

棒の引張・圧縮変形問題

作成 2003年9月21日

最終修正 2003年10月6日

萩原芳彦

以下の問題において、材料はすべてフックの法則に従う弾性範囲内に相当する力を加えて変形させるものとする。初等材料力学で扱う問題は変形があまり大きくない微小変形状態を考えている。また、実際の機械・構造物においても変形が大きくなる場合には使用が困難となる。

ただし、解答例として示した変形図は大部分が見やすくするために変形倍率を高めにして示している。

問題 1・1 一様な太さの棒 AB の一端 B を壁に固定してある。以下の (a) ~ (c) の条件の場合、それぞれ棒はどのような形に変形するか。変形後の形状を描きなさい。変形の特徴を強調した形で示すこと。

(a) 図 1・1 (a) のように A 端に集中力 P を作用させて棒を引っ張った場合

(b) 図 1・1 (b) のように A 端に集中力 P を作用させて棒を圧縮した場合

(c) 図 1・1 (c) のように A 端に総和が P となるような一様に分布する分布力を作用させて引っ張った場合

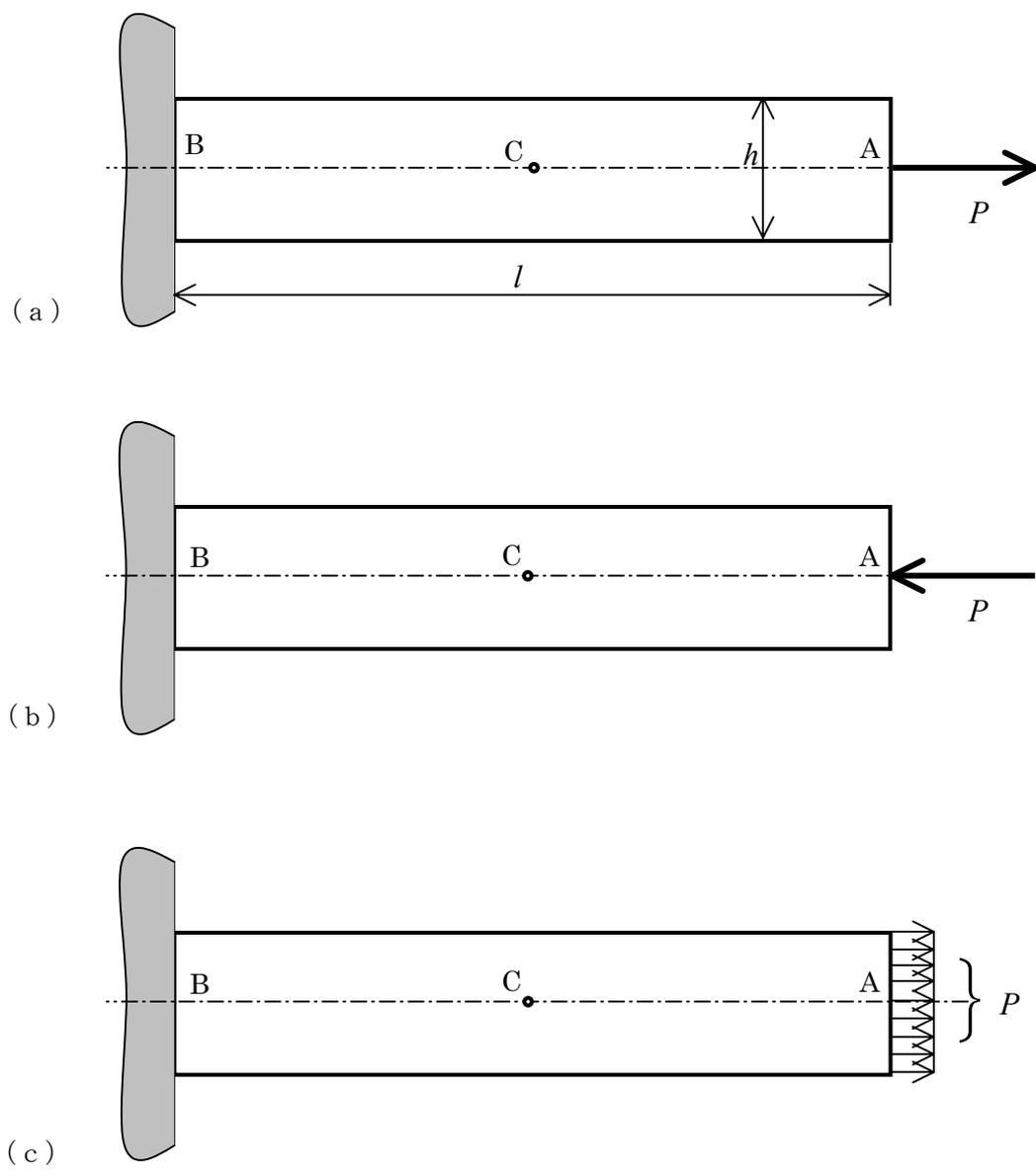
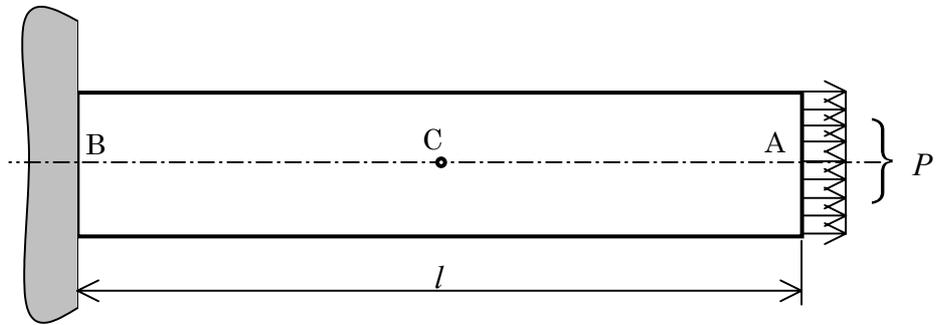
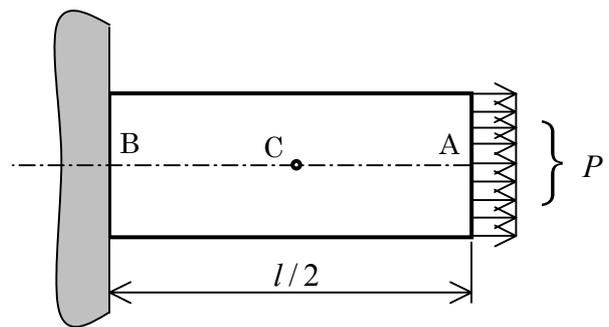


图 1 · 1

問題 1・2 図 1・2 (a) (b) のように、断面積は等しいが、長さが異なる 2 つの棒の B 端を固定し、A 端に総和が P となる分布力を作用させて引っ張る。このとき、棒の変形後の形を描きなさい。



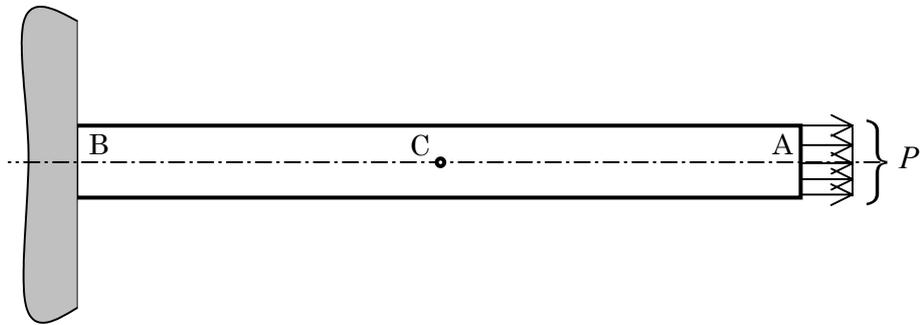
(a)



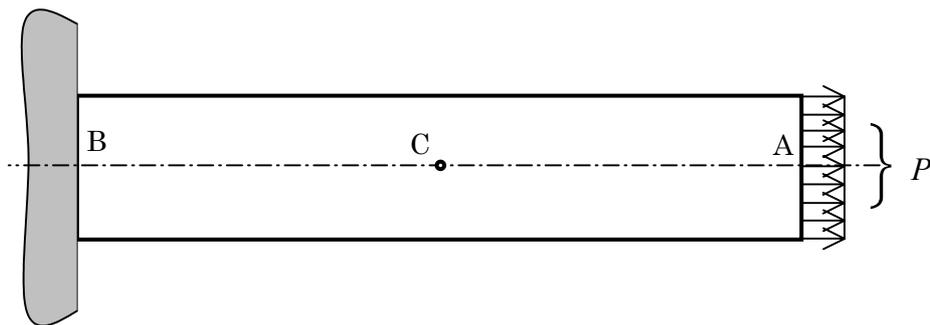
(b)

図 1・2

問題 1・3 図 1・3 (a) (b) のように、長さは等しいが、断面積が 2 倍異なる 2 本の棒の一端 B を固定し、他端に総和が P となる分布力を作用させて引っ張った。棒の変形後の形状を描きなさい。なお、どちらがどれだけ大きく変形するかなどが図からわかるように描きなさい。必要であれば説明文も付けなさい。



(a)



(b)

図 1・3

問題 1・4 図 1・4 のように、断面積が一様な棒の一端 B を壁に固定し、図 (a), (b), (c) のように分布力を作用させる。各区間の伸縮状態を描きなさい。必要であれば説明文をつけよ。

- (a) 図 a のように分布力の総和が P_1 なる分布力が C において作用する場合。
- (b) 図 b のように分布力の総和が P_1 なる分布力が A および C において図の向きに作用する場合。
- (c) 図 c のように総和が P_1 または P_2 なる分布力が A、C、D において図の向きに作用する場合。ただし、 $P_1 < P_2$ とする。

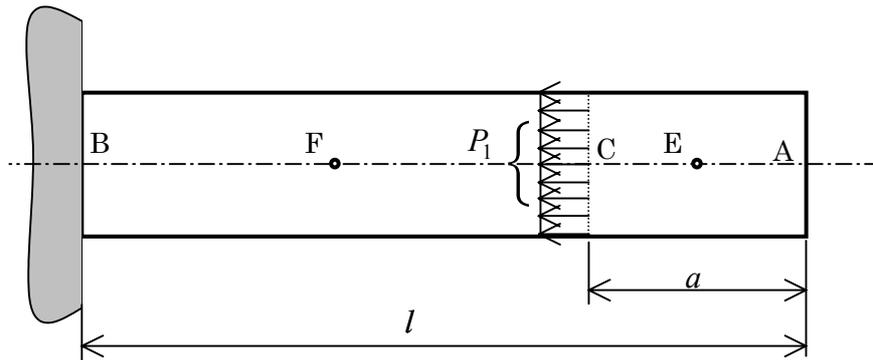


図 (a)

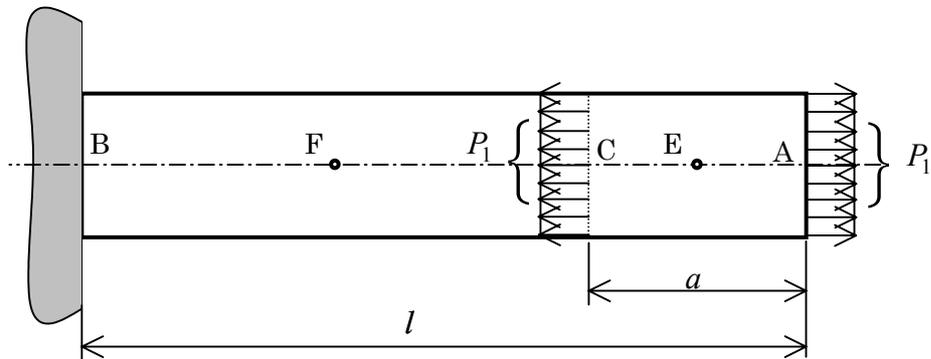


図 (b)

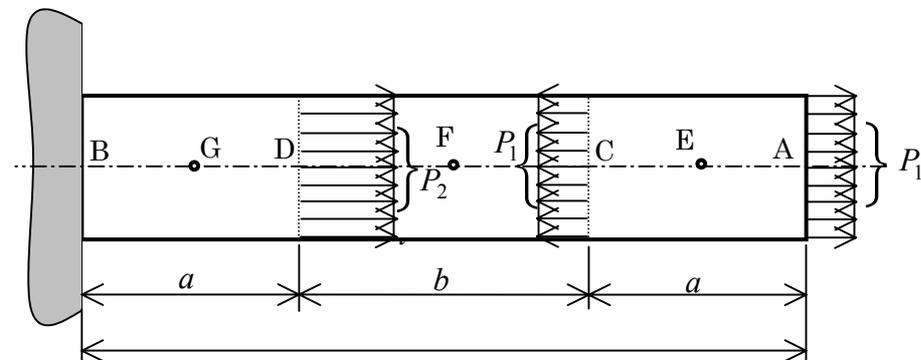


図 (c)

問題 1・5 図 1・5 のように、長さが等しく、断面積の異なる 2 本の一様な太さの棒を直列に結合し、一端 B を壁に固定する。他端 A に総和が P なる分布力を加えて引っ張った。棒の変形後の形を描きなさい。

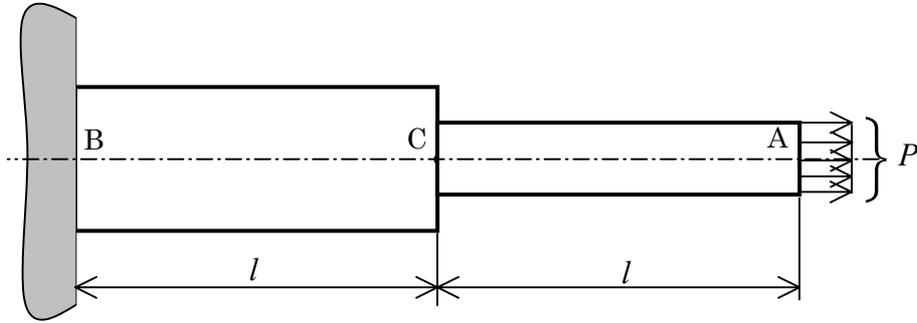


図 1・5

問題 1・6 図 1・6 のように、太さが徐々に変化する棒の一端 B を壁に固定する。他端 A に総和が P なる分布力を加えて引っ張った。棒の変形後の形を描きなさい。

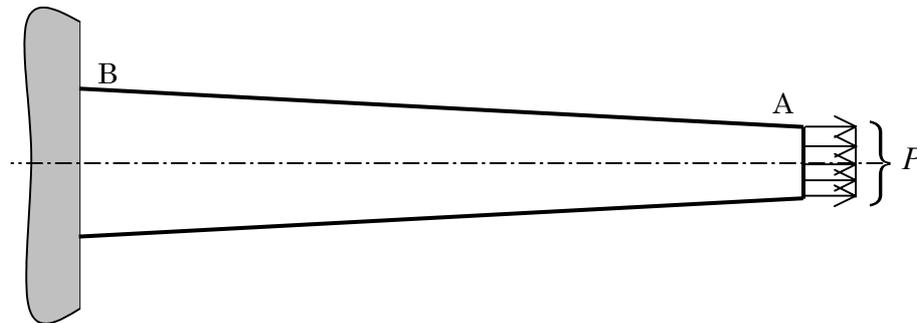
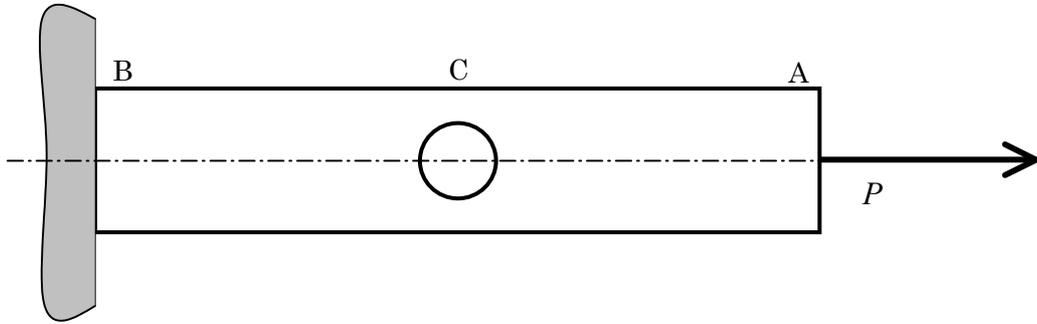
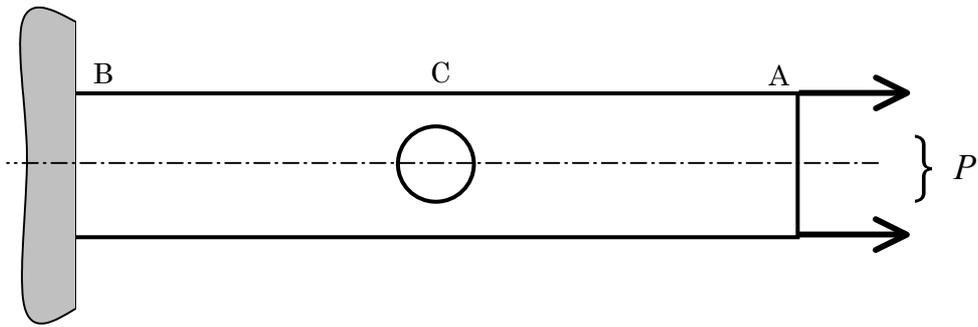


図 1・6

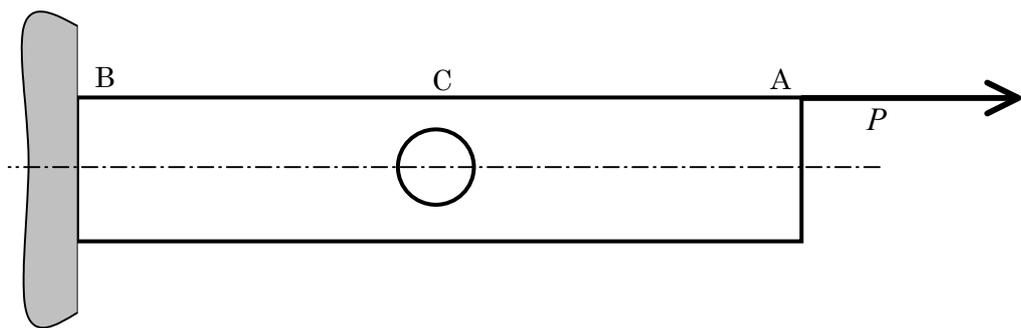
問題 1・7 図 1・7 のように、一様な太さの棒の一端 B を壁に固定する。他端 A に作用させる力を図 (a) (b) (c) のようにそれぞれ変えた。ただし、力の総和はいずれも P である。それぞれ、棒の変形後の形を描きなさい。



(a)



(b)



(c)

図 1・7

問題 1・8 図 1・8 のように、一様な太さの棒の一端 B を壁に固定する。他端 A およびその近く C に作用させる力を図 (a) ~ (c) のようにそれぞれ変えた。いずれも作用させる力は大きさ等しく向きが逆の力（偶力）である。それぞれ棒の変形後の形を描きなさい。 P_1 は AC に対して 45 度方向に作用し、 $\sqrt{2}P_1 = P$ の関係があるものとする。

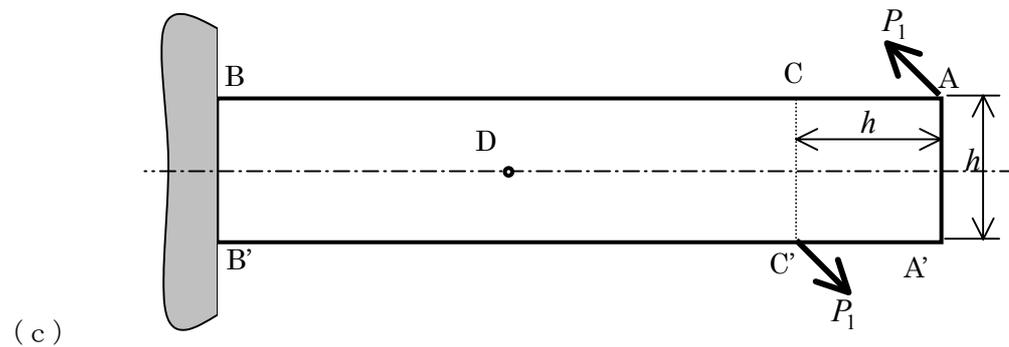
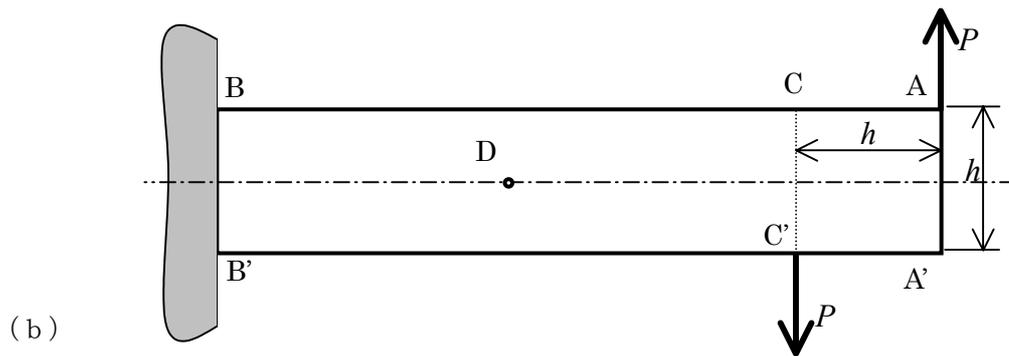
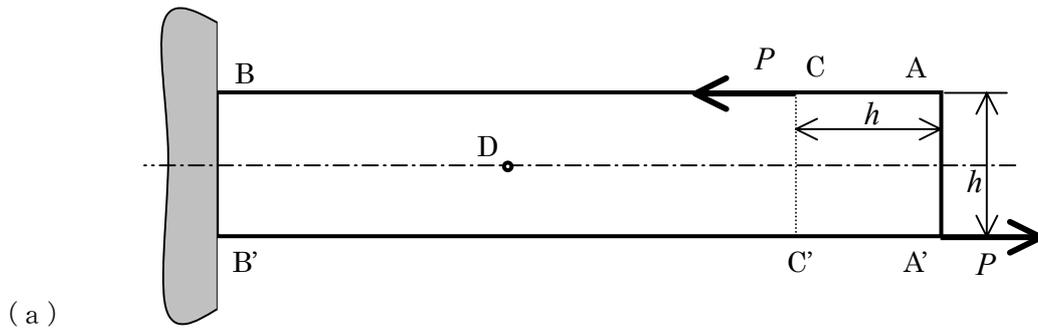


図 1・8