

セメントの水和収縮に伴うコンクリートの空隙の測定

愛知工業大学 正会員 岩月栄治、正会員 森野奎二
同 上 正会員 不破 昭、学生員 村瀬孝泰

1. はじめに

コンクリートは湿潤状態であってもセメントの水和収縮によって収縮する。この収縮を把握することが最近の高性能コンクリートでは重要となっている。本研究では、セメントペースト、モルタル、コンクリート中に発生するセメントの水和収縮に伴う空隙量を測定し、硬化体内部の構造変化を把握した。

2. 実験方法

2-1 水和収縮や空隙量の測定方法：水和収縮や空隙量の測定に使用した装置を図1に示す。鉄製の容器に水または水酸化カルシウム飽和溶液と、円盤状のセメントペーストやコンクリートを入れて容器を密閉し、水が供試体内部に入り込む量をメスピペットの目盛りの水位変化量より測定した。このほかに、コンクリート角柱供試体（形状：10×10×40cm）を用いて自己収縮の測定と、セメント水和時の発熱による水の膨張の影響を除くため（水の1℃当たりの体膨張係数： 2.1×10^{-4} ）、図2に示すように温度測定を行った。水和収縮の測定が終了した供試体は、鉄製容器から取り出した後に再度乾燥・吸水を行って重量変化量から全空隙量を求めた。

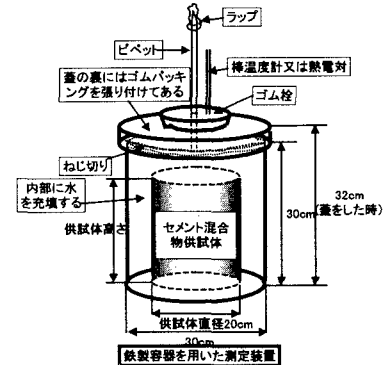


図1 水和収縮量の測定装置

2-2 使用材料および試験方法：セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。ペースト、モルタル、コンクリートの配合を表1に示す。供試体の形状は、直径20cmの円盤状として、高さをペーストは6cm、モルタルとコンクリートは20cmとした。これらは練混ぜ後に、ステンレス製の型枠のまま鉄製測定容器に入れて、できるだけ早い時間（練混ぜ後約3分）に測定を開始した。この試験は、実験Ⅰの23℃の実験室内に容器を設置した場合（以後23℃室内と記述）と、実験Ⅱの28℃一定に調整した水槽中に設置した場合（以後、28℃水槽内と記述）の2シリーズとした。

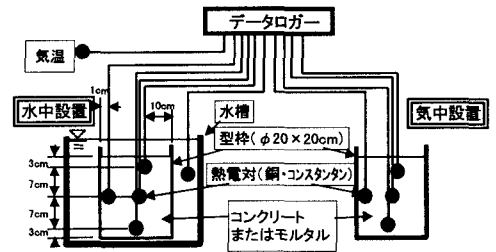


図2 コンクリートおよびモルタルの温度測定方法

表1 セメントペースト、モルタル、コンクリートの配合

配合の条件	貯蔵温度 ℃	水セメント比		空気量 (%)	細骨材率 s/a(%)	単位量 (kg/m³)						AE減水剤の使用量 kg/m³
		W/C (%)	W/O+SF (%)			水 w	セメント C	シリカフューム Δ SF	粗骨材 S	粗骨材 G 5~10mm	粗骨材 G 10~20mm	
セメントペースト	23	25	—	—	—	440	1760	—	—	—	—	35.2
モルタル	23	25	—	—	—	189	756	—	1513	—	—	15.1
	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.2
	23	50	—	—	—	318	635	—	1273	—	—	6.4
	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.8
コンクリート	23	—	25	—	—	—	540	60	710	354	530	10.8
	28	—	—	—	—	—	—	—	725	372	558	32.4
	23	50	—	4.5	45	150	—	—	830	414	620	3.0
	28	—	—	—	—	—	300	—	837	430	644	6.0

*コンクリートの23℃と28℃の細・粗骨材の単位量が異なるのは粗骨材の比重が異なった為。

3. 結果および考察

3-1 自己収縮による体積変化と鉄製容器の温度測定結果

図3にモルタルおよびコンクリートの自己収縮による体積変化率を示す。自己収縮率の最大値はモルタルのW/C=25%で0.039%であり、非常に小さな収縮率である。図3にコンクリート供試体(W/C+SF:

25%)を鉄製容器の水中に設置した供試体及び水の温度測定結果を示す。供試体の最高温度は注水後11~12時間で中心部が28.8℃となり、水温は最高で27℃であった。

3-2 鉄製容器を用いた水和収縮および空隙量の測定

図5、6、7、8に鉄製容器を用いたペースト、モルタル、コンクリートのピペットの水位変化率を示す。

図9にピベットの水位変化率と試験後に測定した供試体の空隙率の関係を示す。この図の横軸は、セメント水和により発生した空隙、未水水量、エントラップトエア、エントレインドエアの総計である。縦横軸に含まれる自己収縮は図3より分かるようにわずかであるので、大部分はセメントの水和反応によりモルタル、コンクリート内に発生した空隙と解釈できる。

4. まとめ

モルタル、コンクリート中のセメントの水和反応収縮によって発生した空隙を測定することができた。

本研究は、平成9年度文部省科学研究費補助金基盤研究A(課題番号07505005)研究代表者田辺忠顕名大教授によった。

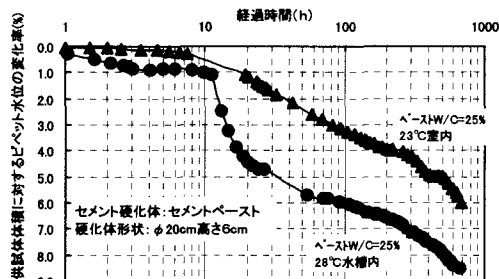


図5 セメントペーストのピベットの水位変化率と経過時間の関係

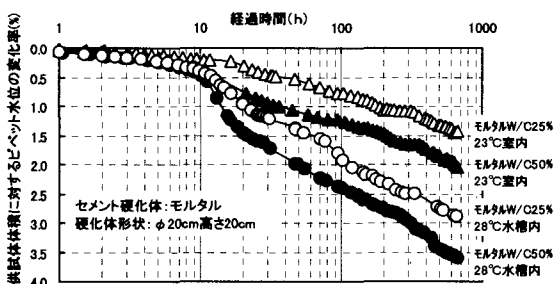


図6 モルタルのピベットの水位変化率と経過時間の関係

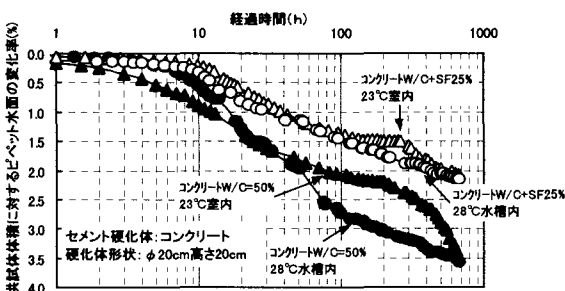


図7 コンクリートのピベットの水位変化率と経過時間の関係

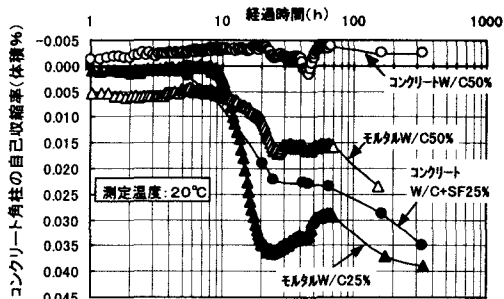


図3 モルタル、コンクリートの自己収縮率測定結果

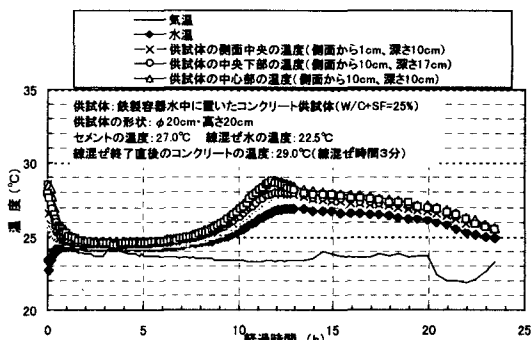


図4 鉄製容器内に設置したコンクリート供試体と水の温度測定結果

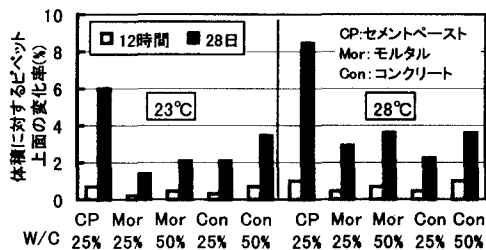


図8 ペースト、モルタル、コンクリートの供試体体積に対するピベットの变化率

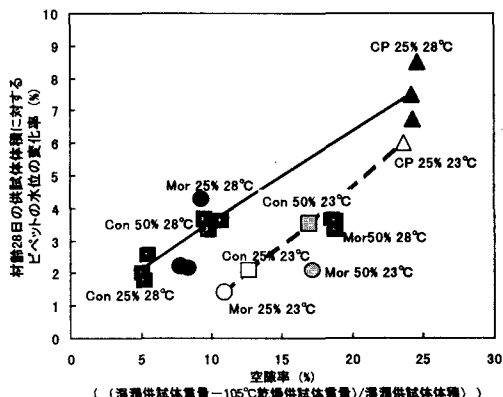


図9 鉄製容器で測定したピベットの变化率と試験後の供試体から計測した空隙率との関係