

[065]九州大学応用力学研究所所報表紙奥付等

<https://hdl.handle.net/2324/4791840>

出版情報：応用力学研究所所報. 65, 1987-12. 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 62 年 1 月 16 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)

沿岸海洋と外洋との関わり

海洋環境研究部 馬 谷 紳 一 郎

沿岸海洋は我々が生活を営んでいる陸地と, 地球の大半を占める外洋との接点となっています。この外洋には渦が多数存在することが海洋観測や衛星による解析によって知られています。ここでは渦が沿岸に接近した時の挙動を数値シミュレーションの手法を用いて示します。この問題は漁業や沿岸の環境問題等とも関連して大きな関心を持たれています。相模湾で古くから観測されている「急潮」や我々が若狭湾で観測した東進する暖水渦はこの様な外洋の渦の沿岸海洋への侵入が原因ではないかと考えられます。

数値実験では, 岸の近くに置かれた渦がその時間発展の過程で Kelvin jet を生成することが示されます。暖水渦による Kelvin jet はその非線形効果により先端部に速い速度で伝播するフロントを形成し, 「急潮」と良く似た現象を引き起こします。また後に残る地衡流渦は地球の回転を考慮した鏡像効果により, 岸に平行に進行することが示されます。更に水深の変化を考慮した実験では, 渦は Kelvin jet を放出すると共に観測と同様に岸を右に見る方向に伝播し, 地形性 β 効果の重要性が示されます。

はりの連成熱弾性振動について

海洋災害部 橋 本 良 夫

構造物の減衰には, 大きくわけて, 外部減衰と内部減衰の二つがある。このうち外部減衰は, air damping, joint damping などのように構造物および部材外部からの影響による減衰である。一方, 内部減衰は, 材料自身の内部で発生する減衰であるが, その原因は非常に複雑である。

この内部減衰のなかに, 熱弾性連成効果による横方向熱流に起因する減衰があることを Zener は理論的に導き出している。これは, はりが横振動しているときに, はりの内部での圧縮・膨張にともなって熱弾性連成効果による温度勾配が生じ, その結果おこる熱流によって減衰が生じるというものである。その後, Zener の理論は, アルミニウム合金などについて実験値と良く一致することが確認された。しかし, Zener が理論的に求めた損失係数の式は, 単純支持, 固定および自由などの境界条件のはりにしか厳密には適用できない。

そこで今回は、その他の境界条件を有するはりの損失係数を求め上記の損失係数との比較をおこない、損失係数の境界条件依存性について考察をおこなった。その結果、先端質量を有する片持はりの場合は、Zener の式が有効であることがわかった。また、最後に、内部減衰が重要な影響をおよぼす従動力を受けるはりについて計算をおこない、熱弾性連成効果によって臨界荷重が大幅に低下することを確認した。

乱 流 中 の 構 造 物 空 力 特 性

流体研究部 大 屋 裕 二

建物や橋梁などの建築、土木構造物は大気境界層の非常に乱れた流れに曝されている。これら構造物の静的空力特性やフラッター特性に対し、気流の乱れが与える影響を明らかにすることは風工学上の重要な問題である。

乱流場の特性を示す主要なパラメーターには、乱れの強さおよび乱れのスケールの二つがある。この内、乱れの強さが物体周辺流、空力特性に与える効果は著しく大きい反面、乱れのスケールの影響はほとんどないと報告されていた。構造物等の代表的な bluff bodies に対する気流中の乱れの強さとスケールの効果に関するこのパラドックス的な問題を解明するために、我々は一連の風洞実験を行ってきた。

広範囲な乱れスケール比（物体大きさに対する乱れの主流方向積分スケールの比）を実現するため、大小数種類の格子を用い、それぞれ一様かつ等方的な乱流場を生成し、その構造、特性を十分把握した上で主に物体の表面圧力分布の測定を行った。レイノルズ数、流れの 2 次元性と端部の状態、風洞壁の閉塞効果など主流の乱れの他に物体周辺流に影響を与える様々な要因をすべて排除、あるいは修正した上で乱れスケールの効果のみを取り出した結果、乱れの強さと同様に乱れのスケールも物体の空力特性に重大な影響を及ぼすという実験事実が明らかになった。

そのスケール効果は 2 種類に大別される。一つは、物体からの剝離せん断層の厚さと同程度の変動大きさを有する小スケール乱れの効果である。この小スケール乱れは、2 次元物体、3 次元物体ともに同様な効果をもたらす。それは剝離せん断層の発達を促進し、連行作用を強めて再付着を早める。これらの効果が空力特性に及ぼす影響は、剝離せん断層と after body との干渉、すなわち物体の軸長比（3 次元物体）、もしくは縦横比（2 次元物体）に応じて著しく変化する。

他の一つは、その変動のスケールが物体と同程度の大きさを有する大スケール乱れの効果である。この大スケールの乱れは物体の渦形成、放出と直接干渉し、3 次元の short bodies の場合には背圧をかなり低下させる。その原因は物体からの渦放出が大スケール乱れと共鳴的に干渉し合い、物体背後により強い渦放出が行われているためであることが流れ場を可視化することにより明らかになった。一方、2 次元矩形断面柱に対し、大スケールの乱れが与える影響は、特に縦横比がクリティカル付近（非常に高い抵抗を示す）の断面形に著しく、その背圧をかなり回復させる。この原因は、高い抵抗を示す 2 次元物体において特に顕著な現象であるスパン方向に一樣な渦形成に対し、大スケールの乱れが効果的な攪

乱を与え渦を弱めるためである。これは渦放出に伴う速度変動のスパン方向相関およびコヒーレンシーの測定により確認された。

また、乱れスケールが物体寸法よりはるかに大きくなると、主流乱れの影響は次第になくなり、物体の空力特性は一様流中で得られる値に漸近していく。逆に、物体寸法に比べて十分小さい乱れも、減衰が大きいため、物体周辺の流れを変えることはない。

以上のような物体の空力特性に現れる様々な効果は外乱による物体周辺流の大きな変形の結果である。すなわち、物体周辺の流れ場に存在する2つの代表的スケールの周期的変動（剥離せん断層内変動および渦放出）が、外的攪乱と選択的に共鳴して励起され、成長する場合や、対照的に、効果的攪乱を受けて衰退する干渉現象である。これらは流体運動の様々な分野で見られる流れの変動、波動の種々の相互作用による共鳴成長あるいは減衰と本質的に同じ現象である。

線 爆 溶 射 法 の 研 究

— 積層複合溶射皮膜の耐摩耗特性 —

材料研究部 ○ 福 田 重 久, 栖 原 寿 郎
久留米高専 伊 藤 普

金属溶射法とは、熔融した金属粒子を高速度で基材表面に吹付けて被覆膜を形成し、それによって耐摩耗性、耐熱性あるいは耐食性などのすぐれた性質を付与する技術であって、その信頼度は高く、例えばジェットエンジン・タービンプレードの表面処理などに应用されている。

また、皮膜形成時の急冷効果を利用して製造する新素材の開発や、繊維強化金属 (FRM) の形成手段としても期待される。

この技術は、M. U. Schoop が開発した溶湯式溶射機 (1910) に端を発し、近年はプラズマ法、ガス爆発法、低圧溶射法などが開発され、応用範囲も拡大途上にある。

本研究グループは、これらの方法とは全く異なる、線爆溶射法を開発 (1966) ・研究してきた。

本報告では、

(1) 線爆溶射の機構と条件、主な特徴、皮膜の諸性質及び二、三の応用例。

(2) 積層複合溶射皮膜の耐摩耗特性、すなわち、高耐摩耗性の材料である高炭素鋼 (PC: 0.6~0.9%C) の溶射皮膜中に、比較的摩擦係数の小さいタングステン (W)、モリブデン (Mo) あるいはタンタル (Ta) 等の溶射皮膜を適当におり込んで形成した積層複合皮膜の耐摩耗性が、複合効果によって単体皮膜よりもさらにすぐれることを見出した。その最良の配層比は、高炭素鋼 2 に対し高融点金属 1 の場合である。

(3) 皮膜の摩耗量 V_w と、皮膜のせん断強さ τ_b 及び摩擦係数 μ との関係は $V_w \propto \mu/\tau_b$ であることを示した。

核融合炉候補材ステンレス鋼の水素イオン照射損傷と 水素リサイクリング

高エネルギー力学研究部 吉 田 直 亮

トカマク型核融合炉では、1億度を越すD-Tプラズマを強力な磁場によって真空容器内に閉じ込めるが、この時プラズマから拡散して来たイオンや電子、プラズマ周辺で生じた中性粒子などが真空容器壁を直撃する。この結果、真空容器壁面は原子が蒸発したり、はじき飛ばされることによって激しい侵食を受ける。一方、壁表面に衝突したプラズマ粒子の多くは壁内部に侵入し、熱拡散などによって壁表面から再放出される。この現象を水素リサイクリングと言う。このようなプラズマと壁との相互作用は、プラズマ中の不純物制御、壁の損耗や特性劣化、壁表面層における燃料（トリチウムや重水素の水素同位体）の滞留量などと密接に関係する。特に、侵入水素同位体の壁表面層内での挙動は水素同位体のリサイクリング過程、壁の損耗や強度劣化に直接関係しており、トカマク型核融合炉の開発における重要な研究課題となっている。

水素同位体が侵入する際に起こる衝突過程によって多数の結晶原子がはじき飛ばされ、壁材料中には原子配列の局所的な乱れ（照射欠陥）が多量に発生する。一方、侵入時の高い運動エネルギーを失った水素同位体原子は、結晶原子の隙間に侵入し、比較的容易に結晶中を熱拡散する。しかしながら、水素原子は照射欠陥などの原子配列の乱れた領域に強く束縛される傾向があり、多量の照射欠陥が発生する核融合炉環境下では、通常では考えられない量の水素が壁材料中に束縛され滞留することが予測される。このような水素の滞留は水素リサイクリングのみならず壁材料の性質にも甚大な影響を与えることから、プラズマ制御の観点からも又、材料開発の観点からも極めて重要な問題である。従って高エネルギー力学研究部材料グループでは、水素イオン照射による欠陥形成過程や欠陥と水素の相互作用など、このような現象を理解する上で不可欠な基礎的問題を明らかにすることを目的として核融合炉候補材ステンレス鋼の水素イオン照射実験を行っている。

この実験の大きな特徴は、熱放出された水素の分析と電子顕微鏡による照射欠陥の観察を相補的に組み合わせた点にあり、実験手法の制約から研究の遅れていたこの分野で下記のような興味ある成果が得られた。

1. 水素イオン照射によって発生する照射欠陥の構造の決定と形成過程の解明。
2. 水素を捕捉する照射欠陥の同定と束縛エネルギーの決定。
3. 未知の水素集合形態の発見。

海洋環境の計測とシミュレーションに関する開発研究

—対馬海峡における海洋変動—

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
海洋災害研究部	馬 谷 紳一郎
	川 建 和 雄, 大 楠 丹
	小寺山 亘, 経 塚 雄 策
	柏 木 正, 橋 本 良 夫
材料研究部	長 浜 智 基, 石 井 秀 夫
	栖 原 寿 郎, 高 橋 清
	高 雄 善 裕, 武 田 展 雄
	肥 山 央

1. 研究の概要

応用力学研究所の海洋共同研究グループは、実験的手法により海洋変動の特性を解明するため、昭和58年度から3ヵ年計画で共同研究を実施した。この研究の目的は、(1) 大型実験装置「海洋環境シミュレーション水槽」を用いて海上風、海洋波、吹送流など海面付近に生じる主要な現象を実験室内に再現し、これらの現象の内部機構を解明すること、(2) 海面混合層、海底境界層、海峡部の流れ等の計測技術を開発し、これらの計測技術を駆使して対馬海峡部の海洋変動の特性を明らかにすること、である。

このうち、前者に関しては前回(光易外1987)報告したので、今回は後者、すなわち海上実験で得られた研究成果に関して報告する。特に、対馬東水道における海況の大局的性質を代表する対馬暖流の短期変動と、海洋の内部構造に対応する海洋微細構造について報告する。

2. 対馬暖流の短期変動

対馬暖流は東水道と西水道に分岐して流れ、東水道の海流を対馬暖流第1分枝と呼ぶ。我々は東水道の強流域の一点を定点と決め、3層に流速計をセットして夏と冬の流速変動を40日間程度にわたって計測した。夏と冬に計測した理由は、海流の季節変動を把握する為である。

夏の流速は順圧性の流れに傾圧性の流れが加わりかなり複雑で、台風などの強風に対して対馬暖流が極めて特異な応答を示した。夏期においては東水道と西水道で同時計測することにより風の効果を調べると興味深い観測データが得られよう。他方、冬の流速は順圧成分が支配的で、流速分布は鉛直方向に殆ど一様であった。冬期データにおいては、対馬暖流の北東成分とそれを横切る方向の日平均水位差の間に高い相関が見出され、地衡流関係式がよく成立することが分った。

TRIAM-1M 装置は世界唯一の強磁場トカマク核融合基礎実験装置として、今後の成果が期待されて

いるものであり、昭和 62 年度から 3 ヶ年計画で、電源の増力、整備ならびにプラズマ・壁相互作用等の不純物観測・制御装置の整備を計ることにより所期の目的を達成したいと考えている。

終わりに、本計画の遂行に当っては、当研究所の諸先生方のご協力はもとより、本学事務部関係者の強力なご援助の賜物とあらためて謝意を表する次第である。