

膨張コンクリートの水密性とそのメカニズムに関する基礎的検討

宮崎大学

学生会員

○生森

悠太

太平洋マテリアル株式会社

正会員

竹下

永造

太平洋マテリアル株式会社

正会員

長塩

靖祐

宮崎大学

正会員

李

春鶴

1. はじめに

膨張材を用いたコンクリートでは、鉄筋や骨材の拘束により生じるケミカルプレストレス効果や、膨張材の反応生成物がコンクリートの細孔構造に影響を及ぼすことが最近の研究で明らかとなっている。最近では、高防水型膨張材を使用したコンクリートは、収縮ひずみを満足しつつ高い防水性を付与することにより、さらには、膨張材を使用したモルタルは透水性およびひび割れ抵抗性の観点から水密性が向上することが報告されている。しかし、膨張材を使用したコンクリートの透水メカニズムについて不明な点が多いことが課題である。そこで本研究では、膨張材を用いたコンクリートの水密性に関して基礎的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

本研究では、膨張材を添加した供試体（以下、EX20と称する）と膨張材を添加していない供試体（以下、PLと称する）および防水材を添加した供試体（以下、BEと称する）の計3種類の供試体を作製した。その配合を表-1に示す。すべての供試体は水セメント比が55.0%、細骨材率が48.0%、単位粗骨材量が934kg/m³とした。膨張材および防水材の添加量は20kg/m³で、外割で細骨材と置換した。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。また、膨張材は石灰系膨張材で、防水材は建築分野で使用されている防水材を使用した。細骨材は掛川産で、粗骨材は桜川産の骨材を使用した。混和剤はAE減水剤とAE助剤を使用した。

2.2 実験項目

本研究では、透水試験および水銀圧入試験を実施することで水密性およびそのメカニズムの検討を行った。

(1) 透水試験

透水試験はJISA 1404に準拠した、φ150×125mmの円

表-1 供試体の配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						添加量 (Ad1%, Ad2A)	
			W	C	EX	BE	S	G	Ad1	Ad2
PL	55.0	48.0	176	320	-	-	837	934	0.7	2.0
BE					-	20	818		0.7	2.0
EX					20	-	820		0.6	2.0

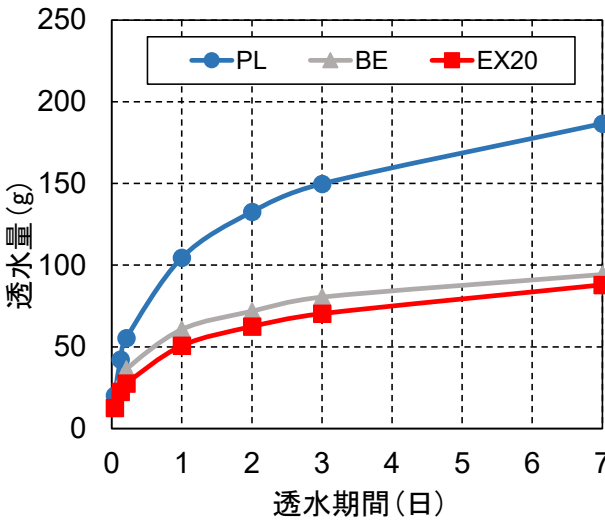


図-1 透水試験結果

柱供試体を作製し、材齢2日で脱型後、材齢21日まで相対湿度が90%以上の室内で気中養生をさせ、その後7日間での強制乾燥を行ったものを使用する。透水試験は供試体の上面に水压をかけて実施し、所定の材齢時に、加圧をやめ直ちに供試体を取り出し、供試体の質量を測定する。そして、透水試験前との供試体の質量の差を求める。これを7日間まで計測し、それぞれ2体ずつの平均値を透水量とした。

(2) 水銀圧入式ポロシメータによる細孔径分布の測定

透水試験終了後の試験体を乾式カッターにてカットし、試料とした。試験片はアセトン浸漬し、水和停止を実施した後、D-dry乾燥を行い、試料に供した。細孔径分布の測定範囲は0.003~30μmで、試験数N=2の測定値の代表サンプルとした。

3. 実験結果

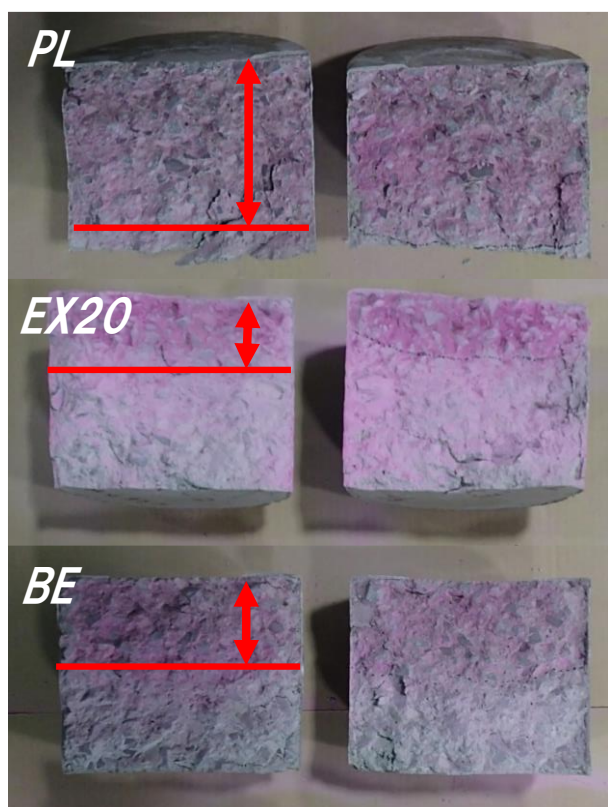


写真-1 透水深さ

(1) 透水試験結果および考察

透水試験結果を図-1に示す。図より、透水期間が経過するごとに、すべての供試体の透水量は増加する傾向にあった。ただし、PLと比較してEX20は5割程度少ない透水量で、EX20の透水量はBEよりも少ない結果となった。また、写真-1に透水深さの実験結果を示す。図-1および写真-1よりEX20はBEと同等あるいはそれ以上の防水性を持つコンクリートと考えられる。

(2) 水銀圧入試験結果および考察

図-2に細孔径分布を示す。また、図-3に細孔径分布を区分毎に分けたものを示す。図より、PLおよびBEの細孔径分布はほぼ同一であるものの、EX20の細孔径分布は、 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 付近の粗大空隙が減少しており、また、 $0.01 \mu\text{m}$ 付近の微細な空隙が増加していることが分かる。ここで既往の文献によると、コンクリートの透気・透水性は細孔径 $0.1 \mu\text{m}$ を閾値として変化する²⁾ことや、物質移動抵抗性に影響を及ぼす屈曲度が $0.01 \mu\text{m}$ 以下の微細空隙の増加で変化する³⁾とされている。従って、EX20の透水性の向上については、PLやBEと比較した場合の細孔径分布の相違によるものと推察されるものの、実際に使用される環境を考慮すると、鉄筋拘束の有無や拘束の程度、さらには、膨張材の添加量なども検討

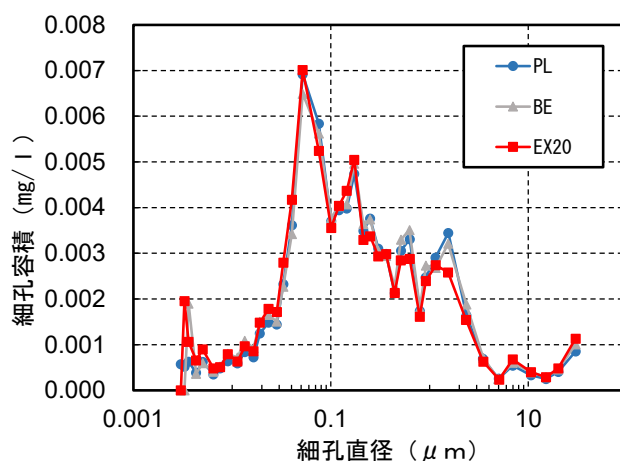


図-2 細孔径分布の比較

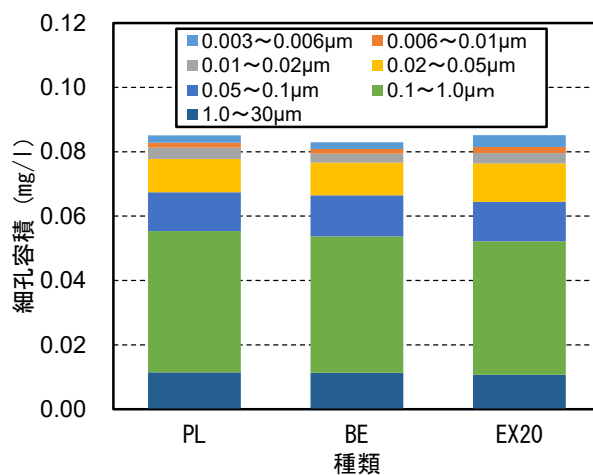


図-3 区分毎に分けた細孔径分布の比較

する必要があり今後の課題とする。

4. まとめ

透水量試験では、EX20はBEと同等あるいはそれ以上の防水性をコンクリートに付与していることが分かった。また、水銀圧入式ポロシメータ試験により、EX20は細孔径分布の変化に伴い透水性が向上する可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 田中館悠登, 本間一也, 伊藤慎也, 荒木昭俊: 防水性を有する膨張材を用いたセメント硬化体の基礎物性に関する検討, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, V-16, 2021
- 2) 一般社団法人セメント協会: わかりやすいセメント科学, 1993
- 3) 安藤雅将, 小林創, 上仲壮, 名和豊春: セメント硬化体中の塩化物イオンの拡散における屈曲度の評価, セメント・コンクリート論文集, No.64, pp.96-103, 2015