

第1章 研究の現状と今後の研究計画（概要）

附属量子エネルギー材料科学国際研究センター 施設長(併) 松井 秀樹

【構成員】

助教授：三頭 聡明、 助教授：小無 健司、 助教授：川嶋 朝日、 助教授：栗下 裕明、

助教授：佐藤 伊佐務、 助手：原光雄、 助手：鳴井實、 助手：青木大

助手(兼)：山村 朝雄、 助手(兼)：二田 伸康

【研究成果】

当センター職員の研究は材料関係と核燃料関係の2つの分野に大別される。まず、照射技術開発の一環として、低放射化バナジウム合金の照射下クリープ、および液体Li中クリープ実験用に、内圧管クリープ試験片の開発を行った[Ref.1]。高精度の製管、電子ビーム溶接、レーザーガス圧入、等に関する技術開発を行ない、非照射下では良好なデータを取得した。現在常陽にて液体ナトリウム環境下で照射中である。微小試験片技術は今後、原子力材料に関して重要であるが、[Ref.2]はシャルピー延性脆性遷移温度(DBTT)に及ぼす試験片サイズの効果を明らかにするために、サイズ効果の主な原因である塑性拘束の低下を定量的に評価し得る方法を提案し、その方法を用いて高強度フェライト鋼における塑性拘束の低下と試験片サイズ・ノッチ形状の関係を明らかにしたものである。このほか、Zr基金属ガラスの破壊靱性を微小3点曲げ試験片を用いて評価する研究[Ref.3]等がある。

核融合炉高熱流束材料の開発の一環として、超微細結晶粒・粒子分散により耐照射特性に優れた高融点金属の開発を行った。タングステンでは、結晶粒径が100~200 nmと極めて微細で、相対密度99%の超微細結晶粒・高密度焼結体の作製に初めて成功した。また、バナジウムではガス不純物による延性低下のない、超微細結晶粒・粒子分散組織もつV-(1.6-2.5)%Y合金を試作し、その組織と機械的性質に及ぼす中性子照射効果を実験的に初めて明らかにする[Ref.4]とともに、高温強度についても成果を得た。

軽水炉の燃料被覆管材料中に生成するジルコニウム水素化物は、被覆管の寿命に対して大きな影響を持つため、その熱的性質を調べることは重要である。ZrH_{1.6} (δ相) のフォノンによる熱伝導度における水素の役割を非平衡分子動力学法を用いて評価した。その結果、高温でのジルコニウム水素化物中の熱伝導現象に水素原子の振動が重要な役割を果たしていることを見いだした。[Ref.5]。

燃料関係の研究として、高速実験炉常陽で照射されたMOX燃料中のキュリウム同位体を分析し、既存の核データライブラリーを用いた計算結果と比較したのが[Ref.6]である。Cm-245以上の高次同位体について計算は、実験結果を再現しないことを明確に示した。実照射MOX燃料での高次Cm同位体組成の実験的測定は、はじめて行われたものであり、核データライブラリーの整備に資するものと評価され、共著者の逢坂は、原子力学会奨励賞を受賞した。

1. K. Fukumoto, H. Matsui, M. Narui, T. Nagasaka, T. Muroga
Manufacturing pressurized creep tubes from highly purified V-4Cr-4Ti alloys, NIFS-Heat2
J. Nucl. Mater., 335 (2004) 103-107

2. H. Kurishita, T. Yamamoto, M. Narui, H. Suwarno, T. Yoshitake, Y. Yano, M. Yamazaki and H. Matsui
Specimen Size Effects on Ductile-Brittle Transition Temperature in Charpy Impact Testing, J. Nucl. Mater., 329-333 (2004) 1107-1112.
3. A. Kawashima, T. Sato, N. Ohtsu and K. Asami
Characterization of surface of amorphous Ni-Nb-Ta-P alloys passivated in a 12kmol/m³ HCl solution
Mater. Trans., 45 (2004)131-136
4. S. Kobayashi, Y. Tsuruoka, K. Nakai and H. Kurishita
Effect of Fast Neutron Irradiation on the Microstructure in Particle Dispersed Ultra-Fine Grained V-Y Alloys
Mater. Trans., 45 (2004) 29-33.
5. Konashi K., Ikeshoji T., Kawazoe T., and Matsui H.
Role of hydrogen in heat conduction in zirconium hydride
Trans. Mater. Res. Soc. Jpn., 29, 8(2004)3811-3814.
6. M. Oasak, Shin-ichi Koyama, and T. Mitsugashira
Analysis of curium in mixed oxide fuel irradiated in the experimental fast reactor JOYO for the evaluation of its transmutation behavior
J. Nucl. Sci. Tech., 41(9) (2004) 907-914

【研究計画】

材料照射に関しては、本年度に開発した内圧クリープ管状試料を用いて、常陽での照射下クリープ試験を行う。高融点材料に関しては、超微細結晶粒・ナノ粒子分散の手法をさらに進め、高靱性材料製造の指針を得る。

ジルコニウム水素化物に関する研究は、今後古典分子動力学計算に加えて、第一原理計算を用いた研究に発展させる予定である。金属ガラスに関してはその作製法と破壊靱性との関係を調べると同時に、局部腐食特性を調べることにしている。