



固体試料に断層を発生させる小型実験器

東京理科大学 教養教育研究院
野田キャンパス教養部 教授

せき ようじ
関 陽児

1. 地震の実相としての断層

これから地震の単元の学習を始める中学一年生に「地震はどのようにして起きるか知っているか」と問うと「プレートテクトニクスによって起きる!」と答える生徒が多い。地震を起こすエネルギーの源に目を向けるならば正解だが、より具体的に地下でどんな現象が起こって地震に発生するのかを問うても「??」となる。「岩盤の内部にたまった力(=応力・歪)が強度を超えた時に急激な破壊が生じ、その際に起きた振動が周囲に伝わる現象が地震」であり、地震の発生時には「岩盤の内部に変位を伴う割れ目である断層が発生するか、既存の断層が運動する」。こうした地震の基本的な特徴を理解するためには、それを模擬した実験を生徒自身に経験させることで大きな学習効果が期待できる。

2. 断層発生装置の考え方

断層を模擬的に発生させる実験は、すでにいくつかの方法が提案されている。ここで紹介する実験装置は、固体試料の内部に断層を発生させ、それが成長する過程を観察でき、生じた断層を手にとって表面や立体構造を観察できるものとした。装置は小型で、安価な材料を用いて容易に製作でき操作も簡便、教員が自作でき生徒が自身で実験に使えるものを目指した。

3. 断層発生装置の構造

この装置では、岩石に見立てた石鹼の直方体を試験片とする。工作用クランプを流用したプランジャーで木片を押し出して試験片を圧縮し、その際の変形を透明な樹脂製の窓から観察する。圧縮試験により断層が形成された試験片を簡単に取り出すことができる構造とした。

4. 断層発生装置の作り方

4-1. 材料・部品

装置1台の製作に必要な材料は以下のとおり。

- A) 板材(集成材)：厚さ2~3cm、大きさ15×20cm程度…力がかかるので丈夫なもの。一枚板は歪みやすいので不適。装置のベース材料【写真1】。
- B) 角材(スギ・スプルース等)：2×3cm程度の断面、長さ25~30cm。装置のスペース材等。
- C) 透明樹脂板(透明塩ビまたはアクリル製)：厚さ5mm、大きさ15×20cm程度…薄いに変形して不適。アクリル板の方が、透明度が高くてきれい。
- D) 工作用鉄製クランプ：75mmを推奨、50mmでも可能だが試験片は小さくなる【写真2】。
- E) 平折金具：長さ75mm、ステンレスよりもユニ

クロが曲げ加工しやすいので適【写真3】。

- F) 木ネジ：長さ3~4cm(F長)×10本程度と、長さ1~2cm(F短)×4~5本。
- G) 「敷居滑り」テープ：幅20mm×長さ5cm程度。
- H) M6ボルトと蝶ナット：ボルトは長さ5~6cmを1組。ベース材とスペース材と樹脂板を貫通する長さ。

4-2. 装置の組み立て

＜組み立てに必要な工具＞(「*」はあると便利)

- @+ドライバー：大と小。
- @ノコギリ：木工用の両刃が便利。
- @キリまたは小型電動ドリルドライバー*。ドリルを使える場合は2mmと6mmの木工用ドリルビット*。
- @万力*とプライヤー：万力がなければ大きめのプライヤー2本でも可。



【写真1】C透明樹脂板(5mm厚の塩ビ板)とAベース用板材(集成材)



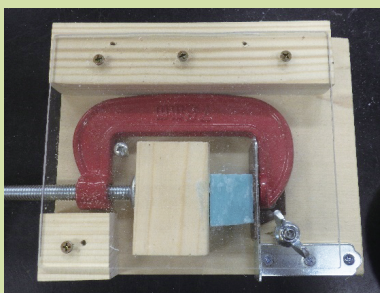
【写真2】D工作用クランプ(長さ75mm)は、100円ショップで入手可能



【写真3】加工前（左）と、一方のIを直角に曲げ加工した後（右）のE平折金具



【写真4】万力に固定したE平折金具を押し倒して曲げ加工するところ。木片を当てて少しずつ押し出すと曲げられる



【写真5】実験器の全体を組み立てて試料片をセットしたところ

＜組み立ての順序＞

- 1) Bを20 cm（Aの長辺相当）と3 cmに切断し、それぞれをAの裏側からF長の木ネジで固定する。残りの7 cmの木片は7で使用する。
- 2) Eを万力に固定し、一方のI字を他方と直角になるまで曲げる。プライヤーで挟むか木片等で押さえると曲げやすい。向きに注意すること【写真4】。
- 3) 曲げたEを、木片を固定していない一角にF短で固定する。Dのプランジャー側にはGを貼り付ける。
- 4) Dを、Eで挟むように置いてから、F長ネジで横ズレ防止ピンをねじ込む。
- 5) Cを、A全体を覆うようにしてF長で固定する。Eの外側にHを貫通させるための孔を開け、その延長となる孔をAに開ける。
- 6) 5で開けた孔に下からHのボルトを差し込み、Cの上からHの蝶ナットを締める。ボルトの頭が沈む部分の穴の拡大ができるとガタつかない。
- 7) クランプのプランジャーを緩めて、できた空間にBの木片（7 cm）を差し込む【写真5】。プランジャーが押す力を、この木片を介して試料に伝える。

5. 実験の進め方

5-1. 試料の調製と実験器へのセット

硬めの石鹼（例えば「ウタマロ」）を、ベース板と透明樹脂板の間にぴったり収まる厚さに整形する。一次的な切り出しにはノコギリを、仕上げの削り出しは透明樹脂の小片などを使うとよい。大きさは3×4 cm程度がこの装置での最大寸法である。

整形した試料を、固定していない木片と平折金具との間にセットする。クランプのプランジャーを軽く締めて試料片と実験器の間に過度な（1 mm以上の）隙間がないことを確認する。透明板が浮き上がらないように、蝶ナットを手で軽く締める【写真5】。

5-2. 圧縮に伴う変形の観察

試料のセットが終わったら、プランジャーをゆっくりと少しずつ回転させて試料片を圧縮する。始めは回転にやや大きな力を要するが、ある段階でごく軽い力で回せるようになる。この軽くなる瞬間が、断層面が発生して分割された試料片が急速に変形を始めるときである。断層面の発生前後での試料の変形状態を、透明樹脂から観察したい【写真6】。

5-3. 取り出した試料片の観察

圧縮操作を終えてから蝶ナットを緩め、変形後の試料片を取り出す。透明樹脂板を割りばしなどで浮かせるようにすると取り出しやすい。断層が発生している場合、取り出しに際して2個以上の欠片に分かれることもある【写真7】。1個の固形石鹼で数回の実験ができるので、試料の寸法や形やセットの方向などを変えて、変形や断層面の様子の違いを調べてみるのも面白い。



【写真6】セットした試料片に少しずつ圧縮力を加えると、始めは全体的に厚さが減るが、ある段階から特定の面で滑り始める



【写真7】圧縮された試料片は、寸法や形や向きによって、さまざまなパターンで変形する