

モルタルの耐凍害性に及ぼす高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率の影響

前橋工科大学工学部 社会環境工学科 学生会員 ○金子翔一
前橋工科大学工学部 社会環境工学科 正会員 佐川孝広

1. はじめに

積雪寒冷地域では、縁石や地覆等の道路付帯構造物に凍結防止剤の散布が行われており、凍結融解作用を受けコンクリートがスケーリングする劣化現象が顕在化している。現在、凍結防止剤の使用は冬期の安全確保のため必要不可欠であるが、道路橋では床板等の構造材の剥落の事例も報告されはじめている。また凍害劣化の程度と構造物の性能低下、スケーリングを含めた劣化予測の関係について、十分な研究データの蓄積、検討が少なく、現状では定量的な評価手法が確立されていない¹⁾。コンクリート構造物の長寿命化や維持管理の在り方が論じられている今日、スケーリング劣化への対策は重要かつ緊急の課題である。

本研究では、普通ポルトランドセメント(N)および高炉スラグ微粉末 4000、6000 を用いたモルタルの強度試験ならびに凍結防止剤溶液による凍結融解試験を実施し、強度およびスケーリング劣化に及ぼす高炉スラグ微粉末の粉末度及び置換率の影響を明らかにすることを目的に検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験材料

本研究では普通ポルトランドセメント N、5 号珪砂、高炉スラグ微粉末 4000 および 6000（ともに SO₃ 2%程度）を用いモルタル供試体を作製した。凍結融解試験にて使用した凍結防止剤は NaCl、濃度は 3% とした。

2.2 実験方法

(1) モルタル圧縮強度

φ5×10 cm の円柱供試体を用い、表 1 に示す粉末度、置換率の異なる 7 種類のモルタル圧縮強度試験を行った。モルタルの配合は水セメント比 50%、細骨材

比を 2 とし、養生条件は図 1 に示すような最高温度 65℃(材齢 1 日以降は 20℃一定)の封緘養生とした。測定材齢は 1, 3, 7, 28 日とした。

(2) 凍結融解試験

表 1 の配合を 15 cm³ のスチロール棒瓶に成型し、これを試験片のモルタルとした²⁾。養生条件は強度試験と同様とした。材齢 28 日にて試験片を 3%NaCl 溶液に 24 時間浸漬させた後、凍結融解試験を行った。凍結融解作用は 1 サイクル 24 時間とし、凍結は-20℃を 8 時間、融解は+20℃を 16 時間とした。0 サイクルの試験片表乾質量を 100%とし、所定の凍結融解サイクル終了毎に試験片の表乾質量を測定し質量残存率を求めた。

表 1 各配合の高炉スラグ置換率

セメントの種類	置換率	
	OPC	BFS
BA4000	75%	25%
BA6000		
BB4000	55%	45%
BB6000		
BC4000	35%	65%
BC6000		
N	100%	0%

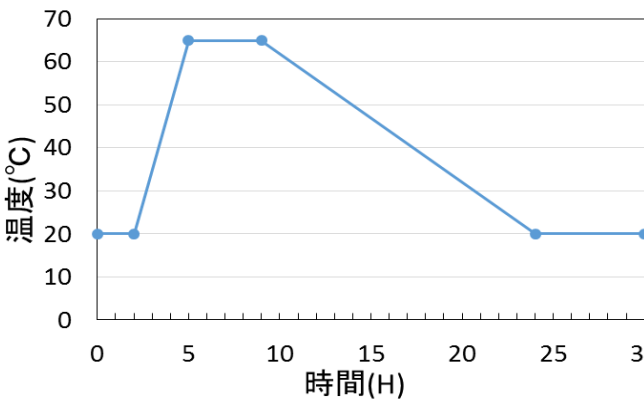


図 1 封かん養生の温度履歴

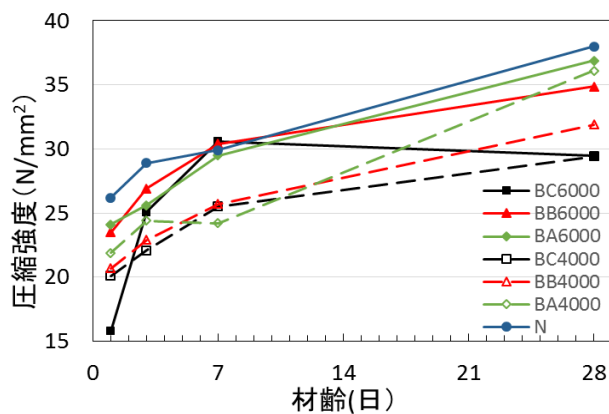


図2 モルタル圧縮強度

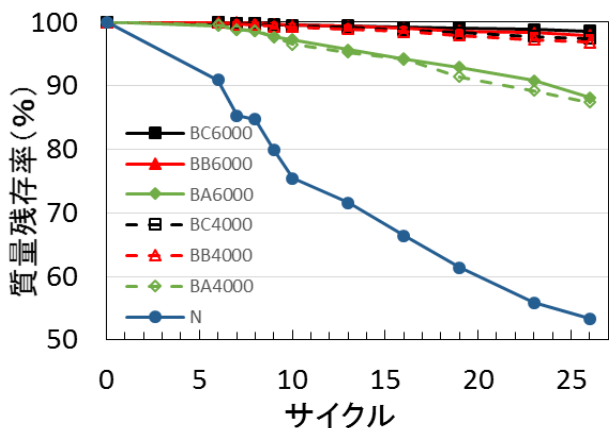


図3 凍結融解による質量残存率



写真1 試験片 (凍結融解前)



写真2 普通ポルトランドセメント(N):26 サイクル



写真3 スラグ置換率 65%(BC6000):26 サイクル

3. 実験結果および考察

図2に各配合のモルタル圧縮強度の測定結果を示す。全般に、圧縮強度は材齢の経過とともに増大するが、高炉スラグ微粉末の粉末度・置換率により強度に違いが生じた。バラつきもあるが、全ての材齢においてNの圧縮強度が最も高く、スラグ置換率が25%(BA)、45%(BB)、65%(BC)と高いほど強度は低下する傾向を示した。またBA、BB、BCの同一スラグ置換率において、粉末度6000が粉末度4000よりも強度は高かった。

図3に凍結融解サイクルに伴う質量残存率の推移を示す。質量残存率は26サイクルでNが著しく低く、高炉セメントBA、BB、BCは高い結果となった。スラグ置換率の影響を比較すると、質量残存率はBAが低く、BCが高くなったが、Nと比較すると高炉セメントはスラグ置換率によらず高い凍結融解抵抗性を有しているといえる。スラグ粉末度の影響に関しては、いずれの置換率においても、質量残存率は粉末度4000で低く、粉末度6000で高くなる傾向にあるがその差は小さく、スラグ粉末度がスケーリング抵抗性に及ぼす影響は小さいと考えられる。

写真1～3に試験開始前および26サイクル終了時の供試体の外観を示す。Nは表面のモルタルの剥離剥落が見られたが、高炉スラグ微粉末混合の場合は表面劣化の程度は小さかった。

4. まとめ

- (1)全ての材齢において普通ポルトランドセメント(N)のモルタル圧縮強度が最も高く、高炉スラグ微粉末を混合したモルタルの強度は低下した。
- (2)高炉スラグ微粉末の混合により、Nと比較してモルタルのスケーリング抵抗性は高くなった。
- (3)高炉スラグ微粉末の粉末度がスケーリング抵抗性に及ぼす影響は小さく、高炉スラグ置換率が高いほどスケーリング抵抗性は高くなった。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート標準示方書「維持管理編」2013年制定
- 2)小山田哲也ほか：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