

## V—34

## 凍結防止剤がアルカリ骨材反応に及ぼす影響に関する研究

東北大学 学生員 ○佐野 功  
東北大学 正会員 三浦 尚  
東北大学 正会員 堀 宗朗

## 1. まえがき

積雪寒冷地において、冬期路面の安全確保の目的で、凍結防止剤が散布されている。近年、凍結防止剤として、塩化ナトリウムが使用されるようになり、この塩化ナトリウムがコンクリートに浸透することにより、コンクリート構造物に種々の劣化が引き起こされることが知られている。塩化ナトリウムがコンクリートに浸透することにより引き起こされる劣化の一つとして、アルカリ骨材反応（以下AARと略す）の促進が考えられる。

本研究では、外部より塩化ナトリウムが供給される場合のAARへの影響を検証するため、外部より供給される塩化ナトリウム量を変化させ、供給される塩化ナトリウム量の違いにより、AARに及ぼす影響が異なるかを調べた。また、高炉スラグ微粉末をセメントに混和することにより、外部より塩化ナトリウムが供給される場合における、高炉スラグによるAARの抑制効果についても検証した。

## 2. 実験材料及び実験方法

本実験に用いたモルタルの配合は、水：結合材：細骨材=1:2:4.5とし、骨材全体に対する反応性骨材の割合を0, 40, 60, 80, 100%（重量比）とした。また、反応性骨材を100%とした時に、高炉スラグを混和した。その時の結合材に対する高炉スラグの割合を0, 50, 60, 70, 80%（重量比）とした。セメントは、市販のポルトランドセメント、スラグは市販の高炉スラグ微粉末を使用した。非反応性骨材は宮城県大和産山砂、反応性骨材はシリカ分を含んだ骨材を碎石として使用した。モルタル供試体は4×4×16cmの角柱供試体を使用した。供試体は、脱型後14日間水中養生を行ない、7日間100℃で乾燥をおこなった後、表1に示す条件で塩化ナトリウム水溶液に浸漬した。塩化ナトリウム水溶液浸漬終了後、供試体の長さを測定し、温度40±2℃、湿度95%以上で促進養生をおこなった。促進養生を開始して、2, 4, 8, 13週目に供試体の長さを測定し、供試体の膨張率を求めた。なお、本実験に使用した骨材の反応性を調べるために、JIS A 5308のモルタルバー法（以下標準試験と略す）により材令26週までの膨張率も測定した。

表1 塩化ナトリウム浸漬条件

| 試験番号 | 試験条件            |
|------|-----------------|
| 1    | 0%塩化ナトリウム水溶液浸漬  |
| 2    | 3%塩化ナトリウム水溶液浸漬  |
| 3    | 10%塩化ナトリウム水溶液浸漬 |
| 4    | 20%塩化ナトリウム水溶液浸漬 |

## 3. 実験結果及び考察

本実験に使用した骨材は、標準試験において、材令26週で膨張率が0.0329%となり、有害な骨材とは判定できなかった。この骨材を用いて作成した供試体を、表1に示す条件で塩化ナトリウム水溶液に浸漬し、促進養生を開始して13週目の膨張率を図1に示す。図1より、0.3%塩化ナトリウム水溶液に浸漬したものと10, 20%塩化ナトリウム水溶液に浸漬したものでは、膨張率に明らかな違いが見られる。また、10, 20%塩化ナトリウム水溶液に浸漬したものは、供試体表面にクラックが観察された。従って、外部より塩化ナトリウムが供給される場合、AARは促進されることが確認された。また、既存の試験方法による判定基準で有害とは判定されなかった骨材においても、外部より供給される塩化ナトリウム量が多い場合は、相当量の膨張が生じることが確認された。表1に示される条件で供試体を塩化ナトリウム水溶液に浸漬した際に、供試体に浸透した塩化物量とAARによ

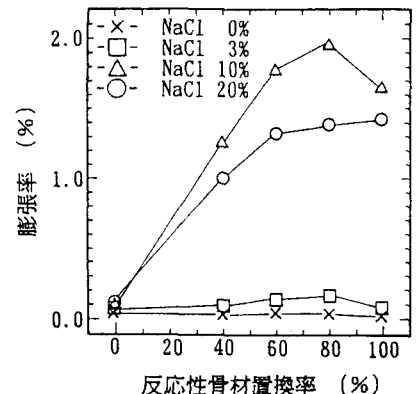


図1 促進養生における膨張率変化

る膨張率との関係を図2示す。なお、促進養生開始後4週以降で、供試体にクラックが生じたため、図2に示した膨張率は促進養生4週目の膨張率を使用した。図2より供試体に浸透した塩化物量とAARによる膨張率とは線形関係にあることがわかる。従って、供試体内部に浸透した塩化ナトリウム量により、AARによる膨張量がある程度予測できると考えられる。

高炉スラグを混和して作成した供試体を、表1に示す条件で塩化ナトリウム水溶液に浸漬し、促進養生を開始して13週目の膨張率を図3に示す。一般に、高炉スラグを混和することによるAARの膨張抑制には、スラグ置換率50%程度が用いられている。本研究においても、予備実験に用いた骨材では、塩化ナトリウムが供給されない場合、スラグ置換率0%ではクラックが生じたが、スラグ置換率を40%にすると、促進養生を開始して13週目の膨張率が0.0381%となり、十分な抑制効果が認められた。しかし、外部より塩化ナトリウムが供給される場合、図3に示すように、構造物に損傷を与えない程度まで膨張を抑制するには、塩化ナトリウムが供給されない場合に比べて、スラグ置換率を相当大きくしなければならないことがわかる。外部より塩化ナトリウムが供給される場合、スラグ置換率の変化に対する、AAR膨張の減少率を図4に示す。外部より塩化ナトリウムが供給されない場合には、スラグによるAAR膨張抑制で、スラグ置換率と膨張量の減少は直線関係にあると考えられている<sup>1)</sup>。しかし、外部より塩化ナトリウムが供給される場合、図4に示すように、スラグ置換率が小さい内はAARによる膨張の抑制は行なわれているものの、期待する効果はあまり現れず、スラグ置換率を大きくして初めて期待している程度の膨張抑制効果が現れると考えられる。

#### 4. 結論

外部より塩化ナトリウムが供給される場合、アルカリ骨材反応が促進されることが確認された。また、既存の試験方法で有害でないと判定された骨材においても、外部より供給される塩化ナトリウム量が多い場合には、相当量の膨張が生じると考えられる。その際、高炉スラグによりアルカリ骨材反応の膨張を構造物に損傷を与えない程度まで抑制するには、スラグ置換率を、塩化ナトリウムが供給されない場合と比べて、相当大きくする必要があると考えられる。

#### <謝辞>

本研究において、東北大学工学部土木工学科4年江口 正人君に終御協力いただいたことに感謝します。

#### <参考文献>

- 1) 小林茂敏他等：高炉スラグ微粉末のASR抑制効果のメカニズムに関する考察  
セメント技術年報 40 P336～P339 1986

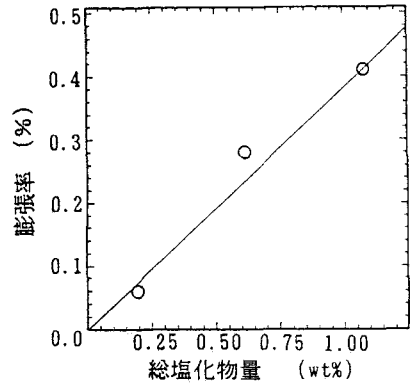


図2 総塩化物量と膨張率の関係  
反応性骨材置換率:100%

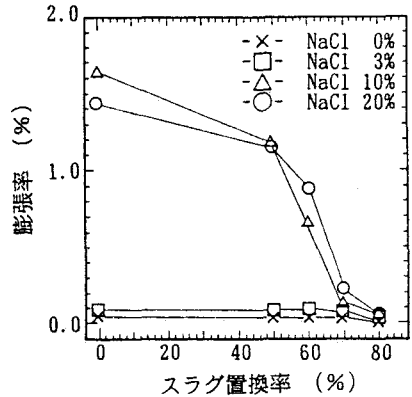


図3 促進養生における膨張率変化  
反応性骨材置換率:100%

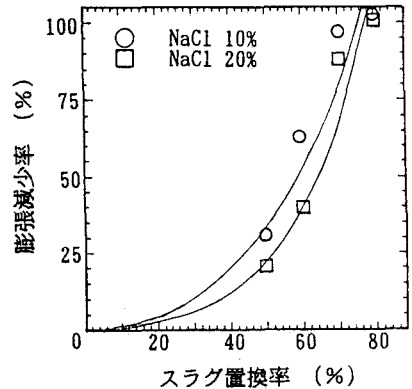


図4 スラグによる膨張抑制効果