

ASRの鉄筋腐食に及ぼす影響

金沢大学工学部 学生員 古東 秀文
 金沢大学工学部 正会員 川村 満紀
 金沢大学工学部 D. シンガル

1. はじめに

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、外部より供給される海水またはNaClが特に鉄筋の腐食を助長する可能性が考えられる。本研究は、外部より塩化物が進入する環境下における、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の鉄筋の腐食について検討したものである。

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。セメントは、等価 Na_2O 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、所定のC.F./アルカリ比をもつモルタルを作成した。

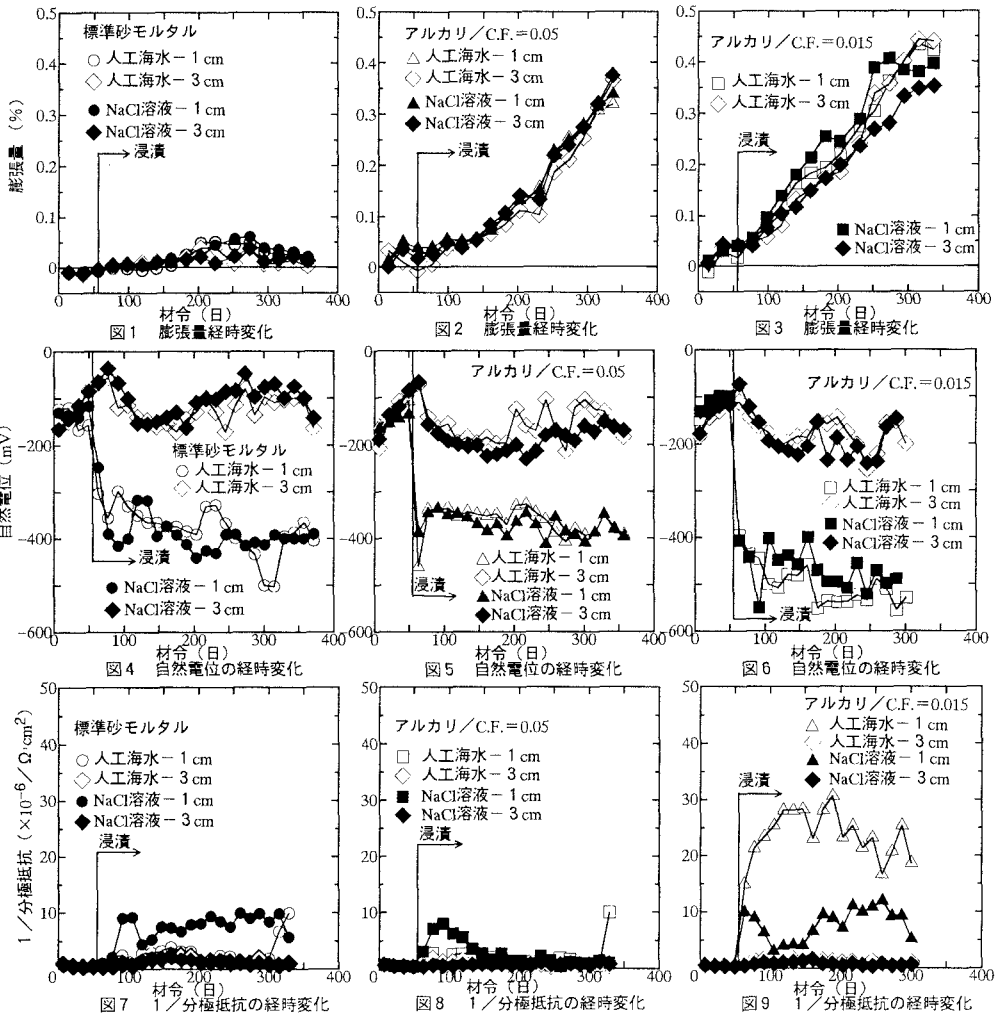
2.2 膨張試験： モルタル供試体（ $60 \times 100 \times 160\text{mm}$ ）は、直径1cmのステンレス棒および通常の丸鋼をモルタル供試体内に配置した。鉄筋およびステンレス棒は、供試体表面から1cmおよび3cmの深さに配置した。塩化物の侵入を1次元的に評価するために、暴露する面以外はアクリル板およびパラフィンによるコーティングによって、塩化物の侵入を遮断した。供試体は 20°C の湿気槽において56日間養生した後、 20°C の人工海水および0.51NNaCl溶液に浸漬した。

2.3 自然電位および分極抵抗： 自然電位および分極抵抗の測定には、ポテンショスタットを使用し参照電極には飽和カロメル電極を使用した。分極抵抗測定におけるの走査速度は、1分間に10mVである。

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0.51NNaCl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0.51NNaCl溶液に浸漬した標準砂モルタルにおいても、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2,3には、C.F.含有モルタルの膨張曲線が与えられている。アルカリ/C.F.=0.05のモルタル供試体は、各溶液に浸漬後緩やかに膨張し、材令150日以後比較的大きな膨張量を示す（図2）。図3より、アルカリ/C.F.=0.015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、材令300日においても、膨張が収束する傾向は現れていない。図2,3から、人工海水および0.51NNaCl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。また、アルカリ/C.F.比が0.015のモルタルはアルカリ/C.F.比が0.05のものに比べて、膨張量が大きい。

3.2 自然電位および分極抵抗： 図4～6は人工海水および0.51NNaCl溶液に浸漬したモルタル供試体中の鉄筋における自然電位の経時変化を示したものである。図4～6より、暴露表面から鉄筋位置までが1cmのモルタル供試体では、人工海水浸漬および0.51NNaCl溶液浸漬供試体のいずれにおいても、各溶液浸漬直後から急激に自然電位の低下が始まり、その後ほぼ一定値で推移するか、または緩やかに低下する傾向を示す。アルカリ/C.F.=0.015のモルタル供試体において、自然電位が最も低下している。一方、暴露表面から鉄筋位置までが3cmのモルタル供試体では、各溶液浸漬後、やや遅れて自然電位が低下するが、その後高い値を維持している。アルカリ/C.F.比が0.015のC.F.含有モルタル中の鉄筋の自然電位が標準砂モルタルやアルカリ/C.F.比が0.05のモルタル中の鉄筋に比べ、かなり低い値を示している。図7～9は人工海水および0.51NNaCl溶液に浸漬したモルタル供試体の1/分極抵抗（腐食速度）の経時変化を示したものである。図7,8より、軽微な腐食進行の傾向を示しているモルタル供試体もあるが、全体的にまだ腐食の進行は顕著でないことがわかる。一方、図9に示すように、暴露表面から1cm深さの鉄筋について、アルカリ/C.F.=



0.015のC.F.含有モルタルでは、人工海水に浸漬したものにかかなりの腐食の進行が認められ、またNaCl溶液に浸漬したものでも軽微な腐食が生じていると推察される。

標準砂モルタル中の鉄筋は、ほとんど腐食が生じていないだけでなく、大きな膨張量を示すアルカリ/C.F.比が0.05のC.F.含有モルタルにおいても、ほとんど腐食が発生していない。アルカリ/C.F.比が0.015のモルタルについては、人工海水に浸漬した供試体において特に顕著な鉄筋の腐食が生じている。ASRの鉄筋腐食におよぼす影響については(1)鉄筋の周囲の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 層の消費(2)ASRによる Cl^- イオンの減少という2つの要因が考えられる。アルカリ/C.F.比が0.05のモルタルにおいては後者の要因がより強く作用し、アルカリ/C.F.比が0.015のモルタルにおいては前者の影響が卓越したものと考えられる。また人工海水中のアルカリ/C.F.比が0.015のモルタル供試体中の鉄筋の腐食が特に顕著であるのは、 Cl^- イオンと SO_4^{2-} イオンの鉄筋腐食への相乗作用によるものと推察される。

4. 結論

(1) 標準砂モルタルとアルカリ/C.F. = 0.05のC.F.含有モルタルを比較すると、アルカリシリカ反応による Cl^- イオンの消費は、鉄筋の腐食を抑制するように働く。

(2) 人工海水中の SO_4^{2-} イオンは Cl^- イオンによる鉄筋の腐食を助長する。