

海外発表報告

—2017 年 fib シンポジウム—

大阪支店 土木技術部（九州支店駐在） 香田真生

1. はじめに

fib (Fédération internationale du béton / 国際構造コンクリート連合) シンポジウムは、コンクリート構造に関する世界各国の研究者・実務者が多数参加する国際シンポジウムであり、毎年開催されている。

2017 年の fib シンポジウムは、オランダのマーストリヒトにおいて、6 月 12 日～14 日の期間で開催された。fib シンポジウムへ参加し、発表を行ったため、本シンポジウムおよび発表内容の概要について報告する。

2. fib シンポジウム

2.1 会場

会場は MECC Maastricht (写真-1) であり、国際会議や展示・イベントに用いられる施設であった。本会場において、約 320 の発表に加え、特別講演や特別イベントが行われた。

2.2 テーマ

2017 年のテーマは、High Tech Concrete であり、副題は Where Technology and Engineering Meet であった。コンクリートに関する最新技術について、テーマとされたシンポジウムであった。

2.3 発表セッション

6 月 13 日の Durability and Life Time (耐久性と耐用年数) のセッションにおいて発表を行った。本セッションは 6 題の発表が行われ、実験やモデリングに関する発表から、RC 床版の PC 床版への取替え計画の発表など、幅広い内容であった。

3. 研究背景と発表概要

3.1 研究の背景

電気防食工法は、防食電流を鋼材(鉄筋など)に流すことで、電気化学的に鋼材の腐食を抑制する方式である。そのため、防食期間中は、防食電流を流し続ける必要があり、また防食

状態を定期的にモニタリングすることが重要である。電気防食工法は、外部電源方式と犠牲陽極方式に大別されるが、コンクリート構造物に対する当社の取り組みとして、外部電源方式のチタングリッド工法を開発・実用化しており、さらに改良を加えた PI-Slit 工法も実績を積み重ねている現状にある。

外部電源方式は、電源装置を設置するため、防食電流の調整可能であり、一般的には大規模な防食面積に対しての適用性が高いといわれる。さらに、当社では近年、電源装置に遠隔監視システムを搭載しており、当システムを使用した「モバイルモニター」を開発・実用化したことによって、平成 27 年度情報化月間記念式典において、国土交通大臣賞を受賞している。電気防食における防食状態のモニタリングは、これまでは専門技術者が現地に足を運び、計測を行うことで確認を行っていたが、「モバイルモニター」を用いることで、何時でも何処でも確認が可能となり、維持管理性能を向上させたことが評価されている。

一方、犠牲陽極方式は、防食対象とする鋼材(鉄筋など)よりもイオン化傾向の高い金属(亜鉛など)を陽極として使用し、両者間の電位差を利用して防食電流を流す方式である。そのため、施工後に防食電流の調整を行うことはできないものの、一般的には小規模な防食面積に対しての適用性が高いといわれる。今後、本格的な維持管理の時代に入っていくと予測される現状であり、防食技術のニーズも多様化していくと想定され、犠牲陽極方式に関する需要も期待されるものと考えられる。

3.2 発表の概要

九州大学と共同で研究・開発を進めている、犠牲陽極方式に関する論文発表を行った(写真-2)。題目は、Experimental Study on Anticorrosive Effect of New Developed Sacrificial Point Anode Method (新規開発した点状配置する犠牲陽極方式の防食効果に関する実験的検討) である。



写真-1 会場



写真-2 発表状況

4. 発表内容

4.1 実験概要

材齢36年のRC梁を供試体として用い、2種類（AとB）の犠牲陽極方式の適用を行った。RC梁および陽極の設置状況を写真-3に示す。RC梁は、海洋環境に20年以上暴露されたものであり、内部の鉄筋は全体的に錆が生じており、また断面欠損も確認される状態であった。陽極を設置した後、RC梁は気中環境に暴露した条件において、20ヵ月間の計測結果より確認された防食効果について発表した。

4.2 計測項目

コンクリートに埋設されている鉄筋の状態をモニタリングするため、電気化学的計測手法を用いた計測を行った。また、鉄筋の腐食速度の推定は、アノード分極曲線および分極抵抗の計測を行い、評価を行った。

4.3 計測結果

陽極からの発生電流量の経時変化を図-1に示す。安定して電流を流出していることが確認され、また季節（外気温の変化）によって発生電流量に変動が生じることが確認された。次に、陽極Bの設置範囲における復極量の経時変化を図-2に示す。電気防食における国内外の規準として、一般的には復極量100mV以上を確保する方法が採用されている。本供試体は、鉄筋が非常に腐食した状態であったことが要因として考



写真-3 RC梁および陽極の設置位置

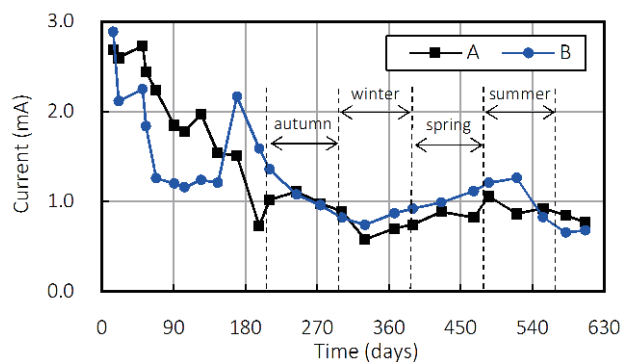


図-1 発生電流量の経時変化

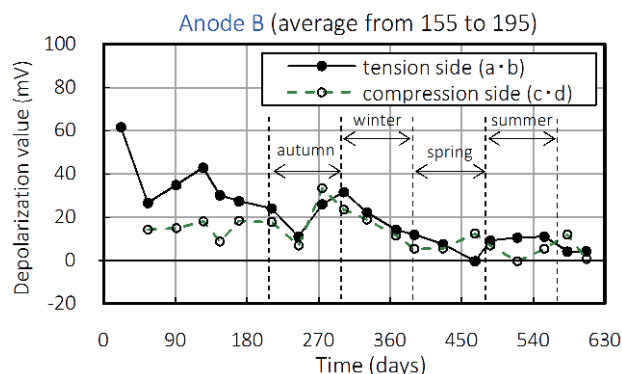


図-2 復極量の経時変化（陽極Bの設置範囲）

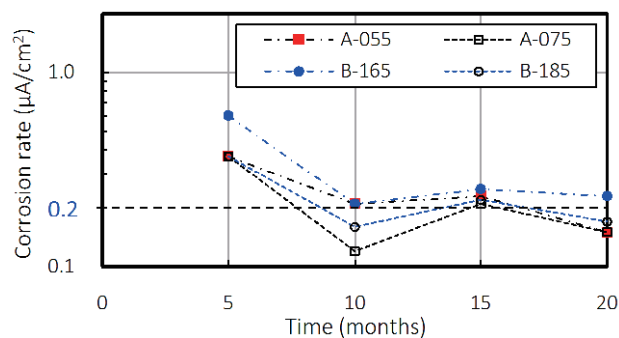


図-3 アノード分極曲線より推定される腐食速度

えられるが、復極量は小さな値となった。一方、アノード分極曲線の計測結果より推定した腐食速度を図-3に示す。0.2 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下の腐食速度であれば、不動態状態の評価となる。復極量は現行の防食規準を下回る値であったが、長期的な通電により、腐食環境が十分に改善され、腐食が進行しない（抑制された）状態へ改善されたことが確認された。

4.4 まとめ

国内における近年の研究では、電気防食による通電によって、鋼材表面の塩化物イオン量やpHに与える影響があるとの報告が行われている。つまり、今後の維持管理をより最適化していくための検討として、電気防食の副次的効果と称されるが、鋼材表面の脱塩（塩化物イオン量の低下）やアルカリ化（pH上昇）による腐食環境の改善効果を、防食管理に考慮できる可能性があることが示唆されている。

現行の防食基準である復極量100mV以上は、理論的な解釈や実験的な検証が行われており、その妥当性が確認されている。一方、鋼材表面の塩化物イオン量が3.0 kg/m^3 程度と小さい場合、100mV未満の復極量でも十分な防食効果が得られるとの報告があり、さらに長期的な観点からは、電気防食の副次的効果によって鋼材表面の腐食環境が改善されれば、100mV未満の復極量であっても、十分な防食状態が維持される可能性があると考えられる。

復極量と防食状態の関係は、鉄筋コンクリート構造物の腐食環境や鉄筋の腐食状態による影響が大きく、明確化には多くの課題があると考えられるが、本実験の範囲では、鉄筋が腐食した状態であっても、外部からの腐食作用が小さい（気中暴露）条件であれば、100mV未満の復極量であっても、電気化学的な推定結果からは、十分な防食効果が確認された。

本犠牲陽極方式は、まだ開発段階ではあるものの、本報告が、今後の電気防食の維持管理の一助となれば幸いである。

Key Words : fib シンポジウム, 電気防食, 犠牲陽極方式



香田真生