

報告

[1018] モルタルバー試験における膨張率の変動に関する検討

正会員 ○森野奎二 (愛知工業大学 工学部)
 後藤敏蔵 (愛知工業大学 工学部)
 吉本明史 (愛知工業大学 大学院)

1. はじめに

骨材のアルカリ反応性は、岩石学的手法や化学法、その他種々の判定方法によって検討されるが、最終的にはモルタルバー膨張率によって決定されている。しかし、その膨張率は多くの要因によって変動する。それらには、岩種やアルカリ量といった本質的な要因の他に、供試体の寸法や貯蔵方法といった技術的な要因もあり、骨材の判定が後者によって左右される場合も少なくない。本報告は、モルタルバーの膨張率(JISの方法)が貯蔵容器の内部構造によってどの程度異なるか、また同じ条件で作製・養生したモルタルバーの膨張率のばらつき状態について検討したものである。

2. モルタルバーの貯蔵方法について

JIS A5308 附属書8では、試験用器具の3.6貯蔵容器の項に、「供試体を貯蔵する容器は、気密なふたにより密閉ができ、湿気の損失がない構造のものとする」と記され、温度及び湿度の4.2貯蔵容器の項には「貯蔵容器内の温度は、 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度は、95%以上に保たなければならない」と記されているだけで、内部の構造についての規定はない。ただし、附属書8の解説10に、

「湿度の確保に不安がある場合には、供試体を湿ったガーゼ、布等で巻いてビニル袋等に密閉して養生するとよい」と記されていて、試験者が湿度の確保に不安を感じれば適切な対応が成されるようになっている。しかし、気

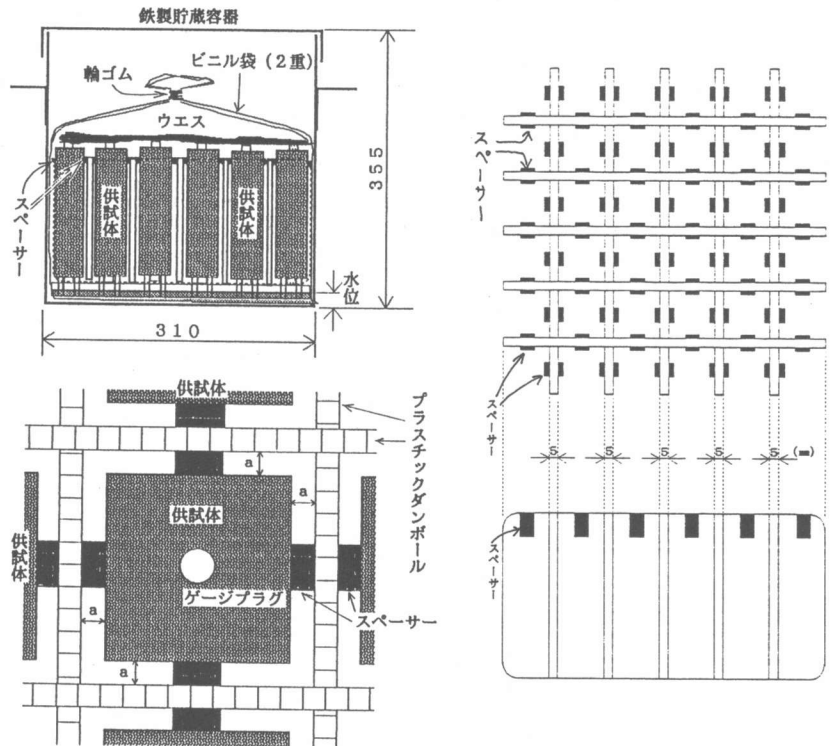


図1 供試体貯蔵容器の内部構造

密性の良い密閉容器を使うことによって、安心しきっている場合には、膨張率を低く測定する恐れがある。すなわち、容器外へ湿気が逃げないように十分に注意をした密閉容器であっても、供試体間の距離、供試体と間仕切り壁との距離などが離れていると、供試体の湿り方が十分でない場合が見受けられる。そこで本実験では、供試体と間仕切りの間隔を2 mm及び8 mmとし、また、間仕切り壁は使わずに金網によって供試体間隔を8 mm（垂直に立てた供試体上部に金網を置き供試体の横転を防ぐとともに、供試体間隔を保つ）とした3種類について、膨張率の違いを調べた。実験に用いた貯蔵容器

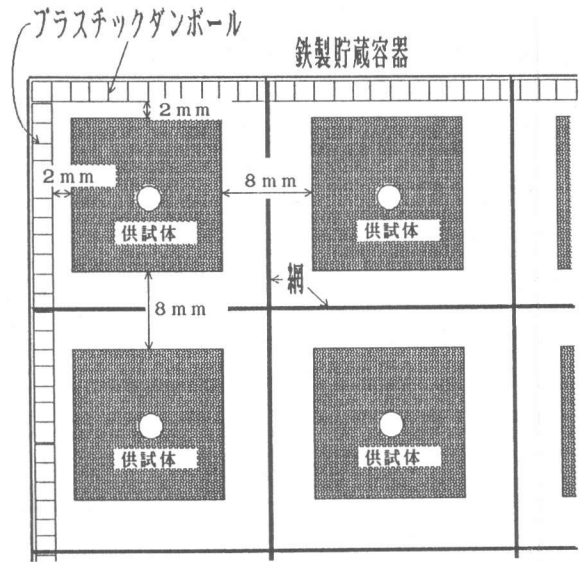


図2 網による間仕切りの構造

内の間仕切りの状態を図1に示し、金網の状態を図2に示す。貯蔵容器は鉄製であるが、密閉度を高めるために、中に二枚のビニル袋を入れ、別々に封をして閉じた。その中に供試体と間仕切りあるいは金網を入れ、下方に底板と水、供試体上方に濡れたウェスを置いた。また、間仕切り壁と供試体との距離を正確に確保するために、図1の下段左に示すように、小型のスペーサー（断面10×6 mm、厚さ2 mmと8 mm、材質ウレタン製）をプラスチック壁の上部四方に貼付した。貯蔵容器は、 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室に置いた。膨張率測定は、 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の測定室に16時間以上保った後、容器を開いて行った。

3. 実験方法

試験方法は、JIS A5308-1986 レデーミクストコンクリート 附属書8の骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）によった。但し、セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、そのアルカリ量は Na_2O 等価量0.65% ($\text{Na}_2\text{O}:0.19, \text{K}_2\text{O}:0.7\%$)である。それにNaOHを添加してモルタルの全アルカリ量を Na_2O 等価量0.8、1.2及び1.5%とした。骨材は、岐阜県産チャート砕石（反応性骨材、 $\text{Rc}:105 \text{ m mol/l}$, $\text{Sc}:315 \text{ m mol/l}$ ）と、愛知県産珪砂（非反応性骨材、 $\text{Rc}:27 \text{ m mol/l}$, $\text{Sc}:12 \text{ m mol/l}$ ）を用いた。反応性骨材と非反応性骨材の混合比を100:0、80:20、60:40とした。なお、骨材粒度（4.75-0.15 mm、5段階の所定粒度）、配合（セメント:骨材:水=1.0:2.25:0.5、重量比）、供試体寸法（40×40×160 mm）などは規格の通りである。

4. 供試体と間仕切り壁との間隔の相違が膨張率に及ぼす影響

図3に示すように、供試体と間仕切り壁との距離が2 mmと8 mmで、膨張率に明らかな相違が現れている。図で間隔8 mmの膨張率が低いのは、2 mmよりも水分の供給が少なかったからであると推定される。しかし、間隔8 mmの場合でも、供試体の上部に置いたウェスは湿っていたので、所定の湿度（相対湿度95%）は保たれていたのではないと思われる。例えば、恒温室で95%以上の湿度であっても、壁に水滴が付いて濡れたりはいしない。壁が濡れるのは相対湿度100%近

くの時か、温度差で結露している時であることは、日常体験するところである。従って、供試体表面が特に濡れていなくても、上記のような密閉状態であれば、相対湿度95%以上は確保されるように思われる。相対湿度95, 96%と相対湿度100%近くとで、供試体に供給される水分量が異なって、膨張率に差が生じたものと思われる。次に、図4に示すようにプラスチック間仕切り8mmと金網（間仕切り無し）では、同じ間隔であっても、膨張率が異なった。この理由を、供

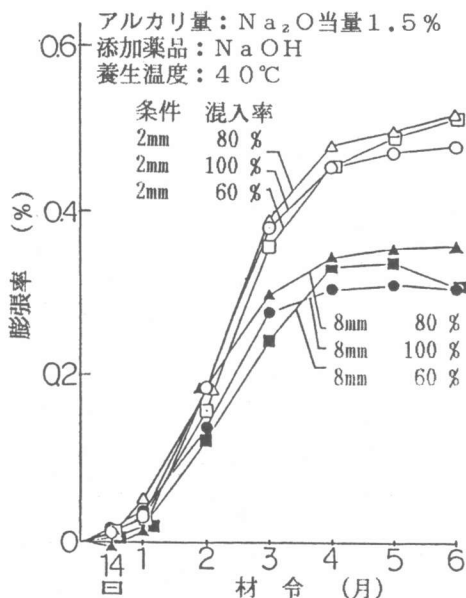
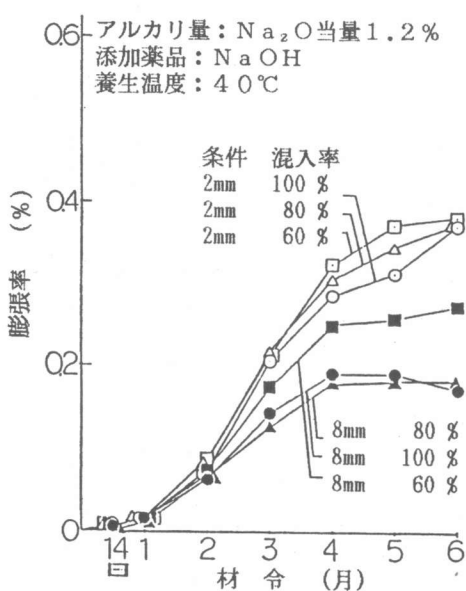


図3 間仕切り2mmと8mmの膨張率の相違

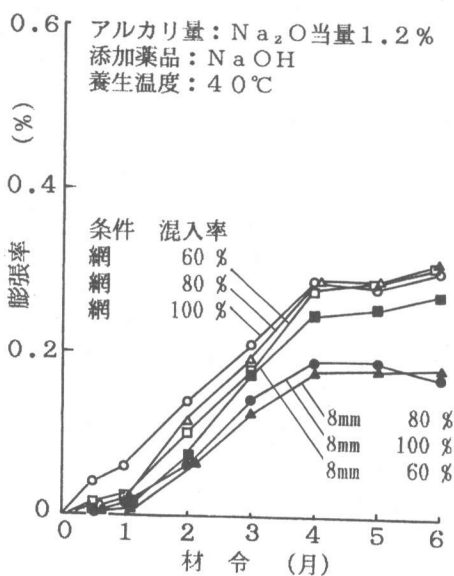


図4 間仕切りと金網の膨張率の相違

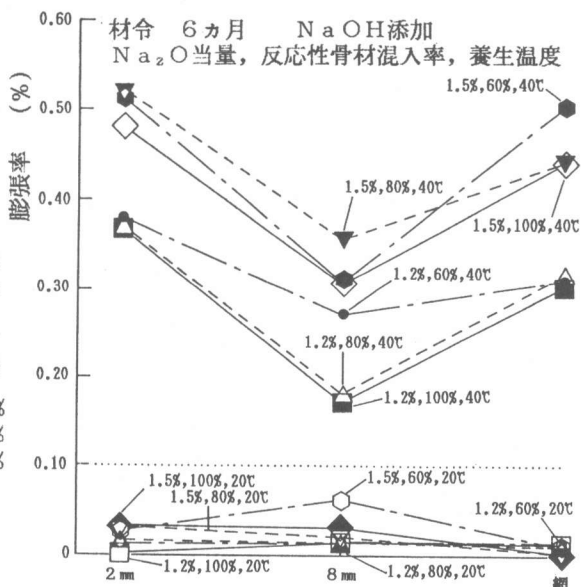
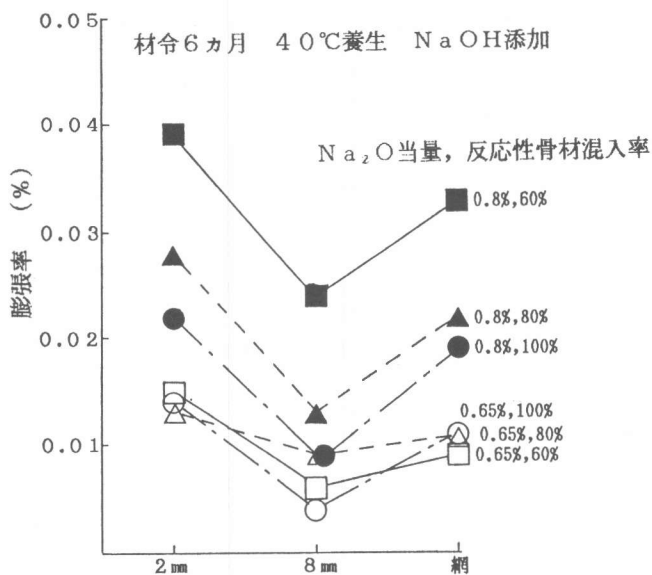


図5 貯蔵容器内の供試体間隔と膨張率との関係



供試体の位置と番号

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36

図6 貯蔵容器内の供試体間隔と膨張率との関係

チャート骨材使用 Na₂O当量1.2%(NaOH添加)

材令6ヵ月 40℃養生

反応性骨材混入率: 100%
平均: 0.322%
標準偏差: 0.034%
最大値: 0.400%(No.35)
最小値: 0.240%(No.9)

反応性骨材混入率: 80%
平均: 0.344%
標準偏差: 0.027%
最大値: 0.416%(No.16)
最小値: 0.298%(No.3)

反応性骨材混入率: 60%
平均: 0.394%
標準偏差: 0.025%
最大値: 0.442%(No.34)
最小値: 0.345%(No.15)

324	329	358	306	302	296
277	248	240	291	311	309
302	307	315	304	324	282
330	352	371	361	314	389
336	313	336	330	342	317
361	312	327	340	400	353

325	321	298	365	344	320
340	330	361	375	386	319
313	339	318	416	367	382
335	343	355	328	368	364
302	327	382	348	343	331
*	*	*			
643	630	631	332	345	321

350	377	401	393	388	385
397	348	425	426	391	392
417	402	345	398	381	411
395	437	384	409	377	429
408	390	398	374	354	380
365	427	392	442	405	382

*: 統計計算より除外

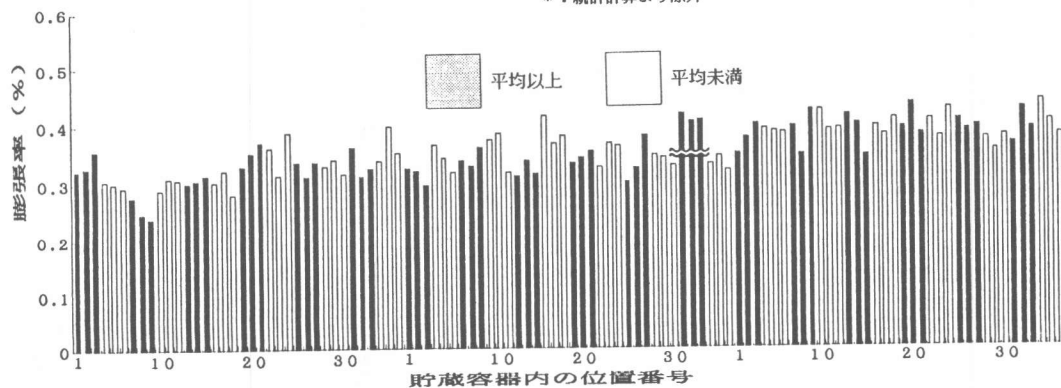


図7 貯蔵容器内の供試体位置の違いによる膨張率の変化

給された水分量が異なったためであると解釈すると、空間の湿度は、その空間を取り巻く壁の材質によって異なるといえる。水を吸収する材質（モルタルパー供試体はプラスチック板より吸水率が大きい）の方が、より高い湿度を供給するようである。図5及び図6に材令6か月における膨張率の間仕切り間隔及び金網の違いによる相違を示す。なお、図6は添加アルカリ量の少ない膨張率の低い結果であるが図5と同じ傾向を示している。

5. モルタルパー膨張率のばらつき

図7は、一貯蔵容器内に同一条件で作製した12バッチ、36本（1バッチ3本）の膨張率の測定結果である。なお、貯蔵容器は、すべて間仕切り2mmのものを使用した。貯蔵容器3個間の違いは反応性骨材と非反応性骨材の混合比率が異なるだけで、その他は同じ条件である。図7上段の1～36の番号を付した図は、貯蔵容器内の供試体一本ずつの位置を示している。中段の貯蔵容器の36個の枠内に、その番号に対応する供試体の膨張率を記載した。下段に各々の膨張率をグラフで示した。図中、白3本、黒3本が1バッチ3本内のばらつきを示しており、すべて規準

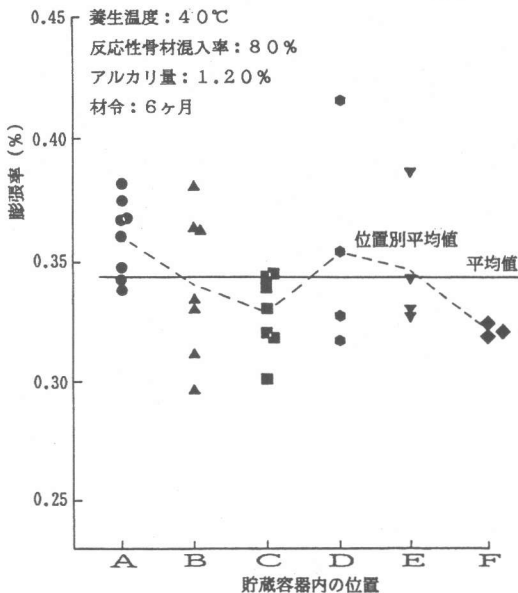


図9-2 供試体位置と膨張率との関係

図8 同一条件による供試体の分類

F1	C1	B1	B2	C2	F2
C3	E1	A1	A2	E2	C4
B3	A3	D1	D2	A4	B4
B5	A5	D3	D4	A6	B6
C5	E3	A7	A8	E4	C6
F3	C7	B7	B8	C8	F4

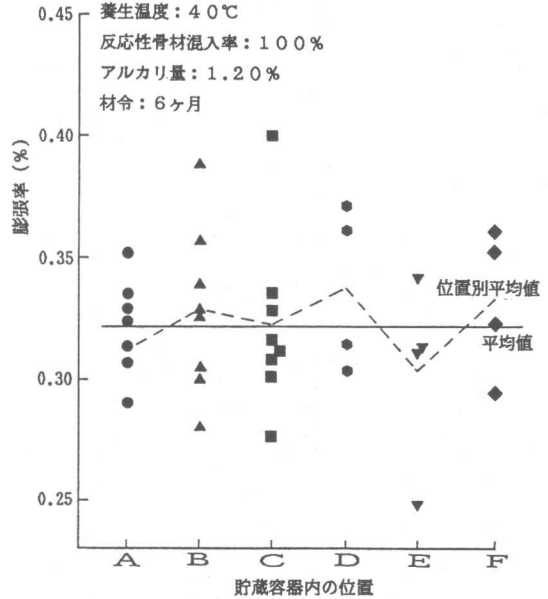


図9-1 供試体位置と膨張率との関係

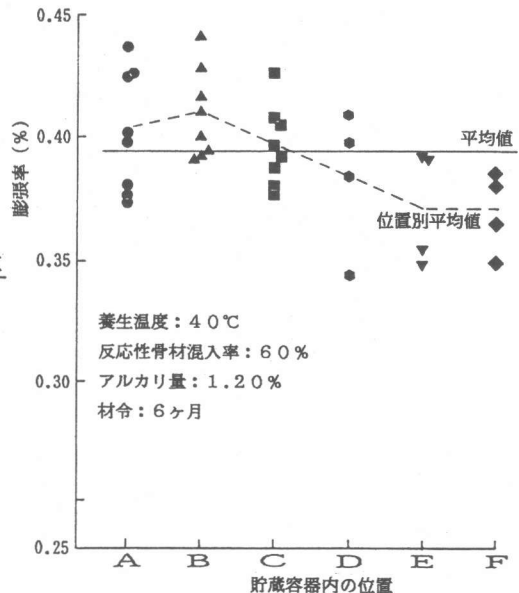


図9-3 供試体位置と膨張率との関係

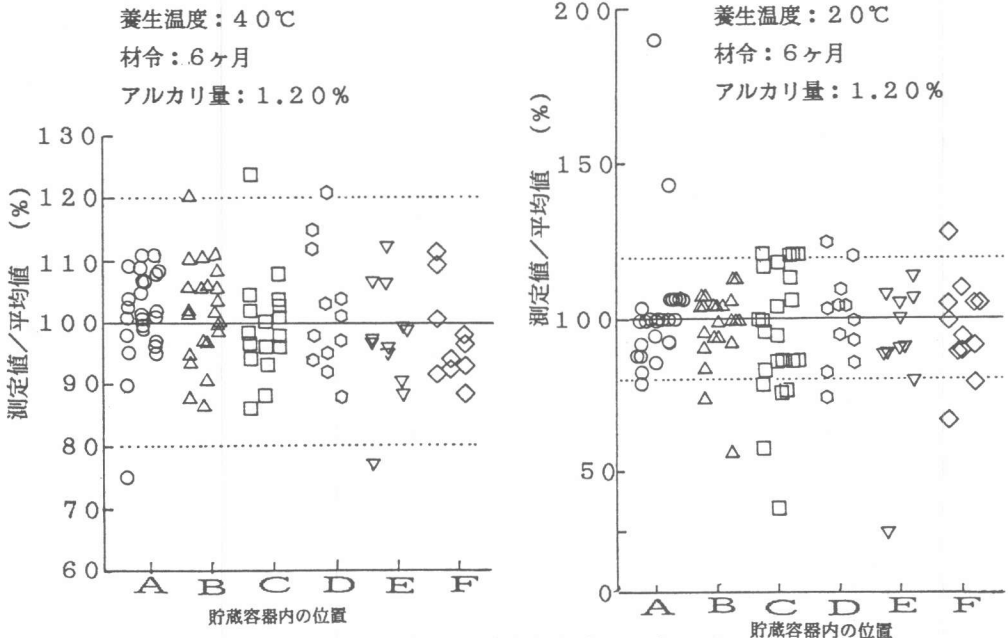


図10 貯蔵容器内の供試体位置別のばらつき

値以下である。また、白黒交互はバッチ間のばらつきを示しており、同一条件12バッチの標準偏差及び最大・最小値は、反応性骨材100%のときで0.030、0.364・0.255%、同80%で0.019、0.388・0.315、同60%で0.012、0.410・0.369%となりバッチ間のばらつきが大きい。なお、反応性骨材80%の貯蔵容器中で、膨張率がとび抜けて大きい1バッチ3本(*印)は実験ミスと判断できるので、平均値及びばらつきの計算からは除いた。このようなミスは20℃養生実験でも1/36の確率で起こった。注意する必要がある。

6. 貯蔵容器内部の供試体位置の違いによる膨張率の相違

貯蔵容器内部での供試体の設置位置と膨張率との関係を一層鮮明にするために、貯蔵容器内の条件が同じものを一まとめにして、図8のように分類した。この分類に基づいて、膨張率を図示すると図9のようになり、容器内の位置A~F(角、中心など)によって、膨張率の違いは認められない。なお、膨張率は反応性骨材と非反応性骨材の混合比によって異なっているので、各貯蔵容器の平均値で除して、図10のように百分率で示し3個の図を一まとめにして比較した。AからFにかけて膨張率はほぼ同じである。また、ほとんどの膨張率が100±20%にあり、1バッチに求められている精度(ASTM:4本の供試体のばらつき15%以内、JIS:3本の供試体のばらつき、20%以内)が、1貯蔵容器内(12バッチ、36本)で得られていることがわかる。図10の右側には、20℃養生の結果を示したが、平均膨張率が反応性骨材100%のときで、0.022%、同80%で0.021%、同60%で0.014%と低いので、膨張率のばらつきは大きく現れている。

7. まとめ

モルタルバー貯蔵容器の内部構造によって膨張率が異なるので、容器内での供試体の保存方法には、細心の注意を払わなければならない。供試体を湿ったガーゼ、布等で巻いてビニル袋等に密閉して養生しない場合は、供試体間の空間を少なくする必要がある。また、供試体間の空間が大きい場合、間仕切り壁の材質は吸湿性の高いものを使う必要がある。