

一般的物性 (2)

2.2 不定形耐火物

今号は前回に引き続き一般的物性の2回目として、不定形耐火物の収録データを紹介します。データベースに収録されている不定形耐火物の種類は、キャストブル耐火物（一般、低セメント、超低セメント、軽量、耐酸）が28種、吹付材（湿式、乾式、熱間）が4種、ラミング材、プラスチック材が8種、モルタルが8種あり、代表的な不定形耐火物が網羅されています。特性値を測定するに当たっては、不定形耐火物では特に施行条件が特性値に大きく影響することが知られていることから、成形工程の不具合による特性値への悪影響をできるだけ避けるために、耐火物メーカーにおいて適正に施行されたサンプル成形体の提供を受けて、各種特性値の測定を実施しました。

図1に各種材質のかさ比重、見掛気孔率を材質ごとに色分けして示します。●がキャストブル、○が軽量キャストブル、▲が吹付材、■がラミング材、◆がモルタルを表しています。前号で示した定形耐火物と同様、かさ比重、見掛気孔率ともに広い範囲に分布している様子がわかります。断熱性を重視して気孔を多く持たせた軽量キャストブルは気孔率が高く密度が低いために左上の領域に、また比較的緻密なキャストブルは右下の領域に分布しており、図全体としては右下がりの傾向が見られます。高密度でかさ比重が大きいものほど気孔率が小さいという関係に相当し、理解しやすい分布のしかたと言えます。施工法別の分布を見てみると、前述の軽量キャストブルが最も高气孔率で25~60%、次いでモルタルが25~35%と高い気孔率を有しています。最も気孔率が低いのはキャストブルで5~20%の領域にあり、吹付材とラミング材はキャストブルの次に低い値で20%前後です。

図1は110°Cで乾燥して自由水を蒸発させた後の物性値を示していますが、この段階ではまだ材料中に結晶水などの揮発成分が多く含まれています。これが実炉で使用される際には、高温に加熱されて分解揮発して物性値が変化して行きますので、実炉使用時の特性を考える上では焼成後の値がより重要となります。焼成後の物性値

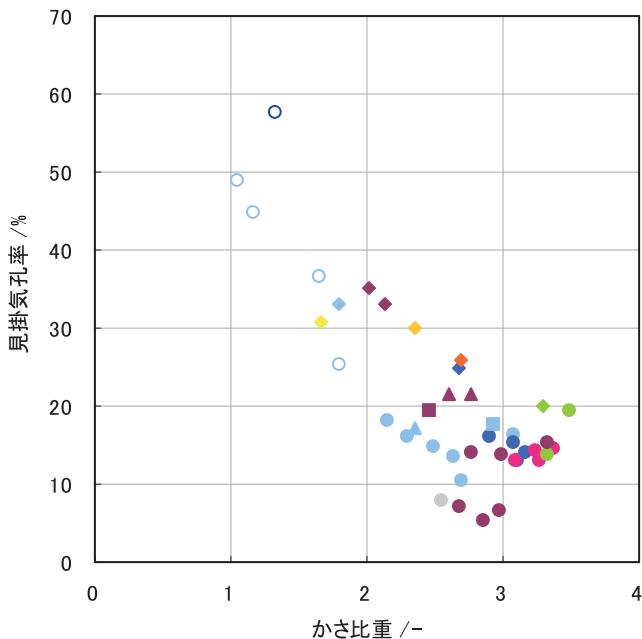
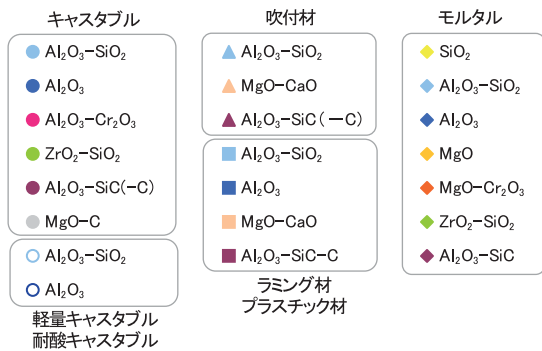


図1 不定形耐火物のかさ比重と見掛気孔率の分布 (110°C-24h乾燥後)

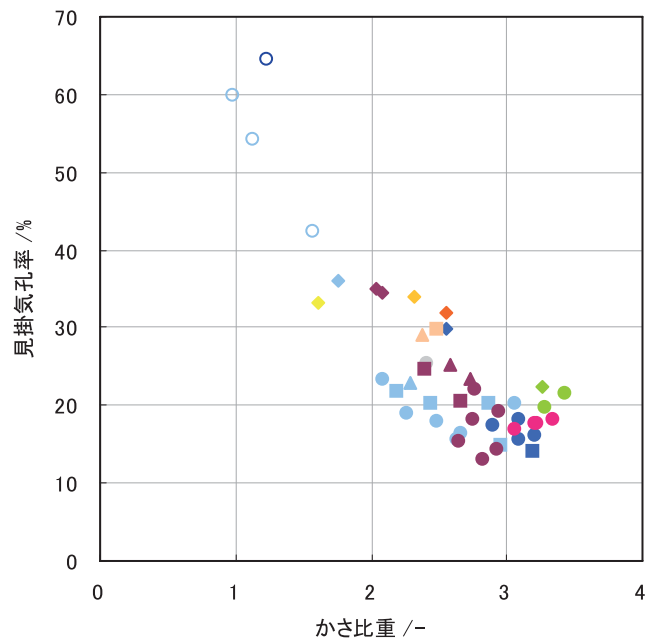


図2 不定形耐火物のかさ比重と見掛気孔率の分布 (1000°C-3h焼成後)

として図2に1000°C-3h焼成後の値を示します。図1と比較すると全体的に高気孔率側（図の上の方）にシフトして、キャストブルでは見掛気孔率が15~25%と分布幅も狭くなっていることがわかります。全体の右下がり傾向は焼成後の方が強くなっており、結晶水などの分解揮発によって、緻密で高密度のものほど気孔率が小さいという関係性がより明確に現れています。

不定形耐火物では真比重の値が収録されていないので、参考として1000°C-3h焼成後の見掛比重とかさ比重との関係を図3に示します。見掛比重は密閉気孔を含んだ固相部分の平均密度を表すもので、開口気孔の影響が差し引かれているので、材質ごとに比較的狭い範囲に分布している様子がわかります。図中の破線は見掛比重とかさ比重が一致する場合、すなわち見掛気孔率が0%になる位置を示していますが、かさ比重の値は開口気孔の容積分（見掛気孔率）だけ小さくなるので破線より下に分布しています。

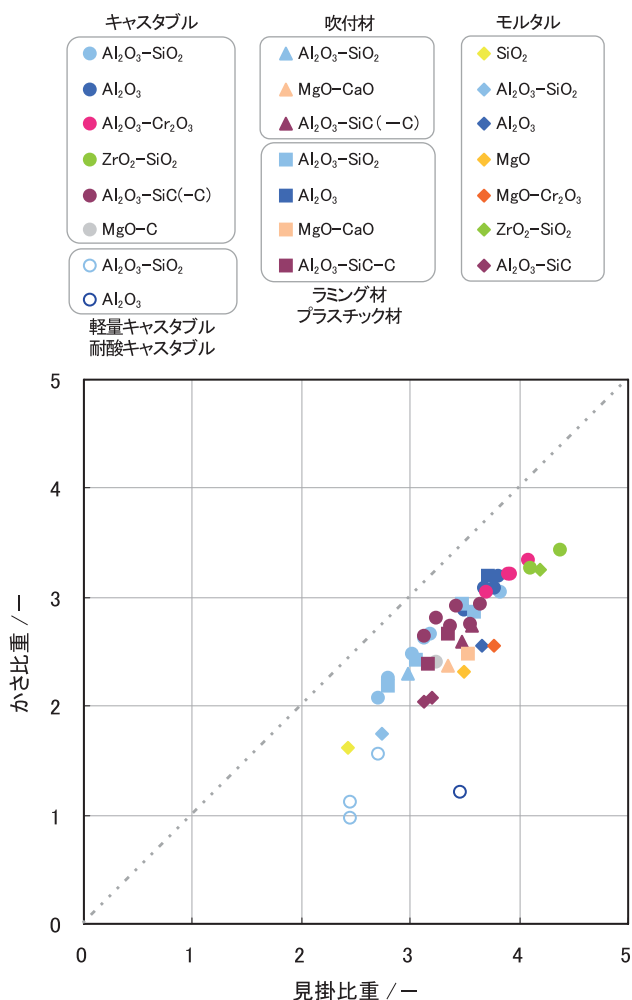


図3 不定形耐火物の見掛比重とかさ比重の分布 (1000°C-3h焼成後)

図2、図3には1000°Cで焼成した後の物性値を示しましたが、実際の炉では更に高温にさらされることが多いため、より高温で焼成した場合の物性値の変化も重要になります。データベースには1500°C-3h焼成後の物性値も収録されていますので、図4に一例を示します。図は、横軸に1000°C-3h焼成後の見掛気孔率、縦軸に1500°C-3h焼成後の見掛気孔率をとってプロットしたものです。破線で示した線上が1000°Cと1500°Cの気孔率が一致する箇所を表しており、この線上から外れているものは焼成温度によって気孔率が変化していることを意味します。多くの材質は線上近くにあることから、焼成温度を1500°Cまで高めても気孔率は変化せず高温で安定した組織を有していることがわかります。一方で、離れた箇所にプロットされているものもいくつか見られます。破線から上に分布している材質は1500°C焼成で気孔率が増大していることを示していますが、数種類のキャストブルにその傾向が見られます。また線の下方に分布している材質は1500°Cで焼成することで収縮して気孔率が小さくなっており、モルタルに多く見られます。

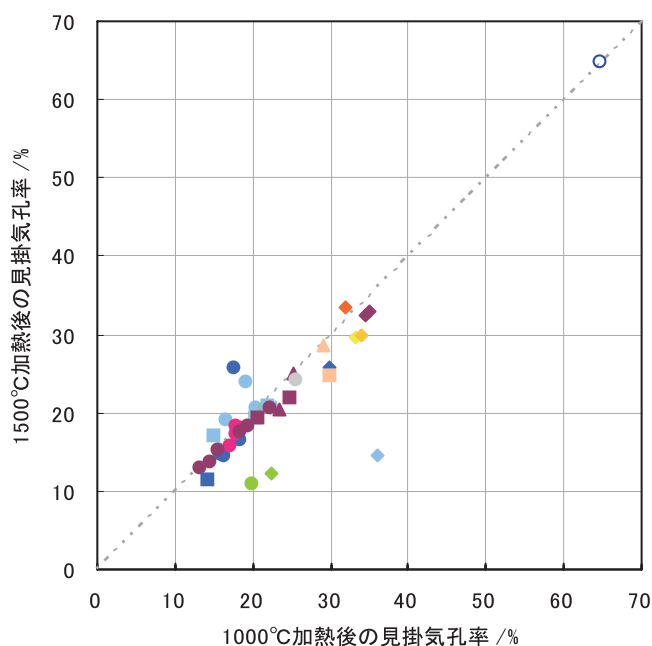


図4 異なる温度で焼成した見掛気孔率の分布

(主席研究員 星山 泰宏)