

小角散乱

GI-SAXS による金属表面近傍の析出構造評価

奥田浩司 落合庄治郎 (京都大学工学研究科)

時効硬化性軽金属合金であるジュラルミンなどの Al 基多元合金ではナノメートルからサブミクロン程度の析出組織を制御することによって機械的強度などの特性を調整している。析出組織の形成には原子空孔を介した拡散機構が関与している。時効硬化性アルミニウム合金の熱処理過程の特徴として、高温での単相領域からの急冷過程での過飽和原子空孔の凍結がおこり、この過剰原子空孔による拡散の促進が組織形成に重要な役割を果たすことが知られている。このような軽量構造材料の力学的信頼性や腐食などの環境耐性などの実用特性の検討では、表面偏析や逆に表面での無析出帯形成など、試料のごく表面近傍の組織がバルク中の組織と異なるという点が問題になる場合が多い。Al 材料の析出過程における表面効果を実験的に明らかにするため、GISAXS による析出物サイズの深さ解析を試みた。入射角を制御した GISAXS 強度の解析より、表面近傍では第二相粒子の半径が小さいことが示された。これは表面における過剰空孔消滅を仮定したモンテカルロシミュレーションによる組織の分布状態と対応している。また実験的に得られた粒子半径が小さくなる影響深さは Al-Ag 単結晶試料の場合、表面から約 $0.3\ \mu\text{m}$ 程度であることがわかった。これは従来時効硬化性アルミニウム合金のごく表面部分は柔らかいという経験的に知られていた現象の組織的原因を明らかにするものである。GISAXS はこのような表面近傍での析出形態を非破壊で知る上で有効な手法であるが、組織の特徴的なサイズと興味を持っている表面からの深さの程度により、GISAXS 解析の適合性を検討する必要がある場合もある。

参考文献

- (1) H.Okuda, S.Ochiai : Application of GI-SAXS to Near surface Microstructures in Al-based alloys. J. Mater.Res. Soc. Japan 28(2003)27-30.
- (2) H.Okuda, S.Ochiai : 'The effects of solute and vacancy depletion on the formation of precipitation-free zone in a model binary alloy examined by a Monte Carlo simulation' Mater. Trans.. 45(2004),1455-1460.
- (3) H.Okuda, S. Ochiai, M. Ohtaka, T. Ichitubo, E. Matsubara, N. Usami, K. Nakajima, S. Sasaki and O. Sakata : 'Grazing-incidence Small-angle Scattering as a Tool for Thin Film Microstructure and Interface Analysis' Trans. Mater. Res. Soc. Japan, 32 (2007) 275-280.