

[063]九州大学応用力学研究所所報表紙奥付等

<https://hdl.handle.net/2324/4791836>

出版情報：応用力学研究所所報. 63, 1987-01. 九州大学応用力学研究所
バージョン：
権利関係：



公開研究発表会概要

昭和61年1月17日（金）、九州大学筑紫地区共通管理棟大会議室において、上記発表会を行った。（○印：発表者）

二層流体中の波

流体研究部 ○船越満明、及川正行

二層流体というのは、通常、密度や粘性係数の異なる2つの流体が、上下に相接して存在する状態をさす。これは海洋中に温度躍層が存在するときのモデルとしても考えられる。二層流体中には、一般に、密度差による浮力を復元力とする波がおこり、それはエネルギーの遠方への伝搬の担い手として重要である。以下では、二層流体中のあまり小さくない振巾の波の伝搬についての今までの研究を概観すると共に、我々の仕事について報告する。

静止状態での上下の流体の厚さを h_1, h_2 、密度を ρ_1, ρ_2 、波の代表的な波長を λ としたとき、 $h_1/\lambda, h_2/\lambda, \rho_2/\rho_1$ が波の特徴を決めるパラメータとなる。この中で特に重要なのは $h_1/\lambda, h_2/\lambda$ であり、その値に応じて異なったふるまいを示す。 $h_1/\lambda, h_2/\lambda$ がともに1よりずっと大きい場合は、定常進行波としては一様波列の形のものをもち（ストークス波）。また、 $h_1/\lambda, h_2/\lambda$ のうち的一方が1よりずっと大きく、他方が1よりずっと小さい場合には、あまり大きくない振巾の波は Benjamin-Ono 方程式と呼ばれている方程式によって記述され、定常進行波としては、遠方で代数的に0に近づくような孤立波をもつ。最後に、 $h_1/\lambda, h_2/\lambda$ がともに1よりずっと小さい場合は、あまり大きくない振巾の波は K-dV 方程式あるいは modified K-dV 方程式によりよく記述され、定常進行波としては、遠方で指数的に0に近づくような孤立波、及び内部ボアの形のものがある。我々は、上の最後の場合、すなわち浅水波とみなせる場合について、大振巾の定常進行波解を求め、上に凸の孤立波、下に凸の孤立波、内部ボアがそれぞれどのような場合にあらわれるかを調べた。その結果、上側も剛体壁の場合には、底から $\sqrt{\Delta} h_1 + h_2 / (1 + \sqrt{\Delta})$ の距離にある critical level が重要な意味をもつことがわかった。（ $\Delta = \rho_2/\rho_1$ ）。

吸収式造波装置の研究

海洋災害研究部 経塚雄策

一般的な造波水槽では、一端に造波機、他端に消波ビーチを配し、水槽中央付近に模型をおいて実験を行うが、特に2次元問題では模型から造波機側への反射波の影響が実験精度上問題となる。従来型の造波機では、これに対する有効な手段はなく、反射波の影響が入らない前に実験を終了してしまうのが唯一の方法となっているが、安定した計測を一定時間持続するためにはそれに応じた長い水槽が必要と

なる。ところが、本研究で扱う吸収式造波装置では、与えられた指令信号で造波すると同時に模型からの反射波に対しては消波装置として働くので短い水槽でも安定した実験が可能となる。その原理は、造波機フラップ板に働く流体力を計測し、その信号を駆動モータにフィードバックすることによって、反射波を吸収するように造波機の動きを制御することによる。本研究では、完全消波となるための条件式を理論に求めるとともに、2次元水槽で実験を行い吸収式造波装置の有効性を示した。

不安定な水面波の風による増幅特性

海洋環境部 草 場 忠 夫

本研究は風の作用下において砕波しながら伝播している水面波の発達を実験的に調べたものである。

結 果

(1) スペクトル形

波形勾配が大きく、不安定な水面波では基本周波数成分及びその高調波成分の両側に波の不安定により生じた側帯波成分が生成し、多数のスパイクを有する不連続なスペクトル構造がみられる。規則波の基本周波数成分は波の伝播に伴い減衰するが、基本周波数成分の側帯波成分は逆に発達する。

この規則波に風を加えると、吹送距離の増大と共に風波が急速に発達し、まず高調波の側帯波成分、次に高調波成分、終りには基本周波数成分が風波のスペクトルの中に没して、不連続スペクトルから連続スペクトルへ移行する。

(2) エネルギーの変化

スペクトルを周波数で5つの領域（低周波領域、低側帯波領域、基本周波数領域、高側帯波領域及び高周波領域）に分割し、各々に含まれる波のエネルギーを測定した。エネルギーの変化は低側帯波領域、基本周波数領域及び高側帯波領域の間で実質的に起きるが、充分発達した波の系では、無次元エネルギー Ef_m^3/gu_* は一定値 2.55×10^{-4} をとる。ここに、 E : 波の全エネルギー、 f_m : スペクトルのピーク周波数、 u_* : 風の摩擦速度、 g : 重力加速度である。

超音波フラクトグラフィーによる動的破壊の研究

——準微視域における高分子材料の破壊挙動——

材料研究部 高 橋 清

進行するき裂に強力な横モードの超音波を与えた場合、わずかであるが主応力方向に変化が生じ、そのためにき裂は進行方向を変化させることがある。このとき破壊後の破面には繰り返しをもつうねりが縞模様として残される（これを超音波線と呼ぶ）。超音波線の波長(λ_b)は破壊速度(v_f)の情報を、その振幅(h)はき裂先端局所の破壊物性に関する情報をそれぞれ担っている。

超音波フラクトグラフィーは、 λ_b から v_f を求めるための手法とし無機ガラスを対象として Kerkhof

教授により創始された。しかしながらよりダクタイルな材料に対するこの方法の応用は容易ではなく、我々の知り得る限り、現在我々のグループで高分子材料に应用されているのが唯一の例である。 v_f の測定に関する新しい成果は文献1.と2.に、また進行中のき裂先端局所の剛性率の導出の原理とその測定については文献3.に詳しく述べた。

v_f の測定について：従来から用いられている破壊速度の測定法には高速度撮影による方法も含めてさまざまな方法がある。どの方法にも共通していることは測定が1次元のかつ誤差が大きくまた急激な v_f の変化に対しては機能しないということである。一方超音波フラクトグラフィーによると3次元的な v_f の測定が可能で、しかも測定回路の同期を必要としないためどのような急激な変化をもつ v_f に対して有効である。このような利点を生かした研究がなされている。

参 考 文 献

1. Preprint: ACS Int. Symp. (invited), **26** (2) (1985) 147 (to appear in J. Polym. Eng. & Sci.).
2. J. Mater. Sci., **19** (1984) 4026.
3. J. Macromol. Sci.-Phys., **B19** (4) (1981) 695.

イオンビーム・プラズマ系の乱流

高エネルギー力学研究部 河 野 光 雄

高温・希薄プラズマ、特に閉じ込められたプラズマは、熱力学的に非平衡状態にあり各種の不安定性の自由エネルギー源（密度、温度や磁場の不均一、速度分布の熱平衡分布からのズレ）をその内に持つので、小さな変動が成長し複雑な無秩序運動が発達する条件にみちていると言える。この強い揺動（波動）が存在しているプラズマを通常プラズマ乱流と呼んでいる。プラズマ乱流の研究は、その状態特性（例えばゆらぎの統計やエネルギースペクトルの構造など）の解明と定式化というアカデミックな興味だけでなく、乱流加熱、乱流輸送などの実際上の課題からも重要である。プラズマでは、多くの種類の波動が可能であることと関連して、いろいろなタイプの乱流状態があり、そのタイプに応じて素過程が異なるため、プラズマ乱流の理解はまだ十分でなく、ましてプラズマ乱流の普遍法則の獲得にはほど遠い現状である。

ここでは、1次元のイオンビーム・プラズマ系の不安定性の発展を数値的に調べ、成長・飽和の各段階における特性を明らかにすることを目的としている。この系の不安定性はビーム速度がイオン音波の位相速度に近いときに大きな成長率をもつので、不安定成長はすぐにポテンシャルによるビーム捕捉をひきおこし、ビームを流体近似でとり扱うと発散の困難が生じる。これを避けるため、ビームを粒子としプラズマを流体とするハイブリッドコードを用いた。この結果、次のような不安定性の発展にかんするシナリオを得た。

- (1) ビームバンチングによる不安定成長（線形理論）
- (2) ビーム捕捉による不安定性の飽和と振幅振動

- (3) 高周波の励起と捕捉粒子の軌道不安定性の成長
- (4) 捕捉粒子のポテンシャル離脱・遊走と長波長のゆらぎの発生
- (5) パラメトリック不安定性の成長と乱流遷移

ここでいう乱流とは、ポテンシャルの波数スペクトルと空間のある場所で観測したポテンシャルの時系列の周波数スペクトルとが、ともに連続的であるというにすぎない。ポテンシャルの空間構造は揺動の中を伝播するソリトンの多体系を暗示しているが、衝突による融合もみられ単純ではない。また、場のエネルギー密度には間欠的にバーストが観測されており、ゆらぎによって位相空間に形成され则认为られている“CLUMPS”によるふく射との関係も調べるべき課題である。

このシミュレーションは1次元という強い制限のもとではあるが、プラズマ乱流=ソリトンガス（局在波の多体系）+非波動的揺動（CLUMPS）というモデルの成立を示唆しており、非線形分散媒質の乱流に“普遍的”特性として期待されるが、多次元系や別のタイプの乱流の研究との総合化が急がれる。

海洋環境の計測とシミュレーションに関する開発研究

——海洋表層の現象の実験的再現について——

海洋共同研究グループ

海洋環境研究部	：○光 易 恒, 竹 松 正 樹
	本 地 弘 之, 水 野 信二郎
	山 形 俊 男, 金 子 新
	草 場 忠 夫, 増 田 章
	馬 谷 紳一郎
海洋災害研究部	：川 建 和 雄, 大 楠 丹
	小 寺 山 亘, 経 塚 雄 策
	柏 木 正, 橋 本 良 夫
	長 浜 智 基, 石 井 秀 夫
材 料 研 究 部	：栖 原 寿 郎, 高 橋 清
	高 雄 善 裕, 武 田 展 雄
	肥 山 央

応用力学研究所の海洋研究グループは、昭和58年度から3ヶ年計画で海洋に関する大型共同研究を実施している。この共同研究の目的は、(1) 海洋計測技術、特に海面混合層ならびに海底境界層の計測技術を開発し、現地実験により、これらの海洋境界層の構造を解明すること、(2) 海上風、海洋波、吹送流など、海洋表層に生じている主要な現象を制御された条件のもとに実験水槽に再現し、これらの現象の内部機構を解明することである。今回の報告は第2のテーマにかかわるもので、得られた成果は次の通りである。(1) 海上風；高潮や海流の発生外力としての海面に作用する風の剪断力を求めるために必要な海面の抵抗係数に関する詳細な研究を行い、精度の高い実験式を求めるとともに波の効果を明らかにした。(2) 海洋波；風洞水槽の風波と海洋波とを、それぞれのスペクトル構造を詳しく調べることにより、相違点を明らかにすると共に両者を統一的に表現するためにスペクトルパラメータの特性を明ら

かにした。(3)吹送流；風から波に輸送される運動量と風波が波として輸送する運動量との収支をもとにして、風から吹送流への運動量輸送のかなり多くの部分が、風波を介して行われることを明らかにした。(4)暴風海面のシミュレーション；単純な造波装置を用いてできるだけ波形勾配の大きい不安定な波を発生させ、この波の上に風を加えることにより、規則波→不安定化による側帯波の発生→特に低周波側帯波の増幅→風による波の不安定化および碎波の加速、高周波帯における風波の発生、などの過程を経て、風波に相似した連続スペクトルを有し、単独な風波に比較するとはるかにスケールが大きくかつ風の作用下にある不規則波を発生させることができる事を見出した。

強トロイダル磁場実験装置 TRIAM-1M の現状

トライウム実験グループ ○伊 藤 智 之, 中 村 幸 男
高エネルギー力学研究部 平 城 直 治, 中 村 一 男
永 尾 明 博, 田 中 雅 慶
川 崎 昌 二, 上 瀧 恵 里 子
森 山 伸 一

強トロイダル磁場実験装置 (TRIAM-1M) は昭和57年度から5ヶ年計画で整備を行って来たが、これまでに、極低温保持システム、各種電源装置、真空排気システム、中央制御システム、フィードバック制御及びデータ処理計算機などの周辺機器の据付及び調整試験を完了した。

TRIAM-1M 本体は総合組立中であり、昭和61年3月下旬にトライウム実験棟へ搬入され、ひきつづいて、周辺機器と各種ケーブル、配管と接続、真空試験、冷却試験、通電試験を順次行い6月下旬に初期実験を開始することとなる。

順調に試験が進めば、6月には世界で初めて、 Nb_3Sn を用いた非円形断面強磁場超電導トカマク装置が稼働することとなる。

TRIAM 計画の目的は

- 1) トカマク装置における超電導マグネットシステムの開発
- 2) トカマク装置の非円形強磁場化による高性能・小型化の研究
- 3) 新加熱法—乱流加熱法—の開発
- 4) 高密度 ($\sim 10^{14}$ 個/ cm^3) トカマクプラズマの定常運転法の開発

である。

これらの目的達成のため、1) については、実機コイルを用いたシミュレーション実験と計算機シミュレーションにより、多くの知見を得ている¹⁾。また2) についてもこれまで予測制御であった非円形断面プラズマの位置断面形状制御をオンライン・リアルタイムのフィードバック制御出来る手法を世界に先がけて確立している^{2,3)}。この手法を TRIAM-1M に応用すべく現在フィードバック制御計算機用のソフトの開発を急いでいる。

3) については TRIAM-1M で得た知見を基にして、電源の整備を計った。

4) については当面、密度 $2\sim 3\times 10^{13}$ 個/ cm^3 を目標として、高周波発信器及びマイクロ波導波管の設計を推進している。

TRIAM 計画は財政上の制約もあって、必ずしも第一段階で最終目標を目指すことは不可能であるが、漸次目的を達成すべく格段の努力を重ねてゆきたいと考えている。

本計画の遂行に当たっては、研究所職員各位はもとより、事務局の方々にも大きなご援助をいただいていることに謝意を表するとともに、今後一層のご支援をお願いしたい。

参 考 文 献

- 1) 中村幸男他：九大応用力学研究所所報 60号 (1984) 319.
- 2) S. Moriyama et al.: Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Vol. XXXI (1983) 1.
- 3) S. Moriyama et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 24 (1985) 849.