

内部撥水性を有するセメント系材料の開発

埼玉大学大学院 学生会員 ○古田 悠佳
 埼玉大学大学院 正会員 欒 堯
 埼玉大学大学院 正会員 浅本 晋吾
 前田建設工業株式会社 正会員 米田 大樹

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の様々な劣化機構は、コンクリート表面からの「水」の浸入と密接に関連している。そこで、この水の浸入を抑制する撥水性を持たせる方法として、表面含浸材を用いた表面含浸工法がある。しかし、施工不具合や初期ひび割れ発生、撥水層の経年劣化により、十分に撥水効果を発揮できない可能性も指摘されている。

そこで、著者らは、水分浸透が関連するコンクリートの様々な劣化現象を長期的に封じ込めることを目的に、従来の表層部の撥水性確保のみでなく、内部からも撥水性を有する撥水コンクリートの開発を試みている。まずは、セメントペーストとモルタルに様々な撥水材を添加し、内外撥水性、乾湿繰り返し環境での撥水効果、さらには力学的特性について検討しており、本稿ではその試作結果を報告する。

2. 撥水性を有するセメントペースト及びモルタルの試作

(1) 供試体試作法

本研究では、表 1 に示す市販の様々な撥水性を有する撥水材料を活用し、試験的に以下に示す 2 種類の方法で 20×20×80mm の角柱供試体を作製した。

・撥水材の直接混入法

本手法では、撥水材を水に直接混入し、セメントとともに練混ぜ、セメントペーストで撥水性を評価した。

・撥水材の細骨材噴霧法

本手法では、乾燥させた細骨材に霧吹きを用いて撥水材を一様に吹きつけ、24 時間乾燥させ、セメントと水とともに練り混ぜ、細骨材の体積率 50% のモルタルを作製して、撥水性を評価した。

2 種類の供試体の示方配合を表 2 に示す。

(2) 撥水性評価

キーワード 水分浸透、内部撥水性、乾湿繰り返し、ひび割れ、接触角

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院 TEL 048-858-3556

表 1 市販の各種撥水材

撥水材の種類(主成分)	略称
市販防水材 A(シリコーン)	防水材 A
市販防水材 B(シリコーンゴム)	防水材 B
ウレタニス(ウレタン樹脂)	ウレタン
アクリルニス(アクリル樹脂)	アクリル
ガラス用撥水材(メタノール)	ガラス
ハイドロサーム(ケイ酸化合物)	ハイドロ
漆(有機溶剤)	漆
布用スプレー(フッ素樹脂)	布用
2 層スプレー(液化石油ガス/アセトン)	2 層
セルロースナノファイバー(広葉樹パルプ)	CNF

表 2 示方配合表

作製方法	W/C (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	H
直接混入	50	4	440	1174	-	147
砂塗布	50	4	281	562	1305	-

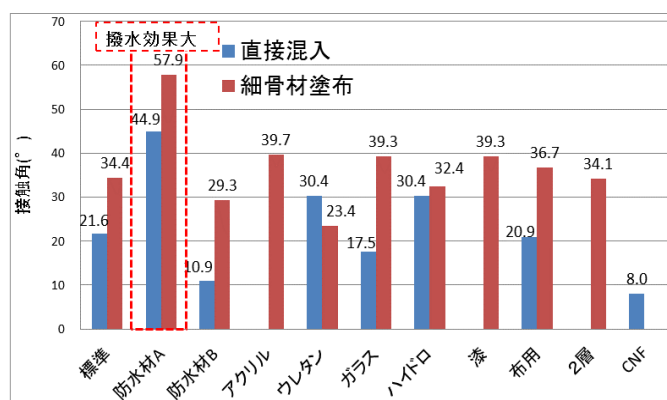


図 1 接触角

撥水性は、接触角と吸水率により評価を行った。接触角はデジタルマイクロスコープで計測し、吸水率は浸漬した供試体の質量変化（吸水量）より求めた。接触角が大きく、吸水率が小さい配合を撥水性能が高いと判断した。

(3) 試験結果および考察

図 1 に、各試作法で各種撥水材を練り混ぜ、供試体表面で測定した接触角の結果を示す。いずれの方法でも市販防水材 A を混入すると、撥水処理を施し

ていない標準供試体と比較して、接触角は増加する傾向にあった。細骨材に市販防水材 A を噴霧する方法で試作した供試体の接触角は、57.9°と試作供試体の中で最も大きな値を示した。

図 2 に、水中に浸漬させたときの吸水率の変化を示す。市販防水材 A を砂に噴霧する方法で混入した場合、最も初期吸水率が低下した。初期吸水率の低下は、水の浸透速度の低下が原因であると推察できる。コンクリートの吸水を毛管現象として考えれば、単位時間当たりの水分浸透長 l は Lucas-Washburn の式に基づき、 $\cos\theta$ の平方根に比例する (θ は接触角)。本実験では、撥水材の効果によって接触角 θ が増加し、水分浸透量 (浸透長 l) が減少して初期吸水率が大幅に低減したと考えられる。

3. 提案撥水モルタルの乾湿繰り返し環境下での内部撥水性

(1) 乾湿繰り返し実験方法

試作段階において、最も撥水効果の確認されたシリコーンを主成分とする市販防水材 A を砂に塗布する方法で作製した供試体を提案撥水モルタルとした。

φ50×100mm の円柱供試体の上面から吸水させ、供試体全体の吸水率を計測した。20℃の恒温環境下で、5 時間湿潤、19 時間乾燥を繰り返した。供試体の種類は、撥水モルタル、撥水処理を施していない標準供試体、市販防水材 A を用いて表面含浸工法を施した塗布供試体の 3 種類である。

また、ひび割れからの水分浸透抑制の効果を確認するため、長手方向に約 0.4mm の幅の割裂ひび割れを導入した供試体でも吸水試験を行った。

(2) 結果および考察

ひび割れのない供試体の吸水率を図 3、ひび割れを有する供試体の吸水率を図 4 に示す。ひび割れがない場合、塗布供試体の吸水率は最も小さく、撥水性能が高いことが分かる。しかし、ひび割れを有する場合は、時間経過とともに吸水率が増加している。

一方、撥水モルタル供試体では、ひび割れの有無に関わらず、吸水率はさほど増加せず、ほぼ一定値に収束した。標準供試体・表面塗布供試体ではひび割れ面からの吸水が支配的になり吸水率が大きく増加したが、撥水モルタルでは、ひび割れ面でも内部撥水性を発揮し、吸水率が大きく低下したと考えられる。

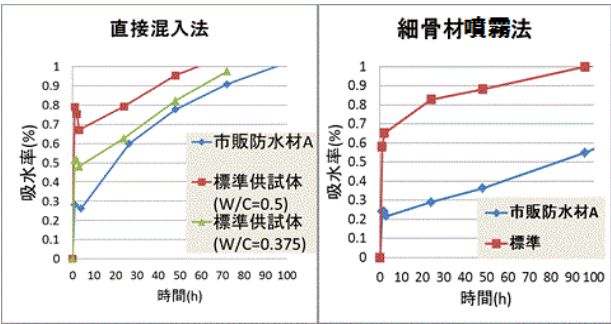


図 2 時間経過に伴う吸水率の変化

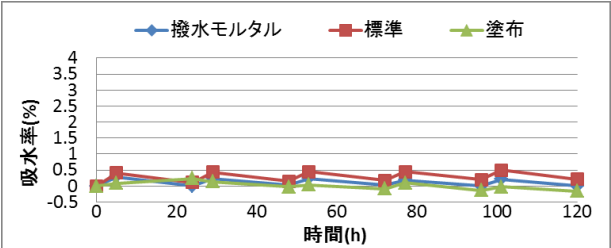


図 3 ひび割れを持たない供試体の吸水率の変化

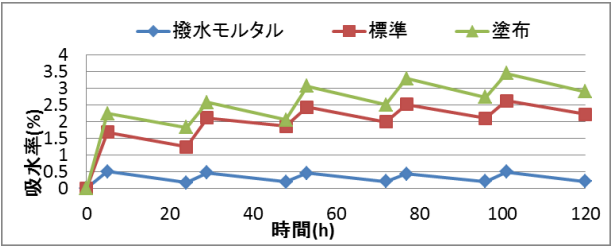


図 4 ひび割れを有する供試体の吸水率の変化

表 3 圧縮強度

供試体種類	圧縮強度(MPa)	
	7 日	28 日
標準	47.0	60.9
撥水モルタル供試体	30.8	38.1

4. 力学的特性の検討

撥水材が与える強度への影響を検討するために圧縮試験を行った。圧縮試験結果を

表 3 に示す。いずれの養生期間においても、標準供試体に比べて、撥水モルタルの圧縮強度は 6 割程度に低下する傾向があるが、実構造物の適用範囲内にある。今後、撥水性を維持しつつ、強度の低下を抑制できる配合の検討が必要である。

5. 結論

本研究では、撥水コンクリートの開発を眼目に、撥水材の直接混入、および細骨材への噴霧の 2 種類の方法で撥水効果について検討した。その結果、細骨材に撥水材を噴霧する方法で作製したモルタルは、ひび割れを有しても、高い撥水性を発揮することが分かった。今後、コンクリートへの拡張を目指す。