

膨張コンクリートの水密性に関する基礎的検討

宮崎大学
太平洋マテリアル(株)
太平洋マテリアル(株)
宮崎大学

学生会員 生森 悠太
正会員 竹下 永造
正会員 長塩 靖祐
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、収縮補償のほかに、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物が細孔構造に及ぼす効果が最近の研究¹⁾で明らかとなった。また、膨張材を使用したモルタルを用いた透水性およびひび割れ抵抗性の観点から水密性があることが明らかになっている²⁾。しかし、膨張材を用いたコンクリートの透水性の観点から水密性の評価を行った事例は少ない。

そこで本研究では、膨張コンクリートの水密性に関する基礎的検討を行ったことを報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

使用した材料を表-1に示す。また、三種類の配合を表-2に示す。膨張材は石灰系の膨張材を使用した。防水材は、一般的にコンクリートを作製する際、水密性を高めるのに添加されるため、プレーンのコンクリートと膨張コンクリートの比較対象物として防水コンクリートを作製し、膨張材、防水材どちらも細骨材置換とした。また、水セメント比や細骨材率、単位粗骨材量は同じにした。また、コンクリートのフレッシュ性状は、目標スランプは $15\pm 2.5\text{cm}$ 、目標空気量は $4.5\pm 1.5\%$ と設定した。

2.2 試験項目

試験項目および試験材齢を表-3に示す。本研究ではフレッシュ性状を確認するために、スランプおよび空気量、練上がり温度の計測を実施した。圧縮強度試験はJIS A 1108に準拠して、 $\phi 10\times 20\text{cm}$ の円柱供試体を作製し、材齢1日脱型後、水中養生を行った。圧縮強度は材齢7日、28日で計測し、それぞれ3体ずつの平均値を圧縮強度とした。透水試験はJIS A 1404に準拠した。 $\phi 15\times 12.5\text{cm}$ の円柱供試体を作製し、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い、材齢28日から7日間計測し、それぞれ2体ずつの平均値を透水量とした。

3. 試験結果及び考察

表-1 使用材料一覧

材料名	記号	備考
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)
混和材	EX	石灰系膨張材 密度 3.16g/cm^3 (標準添加量 20kg/m^2)
	BE	防水材 密度 2.73g/cm^3 (標準添加量 20kg/m^2)
細骨材	S	掛川産山砂(密度 2.57g/cm^3) 吸水率 1.76% F.M. 2.67
粗骨材	G	桜川産砂岩砕石(密度 2.65g/cm^3) 吸水率 0.65% F.M. 6.25 $G_{\text{max}}=13\text{mm}$
混和剤	Ad1	AE減水剤(高機能タイプ)
	Ad2	AE助剤

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						添加量 (%A)	
			W	C	EX	BE	S	G	Ad1	Ad2
PL	55.0	48.0	176	320	-	-	837	934	0.7%	2.0A
BE					-	20	818		0.7%	2.0A
EX20					20	-	820		0.6%	2.0A

表-3 試験項目

評価項目	試験項目	試験材齢
フレッシュ性状	スランプ(JIS A 1101) 空気量(JIS A 1128) コンクリートの温度(JIS A 1156)	-
圧縮強度	圧縮強度試験(JIS A 1108)	7,28d
透水量	建築用セメント防水剤の試験方法(JIS A 1404)	1,3,5hr および 1,2,3,7d

表-4 フレッシュ性状試験結果

配合名	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
PL	14.5	4.8	22
BE	15.0	3.6	22
EX20	17.0	5.0	23

3.1 フレッシュ性状試験結果

表-4にフレッシュ性状の試験結果を示す。スランプは $14.5\text{cm}\sim 17\text{cm}$ の範囲、空気量は $3.6\%\sim 5.0\%$ の範囲で、目標数値に収まった。コンクリートの練上がり温度は $22^\circ\text{C}\sim 23^\circ\text{C}$ 程度で大きな差はなかった。

3.2 圧縮強度試験の結果および考察

圧縮強度試験結果を図-1に示す。図より、EX20の圧縮強度は、防水材添加のBEと同程度で、PLより若干高くなっており、細骨材置換の外割効果が確認できる。

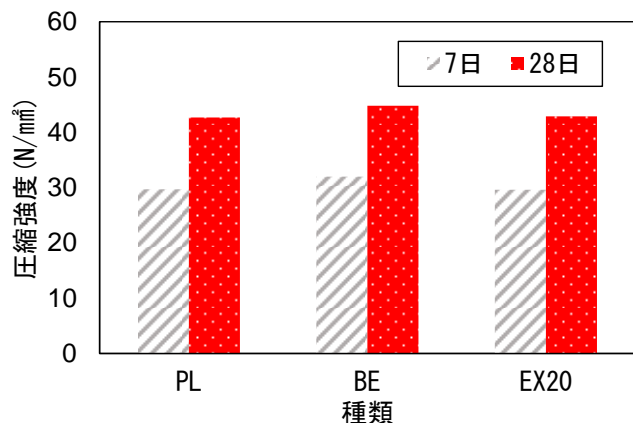


図-1 圧縮強度試験結果

3.3 透水試験の結果

透水試験結果を図-2に示す。図より、材齢が経過するごとに、それぞれ透水量は増加する傾向にあった。ただし、PLと比較してBEおよびEX20は透水量が5割程度小さい結果となった。そして、EX20の透水量がBEよりも低くなっていることは既往の研究のモルタルを使用した場合と同様な結果²⁾である。図-3に各水準の透水量比（各配合透水量/PLの透水量）を示す。透水量比は、透水経過時間1時間と7日の順で小さくなる。また、BEは1時間目と7日目の透水量比の差が大きいのに対し、EX20は透水量比の差が小さくなる。このことから、EX20は初期から水密性を付与していると考えられる。材齢7日後の透水深さを図-4に示す。図より、EX20の透水深さが一番低くなっていることが確認できる。透水量および、透水深さや透水比の結果からEX20はBEと同等の水密性をコンクリートに付与していると推察される。このことから、わざわざ防水材料をコンクリートに添加することなく、膨張材を添加するのみで防水性の効果がある可能性が示唆される。また、圧縮強度試験の結果もふまえると、経済的な側面から見ても安価で強度が高いコンクリートを作製できることが期待される。

4. まとめ

膨張コンクリートの水密性に関する基礎的検討を行った。圧縮強度試験では、EX20がBEと同等であり、膨張材添加による強度低下は生じない。また、透水試験では、EX20がBEと同等の水密性をコンクリートに付与していると確認できる。

なお、今回、膨張材を用いたコンクリートの水密性を検討するために圧縮強度試験および透水試験を行ったが、そのメカニズムを解明するためには、鉄筋拘束の有無や細孔構造の変化などを検討する必要がある、今後の課題とする。

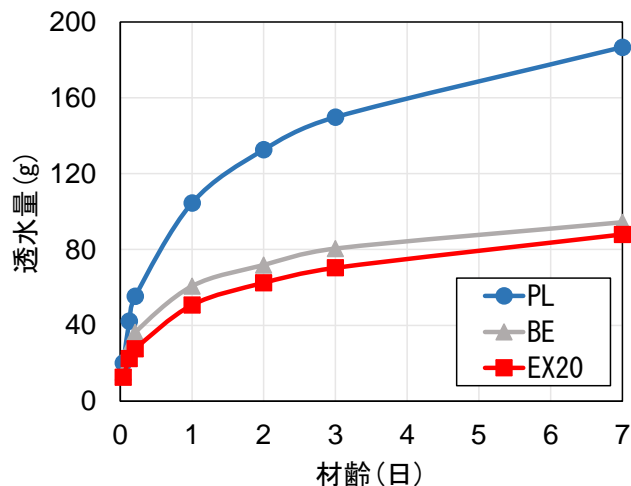


図-2 透水量の経時変化

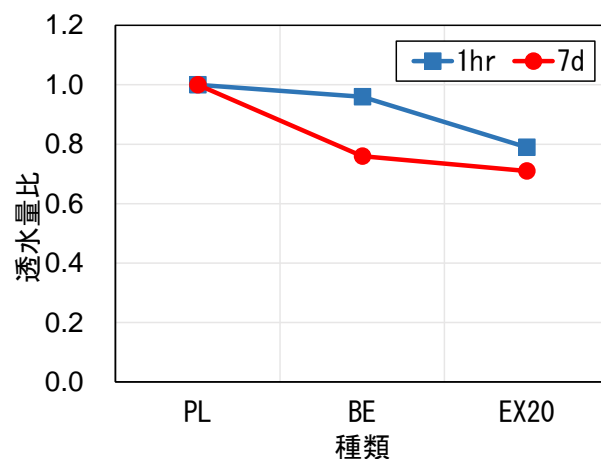


図-3 透水量比の比較

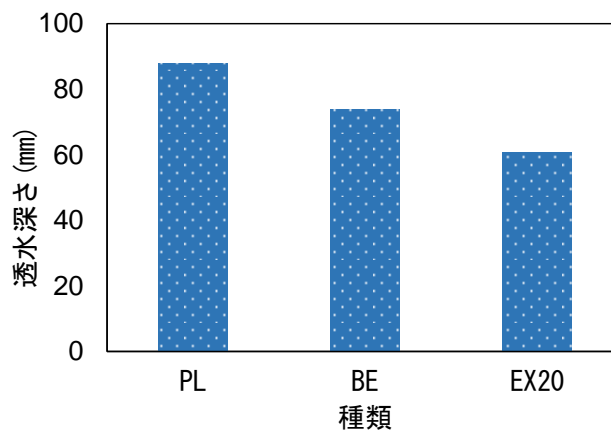


図-4 透水深さの比較

参考文献

- 1) 李春鶴, 田中佳宏, 横塚清規: 膨張モルタルの細孔構造および酸素拡散係数に関する基礎的研究, セメント・コンクリート論文集, No.65, pp.111 - 117, 2011
- 2) 常藤光, 竹下永造, 長塩靖祐, 李華鶴: 膨張材を用いたモルタルの水密性に関する基礎的検討, 土木学会全国大会第77回年次学術講演会, V-134, 2022.9.15