

ポーラスコンクリートの耐凍害性における連行空気の影響

Effect of Entrained Air on Frost Resistance of Porous Concrete

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 中村拓郎(Takuroh Nakamura)
 北海道大学大学院工学研究科 正員 堀口 敬(Takashi Horiguchi)
 北海道大学大学院工学研究科 正員 志村和紀(Kazunori Shimura)

1. はじめに

ポーラスコンクリートは連続した径の大きい空隙（以下：連続空隙）を持つ特殊なコンクリートである。1cm/sec オーダー以上の透水係数が保有可能な連続空隙は植生や浄化機能、吸音性等の特殊な性能が期待されており河川護岸や道路舗装などに広く利用され始めている。現在、ポーラスコンクリートはフレッシュ性状、強度などの基本的な性質について様々な研究がなされており、その性状は明らかになりつつある。一方、耐久性に関する研究も進められてはいるが、耐凍害性に関するものはまだ少ないのが現状である。

一般的なコンクリートにおいて空気連行が耐凍害性を高めることは既往の研究により明らかである。しかし、ポーラスコンクリートにおける空気連行の効果は凍結融解試験法の違いによって異なる結果を示している¹⁾。本研究では耐凍害性の影響因子として空気連行に着目し、同水セメント比のもとで AE 剤の添加量を変えることによりセメントペースト中の空気量を変化させ RILEM CIF 凍結融解試験²⁾を行った。また、同時に供試体作製時における練混ぜ方法を変え、セメントペーストマトリックスの違いがポーラスコンクリートの耐凍害性に与える影響も検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料及び配合条件

セメントは普通ポルトランドセメント、骨材は単粒度碎石 (A6 号) を使用し、水セメント比を 30%、設計空隙率を 20% と一定にした。混和剤は AE 剤を使用し空気量を変化させた。配合を表-1 に示す。

表-1 配合

供試体	W/C	目標 空気量 (%)	単体量 (kg/m ³)		
			G	C	W
AE0C30	0.3	0	1543	370	110
AE4C30		4			
AE6C30		6			

2.2 練混ぜ条件

本研究ではセメントペーストミキサーと強制二軸型ミキサーを用いた(1)分割式練混ぜ方法と、強制二軸型ミキサーのみを用いた(2)単純練混ぜ方法の2種類の練混ぜ方法により同配合の供試体を2種類ずつ作製した(図-1)。

ポーラスコンクリートにおいて練混ぜ方法、練混ぜ時間がフレッシュ性状に大きく影響するとともに圧縮強度に違いが生じることという報告がある³⁾。このことから本研究では練混ぜ方法を変えることによってセメントペーストマトリックスの性質が異なるポーラスコンクリートが製造できると考え、そのセメントペーストマトリックスの空気量の違いがポーラスコンクリートの対凍害性に与える影響を比較した。

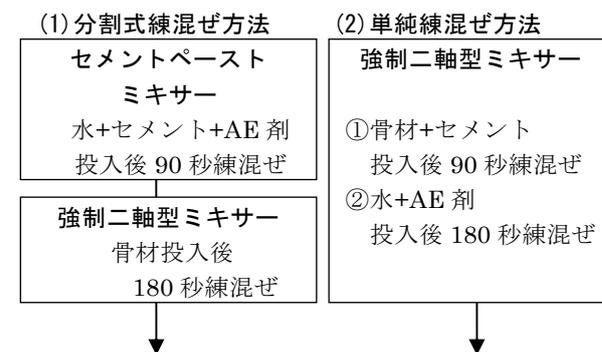


図-1 練混ぜ方法

2.3 凍結融解試験

凍結融解試験は RILEM CIF 凍結融解試験法に準じて行った。打設後、湿布養生 (24 時間)、水中養生 (13 日間)、恒温恒湿養生 (14 日間)、前吸水 (7 日間) を経て 56 サイクルの凍結融解試験を行った。

凍結融解 1 サイクルは+20°Cから-10°C/hour の勾配で-20°Cまで降下させ-20°Cで 3 時間保持し、その後+10°C/hour の勾配で+20°Cまで融解させ、+20°Cで 1 時間保持させるものとした。

凍結融解試験の劣化評価は表面劣化を表面剥離量 (スケーリング量)、内部劣化は超音波伝播速度比を用いて評価した。評価基準を表-2 及び表-3 に示す。

表-2 表面劣化の評価基準¹⁾

	スケーリング量
ポーラスコンクリート	< 600 g/m ²

表-3 内部劣化の評価基準²⁾

損傷程度	軽微	中程度	激しい
初期値に対する 相対伝播速度比	95%以上	95% ~80%	80% ~60%

3. 実験結果と考察

3.1 練混ぜ方法による空隙形成の違い

空気量及び連続空隙率はJCIによるポーラスコンクリートのフレッシュ時の空隙率試験方法(案)4)に準じて測定した(図-2)。これによれば、単純練混ぜ方法を用いた供試体の方がAE剤による空気量が多くなり、それとともに連続空隙率が若干低くなることを確認した。

図-3に圧縮強度と連続空隙率の関係を示す。これによれば、従来からのポーラスコンクリートの特徴として挙げられるように連続空隙率の増大に伴い圧縮強度は減少することが認められた。また、同一の連続空隙率では単純練混ぜの方が高い圧縮強度を示している。

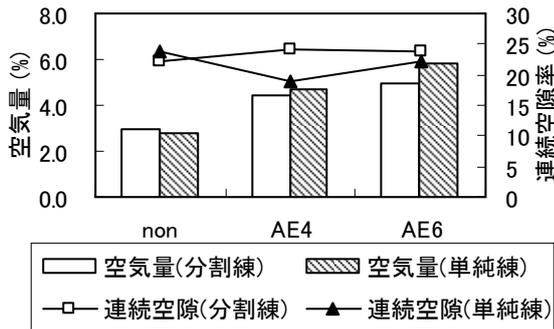


図-2. 空気量・連続空隙実測値

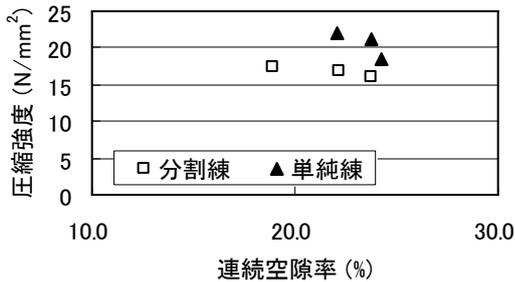


図-3. 圧縮強度と連続空隙率の関係

3.2 凍結融解試験結果

56 サイクル終了後の単位面積当たりのスケール量と空気量の関係を図-4に、凍結融解サイクル中の相対超音波伝播速度比の推移を図-5に示す。これについて表-2 および表-3 に示した評価基準を適用した結果、本研究内のすべての供試体における劣化は軽微と評価された。

図-4に示したようにAE剤添加量の増加に伴いスケール量が減少することが認められた。また、図-2に示した空気量実測値を考慮すればAE剤を添加した場合、より空気量が多くなる単純練混ぜ方法を用いた方がスケール量を抑える結果となった。本研究では空気量の最適値を明確にすることはできなかったが、CIF凍結融解試験環境下での空気連行はポーラスコンクリートにおいても耐凍害性を向上させる効果があることがわかった。

また、図-5に示したように本研究では超音波伝播速度比の変化はほとんど見られず、空気量の違いによる内部劣化への影響は認められなかった。

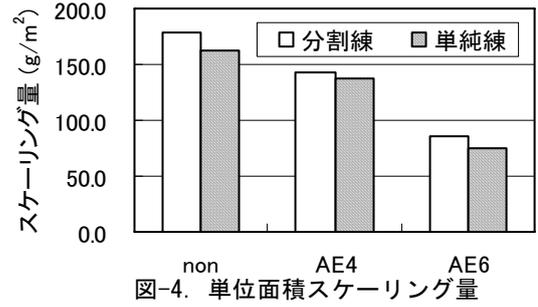


図-4. 単位面積スケール量

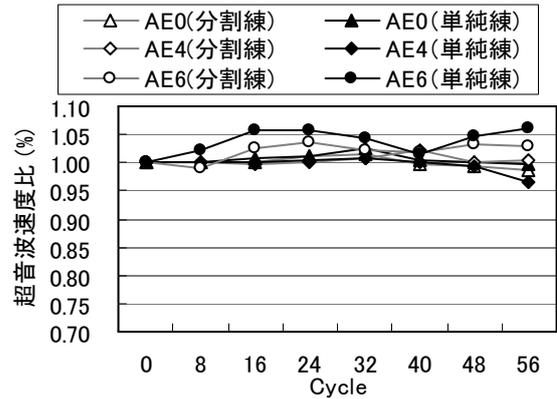


図-5. 相対超音波伝播速度比の推移

4. 結論

- (1) CIF試験方法において、一般的なコンクリートの場合と同様にポーラスコンクリートへの連行空気の導入は耐凍害性を向上させることに有効であり、本研究の範囲内では空気量の多いものほど耐凍害性が向上することが明らかになった。
- (2)単純練混ぜ方法を用いて作製した供試体の方が、同配合の供試体でもセメントペースト中の空気量が多くなり、耐凍害性が向上することが明らかになった。
- (3)ポーラスコンクリートにおける空気連行は連続空隙率に大きな影響を及ぼさないこと、また、練混ぜ方法の違いは強度や空隙構造に影響を与えることが判明した。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート技術シリーズ、水辺のコンクリート構造物ーコンクリートによる豊かな水辺環境の創造、pp36-38、2002
- 2) RILEM Recommendation TC176-IDC、Material and Structures、Vol.34、pp515-525、2001
- 3) 湯浅幸久ほか：ポーラスコンクリートの製造方法に関する基礎的研究、コンクリート工学 Vol.21 No.1、pp235-240、1999
- 4) 社団法人日本コンクリート工学協会、ポーラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会報告、pp176-193、2003