

ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の分散効果と硬化体の細孔構造に関する研究

(株)エヌエムビー 正会員 ○杉山 知巳
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. 目的

近年コンクリート構造物の安全性、信頼性を確保するために、低水セメント比のコンクリートが注目されるようになり、高い分散性と分散保持能力を有する、ポリカルボン酸系セメント分散剤（PC）を主成分とした高性能 AE 減水剤の重要性が非常に高まっている。また、セメント硬化体の細孔構造はコンクリートの耐久性を考える上で非常に重要である¹⁾。我々は、PC を用いるとセメント硬化体の細孔構造が緻密になり、混和剤無添加の場合と比較して、同一結合水率における圧縮強度が増加する傾向があり、その要因として PC の高い分散作用が影響していると考えられることを報告している^{2,3)}。

本論文は、PC による分散作用を、セメントペーストの粒度分布により評価するとともに、今までに得られている空隙構造の測定結果から、PC の分散効果が空隙構造形成に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 = 3.15g/cm³)を、細骨材は富士川水系産陸砂(密度=2.63g/cm³)を使用した。化学混和剤として、ポリカルボン酸系セメント分散剤(アクリル酸系、図 - 1 参照)を使用した。また、PC の添加量は標準添加量とその 5 倍量として検討を行った。

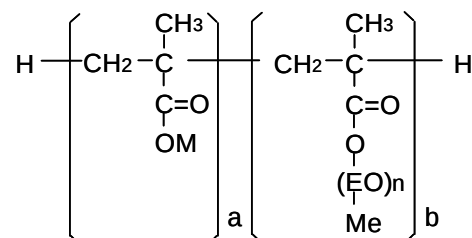


図 - 1 PC の化学構造式

(2) 試験方法

a) セメントペーストの粒度分布測定

混和剤無添加(PL)および PC の添加量を標準添加量(PC-n; C × 0.15%)とその 5 倍量(PC-5n; C × 0.75%)とした W/C=0.55 のセメントペーストを、調整直後にエタノール中で超音波分散を行わずにレーザー回折式粒度分布測定装置により粒度分布を測定した。

b) 細孔径分布の測定

W/C=0.55, S/C=3.0 のモルタルについて、PC の添加量をセメントペーストの場合と同一とし、硬化体から 5mm ~ 2.5mm の範囲を篩い分け、アセトンにより水和を停止した。その後、試料を真空乾燥し、水銀圧入式ポロシメータにより細孔径分布の測定を行った。

3. 結果および考察

(1) セメントペーストの粒度分布

PC を添加したセメントペーストの粒度分布測定結果を図 - 2 に示した。図中の OPC は普通ポルトランドセメントをエタノール中で超音波により 1 分間分散してから測定した結果であり、凝集のないセメント粒子の粒度分布を示していると考えられる。

PL と OPC とを比較すると、PL のほうが小径の粒子が少なくなり、粒度分布が大径側へシフトしている傾向が認められる。すなわち、PL では微小粒子が、粗大粒子に取り込まれる形で凝集していると考えられた。

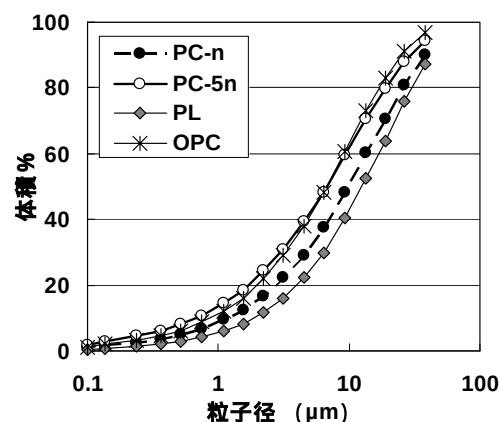


図 - 2 セメントペーストの粒度分布

キーワード； ポリカルボン酸系セメント分散剤、分散凝集、粒度分布、細孔径分布

連絡先； 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 7 2 2 (株)エヌエムビー中央研究所 TEL:0467-87-8080

また、PC を添加すると小径の粒子が増加する傾向にあり、凝集状態がほぐれている状況が認められ、更に過剰域まで添加すると、粒度分布は OPC とほぼ同等となることから、PC には凝集構造をほぐす作用があり、多量に添加すれば凝集構造がほとんどなくなるまで粒子を分散できると考えられた。

(2) 細孔径分布の測定

測定したモルタルの累積細孔径分布曲線を図 - 3 に示す。細孔径分布曲線が急激に立ち上がる細孔径をしきい径と呼び、細孔の大きさの指標とし、最小径まで累積した細孔量を総細孔量と呼び、細孔量の指標とした。

(3) 凝集状態と細孔構造の関係

粒度分布の結果から、セメント粒子は小さな粒子が大きな粒子に取り込まれるように凝集するために、凝集粒子が多いと大径粒子の体積頻度が増加すると考えられる。そこで、粒度分布と細孔構造との関係として、各ペーストの $10\mu\text{m}$ 以上の粒子の体積頻度と、総細孔量、しきい径との関係を図 - 4 に示す。

しきい径と $10\mu\text{m}$ 以上の粒子の体積分布の関係は、材齢 1 日、28 日のいずれにおいても高い相関係数を示した。また、総細孔量と $10\mu\text{m}$ 以上の粒子の体積分布との関係は、いずれの材齢でも相関係数が小さかった。

これらの結果から、凝集程度が高い場合には、粗大粒子間に形成される大きな空隙を充填する微小粒子が少なくなり、平均粒子間距離が大きくなるために、初期材齢において形成する空隙径が大きくなることが考えられた。また、材齢が進行し水和物により空隙が充填されても、初期の凝集程度と空隙径との関係は保たれている。

凝集程度と細孔量については、明確な関係が得られなかったが、相関係数が低いながらも、材齢の進行とともに増加する傾向が認められる。凝集程度が高くなると、材齢が進行しても充填しきれない凝集構造中の細孔量が増加することから、初期の凝集程度が長期材齢の空隙量に影響を及ぼすことも考えられる。

4. まとめ

- ・ PC 添加時では、凝集構造を破壊するように分散力が働き、過剰に添加すると凝集構造がほとんどなくなるまで粒子を分散することが出来る。
- ・ PC による分散効果は、形成する空隙構造に影響を及ぼしており、特に PC の添加により変化するセメント粒子の凝集度合いは、硬化体中に形成する細孔の大きさに影響を及ぼすと考えられる。
- ・ 凝集程度と細孔量の間に明確な関係は認められなかった。

【参考文献】

- 1) 古澤靖彦：コンクリート中の物質移動評価に関する研究の現状，コンクリート工学，Vol.37，No.4，pp.3-11(1999)
- 2) 杉山知巳，魚本健人：化学混和剤がセメント硬化体の空隙構造に及ぼす影響，生産研究，Vol.54，No. 6，pp.424-427(2002)
- 3) 杉山知巳，魚本健人：ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤用いたモルタルの強度発現性および空隙構造，第 58 回年次学術講演会講演概要集，pp343-344(2003)

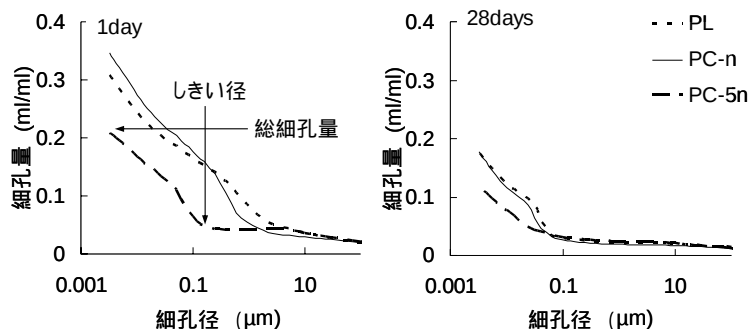


図 - 3 モルタルの細孔径分布

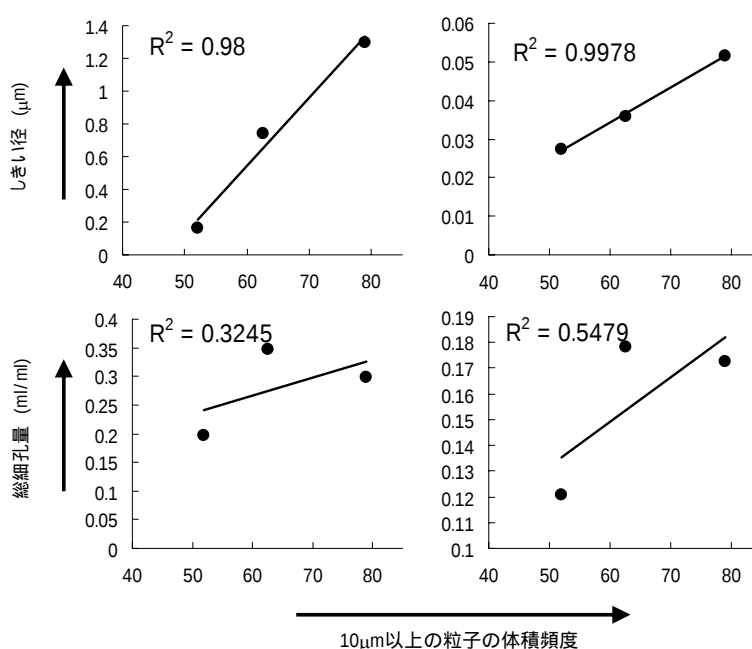


図 - 4 凝集状態と細孔構造の関係