

実践報告・資料

応力歪み測定実験のパソコン処理

岐阜職業訓練短期大学校 池田 徹・加藤 哲夫・原 吾朗

Measurement System for Stress-Strain Relation by Personal Computer

Toru Ikeda, Tetsuo Kato, Goro Hara

要 約 機械工学実験の教材として、はりにおける応力と歪みの測定ができる実験装置を製作しその測定にパソコンを利用して、自動計測、データ処理、及び結果をグラフ表示させる試行を行った。

はりの任意の位置に歪みゲージを貼りつけ荷重を作用させる。歪みゲージにより、はりに生ずる歪みを検出しその出力を動歪み計で増幅し、パソコンに内蔵した A/D 変換カードをへてパソコンへ電圧データとして取り込む。

ここで得られた歪みデータをパソコンで処理し、はりの測定点における応力・歪みの実測値を求める。また、理論値については、あらかじめ必要なデータをキー入力することにより求め、実測値と理論値を対比してリスト、及びグラフ表示する。また、たわみ量については、はりにセットしたダイヤルゲージの値を実測値としてキー入力する。

この実験装置では、はりにおける応力・歪みが比較的容易な操作で自動測定ができ、また、被測定対象物に対するセンサーの取り付け、センサーによる計測、A/D 変換及びパソコン処理のためのソフト開発等の各行程が短大で学ぶ知識を活用して行なえるので、本システムを通じ制御の基本を体得させることができる。

I. はじめに

機械工学を学ぶ上で、外力と歪みの関係を理解することは非常に大切である。また、この外力と歪みの関係をよく理解することが、材料力学の第一歩であり、機械系の学生が学ばなければならない基礎科目の一つである。

一般に、応力、歪みは歪みゲージを用いれば簡単な実験装置で測定することができる。当校の機械系では、機械工学基礎実験の課題に、歪みゲージを用いてはりにおける応力・歪みの測定実験を行っている。この実験では歪みゲージの原理、取り扱い及び歪みの測定法の修得、材料力学における応力と歪みの関係を理解することを目的としている。

今回、この実験課題にパソコンを用いて、各種断面形状の片持ちはり、単純はりに集中荷重をかけたとき生じる応力と歪みの測定ができる実験装置を製作し、歪みゲージ（センサー）からの出力をインターフェース（A/D 変換カード）を介して入力としてパソコンに取り入れ、データ処理し、その結果をグラフ表示することで、センサー（歪みゲージ）、電子計測器（動歪み計）、パソコン処理といった一連の流れを学ぶ実験装置（写真1）

を製作したので紹介する。

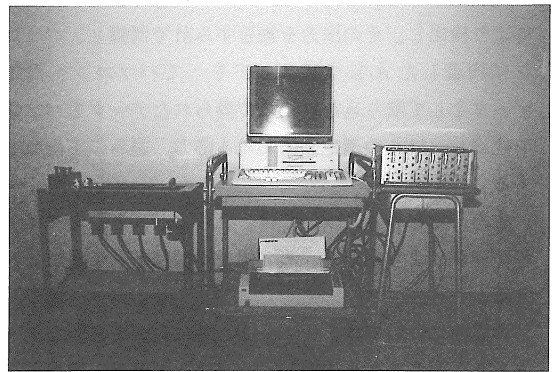


写真1 実験装置

II. はりにおける応力、歪み及び断面形状の関係

図1に示す片持ちはりの自由端Bに集中荷重Wが作用するとき、はりのXX'断面の外縁に生じる応力(σ)、歪み(ε)及びたわみ量(y)は次式で表される。

$$\sigma = M/Z = W \chi / Z \dots\dots\dots(1)$$

$$\epsilon = \sigma / E = W \chi / EZ \dots\dots\dots(2)$$

$$y = W/6EI \cdot (\chi^3 - 3l\chi^2 + 2l^3) \dots \dots (3)$$

但し、Z = 断面係数、E = 縦弾性係数

I = 断面 2 次モーメント

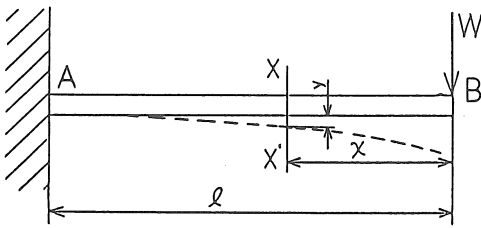


図 1 片持ちはり

III. 測定

歪みゲージは歪みを受感すると、その電気抵抗値が変化する。

図 1 において、はりの任意の位置に歪みゲージを貼り、はりに荷重を作用させる。

そのゲージをホイートストブリッジに組み入れ、はりに歪みが生じるとそれに伴って、はりに貼りつけてある歪みゲージが伸びあるいは縮んでホイートストブリッジの平衡が破れる。その不平衡を電気的に測定すれば、歪みあるいは応力を知ることができる。

IV. システムの概要

図 2 において、片持ちはりに生ずる歪みを歪みゲージにより検出し、その出力を動歪み計で増幅し、パソコンに内蔵した A/D 変換カードをへてパソコンへ電圧データとして取り込む。ここで得られたデータをパソコン処理し、はりの測定点における応力、歪みの実測値とする。

また、たわみ量については、はりにセットしたダイヤルゲージにより測定し、その値を実測値としてキー入力する。

理論値については、式(1)、(2)、(3)において必要なデータをあらかじめキー入力し、パソコンで処理し理論値を求める。

そして、実測値と理論値の 2 つの結果を対比させたりリスト及びグラフを CRT とプリンターに出力させる。

使用機器

- ・ 動歪み計 (DPM-305A 共和電業)
- ・ A/D 変換カード (ラトックシステム REX-1640)
- ・ パソコン (富士通 FM16-β FD-I)

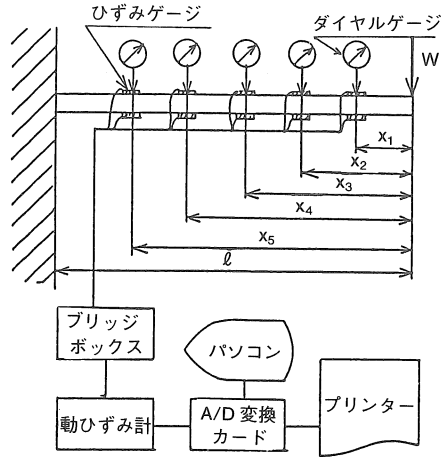


図 2 システム構成

V. 自動計測用ソフト

はりの各測定点における応力、歪みの自動計測プログラムは BASIC 言語により作成し、以下の点について留意した。

- ① 実験者が CRT を見ながら対話形式で操作ができる。
- ② はりの種類は『片持ちはり』、『単純はり』とする。
- ③ 各種の材質、形状について実験ができる。
- ④ 測定点は 5 点とする。
- ⑤ 荷重は、1 点集中荷重とし 5 段階に変化する。
- ⑥ 各測定点の出力電圧値をモニターできる。
- ⑦ グラフの縦軸は、各値の最大値に応じた目盛を自動的に設定する。
- ⑧ 応力、歪み及びたわみ量の理論値及び実測値をリストとグラフに表示する。

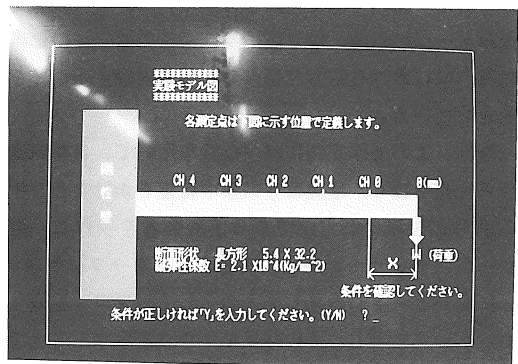


写真 2 実験モデル図

VI 実験操作の概要

実験操作の概要を図3に示します。

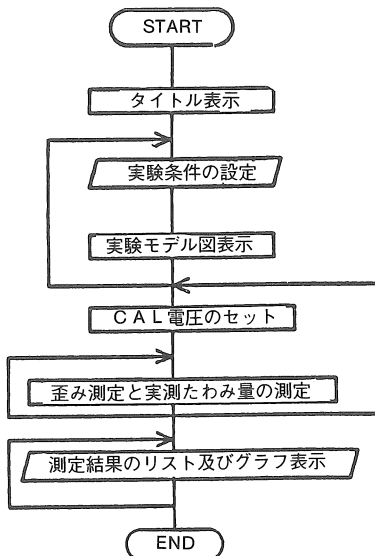


図3 操作フローチャート

(1) タイトル表示

- ① 実験条件の設定
- ② CAL電圧のセット
- ③ 歪み測定と実測たわみ量のキー入力
- ④ 測定結果のリストとグラフ表示

(2) 実験条件の設定

使用するはり材の緒元を画面の指示に従って入力する。

入力する項目を以下に示す。

- ① 実験 No、
- ② はりの断面形状
 長方形——高さ、幅
 円形——直径
- ③ はり材の縦弾性係数
- ④ はりの長さ
- ⑤ はりの種類 ○片持ちはり
 ○単純はり
- ⑥ 荷重の位置（単純はりの場合は、はりの自由端からの距離）
- ⑦ 作用荷重（ $W_1 \sim W_5$ の5段階）

(3) 実験モデル図表示

設定した実験条件をもとに表示されたグラフィック画面を確認する。『Y』キーを押すと実験条件が確定し、別様式（図4）で強制プリントアウトされる。『N』キーを押せば再度実験条件の設定が行われる。

(4) CAL電圧のセット

歪みの測定に先立ってCAL電圧を各測定cH毎にセットする。操作手順は画面の指示に従って行う。パソコンは各操作手順により

- ① 『S』キーを押す——電圧測定サブルーチンへ
- ② CALスイッチON——CAL電圧出力
- ③ 『F』キーを押す——CAL電圧を読み込み、測定値を変数に格納後次のcHの測定へ移行
- ④ CALスイッチOFF
- ⑤ 最後に較正歪み値をキー入力

(5) 歪み測定と実測たわみ量の入力

本実験では荷重を5段階に変化させその都度、歪み電圧をパソコンに読み込む。

- ① 荷重をかける
 各cHの歪み電圧値とCAL電圧値が画面に表示される。
- ② 歪み電圧の測定
 歪み電圧値が安定した時点で『N』キーを押すことにより、その時点での電圧値を歪電圧として読み込み、変数に格納される。
- ③ 実測たわみ量の入力
 実測たわみ量はダイヤルゲージによる測定値をキー入力する。

(6) 測定結果のリストとグラフ表示画面にメニューが表示される。

以下の項目を選択する。

- ① リスト表示
 応力、歪み、たわみ量の3項目について、それぞれの理論値及び実測値がCRTに表示され、プリンター（図5、図6）に出力できる。
- ② グラフ表示
 「応力、歪み——測定位置」
 「たわみ量——測定位置」
 の2種類で理論値及び実測値は同一図（図7）に表示できる。

【実験条件】

- * 実験 NO. NO. A-1
- * はりの断面形状 長方形 5.4×32.2(mm)
- * はり材の縦弾性係数 2.1×10^4 (kg/mm²)
- * はりの長さ 420(mm)
- * 負荷荷重(kg)
 - W1=.5 W2=1 W3=1.5
 - W4=2 W5=2.5
- * はりの種類 片持ちばり

図 4 実験条件

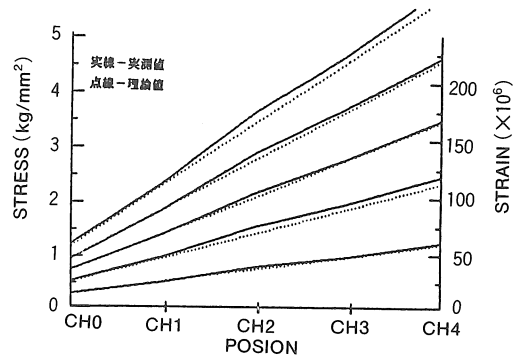


図 7 結果表示グラフ

歪み量 (理論)

(×10⁶)

荷重/位置	70mm	140mm	210mm	280mm	350mm
0.50kg	11.4	22.7	34.1	45.5	56.9
1.00kg	22.0	44.0	66.1	88.1	110.1
1.50kg	32.7	65.3	98.0	130.7	163.4
2.00kg	43.3	86.6	130.0	173.3	216.6
2.50kg	54.0	107.9	161.9	215.9	269.9

図 5 歪み量 (理論値) 表

歪み量 (実測)

(×10⁶)

荷重/位置	70mm	140mm	210mm	280mm	350mm
0.50kg	11.6	22.3	36.6	46.4	58.9
1.00kg	22.9	45.0	72.5	92.7	116.5
1.50kg	33.3	64.9	101.8	131.6	164.9
2.00kg	42.9	86.6	135.7	175.9	219.6
2.50kg	56.3	109.8	171.4	222.3	278.6

図 6 歪み量 (実測値) 表

まとめ

本システムの特徴をあげるならば、

- ・ はりにおける応力・歪みが比較的容易な操作で自動測定ができる。
- ・ 各種の断面形状のはりの実験ができる。
- ・ 理論値及び実測値がリスト、グラフ表示され結果が一目で分かる。

また、この実験装置では、被測定対象物に対するセンサーの取り付け、センサーによる計測、A/D 変換及びパソコン処理のためのソフト開発等の各行程が短大で学ぶ知識を活用して行なえるので、本システムを通じ制御の基本を体得させることができる。

参考文献

1) 中山秀太郎：大学課程材料力学，106-134(1967)
，11，オーム社