

金属硼化物と鉄系合金の共存性

Compatibility between metal borides and iron-based alloys

*橋爪 健一¹, 城戸 佑介¹, 坂本 寛²

¹九州大学, ²日本核燃料開発

TG-DTA により 4 族金属硼化物と純鉄、SUS との高温での共存性を調べた。B₄C の場合と同様 1100°C 以上の温度で熔融反応がみられた。ただ、B₄C では熔融反応が進行し SUS の融点以下でも溶体となったが、4 族金属硼化物では反応が進行せず固体のまま残存した。

キーワード：4 族金属硼化物、B₄C、制御材、SUS、被覆材、TG-DTA、熔融反応

1. 緒言

沸騰水型軽水炉では、B₄C を制御材、その被覆材としてステンレス (SUS) が使用されてきた。この B₄C-SUS 系では、Fe-B、Fe-C の共晶反応のため、それぞれの融点からはかなり低い 1100~1200°C で熔融することが知られており、冷却水喪失事故のような過酷事故の際、燃料より先に熔融、炉心下部へ落下する可能性がある。本研究の目的は、B₄C の代替となる SUS との共存性の良い硼素化合物を探索することであり、本報では 4 族金属硼化物との共存性について熱分析 (TG-DTA) を使い調べた結果を報告する。

2. 実験

B₄C 粉末、4 族金属硼化物 (TiB₂、ZrB₂ 及び HfB₂) 粉末と純鉄、SUS 粉末を用い、その混合粉末を試料として、Ar 雰囲気下で熱分析 (TG-DTA) を行った。粉末の混合比率は、Fe との 2 元系状態図で共晶温度が最も低くなる組成を選び、例えば、TiB₂-純鉄では、Ti/Fe=2.6 (1085°C) となるよう、粉末試料を調製混合した。なお、SUS の場合は合金成分をすべて Fe とみなした。熱分析は試料粉末をアルミナ容器に充填し、昇・降温速度を 10°C/min、1400°C まで加熱した。測定後、光学顕微鏡等で試料の観察を行った。

3. 結果と考察

TG-DTA の測定結果の一例 (TiB₂-純鉄) を図 1 に示す。昇温中に 1150°C 付近で熔融を示す吸熱ピーク、降温中に凝固による発熱ピークが現れた。他の 4 族金属硼化物でもほぼ同じ結果であった。表 1 に、各試料についてピーク温度を掲載した。SUS では純鉄に比べ、若干昇温時熔融ピークが高温側へシフトした。B₄C 粉末では昇温時に Fe-B 化合物の生成反応が原因と考えられる発熱ピークが吸熱ピークの直後に現れた。4 族金属硼化物ではこのような発熱は見られず若干挙動が異なるものの、ほぼ同じ温度で熔融に伴うピークが観測された。熱分析後の粉末試料を観察した結果、B₄C では試料が完全に熔融したことを示す球状となっていたが、4 族金属硼化物との混合物では粉末形状が残り、鉄、SUS が原形を留める可能性があることが分かった。

4. まとめ

4 族金属硼化物と鉄、SUS との高温での共存性を調べた結果、B₄C の場合と同様 1100°C 以上の温度で共晶反応による熔融が生じるものの B₄C のように熔融反応は進行せず、SUS は原形を留める可能性があることが分かった。今後この反応進行の違いについてさらに調べていく予定である。

*Kenichi Hashizume¹, Yusuke Kido¹ and Kan Sakamoto²

¹Kyushu Univ., ²NFD.

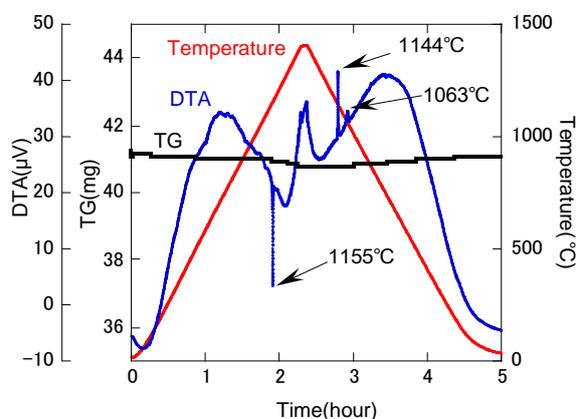


図 1 TiB₂-純鉄系の TG-DTA 結果

表 1 熱分析で確認された反応ピーク温度

試料名	昇温時	降温時
	吸熱(発熱) ピーク温度(°C)	発熱 ピーク温度(°C)
B ₄ C-Fe	1142, 1161(発熱)	1328, 1070
TiB ₂ -Fe	1155	1144, 1063
ZrB ₂ -Fe	1158	1158
HfB ₂ -Fe	1157	1363
B ₄ C-SUS	1191(発熱), 1195	1271, 1070, 1016
TiB ₂ -SUS	1234	1365, 1274, 1163
ZrB ₂ -SUS	1223	1173
HfB ₂ -SUS	1221	—