

[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：





栖 原 寿 郎 博士

略 歴

- 大正12年11月 東京都文京区本郷に生れる
- 昭和17年 9 月 福岡高等学校（旧制）理科甲類卒業
- 17年10月 九州帝国大学工学部造船学科入学
- 20年 9 月 同卒業
- 21年 2 月 九州大学助手（弾性工学研究所）
- 23年 5 月 九州大学助教授（弾性工学研究所）
- 26年 4 月 九州大学助教授（応用力学研究所）（組織変更）
- 28年 4 月 九州大学大学院工学研究科授業担当
- 35年 2 月 工学博士の学位授与（九州大学）
論文題名「鋼材の熱塑性加工に関する基礎的研究」
- 38年 5 月 九州大学教授（応用力学研究所）
- 38年 7 月 九州大学大学院工学研究科指導教官
- 51年 4 月 九州大学応用力学研究所附属津屋崎海洋災害実験所長（昭和53
年 3 月まで併任）
- 53年 4 月 九州大学応用力学研究所長並びに九州大学評議員（昭和55年 3
月まで併任）
- 61年 2 月 文部省学術審議会専門委員（昭和63年 1 月まで任命）
- 61年 4 月 九州大学応用力学研究所長並びに九州大学評議員（昭和62年 3
月まで併任）
- 62年 3 月 九州大学を定年退官
- 62年 4 月 東亜大学教授（工学部）
- 62年 5 月 九州大学名誉教授

退官記念講演筆記

栖 原 寿 郎

1. はじめに

退官記念講演会の日が迫って来まして、さて何をお話ししたらよいかと考えてみましたところ、これは私にとって非常に難しい作業であることがわかってきました。それはこの種の講演内容は一般に個人的立場、属する組織の立場、時代の特徴などを表に出した、ひどく個性的なものが通常であり、したがって私が41年間勤めさせていただいた応力研で行った過去の如何なる研究発表とも次元を異にした内容、例えば私自身の研究の内輪話しはもとより応力研のプロジェクトが発足した経過や活動、あるいは教職員の方々との個人的かかわり合いなど普通表に現われない部分もこの機会にお話ししておきたいと考えたからであります。私はここに3つの項目についてお話ししたいと思います。その第1は過去41年間の私の研究生活を縦にながめて、これをつなげてみた、いわば私の研究履歴であります。私は過去を振り返って記録したり、整理しておくという努力をあまりせずに今日に到りましたので、これは大変困難なことでありまして、甚だ不完全なものとなりましたが、研究の失敗、中断なども含めて、若い方の参考になれば幸せと存じます。第2は応力研は過去40年間に幾つかの大きな学問的展開を行なってきた。海洋や高エネルギーの発足などがその例であります。これらプロジェクトにかかわって参りましたなかで、特に発足時代のいろいろの経験についてお話しして、何かの御参考にさせていただきたいと思います。第3は先日行なわれました応力研創立35周年記念式の所長挨拶で私は現在の社会や産業構造の大きな変換に対する応力研の対応、および21世紀にむかった応力研の目標などに言及いたしましたが、これに関して私なりに考えております2、3の点についてお話ししたいと思います。

2. 41年を振り返って

まずはじめに私の経歴と応力研における研究の経過を縦につないだ大筋をお話しします。私は昭和20年9月に九大の工学部造船学科を卒業いたしました。私は海軍の技術学生試験に合格し、卒業後は艦艇の設計を目指しておりましたが、終戦で海軍はなくなり、また日本の造船工業も壊滅しておりましたので仕事もなく、半年程ぶらぶらと造船教室に出入りしておりましたが、当時の造船教室の主任教授の長谷川清一先生が見かね

て、応力研の前身である弾性工学研究所の助手としてお世話して下さいました。この時に、当時研究所の併任教授であられた二神哲五郎先生にも大変御世話になったと聞いています。弾性工学研究所で千田香苗先生の御指導を受けることになったのが丁度、41年前の昭和21年2月28日のことでした。千田先生は京都大学の理学部物理学科の御出身で、当時全く勉強不足であった私に、数学、物理学の基礎から、手を取り足をとって教えて下さいました。これは私の生涯で最も忘れられない貴重な時期でありました。先生の御指導による「外部エネルギーの散逸による弾性柱の減衰振動」の研究は私の最初の論文であります。昭和24年頃から当時急速に発展して来た金属の転位論に興味をもち、鉄の青色脆性の転位論的考察について応用力学講演会で発表したこともありました。また振動の減衰機構の研究を目的としてアルミニウムの単結晶製作法を広島大学理学部の藤原教授の研究室に教えを乞い、一生懸命やったが一向にうまくゆかなかったこともあり、これら一連の研究は、北島一徳先生が弾性工学研究所に来られて、この領域を担当されることになり私の手から離れました。これが昭和25年です。ただ当時の転位論の勉強が私の其後の考え方に大きく影響したと思っております。

昭和25年の朝鮮戦争を契機に日本の造船工業は一気に復活し、急速に成長しはじめました。戦前、戦中に貯えられていた日本の造船技術が、ここで非常に活躍するわけですが、それでも電気溶接が大幅に取り入れられるなど、新しい設計思想による急速建造の為に船体の損傷事故が頻発しました。当時流体工学研究所長をしておられ、後に初代の応用力学研究所長になられた工学部造船学科の渡辺恵弘先生は、これらの事故に対応して、九大の造船教室を中心として応力研や造船各社に呼びかけられ、船の性能、構造、艤装に関する研究委員会をつくり、直接担当の研究者、技術者が頻繁に会合して、問題を処理してゆくと言う画期的な活動をはじめられました。これは日本造船界に大きな刺激を与え、後の溶接技術の研究、建造管理の研究と相まって日本の造船が世界を完全に支配するに到る最も大きな力となったものであります。応力研関係では熊井豊二先生、田才福造先生と私が参加することになり、熊井先生は船体振動、田才先生は船体運動において世界的な業績をあげられました。私は波による船体の損傷が非常に多いことから考えて、これを弾塑性力学的立場から研究することを始めました。これが私の弾塑性力学の出発点でした。この研究は、船体構造および海洋構造物やその部材の崩壊強度の研究あるいは応力研の海洋プロジェクト研究の分担研究などで、其後長い期間にわたって行なうことになりました。これらの研究につきまして、未発表のもの、失敗したものなどを含めた幾つかについて後程お話することにいたします。

一方昭和38年に応力研では高密度エネルギーの場に於ける力学過程に関するプロ

ジェクト研究を開始することになりました。私自身が担当できるテーマとして、材料の高速弾塑性変形とその応用を選びました。実験手段として放電金属線爆発現象を利用するか、あるいは火薬の爆発現象を利用するかで、北島先生と私の間ではげしいやりとりがありましたが結局私の説を通して放電をやることになったことを覚えています。それは戦争中から流体工学研究所にX線発生装置があり、そのコンデンサーを利用して、放電金属線爆発について福田重久君がかなり予備実験をすすめていたこともあり、また当時既に東大宇宙研の河田幸三教授が火薬を使用した高速衝撃試験機によって材料の変形、強度の研究をすすめておられたことや、火薬を取扱うことの危険性が大きかったことなどが理由でした。昭和39年度から放電衝撃実験装置や超高速写真機の予算が認められて、放電衝撃実験が開始され、水中衝撃波の発生、伝播の研究や高速プレス、バルジあるいは高速衝突による異種金属の圧接着などの基礎研究が行なわれました。この実験装置は私共の基本計画に最も適応する様に福田重久君が苦心して設計したものでした。其後福田君等の研究が線爆溶射法開発の発端となりました。これらの研究は基礎的な問題から応用にかけて広い範囲に長期間続けられて現在に至っています。そのうちの二、三について後で述べます。

応力研の部門増計画は栗原道德所長によって昭和35年頃からスタートしまして、海洋関係部門の増設と津屋崎実験所を中心とする大型施設の新設など大変活発な活動が行なわれました。栗原先生に伴って、田才先生や北島先生と毎年7月末には文部省に概算要求に行くのが年中行事でした。文部省の担当官の方々が私共若い助教授の説明を熱心にきいて下さったことが強く印象に残っています。昭和53年に田才所長の跡を継いで私が所長を拝命することになりました。当時は武谷学長の下に、九大の拡張計画が進められ、春日原キャンパスの獲得、独立大学院の新設など応力研の周囲は騒然となっておりました。応力研はこの何れの問題にも直接、間接にかかわり合うことになり、当時の応力研の将来計画との調整がかなり困難な状態にありました。所長の当面の課題としては、核融合研究のスタート、海洋プロジェクト研究の推進、春日原への移転問題、独立大学院（後に総合理工学研究科）への参加問題などがあり、その何れもが他部局の問題と直接からみ合って大変複雑化していました。凄まじい外部の力に抵抗する厳しさを痛感すると共に、応力研の多くの方々や、工学部の一部の方々の心からの応援が忘れられない思出です。この頃武谷学長が会議で云われた言葉で忘れられないのは「九大は他の旧帝大に比較してビッグプロジェクトがないのは大変残念である。数十億円規模の研究を九大でも行う様に努力してもらい度い」と。現在の応力研の姿と力を考えますと、誠に今昔の感に耐えないものがあります。

最後に私がかかわりをもった応力研の建物計画について若干ふれてみたいと思います。終戦直後は当時の流体力学研究所も弾性工学研究所も、工学部の航空、造船、土木、応用理学、機械、材料強弱学等の各教室に分散間借りして、所謂姿なき研究所でありました。其後両研究所の合併の話しがもち上り昭和 25 年当時の流体力学研究所長の渡辺恵弘先生が尽力され、航空工学教室の御好意によって木造の新館（戦時中建設）を貸して下さることになりました。早速 2 階の製図室を間仕切して教官室をつくり、廊下を会議室としました。昭和 25 年両研究所が入居し、昭和 26 年合併して応力研となつてはじめて研究所らしくなりました。当時の写真は九大 75 周年写真集に出ている通りです。其後応力研を現在の高須磨文科系キャンパス（当時は空地）に新築移転する計画がたてられ、当時の田才助教授と井上進さん等によって配置図がつくられたことを覚えています。しかし同じ頃から文科系移転の話がおこり、応力研が折れて、その計画を放棄し、その代り生研と一緒に、旧文科系ビルに入ることになりました。これが昭和 38 年であります。文科系の古い建物の為に部屋の配分などで思わぬ問題がおこったりしましたが、異なった研究部の部屋が混在していたことは、お互のコミュニケーションの意味から大変よかったと思っています。入居した当初は空部屋がある程でしたが、応力研の拡張計画が進行しはじめると、たちまち部屋が不足する様になり次の移転計画がたてられました。それは応力研を篠栗にある九大農学部演習林の一部を借りて移転しようという案であります。当時の演習林長の加藤教授の御尽力で数万 m^2 の土地に建物配置図をつくりました。さらに実地見物の為、本部の大型バスを借用して応力研教職員が多勢で見に行つたこともあり、また本部と文部省との非公式の話し合いも出来ていたと聞いています。ところが当時の池田学長が突然、九大の春日原米軍基地跡への移転計画を発表されました。同基地の航空自衛隊の部分を除く残り全部に九大が移転すると云う計画です。これが出たため応力研の篠栗移転計画は消滅しました。これが成功していたら、応力研はまた違った形をとっていたと思います。

其後現在の春日原キャンパスの開設計画が立てられたのは田才所長時代の昭和 51 年です。当時文部省に提出するキャンパスの将来の建物計画の殆んどは応力研の篠栗計画をもとにしてつくられたものでした。以上の様に 40 年間に応力研の変貌とともに絶えず建物計画も並行して行われてきました。

3. 研究あれこれ

昭和 28 年に「電気溶接による船体のブロック接手の残留応力」という論文を発表しました。これは接手に直角方向すなわち船の長さ方向の残留応力が降伏値を越えている可

能性があると云う論文です。当時の接手の開先はすべて手仕上げで、精度が悪かったのに目をつけ、造船所の現場に行き肥山央君と二人で接手部を相当の長さにわたって写真撮影して、その凹凸をスペクトル分析し、これを基に熱弾塑性計算を行なった結果、高い残留応力があることが推定されました。これを学会で発表したところ講演直後に学会の偉い先生が来られて、現在この様なことを発表されたら、すべての船体が破断の危険にさらされていることになり、大問題であるし、造船所側も批判的である。また君の論文はそれ丈の信憑性に乏しいから取下げる様にと云われまして、残念乍ら取下げました。このことは後日、残留応力の計測法が開発された結果、多くの船についてもその値が降伏点に達していることが明らかになり、早速に開先仕上の精度向上がはかられました。あの時取り下げなかったらよかったと今でも思っています。これはと思ったなら喧嘩してでも発表しておくべきだと思います。

昭和 30～35 年頃から鋼板を適当な線に沿って酸素アセチレンバーナーで加熱し、水をかけて冷却すると鋼板が曲面状になることを利用し、機械プレスを用いずに、船体の曲面外板を製作する技術が開発されました。これに興味をもっていろいろ調べましたところ、この様な熱塑性加工現象については基礎的研究があまりなされていないことがわかりました。これは塑性力学のいい問題だと思いまして、鋼材を加熱、冷却する最も単純で基礎的モデルについて熱弾塑性計算を行ないました。当時塑性力学はほぼ出来上っておりましてこれを熱塑性現象に適用してみますと、普通の塑性では見られない非常に多くの状態が存在することがわかり、それぞれの状態を数学的に丹念に証明して、塑性状態図をつくりました。単に一次元的に伸び縮みの変形をする様な加熱、冷却の場合で 9 個の状態があり、曲げ変形を与える場合はその何倍もの状態が存在します。これらの状態図をつくってみますと、残留変形が出来る機構が明瞭になり、また最も大きな変形を与える加熱、冷却法がわかりました。また加熱冷却法を少し間違えると、残留変形が急激に小さくなってしまうことがわかります。現在はコンピューターによる計算が多く行われますので、この様なドメインにおける研究はあまりなされませんし、この論文も其後ほとんど議論されることもありませんでした。ところが約 25 年程経った 3～4 年前にアメリカのミシガン大学の先生が学生の講義に使うための講義原稿にし度いと云う話がありまして歴史は繰返すものだなあと云う感を深くしました。

次にお話ししますことは、軟鋼の降伏の寸法効果に関する研究です、昭和 37 年から 39 年にかけて、「試験片の形状および寸法が脆性破壊におよぼす塑性力学的研究」と題目の研究を行ないました。鉄鋼研究委員会で行なった研究ですがその一部を御紹介します。これは私の研究を未完のまま終ってしまった後悔と反省の意味でお話するものです。

軟鋼材でシャルピー試験片をつくり、更に同じ材料でその寸法の2倍、3倍、4倍、5倍の全く相似な試験片をつくって静的な単純曲げ試験を行ないました。試験後に、ノッチ底附近に発生するじり線をエッチング法により観察しました。このエッチング法は当時はなかなかうまくゆかなくて肥山君等はさんざん苦労したものです。どうやら成功してよく観察しますと、試験片が標準試験の2倍から3倍まではじり線の幅も、じり線の発生間隔もほぼ比例して大きくなって参りますが、それ以上の大きさの試験片ではじり線の幅も発生間隔もほぼ一定値を示したがつて相似性がなくなることがわかりました。一般の塑性力学ではこの変形はすべて相似に発生することが前提になっておりますが、この様に炭素鋼ではそうはならず、平面歪状態が早く生じていることを示しています。これはノッチ底の亀裂発生を早めることになり、すなわち試験片がある一定の大きさより大きくなると脆性が増大することになります。これはアルミニウム等では生ぜず鋼材特有のものと思われませんが鋼材のじり線の間隔は何で定まるのか、一本のじり線には非常に多数の結晶じりの集積であります。ミクロ現象とどの様にしてつながっているのか興味あるところであります。こういう材料は結晶体の集合でありますので、結晶体の集合としての特有の寸法が材料の破壊に関係しているという事実を示していると思います。私はこれ以上の追及をしなかったのを残念に思っていますが、この現象から、マクロの塑性力学とミクロの転位論との間の中間的あるいは橋渡しの様なセミ・ミクロ塑性力学があり、その解決が非常に大切なことであると思っています。

其後昭和40年代の半ばに鉱石運搬船かりふおるにや丸やぼりばあ丸が野島崎沖で相次いで沈没するという大きな事故がありました。それに関連してこれらの船の船側構造がどの位の水圧に耐えられるものかが問題となりました。そこで船側構造を崩壊させる水圧を推定するため塑性力学的計算と模型実験を行ないました。構造物のブラケットに坐屈が発生した場合に、この断面を特に坐屈関節という考え方であらわし、普通の極限設計法を用いて塑性計算すると実験によく一致することがわかりました。この方法を用いて実際の鉱石運搬船の崩壊水圧を逆算すると約21 (ton/m²) となりました。一方造船教室の福田教授がこの船が北大西洋を普通の航海速度で航行する場合に受ける水圧がほぼ21 (ton/m²) になりうることを示され両者が一致しました。これは興味ある研究の一つでした。この他海洋構造物の崩壊についても同様な計算と実験を行なって最終強度の推定をしました。

この様に簡単な計算法はできたわけではありますが、問題は実はこれからであります。すなわち現実の海で発生する事故、損傷については、波に関するもっと詳細な情報が必要と思われまして、また一たび事故が発生した後に、波などによりそれがどの様に発達

してゆくのか等々を知ることが必要だと思います。この様に今後の構造物の強度と安全性は想像以上に多種、多量の情報を取り入れ処理することによってはじめて決定されるようになると思います。最後に私の振動に関する研究について一寸お話しいたします。海洋構造物の振動の実物実験として津屋崎海洋観測塔の振動の計測と計算を行いました。これは数少ない実物データの取得が目的で数年にわたり振動減衰係数の計測、および光易先生の波計測と同時振動計測を行なった結果の解析で貴重な資料が得られたものと思っております。最後に海洋構造物の泣き所である係留問題につきまして、係留索鎖の振動を取扱いました。これらカテナリー線について多数の振動実験を行い、動的張力やスナップの発生機構を明らかにし、また動的張力の近似計算については、小寺山教授の研究を基本にこれを拡大して簡単な動的張力計算式を求めました。以上の構造物崩壊や振動に関する研究はすべて肥山央君、古賀洋治君はじめ研究室の方々の並々ならぬ努力によるものであり、振り返って、心から御礼を云いたいと思います。

次に放電爆発に関する研究のお話しをいたします。放電線爆発において、電気エネルギーは周囲の媒体中の衝撃波などの機械エネルギーに変換されますがその変換効率を最大にする放電条件を与えた研究結果を発表したのは昭和 42 年でした。当時は水中放電爆発を利用する所謂高エネルギー速度加工法に関心が集っており、YS-11 の部品のバルブ加工等が実際に行なわれていましたが、これらの水中衝撃現象に関する基礎研究は少なく、最も効率のよい放電条件を明らかにした論文はありませんでした。そこでこれに関する非常に多くの実験が福田重久君等によってなされ最適放電条件を求めることができました。この論文は塑性と加工と云う塑性加工学会誌に発表されましたが、あまり反響はありませんでした。ところが 4 年後にソビエトの研究者が私共の実験を追試してくれて、ソビエト学会誌に発表し、私共の条件式が正しいことを証明してくれました。この条件式を用いることにより衝撃加工の効率および再現性が非常に高くなりました。

前にお話ししました線爆溶射法の開発に関する論文は同じく昭和 42 年に応力研所報にまた 43 年に日本溶射協会誌に発表しました。これにはいろいろと反響があり、当時爆烈溶射法を開発した米国ユニオンカーバイト社から直接実験を見に来て、共同開発を申し込まれたこともありました。其後川崎重工がオートバイのアルミニウム合金エンジンのシリンダライナーに代って、高炭素鋼などを内面に溶射したエンジンを開発し Elex Engine と云う名前のモトクロス用オートバイエンジンとして米国に輸出しているとのことです。

昭和 48 年頃、九大歯学部第一補綴学の平安亮造教授、自見忠助教授(現在、鹿児島大学教授)からこの放電衝撃加工法および線爆溶射法を金属義歯床製作に利用できないか

との御相談を受けました。これがきっかけとなって、歯学部黒岩講師が応力研に來られて福田君等と共同で熱心な研究をされた結果、鑄造の義歯床よりはるかに軽くて使用し易い、金属義歯床の開発に成功しました。私自身は昭和45年と47年の2回にわたって歯槽膿漏が原因の敗血症を煩ったため、平安先生にお願いして上顎の大部分を義歯にいただきましたが、最初が合成樹脂製の仮義歯で本義歯としては鑄造床義歯をつくって下さいました。其後放電爆発による義歯床の開発によって2人目の患者としてこの金属床義歯に替えて下さいました。したがって私は3種類の義歯床をすべて自分自身で比較体験することができましたため、この放電義歯が最も使用し易いものであることを確認することができました。この方法の一つの大きな特徴は、衝撃プレスで金属板を加工するのですが雌型は、患者の石膏模型そのものが使用できるために精度のいい義歯床がつくれると云うことです。其後平安先生が放電爆発利用の義歯床製作法の原理機構などについて歯学会で講演をする機会を与えて下さいましたので、歯学部講堂で多くの歯学関係の方々に前に、私の体験を含めた話しをすることができたことは、今でも忘れられない思い出です。

私がこれら放電爆発関係の種々の応用に関わって強く感じたことは、私共が開発した種々の方法はあくまで基本的段階までであり、これを実際の使用に供するためには如何に多くの問題があるか、そしてこれを解決するためには如何に多くの努力と時間が必要であるかと云うことでした。例えば線爆溶射したオートバイのエンジンを実用化するまでには極めて慎重でかつ数年間にわたるベンチテストが行われましたし、また経済的問題も非常に重要であります。また歯科への応用の場合には特に人間と云う生物体とのインターフェイスであり、また物を噛むと云う重大な作用をするわけでありますので、単に石膏型に正確に合うだけではすまない非常に微妙な問題があります。つまり人間の感覚でピッタリしている必要があることは勿論ですが、さらに力を入れて噛むことによる人体および義歯の変形も含めて感覚的に整合していなければならないものだと思います。平安先生と鹿児島大学の自見先生は現在この種の義歯床を既に多くの患者のために作っておられますが、現在のように極めて優れた義歯をつくれる迄には、随分多くの御苦心があったものと心から敬意を表している次第です。

放電衝撃関係では現在衝撃波内部の圧力計測などが福田君、松原監壮君等によって新しい成果をあげ、また線爆溶射については、複合材料皮膜の開発など、両君等と久留米高専の伊藤普教授等によって進められています。今後のますますの発展を祈っております。また昭和57年中国から汪文学君が留学生として研究室に來たのを機会に、高雄先生と、複合材料の破壊力学の研究に関係できたことは幸せでした。汪君の人一倍の努力に

よって、よい研究が進展していることを心から喜んでおり、汪君の今後一層の努力と輝かしい将来を期待しています。

4. プロジェクト研究について

40 年を振り返ってみて、最も強く印象に残っていることは昭和 30 年代後半に行われた研究所の将来計画立案の協同作業でした。当時の応用力学研究所長の栗原道德教授が岡部淳一先生、田才福造先生など若手教授や助教授に「思い切って発想を飛躍させ、人のやらないことをやれ。そして研究所の長期将来計画を考えよ」と指示されました。当時は応用力学の研究領域が従来の流体力学と固体力学で取扱う現象の範囲を遙かに越えて原子レベルの微細な現象から地球規模の巨大な現象にまで及ぶ広範囲なものになって来た時代でした。私共はこの問題に取り組むことに言いようのない喜びを感じ、情熱をかたむけました。ここで得られた私共の結論は次のようでした。すなわち「近代応用力学の全域にわたって研究範囲を拡げることは困難であり、かえって研究の集中が薄れ、本質から外れる恐れがある。したがって次の 2 領域を選定する。その 1 つは海洋とか台風のように膨大なエネルギー量をもった自然エネルギーの場における力学過程の研究であり、もう 1 つは爆発、放電現象などのようにエネルギー密度の非常に高い場における力学過程の研究である。」この考え方は後の岡部所長の時代に、応用力学研究所における大学院教育組織の基本的考え方にも取り入れられました。すなわち応力研だけで独立大学院を組織し、海洋、高エネルギー、基礎応用力学の 3 つの専攻をもつと云うものでした。この計画は後に工学部、理学部が主体となる独立大学院設立の計画が具体化した時に、応力研の立場を考える基礎ともなり議論をよんだものでした。結局は総合理工学研究科の高エネルギー物質科学専攻としてあらわれました。応力研の将来計画には大学院も当然含まれますが、研究所としての存在理由を明確にするためのプロジェクト研究の将来計画を決定する意味で、上に述べた基本的考え方が最も重要な役割を果たしました。

昭和 40 年前後約 2 年間は応力研の研究方針と研究態勢に大きな変革があった時期でした。それはこの将来計画に沿って海洋プロジェクトと高エネルギープロジェクトの 2 つの大きなプロジェクトが前後して発足したからであります。高エネルギープロジェクトの具体的発足は昭和 40 年ですが、これについては北島一徳先生が昨年の停年記念講演でふれておられますが、ここでもあとで補足的な説明をいたしたいと思います。まず海洋プロジェクトの発足の経過についてお話しします。海洋関係プロジェクトが正式に予算がついたのは昭和 45 年ですが、ここに到る迄には既に 10 年以上にわたって準備が行なわれており、それ相応の活動があったのであります。この準備期間の研究には

私も直接関係してきましたので順を追って説明いたします。

昭和 33 年頃は我国の造船工業も急速に回復して来た時期でしたが、船体が戦前の鉚接構造から溶接構造に変わり大型船が出現する様になって、特に船体振動が大きな問題となって来た頃でした。当時応用弾性学部門の熊井豊二教授はこの船体振動の研究で我国をリードしておられ、特に振動の原因となるプロペラ起振力の解明と減衰に強い関心をもっておられました。ある時先生は助教授であった私に、プロペラ起振力はどうしても大型模型で実験しなければ解明できないことがわかったが何かよい方法はないだろうかと相談されました。当時は大型模型船で実験できる水槽は、目黒の防衛庁の水槽、目白の運輸省の船舶試験場の水槽と、長崎の三菱長崎造船所の水槽の 3 つ位しかなく、それを借りることは非常に困難な時代でした。そこで私がどこかの池に模型船を浮かべて無線操縦したらよいのではないかと提案しました。熊井先生がこのことを田才先生に相談された結果、嘉穂郡小竹町にある農業用貯め池を借用して行なうことになりました。熊井研究室、田才研究室と私の研究室さらに無線操縦装置の設計製作のために当時樋口先生の研究室に居た福田重久君にも参加を求め、総勢 10 数名のチームを編成し、現場近くの農家の一室を借りて合宿しながら実験をすることになりました。熊井先生が実験、理論解析の総括、田才先生が現場の実験主任、私が船体およびプロペラ起振力計測装置の設計製作さらに合宿用のサシ入れ責任者となりスタートしました。船体は長さ 5 米で中央部が鋼製で前後部が木製でした。これをトラックに乗せて八木山峠を越えて小竹町の池迄運びましたが当時としては珍しいことで、小竹小学校では先生がたくさんの生徒をつれて見学に来たこともありました。これらの実験費用は主として熊井先生が三井造船 K. K. から受託されたものでした。この様に幾つかの研究室が一緒になって研究グループを組織した応力研はじめてのプロジェクト研究でした。この結果が学会発表されたほとんど同時にオランダのデルフト水槽のマーネン教授が同じ様な結果を発表したため、プライオリティはともかくマーネンの方が広く知られるようになり残念でした。

以上の研究が終りかけた頃、昭和 34 年に伊勢湾台風が発生しました。これを契機として、海洋学、海岸工学、海洋工学の重要性が叫ばれるようになり、当時の応力研栗原所長はこれに注目されて、船舶安全性部門、耐波浪構造学部門、沿岸海象力学部門等の海洋関係部門の増設と、海洋の波と海洋災害の研究用大水槽の建設を計画されました。この水槽建設には私も水槽本体、計測台車、造波機等の設計に関係しましたが、前のプロペラ起振力の現地実験が非常に役に立ちました。この様に大型水槽はじめ平面水槽、其他試験装置がととのい、昭和 40 年に津屋崎実験所が発足しました。

そこで海洋に関する大型プロジェクトを発足させよう、それにはターゲットを何にす

るか、このような話し合いが所員間で行われ、結局田才先生を中心として、光易先生と私の3人で具体的計画を練ることになりました。たまたま昭和44年に英国ブライトンで第1回海洋工学国際会議(1st International Conference of Oceanology)が開催されることになり、早速3人で出席し連名の論文を発表し、引続いて世界の主な海洋関係大学研究所を視察することにしました。訪問先と面会した研究者名を第1表に示します。当時若手研究者であった人が現在世界のリーダーになっていたり、また其後の日本海洋研究の進歩を見る時、時代の移り変りに驚ろかされます。この視察旅行で印象に残っていることの二、三をお話しします。ブライトンの会議および同時に開催された展示で驚いたのは、世界と日本との技術格差の大きさでした。今の日本では少しも驚きませんが当時深海係留ブイシステムとか深海観測ステーションやビークル等、コンセプトだけではなく実物の展示もあり、全く異った世界を見る気持でした。会議中の暇を見て、近くのギルフォードにある英国国立海洋研究所を見学し、若い研究者 Dr Iwing 等の話を聞き、当時 Iwing が田才先生の研究を高く評価していたことを思い出します。オランダのハーグにある水理研究所、野外水理実験装置も感心しましたが、オランダの北海の大干拓堤防を見学した時、そのあまりの規模の偉大さに圧倒されたのですが、この大工事の監督をしていた30才そこそこのオランダ青年の高い使命感に心を打たれました。フランスのグルノーブルのソグレア・ネルビック水理研究所に行きました。ここはテトラポットを開発した会社ですが、感心したのは水理に関する研究なら何でもやると云う思想で経営している点でした。例えば河川の流域の研究、河口の研究、港湾の船の係留、潮汐発電、原子力発電の熱交換機、人工心臓などの開発、さらには象牙海岸の沖合で採取した砂からダイヤモンドを分離して取り出す遠心分離装置まであり、取り出したダイヤモンドをたくさん見せてくれました。この様な研究所の在り方もあるのだと云う一つの大きな教訓でした。またフランスのシャトゥにある電力研究所に行きましたが、ここでは石油掘削リグの研究をしていました。5本足の海洋構造物の模型を示して、その特徴をいろいろ説明してくれましたが、この型のリグがそれから10年後に破壊転覆して123名の人命が失われると云う悲劇がおきました。科学技術の難しさを示す例と思います。アメリカのヒューストンにある海洋構造物の建造会社を訪問し、高さ200米位のジャケット型石油生産プラットフォームの建造現場で、それが川岸の草原で横倒して建造されているのを見た時、新しい技術を見た様に思いました。サンディエゴのウエスチングハウスの海洋研究所を見学した時、当時既に1,600 m 深海用の潜海艇が完成しておったことも印象に残っています。スクリップス海洋研究所では東大の永田先生(現東大海洋物理教授)に案内していただき、生物から物理、工学に及ぶ広範囲の総合研究所の在り

方についての貴重な視察となりました。私共は 40 日足らずのこの旅行を通じて海洋学、海洋工学における我国研究の立ち遅れを痛感し、旅行中も将来のことについて議論をたかかわせましたが、特にロンドンとニューヨークではスコッチウイスキーを飲みながら深夜に及んだことを覚えています。帰国後の話し合いの結果、まず田才先生を中心としてブイテクノロジーの研究を進めることで合意し、具体的には光易先生が波浪観測ブイを開発して、波浪観測をすることが柱でした。これが昭和 46 年にスタートした第 1 回海洋プロジェクト研究「海洋波計測法の開発研究」です。この旅行で特に感じたことは専門を異にする研究者と一緒に多数の研究機関を視察することにより、専門外の研究に直接触れることができるので、視野を拡げる上で非常に有効であるということでした。

以上で海洋プロジェクトはスタートしましたが、ここで開発されたクローバ葉型波浪観測ブイを使って、波の観測のみならず、波浪中の海洋構造物の運動や応力を同時に計測する総合実験をやろうと云うことになりました。丁度三井海洋開発でローディングステーションと云う海洋構造物を建造していました。これは重量約 7,000 ton、長さ×巾×高さが 107 m×32 m×21 m で 2 つのロワーハルと 10 本のコラムをもった構造物で、これを曳航して行きインドのゴア沖に着底して鉄鉱石の積出し用ステーションにする計画でした。そこでこの構造物の曳航時に、波の観測と同時に動揺や応力を計測すれば実機に関する総合実験が出来るわけで私共は非常に意欲を燃しました。先づ動揺を推定するための模型実験を津屋崎の大水槽で行い動揺応答特性を調べ、次に波に対する応力応答特性を調べるために、この構造物の進水時に応力と外力を同時に計測し、また有限要素法による計算と対比するなど、かなり大がかりの準備を行いました。構造物は四国の紀井水道に面した橘湾の造船所で建造されていたので、実機実験は構造物が曳航されて、紀井水道から太平洋に出て四国沖を通過する時に行なうこととし、それ迄に別の観測船で通過コースの波浪を計測することにしました。昭和 46 年末に行なわれた実験は幸いに観測時の波高 4 m 程度で適当なヒープ、ピッチ、ロールおよび応力を測ることができ大成功でした。この様な実機についての総合実験はその当時は勿論、世界でも行われていなかったし、其後もこれだけ精度の高い実験はない様です。この総合実験には三井造船(株)、三井海洋開発(株)が非常に協力してくれたことを有難く思っています。この時の海洋観測船は田才、光易先生はじめ応研教職員諸君多数を乗せて引続き南下し太平洋や九州南方の波浪観測を行なって、九州西側を北上して、昭和 47 年正月 2 日博多港に無事帰港しましたが途中かなりの時化で皆非常に苦労したと聞いています。

光易研の次の波浪観測は昭和 47 年 12 月九州南方海域と日向灘で行なわれ、この時には双胴型の海洋観測船が使用されたので、私も乗船させてもらい、船首に衝突する

波浪の衝撃圧力の実測をする計画を立てました。双胴船の一方の船首に数個の波圧計を取り付け、もう一方の船首に取付けたテレビカメラから船首に対する波浪の衝突角を観測しようと云う計画でした。この実験は圧力計の1個の故障で完全なデータが得られませんでした。計測された衝突角はあまり小さくなっていないけれどもかなりの大きさの衝撃圧力が発生しており、Wagnerの水面衝撃理論と若干の違いがあるようです。この乗船実験で思い出すことは九州南方海域での波浪計測実験が終って日向灘入口附近に早朝到着した時です。波は全くありませんでしたが急に西風が吹いて来ましたので、今後どのような波がおこるのかを水野先生にききました所、約何時間後にこの位の波高の波がおこるでしょうと、光易先生の式から推定されました。事実その予測と全く一致した波が発生したことに大変感心したことを思い出します。この船は引続き足摺岬沖の波浪計測を行なった後、時化の為、岸沿いに足摺岬の岩場の間を航行中大きな向い波に衝突した瞬間、電気系統の故障で突然エンジンがストップし漂流はじめました。目の前の岩との衝突を心配した私は、直ちに防寒具を付け、靴を脱いで万一の場合に備えましたが無事エンジンが回転し始め難を逃れました。全くヒヤリとする一瞬でしたが、海洋観測に伴ういろいろな危険性については、何時でも対応できる様準備をしておくことが大切だと思いました。

昭和49年第2次の海洋プロジェクト研究「海上実験による海洋観測ステーションの開発研究」がスタートしました。まず全グループの協力により津屋崎海岸沖合2 kmで水深約15 mの海中に3脚の固定式海洋観測ステーションを設置し、これによってこの海域の正確な波の情報が得られるようにし、更に昭和50年、田才先生グループによって浮遊式海洋観測ステーションが設計され約200 m程離れた位置に設置されました。これは簡単なスパーブイで波を計測できる様な浮遊ステーションの開発を目的としたもので、長期にわたって2つのステーションのデータを比較した結果、よい一致を示したので後に九大申請の特許が公示された成功例です。これに成功するまでには田才先生グループはいろいろと苦労されたことと思いますが、昭和52年係留ロープの切断によるブイの流失という事故がありました。丁度私が津屋崎の実験所長をしている時でしたが、海上保安庁からの連絡で、応力研の名板のあるブイが大島海岸に漂着しているが早速処置するようにと云うことでした。私の所在が不明で連絡がとれないと云って保安庁が大分やかましく言ったそうで、津屋崎の皆さんに御迷惑をかけたことを思い出します。この問題は無事解決しましたが、本年2月に今度は固定式ステーションの倒壊と云う大きな事故が発生し、大楠実験所長はじめ皆さんが大変苦労されたのですがこれは一つの時代の終焉を意味するように思われてなりません。幸い固定ステーションの復旧予算が認められ

たそうで、どうか新しい時代のステーションとして新しい機能をもった今後の活躍を心から祈っています。昭和 53 年度からはじまった第 3 次プロジェクト「綜合プイシステムによる海洋計測法の開発研究」では若い方々が積極的に取組まれ、黒潮の測流の成功と云う世界的な成果をあげられました。これは当初私共が考えていたことをはるかに飛び越えた大きな仕事で其後の第 4 次、第 5 次プロジェクトも含めて応力研の若い力の活躍に敬意を表すとともにますますの発展を期待しています。

ここで再び高エネルギー関係のプロジェクトのお話にうつることにします。昭和 40 年に発足したこのプロジェクトにつきましては北島先生が前年に述べておられますので、くわしいことは省略いたしますが、多くの議論を重ねたり、名古屋大学のプラズマ研究所や東大工学部、宇宙航空研究所など高エネルギー研究をやっている研究所を見学するなどして一まず次の様な陣立が出来上りました。すなわち北島先生が材料関係、大路通雄先生（現東京電気通信大学教授）がプラズマ関係、私が高エネルギー加工関係を夫々分担し、装置としては、材料関係が高圧電子顕微鏡と各種試料製作装置、プラズマ関係は小型の放電プラズマ発生装置、加工関係は放電衝撃発生装置と高速度カメラ等でこれらを総称していわゆる高エネルギー材料実験装置と云いました。この名前が現代も残った新しい内容で活躍していることはよく御存知のことです。以上の様に当時としてはなかなか花やかなスタートでした。材料関係は昭和 50 年頃から核融合材料の方向に研究をむけはじめ現在に到っていますし、プラズマ関係は大路先生から、村岡克紀先生へ、さらに昭和 53 年伊藤智之先生が名大プラズマ研究所より着任され、同年 12 月 21 日早くも TRIAM-1 のプラズマ発生に成功されてから本格的核融合プロジェクト研究が開始されました。田才先生は核融合研究の推進には非常に熱心で所長時代には積極的に人事、予算をすすめられ、応力研核融合研究スタートの大きな陰の力となられた方でした。私が所長として田才先生の路線を引継いだ後も、あらゆる機会を通じて私をはげまし、後押しをされ努力を惜しまれませんでした。昭和 55 年病にたおれられた後も、次期装置 TRIAM-1M の予算が通ったかどうか何度も聞いておられたことが忘れられません。このようにしてスタートした応力研高エネルギー研究は、目覚しい発展を遂げ、10 年足らずで世界をリードするまでに到ったことは、振り返って夢の様な気がします。北島先生が昨年云はれたように応力研の高エネルギー研究グループは核融合プラズマと材料の両者が協力研究体制をとることにより他所にはない特色を出し、今後ますます世界をリードしてゆかれることを期待しています。

5. 学会の委員会での思い出

学会の委員会活動も思い出多いものですが、その二、三についてお話しします。戦後急速に造船工業が復活して新技術の導入などで、多数の高速船や大型船が建造されるようになり、その性能、機能、構造強度、振動などの面で多くの問題が提起されました。既にお話ししましたように応力研初代所長の故渡辺恵弘先生によって、昭和 20 年代の終りに西部造船会の中に技術研究委員会がつくられ、性能、構造、艤装の各部会を設置して造船工業の急速な膨脹に産学協同で対応してゆくことになりました。私は構造部会の委員として、特に船体損傷の原因調査とその対策に関係してきましたが、昭和 40 年頃から多発する損傷に対処するため、委員会として具体的な設計指針を策定することになり、昭和 42 年損傷小委員会が発足し、私がその主査としてまとめを行なうことになりました。委員会は各造船所の委員から提出される多数の損傷報告を分類整理し、その原因を明らかにして、構造形式とか寸法の設計指針をつくることがその目的でした。この委員会で取上げたテーマは [I] スランピングによる船首船底部の損傷、[II] 波浪打込みによる船楼および甲板の損傷、[III] ハッチコーナー部の損傷、[IV] 上部構造の損傷の 4 つで何れの問題も厳密な解析は困難で、コンピューターも現在のようなものではなかったもので、個々の現象について近似的な損傷解析を行って得られた半定量的な外力または応力の推算結果を用いて結論を出すと言う手法を用いました。私自身は [II] の問題と関係が深かったので、直接幾つかの解析にもたづさわりました。この結果は昭和 44 年報告されましたが、それ以後に建造される船はこれを指針として設計されるようになり、例えば波の打込による甲板の損傷などはほとんど見られなくなりました。次に起った損傷はタンカーや鉱石運搬船などが大型化し、高速化したため、船首部の外板に波浪が衝突し、外板が凹損したり、内構材に亀裂や坐屈を生じたりする事故が相次ぎ、この対策として設計指針をつくることが必要となりました。その為第 2 次の損傷小委員会が昭和 47 年に発足し、前と同様な手法によって研究審議を行い、約 2 年間で報告をまとめました。この報告が出て以後建造された大型肥大船では船首部の波浪損傷はなくなりました。ところが最近になって一般貨物や自動車の高速で多量の運搬が必要となり中高速のコンテナ船や自動車運搬船が多数建造され、その結果波浪の衝突による船首部附近の損傷が多発するようになりました。これらはタンカーや鉱石運搬船のように肥大した船形ではなく瘦形であるため前に報告した設計指針は適用できません。そこで昭和 60 年新たに第 3 次損傷小委員会を設置してこの問題に対処することになりました。この委員会は第 2 次委員会の報告内容と対比しつつ、差異を明確にして本年 6 月に報告を完成しました。

おそらく今後、この種の損傷は見られなくなると思います。

以上の3回にわたる船体損傷防止に関する委員会の取りまとめを行なうことができたのは幸いでした。このように実際の設計に直接むすびついた委員会活動はその効果が顕著にあらわれるという意味で忘れ難い思い出です。その他造船学会の委員会で半潜水型海洋構造物の構造設計要領の、また海事協会の委員会で係留システム設計指針の取りまとめに関わることができたことも印象に残っております。

6. お わ り に

応力研の研究は昭和40年前後に新しい展開を行い、その後10年余りで大きな進展を遂げました。すなわち海洋に関する研究では、海洋関係3部門の新設、大水槽完成、津屋崎実験所の設置にはじまった新しい展開です。其後の海洋波の研究をはじめとして、海洋工学関係などの多くの業績で、応力研の国際的地位を確立しました。また昭和53年からはじまったプロジェクト研究では黒潮の直接測流という世界ではじめての実験に成功するなど大きな成果をあげました。さらに昭和61年には海洋環境シミュレーション装置が完成し、また新しい海中音響計測システムの開発や、衛星を利用するマイクロ波による波の観測法の研究のスタートなどおよそ10年毎に大きなステップアップが行われてきました。次に高エネルギー関係の研究では昭和40年にスタートした高エネルギー密度領域の力学研究プロジェクトはおよそ10年後の昭和53年、強磁場トーラス TRIAM-1の完成により本格的核融合プラズマ研究がスタートし、さらに約10年後の昭和61年には世界ではじめて超電導強磁場トーラス TRIAM-1Mによる高温プラズマの発生に成功しました。これと併行して昭和50年頃から進められていた核融合材料の研究も応力研の国際的地位を確立し、昭和62年度に次期研究計画として、TRIAM-1Mの増力計画とその材料関係の研究費が認められました。これにより応力研の今後の方向として TRIAM-1Mの増力による新しい核融合プラズマの研究と、核融合材料の研究が合同した他では見られない独特の研究態勢ができ上がりました。ここで、高橋清教授をはじめとする材料研究部がこの態勢に積極参加されたことは応力研にとって非常に貴重な意味があると思います。

以上のようにおよそ10年毎に大きな進展が行われてきた応力研では、現在の昭和62年から2〜3年間でまた1つの大きな転期をむかえていると思います。現在社会構造、産業構造の大転換に直面し、新しい情報化の波を受けて応力研の研究はここで新しい活性化の道を進むと思います。海洋情報、核融合情報など膨大な情報の集積と処理が新しい科学技術の中で重要な役割を果すことは明らかですが、これに対して応力研は積極的な

取組みと相互交換, 協力によって今後 10 年間に今迄以上の大飛躍をされますよう心から祈っています。

41 年間という長い間にわたり, 私を御指導下さいました先生方, 先輩方, また心から御協力下さいました同僚, 研究室の方々や多くの皆様に心から御礼申し上げて話を終えたいと思います。

あ と が き

本文は去る 1 月 16 日の退官記念講演の録音を研究室の諸君が聞き書きして下さったものを整理したものです。話し方が乱雑であったため, 聞き書きに御苦労かけたことと思ひますがおゆるし下さい。

講演会の御世話をして下さいました方々, また本文の掲載について御世話をして下さいました高雄先生はじめ皆様に厚く御礼申し上げます。

第 1 表

1.	1969	2/17 2/21	Brighton 1st Int. Oceanology Conference & Exhibition (Brighton, UK)
2.	"	2/20	National Institute of Oceanography (Guildford, UK) Dr. Ewing, Dr. Ishiguro, Mrs. Swallow
3.	"	2/24	National Physical Laboratory (Feltham, UK) Dr. Johnson, Dr. Brown, Dr. Shearer
4.	"	2/25	Southampton University (Southampton, UK) Prof. Goodrich
5.	"	2/27	Delft Hydraulics Laboratory (Delft, Netherlands) Dr. Prince, Dr. Paape (Wind Tank, Hydraulic Experimental Tank) Delft University (Delft, Netherlands) Prof. Greritsuma
6.	"	2/28	Open Air Hydraulic Laboratory (Kanpen, Netherlands)
7.	"	2/28	Reclamation work at North Sea (Dronter, Netherlands)
8.	"	3/3	Institute for Schiff Bau, University of Hamburg (Hamburg, GFR) Director Wieghart, Prof. Grim Dr. Hasselmann
9.	"	3/3	Meteorological Department, University of Hamburg (Hamburg, GFR) Prof. Hasse
10.	"	3/6	Sogreah Nerpic (Grenoble, France) Dr. Mahe, Dr. Someet
11.	"	3/10	Electricite de France, Department Laboratoire National d'Hydraulique (Chatou, France) Dr. J. C. Lebreton
12.	"	3/12	New York University (New York, USA) Prof. Peason, Prof. Kirwin
13.	"	3/13	Davidson Laboratory, Stevens's Institute. (New York, USA) Dr. Eda
14.	"	3/14	Gulf Publishing Company (Houston, USA) Ocean Industry (Houston, USA) Mr. Sum Sorrel
15.	"	3/14	Brown Root (Houston, USA)
16.	"	3/17	Scrips Institute, University of California (San Diego, USA) Dr. Cox, Dr. Nagata
17.	"	3/18	Institute of Oceanography, Westinghouse (San Diego, USA) Dr. Patz

栖原寿郎論文リスト

論	文	題	目	発表機関誌等名	発行年
1)	鉚孔付近の板の応力			西部造船会会報 第2号	1950
2)	A Study on the Damping of Longitudinal Vibration of an Elastic Cylinder			九州大学弾性工学研究所 報告 Vol. III, No. 3	1951
3)	船首ブルワークステイの損傷解析			西部造船会会報 第8号	1954
4)	On the Stress in Laterally Loaded Plate (Note)			Rep. RIAM, Kyushu Univ. Vol. III, No. 12	1955
5)	On the Irregularity of Joint Aperture for Butt-Weld Prepared by Manual Flame-Planing (Note)			Rep. RIAM, Kyushu Univ. Vol. III, No. 12	1955
6)	手動瓦斯切断法により開先を仕上げた溶接鋼板の残留応力 (其一 V 型開先仕上げの不整に就て)			西部造船会会報 第9号	1955
7)	不連続断面梁の応力			西部造船会会報 第12号	1956
8)	波浪によるブルワークステイの損傷に就て 共著者 橋本武幸			西部造船会会報 第12号	1956
9)	On the Stress in Beam with Discontinuous Cross Section			Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. V, No. 19	1957
10)	On the Strain Figures Appeared on the Surface of Welded Plate 共著者 辻 勇			Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. V, No. 17	1957
11)	三島型貨物船の船底縦応力に関する光弾性実験 共著者 森 正浩			西部造船会会報 第14号	1957
12)	鋼材の熱塑性加工に関する研究 (その1)			造船協会論文集 第103号	1958
13)	鋼材の熱塑性加工に関する研究 (その2)			造船協会論文集 第106号	1960
14)	鋼材の熱塑性伸縮変形におよぼす加熱冷却履歴の影響			九州大学応用力学研究所 所報 第15号	1960
15)	自航模型船によるプロペラ起振力の測定 共著者 熊井豊二他5名			西部造船会会報 第22号	1961

- | | | | |
|-----|--|---|------|
| 16) | Measurement of Propeller Forces Exciting Hull Vibration by Use of Self-Propelled Model
共著者 熊井豊二 他5名 | Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. IX, No. 33 | 1961 |
| 17) | 熱塑性加工について | 九州大学応用力学研究所
所 第20号 報 | 1962 |
| 18) | Studies on Thermo-Plastic Working of Steel (I): Thermo-Plastic Elongation and Contruction of Strip | Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. X, No. 39 | 1962 |
| 19) | 基底部よりのエネルギー散逸による弾性柱の振動の減衰について | 西部造船会 会報 第27号 | 1964 |
| 20) | 九州大学応用力学研究所の海洋災害研究用大水槽について
共著者 栗原道德, 田才福造 | 西部造船会 会報 第32号 | 1966 |
| 21) | 海洋災害研究用大水槽および実験設備について
共著者 栗原道德 他3名 | 九州大学応用力学研究所 報 | 1967 |
| 22) | 金属導線の放電による衝撃波の発生機構
共著者 北島一徳, 福田重久 | 塑性と加工 Vol. 8, No. 74 | 1967 |
| 23) | Multi-Channel 型放電衝撃大電流発生装置と二, 三の放電実験
共著者 福田重久 | 九州大学応用力学研究所 所報 第26号 | 1967 |
| 24) | On the Shock Wave Produced by Underwater Explosion of Wire
共著者 北島一徳, 福田重久 | Proceeding of the 7th Japan National Congress for Applied Mechanics | 1967 |
| 25) | 種々な媒体中における放電導線爆発に関する実験的研究
共著者 北島一徳, 福田重久 | 九州大学応用力学研究所 所報 第27号
塑性と加工 Vol. 8, No. 77 | 1967 |
| 26) | 導線放電爆発による金属の溶射 (第1報)
共著者 福田重久, 伊藤 普 | 九州大学応用力学研究所 所報 第27号 | 1967 |
| 27) | 導線爆発と水中衝撃波
共著者 北島一徳, 福田重久 | 塑性と加工 Vol. 9, No. 88 | 1968 |
| 28) | Metallic Spray by Wire Explosion
共著者 福田重久, 伊藤 普 | Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. XVI, No. 54 | 1968 |
| 29) | 放電爆発溶射被覆法
共著者 福田重久, 伊藤 普 | 日本溶射協会誌 第5巻 第2号 | 1968 |
| 30) | 導線放電爆発による金属の溶射 (第2報)
溶射皮膜の組織, 性質および付着機構
共著者 福田重久, 伊藤 普 | 九州大学応用力学研究所 所報 第30号 | 1968 |
| 31) | 箱型扉体をもつ自動倒伏ゲートについて
共著者 肥山央 他2名 | 九州大学応用力学研究所 所報 第30号 | 1968 |

- | | | | |
|-----|--|--|------|
| 32) | Methods of Studies on Floating Structure in Rough Seas
共著者 田才福造, 光易 恒 | Proceeding of 1st International Oceanology Conference, Brighton | 1969 |
| 33) | 導線放電爆発による溶射皮膜の性質
共著者 福田重久 他 2 名 | 日 本 金 属 学 会 誌
第33巻 第5号 | 1969 |
| 34) | 金属の放電爆発溶射 (2)
溶射皮膜の性質
共著者 福田重久 他 2 名 | 日 本 溶 射 協 会 誌
第6巻 第2号 | 1969 |
| 35) | 導線放電爆発による金属の溶射 (第3報)
溶射皮膜の酸化度と2, 3の機械的性質
共著者 福田重久 他 2 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第34号 | 1970 |
| 36) | 金属の放電爆発溶射 (3)
共著者 福田重久 他 2 名 | 日 本 溶 射 協 会 誌
第7巻 第2号 | 1970 |
| 37) | Metal Explosion Spray Coating
共著者 福田重久, 伊藤 普 | Paper of the 6th International Metal Spraying Conference, Paris | 1970 |
| 38) | 金属の線爆発溶射の機構と被覆層の性質
共著者 福田重久 他 2 名 | 塑 性 と 加 工
Vol. 11, No. 119 | 1970 |
| 39) | 線爆発法による複合金属の圧接着
共著者 福田重久 他 2 名 | 塑 性 と 加 工
Vol. 11, No. 117 | 1970 |
| 40) | 巨大タンカーの耐衝突強度 (1)
共著者 清水茂俊 他 6 名 | 日 本 造 船 学 会 論 文 集
第128号 | 1970 |
| 41) | 海洋波の計測法の開発研究 (I)
共著者 光易 恒 他 7 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第39号 | 1973 |
| 42) | 海洋波のシミュレーションに関する研究
共著者 光易 恒 他 4 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第39号 | 1973 |
| 43) | 水塊の衝突圧力と弾性板の応答
共著者 肥山央, 古賀洋治 | 西 部 造 船 会 会 報
第46号 | 1973 |
| 44) | Properties of Coating by Wire Explosion
共著者 北島一徳 他 2 名 | Paper of the 7th International Metal Spraying Conference, London | 1973 |
| 45) | 金属線の放電爆発による新しい加工法 (1) | 機 械 の 研 究
第25巻 第9号 | 1973 |
| 46) | 金属線の放電爆発による新しい加工法 (2) | 機 械 の 研 究
第25巻 第10号 | 1973 |
| 47) | 金属の放電爆発溶射 (4)
共著者 福田重久 他 2 名 | 日 本 溶 射 協 会 誌
第10巻 第1号 | 1973 |
| 48) | 海洋波の計測法の開発研究 (2): 海洋波の方向スペクトルについて
共著者 光易 恒 他 5 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第40号 | 1973 |
| 49) | 浮遊式海洋構造物の波浪中の運動強度の推定法に関する研究
共著者 田才福造 他 6 名 | 日 本 造 船 学 会 論 文 集
第134号 | 1973 |

- 50) 海洋開発の工学的諸問題：波のエネルギーと海洋構造物
共著者 田才福造, 光易 恒 学 術 月 報 1973
第25巻 第12号
- 51) A Study on Motion and Strength of Floating Marine Structures in Waves
共著者 田才福造 他 6 名 Paper of the 6th Offshore Technology Conference 1974
- 52) Prediction of Motion and Strength of Floating Marine Structure in Waves
共著者 田才福造 他 6 名 Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. XXII, No. 69 1974
- 53) 導線放電爆発の歯科補綴への応用 (1)
金属床の試作
共著者 福田重久, 黒岩整治 九州大学応用力学研究所
所報 第41号 1974
- 54) The Structure and Adhesion of Coatings Deposited by Wire Explosion Spraying
共著者 北島一徳 他 3 名 Paper of the San Francisco Conference on Relationships in Thick Film and Bulk Coatings, Journal of Vacuum Science & Technology Vol. II, No. 4 1974
- 55) Coating by Wire Explosion Spraying (II): Structure and Adhesion of Tungsten Coating on the Mild Steel and Copper Substrate
共著者 北島一徳 他 2 名 Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. XXII, No. 70 1975
- 56) Applications of Wire Explosion in the Field of Prosthetic Dentistry (I)
共著者 福田重久 他 2 名 Rep. RIAM, Kyushu Univ., Vol. XXII, No. 70 1975
- 57) 一翼計測法による Over lapping propeller の起振力の実験
共著者 杉村 泰 他 3 名 日本造船学会論文集 1975
第137号
- 58) 線爆溶射によるタングステン皮膜の軟鋼基材への付着機構
共著者 北島一徳 他 2 名 金 属 学 会 誌 1975
第39号 第9巻
- 59) 線爆溶射とその応用
共著者 福田重久 材 1975
第24巻 第266号
- 60) ウイングタンク構造の崩壊荷重の近似計算法
共著者 肥山央, 古賀洋治 日本造船学会論文集 1975
第138号
- 61) 鉦石運搬船船側構造模型の崩壊実験とその解析
共著者 肥山央 他 2 名 西 部 造 船 会 会 報 1976
第51号
- 62) 線爆溶射
共著者 北島一徳, 福田重久 溶 接 学 会 誌 1976
第45巻 第8号
- 63) Bow Flare Damage of Large Full Ships Due to Wave Impact (Analysis and design standard)
共著者 日本造船学会船体構造委員会西部地区部会船首損傷小委員会 International Shipbuilding Progress, Vol. 23, No. 261 1976

- | | | | |
|-----|---|---|------|
| 64) | 船側構造の崩壊強度
解析法と実船計算例
共著者 肥山央 他 2 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第45号 | 1976 |
| 65) | 無動力式水位調整ゲートについて
共著者 肥山央, 小林市次 | 九州大学応用力学研究所
所報 第45号 | 1976 |
| 66) | 海洋構造物の座屈と最終強度 | 日本造船学会誌
第569号 | 1976 |
| 67) | 高融点金属の線爆溶射
共著者 福田重久 | 高温学会誌
第3巻 第1号 | 1977 |
| 68) | 鋼板とコンクリートから構成されるサンドイッチ複合構造物の強度に関する研究 (第1報)
共著者 西牧興 他 3 名 | 日本造船学会論文集
第141号 | 1977 |
| 69) | 海上実験による海洋観測ステーションの開発研究 (第1報)
共著者 田才福造 他12名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第46号 | 1977 |
| 70) | 海洋構造物の極限設計 | 日本造船学会 第3回シンポジウムテキスト | 1977 |
| 71) | 半潜水型海洋構造物の最終強度 (第1報)
横波によるローワーハル型模型の崩壊
共著者 大楠 丹 他 2 名 | 日本造船学会論文集
第142号 | 1977 |
| 72) | On the Strength of New Composite Steel-Concrete Material for Offshore Structure
共著者 松石正克 他 3 名 | Proceedings of Offshore Technology Conference, OTC, Houston | 1977 |
| 73) | 鋼板とコンクリートから構成されるサンドイッチ式複合構造物の強度に関する研究 (第2報)
共著者 西牧興 他 3 名 | 日本造船学会論文集
第142号 | 1977 |
| 74) | On the New Composite Steel-Prestressed Concrete Structural Module for Offshore Structures
共著者 松石正克 他 3 名 | Proceedings of Offshore Technology Conference OTC, Houston | 1978 |
| 75) | Experimental Determination of Optimum Condition for Wire Explosion in Water and PMMA
共著者 福田重久 | Proceedings of 13th International Conference on High Speed Photography and Photonics, Tokyo | 1978 |
| 76) | 鋼板とコンクリートから構成されるサンドイッチ複合構造物の強度に関する研究 (第3報)
共著者 西牧興 他 3 名 | 日本造船学会論文集
第145号 | 1979 |
| 77) | Observation of the Power Spectrum of Ocean Waves using a Cloverleaf Buoy
共著者 光易 恒 他 5 名 | Journal of Physical Oceanography Vol. 10, No. 2 | 1980 |
| 78) | 総合ブイシステムによる海洋計測法の開発研究 (第1報)
共著者 田才福造 他 8 名 | 九州大学応用力学研究所
所報 第52号 | 1980 |

- | | | | |
|-----|--|---|------|
| 79) | On the Strength of Composite Steel-Concrete Structures of Sandwich System
共著者 西牧興 他2名 | Naval Architecture and Ocean Engineering Vol. 18 | 1980 |
| 80) | 振動する係留鎖の挙動と張力
共著者 小寺山亘 他3名 | 日本造船学会論文集 第148号 | 1980 |
| 81) | Behavior and Tension of Oscillating Chain in Water
共著者 小寺山亘 他3名 | Naval Architecture and Ocean Engineering, Vol. 19 | 1981 |
| 82) | Dynamic Behavior and Tension of Oscillating Mooring Chain
共著者 小寺山亘 他4名 | Proceedings of Offshore Technology Conference OTC, Houston | 1981 |
| 83) | 海洋開発の総論 | 日本鋼構造協会誌 | 1982 |
| 84) | 海上実験による海洋観測ステーションの開発研究(第4報) 津屋崎海洋観測ステーションの振動
共著者 光易 恒 他2名 | 九州大学応用力学研究所 報 第57号 | 1982 |
| 85) | 振動する係留鎖の挙動と張力 (II) | 日本造船学会論文集 第152号 | 1983 |
| 86) | 三脚型海上塔の風および波浪中の動的応答計測
共著者 光易 恒 他2名 | 西部造船会会報 第65号 | 1983 |
| 87) | Studies on Thermo-Plastic Working: Bending on Beam of Rectangular Cross Section (Translated by Robert Latorre) | Report of Naval Architecture and Marine Engineering, Univ. of Michigan, No. 247 | 1983 |
| 88) | 複合材料における単一繊維まわりのき裂・はく離の進展挙動
共著者 稲富丈夫, 高雄善裕 | 九州大学応用力学研究所 報 第59号 | 1983 |
| 89) | Behavior and Tension of Oscillating Chain in Water (II)
共著者 小寺山亘 他2名 | Naval Architecture and Ocean Engineering, Vol. 21 | 1983 |
| 90) | 振動する係留鎖の挙動と張力 (III) | 日本造船学会論文集 第154号 | 1983 |
| 91) | Behavior and Tension of Oscillating Chain in Water (III) | Naval Architecture and Ocean Engineering, Vol. 22 | 1984 |
| 92) | Approximate Analyses of Collapse of Wing Tank Structures of Tankers and Ore Carriers by Wave Load
共著者 肥山央, 古賀洋治 | 3rd International Congress on Marine Technology Athens | 1984 |
| 93) | 総合ブイシステムによる海洋計測法の開発研究 (第5報) 直接測流結果から見た黒潮の構造と変動
共著者 竹松正樹 他16名 | 九州大学応用力学研究所 報 第60号 | 1984 |
| 94) | 疲労き裂伝播に与える純 Al 双結晶粒界の効果
共著者 上野隆司 他4名 | 九州大学応用力学研究所 報 第60号 | 1984 |

- 95) 木造多重塔の振動
白杵龍原寺三重塔の構造と振動特性
共著者 平野英治 他 2 名 九州大学応用力学研究所報 第61号 1984
- 96) Approximate Method for Calculating
Dynamic Tension of Mooring Chain
共著者 小寺山亘 他 2 名 Technical Bulletin of
Nippon Kaiji Kyokai No. 3 1985
- 97) Measurement of Shock Wave Produced by
Wire Explosion in Water and PMMA
共著者 福田重久, 松原監壮 Proceedings of International Conference on
Experimental Mechanics, Beijing 1985
- 98) Structure Responses and Design Waves of
Semisubmersibles
共著者 吉田宏一郎, 米家卓也 Proceedings of 5th
International Symposium on Offshore
Mechanics and Arctic Engineering, ASME,
Tokyo 1986
- 99) A Subsurface Buoy System for Measuring
the Kuroshio
共著者 川建和雄 他 5 名 Proceedings of 5th
International Symposium on Offshore
Mechanics and Arctic Engineering, ASME,
Tokyo 1986
- 100) Moored Instrument Observations in the Kuro-
shio South of Kyushu
共著者 竹松正樹 他 3 名 Journal of the Oceanographic Society of
Japan, Vol. 42 1986
- 101) Structure and Wear Characteristics of Com-
posite Coating Deposited by Wire Explosion
Spraying
共著者 福田重久 他 3 名 Proceedings of the
Eleventh International Thermal Spraying Conference, Montreal,
Canada 1986
- 102) 線爆溶射法による複合皮膜の形成とその耐摩耗
性 (第 1 報) 積層皮膜の形成方法と摩耗試験
共著者 福田重久 他 3 名 日本溶射協会誌
第23巻 第 3 号 1986
- 103) Motions of OTEC Platform in Waves and
Forces on Mooring Chain and Cold Water
Pipe
共著者 小寺山亘 他 4 名 Proceedings of 6th
International Symposium on Offshore
Mechanics and Arctic Engineering, ASME
Houston 1987
- 104) Approximate Analysis of Oscillation of
Mooring Line
共著者 小寺山亘 他 2 名 Proceedings 3rd International Symposium on
Practical Design of Ships and Mobile Units
Trondheim 1987
- 105) 一方向繊維強化複合材料の応力分布の近似解
共著者 汪文学, 高雄善裕 材 第36巻 第402号 料 1987
- 106) 導線放電爆発による金属の溶射 (第 6 報)
積層構造複合皮膜の形成とその摩耗試験
共著者 福田重久 他 3 名 九州大学応用力学研究所報 第63号 1987

- 107) A Fiber-Reinforced Matrix Containing A Penny-Shaped Crack Under Mode III Loading Condition International Journal of Engineering Science (印刷中) 1987
共著者 汪文学, 高雄善裕
- 108) 複合材料接着面における垂直き裂と界面の相互作用 機械学会論文集 (A) (受理) 1987
共著者 汪文学, 高雄善裕