

鋼/コンクリート境界部のマクロセル腐食に及ぼす塩分と滞水の影響

西日本高速道路総合サービス沖縄(株) 正会員 ○賀数淳人 琉球大学 正会員 加藤祐介  
 琉球大学 正会員 田井政行 琉球大学 正会員 下里哲弘 琉球大学 正会員 有住康則

1. はじめに

近年、下路トラス橋の斜材とコンクリート床板とのコンクリート境界部において、著しい腐食損傷事例が報告されている<sup>1)</sup>。通常、コンクリートと接触する鋼材は不働態化しているため、腐食速度が極めて遅くなる。しかしながら、鋼/コンクリート境界部では塩分や水分等の腐食因子の影響を受けやすいことが想定されるため、鋼材の腐食速度が大きくなると考えられる。そのため、鋼/コンクリート境界部における腐食の特性とメカニズムの解明が重要である。今回、鋼/コンクリート境界部における塩分と滞水がマクロセル腐食に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、鋼/コンクリート境界部を対象としたマクロセル腐食試験を実施した。

2. 鋼/コンクリート境界部を対象としたマクロセル腐食試験

2.1 試験方法

腐食試験概要を図1に示す。また、試験条件およびケースを表1に示す。マクロセル腐食電流を測定するために、計15分割された試験体(SM490A：ブラスト処理)を用いた。全分割鋼材(計15個)に導線を取り付け、端子台に接続し電気的には1本の鋼材とした。本試験では、試験パラメータとしてコンクリート境界部(深さ10mm)の塩分量(1, 5, 20kg/m<sup>3</sup>)と滞水条件(滞水：蒸留水, 5wt%NaCl)を選定した。各試験体は、首上約50mmを大気中に出すようにコンクリート中(セメントペースト：W/C=60%)に設置した。コンクリート硬化後の各試験体を恒温恒湿槽内に設置し、温湿度一定(40℃, 95%RH)の条件にて計77日間の腐食試験を実施した。試験期間中、定期的にマクロセル腐食電流を測定した。マクロセル腐食電流の測定方法は、測定対象の試験片のみ接続を切り離し、それ以外の試験片(14個)との間に流れる電流を無抵抗電流計により測定した。なお、測定時以外は全試験片を電気的に短絡した。試験終了後に各試験体を回収し、腐食外観調査を実施した。また、コンクリート中に含まれる塩分量(全塩分, 水溶性塩分)の測定も実施した。

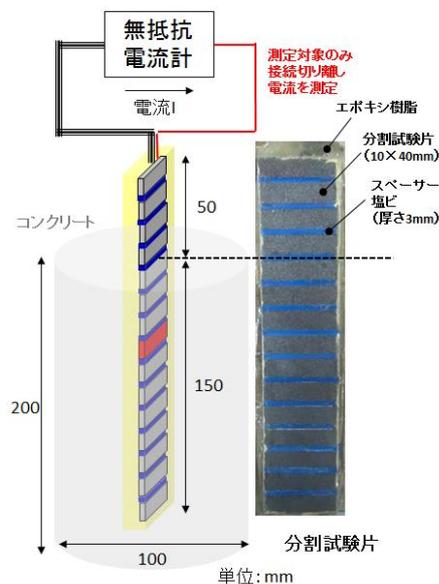
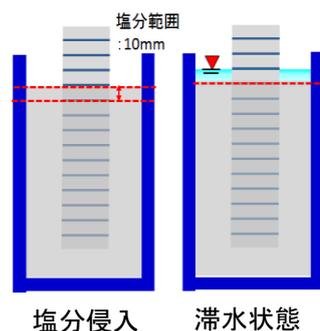


図1 腐食試験概要

2.2 試験結果と考察

表1 試験条件およびケース

ケース	No.	塩分量 (kg/m <sup>3</sup> )
健全状態	①	塩分無
塩分侵入 (深さ10mm)	②-1	1.0
	②-2	5.0
	②-3	20.0
ケース	No.	滞水溶液
滞水状態	③-1	蒸留水
	③-2	5wt%NaCl



(1) 腐食外観調査

回収後の各試験体の腐食外観を図2に示す。健全状態(塩分無)では、鋼/コンクリート境界部のコンクリートと接触する鋼材において軽微な腐食が確認されたが、境界部以外のコンクリート中の鋼材は赤さび発生は認められなかった。塩分侵入ケースでは、塩分量の増加に伴い鋼/コンクリート境界

部における鋼材の腐食が大きくなる傾向が認められ、特に塩分量20kg/m<sup>3</sup>では著しい腐食が発生した。しかし、塩分侵入範囲外のコンクリートと接触する鋼材では、腐食の発生は認められなかった。これは、塩分侵入範囲外のコンクリート中の鋼材が不働態化を保持していたためであると考えられる。一方、滞水状態では、境界部を含むコンクリート中の鋼材の腐食は認められなかったが、両ケースとも大気中の滞水部に著しい腐食が発生した。

(2) マクロセル腐食速度

マクロセル腐食電流から換算したマクロセル腐食速度の平均値を図3に示す。健全状態(塩分無)では、鋼/コンクリート境界部においてマクロセル腐食の発生はほぼ認められなかった。一方、塩分侵入ケースの場合、塩分量

キーワード：鋼/コンクリート境界部, マクロセル腐食, 塩分, 滞水, 塩分固定化  
 連絡先：〒901-2127 沖縄県浦添市屋富祖2丁目6番15号 (代表) 098-874-2877, (FAX) 098-874-2885

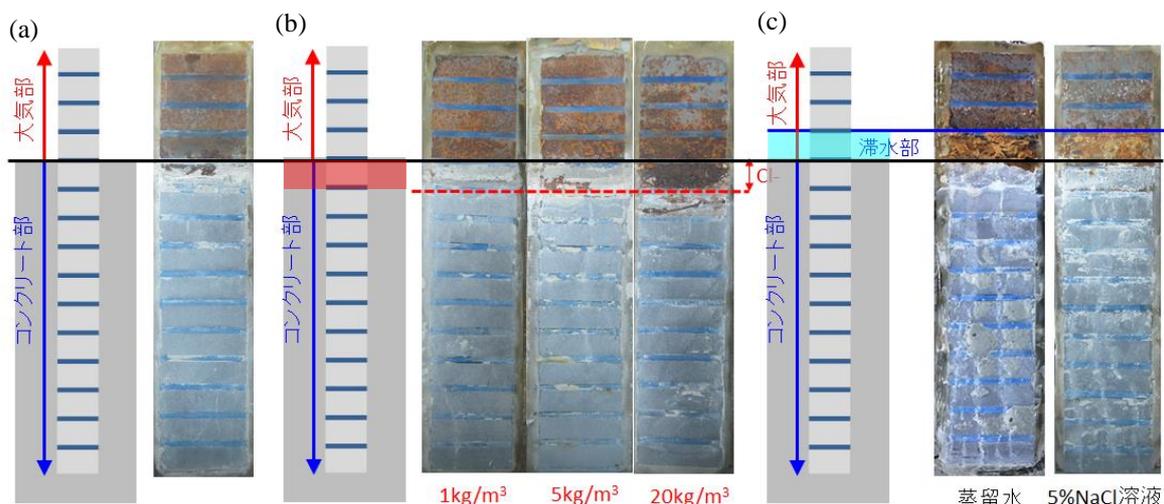


図2 腐食外観 (a)健全状態, (b)塩分侵入, (c)滞水状態

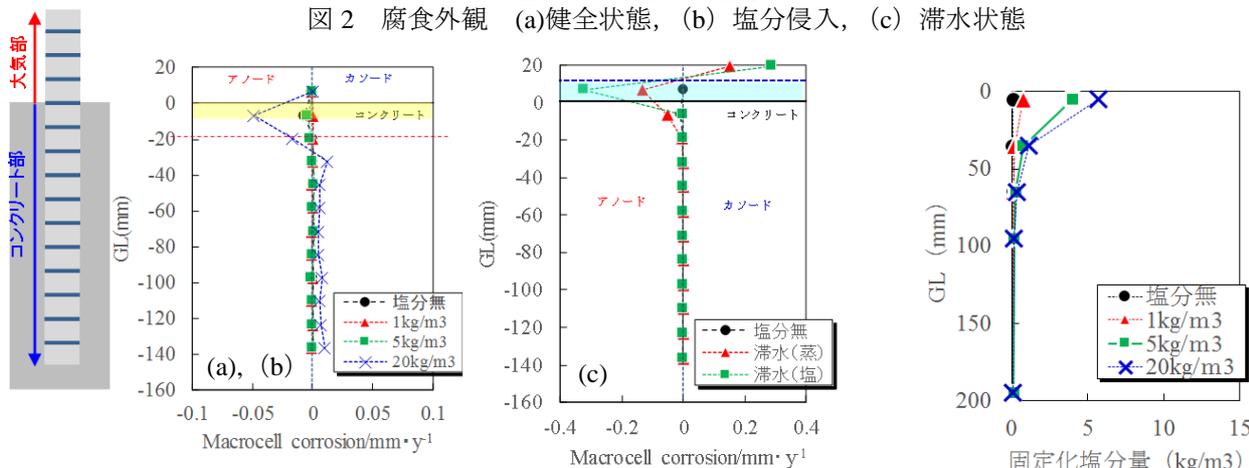


図3 マクロセル腐食速度の平均値 (試験期間: 77日間)

(a)健全状態, (b)塩分侵入, (c)滞水状態

図4 固定化塩分量

1kg/m<sup>3</sup>と5kg/m<sup>3</sup>では、マクロセル腐食の発生はほぼ認められず、健全状態（塩分無）と概ね同程度の値を示した。しかし、塩分量20kg/m<sup>3</sup>では、コンクリート側境界部（深さ10mm）においてマクロセル腐食の発生が認められ、塩分侵入箇所のコンクリート中の鋼材がマクロアノードとなり、約0.05mm/yのマクロセル腐食速度を示した。この原因を明らかにするために、コンクリート中の塩分固定化<sup>2)</sup>について検討した。コンクリート中の全塩分量から水溶性塩分量を除くことで固定化塩分量を算出した。コンクリート中の固定化塩分量の結果を図4に示す。塩分量1kg/m<sup>3</sup>と5kg/m<sup>3</sup>では、その殆どの塩分がコンクリート中に固定化され、鋼材の腐食に関与する水溶性塩分が少なくなっていた。一方、塩分量20kg/m<sup>3</sup>では、約6kg/m<sup>3</sup>の塩分がコンクリート中に固定化されたが、多くの水溶性塩分が存在していた。そのため、塩分量20kg/m<sup>3</sup>の場合に限り、マクロセル腐食が発生したと考えられる。以上の結果から、境界部におけるコンクリート中の塩分量が増加するにつれマクロセル腐食速度は増大すると考えられるが、実環境下程度の塩分量（5kg/m<sup>3</sup>迄の範囲）では、塩分侵入がマクロセル腐食に及ぼす影響は小さいと推測される。

滞水状態では、両ケースとも滞水部（大気側境界部）の鋼材がマクロアノードとなり、蒸留水滞水で約0.13mm/y、5wt%NaCl滞水で約0.32mm/yの大きなマクロセル腐食速度を示し、コンクリート中ではマクロセル腐食の発生はほぼ認められなかった。この傾向は、腐食外観とも一致した。このことから、鋼/コンクリート境界部において滞水状態が長期継続する場合、マクロセル腐食の影響が支配的となり、大気側境界部の腐食が危険になると推測される。

4. まとめ

鋼/コンクリート境界部を対象としたマクロセル腐食試験を実施し、以下の知見を得た。

- 1) コンクリート中への塩分侵入量が増加するにつれ、コンクリート側境界部のマクロセル腐食速度は増大する。
- 2) 境界部における滞水がマクロセル腐食に及ぼす影響は大きく、大気側境界部の腐食速度が著しく増大する。

【参考文献】

- 1) 山田健太郎：一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会，Structure Painting Vol.36, No.1, pp.2-9, 2008.3.
- 2) 武若耕司，杉山隆文，丸屋剛，山田一夫：コンクリート工学，Vol. 43, No. 2, pp.19-26, 2005.2.