

Ⅱ-1-5 既設コンクリート構造物の調査・点検で利用する試験について、次のうちから2つの方法を取り上げ、原理、測定上の留意点、測定結果を活用する際の留意点について記述せよ。

- (a) 反発度法によるテストハンマー強度の推定
- (b) 赤外線サーモグラフィ法(パッシブ法)による内部欠陥の推定
- (c) 電磁波レーダ法によるかぶり厚さの推定
- (d) 自然電位法によるコンクリート中鋼材の腐食状況の推定

解答

1. 反発度法によるテストハンマー強度の推定

(ア)原理：

リバウンドハンマーを用いてコンクリート表面の反発度を測定し、結果から圧縮強度を推定する方法。打撃棒をバネのエネルギーでコンクリート表面に衝突させ、跳ね返り量を測定し反発度を得る。

(イ)測定上の留意点

- ① 反発硬度はコンクリートが乾燥していると増大し、若材齢の場合は低い値を示す。
- ② 粗骨材や鉄筋の上で打撃を行うと高い値を示す。
- ③ 測定面が打撃により動くと結果に影響が出るため、厚さ 10cm 以下の部材や小部材、長支間の部材は避ける。
- ④ 測定面は表面組織が均一で平滑な場所を選定し、豆板・空隙等は避ける。
- ⑤ 測定面は乾燥した面を選定することを原則とする。
- ⑥ ハンマーは正しく調整されたものを使用する。打撃は測定面に垂直に行う。

(ウ)測定結果を活用する際の留意点

- ① 反発硬度から圧縮強度を推定するものであり、諸条件により結果は左右される。
- ② 圧縮強度は推定値であり、圧縮強度試験を代替するものではない。
- ③ 正確に推定したい場合は、圧縮強度試験と併用し調査箇所ごとに換算式を設定する。

2. 赤外線サーモグラフィ法(パッシブ法)による内部欠陥の推定

(ア)原理：

構造物表面の温度差を測定することにより、かぶりコンクリート部の浮き、剥離を発見する方法。パッシブ法は被測定物に生じる自然発生的な熱移動や発熱による温度分布を利用するもの。←→アクティブ法

- ① 特徴：非破壊・非接触で遠隔検査が可能、短期間に広範囲の検査が可能
- ② 欠陥の位置、形状を視覚的に確認できる
- ③ 光学的計測法であり、他の物質を使用しない、材質による影響を受けない。

(イ)測定上の留意点

- ① 構造物の温度が日射により変化しているような環境が必要である。
- ② 浮き・剥離部の温度変化と健全部の温度変化が異なっている状況が必要。
- ③ 剥離の位置が深い場合は検出精度が下がる。
- ④ 曇天等温度変化が小さい場合には検出精度が下がる。
- ⑤ 欠陥部の深さや空隙の厚さを推定する事は困難である。

(ウ)測定結果を活用する際の留意点

- ① 欠陥の深さや浮き剥離の原因を明確にすることはできない。

- ② 調査結果をもとに、たたき調査を行い変状の範囲を明確にする。
- ③ 目視検査を併用し、浮き剥離の原因を明らかにする。
- ④ 必要に応じて剥離部の除去等の応急処置を行う。

3. 電磁波レーダ法によるかぶり厚さの推定

(ア)原理：

被測定物内部に放射した電磁波が、電氣的に性質の異なる物質境界（コンクリート内の鋼材等）の存在により反射される現象を応用した方法。アンテナから放射された電磁波が鉄筋や空洞で反射され、再びアンテナで受信されるまでの時間と電磁波の速度から、距離を求めることで測定する。鉄筋位置、かぶり、欠陥部の把握に利用される。

(イ)測定上の留意点

- ① 電磁波の速度は含水率の影響を受けやすい。
- ② 水に濡れた部分では測定できない。
- ③ 誘電率の設定、キャリブレーションは含水状態が測定箇所と同一箇所で行う。
- ④ 探査面の水、金属、汚れ他測定に影響を与えるものは除去する。

(ウ)測定結果を活用する際の留意点

- ① 測定結果にばらつきがある場合は、測定点ごとにキャリブレーションを行うか、含水状態が均一と見なせる範囲を新たに選定し測定する。
- ② 金属片の混入やコンクリートの含水状態の差により結果にばらつきが生じる場合がある。

4. 自然電位法によるコンクリート中鋼材の腐食状況の推定

(ア)原理：

腐食により変化する鉄筋の電位を測定することにより、鉄筋腐食を診断する電気化学的方法。照合電極に対する鉄筋の電位を測定し、アノード反応 ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$) による鉄筋電位の卑な方向への変化の有無を調べ、腐食の進行を推定するもの。

(イ)測定上の留意点

- ① 計測時に流れる電流が大きいと、鉄筋腐食を促進させる可能性がある。入力抵抗が大きく ($100\ \Omega$ 以上)、分解能が 1mV 以下の直流電流計を用いる。
- ② コンクリート表面は湿潤状態に保つ。
- ③ 表面がコーティング（絶縁）されていると使用できない。
- ④ 測定装置のキャリブレーションを適切に行う。

(ウ)測定結果を活用する際の留意点

- ① 鋼材腐食の推定は自然電位により行うが、自然電位は腐食しやすい環境にあるかどうかを示す指標であり、腐食の程度を定量的に示すものではない。
- ② 測定時の塩素イオン濃度、水分、コンクリート温度等で自然電位の値は大きく変化することがある。
- ③ コンクリートの比抵抗（電気抵抗率 $\Omega \cdot \text{m}$ ）が非常に高い場合や、中性化がかなり進行している場合は「貴」な電位が測定されても腐食が生じている場合がある。
- ④ 含水状態や中性化の状態に応じて、かぶりコンクリートのはつりによる腐食状況確認を行う。

Ⅱ-1-6 鉄筋コンクリート部材の体積変化に伴う初期ひび割れを 2 つ挙げ、それぞれの発生メカニズムを説明せよ。また、それぞれのひび割れについて、異なる視点での制御方法を 2 つずつ記述せよ。

解答

1. 名称と発生メカニズム：その 1

(ア) 温度ひび割れ（水和熱に伴うもの）

(イ) メカニズム：

セメントと水との水和反応により発熱し、断面の厚さに応じて温度上昇が大きくなるが、熱膨張係数に従い伸張する。水和熱により内部に蓄積された温度が低下するときに拘束を受けると、収縮する構造物を拘束する。このことで引張応力が生じ、ひび割れに至る。

① 内部拘束によるひび割れ：断面の大きい構造物に生じる。部材内外の温度差が原因となる。内部温度が上昇し熱膨張するとき外部周辺が引っ張られ応力が発生、同一断面の内外で拘束・非拘束部分ができひび割れが発生する。

② 外部拘束によるひび割れ：温度上昇したコンクリートが温度降下により収縮する。基礎盤やフーチングなどの既設構造物により拘束されて生じるひび割れ。

2. 制御方法

(ア) 水和発熱を抑える

① 総水和熱量の小さいセメント（低熱、中庸熱）を選択する。

② ワーカービリティを確保し単位セメント量を低減する（高性能 AE 減水材の使用、粒度分布の良い骨材の使用、フライアッシュ等ワーカービリティを改善する混和材の使用）

(イ) コンクリートを冷却する

① 骨材、練り混ぜ水を冷却する

② 製造したコンクリートを液体窒素などで直接冷却する

③ パイプクーリング（コンクリート内部に冷却パイプを通し冷却する）

(ウ) 発生応力を抑える

① 構造物の新設の際に長手方向に分割する

② 誘発目地を設けて応力を集中させる

(エ) ひび割れを分散させる

① 劣化因子が侵入しにくいひび割れ幅とするために、ひび割れを分散させる

② かぶりコンクリート内部への連続繊維シート設置

③ 補強鉄筋の配置

④ 繊維補強コンクリートの使用（ひび割れ発生の抑制）

3. 名称と発生メカニズム：その2

(ア) 乾燥収縮ひび割れ

(イ) メカニズム：

コンクリートを構成するセメントペーストが乾燥により収縮することに起因する。

- ① セメントペースト内の「トベルモライト」結晶間の余剰水が蒸発し、表面張力が結晶を引き寄せることで生じる。
- ② コンクリートが鉄筋や接合部材により拘束され、引張応力が生じひび割れに至る。
- ③ 内部拘束によるひび割れ：コンクリートの水分喪失は表面から進行する。表面と内部の乾燥収縮量の差異により、表面部にひび割れが発生する。部材厚の大きいものほど、幅・深さも小さく進行も遅い。鉄筋・鉄骨の拘束によりひび割れが生じる場合もある。
- ④ 外部拘束によるひび割れ：断面の小さい部材、薄い部材が周辺より早く乾燥収縮しひび割れが生じる。フーチングに壁が拘束された場合にも発生する。

4. 制御方法

(ア) 乾燥収縮の低減

- ① 単位水量をできるだけ少なくする。
- ② 乾燥収縮が小さいセメント（中庸熱セメント、フライアッシュセメント）を使用する。高炉セメントは乾燥収縮が大きい。
- ③ 乾燥収縮率が小さい骨材を使用する。
- ④ 施工欠陥が生じないように均一なコンクリートを打設する。
- ⑤ コンクリート打設後は湿潤養生を行い、急激な温度変化を避ける。風や直射日光にあたらないようにする。
- ⑥ 湿潤養生の継続：型枠をできるだけ長く存置する。

(イ) 設計時点での低減対策

- ① 鉄筋量によるひび割れ幅の制御
- ② ひび割れ発生予測箇所への補強筋の設置
- ③ 外部拘束される部材の面積を小さくする
- ④ ひび割れ誘発目地を適切に設置し、ひび割れを集中させる

II-1-7 環境負荷低減を図るために有効と考えられるコンクリート材料を、日本工業規格(JIS)において規定されるコンクリート用混和材から1つ、同じく日本工業規格(JIS)において規定されるコンクリート用骨材から1つ選び、それぞれについて、環境負荷を低減させる理由及びコンクリート構造物への適用を検討する際の留意点について記述せよ。

解答

1. 環境負荷軽減に有効なコンクリート用混和材

(ア)フライアッシュ (JIS A 6201)

- ① 概要：フライアッシュは、火力発電所などの微粉炭燃焼ボイラから出る排ガスに含まれる微粒子を集塵機で集めたもの。
- ② 低減させる理由：
 1. 石炭火力発電所などの副産物であるフライアッシュの処分に伴う環境負荷低減が図られる。
 2. ポルトランドセメントの使用量が削減でき、セメント製造時の二酸化炭素発生量の抑制につながる（セメント置換量は15%程度）。
- ③ 留意点：
 1. ポズラン反応による長期強度増加、水密性の向上、化学的作用に対する抵抗性の増加（特長であり留意点ではない）。
 2. 初期に乾燥が進むと十分な強度が得られない場合があるため、マスコンクリートや水利構造物など乾燥しにくいコンクリートに適する。
 3. 十分な養生を行わないと、強度不足や耐凍害性の低下を招くことがあるので、湿潤養生を十分に行う。
 4. ポズラン反応による長期強度の増進がある反面、アルカリ分を消費し中性化の進行が早いため注意が必要である。
 5. フライアッシュの強熱減量が大ききものは、AE剤の吸着により空気連行性が阻害されるため、AE剤の使用量を増やす必要がある。

(イ)高炉スラグ微粉末 (JIS A 6206)

- ① 概要：高炉（溶鉱炉）で銑鉄と同時に生成する高炉スラグを水によって急冷し、乾燥・粉砕したもの。
- ② 低減させる理由：
 1. 製鉄副産物として大量に発生する高炉スラグの有効利用による環境負荷の低減。
 2. ポルトランドセメントの使用量を削減でき、セメント製造時の二酸化炭素発生量の抑制につながる。
- ③ 留意点
 1. スラグの潜在水硬性による長期強度増加、水密性の向上、化学的作用に対する抵抗性の増加（特長であり留意点ではない）。
 2. 初期強度の発現が遅いため、湿潤養生を十分に行うこと。湿潤養生を十分に行わないと、硬化体組織が粗となり中性化速度の増加やひび割れ抵抗性の低下を生じる恐れがある。
 3. コンクリートの養生温度が高くなると、普通ポルトランドセメントのみを使用した時より水和発熱量が増える場合があるので、散水等の温度上昇抑制対策を行う。

4. 中性化速度が一般のコンクリートより大きいため、使用目的や期間、環境条件に応じて、かぶり厚の増加や表面保護工の併用を検討する。
5. 高炉スラグの比表面積が大きい（粉末度が大きい）場合は、自己収縮が大きくなるため、使用目的に応じた適切な材料選定を行う。

※そのほか

・シリカヒューム：フェロシリコン、金属シリコン製造時に発生する二酸化ケイ素を主成分とする。ほぼ輸入に頼る。

2. 環境負荷軽減に有効なコンクリート用骨材

(ア)高炉スラグ骨材 (JIS A 5011-1)

- ① 概要：高炉（溶鉱炉）で銑鉄と同時に多量に発生する高炉スラグを徐冷し、凝固させた後砕いて製造したもの。
- ② 低減させる理由
 1. 製鉄副産物として大量に発生する高炉スラグの有効利用による環境負荷の低減。
 2. 砕石、砕砂の採掘による地形改変や自然環境への影響を緩和する。採掘機械類の稼働により発生する二酸化炭素を削減できる。
- ③ 留意点
 1. 溶解シリカ量が少なく、アルカリ骨材反応の恐れがない（特長であり留意点ではない）。
 2. 粒径が角張っているため単位水量が多くなる。AE 剤等の使用が必要。
 3. 長期貯蔵時の Ca²⁺の溶出による固結防止のため、固結防止剤が散布されており凝結遅延（60～90 分）が生じることがある。
 4. 高炉スラグ細骨材はガラス質で保水性が小さいため、ブリージングが大きくブリージング速度も速い。

(イ)再生骨材 (JIS A 5021：再生骨材 H)

- ① 概要：建設副産物であるコンクリート殻を再生利用する手段として、コンクリート塊を破碎、磨砕、分級等の高度処理を行い製造した骨材。通常のコンクリート骨材として使用可能。
- ② 低減させる理由
 1. 天然骨材（川砂利等）の枯渇や採取による自然環境の改変、砕石砕砂の採掘による地形改変や自然環境への影響を抑制することができる。
 2. 廃棄物となるコンクリート殻を有効利用することで環境影響を抑えられる。
- ③ 留意点
 1. レディーミクストコンクリートの骨材として使用可能なのは、高度な再生処理を行う「再生骨材 H」のみである。
 2. 再生骨材 M, L は、耐久性を必要としない無筋コンクリートや、捨てコン・均しコンなど、適用できる構造物が限定される。
 3. 解体時の不純物が混入する恐れがあり、全不純物重量が骨材重量の 2%を超えないことを確認する必要がある。

Ⅱ-1-8 鉄筋の継手には、重ね継手、圧接継手、溶接継手、機械式継手がある。このうち2つを選び、それぞれの原理、特徴、設計上及び施工上の留意点について記述せよ。

解答

1. 重ね継手

(ア)原理：鉄筋コンクリート構造成立のメカニズムである、コンクリートと鉄筋の付着による一体化を、継手に類似させたのが重ね継手。

(イ)特徴：

- ① 圧接継手、溶接継手、機械式継手に比べて施工が容易である。
- ② 特殊な機材や資格を必要としない。

(ウ)設計施工上の留意点

- ① 重ね継手はなるべく応力の小さい部分に設ける。
- ② 交番応力を受ける塑性ヒンジ領域には重ね継手を設けない。
- ③ 同一断面内に重ね継手を集中させない。
- ④ 重ね継手の重ね合わせ長は鉄筋直径の20倍以上とする。重ね合わせ部は焼き鈍し鉄線で複数箇所を緊結する。
- ⑤ 付着強度を確保するため、継手部分にコンクリートを確実に充填し、入念に締固めを行う。

2. 圧接継手

(ア)原理：鉄筋端部を付き合わせて1200℃に加熱し、赤熱状態で圧力を加えながら接合する。金属結合により一体化を行う。

(イ)特徴：

- ① 鉄筋メーカーや形状の制約を受けない。
- ② 継手強度が母材同等以上である。
- ③ 現場で確実に施工できる。
- ④ 低温でも施工できる。
- ⑤ ある程度の偏心・曲がりに対応できる。

(ウ)設計施工上の留意点

- ① 圧接部分は径が大きくなるため、かぶり不足に注意する。
- ② 作業者の技量により品質が左右されるため、有資格者が施工を行うこと。
- ③ 風雪、雨など天候の影響を受けやすいため、気象状況を把握し作業計画を立てる。
- ④ 種類の異なる鉄筋の圧接は避ける。
- ⑤ 継手を同一断面内に集中させない。

3. 溶接継手

(ア)原理：鋼材の溶接技術を応用して開発された接合方法。溶接金属と母材との金属結合による一体化。

(イ)特徴：

- ① 鉄筋メーカー、形状の制約を受けない。
- ② 継手強度が高い（母材同等か以上）
- ③ 現場で確実に施工できる。
- ④ 先組鉄筋に適用可能。
- ⑤ ある程度の偏心・曲がりに対応できる。

(ウ)設計施工上の留意点：

- ① 継手を一箇所に集中させない。
- ② 作業は有資格者が行うこと。溶接姿勢（下向き・横向き）により技量資格が異なるので注意する。
- ③ 強風、降雨、降雪時には原則として作業を行わないこと。
- ④ 裏当て材に鋼製のものを使用する場合は、全周の外観検査ができないので注意する。

4. 機械式継手

(ア)原理：鉄筋相互を直接接合するのではなく、スリーブ・カップラーと鋼材リブのかみ合いを利用して接合する方式。ネジ、圧着、これらの併用及びグラウト固定式がある。

(イ)特徴：

- ① 施工に専門の資格を必要としない。
- ② 雨天や低温でも施工が可能。
- ③ 品質管理が簡便である、養生期間が不要なものが多い。

(ウ)設計施工上の留意点

- ① スリーブ類の圧着・締付に使用する機械のためにクリアランスの確保が必要。
- ② 仕上がり径が母材より太くなるため、かぶり・あきの確保に留意する。
- ③ 工法により使用できる鉄筋メーカーに制約がある。
- ④ 事前に加工が必要なものがある（摩擦圧接による部材接合）
- ⑤ 費用が他の継手と比べて割高になる。
- ⑥ 作業完了後の定着状態の確認が困難、確実な作業を行うこと。

H30

Ⅱ-2-3 コンクリート構造物について、工期短縮を目的とする検討業務を行うことになった。あなたが担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 現場打ち施工による工期短縮案及びプレキャスト化による工期短縮案を提案する上で必要とされる検討内容をそれぞれ述べてよ。
- (2) 現場打ち施工による工期短縮案又はプレキャスト化による工期短縮案のうち 1 つを選び、その検討業務を進める手順について述べてよ。
- (3) (2) で述べた検討業務を進めるに当たって、設計上及び施工上の留意事項をそれぞれ述べてよ。

解答

1. 現場打ち施工による工期短縮案を提案する上で必要とされる提案内容
 - (ア) 現場作業の省力化、機械化、ユニット化の検討
 - ① 埋設型枠、ハーフプレキャスト、一部工場製作化
 - ② 鉄筋のユニット化、プレハブ化
 - ③ 継手の省力化（機械式継手）
 - ④ コンクリートの自己充填性向上（高流動化）
 - (イ) 形状や配筋の単純化
 - ① 断面形状の単純化、意匠の単純化
 - ② 鉄筋の大径化、本数の削減
 - (ウ) 上記手法導入による負の要素についての検討
 - ① 費用増加
 - ② 意匠の制限
2. プレキャスト化による工期短縮案を提案する上で必要とされる提案内容
 - (ア) 製作、搬入についての検討
 - (イ) 増加費用についての検討
3. 検討業務を進める手順（プレキャスト化）
 - (ア) 要求性能、工期の確認と目標短縮日数の設定
 - (イ) 現地条件の確認と施工方法の選定
 - (ウ) 構造寸法の決定、施工計画策定、工事日数算定、費用算出
4. 設計上及び施工上の留意点
 - (ア) 設計上の留意点
 - ① 施工途中と完成後で構造系が変化するばあいは、構造計算に考慮が必要
 - ② 製作性や作業条件を考慮した形状寸法の決定
 - ③ 現場接合箇所での省力化が可能な構造
 - (イ) 施工上の留意点
 - ① 安全な搬入経路の選定、ストックヤードの確保
 - ② 施工機械の適切な選定（必要に応じて地盤の養生を実施）
 - ③ 接合部分や Pca 化困難箇所での施工速度の確保

II-2-4 単位容積質量が 1900kg/m³ の軽量コンクリート 1 種(又は軽量骨材コンクリート 1 種)を、コンクリートポンプにて高所に圧送して床版を施工することになった。あなたが工事の担当責任者として業務を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 情報収集, 調査, 確認すべき内容
- (2) 業務を進める手順
- (3) 業務を進める上での留意点

解答

1. 情報収集、調査、確認すべき内容

(ア) 材料に関すること

- ① 軽量骨材の種類、使用率、骨材の吸水率、プレウエッティング状況
- ② 単位容積質量の許容値
- ③ フレッシュコンクリート受け入れ時の単位容積質量

(イ) 施工条件に関すること

- ① ポンプ輸送長、吐出圧力、スランプ低下量の見積もり
- ② 練り混ぜから打設完了までの時間、
- ③ アジテータ車の輸送経路、輸送時間
- ④ スランプまたはフロー値

2. 業務を進める手順

(ア) 材料の確認、選定：骨材の種類、AE 剤の種類、スランプまたはフロー値

(イ) 生コン工場の選定：距離、輸送時間、稼働時間帯

(ウ) ポンプの選定：口径、吐出量、圧力、配管長、スランプロス見積もり

(エ) 打設量、打設時間、時間帯の設定

(オ) 上記設定に伴う初期条件の再確認

(カ) 発注、受け入れ、打設、養生

3. 業務を進める上での留意点

(ア) 骨材の吸水率、プレウエッティング状況を必ず確認し、打設時のポンプ配管閉塞を予防する。

(イ) 高性能 AE 減水剤使用を原則とする。

(ウ) 骨材の圧力吸水によるワーカビリティー低下を避けるため、理論吐出圧力の 80%以下となるようにワーカビリティーやポンプ口径・機種を選定する。

(エ) 必要に応じて高流動化コンクリートや低吸水率型骨材を使用する。

(オ) 打設完了後に局所的な衝撃を与えない。

Ⅲ-3 我が国では、近年、異常気象による豪雨や豪雪、火山の噴火、地震等による自然災害が頻発している。このような中、国民の安全を守るためには、より一層の防災・減災対策を行っていく必要がある。このような状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 建設部門に携わる技術者として、多様な観点から、検討すべき項目を挙げよ。
- (2) (1)の検討すべき項目に対し、コンクリートに携わる技術者として、あなたが重要と考える技術的課題を2つ挙げ、その解決策をそれぞれ記述せよ。
- (3) (2)で提示した解決策について、その効果と想定されるリスクやデメリットをそれぞれ記述せよ。

解答

1. 多様な観点から検討すべき項目
 - (ア) 想定外の災害が多発している、構造物の現有性能では対応困難
 - (イ) 災害外力に耐えうる、長期供用が可能な構造物を、早く効率的に整備する必要がある
 - (ウ) 既存構造物の機能維持、強化も計る必要がある
2. 重要と考える技術的課題（2つ）、その解決策
 - (ア) コンクリート工事の効率化・省力化
 - ① Pca化、ユニット化
 - ② 作業の省力化（大径鉄筋、高強度鉄筋、高流動コンクリート）
 - ③ 全体最適への転換
 - (イ) メンテナンスの効率化・省力化
 - ① 点検診断の機械化、自動化
 - ② 修繕工事の省力化、機械化
3. 解決策の効果と想定されるリスクやデメリット
 - (ア) Pca化、ユニット化
 - ① 効果：品質確保、省力化、整備速度の向上
 - ② リスク・デメリット：初期費用の増加、構造形式や意匠の制限
 - (イ) 点検診断の機械化、自動化
 - ① 効果：費用、時間の削減、点検者による差異の縮減
 - ② リスク・デメリット：初期費用・維持費用の増加、使いこなす技術が必要、機械故障等で起こる事故への対策
4. リスク対策
 - (ア) Pca化、ユニット化
 - ① LCCでの評価
 - ② 技術開発の推進
 - (イ) 点検診断の機械化、自動化
 - ① 活用シーン拡大によるスケールメリット確保
 - ② 教育、人材育成
 - ③ 保険によるリスク移転

Ⅲ-4 近年の建設業界では、就業者の高齢化や熟練技術者の減少等の問題が深刻化している。その中で、設計・施工技術等のハード面及び仕組み作り等のソフト面の双方で生産性の向上への取組が盛んに行われている。このような状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

(1) コンクリート構造物の建設において生産性を向上するため、あなたが重要と考えるハード面の技術的課題を1つ挙げ、重要と考える理由及び解決策を1つずつ記述せよ。

(2) コンクリート構造物の建設において生産性を向上するため、あなたが重要と考えるソフト面の技術的課題を1つ挙げ、重要と考える理由及び解決策を1つずつ記述せよ。

(3) 上記(1)及び(2)であなたが提示した解決策について、それぞれを適用した場合の効果と想定されるリスクやデメリットについて記述せよ。

解答

1. 生産性の現状

(ア) コンクリートに携わる技術者、技能者の減少（少子高齢化、他産業との争奪戦）

(イ) 人手に頼る部分が多い

(ウ) 要求性能が高度化し、配筋が複雑化、設計施工に時間がかかる（耐震性能、耐久性）

2. ハード面の技術的課題（1つ）、重要と考える理由及び解決策（1つずつ）

(ア) 現場作業の省力化：技能を有する人手に頼る作業からの脱却

① Pca化、ユニット化

② 作業工程での省力化（高強度鉄筋・大径鉄筋使用、高流動コンクリート使用）

(イ) 計画・設計・施工間の円滑な情報継承：手戻り防止、フロントローディング、コンカレントエンジニアリング

① BIM/CIMの活用：施工を考慮した設計、3D化・4D化による見える化

3. ソフト面の技術的課題（1つ）、重要と考える理由及び解決策（1つずつ）

(ア) 部分最適（現地単品最適）からの脱却：汎用化による全体最適化

① 工場製作部材組み合わせによる既成製品化

② 定尺化、規格化、モジュール化

(イ) 効果的な生産・管理システムの構築：設計から施工・維持までの全体をマネジメント

① BIM/CIMの活用

4. 解決策の効果、想定されるリスクやデメリット

(ア) Pca化、ユニット化

① 効果：人の能力に依存する作業の縮減、時間短縮、労務者負担軽減

② リスク・デメリット：既存技術技能の喪失、接合や緊張定着など新しい技術が必要、初期費用の増加

(イ) BIM/CIMの活用

① 効果：手戻り防止、施工や維持を見据えた設計、干渉確認、データの継承

② リスク・デメリット：初期投資が必要、使いこなす技術が必要、データ作成に時間と費用が必要、データハンドリングに工夫が必要

5. リスク対策

(ア) Pca化、ユニット化

① 教育・人材育成の実施、既存技術の形式知化による保存、LCCでの評価

(イ) BIM/CIMの活用

① 教育・人材育成の実施、利用拡大によるスケールメリット確保、技術開発促進による自動化と機器の高性能化