

分散型新規ポリマーを用いた硬化体の物質移動特性に関する検討

芝浦工業大学 工学部 土木工学科

株式会社カネカ Performance Polymers (MOD) Solutions Vehicle

株式会社フローリック 技術本部

芝浦工業大学 工学部 先進国際課程 兼任 土木工学科

○八尋 瑠奈

神田 季彦

西村 和朗

伊代田 岳史

1. はじめに

近年、維持管理すべき構造物の増加に伴い劣化した鉄筋コンクリート構造物の補修の需要が拡大している。鉄筋が腐食している場合には、劣化部を除去し鉄筋に防錆処理を施す断面修復工法が用いられることが多い。断面修復材には強度等の物理的特性だけでなく、耐久性も要求される。耐久性に関しては、物質の移動経路である空隙を減少させ劣化因子の侵入を抑制することが重要である。これらの要求性能を満たすことからポリマーセメントモルタルが断面修復材として広く使用されており、ポリマーセメントモルタルはモルタルに混入させたポリマー粒子が乾燥を経ることで、粒子同士で融着しポリマーフィルムを形成する。このフィルムが空隙内部に存在することで物質移動抵抗性が向上することが分かっている¹⁾。しかしこのフィルムはポリマー粒子が凝集することで形成されるためモルタル内で偏りが生じているのではないかと考えられる。そこで本研究では図-1のような新規に開発された高い分散性を有するコアシェルポリマーの使用を試みた。コアシェルポリマーは、コアとシェルの二層により構成されており、シェル層にセメントとの親和性を付与し、性能を分け最適化することで分散性を発揮させることができる。コアシェルポリマーを添加したモルタルにおける物質移動抵抗性及び空隙構造の違いについて物質移動試験、空隙率試験により検討を行う。

2. 試験概要

2. 1 使用材料と配合

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。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、ラテックス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、消泡剤をラテックスに対して 10% 使用した。ここではコアシェルポリマーを CS、従来型を NP とする。

2. 2 試験項目及び試験方法

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。

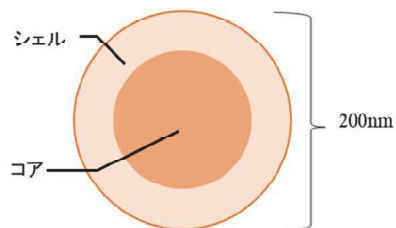


図-1 分散型新規ポリマーイメージ図

表-1 モルタルの配合

配合		W/C	S/C	P/C	消泡剤
N		50	2.3	-	-
CS	コアシェル型			5%	10%
NP	従来型			(固形分量)	

(1) 水分浸透試験

φ50×100mm の円柱供試体を作製し、養生終了後 40℃、RH30% の環境下で静置し、質量が恒量になるまで乾燥させた。供試体の側面をアルミテープでシールし二面開放とした。質量を計測した後、底面から 1cm を水に浸漬させ、開始から 5、24、48 時間後に取り出し再度、質量を計測した。浸漬前後の質量変化量を水分浸透量とした。

(2) 透気試験

φ100×20mm の円盤供試体を作製し、アウトプット法により実施した。養生終了後 40℃、RH30% の環境下で静置し、質量減少が恒量になるまで乾燥させた。0.1MPa で空気を圧入し、水上置換法により透過量を測定し、ダルシー則を用いて透気係数を算出した。

(3) 空隙率試験

水分浸透試験で使用した試験片を 25mm 角程度に破碎し、絶乾質量を計測後、真空デシケーターにより飽水状態とした。飽水質量と水中質量を計測し、アルキメデス法により空隙率を算出した。

3. 試験結果および考察

3. 1 物質移動試験

図-2 に養生 28 日における水分浸透量を示す。ポリマーの種類によらず水分浸透を抑制した。また、水分浸透量は浸透時間の平方根に比例しており、 $\sqrt{t}$ 則の挙動が認められた。この傾きを水分浸透量速度係数として図-3 に

示す。さらに透気試験より算出した透気係数の結果を同じく図-3に示す。配合によらず、養生日数の増加に伴い水分浸透速度係数及び透気係数は減少していることが分かる。また、養生日数が短いとCSの改善はNPに劣るが、養生日数が長い場合は、NPと同等程度であることが確認できた。つまり、養生により物質移動抵抗性に与える影響が変化したと考えられる。

3. 2 空隙率との関係

図-4に空隙率と透気係数の関係を示す。配合によらず養生日数が増加すると空隙率の減少に伴う透気係数の減少が認められたが、その傾向には差異が生じていることが分かる。NPは養生3日からNやCSと比較し大きく減少しており、養生日数の経過に伴い緩やかに減少が認められた。一方、CSは養生日数が短い場合では、Nに近い減少傾向を示した。さらに空隙率が同等であっても配合により透気係数が異なることから、空隙の特徴に違いが生じていることが推察される。

3. 3 空隙構造に関する考察

普通ポルトランドセメント(N)を使用した場合、養生日数の増加に伴いセメントの水和反応が進行し空隙径は小さくなる。そのため、Nの減少傾向は空隙径の減少に伴うものであると考えられる。養生が短い場合ではセメントの水和反応が十分ではなく粗大な空隙が形成されているのにも関わらず、透気係数が改善していることから、NPは乾燥過程を経ることにより非常に高い物質移動抵抗性を発揮すると考えられる。一方CSはNと近い傾向であることからフィルムのような効果はないと考える。高い分散性により粒子が凝集せず、フィルムの形成に至らなかったと推察した。つまり、CSは図-5のようにポリマー粒子により物質移動抵抗性が向上したと考えられる。養生が短い場合、粒子により空隙が充填されたことで見かけ上空隙率が減少したことでNと似た傾向を示した。養生が長い場合には、ポリマー粒子間の距離が小さくなり、物質の移動をより阻害しやすい構造となったことでNPと同等程度の物質移動抵抗性を示したと考えられる。

4. まとめ

- (1) 空隙率と透気係数の関係から添加するポリマーの特性により物質移動抵抗性を向上させるメカニズムは異なることが示唆された。
- (2) 従来型のポリマーはフィルムにより物質の移動を抑制するのに対し、分散性を有するコアシェルポリマーではポリマー粒子が空隙内に分散し存在することで物質移動抵抗性が向上することが推察された。
- (3) フィルムを形成しない場合でも、セメントの水和を促すことにより、従来品と同等以上の性能を発揮する

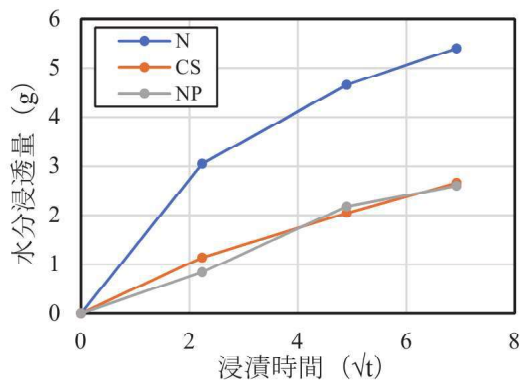


図-2 水分浸透量

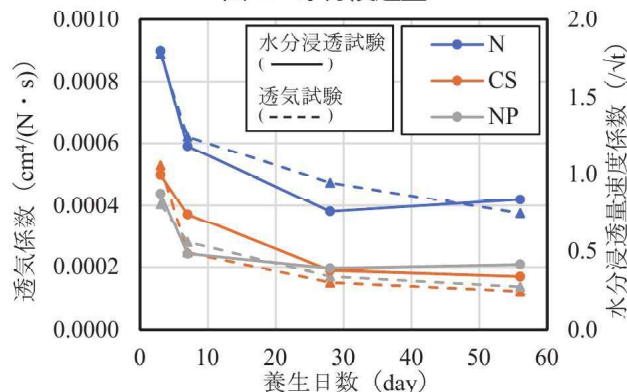


図-3 物質移動試験結果

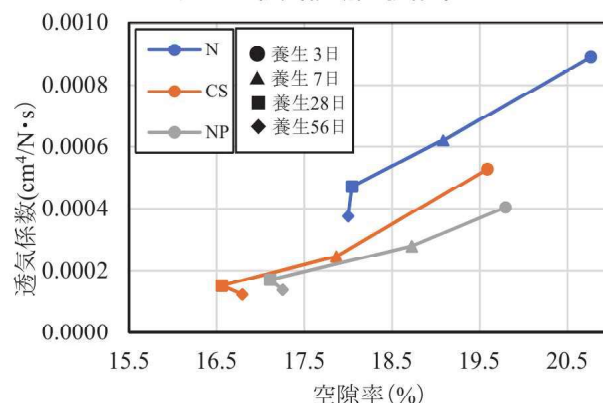


図-4 空隙率と透気係数の関係

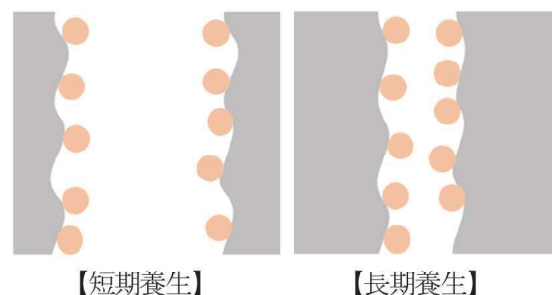


図-5 コアシェルポリマーの効果

と考えられる。

【参考文献】

- 1) 出村克宣：セメント混和用ポリマー、コンクリート工学、Vol.26、No.3、pp.85-90 (1988)