

金沢大学工学部 正会員 古東 秀文

金沢大学工学部 正会員 川村 満紀

1. はじめに

塩分環境下においてアルカリシリカ反応によって劣化したコンクリートでは、特に外部より供給される海水またはNaClが鉄筋の腐食を助長する可能性が考えられる。本研究では、外部より塩化物が浸入する環境下において、アルカリシリカ反応によってひび割れが発生したモルタル中における鉄筋腐食について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料：使用した反応性骨材は焼成フリント（C.F.）である。非反応性骨材には標準砂を使用した。使用したセメントは、等価Na₂O量が0.67%の普通ポルトランドセメントである。モルタルの配合割合はセメント：骨材（標準砂+C.F.）：水＝1：0.75：0.4であり、C.F.の量を変化させることにより、C.F./T.A.＝0.18および0.60の2シリーズのモルタルを作成した。

2.2 鉄筋腐食の電気化学的測定と膨張試験：モルタル中の鉄筋の腐食挙動を分極抵抗の測定によって評価するために、直径1cmのステンレス棒および通常の丸鋼をモルタル供試体（60×100×160mm）内に配置した。鉄筋およびステンレス棒は、供試体表面から1cmおよび3cmの深さに配置した。Cl⁻イオンの侵入を1次元的に評価するために、アクリル板およびパラフィンによるコーティングによってCl⁻イオンの侵入を遮断し、一面（100×160mm）のみからCl⁻イオンの侵入を許した。供試体は20℃の湿気槽において56日間養生した後、20℃の人工海水および0.51MNaCl溶液に浸漬した。分極抵抗の測定には、ポテンショスタットおよび飽和カロメル電極を使用した。膨張試験では、モルタル供試体表面上の標点間隔の変化をコンタクトゲージによって測定した。

2.3 細孔溶液の分析：所定材令の供試体（φ40×100mm）より高圧抽出装置を用いて細孔溶液を採取し、原子吸光分析法、イオンクロマトグラフ分析法および滴定法によって分析した。

3. 実験結果および考察

3.1 膨張挙動：図1～3は人工海水および0.51MNaCl溶液に浸漬した各種モルタル供試体の膨張曲線を示したものである。図1より、人工海水および0.51MNaCl溶液に浸漬した標準砂モルタルでは、膨張量が約0.05%に達していることがわかる。これらの供試体表面にはひび割れは見られないが、軽微なひび割れが発生している可能性はある。図2および3には、C.F.含有モルタルの膨張曲線が与えられている。各溶液中のC.F./T.A.＝0.18のモルタル供試体は浸漬後緩やかに膨張し、材令150日以降に比較的大きな膨張量を示す（図2）。図3より、C.F./T.A.＝0.60のモルタル供試体は、各溶液浸漬直後から大きな膨張量を示した。図2および3からわかるように、人工海水および0.51MNaCl溶液に浸漬したモルタル供試体の膨張における相違は特に見られない。C.F./T.A.比が0.60のモルタルは、比が0.18のものより大きな膨張量を示している。

3.2 鉄筋の腐食挙動と細孔溶液分析の組成：図4～6は人工海水および0.51MNaCl溶液に浸漬したモルタル供試体中の鉄筋における（1/分極抵抗）（腐食速度に比例する指標）の経時変化を示したものである。図4より、標準砂モルタルでは曝露面から鉄筋位置までが1cmの供試体においてのみ腐食の傾向を示している。しかし、曝露面から鉄筋位置までが3cmの供試体では、材令400日を経過しても鉄筋腐食は開始していない。図5より、C.F./T.A.＝0.18のモルタルでは、標準砂モルタルと同様に鉄筋位置が1cmの供試体においてのみ腐食の傾向を示していることがわかる。しかし、このC.F.含有モルタルではA S Rの膨張により多数のひびわれが発生し、そのひび割れを通してCl⁻イオンが侵入していると考えられるので、このモルタル中の鉄筋は腐食がより活発に進行すると予想されたが、その腐食の程度は標準砂モルタルの場合と大きく異

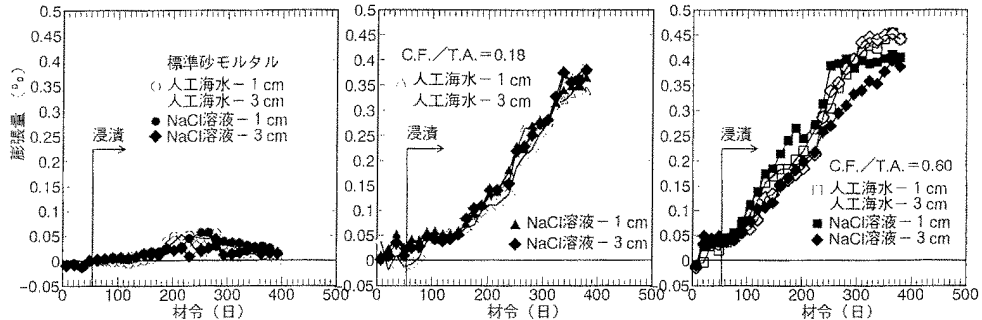


図-1 膨張率経時変化

図-2 膨張率経時変化

図-3 膨張率経時変化

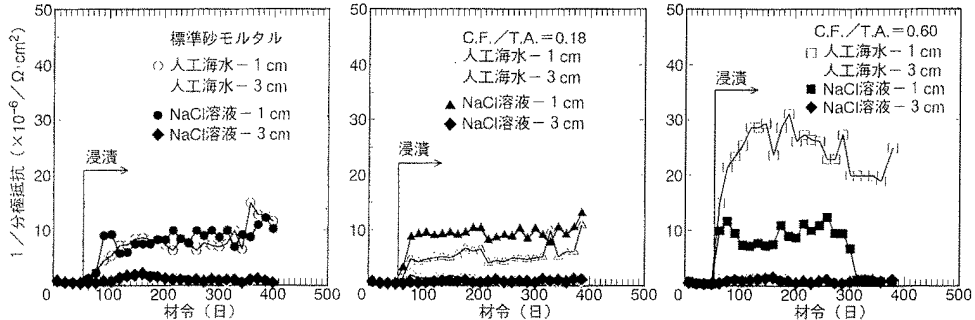


図-4 1/分極抵抗の経時変化

図-5 1/分極抵抗の経時変化

図-6 1/分極抵抗の経時変化

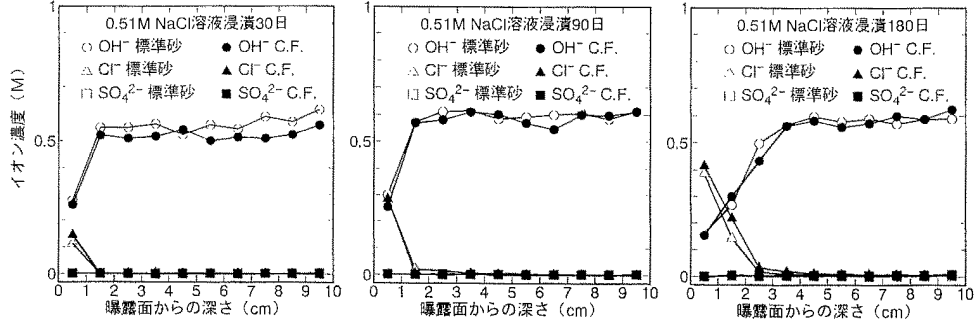


図-7 細孔溶液の組成

図-8 細孔溶液の組成

図-9 細孔溶液の組成

なることはなかった。図7～9は、NaCl溶液に浸漬した標準砂とC.F./T.A. = 0.18のモルタル供試体中の表面から各深さにおける細孔溶液の組成を示したものである。これらの図より、各材令におけるモルタル中のCl⁻イオン濃度は、反応性骨材の有無によってほとんど差異が生じていない。したがって、この結果は上述の鉄筋の腐食挙動とも矛盾しない。一方、図6より、C.F./T.A. = 0.60のC.F.含有モルタルでは、人工海水に浸漬したモルタル中の鉄筋にはかなりの腐食の進行が認められる。このモルタル供試体では、大きな膨張が発生したことより判断して、多数のひび割れを通して多量のCl⁻およびSO₄²⁻イオンが侵入し、両イオンの相乗作用によって腐食が促進したと考えられる。また、NaCl溶液に浸漬したC.F./T.A. = 0.60のC.F.含有モルタルでは、材令300日以降再不動態化が起こっている。

4. 結論

(1) 標準砂モルタルとC.F./T.A. = 0.18のC.F.含有モルタルを比較すると、ASRの発生は鉄筋の腐食を促進するように作用していない。(2) C.F./T.A. = 0.60のC.F.含有モルタルでは、人工海水中のSO₄²⁻イオンはCl⁻イオンによる鉄筋の腐食を助長する。(3) C.F./T.A. = 0.60のC.F.含有モルタルより、NaCl溶液浸漬モルタル中の鉄筋には材令300日以降再不動態化が生じた。