

CHƯƠNG III

XÂY DỰNG CẦU BÊ TÔNG
THÉP ĐÚC TẠI CHỖ
(TOÀN KHỐI VÀ BÁN LẤP GHEP)

3.1. Đặc điểm xây dựng cầu bê tông cốt thép đúc tại chỗ toàn khối

Cầu bê tông cốt thép đúc toàn khối tại chỗ cần một khối lượng công tác rất lớn để xây dựng công trình tạm phụ vụ thi công : chế tạo và lắp dựng giàn giáo (giá vòm) và ván khuôn, tốn kém sức lao động, thời gian thi công kéo dài, giá thành đắt. kinh nghiệm cho thấy, nếu dùng giàn giáo giá vòm gỗ, thì riêng khối lượng gỗ đã chiếm gần 5% thể tích không gian gầm cầu. Ván khuôn gỗ chiếm từ 0,3 - 0,6m³ cho 1m³ bê tông. Nếu dùng các loại giàn giáo khác cũng không kém phức tạp và tốn kém. Nhiều khi giàn giáo hoặc giá vòm cũng thực sự đã là một công trình đồ sộ, không kém gì nhịp cầu bê tông cần đúc toàn khối. Vì vậy cầu dầm bê tông cốt thép đổ tại chỗ chỉ dùng trong trường hợp cá biệt, có yêu cầu riêng hoặc xây dựng cầu ở vùng sản vật liệu cát, sỏi, đá và gỗ v.v... Hiện nay trong xây dựng cầu bê tông cốt thép đổ tại chỗ đã áp dụng nhiều tiến bộ khoa học kỹ thuật để giảm bớt khối lượng thi công như : dùng giàn giáo giá vòm chuyên dụng ; giàn giáo di động ; giàn giáo treo. Thậm chí dùng các biện pháp thi công không cần giàn giáo như sử dụng kết cấu bán lắp ghép, phương pháp đúc đẩy hoặc dùng ván khuôn trượt. Phương pháp dùng giàn giáo treo đổ bê tông hằng được ứng dụng rộng rãi ở các nước. Ở nước ta bước

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

đầu đã sử dụng trong thi công một số cầu ở Hải Hưng và Thái Bình.

Phương pháp thi công dùng giàn giáo treo đổ bê tông hằng có nhiều ưu điểm đối với cầu mút thừa, cầu liên tục và cầu khung chữ T có nhịp dài 50m trở lên.

Kết cấu bán lắp ghép chỉ sử dụng một phần là cấu kiện đúc sẵn, còn lại là bê tông đúc tại chỗ, nên có nhiều hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật, khắc phục được các nhược điểm của hai loại kết cấu trên, đồng thời phát huy được những ưu điểm sẵn có của chúng. Do đó rất thông dụng trong ngành xây dựng ở nhiều nước. Ở nước ta kết cấu bán lắp ghép đã được sử dụng có hiệu quả lần đầu tiên hàng loạt ở cầu Tam Canh và một số cầu đường bộ ở Tỉnh Vĩnh Phú.

Phương pháp đúc đẩy cũng là một công nghệ xây dựng mới tiết kiệm được kinh phí thi công các công trình phụ tạm là giàn giáo và ván khuôn, đồng thời thu hẹp được bãi đúc và công trình xây dựng cầu, tập trung được khâu quản lý sản xuất.

3.2. Xây dựng cầu dầm trên giàn giáo.

Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép toàn khối trên giàn giáo có định bao gồm các việc sau : làm giàn giáo, lắp dựng ván khuôn, đặt cốt thép, đổ và đầm bê tông, bảo dưỡng bê tông, tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo.

Vật liệu làm giàn giáo có thể là gỗ, thép.

Giàn giáo phải đủ cường độ bảo đảm độ cứng và độ ổn định theo yêu cầu, chẳng hạn độ võng các thanh trong giàn giáo không lớn quá $1/400$ chiều dài nhịp.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Cấu tạo giàn giáo phải đơn giản để tháo lắp và sử dụng được nhiều lần. Mối nối phải thật khít để giảm biến dạng không đàn hồi, khe nối không hở quá 1mm. Sai số kích thước không quá $\pm 10\text{mm}$. Sai số khoảng cách giữa tim giàn không quá $\pm 30\text{mm}$. Giàn giáo được chọn tùy chiều dài nhịp, chiều cao cầu, vật liệu và thiết bị thi công có sẵn v.v... Giàn giáo có nhiều dạng chẳng hạn giàn giáo cố định giàn giáo di động.

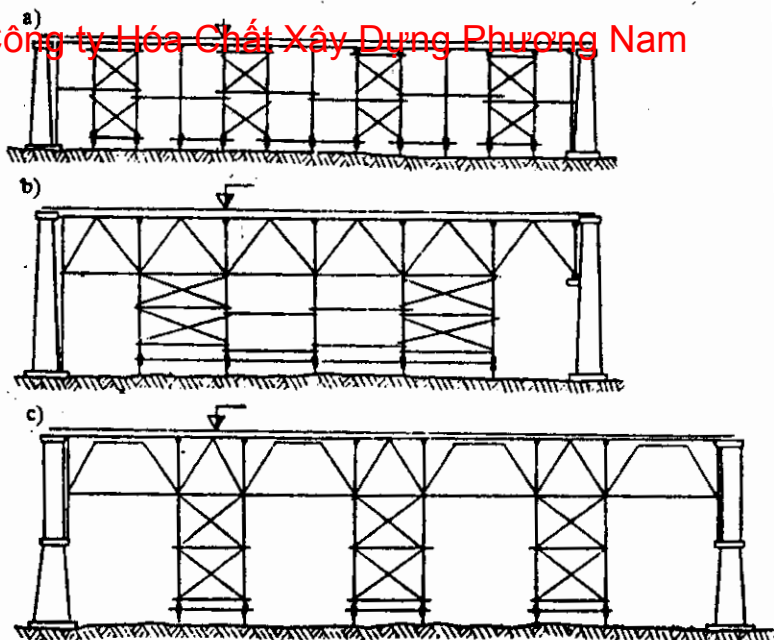
3.2.1. Cấu tạo giàn giáo cố định.

Giàn giáo cố định loại đơn giản nhất là giàn giáo kiểu cột đứng, khoảng cách giữa các cột thay đổi từ 2 - 4 mét (Hình 3.1a). Khi cầu cao, cột đứng phải bố trí dầy. Do đó tốn gỗ đồng thời trong thời gian thi công thuyền bè không qua lại được cho nên cũng có thể dùng giàn giáo thanh chống xiên dạng tam giác hoặc hình thang (Hình 3.1 b, c).

Khoảng cách giữa các cột sẽ tăng lên từ 6 đến 8 mét.

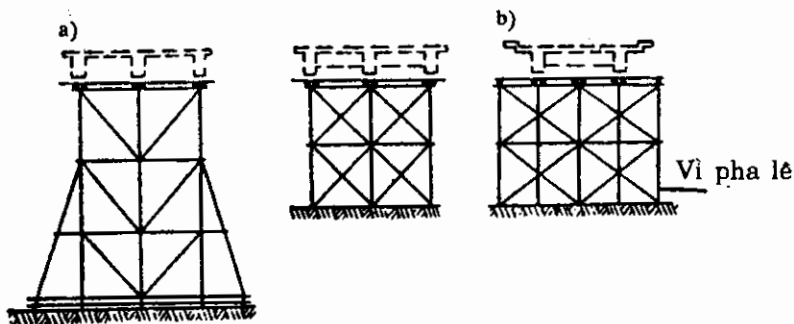
Mặt cắt ngang giàn giáo có cấu tạo tùy theo bề rộng cầu và số lượng dầm chủ. Các cột đứng luôn luôn phải bố trí ứng dưới dầm chủ. (Hình 3.2) giới thiệu cấu tạo một loại giàn giáo gỗ tính từ trên xuống có các bộ phận sau : ván đáy dầm chủ, gỗ ngang, dầm dọc, thiết bị hạ giàn giáo và palê gồm gỗ mũ, cột đứng, gỗ chân và các thanh ốp chéo. Các vì palê có thể kê trực tiếp trên nền đất tốt. Nếu đất yếu phải kê trên nền cọc.

Trường hợp cầu nhịp lớn và sông có thông thường sử dụng giàn giáo với dầm thép hình I (Hình 3.3) sẽ hợp lý hơn. Tuy nhiên vì thép hình đắt tiền, cần tận lượng sử dụng kích thước có sẵn, tốt nhất là để nguyên, không



Hình 3.1 : Sơ đồ giàn giáo gỗ

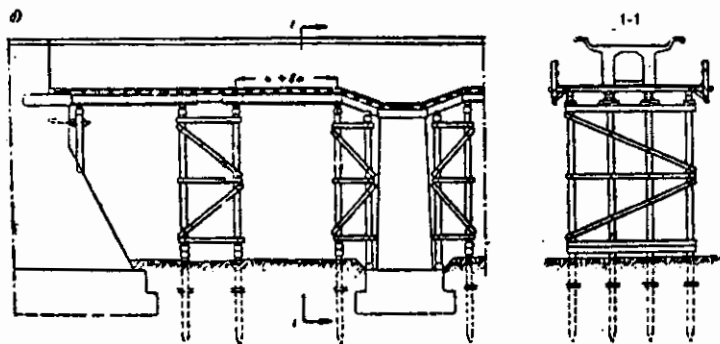
khoan, cắt bừa bãi, đặt so le trên palê, để sử dụng lại, giảm giá thành. Nếu cần có thể nối dài theo kiểu liên kết chồng, ốp gỗ (bê tông) và bu lông.



Hình 3.2 : Mặt cắt ngang giàn giáo

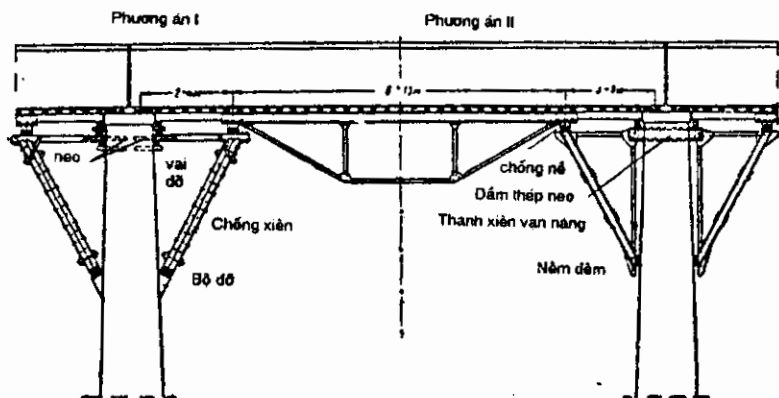
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Thiết bị hạ giàn giáo có thể đặt dưới dầm I hoặc dưới chân các vì palê gỗ (Hình 3.3).



Hình 3.3 : Giàn giáo dầm I

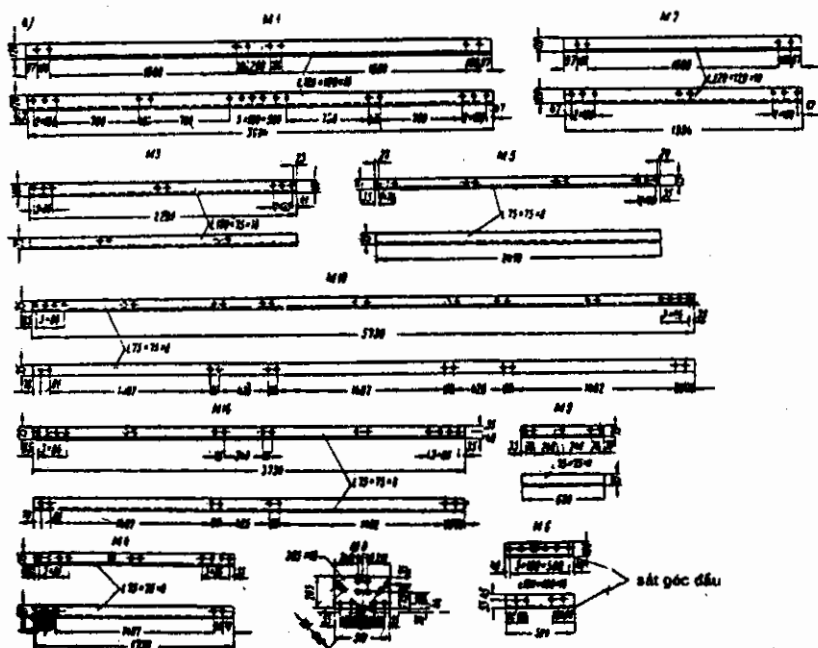
Trong thời gian thi công nếu cần có khổ thông thương gầm cầu lớn hơn nữa, ta dùng dầm I có thanh tăng cường hoặc dàn thép để vượt nhịp lớn (Hình 3.4). Dầm hoặc giàn thép được gối lên vai đỡ của trụ cầu.



Hình 3.4 : Giàn giáo không trụ giữa

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Giàn giáo thép bằng thanh "vạn năng" được dùng nhiều ở Liên Xô cũ. Ở ta thanh "vạn năng" cũng đã được sử dụng khá rộng rãi. Tuy nhiên vì thất lạc nhiều, nên hiện nay ít thấy trong kết cấu giàn giáo. Thanh vạn năng trước kia gồm 25 linh kiện, nay đã lên tới 61 linh kiện, thanh nặng nhất là 76,4 daN, các bản nút có thể nặng đến 93 daN, các ụ chân (đầu bò) nặng 260,3 daN ; Các thanh thép hình I để làm dầm ngang có thể nặng đến 1154 daN. Các thanh đều bằng thép CT3, thanh ghép có thể tổ hợp từ 1 đến 6 thanh thép góc. Bản nối và bản giằng có 26 loại. Các thanh liên kết bằng bu lông đường kính

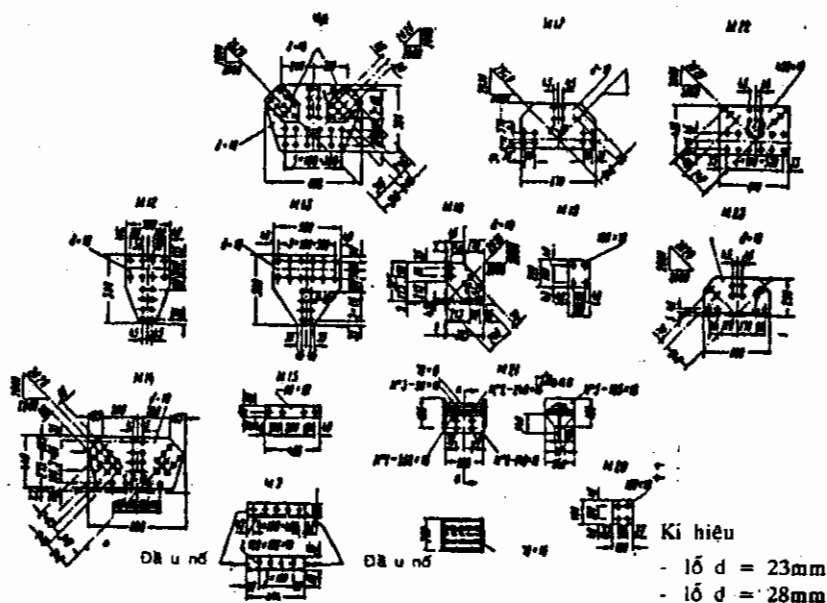


Hình 3.5 : Linh kiện thanh vạn năng

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$\phi 22$ và $\phi 27$. Thanh vạm nấng có thể lắp thành giàn, thành trụ, thành tháp cầu và nhiều hình thức kết cấu khác với khoảng 2m. Hình 3.5 và hình 3.6 là các linh kiện thanh "vạm nấng".

Ngoài ra, còn có những bộ thanh "vạm nấng" làm bằng thép cường độ cao, lắp bằng bu lông tinh chế, và chỉ gồm 43 linh kiện.



Hình 3.6 : Linh kiện thanh vạm nấng

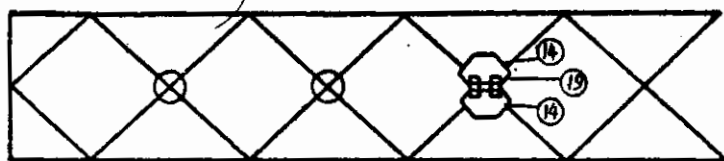
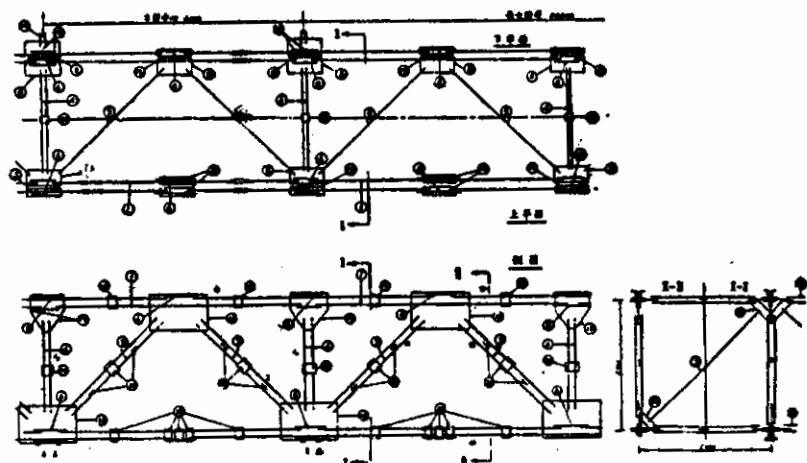
Hình 3.7 giới thiệu các loại giàn giáo bằng thanh "vạm nấng" gồm một, hai và ba tầng, mỗi tầng cao 2m.

Hình 3.8 là cấu tạo một số bản nút của giàn.

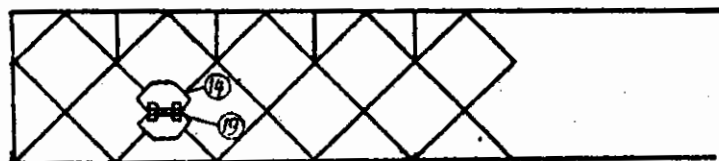
Với thanh "vạm nấng" ta có thể lắp thành các trụ đỡ như hình 3.9. Khoảng cách giữa các cột từ 0,26 - 2 - 4 - 6m.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Trừ phần đỉnh và chân trụ cao 0,561m, còn lại mỗi khoang cao 2m.



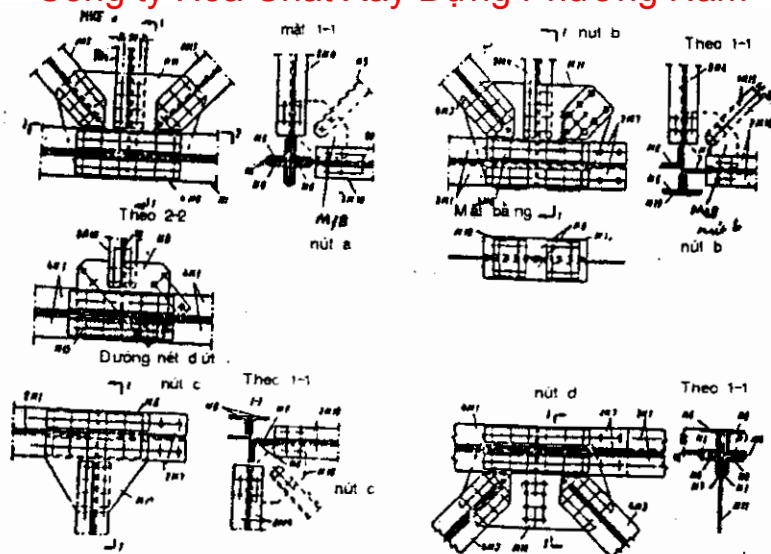
Dầm cao 4 m



Dầm cao 6m

Hình 3.7 : Giàn giáo thanh vạm năng

<http://vietnam12h.com>



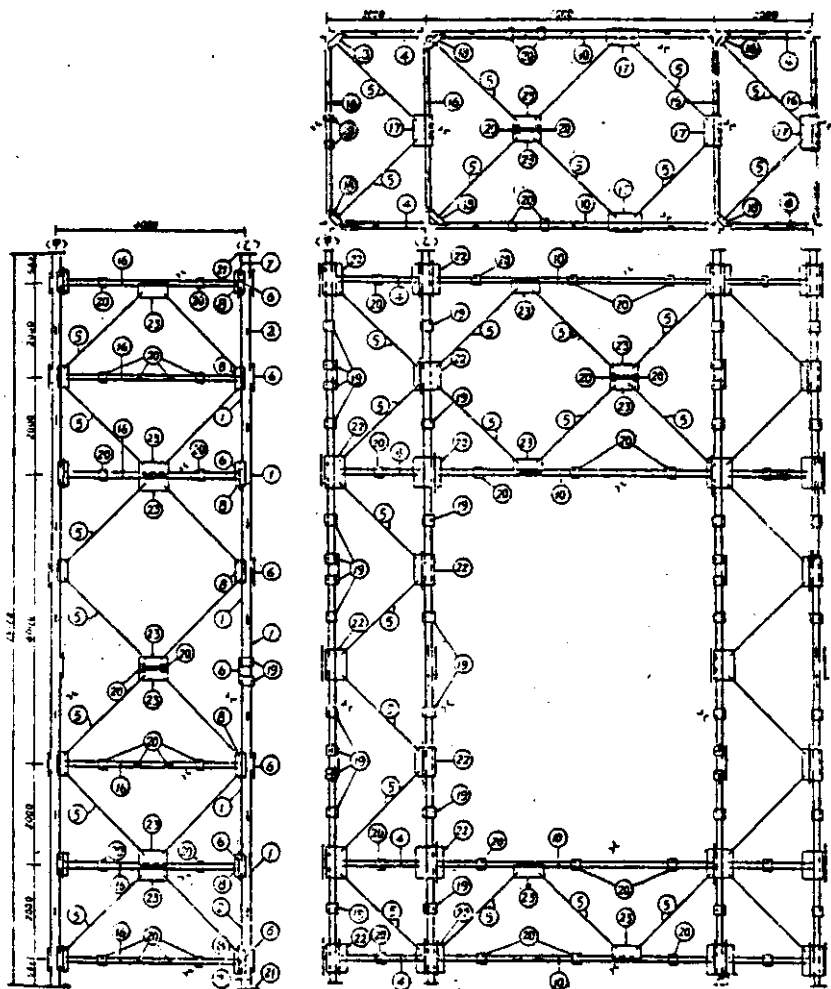
Hình 3.8 : Nút giằng giằng thanh vạm nằng

- a, b- Nút biên dưới
c, d- Nút biên trên

Hình 3.10 là cấu tạo một số bản nút lắp các thanh trụ đỡ.

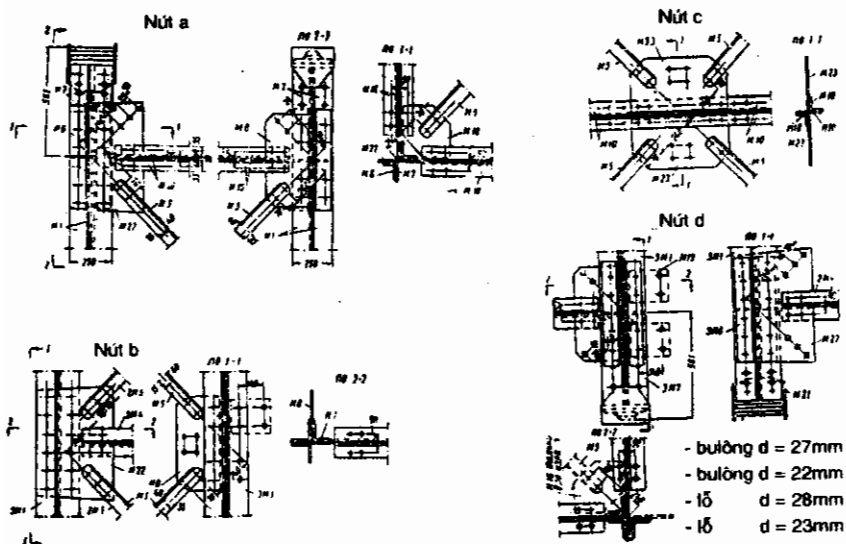
Hình 3.11 là cấu tạo một số tháp cấu. bảng 3.1 giới thiệu qui cách của thanh "vạm nằng". Bảng 3.2. giới thiệu diện tích và năng lực chịu tải của kết cấu thanh "vạm nằng".

Ưu điểm của thanh "vạm nằng" là có thể lắp được nhiều loại hình kết cấu khác nhau, kể cả những cấu tạm phục vụ trong và sau chiến tranh. Tuy nhiên, nhược điểm của thanh "vạm nằng" là lắp ráp tốn công sức và thời gian, độ võng của giàn khá lớn, chịu tác dụng động kém, vì độ "giơ" của liên kết với lỗ đỉnh có đường kính lớn hơn bu lông khoảng 1mm.

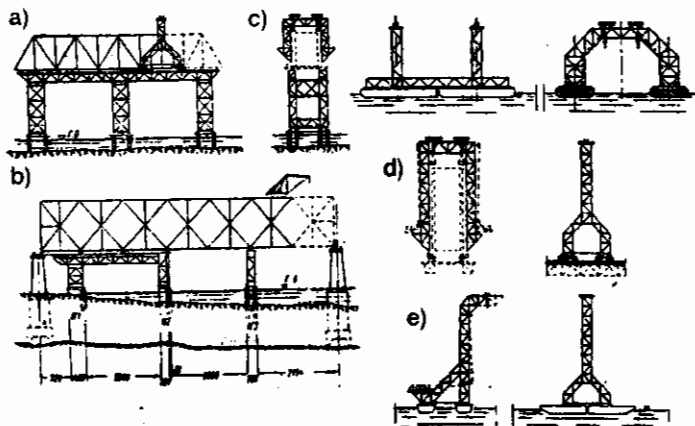


Hình 3.9 : Trụ ghép bằng thanh vạm nạng

<http://vietnam12h.com>



Hình 3.10 : Bản nút trụ ghép bằng thanh vạm nâng
 a- Bản nút đỉnh trụ ; b- Bản nút giữa trụ ;
 c- Bản nút ngang ; d- Bản nút chân trụ



Hình 3.11 : Các kết cấu phụ trợ bằng thanh vạm nâng
 a- Cản trục long môn và giàn giáo ; b- Giàn giáo và trụ giữa ;
 c- Cản trục nổi ; d. Cản trục long môn ; e- Cản trục nổi nút thừa.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

§ 3. Quy cách thanh vản nằng

Bảng quy cách kích thước và trọng lượng của kết cấu như bảng 3.1

Bảng 3.1

Số hiệu phụ lông	TÊN PHỤ TÙNG	Kích thước phụ lông (mm)	(Chiều dài (mm) hoặc diện tích m ²)	Số chiếc	Trọng lượng (kg)		
					Mỗi thanh	Tất cả các thanh	Tổng cộng
1	Thanh mạ hoặc trụ (dài)	L. 100×100×12	3994	1	71,1	71,1	71,1
2	Thanh mạ hoặc trụ (ngắn)	L. 100×100×12	1994	1	35,7	35,7	35,7
3	Thanh xiên (phần bụng dầm)	L. 100×75×10	2350	1	30,8	30,8	30,8
4	Thanh chống ngang (giữa dầm giữa 2m)	L. 75×75×8	1770	1	16,0	16,0	16,0
5	Thanh chống chéo	L. 75×75×8	2478	1	22,4	22,4	22,4
6	Sắt góc ghép nối (mạ hoặc trụ)	L. 90×90×10	680	1	7,8	7,8	7,8
7	Đầu trụ (nối 1 hoặc 2)	L. 100×100×12	404	1	8,8	8,8	8,8
8	Tấm tiếp dầm (1,2 hoặc 7)	250×10	480	1	9,6	9,6	9,6
9	Tấm góc nối (nối 5)	L. 75×75×8	608	1	5,7	5,7	5,7
10	Thanh chống ngang (giữa dầm giữa 6m)	L. 75×75×8	5770	1	52,1	52,1	52,1
11	Tấm tiếp dầm (mạ hoặc trụ)	δ = 10 300×10	m = 0,20 m = 0,05	1 2	31,2 4,0	31,2 4,0	39,2
12	Tấm tiếp dầm (mạ hoặc trụ)	δ = 10	m = 0,17	1	13,6	13,6	13,6
13	Tấm tiếp dầm (mạ hoặc trụ)	δ = 10	m = 0,25	1	20,0	20,0	20,0
14	Tấm tiếp dầm (mạ hoặc trụ)	δ = 10	m = 0,31	1	24,8	24,8	24,8
15	Tấm đệm (mạ hoặc trụ)	80×10	180	1	3,1	3,1	1,1
16	Thanh chống ngang (giữa dầm giữa 4m)	L. 75×75×8	3770	1	31,0	31,0	31,0
17	Tấm tiếp dầm (thanh chống ngang)	δ = 10	m = 0,2	1	16,0	16,0	16,0
18	Tấm tiếp dầm (thanh chống ngang)	δ = 10	m = 0,061	1	4,8	4,8	4,8
19	Tấm cò rãnh (dùng cho trụ mạ)	180×10	210	1	3,0	3,0	3,0
20	Tấm cò rãnh (dùng thanh chống ngang và thanh chống xiên)	220×16 100×10 200×10	220 170 220	1 1 1	6,2 2,2 5,6	6,2 2,2 5,6	1,2
21	Mũi cọc	70×16 195×10 90×16 140×10	220 220 220 220	1 2 1 1	2,0 3,4 2,5 2,5	2,0 3,4 2,5 2,5	25,0
22	Tấm tiếp dầm (trụ)	300×10	580	1	18,0	18,0	18,0
22	Tấm tiếp dầm (trụ)	560×10	580	1	26,3	26,3	26,3
23	Tấm tiếp dầm (thanh xiên)	δ = 10	m = 0,13	1	10,1	10,1	10,1
24	Bu lông phổ thông	δ = 22	50 60 60 70	1 1 1 1			
25	Bu lông phổ thông	δ = 28	80 90	1 1			

Bảng 3.2

Bảng diện tích mặt đất và năng lực chịu tải của kết cấu

Tạo thành kết cấu	Hình dạng mặt cắt	Kích thước mặt cắt (mm)	Diện tích sàn đất (m ²)	Diện tích sàn (m ²)	Màn (cm)	Chiều dài nhịp (cm)	Chiều dài nhịp (cm)	Tỷ số mô men quán tính λ	Ứng lực cho phép (t)						Số lượng bu lông mỗi b
									Ứng lực cho phép đơn vị σ = 1700 kg/cm ²		Ứng lực cho phép đơn vị σ = 2000 kg/cm ²		Ứng lực cho phép đơn vị σ = 2200 kg/cm ²		
									Ứng suất kéo	Ứng suất nén	Ứng suất kéo	Ứng suất nén	Ứng suất kéo	Ứng suất nén	
Thanh mero hoặc trục (1) hoặc (2)		2 - < 100 x 100 x 12	6,98	3,98	200	200	0,163	0,163	63,7	59,2	66,8	77,3	70,0	78,3	Cắt dọc d=26cm a=10 Áp lực trục là δ = 20 cm δ = 70 cm b = 10
		2 - < 100 x 100 x 12	6,98	3,98	400	400	0,103	0,103	63,7	36,8	66,8	77,3	42,4	78,3	
Thanh xiên (3)		4 - < 100 x 100 x 12	13,92	4,41	200	200	0,52	0,792	131,5	122,5	135,9	154,5	144,5	159,5	Cắt dọc d=28cm a=10 Áp lực trục là δ = 20 cm δ = 70 cm b = 10
		4 - < 100 x 100 x 12	13,92	4,41	400	400	0,311	0,311	131,5	34,2	135,9	154,5	99,5	169,5	
Thanh chữ T ngang (4) (10) (16)		2 - < 100 x 75 x 10	6,98	3,23	283	283	0,818	0,818	43,9	36,8	37,9	52,9	43,5	44,5	Cắt dọc d=28cm a=10 Áp lực trục là δ = 20 cm δ = 70 cm b = 10
		4 - < 100 x 75 x 10	13,92	3,72	283	283	0,684	0,684	90,0	77,5	75,8	106,0	91,5	80,0	
Thanh chữ T ngang (4) (10) (16)		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	300	300	0,6	0,736	32,8	28,8	33,8	38,5	24,0	30,6	Áp lực trục là δ = 22 a = 8
		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	400	400	0,132	0,172	32,8	18,5	33,8	38,5	21,7	39,6	
Thanh chữ T ngang (4) (10) (16)		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	600	600	0,196	0,216	37,8	8,1	33,6	38,5	9,9	39,9	Áp lực trục là δ = 22 a = 8
		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	200	200	0,76	0,76	65,6	59,5	42,6	78,0	66,6	50,0	
Thanh chữ T ngang (4) (10) (16)		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	400	400	0,132	0,172	32,8	18,5	33,8	38,5	21,7	39,6	Áp lực trục là δ = 22 a = 8
		2 - < 75 x 75 x 8	23	3,7	600	600	0,196	0,216	37,8	8,1	33,6	38,5	9,9	39,9	
Thanh chữ T chéo (5)		1 - < 75 x 75 x 8	11,5	1,84	283	283	0,200	0,200	12,3	3,9	8,4	14,45	4,6	9,9	Cắt chéo d = 22 a = 2
		1 - < 75 x 75 x 8	11,5	1,84	566	566	0,13	0,13	12,3	—	8,4	14,45	—	9,9	
		1 - < 75 x 75 x 8	11,5	1,84	840	840	0,13	0,13	12,2	—	8,4	14,45	—	9,9	
Thanh chữ T chéo (5)		23	3,7	283	283	0,200	0,200	32,8	19,6	10,8	38,6	21,4	18,7	Cắt chéo d = 22 a = 2	
		23	3,7	566	566	0,132	0,132	32,8	13,7	10,8	38,6	17,0	18,7		
		23	3,7	840	840	0,132	0,132	32,8	10,8	10,8	38,6	17,0	18,7		

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Lâu nay, để làm giàn giáo cố định, nhiều nước đã sử dụng các loại linh kiện thép ống, nối với nhau bởi những đai "cút" và "rắc co" khác nhau. Ở nhiều công ty lớn, còn sử dụng những mảng giàn giáo đã chế tạo sẵn theo mẫu mã nhất định, bảo đảm linh hoạt trong lắp ráp các loại hình giàn giáo không gian một cách nhẹ nhàng và thuận lợi, liên kết với nhau bởi những chi tiết gia công tinh bằng kim loại, chịu được những lực trượt tương đối lớn.

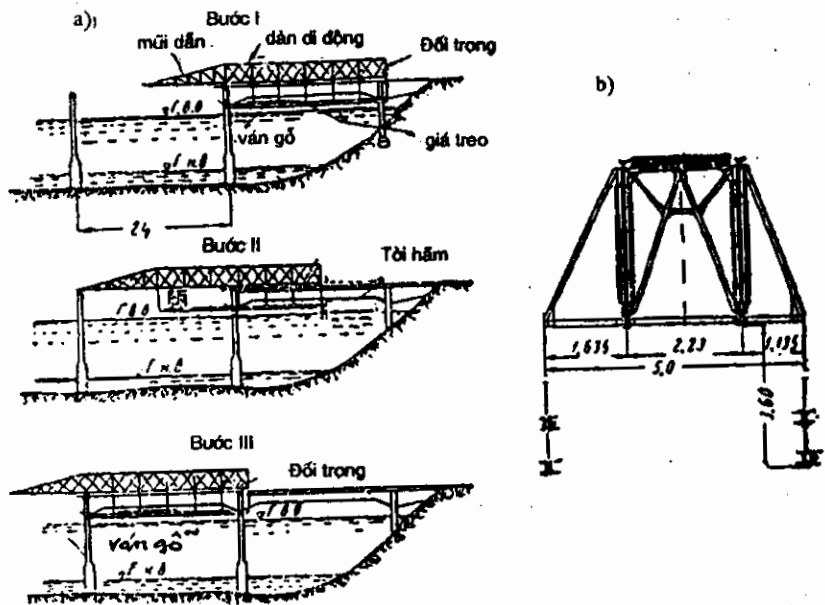
3.2.2. Cấu tạo giàn giáo di động

Giàn giáo di động là giàn giáo có thể chạy được để chế tạo từ nhịp này đến nhịp khác. Giàn giáo di động thích hợp để xây dựng cầu bê tông cốt thép đúc tại chỗ bắc qua sông sâu, lòng sông không thể đóng cọc để làm giàn giáo cố định, hoặc không kinh tế. Hình 3.12 giới thiệu một kiểu giàn giáo di động bằng thép. Hai bên giàn thép có giá tam giác treo dầm dọc và ván khuôn. Dầm ngang và ván đáy đặt trên dầm dọc (Hình 3.12b). Đặt ván khuôn, lắp cốt thép, đúc dầm và bảo dưỡng bê tông đều thực hiện trên giàn giáo treo. Khi bê tông đạt cường độ tháo ván khuôn và kéo giàn giáo sang nhịp khác và các công việc sẽ được lặp lại như trên.

Giàn giáo di động có thể làm bằng dầm hoặc giàn thép định hình. Khi di động cần một số thiết bị phụ trợ.

3.2.3. Cấu tạo ván khuôn.

Ván khuôn cầu dầm bê tông cốt thép đúc toàn khối tại chỗ có thể làm bằng gỗ, gỗ thép liên hợp, hoặc bằng thép toàn bộ. Yêu cầu đối với ván khuôn là đủ độ cứng và cường độ, đơn giản để chế tạo, dễ tháo lắp và sử dụng



Hình 3.12 : Giàn giáo di động

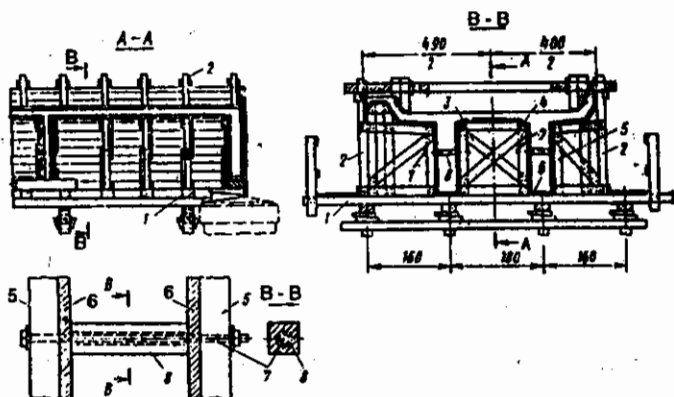
a- Vị trí giàn giáo ; b- Mặt cắt ngang giàn giáo

được nhiều lần. Ván khuôn phải khít để tránh rò rỉ vữa xi măng khi đổ bê tông. Tùy theo số lượng nhịp có thể chọn dùng ván khuôn gỗ, hoặc thép. Ván khuôn thép sử dụng được nhiều lần, do đó tổng giá thành có thể sẽ hạ.

Cấu tạo ván khuôn gỗ được giới thiệu trên hình 3.13.

Ván khuôn gỗ đúc dầm bê tông cốt thép gồm các bộ phận sau :

- Ván gỗ : dày khoảng 4 - 5cm, khoảng cách các mép đứng từ 70 - 100 cm. Ván khuôn có thể chia đoạn để chế



Hình 3.13 : Cấu tạo ván khuôn gỗ cầu dầm
và chi tiết bu lông căng có thanh chống
1- Gỗ ngang ; 2- Khung ngoài ; 3- Khung trong ;
4- Ván ; 5- Thanh đứng ; 6- Ván khuôn ;
7- Bulông căng ; 8- Thanh chống.

tạo sẵn, như vậy sẽ lắp ghép được nhanh. Để bảo đảm bề dày sườn dầm bê tông cần bố trí bu lông căng luôn quá lỗ của thanh chống bằng bê tông.

- Khung chống : Đó là những thanh gỗ liên kết với nhau bằng đinh hoặc bu lông, thành từng mảng không biến hình, dựng thẳng đứng thành từng bộ, cách nhau khoảng 70 - 100cm. Ván khuôn đáy và khung chống được đặt trên gỗ ngang. Khi đầm cao và bầu đầm bố trí nhiều cốt thép có thể mở cửa sổ trên sườn dầm để đổ và đầm bê tông (có thể kiểm tra cốt thép và bê tông tươi qua cửa sổ).

Đổ bê tông đến cửa sổ phải bịt lại để tiếp tục đúc phần trên.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

3.2.4. Công tác cốt thép

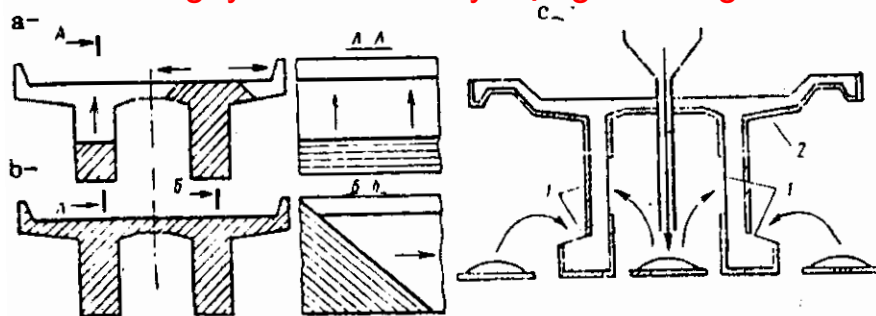
Cốt thép được chế tạo thành lưới, thành khung sườn với kích cỡ phụ thuộc phương tiện vận chuyển và cấu lắp. Lưới và khung thép được chế tạo trong phân xưởng cốt thép nhờ các khuôn mẫu, và phải đảm bảo độ chính xác. Độ cứng của khung cốt thép nhờ hàn các thanh và các cốt xiên. Sườn cốt thép rời đặt trong ván khuôn cần phải phù hợp cấu tạo ván khuôn và không có biến dạng dư.

Lớp bảo vệ cốt thép được bảo đảm bằng các miếng đệm vừa xi măng có bề dày bằng lớp bảo vệ. Trong miếng đệm có đặt sợi thép nhỏ để buộc vào cốt thép chủ. Khoảng cách đặt con đệm tùy theo đường kính thanh cốt thép.

Trước khi đổ bê tông phải lập biên bản nghiệm thu cốt thép về chủng loại, kích thước và cách bố trí đặt trong ván khuôn v.v. so với bản vẽ thiết kế. Trường hợp có sai sót phải sửa cho đúng thiết kế sau đó hai bên A và B ký vào biên bản nghiệm thu.

3.2.5. Công tác đổ bê tông

Khi thi công kết cấu đúc tại chỗ, bê tông cũng phải đổ liên tục và tận dụng dùng biện pháp cơ giới, tốt nhất là dùng máy bơm đẩy bê tông. Phần dầm có cốt thép bố trí dày nên dùng cốt liệu nhỏ. Vận chuyển từ trạm trộn đến nơi đổ không được để bê tông bị phân tầng. Bề dày mỗi lớp đổ từ 10 - 40cm. Bê tông có thể đổ từng lớp nằm ngang hay xiên. Tốc độ đổ bê tông phải bảo đảm sao cho khi đổ lớp sau thì lớp đổ trước chưa bắt đầu ngưng kết (Hình 3.14).



Hình 3.14 : Phương pháp đổ bê tông kết cấu nhịp

a- Lớp nằm ngang ; b- Lớp xiên ; c- Đổ bê tông bụng dầm

1. Cửa sổ ; 2. Ván khuôn

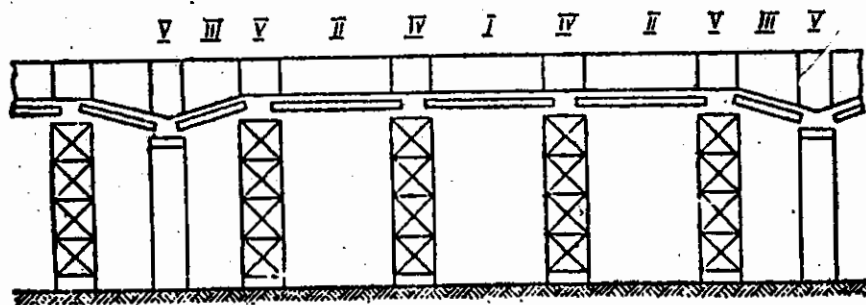
Trường hợp cầu nhịp ngắn, có thể đổ theo lớp nằm ngang trên cả chiều dài nhịp vì khối lượng cần đúc không lớn lắm. Dầm ngang và dầm dọc được đúc cùng một lúc. Khi đến bản mặt cầu, bê tông sẽ đổ từ dầm dọc sang hai bên.

Trường hợp cầu nhịp lớn nếu đổ theo lớp nằm ngang không thể cung cấp đủ bê tông, có thể đổ theo các lớp nghiêng một góc $\alpha = 20^\circ \div 28^\circ$, từ hai đầu vào giữa nhịp. Bản mặt cầu và dầm được đổ cùng một lúc (đúc theo chiều cao dầm). Phương pháp đổ theo các lớp nghiêng có ưu điểm là diện tích mặt đổ sẽ hẹp, khối lượng từng mẻ trộn bê tông có thể ít, lượng máy móc sử dụng không nhiều. Khi dầm cao hơn 1,5m hoặc cốt thép trên bản mặt cầu khá dày, sườn dầm và bản mặt cầu sẽ không đổ liền cùng một lúc. Trước tiên đổ dầm dọc và dầm ngang. Sau đó lắp cốt thép bản mặt cầu và đổ bê tông phần bản. Trường hợp bản mặt cầu rộng, có thể chia ô theo hướng ngang và bố trí khe công tác trên dầm ngang để tránh cho bê tông khỏi nứt do giãn giáo bị biến dạng trong quá

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

trình đổ bê tông. Cũng có thể dùng phương pháp chất tải trên giàn giáo để khử biến dạng dư và lún của giàn giáo. Chẳng hạn chất tải bằng cát đá, hoặc đổ đầy nước (nếu ván khuôn kín v.v.). Đổ bê tông đến đâu tháo tải trọng đến đó. Nhược điểm phương pháp chất tải là tốn công sức và thời gian thi công kéo dài.

Đối với dầm liên tục và nút thừa đúc tại chỗ thường ở giữa nhịp giàn giáo có độ biến dạng lớn, trái lại ở các điểm tựa, độ lún không đáng kể (hoặc không lún) vì lún không đều, bê tông sẽ bị nứt ở chỗ gãy góc của độ võng. Vì vậy, khi đổ bê tông phải để khe công tác ở trên đỉnh trụ (kể cả trụ tạm). Khe công tác còn có tác dụng làm giảm ứng suất do co ngót của bê tông. Bề rộng khe công tác lấy khoảng 0,8 - 1m. Mỗi đoạn cũng phải đổ bê tông từ hai đầu vào như giới thiệu trên hình 3.15.



Hình 3.15 : Trình tự đổ bê tông (I-V), các đoạn của dầm liên tục

Khi đổ bê tông ở khe công tác, phải làm nhám mặt bê tông cũ bằng cách đục, tẩy và rửa sạch để bảo đảm liên kết tốt giữa các khối bê tông.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

3.2.6. Tính toán giàn giáo ván khuôn treo.

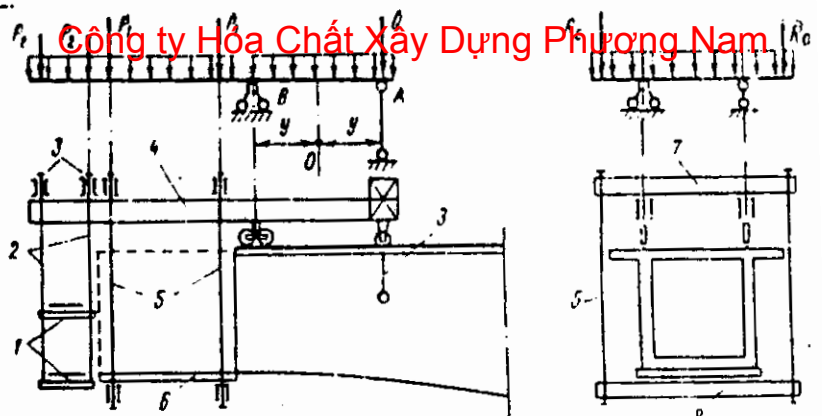
Tải trọng tác dụng lên giàn giáo gồm trọng lượng bản thân của giàn giáo, ván khuôn, đoạn bê tông cốt thép đúc hẫng, các thiết bị và người làm việc trên giàn giáo. Ngoài ra áp lực gió cũng tác dụng lên giàn giáo, ván khuôn. Cần tính toán giàn giáo treo theo các trạng thái giới hạn. Cụ thể là duyệt cường độ và ổn định của giàn giáo cả 2 giai đoạn : đổ bê tông và di chuyển. Duyệt biến dạng trong giai đoạn đúc hẫng. Tính toán dầm dọc của giàn giáo di động bố trí trên kết cấu nhịp như hình 3.16a hoặc dầm dọc bố trí dưới kết cấu nhịp như hình 3.16b.

Tính khả năng chịu lực dầm ngang dưới 8, dầm ngang trên 7, thanh kéo 5 và dầm dọc mút thừa 4. Tải trọng thẳng đứng do trọng lượng đoạn bê tông mới đổ tác dụng trực tiếp lên ván 6, tải trọng người và các công cụ đặt trên giàn giáo truyền qua thanh kéo 2 và dầm ngang 3, truyền lên dầm dọc mút thừa. Đầu cuối dầm dọc được neo 3 vào đoạn bê tông đã đổ trước. Dầm dọc, dầm ngang chịu mô men và lực cắt do trọng lượng giàn giáo, ván khuôn, người và thiết bị. Lực trong thanh kéo chính là phản lực của dầm ngang dưới R_C và R_D . Khi duyệt độ ổn định lật của dầm dọc cần phải xác định được độ lệch tâm e_0 của hợp lực trên dầm bao gồm cả đối trọng Q và lực neo R_A .

$$e_0 = \frac{\sum M_0 + R_A y}{\sum P + R_A}$$

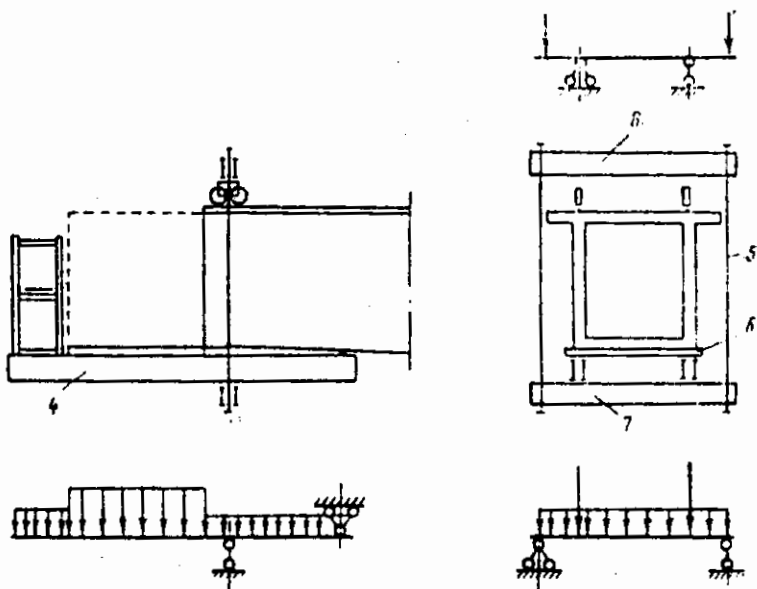
Trong đó :

$\sum M_0$ - Tổng mômen tất cả các lực, trừ lực trong neo.



Hình 2.16 : Sơ đồ tĩnh
giàn giao di động

b.



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

P- Tổng các lực thẳng đứng trừ lực trong neo

Điều kiện ổn định ta có :

$$\frac{e_0}{y} \leq m \quad \text{hay} \quad \frac{\Sigma M_0 + R_A y}{y(\Sigma P + R_A)} \leq m$$

Lực nhỏ nhất trong neo R_A :

$$R_A = \frac{m \Sigma P - \frac{\Sigma M_0}{y}}{1 - m}$$

Trong đó : m là hệ số ổn định.

Từ lực R_A tính toán bố trí cấu tạo neo trong bê tông.

Chọn đối trọng Q từ điều kiện ổn định khi giàn giáo di chuyển đến vị trí mới. Xác định độ biến dạng (độ võng) của giàn giáo treo nút thừa từ trọng lượng bản thân giàn giáo, trọng lượng khối bê tông, các thiết bị và người làm việc trên đó.

3.2.7. Tháo ván khuôn và hạ giàn giáo

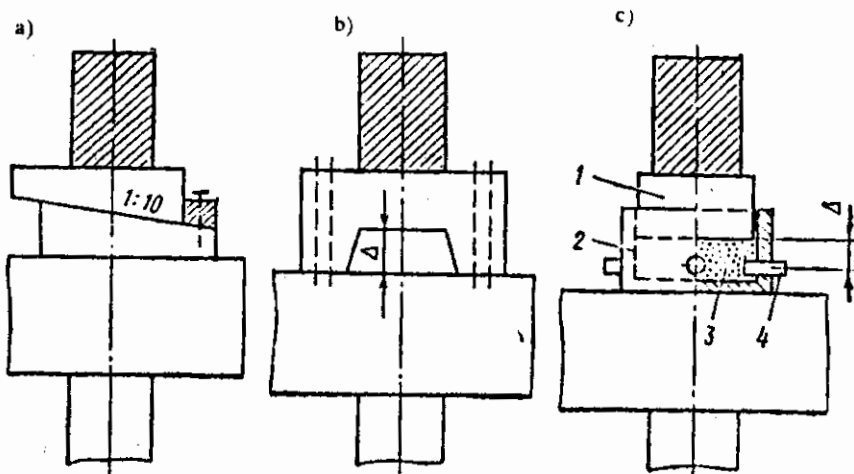
Khi bê tông đã đạt đến một cường độ nhất định, có thể tháo ván khuôn. Đối với các loại ván khuôn thành, có thể tháo sớm, khi cường độ bê tông đạt trên 25 daN/cm^2 . Sau khi tháo ván khuôn phải kiểm tra kỹ mặt ngoài và làm biên bản nghiệm thu, đánh giá chất lượng bê tông.

Khi cường độ bê tông đạt trên 70% cường độ có thể hạ giàn giáo. Thiết bị hạ bao gồm : nêm gỗ, ngựa gỗ, hộp cát, hoặc kích như giới thiệu trên hình 3.17.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Ngựa gỗ và nêm dùng cho kết cấu nhịp có chiều dài nhỏ. Hộp cát và kích dùng với nhịp lớn.

Hộp cát gồm ống thép, đổ đầy cát khô và được nén chặt, dè lên cát là trục gỗ có đường kính bé hơn đường kính hộp cát 1cm. Nguyên tắc làm việc của hộp cát tương tự một kích thủy lực, nhưng ở đây dùng vật liệu rời có góc nội ma sát lớn thay chất lỏng, như vậy sẽ tránh được tổn thất và an toàn trong quá trình sử dụng. Hộp cát hiện đại có cấu trúc đơn giản, bao gồm một hộp thép hình trụ hàn chắc chắn và một nút (pittông) bằng bê tông đúc



Hình 3.17. : Thiết bị hạ giàn giáo

a- Nêm gỗ ; b- Ngựa gỗ ; c- Hộp cát.

1. Pittông ; 2. Xi lanh ; 3. Cát ; 4. Cái nút.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

trong một ống thép mỏng, để dằn trượt trên thành trong của hộp cát (Hình 3.17c). Có thể thay thế nút bê tông bằng gỗ tứ thiết. Cát nên dùng loại cát thạch anh hoặc silic hạt mịn và sạch để dễ chuyển động chảy và chịu được áp suất tới 200 daN/cm^2 không bị vỡ. Trước khi đổ vào hộp, cát phải rang khô và trong quá trình thi công phải lưu ý bảo vệ chống ẩm cho cát trong hộp, chẳng hạn có vành mái che mưa chung quanh, nhồi xơ gai và trét mát tít bitum kín khe hở giữa hộp và nút pittông, chốt chặt bằng nút gỗ 4, lỗ đã bố trí sẵn gần đáy hộp. Khi hạ giàn giáo, sau một hiệu lệnh tất cả các hộp cát được hạ cùng một lúc theo tỷ lệ nhất định bằng cách mở nút các lỗ để cát chảy ra với một lượng nhất định được cân đo cẩn thận. Đơn giản hơn nếu hàn tấm đáy rộng hơn hộp cát một chút, cát sẽ tự động ngừng chảy khi đỉnh "cồn cát" tích tụ đã cao tới lỗ tháo. Bằng một hiệu lệnh tiếp theo, chỉ cần quét đi những cồn cát đó, các hộp cát giống nhau sẽ lại được hạ một độ cao như nhau.

Nếu cát trong hộp để lâu bị nhiễm ẩm, hoạt động của hộp cát sẽ kém linh hoạt, có khi phải dùng que nạo để khơi cát chảy ra.

Dùng hộp cát để hạ giàn giáo sẽ êm thuận, nhịp nhàng và chính xác.

Hộp cát được thiết kế theo yêu cầu độ cao cần hạ h và phân lực tựa. Cường độ của hộp được kiểm tra với áp lực cát trên thành hộp.

Chiều cao hạ giàn giáo tính theo công thức sau :

$$h = y + \Delta + C$$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Trong đó :

y - Độ võng của nhịp do trọng lượng bản thân đầm bê tông gây ra ;

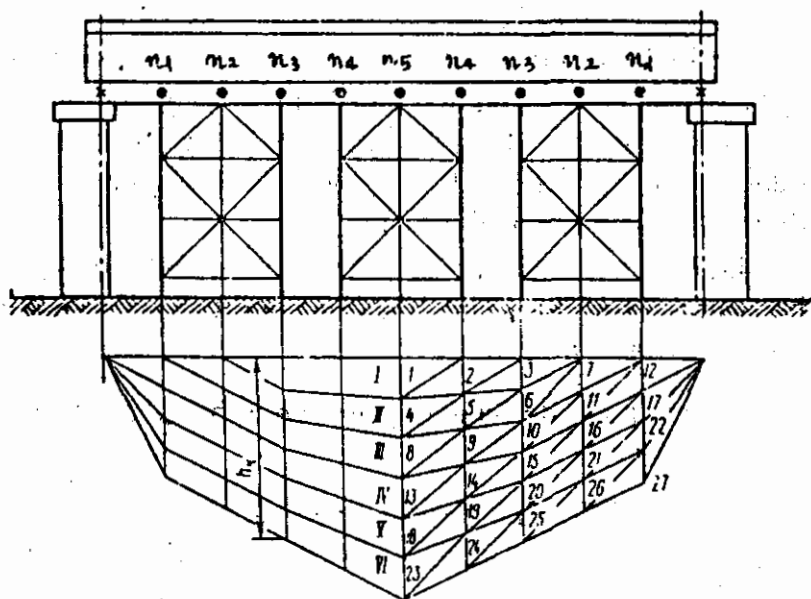
Δ - Biến dạng đàn hồi của giàn giáo ;

C - Khoảng hở cần thiết giữa giàn giáo và đầm bê tông, thường từ 10-30mm.

Để tránh đầm bị rạn nứt trong quá trình hạ giàn giáo cần phải tháo cắt từ từ bằng cách chia làm nhiều lần hạ.

Chiều cao mỗi lần hạ là h/n (n là số lần hạ)

Giàn giáo được hạ từ giữa nhịp vào 2 gó như hình 3.18.



Hình 3.18 : Trình tự hạ giàn giáo

Bên trái - Bước hạ; Bên phải - Giai đoạn hạ
 n_1 - n_5 - Thiết bị hạ ; I - VI. Thứ tự hạ ; 1-27. Các giai đoạn hạ.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đối với cầu dầm liên tục cũng hạ tương tự nhưng phải cân xứng trong toàn bộ dầm cũng như trong từng nhịp.

Đối với cầu nút thừa, cần hạ hai bên nút thừa trước.

Bê tông phải đạt 100% cường độ mới cho phép hoạt tải qua cầu.

3.3- Giàn giáo treo và công nghệ đúc hẫng.

Công nghệ đúc hẫng thực chất là công nghệ thi công kết cấu nhịp bê tông cốt thép từng khúc liên tiếp từ mố ra, hoặc đúc cân bằng từ trụ sang hai bên đối xứng từng đôi một. Dùng cốt thép ứng suất trước rất phù hợp với công nghệ đúc hẫng vì dễ dàng liên kết chặt các khúc với nhau.

Phương pháp đúc hẫng không yêu cầu phải làm giàn giáo đỡ ván khuôn, như vậy rất có lợi trong nhiều trường hợp :

- Cầu qua sông sâu hoặc cầu có trụ rất cao.
- Làm giàn giáo không an toàn do nguyên cơ lũ lụt nước chảy xiết.
- Không cho phép làm giàn giáo vì không bảo đảm khổ gầm cầu cho tàu thuyền, xe cộ đi lại dưới cầu trong khi thi công.

Ngoài ra đúc hẫng không phụ thuộc điều kiện trong nhà máy đúc sẵn, cho phép xây dựng những cầu với kích thước hợp lý kể cả cầu có bình đồ phức tạp (cong, xiên v.v ...). Đúc hẫng nhiều khi là công nghệ lợi hại đối với cầu nhịp dài (kể cả cầu dây).

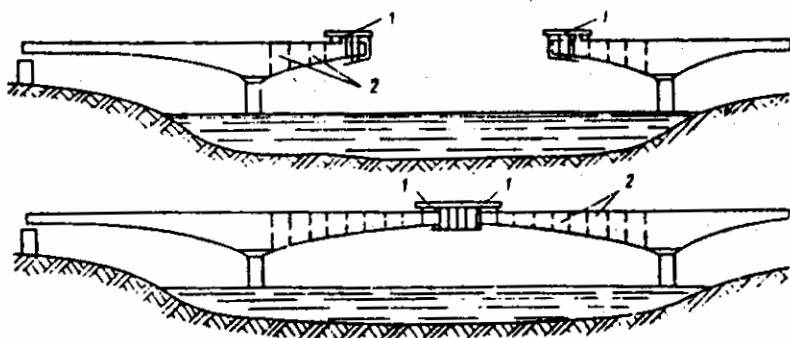
Công nghệ đúc hẫng được sử dụng trong thực tế xây dựng cầu trước khi có công nghệ lắp hẫng và cho đến nay

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

vẫn là công nghệ được dùng phổ biến trong thi công cầu nhịp lớn ở nhiều nước trên thế giới, trong đó phải kể những cầu có nhịp kỹ lục như hai cầu ở Nhật Bản dài 236 m và 240m.

Để đúc hẫng kết cấu nhịp thường dùng các phương án thi công sau :

1) Dùng giàn giáo treo, tựa trên bộ phận kết cấu nhịp đã thi công. Có thể đổ bê tông từ hai đầu rồi nối với nhau ở giữa nhịp như hình 3.19. Nhịp lớn có thể dùng thêm trụ tạm như hình 3.20.

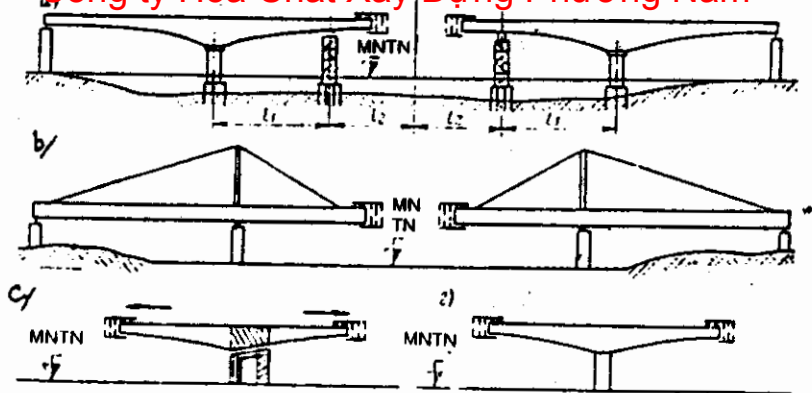


Hình 3.19 : Giàn giáo treo đổ bê tông

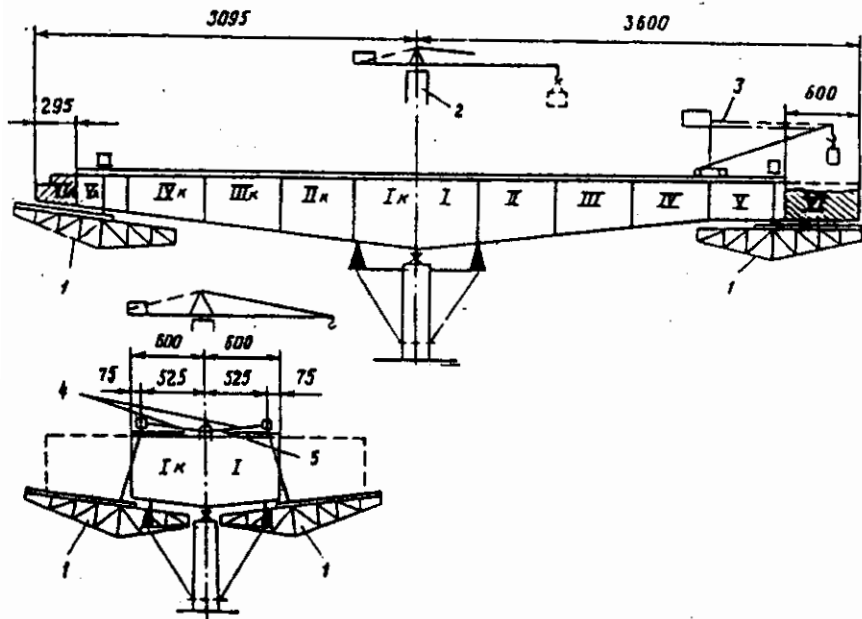
1- Giàn giáo treo ; 2- Các đoạn đã đổ bê tông.

2) Dùng giàn giáo di động đi trên đất nền ;

3) Dùng giàn hoặc dầm thép bắc tạm trên trụ mố cầu. Dầm, giàn này tương đối yếu, chỉ chịu được trọng lượng của



Hình 3.20 : Giàn giáo treo có trụ tam



Hình 3.21 : Giàn giáo treo có thanh vận nâng

I-VI - Các đoạn đỡ bê tông

- 1- Giàn giáo treo ; 2- Cản trục tháp chuyển vật liệu ;
3- Cản trục đặt ván và đưa vật liệu ; 4- Thanh kéo ; 5- Neo.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

một đoạn dầm. Sau khi bê tông khô cứng và căng bó cốt thép, trọng lượng đó sẽ truyền sang các khúc dầm đã thi công.

Biện pháp đúc hẫng cân xứng hai bên trụ từng đoạn liên tiếp đôi một, rất được thông dụng như hình 3.21. Trình tự thi công như sau :

Hai bộ thiết bị di động bố trí làm việc đối xứng với trụ, có nhiệm vụ gánh sàn đạo treo, trên đó lắp ván khuôn, đặt cốt thép và đúc bê tông tại chỗ. Sau khi bê tông đã khô cứng, khẩu dầm mới đúc sẽ được ép vào khúc đã đúc trước bằng cách căng cốt thép ứng suất trước luôn trong ống vách xuyên qua hai khúc vừa thi công và các khúc đã đúc trước. Do đó, cần bố trí sẵn các ống rỗng để luôn cốt thép có khi xuyên qua tất cả các phần đã thi công. Như vậy sẽ còn những ống vách chừa sẵn để luôn cốt thép, căng ép các khúc thi công tiếp.

Sau khi neo chặt cốt thép ứng suất trước ở hai đầu và phun ép vữa xi măng bảo vệ, cả hai bộ thiết bị được di chuyển sang vị trí mới : một chu kỳ thao tác tiếp theo sẽ được lặp lại.

Biện pháp thi công này có tốc độ rất nhanh tùy theo mức độ phức tạp của dầm cầu. Trung bình cứ 5 đến 10 ngày, có thể thi công xong hai khúc dầm đối xứng. Chẳng hạn, di chuyển thiết bị, lắp ván khuôn, bố trí cốt thép và đúc bê tông trong 4 ngày ; sau 3 ngày đợi bê tông khô cứng và tranh thủ luôn cốt thép, có thể dỡ ván khuôn và căng cốt thép ngay. Ứng suất pháp trong bê tông sẽ tăng dần dần trong quá trình đúc hẫng các khúc tiếp theo, chẳng hạn với tốc độ 7 ngày một khúc, cứ sau $7 + 3 = 10$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

ngày, 24 ngày.... bê tông lại được ép thêm. Cần lưu ý phần bê tông dưới neo, nhiều khi phải đúc sẵn tấm đệm lắp ghép để phân bố ứng suất tập trung lên bê tông còn non yếu.

Tùy theo phương án thi công, chiều dài các khối đúc thường quyết định chi tiêu kinh tế của phương án thi công. Nếu đúc các khối quá dài, thiết bị sẽ quá phức tạp và đắt. Nếu ngắn quá, thời gian thi công kéo dài, bố trí cấu tạo phiền phức v.v...

Đối với phương án giàn giáo treo và dầm thép lao trên mố trụ cầu, chiều dài đúc hợp lý khoảng 3-4m tốc độ khoảng 0,4-0,6m/ngày đêm. Có nơi chu trình đúc giảm tới 4 ngày, tốc độ sẽ đạt 1 m có khi tới 2 m/ngày đêm.

Đối với phương án giàn giáo di động trên nền đất, chiều dài đúc hẫng có thể dài hơn, vào quãng 8 m. Tuy nhiên, phương án này chỉ thực hiện trong điều kiện đất nền bằng phẳng, sức chịu đồng đều và trụ cầu không cao.

Giàn giáo treo phải có đủ độ cứng để hạn chế biến dạng khi đúc hẫng. Trong thi công phải tính toán chi tiết độ võng của thiết bị treo cho từng giai đoạn đúc hẫng, tránh rạn nứt cục bộ dưới tác dụng của bê tông tươi.

Khi đúc bê tông hẫng, vì thao tác trong điều kiện hạn hẹp độ sụt bê tông tốt nhất nên lấy khoảng 6-7cm để bảo đảm cho bê tông dễ thi công và đồng đều, không bị phân tầng, nhất là chỗ tiếp giáp bản đáy với sườn dầm (tiết diện hình hộp). Bê tông thường dùng loại cứng nhanh, mác rất cao 500-600. Khi bê tông đạt cường độ 300-350 daN/cm² thì căng cốt thép. Xi măng cứng nhanh có thể bảo đảm đạt cường độ đó trong hai ngày nếu được bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đối với một số khúc dầm gắn trụ, cốt thép trong tiết diện được căng kéo dần do đó ứng suất nén trước trong bê tông sẽ tăng dần trong quá trình đúc hẫng các đoạn tiếp theo.

Giàn giáo treo di động được trên đoạn dầm đã thi công là do bố trí các bánh xe chạy trên đường ray.

Nhưng khi đúc bê tông đợt mới phải neo cố giàn giáo vào đoạn bê tông đã đổ trước.

Nhiều nước chỉ làm giàn giáo treo di động khoảng 250 KN, tức là 30 kN/m dài kết cấu.

Với dầm tiết diện hình hộp, ván khuôn thành ngoài có thể làm với chiều cao không đổi và bằng chiều cao lớn nhất của dầm. Bề rộng của các ván khuôn cho bản đỉnh và bản đáy cũng không thay đổi. Riêng ván khuôn thành trong, phải làm thay đổi theo chiều cao của dầm.

Độ võng của đầu mút thừa ngày càng tăng khi dầm bê tông càng vươn ra xa. Độ võng do tải trọng bản thân dầm, lực căng trong cốt thép, biến dạng co ngót và từ biến của bê tông, trọng lượng giàn giáo v.v... phải được tính toán trước. Khi hợp long khối nhịp, độ võng thực tế phải phù hợp với độ võng thiết kế. Khi tính độ võng phải kể đến sự thay đổi môđun đàn hồi E_b của bê tông. Môđun đàn hồi thay đổi vì cốt thép căng kéo quá sớm, cường bức bê tông tham gia chịu lực khi độ tuổi còn non. Độ võng của đầu hẫng luôn luôn được theo dõi bằng máy đo đặc trong suốt quá trình đúc hẫng.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

3.4. Xây dựng kết cấu nhịp bê tông cốt thép theo công nghệ đúc đẩy và lắp đẩy.

Thi công kết cấu nhịp cầu bằng phương pháp đúc đẩy hoặc lắp đẩy thực chất là một công nghệ sản xuất dây chuyền, phần lớn công việc đều được thực hiện trên bờ và theo nguyên lý sau :

Chế tạo tại chỗ (đúc) hoặc lắp ráp các khối bê tông đúc sẵn dần từng đoạn của kết cấu nhịp trên đường dẫn đầu cầu, ngay sau đó, rồi đẩy dần theo chiều dọc về phía trụ bằng hệ thống kích thủy lực đặt nằm ngang.

Lắp đẩy thực chất là biện pháp "xâu táo" từng đoạn với các thiết bị lắp là các loại cần trục thông thường hoạt động ngay trên bờ. Công trường chính chỉ tập trung tại một vị trí tương đối hẹp, nhưng có thể thi công được nhịp rất dài.

Đúc đẩy khác với đúc hẫng là không dùng ván khuôn treo và thiết bị di động, các khâu công việc chỉ đạo như đúc đầm và lao đẩy đều làm trên mặt đất.

Hai công nghệ lắp đẩy và đúc đẩy khác nhau chủ yếu ở hai khâu chế tạo và liên kết toàn khối hóa. Do đó sẽ khác nhau nhiều về tính năng vật liệu và thời gian thi công.

Tổng kết sơ bộ các giải pháp kỹ thuật lao đẩy hẫng có thể phân ra những công nghệ khác nhau như sau :

1) Tùy theo công nghệ sản xuất kết cấu nhịp, có thể :

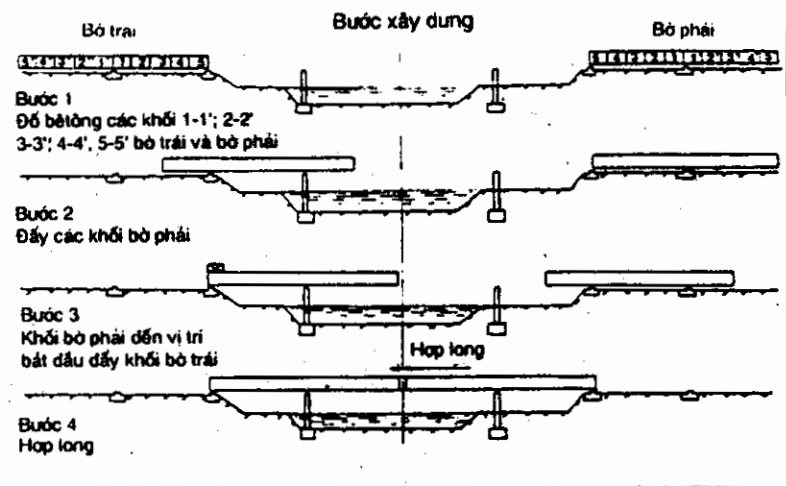
- Lắp ghép toàn bộ các khâu đầm, liên kết và toàn khối hóa kết cấu nhịp bằng mối nối và cốt thép ứng suất

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

trước từ một bên đường dẫn và lao đẩy kết cấu nhịp liên tục qua các trụ, mố cố định.

- Lắp ghép hoặc đúc tại chỗ dẫn dần từng đoạn ngắn, rồi đẩy ra trụ từ một phía đầu cầu. Công việc sẽ lặp lại theo nhiều chu kỳ.

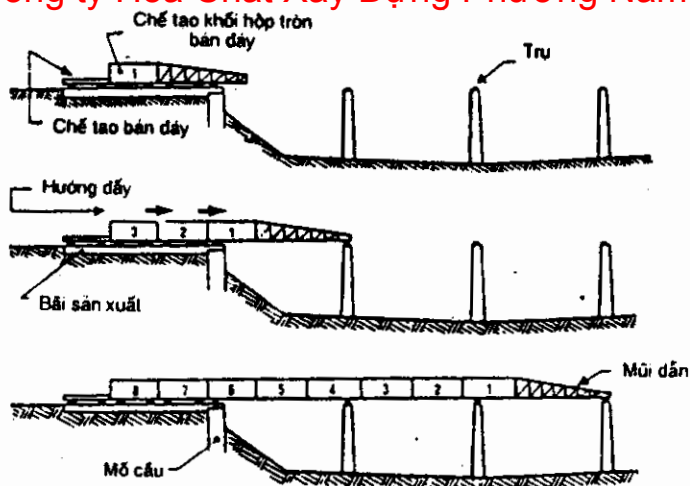
- Cũng như trên, nhưng thực hiện từ hai phía đầu cầu và nối hai nửa kết cấu nhịp tại tiết diện giữa cầu như hình 3.22.



Hình 3.22 : Các bước xây dựng

- Biện pháp "xâu táo", được dự lắp toàn bộ trên nền đường đầu cầu, nếu được lao bằng kích đẩy cũng có thể liệt vào loại công nghệ này.

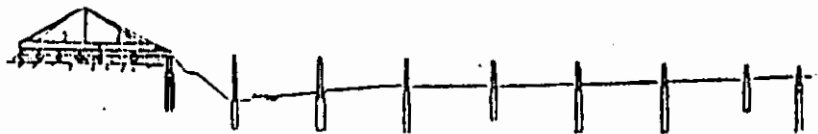
2) Tùy theo biện pháp khử bớt "ứng lực thi công" phát sinh trong quá trình đúc đẩy, có thể :



Hình 3.23 : Mũi dẫn

Dựng cột và dây căng

Bước xây dựng



Đẩy khối 2

Đổ bê tông và căng khối 3



Dường dấy



Hình 3.24 : Giàn dấy tăng cường

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Sử dụng mũi dầm là dầm hay dầm thép, liên kết chặt vào khâu dầm đầu tiên như hình 3.23.

- Sử dụng các thanh cằng hoặc giàn dây tăng cường tạm thời phục vụ trong từng giai đoạn lao động đẩy hăng như hình 3.23.

- Sử dụng các trụ tạm hoặc một đoạn giàn giáo để giảm bớt chiều dài hăng khi lao động.

- Chi lao động đẩy hăng một phần tiết diện của dầm.

Sau đó toàn bộ tiết diện sẽ được bổ sung đầy đủ khi đã hoàn thành đẩy dầm tới vị trí thiết kế.

3) Tùy theo giải pháp cấu tạo để khắc phục các ứng lực phát sinh trong quá trình thi công (thường khác dấu với ứng lực do tải trọng khai thác gây ra), có thể :

- Di chuyển tạm một số bó cốt thép ứng suất trước từ vị trí thiết kế sang vị trí khác trong các giai đoạn lao động khác nhau.

- Bố trí thêm các bó cốt thép tháo lắp được tại vị trí cần thiết, phù hợp theo từng giai đoạn, kể cả những bó phụ tạm bố trí tại trọng tâm tiết diện có thể tháo bỏ sau khi đưa dầm vào vị trí thiết kế cuối cùng.

4) Tùy theo cấu trúc và nguyên lý làm việc của hệ thống thiết bị đẩy và trượt, có thể :

- Sử dụng hệ thống thiết bị nâng đẩy hoạt động theo cơ chế lập, có chu kỳ nâng hạ và dùn đẩy tuần tự theo nhịp độ bàn trượt không liên tục và được thay đổi luân lưu vị trí trong quá trình lao động.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

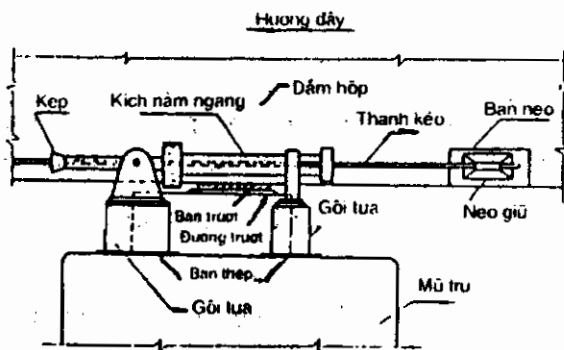
- Sử dụng hệ thống thiết bị đẩy hoạt động với bàn trượt liên tục bằng thép hoặc vật liệu ít ma sát dưới dạng các dải băng liên tục. Có thể không cần hệ kích nâng hạ trong khi lao dốc.

- Sử dụng thiết bị kéo đẩy hoạt động theo chu kỳ (có thanh kéo).

5) Tùy theo vị trí đặt các trạm thiết bị lao đẩy kết cấu nhịp, có thể :

- Chỉ đặt một hệ thống thiết bị đẩy tại một trạm, thường bố trí trên đỉnh mố cầu.

- Đặt nhiều hệ thống thiết bị đẩy đồng bộ tại nhiều trạm khác nhau, chẳng hạn đặt cả trên các trụ cố định hoặc trụ tạm như hình 3.25.



Hình 3.25 : Thiết bị đẩy trên trụ

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Dù là biện pháp nào trong quá trình lao dấy dọc cũng phải bố trí các bó cốt thép ứng suất trước phụ tạm, để khắc phục các nội lực phát sinh trong quá trình thi công, không phù hợp so với nội lực thiết kế về trị số cũng như về dấu.

Như vậy, các bó cốt thép ứng suất trước sẽ phải được tính toán theo hai giai đoạn :

- **Giai đoạn 1** : Trên bãi lắp (hoặc đúc), cốt thép sẽ được bố trí và căng kéo ở cả hai cánh trên và dưới. Do đó sẽ phải tính toán bổ sung thêm một số lượng bó cốt thép cần thiết, tùy theo chiều dài từng đoạn thi công dấy hăng.

- **Giai đoạn 2** : Sau khi thi công xong, một số bó sẽ được lấy đi hoặc chuyển về vị trí tương xứng, phù hợp với tải trọng khai thác khi thiết kế công trình.

Một cách tổng quát các bước thi công lao dấy hăng sẽ như sau :

Trên đường dẫn vào cầu, trước hết lắp mũi dẫn bằng thép, tối thiểu dài khoảng nửa nhịp cầu, (có thể tới 2/3 chiều dài nhịp lớn nhất nếu không có trụ tạm đón đầu).

- Sau đó khẩu dầm đầu tiên được đúc hoặc lắp ghép và liên kết chặt với mũi dẫn thép.

- Các khối sau được lắp ghép hoặc đúc tiếp và liên kết thành một phân đoạn nhờ các bó thép ứng suất trước.

- Sau khi căng ép đoạn đầu, tiến hành lao dấy hăng theo chiều dọc ra trụ cầu bằng hệ thống kích thủy lực bố trí nằm ngang.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Các khâu dầm tiếp theo lại được nối thành phân đoạn mới ; căng ép bằng các bó cốt thép và cứ thế tiếp tục đẩy hăng ra nhịp cầu...

- Khi mũi dầm đã ra tới trụ, sẽ có thiết bị trượt đón đầu và tiếp tục trượt, đùn theo sau cả những phân đoạn đã thi công.

- Sau khi kết thúc giai đoạn đẩy dầm là công tác hoàn thiện, có thể bao gồm những việc sau đây : điều chỉnh đúng vị trí và hạ dầm xuống gối cầu ; dỡ bỏ mũi dầm và các công trình phụ tạm, dỡ bỏ các bó cốt thép không cần thiết, bố trí lại hoặc bổ sung các bó phù hợp với biểu đồ mô men khi khai thác v.v...

Sau đây giới thiệu một số cấu tạo và kỹ thuật trong công nghệ lao đẩy hăng.

1) Bê đúc hoặc bê lắp

Trên đường dẫn đầu cầu bố trí một bãi dự lắp có dưng bằng thép hoặc bê tông, dài khoảng 0,6-0,7 chiều dài nhịp để nâng cao độ chính xác trong khâu ráp nối. Mối liên kết tốt nhất là dùng keo dán, đẩy nhanh thêm tốc độ thi công.

Nếu là công nghệ đúc đẩy, vấn đề trọng tâm trên bãi đúc lại là kỹ thuật bê tông. Cũng như đúc hăng, bê tông phải đạt cường độ yêu cầu với tốc độ nhanh (khoảng 80% cường độ thiết kế ở 2-3 ngày tuổi). Các vấn đề cốt liệu, cấp phối, xi măng, phụ gia, phương pháp trộn đổ, đầm và bảo dưỡng bê tông cần thực hiện nghiêm túc theo qui định, để đạt được bê tông mác cao trong thời gian cực

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
ngắn (khoảng 3 ngày đêm). Chiều dài bệ đúc lớn nhất cũng trong phạm vi khoảng 30m.

2) Mũi dẫn và trụ tạm.

Để cải thiện trạng thái ứng suất - biến dạng khi lao đẩy hăng có thể dùng kết cấu phụ trợ như mũi dẫn hoặc trụ tạm. Cần so sánh hiệu quả kinh tế của kết cấu tạm ảnh hưởng đến khối lượng vật liệu kết cấu nhịp trong nhiều sơ đồ khác nhau, chẳng hạn : dùng mũi dẫn loại dài (0,7l) ; kết hợp trụ tạm giữa nhịp với mũi dẫn ngắn (l/3), giàn giáo thưa độ hăng nhỏ không cần mũi dẫn v.v...

Mũi dẫn là kết cấu nhẹ bằng thép, có liên kết dọc và ngang, bảo đảm ổn định và đủ cứng để có độ võng nhỏ khi lao hăng (độ võng riêng của mũi không quá 10-15 cm). Đối với những nhịp lớn, thường bố trí một trụ tạm ở giữa bằng thép hoặc bê tông có kết cấu nhẹ, cũng có thể bố trí dây văng hoặc thanh tăng cường và cột chống phía trên để khắc phục độ võng của mũi dẫn và ứng suất biến dạng của hệ thống lao đẩy hăng.

3) Thiết bị đẩy và trượt.

Tùy theo công nghệ đẩy liên tục hoặc nâng đẩy hay kéo đẩy, tổ kích đẩy có cấu tạo khác nhau, nhưng đều có pít tông đẩy cỡ lớn bố trí nằm ngang và tựa vào ụ cố định đặt ở cuối bệ đúc (lấp).

Trên mố trụ cầu và trụ tạm có bố trí các thiết bị trượt và các tổ kích đứng để nâng hạ mũi dẫn và kết cấu nhịp

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

khi cần thiết. Nếu hoạt động theo chế độ đồng bộ, các tổ kích được điều khiển chung trong cùng một trạm bơm dầu.

Trong quá trình lao động, kết cấu nhíp sẽ trượt trên thiết bị gồm bàn trượt dưới bằng tấm chất dẻo tổng hợp pôlime và bàn trượt trên là các tấm thép cờ rôm mỏng 3 - 4mm. Hệ số ma sát giữa thép và tấm pôlime rất nhỏ (có thể từ 0,01 - 0,06) và chịu được áp suất tới 250 - 300 daN/cm². Mặt đáy dầm bê tông cũng phải thật bằng phẳng kể cả khi dùng mối nối ước bằng bê tông tươi, để lao động được êm thuận trên bàn trượt. Tấm thép trên có thể liên tục hoặc chỉ dài khoảng 2m. Khi đẩy trượt gần hết chiều dài này, bàn thép lại được lấy ra và bố trí tại vị trí mới để trượt tiếp, sau khi nâng hạ kết cấu nhíp bê tông.

4) Cốt thép.

Nội lực tại các tiết diện ngang kết cấu nhíp trong quá trình đẩy hằng biến đổi liên tục và thường không trùng hợp với nội lực tính toán theo tải trọng khai thác về giá trị và dấu. Để tránh các ứng suất kéo quá lớn trong bê tông, trước khi lao động hằng từng phân đoạn, kết cấu nhíp phải được nén trước bằng các bó cốt thép bố trí cả ở bản đỉnh và bản đáy với số lượng thay đổi tùy theo từng giai đoạn thi công. Sau khi lao động xong cần bố sung hoặc chuyển đổi vị trí một số bó thép.

Do đó thường có loại bó thép ứng suất trước sau :

- Loại bó cố định, bố trí ngay từ đầu. Sau căng kéo phải phun ép vữa lấp ống vách để bảo vệ chống gỉ.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Loại bó tạm thời, thường ngắn và thi công theo nguyên tắc căng ngoài, có thể dễ dàng thay đổi theo sơ đồ nội lực theo từng giai đoạn thi công.

- Loại bó bổ sung, bố trí sau khi lao đẩy và đưa dầm vào vị trí gối, để phù hợp với biểu đồ bao nội lực trong giai đoạn khai thác.

3.5. Đặc điểm thi công phần bê tông đúc tại chỗ trong kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép bán lắp ghép

Trong cầu bê tông cốt thép bán lắp ghép, phần dầm bê tông đúc sẵn được sử dụng tương tự như một dầm thép trong kết cấu thép bê tông liên hợp và kết cấu bản bê tông bọc dầm thép (cốt cứng).

Thi công phần bê tông đúc tại chỗ trong kết cấu bán lắp ghép là một công nghệ xây dựng không cần giàn giáo, vì bản thân các dầm đúc sẵn (thường được gầy ứng suất trước và chế tạo trong nhà máy) đã có thể chịu được cả phần trọng lượng bê tông tươi và ván khuôn. Như vậy, tiết kiệm được vật liệu làm giàn giáo, giảm nhẹ sức lao động, có thể thi công nhanh và ít phụ thuộc vào điều kiện thiên nhiên, thời tiết.

Tùy theo cấu tạo và khoảng cách giữa các phần dầm đúc sẵn đã được lắp đặt trên móng cầu, có thể dùng một trong những phương án đúc phần bê tông tại chỗ, để toàn khối hóa các khối dầm lắp ghép như sau :

1) Trường hợp dầm đúc sẵn tiết diện chữ I đặt cách xa nhau, bản bê tông mặt cầu có thể đúc tại chỗ nhờ ván

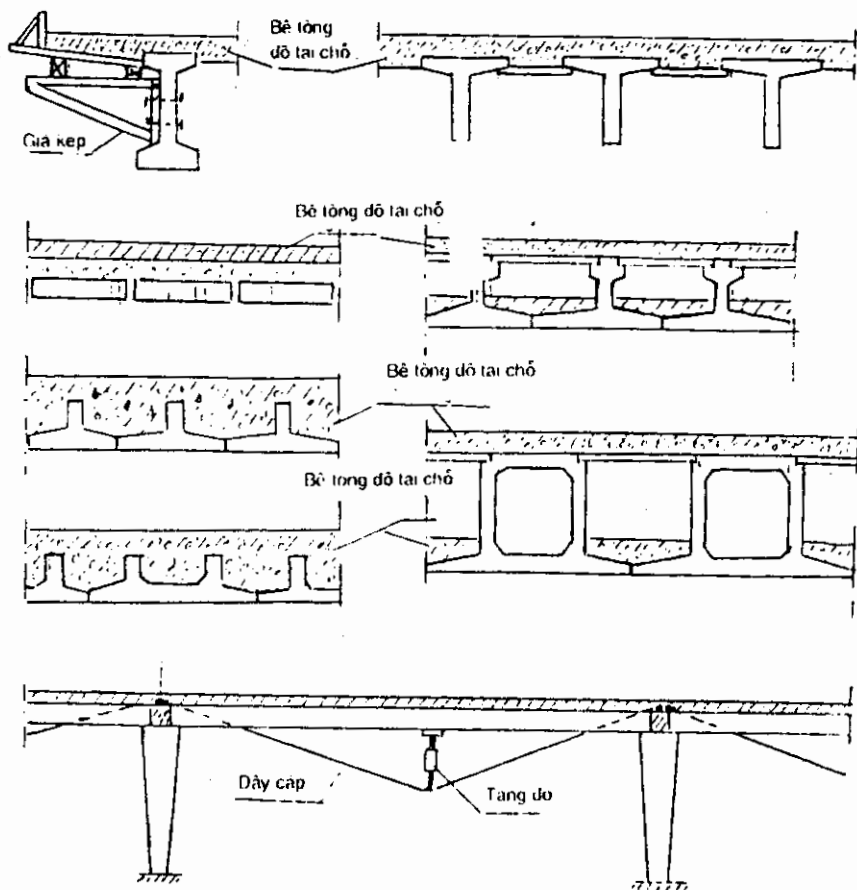
khuôn đã gá lắp chắc chắn vào dầm lắp ghép (Hình 3.26a).

2) Trường hợp phần dầm đúc sẵn tiết diện chữ T được lắp đặt gần nhau, ván khuôn để thi công phần bê tông toàn khối sẽ cấu tạo rất đơn giản (cầu Tam Canh - Vĩnh Phú. Hình 3.26b), hoặc có thể dùng ván khuôn vĩnh cửu bằng bê tông hoặc xi măng lưới thép cùng tham gia chịu lực như một thành phần tổ hợp của bản mặt cầu. (Hình 3.26c).

3) Trường hợp dầm đúc sẵn được lắp sát nhau theo chiều ngang, chẳng hạn dầm có tiết diện chữ nhật, tiết diện hình ray (\perp) v.v... Phần bê tông tại chỗ có thể đúc trực tiếp trên dầm, không cần ván khuôn, trừ trường hợp phải tạo ra những kết cấu nhịp có bình đồ dạng cong, hoặc chéo, cũng như tạo ra các sơ đồ hệ dầm liên tục và hệ khung từ các khối dầm lắp ghép giản đơn.

4) Trường hợp dầm đúc sẵn có tiết diện hình ray và hình mũ được liên kết theo chiều ngang bằng cách đúc bê tông tại chỗ, cả thớ dưới và thớ trên, tạo ra tiết diện rỗng hình hộp (tựa như một cầu bản). Cánh dưới của dầm lắp ghép được liên kết bằng cốt thép chờ và bê tông, không cần ván khuôn. Cánh trên được liên kết bằng bản bê tông cốt thép đúc tại chỗ trên ván khuôn vĩnh cửu hoặc tạm thời và được gá lắp ngay trên rãnh, khác vào đỉnh dầm lắp ghép. (Hình 3.26d).

Trong kết cấu bán lắp ghép giải pháp kỹ thuật cần quan tâm là tăng cường sự dính kết giữa hai loại bê tông cũ (đúc sẵn) và mới (đúc tại chỗ) để bảo đảm hai thành



Hình 3.26 Bê tông bán lap ghép

phần này cùng chịu lực trong một kết cấu hoàn chỉnh, nếu không sẽ mất ý nghĩa của tiết diện tổ hợp.

Lực dính kết có thể biến thiên trong một phạm vi rất rộng hoặc có thể coi hoàn toàn như kết cấu toàn khối, hoặc coi hoàn toàn không có liên kết. Ngoài các giải pháp

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

thiết kế cấu tạo cụ thể tại mặt tiếp xúc và tính chất của lực tác động (tĩnh hoặc động), điều kiện thi công là nhân tố có ảnh hưởng rất lớn đến lực dính kết tại mặt tiếp giáp của hai loại bê tông.

Đối với bê tông tươi để đúc phần tại chỗ phải có yêu cầu sau :

- Nên dùng xi măng Poóclăng thường, tránh dùng các loại xi măng cứng nhanh vì cường độ chỗ nối sẽ giảm tới 50% một phần do ảnh hưởng của hiện tượng co ngót.

- Bê tông phải có đủ độ dẻo, theo kinh nghiệm, độ sụt tốt nhất là 5 - 10cm, tùy loại kết cấu và cấu tạo mặt liên kết. Nếu bê tông trộn khô quá sẽ không bọc hết được mặt tiếp xúc nhất là ở những khe nối hẹp nhưng nếu nhão quá sẽ ảnh hưởng đến cường độ bê tông và tất nhiên lực dính kết sẽ giảm.

- Khi đầm lèn nên dùng đầm chấn động. Đối với các khe hẹp dùng đầm dùi có kích thước phù hợp ; đối với diện rộng và mỏng dùng đầm bàn. Trong mọi trường hợp không để cho vữa xi măng thất thoát và bê tông có hiện tượng phân tầng, không đồng đều.

Đối với phần bê tông đúc sẵn, yêu cầu chung là mặt liên kết phải sạch sẽ, có độ nhám và độ ẩm nhất định trước khi đổ bê tông tươi.

- Để vừa làm vệ sinh mặt liên kết thường có bụi bẩn dính bám lâu ngày trên cấu kiện lắp ghép, vừa tạo độ ẩm cần thiết, biện pháp có hiệu quả là dùng súng phun nước với áp lực lớn, phun trước khi đúc khoảng 1 giờ tại chỗ

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

phần bê tông toàn khối. Tuy nhiên, khi bắt đầu đổ bê tông, mặt liên kết không được sũng nước, nhất là trên các mặt phẳng ngang (không nhìn thấy nước tự do). Nếu không, tỷ lệ "nước : xi măng" sẽ tăng và làm giảm yếu lực liên kết.

- Độ nhám của mặt tiếp giáp trên cấu kiện đúc sẵn ảnh hưởng nhiều đến độ dính bám giữa hai loại bê tông. Nếu là mặt trên của phần đúc sẵn (rất thường gặp trong kết cấu bán lắp ghép) ta có thể dễ dàng có được độ nhám tự nhiên trên mặt thoáng đó, vì ở đây bê tông thường không tiếp xúc với ván khuôn.

Tuy nhiên, muốn tăng cường thêm độ nhám tại mặt tiếp xúc, khi chế tạo cấu kiện đúc sẵn ta có thể áp dụng các biện pháp sau :

- Rải đều dăm sỏi nhỏ sau khi đã đầm xong cấu kiện.

- Hót bỏ lớp sữa xi măng nổi trên mặt thoáng trước khi bê tông ngưng kết (khoảng 5 - 8 giờ sau khi đúc phần lắp ghép), vì khi bê tông khô rắn, lớp xi măng xốp này sẽ bất lợi cho lực dính kết sau này.

Có thể dùng hai biện pháp sau để tẩy bỏ lớp đó :

- Dùng biện pháp chải quét cơ học, nhưng không được phá hoại lớp bê tông bên dưới đã bắt đầu khô cứng.

- Dùng biện pháp thủy lực (vòi phun nước) để thổi lớp xi măng xốp trên mặt cấu kiện, sau khi đã xử lý bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

Trường hợp đầm đúc sẵn có bố trí cốt rêu, cần nấn sửa và neo buộc vào hệ thống lưới cốt thép của phần bê

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

tổng đúc tại chỗ, để kết hợp có thể xem là một bộ phận cốt thép chịu lực tăng cường.

Đôi khi, theo yêu cầu của thiết kế, phải dùng biện pháp thi công để điều chỉnh nội lực trong kết cấu bằng cách : hoặc cho tiết diện tổ hợp chịu lực chung cả phần tĩnh tải trong giai đoạn thi công, bao gồm trọng lượng bản thân của 2 phần bê tông, tải trọng thiết bị và ván khuôn (nếu có), hoặc thay đổi sơ đồ, biến kết cấu từ hệ đơn giản thành hệ liên tục, hệ khung v.v...

Trong phương án dầm, bằng cách tạo ra một chuyển vị cưỡng bức, cho dầm lắp ghép có một biến dạng trước khi đổ bê tông phần toàn khối (tương tự trường hợp điều chỉnh ứng suất trong kết cấu thép - bê tông liên hợp), chẳng hạn dùng dây căng và tăng đỡ (Hình 3.26e), hoặc dùng kích và trụ tạm. Khi thiết bị điều chỉnh được lấy đi, tiết diện tổ hợp bởi hai loại bê tông sẽ cũng làm việc như trong một kết cấu toàn khối.

Thiết bị dây căng gồm cáp mềm (để tránh gây sự cố khi căng quá tải) neo vào hai đầu dầm, ở giữa có thanh chống, kiểu "tăng đỡ", một đầu hàn vào đoạn thép và tỳ lên đáy dầm, đầu kia cũng hàn một tấm thép có rãnh để bố trí cáp. Sau khi bê tông đạt cường độ, dây căng được xả dần bằng cách nới "tăng đỡ". Biện pháp này tuy đơn giản và không gây trở ngại nhiều cho khoảng không dưới cầu, nhưng khó điều chỉnh một cách chuẩn xác, thường chỉ căn cứ vào góc xoay của vít ren hai đầu (tăng đỡ).

Trường hợp có khả năng dựng được trụ tạm dưới gầm cầu, có thể bố trí một tổ kích nâng dầm gác để kê kích đáy dầm đúc sẵn và cố định ở một cao độ thiết kế cho

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

đến khi hai loại bê tông đã dính kết chặt chẽ. Đối với cầu nhịp nhỏ, trọng lượng không lớn, trụ tạm có thể là những ống kim loại có hàn tấm đệm ở hai đầu. Đầu trên thì trực tiếp vào đáy đầm, đầu dưới bố trí bulông kích hoặc vít ren kiểu "tăng đơ". Trụ tạm được chế tạo sẵn hàng loạt, lắp ráp nhẹ nhàng và tiện dụng.

3.6. Xây dựng cầu vòm bê tông cốt thép đúc tại chỗ

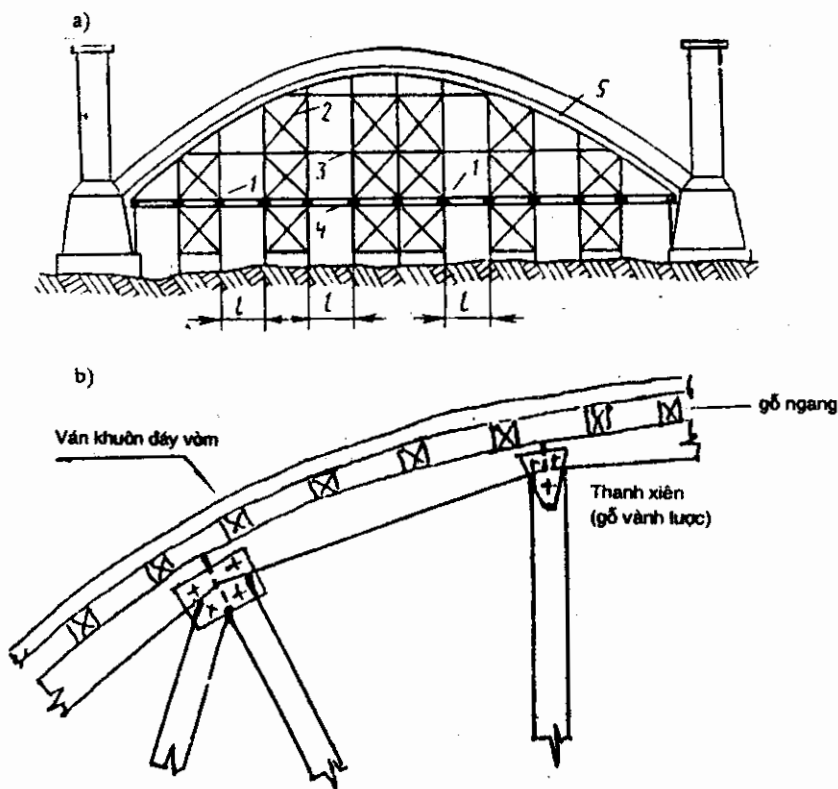
Khi xây dựng cầu vòm bê tông cốt thép tại chỗ, trước tiên phải đúc vành vòm hoặc sườn vòm, sau đó là phần kết cấu trên vòm. Muốn đúc vành vòm hoặc sườn vòm cũng phải dựng ván khuôn và giàn giáo giá vòm bằng gỗ, thép hoặc gỗ thép liên hợp. Cấu tạo giàn giáo giá vòm tùy thuộc chiều dài nhịp, vật liệu sử dụng, tình hình thu vắn địa chất lòng sông và địa hình vị trí xây dựng cầu.

3.6.1. Giá vòm có cột chống (palê) ở nhịp

Giá vòm loại này gồm những bộ phận sau :

1) Ván sàn là ván dọc đặt trên các thanh ngang chiều dày ván và khoảng cách giữa các gỗ ngang được xác định tùy theo tải trọng tác dụng. Mối nối của ván thường đặt trên gỗ ngang cũng như mối nối của gỗ ngang đặt trên giá vòm. Ván sàn và gỗ ngang cần bố trí liên tục trên ít nhất 3 gối, với khe nối so le nhau (nếu là ván ngang, sẽ không cần bố trí gỗ ngang).

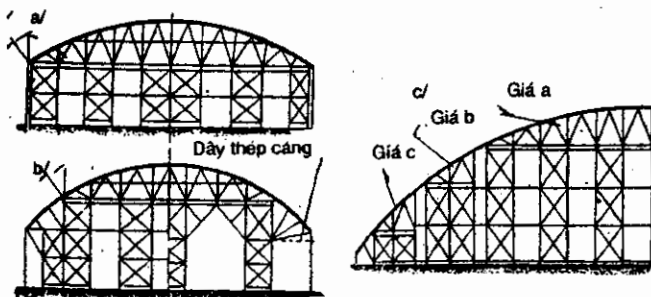
2) Giá vòm thường là các giàn, bố trí dọc cầu và song song nhau. Giàn gồm : các thanh xiên, chủ yếu chịu uốn vì có gỗ ngang đặt trực tiếp ; các thanh bụng truyền tải trọng xuống cột đỡ và thanh dưới như hình 3.27. Thanh



Hình 3.27 : Giá vòm thanh đứng

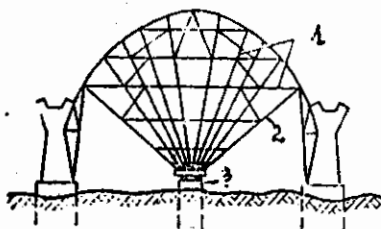
1. Thiết bị hạ giá vòm ;
2. Thanh ợp xiên ;
3. Thanh ợp ngang ;
4. Thanh kéo ;
5. Thanh xiên

bụng trong giá vòm có thể bố trí thanh thẳng đứng, thanh chống xiên hoặc theo hình nan quạt. Giá vòm chỉ có thanh đứng sẽ dễ liên kết với cột đỡ, thanh kéo không chịu lực ngang (Hình 3.27). Giá vòm có thanh xiên cho phép giảm được palê đỡ và nhịp của thanh trên (Hình 3.28a,b,c). Giá



Hình 3.28. Giá vòm kiểu thanh chống chéo

vòm hình nan quạt để liên kết thanh bụng với thanh trên vì có thể chế tạo các mối nối hoàn toàn giống nhau trên gá lắp. Loại này dùng rất hiệu quả trong các loại vòm tròn, đặc biệt là vòm bán nguyệt, các tia nan quạt có thể tập trung tại một điểm tựa duy nhất (Hình 3.29).

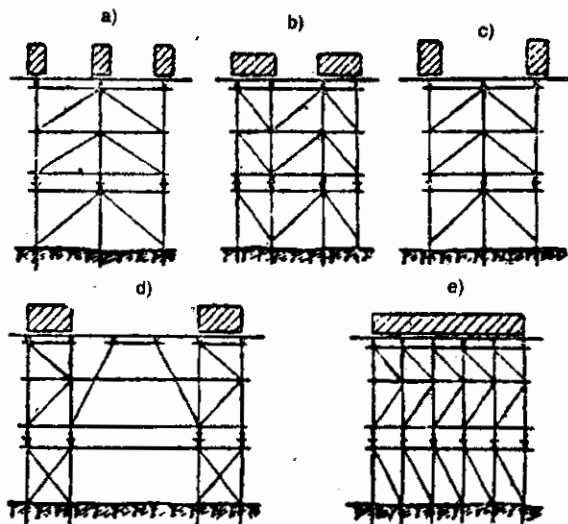


Hình 3.29 : Giá vòm nan quạt

Mặt cắt ngang giá vòm được giới thiệu trên hình 3.30. Số lượng phiên giá vòm tùy thuộc bề rộng cầu, thông thường phiên giá vòm bố trí phía dưới sườn vòm.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Hình 3.31 giới thiệu cấu tạo các nút biên trên của giá vòm. Bản nút liên kết các thanh có thể bằng thép hoặc bằng gỗ kết hợp với bu lông và đinh đĩa.



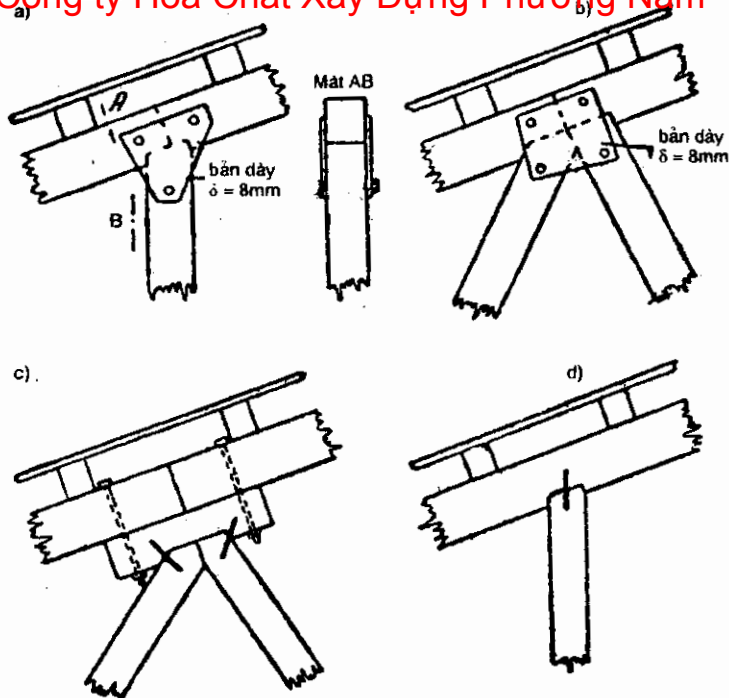
Hình 3.30 : Tiết diện ngang giàn giáo góc

- a. Vòm nhẹ ; b. Vòm nặng ; c. Liên kết ngang giá vòm ;
d. Liên kết ngang chữ bát ; e : Vòm bán

Bản nút liên kết các thanh ở biên dưới giá vòm giới thiệu trên hình 3.32. Bản nút liên kết có thể bằng bản thép hoặc thanh gỗ kết hợp với bu lông.

Giá vòm được liên kết với trụ, mô được giới thiệu trên hình 3.33.

Trong trường hợp lòng sông khó đóng cọc, để làm giàn giáo giá vòm người ta có thể dùng dầm thép hình I kết hợp với trụ tạm như hình 3.34.



Hình 3.31 : Cấu tạo nút giá vòm

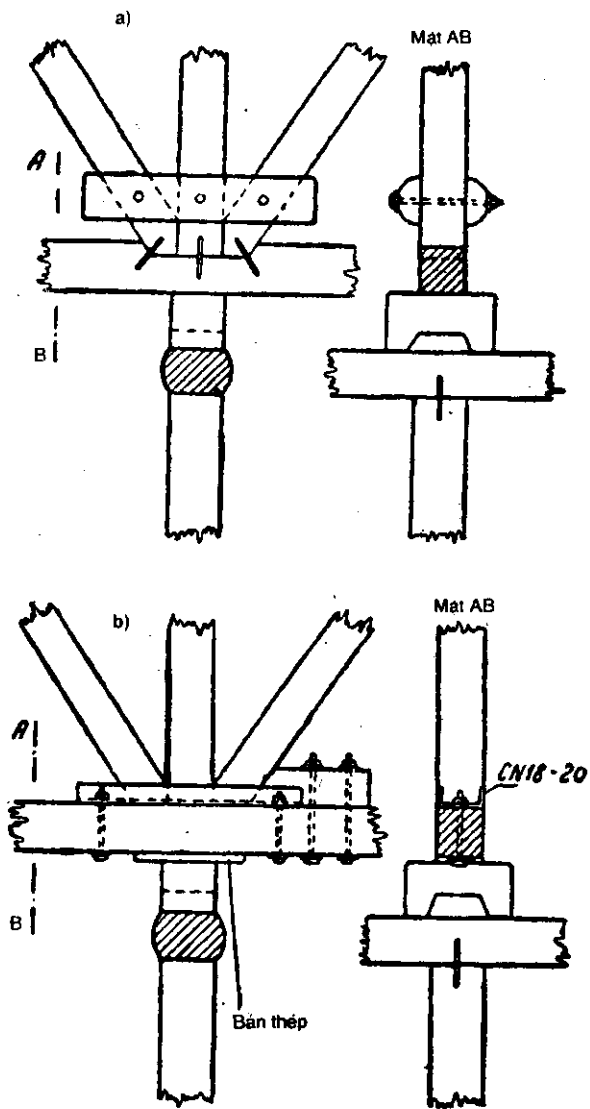
a, b. Bản nút kim loại ; c. Nút gỗ ; d. Đinh liên kết

Dầm I có nhịp dài từ 12 - 15m, khoảng cách các dầm I thông thường đặt cách nhau 1m và phải được kiểm toán theo tính toán.

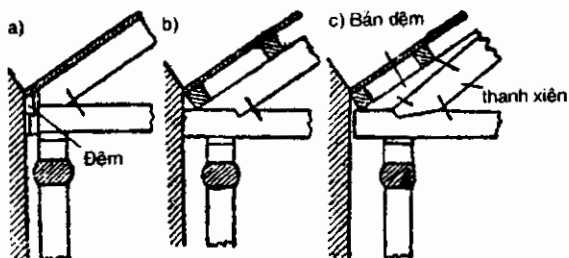
3) Thiết bị hạ giá vòm :

Ở đây, cũng có thể dùng các loại thiết bị hạ giàn giáo như chêm, ngựa gỗ, hộp cát như hình 3.35.

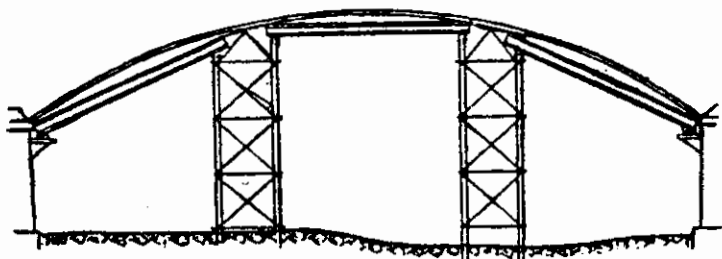
Thiết bị hạ giá vòm đặt trên gỗ mũ và dưới gỗ dọc. Khi nhịp nhỏ hơn 30 - 40m có thể dùng nêm hai mảnh



Hình 3.32 : Mối nối thanh dầm và thanh cột
a- Không bản nút ; b- Có bản nút

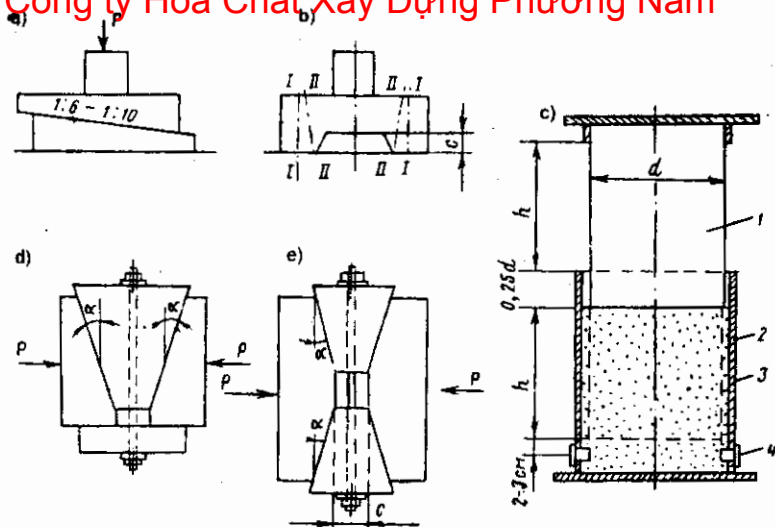


Hình 3.33 : Cấu tạo chân giá vòm
a- Tựa vào trụ; b, c- Thanh xiên tựa vào thanh kéo



Hình 3.34 : Giá vòm kiểu dầm I

(Hình 3.35a) với độ nghiêng không lớn quá 25° . Để đảm bảo hạ giàn giáo giá vòm được êm thuận hơn nên dùng nệm 3 mảnh (Hình 35d). Góc nghiêng của nệm lấy lớn hơn góc nội ma sát của gỗ. Vì thế nệm 3 mảnh có thể hạ giá vòm từ từ bằng cách tháo bu lông hãm. Để nâng hạ giàn giáo giá vòm nệm không chịu lực lệch tâm, thường dùng nệm 4 mảnh như hình 3.35e. Khi nhịp nhỏ có thể dùng ngựa gỗ, lúc hạ giá vòm dùng cưa cắt lần lượt theo đường I-I và II-II v.v... Ngựa gỗ chế tạo đơn giản, nhưng nhược điểm không điều chỉnh được giá vòm. Đối với nhịp lớn hơn 30m thường phổ biến dùng hộp cát để hạ giàn giáo như hình 3,35c. Cấu tạo



Hình 3.35 : Thiết bị hạ giá vòm.

hộp cát gồm : ống thép 2 đổ đầy cát khô 3, trục gỗ làm bằng gỗ cứng đỡ giá vòm. Phía dưới ống thép có lỗ 4 để moi cát ra khi hạ giá vòm. Trong quá trình sử dụng phải giữ cát luôn khô bằng cách trát nhựa đường ở khe hở giữa trục và ống thép.

Để đảm bảo độ ổn định, trục gỗ phải ngậm sâu vào ống thép $0,25d$, d là đường kính trục gỗ. Cát trong ống thép phải nén chặt, lực nén cho phép đến : 200 daN/cm^2 .

Ngoài ra, khi bê tông vòm đã đạt trên 70% cường độ, người ta còn tháo giá vòm bằng kích bố trí tại đỉnh vòm.

Dùng một tổ kích thủy lực bố trí hai dây tại các hốc chừa sẵn ở đỉnh vòm. Khi kích hoạt động, hai nửa vòm vòm bị ép lại và nâng lên : giá vòm được giải phóng. Sau khi chèn chèn các khe giữa kích bằng nêm bằng gỗ hoặc

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

thép với vữa xi măng, hạ kích và nhồi bê tông vào hốc đặt kích rồi tháo giá vòm.

Ưu điểm của phương pháp này như sau :

- Tất cả các khâu điều khiển đều tập trung một mối, giảm được số người thao tác từng thiết bị hạ giá vòm.

- Không cần nhiều thiết bị hạ bố trí rải rác, vì thế giá vòm sẽ có cấu tạo đơn giản.

- Không cần độ võng thi công phải tính toán cho giàn giáo, giá vòm.

- Khi thi công, nửa vòm là kết cấu tĩnh định, nên loại trừ được ứng suất phụ trong vòm do các loại biến dạng gây ra (lún, nhiệt độ v.v...).

- Bảo đảm an toàn, êm thuận, khắc phục được những nguy hiểm do hạ giàn giáo không đều, bị xô lệch.

- Có khả năng điều chỉnh được ứng suất và biến dạng do gây ứng suất trước trong vòm.

- Có khả năng đo được biến dạng và xác định được mô đun đàn hồi của bê tông vành vòm.

- Có khả năng điều chỉnh được vị trí và hình dạng vòm trên bình đồ v.v...

- Bảo đảm cho cả hệ giàn giáo giá vòm được ổn định, chống lũ bão (trong khi hộp cát, chêm gỗ ... như các khớp tựa, lại bố trí lâu dài, rất nguy hiểm trong mùa bão lũ).

- Trong cầu nhiều nhịp vòm, tốt nhất là hạ tất cả các giá vòm cùng một lúc để bảo đảm cân bằng lực đẩy

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
ngang hai bên trụ cầu (với thiết bị hạ khác, sẽ gặp nhiều khó khăn).

Cách này còn sử dụng hiệu quả trong trường hợp vòm thoải, riêng biến dạng do nén đàn hồi và co ngót ảnh hưởng đến độ hạ giá vòm đã khó khắc phục (nhất là vòm có khớp).

Khi sử dụng kích để giải phóng giá vòm cần lưu ý tăng cường khả năng nén cục bộ tại vị trí đặt kích, trị số áp lực tối đa và độ lệch tâm của tổng hợp lực để kiểm tra trạng thái ứng suất, biến dạng cho phù hợp với số liệu thiết kế vành vòm và trụ mố.

4) Cột đỡ :

Cột đỡ giá vòm cũng là những vì palê, đặt trên nền cọc. Nếu lòng sông có đá góc, cần tạo lỗ để đặt cột đỡ, sau đó chèn bê tông đổ trong nước. Vì lý do thi công khó tránh khỏi sai lệch, cột đỡ thường không đặt trùng đúng theo đường tim cọc, do đó cần có xà mũ để có thể truyền được tải trọng từ giá vòm xuống nền cọc. Dùng bê tông cốt thép trên đầu cọc cũng là một giải pháp có hiệu quả. Nếu trụ đỡ chịu lực ít hơn có thể dùng thép hình ốp hai bên đầu cọc bằng bu lông. Khe hở giữa thép hình và mộng lõm ở đầu cọc nên nhỏ, vừa để giảm biến dạng do thi công thiếu chính xác.

Lâu nay, giá vòm có cột chống trong phạm vi nhịp cũng được sử dụng rộng rãi để xây dựng cầu và mái vòm. Các thanh giàn giáo và giá vòm đều được làm bằng thép ống nối với nhau bởi những nút cấu tạo khác nhau, tháo lắp dễ dàng bằng liên kết khớp và bu lông.

3.6.2. Giá vòm không có trụ giữa

Giá vòm không có trụ giữa chỉ dùng trong trường hợp sông sâu, có thông thuyền hoặc địa chất phức tạp, xây dựng trụ giữa rất khó khăn và tốn kém. Giá vòm loại này được kê trực tiếp trên hai gối đặt cạnh mố trụ cầu.

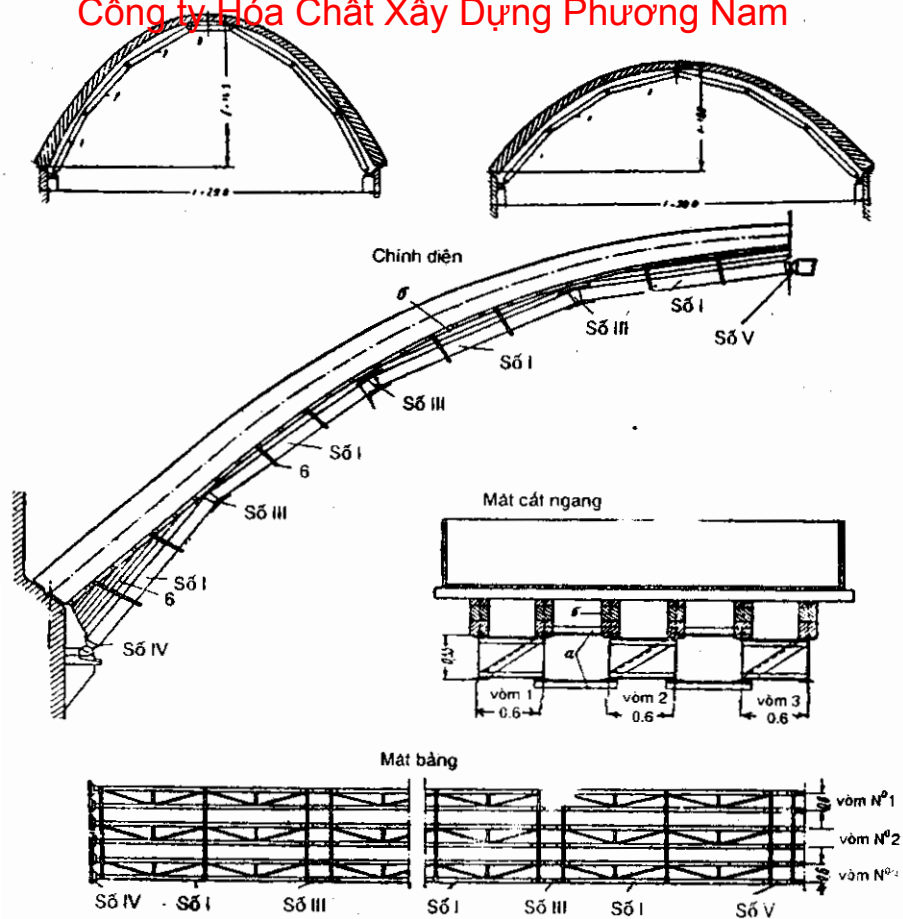
Giá vòm không có trụ giữa có thể làm bằng gỗ hoặc gỗ - thép kết hợp. Cấu tạo loại giá vòm này phức tạp và tốn gỗ nên chỉ dùng cho nhịp nhỏ. Giá vòm nhịp lớn phải làm bằng thép. Có thể chế tạo thành giá vòm định hình để đẩy nhanh tốc độ xây dựng, đồng thời giảm nhẹ sức lao động, tiết kiệm vật liệu, thoả mãn các điều kiện thông thương trong thi công và có thể sử dụng suốt năm không bị ảnh hưởng bởi lũ lụt.

Sau đây giới thiệu thêm một số loại hình giá vòm không trụ giữa.

a) Giá vòm bằng dầm I :

Giá vòm ghép bằng các đoạn dầm tiết diện chữ I, thường dùng cho vòm có nhịp từ 30 - 40m. Cấu tạo gồm hai đoạn cơ bản, dài 6m và 3m. Để tạo độ cong của vòm phải dùng thêm các đoạn ngắn hình nêm. Khi vòm có độ cong nhỏ, chỉ dùng các đoạn 6m ghép lại như hình 3.36.

Theo chiều ngang, dầm I được đặt cách nhau khoảng 0,6m và liên kết với nhau bằng sắt góc. Số lượng giá vòm quyết định tùy theo bề rộng và trọng lượng vành vòm. Hình 3.37 giới thiệu mối nối giữa các đoạn dầm trong cấu tạo giá vòm.



Hình 3.36 : Giá vòm dầm I

Với dầm I cũng có thể làm được giá vòm 3 khớp chẳng hạn, khớp chạn vòm giới thiệu trên hình 3.38.

Khớp đỉnh vòm có cấu tạo tương tự khớp chân vòm. Thiết bị hạ giá vòm có thể đặt tại đỉnh hoặc chân giá vòm (chẳng hạn, ở đỉnh vòm như hình 3.39).

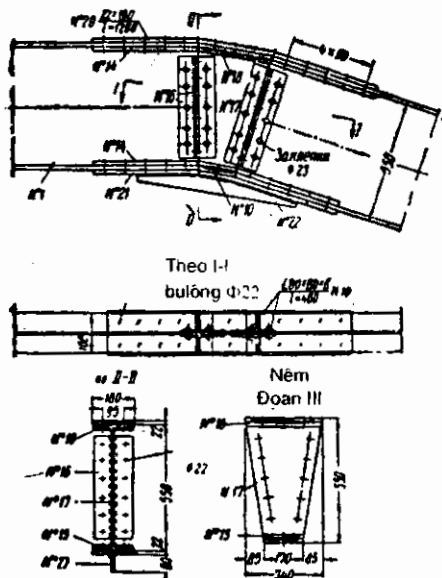
Muốn nâng hạ giá vòm, ta dùng bu lông điều chỉnh.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

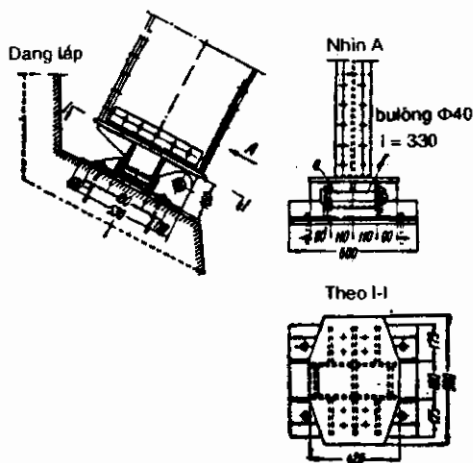
b) Giá vòm kiểu giàn thép :

Giá vòm kiểu giàn thép thường dùng với nhịp dài từ 80 - 230m. Số lượng vòm dàn tùy theo bề rộng, số lượng sườn và trọng lượng vòm. Giá vòm thép cũng có thể làm 3 khớp cho nhịp ngắn khoảng 80m và không khớp với nhịp lớn hơn 150m. Giá vòm hai khớp dùng hợp lý cho nhịp 100m trở lên. Giá vòm "vạn năng" như hình 3.40 thường dùng để xây dựng vòm bê tông cốt thép nhịp trung bình và nhịp lớn.

Giá vòm gồm nhiều phiến panô giàn tam giác ghép lại. Biên trên là thép [300, thanh bụng của panô là thép góc



Hình 37 : Cấu tạo đoạn ném



Hình 3.38 : Cấu tạo khớp chân vòm (doạn số IV)

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

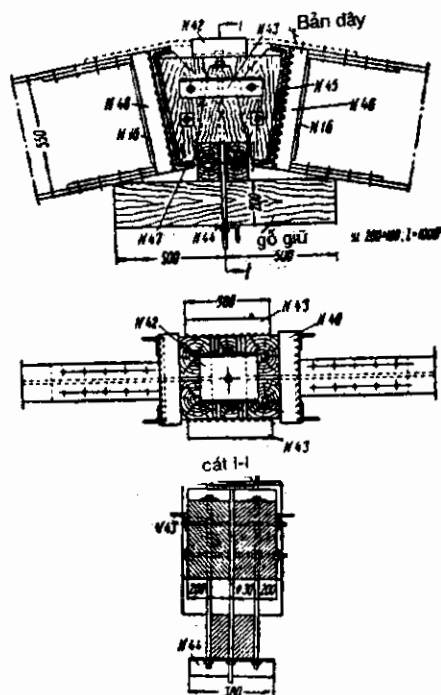
75 × 75 × 8mm. Liên kết ngang và dọc giữa các vì giá vòm là những thanh thép hình. Để tạo độ cong cho giá vòm phải dùng các thanh liên kết để điều chỉnh dần. Tất cả các liên kết đều dùng bulông ϕ 25mm. Khoảng cách giữa các vì giàn có thể thay đổi 0,4 ; 1,05 ; 1,9 và 3m. Sơ đồ cấu tạo giá vòm được giới thiệu trên hình 3.41.

Giá vòm khớp ở đỉnh có sơ đồ cấu tạo như hình 3.42.

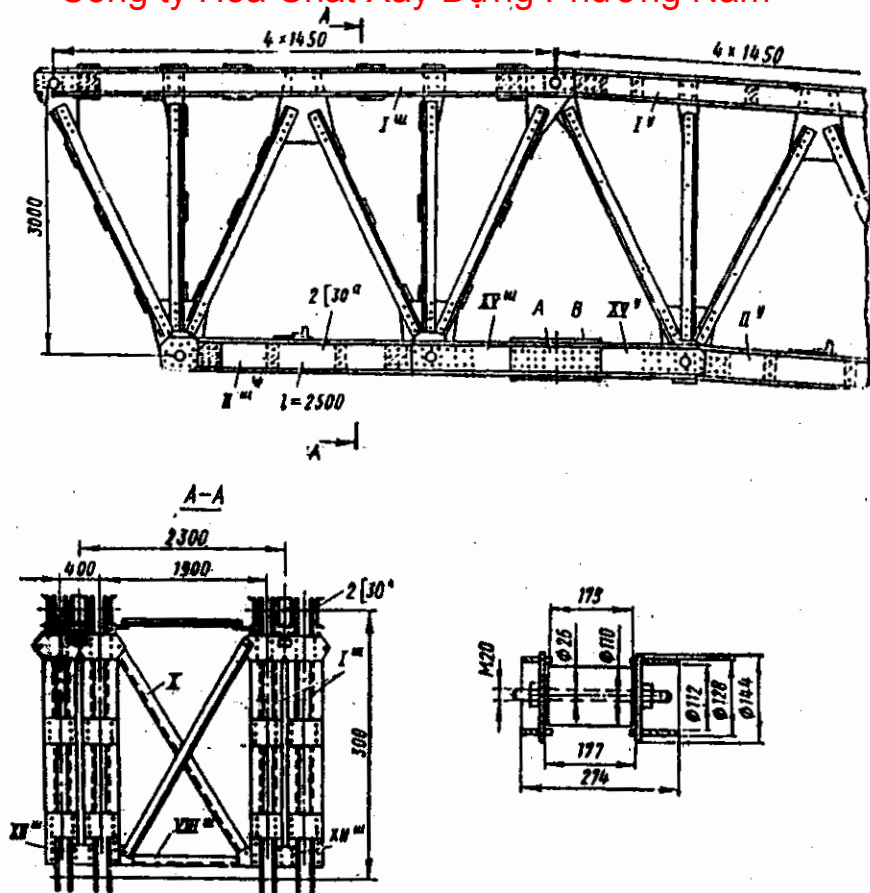
Khớp chân giá vòm (Hình 3.43) đảm bảo đủ chịu lực và tháo lắp dễ dàng

Nếu chiều dài nhịp lớn hơn 120m giá vòm thường có 2 khớp hoặc không khớp. Đối với giá vòm 2 khớp, thiết bị hạ thường đặt ở chân vòm. Giá vòm 3 khớp thiết bị đặt ở đỉnh vòm (Hình 3.42).

Giá vòm không khớp, thiết bị hạ giá vòm là kích thủy lực, đặt chân vòm.



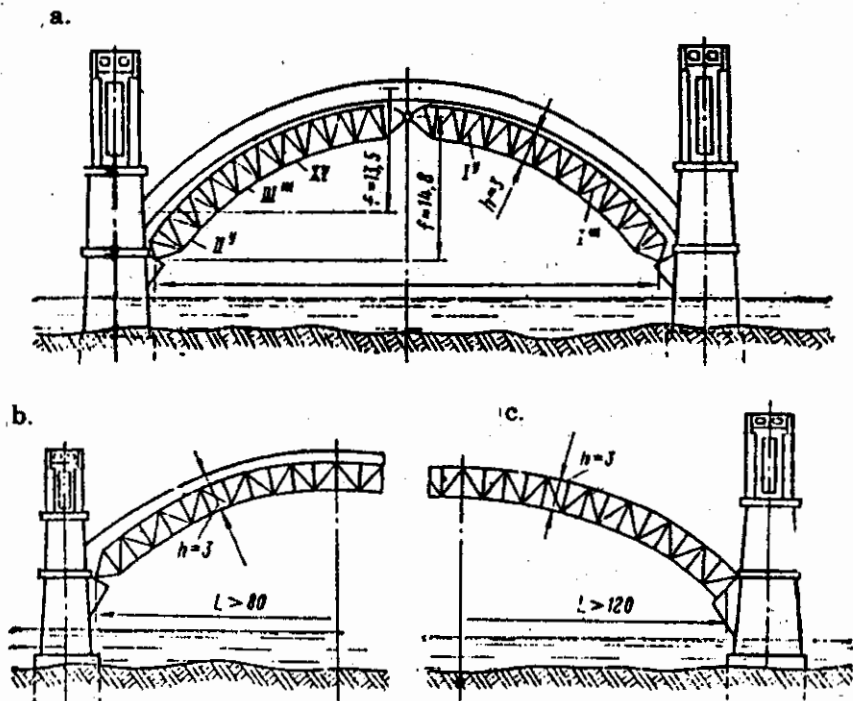
Hình 3.39 : Nệm gỗ đỉnh giá vòm (Số VI).



Hình 3.40 : Cấu tạo giá vòm thép và chi tiết bu lông khớp
I- XII, A,B - Mã số đoạn giá vòm

3.6.3. Công tác xây dựng giá vòm :

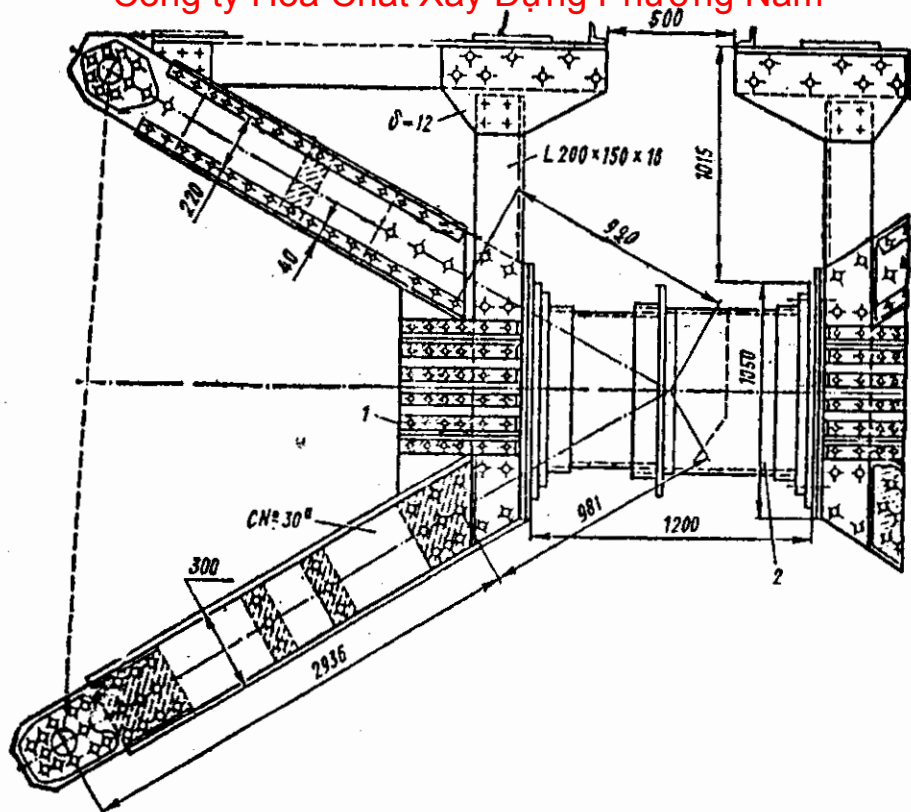
Chế tạo giá vòm gỗ về cơ bản giống như chế tạo cầu gỗ. Khi chế tạo nhất thiết phải phóng dạng để bảo đảm độ chính xác của giá vòm. Gỗ dùng làm giàn giáo giá vòm thường là gỗ tròn, gỗ hộp các thanh giằng là gỗ xẻ đôi.



Hình 3.41 : Giá vòm

a. Một khớp ; b. Hai khớp ; c. Không khớp
I^I, III^{III}, I^{IV} XV^{IV}. Mã số các đoạn

Trình tự lắp giàn giáo giá vòm như sau : trước hết là dựng giàn giáo. Sau đó lắp giá vòm dần dần từ dưới lên trên theo trình tự : thanh kéo, thanh đứng, thanh xiên và cuối cùng là các thanh ngang và ván đáy. Đối với giá vòm không có trụ giữa, việc lắp đặt rất phức tạp, tùy thuộc chiều dài và cấu tạo nhịp cũng như địa hình lòng sông. Phương pháp dựng lắp giá vòm tại vị trí cầu thường được sử dụng nhiều : hoặc có thể lắp 2 nửa vòm trên giàn giáo,

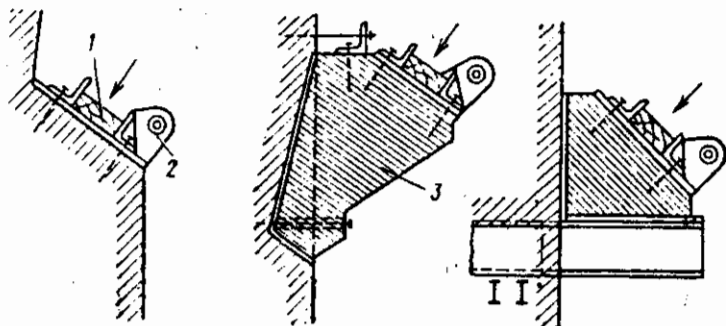


Hình 3.42 : Vị trí hộp cát ở đỉnh giá vòm giàn

1. Nút giá vòm ; 2. Hộp cát

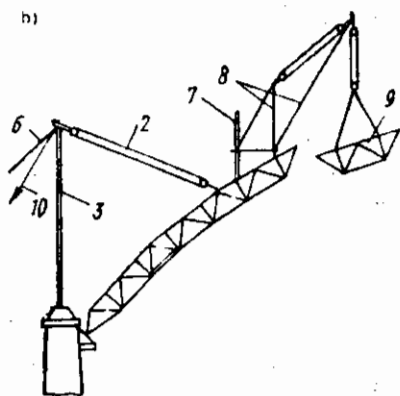
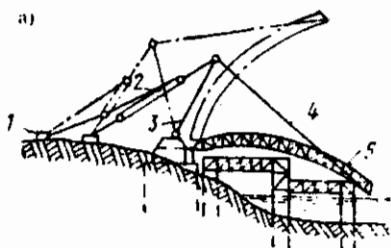
sau đó dùng tời - múp - cáp kéo lên và khớp tại đỉnh vòm (Hình 3.44a), hoặc có thể dùng phương pháp lấp hằng trong trường hợp sông sâu, nước chảy xiết hay lòng sông có thông thương trong quá trình thi công (Hình 3.44).

Ngoài ra còn có thể dùng cần trục cáp "thiên tuyến" để lắp giá vòm (Hình 3.45). Phương pháp này thích hợp với trường hợp xây dựng cầu vòm ở vùng núi, đường đầu cầu hai bờ cao, khe suối sâu.



Hình 3.43 : Cấu tạo chân giá vòm

1. Tấm đệm đàn hồi ;
2. Khớp lắp ráp ;
3. Vai đỡ hệ thống cốt thép

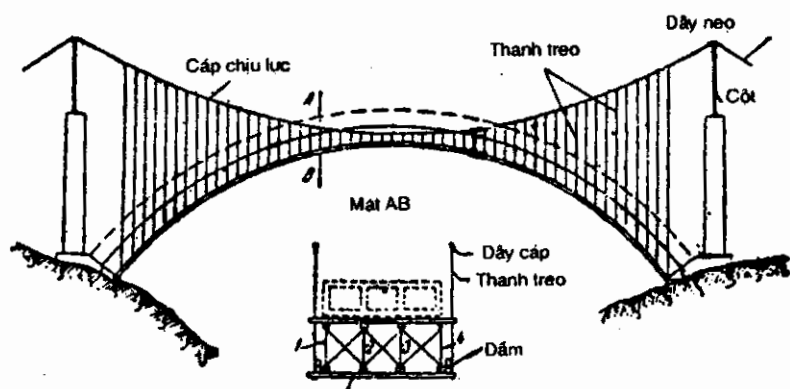


Hình 3.44 : Sơ đồ lắp giá vòm

- a. Một nửa giá vòm ;
- b. Lắp từng panô ;
1. Tải ;
2. Pa lăng ;
3. Khung lắp ;
4. Dây cáp ;
5. Nửa giá vòm ;
6. Cáp neo khung ;
7. Cột tam ;
8. Cản trục ;
9. Panô giá vòm ;
10. Cáp vào tời.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Nếu sông rộng, nước sâu, người ta có thể dùng phương pháp chở nổi để đưa giá vòm vào vị trí. Nửa giá vòm được



Hình 3.45 : Dây cáp lắp giá vòm (thiên tuyến).

lắp trên bờ, sau đó chuyển đến vị trí, khớp chân vòm, rồi dùng tời múp kéo hai nửa giá vòm cùng một lúc và khớp ở đỉnh vòm. Cũng có thể lắp cả giá vòm trên bờ, rồi dùng phương pháp chở nổi đưa vào vị trí. Phương pháp này đảm bảo thi công nhanh chóng nhưng phải có hệ thống chở nổi đủ năng lực và ổn định chống lật tốt.

3.6.4. Tính toán giá vòm

Giá vòm được thiết kế và kiểm toán theo hai giai đoạn thi công : lắp ráp và đúc vòm.

Tải trọng tác dụng gồm :

- 1) Trọng lượng kết cấu nhịp bê tông cốt thép với trọng lượng thể tích 25 KN/m^3 . Đối với các bộ phận trực tiếp

<http://vietnam12h.com>

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

còn phải tính thêm hệ số động (xung kích) lúc đổ bê tông, nhưng chỉ khi chiều dày lớp bê tông đổ còn mỏng hơn 1m ;

2) Trọng lượng bản thân của giàn giáo, giá vòm và sàn công tác (nếu có) ;

3) Trọng lượng ván khuôn và các thiết bị vận chuyển và đổ, đầm bê tông, thiết bị cấu trúc ;

4) Tải trọng người trên sàn đạo (có thể lấy khoảng 2 KN/m^2).

5) Áp lực gió (tùy theo vùng và mùa thi công).

6) Áp lực kích điều chỉnh v.v...

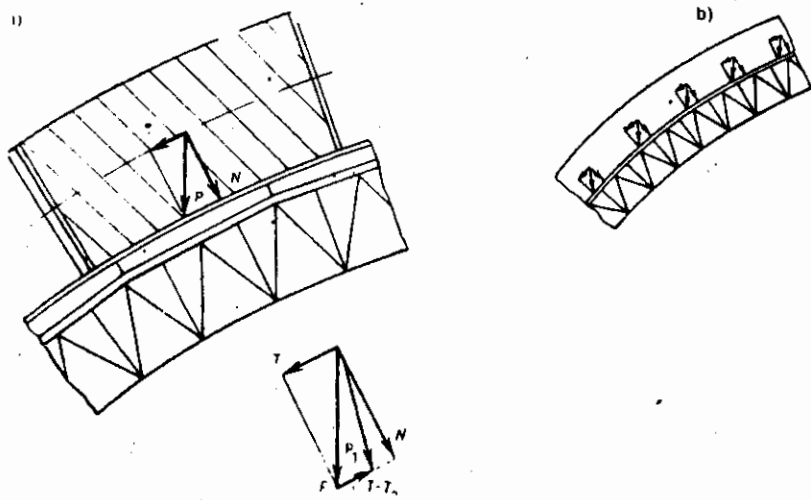
Trong giai đoạn lắp ráp, giá vòm chỉ chịu tải trọng bản thân, trọng lượng cần trục lắp ráp, người và thiết bị (cả lực kích điều chỉnh), trọng lượng sàn công tác và áp lực gió. Trong giai đoạn này phải duyệt theo các trạng thái giới hạn về cường độ, ổn định và độ võng như những kết cấu xây dựng khác.

Trong giai đoạn đổ bê tông, giá vòm chịu trọng lượng bản thân giàn giáo, ván khuôn, bê tông cốt thép kết cấu nhịp, trọng lượng thiết bị vận chuyển bê tông, trọng lượng người, trọng lượng thiết bị và áp lực gió ngang. Ngoài ra còn phải tính thêm áp lực do kích điều chỉnh nội lực trong vành vòm. Đối với giá vòm 2 khớp và không khớp còn phải xét thêm nội lực do nhiệt độ thay đổi. Trong giai đoạn này cũng phải duyệt theo các trạng thái giới hạn.

Sơ đồ truyền tải trọng bê tông vào giá vòm phụ thuộc trình tự đúc vòm và cấu tạo giá vòm. Trọng lượng khối

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

bê tông P có thể chia làm hai thành phần (Hình 3.46). Thành phần N vuông góc với trục giá vòm. Thành phần $T = P \cdot \sin\alpha$ song song truyền xuống thanh trên của giá vòm. Lực ma sát giữa bê tông và ván khuôn đáy là $T_1 = N \cdot f$; $f = 0,50$ là hệ số ma sát giữa bê tông và ván khuôn. Nếu tại tiết diện này $T < T_1$, thành phần đó truyền toàn bộ vào giá vòm. Nếu $T > T_1$, khi đó lực ma sát sẽ bị phá hoại (góc nghiêng của khối bê tông lớn hơn góc ma sát giữa ván khuôn và bê tông), phần lực ma sát sẽ truyền vào giá vòm phần còn lại $T_2 = T - T_1$ muốn làm cho khối bê tông trượt xuống theo mặt ván đáy. Do đó phải có biện pháp ngăn lại.



Hình 3.46 : Tải trong bê tông tươi trên giá vòm
a. Đồ phân đoạn ; b. Đồ liên tục.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Tuỳ điều kiện cụ thể, T_2 được truyền vào trụ cầu theo hai trường hợp sau :

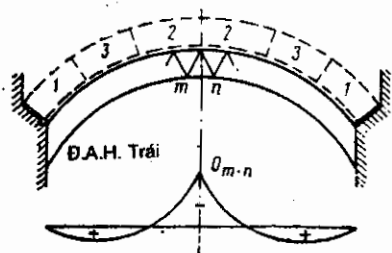
1) Khi đổ bê tông liên tục từ chân lên đỉnh vòm. Thành phần T_2 của khối bê tông đang xét sẽ truyền xuống trụ nếu toàn bộ phần đúc trước vẫn trong giai đoạn chưa ngưng kết (bê tông vẫn ở trạng thái dẻo).

2) Khi đổ bê tông phân đoạn. Thành phần T_2 truyền vào trụ thông qua các thanh chống tạm đặt giữa các khối đã đúc (Hình 3.46)

Lực dọc thông qua ván đáy, gỗ ngang và truyền vào thanh biên trên của giá vòm nhờ các liên kết, các liên kết này sẽ tính với lực T_2 .

Riêng biên trên của giá vòm còn chịu uốn dưới tác dụng tải trọng cục bộ của khối bê tông. Những tải trọng nói trên sẽ truyền vào nút của biên trên giá vòm. Như vậy sơ đồ đặt tải của giá vòm do trọng lượng bê tông có thể xem như các tải trọng tập trung. Nếu góc nghiêng nhỏ hơn góc ma sát, các lực nút sẽ thẳng đứng. Những chỗ khác, lực nút sẽ nghiêng. Khi xác định lực nút tương đương, cần xét đến sự phân bố không đều tải trọng của vòm trên chiều dài nhịp.

Khi xác định nội lực trong các thanh của giá vòm kiểu giàn cần lưu ý thứ tự đổ bê tông theo thiết kế quy định. Thuận lợi nhất là vẽ đường ảnh hưởng và đặt tải theo trình tự đổ bê tông.



Hình 3.47 : Đường ảnh hưởng giá vòm.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Ví dụ : xác định lực trong thanh biên dưới của giá vòm dàn trên hình 3.47. Thứ tự đỡ bê tông là 1-2-3. Nội lực (kéo) lớn nhất trong thanh mn xuất hiện sau khi đổ bê tông đoạn 1. Đổ bê tông đoạn 2 thì Nội lực sẽ giảm (theo trị số tuyệt đối). Nội lực lớn nhất trong trường hợp trên là :

$$S_{mm} = n_1 \sum P_i y_{pi} + 2n_2 P \cdot \omega^+ + n_3 q \sum \omega$$

Trong đó :

P_i - Tải trọng tương đương tại nút i của các khối bê tông ;

y_{pi} - Tung độ đường ảnh hưởng tương ứng.

P- Tải trọng người và thiết bị phân bố đều.

q- Tải trọng ván khuôn, giá vòm (coi là phân bố đều nếu sự sai khác không quá 10%).

ω^+ - Diện tích phần dương của đường ảnh hưởng.

$\sum \omega$ - Tổng số diện tích đường ảnh hưởng.

n_1, n_2, n_3 - Hệ số vượt tải.

Duyệt ổn định của giá vòm trong mặt phẳng cong cũng tương tự duyệt một thanh thẳng chịu nén có chiều dài tự do l_0 . Tùy theo sơ đồ tính, chiều dài tự do của giá vòm sẽ tính theo các công thức sau :

Đối với giá vòm 3 khớp :

$$l_0 = 1,28 \left[1 + 7 \left(\frac{f_0}{S_0} \right)^2 \right] S_0$$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đối với giá vòm hai khớp :

$$l_0 = \frac{S}{2} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{2\pi\rho}\right)^2}}$$

Đối với giá vòm không khớp :

$$l_0 = \frac{S}{2,85} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{2\pi\rho}\right)^2}}$$

S = độ dài lý thuyết của trục giá vòm tính theo công thức gần đúng.

$$S \approx \sqrt{l^2 + \frac{16}{3} f_0^2}$$

Trong đó :

ρ = bán kính đường tròn có chung với trục giá vòm 3

điểm : chân và đỉnh : $\rho = \frac{l^2 + 4f_0^2}{8f_0}$

Trong đó : S_0 - Chiều dài dây cung của nửa giá vòm ;

f'_0 - Đường tên của nửa giá vòm ;

f_0 - Đường tên của giá vòm :

Khi kiểm tra ổn định, có thể coi giá vòm là tiết diện đặc.

Vậy mômen quán tính bằng :

$$I = I_t + I_d + F_t C_t^2 + F_d C_d^2$$

Trong đó :

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

I_t, I_d - Mô men quán tính nguyên của biên trên và biên dưới đối với trục trọng tâm của chúng ;

F_t, F_d - Diện tích nguyên của tiết diện biên trên và biên dưới ;

C_t, C_d - Khoảng cách từ trọng tâm biên trên và biên dưới đến trục trọng tâm chung của giá vòm.

Vậy độ mảnh tương đương của giá vòm là :

$$\lambda_{td} = \lambda \sqrt{1 + \frac{0,54}{\lambda} \frac{F_t + F_d}{F_x}}$$
$$\lambda = \frac{l_0}{r} ; r = \sqrt{\frac{I}{F_t + F_d}}$$

Trong đó :

λ - Độ mảnh của thanh tiết diện đặc ;

F_x - Diện tích nguyên của tiết diện thanh xiên ;

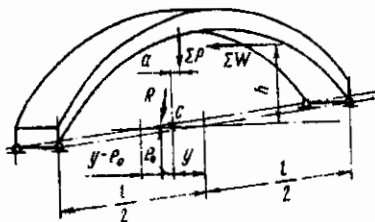
r - Bán kính quán tính tiết diện giá vòm.

Từ độ mảnh tương đương λ_{td} tra bảng tìm được hệ số uốn dọc φ và duyệt ổn định theo công thức.

$$\frac{S}{\varphi F} \leq R_0$$

Khi duyệt độ ổn lật của giá vòm theo hướng ngang, ta không xét tải trọng bê tông.

Sơ đồ kiểm tra độ ổn định chống lật theo hướng ngang của



Hình 3.48 : Sơ đồ tính ổn định giá vòm

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

giá vòm giới thiệu trên hình 3.48. Tải trọng tác dụng gồm tải trọng đứng do trọng lượng giá vòm và ván khuôn ; Tải trọng ngang do áp lực gió tác dụng lên giàn giáo và ván khuôn. Điều kiện ổn định là :

$$\frac{e_0}{y} - \frac{h\Sigma W + a\Sigma P}{y\Sigma P} \leq m$$

Trong đó :

e_0 - Độ lệch tâm của tổng hợp lực đối với điểm C ;

P- Tổng các tải trọng thẳng đứng ;

ΣW - Tổng hợp của tải trọng gió ;

a- Cánh tay đòn của hợp lực đứng tới điểm C ;

h- Như trên, đối với tải trọng ngang ;

y- Nửa chiều rộng chân đế giá vòm ;

m- Hệ số điều kiện làm việc ;

Thành phần lực pháp tuyến N của trọng lượng bê tông sẽ gây ra mô men uốn trong ván khuôn đáy và gỗ ngang của giá vòm (Hình 3.46). Thành phần tiếp tuyến T (hoặc lực ma sát $T_1 = N.f$, nếu $T > T_1$ gây ra lực nén trong ván đáy và gỗ vành lược. Như vậy, ván đáy sẽ chịu nén uốn, gỗ vành lược chỉ chịu nén. Các liên kết ván với gỗ ngang và gỗ vành lược và thanh biên trên của giá vòm xem như để truyền lực T hay T_1 . Biên trên của giá vòm có thể chịu kéo và uốn hoặc nén và uốn. Duyệt cường độ biên trên giá vòm theo công thức.

$$\frac{S}{F_0} + \frac{M}{W_0} \leq R ;$$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Trong đó : S- Nội lực biên trên giá vòm ;

M- Mômen biên trên giá vòm do thành phần lực N của bê tông, ván khuôn, cột đứng giá vòm gây ra ;

F₀- Diện tích thu hẹp của thanh xiên trên giá vòm ;

W₀- Mô đun chống uốn của tiết diện thu hẹp biên trên giá vòm ;

R- Cường độ tính toán của vật liệu làm giá vòm, bằng cường độ tính toán R₀ khi chịu lực dọc trục (nếu S/F₀ > M/W₀), hoặc bằng R_u cường độ tính toán khi chịu uốn (nếu S/F₀ < M/W₀).

Khi duyệt biên trên chịu nén :

$$\frac{N}{\varphi F} \leq R_0$$

Trong đó : φ - Hệ số uốn dọc kể đến sự giảm khả năng của thanh chịu nén dọc trục.

F- Diện tích tiết diện nguyên của biên.

Các thanh khác của giá vòm sẽ duyệt theo nén hoặc kéo dọc trục. Nếu giá vòm làm bằng thanh "vạn năng" hoặc các thanh chế tạo sẵn, điều kiện đảm bảo khả năng chịu lực có dạng :

$$N \leq S_{gh}$$

Trong đó : S_{gh}- lực giới hạn của thanh

Trong xây dựng. giàn giáo giá vòm, vấn đề đặt ra làm thế nào sau khi lắp dựng xong, vòm phải có trục đúng với

thiết kế. Vì vậy, khi xây dựng phải tạo cho giá vòm có độ võng bổ sung. Sau khi đổ bê tông độ võng đó sẽ triệt tiêu.

Đối với giá vòm có trụ chống ở nhịp, cần xác định độ võng từng điểm trên các trụ chống.

Đối với giá vòm lắp bằng các phiến chế tạo sẵn, xác định tại bu lông nối giữa các phiến.

Đối với giá vòm kiểu giàn, chỉ cần tính trị số lớn nhất tại đỉnh vòm. Tại các điểm khác ta nội suy theo các công thức sau :

Đối với giá vòm 3 khớp :

$$\Delta_x = \Delta \frac{2f_x}{f_0}$$

Đối với giá vòm 2 khớp và không khớp :

$$\Delta_x = \Delta \frac{f_x}{f_0}$$

Trong đó : Δ - Độ võng tại đỉnh giá vòm ;

Δ_x - Độ võng tại tiết diện cách chân giá vòm một đoạn x.

f_0 - Tung độ ở đỉnh của trục giá vòm ;

f_x - Tung độ ở điểm đang xét trên trục giá vòm ;

l - Chiều dài nhịp giá vòm.

Độ võng tính toán ở đỉnh giá vòm xác định theo công thức :

$$\Delta = \sum \delta_i = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5$$

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Trong đó :

$\Sigma \delta_i$ - Tổng số chuyển vị thẳng đứng ở trung tâm tiết diện dầm vòm bê tông.

Các thành phần chuyển vị nói trên phụ thuộc sơ đồ giá vòm và bản thân vòm bê tông. Với giá kiểu vòm các chuyển vị đó sẽ như sau :

δ_1 - Chuyển vị do nén đàn hồi, gây ra bởi trọng lượng bản thân giá vòm, trọng lượng ván khuôn và trọng lượng bê tông vòm.

δ_1 - Tính theo cơ học kết cấu hoặc theo công thức gần đúng, chẳng hạn :

Của dầm tiết diện đều :

$$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{pl^4}{EI}$$

Của dầm tiết diện thay đổi :

$$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{Pl^4}{EI_{\max}} \left(1 + \frac{3\alpha}{25} \right)$$

Của dàn :

$$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{pl^4}{EI_{\max}} \left(1 + \frac{3\alpha}{25} \right) k$$

Trong đó : $\alpha = \frac{I_{\max} - I_0}{I_0}$

K- Hệ số ảnh hưởng của biến dạng các thanh bụng

Đối với giàn có biên song song ta tra bảng sau :

h/l	1/12	1/10	1/8	1/7
k	1,2	1,27	1,35	1,40

(h, l là chiều cao và chiều dài nhịp giàn). Chuyển vị thẳng đứng tại đỉnh giá vòm 3 khớp tính theo công thức :

$$\delta_1 = \frac{Pl^2}{96EF} \left[8 + 3 \left(\frac{l}{f_0} \right)^2 \right]$$

δ_2 - Chuyển vị do biến dạng của thiết bị hạ giá vòm (nệm gỗ, hộp cát). Khi đặt hộp cát ở đỉnh giá vòm 3 khớp, ta có :

$$\delta_2 = \frac{l\Delta_1}{f_0}$$

δ_3 - Chuyển vị do lực đẩy ngang của giá vòm tác dụng lên trụ cầu. Nếu tổng vị dịch ngang của trụ cầu là Δ_2 , ta được :

$$\delta_3 = \frac{l\Delta_2}{f_0}$$

δ_4 - Độ võng của vòm bê tông tại đỉnh do toàn bộ tải trọng tĩnh, thay đổi nhiệt độ và co ngót bê tông. Co ngót của bê tông xem như tương đương với biến dạng do nhiệt độ hạ thấp 20°C.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Đối với vòm 3 khớp, nếu độ rút ngắn của dây cung

nửa vòm là S_0 , ta có :
$$\delta_4 = S_0 \frac{\Delta S_0}{f_0}$$

Với ΔS_0 tính theo công thức :

$$\Delta S_0 = S_0 \left[\frac{\sigma_{tb}}{E_b} + (20 + \Delta t) \alpha \right]$$

δ_5 - Độ võng đỉnh vòm do từ biến của bê tông gây ra và chỉ tính δ_5 khi nhịp vòm lớn hơn 50m hoặc trọng lượng bản thân kết cấu nhịp vượt quá 70% toàn bộ tải trọng khai thác.

p- Tải trọng phân bố đều trên giàn giáo ;

F- Diện tích nguyên của biên giá vòm kiểu giàn ;

Δl_1 - Chuyển vị ngang của hộp cát do lực đẩy của giá vòm (lấy bằng 0,5cm) ; nếu dùng chêm thì :

$$\Delta l_1 = 1 \div 2 \text{ cm ;}$$

σ_{tb} - Ứng suất trung bình trong vòm bê tông ;

Δt - Hiệu số nhiệt độ trung bình trong năm với nhiệt độ khớp vòm ;

E_b - Môđun đàn hồi của bê tông ;

R- Môđun đàn hồi của thép.

Độ võng của giá vòm còn phải kể thêm các biến dạng không đàn hồi của mối nối. Biến dạng không đàn hồi phụ thuộc vào số lượng mối nối, giữa ván khuôn, thanh ngang, gỗ vành lược v.v... Cứ mỗi khe nối như vậy đều có biến

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

dạng không đàn hồi. Chằng hạn giữa gỗ với gỗ, biến dạng không đàn hồi lấy bằng 2mm. Nếu giữa gỗ và thép lấy 1mm. Độ lún của móng lấy 5mm (trên cát) và 10-20mm (trên sét).

Độ võng của giá vòm kiểu dầm, kiểu giàn tựa trên các trụ tam được tính với độ võng của dầm hoặc giàn và độ lún của trụ tam.

3.6.5. Hạ giàn giáo giá vòm :

Sau khi đổ bê tông và bảo dưỡng một thời gian nhất định theo quy trình thi công, có thể hạ giàn giáo và giá vòm. Đối với nhịp nhỏ hơn 20m, đúc bê tông được 15 đến 20 ngày thì có thể hạ giàn giáo giá vòm. Đối với nhịp lớn hơn 30m, chỉ được hạ giàn giáo giá vòm sau 30 ngày. (Thông thường với cầu dầm, nếu bê tông đạt 70% cường độ, đã có thể hạ được giàn giáo) nhưng với cầu vòm, bê tông phải đạt 100% cường độ mới được hạ giá vòm.

Trước khi hạ giá vòm, toàn bộ trọng lượng vòm và kết cấu bên trên đều do giá vòm chịu. Trong khi hạ các tải trọng này sẽ chuyển dần sang sườn vòm bê tông. Giá vòm phải được hạ từ từ, không thao tác đột ngột, gây xung động lớn, làm cho vòm bị rạn nứt, thậm chí bị phá hoại.

Giàn giáo giá vòm cần phải hạ nhiều lần và theo thứ tự qui định. Khi hạ kết cấu sẽ chịu tải và võng xuống, ngược lại, giàn giáo giá vòm sẽ giảm tải và có xu hướng nâng lên. Do đó trước tiên phải hạ từ chỗ độ võng tương đối lớn nhất. Với vòm không khớp và hai khớp có trụ

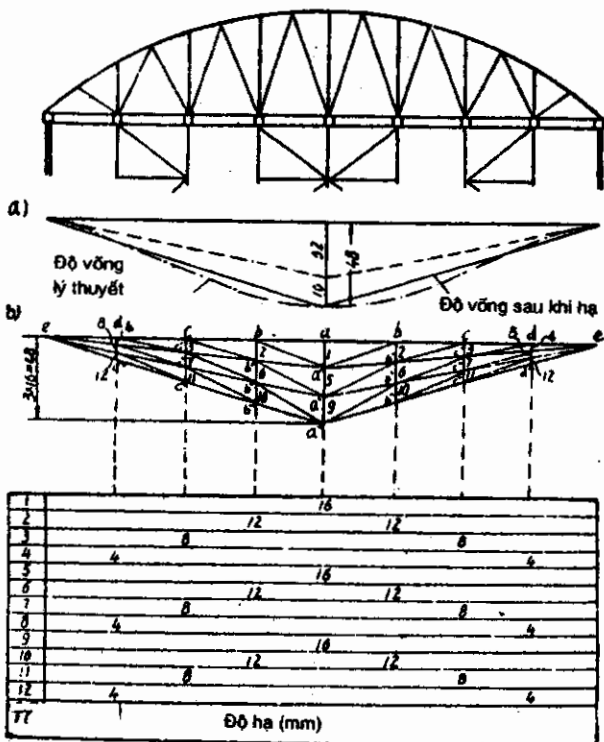
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

giữa, hạ từ đỉnh vòm dần dần sang 2 bên. Vòm ba khớp, hạ từ 1/4 vòm dần sang các khớp một cách cân xứng nhau.

Độ hạ cần thiết tại điểm đặt thiết bị tính theo công thức tương tự trong giàn giáo :

$$h = y + \Delta + C$$

Trong đó : y - độ võng của nhịp do trọng lượng bản thân gây ra ở điểm đặt thiết bị hạ ;



Hình 3.49 : Trình tự hạ giá vòm
a. Sơ đồ độ võng vòm ; b. Trình tự hạ

<http://vietnam12h.com>

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Δ- Biến dạng đàn hồi của giàn giáo giá vòm ;

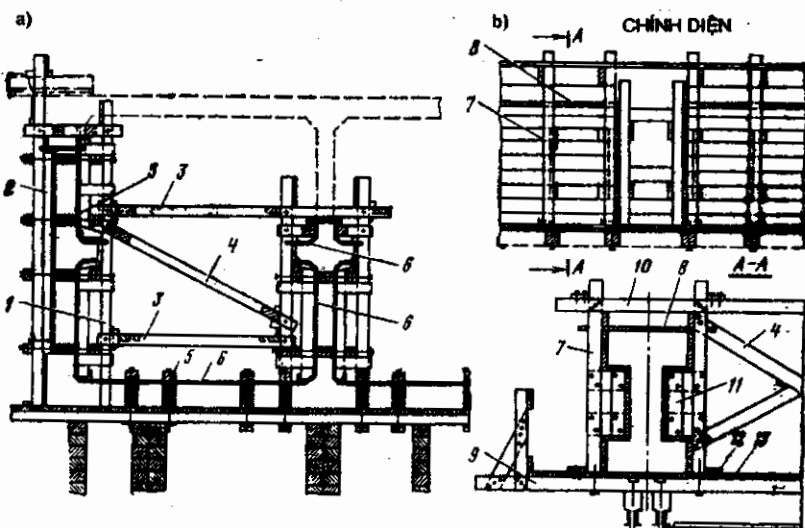
C- Khoảng trống cần thiết giữa giá vòm với mặt dưới vòm, lấy khoảng 10 - 30mm, có khi đến 100 - 150mm.

Chứa cao độ cần hạ ra n lần, mỗi lần chỉ hạ khoảng : h/n.

Cao độ cần hạ ở chân vòm rất bé vì ở góc độ vồng bằng không nên số lần hạ có thể ít hơn ở đỉnh vòm.

Hình 3.49 là một ví dụ cách hạ giá vòm kiểu cột đứng.

3.6.6 Ván khuôn cầu vòm :



Hình 3.50 : Ván khuôn sườn vòm

a- Ván khuôn vòm hộp ; b- Ván khuôn sườn vòm I

1- Sườn trong ; 2- Sườn ngoài ; 3- Thanh chống ;

4- Thanh chéo ; 5- Dệm bê tông 6- Ván khuôn ;

7- Nẹp đứng ; 8- Ván nắp ; 9- Thanh ngang ;

10- Thanh giằng ; 11- Ván khuôn sườn ; 12- Nẹp giữ ; 13- Ván.

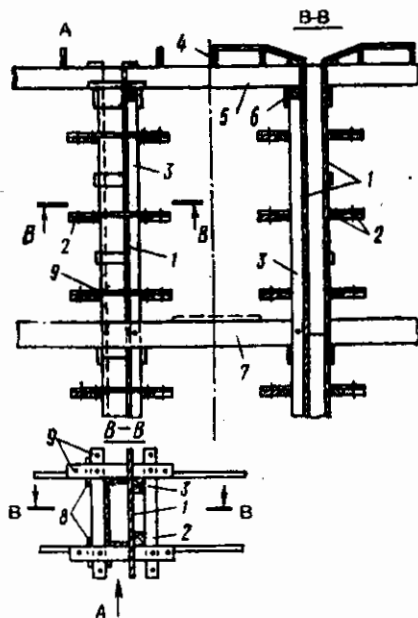
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Cũng như cầu dầm ván khuôn cầu vòm có thể làm bằng gỗ hoặc thép và được chế tạo trong xưởng, vận chuyển ra công trường ghép lại. Bề dày ván khuôn gỗ không nhỏ hơn 25mm, mặt trong bào nhẵn hoặc phủ lớp vải nhựa hoặc lá thép mỏng. Ván được đóng vào khung, gồm : thanh đứng, gỗ ngang và thanh chéo, liên kết bằng đinh và bu lông. Những chỗ dốc ở mặt trên và dưới vành vòm đều có ván và gỗ ngang. Theo dọc trục vòm khung đặt cách nhau khoảng 0,7-1,2m phụ thuộc bề dày ván và áp lực của lớp bê tông tươi v.v...

Hình 3.50 là ví dụ cấu tạo ván khuôn của vòm tiết diện hình chữ I và hình hộp. Ván đáy được liên kết với gỗ ngang bằng đinh. Ván trên vòm chỉ lắp từng đoạn, đổ bê tông đến đâu lắp đến đó. Trường hợp góc nghiêng trục vòm nhỏ hơn 30° , không cần làm khuôn mặt trên. Cấu tạo ván khuôn vòm tiết diện hộp phải tuân theo phương pháp đổ bê tông và đặt cốt thép. Trình tự thi công có thể như sau : Trước tiên đặt ván khuôn đáy, ván khuôn trong, đặt cốt thép và lắp ván khuôn ngoài. Bản đáy cũng được đúc trước, rồi đến thành hộp và cuối cùng là bản trên. Để giữ khoảng cách giữa ván khuôn và cốt thép phải dùng miếng đệm xi măng cát. Vành vòm cũng có thể đúc hẫng. Đoạn vòm đầu tiên ở chân thường đúc trên giàn giáo, các đoạn sau được lần lượt đúc hẫng. Ván khuôn và cốt thép được bố trí trên giàn giáo treo.

3.6.7. Xây dựng kết cấu trên vòm :

Sau khi đúc vành vòm, người ta lắp ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông kết cấu trên vòm.



Hình 3.51 : Ván khuôn kết cấu trên vòm

1. Ván đứng ; 2- Khung ; 3- Nẹp đứng ; 4- Nẹp dọc ; 5- Xà ngang ; 6- Gối ; 7- Giàng ngang ; 8- Nệm ; 9- Bu lông hoặc đinh.

Cốt thép cột hoặc tường trên vòm được hàn vào râu cốt thép chờ sẵn ở vành vòm. Cốt thép bản mặt cầu và dầm ngang đặt trong ván khuôn trên dầm đỡ. Cấu tạo ván khuôn của kết cấu trên vòm (Hình 3.51) gồm : ván khuôn, khung ngang và cột đứng. Khoảng cách giữa các khung ngang (theo chiều đứng) lấy trong phạm vi từ 0,5 đến 1,5m, phụ thuộc vào bề dày của ván.

Hình 3.51 là cấu tạo ván khuôn kết cấu trên vòm

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Ván khuôn phần hệ mặt cầu phụ thuộc vào nhịp dầm dọc và dầm ngang. Khi nhịp dầm dọc nhỏ, ván khuôn mặt cầu đặt dọc trên gỗ ngang, gỗ ngang gối lên gỗ dọc và gỗ dọc được kê vào đầu cột. Khi nhịp dầm dọc lớn trên 5m, gỗ dọc thay bằng dầm thép và tựa lên dầm ngang. Ván khuôn kết cấu mặt cầu có thể đặt trên giàn giáo thép chế tạo sẵn. Khi cột trên vòm cao có thể dùng ván khuôn trượt. Kết cấu trên vòm thi công sau khi đúc sườn vòm. Trong trường hợp cá biệt giá vòm có thể tháo sau khi đổ bê tông kết cấu trên vòm. Bản bê tông mặt cầu thường đúc liền khối với hệ dầm mặt cầu. Xây dựng cầu vòm đổ tại chỗ có thể sử dụng các loại cần trục (dây cáp, trụ nổi, cần trục có cần, cần trục cống) nhưng hợp lý nhất là dùng cần trục dây cáp (dây thiên tuyến).