

TS. NGUYỄN ĐÌNH THẨM (*Chủ biên*)
KS. TẠ THANH BÌNH

THIẾT KẾ BIỆN PHÁP KỸ THUẬT THI CÔNG LẮP GHÉP NHÀ CÔNG NGHIỆP 1 TẦNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Công nghệ xây dựng theo phương pháp lắp ghép là một trong những công nghệ chủ yếu, hiện đại trong xây dựng dân dụng và công nghiệp, đặc biệt trong nhà công nghiệp một tầng. Nó tạo điều kiện cho công nghiệp hóa hiện đại hóa ngành sản xuất xây dựng, đẩy nhanh tiến độ thi công, tăng năng suất lao động và giảm lao động vất vả cho công nhân.

Để giúp cho cán bộ kỹ thuật xây dựng tính toán chính xác các thông số lựa chọn phương án khả thi, hợp lý, chúng tôi biên soạn cuốn "Thiết kế biện pháp kỹ thuật thi công lắp ghép nhà công nghiệp một tầng" làm tài liệu hướng dẫn những điểm cơ bản nhất mà người kỹ thuật phải cần.

Trong sách chúng tôi cũng cung cấp một số tài liệu tra cứu như sổ tay, giúp người đọc có thể sử dụng để thiết kế một đồ án tương tự. Sách cũng dùng để làm tài liệu học tập cho sinh viên các ngành xây dựng công trình và những ai quan tâm đến công việc xây dựng.

Tham gia biên soạn tài liệu này gồm có: TS. Nguyễn Đình Thám chủ trì và viết Phần I, KS. Tạ Thanh Bình viết Phần II.

Do còn ít kinh nghiệm và lần đầu ra mắt bạn đọc nên chắc còn rất nhiều khiếm khuyết. Nhưng vì công việc, chúng tôi cứ mạnh dạn viết ra mong bạn đọc xa gần vui lòng bỏ qua và góp ý để lần tái bản phục vụ bạn đọc được tốt hơn. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn sự hợp tác quý báu đó của các bạn.

Các tác giả

PHẦN 1 - LÝ THUYẾT

THIẾT KẾ PHƯƠNG ÁN THI CÔNG LẮP GHÉP NHÀ CÔNG NGHIỆP 1 TẦNG

I. PHÂN TÍCH ĐẶC ĐIỂM CÔNG TRÌNH

Để có thể chọn phương án hợp lý, người thiết kế phải hiểu sâu sắc đặc điểm công trình. Khi tìm hiểu công trình, cần đi sâu vào các chi tiết sau:

- Kích thước mặt bằng biểu hiện bằng số nhịp, số bước, kích thước của các nhịp L , của bước cột B (nếu $L \leq 15m$ là nhà loại nhỏ, còn $L > 15m$ là nhà khẩu độ lớn) và nền đất yếu hay chắc, để từ đó định hướng chọn loại cần trục bánh xích hay bánh hơi.

- Giải pháp mặt bằng, số khe biến dạng, cách bố trí nhịp dạng song song hay vuông góc tạo thành hình chữ L hay chữ T làm cơ sở chọn phân đoạn thi công.

- Chiều cao của công trình lấy từ cốt 0.00 (mặt nền) đến đầu cột, vai cột, đỉnh giàn, đỉnh nóc để định hướng chọn cần trục. Loại cao trên 10m, thấp dưới 10m.

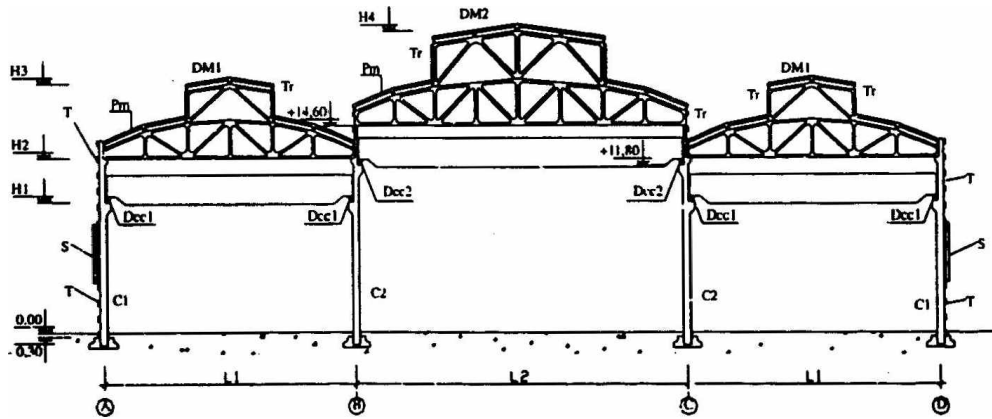
- Đặc điểm cấu kiện là bê tông cốt thép hay thép. Chi tiết liên kết mối nối bu lông hàn hay mối nối ước (yếu tố quyết định đến công nghệ thi công). Các thông số về cấu kiện hình dáng, kích thước, trọng lượng đặc biệt chú ý đến cấu kiện khó lắp (nặng, cao, xa).

Mối liên quan giữa lắp ghép thiết bị công nghệ của dây chuyền sản xuất với lắp ghép phần vỏ công trình. Thứ tự trước, sau hay kết hợp. Nếu cần thì phải có hội nghị bàn phương án thi công giữa đơn vị xây dựng và bên lắp máy để có sự phối hợp nhịp nhàng.

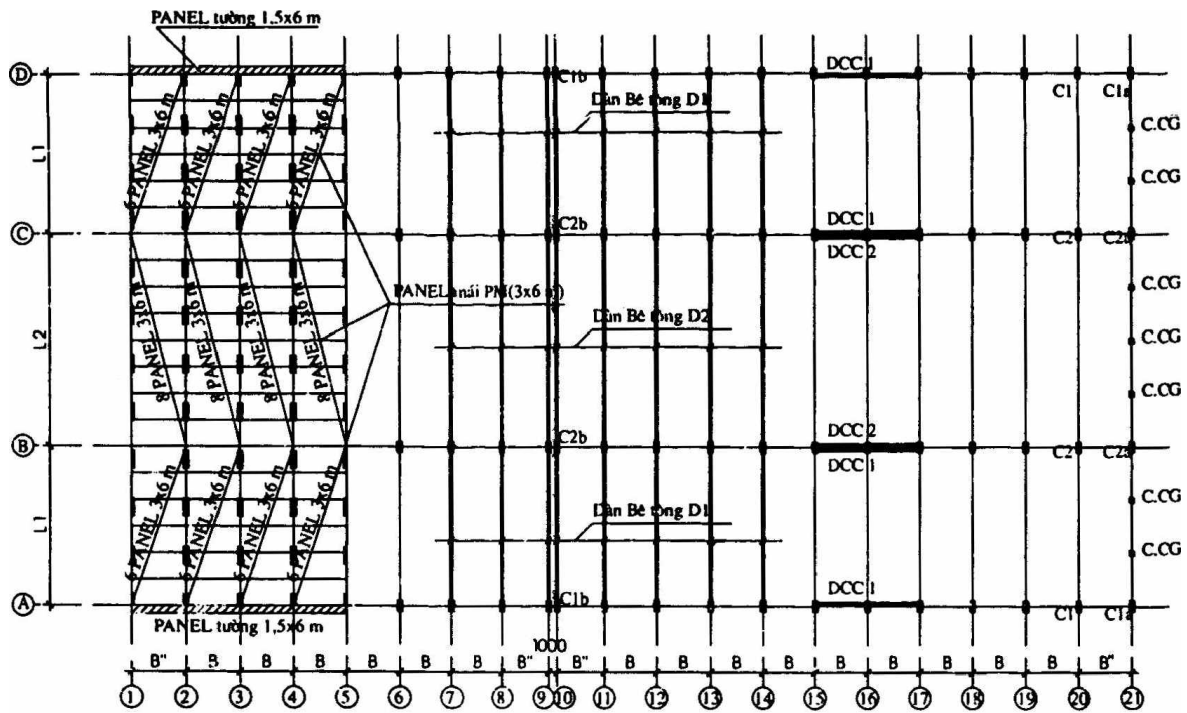
- Phân tích điều kiện thi công gồm đặc điểm: mặt bằng thi công có gì bị hạn chế, lối vào không gian, nền đất (yếu hay chắc) đường xe vận chuyển máy móc, cấu kiện.

Tất cả sự phân tích đặc điểm công trình được thể hiện trên bản vẽ sơ đồ lắp ghép công trình (gồm một mặt bằng và các mặt cắt). Trong đó thể hiện rõ các ký hiệu cấu kiện, vị trí lắp của nó trong công trình.

MẶT CẮT SƠ ĐỒ LẮP GHÉP CÔNG TRÌNH



MẶT BẰNG SƠ ĐỒ LẮP GHÉP CẤU KIỆN



Hình 1.1: Sơ đồ lắp ghép công trình.

II. THỐNG KÊ CẤU KIỆN

Việc thống kê cấu kiện nhằm tổng hợp khối lượng công việc, giúp người thiết kế hình dung được tính phức tạp của công trình về mặt định lượng. Thống kê dựa vào bản vẽ sơ đồ lắp ghép sẽ không bỏ sót nhất là với nhiều cấu kiện giống nhau về hình dáng song có nhiều chi tiết khác biệt nhìn thấy và không nhìn thấy.

Cấu kiện thống kê được ghi vào bảng 1.1 gồm có các cột chính sau:

Bảng 1.1

TT	Tên cấu kiện	Hình dáng kích thước	Đơn vị	Số lượng	Trọng lượng	Σ Trọng lượng	Ghi chú
1	2	3	4	5	6	7	8

Cột 1: Thứ tự cấu kiện nên ghi theo trình tự lắp ghép các cấu kiện .

Cột 2: Ghi tên cấu kiện thường gọi khu theo mã hiệu trong hồ sơ thiết kế (KT, KC, TC). Ví dụ cột biên C_1 , cột biên góc C_{1a} , cột giữa C_2 , cột giữa hàng hiên C_{2a} , cột giữa khe nhiệt C_{2b} , ...); xem hình 1.1.

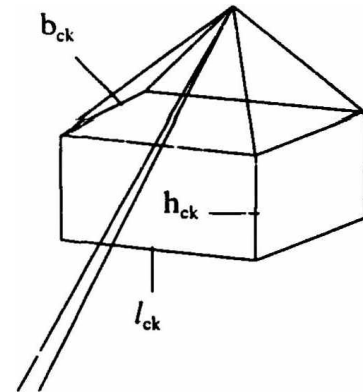
Cột 3: Vẽ hình dáng của cấu kiện để dễ nhận dạng trên đó ghi ba kích thước l_{ck} , b_{ck} , h_{ck} :

l_{ck} - chiều dài cấu kiện vuông góc tay cân trực;

b_{ck} - chiều dày cấu kiện trong mặt phẳng đồng chứa tay cân;

h_{ck} - chiều cao cấu kiện theo phương thẳng đứng.

Để phân biệt l , b , h , ta căn cứ vào trạng thái cấu kiện đang cấu lắp, lấy kích thước lớn nhất.



Cột 4 - Đơn vị tính là cái, chiếc (số đếm).

Cột 5 - Số lượng tính theo số đếm của từng mã hiệu cấu kiện.

Cột 6 - Trọng lượng lấy theo Catalô đơn vị là tấn, lấy chính xác sau dấu phẩy một số.

Cột 7 - Tích của cột 5 với cột 6.

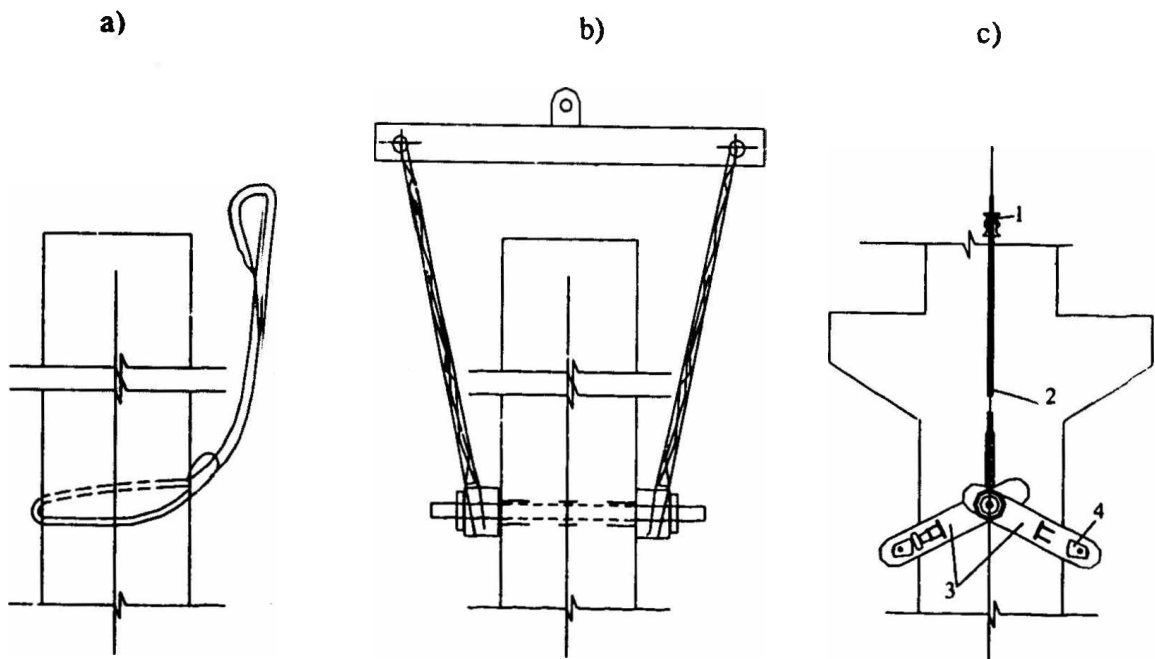
Cột 8 - Ghi chú những đặc điểm của cấu kiện như: có quai cầu hay không có quai? có lỗ cài chốt cầu? gia cường cấu kiện khuếch đại ? ...

III. CHỌN THIẾT BỊ TREO BUỘC

Căn cứ vào hình dáng cấu kiện và dụng cụ sẵn có ta chọn các thiết bị treo buộc thích hợp. Sau đó xác định lực căng để chọn đường kính dây cáp, kích thước thiết bị, chiều dài dây cầu.

a) Treo buộc cột

Thiết bị treo buộc cột có thể chọn các loại sau:



Hình 1.2: Thiết bị treo huộc

1. Đòn treo; 2. Dây cáp; 3. Thanh thép chữ U; 4. Đai ma sát.

+ Dây cầu kép buộc theo cách buộc tròn (hình 1.2a) nếu cột nhỏ $Q < 500\text{kg}$. Không có vai hay lỗ cài chốt thi công;

+ Dây cầu hai nhánh có vành khuyên dùng với cột có lỗ cài chốt thi công có thể dùng chốt khoá bán tự động (hình 1.2b);

+ Đai kẹp ma sát khi cột có vai (hình 1.2c).

Lực căng trong dây cáp tính theo công thức:

$$S = \frac{m \cdot KQ_{ck}}{n \cos 0^\circ}$$

Trong đó:

K: hệ số an toàn, lấy $k = 5 \div 6$

m: hệ số kể đến sức căng dây không đồng đều. Lấy:

$m = 1,0$ dây chế tạo tại nhà máy chuyên dùng;

$m = 1,2$ dây chế tạo tại xưởng gia công.

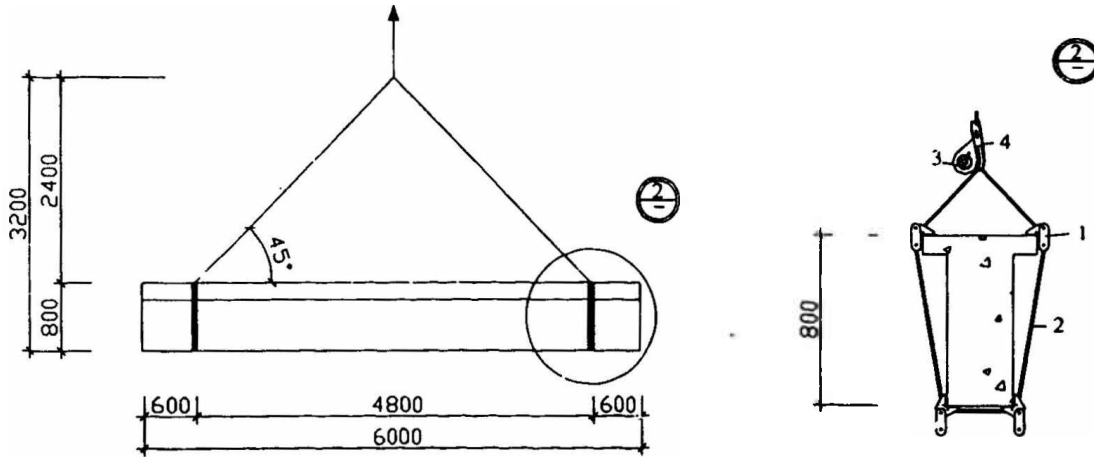
n: số nhánh dây treo vật ($n = 2$);

0° : góc giữa sợi cáp và dây dọi ($\alpha = 0$);

Từ S tra bảng (xem phụ lục 1) chọn D dây cáp.

b) Treo buộc dầm cầu chạy

Vì không có quai cầu, nên dầm cầu chạy thường được treo bằng hai dây cầu kép có khoá bán tự động ở hai đầu cách đầu mút khoảng $0,1L$, sau đó dùng cầu hai móc để nâng lên, nhánh cáp của dây cầu phải tạo với đường nằm ngang một góc $\alpha \geq 45^\circ$ để tránh lực dọc phát sinh lớn (hình 1.3).



Hình 1.3: Treo buộc dầm cầu trục

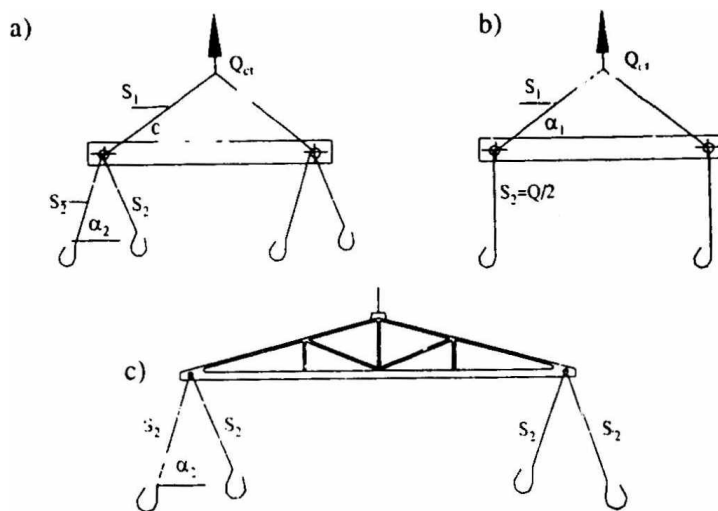
1. Thép đệm; 2. Dây cầu; 3. Khóa; 4. Ống luồn cáp.

Lực căng dây cáp tính theo công thức.

$$S = \frac{KQ}{2 \sin \alpha} \Rightarrow \text{chọn dây cáp theo bảng 1 (phụ lục).}$$

c) Treo buộc dàn

Tùy theo kích thước và trọng lượng của dàn ta có thể dùng đòn treo dạng xà (hình 1.4a) hay đòn treo dạng dàn (hình 1.4b). Số móc cầu có thể là 2 hoặc 4.



Hình 1.4: Thiết bị treo buộc dàn mái

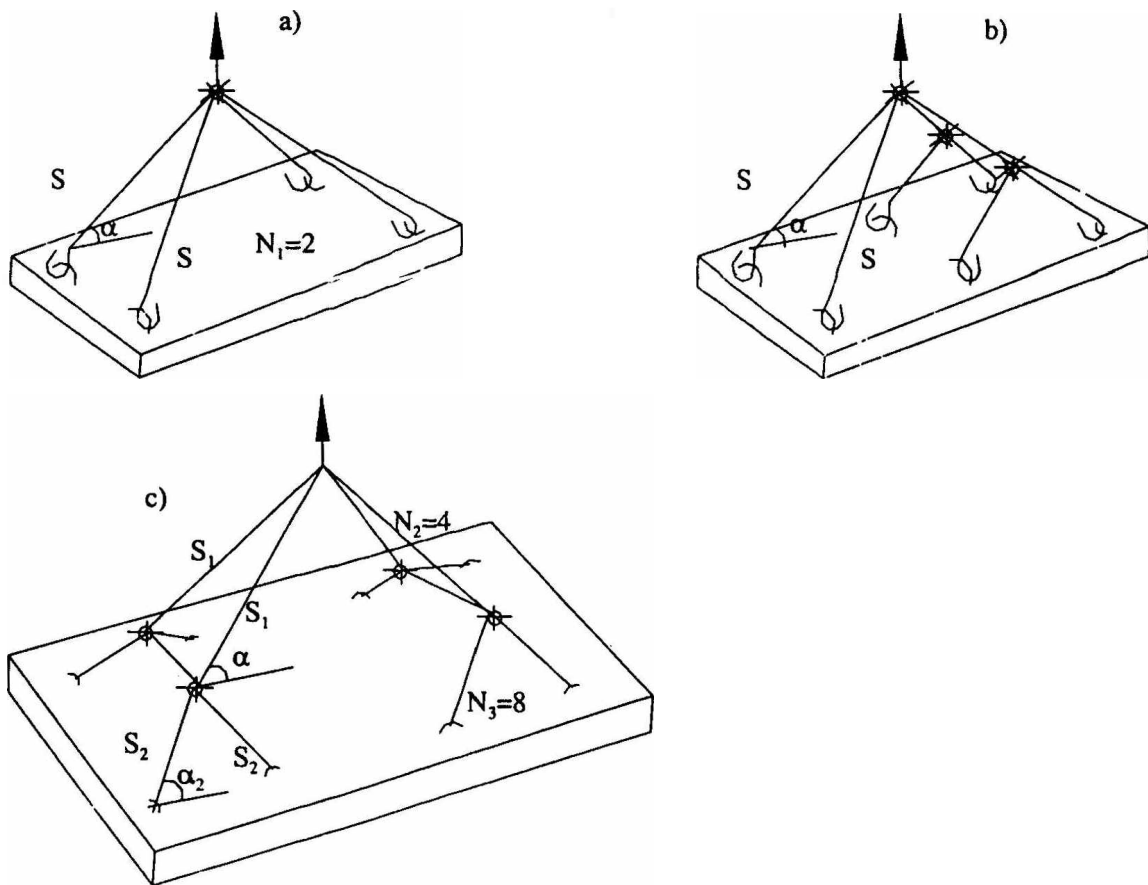
Lực căng trong dây cáp tính theo công thức:

$$S_1 = \frac{KQ}{2 \sin \alpha} ; S_2 = \frac{KQ}{4 \sin \alpha}$$

Góc α phải chọn sao cho h_{tb} của đòn treo không lớn quá làm tăng chiều dài tay cân, nhưng cũng không nhỏ quá làm lực nén phát sinh gây mất ổn định của cấu kiện cũng như xà đòn. Từ cách treo buộc ta quyết định phương án gia cường cấu kiện (xem sách Kỹ thuật xây dựng tập 2 - Công tác lắp ghép và xây gạch đá).

d) Treo buộc Panel sàn, mái

Khi treo buộc panen sàn, mái thì tùy theo kích thước của cấu kiện ta có thể chọn chùm dây cầu 4,6 hoặc 8 móc (hình 1.5).



Hình 1.5. Treo buộc panen mái

Chiều dài của dây cáp chọn sao cho góc nghiêng α so với mặt bằng lớn hơn 45° ($\alpha \geq 45^\circ$). Để lực căng trong các dây cáp bằng nhau thì chùm dây cầu phải có cơ cấu tự cân bằng theo nguyên tắc từng đôi một. Lực căng được tính theo công thức:

$$S = \frac{KQ}{m.n \sin \alpha}$$

Trong đó: Các đại lượng lấy như đã trình bày ở trên, song cần chú ý khi tính lực căng của lớp dây nào thì lấy số nhánh dây n tương ứng với mặt cắt lớp dây đó.

e) Treo buộc tấm tường cửa sổ

Cấu kiện tường thường có 2 quai cầu (rất hiếm khi gặp có số quai cầu nhiều hơn) nên ta thường dùng dây cầu hai móc tương ứng với số quai cầu của cấu kiện. Lực căng dây cần tính theo công thức:

$$S = \frac{KQ}{2 \sin \alpha}$$

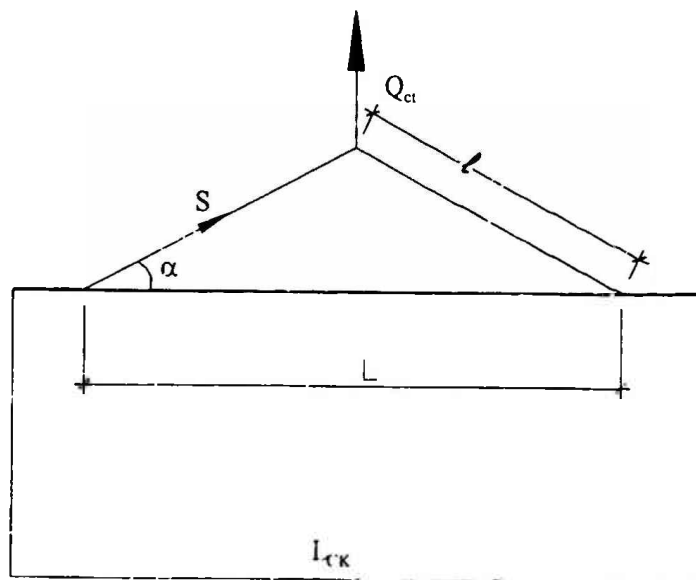
Ở đây chọn $\alpha = 40^\circ \div 50^\circ$.

Nếu dây cầu có sẵn ta dùng công thức:

$$S = \frac{mkQ}{2 \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}}}$$

Trong đó:

- m, k, Q như đã trình bày ở trên;
- L - khoảng cách giữa hai quai cầu;
- l - chiều dài.



Hình 1.6: Treo buộc tấm tường

Sau khi chọn các thiết bị treo buộc ta có thể biết được trọng lượng của các thiết bị đó (g_{+b}). Nếu không biết chính xác ta có thể ước lượng $g_{+b} \leq 0,1 Q_{ck}$.

IV. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CẦU LẮP

Để có cơ sở chọn cần trục một cách chính xác ta cần xác định các thông số tối thiểu cần trục phải đáp ứng, R_{\min} , Q_{\min} , H_{\min} , L_{\min} hay ta còn gọi là thông số yêu cầu R_{yc} , Q_{yc} , H_{yc} , L_{yc} .

Trong đó:

$Q_{yc} = Q_{ck} + g_{tb}$ là sức nâng tối thiểu cần trục phải nâng được;

$H_{yc} = H_{mc} + h_{cáp} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp}$ (xem hình hình 1.7);

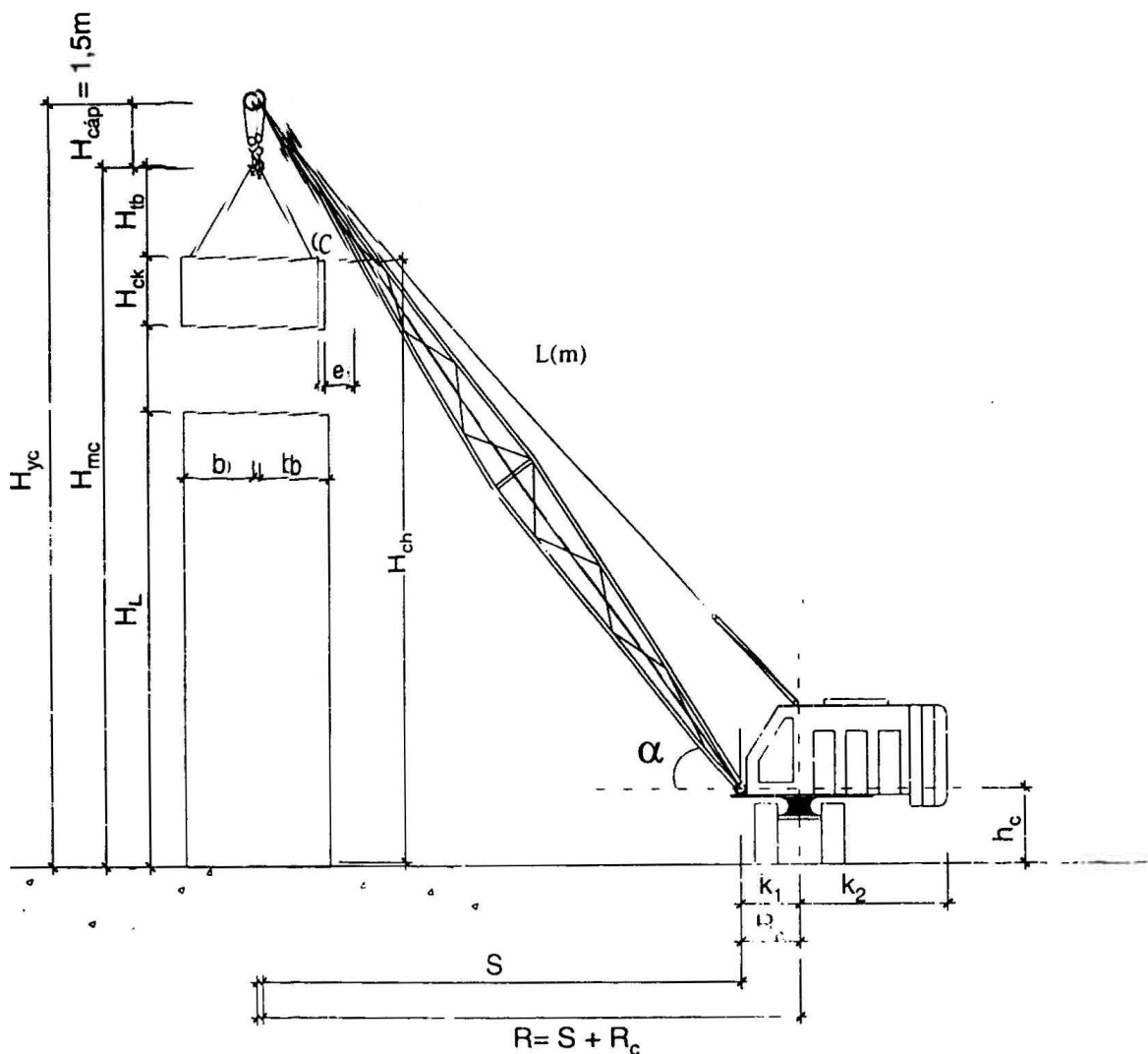
H_L - chiều cao vị trí lắp cấu kiện tính từ mặt /bằng máy đứng;

a - chiều cao nâng bồng cầu kiện trên vị trí lắp $a = 0,5 \div 1m$;

h_{ck} - chiều cao cửa cấu kiện;

h_{tb} - chiều cao thiết bị treo buộc;

$h_{cáp}$ - chiều dài dây cáp (cần trục tính từ móc cầu tới pully đầu cần $h_{cáp} \geq 1,5 m$;



Hình 1.7: Thông số lắp ghép

R_{yc} - tâm với ngắn nhất cần trục có thể tiếp cận vị trí lắp. R_{yc} phụ thuộc vào mặt bằng lắp ghép (vật cản không cho cần trục đến gần vị trí lắp như đồng đất, công trình, ao hồ, hố đào v.v..., và góc nâng cần tối đa ($\alpha_{max} = 75^0$) hoặc vị trí tối ưu của tay cần.

- Nếu không phụ thuộc vật cản (không điểm chạm) thì R_{yc} xác định như sau (hình 1.7):

$$R_{yc} = \frac{H_{ch}}{\text{tg}75^0} + R_c + e + b$$

Trong đó:

$$h_c = 1 \div 1,5\text{m};$$

$$R_c = 1,5 \div 2\text{m} \text{ với cần trục tự hành.}$$

$$L_{min} = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^0} = \sqrt{(H_{yc} - h_c)^2 + (R_{yc} - R_c)^2}$$

- Nếu khi lắp tay cần xuất hiện điểm chạm (xem sách Kỹ thuật xây dựng - Tập 2) thì tính theo công thức sau:

$$R_{yc} = \frac{L_{min}}{\cos \alpha_{tw}} + R_c \quad \text{hoặc}$$

$$R_{yc} = \frac{H_{ch}}{\text{tg} \alpha_{tw}} + R_c + e + b$$

Trong đó:

e - khoảng cách an toàn cho cần lấy $e = 0,5 \div 1$;

b - khoảng cách nằm ngang từ móc cầu đến điểm chạm;

H_{ch} - chiều cao điểm chạm tay cần, tính từ điểm chạm đến khớp tay cần theo phương đứng;

α_{tw} - góc tay cần tối ưu ứng với tay cần ngắn nhất có thể lắp cấu kiện;

Tính theo công thức: $\alpha_{tw} = \arctg \sqrt[3]{\frac{H_{ch}}{b+e}}$ (dùng mỏ chính);

$$\alpha_{tw} = \arctg \sqrt[3]{\frac{H_{ch}}{b+e-l_p}} \quad \text{(dùng mỏ phụ);}$$

L_{yc} , L_{min} tay cần ngắn nhất có thể lắp được cấu kiện;

$$L_{min} = \frac{H_{ch}}{\sin \alpha_{tw}} + \frac{b+c}{\cos \alpha_{tw}}$$

Trong đó:

b - như trên;

$l_p = 3 \div 5m$ chiều dài cân phụ, tùy thuộc loại cân trực.

Tất cả các thông số R_{yc} , Q_{yc} , H_{yc} , L_{min} ; của các cấu kiện được xác định và ghi vào bảng chọn cân trực 1.2, cột từ 1 đến 7.

Bảng 1.2

TT	Cấu kiện mã hiệu	Số lượng	Thông số yêu cầu				Tên cân trực chọn	Thông số cân trực				Ghi chú
			Q_{yc}	R_{yc}	H_{yc}	L_{min}		Q_{ct}	R_{ct}	H_{ct}	L_{min}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

V. CHỌN CÂN TRỰC

Sau khi xác định được các thông số yêu cầu ta tiến hành chọn cân trực làm công tác lắp ghép và phục vụ. Chọn cân trực dựa trên những nguyên tắc sau:

- Các thông số yêu cầu phải nhỏ hơn thông số của cân trực.
- Những cân trực được chọn có khả năng tiếp nhận dễ dàng (nơi cấp, hình thức tiếp nhận, thời gian vận chuyển ...) và hoạt động được trên mặt bằng thi công.
- Cân trực có giá chi phí thấp nhất tức là cân trực có thông số sát với thông số yêu cầu nhất (các tính năng của cân trực được thể hiện qua biểu đồ tính năng và các thông số cần thiết (catalog)).

Nghĩa là:

$$L_{ct} \geq L_{min}$$

$$Q_{yc} \leq Q_{ct}; R_{yc} \leq R(Q_{yc})_{cân\ trực}$$

$$H_{yc} \leq H_{mc} ; \alpha_{min} \leq \alpha_{ct} \leq \alpha_{max} = 75^\circ$$

Sau khi chọn được cân trực ta ghi các số liệu của cân trực bổ sung vào Bảng 1.2: cột 8 ghi tên máy; cột 9 - sức nâng của cân trực; 10 - tâm với của cân trực; 11 - chiều cao nâng móc; 12 - chiều dài tay cân; 13 - những ghi chú cần thiết.

Ta luôn nhớ các đại lượng Q_{ct} ; R_{ct} ; H_{mc} của cân trực luôn phụ thuộc lẫn nhau qua biểu đồ tính năng, vì vậy đầu tiên ta chọn họ cân trực sau đó chọn chiều dài tay cân để biết được biểu đồ tính năng (xem phụ lục). Ba đại lượng Q_{ct} , R_{ct} , H_{mc} sẽ lấy một

đại lượng làm chuẩn để tra biểu đồ tìm 2 đại lượng còn lại nếu cấu kiện nặng thì lấy $Q_{yc} = Q_{ct}$ sau đó tìm $R_{ct} (Q_{yc})$ và $H_{mc} (R_{ct})$.

Nếu vị trí lắp khó khăn ta lấy $R_{ct} = R_{yc}$ sau đó tra biểu đồ tìm $Q (R_{yc})$ và $H_{mc} (R_{yc})$.

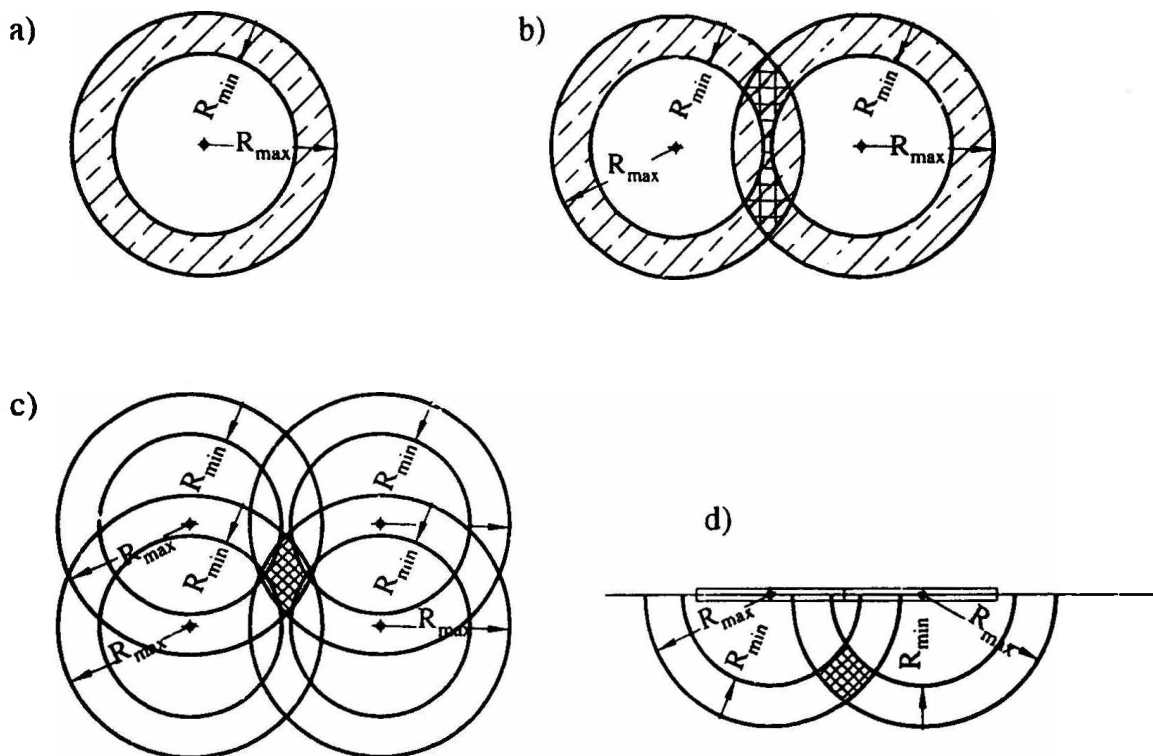
Nếu cấu kiện ở cao ta chọn $H_{mc} = H_{yc}$ sau đó tìm $R_{ct} (H_{yc})$; $Q_{ct} (R_{ct})$.

Sau khi chọn cần trục cho tất cả các cấu kiện ta tiến tới nhóm các cấu kiện có thông số cần trục giống nhau vào một nhóm dùng chung một cần trục để giảm số cần trục đến mức có thể. Việc dùng chung cần trục lắp nhiều cấu kiện phải phù hợp với phương án lắp trong tiến độ thi công. Người ta cũng có thể nhóm các cấu kiện gần nhau trước, sau đó chọn cần trục cho từng nhóm.

Cách làm trên cho phép ta dồn sự dư thừa khả năng của cần trục vào những thông số ta quan tâm để tận dụng hết khả năng của cần trục. Ví dụ dồn khả năng thừa vào tầm với để có thể đứng một chỗ lắp nhiều cấu kiện, hoặc dồn vào H_{mc} để khi lắp điều chỉnh cấu kiện mềm hơn, còn dồn khả năng thừa vào Q chỉ để tăng ổn định chống lật cho cần trục (rất ít dùng).

VI. CHỌN VỊ TRÍ ĐÚNG VÀ ĐƯỜNG ĐI CỦA CẦN TRỤC

Sau khi chọn cần trục mỗi một cấu kiện sẽ có ba thông số $R_{min} = R_{yc}$, $R_{ct} (Q_{ck})$ và $R_{ct} (\frac{Q}{2})$.



Hình 1.8. Xác định vị trí cần trục

R_{\min} - cho ta khoảng cách cần trục không được đứng gần hơn.

R_{\max} {hay $R_{ct}(Q_{ck})$ } - cho ta khoảng cách cần trục không thể đứng xa hơn vị trí lắp.

$R_{ct}(Q/2)$ - cho ta khoảng cách điểm móc cấu kiện không thể cách xa vị trí đứng của cần trục. Khi cần trục nâng một đầu cấu kiện với cấu kiện cần trục lắp theo phương pháp quay. Lúc đầu cần trục nâng một đầu cấu kiện lên sau đó nâng bổng vào vị trí lắp (lắp cột).

Từ đó ta xác định vị trí của cần trục như sau (hình 1.8): Từ vị trí lắp vẽ đường tròn bán kính R_{\min} và R_{\max} {hay $R_{ct}(Q_{ck})$ } hình vành xuyên giữa hai đường tròn là có thể cho cần trục đứng được.

- Nếu hình vành xuyên không cắt nhau cần trục đứng một vị trí chỉ lắp được một cấu kiện (hình 1.8a).

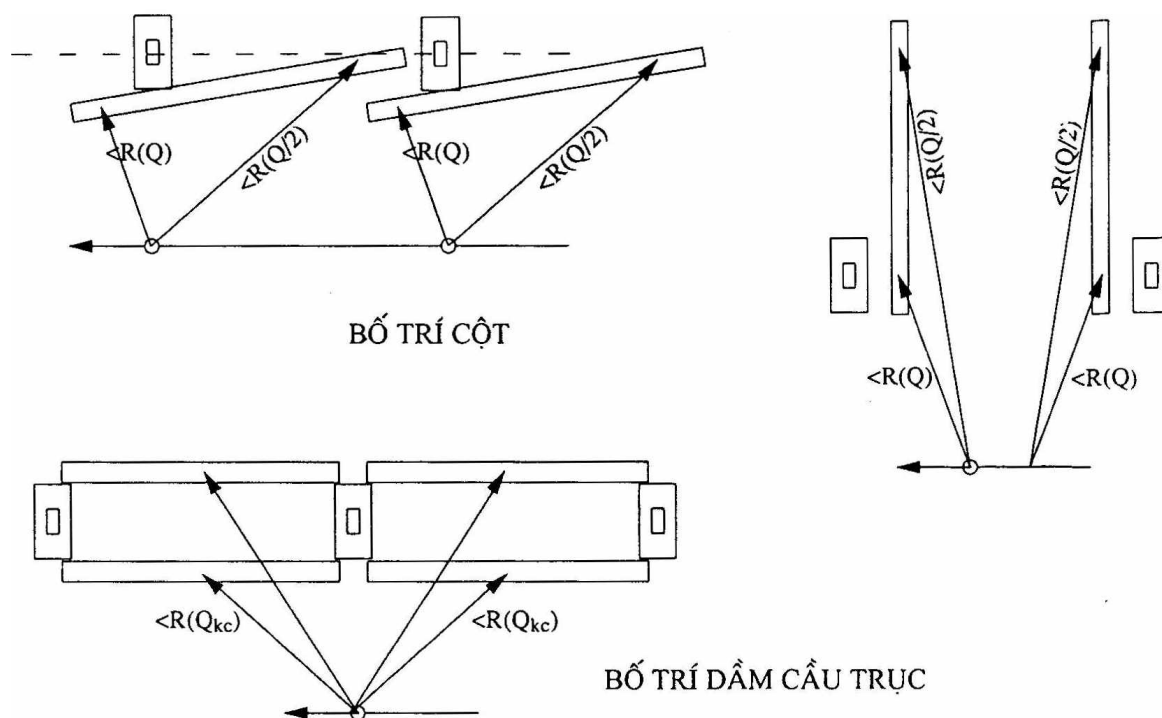
- Nếu hai vành xuyên cách nhau cần trục đứng trong khu vực giao nhau sẽ lắp được hai cấu kiện (hình 1.8b, d).

- Nếu 4 vành xuyên cắt nhau ta có vị trí cần trục đứng (vùng giao nhau) lắp 4 cấu kiện (hình 1.8c).

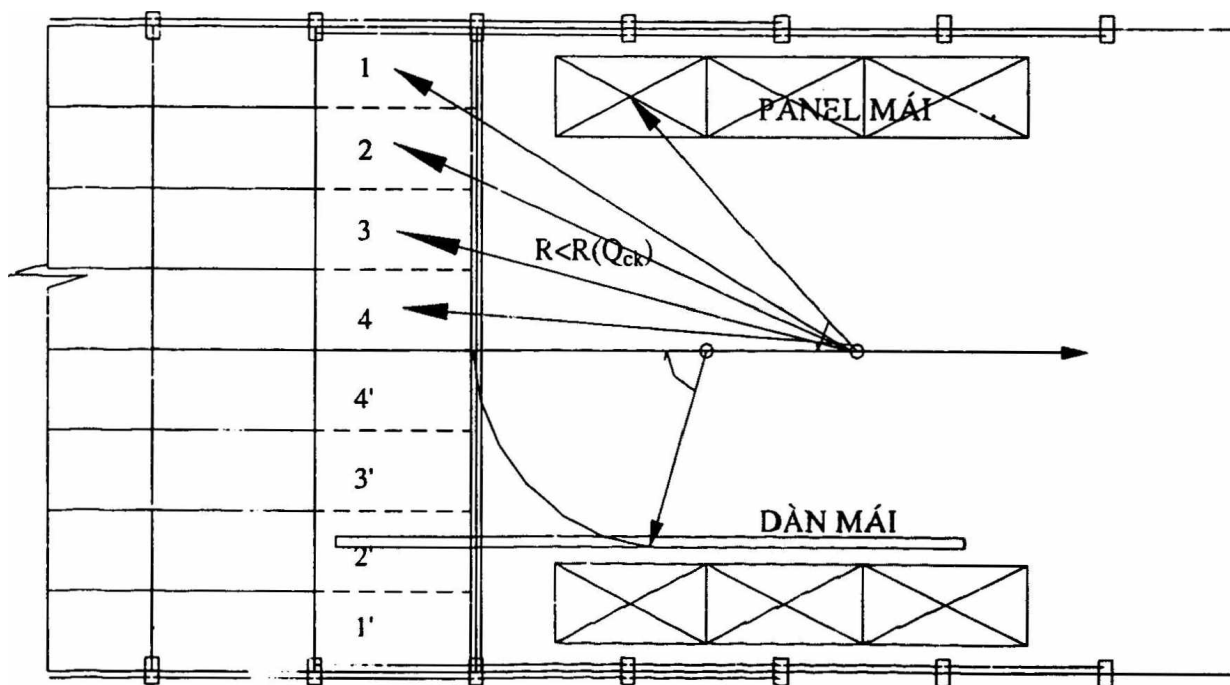
Tương tự ta tìm vị trí đứng mà cần trục có thể lắp được nhiều cấu kiện nhất.

Nối các điểm đứng liên tiếp của cần trục ta được đường đi của cần trục (hình 1.9 và hình 1.10).

+ Bố trí cấu kiện:



Hình 1.9: Sơ đồ di chuyển cầu lắp cột, dầm cầu trục



Hình 1.10: Sơ đồ bố trí cấu kiện di chuyển cầu lắp dàn mái, panen

Khi lắp cột, để có thể thực hiện lắp theo phương pháp nâng bằng, cấu kiện cân bố trí chân cấu kiện nằm trong bán kính $R(Q_{yc})$ điểm treo trong bán kính $R(Q_{yc}/2)$.

Việc bố trí sao cho cân cầu nâng lắp cấu kiện thuận lợi nhất đứng lắp không bị vướng, bán kính quay cân nhỏ, sức nâng cần trục khỏe.

Trong trường hợp cấu kiện được lắp từ xe vận chuyển thì phải đưa xe vào trong tâm hoạt động của cần trục. Cầu kiện được nâng lên sao cho dễ dàng phù hợp và an toàn cho xe vận chuyển, cấu kiện không đưa qua nóc buồng lái xe.

VII. CHỌN PHƯƠNG ÁN LẮP GHÉP

Trên cơ sở những giải pháp kỹ thuật khả thi ta có thể chọn các phương án thi công lắp ghép.

Một phương án thi công bao gồm nhiều giải pháp kỹ thuật và tổ chức khả thi mỗi một sự thay đổi các giải pháp là có các phương án khác nhau.

Về mặt kỹ thuật có thể là cách chọn loại cần trục, số cần trục, sự kết hợp cách bố trí cấu kiện v.v... về mặt tổ chức có thể là thứ tự lắp, số phân đoạn, đường đi của cần trục, sự kết hợp cần trục v.v...

VIII. LẬP TIẾN ĐỘ THI CÔNG LẮP GHÉP

Dựa vào chủng loại cấu kiện, trọng lượng cấu kiện và loại cần cầu ta tra bảng định mức (xem phụ lục) tìm chi phí nhân công và ca máy cho từng cấu kiện kết quả ta có bảng thông số tiến độ - bảng 1.3.

Bảng 1.3

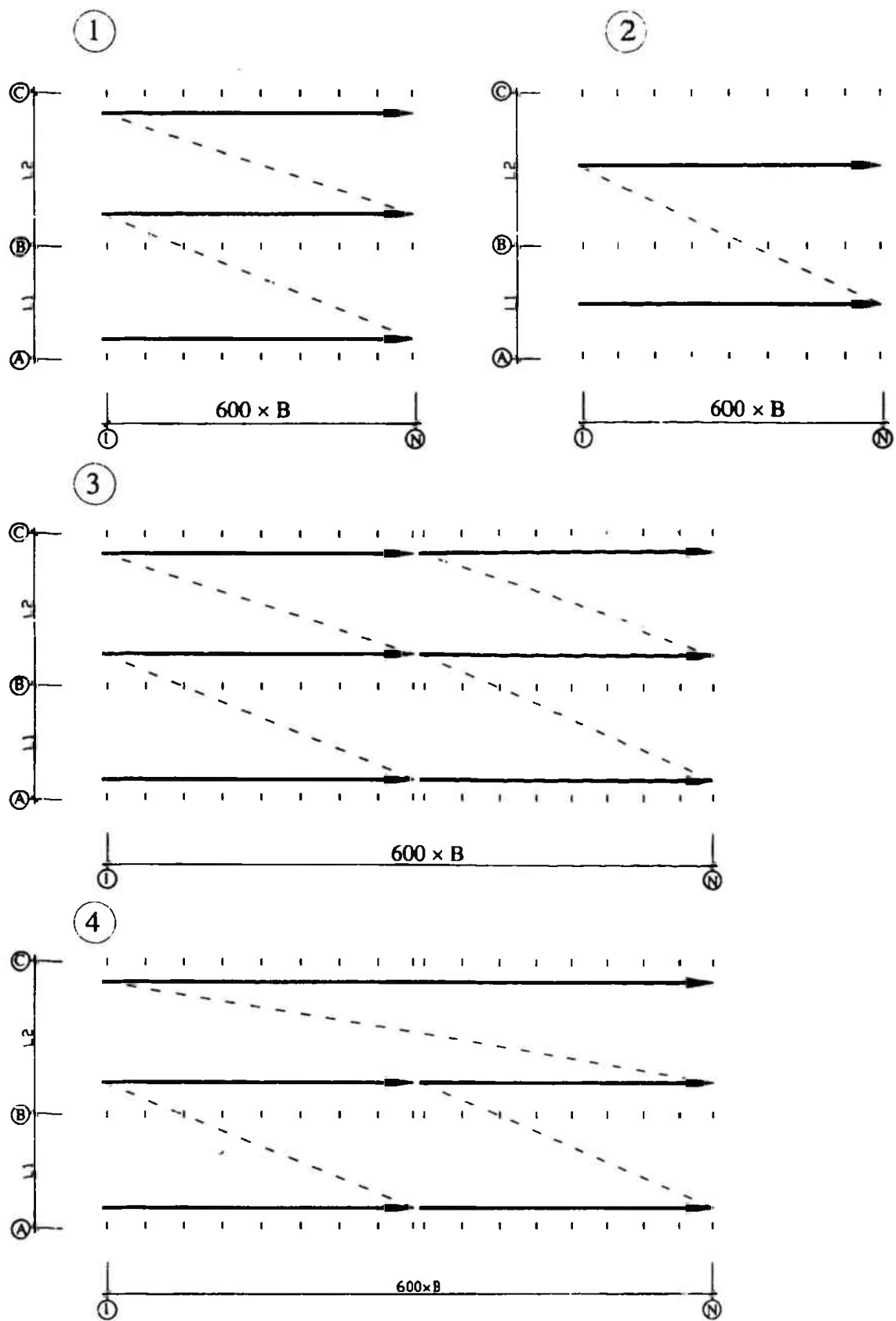
TT	Cấu kiện	Đơn vị	Số lượng	Định mức		Nhu cầu		Số Máy	Số công nhân	Thời gian thi công
				Giờ công	Giờ máy	Ca máy	Nhân công			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Cột 1, 2, 3, 4 lấy từ bảng B2; cột 5, 6 tra theo định mức; cột 7, 8 là kết quả của tích giữa cột 4 với 5 và 4 với 6. Cột 9 chọn theo khối lượng công việc thể hiện qua cột 8 để có thời gian thi công thích hợp ở cột 11. Cột 11 là thương của cột 7 : 8. Cột 10 là thương số của cột 8 : 11.

- Vẽ tiến độ (thường dùng biểu đồ xiên) trực hoành (OX) chỉ thời gian thi công, trục tung thông số không gian.

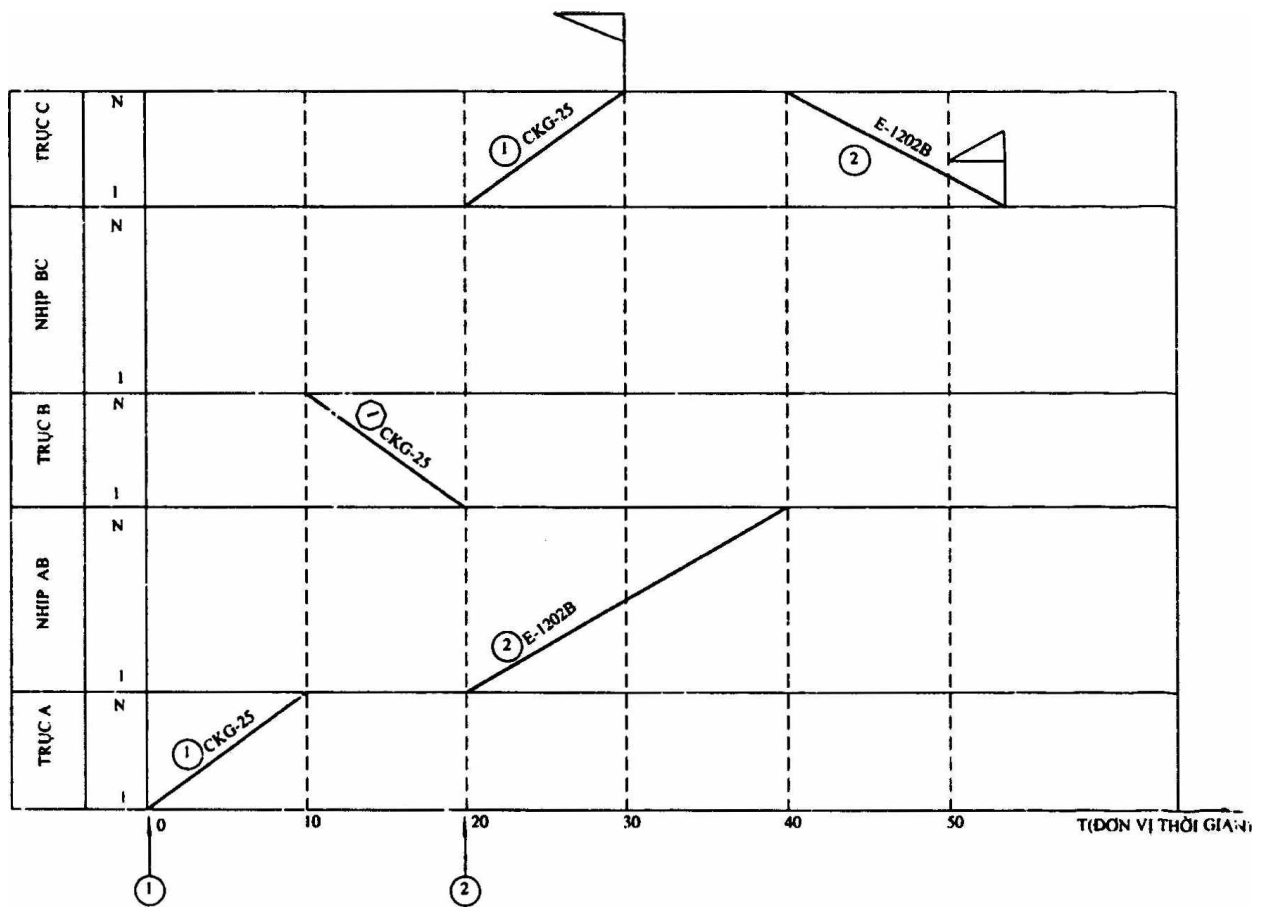
Trong lắp ghép nhà công nghiệp một tầng người ta lấy thông số không gian là phân đoạn (hình 1.11a), thường lấy bằng khe biến dạng hay phân xưởng trong đó có các trục và nhịp nhà dạng tổng quát thể hiện trên hình 1.11b .

Mỗi trục (A,B,C...) có n bước. Giữa các trục là nhịp nhà (AB, CD...). Nếu cần trục làm ở trục hay nhịp nào thì biểu đồ vẽ trong trục nhịp đó. Lắp thuận thì vẽ từ 1 - n và ngược lại. Nếu hai cần trục cùng hoạt động thì cùng thời điểm đó có hai đường thể hiện hoạt động của cần trục. Sau khi vẽ xong tiến độ ta biết thời gian thực hiện công tác lắp ghép thông số công nghệ là các đường thể hiện hoạt động của cần trục. Trên hình 1.11b - thể hiện tiến độ lắp ghép cột và dầm cầu trục. Lắp cột dùng cầu CKG-25, cột trục A lắp từ 1 đến n; trục B lắp từ n về 1; trục C lắp từ 1 đến n (cần trục đi lên). Lắp dầm cầu trục dùng cầu E 1202B đi giữa lắp 2 trục A và B từ 1 đến n; dầm cầu trục dọc trục C đi biên lắp từ n về 1.



Hình 1.11a: Sơ đồ phân đoạn thi công lắp ghép

1. Lắp ghép theo trục; 2. Lắp ghép theo nhịp; 3, 4. Lắp ghép theo trục và khe biến dạng



Hình 1.11b. Tiến độ thi công lắp ghép

1. Cầu trục CKG-25 - lắp cột; 2. Cầu trục E-1202B - lắp dầm cầu trục

1. Chọn cần trục bốc xếp

Số cần cẩu cần phục vụ bốc xếp tính theo công thức:

$$M = \frac{\sum Q_{ck}}{T.P.Z} \cdot K \quad [\text{máy}]$$

Trong đó:

$\sum Q_{ck}$ - tổng trọng lượng cấu kiện lắp ghép (tấn);

T - thời gian thực hiện công tác lắp ghép (lấy theo tiến độ) (ngày);

Z - số giờ làm việc trong một ca;

P - Năng suất bốc xếp trung bình của cần trục (tấn/giờ);

K - Hệ số sự làm việc không đều của vận chuyển $K = 1$ bốc tại nhà máy, $K = 1,1$ bốc tại bãi cấu kiện.

2. So sánh phương án lắp ghép

Để chọn được phương án phù hợp ta có thể chọn theo các tiêu chí sau:

(1) Thời gian thực hiện lắp ghép - T.

(2) Giá thành thuê máy $C = \sum C_{m\alpha}$. Và giá thành lắp ghép trên 1 tấn cấu kiện.

(3) Hệ số sử dụng cần trục:

$$K_{sd} = \frac{\sum K_i n_i}{\sum n_i}$$

Trong đó :

$$K_i = \frac{Q_{ck}}{Q_{ct}}$$

n_i số cấu kiện loại i.

Sau đây là một bài ví dụ về phương pháp thiết kế biện pháp kỹ thuật thi công lắp ghép nhà công nghiệp 1 tầng, nó sẽ giúp bạn đọc hình dung dễ dàng hơn các phân lý thuyết trình bày trên đây.

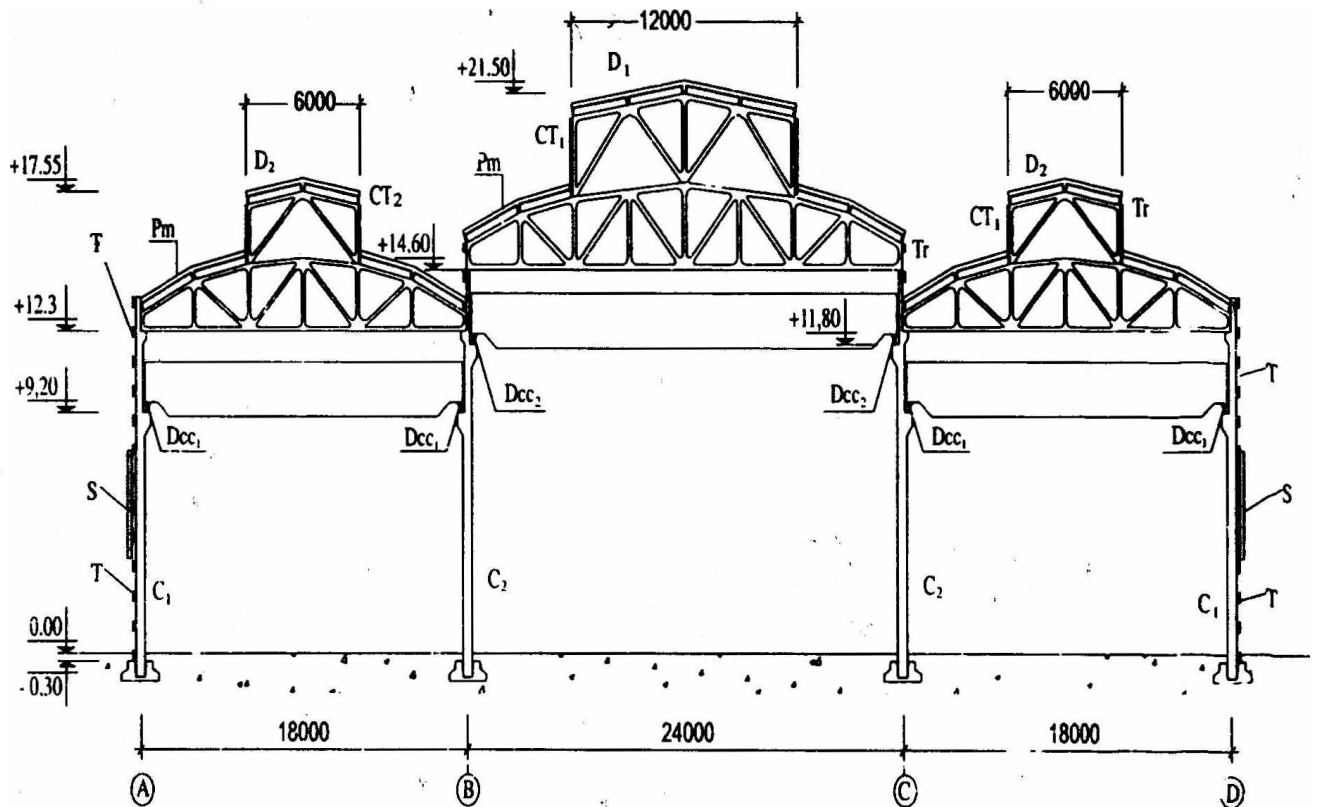
PHẦN II - THÍ DỤ

I. ĐẶC ĐIỂM CÔNG TRÌNH

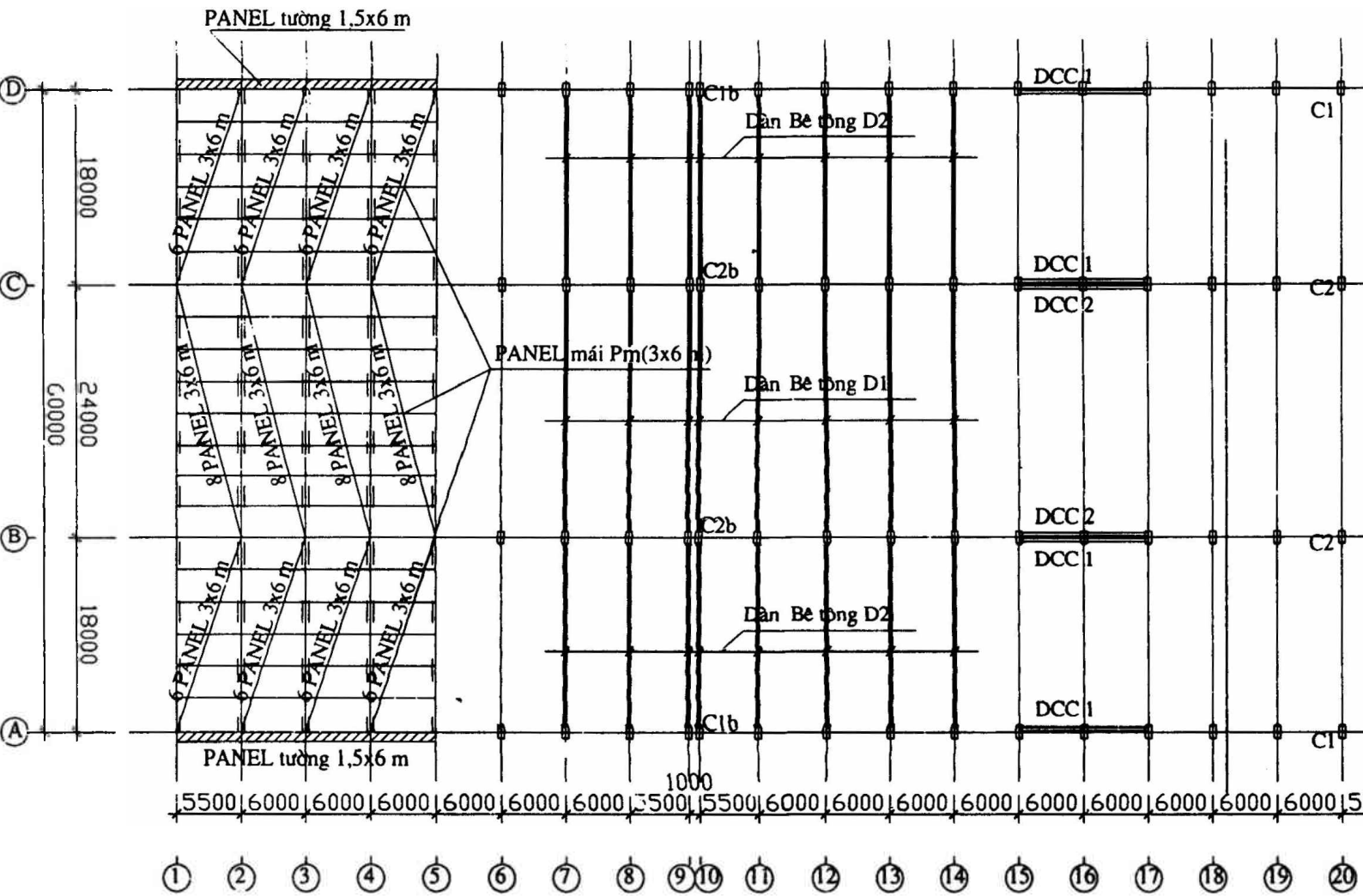
Trên hình 2.1a,b là sơ đồ lắp ghép công trình ta cần lập biện pháp thi công. Công trình là loại nhà công nghiệp một tầng 3 nhịp, 19 bước cột; thi công bằng phương pháp lắp ghép các cấu kiện kết cấu khác nhau: cầu trục, cột, dầm cầu chạy, dầm vì kèo và cửa trời bằng BTCT.... Các cấu kiện này được sản xuất trong nhà máy và vận chuyển bằng các phương tiện vận chuyển chuyên dụng đến công trường để tiến hành lắp ghép.

Đây là công trình lớn 3 nhịp, 19 bước cột \times 6m = 144m vì vậy phải bố trí khe lún. Công trình được thi công trên khu đất bằng phẳng, không bị hạn chế mặt bằng, các điều kiện cho thi công là thuận lợi, các phương tiện phục vụ thi công đầy đủ, nhân công luôn luôn đảm bảo (không bị giới hạn).

1. Sơ đồ công trình



Hình 2.1a: Mặt cắt sơ đồ lắp ghép công trình



Hình 2.1b: Sơ đồ lắp ghép công trình

2. Số liệu tính toán

Giả thiết mặt bằng thi công ở cốt - 0,3 m (bằng cốt mặt móng); cột ngầm vào móng 0,6 m. Căn cứ theo số liệu đầu bài ta có :

- Cột giữa (C_1) : $H = 14,6 \text{ m} + 0,9 \text{ m} = 15,5 \text{ m}$

$$h = 11,8 \text{ m} + 0,9 \text{ m} = 12,7 \text{ m}$$

$$p = 7,6 \text{ T}$$

(cột C_{1a} , C_{1b} có cùng kích thước với C_1 song khác nhau chi tiết lắp ở trục ① và trục ⑨, trục ⑩)

- Cột biên (C_2) : $H = 12,3 \text{ m} + 0,9 \text{ m} = 13,2 \text{ m}$

$$h = 9,2 \text{ m} + 0,9 \text{ m} = 10,1 \text{ m}$$

$$p = 6,1 \text{ T}$$

- (cột C_{2a} , C_{2b} có cùng kích thước với C_1 song khác nhau chi tiết lắp ở trục ① và trục ⑨, trục ⑩)

- Vòi kèo giữa (D_1) : $L_1 = 24 \text{ m}$

$$a = 3,3 \text{ m}$$

$$p = 12,2 \text{ T}$$

- Vòi kèo biên (D_2) : $L_2 = 18 \text{ m}$

$$a = 2,75 \text{ m}$$

$$p = 6,8 \text{ T}$$

- Dầm cầu chạy (DCC) : $L = 6 \text{ m}$

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$p = 3,6 \text{ T}$$

- Cửa trời BT :

nhịp giữa (CT_1) $L = 12 \text{ m}$, $b = 3,4 \text{ m}$, $p = 2,5 \text{ T}$

nhịp biên (CT_2) $L = 6 \text{ m}$, $b = 2,5 \text{ m}$, $p = 1,5 \text{ T}$

- Panel mái (Pm) : kích thước (3 × 6) m

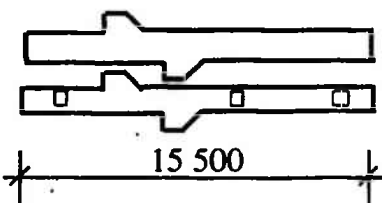
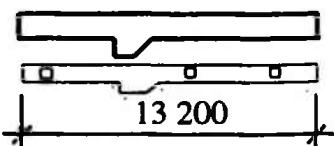
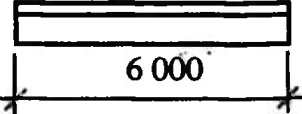
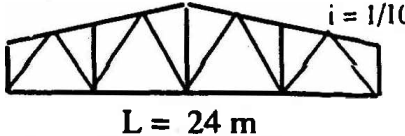
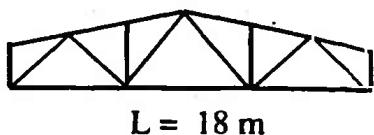
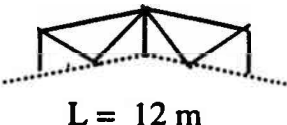
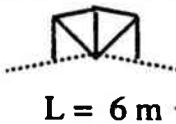
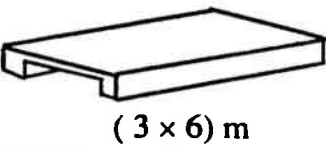
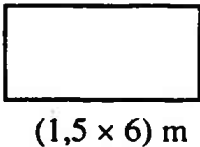
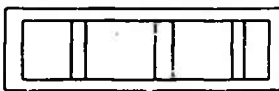
$$p = 2,4 \text{ T}$$

- Tấm tường : kích thước (1,5 × 6) m

$$p = 1,4 \text{ T}$$

3. Thống kê cấu kiện lắp ghép

Bảng 2.1

TT	CK	Hình dáng - Kích thước	Đơn vị	Số lượng	Q (1cấu kiện)	ΣQ
1	C ₂ (C _{2a})	 15 500	cái	42	7,6	319,2
2	C ₁ (C _{1a})	 13 200	cái	42	6,1	256,2
3	DCC	 6 000	cái	6 × 19 = 114	3,6	410,4
4	D ₁	 L = 24 m i = 1/10	cái	21	12,2	256,2
5	D ₂	 L = 18 m	cái	42	6,8	285,6
6	CT ₁	 L = 12 m	cái	21	2,5	52,5
7	CT ₂	 L = 6 m	cái	42	1,5	63
8	Pm	 (3 × 6) m	cái	20 × 19 = 380	2,4	912
9	TT	 (1,5 × 6) m	cái	360	1,4	504
9*	TS		cái	40	1,4	56

II. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN THI CÔNG

1. Chọn và tính toán thiết bị treo buộc

1.1. Thiết bị treo buộc cột

Sử dụng các đai ma sát làm thiết bị treo buộc (sơ đồ cấu tạo xem bản vẽ). Căn cứ vào sơ đồ buộc cáp tính được đường kính cáp cần thiết.

a) Cột giữa C_1 :

$$P_{tt} = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 7,6 = 8,36 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

$$S = \frac{k P_{tt}}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{6 \cdot 8,36}{1 \cdot 2 \cdot 1} = 25,08 \text{ T}$$

Trong đó :

k - hệ số an toàn (kể tới lực quán tính $k = 6$);

m - hệ số kể đến sức căng các sợi cáp không đều;

n - số sợi cáp;

φ - góc nghiêng của cáp so với phương đứng ($\varphi = 0$).

\Rightarrow chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 24 \text{ mm}$, cường độ chịu kéo $\sigma = 150 \text{ kG/mm}^2$

$$q_{tb} = \gamma \cdot l_{\text{cáp}} + q_{\text{đai ma sát}} = 1,99 \times 7,2 + 30 = 41,8 \text{ kG} \approx 0,043 \text{ T}$$

b) Cột biên C_2 :

$$P_{tt} = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 6,1 = 6,71 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

$$S = \frac{k \cdot P_{tt}}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{6 \cdot 6,71}{1 \cdot 2 \cdot 1} = 20,13 \text{ T}$$

\Rightarrow chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 22 \text{ mm}$, cường độ chịu kéo $\sigma = 140 \text{ kG/mm}^2$ với

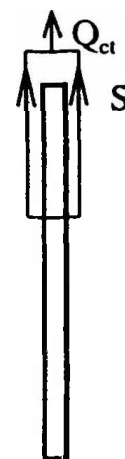
$$q_{tb} = \gamma \cdot l_{\text{cáp}} + q_{\text{đai ma sát}} = 1,65 \times 7,2 + 30 = 0,04 \text{ T.}$$

1.2. Thiết bị treo buộc dầm cầu chạy

Sử dụng dụng cụ treo buộc dầm có khóa bán tự động.

$$P_{tt} = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 3,6 = 3,96 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :



$$S = \frac{k.P_u}{m.n.\cos\varphi} = \frac{6.3,96}{1.2.0,707} = 16,8T$$

⇒ chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 19,5$ mm, cường độ chịu kéo $\sigma = 150 \text{ kG/mm}^2$ với $q_{lb} = 0,01 \text{ T}$.

Hình vẽ 2.2.

1.3. Thiết bị treo buộc vì kèo và cửa trời

Tiến hành tổ hợp vì kèo và cửa trời sau đó cấu lắp đồng thời. Sử dụng đòn treo và dây treo tự cân bằng.

Hình vẽ 2.3, 2.4.

a) D_1 và CT_1 :

$$P_u = 1,1 \cdot p = 1,1.(12,2 + 2,5) = 16,17 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

$$S = \frac{k.P_u}{m.n.\cos\varphi} = \frac{6.16,17}{0,785.4.0,9659} = 33,5T$$

⇒ chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 28,5$ mm, cường độ chịu kéo $\sigma = 150 \text{ kG/mm}^2$ với $q_{lb} = 1,09 \text{ T}$

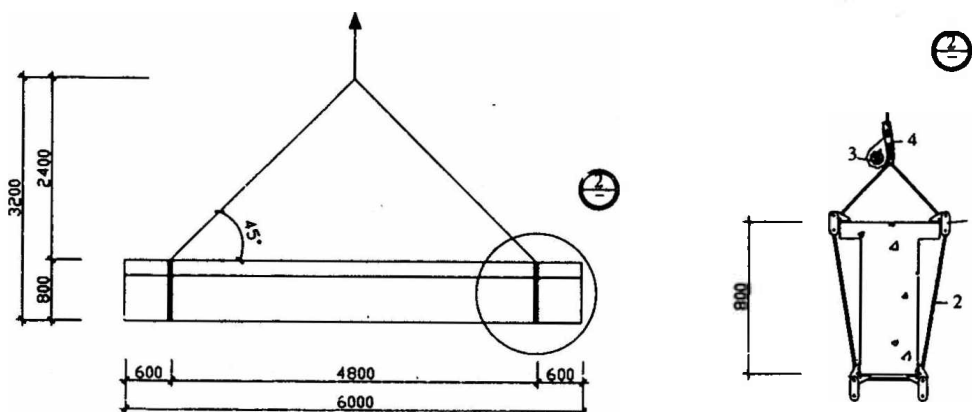
b) D_2 và CT_2 :

$$P_u = 1,1 \cdot p = 1,1.(6,8 + 1,5) = 9,13 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

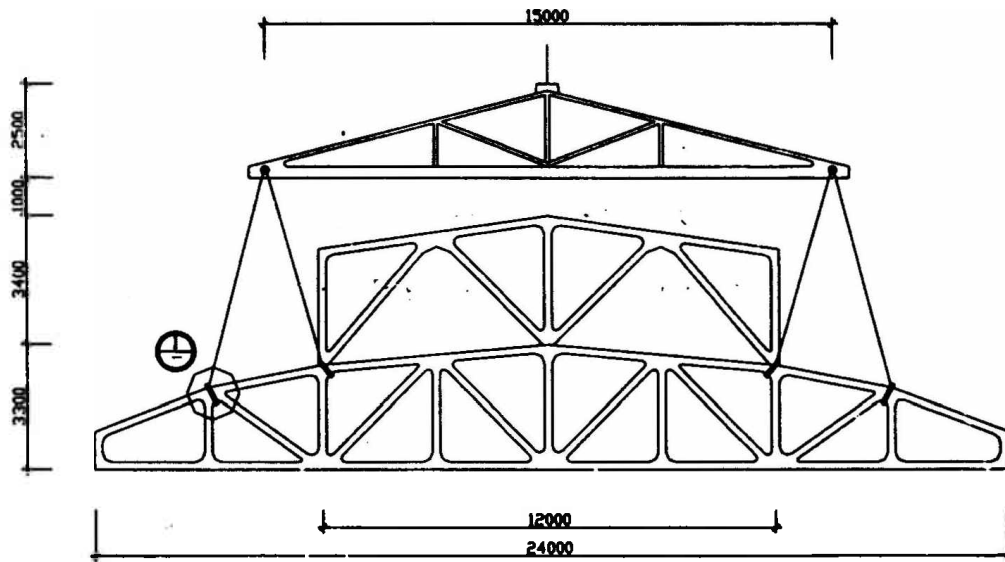
$$S = \frac{k.P_u}{m.n.\cos\varphi} = \frac{6.9,13}{0,75.4.0,9397} = 19,43T$$

⇒ chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 22$ mm, cường độ chịu kéo $\sigma = 150 \text{ kG/mm}^2$ với $q_{lb} = 1,09 \text{ T}$.

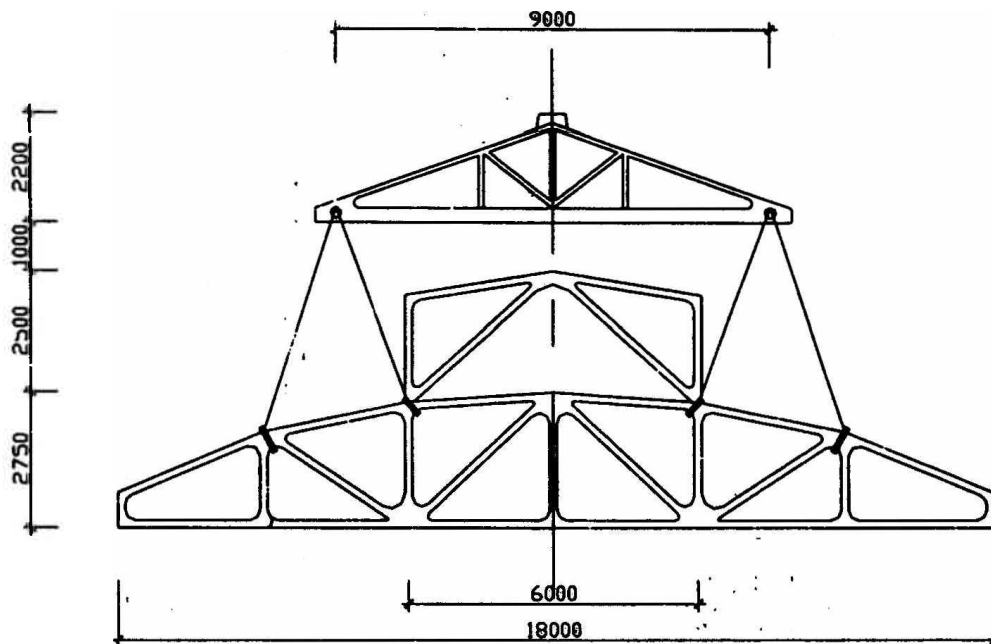


Hình 2.2: Treo buộc dầm cầu trục

1. Thép đệm; 2. Dây cầu; 3. Khóa; 4. Ống luồn cáp.



Hình 2.3: Treo buộc dàn nhíp 24



Hình 2.4: Treo buộc dàn nhíp 18

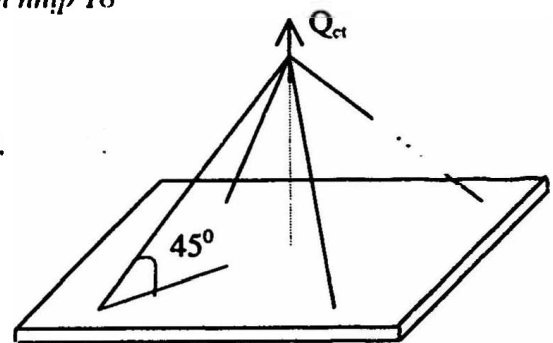
1.4. Thiết bị treo buộc panel mái (hình 2.5):

Sử dụng chùm dây cầu có vòng treo tự cân bằng.

$$P_{tt} = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 2,4 = 2,64 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

$$S = \frac{k \cdot P_{tt}}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{6 \cdot 2,64}{0,785 \cdot 4 \cdot 0,707} = 7,4 \text{ T}$$



Hình 2.5

⇒ chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 13 \text{ mm}$, cường độ chịu kéo $\sigma = 140 \text{ kG/mm}^2$ với $q_{tb} = 0,01 \text{ T}$.

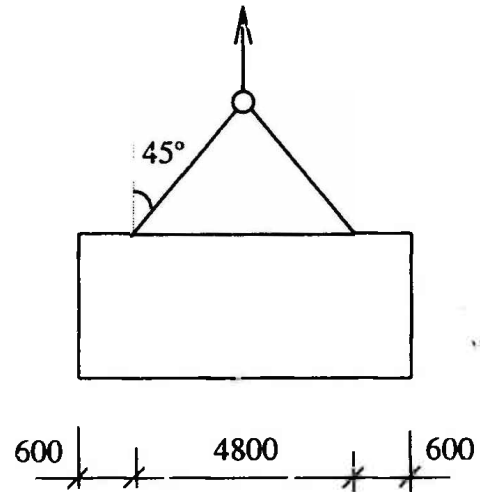
1.5. Thiết bị treo buộc tấm tường (hình 2.6):

Sử dụng móc cầu có 2 móc.

$$P_{tt} = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 1,4 = 1,54 \text{ T}$$

Lực căng cáp được xác định theo :

$$S = \frac{k \cdot P_{tt}}{m \cdot n \cdot \cos \varphi} = \frac{6 \cdot 1,54}{1 \cdot 2 \cdot 0,707} = 6,53 \text{ T}$$



Hình 2.6

⇒ chọn cáp mềm cấu trúc $6 \times 37 + 1$, đường kính $D = 13 \text{ mm}$, cường độ chịu kéo $\sigma = 140 \text{ kG/mm}^2$ với $q_{tb} = 0,01 \text{ T}$.

2. Tính toán các thông số cầu lắp

Việc lựa chọn sơ đồ di chuyển cầu trong quá trình lắp ghép là bước đầu rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến việc tính toán các thông số cầu lắp. Trong một số trường hợp do bị khống chế mặt bằng thi công trên công trường mà cầu không thể đứng ở vị trí thuận lợi nhất dùng tối đa sức trục được khi đó R_{yc} sẽ phải lấy theo vị trí thực tế trên mặt bằng cầu có thể đứng được. Song với bài toán đề ra của đầu bài, việc bố trí sơ đồ di chuyển không bị khống chế mặt bằng và kỹ sư công trường hoàn toàn có thể chủ động lựa chọn; như vậy để có lợi nhất ta sẽ chọn theo phương án sử dụng tối đa sức trục của cầu. Sau đây trình bày cách tính toán các thông số cầu theo qua: điểm đó (bạn đọc có thể xem kỹ hơn ở phần lý thuyết).

Sau khi tính toán các thông số cầu lắp, chọn cầu ta sẽ lựa chọn sơ đồ di chuyển hợp lý nhất để đảm bảo tốn ít thời gian lưu không cầu (ví dụ góc quay cần càng nhỏ càng lợi, cùng một vị trí lắp càng nhiều cấu kiện càng lợi) và để hệ số K_{sd} sức trục lớn nhất.

Để chọn được cần trục dùng cho quá trình thi công lắp ghép ta cần phải tính các thông số cầu lắp yêu cầu bao gồm :

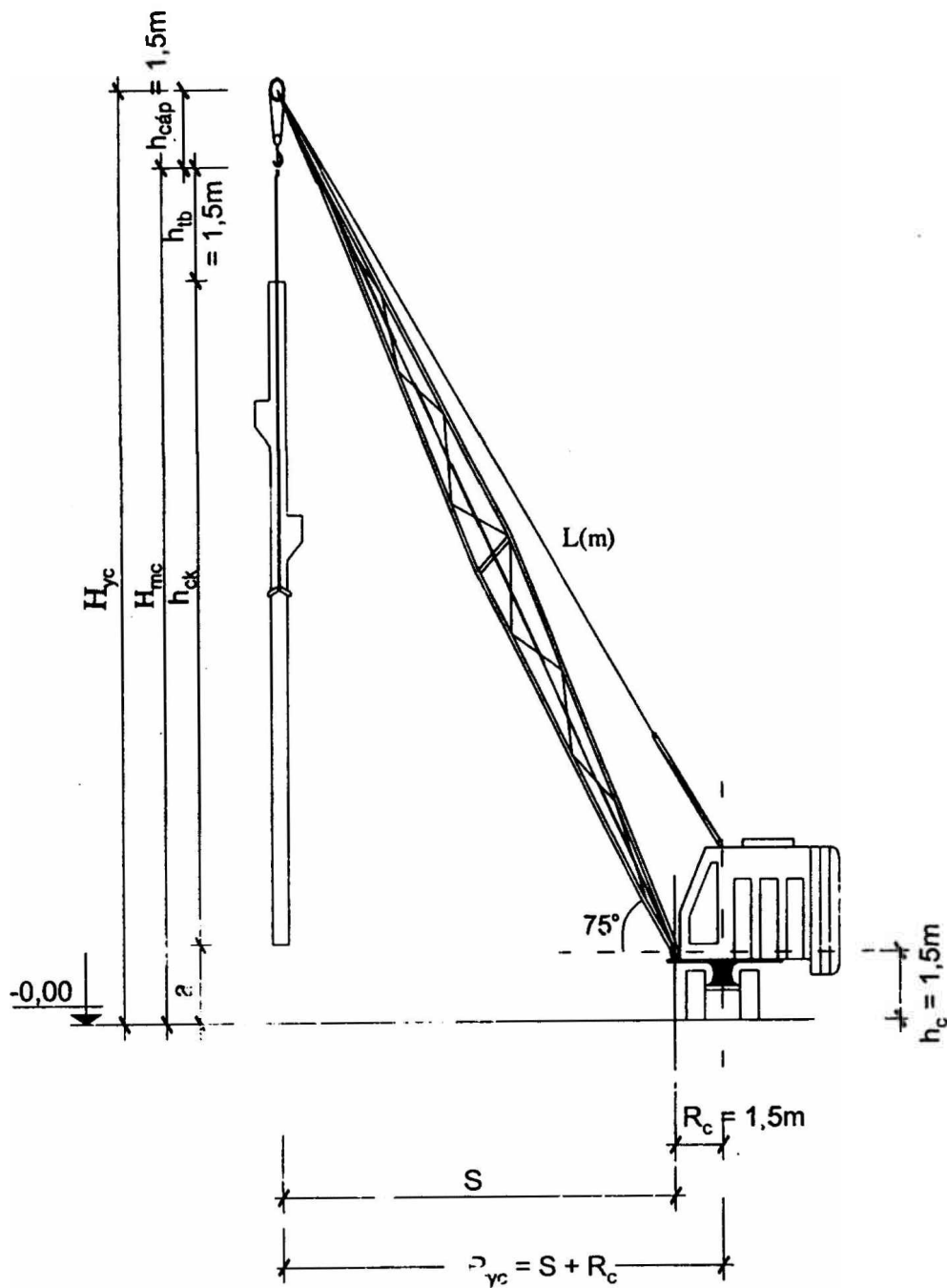
- + H_{yc} - chiều cao puli đầu cần;
- + L_{yc} - chiều dài tay cần;
- + Q_{yc} - sức nâng;
- + R_{yc} .

2.1. Lắp ghép cột

Việc lắp ghép cột không có trở ngại gì, do đó ta chọn tay cần theo

$$\alpha_{\max} = 75^\circ (\sin 75^\circ \approx 0,966 ; \cos 75^\circ \approx 0,259 ; \operatorname{tg} 75^\circ \approx 3,732).$$

Dùng phương pháp hình học ta có sơ đồ để chọn các thông số cần trục như sau :



Hình 2.6: Thông số cầu lắp cột

a) *Cột biên* :

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp} = 0 + 0,5 + 13,2 + 1,5 + 1,5 = 16,7\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{16,7 - 1,5}{0,966} = 15,7\text{m}$$

$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 15,7 \cdot 0,259 = 4,1 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 4,1 + 1,5 = 5,6 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = q_c + q_{tb} = 6,71 + 0,04 = 6,75 \text{ T}$$

b) *Cột giữa* :

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp} = 0 + 0,5 + 15,5 + 1,5 + 1,5 = 19\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{19 - 1,5}{0,966} = 18,1\text{m}$$

$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 18,1 \cdot 0,259 = 4,7 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 4,7 + 1,5 = 6,2 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = q_c + q_{tb} = 8,36 + 0,04 = 8,4 \text{ T}$$

2.2. Lắp ghép dầm cầu chạy

Việc lắp ghép dầm cầu chạy không có trở ngại gì, do đó ta chọn tay cân theo $\alpha_{\max} = 75^\circ$ ($\sin 75^\circ \approx 0,966$; $\cos 75^\circ \approx 0,259$; $\text{tg} 75^\circ \approx 3,732$).

Dùng phương pháp hình học ta có sơ đồ để chọn các thông số cần trục như sau :

Nhịp giữa:

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp} = 11,8 + 0,5 + 0,8 + 2,4 + 1,5 = 17\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{17 - 1,5}{0,966} = 16\text{m}$$

$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 16 \cdot 0,259 = 4,1 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 4,1 + 1,5 = 5,6 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = q_{dcc} + q_{tb} = 3,96 + 0,01 = 3,97 \text{ T}$$

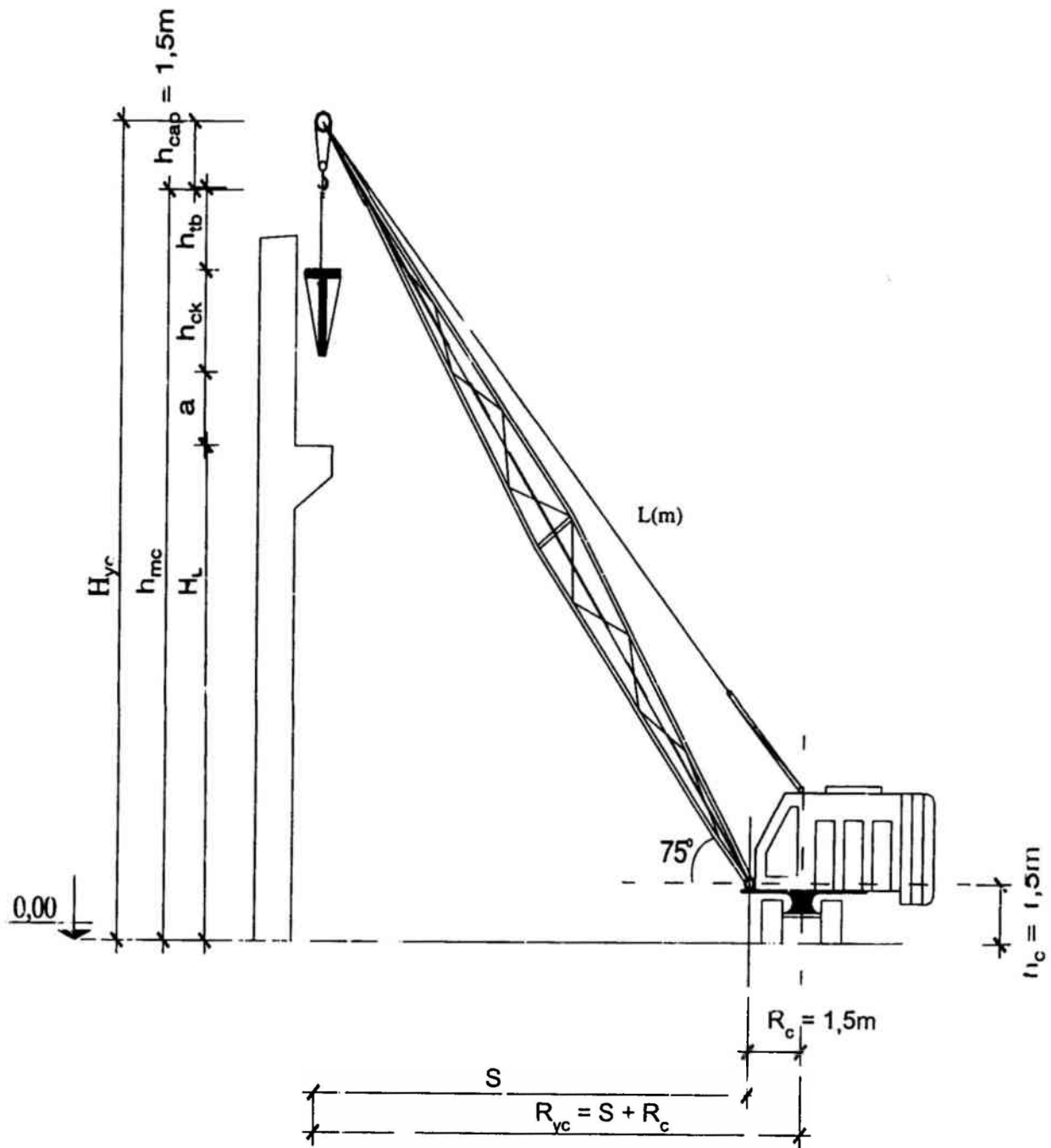
Nhịp biên:

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp} = 9,2 + 0,5 + 0,8 + 2,4 + 1,5 = 14,4\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{14,4 - 1,5}{0,966} = 13,4\text{m}$$

$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 13,4 \cdot 0,259 = 3,5 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 3,5 + 1,5 = 5 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = q_{dcc} + q_{tb} = 3,96 + 0,01 = 3,97 \text{ T}$$



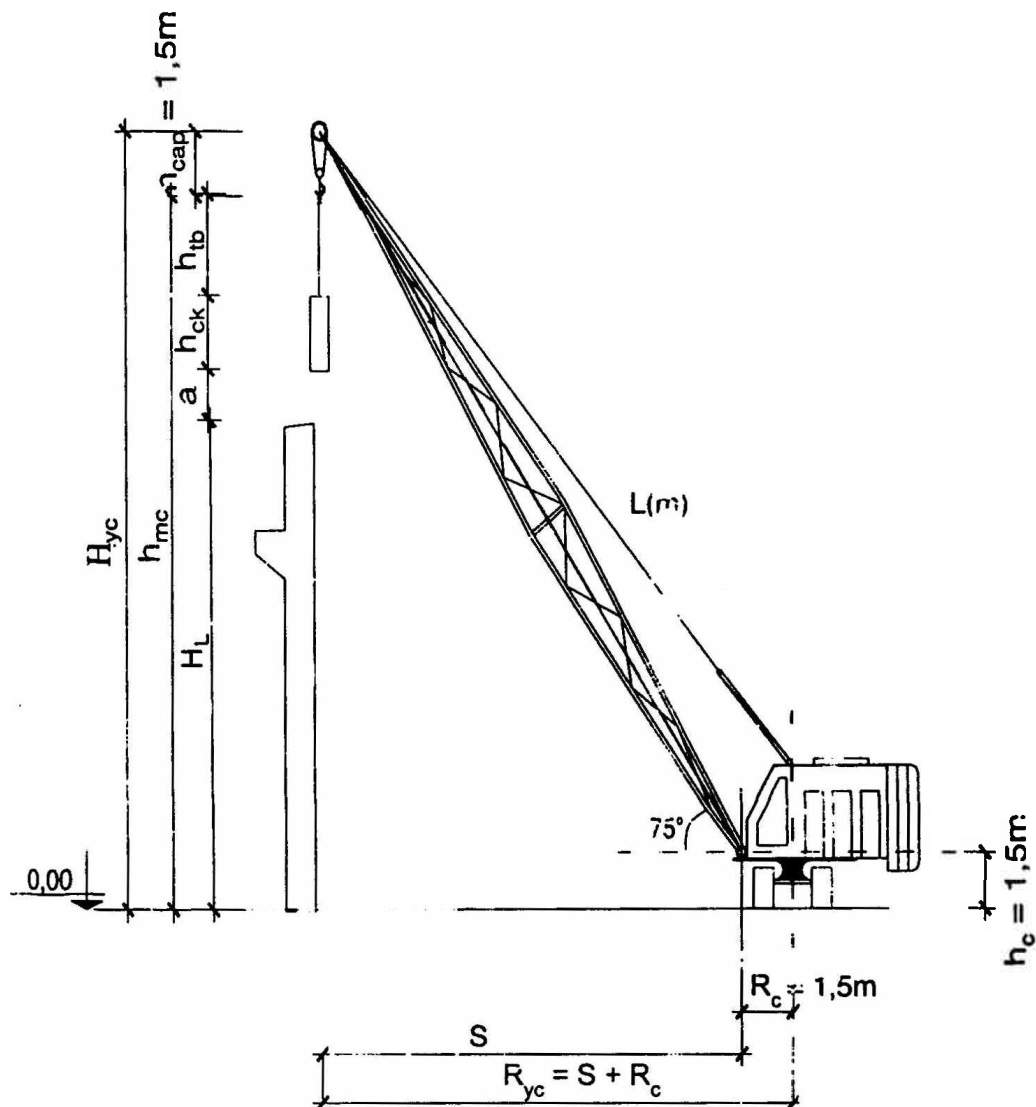
Hình 2.7: Thông số cấu lắp dầm cầu trục

2.3. Lắp ghép tấm tường

Việc lắp ghép tấm tường không có chướng ngại nên ta chọn tay cần theo $\alpha_{\max} = 75^\circ$ ($\sin 75^\circ \approx 0,965$; $\cos 75^\circ \approx 0,259$; $\text{tg} 75^\circ \approx 3,732$).

Bằng phương pháp hình học ta có sơ đồ để chọn các thông số cần trục như sau :

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cáp} = 14,6 + 0,5 + 1,5 + 2,4 + 1,5 = 20,5\text{m}$$



Hình 2.8: Thông số cầu lắp tấm tường

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{20,5 - 1,5}{0,966} = 19,7\text{m}$$

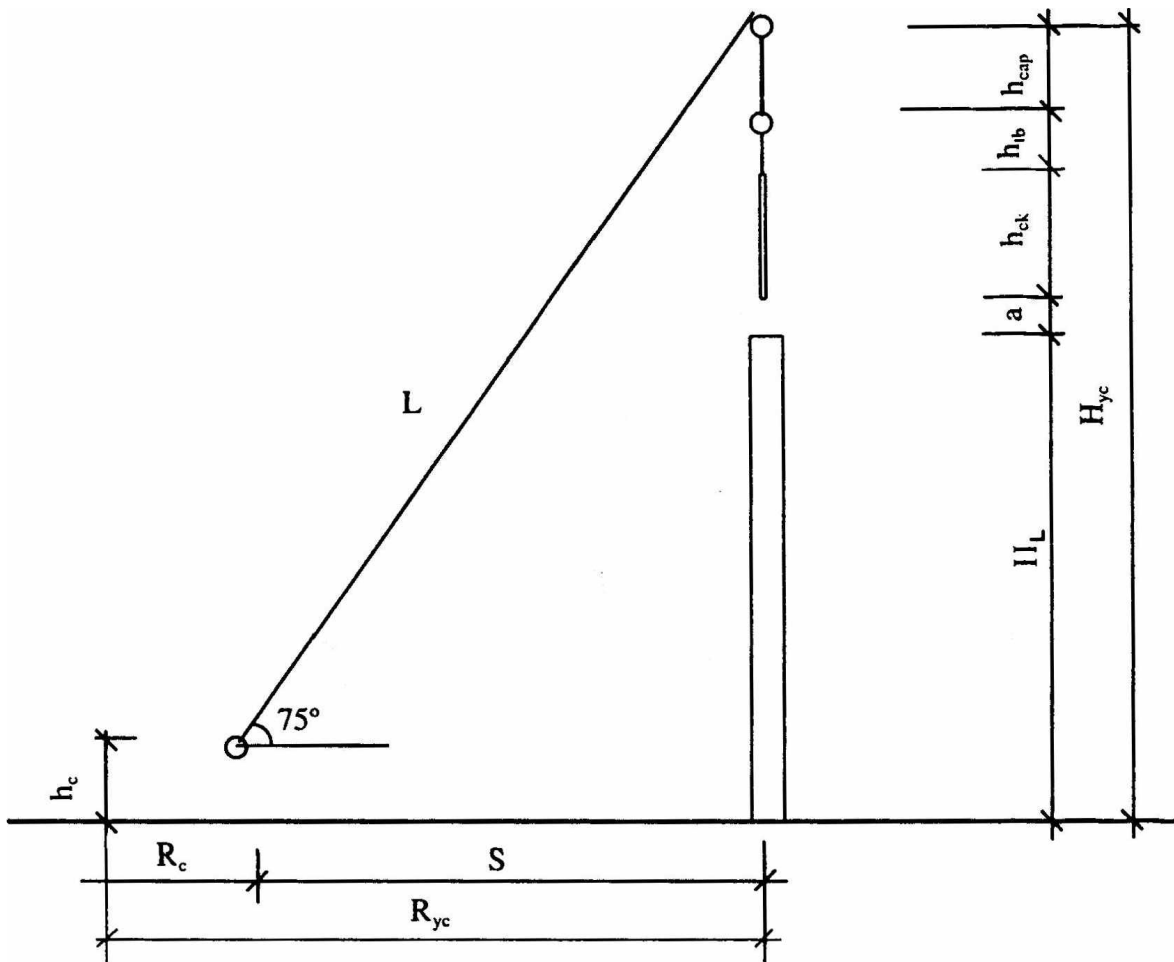
$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 19,7 \cdot 0,259 = 5,1 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 5,1 + 1,5 = 6,6 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = 1,54 + 0,01 = 1,55 \text{ T}$$

(Lắp ghép cho tấm tường cao nhất ở giữa nhịp có độ cao lắp ghép max)

2.4. Lắp ghép dàn mái và cửa trời

Việc lắp ghép dàn mái và cửa trời không có chướng ngại nên ta chọn tay cần theo $\alpha_{\max} = 75^\circ$. Bằng phương pháp hình học ta có sơ đồ để chọn các thông số cần trực như sau :



Hình 2.9: Thông số cầu lắp dàn mái

* Dàn D_1 và cửa trời CT_1 : (nhịp 24m)

Dùng một cầu để lắp ghép có

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{ib} + h_{cáp} = 14,6 + 0,5 + 6,7 + 3,5 + 1,5 = 26,8\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{26,8 - 1,5}{0,966} = 26,2\text{m}$$

$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^\circ = 26,2 \cdot 0,259 = 6,8\text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 6,8 + 1,5 = 8,3\text{ m}$$

$$Q_{yc} = (q_d + q_{ct}) + q_{ib} = 16,17 + 1,09 = 17,26\text{ T}$$

* Dàn D_2 và cửa trời CT_2 (nhịp 18m) :

Dùng một cầu để lắp ghép có :

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{ib} + h_{cáp} = 12,3 + 0,5 + 5,25 + 3,2 + 1,5 = 22,8\text{m}$$

$$S = \frac{H_{yc} - h_c}{\sin 75^\circ} = \frac{22,8 - 1,5}{0,966} = 22\text{m}$$

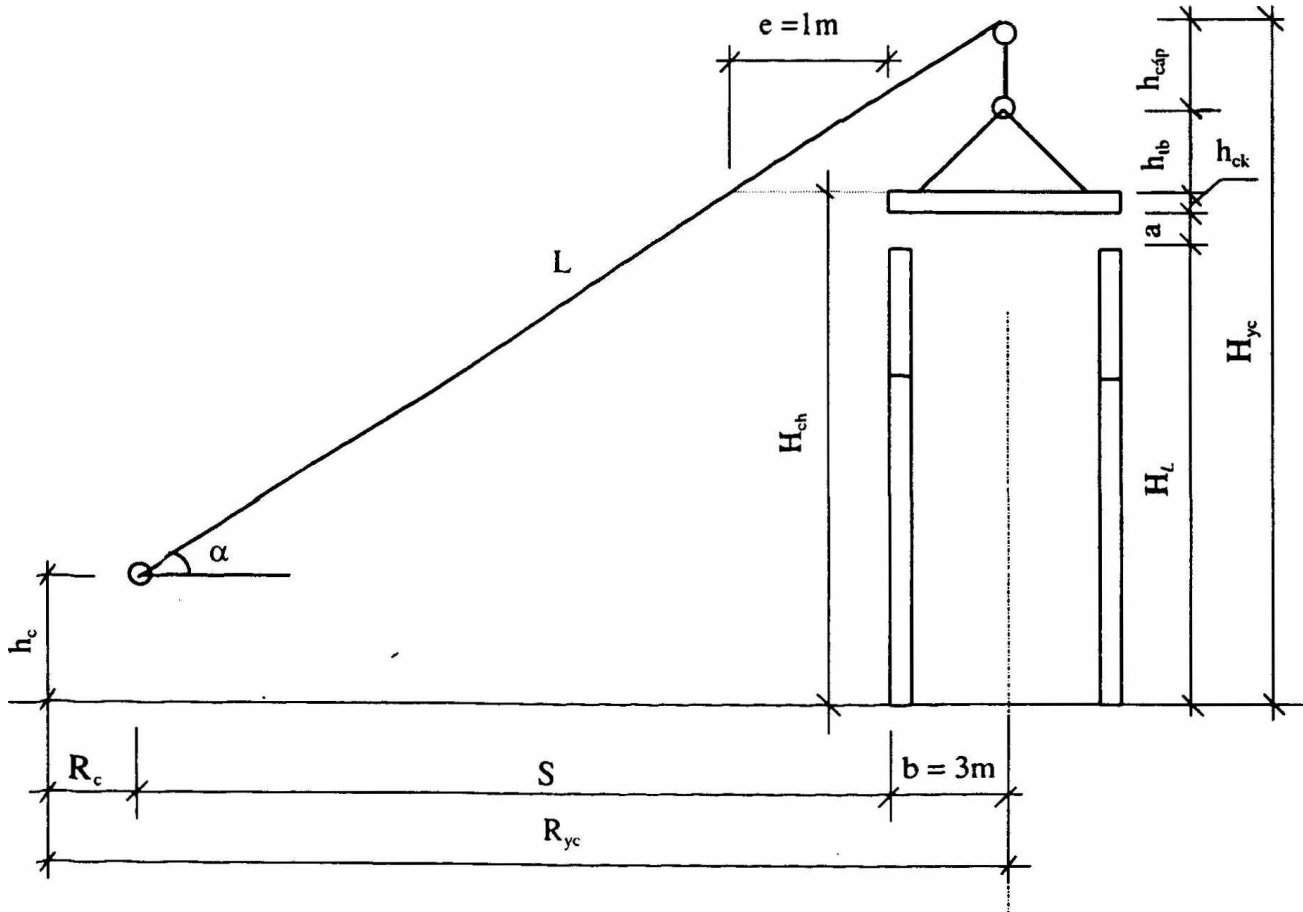
$$S = L_{\min} \cdot \cos 75^{\circ} = 22 \cdot 0,259 = 5,7 \text{ m} \Rightarrow R_{yc} = 5,7 + 1,5 = 7,2 \text{ m}$$

$$Q_{yc} = (q_d + q_{ct}) + q_{tb} = 9,13 + 1,09 = 10,22 \text{ T}$$

2.5. Lắp ghép tấm mái :

Bằng phương pháp hình học ta có sơ đồ để chọn các thông số cần trục như sau :

(Chọn thông số ứng với lắp panel ở độ cao lớn nhất)



Hình 2.10: Treo huộc panel mái

a) Lắp panel mái nhịp giữa :

* Trường hợp không dùng dùm mở phụ : $H_1 = 21,6\text{m}$

$$H_{yc} = H_L + a + h_{ck} + h_{tb} + h_{cap} = 21,5 + 0,5 + 0,4 + 3,4 + 1,5 = 27,3\text{m}$$

$$H_{ch} = H_L + a + h_{ck} = 21,5 + 0,5 + 0,4 = 22,4\text{m}$$

$$\alpha_{tw} = \arctg \sqrt[3]{\frac{H_{ch} - h_c}{e + b}} = \arctg \sqrt[3]{\frac{22,4 - 1,5}{1 + 3}} = 60,05^{\circ}$$

$$\Rightarrow L_{\min} = \frac{H_{ch} - h_c}{\sin 59,07^{\circ}} + \frac{e + b}{\cos 59,07^{\circ}} = \frac{22,4 - 1,5}{0,866} + \frac{1 + 3}{0,499} = 321\text{m}$$

Giải hình học ta có : $S = 16 \text{ m}$

$$\Rightarrow R_{yc} = 17,5 \text{ m} ; Q_{yc} = 2,64 + 0,01 = 2,65 \text{ T}$$

* Trường hợp dùng mỏ phụ : tính toán với $\alpha_{\max} = 75^\circ$

$$\alpha = \arctg \sqrt[3]{\frac{H_{ch} - h_c}{e + b + \ell'}} = 75^\circ \Rightarrow \ell' = 3,6 \text{ m chọn}$$

$$\Rightarrow L_{\min} = \frac{H_{ch} - h_c}{\sin 75^\circ} + \frac{e + b + \ell'}{\cos 75^\circ} = 23,2 \text{ m}$$

Giải hình học ta có :

$$\Rightarrow L_{\min} = \frac{H_{ch} - h_c}{\text{tg} 75^\circ} + b + e = \frac{22,4 - 1,5}{3,732} + 3 + 1 = 9,6 \text{ m}$$

$$\Rightarrow R_{yc} = 11,1 \text{ m} ; \quad Q_{yc} = 2,65 \text{ T}$$

b) Lắp panel mái nhíp biên :

Tính toán tương tự như lắp panel mái nhíp giữa .

* Trường hợp không dùng mỏ phụ :

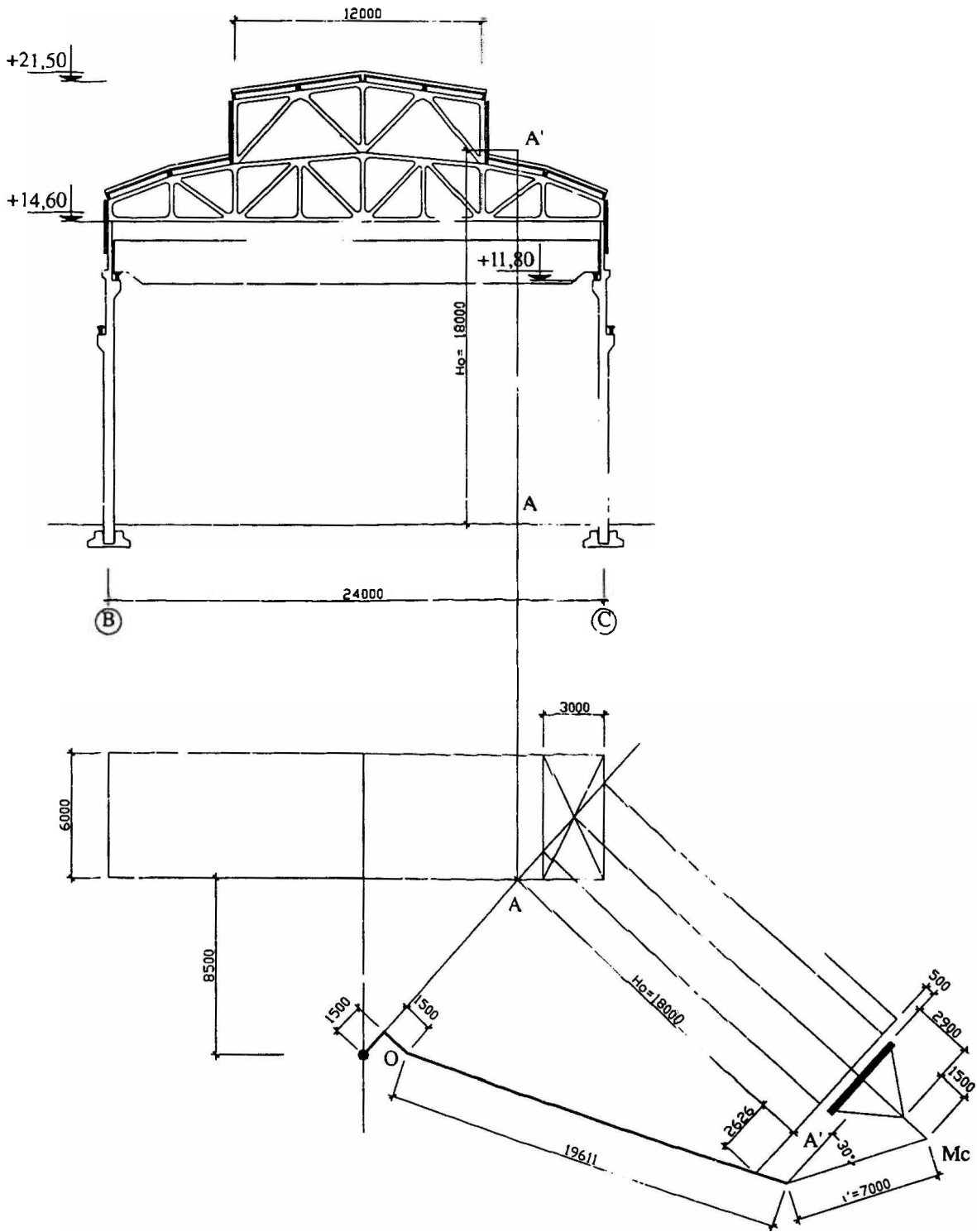
$$H_{yc} = 22,75 \text{ m}, \quad H_{ch} = 18,05 \text{ m} \Rightarrow L_{\min} = 27 \text{ m}$$

$$R_{tu} = 15,8 \text{ m} ; \quad Q_{yc} = 2,64 + 0,01 = 2,65 \text{ T}$$

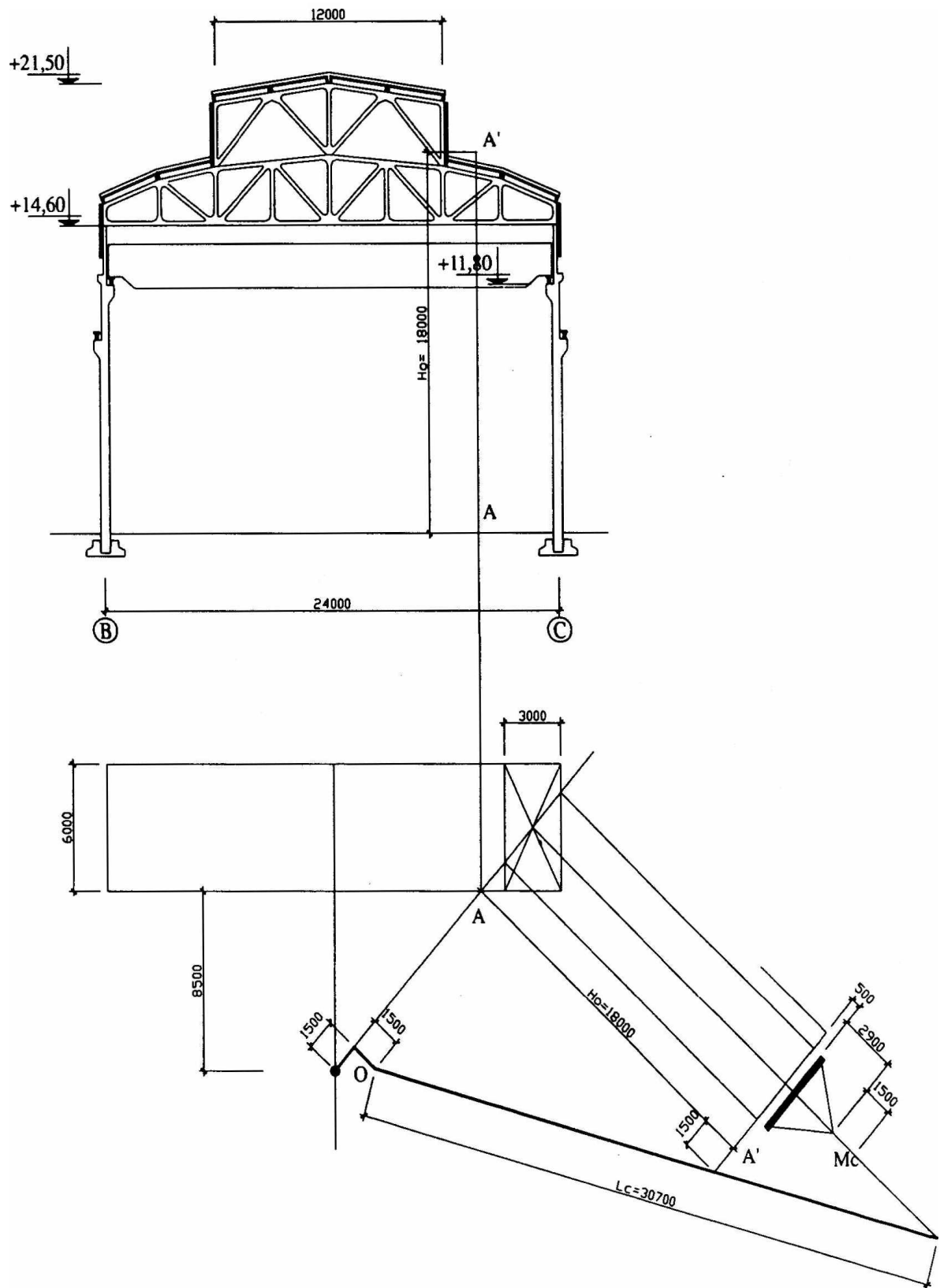
* Trường hợp dùng mỏ phụ :

$$H_{yc} = 22,5 \text{ m}, \quad H_{ch} = 18,05 \text{ m} \Rightarrow L_{\min} = 16,8 \text{ m}$$

$$R_{tu} = 8,4 \text{ m} ; \quad Q_{yc} = 2,65 \text{ T}$$



Hình 2.11: Kiểm tra lắp tẩm mái biền (cơ mở phụ)
 (với nhịp 18m ở biên bạn đọc có thể tự kiểm tra tương tự như trên)



Hình 2.12: Kiểm tra lắp tấm mái biên (không có mở phụ)
 (với nhịp 18m ở biên bản đọc có thể tự kiểm tra tương tự như trên)

Bảng 2.2: Bảng chọn cầu trục theo các thông số yêu cầu

Tên cấu kiện	Yêu cầu				Phương án I					Phương án II			
	Q _{yc} (T)	R _{min} (m)	H _{yc} (m)	L _{min} (m)	Loại cầu	Q _{ct} (T)	R _{max} (m)	H _{mc} (m)	L _{ct} (m)	Loại cầu	Q _{ct} (T)	R _{max} (m)	H _{mc} (m)
Biên	6,75	5,6	16,7	15,7	MKG-25BR (L=23,5m)	6,8	9	21,6	23,5	KX-5363 (L=20m)	6,8	10	17
Giữa	8,4	6,2	19	18,1		8,4	8	22	23,5		8,4	8,7	18
											13	6,2	19
C nhịp giữa biên	3,97	5,6	17	16	MKG-10 (L=18m)	4	5,8	18	18	E-10011D (L=25m)	4	10	23,5
	3,97	5	14,4	13,4									
n1+cửa trời1	17,3	8,3	26,8	26,2	E-2508/ 30m (L= 30m)	17,3	9,8	29	30	XKG - 50 (L=30m)	17,3	12	27,4
n2+cửa trời2	10,3	7,2	22,8	22		10,3	13,8	28	30		10,3	17,5	24,5
Mái 1	2,65	11,1	27,3	23,2	E-2508/ 30m (ℓ' = 7,5m)	3,8	23	27,3	30	XKG - 50 (L=30m)	3,8	30	27,3
Mỏ phụ)	2,65	8,4	22,5	16,8		3,4	27,5	22,5	30	(ℓ' = 10m)	2,7	33,5	22,5
Mái 2													
Tường	1,55	6,6	20,5	19,7	KX-4361 (L= 25m)	1,75	15	20,5	25	E-10011D (L=25m)	2,4	15,3	20,5