

反応性骨材を用いたコンクリートの通電による影響

鳥取大学 正会員 西林新蔵
 鳥取大学 正会員 吉野 公
 鳥取大学 学生員 ○桐 敦司
 鹿島建設 正会員 井上浩之

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の防食法の一つに電気防食法がある。この電気防食法は、外部からの電流の供給によって、コンクリートを介して鉄筋の直接的な防食が行えるため、鉄筋コンクリート構造物の補修工法として多くの期待を集め、世界各地で実用に供されてきている。しかし、電気防食の有効性と相反して浮上してきた問題にアルカリ骨材反応（AAR）の助長の可能性の問題がある。これは、コンクリートに反応性骨材が使用されていると電気防食の陰極部に集中したアルカリ（ Na^+ 、 K^+ ）によってAARを助長するという問題である。この現象は、通常限界以下と判断されていた構造物にAARが生じたり、反応が促進されて構造物に損傷を与える可能性がある。そこで本研究においては、反応性骨材を使用したコンクリート供試体への通電がその膨張特性に及ぼす影響について実験的に検討する。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。骨材には反応性粗骨材の斜方輝石安山岩を用い、セメントはアルカリ含有量が Na_2O 等量で0.46%の普通ポルトランドセメント、添加アルカリは NaOH 、 NaCl の二種類を使用する。アルカリ量、電流密度をそれぞれ5水準に設定し、保存条件は 40°C 、R.H.100%、 20°C 、R.H.100%とする。なお図中に示す供試体記号は（添加アルカリ）-（アルカリ量）-（電流密度）-（保存条件）を表す。図-1に供試体の概形を示す。

3. 結果と考察

図-2、3は 40°C 保存、 20°C 保存における電流密度と膨張率との関係をプラグ位置をパラメータにとって、各材令別（3、9カ月）に示したものである。図-2において、Insideの膨張率はどの材令においても凸型の形状を示し、電流密度 $50\text{mA}/\text{m}^2$ で最も大きくなっている。図-3の 20°C 保存においても、 40°C 保存と同様に凸型の形状を示し、電流密度 $25\text{mA}/\text{m}^2$ で最も大きな膨張を示している。これは電流密度25、 $50\text{mA}/\text{m}^2$ で通電することによって、アルカリイオン（ Na^+ 、 K^+ ）が鉄筋付近に移動し、イオンが濃縮されるためアルカリ骨材反応による膨張が進行したことを示している。しかし、電流密度が $100\text{mA}/\text{m}^2$ 以上で通電すると、過電流になり材令初期からアルカリイオンが鉄筋付近でかなり濃縮され、過剰に集中したアルカリによってゲルの流動化が起り、膨張圧を発生するまでには至らなかったためと考えられる。このように、電流密度において膨張率を最大にする値、つまり

表-1 実験計画

試	単位セメント (kg/m^3)	450
	供試体寸法 (cm)	10×10×40
	セメントのアルカリ量 (%)	0.46
験	添加アルカリ	NaOH , NaCl
	全アルカリ量 (eq. Na_2O %)	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5
	細骨材率 (%)	50
条	水セメント比 (%)	45
	電流密度 (mA/m^2)	0, 25, 50, 100, 200
	陽極材料 保存条件	Ti-Pt単線 40°C , R.H.100% 20°C , R.H.100%

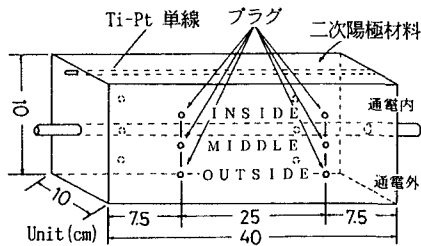


図-1 コンクリート供試体完成図

ベシマム値が存在する。

図-4、5は、パラメータを添加アルカリNaOH、NaClにとり、電流密度と膨張率との関係を各材令別に示したものである。図-4の40℃保存の場合、NaCl添加の膨張率はNaOH添加の膨張率と同様に凸型の形状を示している。しかしNaCl添加においては、非通电のものに比べて通电したものの膨張率がかなり大きくなっており、通电による影響を多大に受けていることがわかる。このように、非通电においてNaCl添加はNaOH添加よりも反応を遅延させるが、通电すればその遅延作用はなくなり、NaOH添加と同様に材令初期から膨張が現れる。図-5の20℃保存の場合、NaCl添加は40℃保存のような凸型の形状を示さず、通电を行ってもほとんど膨張を示さない。これは20℃保存では通电よりも温度の影響を受けやすく、また Cl^- を含む反応生成物は20℃では膨張が生じにくかったものと考えられる。しかし、どの材令においても電流密度100 mA/m^2 が最も膨張していることから、100 mA/m^2 以上の電流密度で通电することによって早期に膨張が現れる可能性がある。

図-6、7に非通电、通电におけるアルカリ量別の膨張率の経時変化を示す。図-6において、アルカリ量1.5%以上のものは、アルカリ量が増加するのに伴って膨張率は増加しているが、アルカリ量0.5、1.0%ではほとんど膨張を示していないことがわかる。しかし図-7において、通电を施すと、アルカリ量1.5%以上のものは材令初期より急激な膨張を示し、アルカリ量1.0%においても材令8ヵ月より膨張を開始し、材令12ヵ月には約0.1%の膨張率を示している。このように低アルカリ量においても、通电を施すことによって通电期間とともにアルカリイオンが濃縮され、アルカリ骨材反応を促進するものと考えられる。

4. まとめ

鉄筋を配置したAAR供試体に通电するとアルカリイオンが移動し濃縮されるのでAARは促進される。そのため低アルカリ量においても長期間の通电を行うとAARによる損傷を与える可能性がある。また通电によるAARの膨張特性は、保存温度、添加アルカリなど実験要因に影響を受けやすく、最も大きな膨張を示す電流密度は変化する。

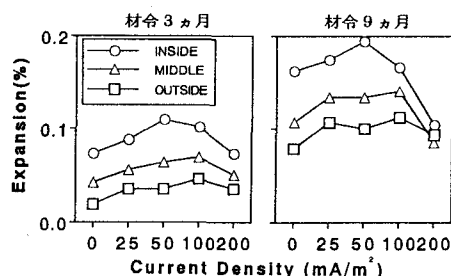


図-2 電流密度と膨張率 (NaOH-1.5% -40℃)

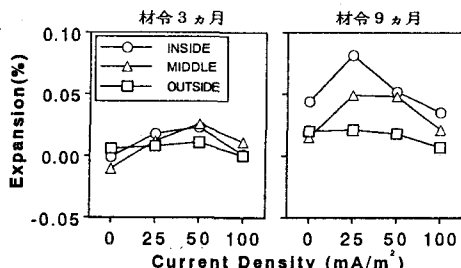


図-3 電流密度と膨張率 (NaOH-1.5% -20℃)

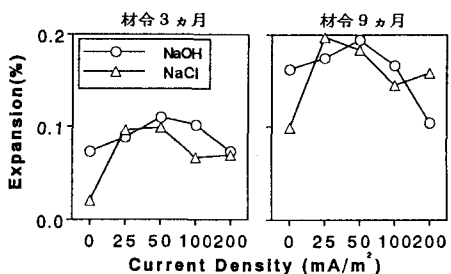


図-4 電流密度と膨張率 (NaOH, NaCl-1.5% -40℃)

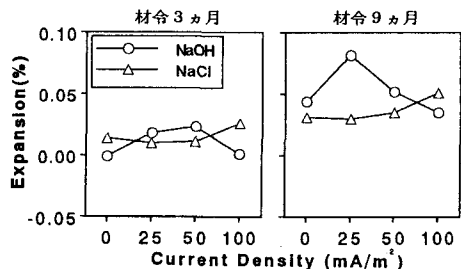


図-5 電流密度と膨張率 (NaOH, NaCl-1.5% -20℃)

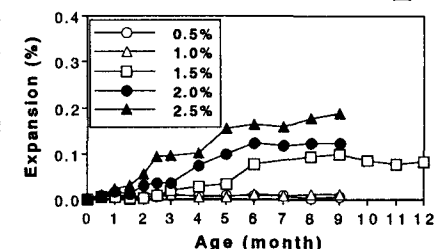


図-6 膨張率の経時変化 (NaCl- - 0-40℃)

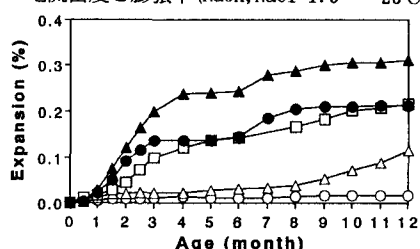


図-7 膨張率の経時変化 (NaCl- -50-40℃)