

# 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	建設
選択科目	鋼構造コンクリート
専門とする事項	鋼構造の設計施工維持管理

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

## ■ 想定問

### 想定Ⅲ（2021年の道路の過去問Ⅲを鋼構造コンクリート仕様で回答）

甚大な被害をもたらした東日本大震災から9年が経過したが、その後も、大きな地震や集中的豪雨、豪雪による甚大な被害が発生しており、また今後も首都直下地震、南海トラフ地震が高い確率で発生することが予想されている。このような状況を踏まえて、防災・減災のためのインフラ整備に携わる鋼構造及びコンクリートの技術者として、以下の問いに答え、以下の問に答えよ。

- （1）激甚化・頻発化する災害に備え、構造物が発災時に救命救助・復旧活動や広域的な物資の輸送等に貢献し続けるため、鋼構造及びコンクリートの技術者の立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえでその内容をしめせ。
- （2）抽出した課題のうち、最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を、専門技術用語を交えて示せ。
- （3）（2）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じるリスクとそれへの対策について、専門技術を踏まえた考えを示せ。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

1 . 多 面 的 な 課 題 と そ の 観 点

( 1 ) い か に イ ン フ ラ の 耐 震 性 能 を 向 上 さ せ る か

巨 大 地 震 に よ り 橋 梁 な ど 道 路 構 造 物 が 被 災 し た 場 合 、  
 道 路 ネ ッ ト ワ ー ク の 断 絶 が 生 じ 、 地 域 全 体 が 機 能 不 全  
に 陥 る 可 能 性 が あ る ① 。 さ ら に 、 物 資 の 運 搬 が 困 難 と  
 な る た め 、 復 旧 活 動 の 妨 げ に も な る 。 し た が っ て 、 巨  
 大 地 震 発 生 時 に お い て も 救 命 救 助 ・ 復 旧 活 動 を 継 続 す  
る ② た め の 道 路 ネ ッ ト ワ ー ク を 確 保 す る こ と が 必 要 で  
 あ る 。 よ っ て 、 技 術 の 観 点 か ら い か に イ ン フ ラ の 耐 震  
性 能 ③ を 向 上 さ せ る か が 課 題 で あ る 。

- ① 地域全体が機能不全する状態とはどのような状態なのか少々分かりづらいです（さらに以降に示されている内容以外の機能不全が想像できません）。単純に、さらに以降の内容をつなげてあげれば良いのではないのでしょうか。→「・・・断絶が生じ、物資の運搬が困難となり、救命救助・復旧活動の妨げになる」
- ② 継続というより、できるようにするのではありませんか。→「可能にする」
- ③ インフラの耐震性能とありますが、背景では道路ネットワークに関する記述しかありません。課題を道路にするか、背景においてインフラ全般の内容に改めるかいずれかの措置が必要です。

( 2 ) い か に 効 率 的 に イ ン フ ラ の 強 靱 化 を 進 め る か

我 が 国 で は 少 子 高 齢 化 に よ り 建 設 従 事 者 の 減 少 ・ 高  
 齢 化 が 進 ん で い る 。 さ ら に 、 イ ン フ ラ の 老 朽 化 が 加 速  
 的 に 進 ん で お り 、 補 修 ・ 補 強 す べ き 構 造 物 は 増 大 し て  
 い る 。 こ の よ う な 状 況 の 中 、 地 震 の リ ス ク は 切 迫 し て  
お り 、 災 害 に 備 え て 早 期 に 災 害 に 強 い イ ン フ ラ 整 備 を  
推 進 す る 必 要 が あ る ④ 。 よ っ て 、 生 産 性 の 観 点 か ら 、

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

いかに効率的にインフラの強靱化を進めるかが課題⑤  
である。

- ④ 建設従事者が少ない→補強すべき構造物増えてる→災害に強いインフラが必要 となっており、文脈が通っていません。なぜ災害に強いインフラが必要なのか前段で説明がされておらず、唐突感があります。さらに、結論は強靱化（強靱化とは、被害を最小限に抑えられる“強さ”と、すぐに復興できる“しなやかさ”を兼ね備えること）です。全体がバラバラで文章にまとまりがありません。
- ⑤ ④のとおり、強靱化に関する説明がなく、なぜ課題設定したのか分かりません。また、課題も効率化と強靱化の二つの事柄が示されており、どちらが言いたいことなののでしょうか。最初の2文をみると効率化です。3文目は、強さの必要性を述べています（しなやかさがありません）。どちらが主張なのか明確にしましょう。解決策は、強靱化も含めた耐震性能の向上を説明しています（それこそ、1つめの課題を強靱化にすべきです）ので、効率性をフィーチャーした方が良さそうです。

( 3 ) いかに低コストでインフラの強靱化を進めるか  
少子化に伴う労働人口の減少による税収の低下⑥や、  
高齢化に伴う社会保障費の増大により、我が国の財政  
は厳しい状況にある。防災・減災のためのインフラの  
強靱化には、耐震補強や構造物の更新などが不可欠で  
あるが⑦、これらの事業には初期コスト⑧が必要と  
なる。このような状況の中、いかに低コストでインフ  
ラの強靱化を進めるか課題⑨である。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

- ⑥ 消費税の影響もあり税収は増加傾向にあります。
- ⑦ 「インフラの強靱化には」と言っているので、重複しているように見えます。不要。
- ⑧ 補強を初期コストと言って良いか疑義があります。単純に多大なコストを要するといった表現で良いのではないのでしょうか。
- ⑨ 観点がありません。

**2 . 最も重要な課題とその解決策**

巨大地震が高い確率で発生すると予測され、防災・減災に向けたインフラ整備は切迫した課題であるから  
 ⑩ 「いかにインフラの耐震性能を向上させるか」を最も重要な課題として、その解決策を述べる。

⑩ これはすべての課題に当てはまりますので、選択の理由になっていません。

**1 ) 既設構造物の耐震性能の確認 ⑪**

補強すべき道路構造物 ⑫ を確認するために、耐震性能の確認を推進する ⑬ 。耐震性能は、建設された年代・適用基準 ⑭ に大きく左右されるため、国土交通省が整備する全国道路施設点検データベースを活用し、現在想定される地震により小さな地震動で設計された構造物のリスト化を図る ⑮ 。続いて補強検討が必要な構造物 ⑯ に対しては、静的・動的解析を用いて耐力が不足する部位の抽出を行い ⑰ 、耐震補強計画を立案する。特に鋼製橋脚である場合は、挙動が複雑で、圧縮力による座屈影響も考慮する必要があることから、動的解析かつ座屈影響を考慮できる有限要素を用いる ⑱ 。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

- ⑪ 見出しを「既存構造物」と「道路構造物」に分けていますが、道路も既存構造物に含まれません。しかも、説明の冒頭で道路構造物と言っています。区分すべきは、「耐震化」と「強靱化」ですかね。そうすると課題は耐震化ですから、論点を外してしまいます。やはり、課題設定から見直すべきです。
- ⑫ ⑪のとおり、対象は既存構造物ではありませんか。
- ⑬ 「・・・確認するため・・・確認を推進する」と確認ばかりです。最初の確認は「抽出」ではないでしょうか。
- ⑭ 非常に紛らわしい表現です。おそらく、築年数と建設当時の適用基準、この2つが言いたいことであり、これらが混ぜこぜになっているのではないのでしょうか。
- ⑮ まず、一文が長すぎます。途中で主語も変わってしまっています。主語が変わる時は、一回文を切ると良いでしょう。また、データベース化されているので、リスト化することを説明するのではなく、目的である補強すべき構造物を抽出することを述べると良いと思います。→「耐震性能は、築年数と建設当時の適用基準に大きく左右される。このため、国土交通省が整備する全国道路施設点検データベースを活用し、小さな地震動で設計された構造物を抽出する」
- ⑯ ⑮の修正をした場合、文脈を整える意味で「抽出した構造物」としてはいかがでしょうか。
- ⑰ ⑯の修正をした場合、抽出が連続してしまうので「部位を特定し」としてはいかがでしょうか。
- ⑱ 何に用いるのか明確にしましょう。また、前段で動的解析とあるので、「FEM 解析を行う」または「有限要素法を用いて解析する」としてはいかがでしょうか。

2 ) 道路構造物の耐震補強

道路構造物の強靱化を進めるため①冗長性の確保②  
 じん性の確保③応答の低減⑱を目的とした補強を行う。

- ⑱ 記述にあるように、これらは耐震補強というより強靱性を確保するための措置になっていますので、見出しと齟齬が生じています。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

① 冗長性の確保

被災時に落橋や段差発生を防ぐために、落橋防止構造の設置、桁かかり長の確保、段差防止構造の設置による冗長性の確保を行う<sup>20</sup>。耐震デバイスの規格検討の際には、損傷順序<sup>21</sup>を明確にして設計を行う。例えば落橋防止構造は桁端部が桁かかり部を超えて落橋する前に機能するようケーブル長を設定するなど配慮する<sup>22</sup>。

- ⑳ 冗長性とは、防災上において二重化、バックアップといったニュアンスがあります。内容を見るに「しなやかさ」、「粘り強さ」といった性能を向上させる措置ではないでしょうか。
- ㉑ ちょっと分かりづらいです。好みかもしれませんが「損傷のメカニズム」といった表現はどうでしょうか。
- ㉒ 損傷順序を明確にして設計するといった具体例になっていないように感じます。どこに損傷順序への配慮があるのでしょうか。落橋防止の説明をしているだけに見えます。

② じん性の確保

被災しても損傷を想定した範囲に抑える<sup>23</sup>ために構造物のじん性を高める。例えば鋼製橋脚の場合、被災時に座屈が生じると急激に耐力を失う脆性的な破壊をもたらす。従って、鋼製橋脚内部に橋脚を設置したり、隅角部の当て板補強を行ったりするなど、構造物としてのじん性を確保する<sup>24</sup>。

- ㉓ 当たり前のような気がします。おそらく「被災しても」ではなく、「想定を超える外力が生じても」ではないでしょうか。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

②④ 些末な話ですが、「・・・したり」は口語調なので「や」でつなぐと良いでしょう。→「鋼製橋脚内部の橋脚設置や隅角部の当て板補強などを行い、構造物のじん性を高める」

③ 応答の低減

橋梁の支承を免震型支承に取り換え、構造全体を長期化させることで、地震時の構造物の応答を低減し、被災時の損傷を小さくする。

3. 新たに生じるリスクと対応策

1) リスク: 耐震デバイスの設置や、鋼板当て板補強を実施した場合、桁下の維持管理空間が狭まったり、鋼板内部の点検が困難になったりするリスクが生じる。

②⑤ ②④と同様。→「維持管理に必要となる空間桁下の狭小化や、鋼板内部の点検が困難になるリスクが生じる」

2) 対策: BIMCIM ②⑥ を活用し、耐震デバイスの設置個所をシミュレーションすることで、点検や補修が行いやすいデバイス配置を行う ②⑦。また、当て板補強を実施する場合は、水抜き孔を設置して腐食しやすい環境を防ぐことや、点検孔を設置することで、点検性の低下を防ぐ対策を行う。 以上

# 技術士第二次試験 答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

②⑥ → 「BIM/CIM」

②⑦ 問題点は点検スペースがなくなってしまうことなので、この検討を説明した方が良いと思います。→ 「耐震デバイスの設置個所を立体的にシミュレーションすることで、点検や補修に必要な空間を適切に確保する」

②⑧ 表現が少々冗長的です。→ 「腐食を防ぐため、水抜き孔を設置する。また、作業性を高めるため、点検孔も設置する」