

**Purification of vanadium metal for early recycling of fusion reactor
blanket material**

長坂琢也¹⁾, 菅原孝昌²⁾, 櫻井星児³⁾, 野村和宏³⁾, 吉永英雄³⁾
 NAGASAKA Takuya¹⁾, SUGAWARA Takamasa²⁾, SAKURAI Seiji³⁾,
 NOMURA Kazuhiro³⁾, YOSHINAGA Hideo³⁾

¹⁾核融合研, ²⁾東北大金研, ³⁾太陽鋇工株

¹⁾NIFS, ²⁾IMR, Tohoku Univ., ³⁾TAIYO KOKO Co. Ltd.

1. 序論

現在核融合炉ブランケット構造材料では、100年程度冷却して廃棄処分するか、溶解して核融合炉で再利用することが検討されている。これに対し著者らは、バナジウム合金（V-Cr-Ti合金）を用い冷却期間を10年以内に短縮し、かつ再利用することを目指している。そこで鍵となるのは放射化で長半減期の放射性核種を生成する不純物Co、Cu、Niの低減であり、これらは少なくとも0.1 mass ppm以下にする必要がある。本研究では工業製造プロセスの改良を行うとともに、そこで得られた高精製金属Vを出発物質として、帯溶融法でこれらの不純物をさらに低減し上記の不純物レベルを達成することを目的とする。そして、帯溶融における不純物の挙動と、それらを制御するために必要な液相と固相との間の分配を明らかにする。

2. 実験方法

太陽鋇工株式会社赤穂研究所にて、V₂O₅を原料とし、メタバナジン酸アンモニウムを介した湿式精製、不活性Arガス雰囲気テルミット溶解、そして真空電子ビーム溶解で高精製金属Vを試作した。帯溶融は、東北大学金属材料研究所新素材共同研究開発センターの電子ビーム溶解装置を用いて90 gの小規模試作を実施したうえで、太陽鋇工株式会社赤穂研究所にて700 gにスケールアップした。試料形状は90 g試作で長さ100×幅5×厚さ10 mm、700 g試作で長さ約130 mm×幅50 mm×厚さ10 mmである。帯溶融における溶融池の移動速度はそれぞれ1、0.03 mm/sである。一方向に1回または5回帯溶融を行った。グロー放電-質量分析法（GD-MS）により微量不純物濃度を定量した。

3. 結果と考察

表1に1990年代に試作された核融合炉用高純度低放射化V合金NIFS-HEATで用いた高純度V（V-LI）、市販高純度V₂O₅から製造された高純度V（EVRAZ）、EVRAZを1回または5回帯溶融して得

られたZM1A、ZM2A、そして2. 実験方法で述べた高精製V（S2V）、さらにそれを5回帯溶融して得られたZ1V、Z5VのCo、Cu、Niの濃度を示す。

小規模試作（ZM1A、ZM5A）で出発物質（EVRAZ）のNi濃度が高い場合と、高精製V（S2V）用いても帯溶融が1回の場合（Z1）では、濃度上限0.1 mass ppmは達成できなかったが、Co、Cuについては達成できた。S2Vを用い5回帯溶融した場合（Z5）には、Co、Cu、Niいずれも0.1 mass ppm以下とすることに成功した。特に、放射化で生成するCo-60は半減期5.27年で10年後の放射能に大きく寄与するので、その原因物質となるNi、Co不純物が低減できたことは意義が大きい。Z5では、目標値0.1 mass ppmに対し、それぞれさらに1/3、1/10まで低減できた。Fe中のCoは帯溶融でも除去困難なことが知られているが、表1にもとづくV中のCoについては1回の帯溶融でも低減効果が大きいことが分かる。次式で表される不純物の固相と液相の分配係数（偏析係数） k を帯溶融で得られた濃度変化から数値計算で求めると、0.47～0.57の範囲となる。

$$C_S = k C_L \quad (1)$$

C_S : 固相中のCo濃度、 C_L : 液相中のCo濃度
 Fe中Coの k は0.9程度であり、1に近いと液相に集めて除去する帯溶融の効果が小さいが、Vでは k が比較的小さいことで大きな効果が得られることが明らかになった。

表1 高純度Vの不純物濃度（mass ppm）

ID	Co	Cu	Ni
V-LI	<1	<1	1
濃度目標	≤0.1	≤0.1	≤0.1
EVRAZ	0.77	0.12	23
ZM1A	0.06	0.10	1.5
ZM2A	0.09	<0.05	2.1
S2V	0.07	0.22	0.28
Z1	0.04	<0.05	0.12
Z5	0.01	<0.05	0.03