

No.	設 問－ I	解答欄
2)	<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ある酸化皮膜は一種の錆であるが、アルカリ性によりそれ以上錆びることはなく安定しているため、不動態皮膜と呼ばれ、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 Q03 (p.29) ⇒「この保護膜は不動態皮膜と呼ばれ、コンクリートの強いアルカリ性により、鋼材の表面に形成されます」とあります。また、「不動態皮膜も酸化物ですから錆の一種ではありますが、この薄い錆膜は安定した化合物であり、通常それ以上錆びることはありません」。加えて、「不動態皮膜は、コンクリート中に溶けている、あるいは外部から浸入する水や酸素などから鋼材を腐食から守るバリアの役割をします」とあります。よって、本解説の記載から、本設問は○です。</p> <p>正解率；80% (誤答ランク；3位)</p>	○
6)	<p>コンクリート構造物の電気防食では、鋼材を陰極（カソード）として電位を下げて腐食を抑制する陰極防食（カソード防食）が一般的である。</p> <p>解説；基礎 Q10 (p.41) ⇒基礎 Q10 には、「腐食電池の健全部(カソード)の電位を腐食部(アノード)の電位まで下げれば、鋼材表面の電位は同一となって腐食電流は流れなくなります」とあります。また、「電気防食は英語で「cathodic protection(カソード防食、または陰極防食)」と呼ぶように、鋼材を陰極として電位を強制的に下げることによって腐食を抑制します」とあり、本設問は○です。</p> <p>正解率；80% (誤答ランク；3位)</p>	○
7)	<p>世界で最初に大気中のコンクリート構造物へ電気防食技術が適用された時期は、我が国の江戸時代に当る。</p> <p>解説；Column13 (p.89) , Column29 (p.190) ⇒ Column13 には、「コンクリート構造物への電気防食の実証第一号は、珪素鉄の鋳物によるもので、1974年にアメリカ、カリフォルニア州で試験施工されました」とあり、また Column29 には、我が国におけるエルガード工法の最初の施工は、1989年5月にチタンメッシュ方式の電気防食工法を実施しています」とあり、昭和・平成の時代です。よって、本設問は×です。ちなみに、コンクリート構造物以外での電気防食の世界最初は、1824年(文政7年)に船舶に適用されています (Column07(p.56))。</p> <p>正解率；80% (誤答ランク；3位)</p>	×
11)	<p>外部電源方式の電気防食工法においては、鋼材と陽極システムが電氣的に導通している状態が確保できるように施工しなければならない。</p> <p>解説；施工 Q16 (pp.165-167), 施工 Q17 (pp.168-170) ⇒施工 Q16, 施工 Q17 には、施工時の品質管理項目に「陽極鋼材間絶縁確認試験」があり、陽極と鋼材が電氣的に導通していないことを確認することが挙げられています。陽極と鋼材が電氣的に導通していると電気防食の回路が成り立たず、電気防食が不可になります。よって、本設問は×です。</p> <p>正解率；60% (誤答ランク；1位)</p>	×

17) 電気防食施工時の直流電源装置の設置工事では、D種接地工事は電気工事士が必ず実施し、配管配線や直流電源装置設置等の工事は電気工事士の有資格者が行うことが望ましい。

解説；施工 Q3 (pp.144) ⇒施工 Q3 の表の D 種接地工事の資格に電気工事士が挙げられており、必ず資格保有者が実施しなければならない。また、接地工事以外の配管配線や直流電源装置設置等の工事は、電気工事士が行うことが望ましい。よって、本問題は○です。

正解率；80% (誤答ランク；3位)

○

18) 照合電極の設置位置と鉄筋位置との関係は、下図の①位置とした場合には、鋼材への防食電流の流入が阻害されるため、下図の②位置に示すように照合電極を鋼材の設置深度に併せ、鋼材になるべく近接させた位置に設置する。

位置	側面図	断面図
①		
②		

解説；施工 Q10 (pp.155-156) ⇒施工 Q10 には、「埋設する照合電極本体が防食電流の分布を阻害することをできるだけ避けるために、照合電極が陽極材と防食対象鋼材の間に入らないように設置する必要があります。陽極と鋼材間に設置された照合電極が防食電流の鋼材への供給を遮断します」とあります。すなわち、上記の図の②位置です。よって、本問題は○です。

正解率；60% (誤答ランク；1位)

○

No.	設 問－Ⅱ	解答欄																																																																		
1)	<p>鉄筋コンクリート構造物の塩害における劣化進行過程では、「鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間」を [] 期という。</p> <p>① 潜伏 ② 進展 ③ 加速 ④ 劣化</p> <p>解説；入門 Q06 (pp.59-62) ⇒入門 Q06 の p.62 の表「塩害における各劣化機構の定義」には、進展期の定義として「鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間」とあり、「② 進展期」が選択肢です。</p> <p>正解率；70% (誤答ランク；3位)</p>	②																																																																		
3)	<p>塩害環境にあるコンクリート中の鋼材で一般的に確認できる季節的な影響を取りまとめた下表において、最も適当な組み合わせはどれか。</p> <table border="1" data-bbox="331 734 1273 936"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>夏季</th> <th>冬季</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>気温・湿度</td> <td>高い</td> <td>低い</td> </tr> <tr> <td>腐食反応</td> <td>活発</td> <td>不活発</td> </tr> <tr> <td>自然電位 (腐食電位)</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>分極抵抗 (腐食反応抵抗)</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>防食管理指標達成に必要な防食電流密度</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="300 985 1305 1236"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">自然電位</th> <th colspan="2">分極抵抗</th> <th colspan="2">必要防食電流密度</th> </tr> <tr> <th>A (夏季)</th> <th>B (冬季)</th> <th>C (夏季)</th> <th>D (冬季)</th> <th>E (夏季)</th> <th>F (冬季)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>選択肢</td> <td>貴(+)</td> <td>卑(-)</td> <td>小</td> <td>大</td> <td>小</td> <td>大</td> </tr> <tr> <td>①</td> <td>貴(+)</td> <td>卑(-)</td> <td>小</td> <td>大</td> <td>小</td> <td>大</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>卑(-)</td> <td>貴(+)</td> <td>大</td> <td>小</td> <td>大</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>卑(-)</td> <td>貴(+)</td> <td>小</td> <td>大</td> <td>大</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>貴(+)</td> <td>卑(-)</td> <td>大</td> <td>小</td> <td>小</td> <td>大</td> </tr> </tbody> </table> <p>解説；設問の上記の表において、夏季は、温度・湿度が「高い」、腐食反応が「活発」であることから、自然電位は、夏季に錆びやすい環境になるため、腐食が進行して「卑(-)」になります。分極抵抗は、腐食速度と反比例の関係があるので、腐食が激しい夏季に「小」となります。また、電気防食に必要な防食電流密度は、腐食が激しいものほどより多くの防食電流密度が必要なため、夏季に「大」になります。よって、本設問の正解は③です。</p> <p>正解率；50% (誤答ランク；1位)</p>	項目	夏季	冬季	気温・湿度	高い	低い	腐食反応	活発	不活発	自然電位 (腐食電位)	A	B	分極抵抗 (腐食反応抵抗)	C	D	防食管理指標達成に必要な防食電流密度	E	F	項目	自然電位		分極抵抗		必要防食電流密度		A (夏季)	B (冬季)	C (夏季)	D (冬季)	E (夏季)	F (冬季)	選択肢	貴(+)	卑(-)	小	大	小	大	①	貴(+)	卑(-)	小	大	小	大	②	卑(-)	貴(+)	大	小	大	小	③	卑(-)	貴(+)	小	大	大	小	④	貴(+)	卑(-)	大	小	小	大	③
項目	夏季	冬季																																																																		
気温・湿度	高い	低い																																																																		
腐食反応	活発	不活発																																																																		
自然電位 (腐食電位)	A	B																																																																		
分極抵抗 (腐食反応抵抗)	C	D																																																																		
防食管理指標達成に必要な防食電流密度	E	F																																																																		
項目	自然電位		分極抵抗		必要防食電流密度																																																															
	A (夏季)	B (冬季)	C (夏季)	D (冬季)	E (夏季)	F (冬季)																																																														
選択肢	貴(+)	卑(-)	小	大	小	大																																																														
①	貴(+)	卑(-)	小	大	小	大																																																														
②	卑(-)	貴(+)	大	小	大	小																																																														
③	卑(-)	貴(+)	小	大	大	小																																																														
④	貴(+)	卑(-)	大	小	小	大																																																														
4)	<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 復極量， ④ オン電位</p> <p>解説；入門 Q14 (pp.74-76) ⇒入門 Q14 の p.74 には、「(3) PC 構造物ではインスタントオフ電位も防食管理指標の項目とし、その水準は飽和硫酸銅電極 (CSE) 基準でマイナス 1000mV (マイナス 1000mV vs.CSE と書きます) よりもプラス方向 (貴) 側の電位を保つこととする」とあります。よって、本設問の正解は②です。</p> <p>正解率；70% (誤答ランク；3位)</p>	②																																																																		

外部電源方式の電気防食工法では、施工中の品質管理の一環として、以下に示す試験（検査）が一般に実施される。組み合わせとして適当なものはどれか？

- (1) 鋼材間 [A] 確認試験
- (2) 照合電極 [B] 確認試験
- (3) 陽極間 [C] 確認試験
- (4) 陽極鋼材間 [D] 確認試験
- (5) 仮通電試験
- (6) 通電試験

8)

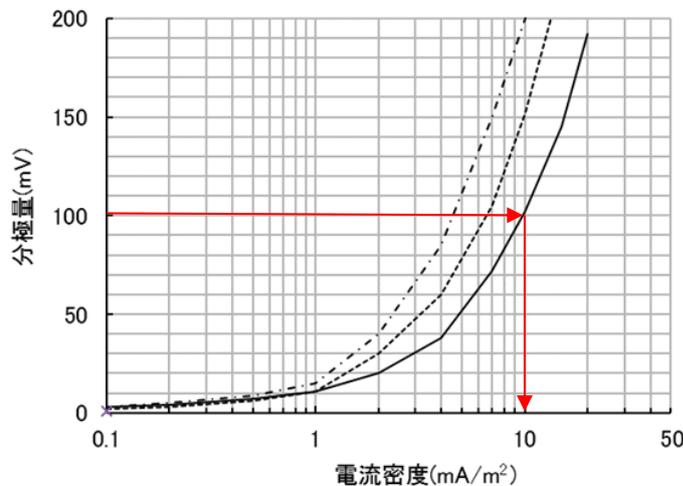
- ① A 導通, B 作動, C 絶縁, D 導通
- ② A 導通, B 作動, C 導通, D 絶縁
- ③ A 絶縁, B 通電, C 絶縁, D 導通
- ④ A 導通, B 通電, C 導通, D 絶縁

②

解説；施工 Q16 (pp.165-167), 施工 Q17 (pp.168-170) ⇒施工 Q16, 施工 Q17 には,
 (1) 鋼材間[導通]確認試験, (2)照合電極[作動]確認試験, (3) 陽極間[導通]確認試験,
 (4) 陽極鋼材間[絶縁]確認試験, とある。よって、本設問の正解は②です。

正解率；60% (誤答ランク；2位)

300 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。



9)

- ① 10mA,
- ② 100mA,
- ③ 2.1A,
- ④ 3A

④

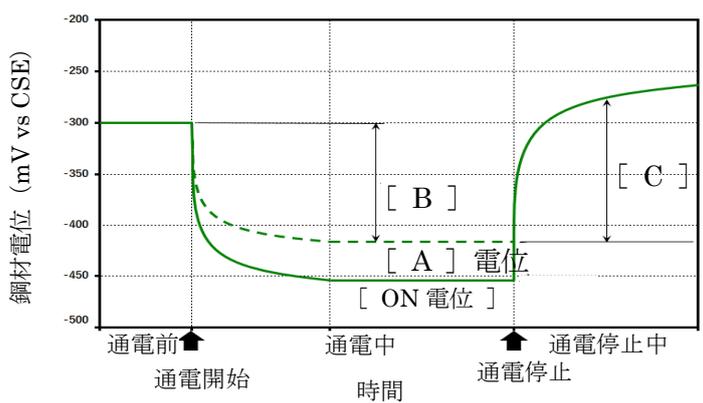
解説；施工 Q18 (pp.171-174) ・実習

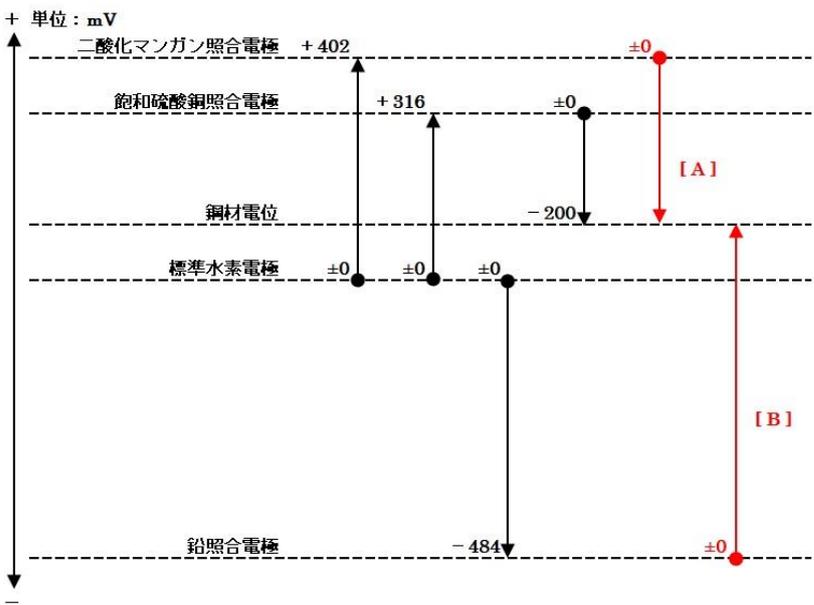
⇒防食基準 100mV を満足する最も大きな電流密度 10mA/m²で考えます。

必要通電電流量；10mA/m²×300 m²=3,000mA=3A

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) によって得られたそれぞれの分極曲線のうち、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します。他の照合電極の設置個所では、必ず防食基準を満足できます (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ます。よって、本設問の正解は④です。

正解率；70% (誤答ランク；3位)

No.	設 問－Ⅲ
4)	<p>防食効果の確認は、下記 2 点が達成されているか否かを測定する。</p> <p>① 防食電流を流した後の鋼材のインスタントオフ電位が、通電オフ後 24 時間経過した鋼材電位より [A] mV 以上マイナス方向（卑側）にあること。</p> <p>② 防食対象が PC 鋼材の場合は、飽和硫酸銅電極（CSE）基準で、[B] mV よりもプラス方向（貴側）のインスタントオフ電位に設定しなければならない。なお、鉄筋の場合でも、この条件にあることが望ましい。</p> <p>解答 [A ; 100], [B ; -1000]</p> <p>解説 ; 入門 Q14 (pp.74-76) ⇒ 入門 Q14 には、下記(1)～(3)の防食管理指標があります。</p> <p>(1) 設計防食期間にわたって防食効果が発揮されるように防食管理指標を設定する。防食管理指標は、その項目を鋼材の分極量あるいは復極量とすること。およびその水準を 100mV 以上とすることを標準とする。</p> <p>(2) 分極量または復極量で適正に防食効果を判定できないことが想定される場合は、鋼材の分極量あるいは復極量とは異なる防食管理指標を設定してもよい。</p> <p>(3) PC 鋼材ではインスタントオフ電位も防食管理指標の項目とし、その水準は飽和硫酸銅電極（CSE）基準で -1000mV（-1000mV vs CSE と書きます）よりもプラス方向（貴）側の電位を保つこととする。</p> <p>設問の①は(1)、設問の②は(3)であるため、[A ; 100], [B ; -1000] です。</p> <p>正解率 ; [A] 60% (誤答ランク ; 4 位), [B] 50% (誤答ランク ; 3 位)</p>
5)	<p>電気防食における設計成果品のうち、電気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 Q02 (pp.95-96), 設計 Q17 (pp.131-133) ⇒ 設計 Q02, p.96 の設計成果品の表中には、配線図、配線「系統」図、配線「整端」表が明記されています。また、設計 Q17, p.133 には、「配線経路や配線位置などは配線整端表に記載し、施工における結線ミスを防ぐとともに、この系統図と整端表は記録として保存し、施工後の維持管理に適用することが重要です。」と記載されています。</p> <p>正解率 ; [A] 50% (誤答ランク ; 3 位), [B] 40% (誤答ランク 1 位)</p>
6)	<p>下記の図は、分極試験および復極試験時の電位の変化を示した模式図である。[A], [B], [C] に該当する語句を記述せよ。</p> 

	<p>解答 [A ; インスタントオフ], [B ; 分極量], [C ; 復極量]</p> <p>解説 ; 施工 Q18 (pp.171-174) ⇒ 施工 Q18, p.173 の図には[A] 電位 = E_{io} : 真の鋼材電位 (インスタントオフ電位), [B] = 分極量, であり, p.174 の図には[C] = 復極量, とあります。設問の図は, p.173 の図と p.174 の図を時系列で1つの図にしたものです。</p> <p>正解率 ; [A] 80%, [B] 60% (誤答ランク 4 位)</p>
8)	<p>鋼材の電位が飽和硫酸銅照合電極基準で-200mV より貴 (プラス方向) にあれば, 鋼材の不動態皮膜は健全で腐食していないと言われている。この健全な鋼材電位は下図を参考に換算すると, 二酸化マンガン照合電極基準では [A] mV、鉛照合電極では [B] mV に相当する。なお、温度条件は全て 25°Cとする。</p>  <p>解答 [A ; -286], [B ; +600]</p> <p>解説 ; 設計 Q13 (pp.122-123) ⇒ 設問の図中に設問の求める電位 [A] と [B] を記載します。求める電位を設問の図に準じて算定すると, 下記ようになります。</p> $[A] = [(+316) - (+402)] - 200 = -286 \quad [A] = -286 \text{ (mV)}$ $[B] = [(+316) - (-484)] - 200 = +600 \quad [B] = +600 \text{ (mV)}$ <p>正解率 ; [A] 60% (誤答ランク ; 4 位), [B] 60% (誤答ランク ; 4 位)</p>
10)	<p>電気防食を摘要した施設の点検には, 日常的に目視で実施する日常点検, 初年度に 2~4 回実施する [A] 点検, 5 年もしくは 2~3 年に 1 回程度を目安として目視と電氣的計測を実施する定期点検, 災害や事故発生時に目視で実施する [B] 点検があり, [B] 点検の結果や維持管理上のトラブルが発生した場合などに目視と電氣的計測を実施する詳細調査がある。</p> <p>解答 [A ; 初期], [B : 臨時]</p> <p>解説 ; 維持 Q03 (pp.181-182) ⇒ 維持 Q03 には (1) 「初期点検 : 通電開始から 1 年以内に実施する点検」とあり, (4) 「臨時点検 : 臨時点検とは, 落雷や大地震, 台風, 水害等の災害, または人的な要因に起因する事故等が発生した場合に, 不適切な稼働状態を早期発見することを目的として, 必要に応じて管理者が目視で実施する点検です」と記載されています。</p> <p>正解率 ; [A] 70%, [B] 40% (誤答ランク ; 1 位)</p>

※本解説は, 改訂版の電気防食 Q&A (2023 年 9 月 22 日発行) に準拠してその解説を行っています。詳細は「改訂版コンクリート構造物の電気防食 Q&A」を御参照下さい。