

アノード・ラダー式鉄筋腐食モニタリングシステムの適用事例

日本シビックコンサルタント株式会社 ○正会員 長尾 進

正会員 飯田 博光

正会員 大塚 孝義

SUEZ CANAL AUTHORITY 非会員 Refaat Ebrahim

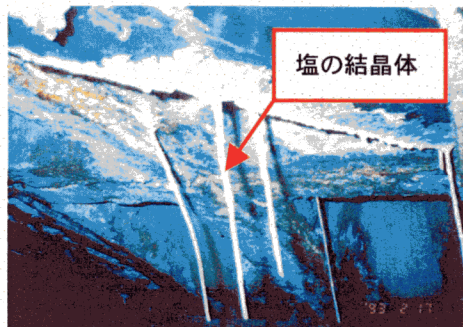
Rhenish-Westphalian Technical University 非会員 Michael Raupach

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の劣化は、コンクリート内部の鉄筋腐食によるものがほとんどである。この腐食が目視により確認される段階では、構造物の劣化の進行が急速化しており、補修・補強に要する費用も多大なものとなる。一方、鉄筋腐食の危険性を早期に発見できればコンクリート表面を被覆する等、比較的簡単で経済的な対策を施すことで劣化進行を回避することが可能である。

本稿は、鉄筋の腐食性環境の進行過程を継続的に評価可能とした鉄筋腐食モニタリングシステム（以下、アノード・ラダー・システムという）を採用した適用事例を報告するものである。

適用したトンネルは、二次覆工を省略したエジプト国スエズ運河庁の管理するアハメド・ハムディ・トンネルである。このトンネルは、多量の塩化物を含む漏水が主因となる塩害（写真－1 参照）により、トンネル覆工が崩壊するほどの劣化が発生したことから、既設セグメントの強度を期待せずに新たに覆工する二次覆工のみで外圧に対応する改修工事を行ったものである（写真－2 参照）。そのため、新設した覆工が再度同様な劣化に至る前に変状を察知することを可能とすることが極めて重要であるため、アノード・ラダー・システムを採用したものである。



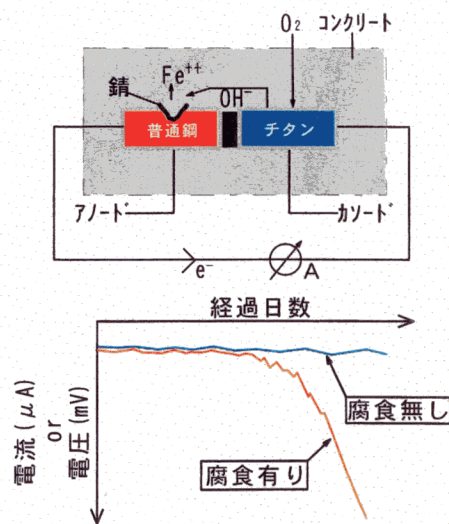
写真－1 塩害状況



写真－2 改修工事後トンネル状況

2. システムの原理

アノード・ラダー・システム¹⁾は、新設構造物を対象とした鉄筋腐食モニタリングシステムであり、写真－1に示すように腐食検知センサーが梯子状に配置されたセンサーと測定器により構成されたシステムである。システムの原理は、コンクリート中に陽極（アノード）と陰極（カソード）を設置し、健全なコンクリートであれば強アルカリ性環境にあり、2つの電極間にはほとんど電流が流れない。しかしながら、塩化物の影響、中性化の影響を受けることで、不動態皮膜が破壊され腐食電池が形成されることで発生する腐食電流および電圧を測定することで、腐食探知センサー位置の腐食性環境を判断するものである（図－1 参照）。アノード・ラダー・システムは、等間隔で一体化した6極からなる腐食探知センサーをコンクリート表面から深さ方向に設置することで腐食性環境の進行を継続的にモニタリングし、経時変化から腐食予測も可能とするものである。腐食可能性領域は、電流・15 μ A 以下かつ電圧・150mV 以下としている。



図－1 アノード・ラダー・システムの原理

キーワード：鉄筋腐食，モニタリング，鉄筋コンクリート，検査技術

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-26-2 日本シビックコンサルタント(株) TEL 03-5604-7537 FAX 03-5604-7557

3. 構造物への適用

アノード・ラダー・システムは、図-2および写真-3に示すような既設覆工のセグメントと新設した二次覆工の外縁側鉄筋位置との間に設置した。このように設置することで既設セグメントからの漏水の影響を新設した二次覆工外面側の腐食探知センサーA6からA1の順で感知することで腐食性環境の進行状況が把握可能である。

測定は、1995年11月から現在まで8年以上継続して、半年に1回の頻度で実施している。これまでの測定結果は、図-3に示す通りである。

測定開始当時の電流値は、コンクリート中の水分影響を受け高めの値を示しているが、時間の経過と共に微弱かしておりA1からA6において腐食可能性領域に至る測定結果は確認されていない。電圧値についても、腐食可能性領域に至る測定結果は確認されていない。したがって、構造部材である鉄筋は健全な状態を確保していると判断できる。

また、これまでの期間の測定からアノード・ラダー・システムは、長期的な測定に関しても十分な耐久性を有していると判断できる。

今後も継続してデータ蓄積を行うことで、構造物の寿命予測および鉄筋腐食の早期発見に対応していきたいと考えている。

4. おわりに

我が国の社会資本整備は、高度経済成長期を足場に、バブル経済を経て急速な社会資本ストックの形成がなされ、我々の社会経済活動を有意義なものにすると共に必要不可欠なものとしている。しかしながら、これまでにストックされた社会整備資本も長い年月の経過と共に老朽化の進行と拡大が懸念され、この傾向は社会資本ストックの全てに当てはまると言える。このことから、構造物の劣化対策に対してのモニタリングは、人間の健康管理同様重要なものである。

今回報告したシステムは新設構造物を対象にしたものであるが、既設用の鉄筋腐食モニタリングシステム（エキスパンション・リング・システム²⁾）についても適用事例がある。

本報告が、今後のコンクリート構造物のヘルスマニタリングに対する参考になったら幸いである。

【参考文献】

- 1) M. Raupach: Monitoring System for the Corrosion Risk for Steel in Concrete, Concrete International (1992)
- 2) M. Raupach, P. Schiessl: Monitoring the risk of reinforcement corrosion using the expansion-ring-system, Proceedings of the 1st fib congress, pp171-178, 2002

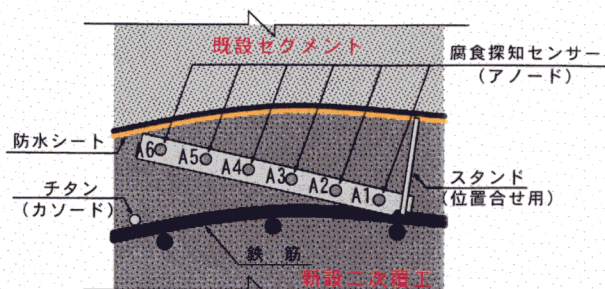


図-2 センサー設置概略図



写真-2 センサー設置状況

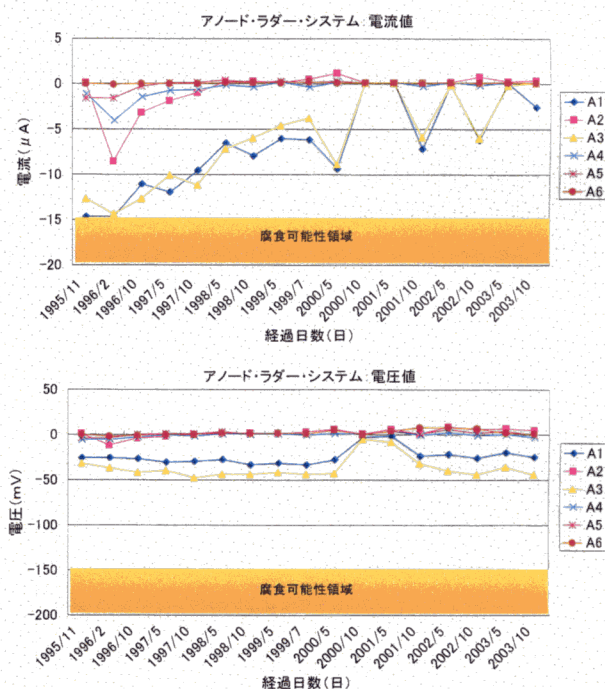


図-3 測定結果