

V-361

触媒によるアルカリ骨材反応の抑止効果

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 松田芳範

ジャパニーズ・インテックス㈱ 蔵本 謙

日揮商事㈱ 中村行伸

1. はじめに

既設のコンクリート構造物において既にアルカリ骨材反応（以下AAR）が発生している場合のAARの抑止対策として、キレート機能を持つ金属キャリア触媒がセメントの水和反応と同じ働きをすることに着目し、この金属キャリア触媒が行うアルカリ置換反応を応用し、既設コンクリート構造物におけるAARの抑止対策の有効性を確認するためモルタル供試体を用いた実験を行ったので、その抑止効果について報告する。

2. 実験の概要

2.1 使用材料

供試体は高アルカリ配合とすることによりAARを人工的に発生させることとした。表-1に各実験に使用した供試体の配合組成を示す。なお、反応性骨材としてパイレックスガラス（以下PG）を用い、置換補助材として石膏（ CaSO_4 ）を用いた。

2.2 実験概要

- 1) 高アルカリ標準砂モルタルにて作成した供試体に、PG粒子を骨材として、人工的にAARを起こさせる雰囲気条件下に置き、金属キャリアー触媒によって反応性骨材へのマクロ的抑止効果について確認を行う。
- 2) 人工AAR供試体の下部を純水中に浸漬して加速養生を行い、その浸漬液を分析して金属キャリアー触媒によるアルカリ金属分の排出効果について確認を行う。
- 3) 人工AARモルタルバー供試体を作成し、PG粒子・石膏・触媒を充填し促進養生を行い、供試体の膨張率を測定し、触媒によるAARの抑止効果について確認を行う。

3. 実験結果および考察

3.1 AAR抑止効果のマクロ的確認試験

配合Aの高アルカリ標準砂モルタルにて作成した供試体に、図-1に示すように一方の供試体にはPG粒子・石膏・触媒を充填し、もう一方の供試体には、PG粒子・石膏・普通モルタルを充填する。

上記の2供試体を密閉容器にいれ、湿度を保ちながら、40℃雰囲気中で9週間加速養生を行い、さらに9週間放置したのち供試体のPG粒子充填部をカッターにより切断し、その状況を観察した。

表-1 供試体モルタル配合比（単位：%）

供試体 配 合 比 号	ポ ル ト ラ ン ド セ メント	骨 材		水	Na ₂ O等量
		砂	PG		
A	1	2	—	0.6	0.020
B	1	—	2.25	0.6	0.012
C-1	1	—	2.25	0.6	0.0085
C-2	1	—	2.25	0.6	0.011

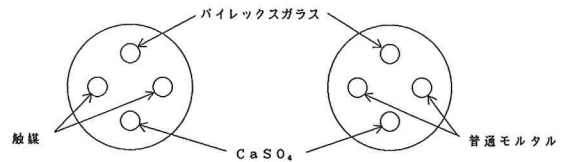
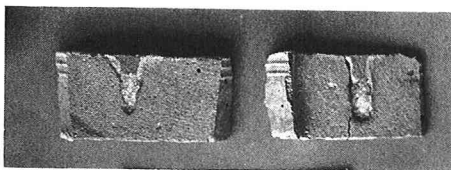
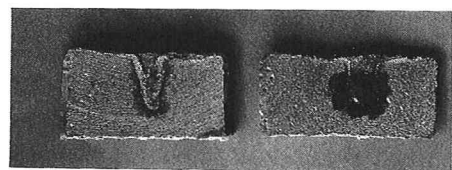


図-1 供試体への充填方法



触媒充填



普通モルタル充填

図-2 加速養生後のパイレックスガラスの状況

図-2に加速養生後の供試体の状況を示す。

触媒を添加した供試体に充填されていたPG粒子は、ほとんど変化が見られないのに対し、触媒無添加の供試体のPG粒子は、AARにより液化し粒子の原形をとどめない状況であった。このPG粒子の状況から、明らかに触媒の添加によってAARに対する抑止効果が確認された。

3. 2 AAR供試体浸漬液分析試験

配合Bの人工AAR配合モルタルにて $\phi 5\text{cm} \times 4\text{cm}$ の供試体を4シリーズ作成し、常温にて3週間気乾養生後①は無処理、②は $\phi 7\text{mm}$ のドリルで深さ30mmの1箇所の削孔を行い、この孔中に石膏1gを充填、③④は各々削孔2箇所一方で石膏を1g他方に触媒を1g充填した。これら供試体をそれぞれ純水中に16週間浸漬し、40℃にて加速養生を行った。分析方法は、16週間加速養生後の浸漬液を採取し、蛍光分析およびイオンクロマトグラフによって、Na, K, Ca, SO_4 の各イオンの定量分析を行なった。結果は、表-2に示すとおりであるが、シリーズ①②では、各イオンの排出量に相違はほとんど見られない。しかし、触媒添加されたシリーズ③では、 Na^+ がシリーズ①と比較して2.4倍、同様に K^+ が1.4倍、Caが0.9倍、 SO_4^{--} が4.4倍となっており、シリーズ①②と③④との間で明らかな相違が表れている。特に Na^+ 、 SO_4^{--} で顕著な濃度差が認められ、 Na_2SO_4 排出効果が認められる。

3. 3 モルタルバーによる膨張抑止性確認試験

配合C-1, C-2の Na_2O 等量の異なる2種類の人工AAR配合にて、モルタルバー供試体(4x4x16cm)を作成し、常温で2週間気乾養生した後、図-3に示すように軸方向中心に $\phi 7\text{mm}$ のドリルで削孔を行い、各 Na_2O 等量供試体を2組に分け、一方には中央部に触媒4g、その両側に石膏を4g、その外側に普通モルタルを充填し、もう一方には普通モルタルのみを充填した。これらを3週間常温にて気乾養生後、含水したフェルト布を巻き付けて密閉容器に入れ、さらに7週間常温養生を行った。常温養生後、再度充分フェルト布で含水・密閉し、さらに8週間40℃で加速養生を行った。その間各週毎に20℃ R.H.60%で24時間保持後、ダイヤルゲージで長さを測定した。

図-4に測定結果を示す。それぞれの同 Na_2O 等量の供試体の内、触媒・石膏を充填した供試体は、普通モルタルを充填した供試体と比較すると、膨張率は約1/2に抑制されていることを示しており、AARによる膨張に対して抑制効果が認められる。

4. まとめ

- 1) 触媒の添加によってアルカリ骨材反応の抑止に効果があることがわかった。
- 2) 触媒のキャリアー効果により供試体中からアルカリ排出効果のあることが確認された。
- 3) 触媒添加によってアルカリ骨材反応による膨張は、膨張率50%程度に抑止されることがわかった。

表-2 浸漬液の分析結果（単位：PPM）

供 試 体	Na^+	K^+	Ca^{++}	SO_4^{--}
①無処理	1480	1520	6.1	700
② CaSO_4 充填	1470	1600	8.6	640
③ CaSO_4 と触媒充填	3550	2060	5.7	3080
④ CaSO_4 と触媒充填	3600	2250	7.1	2920

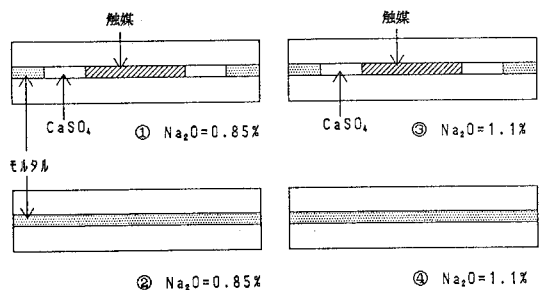


図-3 モルタルバー試験供試体

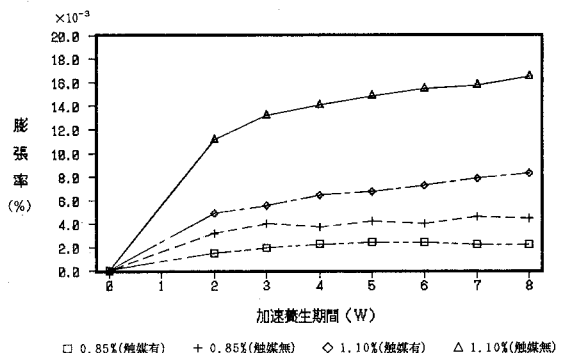


図-4 膨張率の経時変化