

熱的特性 (2)

前回に引き続き、データベースに収録されている熱的特性を紹介します。

図1に各種定形耐火物の熱膨張率について、1000℃と1500℃の値を対比して示します。ほとんどの材質が直線的に並んでいますが、点線より上側に分布するものが多く見られ、高温域において熱膨張係数が増大する傾向にあることがわかります。材質別に見ると、MgOやMgO-CaO、MgO-Cr₂O₃、MgO-Al₂O₃、MgO-Cといった塩基性材質が熱膨張率の大きい領域に、Al₂O₃やSiO₂を主成分とする中性から酸性の材質は熱膨張率の小さい領域に分布しており、塩基度と膨張率との関係が見てとれます。一方、SiO₂が主体の材質には特異な挙動を示すものが見られ、例えば珪石質では1000℃と1500℃の値が同一で高温域における熱膨張係数がほぼゼロに近いことがわかります。また熔融シリカ質はほとんど膨張せず、ろう石質は1000℃から1500℃にかけて大きく膨張するなど、特徴

的な熱膨張を示すことがわかります。

図2は参考までに炭素含有材質の炭素量と熱膨張率との関係をプロットしたものです。炭素は熱膨張が小さいために、一般的には炭素量が多いほど熱膨張率も低くなると考えられています。図を見ると、MgO-C、Al₂O₃-Cの材質毎に右下がりの傾向にあり、炭素量が多いほど熱膨張が小さくなる関係が認められますが、その分布には上下にかなりの幅があります。同じ炭素量の材質でも、熱膨張率の異なる材質が開発されている様子が理解されます。

5.2 不定形耐火物の熱的特性

次に、不定形耐火物の登録データを紹介します。図3には、各種材質の熱伝導率を500℃と1000℃の値を対比して示しています。材質別に見ると、キャストブルとラミング材については、Al₂O₃-SiO₂質の熱伝導率が比較的

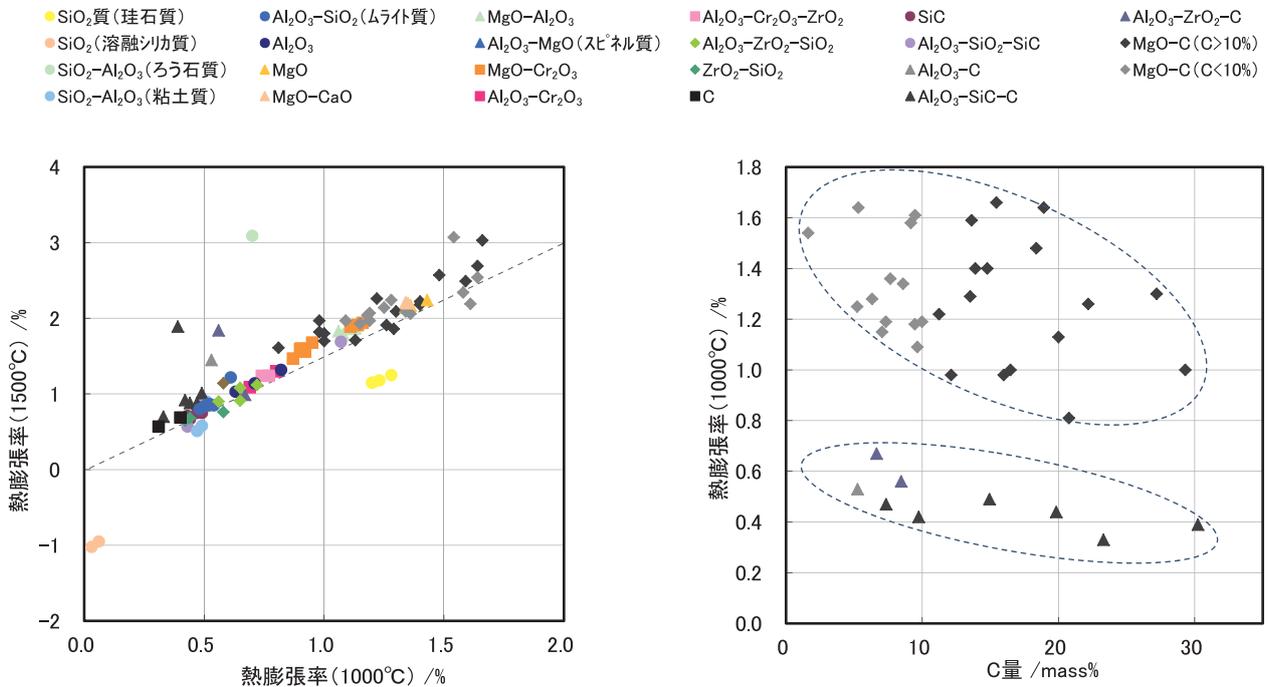


図1 定形耐火物の熱膨張率

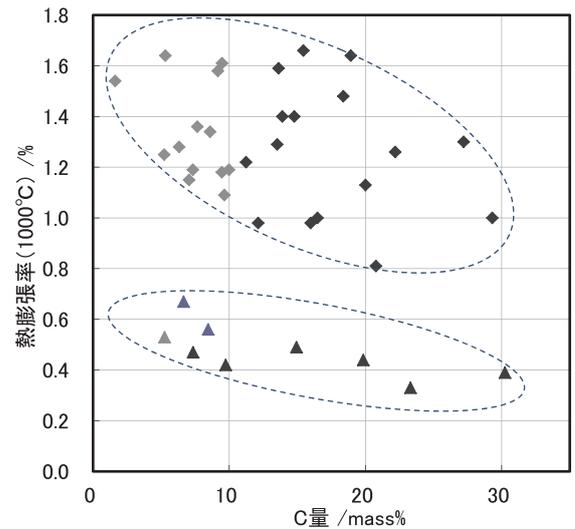


図2 定形耐火物の炭素量と熱膨張率との相関

低い領域にあり、 Al_2O_3 質は高い領域に分布が見られます。一方、軽量キャストブルでは、同じ Al_2O_3 - SiO_2 質や Al_2O_3 質でも、熱伝導率が非常に小さく、断熱性を重視した材料設計がなされていることがわかります。

図4に各種不定形耐火物の熱膨張率を、 1000°C と 1500°C の値を対比して示します。図4では、定形耐火物の場合(図1)と異なり直線関係から外れるものが多く見られ、 1000°C 以下の低温域と $1000\sim 1500^\circ\text{C}$ の高温域とで熱膨張挙動が変化する材質の多いことがわかります。点線より上に分布する材質は低温域よりも高温域の熱膨張係数が大きくなることを示し、点線より下に分布する材質はその逆となることを示していますが、 Al_2O_3 - SiO_2 質のキャストブルでは点線から大きく外れて下側にプロットされているものがあり、高温域で収縮する材質のあることがわかります。またモルタルでは点線から上下に外れて分布するものが多く見られ、複雑な熱膨張挙動を示す材質の多いことが理解されます。

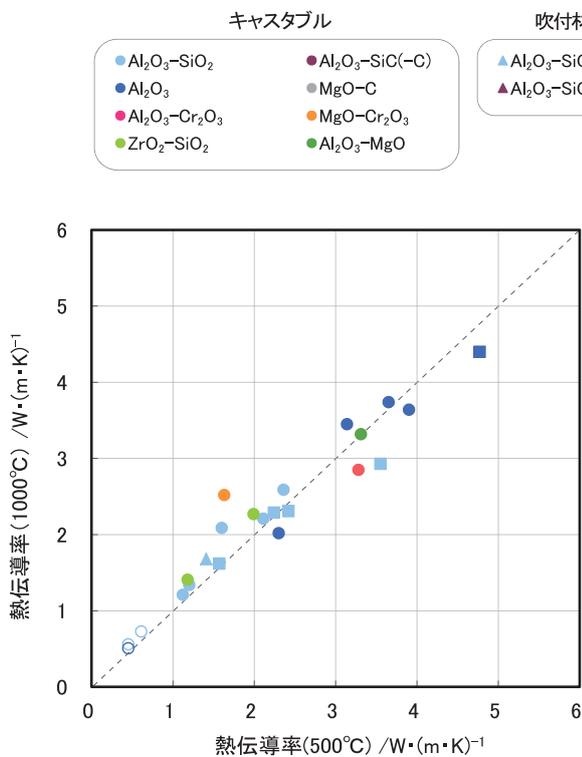


図3 不定形耐火物の熱伝導率

6. おわりに

岡山セラミックスセンターが公開している耐火材料特性データベースについて、9回にわたって連載してきましたが、いかがでしたでしょうか。誌面の関係上、十分に紹介しきれっていないデータもまだまだ多くありますが、データ群の概略をイメージして頂ければ幸いです。

本稿で紹介したように、耐火物には様々な材質があり、特性値も非常にバラエティに富んでいます。これら個々の特性を理解したり全体観を把握するだけでも容易ではありませんが、更には、これらの特性は、実際の炉で使用されると時間の経過によって変化して行くという、より一層複雑な現象が起こります。耐火物技術の研究開発は、まるで深い森を探求するような仕事ですが、このデータベースがその一助となれば望外の喜びです。

あなたも、めくるめく耐火物の深い世界を、味わってみませんか？

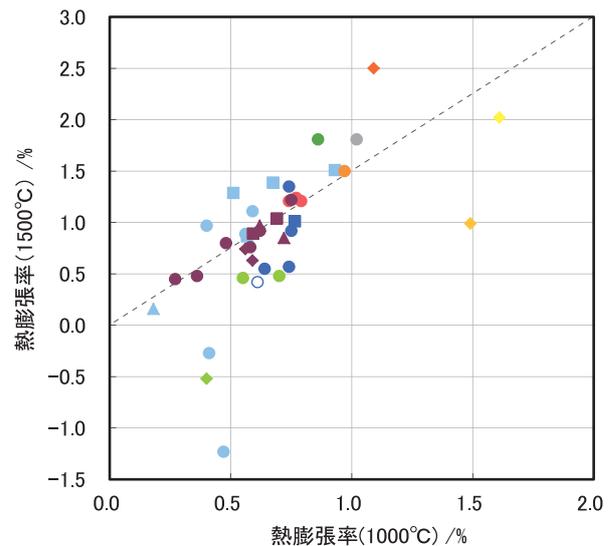


図4 不定形耐火物の熱膨張率

(主席研究員 星山 泰宏)