

V-116

コンクリート中の鋼材腐食の 非破壊的モニタリングについて

東北工業大学 正会員○高橋 正行

〃 〃 外門 正直

〃 〃 志賀野吉雄

1. まえがき

海洋環境下やその他の厳しい環境における鉄筋コンクリート構造物中の鋼材腐食が増加する今日、コンクリート中の鋼材腐食状況を調べる非破壊的な方法として自然電位測定方法が注目されている。

本研究は、自然電位測定方法を用いて、鋼材の初期表面状態、塩分量、セメント量、かぶり厚さがコンクリート中の鋼材腐食に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

実験に際し、使用した鉄筋はミルスケール無し鉄筋（タイプA）、ミルスケール付き鉄筋（タイプB）、ミルスケール付き鉄筋を2ヶ月間空気に暴露したサビ付き鉄筋（タイプC）の3種類で、いずれも公称直径19mm異形鉄筋（SD-30 横フシ形）である。セメントは、東北開発社製普通ポルトランドセメント（比重3.16）、細骨材は川砂（比重2.52）、粗骨材は砕石（比重2.87、最大寸法25mm）を使用した。供試体は、表-1に示した2種類の配合を用い、打設後2日で脱型し材令7日まで $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $95 \pm 2\%$ RHの恒温恒湿室にて養生した後、 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $95 \pm 2\%$ RHの雰囲気中で暴露試験をおこない、定期的に自然電位を測定した。また、供試体の形状寸法及び自然電位測定方法を図-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
a	95	45	190	200	830	1155
b	45	39	180	400	666	1187

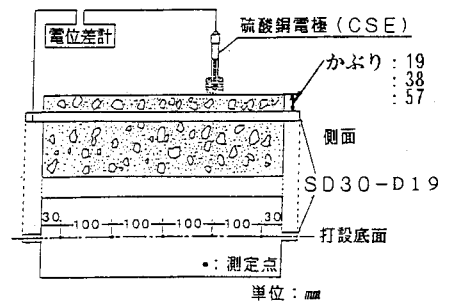


図-1 供試体の形状寸法及び自然電位測定方法

実験は、Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ・Ⅴに分けて行った。実験Ⅰは、配合aにおいて3タイプの鉄筋が腐食進行に与える影響を、実験Ⅱは、配合aにおいてかぶり19, 38, 57mmが腐食進行に与える影響を、実験Ⅲは、2種類の単位セメント量（200Kg/m³、400Kg/m³）が、そして実験Ⅳは、配合bに塩化ナトリウムを混入させることによって、コンクリート中の塩素イオン量（Kg/m³）がそれぞれ腐食進行に与える影響を調べた。また実験Ⅴは、配合bに2.5 kg/m³の塩素イオン量を混入させコンクリート中の鉄筋腐食の進行状態を7日、14日、28日、2ヶ月、4ヶ月、6ヶ月ごとに調べた。

実験Ⅳ、Ⅴにおいて一定期間の測定終了後、コンクリート中から鉄筋を取り出し腐食状態を調べた。

3. 実験結果及び考察

図-2は、実験Ⅰの鉄筋のタイプ別における自然電位と材令の関係を示したものである。3タイプの鉄筋とも材令約2年において自然電位が-0.1V位で安定している。

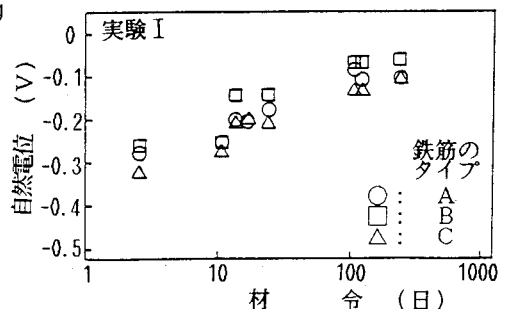


図-2 自然電位と材令の関係

図-3は、実験Ⅱのかぶり別における自然電位と材令の関係を示したものである。かぶり19, 38, 57mmとも材令約2年において自然電位が-0.1V位で安定している。

図-4は、実験Ⅲの単位セメント量別における自然電位と材令の関係を示したものである。実験Ⅰ、Ⅱと同様に自然電位が-0.1V位で安定している。また、単位セメント量 200Kg/m^3 の方が 400Kg/m^3 に比べて自然電位が多少高い値を示している。

図-5は、実験Ⅳの塩素イオン量0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 kg/m^3 とした場合の自然電位と材令の関係を示したものである。塩素イオン量が $0.5\sim 2.0\text{ Kg/m}^3$ の自然電位は、約 $-0.10\sim -0.25\text{ V}$ 、塩素イオン量が $3.0\sim 6.0\text{ Kg/m}^3$ の自然電位は、約 $-0.25\sim -0.50\text{ V}$ の範囲にある。材令1年でコンクリート中から鉄筋を取り出したところ鉄筋の腐食面積率は表-2に示されるように塩素イオン量が多くなる程鉄筋の腐食面積率は大きかった。また、塩素イオン量 $0.5\sim 3.0\text{ Kg/m}^3$ の供試体にはひび割れが発生しないのにもかかわらず、塩素イオン量 $4.0\sim 6.0\text{ Kg/m}^3$ の供試体には最大1.0 mmの縦ひび割れが発生した。

表-2 塩素イオン量と腐食面積率の関係

塩素イオン量 (Kg/m^3)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
腐食面積率 (%)	2.6	4.9	33.8	49.9	60.1	59.3	75.7

図-6は、実験Ⅴの自然電位と材令の関係を示したものである。材令が進むにつれて自然電位は高くなり、腐食面積率は増加している。また、2ヶ月、4ヶ月、6ヶ月と腐食面積率の増加にともなう自然電位の低下は見られなかった。

以上の実験結果より、かぶり、単位セメント量、塩素イオン量においては、コンクリート打設時に含まれる塩素イオン量がコンクリート中の鋼材腐食に大きな影響を及ぼすことが認められた。また、コンクリート表面に発生した縦ひび割れは、鉄筋の腐蝕にともなう体積増加により引き起こされたと考えられる。鉄筋の初期表面状態が腐食進行に及ぼす影響は、ミルスケール無し・付き鉄筋、サビ付き鉄筋ともほとんど差が見られなかった。また、自然電位が高く腐食が進行していないと考えられる場合でも、腐食がかなり進行してたり必ずしも自然電位と腐食状態が一致する結果は得られなかった。

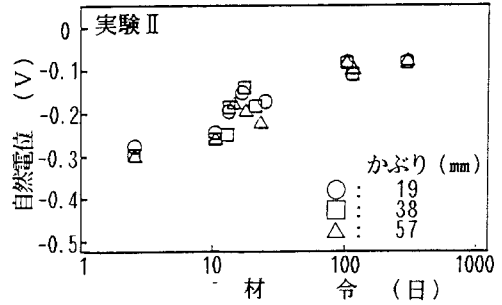


図-3 自然電位と材令の関係

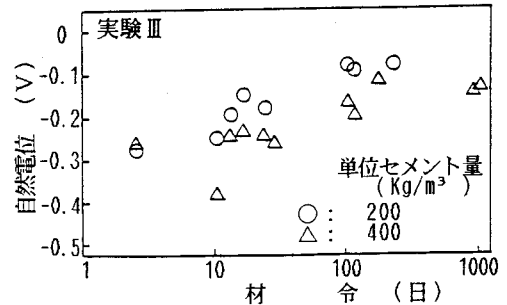


図-4 自然電位と材令の関係

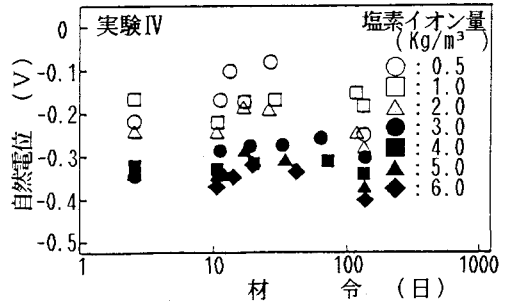


図-5 自然電位と材令の関係

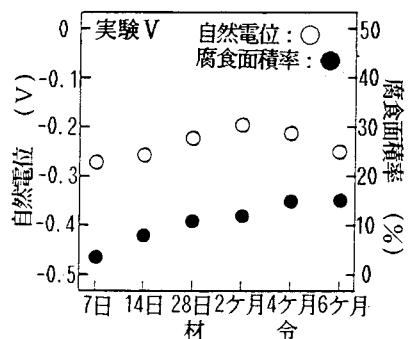


図-6 自然電位と材令の関係