



研究室紹介

材料力学講座

(中川研究室)

本講座は、材料力学が工学部の広い範囲にわたって共通な基礎学であることから、工学部の独立講座として昭和20年に設置されたものである。昭和25年より実質的に精密工学科の一講座として運営され、現在に至っている。研究室の構成は中川憲治教授、岸田敬三助教授、横山隆助手、五十嵐一孝教務員、学部・大学院学生12名と研究生2名である。本講座では開設以来、材料力学のほか、一般力学の講義も担当し、研究の内容も広く応用力学的色彩が濃い。以下に研究テーマ毎にその内容を簡単に紹介したい。

1. 衝撃荷重による材料の変形に関する研究

以前の材料力学と言えば、部材に一定の静荷重がかかった場合に限られており、衝撃荷重が作用する場合には静荷重の場合より安全係数を大きく採るといって設計がなされていた。しかし工学の発達と共に、より精密な設計が要求されるようになり、衝撃荷重に対しても応力やひずみについて厳密な解析が必要となった。部材に衝撃荷重が作用した場合の挙動には、二つの重要な問題が含まれる。その一つは材料の変形挙動に対するひずみ速度の影響に関するものである。材料が衝撃的荷重を受けて高速で変形する場合の材料の挙動、特に塑性域における応力とひずみの関係は静的な場合と異なることが知られている。これを正しく求めるには従来の静的試験法は全く役に立たず、応力波の伝播を考慮した新しい測定原理が必要となるのである。このような意味での動的測定法は三つ程あって、そのうち長い弾性入力棒と長い試料を用いる応力棒法は当研究室で開発したものである。この測定原理に基づいて、衝撃引張、圧縮の実験を行ない、種々の材料の応力-ひずみ関係(構成方程式)について研究を行なっている。また最近では、横方向慣性の影響のない衝撃ね

じり試験法を開発し、構成方程式をより精密に検討し、塑性波の伝播についても実験と理論の両面より研究を行っている。

部材に衝撃的荷重がかかるとその中を応力波が伝播し、その反射、干渉によってしばしば静的な場合とは全く異なった応力分布を生ずることがある。当研究室では、重要な構造要素の一つである梁に衝撃荷重が作用した場合について、応力波伝播の立場から実験を行ない、また特性曲線法や有限要素法によって塑性域を含めた動的変形過程を明らかにしてきた。この研究の成果をもとにして、衝撃曲げによる材料の破壊機構の解明にも発展させるべく研究を進めている。

2. 衝撃荷重による材料の破壊に関する研究

クラックを含む材料の破壊機構に関する研究は破壊力学と名づけられて、最近注目されている研究分野である。静荷重による破壊力学の最近の進歩は目ざましく、種々の負荷条件に対する応力拡大係数や材料の破壊靱性値が求められて、設計に役立っている。しかし、機械や構造物が破壊に至るのは衝撃的荷重による場合が少くないので、現在の破壊力学を動的破壊力学に発展させることが是非必要である。

衝撃荷重下での破壊靱性値を求めるには、衝撃試験が必要であるが、有効な方法は確立されていない。現在行なわれているのはシャルピ型試験片による動的曲げ試験であるが、この方法では破壊時の動的荷重の測定があいまいであり、また動的応力拡大係数が正しく求められないなどの欠点がある。当研究室では、動的応力-ひずみ関係の測定法の一つであるスプリットホプキンソン棒法を応用した引張衝撃破壊試験機を試作し、これにより動的荷重の測定やクラック進展開始時間の決定等について独自の方法を開拓した。一方衝撃荷重が作用したときの応

力拡大係数は時間の関数となって、一般に静的なもので代用することはできない。動的負荷に対して現在計算されているものは、無限体や半無限体、あるいは極く限られた形状と負荷条件に対するものであって、実際の衝撃試験に使えるものは殆んどない。有限の大きさの試験片と任意の負荷条件に対しては数値解法が有効であって、当研究室では有限要素法による解析を行っている。

さらに、機械や構造物には繰り返し衝撃荷重が作用することも多い。このような場合の繰り返し数に対するクラック進展挙動を明らかにしておくことは、その設計だけでなく検査、保守などの基準を与えるためにも必要である。衝撃荷重に対しては応力の大きさだけではなく、その持続時間もクラック進展速度に影響するものと思われる。当研究室では衝撃荷重が応力パルスとしてクラックに入射し、その持続時間も任意に変えられる繰り返し衝撃試験機を開発した。これによる結果は通常の疲労クラック進展挙動と比較し、繰り返し荷重によるクラック進展の機構を明らかにしようとしている。

3. 防振金属の減衰特性に関する研究

近年、機械や構造物の振動や騒音を低減する必要性がますます高くなっている。振動を抑制する一つの方法は系の減衰を高めることであるが、これには従来減衰要素を組みこむことによってなされていた。これに対して、最近構造要素そのものを減衰能の高い材料で置きかえることが試みられ、ナイロン製の歯車はそのよい例である。元来、減衰の大きい材料は強度が低いのが通例であったが、最近高い強度と大きい減衰能を合わせ持つような金属材料が種々開発されるに至った。

さて、このような高減衰能金属（防振金属）の使用に当っては、減衰能の適切な評価が必要であるが、従来これには固有減衰能とか対数減衰率が用いられている。これらは材料の減衰の大きさを表す物理量であるが、金属の減衰機構を考えると減衰能の大きさはひずみの大きさや

周波数に依存するものと考えられる。一方最近の電子計算機の発達と共に、構造解析の手法が非常な発達をみた。構造部材を防振合金に置きかえて、その振動特性を明らかにするための解析プログラムに乗せるには、単に材料の防振係数ではなしに、もっと一般的なその材料の力学的性質を表す構成則が必要となる。材料の減衰性と周波数応答性を表すものとしては、粘弾性体の複素コンプライアンスが知られている。当研究室では、棒中を減衰と分散を伴いながら伝播する一次元ひずみ波を解析することによって、その材料の粘弾性モデルを決定する方法を確立した。この方法をMn—CuやFe—Cr—Alの防振金属に適用すると、ふつうの軟金属の銅の減衰とは異った複雑な周波数に対する依存性を示した。このことは、防振金属の減衰機構を材料学的に解明する上で、減衰能の周波数依存性が有力なデータになることを示していると考えられる。

4. 流れの中の構造物の振動、衝撃音、騒音の伝播

海中に構造物を固定したり、あるいは海中から電気信号を送るケーブル、または海底ケーブルの敷設時などにおいて、流れにより誘起される振動は重要な問題である。特にケーブルが流れに対して斜行する場合は殆ど明らかになっていない。当研究室ではこの問題の研究に着手している。

機械などから発生する騒音としては衝撃音も重要である。当研究室では衝撃音の有効な抑制法を防振金属の利用を含めて研究を行っている。その基礎研究として円板の衝撃による振動と衝撃音の放射について、解析と実験の両面から研究を進めている。

騒音に対する環境アセスメントにおいて、音の伝播に対する気象条件の影響を正しく算定することが必要である。当研究室では任意の気温分布と風速分布に対する音の伝播と拡散の計算理論を研究している。