

## TÍNH TOÁN TƯỜNG TRONG ĐẤT

Bài viết này trình bày những điều cơ bản về các kiến thức phục vụ cho việc tính toán tường trong đất

### I. Tổng quan và lựa chọn phương pháp tính tường trong đất

Hiện nay có rất nhiều phương pháp đưa ra để tính toán tường trong đất có các thanh neo như:

- Phương pháp Sachipana (Nhật bản);
- Phương pháp Đàn hồi có xét đến ma sát giữa đất và tường chắn (Quy phạm thiết kế móng công trình xây dựng của Nhật bản);
- Phương pháp có xét đến ảnh hưởng của lực trực thanh chống ở các tầng thanh chống theo tiến triển của việc đào đất;
- Phương pháp Số giả;
- Phương pháp phân tử hữu hạn ( trên nền đàn hồi, PTHH trên bản móng đàn hồi, PTHH có xét quan hệ của đất với tường chắn);
- Phương pháp B.N.Giêmoskin cho phép tính toán có xét đến liên kết một phía của kết cấu với nền;
- Phương pháp của Blium-Lomeier xem áp lực đất phía trước tường là phân bố đều, độ cứng cứng của nó phân bố phía dưới...

Để thuận lợi và đơn giản trong việc xác định áp lực lên tường chắn ta dùng phương pháp Sachipana gần đúng của Nhật Bản, với phương pháp này tính Lực trực thanh chống và Mômen thân tường không biến đổi theo quá trình đào đất.

Một số giả định đưa ra để tính toán như sau:

+ Trong đất có tính dính, thân tường được xem là đàn hồi dài vô hạn.

+ Phản lực chống hướng ngang của đất bên dưới mặt đào chia làm hai vùng: Vùng dẻo đạt tới áp lực đất bị động có độ cao  $l$ ; Vùng đàn hồi có quan hệ đường thẳng với biến dạng của thân tường.

+ Sau khi lắp đặt tầng chống thì xem chống như bất động.

+ Sau khi lắp đặt tầng chống dưới thì xem trị số lực trực của tầng chống trên không thay đổi, còn thân tường từ dưới lên vẫn duy trì ở vị trí như cũ.

Phương pháp giải gần đúng chỉ dùng hai phương trình cân bằng tĩnh:

$$\sum Y = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum Y = - \sum_1^{k-1} N_i - N_k - v \cdot x_m - \frac{1}{2} W x_m^2 + \frac{1}{2} \eta \cdot h_{0k}^2 + \eta \cdot h_{0k} x_m - \frac{1}{2} (\beta \cdot h_{0k} - \alpha \cdot x_m) x_m = 0$$

$$\text{Với } \beta = \eta - \alpha$$

Suy ra:

$$N_k = \eta \cdot h_{0k} \cdot x_m + \eta \cdot h_{0k}^2 / 2 - W \cdot x_m^2 / 2 - v \cdot x_m - \sum_1^{k-1} N_i - \beta \cdot h_{0k} \cdot x_m / 2 + \alpha \cdot x_m^2 / 2 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sum M_A = \sum_1^{k-1} N_i (h_{ik} + x_m) + N_k (h_{kk} + x_m) + \frac{1}{2} v \cdot x_m^2 + \frac{1}{6} W x_m^3 - \frac{1}{2} \eta \cdot h_{0k}^2 \left( \frac{h_{0k}}{3} + x_m \right) \\ - \eta \cdot h_{0k} \cdot x_m \cdot \frac{x_m}{2} + \frac{1}{2} (\beta \cdot h_{0k} - \alpha \cdot x_m) \cdot \frac{x_m^2}{3} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được:

$$\begin{aligned} (W - \alpha) x_m^3 / 3 - (\eta \cdot h_{0k} / 2 - v / 2 - W \cdot h_{kk} / 2 + \alpha \cdot h_{kk} / 2 - \beta \cdot h_{0k} / 3) x_m^2 - \\ - (\eta \cdot h_{0k} - v - \beta \cdot h_{0k} / 2) \cdot h_{kk} \cdot x_m - \left[ \sum_1^{k-1} N_i \cdot h_{ik} - h_{kk} \cdot \sum_1^{k-1} N_i + \eta \cdot h_{0k}^2 (h_{kk} - h_{0k} / 3) / 2 \right] = 0 \quad (2a) \end{aligned}$$

Với:  $\eta$  - áp lực tĩnh chủ động tác dụng lên trên mỗi mét dài tường (theo chiều cao tường).

$\alpha$  - áp lực tĩnh của đất tác dụng lên trên mỗi mét dài theo chiều cao tường.

w - áp lực nước.

wx + v - trị số áp lực đất phía bị động

$x_m$  - chiều sâu tường trong đất tối thiểu trong từng giai đoạn đào đất.

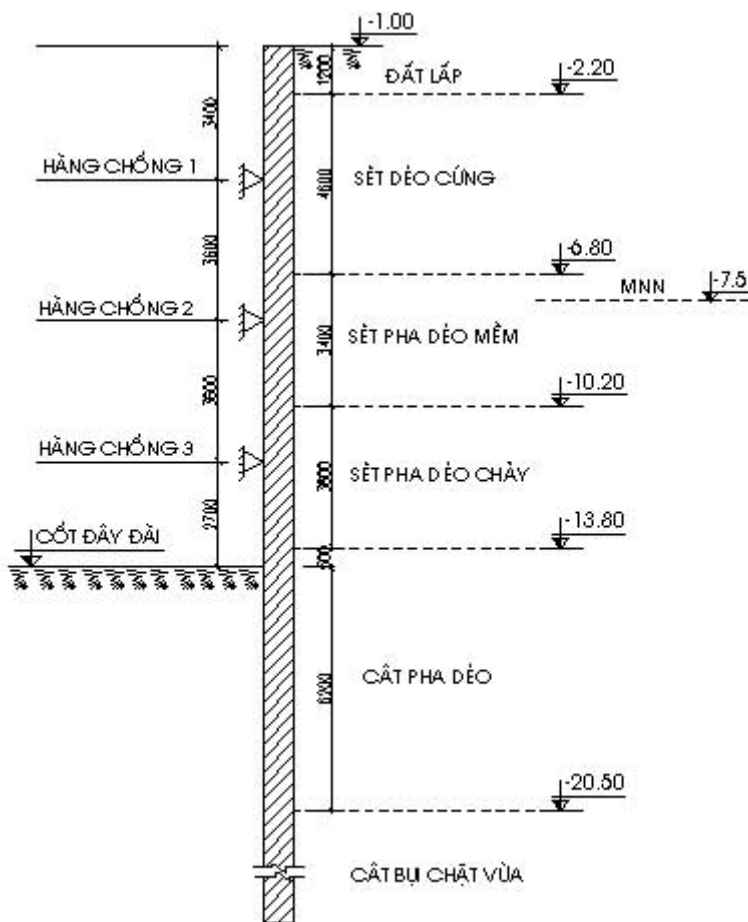
Tường được cắm vào các lớp đất như sau:

- Lớp đất lấp: có chiều dày 1,2 m
- Lớp Sét dẻo cứng: có chiều dày 4,6 m và  $\gamma = 18,2 \text{ kN/m}^3$ ,  $c = 19$ ,  $\varphi = 13^\circ$
- Lớp Sét pha dẻo mềm: có chiều dày 3,4 m và  $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$ ,  $c = 5$ ,  $\varphi = 11^\circ$
- Lớp Sét pha dẻo chảy: có chiều dày 3,6 m và  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ,  $c = 10$ ,  $\varphi = 16^\circ$
- Lớp Cát pha dẻo: có chiều dày 6,7 m và  $\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$ ,  $c = 25$ ,  $\varphi = 18^\circ$
- Lớp Cát bụi chặt vừa: có  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 30^\circ$

## II. Xác định sơ đồ tính của tường trong đất:

Sơ đồ tính toán tường trong đất được thể hiện từ quá trình thi công sau:

- Đào đất đến độ sâu - 3,4 m (kể từ mặt đất) thì ta đặt một đợt cây chống thứ nhất (tổng quát thì cây chống ở đây có thể là neo, sàn tầng hầm bê tông cốt thép hoặc hệ các thanh chống bằng thép hình).
- Đào đất đến độ sâu - 7m thì đặt tiếp đợt cây chống thứ hai.
- Đào đất đến độ sâu -10,6m thì đặt tiếp đợt cây chống thứ ba.
- Và tiếp tục đào đất đến độ sâu đáy đài – 13m – kết thúc quá trình đào đất.



Ta thấy rằng: thực tế công trình trên mặt đất xung quanh tường đều được chắt các vật liệu hoặc lán trại xây dựng, và có thể có các phương tiện nhẹ đi lại lên trên mặt đất hồ móng công trình, vì thế đã được chắt một phần tải trọng phân bố đều  $q$ , giả thiết  $q = 1 \text{ T/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$ .

Tường tượng kéo dài lưng tường chắn đến chiều cao  $h$ . Từ đó có thể xác định các trị số áp lực đất theo lý thuyết áp lực đất Rankine, căn cứ vào mực nước ngầm để tính toán áp lực nước, lấy  $1\text{m}$  theo chiều dài thân tường để tính.

## II.1. Tính áp lực của đất và nước lên tường:

### II.1.1. Tính áp lực đất chủ động tác dụng lên tường:

- Ở độ sâu  $Z = 1,2$  m:

$$p_{cd1}^{1,2} = (q + \gamma \cdot h) \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) - 2c \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) \\ = (10 + 17 \times 1,2) \tan^2(45^\circ) = 30,2 \text{ (KN/m}^2\text{)}.$$

- Ở độ sâu  $z = 3,4$  m:

$$p_{cd2}^{3,4} = p_{cd1} + 18,2 * 2,2 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{13}{2}\right) - 2 * 19 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{13}{2}\right) = 25,3 \text{ KN/m}^2$$

- Ở độ sâu  $z = 5,8$  m:

$$p_{cd3}^{5,8} = p_{cd2} + 18,2 * 2,4 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{13}{2}\right) - 2 * 19 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{13}{2}\right) = 22,7 \text{ KN/m}^2$$

- Ở độ sâu  $z = 7,0$  m:

$$p_{cd4}^7 = p_{cd3} + 17,5 * 1,2 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{11}{2}\right) - 2 * 5 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{11}{2}\right) = 28,7 \text{ KN/m}^2$$

- Ở độ sâu  $z = 9,2$  m:

$$p_{cd5}^{9,2} = p_{cd4}^7 + 17,5 * 2,2 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{11}{2}\right) - 2 * 5 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{11}{2}\right) = 46,62 \text{ KN/m}^2$$

- Ở độ sâu  $z = 10,6$  m:

$$p_{cd6}^{10,6} = p_{cd5}^{9,2} + 18,5 * 1,4 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{16}{2}\right) - 2 * 10 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{16}{2}\right) = 46,26 \text{ KN/m}^2$$

- Ở độ sâu  $z = 13,3$  m:

$$p_{cd7}^{13,3} = p_{cd6}^{10,6} + 18,5 * 2,7 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{16}{2}\right) - 2 * 10 \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{16}{2}\right) = 59,55 \text{ KN/m}^2$$

### II.1.2. Tính áp lực nước ngầm:

Trong quá trình thi công, phải luôn đảm bảo mực nước ngầm thấp hơn mặt đất đào là 1m. Do đó sự chênh áp lực nước sẽ được tính như sau:

- **Giai đoạn 1:** đào đến độ sâu - 3,4 m (so với mặt đất) thì mực nước ngầm tự nhiên đang ở độ sâu - 6,5m, đảm bảo điều kiện thi công đặt ra, do đó ở giai đoạn này, áp lực nước ngầm ở hai bên tường là cân bằng nhau.

**Giai đoạn 2:** đào đất đến độ sâu  $-7\text{m}$  (so với mặt đất), hạ thấp mực nước ngầm ở bên trong lòng tường xuống  $1\text{m}$  so với mặt đất thi công, do đó độ chênh lệch mực nước ở độ sâu này

là  $\Delta h = 1,5\text{m}$

- Áp lực nước được tính như sau:

$$p_w = \gamma \Delta h = 10 * 1,5 = 15 \text{KN/m}^2$$

**Giai đoạn 3:** đào đất đến độ sâu  $-13,3\text{m}$  (so với mặt đất), hạ thấp mực nước ngầm ở bên trong lòng tường xuống  $1\text{m}$  so với mặt đất thi công, do đó độ chênh lệch mực nước ở độ sâu này là  $\Delta h = 7,8\text{m}$

Áp lực nước được tính như sau:

$$p_w = \gamma \Delta h = 10 * 7,8 = 78 \text{KN/m}^2$$

### II.1.3. Tính áp lực đất bị động

- Ở độ sâu  $-7\text{m}$ .

$$\begin{aligned} P_p &= \gamma \cdot x \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \\ &= 17,5 * x * \tan^2\left(45^\circ + \frac{11^\circ}{2}\right) + 2 * 5 \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{11^\circ}{2}\right) \\ &= 25,75 \cdot x + 12,131. \end{aligned}$$

Vậy có,  $w_7 = 25,75$  và  $v_7 = 12,131$

### III. Xác định độ sâu chôn tường, lực dọc thanh chống và mômen thân tường.

Khi xác định chiều sâu tường trong đất ngoài việc tường làm việc một cách bình thường cần chú ý đến việc hạ sâu thêm để ngăn nước. Trị số phần chôn sâu thêm được lấy như sau:

Trong đá chặt:  $0,5 - 1\text{m}$ , trong đá biến chất và trong sét chặt:  $0,75 - 1,5\text{m}$ , trong á sét dẻo và sét dẻo:  $1,5 - 2\text{m}$ . Với công trình này, đào đất đến cốt  $-13,3\text{m}$  (lớp cát pha dẻo) nên ta chọn độ chôn thêm là  $x_m$ .

**Giai đoạn I.** Đào đất đến độ sâu  $-3,4\text{m}$  (tính từ mặt đất) và đặt hàng thanh chống thứ nhất.

Sau khi đào đất đến độ sâu  $-3,4\text{m}$  (so với mặt đất), ta tiến hành đặt hàng chống thứ nhất. Gọi là lực dọc trong thanh chống thứ nhất. Tại thời điểm này, áp lực đất chủ động tác dụng lên tường còn bé, nên coi .

Mômen uốn thân tường tại độ sâu này là :

Tiếp tục đào đất thì áp lực đất chủ động tăng dần và áp lực đất bị động giảm dần, do đó xuất hiện lực nén trong hàng thanh chống này.

**Giai đoạn II.** Đào đất đến độ sâu -7m (tính từ mặt đất) và đặt hàng thanh chống thứ hai.

Tại giai đoạn này, gọi lực dọc trong hàng chống thứ nhất là

Số thanh chống  $k = 1$ ,  $h_{ok} = 7m$ ,  $h_{kk} = h_{1k} = 3,6m$ ,  $N_k =$  . Dùng công thức (2a) tìm  $x_m$ :

$$\frac{1}{3}(W - \alpha)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok} - \frac{1}{2}v - \frac{1}{2}W \cdot h_{kk} + \frac{1}{2}\alpha \cdot h_{kk} - \frac{1}{3}\beta \cdot h_{ok}\right)x_m^2 - \left(\eta \cdot h_{ok} - v - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok}\right) \cdot h_{kk} \cdot x_m - \left[\sum_1^{k-1} N_i \cdot h_{ik} - h_{kk} \cdot \sum_1^{k-1} N_i + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 \left(h_{kk} - \frac{1}{3}h_{ok}\right)\right] = 0$$

Xác định các hệ số  $\eta, \alpha, \beta$  :

$$P_s = p_{ct}^7 + p_s = 28,7 + 15 = 43,7 \text{ KN/m}^2$$

$$\eta = \frac{P_s}{h_1} = \frac{43,7}{7} = 6,25 ; \alpha = \frac{P_{ct}^7}{h_1} = \frac{28,7}{7} = 4,1 ; \beta = \eta - \alpha = 6,25 - 4,1 = 2,15$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3}(25,75 - 4,1)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}6,25 \cdot 7 - \frac{1}{2}12,131 - \frac{1}{2}25,75 \cdot 3,6 - \frac{1}{3}2,15 \cdot 7\right)x_m^2 - \left(6,25 \cdot 7 - 12,131 - \frac{1}{2}2,15 \cdot 7\right) \cdot 3,6x_m - \left[\frac{1}{2}6,25 \cdot 7^2 \cdot \left(3,6 - \frac{1}{3}7\right)\right] = 0$$

$$\Leftrightarrow 7,22x_m^3 + 35,55x_m^2 - 86,74x_m - 194 = 0$$

$$\Leftrightarrow x_m^3 + 4,93x_m^2 - 12x_m - 26,87 = 0$$

Giải bằng phương pháp thử dần, ta được:  $x_{m1} = 2,8 \text{ m}$

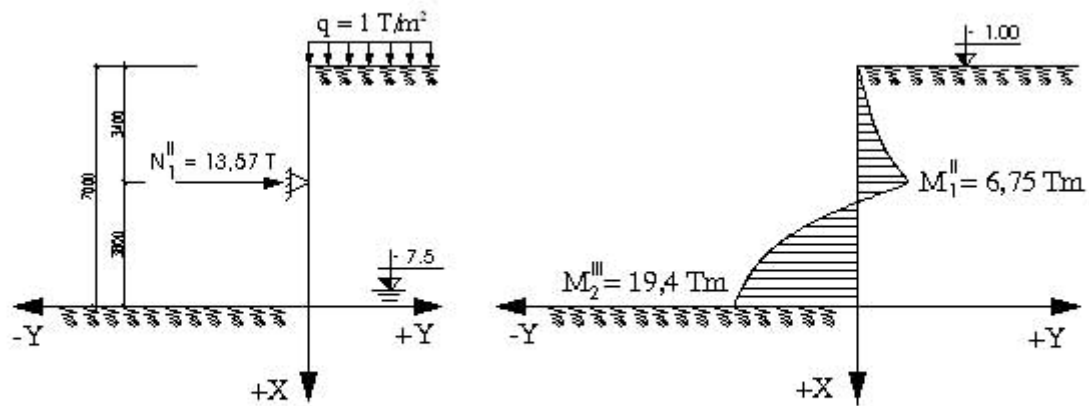
Dùng công thức (1) tìm lực trục thanh chống thứ hai  $N_2^H$ :

$$N_k = \eta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 - \frac{1}{2}W \cdot x_m^2 - v \cdot x_m - \sum_1^{k-1} N_i - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\alpha x_m^2 \quad (1)$$

$$N_1^H = 6,25 \cdot 7 \cdot 2,8 + \frac{1}{2}6,25 \cdot 7^2 - \frac{1}{2}25,75 \cdot 2,8^2 - 12,131 \cdot 2,8$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 2,15 \cdot 7 \cdot 2,8 + \frac{1}{2}4,1 \cdot 2,8^2 = 135,7 \text{ kN} = 13,57 \text{ tấn}$$

$\Rightarrow$  Mômen uốn thân tường tạo độ sâu -7m là :  $M_2^H = 19,4 \text{ Tm}$ .



Giá trị lực dọc tại hàng neo 1

Biểu đồ mômen của tường Barét

*Biểu đồ nội lực thanh chống và thân tường tại giai đoạn thi công II*

**Giai đoạn III.** Đào đất đến độ sâu  $-10,6\text{m}$  (tính từ mặt đất) và đạt hàng chống thứ ba.

Với  $k = 2$ ;  $N_k = N_1^{\text{II}} = 135,7 \text{ kN}$ ;  $h_{ok} = 10,6 \text{ m}$ ,  $h_{1k} = 7,2 \text{ m}$ ;

$h_{kk} = h_{2k} = 3,6 \text{ m}$ ;  $N_k = N_2^{\text{III}}$ ;  $w$ ;  $v$ ;  $\eta$ ;  $\beta$ ;  $\alpha$ . Dùng công thức (2a) tìm  $x_m$ :

$$\begin{aligned} & \frac{1}{3}(W - \alpha)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok} - \frac{1}{2}v - \frac{1}{2}W \cdot h_{kk} + \frac{1}{2}x \cdot h_{kk} - \frac{1}{3}\beta \cdot h_{ok}\right)x_m^2 - \\ & - (\eta \cdot h_{ok} - v - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok}) \cdot h_{kk} \cdot x_m - \left[\sum_1^{k-1} N_j \cdot h_{jk} - h_{jk} \cdot \sum_1^{k-1} N_j + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 (h_{kk} - \frac{1}{3}h_{ok})\right] = 0 \\ \Rightarrow & \frac{1}{3}(25,75 - 4,1)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}6,25 \cdot 10,6 - \frac{1}{2}12,131 - \frac{1}{2}25,75 \cdot 3,6 - \frac{1}{3}2,15 \cdot 10,6\right)x_m^2 - \\ & - (6,25 \cdot 10,6 - 12,131 - \frac{1}{2}2,15 \cdot 10,6) \cdot 3,6 \cdot x_m - \\ & - [135,7 \cdot 7,2 - 135,7 \cdot 3,6 + \frac{1}{2}6,25 \cdot 10,6^2 \cdot (3,6 - \frac{1}{3}10,6)] = 0 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow 7,22x_m^3 + 26,89x_m^2 - 153,8x_m - 513,2 = 0$$

$$\Leftrightarrow x_m^3 + 3,72x_m^2 - 21,3x_m - 71,1 = 0$$

Giải bằng phương pháp thử dần, ta được:  $x_{m2} = 4,5 \text{ m}$

Dùng công thức (1) tìm lực trực thanh chống  $N_2^{\text{III}}$ :

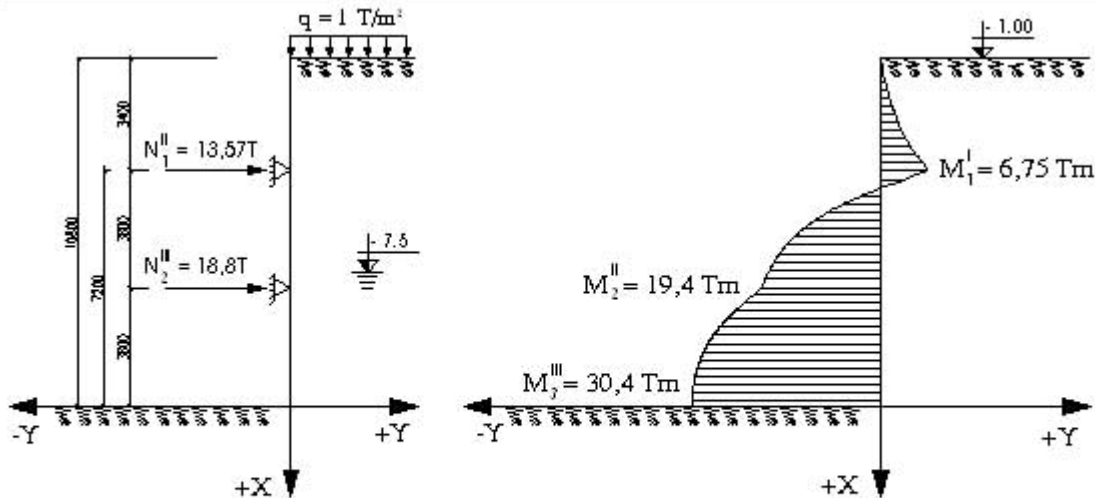
$$N_k = \eta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 - \frac{1}{2}W \cdot x_m^2 - v \cdot x_m - \sum_1^{k-1} N_j - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\alpha \cdot x_m^2 \quad (1)$$

$$\Rightarrow N_2^{\text{III}} = 6,25 \cdot 10,6 \cdot 4,5 + \frac{1}{2}6,25 \cdot 10,6^2 - \frac{1}{2}25,75 \cdot 4,5^2 - 12,131 \cdot 4,5 -$$

$$- 135,7 - \frac{1}{2} \cdot 2,15 \cdot 10,6 \cdot 4,5 + \frac{1}{2}4,1 \cdot 4,5^2 = 188,8 \text{ kN} = 18,85 \text{ tấn}$$

$\Rightarrow$  Mômen uốn thân tường tại độ sâu  $-10,6\text{m}$  là:  $M_3^{\text{III}} = -30,4T$ .





Giá trị lực dọc tại các hàng neo

Biểu đồ mômen của tường Barét

Biểu đồ nội lực thanh chống và thân tường tại giai đoạn thi công III

**Giai đoạn IV.** Đào đất đến độ sâu  $-13,3\text{m}$  (tính từ mặt đất) - kết thúc quá trình đào đất.

Với  $k = 3$ ;  $N_k = N_1^{\text{II}} = 135,7 \text{ kN}$ ;  $N_k = N_2^{\text{II}} = 188,8 \text{ kN}$ ;  $h_{ok} = 13,3 \text{ m}$ ,

$h_{1k} = 9,9 \text{ m}$ ;  $h_{2k} = 6,3 \text{ m}$ ;  $h_{kk} = 2,7 \text{ m}$ ;  $N_k = N_3^{\text{III}}$ ;  $w$ ;  $v$ ;  $\eta$ ;  $\beta$ ;  $\alpha$ .

Dùng công thức (2a) tìm  $x_m$ :

$$\begin{aligned} & \frac{1}{3}(W - \alpha)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok} - \frac{1}{2}v - \frac{1}{2}W \cdot h_{kk} + \frac{1}{2}x \cdot h_{kk} - \frac{1}{3}\beta \cdot h_{ok}\right)x_m^2 - \\ & - (\eta \cdot h_{ok} - v - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok}) \cdot h_{kk} \cdot x_m - \left[\sum_1^{i-1} N_i \cdot h_{ik} - h_{ik} \cdot \sum_1^{i-1} N_i + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 (h_{kk} - \frac{1}{3}h_{ok})\right] = 0 \\ \Rightarrow & \frac{1}{3}(25,75 - 4,1)x_m^3 - \left(\frac{1}{2}6,25 \cdot 13,3 - \frac{1}{2}12,131 - \frac{1}{2}25,75 \cdot 2,7 - \frac{1}{3}2,15 \cdot 13,3\right)x_m^2 - \\ & - (6,25 \cdot 13,3 - 12,131 - \frac{1}{2}2,15 \cdot 13,3) \cdot 2,7 \cdot x_m - \\ & - [(135,7 \cdot 9,9 + 188,8 \cdot 6,3) - (135,7 + 188,8) \cdot 2,7 + \\ & + \frac{1}{2}6,25 \cdot 13,3^2 \cdot (2,7 - \frac{1}{3}13,3)] = 0 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow 7,22x_m^3 + 8,79x_m^2 - 153,1x_m - 701 = 0$$

$$\Leftrightarrow x_m^3 + 1,22x_m^2 - 21,2x_m - 97,1 = 0$$

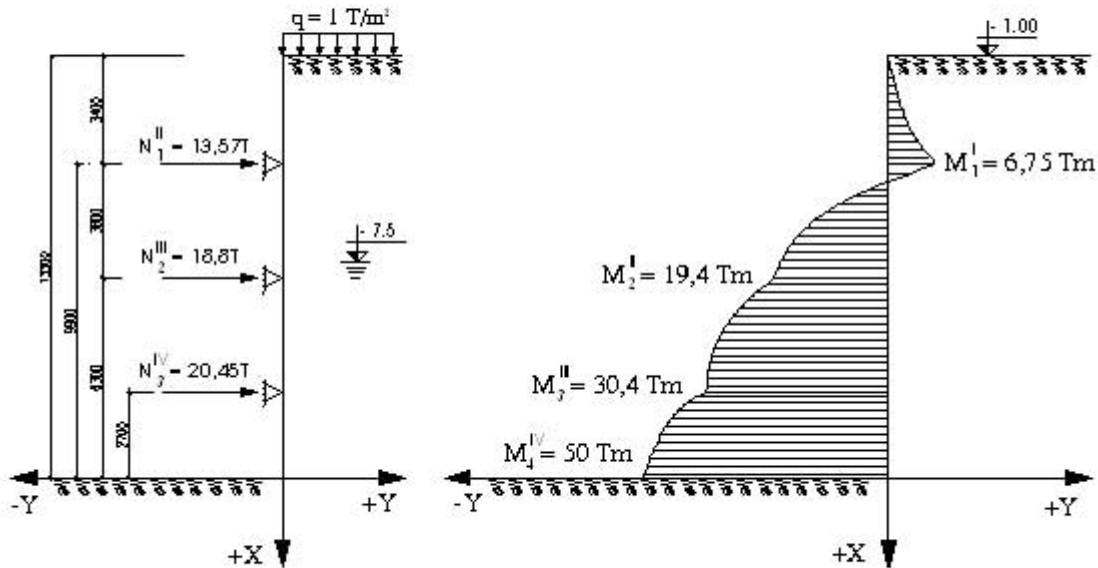
Giải bằng phương pháp thử dần, ta được:  $x_{m2} = 5,64 \text{ m}$

Dùng công thức (1) tìm lực trục thanh chống  $N_3^{\text{III}}$ :

$$N_k = \eta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\eta \cdot h_{ok}^2 - \frac{1}{2}W \cdot x_m^2 - v \cdot x_m - \sum_1^{i-1} N_i - \frac{1}{2}\beta \cdot h_{ok} \cdot x_m + \frac{1}{2}\alpha \cdot x_m^2 \quad (1)$$

$$\Rightarrow N_2^{IV} = 6,25 \cdot 13,3 \cdot 5,64 + \frac{1}{2} \cdot 6,25 \cdot 13,3^2 - \frac{1}{2} \cdot 25,75 \cdot 5,64^2 - 12,131 \cdot 5,64 - 135,7 - \frac{1}{2} \cdot 2,15 \cdot 13,3 \cdot 5,64 + \frac{1}{2} \cdot 4,1 \cdot 5,64^2 = 204,5 \text{ kN} = 20,45 \text{ tấn}$$

$\Rightarrow$  Mômen uốn thân tường tại độ sâu  $-13,3\text{m}$  là:  $\Rightarrow M_4^{IV} = -50 \text{ Tm}$ .



Giá trị lực dọc tại các hàng neo

Biểu đồ mômen của tường Barét

*Biểu đồ nội lực thanh chống và thân tường tại giai đoạn thi công IV*

Xét thấy, nếu  $x = 5,64\text{m}$  thì chân tường Diaphragm sẽ nằm trong lớp Cát pha dẻo, mà lớp này là lớp yếu, có  $N = 21$ . Nên ta phải kéo dài cho chân tường nằm trong lớp Cát bụi chặt vừa (có  $N = 30$ ) một đoạn là  $2,5\text{m}$ . Các lý do khác cho sự lựa chọn này là:

- Bản thân tường trong đất không chịu tải trọng của công trình, mà chỉ chịu trọng lượng bản thân và một phần tải trọng từ các sàn tầng hầm.
- Tường trong đất không được phép lún, bởi nếu xảy ra lún thì sẽ phá vỡ liên kết giữa nó với sàn tầng hầm dưới cùng, điều này dẫn đến nước ngầm sẽ thấm thấu vào hầm...

Vậy tổng độ dài của tường Diaphragm là:  $H = 22\text{m}$ .

#### IV. Xác định sơ bộ kích thước tiết diện tường Diaphragm:

Các kích thước sơ bộ của tường như sau:

- Chiều dày tường chọn theo cơ sở sau:

+ Theo yêu cầu chống thấm.

+ Từ Mômen trong tường, ta tính được chiều cao làm việc của tường ( $h_0$ ) thông qua công thức:

$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{\frac{M}{R_{bt} b}}$$

Trong bài toán này, chọn  $b = 0,8\text{m}$  (theo chiều cao tường).

+ Căn cứ vào công nghệ và phương tiện thi công thực tế. Thường thi công cạp tường bằng gầu ngọam, có các kích thước gầu: 600, 800, 1000mm.

+ Chọn theo kinh nghiệm.

## V. Kiểm tra ổn định kết cấu chắn giữ:

**Kiểm tra chống trôi đáy hố móng có xét đồng thời cả c và  $\square$  theo công thức sau:**

$$K_L = \frac{\gamma_2 \cdot DN_c + cN_c}{\gamma_1 \cdot H + q} \quad (*)$$

(Công thức kiến nghị của nhà nghiên cứu Uông Bình Giám - Đại học Đồng Tế - Trung Quốc có tham khảo từ công thức xét khả năng chịu lực của nền đất của Prandtl và Terzaghi).

Trong đó:

$K_L \geq 1,2 - 1,3$ , do bỏ qua tác dụng chống trôi lên của cường độ chịu cắt phía sau tường. Với điều kiện đất nền của công trình như đã nêu trong phần I, ta chọn  $K_L = 1,3$  (thiên về an toàn).

D- Độ chôn sâu của thân tường xác định theo công thức chống lật (So sánh với tiêu chuẩn hướng dẫn thực hành về nền móng - Tiêu chuẩn BS 8004:1986 của Anh, Nhà xuất bản Xây Dựng 2002). Như đã tính toán ở trên, có  $D = 8,7\text{m}$

$q = 1\text{T/m}^2$ : Siêu tải đặt trên mặt đất.

$\gamma_1$ : Trị bình quân trọng lượng tự nhiên của các lớp đất phía ngoài hố đào (từ mặt đất đến đáy tường).

$$\gamma_1 = \frac{1,2 \cdot 18 + 18,2 \cdot 4,6 + 17,5 \cdot 3,4 + 18,5 \cdot 3,6 + 19,2 \cdot 6,7 + 19 \cdot 2,5}{1,2 + 4,6 + 3,4 + 3,6 + 6,7 + 2,5} = 18,5 \text{ (kN/m}^3\text{)}.$$

$\gamma_2$  - Trị bình quân trọng lượng tự nhiên của các lớp đất phía trong hố đào (Kể từ mặt đào đến đáy tường).

$$\gamma_2 = \frac{19,2 \cdot 6,2 + 19 \cdot 2,5}{6,2 + 2,5} = 19,15 \text{ (kN/m}^3\text{)}.$$

$N_c$ ,  $N_q$  - hệ số tính toán khả năng chịu lực giới hạn của đất (Xác định theo Terzaghi). Tại đáy hố đào sâu 13,3m (thuộc lớp cát pha dẻo), có  $c = 25$ ,  $\varphi = 18^\circ$ . Vậy các giá trị  $N_q$  và  $N_c$  được xác định như sau:

$$N_q = \frac{1}{2} \left[ \frac{e^{\left(\frac{3}{4}\pi - \frac{\varphi}{2}\right) \tan \varphi}}{\cos\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)} \right]^2 = 5,64$$

$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \varphi} = 14,27$$

Thay vào công thức (\*) ta được:

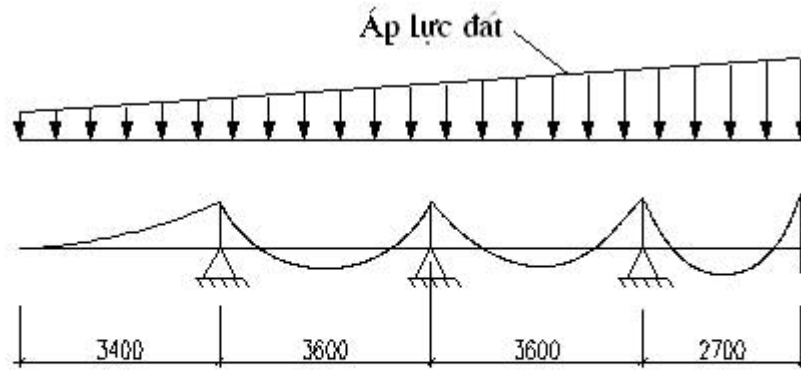
$$K_x = \frac{19,15 \cdot 8,7 \cdot 5,64 + 25 \cdot 14,27}{18,5 \cdot 22 + 10} = 3,1 > 1,3.$$

Vậy hố móng thoả mãn điều kiện chống trôi.

## **VI. Tính toán cốt thép chịu lực cho tường:**

- Xác định cốt thép chịu lực:

Cắt một dải tường Diaphragm có chiều rộng 1m theo chiều dài tường, coi các vị trí neo như các gối tựa. Từ đó, coi dải như dầm đơn giản liên tục gối lên các gối tựa là các vị trí bố trí các hàng chống.



**SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN TƯỜNG DIAPHRAMG**

Công thức tính dầm đơn giản, tính với giá trị mô men lớn nhất:

Chọn bê tông mác 300, có  $R_b = 130 \text{ kg/cm}^2$ .

Chọn thép chịu lực AII, có  $R_s = 2800 \text{ KG/cm}^2$ .

$$+ M = 50 \text{ (T.m)}$$

$$A = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{50 \times 10^5}{130 \times 100 \times 74^2} = 0,07 < A_0 = 0,428.$$

$$\gamma = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2A}) = 0,9636$$

$$F_a = \frac{M}{R_s \gamma h_0} = \frac{50 \cdot 10^5}{2800 \cdot 0,9636 \cdot 74} = 25,04 \text{ cm}^2$$

Chọn Ø32a200, có  $F_a = 40,2 \text{ cm}^2$ , thép được bố trí đối xứng.

$$\mu = \frac{F_a}{bh_0} 100\% = 0,54 \%$$

▪ **Cốt thép ngang chọn theo cấu tạo Ø20a300.**

- Phía trong lồng thép được bố trí các thanh ngang Ø 20 có khoảng cách:

> đường kính ống Tremie.

$A \geq 200 \text{ mm}$ .

$\geq 10D$  chịu lực.

$\leq 1,5B$  – Với B là chiều dày tường

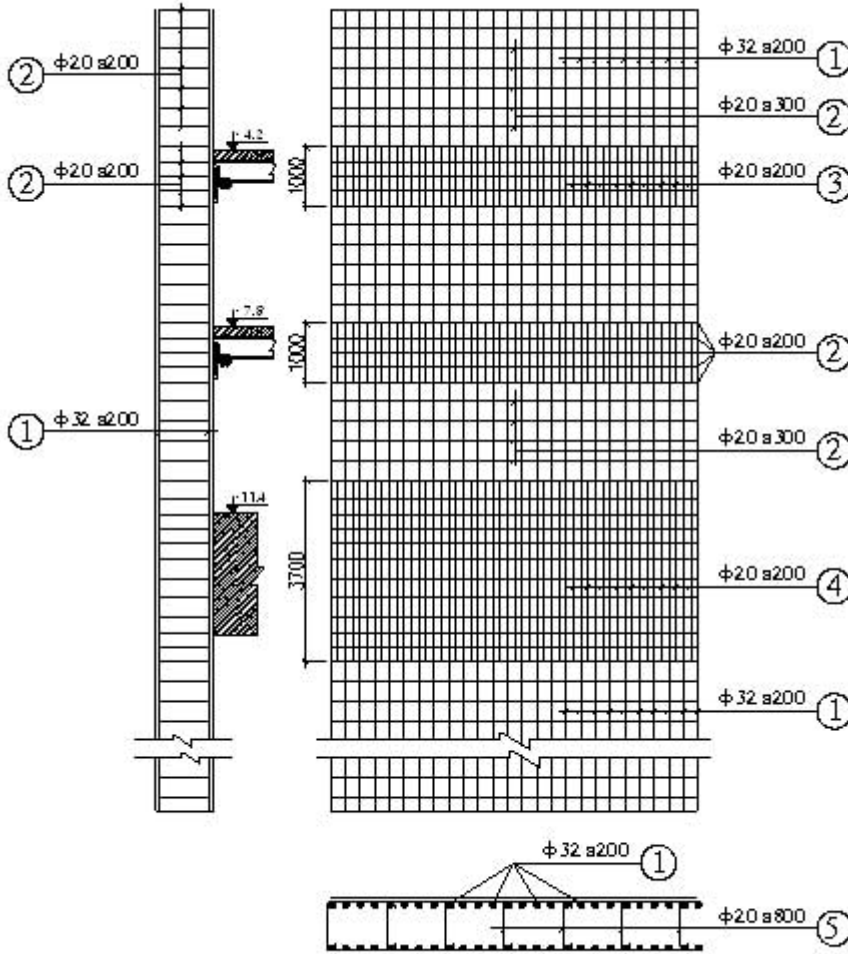
Vậy chọn khoảng cách các thanh thép ngang  $A = 800 \text{ mm}$ .

▪ Tại vị trí cao độ của sàn và vị trí đài móng, ta phải đặt thêm cốt thép chịu lực cắt, cụ thể:

Trong chiều cao 1m vùng cao độ mức sàn và 3,7m tại vị trí đài móng, ta đặt xen kẽ thêm thép  $\phi 20$  vào giữa hai thanh  $\phi 32a200$ .

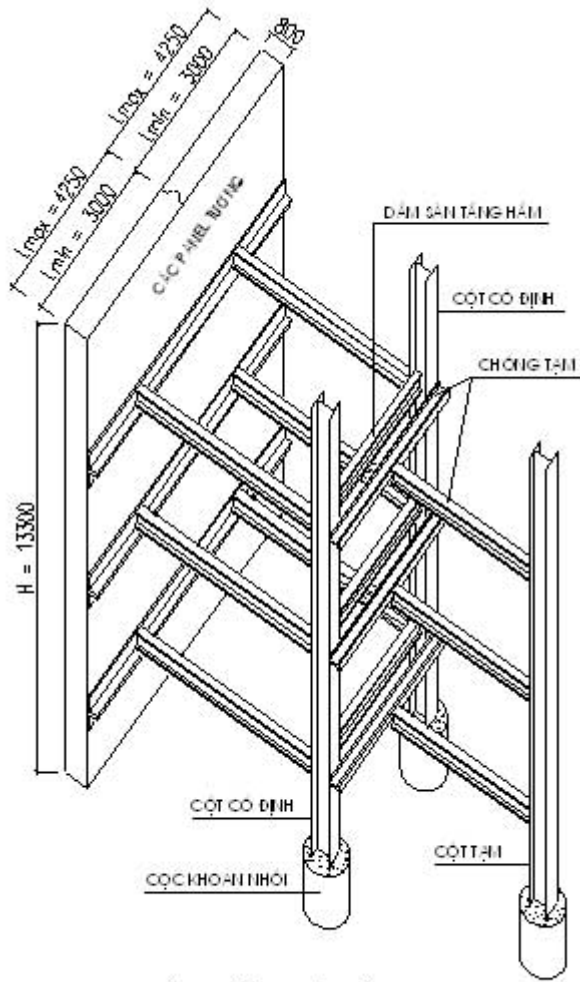
- Trong vùng này, cốt thép ngang được đặt dày hơn,  $\phi 20a200$ .

Hình vẽ bố trí thép trong tường Diaphragm như sau:

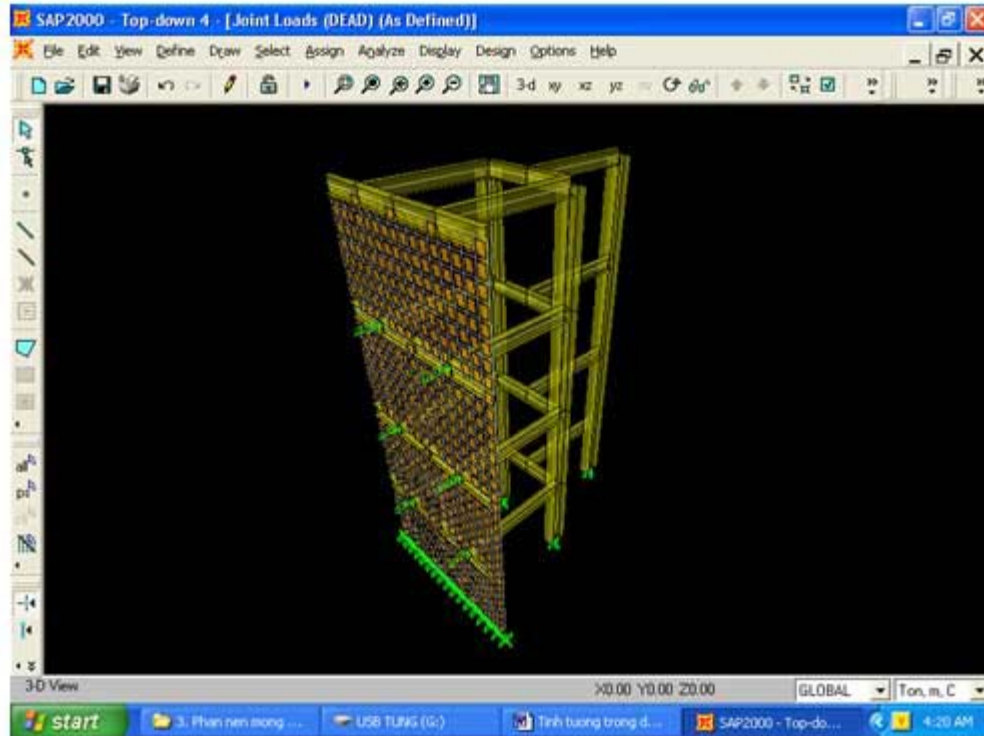


**VII. Tính chuyển vị của tường bằng phần mềm Sap 2000 8.3.2:**

**6. Sơ đồ tính toán:**



PHƯƠNG ÁN CHỐNG ĐỔ TƯỜNG DIAPHRAMG



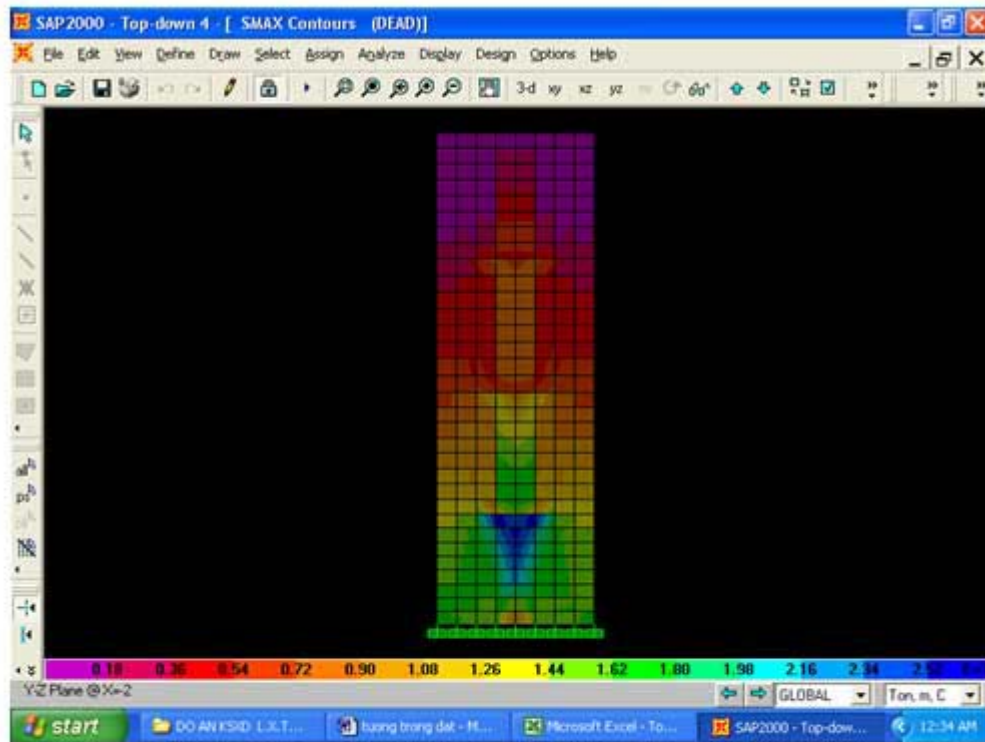
Kết quả của chuyển vị thân tường tại cao độ các mức sàn từ chương trình Sap\_2000. 8.3.2:



| TABLE: Joint Displacements |            |           |          |           |          |           |          |           |
|----------------------------|------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| Joint                      | OutputCase | CaseType  | U1       | U2        | U3       | R1        | R2       | R3        |
| Text                       | Text       | Text      | m        | m         | m        | Radians   | Radians  | Radians   |
| 13                         | DEAD       | LinStatic | 6.12E-03 | 1.30E-07  | 2.44E-04 | -1.35E-07 | 8.78E-05 | -8.88E-10 |
| 14                         | DEAD       | LinStatic | 5.86E-03 | 6.55E-08  | 2.54E-04 | -6.57E-08 | 1.75E-04 | -8.92E-09 |
| 16                         | DEAD       | LinStatic | 4.81E-03 | -1.26E-06 | 2.74E-04 | -3.40E-07 | 3.30E-04 | 5.55E-08  |
| 18                         | DEAD       | LinStatic | 3.10E-03 | -2.72E-06 | 1.35E-04 | -1.07E-07 | 8.42E-04 | 8.86E-08  |

Ta thấy rằng chuyển vị lớn nhất của tường là tại đỉnh tường, có trị số 6,12mm, trị số này rất nhỏ, nên phương án bố trí hệ thống chống đỡ tường như vậy là hợp lý.





Tường làm việc trong giới hạn an toàn về ứng suất .