

配合およびかぶり厚さがモルタル中埋設鉄筋の電気化学的測定結果に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 森川 亮太 九州大学大学院 正会員 濱田 秀則
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 九州大学大学院 学生会員 池田 隆徳

1. はじめに

電気化学的計測として、自然電位、分極抵抗等が多用されつつある。中でも自然電位法については多くの研究が行われており、測定値による腐食判定基準が ASTM から提案されるなど、実構造物において適用されているケースが増えている。しかし、ASTM の腐食判定基準による腐食判定結果が必ずしも実際の腐食状態とは一致しないこともある¹⁾。その原因として、配合やかぶり厚さ等のコンクリートの性状の影響が考えられる。電気化学的手法により鉄筋腐食を正しく推定するためには、配合、かぶり厚さ等の影響を定量的に把握することが望ましい。本研究ではモルタルの配合およびかぶり厚さが電気化学的計測値に及ぼす影響について検討を行った。

2. 検討項目

本研究では、配合およびかぶり厚さが自然電位および分極抵抗の計測値に及ぼす影響について検討を行った。

なお、表-1 に ASTM の自然電位測定値による鉄筋腐食の判定基準を、表-2 に CEB による腐食速度の判定基準を示す。本研究で得られた計測結果を、これらの判定基準と比較し、考察を行った。

3. 実験概要

表-3 にモルタルの配合を示す。本研究では、水セメント比を 40, 50, 60%とし、単位細骨材量は一定とした。セメントは普通ポルトランドセメント（密度:3.16g/cm³）を用い、細骨材として海砂（表乾密度:2.57g/cm³，吸水率:1.99%），鉄筋は普通丸鋼 SGD3M-K φ13mm を用いた。なお、鉄筋の腐食を発生させるため、塩化物イオン量で 2.4kg/m³となるよう NaCl を添加した。

図-1 に供試体の形状および寸法を示す。供試体寸法は 135×135×120mm とし、かぶり厚さを 50mm, 70mm, 100mm とした。なお、鉄筋は 1 体につき 2 本配置した。

材齢 1 日で脱型、28 日間水中養生した後、測定器を当てる 1 面（打設面の対面）以外の 5 面をエポキシ樹脂により被覆し、再び水中に浸漬した。浸漬から 4 週において、携帯型腐食診断器を用いた計測を行った。

通常、電気化学的測定は測定対象物を湿潤状態にして実施されるのが望ましい。そのため、供試体を水道水に浸漬し、常時、湿潤状態となるようにした。なお、2 重対極センサーの照合電極は、飽和塩化銀電極であるため、CSE（飽和銅電極）に補正した。

4. 結果および考察

図-2 に自然電位の計測結果（試験材齢 4 週）を、図-3

表-1 ASTM の腐食判定基準

自然電位 (E)	鉄筋腐食の可能性
-200mV ≤ E	90%以上の確率で腐食なし
-350mV < E < -200mV	不確定
E ≤ -350mV	90%以上の確率で腐食あり

銅/硫酸銅照合電極基準 (CSE)

表-2 CEB による腐食速度の判定基準

分極抵抗 (kΩ・cm ²)	腐食速度の判定
130より大	不動状態(腐食なし)または極めて遅い腐食速度
52以上 130以下	低～中程度の腐食速度
26以上 52以下	中～高程度の腐食速度
26未満	激しい、高い腐食速度

表-3 モルタルの配合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)		
	W	C	S
40	232	581	1508
50	255	510	1508
60	272	454	1508

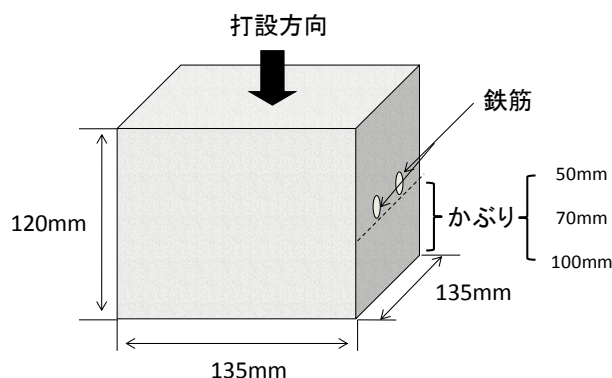


図-1 供試体の形状寸法

に分極抵抗の計測結果（試験期間 4 週）を示す。

図-2 に示すように、水セメント比の増加に伴い、自然電位は卑となる傾向を示した。通常、コンクリート中の塩化物イオンは、普通ポルトランドセメントを用いた場合、セメント質量の 0.4% までフリーデル氏塩として固定されるとされている²⁾。そのため、水セメント比が大きい方が、セメント量が低下するため、フリーデル氏塩の固定量が低下し、可溶性塩分が大きくなっていることが、その原因の 1 つであると考えられる。

また、全ての水セメント比において、かぶりが小さくなるほど、自然電位は卑となる傾向を示した。これは、かぶり厚さの違いが、モルタル表面と鉄筋表面間の電位差に影響しているためと考えられる。

さらに、図-3 に示すように、水セメント比の増加に伴い、分極抵抗は低くなり、腐食速度が大きくなる傾向を示した。しかし、表-2 より判断すると、全体として、腐食速度は小さい結果となった。自然電位と同様、水セメント比が大きい方が、供試体内における可溶性塩分量が多いため、腐食が進行し易く、分極抵抗が小さくなっているものと考えられる。

このように、自然電位や分極抵抗から、腐食状況を判定するためには、構造物のかぶり厚さや水セメント比等も考慮に入れて判定する必要があると考えられる。

図-4 に自然電位と分極抵抗の関係を示す。全体的な傾向としては、正の相関があると言える。配合ごとに見ると、W/C=50, 60%において、自然電位と分極抵抗には相関性が認められるものの、W/C=40%については、自然電位と分極抵抗には相関性が見られない結果となった。水セメント比が小さいコンクリートでは、電気化学的計測の計測条件が変化しているものと考えられる。

5. 結論および今後の課題

- (1) 自然電位や分極抵抗を計測する電気化学的手法は、配合およびかぶり厚さの影響を受けることが分かった。よって、自然電位や分極抵抗から、腐食状況を判定するためには、構造物のかぶり厚さや水セメント比等も考慮する必要があると考えられる。
- (2) 自然電位と分極抵抗には概ね正の相関があると言える。しかし、水セメント比が小さい場合、その相関性が低下する結果となった。

【参考文献】

- 1) 例えば、足立幸郎、宮川豊章、関惟忠、小林茂広：自然電位・分極抵抗法による鉄筋腐食現地追跡調査、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17, No.1, pp.1243-1248, 1995
- 2) 小林一輔、小林豊治、米澤敏男、出頭圭三：鉄筋腐食の診断、コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ 3, pp.26-28, 1993

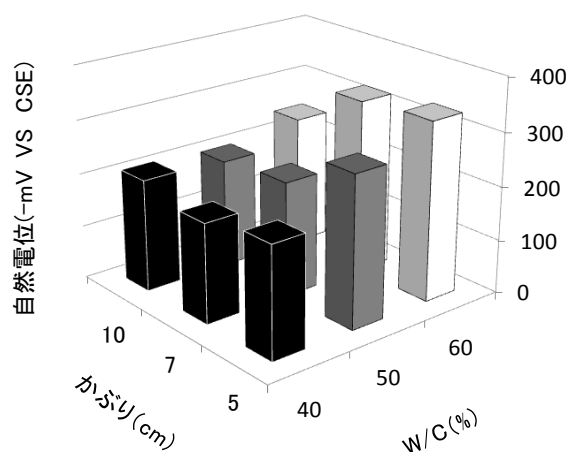


図-2 自然電位の関係（試験材齢 4 週）

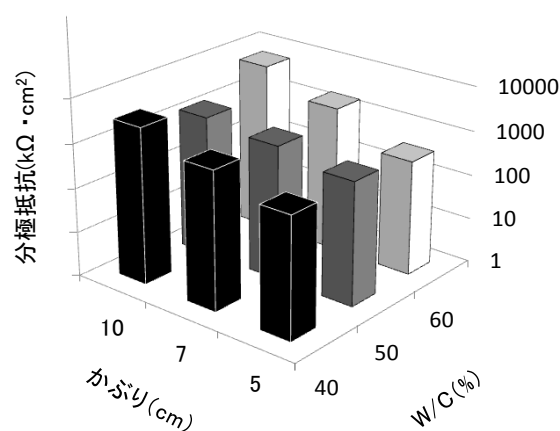


図-3 分極抵抗の関係（試験材齢 4 週）

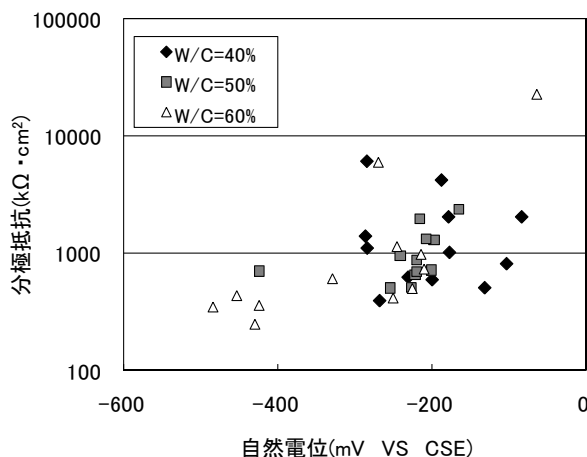


図-4 自然電位と分極抵抗の関係（試験材齢 4 週）