

V-117

アルカリ・シリカ反応の鉄筋腐食に及ぼす影響

金沢大学 正会員 川村満紀
石川高専 正会員 竹本邦夫
金沢大学 学生員 市瀬 誠

1. まえがき・・・一般に、塩分の存在下におけるコンクリート中の鉄筋の腐食は、鉄筋の周囲の細孔溶液中の Cl^-/OH^- 比によって大きく影響される。このことは、アルカリ・シリカ反応によって発生したコンクリートのひびわれがコンクリート中における炭酸ガス、酸素、水分及び Cl^- イオンの移動度を増加させるためにコンクリート中の鉄筋の腐食が促進される可能性が考えられるだけでなく、アルカリ・シリカ反応の発生に伴う OH^- イオン濃度の低下及びこの反応によるコンクリートの微視的構造の変化が鉄筋の腐食の進行に大きく影響すると思われる。更に一般に、塩化物がアルカリ・シリカ反応を促進するので、塩化物の存在下においてアルカリ・シリカ反応は鉄筋の腐食に重大な影響を及ぼしていると推察される。本研究は、反応性骨材及び塩化物を含有するモルタル中の細孔溶液の Cl^-/OH^- 比と電気化学的測定法によって評価される鉄筋の腐食状態との関係を検討することによってアルカリ・シリカ反応の鉄筋の腐食に及ぼす影響を明らかにしようとするものである。

2. 実験概要・・・2-1 使用材料、使用したセメントは等価 Na_2O 量 0.93% ($\text{Na}_2\text{O}:0.59\%$, $\text{K}_2\text{O}:0.51\%$) の普通ポルトランドセメントである。反応性骨材として Beltane オパール (粒径範囲 1.2~0.6 mm) を用いた。添加した塩化物は NaCl 試薬である。

2-2 実験方法。(a) 膨脹試験及び細孔溶液の採取、モルタルの配合はセメント:水:骨材=1:0.55:2、オパール/全骨材=0.03 (重量比) である。塩素/セメント=0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0% (重量比) である。膨脹試験は ASTM C-227 に準じて行った。ビニール袋中で密封した状態で湿気槽中にて所定材令に達するまで貯蔵したモルタル供試体 ($\phi 5.6 \times 10 \text{ cm}$) より高圧装置によって採取した細孔溶液は、直ちに溶液中の Cl^- , OH^- イオン濃度の測定に供した。 OH^- イオン濃度は塩酸による滴定 (指示薬としてフェノールフタレイン)、また Cl^- イオン濃度は電量滴定法 (終点は電位差検出) により求めた。(b) 電気化学的腐食測定、膨脹試験及び細孔溶液抽出用モルタルと同配合のモルタル中に $\phi 10 \text{ mm}$ の軟鋼及びステンレス棒を埋め込んだ供試体を湿気槽中に貯蔵しながら自然電位及び直線分極法による分極抵抗を測定した。

3. 実験結果及び考察・・・図-1 は各モルタルの膨脹量の経時変化を示す。この図より反応性骨材混入モルタルの膨脹量は NaCl 添加量の増加につれて大きくなることが分る。図-2 は細孔溶液中の Cl^-/OH^- 比の経時変化を示す。 Cl^-/OH^- 比の材令に伴う変化は小さいが、平衡状態における Cl^-/OH^- 比は NaCl 添加量の増加とともに増大する。更に反応性骨材の有無によって Cl^-/OH^- 比に差異が生ずる。このような反応性骨材の有無に伴う Cl^-/OH^- 比の差異はアルカリ・シリカ反応に起因するものであるが、反応性骨材混入モルタルが常に標準モルタルよりも大きい Cl^-/OH^- 比を示すということは、この反応に

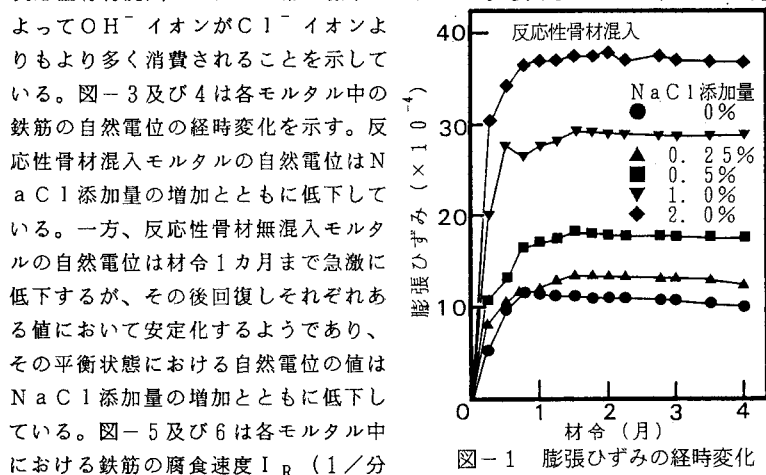
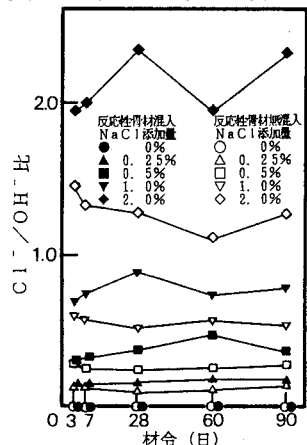


図-1 膨張ひずみの経時変化

図-2 Cl^-/OH^- 比の経時変化

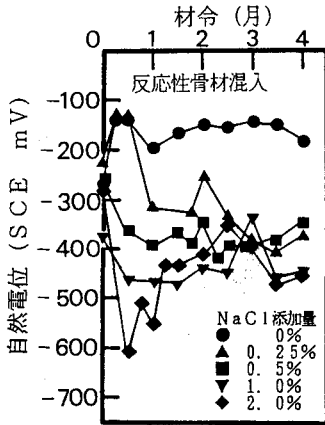


図-3 自然電位の経時変化

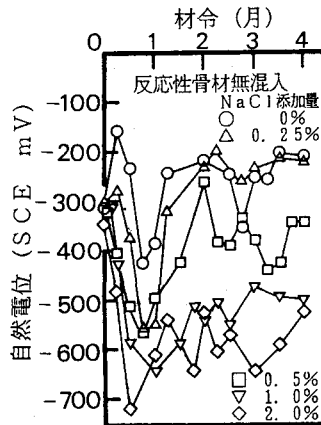


図-4 自然電位の経時変化

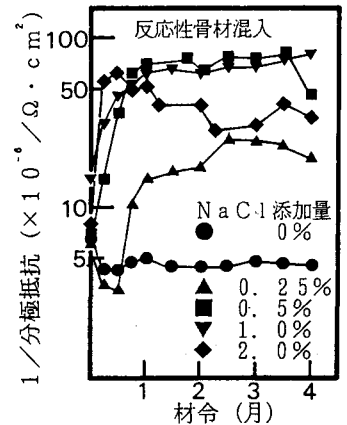


図-5 1/分極抵抗の経時変化

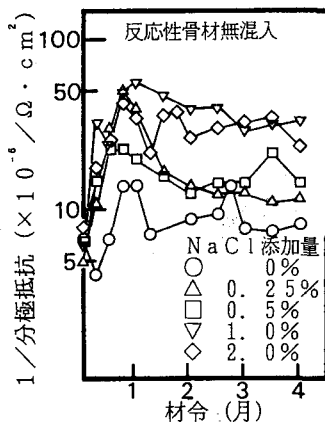


図-6 1/分極抵抗の経時変化

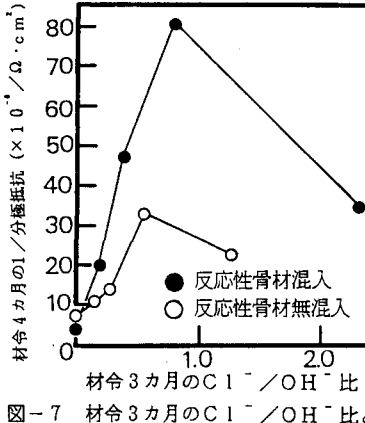


図-7 材令3カ月の Cl^-/OH^- 比と
材令4カ月の1/分極抵抗の関係

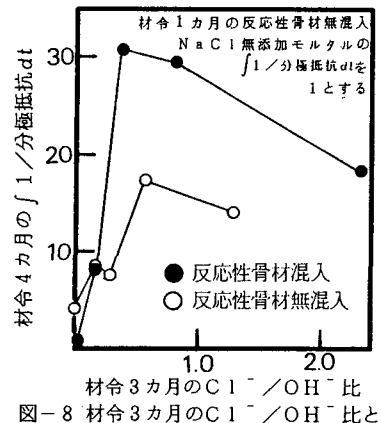


図-8 材令3カ月の Cl^-/OH^- 比と
材令4カ月の $\int 1/\text{分極抵抗} dt$ の関係

極抵抗)の経時変化を示す。反応性骨材混入モルタルの I_R はNaCl添加量0%を除き材令1カ月まで急激に増加した後一定の値となる。又 I_R の値はNaCl添加量0.5%又は1.0%において最大となる。反応性骨材無混入モルタルの I_R は材令1カ月まで急激に増加した後、増減を繰り返す、減少傾向を示しながらそれぞれある値に近づいている。図-7は Cl^-/OH^- 比(材令3カ月)と I_R (材令4カ月)との関係を示す。図-7よりある Cl^-/OH^- 比に対する反応性骨材混入モルタルの I_R は反応性骨材無混入モルタルの I_R よりかなり大きいことが分る。更に、 I_R が最大となる Cl^-/OH^- 比が存在するようである。図-8は Cl^-/OH^- 比(材令3カ月)と I_R (材令4カ月)の時間に関する積分値との関係を示す。 I_R の時間に関する積分値は腐食量を示す指標と考えられる。図-8より反応性骨材混入モルタル中の鉄筋の腐食量は標準モルタル中のものよりかなり大きいことが分る。又腐食量が最大となる Cl^-/OH^- 比が存在するようである。

4. まとめ・・・コンクリートにおけるアルカリ・シリカ反応の発生がコンクリート中の鉄筋の腐食に及ぼす影響について実験的検討を行った結果、次のような事実が明らかになった。

(1) あるNaCl添加量における反応性骨材混入モルタル中の細孔溶液は反応性骨材を含有しないモルタルよりも高い Cl^-/OH^- 比を示す。

(2) 細孔溶液の一定の Cl^-/OH^- 比に対応する反応性骨材含有モルタル中の鉄筋の腐食速度及び腐食量は、アルカリ・シリカ反応の発生していないモルタル中よりはるかに大きい。このことは、アルカリ・シリカ反応の発生によるモルタル中の微視的構造の変化が鉄筋の腐食を促進することを示唆している。

最後に、本実験を遂行するにあたり、御助言を頂いた竹中工務店技術研究所米沢敏男氏及び京都大学宮川豊章氏に対し深く感謝の意を表します。又本研究は、昭和62年度文部省科学研究費一般研究(代表者 川村満紀)で行ったことを記して謝意を表します。