

知能機械実験・実習 I

1. 材料力学(引張り試験)

1. 学習内容

- ・材料の強度
- ・材料試験の種類，引張り試験について
- ・外力・内力，応力およびひずみの定義，応力-ひずみの関係（変形抵抗），弾性変形，塑性変形
- ・最小自乗法によるデータの直線近似

2. 材料の強度とは？

製品の強度設計や加工プロセス設計においては，材料の強度を知ることは極めて重要である．装置や金型の設計においては，装置の剛性（変形のしにくさ）や出力を決めるための加工荷重，金型が壊れないようにするための金型面圧などを見積もる必要がある，それには素材の変形抵抗（変形に対する材料の内部に発生する抵抗力）や金型材料の破壊限界を知らねばならない．割れが発生することなく被加工材を加工するには素材の破壊限界が必要である．製品使用時にも壊れることの無いよう，素材の降伏応力や破壊限界を知っておく必要がある．ここで，各使用環境における『壊れにくさ』のことを『強度（強さ）』と呼ぶ．このような材料の剛性や強度について学ぶのが材料力学であり，機械工学分野において4力学の一つとなっている．今回の実験では，まず材料についての基礎知識として，材料強度試験のなかで最も基本的なものである引張り試験を行って，材料の特性値を求める方法について学習する．

3. 材料強度試験の種類

代表的な材料強度試験には，以下のものが挙げられる．

引張り試験	最も一般的な試験．弾性率や変形抵抗，引張強さ，伸び率など
圧縮試験	変形抵抗や破壊限界など．リング圧縮では内外径から摩擦係数も概算可
曲げ試験	自動車のバンパーやピラー等の長軸部品の曲げに対する強度の測定
せん断試験	せん断係数やせん断強度の測定
長柱座屈試験	長尺部材の長手方向圧縮による屈曲（座屈）に対する強度の測定
衝撃試験	速度依存性や衝撃吸収性の測定．
疲労試験	繰返し応力（引張り⇔圧縮の繰返し）下での耐久性の測定
実体破壊試験	実部品形状で実負荷を模擬した試験（例：自動車衝突試験）

同じ物性値を得る場合でも，試験方法によって長所，短所があるので適宜選択すること．本実験では，引張り試験の実施方法について学ぶ．引張り試験は，準静的（極めて変形の手が速い）な変形に対する材料の最も基本的な試験であり，多くの材料の性質（材料特性）が得られる．圧縮試験も同様な値が得られるが，圧縮する工具と材料の間に摩擦が生じるため，摩擦エネルギーにより加工力（荷重）が大きくなる．一方，引張り試験は摩擦の影響が無く，材料そのものの変形抵抗が得られや

すいという長所がある。一方、圧縮と異なり、小さな変形量で割れるため、大きな変形を取り扱うような問題では測定範囲内のデータによる予測しかできないという短所がある。

4. 外力と内力、応力およびひずみの定義

単に『力』と呼ぶのではなく、外部と内部に作用する力はそれぞれ区別して呼ばれている。図1は棒材を力Pで引張っている様子を、図2は元の長さL₀の棒材がΔLだけ伸びた状態を表している。物体に外部から作用する力Pが外力（もしくは荷重と呼ぶ。）であり、さらに表面にかかる力を表面力、重力や遠心力などの物体にかかるものを体積力と呼ぶ。切断面（仮想断面）Aの位置で作用している力を考える。仮にAで切断された場合、切断面に力が作用していなければ、それぞれ物体1、物体2は外力の方向に加速することになる。したがって、つながっているならば、材料内部で作用・反作用による力Nにて釣り合っているはずである。これを内力と呼ぶ。

板材や丸棒材などの引張り試験によって、荷重Pと変位ΔLが直接的に得られる。このとき、試験片断面積が大きいほど荷重Pが大きくなり、試験片長さが長いほど材料の変形度合いは小さくなる。したがって荷重や変位は試験片の形状に依存し、材料そのものの特性を表わすデータとは言えない。そこで、単位面積当たりの内力を応力と呼ぶ。

$$\text{応力} \quad \sigma = N/S = P/S \quad (1)$$

また、変形量についても同様にして、単位長さ当たりの変形量をひずみと呼ぶ

$$\text{ひずみ} \quad \varepsilon = \Delta L/L \quad (2)$$

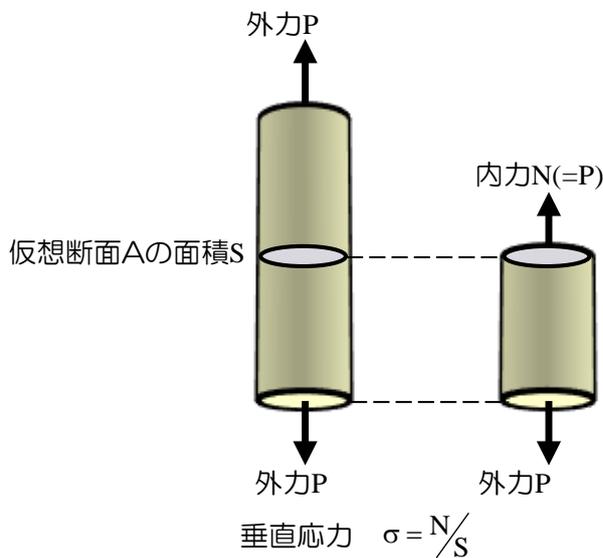


図1 外力と内力、応力の定義

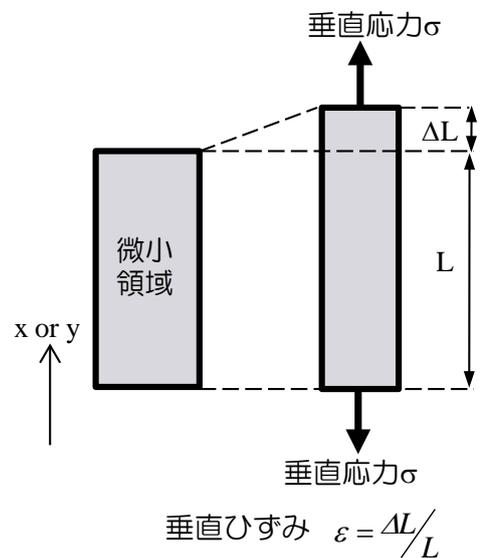


図2 ひずみの定義

5. 引張り試験で得られる材料特性値

応力やひずみを計算する場合、変形中も刻々と断面積 S や長さ L は変化する。したがって、どの状態での断面積 S 、長さ L を用いればいいだろうか。簡単に思いつくのは、試験片の初期横断面積 S_0 と初期長さ L_0 (標点間距離) であり、公称応力 (工業応力とも呼ぶ) σ と公称ひずみ (工業ひずみとも呼ぶ) ε と呼び、以下のように定義される。

$$\text{公称応力} \quad \sigma = P/S_0 \quad (3)$$

$$\text{公称ひずみ} \quad \varepsilon = \Delta L/L_0 \quad (4)$$

このようにして得られた図3のようなグラフが、公称応力—公称ひずみ曲線である。製品の簡単な強度設計を行うような工業的利用ではこのデータが良く利用され、JISによる各材料の強度規格値にはこれで記述されている。

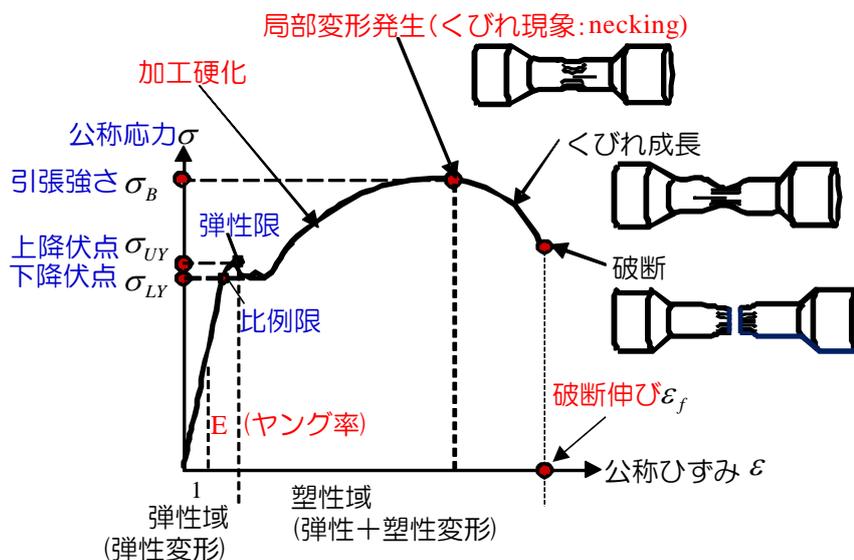


図3 公称応力—公称ひずみ曲線 (軟鋼)

初期の応力とひずみが比例関係にあり、外力を除く (除荷する) と元の形に戻るバネのような変形を弾性変形と呼ぶ。(厳密には、弾性変形の限界 (弾性限) と比例限は異なる。) この時の応力とひずみの比例定数 $E (= \sigma / \varepsilon)$ をヤング率 (もしくは縦弾性係数) と呼ぶ。しかし、それ以上に荷重を加えると、非線形の関係の変形となり、除荷しても永久に変形が残る。この変形を塑性変形と呼ぶ。この境目を降伏点 (もしくは降伏応力) と呼ぶ。焼鈍された軟鋼材のような材料では、降伏点近傍において、ピーク値 (上降伏点 σ_{UY}) から一度応力が下がる減少が生じ、この最下点を下降伏点 σ_{LY} と呼ぶ。さらに荷重をかけた後、最大点に達し、その後しばらくして破断に至る。最大点までは断面形状が長手方向に均一なままの一樣変形 (均一伸び) の状態にあり、最大点以降は局部的にくびれが発生してくびれ部分のみが変形し、破断に至る。最大点を超えて荷重を与え続けると破断に至るため、この最大点を引張り強さと呼ぶ。また、荷重が下がっても、まだ破断までは少し伸びる余地があり、構造物などが倒壊する時に退避する時間を与えることになるため、破断した時のひずみも重要であり、これを破断伸びと呼ぶ。

以上は初期試験変形形状で換算したものであり、変形途中の形状を考慮していないため、材料そのものの負荷を表すにはまだ物足りない。近年では、有限要素法などコンピュータシミュレーションによる高精度な設計がなされており、そこでは材料そのものの変形抵抗を入力する必要がある。そのために用いられる応力およびひずみは変形途中の断面積、伸びを考慮したものであり、真応力 σ_t 、真ひずみ ε_t は次式で定義される。

$$\text{真応力} \quad \sigma_t = P/S \quad (5)$$

$$\text{真ひずみ} \quad \varepsilon_t = \ln(L/L_0) \quad (6)$$

公称応力-公称ひずみ曲線からは、以下の式で換算される。塑性変形は、体積が一定であるという前提があり、これから導かれる。(詳細は省略する。)

$$\text{真応力} \quad \sigma_t = \sigma (1 + \varepsilon) \quad (7)$$

$$\text{真ひずみ} \quad \varepsilon_t = \ln(1 + \varepsilon) \quad (8)$$

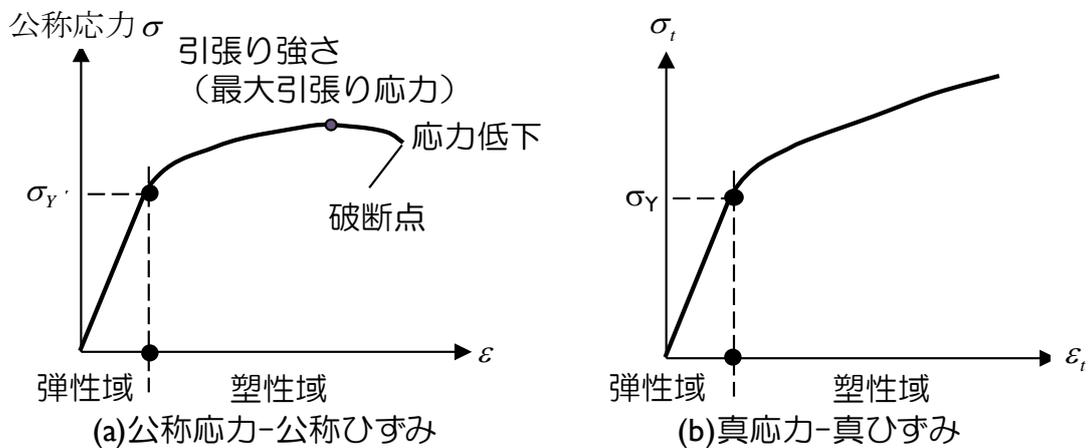


図4 応力-ひずみ曲線

これらの値で記述されたのが真応力-真ひずみ曲線である。図4のように、棒材の断面は引張り変形中減少し続けるため、公称応力-公称ひずみ曲線に比べ、増加割合は大きく、また、材料の変形に対する抵抗(変形抵抗)は下がることなく加工硬化し続けるため、一様増加したものとなる。この形状による影響を除いた材料そのものの変形に対する抵抗を真変形抵抗と呼ぶ。ただし、引張り試験では引張り方向で任意の横断面が全て同じである均一伸び状態しか、体積一定条件が適用できない。公称応力の最大値で生じるくびれ(ネッキング)発生後は局所変形となるため、換算したデータは実際には減少する。ネッキング以降の応力データは除外して用いる。

さて、このようにして得られたデータより、以下のものを得ることができる。

公称応力-公称ひずみ曲線

引張り強さ	σ_B
ヤング率	E
降伏応力(軟鋼のような上降伏応力, 下降伏応力が表れる場合)	σ_Y
or 0.2%耐力(明確な降伏点が見られない場合)	
破断伸び(破断後の永久伸びを原標点距離に対して百分率で表した値(%))	ε_f

金属材料などでは弾性変形は極めて小さく、弾性域（初期の比例曲線の部分）では公称応力-公称ひずみ曲線と真応力-真ひずみ曲線はほとんど変わらないため、ヤング率や降伏応力も公称によるデータで求めることができる。

ただし、ヤング率を精度よく求めるには、試験機から得られる変形量ではなく、ひずみゲージを用いた測定が一般である。

真応力-真ひずみ曲線（変形抵抗曲線）

加工硬化曲線

加工硬化曲線を素材の変形挙動解析に用いる場合、簡便な方法として変形抵抗曲線で近似することが多い。最もよく使用されるものに n 乗硬化則と呼ばれるものがある。

$$\sigma_t = F \epsilon^n \tag{9}$$

ここで、F は塑性係数、n は加工硬化指数とよぶ。今回の実験では、得られた変形抵抗曲線の近似は最小自乗法で行う。

6. ひずみゲージを使ったひずみ測定

ひずみゲージは図5のような構造をしており、金属箔が薄いベース材上にグリッド長でジグザグ形状に配置されている。ゲージの接着面を測定する試験片にひずみゲージ用アロンアルファで貼り付ける。金属も測定できるように、ベース材は樹脂等の絶縁体である。試験片が伸びると、ベース材とともに金属箔が伸ばされ、金属箔全長が伸び、金属箔断面は小さくなって、電気抵抗が変化する。ひずみゲージを可変抵抗の代わりとして接続するとき、ひずみ ϵ と出力電圧 V_o は以下の関係になる。

$$\epsilon = \frac{4 V_o}{K V_i} \tag{10}$$

K ($\cong 2$) は、ゲージ率 (Gauge Factor) と呼ばれ、リード線などの抵抗による影響などもあり、出荷時にはこの誤差を校正し、厳密な値を表記して出荷される。式(10)の出力電圧を測定し、それからひずみを求めるが、実際には出力電圧が小さいため、アンプを通じた増幅値の電圧を測定する。したがって、アンプのキャリブレーションを使用して、ひずみと電圧の関係を得る。

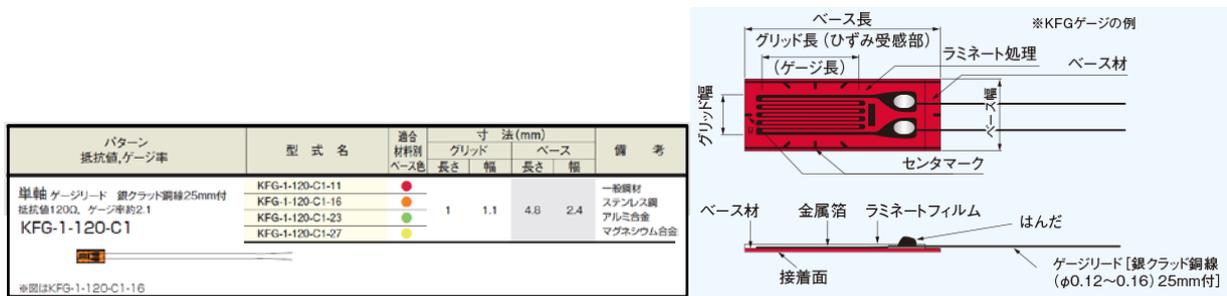


図5 ひずみゲージ

7. 試験方法

7.1 試験を行うに当たっての注意

試験機は最大荷重 49kN の出力が可能であり、試験機の操作は教員もしくは TA が実施するが、動作中は『観察の指示』が出るまでは近づかないこと。

7.2 引張試験

(1) 試験片について

図 6 の鉄鋼材料の JIS5 号ハーフ試験片を使用する。材質は 440MPa 級高張力鋼板（1mm²あたり 440N に耐えうる高強度鋼板）であり、表 1 に成分は示す。

(2) 伸びの測定について

今回の実験では、試験片の伸びを以下の 3 種類の方法で測定する。

①試験機のヘッドの移動量（試験機のストローク）

試験機のソフトウェア上で操作の設定を行って、ハードウェア（万能試験機）から取り込むことができる。今回は指導補助者が設定、概要を説明する。

②ひずみゲージ

ひずみゲージには、弾性用と塑性用がある。弾性用は 1~2% 程度、塑性用でも 10%~15% の伸びしか式(10)の線形性が保てず、測定限界は短い。

③伸び計

試験片上の 2 点にくさび状のものを押し当て、その 2 点間の距離の変化を直接測定するセンサーである。センサー内部では伸びに応じて電気抵抗の変化（変位計やひずみゲージなどを利用したものがある。）にて測定する。100% 伸びを測れるものもあり、破断伸びまでの測定ができる。取り付け方法などは教員もしくは TA が説明する。

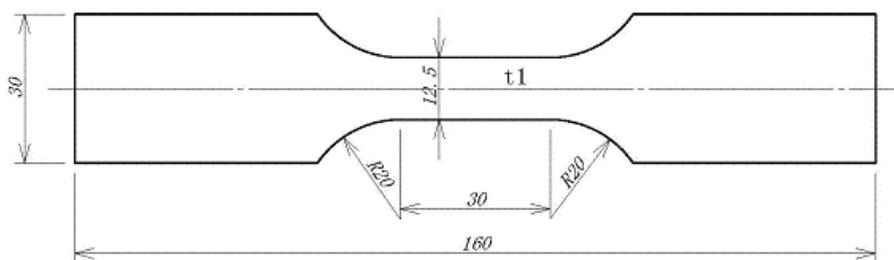


図 6 JIS5 号ハーフサイズの試験片

表 1 成分表 材質 APFC45（冷延 440MPa 相当） *重量%

成分	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	N
重量比	0.08	0.011	0.93	0.014	0.0024	0.032	0.014	0.0024

7.3 実験準備

実験者が準備をするひずみゲージについて説明する。

(1) ひずみゲージの試験片への貼り付け

引張り方向（試験片長手方向）に精度良く、ひずみゲージを貼りつける必要がある。図7に示すように、①表面の酸化膜をエメリー紙で軽く除去（斜め45度方向に研磨）し、②表面の油分をエタノールで除去し、③ひずみゲージの接着面にひずみゲージ用アロンアルファを滴下し、④ひずみゲージを図6のセンターマークと水平ケガキ線が一致するように貼り付ける（標点距離25mmの間に2.5mm間隔で垂直ケガキ線11本はハイトゲージで作成済み）。⑤その際、ひずみゲージを樹脂フィルムで上から30秒間押さえ続ける。⑥樹脂フィルムを取り除く時には貼ったひずみゲージが剥がれないよう、リード線の方からリード線を押さえながら剥がすと良い。⑦持ち運びの時にゲージに負荷がかかったり、ひずみゲージが剥がれたりしないように、リード線のところをセロテープで止める（後で取り付ける伸び計のナイフエッジが当たらないよう注意する）。

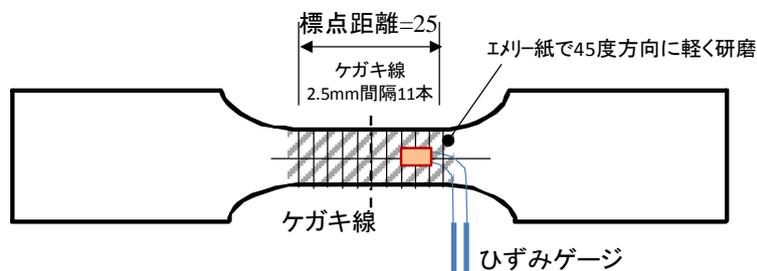


図7 試験片へのひずみゲージの貼り付け

(2) 試験片寸法の測定

(3) ひずみゲージとブリッジ回路の接続

ひずみゲージのリード線をひずみアンプに接続する。（ひずみアンプは既に試験機に接続してある）。本実験で使用する試験機は、島津製万能試験機オートグラフ AG-IS 50kN（引張ジグ使用）であり、測定のための操作やデータ取得はパソコンソフトウェア『TRAPEZIUM2』を使用して行う。キャリブレーション値としてカウンターに $2000 \mu \text{ strain}$ （ひずみ $\varepsilon = 0.002$ ）と表示されており、この時にキャリ

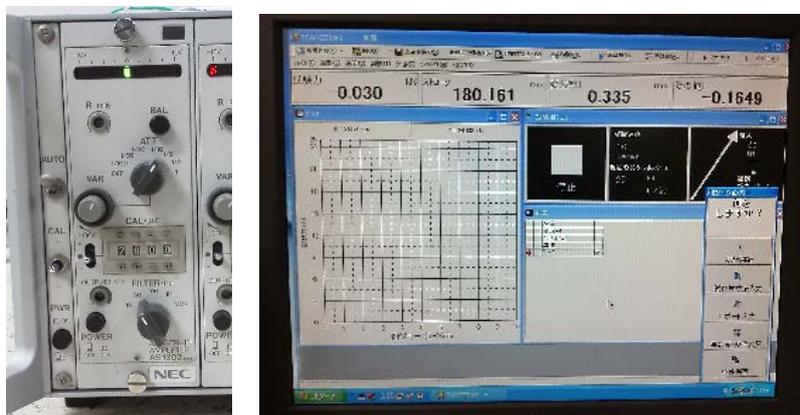


図8 ひずみアンプからの出力の確認

ブレーションスイッチを上下すると $\pm 2000 \mu \text{ strain}$ の時の出力電圧がひずみアンプから試験機に送られるので、その出力電圧を読み取ること。

(4) 引張り試験片および伸び計の取り付け

図9のように、試験片を試験装置に取り付ける。上部チャック用のジグはユニバーサルジョイントとなっており、容易に揺れるが、試験片を曲げたりしないよう気を付けて取り付ける。

図10の伸び計（変位計，エクステンションメーター，クリップゲージとも呼ぶ）はTAが試験片に取り付ける。GL可変用スペーサを付けたまま試験片に取り付けた後，スペーサを外す。非常に高価なものであり，ゲージは無理に広げて壊すことがないように，細心の注意をする。『TRAPEZIUM2』を操作し，引張り試験用の条件を設定する。（本実験では，初めから設定してあるため，その設定値を確認する。）その後，安全を確認して，実験開始し，試験片が破断するまで引張る。下記補足を注意して観測する。破断して実験が終了したら，データをUSBメモリーに保存する。さらに，同じグループの各メンバーでそのデータをコピーする（各自USBメモリーを持参のこと）。



図9 試験片の取り付け

*補足 鋼材の開始直後の弾性変形は図3のように傾きはかなり急であること，試験片は伸びるとその垂直方向は縮みが生じていること（塑性変形の体積一定条件），最大荷重を超えると局部的に変形が進展すること，破断は斜めに生じていること（塑性変形は微視的にはせん断変形（原子のずれ）によって生じる）を観察する。

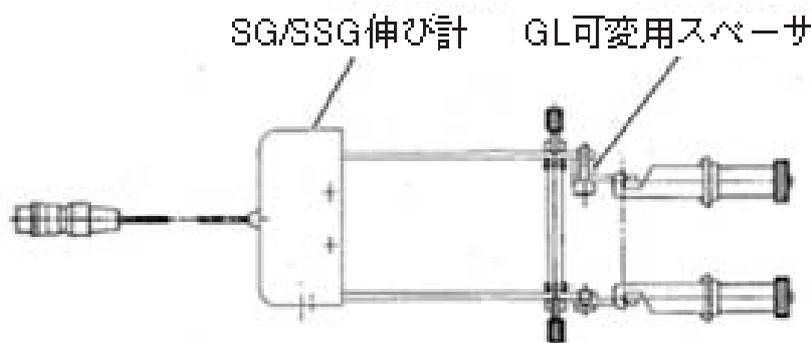


図10 伸び計

(5) 破断試験片の観察

破断試験片を突き合わせて，顕微鏡画像（中央から左側の画像，中央から右側の画像）を撮影し，撮影画像より破断伸び $\epsilon_f (= (GL-25)/25)$ を求める。また，破断面を撮影し，破断面の様子を観察する。

8. データ処理

図 11 のように、『*.csv』ファイルを MS-EXCEL にて開く。下の手順に従って作業する。作業は最初に『*.xlsx』ファイルで保存する。その後、適時、上書き保存すること。

- ①公称応力 σ (単位: N/mm²): (3)式 {B 列: 試験力(単位: kN)}
- ②公称ひずみ 1 ε_e : (4)式 {D 列: 変位計 1 (伸び計(単位: mm))}
- ③公称ひずみ 2 ε_s : {E 列: その他 1 (ひずみゲージ出力 (単位 V))} \times {0.002/(4.086V)}
- ④ $\sigma - \varepsilon_e$ 曲線: 縦軸①, 横軸②,
- ⑤ $\sigma - \varepsilon_s$ 曲線: 縦軸①, 横軸③
- ⑥ 0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$, 引張強さ σ_B (いずれも単位: MPa) : ④ ※整数で表記
- ⑦ ヤング率 E (単位: GPa) : ⑤の 0.2%耐力の 10%~80%の範囲のデータを使って, 近似直線を求める。

近似直線の傾きがヤング率。 ※整数で表記

- ⑧ 真応力 σ_t : (7)式 σ : ① ε : ②
- ⑨ 真ひずみ ε_t : (8)式 ε : ②
- ⑩ 真応力 σ_t —真ひずみ ε_t 曲線: ⑧, ⑨
- ⑪ 塑性係数 F と加工硬化指数 n: ⑩ 真ひずみの範囲を制限 (例えば, 5%~30%) して, 近似曲線 (累乗近似) を求める。決定係数 R^2 がほぼ 1 (0.99 以上) となる真ひずみの範囲を求め, 累乗式の係数 F と指数 n を近似式より求める。

第 2 週までにレポートを仕上げ, 印刷・持参すること。第 2 週の最初にサブグループ毎にレポートのチェックを受け, 第 2 週では, ほぼ完全なレポートとなるよう取り組むこと。

7	形状	ハッチ数	サブハッチ数			
8	厚板	1	1			
9	名前	厚さ	幅	つかみ具間距離		
10	寸法単位	mm	mm	mm		
11	1-1	1	12.5	30		
12						
13	名前					
14	ハッチング					
15	単位					
16	1-1					
17						
18	1-1					
19	時間	試験力	変位計	その他		
20	sec	kN	mm	mm		
21						
22	0	-7.81E-04	0	0	0	0
23	0.05	0	0	0.000313	0.000625	
24	0.1	0	0.006	0	0.000625	
25	0.15	5.47E-03	0.013	0	0.0375	
26	0.2	0.035938	0.023	0	0.111875	
27	0.25	0.096975	0.031	0.000313	0.176875	
28	0.3	0.169531	0.04	0.00125	0.238063	
29	0.35	0.245313	0.048	0.003938	0.301563	
30	0.4	0.315625	0.056	0.01563	0.364363	
31	0.45	0.384375	0.065	0.01563	0.4275	
32	0.5	0.45	0.073	0.002188	0.493125	

図 11 EXCEL 実験データ

知能機械実験・実習Ⅰ 報告書

テーマ 1. 材料力学（引張試験）

実施場所 実験（1102 マイクロデバイス試作室）
講義・解析（3302 講義室）

実施日 第1週 20 年 月 日（ ）

第2週 20 年 月 日（ ）

提出期限 20 年 月 日（ ） 12:00

提出場所 1号棟4F 石井・郵便ポスト

グループ _____（_____）

報告者 学籍番号_____ 氏名_____

共同実験者名 _____

香川大学 工学部 知能機械システム工学科

1. 目的

2. 原理

2.1 引張試験機

試験機の名称, 仕様等, 写真

2.2 引張試験で得られる材料特性値

例: 応力-ひずみ曲線 (図4) を描いて, 各材料特性値の算出方法を説明する.

2.3 伸びの測定

- (1) 伸び計 ※型式, 仕様, 原理, 写真
- (2) ひずみゲージ ※型式, 仕様, 原理, 写真
- (3) 試験機のクロスヘッド ※クロスヘッドの移動量とは何か, 表示箇所の写真
- (4) マイクロスコープ ※型式, 仕様, 原理, 写真

3. 試験片

試験片について説明 (試験片形状, 試験片材料の規格と成分表) する.

4. 実験方法

4.1 試験片の準備

引張試験の手順 (箇条書き) を詳細に記述する (必要に応じて写真).

- (1) ひずみゲージの貼付け
- (2) 試験片寸法の測定
- (3) 測定回路の接続
- (4) 試験片と伸び計の取り付け ※写真

4.2 引張試験

- (1) 試験条件の設定
 - ・試験機荷重レンジ (50kN)
 - ・負荷速度 (10mm/min)
 - ・ひずみゲージ (4.08V/2000 μ strain)

4.3 破断試験片の観察

破断した試験片の観察方法, 破断伸び ϵ_f の算出方法について説明する.

5. 実験結果

5.1 変形前の試験片寸法（※単位に注意）

平行部の寸法をノギス，マイクロメーター，マイクロスコープで測定し，表を作成する．その際，マイクロスコープで標点間距離を含むように試験片表面と寸法較正用のスケールを撮影する．

表 1 変形前の試験片各部の寸法

		中央		中央左		中央右		平均		
板幅 [mm] (小数点以下 2 桁)										
板厚 [mm] (小数点以下 3 桁)										
標点間距離 [mm] (小数点以下 1 桁)										
ケガキ線間隔	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11
[mm](小数点以下 1 桁)										

5.2 破断後の測定，観察

- 破断切口をしっかりと突合せ，マイクロスコープで標点間距離を含むように試験片表面と寸法較正用のスケールを撮影する．
- 画像より各ケガキ線間の寸法および標点距離を測定する．
- 破断伸び ε_f (%) と各ケガキ線区間の破断ひずみ ε_{fi} (%) を求める．※整数で表記
- マイクロスコープの倍率を上げて破断個所の様子を①表面および②破面より観察し，写真撮影する．破断個所の様子を説明する．

5.3 公称応力—公称ひずみ曲線の作成と材料特性値の算出（※単位に注意）

- 伸び計より公称ひずみを求め，公称応力—公称ひずみ曲線 I を作成する．
- ひずみゲージより公称ひずみを求め，公称応力—公称ひずみ曲線 II を作成する．
- 公称応力—公称ひずみ曲線 I を拡大し，0.2%耐力を求める．
- 公称応力—公称ひずみ曲線 II を拡大し，降伏応力の約 10%～80%間を直線回帰し，その傾きよりヤング率を求める．

5.4 真応力—真ひずみ曲線の作成と材料特性値の算出（※単位に注意）

- 伸び計より真ひずみを求め，破断までの真応力—真ひずみ曲線を作成する．
- 真応力—真ひずみ曲線のある範囲の真ひずみに対して累乗回帰を行う．そのときの決定係数 R^2 (相関係数 R の自乗) が 0.99 以上となる真ひずみの範囲を求め，その範囲における塑性係数 F と加工硬化指数 n を求める．

5.5 荷重—クロスヘッドの変位曲線と荷重—伸び計の伸び曲線の作成（※単位に注意）

- ・荷重—クロスヘッドの変位曲線と荷重—伸び計の伸び曲線を一つの図に作成する。

表2 機械的性質（※印は整数表記）

引張り強さ σ_B [MPa] ※			
ヤング率 E [GPa] ※			
0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ [MPa] ※			
破断伸び ε_f (%)※			
塑性係数 F [MPa] ※	真ひずみの範囲		%～ %
加工硬化指数 n			

6. 考察

- 6.1 公称応力—公称ひずみ曲線と真応力—真ひずみ曲線を一つの図に表し、それらの曲線の違いを吟味せよ。
- 6.2 最大荷重点ではどのような現象が生じているかを説明せよ。
- 6.3 高張力鋼板とは何か。他の高張力鋼板と本材料を比較して本材料の特徴を述べよ。
- 6.4 塑性係数と加工硬化指数について説明せよ。
- 6.5 作成した荷重—クロスヘッドの変位曲線，荷重—伸び計の伸び曲線より，クロスヘッドの変位と標点間距離の伸びとの関係について説明せよ。
- 6.6 真応力 σ_t と真ひずみ ε_t が次式のように公称応力 σ と公称ひずみ ε によって表される。 $\varepsilon_t = \ln(1 + \varepsilon)$ これを証明せよ。
- 6.7 その他、気づいた点があれば項目を掲げて考察せよ（**唯一の加点箇所**）。

7. まとめ

「〇〇の目的で、△△を調べた。その結果、以下のことがわかった。」
 （などなど、全体を簡潔に書くこと）

参考文献

参考にした文献がある場合、そのリストを付けるとともに引用箇所に文献番号を付す。

- (1) 著者名：タイトル，資料名（テキスト，辞典，論文，web ページ）

注意！ 感想は書かない！！