

過去に出題された基礎問題および応用問題の例

基礎問題

例題1 反応①～⑤の標準電極電位 (25°C) は以下のような序列になる (左側が卑・右側が貴)。序列の正しいものを a から d の中から、1つ選べ。

- ① $O_2 + H_2O + 4e^- = 4OH^-$
 - ② $2H^+ + 2e^- = H_2$
 - ③ $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$
 - ④ $Fe^{2+} + 2e^- = Fe$
 - ⑤ $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$
- a. ④－②－⑤－③－①
 - b. ④－⑤－③－②－①
 - c. ③－④－②－⑤－①
 - d. ③－④－⑤－②－①

正解: c. ③－④－②－⑤－①

例題2 Faraday の法則によると、ほとんどの金属で、 $1\mu A/cm^2$ は (a. 0.001mm/y、b. 0.01mm/y、c. 1mm/y)。例えば、空気飽和の水溶液中での鉄の溶解速度を考えた場合、溶存酸素還元反応に対する拡散限界電流密度は $20\mu A/cm^2$ であり、これに対応する (d. 0.02mm/y、e. 0.2mm/y、f. 2mm/y) に相当する。しかし実際には、さびが腐食反応の抵抗になるため、(g. 0.01mm/y、h. 0.1mm/y、i. 1mm/y) と言われている。

正解: b. 0.01mm/y、e. 0.2mm/y、h. 0.1mm/y

例題3 Al-H₂O 系の電位-pH図によれば、Al は (a. 酸性領域、 b. アルカリ性領域、 c. 酸性およびアルカリ性領域) で腐食すると判断される。建材に使用されている Al 合金は (d. アルマイト、 e. フェライト、 f. 主カーボン) の表面皮膜で覆われている。

正解: c. 酸性およびアルカリ性領域、d. アルマイト

例題4 大気中における鉄の高温酸化では酸化スケールの最外層に必ず (a. FeO、b. Fe₂O₃、c. Fe₃O₄) が生成される。酸化スケールの皮膜が緻密で安定な場合、酸化速度は (d. 直線則、e. 放物線則、f. 対数則) に従って変化する。

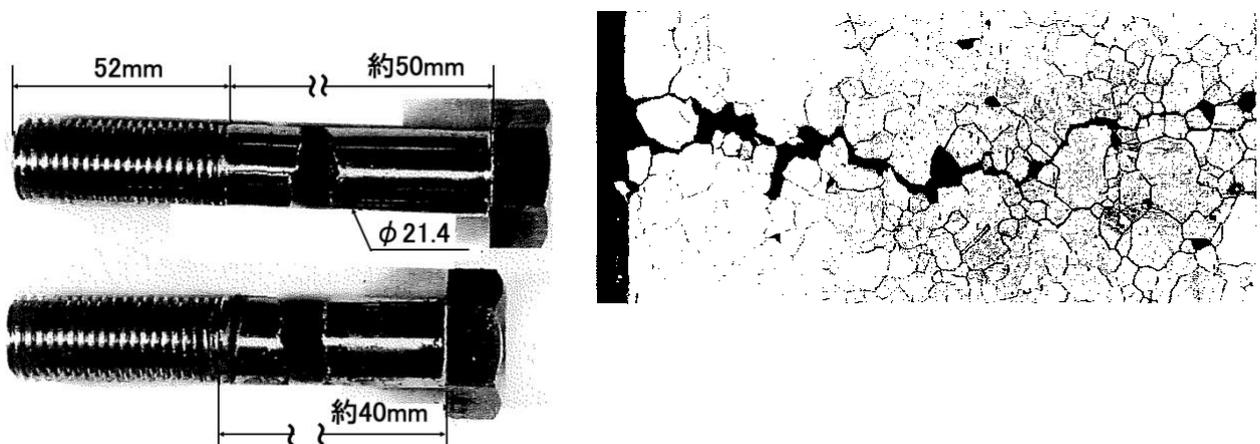
正解: b. Fe₂O₃、e. 放物線則

例題 5 腐食電位近傍での電流は電位に対して (a. 指数関数的、b. 対数的、c. 直線的) に変化する。(電位変化/電流変化) の比は (d. ターフェルの関係、e. 分極抵抗、f. 指数関係) と呼ばれ、この値から腐食電流が推定できる。

正解: c. 直線的、e. 分極抵抗

応用問題

例題 1 常温で使用されていた SUS304 製のボルトが、以下に概観写真と割れの断面顕微鏡写真を示す様に破断した。これに関して、以下の問いに答えなさい。



(1) ボルトが破断した原因を推定して述べなさい。

(2) 未使用の SUS304 製のボルトが同種の損傷を発生する可能性があるかどうかを非破壊的に検査したい。検査する方法、ならびにその検査結果による使用可否の判断基準について述べなさい。

(3) 今後、同様な損傷の発生を抑制するために、どのような観点で、ボルトを購入や管理を行えば良いかを述べなさい。

例題2 炭素鋼製の海水配管がある。海水を海底から直接汲み上げているため、配管内に砂や微生物を巻き込まれている。また、ポンプ停止時には管の半分以下にまで水位が低下する。今のところ、特に漏水等の問題はないが定期的に更新している。そこで、更新時期をさらに長く取れるよう 304 ステンレス鋼製のものに代えることにした。

(1) 304 ステンレス鋼に交換する対策で問題があるとするば、どのようなことが起りうるかを考察しなさい。

(2) その問題に対してどのような解決法が考えられるか。耐久性と経済性と兼ね合いを考慮して解答しなさい。

例題3 化石燃料を主体に使用するボイラの過熱器に高温腐食が発生した。図1に過熱器管の断面図を示す。ボイラの燃焼ガス環境下で起こる高温腐食に関して一般に下記のA～Cの要因が重要とされる。

- A. 温度要因:メタル温度、ガス温度
- B. 付着灰の性状:成分、融点など
- C. 燃焼ガスの性状:成分、流速など

問1 これらの要因の腐食に対する役割を腐食メカニズムおよび腐食防止対策と関連させて説明しなさい。

問2 要因の調査に使用する具体的な分析・計測方法を述べなさい。

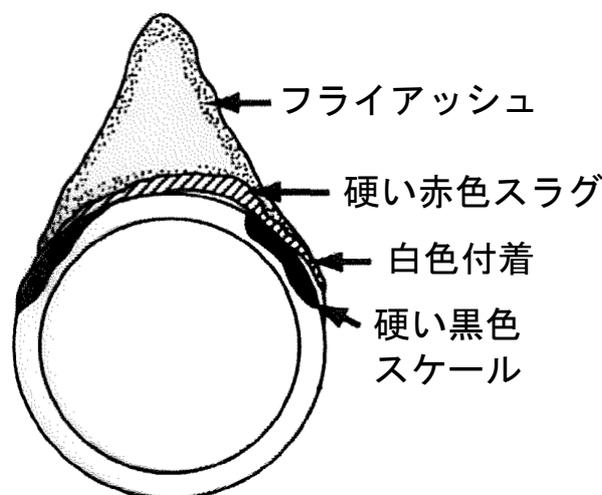
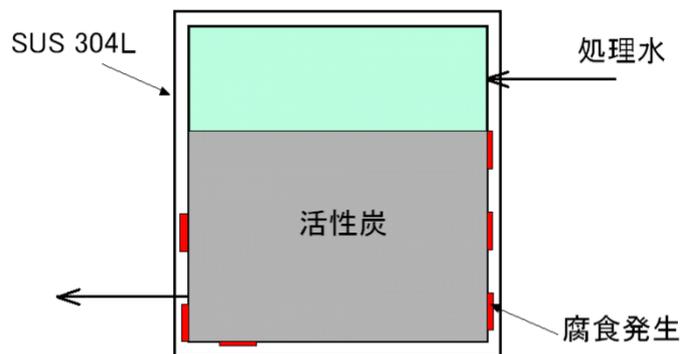


図1 石炭ボイラ過熱器の灰付着と腐食の模式図

例題4 下図に概略を示す水処理装置水槽（JIS SUS 304L）において、水槽壁面の活性炭に接する部分に腐食が発生した。問に答えなさい。

処理水の条件：

- ・ 中性水溶液
- ・ 常温
- ・ 酸素飽和
- ・ 塩化物イオン濃度：約 20ppm
- ・ 次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）添加（塩素濃度：0.2～0.3ppm）
- ・



図：水槽と処理水の流れ(模式図)

問：

1. 水槽壁面に発生した腐食の形態（名称）を推察しなさい。
2. 上記の腐食形態について、発生・成長のメカニズムを簡単に説明しなさい（本事例に限らず一般論として）。
3. この腐食事故に関し原因を考察しなさい。考察に当たっては、次亜塩素酸ナトリウムおよび活性炭の役割についても述べなさい。
4. 対策を立案し、その対策を説明しなさい。機能維持、保守、コストなど、工業的な視点を考慮すること。

例題5 腐食速度を電気化学測定から推定する方法に関し、以下の問いに答えなさい。必要なら概略図を使って説明しなさい。

1. ターフェル外挿法の概略、ならびに同法から腐食電流密度を推定する方法を述べなさい。
2. 直線分極法の概略、ならびに同法から腐食電流密度の推定する方法を述べなさい。
3. 交流インピーダンス法(電気化学インピーダンス)の概略、ならびに同法から腐食電流密度を推定する方法を述べなさい。
4. 上記 3 つの手法の特徴や応用する場合の注意点を述べなさい。
5. 求めた腐食電流密度($i_{\text{corr}} / \text{A cm}^{-2}$)から、均一腐食を仮定して、1年当たりの腐食速度($\text{CR} / \text{mmY}^{-1}$ ；Y は年を表す)を求める式を導きなさい。必要な物理量の記号と単位は、定義してから使用すること。