

## 成合研究室

# 高熱流束機器の冷却

研究室人員：教官 1 名、学部学生 3 名  
修士課程 2 名、博士課程 1 名  
〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1  
TEL:0298-53-5256 FAX:0298-53-5207  
URL:<http://vapor.kz.tsukuba.ac.jp>

### 研究室紹介

成合研究室については、原子力学会誌 2000 年 6 月号(Vol.42, No.6)の 526 から 527 頁に詳細が載っているのでそれも参照していただくと幸いです。成合研究室は 1980 年に成合英樹教授が、船舶技術研究所から転任してスタートした。工学系 4 学系の一つである機能工学系（当初の構造工学系）に所属して、第三学群工学システム学類エネルギー工学専攻および大学院のシステム情報工学研究科や理工学研究科の学生が研究を行っている。学生数は例年 10 名強であったが、2002 年 3 月の成合教授の定年に伴う研究室閉鎖（講座制をとっていないことによる）のため、現在学生数が減っている。

### 研究テーマ

21 年間の研究は大きく分けて、原子炉、核融合炉、およびエネルギー・環境の 3 分野につき伝熱流動現象の解明という視点で進められた。ここではその内の核融合分野につきこれまでの研究を記すことにする。

#### (1)高熱流束機器の冷却

筑波大へ転任後しばらくして、エネルギー特別研究（核融合）で、秋山守先生より水冷却の担当を仰せつかり、熱流束  $10 \text{ MW/m}^2$  以上という高熱流束機器の冷却のためのサブクール沸騰限界熱流束の研究を開始した。冷却管

にはねじりテープの挿入が考えられ、また周方向および軸方向に非均一熱流束分布を有している。15 年以上にわたり実験的研究を進め、均一加熱ストレート管およびねじりテープ挿入管、周方向非均一加熱ストレート管およびねじりテープ挿入管、軸方向非均一加熱ストレート管につき順次機構解明を行い、最近では機構論的モデルにより精度良い予測ができるようになった。ジャーナルや国際会議論文として 50 編くらい報告し、一応水による高熱流束機器の冷却（ストレート管とねじりテープ挿入管）については、ほぼ現象解明と予測ができ、秋山先生からの宿題を終えたと考えている。

#### (2)タンデムミラー核融合炉の概念設計

エネルギー特別研究（核融合）時代に、筑波大のプラズマ研究センターや全国の大学の炉工学の方々の協力を得て動力炉の概念設計を行った。その後引き続いた研究は行っていないが、当時の概念設計を変えるほどのプラズマ物理の進展はないと考えている。

### スタッフ

成合英樹（教授、工学博士）  
1967 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了  
原子力熱工学  
E-Mail: [nariai@kz.tsukuba.ac.jp](mailto:nariai@kz.tsukuba.ac.jp)

## 核融合炉工学・炉設計

### 核融合炉工学研究室

研究室人員：教官 1 名、学部学生 3 名  
修士課程 4 名

305 8573 つくば市天王台 1-1-1

TEL/FAX：0298-53-5286/5286

URL：http://saitolab.riko.tsukuba.ac.jp

#### 研究室紹介

基本的に機械工学材料力学の研究室である。研究目的は核融合炉の設計および炉工学であり、炉工学・炉設計にかかわる問題なら何でもやってみようと考えている。

現在、斉藤正克教授の下に大学院修士課程 4 名と学部生 3 名が所属している。

研究グループは主に 4 つのグループに分かれており、各グループは以下の 1 つを担当している。

1. 核融合炉第一壁の熱応力によるき裂進展と寿命評価
2. HIP 接合材の構造強度の評価
3. 核融合炉真空容器等の電磁力による損傷と寿命評価
4. 核融合炉の振動特性の評価

#### 研究テーマ

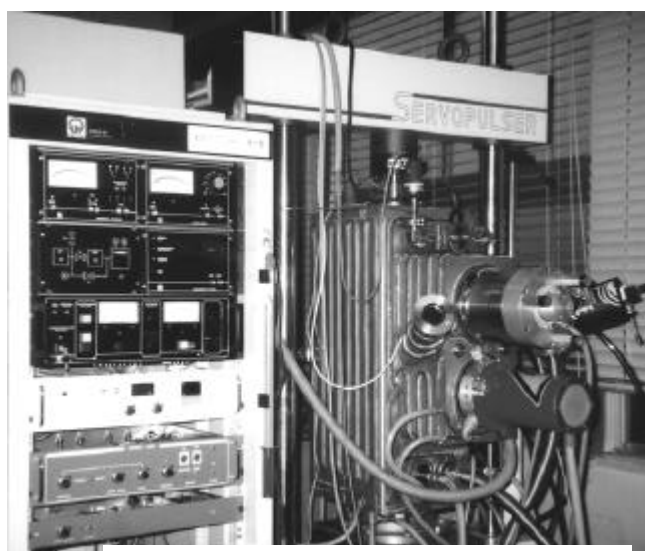
1. 核融合炉第一壁の熱応力によるき裂進展と寿命評価<sup>[1]</sup>

第一壁は大構造物であり、初期欠陥の存在は避けられない。稼動、停止を繰返

す場合、欠陥への熱応力による応力集中が予想される。このため、熱疲労によりき裂が発生し、進展する可能性がある。本研究では定量的な熱疲労き裂進展挙動の把握を目指す。

#### 2. HIP 接合材の構造強度の評価<sup>[2]</sup>

HIP 接合は核融合炉第一壁において使用が検討されている金属間接合法である。設計上においてはもちろんであるが、接合界面またはその近傍における強度の評価は保守点検、寿命評価の点からも重要である。本研究では各種材料、HIP 接合の強度を破壊靱性試験、疲労き裂進展試



熱応力実験装置全体写真

験等を用いて破壊力学的観点から評価、検討する。

### 3. 核融合炉真空容器等の電磁力による損傷と寿命評価

核融合炉において、プラズマを閉じ込めるためには強磁場が必要である。閉じ込めるための強磁場と、プラズマ崩壊の作用により部材中に生じる短時間の大電流との相互作用により、構造部材には大きな電磁力が負荷される。本研究ではプラズマ崩壊時の電磁力に対する核融合炉構造物の健全性を数値解析により評価することを目指している。

### 4. 核融合炉の振動特性の評価

トカマク型炉は板バネから構成される支持脚によって支持され、温度差による変形を吸収させるため、炉の半径方向に柔となるように設置される。

支持構造が柔軟であるためにトカマクは複雑な動的応答を示し、設計にあたっては、数値解析や縮小試験体による実験を通しての振動特性の把握が不可欠である。

本研究では支持脚ボルト固定部での摩擦によるエネルギー損失に着目して、振

動板の減衰率を明らかにすることを目指す。

[1] K.Kikuchi, K.Ue, Y.Kudo and M.Saito

#### **Crack Propagation in First Wall by Thermal Fatigue and Creep**

5th Int. Symp. on Fusion Nuclear Tech., Roma, Sep., 1999

[2] S.Kikuchi, Y.Nomura and M.Saito

#### **Stress Analysis around DSCu/SS316 HIP Bonded Interface**

21st Symp. on Fusion Tech., Madrid, Sep., 2000



#### **教官**

斉藤 正克 (教授、工学博士)

1969年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了

核融合炉工学

E-mail:saito@riko.tsukuba.ac.jp