核融合炉で使用後 10 年以内に再利用可能な低放射化バナジウム合金の開発

(1) 高精製金属バナジウム及びその合金の試作

Development of low-activation vanadium alloy for recycling within 10 years after use in fusion reactors

(1) Fabrication of highly-purified vanadium metal and its alloys

*長坂琢也¹, 田中照也¹, 後藤拓也¹, 相良明男¹, 野村和宏², 櫻井星児², 吉永英雄²,
佐藤裕樹³, 菅原孝昌³, 湯蓋邦夫³

¹核融合科学研究所, ²太陽鋳工株式会社, ³東北大学金属材料研究所

金属バナジウムの高純度化により、長寿命放射性核種を生成する不純物元素モリブデンの低減に成功した。

キーワード：核融合炉ブランケット, 高純度化, 有価金属回収・分離

1. 緒言

低放射化材料は使用後 30 年～100 年程度の冷却期間を経て再利用することが検討されてきた。本研究では、これを 10 年以下にすることを最終目標とする。具体的には低放射化バナジウム合金を用い、(1)放射化で長半減期の核種を生成する不純物の低減、(2)同様に放射化する合金元素：チタン濃度の最小化、さらに(3)冷却期間中における希ガス放射性核種の除去を複合させる。第一報として、(1)について報告する。

2. 実験方法

低放射化バナジウム合金共通試料 (V-4Cr-4Ti 合金 166 kg 溶解試料) NIFS-HEAT に使用されている工業製品の高純度メタバナジン酸アンモニウム (NH_4VO_3 : 略称 AT-2- NH_4VO_3) を出発材料とした。これをアルカリ溶解、ろ過、アンモニウム化沈殿により精製した。精製を 1 回 (P-1- NH_4VO_3) または 2 回 (P-2- NH_4VO_3) 行った。このうち、P-1- NH_4VO_3 を煅焼し五酸化バナジウム (P-1- V_2O_5) とした。五酸化バナジウムをアルミテルミット還元した後、真空中電子ビーム溶解で最終的に 2 kg の高精製金属バナジウム (P-1-V) を得た。

3. 結果と考察

放射化で長半減期の放射性核種を生成する不純物元素の濃度を表に示す。()内は化合物中の V の重量に対する不純物の重量比 (V 中等量) である。これは、その化合物から金属バナジウムを作製した場合の不純物濃度の予測値にあたる。最下段は NIFS-HEAT に使用された金属バナジウム V-LI 中の不純物濃度である。P-1-V と V-LI の比較から、Al, Mo で濃度が低下している。このうち、Al 減少は電子ビーム溶解中の蒸発によるもので、よく知られた挙動である。一方、Mo については本研究で新たに試みた追加精製により、15 wppm から 3.6 wppm まで、すなわち 1/4 に低減できた。さらに、P-2- NH_4VO_3 や P-1- V_2O_5 の Mo 濃度の V 中等量は 0.46 wppm 及び < 0.2 wppm であることから、さらなる低減の可能性も示された。今後はこれらの原料化合物を高純度のまま金属バナジウムに還元する手法の確立が課題である。

表 不純物濃度 (wppm、()内は化合物中の V の重量に対する濃度 : V 中等量を表す)

	Al	Co	Mo	Nb	Ni
AT-2- NH_4VO_3			21 (48)		
P-1- NH_4VO_3	1.7 (3.9)	0.12 (0.28)	2.7 (6.2)	0.22 (0.51)	0.15 (0.34)
P-2- NH_4VO_3	0.95 (2.2)	0.08 (0.18)	0.20 (0.46)	0.28 (0.64)	0.20 (0.46)
P-1- V_2O_5	3.5 (12)	< 0.05 (< 0.2)	< 0.05 (< 0.2)	0.30 (1.1)	< 0.1 (< 0.4)
P-1-V	1.5	0.39	3.6	0.90	3.7
V-LI	270	< 1	15	1.9	1

4. 結論

金属バナジウム中の放射化不純物である Mo を従来の 1/4 にできることを実証した。

*T. Nagasaka¹, T. Tanaka¹, T. Goto¹, A. Sagara¹, K. Nomura², S. Sakurai², H. Yoshinaga², Y. Satoh³, T. Sugawara³ and K. Yubuta³

¹NIFS, ²Taiyo Koko Co., LTD., ³IMR, Tohoku Univ.