

高炉スラグを使用したプレキャストコンクリートの耐久性

ランデス(株) 正会員 ○松本 匡司
 ランデス(株) 正会員 細谷 多慶
 ランデス(株) 正会員 松岡 智

1. はじめに

寒冷地沿岸部や山岳部等の凍結防止剤を散布する場所では凍害と塩害による複合劣化が問題となっており、凍害と塩害のそれぞれに対して抵抗性が確認されたコンクリートであっても、それらの複合環境での劣化が報告されている。また、高炉スラグを使用し、標準養生したコンクリートは耐凍害性が向上することが既存の研究^{1),2)}で確認されているが、蒸気養生したプレキャストコンクリートの耐凍害性に関する研究報告はあまり見られない。本研究では、細骨材の全量を高炉スラグ細骨材とし、蒸気養生したプレキャストコンクリートの凍結融解試験および複合劣化試験の結果を報告する。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

使用材料を表-1 に示す。高炉スラグ細骨材は JIS A 5011-1 に規定される区分 1. 2mm 高炉スラグ細骨材とし、粗粒率 2.10 ± 0.20 のものを用いた。砕砂は JIS A 5005 に規定されている砕砂とし、粗粒率 2.75 ± 0.15 のものを用いた。

表-1 使用材料

材料名	記号	種類	密度 (g/cm ³)
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16
混和材	BP	高炉スラグ微粉末	2.92
細骨材	BFS	高炉スラグ細骨材	2.75
細骨材	S	砕砂	2.56
粗骨材	G15	碎石 1505	2.69
混和剤	Ad	高性能減水剤 I 種	-
AE 剤	AE	AE 剤 I 種	-

2. 2 供試体作成および養生条件

プレキャストコンクリートの配合を表-2 に示す。比較条件は水結合材比、細骨材種類、空気量とした。コンクリートの練混ぜには強制 2 軸ミキサを用い、結合材と細骨材のみで 30 秒間空練りした後、水および混和剤を投入し、モルタルとして 3 分間練混ぜた後、粗骨材を投入して 2 分間練混ぜた。

表-2 プレキャストコンクリートの配合

No.	W/B (%)	Air (%)	W	C	BP	BFS	S	G15	Ad	AE
1	25.0	2.5	160	256	384	746	—	892	3.80	—
2	30.0	2.5	165	220	330	857	—	856	3.27	—
3	30.0	2.5	165	550	—	869	—	860	3.30	—
4	30.0	4.5	165	550	—	842	—	833	3.30	0.28
5	30.0	4.5	165	550	—	—	805	833	3.30	0.28

供試体は、蒸気養生を行った後、温度 20℃の実験室内で材齢 14 日まで気中養生とした。蒸気養生のパターンは、

20℃で 2 時間前置きした後、60℃まで 2 時間で昇温し、60℃で 3 時間保持の後、自然降温させ、材齢 1 日で脱型した。

2. 3 試験方法

プレキャストコンクリートの凍結融解試験は、JIS A 1148 2010「凍結融解試験方法(A 法)」とした。複合劣化試験は、JSCE-K572-2012「けい酸塩系表面含浸材の試験方法 (案)」による「6. 10 スケーリングに対する抵抗性試験」を凍害と塩害の複合劣化として評価した。

3. 結果・考察

3. 1 凍結融解試験

図-1 に凍結融解試験の結果を示す。比較用に W/B=36%の高炉スラグ細骨材を用いていない一般的なプレキャストコンクリートと高炉スラグ、プレキャストコンクリート、凍結融解抵抗性、複合劣化、塩害

ストコンクリートと、W/B=34%の空気連行したコンクリートを追加する。

高炉スラグ細骨材を100%使用した配合は、300サイクル終了時でも相対動弾性係数、質量減少率ともに高い凍結融解抵抗性が確認できる。高炉スラグ細骨材を使用していない一般的な配合は60サイクルの段階で劣化が確認された。

高炉スラグ細骨材を体積比で37%使用したAEコンクリートは、210サイクルで劣化した。AEコンクリートが300サイクルまでに劣化した理由として、標準養生ではなく蒸気養生後気中養生としていることが考えられる。

3. 2 複合劣化試験

図-2 に複合劣化試験の結果を示す。W/B=25%とし、高炉スラグ微粉末を用いて高炉スラグ細骨材100%とした配合が最も抵抗性が高く、累計スケールリング量は 200g/m^2 以下となった。

細骨材種類による比較では、砕砂を使用するよりも高炉スラグ細骨材を使用の方がスケールリングに対して高い抵抗性が確認された。これは、高炉スラグ細骨材のポズラン反応によりコンクリート中の水酸化カルシウムが使用され、骨材界面の水酸化カルシウム量が減り、低温時に水酸化カルシウムの溶出によってできる空隙が小さくなるためと考えられる。^{1), 2)}同様に高炉スラグ微粉末の効果も確認でき、高炉スラグ微粉末と高炉スラグ細骨材を併用することで、AE剤を使用しなくても高い複合劣化抵抗性が確認できた。また、空気量による比較を行った場合、凍結融解サイクル数が少ないうちは骨材による影響が大きいですが、サイクル数が増えるとAE剤を使用していない配合は急激に劣化が進行することが確認できた。

4. まとめ

蒸気養生したプレキャストコンクリートは、高炉スラグ微粉末を用いて高炉スラグ細骨材を100%使用することで凍結融解抵抗性と複合劣化抵抗性が向上することが確認された。また、W/B=30%の同水結合材比においてはAEコンクリートよりも高い複合劣化抵抗性が得られることが確認された。

謝辞

本研究にあたり、試験の補助及びご指導して下さいった平成26年度中小企業・小規模事業者連携促進支援補助金（新連携支援事業）およびハレーサルト工業会の皆様方に厚く謝意を表する。

参考文献

- 1) 森 雅聡, 藤井 隆史, Paweena JARIYATHITIPONG, 綾野 克紀: 高炉スラグ細骨材によるコンクリートの凍結融解抵抗性改善に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 1, pp. 1078-1083, 2014
- 2) 森 雅聡, Paweena JARIYATHITIPONG, 藤井 隆史, 綾野 克紀: 高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集, V-495, pp. 989-990, 2014. 9

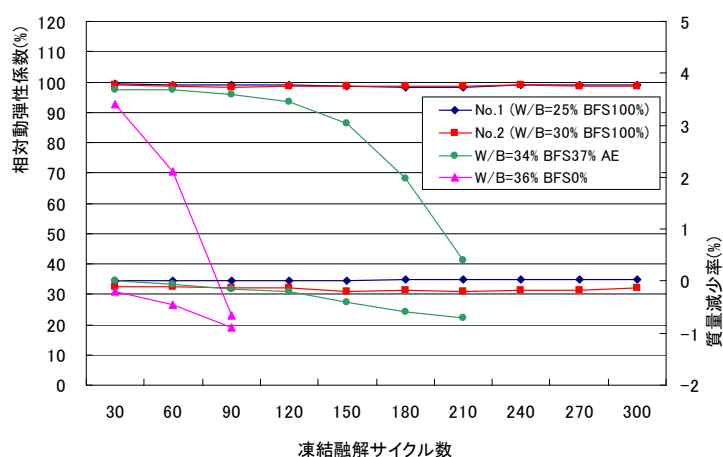


図-1 凍結融解試験結果

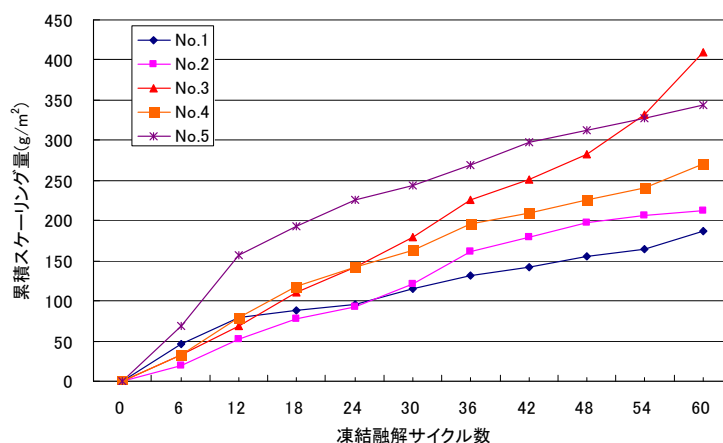


図-2 複合劣化試験結果