

## 土木実験および安全指導

### 構造4

1. 金属板材料による「はり」の曲げ載荷試験
2. 鋼材の引張試験

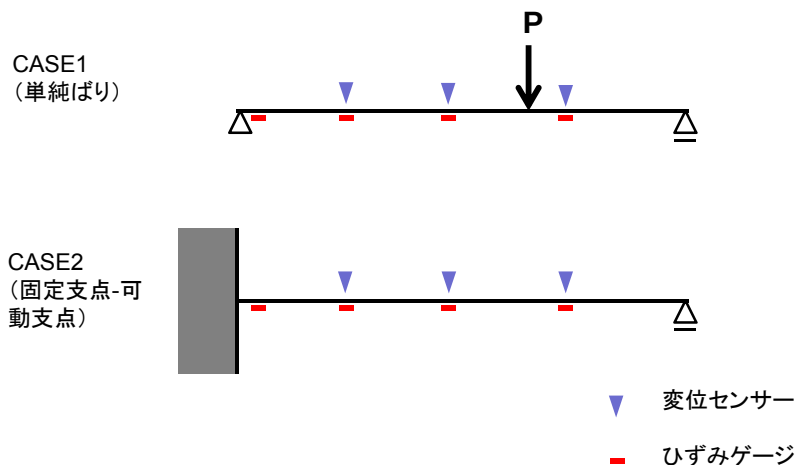
### 金属板材料による「はり」の曲げ載荷試験

#### ◎実験の目的

1. 金属材料へのひずみゲージの接着法を習得する。
2. 単純ばり(静定構造)、片持ちばり-単純支持(不静定構造)に曲げ作用を加え、ひずみゲージによるひずみの測定方法と変位センサーによるたわみの測定方法を理解・習得する。
3. ひずみの測定値から曲げモーメント図、たわみの測定値からたわみ図を描き、各構造の力学的性質を理解する。

#### ◎実験の課題

§ 1-1: データシートは清書してレポートに添付しなさい。



#### ◎実験の課題

§ 1-1: データシートは清書をしてレポートに添付しなさい。

§ 1-2: 各構造の曲げモーメント図とたわみ図を描きなさい。

(実験報告シートを使うこと)

曲げモーメント  $M$

$$M = \sigma \cdot W$$
$$= E \varepsilon \cdot W$$

$\varepsilon$ : ひずみの測定値、 $E$ : ヤング係数

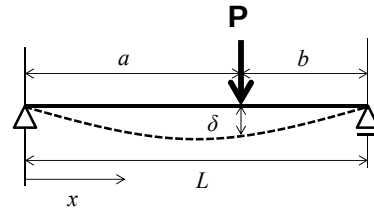
$$W = bh^2/6$$

## ◎実験の課題

§ 1-3: 中央(L/2点)に载荷したときの中央の点のたわみの計測値と理論値を比較しなさい。また、それらの差異の考察をしなさい。

単純ばりの曲げによる任意点のたわみ $\delta$

$$x = a; \quad \delta = \frac{Pa^2b^2}{3EIL}$$



$I$ : 断面二次モーメント  
 $I = bh^3/12$

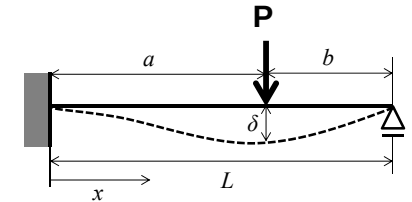
## ◎実験の課題

§ 1-3: 中央(L/2点)に载荷したときの中央の点のたわみの計測値と理論値を比較しなさい。また、それらの差異の考察をしなさい。

一端固定他端単純支持はりの任意点のたわみ $\delta$

$$x = a;$$

$$\delta = \frac{Pb^2}{2EIL^3} \{3aL^2 - (2L+a)a^2\}a$$



§ 1-4: 材料(鋼、アルミニウム)による測定値の相違について述べなさい。

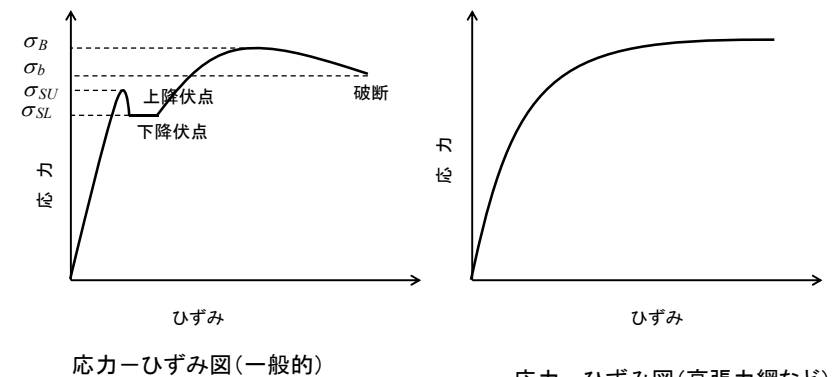
## 鋼材の引張試験

### ◎実験の目的

1. 鋼材に軸方向引張力を加え、ひずみ測定器によるひずみの測定法を理解・習得する。
2. 応力-ひずみ図を描き、フックの法則、塑性域での応力ひずみ関係などを確認し、鋼材の特性を理解する。

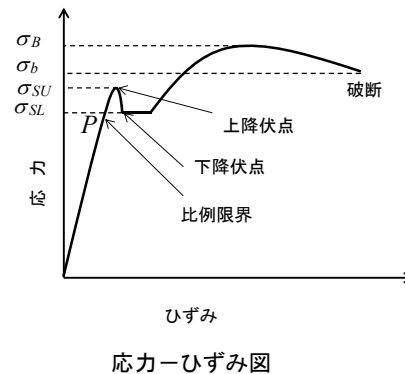
(本試験は、金属材料引張試験方法(JIS Z 2241)に規定されている)

## 鋼材の特性



## 鋼材の特性

- 降伏点強度  
(上降伏点の荷重) / (断面積)
- 引張強度  
(最大荷重) / (断面積)
- 鋼種(SS400、SD345)  
材質基準(教科書等を参照)
- ヤング係数  
載荷初期を除いた、比例限界までの「応力-ひずみ」の勾配



## ◎実験の課題

§ 2-1: 鋼の特性を簡単に述べよ。

§ 2-2: 鋼種(SS400、SD345)について測定データから

- 1) 応力 - ひずみ(縦ひずみ)図を描きなさい。
- 2) 荷重 - 変位図を描きなさい。
- 3) 降伏強度、引張強度、伸び、ヤング係数Eを求めなさい。  
(単位を示すこと)

※ 図は、エクセルを用いて描き、印刷してレポートに添付すること。単位も忘れずに。  
※ ヤング係数は、載荷初期を除いた比例限界より下の範囲のデータを用いて「応力-ひずみ」関係図を描き、その近似直線(エクセルの機能を利用)の傾きから求める。

§ 2-3: § 2-2で求めた結果から、二つの鋼材の違いについて考察しなさい。

## 実験レポートの提出方法

1. テーマ2の実験結果は下記のURLからダウンロードする。  
<http://www2.kobe-u.ac.jp/~kuwata/experiment.html>

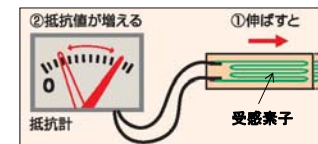
### 2. 実験レポート内容

テーマ1「金属板材料による「はり」の曲げ載荷試験」、テーマ2「鋼材の引張試験」のそれぞれの実験について、**実験目的、実験方法と、課題に沿って実験結果と考察**をまとめなさい。ただし、実験方法については、配付プリントをコピーするのではなく、各自内容を理解してまとめなさい。

### 3. 提出方法

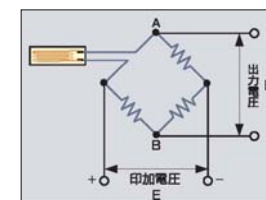
期限: 実験の次週火曜日午後1時まで  
場所: 市民工学事務室前のレポートボックス

## ひずみゲージ



- 電気抵抗材料にひずみ加わると抵抗値が変化する性質を利用。
- 「抵抗の変化率」は「ひずみ」に比例する。(比例常数: K: ゲージ率)

- この抵抗変化率は極めて小さく、正確な測定は難しい。



ホイートストンブリッジ

- ホイートストンブリッジ回路では、微小な「抵抗の変化率」を大きな「出力電圧の変化量」として取り出す。
- 「抵抗の変化率」と「出力電圧の変化量」は比例し、「出力電圧」を測ると「ひずみ」が分かる。

## 金属板材料による「はり」の曲げ載荷試験

### ◎班分け

- ・ A-1班～B-3班まで、6班構成とする。

### ◎実験材料

- ・ 鋼板:  $E=201.8\text{kN}^2$ 、アルミ板:  $E=69.8\text{kN}^2$  ( p2 表1参照)

### ◎実験順序

- ・ 各自、配布資料(p2～3)を熟読し、手順に沿って行う。

### ◎注意事項

- ・ 瞬間接着剤を使用するときは、保護メガネを着用する。
- ・ ひずみゲージの表裏と中心線を確認する。
- ・ 板材のそりを確認し内側にゲージを貼る。
- ・ リード線は(3L/4断面)と(39L/40断面)の間を向くようにする。

ゲージ貼り付け側

### ◎ひずみゲージの接着方法

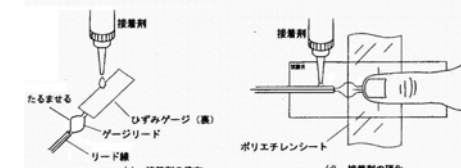
#### ①表面の研磨

- ・ サンドペーパーを用い少し広い範囲を円を描くように研磨する。
- ・ 鋼材: 表面の黒皮がなくなる程度
- ・ アルミ材: 表面の光沢がなくなる程度



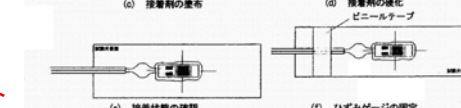
#### ②研磨面の清掃

- ・ 有機溶剤を含ませた脱脂綿を用い一方向に強くふき取る。



#### ③接着剤の塗布

- ・ リード線をたるませ、ゲージの裏面に接着剤を一滴たらす。



#### ④センサーの貼り付け

- ・ 中心線を合わせて置いた後、シートで覆い、指の腹で30秒程度圧着する。
- ・ リード線の隙間にも一滴流し圧着する。

## 鋼材の引張試験

### ◎試験材料

一般構造用圧延鋼材(SS400・Φ16)および鉄筋コンクリート用棒鋼(SD345・D16)の2種類の鋼材を用いる。

### ◎引張試験

JIS Z2241:2011「金属材料引張試験方法」に準拠し、試験片は2号試験片を適用する。

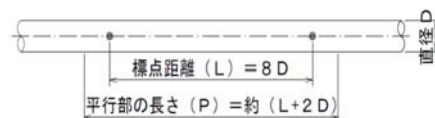


図1 引張試験体(JIS Z2241 :2号試験片(丸棒)形状)

### ◎事前準備

- ・ 試験体の寸法測定、標点打ち、標点距離の測定

|          | 1班     |        | 2班     |        | 3班     |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | SS400  | SD345  | SS400  | SD345  | SS400  | SD345  |
| 平均直径(mm) | 16.08  | 15.9   | 15.92  | 15.9   | 15.89  | 15.9   |
| 標点距離(mm) | 127.40 | 128.84 | 128.67 | 127.29 | 127.84 | 128.58 |

- ・ ひずみの測定用にひずみゲージを表裏2か所に貼り付ける。
- ・ 伸びの測定用に標点間に変位計を取り付ける。

### ◎試験中の観察

- ・ 応力-ひずみ関係のグラフ
- ・ 荷重-伸び関係のグラフ
- ・ 最大荷重以降の試験片の変形

### ◎データシートへ記録

- ・ 降伏荷重、最大荷重、標点距離

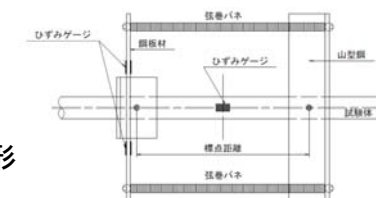


図2 変位計