

# 講義日程

講義ノートURL

<http://www.osakac.ac.jp/labs/s-jeong/mechadesign1>

- 第1回： 機械設計及び機械材料
- 第2回： 許容応力1(静荷重、繰返し荷重)
- 第3回： 許容応力2(衝撃荷重、応力への影響因子)
- 第4回： 安全率
- 第5回： ねじの基礎
- 第6回： ねじの締め付け力と締め付けトルク
- 第7回： ねじの強度
- 第8回： 中間試験
- 第9回： キー、スプライン及びセレーション
- 第10回： 軸の設計
- 第11回： 軸継手
- 第12回： クラッチ
- 第13回： リベット継手、溶接継手とその設計
- 第14回： はめあい及び表面粗さ
- 第15回： 前期試験

# 講義目標

1. 静荷重時の許容応力について理解する
2. 動荷重時の許容応力について理解する

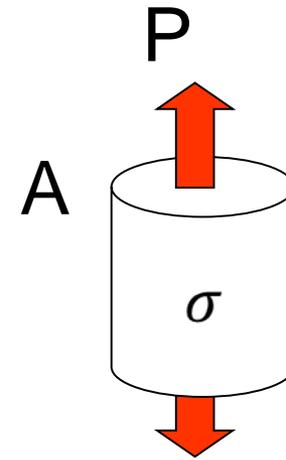
# 1.3 許容応力

材料力学

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

機械設計

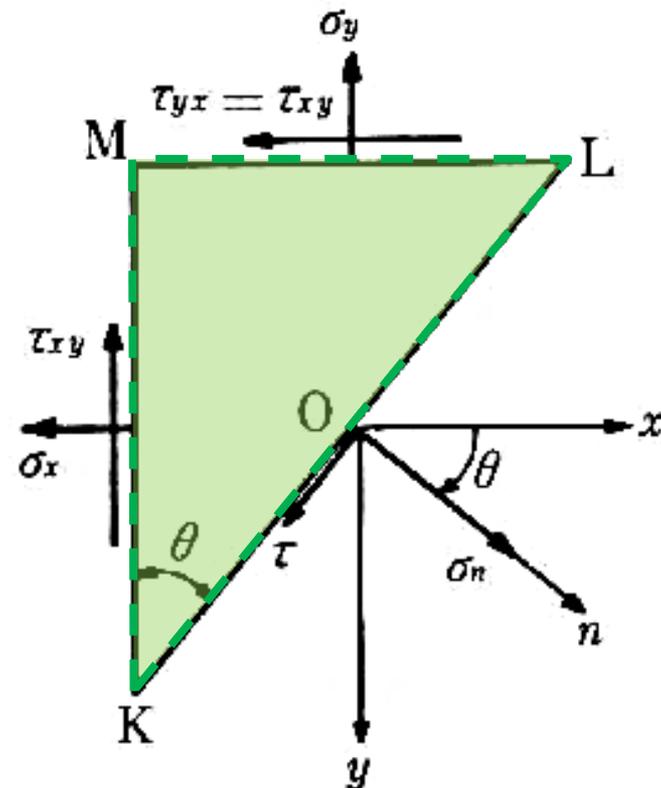
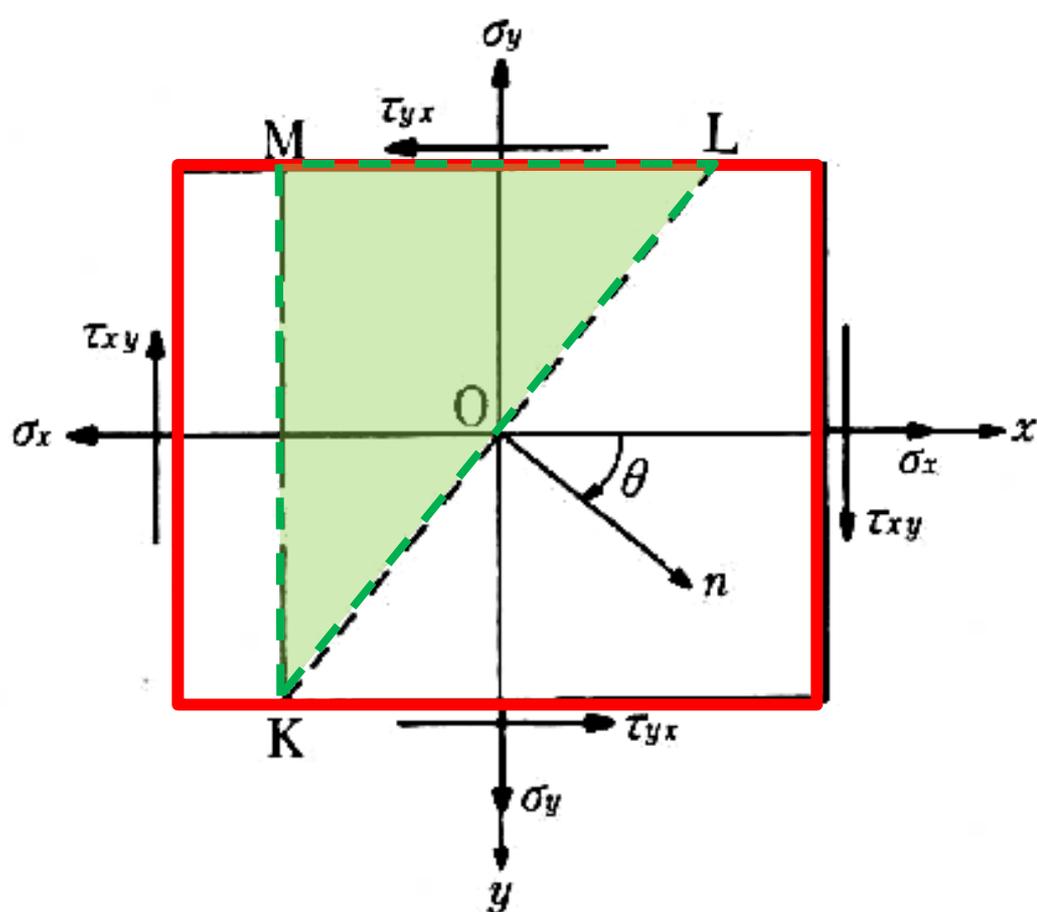
$$A = \frac{P}{\sigma}$$



- 適正な断面積を求めるには、適切な許容応力が必要。
- 許容応力は、
  - 荷重の種類
  - 材料の性質
  - 部材の形状や大きさ
  - 加工や環境条件により変化する。

### 1.3.1 静荷重が作用する場合

静荷重： 時間的に変化しない一定の大きさの荷重



## ■ 最大断面主応力

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

## ■ 最大せん断応力

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} \text{ or } \frac{\sigma_2}{2}$$

←  $\sigma_1, \sigma_2$  の符号が同一

$$\tau_{max} = \frac{1}{2}(\sigma_1 \sim \sigma_2)$$

←  $\sigma_1, \sigma_2$  の符号が別

## ■ 主応力に対する主ひずみ

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E}(\sigma_1 - \nu\sigma_2) \quad \left\| \quad \varepsilon_2 = \frac{1}{E}(\sigma_2 - \nu\sigma_1)\right.$$

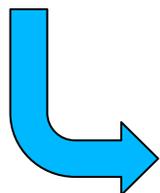
ポアソン比

縦弾性係数

## ①最大主応力説

断面に生じる主応力が弾性限度より小さければ弾性破損はしない

$$\sigma_1 \leq \sigma_E \quad \sigma_2 \leq \sigma_E \quad \text{弾性限度}$$



$$\sigma_1 \leq \sigma_A < \sigma_Y \quad \sigma_2 \leq \sigma_A < \sigma_Y$$

許容応力

降伏応力

## ②最大ひずみ説

断面に生じる主ひずみ応力が降伏点より小さければ弾性破損しない

$$E\varepsilon_1 = \sigma_1 - \nu\sigma_2 \leq \sigma_A < \sigma_Y$$

$$E\varepsilon_2 = \sigma_2 - \nu\sigma_1 \leq \sigma_A < \sigma_Y$$

### ③最大せん断応力説

最大せん断応力が降伏点の半分より小さければ、弾性的破損しない。

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{\sigma_2}{2} \leq \sigma_A < \frac{1}{2}\sigma_Y \quad \tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \leq \sigma_A < \frac{1}{2}\sigma_Y$$

### ④変形エネルギー説

部材中に蓄積される全変形エネルギーが降伏点における変形エネルギーより小さければ弾性的に破損しない。

## ■ 各説の材料への適用

{ 延性材料(圧延加工された材料)  
   ぜい性材料(鑄造製品)

最大せん断応力説

最大主応力説

## 1.3.2 繰返し荷重が作用する場合

### ■ 動荷重の種類

- 変動荷重: 時間とともに不規則に荷重の大きさが変化
- 繰返し荷重: 時間とともに規則的に荷重の大きさが変化
- 衝撃荷重: 瞬間的に荷重が作用

### 1. 繰返し荷重

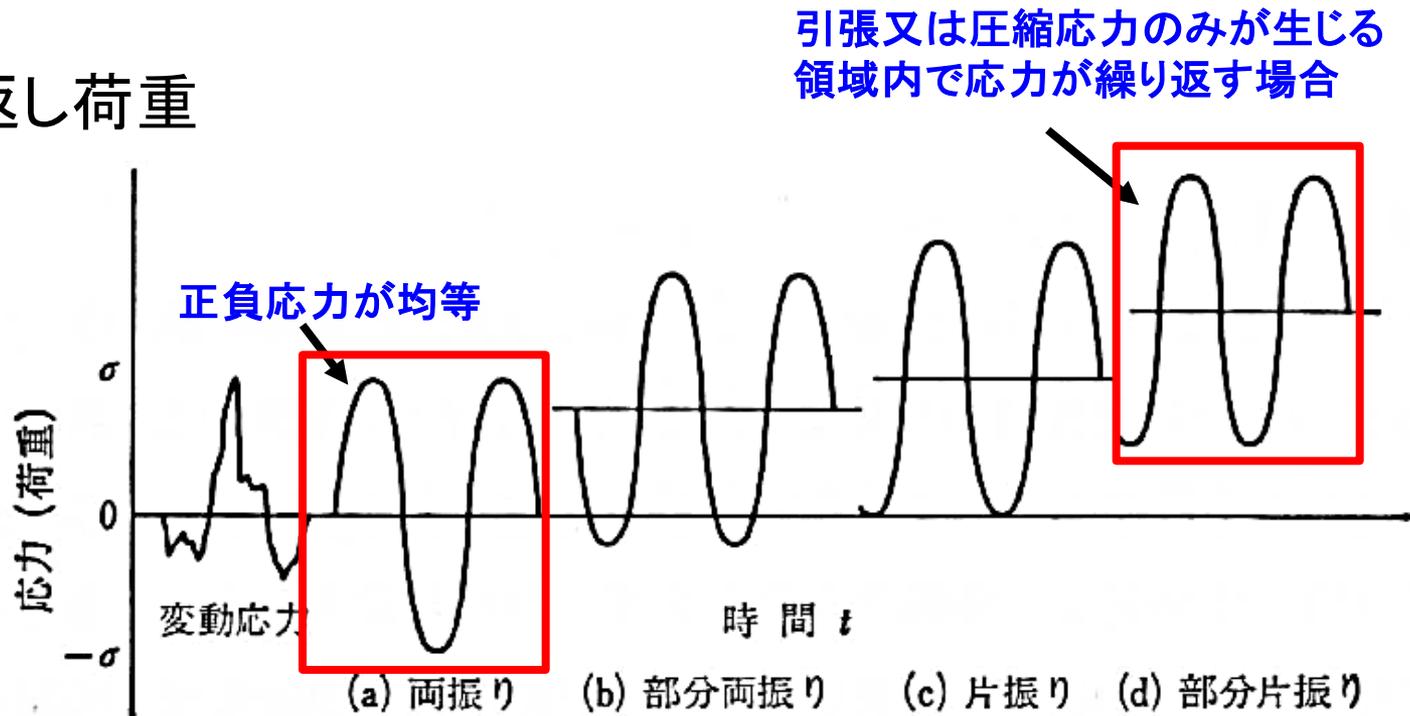


図 1・3 変動応力と繰返し応力 (荷重)

## 2. S-N曲線

応力振幅と繰返し数の経過を示す線図

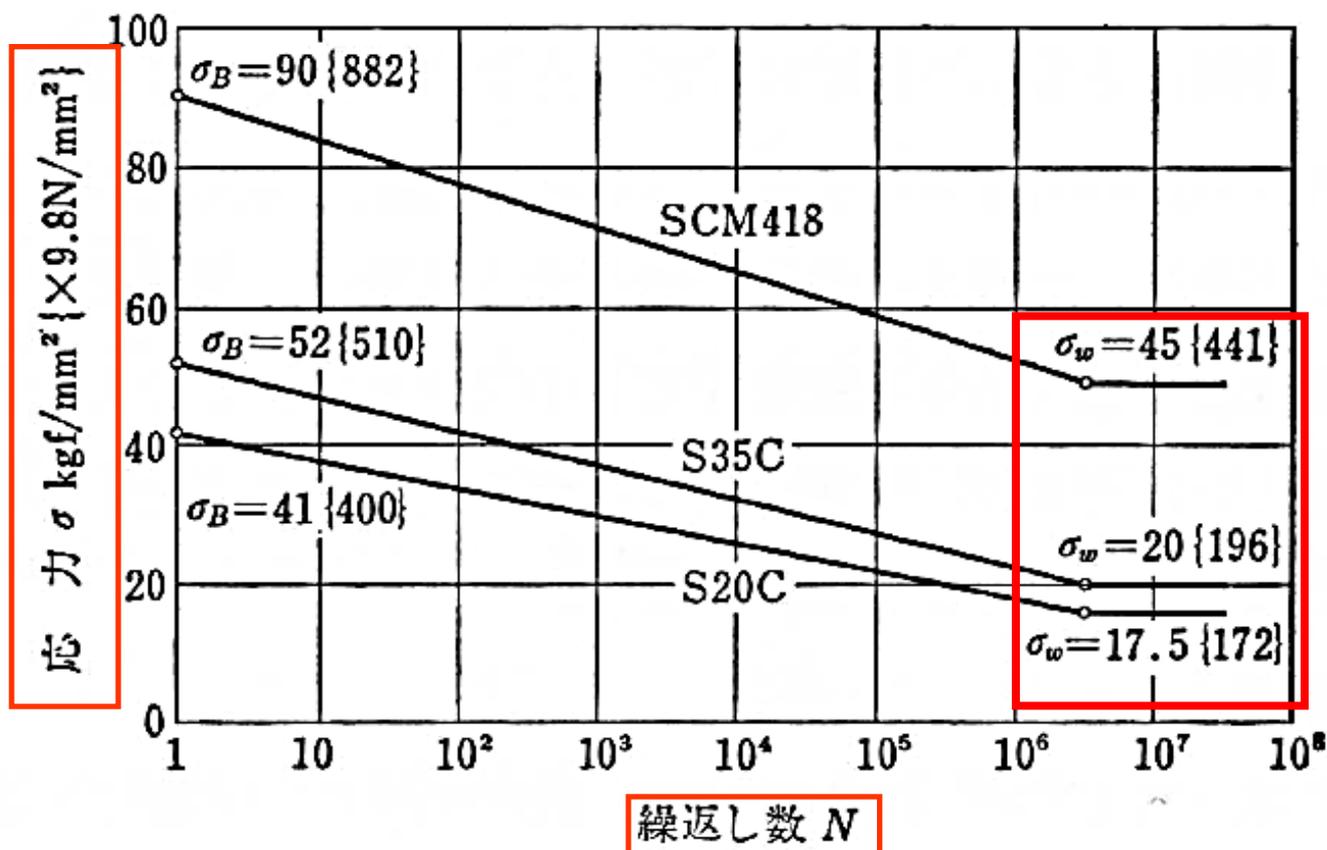


図 1・4 S-N 曲線 (回転曲げ疲れ試験)

### 3. 疲れ限度

10<sup>6</sup>回繰返して破断しない応力振幅

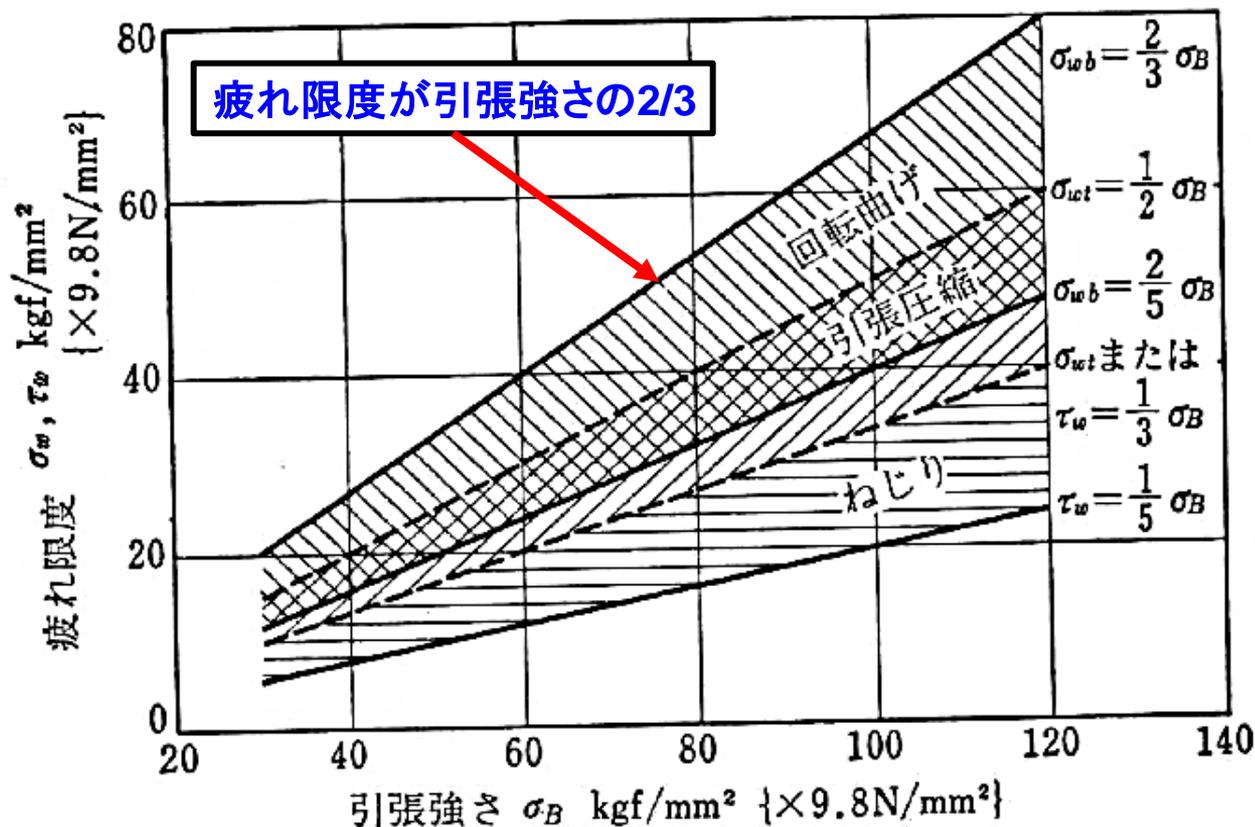
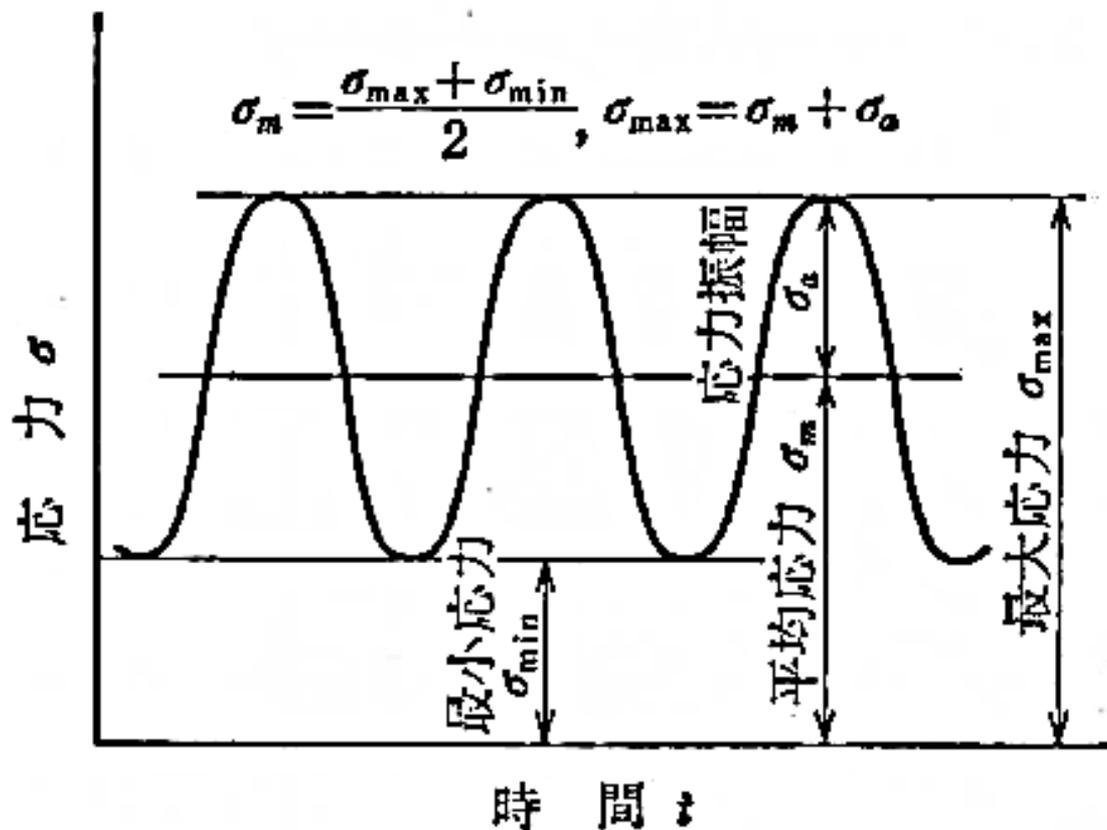


図 1・5 炭素鋼鋼材の疲れ限度

繰返し荷重の場合、降伏点より疲れ限度を用いるのが原則

## 4. 耐久線図

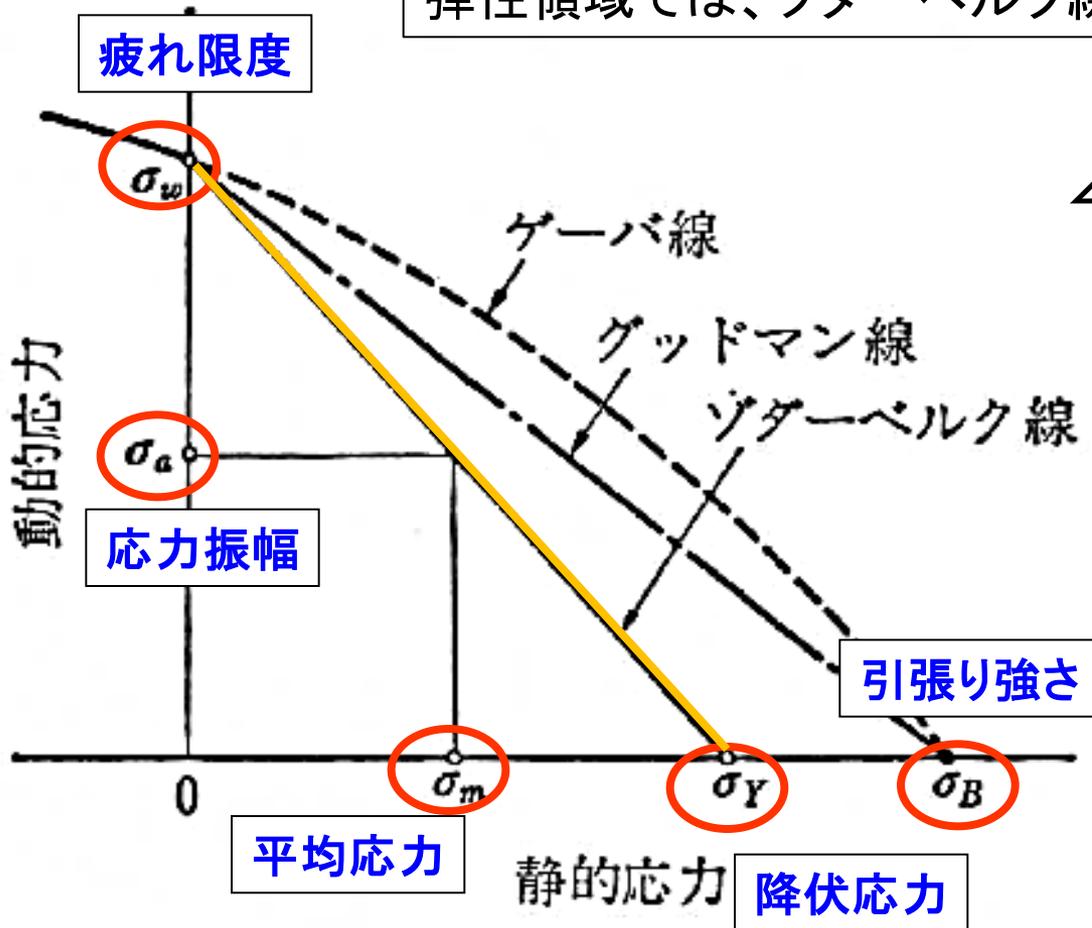
疲れ限度と応力振幅、降伏点と引張り強さとの関係を示す線図



$\sigma_{max}$  : 最大応力  
 $\sigma_a$  : 応力振幅  
 $\sigma_m$  : 平均応力

図 1・6 平均荷重と応力振幅

弾性領域では、ソダーベルク線を利用



$\triangle \sigma_w O \sigma_Y$  から

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_Y} + \frac{\sigma_a}{\sigma_w} = 1$$

$$\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_w \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_Y}\right)$$

$$\tau_{max} = \tau_m + \tau_w \left(1 - \frac{\tau_m}{\tau_Y}\right)$$

ここで、 $\tau_Y = \sigma_Y / 2$

図 1.7 耐久線図