



## 研究室紹介

UDC 061.62: 539.3/.4  
: 620.17

### 中 桐 研 究 室

本研究室は昭和42年4月に発足した。第1部に所属し専門分野は材料力学である。現在の構成は助教授 中桐 滋、技官 福嶋博と大学院学生2名よりなる。輪講をはじめその他多くの面で山田研究室と共同して運営している。本研究室で現在までに行なわれた研究の概略を以下に述べる。

(1) 薄板の座屈に関する研究 座屈後も載荷能力が保持されているため、板の座屈現象は古くから研究されている問題である。初期不整のある薄板や曲面板、円筒殻では座屈過程で飛移り現象を生ずる。この問題について幾何学的非線形性を考慮して、板のたわみ面の2重フーリエ級数展開とガラキーン法によるエネルギー解法を用いて、長方形板の圧縮、せん断座屈後の荷重-変形曲線、座屈した板のたわみ量、初期不整のモードと板の座屈固有モードの干渉、初期不整のある曲面板の圧縮座屈挙動などの弾性解析を行った。また有限要素法による平板座屈解析も行ったが、種々の負荷条件、平板形状、境界条件についてのケース・スタディは可能であったが、力の平衡条件に慣性力項を省略していたので、新しい現象や方法論を開拓したものではなかった。飛移りという動的な現象を静力学の枠内で解析したのがその原因であるので動力学的な考察が必要であると考えている。そこで動的な安定不安定判別条件、加速度まで考慮に入れたたわみ面の時間的変化を現在研究中であり、さらに平板や曲面板の非線形振動性状についても解析を手がけている。

(2) 有限要素法に関する研究 この研究は山田教授の御示唆により始めたものである。材料非線形、主として塑性、を表わす材料構成方程式のマトリックス表示とそれを応用した棒の St. Venant 振りの弾塑性解析から研究を開始した。有限要素法の汎用性に着目して、現在は主として非定常問題を取扱っている。材料力学における非定常の最たる例として、衝撃負荷による連続体内の波動伝ばの問題がある。動的応力解析で慣性力項を考慮すれば運動方程式の時間に関する積分が問題となる。そこで波動方程式の直接数値積分法の研究より始めて、棒内を伝ばする弾塑性波、平板内の平面波、曲げ波の有限要素法による数値解析を行い、その結果をラプラス変換、差分法による結果と検証している。これらの手法と結果を、面内と面外の変形が組合され極く短時間内に生ずる薄肉構造物の飛移り座屈の動的解析に応用するのが今後

の課題と考えている。さらに波動自体に関する問題として、固体内に発生する衝撃波についても現在解析を進めている。その他、熱弾性、熱衝撃、非定常熱伝導の問題も温度波の伝ばが主たる因子であるので、この分野への応用もはかっている。数値計算による解析では、いわゆる閉じた形で解が得られず計算結果の後処理に労力がかかるのが隘路である。そこでコンピュータ・グラフィックスによるデータ処理をはかって、この隘路を通過することが可能となった。すなわち、数値計算結果を磁気テープにとれば、CRT 上で変位分布、等高線などの目的とする線図の時間的変化を直視できるコンピュータ・プログラムを完成した。

(3) 衝撃に関する実験的研究 応力解析を数値的に行う一方、その結果の検証や材料定数の決定のため必要であるので、実験的な研究も行っている。2次元波動伝ばにおける動的ひずみ集中や粘弾性体の材料定数の1つである瞬間弾性率の決定を目的として、衝撃負荷による固体内のひずみ測定を行った。光弾性と異なり、縞模様の変位場のみによって形成されるモアレ法と高速度撮影技術を利用した非接触形の測定法を用いている。伝ばするひずみにより時々刻々に変化するモアレ縞を、ストロボ・スコープのマイクロ・フラッシュを光源として、設定した時間間隔で10万駒/秒相当までの撮影を行い、伝ば速度が鋼の40%程度に相当する硬いエポキシ樹脂内のひずみ伝ばの様相を求めたのを手始めに、現在は1万駒/秒の高速度カメラを設置し、伝ば速度が非常に遅いエポキシ・ゴムの瞬間弾性率の測定を行なっている。硬い材料の場合には思いもかけぬ低い衝撃速度でも供試体が破損したり、軟い材料の場合には大変形を生じて像がゆがんだり、衝撃速度やひずみ速度までをふくめると再現性のある実験を行うのがいかに困難かを今更ながら痛感している。

コンピュータが日常茶飯のものとなった現在では、材料は均質等方で初期応力は存在しないなどと簡単に仮定し、材料定数も単なる数値パラメータとして取扱える数値的な応力解析では、その作業仮説の範囲内で決定論的な結論が導き出される。しかし、現実の応力状態などを知るためには、計算機によるシミュレーションはもちろんであるが、材料の性質にまでさかのぼった知識の集積が、今後一層必要とされると考えている。

(中桐 滋記)