

中性子回折装置用V合金ウィンドウ材の 中性子線を用いた評価

利用者 今瀬肇¹、掛井貞紀²、吉永英雄²、大沼正人³

所属 ¹茨城県企画部、²太陽鋳工株式会社、³物質・材料研究機構

1. はじめに

バナジウム(V)は、干渉性核散乱振幅が小さく、回折能が小さいことより、中性子回折実験用の試料ホルダー材料として使用されている。しかしながら、僅かに出現するVの回折ピークを低減する為には、Vと相反する符号の干渉性核散乱振幅を有する元素(Al, Cr, Fe, Ni...etc.)との合金を用いるのが有力である。同様に中性子ビームライン上に位置する試料周辺環境機器の窓材においても、中性子に対して回折の少ない材料が求められている。大強度陽子加速器計画(J-PARC)の物質・生命科学実験施設では、中性子強度の飛躍的な増大に伴い、中性子に対してより回折の少ない試料ホルダーが求められている。本研究の成功により、これまで存在しなかった中性子干渉性散乱断面積が理論上ゼロの試料ホルダーを安定して供給することが可能となり、より高精度な中性子測定が実現されると考えられる。

2. 実験方法

JRR-3に設置された集光型偏極中性子小角散乱装置(SANS-J-)を用いて、V合金圧延材の測定を実施した。用いた中性子は波長が0.65nm、波長分解能が12.88%である。試料、検出器間の距離は10mとし、600mm径の³He検出器を用いたHigh-q領域の測定(P-SANS)、及び5inch径の高分解能検出器を用いたLow-q領域の測定(F-SANS)を実施した。SANS-J-で測定を行った試料はV, V-Al, V-Cr, V-Fe, V-Niの五種類であり、測定試料はW25 x L25 x t0.05mmの圧延材を20枚積層させて測定した。各試料の測定時間はP-SANSで5,400sec, F-SANSで6,100secとした。得られた測定結果より試料の偏析や粒界による小角散乱について評価を行った。

3. 実験結果

Fig.1にVとV合金の中性子小角散乱プロファイルを示す。また、Fig.2にブランク処理及び、標準試料(Al-7)の測定結果を用いて散乱強度を絶対値化した後のプロファイルを示す。

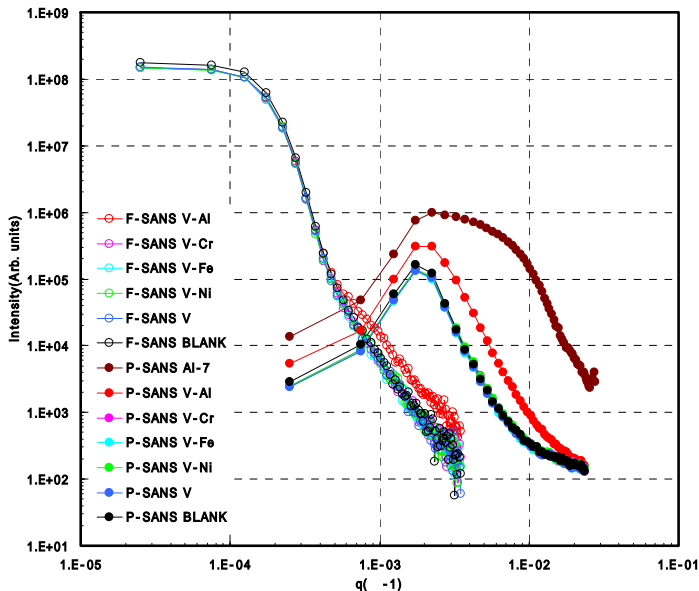


Fig.1 SANS profiles of V-alloys.

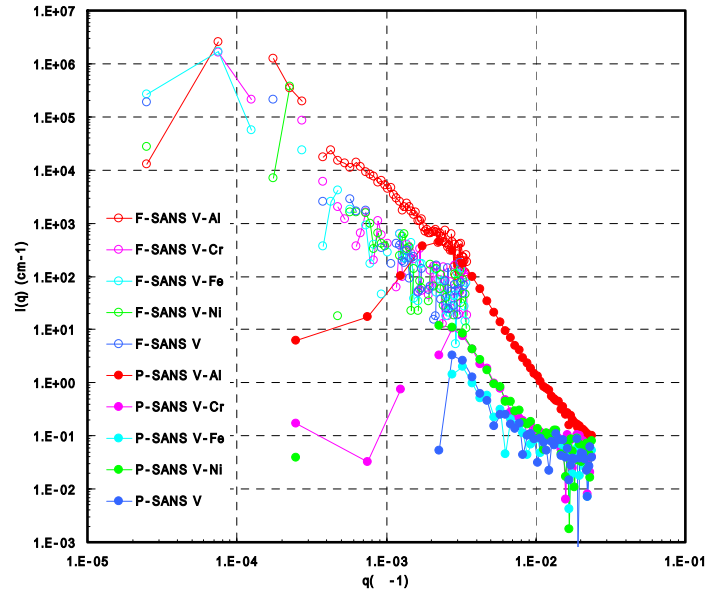


Fig.2 SANS profiles that a blank scattering is eliminated.

4. まとめ

SANS-J-を用いて種々のV合金の中性子小角散乱を測定した結果、いずれの試料でも有意な小角散乱が観測された。特にV-Alでは散乱強度が強く、これは他の合金と比べてD=600nm程度の粒子が多く存在することが明らかとなった。それに対して、V-Feは純Vと同程度の散乱強度であり、窓材などの余分な散乱が無く、中性子透過能力にも優れた材料として適していることが明らかとなった。本トライアルユースにおいては、日本原子力研究開発機構の鈴木淳市博士のご尽力により、貴重なデータを得ることができた。

中性子回折装置用V合金試料ホルダー及び ウィンドウ材の中性子線を用いた評価

利用者 今瀬肇¹、掛井貞紀²、吉永英雄²、大沼正人³

所属 ¹茨城県企画部、²太陽鋳工株式会社、³物質・材料研究機構

1 はじめに

バナジウム(V)は、干渉性散乱断面積が小さく、中性子の透過能が高い事より、中性子回折装置用の試料ホルダーとして使用されている。しかしながら、僅かに出現するVの回折ピークを低減する為には、Vと相反する干渉性核散乱振幅を有する元素(Al, Cr, Fe, Ni...etc.)との合金を用いるのが有力である。同様に中性子ビームライン上に位置するウィンドウ材等の試料周辺環境機器においても、中性子に対して透明な材質が求められている。

大強度陽子加速器計画(J-PARC)では、中性子線強度の飛躍に伴い、より中性子線に対して透明な試料容器が求められている。本研究が達成される事により、これまで存在しなかった中性子干渉性散乱強度が理論上ゼロの試料容器を安定して供給する事が可能となり、より高精度な測定結果が得られると予想され、今後の中性子測定の高精度化に重要な研究と考えられる。

2 実験方法

JRR-3に設置された中性子光学システム評価装置(NOP)を用いて、V合金圧延材の中性子小角散乱測定を実施した。NOPで測定を行った試料はV、V-Al、V-Cr、V-Fe、V-Niの五種類であり、測定試料はW25×L25×t0.05mmの圧延材を2枚積層させて測定した。その結果より試料の偏析や粒界による小角散乱について評価を行った。

また、V合金試料ホルダーの回折ピークの測定は、多目的単色熱中性子ビームポート(MUSASI)を用いて、V(110)の回折線の測定を実施した。MUSASIで測定を行った試料はV、V-Fe、V-Niの三種類であり、試料形状は内径6mm、深さ63mm、側面厚み0.1mmの底付き円筒容器である。回折データを測定し、その結果よりVに起因するBraggピークの減少について評価を行った。

3 実験結果

Fig.1に試料 - 検出器間距離L2:420mmでのVとV-Al、V-Ni合金の中性子小角散乱プロファイルを示す。いずれも測定時間は3,600secとした。また、Fig.2にブランクの散乱強度を差し引いた後の小角散乱プロファイルを示す。

Fig.3にV及びV-Ni合金試料ホルダーのV(110)回折線測定結果を示す。

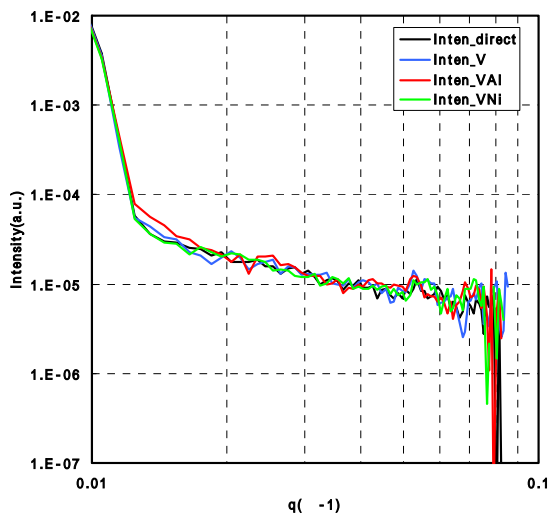


Fig.1 The SANS profile of V-alloys

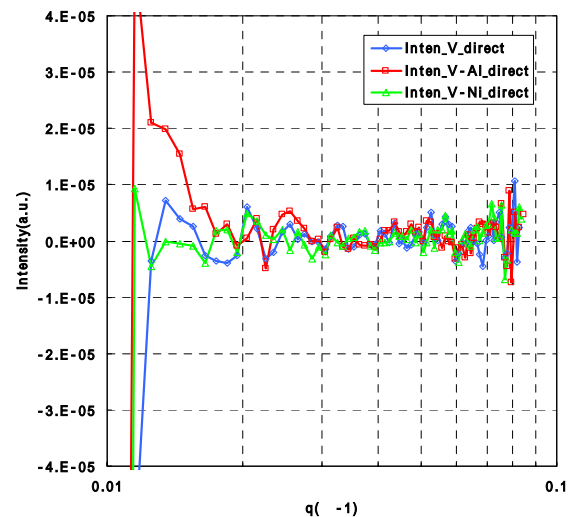


Fig.2 The V-alloys profile that considered a blank

4 まとめ

NOPでの中性子小角散乱測定結果より、V-Al合金で粒界での微少析出物に起因する有意な小角散乱が観測された。またV-Ni合金では有意な小角散乱が観測されなかった。

MUSASIでのV(110)回折線の測定では、V製の試料ホルダーでV(110)のピークが検出できなかった。ホルダー状態では試料体積が小さく、またMUSASIでは装置分解能が低い為、Vの回折ピークが強い非干渉性散乱に埋もれてしまう結果となった。今後、他の高分解能の装置を用いた検証が必要であると考えられる。

本トライアルコースにおいては、日本原子力研究開発機構の鈴木淳市博士、奥隆之博士のご尽力により、貴重なデータを得る事ができた。

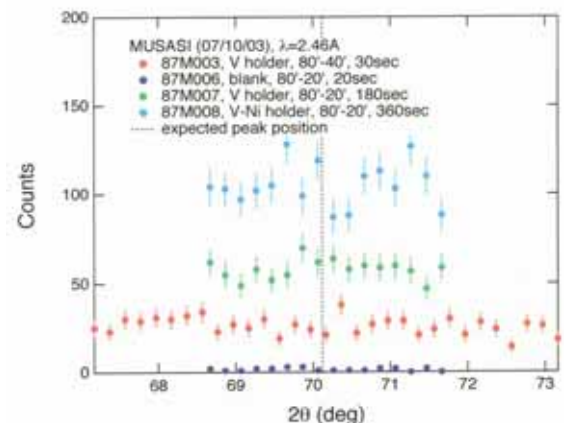


Fig.3 The neutron diffraction pattern of V-alloys sample holder