

Title	爆縮金属円筒殻のレーリー・テーラー不安定性に関する研究（不安定性の抑制と関連する爆縮システムの概念）
Author(s)	伊藤, 保之
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32799
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	伊 藤 保 之
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 2 8 7 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 原子力工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	爆縮金属円筒殻のレーリー・テラー不安定性に関する研究 (不安定性の抑制と関連する爆縮システムの概念)
論文審査委員	(主査) 教 授 桜井 良文 (副査) 教 授 関谷 全 教 授 住田 健二 教 授 渡辺 健二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は5章から成っており、ライナー核融合研究に於いて問題となる爆縮金属円筒殻に生じるレーリー・テラー不安定性の抑制と関連する爆縮システムに対して行なった研究を取りまとめたものである。

第1章では、序論として、爆縮金属円筒殻(ライナー)を用いてプラズマを圧縮加熱することにより単純かつコンパクトな炉の実現を目指すライナー核融合の概念を要約すると共に、爆縮ライナーに関する研究課題及び従来よりの研究成果を概観している。特に爆縮ライナーの変形及び破壊を招き圧縮すべきプラズマを浸食する要因となるレーリー・テラー不安定性はライナー核融合研究上、一つの重要な問題であるが、これに対して従来より検討されて来た抑制のメカニズム及びその方法を述べ、本研究テーマとの関連を論じている。

第2章では、固体爆縮ライナーのレーリー・テラー不安定性に対する粘性効果を、固体カリウム円筒殻の θ -ピンチ実験を通じて論じている。ライナーの挙動は粘塑性流体、すなわちビンガム流体として取り扱い、実験データより固体カリウムの粘性係数及び降伏応力の概略値を10~57℃の温度範囲で導出し、収縮過程でライナーに生じた変形波のモード解析の結果に対し、不安定性の理論解析結果と、得られた粘性係数を用いて考察を行なっている。

第3章では、レーリー・テラー不安定性に対する磁場の抑制効果の問題をとりあげ、ライナー表面のMHD動的安定化の可能性を論じている。その際、運動開始時に於いては駆動用軸方向磁場に、又方向転換時には圧縮された軸方向磁場に、振動する周方向磁場を重畳することによる動的安定化を考え、線型解析を通じて、安定化に必要な周方向磁場の圧力の全磁気圧に対する比を導入している。

結論として、周方向磁場の周波数が充分高い場合に於いて不安定性の成長率を減少させ得ることを明らかにしている。

第4章では、ライナー内表面の不安定性を抑制する回転安定化の為に、径方向に対し傾斜させたブレード列を用いた、液体ライナーの二次元的な爆縮を検討している。固定あるいは、初期に静止させたブレード列を用いると、落下する液体金属で形成したライナーに爆縮過程に於いて、安定化に必要な角運動量を与えることが可能となり、爆縮システムより回転機構を除去し得ることを、数値解析を通じて示している。又、回転するブレード列を用いると、爆縮ライナーの回転にシアアを与えることが可能で、回転安定化に必要なエネルギーを低減し得ることを同様に数値的に示している。

第5章では、本論文内容を要約したものである。

論文の審査結果の要旨

本論文はライナー核融合炉において円筒ライナー爆縮時に現れるレーリー・テラー不安定性とその抑制について論じたもので、高周波振動磁界の印加によって高モード波の成長率を無視出来る程度に抑制出来ること、および低モード波に対してもライナーに周方向の回転を効果的に与えることにより、その成長率を充分小さく出来ることを示したことに特徴がある。

本論文で明らかにされたことの要旨は次の通りである。

- (1) 固体カリウム円筒ライナーの θ ピンチ実験を行って、駆動磁界の抑制効果がきかないフルート型不安定が現れることを示している。
- (2) 同時に固体ライナーの粘性効果をビンガム流体を仮定して扱い、高モード波 ($m \geq 10$) の不安定性が粘性によって抑制されることを示している。しかし、粘性が大きい固体ライナーは運動エネルギーが熱エネルギーとして散逸するため、爆縮が効率的でなくなる。これをさけるため非粘性液体ライナーの採用が効果的であるが、この場合、外的安定化が必要となる。
- (3) 外的安定化として本論文では、ライナー内表面のMHD動的安定化を検討し、振動する周方向磁界および被圧縮磁界に重畳する方法を提案している。
この高周波周方向磁界は内表面上の磁力線の方向を、ライナー運動の時間スケールより充分短い時間で変化させるためのもので、これによって上述のフルート不安定性を抑制することが可能となる。
- (4) この抑制効果の解析から、安定化に必要な周方向磁界の磁気圧の全気圧に対する比を導出している。
- (5) 更に、内表面に生じる低モード波の成長については、他の研究者により検討された回転安定化と先のMHD動的安定化との併用でその成長が充分抑制出来ることを示している。
- (6) その際ブレード格子の導入により、回転安定化に要するエネルギーの低減あるいは初期に廻転のないWater Fall型ライナーにも爆縮過程で抑制に必要な角運動量を与えられてことを明らかにしている。

以上により、本論文は熱媒体およびトリチウム増倍体としての特徴を同時に持つWater Fall型液体金属ライナーの爆縮システムをライナー核融合炉へ応用する上で貢献するところが大きく、博士論文として価値あるものと認める。