

JCI-TC162A：電気化学的手法を活用した実効的維持管理手法の確立に関する研究委員会  
第2回 劣化対策WG 議事録（案）

日 時：2016年12月9日 10:30-12:30

場 所：JCI会議室

出席者：山口委員長，加藤幹事長，審良主査，大谷，津田，山本，染谷，竹子，事務局：  
加藤（敬称略）

配付資料

資料-1：第1回劣化対策WG議事録（案）

資料-2：コンクリート構造物の電気化学的防食工法の合理化に向けた調査研究第2回委員会議事録（案）

議事

1. 議事録確認

審良主査から前回第1回劣化対策WGの議事録の確認と説明がなされ，特に異議無く承認された。

2. 話題提供（大谷委員）

大谷委員より，コンクリート中鉄筋の電気防食メカニズムと電気防食設計に関する考え方，副次的な効果による環境改善，鉄筋の腐食速度の変化についての検討例等の話題提供がなされた。主な議論は，次の通り。

- 鋼構造物とコンクリート構造物の防食の考え方の違いについて説明された。電気防食により，海水中の鋼構造物ではエレクトロコーティングによるカソード分極が大きくなり，コンクリート構造物では鉄筋のアノード分極が大きくなる。  
→コンクリート構造物に電気防食を適用していると鉄筋の自然電位が徐々に貴化していくことが知られている。  
→電気防食による副次的な効果として，鉄筋表面のpHの上昇，電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの移動などに起因していると考えている。
- 大きな電流密度で通電すると，コンクリートに変色など外観上好ましくない変状が見られることがある。  
→過去の事例では，濡れやすい場所等に電流が集中し，変状をきたす場合があった。現在は回路わけなど対応しているが，それでも大きな電流密度で通電することは避けたい。  
→初期に-100mVを達成されなくても良い。  
→小さな電流密度でも通電を続けることで自然電位が貴化し，初期には満たせなかった防食基準を満たす事例がある。  
→初期に一時的に大きな電流密度で通電し，その後小さい電流密度で通電を行うという方法も考えられる。
- 経時的には効果があるのは分かるが，どんな対象に対しても通電によって環境改善が

進み効果があるとするのはよくないと考える。

→環境改善による効果はあくまで実績でしかないため、設計段階でそれ（IR の変化など）を盛り込むことが可能であれば良いかもしれないが、実際には対象の構造や環境条件、客先の要望などにより、定量化して設計するのは難しい。

- 電気防食新設時の設計と供用時の維持管理は多少区別して考える必要がある。
- 予防保全的な工法として、溶射被膜による流電陽極方式による防食工法を使用することがある。その中で、防食電流が少しでも流れることで防食効果があればよいと考えている。実験結果より、被覆効果による劣化因子の侵入抑制効果を確認している。
  - 溶射による被膜は構造物全面に行うのか。
    - 融雪材の影響を受ける橋台の端部等に用いることがある。
    - 溶射工法と被覆工法を使い分ける判断基準はあるのか。
      - コストにより決まることが多いので、明確な判断基準は設けていない。
        - 技術的には、鉄筋の腐食状態と塩化物イオン濃度で判断する。腐食発生限界塩化物イオン濃度以下では、溶射による被覆をする。または、供用環境により工法を決める。
        - 腐食発生限界塩化物イオン濃度以上の環境では積極的に電気防食するほうが良く、環境改善効果も高い。
- 外部電源方式では、陽極側のオーバーレイ材の塩化物イオン濃度が高くなり、陽極の外側は風雨などにより洗い流されることを確認している。特に初期の防食電流密度が大きい場合に顕著である。
  - 電気防食により、設計段階より塩化物イオン濃度が変わらないあるいは改善方向に確実に向かうのであれば、一つの考え方としてそれを設計に持っていけるのではないか。
- 対象構造物の環境や条件によって工法を選択できるシステムがあれば良い。
- IR が大きくなるのは、こういったメカニズムなのか。
  - IR が大きくなる要因として、①電気防食によりコンクリート中の水分が減る、②腐食生成物による抵抗の増加、③電気防食によるモルタルの性状変化（アノードプロダクト）により、陽極材とモルタルの付着が剥がれることが考えられる。
  - 設計でコントロールしている訳ではなく、結果的にこうなっている。
- 陽極の寿命はどのように決めているのか。
  - 流電の場合は、これまでの実験結果や理論的な値から決定している。外電の場合は、陽極材の寿命で決まっている。
  - 外電に使用する不溶性陽極はそれ自体の寿命が非常に長い（100年）が、電気防食の付帯設備（配管材、ボックス等）の寿命が制約となっている。
  - 電源に関しては、落雷などの事例を除けば大きく破損したというのは確認されていない。

### 3. 話題提供（津田委員）

津田委員より、新設、補修などの考え方について確認事項が説明された。主な議論は、次の通り。

- 「ノウハウに依存しない、評価方法を定める必要がある。」という意見が出た。海外の防食事例の情報が少ないため、今後も情報提供して頂くことになった。  
→防食会社個別のノウハウを出すことは難しいが、注意点やトラブルなどの概略、設計へのフィードバックを可能な範囲で情報提供してほしい。
- 海外の防食会社は、議論にあった部分（陽極側で起こる反応など）は特に意識されていないようである。  
→防食性能を満たしていれば良い、不具合が出たらその時に対応する、というような定性的な考え方であった。
- 防食工事における配慮事項の一つとして、陽極の脱落がある。100mV シフトを確認できるよう、仮の電極（MMO 電極等）の設置、外部からの携帯型照合電極での測定などで対応している。  
→海外では銀塩化銀照合電極を埋設使用している。  
→国内では乾燥影響などにより、早期に使用できなくなる銀塩化銀電極に変わり、鉛照合電極、マンガン照合電極が現在は主流である。

### 4. 話題提供（山本委員）

山本委員より、防食効果確認に電位管理の使用、干満体の電気防食設計、防食基準の考え方が説明された。主な議論は、次の通り。

- 今後、防食効果の確認に電位管理を使用する場合、照合電極の寿命が問題となる。  
→照合電極の寿命の判断をどの時点とするのか明確化してほしいとの意見をもらった。
- 港湾構造物などでは、潮位の変化によって下部の流電陽極の影響を受け、電位が変化する場合があるため、測定時期などを考慮する必要がある。  
→100mV シフトのみでは管理しきれない。環境条件によって復極量管理、電位管理どちらを適用するのか、もっと議論が必要である。  
→コンクリートでは分極量はあまり使われないが、土中埋設タンクなどで環境変化の少ない場所では行われている。  
→供用環境によって管理基準が変わる場合、明確な使い分けの基準が必要である。

### 5. 話題提供（審良主査）

審良主査より、分極曲線を用いた電気防食の考え方について説明がなされた。主な議論は、次の通り。

- 種々の条件におけるコンクリート中鉄筋のターフェル勾配をどのように設計へ反映させるかを議論したい。  
→維持管理上経年変化なども考慮して、防食設計のシステムを組んでいければ良いと考えている。

6. 連絡（山口委員長）

山口委員長より、配布資料-2 が配布され、今後当該委員会と連携し情報を共有したいとの連絡があった。

7. その他

次回 WG の日程は次の通り。

3月27日（月）各 WG 後に全体委員会

以 上