

Khi có lực tác dụng lên vật rắn thì vật rắn biến dạng, nghĩa là hình dạng và kích thước của nó bị thay đổi.

1. Biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo

Hình 51.1 cho thấy sự biến dạng của sợi dây phơi, giá sắt, chốt nối và đoạn dây đồng dưới tác dụng của các lực ngoài.

Nếu lực ngoài thôi tác dụng thì vật có phục hồi lại hình dạng và kích thước ban đầu hay không? Từ nhận xét thực tế ta thấy rằng: sợi dây phơi, tấm sắt, chốt nối có thể trở về hình dạng ban đầu. Người ta nói đó là *biến dạng đàn hồi*. Còn đoạn dây đồng thì hầu như không trở về hình dạng ban đầu. Người ta nói đó là *biến dạng dẻo* (hay *biến dạng còn dư*).

Khi vật chịu biến dạng đàn hồi thì xuất hiện lực đàn hồi.

Vật rắn có biến dạng đàn hồi gọi là vật đàn hồi. Những vật đàn hồi bị biến dạng quá mức, vượt quá một giới hạn nào đó, thì biến dạng không còn là đàn hồi mà trở thành biến dạng dẻo. Ví dụ khi ta kéo dãn quá nhiều một lò xo, thì sau khi ta thả tay ra, độ dài của lò xo không trở lại như cũ.

Dưới đây sẽ chỉ khảo sát biến dạng đàn hồi.

2. Biến dạng kéo và biến dạng nén Định luật Húc

Thí nghiệm: Lấy một thanh rắn tiết diện đều và treo thẳng đứng. Giữ cố định đầu trên và tác dụng vào đầu dưới của thanh một lực kéo \vec{F} bằng cách treo vào nó một vật nặng. Thanh sẽ dài thêm ra: đó là *biến dạng kéo* (Hình 51.2).

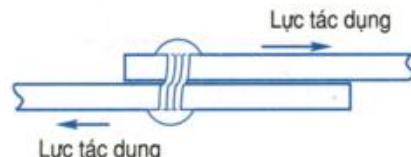
Nếu ta dùng một thanh rắn tiết diện đều làm cột chống mái nhà chẳng hạn (Hình 51.3), thì thanh rắn chịu một lực nén \vec{F} thẳng đứng xuống dưới. Chiều dài của thanh bị ngắn lại một ít, đó là *biến dạng nén*.



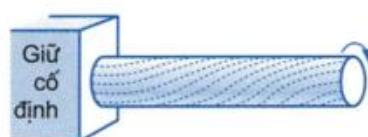
a) Sợi dây phơi



b) Giá sắt



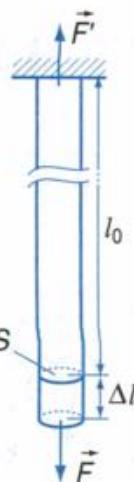
c) Chốt nối



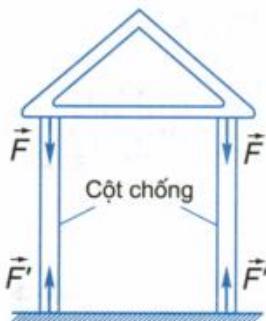
d) Đoạn dây đồng bị xoắn

Hình 51.1 Bốn trường hợp vật rắn biến dạng

C1 Hãy mô tả sự biến dạng của bốn vật rắn dưới tác dụng của các lực ngoài vẽ ở Hình 51.1.



Hình 51.2 Biến dạng kéo



Hình 51.3 Biến dạng nén

Với cùng một lực kéo hay nén F thì độ dài thêm hay độ ngắn lại của thanh rắn còn phụ thuộc vào tiết diện của thanh. Vì vậy, để đặc trưng cho tác dụng kéo hay nén người ta dùng *ứng suất* kéo hay nén.

Gọi S là tiết diện ngang của thanh rắn, *ứng suất* kéo (hay nén) pháp tuyến σ được định nghĩa là lực kéo (hay nén) ứng với một đơn vị diện tích vuông góc với lực

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Đơn vị của σ là paxcan (Pa).

Gọi l_0 là độ dài của thanh khi không có lực kéo (hay nén), l là độ dài khi có lực kéo (hay nén) và $|\Delta l| = |l - l_0|$ là độ biến dạng của thanh, thì *độ biến dạng tỉ đối* (kí hiệu là ε) được định nghĩa là tỉ số $\frac{|\Delta l|}{l_0}$.

Nhà vật lí học người Anh Húc (Robert Hooke, 1635 – 1703) đã thiết lập bằng thực nghiệm định luật sau đây về biến dạng đàn hồi, gọi là *định luật Húc*:

Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối kéo hay nén của thanh rắn tiết diện đều tỉ lệ thuận với ứng suất gây ra nó $\frac{|\Delta l|}{l_0} \sim \frac{F}{S}$

Ta có thể viết

$$\frac{F}{S} = E \frac{|\Delta l|}{l_0} \quad \text{hoặc} \quad \sigma = E\varepsilon \quad (51.1)$$

hệ số E đặc trưng cho tính đàn hồi của chất dùng làm thanh rắn và được gọi là *suất (môđun) đàn hồi hay suất Y-âng* của chất ấy (Thomas Young, 1773 – 1829, nhà vật lí người Anh).

Nếu chú ý đến sự liên quan giữa độ biến dạng Δl của thanh rắn và lực đàn hồi F_{dh} của thanh xuất hiện khi nó bị biến dạng thì từ (51.1) và từ định luật III

Niu-ton ta biết: $|F_{dh}| = |F|$, ta suy ra $|F_{dh}| = E \frac{S}{l_0} |\Delta l|$ hay là

$$|F_{dh}| = k |\Delta l| \quad (51.2)$$

hệ số $k = E \frac{S}{l_0}$ gọi là *hệ số đàn hồi hay độ cứng* của thanh.

Hệ số đàn hồi phụ thuộc vào kích thước hình dạng của vật và suất đàn hồi của chất làm vật.

Từ (51.1) có thể thấy rằng suất đàn hồi E đo bằng đơn vị giống như ứng suất $\left(\frac{F}{S}\right)$, tức là giống như đơn vị áp suất : paxcan ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

Ví dụ, suất đàn hồi E của nhôm bằng $7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, của thép bằng $2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.

Khi một thanh rắn tiết diện đều chịu biến dạng kéo (hay nén) thì tiết diện ngang của vật thay đổi, đối với biến dạng kéo thì nó nhỏ đi, đối với biến dạng nén thì nó tăng lên.

3. Biến dạng lệch (hay biến dạng trượt)

Biến dạng lệch là biến dạng mà ở đó có sự lệch đi giữa các lớp vật rắn đối với nhau. Hình 51.4 minh họa hai hình ảnh về biến dạng lệch.

Biến dạng lệch còn được gọi là *biến dạng trượt* hay *biến dạng cắt*.

Trong biến dạng lệch thì lực ngoài tác dụng tiếp tuyến với bề mặt vật rắn, tức là song song với các lớp vật rắn.

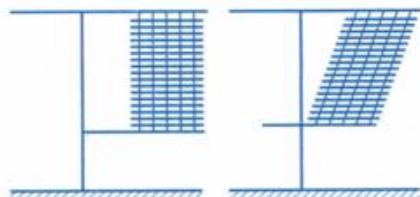
4. Các biến dạng khác

Trên đây ta khảo sát hai biến dạng điển hình của vật rắn là biến dạng kéo (nén) và biến dạng lệch. Các biến dạng khác như biến dạng uốn, biến dạng xoắn đều có thể quy về hai loại biến dạng trên.

Ví dụ, biến dạng uốn (Hình 51.5a) của một tấm kim loại, được chia một cách tương tự thành nhiều lớp song song, có thể quy về biến dạng kéo của các lớp dưới và biến dạng nén của các lớp trên. Biến dạng xoắn (Hình 51.5b) có thể quy về biến dạng lệch của các tiết diện của vật bị xoắn.

5. Giới hạn bền

Khi lực ngoài tác dụng lên vật rắn vượt quá một giới hạn nào đó, thì nó không chỉ làm vật biến dạng

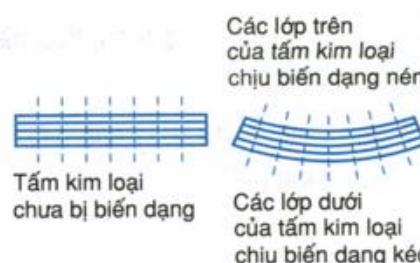


a) Cái mành mành bị làm lệch đi

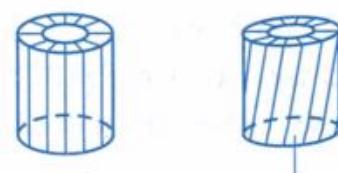


b) Hình chữ nhật bị làm lệch đi

Hình 51.4 Minh họa biến dạng lệch



a) Biến dạng uốn (các đường gạch rời thẳng đứng chỉ để minh họa các lớp bị nén hay kéo dãn)



Sự lệch giữa các tiết diện song song của vật chịu biến dạng xoắn

b) Biến dạng xoắn

Hình 51.5 Biến dạng uốn và biến dạng xoắn

C2 Nêu thêm ví dụ về trường hợp vật rắn bị hư hỏng khi lực ngoài vượt quá giới hạn bền.

C3 Hãy nêu thêm ví dụ về biến dạng của vật rắn vượt quá giới hạn đàn hồi.

đàn hồi rồi dẻo, mà còn có thể làm vật hư hỏng (gãy, đứt,...). Ví dụ như khi ta treo một vật quá nặng vào sợi dây thép mảnh thì dây đứt.

Như vậy, các vật liệu đều có một *giới hạn bền*, nếu vượt quá giới hạn đó thì vật bị hư hỏng. Do đó khi chế tạo các dụng cụ và khi sử dụng, chúng ta phải chú ý đến giới hạn bền của vật liệu.

Ngoài giới hạn bền, các vật rắn đàn hồi còn có *giới hạn đàn hồi*, nghĩa là vượt quá giới hạn này thì tính đàn hồi của vật bị ảnh hưởng, vật không còn biến dạng đàn hồi mà trở thành biến dạng dẻo.

Giới hạn đàn hồi hay giới hạn bền được biểu thị bằng ứng suất của lực ngoài và tính theo đơn vị Pa.

CÂU HỎI

1. Hãy nêu một số ví dụ về các biến dạng : kéo, nén, lệch, uốn, xoắn.
2. Có một lò xo bằng thép, kéo dãn lò xo đó và quan sát xem các đoạn nhỏ của lò xo chịu biến dạng gì ?
3. Xem Hình 51.1a. Hãy cho biết biến dạng của đoạn dây phơi ở ngay chỗ cái mắc áo móc vào là biến dạng gì ?

BÀI TẬP

1. Sợi dây thép nào dưới đây chịu *biến dạng dẻo* khi ta treo vào nó một vật nặng có khối lượng 5 kg (lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$) ?
A. Sợi dây thép có tiết diện $0,05 \text{ mm}^2$. B. Sợi dây thép có tiết diện $0,10 \text{ mm}^2$.
C. Sợi dây thép có tiết diện $0,20 \text{ mm}^2$. D. Sợi dây thép có tiết diện $0,25 \text{ mm}^2$.
Cho biết giới hạn đàn hồi và giới hạn bền của thép là 344.10^6 Pa và 600.10^6 Pa .
2. Một sợi dây kim loại dài 1,8 m có đường kính 0,8 mm. Người ta dùng nó để treo một vật nặng. Vật này tạo nên một lực kéo dây bằng 25 N và làm dây dài thêm một đoạn bằng 1 mm. Xác định môđun Y-âng của kim loại đó ?
3. Một thanh trụ đường kính 5 cm làm bằng nhôm có môđun Y-âng là $E = 7.10^{10} \text{ Pa}$. Thanh này đặt thẳng đứng trên một đế rất chắc để chống đỡ một mái hiên. Mái hiên tạo một lực nén thanh là 3 450 N. Hỏi độ biến dạng tỉ đối của thanh $\left(\frac{|\Delta l|}{l_0} \right)$ là bao nhiêu ?