

機能性混和剤を用いたセメント硬化体の微細構造特性

青木あすなろ建設(株) 技術研究所 正会員 ○谷口克彦 村田康平 フェロー会員 牛島栄
千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科 正会員 内海秀幸

1. 目的

シランを主成分とする含浸剤を表面に塗布し含浸させると、その含浸域が疎水性を持つ事で、吸水抑制機能が発現し、コンクリート表面に撥水性を付与することが知られている。一般に、表面に疎水性を持たせ、外部からの水分の浸透を抑制することはコンクリートの耐久性を向上させる方法の一つであり、近年、積極的に各種の含浸剤の塗布が行われている。

本研究では特に、アルキル基の有する疎水性に着目し、従来、コンクリートの表面含浸剤の材料として利用されてきたシランを主成分とする含浸剤を混和剤のように、練り混ぜ時に添加(混入)することにより、表面のみではなく、内部にも疎水性を有する高耐久性コンクリートを製造し、構造物の品質確保を図ることを目的とする。本報告では、その性能評価として水銀圧入試験を駆使し、各種形態のアルキル基を混入させた硬化セメントペーストの空隙量や空隙径分布を明らかにする。

2. 実験

2.1 使用材料と配合

用いたセメント種は JIS R 5210 に適合した普通ポルトランドセメントであり、少量混合成分添加前の状態に対してボーグ式により算出されたセメントの鉱物組成を表-1に示す。本研究で用いるシランを主成分とした機能性混和剤は、溶剤を用いて溶解した液体(A シリーズ)、エマルジョン化した液体(B シリーズ)、また、パウダー状にしたもの(C シリーズ)の三つを用いた。

配合は水セメント比を 50%と固定し、各シリーズともセメント量に対して 0.5, 1.0 ならびに 1.5%添加した。

試料は 105℃の炉乾燥で恒量になるまで水分を散逸させたのち、粒径が 2.8~4.0mm になるように粉砕して水銀圧入試験に用いた。

2.2 水銀圧入試験

水銀圧入試験は、圧入圧力 p に応じて試料空隙に浸入する水銀量 V を計測するものであり(図1参照)、試験結果として得られる水銀浸入量は試料の空隙容量を反映した値である。水銀圧入試験の結果に適用される空隙径の分布特性評価を可能とする解析理論の代表は次式に示す Washburn 式である¹⁾。

$$p = \frac{2\Phi_m \cos \theta}{r} \quad (1)$$

ここで、 r は圧入圧力 p に応じて水銀が浸入することのできる円筒形とモデル化された空隙の半径、 θ_m は水銀と円筒形空隙界面との接触角度、 Φ_m は水銀の界面張力である。

式(1)に基づき、圧入圧力に応じて水銀が浸入し得る空隙径 r が決定でき、その空隙径 r と水銀浸入量 V の関係から空隙径分布や比表面積を数値的な差分や空隙径に所定の幾何学形状を設定することにより評価することができる²⁾。

表-1 使用セメントの鉱物組成(ボーグ式)[%]

C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
52	22	8	8

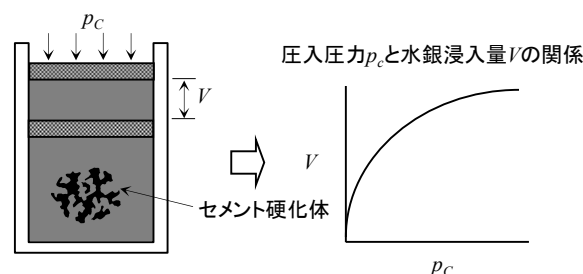


図1 水銀圧入試験の概要

キーワード 機能性混和剤, 空隙径分布, シラン, 表面含浸剤, 微細構造

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 36-1 青木あすなろ建設(株) 技術研究所 材料研究部 TEL 029-877-1116

2.3 実験結果

図2に水銀圧入試験より得られた空隙径分布の結果を示す。図2における Plain は添加していない普通の硬化セメントペーストである。A シリーズについては、添加量に応じた空隙径分布の相違はほぼないが、B シリーズならびに C シリーズについては、1.0%での添加において代表的な空隙径のピークにおける値が最も高い値を示す傾向にある。また、A、B、C シリーズともに、Plain と比較して空隙径の分布幅が広がった。

図3には空隙容量、比表面積、代表空隙径の関係を示す。図3(a)より、空隙容量は添加していない Plain と比較し、シランを主成分とした機能性混和剤を添加したものは倍以上に増加した。図3(c)より、代表空隙径についても B シリーズ以外は各添加量ともに5倍程度に増加している。しかし、図3(b)より、比表面積は機能性混和剤を添加することにより減少している。空隙容量が増加しているにもかかわらず比表面積が減少しているのは、一般にフラクタル特性の高い複雑な空隙の形状やネットワークが、機能性混和剤の添加の影響により画一的で単純な幾何学形状やネットワーク構造に変化したためと思われる。

3. まとめ

シランを主成分としたアルキル基を有する機能性混和剤を添加することで、空隙径および空隙量、比表面積に大きな影響を与えることが確認できた。空隙径分布においては、A シリーズでは添加量による相違は確認できていない。しかし、B 及び C シリーズでは添加量に応じ、代表的な空隙径の 400~500 Å 付近のピークの値が変化することが確認できた。

今後はより添加量を低減させた場合での実験において、撥水性や圧縮強度の検討、さらには、電子顕微鏡による硬化セメントペースト内部の観察も実施し、最適な添加量について検討を行う。

参考文献

- 1) E. W. Washburn : The dynamics of capillary flow, The Physical Review, Vol. XVII, No. 3, pp.273-283, 1921.
- 2) S. Modry, M. Svata, J. VAN. Brakel : Thematic bibliography of mercury porosimetry, Powder Technology, 29, pp. 13-43, 1981.

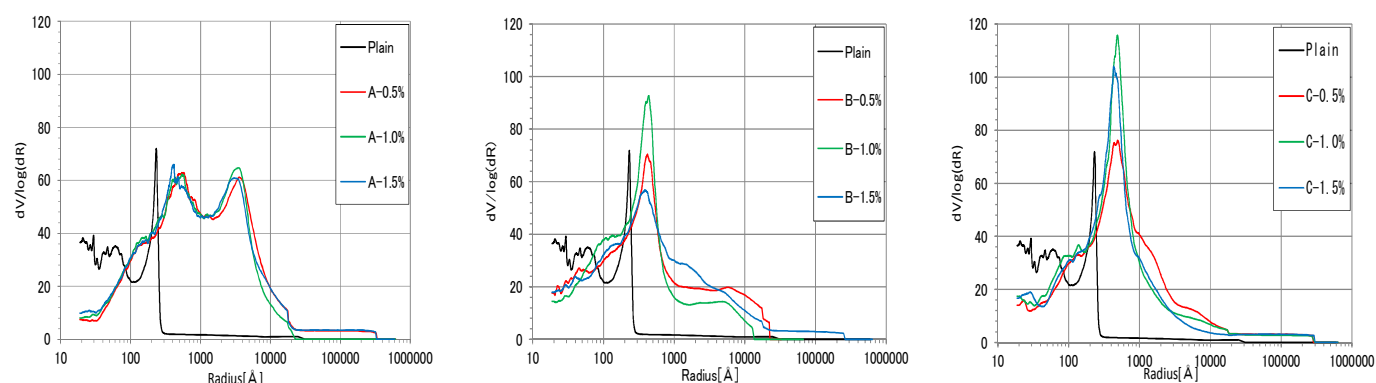


図2 空隙径分布(水銀圧入試験)

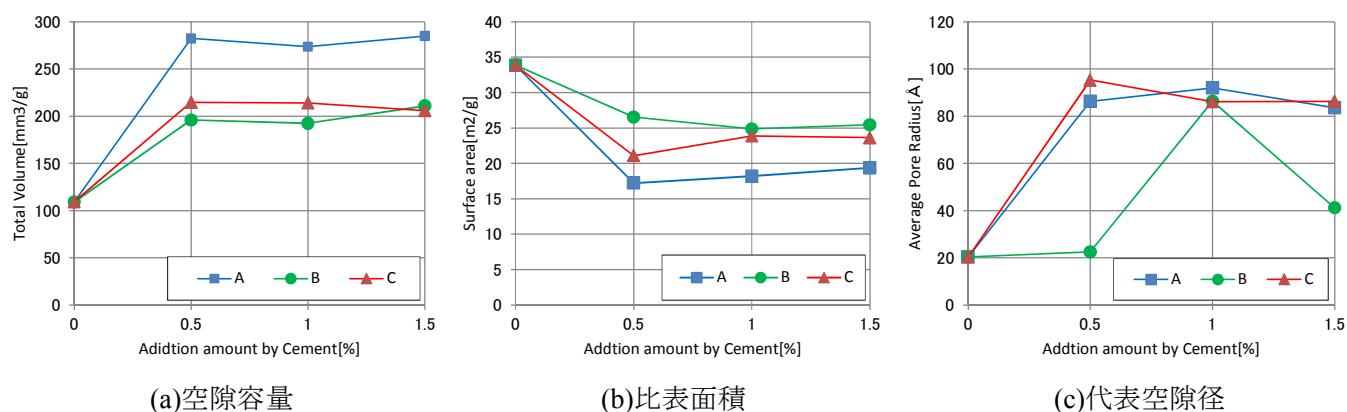


図3 添加量に対する空隙容量、比表面積、代表空隙径の変化(水銀圧入試験)