

湿潤養生条件がコンクリートの細孔構造に及ぼす影響

ハザマ 正会員 ○坂本 守

ハザマ 正会員 福留和人, 古川幸則, 庄野 昭

1. はじめに

コンクリートが硬化後, 所要の強度, 耐久性, ひび割れ抵抗性等の性能を発揮させるためには, 硬化初期において適切に養生を行うことが重要である. コンクリート構造物の性能をより高めるためには, できる限り長く湿潤養生を行うこと, 水分逸散を防ぎ湿潤状態に保つだけでなく, 積極的に水を供給し十分な水がコンクリート中に保たれた状態を維持することが重要と考えられる. この観点から, 壁や柱の型枠を取りはずした後に水中養生と同様の湿潤養生を実現できる浸水養生システム(以下, 浸水養生)を開発した¹⁾. 本研究では, 浸水養生の効果を評価するために湿潤養生方法がコンクリートの細孔構造に及ぼす影響を調査した.

2. 試験概要

各種ポルトランドセメント(表-1)を用いた W/C55%のコンクリートを種々の条件で養生し, 圧縮強度および細孔径分布(水銀圧入式ポロシメータ)の測定を行った. 養生は, ①示方書標準期間封緘養生(中庸熱 9 日, 低熱 12 日: 普通セメントの材齢 5 日と同等強度が得られる材齢), ②示方書標準期間の 60%の期間封緘養生, ③②の養生後 1, 2, 3 週間水中養生(浸水養生を想定)および④標準水中養生, とした. 湿潤養生後は, 20℃相対湿度 60%で気中養生を行った. 養生温度は, 全て 20℃で一定とした. ここで, 粗骨材の影響を排除するために, 細孔径分布の測定には, 5mm ふるいによりウェットスクリーニングしたモルタル供試体(φ5×10mm)を 5mm 以下に粉碎した試料を用いた.

表-1 セメントの品質, 鉱物組成

セメント種類	比表面積 cm ² /g	鉱物組成 (%)			
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
普通	3,300	54	21	9	9
早強	4,470	64	12	8	8
中庸熱	3,150	42	36	4	13
低熱	3,530	29	53	3	9

3. 試験結果および考察

図-1 に細孔径分布の測定結果を示す.

いずれのセメントにおいても, 浸水養生期間の延長とともに, 細孔径分布は, 微小径側にシフトし, 緻密な細孔構造となっていることが明らかである. 一方, 示方書養生, 短縮養生では, 細孔直径 100nm 付近に分布のピークがあり, 標準水中養生と比較するとかなり疎な細孔構造である. その傾向は, 低熱型のセメントほど顕著である.

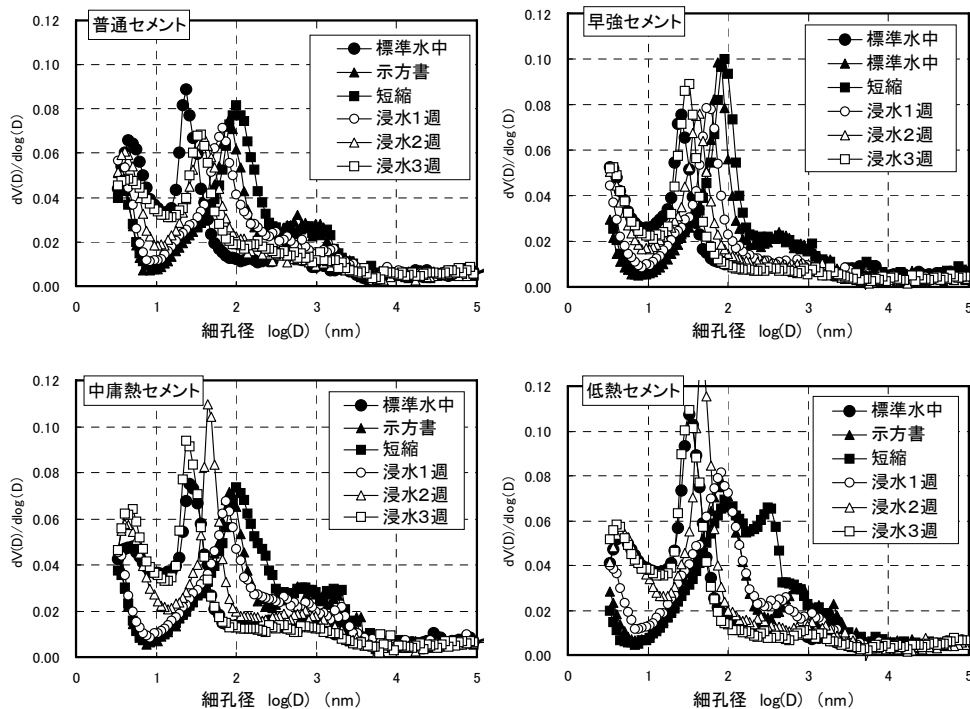


図-1 細孔径分布

キーワード: 養生, 浸水養生, 細孔構造

連絡先: ハザマ技術研究所, 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 tel: 029-858-8813, fax: 029-858-8819

以上のような湿潤養生条件, セメントの種類による細孔径分布の差異を定量評価するために, 粗大径側(細孔直径 10nm および 50nm)の細孔容積に及ぼす養生条件の影響を調べた. 図-2 に養生条件と総細孔容積, 細孔直径 10nm および 50nm 以上の細孔容積の関係を示す. 総細孔容積に及ぼす養生条件の影響は, さほど大きくないが, 細孔直径 10nm あるいは, 50nm 以上の粗大径の細孔容積は, 浸水養生により顕著な差異が見られる.

すなわち, 封緘養生では, 粗大径の細孔容積が増加するのに対し, 浸水養生の延長とともに明確に低下している. その増加あるいは低下量は, 封緘養生期間あるいは浸水養生期間と明確な相関が見られている.

算定した細孔直径毎の細孔容積と圧縮強度の相関性を調べた. 図-3 に細孔容積と圧縮強度の関係を示す. いずれの細孔容積とも相関関係が見られるが, 細孔直径 10nm 以上の細孔容積との相関が高くなっている.

以上のような養生条件による細孔構造の差異は, セメントの水和の程度に起因していると考えられる. そこで, 著者らが提案した手法²⁾により各養生条件における水和生成物容積を算定し, 細孔容積との関連性を調べた.

図-4 に水和生成物容積の算定値と圧縮強度との相関が高い細孔直径 10nm 以上の細孔容積の関係を示す. 図に示すように, セメントの種類によらず, 水和生成物量と細孔容積は, ほぼ一様の関係となっている. セメントの水和が進行し水和生成物容積が増加するほど細孔容積が低下することが適切に評価されていると考えられ, 提案した評価手法の妥当性が確認された.

今後, コンクリートの各種性能と細孔構造との相関性を定量評価し, 湿潤養生条件がコンクリートの各種性能に及ぼす影響の評価手法の確立に繋げて行きたい.

参考文献

- 1) 古川, 福留, 庄野: コンクリートの浸水養生システム, コンクリート工学 Vol.49, No.3, pp.21-28, 2011.3
- 2) 福留, 古川, 庄野: コンクリートの強度発現に及ぼす湿潤養生条件の影響評価手法に関する研究, 土木学会論文集 E2, No.1/V-67, pp.18-27, 2011.1

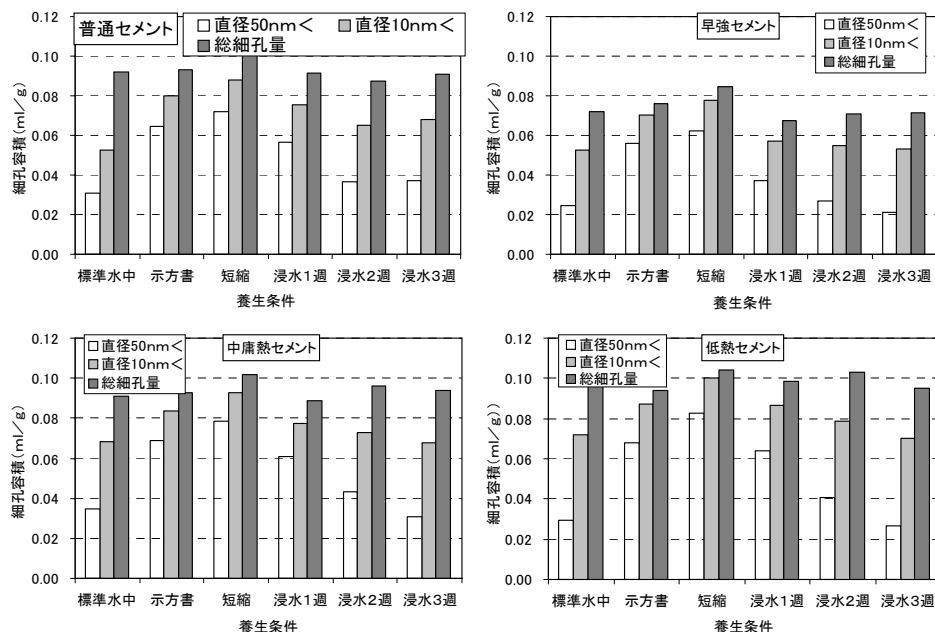


図-2 養生条件と細孔容積の関係

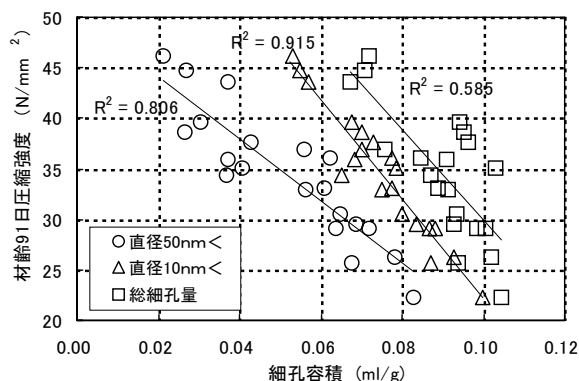


図-3 細孔容積と圧縮強度の関係

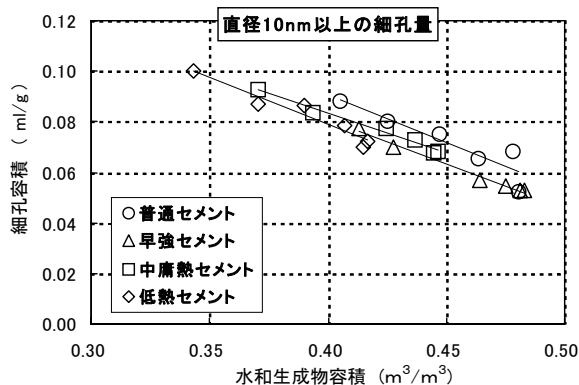


図-4 水和生成物容積と細孔容積の関係