

V-113

定電位法を用いたセメント硬化体中の水の移動・拡散に関する検討

東京工業大学 正会員 参納 千夏男
 東京工業大学 正会員 長滝 重義
 東京工業大学 正会員 大即 信明
 東京工業大学 正会員 久田 真
 東京工業大学 正会員 橋内 宏至

1. まえがき

鉄筋の腐食は酸素と水の供給により進行するために、カソード反応で消費される酸素量は腐食速度を大きく支配する要因であると考えられる。コンクリートの酸素の透過性については従来より、さまざまな研究がなされている。酸素の透過性の測定には、圧力法、等圧法、電気化学的測定法などがあるが、圧力をかけた状態ではコンクリートの孔隙が拡大、連続してしまうため、本来の状態とは異なり、腐食の検討に当たっては不適當であると考えられる。また、等圧法では、コンクリートの孔隙は変化しないものの、鋼材腐食に関与するかどうかなどを検討することが困難であるとともに、気中で測定が行われるため、直接腐食に関与する溶存酸素の挙動をとらえることは困難である場合も多い。これらの方法に対して、電気化学的測定法は、酸素還元反応を利用しているため、鋼材腐食における酸素の透過量と同等のものを測定することができると考えられる上、実際のかぶりコンクリートを忠実に再現することができる。

したがって、本研究では電気化学的測定のうち定電位法を応用することによりセメント硬化体中の水の移動・拡散現象を評価できることを示す。

2. 実験概要

本研究で使用したモルタルの配合を表-1に示す。配合は、打設時の作業性を考慮して、フロー値が 210 ± 10 になるように設定した。使用材料は、普通ポルトランドセメント（比重：3.15、ブレン値：3440）、骨材は、千葉県小櫃産山砂（比重：2.55、F.M.：2.64）を用い、混和剤は、使用しなかった。供試体は、中央に $\phi 10$ mmのみがき丸鋼（SR24）を中央に配した $\phi 5 \times 10$ cmのモルタル供試体を作製し、打設、脱型後、両端部を、エポキシ樹脂（小野田社製、ユニタック）でシールして、80日間気中養生し、さらに2日間炉乾燥（60℃）した。なお、水の浸透深さは、供試体を水に浸漬し、定電位測定開始後、5、10、20、30、40、50、60、70、240分後に供試体を割裂し、水分の有無による供試体中の変色境界と表面との長さをノギスにより測定した。また、同種の供試体を用いて定電位測定も行った。なお、定電位測定にはポテンシオスタット（HA-501G、北斗電工社製）、関数発生機（HB-105、北斗電工社製）等の全自動分極装置を使用し、設定電圧は-1000 mV、参照電極は飽和塩化銀電極（HS-205C型、東亜電波工業社製）を用いた。

表-1 モルタルの配合条件

水結合材比（%）	砂結合材比
40	1.71
50	2.25
70	3.70

3. 実験結果および考察

図-1に定電位測定開始前の水の浸漬時間を0分、15分、24時間と変えて測定した電流値の経時変化を示す。曲線A、Bの場合、定電位測定開始直後は供試体内部に酸素は十分にあるが水がないか、あるいは不十分であるために電流はきわめて流れにくく、水が浸透すると共に電流値が大きくなったものと思われる。いずれの曲線も、通電後約30分程度になると水は十分に供給されるが酸素の供給が追いつかず、酸素拡散律速になり、電流値がピークになるものと思われる。従来の定電位法はCのような曲線により酸素拡散率を

求めるものである。A、Bにおける通電後30分以降の状態は供試体内部に最初から十分に水がある曲線Cの場合と同じであり定電位測定の際の電流-時間曲線の電流がピークに達した場合の供試体内部の水の状態を調べるために、経時的に水分浸透深さを測定し、定電位曲線と比較した。その結果を図-2に示す。定電位測定における電流-時間曲線の電流値のピークは65分前後にある。これらの各時間における水分の浸透性状より考えると、ピークの時間は水が鉄筋の表面に行き届く時間であるといえる。またこのことより、水が鉄筋に到達した後、つまり気体の酸素が存在しなくなった後、電流が減り始めるており、定電位測定においてカソードでは水中の溶存酸素が消費されていることを示しているものと考えられる。これは水中の鉄筋の腐食には溶存酸素が大きく関与していることを裏付けていると思われる。

次に水結合材比40、50、70%のモルタル供試体を水に浸漬したと同時に定電位測定した結果を図-3に示す。

電流値がピークに達する時間は水結合材比が小さいほど遅かった。これは、水結合材比が小さいほど水が浸透しにくい、つまり細孔構造が密であることを示す。これは、電流値のピークの大きさにも現れており、モルタル組織が粗であれば鉄筋近傍に十分な水（溶存酸素）が供給され、電流は多く流れるが、モルタル組織が密であると反対に水（溶存酸素）の供給が少なくなり、反応が起こりにくくなり、ピークの電流値は小さくなることを示しているものと考えられる。

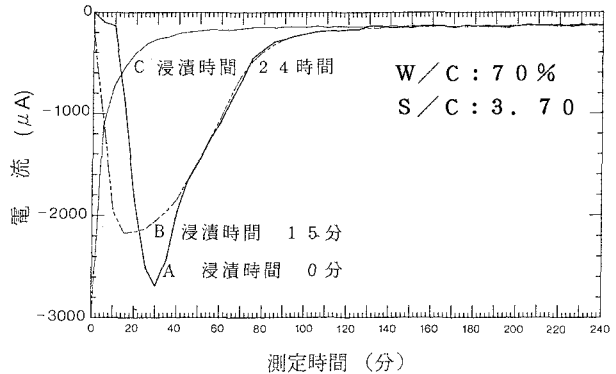


図-1 浸漬時間を変えた場合の定電位曲線

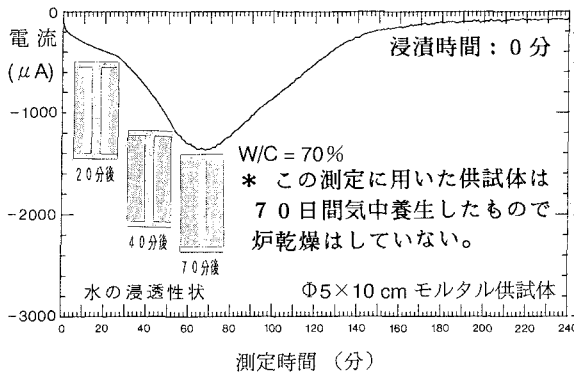


図-2 透水試験と定電位曲線

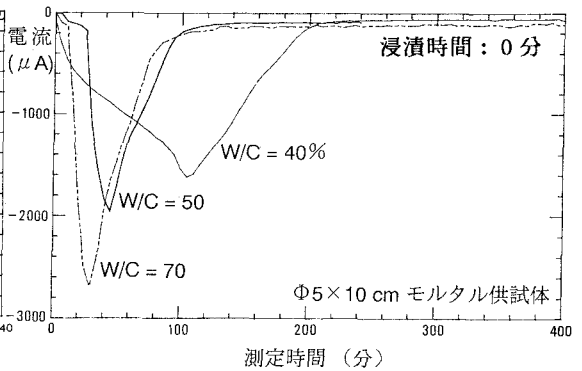


図-3 水結合材比を変えた場合の定電位曲線

4. 結論

本研究の範囲で以下の結論が得られた。

- 1) 定電位測定を十分乾いたセメント硬化体に施した場合、電流値が最大になるのに要する時間は水が鉄筋の全体に行き届くのに要する時間である。
- 2) 定電位測定において電流値が最大になるのに要する時間は、水結合材比が小さいほど長く、最大電流値の大きさは、水結合材比が大きいほど大きかった。