

化学混和剤がセメント硬化体の空隙構造形成に及ぼす影響に関する基礎的研究

○(株)エヌエムビー 中央研究所 正会員 杉山 知巳
東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター F会員 魚本 健人

1. はじめに

現在、コンクリートの品質向上のために、単位水量の低減、連行空気量の調整、施工性の確保、凝結時間の調整などを行われており、そのために用途に応じた様々なタイプの化学混和剤の使用が必要不可欠となっている。

その化学混和剤に関する研究としては、減水効果や凝結時間の調整などのフレッシュに関する研究が多く、コンクリートの硬化物性や耐久性に及ぼす影響に関する研究は数少ないのが現状である。そこで本研究においては、化学混和剤の中でも最も頻繁に使われている減水剤系の混和剤を用いたセメントペーストについて、初期材齢における空隙径分布および結合水量を測定することにより、混和剤の分散性、凝結遅延効果と空隙構造の形成の関係についての整理を試みた。

2. 実験の概要

1) 使用材料および配合

実験には、AE 減水剤および高性能 AE 減水剤それぞれの代表的な主成分である、リグニンスルホン酸塩（以下 LS）およびポリカルボン酸塩（以下 PC）を使用した。また、ペーストの配合およびフローを表1に示す。なお、セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³）を使用した。

2) 測定項目および測定方法

材齢 1,2 および 7 日において、各ペーストの空隙径分布、結合水量および材齢 1 日において各ペース

ト硬化体の SEM 観察をおこなった。測定方法は以下に示す。

① 空隙径分布

粗粉碎し、5mm～2.5mm の範囲を篩い分けした試料を、水銀圧入式ポロシメータにより測定した。

② 結合水量

微粉碎し、105℃で乾燥した試料について 600℃の強熱減量を測定し、結合水率を測定した。

③ SEM 観察

空隙分布測定用の試料を用い SEM 観察を行った。

3. 結果および考察

1) 空隙径分布

空隙径分布測定結果を図1に示す。また、空隙径分布曲線が上昇し始める空隙径をしきい径と呼ぶ。

いずれのセメントペーストも、材齢の経過とともにしきい径と総空隙量が減少しており、空隙構造が緻密化しているのが見て取れる。

また、PL35%と PC075 とを比較すると、材齢の経過に伴うしきい径および総空隙量の変化が類似しており類似した空隙構造を形成していると考えられた。それに対して、LS500 は各材齢でのしきい値、総空隙量が他の2つと比較して大きく、粗な空隙構造を形成していると考えられた。

2) 結合水率

各材齢における結合水率の測定結果を図2に示す。

図より明らかなように、LS500 のみが他の二つより結合水率が低く、LS を使用すると材齢 7 日程度までは水和反応が阻害されることが示唆された。

また、PL35%と PC075 の結合水率はいずれの材齢においてもほぼ同等であるのに対し、LS500 のみが低いという挙動は、上記の空隙径分布の挙動と一致しており、空隙径分布は水和の進行度合いに大きな影響を受けていると考えられる。

表1 セメントペースト配合およびフロー

記号	W/C (%)	混和剤	添加量 (Cx%)	ペーストフロー (mm)
PL35%		—	—	120
PC075	35	PC	0.075	300
LS500		LS	0.50	310

キーワード：化学混和剤、ポリカルボン酸塩、リグニンスルホン酸塩、空隙径分布、結合水率、SEM

連絡先：〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 Tel: 0467-87-8080 Fax: 0467-82-6299

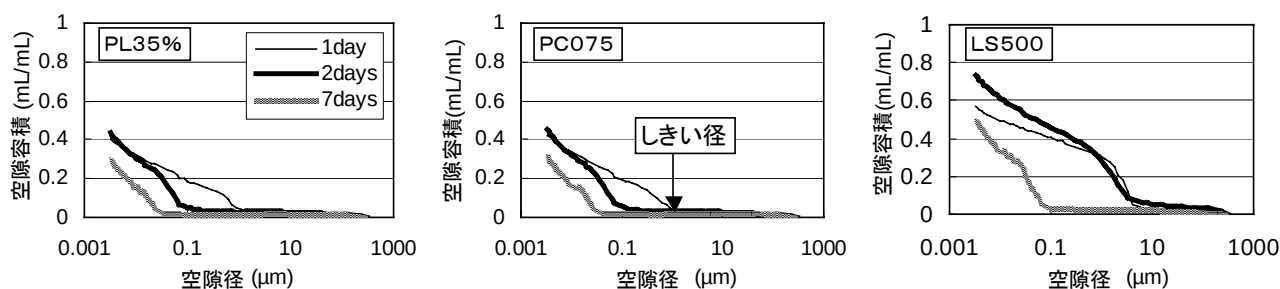


図1 空隙径分布

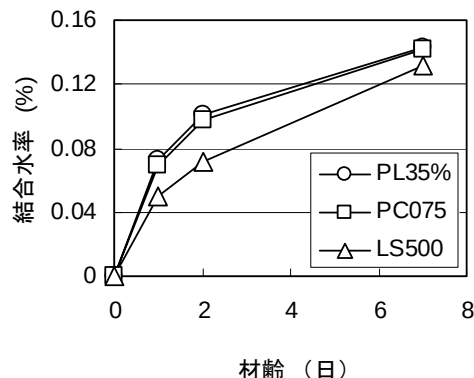


図2 結合水率

3) SEM 観察

材齢1日の各硬化体の SEM 観察写真を図3に示す。

空隙構造および結合水率が類似していた PL35%と PC075 の SEM 写真を比較すると、両者の形態は非常に異なっていた。PL35%では、粒子が隙間なく配置されており、水和生成物により全体が一体化し始めている。一方、PC075 では、微細粒子まで分散している様子が観察され、更にそれぞれの粒子から、他の条件とは異なる、非常に細長い針状結晶の成長が認められた。

つまり、この両者の空隙径分布は類似していても実際の空隙構造は全く異なっており、両者の空隙構造形成過程は異なると考えられる。

すなわち、PL35%ではフロー値からもわかる様に、分散が十分でなく、硬化体中でセメント粒子が隙間無く配置されるため、比較的緻密な構造を形成する。一方、PC075 では、PC の高い分散性により、セメント粒子が非常に細かく均一に分散されており¹⁾、その配置から微細な水和生成物が多量に析出し、粒子間を隙間無く充填するため、比較的緻密な構造を形成すると考えられる。

また、LS500 では微細な粒子が粗大な粒子に取り込まれる様な形で凝集しているのが観察された。すなわち、LS500 の分散状態は、いくつかのセメント粒子が凝集した状態で分散しており¹⁾、更に混和剤の特性である凝結遅延効果により、初期材齢において粗な空隙構造を形成しているものと考えられた。

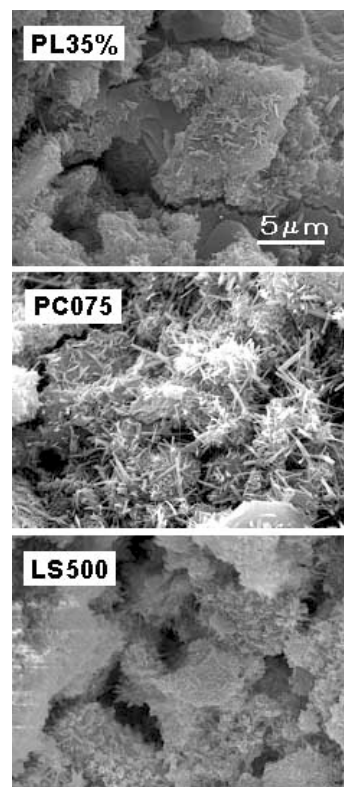


図3 SEM 写真(5,000 倍)

4. まとめ

混和剤の分散性、凝結遅延効果と空隙構造の形成の関係についての整理を行う目的で種々の検討を大なった結果、以下の知見が得られた。

- ① PL35%と PC075 の材齢の進行に伴う空隙構造および結合水率の変化は、類似している。
- ② しかしながら、SEM により観察した PL35%と PC075 微細構造は、非常に異なっており、両者は空隙構造形成の過程は異なると考えられる。
- ③ LS500 では、混和剤の特性に起因する、セメント粒子の凝集と水和反応の遅延のために、初期材齢において粗な空隙構造を形成している。

[参考文献]

- 1) 杉山知巳ほか：セメント硬化体の空隙構造に及ぼす化学混和剤の影響、第 55 回セメント技術大会講演要旨、pp.56-57、(2001)