

審査の結果の要旨

氏名 ナナヤカラ ワサム マヤカツワゲ オミンダ プラサド

鉄筋コンクリート (RC) 構造物中の鉄筋が腐食すると、かぶりコンクリートにひび割れが発生し、発生したひび割れの影響によって腐食速度が加速し、さらに腐食量の増大にともない部材の耐力が低下していく。特に塩化物イオンの侵入にともなう鉄筋腐食 (塩害劣化) は、深刻な劣化を引き起こす劣化機構の一つとして、これまでも多くの研究が行われている。塩害劣化に関する既往研究は、塩化物イオンの侵入に関する研究、鉄筋腐食に関する研究、腐食した RC 部材あるいは構造物の耐力低下に関する研究に大別される。ここで、鉄筋腐食に着目すると、腐食機構に基づいた腐食予測モデルの構築や、実構造物の腐食状況を把握するための手法の開発などがあるが、膨大な既存ストックを抱えるわが国においては、実構造物の腐食状況を適切に把握することが望まれている。鉄筋の腐食が電気化学的な現象であることに着目し、自然電位法を用いて腐食の可能性を判定する方法が古くから適用されており、最近では、分極抵抗法を用いて腐食速度を予測する手法も広く適用され始めている。塩害劣化にともなう鉄筋腐食は、マイクロセル腐食とマクロセル腐食が共存しているが、特にマクロセル腐食はアノードとカソードが 1m 程度離れていても回路を形成する複雑な腐食機構である。このため、マクロセル腐食は、連続的な鉄筋のある限定的な領域をコンクリート表面から計測する電気化学的な計測手法の結果に影響を及ぼし、実際の腐食状況を把握することを困難としている。本論文は、マクロセル腐食が電気化学的な測定結果に及ぼす影響を、様々な計測および予測手法を用いて明らかとするとともに、その影響を排除する可能性に関して検討したものである。

1 章は序論であり、研究の背景、目的を述べた後に、本研究の構成を記述している。

2 章は既往の研究であり、RC 中の鉄筋腐食の機構、各種電気化学的手法、電気化学的計測結果を用いたマクロセル腐食の予測手法、およびマクロセル腐食を直接計測するために提案されている分割鉄筋に関する既往研究を整理し、各々の特徴を明らかとしている。

3 章では、マクロセル腐食が電気化学的計測結果に及ぼす影響について検討している。実験では、実構造物レベルを想定し 1m 程度離れたカソードとアノードの腐食回路が計測結果に及ぼす影響を把握するために、2m の RC 試験体を通常鉄筋および分割鉄筋を用い、アノード領域を制御するために塩分の混入領域と量を変化させて作製している。これらの試験体を用いて、自然電位法および分極抵抗法の結果から、非腐食部 (カソード) の測定結果が腐食部 (アノード) の腐食程度の増加にともない、自然電位の値が卑に、分極抵抗の値が小さく (腐食速度が増加) なる、すなわち、計測結果が実際の腐食状況とかけ離れていることを実験的に明かとしている。さらに、分割鉄筋の試験体を用い、実験的に計測したマイクロセル腐食量と 3 種類の方法 (電気化学的測定結果を用いたマクロセル腐食量の予測

(2種)、分割鉄筋を用いた直接計測)によって求めたマクロセル腐食量の和と、電気化学的計測によって全腐食量を推測した結果の比較から、非腐食部(カソード)におけるマクロセル腐食によるカソード分極現象が、測定結果をミスリードしている可能性があることを指摘している。

4章では、カソード分極現象を明らかとするために分極曲線を計測し考察を加えている。自然電位法、分極抵抗法および分割鉄筋を用いて直接電流を計測する手法では、実際に流れている電流(グロス電流)ではなく、ネット電流しか計測できずカソード分極現象を詳細に理解することができないことを指摘し、分極曲線の計測からグロス電流を把握することを試みたが、分極曲線の計測もグロス電流を把握することはできないことを実験的に明らかとしている。

5章では、グロス電流が実測不可能であることを踏まえ、グロス電流を予測可能なマクロセル腐食のモデル化を試みている。分割鉄筋を用いてアノードおよびカソードの各要素間に流れる電流を計測し、アノードとカソードの距離と塩分濃度の関数として、要素間に流れる電流のモデル化を試みたが、分割鉄筋を用いた計測に基づくモデルもグロス電流を把握することが困難であることを明らかとしている。

6章は結論であり、本研究で得られた結果のまとめと今後の展開を記述している。

以上を要約すると、1)マクロセル腐食が発生すると、既往の電気化学的測定手法による計測数値がカソード分極現象の影響を受けるために腐食現象を正確に評価することが困難となること、2)これを解決するためにはグロス電流を把握することが不可欠であること、の二点を明らかにした。さらに、既存の各種手法ではグロス電流を把握することが極めて困難であることを、計測手法の原理・精度、分割鉄筋の特徴などを踏まえて言及したものである。本研究は、既往の腐食計測手法の問題点、理論的な限界点などを指摘し、特定の理想的な条件のもとでの計測と実構造物中の鉄筋腐食との関連を明示したものであり、今後のマクロセル鉄筋腐食の機構解明に向けた道標が与えられている。よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。