

モルタル小片試験体を用いた細骨材の耐凍害性の評価に関する研究

岡山大学大学院 学生会員 ○中溝 翔
岡山大学大学院 学生会員 森 雅聡
岡山大学大学院 正会員 藤井 隆史
岡山大学大学院 フェロー 綾野 克紀

1. はじめに

低温環境下では、コンクリートの空隙に存在する水分が凍結することで体積が膨張し、ペースト部にひび割れが生じることで、凍結融解による劣化が生じる。一般的に、真水中での凍結融解に比べて、塩化ナトリウム水溶液中での凍結融解の方が、コンクリートの劣化が促進されることが知られている。本研究では、モルタル小片¹⁾を用い、凍結融解による劣化のメカニズムについて検討を行った。また、細骨材の種類がモルタルの凍結融解抵抗性に与える影響についても検討を行った。

2. 実験概要

セメントには、普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm^3 , ブレーン値: $3.350\text{m}^2/\text{g}$)を用いた。細骨材には、硬質硬質砂岩砕砂(表乾密度: 2.65g/cm^3 , 吸水率: 1.70%)および高炉スラグ細骨材(表乾密度: 2.69g/cm^3 , 吸水率: 0.61%)を用いた。モルタルの配合は、JIS A 1146を参考に、水:セメント:細骨材を質量比で、 $1:2:4.5$ とした。モルタル小片は、 $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 400\text{mm}$ の型枠に打ち込み、所定の養生を行った後に、ダイヤモンドカッターを用いて一辺が 10mm のモルタル小片を作成した。モルタル小片を所定の方法および期間養生を行った後、モルタル小片4個(約 11g)と溶液 50mL を樹脂製容器に入れた。凍結融解試験では、 -17°C の冷凍庫で18時間凍結させた後、 20°C の恒温室で6時間融解させる工程を1サイクルとして試験を行った。

3. 実験結果および考察

写真1および写真2は、19日間水中養生を行ったモルタル小片を、それぞれ、所定の濃度の塩化ナトリウム水溶液およびグリセリン水溶液中で -17°C の冷凍庫で7日間静置させた後に、真水を用いて凍結融解試験を10サイクル行った結果を示している。硬質砂岩砕砂を用いたモルタル小片は、いずれの水溶液においても濃度の高い水溶液に浸漬させたものほど、劣化していることが分かる。一方、高炉スラグ細骨材を用いたモルタル小片は、硬質砂岩砕砂を用いたモルタル小片に比べて劣化していないことが分かる。写真3は、19日間水中養生を行ったモルタル小片を、所定の濃度のグリセリン水溶液に浸漬のみを行った結果を示している。50%のグリセリン水溶液は、 -17°C の環境下でも、凍結しないが、4週間経過すると硬質砂岩砕砂を用いたモルタルは劣化していることが分かる。一方、高炉スラグ細骨材を用いたモルタルは、 -17°C の50%グリセリン水溶液で4週間浸漬しても劣化が生じなかった。写真4は、試験の直前まで水中養生を行っていたモルタル小片と、所定の養生後に3ヶ月間気中で養生を行ったモルタル小片を、 -17°C の冷凍庫で、50%グリセリン水溶液および10%塩化ナトリウム水溶液中で浸漬のみを行った結果を示している。モルタル小片の細骨材には硬質砂岩砕砂を用いている。試験直前まで水中養生を行ったモルタル小片は、4週で劣化しているのに対し、気中で3ヶ月養生したモルタル小片は、8週経過しても劣化していない。気中で3ヶ月養生したモルタル小片のように、内部の空隙の水が少なくなっている場合には、グリセリン水溶液のような凍らない液体中でモルタル小片の劣化は生じない。しかし、内部に水がある場合には、凍らない液体中でも内部の水が凍結膨張することで劣化が生じるものと考えられる。塩化ナトリウム水溶液を用いた場合には、 -17°C で凍結するため、硬質砂岩砕砂を用いたモルタル小片は3週で劣化していることが分かる。一方、高炉スラグ細骨材を用いたモルタル小片は、塩化ナトリウム水溶液を用いた場合でも劣化していない。写真5は、19日間水中養生を行ったモルタル小片

キーワード 凍結融解, 小片供試体, 塩水, 養生, 高炉スラグ細骨材

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科綾野・藤井研究室 Tel086-251-8920

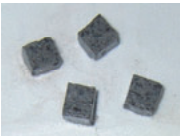
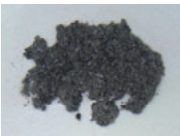
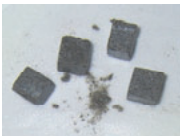
NaCl濃度	硬質砂岩砕砂	高炉スラグ細骨材
0%		
3%		
10%		

写真1 塩化ナトリウム水溶液で凍結した後に凍結融解試験を実施したモルタルの破壊状況（10 サイクル後）

グリセリン濃度	硬質砂岩砕砂	高炉スラグ細骨材
0%		
25%		
50%		

写真2 グリセリン水溶液で凍結した後に凍結融解試験を実施したモルタルの破壊状況（10 サイクル後）

細骨材	グリセリン濃度	1週	2週	4週
硬質砂岩砕砂	0% (真水)			
	50%			
高炉スラグ細骨材	50%			

写真3 -17℃のグリセリン水溶液に浸漬させたモルタルの破壊状況

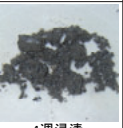
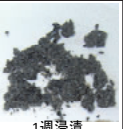
細骨材	水溶液	水中養生(19日)	水中養生(7日) ↓ 気中養生(3ヶ月)	蒸気養生 ↓ 気中養生(3ヶ月)	蒸気養生後 水中養生(7日) ↓ 気中養生(3ヶ月)
硬質砂岩砕砂	50% グリセリン 水溶液				
	10% 塩化ナトリウム 水溶液				
高炉スラグ細骨材	10% 塩化ナトリウム 水溶液				

写真4 モルタル小片の水分状態がグリセリン水溶液中での凍結による劣化に与える影響

を塩化ナトリウム水溶液で凍結融解の繰り返しを行った結果を示している。塩化ナトリウム水溶液を用いることで、真水を用いるよりも、早期に劣化していることが分かる。高炉スラグ細骨材を用いた場合には、硬質砂岩砕砂を用いた場合に比べて、塩化ナトリウム水溶液を用いた場合でも、凍結融解抵抗性が高いことが分かる。

4. まとめ

モルタル小片中に水が含まれる場合には、グリセリン水溶液のように凍結しない溶液中であっても劣化する。塩化ナトリウム水溶液を用いた場合には、真水を用いた場合に比べて著しい劣化を生じる。高炉スラグ細骨材を用いれば、耐久性を向上させることが可能である。

参考文献

- 1) 小山田哲也, 羽原俊祐, 高橋拓真, 高橋俊介: スケーリング劣化を考慮した新しい凍結融解試験法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 33, No. 1, pp. 935-940, 2011. 6

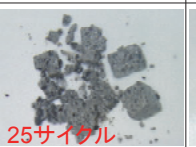
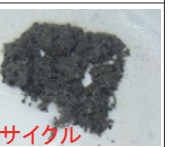
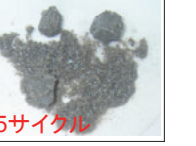
細骨材	真水	3%NaCl水溶液	10%NaCl水溶液
硬質砂岩砕砂	 25サイクル	 3サイクル	 3サイクル
高炉スラグ細骨材	 25サイクル	 10サイクル	 15サイクル

写真5 塩化ナトリウム水溶液中で凍結融解させたモルタル小片の破壊状況