

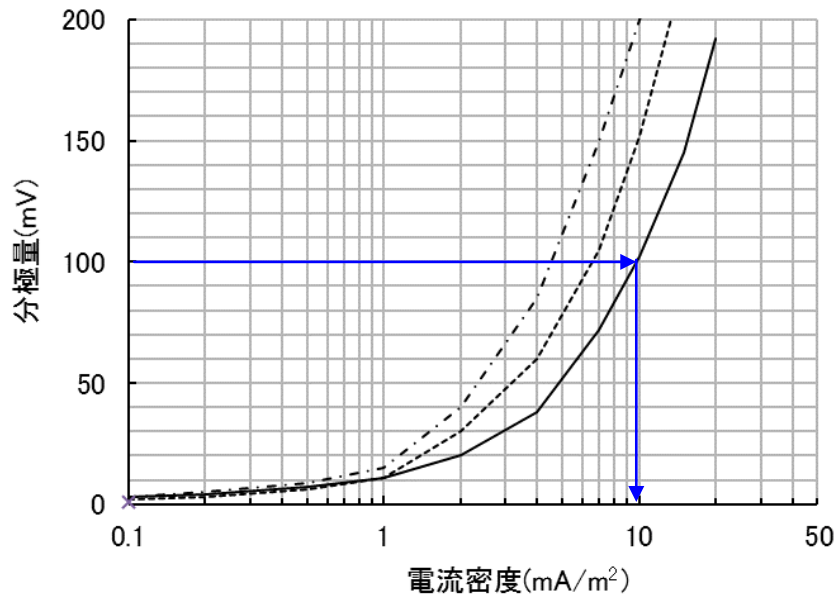
No.	設 問 - I	解答欄
2)	<p>鋼材（鉄）が“さびる”現象は、鋼材中の電子のやり取りに着目すれば“還元する”現象である。</p> <p>解説；基礎 Q2 (pp.025-026) ⇒“還元する”ではなく“酸化する”である。鋼材の腐食反応は、電子を放出してイオン化した鉄 (Fe^{2+}) に水や酸素が結合する現象である。酸化するとは電子を失う現象のことである。</p> <p>正解率；59% (誤答ランク；3位)</p>	×
3)	<p>強アルカリのコンクリート中に設置された鋼材の表面には、厚さ数 μm 程度の不動態皮膜が形成され、一般的な環境におけるコンクリート中での鋼材の腐食の進行を抑制する。</p> <p>解説；基礎 Q3 (pp.027-028) ⇒アルカリ中(pH9.5~)の鋼材に形成される不動態皮膜の厚さは極めて薄い数 nm の酸化皮膜である。因みに、mm (ミリメートル) $=10^{-3}\text{m}$, μm (マイクロメートル) $=10^{-6}\text{m}$, nm (ナノメートル) $=10^{-9}\text{m}$, pm (ピコメートル) $=10^{-12}\text{m}$。一般に不動態皮膜は nm オーダーと薄く Al(pH4~8.5), Ti(pH1~12), SUS304(pH2~), Ni(pH6~)なども不動態皮膜を形成する。一方、酸化皮膜が μm オーダーと厚い場合は保護皮膜とも言われ、Zn(pH6~13), Cu(pH6.5~12), Pb(pH6~11), Mg(pH11.5~)などがある。</p> <p>正解率；24% (誤答ランク；1位)</p>	×
8)	<p>陸上のコンクリート構造物中の鋼材の電気防食基準と海水に接する鋼構造の電気防食基準はいずれも同じである。</p> <p>解説；入門 Q14 (pp.069-070)・COLUMN-4 (p.039) ⇒コンクリート構造物中の鋼材の防食基準は、防食電流を流す前の鋼材電位 (自然電位) と供給する防食電流による鋼材電位の変化量がマイナス (卑) 側に 100mV 以上あること (100mV シフト) である。海水に接する鋼構造の防食基準は、コンクリート中の鋼材の防食基準が電位の変化量であるのに対し、飽和硫酸銅基準 (CSE) で -850mV より卑 (マイナス) 側であることであり、解答は×である。</p> <p>正解率；59% (誤答ランク；3位)</p>	×
12)	<p>電気防食工法の設計での通電点の設置位置の決定においては、使用する陽極材による電圧降下の検討が必要で、陽極の電気抵抗およびディストリビュータの電気抵抗を考慮して $30\text{mA}/\text{m}^2$ の通電時に 300mV 以下の電圧降下となる場所に設置しなければならない。</p> <p>解説；設計 Q5 (p.091)・Q9 (pp.099-100) ⇒設計最大電流密度である $30\text{mA}/\text{m}^2$ の通電時に陽極材料の配置によって決定される陽極材とディストリビュータの抵抗による電圧降下分 (通電電流×陽極材の抵抗) を 300mV 以下にする。</p> <p>正解率；65% (誤答ランク；5位)</p>	○
20)	<p>電気防食を適用したコンクリート構造物の維持管理段階での費用は、通電のための電気代だけであるため LCC を小さくできる利点がある。</p> <p>解説；基礎 Q12 (p.041)・COLUMN-12 (p.105)・維持 Q6 (pp.165-166) ⇒電気代は安い。但し、直流電源装置やモニタリング装置、配線配管等は定期的な更新が必要である。なお、電気防食の耐久性は大きく、長期的な設備の更新が不要なため、最終的な LCC は非常に優れている。</p> <p>正解率；57% (誤答ランク；2位)</p>	×

No.	設 問－Ⅱ	解答欄
2)	<p>電気防食の事前調査として最も不適当なものはどれか？</p> <p>① 配筋図から鋼材量と鋼材位置・かぶりを調査した。 ② 配筋図から部材内の鋼材間導通状況を調査した。 ③ コンクリートの塩化物イオン濃度を現地調査した。 ④ 防食対象構造物の立地条件を調査した。</p> <p>解説：設計 Q3 (pp.086-087) ⇒鋼材間の導通状況は現地調査に分類されている。設計図書である配筋図からの鋼材間導通の把握は不可能である。 正解率；45% (誤答ランク；4位)</p>	②
7)	<p>防食電流密度が 10mA/m²、電圧が 5V である時、防食対象面積 500 m²で消費する電力は [A]W であり、直流電源装置の変換効率が 50%である時、年間での消費電力は、[B] kWh 程度である。</p> <p>① 25, ② 50, ③ 100, ④ 400,</p> <p>解説：基礎 Q11 (p.040)・Q12 (p.041) ⇒Q&A を参照して、以下となる。 (A)；10mA/m²×500 m²=5000mA=5A, 5A×5V=25W (B)；25W/0.5×365d×24h/d=438,000Wh=438kWh≒400kWh 正解率；[A] 51% (誤答ランク；5位), [B] 29% (誤答ランク；1位)</p>	A① B④
8)	<p>PC 構造物に電気防食を適用する場合、[] が飽和硫酸銅電極基準で-1000mV よりプラス側（貴な）方向の範囲内にあることを確認して維持管理の評価・判定を行わなければならない。</p> <p>① 自然電位, ② インスタントオフ電位, ③ 複極量, ④ 通電時電位</p> <p>解説：入門 Q14 (p.069)・Q18 (pp.074-075) ⇒PC 鋼線の水素脆化を防ぐために、電気分解による水素の発生しない電位に維持する防食基準である。ここで本防食基準の対象となる電位は、通電時電位から通電電流量とコンクリートの抵抗によって生じる電圧 (IR ドロップ) を差し引いた電位 (インスタントオフ電位) である。 正解率；29% (誤答ランク；1位)</p>	②

200 m²/回路の電気防食回路に設置した 3 個の照合電極を用いた分極試験を実施し、下図の試験結果が得られた。通電電流量として最も適当なものはどれか。

- ① 1A, ② 2A, ③ 5A, ④ 10A,

9)



解説 ; 施工 Q19 (pp.154-155) ・実習⇒最も大きな電流密度 10mA/m²で考える。

$$10\text{mA/m}^2 \times 200 \text{ m}^2 = 2,000\text{mA} = 2\text{A}$$

同一回路に存在する複数の照合電極を対象とした電気防食における通電電流量の設定は、分極試験 (E-log I 試験) によって得られた分極曲線のうち、防食基準を満足するために必要となる最も大きな通電電流密度を対象として決定する。他の照合電極の設置個所では、必ず防食基準を満足できる (本問題では、10mA/m²の通電で 150mV, 200mV の分極が得られている)。設問は通電電流量を聞いている為、通電電流密度と防食対象面積との積で通電電流量を求める。

正解率 ; 35% (誤答ランク ; 3 位)

②

No.	設 問 - III
1)	<p>電気防食工法には、その防食原理から鋼材の腐食抑制のほかに [A] 作用や [B] 作用などの副次的効果がある。</p> <p>解答 [A : 脱塩], [B : 再アルカリ化]</p> <p>解説 ; 基礎 Q15 (p.045) ⇒Q&A 基礎 Q15 (p.045) の本文 4 行目に「腐食抑制のほかに脱塩作用や再アルカリ化作用などの副次的作用があります。」と記載されている。</p> <p>正解率 ; 順序逆可 ; 合計 46% (誤答ランク ; 5 位)</p>
5)	<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。(過去の低解答率問題解説参照)</p> <p>正解率 ; [A] 41% (誤答ランク ; 4 位), [B] 29% (誤答ランク ; 1 位)</p>

7)	<p>電気防食施工時の品質管理検査結果のうち，導通・絶縁に関する電位差の判定基準は，導通確認試験では [A]，絶縁確認試験では [B] であれば，合格である。</p> <p>解答 [A : 1mV 未満]， [B : 10mV 以上]</p> <p>解説 ; 施工 Q18 (pp.151-153) ⇒Q&A 施工 Q18 の(1)鋼材間導通確認試験および(3)の陽極間導通確認試験には，「電位差が 1mV 未満であれば，電氣的導通が確保されている」とあり，また，(4)陽極鋼材間絶縁確認試験には，「電位差が 10mV 以上であれば，電氣的な絶縁が確保されている」と記載されている。</p> <p>正解率 ; [A] 37% (誤答ランク ; 2 位)， [B] 63% (誤答ランク ; 6 位)</p>
8)	<p>電気防食工法は，防食期間を通して適切な防食電流を流し続けなければならない。したがって，具体的には [A] や [B] の確認，防食装置の通電確認，防食装置の損傷・腐食状態の確認などをおこなう。</p> <p>解答 [A : 電位変化量]， [B : 防食電流量(通電電流量)]</p> <p>解説 ; 維持 Q1 (pp.158-159) ⇒Q&A 維持 Q1 (p.158) の本文 7 行目に「具体的には，電位変化量や防食電流量の確認，防食装置の通電確認，防食装置の損傷・腐食状態の確認などです。」と記載されている。</p> <p>正解率 ; 順序逆可 ; 合計 38% (誤答ランク ; 3 位)</p>

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) 下記の各問に答えなさい。

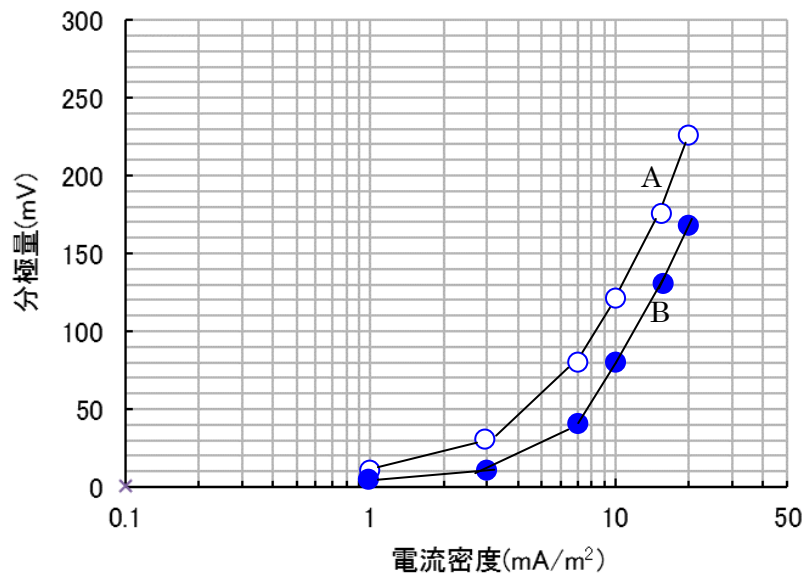
問① 条件の異なる A と B に電気防食を適用し、通電試験 (vs.鉛照合電極) を実施した結果を表に示す。

表中の分極量を求め、その結果を下記の片対数グラフに記載し、E-logI 試験結果図を作成せよ。

問② 本通電試験結果から把握できる防食対象 A と B との腐食状況などの違いを比較し、解説せよ。

問①の回答欄

防食対象	A ○			B ●		
	オン電位 (mV)	インスタントオフ電位 (mV)	分極量 (mV)	オン電位 (mV)	インスタントオフ電位 (mV)	分極量 (mV)
0	500 (自然電位)		0	400 (自然電位)		0
1	480	490	10	397	395	5
3	430	470	30	385	390	10
7	390	420	80	350	360	40
10	360	380	120	305	320	80
15	310	325	175	250	270	130
20	250	275	225	200	230	170



問②の回答欄

腐食環境は B が厳しい。同じ分極量を得るのに A よりも B の方が、防食電流密度が大きいから。

施工 Q19
COLUMN20
実技

(IV-2) 下記の二問から一問選んで答えなさい。

問題① 構造物の維持管理における「事後保全」と「予防保全」の考え方を述べなさい。また、「予防保全」が「事後保全」よりも好ましいと言われる理由を述べなさい。

問題② コンクリート構造物の長寿命化対策に電気防食を適用することのメリット、および適用するにあたっての留意点について、あなたの考えを述べなさい。

キーワード

①構造物維持管理

考え方

事後保全：劣化が顕在化してからの補修、従来の補修概念、補修費の抑制

予防保全：劣化が顕在化する前の補修、劣化要因調査、初期投資が大きい

理由：ライフサイクルコスト、トータルコスト、再劣化防止、持続可能な社会

②電気防食

メリット：ハツリ量の抑制、腐食反応の直接抑制、補強工法との併用、維持管理の定量化(復極量)

留意点：補修履歴(樹脂系断面修復材の有無)、電源、防爆区域、補強要否、立地環境、配筋状態

劣化状態