

2009年 コンクリート診断士試験(診断士編) 解答案

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

2009年 コンクリート診断士試験 記述式問題 解答のポイント

[問題A 解答のポイント]

本問題は、診断の意義および診断士の定義・役割から社会情勢に即した維持管理までのフローを問う問題である。「ストック型社会への対応」「事後保全」「予防保全」および「ライフサイクルコスト」などをキーワードとして記述すれば良い。

■ 問1

社会資本とは、社会全体の諸活動を円滑に機能させる公共的な資本であり、具体的には、道路、公共交通機関、公営住宅などの公共的な施設をさす。我が国の社会資本は、昭和40年代の高度成長期に整備され、一定のストックを形成しているが、これらの構造物が老朽化し、今後20年間に大規模な補修や更新を必要とするものの割合が急速に増加するという課題に直面している。

従前は、構造物の劣化が顕著となってから補修や更新を行う「事後保全」が主体であったが、第三者への影響などを考慮した場合は、既存構造物の劣化の程度に応じて計画的に維持・補修や更新を行う「予防保全」へと対応を転換する必要性が指摘され、ライフサイクルコストを考慮した維持管理の重要性が再認識された。また、人口減少、少子高齢化による労働力の低下、税収の減少、社会福祉費の負担増などにより建設投資余力が低下している現在、限られた財源の有効活用が重要であり、効率的な社会資本整備が求められている。

従って、既存社会資本の適切な維持管理による構造物の長寿命化を図るとともに、新規事業に対する事業評価の厳格な実施やコスト構造改善の実施など、社会資本整備事業の一層の効率化・重点化が求められているといえる。

上記の内容を参考に、スクラップ・アンド・ビルトによる量的拡大の時代は終わり、環境を配慮したストック型社会への対応について300字以内で記述すれば良い。

■ 問2

コンクリート診断士には、構造物のコンクリートを対象としてその劣化の程度を診断し、場合によっては維持管理の提案をする能力が求められている。問1で記述した内容を踏まえ、対象とする具体的な構造物を想定（実際に劣化診断を行った構造物を対象としてもよい）し、経済的かつ効率的な点検、評価・判定、対策のそれぞれについて、コンクリート診断士としてのモラルを意識した独自の考えを600字以内で記述すれば良い。

なお、意識すべきモラルとは、①社会的資本（国家の資産）を維持するという認識、②偏りのない公平さ、③職業倫理に反する行為は許されないこと、④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）となっていることなどである。

[問題 B-1 解答のポイント]

本問題は、建築構造物で生じたひび割れについて、特徴、発生原因、補修方法とその選定理由について述べる問題である。構造物に関する概要、平面図、断面図、ならびにひび割れ図がかなり具体的に示されていることから、実際の調査・診断に即した実務的な問題といえる。

図表を参照すると、建物の特徴として以下の事項が挙げられる。①南面は、その他の面と比較して壁厚が大きく、太い径の鉄筋が用いられて鉄筋比が高いこと。②コンクリートの呼び強度が 27 であり、それが夏期に施工されていること。③通年にわたり、屋内が空調されていること。④屋上の断熱工法が外断熱仕様であること。⑤垂直目地がスパンの中央部に 1 箇所（間隔は約 7.7m）設けられ、その深さが壁厚にかかわらず屋内外合計で 35mm（断面欠損率：北面 17.5%，南面 8.8%）であること。これらの状況を踏まえたうえで、各問に答えるとよい。

まず、図 1、図 2 を参照すると、ひび割れの特徴として以下の 3 点が挙げられる。①外壁のひび割れの数をみると、南面と比較して北面で多いこと。②パラペットでは北面で多くのひび割れが発生していること。③北面の外壁におけるひび割れの発生量をみると、建物の両端部では 1, 2 階で、中央部では 3, 4 階で多く、1, 2 階で生じたひび割れが逆八の字の形状となっている。

次に、ひび割れの発生原因について建物の特徴およびひび割れの形状から推定すると、構造体の温度変化によるひび割れ、およびコンクリートの乾燥収縮によるひび割れであると考えられる。

構造体の温度変化が原因となって生じたひび割れは、1, 2 階で生じた逆八の字のひび割れ、およびパラペットに生じた垂直方向のひび割れである。まず、建物全体でみると、夏期に打ち込まれた構造体は冬期には収縮するが、それが基礎で拘束されることによって建物の下階端部に逆八の字の形状のひび割れが生じる。なお、建物の長さが 70m であることから、夏期と冬期の温度差が 30℃あったとすると、無拘束の状態では構造体全体が約 20mm 収縮することになる。

次に屋上についてみると、断熱工法が外断熱仕様であることから、寒暖の差は床スラブよりもパラペットの方が大きくなる。最上階のコンクリートの打込み時期が夏期であったことから、温度変化の大きなパラペットで冬期に収縮量が大きくなり、それが床スラブに拘束されることによってひび割れが発生したと考えられる。特に、南面の壁厚が 400mm であることから、パラペットが拘束されやすい状況であったため、南面のパラペットで狭い間隔でひび割れが発生したと推定される。

コンクリートの乾燥収縮が原因となって生じたひび割れは、建物中央部で生じている垂直方向のひび割れ、ならびに開口部端部で生じている斜め方向のひび割れである。一般に、外壁に生じる乾燥収縮ひび割れを防止することを目的として垂直目地（誘発目地）を設ける。しかし、対象構造物の場合、垂直目地の断面欠損率が不足しているためにそれがうま

く機能せずに、それ以外の部分でひび割れが生じたと考えられる。なお、日本建築学会「鉄筋コンクリート造のひび割れ対策（設計・施工）指針・同解説」では、全壁厚に対して20～25%程度の断面欠損率を有する誘発目地を設けることが推奨されている。

次に、コンクリートの打込みが夏期であったため、同じスランプを得るための単位水量が大きくなり、セメントや骨材が同じものであれば収縮量は大きくなる。施工面でみると、型枠脱型後の湿潤養生が不足し、急激に乾燥することによってひび割れが発生した可能性もある。この場合、とくに壁厚や鉄筋比が小さいところでひび割れの発生数が多くなる。

なお、一般に、乾燥収縮は打込み後半年から1年程度で収束するといわれる。しかし、本建物の場合、内部が通年にわたり空調されていることから、壁厚が400mmと厚い部分では竣工後5年が経過しても収束には至っていない可能性がある。

補修方法を選定するにあたり、熱膨張・収縮が原因である部分では、ひび割れ幅が夏期と冬期で変化すると考えられる。また、乾燥収縮が原因であると考えられる部分でも、内部が通年にわたり空調されていることから、壁厚が大きい部分では、今後ひび割れ幅が大きくなる可能性があることを踏まえた補修方法を選定する必要がある。

従って、ひび割れの補修にあたっては、幅が0.2mm以上の部分では可とう性のエポキシ樹脂を低圧工法で注入することが適切であると考えられる。0.2mm未満の場合は、表面にシール材を塗布する工法で補修すれば良いと考えられる。また、現在の外壁は打放し仕上げであるが、ひび割れ補修によって美観を損ねること、ならびにひび割れからの漏水を防ぐことを目的として、施主に外壁を伸縮性の高い防水形の仕上げ塗材で施すことを提案すると良い。

[問題 B-2 解答のポイント]

本問題は、床版の下面に生じたひび割れに対して補強を行ったにもかかわらず、ひび割れの進展が収まらず、新たに床版上面にもひび割れが発生した道路橋について、劣化の原因とメカニズム、供用を続けるための対策について述べる問題である。構造物の概要および（1次）調査の結果が示されており、実際の調査・診断に即した問題である。

対象の道路橋の交通量は現在3万台/日であり、昼間ならば1分間に30台以上の車両が通行していると判断できることから、相当に交通量が多い幹線道路である。これに対して、床版の厚さが170mmであり、約40年前（1970年頃）の設計であるとしても、これだけの交通量を見込んだ床版の設計になっておらず、また桁梁を増設するだけでは対応できない交通量であったと考えられる。

床版下面のひび割れの状況をみると、発生原因はアルカリシリカ反応、塩害、凍害、疲労であると推察され、温暖な地域であることや表1の調査結果から、変状の原因は疲労によることがほぼ特定できる。許容の範囲を超える荷重が、継続して床版に作用していたと考えられる。なお、供用10年後に床版の曲げ補強を目的とした縦桁が増設されたことによって床版の応力状態が変化し、この部分で床版上面に曲げ応力が作用していたことも考え

られる。さらに調査を行い、床版上面の増設した縦桁付近に桁方向にひび割れが発生していれば、補強方法にも問題があったことを踏まえることが必要となる。

劣化の程度は、床版下面に亀甲状のひび割れが発生し、鉄筋のさび汁を含むエフロレッセンスがコンクリート表面に滲出していること、ならびに床版上面にまでひび割れが貫通していると考えられることから、加速期であると考えられる。また、コンクリート内部に水が浸透している状況であるため、今後ますます鉄筋の腐食が進行すると判断してよい。

今後 30 年間この道路橋を供用するには、①現在発生している床版のひび割れの補修を行うこと、②既設のコンクリートの強度を確認したうえで、現在の交通量に適応した床版の補強を行うことが必要となる。①に対しては、既設のアスファルト舗装を除去し、床版下面にさび汁が滲出している箇所では鉄筋位置までコンクリートをはつり取り、防錆処理を施すとともに、ひび割れ箇所にエポキシ樹脂を低圧注入すればよい。②に対しては、既設のコンクリートと一体になるように表面を目荒らした後に、鉄筋コンクリートあるいは SFRC で補強すればよい。あるいは、床版下面にエポキシ樹脂で鋼板を貼り付ける工法を採用しても良い。工法の選択、補強する部材の厚さは、既設コンクリートの強度に基づいた構造計算によって決定する。

最後に、コンクリート内部に新たな雨水が浸入しないように表面に防水層を施して、透水性のアスファルト舗装を施す。なお、補修・補強したときには自重が増加するため、あらかじめ主桁および縦桁の補強の必要性を検討しておくことが必要である。

参考として、昭和 39 年（1964 年）から複数回にわたって「道路橋示方書」の改訂が実施され、昭和 47 年（1972 年）には最小床版厚を 16cm とすること、床版支間長は 3.6m 以下を原則とすること、配力鉄筋量は、主鉄筋量の 70%以上とすることなど、疲労に係わる基準の改正がなされている。