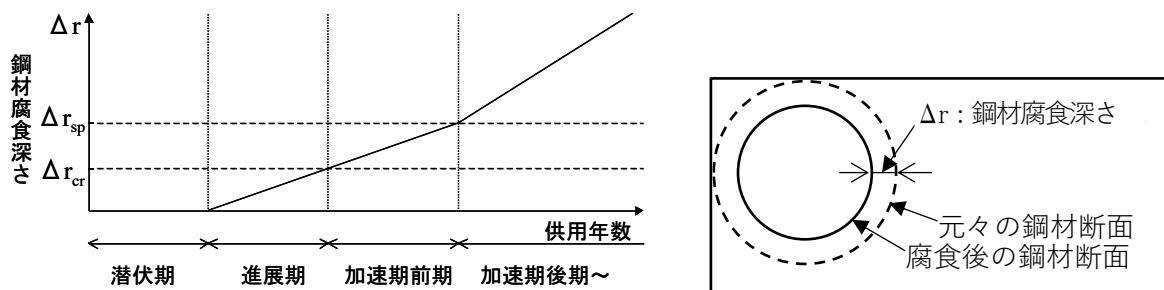


図1 鉄筋コンクリート柱の断面図



ここに、

$$\Delta r_{cr} : \text{ひび割れ発生時の鋼材の腐食深さ} = 13(c/\varphi) \times 10^{-3} [\text{mm}]$$

$$\Delta r_{sp} : \text{はく離・はく落発生時の鋼材の腐食深さ} = 56(c/\varphi) \times 10^{-3} [\text{mm}]$$

c : かぶり [mm]

φ : 鉄筋径 [mm]

図2 変状過程と鋼材腐食深さの関係の概念図

表 中性化の進行と鋼材の腐食速度

潜伏期における中性化の進行	$y = \alpha\sqrt{t} \leq y_{lim}$ ここに、 y : 中性化深さ [mm] α : 中性化速度係数 = 2.0 [mm/ $\sqrt{\text{年}}$] t : 供用年数 [年] y_{lim} : 鋼材腐食が発生する限界中性化深さ = 10 [mm]
鋼材の腐食速度 (進展期、加速期前期)	3.0×10^{-3} [mm/年]
鋼材の腐食速度 (加速期後期)	8.0×10^{-3} [mm/年]

- (1) 図1における断面図から、鉄筋コンクリート柱の設計かぶりは（①）[mm]である。
また、鉄筋の種類SD390において、鉄筋の（②）は $390\sim510\text{ [N/mm}^2]$ である。
- (2) 鉄筋コンクリート柱を測定した結果、かぶりが不足していることが判明し、15 [mm]であった。この場合、帶鉄筋の腐食が開始するのは、中性化が表層より（③）[mm]進行した時点であり、その時の供用年数は（④）年である。
- (3) コンクリート表面にひび割れが発生する際の帶鉄筋の腐食深さは（⑤） $\times 10^{-3}$ [mm]であり、また、かぶりのはく離・はく落が発生する際の帶鉄筋の腐食深さは（⑥） $\times 10^{-3}$ [mm]である。
- (4) ひび割れ発生後、はく離・はく落が発生するまでの年数は、腐食深さ（⑤）と（⑥）の差分を用いると、（⑦）年である。

問4

次の文章は、砂質土中の直接基礎の性能照査に用いる設計用値の算出法について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、②、⑥、⑦については、解答の数値に小数第1位以下がある場合は小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。また、③、⑤については解答の数値に小数第2位以下がある場合は小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。

(1) 図に示す砂質土中の直接基礎において、地震時以外の基礎の安定（地盤の破壊）の照査を行いたい。

この時に必須となる設計用値として (a) にて算出される (①) がある。

$$1.85 \left(\frac{N}{\sigma'_v / 100 + 0.7} \right)^{0.6} + 26 \quad \dots \text{(a)}$$

N : 標準貫入試験の N 値 (特性値)

σ'_v : 地質調査時の当該位置の有効上載圧 [kN/m^2]

(2) 図に示す砂質土中の直接基礎において、設計位置の σ'_v は (②) [kN/m^2] であり、(①) は (③)。となる。また、計算過程において必要な場合は、表1を使用すること。

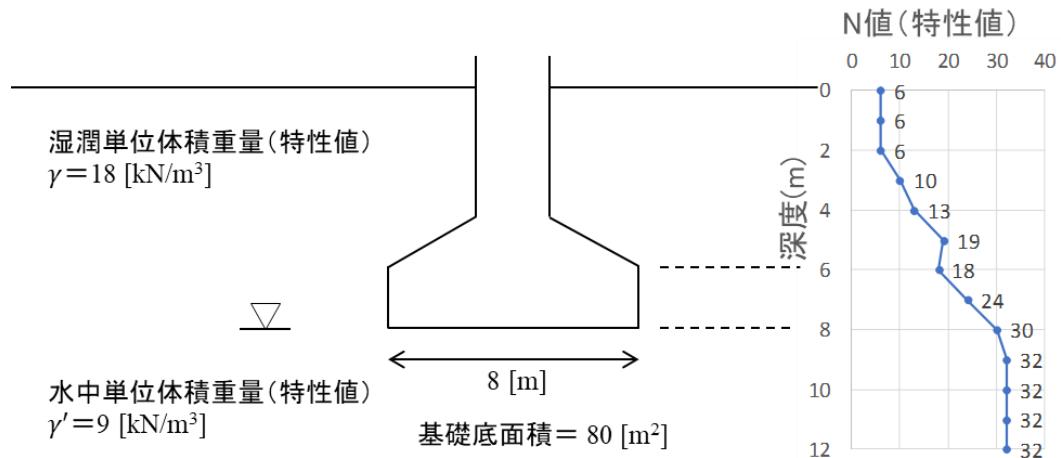


図 砂質土中の直接基礎

表1

X	$X^{0.6}$
10.11	4.01
12.24	4.49
14.02	4.88
14.52	4.98
18.05	5.67
21.13	6.24

- (3) 図に示す砂質土中の直接基礎において、骨組構造解析により応答値を算出し、地震時以外の基礎の安定(フーチングの破壊)の照査を行いたい。この時に必須となる地盤の設計用値として (b) にて算出される(④)がある。

$$6.9 \rho_{gk} E_d B_v^{-1/2} \quad \dots \quad (b)$$

ρ_{gk} : 地盤修正係数

E_d : 地盤の変形係数の設計用値 [kN/m²]

B_v : フーチング底面の換算幅 [m]

- (4) 図に示す砂質土中の直接基礎において、 B_v は(⑤) [m]である。

ρ_{gk} は、変動作用・偶発作用には1.0を、永久作用には0.5を用いるものとし、標準貫入試験から推定した地盤の変形係数 E_N は2,000N [kN/m²]を、地盤の変形係数の設計用値 E_d に対する地盤調査係数 γ_g は1.3をそれぞれ用いるものとすると、 E_d は(⑥) [kN/m²]となる。これらを用いて、(④)は(⑦) [kN/m³]となる。また、計算過程において必要な場合は、表2を使用すること。

表2

X	X ^{-1/2}
8.0	0.354
8.9	0.335
9.0	0.333
10.0	0.316

【論文式】

以下の 4 問の中から 1 問を選択し、解答用紙に選択した問題の番号を記入の上、400 字詰め解答用紙 4 枚以内で解答しなさい。

問 1

通勤形電車の車両基地内での分岐器内における乗り上がり脱線に関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 分岐器の保守・構造等に起因する乗り上がり脱線の種類を 3 つ挙げ、それぞれの軌道側の要因を簡潔に述べなさい。
- ② ①で挙げた 3 つの乗り上がり脱線の種類のうち 1 つを選択し、分岐器での発生個所と①の軌道側の要因に基づくメカニズムを詳細に述べなさい。
- ③ ②で挙げた乗り上がり脱線の種類について、軌道側の対策を述べなさい。

問 2

レール維持管理において留意すべきレールの損傷に関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① レール維持管理において留意すべき下記 3 項目について、それぞれの損傷形態に関する概要について述べなさい。
 - 1 頭頂面シェーリングに起因する横裂損傷
 - 2 レール溶接部の損傷
 - 3 腐食・電食による損傷
- ② 頭頂面シェーリングに起因する横裂損傷について、管理する上で有効な検査方法について述べなさい。
- ③ 頭頂面シェーリングに起因する横裂損傷について、予防保全上の対策について述べなさい。

問 3

鉄道構造物等維持管理標準・同解説(基礎構造物・抗土圧構造物、平成 19 年 1 月)に基づき、鉄道構造物の維持管理を行う場合を想定し、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 河川橋りょうにおける洗掘災害を防ぐためには、「洗掘を受けやすい橋りょう」を精度良く抽出することが重要である。洗掘現象に関する条件を 3 つ挙げ、それぞれの条件における評価項目について述べなさい。
- ② 河川橋りょうにおける洗掘災害の随時検査について、その目的と調査項目を述べなさい。
- ③ 河川内橋脚の健全度を判定する手法のひとつである衝撃振動試験について、試験方法、試験における留意点と健全度判定区分について述べなさい。

問4

ポストテンション方式のプレストレストコンクリート桁（以下、PC 桁）において、建設時の施工管理が不十分であった場合に PC 鋼材の破断が生じて、様々な問題を引き起こすことがある。このような事象に関する以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① PC 鋼材の腐食や破断に伴って生じる PC 桁の外観上の変化の有無と、その内容について述べなさい。
- ② PC 鋼材が腐食する原因を述べ、その原因の有無を把握するための調査方法を述べなさい。
- ③ 調査の結果、PC 鋼材が腐食する原因が存在することが把握された場合、これに対する措置の方法について述べなさい。

2022年度 鉄道設計技士試験 専門試験II（鉄道土木）【記述式】 解答

問1 (1)① 可動クロッシング、② 車輪背面横圧

$$(2) \text{③ } \frac{\ell^2}{R}$$

(3)④ 1,156、⑤ 5,700

(4)⑥ 13,734、⑦ 1,713

問2 (1)① 93

(2)② 105

(3)③ 1.6

(4)④ 0.64

問3 (1)① 38、② 降伏強度

(2)③ 5、④ 6

(3)⑤ 12.2、⑥ 52.5

(4)⑦ 13

問4 (1)① 内部摩擦角

(2)② 144、③ 35.0

(3)④ 地盤反力係数

(4)⑤ 8.9、⑥ 46,154、⑦ 53,342

（注）上記以外にも正解のある場合があります。