

新規ポリマー硬化体の水分挙動における空隙特性の把握

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○大橋 優樹
株式会社カネカ 神田 季彦

芝浦工業大学大学院 学生会員 八尋 瑠奈
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

近年、塩害や中性化による鉄筋コンクリート構造物の劣化によるコンクリートのひび割れや剥落事故が報告されている。ストック型社会の関心が高まり、現有の劣化した構造物を適切な維持管理し必要に応じて補修・補強することが求められ、ポリマーセメントモルタルなど物質移動抵抗性に優れた材料が開発されている。通常のポリマーセメントモルタルは、ポリマー粒子同士の融着によって形成されるポリマーフィルムによって物質移動抵抗性が向上するが、ポリマー粒子の凝集で形成されるため、硬化体内におけるフィルムの存在の偏りが懸念される。そこで本研究では、新たに開発された高分散型コアシェルポリマーの使用を試みた。このポリマーは、図-1に示すようなコア層のゴムをセメントとの親和性を付与した硬いシェル層が覆う二層構造で優れた分散性を発揮する。硬いシェルは、粒子同士の融着を抑制し、フィルムを形成しないことが分かっている。このポリマーを使用した硬化体は高い防水性を示すが、未だそのメカニズムは得られていない。そこで、本研究ではコアシェルポリマーによる水分挙動の把握の為、物質移動抵抗性向上に寄与するとされる各種混和材を用いた比較実験を行った。

2. 供試体諸元

表-1にモルタルの配合を示す。水セメント比:50%, 質量比をセメント:細骨材=1:2.3 で一定とした。ここで混和材として、コアシェルポリマー(CS), 従来品(SP), シリカフューム(SF)を用いた。なお、ポリマーは固形分濃度を考慮し、固形分量で C×5%とした。また、ポリマーエマルジョンに含まれる界面活性剤により過剰に空気が混入することを防ぐため、消泡剤を使用した。

表-1 配合表

配合		W/C	S/C	P/C	消泡剤
N		50	2.3	-	-
SF				C×5	-
CS	コアシェル型			5% (固形分量)	P×10%
SP	フィルム型				

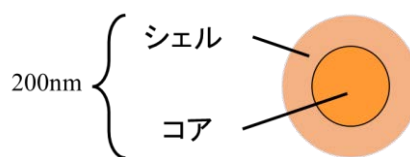


図-1 高分散型新規ポリマーイメージ図

3. 試験概要

モルタル打設後、材齢 1 日で脱型し、水中養生を 3,7,28,56 日間実施し、養生日数の異なる供試体を用いて、以下の試験を実施した。

(1) 水分逸散試験

40×40×160mm のモルタルバーを作製し、養生終了後、20°C, RH60%の環境下で静置し、定期的に質量を測し、水分の逸散度を算出した。

(2) 水分浸透試験

φ50×100mm の円柱供試体を作製し、養生終了後、供試体を 40°C, RH30%の環境下で静置し、質量が恒量になるまで乾燥させた。供試体は二面開放とし、側面をアルミテープでシールした。底面から 1cm を水に浸漬させ、開始から 5,24,48 時間後に取り出し質量を計測した。浸漬前後の質量増加量を浸透量とし、水分浸透速度係数を算出した。

(3) 空隙率試験

水分浸透試験で使用した供試体の試験片を用い、アルキメデス法により空隙率を算出した。

4. 試験結果および考察

(1) 養生日数による水分逸散の傾向

キーワード: ポリマー, コアシェル, 水分浸透, 水分逸散, 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 03-5859-8356 Email:mh21009@shibaura-it.ac.jp

図-2 に養生 3,28 日後からの質量の経時変化を 500 時間まで計測し算出した逸散度を示す。養生 3 日において, SF は逸散度が初期に急激に増加した。また, CS 及び NP は N と比較すると, 逸散度が小さい結果を示した。これは, ポリマー添加により, 空隙が充填されることで水分の逸散速度が緩やかになったと推察される。養生 28 日ではいずれの配合において逸散度が緩やかになっており, 水和反応によって緻密化されたと考えられる。

(2) コアシェルポリマーによる水分浸透抑制効果

図-3 に水分浸透速度係数と養生日数の関係を示す。養生 28 日において水分浸透速度は, SF はポズラン反応によって N よりも減少した。また, CS 及び NP は共に N 及び SF より減少し, フィルムの形成に関わらずポリマーは水分浸透を抑制することが確認された。養生 3 日は粗大な空隙が多いが, ポリマーや SF を添加することで空隙が複雑化し, 水分浸透が抑制されたと推察される。

(3) 空隙率と水分挙動の関係

図-4 に養生日数ごとの空隙率試験の結果を示す。いずれの配合も N より小さい空隙率を示した。CS は N と同じ減少傾向を示したが, 異なる養生日数でも供試体内に含まれるポリマー量は一定であるため, 空隙量に対するポリマー量が増加し, N よりも空隙率が減少したと考えられる。SF は養生 7 日から 28 日にかけて減少傾向が大きくなり, セメントの水和反応によって空隙が減少したと考えられる。また, 養生 56 日では, 養生 28 日と比較して比較的近い空隙率を示した。これは, 水和がある程度終了したことによるものであると考えられる。

5. コアシェルポリマーによる水分挙動の把握

長期養生において, CS は SF よりも空隙率が大きい結果を示したが, 水分浸透及び水分逸散の結果に良否が示された。つまり, CS は SF よりも複雑な空隙構造であると推察される。図-5 に水分逸散時のコアシェル粒子挙動のイメージ図を示す。養生時は, シェル層の親和性により液相に均一に分散している。CS は反応性物質でないことから空隙内で固定化されず, 逸散等の水分挙動により浮遊する粒子が空隙内で停滞し, コアシェル粒子が空隙内を水分挙動に合わせ移動すると考えられる。これにより防水効果を発揮すると考えられる。

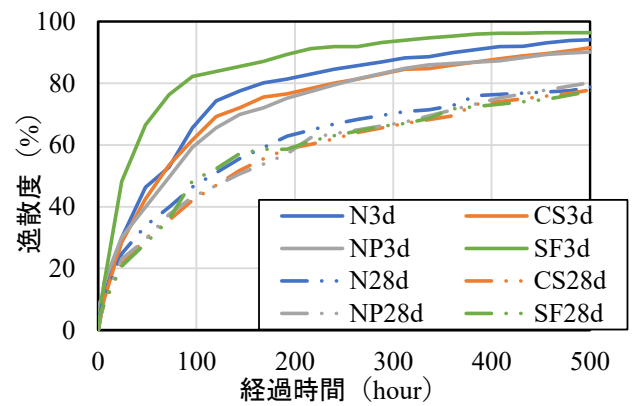


図-2 500時間までの逸散度

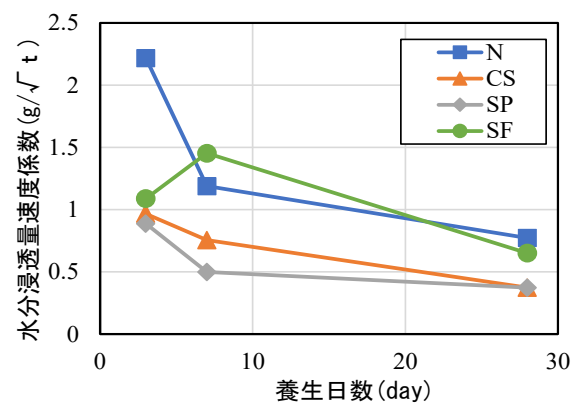


図-3 水分浸透速度係数の結果

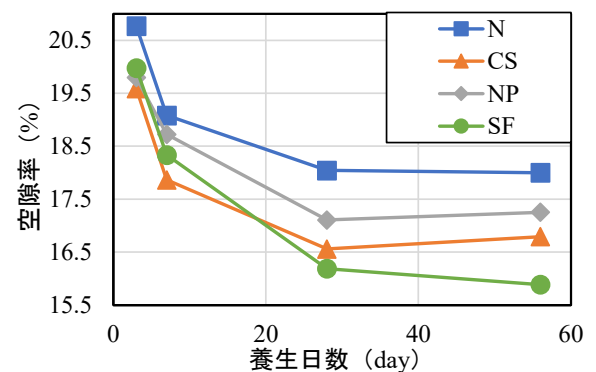


図-4 空隙率試験の結果

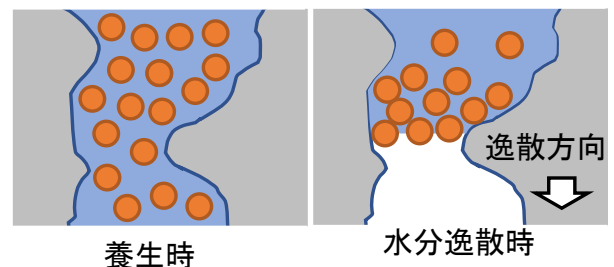


図-5 コアシェル粒子挙動のイメージす

参考文献

- ・出村克宣, 有機ポリマーの混和によるセメント系複合材料の改質機構, 無機マテリアル, Vol. 5, Nov. 542-550, 1998