

表面改質剤塗布がコンクリートの中性化と塩分浸透に与える影響

宮崎大学 工学研究科 学生会員 福山純平
宮崎大学 工学部 岩切寛弥
宮崎大学 工学部 柳田眞祐
宮崎大学 工学教育研究部 正会員 李 春鶴
太平洋マテリアル（株） 開発研究所 正会員 郭 度連
オリエンタル白石（株） 技術研究所 正会員 俵 道和

1.はじめに

コンクリートの耐久性を向上させる手段の一つとして表面改質剤を用いる方法がある。最近では、表面改質剤について様々な研究が進められている¹⁾が、そのほとんどが実験室的環境下における検討^{2),3)}であり、実際の現場に近い環境で使用された改質剤のデータについてはまだ少ない。実験室とは異なり現場では雨水による水分供給などの影響⁴⁾が考えられるため、表面改質剤を施したコンクリートの性能に影響を与えることが予測される。

本研究では、室内と屋外で曝露試験を行い、表面改質剤の改質効果を物質移動の観点に着目して評価することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの設計条件および使用材料

コンクリートは、普通-24-12-20-N の生コンクリートで、その水セメント比が 55%である。使用した表面改質剤は表-1 に示す。

2.2 供試体

供試体は打込み後 3 日で脱型した後全ての面に表面改質剤を塗布した。供試体は表-1 に示す 4 種の表面改質剤を塗布したものと無塗布のもの合計 5 種類を作製した。供試体の形状寸法は 500×500×100mm であり、曝露材齢 1 ヶ月において、この供試体からφ50×100mm のコアを抜いて諸実験に供した。

2.3 養生と曝露環境条件

室内と屋外の 2 種類の曝露環境を設けた。室内曝露の条件は温度が 20℃、相対湿度が 60%である。屋外曝露は、宮崎大学工学部の敷地で非コンクリートの地面かつ日光、雨風などを遮る障害物が無い場所に設置した。

2.4 実験項目

2.4.1 促進中性化実験

採取したコアの側面をアルミテープでシールして温度が

表-1 表面改質剤種類

名称	成分	用途
PL	-	-
CS	ケイ酸ナトリウム	改質剤
CB	脂肪酸エステル類	高性能養生剤
MR	シラン・シロキサン系	撥水性付与
BC	パラフィン系	撥水性付与

20℃、相対湿度が 60%、CO₂ 濃度が 5%の環境に促進中性化させた。曝露開始から 1、4、6、9 週における中性化深さを計測した。フェノールフタレイン溶液を噴霧した供試体両端面の 5 点ずつを計測し平均することで中性化深さとした。

2.4.2 塩分浸漬試験

曝露 1 ヶ月時に採取したコアの側面をシールし、温度が 20℃、NaCl 濃度が 10%の塩水に浸漬させた。測定は浸漬から 20 日後に行い、硝酸銀溶液を噴霧することで塩分浸透を確認した。その両端面 4 点ずつを計測して平均をとることで塩分浸透深さとした。

3. 試験結果

3.1 中性化深さ

図-1 と図-2 に促進中性化試験の結果を示す。室内で曝露した供試体における全ての中性化曝露材齢において、CB と MR は改質効果があるが、CS と BC は改善効果が認められない。屋外で曝露した供試体における全ての中性化曝露材齢においては、CB の改質効果が認められるが、他の供試体の改質効果は明確ではない。

両曝露環境を比較すると、MR を除いて屋外が室内より中性化深さが小さい。また、屋外で曝露した供試体の中性化深さは室内で曝露した供試体よりゆっくり進行しており、曝露環境によって促進中性化速度が異なる。これは、表面改質剤の効果と水分供給の有無により内部の細孔構造が異なるためであると推測される。

室内で曝露した供試体の中、高い中性化抵抗性を示し

たCBとMRは、その改質効果により内部が緻密化することで空隙が減少し、CO₂が透過しにくくなった。これに対し、他の種類は粗な状態であったため抵抗性は低いといえる。これを踏まえると、雨水等の水分供給が有る屋外では粗な状態ほどその影響が大きく、水和反応が促進され緻密化すると推測できる。ここで、室内において粗な状態であったPL、CS、BCに着目すると屋外で曝露した供試体は中性化深さが小さいことが確認できる。一方で、室内では緻密であったCBとMRは水分の影響が小さく、屋外の方が大きくなった。特にMRはその撥水性の高さによりほとんど水分の影響を受けなかったため促進中性化試験をさせる前の供試体により乾燥状態になっているため室内と屋外で大きく差が見られたと考えられる。

3.2 塩分浸漬

図-3に塩分浸漬試験の結果を示す。室内で曝露した供試体は、全ての表面改質剤で塩分浸透の低減が見られた。そのため室内では表面改質剤により、緻密化や撥水性付与による水分吸収の抑制効果があったことがわかる。屋外で曝露した供試体はCBとMRで改質効果が見られたが、CSとBCは無塗布より浸透深さが大きくなった。CBとMRは表面改質剤の緻密化効果あるいは高撥水性により、他の3種より小さい結果となった。

両曝露環境で比較するとMRを除いた種類で塩分浸透深さは屋外で曝露した供試体が小さくなった。そのためこの4種に関しては雨水の水分供給の影響を受けたことが考えられる。MRが他の種類と異なる点については、現段階では原因が解明できなかったため今後の詳細な検討が必要となる。

3.3 中性化と塩分浸透で異なる反応メカニズム

中性化進行はCO₂の侵入と関係が深い。そのため本研究の供試体の中性化抵抗性は、試験を行う直前の細孔構造の影響を受けると考えられる。一方塩分浸透はCl⁻イオンの浸透であるため内部へ水分が侵入することが必須である。これにより試験直前の細孔構造および吸水防止性の強弱がパラメータとなるため、中性化の進行と塩分浸透の進行は異なっていると考えられる。

4.まとめ

本研究において得られた知見を示す。

- 1)表面改質剤を施したコンクリートは雨水等の水分供給により室内環境および屋外環境での性能が異なる。
- 2)表面改質材の効果によっては水分供給の阻害等、必ず

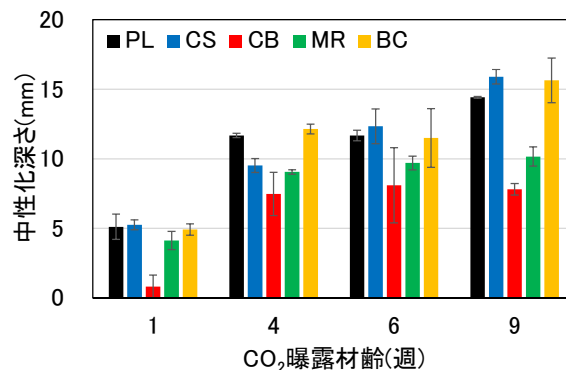


図-1 室内環境曝露の中性化深さ

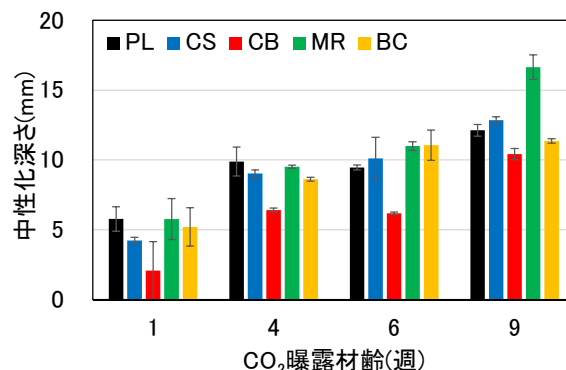


図-2 屋外環境曝露の中性化深さ

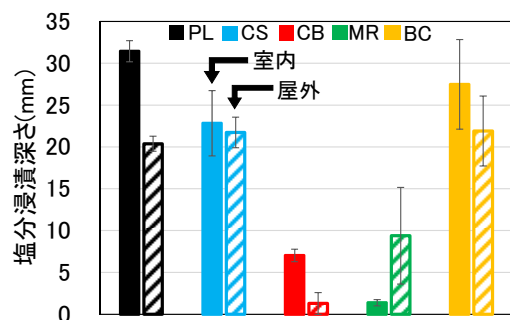


図-3 塩分浸漬深さ

しもコンクリートの耐久性向上に寄与するものではない。

参考文献

- 1)Jochen Stark、Bernd Wicht:コンクリートの耐久性、社団法人セメント協会、2003. 8
- 2)高橋洋朗、俵道和、呉承寧、郭度連:コンクリートの養生効果および耐久性向上効果を有する表面塗布剤に関する実験的検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.35、No1、pp.2041-2046、2013
- 3)黒岩大地、宮里心一:けい酸塩系表面含浸剤による改質部の見かけの拡散係数の推定と発錆遅延期間の試算、コンクリート工学年次論文集、Vol.35、No.1、pp.1669-1674、2013
- 4)松田芳範、上田洋、石田哲也、岸利治:実構造物調査に基づく中性化に与えるセメントおよび水分の影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.32、No.1、pp.629-634、2010