

ブリーディングにより骨材下面に生成される空隙改質方法の検討

芝浦工業大学 学生会員 ○野口 和真
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史
ポゾリスソリューションズ(株) 正会員 杉山 知巳

1. はじめに

C-S-H 系硬化促進剤とは、主成分である C-S-H ナノ粒子が、水和物生成の結晶核として作用し、空隙を緻密にすることで初期強度を発現させる混和剤である。既往の研究より、C-S-H 系硬化促進剤はコンクリートの強度向上のみならず物質移動抵抗性の向上¹⁾、ブリーディング抑制²⁾などの効果が報告されている。ブリーディングが発生することで、骨材下面にブリーディング水が滞留し、空隙が生成される等の影響を受けるため、ブリーディングを抑制することによって骨材下面の空隙を減少できる。しかし、C-S-H 系硬化促進剤の物質移動抵抗性の向上について、ブリーディングの抑制と C-S-H ナノ粒子による水和物生成効果を分離することは難しい。

本研究では、C-S-H 系硬化促進剤のナノ粒子による空隙改質効果を把握することを目的とした。ブリーディング抑制効果を持つ増粘剤を用いて、C-S-H 系硬化促進剤のブリーディング量と同一にすることで骨材下面の空隙を同等量と設定し、C-S-H 系硬化促進剤のブリーディング抑制による空隙減少を除いたナノ粒子による骨材下面の空隙改質効果の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 配合概要

本研究の配合の概要及びブリーディング量を表 1 に示す。本研究ではコンクリートの単位水量を 190kg/m^3 に設定し、通常より多量にブリーディングを発生させた。供試体は C-S-H 系硬化促進剤(ACX)を単位水量に対し 3%、5%、7% 添加した。比較対象としてブリーディング抑制していない無添加のコンクリート(N)と水溶性セルロースエーテルを主成分とする粉体の増粘剤を添加したコンクリート(WCE) を作製した。WCE は ACX のブリーディング量とほぼ同程度になるように設定し、

キーワード C-S-H 系硬化促進剤, 増粘剤, ブリーディング抑制, 透気係数, 空隙率
連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL : 03-5859-8356 E-mail : ah16054@shibaura-it.ac.jp

表 1 配合の概要及びブリーディング量

種類	W/C	単位水量W (kg/m^3)	混和剤添加量 (kg/m^3)	ブリーディング量 (cm^3/cm^2)
N1	70%	190	0	0.19
ACX3%			$W \times 3\%$	0.13
WCE0.2			0.2	0.14
N2	70%	190	0	0.22
ACX5%			$W \times 5\%$	0.09
WCE0.3			0.3	0.11
N3	70%	190	0	0.22
ACX7%			$W \times 7\%$	0.09
WCE0.45			0.45	0.10

0.2, 0.3, 0.45 kg/m^3 添加した。

ブリーディングは、打ち込み日の気温や湿度の影響をうけるため、同一ブリーディング量の ACX, WCE 対し一つずつ N1, 2, 3 を作製し、それぞれの骨材下面の空隙を比較した。

2.2 試験概要

150mm×150mm×150mm の供試体を作製し、水中養生を 7 日間実施した。その後 $\phi 100\text{mm} \times 150\text{mm}$ の円柱のコアを採取し、両端 50mm を切断し中央の $\phi 100\text{mm} \times 50\text{mm}$ を透気試験に用いた。なお供試体は、骨材下面の空隙を確認するために、打設面に対し鉛直方向と水平方向の二方向から採取した。透気試験終了後の供試体を用いてアルキメデス法を用いた空隙率試験を行った。また、 $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の供試体を作製し、圧縮強度試験を行った。

3. 試験結果と考察

3.1 透気試験

図 1 に透気試験の結果を示す。N の水平方向の透気係数は鉛直方向の透気係数より大きくなった。これは骨材下面にブリーディング水が滞留し、空隙が生成されることで水平方向が大きくなったと考える。次に ACX と WCE は、鉛直方向と水平方向の差が小さくな

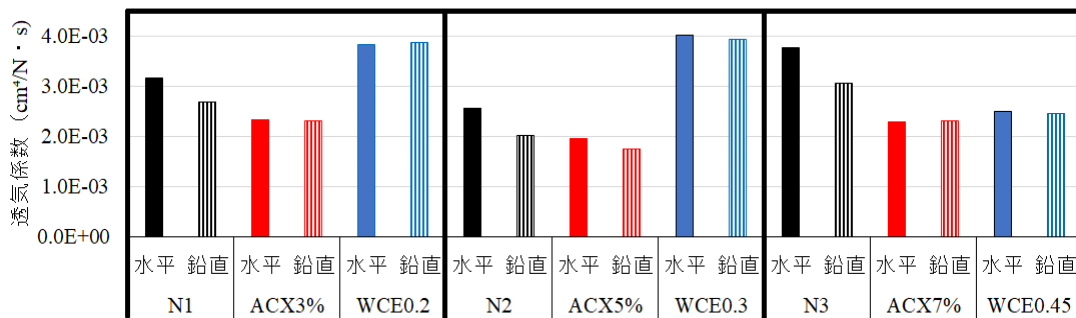


図1 透気係数

った。これは、ブリーディングが滞留することによって生じる空隙が減少したためと考える。また ACX を添加したすべて配合と WCE0.45 は、透気係数が N よりも小さくなり、ほぼ同等になった。この理由として、ブリーディング抑制による骨材下面の空隙の減少量と、ナノ粒子による骨材下面の空隙改質量が同等になったからではないかと考えた。

3. 2 圧縮強度と透気係数の関係

図2に圧縮強度と水平方向の透気係数の関係を示す。同一ブリーディング量において ACX は WCE より圧縮強度が大きくなる傾向が見られた。WCE0.2, 0.3 は、ブリーディングを抑制したが、N よりも圧縮強度が小さくなり、透気係数も小さくなった。理由として N は、ブリーディングによって排出された水量だけ W/C が低下することでマトリックス部が緻密になり、圧縮強度が高く、透気係数が低くなったと考えた。

3. 3 空隙率と透気係数の関係

図3に空隙率と水平方向の透気係数の関係を示す。ACX7%と WCE0.45 は、透気係数と空隙率に差が見られなかった。ナノ粒子によって空隙改質される空隙がブリーディング抑制によって減少するため、透気係数と空隙率の値の差が小さくなると考えた。一方 ACX3%, 5%は、同一ブリーディング量の WCE と比較すると、空隙率と透気係数がいずれも小さくなった。これは、ACX のナノ粒子がブリーディングによって生じた空隙を緻密にしたことによると考えられる。従ってこの差は ACX のブリーディング抑制による空隙減少を除いた、ナノ粒子による空隙改質の効果によって生じた差であると考えた。

4. まとめ

(1)ブリーディングによる骨材面の空隙は、透気係数の水平方向と鉛直方向の差より判断できる。

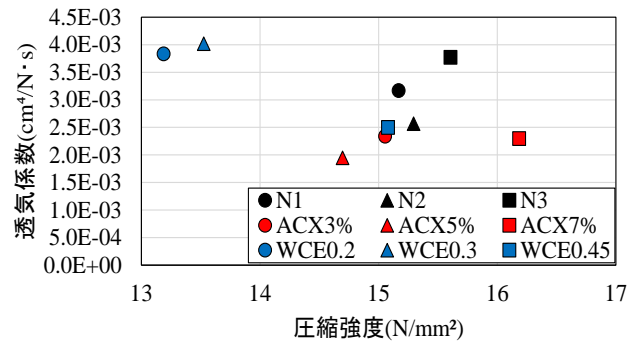


図2 圧縮強度と透気係数の関係

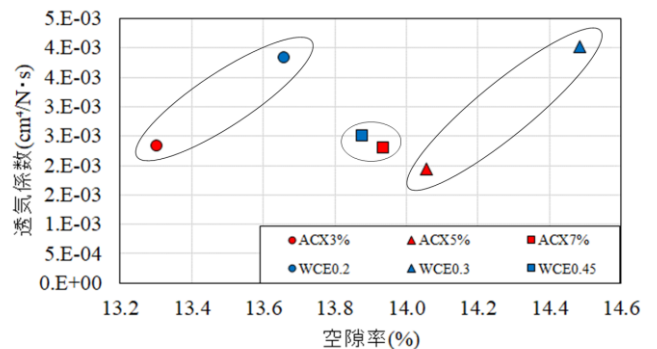


図3 空隙率と透気係数の関係

- (2) C-S-H 系硬化促進剤の空隙改質効果は、ナノ粒子によるものであり、透気係数、圧縮強度、空隙率に作用する。
- (3) 同一ブリーディング量の C-S-H 系硬化促進剤と増粘剤を比較することによりブリーディング抑制による空隙減少を除いた、ナノ粒子による空隙改質効果を把握することができた。

参考文献

- 1)深澤英将, 杉山知巳, 伊代田岳史:コンクリートの内部構造が C-S-H 系硬化促進剤に与える影響の検討, 土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会, 2019
- 2)小川広光, 井元晴丈, 小泉信一, 土谷正: C-S-H ナノ粒子を含有する早強剤の特性と効果について, 日本コンクリート工学会, Vol.53, No.7, 2015