

2014.3.21

物理化学的解釈に基づく電気化学的計測手法の体系化に関する研究委員会 (JCI-TC-134A)

第2回 鋼材 WG 議事録

- 日 時 : 2013年12月19日(木) 15:00~18:00
- 場 所 : JCI 第5会議室
- 参加者 : 加藤幹事長, 宮里幹事, 小林幹事, 山本誠幹事, 東委員, 親本委員, 金田委員, 高谷委員, 花岡委員(記録), 山本悟委員, 福山委員, 染谷オブザーバー, JCI事務局 岡田様, 計13名

- 配付資料
 - WG2-2-1-1 第1回 鋼材 WG 議事録
 - WG2-2-1-2 **The First Steel Materials WG Meeting Minutes**
 - WG2-2-2-1, WG2-2-2-2, WG2-2-2-3 PC鋼材の腐食に関する研究紹介資料(東委員)
 - WG2-2-3 二重対極センサーを用いた分極抵抗測定器に関する資料(金田委員)
 - WG2-2-4 自然電位法に関する文献資料(山本悟委員)
 - WG2-2-5-1, WG2-2-5-2 鋼材 WG 報告書目次(案), 文献調査リスト(山本誠幹事)

- 議事
 1. 第1回鋼材 WG 議事録(案)の確認(資料 WG2-2-1-1, WG2-2-1-2)

第1回鋼材 WG 議事録の確認があり, 異論なく承認された。

英語版の議事録は JCI 事務局で翻訳して頂けることとなった。ただし, できるだけテクニカルな単語はカッコ書きで明記する。分極抵抗 (Polarization Resistance) など

 2. WG2-2-2-1~3に基づき, PC鋼材の腐食に関する研究紹介がなされた
 - PC鋼材 (Prestressing Tendon) の腐食発生は PC グラウト中の塩分量が Cement ×0.3mass%程度であること, PC鋼材の緊張力 (Stress) は実施工の範囲 (引張強度 (Tensile Strength) の80%以下) であれば, 腐食発生に影響を及ぼさないことが説明された。

Q : PC鋼棒 (Prestressing Bar) よりも PC鋼より線 (Prestressing Strand) の方が腐食しやすいのでは?

⇒PC鋼より線はブリーディングの影響などを受けやすく, より線の隙間も腐食に影響を及ぼす。

A : 上記のような影響はあると思うが PC グラウトがきちんと充填されていれば腐食しないと考えている。

⇒残留空気や水は、排出されることが基本だが、シース内を真空にする方法などで残留空気の圧縮化など完全充填するための手法がある。

Q：充填不良などがあった場合はどのように対処しているのか？

A：未充填部分に PC グラウトを再注入する方法があるが、PC グラウトの打継目でマクロセル腐食（Macrocell Corrosion）が生じる可能性も考えられる

Q：PC 鋼棒の緊張力が腐食に影響しないのは何故か？

A：PC 鋼棒は一般の鋼材と違って緊張させるのに優れた鋼材を使用している。実験結果からも分かるように鋼材が降伏しない領域（表面が変形しない領域）であれば腐食に影響しない

⇒鋼材が降伏あるいは破断するような場合は、金属表面に微細な凹凸が不均一にできてアノードとカソードが存在しやすい状態になりやすい（腐食しやすい）

Q：実構造物で PC 鋼棒・PC 鋼より線の自然電位（Half-Cell Potential）や分極抵抗（Polarization Resistance）を測定することが可能か？

A：PC 鋼棒（PC 鋼より線）の自然電位や分極抵抗の測定にはコア削孔などシースに穴を開ける必要があり、PC 鋼材の全長に亘る測定は現状では難しい。

3. WG2-2-3 に基づき、二重対極センサーを用いた分極抵抗の測定値について説明がなされた。

➤ 鉄筋径の影響について

二重対極センサーを用いた分極抵抗測定器では、細径の場合は鉄筋の下側まで電流が流れ込むものの、太径になると鉄筋の上側に電流が集中し下側には電流が流れ込まない。このことから、対極下の鉄筋表面積に対して実際の太径の被測定面積が小さくなる（面積を過大評価→分極抵抗を高め計算している）。

➤ ガード電流（二重対極）の影響について

かぶりの浅い範囲では測定電流の分散を制御できるが、かぶりが 50 mm 以上程度になると測定電流の分散が制御できない。

➤ 健全な鉄筋で分極抵抗の測定精度が低下する問題について

腐食した鉄筋（分極抵抗が低い鉄筋）では、測定電流が対極下の鉄筋に流入しやすい。一方、健全な鉄筋では対極下の鉄筋に測定電流が流れにくく、測定電流が分散する（分極抵抗は実際よりも小さい値となる）。

Q：分極抵抗が高いと測定電流が広がりやすいのは何故か？

A：測定電流は腐食箇所（分極抵抗が低い箇所）に流れやすい性質を持っている。

⇒塗膜の試験と同様で 1 ヶ所に欠陥（腐食箇所）があると集中的に測定電流が流れ込む。

Q：鉄筋の裏側が腐食している場合（分極抵抗が低い場合）は、測定電流は鉄筋の裏側に流れ込むのか？

A：次回 WG までに計算してみる

Q：鉄筋が重なっている場合（スターラップなど）もモデル化できるか？

A：モデル化することは可能。ただし、電流分布をどのように考えるかが必要

Q：印加電圧（Apply Voltage）はどのように設定しているか？

A：測定器のデフォルトの設定では、鉄筋の電位変動が±40mV 以内になるように自動的に印加電圧を設定するようになっている。自動設定ではなく、例えば±10mV と固定することも可能

⇒印加電圧が±10~20mV 程度では電流が分散するのでうまく測れないのでは？
40~50mV 程度は必要ではないか？

⇒鉄筋の電位分布を計算し測定電流の分散範囲を求めてみる（次回 WG にて報告）

Q：現在普及している分極抵抗計の測定対象面積は「鉄筋の上半分」なのか？

A：上半分と認識している。今一度、確認する。

4. WG2-2-4 に基づき、自然電位法の説明がなされた。

- コンクリートが中性化（Carbonation of Concrete）している場合、中性化層とアルカリ層の間で液間電位差が生じ鉄筋の自然電位を正確に測定できない。
- 照合電極（Reference Electrode）の違いによっても測定電位に差が生じる。

Q：かぶりコンクリート（Cover Concrete）が全て中性化していれば自然電位はきちんと測定できるか？

A：中性化層とアルカリ層の液間抵抗の影響はなくなるので測定精度は向上すると思われる。

⇒中性化している場合は鉄筋の腐食電位も変化するため、ASTM の腐食判定基準と比較できない⇒中性化の腐食判定基準が必要？

Q：入力抵抗の高い電圧計を使用すれば中性化している場合でも測定できるか？電圧計の測定原理を知りたい。

A：入力抵抗の高いものを使えば測定できる

小林幹事より電圧計の測定原理を次回 WG で紹介することとなった。

Q：照合電極の違いで測定値に差が生じるのは何故か？

A：電極が持っている精度とコンクリートとの接触部（接触液）の影響と考えられる

5. WG2-2-5, WG2-2-2 に基づき、鋼材 WG 報告書目次（案）、文献調査リストの説明がなされた

- 報告書目次（案）について 宮里幹事より下記項目について追加・修正（案）が説明された。

- I. 鋼材腐食のメカニズム (追加)
 - 一般, コンクリート中鉄筋の腐食
- II. 電気化学的腐食診断方法の概要とそのメカニズム (I→II 修正)
 - 分極曲線 (追加)
- III. コンクリート構造物に対する電気化学的腐食診断 (II→III 修正)
- IV. 電気防食 (追加)
- V. PC 構造物, 建築建物など (追加)

Q: 本研究委員会の表題の内、「体系化」とはどのようなことを指すのか?

A: 「まとめ」のような意味で、本委員会の成果は「ある程度の知識のある人が電気化学的計測手法を理解できるもの」にしたい。

- 論文リストについて 下記のキーワードにて論文検索をすることとなった。
自然電位, 測定条件, 分極抵抗, 分極曲線, 交流インピーダンス, 電気化学的測定

論文リストは下記のとおり, 分担して作成することとなった。

- ・ 土木分野 (JCI 年次論文集, 土木学会論文集など): 山本誠幹事
- ・ 腐食防食分野 (腐食防食協会など): 小林幹事
- ・ 建築分野 (建築学会など): 福山委員

6. 次回開催日

第3回 鋼材WG: 平成26年3月20日(木) 14:00~17:00

以上
(花岡 記)