

模擬鉄筋コンクリートのかぶりが電気化学測定結果に与える影響の検討

東京理科大学大学院 学生会員 ○染谷 望
 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1.はじめに

電気化学的測定方法によってコンクリート中の鋼材腐食の状態を把握する場合、コンクリート表面から鋼材の自然電位を測定することが一般的であるため、介在するかぶりコンクリートが測定結果に影響を及ぼすことが考えられている。コンクリートの影響としては、含水率やIR ドロップリなどの影響が報告されている。このような影響を実験的に検討する場合、かぶりや環境を変化させて電気化学的特性値を測定するが、鋼材の状態（真の自然電位、鋼材表面のさびの発生）も変化するため、かぶりコンクリートの影響のみを分離して解釈することが難しい。

そこで、鋼材の状態が変化する影響や、水和反応に伴う空隙構造の変化の影響等を排除するため、自然電位が安定した鋼材やコンクリート版を用いて、各種試験溶液中に鋼材を設置した単純な系（図-1参照）を対象として、かぶりコンクリートの影響を直接把握する方法を検討した。なお、本研究ではコンクリート中の鋼材を測定していないが、コンクリート試験体を模擬した検討であるため、照合電極と鋼材間距離をかぶりと称する。測定結果に与える影響として、かぶり（照合電極から鋼材の距離）と、コンクリート中や塩害環境を模擬した試験溶液の種類を実験要因として選定した。かぶりを変化させた測定前後の鋼材の自然電位が変化しないことを確認しており、得られる測定結果の変化は、純粋なかぶりの影響であると考えられる。

2.実験概要

2.1 実験要因

表-1 に、かぶりの組み合わせを示す。本研究でのかぶりは、鋼材を設置した時の溶液とコンクリート版（以下、コンクリ版）の厚さの合計とする。かぶりによる影響を検討するため、溶液 5, 25mm の位置に鋼材を設置し測定した。次に、かぶりコンクリートの影響を検討するため、厚さ 10, 20mm の飽和水

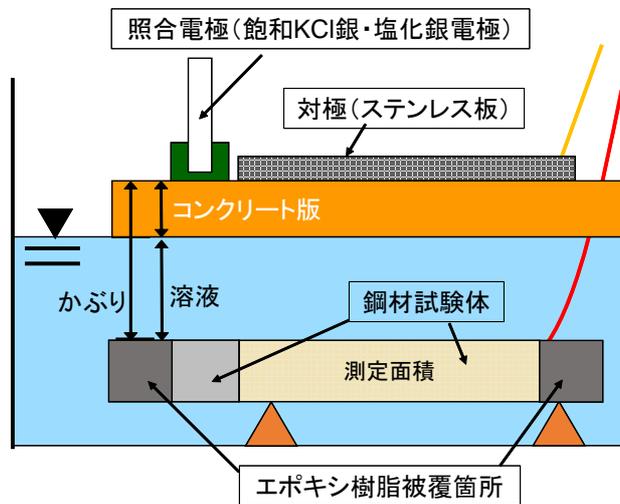


図-1 測定状況

表-1 かぶりの組合せ

略称	溶液	コンクリ版		かぶり
		(mm)		
5-0	5	0	5	5
5-10	5	10	15	15
5-20	5	20	25	25
25-0	25	0	25	25
25-10	25	10	35	35
25-20	25	20	45	45

酸化カルシウム水溶液（以下、CH）中で飽水状態にさせたコンクリ版を溶液の上に設置した。なお、コンクリ版は 850 日間の水中養生を行った、W/C=55% の OPC を用いた。試験溶液は、健全なコンクリート中を模擬した CH と、塩害を模擬した CH と塩化ナトリウム 10000ppm の混合溶液（以下、NaCl）で測定を行った。

2.2 試験体概要

鋼材試験体は、みがき丸鋼（SS400, φ16mm）にリード線を接続し、試験体長さ 100mm（試験面積 50.27cm²）以外は、絶縁テープで被覆した後に、エポキシ樹脂で被覆した。みがき丸鋼の前処理としてやすり#400, 600 で研磨した後に、アセトンで汚れを落とし試験体とした。

キーワード かぶり 自然電位 液間抵抗

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501 Email:someya0910@gmail.com

2.3 測定項目

自然電位, AC インピーダンスの周波数特性の測定を行った。測定は 20°C の環境で行い, 照合電極には飽和 KCl 銀・塩化銀電極 (以下, SSE) を用いた。AC インピーダンスの周波数測定は, 対極としてステンレス板 80×50mm (被測定面積 40.21cm²) を用いた。印加電圧 ±10mV(rms), 掃引周波数 10kHz~10MHz で行った。なお, AC インピーダンスの周波数特性から, 1kHz での抵抗値を液間抵抗と仮定した。

3. 試験結果

図-2 に, 自然電位の経時変化を示す。CH は浸せき初期から徐々に電位が貴になり, 40 日経過後は -70mV の電位で推移することから, 鋼材表面に不動態皮膜が形成されていると考えられる。NaCl は浸せき初期に自然電位が若干の貴になった後に, -450mV と卑な電位で安定する傾向が見られた。なお, 鋼材表面にはさびが生じていた。よって, CH は自然電位が安定した浸せき 47 日目, NaCl は浸せき 48 日目に, かぶりが測定結果に及ぼす影響の検討を行った。

表-2 に, かぶりによる自然電位と, 液間抵抗の変化を示す。CH の溶液の厚さによる自然電位の影響は, 5-0 で -73.7mV, 25-0 で -69.9mV となり, 溶液の厚さが大きくなることで 3.8mV 電位が貴となった。この時の液間抵抗は, 5-0 で 0.06kΩcm², 25-0 で 0.2kΩcm² と, 溶液の厚さにより抵抗が大きくなることから, 溶液による IR ドロップにより電位が貴になったと考えられる。

コンクリ版の厚さによる自然電位の影響は, 5-0 から 10mm 厚くなる毎に 11.3mV, 14.5mV と電位が貴になった。25-0 も同様に 15.4mV, 16.5mV と電位が貴になった。溶液の厚さ 5mm のコンクリ版による液間抵抗の差は, 5-0 と 5-20 で 4.32kΩcm² と, コンクリ版により抵抗が大きくなることから, IR ドロップの影響と考えられる。

溶液の厚さの差が 20mm (5-0 と 25-0) と, コンクリ版の厚さの差が 20mm (5-0 と 5-20) の自然電位の差は, それぞれ, 3.8mV と 25.8mV となった。液間抵抗の差はそれぞれ 0.14kΩcm² と 4.32kΩcm² となり, コンクリ版が飽水状態にもかかわらず, 溶液よりも抵抗が大きいため, IR ドロップによりコンクリ版の電位が貴になったと考えられる。5-0 の自然電位を基準とした場合, 飽水状態のコンクリ版が測定結果に与

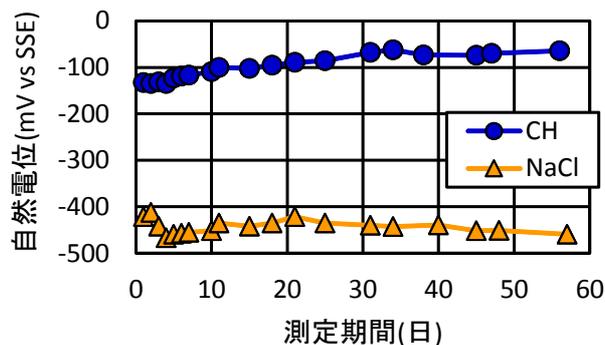


図-2 自然電位の経時変化

表-2 かぶりによる自然電位と液間抵抗の変化

略称 溶液- コンクリ版	自然電位 (mV)		液間抵抗 (kΩcm ²)	
	CH	NaCl	CH	NaCl
5-0	-73.7	-444.2	0.06	0.04
5-10	-62.4	-442.5	1.86	0.53
5-20	-47.9	-458.7	4.38	1.58
25-0	-69.9	-450.9	0.20	0.06
25-10	-54.5	-431.0	1.53	0.92
25-20	-38.0	-428.5	9.03	2.27

* 自然電位は SSE を用いた値である

える影響は, 電位が貴な方向に 25.8~31.9mV となった。

NaCl では, 溶液やかぶりの厚さによる, 自然電位の測定結果に与える影響の傾向は見られなかった。このことは, コンクリ版を CH で飽水したため, NaCl との拡散電位差による影響が考えられる。また, NaCl では鋼材が腐食しているため, 電流が流れ易いことが影響しているのではないかと考えられる。今後は, 腐食させた鋼材や, NaCl で飽和したコンクリ版を用いた検討を行う。

4. まとめ

CH は, コンクリ版によりかぶりが大きくなることで, 電位が貴になる傾向が顕著であった。NaCl は, かぶりによる影響の傾向は見られなかった。

謝辞

本研究の一部は平成 24 年度吉田研究奨励賞の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 武若耕司: コンクリートの非破壊検査方法 (原理と手法)-鋼材腐食-, コンクリート工学, Vol.27, No.3, pp.69-74, 1989.3.