

## 電気防食工法における ASR 膨張抑制のための通電条件の検討

鳥取大学大学院 学生会員 ○高橋 諒      鳥取大学大学院 正会員 黒田 保  
 鳥取大学大学院 正会員 吉野 公      鳥取大学大学院 正会員 畑岡 宏  
 鳥取大学大学院 正会員 金氏 裕也

### 1. 目的

コンクリート構造物の劣化の原因のひとつに ASR がある。その一方で、塩害による鉄筋腐食に対する最も効果的な補修工法として電気防食工法が挙げられる。しかし、反応性骨材が使用されている鉄筋コンクリートに電気防食工法を適用すると、コンクリート構造物の ASR による劣化を助長する可能性がある指摘されている。このために構造物に電気防食工法を適用する場合には通電が ASR に対して与える影響を考慮する必要がある。また、ASR について電流密度に対して膨張率が最大となるペシマム条件が存在するとの報告もある。このことから、一般に電気防食工法で適用される電流密度を越える大電流を通電することによって ASR による膨張を抑制できるのではないのかと考え、本研究では一般的な電流密度を越える大電流を鉄筋コンクリートに供給し、コンクリートの長さ測定を行うことで ASR に与える通電の影響を明らかにして、最も ASR 膨張を抑制できる条件について検討する。

### 2. 実験概要

本研究では反応性骨材を混合割合 100% で細骨材に使用したコンクリートに一般的な電気防食工法で適用される電流密度を供給したシリーズ (表 2.1) と大電流を供給したシリーズ (表 2.2)、また、ASR 膨張抑制を目的として大電流密度の供給を行った後に電気防食工法で適用される電流密度を供給したシリーズ (表 2.3) で検討を行った。

実験方法としては、材齢 28 日経過後に作製した供試体の長さの初期値を測定後、各供試体と定電流発生装置が直列になるように配線し、供試体をポリエチレン袋で包み、恒温槽 (温度 40°C, R.H.100%) に入れて通電した。長さ変化の測定にあたっては供試体温度が 20°C になってから測定した。また、図 1 に示すように長さ変化の測定箇所は鉄筋軸方向と鉄筋軸鉛直方向の 2 方向を測定した。実験条件が同一の 2 体の供試体で、鉄筋軸方向はそれぞれ両側面の鉄筋位置の 1 点 (2 体で 4 箇所)、鉄筋軸鉛直方向はそれぞれ両側面 (2 体で 12 箇所) で測定した長さ変化の平均値を測定箇所の長さ変化の値とした。使用した供試体はいずれも 100×100×300mm の角柱供試体であり、アルカリ総量を 8kg/m<sup>3</sup> に調整したものである (NaCl で調整)。また、直径 φ13mm のステンレス丸棒を使用した。ここで、ステンレス丸棒を使用するのは鉄筋腐食による膨張の影響を排除するためである。陽極材にはチタンメッシュを使用した。鉄筋端部やチタンメッシュ突部にはエポキシ樹脂を塗布し、さらにシリコンをその部分に被膜して防水性を高めた。

表1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
			W	C	S	G	NaCl
45	41	4.5±1.5	180	400	718	1020	11.491
60	45	4.5±1.5	180	300	829	996	12.398

表2.1 実験条件 一般的な電気防食工法を適用

電流密度 (mA/m <sup>2</sup> )				
0	5	15	30	100
○	○	○	○	○

表2.2 実験条件 大電流(300~2000mA/m<sup>2</sup>)を供給

電流密度 (mA/m <sup>2</sup> )				
300	500	800	1000	2000
○	○	○	○	○

表2.3 実験条件 ASR膨張抑制を目的として大電流を供給

大電流-供給期間	1A/m <sup>2</sup> -8週間	1A/m <sup>2</sup> -12週間	2A/m <sup>2</sup> -4週間	2A/m <sup>2</sup> -8週間	2A/m <sup>2</sup> -12週間
大電流供給後に供給した電流密度 (30mA/m <sup>2</sup> )	○	○	○	○	○

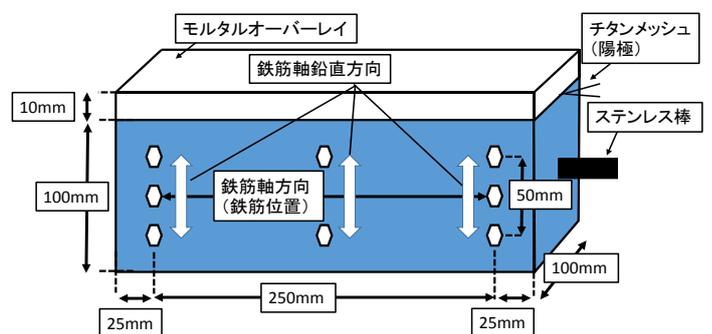


図1 供試体概略図 (長さ測定方向)

キーワード 鉄筋コンクリート, アルカリシリカ反応, 電気防食工法, 電流密度, 膨張率

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 番地 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科工学専攻

TEL 0857-31-5281

### 3. 結果および考察

#### 3.1 通電がASR膨張に及ぼす影響

図2～3に電流密度と膨張率との関係の水セメント比ごとに示す。これらより、反応性骨材を使用したコンクリートに通電を行うと膨張が助長されているのがわかる。これは通電時にコンクリート中のアルカリ金属イオンが陰極である鉄筋近傍に集積し、集積したアルカリ金属イオンが反応性鉱物と反応することによってASRが助長されたと考えられる。また、保存期間16週においてみると、水セメント比45%、60%の両水準においてどちらも電流密度に関するペシマム値を持つことがわかる。W/C=60%においては300mA/m<sup>2</sup>、W/C=45%においては15mA/m<sup>2</sup>であることを確認した。これはある値を越えた電流密度の通電はアルカリ金属イオンの過剰供給により、アルカリシリカゲルの組成変化によるゲルの流動化等により膨張圧緩和が生じ、そのために膨張率が低下したのではないかと考えられる。また、水セメント比により膨張挙動が異なる理由としては水セメント比の違いによる細孔量、細孔径の違いによりアルカリシリカゲルの膨張圧に変化が生じたためと考えられる。

#### 3.2 大電流供給が電気防食工法適用時のASR膨張に及ぼす影響

図4～5に大電流を供給した供試体の膨張挙動を比較したものを水セメント比ごとに示す。供試体表記としては大電流密度(大電流供給期間)とした。W/C=45%においては、どの通電条件、測定方向においても大電流を供給していないもの(30mA/m<sup>2</sup>)よりも膨張を抑制することができた。また、W/C=60%においては保存期間162週において、2方向の膨張率では測定方向においても大電流を供給していないもの(30mA/m<sup>2</sup>)よりも膨張が抑制できていない通電条件があった。これはW/C=60%では大電流供給を行うことにより膨張が促進され、早期に膨張が収束したが一般的な電気防食工法に適用する電流密度を供給したものの膨張が同時期には収束しないためと考えられる。よって、W/C=60%においては1A12週、2A8週、2A12週の3条件では膨張抑制が確認できたが、他の条件でも引き続き測定を行い、抑制効果について検討する必要があると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究において反応性骨材を使用した供試体に通電を行うとASRが助長されるが、膨張率が最大となる電流密度よりも大きい電流密度を供給することにより、膨張が抑制されることが分かった。これらを踏まえ、電気防食工法適用前に大電流を供給すると、電気防食工法適用時のASR膨張を抑制できることが判明した。

**謝辞:** 本研究は、(一社)中国建設弘済会「技術開発支援事業」の助成を受けて実施したものである。ここに謝意を表します。

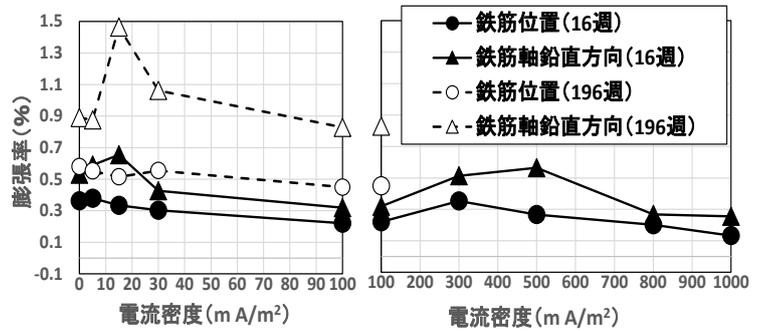


図2 電流密度と膨張率の関係 (W/C=45)

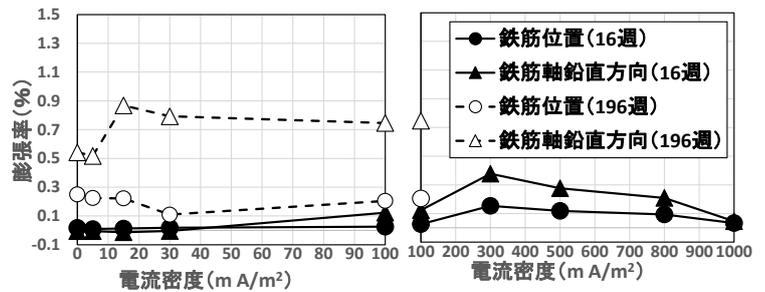


図3 電流密度と膨張率の関係 (W/C=60)

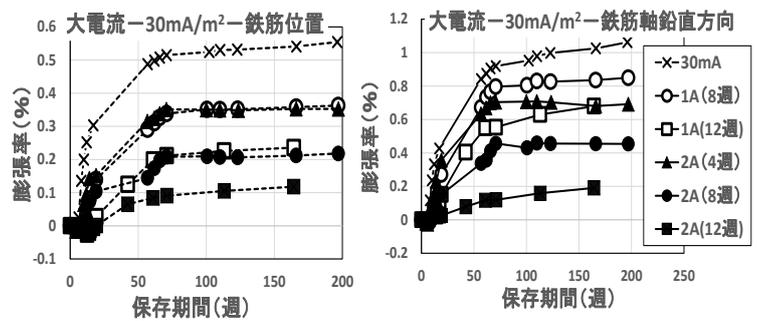


図4 大電流を供給した供試体の膨張挙動 (W/C=45)

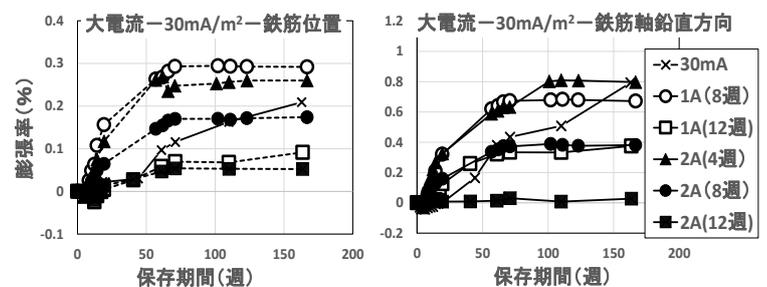


図5 大電流を供給した供試体の膨張挙動 (W/C=60)