

問 1

(1) $M_{cr} = 1.301 \times 10^3$ (kNm)

(2) $M_y = 3.514 \times 10^3$ (kNm)

(3) $M_d = 3.717 \times 10^3$ (kNm)

問 2

鉄筋コンクリートの塩害はコンクリート中に塩化物イオンが存在することで、コンクリート中の鋼材が腐食する現象である。

コンクリート中の塩化物イオンには、コンクリートを製造する材料に含まれる内在塩分と外部からコンクリート中に浸透する外来塩分に大別される。内在塩分は未洗浄の海砂、セメント（普通ポルトランドセメントの場合 0.035%以下）、硬化促進剤の一部（NaCl, CaCl₂）などに含まれており、外来塩分は海水、飛来塩分、凍結防止剤として散布される NaCl などに含まれている。これらの内在塩分と外来塩分が濃度拡散によりコンクリート中の鋼材表面に到達し、その濃度が腐食発生限界塩化物イオン濃度（1.2~2.5kg/m³）より大きくなると鋼材の不動態皮膜が破壊される。そして、鋼材表面に十分な水と酸素が存在する場合、アノード部では鉄がイオン化し溶出し、カソード部では水酸化物イオンを生成する。そして、それらの反応により生成される Fe(OH)₂ が酸化することで赤錆が生成される。この腐食生成物は元の体積の 2~3 倍あり、その膨張圧によりかぶりにひび割れが発生してコンクリートと鋼材の付着が低下する。さらに腐食反応が進行するとかぶりははく落、はく離する。これらの腐食反応に伴い生じる鋼材の断面積減少、鉄筋の付着力低下、かぶりはく離、はく落は鉄筋コンクリート構造物の耐荷力や安全性の低下させる。塩害の防止対策としては、内在塩分を少なくすること、補強材に腐食しないものを用いること、コンクリートを密実にする事で塩化物イオンの浸透に対する抵抗性を高めること、コンクリート表面を保護する、電気化学的防食工法の利用などがある。内在塩分を少なくすることについては、日本では JIS によりコンクリート中の塩化物イオンの総量が 0.30kg/m³ 以下になるように規制することで対策がとられている。補強材に腐食しないものを用いる対策としてはエポキシ塗装樹脂鉄筋、ステンレス鉄筋、FRP ロッドを用いることがある。コンクリートを密実にする対策としては混和材として高炉セメントを用いる、W/C を低くする、十分な期間湿潤養生をすることなどがある。コンクリート表面の保護としてはシラン系含浸材により撥水層を形成させたり、ケイ酸塩系含浸剤により表層を緻密にすることがある。電気化学的防食工法はコンクリート中に浸透した塩化物イオンを外部へ排出する脱塩工法や防食電流を流し鋼材が腐食する際に発生する腐食電流打ち消すことで鋼材の腐食を防止する電気防食工法がある。電気防食工法は電気を供給する方法の違いで 2 種類に大別され外部から電気を供給する外部電源方式とコンクリート表面に設置する金属とコンクリート中の鋼材との電位差により電流が供給される犠牲陽極方式がある。