

遮蔽ブランケットを指向した炭化物における熱物性と機械特性の評価 Evaluation of thermal and mechanical properties on carbide material for the shielding blanket system

菱沼 良光¹⁾、阿子島 めぐみ²⁾、山下 雄一郎²⁾、田中 照也¹⁾、相良 明男¹⁾、室賀 健夫¹⁾
Yoshimitsu Hishinuma¹⁾, Megumi Akoshima²⁾, Yuichiro Yamashita²⁾,
Teruya Tanaka¹⁾, Akio Sagara¹⁾ and Takeo Muroga¹⁾

1) 核融合研、2) 産総研
1) NIFS, 2) AIST

はじめに

核融合研におけるヘリカル型核融合炉FFHRの設計活動^[1]において、放射線遮蔽ブランケットの検討を行っている。これまでの設計活動では、低放射化フェライト鋼と炭化ホウ素(B₄C)の複合体を遮蔽体としている。より効率的な遮蔽体を実現する上で、最適な遮蔽体構造のマッチングの検討は重要であり、中性子遮蔽体材料として種々の炭化物及び水素化物の核発熱や除熱解析を進めている^[2]。これらの解析を精密に行うには、これらの材料的な熱物性値のフィードバックが重要であるが、これらの熱物性値は金属材料や酸化物と比較してデータが圧倒的に不足しているのが現状である。

本研究では、比較的インヒレント熱物性値が得られるレーザーフラッシュ法を用いて炭化物試料(B₄C及びWC)の熱拡散率測定を行い、信頼性が評価された熱物性値を得ることを目的とする。更に、炭化物試料に繰返し熱負荷による熱拡散率、材料組織及び機械強度の変化について検討した。

レーザーフラッシュ法

レーザーフラッシュ法は試料表面をパルスレーザーによる加熱を行い、瞬間的な温度変化を測定し、次式から熱拡散率を測定している^[3]。

$$\alpha = \frac{0.1388 \times d^2}{t_{1/2}}$$

α :熱拡散率、 d :試料厚さ、 $t_{1/2}$:ハーフタイム

ハーフタイムとは図1に示すように温度上昇量の1/2だけ温度が上昇するのに要する時間で、ハーフタイム法と呼ばれている。図2にB₄C及びWC焼結体における熱拡散率の温度依存性を示す。B₄Cは天然B及び濃縮B(¹⁰B)を用いて作製した。初めに、室温で厚さが異なる試料の測定を行った。WCについては、厚さ1.0 mm、2.0mm、

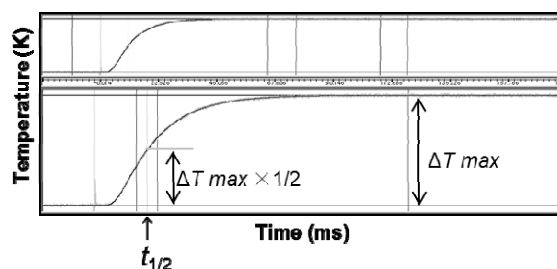


図 1. レーザーフラッシュ法における温度変化

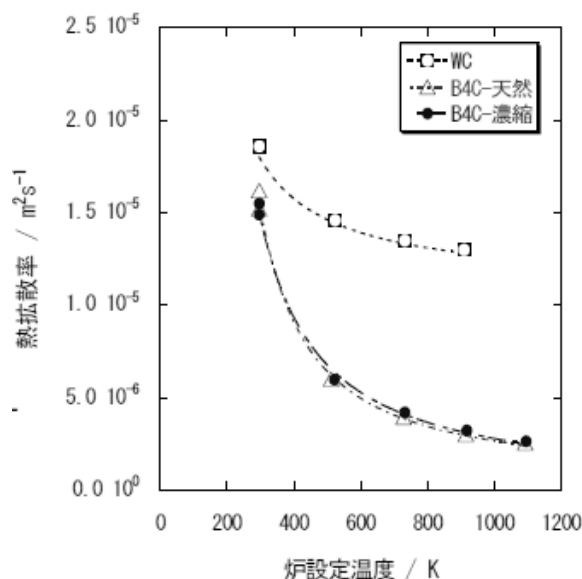


図 2. B₄C 及び WC 焼結体における熱拡散率の温度依存性

3.0 mm試料を測定した結果が厚さに依存せず一致 (95%信頼区間の不確かさ10%程度) し、測定の信頼性が実証された。これら材料の温度依存曲線の傾向から、これらの炭化物はフォノンによる熱伝導が支配的であることが分かった。B₄Cについて、天然Bの試料の方が熱拡散率は小さい傾向にあった。

References

- [1] プラズマ・核融合学会誌2013年6月号小特集p.359-400
- [2] プラズマ・核融合学会第30回年会(05pD20p)
- [3] W. J. Parker et al. J. Appl. Phys., 32, (1961), p.1679-1684