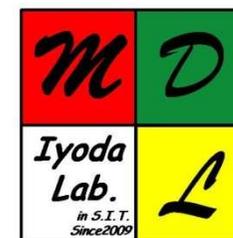


講義ノート

# 材料の工学(4) ～建設材料の力学的性質～

マテリアルデザイン研究室  
伊代田



# 建設材料の性質

1. \_\_\_\_\_ [Workability, practicability]

野外の悪条件下で未熟練者を使つての  
作業

特に、鉄鋼における溶接、コンクリートの  
ワーカビリティ

2. \_\_\_\_\_ (強さ) [strength]

3. \_\_\_\_\_ 性

4. \_\_\_\_\_ [durability]

# 材料に求められる性質

## 1. 力学的性質

- 外からの力にどれだけ抵抗できるか

## 2. 物理的性質

- その材料特有の性質

## 3. 耐久性

- 化学的性質を含め、どのくらい寿命があるか

# 耐久性

- ① 耐候性：凍結融解、乾湿、温度変化等の風化作用
- ② 耐すりへり性：流水、流砂、機械的等のすり減り作用
- ③ 耐食性：鉄鋼の錆、木材の腐食等の作用
- ④ 耐化学薬品性：酸、アルカリ、塩類、油等の作用
- ⑤ 耐生物性：虫類、菌類等の作用

# 耐久性

## コンクリート構造物の寿命

### 鉄筋の腐食

- ・鉄筋腐食によるひび割れ
- ・ひび割れによる鉄筋腐食の促進

原因

### コンクリートの劣化

- ・コンクリートの圧縮強度
- ・コンクリートのひび割れ
- ・コンクリートの剥離・剥落

原因

酸, 温泉地等による

# 力学的性質

- 応力-ひずみ曲線
  - 応力、ひずみ、弾性、塑性、構成則
- 強度
  - 圧縮強度、引張強度、曲げ強度、せん断強度
- 弾性係数
- ポアソン比
- クリープとリラクセーション
- 疲労
- 衝撃

# 応力・強度・許容応力度

\_\_\_\_\_ (stress)

外力が働くと材料は元に戻ろうとして内力を生じる

\_\_\_\_\_ (unit stress)

単位面積当たりの応力

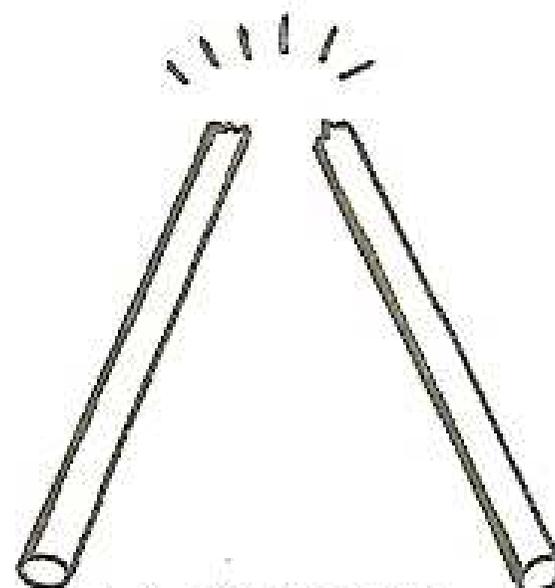
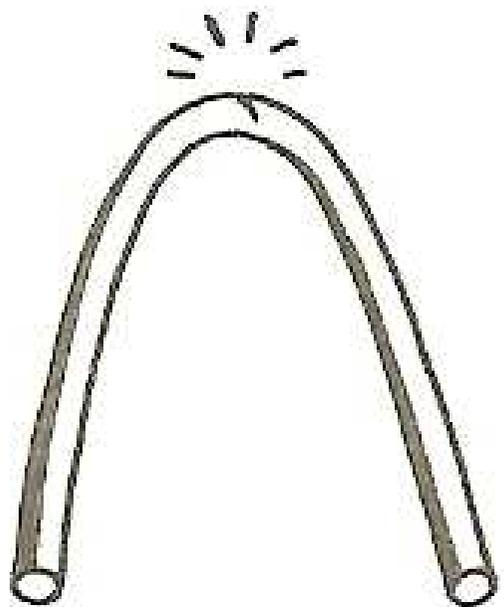
(度を使わないケースが多い)

- ・垂直応力 (normal stress)
- ・せん断能力 (shear stress)

# 弾性と塑性

- \_\_\_\_\_ (elasticity)
  - 物体に外力が作用すると変形を生ずるが、この外力を取り去れば物体の元の形状、寸法に回復する性質
- \_\_\_\_\_ (plasticity)
  - 外力を取り去っても物体が変形したままで、元の形状、寸法に回復しない性質
  - ただし、完全な弾性、完全な塑性を持つ材料はない
  - 一般に変形がある程度までは弾性、その限界を超えると塑性となる

# 延性・脆性破壊



# 強度

○ 载荷速度によるもの

(static strength)

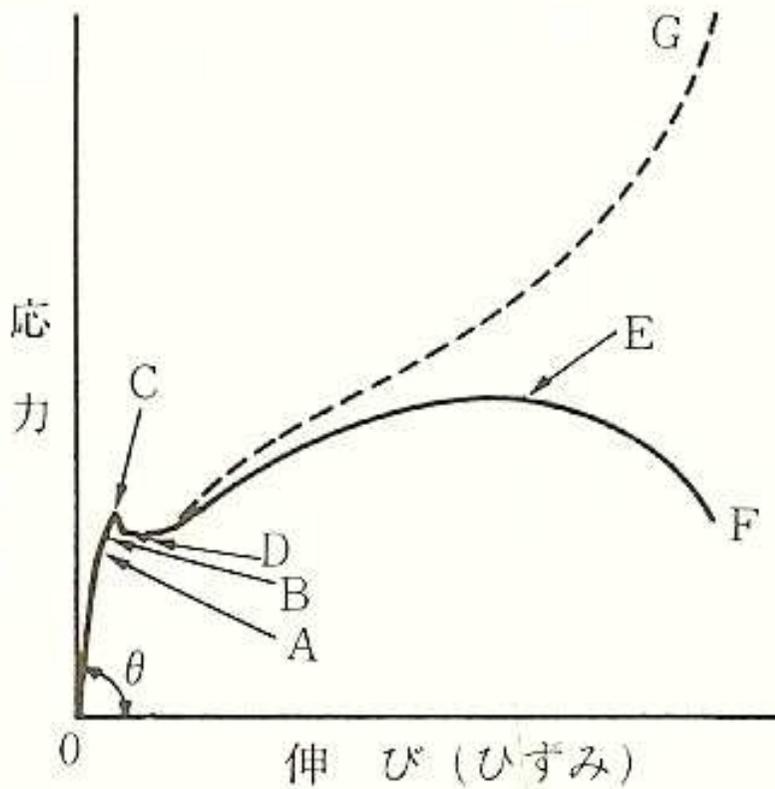
○ 载荷回数が多い場合

○ 外力の種類によるもの

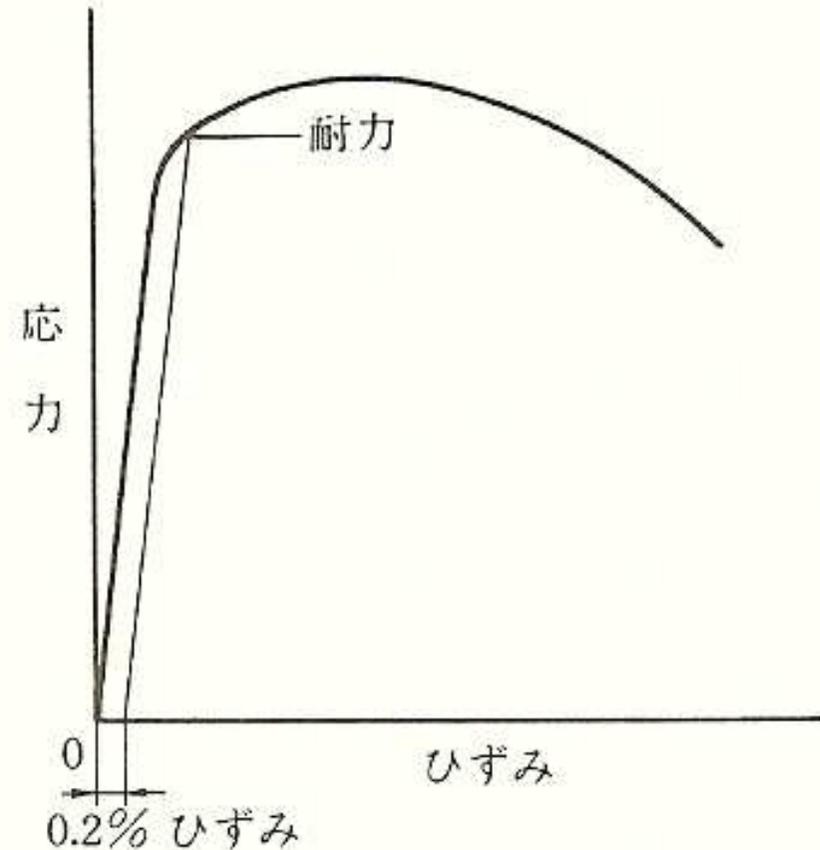
# 強度の求め方

- 強度算定式
- フックの法則

# 応力-ひずみ曲線 (Stress-Strain curve; SS curve)

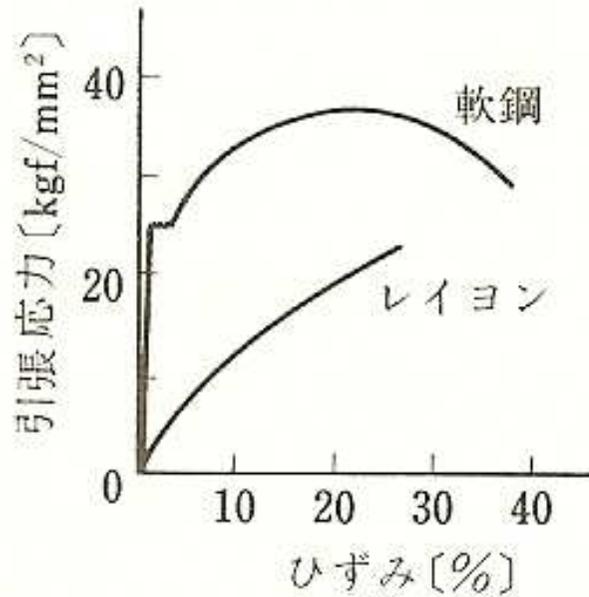


(a) 軟鋼のように降伏点が明瞭な場合

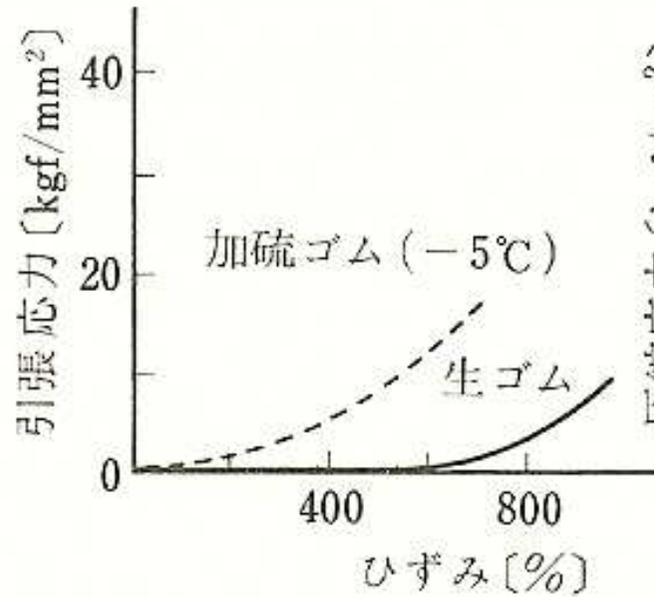


(b) 降伏点が明瞭でない場合

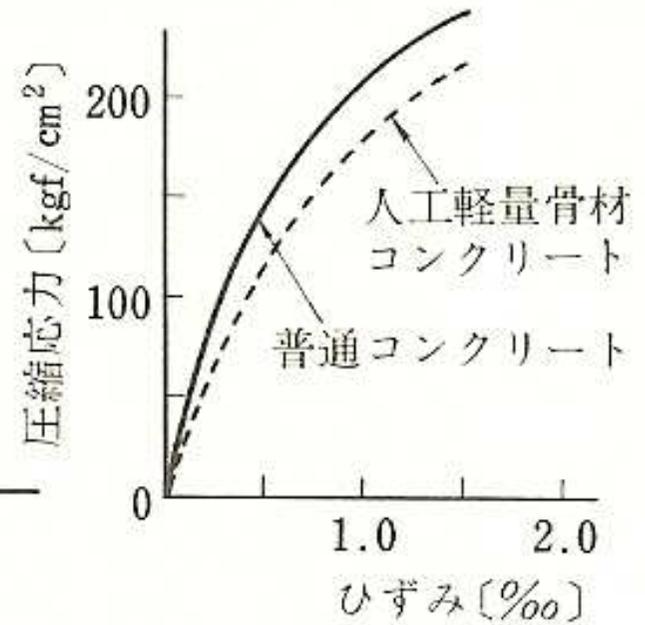
# 様々な材料の応力-ひずみ曲線



(a)

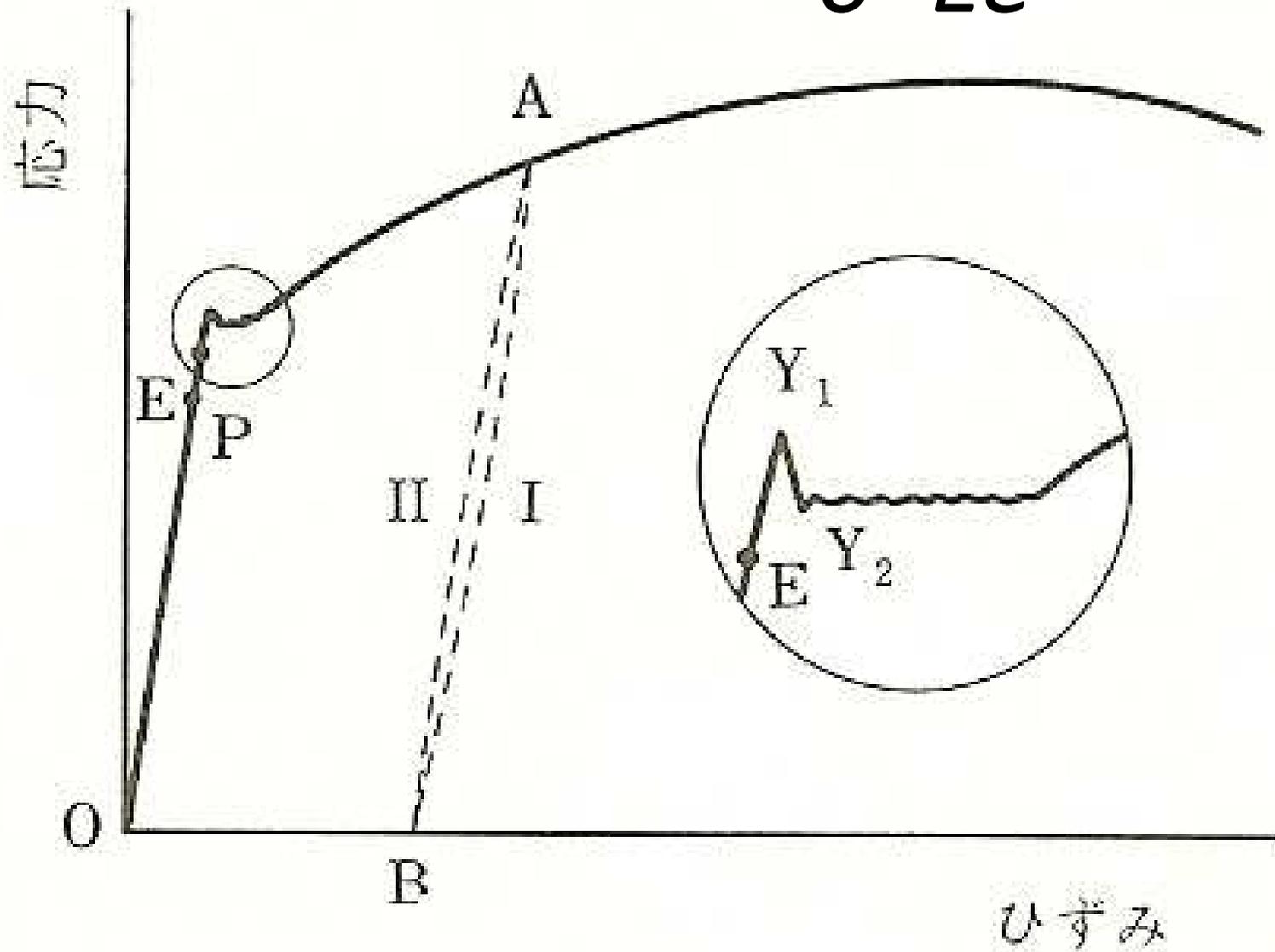


(b)



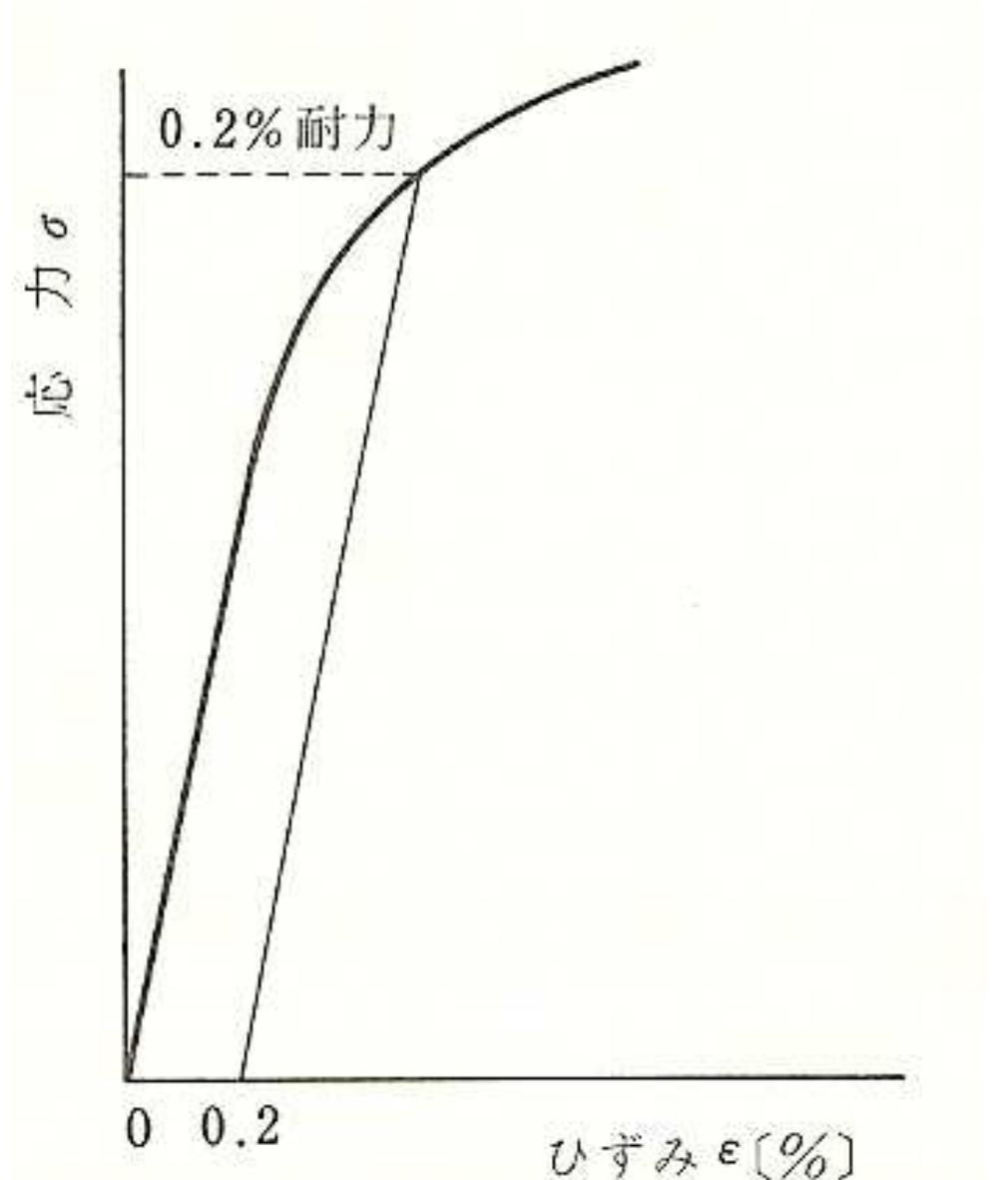
(c)

$$\sigma = E\varepsilon$$

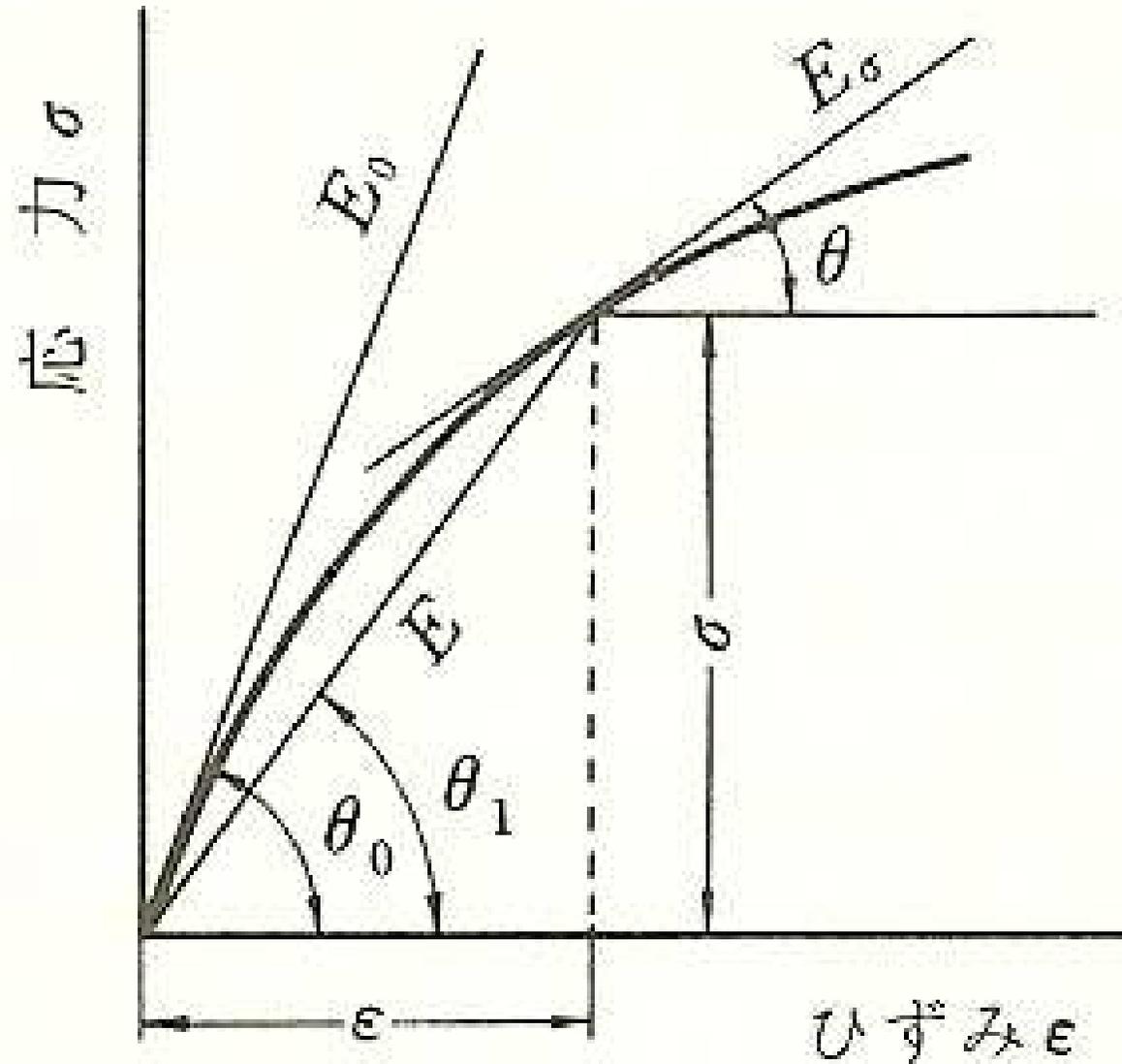


# 降伏点がない場合

- 同じ鋼材でも冷間加工を受けたものや高張力鋼は降伏点が明確に現れない。
- 応力をゼロに戻したときに、一定の残留ひずみ(0.2%)を生じる応力を(0.2%)耐力といい、降伏点の代わりに用いる。



# 弾性係数の求め方



初期接線係数 (initial tangent modulus)	$E_0 = \left( \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \right)_{\varepsilon=0} = \tan \theta_0$	}
接線係数 (tangent modulus)	$E_\sigma = \left( \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \right)_{\varepsilon=\varepsilon} = \tan \theta$	
割線係数 (secant modulus)	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \tan \theta_1$	

# 衝撃強度〔impact strength〕

- 衝撃的に载荷した場合の強度
  - 靱性〔toughness〕
    - 延性〔ductility〕
  - 脆性〔brittle〕

# クリープ強度〔creep strength〕

- 長時間にわたって持続荷重をかけたときの材料の強度

- ひずみ (strain)  
単位長さ当たりの変形量
- 残留ひずみ (residual strain)  
応力が弾性限を超えた場合、応力を除去しても残留するひずみ
- \_\_\_\_\_ ひずみ (creep)  
荷重を一定とした条件下で時間の経過とともに増えるひずみ
- \_\_\_\_\_ (relaxation)  
初期応力で発生したひずみを一定とした条件下で時間の経過とともに応力の減る現象

# クリープとリラクセーション

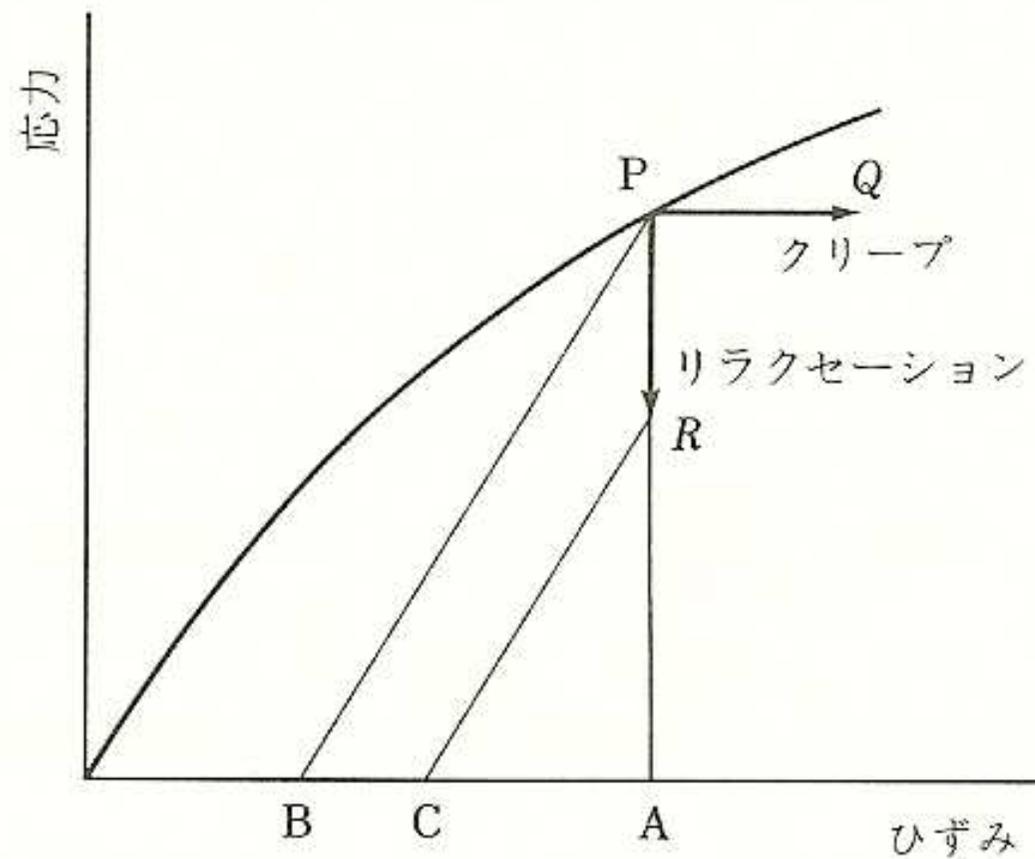


図1・7 クリープとリラクセーション

- 弾性係数

(modulus of elasticity, Young's modulus)

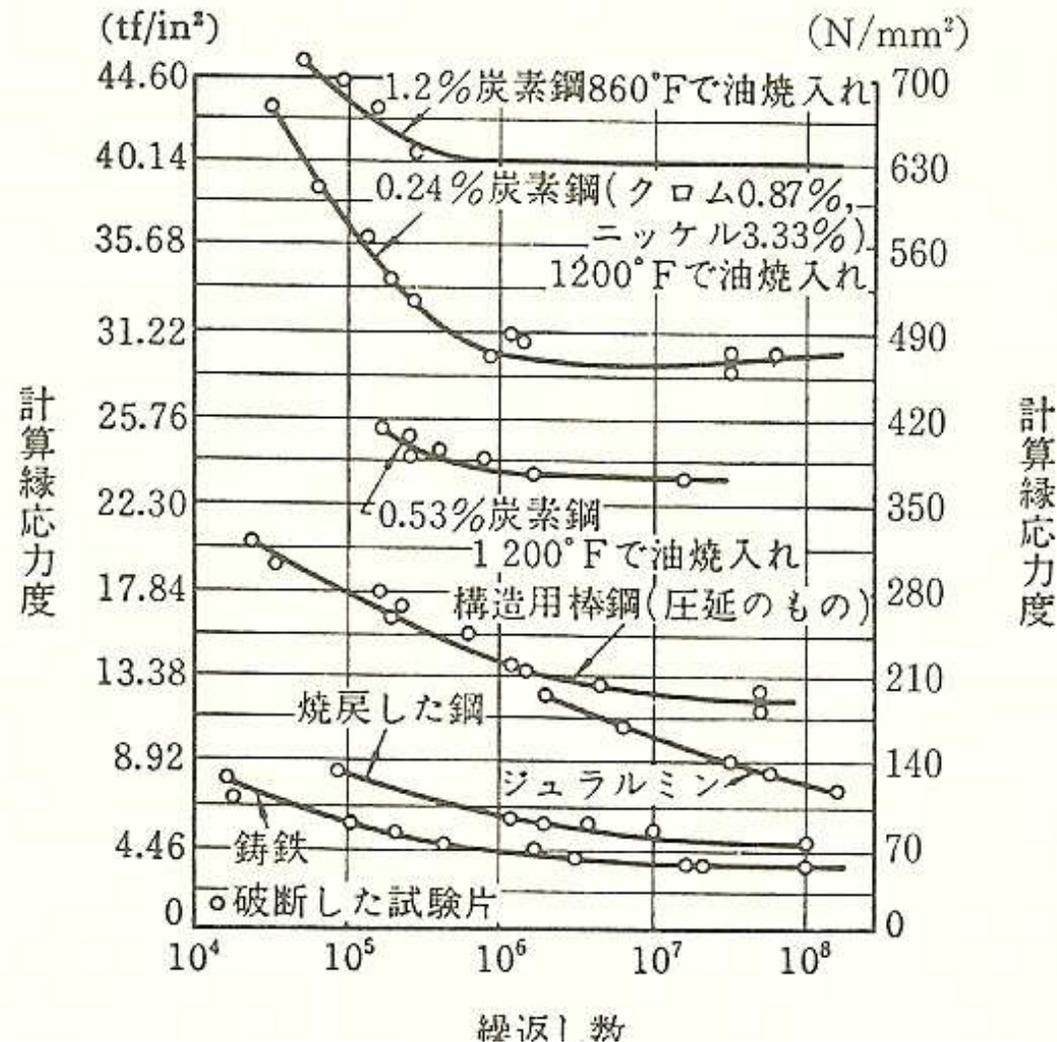
- \_\_\_\_\_ (Poisson's ratio)

載荷方向のひずみとその直角方向に生じるひずみの比の逆数

- 伸び能力 (extensibility)

# 疲労強度〔fatigue〕

繰返し荷重を受けると材料は静的強度より小さい荷重で破壊



# S-N曲線

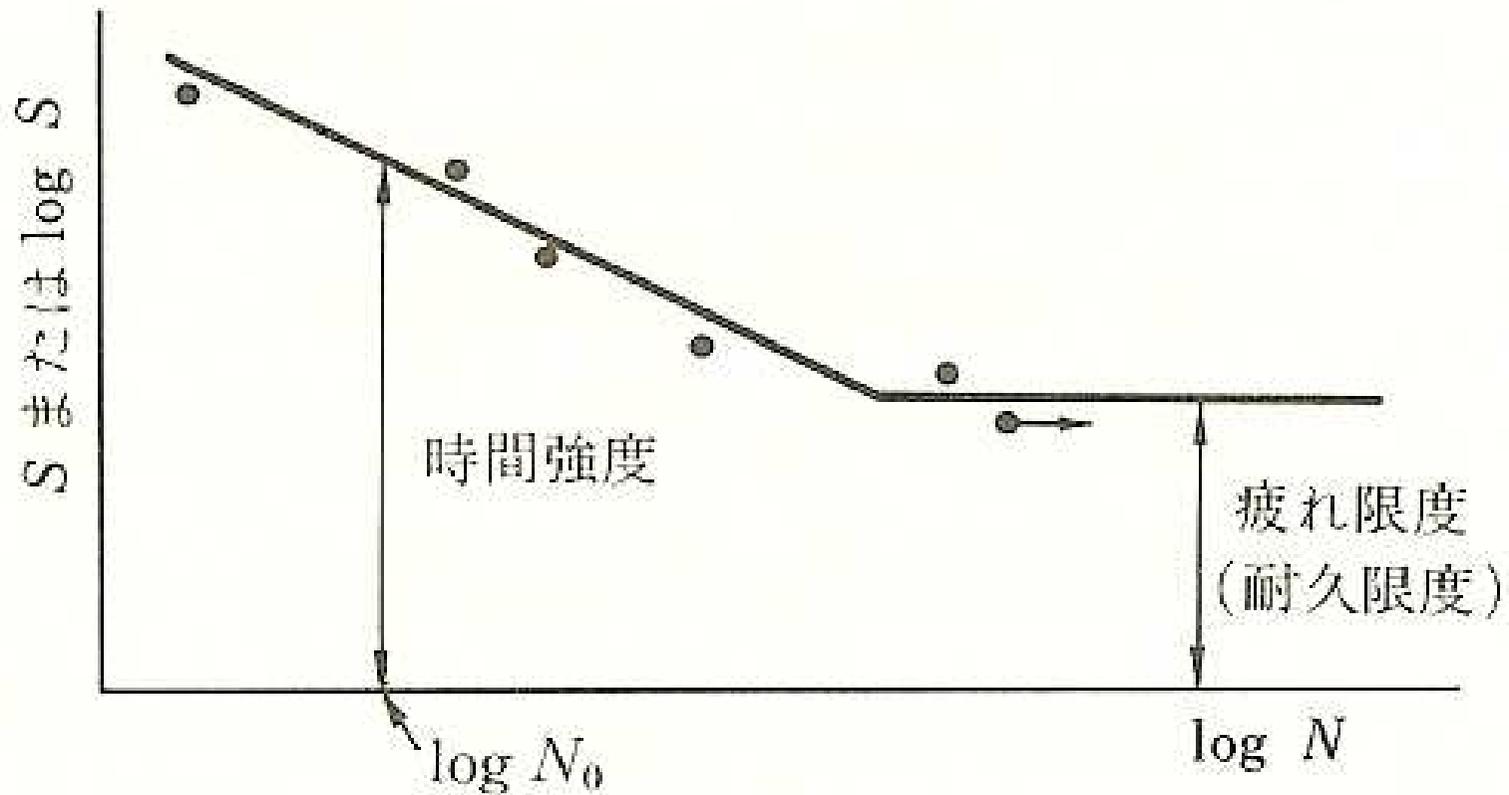


図1・6 S-N線図

# 材料の品質

- 品質のばらつき
  - 同じ材料でも、原材料や製造過程で性質が異なる
- ばらつきの原因
  - ① 材料実験データ(ミルシート等)から判断できる
  - ② 材料実験データからは判断できない
    - 材料実験データの不足・偏り
    - 品質管理の程度
    - 供試体と構造物中の材料強度の差異
    - 経時変化 等

- 品質のばらつき原因

- ① 原料の品質の変動によるもの

- ② 製造あるいは作業工程中に生ずるもの

- ③ 試験の際の誤差

# ばらつきへの配慮(安全係数)

- 安全係数

- \_\_\_\_\_ 係数

- (コンクリート:1.3、

- 鋼材:1.0または1.05)

- \_\_\_\_\_ 係数

- \_\_\_\_\_ 係数

- \_\_\_\_\_ 係数

- \_\_\_\_\_ 係数

# 品質を保つための規格

\_\_\_\_\_ (Japanese Industrial Standards: 日本工業規格)

\_\_\_\_\_ (International Organization for Standardization: 国際標準化機構)

# 要求性能(示方書より)

- 安全性
- 使用性
- 耐久性
- 復旧性
- その他の性能(環境および景観、経済性)