

超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料に用いるモルタルの物質移動抵抗性

名古屋大学 学生会員 志水 康祐

名古屋大学大学院 正会員 国枝 稔, 中村 光, 上田 尚史

名古屋大学 長嶋 宏弥

1. はじめに

補修材としての適用を目的の1つとして開発された超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料(UHP-SHCC)¹⁾は、水結合材比が小さく、シリカフェームを添加した緻密で高強度な材料である。そのため UHP-SHCC の透気係数は、一般的なコンクリートの 1/100 程度であり、その他の物質移動の抵抗性も高いと考えられている。

そこで本研究では、UHP-SHCC に用いる超高強度モルタルの空気および水の移動に対する抵抗性を、水結合材比をパラメータとし、各材料の透気係数、透水量を比較した。さらに走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: SEM)を用い、供試体の内部構造を視覚的な観点から検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

先述の UHP-SHCC は W/B=0.22 の超高強度モルタルに高強度ポリエチレン繊維を混入した材料であることから、本研究では同程度の水結合材比(3 水準)の超高強度モルタルを対象とし、その透気係数、透水量の測定、および SEM による内部構造の観察を行った。

実験で使用した超高強度モルタルの示方配合を表-1 に示す。セメントは低熱ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³)を使用し、セメント質量の 15%をシリカフェーム(密度 2.2g/cm³)で置換した。細骨材は 7 号硅砂(密度 2.68g/cm³)を結合材の 10%混入した。混和剤には高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)を使用した。

供試体の形状および透気係数、透水量の測定面を図-1 に示す。測定は型枠面を対象とし、各供試体について 3 ヶ所で測定を行った。供試体は打設の翌日に脱型し、12 日間水中養生を行った後、透気試験を行い、その 2 日後、透水量試験を開始した。また、水セメント比 0.56 の普通コンクリートを比較の対象とし、同様の実験を行った。

2.2 透気試験

透気試験は Torrent Permeability Tester(TPT)²⁾を用いて透気係数を測定した。TPT の試験装置を写真-1 に示す。装置はチャンバー、計測器、計測センサーおよび真空ポンプから構成され、チャンバーをコンクリート表面にあてることで、その位置の透気係数を測定する。なお、透気試験を行う際には、供試体は事前に(3 時間程度)水中から取り出しておき、供試体表面が乾燥し、濡れていない状態とした。

2.3 透水量試験

透気試験後、透気試験の測定位置と同じ位置で透水量試験を行った。透水量試験は表面含浸材の試験方法(JSCE-K571-2004)を参考に、図-1 に示すような、直径 75mm の漏斗に容量 5ml のメスピペットをゴム管でつないだものを供試体に設置し、水頭が 250mm となるように水を注入し、その後の水頭の変化を測定した。その際、供試体と漏斗の境界面から水漏れを防ぐためシーリング材を塗布した。また、水の蒸発を防ぐためメスピペット上部をラップと輪ゴムで封をした。測定は毎日行い、水頭の変化は 0.01ml まで読みとった。透水量が定常状態となるまで試験を継続し、回帰直線により単位時間当たりの透水量

表-1 モルタルの示方配合

W/B	単位量(kg/m ³)					
	水	セメント	シリカフェーム	細骨材*1	混和剤*2	消泡剤
0.15	265	1547	273	182	10.9	8.00
0.20	325	1412	249	166	10.0	7.31
0.30	418	1202	212	141	8.5	6.22

*1 7 号硅砂 *2 高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸系)

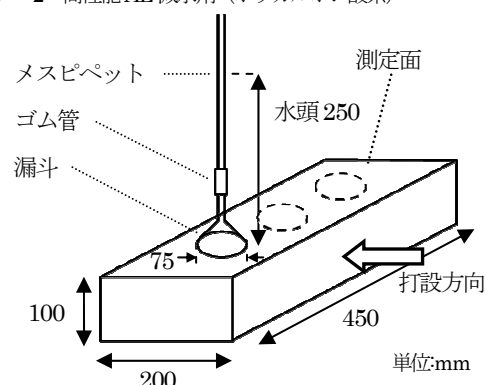


図-1 供試体形状

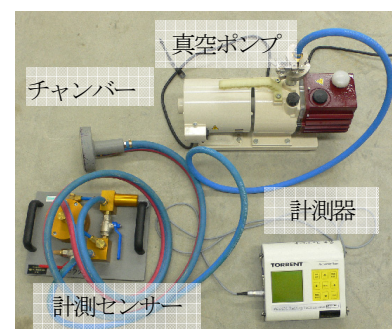


写真-1 Torrent 透気試験装置

を求めた。

2.4 SEMによる観察

内部構造の観察にはSEMを用いた。試料は供試体の表面より10mm程度内側を、金槌で砕くことで取り出した。

3. 実験結果および考察

3.1 透気試験および透水量試験

計測された透気係数を図-2に示す。水結合材比が大きくなるほど、透気係数も大きくなる傾向が得られた。特に、超高強度モルタルでは $W/B=0.3$ での透気係数が、 $W/B=0.15$, 0.20 のそれらに比べて大きな結果となった。

透水量の経時変化を図-3に、水結合材比と単位時間透水量の関係を図-4に示す。透水量の変化は試験開始時では大きい、その後、徐々に小さくなり定常状態に至る。定常状態となったときの単位時間透水量は水結合材比が大きくなるほど、大きくなる傾向が得られた。

超高強度モルタルでは、普通コンクリートと比較すると透気係数、単位時間透水量ともに $1/100 \sim 1/1000$ 程度となり、超高強度モルタルは空気および水の移動に対して高い抵抗性を持つことがわかった。これは、超高強度モルタルが普通コンクリートに比べ水結合材比が小さく、さらにシリカフュームを添加し、内部構造が緻密化したためであると考えられる。

3.2 内部構造(SEMによる観察)

超高強度モルタルと普通コンクリートの内部構造を写真-2, 3にそれぞれ示す。両写真とも倍率50倍で撮影した。普通コンクリートでは孔径が $5 \sim 300 \mu\text{m}$ 程度の球状の間隙が多く存在しているのに対して、超高強度モルタルの内部構造では間隙が少なく、またその孔径は小さいことが画像からわかった。このことから、超高強度モルタルは普通コンクリートに比べて、緻密な構造であることが確認された。

4. 結論

本実験により超高強度モルタルの物質移動に対する抵抗性に関して以下の結論を得た。

- 1) 普通コンクリートに比べて超高強度モルタルの透気係数および単位時間透水量は十分小さく、空気および水の移動に対する高い抵抗性を持つことがわかった。
- 2) 超高強度モルタルは間隙が少ない内部構造であり、緻密な材料であることが確認された。

参考文献

- 1) 国枝稔, Ahmed Kamal, 中村光, Eugen Brühwiler: 超高強度ひずみ硬化型セメント系材料の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.315-320, 2007
- 2) Torrent, R.: A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site. Materials and Structures, 25, pp.358-365, 1992

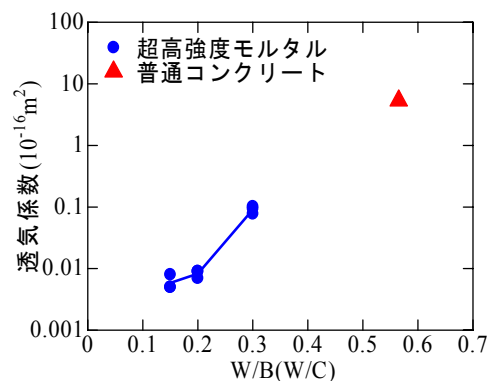


図-2 水結合材比と透気係数の関係

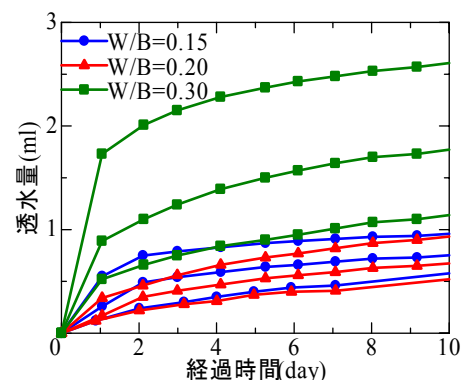


図-3 透水量の経時変化

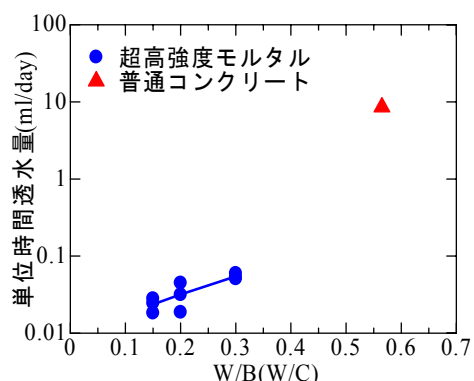


図-4 水結合材比と単位時間透水量の関係

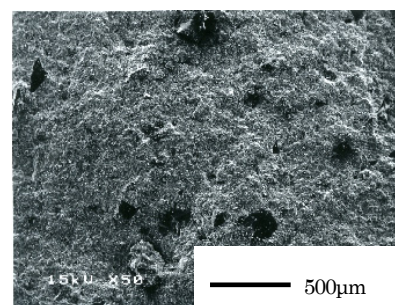


写真-2 超高強度モルタルの内部構造

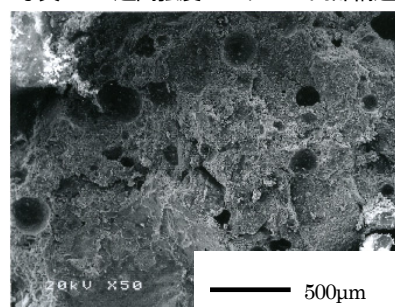


写真-3 普通コンクリートの内部構造