

ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を用いたモルタルの強度発現性および空隙構造

エヌエムビー 正会員 ○杉山 知巳
 東京大学 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多く使用されるようになり、高い分散性と分散保持能力を有する、ポリカルボン酸系分散剤(PC)を主成分とする高性能 AE 減水剤の重要性が非常に高まっている。PC に関しては、フレッシュ時のセメントに対する吸着・分散特性に関する研究は数多く行われているが、硬化後の物性や、空隙構造に関する研究はあまり行われていない。

セメント硬化体の空隙構造は、強度発現性や物質透過性に影響を与えることが知られており、セメント組成物の耐久性を論じる上で、その空隙構造に関する知見を得ることは、非常に重要である。

そこで本研究においては、化学混和剤として特に PC に着目し、PC を添加したモルタルの空隙構造に関する基礎的な知見を得るために、結合水率、強度発現性および空隙径分布などについての検討を行った

2. 実験の概要

(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

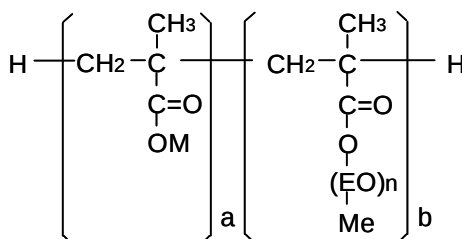


図 - 1 PC の化学構造式

表 - 1 モルタルの配合およびフロー

記号	W/C (%)	S/C	PC添加率 (Cx%)	モルタルフロー (mm)
PL	55	3.0	-	103
PC-0.5n			0.075	117
PC-n			0.15	269
PC-5n			0.75	-
PC-10n			1.50	-

表 - 2 実験項目および実験方法

結合水率	微粉碎したモルタルを105℃で乾燥したものを試料とし、600℃での強熱減量値を結合水とし、試料中のセメント量に対する比率を結合水率とした
圧縮強度	φ5X10cmの試験体により圧縮強度試験を行った
空隙径分布	モルタルを2.5～5mmの大きさに粗粉碎し、アセトンで水和を停止した後、真空乾燥を行った試料を用い、水銀圧入試験ポロシメータにより、空隙径分布を測定した。
SEM観察	空隙径分布測定用の試料を用い、SEM観察を行った。

散剤(アクリル酸系、図 - 1 参照)。を使用した。また、PC の添加量はセメント重量に対して 0.15%を標準とし、その 0.5 倍、5 倍および10倍量について検討を行った。モルタルの配合、PC の添加量およびその時のモルタルフローを表 - 1に示す。

(2) 実験項目および実験方法

実験は、上記モルタルについて所定の材齢において結合水率、圧縮強度、空隙径分布および硬化体の SEM 観察を行った。各実験方法を表 - 3に示す。

3. 結果および考察

(1) 結合水率

材齢の進行に伴う結合水率の変化を図 - 2に示す。PC-0.5n、PC-n は PL とほぼ同様の結合水率の変化を示しており、標準的な添加量範囲(0.5n、n)においては、PC の添加により水和反応はほとんど遅延しないことが確認された。また、PC を過剰に添加した PC-5n および PC-10n は各材齢において PL より低い値を示した。このことから、PC を過剰に添加すると、液相中に残存する多量の PC 分子¹⁾の影響により水和反応が阻害されていることが示唆された。

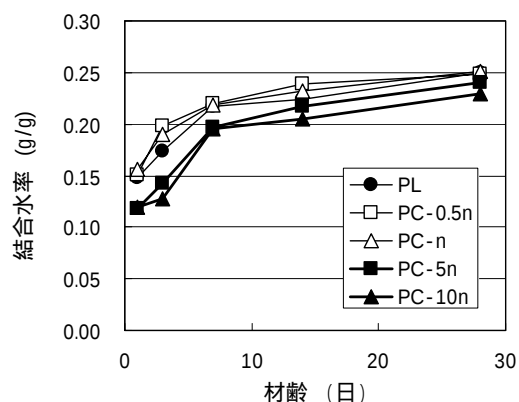


図 - 2 結合水率の経時変化

キーワード：ポリカルボン酸系分散剤、強度発現性、結合水率、ポロシティー、SEM

連絡先：〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 (株)エヌエムビー 中央研究所

: 0467-87-8080

(2) 圧縮強度

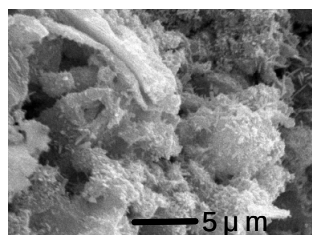
図 - 3 にモルタル硬化体の結合水率と圧縮強度関係を示した。図より明らかなように、標準的な添加量以内(0.5n, n)では強度発現性は PL とほぼ同等であるが、PC を過剰添加した場合(5n, 10n)、同一結合水率に対する圧縮強度は PL と比較して高い値を示した。このことから、PC の過剰添加域においては、無添加の場合と比較してモルタルの空隙構造が変化している可能性が考えられた。

(3) 空隙径分布

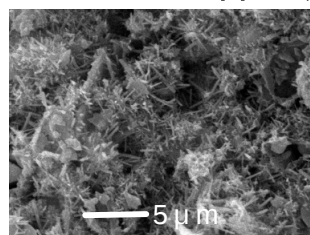
図 - 4 にモルタル硬化体の結合水率と総細孔量の関係を示す。図 - 3 で圧縮強度の高かった PC-5n および PC-10n は、同一結合水率に対する総細孔量が、他に比べて低い値を示した。このことから、PC 過剰添加域で高い強度発現性を示したのは、空隙構造が緻密になっていることが原因であると考えられた。

(4) SEM によるモルタル硬化体の観察

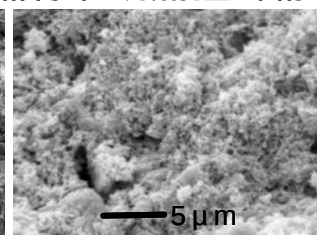
写真 - 1 に、PL、PC-n および PC-5n の材齢1日における硬化体の SEM 観察写真を示す。セメント粒子の分散状態および空隙構造形成の初期段階の状態が確認できると考えられる材齢1日の SEM 観察写真において、比較的大きな凝集構造が認められる PL に対して、PC-n では、PC の分散作用により小さな粒子まで分散し、その表面から針状結晶が生成しているのが確認された。



PL 1日



PC-n 1日



PC-5n 1日

写真 - 1 モルタル硬化体の SEM 観察写真

また、PC-5n においては、PC による過度な分散により、セメント粒子間に空隙が少なく、セメント粒子の初期配置や、生成水和物などにより、材齢1日で既にある程度緻密化されていることが確認された。

(5) 総細孔量と圧縮強度の関係

図 - 5 にモルタル硬化体の総細孔量と圧縮強度の関係を示す。

PC を過剰添加している PC-5n と PC-10n は、他の条件と比較して、同一結合水率に対する圧縮強度は高い値を示したが、同一総細孔量に対する圧縮強度は逆に低い値を示した。この要因は未だ明らかではないが、空隙構造の違いによる影響の他に、フレッシュ時に味吸着のまま残存している PC 分子¹⁾の影響などが考えられる。

4. まとめ

化学混和剤としてポリカルボン酸系セメント分散剤を添加した場合、添加量が標準的な範囲内であれば、PC を添加しても水和の進行や、それに伴い形成される空隙構造に大きな影響は及ぼさず、強度発現性も無添加の場合と比較してほぼ同等となる。しかしながら、化学混和剤の添加の影響が顕著に表れると考えられる過剰な添加量域においては、PC の過度な分散作用により初期材齢から空隙構造が緻密化され、その状態から水和生成物が生成するため、最終的な空隙構造はかなり緻密になり、結果として、高い強度発現性が得られると考えられる。

【謝辞】; 本実験を行うに当たり、多大な協力を頂いた、芝浦工業大学4年森下正氏に感謝の意を表します。

【参考文献】; 1) A. Ohta et.al, "Fluidizing Mechanism and Application of Polycarboxylate-Based Superplasticizer", Fifth CANMET/ACI International conference on superplasticizers and other chemical admixtures in concrete, pp.358-378, (1997)

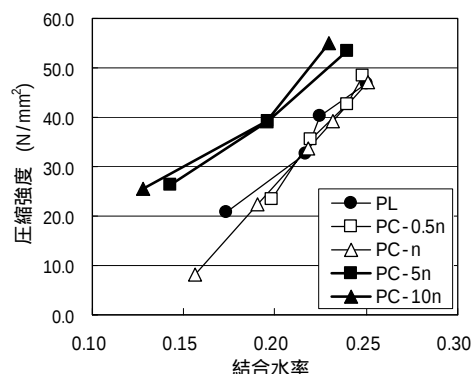


図 - 3 結合水率と圧縮強度の関係

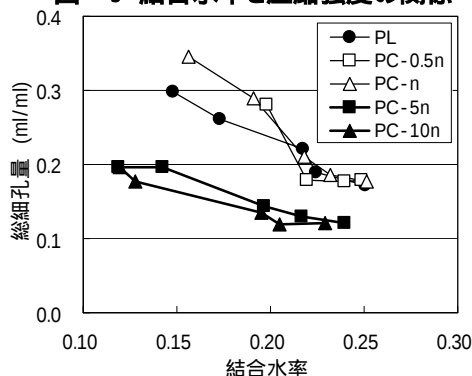


図 - 4 結合水率の総細孔量の関係

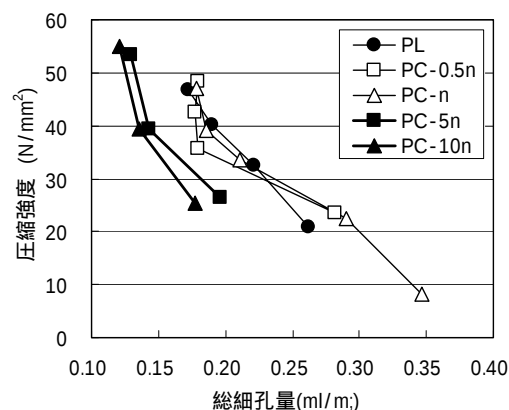


図 - 5 総細孔量と圧縮強度の関係