

PCa 製品用フライアッシュコンクリートの養生条件が
スケーリング抵抗性に及ぼす影響

住友大阪セメント(株) 正会員 ○中上明久 非会員 西山沙友里
昭和コンクリート工業(株) 非会員 宮澤聡

1. はじめに

産業副産物の利用促進の点からフライアッシュがプレキャストコンクリート製品(以下、PCa 製品と記す)にも利用されている。PCa 製品では、強度促進を目的に蒸気養生が行われる。製造時期や型枠回転数により蒸気養生条件が異なり、蒸気養生装置によっては PCa 製品の設置場所等で温度履歴が異なることも考えられる。また、PCa 製品は、脱型後直ぐに気中保管されることが多いが、強度や耐久性向上を目的に、所定期間の水中浸漬後に気中保管されることもある。

本実験では、フライアッシュを混和した PCa 製品用コンクリートについて、蒸気養生条件のうち保持温度および脱型後の水中浸漬有無がスケーリング抵抗性に及ぼす影響を調べた。

2. 実験概要

2. 1 実験内容

表 1 に示す養生条件について、圧縮強度試験、スケーリング試験および超音波伝播速度測定を行った。また、表層の変状を確認するため表層透気係数を測定した。蒸気養生条件では、前置時間、昇温速度、保持時間は同じとし、保持温度を変化させた。また、気温の高い夏期で蒸気養生を行わない場合を想定し、35℃での封緘養生を設定した。

水中浸漬無については、脱型後直ぐに気中養生(20℃RH60%)を材齢 28 日まで行った。また、水中浸漬有は材齢 7 日までの水中浸漬後、気中養生(20℃RH60%)を材齢 28 日まで行った。

2. 2 使用材料、配合および試験体

セメント(C)は普通ポルトランドセメント、細骨材(S)は陸砂、粗骨材(G)は碎石を使用した。フライアッシュ(FA)は JIS II 種相当品を使用した。また、高性能減水剤(SP)はプレキャスト製品用の非空気連行型を用い、

表 1 養生条件

表記名	前置温度 (℃)	前置時間 (h)	昇温速度 (℃/h)	保持温度 (℃)	保持時間 (h)	冷却方法	脱型後 水中浸 漬有無
35封	35℃封緘養生						無
50蒸	20	2	20	50	3	徐冷	
60蒸				60			
70蒸				70			
80蒸				80			
50蒸-水				50			有

表 2 配合

W/C (%)	s / a (%)	単位量 (kg/m ³)						AE (g/m ³)
		W	C	FA	S	G	SP	
45	42.6	160	356	63	718	983	3.20	5.4

空気量調整のために AE 剤(AE)を使用した。コンクリートの配合を表 2 に示す。フライアッシュは、セメントの外割で FA/(C+FA)=15%となるよう混和した。また、スランブは 12±2.5cm、空気量は 5±1.5%とした。圧縮強度試験用の試験体はφ100×200mm 円柱試験体、その他は、□150×150×150mm の角柱試験体とした。いずれの試験体も材齢 1 日で脱型した。

2. 3 試験方法

材齢 28 日において、圧縮強度試験を行った。また、角柱試験体の側面において、トレント法で表層透気係数を測定した。1 側面以外をエポキシ樹脂でコーティング処理を行い、側面に塩水を貯めるためのかさ上げ部分を設置し、水を貯めて 2 日間静置した。その後、3%の塩化ナトリウム水溶液(高さ 6mm)を貯めて、1 サイクル 12 時間(20℃→-20℃: 4h, -20℃: 3h, -20℃→20℃: 4h, 20℃: 1h)の凍結融解を繰り返した。所定のサイクルでスケーリング試料を採取し、105℃の乾燥機で乾燥してスケーリング量とした。スケーリング試験後、透過法で超音波伝播速度を測定した。

キーワード プレキャストコンクリート製品、フライアッシュ、スケーリング、蒸気養生、保持温度
連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 番地 住友大阪セメント(株) TEL047-457-0091

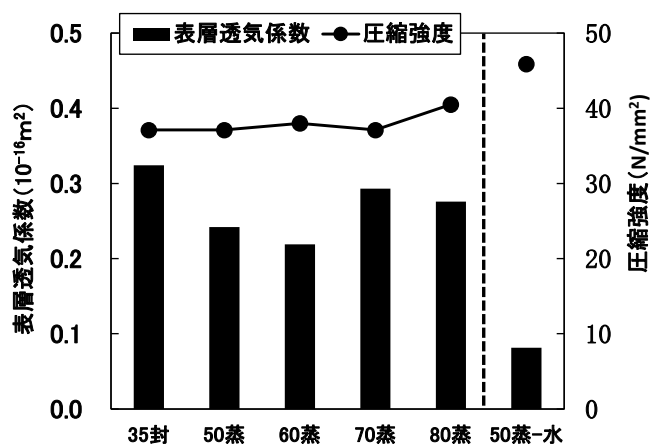


図1 表層透気係数および圧縮強度

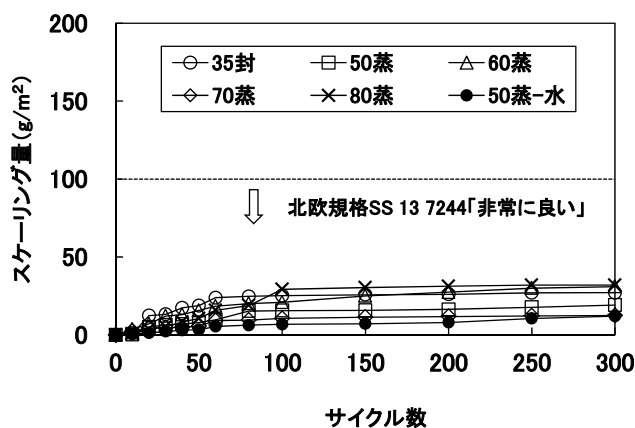


図2 スケーリング量

3. 実験結果

材齢 28 日の表層透気係数および圧縮強度を図 1 に示す。保持温度が高くなっても、圧縮強度の低下および表層透気係数の増加傾向は見られないことから、表層部にひび割れ発生等の欠陥の発生はないと判断される。また、脱型後の水中浸漬により圧縮強度は増加し、表層透気係数も小さくなった。

スケーリング量を図 2 に示す。スケーリングはサイクル数に伴って徐々に進行し、60~100 サイクル以降においてはスケーリングの進行がほぼ見られない。また、いずれの試験体ともに、スケーリングは粗骨材上部のモルタルあるいはペーストで発生する軽微なものであり、300 サイクル時のスケーリング量も 50 g/m^2 以下の値である。この結果を北欧規格 SS 13 7244 (Concrete testing-Hardened concrete-Frost resistance Procedure 1, Method A) の評価基準¹⁾に対比すると「非常に良い (100 g/m^2 以下)」に該当する。

このように、保持温度、脱型後の水中浸漬有無に関わらず優れたスケーリング抵抗性を示している。これは、 $W/(C+FA)$ が 38.2% と小さく、空気量も 6% 程度 (5.9~6.3%) と多めであったことも影響していると考えられる。

次に、凍結融解繰り返しによるひび割れ等の内部損傷の有無を調べる目的で、スケーリング試験の前後で測定した試験面から内部方向の超音波伝播速度を図 3 に示す。いずれの試験体ともに試験開始時よりも超音波伝播速度は増加している。これは、試験開始時 (材齢 28 日) 以降の試験期間で、試験面から供給される水分により水和反応が進行し、圧縮強度が増加したためと考えられる。

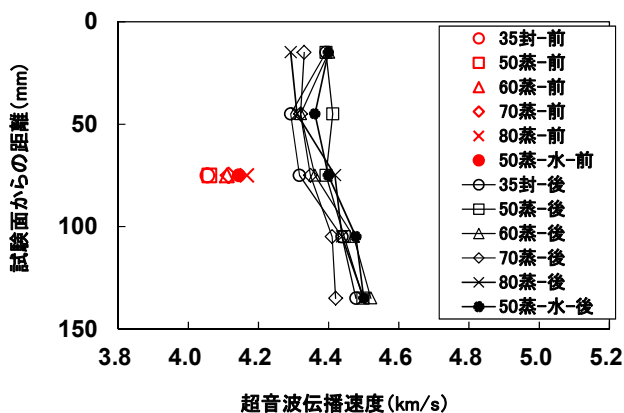


図3 超音波伝播速度

また、いずれの試験体も試験面に近い方が超音波伝播速度は小さく、塩水の供給のある部分において、凍結融解の繰り返しの影響を受けやすいようである。しかし、各試験体における超音波伝播速度の最大値に対する最小値の比を算出すると、いずれの試験体ともに 0.95 以上を示しており、表層部の劣化は軽微であると推察される。

4. まとめ

本実験の範囲内において、フライアッシュを混和した PCa 製品用コンクリートは、保持温度および脱型後の水中浸漬有無に関わらず優れたスケーリング抵抗性が得られる。

参考文献

- 1) コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関する研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，pp.180-181，2008.8