

鹿児島大学工学部 正会員 ◯武若 耕司
同 上 ◯松本 道

1. まえがき

コンクリート構造物の塩害対策については、近年、各方面で活発に検討が進められている。しかし、例えば、これまで半永久的に使用できるとまでいわれたコンクリート構造物の耐用期間が塩害を受けることによってどの程度まで短くなるかあるいは、設計・施工等の面で何らかの対策を施した場合にその効果がどの程度まで保証できるかといった、いわゆる塩害環境下のコンクリート構造物の耐久性に関する具体的な評価は、これが塩害対策を講じる場合の基本となるにもかかわらず、未だ明確にされていない。そこで本研究では、内部鋼材が電食を受ける場合に生じるコンクリートの劣化性状を検討した実験結果を基にして、塩害を受けるコンクリート構造物の耐久性評価に関する一資料の提示を試みたものである。

2. 実験の概要

鋼材腐食によって生じるコンクリートの劣化速度は、鋼材の腐食速度と、鋼材の腐食膨張圧に対してコンクリートが有する力学的抵抗力とによって支配される。そこで、今回実施した電食実験ではこの両者の影響を同時に把握する意味からコンクリート中の鋼材に定電圧を印加することとし、この場合のコンクリートの劣化速度に及ぼす各種要因の影響について検討を行うことにした。表-1に検討を行った要因とその水準について示す。また、図-1には電食実験装置の概略を示した。実験に使用した供試体は、高さ10cmのコンクリート円柱体の中央にみがか丸鋼(SGR-3)を埋込んだものである。コンクリートは、セメントとして早強ホルトランドセメント、粗骨材として最大寸法13mmの砕石、細骨材として川砂を用い、目録スランプ値を8±1cmとしてその配合を定めた。なお、電食実験はコンクリートを約2週間水中養生した後実施した。

表-1. 電食実験の要因と水準

要 因	水 準
コンクリート供試体の直径 (cm)	5, 7.5, 10, 15
水セメント比 (%)	40, 50, 60, 70
コンクリート中の塩分量 (%)*	0.1, 0.3, 0.5, 1.0
鋼材径 (mm)	10, 13, 16, 19
印加電圧 (V)	5, 10, 20

(※: セメント重量比)

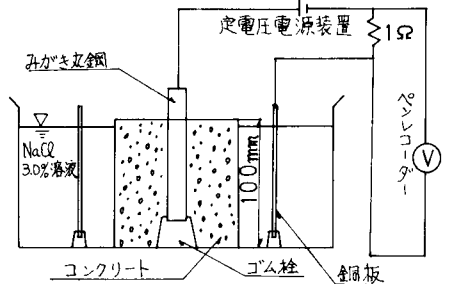


図-1. 実験装置の概略

3. 実験結果

図-2は、定電圧条件下でコンクリート中の鋼材に流れる電流量の経時変化の一例を示したものである。この図にも見られるように供試体においても鋼材に流れる電流は通電後しばらくは徐々に減少する傾向にあるが、その後電流の急増する点が存在し、これは、鋼材腐食によりコンクリートにむびわ水の発生が確認できる時期とはほぼ一致するものであった。

そこで、この電流量の急変するまでに要する時間をコンクリートの劣化時間とし、この時間と各要因の関係について得られた結果を図-3～6に示す。なお、図-5に示した水セメント比の影響に関する結果では、本実験においてコンクリート中の混入塩分量がセメント重量比で一定となる様に設定したため、水セメント

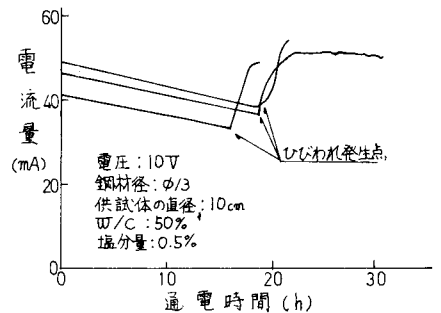


図-2. 鋼材に流れる電流の経時変化の一例

比の変化に伴ってコンクリート単位体積当りの塩分量に差が生じ(単位水量一定の条件による)、この影響が実験結果に含まれている可能性が極めて高い。そこで図-5(b)に、この塩分量の影響を図-3の結果を基に補正した値も示した。

また、図-6の鋼材径の影響に関する結果についても、以下の点を考慮して補正した値を示してある。すなわち、i)使用したコンクリートの径が同じであるため、鋼材径の違いにより若干か

ぶりが異なってくる。そこで、図-4の結果を基にして同一かぶりを有する条件に補正する。ii)コンクリートの品質およびかぶりが同じ場合鋼材径が異なっても腐食速度は一定であると予想できるが、定電圧下では上記条件で電流量はほぼ一定となるものの、実際には鋼材径の違いにより電流密度が異なることになり、腐食速度は一定とまらない。そこで、電流密度が同一の場合の結果となる様に補正する。

4. 耐久性評価に関する一考察

図-2の結果からも明らかな様に、鋼材腐食によってコンクリートにひびわれが発生すると、その後の鋼材腐食速度は急激に加速され、構造物の劣化進行も著しく速まると予想できる。従ってここでは、このひびわれ発生までの劣化期間を構造物の耐用期間の一つの目安と考えて、図-3, 4, 5(b)および6(b)の結果を基にそれそれの要因の相乗効果による耐用期間の変化割合を検討し、その一例を表-2に示した。

この結果から、鋼材腐食によって生じるコンクリートの劣化対策として設計・施工上の処置を施した場合のその効果、あるいは、逆に設計・施工上のわずかなミスによって生じる著しい耐久性低下の状況等を明確に把握できる。なお、この様な耐久性の評価は、あくまで電食という特殊な鋼材腐食条件下におけるコンクリートの劣化性状から推定したものであるが、塩害を受けるコンクリート構造物に対してもある程度の適応は可能であると思われる。

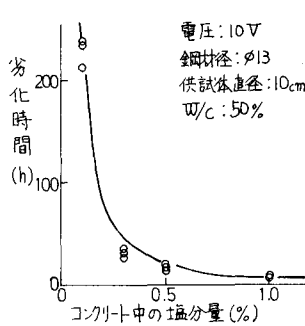


図-3. 劣化時間に及ぼすコンクリート中の塩分量の影響

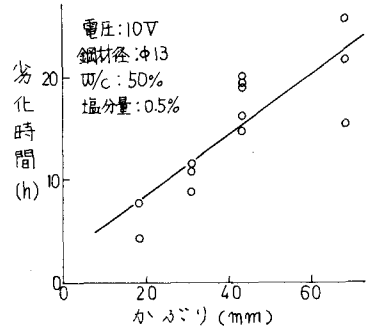
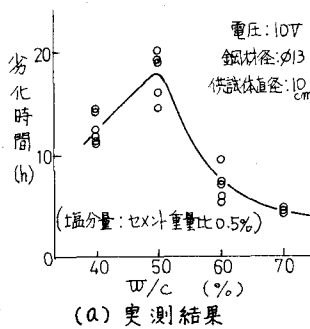
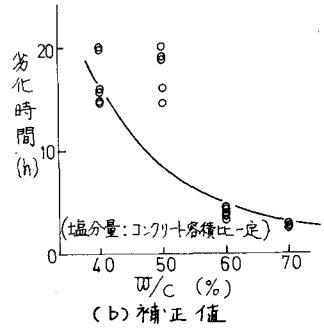


図-4. 劣化時間に及ぼすかぶりの影響

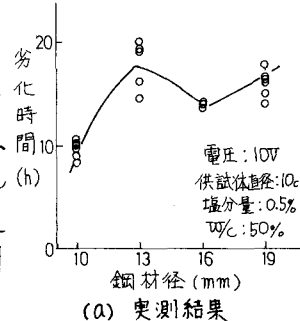


(a) 実測結果

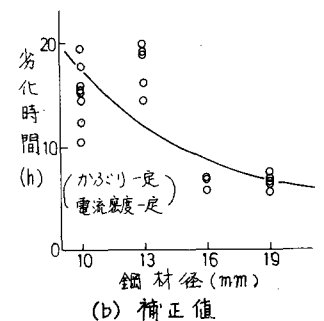


(b) 補正值

図-5. 劣化時間に及ぼす水セメント比の影響



(a) 実測結果



(b) 補正值

図-6. 劣化時間に及ぼす鋼材径の影響

表-2. 各種要因の変化に伴う耐用期間の変化の割合 (W/C=50%, かぶり2cm, 鋼材径φ13mmおよび塩分量0.5%の場合) に基づく

かぶり (cm) No.φ (mm)	1	2	4	7
0.1	7.46	11.65	19.69	31.92
0.3	1.36	2.12	3.58	5.81
0.5	0.64	1	1.69	2.74
1.0	0.22	0.35	0.59	0.96

W/C (%) No.φ (%)	40	50	60	70
0.1	22.60	11.65	6.76	4.54
0.3	4.12	2.12	1.23	0.83
0.5	1.94	1	0.58	0.39
1.0	0.68	0.35	0.20	0.14

かぶり (cm) W/C (%)	1	2	4	7
40	1.24	1.94	3.28	5.32
50	0.64	1	1.69	2.74
60	0.37	0.58	0.98	1.59
70	0.25	0.39	0.66	1.07

鋼材径 (mm)	1	2	4	7
φ10	0.94	1.47	2.48	4.03
φ13	0.64	1	1.69	2.74
φ16	0.47	0.74	1.25	2.03
φ19	0.37	0.47	0.79	1.29