

2.5 - CÔNG TÁC VÁN KHUÔN .

2.5.1- Vai trò và yêu cầu đối với ván khuôn :

Ván khuôn là khuôn đúc của kết cấu bê tông , khuôn như thế nào thì sản phẩm như vậy, do đó ván khuôn có vai trò quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của công tác bê tông :

1- Ván khuôn có vai trò định dạng cho kết cấu bê tông và BTCT , đảm bảo cho kết cấu có hình dạng và kích thước đúng như thiết kế.

2- Giữ kín nước xi măng đảm bảo cho bê tông có cường độ như thiết kế.

3- Bảo vệ cho vữa bê tông đang ninh kết .

4- Tạo bề mặt kết cấu có chất lượng cao.

Để đáp ứng được những vai trò trên , công tác ván khuôn phải đạt được những yêu cầu sau :

+ Kết cấu ván khuôn phải bền vững , chịu được tải trọng tác dụng lên.

+ Kết cấu đủ cứng không bị biến dạng , tạo được hình dạng kết cấu đúng như thiết kế.

+ Cấu tạo phải kín , giữ được nước xi măng cho bê tông rót vào trong khuôn.

+ Bề mặt nhẵn , tạo bề mặt bê tông chất lượng cao và dễ bóc ván.

+ Dễ lắp dựng và dễ tháo dỡ.

+ Giá thành rẻ : nên sử dụng vật liệu tại chỗ và có thể sử dụng luân chuyển được nhiều lần.

Ván khuôn được chế tạo từ ba loại vật liệu : bằng gỗ, bằng thép và bằng nhựa tổng hợp. Ván khuôn dùng trong kết cấu cầu thường làm bằng thép hoặc gỗ thép kết hợp. Ván khuôn gỗ sử dụng khi số lần luân chuyển ít và có thể khai thác được vật liệu tại địa phương.

2.5.2- Cấu tạo ván khuôn gỗ :

Ván khuôn dùng cho các kết cấu của cầu, ở các bộ phận từ móng móng, trụ đến kết cấu nhịp hình dạng của chúng nằm trong mấy loại sau :

1- Hình khối chữ nhật.

2- Hình khối lăng trụ.

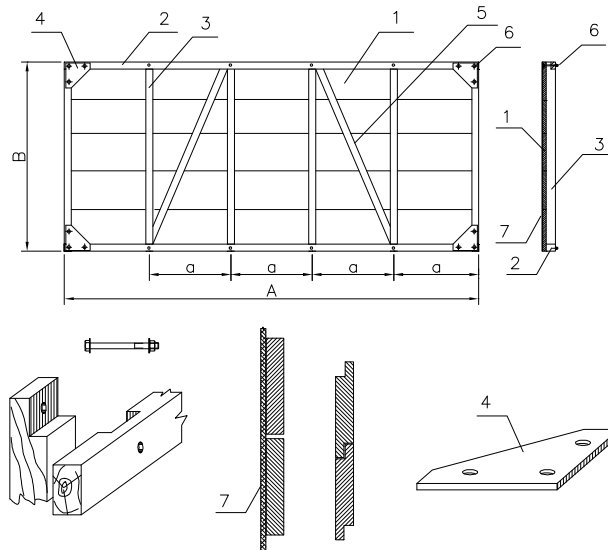
- 3- Khối hình trụ.
- 4- Hình hộp.
- 5- Kết hợp giữa các dạng trên.

Qua đó, chúng ta thấy rằng để tạo được những hình dạng như trên, ván khuôn phải ghép từ các mảnh ván ghép sẵn. Các ván ghép sẵn gọi là các tấm ván đơn. Ván đơn có hai dạng tấm phẳng và tấm có mặt cong.

Kích thước của mỗi tấm ván đơn đủ nhỏ để có thể mang vác thủ công nhưng cũng không quá nhỏ bởi khi đó sẽ tốn nhiều công lắp dựng và chi phí nhiều cho các thanh nẹp.

Chiều cao của tấm ván không quá 1,5m và diện tích bề mặt mỗi tấm không nên quá 4m².

Gỗ là vật liệu tuy không bền nhưng dễ khai thác tại chỗ. Do đặc điểm của công trình ít có khả năng luân chuyển sử dụng lại thì nên xem xét đến việc sử dụng ván khuôn gỗ mộc. Các bộ phận của ván đều dùng gỗ ván và gỗ xẻ thanh nhóm 5 và nhóm 6. Loại ván khuôn gỗ công nghiệp hiện nay ở nước ta còn ít dùng vì giá thành đắt chỉ sử dụng ở một số công trình dự án của nước ngoài và do công ty nước ngoài trúng thầu xây dựng.

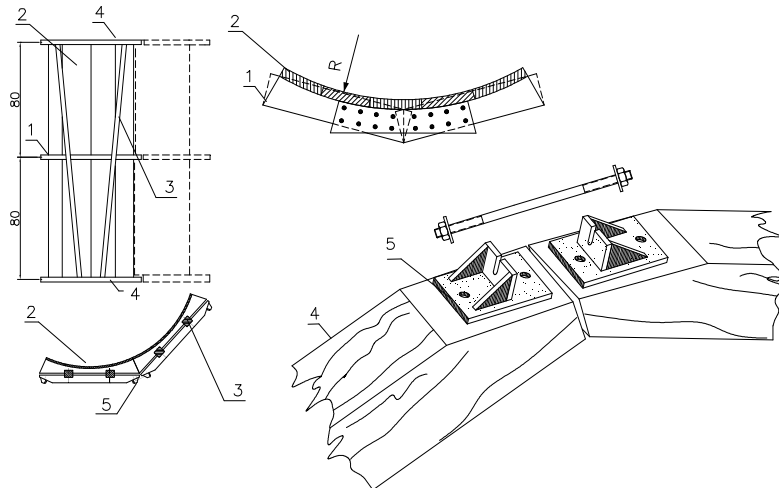


Hình 2.40- Cấu tạo tấm ván đơn bằng gỗ và các chi tiết của tấm ván : 1- ván lát. 2- khung be mép ván. 3- nẹp đứng. 4-ke sắt.5- giằng tăng cứng. 6- bu lông. 7- lớp bọc mặt ván.

Cấu tạo của một tấm ván đơn bao gồm : các tấm ván xẻ chiều dày $\delta = 3 \div 4$ cm ghép lại với nhau thành một mặt phẳng, xung quanh có các thanh gỗ xẻ đóng thành khung vuông bao lấy các mép ván. Ở bốn góc có bốn tấm tôn 2mm làm thành bốn tấm ke, giữ cho bốn góc luôn vuông. Theo cạnh dài của tấm ván cứ cách 70 ÷ 80cm đặt một thanh nẹp đứng bằng gỗ xẻ kích thước 6 ÷ 8cm, dùng đinh 5 ÷ 6cm đóng ván lát vào các nẹp đứng. Để tấm ván không bị biến hình cần đóng hai thanh nẹp chéo theo hai hướng khác nhau nằm lọt giữa hai nẹp đứng. Trên mặt ván dùng tôn mỏng hoặc gỗ dán bọc bên ngoài để tạo nhẵn và che kín các khe hở giữa các mảnh ván. Nếu không bọc, các mảnh ván phải bào nhẵn mặt và ghép theo mộng vuông.

Để ghép ván khuôn cho đầu tròn của trụ hay cột trụ tròn phải chế tạo các tấm ván cong. Thực chất mặt ván không cong tròn mà là gãy khúc nhiều cạnh. Trước hết người

ta chọn những tấm ván khổ rộng có chiều dày 5÷8cm dài từ 80÷100cm xếp cạnh nhau trên mặt bằng rồi vẽ nửa vòng tròn bán kính bằng bán kính đường cong của đầu trụ sao cho cung tròn chỉ cắt vào một phần các mép ván. Theo các đường vẽ này người ta dùng cưa cắt lấy phần lõm trên các mảnh ván. Dùng các mảnh ván này chế tạo thành các đai ngang của tấm ván cong. Nếu các mảnh ván không đủ dài thì nối hai mảnh lại sát vào nhau và đặt chồng một mảnh thứ ba lên phủ qua mỗi ghép rồi đóng đinh chập cả ba mảnh ván lại. Mỗi tấm ván có ba đai ngang, mỗi đai đặt cách nhau 80cm. Những thanh ván dùng để ghép mặt ván phải xẻ hẹp, bề rộng đều nhau và bằng 8÷10cm chiều dài 160cm. Theo đường cong đã xẻ trên các đai lần lượt đóng các thanh ván ghép song song với nhau tạo thành mặt cong cần thiết. Để tạo nhãn và bịt kín khe hở trên mặt ván bọc một lớp tôn mỏng hoặc nhựa Foocmica. Phía lưng của tấm ván dùng hai thanh gỗ xẻ làm nẹp đứng đóng chéo chữ V vào những rãnh khắc trên ba thanh ván đai. Chiều sâu rãnh khắc bằng 1/2 chiều dày thanh nẹp đứng. Ở hai đầu tấm ván có hai thanh nẹp ngoài kích thước 8×10 cm có khắc hai rãnh vừa lọt thanh nẹp đứng và sâu bằng 1/2 chiều dày thanh nẹp, hai đầu vạt chéo song song với tiếp tuyến của vòng tròn tại vị trí nối các tấm ván để trên đó lắp các mẫu thép góc. Hai thanh nẹp ngang này đóng chặn lên các đầu thanh nẹp đứng, có tác dụng tăng cứng cho tấm ván đồng thời làm thành các đai ngoài ghép những tấm ván cong lại với nhau thành vòng tròn hoặc nửa vòng tròn như hình vẽ 2.41.



Hình 2.41- cấu tạo tấm ván cong và các chi tiết của ván.

1- Ván đai. 2- ván lát. 3- nẹp đứng. 4- nẹp ngang. 5- mẫu nối bằng thép góc.

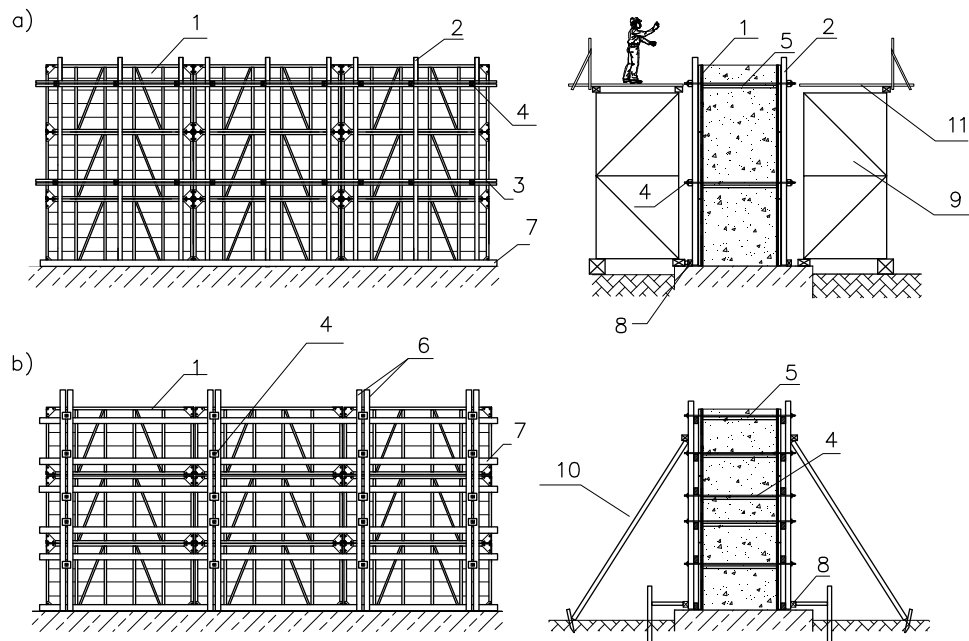
Ván khuôn của một kết cấu như bệ móng, thân mố, thân trụ hoặc xà mũ trụ đều có đặc điểm chung là có dạng kết cấu hình hộp, cấu tạo từ các mặt phẳng ghép lại do vậy thể dùng chung cùng một hay hai loại tấm ván đơn để lắp dựng thành. Nguyên tắc chung để ghép một kết cấu ván khuôn hình hộp như sau :

- Những tấm ván đơn có kích thước định hình ghép lại với nhau thành các mặt phẳng, trong mỗi mặt phẳng những tấm ván đơn phải bố trí sao cho chúng được sử dụng tối đa, những chỗ có kích thước hoặc hình dạng không ghép vừa một tấm ván đơn định hình thì chế tạo riêng một tấm ván phi tiêu chuẩn ghép vừa vào vị trí đó.

- Các tấm ván đơn trong một mặt phẳng liên kết với nhau bằng các thanh nẹp của

khuôn bao gồm nẹp ngang và nẹp đứng bằng gỗ xẻ. Các thanh nẹp đặt cắt chéo vuông góc với nhau. Nếu các tấm ván đơn ghép lại với nhau thành từng tầng theo mặt phẳng trước sau đó các tầng lại liên kết với nhau thành mặt phẳng thì nẹp ngang đặt bên trong, mỗi tầng ván đặt hai hàng nẹp ngang ở gần các mép ván, nẹp đứng đặt bên ngoài đỡ các hàng nẹp ngang và liên kết các tầng lại với nhau thành mặt phẳng. Hoặc đặt chồng các tấm ván đơn lên nhau thành một hàng và dùng các nẹp đứng đỡ bên ngoài ván tạo thành mặt phẳng, xếp các hàng thẳng nhau và bên ngoài cùng dùng các thanh nẹp ngang của khuôn đỡ các thanh nẹp đứng.

- Hai mặt phẳng ván đối diện nhau được giằng lại với nhau bằng các thanh bulông bằng thép $\varnothing 14$ hoặc $\varnothing 16$ tiện ren ở hai đầu nhô dài ra khỏi các hàng nẹp ngoài cùng. Khoảng cách giữa hai mặt phẳng ván được duy trì bằng các thanh văng chống bên trong và khi đổ bê tông đến đâu thì tháo văng chống đến đó.

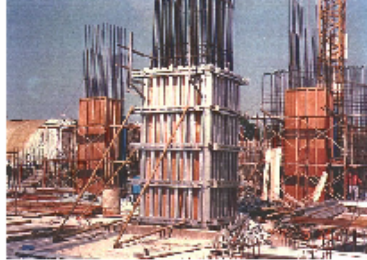


Hình 2.42- Biện pháp ghép ván khuôn gỗ từ các tấm ván đơn định hình.

a) Hình thức ghép mặt phẳng hàng ;

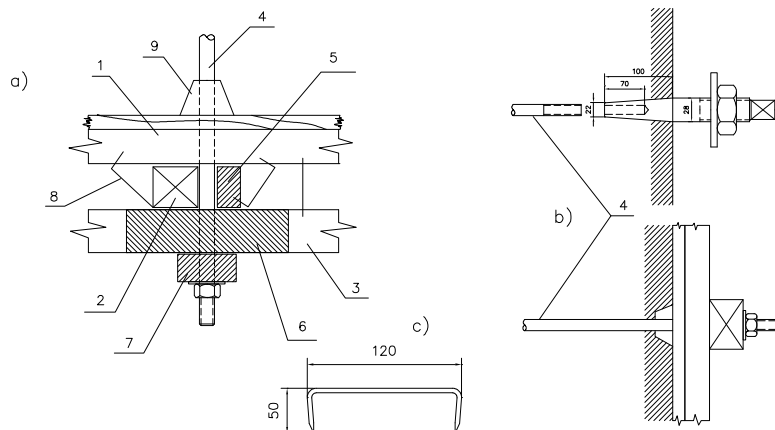
b) Hình thức ghép mặt phẳng theo tầng.

1- tấm ván đơn. 2- nẹp đứng trong của khuôn. 3- nẹp ngang ngoài (kẹp đôi) của khuôn. 4- bulông giằng $\varnothing 14$. 5- văng chống. 6- nẹp đứng ngoài (kẹp đôi) của khuôn. 7- nẹp ngang trong của khuôn. 8- nẹp ngang giữ chân ván. 9- đà giáo. 10- thanh chống xiên. 11- sàn công tác.



Đầu các thanh giằng nhô ra ngoài mặt bê tông một khoảng bằng 50cm để xiết đai ốc ép các thanh nẹp vào tấm ván, sau khi dỡ ván khuôn phải đục bỏ phần bê tông xung quanh thanh giằng sâu vào trong và cắt bỏ đoạn đầu thừa này sau đó trám lại bằng vữa xi măng mác cao lấp kín đầu thanh. Để tránh không phải đục bê tông người ta có hai cách giải quyết : một là bọc đoạn thanh chỗ tiếp giáp với mặt ván bằng một nút gỗ hoặc nút nhựa hình chóp cụt ; cách thứ hai là dùng đầu chụp bu lông tháo rời lắp vào đầu thanh giằng đặt sâu vào trong bê tông, đầu chụp này có dạng hình côn nên khi dỡ ván khuôn có thể vạy ra khỏi đầu thanh giằng dễ dàng.

Sau khi lắp dựng xong, ván khuôn chịu tác động của lực ngang gồm tải trọng gió và tải trọng va xô của thiết bị thi công có thể bị xô nghiêng hoặc lật đổ vì vậy ở cả bốn mặt phải có hệ thống đà giáo chống đỡ để giữ ổn định cho ván khuôn. Kết cấu đà giáo chống ngoài có thể là các thanh chống xiên xuống mặt đất hoặc được lắp từ các thanh YỒM.



2.43- Chi tiết lắp các thanh nẹp ngoài của khuôn.

1- tấm ván. 2- nẹp đứng. 3- nẹp ngang. 4- thanh giằng. 5- thanh kê đứng. 6- thanh kê ngang. 7- thanh đệm bu lông. 8- đinh đĩa. 9- gỗ bọc thanh giằng

Thanh giằng xuyên qua các chiều dày của ván (bao gồm cả nẹp ván) và của hai tầng nẹp ngoài của khuôn. Phải đặt sao cho vị trí thanh giằng không trùng vào nẹp của

ván để chỉ phải khoan xuyên qua ván mà không qua nẹp giữ cho tiết diện làm việc của nẹp được nguyên vẹn. Đối với các thanh nẹp ngoài của khuôn cũng không được khoan xuyên qua chúng để luồn thanh giằng qua mà dùng một đoạn gỗ có chiều cao bằng với chiều cao của thanh nẹp kê song song bên cạnh và luồn thanh giằng qua khe hở giữa chúng. Để truyền đều lực từ thanh giằng lên nẹp và thanh kê dùng một đoạn gỗ ngắn có khoan lỗ và lắp vào phía dưới bản đệm của đai ốc thanh giằng như thể hiện trong hình vẽ 2.43a. Trước khi lắp thanh giằng và xiết đai ốc các thanh nẹp và thanh kê được gá tạm vào khuôn bằng các đinh đĩa.

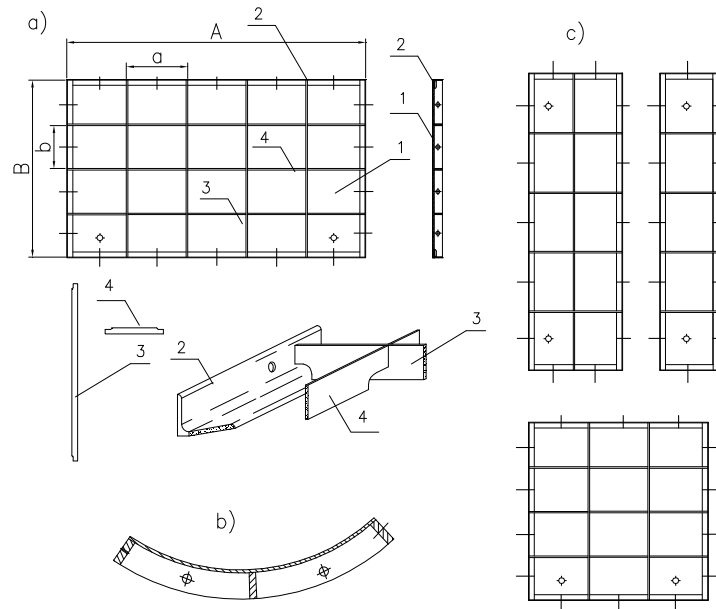
Đinh đĩa sử dụng phổ biến trên công trường dùng để liên kết tạm các chi tiết của đà giáo ván khuôn bằng gỗ với nhau. Đinh có hình chữ [hai móc vuông nhọn đầu được rèn bằng cốt thép $\varnothing 8$, chiều dài 120mm móc dài 50mm.

Cấu tạo của ván khuôn gỗ rất phức tạp, số lần luân chuyển ít và khó bảo quản, mặt khác vật liệu gỗ đối với nước ta ngày càng hiếm cho nên hiện nay trên các công trường xây dựng cầu ván khuôn chủ yếu làm bằng thép.

2.5.3 - Cấu tạo ván khuôn thép :

Tấm ván đơn bằng thép có cấu tạo đơn giản hơn là ván gỗ do đặc điểm của vật liệu. Tấm ván đơn được thiết kế theo một số chủng loại. Loại tấm lớn có kích thước 1250×2500 mm, loại và loại nhỏ thu hẹp theo chiều cao và theo chiều dài để có thể kết hợp với nhau ghép thành các khuôn có kích thước thay đổi. Cấu tạo của mỗi tấm ván bao gồm một tấm tôn lát có chiều dày $\delta = 2,5 \div 3\text{mm}$, xung quanh dùng thép góc L75×75×8 , L80×80×8 để đóng khung viền bao kín các mép ván , trên cánh đứng của thép góc khoan sẵn các lỗ khoan đường kính $\varnothing 20$ có khoảng cách thống nhất để liên kết các tấm ván lại với nhau bằng bulông. Do tôn lát mỏng nên phải tăng cường ở phía sau tấm ván các sườn tăng cường đứng và ngang. Trong đó sườn đứng bố trí theo cạnh ngắn và liên suốt theo cạnh này còn sườn ngang chia ra thành từng đoạn lợt giữa khoảng cách của hai sườn đứng và hàn vào sườn đứng.





Hình 2.44- Cấu tạo tấm ván đơn bằng thép .

a) Tấm ván phẳng.

b) Tấm ván cong.

c) Các tấm ván có kích thước nhỏ .

1- tôn lát. 2- viền cạnh bằng thép góc. 3- sườn tăng cường đứng. 4- sườn tăng cường ngang.

Các bộ phận của tấm ván đều liên kết với nhau bằng hàn. Trên tấm ván khoan sẵn hai lỗ khoan ở hai góc để lắp thanh giằng sau này.

Chế tạo các tấm ván cong mặt trụ hay mặt cong hình chóp cụt bằng cách dùng tấm tôn uốn theo các sườn ngang bằng thép dày 8mm đã cắt sẵn theo hình vành khăn. Xung quanh tấm ván cũng phải có thanh viền mép và khoan sẵn lỗ để lắp bu lông liên kết giữa các tấm ván với nhau.

Các tấm ván liên kết với nhau bằng cách bắt bulông theo cạnh của thép góc viền mép, có gioăng cao su đệm ở giữa để giữ kín nước. Ngoài ra có thể liên kết bằng then và chốt hình nêm, cách liên kết này có ưu điểm lắp ráp nhanh chóng và vẫn đảm bảo chắc chắn.

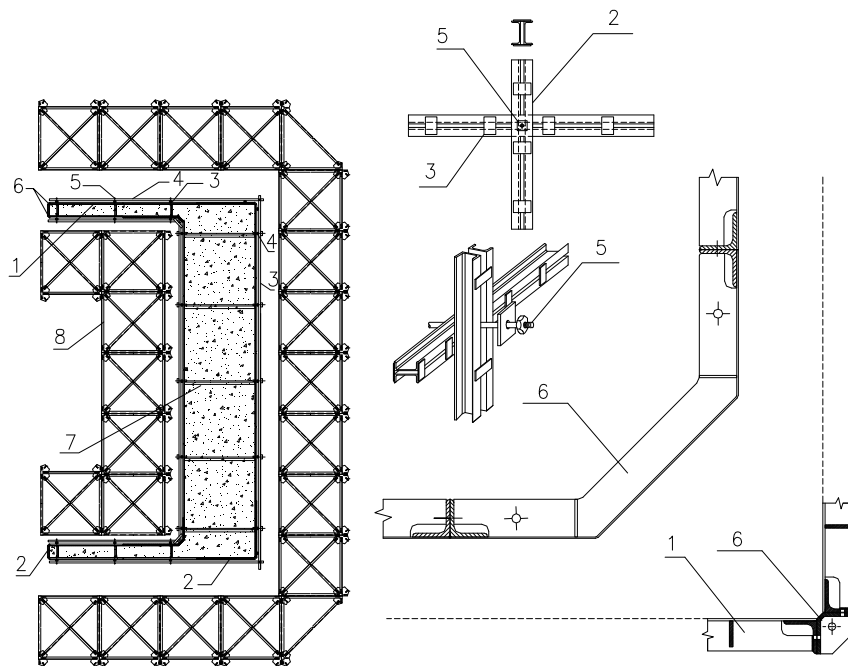
Cấu tạo của ván khuôn mô và ván khuôn trụ ghép từ các tấm ván thép khác với ván khuôn ghép từ các tấm ván gỗ. Trong ván khuôn gỗ, các tấm ván đơn ghép lại với nhau thành mặt phẳng nhờ các nẹp bên ngoài của khuôn còn trong ván khuôn thép, các tấm ván liên kết lại với nhau thành mặt phẳng bằng liên kết các thép góc cạnh với nhau. Các thanh nẹp ngoài làm thành hệ khung tăng cứng cho mặt phẳng của các tấm ván. Các thanh nẹp ngoài đều làm bằng thép hình gồm hai thanh thép chữ [loại cao 120mm ghép đôi lại với nhau liên kết kiểu bản giằng.

Các mặt phẳng của ván khuôn đều khép kín tại các góc bằng một thanh liên kết có tạo vát chêm cạnh chống sụt cho bê tông, thanh này có chiều dài bằng kích thước một cạnh của tấm ván và khoan lỗ tương ứng với các lỗ khoan trên cạnh mép của tấm ván. Thanh liên kết góc chế tạo bằng thép tấm $\delta=8\text{mm}$, dập theo hình góc vuông chêm cạnh

và có gân tăng cứng. Phải tổ hợp các loại ván có kích thước khác nhau sao cho vừa đủ chiều dài của kết cấu bê tông, nếu không đủ thì chế tạo riêng một tấm ván theo kích thước đo tại chỗ để ghép vào mà không ghép đuôi như ván khuôn gỗ.

Thanh giằng xuyên qua lỗ khoan sẵn trên tấm ván và luồn qua khe hở giữa hai nhánh của thanh nẹp mà không phải khoan lỗ trên thanh nẹp. Các thanh nẹp ngang và nẹp đứng giao nhau tại vị trí thanh giằng. Bên trong ván khuôn tại vị trí các thanh giằng dùng gỗ chống giữa hai mặt ván khuôn.

Để lắp gá các thanh nẹp đứng vào mặt phẳng ván khuôn trước khi có các thanh giằng người ta dùng các móc cằng của móc vào hai lỗ khoan sẵn trên sườn ngang hoặc cắm vào thành của tấm ván ôm lấy thanh nẹp đứng rồi dùng nêm nêm chặt vào giữa cằng của và thanh nẹp (hình 2.47,a).



Hình 2.45- Cấu tạo ván khuôn thép đổ bê tông mô chữ U.

1- tấm ván đơn kích thước lớn 2- các tấm ván đơn kích thước nhỏ và tấm ván có kích thước không tiêu chuẩn. 3- nẹp đứng của khuôn. 4- nẹp ngang của khuôn. 5- bu lông giằng. 6- thanh nối góc tạo vát chống sụt. 7- văng chống bên trong. 8- đà giáo bằng Yôôm

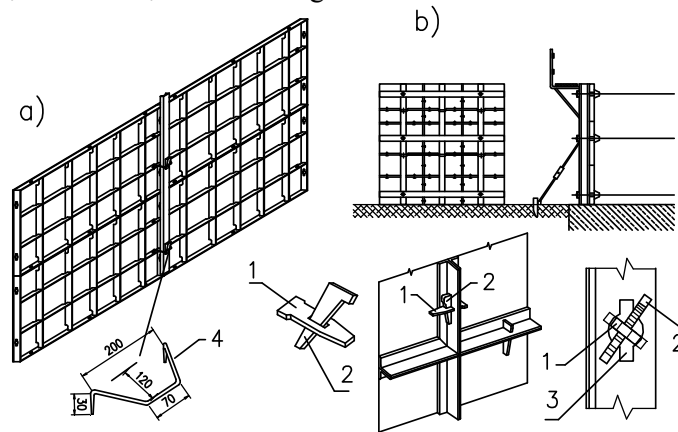
2.5.4 – Biện pháp lắp dựng ván khuôn :

Các loại ván khuôn khi lắp dựng đều phải quan tâm đến yêu cầu bóc dỡ sau này sao cho dễ dàng và không gây chấn động đến kết cấu bê tông.

Để bóc ván được dễ dàng, trên bề mặt ván khuôn phía tiếp giáp với bê tông phải quét một lớp chống dính. Chất chống dính cho ván khuôn là dầu máy hoặc nước xà phòng pha bột tan, sao cho khi quét lên mặt ván dựng đứng không bị chảy mất và không dây bẩn sang cốt thép, bề mặt bê tông bóng sáng. Nếu bề mặt kết cấu có yêu cầu

về mỹ quan thì chất chống dính phải được xem xét sao cho màu sắc của chất này để lại trên mặt bê tông phải trùng với màu sắc theo yêu cầu kiến trúc.

Thông thường, nếu mặt bằng thi công rộng rãi thì sau khi dựng xong khung cốt thép mới tiến hành lắp các tấm ván khuôn thành. Nếu ở một phía nào mà không gian thi công chật hẹp thì phải đặt ván vào phía đó trước, sau khi dựng xong khung cốt thép thì ghép với các tấm ván còn lại thành khung.



Hình 2.47 – Lắp dựng ván khuôn thành .

a) Gá các tấm ván đơn thành mặt phẳng bằng móc càng cua và chốt bằng then.

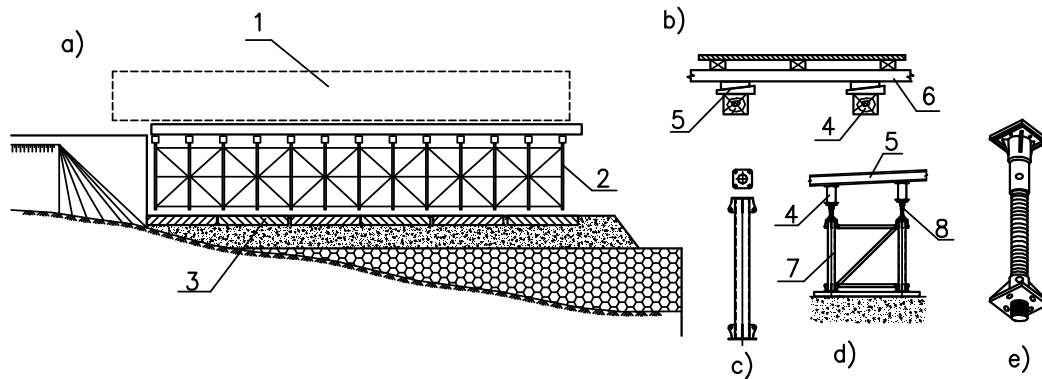
b) Chống giữ ván thành bằng chống xiên.

1- then . 2- chốt nêm. 3- lỗ khoá .4- móc càng cua.

Đối với kết cấu bản đúc trên ván khuôn đáy thì bắt buộc phải ghép ván khuôn trước sau đó rải cốt thép bản lên trên mặt ván.

Ván khuôn đáy chịu tải trọng thẳng đứng do trọng lượng và tải trọng thi công gây ra. Để chịu được tải trọng này, ván đáy phải dựa trên hệ dầm đỡ của kết cấu đà giáo và khi đã có vữa bê tông, ván đáy luôn dè lên dầm đỡ. Để tháo dỡ ván đáy ra khỏi bê tông cần phải bố trí thiết bị hạ đà giáo kê giữa ván đáy và dầm đỡ nhằm điều chỉnh cao độ điểm kê sao cho mọi điểm kê đều đỡ vào ván đáy đồng thời tháo hẫng đà giáo ra khỏi ván đáy một cách êm thuận sau đó bóc ván khuôn ra khỏi bê tông được dễ dàng. Thiết bị đỡ đà giáo với độ tháo hẫng nhỏ thì dùng nêm gỗ hai mảnh, còn khi độ cao phải điều chỉnh lớn người ta dùng kích vít như hình 2.46

Đối với ván khuôn thành, tải trọng tác dụng lên ván là áp lực ngang do vữa bê tông và các tải trọng ở trên bề mặt khối vữa. Áp lực này đẩy ra hai bên thành, vì vậy để chống áp lực này, hai bên mặt ván được giằng với nhau bằng các bu lông bố trí tại các giao điểm của hệ thanh nẹp ngang và nẹp đứng đỡ phía ngoài ván khuôn. Để giữ ổn định cho cả hệ thống ván khuôn chống các lực xô ngang do gió hoặc lực va quệt của các thiết bị thi công thì dùng các thanh chống xiên xuống đất ở về hai phía hoặc nếu kết cấu cao quá có thể dùng đà giáo dựng vây xung quanh. Các tấm ván liên kết với nhau thành mặt phẳng bằng bu lông hoặc bằng chốt nêm. Ban đầu chưa lắp được bu lông giằng, các thanh nẹp đứng ắp tạm vào mặt phẳng ván bằng các móc càng cua và nêm gỗ (Hình 2.47).

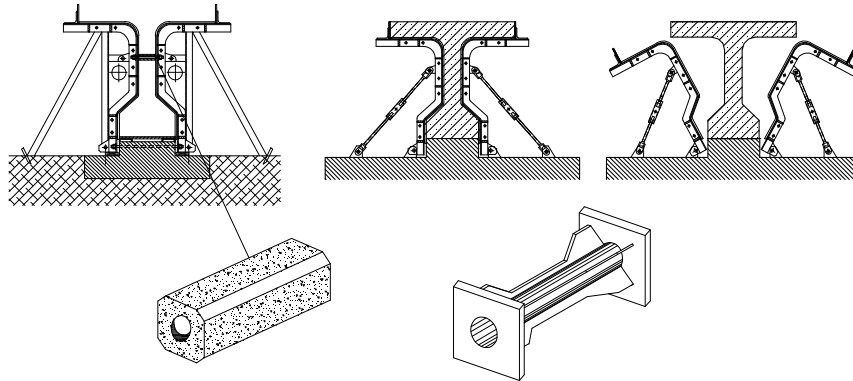


Hình 2.46- Biện pháp lắp dựng ván khuôn đáy.

- a) Sơ đồ tổ chức thi công đúc đầm BTCT trên đà giáo cố định.
- b) Kê ván đáy trên nệm hai mảnh.
- c) Cấu tạo cột của đà giáo MIK.
- d) Kê ván khuôn trên kích vít.
- e) Cấu tạo kích vít.

1- Dầm BTCT. 2- Đà giáo cố định. 3- Móng tạm bằng bê tông. 4- Dầm dọc của đà giáo. 5- Nệm 2 mảnh. 6- Dầm ngang của đà giáo. 7- Đà giáo MIK. 8- Kích vít.

Ván khuôn thành ghép kín xung quanh và đổ bê tông. Đối với kết cấu có chiều cao 4÷5m thì việc liên lạc giữa bên trong và bên ngoài khuôn sẽ gặp khó khăn, vì vậy người ta sẽ để trống một phía ván khuôn và ghép dần từng đợt theo quá trình đổ bê tông hoặc trên mặt ván bố trí một số cửa sổ, khi đổ bê tông đến nơi thì đóng kín cửa sổ này lại. Cũng có thể sử dụng bộ đàm để liên lạc giữa bên trong khuôn và bên ngoài trong trường hợp thành ván ghép cao.



Hình 2.48 – Biện pháp lắp dựng ván khuôn kết cấu thành mỏng.

Đối với kết cấu có thành mỏng như tường bê tông, sườn dầm... việc dùng các thanh gỗ làm văng chống giữa hai mặt ván đối diện sẽ không thể lấy ra được trong quá trình đổ bê tông. Các thanh văng chống phải để lại nhưng không làm ảnh hưởng đến chất lượng bê tông của tường. Các thanh này được làm bằng bê tông đúc sẵn có chiều dài bằng chiều dày của kết cấu và tạo lỗ dọc theo thanh để luồn bulông giằng qua, hoặc làm bằng ống nhựa cứng ở hai đầu loe rộng để tựa vào hai bên mặt ván. Hai bên mặt ván

được chống bằng các thanh chống xiên hoặc dùng thanh chống xiên có tăng - đỡ để điều chỉnh và đóng mở ván.

2.5.5 – Tính toán thiết kế ván khuôn :

Tính toán thiết kế ván khuôn nhằm chọn kích thước của các bộ phận ván khuôn phù hợp với điều kiện chịu lực , đáp ứng được các yêu cầu về cường độ , độ cứng.

2.5.5.1- Tải trọng tác dụng lên ván khuôn :

Tải trọng tác dụng lên ván khuôn đáy khác với tải trọng tác dụng lên ván khuôn thành.

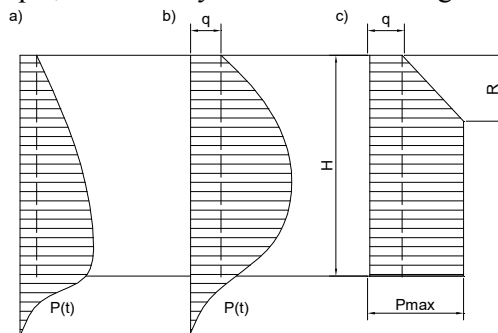
Tác dụng lên ván đáy bao gồm : trọng lượng vữa bê tông , trọng lượng khung cốt thép , trọng lượng bản thân của các bộ phận ván khuôn bao gồm cả các ván khuôn thành, lực xung kích do vữa rơi , lực xung kích do đầm và tải trọng thi công ngoài lực xung kích do đầm có chiều sâu tác dụng nhất định , những tải trọng khác còn lại đồng thời tác dụng lên ván khuôn cho đến khi ngừng đổ bê tông.

Khi không có số liệu chính xác, tải trọng thẳng đứng có thể tạm lấy như sau :

- Trọng lượng riêng vữa bê tông ướt γ_{bt} : 25 kN/m³.
- Trọng lượng riêng bản thân ván khuôn gỗ : 7 kN/m³.
- Trọng lượng khung cốt thép : 1 kN/m³ bê tông.
- Tải trọng thi công gồm người và thiết bị cầm tay : 2,5 kN/m².
- Lực xung kích do đầm : 2 kN/m²

Chiều sâu tác dụng của đầm 70cm.

Tải trọng tác dụng lên ván khuôn thành là những tải trọng thẳng đứng thông qua môi trường vữa chưa ninh kết chuyển thành áp lực ngang. Cường độ áp lực ngang của vữa phụ thuộc vào độ sệt , trọng lượng cốt liệu và phương pháp đầm. Áp lực vữa sẽ giảm dần trong quá trình đông kết của vữa và sẽ mất hẳn khi bê tông đã đông cứng, nhưng ứng suất và biến dạng do nó gây ra cho ván khuôn thì vẫn tồn tại cho đến khi dỡ ra khỏi kết cấu, tuy nhiên áp lực đó có thay đổi chút ít do co ngót của bê tông.



Hình 2.49- Biểu đồ áp lực vữa bê tông lên ván thành .

a) Vữa không đầm. b) Vữa có đầm. c) Biểu đồ tính toán.

Vữa bê tông không đầm có cấu trúc tương tự như đất cát pha no nước và tác dụng lên ván thành giống như áp lực ngang của loại nền này tác dụng lên tường ván. Khi vữa bê tông được đầm, trong phạm vi tác dụng của đầm liên kết giữa các thành phần hạt của vữa bê tông bị phá vỡ, vữa chảy lỏng và áp lực của nó giống như áp lực của chất lỏng lên thành bình, phân bố theo qui luật thủy tĩnh. Ở sâu hơn phạm vi tác dụng của đầm các liên kết trong vữa bê tông được phục hồi, vữa bê tông dần đặc lại, áp lực vữa

phụ thuộc vào độ sệt càng xuống sâu độ sệt càng tăng áp lực ngang càng giảm và mất hẳn khi vữa bê tông đã đông cứng. Để đơn giản cho tính toán, trong khu vực vữa bê tông đang ninh kết, áp lực ngang của vữa tác dụng lên ván thành coi như không đổi, xuống thấp hơn chiều sâu H, áp lực này nhỏ không đáng kể và coi như không còn tác dụng. Chiều sâu H được xác định bằng chiều dày lớp bê tông đổ trong thời gian 4 giờ là thời hạn vữa bê tông ninh kết không có phụ gia.

$$H = 4h$$

h- tốc độ đổ bê tông (m/h).

Áp lực ngang của vữa xác định theo công thức :

$$P_{\max} = n(q + \gamma_{bt}R) \quad \text{kN/m}^2 \quad (2-35)$$

n- hệ số tải trọng 1,3.

γ_{bt} – trọng lượng thể tích của vữa bê tông 25 kN/m³

R- chiều sâu tác dụng của đầm (xem bảng 2-8) (m) .

q- tải trọng thẳng đứng bao gồm :

q_1 - lực xung kích do vữa rơi khi đổ bằng gầu , phụ thuộc vào dung tích của gầu đổ bê tông:

+ khi dung tích gầu: $< 0,2\text{m}^3$; $q_1 = 2,0 \text{ kN/m}^2$

+ khi dung tích gầu: $0,2 \div 0,8 \text{ m}^3$; $q_1 = 4,0 \text{ kN/m}^2$

nếu rót vữa bằng máy bơm hoặc thông qua ống vòi voi thì $q_1 = 0$.

q_2 - lực xung kích do đầm : 2,0 kN/m².

q_3 – tải trọng thi công : 2,5 kN/m².

Áp lực ngang của vữa khi tốc độ đổ bê tông $v > 0,5\text{m/h}$ và nhiệt độ vữa bê tông $> 27^\circ\text{C}$ có thể áp dụng công thức sau, không xét đến chiều sâu ảnh hưởng R của đầm :

$$p = \gamma_{bt} (0,27v + 0,78) k_1 k_2 \quad (2-36)$$

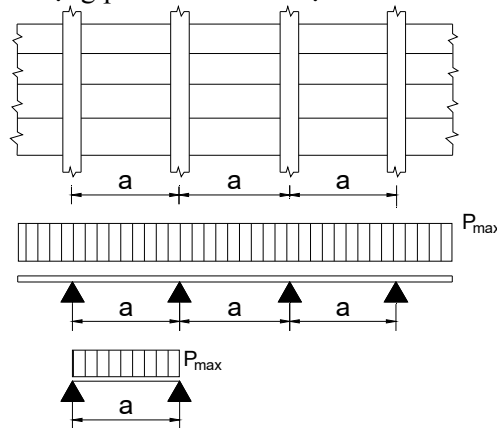
trong đó : k_1 – hệ số xét ảnh hưởng của độ sụt , độ sụt 8-10 cm $k_1 = 1,2$.

k_2 – hệ số xét ảnh hưởng của nhiệt độ trong vữa $T^0 = 28 \div 32^\circ\text{C}$, $k_2 = 0,85$

2.5.5.2- Tính toán ván khuôn gỗ :

a) Tính ván lát ngang :

Ván lát gồm các thanh ván ghép lại với nhau, khi tính toán không tính riêng cho một miếng ván nào mà tính cho 1m chiều rộng coi như một tiết diện, không phân biệt mộng ghép giữa các miếng ván. Khi đó áp lực vữa được nhân với 1m chiều rộng và tải trọng tác dụng lên ván là tải trọng phân bố có đơn vị tính là kN/m .



Hình 2.50- Sơ đồ tính ván lát ngang.

Ván lát ngang tựa lên các thanh nẹp của ván, như vậy sơ đồ tính của ván là dầm liên tục tựa trên các gối là các thanh nẹp, khẩu độ tính của ván là khoảng cách a giữa các nẹp.

Mômen uốn tại mặt cắt giữa nhịp tính toán của ván được tính theo giá trị mômen giữa nhịp của dầm giản đơn nhân với hệ số xét đến tính ngàm của dầm liên tục $\alpha=0,8$.

$$M'' = 0,8 \frac{P''_{\max} a^2}{8} \text{ kNm} \quad (2-37)$$

P''_{\max} - áp lực tính toán kN/m.

a- khoảng cách nẹp m.

Độ võng lớn nhất tại mặt cắt giữa nhịp ván :

$$f = \frac{P''_{\max} a^4}{127EJ} \quad (2-38)$$

trong công thức (2-38) tải trọng do áp lực ngang là giá trị tiêu chuẩn với $n=1,0$.

a- khoảng cách giữa các nẹp.

E- môđun đàn hồi của gỗ ván khuôn 12000 MPa.

J- mô men quán tính của tiết diện 1m ván.

Theo điều kiện cường độ của ván xác định chiều dày của ván lát ngang :

$$\delta = 10 \sqrt{\frac{6M''}{R}} \quad (2-39)$$

M'' – mô men uốn tính toán xác định theo (2.36) kNm.

R- cường độ tính toán của gỗ ván khuôn (nhóm 6) lấy bằng 6 MPa.

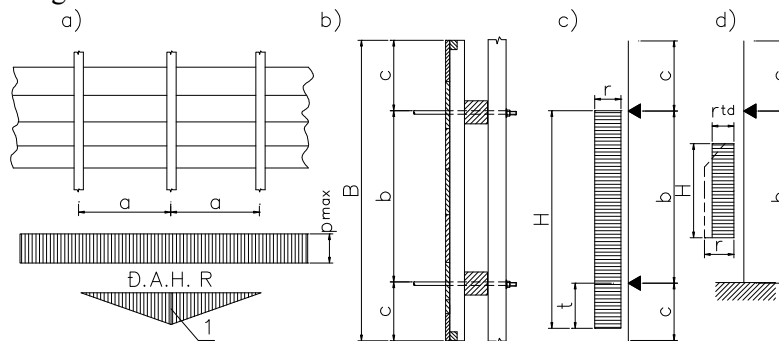
Tính duyệt điều kiện độ cứng của ván khuôn đảm bảo để bề mặt của bê tông có thể được chấp nhận là phẳng :

$$f \leq \frac{1}{250} a \quad (2-40)$$

a- khoảng cách giữa các nẹp.

b) Tính toán nẹp đứng của ván :

Nẹp đứng tựa lên các thanh nẹp ngang của khuôn, mỗi tấm ván đơn cần 2 thanh nẹp ngang, vì vậy thanh nẹp đứng làm việc theo sơ đồ dầm mút thừa với khẩu độ tính là khoảng cách giữa hai thanh nẹp ngang (b). Tải trọng tác dụng lên nẹp đứng là phản lực gối của ván ngang truyền lên dưới dạng lực phân bố có giá trị bằng biểu đồ áp lực ngang p_{\max} nhân với diện tích đường ảnh hưởng của phản lực gối Ω_R của ván lát ngang lên thanh nẹp đứng.



Hình 2.51 – Sơ đồ tính nẹp đứng ván khuôn gỗ.

a) sơ đồ xác định tải trọng r. b) sơ đồ tính toán.

c) Trường hợp $H \geq b$. d) Trường hợp $H < b$.

Xác định tải trọng do áp lực vữa tác dụng lên nẹp đứng :

$$r = p_{\max} \frac{2a \times 1}{2} = p_{\max} a \quad (\text{kN/m}) \quad (2-41)$$

Sơ đồ tính của nẹp phân biệt hai trường hợp :

- Khi $H \geq b$:

$$M'' = \frac{nr(b^2 - t^2)^2}{8b^2} = \frac{np_{\max} a(b^2 - t^2)^2}{8b^2} \quad (\text{kNm}) \quad (2-42)$$

$$\text{với } t = H - b \text{ và lớn nhất là bằng } c = \frac{B - b}{2}$$

Độ võng có thể xác định theo công thức gần đúng sau :

$$f = \frac{ap_{\max} b^4}{85EJ_n} \quad (2-43)$$

J_n – mômen quán tính của nẹp đứng.

- Khi $H < b$:

Sơ đồ làm việc của nẹp lúc này là dầm một đầu ngàm và một đầu tựa vì phía dưới bê tông đã ninh kết chắc không cho ván khuôn chuyển dịch vào phía trong. Tuy nhiên để tiện cho tính toán và thiên về an toàn có thể sử dụng các công thức gần đúng sau :

$$\text{Mômen tính toán : } M'' = \frac{np_{td} a(2b - H)H}{10} \quad (2-44)$$

trong đó giá trị p_{td} – giá trị tính đối của biểu đồ áp lực vữa hình thang sang biểu đồ hình chữ nhật lấy bằng diện tích hình thang chia cho chiều cao H.

$$\text{Độ võng của nẹp : } f = \frac{ap_{td} H b^3 \left(1 - \frac{H^2}{2b^2} + \frac{H^3}{8b^3} \right)}{60EJ_n} \quad (2-45)$$

Vì ván đơn tiêu chuẩn được thiết kế để sử dụng được nhiều lần nên chỉ xét trường hợp bất lợi nhất và lấy giá trị mô men lớn nhất trong hai trường hợp trên. Nếu ván khuôn chỉ sử dụng có một lần thì mới tính cụ thể cho một trong hai trường hợp để tiết kiệm vật liệu.

c) Tính nẹp ngang của khuôn (hình 2.51, c) :

Nẹp ngang đỡ hai đầu nẹp đứng của ván, đến lượt mình nẹp ngang được đỡ bằng các nẹp đứng ngoài của khuôn và giữ bởi các thanh giằng. Khoảng cách giữa các nẹp đứng ngoài là d. Trong khi thiết kế cấu tạo của hệ nẹp chống giữ bên ngoài ván khuôn không nên khoan xuyên qua thân các thanh nẹp làm giảm yếu tiết diện của chúng mà nên dùng các đoạn gỗ ngắn khác kê đệm sao cho truyền được lực lên các điểm kê mong muốn. Hệ thống nẹp của ván khuôn gỗ có thể dùng các thanh như của ván khuôn thép.

Tải trọng tác dụng lên nẹp ngang là phản lực gối của các nẹp đứng của ván, phản lực này là lực tập trung, số lượng và điểm đặt phụ thuộc vào cấu tạo cụ thể. Để có thể

áp dụng được công thức tính tổng quát ta có thể đổi lực tập trung thành tải trọng phân bố bằng cách lấy phân lực gối chia cho khoảng cách giữa các nẹp đứng của ván là a.

Phản lực gối của nẹp đứng ván:

$$N_v = \frac{p_{\max} a (b^2 + t^2)}{2b} + p_{\max} a t \quad (\text{kN}) \quad (2-46)$$

Tải trọng tác dụng lên nẹp ngang khuôn :

$$v = \frac{N_v}{a} = p_{\max} \left(\frac{b^2 + t^2}{2b} + t \right) \quad (\text{kN/m}) \quad (2-47).$$

Sơ đồ tính toán của nẹp ngang khuôn là dầm liên tục nhiều nhịp tựa trên các gối là nẹp đứng ngoài và khẩu độ tính toán là d.

Mômen uốn giữa nhịp của nẹp ngang:

$$M'' = \frac{nv d^2}{10} \quad (\text{kNm}) \quad (2-48)$$

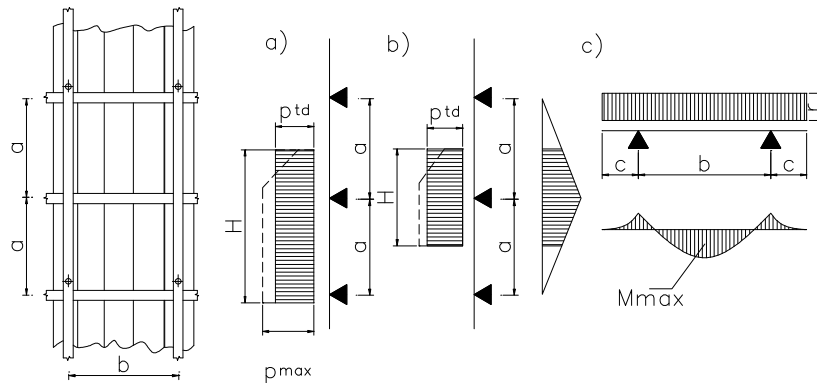
Độ võng lớn nhất của nẹp ngang :

$$f = \frac{v d^4}{127 E J_{nk}} \quad (2-49)$$

Nếu xoay các tấm ván đơn tiêu chuẩn một góc 90^0 , khi đó ván lát trở thành ván đứng và nẹp ván trở thành nẹp ngang, nẹp ngang khuôn trở thành nẹp đứng. Sơ đồ tính toán thay đổi lại. Bài toán tính ván lát đứng áp dụng cho ván khuôn của đầu trụ, ở vị trí đầu trụ luôn luôn là ván đứng.

d) Tính ván lát đứng :

Sơ đồ tính toán là dầm liên tục tựa trên các gối là các thanh nẹp của ván, khẩu độ tính toán là khoảng cách nẹp a.



Hình 2.52- Sơ đồ tính ván lát đứng.

- a) Sơ đồ xếp tải ván lát .
- b) Sơ đồ xếp tải xác định phản lực ván lên nẹp.
- c) Sơ đồ tính nẹp ngang.

Tải trọng là áp lực ngang của vữa tính theo giá trị tính đổi theo biểu đồ hình chữ nhật. Vì bước ván a không lớn nên H thường lớn hơn a.

Giá trị mô men uốn giữa nhịp ván xác định theo công thức :

$$M'' = \frac{np_{td}a^2}{10} \quad (2-50)$$

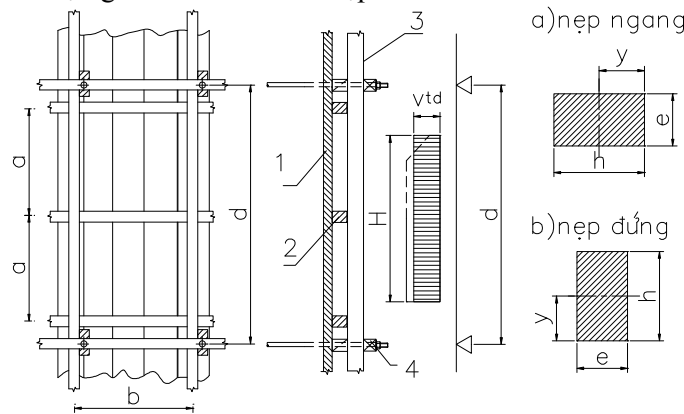
Độ võng xác định theo công thức :

$$f = \frac{p_{td}a^4}{127EJ} \quad (2-51)$$

Các thông số và đơn vị tính toán theo chỉ dẫn của các công thức (2-37),(2-38). Chọn chiều dày ván theo công thức (2-39) và tính duyệt độ cứng của ván theo (2-40) và các chỉ dẫn của hai công thức này.

e) Tính nẹp ngang của ván :

Tải trọng tác dụng lên nẹp ngang là phản lực của các đầu ván tựa lên dưới dạng tải trọng phân bố, xác định phản lực này bằng cách nhân áp lực tính đối p_{td} của vữa với diện tích Đ.A.H. phản lực gối của ván lát lên nẹp.



Hình 2.53 – Sơ đồ tính nẹp ngang có ván lát đứng và cách xác định ĐTHH của nẹp. 1-ván đứng. 2- nẹp ngang của ván. 3- nẹp đứng của khuôn. 4- nẹp ngang của khuôn

Xét hai trường hợp :

- Khi $H < 2a$:

$$r = p_{td} \left(1 - \frac{H}{4a}\right) H \quad (\text{kN/m}) \quad (2-52).$$

- Khi $H \geq 2a$:

$$r = p_{\max} a \quad (\text{kN/m}) \quad (2-53).$$

Sơ đồ tính là dầm giản đơn hai đầu hẫng, khẩu độ tính toán là b , chiều dài hai đầu hẫng là c .

Mômen lớn nhất tại giữa nhịp của nẹp ngang ván là :

$$M'' = nr \left(\frac{b^2}{8} - \frac{c^2}{2} \right) \quad (\text{kNm}) \quad (2-54)$$

Độ võng của nẹp xác định theo công thức gần đúng:

$$f = \frac{rb^4}{85EJ_n} \quad (2-55)$$

f) Tính nẹp đứng của khuôn :

Trước tiên xác định phân lực gối của nẹp ngang ván tác dụng lên nẹp đứng khuôn dưới dạng tải trọng phân bố :

$$v = r \left(\frac{b}{2} + c \right) \quad (\text{kN/m}) \quad (2-56)$$

Nẹp đứng làm việc theo sơ đồ dầm liên tục với khẩu độ tính toán là khoảng cách giữa các thanh nẹp ngang ngoài của khuôn là d.

Mômen uốn tại mặt cắt giữa nhịp nẹp đứng của khuôn :

- Trường hợp $H < d$

$$M'' = \frac{nv(2d - H)H}{10} \quad (\text{kNm}) \quad (2-57)$$

- Trường hợp $H \geq d$:

$$M'' = \frac{nv d^2}{10} \quad (\text{kNm}) \quad (2-58)$$

Độ võng nẹp đứng của khuôn :

$$f = \frac{v d^4}{127 E J_{nv}} \quad (2-59)$$

Tính duyệt các loại nẹp theo cường độ :

$$\sigma = \frac{M''}{W} \leq R_u$$

R_u – cường độ chịu uốn của gỗ nẹp lấy bằng 9Mpa.

Tính duyệt điều kiện độ cứng

$$f \leq \frac{1}{250} l$$

l- khẩu độ tính toán của nẹp.

Đặc trưng hình học của nẹp tính theo hình 2.53 a,b.

$$W = \frac{e h^2}{6}$$

h) Tính nội lực trong thanh giằng :

$$N = n p_{td} 2(b \times d) \quad (\text{kN}) \quad (2-60)$$

Tính duyệt cường độ thanh giằng :

$$\sigma = \frac{4N}{\pi \phi^2} \leq m R_0 \quad \text{Mpa} \quad (2-61)$$

ϕ - đường kính của thanh giằng mm

m – hệ số điều kiện làm việc và chuyển đổi đơn vị lấy bằng 7357.

R_0 – cường độ thép làm thanh giằng (thép các bon) lấy bằng 190MPa.

g) Tính thanh đai của ván khuôn đầu tròn trụ đặc :

Nội lực trong thanh đai :

$$S = \frac{nrD}{2} \quad (\text{kN}) \quad (2-62)$$

r- xác định theo (2.51) hoặc (2.52).

n- hệ số tải trọng 1,3.

D- đường kính của đầu trụ.

Tính duyệt điều kiện kéo đứt của thanh đai :

$$\sigma = \frac{S}{F} \leq R \quad (2-63)$$

F- diện tích tiết diện của thanh đai

R- cường độ chịu kéo của gỗ lấy bằng 10MPa.

Bố trí các hàng đinh đóng nối thanh đai :

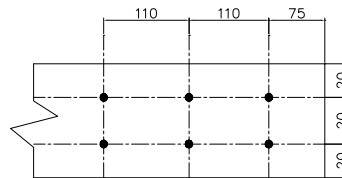
- Khả năng chịu cắt của một đinh 5 phân đóng vào ván gỗ thông dày 3cm
 $R_c=1,25$ kN.

- Số lượng đinh cần đóng để nối thanh đai :

$$N_d = k \frac{S}{R_c} \quad (\text{đinh}) \quad (2-64)$$

k- hệ số dự trữ lấy bằng 1,5.

Các đinh đóng theo hình mắt sàng với cự li như hình vẽ 2.54

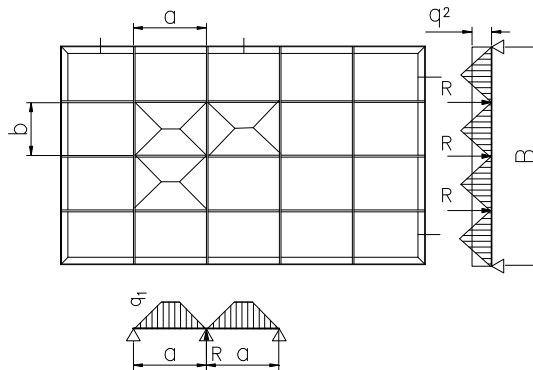


Hình 2.54- Qui cách bố trí đinh trên thanh 5F(5 phân) đai dày 3cm.

2.5.5.3- Tính toán ván khuôn thép:

Đặc điểm cấu tạo của ván khuôn thép so với ván khuôn gỗ

- 1- các tấm ván đơn liên kết với nhau và có thể truyền lực.
- 2- các thép ốp xung quanh ván truyền lực lên hệ nẹp ngoài của khuôn.
- 3- sườn tăng cường theo cạnh dài A chịu lực cục bộ trong khoang a. Sườn theo cạnh dài B chạy suốt truyền lực lên cạnh mép.
- 4- Tôn lát làm việc theo sơ đồ bản kê trên bốn cạnh.
- 5- Trong một ô cạnh dài là a và cạnh ngắn là b.



Hình 2.55- Sơ đồ tính sườn ngang và sườn dọc của tấm ván đơn của ván khuôn thép

a) Tính tôn lát :

Mômen uốn tại trung tâm của ô sườn cạnh a x b, tính theo bản kê trên bốn cạnh.

Bảng 2-14

Hệ số	a:b					
	1,0	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
α	0,0513	0,0665	0,0757	0,0817	0,0829	0,0833
β	0,0138	0,0199	0,0240	0,0264	0,0277	0,0281

$$M'' = \alpha n p_{td} a^2 \quad (2-65)$$

Độ võng tại trung tâm của ô a x b :

$$f = \beta \frac{p_{td} a^4}{E \delta^3} \quad (2-66)$$

trong đó α, β - hệ số phụ thuộc vào tỉ lệ giữa hai cạnh a và b lấy theo bảng 2-14
 E- môđun đàn hồi của thép
 δ - chiều dày của tôn lát.

Chọn chiều dày tấm tôn lát :

$$\delta \geq \sqrt{\frac{6M''}{bR_u}} \quad (2-67)$$

b) Tính nội lực trong sườn ngang

Sườn ngang làm việc theo sơ đồ dầm giản đơn. Tải trọng là áp lực vữa do 1/4 khoang sườn ở hai phía tiếp nhận và truyền lên:

$$q_1 = p_{\max} b \quad (2-68)$$

Mômen uốn giữa nhịp:

$$M'' = nq_1 \left(\frac{a^2 - b^2}{8} \right) + nq_1 \frac{b^2}{12} = np_{\max} b \left(\frac{3a^2 - b^2}{24} \right) \quad (2-69)$$

Không cần tính độ võng của sườn ngang ngắn vì độ võng của cả tấm phụ thuộc vào sườn dài theo cạnh B.

c) Tính nội lực và độ võng của sườn đứng :

Phản lực gối do sườn ngang truyền lên sườn đứng :

$$R = q_1 (2a - b) = p_{\max} b (2a - b) \quad (2-70)$$

Lực phân bố có dạng hình răng cưa gồm các biểu đồ tam giác cân chiều rộng đáy là b và chiều cao là $p_{td}b$. Để đơn giản cho tính toán ta đổi biểu đồ hình răng cưa thành biểu đồ hình chữ nhật quy đổi có tung độ :

$$q_2 = \frac{b p_{td}}{2} \quad (2-71)$$

Khi đó mô men uốn tại giữa nhịp sườn đứng xác định theo công thức :

$$M'' = nR \left[\frac{B(i-1)}{4} - b \left(\frac{i^2}{4} - \frac{i+3}{8} \right) \right] + \frac{nq_2 B^2}{8} \quad (2-72)$$

trong đó R, q_2 - xác định theo (2.78) và (2.79).

i- số khoang sườn tính theo chiều B.

Độ võng tại mặt cắt giữa nhịp của sườn xác định gần đúng theo phương pháp sau :
 các phản lực R chia thành 3 hợp lực bố trí tại 3 điểm đặt cách đều nhau

$$Q = \frac{\sum R}{3}$$

$$t = \frac{B}{4}$$

Độ võng xác định theo công thức :

$$f = \frac{QB^3}{48EJ_s} + \frac{QB^3}{24EJ_s} \left(3 \frac{t}{B} - 4 \frac{t^3}{B^3} \right) + \frac{5}{384} \frac{q_2 B^4}{EJ_s}$$

$$f = \frac{B^3}{24EJ_s} \left(\frac{19}{16} Q + \frac{5}{16} q_2 B \right)$$

(2-73)

E- môduyn đàn hồi của thép.

J_s – mômen quán tính của sườn đứng.

d) Tính thép góc cạp mép của tấm ván đơn :

Tải trọng tác dụng lên thanh này gồm phản lực gối của các thanh nẹp đứng có giá trị bằng :

$$F = i \left(\frac{R}{2} + \frac{b^2 p_{td}}{4} \right)$$

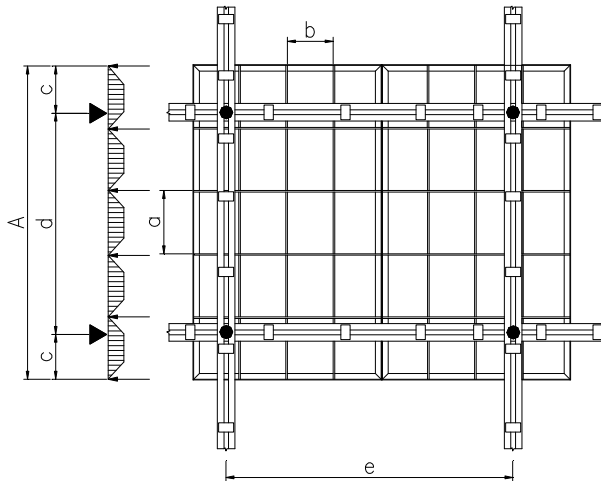
(2-74)

Các tải trọng phân bố theo biểu đồ hình thang có tung độ là q₁.

Sơ đồ tính là dầm giản đơn hai đầu hẫng, khâu độ tính toán là d và chiều dài mỗi

đầu hẫng là:

$$c = \frac{A - d}{2}$$



Hình 2.56- sơ đồ tính thép góc cạp mép tấm ván đơn.

Với sơ đồ và tải trọng trên có thể lập công thức để xác định mômen uốn tại mặt cắt giữa nhịp.