

【部門構成員】

教授：松井 秀樹、 教授（兼）：阿部 勝憲、 助教授：佐藤 裕樹、 助手：二田 伸康、波多野 恭弘、
その他（技術補佐員 1名、 事務補佐員 1名）

【研究成果】

この期間の研究は核融合炉候補材料であるバナジウム合金の照射損傷組織発達に関するものが中心である。転位と極微細析出物との相互作用に関する HVEM 内その場観察や、これに対する分子動力学法によるシミュレーションや電顕像計算等の研究、さらには THDS によるヘリウム集合体に関する研究等にも力を入れたが、本年度の期間には論文として刊行されるには至らなかった。

バナジウム合金の機械的性質は侵入型不純物の影響を強く受ける。照射による組織発達はさらに複雑な影響を受けるので、侵入型不純物の制御が極めて重要である。当研究室では Zr 箔による固体純化法を用いて、酸素、窒素等の不純物濃度の極めて低いバナジウム合金の製造法を確立した。核融合炉ブランケット中でバナジウム合金は通常、冷却材・増殖材として液体リシウムをとともに用いられるが、使用中にバナジウム中の酸素等はバナジウム合金からリシウムへ移行する。バナジウム合金の高温強度は侵入型不純物に依存している部分が大きいと考えられる。(Ref.1) は高純度の合金での高温強度を評価したもので、高純度化により高温強度は大きく減少すること、クロム等を添加することにより補うことが可能であることを示した。比較的低温で照射されたバナジウム合金を変形すると転位チャンネルが形成され、これが延性低下の重要な原因である。チャンネル形成過程等について詳細に調べたのが (Ref.2) である。照射中に温度が変動すると、損傷組織に予測困難な影響が残る。(Ref.3) では特に高温から低温に遷移した場合に出現する極めて疎な組織の発見と、その生成機構について論じている。

核融合中性子照射効果を核分裂中性子の効果と定量的に相関を求めることは重要であるが、(Ref.4) は京大炉により精度の高い実験を行って核融合中性子と核分裂中性子の損傷効果の相関について論じたものである。また、(Ref.5) は軽水炉压力容器鋼の脆化に関する研究である。

以上、本年度に発表された論文においては主として、高純度化の効果や照射損傷組織発達に関する地道な研究の成果が報告されている。残り任期の間にこれらの成果を包括した形での系統的な文書としてとりまとめたいと考えている

1. M. Koyama, K. Fukumoto, H. Matsui
Effects of purity on high temperature mechanical properties of vanadium alloys.
J. Nucl. Mater., 329-333, (2004), 442-446
2. M. Sugiyama, K. Fukumoto, H. Matsui
Dislocation channel formation process in V-Cr-Ti alloys irradiated below 300 °C.
J. Nucl. Mater., 329-333, (2004), 467-471
3. K. Fukumoto, H. Matsui, T. Muroga, S.J. Zinkle, D.T. Hoelzer, L.L. Snead
Varying temperature effects on mechanical properties of vanadium alloys during neutron irradiation.
J. Nucl. Mater., 329-333, (2004), 472-476

4. Y. Satoh, M. Tsukada, H. Matsui, T. Yoshiie
Cascade and subcascade structure in fission neutron irradiated fcc metals and their correlation to fusion neutron irradiation.
J. Nucl. Mater., 329-333, (2004), 1185-1189
5. Takeshi Kudo, Ryuta Kasada, Akihiko Kimura, Kazuhiro Hono, Kouji Fukuya, Hideki Matsui
Factors Controlling Irradiation Hardening of Iron-Copper Model Alloy.
Mater. Trans., Vol.45 (No.2), (2004), 338-341

【研究計画】

次年度の研究計画としては、大きく分けて3つの項目に分けられる。その1は電顕内引張試験その場観察や内部摩擦、超音波吸収実験等による転位と微細障害物との相互作用に関する研究である。これは照射脆化に限らず、材料学上の多くの問題に共通の重要課題であると考えている。さらにシミュレーション実験を行い、相互に比較することにより微細組織から巨視的な機械的性質を評価するための方法確立することが究極の目的である。第2にはスウェリングに代表される照射損傷組織発達機構の解明である。特にアンダーサイズバナジウム合金に見られる巨大なスウェリングの機構には、未だ解明すべき点が多く、シミュレーションを援用してこれらの問題に取り組む。第3はバナジウム合金中のヘリウムの挙動に関する研究である。これには THDS 等の実験手法が非常に有効であるが、現在では当研究室にある装置が世界で唯一稼働しているものである。これに関してもシミュレーションを併用して、解明して行きたい。