MỤC LỤC

Trang

<u>Phần 1</u>: Đặt vấn đề 2

<u>Phần 2</u>: Nghiên cứu mái không gian nhịp lớn dạng l□ới bằng thép 4

Ch- ơng 1: Giới thiệu mái l- ới thép không gian nhịp lớn 4

Ch- ơng 2: Một số chỉ dẫn trong b- ớc đầu thiết kế kết cấu mái l- ới không gian nhịp lớn bằng thép 8

I: Kết cấu mái l- ới không gian dạng phẳng hai lớp 8

II: Kết cấu mái l- ới không gian hai lớp dạng vỏ trụ 14

Ch- ơng 3: Quy trình thi công lắp dựng kết cấu mái l- ới không gian bằng thép 24

PHẦN 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay Khoa học kỹ thuật không ngừng phát triển, lịch sử kiến trúc đã trải qua bề dày sáng tạo. Điều này dần đáp ứng môi tr- ờng sống và không gian làm việc lý t- ởng cho con ng- ời.

Mỗi công trình khi xây dựng nên phải thể hiện đ- ợc những tiêu chí: Bền vững, có tính thẩm mỹ kiến trúc độc đáo hài hòa và công năng sử dụng lớn. Bởi nó mang trong mình nét văn hóa đặc tr- ng của từng dân tộc hoặc mang tính thời đại, là tiền đề để tăng tr- ởng kinh tế của cơ sở, của ngành, của vùng và là bộ mặt của cả Quốc gia.

Đặc biệt những công trình có khẩu độ không gian nhịp lớn đã rất cần thiết và đem lại hiệu quả cực kỳ tối - u, nh- các sân vận động, sân bay, nhà ga, nhà máy, bảo tàng.. .Với việc sáng tạo ra loại mái không gian dạng l- ới có nhiều - u điểm: rẻ, dễ chế tạo, lắp ráp, bền, nhẹ, tạo nhiều hình dáng kiến trúc và nổi bật là v- ợt đ- ợc nhịp lớn nên đã góp phần cho sự hoàn thiện những công trình này một cách nhanh chóng, kinh tế và linh hoạt.

Nên việc nghiên cứu để đ- a loại mái này vào thực tế ở n- ớc ta hiện nay là một nhu cầu cần thiết.

PHẦN 2

NGHIÊN CỨU VỀ MÁI L□ỚI KHÔNG GIAN BẰNG THÉP NHỊP LỚN

CH□ƠNG 1: GIỚI THIỆU

Kết cấu dàn l- ới thép không gian nhờ - u điểm v- ợt trội mà nó đang dần dần thay thế các dạng kết cấu truyền thống nh- : dàn vì kèo, dàn bê tông cốt thép, bản - vỏ mỏng bê tông cốt thép...

Dạng kết cấu này đã đ- ợc sử dụng rộng rãi trên thế giới trong nhiều thập kỷ gần đây, các công trình nh- nhà tr- ng triển lãm, nhà ga, sân vận động...

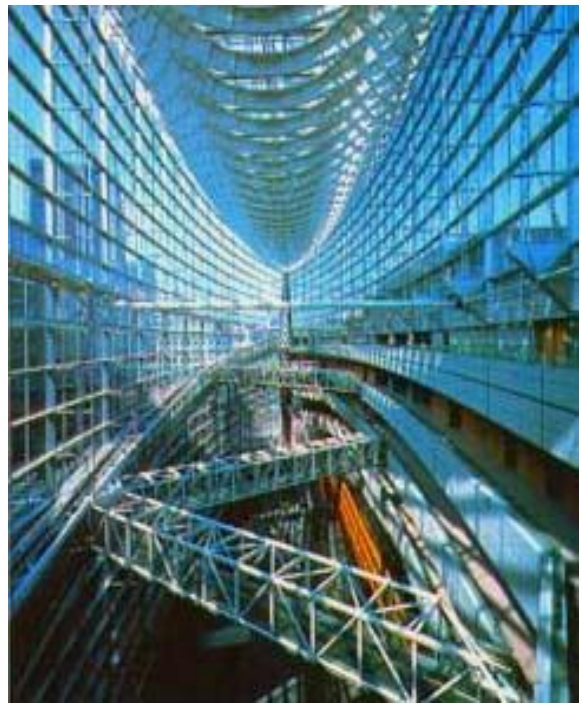
Cụ thể: Nhà ga xe lửa quốc tế Waterloo ở London, đ- ợc xây dựng năm 1992 do Nicholas Grimshaw, các kỹ s- kết cấu và tổ chức YRM Anthony Hunt thiết kế. Thiết kế bao gồm một số nét tân cách đặc tr- ng, các cấu kiện thép thon mảnh đ- ợc sử dụng đã tăng thẩm mĩ và giảm đáng kể trọng l- ợng của hệ toàn mái.

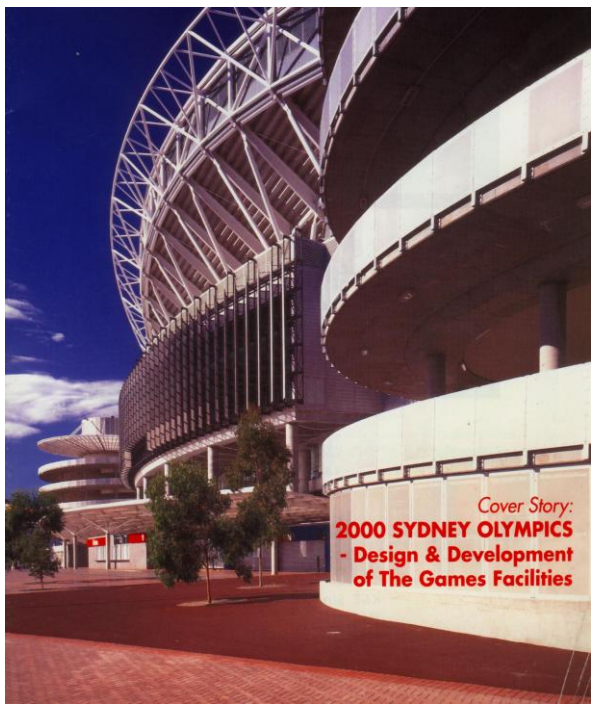
Công trình thể thao Olympic ở Sydney đ- ợc thiết kế bởi The Games Facilities

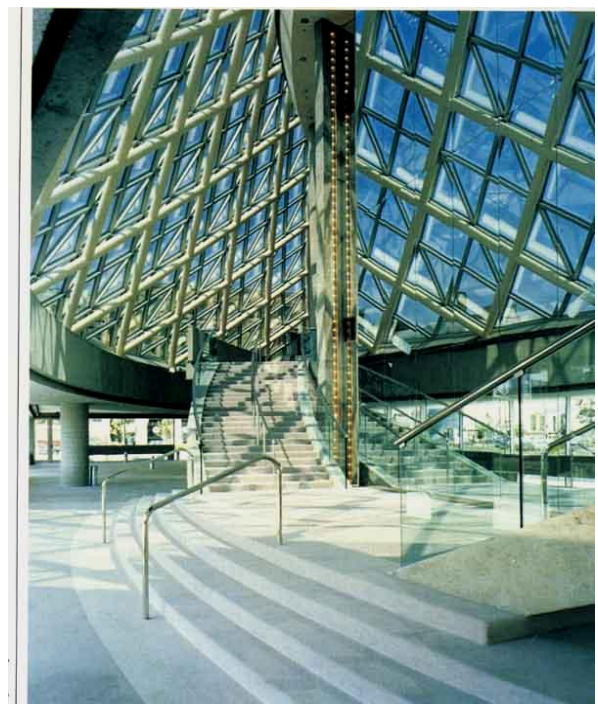
Giàn thép không gian lớn ở ga hàng không Kan-Sai, Nhật Bản...

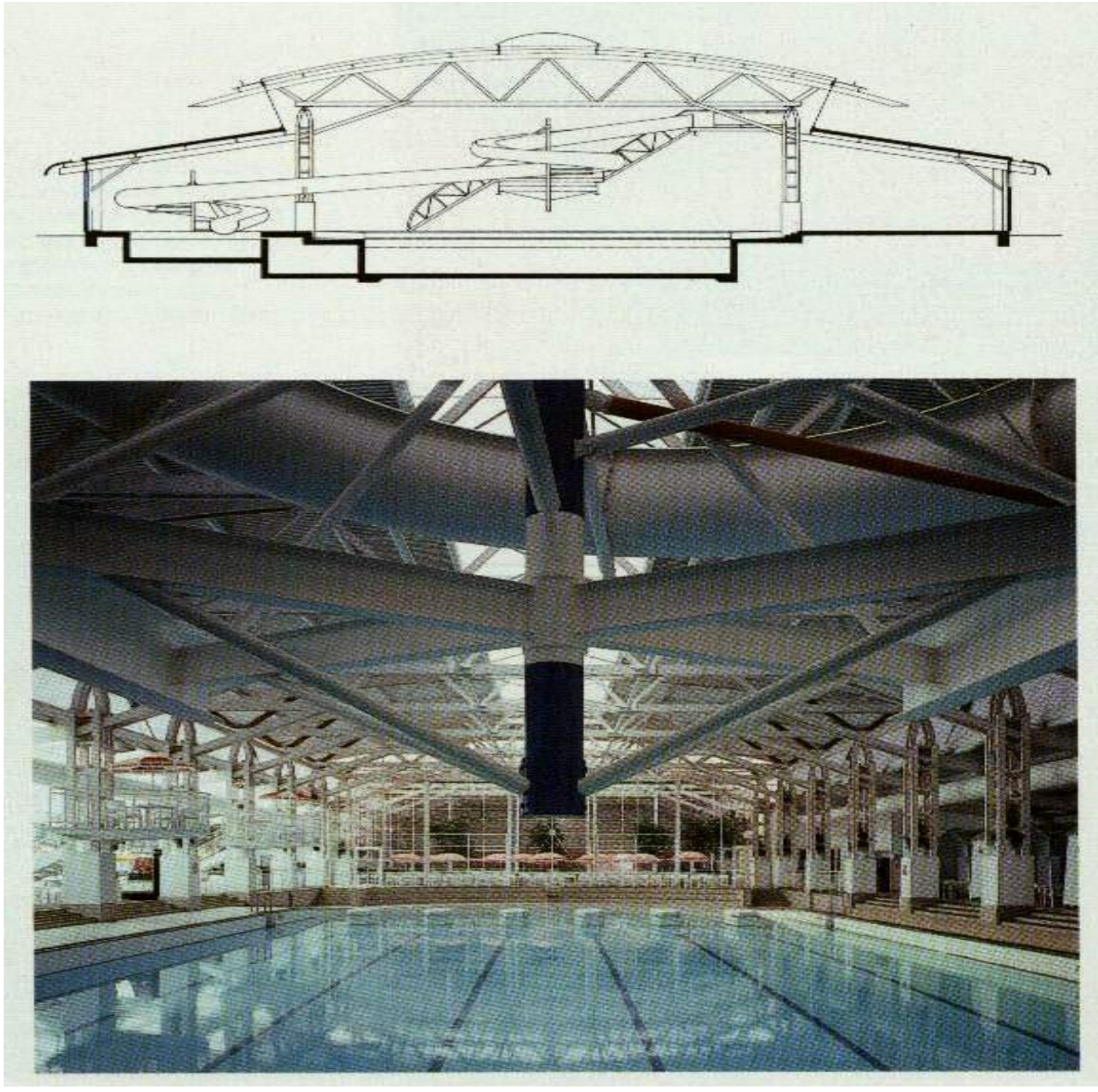
Đối với Việt Nam, trên con đ- ờng công nghiệp hóa đất n- ớc, nhiều công trình v- ợt khẩu độ có nhiều hình dáng đặc biệt, yêu cầu thi công nhanh nh- : Cung thể thao, nhà ga sân bay, nhà công nghiệp... đ- ợc xây dựng ở nhiều nơi, trong đó các nhà thiết kế đã chọn kết cấu dàn l- ới không gian làm mái che. Chẳng hạn, nhà thi đấu Quần ngựa, nhà thi đấu thể thao Nam Định, sân bay quốc tế Nội bài...

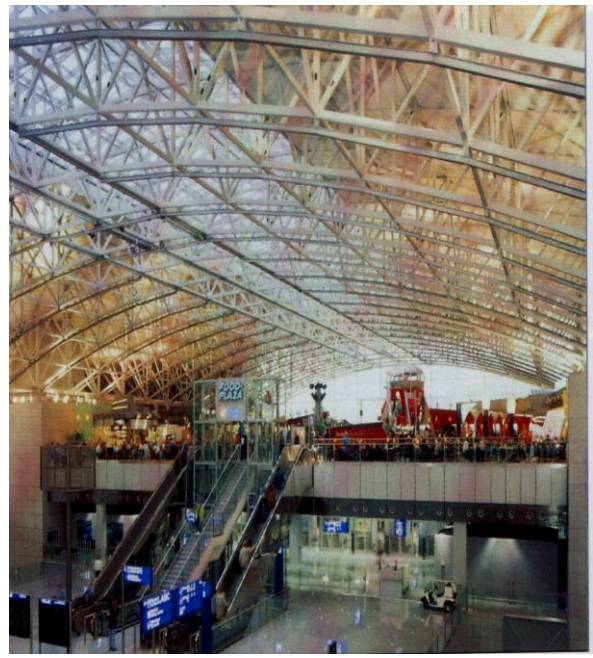
- Một số hình ảnh về mái l- ới không gian nhịp lớn trên Thế giới:



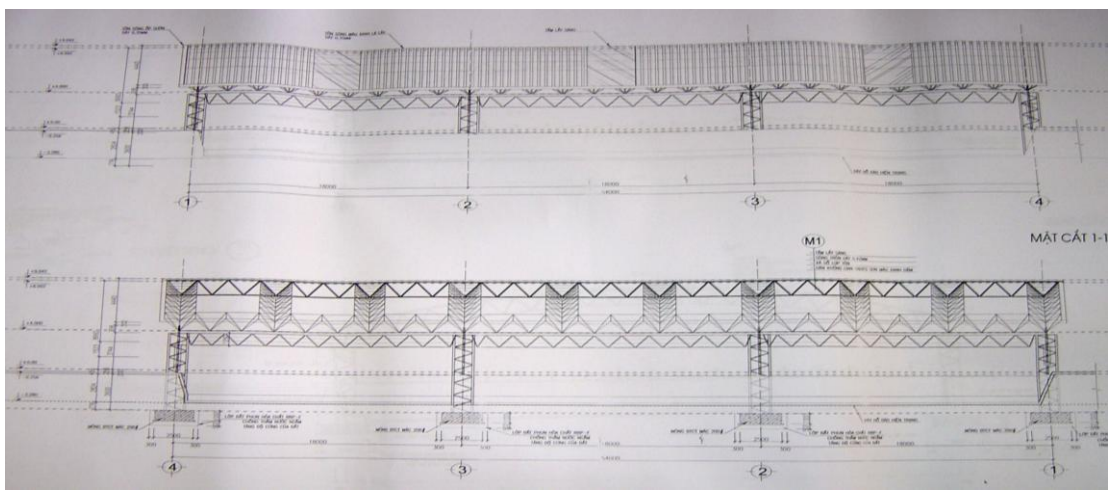

Cover Story:
2000 SYDNEY OLYMPICS
- Design & Development
of The Games Facilities

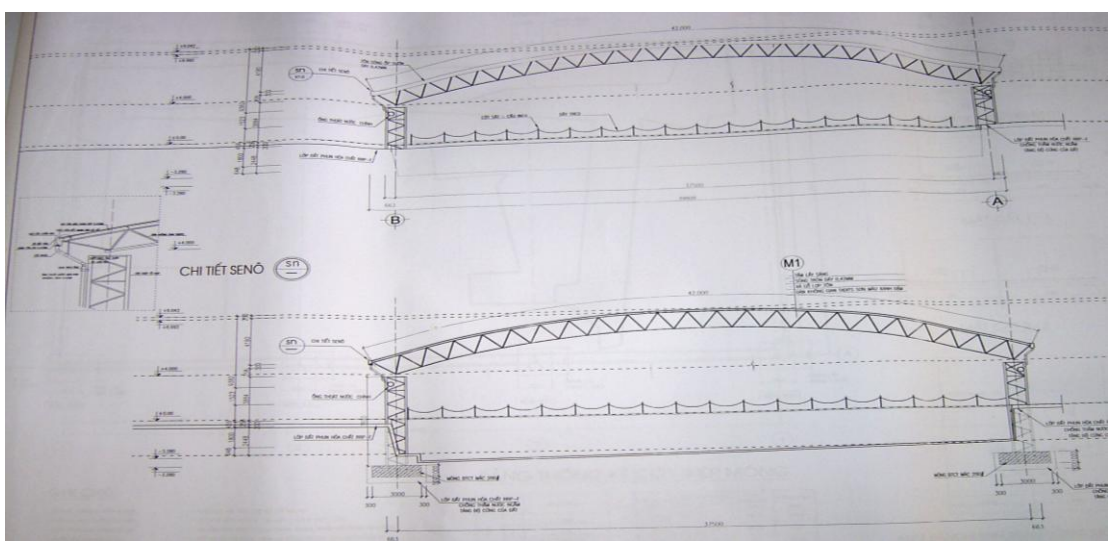






- Một số hình ảnh về mái l- ới không gian ở Việt Nam:





Dự án xây dựng mái che khu di tích Thành cổ Hà Nội

CH□ƠNG 2
MỘT SỐ CHỈ DẪN TRONG B□ỚC ĐẦU THIẾT KẾ KẾT CẤU MÁI L□ỚI KHÔNG GIAN NHỊP LỚN BẰNG THÉP

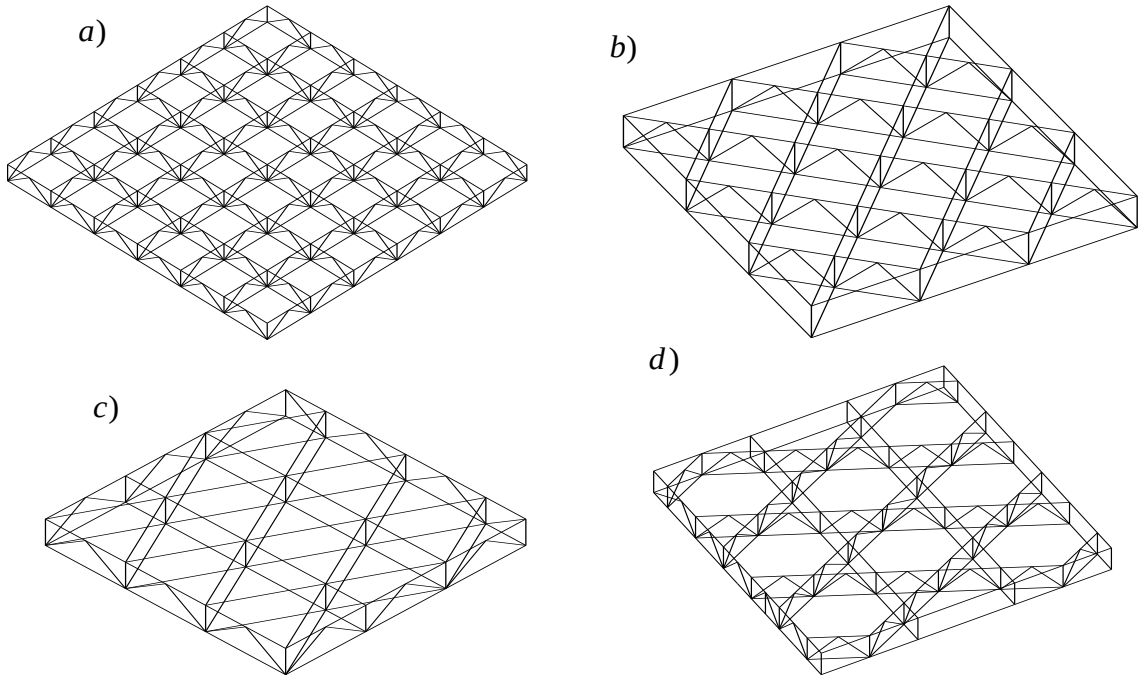
I. KẾT CẤU MÁI L□ỚI KHÔNG GIAN DẠNG PHẲNG HAI LỚP

Loại mái này có thể dùng cho các công trình nhịp nhỏ (l < 30 m), nhịp vừa l = (30-60 m) hoặc nhịp lớn L > 60 m.

1.1 Các dạng sơ đồ bố trí hệ thanh

1.1.1 Mái gồm các dàn phẳng giao nhau.

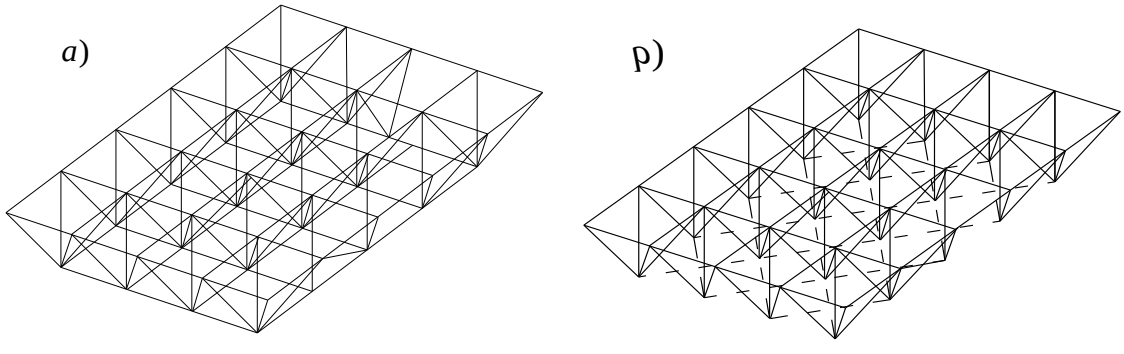
Hệ mái đ- ợc tạo bởi các dàn phẳng giao nhau, đặt theo hai h- ớng: trực giao (H.2.1.a), hoặc chéo (H. 2.1b); đặt theo ba h- ớng (H. 2.1.c,d). Tùy theo cách bố trí mà các thanh cánh hợp với nhau để tạo nên mạng l- ới hình vuông, tam giác hoặc lục giác.

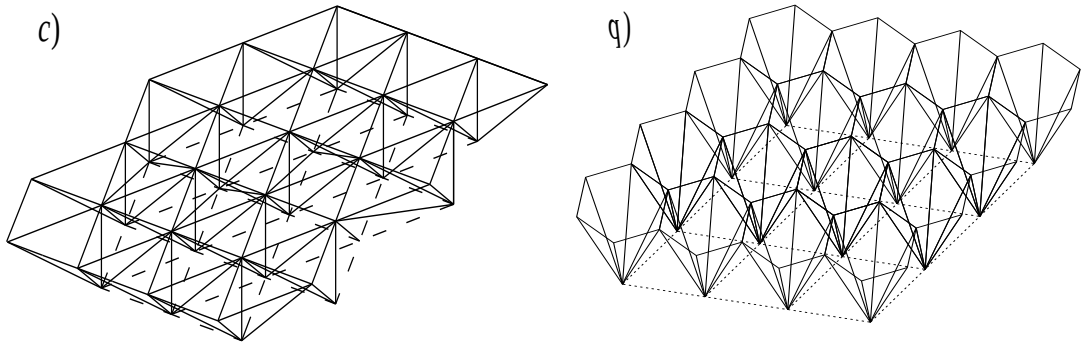


Hình 2.1. Sơ đồ mái các dàn thẳng đứng giao nhau

a), b) - bố trí các dàn theo hai h- ớng; c), d) - bố trí các dàn theo ba h- ớng

1.1.2 Hệ mái ghép bởi các đơn nguyên định hình dạng hình chóp 4 mặt, 5 mặt hoặc 7 mặt. Các cách ghép này tạo nên các dàn đặt chéo trong mái (H .2.2).





Hình 2.2 . Sơ đồ mái ghép bởi các đơn nguyên hình tháp

a), b) - từ các đơn nguyên hình chóp 5 mặt; c) - Từ các đơn nguyên hình chóp 4 mặt; d) - Từ các đơn nguyên hình chóp 7 mặt.

1.1.3 Lựa chọn sơ đồ bố trí thanh tùy ý theo nhiều yếu tố: dạng mặt bằng mái, cỡ nhịp, sơ đồ bố trí gối kê, cấu tạo nút liên kết giữa các thanh, dạng tiết diện các thanh ...

Mái có các ô l- ới hình vuông (H.2.1a; H.2.2,a,b) dùng hợp lý khi mặt bằng mái là hình vuông, hoặc mái chữ nhật khi tỉ số 2 cạnh < 1: 0,8 khi đó sự làm việc của mái theo hai h- ớng là gần nh- nhau.

Đối với mái có các mặt bằng hình chữ nhật khi tỉ số 2 cạnh < 1: 0,8 nên dùng mái gồm các dàn đặt chéo nhau góc 45^0 so với chu vi (H.2.1,b,c); (H.2.2,c).

Loại mái có các thanh cánh tạo nên ô l- ới hình vuông (H.2.1,a), (H.2.2,a,b) hoặc hình sáu cạnh (H 2.2,d) gồm các đơn nguyên hình chóp có thể bị biến hình nên không chịu đ- ợc mômen xoắn. Vì vậy khi cấu tạo mái có côngxon cần bố trí sao cho phần côngxon chỉ chịu uốn ngang.

Loại mái có các cánh tạo nên hình tam giác (H.2.1,c), (H.2.2,c) tạo nên hệ l- ới không gian có tính bất biến hình và độ cứng tăng, vì vậy thích hợp cho dạng mặt bằng hình phức tạp và có các bộ phận làm việc dạng côngxon.

1.2. Tính toán dàn l ới thanh không gian

1.2.1. Xác định tải trọng

- Tải trọng tác dụng lên kết cấu dàn l- ới gồm: tải trọng th- ờng xuyên (trọng l- ợng bản thân dàn, các lớp lợp, các lớp cách âm, cách nhiệt...), tải tạm thời (hoạt tải mái, tải trọng gió...), tải trọng khi thi công, dựng lắp...Tất cả các tải trọng và tổ hợp tải trọng phải tuân theo các quy định của " TCVN 2737-1995 ".
- Khi tính đ- a tải trọng thành lực tập trung đặt tại các nút.

1.2.2. Tính toán nội lực các thanh dàn bằng ph- ơng pháp gần đúng

a) Xác định nội lực trong tấm

Cách tính này đơn giản, kết quả có thể dùng cho giai đoạn thiết kế sơ bộ hoặc dùng làm cơ sở để kiểm tra các kết quả theo các ch- ơng trình máy tính (đề phòng các nhầm lẫn có thể xảy ra trong quá trình tính bằng máy tính).

Một trong các ph- ơng pháp đơn giản và cho kết quả tin cậy là chuyển đổi tấm rỗng thành tấm đặc rồi dùng các hệ số điều chỉnh nội lực (không cần xét đến độ cứng).

Trong tr- ờng hợp nhà có mặt bằng phức tạp, ta có thể chuyển kết cấu mái thành các tấm đơn với các điều kiện liên kết biên khác nhau (H. 2.3,a,b,c). Khi

đó tại vị trí có các dãy cột giữa đ- ợc thay bằng liên kết biên tựa ngàm của tấm đơn.

Khi tấm chịu tải trọng phân bố đều p thì nội lực nguy hiểm nhất của các dạng tấm đ- ợc tính theo các công thức sau:

1. Đối với các tấm có mặt bằng hình chữ nhật:

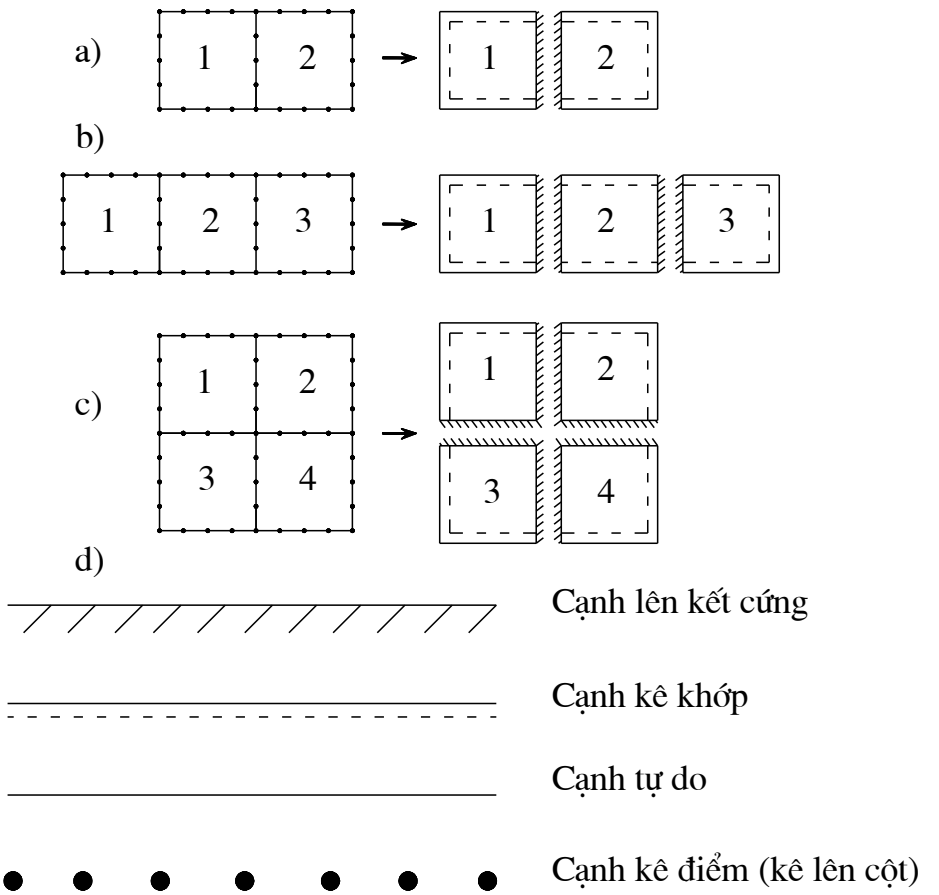
Mômen uốn lớn nhất của một giải tấm có bề rộng đơn vị phụ thuộc tỉ số cạnh dài trên cạnh ngắn (l_1/l_2) và điều kiện liên kết biên:

$$\left.\begin{array}{ll} M_2 = \alpha_2 p l_2 l_1.1o^{-3} & M_1 = \alpha_1 p l_2 l_2.10^{-3} \\ \overline{M_2} = -\beta_2 p l_2 l_1.10^{-3} & \overline{M_1} = -\beta_2 p l_2 l_1.10^{-3} \\ M_2^{'} = \gamma_2 p l_2 l_1.10^{-3} & M_1^{'} = \gamma_1 p l_2 l_1.10^{-3} \end{array}\right\} \qquad (2.1)$$

Giá trị lớn nhất của phản lực gối của một đơn vị chiều rộng tấm:

$$V = \psi.p.l_2.10^{-2} \qquad (2.2)$$

Các hệ số $\alpha_2;\alpha_1;\beta_2;\beta_1;\gamma_2;\gamma_1;\psi$ đ- ợc tra bảng theo đồ thị ở phần 1 phụ lục 1, tùy theo các sơ đồ liên kết cạnh các tấm trên hình 2.3.



Hình 2.3. Các dạng chia tấm liên tục thành các tấm đơn để xác định nội lực (chia càng nhỏ thì tính càng chính xác)

a) tấm mái 2 nhịp ; b) tấm mái 3 nhịp; c) tấm mái 4 khối nhịp ; d) ký hiệu cách liên kết ở tấm biên .

2. Đối với tấm mặt bằng hình tam giác chịu tải trọng phân bố đều p, các cạnh kê khớp; mômen uốn và phản lực gối lớn nhất của giải rộng đơn vị của tấm phụ thuộc tỉ số 2 cạnh l_x / l_y và đ- ợc tính theo công thức:

$$M_x = (\alpha_x p l_x l_y / 2).10^{-3}\ ;\quad M_y = (\alpha_y p l_x l_y / 2).10^{-3};\quad V = \psi.p.l_x.10^{-2} \qquad (2.3)$$

Các hệ số $\alpha_x;\alpha_y;\psi$ đ- ợc tra bảng theo đồ thị ở phần 2 phụ lục 1

3. Đối với các tấm mặt bằng hình elíp chịu tải trọng phân bố đều p, xung quanh kê khớp: mômen uốn và phản lực gối lớn nhất của giải rộng đơn vị của tấm phụ thuộc tỉ số cạnh dài trên cạnh ngắn và đ- ợc tính theo công thức:

$$M_2 = \alpha_2 p l_2^2.10^{-3};\quad M_1 = \alpha_1 p l_2^2.10^{-3};\quad V = \psi.p l_2.10^{-2}; \qquad (2.4)$$

Các hệ số $\alpha_2;\alpha_1;\psi$ đ- ợc tra bảng theo đồ thị ở phần 3 phụ lục 1

4. Đối với các tấm mặt phẳng hình tròn chịu tải trọng phân bố đều p, chu vi kê khớp: mômen uốn và phản lực gối lớn nhất của giải rộng đơn vị của tấm đ- ợc tính theo công thức:

$$M_r = M_t = 0{,}1875 pr^2;\quad \overline{M_t} = 0{,}125 pr^2;\quad V = 0{,}5 pr \qquad (2.5)$$

trong đó: M_r và M_t là các mômen uốn theo ph- ơng bán kính và ph- ơng tiếp tuyến, các ký hiệu xem ở phần 4 phụ lục 1.

5. Đối với các tấm hình quạt, chịu tải trọng phân bố đều p, các cạnh kê khớp: mômen uốn và phản lực lớn nhất giải rộng đơn vị của tấm tính theo công thức:

- theo hình 1 phần 5 phụ lục 1:

$$M_r = 0{,}0785 pr^2;\quad M_t = 0{,}0311 pr^2;\quad V = 0{,}426 pr \qquad (2.6)$$

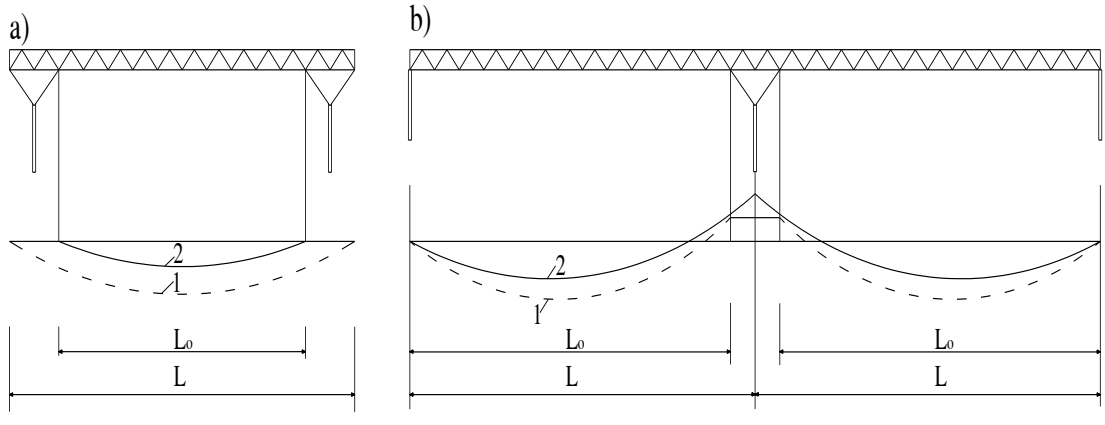
- theo hình 2 phần 5 phụ lục 1:

$$M_r = 0{,}0366 pr^2;\quad M_t = 0{,}0339 pr^2;\quad V = 0{,}35 pr \qquad (2.7)$$

Chú ý:

1. Đơn vị dùng trong các công thức trên:
   - tải trọng p - KN/m^2;
   - mômen $M_1;M_2;M_r;M_t$ - KN/m^2;
   - phản lực V - KN;
   - nhịp mái $l_1;l_2;l_x;l_y$ - m;

2. Khi dùng các thanh xiên để mở rộng gối đỡ, chiều dài của nhịp sẽ tính từ điểm tựa của các thanh xiên vào dàn (H2.4).



Hình 2.4. Nhịp dàn khi dùng thanh xiên để mở rộng gối

a) mái 1 nhịp; b) mái 2 nhịp; 1. mômen uốn khi gối không có thanh xiên;
2. mômen uốn khi gối có thanh xiên.

2.1. Xác định nội lực trong các thanh dàn:

Sau khi tính đ- ợc nội lực trong tấm mái theo các công thức (2.1) đến (2.7), có thể từ đó xác định tiếp đ- ợc nội lực trong các thanh của dàn tùy theo sơ đồ cấu tạo của dàn.

a) Đối với các dàn tạo thành từ các dàn phẳng đặt thẳng đứng, có các thanh cánh tạo nên các ô l- ới hình vuông (H.2.1,a), nội lực trong các thanh cánh Nc và thanh bụng xiên ở gối Nx đ- ợc tính theo các công thức:

$$N_c = \pm 2{,}1 M_{\max} a / h \quad ; \qquad N_x = \pm 1{,}4 V a_1 / \sin\alpha \qquad (2.8)$$

b) Đối với các dàn tạo thành từ các dàn phẳng đặt thẳng đứng xiên góc 45^0 (so với đ- ờng biên mái) có các thanh cánh tạo nên các l- ới hình vuông (H.2.1,b):

$$N_c = \pm 1{,}6 M_{\max} . a / (\sqrt{2} h) = \pm 1{,}13 M_{\max} . a / h \qquad (2.9)$$

$$N_x = \pm 1{,}75 V a_1 / (2 \sin\alpha) = \pm 0{,}875 V a_1 / \sin\alpha \qquad (2.10)$$

c) Đối với sơ đồ dàn gồm các dàn đặt theo 3 h- ớng, các thanh cánh tạo nên hình tam giác (H.2.1,c):

$$N_c = \pm 1{,}3 (0{,}866 M_x - 0{,}289 M_Y) / h ; \qquad (2.11)$$

$$N_x = \pm 1{,}6 V a_1 / (n \sin\alpha) \qquad (2.12)$$

Trong đó :

h- chiều cao của tám mái (khoảng giữa hai trục của các cánh);

a- kích th- ớc của các cạnh ô l- ới tạo bởi các thanh cánh ;

a_1- khoảng cách giữa 2 gối tựa cạnh nhau của tấm mái dọc theo các cạnh;

α - góc nghiêng của thanh xiên so với mặt phẳng nằm ngang ;

M_{max}- mô men uốn lớn nhất M_1 và M_2 trong giải rộng đơn vị của tấm đặc ;

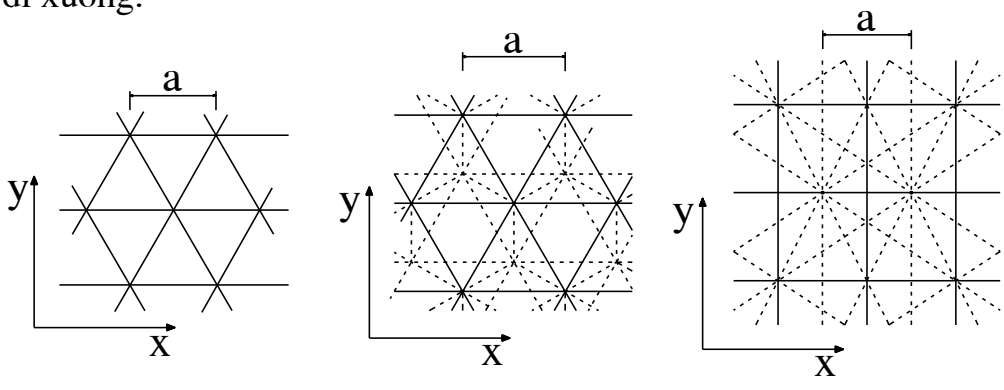
2,1; 1,6 ; 1,3 - là các hệ số điều chỉnh kể đến sự khác nhau giữa các mômen uốn trong tấm đặc và tấm rỗng;

1,4 ; 1,75 ; 1,6 - các hệ số điều chỉnh kể đến sự khác nhau của phản lực gối trong tấm đặc và tấm rỗng

M_x ; M_Y - mômen uốn của giải rộng đơn vị của tấm theo hệ tọa độ x,y (H.2.5);

V- phản lực gối của giải đơn vị của tấm đặc;

$N_x = \pm$ ..., nội lực nén đối với thanh xiên đi lên và kéo đối với thanh xiên đi xuống.



Hình 2.5. Trục tọa độ của tấm mái khi các thanh cánh tạo nên ô l- ới hình tam giác và lục giác .

d. Đối với các tấm tạo thành từ các đơn nguyên hình chóp 5 mặt (H.2.2,a):

$$N_c = \pm 2{,}1\frac{M_{\max}.a}{h}; \quad N_x = -1{,}6\frac{Va_1}{2\sin\alpha} = -\frac{0{,}8Va_1}{\sin\alpha} \qquad (2.13)$$

e. Đối với các tấm tạo thành từ các đơn nguyên hình chóp 5 mặt nh- ng cánh d- ới gồm các thanh xiên (H.2.2,b):

$$N_c^{'} = -2\frac{M_{\max}.a}{h}; \quad N_c^d = 2\frac{M_{\max}.a}{\sqrt{2}.h} = \frac{1{,}414.M_{\max}.a}{h} \qquad (2.14)$$

f. Đối với các tấm tạo thành từ các hình chóp 4 mặt (H.2.2.c) tính theo các công thức (2.11); (2.12).

g. Đối với các tấm tạo thành từ các hình chóp 7 mặt (H.2.2,d):

$$N_c^t = -1{,}5\frac{(3.M_x + M_Y).a}{2h} = -\frac{0{,}75(3M_x + M_Y).a}{h}; \qquad (2.15)$$

$$N_c^t = -1{,}5\frac{M_Y.a}{h}; \qquad (2.16)$$

$$N_c^d = 1{,}5\frac{(0{,}866M_x - 0{,}289.M_Y).a}{h} \qquad (2.17)$$

$$N_x = -1{,}6\frac{Va_1}{2\sin\alpha} = -\frac{0{,}8Va_1}{\sin\alpha} \qquad (2.18)$$

Trong đó: $N_c^t; N_c^d$ là nội lực trong thanh cánh trên và cánh d- ới của dàn, các ký hiệu khác vẫn nh- điều c.

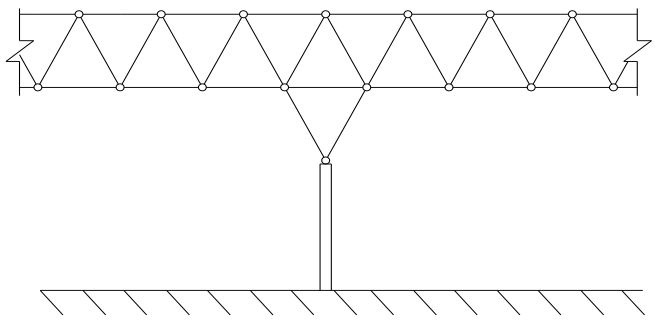
h. Đối với các tấm hình thành từ các đơn nguyên hình chóp nh- ng có đỉnh quay lên trên thì trong các công thức từ (2.13) đến (2.18) đổi N_c^t thành N_c^d, đổi N_c^d thành N_c^t và dấu " - " thành dấu " + " đối với N_x (nếu thanh xiên gối chịu kéo).

i. Khi tấm tựa lên các cột riêng, nội lực trong các thanh xiên ở gối phụ thuộc giá trị của phản lực V, số l- ợng thanh xiên ở gối n và góc nghiêng của chúng với mặt phẳng nằm ngang α:

$$N_x = \pm V/(n.\sin\alpha) = Ap/(n.\sin\alpha) \qquad (2.19)$$

trong đó: A là diện tích chịu tải của cột
p là ứng suất trong cột

j. Lực của các thanh xiên trong gối có mở rộng bằng lực trong các thanh xiên (H.2.6) đ- ợc tính theo công thức (2.19) khi thay các gía trị t- ơng ứng của n và α.



Hình 2.6. Mở rộng gối tựa bằng thanh xiên

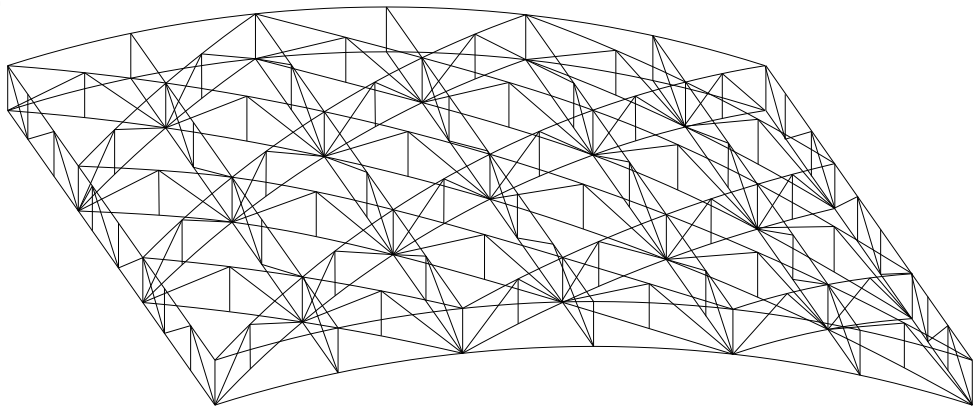
II. KẾT CẤU MÁI L□ỚI KHÔNG GIAN HAI LỚP DẠNG VỎ TRỤ

1. Dạng mặt mái

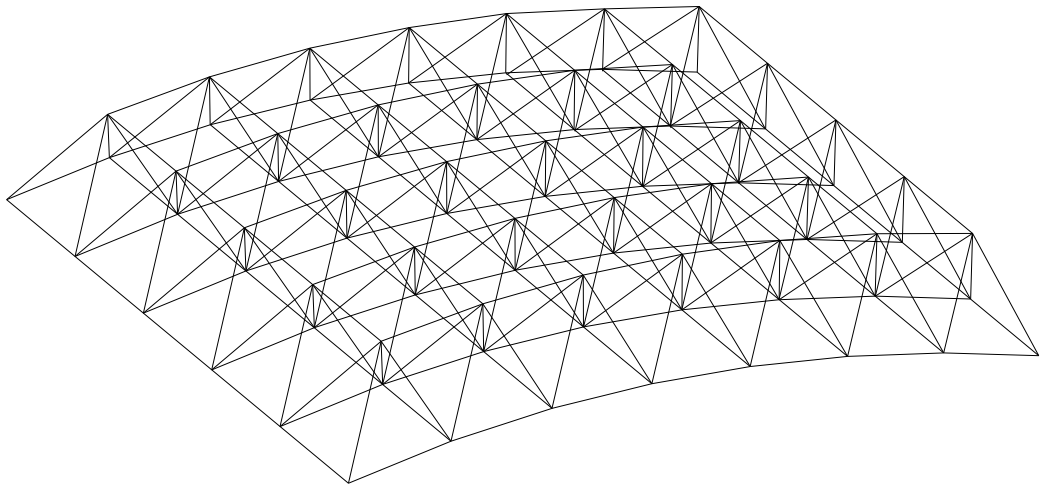
Mái l- ới không gian vỏ trụ hai lớp là mái có mặt cong một chiều, dùng phủ các mặt bằng hình chữ nhật. Dọc theo hai biên thẳng mái tựa lên gối (cột hoặc dầm giằng giữa các đầu cột), theo ph- ơng ngang th- ờng tựa lên vách cứng đầu hồi hoặc vách cứng trung gian.

Tỉ số giữa độ võng f với nhịp : f/l = 1/6 ÷ 1/10.

a)



b)



Hình 2.7. Mái l- ới không gian hai lớp vỏ trụ

2. Cấu tạo mái

- Mái vỏ trụ hai lớp gồm 2 lớp thanh cánh và hệ thanh bụng nh- loại mái l- ới dạng phẳng. Sơ đồ bố trí các thanh th- ờng có hai loại: gồm các dàn phẳng đặt song song theo ph- ơng đ- ờng sinh và các dàn phẳng đặt xiên (H2.7a); hoặc tổ hợp từ các đơn nguyên hình chóp (H2.7,b- tổ hợp từ các đơn nguyên hình chóp 5 mặt).

- Các kích th- ớc hinh học của mái:

  + Nhịp L của mái có độ lớn bất kỳ tùy theo kiến trúc;

  + Chiều cao của dàn h = (1/15 ÷ 1/30)L;

  + Góc nghiêng của các thanh xiên so với ph- ơng ngang $\alpha = 40^0 \div 45^0$;

+ Chiều dài các thanh: từ chiều cao h và α có thể xác định đ- ợc chiều dài a của các thanh cánh (khoảng cách giữa 2 nút dàn) và chiều dài b của các thanh xiên. Riêng mái ghép từ các đơn nguyên hình chóp 5 mặt (đáy vuông), với $\alpha = 45^0$ có chiều dài các thanh cánh $a = 2h.\cos 45^0 = 1{,}4142h$; và từ các hình chóp 4 mặt (đáy tam giác đều) $a = 2h.\cos 30^0 = 1{,}732h$. Thông th- ờng chiều dài các thanh dàn a = 1,2÷3 m.

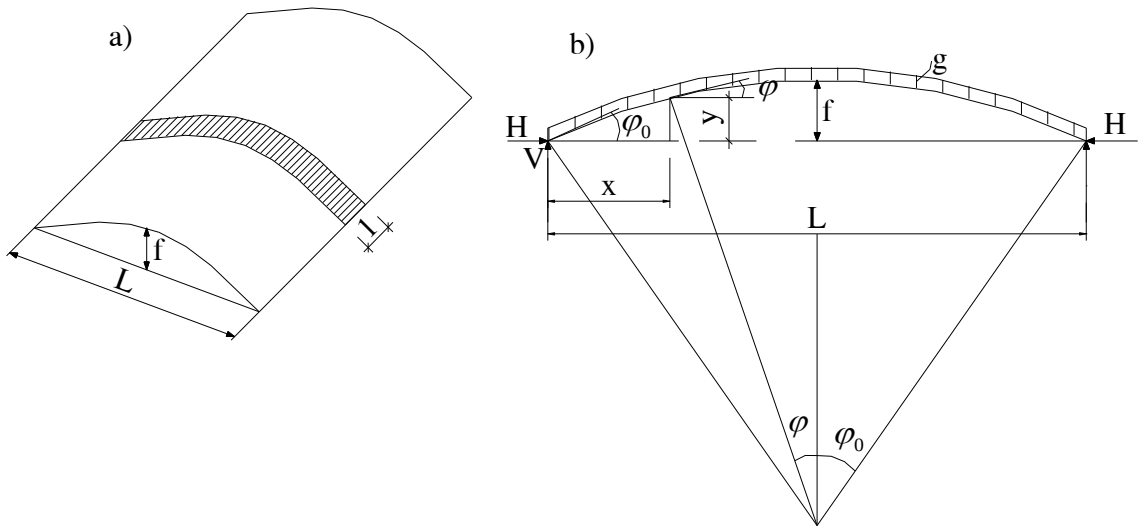
4. Tính toán mái l□ới không gian hai lớp vỏ trụ

4.1. Các yêu cầu và các b- ớc tính toán mái hai lớp vỏ trụ giống nh- đã nêu ở các điều 1.2 cho mái l- ới dạng phẳng.

4.2. Cách tính sơ bộ mái l- ới không gian dạng vỏ trụ hai lớp

- Xác định các thông số hình học cơ bản: giả sử mái có nhịp l, mũi tên vồng f, bán kính cong R, góc trọng tâm từ gối đến giữa nhịp φ_o, chiều dài cung cong của mái L (H.2.8).Ta có các mối liên hệ sau:

$$R = \left(l^2 + 4f^2\right)/8f \;\; ; \quad \varphi_0 = \arcsin l/2R \;\; ; \quad L = \pi R\varphi_0 / 90^0 \qquad (2.20)$$



Hình 2.8. Sơ đồ tính vỏ trụ d- ới tác dụng của tĩnh tải

a) dải rộng đơn vị khi xác định tải trọng và nội lực ; b) sơ đồ tác dụng của tĩnh tải

- **Xác định các tải trọng chính:**

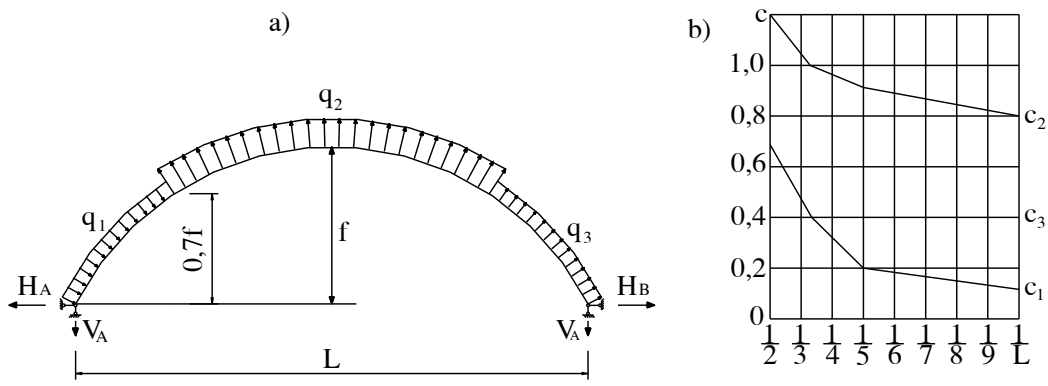
+ Trọng l- ợng bản thân kết cấu chịu lực của mái có thể tính gần đúng theo công thức:

$$g^c = \Omega.l \qquad (2.21)$$

Trong đó: g^c - trọng l- ợng tiêu chuẩn của kết cấu chịu lực của mái; Ω - hệ số chi phí vật liệu (đối với thép Ω=3-5; hợp kim nhôm Ω=1,5-2,5); l - nhịp mái (m).

Sơ đồ tác dụng của tĩnh tải nh- trên hình 2.8,b.

+ Sơ đồ tác dụng của tải trọng gió nh- trên hình 2.9.a. Giá trị của các tải trọng q tính nh- sau:



Hình 2.9. Sơ đồ tác dụng của tải trọng gió lên vòm

a) Sơ đồ tính ; b) đồ thị tra hệ số khí động c_1 , c_2 , c_3 .

$$q_1 = W_0.c_1.n.K \;;\quad q_2 = W_0.c_2.n.K \;;\quad q_3 = W_0.c_3.n.K \qquad (2.22)$$

Trong đó: W_0 - tải trọng gió tiêu chuẩn lấy theo vùng xây dựng theo "TCVN 2757-1995. Tải trọng gió và tác động"; c_1, c_2, c_3 - hệ số khí động lấy theo đồ thị trên hình 2.9,b phụ thuộc tỉ số f/l; n- hệ số v- ợt tải n= 1,2; K- hệ số kể đến sự thay đổi tải trọng gió theo chiều cao "TCVN 2757-1995. Tải trọng và tác động".

- **Xác dịnh nội lực:**

Xét giải rộng đơn vị, coi nh- vòm hai khớp có dạng cong nh- ở hình 2.8.. Vòm rỗng siêu tĩnh 2 khớp, chịu tải trọng đứng, khi tính kể đến hệ số đàn hồi k do nén:

$$k = \frac{1}{1 + \dfrac{\varepsilon.J}{A.f^2}} \approx \frac{1}{1 + \dfrac{\varepsilon.L^2}{4f^2}.10^{-4}} \;; \qquad (2.23)$$

Trong đó: J; A- mômen quán tính và diện tích tiết diện của các thanh thuộc dải rộng đơn vị; ε - hệ số, phụ thuộc tỉ số f/l và góc trọng tâm φ_0 , lấy theo bảng 1; L- chiều dài cung cong của vòm;

Bảng 1. Các thông số để xác định giá trị của hệ số k

Hệ số	Tỉ số f/l				
	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
φ_0 : độ rad ε	$36^0$52'12" 0,64350 1,6533	$31^0$53'27" 0,55660 1,7073	$28^0$04'21" 0,48996 1,7420	$25^0$03'27" 0,43734 1,7681	$22^0$37'11" 0,39479 1,7873

Phản lực ngang và đứng của dải rộng đơn vị khi chịu tải trọng đứng:

$$H = k[\varphi_0.l/2 - R(1-\cos\varphi_0)].g.R/f \;;\qquad V = g.\varphi_0.R \qquad (2.24)$$

Khi chịu tải trọng gió, việc xác định các lực xô ngang H_a, H_b, các phản lực đứng V_a,V_b là phức tạp, tuy nhiên có thể tính gần đúng theo công thức sau:

$$H_a = \gamma_1.\bar{q}.l;\quad H_b = \gamma_2.\bar{q}.l;\quad V_A = \eta_1.\bar{q}.l;\quad V_B = \eta_2.\bar{q}.l; \qquad (2.25)$$

Trong đó: $\bar{q}$ - tải trọng gió tính toán không kể đến hệ số khí động (các hệ số khí động c_1, c_2, c_3 đã kể đến khi thành lập các trị số $\gamma_1, \gamma_2, \eta_1, \eta_2$); giá trị của $\gamma_1, \gamma_2, \eta_1, \eta_2$ lấy theo bảng 2.

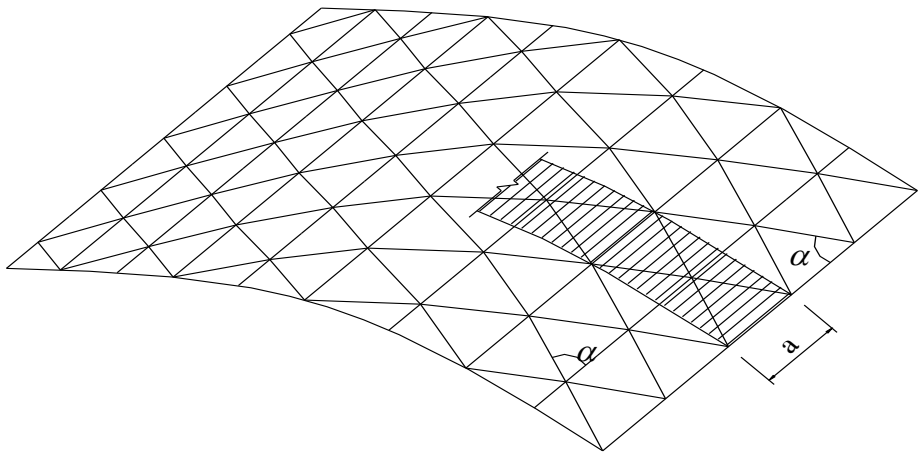
Bảng 2. Các hệ số để xác định phản lực ngang và đứng khi chịu tải trọng gió

Hệ số	Tỉ số f/l				
	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
γ_1	0,5372	0,6041	0,6729	0,7426	0,8130
γ_2	0,4711	0,5499	0,6269	0,7029	0,7780
η_1	0,2275	0,2218	0,2180	0,2154	0,2135
η_2	0,3156	0,3090	0,3042	0,3032	0,2975

Lực dọc và mômen uốn trong dải rộng đơn vị tính theo công thức:

$$N = H.\cos\varphi + Q\sin\varphi; \qquad M = M_d - H.y \qquad (2.26)$$

Trong đó: Q - lực cắt trong dầm có nhịp l; φ - góc nghiêng của tiếp tuyến với cung cong tại tiết diện khảo sát với ph- ơng nằm ngang; y- tung độ của tiết diện khảo sát (H.2.8,b); M_d mômen uốn trong dầm nhịp L tại tiết diện khảo sát...



Hình 2.10. dải để xác định nội lực trong các thanh của vỏ

Trong vỏ hai lớp, lực trong thanh cánh đ- ợc tính theo công thức:

$$N_1 = (N/2 \pm M/h).a/(2\sin\alpha) \qquad (2.27)$$

Trong đó: h - khoảng cách giữa hai trục cánh; α - góc nghiêng của thanh cánh so với đ- ờng sinh của vỏ; a- bề rộng dải tải trọng (H2.10).

- **Kiểm tra ổn định của mái l□ới vỏ trụ:**

Lực nén tới hạn N_{th} của mái có thể xác định gần đúng theo công thức Ơle, không kể đến ảnh h- ởng của các vách cứng:

$$N_{th} = \pi^2 E.J_x / (\mu.L)^2 \qquad (2.28)$$

Trong đó : J_x là mômen quán tính của cặp thanh cánh ứng với diện chịu tải là a (H2.10):

$$J_x = 2.A(h/2)^2 = A.h^2/2 \qquad (2.29)$$

Trong đó: d, d_1- đ- ờng kính ngoài và đ- ờng kính trong của ống (cm); A- diện tích tiết diện thanh (cm^2); μ - hệ số biến đổi chiều dài tính toán của vòm, giá trị của μ phụ thuộc tỉ số mũi tên vồng f với nhịp vòm: μ=0,55 khi f/l=1/5; μ= 0,6 khi f/l=1/3; μ=0,65 khi f/l=1/2,5; E- môđun đàn hồi của thép (daN/cm^2).

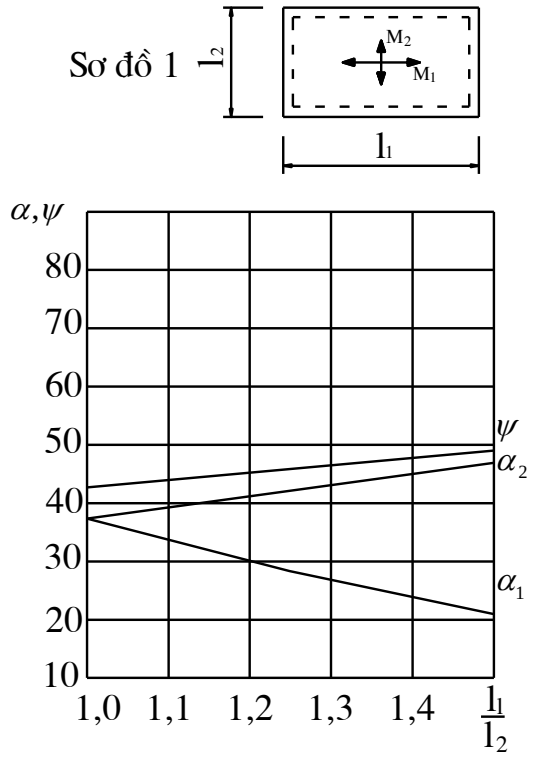
Ổn định của vỏ sẽ đảm bảo nếu:

$$N_{th} > N \qquad (2.30)$$

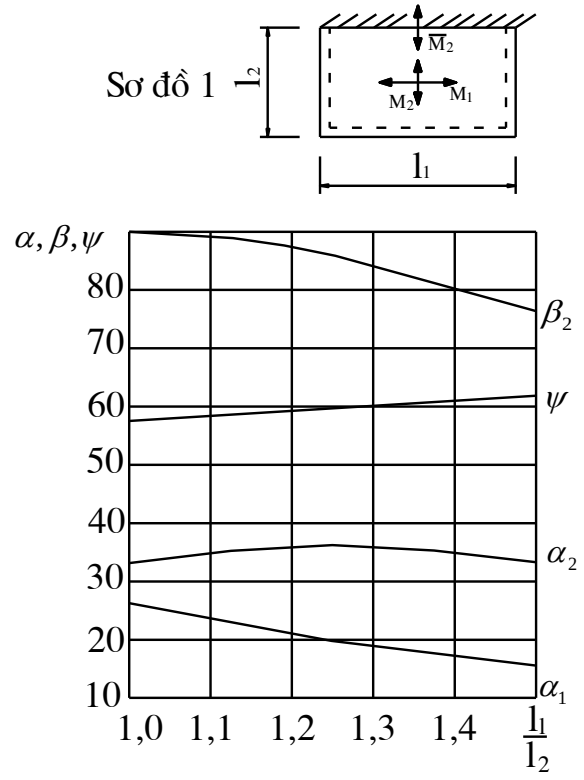
PHỤ LỤC 1 : SỐ LIỆU TÍNH TOÁN

PHẦN 1

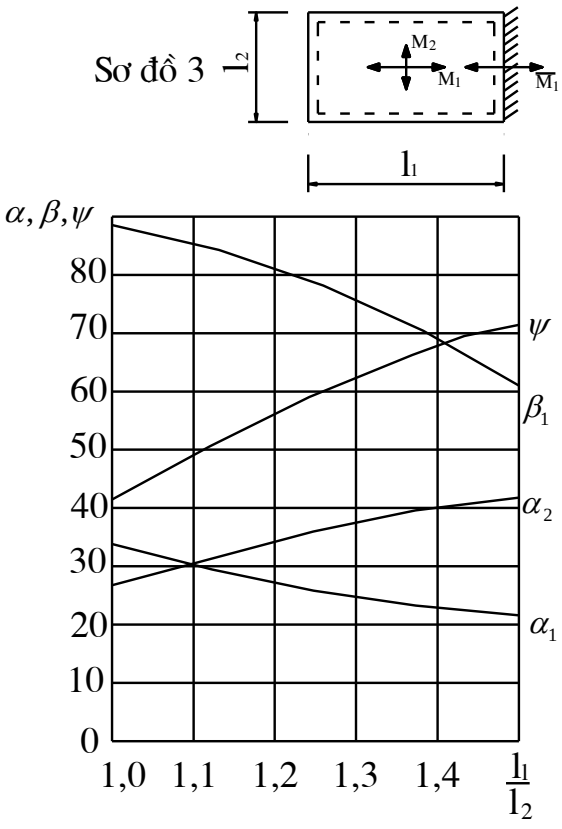
Sơ đồ 1



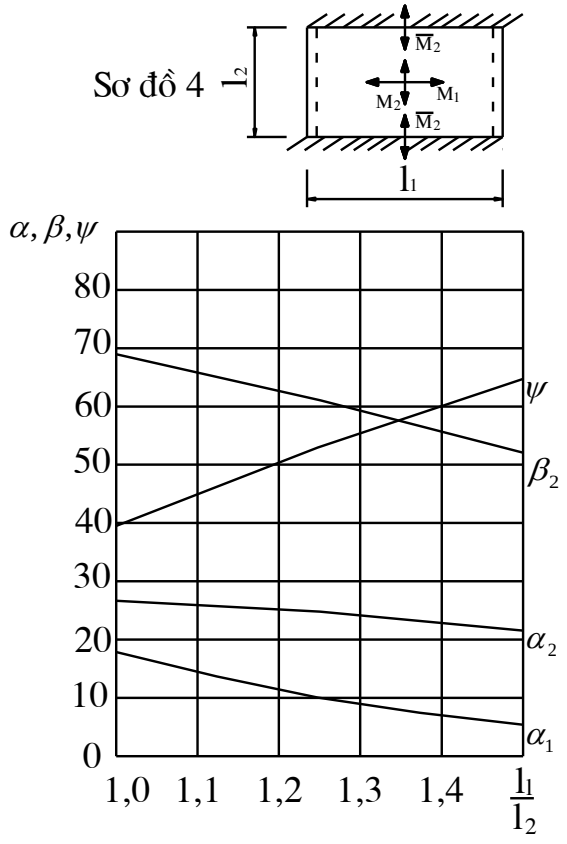
Sơ đồ 1



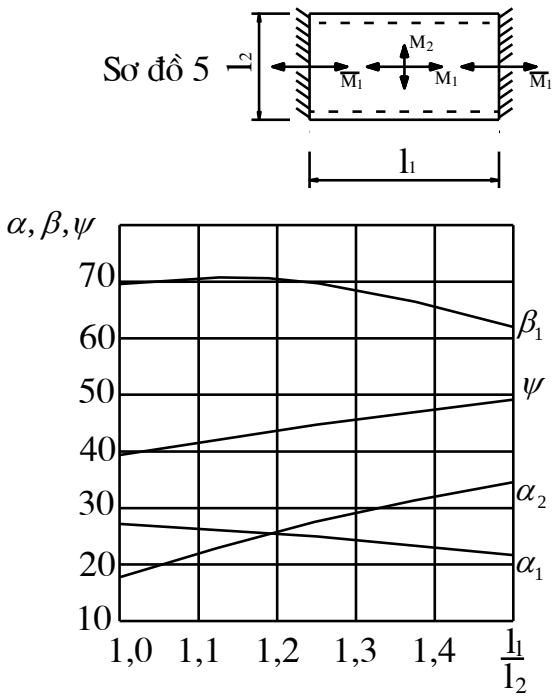
Sơ đồ 3



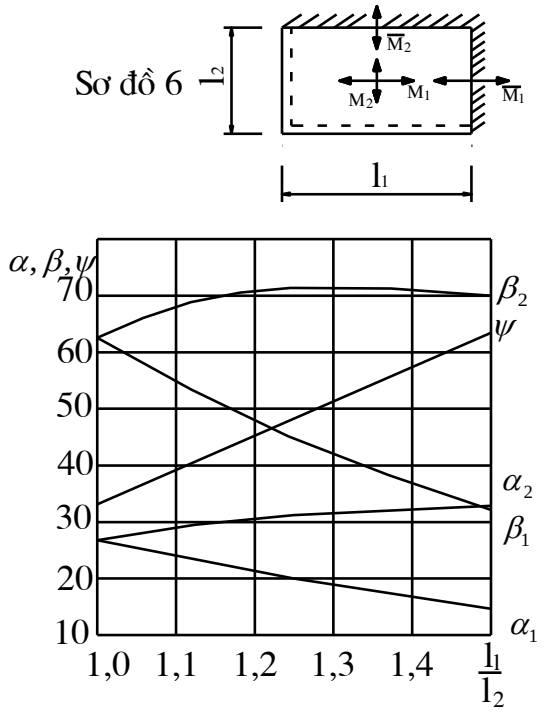
Sơ đồ 4



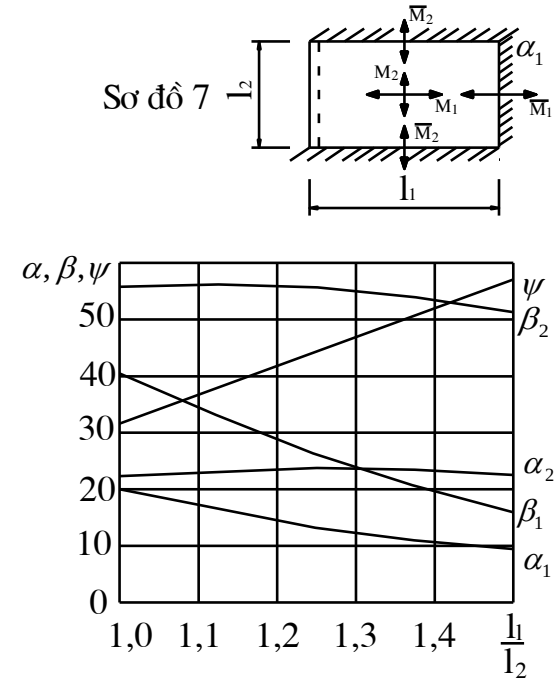
Sơ đồ 5



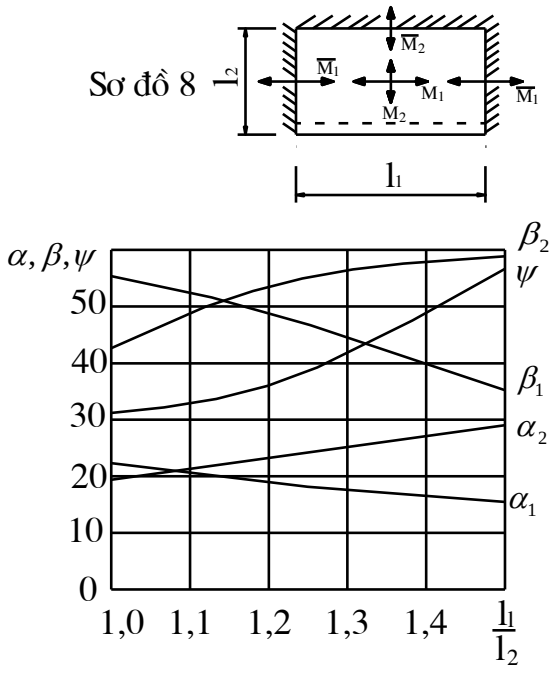
Sơ đồ 6



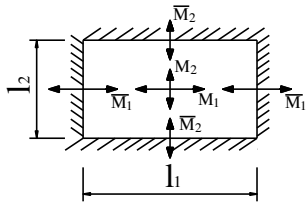
Sơ đồ 7

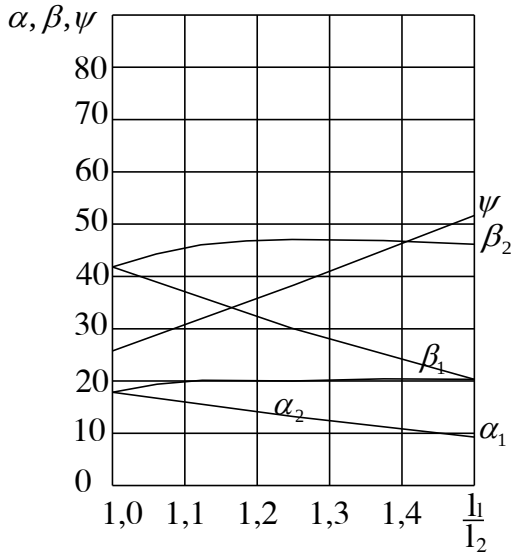


Sơ đồ 8

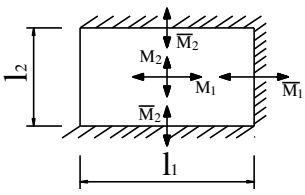


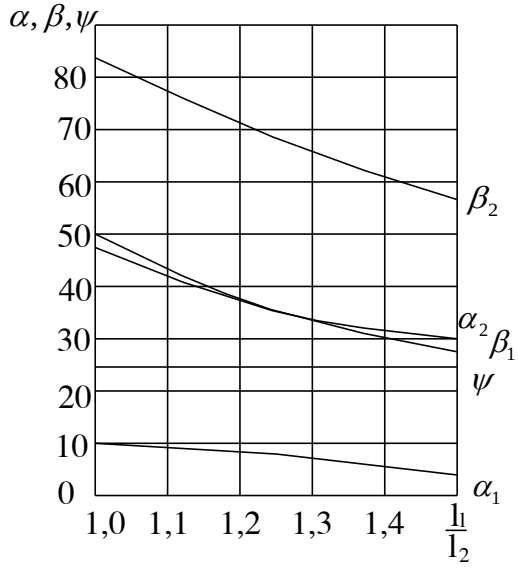
Sơ đồ 5



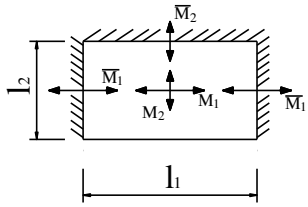


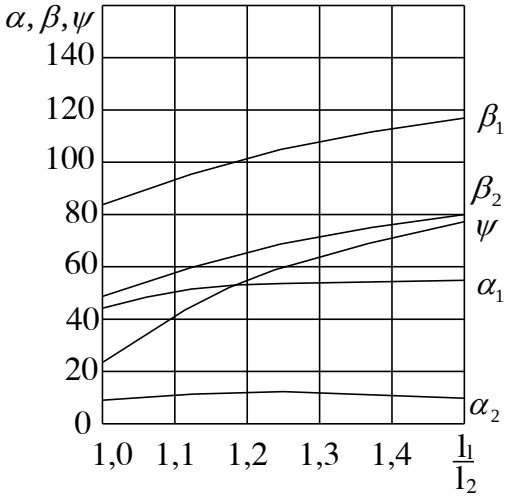
Sơ đồ 10



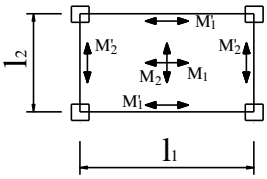


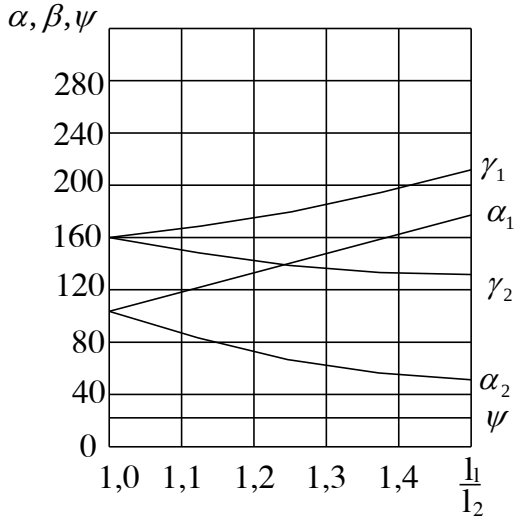
Sơ đồ 7



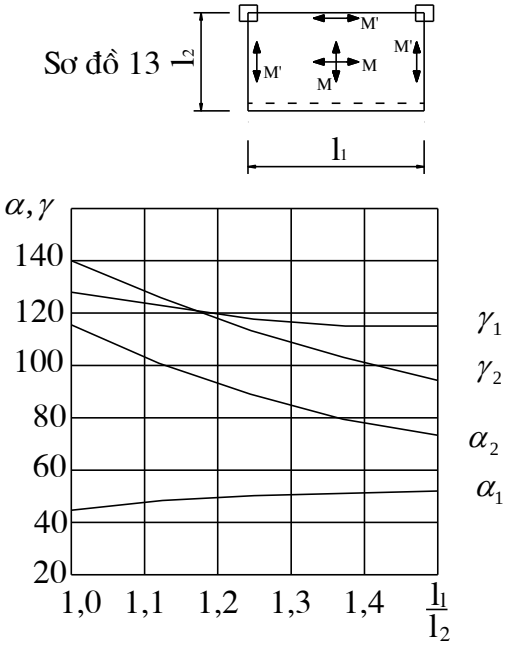


Sơ đồ 12

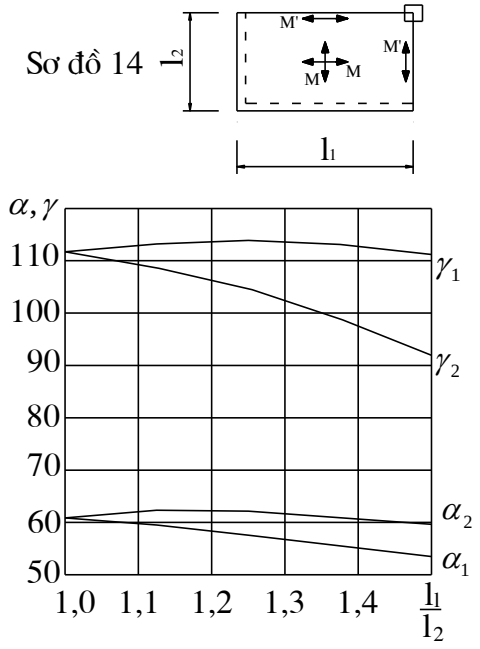




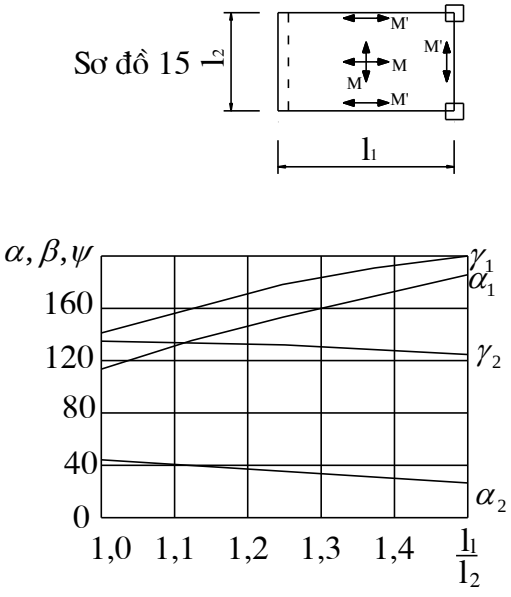
Sơ đồ 13



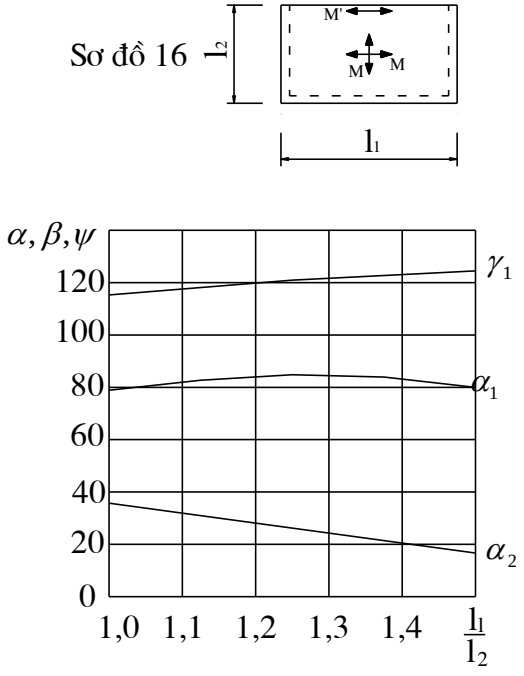
Sơ đồ 14



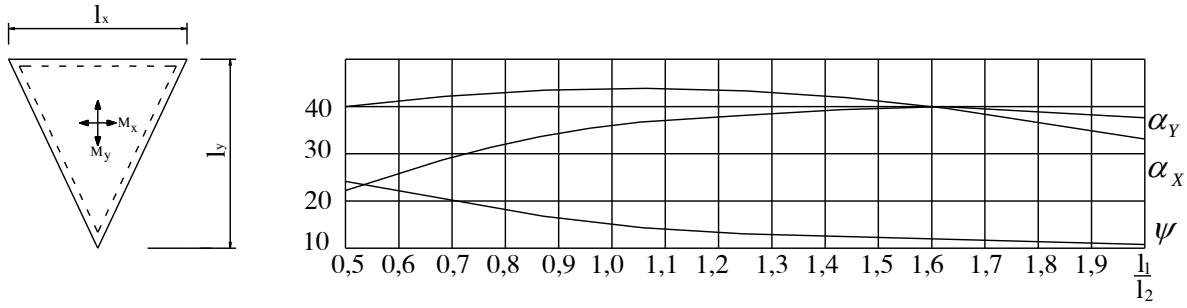
Sơ đồ 15



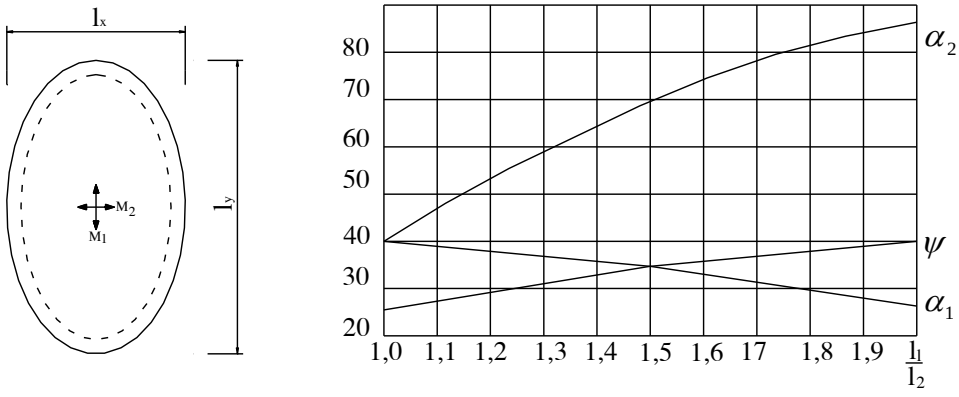
Sơ đồ 16



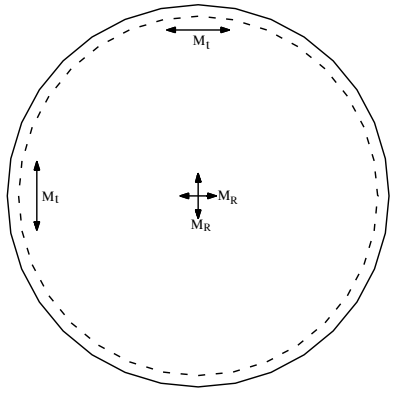
PHẦN 2

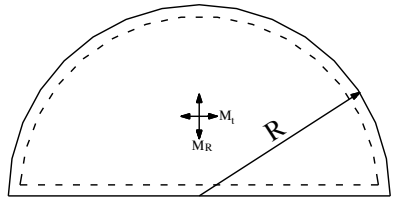


PHẦN 3

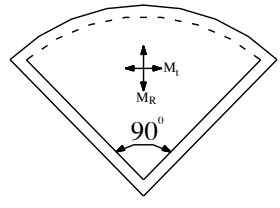


PHẦN 4





PHẦN 5



CH□ƠNG 3
QUY TRÌNH THI CÔNG LẮP DỰNG KẾT CẤU MÁI L□ỚI KHÔNG GIAN MẶT BẰNG THÉP

1. Quy định chung

1.1. Phải lập biện pháp thi công, tổ chức thi công và đ- ợc chủ đầu t- và đơn vị t- vấn giám sát phê duyệt khi lắp dựng.

1.2. Khi lắp dựng phải tuân thủ biện pháp thi công đã đ- ợc phê duyệt.

1.3. Trong quá trình lắp dựng phải tiến hành việc kiểm tra thực hiện các trình tự thi công lắp dựng. Kết quả kiểm tra phải ghi vào nhật ký công trình.

1.4. Công tác nhân lực

- H- ớng dẫn lắp dựng phải do ng- ời đ- ợc phép thi công lắp dựng đản nhận.
- Hàn ở công tr- ờng phải do công nhân hàn bậc 4 trở lên thực hiện, đã qua sát hạch.
- Lắp ráp bulông chất l- ợng cao phải do công nhân chuyên trách hóa thực hiện, nắm vững các công nghệ lắp ráp bulông chất l- ợng cao.

1.5. Vật liệu

- Phân loại và ghi số hiệu của các chi tiết đ- ợc lắp ráp theo thiết kế.
- Các chi tiết lắp dựng đ- ợc quản lý, có chất l- ợng và số liệu phù hợp với thiết kế.

1.6. Khi lắp dựng nên dùng ph- ơng pháp cơ giới, ph- ơng pháp tổ hợp khối lớn sao cho có hiệu quả kinh tế.

2. Công tác chuẩn bị

2.1. Chuẩn bị cho công tác lắp dựng (nhà tạm, công trình phụ...) phải tiến hành tr- ớc khi lắp dựnh theo các yêu cầu về tổ chức thi công.

2.2. Công tác lắp dựng chỉ đ- ợc tiến hành sau khi đã chuẩn bị xong mặt bằng và cố định chính xác các gối tựa của mái l- ới.

3. Ph□ơng pháp lắp dựng

3.1. Nguyên tắc chọn ph- ơng án lắp dựng. Lựa chọn ph- ơng pháp lắp dựng Dựa theo đặc điểm chịu lực và cấu tạo của mái l- ới với yêu cầu đảm bảo chất l- ợng, an toàn, đảm bảo tiến bộ, phù hợp với điều kiện cụ thể của công trình và có hiệu quả kinh tế.

Các ph- ơng pháp lắp dựng mái l- ới th- ờng đ- ợc dùng:

+ Ph- ơng pháp lắp rời trên cao
+ Ph- ơng pháp lắp theo đoạn hoặc khối,
+ Ph- ơng pháp chuyển tr- ợt trên cao,
+ Ph- ơng pháp cẩu lắp toàn khối,
+ Ph- ơng pháp nâng toàn khối.

3.2. Kiểm tra kết cấu trong quá trình thi công.Sau khi lựa chọn ph- ơng pháp lắp dựng phải tính toán kiểm tra trong giai đoạn thi công với nội lực thanh, độ võng, ảnh h- ởng của gió với khối mái l- ới khi cẩu lắp. Cần phải tính toán vị trí móc cẩu, đ- ờng kính cáp cẩu, sức chịu tải của cột chống khi thi công.

3.3. Lắp thử. Tr- ớc khi lắp dựng chính thức cần lắp dựng thử, cẩu lắp thử bộ phận mái l- ới theo biện pháp thi công đã duyệt. Khi thấy đảm bảo tính khả thi mới đ- ợc lắp dựng chính thức.

3.4. Dụng cụ đo. Các th- ớc thép dùng cho chế tạo, xác định vị trí gối tựa, lắp dựng, nghiệm thu mái l- ới nhất thiết chỉ dùng một loại th- ớc thép đúng tiêu chuẩn.

3.5. Ph□ơng pháp lắp rời trên cao

3.5.1. Phạm vi áp dụng

- áp dụng cho các mái l- ới nút cầu liên kết bằng bulông, các mái l- ới có nhiều gối tựa đ- ợc phân bố theo biên.
- áp dụng cho các công trình có mặt bằng bên ngoài chật hẹp không sử dụng đ- ợc cần trục, bên trong không đủ diện tích mặt bằng để tổ hợp khối mái l- ới.

3.5.2. Trình tự lắp dựng:

- Lắp dựng hệ sàn công tác tới sát vị trí cần lắp dựng cho tong khối mái l- ới.
- Hệ sàn công tác phải đảm bảo độ vững chắc an toàn, đủ độ cứng.
- Để lắp rời trên cao, lần l- ợt đ- a các loại thanh cánh d- ới, thanh bụng, thanh cánh trên lên hệ sàn công tác bằng các buli. Các loại thanh này đ- ợc phân loai, đặt vào các vị trí riêng biệt để tránh nhầm lẫn.
- Trình tự lắp dựng đ- ợc tuân theo các nguyên tắc sau:
  + Lắp các thanh từ hai bên gối vào giữa nhịp.
  + Lắp các thanh cánh d- ới tr- ớc, tiếp theo lắp các thanh bụng, sau đó mới lắp các thanh cánh trên.
  + Lắp nối các thanh cuối cùng ở giữa nhịp, các thanh này lắp thêm lò xo ở đầu ống lồng của thanh để có thể lắp đ- ợc dễ dàng.
- Khi lắp đến từng nút cầu ở thanh cánh d- ới, đặt các cột chống. Các cột chống phải đ- ợc tính toán về sức chịu tải và tính ổn định.
- D- ới chân các cột chống phải có các biện pháp gia c- ờng để tránh bị lún, có kích điều chỉnh đ- ợc cao độ của điểm đỡ.
- Quá trình lắp dựng phải đảm bảo độ chính xác và tránh sai số tích lũy.
- Trong khi thi công phải th- ờng xuyên kiểm tra các đ- ờng trục, tim, cao độ, độ thẳng. Nếu thấy sai số v- ợt quá quy định thì phải điều chỉnh ngay.
- Lắp xong khối mái nào thì phải kiểm tra ngay kích th- ớc hình học của khối mái đó. Sau khi kiểm tra xong mới đ- ợc lắp khối mái tiếp theo.
- Tháo dỡ cột chống cần đề phòng 1 điểm gối đỡ nào đó bị tập trung chịu lực.
- Cần căn cứ vào độ võng do trọng l- ợng bản thân của kết cấu tại điểm chống và dùng biện pháp chia tầng chia đọan để hạ theo tỉ lệ hoặc dùng ph- ơng pháp hạ đồng thời, mỗi b- ớc hạ không quá 10mm để hạ dần các cột chống.

3.5.3. Ưu điểm của ph- ơng pháp lắp rời trên cao:

- Dễ điều chỉnh các sai số trong từng vị trí của khối mái l- ới.
- Tránh đ- ợc các sai số lớn của khối mái, của toàn bộ mái l- ới.
- Tránh đ- ợc sự va chạm của khối mái với các kết cấu khác.

3.5.4. Nh- ợc điểm của ph- ơng pháp lắp rời trên cao:

- Khối l- ợng lắp dựng hệ sàn công tác khá lớn.
- Chỉ áp dụng cho mái l- ới có hệ nút cơ khí (liên kết thanh vào nút đ- ợc thực hiện bằng liên kết bulông).

3.6. Ph□ơng pháp lắp theo đoạn hoặc khối

- Để dễ lắp ghép mái, tại vị trí liên kết với đoạn (khối với khối) nên dùng liên kết bulông.
- Tại các vị trí liên kết đoạn với đoạn (khối với khối), phải có hệ giáo, sàn thao tác phục vụ cho công tác lắp ghép, để đặt các cột chống tạm.

3.6.1. Ưu điểm của ph- ơng pháp lắp theo đoạn hoặc khối:

- Có thể dùng cho mái l- ới sử dụng nút cơ khí hoặc nút hàn.
- Có tính cơ giới hóa cao.
- Thời gian lắp dựng nhanh hơn lắp rời từng thanh.

3.6.2. Nh- ợc điểm của ph- ơng pháp lắp theo đoạn hoặc khối

- Dễ bị sai số tích lũy dồn về đoạn (khối) cuối cùng.
- Phải điêù chỉnh kích th- ớc thanh nối giữa hai đoạn nếu xảy ra sai số do lắp giáp.

3.7. Ph□ơng pháp chuyển tr□ợt trên cao

3.7.1. Phạm vi sử dụng:

- áp dụng cho mái l- ới có cấu trúc tinh thể, hệ mái trực giao.
- áp dụng cho các mái nhịp lớn.
- Thay thế cho việc lắp rời trên cao ở vị trí lắp rời trên cao khó thực hiện.
- Để thực hiện đ- ợc ph- ơng pháp chuyển tr- ợt trên cao, hệ thống ray tr- ợt, bánh xe lăn phải đảm bảo thăng bằng, chắc chắn, các đoạn (khối) mái chuyển tr- ợt không bị biến hình.

3.7.2. Trình tự lắp dựng:

Chuyển tr- ợt trên cao có hai ph- ơng pháp lắp dựng, tùy theo từng ph- ơng pháp mà trình tự lắp dựng khác nhau.

a) Ph- ơng pháp chuyển tr- ợt từng đoạn. Từng đoạn (khối) mái l- ới đ- ợc cẩu lắp vào hệ ray tr- ợt, sau đó tr- ợt đoạn (khối) này đến vị trí cần nối để lắp ghép lại.

b) Ph- ơng pháp chắp dần từng đoạn rồi chuyển tr- ợt.

- Toàn hệ mái l- ới đ- ợc lắp tr- ớc trên ray tr- ợt (trên cơ sở lắp dần từng đoạn), rồi tr- ợt cả máivào vị trí thiết kế.
- Khi có điều kiện, có thể lắp thành từng đoạn trên mặt đất, sau đó cẩu lên, lắp ghép, các đoạn lại rồi tr- ợt toàn bộ mái l- ới trên ray tr- ợt vào vị trí.

Ph- ơng pháp chuyển tr- ợt trên cao có thể lợi dụng các công trình có sẵn lắp ghép, nếu không có thì cần làm ở đoạn bắt đầu chuyển tr- ợt một bệ lắp ghép rộng khoảng hai khoang dàn.

3.7.3. Ray tr- ợt phải cố định vào thép chờ đặt sẵn trên mặt của dầm bêtông cốt thép, độ cao can ray tr- ợt phải cao hơn hoặc bằng độ cao của gối đỡ sàn. Đầu ray tr- ợt phải đ- ợc liên kết chắc chắn vào dầm. Nếu thanh ray tr- ợt phải nối hàn (do chiều dài không đủ) thì phải mài phẳng phần mối hàn nhô lên cao.

Khi tấm gối đỡ trực tiếp tr- ợt trên ray phải chế tạo gờ dẫn h- ớng ở mặt d- ới tấm gối đỡ để tránh hiện t- ợng trệch khối dàn mái khỏi ray khi chuyển tr- ợt (hai bên s- ờn ray tr- ợt phải trơn tru để tấm gối đỡ tr- ợt dễ dàng). Mặt tiếp xúc của ray tr- ợt với gối đỡ nên đ- ợc bôi trơn để giảm ma sát. Khi tấm gối đỡ có đặt bánh xe dẫn h- ớng tr- ợt trên ray thì gờ dẫn

h- ớng của bánh xe nên đặt vào phía trong của ray tr- ợt, khe hở giữa gờ của bánh xe dẫn h- ớng và đ- ờng tr- ợt từ 10-20 mm.

3.7.4. Khi nhịp mái khá lớn cần có ray tr- ợt trung gian. Giá đỡ ray tr- ợt trung gian
phải đủ khả năng chịu lực, ổn định, không lún.

3.7.5. Khi tr- ợt mái l- ới có thể dùng tời máy hoặc tời quay tay để tạo lực tr- ợt. Số l- ợng điểm kéo căn cứ vào lực kéo tời và trọng l- ợng của mái l- ới. Vị trí điểm kéo phải ở các nút của mái l- ới và đ- ợc tính toán, kiểm tra mái l- ới ở giữa giai đoạn thi công. Tốc độ kéo của tời (tời máy, tời quay tay) không nên lớn hơn 1 mét/phút.
Khi tr- ợt đoạn (khối) mái l- ới trên ray tr- ợt độ chênh cao giữa điểm đầu và điểm cuối đọan (khối) mái không đ- ợc v- ợt quá 50mm.

3.7.6. Trong quá trình tr- ợt và lắp dựng phải tính toán và kiểm tra các tr- ờng hợp
sau đối với mái l- ới:

- Khi giữa nhịp không có gối đỡ: kiểm tra nội lực thanh và độ võng ở gi- ã nhịp.
- Khi giữa nhịp có gối đỡ trung gian: kiểm tra nội lực thanh chịu phản lực gối đỡ, độ võng ở 1/4 nhịp, các cột chóng để đỡ gối trung gian.

3.7.7. Ưu điểm của ph- ơng pháp chuyển tr- ợt trên cao:

- Tận dụng các kết cấu, kiến trúc có sẵn để làm sân bãi lắp ghép.
- Lắp ở các vị trí có mặt bằng trật hẹp mà ph- ơng pháp lắp rời, ph- ơng pháp cẩu lắp khó thực hiện.

3.7.8. Nh- ợc điểm của ph- ơng pháp chuyển tr- ợt trên cao:

- Phải lắp đặt hệ ray tr- ợt, các đầu ray tr- ợt phải kê chắc chắn.
- Lực tr- ợt đ- ợc tạo ra bởi tời máy, tời quay tay dẫn tới gây rung động, biến dạng cho kết cấu.
- Nếu theo yêu cầu thi công phải bố trí ray tr- ợt trung gian thì có thể gây ra biến đổi nội lực trong các thanh, khi đó cần có biện pháp gia cố tạm cho các thanh bị thay đổi bất lợi về mặt nội lực.

3.8. Ph□ơng pháp cẩu lắp toàn khối

3.8.1. Phạm vi áp dụng :

- Thích hợp với tất cả các lọai mái l- ới
- áp dụng cho các loại mái có diện tích không lớn

3.8.2. Ph- ơng pháp lắp dựng.

- Dùng 1 hay nhiều cột cẩu (1 hay nhiều cần trục) để lắp mái vào vị trí thiết kế. Số l- ợng cột cẩu (cần trục) đ- ợc quyết định bởi sức nâng của cột cẩu (cần trục) và trọng l- ợng của mái l- ới.
- Khi dùng 1 cần cẩu:

+ Với mái l- ới có mặt bằng hình chữ nhật có thể dùng ph- ơng pháp điều chỉnh dây neo cột cẩu làm cho cột vừa cẩu vừa dịch chuyển ngang mái l- ới vào vị trí lắp dựng.

+ Với mái l- ới có mặt bằng hình tròn, đa giác đều có thể dùng ph- ơng pháp
quay cột cẩu để quay mái l- ới vào vị trí lắp dựng.

- Khi dùng nhiều cột cẩu, có thể lợi dụng phản lực ngang phát sinh không đều trong tổ bánh xe tr- ợt của cần trục ở hai bên mỗi cột cẩu để dịch chuyển hay quay mái l- ới vào vị trí lắp dựng.
- Khoảng dịch chuyển hoặc góc quay của mái l- ới có liên quan đến độ cao hạ xuống của mái. Quan hệ này đ- ợc xác định bằng ph- ơng pháp hình học hoặc giải tích.
- Khi dùng nhiều cột cẩu hoặc nhiều cần trục để cẩu lắp mái l- ới nên chọn cần trục có sức trục đ- ợc nhân với hệ số 0,75.
- Khi dùng nhiều cột cẩu để cẩu lắp, cột cẩu phải đ- ợc lắp thẳng đứng, lực kéo của dây neo nên lấy bằng 60% lực kéo của dây neo khi thiết kế.
- Khi dùng 1 cột cẩu để cẩu lắp thì khớp gối của cột phải dùng khớp tựa hình cầu.
- Khi dùng nhiều cột cẩu để cẩu lắp, trong mặt phẳng nâng của cột cẩu có thể dùng khớp gối kiểu khớp trụ (khớp một h- ớng).
- Khi cẩu lắp toàn khối mái l- ới phải đảm bảo sự lên xuống đồng bộ của các điểm móc cẩu. Trị số cho phép chênh lệch độ cao (độ cao t- ơng đối giữa 2 cột cẩu gần nhau hoặc điểm hợp lực của 2 tổ móc cẩu gần nhau) có thể lấy bằng 1/400 khoảng cách giữa 2 điểm móc cẩu.
- Khi xác định ph- ơng án cẩu lắp toàn khối mái l- ới vào vị trí phải phù hợp các yêu cầu sau:

  + Khoảng cách của bất kỳ điểm nào thuộc mái l- ới với cột cẩu không đ- ợc d- ới 100mm.

  + Nếu trên cột cẩu có chỗ lồi ra, phải đề phòng khi nâng mái l- ới sẽ bị mắc kẹt.

  + Do chênh lệch vị trí của mái l- ới làm cho có thanh nào đó tạm thời ch- a lắp đ- ợc vào mái l- ới thì phải đ- ợc sự đồng ý của cơ quan thiết kế.
- Các cột cẩu, dây neo, dây cẩu, neo, móng và cách luồn tổ bánh xe cẩu tr- ợt... đều phải đ- ợc tính toán tr- ớc khi thi công, khi cần thiết phải làm thử kiểm tra.
- Phải có ph- ơng pháp tháo dỡ cột cẩu sau khi lắp dựng xong kết cấu mái l- ới. Khi khả năng chịu tải của mái l- ới cho phép có thể sử dụng ph- ơng pháp đặt tổ bánh xe tr- ợt trên mái để dỡ dần từng đoạn của cột cẩu.

3.8.3. Ưu điểm của ph- ơng pháp cẩu lắp toàn khối:
- Giảm đ- ợc khối l- ợng công việc thực hiện trên cao.
- Thời gian lắp dựng đ- ợc giảm đáng kể do áp dụng biện pháp thi công cơ giới.

3.8.4. Nh- ợc điểm của ph- ơng pháp cẩu lắp toàn khối:
- Khó xử lý các sai số do biến dạng của mái l- ới khi cẩu lắp.
- Khi sử dụng nhiều cột cẩu (cần trục) lắp dựng, việc phối hợp các thiết bị cùng thực hiện một công việc rất khó đồng bộ.

3.9. Ph□ơng pháp nâng lắp toàn khối

3.9.1. Phạm vi áp dụng:
- Dùng cho các loại mái đỡ có gối quanh biên hoặc nhiều gối đỡ (gối đỡ đặt ở đỉnh các cột).
- Dùng cho mái phẳng dạng tấm có 1 hay 2 mái dốc, mái trụ.

3.9.2. Trình tự lắp dựng:

- Thi công các cột cho đủ chiều cao yêu cầu.
- Tổ hợp lắp dựng hệ mái l- ới tại mặt bằng công tr- ờng bao quanh các cột.
- Nâng toàn bộ mái l- ới lên cao trình theo thiết kế bằng các thiết bị nâng: kích thủy lực, bàn nâng chạy điện.
- Chọn sức nâng tải của các thiết bị nâng: phải lấy sức nâng tải theo định mức của thiết bị nâng nhân với hệ số giảm tải K nh- sau:
  + Kích thủy lực : K=0,5-0,6
  + Bàn nâng chạy điện: K=0,7-0,8
- Khi nâng toàn bộ mái l- ới phải đảm bảo nâng đồng đều các góc. Trị số chênh lệch độ cao cho phép giữa 2 điểm nâng gần nhau, giữa điểm nâng cao nhất và thấp nhất đ- ợc xác định bằng tính toán ở trạng thái cẩu lắp.
- Trị số giới hạn về chênh lệch độ cao giữa 2 điểm nâng gần nhau đ- ợc quy định nh- sau:
  + Nếu dùng kích thủy lực: 1/250 khoảng cách giữa 2 điểm và không lớn hơn 25mm.
  + Nếu dùng bàn nâng chạy điện: 1/400 khoảng cách giữa 2 điểm và không lớn hơn 15mm
- Trị số cho phép về độ chênh cao giữa điểm nâng cao nhát và thấp nhất quy định:
  + Nếu dùng kích thủy lực 50mm.
  + Nếu dùng bàn nâng chạy điện 35mm

3.9.3. Ưu điểm của ph- ơng pháp nâng lắp toàn khối:
- Có thể thi công mái l- ới đồng thời với việc thi công cột. Tr- ờng hợp này có thể dùng mái l- ới làm sàn thao tác.
- Phù hợp với các mái l- ới có cao trình lớn mà cầu trục không vào đ- ợc.

3.9.4. Nh- ợc điểm của ph- ơng pháp nâng lắp toàn khối:
- Các thiết bị nâng phải đồng bộ.
- Cần phải tính toán điểm nâng và điểm đặt của hợp lực thiết bị nâng sao cho đối xứng, trị số sai lệch cho phép là 10mm.
- Các cột chống ở phần d- ới mái l- ới khi thi công theo ph- ơng pháp này phải đ- ợc kiểm tra về ổn định.

4. Công tác trắc đạc trong quá trình lắp dựng

4.1. Các thiết bị, máy móc sử dụng cho công tác trắc đạc trong quá trình lắp dựng
gồm:
- Máy thủy bình để xác định cao trình.
- Máy kinh vĩ để xác định độ thẳng đứng (các đ- ờng tim).
- Th- ớc thép (dùng chung 1 loại khi chế tạo, lắp dựng, nghiệm thu).
- Quả dọi (dây dọi), sơn màu, dây thép...

4.2. Các công việc trắc đạc chuẩn bị cho dựng lắp:
- Kiểm tra cao trình các gối, tâm gối, vị trí đặt bulông neo, khoảng cách giữa các gối đả chính xác theo bản vẽ thiết kế ch- a.
- Lập bản vẽ trắc đạc công việc kiểm tra trên. Nếu có sai lệch thì phải báo cáo cho cơ quan thiết kế có biện pháp sử lý kịp thời.

4.3. Các công việc trắc đạc trong khi dựng lắp:

- Máy thủy bình th- ờng xuyên kiểm tra độ ngang bằng các gối, các nút của kết cấu, theo rõi độ biến dạng (lún) của các gối tựa.
- Máy kinh vĩ th- ờng xuyên kiểm tra đ- ờng trục của các gối tựa, của các nút mái, thanh mái.

5. Sai số khi lắp dựng

5.1. Sai số cho phép của trục định vị các gối tựa:
- Khi khoảng cách gữa các gối tựa nhỏ hơn 9m sai số là 3mm
- Từ 9m đến 15m sai số là 4mm.
- Lớn hơn 15m sai số là 5mm.

5.2. Đối với dầm, cột đỡ mái: Sai số cho phép của mặt trên dầm (cột) đỡ gối tựa
mái l- ới theo chiều cao là $\pm 5mm$.

5.3. Đối với bulông neo. Sai lệch của bulông neo so với tấm gối là 2,5mm

5.3. Sai số cho phép khi lắp ghép đơn nguyên của mái l- ới:
1) Khi lắp ghép đơn nguyên hình chóp đơn: độ dài thanh cánh, độ cao của tháp là $\pm 2mm$; độ dài theo trục dọc của thanh xiên là $\pm 3mm$. Tim nút cánh d- ới $\pm 2mm$.
2) Khi lắp ghép đơn nguyên không là hình chóp, sai lệch cho phép can tim nút $\pm 2mm$.
3) Khi lắp ghép đơn nguyên là dàn phẳng, sai số kích th- ớc cho phép phải phù hợp với quy định tiêu chuẩn TCXD 170:1989 " Kết cấu thép - Gia công lắp ráp và nghiệm thu - yêu cầu kỹ thuật".
4) Trọng tâm nút cầu hàn và trọng tâm ống thép cho phép sai lệch $\pm 1mm$

5.4. Khi phân đoạn các đơn nguyên để lắp ghép sai số cho phép về độ dài đ- ợc
lấy nh- sau:
- Khi đơn nguyên phân đoạn có độ dài nhỏ hơn 20m, sai số cho phép độ dài biên ghép nối là $\pm 10mm$.
- Khi đơn nguyên phân đoạn có độ dài 20m trở lên, sai số cho phép độ dài biên ghép nối là $\pm 20mm$.

5.6. Đối với mái l- ới không gian nhiều nhịp. Sai số cho phép độ dài biên ghép
nối bằng một nửa các mục quy định ở điều 5.5.

5.7. Sai số theo các biên ở mặt bằng. Sai số cho phép độ dài biên ngang, dọc của
mặt bằng mái l- ới là 1/2000 của cạnh đó nh- ng không v- ợt quá 30mm.

5.8. Độ lệch trọng tâm. Giới hạn cho phép về sai lệch trọng tâm là 1/3000 nhịp
mái nh- ng không v- ợt quá 30mm.

5.9. Sai số cho phép về độ cao:
- Khi mái l- ới có gối tựa quanh biên với các điểm nút gần kề nhau, sai số cho phép là 1/400 khoảng cách gối kề nhau, nh- ng không v- ợt quá 15mm.
- Khi mái l- ới có nhiều gối đỡ, với các điểm (nút) gần kề nhau sai số cho phép là 1/800 khoảng cách gối kề nhau nh- ng không v- ợt qúa 30mm.

- Giữa điểm (nút) cao nhất và điểm (nút) thấp nhất sai số cho phép là 30mm.

6. Xử lý sự sai số có thể xảy ra trong quá trình lắp dựng

6.1. Đối với bulông neo.

Các bulông neo để liên kết gối tựa đ- ợc đặt và đổ bêtông đồng thời với dầm, cột hay bị sai lệch về vị trí so với thiết kế. Biện pháp xử lý:

- Đổ bêtông các dầm, cột ở vị trí có bulông neo thấp hơn cao trình thiết kế từ 5 đến 10 (cm).
- Đặt các gối tựa của mái l- ới, dùng các mái trắc đạc xác định vị trí tim, cao trình theo thiết kế.
- Điều chỉnh các bulông neo để cho tấm gối trùng với tim trục, mặt d- ới bản đế trùng với cao trình vừa đ- ợc xác định.
- Dùng phụ gia tr- ơng nở đổ bù phần bêtông còn lại của dầm, cột.

6.2. Đối với kết cấu mái:

Lắp dựng mái l- ới theo đoạn, khối, toàn mái hoặc lắp rời từng thanh trên cao thì khi lắp các thanh cuối cùng th- ờng gặp rất nhiều khó khăn do sai số tích lũy dồn lại. Biện pháp xử lý:

- Th- ờng xuyên kiểm tra l- ới mặt bằng và độ cao theo từng nút. Nếu có sai sót phải điều chỉnh ngay.
- Các cột phải đảm bảo vững chắc, ổn định không bị biến dạng, không bị lún.
- Các thanh cuối cùng khi lắp nối liền các đoạn, khối để lắp dựng dễ dàng thì đầu lồng ở thanh nên lắp thêm lò xo.

6.3. Trong quá trình vận chuyển, tổ hợp, lắp dựng:

- Nếu cong vênh thanh phải sửa chữa. Nếu sửa chữa không đ- ợc thì phải thay thế bằng thanh mới.
- Những chỗ sơn sót, sơn phủ bị h- hỏng phải làm sạch và sơn lại.
- Những chi tiết mạ phải bảo quản tốt, tránh rơi, va đập gây h- hỏng lớp mạ. Nếu hang lớp mạ thì phải mạ lại.

7. Công tác an toàn

7.1. Nguyên tắc chung: Để bảo đảm an toàn khi làm việc trên cao, cần phải áp dụng một số biện pháp sau:

- Hạn chế, giảm các công việc phải làm trên cao bằng cách:

  + Gia công, chế tạo các cấu kiện phải chính xác.

  + Khuếch đại các cấu kiện thành đoạn khối... phù hợp sức nâng của các thiết bị nâng.

  + Sử dụng các thiết bị treo buộc có khóa tự động hoặc bán tự động để dễ tháo đoạn, khối kết cấu ra khỏi móc cẩu.

  Tổ chức thi công hợp lý để công nhân ít phải thay đổi vị trí trong một ca làm việc.
- Thực hiện các biện pháp đảm bảo an toàn gắn liền với biện pháp thi công.

  + Biện pháp tổ chức: tuyển dụng ng- ời làm việc trên cao theo đúng tiêu chuẩn quy định; th- ờng xuyên kiểm tra, giám sát an toàn lao động; trang bị đầy đủ các ph- ơng tiện bảo hộ cá nhân.

  + Biện pháp kỹ thuật: các dụng cụ thiết bị làm việc trên cao đảm bảo các yêu cầu an toàn. Có các biện pháp an toàn chung khi làm việc trên cao.

7.2. Đối với ng- ời làm việc trên cao:

- Có giấy chứng nhận sức khỏe do cơ quan y tế cấp.
- Học tập và kiểm tra về an toàn lao động th- ờng xuyên.
- Các ph- ơng tiện bảo hộ cá nhân: dây an toàn, mũ bảo hộ, giầy chống tr- ợt, quần áo bảo hộ lao động, nội quy an toàn khi làm việc trên cao.

7.3. Đối với ng- ời giám sát và kiểm tra an toàn khi thi công ở trên cao:

- Th- ờng xuyên giám sát kiểm tra an toàn lao động để phát hiện ngăn chặn kịp thời những hiện t- ợng thiếu an toàn.
- Hàng ngày tr- ớc khi làm việc phải kiểm tra vị trí làm việc của công nhân, kiểm tra dàn giáo, sàn công tác, thang, lan can an toàn và các ph- ơng tiện làm việc trên cao khác.
- Kiểm tra các dụng cụ làm việc cá nhân, th- ờng xuyên theo dõi, nhắc nhở công nhân chấp hành kỷ luật lao động và nội quy an toàn lao động.
- Khi trời tối, hoặc m- a to, giông bão hoặc gió mạnh từ cấp 5 trở lên thì tuyệt đối không cho công nhân làm việc trên cao.

7.4. Đối với dụng cụ, thiết bị phục vụ cho việc lắp dựng trên cao

- Khi lắp dựng phải sử dụng các dụng điện,máy cắt, đục lỗ... ở trên cao phải có dàn giáo, sàn thao tác chắc chắn.
- Các máy móc phục vụ cho việc dựng lắp phải đ- ợc kiểm tra an toàn trong suốt thời gian thi công. Các thiết bị này đ- ợc bảo d- ỡng th- ờng xuyên.
- Tr- ớc khi cẩu lắp, phải kiểm tra vật cẩu, tình trạng móc buộc, cột chống, giá đỡ.

8. Vệ sinh môi tr□ờng và phòng chống cháy nổ

8.1. Duy trì các biện pháp tránh bụi nh- làm hàng rào chắn bụi, phun n- ớc t- ới ẩm trên công tr- ờng. Thực hiện chế độ vệ sinh công nghiệp sau một ca làm việc.

8.2. Các máy móc thiết bị sử dụng trên công tr- ờng phải đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật về môi tr- ờng không gây ô nhiễm môi tr- ờng, th- ờng xuyên đ- ợc kiểm tra bảo d- ỡng.

8.3. Việc phòng chống cháy nổ tuân theo các quy định, nội quy của các cơ quan phòng cháy chữa cháy đã ban hành