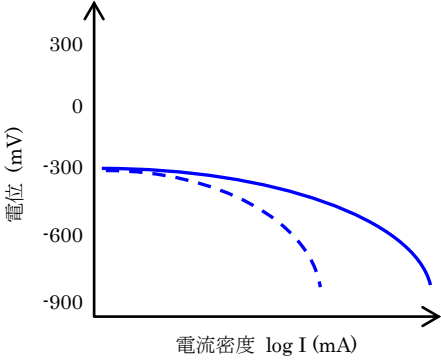


No.	設 問 ー I	解答欄
2)	<p>鋼材がさびる時に腐食電池を形成するが、電池の負(-)極で腐食は起こりアノード(陽極)と呼ばれ、電池の正(+) 極では腐食は起こらず健全状態にありカソード(陰極)と呼ばれる。</p> <p>解説：基礎 Q7 (p.033) ⇒電池の正(+) 極はカソード(陰極)で電子を受け取り、腐食反応は生じない。負(-) 極はアノード(陽極)で、電子を放出し、イオン化した鉄に水と酸素が結合して酸化鉄(錆)になる。設問は○です。</p> <p>正解率；77% (誤答ランク；5位)</p>	○
5)	<p>アルカリシリカ反応を示す構造物に電気防食工法を適用する場合には、その残存膨張量などを調査し、適用に問題がないことを確認して適用することができる。</p> <p>解説：入門 Q7 (p.059) ⇒アルカリシリカ反応 (Q&A では、示方書等での旧称のアルカリ骨材反応で記載) の可能性を有する構造物への電気防食の適用は、2003年10月 からその適用性についての検討が着手されたとあり、その結果は、設問の通りである。(受験講習会での解説、並びに受講生各自が調査しておくことが重要)</p> <p>正解率；64% (誤答ランク；3位)</p>	○
9)	<p>直流電源装置の定格出力電流は、平均電流密度×防食対象面積で算出する。</p> <p>解説：設計 Q5 (p.091) ⇒設計時点における電源装置の定格出力電流は、最大電流密度で 計算する。所用防食電流密度は、経時的低減し安定するため、実際に通電する平均電流密度は最大電流密度より小さい。通電初期や環境変化に対応するためには、設計上の安全を考慮して最大電流密度での算定とする。よって、×である。</p> <p>正解率；47% (誤答ランク；同率1位)</p>	×
12)	<p>外部電源方式の通電方法は以下の3種類がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 定電圧制御方式：ある一定の電圧に設定し、通電電流が変化する。 ② 定電流制御方式：ある一定の電流に設定し、通電電圧が変化する。 ③ 定電位制御方式：ある一定の電位となるよう電圧・電流を自動で制御する。 <p>解説：設計 Q19 (p.117) ⇒設問の通りである。定電流制御が一般的に適用されているが、 通電状況が安定した後は、環境の変化に応じた必要防食電流密度での通電が可能となる定電圧制御の方が陽極の耐用年数や被覆モルタルの損傷に対して安全側に制御される場合もあり、定電圧制御も適用されている。定電位制御は、優れた通電方式であるが、システムが高価な場合が多く、適用事例は少ない</p> <p>正解率；47% (誤答ランク；同率1位)</p>	○
14)	<p>電気防食の施工においては、電気工事士の資格が必要なのは直流電源装置の接地工事であり、配管配線や直流電源装置設置等の工事では電気工事士の有資格者が望ましい。</p> <p>解説：施工 Q3 (p.127) ⇒設問の他に排流・測定端子の設置ではアーク溶接の資格が必要であるが、資格を必要とする工種は、この2つである。電気防食工事で適用する電気関連の工事は、低電圧の工事であるため、資格を要する工種ではなく、接地工事を除く配管配線や電源装置設置工事を普通工で施工しても法的には問題ない。しかしながら、工事の確実性や施工後の維持管理の継続性を考慮した場合、電気工事士などの有資格者での工事か望ましい。</p> <p>正解率；68% (誤答ランク；4位)</p>	○

No.	設 問－Ⅱ	解答欄
3)	<p>電気防食の利点として不適当なものはどれか。</p> <p>① 長期的には鉄筋表面の塩化物イオン濃度を下げ、アルカリ性を回復させる。 ② 塩分を含有するコンクリートの除去が不要である。 ③ 鉄筋表面を酸素欠乏状態にさせることで腐食を抑制する。 ④ 防錆効果の確認ができる。</p> <p>解説：基礎 Q13 (p.042), 基礎 Q15 (p.045) ⇒①は電気防食の副次効果として適当である。②は電気防食の利点の1つに「塩分を含有するコンクリートの除去が不要」がある。③は電気防食の原理は、鉄がイオン化することで生じる電位の高低差をなくすことであり、設問は間違い。④は電気防食では照合電極を取付け、電位変化量を測定することで防食効果を確認する。</p> <p>正解率；77% (誤答ランク；2位)</p>	③
7)	<p>施工時の各段階における検査として適当なものはどれか。</p> <p>① 鋼材間導通確認試験：排流端子・鋼材間の抵抗をマルチメータで測定する。 ② 照合電極作動確認試験：高入力抵抗のマルチメータで測定し、測定電位の安定性と測定値で評価する。 ③ 陽極間導通確認試験：各陽極間および陽極とディストリビュータ間をマルチメータで測定し、鉄筋間導通確認試験とは異なる基準値で判定する。 ④ 陽極鋼材間絶縁確認試験：各陽極と排流端子との抵抗が無限大であることを確認し、判定する。</p> <p>解説：施工 Q18 (p.151) ⇒①の導通確認は、測定間の電位差（電圧）で行うため、抵抗による判定は誤りである。②の設置した照合電極の作動確認は、高入力抵抗のマルチメータで照合電極と鋼材の電位差（電圧）を測定し、その安定性や測定値が想定される電位であることで確認するため、正である。③は陽極間導通確認試験も鉄筋間導通確認試験と同様に、測定間の電位差（電圧）を測定して評価し、その判定基準はいずれも電位差 1mV 未満で導通ありと評価する。よって誤り。④の絶縁確認試験も測定間の電位差（電圧）で行い、電位差 10mV 以上で絶縁状態であると評価する。直流抵抗での測定は極性があるため、場合によっては絶縁状態であっても見かけ上の抵抗が著しく小さく表示される場合があり、誤である。</p> <p>正解率；82% (誤答ランク；4位)</p>	②
8)	<p>電気防食の施工前に飽和硫酸銅電極で測定した自然電位は-360mV であった。電気防食施工後に実施する分極試験において、防食対象鋼材の電位は鉛照合電極で何 mV より卑になるように電流調整をすれば良いか。なお、鉛照合電極の飽和銅硫酸銅電極への換算電位は、-800mV である。</p> <p>① +440mV, ② +340mV, ③ -460mV, ④ -440mV,</p>	②

	<p>正解率 ; 39% (誤答ランク ; 1 位) 誤答の大部分は①で-100mVシフトを考慮していないためと思われる。</p>	
9)	<p>分極試験における測定項目のうち、防食電流の決定に関係のないものは、次のうちどれか。 ① 自然電位, ② オン電位, ③ インスタントオフ電位, ④ 通電電流密度,</p> <p>解説 ; 施工 Q19 (p.154) ⇒オン電位には通電電流量とコンクリートが有する抵抗によって生じる誤差となる IR ドロップが加わっている。この影響を除去するために、通電停止直後の電位を測定したものがインスタントオフ電位であり、このインスタントオフ電位と自然電位との差が通電による電位の変化である。よって、②は通電電流量 (防食電流) の決定に関係しない。</p> <p>正解率 ; 80% (誤答ランク ; 3 位)</p>	②
10)	<p>電気防食の維持管理の手順は、初期点検→ () →記録である。</p> <p>① 評価・判定→対策・改善→モニタリング ② 点検→対策・改善→評価・判定 ③ 評価・判定→モニタリング→対策・改善 ④ 点検→評価・判定→対策・改善</p> <p>解説 ; 維持 Q1 (p.158) ⇒維持管理の手順 (フロー) は、[初期点検→点検→評価・判定(対策不要なら点検へ)→対策・改善] ⇔記録。</p> <p>正解率 ; 84% (誤答ランク ; 5 位)</p>	④

No.	設 問－Ⅲ
4)	<p>電気設備基準においては、直流電源装置に対する基準として、二次側出力が [A] 以下であることが規定されており、その設置に関しては [B] 工事を実施することが規定されている。</p> <p>(解答には単位も記載する)</p> <p>解答 [A ; 60V], [B ; D種接地]</p> <p>解説 ; 設計 Q20 (p.119) ⇒電気設備技術基準においては、感電や落雷などに対する安全性確保を目的として、上記規定が設定されている。</p> <p>正解率 ; A ; 74%, B : 68% (誤答ランク ; 同率4位)</p> <p>誤答としては、A ; 100V, 60mV, 60W, 30mV, 300mV, 100kW, 空欄</p> <p>B ; アース設置, D種, 接地, D種設置, D種接置, 基礎, 空欄</p>
6)	<p>鉄筋間導通確認試験では、直流電圧計により排流端子と鋼材間の [A] を測定し、この時の測定値が [B] 未満であれば電氣的導通が確保されていると判定する。</p> <p>解答 [A ; 電位差 (電位・電圧・直流電圧)], [B ; 1mV, 1.0mV]</p> <p>解説 ; 施工 Q18 (p.151) ⇒Q&Aの通り。本試験問題 I -7) 参照</p> <p>正解率 ; A ; 61% (誤答ランク ; 2位), B : 94%</p> <p>誤答としては、A ; 抵抗, 電気抵抗, 導通, 鋼材電位, 空欄</p> <p>B ; 1V, 1.0V</p>
7)	<p>電気防食における設計成果品のうち、配線関係の図書としては、配線図、配線 [A] 図、配線 [B] 表がある。</p> <p>解答 [A ; 系統], [B ; 整端]</p> <p>解説 ; 設計 Q2 (p.084) ⇒Q&Aの通り。</p> <p>正解率 ; A ; 73%, B : 68% (誤答ランク ; 同率4位)</p> <p>誤答としては、A ; 経路, 整端, 詳細, 配管, 接続, 管理, 効果, 空欄</p> <p>B ; 管理, 部品, 一覧, 端子, 配置, 統整, 体系, 空欄</p>
9)	<p>通電電流密度を決定するために実施した通電 (分極) 試験結果の曲線のイメージ [A] を図に実線で示せ。なお、飽和硫酸銅電極で測定した自然電位の測定値は -300mV とする。また、[A] よりも穏やかな塩害環境にある場合の曲線のイメージ [B] を図に破線で示せ。なお、自然電位は [A] と同じとする。他の種類の照合電極への電位の換算は行わない。</p>  <p>解説 ; 施工 Q19 (p.117), コラム 20, 実技実習⇒Q&A, その他の通り。分極試験は、自然電位とインスタントオフ電位の差である分極量で記載する機会が多いが、この分極量での記載では、個々の自然電位が異なるため、分極特性の比較に不向きである。本設問は、測定値を直接記載する問題であり、電気防食が防食電流の通電により、鋼材の電位を卑 (マイナス) 側に変化させる技術であることを把握しておくことが重要である。誤答の大部分は、貴 (プラス)</p>

側への曲線および塩害環境の影響の逆転が多い。

正解率 ; A ; 70% (誤答ランク ; 6 位), B : 65% (誤答ランク ; 3 位)

200 m²/回路の電気防食を 5 回路実施し、いずれの回路も 10mA/m², 5V で通電することになった。この場合の消費電力は [A] W である。また、この状態での通電を 40 年間行うこととして、この期間での電気料金は、約 [B] 円である。なお、直流電源装置の交流⇒直流への変換効率は 50%、電気料金は基本料金 500 円/月、25 円/kWh、燃料費調整額は、電気料金に含むものとし、閏年は考慮しないものとする。

解答 [A ; 100], [B ; 1,116,000]

解説 ; 基礎 Q12 (p.041) ⇒

10) [A] 200 m²/回路×10mA/m²=2000mA/回路=2A/回路
2A/回路×5 回路=10A
10A×5V/0.5=100VA=100W (変換効率を考慮しない 50W も正)

[B] 100W×8760 時間(h)/年×40 年=35,040,000Wh=35,040kWh
35,040kWh×25 円/kWh=876,000 円
500 円/月×12 月/年×40 年=240,000 円
876,000 円+240,000 円=1,116,000 円

正解率 ; A ; 88%, B : 56% (誤答ランク ; 1 位)

誤答としては、A ; 10W, 25W, 250W, 空欄

B ; 267,500 円, 678,000 円, 816,000 円, 876,000 円, 2,450,000 円, 他

IV. 以下の二つの設問について解答欄に解答しなさい。

(IV-1) 下記の設問から一問選んで答えなさい。電気防食=エルガード工法と考えてください

- ①塩害劣化したコンクリート構造物に電気防食を適用する際の設計上の留意点を述べ、解説しなさい。
- ②塩害劣化したコンクリート構造物に電気防食を適用する際の施工上の留意点を述べ、解説しなさい。
- ③塩害劣化したコンクリート構造物に電気防食を適用した後の維持管理上の留意点を述べ、解説しなさい。
- ④チタンメッシュ陽極方式とチタンリボンメッシュ陽極方式の電気防食の特徴を述べなさい。

共通：読み易さ、誤字脱字が無いこと、行数がほぼ埋まっていること、構成がよいことなどは加点対象

次に示す各問のキーワードやそれに近いワードや解説が入っておれば加点対象

- ①：電防方式選定、環境別回路分け、防食対象面積(500 m²)、所要防食電流(設計最大電流密度 30mA/m²)
陽極(間隔)・通電点(300mV 以内)・排流端子配置(電流分布の均一性)
照合電極・測定端子が一(2 個/回路以上)、配管配線位置・系統
直流電源装置関係(容量・通電方式・接地工事)
その他(参考図書、成果品、事前調査、設計手順、陽極被覆材、断面修復材など)

- ②：鋼材間導通(端子溶接、PC 鋼線機械的導通、1mV 未満)
照合電極動作確認(保護キャップ撤去、所定値、安定性)
陽極設置(下地処理、金属片除去、ドライアウト防止)、陽極間導通(1mV 未満)
陽極鋼材間絶縁(10mV 以上)、配管配線(接続箱内結線、止水処理)
仮通電、通電調整(E-logI)
その他(手順、施工期間、資格、電気安全性、使用機材)

- ③：維持管理目的(コンクリート構造物の耐久性維持)
手順(初期点検一点検-評価・判定-対策・改善)、記録
100mV 復極(不足時の対応・再 E-logI)、-1000mVvsCSE より貴な制御(水素脆化対策)
日常点検：維持管理者、目視、日常巡回
定期点検：維持管理者、維持管理計画・目視・計測、初年度 2-4 回・以後年 1 回
詳細点検：専門技術者、目視・計測、異常発見時・10 年に 1 回
臨時点検：維持管理者、目視、災害・事故発生時
その他(点検項目、装置・材料の更新、トラブル、記録・保存)

- ④：メッシュ概要：面状陽極、モルタルオーバーレイ
メッシュ長所：防食電流分布均一、美観向上、陽極破損に強い、通電点多数
メッシュ短所：既設塗膜全面撤去、死荷重
リボン概要：線状陽極、溝切・モルタル充填
リボン長所：鉄筋に容易に取付・新設に有効、既設塗膜除去不要、死荷重増無し
リボン短所：電流分布均一性に劣る、美観に劣る
その他(両者とも長寿命など)

(IV-2) 下記の設問から一問選んで答えなさい。

- ① 建造物のライフサイクルコスト (LCC) は、一般にどのように定義されるものか述べてください。また、建造物の供用途中に電気防食を適用するとした時の、建設初期からの経過時間と LCC との関係を図化してください。
- ② 建造物の維持管理において、「事後保全」よりも「予防保全」の方が好ましいと言われる理由を述べてください。
- ③ 電気防食がコンクリート建造物の長寿命化に及ぼす役割についてあなたの考えを示してください。
- ④ 劣化部位を除去し断面を修復する一般的な補修工法に対し、電気防食工法の利点を3つ取り上げて詳述してください。

① : 調達・製造～使用～廃棄の段階をトータルとして考慮

コラム 12

電気防食は表面塗装などより直接工事費は高いが、防食効果は長寿命

② : 劣化が進む前にこまめに補修するのが予防保全

対処療法的に劣化箇所を補修するのが従来の事後保全

予防保全の方が建造物を長持ちさせて更新時期を先送りでき、大掛かりな補修も抑えられる

③ : 防食効果の信頼性、施工実績増加、優れた LCC

腐食抑制の抜本的対策

④ : 多量の塩分を含有した場合でも防食可能

塩分を含有するコンクリートの除去が不要

鉄筋の防錆処理が負傷

防食効果の確認が容易