

既存鉄筋コンクリート部材におけるマクロセル腐食速度モニタリングシステムの開発

富士コン株式会社（元金沢工業大学） 正会員 ○海野統彦

金沢工業大学大学院 竹中龍蔵

金沢工業大学 正会員 宮里心一

国土交通省 北陸地方整備局 竹内 悟

1. まえがき

これまで、既存鉄筋コンクリート部材では、マクロセル腐食速度を定量的に評価できなかった。ただし今後は、ミクロセル腐食速度のみならずマクロセル腐食速度も評価しなければならない。そのためには、既存鉄筋コンクリート部材において、マクロセル腐食速度を測定できる技術を開発する必要がある。ここで、既存鉄筋コンクリート部材の耐久性を評価する際の条件として、①構造物の供用を停止しないために非破壊試験により測定すること、②外部環境（温度、湿度等）の変化により腐食速度は常に変化するので連続的に測定すること、が挙げられる。しかしながら現状では、図-1に示す方法により、既存鉄筋コンクリート部材のマクロセル腐食速度を非破壊試験で一時的に測定できるにすぎない¹⁾。

以上の背景を踏まえ本研究では、既存鉄筋コンクリート部材のマクロセル腐食速度を、非破壊試験で連続的に測定できるシステムを提案・検証する。そのため、供試体試験によるシステムの提案、および既存構造物試験によるシステムの検証、を行う。なお本研究の成果に基づき任意の構造物において数年間の調査を行えば、平均あるいは最高マクロセル腐食速度が測定される季節や時間等が明らかとなる。その結果は以後の適切な維持管理の点検時期を計画する際の一助となることが期待される。

2. 供試体試験

2.1 供試体概要

図-2に本研究で使用した供試体概要を示す。供試体は

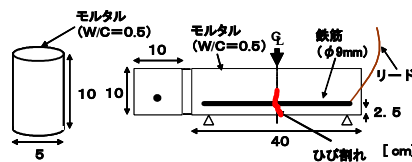


図-2 供試体概要

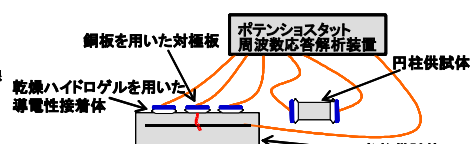


図-3 モニタリング測定状況(供試体試験)

中央部に曲げひび割れを設けた角柱モルタル供試体および曲げひび割れを有さない無筋円柱モルタル供試体である。角柱供試体に埋設させた鉄筋には、予めリード線をはんだ付けした。28日間の初期養生後曲げひび割れを導入し、その後、塩害あるいは中性化の促進暴露を行った。なお塩害の促進暴露では、6時間の塩水浸漬(30℃、Cl⁻濃度 3%)と、18時間の湿潤気中暴露(30℃、RH90%)を、繰返した。一方中性化の促進暴露では、2日間の中性化暴露(30℃、RH60%、CO₂濃度 5%)と、5日間の湿潤気中暴露(20℃、RH90%)を、繰返した。

2.2 モニタリング概要

モニタリング測定状況を図-3に示す。まず非破壊試験で任意の時間毎における鉄筋電位、分極抵抗およびモルタル抵抗を測定した。ここで分極抵抗は、交流インピーダンス法により測定した。また、モルタル抵抗は円柱供試体を用いて測定した。次に、測定された鉄筋電位、分極抵抗およびモルタル抵抗から、文献 1)を参考にしてマクロセル電流を解析し、さらにマクロセル腐食速度を換算した。本研究では、これらの一連の測定、解析および換算を任意の時間毎に行い、マクロセル腐食速度をモニタリング測定した。

キーワード：耐久性、既存構造物、マクロセル腐食速度、モニタリング、非破壊試験

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1、TEL076-248-1305、FAX076-294-6713

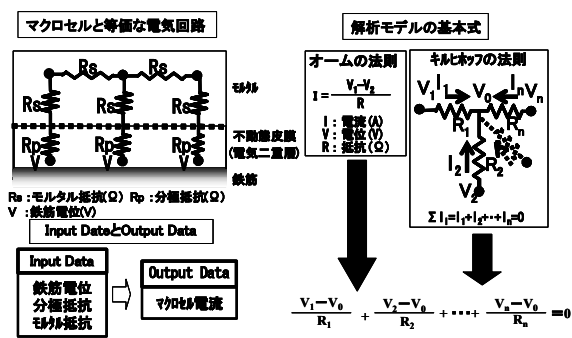


図-1 一時的なマクロセル腐食速度算定システムの概要

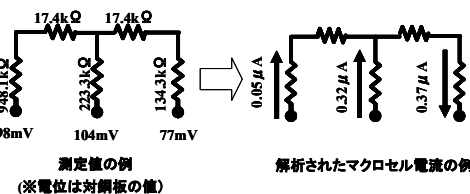


図-4 マクロセル電流の解析例

2.3 モニタリング結果

鉄筋電位、分極抵抗およびモルタル抵抗の測定値の例と、それらを用いて解析されたマクロセル電流の例を図-4 に示す。さらに、この測定および解析と換算を任意の時間毎に行ったマクロセル腐食速度のモニタリング結果を図-5 に示す。なお、図に

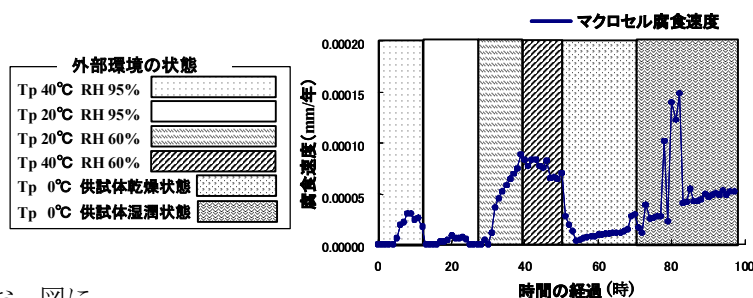


図-5 供試体試験でのマクロセル腐食速度モニタリング結果

はモニタリング測定中の外部環境の変化も示す。これによれば、マクロセル腐食速度がモニタリング測定できたことが認められた。すなわち、非破壊試験により任意の時間毎に測定された鉄筋電位、分極抵抗およびモルタル抵抗を用いて、外部環境の変化に伴うマクロセル腐食速度の変化が確認できた。

3. 既存構造物試験

3.1 部材概要

測定対象構造物は、石川県能登半島に位置する栈橋上部工である。昭和14年に建設され、試験時までに63年が経過していた。また、測定対象は床板下面におけるひび割れ部（開口幅3mm）とし、主鉄筋の直径は25mm、かぶりは10cm、粗骨材最大寸法は60mmであった。さらに、塩化物イオンは部材底面から鉄筋位置まで浸透していたことが確認され、一方中性化は底面から8.1mmまで進行していたことが確認された。

3.2 モニタリング概要

供試体試験で提案されたマクロセル腐食速度モニタリング測定システムを適用した。すなわち、非破壊試験で任意の時間毎における鉄筋電位、分極抵抗およびコンクリート抵抗を測定し、マクロセル腐食速度のモニタリング測定を行った。また、その際に測定された分極抵抗値を用い、既存の方法²⁾でマイクロセル腐食速度もモニタリング測定した。

図-6 にモニタリング測定状況を示す。4組の対極板等をひび割れに垂直な鉄筋に沿って、20cm 間隔に配置した。また、測定対象部材より採取されたコンクリートコアを用いて、コンクリート抵抗の測定を行った。なお、コンクリート抵抗測定用コアは対極板設置箇所近傍に配置した。これは、外部環境の変化に伴うコンクリート抵抗の変化を正確に評価するため、測定対象部材と同等な環境下に置く必要があったためである。

3.3 モニタリング結果

腐食速度のモニタリング測定結果を図-7 に示す。これによれば、本研究で提案されたシステムによって、マクロセル腐食速度がモニタリング測定できたことが認められた。また、マイクロセル腐食速度よりもマクロセル腐食速度が速いことが認められた。すなわち、既存鉄筋コンクリート部材の鉄筋腐食を評価する際には、マイクロセル腐食のみならずマクロセル腐食も考慮しなければならないことが確認できた。

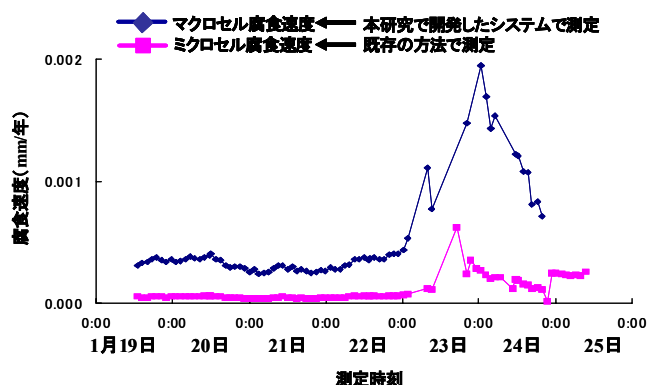


図-7 実構造物試験での腐食速度モニタリング

4. 結論

供試体試験および既存構造物試験により、非破壊試験でマクロセル腐食速度をモニタリング測定するシステムを提案・検証できた。

【参考文献】1) 宮里、大即：既存鉄筋コンクリート部材中のマクロセル腐食速度の推定、コンクリート工学論文集, Vol.12, No.2, pp.93-103, 2001.5

2) 水流、前田、春山：交流法腐食モニターの局部腐食への適用、防食技術, Vol.28, No.12, pp.638-644, 1979