

重イオン照射によるボイドスウェリング

井澤倫孝, 島田將之, 尾崎 哲, 中東重雄

東芝総合研究所

高速炉炉心金属材料は高線量の高速中性子照射による損傷の結果としてボイドスウェリングが生ずる。 10^{23} nvt ($E > 0.1$ MeV) 以上の照射によるスウェリングの評価を行なうに当たり、現在利用可能な原子炉を利用すると数年を要する上、炉照射実験においては実験パラメータの正確な設定には困難が伴なう。金属中に多量の損傷を導入する手段として重イオン照射を利用することはそれに対して多くの利点をもっている。①に損傷率が大きい($10^3 \sim 10^4$ 大きい)ために高速中性子照射によって生ずる損傷と同量の損傷を金属中に導入するには短時間で済むこと、②に炉照射にくらべ経済的であること、③に照射後の放射能が少いため、照射後試験が直ちに行なえること、④に実験パラメータの設定が自由に行なえることなどである。イオンの加速エネルギーは数 MeV ~ 数 10 MeV が多く使用される。国内においてはサイクロトロン、ヴァンデ・グラフ等の利用は限られる上、マシンタイムの問題もある。加速エネルギーを低く取ることができれば上記①、②の利点がさらに有効になり、簡便なスウェリングの評価が可能となる。一方、低エネルギー照射ではイオンの軌程が短いため損傷領域は表面下数 1000 Å に限られ、表面の効果が入ってくる。我々は 200 kV コックロフトワルトン型加速器を使用し、イオン種として軌程の大きさと損傷率とを考慮して炭素イオンを選びスウェリング評価を試みた。試料には最も炉照射データの多い溶体化処理 304 ステンレス鋼 (100 μ厚) を使用した。

200 keV C^+ イオン照射量と、ステンレス中に生成される損傷量との対応は LSS ポテンシャルを用いて計算により求めた。スウェリングの定量は透過電子顕微鏡写真で行なう。表面の効果としては表面近傍にボイドの生じない領域が現れる。この領域の深さと照射温度との関係を測定した結果、高温ほど深くなるが、625°C で約 500 Å、500°C で高々 100 Å で、低温域では殆んど問題にならない。スウェリング定量の際はステレオ測定によりボイドの存在する領域を求め、ボイドが存在しない領域による誤差をさける。スウェリングの温度依存性は炉照射データにくらべ約 73°C 高温側へずれることが認められた。右図はスウェリングの照射量依存を 625°C で 225 dpa まで求めたものと炉照射データを温度のシフトを考慮して比較したものである。これらの比較により、本方法による値が良く一致することがわかり、低エネルギーによる評価法として有用なことが見出されている。

