

実構造物における自然電位測定方法に関する研究

独立行政法人土木研究所

正会員 ○小松原 健

正会員 渡辺 博志

正会員 中村 英佑

1. はじめに

コンクリート中の鋼材腐食を非破壊的に正確に把握することは、コンクリート構造物を維持管理する上で重要である。自然電位法は簡易に鋼材の腐食可能性を推定できる手法として用いられ、土木学会でも測定方法が定められている¹⁾。ここでは、塩害橋梁に生じる

マクロセルによる局所的な腐食を把握できるように、測定間隔を 10~30cm 間隔で設定することが定められている。しかし、実構造物の測定では、小型供試体を用いた実験などと比べて測定面積が広く、30cm 以下の間隔で測定すると測定点数が膨大となり、測定に要する時間と手間が増え必ずしも効率的な調査が行えるとはいえない。そこで本研究は、16 年間塩害環境に供用されていた PC 桁を対象に、測定間隔を変化させて自然電位の測定を実施し、測定間隔の違いが自然電位の結果に与える影響について検討した。

2. 実験概要

対象としたコンクリート主桁は、ポストテンション方式 PC 単純 T 桁で、既に撤去され土木研究所に保管されていたものである。図-1 に示すように、長さ約 8m に切断されたウェブ高約 70cm の主桁に、自然電位の測定点を軸方向鉄筋に沿って 50cm 間隔(測線 A~O)で設けた。測定間隔の影響を確認するために測定間隔 50cm で測定した後、測線 B, D, F, H, J, L, N の測定結果を省略して 1m 間隔の測定結果となるように整理し、測定間隔を変えた際の自然電位の測定結果を比較した。

次に、一部に局所的に塩化物イオンが集積し、マクロセル腐食を形成している桁を模擬するため、図-1、図-2 に示すように山側 3 測線 H の鉄筋を 10cm 角ではつり出し、塩化物イオン混入量 5.0kg/m^3 のコンクリートにて埋戻した。その 2 週間後から、桁下 2 測線 E~K の自然電位を測定間隔 50cm で測定し、測線 F, H, J の結果を省略して 1m 間隔の測定結果になるように整理した上で、局所的な腐食が生じている橋梁での自然電位の測定間隔の設定方法について検討した。

また、気温の変化によって腐食速度が変化することが報告²⁾されているため、桁下 2 測線 G~I の測定は継続的にを行い、夏季から冬季にかけての気温の変化が自然電位の測定結果に与える影響を検討した。なお、自然電位の測定は土木学会規準(JSCE-E 601-2000)に準拠して行い、照合電極には飽和硫酸銅電極を使用し、測定値は 25℃飽和硫酸銅電極に対する値に換算した。湿潤時間は規準の 30 分では安定しなかったため、60 分を確保した。

キーワード 自然電位法, 測定間隔, マクロセル, 電位分布

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム TEL029-879-6761

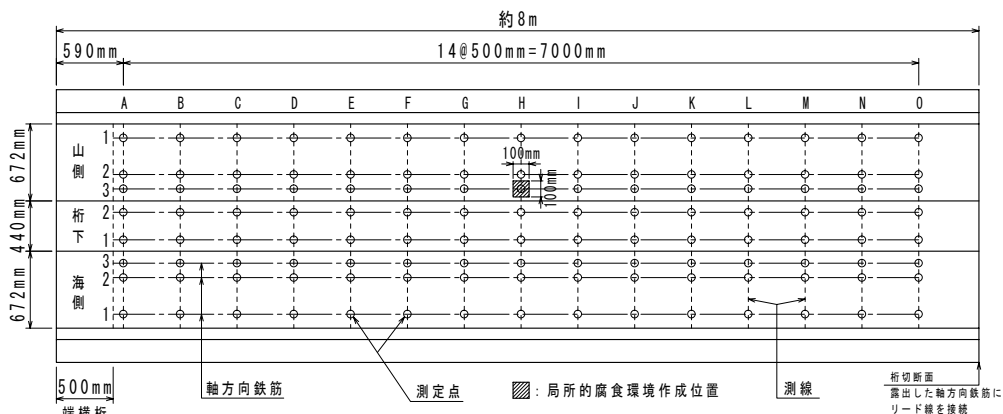


図-1 自然電位測定位置図

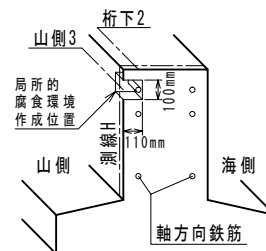


図-2 局所的腐食環境作成概略図

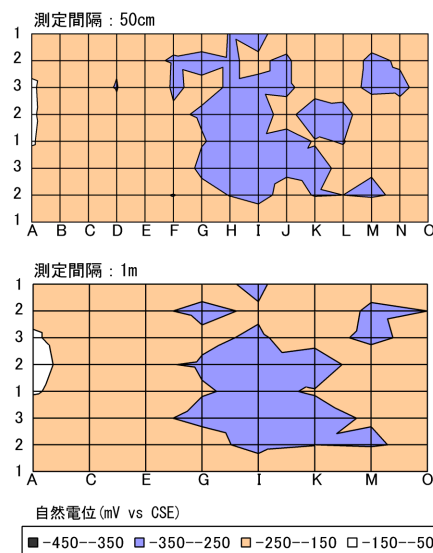


図-3 測定間隔の違いによる電位分布

3. 実験結果および考察

桁全体を 50cm 間隔および 1m 間隔で測定した結果の電位分布を図-3 に示す。どちらの測定結果も、測線 G~K では電位が-250mV よりも卑となる傾向が確認でき、測定間隔の広さに関わらず同等の結果を得ることができた。これは、-250mV よりも卑な範囲が測線 G~K 間の 1.5~2m 程度と比較的広く、測定間隔が 1m でも電位の低い位置を概ね把握できたためと考えられる。

図-4 に、局所的な腐食を設ける前と塩分混入後 3 週間目の測定結果を示す。測定間隔 50cm の結果を見ると、塩分を混入したことにより測線 H の電位が-350mV 程度の卑な値となった。また、マクロセルが形成され、測線 G の電位が若干卑な値に変化しているのが確認できる。しかし、測定間隔が 1m の結果では、測線 G の変化をマクロセルの影響と判断することができず塩分混入前後で同等の結果となり、局所的な腐食を把握できない。マクロセルの影響は平均で 65cm~85cm という報告³⁾もあり、今回作成した局所的な腐食が 10cm 角と小さく、マクロセルの影響が設定した 1m の測定間隔で把握できるほど及ばなかったためと考えられる。

図-5 に、測線 G, H, I の塩分混入後からの電位変化を示した。測線 H の電位が卑に変化したのちに測線 G, I の電位が卑に変化しており、その後は気温の低下と共に全体的に電位が貴に変化し、最終的に気温が 9℃ のときには塩分混入前より貴な電位となった。しかし、材齢によっても電位が貴に変化しており、材齢初期段階の塩分の固定化が影響しているとも考えられ、温度の影響のみが電位変化の原因とは言い難い。ここで、測線 H と測線 G, I の電位差に注目すると、塩分混入後 21 日以降で変化がないことから、全体の電位としては貴な結果となるが、測定間隔 50cm で局所的な電位の差は把握できると考えられる。

4. まとめ

実構造物の自然電位を測定する際の測定間隔の設定方法について、本研究の範囲で得られた知見を以下に示す。

- (1)局所的な腐食の存在しない橋梁では、1m の測定間隔でも橋梁全体の腐食傾向を把握することができた。
- (2)局所的な腐食環境を有する橋梁では、今回模擬したマクロセルの影響が 50cm 程度であったため、50cm の測定間隔では腐食位置を把握できたが、1m では把握することができなかった。
- (3)気温の低下や材齢の違いによって電位が貴に変化した、その変化は全体的であり、気温や材齢の違いが測定間隔に与える影響は小さいと考えられる。

本研究では、材齢の違いによる影響を受けて電位が変化した可能性があり、気温の違いが電位に与える影響を明確にできなかったことから、長期材齢の供試体の測定や冬季から夏季にかけての測定を実施することが必要だと考えられる。なお、これらは人工的に局所的な腐食を模擬した供試体から得られた知見であり、今後は、実構造物の塩分の分布状況等も踏まえた上で、実用的な自然電位の測定方法について検討することが必要である。

参考文献

- 1) 土木学会規準：コンクリート構造物における自然電位測定方法，JSCE-E 601-2000，2005。
- 2) 例えば、横田 優ほか：塩害により鉄筋が腐食したコンクリートの劣化予測，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp1041-1046，2004。
- 3) 宮川豊章ほか：鉄筋の腐食機構に与える水セメント比の影響について，土木学会第 37 回年次学術講演会講演概要集，第V部門，pp317-318，1982。

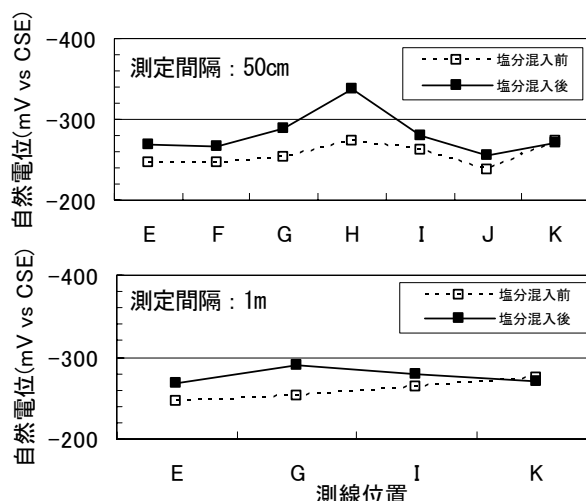


図-4 測定間隔の違いによる自然電位

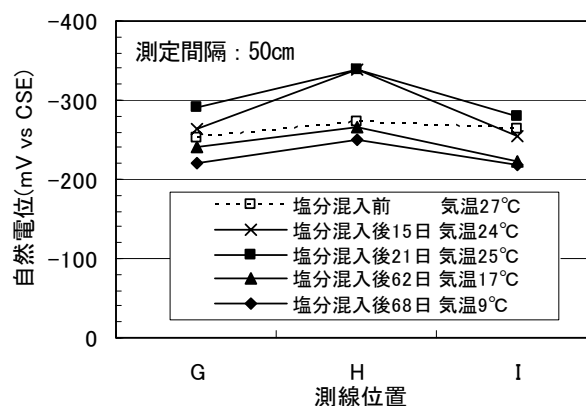


図-5 塩分混入後の自然電位の変化