

2007年(第7回)コンクリート診断士試験の解答(案)

【診断士編】

問題 1	3	問題 2	2	問題 3	4	問題 4	1	問題 5	2
問題 6	2	問題 7	1	問題 8	2	問題 9	1	問題 10	2
問題 11	3	問題 12	2	問題 13	1	問題 14	3	問題 15	4
問題 16	3	問題 17	3	問題 18	3	問題 19	1	問題 20	1
問題 21	2	問題 22	2	問題 23	2	問題 24	3	問題 25	3
問題 26	3	問題 27	1	問題 28	2	問題 29	1	問題 30	2
問題 31	3	問題 32	3	問題 33	4	問題 34	4	問題 35	3
問題 36	2	問題 37	2	問題 38	3	問題 39	4	問題 40	4
問題 41	2	問題 42	4	問題 43	4	問題 44	2	問題 45	3
問題 46	4	問題 47	1	問題 48	4	問題 49	3	問題 50	3

記述式問題 解答の要点

[問題 A]

【解説】

本問題は、コンクリート診断士の役割について、社会的背景をもとに述べさせる設問である。解答に対する切り口は、解答者の立場や日常から興味を持っている事項によってさまざま考えられる。問1の「社会情勢の分析」では一般論について述べると良いが、問2に関連できるような内容であることが望ましい。たとえば、「国際情勢」をテーマとした場合には、中国砂の輸出禁止の措置から日本国内で細骨材の安定供給が困難となるために、新規に構築する社会資本にはコンクリートの耐久性に問題が生じる可能性がある。そのために、診断士には構造物の変状を把握し、適切な補修・補強方法を提案して実施させる役割がある、という内容で述べると良いであろう。

ここでは、一例として、現在の社会情勢の中から「少子高齢化社会」をテーマとし、社会資本整備の現状と課題、さらにコンクリート診断士の役割との関連性について述べる。

問1

現在の社会情勢を顧み、さらに今後の課題を考えるにあたり、少子高齢化社会に関する問題を避けて考えることはできない。2003年の生産人口が約7400万人であったのに対し、20年後には6700万人に減少し、さらに今後50年間はそのような状況が継続するともいわれている。それに伴い税収が減少するとともに、高齢者に対する社会保証に関する予算が増大し、社会資本整備に対する予算はますます減少することが予測される。

高齢化社会に対する社会資本の整備の現状としては、公共施設のバリアフリーへの対応がかなり進んでおり、都心では駅や公民館などの公共施設のほとんどにエスカレータやエレベータが設置されるようになった。しかし、地方ではそれが完全ではなく、今後さらに対応を進めることが課題として挙げられる。また、たとえば介護老人ホームのような新たに建設する必要がある公共の高齢者施設の社会資本整備が遅れていることも課題である。

問2

少子高齢化社会に対応できるように新たな施設の拡充を図らなければならない一方で、1960～70年代の高度成長期に建設された構造物においては、2010年には竣工後約40年以上を経過し、大規模な改修を必要とする時期を迎える。とくにその時代に建設された構造物には、建設ラッシュであった当時の社会情勢や、法規制が現在のように整っていなかったことから、コンクリートの耐久性が劣るものが多く存在するといわれている。そこで、このような施設では、適切な改修、あるいは補修・補強を行わなければ、今後構造安全性に問題が生じると考えられる。

公共事業に対する予算が減少するなかで、コンクリート診断士の大きな役割として、改修、あるいは補修・補強しなければならない構造物（社会資本）の優先順位を判定し、適切かつ合理的に改修を行うための提案や管理を行うことが挙げられる。したがって、コンクリート診断士には、社会的資本（国家の資産）を維持するという認識、偏りのない公平さ、職業倫理に反する行為は許されないこと、コンクリート構造物は市民社会の貴重なインフラ（社会基盤）となっていることを認識する態度が必要である。

コンクリート診断士は、既存の構造物の寿命が少しでも長くなるように、そして国民が安全で安心できる構造物が構築されるように努めることが大きな役割である。

[問題 B - 1]

問 1

設題に示された写真やパラペット周りの断面図および建物の諸条件（特に、桁行方向長い）から判断し、屋上防水シンダーコンクリートの熱膨張により、建物端部の妻側のパラペット付け根が押し出されたものと推測できる。屋上パラペットのせり出し現象は建築物では良く見られる事例である。この推測の根拠（理由）としては、下記の事項などを挙げるのがよい。

屋上防水シンダーコンクリートの目地アスファルトがせり出している現象は、シンダーコンクリートが受熱により伸び、目地が圧縮された現象である。

建物の桁行方向が 100m、梁間方向が 20m であるため、シンダーコンクリートの総伸び量は桁行方向が大きいため、妻側のパラペットを外面側に押し出すように力が働いた。

建築後の初期（目地アスファルトの柔軟性が保たれていた時期）は、受熱や外気温によるシンダーコンクリートの伸縮は、目地がある程度吸収していたが、目地材の経年劣化（硬化）により柔軟な吸収ができなくなった。

問 2

建物の経過年数が 41 年であるが、現在の状況に至った時期は不明である。主な劣化原因が受熱や外気温の変化であるため、年々徐々に劣化が進行したと推測できる。したがって、直ちに大きな変化はないと考えられるが、この事例の場合、最も注意しなければならないことは、劣化部は温度伸縮による挙動があるため、コンクリートの剥離・剥落が生じる可能性があり、対人安全性が脅かされることである。次に劣化部からの雨水の浸透や漏水である。設題では、漏水やその他の不具合は生じていないと記述されているが、このまま放置した場合の懸念としては、せり出し現象が徐々に進行し、対人安全性以外にも劣化部からの漏水（防水層の立ち上がり部の破断の可能性もある）が懸念される。記述としてはこの 2 点がポイントである。

問 3

現状の劣化や損傷に対して適切な補修や修繕を施さなければならない。具体的には問 2 で記述したとおり対人安全性を確保するための対策と防水層の防水機能を維持するための対策である。一般に建築物の屋上防水は十数年間隔で補修や更新を行なうことが多い。設題の建物においては、築 41 年の間に屋上防水の補修・更新が行なわれているか、何回行なわれているか不明であるが、この建物をさらに 30 年間使用する前提では、現状の屋上防水層を大規模に改修することが妥当である。その必要性（理由）はシンダーコンクリートの目地機能が働いていないこと、パラペットの付け根の損傷が部材の安全性や剥落物などによる対人安全性を脅かしていること、さらに防水層もパラペットの付け根付近で破断する（破断している）可能性があること等である。改修や更新のポイントは、再発を防止するための改修設計である。一般には断熱シート防水工法などが適切な改修仕様である。また、長期的な維持管理としては十数年後に再補修を行なう計画を立て、定期的な点検を行なうことも必要である。

[問題 B - 2]

問1

写真1の状況が平均的な劣化状況であると説明されている。写真から把握できる劣化状況は、桁の下フランジ側面において内部鉄筋やシース管の腐食により、かぶりコンクリートが剥落している状況であり、これらの劣化が当該道路橋PC単純桁に散在していることが理解できる。また、設題ではシース管内部のPC鋼材には腐食は生じていないこと、さらに、桁には軸に直角方向のひび割れやその他の変状はなく、床版や壁高欄にも劣化はないと記されている。これらの情報を基にすれば、現時点でたわみや変形が増大している状況ではないと考えられ、かぶりコンクリートに剥離・剥落が生じた段階と理解できる。劣化状態のグレードとしては、加速期の後期が妥当であろう。なお、性能上の所見としては、耐荷力・じん性の低下(鋼材断面積の減少、剥離・剥落によるコンクリート断面の減少)や剛性の低下(変形の増大、振動の発生)は認められないと言い切れないので、やはり懸念すべき事項として記述することがよい。

問2

本事例では、塩害の構造物として、補修・補強計画立案に必要な詳細調査項目とその結果の活用目的は、下記のような事項になる。この中から理由を付けて3つを記述することがよい。

- ・塩化物イオン量(濃度)の分布 鋼材位置の塩化物イオン量、見かけの拡散係数、外来塩化物か内在塩化物か検討する
- ・中性化深さ 中性化速度、塩化物イオン分布性状との関係
- ・ひび割れ 幅・深さ・密度などを把握、腐食グレードとの関係
- ・鋼材の位置と腐食状況 かぶり厚さ、腐食グレード、腐食速度、塩化物イオン分布と腐食の関係
- ・電気化学的指標 自然電位・分極抵抗・電気抵抗を実測、腐食状況の分布、腐食速度の予測
- ・コンクリートの物性 コンクリート強度、弾性係数
- ・10年前の調査記録の確認 10年前に塩害対策として表面被覆が適用されているため、当時の調査記録を確認すれば、塩化物イオンの拡散や濃度レベルの経過が理解でき、今後の補修・補強計画に役立つ。
- ・たわみ・変位 設題ではその他の変状は見られないと記されているが、補修・補強計画立案のためには計測しておく必要がある。

問3

本事例は、塩害を受けたPC単純桁であり、その劣化状態のグレード、加速期の後期と判定した(もちろん、これ以外の想定が誤りとは言えない。回答として想定や理屈が整合していれば可)。

加速期の場合の補修・補強工法は、電気防食・電気化学的脱塩・断面修復などが主工法にあたる。この問いでは、問2で回答した詳細調査の結果を自ら設定(仮説)し、補修・補強工法を提案することが求められている。ここで注意しなければならない事は、PC構造物に対して電気防食工法は適用できる

が、脱塩工法については PC 鋼材の水素ぜい化問題が懸念されるため、適用可とはされていない。したがって主工法は電気防食と断面修復に絞り込むことが妥当である。

詳細調査の結果を仮定することはそれ程難しくはないが、「塩化物イオン量（濃度）の分布」において、塩化物の濃度や分布をどのように仮定するかがポイントになる。塩化物は内在していたものに外来が加算されたことも設定できるし、全て外来塩化物と設定もできる。後者の場合はかぶり部分のコンクリートを撤去し、主工法として断面修復を選択できる（塩化物イオン濃度の仮定が重要である）。両者に共通して適用できるのは電気防食工法であり、最も記述しやすい回答である。なお、桁の軸方向鉄筋には断面欠損が生じているため、鉄筋の交換や添え筋などの処置は共通して必要であるので、忘れずに記述したい。

また、今後 30 年間も供用するため、補強を提案することも可能であるが、この場合は詳細調査結果が整合するような仮定を設けなければならない（例えば、変形は大きくないものの、コンクリート強度が低い等）。さらに、30 年間の維持管理計画についても触れておくと良い回答になる。