

Mechanical strength of beryllide pebbles as advanced neutron multipliers for fusion applications

赤津孔明、金宰煥、黄泰現、杉本有隆、中野優、中道勝

Yoshiaki AKATSU, Jae-Hwan KIM, Taehyun HWANG, Yukata SUGIMOTO,
Suguru NAKANO, Masaru NAKAMICHI

1 量研, 1 QST

1. 背景

量研は、原型炉開発に向けた先進中性子増倍材として、優れた高温安定性を有しているベリリウム金属間化合物であるベリライドに関する造粒技術開発及びその特性研究を行っている。Be₁₂V組成のベリライド微小球において、プラズマ焼結による電極棒の製作、そして、回転電極法による2段階のプロセスにて、Be₁₂V単相のベリライド微小球製造の成功している。しかし、Be₁₂V微小球の表面には、クラック形成が確認されることが明らかになった。本研究では、ベリライド微小球の製造技術の最適化研究の一環として、Be、Ti、Vを含む3元系組成のベリライド微小球であるBe₁₂Ti_{1-x}V_x (x=0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.0)の製造試験及びその機械的特性評価結果について報告する。

2. 実験

プラズマ焼結法と回転電極法を用いて、単相Be₁₂VとBe₁₂Ti_{1-x}V_x (x=0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.0)の3元系組成のベリライド微小球を製造した。それら微小球の表面・断面について、走査電子顕微鏡 (SEM) による微細組織観察を行い、常温での圧壊試験を行った。次に圧壊強度及びSEM観察結果から、常温で高圧壊強度を有し、且つBe相を含まないBe₁₂Ti_{0.3}V_{0.7}組成の3元系ベリライド微小球を用いて高温 (600と800K)での圧壊強度試験を行った。圧壊試験には、特注の微小球用の圧壊治具を製作し、1mm/分のクロスヘッド速度で圧壊強度評価を行った。微小球の圧壊試験後の破断面について、SEMによる微細組織観察を行った。

3. まとめ

3元系ベリライド微小球の製造試験及びその機械的特性評価を実施した。その断面組織については、Be₁₂Ti_{1-x}V_xのTi含有量が増えることにより、

Be₁₂V単相よりBe₁₂Ti相が増え、二相構造になっているが、更にTi = 0.5以上では、Be相が形成される傾向が見られた。表面組織においては、Ti含有量が少ないTi=0.1、0.3、0.5の場合は、非常に細かい組織になっていることが分かった。これらは、二相により、結晶粒径成長が抑えられ、微細化したと考えられる。その微小球の常温での圧壊強度の結果を図1に示す。Be₁₂V微小球に比べ、Tiが含有された3元系微小球の圧壊強度が増加することが明らかになった。この強度増加の理由としては、単相Be₁₂V微小球にはクラックが観察されたが、3元系ベリライド微小球にはクラックがなく、二相強化と微細化によって強度が向上されたと考えられる。また、単相Be₁₂V微小球及び3元系ベリライド微小球 (Be₁₂Ti_{0.3}V_{0.7}) の600Kと800Kでの圧壊強度を調べた結果、温度に対する顕著な減少は見られなかった。本発表では、その圧壊強度結果について詳細を報告する。

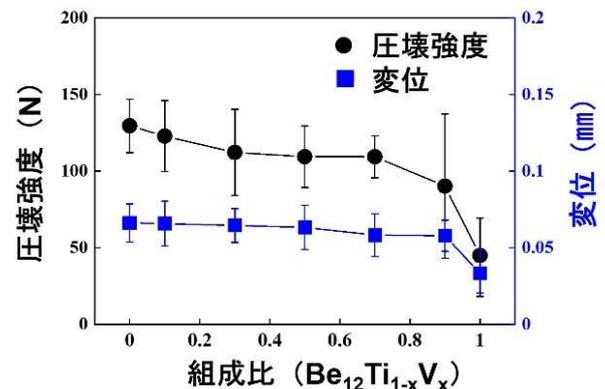


図1. 3元系微小球の組成比による圧壊強度及び変位