

マクロセル腐食に寄与するカソード反応領域に関する一考察

鹿児島大学 正会員 ○山口 明 伸
 アーヘン工科大学 非会員 Juegen Warkus
 アーヘン工科大学 非会員 Michael Raupach

1. はじめに

コンクリート構造物の代表的劣化現象の一つである塩害劣化の進行は、主として内部鉄筋間に形成されるアノード部とカソード部によるマクロセル腐食が支配的であると言われている。そのため、塩害劣化における鉄筋の腐食量や腐食速度を解析的に予測する場合には、対象部材で形成されているマクロセル腐食のアノード部とカソード部の領域設定を適切に行う必要がある。一般にアノード領域は、初期欠陥を含む材料や構造的な要因、あるいは外部環境的な要因などによりある程度の位置設定が可能であるが、それに対応するカソード領域について不明な点が多く、その実質的な範囲を予測することは難しい。本研究では、アノード領域に対して比較的広いカソード領域をもつ部材を想定し、数値解析的手法によってマクロセル腐食に寄与する実質的なカソード領域を検討することを試みた。

2. 実験および解析方法

鉄筋腐食解析は、図-1 に示すような端部にアノード部を有するスラブ部材を対象とし、境界要素法によって実施した。アノードとカソードの分極特性は試験体による実測データを用い、解析要因はカソード領域のコンクリート比抵抗（表-1 参照）と酸素拡散特性とした[1]。ただし酸素拡散の影響については、表-1 の[Simulation 2]を基本とし、既往の研究を参考にして図-2 に示すようなカソード分極曲線に限界電流密度を設ける間接的設定方法とした[2]。つまり、限界電流密度が小さい程、カソード領域における酸素拡散係数が小さいことを意味する。なお対象部材は、実際に試験体を製作し現在曝露中で

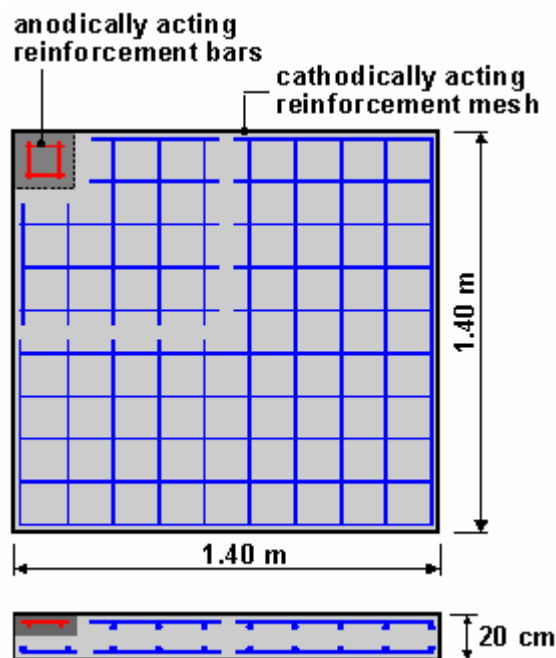


図-1 解析対象の鉄筋コンクリートスラブ

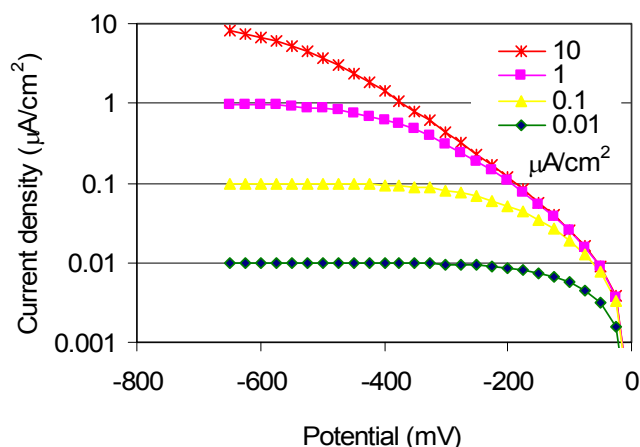


図-2 解析要因（酸素拡散の影響）

表-1 解析要因（比抵抗の影響）

simulation	chloride contaminated concrete	concrete without chlorides
	Ωm	Ωm
1	30	30
2		80
3		800
4		8000

キーワード マクロセル腐食, カソード領域, 比抵抗, 限界電流密度, 酸素拡散係数

連絡先 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 T E L 099-285-8484

あるが、まだ期間が短く十分なデータが得られていない。

3. 結果と考察

図-3に全要因の腐食電流の解析結果を示す。カソード部分のコンクリート比抵抗が大きくなるに従って腐食電流は減少し、カソード領域の酸素量が多くなるに従って増加するという、妥当な傾向を示している。ただし、酸素量の影響は、ある程度まで小さくなる結果となっている。

一方、図-4、図-5では、それぞれの影響要因に対してカソード電流密度の分布状況を比較している。両図から、マクロセル腐食に寄与するカソード反応がどの程度の範囲まで生じているかを判断することができる。比抵抗の変化は実質的なカソード領域の範囲にも影響を及ぼしており、図-3の結果と合わせて考えれば、比抵抗が増加する場合、カソード電流の総和は減少するものの、カソード反応がアノード周辺に集中することにより、局部的にはカソード電流が大きくなる可能性があることが示唆される。それに対して酸素拡散がアノード領域の範囲に及ぼす影響は小さく、アノード部から約100cm程度までというほぼ同一のカソード領域内で電流密度分布が変化する傾向が見受けられた。

4. まとめ

境界要素法を用いた数値解析により、マクロセル腐食に寄与するカソード領域の特性を捉えることができた。今後、さらにアノードとカソードの配置や割合、その他の影響因子等についても検討すると同時に、解析値と実験データの照合確認を進める必要がある。

なお、本研究は筆頭著者が日本学術振興会海外特別研究員として、その採用期間に実施したものであることを付記する。

参考文献

[1] M.Raupach, J.Warkus, T.Yamaguchi : Numerical Modelling of Reinforcement Corrosion, Proceedings of European Symposium on Service life and Serviceability of Concrete Structures 2006, pp.282-288, 2006.6

[2] J.Warkus, M.Raupach, and J.Gulikers : Numerical modeling of corrosion –Theoretical backgrounds-, Material and Corrosion 2006, 57, No.8, pp.614-617, 2006.8

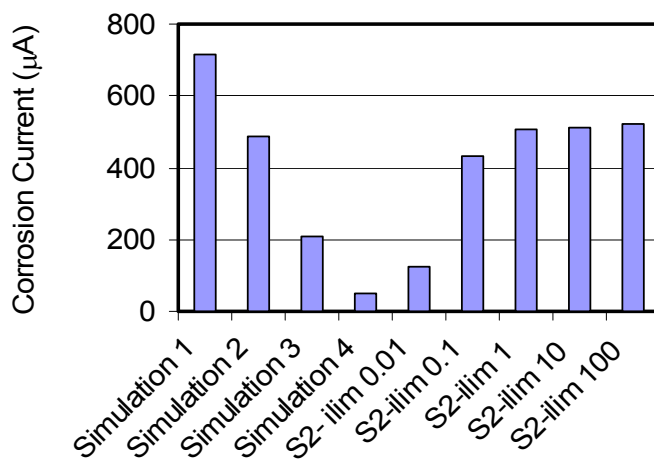


図-3 腐食電流の解析結果

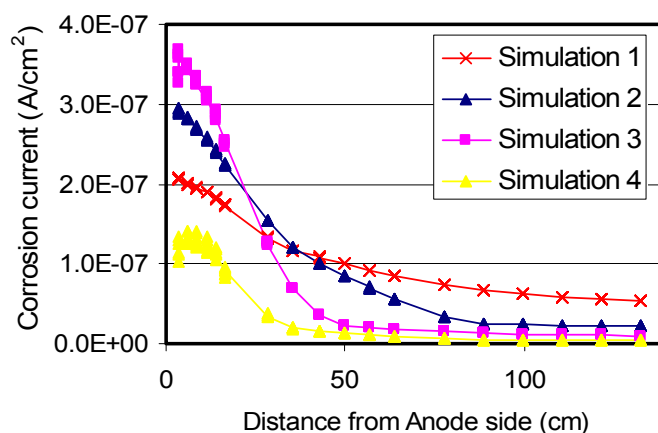


図-4 カソード電流密度分布（比抵抗の影響）

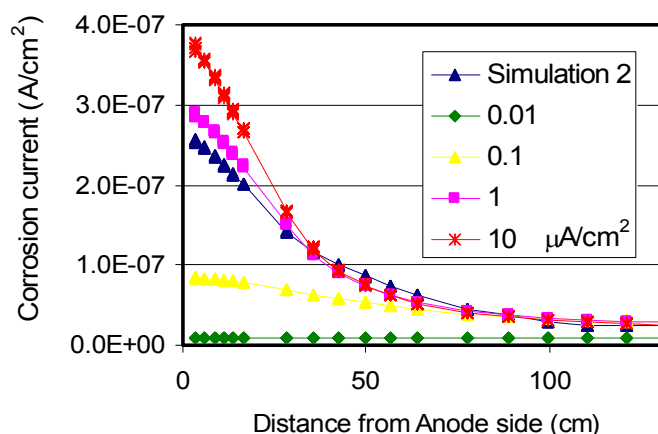


図-5 カソード電流密度分布（酸素拡散の影響）