

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6回 劣化対策WG 議事録（案）

日時：2017年12月11日 13:00-16:00

場所：JCI会議室

出席者：加藤幹事長、審良主査、吉田幹事、山本悟委員、山本誠委員、田中委員、
佐々木徹委員、大谷委員（記録）、JCI事務局 加藤様

配付資料

資料6-0：JCI電気防食委員会劣化対策WG 活動メモ（目次）

資料6-1：厳しい塩害環境下のRC栈橋上部工における電気防食工法の再劣化防止効果
_山本悟委員

資料6-2：3.4 電気防食理論に基づく電気防食管理方法_山本誠委員

資料6-3-1：活動メモ_田中委員

資料6-3-2：活動メモ_山本悟委員

資料6-4：活動メモ_大谷委員

資料6-5：脱塩工法によるプレテンションPCT桁への影響と脱塩効果_佐々木崇委員

議事

1. 議事録確認

吉田幹事から第5回劣化対策WGの議事録（案）の説明がなされ、異議なく承認された。

2. 各委員からの資料内容の説明

2.1 厳しい塩害環境下のRC栈橋上部工における電気防食工法の再劣化防止効果

資料6-1に関して山本悟委員より説明がなされた。議論の概要およびまとめを以下に示す。

(1) 説明の概要

- ・大気中にあるコンクリート中の鉄筋は、高アルカリ性環境中にあるため酸化物を形成して錆びないが、塩化物イオンと酸素があると錆びる。その際には、加水分解により鉄筋表面はアルカリ性から酸性になり、物質が滞留しやすいコンクリート中では鉄筋表面のpHが低下する。
- ・鉄筋表面に酸素が供給されると不働態化するが、港湾構造物では電気防食によりpHが上がっても不働態化せずに電位は低い（不完全不動態域にある）。
- ・酸素の供給に限界がある場合は、カソード電流がその限界値に応じて一定になる。その系で電気防食を行うとアノード分極曲線上で電流が減衰する。また、鉄筋表面のpHが上昇するとわずかな電流で防食できるようになる。
- ・電気防食初期に大きな防食電流が必要となるのは、 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{H}^0$ の還元反応に電流が使われるためであるが、継続的に電気防食するとそれらが消費され、防食電流は小さくなる。
- ・コンクリート中铁筋に対する電気防食では、初期の分極量よりも経時的に復極量が大きくなる。また、港湾では-850mV vs.CSEよりも鉄筋電位を卑にすることで防食できるとき

れている (JCI-R1, 1990)。

- そのため、分極量、復極量、 -850mV vs.CSE より卑電位にする 3つの条件で実際の栈橋上部工に対する管理を行った。また、H.W.L より 0.5m 上の位置で電気防食の回路分けを行った。
- W.L+ 2.5m 以下の箇所は、防食電流密度が大きな値であった。これは、鉄筋の腐食が激しかったことが影響したと考えている。電気防食を行う前に鉄筋の錆びを除去するなどの対策を行うことができれば良いと考えられる。

(2) まとめ方について

- 鉄筋表面の pH や腐食生成物の組成の違いが、各種測定値にどのように影響するかまとめる。
- 電気防食回路は、何を根拠として区分するかをまとめる。また、電流分布やアノードプロダクトなどの損傷との関係性を考慮する。
- 事前調査や供用環境条件を考慮して電気防食基準未達などの事象を管理者に事前に説明する旨を記載する。
- 効率の良い電気防食を行うためには、事前調査として何を行うべきかをまとめる。例えば錆びの量や分極試験など。
- 補修の不具合による再劣化と電気防食の運用については区別して考える。但し、電気防食を行うにあたっての事前調査は重要であり、再劣化した箇所は、腐食による鋼材間の電氣的導通不良にとくに留意して防食対策を行う必要があることを記載する。

2.2 電気化学的理論に基づく電気防食管理方法

資料 6-2 (3.4 に対応) に関して山本誠委員より説明がなされた。議論の概要およびまとめを以下に示す。

(1) 概要

- 電気防食の管理用の照合電極は、断面修復部に設置される場合が多いが、設置場所によって防食効果が異なることから適切な照合電極の設置場所について検証した。検証の結果、既存コンクリートの界面にできるだけ近い位置に設置するのが良いと考えられた。
- 鉄筋腐食が厳しい環境では 100mV のシフト量では不足であり、穏やかな環境では 100mV 以下のシフト量でも防食効果が得られる。そのため、供試体試験により鉄筋の腐食速度とシフト量の関係を検証した。分割鉄筋のアノード電流密度とシフト量の関係は、近似線で表すことができ、この関係から自然腐食状態によって必要とされるシフト量を知ることができると考えられた。

(2) まとめ方について

- アノード電流密度とシフト量の関係 (資料 6-2 の図-3.4.1.5) から得られる近似線を平行移動することで腐食速度に応じたシフト量を推定できるとしているが、環境やコンクリートの特性が変わった場合に適用できるか否かについてコメントする。
- 分割鉄筋のアノード電流密度は、マクロセル電流を測定しているため、マイクロセル腐食を考慮した場合についても言及する。

- ・アノード電流密度とシフト量の関係の図を縦軸にインスタントオフ電位、横軸にアノード電流密度で整理し、有用な知見が得られるか否かを確認する。なお、吉田幹事が過去に行った実験では、縦軸に復極量と横軸に電流密度で整理した場合にアノード分極曲線の経時変化を表すことができた。

2.3 港湾の電気防食について

資料 6-3-1、資料 6-3-2 に関して田中委員、山本悟委員より説明がなされた。説明内容は、資料に記載の通りであった。

➤ まとめ方について

- ・電気防食のための事前調査では、鉄筋の導通確認を行っていることを追記する。
- ・既存の構造物では、鉄筋以外にも鉄くずがコンクリート表面に存在することや品質が目視では分からない場合が多く、それらを電気防食前の調査や施工の際に留意する必要があることを追記する。
- ・電気防食の設計にあたり事前に知りたいことと調査により測られることは分けて整理する。
- ・電気防食の設計前の調査と電気防食施工後の調査は分離すること。

2.4 電気防食の設計について

資料 6-4 に関して大谷委員より説明がなされた。内容は、資料に記載の通りであった。

➤ まとめ方について

- ・電気防食時の鉄筋の腐食速度に関する内容は、3.3 の設計の項目ではなく 3.5 の維持管理の項目でまとめる。その代わりに 3.3 には、審良主査が検証している各種条件での鉄筋の分極挙動について加える。
- ・電気防食時の鉄筋の腐食速度を一定値以下にして運用することは、性能照査型設計ではない。構造物の要求性能を満たすための電気防食設計方法をまとめる。
- ・過去に学会等で発表した内容は引用文献として積極的に用いる。

3. 今後の委員会活動に関して

年度内に WG を 2 回行い、幹事会を 1 回行う。次回の WG は、1 月末頃とする。委員会資料は、年度末までにまとめる。

以 上