

# LÝ THUYẾT SBVL1: CHƯƠNG 2 – LÝ THUYẾT VỀ NỘI LỰC THANH.

## NỘI LỰC TRONG BÀI TOÁN THANH

**BIỂU ĐỒ NỘI LỰC**  
PP MẶT CẮT BIẾN THIÊN

2

KHÁI NIỆM VỀ NỘI LỰC VÀ ỨNG SUẤT

1

QUAN HỆ  $M_x, Q_y$  VÀ TẢI TRỌNG PHÂN BỐ

3

PHƯƠNG PHÁP VẼ NHANH BIỂU ĐỒ NỘI LỰC

4

- Giới thiệu các nội lực, mối quan hệ giữa nội lực và tải trọng ngang trong thanh thẳng.
- Vẽ được biểu đồ nội lực trong bài toán phẳng theo 3 phương pháp (MCBT, từng điểm, cộng tác dụng).

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

2

## 1. KHÁI NIỆM VỀ NỘI LỰC VÀ ỨNG SUẤT

### 1.1. Nội lực

**Mômen uốn  $M_x, M_y$**   
(Bending moment)

Một mômen uốn  $M_x$  ( $M_y$ ) dương sẽ gây uốn đoạn nó tác dụng một độ lõm hướng lên.  
(A bending moment  $M_x$  ( $M_y$ ) will tend to bend the segment on which it acts in a concave upward manner.)

**Lực dọc  $N_z$**   
(Normal force)

Lực dọc  $N_z$  tác dụng vuông góc với mặt cắt ngang. Có chiều dương nếu tạo ra lực kéo.  
(Normal force  $N_z$  acts perpendicular to the cross section. It is positive if it creates tension)

**Lực cắt  $Q_x, Q_y$**   
(Shear force)

Lực cắt  $Q_x, Q_y$  tiếp xúc với mặt cắt ngang. Một lực cắt dương sẽ gây ra cho đoạn dầm nó tác dụng quay thuận chiều kim đồng hồ.  
(Shear forces  $Q_x, Q_y$  are tangent to the cross section. A positive shear force will cause the beam segment on which it acts to rotate clockwise)

**Mômen xoắn  $M_z$**   
(Torsional moment)

Mômen xoắn  $M_z$  quay quanh trục  $z$  và có chiều dương nếu tác dụng quay thuận chiều kim đồng hồ khi nhìn vào mặt cắt ngang.  
(Torsional moment  $M_z$  rotates about axis  $z$  and it is positive if it acts to rotate clockwise when looking at the cross section)

1.1. Internal force:

Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

3

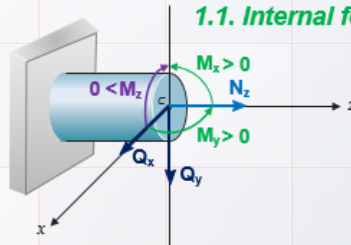


# 1. KHÁI NIỆM VỀ NỘI LỰC VÀ ỨNG SUẤT

## 1.1. Nội lực

Trong mặt phẳng zoy, các thành phần nội lực là: Lực dọc  $N_z$ , lực cắt  $Q_y$  và mômen  $M_x$   
 (In plane zoy, the component internal forces are: Normal force  $N_z$ , shear force  $Q_y$  and bending moment  $M_x$ )

## 1.1. Internal force:



Xác định các thành phần nội lực:  $N_z$ ,  $Q_y$  và  $M_x$   
 (Determine component internal forces:  $N_z$ ,  $Q_y$  and  $M_x$ )

$$\begin{aligned} \sum Z = 0 &\Leftrightarrow N_z = ? \\ \sum Y = 0 &\Leftrightarrow Q_y = ? \\ \sum M_{\text{điểm}} = 0 &\Leftrightarrow M_x = ? \end{aligned}$$

Nội lực bên trái và bên phải điểm khác nhau khi điểm chịu tác dụng của lực tập trung hoặc mômen tập trung

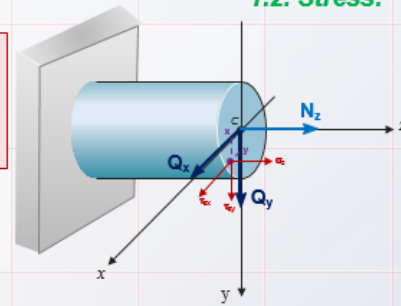


# 1. KHÁI NIỆM VỀ NỘI LỰC VÀ ỨNG SUẤT

## 1.2. Ứng suất

Ứng suất thực chất là lực tác dụng lên một phân tử vật liệu.  
 (Stress is actually a force acting on material particle)

## 1.2. Stress:



Nội lực là hợp của các ứng suất.  
 (Internal forces are the resultant forces of the stresses)

### Ứng suất pháp $\sigma_z$ (Normal stress)

1, Vuông góc với mặt cắt ngang khảo sát.  
 (Being perpendicular the considered cross section)

2, Có chiều dương hướng ra mặt cắt ngang khảo sát.  
 (It is positive if it goes out the considered cross section)

### Ứng suất tiếp $\tau_{zx}$ và $\tau_{zy}$ (Normal stress)

1, Tiếp tuyến với mặt cắt ngang khảo sát.  
 (Being tangent to the considered cross section)

2, Có chiều dương trùng với chiều của pháp tuyến khi quay 1 góc  $90^\circ$  thuận chiều kim đồng hồ.  
 (It is positive if it's direction coincides with the normal direction rotating clockwise with an angle  $90^\circ$ )



# 1. KHÁI NIỆM VỀ NỘI LỰC VÀ ỨNG SUẤT

## 1.3. Mối quan hệ giữa nội lực và ứng suất

Mômen xoắn là tổng các mô men của các ứng suất tiếp đối với trục z.  
(Torsional moment is the sum of the moments caused by shearing stresses about axis z)

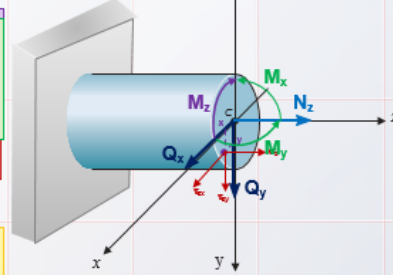
$$M_z = \int_A (x \cdot \tau_{zx} - y \cdot \tau_{zy}) \cdot dA$$

Lực cắt là tổng ứng suất tiếp cùng phương.  
(Shear force is the sum of the shearing stresses having the same direction)

$$Q_x = \int_A \tau_{zx} \cdot dA \quad Q_y = \int_A \tau_{zy} \cdot dA$$

Mômen uốn là tổng các mômen gây ra bởi các ứng suất đối với trục x hoặc y.  
(Bending moment is the sum of moments caused by stresses about axis x or y)

## 1.3. The relationship between internal forces and stresses:



$$Q_x = \int_A \tau_{zx} \cdot dA \quad Q_y = \int_A \tau_{zy} \cdot dA$$

$$M_x = \int_A y \cdot \sigma_z \cdot dA$$

$$M_y = \int_A x \cdot \sigma_z \cdot dA$$



# 2. BIỂU ĐỒ NỘI LỰC PHƯƠNG PHÁP MẶT CẮT BIẾN THIÊN

## 2.1. Biểu đồ nội lực (BDNL)

BDNL là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của các nội lực theo vị trí của các mặt cắt ngang.

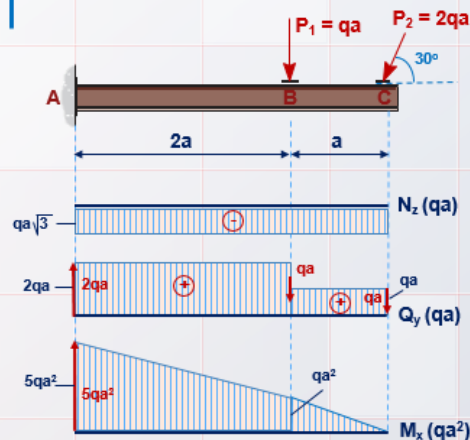
Cho biết sự thay đổi của các nội lực tại mỗi điểm theo trục của dầm.  
(Showing the variation of the internal forces acting at each point along the axis of the beam.)

Xác định nội lực tác dụng tại vị trí bất kỳ trên dầm khảo sát.  
(Determining the internal forces acting at any position on the considered beam.)

Xác định nội lực tác dụng tại vị trí bất lợi nhất trên dầm khảo sát.  
(Determining the internal forces acting at the most disadvantage position on the considered beam.)

## 2.1. The internal Diagram:

The internal Diagram are chart shows the variation of the internal forces on the location of the cross section.

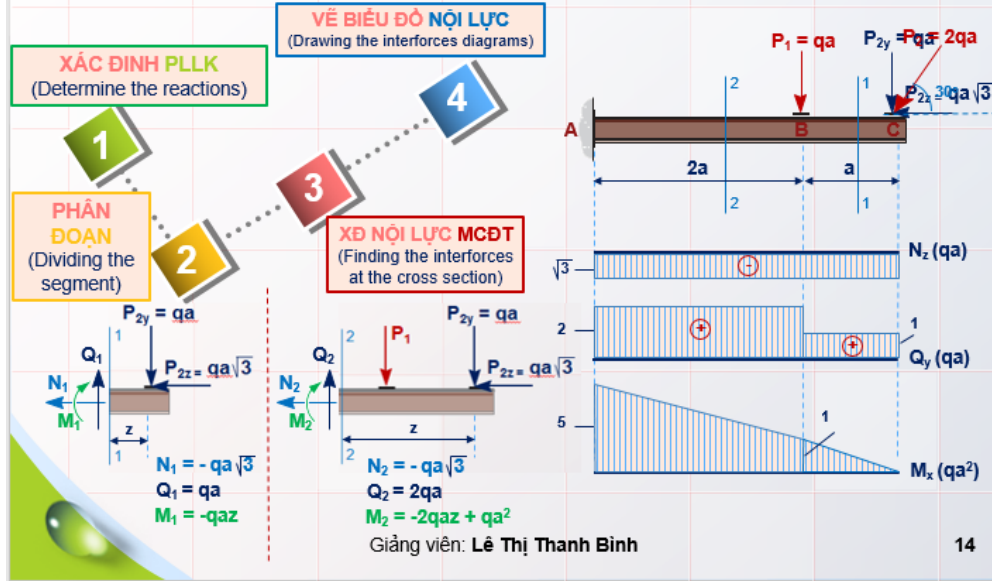


## 2. BIỂU ĐỒ NỘI LỰC

### PHƯƠNG PHÁP MẶT CẮT BIẾN THIÊN

#### 2.1. Biểu đồ nội lực (BĐNL)

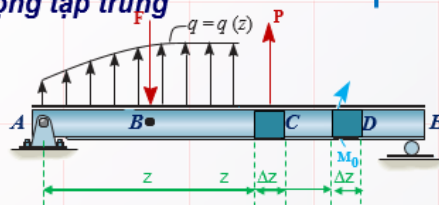
#### 2.1. The internal Diagram:



## 3. QUAN HỆ LỰC CẮT, MÔMEN VÀ TẢI TRỌNG

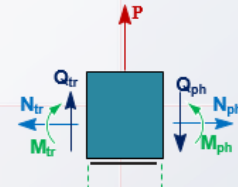
#### 3.1. Quan hệ lực cắt, mômen và tải trọng tập trung

#### 3.1. Relations between Concentrated Load, Shear, and Moment

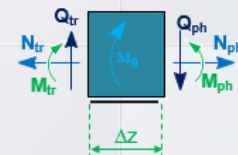


1. Tại vị trí có lực tập trung, biểu đồ lực cắt có bước nhảy. Trị số bước nhảy bằng trị số lực tập trung. Chiều bước nhảy theo chiều lực tập trung nếu xét từ trái sang phải.  
(At the position having concentrated load, shear diagram has a "jump". The value of the "jump" equal to the value of load. Direction of the "jump" is same the concentrated load if the considering is from right to left.)

2. Tại vị trí có mômen, biểu đồ mômen tập trung có bước nhảy. Trị số bước nhảy bằng trị số mômen tập trung. Chiều bước nhảy theo chiều mômen nếu xét từ trái sang phải.  
(At the position having moment, moment diagram has a "jump". The value of the "jump" equal to the value of moment. Direction of the "jump" is same the moment if the considering is from right to left.)



$$P = Q_{ph} - Q_{tr}$$



$$M_0 = M_{ph} - M_{tr}$$

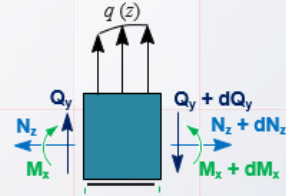
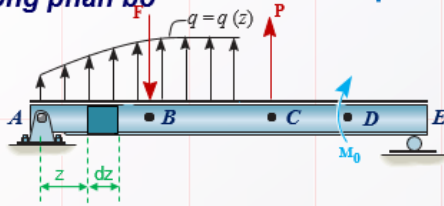
Giảng viên: Lê Thị Thanh Bình

17

# 3. QUAN HỆ LỰC CẮT, MÔMEN VÀ TẢI TRỌNG

3.2. Quan hệ lực cắt, mômen và tải trọng phân bố

3.2. Relations between Distributed Load, Shear, and Moment



$$\sum Y = 0 \Leftrightarrow q(z) = \frac{dQ_y}{dz}$$

$$\sum M_{2-2} = 0 \Leftrightarrow Q_y = \frac{dM_x}{dz}$$

$$q(z) = \frac{d^2M_x}{dz^2}$$

Lực cắt tại vị trí có giá trị  $q(z) = 0$  là lớn nhất.  
(The shear force is at position where has value  $q(z) = 0$  is the maximum.)

$$Q_B - Q_A = S_q^{AB}$$

Mômen tại vị trí có giá trị  $Q_y = 0$  là lớn nhất.  
(The moment is at position where has value  $Q_y = 0$  is the maximum.)

$$M_B - M_A = S_Q^{AB}$$

Đạo hàm bậc 2 của mômen uốn bằng cường độ lực phân bố.  
(The second derivative of the bending moment is equal to intensity of distributed load.)

# 4. PHƯƠNG PHÁP VẼ NHANH BIỂU ĐỒ NỘI LỰC

**Nhận xét 1:**

Căn cứ vào sự xuất hiện của lực phân bố đều xác định dạng của biểu đồ lực cắt và biểu đồ mômen:

- Dạng biểu đồ lực cắt  $Q_y$  lớn hơn dạng của lực phân bố  $q$  một bậc (Khi  $q = 0$ ,  $Q_y$  đạt cực trị).
- Dạng biểu đồ mômen uốn  $M_x$  lớn hơn dạng của lực phân bố  $Q_y$  hai bậc (Khi  $Q_y = 0$ ,  $M_x$  đạt cực trị).

$$q(z) = \frac{dQ_y}{dz} = \frac{d^2M_x}{dz^2}$$

**Nhận xét 2:** Tại vị trí có lực tập trung, biểu đồ lực cắt  $Q_y$  có bước nhảy.

$$+ \uparrow P = Q_{ph} - Q_{tr}$$

**Nhận xét 3:** Tại vị trí có mômen tập trung, biểu đồ mômen  $M_x$  có bước nhảy.

$$+ \curvearrowright M_0 = M_{ph} - M_{tr}$$

**Nhận xét 4:** Hiệu lực cắt của điểm cuối và đầu đoạn bằng diện tích lực phân bố đều trong đoạn.

$$Q_B - Q_A = S_{q|}$$

**Nhận xét 5:** Hiệu mômen của điểm cuối và đầu đoạn bằng diện tích biểu đồ lực cắt trong đoạn.

$$M_B - M_A = S_Q^{AB}$$



# 4. PHƯƠNG PHÁP VẼ NHANH

## BIỂU ĐỒ NỘI LỰC

### 4.1. Phương pháp vẽ từng điểm:

**Liệt kê các điểm tính nội lực**  
(Listing the points calculated internal forces)

**VẼ BIỂU ĐỒ NỘI LỰC**  
(Drawing the interforces diagrams)



**Tính các điểm đã biết 1 giá trị nội lực**  
(Calculate the points knowing one internal force)

Biểu đồ  $Q_y$ : Nhận xét 2

$$+ P = Q_{ph} - Q_{tr}$$

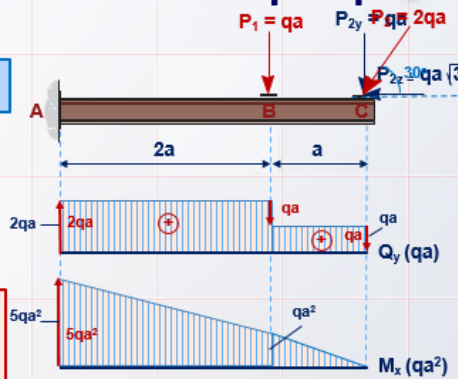
Biểu đồ  $M_x$ : Nhận xét 3

$$+ M_0 = M_{ph} - M_{tr}$$

**Tính các điểm chưa biết giá trị nội lực nào**  
(Calculate the points unknown any internal force)

**Dùng phương pháp mặt cắt để xác định 1 giá trị nội lực.**

**Tìm giá trị nội lực còn lại theo bước 2.**



**Dạng biểu đồ lực cắt  $Q_y$  lớn hơn dạng của lực phân bố  $q$  một bậc (Khi  $q = 0$ ,  $Q_y$  đạt cực trị).**

**Dạng biểu đồ mômen uốn  $M_x$  lớn hơn dạng của lực phân bố  $Q_y$  hai bậc (Khi  $Q_y = 0$ ,  $M_x$  đạt cực trị).**



# 4. PHƯƠNG PHÁP VẼ NHANH

## BIỂU ĐỒ NỘI LỰC

### 4.2. Phương pháp cộng tác dụng:

Một đại lượng do nhiều nguyên nhân đồng thời gây ra sẽ bằng tổng đại lượng đó do từng nguyên nhân gây ra riêng lẻ

