

実部材・局所部位における水素濃度の定量分析

森 貴仁¹⁾小北 哲也¹⁾

Takahito MORI

Tetsuya KOGITA

¹⁾株式会社コベルコ科研

(概要)

DLCを成膜した切削工具等、曲面や微小面を持つ実部材の水素濃度を定量する手法として、¹⁵Nを利用した共鳴核反応分析(NRA)[1]の適用可能性を検証した。標的-検出器間に γ 線遮蔽体を設置し、標的にビームを照射することにより、 $p(^{15}\text{N}, \alpha \gamma)^{12}\text{C}$ 反応による放出 γ 線の透過率を調べた。その結果、遮蔽体の組成、厚みから計算した予想値とほぼ等価となった。また、曲率を有する標的にビームを照射することで、曲率の γ 線収量への影響を調べた。 $\phi 3\text{mm}$ のビーム径に対し $\phi 8\text{mm}$ 程度の曲率であれば影響を受けないことがわかった。本手法にて定量した水素濃度が弾性反跳粒子検出法(ERDA)での定量値と相関があることも確認した。

キーワード：

「DLC」「水素濃度定量」「共鳴核反応分析」

1. 目的

我々はDLCを成膜した切削工具等、曲面や微小面を持つ実部材の水素濃度を定量する手法として¹⁵Nを利用したNRAに注目している。本手法は一般的に用いられるERDA等と異なり、試料の形状や含有水素濃度が定量値に与える影響が小さく、様々な部位の水素濃度定量に活用することが期待できる。しかし実部材の水素濃度を定量した報告は少なく、母材による γ 線吸収や、測定面の曲率が定量値に与える影響は十分に明らかではない。そのため我々は本実験を通してこれらの影響を確認し、実部材・局所部位の水素濃度定量の可能性を検証した。

2. 実施方法

実験は高崎量子応用研究所のMD1ラインで行った。タンデム加速器から得られた6.5MeV N^{3+} ビームを四重極電磁石とアパーチャ($\phi 0.8\text{mm}$)で整形して試料へ照射した。本実験におけるビーム径は試料面上で $\phi 3\text{mm}$ 程度である。 $p(^{15}\text{N}, \alpha \gamma)^{12}\text{C}$ 反応により放出された γ 線は試料後方(下流)に設置したNaI(Tl)シンチレータで検出した。実験の詳細を以下に列挙する。

- ①母材による γ 線吸収の影響を確認するため、標的-検出器間に遮蔽体(円柱状の炭化タングステン)を設置して γ 線の透過率を調べた。標的として水素濃度が既知(21.8at%)のDLC膜を用い、遮蔽体は透過率85%狙い、75%狙いの2水準とした。
- ②測定面の曲率が γ 線収量に与える影響を調べるため、 $\phi 8, 15, 40\text{mm}$ の亚克力丸棒にポリイミドを貼り付けた試料を測定した。
- ③ERDAと定量値を比較するため、水素濃度既知のDLC膜を標準試料として γ 線収量の比率から、亚克力とポリイミド(ともに平板)の水素濃度定量を行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

- ① γ 線透過率の実測値は85%狙いで $85.3 \pm 2.2\%$ 、75%狙いで $76.0 \pm 1.7\%$ と、ほぼ狙い値どおりの結果が得られた。
- ②曲率が γ 線収量に与える影響は、認められなかった。
- ③NRA及びERDAでの定量結果を図1に示す。横軸がNRA、縦軸がERDAの定量値を示しており、両手法で十分に相関のある結果が得られていることがわかる。

以上より母材に重元素が含まれる試料を定量する際は、母材による透過率を調べる必要があること、またその透過率は水素が十分に含まれる適当な標的を試料より上流側に設置した上で、試料自体を遮蔽体として γ 線収量を測定することで決定できることがわかった。また、現状のビーム

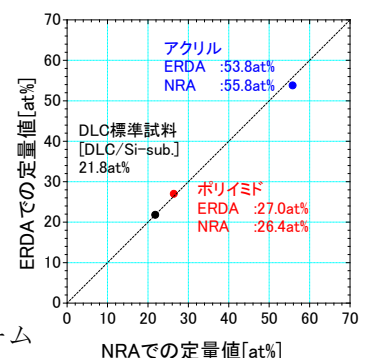


図1 NRA及びERDAでの定量値の相関

径 $\phi 3\text{mm}$ でも、 $\phi 8\text{mm}$ 程度の曲率を有する測定面ならば、十分に水素濃度定量が可能であることがわかった。我々は今後このビーム径で、各種実部材の水素濃度定量を行うことを計画している。またビームをさらに絞ることができれば、例えば摺動試験後の微小面での水素濃度定量も可能になると考えられる。

4. 引用(参照)文献等

[1]W. A. Lanford, Nucl. Instrum. Methods B66 (1992) 65